

Baş-Boyun, Toraks ve Batın Bölgelerinde Bilgisayarlı Tomografi Çekimi Sırasında Radyasyon Maruziyeti: Korunma Stratejileri ve Doz Değerlendirmesi

Duygu TUNÇMAN KAYAOKAY¹, Fahrettin Fatih KESMEZACAR², Osman GÜNAY³, Mustafa DEMİR⁴

¹İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Radyoterapi Programı, 34260, İstanbul, Türkiye

²İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı, 34260, İstanbul, Türkiye

³Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği, 34220, İstanbul, Türkiye

⁴İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Departmanı, 34098, İstanbul, Türkiye

(Alınış / Received: 14.05.2025, Kabul / Accepted: 22.11.2025, Online Yayınlanma / Published Online: 25.12.2025)

Anahtar Kelimeler

Radyasyondan korunma,
Radyoloji,
Bilgisayarlı Tomografi

Öz: Bu çalışmada baş-boyun, toraks ve batın bölgelerinden yapılan bilgisayarlı tomografi (BT) taramalarında organların absorbe ettiği radyasyon dozları Termoluminesans Dozimetreler (TLD'ler) ile deneysel olarak ölçülmüştür. Amaç, kritik organlarda alınan dozların değerlendirilmesi ve radyasyondan korunma stratejilerinin geliştirilmesidir. Baş-boyun bölgesindeki organlar, özellikle tiroit bezi (24.95 ± 0.525 mGy) ve tükürük bezi (28.49 ± 1.34 mGy) gibi kritik organlar, uzun süreli sağlık etkilerine karşı duyarlıdır. Toraks bölgesindeki dozlar, akciğer (5.86 ± 0.1 mGy) ve sağ meme bezi (6.52 ± 0.7 mGy) gibi organlarda daha düşük bulunmuştur; ancak düşük dozların kardiyovasküler sağlık üzerindeki potansiyel etkileri dikkate alınmalıdır. Batın bölgesinde ise, karaciğer (15.87 ± 1.6 mGy) ve böbrekler (15.26 ± 0.6 mGy) gibi organlar daha yüksek dozlar almış olup, bu durum uzun vadeli kanser riskinin arttığını göstermektedir. Bu bulgular, baş-boyun ve batın bölgelerinde organ koruma stratejilerinin önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, TLD'lerin kullanımı, BT taramalarında güvenli doz ölçümünü sağlamak ve gereksiz radyasyon maruziyetini önlemek için etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Sonuç olarak, elde edilen doz verileri, radyasyon maruziyetini azaltmak için hasta doz kontrolünün daha dikkatli yapılması gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Radiation Exposure During Computed Tomography of the Head-Neck, Thorax, and Abdominal Regions: Dose Assessment and Protection Strategies

Keywords

Radiation Protection,
Radiology,
Computed Tomography

Abstract: In this study, organ absorbed radiation doses were experimentally measured using Thermoluminescent Dosimeters (TLDs) during computed tomography (CT) scans of the head-neck, thorax, and abdominal regions. The aim was to evaluate the doses received by critical organs and to develop strategies for radiation protection. In the head-neck region, organs such as the thyroid gland (24.95 ± 0.525 mGy) and salivary gland (28.49 ± 1.34 mGy) were found to be sensitive to long-term health effects. In the thoracic region, the measured doses in the lungs (5.86 ± 0.1 mGy) and right mammary gland (6.52 ± 0.7 mGy) were lower, although the potential cardiovascular effects of low doses should be considered. In the abdominal region, organs such as the liver (15.87 ± 1.6 mGy) and kidneys (15.26 ± 0.6 mGy) received relatively higher doses, indicating an increased risk of long-term carcinogenesis. These findings highlight the importance of implementing organ protection strategies, particularly in the head-neck and abdominal regions. Furthermore, the use of TLDs has proven to be an effective method for ensuring safe dose measurement in CT scans and for preventing unnecessary radiation exposure. In conclusion, the obtained dose data clearly emphasize the need for more precise patient dose control to minimize radiation exposure.

