



# Pediatric Hasta Grubu Bilgisayarlı Tomografi Uygulamalarında Organ Dozlarının Hesaplanması

Ümit Kara<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta Sağlık Hizmetleri Myo, Tıbbi Görüntüleme Programı, Isparta, Türkiye, umitkara@sdu.edu.tr

(İlk Geliş Tarihi 25 Mayıs 2018 ve Kabul Tarihi 31 Temmuz 2018)

(DOI: 10.31590/ejosat.427207)

## Özet

Tanısal amaçlı incelemelerde klinik radyasyon ve kullanımı geniş bir alanda yer almaktadır. Özellikle x ve gama ışınları ile çalışan cihazlar, hastanelerde farklı kliniklere tanısal anlamda çözüm kolaylığı sunmaktadır. Kullanılan ışınlar, iyonize radyasyon kaynakları olmasından dolayı canlı bünyesinde özellikle de pediatrik hastalarda zararlı etkilerinden dolayı dikkatli kullanmak gereklidir. Bu çalışmanın amacı, kliniklerde bilinmeyen ve merak edilen organ doz değerleri hesaplamalarının bebeklerde rutin pediatrik protokoller ile yapılan çekimler sırasında, farklı organlar tarafından soğrulan dozları ve efektif dozları hesaplamak ve karşılaştırmaktır. Çalışma için Philips MX 16 kesit bilgisayarlı tomografi cihazı modellenmesi, kendi protokol değerleri ile birlikte ve Monte Carlo metodu kullanılarak organ doz ve efektif doz değerleri hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tanısal Radyoloji, Bilgisayarlı Tomografi, Pediatrik doz.

## Calculation of Organ Doses in Pediatric Patient Group Computerized Tomography Applications

### Abstract

The usage of clinical radiations in diagnostic examinations situated within far and wide. Especially devices operating with x and gamma rays provide convenience of diagnostic solutions to different clinics in hospitals. Due to the in use radiation sources are ionized radiation sources, it is necessary to take into consideration the harmful effects that may occur especially in pediatric patients in vivo. The purpose of this study was the calculation of unknown and anticipated organ doses in routine pediatric protocols in infants and the calculating and comparing the absorbed doses of different organs and effective doses. For the present study, organ doses and effective doses were calculated and compared by using Philips MX 16 cross-sectional computerized tomography model's protocol values, and the Monte Carlo method.

**Keywords:** Diagnostic Radiology, Computerized Tomography, Pediatric Dose.

### 1. Giriş

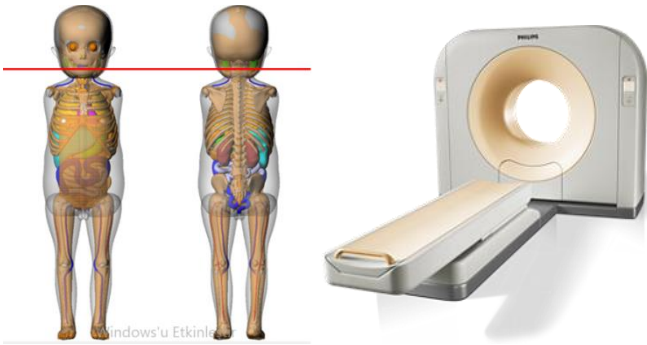
İnsanoğlu sürekli olarak doğal veya yapay radyasyona maruz kalır. (Günay vd. 2018, Günay 2018). Yapay yolla maruz kalınan radyasyonun büyük bölümü sağlık uygulamalarından kaynaklanmaktadır. Radyasyonun sağlık alanındaki uygulamalarından bir tanesi de bilgisayarlı tomografidir (BT). BT, incelenen objenin kesitsel görüntüsünü oluşturmaya yönelik radyolojik görüntüleme yöntemidir. Kaynak olarak x ışınlarını kolime ederek kullanır. Kolime edilmiş x-ışını demetinin objeye geçen kısmı, x-ışının tüpünü karşısına yerleştirilmiş dedektörler tarafından saptanarak görüntüye dönüştürülmektedir, başta santral sinir sistemi olmak üzere vücudun hemen her bölgesinin

