

**Review / Derleme**

**OBEZİTE ve TANISAL RADYOLOJİ**

**Obesity and Diagnostic Radiology**

Erkan Gökçe <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gaziosmanpasa University  
Faculty of Medicine,  
Department of Radiology,  
Tokat, Turkey

**ÖZET**

Obezite prevalansında artışla birlikte komorbid hastalıklara ve bariatrik cerrahi uygulamalarına bağlı obez hastalarda medikal görüntüleme kullanımında artmaktadır. Obez hastalarda iri vücut yapısı ve artmış yağ dokusu nedeniyle radyolojik çalışmaların yapılması ve tanısal kalitede görüntüler elde edilmesi teknik olarak zordur. Aynı zamanda iyonizan radyasyon içeren tetkiklerde obez hastaların daha fazla radyasyon dozuna maruz kalmaları diğer bir dezavantajdır. Obez hastalarda tanısal kalitede görüntüleme işlemi yapılabilmesi için hasta ağırlığı ve çapına uygun görüntüleme ekipmanı ile tetkik odaları sağlanmalı; tetkik parametreleri en iyi görüntü kalitesini elde edecek şekilde hastaya göre düzenlenmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Obezite, radyolojik görüntüleme yöntemleri, tanısal radyoloji

**ABSTRACT**

Use of medical imaging depending upon the comorbidity diseases and bariatric diseased for obese people has increased along with the increase at obesity prevalence. Due to large body structure and increased fatty tissue in obese patients, it is hard to carry out radiological studies and obtain images on diagnostic quality. Moreover, obese patients' subjecting to more radiation dose in examinations including ionizing radiation is another disadvantage. In order to perform diagnostic imaging process in obese patients, imaging equipment in accordance with the patient weight and diameter and examination rooms should be provided; and examination parameters should be organized according to the patient in a way that can be obtained the best imaging quality.

**Key Words:** Obesity, radiological imaging methods, diagnostic radiology

**Corresponding Author:**  
Dr. Erkan Gökçe  
Gaziosmanpasa University  
Faculty of Medicine,  
Department of Radiology,  
Tokat, Turkey

Phone: +903562129500

Fax: +903562133179

E-mail:  
erkangokce@mynet.com

Başvuru Tarihi/Received :  
06-07-2013

Kabul Tarihi/Accepted:  
01-08-2013

## GİRİŞ

Hastanelerin diğer üniteleri gibi radyoloji departmanları da artan bir şekilde obezitenin etkileriyle yüz yüze gelmektedir (1). Obezitenin prevalansındaki artış ve bariatrik cerrahinin artan popülaritesi obez hastalarda medikal görüntülemenin kullanımında artışa yol açmaktadır (1,2). Kardiyovasküler hastalıklar, inme, hipertansiyon, tip 2 diabet, alkolik olmayan karaciğer yağlanması, uyku apne, osteoartrit, kanserler ve gastroözofajial reflü hastalıkları gibi obezite ile ilişkili komorbiditeler sekonder olarak radyolojik görüntüleme ihtiyacı artmaktadır (1-3). Günümüzde kullanılan görüntüleme teknolojisi ve radyoloji ünitelerinin obez hastalarda arzu edilen görüntüleme kalitesini sağlama ve uygulayabilme kapasiteleri sınırlıdır (1,2).

Radyoloji ünitelerinde obez hastaların görüntülenmesi ile ilgili dikkat edilmesi ve çözülmesi gereken hususlar genel olarak dört alt başlıkta incelenebilir (1,2). Bunlar:

- 1) Klinik endikasyona göre en iyi hangi tetkik ile görüntüleme yapılabilir?
- 2) Hasta radyoloji departmanına nasıl gidecek ve taşınacaktır?
- 3) Hasta için uygun görüntüleme ekipmanı nasıl elde edilebilecektir?
- 4) Optimal görüntü kalitesini elde etmek için ekipman ayarları nasıl yapılacaktır?

Amerika Birleşik Devletleri'nde 2008'de acil departmanlarda 159 kilogram (kg)'dan daha ağır hastaların tahminen 1/4'ünde bilgisayarlı tomografi (BT) ve 2/3 ünde ise manyetik rezonans görüntüleme (MRG) tetkikleri elde edilememiştir. Aynı zamanda 205 kg'den daha ağır hastaların %90'ından fazlasında BT ve MRG tetkikleri yapılamamaktadır (2,4).

Obez hastalarda, sıklıkla vücut yapısının sınırlaması nedeniyle, radyolojik incelemelerin yapılması teknik olarak zordur. Radyolojik tetkiklerin sayısı 15 yıllık periyotta 2 katına çıkmasına rağmen obez hastalarda artan yağ dokusu kalınlığının görüntüleme yöntemlerinde çözünürlüğü olumsuz etkilemesi ve çeşitli artefaktlara yol açması nedeniyle tetkikleri yorumlama zordur (2,5,6). Hem klinik hem de radyolojik olarak tanı koyabilmedeki eksiklik hastanede kalış süresini, işlemleri, komplikasyonları ve maliyeti artırmaktadır (2,5). Artan görüntüleme istemlerini karşılamak için obez hastalara uyumlu hastane ve radyoloji departmanları hazırlanmalıdır (1,2).