1. Giriş

Bilgisayarlı tomografi (BT), modern tıpta kesitsel anatominin yüksek çözünürlükle görselleştirilebilmesine olanak tanıyan, klinik tanı ve tedavi planlamasında kritik öneme sahip bir görüntüleme yöntemidir. BT cihazlarının kısa sürede geniş anatomik bölgeleri tarayabilmesi ve üç boyutlu görüntü rekonstrüksiyonu yapabilmesi, bu yöntemi özellikle travma yönetimi, onkolojik taramalar, kardiyovasküler değerlendirmeler ve akut hastalıkların teşhisinde vazgeçilmez hale getirmiştir [1]. Bununla birlikte, BT çekimleri sırasında hastaların maruz kaldığı iyonlaştırıcı radyasyon dozu, konvansiyonel radyografi ve ultrason gibi diğer tanısal yöntemlere kıyasla belirgin şekilde daha yüksektir [2]. Artan kullanım sıklığı ile birlikte, özellikle pediatrik ve genç erişkin popülasyonlarda kümülatif radyasyon dozlarına bağlı uzun dönem kanser riskleri konusunda endişeler doğmuştur [3].

BT çekimlerinde hastaya verilen radyasyonun değerlendirilmesi ve optimize edilmesi, hem tanı doğruluğunu korumak hem de hasta güvenliğini sağlamak açısından zorunludur. Organ dozlarının doğrudan hesaplanması güç olduğundan, çeşitli dolaylı ölçüm ve modelleme yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlar arasında Size-Specific Dose Estimate (SSDE) kullanımı [4] ve Monte Carlo simülasyonları öne çıkmaktadır [5]. Ayrıca, doğrudan fiziksel ölçüm yöntemleri arasında termoluminesans dozimetreleri (TLD) kullanılarak yapılan fantom çalışmaları, gerçekçi doz verilerinin elde edilmesi açısından altın standart yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir.

Baş-boyun, toraks ve batın bölgeleri, hem yapısal karmaşıklıkları hem de radyasyona duyarlılığı yüksek kritik organları barındırmaları nedeniyle BT incelemelerinde özel dikkat gerektiren anatomik alanlardır. Bu bölgelerdeki BT çekimlerinde; beyin, tiroid, göz merceği, akciğerler, kalp, karaciğer, böbrekler, over ve uterus gibi organlar doğrudan veya saçılan radyasyon yoluyla ışınlanamaktadır [6,7].

Bu durum, Uluslararası Radyasyon Birimleri ve Ölçümleri Komisyonu (ICRU) ve Uluslararası Radyolojik Koruma Komisyonu (ICRP) tarafından önerilen doz sınırlama ve optimizasyon ilkelerinin klinik uygulamalarda titizlikle uygulanmasını gerekli kılmaktadır [8]. Özellikle ALARA ("As Low As Reasonably Achievable") prensibi çerçevesinde, klinik endikasyonu karşılayacak en düşük etkin dozun kullanılması hedeflenmektedir. ALARA yaklaşımı yalnızca toplam etkili dozu azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda organ spesifik dozların da minimize edilmesini amaçlar [9].

Bu çalışma, bilgisayarlı tomografi (BT) uygulamalarında kritik organ dozlarını

değerlendirmek ve radyasyondan korunma stratejilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu araştırmanın amacı, bilgisayarlı tomografi çekimlerinde kritik organ dozlarının doğru ölçümünü sağlayarak, doz optimizasyonuna ve hasta güvenliğine katkı sunmaktır. Ayrıca, elde edilen veriler doğrultusunda klinik uygulamalarda uygulanabilecek olası iyileştirme stratejilerine ışık tutmak hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Alderson rando fantom

Alderson Rando fantom, insan vücudunun anatomik yapısını ve dokularının radyolojik özelliklerini gerçekçi şekilde taklit edecek biçimde tasarlanmış bir doku eşdeğerli fantomdur (Şekil 1). Fantom, doğal insan kemik, akciğer ve yumuşak dokularını simüle eden malzemelerden üretilmiştir [10].



Şekil 1. Alderson Rando fantom baştan pelvise kadar uzanan insan vücudu anatomisini temsil eden kesitli bir yapıya sahiptir

Baş-boyun, toraks, abdomen ve pelvik bölgeleri içeren bu fantom; toplam 33 adet 2.5 cm kalınlığında yatay kesitten oluşur. Her kesit, iç yapısında yer alan anatomik detaylara uygun şekilde hazırlanmış olup, 1 mm çapında işaretlenmiş TLD yerleştirme delikleriyle donatılmıştır [11]. Bu sayede belirli organlara ya da doku bölgelerine yüksek doğrulukta dozimetre yerleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Fantomun içerisindeki kemik, akciğer ve yumuşak doku bölgeleri, 30 keV–3 MeV enerji aralığında insan dokusunun radyasyon soğurma özelliklerini yansıtan materyallerden yapılmıştır. Rando fantomu; radyoterapi planlamaları, doz kalibrasyon çalışmaları ve radyasyon koruma değerlendirmelerinde, insan üzerindeki ışınlamayı güvenli ve tekrarlanabilir bir

şekilde simüle etmek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır.