incelenmesinde kullanılmaktadır. BT cihazları geliştirilme ve rutinde kullanılma aşamalarında bir dizi evrim geçirmiş ve daha da geçirmektedir. Görüntüleme süresi anlamında kısa sürede cevap veren ve kolay ulaşılabilir bir cihazdır fakat enerji kaynağı olarak iyonlaştırıcı radyasyon olan x ışınlarını kullanması sağlık için büyük bir dezavantajdır. BT çekimleri sırasında hastaların aldıkları doz oranları diğer görüntüleme ünitelerine göre daha yüksek olduğu bilinmesine rağmen cihazın kullanım alanları daha fazla artış göstermektedir. Bu da, bazı ülkelerde tanısal radyoloji nedeniyle maruz kalınan toplam doz oranlarını yaklaşık % 3-7'den, % 41'lere kadar çıkmasına neden olmuştur (Jessen vd., 2000 ; Pages vd., 2003). Bebek ve çocuk hastalarda da çekilen BT çekimleri artmıştır. Bebek ve çocukların, yetişkin hastalara göre x ışınlarına karşı biyolojik anlamda daha hassas

olmasından dolayı bu hastalarda BT çekimlerinde doğru doz tekniklerinin kullanılması gereklidir. Özellikle çocuklarda, organlara alınan radyasyon dozu artmış karsinogenez riski taşımaktadır (Brenner vd., 2001). Tanısal radyolojide hasta radyasyon doz kavramı “ALARA” (as low as reasonable achievable) prensibi çerçevesinde kar zarar durumu değerlendirilerek, pediatrik hastalar için ise gerekli protokoller uygulanarak çekimler yapılmalıdır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Monte Carlo simülasyon yöntemi, olasılıksal (stokastik) süreçleri simüle etmeye yardımcı olan çeşitli algoritma dillilerine sahip istatistiksel bir tekniğe verilen isimdir. İlk ortaya çıkışı fizikçi araştırmacılar tarafından ve deneysel amaçlı kullanılmak üzere keşfedilmiş olup, sonraları birçok alana yayılmıştır. Monte Carlo simülasyonu finansman mühendisliğe, çevreden sağlığa kadar birçok farklı alanda uygulanabilmektedir. Radyolojik araştırmalarda ise dünyaca kabul görmüş ve karmaşık yapıya sahip radyasyon, madde, canlı gibi etkileşimlerde problemleri çözmeye oldukça kullanışlı bir yöntemdir. Çalışma için BT ile çekim tetkikleri uygulanan bebek hastalarda organ dozlarını değerlendirmek için NCICT Monte Carlo Simülasyonu kullanılmıştır. Ayrıca bilgisayarlı tomografi doz indeksleri ile birlikte organlar tarafından soğurulan dozlar için referans olarak tarayıcının Monte Carlo simülasyonu ve Uluslararası Radyolojik Koruma Komisyonu (ICRP) tarafında referans edilen pediatrik fantomu kullanılmıştır. Kullanılan fantom, bir yaşını temsilen 77 cm, 10 kg ağırlığında, bilgisayarlı tomografi Philips marka MX 16 model 16 kesit sayısına sahip cihaz kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Kullanılan pediatrik fantom ve bilgisayarlı tomografi

Çekim için kullanılan protokoller ise cihazın kendine ait olan pediatrik protokolleridir. Bu anlamda bilgisayarlı tomografi cihaz tüp potansiyeli 120 kVp, tüp akım değeri 100 mAs, pitch faktörü 1, kolimasyon değeri 10 mm, CTDİvol 15 mGy, DLP 225 mGycm, çekim aralığı 1-15 cm değerleridir. Bir radyasyonunun herhangi bir T dokusuna bıraktığı ortalama absorplanan doz, wR radyasyon ağırlık faktörü ile çarpılır. Radyasyon türlerinin farklı biyolojik etkilerini gözönüne alır. Ayrıca organ ağırlık faktörleri Tablo 1 de detaylı olarak da verilmiştir. Farklı organ veya dokuların radyasyona karşı duyarlılıkları da farklıdır. WT organ ağırlık faktörü;

$$H_{T,R} = W_R \times D_{T,R} \quad (1)$$

Farklı organ veya dokuların radyasyona karşı duyarlılıkları da farklıdır. WT organ ağırlık faktörü;