## KLİNİK ENDİKASYONA UYGUN RADYOLOJİK GÖRÜNTÜLEME

Tanısal radyoloji, hastalıkların tanısı ve tedavi sonrası takibinde günümüz hekimlik pratiğinin vazgeçilmez bir parçasıdır. Hastaya en az zararla en fazla faydayı sağlayacak radyolojik görüntüleme modalitesinin seçimi ile doğru ve hızlı tanının konulabilmesi için klinisyen ve radyoloğun uyum içerisinde çalışması gereklidir. Bazı durumlarda ise görüntüleme olmaksızın doğru tanıya ulaşmak oldukça zordur. Örneğin akut pelvik ağrı gibi bir pelvik rahatsızlığı olan herhangi bir kadında klinik değerlendirme sıklıkla nonspesifiktir. Klinik muayene obez kadınlarda daha da sınırlı olduğundan görüntüleme daha fazla güvenilen değerlendirme yöntemi olur. Bununla birlikte obez hastalarda obezitenin radyolojik görüntülemeye etkilerinin ve radyolojik tetkiklerinde obez hastalarda oluşturabileceği olası risklerin radyolog tarafından bilinmesi de şarttır. Örneğin transabdominal US'de aşırı abdominal yağ dokusu, hem insonasyonun aktüel derinliği hem de ultrason ışınının zayıflaması nedeniyle görüntülemeyi sınırlandırır ve artmış saçılma sonucu sinyal gürültü oranını düşürür. Transabdominal US'nin yetersiz olduğu durumlarda uterus ve overleri değerlendirmek için transvajinal US kurtarıcı yöntem olabilir. BT incelemesi ise, genellikle gastrointestinal ya da ürolojik hastalıklarda tercih edilir fakat hem hastanın beden durumu hem de klinik endikasyona bağlı olarak tercihte ilk seçenek olabilir. Bununla birlikte Pelvik BT tetkiki obez hastalarda obez olmayanlara göre daha da yüksek radyasyon maruziyeti nedeniyle üreme çağındaki obez kadınlar ve çocuklarda daha selektif kullanılmalıdır (7).

## RADYOLOJİ ÜNİTESİNE TRANSPORT

Görüntüleme tekniği seçildikten sonraki aşama hastanın uygun zamanlama ile transportudur. Taşıma ekipmanının ağırlık limitlerini aşan obez hastalarda hastane içinde taşıma işlemi sorunlu olabilir. Tipik olarak çoğu kurumda büyük ebattaki hastaların transportu için uygun donanım (büyük tekerlekli sandalye ve sedye) sınırlıdır. Transportu planlanan hastaların gecikmesi ve bu hastaların görüntülenmesinin uzun sürmesi diğer hastaların bekleme süresini artırır. Obez hasta popülasyonunda artışın görüldüğü hastanelerde büyük tekerlekli sandalye ve sedye alımları yapılmalı, bu hastalara görüntüleme planlandığında transport bölümüyle koordinasyon içinde olunmalıdır. Hasta transportunun yapılamadığı durumlarda portabl radyografi ya da ultrasonografi ekipmanı bulundurulmalıdır (1).

## OBEZ HASTALARDA GÖRÜNTÜLEME EKİPMANI

Obezite, vücut kitle indeksi (VKİ) yoluyla tanımlanır, hem ağırlık hem de boy ile hesaplanır. Obezitenin klinik sınıflamasında VKİ önemli bir parametre olmakla birlikte ağırlık ve beden çevresi, radyologlar için daha uygun iki ölçüm değeridir. Klinik endikasyonla birlikte, bir hastanın ağırlığı ve beden çapı, hangi görüntüleme tekniğinin kullanılacağına kararını vermede oldukça önemli faktörlerdir. Akut inmede beyin MRG incelemesi en iyi görüntüleme yöntemi olsa da eğer hasta MRG cihazına uygun değilse pratikte bunun hiçbir önemi yoktur. Bu nedenle obez hastalarda tanısal görüntüleme işlemi planlanmadan önce hasta ağırlığı ve çapına uygun görüntüleme ekipmanı olup olmadığının bilgisine sahip olunması önemlidir. Fluoroskopi için masa ağırlık taşıma limitleri ve aralık çapı BT ve MRG'den farklıdır. Günümüzde her görüntüleme tekniği için aralık çapı ve masa ağırlık taşıma limitlerine ait endüstriyel standartlar vardır (Tablo 1). Mevcut endüstri standartlarına göre fluoroskopi, BT, silindirik oyuklu MRG ve dikey oyuklu açık MRG cihazlarının kesitsel çapının artırılması için çalışılmaktadır (1).

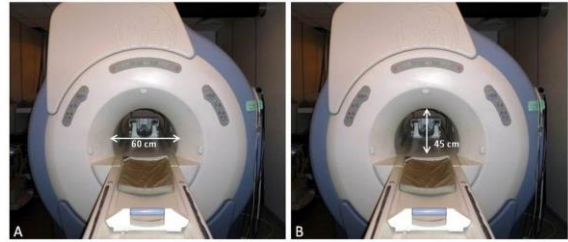
**Tablo 1:** Standart görüntüleme cihazlarının ağırlık taşıma kapasiteleri ve maksimum açıklık çapları

Görüntüleme Yöntemi	Ağırlık Limiti	Maksimum Açıklık Çapı (cm)
Fluoroskopi	159 kg	45
4 – 16 Dedektörlü BT	205 kg	70
Silindirik oyuklu MR (1.5-3.0 Tesla)	159 kg	60
Açık MR (0.3-1.0 Tesla)	250 kg	55

Hastalar masa ağırlık limitlerini karşılayabilirler fakat bel çevreleri gantri ya da oyuk çapını aşırı geçebilir. Tipik olarak fluoroskopide endüstriyel standart açıklık (masa ile dijital görüntüleme kulesi arası mesafe) 45 cm, BT'de gantri genişliği 70 cm ve MRG'de oyuk genişliği 60 cm'dir. Her ne kadar açıklık çapı BT ve MRG'de horizontal planda doğru olsa da, gantri ya da oyuğun içine giren masa kalınlığı vertikal planda açıklığın daralmasına neden olur. Masa kalınlığı nedeniyle yaklaşık 15-18 cm vertikal planda gantri ya da oyuk çapında daralma meydana gelir (Resim 1).

