

**RADSEM**  
**2026**



**TÜBİTAK**



**7. ŞABAN AKPOLAT**  
**RADYOLOJİDE YENİ UFUKLAR**  
**SEMPOZYUMU**  
**SUNUM VE BİLDİRİ ÖZETLERİ KİTABI**



**EDITÖR**  
**Hüseyin YİĞİT**



**KAPADOKYA**  
**ÜNİVERSİTESİ**  
**YAYINLARI**

  
KAPADOKYA  
ÜNİVERSİTESİ

**RADSEM**  
**2026**



# 7. ŞAHİN AKPOLAT RADYOLOJİDE YENİ UFUKLAR SEMPOZYUMU

KMYO Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı

**Tanısal ve Girişimsel Radyolojide Kalite**

**Optimizasyon ve Hastanın Radyasyondan Korunması**

**09-10 Mayıs 2026**

**Oktay Sinanoğlu Konferans Salonu**

**radsem.kapadokya.edu.tr**

**KAPADOKYA ÜNİVERSİTESİ**

**VII. ŞABAN AKPOLAT RADYOLOJİDE YENİ UFUKLAR SEMPOZYUMU**

**Sunum ve Bildiri Özetleri Kitabı**

**9-10 Mayıs 2026**

**Editör**

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin YİĞİT

**Yayına Hazırlayanlar**

Doç. Dr. Gökçe Kaan ATAÇ

Öğr. Gör. Dr. Alparslan Enes ORAL

Öğr. Gör. Dr. Ayça TUNÇEL ORAL

Öğr. Gör. Gürdoğan AYDIN



**Bu Sempozyum TÜBİTAK Tarafından 2223-B Yurt İçi Bilimsel Etkinlik Düzenleme Desteği ile Desteklenmiştir.**

Kapadokya Üniversitesi Yayınları: 126  
ISBN: 978-625-90374-4-8  
DOI: <https://10.35250/kun/9786259037448>  
URL: <https://hdl.handle.net/20.500.12695/4145>

© Haziran 2026

## VII. ŞABAN AKPOLAT RADYOLOJİDE YENİ UFUKLAR SEMPOZYUMU SUNUM VE BİLDİRİ ÖZETLERİ KİTABI

Editör: Hüseyin YİĞİT

Yayına Hazırlayanlar: Alparslan Enes ORAL, Ayça Tunçel ORAL, Gürdoğan AYDIN, Gökçe Kaan ATAÇ

© Copyright, 2026, KAPADOKYA ÜNİVERSİTESİ YAYINLARI

Sertifika No: 43348



Bu eser Creative Commons "BY-NC-SA" (Atıf-GayriTicari-AynıLisanslaPaylaş) Lisansı ile lisanslanmıştır. Bu lisans, kullanıcıların eser sahibine atıf vermek koşuluyla eseri sadece ticari olmayan amaçlar için kullanmalarına ve uyarlamalarına izin verir. Buna ek olarak kullanıcıların eseri uyarlamaları hâlinde aynı veya uyumlu bir lisans kapsamında başkalarıyla paylaşmaları koşulu getirir.

Editör: Hüseyin YİĞİT

Yayına Hazırlayanlar: Alparslan Enes ORAL, Ayça Tunçel ORAL, Gürdoğan AYDIN, Hüseyin YİĞİT

Kapak Tasarım: Çağatay SANCAR-Hüseyin YİĞİT

Kapadokya Üniversitesi tarafından yayımlanan basılı, elektronik veya diğer formatlardaki bilimsel yayınlar, sempozyum bildirileri ve ders içeriklerine ait bütün haklar Kapadokya Üniversitesine aittir. Tanıtım amacıyla kaynak gösterilerek yapılacak kısa alıntılar dışında, Kapadokya Üniversitesinin yazılı izni olmaksızın yayının tümünün elektronik, mekanik veya fotokopi yoluyla basımı, yayımı, çoğaltımı ve dağıtımı yapılamaz.

Bu kitap, "VII. Şaban AKPOLAT Radyolojide Yeni Ufuklar Sempozyumu" organizasyonu kapsamında yayımlanmıştır. Kitapta yer alan metinlerle ilgili telif hakkından doğacak tüm sorunlar yazarların sorumluluğunda. Bu kitapta yayımlanan metinlerin içeriklerinden yazarları sorumludur. Metinler, yazarların kendi düşüncelerini yansıtmaktadır.

---

Yiğit, H. (Ed.), (2026). *VII. Şaban Akpolat Radyolojide Yeni Ufuklar Sempozyumu Sunum ve Bildiri Özetleri Kitabı*, Nevşehir: Kapadokya Üniversitesi Yayınları.

ISBN: 978-625-90374-4-8

DOI: <https://10.35250/kun/9786259037448>

Anahtar Sözcükler: 1. Radyoloji, 2. Kalite Kontrol, 3. Optimizasyon.

---



KAPADOKYA  
ÜNİVERSİTESİ

50420 Mustafapaşa, Ürgüp, Nevşehir

yayinevi@kapadokya.edu.tr

kapadokyayayinlari.kapadokya.edu.tr

0(384) 353 5009

www.kapadokya.edu.tr

## **SEMPOZYUM DÜZENLEME KURULU**

### **Başkan:**

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin YİĞİT

### **Üyeler:**

Prof. Dr. M. Olcay ÇİZMELİ

Doç. Dr. Gökçe Kaan ATAÇ

Doç. Dr. Songül BARLAZ US

Dr. Öğr. Üyesi Özlem Maranci YILDIRIM

Öğr. Gör. Arif Onur DİRLİK

Öğr. Gör. Dr. Alparslan Enes ORAL

Dr. Öğr. Üyesi Süreyya NUR

Öğr. Gör. Özge KOVAN

Öğr. Gör. Gürdoğan AYDIN

Öğr. Gör. Ercan TÜRERER

Öğr. Gör. Ahmet Turan TANBEK

## **SEMPOZYUM BİLİM KURULU**

### **Bilim / Hakem Kurulu Başkanı**

Doç. Dr. Gökçe Kaan ATAÇ/Zonguldak  
Bülent Ecevit Üniversitesi

### **Bilim / Hakem Kurulu Sekreteri**

Öğr. Gör. Ercan TÜRENER/Kapadokya Üniversitesi  
Öğr. Gör. Gürdoğan AYDIN/Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi  
Öğr. Gör. Özge KOVAN/Acıbadem Üniversitesi

### **Bilim / Hakem Kurulu Üyeleri**

Prof. Dr. C. Çınar BAŞEKİM/Acıbadem Üniversitesi  
Prof. Dr. Aydan AÇIKGÖZ/Kapadokya Üniversitesi  
Prof. Dr. Fazıl GELAL/İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi  
Prof. Dr. Muzaffer Olcay ÇİZMELİ/Acıbadem Üniversitesi  
Prof. Dr. Oğuz DİCLE/Dokuz Eylül Üniversitesi  
Prof. Dr. Tamer KAYA/Acıbadem Eskişehir Hastanesi  
Prof. Dr. Turan OLĞAR/Ankara Üniversitesi  
Doç. Dr. Ayşegül YURT/ Dokuz Eylül Üniversitesi  
Doç. Dr. Ebru Özsan SANHAL/Akdeniz Üniversitesi  
Doç. Dr. Songül BARLAZ US/Mersin Üniversitesi  
Doç. Dr. Abdulkerim GÖKOĞLU/Konya Şehir Hastanesi  
Doç. Dr. Fatih ÇANKAL/Ankara Medipol Üniversitesi  
Öğr. Gör. Dr. Alparslan Enes ORAL/Kapadokya Üniversitesi  
Dr. Öğr. Üyesi Ayça ÇAĞLAN/Sağlık Bilimleri Üniversitesi  
Dr. Öğr. Üyesi Burcu ERKAN/Sağlık Bilimleri Üniversitesi  
Dr. Öğr. Üyesi Caner TAŞKÖPRÜ/Ege Üniversitesi  
Dr. Öğr. Üyesi Elif ÖNAL/Sağlık Bilimleri Üniversitesi  
Dr. Öğr. Üyesi Gizem ŞİŞMAN/İzmir Ekonomi Üniversitesi  
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin YİĞİT/Kapadokya Üniversitesi  
Dr. Öğr. Üyesi İsmail FINDIKLI/Yıldırım Beyazıt Üniversitesi  
Dr. Öğr. Üyesi Özlem Marancı YILDIRIM/Altınbaş Üniversitesi  
Dr. Öğr. Üyesi Süreyya NUR/Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi  
Dr. Öğr. Üyesi Türkay TOKLU/Yeditepe Üniversitesi

## SEMPOZYUM PROGRAMI

	<b>09.05.2026 CUMARTESİ</b>
<b>09:30-10:10</b>	<b>AÇILIŞ VE KONUŞMALAR</b> Bilim Kurulu Başkanı – Doç. Dr. Gökçe Kaan ATAÇ Sempozyum Başkanı – Prof. Dr. Vesile ŞENOL MYO Müdürü – Dr. Öğr. Üyesi Buket KÖREMEZLİ Rektör – Prof. Dr. Hasan Ali KARASAR (Tensipleri Halinde) <b>AÇILIŞ KONFERANSI</b> Hastanın Radyasyondan Korunması: Etik Sorumluluğumuz, <i>Prof. Dr. Oğuz DİCLE</i>
<b>10:10-10:30</b>	<b>ARA</b>
<b>10:30-11:20</b>	<b>RADYOGRAFİ OTURUMU</b> Oturum Başkanı: <i>Prof. Dr. Oğuz DİCLE</i> Kabul edilebilir görüntü kalitesi nedir, nasıl oluşturulur?, <i>Doç. Dr. Gökçe Kaan ATAÇ</i> Teknik parametreler hasta dozunu nasıl etkiler?, <i>Dr. Öğr. Üyesi Gizem ŞİŞMAN</i>
<b>11:20-11:40</b>	<b>ARA</b>
<b>11:40-12:40</b>	<b>MAMOGRAFİ OTURUMU</b> Oturum Başkanı: <i>Prof. Dr. Turan OLĞAR</i> Güncel mamografi uygulamalarının etkin kullanımı, <i>Doç. Dr. Ebru SANHAL</i> Mamografi parametrelerinin önemi, <i>Dr. Öğr. Üyesi Burcu ERKAN</i> Mamografide teknikerin rolü, <i>Öğr. Gör. Özge KOVAN</i>
<b>12:40-14:00</b>	<b>YEMEK ARASI</b>
<b>14:00-14:50</b>	<b>FLOROSKOPİ / DSA OTURUMU</b> Oturum Başkanı: <i>Prof. Dr. M. Olcay ÇİZMELİ</i> Radyasyondan korunma, <i>Prof. Dr. Çınar BAŞEKİM</i> Protokol yönetimi, <i>Prof. Dr. Turan OLĞAR</i>
<b>14:50-15:10</b>	<b>KAHVE ARASI</b>
<b>15:30-16:20</b>	<b>BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ OTURUMU</b> Oturum Başkanı: <i>Prof. Dr. Fazıl GELAL</i> BT protokolünün düzenlenmesi, <i>Prof. Dr. M. Fazıl GELAL</i> Yeni teknolojilerin BT'ye etkisi, <i>Dr. Öğr. Üyesi İsmail Fındıklı</i>
<b>16:20-16:40</b>	<b>ARA</b>

16:40-17:40	<b>RADYOLOJİK ANATOMİ OTURUMU</b> Oturum Başkanı: <i>Prof. Dr. Çınar BAŞEKİM</i> Anatomi bilmek radyasyondan korur mu?, <i>Doç. Dr. Gökçe Kaan ATAÇ</i> Anatominin radyolojik görünümü, <i>Öğr. Gör. Gürdoğan AYDIN</i>
	<b>10.05.2026 PAZAR</b>
10:00-10:50	<b>BİLDİRİLER SÖZLÜ SUNUMLAR 1. OTURUM</b> Oturum Başkanı: <i>Dr. Öğr. Üyesi Elif ÖNAL, Dr. Öğr. Üyesi Süreyya NUR</i> Diş Hekimliğinde Radyasyondan Korunma: Hasta Seçimi ve Radyasyona Maruz Kalmanın Sınırlandırılmasına Yönelik Güncel Yaklaşımlar, <i>Prof. Dr. Aydan AÇIKGÖZ</i> Röntgen Cihazları Kalite Kontrol Testleri İçin Çok Fonksiyonlu Yerli Test Fantomu Tasarımı, <i>Ayça KORKMAZ, Dr. Öğr. Üyesi Serkan ÇİZMECİOĞULLARI</i> Radyoterapi Planlamasında Kullanılan 4b Bilgisayarlı Tomografide Toraks Tanısal Referans Doz Düzeylerinin Belirlenmesi, <i>Tuçcan KÜÇÜK</i> Monoenerjik Dual Enerji Bilgisayarlı Tomografi Görüntülerinde Hounsfield Unit-Elektron Densite Eğrilerinin Enerjiye Bağımlı Değişimi, <i>Dr. Öğr. Üyesi Elif ÖNAL</i>
10:50-11:10	<b>ARA</b>
11:10-12:00	<b>BİLDİRİLER SÖZLÜ SUNUMLAR 2. OTURUM</b> Oturum Başkanı: <i>Dr. Öğr. Üyesi Özlem MARANCI YILDIRIM, Öğr. Gör. Arif Onur DİRLİK</i> Bir Vakıf Üniversitesinde Çalışan Kadınların Meme Kanseri Bilgi Düzeyleri ve Meme Sağlığı Uygulamaları, <i>Öğr. Gör. Özge KOVAN</i> Tıbbi Görüntüleme Teknikeri Adaylarının Yapay Zeka Teknolojilerine Yönelik Tutumları ve Mesleki Gelecek Kaygıları, <i>Elif Su KAYA</i> Radyoloji Teknikerlerinin Pozisyonlandırma Hatalarının Görüntü Kalitesine Etkisi: Literatür Çalışması, <i>Hilal DÜZGÖR, Dr. Öğr. Üyesi Süreyya NUR</i> Tıbbi Görüntülerde Segmentasyon Doğruluğunun Doz Hesaplamalarına Etkisi: Kalite ve Optimizasyon Açısından Bir Değerlendirme, <i>Dr. Öğr. Üyesi Özlem MARANCI YILDIRIM</i>
12:00-13:30	<b>YEMEK ARASI</b>
13:30-14:20	<b>BİLDİRİLER SÖZLÜ SUNUMLAR 3. OTURUM</b> Oturum Başkanı: <i>Doç. Dr. Abdülkerim GÖKOĞLU, Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin YİĞİT</i> Acil Servis Radyolojisinde Otomatik Derin Öğrenme Tabanlı Triyaj ve Kırık Tespit Sistemi: Retrospektif Bir Çalışma, <i>Yaşar Burak ÇAPRAZ</i> Şizofrenide Kafa İçi Yapılarda Meydana Gelen Hacimsel Değişikliklerin Araştırılması, <i>Diyar AKGÜN</i> Tıbbi Görüntüleme Teknikerlerinde ve Öğrencilerinde Mesleki Ergonomi Farkındalığı ve Kas-İskelet Sistemi Şikayetlerinin İncelenmesi, <i>Mustafa Arda AKKAN</i>

<b>14:20-14:40</b>	<b>ARA</b>
<b>14:40-15:30</b>	<b>BİLDİRİLER SÖZLÜ SUNUMLAR 4. OTURUM</b> Oturum Başkanı: <i>Öğr. Gör. Dr. Alparslan Enes ORAL, Öğr. Gör. Ercan TÜRERER</i> Tıbbi Görüntüleme Teknikerlerinde Sosyal Medya Kullanımı ve Mesleki Etik Farkındalığının Değerlendirilmesi, <i>Rabia Gülcan ŞANLI</i> Tıbbi Görüntüleme Klinik Uygulamalarında Radyasyon Güvenliği Protokollerine Uyum Düzeyi ve Güvenlik Kültürünün Analizi, <i>Büşra OLGUN</i> Stajyerlerinde Radyasyon Güvenliği Bilinci ve Klinik Uygulama Düzeylerinin Değerlendirilmesi, <i>Sevim KILIÇKARA</i>
<b>15:30</b>	<b>KAPANIŞ</b>

## İÇİNDEKİLER

KAPADOKYA ÜNİVERSİTESİ.....	2
SEMPOZYUM DÜZENLEME KURULU.....	4
SEMPOZYUM BİLİM KURULU.....	5
Bilim / Hakem Kurulu Başkanı.....	5
Bilim / Hakem Kurulu Sekreteri.....	5
Bilim / Hakem Kurulu Üyeleri.....	5
İÇİNDEKİLER.....	9
BÖLÜM I.....	1
DAVETLİ KONUŞMACI SUNUM ÖZETLERİ.....	1
KABUL EDİLEBİLİR GÖRÜNTÜ KALİTESİ NEDİR, NASIL OLUŞTURULUR?.....	2
<i>Gökçe Kaan ATAÇ</i> .....	2
RADYOGRAFİDE TEKNİK PARAMETRELERİN HASTA DOZUNA ETKİLERİ.....	7
<i>Gizem ŞİŞMAN</i> .....	7
GÜNCEL MAMOGRAFİ UYGULAMALARININ ETKİN KULLANIMI.....	10
<i>Ebru ÖZAN SANHAL</i> .....	10
MAMOGRAFİ PARAMETRELERİNİN ÖNEMİ.....	14
<i>Burcu ERKAN</i> .....	14
MAMOGRAFİDE TEKNİKERİN ROLÜ.....	20
<i>Özge KOVAN</i> .....	20
LOROSKOPİ – DSA UYGULAMALARINDA RADYASYONDAN KORUNMA.....	29
<i>Çınar BAŞEKİM</i> .....	29
FOROSKOPIK İNCELEMELERDE PROTOKOL YÖNETİMİ.....	34
<i>Turan OLĞAR</i> .....	34
BT PROTOKOLÜNÜN DÜZENLENMESİ.....	37
<i>Mustafa Fazıl GELAL</i> .....	37
YENİ TEKNOLOJİLERİN BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ'YE ETKİSİ.....	47
<i>İsmail FİNDİKLİ</i> .....	47
ANATOMİ BİLMEK RADYASYONDAN KORUR MU?.....	51
<i>Gökçe Kaan ATAÇ</i> .....	51
ANATOMİNİN RADYOLOJİK GÖRÜNÜMÜ, NE? NEDEN? NASIL?.....	59
<i>Gürdoğan AYDIN</i> .....	59
BÖLÜM II.....	67
SÖZLÜ BİLDİRİ ÖZETLERİ.....	67
DİŞ HEKİMLİĞİNDE RADYASYONDAN KORUNMA: HASTA SEÇİMİ VE RADYASYONA MARUZ KALMANIN SINIRLANDIRILMASINA YÖNELİK GÜNCEL YAKLAŞIMLAR.....	68
<i>Aydan AÇIKGÖZ</i> .....	68
RÖNTGEN CİHAZLARI KALİTE KONTROL TESTLERİ İÇİN ÇOK FONKSİYONLU YERLİ TEST FANTOMU TASARIMI.....	70
RADYOTERAPİ PLANLAMASINDA KULLANILAN 4B BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİDE TORAKS TANISAL REFERANS DOZ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ.....	73
<i>Tuğcan KÜÇÜK, Ayşegül YURT, Esra KORKMAZ KIRAKLI</i> .....	73
MONOENERJİK DUAL ENERJİ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜLERİNDE HOUNSFİELD UNİT–ELEKTRON DENSİTE EĞRİLERİNİN ENERJİYE BAĞIMLI DEĞİŞİMİ.....	76
<i>Elif ÖNAL, Türkey TOKLU</i> .....	76

BİR VAKIF ÜNİVERSİTESİNDE ÇALIŞAN KADINLARIN MEME KANSERİ BİLGİ DÜZEYLERİ VE MEME SAĞLIĞI UYGULAMALARI .....	79
<i>Özge KOVAN, Erkin ARIBAL</i> .....	79
TIBBİ GÖRÜNTÜLEME TEKNİKERİ ADAYLARININ YAPAY ZEKA TEKNOLOJİLERİNE YÖNELİK TUTUMLARI VE MESLEKİ GELECEK KAYGILARI ..	82
<i>Elifsu KAYA, Şenöz Aybuke DÖNMEZ, Sevim MAKTELE</i> .....	82
RADYOLOJİ TEKNİKERLERİNİN POZİSYONLANDIRMA HATALARININ GÖRÜNTÜ KALİTESİNE ETKİSİ: RETROSPEKTİF ANALİZ .....	85
<i>Hilal DÜZGÖR ve Süreyya NUR</i> .....	85
TIBBİ GÖRÜNTÜLERDE SEGMENTASYON DOĞRULUĞUNUN DOZ HESAPLAMALARINA ETKİSİ: KALİTE VE OPTİMİZASYON AÇISINDAN BİR DEĞERLENDİRME .....	87
<i>Özlem MARANCI YILDIRIM</i> .....	87
ACİL SERVİS RADYOLOJİSİNDE OTOMATİK DERİN ÖĞRENME TABANLI TRİYAJ VE KIRIK TESPİT SİSTEMİ: RETROSPEKTİF BİR ÇALIŞMA .....	90
<i>Yaşar Burak ÇAPRAZ</i> .....	90
ŞİZOFRENİDE KAFA İÇİ YAPILARDA MEYDANA GELEN HACİMSSEL DEĞİŞİKLİKLERİN ARAŞTIRILMASI .....	92
<i>Diyar AKGÜN</i> .....	92
TIBBİ GÖRÜNTÜLEME TEKNİKERLERİNDE VE ÖĞRENCİLERİNDE MESLEKİ ERGONOMİ FARKINDALIĞI VE KAS-İSKELET SİSTEMİ ŞİKAYETLERİNİN İNCELENMESİ .....	94
<i>Mustafa Arda AKKAN, Rumeysa ALAN, Esin Nur KENDİR, Nisa ÜNVER</i> .....	94
TIBBİ GÖRÜNTÜLEME TEKNİKERLERİNDE SOSYAL MEDYA KULLANIMI VE MESLEKİ ETİK FARKINDALIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ .....	96
<i>Rabia Gülcan ŞANLI, Süreyya KÖKSAL, İclal KAYNAR</i> .....	96
TIBBİ GÖRÜNTÜLEME KLİNİK UYGULAMALARINDA RADYASYON GÜVENLİĞİ PROTOKOLLERİNE UYUM DÜZEYİ VE GÜVENLİK KÜLTÜRÜNÜN ANALİZİ.....	98
<i>Büşra OLGUN, İclal KAYNAR, Rabia Gülcan ŞANLI, Süreyya KÖKSAL, Yudum KURKUT, Ebrar Buse APAÇIK, Beren TÜRKMEN</i> .....	98
RADYOLOJİ STAJYERLERİNDE RADYASYON GÜVENLİĞİ BİLİNCİ VE KLİNİK UYGULAMA DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ .....	100
<i>Sevim KILIÇKARA, Sibel AKSU, Gülizar Ebru Meral</i> .....	100
BÖLÜM III.....	103
ÖĞRENCİ POSTER BİLDİRİ ÖZETLERİ.....	103
DİJİTAL PANORAMİK RADYOGRAFİLERDE KAROTİS ARTER KALSİFİKASYONU GÖRÜLME SIKLIĞI: RETROSPEKTİF ÇALIŞMA .....	104
<i>Ece Kübra ÇATALDAŞ, Nisa YARDIMLI, Aydan AÇIKGÖZ</i> .....	104
BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİDE CTDİ VE DLP DEĞERLERİ İLE DOZ REFERANS SEVİYESİNİN TESPİTİ .....	106
<i>Mert YİĞİT, Senem Aleyna ÜTÜ, Melda KABAAĞIL, Arzu SEÇER, Sariye Naz BOYRAZ, İpek TELCİ, Selcan MURATDAĞ</i> .....	106
BİR EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ RADYOLOJİ SERVİSİNDE ÇEKİLEN AP VE LATERAL DİZ GRAFİSİNİN TANISAL YETERLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI.....	109
<i>Yasemin PALTA</i> .....	109
TÜRKİYE'DE AKCİĞER GRAFİSİ VE AKCİĞER KANSERİ (2016–2025).....	112
<i>Barış SOLAK</i> .....	112
GÖMÜLÜ 3. MOLAR DİŞLERİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE 2D VE 3D GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİNİN TANISAL DOĞRULUK AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI.....	114

<i>Aleyna YARBO, F. KÖSE</i> .....	114
İLK ÇEKİMDE TANISAL YETERLİLİK ORANI: RADYOLOJİK GÖRÜNTÜLERDE BAŞARI ANALİZİNİN RETROSPEKTİF DEĞERLENDİRİLMESİ .....	115
<i>Diyala KARADENİZ, G. KARABULUT, Ş. PELTEK, İ. AKPOLAT</i> .....	115
KONTRAST MADDELERİN TARİHSEL GELİŞİMİ: KARANLIK ÇAĞDAN AYDINLIK ÇAĞA .....	116
<i>Ceyda BOZKURT, Eren Engin ÖZTÜRK</i> .....	116
RADYOLOJİDE YAPAY ZEKÂ KULLANIMI VE TEKNİKERİN DEĞİŞEN ROLÜ: 2020–2026 DÖNEMİ İÇİN LİTERATÜR İNCELEMESİ .....	119
<i>Mehmet KORKMAZ, A. BAKLACI, S. AYDIN, A. KOPAR, M. Y. ELMAS</i> .....	119
RADYOLOJİK GÖRÜNTÜ KALİTESİNDE TEKNİKERİN ETKİSİ: POZİSYONLANDIRMA VE PROTOKOL UYGULAMALARININ ANALİZİ .....	120
<i>Kübra ASLAN, E. Özcan, F. E. Bozkurt, A. Kara</i> .....	120
RADYOLOJİK GÖRÜNTÜLEMEDE RADYASYON KAYGISI: GERÇEKLER VE YANILGILAR .....	124
<i>Ahmet Arda KÖKSAL</i> .....	124

**BÖLÜM I**  
**DAVETLİ KONUŞMACI SUNUM**  
**ÖZETLERİ**

# KABUL EDİLEBİLİR GÖRÜNTÜ KALİTESİ NEDİR, NASIL OLUŞTURULUR?

**Gökçe Kaan ATAÇ**

*Doç Dr., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyodiagnostik (Radyoloji)*

*Bilim Dalı, Zonguldak, Türkiye.*

[gokce.atac@beun.edu.tr](mailto:gokce.atac@beun.edu.tr)

## ÖZET

Dijital radyografik sistemlerde kabul edilebilir görüntü kalitesi, bir radyoloğun patolojik yapıları arka plandan net bir şekilde ayırt edebilmesini sağlayan ve tanısal amacına tam olarak ulaşan görüntü seviyesidir. Bu kavram, sadece fiziksel ve sayısal parametrelerle sınırlı kalmayıp, radyasyon teknikerinin pozisyonlandırma ve çekim parametrelerini ayarlama konusundaki "sanatını" da içerir. Görüntü kalitesi, geleneksel ALARA ("as low as reasonably achievable" Mümkün Olan En Düşük Doz) prensibinden ziyade, ALADA ("as low as diagnostically achievable" Tanısal Olarak Kabul Edilebilir En Düşük Doz) felsefesi çerçevesinde değerlendirilmektedir.

### Görüntü Kalitesini Belirleyen Temel Kriterler

Radyolojik bir görüntüde kaliteyi oluşturan unsurlar beş ana kategoride toplanmaktadır:

**Anatomik Gösterim:** Hedeflenen anatomik yapıların (örneğin akciğer damarlanması veya kemik trabekülasyonu) görünürlüğü ve netliğidir. Bu durum genellikle **Görsel Derecelendirme Analizi (VGA)** ile 4-7 puanlık ölçeklerle değerlendirilir.

**Kontrast ve Parlaklık:** Dokular arasındaki yoğunluk farklarının teşhis için yeterli olmasıdır. Görüntüleme sisteminin küçük yoğunluk farklarını ayırt edebilme yeteneğine **kontrast çözünürlüğü** denir.

**Uzaysal Çözünürlük ve Keskinlik:** Sistemin birbirine çok yakın iki küçük nesneyi ayırt edebilme yeteneğidir. Kenar netliği ve ince detayların belirginlik düzeyi ile doğrudan ilişkilidir.

**Gürültü (Noise) ve Doz Dengesi:** Görüntüde detayı maskeleyen rastgele varyasyonlardır. Genellikle düşük radyasyon dozu (mAs) kuantum gürültüsüne (kumlanma) yol açarak kaliteyi bozar.

**Artefakt Kontrolü:** Taniya engel olan hasta hareketi, metal objeler veya donanım kaynaklı istenmeyen görüntülerin bulunmamasıdır.

### Kabul Edilebilir Görüntü Kalitesi Nasıl Oluşturulur?

Kabul edilebilir bir görüntü oluşturma süreci, çekim öncesi hazırlıktan görüntü işleme aşamasına kadar bir dizi teknik ve hasta odaklı adımı kapsar.

## 1. Teknik Uygulama ve Geometrik Faktörler

Görüntü kalitesinin temeli, teknikerin uyguladığı geometrik doğruluktur.

**Doğru pozisyonlandırma**, yapıların distorsiyona uğramasını önler.

**Hatasız merkezleme** ve **uygun kolimasyon**, sadece ilgili bölgenin ışınlanmasını sağlayarak saçılan radyasyonu azaltır ve kontrastı artırır.

**Odak-Reseptör Mesafesi (SID)** artırıldığında geometrik bulanıklık azalırken, **Obj-Reseptör Mesafesi (OID)** azaltıldığında magnifikasyon minimize edilerek daha keskin görüntüler elde edilir.

## 2. Işınlama Parametrelerinin Optimizasyonu (kVp ve mAs)

**Kilovolt (kVp)**: X-ışını demetinin penetrasyon gücünü belirler. Düşük kVp teknikleri, dokular arasındaki atenüasyon farkını artırarak kontrast çözünürlüğünü iyileştirir; ancak aşırı düşük kVp, penetrasyon yetersizliğine bağlı gürültüye neden olabilir.

**Miliamper-saniye (mAs)**: Görüntü alıcıya ulaşan foton sayısını belirler. mAs artırıldığında **Sinyal-Gürültü Oranı (SNR)** iyileşir ve kuantum gürültüsü azalır.

Ancak, gereksiz yüksek mAs kullanımı hastanın radyasyon dozunu artıracığı için ALARA/ALADA prensiplerine göre optimize edilmelidir.

## 3. Hasta Uyumu ve Hareket Kontrolü

Hastanın çekim sırasında hareketsiz kalması ve uygun nefes tutma talimatlarına uyması, hareket bulanıklığını (motion blur) önlemek için kritiktir. İstemsiz hareketlerin (kalp atışı vb.) etkisini azaltmak için mümkün olan en kısa ekspozür süreleri seçilmelidir.

## 4. Dijital Görüntü İşleme

Dijital dedektörlerin radyasyona yanıtı doğrusaldır; bu durum, düşük veya yüksek pozlamalarda bile **windowing (pencereleme)** ve histogram analizleri ile kabul edilebilir gri tonlama elde edilmesini sağlar. Ancak, görüntü işleme yetenekleri verinin kendisindeki gürültüyü tamamen yok edemez; bu nedenle başlangıçtaki veri kalitesi (mAs/kVp dengesi) esastır. Günümüzde **yapay zeka tabanlı gürültü azaltma algoritmaları (denoising)**, düşük dozlarda bile tanınabilir kaliteyi korumayı mümkün kılmaktadır.

## Görüntü Kalitesinin Değerlendirilmesi

Kalitenin oluşturulup oluşturulmadığına karar verirken iki temel yaklaşım kullanılır:

**Objektif Değerlendirme:** Modülasyon Transfer Fonksiyonu (MTF) ve Dedektif Kuantum Verimliliği (DQE) gibi fiziksel metriklerle sistem performansının ölçülmesidir.

**Subjektif Değerlendirme:** Radyoloğun veya teknikerin görüntüyü görsel olarak incelemesidir. **VGA ve ROC (Alıcı İşletim Karakteristiği)** yöntemleri ile anatomik yapıların veya lezyonların ne kadar iyi görüldüğü puanlanır. Literatür, sayısal metrikler ne kadar hassas olursa olsun, son kararda radyoloğun subjektif algısının yerini tutamayacağını vurgular.

Sonuç olarak, kabul edilebilir görüntü kalitesi; doğru teknik uygulama, optimize edilmiş fiziksel parametreler ve gelişmiş dijital işleme algoritmalarının birleşimiyle, hastaya minimum risk ve maksimum tanısal fayda sağlayacak şekilde oluşturulur,.

## KAYNAKLAR

**Feghali, J.A., Chambers, G., Delépiere, J., et al.** (2021). New image quality and dose reduction technique for pediatric digital radiography. *Diagnostic and Interventional Imaging*, 102(7–8), 463–470. <https://doi.org/10.1016/j.diii.2021.01.009>

**Varghese, A.P., Naik, S., Andrabi, S.A.U.H., et al.** (2024). Enhancing Radiological Diagnosis: A Comprehensive Review of Image Quality Assessment and Optimization Strategies. *Cureus*, 16(6), e63016. <https://doi.org/10.7759/cureus.63016>

**Seeram, E.** (2023). *Dose Optimization in Digital Radiography and Computed Tomography: An Essential Guide*. Springer Nature Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-22871-1>

**Kaya, T.** (2017). *Radyografinin Temel Prensipleri ve Radyografik Yorumda Temel İlkeler*. Trd Sem 2017; 5: 1-22. doi: 10.5152/trs.2017.507

**Huda, W., & Abrahams, R.B.** (2015). Radiographic techniques, contrast, and noise in X-ray imaging. *AJR American Journal of Roentgenology*, 204(2), W126-W131. <https://doi.org/10.2214/AJR.14.13116>

**Yucel-Finn, A., McKiddie, F., Prescott, S., & Griffiths, R.** (2024). *Far's Physics for Medical Imaging*. Elsevier. ISBN: 9780702083648

## ABSTRACT

In digital radiographic systems, acceptable image quality refers to the level of image quality that enables a radiologist to clearly distinguish pathological structures from the background and fully achieve the diagnostic objective. This concept is not limited solely to physical and numerical parameters, but also encompasses the ‘art’ of the radiographer in positioning the patient and adjusting the exposure parameters. Image quality is evaluated within the framework of the ALADA (“as low as diagnostically achievable”) philosophy, rather than the traditional ALARA (“as low as reasonably achievable”) principle.

## **Key Criteria Determining Image Quality**

The elements that constitute quality in a radiological image are grouped into five main categories:

1. **Anatomical Representation:** The visibility and clarity of the targeted anatomical structures (e.g., pulmonary vasculature or bone trabeculation). This is typically assessed using a Visual Grading Analysis (VGA) on a 4–7 point scale.
2. **Contrast and Brightness:** This refers to whether the differences in density between tissues are sufficient for diagnosis. The imaging system's ability to distinguish small differences in density is known as contrast resolution.
3. **Spatial Resolution and Sharpness:** This is the system's ability to distinguish between two small objects that are very close to one another. It is directly related to edge sharpness and the level of distinctness of fine details.
4. **Noise and Dose Balance:** These are random variations that mask detail in the image. Generally, a low radiation dose (mAs) leads to quantum noise (graininess), thereby compromising quality.
5. **Artifact Control:** This involves ensuring the absence of unwanted images caused by patient movement, metal objects, or equipment, which can hinder diagnosis.

## **How is Acceptable Image Quality Achieved?**

The process of producing an acceptable image encompasses a series of technical and patient-focused steps, from pre-examination preparation to the image processing stage.

### **1. Technical Application and Geometric Factors**

The foundation of image quality lies in the geometric accuracy applied by the technologist.

- Correct positioning prevents structures from becoming distorted.
- Accurate centring and appropriate collimation ensure that only the relevant region is irradiated, thereby reducing scattered radiation and enhancing contrast.
- Increasing the Focus-Receptor Distance (SID) reduces geometric blurring, whilst decreasing the Object-Receptor Distance (OID) minimises magnification, resulting in sharper images.

### **2. Optimisation of Irradiation Parameters (kVp and mAs)**

- **Kilovolt (kVp):** Determines the penetration power of the X-ray beam. Low kVp techniques improve contrast resolution by increasing the attenuation difference between tissues; however, excessively low kVp may cause noise due to insufficient penetration.
- **Milliamperes-second (mAs):** Determines the number of photons reaching the image receptor. Increasing mAs improves the Signal-to-Noise Ratio (SNR) and reduces quantum noise.

- However, as the use of unnecessarily high mAs levels increases the patient's radiation dose, it must be optimised in accordance with the ALARA/ALADA principles.

### **3. Patient Compliance and Motion Control**

It is critical for the patient to remain still during the scan and to follow appropriate breath-holding instructions to prevent motion blur. The shortest possible exposure times should be selected to minimise the effects of involuntary movements (such as heartbeats).

### **4. Digital Image Processing**

The response of digital detectors to radiation is linear; this allows for acceptable grey-scale representation to be achieved through windowing and histogram analysis, even at low or high exposure levels. However, image processing capabilities cannot completely eliminate noise inherent in the data; therefore, the initial data quality (mAs/kVp balance) is paramount. Today, AI-based noise reduction algorithms (denoising) make it possible to maintain diagnostic quality even at low doses.

#### **Assessment of Image Quality**

Two fundamental approaches are used when determining whether quality has been achieved:

- **Objective Assessment:** This involves measuring system performance using physical metrics such as the Modulation Transfer Function (MTF) and Detector Quantum Efficiency (DQE).
- **Subjective Assessment:** This involves the radiologist or technologist visually examining the image. Methods such as VGA and ROC (Receiver Operating Characteristic) are used to score how well anatomical structures or lesions are visible. The literature emphasises that, however precise numerical metrics may be, they cannot replace the radiologist's subjective judgement in the final decision.