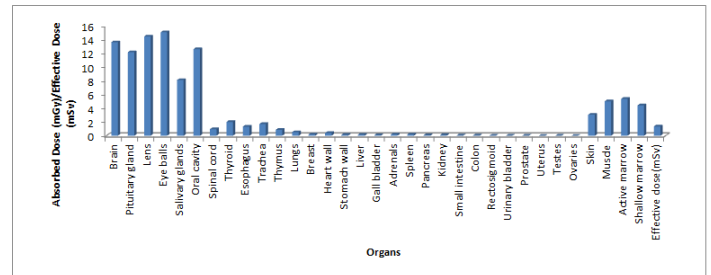
$$W = \sum (T) \quad (2)$$

Tablo 1. Organ Ağırlık Faktörleri

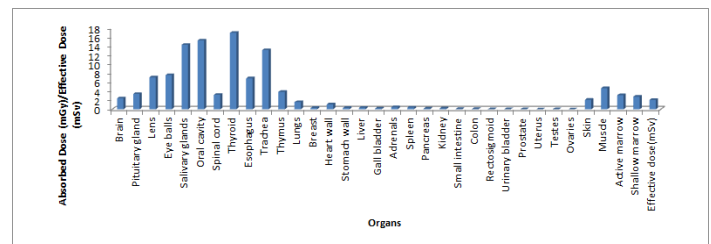
Organ/doku	ICRP 26	ICRP 60	ICRP 103
Yumurtalıklar	0.25	0.20	0.08
Meme	0.15	0.05	0.12
Kırmızı kemik iliği	0.12	0.12	0.12
Akciğer	0.12	0.12	0.12
Tiroid	0.03	0.05	0.04
Kemik yüzeyi	0.03	0.01	0.01
Kolon	-	0.12	0.12
Mide	-	0.12	0.12
Mesane	-	0.05	0.04

## 3. Araştırma Bulguları

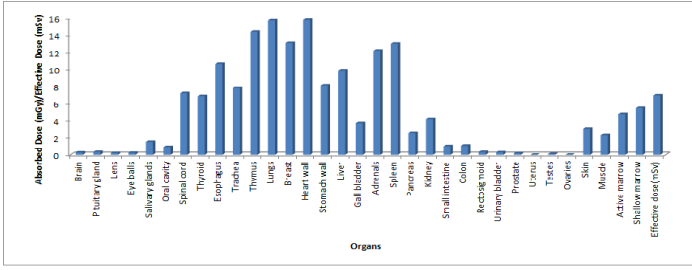
Tanısal radyoloji de x ışın kaynaklı cihazlar ile ilgili olarak yüksek kalitede tanısal etkinlik ile optimum ışın dozu arasındaki denge mutlaka korunmaya çalışılmalıdır. Bu anlamda çekim sırasında ilgili teknik parametrelerin optimize edilmesi, tüm bu koşullar yerine getirdikten sonra da görüntünün oluşması sağlanmalıdır. Bu çalışmada da aynı sıra ve işlemler Monte Carlo Simülasyon yöntemi ile uygulanmıştır yani uygun protokoller ile hastanın çekim istenilen bölgesi (FOV) taranmış ve hesaplamalar bu işlemlere göre yapılmıştır. Aşağıda verilen grafiklerde bu hesaplamalarla ortaya çıkan organ doz ve efektif doz sonuçlarını göstermektedir. Sırası ile şekil 2 hastanın kranial bölgesi, şekil 3 boyun bölgesi, şekil 4 toraks bölgesi, şekil 5 ise batin bölgesi çekim sonuçlarıdır. Şekil 2 için, kranial çekim bölgesinde göz 14.406 mGy, lensler 15.029 mGy, beyin 1.565 mGy, ağız boşluğu 12.561 mGy, tükürük bezleri ise 8.0809 mGy ile en yüksek dozlara hakimdirler. Etketif doz değeri ise 1.35 mSv tir. Şekil 3 için, tiroit 16.933 mGy, ağız boşluğu 15.242 mGy, tükürük bezleri 14.271 mGy, trakea 13.107 mGy ile en yüksek dozlara hakimdirler. Etketif doz değeri ise 2.058 mSv tir. Şekil 4 için, kalp 15.763 mGy, akciğer 15.709 mGy, timus 14.345 mGy, meme 13.021 mGy, dalak 12.923 mGy, böbrek üstü 12.118 mGy, özofagus 10.605 mGy ile en yüksek dozlara hakimdirler. Etketif doz değeri ise 6.93 mSv tir. Şekil 5 için, dalak 14.13 mGy, pankreas 13.793 mGy, böbrekler 13.725 mGy, karaciğer 13.4 mGy, mide 13.018 mGy ile en yüksek dozlara hakimdirler. Etketif doz değeri ise 5.03 mSv tir.