Radyolog ve teknisyenler görüntüleme kullandıkları cihazların ağırlık ve açıklık limitlerinin farkında olmalıdırlar. Ağırlık ve açıklık limitleri departman içinde kolayca görülebilecek bir şekilde

ortamda bulundurulmalıdır. Bu standart endüstriyel limitlere rağmen bazı görüntüleme firmaları obezite konusunu dikkate alarak masa ağırlıklık taşıma limitleri ve açıklık çaplarını yeni görüntüleme ekipmanlarında artırmaktadırlar (1) (Tablo 2). Bariatrik BT cihazlarında gantri çapı 80-90 cm genişliğe çıkarılmıştır. Hastanın bel çevresini azaltma için karnı geçici olarak kuşaklarla sararak uygun bir şekilde bağlama etkili bir yöntem olabilir. BT'de sarkan karnı bağlamanın bir avantajı da bir yana asimetric olan sarkmanın yaratacağı ışın sertleşmesi ve foton azlığı artefaktlarını azaltmasıdır (7).



**Resim 1:** A) MRG cihazı oyuğunun horizontal genişliği 60 cm (ok) iken, B) Oyuğun vertikal genişliği (ok) cihaz masası nedeniyle yaklaşık 45 cm'ye düşmektedir.

**Tablo 2:** Yeni nesil görüntüleme cihazlarının ağırlık taşıma kapasiteleri ve maksimum açıklık çapları

Görüntüleme Yöntemi	Ağırlık Limiti	Maksimum Açıklık Çapı (cm)
Fluoroskopi	317.5 kg	60
16 Dedektörlü BT	308.4 kg	90
Silindirik oyuklu MR (1.5Tesla)	250 kg	70
Açık MR (0.3-1.0 Tesla)	250 kg	55

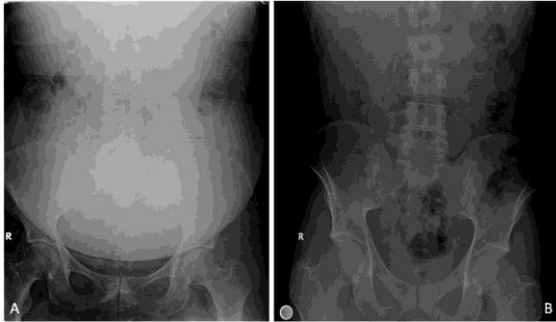
### TANISAL GÖRÜNTÜ KALİTESİ

Hasta transportu ve hasta uyumu ve uygun tetkik düzenlendikten sonra obez hastaların görüntülenmesinde diğer bir sorun da tanısal görüntüleme kalitesinin elde edilebilmesidir. Obez hastalarda her bir görüntüleme yöntemine spesifik zorluklar ve çözümler vardır (1).

**Radyografi:** Radyografilerde obez hastalarda X-ışın demetinin zayıflaması ve saçılma nedeniyle zayıf sinyal gürültü oranı ve düşük görüntü kontrastı olur (1,7). Vücut kalınlığı arttıkça X-ışının dokuda kat ettiği mesafe ve süre artar. Bu da pozlama zamanının artmasına ve hareket artefaktlarının oluşmasına neden olur. Tipik parametrelerle bir akciğer grafisi elde etmek için kilovolt (kVp) 90-95 ve miliampersaniye (mAs) 2-2.5 olmalıdır. Bununla birlikte obez hastalarda bu parametreler X-ışınının yetersiz penetrasyonu ile

sonuçlanır ve ortama daha fazla ışın saçılması olur (1). Özellikle zayıf anatomik sınırlar radyografiyi yorumlamayı zorlaştırır. Obez hastalarda standart bir böbrek, üreter ve mesane değerlendirmesi için 6 ya da 8 adet supin pozisyonda ön-arka direk grafi gerekebilir. Obez hastalarda ekspozur faktörleri ve radyografi sayılarının artması radyasyon dozunda artışa neden olur (2).

Obez hastalarda görüntüleme bazı çözümler yardımcı olabilir. Çekim öncesi grid kullanımı ile saçılmanın azaltılması, kVp ve mAs değerlerinin artırılması (örneğin akciğer grafisinde kVp 100 ve mAs 4'e çıkarılabilir) gibi pik kilovoltajın artırılması ve tüp akımı zaman parametrelerinin düzenlenmesi, çekim sonrası film geliştirme hızının 400'den 800'e çıkartılması ve pencereleme ayarlarının düzenlenmesi çözüm olabilir (1,2,7). Radyografik inceleme alanı kaset boyutlarıyla sınırlıdır. Standart hacimde bir kaset 35x43 cm boyutlarındadır (2,8). Oysaki bu boyutta bir kaset obez hastalarda inceleme alanını kapsamada oldukça küçük kalabilir (1,2) (Resim 2). Çoklu filmlerle ilgili alanın kapsanması (ör: abdomen ve pelvis kadrantlarının ayrı ayrı görüntüsü) ve kaset haritalaması yapılması bu sorunun çözümü olabilir (1,2,7).



**Resim 2:** A) Obez hastada görüntü yanlardan kesilmiş ve düşük çözünürlüklü grafide karın yağ katlantısı nedeniyle özellikle pelvik bölgeyi değerlendirmek zorlaşmıştır. B) Normal kilolu bir hasta, çözünürlüğün oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

Radyografilerde bir diğer problem saçılmadır. Saçılan radyasyon görüntü alıcıya vurur ve görüntü kontrastı azalır (2,3). Saçılma hasta kalınlığı (ör: obez bir hasta), inceleme alanı ve kVp artımıyla artar. Saçılma grid kullanımı ve ışının inceleme alanına sınırlandırılmasıyla (kolimasyon) azaltılabilir (1-3). Grid, hasta vücudu ve görüntü alıcı arasında saçılan radyasyonu absorbe eder bununla birlikte doz artımına da yol açar (2,3,9). Grid kullanılmazsa saçılan radyasyon nedeniyle görüntü kalitesi düşer ve bu durum tanısal olmayan görüntülerle sonuçlanabilir. Sabit radyografi ekipmanları hareketli grid sistemleri içermesinden

dolayı saçılan radyasyonu azaltması bakımından taşınabilir sistemlerden daha üstündür (2).