2.2. MTS-100 TLD kalibrasyon

Çalışmada BT çekimlerinde alderson rando fantom içerisindeki kritik organların radyasyon dozlarını belirlemek için kullanılan TLD-100 dozimetreler, LiF:Mg,Ti (Lityum Florür – Magnezyum ve Titanyum katkılı) kristalinden üretilmiştir. TLD'lerin doku eşdeğer yoğunlukta olması, insan dokusuna benzer bir şekilde radyasyonla etkileşmesini sağlar ve böylece doz ölçümünde yüksek doğruluk sunar. Fiziksel olarak 3 × 3 × 0.9 mm boyutlarında, kare şeklinde ve kompakt yapıda üretilmişlerdir. Küçük boyutları sayesinde hem yüzeyel hem de internal doz ölçümleri için uygundur [12].

Dozimetrelerin yeniden kullanılabilir hale getirilmesi, kalıntı sinyallerin giderilmesi ve homojen yanıt elde edilmesi amacıyla üç aşamalı bir tavlama işlemi uygulanmıştır. Toplamda 72 adet TLD, aşağıda belirtilen sıcaklık ve srelerde ısıtılma tabi tutulmuştur: 1. Aşama: 400°C'de 1 saat 10 dakika, 2. Aşama: 80°C'de 16 saat 10 dakika, 3. Aşama: 100°C'de 1 saat 10 dakika dan oluşmaktadır. Her bir aşama sonrası dozimetreler oda sıcaklığında 24 saat boyunca soğutulmuştur. Bu işlemlerin ardından dozimetreler kalibrasyon işlemleri için hazır hale getirilmiştir. TLD'lerin okunmasında Thermo Fisher Scientific Harshaw TLD Model 4500 okuyucu cihazı (TENMAK (Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu) Standart lm Laboratuvarı) kullanılmıştır. Bu cihaz, WinREMS yazılımı ile masaüstü bilgisayarla bağlı olarak çalışmaktadır. Bu çalışmada tavlama işlemi tamamlanan TLD'ler, Radkor SSDL laboratuvarında, RQR 9 protokolü, 10.03 mGy doz ve 3.2 mm Al filtreli X-ışını ile ışınlanmıştır. Işınlamadan 24 saat sonra, dozimetreler dozimetrik laboratuvarında okunmuştur. ECC değeri ±15% aralığında olan TLD'ler kabul edilmiş, bu aralığın dışındaki dozimetreler hatalı (defektli) olarak sınıflandırılmış ve 2 adet TLD analiz dışında bırakılmıştır. Geriye kalan uygun dozimetreler arasından, ECC değeri 0.99 – 1.01 arasında olan en iyi 20 TLD, referans olarak seçilmiştir. Seçilen bu 20 TLD, 0.1 mSv – 200 mSv aralığında farklı dozlarla yeniden ışınlanarak okunmuş ve ECC değerleri güncellenmiştir. En güvenilir 20 dozimetre, "altın TLD (golden TLD)" olarak tanımlanmış ve hem kalibrasyon değerlerinin elde edilmesinde hem de referans dozimetre olarak kullanılmıştır.

2.3. TLD'lerin alderson rando fantom üzerinde lokalizasyonları

ekim yapılan bölgelere karşılık gelen organlara TLD-100 (LiF:Mg,Ti) termoluminesans dozimetreleri yerleştirilmiştir.