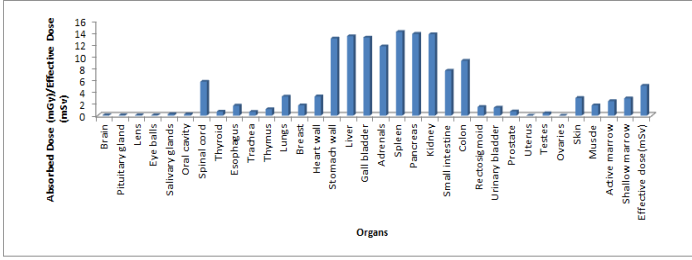
Şekil 2. Bir yaş kranial bölge çekim sonucu soğrulan ve efektif doz



Şekil 3. Bir yaş boyun bölgesi çekim sonucu soğrulan ve efektif doz



Şekil 4. Bir yaş toraks bölge çekim sonucu soğurulan ve efektif doz



Şekil 5. Bir yaş batın bölge çekim sonucu soğurulan ve efektif doz

Bu çalışma ile BT çekimi yapılan pediatrik yaş grubunda bulunan hastaların farklı çekimler esnasında maruz kaldıkları iyonize radyasyon ile ortaya çıkan organ soğurma dozları hesaplandı. Ayrıca BT'de iyonize radyasyon ve kanser riskindeki artış oranı da efektif doz ile beraber dikkate alınmalıdır. Bundan dolayı pediatrik görüntüleme radyasyon güvenliği ve pediatrik hasta protokolleri önemsenmelidir. Pediatrik hastalara uygulanan tetkikin ve bu uygulanan tetkike dayalı tekniğe ait parametrelerle beraber doz azaltıcı yaklaşımlar (kurşun önlük kullanımı) oldukça önem kazanmaktadır. BT çekim teknikleri ve istenen tetkike ait radyasyon dozu (CTDI<sub>vol</sub>, DLP) günümüzde yeni nesil cihazlar tarafından sağlanabilmektedir. Belirli çekim teknikleri için doz çıktı değerleri fantom çıktıları olup pitch değerine bağlı olarak uygun protokole özgü bir değişkeni de hesaba katmaktadır. Kısacası çekim tekniklerine hakim tecrübeli

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Çekim sırasında hastaya ulaşan radyasyon dozu standartları yoktur. Bir organa verilen dozun direkt ölçümüne ya da değişik organlara verilen dozların ve duyarlılıklarının toplamının ağırlıklı ortalamasına (efektif doz) bağlı riskleri değerlendiren yöntemler kullanılmaktadır. Efektif doz ile bağlantılı kanser riskinin belirlenebilmesi oldukça zor ve karmaşıktır. Matematiksel modellere, bilgisayarlı simülasyonlara (monte carlo kodu) ve antropometrik pediatrik fantomlara (çalışmamızda kullanmış olduğumuz) bağlı olarak değişir ve araştırmalar için ihtiyaç duyulmaktadır. Bu anlamda yukarıda saydığımız gereksinimler ile, yaptığımız bu çalışma sayesinde kritik organlar ve hassas organların aldığı dozların güvenli doz limitlerini aşmış olmadığı belirlenebilecektir. Ayrıca çekim sonrası organ doz sonuçlarını değerlendirmek için son derece yararlı, literatüre katkı sağlayacak bir çalışma olması umulmaktadır.