**Fluoroskopi:** Bariatrik cerrahi hastalarına pre ve postoperatif süreçte gastrointestinal sistem pasajının değerlendirilmesi için görüntüleme işlemleri gerekmektedir. Postoperatif görüntüleme temel bir rutin uygulama ve/veya abdominal ağrı, bulantı, kusma, yetersiz ağırlık kaybı ya da kilo alımını içeren olası postoperatif komplikasyonların belirti ve bulguları nedeniyle uygulanabilmektedir (2). Gastrik bypass cerrahisi sonrası en önemli görüntüleme yöntemi fluoroskopidir. Laparoskopik-gastrik bypass sonrası tüm hastalara gastrik çıkış obstrüksiyonunu dışlamak ve anastomoz hattını değerlendirmek için oral kontrastlı görüntüleme yapılır (1).

Fluoroskopide obez hastaların görüntülenmesinde temel sorunlar masa ağırlık taşıma kapasitesi, açılma genişliği (masa ile görüntüleme kulesi arası mesafe), masa genişliği ve X-ışını tüpünün kapasitesini içermektedir. Bu parametreleri incelemek için ekipman üretici kılavuzuna bakılmalıdır. Bununla birlikte bu işlemler tamam olsa bile inceleme masasının hareket kapasitesinde azalma, hasta mobilitesinde ki azalma ve teknik zorluklar muayeneyi sınırlandırabilir (2.) Hasta, masa ağırlık limitini aşarsa sadece hasta dik pozisyonda iken tetkiki uygulamak mümkün olabilir (2). Bununla birlikte özellikle postoperatif bariatrik hastalarda supin pozisyonda hasta görüntülenmesi uygun olacaktır. Supin pozisyonda görüntüleme erken postoperatif süreçte anatominin daha optimal distansiyonuna ve optimal pozlanmasına, izin verecektir. Supin pozisyonda, ayakta duruşla karşılaştırıldığında, yumuşak dokuların laterale yayılımı daha fazladır; penetre olacak yumuşak doku kalınlığının azalması ile gerekli radyasyon dozunda azalma olur ve daha optimal pozlama sağlanır (2).

Fluoroskopi masa genişliği de önemlidir. Geleneksel masa genişliği 45 cm olup günümüzde ise genişlik 69-80 cm arasındadır (2,7). Obez hastalar sıklıkla masadan düşecekleri hissi içindedirler ve bu durum muayeneyi zorlaştırır. (2).

Obez hastalarda fluoroskopik masa uygun olsa bilse hastaya zor pozisyon verme, flouroskopinin zayıf vizüalizasyonu, penetrasyon güçlüğü nedeniyle optimal olmayan pozlamalar, pozlamanın uzaması ve bulanık görüntüler gibi ek problemler görülebilir. Büyük X-ışını tüp kapasitesi obez hastaların yumuşak dokularında penetrasyonun artmasına olanak verir. Büyük bir tüp kapasitesi pozlamalar arası süreyi kısaltır ve tüpün aşırı yüklenmeden çoklu pozlamalarına olanak sağlar (2).

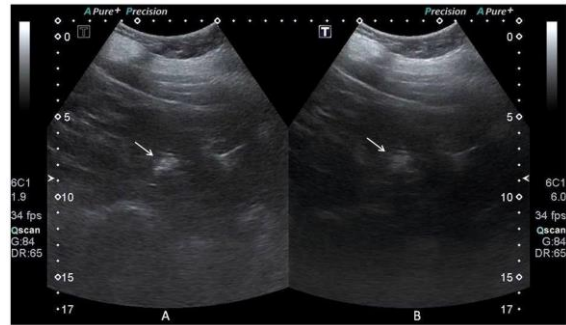
Obez hastalar için flouroskopik görüntüleme çözümleri incelendiğinde olası en geniş bakı alanı kullanılmalı ve magnifikasyondan kaçınılmalıdır. Pozlama kolime edilmeli, pozlama faktörleri optimize edilmeli ve ideal obez hasta protokolleri oluşturulmalıdır (2,8). Hasta masa ağırlık taşıma limitlerini aşarsa ayakta duruş pozisyonunda çalışma yapılması, sadece direkt radyografik çalışmaların uygulanması ya da fluoroskopiden ziyade bir BT tetkiki uygulanması çözüm önerileri olabilir (2).

**Ultrasonografi:** US, iki yolla sınırlanır. Birincisi, obez hastalarda vücut kısımlarının kalınlığı arttığından derinlere doğru odaklanan ultrasonik ses dalgasının penetrasyonu zayıflar. İkincisi, subkutanöz ve intraperitoneal yağ dokularını geçmesi nedeniyle ultrasonik ses dalgasının atenuasyonu artar ve ses demetinin penetrasyonu daha sorunlu hale gelir. US'de yağ dokusunda ses 0.63 dB/cm'lik bir hızla atenuye olur. Obez hastalarda görüntü kalitesini artırmada kullanılacak çözümler: 2 megahertz (MHz) gibi düşük frekanslı transdüser kullanımı, transdüserin odak uzunluğu aralığında incelenecek organı görüntüleyebilmek için transdüser pozisyon vermek olabilir(1).

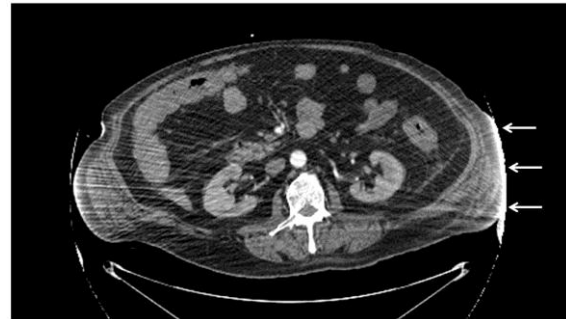
Tarama açısını geliştirmek için transdüserin repozisyonu, reverberasyon artefaktlarından kaçınma, tarama genişliğinin daraltılması gibi temel manevralar görüntülemeyi geliştirmeye katkı sağlayabilir (7). Kenar keskinliğini artırmak için harmonik görüntüleme ve açılı ses demetleri oluşturarak benekli gürültü artefaktlarını azaltılan compaund görüntüleme gibi gelişmiş teknolojilerin kullanılması ve post-prosesing araçları ile sinyal gürültü oranı ve kenar keskinliği artırılarak suboptimal bir görüntüleme yeterli hale getirilebilir (7,10). Yeni geliştirilmiş 1 MHz'lik transdüserler, obez hastalarda daha iyi model olan ışın şekillendirici algoritmalar ve yağ dokusunda sesin hızı için ayarlanmış doku sapmasını düzelten programlar ile birleştiğinde derinlik artışı, penetrasyon ve görüntü kalitesinde artış sağlanabilecektir (7,11) (Resim 3).