Consequently, acceptable image quality is achieved through a combination of correct technical application, optimised physical parameters and advanced digital processing algorithms, designed to provide the patient with minimum risk and maximum diagnostic benefit.

#### **REFERENCES**

**Feghali, J.A., Chambers, G., Delépierre, J., et al.** (2021). New image quality and dose reduction technique for pediatric digital radiography. *Diagnostic and Interventional Imaging*, 102(7–8), 463–470. <https://doi.org/10.1016/j.diii.2021.01.009>

**Varghese, A.P., Naik, S., Andrabi, S.A.U.H., et al.** (2024). Enhancing Radiological Diagnosis: A Comprehensive Review of Image Quality Assessment and Optimization Strategies. *Cureus*, 16(6), e63016. <https://doi.org/10.7759/cureus.63016>

**Seeram, E.** (2023). *Dose Optimization in Digital Radiography and Computed Tomography: An Essential Guide*. Springer Nature Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-22871-1>

**Kaya, T.** (2017). *Radyografinin Temel Prensipleri ve Radyografik Yorumda Temel İlkeler*. Trd Sem 2017; 5: 1-22. doi: 10.5152/trs.2017.507

**Huda, W., & Abrahams, R.B.** (2015). Radiographic techniques, contrast, and noise in X-ray imaging. *AJR American Journal of Roentgenology*, 204(2), W126-W131. <https://doi.org/10.2214/AJR.14.13116>

**Yucel-Finn, A., McKiddie, F., Prescott, S., & Griffiths, R.** (2024). *Far's Physics for Medical Imaging*. Elsevier. ISBN: 9780702083648

## **RADYOGRAFİDE TEKNİK PARAMETRELERİN HASTA DOZUNA ETKİLERİ**

**Gizem ŞİŞMAN**

*Dr. Öğr. Üyesi, İzmir Ekonomi Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı, İzmir, Türkiye*  
[gizem.sisman@izmirekonomi.edu.tr](mailto:gizem.sisman@izmirekonomi.edu.tr)

### **ÖZET**

Radyografik görüntülemelerde görüntü kalitesi ile hasta dozu arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır. Tanısal açıdan yeterli görüntünün elde edilmesi için kullanılan teknik parametreler, hastanın maruz kaldığı radyasyon miktarını önemli ölçüde etkilemektedir. Bu nedenle radyografide doz kavramlarının ve doz üzerinde etkili olan faktörlerin doğru anlaşılması, hasta güvenliği ve görüntü optimizasyonu açısından büyük önem taşımaktadır. Hasta dozunun değerlendirilmesinde KERMA, absorbe doz, giriş yüzey hava kerması (ESAK), cilt giriş dozu (ESD), kerma alan çarpımı (KAP), organ dozu ve efektif doz gibi fiziksel ve biyolojik doz büyüklükleri kullanılmaktadır. Bu büyüklükler, radyasyonun hasta üzerindeki enerji aktarımını ve olası biyolojik etkilerini farklı açılardan tanımlamaktadır. Radyografik incelemelerde hasta dozunu belirleyen temel teknik parametreler arasında tüp voltajı (kVp), tüp akımı-zaman çarpımı (mAs), filtrasyon, kolimasyon, grid kullanımı, odak-cilt mesafesi ve otomatik ışınlama kontrolü sistemleri yer almaktadır. Tüp voltajı X-ışını spektrumunun enerjisini ve penetrasyon gücünü belirlerken, mAs değeri üretilen foton sayısını ve hasta dozunu doğrudan etkilemektedir. Filtrasyon, görüntü oluşumuna katkı sağlamayan düşük enerjili fotonları elimine ederek x-ışını spektrumunun kalitesini artırarak hasta dozunun azaltılmasına katkıda bulunur. Kolimasyon yalnızca gerekli anatomik bölgenin ışınlanmasını sağlayarak saçılan radyasyonu ve komşu organların maruziyetini azaltır. Grid kullanımı görüntü kalitesini artırmasına rağmen hasta dozunda artışa neden olabileceğinden yalnızca gerekli durumlarda tercih edilmelidir. Odak-cilt

mesafesinin artırılması giriş dozunun azaltılmasına katkı sağlarken, otomatik ışınlama kontrolü sistemleri uygun kullanıldığında gereksiz ışınlamaların önüne geçebilmektedir. Radyografide etkili doz optimizasyonu; uygun kVp ve mAs seçimi, doğru kolimasyon ve filtrasyon uygulamaları, hastaya özgü protokollerin kullanılması, tekrar çekimlerin önlenmesi ve otomatik ışınlama kontrol sistemlerinin doğru uygulanması ile sağlanabilmektedir. Böylece tanısal görüntü kalitesi korunurken hasta maruziyeti mümkün olan en düşük düzeyde tutulabilmektedir.

## **EFFECTS OF TECHNICAL PARAMETERS ON PATIENT DOSE IN RADIOGRAPHY ABSTRACT**

In radiographic imaging, there is a direct relationship between image quality and patient dose. The technical parameters used to obtain diagnostically adequate images significantly affect the amount of radiation to which the patient is exposed. Therefore, a proper understanding of dose concepts and the factors affecting dose in radiography is of great importance for patient safety and image optimization.

Physical and biological dose quantities such as KERMA, absorbed dose, entrance surface air kerma (ESAK), entrance skin dose (ESD), kerma area product (KAP), organ dose, and effective dose are used in the evaluation of patient dose. These quantities describe the energy transfer of radiation to the patient and its possible biological effects from different perspectives.

The main technical parameters determining patient dose in radiographic examinations include tube voltage (kVp), tube current–time product (mAs), filtration, collimation, grid usage, focus-to-skin distance, and automatic exposure control systems. Tube voltage determines the energy and penetration power of the X-ray spectrum, while the mAs value directly affects the number of produced photons and the patient dose. Filtration contributes to dose reduction by eliminating low-energy photons that do not contribute to image formation, thereby improving the quality of the X-ray spectrum. Collimation reduces scattered radiation and the exposure of adjacent organs by ensuring that only the required anatomical region is irradiated. Although grid usage improves image quality, it may increase patient dose and therefore should only be used when necessary. Increasing the focus-to-skin distance contributes to reducing entrance dose, while automatic exposure control systems can prevent unnecessary irradiation when used appropriately.

Effective dose optimization in radiography can be achieved through appropriate selection of kVp and mAs, correct collimation and filtration practices, the use of patient-specific protocols,

prevention of repeat examinations, and proper application of automatic exposure control systems. Thus, while maintaining diagnostic image quality, patient exposure can be kept at the lowest possible level.

## GÜNCEL MAMOGRAFİ UYGULAMALARININ ETKİN KULLANIMI

*Ebru ÖZAN SANHAL*

*Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye*

*ebrusanhal@yahoo.com*

### ÖZET

Mamografi, meme kanserinin erken tanısı ve mortaliteyi azaltmadaki etkinliği nedeniyle hem tarama hem de tanısal amaçlarla kullanılan temel görüntüleme yöntemidir. Tarama mamografisi, belirti göstermeyen bireylerde düzenli aralıklarla uygulanarak erken evrede kanser saptamayı hedeflerken; tanısal mamografi, semptomatik olgularda veya taramada saptanan şüpheli bulguların kesin tanısı için tercih edilmektedir.

Mamografi teknolojisi konvansiyonel yöntemlerden başlayarak CR, DR, dijital tomosentez (DBT), tam alan dijital mamografi (FFDM) ve kontrastlı mamografi (CEM) gibi ileri tekniklere evrilmiştir. Dijital mamografi, geniş dinamik aralık, daha az tekrar çekim ihtiyacı ve düşük dozda yüksek kaliteli görüntü elde etme avantajlarıyla günlük pratiğe hız ve güvenlik kazandırmaktadır.

Radyasyondan korunmada temel ilkeler gerekçelendirme, optimizasyon ve tanısal referans düzeylerinin (DRL) kullanımınıdır. DRL'ler doz limiti değildir; klinik gereklilik halinde aşılabılır. Amerikan Radyoloji Koleji'nin Appropriateness Criteria® rehberi, ESR iGuide ve EUSOBI önerileri, uygun görüntüleme modalitesinin seçilmesinde yol gösterici olmaktadır.

Meme kanseri tarama programları mortaliteyi en az %20 oranında azaltmıştır. Bununla birlikte, risk temelli tarama yaklaşımları ve yapay zekâ destekli risk sınıflamaları, interval kanserlerin azaltılmasında ve maliyet etkinliğin artırılmasında umut verici gelişmelerdir. Yüksek riskli ve yoğun meme dokusuna sahip kadınlarda meme MR önerilmektedir.

Mamografide kalite güvencesi, Avrupa'da EUREF tarafından yayımlanan "European Guidelines for Quality Assurance in Breast Cancer Screening and Diagnosis" (5. baskı, 2023) ile standardize edilmiştir. Bu kılavuz, fiziko-teknik kalite kontrol protokolleri, radyolog performans kriterleri, görüntü kalitesi ve artefakt yönetimi, hasta güvenliği ve eğitim standartlarını kapsamaktadır.

Ortalama glandüler doz (MGD), tarama programlarında radyasyon güvenliği açısından en önemli parametre olup, cihaz kalibrasyonu ve uygun protokollerle düşük tutulması hedeflenmektedir.

Dijital meme tomosentez, kanser saptama oranını artırmakta ve lezyon karakterizasyonunu daha doğru hale getirmektedir. Ancak değerlendirme süresinin uzunluğu ve doz artışı dezavantaj olarak görülmektedir. Synthesized mammography (SM), DBT verisinden üretilen 2B görüntülerle ek doz gerektirmeden tarama etkinliğini artırmaktadır. Kontrastlı mamografi (CEM), morfolojik ve fonksiyonel bilgi sağlayarak tanısal doğruluğu arttırmaktadır, FDA tarafından 2011 yılında tanısal amaçlı kullanımı onaylanmıştır.

Hasta ile iletişimde radyasyon risklerinin doğru ve anlaşılır şekilde aktarılması kritik öneme sahiptir. Basit ve görsel destekli açıklamalar, risk karşılaştırmaları ve cihaz güvenliği vurguları, hasta güvenini artırmaktadır. Mamografi sırasında fetus dolaylı saçılan radyasyona maruz kalabilmekte, ancak yüzey koruyucular iç saçılmayı azaltmadığından gebelerde rutin kullanım önerilmemektedir; yalnızca hastanın psikolojik rahatlığı için tercih edilebilir.

Sonuç olarak, mamografi teknolojilerindeki gelişmeler ve kalite güvencesi uygulamaları, hem hasta güvenliğini hem de tarama programlarının etkinliğini artırmaktadır. Risk temelli yaklaşımlar ve yapay zekâ destekli yöntemler, gelecekte mamografi pratiğinin daha da optimize edilmesine katkı sağlayacaktır.

## **Kaynakça**

1. ICRP Publication 105. Radiation protection in medicine. *Ann ICRP*. 2007.
2. Vassileva J, Rehani M. Diagnostic reference levels. *AJR Am J Roentgenol*. 2015.
3. European Guidelines for Quality Assurance in Breast Cancer Screening and Diagnosis. 5th Edition. EUREF, 2023.
4. Ratanaprasatporn L, Chikarmane SA, Giess CS. Strengths and weaknesses of synthetic mammography in screening. *RadioGraphics*. 2017.
5. Svahn TM, Houssami N, Sechopoulos I, Mattsson S. Review of radiation dose estimates in digital breast tomosynthesis relative to those in two-view full-field digital mammography. *Breast*. 2015.

## **EFFECTIVE USE OF CURRENT MAMMOGRAPHY APPLICATIONS ABSTRACT**

Mammography is the primary imaging modality used for both screening and diagnostic purposes due to its effectiveness in the early detection of breast cancer and reduction of mortality. Screening mammography aims to detect cancer at an early stage through regular examinations in asymptomatic individuals, whereas diagnostic mammography is preferred in symptomatic cases or for the definitive evaluation of suspicious findings detected during screening.

Mammography technology has evolved from conventional systems to advanced techniques such as computed radiography (CR), digital radiography (DR), digital breast tomosynthesis (DBT), full-field digital mammography (FFDM), and contrast-enhanced mammography (CEM). Digital mammography has improved daily clinical practice by providing advantages such as a wide dynamic range, reduced need for repeat examinations, and high-quality imaging at lower radiation doses.

The fundamental principles of radiation protection include justification, optimization, and the use of diagnostic reference levels (DRLs). DRLs are not dose limits and may be exceeded when clinically justified. The American College of Radiology (ACR) Appropriateness Criteria®, ESR iGuide, and EUSOBI recommendations serve as important guides in selecting the appropriate imaging modality.

Breast cancer screening programs have reduced mortality rates by at least 20%. In addition, risk-based screening approaches and artificial intelligence-supported risk stratification systems represent promising developments for reducing interval cancers and improving cost-effectiveness. Breast MRI is recommended for women with high risk and dense breast tissue.

Quality assurance in mammography has been standardized in Europe through the “European Guidelines for Quality Assurance in Breast Cancer Screening and Diagnosis” (5th Edition, 2023) published by EUREF. These guidelines include physico-technical quality control protocols, radiologist performance criteria, image quality and artifact management, patient safety, and educational standards. Mean glandular dose (MGD) is considered the most important parameter for radiation safety in screening programs, and maintaining low dose levels through proper device calibration and optimized protocols is a primary objective.

Digital breast tomosynthesis increases cancer detection rates and improves lesion characterization. However, longer interpretation times and increased radiation dose are considered disadvantages. Synthesized mammography (SM), which generates 2D images from DBT data, enhances screening performance without requiring additional radiation dose.

Contrast-enhanced mammography (CEM) improves diagnostic accuracy by providing both morphological and functional information and was approved by the FDA for diagnostic use in 2011.

Effective communication with patients regarding radiation risks is critically important. Simple explanations supported by visual materials, risk comparisons, and emphasis on device safety contribute to increased patient confidence. During mammography, the fetus may be exposed to indirect scattered radiation; however, routine use of surface shielding in pregnant patients is not recommended because it does not reduce internal scatter radiation and may only be preferred for psychological reassurance.

In conclusion, advancements in mammography technologies and quality assurance practices enhance both patient safety and the effectiveness of screening programs. Risk-based approaches and artificial intelligence-supported methods are expected to further optimize mammography practice in the future.

## References

1. ICRP Publication 105. Radiation Protection in Medicine. Ann ICRP. 2007.
2. Vassileva J, Rehani M. Diagnostic Reference Levels. AJR Am J Roentgenol. 2015.
3. European Guidelines for Quality Assurance in Breast Cancer Screening and Diagnosis. 5th Edition. EUREF, 2023.
4. Ratanaprasatporn L, Chikarmane SA, Giess CS. Strengths and Weaknesses of Synthetic Mammography in Screening. RadioGraphics. 2017.
5. Svahn TM, Houssami N, Sechopoulos I, Mattsson S. Review of Radiation Dose Estimates in Digital Breast Tomosynthesis Relative to Those in Two-View Full-Field Digital Mammography. Breast. 2015.

# MAMOGRAFİ PARAMETRELERİNİN ÖNEMİ

*Burcu ERKAN*

*Şişli Hamidiye Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul, Türkiye*

*[erkan.burcu@yahoo.com](mailto:erkan.burcu@yahoo.com)*

## **Giriş ve Meme Dokusunun Görüntüleme Zorlukları**

Meme kanserinin erken evrede teşhis edilmesi, sağkalım oranlarını doğrudan etkileyen en kritik unsurdur. Ancak meme dokusu, yapısal olarak x-ışını zayıflatma katsayıları (atenuasyon) birbirine son derece yakın olan glandüler doku ve tümör/kanser dokusundan oluşur. Bu fiziksel benzerlik, radyolojik görüntülemelerde doğal bir kontrast düşüklüğüne yol açar ve lezyonların ayırt edilmesini zorlaştırır. Bu zorluğun üstesinden gelebilmek adına modern mamografide iki temel hedef gözetilir: Mikrokalsifikasyonlar ve küçük kitleler gibi yapıları yakalayabilmek için maksimum uzaysal çözünürlük ile kontrastı sağlamak ve eş zamanlı olarak "ALARA" (As Low As Reasonably Achievable) prensibi doğrultusunda hastanın maruz kaldığı radyasyon dozunu minimum düzeyde tutmak. Dijital mamografi teknolojisi, bu iki zıt hedef arasındaki hassas dengeyi optimize etmek üzere tasarlanmış parametrik bir yönetim sistemine dayanır.

## **Dijital Mamografinin Teknolojik ve Fiziksel Avantajları**

Geleneksel analog (film-ekran) sistemlerden dijital mamografiye geçiş, görüntü kalitesi ve doz optimizasyonunda devrim yaratmıştır. Dijital dedektörlerin geniş dinamik aralığı, analog filmlere kıyasla çok daha geniş bir x-ışını spektrumunun algılanmasını ve dolayısıyla yüksek kontrast rezolüsyonunu beraberinde getirir. Analog sistemlerde görüntü kontrastı doğrudan uygulanan radyasyon dozuna bağımlıyken, dijital sistemlerde görüntü oluşturma ve sergilenme aşamaları birbirinden ayrılmıştır. Bu ayrım, gelişmiş görüntü işleme algoritmaları sayesinde doz ve kontrast bağımlılığını azaltır; gri skalada manipülasyona, verilerin farklı formatlarda yeniden işlenmesine ve pencerelenmesine (windowing) olanak tanır. Ayrıca dijital format; görüntülerin hızla depolanmasını, merkezler arası sayısal transferini, Bilgisayar Destekli Tanı (CAD) yazılımlarının entegrasyonunu ve tomosentez ile kontrastlı dijital mamografi gibi ileri uygulamaların yapılmasını mümkün kılar. En önemlisi de Tungsten (W) gibi yeni nesil hedef malzemelerinin kullanılmasıyla daha sert ışınlarla izin verilerek özellikle yoğun memelerde ciddi bir doz avantajı sağlanır.

## **Temel Işınlama Parametreleri: kVp, mAs ve Anot/Filtre Kombinasyonları**

Mamografide net ve tanısal değeri yüksek bir görüntü elde etmek, temel ışınlama parametrelerinin doğru yönetilmesine bağlıdır.

kVp (Kilovolt Tepe Değeri): X-ışınının penetrasyon, yani dokuyu delip geçme gücünü belirlir. Düşük enerjili radyasyon (25-28 kVp) yüksek doku kontrastı üretmesine rağmen hastaya verilen yüzey dozunu artırır. Yoğun ve kalın memelerde ise penetrasyonu artırmak ve dozu düşürmek için yüksek kVp (29-35 kVp) değerleri tercih edilir. Dijital sistemler yüksek kVp'nin getirebileceği olası kontrast kayıplarını dijital algoritmalarla tolere edebilmektedir. kVp seçimi, daima memenin kalınlığına ve kompresyon sonrasındaki yoğunluğuna göre özelleştirilmelidir.

mAs (Miliamper-Saniye): Tp akımı ile ekspozur süresinin çarpımı olup ( $\{mAs\} = \{mA\} \times \{sn\}$ ), üretilen toplam ışın miktarını (sinyali) kontrol eder. mAs ile hasta dozu arasında doğrudan ve doğrusal bir orantı vardır; mAs iki katına çıktığında hasta dozu da iki katına çıkar. Yetersiz mAs kullanımı Sinyal-Gürültü Oranını (SNR) düşürerek görüntüde "kuantum beneklenmesi" (kumlanma/noise) adı verilen gri lekelenmelere yol açar ve yanlış teşhis riski doğurur. Bu nedenle net bir görüntü ile kabul edilebilir bir doz arasında optimum denge kurulmalıdır.

Anot / Filtre Kombinasyonları: X-ışını spektrumunun şekillendirilmesinde rol oynar. İnce ve yağlı memeler için düşük enerjili Molibden/Molibden (Mo/Mo) kombinasyonu idealken; orta kalınlıktaki memelerde Molibden/Rodyum (Mo/Rh) tercih edilir. Kalın ve yoğun glandüler dokuya sahip memelerde ise yüksek erime noktasına sahip Tungsten anot ve Rodyum veya Gümüş filtre (W/Rh, W/Ag) kombinasyonları kullanılır. Tungsten, yüksek enerjili x-ışını üreterek hasta dozunu belirgin şekilde düşürür ve kalın memelerde üstün doz avantajı sağlar.

### **Donanım Bileşenlerinin Rolü: Odak Noktası ve Grid Düzenekleri**

Uzaysal znrlğ en st düzeye çıkarmak adına mamografi tüpleri kk fokal spot (odak noktası) boyutlarına sahip olacak şekilde dedike tasarlanır. Rutin mamogramlarda 0.3 mm, magnifikasyon (büyütme) grafilerinde ise 0.1 mm olan fokal spot boyutları (konvansiyonel radyografideki 1.2 mm'ye kıyasla) geometrik bulanıklığı (penumbra) minimuma indirir. Bu sayede, Avrupa Birliği kriterlerine göre mamografide mutlak suretle görüntülenmesi gereken 0.2 mm boyutundaki mikrokalsifikasyonların ayırt edilmesi kolaylaşır. Diğer bir kritik donanım bileşeni ise meme ile detektör sistemi arasına yerleştirilen hareketli gridlerdir (4:1 - 5:1 oranında lineer gridler). Dens ve kalın memelerde saçılan radyasyon miktarı çok daha fazladır ve bu durum görüntü kontrastını ciddi ölçüde azaltır. Gridler, bu saçılmış radyasyonu absorbe ederek tutar ve görüntü kalitesini korur.

### **Otomatik Pozlama Kontrolü (AEC) ve Kompresyonun Gücü**

Sistem performansını mekanik olarak destekleyen en büyük iki unsur Otomatik Pozlama Kontrolü (AEC) ve manuel kompresyondur. AEC sistemi, meme yapısı ne olursa olsun detektör

üzerinde optimum piksel değerini ve film üzerinde ideal dansiteyi sağlamak amacıyla çalışır. Asıl ışınlamadan önce milisaniyeler içinde bir "ön ışınlama" yapar; detektörün altındaki fotosel aracılığıyla temsili alandaki dozu ölçer ve memeye uygun en yüksek kVp ile en düşük ışınlama süresini otomatik ayarlar. Bu sayede hasta dozu azalırken hareket artefaktları da minimize edilir. Burada kritik nokta, sensörün memenin en yoğun bölgesi olan genellikle 1/3 ön segmentinin altına konumlandırılmasıdır. Eğer sensör yanlışlıkla yağlı dokunun veya cilt kenarının altında kalırsa, sistem dokuyu erken geçildiğini varsayarak ışınlamayı erken keser (under-penetration) ve tanısal değeri olmayan gürültülü bir görüntü üretir. Silikon implantlı veya fotoseli tam kapatamayan çok küçük memelerde ise AEC yerine manuel çekim teknikleri uygulanmalıdır. Kompresyon (sıkıştırma) ise bir ışınlama parametresi olmamasına karşın tüm parametreleri doğrudan etkileyen, teknikerin en güçlü silahıdır. Kompresyon sayesinde meme kalınlığı azalarak daha düşük kVp/mAs kullanımına izin verilir ve hasta dozu düşer. Dokuların üst üste binmesini (süperpozisyon) engelleyerek yalancı kitle görünümünü eler, gerçek kitlelerin sebat etmesini sağlar, saçılan ışınları azaltarak kontrastı artırır ve hastanın hareket etmesini fiziksel olarak engeller.

### **Sonuç ve Radyoloji Teknikerinin Klinik Rolü**

Gelişmiş cihaz teknolojisi ve parametrik algoritmalar ne kadar ileri düzeyde olursa olsun, bu sistemleri hastanın yararına çalışan hayat kurtaran bir araca dönüştüren asıl unsur radyoloji teknikerinin bilinçli yaklaşımıdır. Tekniker, sadece "düğmeye basan" bir operatör değil; doğru pozisyonlama, doğru kompresyon ve hastanın anamnezine (geçmiş operasyonlar, implant varlığı) göre parametre optimizasyonu yapan bir kalite kontrol uzmanıdır. Dijital mamografide klinik başarının anahtarı; memenin morfolojik yapısına göre titizlikle uyarlanmış kVp, mAs, hedef-filtre kombinasyonları, efektif AEC yönetimi ve kusursuz bir kompresyon ile yüksek kontrast-optimum doz dengesini yakalamaktır.

## **THE IMPORTANCE OF MAMMOGRAPHY PARAMETERS ABSTRACT**

### **Introduction and Imaging Challenges in Breast Tissue**

The early diagnosis of breast cancer is the most critical factor directly influencing survival rates. However, breast tissue consists of glandular tissue and tumour/cancer tissue, which have structural X-ray attenuation coefficients that are extremely similar. This physical similarity leads to a natural lack of contrast in radiological imaging and makes it difficult to distinguish lesions. To overcome this challenge, modern mammography pursues two primary objectives: to provide maximum spatial resolution and contrast to detect structures such as microcalcifications and

small masses, whilst simultaneously keeping the patient's radiation dose to a minimum in accordance with the 'ALARA' (As Low As Reasonably Achievable) principle. Digital mammography technology is based on a parametric management system designed to optimise the delicate balance between these two conflicting objectives.

#### Technological and Physical Advantages of Digital Mammography

The transition from traditional analogue (film-screen) systems to digital mammography has revolutionised image quality and dose optimisation. The wide dynamic range of digital detectors allows for the detection of a much broader X-ray spectrum compared to analogue film, thereby providing high contrast resolution. Whilst image contrast in analogue systems is directly dependent on the applied radiation dose, in digital systems the image acquisition and display stages are separated. This separation reduces the dependence on dose and contrast through advanced image processing algorithms; it allows for manipulation of the grey scale, reprocessing of data in different formats, and windowing. Furthermore, the digital format enables rapid image storage, digital transfer between centres, integration with Computer-Aided Diagnosis (CAD) software, and the implementation of advanced applications such as tomosynthesis and contrast-enhanced digital mammography. Most importantly, the use of new-generation target materials such as Tungsten (W) permits the use of harder radiation, providing a significant dose advantage, particularly in dense breasts.

#### Basic Irradiation Parameters: kVp, mAs and Anode/Filter Combinations

Obtaining a clear and diagnostically valuable image in mammography depends on the correct management of the basic irradiation parameters.

**kVp (Peak Kilovoltage):** Determines the penetration of the X-ray, i.e. its ability to pass through tissue. Although low-energy radiation (25–28 kVp) produces high tissue contrast, it increases the surface dose delivered to the patient. In dense and thick breasts, however, higher kVp values (29–35 kVp) are preferred to increase penetration and reduce the dose. Digital systems are able to compensate for any potential loss of contrast caused by high kVp values using digital algorithms. The choice of kVp must always be tailored to the thickness of the breast and its density following compression.

**mAs (milliampere-seconds):** This is the product of tube current and exposure time ( $\{mAs\} = \{mA\} \times \{s\}$ ), and controls the total amount of radiation produced (the signal). There is a direct and linear relationship between mAs and patient dose; when mAs doubles, the patient dose also doubles. Insufficient use of mAs reduces the Signal-to-Noise Ratio (SNR), leading to grey mottling in the image known as 'quantum speckling' (noise) and increasing the risk of

misdiagnosis. Therefore, an optimal balance must be established between a clear image and an acceptable dose.

**Anode/Filter Combinations:** These play a role in shaping the X-ray spectrum. A low-energy Molybdenum/Molybdenum (Mo/Mo) combination is ideal for thin and fatty breasts, whilst Molybdenum/Rhodium (Mo/Rh) is preferred for breasts of medium thickness. For breasts with thick and dense glandular tissue, combinations of a Tungsten anode with a Rhodium or Silver filter (W/Rh, W/Ag) are used. Tungsten produces high-energy X-rays, significantly reducing patient dose and providing superior dose advantages in thick breasts.

### **The Role of Hardware Components: Focal Spots and Grid Assemblies**

To maximise spatial resolution, mammography tubes are specifically designed to have small focal spot sizes. Focal spot sizes of 0.3 mm in routine mammograms and 0.1 mm in magnification images (compared to 1.2 mm in conventional radiography) minimise geometric blurring (penumbra). This makes it easier to distinguish microcalcifications of 0.2 mm in size, which must absolutely be visualised in mammography according to European Union criteria. Another critical hardware component is the movable grids (linear grids with a 4:1 to 5:1 ratio) positioned between the breast and the detector system. In dense and thick breasts, the amount of scattered radiation is significantly higher, which severely reduces image contrast. The grids absorb and retain this scattered radiation, thereby preserving image quality.

### **The Power of Automatic Exposure Control (AEC) and Compression**

The two key elements that mechanically support system performance are Automatic Exposure Control (AEC) and manual compression. The AEC system operates to ensure the optimum pixel value on the detector and the ideal density on the film, regardless of the breast structure. It performs a 'pre-irradiation' within milliseconds prior to the main irradiation; it measures the dose in the representative area via the photodiode beneath the detector and automatically adjusts to the highest kVp and lowest irradiation time suitable for the breast. This reduces patient dose whilst minimising motion artefacts. The critical point here is that the sensor must be positioned beneath the front third of the breast, which is typically the densest region. If the sensor is inadvertently positioned beneath fatty tissue or the skin margin, the system assumes the tissue has been penetrated too early and cuts off the exposure prematurely (under-penetration), producing a noisy image with no diagnostic value. In breasts with silicone implants or those that are too small to fully cover the photodetector, manual imaging techniques should be used instead of AEC.

Although compression is not an imaging parameter, it directly influences all parameters and is the technologist's most powerful tool. Compression reduces breast thickness, allowing for the use of lower kVp/mAs settings and thereby reducing patient dose. By preventing tissue overlap (superposition), it eliminates false mass appearances, ensures the persistence of true masses, reduces scattered radiation to enhance contrast, and physically prevents the patient from moving.

### **Conclusion and the Clinical Role of the Radiology Technician**

No matter how advanced the device technology and parametric algorithms may be, the key factor that transforms these systems into life-saving tools for the patient's benefit is the radiology technician's conscientious approach. The technologist is not merely an operator who 'presses a button'; they are a quality control specialist who ensures correct positioning, correct compression, and parameter optimisation based on the patient's medical history (previous operations, presence of implants). The key to clinical success in digital mammography lies in achieving a high-contrast, optimal-dose balance through meticulously adapted kVp, mAs, and target-filter combinations tailored to the breast's morphological structure, effective AEC management, and flawless compression.

## MAMOGRAFİDE TEKNİKERİN ROLÜ

**Özge KOVAN**

*Öğr. Gör., Acibadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,  
Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı*

[ozge.kovan@acibadem.edu.tr](mailto:ozge.kovan@acibadem.edu.tr)

### ÖZET

Meme kanseri kadınlarda en sık görülen kanserdir. Tüm kadınlar bu konuda bilinçli ve duyarlı olmalıdır. Mamografi, meme kanserinin erken teşhisinde kullanılabilecek en önemli görüntüleme yöntemidir. Memede elle muayene ile saptanamayacak kadar küçük değişiklikler bile mamografi ile erken aşamada saptanabilir. Mamografi, memenin yoğunlukları birbirine yakın olan kas, yağ ve glandüler yapılarını ve patolojik değişikliklerini incelemek amacıyla kullanılan bir yumuşak doku radyografisidir.

**Anahtar kelimeler:** Memenin radyolojik inceleme yöntemleri; Mamografi, Kontrastlı Mamografi, Tomosentez, USG, ABUS, MR

Mamografi cihazı; hasta pozisyonuna uygun dikine bir röntgen cihazıdır. Mamografi tüpünün anodu molibden (Mo), rodyum (Rh) veya tungstendir (W). İki farklı filaman bulunur. (0,3-0,4mm ve 0,1-0,15mm) Tüp çıkışı 25-50 kVp arasındadır. 25-100 mA ve 0,1-0,2 sn'lik süreler kullanılır. 100 mA kadar yüksek akımların kullanıldığı tüplerde döner anod bulunur. Genellikle 0,1 mm ile 0,6 mm'lik fokal spotlar kullanılır.

Mamografi cihazının aparatları; farklı boyutlarda kompresyon plakaları, esneyebilen baskı plakası, spot baskı plakası, magnifikasyon aparatı, delikli biopsi aparatı, biopsi plağı

Hasta hazırlığı; inceleme için adet başlangıcından itibaren 5-12. günler en uygun zamandır. Menopozdaki kadınlar her zaman mamografi yaptırabilir. Ter, parfüm, deodorant, pudra vb. kalıntılar yanıltıcı sonuç verebileceği için gelmeden önce hastaya “duş alması, kesinlikle parfüm, deodorant veya pudra kullanmaması” söylenir. Daha önce yapılmış meme incelemeleri varsa getirilmelidir.

Mamografide memeye uygun pozisyonu vermek önemlidir. İyi bir meme incelemesi için tüm meme dokusunun ve aksiller bölgenin grafi alanına girmiş olması gerekir. Yanlış pozisyonlama yapılması durumunda görüntü alanına girmeyen yapılardaki patolojiler atlanabilir. Mamografi

sırasında hasta radyasyona maruz kalacağından gebelere uygulanması sakıncalıdır. Hastadan çekim öncesinde mutlaka onam formu alınır. Mamografi çekiminde rutin projeksiyonlar; kraniokaudal (CC), mediolateral oblik (MLO). Tanısal amaçlı ek görüntüleme yöntemlerine gereksinim olabilir. Tarama mamografisi ile tanısal mamografinin sadece çekim amaçları farklıdır, tarama mamografisi hiçbir şikayet yokken, tanısal mamografi ise saptanan bazı bulgular nedeniyle yapılır ve ek görüntüler alınabilir.

### **CC Projeksiyon**

Radyografisi çekilecek meme alttan tutularak kaset tutucu üzerinde, medial tarafa rotasyon yaptırılır. Hastanın omuzu geriye alınarak, başı yana çevirilir. Hastanın incelenen taraftaki kolu öne uzatılır ve eli cihazın tutma yerini kavrar. Bu hareketler, medialdeki meme dokusunun görüntülenmesini kolaylaştırır. Meme kompresyon plakası ile yeterince sıkıştırıldığında, memenin medial kesimi tümüyle görüntü alanına girmiş ve meme başı ortada olacak şekilde kasetin ortasında santralize edilmiş olmalıdır. Lateral dokunun da mümkün olduğunca görüntüleme alanına girmesi gerekir.

### **MLO Projeksiyon**

Tek bir açıda en fazla meme dokusu görüntülenmesini sağlar. Kaset, her zaman pektoral kasa paralel olacak şekilde, yatay eksene göre 30-60 derece açılıdır. Dokuların süperpoze olmasını önlemek için meme, göğüs kafesinden uzağa, dışa ve yukarı doğru hareket ettirilir. Kompresyon uygulamaya başlanır. Kompresyon plağı sternumu geçtikten sonra hasta, kalçası ve ayakları mamografi ünitesine bakana kadar döndürülür. Meme başının santral noktada olması sağlanır. Tekniker, elini görüntü alanından çekerken, memeyi bu pozisyonda tutacak yeterli kompresyon oluşana kadar memenin anteriorunu desteklemeye devam etmeli. Bu kombine el hareketlerine “dışa ve yukarı” manevrası denir. Eğer memeyi destekleyen el çok erken bırakılırsa meme düşer ve dokular süperpoze olur. Kompresyon plağı ile meme yeterince sıkıştırılır. Meme altı katlantı bölgesinden aksillaya kadar kasetin ortasında konumlandırılır ve hastanın omuzu geriye alınarak, başı yana çevrilir. Obez hastalarda abdomen dokusu mümkün olduğunca geriye çekilmelidir. Meme, imaj reseptörü ve kompresyon plağı arasında komprese edilir. Yavaş yavaş veya manuel olarak uygulanmalıdır. Yeni cihazlarda kadının kendisinin komprese etme olanağı da vardır. Meme dokusunun yapısına, kadının tolere etme derecesine göre kompresyon seviyesi değişir. İyi bir kompresyon; doku kalınlığını eşitlediği için optik dansitenin homojen olmasını, saçılmayı azalttığı için kontrast rezolüsyonun artmasına, obje-imaj mesafesini azalttığı için uzaysal rezolüsyonun artmasını sağlar. Bu sayede, doku kalınlığı ve hasta dozu azalmış olur. Bir başka yararı da, memenin hareket etmemesini ve süperpozisyonun azalmasını sağlamaktır.

Kompresyon, hastanın ağrı hissini artırır ama yeterince yapılmaması halinde radyasyon dozu artar.

Kompresyonu bilgilendirilmiş, rahat ve iletişim kurulabilen hastalar daha iyi tolere ederler. Menstruasyon başlangıcından bir hafta sonra mamografi için en uygun dönemdir. Sürekli konuşup sakinleştirerek karşılıklı iletişim içinde uygulanmalıdır. Hastayı bilgilendirirken ağrı yerine basınç terimini kullanmak daha uygundur. Ağrı çok fazla olursa hasta bir sonraki kontrole gelmeyebilir, buna yol açmamak gerekir. Mamografide radyasyon dozu çok düşüktür. Ortalama Glandular Doz her çekim için <2 mGy (0.2 rad), risk yıllar içinde kümülatif doza bağlı kanser oluşma olasılığı dozla doğru, yaş ile ters orantılıdır. Avantajı erken tanı ile ölüm oranında azalma olur.

İyi bir mamografi çekimi için; meme başının tek bir projeksiyonda görülmesi yeterlidir. Cilt katlantıları olmaması gerekir. Doğru pozisyonlama önemlidir. MLO pozisyonda görüntüye mümkün olan en fazla miktarda dokunun girdiğinden emin olmak için pektoral kasın yeterli görüntülenebilmesi gerekir. Meme başından pektoral kasa dik açı oluşturacak şekilde çekilen çizgiye PNL (posterior meme başı hattı) denilir. İyi bir mamografide, pektoral kasın alt ucunun PNL seviyesine dek izlenebilmesi gerekir.