#### Referanslar

bir kişi tarafından yapılan çekim ile tecrübesiz bir kişi tarafından yapılan çekimler arasında büyük doz farkları doğmakta ve bunların sonucunda da pediatrik hastalarda artan doz indeksleri ile karşı karşıya kalmaktayız. Pediatrik hasta ile karşılaşılan radyoloji birimlerinin, rutin çekimlerinde, verilen radyasyon dozunu düzenlemeleri, klinikte çalışan teknisyen ya da teknikere gerekli uyarı ve eğitimleri vermeleri gerekmektedir. Bu sonuçlara bakarak yapmış olduğumuz çalışmanın önemi bir kere daha ortaya çıkmaktadır. Çünkü yapılan tetkik ve incelemede hasta doz sonuçları direk BT cihazı tarafından verilmemektedir, ancak uzman kişi ya da kişilerce yapılan hesaplamalar ile kişi efektif dozuna ulaşılabilir. BT cihazı çıktı olarak kişinin organlar tarafından soğurulan dozlarını göstermemekte ve klinikler tarafından da bilinmemektedir. Özellikle pediatrik gruplar ve bebeklerde, organların radyasyona karşı hassas olması ve önlerindeki yaşam sürelerinin uzun olma beklentisi gibi nedenlerle kümülatif radyasyona bağlı kanser riski, pediatrik yaş grubunda radyasyon miktarını önemli kılmaktadır. Özellikle bebek ve çocuklarda tiroid, meme ve gonadlar radyasyon hassasiyet ve duyarlılığı fazla olan organlardır. Bu durum, organların küçük olması ve organa verilen gerçek dozun fazla olmasına bağlıdır (Pierce vd., 1996). Çocukların vücut ağırlıkları çok farklı olduğundan, vücut büyüklüğüne göre BT protokollerinin uygulanmaması sonucunda gereksiz radyasyon verilmesine neden olur (Hollingsworth vd., 2003). Singh ve ark. iteratif rekonstrüksiyon yöntemi ile görüntü kalitesini koruyarak pediatrik toraks ve abdomen BT incelemelerinde elde ettikleri ortalama CTDI<sub>vol</sub> ve DLP değerleri toraks için 3,7 mGy, 153 mGy<sub>cm</sub>, abdomen için 5,7 mGy, 258 mGy<sub>cm</sub>'dir. Bu değerler çalışmamızın kendi kontrol grubuna göre %40 daha düşüktür. Singh ve ark.larının kendi çalışmasında iteratif rekonstrüksiyon yöntemi ve standart algoritimde elde ettikleri değerler bu çalışmamızın çalışma ve kontrol grubuna göre daha yüksektir. Ancak bu çalışmadaki yaş ortalaması Singh ve ark.larının çalışmasının yaş ortalamasının yarısı kadardır (Singh vd., 2012). Reid ve ark. radyasyon dozunun azaltmak için pediatrik abdomen BT'lerde görüntü kalitesini koruyarak fantomlar üzerinde mAs ve kVp değerlerini optimize etmişlerdir. Tüp akım modülasyon teknikleri kullanmadan tanısal kalitede pediatrik abdomen BT'nin 10-15 mGy doz aralığında elde edilebileceğini göstermişlerdir (Reid vd., 2010).

- Günay, O., Saç, M.M., İçedef, M., Taşköprü, C., 2018, Soil gas radon concentrations along the Ganos Fault (GF) Arab J Geosci (2018) 11: 213. <https://doi.org/10.1007/s12517-018-3542-2>
- Günay O., 2018, Determination of Natural Radioactivity and Radiological Effects in some Soil Samples in Beykoz-Istanbul, European Journal of Science and Technology No. 12, pp. 9-14, April 2018 ISSN:2148-2683
- Jessen KA BG., Geleijns J., Golding SJ., Jurik AG, Leonardi M. 2000. Quality criteria development within the fourth framework research programme: computed tomography. Radiat Prot Dosim 90, 79-83.
- Pages J., Buls N., Osteaux M. 2003. CT doses in children: a multicentre study. Br J Radiol. 911-803.
- Berdon W. 2001. Estimated risks of radiation induced fatal cancer from pediatric CT. AJR Am J Roentgenol. 176, 289-96.
- Pierce DA., Shimizu Y., Preston DL., Vaeth M., Mabuchi K. 1996. Studies of the mortality of atomic bomb survivors. Report 12, part I. Cancer: 1950-1990. Radiat Res. 146:1-27.

- Hollingsworth C, Frush DP., Cross M., Lucaya J. 2003. Helical CT of the body: a survey of techniques used for pediatric patients. *AJR Am J Roentgenol* 180, 401–406.
- Singh S., Kalra MK., Shenoy Bhangle AS., Saini A., Gervais DA., Westra SJ. 2012. Radiation dose reduction with hybrid iterative reconstruction for pediatric CT. *Radiology*. 63(2), 537-46.