Tablo 1. Baş boyun bölgesinde TLD'lerin yerleşimleri

Organlar	Fantom kesit numarası	Yerleştirilen TLD Sayısı
Tiroit bezi	10	4
Sublingual bez	7	2
Omurilik C1-C2 seviyesi	6	2
Parotis Bezi	6	4
Submandibular bez	6	4
şakak kemiği	3	2
Hipofiz Bezi	3	2
Etmoid Kemik	3	2
Kornea	3	4
Tiroit bezi (yüzeyel)	10	4

Tablo 2. Toraks bölgesinde TLD'lerin yerleşimleri

Organlar	Fantom kesit numarası	Yerleştirilen TLD Sayısı
Akciğer	15	8
Kalbin apeksi	20	2
Kulakçık	19	4
Sağ meme bezi	-	
Sol meme bezi	-	

Tablo 3. Batın bölgesinde TLD yerleşimleri

Organlar	Fantom kesit numarası	Yerleştirilen TLD Sayısı
Dalak	21	2
Karaciğer	21	6
Pankreas	23	2
Yumurtalık	28-29	8
Rahim	29-30	4
Rektosigmoid kıvrım	30	2
Böbrekler	24	4
Mesane	31	2
L1- L2 vertebra	27	2

2.4. Bilgisayarlı tomografi çekim protokolleri

Bu çalışmada görüntüleme ve ışınlama işlemleri için Philips Incisive BT (Hollanda menşei) model Bilgisayarlı tomografi cihazı kullanılmıştır. 72 cm gantri açıklığına ve 50 cm tarama görüş alanına sahip olan cihaz, 32, 64 veya 128 dilimli konfigürasyonlarla kullanılabilir. Dedektör genişliği 2 cm veya 4 cm olup, yüksek znrlkl kesitsel görüntüler sağlayabilmektedir. Ierisinde Philips'e özgü vMRC X-ışını tüpü bulunmakta olup, bu tp uzun ömürlü ve stabil performans için sürekli soğutma sistemine sahiptir. Ayrıca cihaz düşük dozlu taramalar için 70 kV enerji seçeneği sunmaktadır.

Çalışmada kullanılan çekim protokolleri Tablo 4'te verilmiştir. ALARA prensibi doğrultusunda görüntü kalitesinden ödün verilmeden en düşük etkin doz elde edilmeye çalışılmıştır.

Tablo 4. Baş boyun, Toraks ve Batın Bölgelerine ait çekim protokolleri

Çekim parametreleri	Baş-boyun	Toraks	Batın
Tüp voltajı (kVp)	100	120	100
Tüp akımı (mA)	209	153	203
Dönüş süresi (sec)	1	0.50	0.50
Pitch	0.60	1.20	0.60
Kesit kalınlığı (mm)	1,00	1.0	1.0
Field of View (FOV) mm	259	362	341
CTDI(mGy)	30.23	3.97	9.48
DLP (mGy.cm)	1.093	143.19	466.31

3. Bulgular

Üç ayrı çekim bölgesine ait dozlar mGy cinsinden ifade edilmiş, her organ için ortalama değerler ve standart sapmalar hesaplanmıştır.

Tablo 5. Baş-boyun organ dozları

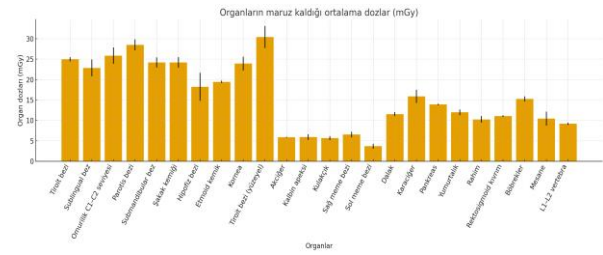
Organlar	Doz (mGy) $\pm$ Sd
Tiroit bezi	24.95 $\pm$ 0.525
Sublingual bez	22.86 $\pm$ 2.07
Omurilik C1-C2 seviyesi	25.85 $\pm$ 2
Parotis Bezi	28.49 $\pm$ 1.34
	24.165 $\pm$ 1.25
Submandibular bez	
	24.165 $\pm$ 1.3
Şakak kemiği	18.21 $\pm$ 3.41
Hipofiz bezi	
Etmoid Kemik	19.43 $\pm$ 0.30
Kornea	23.92 $\pm$ 1.69
Tiroit bezi (yüzeyel)	30.41 $\pm$ 2.70

Tablo 6. Toraks organ dozları

Organlar	Doz (mGy) $\pm$ Sd
Akciğer	5.86 $\pm$ 0.1
Kalbin apeksi	5.90 $\pm$ 0.7
Kulakçık	5.63 $\pm$ 0.5
Sağ meme bezi	6.52 $\pm$ 0.7
Sol meme bezi	3.67 $\pm$ 0.6