Mamografide ek çekim yöntemleri; Spot Kompresyon, Magnifikasyon, 90<sup>0</sup> ML ya da LM, Abartılı Lateral CC, Klevaj (Vadi grafisi ya da çift meme kompresyon grafisi), Aksiller Kuyruk, Tanjansiyel, Roll (Yuvarlama)

Spot Kompresyon: Bu çekim kitlenin kenarlarının ayrıntılı olarak görüntülenmesi için yapılır. Lezyon gerçek mi yoksa süperpoze meme dokusunun neden olduğu yalancı görünüm mü?

Magnifikasyon Grafisi: Kitle konturunun değerlendirilmesi, yapısal özelliklerinin daha iyi gösterilmesi ve mikrokalsifikasyonların morfolojik dağılım ve sayısının daha net tanımlanabilmesi için kullanılan bir tekniktir.

90<sup>0</sup> ML ya da LM: Sadece bir projeksiyonda izlenen lezyonun gerçekten var olup olmadığının, lezyonun lokalizasyonunun, graviteye bağlı kalsifikasyonların (kalsiyum sütü) gösterilmesinde tercih edilir. Mamografi eşliğinde telle işaretlemeye de bu projeksiyon kullanılır.

Abartılı Lateral CC: Memenin medial ve lateral arka bölümlerini görüntülemek amacıyla, MLO'da görülüp CC'de görülemeyen ve memenin posterolateral kesiminde ya da aksiller kuyrukta olması beklenen bir anormalliği lokalize etmek için ve belirgin aksiller dokusu olan kadınlarda memenin en lateral kesimini görüntülemek için çekilir.

Roll: Yuvarlama pozisyonu süperpoze meme dokusunu çözümlenmede kullanılır. Amaç, standart radyografilerden birinde görülen kuşkulu bir lezyonun tespitini yaparak lezyonu daha iyi tanımlamaktır. Tüm glandüler dokunun görüntülenmesine imkan tanır.

Tanjansiyel (Teğet): Dens glandüler doku nedeniyle sınırları iyi seçilemeyen palpabl lezyonların görüntülenmesi için kullanılır. Ayrıca mamografide görünen cilt kalsifikasyonlarını doğrulamak için de kullanılabilir. Santral ışın palpabl lezyona teğet geçecek şekilde pozisyon verilir. Bu pozisyon, palpabl kitleyi subkutan yağın üzerine getirir ve görüntülenmesini sağlar.

Klevaj: Memenin posteromedial kesimindeki derin lezyonları görüntülemek için kullanılır.

Aksiller Kuyruk (Kleopatra): Üst dış kadranı incelemek için kullanılan bir çekimdir. Memenin en lateral parçasını ve aksiller bölgeyi göstermek için çekilir.

İmplant Mamografisi: İmplantlı memede, meme dokusunun ne kadarının görüntülenebildiği tam kestirilememektedir. x-Işınları silikon ya da salin implantları tam olarak penetre edemezler, %25'i görüntülenemez. Ek imajlara gereksinim vardır. Protezli memede, protezi geri ittirerek meme dokusunun daha iyi görülmesini sağlarız. Standart projeksiyona ek olarak çekilir.

Şüpheli durumlarda erkek hastalara da çekim yapılmaktadır. Erkek hastalarda meme kanseri daha hızlı ilerlemektedir.

Mamografi çekimlerinde nasıl ve nerede hata yapıyoruza bakacak olursak, yapılan bir çalışmada teknikerlerin %90 ı kendi çektikleri mamografiyi mükemmel olarak nitelemişlerdir. MLO görüntülerin sadece %28 nin, CC görüntülerin ise %61 nin yeterli olduğu saptanmıştır. (Gürdemir, B., & Arıbal, E. (2012). Assessment of mammography quality in Istanbul. *Diagnostic and Interventional Radiology*, 18(5), 468–472.)

Mamografide karşılaşılan artefaktlar; pozisyona bağlı, detektörle ilgili, mamografi cihazı ile ilgili, hastaya bağlı, yabancı cisimlerden kaynaklı, görüntü işleme yazılımı ile ilgili, görüntünün arşivlenmesi ile ilgilidir.

## **ABUS**

Gelişen teknoloji, radyoloji teknikerlerine Mamografi dışında yeni sorumluluklar yüklemektedir. Örneğin, son yıllarda geliştirilen Otomatik Meme Ultrason Sistemi (ABUS) ile birlikte teknikerler USG de yapmaya başlamışlardır. Ülkemizde yaygınlaşacağına emin olduğum ABUS konusunda meme teknikerlerinin bilgi sahibi olmaları ve kendilerini geliştirmelerinde de fayda vardır.

## **Kaynak**

1. Gürdemir, B., & Arıbal, E. (2012). Assessment of mammography quality in Istanbul. *Diagnostic and Interventional Radiology*, 18(5), 468–472.
2. Kovan, Ö., Ulus Buturak, Ö. S., Arslan, A., Güldoğan, N., Türk, E. B., Yılmaz, E., Çizmeli, M. O. (Editor) (2024). *Meme Radyolojisi İnceleme Teknikleri*. Ankara: Dünya Tıp Kitabevi.

**THE ROLE OF THE RADIOLOGY TECHNOLOGİST İN  
MAMMOGRAPHY  
ABSTRACT**

Breast cancer is the most common cancer among women. Therefore, all women should be aware and conscious of this issue. Mammography is one of the most important imaging methods used for the early detection of breast cancer. Even changes that are too small to be detected by manual breast examination can be identified at an early stage by mammography. Mammography is a soft-tissue radiographic technique used to examine the muscle, adipose, and glandular structures of the breast, which have similar tissue densities, as well as pathological changes within the breast.

Radiological breast imaging methods include mammography, contrast-enhanced mammography, tomosynthesis, ultrasonography, automated breast ultrasound system (ABUS), and magnetic resonance imaging (MRI).

A mammography unit is a vertical X-ray system designed according to patient positioning. The anode of the mammography tube may be made of molybdenum (Mo), rhodium (Rh), or tungsten (W). The tube contains two different filaments, typically measuring 0.3–0.4 mm and 0.1–0.15 mm. The tube output ranges between 25 and 50 kVp. Exposure parameters of 25–100 mA and exposure times of 0.1–0.2 seconds are used. Rotating anodes are present in tubes using high tube currents up to 100 mA. Focal spot sizes generally range between 0.1 mm and 0.6 mm.

The accessories of a mammography unit include compression paddles of different sizes, flexible compression paddles, spot compression paddles, magnification devices, perforated biopsy paddles, and biopsy plates.

For patient preparation, the optimal time for examination is between the 5th and 12th days from the onset of menstruation. Postmenopausal women may undergo mammography at any time. Since residues such as sweat, perfume, deodorant, powder, and similar substances may cause misleading findings, patients should be instructed to take a shower before the examination and

strictly avoid using perfume, deodorant, or powder. Previous breast imaging examinations, if available, should be brought to the appointment.

Proper positioning of the breast is essential in mammography. For an adequate breast examination, the entire breast tissue and the axillary region must be included within the image field. In cases of incorrect positioning, pathologies located in structures excluded from the image field may be missed. Since the patient is exposed to radiation during mammography, the procedure is contraindicated during pregnancy unless clinically justified. Informed consent must be obtained from the patient before the examination.

The routine projections in mammography are the craniocaudal (CC) and mediolateral oblique (MLO) views. Additional diagnostic imaging views may be required for diagnostic purposes. The main difference between screening mammography and diagnostic mammography lies in their clinical indication: screening mammography is performed in asymptomatic women, whereas diagnostic mammography is performed due to detected findings or symptoms and may require additional images.

### **CC Projection**

For the craniocaudal projection, the breast to be imaged is supported from below and positioned on the image receptor, with rotation toward the medial side. The patient's shoulder is moved backward, and the head is turned to the opposite side. The arm on the examined side is extended forward, and the patient holds the handgrip of the unit. These maneuvers facilitate visualization of the medial breast tissue. When the breast is adequately compressed with the compression paddle, the medial portion of the breast should be fully included within the image field, and the nipple should be centralized in the middle of the image receptor. The lateral breast tissue should also be included as much as possible.

### **MLO Projection**

The mediolateral oblique projection allows visualization of the largest amount of breast tissue in a single view. The image receptor is always angled parallel to the pectoral muscle, typically at 30–60 degrees relative to the horizontal axis. To prevent tissue superimposition, the breast is moved away from the chest wall, outward and upward. Compression is then initiated. After the compression paddle passes the sternum, the patient is rotated until the hips and feet face the mammography unit. The nipple is positioned at the central point.

While removing the hand from the image field, the radiology technologist should continue supporting the anterior portion of the breast until sufficient compression is achieved to maintain

the breast in this position. These combined hand movements are referred to as the “outward and upward” maneuver. If the supporting hand is released too early, the breast may drop, resulting in tissue superimposition. The breast is then adequately compressed with the compression paddle. The breast should be positioned in the center of the image receptor from the inframammary fold to the axilla, while the patient’s shoulder is moved backward and the head is turned to the opposite side. In obese patients, abdominal tissue should be retracted as much as possible.

The breast is compressed between the image receptor and the compression paddle. Compression should be applied gradually or manually. In newer mammography units, patients may also have the option to control compression themselves. The degree of compression varies depending on the structure of the breast tissue and the patient’s tolerance.

Adequate compression equalizes tissue thickness, thereby producing more homogeneous image density; reduces scattered radiation, thereby improving contrast resolution; and decreases the object-to-image distance, thereby improving spatial resolution. As a result, tissue thickness and patient dose are reduced. Another benefit of compression is that it prevents breast motion and decreases superimposition. Compression increases the patient’s perception of discomfort; however, inadequate compression results in increased radiation dose.

Patients who are well informed, relaxed, and able to communicate effectively tolerate compression better. The most suitable time for mammography is one week after the onset of menstruation. The procedure should be performed with continuous communication and reassurance. When informing the patient, it is preferable to use the term “pressure” rather than “pain.” Excessive pain may discourage the patient from attending future follow-up examinations, and this should be avoided.

The radiation dose in mammography is very low. The average glandular dose is less than 2 mGy, or 0.2 rad, per exposure. The risk of radiation-induced cancer is related to cumulative dose over the years; it increases with dose and decreases with patient age. The major advantage of mammography is the reduction in mortality through early diagnosis.

For a good mammographic examination, visualization of the nipple in a single projection is sufficient. There should be no skin folds. Correct positioning is essential. In the MLO view, adequate visualization of the pectoral muscle is necessary to ensure that the maximum possible amount of breast tissue is included in the image. The line drawn perpendicular from the nipple to

the pectoral muscle is called the posterior nipple line (PNL). In a good mammogram, the inferior margin of the pectoral muscle should be visible down to the level of the PNL.

Additional mammographic views include spot compression, magnification, 90° mediolateral or lateromedial views, exaggerated lateral CC view, cleavage view, axillary tail view, tangential view, and roll views.

Spot compression is performed to visualize the margins of a mass in greater detail and to determine whether a lesion is real or represents a pseudolesion caused by superimposed breast tissue.

Magnification mammography is used to evaluate the contour of a mass, to better demonstrate its structural characteristics, and to more clearly define the morphology, distribution, and number of microcalcifications.

The 90° mediolateral or lateromedial view is preferred to determine whether a lesion visible in only one projection is truly present, to localize the lesion, and to demonstrate gravity-dependent calcifications, such as milk of calcium. This projection is also used in mammography-guided wire localization.

The exaggerated lateral CC view is obtained to visualize the medial and lateral posterior portions of the breast, to localize an abnormality seen on the MLO view but not on the CC view and expected to be located in the posterolateral breast or axillary tail, and to image the most lateral part of the breast in women with prominent axillary tissue.

Roll views are used to resolve superimposed breast tissue. The purpose is to identify a suspicious lesion seen on one of the standard mammograms and to characterize it more clearly. This technique allows visualization of all glandular tissue.

The tangential view is used to image palpable lesions whose margins cannot be clearly distinguished due to dense glandular tissue. It may also be used to confirm skin calcifications visible on mammography. The patient is positioned so that the central X-ray beam passes tangentially to the palpable lesion. This positioning brings the palpable mass over the subcutaneous fat and enables its visualization.

The cleavage view is used to visualize deep lesions located in the posteromedial region of the breast.

The axillary tail, or Cleopatra view, is used to examine the upper outer quadrant. It is obtained to demonstrate the most lateral portion of the breast and the axillary region.

In implant mammography, it is not always possible to determine how much breast tissue can be visualized. X-rays cannot fully penetrate silicone or saline implants, and approximately 25% of the breast tissue may not be visualized. Additional images are therefore required. In breasts with implants, the implant is displaced posteriorly to allow better visualization of the breast tissue. These views are obtained in addition to standard projections.

Mammography may also be performed in male patients in suspicious cases. Breast cancer in men tends to progress more rapidly.

Regarding how and where errors occur in mammographic examinations, one study reported that 90% of radiology technologists described the mammograms they performed as excellent. However, only 28% of MLO images and 61% of CC images were found to be adequate.

Artifacts encountered in mammography may be related to positioning, the detector, the mammography unit, the patient, foreign bodies, image processing software, or image archiving.

### **ABUS**

Advances in technology have introduced new responsibilities for radiology technologists beyond conventional mammography. For example, with the recent development of the automated breast ultrasound system (ABUS), radiology technologists have also begun to perform ultrasound-based breast imaging. Since ABUS is expected to become more widespread in our country, breast imaging technologists should be knowledgeable about this technique and continue to develop their expertise in this field.

### **References**

1. Gürdemir, B., & Arıbal, E. (2012). *Assessment of mammography quality in Istanbul*. *Diagnostic and Interventional Radiology*, 18(5), 468–472.
2. Kovan, Ö., Ulus Buturak, Ö. S., Arslan, A., Güldoğan, N., Türk, E. B., Yılmaz, E., & Çizmeli, M. O. (Editor) (2024). *Breast Radiology Examination Techniques*. Ankara: Dünya Tıp Kitabevi.

# LOROSKOPI – DSA UYGULAMALARINDA RADYASYONDAN KORUNMA

**Çınar BAŞEKİM**

*Prof. Dr., Acıbadem Üniversitesi, Acıbadem Ataşehir Hastanesi, Radyoloji Bölümü, İstanbul,  
Türkiye.*

[cinar.basekim@acibadem.com](mailto:cinar.basekim@acibadem.com)

## ÖZET

Tıbbi iyonizan radyasyon uygulamaları genel olarak radyografik incelemeler, floroskopik tetkikler, bilgisayarlı tomografi uygulamaları, radyoterapi uygulamaları ve nükleer tıp tetkikleri olarak sınıflanabilir. Bunlar içerisinde tanı ve tedavi amacı ile yapılan floroskopik tetkikler radyasyon maruziyeti açısından diğer tetkiklerden bazı farklılıklar gösterir.

Floroskopik tetkikler diğer incelemelere göre çok daha uzun sürebilir. Bu işlemlerde işlemi yapan hekim ve diğer personel işlem odasında, hastanın yanında bulunur. Bu nedenle floroskopik işlemlerde hastanın ve personelin maruz kalacağı doz daha fazladır. Bu nedenlerle floroskopik işlemlerde radyasyondan korunma konusu daha fazla özen isteyen bir konudur. Radyolojik uygulamalarda üç temel standart vardır. Bu standartlar tüm radyolojik incelemelerde geçerlidir:

**Gereklilik (Justification):** Tıbbi gereklilik olmadıkça tetkik yapılmamalı.

**Optimizasyon (Optimisation):** Tetkik yapılacaksa mümkün olan en düşük dozda yapılmalı. Bu standart “ALARA (As Low As Reasonably Achievable)” prensibi olarak da bilinir.

**Doz sınırlaması (Limitation):** Kişilerin maruz kaldıkları radyasyon dozları, maksimum müsaade edilen yıllık doz sınırlarını aşmamalıdır

Hastaya floroskopik bir işlem yapılacaksa bu konuda da şu üç temel prensibe mutlaka uyulması gerekir:

**Zaman:** Radyasyon dozu zaman ile doğru orantılıdır. Floroskopik işlemler bazen çok uzun sürebilir. İşlemi en kısa sürede tamamlamak ve radyasyona maruziyet süresini minimum seviyede tutmak önemlidir. Tekrarlayan işlemler maruziyet süresini katlanarak artıracığı için mümkün olduğunca tekrarlardan kaçınmak gerekir.

**Uzaklık:** Radyasyon dozu mesafenin karesi ile ters orantılıdır. Bu nedenle işlem sırasında radyasyon kaynağından mümkün olduğunca uzak durulmalıdır.

**Bariyer (zırhlama):** Zırhlamada amaç sadece hastaları ve personeli değil yakın alanda bulunabilecek diğer kişileri de radyasyondan korumaktır. İşlem sırasında personelin korunmasına yönelik koruyucu giysiler, bariyerler gibi önleyicilerin uygun şekilde kullanılması gerekir. Floroskopik odasında üç ayrı kaynaktan gelen radyasyon bulunabilir.

Birincisi uygun şekilde imal edilmemiş tüplerden sızan **sızıntı radyasyon**dur. Günümüzdeki cihazlarda tüp teknolojisi çok gelişmiştir ve tüpten sızıntı yok veya en az düzeydedir.

İkincisi tüpten direkt olarak hastaya yönlendirilen radyasyon (**primer radyasyon**). Bu esas olarak hastanın alacağı radyasyonu etkiler. İşlem sırasında personelin primer radyasyon yolu üzerinde bulunmaması gerekir.

Floroskopi odasında personelin maruz kalabileceği radyasyon büyük oranda hastadan saçılan **sekonder radyasyon**dur. Sekonder radyasyonun kaynağının hastadan yayılan radyasyon olduğunu bilip işlem sırasında ona yönelik önlemler alınması gerekir.

Hastadan saçılan radyasyon daha çok tüpe, geriye doğru olan bir saçılma şeklindedir. Bu nedenle tüpe doğru saçılan radyasyon miktarı fazla iken yanlara doğru giderek azalır. Floroskopik işlemler sırasında röntgen tüpü mutlaka hastanın altında olmalıdır. Böylece hasta ve görüntü güçlendirici personele gelecek radyasyonu sınırlayacaktır. Oblik ve yan pozisyonda yapılacak incelemelerde de tüpün personelin karşısına gelecek şekilde konuşlandırılması personelin radyasyon maruziyetini azaltacaktır. Ancak bunları yaparken kolimasyon dikkatli yapılmalıdır ve hasta boyutundan daha geniş bir alana radyasyon yönlendirilmemelidir.

X ışınlarının hastada geçeceği dokunun kalınlığı hem hastanın alacağı dozu hem de saçılmayı etkiler. Dokunun kalın olması dozu ve saçılmayı artırır. Bu nedenle kilolu hastalarda dozun daha fazla olacağı akılda bulundurulmalıdır. Ayrıca oblik ve yan çekimlerde de ışının kat edeceği mesafe fazla olacağı için saçılma daha fazla olacaktır.

Saçılmayı artıran bir diğer etmen de ortamda bulunan cerrahi malzeme, girişimsel işlem malzemesi gibi opak malzemelerdir. Bunların skopi anında ortamdan uzaklaştırılması gerekir.

İnceleme sırasında hasta görüntü güçlendiriciye mümkün olduğunca yakın, tüpten mümkün olduğunca uzak olmalıdır.

İşlem sırasında ortamda mümkün olduğunca az kişinin olması radyasyona maruz kalacak kişi sayısını da minimumda tutmayı sağlar.

Personelin uygun şekilde dozimetre kullanması ve rutin kontrollerini yaptırması da doz takibi açısından çok önemlidir.

### **Özet olarak**

Gerekmedikçe iyonizan radyasyon içeren tetkik yapmamalı

Zamanı en kısa tutmalı

Kaynaktan mümkün olduğunca uzak durmalı

Korunmak için koruyucu kıyafetler ve bariyer kullanmalı

Primer ışın yolunda durmamalı

Tüpün ve görüntü alıcının pozisyonuna dikkat etmeli

İncelemeler sırasında mümkün olan en küçük kolimasyon seçilmeli.

Tekrarlardan kaçınmalı

Muntazam olarak kontrollerini yaptır (dozimetre kullanımı, vb)

### **Önerilen Kaynaklar**

International Atomic Energy Agency: [www.iaea.org](http://www.iaea.org)

International Commission on Radiological Protection: [www.icrp.org](http://www.icrp.org)

United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: [www.unscear.org](http://www.unscear.org)

European Commission (radiological protection pages): [europa.eu.int/comm/environment/radprot](http://europa.eu.int/comm/environment/radprot)

## **RADIATION PROTECTION IN FLUOROSCOPY AND DSA APPLICATIONS ABSTRACT**

Medical applications involving ionizing radiation can generally be classified as radiographic examinations, fluoroscopic examinations, computed tomography procedures, radiotherapy applications, and nuclear medicine examinations. Among these, fluoroscopic examinations performed for diagnostic and therapeutic purposes differ from other examinations in several aspects in terms of radiation exposure.

Fluoroscopic examinations may last much longer than other imaging procedures. During these procedures, the physician performing the procedure and other staff remain in the procedure room, next to the patient. Therefore, in fluoroscopic procedures, the radiation dose received by both the patient and the staff may be higher. For these reasons, radiation protection in fluoroscopic procedures requires particular attention.

There are three fundamental standards in radiological practice. These standards apply to all radiological examinations:

**Justification:** No examination should be performed unless there is a medical indication.

**Optimization:** If an examination is to be performed, it should be carried out with the lowest possible radiation dose. This standard is also known as the **ALARA principle** — *As Low As Reasonably Achievable*.

**Dose limitation:** The radiation doses received by individuals must not exceed the maximum permissible annual dose limits.

If a fluoroscopic procedure is to be performed on a patient, the following three basic principles must also be strictly observed:

**Time:** Radiation dose is directly proportional to exposure time. Fluoroscopic procedures may sometimes take a long time. It is important to complete the procedure in the shortest possible time and to minimize the duration of radiation exposure. Since repeated procedures increase exposure time cumulatively, unnecessary repetitions should be avoided as much as possible.

**Distance:** Radiation dose is inversely proportional to the square of the distance. Therefore, during the procedure, staff should remain as far away from the radiation source as possible.

**Barrier / Shielding:** The purpose of shielding is to protect not only patients and staff, but also other individuals who may be present in the nearby area. During the procedure, protective measures such as protective garments and barriers should be used appropriately to protect staff.

There may be radiation originating from three different sources in a fluoroscopy room. The first is leakage radiation from tubes that have not been properly manufactured or shielded. In modern systems, X-ray tube technology is highly advanced, and leakage from the tube is either absent or minimal. The second is primary radiation, which is directed from the tube toward the patient. This mainly affects the radiation dose received by the patient. During the procedure, staff must not stand in the path of the primary radiation beam. In a fluoroscopy room, the radiation to which staff may be exposed is largely secondary radiation scattered from the patient. It should be remembered that the source of secondary radiation is radiation scattered from the patient, and appropriate precautions should be taken accordingly during the procedure. Radiation scattered from the patient is mainly backscattered toward the X-ray tube. Therefore, while the amount of scatter radiation directed toward the tube is high, it gradually decreases toward the sides. During fluoroscopic procedures, the X-ray tube should preferably be positioned under the patient. In this way, the patient and the image receptor/image intensifier limit the amount of radiation reaching the staff.

In oblique and lateral examinations, positioning the tube on the side opposite the staff reduces occupational radiation exposure. However, while doing this, collimation must be performed carefully, and radiation should not be directed to an area larger than the patient's body size.

The thickness of the tissue through which the X-rays pass affects both the dose received by the patient and the amount of scatter radiation. Greater tissue thickness increases both radiation dose

and scatter. Therefore, it should be kept in mind that the radiation dose will be higher in overweight patients. In addition, in oblique and lateral projections, scatter radiation will be greater because the X-ray beam travels through a longer tissue path.

Another factor that increases scatter radiation is the presence of radiopaque materials in the field, such as surgical instruments or interventional procedure materials. These materials should be removed from the field during fluoroscopy whenever possible. During the examination, the patient should be positioned as close as possible to the image receptor/image intensifier and as far as possible from the X-ray tube.

Keeping the number of people in the room as low as possible during the procedure also minimizes the number of individuals exposed to radiation. Appropriate use of dosimeters by staff and regular dose monitoring are also very important for occupational dose control.

### **In summary**

Examinations involving ionizing radiation should not be performed unless necessary.

Exposure time should be kept as short as possible.

Staff should stay as far away from the radiation source as possible.

Protective garments and barriers should be used for radiation protection.

Staff should not stand in the path of the primary beam.

Attention should be paid to the positions of the X-ray tube and the image receptor.

The smallest possible collimation field should be selected during examinations.

Unnecessary repetitions should be avoided.

Regular monitoring and controls should be performed, including dosimeter use.

### **Recommended Sources**

International Atomic Energy Agency: [www.iaea.org](http://www.iaea.org)

International Commission on Radiological Protection: [www.icrp.org](http://www.icrp.org)

United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: [www.unscear.org](http://www.unscear.org)

European Commission, radiological protection pages: [europa.eu.int/comm/environment/radprot](http://europa.eu.int/comm/environment/radprot)

## FOROSKOPIK İNCELEMELERDE PROTOKOL YÖNETİMİ

**Turan OLĞAR**

*Prof. Dr., Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Fizik Mühendisliği Bölümü*

*Tandoğan Ankara/Türkiye*

*olgar@eng.ankara.edu.tr*

### ÖZET

Son yıllarda gerçekleştirilen girişimsel radyoloji (IR) prosedürlerinin sayısında hızlı bir artış olmuştur. Ancak, bu işlemler sırasında hastaların ve medikal personelin maruz kaldığı radyasyon dozları uluslararası ölçekte artan bir endişeye sebep olmuştur. Gerçekleştirilen IR prosedürlerinin sayısı ve karmaşıklığı arttıkça hem hastalar hem de personelin radyasyon dozlarında da kademeli bir şekilde artış olmaktadır. Hasta giriş cilt dozları, özellikle obez hastalarda, karmaşık işlemler sırasında ve oblik projeksiyonların sık kullanılması durumunda yüksek olabilir. Tekrarlanan girişimsel işlemler, hastalarda deterministik etkilerin ortaya çıkmasına neden olabilir ve bunlar geçici eritemden deri nekrozuna kadar değişebilir.

Girişimsel işlemlerdeki mesleki radyasyon maruziyeti, hasta maruziyetiyle yakından ilişkilidir; bu nedenle mesleki radyasyon koruması, hasta korumasıyla bütünleşik bir şekilde yönetilmelidir. Ancak, personeli korumaya yönelik önlemler, klinik teşhisi riske sokmamalı ve veya hasta dozlarında artışa sebep olmamalıdır. Mesleği gereği radyasyona maruz kalan medikal personelin radyasyondan korunma çalışmaları, medikal fizikçilerle işbirliği içinde yürütülmelidir. Girişimsel radyoloji ünitesinde çalışan tüm bireyler için radyasyon koruması gereklidir. Bu, girişimsel radyologları, radyoloji teknisyenlerini ve hemşireleri ve yalnızca ara sıra radyasyon ortamında bulunabilecek anestezi uzmanları gibi bireyleri içerir. Radyasyon koruma önlemleri, yerel ve ulusal düzenlemelere uygun olmalı ve kişisel koruyucu cihazların neden olabileceği kas-iskelet sistemi zararlarını dikkate almalıdır. Hastalar için uygun radyasyon dozu izleme tekniklerinin ya da yazılımlarının kullanılması ve radyasyon dozu optimizasyonu için diagnostik referans seviyelerin belirlenmesi gerekir. ICRP 135 raporunda da belirtildiği gibi girişimsel radyoloji incelemeleri için diagnostik referans seviyeler, uluslararası referans noktasında ölçülen kümülatif hava kerma ve kerma-alan çarpımı cinsinden belirlenmelidir. Medikal personelin mesleki dozlarının belirlenmesi için ise uygun dozimetreler kullanılmalı (Tahmini etkin dozu veren kurşun önlük altında bel hizasında takılan bir Termoluminesans dozimetre (TLD) ve lens dozu tahminini veren yaka seviyesinde koruyucu üzerinde takılan bir TLD) ve radyasyondan korunma araçları ve ekipmanları ile ilgili uygun eğitimler verilmelidir. Eğitim düzeyleri, yaptıkları işin türüne göre belirlenmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Hava Kerma, Kerma-Alan Çarpımı, Pik Cilt Dozu, Diagnostik Referans Seviyeler

**PROTOCOL MANAGEMENT IN FLUOROSCOPIC  
EXAMINATIONS  
ABSTRACT**

In recent years, there has been a rapid increase in the number of interventional radiology (IR) procedures performed. However, the radiation doses received by patients and medical staff during these procedures have become an increasing concern at the international level. As the number and complexity of IR procedures increase, radiation doses to both patients and staff also gradually increase. Patient entrance skin doses may be high, particularly in obese patients, during complex procedures, and when oblique projections are frequently used. Repeated interventional procedures may lead to deterministic effects in patients, ranging from transient erythema to skin necrosis.

Occupational radiation exposure in interventional procedures is closely associated with patient exposure; therefore, occupational radiation protection should be managed in an integrated manner together with patient protection. However, measures aimed at protecting staff should not compromise clinical diagnosis and/or lead to an increase in patient dose. Radiation protection practices for medical staff who are occupationally exposed to radiation should be carried out in collaboration with medical physicists.

Radiation protection is required for all individuals working in an interventional radiology unit. This includes interventional radiologists, radiology technologists, nurses, and individuals such as anesthesiologists who may only occasionally be present in radiation environments. Radiation protection measures should comply with local and national regulations and should also take into account possible musculoskeletal injuries caused by personal protective equipment.

Appropriate radiation dose monitoring techniques or software should be used for patients, and diagnostic reference levels should be established for radiation dose optimization. As stated in ICRP Report 135, diagnostic reference levels for interventional radiology examinations should be determined in terms of cumulative air kerma measured at the international reference point and kerma-area product.

Appropriate dosimeters should be used to determine occupational doses of medical staff. These may include a thermoluminescent dosimeter (TLD) worn at waist level under the lead apron to

estimate effective dose, and a TLD worn at collar level over the protective apron to estimate lens dose. In addition, appropriate training should be provided on radiation protection tools and equipment. The level of training should be determined according to the type of work performed.

**Keywords:** Air Kerma, Kerma-Area Product, Peak Skin Dose, Diagnostic Reference Levels.

# BT PROTOKOLÜNÜN DÜZENLENMESİ

*Mustafa Fazıl GELAL*

*Prof. Dr., İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Tıp Fakültesi / Atatürk Eğitim ve Araştırma*

*Hastanesi Radyoloji Anabilim Dalı*

*fgelal@gmail.com*

## ÖZET

### Giriş

Bilgisayarlı tomografi (BT), hızlı ve doğru tanısal bilgi sağladığı için tıp pratiğinde devrim yaratmıştır. Ancak iyonizan radyasyon içerdiğinden risk taşır. BT uygulamaları radyasyon içeren tüm radyolojik görüntülemelerin %15-20'sini, tıbbi görüntüleme kaynaklı radyasyon dozunun yaklaşık %50'sini oluşturmaktadır. BT inceleme sayıları yıllar içinde büyük artış göstermiştir.

Dolayısıyla BT ile ilişkili radyasyon maruziyeti günümüzde önemli bir sağlık sorunu haline gelmiştir.

Radyasyonun stokastik etkileri, yani kanser yapıcı ve genetik etkileri küçük dozlarda bile görülebilir. Bu nedenle hem radyasyon çalışanlarının hem de hastaların radyasyondan korunmasında temel unsur mümkün olan en düşük radyasyon dozunun kullanılmasıdır.

Radyolog; her tıbbi ışınlamayı, gerekirse incelemeyi isteyen hekime danışarak gerekçelendirmelidir. Yani incelemeden beklenen yararın, ışınlama nedeniyle hastanın maruz kalacağı zarar görme riskinden fazla olduğunu ortaya koymalıdır. Hastaya verilecek dozun, tanı koymaya yetecek en düşük düzeyde olduğundan emin olmalı; bu amaçla ilgili ışınlama için belirlenen tanısal referans düzeylerini (DRL=Diagnostic Reference Levels) göz önünde bulundurmalıdır. Tanısal ve girişimsel işlemler için, medikal fizikçi ve radyoloji teknisyeni ile birlikte optimize edilmiş protokoller oluşturmalıdır.

### Radyasyonun Biyolojik Etkileri

İyonlaştırıcı radyasyon maruziyeti biyolojik etkilere yol açabilir.

Deterministik etkiler: Tıbbi görüntülemede kullanılan dozların çok üzerindeki radyasyon maruziyeti hücre ölümüne yol açar. Katarakt, deri yanıkları, doku hasarı ve organ disfonksiyonu deterministik etki örnekleridir. Belli bir eşik değerin üzerinde ortaya çıkar ve doz arttıkça hasarın şiddeti artar.

Stokastik etkiler: Kanser, lösemi ve kalıtsal hastalıklar gibi stokastik etkilerin oluşması için eşik değer yoktur; düşük dozlarda risk çok düşüktür. 100 mSv üzerindeki dozlarda risk lineer olarak artar. Ancak radyasyondan korunmada lineer non-threshold (LNT) yaklaşımı kullanılır; düşük doz ışınlamalarda bile doz ile artan kanser gelişme olasılığı vardır.

### BT'de doz hesaplanması

\*Hacimsel Doz İndeksi (Volume CTDI–CTDI<sub>vol</sub>): Spiral BT’de birim tarama hacminde soğurulan doz

\*Doz Uzunluk Çarpımı (Dose Length Product–DLP) = CTDI<sub>vol</sub> (mGy) x tarama uzunluğu (cm)  
Absorbe edilen radyasyon enerjisini ve potansiyel biyolojik etkiyi gösterir (mGy.cm).

\*Efektif doz: Radyasyonun neden olduğu kanser riskini gösterir (Sievert); DLP’nin, dokuların radyasyon duyarlılığına göre hesaplanan çevrim faktörü ile çarpılmasıyla elde edilir.

### **BT kullanımında gerekçelendirme**

Çekim kararının yarar zarar oranına dayandırılmasıdır. Kanser riskini değerlendirirken BT çekilmemesinin neden olacağı risk de hesaplanır. Gerekçelendirme yapılmadan yapılan her BT hastada kanser olasılığını gereksiz yere artırmaktadır. Çekim yapılması mutlaka gerekiyorsa en az doz verecek ve yeterli kaliteyi sağlayan inceleme yapılmalıdır (ALARA).

### **Tanısal Referans Düzeyleri (DRL - Diagnostic Reference Levels):**

DRL, rutin durumlarda bir radyolojik görüntüleme hastaya verilen radyasyon dozunun olağandışı yüksek ya da olağandışı düşük olup olmadığını belirler. Görüntüleme protokollerinin optimizasyonunda kullanılır.

### **BT’de Tanısal Referans Düzeylerinin (DRL) kullanımı:**

Belirli bir tetkik türü ve endikasyonu için BT çekilmiş bir grup hastanın CTDI<sub>vol</sub> ve DLP değerleri dizilir (örneğin, baş ağrısı nedeniyle beyin BT yapılmış 20 hastanın değerleri). Bu gruptaki ortanca (medyan) değer bulunur. Bu değer ulusal ya da uluslararası DRL ile karşılaştırılır.

Medyan değer DRL’yi aşıyorsa verilen doz fazladır; doz optimizasyonu gereklidir. Medyan değer DRL’den çok düşükse görüntü kalitesinde yetersizlik olup olmadığını kontrol edilir. DRL ile karşılaştırma tek bir birey için yapılmaz; çünkü bireylerin vücut ölçüleri birbirlerinden farklıdır; karşılaştırma bir grup hasta için yapılmalıdır. Ayrıca bu karşılaştırmayı yalnızca bir kez yapmak yeterli değildir; düzenli olarak tekrar edilmeli, gerekirse optimizasyon güncellenmelidir.

### **BT’de doz optimizasyonu:**

Radyasyon riskini en aza indirmek için gereklidir. En az hasta dozu ile klinik hedefe ulaşmaya yetecek kalitede çekim yapılmasını içerir.

### ***Tüp Akımı (mA) ve Tüp Akım Işınlama Zamanının (mAs) Değiştirilmesi***

Tüp akımı (mA); mA x gantri rotasyon süresi = mAs

mAs ile radyasyon dozu arasında lineer ilişki vardır. mAs foton sayısını belirler.

mAs yarıya inerse, doz yarıya düşer; ancak gürültü artar. Vücut kitle indeksi (VKİ) düşükse, toraks gibi düşük atenuasyon alanları incelendiğinde, obje kontrastı doğal olarak yüksekse (akciğerde nodül; böbrekte taş gibi) daha düşük mAs seçilmelidir.

### ***Pik Kilovoltajın (kVp) Değiştirilmesi***

kVp, tüpe uygulanan maksimum gerilimdir. kVp azalması, dozu karesi ile orantılı olarak azaltır. Düşük kV'da fotoelektrik etki artar, kontrast artar; (ancak bu etki dokuların büyük bölümünde belirgin değildir; kalsiyum ve iyot gibi atom numarası yüksek dokularda belirgindir); ancak penetrasyon azaldığından gürültü artar. SNR azalır.

Yüksek kV'da kontrast (fotoelektrik etkiye bağlı) azalır; ancak penetrasyon artar ve gürültü azalır. Gürültüdeki azalma daha baskındır; SNR artar. Kontrastlı incelemede (örneğin BT anjiyografisi) ve

VKİ düşük kişilerde düşük kVp tercih edilmelidir. VKİ yüksek bireylerde daha yüksek kVp kullanılmalıdır

### ***Gantri Dönüş Zamanı ve Masa Hızının (Pitch Faktörü) Değiştirilmesi***

Gantri dönüş zamanı (s), tüpün 360 derece dönmesi için geçen süredir. Ne kadar kısa ise mAs ve alınan doz o kadar az olur. Pitch: Tüpün bir dönüşü sırasında masa ilerleme mesafesinin efektif kesit kalınlığına oranıdır. Pitch yüksek ise ışınlama süresi, mAs düşer; radyasyon dozu düşer; ancak görüntüleme kalitesi azalır. Özellikle çocuk ve koopere olmayan hastalarda kısa dönüş zamanı olan cihazlar ve yüksek pitch seçimi ile doz maruziyeti azalır ve harekete bağlı artefaktlar azalır.