**Bilgisayarlı Tomografi:** BT görüntülemesi genellikle hafif ya da orta derecede obezitede yeterlidir. Orta derecede abdominal yağ, yapılar arasında doğal kontrast sağlayarak organların seçilebilirliğini artırmaktadır (7). Küçük yapıların detayları çoğu obez hastada bile görülebilir (1). Bununla birlikte morbid obezlerde değerlendirme zordur. Obezitede BT görüntüleme için temel sınırlayıcı faktörler ağırlık, bel çevresi ve radyasyon maruziyetidir (7). Hastanın beden yapısı tarayıcı

kriterlerini karşılasa bile sınırlı görüntü kalitesi, artmış gürültü, sınırlı bakı alanı, görüntü kesilmesi ve hastaya zor pozisyon verilmesini içeren teknik sorunlarla karşılaşılabilir (1,2,8). Obez hastalarda yetersiz ışın penetrasyonu nedeniyle gürültü artışı olur. Bakı alanını aşan hasta bedenleri görüntüleme alanında ışın sertleşmesi artefaktına yol açar ve görüntü kesilmesi nedeniyle görüntü kalitesi sınırlanabilir. Trunkasyon artefaktları da bakı alanının dışına taşan yumuşak dokuların olduğu yerlerde parlak kenar olarak görülür (1-3) (Resim 4). Tüm bu faktörlere rağmen hastanın bel çevresi ve ağırlığı BT tarayıcısına uygunsa görüntü kalitesi genellikle yeterli olur (1).



**Resim 3:** VKİ'si 33 olan kadın hastada sol böbrek alt zondaki taşa ait ekojenite A) Abdominal konveks transdüserde 1.9 MHz ile yapılan incelemede taşın ekojenitesi daha belirgindir. B) 6 MHz ile yapılan incelemede ise taşın ekojenitesi daha zayıf seçilebilmektedir.

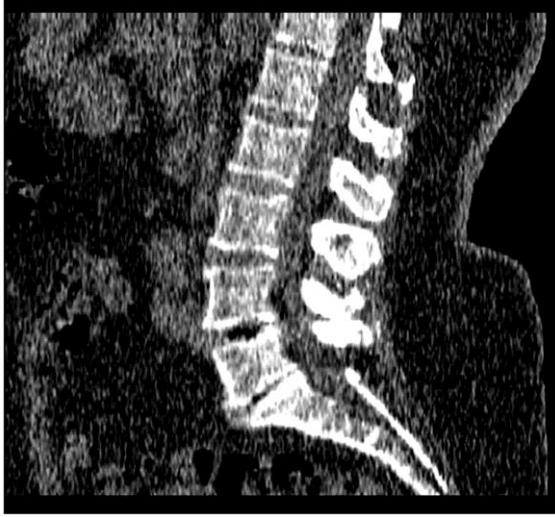


**Resim 4:** Aksiyel BT görüntüsünde trunkasyon (foton açlığı-alan dışı) ve ışın sertleşmesi artefaktları. Solda gantriye dayanan kısımda hiperdens trunkasyon artefaktı (oklar) görülmektedir.

Gürültü artışı yetersiz ışın penetrasyonunun bir sonucudur (1). Foton açlığı artefaktı gürültüyü artırır ve bu nedenle görüntü kalitesinde önemli derecede düşmeye yol açar (7). Hasta kalınlığı arttıkça foton atenuasyonu artacağından quantum modelinin bir sonucu olarak dedektörlere yeterli miktarda foton geçişi olamayacaktır (2,3,12). Bu da kontrast-gürültü oranını düşürür ve görüntü kalitesinde azalmaya yol açar (2) (Resim 5). Kesit kalınlığının artırılması foton açlığının azaltılmasına yardımcı olabilir (2) (Resim 6). Bu artefakt, yüksek kapasiteli tüp içeren tarayıcı kullanımı, mA değerlerini maksimize etme, bariatrik hastaları

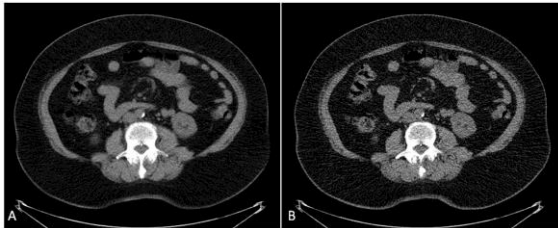
DOI:10.5455/ctd.2013-118

görüntüleme öncesi tüpün soğuması için bekleme, pitchi azaltma, rotasyon süresini artırma, rekonstrüksiyon kesit kalınlığını artırma, adaptive-statistical-iterative-reconstruction (ASIR) gibi yumuşak rekonstrüksiyon algoritmaları kullanma ya da çift kaynaklı BT kullanımı ile düzeltilebilir (7).



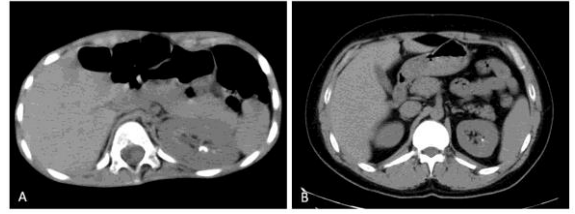
**Resim 5:** Obez hastada, kVp:130, mAs:70 ve 2 mm kesit kalınlığı ile elde edilmiş sagittal reformat lomber BT'de görüntü yoğun gürültü nedeniyle belirgin granüllüdür.