Tablo7. Batın organ dozları

Organlar	Doz (mGy) $\pm$ Sd
Dalak	11.54 $\pm$ 0.5
Karaciğer	15.87 $\pm$ 1.6
Pankreas	13.89 $\pm$ 0.2
Yumurtalık	11.98 $\pm$ 0.7
Rahim	10.24 $\pm$ 0.8
Rektosigmoid kıvrım	11.05 $\pm$ 0.2
Böbrekler	15.26 $\pm$ 0.6
Mesane	10.42 $\pm$ 1.7
L1-L2 vertebra	9.17 $\pm$ 0.3

**Şekil 2.** Kritik organların aldığı dozların karşılaştırılması

4. Tartışma ve Sonuç

BT görüntüleme sistemlerinin yaygınlaşmasıyla birlikte, hasta radyasyon dozlarının izlenmesi ve minimize edilmesine yönelik çalışmalar artmıştır. Avrupa ve ABD'de yapılan çok merkezli araştırmalar, BT'nin tanısal görüntüleme yöntemleri arasında en yüksek katkı dozuna sahip olduğunu ortaya koymuştur [13]. ICRP 103 No'lu raporda, görüntüleme protokollerinin hasta yaşı ve klinik endikasyona göre özelleştirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır [8]. Ayrıca, Uluslararası Radyasyon Birimleri ve Ölçümleri Komisyonu, organ dozlarının belirlenmesinde gerçek hasta ölçümlerinin yanı sıra fantom temelli simülasyonların ve Termoluminesans Dozimetreler gibi pasif dedektörlerin kullanılmasını önermektedir [14]. Alderson Rando fantom gibi anatomik doku eşdeğerli modeller, farklı çekim protokollerinin organ dozlarına etkisini değerlendirmede sıklıkla tercih edilmektedir.

Organ dozu değerlendirilirken, her bir yapının radyobiolojik duyarlılığı dikkate alınmalıdır. ICRP Publication 103'te [8] tanımlanan doku ağırlıklandırma faktörlerine göre tiroit, meme, akciğer ve kırmızı kemik iliği iyonizan radyasyona karşı yüksek duyarlılığa sahip organlar olarak sınıflandırılmaktadır. Göz dokuları (özellikle lens ve kornea) düşük deterministik eşik değerleri nedeniyle kritik kabul edilmektedir. Karaciğer ve böbrek gibi parankimal organlar ise orta düzeyde duyarlıdır ve tekrarlayan radyasyon maruziyetine bağlı olarak geç dönemde fonksiyonel bozulmalar gelişebilmektedir. Spinal kord, tiroit, meme dokusu veya göz merceği kadar radyosensitif (radyasyona duyarlı) kabul edilmese de, anatomik olarak çok kritik bir yapıdır [15]. Dolayısıyla aldığı radyasyon dozu önemlidir. Özellikle PET/BT veya SPECT/BT gibi hibrit görüntüleme yöntemlerinde, BT'ye ek olarak nükleer tıp kaynağından da radyasyon geldiği için toplam doz daha da artabilmektedir. Çalışmamızda kullanılan metodoloji, hem klinik BT uygulamaları için gerçekçi doz ölçümleri sağlaması hem de TLD tabanlı dozimetri ile organ düzeyinde ayrıntılı değerlendirme yapabilmesi açısından literatüre katkı sağlamaktadır.

Baş-boyun bölgesine ait veriler incelendiğinde, tiroit bezi (30.41 $\pm$ 2.70 mGy) ve tükrük bezi (28.49 $\pm$ 1.34 mGy) en yüksek doz alan yapılar arasındadır. Tiroit bezi özellikle genç bireylerde radyasyona karşı