### ***Otomatik ışınlama kontrolü (Automatic Exposure Control – AEC)***

Cihaz, x ışını atenüasyonuna göre mA / kV'u otomatik olarak değiştirir. Tüp hasta etrafında dönerken kalın (yüksek atenüasyonlu) vücut bölgelerinde daha yüksek, ince bölgelerde daha düşük mA ya da kV seçer. Böylece görüntü kalitesi bozulmadan hasta dozu azalır.

Firmaların mA ve kV modülasyonu yapan çeşitli yazılımları vardır. Hasta üzerinde metal vb varsa AEC daha fazla ışınlama yapar; hasta dozu artar. Hasta üzerindeki metal cisimler; küpe vs çıkarılmalıdır.

### ***X-Işını Tüp Filtrelerinin Kullanılması***

Alüminyum, bakır, kalay filtreler düşük enerjili x ışınlarını absorbe eder, hasta dozunu azaltır.

Papyon filtreler: x ışını demetinin daha yüksek enerjili olan merkezi kısımlarını daha ince, periferik kesimlerini daha kalın filtre ederek demeti homojenize eder ve hasta dozunu azaltır.

### ***Tarama Alanı ve Pozisyonlama***

Anatomik ilgi alanının dışında kalan alanların çekiminden kaçınılmalıdır. Tarama alanının istenilen bölgenin dışına genişletilmesi dozun artmasına neden olur. Hasta tam olarak tarama alanının merkezinde (izo-merkez) olmalıdır. Hasta merkeze yerleştirilmez ise papyon filtreler etkin olarak kullanılamaz. Merkezden kayma durumunda vücudun daha ince olan periferik

bölmelerine daha yüksek, kalın kısımlarına ise daha düşük şiddette x-ışını geleceğinden hem görüntü gürültüsü artar, hem de gereksiz yere fazla radyasyona maruz kalınmış olur.

### ***Tek Faz BT Protokollerinin Kullanılması, Dual Enerji BT***

Gerekli değilse çok fazlı inceleme yapılmamalıdır. Ek bilgi sağlamayacaksa pre ve postkontrast inceleme yapılmamalıdır. Dual enerji BT ile sanal kontrastsız görüntüler oluşturulabilir; böylece kontrastsız inceleme gereği ortadan kalkar.

### ***İteratif rekonstrüksiyon (IR)***

Bilgi işleme teknolojisindeki ilerlemeler sayesinde geliştirilmiş görüntü rekonstrüksiyon algoritmasıdır. Gürültü, IR ile, geri yansıtılmalı rekonstrüksiyondakine göre belirgin olarak azaltılmış; böylece kontrast/gürültü oranı ve görüntü kalitesi artırılmıştır. IR kullanılarak, mA ve kV azaltılması sonucu ortaya çıkan gürültü artışı kısmen dengelenir ve doz azaltma sağlanabilir.

Siemens: Sapphire, ADMIRE; GE: ASIR, Veo; Philips: I Dose; Toshiba: AIDR

### ***Yapay Zeka Destekli Rekonstrüksiyon***

Filtrelenmiş geri yansıtımda doz düşürüldükçe gürültü artar ve görüntü kalitesi bozulur. IR'da bilgi işleme süresi uzundur; %50'nin üzerinde doz düşürülürse çözünürlük azalır. Görüntü kalitesini korurken hasta dozunu daha da düşürebilmek ve rekonstrüksiyon süresini kısaltmak, derin öğrenme tabanlı rekonstrüksiyon algoritmalarının temel amacıdır. FDA onaylı GE Healthcare'in TrueFidelity ve Canon'un Advanced Intelligent ClearIQ Engine (AiCE) gibi derin öğrenme tabanlı algoritmalar, gürültüyü azaltarak yüksek kaliteli görüntüler sağlamak üzere tasarlanmıştır.

### ***Yeni Dedektör Teknolojisi: Foton Sayıcı Dedektörler***

Foton sayıcı dedektör (FSD) sistemi, her bir fotonun enerjisini ayrı ayrı ölçerek daha yüksek uzaysal çözünürlük ve kontrast gürültü oranı sunar. Böylece küçük anatomik yapıların daha ayrıntılı ve düşük radyasyon dozuyla görüntülenmesini sağlar. Siemens Naeotom Alpha, fotonları enerji seviyelerine göre ayırt ederek doz verimliliğini ve uzaysal çözünürlüğü artıran kadmiyum tellürid dedektörlere sahip, piyasada bulunan ilk foton sayıcı BT'lerden biridir.

### ***Sonuç***

BT hızlı ve doğru tanısal bilgi sağlayan bir yöntemdir. Ancak görüntüleme yöntemleri arasında en çok radyasyon dozu BT ile alınmaktadır. BT yapılmadan önce yarar/zarar oranı iyi düşünülmeli, gereksiz BT'den kaçınılmalıdır. Çekim yapılması mutlaka gerekiyorsa en az doz verecek ve yeterli kaliteyi sağlayan inceleme yapılmalıdır (ALARA). Çekim yapılacaksa doğru cihaz ve teknikle yapılmalı; optimize edilmiş protokoller kullanılmalıdır.

### ***Kaynaklar:***

- 1) International Commission on Radiological Protection. The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann ICRP. 2007; 37: 1-332.
- 2) Zarb F, Rainford L, McEntee MF. Developing optimized CT scan protocols: phantom measurements of image quality. Radiography. 2011; 17: 109-14.
- 3) ICRP. ICRP Publication 154: Optimisation of radiological protection in digital radiology techniques for medical imaging. Ann ICRP. 2023; 52: 11-145.
- 4) Mulkens TH, Bellinck P, Baeyaert M, Ghysen D, Van Dijck X, Mussen E, et al. Use of an automatic exposure control mechanism for dose optimization in multi-detector row CT examinations: clinical evaluation. Radiology. 2005;237: 213-23.

## **OPTIMIZATION OF CT PROTOCOL**

### **ABSTRACT**

#### **Introduction**

Computed tomography (CT) has revolutionized medical practice by providing rapid and accurate diagnostic information. However, since it involves ionizing radiation, it carries certain risks. CT examinations constitute approximately 15–20% of all radiological imaging procedures involving radiation, while they account for nearly 50% of the radiation dose from medical imaging. The number of CT examinations has increased substantially over the years.

Therefore, radiation exposure associated with CT has become an important public health concern.

The stochastic effects of radiation, namely carcinogenic and genetic effects, may occur even at low doses. For this reason, the fundamental principle in radiation protection for both radiation workers and patients is to use the lowest possible radiation dose.

The radiologist should justify every medical exposure, consulting the referring physician when necessary. In other words, the radiologist should demonstrate that the expected benefit of the examination outweighs the potential risk of harm caused by radiation exposure. The radiologist should ensure that the dose delivered to the patient is the lowest level sufficient for diagnosis and should take into account the relevant Diagnostic Reference Levels (DRLs) established for that exposure. Optimized protocols for diagnostic and interventional procedures should be developed together with the medical physicist and the radiology technologist.

#### **Biological Effects of Radiation**

Exposure to ionizing radiation may cause biological effects.

#### **Deterministic effects:**

Radiation exposure at doses far above those used in medical imaging causes cell death. Cataract, skin burns, tissue damage, and organ dysfunction are examples of deterministic effects. These effects occur above a certain threshold, and the severity of damage increases as the dose increases.

**Stochastic effects:**

There is no threshold dose for stochastic effects such as cancer, leukemia, and hereditary diseases. At low doses, the risk is very low. At doses above 100 mSv, the risk increases linearly. However, in radiation protection, the linear non-threshold (LNT) model is used; according to this approach, even low-dose exposure carries a dose-dependent probability of cancer development.

**Dose Calculation in CT**

**Volume CT Dose Index (CTDI<sub>vol</sub>):**

The absorbed dose per unit scan volume in spiral CT.

**Dose Length Product (DLP):**

$$\text{DLP} = \text{CTDI}_{\text{vol}} \text{ (mGy)} \times \text{scan length (cm)}$$

It indicates the absorbed radiation energy and potential biological effect. Its unit is **mGy·cm**.

**Effective dose:**

It indicates the radiation-induced cancer risk and is expressed in **sieverts (Sv)**. It is obtained by multiplying the DLP by a conversion factor calculated according to the radiation sensitivity of tissues.

**Justification in CT Use**

Justification means that the decision to perform an examination is based on a benefit–risk assessment. When evaluating cancer risk, the risk that may result from not performing the CT examination should also be considered.

Every CT examination performed without proper justification unnecessarily increases the probability of cancer in the patient. If the examination is absolutely necessary, it should be performed with the lowest dose that provides sufficient diagnostic image quality, in accordance with the ALARA principle.

**Diagnostic Reference Levels — DRLs**

Diagnostic Reference Levels determine whether the radiation dose delivered to a patient during a radiological imaging procedure is unusually high or unusually low under routine conditions.

DRLs are used for the optimization of imaging protocols.

**Use of Diagnostic Reference Levels in CT**

For a specific examination type and indication, the CTDI<sub>vol</sub> and DLP values of a group of patients who have undergone CT are listed. For example, CTDI<sub>vol</sub> and DLP values may be

collected from 20 patients who underwent brain CT because of headache. The median value of this group is then calculated and compared with national or international DRLs.

If the median value exceeds the DRL, the delivered dose is considered high, and dose optimization is required. If the median value is far below the DRL, image quality should be checked for possible inadequacy.

DRL comparison is not performed for a single individual, because body size varies between patients. Therefore, comparison should be made for a group of patients. In addition, performing this comparison only once is not sufficient; it should be repeated regularly, and optimization should be updated when necessary.

### **Dose Optimization in CT**

Dose optimization is necessary to minimize radiation risk. It involves performing the examination with the **lowest patient dose** while maintaining image quality sufficient to achieve the clinical objective.

Modification of Tube Current (mA) and Tube Current–Exposure Time Product (mAs)

Tube current is expressed as mA.

$\text{mA} \times \text{gantry rotation time} = \text{mAs}$

There is a linear relationship between **mAs** and radiation dose. The mAs determines the number of photons.

If the mAs is reduced by half, the dose is also reduced by half; however, image noise increases.

Lower mAs values should be selected in patients with low body mass index (BMI), when imaging low-attenuation regions such as the thorax, and when object contrast is naturally high, such as lung nodules or renal stones.

### **Modification of Peak Kilovoltage (kVp)**

kVp is the maximum voltage applied to the X-ray tube. Reducing kVp decreases the radiation dose approximately in proportion to the square of the voltage reduction. At low kVp, the photoelectric effect increases and contrast improves. However, this effect is not pronounced in most soft tissues; it is more evident in materials with high atomic numbers, such as calcium and iodine. Since penetration decreases at low kVp, image noise increases and the signal-to-noise ratio decreases. At high kVp, contrast related to the photoelectric effect decreases. However, penetration increases and image noise decreases. Since the reduction in noise is more dominant, the signal-to-noise ratio increases. In contrast-enhanced examinations, such as CT angiography, and in patients with low BMI, low kVp should be preferred. In patients with high BMI, higher kVp values should be used.

### **Modification of Gantry Rotation Time and Table Speed — Pitch Factor**

**Gantry rotation time** is the time required for the X-ray tube to complete a 360-degree rotation. The shorter the rotation time, the lower the mAs and the lower the delivered dose.

Pitch is the ratio of the table movement during one tube rotation to the effective slice thickness. If pitch is high, exposure time and mAs decrease, and radiation dose is reduced; however, image quality may decrease. Especially in pediatric and uncooperative patients, the use of scanners with short rotation times and the selection of high pitch values reduce radiation exposure and decrease motion-related artifacts.

### **Automatic Exposure Control — AEC**

The CT system automatically modifies **mA and/or kV** according to X-ray attenuation. As the tube rotates around the patient, the system selects higher mA or kV values in thicker, high-attenuation body regions and lower values in thinner regions. Thus, patient dose is reduced without compromising image quality. Different manufacturers have various software systems for mA and kV modulation. If metallic objects or similar materials are present on the patient, AEC may increase exposure, resulting in increased patient dose. Therefore, metallic objects such as earrings should be removed before the examination.

### **Use of X-Ray Tube Filters**

Aluminum, copper, and tin filters absorb low-energy X-rays and reduce patient dose.

### **Bow-tie filters:**

Bow-tie filters homogenize the X-ray beam and reduce patient dose by filtering the higher-energy central portion of the beam less and the peripheral portions more.

### **Scan Range and Patient Positioning**

Scanning areas outside the anatomical region of interest should be avoided. Extending the scan range beyond the intended region increases radiation dose.

The patient should be positioned exactly at the center of the scan field, namely at the **isocenter**. If the patient is not centered properly, bow-tie filters cannot be used effectively. In cases of off-centering, thinner peripheral body regions receive higher-intensity X-rays, while thicker central regions receive lower-intensity X-rays. As a result, image noise increases and the patient is unnecessarily exposed to higher radiation.

### **Use of Single-Phase CT Protocols and Dual-Energy CT**

Multiphase examinations should not be performed unless necessary. If they do not provide additional diagnostic information, pre-contrast and post-contrast acquisitions should not be performed. With **dual-energy CT**, virtual non-contrast images can be generated. Thus, the need for a separate non-contrast acquisition may be eliminated.

### **Iterative Reconstruction — IR**

Iterative reconstruction is an advanced image reconstruction algorithm developed through improvements in information processing technology.

Compared with filtered back projection, image noise is significantly reduced with IR. Thus, the contrast-to-noise ratio and image quality are improved. By using IR, the increase in image noise caused by reducing Ma and Kv can be partially compensated, allowing dose reduction.

Examples of iterative reconstruction algorithms include:

- **Siemens:** SAFIRE, ADMIRE
- **GE:** ASIR, Veo
- **Philips:** iDose
- **Toshiba/Canon:** AIDR

### **Artificial Intelligence-Assisted Reconstruction**

In filtered back projection, image noise increases and image quality deteriorates as the dose is reduced. In iterative reconstruction, processing time is relatively long; if dose reduction exceeds 50%, spatial resolution may decrease.

The main goal of deep learning-based reconstruction algorithms is to further reduce patient dose while preserving image quality and shortening reconstruction time.

FDA-approved deep learning-based algorithms, such as **GE Healthcare TrueFidelity** and **Canon Advanced Intelligent Clear-IQ Engine (AiCE)**, are designed to provide high-quality images by reducing noise.

### **New Detector Technology: Photon-Counting Detectors**

A photon-counting detector system measures the energy of each individual photon separately and provides higher spatial resolution and improved contrast-to-noise ratio. Thus, small anatomical structures can be visualized in greater detail and at lower radiation doses.

**Siemens NAEOTOM Alpha** is one of the first commercially available photon-counting CT systems. It uses cadmium telluride detectors that distinguish photons according to their energy levels, thereby improving dose efficiency and spatial resolution.

### **Conclusion**

CT is a method that provides rapid and accurate diagnostic information. However, among imaging modalities, CT is responsible for the highest radiation dose.

Before performing CT, the benefit–risk ratio should be carefully evaluated, and unnecessary CT examinations should be avoided. If CT is absolutely necessary, the examination should be performed with the lowest dose that provides sufficient image quality, in accordance with the ALARA principle.

When CT is performed, the appropriate device and technique should be selected, and optimized protocols should be used.

### **References**

1. International Commission on Radiological Protection. *The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 103. **Ann ICRP**. 2007;37:1–332.
2. Zarb F, Rainford L, McEntee MF. Developing optimized CT scan protocols: phantom measurements of image quality. **Radiography**. 2011;17:109–114.
3. ICRP. ICRP Publication 154: Optimisation of radiological protection in digital radiology techniques for medical imaging. **Ann ICRP**. 2023;52:11–145.
4. Mulkens TH, Bellinck P, Baeyaert M, Ghysen D, Van Dijck X, Mussen E, et al. Use of an automatic exposure control mechanism for dose optimization in multi-detector row CT examinations: clinical evaluation. **Radiology**. 2005;237:213–223.

# YENİ TEKNOLOJİLERİN BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİYE ETKİSİ

*İsmail FINDIKLI*

*Dr. Öğr. Üyesi Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Hizmetleri MYO Tıbbi Hizmetler ve  
Teknikler Bölümü / Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı*

*[ismailfindikliyu@gmail.com](mailto:ismailfindikliyu@gmail.com)*

## ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı bilgisayarlı tomografi (BT) sistemlerinin teknolojik gelişim sürecini literatür taraması ile inceleyerek kullanıcılara ve hastalara sağladığı faydalar açıklanmıştır.

Bilgisayarlı tomografi (BT), tıbbi görüntüleme alanında son yıllarda önemli teknolojik gelişmelere sahne olmuş ve bu gelişmeler görüntü kalitesi, radyasyon dozu, uzaysal çözünürlük ve klinik tanısal doğruluk üzerinde belirgin iyileşmeler sağlamıştır. Çok dedektörlü sistemlerin geliştirilmesi, otomatik doz yönetim teknikleri, gelişmiş görüntü rekonstrüksiyon algoritmaları ve foton sayıcı dedektör teknolojileri modern BT sistemlerinin temel dönüşüm alanlarını oluşturmaktadır. Bu çalışmada, güncel BT teknolojilerindeki başlıca yenilikler ve bu yeniliklerin klinik uygulamalara ve hasta dozlarına etkileri incelenmiştir.

BT sistemlerinde ilk önemli gelişmelerden biri çok dedektörlü BT (Multi Slice CT) sistemlerinin klinik kullanıma girmesi olmuştur. Çok dedektörlü yapılar sayesinde daha kısa tarama süreleri, daha ince kesit kalınlıkları ve daha yüksek hacimsel veri elde edilmesi mümkün hale gelmiştir. Özellikle dual-source BT sistemleri kardiyak görüntüleme gibi yüksek temporal çözünürlük gerektiren incelemelerde önemli avantajlar sağlamıştır. Radyoterapi tedavi cihazları ve dental görüntüleme sistemlerinde ise flat-panel dedektör yapısına sahip cone-beam BT cihazları yaygın olarak kullanılmaktadır.

Radyasyon dozunun azaltılması amacıyla geliştirilen otomatik tüp akımı (mA) modülasyon teknikleri modern BT sistemlerinin vazgeçilmez bir bileşeni haline gelmiştir. Açısal mA modülasyonu, boylamsal mA modülasyonu ve birleşik modülasyon teknikleri sayesinde hastanın anatomik yapısına göre tüp akımı dinamik olarak ayarlanabilmektedir. Bunun yanında EKG kontrollü mA modülasyonu kardiyak BT incelemelerinde özellikle diyastol fazında görüntü kalitesini korurken sistol fazında gereksiz radyasyon maruziyetini azaltmaktadır. Otomatik kVp kontrol sistemleri ise hasta attenüasyon özelliklerine göre optimal tüp voltajını belirleyerek kontrast-gürültü oranını korurken ek doz azaltımı sağlamaktadır.

BT görüntü rekonstrüksiyon teknikleri de önemli bir dönüşüm geçirmiştir. Geleneksel geri projeksiyon yöntemlerinden filtreli geri projeksiyon (FBP) algoritmalarına geçiş ile görüntü bulanıklığı azaltılmıştır. Ancak düşük doz uygulamalarında FBP algoritmalarının gürültüye duyarlı olması nedeniyle iteratif rekonstrüksiyon (IR) teknikleri geliştirilmiştir. İteratif yöntemler, sistem geometrisi ve istatistiksel gürültü modellerini dikkate alarak görüntü gürültüsünü azaltmakta ve düşük doz koşullarında daha yüksek görüntü kalitesi sağlayabilmektedir. Bunun yanında metal artefaktları ve ışın sertleşmesi artefaktlarında da azalma sağlanabilmektedir. Derin öğrenme tabanlı rekonstrüksiyon (DLR) yöntemleri BT’de görüntü oluşturma algoritmalarının geldiği son gelişmedir. DLR modelleri, düşük dozlu BT görüntülerinin; gerçek referans (ground-truth) kabul edilen rutin dozlu (yaklaşık olarak düşük dozun iki ila dört katı) veya yüksek dozlu (yaklaşık dört ila sekiz katı) görüntülerle eşleştirilmesi ile eğitilir. Artefakt içeren veriler düşük artefaktlı görüntülerle eşleştirilerek eğitildiğinde, DLR’nin artefakt azaltma başarısı daha da artar.

Dedektör teknolojilerindeki gelişmeler de BT’nin dönüşümünde önemli rol oynamaktadır. Geleneksel enerji entegre eden dedektörler (Energy Integrating Detector, EID) X-ışını fotonlarının toplam enerjisini ölçerken, foton sayıcı BT (Photon Counting Computed Tomography, PCCT) sistemleri her bir fotonu ayrı ayrı sayabilmekte ve enerji ayrımı yapabilmektedir. PCCT sistemlerinde kullanılan yarı iletken dedektörler sayesinde elektronik gürültü azaltılmakta, daha yüksek geometrik etkinlik sağlanmakta ve çok daha küçük dedektör elemanları kullanılabilir. Bu durum özellikle yüksek uzaysal çözünürlük gerektiren temporal kemik, akciğer nodülü ve koroner arter görüntülemelerinde önemli avantajlar sunmaktadır. PCCT teknolojisinin en önemli katkılarından biri foton enerjilerinin gruplanması sayesinde spektral görüntüleme yapabilmesidir. PCCT, Beam hardening ve calcium blooming artefaktlarında belirgin azalma, Koroner stent değerlendirmelerinde lümen görüntülemesinin iyileşmesi ve küçük damar yapıların daha doğru değerlendirilebildiği gibi birçok önemli katkı sağlamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** BT Teknolojisi, İteratif Rekonstrüksiyon (IR), Derin Öğrenme Rekonstrüksiyon, Foton Sayıcı BT, Spektral BT.

**THE EFFECTS OF NEW TECHNOLOGIES ON COMPUTED  
TOMOGRAPHY  
ABSTRACT**

**Objective:** The aim of this study was to examine the technological development process of computed tomography (CT) systems through a literature review and to explain the benefits provided to users and patients.

Computed tomography (CT) has undergone significant technological advancements in recent years, and these developments have led to substantial improvements in image quality, radiation dose, spatial resolution, and clinical diagnostic accuracy. The development of multi-detector systems, automatic dose management techniques, advanced image reconstruction algorithms, and photon-counting detector (PCCT) technologies constitute the main transformation areas of modern CT systems. In this study, the major innovations in current CT technologies and the effects of these innovations on clinical applications and patient doses were examined.

One of the first major developments in CT systems was the introduction of multi-detector CT (MDCT) systems into clinical practice. Thanks to multi-detector structures, shorter scanning times, thinner slice thicknesses, and higher volumetric data acquisition became possible. In particular, dual-source CT systems have provided significant advantages in examinations requiring high temporal resolution, such as cardiac imaging. In radiotherapy treatment devices and dental imaging systems, cone-beam CT devices with flat-panel detector structures are widely used.

Automatic tube current (mA) modulation techniques developed to reduce radiation dose have become an indispensable component of modern CT systems. Through angular mA modulation, longitudinal mA modulation, and combined modulation techniques, tube current can be dynamically adjusted according to the patient's anatomical structure. In addition, ECG-controlled mA modulation reduces unnecessary radiation exposure during the systolic phase while preserving image quality during the diastolic phase in cardiac CT examinations. Automatic kVp control systems provide additional dose reduction while maintaining the contrast-to-noise ratio by determining the optimal tube voltage according to patient attenuation characteristics.

CT image reconstruction techniques have also undergone a significant transformation. The transition from traditional back projection methods to filtered back projection (FBP) algorithms reduced image blurring. However, because FBP algorithms are sensitive to noise in low-dose applications, iterative reconstruction (IR) techniques were developed. Iterative methods reduce image noise and provide higher image quality under low-dose conditions by taking system geometry and statistical noise models into account. In addition, reductions in metal artifacts and beam-hardening artifacts can also be achieved. Deep learning reconstruction (DLR) methods

represent the latest advancement in CT image reconstruction algorithms. DLR models are trained by matching low-dose CT images with routine-dose images (approximately two to four times the low dose) or high-dose images (approximately four to eight times the low dose), which are accepted as the ground truth. When artifact-containing data are matched with low-artifact images during training, the artifact reduction performance of DLR further improves.

Developments in detector technologies also play an important role in the transformation of CT. While conventional energy-integrating CT (EICT) detectors measure the total energy of X-ray photons, PCCT systems are capable of counting each photon individually and performing energy discrimination. Thanks to the semiconductor detectors used in PCCT systems, electronic noise is reduced, higher geometric efficiency is achieved, and much smaller detector elements can be utilized. This provides significant advantages particularly in temporal bone, pulmonary nodule, and coronary artery imaging, where high spatial resolution is required. One of the most important contributions of PCCT technology is its ability to perform spectral imaging through photon energy binning. PCCT has provided many important advantages, including significant reduction of beam-hardening and calcium blooming artifacts, improved lumen visualization in coronary stent evaluations, and more accurate assessment of small vascular structures.

**Keywords:** CT Technology, Iterative Reconstruction (IR), Deep Learning Reconstruction, Photon-Counting CT, Spectral CT.

## ANATOMİ BİLMEK RADYASYONDAN KORUR MU?

**Gökçe Kaan ATAÇ**

*Doç Dr., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyodiagnostik (Radyoloji)*

*Bilim Dalı, Zonguldak, Türkiye.*

[gokce.atac@beun.edu.tr](mailto:gokce.atac@beun.edu.tr)

### ÖZET

Radyoloji teknolojisi öğrencileri için insan anatomisi ve bununla çok bağlantılı olan fizyoloji bilgisini öğrenmek, mesleki yetkinliğin en temel taşıdır. Bu disiplinler sadece akademik birer zorunluluk değil, radyoloji pratiğinin uygulama dili ve güvenlik çerçevesidir. Radyoloji teknikeri için kapsamlı bir anatomi bilgisi; güvenli ve doğru görüntüleme yapılmasını, hasta bakım standartlarının yükseltilmesini ve klinik karar verme süreçlerinin şekillenmesini sağlar. Teknikerin bir görüntüleme cihazını sadece bir operatör gibi kullanmasının ötesine geçerek, elde edilen görüntünün kalitesini, tanısal yeterliliğini ve hastanın radyasyon güvenliğini yönetebilmesi, güçlü bir anatomik temele de dayandırır.

Hastanın radyasyondan korunmasının IAEA (Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı) ve diğer otoriteler tarafından formüle edilmiş prensipleri, sadece gerektiğinde iyonlaştırıcı radyasyon içeren incelemenin yapılması, bu incelemede tanısal görüntü oluşturmak için yeterli radyasyon dozu kullanılması (optimizasyon) ve yapılan incelemelerin benzer merkezlere yakın ve altında ortanca değerlerinde ışınlama yapılarak gerçekleştirilmesidir. Bu süreç ise, doz belirteçleri üzerinden ve ulusal otoritenin yayınlayacağı “Tanısal Referans Düzeyleri” ile karşılaştırma ile yapılabilir. Teknikerin bu prensiplerin gerçekleştirilmesinde, her aşamada rolü net olarak tarif edilmiştir. Anatomi ve fizyoloji bilgisi ise bu süreçte en önemli desteği olacaktır.

Esas olarak, görüntüleme yaparken, oluşturulacak görüntünün tanısal olması hedeflenmekte, ALARA prensibi anlam olarak tanısal bilgi içerecek görüntünün, buna izin veren en düşük doz ile oluşturulması mantığını anlatmaktadır. Burada asıl vurgulanan, düşük doz değil tanısal görüntüdür. Tanısal olmayan görüntü, sonra yenilenen incelemeler nedeniyle, hasta dozunun artmasına doğrudan katkı verir. Bu nedenle yapılması gereken yaklaşım ise, gerektiğinde dozun artması pahasına doğru parametrelerin seçilmesidir. Örneğin, bir alt ekstremité arterleri BT anjiyografi incelemesinde, dizlerin distaline kontrast maddenin düşük kalp atım hacmi (ejeksiyon fraksiyonu) nedeniyle geç geldiği fark edilebilirse, kruris bölgesinin hemen yeniden taranması, hastaya verilen radyasyonun hafif artması pahasına, doğru tanıya yardım edebilir. Bu durumda

doz artsa da, tekrar inceleme yapmayarak doz ve kontrast tasarrufu sağlanmış olur. Kruris artrelerini, bunların yerleşimlerini, anatomik seyirlerini bilen BT teknikeri, damarların kontrast ile dolununun yeterliliğini, iki kruris arası simetriye ve her bir damarın birbirine göre oluşan çap ve dansitlerden net olarak görebilir.

Anatomi bilgisinin radyasyondan korunmadaki rolünü aşağıdaki başlılarda inceleyebiliriz.

1. **Hastanın görüntüleme sırasında doğru olarak pozisyonlandırılması;** anatomik yüzey işaretçilerini (nirengi noktalarını) bilmek, hastanın ilk seferde doğru pozisyonlandırılmasını sağlar. Bu durum, ilgilenilen/görüntülenen anatomik bölgenin bir bölümünün detektör veya ilgi alanı dışında kalarak görüntünün bu bölümü içermemesi (cut-off) ve hatalı hizalama nedeniyle çekimin tekrarlanmasını önleyebilir. Güncel literatürde, röntgen tekrarlarının %18'inin hatalı pozisyonlandırmadan kaynaklandığı belirtilmektedir. İyi anatomi bilgisi, bu hataları ve dolayısıyla hastanın maruz kaldığı gereksiz ek dozu azaltır. Akciğer grafisinin hastanın yatağında çekildiği incelemelerde, akciğerlerin tamamının inceleme alanına girmesini sağlamak için doğru pozisyonlama esastır.
2. **Etkin Kolimasyon; incelenecek sistem ve/veya organın sınırlarını ve komşuluklarını bilmek,** X-ışını demetinin sadece gerekli alanla sınırlanmasını sağlar. Gereksiz geniş kolimasyon, hedef dışı dokuların radyasyon almasına neden olur. Nefrolithiazis amacıyla kontrastsız taş protokolü BT uygulanan hastada, tarama öncesi çekilen scanogramda, renal konturları seçebilmek tarama alanının küçülmesini sağlar. Benzer şekilde, üriner sistem alanlarının taranması istendiği için taramayı Torakal 11 vertebra korpusu ile simfizis pubis arasında yapmak, pek çok merkezde uygulanan aksine, tarama alanını küçülterek yaklaşık 1/3 daha az radyasyon uygulanmasını sağlayabilir.
3. **Etkin Zırhlama;** gonadlar, tiroid ve meme gibi radyasyona duyarlı organların vücut üzerindeki tam projeksiyonlarını bilmek, kurşun koruyucuların doğru yerleştirilmesini sağlayarak bu organları doğrudan alacakları ekspozurdan korunmalarına yardım edebilir.
4. **Teknik Parametrelerin Doğru Seçimi;** incelenen bölgenin doku yoğunluğunu, kalınlığını ve derinliğini bilmek, yeterli görüntü kalitesini sağlayacak en düşük dozun (kVp ve mAs) seçilmesine yardımcı olur. Vücudun 15 cm den daha ince olan bölümleri

ile pediatrik hastalarda grid/bucky kullanmamanın getirdiği düşük radyasyon ile görüntüleme avantajını da bu çerçeveden değerlendirebiliriz.

5. **Gerçek Zamanlı Gözetim;** işlem sırasında ekranda oluşan görüntüleri anatomik olarak yorumlayabilmek, patolojik veya normal bir görünüm olup olmadığını ayırt edebilmek, kritik bir bulguyu (örn. pnömotoraks) erken fark edip çekimi sonlandırma veya gereksiz ek serileri iptal etme kararı vermeyi sağlar. Benzer bir şekilde surrenal bez bölgesini tanımak, burada kontrastsız incelemede ortaya koyulan nodüler/solid lezyonun surrenal bezden ayrımını yapabilmek, dansitesini ölçerek, 10 HU dan küçük olması durumunda ise dinamik kontrastlı ek incelemelere başlamamak, hastanın daha düşük radyasyon almasına yardım eder. Burada vurgulanan, hastanın tanısal değerlendirilmesinin yapılması değil, radyoloji uzmanı gözetiminin tam olamadığı durumlarda da hastanın en az zarar ile görüntülenebilmesini sağlamaktır.

Radyoloji teknikerinin anatomi ve fizyolojiye hâkimiyeti, onu mekanik olarak görev yapan bir operatörden hasta güvenliği savunucusuna ve tanısal sürecin aktif bir katılımcısına dönüştürür. Anatomi bilgisi, görüntüleme sırasında "nereye bakılacağını" ve "neyin gösterilmesi gerektiğini" bilmeyi sağlayarak, görüntüleme modalitelerinin olanaklarını en verimli ve en güvenli şekilde kullanılmasına yardım eder. Anatomik bilgi eksikliği ise, hastanın risklerini arttırmak yanında tanısal hatalara da yol açabilecek görüntülemeler yapılmasına neden olabilir. Fizyoloji bilgisi, görüntülemenin hastanın hangi yaş ve yaşam evresinde yapılacağını sağlamaya yardım eder. İleri yaşlarda bir hastanın osteoporozdan kaynaklanan kemik dansitesi azalmasını öngörmek, ışınlama parametrelerinin doğru seçilmesine katkı verir. Kalp atım hızı, ejeksiyon fraksiyonu ve hasta vücut kitle indeksine dikkat etmek, kalp BT sinde daha az kontrast madde ve ışınlama yapılmasını sağlayacak protokollerini seçmemizi sağlayabilir.

Sonuç olarak, radyoloji teknolojisi öğrencileri için anatomi ve fizyoloji öğrenmek, sınavları geçmek için yapılan bir ezber değil, ömür boyu sürecek bir mesleki disiplindir. Güçlü bir anatomik temel; çekim tekrarlarını azaltır, tanısal etkinliği artırır, radyasyon güvenliği anlayışını geliştirir ve multidisipliner sağlık ekibi içindeki profesyonel saygınlığı pekiştirir. Modern görüntüleme teknolojilerinin sunduğu "güçlü gözler", ancak teknikerin "bilgili gözleri" ve etik sorumluluk bilinciyle birleştiğinde en yüksek standartta hasta bakımı sağlanabilir.

## KAYNAKLAR

1. Lone, M., Sheikh, A. H., Factor, A., Moore, N., & Javaid, M. A. (2022). Impact of a multimodal anatomy CPD course on intravenous cannulation skills – An Irish radiographers and radiation therapists' perspective. *Eur J Anat*, 26(1), 73-86. DOI: 10.52083/QPAW2060.
2. O'Keeffe, G. W., Davy, S., & Barry, D. S. (2019). Radiologist's views on anatomical knowledge amongst junior doctors and the teaching of anatomy in medical curricula. *Annals of Anatomy*, 223, 70–76. DOI: 10.1016/j.aanat.2019.01.011.
3. Althobaity, M. K., Aldahri, L. S., Saeid Alenezi, H. M., et al. (2024). Radiology Technologists' Pivotal Role in Early Detection and Systematic Escalation of Incidental Critical Findings During Imaging Procedures. DOI: <https://doi.org/10.22399/ijcesen.4739>
4. Whitley, A. S., Jefferson, G., Holmes, K., Sloane, C., Anderson, C., & Hoadley, G. (2015). *Clark's Positioning in Radiography*. 13th Edition. CRC Press. ISBN: 978-1-4441-2235-0.
5. Alamoudi, D., et al. (2025). Assessing knowledge of radiation protection and safety among undergraduate and intern students. *Advances in Medical Education and Practice*, 16, 1151–1158. DOI: 10.2147/AMEP.S521381
6. Yucel-Finn, A., McKiddie, F., Prescott, S., & Griffiths, R. (2024). *Farr's Physics for Medical Imaging*. 3rd Edition. Elsevier. ISBN: 978-0-7020-8364-8.
7. Lim, C. S., Lee, Y. S., Lee, Y. D., & Kim, H. S. (2017). Job competency of radiological technologists. *J Educ Eval Health Prof*, 14, 9. DOI: 10.3352/jeehp.2017.14.9.
8. Alexander, M., Montalbano, M. J., & Loukas, M. (2025). Learning Anatomy With Radiology: A Systematic Review. *Clinical Anatomy*. DOI: 10.1002/ca.70048.
9. Barger, J. B., Resuehr, D., & Edwards, D. N. (2023). Radiology for anatomy educators: Success of an online, 2-day course for radiology training. *Anatomical Sciences Education*, 16(5), 958–968. DOI: 10.1002/ase.2284.

## DOES KNOWLEDGE OF ANATOMY CONTRIBUTE TO RADIATION PROTECTION?

### ABSTRACT

For students of radiology technology, acquiring knowledge of human anatomy and the closely related field of physiology forms the cornerstone of professional competence.

These disciplines are not merely academic requirements, but constitute the practical language and safety framework of radiology practice. For a radiography technician, comprehensive anatomical knowledge ensures safe and accurate imaging, enhances patient care standards, and shapes clinical decision-making processes. Moving beyond merely operating an imaging device as an operator, the technician's ability to manage the quality of the acquired image, its diagnostic adequacy, and the patient's radiation safety is underpinned by a strong anatomical foundation.

The principles for protecting patients from radiation, as formulated by the IAEA (International Atomic Energy Agency) and other authorities, involve conducting examinations involving ionising radiation only when necessary, using a radiation dose sufficient to produce diagnostic images (optimisation), and ensuring that examinations are performed at radiation levels close to or below the median values of similar centres. This process can be assessed by comparing radiation dose metrics with the 'Diagnostic Reference Levels' published by the national authority. The radiographer's role in implementing these principles is clearly defined at every stage. Knowledge of anatomy and physiology will provide the most crucial support in this process.