Uygun hasta pozisyonu da inceleme için temeldir. Özellikle bel çevresi belirgin geniş olan hastalarda incelenecek bölgenin hastaya uygun pozisyon verilerek baki alanına alınması gerekir (1,2). Göğüs çevresinin abdominal görüntülemeye engel olduğu hastalarda hasta gantriye ayak tarafından alınarak bu sorun aşılabılır (2,8).



**Resim 6:** Obez hastaya ait 120 kVp, 80 mAs değerleriyle elde edilmiş aynı düzlemden geçen aksiyel plan BT görüntüleri A) 7.5 mm kesit kalınlığında elde edilmiş BT görüntüsü B) 2.5 mm kesit kalınlığında elde edilmiş BT görüntüsünün daha gürültülü olduğu görülmektedir.

Tüm bu olumsuzluklara rağmen yağ dokusu BT'de her zaman görüntü kalitesi için zararlı değildir. Zayıf hastalarla karşılaştırıldığında intraperitoneal ve retroperitoneal yağ dokusu arasında iç organlar daha iyi görüntülenir. İç organlar yağ tarafından çevrelendiğinden sınırları daha belirgindir ve daha detaylı değerlendirilebilir (1) (Resim 7).



**Resim 7:** A) Zayıf bir hastada yetersiz intraabdominal yağ dokusu nedeniyle görüntü kontrastında azalma mevcuttur. B) Hafif kilolu hastada intraabdominal yağ dokusu organlar arasında doğal kontrast yaratarak seçilebilirliği artırmaktadır.

Obez hastalarda BT'de intravenöz kontrast madde kullanımı damar yolu girişinin saptanamaması nedeniyle zordur ve ekstrevasiyon riski yüksektir (2,6,8). İyot bazlı kontrast maddenin verilmesiyle vasküler ve parankimal kontrastlanmayı etkileyen hasta ile ilişkili en önemli faktör, vücut ağırlığıdır. Normalde BT tetkiklerinde intravenöz uygulanacak kontrast madde dozu ağırlıkla doğru orantılı olarak hesaplanır. Belirli bir ağırlıktaki obez hasta, büyük bir hastaya göre göreceli olarak daha küçük kan hacmine sahip olacaktır. Vücut yağı diğer vücut organlarıyla karşılaştırıldığında görece hipovasküler olduğundan bu farklılık obez hastalarda kontrast madde miktarının daha fazla hesaplanmasına yol açabilir (7,13). Bu nedenle obez hastalarda yağsız vücut ağırlığı temelinde (standart doz-ağırlık ilişkisi) ya da vücut yüzey alanı baz alınarak yapılan doz ayarlaması, ağırlık temelinde doz ayarlamasından daha uygun olacaktır. Hasta belirgin obezse geniş viseral ve subkutan yağ dokusu, atenüasyon ve X-ışını saçılmasını artıracığından lezyon saptanabilirliğini artırmak için izin verilen üst sınırdaki iyotlu kontrast madde kullanılabilir. Kontrastlanma zamanı ise ağırlıktan etkilenmez (7,13).

**Manyetik Rezonans Görüntüleme:** MRG'de kullanılan radyo dalgaları, iyonizan radyasyon ya da ses dalgaları ile karşılaştırıldığında büyük miktarda yağa penetre olabildiklerinden, MRG'nin obeziteden en az etkilenen modalite olduğu düşünülür (7). Obez hastalarda tetkik yapılabilmesinde MRG tarama ekipmanını ilgilendiren konular; oyuk çapı, oyuk uzunluğu, masa ağırlık limitleri, manyetik alan gücü ve gradientlerdir (1,2).

MR görüntülerinin kalitesi hastadan elde edilen sinyal gürültü oranına bağlıdır. Hemen daima her MRG tetkikinde kullanılan alıcı bobinler (koiller) optimize sinyal gürültü oranını sağlamak için incelenecek vücut bölgesine uygun olarak tasarlanmıştır. Yüzeysel bobinler için genel bir kural bobinin çapına eşit bir mesafenin dışında kalan bölgelerde bobinin hassasiyeti azalır. Obez hastalarda sinyal gürültü oranının azalmaması için

hasta çevresine uygun büyük bobinler kullanılmalıdır (7). Gelişen teknolojiyle artan kanal sayısı ve bobin elementlerinin sayısındaki artışlar görüntü elde etme süresini artırmadan, obez hastalarda sinyal gürültü oranının korunmasını sağlamaktadır. Sinyal gürültü oranı voksel volümü ile doğru orantılıdır. Voksel volümü, bakı alanı, kesit kalınlığı ve matriks hacmine bağlı olup tüm bu parametreler hasta hacminden etkilenir. Obez hastaları görüntülemek için büyük bakı alanı gerekir ve bu da görüntü çözünürlüğünü azaltır. Sinyal gücü ve elde etme zamanı kaliteli bir görüntü için artırılabilir fakat sinyal gücü artımı radyofrekans güç depolanması tarafından sınırlanır. Zaten rahatsız ve klostrofobik bir hastada artan tarama süresi hareket artefaktlarına ve tetkikin tamamlanamamasına yol açabilir (7).

Obez hasta tarayıcıya girebilse bile klostrofobi ve hastanın konforsuz bir ortamda olması çalışmayı sınırlar (1). Sıklıkla geniş bel çevresi özellikle abdominal ve pelvik MRG uygulamasını engeller. Ek olarak vücut MRG için hasta üzerine yerleştirilen ideal görüntü optimizasyonunda gerekli olan bobinler de oyuk içerisinde yer kaplamaktadır. Bobinler ve hastalara pozisyon vermek sıklıkla zordur ve BT ile karşılaştırıldığında pozisyon verme MRG'de daha önemlidir (2).