oldukça hassas olup, yüksek doz maruziyeti ilerleyen dönemlerde tiroit disfonksiyonları veya maligniteler açısından risk yaratabilir. Bu nedenle baş-boyun BT çekimlerinde tiroit koruyucu kurşun yaka kullanımı önerilir. Omurilik C1-C2 seviyesinde elde edilen 25.85 ± 2 mGy doz değeri de dikkate değerdir; zira omurilik, radyasyona karşı sınırlı toleransa sahip bir dokudur. Nöroradyolojik komplikasyonların değerlendirilmesinde omuriliğin çok düşük bir α/β değerine (0.87 Gy) sahip olması, büyük doz fraksiyonlarının ciddi doku hasarına neden olabileceğini göstermektedir[15]. Hipofiz bezi (18.21 ± 3.41 mGy) ve etmoid kemik (19.43 ± 0.30 mGy) gibi daha merkezi yerleşimli yapılar da anlamlı dozlar saptanmıştır. Endokrin fonksiyonlar açısından kritik bir merkez olan hipofiz bezinin korunması, uzun vadeli etkiler açısından gereklidir. Gz dokularına ait kornea (23.92 ± 1.69 mGy) ve şakak kemiği (24.16 ± 1.3 mGy) lmleri de belirgin olup, bu değerler literatürde Huda ve arkadaşlarının [16] bildirdiği 20–30 mGy aralığıyla uyumludur. Göz merceği gibi dokuların hassasiyeti nedeniyle bu bölgeye yönlendirilen dozlar katarakt geleişim riski açısından önemlidir.

Kalender ve arkadaşları, BT boyun protokollerinde tiroit bezinin 25–35 mGy aralığında doz aldığını ve koruyucu kalkan kullanımının bu değeri yaklaşık %30 azaltabileceğini bildirmiştir [17]. Cohnen ve ekibi [18], boyun BT’sinde tiroit için ortalama 28 mGy doz raporlamış; Deak ve arkadaşları ise [19] optimize protokollerle bu değerin 20–25 mGy aralığında tutulabileceğini göstermiştir. Çalışmamızdaki sonuçlar, optimize edilmemiş protokollere göre bir miktar yüksek olmakla birlikte, genel literatür ortalamalarıyla uyumludur. Tiroit korumasının eksikliği bu farkı açıklayabilir.

Toraks bölgesine ait kritik organ dozları 3.67–6.52 mGy aralığında değişmektedir. En yüksek değer sağ meme bezi için 6.52 ± 0.7 mGy olarak ölçülmüş olup, sol meme bezi için bu değer 3.67 ± 0.6 mGy’dır. Bu bulgular Brenner ve arkadaşlarının [3] toraks BT’de meme için bildirdiği 4–8 mGy doz aralığı ile uyumludur. Çalışmamızda sağ memenin daha yüksek doz alması, X-ışını tüpünün supin pozisyonda hastanın/phantomun sağ tarafında yer alması nedeniyle primer demete daha yakın olmasına bağlanmaktadır. Benzer şekilde Evans ve ark. memenin yaklaşık 1.5 kat daha fazla doz aldığını bildirmiştir [20]. Ayrıca Tunman Kayaokay ve ark. [11] tarafından koroner anjiyografi fantom çalışmasında da sağ meme dozunun sol memeye göre daha yüksek olduğu, bunun ışın açısı, tp geometrisi ve saçılan radyasyon dağılımındaki farklardan kaynaklandığı belirtilmiştir. Meme dokusu özellikle geç kadınlarda iyonizan radyasyona karşı yüksek duyarlılık göstermekte olup, radyasyona bağlı meme kanseri riskinin arttığı bilinmektedir. Bu nedenle BT taramalarında sağ-sol meme dozu asimetrisinin dikkate alınması, düşük doz protokolleri ve

gerektiğinde ek koruma önlemlerinin uygulanması hasta güvenliği açısından kritik önem taşımaktadır.

Toraks bölgesinde kalp (kulakçık ve apeks) ve akciğer dokularının ortalama 5.6–5.9 mGy civarında doz aldığı grlmştir. Bu organlar, hem radyobiyojik açıdan hassas hem de tekrarlayan çekimlerde birikimli etkilenmeye açık dokulardır. Bu nedenle, doz optimizasyonu stratejilerinin dikkatle uygulanması, uzun dönem kardiyak ve pulmoner etkilerin önlenmesi açısından önemlidir. Çalışmamızda elde edilen ortalama toraks dozu (5.52 mGy), McCollough ve arkadaşlarının [21] bildirdiği 5–8 mGy aralığıyla ve Singh ve ekibinin [22] düşük doz toraks protokollerinde belirttiği 3–5 mGy düzeyleriyle uyumludur. Bu sonuçlar, uygulanan otomatik doz modülasyonunun etkinliğini göstermektedir (şekil 2).