Essentially, when performing imaging, the aim is to produce a diagnostic image; the ALARA principle, in essence, describes the logic of creating an image containing diagnostic information using the lowest dose that permits this. The primary emphasis here is not on a low dose, but on a diagnostic image. Non-diagnostic images directly contribute to an increase in patient dose due to subsequent repeat examinations. Therefore, the approach that should be adopted is to select the correct parameters, even at the cost of a higher dose when necessary. For example, in a CT angiography examination of the lower extremity arteries, if it is observed that the contrast agent reaches the distal parts of the knees late due to a low cardiac output (ejection fraction), immediately re-scanning the crural region may aid in reaching the correct diagnosis, even at the cost of a slight increase in the radiation dose administered to the patient. In this situation, although the dose increases, avoiding a repeat examination results in savings in both dose and contrast agent. A CT technologist familiar with the crural arteries, their locations and anatomical course can clearly assess the adequacy of contrast filling of the vessels, the symmetry between the two crural arteries, and the diameter and density of each vessel relative to the other.

We can examine the role of anatomical knowledge in radiation protection under the following headings.

1. Correct positioning of the patient during imaging; knowing the anatomical landmarks (landmark points) ensures that the patient is positioned correctly the first time. This can prevent a section of the anatomical region of interest from falling outside the detector or field of view—resulting in that section not being included in the image (cut-off)—and avoid the need to repeat the scan due to misalignment. Current literature indicates that 18% of X-ray repeats are due to incorrect positioning. A good knowledge of anatomy reduces these errors and, consequently, the unnecessary additional dose to which the patient is exposed. In examinations where a chest X-ray is taken with the patient in bed, correct positioning is essential to ensure that the entire lungs are within the field of view.

2. Effective Collimation: Knowing the boundaries and adjacent structures of the system and/or organ being examined ensures that the X-ray beam is confined solely to the necessary area. Unnecessary wide collimation results in radiation exposure to non-target tissues. In a patient undergoing a non-contrast stone protocol CT scan for nephrolithiasis, being able to identify the renal contours on the scanogram taken prior to the scan allows the scanning field to be reduced. Similarly, when scanning the urinary system is required, performing the scan between the 11th thoracic vertebral body and the symphysis pubis—unlike the practice in many centres—can reduce the scan field, thereby reducing radiation exposure by approximately one-third.

3. Effective Shielding; knowing the exact anatomical locations of radiation-sensitive organs such as the gonads, thyroid and breasts on the body can help protect these organs from direct exposure by ensuring lead shields are correctly positioned.

4. Correct Selection of Technical Parameters; knowing the tissue density, thickness and depth of the region being examined helps in selecting the lowest dose (kVp and mAs) that will provide adequate image quality. Within this framework, we can also assess the imaging advantage of reduced radiation exposure achieved by not using a grid/bucky in areas of the body thinner than 15 cm and in paediatric patients.

5. Real-time monitoring: this enables the anatomical interpretation of images appearing on the screen during the procedure, distinguishes between pathological and normal appearances, and allows for the early detection of critical findings (e.g. pneumothorax), thereby facilitating the decision to terminate the scan or cancel unnecessary additional series. Similarly, identifying the adrenal gland region and distinguishing a nodular/solid

lesion revealed in a non-contrast scan from the adrenal gland itself, whilst measuring its density, helps to minimise the patient's radiation exposure by avoiding the initiation of dynamic contrast-enhanced follow-up scans if the density is less than 10 HU. The emphasis here is not on performing the patient's diagnostic assessment, but on ensuring that the patient can be imaged with minimal harm even in situations where the radiologist's supervision is not fully available.

A radiology technologist's mastery of anatomy and physiology transforms them from a mere operator performing mechanical tasks into a champion of patient safety and an active participant in the diagnostic process. Knowledge of anatomy enables them to know 'where to look' and 'what needs to be shown' during imaging, thereby helping to utilise imaging modalities in the most efficient and safest manner. A lack of anatomical knowledge, however, can lead to imaging procedures that not only increase the patient's risks but may also result in diagnostic errors. Knowledge of physiology helps determine at what age and life stage the imaging should be performed. Anticipating reduced bone density due to osteoporosis in an elderly patient contributes to the correct selection of radiation parameters. Paying attention to heart rate, ejection fraction and the patient's body mass index can help us select protocols that require less contrast agent and radiation in cardiac CT scans.

In conclusion, for students of radiological technology, learning anatomy and physiology is not merely rote learning for passing exams, but a lifelong professional discipline. A strong foundation in anatomy reduces the need for repeat scans, enhances diagnostic effectiveness, improves understanding of radiation safety, and reinforces professional standing within the multidisciplinary healthcare team. The 'sharp eyes' offered by modern imaging technologies can only deliver the highest standard of patient care when combined with the technologist's 'knowledgeable eyes' and a sense of ethical responsibility.

## References

1. Lone, M., Sheikh, A. H., Factor, A., Moore, N., & Javaid, M. A. (2022). Impact of a multimodal anatomy CPD course on intravenous cannulation skills – An Irish radiographers and radiation therapists' perspective. *Eur J Anat*, 26(1), 73-86. DOI: 10.52083/QPAW2060.
2. O'Keeffe, G. W., Davy, S., & Barry, D. S. (2019). Radiologist's views on anatomical knowledge amongst junior doctors and the teaching of anatomy in medical curricula. *Annals of Anatomy*, 223, 70–76. DOI: 10.1016/j.aanat.2019.01.011.

3. Althobaity, M. K., Aldhahri, L. S., Saeid Alenezi, H. M., et al. (2024). Radiology Technologists' Pivotal Role in Early Detection and Systematic Escalation of Incidental Critical Findings During Imaging Procedures. DOI: <https://doi.org/10.22399/ijcesen.4739>
4. Whitley, A. S., Jefferson, G., Holmes, K., Sloane, C., Anderson, C., & Hoadley, G. (2015). *Clark's Positioning in Radiography*. 13th Edition. CRC Press. ISBN: 978-1-4441-2235-0.
5. Alamoudi, D., et al. (2025). Assessing knowledge of radiation protection and safety among undergraduate and intern students. *Advances in Medical Education and Practice*, 16, 1151–1158. DOI: 10.2147/AMEP.S521381
6. Yucel-Finn, A., McKiddie, F., Prescott, S., & Griffiths, R. (2024). *Farr's Physics for Medical Imaging*. 3rd Edition. Elsevier. ISBN: 978-0-7020-8364-8.
7. Lim, C. S., Lee, Y. S., Lee, Y. D., & Kim, H. S. (2017). Job competency of radiological technologists. *J Educ Eval Health Prof*, 14, 9. DOI: 10.3352/jeehp.2017.14.9.
8. Alexander, M., Montalbano, M. J., & Loukas, M. (2025). Learning Anatomy With Radiology: A Systematic Review. *Clinical Anatomy*. DOI: 10.1002/ca.70048.
9. Barger, J. B., Resuehr, D., & Edwards, D. N. (2023). Radiology for anatomy educators: Success of an online, 2-day course for radiology training. *Anatomical Sciences Education*, 16(5), 958–968. DOI: 10.1002/ase.2284.

# ANATOMİNİN RADYOLOJİK GÖRÜNÜMÜ, NE? NEDEN? NASIL?

*Gürdoğan AYDIN*

*Öğr. Gör. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu*

*[gur.aydin@hotmail.com](mailto:gur.aydin@hotmail.com)*

## ÖZET

Anatomi, tıp eğitiminin ve klinik uygulamanın temel taşıdır; ancak geleneksel kadavra diseksiyonu tek başına modern tıbbın ihtiyaçlarını karşılamakta yetersiz kalabilmektedir. Radyolojik anatomi, anatomik yapıların invaziv olmayan yöntemlerle canlı doku üzerinde görüntülenmesi olarak tanımlanabilir. Günümüzde radyolojik görüntüleme teknikleri, karmaşık anatomik yapıların üç boyutlu ve dinamik bir biçimde incelenmesine olanak tanıyarak, inceleyenlerin uzamsal ilişkileri kavramasını ve klinik becerilerini geliştirmesini sağlamaktadır.

Radyolojik görüntüleme teknikleri, anatomik yapıları farklı fiziksel prensiplerle ortaya koyar:

**Radyografi:** Dokuların yoğunluk farklarına dayanır; özellikle kemik yapılar ve akciğer parankimi gibi yüksek kontrastlı bölgelerin incelenmesinde temel yöntemdir. Radyografik görüntünün kalitesini ve tanısal değerini belirleyen dört temel fiziksel özellik bulunmaktadır: Dansite, Kontrast, Uzaysal Çözünürlük ve Distorsiyon.

**Dansite,** bir radyografik görüntüdeki genel kararma miktarını veya dijital sinyal yoğunluğunu ifade eder. Doz parametreleri ile doğrudan ilişkilidir. Yetersiz dansite görüntünün çok soluk olmasına, aşırı dansite ise görüntünün çok karanlık (doygun) olmasına neden olarak anatomik detayların kaybolmasına yol açar.

**Kontrast,** görüntü üzerindeki farklı bölgeler arasındaki optik yoğunluk farkıdır. Dokuların birbirinden ayırt edilmesini sağlar. **Subje Kontrastı:** İncelenen dokunun atom numarası, fiziksel yoğunluğu ve kalınlığına bağlıdır. Örneğin, kemik ve hava arasındaki yoğunluk farkı yüksek bir subje kontrastı oluşturur. **Görüntü Kontrastı:** Radyasyon enerjisi (kVp), saçılan radyasyon miktarı ve kullanılan görüntüleme sisteminin (film veya dijital dedektör) duyarlılığı ile belirlenir. **Uzaysal çözünürlük:** Birbirine çok yakın iki yapının ayrı ayrı seçilebilme yeteneğidir ve genellikle milimetredeki çizgi çifti sayısı (lp/mm) ile ölçülür. Odak noktası (focal spot) boyutu, hasta hareketi ve görüntüleme sistemindeki gürültü (noise) keskinliği doğrudan etkiler.

**Distorsiyon:** Görüntülenen nesnenin gerçek boyutu veya şeklinden sapmasıdır. **Boyut Distorsiyonu:** Nesnenin filmden uzaklığı (object-to-film distance) arttıkça veya tüpün filme uzaklığı azaldıkça görüntü büyür. **Şekil Distorsiyonu:** X-ışını tüpü, nesne ve film arasındaki

yanlış hizalanma sonucu oluşur ve anatomik yapının olduğundan farklı (eğri veya uzamış) görünmesine neden olur.

İdeal bir radyogramda amaç, mümkün olan en yüksek detayı sağlamak, doku farklılıklarını ayırt edecek optimal kontrastı yakalamak, tanıyı zorlaştırmayacak uygun dansiteye ulaşmak ve distorsiyonu minimuma indirmektir. Radyografik görüntüde anatomik yapılar değerlendirilirken oluşturulmuş olan görüntünün ideal bir görüntü olup olmadığı önem taşımaktadır. Tıbbi Görüntüleme Teknikerleri tanısal doğruluk için radyografik görüntü oluşturma süreçlerini iyi bilmeli ve doğru yönetebilmelidir.

**Bilgisayarlı Tomografi:** Kesitsel görüntüleme avantajı sunar. Kemik anomalileri, kanamalar ve tümörlerin saptanmasında üstün performans sergiler. BT cihazı içinde bulunan X-ışını tüpü ve karşısındaki dedektör dizisi, hasta etrafında 360 derecelik bir açıyla hızla döner. Bu dönüş sırasında vücuttan geçen X-ışınları, dokuların yoğunluğuna göre belirli oranlarda zayıflar (atenuasyon). Modern cihazlarda kullanılan helikal (spiral) tarama yöntemi sayesinde, X-ışını kaynağı dönerken hasta masası da hareket eder ve bu sayede vücut hacimsel olarak, boşluk kalmadan taranır. Dedektörlerden gelen ham veriler, karmaşık matematiksel algoritmalar kullanılarak işlenir.

BT görüntüsünün en belirgin özelliği, üst üste binen doku gölgelerinin ortadan kaldırılması ve yüksek kontrast çözünürlüğüdür. Hounsfield Ünitesi: Dokuların yoğunlukları standart bir ölçekle ifade edilir. Su 0 HU, hava -1000 HU ve yoğun kemik dokusu +400 ile +3000 HU arasında değerler alır. Bu ölçek, radyoloğun doku türünü (yağ, sıvı, kanama gibi) kesin olarak tanımlamasını sağlar. Pencereleme: İnsan gözü binlerce gri tonunu ayırt edemez. Bu nedenle, sadece incelenmek istenen doku grubuna (örneğin sadece akciğer parankimi veya sadece kemik) odaklanan belirli HU aralıkları gri skalaya haritalanır. Görüntü çekildikten sonra sadece aksiyel (enine) değil, koronal (önden) veya sagittal (yandan) kesitler de oluşturulabilir.

BT, doku yoğunluklarını matematiksel bir kesinlikle ölçerek vücudun iç yapısını üç boyutlu ve yüksek çözünürlüklü bir haritaya dönüştürür. Tıbbi Görüntüleme Teknikerleri tanısal doğruluk için Tomografik görüntü oluşturma süreçlerini iyi bilmeli ve doğru yönetebilmelidir.

**Manyetik Rezonans Görüntüleme:** Yumuşak doku çözünürlüğü en yüksek yöntemdir. Radyasyon içermez ve vücuttaki hidrojen protonlarının 1.5 Tesla gibi güçlü manyetik alanlardaki davranışlarını kullanarak detaylı anatomik haritalar çıkarır. Vücuttaki su ve yağ moleküllerinde bulunan hidrojen protonları, manyetik alanla aynı hizaya gelir. Radyofrekans pulsuları gönderildiğinde bu protonlar uyarılır ve puls kesildiğinde eski hallerine dönerken (relaksasyon) bir sinyal yayarlar. Görüntü "dansite" değil, "sinyal yoğunluğu" (intensity) üzerinden yorumlanır.

Yüksek sinyal veren yapılar beyaz (hiperintens), düşük sinyal verenler ise siyah (hipointens) görünür.

MRG'nin en büyük avantajı, dokuların manyetik geri dönüş sürelerinin (relaksasyon zamanları) birbirinden farklı olmasıdır. Bu sayede anatomik yapılar doku karakterine göre ayırt edilir:

**T1 Ağırlıklı Görüntüler:** Anatomik detayların en iyi izlendiği sekanslardır. Yağ dokusu çok parlak (beyaz) görünür. Su ve beyin omurilik sıvısı koyu renkli görünür. Organ sınırlarını ve anatomik planları belirlemek için idealdir.

**T2 Ağırlıklı Görüntüler:** Patolojileri ve sıvı artışını saptamak için kullanılır. Su ve BOS çok parlak (beyaz) görünür. Yağ dokusu T1'e göre daha sönük kalır. Özellikle ödem, iltihap veya kist gibi sıvı içeren yapıların anatomik komşuluklarını belirlemede üstündür.

**Proton Dansite ağırlıklı görüntüleme:** Doku kontrastının T1 veya T2 relaksasyon etkilerinden arındırılarak, doğrudan dokudaki birim hacim başına düşen mobil hidrojen protonu sayısına dayandırıldığı bir yöntemdir. PD görüntüleri, dokuların su ve yağ içeriğini "saf" halleriyle haritalandırmayı hedefler.

**Sinyal Yoğunluğu:** Mobil hidrojen protonu sayısı azaldıkça (saf sudan yağa ve katı dokulara doğru) sinyal şiddeti de azalır.

**Ayırt Edici Özellikler:** Beyin dokusunda, yerel ve küresel değişimleri betimlemek, yaşlanma ve patolojileri karakterize etmek için su hacim fraksiyonunu (water volume fraction) haritalandırır.

Anatomik yapıların MRG'deki ayırt edici özellikleri şöyledir: Kemik: Kortikal kemik (sert dış tabaka) çok az hidrojen içerdiği için her iki sekansta da sinyalsiz, yani siyah görünür. Ancak kemik iliği yağ içerdiği için T1'de parlak izlenir. Hava: Akciğerler veya sinüslerdeki hava proton içermediği için görüntüde siyah boşluklar olarak belirir. Yumuşak Dokular: Kaslar orta düzeyde gri sinyal verirken; ligamentler, tendonlar ve menisküsler (yoğun kollajen yapıları nedeniyle) genellikle siyah (düşük sinyal) görünerek çevre dokulardan net bir şekilde ayrılırlar. Damarlar: Hızlı akan kan, "flow void" denilen bir etkiyle sinyal vermez ve damarlar siyah görünür; bu da kontrast madde kullanmadan bile büyük damar anatomisinin seçilmesini sağlar.

MRG, dokuların su ve yağ içeriğine bağlı olan manyetik sinyallerini kullanarak, hiçbir görüntüleme yönteminin ulaşamadığı detayda bir yumuşak doku haritası sunar.

MR'da uygulanan farklı sekanslar sonsuz doku kontrastı oluşturmaya olanak tanır. Anatomik yapıların değerlendirilmesinde görüntünün oluşturulduğu sekansa göre anatomik yapılar yüksek sinyal veya düşük sinyali izlenir.

Anatomik yapıların radyolojik görünümü değerlendirilirken görüntünün elde edildiği modalite ve uygulanan teknik parametreler ile görüntüleme özellikleri önemlidir. Anatomik yapıların doğru tanımlanması ve patolojilerin tespiti için radyolojik görüntüleme yöntemlerinde görüntü

oluşturma süreçlerini yöneten tıbbi görüntüleme tekniklerinin neyi, neden, nasıl yapmaları gerektiği ve neyi, neden, nasıl gösterebilecekleri konusunda donanımlı olmaları gerekmektedir.

### **Kaynakça:**

1. Iqbal, S., N. Qureshi, A., Li, J., & Mahmood, T. (2023). On the analyses of medical images using traditional machine learning techniques and convolutional neural networks. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 30(5), 3173-3233.
2. Cobo, M., Fontecha, D. C., Silva, W., & Iglesias, L. L. (2025). Physical foundations for trustworthy medical imaging: a review for artificial intelligence researchers. *arXiv preprint arXiv:2505.02843*.
3. Delgado, P. A. G., Díaz, F. I. C., España, D. C. N., & Del Saltó, V. N. M. (2022). Imagenología médica y anatomía radiológica. *RECIMUNDO*, 6(4), 557-565.
4. Bardeen, C. R. (1927). The use of radiology in teaching anatomy. *Radiology*, 8(5), 384-386.
5. Akhter, Y., Singh, R., & Vatsa, M. (2023). AI-based radiodiagnosis using chest X-rays: A review. *Frontiers in big data*, 6, 1120989.
6. Gelal, M. F. (2025). Optimizasyonun Temelleri. *Türk Radyoloji Seminerleri*. DOI: 10.4274/trs.2025.24178
7. Kaya, T. (1997). Temel Radyoloji Fiziği. *İstanbul: Güneş & Nobel Tıp Yayın Evleri*.
8. Dadalı, Y. (2022). Radyografi teknikleri, Dünya Tıp Kitabevi. Ankara
9. Maier, A., Steidl, S., Christlein, V., & Hornegger, J. (Eds.). (2018). Medical imaging systems: An introductory guide.

## **RADIOLOGICAL APPEARANCE OF ANATOMY: WHAT? WHY?**

### **HOW?**

### **ABSTRACT**

Anatomy is the cornerstone of medical education and clinical practice; however, traditional cadaver dissection alone may be insufficient to meet the needs of modern medicine. Radiological anatomy can be defined as the visualization of anatomical structures in living tissue using non-invasive methods. Today, radiological imaging techniques allow complex anatomical structures to be examined in a three-dimensional and dynamic manner, enabling observers to understand spatial relationships and improve their clinical skills.

Radiological imaging techniques demonstrate anatomical structures through different physical principles.

## Radiography

Radiography is based on differences in tissue density and is a fundamental method, particularly for the examination of high-contrast regions such as bony structures and lung parenchyma. Four main physical properties determine the quality and diagnostic value of a radiographic image: density, contrast, spatial resolution, and distortion.

Density refers to the overall degree of blackening in a radiographic image or the digital signal intensity. It is directly related to exposure parameters. Insufficient density causes the image to appear too pale, whereas excessive density causes the image to appear too dark or saturated, resulting in the loss of anatomical details.

Contrast is the difference in optical density between different regions on the image. It allows tissues to be distinguished from one another.

Subject contrast depends on the atomic number, physical density, and thickness of the tissue being examined. For example, the density difference between bone and air creates high subject contrast.

Image contrast is determined by radiation energy, namely kVp, the amount of scattered radiation, and the sensitivity of the imaging system, whether film-based or digital detector-based.

Spatial resolution is the ability to distinguish two structures that are very close to each other and is usually measured as the number of line pairs per millimeter, or lp/mm. Focal spot size, patient motion, and noise in the imaging system directly affect image sharpness.

Distortion is the deviation of the imaged object from its true size or shape.

Size distortion occurs when the object-to-film distance increases or when the tube-to-film distance decreases, resulting in image magnification.

Shape distortion occurs due to misalignment between the X-ray tube, the object, and the film, causing the anatomical structure to appear different from its actual form, such as curved or elongated.

In an ideal radiograph, the aim is to achieve the highest possible detail, obtain optimal contrast sufficient to distinguish tissue differences, reach an appropriate density that does not complicate diagnosis, and minimize distortion. When evaluating anatomical structures on a radiographic image, it is important to determine whether the produced image is an ideal image. Medical imaging technologists should have a good understanding of radiographic image formation processes and should be able to manage them correctly for diagnostic accuracy.

**Computed Tomography:** Computed tomography provides the advantage of cross-sectional imaging. It demonstrates superior performance in detecting bone abnormalities, hemorrhage, and tumors. The X-ray tube inside the CT scanner and the detector array opposite it rotate rapidly

around the patient through 360 degrees. During this rotation, X-rays passing through the body are attenuated at different rates depending on tissue density.

With the helical, or spiral, scanning method used in modern scanners, the patient table moves while the X-ray source rotates. In this way, the body is scanned volumetrically without gaps. Raw data obtained from the detectors are processed using complex mathematical algorithms.

The most distinctive feature of CT imaging is the elimination of superimposed tissue shadows and its high contrast resolution.

**Hounsfield Unit:** Tissue densities are expressed using a standardized scale. Water is assigned a value of 0 HU, air -1000 HU, and dense cortical bone ranges between approximately +400 and +3000 HU. This scale enables the radiologist to define tissue types, such as fat, fluid, or hemorrhage, with greater precision.

**Windowing:** The human eye cannot distinguish thousands of shades of gray. Therefore, specific HU ranges focused on the tissue group of interest, such as lung parenchyma or bone, are mapped onto the grayscale. After image acquisition, not only axial, or transverse, sections but also coronal, or frontal, and sagittal, or lateral, sections can be reconstructed.

CT transforms the internal structure of the body into a three-dimensional, high-resolution map by measuring tissue densities with mathematical precision. Medical imaging technologists should have a good understanding of tomographic image formation processes and should be able to manage them correctly for diagnostic accuracy.

### **Magnetic Resonance Imaging**

Magnetic resonance imaging is the modality with the highest soft tissue resolution. It does not involve ionizing radiation and creates detailed anatomical maps by using the behavior of hydrogen protons in the body under strong magnetic fields, such as 1.5 Tesla.

Hydrogen protons found in water and fat molecules in the body align with the magnetic field. When radiofrequency pulses are applied, these protons are excited, and when the pulse is terminated, they emit a signal while returning to their previous state, a process known as relaxation.

The image is interpreted not according to “density” but according to signal intensity. Structures with high signal appear white, or hyperintense, whereas structures with low signal appear black, or hypointense.

The greatest advantage of MRI is that tissues have different magnetic recovery times, known as relaxation times. This allows anatomical structures to be distinguished according to tissue characteristics.

**T1-Weighted Images:** T1-weighted images are the sequences in which anatomical details are best visualized. Fat tissue appears very bright, or white. Water and cerebrospinal fluid appear dark. These images are ideal for identifying organ boundaries and anatomical planes.

**T2-Weighted Images:** T2-weighted images are used to detect pathology and increased fluid content. Water and cerebrospinal fluid appear very bright, or white. Fat tissue appears less bright compared with T1-weighted images. T2-weighted imaging is particularly useful for determining the anatomical relationships of fluid-containing structures such as edema, inflammation, or cysts.

#### Proton Density-Weighted Imaging

Proton density-weighted imaging is a technique in which tissue contrast is minimized from T1 and T2 relaxation effects and is based directly on the number of mobile hydrogen protons per unit volume in the tissue. Proton density images aim to map the water and fat content of tissues in a more “pure” form.

**Signal intensity:** As the number of mobile hydrogen protons decreases, from pure water toward fat and solid tissues, signal intensity also decreases.

**Distinguishing features:** In brain tissue, proton density imaging maps the water volume fraction to describe local and global changes and to characterize aging and pathological processes.

#### **Distinguishing MRI Features of Anatomical Structures**

**Bone:** Cortical bone, the hard outer layer, contains very little hydrogen and therefore appears signal-free, or black, on both T1- and T2-weighted sequences. However, bone marrow contains fat and therefore appears bright on T1-weighted images.

**Air:** Air in the lungs or paranasal sinuses contains no protons and therefore appears as black voids on the image.

**Soft tissues:** Muscles show intermediate gray signal intensity. Ligaments, tendons, and menisci generally appear black, or low-signal, due to their dense collagen structure and can be clearly distinguished from surrounding tissues.

**Vessels:** Fast-flowing blood may produce no signal due to the effect known as flow void, causing vessels to appear black. This enables visualization of major vascular anatomy even without contrast administration.

MRI provides a soft tissue map with a level of detail unmatched by other imaging methods by using magnetic signals related to the water and fat content of tissues.

Different MRI sequences allow the creation of a wide range of tissue contrasts. In the evaluation of anatomical structures, these structures may appear with high or low signal intensity depending on the sequence used to generate the image.

When evaluating the radiological appearance of anatomical structures, the imaging modality, technical parameters, and imaging characteristics are of great importance. For the accurate identification of anatomical structures and detection of pathologies, medical imaging technologists who manage the image formation processes in radiological imaging methods must be well equipped regarding what they should do, why they should do it, how they should do it, and what they can demonstrate, why, and how.

## References

- Iqbal, S., Qureshi, A. N., Li, J., & Mahmood, T. (2023). On the analyses of medical images using traditional machine learning techniques and convolutional neural networks. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 30(5), 3173–3233.
- Cobo, M., Fontecha, D. C., Silva, W., & Iglesias, L. L. (2025). Physical foundations for trustworthy medical imaging: A review for artificial intelligence researchers. *arXiv preprint arXiv:2505.02843*.
- Delgado, P. A. G., Díaz, F. I. C., España, D. C. N., & Del Saltó, V. N. M. (2022). Imagenología médica y anatomía radiológica. *RECIMUNDO*, 6(4), 557–565.
- Bardeen, C. R. (1927). The use of radiology in teaching anatomy. *Radiology*, 8(5), 384–386.
- Akhter, Y., Singh, R., & Vatsa, M. (2023). AI-based radiodiagnosis using chest X-rays: A review. *Frontiers in Big Data*, 6, 1120989.
- Gelal, M. F. (2025). Optimizasyonun Temelleri. *Türk Radyoloji Seminerleri*. DOI: 10.4274/trs.2025.24178
- Kaya, T. (1997). *Temel Radyoloji Fiziği*. İstanbul: Güneş & Nobel Tıp Yayın Evleri.
- Dadalı, Y. (2022). *Radyografi Teknikleri*. Ankara: Dünya Tıp Kitabevi.
- Maier, A., Steidl, S., Christlein, V., & Hornegger, J. (Eds.). (2018). *Medical Imaging Systems: An Introductory Guide*.

**BÖLÜM II**  
**SÖZLÜ BİLDİRİ ÖZETLERİ**

# **DIŞ HEKİMLİĞİNDE RADYASYONDAN KORUNMA: HASTA SEÇİMİ VE RADYASYONA MARUZ KALMANIN SINIRLANDIRILMASINA YÖNELİK GÜNCEL YAKLAŞIMLAR**

*Aydan AÇIKGÖZ*

*Prof. Dr., Kapadokya Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, AĞız, Diş ve Çene Radyolojisi*

*Anabilim Dalı, Nevşehir, Türkiye.*

*[aydan.acikgoz@kapadokya.edu.tr](mailto:aydan.acikgoz@kapadokya.edu.tr)*

## **ÖZET**

Diş hekimliğinde radyolojik görüntüleme; hastalıkların tanı ve takip aşamalarında anamnez ve klinik muayeneye yardımcı olarak kullanılan vazgeçilmez bir muayene yöntemidir. İlk diş görüntüsü 1896 yılında elde edilmiş ve günümüze kadar yöntem ve cihazların modernizasyonu ile birlikte dental radyograflar giderek artan bir şekilde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Dental radyolojik incelemelerde iyonize radyasyon dozu düşük olmakla birlikte tüm tıbbi radyolojik uygulamaların üçte birini diőhekimliği alanındaki uygulamalar oluşturmaktadır. Dental diagnostik doz oranları eşik dozunun altında olması nedeniyle biyolojik dokularda deterministik etkilere neden olmamakla birlikte kanser gelişimi gibi eşik dozu belli olmayan stokastik etkilere neden olabilmektedir. Son yıllarda düşük doz radyasyona bağlı kanser gelişim riskini belirleyen “Radyasyon riski için doğrusal eşiksiz doz modeli [LNT] “ geliştirilmiştir ve bu modele göre sıfırın üzerindeki radyasyon dozlarında ilave ölümcül kanser ve/veya kalıtsal bozukluk riskinin dozla doğru orantılı olarak arttığını kabul edilmektedir. Radyasyondan korunmaya yönelik tavsiyelerde bulunan uluslararası düzeydeki kuruluşlar diş hekimliğinde radyolojik uygulamalarda gereksiz X-ışınlarına maruziyetten kaçınmak ve radyolojik incelemelerde minimum dozla maksimum yararın elde edilebilmesi için hekimleri bilgilendirici ve periyodik olarak güncellenen rehberler oluşturmuşlardır. Radyasyon dozunu azaltmada; gerekçelendirme, etkinlik ve doz sınırlandırması kurallarına uyulmalıdır. Film alımına her hastaya göre bireysel olarak karar verilmelidir. Sonuç olarak, diş hekimliğinde radyasyon güvenliği; doğru hasta seçimi, uygun teknik uygulamalar ve koruyucu önlemlerle sağlanabilir. Bu yaklaşım, tanısal etkinliği korurken radyasyon risklerini en aza indirmeyi hedefler.

**Anahtar Kelimeler:** Dental radyoloji, radyasyondan korunma, hasta seçim kriterleri, optimizasyon.

**RADIATION PROTECTION IN DENTISTRY: CURRENT  
APPROACHES TO PATIENT SELECTION AND LIMITATION OF  
RADIATION EXPOSURE  
ABSTRACT**

Radiological imaging in dentistry is an indispensable examination method used as an adjunct to patient history and clinical examination in the diagnosis and follow-up of diseases. The first dental image was obtained in 1896, and since then, with the modernization of techniques and equipment, dental radiographs have become increasingly widespread.

Although the ionizing radiation dose in dental radiological examinations is low, dental applications constitute approximately one-third of all medical radiological procedures. Since diagnostic doses in dental radiology are below the threshold dose, they do not cause deterministic effects in biological tissues; however, they may lead to stochastic effects, such as cancer development, for which no threshold dose has been clearly defined.

In recent years, the linear no-threshold model for radiation risk (LNT) has been developed to estimate the risk of cancer development associated with low-dose radiation exposure. According to this model, radiation doses above zero are assumed to increase the risk of additional fatal cancer and/or hereditary disorders in direct proportion to dose.

International organizations that provide recommendations on radiation protection have prepared periodically updated guidelines to inform dentists about avoiding unnecessary exposure to X-rays in dental radiological practices and achieving maximum diagnostic benefit with minimum radiation dose. To reduce radiation dose, the principles of justification, optimization, and dose limitation should be followed. The decision to obtain radiographic images should be made individually for each patient.

In conclusion, radiation safety in dentistry can be achieved through appropriate patient selection, proper technical procedures, and protective measures. This approach aims to minimize radiation risks while preserving diagnostic efficacy.

**Keywords:** Dental radiology, radiation protection, patient selection criteria, optimization.

## RÖNTGEN CİHAZLARI KALİTE KONTROL TESTLERİ İÇİN ÇOK FONKSİYONLU YERLİ TEST FANTOMU TASARIMI

*Ayça KORKMAZ , Serkan ÇİZMECİOĞULLARI , Gürdoğan AYDIN*

Öğrenci, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Kırşehir,  
Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Kırşehir,  
Türkiye

Öğr. Gör. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Kırşehir,  
Türkiye

[aycakorkmaz1907@gmail.com](mailto:aycakorkmaz1907@gmail.com), [serkan.cizmeciogullari@ahievran.edu.tr](mailto:serkan.cizmeciogullari@ahievran.edu.tr),  
[gur.aydin@hotmail.com](mailto:gur.aydin@hotmail.com)

### ÖZET

Röntgen görüntüleme radyasyon güvenliği ve görüntü kalitesinin sürdürülebilirliği, büyük ölçüde yüksek maliyetli ithal ekipmanlar ve dış kaynaklı teknik servislerle yürütülen kalite ve kontrol süreçlerine dayanmaktadır. Bu durum, sağlık kurumlarında ciddi bir ekonomik yük oluşturmanın yanı sıra, denetim süreçlerinde dışa bağımlılığa ve zaman zaman teknik aksamalara yol açmaktadır. Bu çalışmanın temel amacı; ALARA (As Low As Reasonably Achievable: Makul Olarak Gerçekleştirilebilecek Ölçüde Düşük) prensibi çerçevesinde radyasyon dozunu optimize eden, biyomedikal birimlerin kurum içi denetim yetkinliğini artıran ve ithal muadillerine kıyasla düşük maliyet avantajı sunan çok fonksiyonlu, yerli bir röntgen cihazı fantomu geliştirmektir. Çalışma, radyolojik tetkiklerde radyasyon dozunu minimize ederek görüntü kalitesini uluslararası standartlarda tutmayı ve yerli imkanlarla sürdürülebilir bir kalite kontrol metodolojisi oluşturmayı hedeflemektedir. Geliştirilen bütünleşik sistemde kullanılan temel bileşenler şunlardır:

PMMA (Pleksiglas) Taban Plakası, Alüminyum Kontrast Bloklar (Dinamik Aralık), Bakır Uzaysal Çözünürlük Seti, Bakır Kolimasyon Çerçevesi ve Işın Dikliği Modülü (Alüminyum/Çelik kombinasyonu)

Tasarlanan yerli fantom; kontrast çözünürlük, uzaysal çözünürlük, kolimasyon ve ışın dikliği testlerini tek bir çekim karesinde birleştirmeyi başarmıştır. Geleneksel yöntemlerden farklı ekipmanlarla ayrı ayrı yapılan testlerin tek bir platformda toplanması, ölçüm hassasiyetini korurken operasyonel süreyi ve maliyeti minimize etmiştir.

Yerli imkanlarla üretilen bu çok fonksiyonlu fantom, hastane bünyesinde sürdürülebilir bir teknik denetim mekanizması sunmaktadır. Tek bir pozlama ile kapsamlı raporlama sağlayan bu çözüm, hem radyasyon güvenliğini optimize etmekte hem de klinik görüntü kalitesini uluslararası standartlarda tutarak ekonomik kazanç sağlamaktadır. Geliştirilen fantom üniversite hastanesi bünyesindeki radyoloji biriminde röntgen cihazlarının kalite kontrol testlerinde kullanılmıştır. Yapılan testler sonucunda cihazların görüntü kaliteleri değerlendirilebilmiştir. Söz konusu fantomun gerek fonksiyonellik gerekse de maliyet özellikleri hesaba katıldığında radyolojik görüntüleme birimlerinde ve eğitim amaçlı olarak üniversitelerin laboratuvarlarında kullanılabilme potansiyeli olduğu ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Kalite Kontrol, Röntgen Fantomu, Kolimasyon, Uzaysal Rezolüsyon, Kontrast Rezolüsyon

**DESIGN OF A MULTIFUNCTIONAL INDIGENOUSLY TEST  
PHANTOM FOR QUALITY CONTROL TESTS OF X-RAY DEVICES  
ABSTRACT**

In diagnostic radiology, radiation safety and the sustainability of image quality in X-ray imaging largely depend on quality, and control processes carried out with high-cost imported equipment and externally sourced technical services. This situation not only creates a significant economic burden for healthcare institutions but also leads to dependence on external providers during inspection processes and, at times, technical problems.

The primary aim of this study is to develop a multifunctional, locally produced X-ray device phantom and analysis system that optimizes radiation dose within the framework of the ALARA (As Low As Reasonably Achievable) principle, enhances the in-house inspection capabilities of biomedical units, and offers a cost advantage compared to imported equivalents.

The study aims to minimize radiation dose and reduce the margin of error in radiological examinations while maintaining clinical diagnostic image quality at international standards, and to establish a sustainable quality control methodology using local resources. The main components used in the developed integrated system are as follows:

PMMA (Plexiglass) for Base Plate, Aluminum Contrast Blocks for Dynamic Range, Copper Spatial Resolution Set, Copper Collimation Frames and Beam Perpendicularity Module (Aluminum/Steel Combination)

The designed local phantom successfully integrates contrast resolution, spatial resolution, collimation accuracy, and beam perpendicularity tests within a single exposure frame. Unlike traditional methods, where these tests are conducted separately using different equipment, combining them on a single platform preserves measurement accuracy while minimizing operational time and cost.