Tipik olarak hastanelerdeki yüksek sinyal-gürültü oranı ve güçlü gradientli ( $\geq 1.5$  T) MRG cihazları 159 kg üzerinde ya da genişliği 60 cm'den fazla olan hastalara uyumlu değildir. Diğer yandan tipik olarak vertikal alanlı açık MRG sistemleri ağırlığı 250 kg'ye kadar olan hastalara uyumludur ve 40-55 cm vertikal açıklık aralığı sunarlar. Ancak düşük sinyal gürültü oranı ve zayıf gradientlere sahiptirler (1). Ek olarak masa ağırlık taşıma kapasitesi ve cihaz oyuk çapı dışında bir diğer dizayn faktörü olan oyuk uzunluğu da obez hastaların görüntülenmesi ile ilişkilidir. Silindirik MRG tarayıcılarının oyuk uzunluğu tipik olarak 170 cm'dir. Bu uzunluk bütün oyuk içinde sarılı olan hastayı klostrofobik hale getirerek rahatsız edici olabilir. Kısa oyuk uzunluğu olan magnetlerde uzunluk 125 cm'dir. Bu magnetlerde baş ve boyun bölgesi inceleme sırasında oyuğun dışında kaldığından obez hastalar tarafından daha iyi tolere edilebilir. Son zamanlarda obez popülasyon için daha geniş oyuk çapı, kısa oyuk uzunluğu ve yüksek ağırlıklık taşıma kapasiteli masası olan 1.5-Tesla

sistemler içeren yeni MRG cihazları pazara sürülmektedir. Obez hastalarda MRG'de bakı alanı sınırlanması, tarama zamanı, ciltte radyofrekans enerji depolanması, radyofrekans penetrasyonu ve gradient gücünü içeren birkaç teknik sınırlama da hesaba katılmalıdır (1).

Subkutanöz dokudan kaynaklanan gürültüyü azaltmak için saturasyon bandları kullanımı, vücut bobini (body coil) kullanımından ziyade faz dizilimli çoklu bobin kullanımı gibi diğer teknik faktörler görüntüleme kalitesini artırmaya yardımcı olabilirler. Obez hastaların MRG'sinde bir diğer faktör gantriye bitişik ciltte radyofrekans enerjinin birikmesidir (1). Obez hastalarda genellikle nemli cilt yüzeyi iletkenliği artırarak cilt yanığı riskini artırmaktadır. Hastanın cilt yanık riskini en aza indirmek için ciltte gantriye arasına pamuk tamponlar ya da petler yerleştirilebilir (1,7).

### **İYONİZAN RADYASYON İÇEREN RADYOLOJİK TETKİKLERDE MARUZ KALINAN RADYASYON DOZLARI VE OLASI RİSKLERİ**

Aşırı obez hastalarda normal (zayıf) bireylerle karşılaştırıldığında tanısal radyolojik tetkiklerde maruz kalınan efektif radyasyon dozu 70-80 kat artabilir. Sadece birkaç adet abdominal radyografi ile 100 mSv'lik doz aşılabileceğinden bu hastalarda tetkikler mümkün olduğunca minimize edilmelidir (9).

Zayıf bir hastada tipik bir anteroposterior (AP) abdomen grafisinde maruz kalınan efektif radyasyon dozu yaklaşık 0.7 mSv'dir (9,14). Bununla birlikte orta derecede şişman (15 cm kalınlıkta ek yağ içeren) bir erkekte aynı grafide efektif doz yağın dağılım şekline göre 2-10 kat artarak 1,4-7.0 mSv'e çıkar. Hastada abdominal bölgede 25 cm kalınlığında ek yağ dokusu bulunduğu bu tetkikten kaynaklı maruz kalınacak efektif dozlar 2.1-28 mSv arasında değişir. Böyle bir hastaya sadece 4 tane abdominal grafi çekildiğinde maruz kalınan radyasyon dozu 100 mSv'i aşacaktır. Lineer eşik değeri olmayan radyasyon risk modeli kullanıldığında bu hastada radyasyonun indüklediği kanser riski yaklaşık %0.6 olup bu da her 170 olgudan 1'inde kanser gelişme riskini gösterir (9,15). Tablo 3'de radyografik tetkiklerde zayıf, kilolu ve aşırı kilolu kişilerde maruz kalınan efektif radyasyon dozları verilmektedir.

**Tablo 3:** Radyografik tetkiklerde zayıf, kilolu ve aşırı kilolu kişilerde maruz kalınan efektif radyasyon dozları

Radyolojik Tetkik	Referans Zayıf İnsan Dozu (mSv)	Orta Derece Obezlerde Ortalama, Minimum ve Maksimum Dozlar (mSv)	Aşırı Obezlerde Ortalama, Minimum ve Maksimum Dozlar (mSv)
AP Abdomen Grafisi	0.7	1.9 (1.4–7.0)	4.2 (2.1–16.8)
PA Akciğer Grafisi	0.02	0.08 (.04–.11)	0.2 (.04–.35)
AP Lomber grafi	0.7	1.9 (1.4–7.0)	4.2 (2.1–16.8)
Lomber Seri Grafi	1.8	5.0 (3.6–12.6)	5.0 (5.4–43.2)
AP Pelvik Grafi	0.7	1.9 (1.4–7.0)	4.2 (2.1–16.8)
Baryumlu ÖMD	3.0	11.5 (6.0–30)	30 (7.8–123)
Baryumlu Kolon	7.0	19 (14–70)	42 (18.2–287)
Koroner Anjiyografi	10.2	39 (19.4–58.1)	102 (21.4–176)

Ector ve arkadaşlarının çalışmasında flurosopi eşliğinde atrial fibrilasyon ablasyon tedavisi yapılan hastalarda maruz kalınan doz miktarı ölçülmüştür. Normal ağırlıktaki bireylerde maruz kalınan doz miktarı  $15.2 \pm 7.8$  mSv iken aşırı kilolularda  $26.7 \pm 11.6$  mSv, obez hastalarda ise  $39.0 \pm 15.2$  mSv saptanmıştır. Bu hastalarda alınan radyasyon dozu ile ilişkili yaşam boyu kansere bağlı mortalite riski ise sırasıyla %0.06, %0.1 ve %0.149 olarak belirtilmiştir (16).