Batın bölgesine ait kritik organlarda ortalama dozlar 9.17 ± 0.3 mGy ile 15.87 ± 1.6 mGy arasında değişmiştir. En yüksek değer karaciğer (15.87 mGy) için ölçülmüş, bunu böbrekler (15.26 mGy) ve pankreas (13.89 mGy) izlemiştir. En düşük doz, omuriliğin L1–L2 düzeyinde 9.17 mGy olarak gözlemlenmiştir. Bu organlar metabolik ve endokrin açıdan aktif, dolayısıyla iyonizan radyasyona duyarlı yapılarıdır. Yumurtalıklar (11.98 ± 0.7 mGy) ve rahim (10.24 ± 0.8 mGy) dozlarının orta seviyelerde olması, üreme sağlığı açısından dikkate değerdir. Bu nedenle pelvik bölge BT çekimlerinde kurşun örtü veya koruyucu kullanımı önerilmektedir.

Karaciğer ve pankreas, iyonizan radyasyona karşı orta hassasiyette organlar olup, tekrarlayan görüntülemelerde doz optimizasyonu gerektirir. Karaciğerin en yüksek dozu alması, abdominal BT sırasında merkezi yerleşimli ve geniş hacimli organların daha fazla radyasyon absorbe ettiğini göstermektedir. Bu bulgu, Huda ve Vance’in [23] abdominal organ doz ortalamaları (12–20 mGy) ile uyumludur. Yiming Gao ve arkadaşlarının [24] yaptığı çalışmada erkekler için karaciğer dozunun 17.9 mSv ± 2.4 ve kadınlar için 17.0 mSv ± 1.9 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca Lahham ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 120 adet yetişkin hastadan alınan abdominal BT görüntüsü sonucunda ortalama karaciğer dozu 13.1 mGy olarak belirtilmiştir[25]. Böbrekler için ölçülen ortalama doz (15.26 ± 0.6 mGy), Christner ve arkadaşlarının [26] 14–17 mGy aralığında bildirdiği değerlerle yüksek oranda örtüşmektedir. Yumurtalıklar için elde edilen 11.98 ± 0.7 mGy ortalama doz da Mettler ve ekibinin [26] pelvik BT çekimlerinde bildirdiği 10–15 mGy aralığıyla paraleldir. Bu sonuçlar, kullanılan protokol ayarlarının literatürle uyumlu şekilde optimize edildiğini göstermektedir.

Genel olarak, çalışmamız baş-boyun bölgesinde organ doz varyasyonunun daha belirgin olduğunu, toraksta ise daha düşük ve homojen değerlerin elde edildiğini

göstermiştir. Bu bulgular, pediatrik ve geçen erişkin hastalarda tarama parametrelerinin daha hassas düzenlenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, ICRP'nin organ duyarlılığına dayalı doz optimizasyon stratejilerinin, özellikle meme ve tiroit gibi yüksek radyosensitiviteye sahip organların tarandığı bölgelerde, klinik uygulamalara entegre edilmesi kritik önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, elde edilen veriler, BT taramalarında hasta güvenliğinin artırılması adına korunma ve optimizasyon yaklaşımlarının sistematik olarak uygulanması gerektiğini açıkça göstermektedir.