This multifunctional phantom, produced using local resources, provides a sustainable technical inspection mechanism within hospitals. By enabling comprehensive reporting with a single exposure, this solution optimizes radiation safety while maintaining clinical diagnostic image quality at international standards, thereby also offering economic benefits. The developed phantom was used in the quality control tests of X-ray devices in the radiology department of the university hospital. As a result of the tests conducted, the image quality of the devices could be evaluated. Considering both its functional capabilities and cost advantages, the phantom demonstrates significant potential for use in radiological imaging units as well as in university laboratories for educational purposes.

**Keywords:** Quality Control, X-ray Phantom, Collimation, Spatial Resolution, Contrast Resolution

# RADYOTERAPİ PLANLAMASINDA KULLANILAN 4B BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİDE TORAKS TANISAL REFERANS DOZ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

*Tuğcan KÜÇÜK, Ayşegül YURT, Esra KORKMAZ KIRAKLI*

*Dr. Suat Seren Göğüs Hastalıkları ve Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İzmir, Türkiye  
Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Medikal Fizik Ana Bilim Dalı, İzmir, Türkiye  
[tugcanceven@gmail.com](mailto:tugcanceven@gmail.com)*

## ÖZET

**Giriş ve Amaç:** Radyoterapi planlama sürecinde hedef hacmin ve kritik organların doğru tanımlanması ile solunum hareketinin yönetimi için toraks bölgesine uygulanan 4B bilgisayarlı tomografi (4B BT) çekimleri klinik açıdan büyük öneme sahiptir. Ancak bu teknoloji, hastaların tedavi süreci boyunca aldığı kümülatif radyasyon dozunun artmasına neden olabilmektedir. Bu çalışmanın amacı, kurumumuzda radyoterapi planlaması için kullanılan 4B BT protokollerinde toraks tanisal referans doz düzeylerini (DRL) ve yerel referans seviyelerini (LDRL) belirlemektir.

**Materyal ve Metot:** Çalışmamız kapsamında, toraks bölgesi için 4B BT çekimi yapılan 53 hastanın doz verileri retrospektif olarak analiz edilmiştir. Doz değerlendirmesi için Hacimsel Bilgisayarlı Tomografi Doz İndeksi (CTDIvol), Doz Uzunluk Çarpımı (DLP) ve Etkin Doz değerleri incelenmiştir. SPSS 27 yazılımı kullanılarak yapılan istatistiksel çalışma sonucunda ortalama ve %75'lik dilimdeki doz değerleri belirlenmiştir.

**Bulgular:** Kurumumuzda elde edilen 75. persentil doz değerleri, CTDIvol için 29,00 mGy ve DLP için 1254 mGy.cm olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar uluslararası standartlarla karşılaştırıldığında; kurumumuzun verilerinin Japonya (86 mGy; 2416 mGy.cm), Almanya (65 mGy; 2100 mGy.cm) ve Birleşik Krallık (63 mGy; 1750 mGy.cm) referans değerlerinin yaklaşık %30-45 oranında altında kaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca, hastalarımızın etkin doz ortalaması  $15,2 \pm 3,4$  mSv olarak saptanmış olup, bu değer Almanya referans değerine ( $23 \pm 9$  mSv) kıyasla istatistiksel açıdan anlamlı düzeyde düşük olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,001$ ).

**Sonuç:** Elde edilen düşük doz seviyeleri, kliniğimizde kullanılan ileri rekonstrüksiyon algoritmalarının ve otomatik tüp akımı modülasyonu sistemlerinin etkinliğinin bir kanıtıdır. Bu optimizasyon çalışmasında DRL ve LDRL'erin belirlenmesi 4B BT hasta dozlarının kontrolünde kritik önem taşımaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** 4B Bilgisayarlı Tomografi, Radyoterapi Planlaması, Tanısal Referans Düzeyleri (DRL), Toraks, Doz Optimizasyonu, Bilgisayarlı Tomografi Doz İndeksi (CTDIvol).

**DETERMINATION OF THORACIC DIAGNOSTIC REFERENCE  
DOSE LEVELS IN 4D COMPUTED TOMOGRAPHY USED FOR  
RADIOTHERAPY PLANNING  
ABSTRACT**

**Introduction and Objective:** 4D computed tomography (4D CT) scans applied to the thoracic region for the accurate definition of the target volume and critical organs, as well as the management of respiratory motion during the radiotherapy planning process, are of great clinical importance. However, this technology can cause an increase in the cumulative radiation dose received by patients throughout their treatment process. The aim of this study is to determine the thoracic diagnostic reference levels (DRLs) and local diagnostic reference levels (LDRLs) in 4D CT protocols used for radiotherapy planning in our institution.

**Material and Method:** Within the scope of our study, the dose data of 53 patients who underwent 4D CT scans for the thoracic region were analyzed retrospectively. For dose evaluation, Volumetric Computed Tomography Dose Index (CTDIvol), Dose-Length Product (DLP), and Effective Dose values were examined. As a result of the statistical analysis performed using SPSS 27 software, the mean and 75th percentile dose values were determined.

**Results:** The 75th percentile dose values obtained in our institution were calculated as 29.00 mGy for CTDIvol and 1254 mGy.cm for DLP. When these results were compared with international standards, it was determined that our institution's data remained approximately 30-45% below the reference values of Japan (86 mGy; 2416 mGy.cm), Germany (65 mGy; 2100 mGy.cm), and the United Kingdom (63 mGy; 1750 mGy.cm). Furthermore, the mean effective dose of our patients was found to be  $15.2 \pm 3.4$  mSv, and it was determined that this value was statistically significantly lower compared to the German reference value ( $23 \pm 9$  mSv) ( $p < 0.001$ ).

**Conclusion:** The obtained low dose levels are proof of the effectiveness of the advanced reconstruction algorithms and automatic tube current modulation systems used in our clinic. The determination of DRLs and LDRLs in this optimization study is of critical importance in the control of 4D CT patient doses.

**Keywords:** 4D Computed Tomography (4D CT), Radiotherapy Planning, Diagnostic Reference Levels (DRLs), Thorax, Dose Optimization, Volume Computed Tomography Dose Index (CTDIvol)

# MONOENERJİK DUAL ENERJİ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜLERİNDE HOUNSFIELD ÜNİT–ELEKTRON DENSİTE EĞRİLERİNİN ENERJİYE BAĞIMLI DEĞİŞİMİ

*Elif ÖNAL, Türkey TOKLU*

*Dr. Öğr. Üyesi, SBÜ Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyasyon  
Onkolojisi, Ankara, Türkiye*

*Dr. Öğr. Üyesi, Yeditepe Üniversitesi, Medikal Fizik, İstanbul, Türkiye*

[elifonal@gmail.com](mailto:elifonal@gmail.com)

## ÖZET

Dual Enerjili Bilgisayarlı Tomografi (DEBT), farklı enerji seviyelerinde elde edilen veriler sayesinde doku karakterizasyonu ve kantitatif analizlerde önemli avantajlar sunmaktadır. Özellikle monoenerjik görüntü rekonstrüksiyonları, BT sayısı (Hounsfield Unit, HU) ile electron densitesi (ED) arasındaki ilişkinin enerjiye bağlı değişimini incelemek için etkili bir yöntemdir. Bu ilişki, radyoterapi planlamasında kullanılan HU-ED kalibrasyon eğrilerinin doğruluğu açısından kritik öneme sahiptir (Schneider ve ark., 1996; Landry ve ark., 2013).

Bu çalışmada görüntüler, Yeditepe Üniversitesi Koşuyolu Hastanesi Radyoloji Bölümü'nde bulunan hızlı anahtarlama teknolojisine sahip GE Revolution BT cihazı ile elde edilmiştir. 80kVp ve 140kVp tüp gerilimlerinde dual enerji modunda elde edilen veriler, sistem algoritmaları kullanılarak 70keV, 90keV, 100keV, 130keV ve 140keV monoenerjik görüntülere dönüştürülmüştür.

BT-ED eğrilerinin oluşturulması amacıyla Cheese fantom içerisine yerleştirilmiş 10 farklı doku eşdeğeri materyal kullanılmıştır. Bu materyaller; akciğer, yağ, su, kas ve kemik benzeri geniş bir elektron yoğunluğu aralığını temsil etmektedir. Her bir materyal için farklı monoenerji seviyelerinde HU değerleri ölçülmüş ve karşılık gelen ED değerleri ile eşleştirilerek enerjiye özgü HU-ED kalibrasyon eğrileri elde edilmiştir.

Elde edilen grafikler incelendiğinde, düşük enerji seviyelerinde (özellikle 70keV) materyaller arasındaki HU farklarının arttığı ve kontrastın belirgin şekilde yükseldiği gözlenmiştir. Buna karşın, yüksek enerji seviyelerinde (130–140keV) HU değerlerinin daha stabil olduğu ve eğrilerin daha lineer bir karakter sergilediği görülmüştür. Ayrıca yüksek enerjilerde ışın sertleşmesi (beam hardening) etkilerinin azaldığı ve bu durumun kalibrasyon eğrilerinde sapmayı azalttığı dikkat çekmiştir. (Goodsitt ve ark., 2017).

Sonuç olarak, DEBT tabanlı monoenerjik görüntüler kullanılarak elde edilen HU-ED eğrilerinin enerjiye bağımlı olarak değiştiği gösterilmiştir. Bu bulgular, radyoterapi doz hesaplamalarında

enerjiye özgü kalibrasyon eğrilerinin kullanılmasının doğruluğu artırabileceğini ve özellikle heterojen dokular içeren klinik durumlarda daha güvenilir sonuçlar sağlayabileceğini ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Dual Enerji Bilgisayarlı Tomografi, Monoenerji, Hounsfield Unit, Elektron Densitesi

**ENERGY-DEPENDENT VARIATION OF HOUNSFIELD UNIT–  
ELECTRON DENSITY CURVES IN MONOENERGETIC DUAL-  
ENERGY COMPUTED TOMOGRAPHY IMAGES**

**ABSTRACT**

Dual-Energy Computed Tomography (DECT) offers significant advantages in tissue characterization and quantitative analysis by providing data acquired at different energy levels. In particular, monoenergetic image reconstructions are an effective method for investigating the energy-dependent relationship between CT numbers (Hounsfield Units, HU) and electron density (ED). This relationship is critical for the accuracy of HU-ED calibration curves used in radiotherapy treatment planning (Schneider et al., 1996; Landry et al., 2013).

In this study, images were acquired using a GE Revolution CT scanner equipped with fast kVp switching technology at Yeditepe University Koşuyolu Hospital, Department of Radiology. Data obtained in dual-energy mode at 80kVp and 140kVp were reconstructed into monoenergetic images at 70, 90, 100, 130, and 140keV using system algorithms.

To generate HU-ED curves, 10 different tissue-equivalent materials placed within a Cheese phantom were used. These materials represented a wide range of electron densities, including lung, fat, water, muscle, and bone equivalents. For each material, HU values were measured at different monoenergetic levels and matched with corresponding ED values to obtain energy-specific HU-ED calibration curves.

The results demonstrated that at lower energy levels (particularly 70keV), the HU differences between materials increased and image contrast was significantly enhanced. In contrast, at higher energy levels (130–140keV), HU values became more stable and the curves exhibited a more linear behavior. Additionally, beam hardening effects were reduced at higher energies, resulting in decreased deviations in the calibration curves (Goodsitt et al., 2017).

In conclusion, this study shows that HU-ED calibration curves derived from DECT-based monoenergetic images are energy dependent. These findings suggest that the use of energy-

specific calibration curves may improve the accuracy of radiotherapy dose calculations and provide more reliable results, particularly in clinical cases involving heterogeneous tissues.

**Keywords:** Dual-energy computed tomography, Monoenergy, Hounsfield units, Electron density

## BİR VAKIF ÜNİVERSİTESİNDE ÇALIŞAN KADINLARIN MEME KANSERİ BİLGİ DÜZEYLERİ VE MEME SAĞLIĞI UYGULAMALARI

*Özge KOVAN, Erkin ARIBAL*

*Öğr. Gör., Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,*

*Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Bölümü*

*Prof. Dr., Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı*

*[ozge.kovan@acibadem.edu.tr](mailto:ozge.kovan@acibadem.edu.tr)*

### ÖZET

**Amaç:** Bu çalışma, kadınların meme kanseri farkındalığı, erken tanı ve tarama davranışları ile sağlık kontrolleri ve yaşam tarzı alışkanlıklarının değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

**Gereç-Yöntem:** Bu çalışma tanımlayıcı kesitsel tipte planlanmış ve toplam 145 kadının katılımıyla yürütülmüştür. Veriler, sosyo-demografik özellikler, kanser farkındalığı, tarama davranışları ve yaşam tarzı alışkanlıklarını içeren anket formu aracılığıyla toplanmıştır. Sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile değerlendirilmiş, veriler tanımlayıcı istatistikler ile analiz edilmiştir. İstatistiksel anlamlılık düzeyi 0,05 olarak kabul edilmiştir.

**Bulgular:** Katılımcıların yüzde 44,1'i 39 yaş ve altında olup, grubun büyük çoğunluğu genç ve orta erişkinlik dönemindedir. Eğitim düzeyi yüksek olup katılımcıların yüzde 49,7'si lisansüstü eğitim almıştır. Katılımcıların yüzde 62,1'inin ailesinde kanser öyküsü bulunmaktadır. Meme kanseri farkındalığı yüksek bulunmuş; katılımcıların yüzde 96,6'sı hastalığı daha önce duyduğunu belirtmiş, yüzde 66,9'u genetik geçiş gösterdiğini ifade etmiştir. Katılımcıların yüzde 89,0'ı kanserin çok faktörlü yapıda olduğunu doğru şekilde tanımlamıştır. Katılımcıların yüzde 87,5'i daha önce meme kanseri ve erken tanı hakkında bilgi aldığını, yüzde 55,9'u bilgiyi birden fazla kaynaktan edindiğini belirtmiştir. Bununla birlikte yüzde 70,3'ü daha fazla bilgi almak istediğini ifade etmiştir. Erken tanı konusunda farkındalık yüksek olmasına rağmen katılımcıların yüzde 35,2'sinin hiç mamografi veya ultrason yaptırmadığı belirlenmiştir. Katılımcıların yüzde 71,0'ı mamografinin yılda bir yapılması gerektiğini doğru şekilde ifade etmiştir. Katılımcıların yüzde 65,5'inin düzenli olarak kendi kendine meme muayenesi yaptığı, yüzde 66,9'unun ise daha önce klinik meme muayenesi olduğu saptanmıştır. Sağlık davranışları açısından değerlendirildiğinde, katılımcıların yüzde 74,5'inin son iki yıl içinde genel sağlık kontrolü yaptırdığı, yüzde 57,2'sinin düzenli jinekolojik muayeneye gittiği ve yüzde 61,4'ünün egzersiz alışkanlığı olduğu belirlenmiştir.

**Sonuç:** Kadınlarda meme kanseri farkındalığı yüksek olmasına rağmen, erken tanı uygulamalarının istenilen düzeyde olmadığı görülmektedir. Bu durum, bilgi ile davranış arasındaki uyumsuzluğu göstermektedir. Tarama programlarına katılımın artırılması için hedefe yönelik eğitimlerin planlanması ve sağlık profesyonellerinin bu süreçte daha aktif rol alması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Meme kanseri, farkındalık, erken tanı, mamografi, kadın sağlığı

**BREAST CANCER KNOWLEDGE LEVELS AND BREAST  
HEALTH PRACTICES AMONG WOMEN WORKING AT A  
FOUNDATION UNIVERSITY  
ABSTRACT**

**Objective:** This study aimed to evaluate women's awareness of breast cancer, their early detection and screening behaviors, as well as their health check-up practices and lifestyle habits.

**Materials and Methods:** This descriptive cross-sectional study was conducted with the participation of 145 women. Data were collected using a structured questionnaire that included socio-demographic characteristics, cancer awareness, screening behaviors, and lifestyle habits. The normality of continuous variables was assessed using the Shapiro–Wilk test, and the data were analyzed using descriptive statistics. Statistical significance was set at  $p < 0.05$ .

**Results:** Among the participants, 44.1% were aged 39 years or younger, indicating that the majority were in young and middle adulthood. The educational level was high, with 49.7% holding a postgraduate degree. A family history of cancer was reported by 62.1% of the participants. Breast cancer awareness was found to be high; 96.6% reported having previously heard of the disease, while 66.9% indicated that it has a genetic component. Furthermore, 89.0% correctly identified cancer as a multifactorial disease. A total of 87.5% of participants reported having received prior information about breast cancer and early detection, and 55.9% obtained this information from multiple sources. However, 70.3% expressed a need for additional information. Despite the high level of awareness regarding early detection, 35.2% of participants had never undergone mammography or breast ultrasound. Additionally, 71.0% correctly stated that mammography should be performed annually. It was determined that 65.5% of participants performed regular breast self-examinations, while 66.9% had previously undergone clinical breast examinations. In terms of health behaviors, 74.5% had undergone a general health check-up within the past two years, 57.2% attended regular gynecological examinations, and 61.4% reported engaging in regular physical activity.

**Conclusion:** Although awareness of breast cancer among women is high, early detection practices remain suboptimal. This finding highlights a gap between knowledge and behavior. Targeted educational interventions should be developed to increase participation in screening programs, and healthcare professionals should take a more active role in promoting early detection practices.

**Keywords:** Breast cancer, awareness, early detection, mammography, women's health

# TIBBİ GÖRÜNTÜLEME TEKNİKERİ ADAYLARININ YAPAY ZEKA TEKNOLOJİLERİNE YÖNELİK TUTUMLARI VE MESLEKİ GELECEK KAYGILARI

*Elifsu KAYA, Şenöz Aybuke DÖNMEZ, Sevim MAKTELE*

*Öğrenci, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı, Kapadokya Üniversitesi, Nevşehir, Türkiye*

## ÖZET

**Amaç:** Bu araştırma, tıbbi görüntüleme öğrencilerinin radyoloji alanındaki yapay zeka (YZ) uygulamalarına yönelik farkındalıklarını, bu teknolojilerin mesleki geleceklerine etkilerine dair algılarını ve eğitim müfredatındaki yeterlilik düzeyini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışma, 213 tıbbi görüntüleme öğrencisinin katılımıyla tanımlayıcı tipte gerçekleştirilmiştir. Veriler, 5'li Likert tipi ölçek içeren dijital anket formuyla toplanmıştır. Katılımcıların YZ'nin işlevselliği, mesleki ikame riski ve eğitim gereksinimleri hakkındaki görüşleri frekans ve yüzde analizleri ile değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** Katılımcıların %66,6'sı YZ'nin radyoloji alanında bir devrim yaratacağına inanmaktadır. "YZ teknolojilerinin gelecekte teknikerlerin yerini alacağından korkuyorum" ifadesine katılanların oranı %39,9 iken, kararsız kalanların oranı %26,7 gibi yüksek bir seviyededir. Öğrencilerin %61,9'u YZ'nin iş yükünü azaltarak tıbbi hata payını düşüreceğini düşünmektedir. Mevcut müfredatlarında YZ ile ilgili yeterli ders olduğunu düşünenlerin oranı yalnızca %27,2'de kalmıştır. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%42,7) müfredatı yetersiz bulmaktadır. Katılımcıların %67,1'i bir teknikerin YZ çıktılarını denetleyecek donanıma sahip olması gerektiğini savunurken, %49,3'ü bu süreçte ek yazılım/kodlama eğitimi alması gerektiğini belirtmiştir.

**Sonuç:** Tıbbi görüntüleme öğrencileri yapay zekayı mesleki verimliliği artıracak bir fırsat olarak görmekle birlikte, mesleklerini kaybetme konusunda ciddi bir belirsizlik ve kaygı yaşamaktadır. En çarpıcı sonuç, öğrencilerin teknolojik dönüşüme hazır hissetmemeleri ve eğitim müfredatını bu konuda yetersiz görmeleridir. Radyoloji teknikerliği eğitimine "Yapay Zeka ve Dijital İş Akışları" gibi derslerin entegre edilmesi, öğrencilerin gelecek kaygısını azaltacak ve onları yeni nesil çalışma ortamına hazırlayacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Yapay Zeka, Radyoloji Teknikeri, Sağlık Eğitimi, Gelecek Kaygısı, Dijital Dönüşüm

**ATTITUDES OF MEDICAL IMAGING TECHNICIAN  
CANDIDATES TOWARD ARTIFICIAL INTELLIGENCE  
TECHNOLOGIES AND THEIR PROFESSIONAL FUTURE  
ANXIETY  
ABSTRACT**

**Objective:** This study was conducted to determine medical imaging students' awareness of artificial intelligence (AI) applications in radiology, their perceptions regarding the impact of these technologies on their professional future, and the adequacy of the educational curriculum in this field.

**Materials and Methods:** The study was designed as a descriptive research involving 213 medical imaging students. Data were collected using a digital questionnaire consisting of a 5-point Likert-type scale. Participants' opinions regarding the functionality of AI, the risk of professional replacement, and educational requirements were evaluated through frequency and percentage analyses.

**Results:** Of the participants, 66.6% believed that AI would create a revolution in the field of radiology. While 39.9% agreed with the statement, "I am afraid that AI technologies will replace technicians in the future," a notably high proportion (26.7%) remained undecided. Furthermore, 61.9% of the students thought that AI would reduce workload and decrease the rate of medical errors. Only 27.2% considered their current curriculum sufficient in terms of AI-related courses, whereas the majority of participants (42.7%) found the curriculum inadequate. In addition, 67.1% stated that a medical imaging technician should possess sufficient competence to supervise AI-generated outputs, and 49.3% reported that additional software/coding training would be necessary during this process.

**Conclusion:** Although medical imaging students perceive artificial intelligence as an opportunity to improve professional efficiency, they also experience considerable uncertainty and anxiety regarding the potential loss of their profession. The most striking finding is that students do not feel adequately prepared for this technological transformation and consider the current curriculum insufficient in this regard. Integrating courses such as "Artificial Intelligence and Digital Workflows" into medical imaging education may reduce students' future anxiety and better prepare them for next-generation working environments.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Radiology Technician, Health Education, Future Anxiety, Digital Transformation

# RADYOLOJİ TEKNİKERLERİNİN POZİSYONLANDIRMA HATALARININ GÖRÜNTÜ KALİTESİNE ETKİSİ: RETROSPEKTİF ANALİZ

*Hilal DÜZGÖR ve Süreyya NUR*

*Öğrenci, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,  
Hatay, Antakya.*

*Dr. Öğr. Üyesi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay Sağlık Hizmetleri Meslek  
Yüksekokulu, Hatay, Antakya.*

*[hilalduzgor@gmail.com](mailto:hilalduzgor@gmail.com), [sureyyanur@mku.edu.tr](mailto:sureyyanur@mku.edu.tr)*

## ÖZET

Radyolojik görüntüleme süreçlerinde görüntü kalitesi, doğru tanı ve etkin tedavi planlaması açısından temel belirleyicilerden biridir. Bu çalışmanın amacı, radyoloji teknikerlerinin pozisyonlandırma hatalarının görüntü kalitesi üzerindeki etkilerini güncel literatür ışığında sistematik biçimde değerlendirmektir. Çalışma, 2024–2026 yılları arasında yayımlanan araştırmaların incelendiği bir literatür derlemesi niteliğindedir.

Elde edilen bulgular, pozisyonlandırma hatalarının radyolojik görüntüleme en yaygın teknik hata türlerinden biri olduğunu ve görüntü kalitesini doğrudan olumsuz etkilediğini göstermektedir. Yanlış merkezleme, rotasyon, yetersiz kolimasyon ve hasta hareketine bağlı artefaktlar; anatomik yapıların süperpozisyonuna yol açarak patolojik bulguların maskelenmesine neden olmakta ve görüntülerin tanısal değerini düşürmektedir. İncelenen çalışmalarda tekrar çekim oranlarının önemli bir bölümünün pozisyonlandırma hatalarından kaynaklandığı, bazı çalışmalarda bu oranın %48.9'a ulaştığı belirlenmiştir. Ayrıca hata sayısındaki artışın görüntü kabul edilebilirliğini belirgin düzeyde azalttığı rapor edilmiştir.

Literatür, tekniker deneyimi ve eğitim düzeyinin hata oranları üzerinde belirleyici olduğunu ortaya koyarken, hasta eğitiminin de pozisyonlandırma doğruluğunu artırmada önemli bir faktör olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra yapay zeka destekli pozisyonlama sistemleri, otomatik hasta hizalama teknolojileri ve gerçek zamanlı kalite kontrol uygulamaları, hata oranlarının azaltılmasında umut vadeden yenilikler olarak öne çıkmaktadır.

Sonuç olarak, pozisyonlandırma hatalarının azaltılması; görüntü kalitesinin iyileştirilmesi, hasta güvenliğinin artırılması ve gereksiz radyasyon maruziyetinin önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir. Bu doğrultuda sürekli mesleki eğitim, standart protokollerin etkin uygulanması ve teknolojik çözümlerin klinik entegrasyonu önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Radyolojik görüntü kalitesi, Pozisyonlandırma hataları, Radyoloji teknikerleri, Tekrar çekim oranı

## **THE EFFECT OF RADIOLOGY TECHNICIANS' POSITIONING ERRORS ON IMAGE QUALITY: A RETROSPECTIVE ANALYSIS**

### **ABSTRACT**

Image quality in radiological imaging is a fundamental determinant of accurate diagnosis and effective treatment planning. The aim of this study is to systematically evaluate the impact of positioning errors made by radiology technologists on image quality in light of current literature. This study is designed as a literature review examining research published between 2024 and 2026.

The findings indicate that positioning errors are among the most common technical errors in radiological imaging and have a direct negative impact on image quality. Errors such as improper centering, rotation, inadequate collimation, and motion artifacts lead to the superposition of anatomical structures, potentially masking pathological findings and reducing the diagnostic value of images. The reviewed studies demonstrate that a significant proportion of repeat imaging is attributable to positioning errors, with some studies reporting rates as high as 48.9%. Furthermore, an increase in the number of errors has been shown to substantially decrease image acceptability.

The literature highlights that technologist experience and level of training are key determinants of error rates, while patient education also plays a significant role in improving positioning accuracy. In addition, recent advancements such as artificial intelligence–assisted positioning systems, automated patient alignment technologies, and real-time quality control applications have shown promising potential in reducing error rates.

In conclusion, minimizing positioning errors is critical for improving image quality, enhancing patient safety, and reducing unnecessary radiation exposure. Accordingly, the implementation of continuous professional education, adherence to standardized protocols, and integration of technological innovations into clinical practice are strongly recommended.

**Keywords:** Radiological image quality, Positioning errors, Radiology technicians, Repeat rate

# TIBBİ GÖRÜNTÜLERDE SEGMENTASYON DOĞRULUĞUNUN DOZ HESAPLAMALARINA ETKİSİ: KALİTE VE OPTİMİZASYON AÇISINDAN BİR DEĞERLENDİRME

*Özlem MARANCI YILDIRIM*

*Dr. Öğr. Üyesi, Altınbaş Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı, İstanbul, Türkiye.*

[ozlem.yildirim1@altinbas.edu.tr](mailto:ozlem.yildirim1@altinbas.edu.tr)

## ÖZET

Tıbbi görüntüleme segmentasyon, tanı ve tedavi planlama süreçlerinde kritik bir rol oynamaktadır. Segmentasyon doğruluğu, özellikle radyasyon temelli tedavi uygulamalarında hacim hesaplamalarını ve buna bağlı olarak doz tahminlerini doğrudan etkilemektedir. Bu çalışmada, farklı segmentasyon yöntemlerinin hacim hesaplamaları ve buna bağlı doz tahminleri üzerindeki etkisi karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Çalışmada LITS (Liver Tumor Segmentation) veri setinden seçilen 10 hastaya ait kontrastlı bilgisayarlı tomografi görüntüleri kullanılmıştır. Klinik bir örnek olarak karaciğer tümörleri ve Y-90 radyoembolizasyon tedavi yaklaşımı dikkate alınmıştır. Referans segmentasyonlara ek olarak morfolojik genişletme (dilation), morfolojik daraltma (erosion), ROI tabanlı eşikleme (threshold) ve ROI tabanlı K-means segmentasyon yöntemleri uygulanmıştır. Her bir yöntem için organ ve tümör hacimleri hesaplanmış, voxel boyutları dikkate alınarak toplam hacimler belirlenmiştir. Hacim değişimlerinin doz üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla basitleştirilmiş doz hesaplama yaklaşımı kullanılmış ve referans segmentasyona göre yüzdesel doz değişimleri hesaplanmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, segmentasyon yöntemleri arasında belirgin farklılıklar gözlenmiştir. Morfolojik genişletme yöntemi ortalama %6.70 doz azalmasına neden olurken, morfolojik daraltma yöntemi %8.02 doz artışı göstermiştir. ROI tabanlı eşikleme yöntemi %37.51 oranında doz artışına yol açmıştır. ROI tabanlı K-means yöntemi ise %67.06 oranında doz azalmasına neden olmuş, bu durum yöntemin parametre ve veri dağılımına yüksek duyarlılığını ortaya koymuştur.

Region growing ve watershed tabanlı segmentasyon yöntemleri de denenmiş ancak parametre seçimlerine yüksek duyarlılık göstermeleri nedeniyle kararlı sonuçlar elde edilememiştir. Bu nedenle söz konusu yöntemler ana sonuç tablosuna dahil edilmemiş ve ileri optimizasyon gerektiren yöntemler olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmanın ileri aşamasında, hasta-spesifik voxel fantomlar oluşturularak Monte Carlo (MCNP) tabanlı doz hesaplama altyapısı kurulmuştur. Bu kapsamda seçilen hastalar için üç boyutlu voxel modeller hazırlanmış ve F6 tally yapısı doğrulanmıştır. Voxel tabanlı geometri tanımlarının optimize edilmesine yönelik çalışmalar devam etmektedir.

Sonuç olarak, segmentasyon doğruluğu tıbbi görüntüleme tabanlı doz hesaplamalarında kritik bir faktördür. Segmentasyon kaynaklı hacim değişimlerinin doz tahminlerinde anlamlı sapmalara yol açabileceği görülmüştür. Bu nedenle klinik uygulamalarda segmentasyon doğruluğunun artırılması ve doz hesaplama süreçlerinin optimize edilmesi, hasta güvenliği ve tedavi kalitesi açısından büyük önem taşımaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Segmentasyon doğruluğu, Doz hesaplama, Tıbbi görüntüleme, Radyasyon optimizasyonu, Hasta güvenliği, Radyoembolizasyon

## **IMPACT OF SEGMENTATION ACCURACY ON DOSE ESTIMATION IN MEDICAL IMAGING: AN EVALUATION IN TERMS OF QUALITY AND OPTIMIZATION**

### **ABSTRACT**

Segmentation plays a critical role in medical imaging, directly affecting both diagnostic interpretation and treatment planning processes. Segmentation accuracy, particularly in radiation-based treatment applications, directly influences volume estimation and consequently dose calculations. In this study, the impact of different segmentation methods on volume estimation and associated dose calculations was comparatively investigated.

Contrast-enhanced computed tomography images of 10 patients selected from the LITS (Liver Tumor Segmentation) dataset were used. As a clinical example, liver tumors and Y-90 radioembolization treatment approach were considered. In addition to the reference segmentation, morphological dilation, morphological erosion, ROI-based thresholding, and ROI-based K-means segmentation methods were applied. For each method, organ and tumor volumes were calculated by considering voxel dimensions, and total volumes were determined accordingly. To evaluate the effect of volume variations on dose estimation, a simplified relative dose calculation approach was used, and percentage dose changes were calculated with respect to the reference segmentation.

The results demonstrated significant differences between segmentation methods. Morphological dilation resulted in an average dose decrease of 6.70%, while morphological erosion led to an increase of 8.02%. ROI-based thresholding caused a 37.51% increase in dose, whereas ROI-based K-means resulted in a 67.06% decrease, indicating its high sensitivity to parameter selection and intensity distribution.

Region growing and watershed-based segmentation methods were also evaluated; however, due to their high sensitivity to parameter selection, stable results could not be achieved. Therefore, these methods were excluded from the main analysis and considered as approaches requiring further optimization.

In the advanced stage of the study, patient-specific voxel phantoms were generated, and a Monte Carlo (MCNP)-based dose calculation framework was established. The F6 tally structure was successfully validated, while optimization of voxel-based geometry definitions is ongoing.

In conclusion, segmentation accuracy is a critical factor in image-based dose estimation. Segmentation-induced volume variations may lead to significant deviations in dose estimation. Therefore, improving segmentation reliability and optimizing dose calculation processes are essential for ensuring patient safety and treatment quality.

**Keywords:** Segmentation accuracy, Dose estimation, Medical imaging, Radiation optimization, Patient safety, Radioembolization

# ACIL SERVİS RADYOLOJİSİNDE OTOMATİK DERİN ÖĞRENME TABANLI TRİYAJ VE KIRIK TESPİT SİSTEMİ: RETROSPEKTİF BİR ÇALIŞMA

*Yaşar Burak ÇAPRAZ*

*Öğrenci, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı, Kapadokya Üniversitesi, Nevşehir, Türkiye*

*yasarburakcapraz@gmail.com*

## ÖZET

Yapısal kemik bütünlüğünün bozulduğu travma vakalarında, acil servislerde çekilen radyografilerin hızlı ve hatasız değerlendirilmesi triyaj sürecinin merkezinde yer almaktadır. Özellikle nöbet saatlerinde artan hasta yükü, tanısal gecikmelere ve klinik hatalara zemin hazırlayabilmektedir. Bu çalışma, acil travma vakalarında çekilen direkt radyografilerde kırık tespiti yaparak radyoloji teknikerlerine ve hekimlere otonom bir karar destek mekanizması sunan derin öğrenme (deep learning) tabanlı bir yapay zeka (AI) modeli geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Çalışmada, açık kaynaklı veri platformu (Kaggle) üzerinden temin edilen 145 adet anonimleştirilmiş spesifik radyolojik görüntü (X-Ray) veri seti olarak kullanılmıştır. Temin edilen bu görüntüler, MakeSense platformu üzerinden "bounding box" (sınırlayıcı kutu) yöntemi kullanılarak, radyolojik anatomi prensiplerine ve temel travma bulgularına uygun biçimde etiketlenmiştir. Eğitimin gerçekleştirilmesi için gerçek zamanlı analiz yeteneği yüksek olan Ultralytics YOLOv8 mimarisi kullanılmış ve model 50 epoch boyunca eğitilmiştir.

Yapılan kantitatif testler sonucunda geliştirilen model; %90,0 Kesinlik (Precision), %97,5 Duyarlılık (Recall / Sensitivity) ve %97,9 Ortalama Hassasiyet (mAP@0.5) oranlarına ulaşmıştır. Derin öğrenme tabanlı nesne tespiti modelimiz, travma vakalarını saniyeler içinde analiz ederek acil radyoloji iş akışını hızlandırma ve gözden kaçan kırık (yanlış negatif) vakalarını minimize etme potansiyeline sahiptir.

**Anahtar Kelimeler:** Çocuk, Diş hekimliği, İyonize radyasyon, Radyolojik görüntüleme, Tanı.

## AN AUTOMATED DEEP LEARNING-BASED TRIAGE AND FRACTURE DETECTION SYSTEM IN EMERGENCY DEPARTMENT RADIOLOGY: A RETROSPECTIVE STUDY

### ABSTRACT

In trauma cases where structural bone integrity is compromised, the rapid and accurate assessment of radiographs taken in A&E departments is central to the triage process. The increased patient load, particularly during on-call hours, can lead to diagnostic delays and clinical errors. This study aims to develop a deep learning-based artificial intelligence (AI) model that provides radiology technicians and

physicians with an autonomous decision-support mechanism by detecting fractures in direct radiographs taken in acute trauma cases.

The study utilized a dataset of 145 anonymized specific radiological images (X-rays) obtained via the open-source data platform (Kaggle). These images were annotated using the 'bounding box' method via the MakeSense platform, in accordance with principles of radiological anatomy and basic trauma findings. The Ultralytics YOLOv8 architecture, which offers high real-time analysis capability, was used for training, and the model was trained for 50 epochs.

The model developed following quantitative testing achieved a Precision of 90.0%, a Recall (Sensitivity) of 97.5% and an mAP@0.5 of 97.9%. Our deep learning-based object detection model has the potential to accelerate the emergency radiology workflow by analyzing trauma cases within seconds and minimizing missed fractures (false negatives).

**Keywords:** Child, Dentistry, Ionizing radiation, Radiological imaging, Diagnosis.

# ŞİZOFRENİDE KAFA İÇİ YAPILARDA MEYDANA GELEN HACİMSEL DEĞİŞİKLİKLERİN ARAŞTIRILMASI

*Diyar AKGÜN*

*Öğrenci, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı, Kapadokya Üniversitesi, Nevşehir, Türkiye*

*[diyarr.akgunn@gmail.com](mailto:diyarr.akgunn@gmail.com)*

## ÖZET

**Giriş:** Yapısal beyin anormallikleri şizofreninin ayırt edici bir özelliğidir; giderek artan kanıtlar, bozukluğun izole edilmiş bölgesel eksikliklerden ziyade birden fazla kortikal ve subkortikal bölgede yaygın değişiklikler içerdiğini göstermektedir.

**Amaç:** Bu çalışma, tam otomatik derin öğrenme tabanlı segmentasyon hattı (AssemblyNet) kullanarak şizofreni hastalarında kafa içi yapılardaki hacimsel değişiklikleri araştırmayı amaçlamaktadır.

**Yöntemler:** Bu çalışmaya 30 şizofreni hastası ve 29 sağlıklı kontrol olmak üzere toplam 59 katılımcı dahil edildi. OpenNeuro veri tabanından elde edilen T1 ağırlıklı manyetik rezonans görüntüleme taramaları, AssemblyNet işlem hattı kullanılarak analiz edildi. İstatistiksel karşılaştırmalar Mann-Whitney U testi kullanılarak yapıldı ve çoklu karşılaştırmalar Benjamini-Hochberg Yanlış Keşif Oranı (FDR) düzeltilmesi kullanılarak kontrol edildi. Çoklu beyin bölgelerindeki hacimsel ölçümler çıkarıldı ve toplam intrakraniyal hacme (TIV) göre normalleştirildi.

**Bulgular:** Şizofreni grubu, birden fazla beyin bölgesinde önemli hacimsel farklılıklar sergiledi. Özellikle, gyrus orbitalis lateralis, lobus parietalis ve oksipital korteks'te hacim, kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha azdı. Gyrus temporalis transversus ve basal forebrain'de şizofreni hastalarında kontrol grubuna göre hacim daha fazlaydı. Beyin yapılarındaki bu anlamlılık FDR düzeltilmesinden sonra anlamlı kaldı.

**Sonuç:** Bulgularımız şizofrenide farklı kafa içi yapılarının farklı şekillerde etkilendiğine işaret etmektedir. Gyrus temporalis transversus'ta hacim artışı olmasına rağmen gyrus orbitalis inferior'da hacim azlığı olması şizofreninin farklı beyin bölgelerinde farklı hacimsel değişikliklere yol açtığına işaret edebilir. Daha büyük örneklem grubuyla çalışılan longitudinal çalışmalar şizofreninin beyinde meydana getirdiği hacimsel değişiklikleri aydınlatılabilir. Gelecek çalışmalarda difüzyon görüntüleme teknikleri ile meydana gelen hacimsel değişikliklerin aksonal temeli araştırılmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Otomatik Segmentasyon; Lateral Orbital Girus; Manyetik Rezonans Görüntüleme; Orbitofrontal Korteks; Şizofreni; Volümetri.

# INVESTIGATION OF VOLUMETRIC CHANGES IN INTRACRANIAL STRUCTURES IN SCHIZOPHRENIA

## ABSTRACT

**Introduction:** Structural brain abnormalities are a hallmark of schizophrenia; growing evidence suggests that the disorder involves widespread changes across multiple cortical and subcortical regions rather than isolated regional deficits.

**Objective:** This study aims to investigate volumetric changes in intracranial structures in patients with schizophrenia using a fully automated deep learning-based segmentation pipeline (AssemblyNet).

**Methods:** A total of 59 participants, including 30 schizophrenia patients and 29 healthy controls, were included in this study. T1-weighted magnetic resonance imaging scans obtained from the OpenNeuro database were analyzed using the AssemblyNet pipeline. Statistical comparisons were performed using the Mann-Whitney U test, and multiple comparisons were controlled using the Benjamini-Hochberg False Discovery Rate (FDR) correction. Volumetric measurements across multiple brain regions were extracted and normalized to total intracranial volume (TIV).

**Results:** The schizophrenia group exhibited significant volumetric differences in multiple brain regions. In particular, the volumes of the lateral orbital gyrus, parietal lobe, occipital cortex, transverse temporal gyrus, and basal forebrain were significantly smaller than those in the control group. These volumetric reductions in brain structures remained statistically significant even after FDR correction.

**Conclusion:** Our findings suggest that different intracranial structures are affected in distinct ways in schizophrenia. The presence of volume reduction in the inferior orbital gyrus despite volume increase in the transverse temporal gyrus may indicate that schizophrenia leads to different volumetric changes in various brain regions. Longitudinal studies conducted with larger sample groups may shed light on the volumetric changes caused by schizophrenia in the brain. Future studies should investigate the axonal basis of these volumetric changes using diffusion imaging techniques.

**Keywords:** Automatic Segmentation; Lateral Orbital Gyrus; Magnetic Resonance Imaging; Orbitofrontal Cortex; Schizophrenia; Volumetry.

# TIBBİ GÖRÜNTÜLEME TEKNİKERLERİNDE VE ÖĞRENCİLERİNDE MESLEKİ ERGONOMİ FARKINDALIĞI VE KAS-İSKELET SİSTEMİ ŞİKAYETLERİNİN İNCELENMESİ

*Mustafa Arda AKKAN, Rumeysa ALAN, Esin Nur KENDİR, Nisa ÜNVER*

*Öğrenci, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı, Kapadokya Üniversitesi, Nevşehir, Türkiye*

## ÖZET

**Amaç:** Bu çalışma, radyoloji departmanlarında görev yapan teknikerlerin ve stajyer öğrencilerin çalışma koşullarındaki ergonomik riskleri belirlemek ve bu risklerin fiziksel sağlık üzerindeki etkilerini analiz etmek amacıyla yapılmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Araştırma, Nisan 2026 tarihinde tıbbi görüntüleme alanında çalışan/staj yapan 170 gönüllü katılımcı ile gerçekleştirilmiştir. Veriler, demografik özellikler, çalışma süreleri ve fiziksel şikayetleri sorgulayan 8 soruluk bir anket formu aracılığıyla dijital ortamda toplanmıştır. Elde edilen verilerin frekans ve yüzde analizleri yapılmıştır.

**Bulgular: Ağrı Bölgeleri:** Katılımcıların en sık ağrı hissettiği bölgeler sırasıyla; Bel (%45,3), Ayak (%28,2) ve Boyun (%20) olarak saptanmıştır. Katılımcıların %71,1'i hastayı pozisyonlandırırken belinin zorlandığını ifade etmiştir (Ara sıra/Sıklıkla/Her zaman). Katılımcıların büyük çoğunluğunun (%67,6) günde 4 ile 8 saat arasında ayakta çalıştığı görülmüştür. Ağır hasta transferinde mekanik yardımcı ekipman kullanım oranı "Her zaman" diyenlerde yalnızca %21,7 düzeyinde kalmıştır. Katılımcıların %43'ü mesleki zorluklar nedeniyle uzun vadede fitik ve benzeri kronik rahatsızlıklar yaşayacağını "Sıklıkla" veya "Her zaman" düşünmektedir.

**Sonuç:** Tıbbi görüntüleme teknikerlerinin mesai saatlerinin büyük kısmını ayakta geçirdiği ve özellikle bel bölgesinde yoğunlaşan kas-iskelet sistemi sorunları yaşadığı görülmektedir. Yardımcı ekipman kullanımının düşük olması ve ergonomik düzenlemelerin yetersizliği, çalışanlarda ciddi bir gelecek kaygısına yol açmaktadır. Radyoloji departmanlarında ergonomik eğitimlerin artırılması ve hasta transfer sistemlerinin iyileştirilmesi çalışan sağlığı açısından kritik öneme sahiptir.

**Anahtar Kelimeler:** Radyoloji Teknikeri, Ergonomi, Kas-İskelet Sistemi, Bel Ağrısı, İş Sağlığı.

**INVESTIGATION OF OCCUPATIONAL ERGONOMICS  
AWARENESS AND MUSCULOSKELETAL SYSTEM COMPLAINTS  
IN MEDICAL IMAGING TECHNICIANS AND STUDENTS  
ABSTRACT**

**Purpose:** This study was conducted to identify ergonomic risks in the working conditions of technicians and student interns working in radiology departments and to analyze the effects of these risks on physical health.

**Materials and Methods:** The research was conducted in April 2026 with 170 volunteer participants working/interning in the medical imaging field. The data were collected digitally through an 8-question survey form that inquired about demographic characteristics, working hours, and physical complaints. Frequency and percentage analyses were performed on the obtained data.

**Findings: Pain Areas:** The regions where participants reported pain most frequently were, in order, the lower back (45.3%), feet (28.2%), and neck (20%). 71.1% of the participants reported experiencing low back pain while positioning the patient (Occasionally/Frequently/Always). The majority of participants (67.6%) were found to work standing for 4 to 8 hours a day. The proportion of respondents who answered "Always" regarding the "Usage rate of mechanical assistive equipment in severe patient transfers" remained at only 21.7%. 43% of participants "Frequently" or "Always" believe that they will experience hernias or similar chronic conditions in the long term due to occupational difficulties.

**Conclusion:** It is observed that medical imaging technicians spend most of their working hours standing and experience musculoskeletal problems, particularly in the lumbar region. The low use of auxiliary equipment and insufficient ergonomic arrangements cause significant future anxiety among employees. Increasing ergonomic training in radiology departments and improving patient transfer systems are of critical importance for employee health.

**Key Words:** Radiology Technician, Ergonomics, Musculoskeletal System, Low Back Pain, Occupational Health.

# TIBBİ GÖRÜNTÜLEME TEKNİKLERİNDE SOSYAL MEDYA KULLANIMI VE MESLEKİ ETİK FARKINDALIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ

*Rabia Gülcan ŞANLI, Süreyya KÖKSAL, İclal KAYNAR*

*Öğrenci, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı, Kapadokya Üniversitesi, Nevşehir, Türkiye*

## ÖZET

**Amaç:** Bu çalışma, tıbbi görüntüleme çalışanlarının ve öğrencilerinin sosyal medya kullanım alışkanlıklarının mesleki etik, hasta mahremiyeti ve iş güvenliği üzerindeki etkilerini analiz etmek amacıyla yapılmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Araştırma, Nisan 2026 tarihinde, 148 tıbbi görüntüleme profesyoneli ve öğrencisinin katılımıyla tanımlayıcı tipte gerçekleştirilmiştir. Katılımcılara; sosyal medya üzerinden görüntü paylaşımı, hasta mahremiyeti, mesleki ciddiyet ve iş yerinde dikkat dağıtıcı unsurlar üzerine yapılandırılmış bir anket uygulanmıştır. Veriler yüzde ve frekans analizleri ile değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** Katılımcıların %32,4'ü, hasta ismi gizli olsa dahi ilginç patolojik görüntülerin sosyal medyada paylaşılmasının "sakıncalı olmadığını" düşünmektedir. Buna karşın, katılımcıların %96,6'sı bir hastanın görüntüsünü izin almadan kaydetmenin suç olduğunun bilincindedir. Katılımcıların %60,1'i hastane ortamında çekilen "selfie" veya videoların mesleki ciddiyete zarar verdiğine inanmaktadır. Sosyal medyadaki radyoloji topluluklarının mesleki gelişimlerine katkı sağladığını düşünenlerin oranı %82,4 gibi yüksek bir düzeydedir. Katılımcıların %84,5'i mesai saatleri içindeki akıllı telefon kullanımının dikkat dağıtarak tıbbi hatalara (yanlış çekim, yanlış hasta vb.) yol açabileceğini öngörmektedir. Katılımcıların %85,1'i hasta mahremiyeti konusunda okulda aldıkları eğitimin klinik uygulama için yeterli olduğunu düşünmektedir.

**Sonuç:** Araştırma sonuçları, radyoloji çalışanlarının hasta mahremiyeti ve yasal sorumluluklar konusunda yüksek bir farkındalığa sahip olduğunu göstermektedir. Ancak, her üç katılımcıdan birinin anonim olsa dahi görüntü paylaşımını sakıncalı bulmaması, dijital etik sınırlarının gri bir alanda kaldığına işaret etmektedir. Sosyal medyanın mesleki gelişimdeki yüksek katkısı (%82,4) göz önüne alındığında, sağlık kurumlarının Dijital Etik ve Sosyal Medya Kullanım Rehberleri oluşturması, hem mesleki ciddiyetin korunması hem de tıbbi hataların önlenmesi açısından elzemdir.

**Anahtar Kelimeler:** Sosyal Medya Etiği, Hasta Mahremiyeti, Tıbbi Görüntüleme, Radyoloji, Dijital Etik.

**AN ASSESSMENT OF SOCIAL MEDIA USE AND PROFESSIONAL  
ETHICS AWARENESS AMONG MEDICAL IMAGING  
TECHNOLOGISTS  
ABSTRACT**

**Objective:** This study was conducted to analyze the effects of social media usage habits among medical imaging professionals and students on professional ethics, patient privacy, and workplace safety.

**Materials and Methods:** The study was conducted as a descriptive survey in April 2026 with the participation of 148 medical imaging professionals and students. Participants completed a structured questionnaire regarding image sharing on social media, patient privacy, professional integrity, and workplace distractions. Data were analyzed using percentage and frequency analyses.

**Findings:** 32.4% of participants believe that sharing interesting pathological images on social media is “not problematic,” even if the patient’s name is withheld. In contrast, 96.6% of participants are aware that recording a patient’s image without permission is a crime. 60.1% of participants believe that “selfies” or videos taken in a hospital setting undermine professional integrity. A high percentage—82.4%—believe that radiology communities on social media contribute to their professional development. 84.5% of participants anticipate that smartphone use during work hours could lead to medical errors (such as incorrect imaging or misidentification of patients) by causing distraction. 85.1% of participants believe that the education they received in school regarding patient privacy is sufficient for clinical practice.

**Conclusion:** The research findings indicate that radiology professionals possess a high level of awareness regarding patient privacy and legal responsibilities. However, the fact that one in three participants does not consider image sharing problematic—even if done anonymously—suggests that digital ethical boundaries remain in a gray area. Given the significant contribution of social media to professional development (82.4%), it is essential for healthcare institutions to establish Digital Ethics and Social Media Usage Guidelines to both maintain professional integrity and prevent medical errors.

**Keywords:** Social Media Ethics, Patient Privacy, Medical Imaging, Radiology, Digital Ethics.

**TIBBİ GÖRÜNTÜLEME KLİNİK UYGULAMALARINDA RADYASYON  
GÜVENLİĞİ PROTOKOLLERİNE UYUM DÜZEYİ VE GÜVENLİK KÜLTÜRÜNÜN  
ANALİZİ**

***Büşra OLGUN, İclal KAYNAR, Rabia Gülcan ŞANLI, Süreyya KÖKSAL, Yudum KURKUT,  
Ebrar Buse APAÇIK, Beren TÜRKMEN***

*Öğrenci, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı, Kapadokya Üniversitesi, Nevşehir, Türkiye*

**ÖZET**

**Amaç:** Bu araştırma, radyoloji departmanlarında görev yapan tekniker ve öğrenci stajyerlerin radyasyondan korunma yöntemlerine uyum düzeylerini belirlemek, teorik bilgilerin pratik uygulamadaki karşılığını analiz etmek ve radyasyon güvenlik kültürünü değerlendirmek amacıyla yapılmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Tanımlayıcı tipteki bu çalışma, 174 gönüllü katılımcı ile Nisan 2026'da yürütülmüştür. Katılımcılara; koruyucu ekipman kullanımı, dozimetre alışkanlıkları ve radyasyon güvenliği eğitimleri hakkındaki 8 maddelik bir anket uygulanmıştır. Veriler betimsel istatistiksel yöntemlerle (frekans ve yüzde) analiz edilmiştir.

**Bulgular:** Katılımcıların %89,1'i hamilelik sorgulama protokolüne "Her zaman" uyduğunu belirtmiştir. Pediyatrik hastalarda doz parametrelerini farklılaştırma oranı da %69,5 ile oldukça yüksektir. Kişisel dozimetresini her gün düzenli takanların oranı %79,9 iken, koruyucu kurşun önlüklerin yıllık sızdırmazlık kontrollerini bildiğini ifade edenlerin oranı %39,1 ile daha düşük bir seviyededir. Çekim sırasında gonad koruyucu kullanımını "Her zaman" gerçekleştirenlerin oranı sadece %27'dir . "Nadiren" veya "Asla" kullananların toplamı ise yaklaşık %24'e ulaşmaktadır. Katılımcıların %58'i ALARA (Mümkün Olduğunca Düşük Doz) prensibinin pratikte "Her zaman" uygulanabilir olduğunu düşünmektedir . Kurum içi periyodik eğitim aldığını düşünenlerin oranı ise %43,7 düzeyindedir.

**Sonuç:** Çalışma sonuçları, radyoloji çalışanlarının hamilelik sorgulama ve dozimetre kullanımı gibi kritik güvenlik adımlarında yüksek hassasiyet gösterdiğini ortaya koymuştur. Ancak, gonad koruyucu kullanımı ve kurşun ekipman kontrolleri gibi teknik güvenlik adımlarında ciddi eksiklikler saptanmıştır. Güvenlik kültürünün tüm bileşenleriyle yerleşebilmesi için kurum içi uygulamalı eğitimlerin artırılması ve koruyucu ekipman kullanımının denetlenmesi önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Radyasyon Güvenliği, ALARA, Gonad Koruyucu, Tıbbi Görüntüleme, Dozimetre.

**ANALYSIS OF COMPLIANCE WITH RADIATION SAFETY  
PROTOCOLS AND SAFETY CULTURE IN CLINICAL MEDICAL  
IMAGING PRACTICES  
ABSTRACT**

**Objective:** This study was conducted to determine the compliance levels of technicians and student interns working in radiology departments with radiation protection methods, to analyze the practical application of theoretical knowledge, and to evaluate the radiation safety culture.

**Materials and Methods:** This descriptive study was conducted in April 2026 with 174 volunteer participants. Participants were administered an 8-item questionnaire regarding the use of protective equipment, dosimeter habits, and radiation safety training. Data were analyzed using descriptive statistical methods (frequency and percentage).

**Results:** 89.1% of participants reported that they “always” adhered to the pregnancy screening protocol. The rate of adjusting dose parameters for pediatric patients was also quite high at 69.5%. While 79.9% of participants wear their personal dosimeters regularly every day, the percentage of those who stated they are aware of the annual leak tests for protective lead aprons is lower at 39.1%. Only 27% of participants “always” use gonad protection during imaging . The combined percentage of those who use protective equipment “rarely” or ‘never’ is approximately 24%. Fifty-eight percent of participants believe that the ALARA (As Low As Reasonably Achievable) principle is applicable “always” in practice . The percentage of those who believe they receive periodic in-house training stands at 43.7%.

**Conclusion:** The study results demonstrate that radiology staff exhibit high sensitivity toward critical safety measures such as pregnancy screening and dosimeter use. However, significant deficiencies were identified in technical safety measures such as the use of gonad shields and lead equipment checks. To ensure the full integration of safety culture, it is recommended to increase in-house practical training and monitor the use of protective equipment.

**Keywords:** Radiation Safety, ALARA, Gonad Protector, Medical Imaging, Dosimeter.

# RADYOLOJİ STAJYERLERİNDE RADYASYON GÜVENLİĞİ BİLİNCİ VE KLİNİK UYGULAMA DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

*Sevim KILIÇKARA, Sibel AKSU, Gülizar Ebru Meral*

*Öğrenci, İstanbul Esenyurt Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Tıbbi*

*Görüntüleme Teknikleri Program*

*Öğr. Gör. İstanbul Esenyurt Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Tıbbi*

*Görüntüleme Teknikleri Program*

[sevimkilickara@gmail.com](mailto:sevimkilickara@gmail.com), [sibelaksu336@gmail.com](mailto:sibelaksu336@gmail.com), [merallebru@gnail.com](mailto:merallebru@gnail.com)

## ÖZET

**Giriş:** Tıbbi tanı süreçlerinde iyonlaştırıcı radyasyon kullanımı kaçınılmazdır; bu durum, radyasyonla çalışan sağlık profesyonelleri ve özellikle mesleki eğitiminin uygulama aşamasındaki stajyerler için yüksek bir güvenlik farkındalığını zorunlu kılar. Radyasyon güvenliği yalnızca teorik bir bilgi birikimi değil; koruyucu ekipman kullanımı, mesafe korunumu ve kurumsal denetimi kapsayan bütünsel bir güvenlik kültürüdür.

**Amaç:** Bu araştırmanın temel amacı, radyoloji stajyerlerinin radyasyon güvenliğine dair teorik bilgi düzeylerini ve kurumsal eğitim yeterliliklerini ölçmektir. Ayrıca, klinik sahadaki denetim ve korunma pratiklerini analiz ederek teorik eğitim ile saha uygulamaları arasındaki olası uyumsuzlukları (Know-Do Gap) saptamak ve stajyer güvenliğini artıracak çözüm önerileri geliştirmek hedeflenmiştir.

**Yöntem:** Çalışma, Devlet, Şehir ve Eğitim-Araştırma Hastanelerinde staj yapan 100 katılımcı üzerinde yürütülen tanımlayıcı bir anket araştırmasıdır. Veriler; demografik özellikler, teknik bilgi düzeyi ve klinik uygulama pratiklerini içeren çoktan seçmeli sorularla toplanmış ve yüzdesel analiz yöntemleriyle değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** Katılımcıların %96'sı aldıkları radyasyon güvenliği eğitimini yeterli bulurken, klinik sahada durum farklılaşmaktadır. Stajyerlerin %49'u iş yoğunluğu nedeniyle bazen koruyucu ekipman kullanmadığını ifade etmişlerdir. Ayrıca, katılımcıların %66'sı kurşun önlüklerin ağırlığının uzun vadede fiziksel sağlık sorunlarına yol açabileceğini düşünmektedir. Dozimetre kullanımı konusunda % 22'lik bir kararsızlık yaşanırken, çift dozimetre ve anatomik yerleşim farkındalığının yok denecek kadar az olduğu saptanmıştır.

**Tartışma ve Sonuç:** Araştırma, literatürde "Know-Do Gap" (Bilme-Yapma Boşluğu) olarak adlandırılan ciddi bir çelişkiyi ortaya koymaktadır; stajyerler teorik olarak kuralları bilse de klinik yoğunluk, kıdemli personel baskısı veya ekipman yetersizliği gibi nedenlerle bu bilgiyi

davranışa dönüştürememektedir. Katılımcıların %72,7'si sistemin geliştirilmesi gerektiğini düşünmekte ve bir "güven bunalımı" yaşanmaktadır. Sonuç olarak, radyasyon güvenliği eğitiminin sadece bilgi aktarımıyla sınırlı kalmaması; klinik simülasyonlar, sıkı denetim protokolleri ve kurumsal bir güvenlik kültürü ile desteklenmesi hayati önem taşımaktadır.

Kaynak:

1. ICRP. (2018). Occupational Radiological Protection. Publication 139.
2. T.C. Sağlık Bakanlığı. (2023). Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği.
3. TAEK. (2020). Tıbbi Uygulamalarda Radyasyondan Korunma Rehberi.
4. Leung, K., et al. (2020). The Know-Do Gap in Healthcare. J Clin Epidemiol.

**Anahtar Kelimeler:** Radyasyon Güvenliği, Radyoloji Stajyerleri, Koruyucu Ekipman Kullanımı, Dozimetre Farkındalığı, Know-Do Gap

**EVALUATION OF RADIATION SAFETY AWARENESS AND  
CLINICAL PRACTICE LEVELS  
AMONG RADIOLOGY INTERNS  
ABSTRACT**

**Introduction:** The use of ionizing radiation in medical diagnostic processes is inevitable; this situation necessitates a high level of safety awareness for healthcare professionals working with radiation, and especially for interns in the practical phase of their vocational education. Radiation safety is not merely a theoretical body of knowledge; it is a holistic safety culture that includes the use of protective equipment, distance protection, and institutional supervision.

**Objective:** The main purpose of this research is to measure the theoretical knowledge levels of radiology interns regarding radiation safety and their institutional training competencies. In addition, it aims to identify potential incompatibilities (Know-Do Gap) between theoretical education and field applications by analyzing supervision and protection practices in the clinical field, and to develop solution proposals to increase intern safety.

**Methods:** The study is a descriptive survey research conducted on 100 participants interning in State, City, and Training-Research Hospitals. Data were collected through multiple-choice questions covering demographic characteristics, technical knowledge level, and clinical practice habits, and were evaluated using percentage analysis methods.

**Findings:** While 96% of the participants found the radiation safety training they received sufficient, the situation differs in the clinical field. 49% of the interns admitted that they sometimes do not use protective equipment due to workload. Furthermore, 66% of the participants think that the weight of lead aprons may cause long-term physical health problems. While there is 22% indecision regarding

**Discussion and Conclusion:** The research reveals a serious contradiction referred to in the literature as the "Know-Do Gap"; although interns theoretically know the rules, they cannot convert this knowledge into behavior due to reasons such as clinical intensity, pressure from senior staff, or equipment inadequacy. 72.7% of the participants think the system should be improved, and a "crisis of trust" is being experienced. In conclusion, it is vital that radiation safety education is not limited to knowledge transfer alone; it must be supported by clinical simulations, strict supervision protocols, and an institutional safety culture.

## **REFERENCES**

ICRP. (2018). Occupational Radiological Protection. Publication 139.

T.R. Ministry of Health. (2023). Radiation Safety Regulation.

TAEK. (2020). Radiation Protection Guide in Medical Applications. 4. Leung, K., et al. (2020). The Know-Do Gap in Healthcare. J Clin Epidemiol.

**Keywords:** Radiation Safety, Radiology Interns, Know-Do Gap Ionizing Radiation Use of Protective Equipment, Dosimeter Awareness

**BÖLÜM III**  
**ÖĞRENCİ POSTER BİLDİRİ**  
**ÖZETLERİ**

# DİJİTAL PANORAMİK RADYOGRAFİLERDE KAROTİS ARTER KALSİFİKASYONU GÖRÜLME SIKLIĞI: RETROSPEKTİF ÇALIŞMA

*Ece Kübra ÇATALDAŞ, Nisa YARDIMLI, Aydan AÇIKGÖZ*

*Öğrenci, Kapadokya Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi  
Anabilim Dalı, Ürgüp/Nevşehir.*

*Prof. Dr., Kapadokya Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi  
Anabilim Dalı, Ürgüp/Nevşehir.*

[ececataldas11@gmail.com](mailto:ececataldas11@gmail.com), [aydan.acikgoz@kapadokya.edu.tr](mailto:aydan.acikgoz@kapadokya.edu.tr)

## ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, dijital panoramik radyografilerde karotis arter kalsifikasyon görülme sıklığını değerlendirmek ve yaş grupları ve cinsiyetler arasında fark olup olmadığını araştırmaktır.

**Gereç ve yöntem:** Kliniğimize başvuran 9,553 hastadan elde edilen panoramik radyografiler retrospektif olarak analiz edildi. C3-C4 servikal omur seviyesinde yer alan düzensiz, heterojen radyopak kitleler, kalsifiye anatomik veya patolojik diğer yapılarla ayırıcı tanı yapılarak CAC'nin göstergesi olarak kabul edildi. Hastaların demografik bilgileri kayıtlı dosyalardan elde edildi. Analizlerde tanımlayıcı istatistikler frekans (n), ortalama (ort.), standart sapma (SS), minimum (Min) ve maksimum (Maks) değerler olarak belirtildi. Cinsiyet ve yaş bulgularının gruplar arası dağılımı, cinsiyet ve yaş ile kalsifikasyon tipi arasındaki ilişki Ki kare testi ile analiz edildi. İstatistiksel anlamlılık  $p < 0,05$  düzeylerinde değerlendirildi.

**Bulgular:** Karotid arter kalsifikasyonu 555 hastada tespit edildi ve prevalans %5.8 olarak bulundu. Erkek hastaların 145'inde (%3.7) ve kadın hastaların 410'unda (%7.3) kalsifikasyon gözlemlendi. Prevalans yaşla birlikte artış gösterdi:  $\leq 30$  yaş grubunda %3.2, 31-50 yaş grubunda %6.2 ve 51 yaş ve üzeri hastalarda %7.8. Karotid arter kalsifikasyonu sağ tarafta daha fazla izlendi, %2.5.

**Sonuç:** Diş hekimleri baş-boyun bölgesinde rastlantısal olarak izlenen yumuşak doku kalsifikasyonlarının radyolojik tanısal kriterlerini iyi bilmeli, radyolojik olarak farkettileri bu patolojileri gözardı etmeyip, sadece takip gerektiren veya daha ileri tetkik/tehdavi gerektiren vakaların ayırımını yapabilmeli ve gerekli bölümlere hastaları yönlendirme bilinç ve farkındalığa sahip olmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Karotis arter, karotis kalsifikasyonları, dijital panoramik radyografi

**FREQUENCY OF CAROTID ARTERY CALCIFICATION IN  
DIGITAL PANORAMIC RADIOGRAPHS: A RETROSPECTIVE  
STUDY**

**ABSTRACT**

**Background:** The aim of this study is to evaluate the frequency of carotid artery calcification seen on digital panoramic radiographs and to investigate whether there are differences between age groups and genders.

**Materials and Methods:** Panoramic radiographs obtained from 9,553 patients who presented to our clinic were retrospectively analyzed. Irregular, heterogeneous radiopaque masses located at the C3-C4 cervical vertebra level were considered indicative of Carotid Artery Calcification after differential diagnosis with other calcified anatomical or pathological structures. Patient demographic information was obtained from recorded files. In the analyses, descriptive statistics were expressed as frequency (n), mean (avg), standard deviation (SD), minimum (Min), and maximum (Max) values. The distribution of gender and age findings among groups, and the relationship between gender, age, and calcification type were analyzed using the Chi-square test. Statistical significance was evaluated at the  $p < 0.05$  level.

**Results:** Carotid artery calcification was detected in 555 patients, with a prevalence of 5.8%. Calcification was observed in 145 male patients (3.7%) and 410 female patients (7.3%). Prevalence increased with age: 3.2% in the  $\leq 30$  age group, 6.2% in the 31-50 age group, and 7.8% in patients aged 51 and over. Carotid artery calcification was more frequently observed on the right side, at 2.5%.

**Conclusion:** Dentists should be well-versed in the radiological diagnostic criteria for soft tissue calcifications incidentally observed in the head and neck region. They should not disregard these pathologies detected radiologically, but rather be able to differentiate between cases requiring only observation and those requiring further investigation/treatment, and have the awareness and understanding to refer patients to the appropriate departments.

**Keywords:** carotid artery, carotid artery calcification, digital panoramic radiography

## BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİDE CTDI VE DLP DEĞERLERİ İLE DOZ REFERANS SEVİYESİNİN TESPİTİ

*Mert YİĞİT, Senem Aleyna ÜTÜ, Melda KABAAĞIL, Arzu SEÇER, Sariye Naz BOYRAZ, İpek TELCİ, Selcan MURATDAĞ*

*Öğrenci, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Program Öğrencisi*

[mert.yigit.154.372@gmail.com](mailto:mert.yigit.154.372@gmail.com), [senemaleynavutu@gmail.com](mailto:senemaleynavutu@gmail.com), [kabaagilmeldaa@gmail.com](mailto:kabaagilmeldaa@gmail.com),  
[arzusecer98@gmail.com](mailto:arzusecer98@gmail.com), [sariyenazb@gmail.com](mailto:sariyenazb@gmail.com), [ipektelci1@gmail.com](mailto:ipektelci1@gmail.com),  
[muratdag.selcan@ogr.ahievran.edu.tr](mailto:muratdag.selcan@ogr.ahievran.edu.tr)

### ÖZET

**Giriş ve amaç:** Tanısal süreçlerde yüksek çözünürlük avantajının yanı sıra radyasyon dozunun hastaya göre değişkenlik göstermesi, ALARA prensibi doğrultusunda en düşük dozla en kaliteli görüntüyü elde etmeyi zorunlu kılmaktadır.  $CTDI_{vol}$  ve DLP değerleri hastanın maruz kalacağı ve işlem sonunda kaldığı dozun belirteçidir. DRL hastaların maruz kalabilecekleri doz seviyelerinin belirteçidir. Bu çalışmanın temel amacı, staj eğitiminin sürdürüldüğü hastanede gerçekleştirilen Beyin, Toraks ve Batın Bilgisayarlı Tomografi (BT) çekimlerinde hastaların maruz kaldığı radyasyon dozlarını geriye dönük olarak analiz etmektir. Araştırma kapsamında, çekimler sonucunda elde edilen  $CTDI_{vol}$  ve DLP verileri üzerinden hastanenin yerel Tanısal Referans Değerleri'nin (DRL) çıkarılması ve kurumun ortalama doz seviyelerinin belirlenmesi hedeflenmektedir. Bu verilerin ulusal ve uluslararası standartlarla kıyaslanması yoluyla, hastanedeki çekim protokollerinin optimize edilmesi ve radyasyon maruziyetinin en makul seviyeye indirilmesine katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

**Yöntem:** Bu çalışma, staj yapılan hastanenin radyoloji servisindeki Bilgisayarlı Tomografi (BT) ünitesinde, yetişkin hastalara uygulanan **kontrastsız beyin, abdomen ve toraks** çekimlerini kapsamaktadır. Araştırma sürecinde, bu çekimlere ait doz raporları sistem üzerinden **randomize** şekilde seçilerek toplanmıştır. Elde edilen tüm veriler analiz edilmek üzere **MS Excel** programında düzenlenmiştir. Analiz aşamasında bilimsel referans olarak **ICRP Rapor 135** önerileri dikkate alınmış, **Doz Referans Seviyeleri (DRL)** ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** Çalışma kapsamında beyin, abdomen ve toraks BT çekimi yapılan hastaların doz verileri randomize edilerek analiz edilmiştir. Beyin BT çekilen 85 hastada medyan  $CTDI_{vol}$  değeri 48,55 mGy ve medyan DLP değeri 984,48 mGy olarak saptanmıştır. Abdomen BT grubundaki 45 hastada medyan  $CTDI_{vol}$  14,95 mGy iken, medyan DLP 883,12 mGy

seviyesindedir. 49 hastadan oluşan toraks BT grubunda ise medyan  $CTDI_{vol}$  8,74 mGy ve medyan DLP değeri 373,59 mGy olarak ölçülmüştür.

### **Sonuç ve Tartışma**

Çalışma sonuçlarına göre; beyin, abdomen ve toraks BT çekimlerinde elde edilen  $CTDI_{vol}$  değerleri, AAPM tarafından önerilen literatür sınırlarının altında kalarak güvenli seviyede bulunmuştur. Ancak DLP değerleri incelendiğinde, teknisyenler arasında tarama uzunlukları açısından bir standartlaşma sağlanamadığı gözlemlenmiştir. Bu durum, bazı çekimlerde gereğinden fazla alanın tarandığını ve radyasyon optimizasyonu için çekim protokollerinin standartlaştırılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Bilgisayarlı tomografi, CTDI, DLP, Doz Referans Seviyesi Radyasyondan korunma

## **DETERMINATION OF CDTI AND DLP VALUES AND DOSE REFERENCE LEVEL IN COMPUTED TOMOGRAPHY ABSTRACT**

**Background and Aim:** In diagnostic processes, while high resolution is an advantage, the fact that radiation dose varies from patient to patient necessitates obtaining the highest quality image with the lowest dose, in accordance with the ALARA principle.  $CTDI_{vol}$  and DLP values indicate the dose the patient will be exposed to and the dose remaining after the procedure. DRLs are indicators of the dose levels to which patients may be exposed. The main objective of this study is to retrospectively analyze the radiation doses received by patients during Brain, Thorax, and Abdomen Computed Tomography (CT) scans performed at the hospital where their internship training was conducted. The aim of this research is to derive the hospital's local Diagnostic Reference Values (DRLs) from the  $CTDI_{vol}$  and DLP data obtained from the imaging studies and to determine the institution's average dose levels. By comparing this data with national and international standards, the aim is to optimize imaging protocols in hospitals and contribute to minimizing radiation exposure to the most reasonable level.

**Methods:** This study covers non-contrast brain, abdomen, and thorax scans performed on adult patients in the Computed Tomography (CT) unit of the radiology department at the hospital where the internship was conducted. During the research process, dose reports for these scans were randomly selected and collected from the system. All obtained data were organized in MS Excel program for analysis. During the analysis phase, the recommendations of ICRP Report 135 were considered as a scientific reference and evaluated by comparing them with Dose Reference Levels (DRLs).

**Findings:** In this study, dose data from patients who underwent brain, abdomen, and thorax CT scans were randomized and analyzed. In 85 patients who underwent brain CT scans, the median CTDIvol value was found to be 48.55 mGy and the median DLP value was 984.48 mGy. In the abdominal CT group of 45 patients, the median CTDIvol was 14.95 mGy, while the median DLP was 883.12 mGy. In the thoracic CT group consisting of 49 patients, the median CTDIvol was measured as 8.74 mGy and the median DLP value as 373.59 mGy.

**Conclusion and Discussion:** According to the study results, the CTDIvol values obtained from brain, abdomen, and thorax CT scans were found to be within a safe level, remaining below the literature limits recommended by the AAPM. However, an examination of the DLP data revealed a lack of standardization in scan lengths among technicians. This situation reveals that too much area is being scanned in some images and that imaging protocols need to be standardized for radiation optimization.

**Keywords:**Computed tomography , CTDI, Dlp , Dose Reference Level radiation protection

#### **References:**

- <https://www.icrp.org/publication.asp?id=icrp%20publication%20135>, Erişim Tarihi:20.03.2026  
<https://www.turkrad.org.tr/assets/DernektenHaberler-Pdf/STANDARTLAR2018.pdf>  
Erişim Tarihi: 20.03.2026
- Başekim, C. Ç., & Arslanoğlu, A. (2020). Bilgisayarlı Tomografide Radyasyon Doz Kontrolü ve Düşük Doz Çekim Teknikleri. Trd Sem, 8, 129-147..Türk Radyoloji Seminerleri Dergisi ,Cilt 13 ,Sayı 1.
- Kahraman, G., & Ataç, G. K. (2025). Hastanın Aldığı Radyasyonun Ölçülmesi/Kayıt Edilmesi, Doz Takip Sistemleri.
- Gelal, M. F. (2025). Optimizasyonun Temelleri.TürkRadyoloji Seminerleri Dergisi ,Cilt 13 ,Sayı 1.
- Baş, H., & Gelal, F. M. (2025). Bilgisayarlı Tomografide Optimizasyon..Türk Radyoloji Seminerleri Dergisi ,Cilt 13 ,Sayı 1.
- Bor, D.2016.Radyasyon Sağlık Riskleri ve Tanısal İncelemelerde Korunma ,Dünya Tıp Kitabevi Ankara.