Kaynakça

- [1] Kalra, M. K., Maher, M. M., Toth, T. L. 2004. Techniques and applications of CT in the trauma patient. *Radiology* 231(3), 682–694.
- [2] Huda, W., Ogden, K. M., Sontag, M. 2000. The dose to the eye lens and thyroid gland from diagnostic radiology. *Radiology* 217(1), 37–42.
- [3] Brenner, D. J., Hall, E. J. 2007. Computed tomography — An increasing source of radiation exposure. *New England Journal of Medicine* 357(22), 2277–2284.
- [4] Hardy, P., Cormack, A., Davies, D. 2021. The use of size-specific dose estimates in pediatric CT scans. *Journal of Applied Clinical Medical Physics* 22(2), 110–118.
- [5] Zancopè, A., Piccoli, F., Venturini, A. 2025. Monte Carlo simulations in CT dosimetry: A comprehensive review. *Physics in Medicine and Biology* 70(1), 117–138.
- [6] Perisinakis, K., Karamitros, P., Sgouros, A. 2005. Organ-specific dose measurements in CT. *Physics in Medicine and Biology* 50(11), 2741–2750.
- [7] Gnay, C., Pınar, Y., olak, İ. 2020. Computed tomography dosimetry and the role of organ-specific dose in minimizing radiation exposure. *Journal of Radiological Protection* 40(3), 681–689.
- [8] International Commission on Radiological Protection (ICRP). 2007. The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103.
- [9] American Association of Physicists in Medicine (AAPM). 2010. Size-Specific Dose Estimates (SSDE) in Computed Tomography. Report No. 204. AAPM.
- [10] Shrimpton, P. C., Wall, B. F., Fisher, E. S. 1981. The tissue-equivalence of the Alderson Rando anthropomorphic phantom for x-rays of diagnostic qualities. *Physics in Medicine & Biology* 26(1), 133.
- [11] Tunman, D., Kesmezacar, F. F., Yeyin, N. et al. 2025. Comprehensive organ-specific radiation dose mapping in coronary angiography using the Alderson Rando phantom: An experimental approach to optimize patient safety. *Radiation Physics and Chemistry* 112739.
- [12] Hassan, M., Hossain, S., Siraz, M.M.M. et al. 2025. Occupational radiation exposure analysis in industrial radiography in Bangladesh. *Radiation Medicine and Protection* 6(2), 107–111.
- [13] Rehani, M.M., Mataac, M.T., Kaviani, P., Kalra M.K., Li, X. 2025. Are high-dose CT examinations on the rise?. *Br J Radiol* 98(1174), 1596–1605.
- [14] International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU). 2005. ICRU Report 74: Patient Dosimetry for X Rays Used in Medical Imaging. ICRU Publications.
- [15] Kirkpatrick, J. P. et al. 2009. Radiation Dose–Volume Effects in the Spinal Cord, *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics* 76(3), 42–49.
- [16] Huda, W., Ogden, K.M., Khorasani, M.R. 2000. Converting dose-length product to effective dose at CT. *Radiology* 215(2), 653–658.
- [17] Kalender, W.A., Schmidt, B., Zankl, M., Schmidt, M. 2009. A PC program for estimating organ dose and effective dose values in computed tomography. *European Radiology* 19(4), 870–876.
- [18] Cohnen, M., Fischer, H., Hamacher, J., Lins, E., Modder, U. 2002. CT of the head by use of reduced current and kilovoltage: relationship between image quality and radiation dose. *AJNR American Journal of Neuroradiology* 23(5), 770–775.
- [19] Deak, P.D., Smal, Y., Kalender, W.A. 2010. Multisection CT protocols: Sex- and age-specific conversion factors used to determine effective dose from dose-length product. *Radiology* 257(1), 158–166.
- [20] Evans, S.H., Davis, R., Cooke, J., Anderson, W. 1989. A Comparison of Radiation Doses to the Breast in Computed Tomographic Chest Examinations for Two Scanning Protocols. *Clinical Radiology* 40, 45–46.
- [21] McCollough, C. H., Primak, A. N., Braun, N., Kofler, J., Yu, L., Christner, J. 2011. Strategies for reducing radiation dose in CT. *Radiologic Clinics of North America* 47(1), 27–40.
- [22] Singh, S., Kalra, M. K., Moore, M. A., et al. 2020. Dose reduction and compliance with pediatric CT protocols adapted to patient size. *Pediatric Radiology* 50(2), 232–239.

- [23] Huda, W., Vance, A. 2007. Patient radiation doses from adult and pediatric CT. *American Journal of Roentgenology* 188(2), 540–546.
- [24] Gao, Y., Mahmood, U., Liu, T., Quinn, B., Gollub, M.J., Xu, X.G., Dauer, L.T. 2020. Patient-Specific Organ and Effective Dose Estimates in Adult Oncologic CT. *AJR Am J Roentgenol* 214(4), 738-746.
- [25] Lahham, A., ALMasri, H.2018. Abdominal Bilgisayarlı Tomografi Taramalarından Radyasyon Dozlarının Tahmini. *Radiat Prot Dozimetrisi* 182(2), 235-240.
- [26] Christner, J. A., Kofler, J. M., McCollough, C. H. 2010. Dose reduction in CT: Techniques, practices, and future direction. *European Journal of Radiology* 76(1), 36–44.
- [27] Mettler, F. A., Huda, W., Yoshizumi, T. T., Mahesh, M. 2008. Effective doses in radiology and diagnostic nuclear medicine: a catalog. *Radiology* 248(1), 254–263.