# BİR EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ RADYOLOJİ SERVİSİNDE ÇEKİLEN AP VE LATERAL DİZ GRAFİSİNİN TANISAL YETERLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

*Yasemin PALTA*

*Öğrenci, Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu TGT Program*

*Öğrencisi*

*[yaseminpaltaa@icloud.com](mailto:yaseminpaltaa@icloud.com)*

## ÖZET

Giriş ve amaç: Diz radyografisi, kas-iskelet sistemi patolojilerinin tanısında en yaygın kullanılan görüntüleme yöntemi olup görüntü kalitesi; tanı doğruluğunu, tekrar çekim oranlarını ve hasta radyasyon dozunu doğrudan etkilemektedir.

Bu çalışmada bir eğitim ve araştırma hastanesinin radyoloji servisinde tek bir gün içinde çekilen diz grafilerinin tanisal yeterliliği incelenmiştir.

Yöntem: Çalışmaya toplam 130 diz radyografisi dahil edilmiş olup bunların 61'i AP, 69'u lateral diz grafisinden oluşmaktadır. Grafiler bir radyolog tarafından hem teknik hem de klinik yeterlilik açısından 1–10 arası puanlama sistemiyle değerlendirilmiştir. Bu sistemde 1–4 puan tekrar gerektiren, 5–7 puan klinisyen takdirine bırakılan, 8–10 puan ise yeterli grafiye karşılık gelmektedir.

Bulgular: AP diz grafisi sonuçlarına göre, grafilerinin %21,3'ü tekrar çekim gerektirirken %52,4'ü klinisyen kararına bırakılmıştır. Tam puan (10) alan grafi oranı yalnızca %9,8 olarak tespit edilmiştir. Lateral diz grafilerinde ise tekrar gerektiren oran %17,4 olarak saptanmış, klinisyen kararına bırakılan oran %65,2'ye yükselmiştir. Öte yandan lateral grafiler arasında tam puan alan hiçbir grafi bulunmamaktadır.

Sonuç: Bu bulgular, rutin pratikte çekilen diz grafilerinin büyük çoğunluğunun teknik ve klinik yeterlilik kriterlerini karşılayamadığını ortaya koymaktadır. Özellikle lateral diz grafisi, kondil üst üste bindirme, fleksiyon açısı ve pozisyonlama kriterleri açısından en güç ve en hata eğilimli çekim türü olarak öne çıkmaktadır. Yetersiz grafiler; tibia plato kırıkları ve erken evre osteoartrit gibi patolojilerin gözden kaçmasına, gereksiz tekrar çekim nedeniyle artan radyasyon dozuna ve MR ile BT gibi ileri tetkik ihtiyacında hatalı karar verilmesine zemin hazırlamaktadır. Radyoloji teknikerlerinin özellikle lateral diz grafisi pozisyonlaması konusunda sistematik eğitim alması ve kalite kontrol protokollerinin standardize edilmesi gerekmektedir. Rutin pratikte görüntü kalitesinin iyileştirilmesi, hem tanisal doğruluk hem de hasta güvenliği açısından öncelikli bir hedef olarak değerlendirilmelidir.

**Anahtar kelimeler:** AP Diz grafisi, Lateral Diz Grafisi, Tanısal yeterlilik, Radyografi hataları, görüntü kalitesi

### **Kaynaklar**

1. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1506045>
2. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37268840/>
3. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1078817421000559>
4. <https://turkradyolojiseminerleri.org/pdf/2c83d69a-dc5a-476c-9385-2d943ca48693/articles/trs.2017.485/Trd%20Sem-5-37-En.pdf>
5. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11023352/>
6. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1687814016644127>
7. [https://www.researchgate.net/publication/274697837\\_Osteoartritte\\_radyolojik\\_degerlendirme](https://www.researchgate.net/publication/274697837_Osteoartritte_radyolojik_degerlendirme)
8. Nema, S., & Ludwig, J. D. (Eds.). (2019). *Parenteral medications* (4th ed.). CRC Press.
9. Lampignano, J. P. ve Kendrick, L. E. (2020). *Bontrager's textbook of radiographic positioning and related anatomy* (10. bs.). Elsevier Health Sciences.

### **ABSTRACT**

**Background and Aim:** Knee radiography is the most commonly used imaging method in the diagnosis of musculoskeletal pathologies, and image quality directly affects diagnostic accuracy, repeat imaging rates, and patient radiation dose. This study investigated the diagnostic adequacy of knee radiographs taken in a single day at the radiology department of a training and research hospital.

**Methods:** A total of 130 knee radiographs were included in the study, 61 of which were AP (appearance) and 69 were lateral knee radiographs. The radiographs were evaluated by a radiologist using a scoring system of 1–10 for both technical and clinical adequacy. In this system, 1–4 points indicated requiring repeat imaging, 5–7 points were left to the clinician's discretion, and 8–10 points corresponded to adequate imaging.

**Findings:** According to the AP knee radiograph results, 21.3% of the radiographs required repeat imaging, while 52.4% were left to the clinician's discretion. Only 9.8% of the radiographs received a full score (10). In lateral knee radiographs, the rate requiring retakes was found to be 17.4%, while the rate left to clinician discretion increased to 65.2%. On the other hand, no radiographs received a full score among the lateral radiographs.

**Conclusion:** These findings reveal that the vast majority of knee radiographs taken in routine practice do not meet the technical and clinical competency criteria. Lateral knee radiographs, in particular, stand out as the most difficult and error-prone type of imaging in terms of condylar overlap, flexion angle, and positioning criteria. Inadequate radiographs lead to the overlooking of pathologies such as tibial plateau fractures and early-stage osteoarthritis, increased radiation dose due to unnecessary retakes, and erroneous decisions regarding the need for advanced examinations such as MRI and CT scans. Radiology technicians need systematic training, especially in lateral knee radiograph positioning, and quality control protocols need to be standardized. Improving image quality in routine practice should be considered a priority goal, both for diagnostic accuracy and patient safety.

**Keywords:** AP knee radiograph, lateral knee radiograph, diagnostic adequacy, radiographic errors, image quality

## References

1. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1506045>
2. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37268840/>
3. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1078817421000559>
4. <https://turkradyolojiseminerleri.org/pdf/2c83d69a-dc5a-476c-9385-2d943ca48693/articles/trs.2017.485/Trd%20Sem-5-37-En.pdf>
5. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11023352/>
6. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1687814016644127>
7. [https://www.researchgate.net/publication/274697837\\_Osteoartritte\\_radyolojik\\_degerlendirme](https://www.researchgate.net/publication/274697837_Osteoartritte_radyolojik_degerlendirme)
8. Nema, S., & Ludwig, J. D. (Eds.). (2019). *Parenteral medications* (4th ed.). CRC Press.
9. Lampignano, J. P. ve Kendrick, L. E. (2020). *Bontrager's textbook of radiographic positioning and related anatomy* (10. bs.). Elsevier Health Sciences.

# TÜRKİYE’DE AKCİĞER GRAFİSİ VE AKCİĞER KANSERİ (2016–2025)

*Barış SOLAK*

*Öğrenci, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Program, Kapadokya Üniversitesi, Nevşehir, Türkiye.*

*[barissolak50@gmail.com](mailto:barissolak50@gmail.com)*

## ÖZET

**Giriş ve amaç:** Akciğer kanseri, dünya genelinde en sık görülen ve en yüksek mortaliteye sahip kanser türlerinden biridir. Erken tanı hastalığın prognozunu doğrudan etkiler. Akciğer grafisi (X-ray), yaygın erişilebilirliği ve düşük maliyeti nedeniyle ilk basamak görüntüleme yöntemidir. Sağlık bakanlığı verileri incelenerek Akciğer grafisi kullanım sıklığını analiz etmek, Akciğer kanseri insidansındaki değişimi incelemek ve erken teşhiste görüntülemenin rolünü değerlendirmek.

**Materyal ve yöntem:** Araştırmada T.C. Sağlık Bakanlığı ve Türkiye İstatistik Kurumu’nun 2016–2025 tarihleri arasındaki istatistikleri kullanılmıştır. Tanımlayıcı istatistiksel yöntemler ile toplam röntgen sayısı içerisinde akciğer grafisi oranı ve kanser şüphesi ile çekim oranı araştırmaya dahil edilmiştir.

**Bulgular:** Akciğer grafisi kullanımı 2016’da 35 milyon olan çekim sayısı, 2022’de 60 milyona ulaşmıştır. Toplam artış %41’dir. Akciğer kanseri insidansı 2022: 42 /100.000 2025: 50 /100.000 Artış eğilimi vardır ancak plato dönemine girilmiştir. Röntgen çekim amaçları %45 Enfeksiyon / COVID, %20 Acil durumlar, %15 Rutin tarama, %10 Kronik hastalıklar, %5–10 Kanser şüphesidir. Vücut bölgelerine göre dağılım %40 Akciğer, %32 Kemik-ekstremiteler, %12 Diş, %10 Omurga, %6 Diğer

**Tartışma:** COVID-19 döneminde akciğer grafisi kullanımında ciddi artış görülmüştür. Artan görüntüleme sayısına rağmen kanser tanı oranında sınırlı artış olmuştur. Akciğer grafileri çoğunlukla enfeksiyon ve acil değerlendirme amacıyla kullanılmaktadır. Kanser şüphesi ile yapılan çekim oranı düşüktür.

**Sonuç:** Akciğer grafisi erken tanıda önemli bir araçtır ancak tek başına yeterli değildir. Tarama programları artırılmalıdır. Gereksiz radyasyon azaltılmalıdır. Risk gruplarında düşük doz BT kullanılmalıdır

## KAYNAKLAR

T.C. Sağlık Bakanlığı İstatistik yıllıkları

TÜİK İstatistik yıllıkları

ICRP yayınları

## CHEST X-RAYS AND LUNG CANCER IN TURKEY (2016–2025)

### ABSTRACT

**Background and Aim:** Lung cancer is one of the most common cancers worldwide and has the highest mortality rate. Early diagnosis directly affects the prognosis of the disease. Chest X-rays are the first-line imaging method due to their widespread accessibility and low cost. To analyze the frequency of chest X-ray use by examining data from the Ministry of Health, to examine the change in the incidence of lung cancer, and to evaluate the role of imaging in early diagnosis.

**Materials and methods:** The study used statistics from the Ministry of Health of the Republic of Turkey and the Turkish Statistical Institute for the years 2016–2025. Descriptive statistical methods were used to include the ratio of chest X-rays within the total number of X-rays and the ratio of X-rays taken due to suspected cancer.

**Findings:** The number of chest X-rays increased from 35 million in 2016 to 60 million in 2022. The total increase is 41%. The incidence of lung cancer is projected to be 42/100,000 in 2022 and 50/100,000 in 2025. There is an increasing trend, but a plateau period has been reached. The purposes of X-ray imaging are: 45% Infection/COVID, 20% Emergencies, 15% Routine screening, 10% Chronic diseases, 5-10% Suspicion of cancer. Distribution by body region: 40% Lung, 32% Bone-extremity, 12% Teeth, 10% Spine, 6% Other.

**Discussion:** A significant increase in the use of chest X-rays was observed during the COVID-19 period. Despite the increased number of imaging procedures, there has been a limited increase in cancer diagnosis rates. Chest X-rays are mostly used for infection and emergency evaluation purposes. The rate of chest X-rays performed due to suspected cancer is low.

**Conclusion:** Chest X-rays are an important tool in early diagnosis, but they are not sufficient on their own. Screening programs should be increased. Unnecessary radiation should be reduced. Low-dose CT should be used in risk groups.

### REFERENCES

Republic of Turkey Ministry of Health Statistics Yearbooks  
Turkish Statistical Institute Statistics Yearbooks  
ICRP publications

# GÖMÜLÜ 3. MOLAR DIŞLERİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE 2D VE 3D GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİNİN TANISAL DOĞRULUK AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

*Aleyna YARBO, F. KÖSE*

*Öğrenci, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,  
Hatay, Antakya.*

*[aleynayrb@gmail.com](mailto:aleynayrb@gmail.com)*

## ÖZET

Gömülü üçüncü molar dişlerin değerlendirilmesi, cerrahi planlama ve komplikasyonların önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir. Geleneksel iki boyutlu (2D) görüntüleme yöntemleri, özellikle panoramik radyografi, klinikte yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak bu yöntemler anatomik süperpozisyon ve derinlik bilgisi eksikliği gibi sınırlılıklara sahiptir. Üç boyutlu (3D) görüntüleme yöntemleri, özellikle konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT), anatomik yapıların daha doğru değerlendirilmesini sağlayarak tanısal doğruluğu artırmaktadır. Bu çalışmanın amacı, gömülü üçüncü molar dişlerin değerlendirilmesinde 2D ve 3D görüntüleme yöntemlerinin tanısal doğruluk açısından karşılaştırılmasıdır. Bulgular, CBCT'nin özellikle mandibular kanal ile diş kökleri arasındaki ilişkinin belirlenmesinde daha yüksek doğruluk sağladığını göstermektedir. Ancak daha yüksek maliyet ve radyasyon dozu nedeniyle seçici kullanımı önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Dental görüntü kalitesi, 2D-3D dental görüntüleme, gömülü molar diş, tanısal doğruluk

## ABSTRACT

The evaluation of impacted third molar teeth is critical for surgical planning and prevention of complications. Traditional two-dimensional (2D) imaging methods, especially panoramic radiography, are widely used in clinical practice. However, these methods have limitations such as lack of anatomical superposition and depth information. Three-dimensional (3D) imaging methods, particularly cone-beam computed tomography (CBCT), provide more accurate evaluation of anatomical structures, thus increasing diagnostic accuracy. The aim of this study is to compare the diagnostic accuracy of 2D and 3D imaging methods in the evaluation of impacted third molar teeth. The findings show that CBCT provides higher accuracy, especially in determining the relationship between the mandibular canal and the tooth roots. However, due to its higher cost and radiation dose, its selective use is recommended.

**Keywords:** Dental image quality, 2D-3D dental imaging, impacted molar tooth, diagnostic accuracy.

# İLK ÇEKİMDE TANISAL YETERLİLİK ORANI: RADYOLOJİK GÖRÜNTÜLERDE BAŞARI ANALİZİNİN RETROSPEKTİF DEĞERLENDİRİLMESİ

*Diyala KARADENİZ, G. KARABULUT, Ş. PELTEK, İ. AKPOLAT*

*Öğrenci, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,*

*Hatay, Antakya.*

*[diyala.karadeniz@icloud.com](mailto:diyala.karadeniz@icloud.com)*

## ÖZET

Radyolojik görüntülemelerde ilk çekimde tanisal yeterlilik sağlanması, hasta güvenliği, radyasyon dozunun azaltılması ve klinik verimlilik açısından temel bir kalite göstergesidir. Bu çalışmada, ilk çekimde başarı oranı ve tekrar çekim gereksinimi, görüntüleme modalitelerine göre güncel literatür verileri ışığında retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Literatür, tekrar çekim oranlarının %2–14 arasında değiştiğini ve bu tekrarların büyük ölçüde teknik hatalardan kaynaklandığını göstermektedir. Özellikle direkt dijital radyografi ve mobil radyografi sistemlerinde tekrar oranlarının daha yüksek olduğu, buna karşın bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntülemelerde tekrar oranlarının daha düşük olduğu bildirilmiştir. Bu bulgular, operatör bağımlılığının yüksek olduğu sistemlerde kalite problemlerinin daha belirgin olduğunu ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Radyografi, tekrar çekim, görüntü kalitesi, kalite kontrol, retrospektif analiz

## ABSTRACT

In radiological imaging, achieving diagnostic adequacy on the first scan is a fundamental quality indicator in terms of patient safety, radiation dose reduction, and clinical efficiency. In this study, the success rate of the first scan and the need for repeat scans were retrospectively evaluated according to imaging modalities in light of current literature data. The literature shows that repeat scan rates vary between 2% and 14%, and these repetitions are largely due to technical errors. It has been reported that repeat scan rates are higher in direct digital radiography and mobile radiography systems, while they are lower in computed tomography and magnetic resonance imaging. These findings reveal that quality problems are more pronounced in systems with high operator dependence.

**Keywords:** Radiography, repeat scan, image quality, quality control, retrospective analysis.

# KONTRAST MADDELERİN TARİHSEL GELİŞİMİ: KARANLIK ÇAĞDAN AYDINLIK ÇAĞA

*Ceyda BOZKURT, Eren Engin ÖZTÜRK*

*Öğrenci, Acıbadem Üniversitesi Tıbbi Görüntüleme Programı öğrencisi*

*ceyda.bozkurt@live.acibadem.edu.tr*

## ÖZET

### **Amaç**

Bu çalışmanın amacı, 1895'ten günümüze kadar kontrast maddelerin gelişim sürecini incelemek ve modern tıbbi görüntülemeye katkılarını değerlendirmektir.

### **Giriş**

Tıbbi görüntüleme yöntemleri, hastalıkların tanı ve takibinde kritik öneme sahiptir. Kontrast maddeler, özellikle radyolojik görüntüleme tekniklerinde dokular arasındaki farkı artırarak tanısal doğruluğu yükseltir. İlk keşiflerden günümüze kadar kontrast ajanlar önemli evrimler geçirmiştir. X-ışınları kemik yapıların görüntülenmesini sağlarken, yumuşak dokular ve vasküler yapılar yeterince ayırt edilememektedir. Bu sınırlılığı aşmak amacıyla bilim insanları radyoopak maddeler üzerinde çalışmaya başlamıştır. Kontrast madde gelişimi, ağır metallerin deneysel kullanımından modern farmakolojik ajanlara uzanan önemli bir bilimsel ilerleme sürecidir.

### **Yöntem**

Bu çalışma literatür taraması şeklinde yürütülmüştür. Kontrast maddelerin tarihsel gelişimi; bilimsel makaleler, kitaplar ve arşiv verileri incelenerek kronolojik olarak değerlendirilmiştir.

### **Bulgular**

1895: X-ışınlarının keşfinden sonra ilk kontrast uygulamaları başlatılmıştır. 1910–1920: Baryum sülfat gastrointestinal sistem görüntülemeye kullanılmaya başlanmıştır. 1920'ler: İyot bazlı kontrast maddeler geliştirilmiş ve damar görüntülemeye kullanılmaya başlanmıştır. 1950'ler: Daha güvenli ve çözünürlüğü yüksek kontrast ajanlar geliştirilmiştir. 1970'ler: Bilgisayarlı tomografi (BT) ile kontrast kullanımı yaygınlaşmıştır. 1980 – Günümüz: Manyetik rezonans görüntüleme (MR) için gadolinyum bazlı ajanlar geliştirilmiş, düşük osmolaliteli ve daha güvenli kontrast maddeler kullanılmaya başlanmıştır.

### **Tartışma**

Kontrast maddelerin gelişimi, görüntüleme teknolojilerindeki ilerlemelerle paralel ilerlemiştir. Erken dönem ajanlar yüksek toksisiteye sahipken, günümüzde geliştirilen kontrast maddeler

daha güvenli ve hasta toleransı yüksek hale gelmiştir. Özellikle düşük osmolaliteli ve non-iyonik kontrast ajanların kullanımı yan etkileri önemli ölçüde azaltmıştır.

### **Sonuç**

Kontrast maddelerin tarihsel gelişimi, modern tıpta tanısal doğruluğun artmasına büyük katkı sağlamıştır. Günümüzde daha güvenli ve etkili ajanların kullanımı sayesinde görüntüleme yöntemleri daha başarılı sonuçlar vermektedir. Gelecekte biyouyumlu ve hedefe yönelik kontrast ajanların geliştirilmesi beklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kontrast madde, radyoloji, görüntüleme, tarihsel gelişim, BT, MR

## **HISTORICAL DEVELOPMENT OF CONTRAST AGENTS: FROM THE DARK AGE TO THE AGE OF ENLIGHTENMENT ABSTRACT**

### **Purpose**

The primary objective of this study is to examine the development of contrast agents from 1895 to the present and to evaluate their contributions to modern medical imaging.

### **Introduction**

Medical imaging methods are crucial for the diagnosis and follow-up of diseases. Contrast agents increase diagnostic accuracy by showing the difference between tissues in radiological imaging. Contrast agents have changed a lot from the first discoveries until today. X-rays show bone structures, but soft tissues and vascular structures cannot be seen clearly. To solve this problem, scientists started to work on radiopaque substances. The development of contrast agents is an important scientific progress from the experimental use of heavy metals to modern pharmacological agents.

### **Method**

This study was conducted as a literature review. The historical development of contrast agents was evaluated chronologically by examining scientific articles, books, and archive data.

### **Findings**

1895: The first contrast applications started after the discovery of X-rays. 1910–1920: Barium sulfate started to be used for gastrointestinal system imaging. 1920s: Iodine-based contrast agents were developed and started to be used in vascular imaging. 1950s: More secure contrast agents with high resolution were developed. 1970s: The use of contrast became common with Computed Tomography (CT). 1980 – Present: Gadolinium-based agents were developed for Magnetic Resonance Imaging (MRI); safer contrast agents with low osmolality started to be used.

**Discussion**

The development of contrast agents moved together with the progress in imaging technologies. While early agents had high toxicity, today's contrast agents are safer and better for patients. Especially the use of low-osmolality and non-ionic contrast agents has significantly reduced side effects.

**Conclusion**

The historical development of contrast agents has helped to increase diagnostic accuracy in modern medicine. Advancements in safer and more effective agents have led to improved outcomes in modern imaging methods. In the future, the development of biocompatible and targeted contrast agents is expected.

**Keywords:** Contrast agent, radiology, imaging, historical development, CT, MRI

## **RADYOLOJİDE YAPAY ZEKÂ KULLANIMI VE TEKNİKERİN DEĞİŞEN ROLÜ: 2020–2026 DÖNEMİ İÇİN LİTERATÜR İNCELEMESİ**

***Mehmet KORKMAZ, A. BAKLACI, S. AYDIN, A. KOPAR, M. Y. ELMAS***

*Öğrenci, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,  
Hatay, Antakya.*

*mhmtkrkmz926@gmail.com*

### **ÖZET**

Yapay zekâ (YZ) teknolojilerinin sağlık alanına entegrasyonu, özellikle radyoloji disiplinde tanısal doğruluk, görüntü kalitesi ve klinik iş akışı üzerinde önemli dönüşümlere yol açmıştır. Bu çalışma, 2020 sonrası güncel literatür ışığında yapay zekanın radyolojideki kullanım alanlarını ve radyoloji teknikerlerinin değişen rolünü incelemeyi amaçlamaktadır. Bulgular, YZ uygulamalarının görüntü analizini hızlandırdığını, tanı doğruluğunu artırdığını ve radyoloji iş akışını optimize ettiğini göstermektedir. Bununla birlikte teknikerlerin rolü, veri kalitesi yönetimi ve sistem denetimi gibi daha kompleks sorumluluklara doğru genişlemektedir.

### **ABSTRACT**

The integration of artificial intelligence (AI) technologies into the healthcare field has led to significant transformations in diagnostic accuracy, image quality, and clinical workflow, particularly in the radiology discipline. This study aims to examine the application areas of AI in radiology and the changing role of radiology technicians in light of the current literature after 2020. The findings show that AI applications accelerate image analysis, increase diagnostic accuracy, and optimize radiology workflow. However, the role of technicians is expanding towards more complex responsibilities such as data quality management and system auditing.

# RADYOLOJİK GÖRÜNTÜ KALİTESİNDE TEKNİKERİN ETKİSİ: POZİSYONLANDIRMA VE PROTOKOL UYGULAMALARININ ANALİZİ

*Kübra ASLAN, E. Özcan, F. E. Bozkurt, A. Kara*

*Öğrenci, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,  
Hatay, Antakya.*

*[ka8380655@gmail.com](mailto:ka8380655@gmail.com)*

## ÖZET

Radyolojik görüntü kalitesi, doğru tanı ve etkili tedavi planlamasının temel belirleyicilerinden biridir. Görüntü kalitesini etkileyen birçok faktör bulunmakla birlikte, radyoloji teknikerlerinin rolü bu süreçte kritik öneme sahiptir. Özellikle hasta pozisyonlandırması ve uygun çekim protokollerinin uygulanması, görüntü kalitesini doğrudan etkileyen temel unsurlar arasında yer almaktadır. Bu çalışmanın amacı, radyolojik görüntü kalitesinde tekniker faktörünün rolünü, özellikle pozisyonlandırma hataları ve protokol uygulamaları açısından incelemektir. Bulgular, görüntü kalitesini etkileyen hataların büyük çoğunluğunun pozisyonlandırma kaynaklı olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Radyolojik görüntü kalitesi, Görüntüleme protokolleri, Hasta pozisyonlandırması, Radyografik kalite kontrol

## ABSTRACT

Radiological image quality is a fundamental determinant of accurate diagnosis and effective treatment planning. While many factors influence image quality, the role of radiology technicians is critically important in this process. In particular, patient positioning and the application of appropriate imaging protocols are key elements that directly affect image quality. The aim of this study is to examine the role of the technician factor in radiological image quality, especially in terms of positioning errors and protocol applications. The findings show that the vast majority of errors affecting image quality are positioning-related.

**Keywords:** Radiological image quality, Imaging protocols, Patient positioning, Radiographic quality control

## GİRİŞ

Radyolojik görüntü kalitesi, doğru tanı ve etkin tedavi planlamasının temel bileşenlerinden biridir. Görüntü kalitesini etkileyen faktörler arasında cihaz performansı, teknik parametreler ve hasta faktörleri yer almakla birlikte, radyoloji teknikerinin bilgi ve uygulama becerisi kritik

öneme sahiptir. Özellikle hasta pozisyonlandırması, uygun ekspozur parametrelerinin seçimi ve standart protokollerin uygulanması; görüntülerin tanısal yeterliliğini doğrudan etkilemektedir (Kjelle et al., 2022).

Literatürde radyografik tekrar çekimlerin önemli bir kısmının tekniker kaynaklı hatalardan oluştuğu bildirilmektedir. Pozisyonlandırma hataları; anatomik yapıların süperpozisyonuna, distorsiyona ve görüntü bulanıklığına neden olarak tanısal doğruluğu azaltmaktadır (Dhillon et al., 2012). Ayrıca yanlış kVp ve mAs seçimi, kontrast ve gürültü seviyelerini etkileyerek görüntü kalitesini düşürmektedir.

Dijital radyografi sistemleri görüntü optimizasyonunda önemli avantajlar sağlasa da, insan faktörü halen kalite yönetiminin merkezinde yer almaktadır. Son yıllarda yapay zekâ destekli kalite kontrol sistemleri ve otomatik pozisyonlandırma teknolojileri geliştirilmiş olsa da, tekniker deneyimi ve eğitim düzeyi görüntü başarısını belirleyen temel unsurlar olmaya devam etmektedir (Miller et al., 2024).

## **BULGULAR**

Literatür verileri, radyolojik görüntü kalitesini etkileyen hataların büyük bölümünün pozisyonlandırma ve protokol uygulama hatalarından kaynaklandığını göstermektedir. Özellikle yanlış merkezleme, rotasyon, yetersiz kolimasyon ve uygunsuz ekspozur parametreleri; görüntü kontrastını azaltmakta, anatomik yapıların süperpozisyonuna neden olmakta ve tanısal yeterliliği düşürmektedir (Dhillon et al., 2012).

Yapılan çalışmalarda tekrar çekim oranlarının %40–60'ının tekniker kaynaklı uygulama hatalarından oluştuğu bildirilmiştir (Kjelle et al., 2022). Ayrıca deneyimli teknikerlerin, standart protokol kullanımına daha yüksek uyum gösterdiği ve ilk çekimde tanısal yeterlilik oranlarının daha yüksek olduğu rapor edilmiştir.

**Tablo 1. Tekniker Kaynaklı Görüntü Kalitesi Hataları**

<b>Hata Türü</b>	<b>Ortalama Görülme Oranı</b>
<b>Pozisyonlandırma hataları</b>	%50–70
<b>Yanlış ekspozur parametreleri</b>	%15–25
<b>Hasta hareket artefaktları</b>	%10–15
<b>Kolimasyon hataları</b>	%5–10
<b>Teknik ekipman kaynaklı hatalar</b>	%3–5

**Tablo 2.** Protokol Uygulamalarının Görüntü Kalitesine Etkisi

Protokol Parametresi	Uygun Uygulama Sonucu	Yanlış Uygulama Sonucu
<b>kVp seçimi</b>	Optimal kontrast ve penetrasyon	Düşük kontrast / aşırı yoğunluk
<b>mAs seçimi</b>	Düşük gürültü seviyesi	Gürültülü veya aşırı dozlu görüntü
<b>Kolimasyon</b>	Gereksiz dozun azaltılması	Artefakt ve görüntü alanı kaybı
<b>Hasta pozisyonlandırması</b>	Anatomik doğruluk	Süperpozisyon ve distorsiyon
<b>SID (Source-Image Distance) ayarı</b>	Net görüntü oluşumu	Magnifikasyon ve bulanıklık

Kjelle ve ark. (2022), standart çekim protokollerinin uygulanmasının tekrar çekim oranlarını anlamlı düzeyde azalttığını bildirmiştir. Rumman (2023) ise uygun kVp ve mAs seçiminin görüntü kalitesinde belirleyici rol oynadığını göstermiştir.

Bu bulgular, standart protokol uygulamaları ve tekniker eğitimlerinin radyolojik görüntü kalitesinin artırılmasında kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir.

## **TARTIŞMA**

Elde edilen bulgular, radyolojik görüntü kalitesinde tekniker faktörünün belirleyici rol oynadığını göstermektedir. Özellikle pozisyonlandırma hataları, tanısal yeterliliği azaltarak tekrar çekim gereksinimini artırmaktadır. Bu durum yalnızca hasta radyasyon dozunu artırmakla kalmayıp, sağlık hizmetlerinde zaman kaybı ve maliyet artışına da neden olmaktadır.

Yanlış protokol uygulamaları; düşük kontrast, yüksek gürültü seviyesi ve anatomik yapıların yetersiz görüntülenmesine yol açmaktadır. Bu nedenle teknikerlerin teknik bilgi düzeyi ve cihaz hâkimiyeti büyük önem taşımaktadır (Rumman, 2023).

Literatür, sürekli mesleki eğitimlerin ve simülasyon tabanlı uygulamaların hata oranlarını azaltmada etkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca yapay zekâ destekli kalite kontrol sistemlerinin, pozisyonlandırma doğruluğunu artırarak görüntü kalitesini optimize edebileceği bildirilmektedir (Miller et al., 2024).

## **SONUÇ**

Radyolojik görüntü kalitesinde tekniker faktörü merkezi bir role sahiptir. Özellikle hasta pozisyonlandırması ve uygun protokol uygulamaları, görüntülerin tanısal başarısını doğrudan etkilemektedir. Literatür verileri, görüntü hatalarının büyük çoğunluğunun pozisyonlandırma kaynaklı olduğunu göstermektedir.

Bu doğrultuda:

- Sürekli tekniker eğitiminin artırılması,

- Standart görüntüleme protokollerinin uygulanması,
- Yapay zekâ destekli kalite kontrol sistemlerinin klinik entegrasyonu

önerilmektedir. Bu uygulamalar sayesinde görüntü kalitesi artırılabilir, tekrar çekim oranları azaltılabilir ve hasta güvenliği iyileştirilebilir.

#### **KAYNAKLAR**

1. Dhillon, M., et al. (2012). Positioning errors and quality assessment in panoramic radiography. *Imaging Science in Dentistry*, 42(4), 207–212.
2. European Commission. (2018). *European Guidelines on Diagnostic Reference Levels for Imaging*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
3. Kjelle, E., et al. (2022). Image rejection analysis in digital radiography: A systematic review. *Radiography*, 28(2), 456–463.
4. Miller, E. M., et al. (2024). Simulation-based radiography training and image quality performance. *Radiography*, 30(1), 88–95.
5. Rumman, M. (2023). Radiographic positioning standards and image quality optimization. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 54(3), 412–41

# RADYOLOJİK GÖRÜNTÜLEMEDE RADYASYON KAYGISI: GERÇEKLER VE YANILGILAR

*Ahmet Arda KÖKSAL*

*Öğrenci, Acıbadem Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Tıbbi Görüntüleme  
Teknikleri Programı*

*[ahmet.koksall@live.acibadem.edu.tr](mailto:ahmet.koksall@live.acibadem.edu.tr)*

## ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmada, radyolojik görüntüleme süreçlerinde hastalarda oluşan radyasyon kaygısının nedenlerinin ortaya konulması ve bu kaygının bilimsel gerçeklerle karşılaştırılarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Radyolojik görüntüleme yöntemleri ve bu yöntemlerde kullanılan iyonizan radyasyon dozları literatür verileri doğrultusunda incelenmiştir. Ayrıca 80 katılımcı ile yapılan anket çalışmasıyla bireylerin radyasyon algısı ve kaygı düzeyleri değerlendirilmiştir. Radyasyonun biyolojik etkileri, tanısal dozlar ve radyasyondan korunma prensipleri (ALARA) dikkate alınarak analiz yapılmıştır.

**Bulgular:** Anket sonuçlarına göre katılımcıların %44'ü yüksek düzeyde, %28'i orta düzeyde radyasyon kaygısı taşımaktadır. Katılımcıların önemli bir kısmının radyolojik tetkiklerin içerdiği dozlar ve klinik faydalar hakkında eksik veya yanlış bilgiye sahip olduğu belirlenmiştir. Literatür verileri, tanısal radyoloji uygulamalarında kullanılan dozların genellikle düşük seviyede olduğunu ve klinik gereklilik durumunda sağladığı faydanın riskten daha yüksek olduğunu göstermektedir.

**Sonuç:** Radyasyon kaygısı büyük ölçüde bilgi eksikliği ve yanlış algılardan kaynaklanmaktadır. Doğru endikasyon, uygun doz yönetimi ve hasta bilgilendirmesi ile radyolojik görüntüleme yöntemleri güvenli bir şekilde uygulanabilir. Bu nedenle, toplumda radyasyon konusunda farkındalığın artırılması kritik öneme sahiptir.

**Anahtar Kelimeler:** Radyasyon Kaygısı, Radyolojik Görüntüleme, ALARA Prensibi, Radyasyon Algısı, Hasta Bilgilendirmesi, Tanısal Dozlar

## RADIATION ANXIETY IN RADIOLOGICAL IMAGING: FACTS AND MISCONCEPTIONS

### ABSTRACT

**Objective:** This study aims to identify the causes of radiation anxiety in patients during radiological imaging procedures and to evaluate this anxiety by comparing it with scientific facts.

**Materials and Methods:** Radiological imaging methods and the ionizing radiation doses used in these methods were examined in accordance with literature data. In addition, the radiation perception and anxiety levels of individuals were evaluated through a survey conducted with 80 participants. The analysis was performed considering the biological effects of radiation, diagnostic doses, and radiation protection principles (ALARA).

**Findings:** According to the survey results, 44% of the participants had a high level of radiation anxiety, and 28% had a moderate level. It was determined that a significant portion of the participants had incomplete or incorrect information about the doses and clinical benefits involved in radiological examinations. Literature data show that the doses used in diagnostic radiology applications are generally low, and when clinically necessary, the benefit outweighs the risk.

**Conclusion:** Radiation anxiety largely stems from a lack of information and misconceptions. With correct indications, appropriate dose management, and patient education, radiological imaging methods can be applied safely. Therefore, increasing awareness about radiation in the public is critically important.

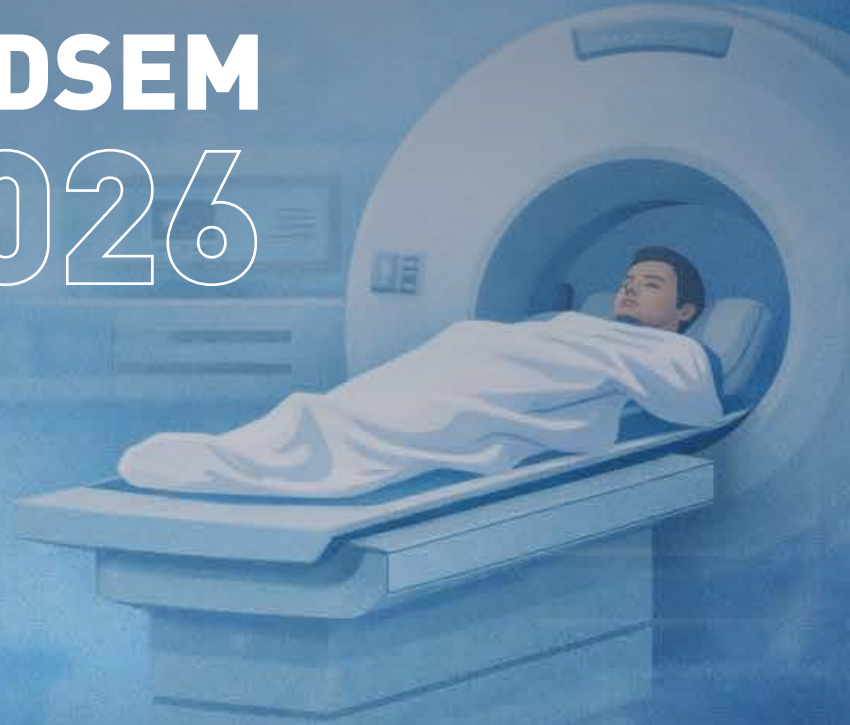
**Keywords:** Radiation Anxiety, Radiological Imaging, ALARA Principle, Radiation Perception, Patient Information, Diagnostic Doses



TÜBİTAK

7. ŞABAN AKPOLAT  
**RADYOLOJİDE YENİ UFUKLAR SEMPOZYUMU**  
SUNUM VE BİLDİRİ ÖZETLERİ KİTABI

**RADSEM**  
**2026**



Nevşehir Yerleşkeleri:  
Mustafapaşa - Uçhisar - Ürgüp  
Tel: 0384 353 5009 (pbx) Fax: 0384 353 5125  
Sabiha Gökçen Yerleşkesi:  
Şeyhli, Bol Ahenk Sk. No:2, 34912 Pendik  
Tel: 0216 588 0010 (pbx) Fax: 0216 588 0012  
info@kapadokya.edu.tr