Israel ve arkadaşlarının 64 dedektörlü BT cihazıyla otomatik pozlama kontrol programıyla yaptıkları bir çalışmada toraks, abdomen ve pelvis BT’de 100 kg ağırlığındaki bir hastanın maruz kaldığı radyasyon dozunun 60 kg ağırlığındaki bir hastaya göre yaklaşık 2-3 kat daha fazla olduğunu belirtmişlerdir (17). Doz-uzunluk ölçümü (DLP) tarama uzunluğunda alınan dozun sunumunu sağlamak için yeni BT cihazlarında otomatik olarak gösterilmektedir. Bu değer çevrim faktörüyle tahmini efektif dozu elde etmemizi sağlar. Pratik bir bakış açısı sunması için obez olmayan bir kadında pelvik BT incelemesinde beklenen DLP değeri 120-150 mGy-cm iken VKİ’si  $50 \text{ kg/m}^2$  olan bir kadında bu değer yaklaşık 450-500 mGy-cm olacaktır. Bununla birlikte bariatrik hastalarda radyasyon maruziyetini azaltmak için çoklu stratejiler uygulanabilir. Bu stratejiler a) otomatik pozlama kontrolü olmadan tarama yapmak, b) kesit kalınlığını artırmak, c) ortogonal-reformat görüntülerin kullanımı (7,18), d) %40 azaltılmış dozla benzer kalitede görüntülemeyi sağlayan ASIR gibi yumuşak algoritmaların kullanımını içermektedir (7,19).

Obez hastalarda her ne kadar organ dozları önemli miktarda artış gösterse de fantom çalışmaları abdominal organlardan çok ciltte daha büyük oranda radyasyon depolandığını göstermiştir (3,20). Bu nedenle cilt ve yumuşak dokular daha fazla miktarda foton atenuasyonuna yol açar. Cilt giriş dozu

özellikle memeler, testisler ve tiroid bezlerinde muhtemelen daha yüksektir (3).

Sonuç olarak obez hastalarda tanısal radyolojik görüntüleme yapılabilmesi için hastaların uygun ekipmanlarla radyoloji ünitelerine taşınmaları ve görüntüleme üniteleri ile cihazların obez hastalara uyumlu hale getirilmeleri gereklidir. Obez hastalarda radyolojik modalitelerin sınırları ile olası riskleri bilinmeli ve modalitelere uygun görüntüleme protokolleri oluşturulmalıdır.

#### KAYNAKLAR

- 1) Uppot RN, Sahani DV, Hahn PF, Gervais D, Mueller PR. Impact of obesity on medical imaging and image-guided intervention. *AJR Am J Roentgenol* 2007;188(2):433–40.
- 2) Carucci LR. Imaging obese patients: problems and solutions. *Abdom Imaging*. 2012 Sep 25. DOI: 10.1007/s00261-012-9959-2
- 3) Modica MJ, Kanal KM, Gunn ML. The obese emergency patient: imaging challenges and solutions. *Radiographics*. 2011;31(3):811–23.
- 4) Ginde AA, Foianini A, Renner DM, Valley M, Camargo CA Jr. The challenge of CT and MRI imaging of obese individuals who present to the emergency department: a national survey. *Obesity (Silver Spring)*. 2008;16(11):2549–51.
- 5) Uppot RN, Sahani DV, Hahn PF, Kalra MK, Saini SS, Mueller PR. Effect of obesity on image quality: fifteen-year longitudinal study for evaluation of dictated radiology reports. *Radiology*. 2006;240(2):435–9.
- 6) Uppot RN. Impact of obesity on radiology. *Radiol Clin North Am* 45(2):231–246.
- 7) Glanc P, O’Hayon BE, Singh DK, Bokhari SA, Maxwell CV. Challenges of pelvic imaging in obese women. *Radiographics*. 2012;32(6):1839–62.
- 8) Buckley O, Ward E, Ryan A, Colin W, Snow A, Torreggiani WC. European obesity and the radiology department. What can we do to help? *Eur Radiol*. 2009;19(2):298–309
- 9) Yanch JC, Behrman RH, Hendricks MJ, McCall JH. Increased Radiation Dose to Overweight and Obese



- Patients from Radiographic Examinations. *Radiology*. 2009;252(1):128–39.
- 10) Choudhry S, Gorman B, Charboneau JW, Tradup DJ, Beck RJ, Kofler JM, Groth DS. Comparison of tissue harmonic imaging with conventional US in abdominal disease. *Radiographics*. 2000;20(4):1127-35.
  - 11) Maxwell C, Glanc P. Imaging and obesity: a perspective during pregnancy. *AJR Am J Roentgenol* 2010;196(2):311–319.
  - 12) Schindera ST, Nelson RC, Lee ER, DeLong DM, Ngyen G, Toncheva G, Yoshizumi TT. Abdominal multislice CT for obese patients: effect on image quality and radiation dose in a phantom study. *Acad Radiol*. 2007;14(4):486–94.
  - 13) Bae KT. Intravenous contrast medium administration and scan timing at CT: considerations and approaches. *Radiology* 2010;256(1):32–61.
  - 14) Wall BF, Hart D. Revised radiation doses for typical x-ray examinations: report on a recent review of doses to patients from medical x-ray examinations in the UK by NRPB—National Radiological Protection Board. *Br J Radiol* 1997;70(833):437–439.
  - 15) 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication no. 103. *Ann ICRP* 2007;37(2–4):1–332.
  - 16) Ector J, Dragusin O, Adriaenssens B, Huybrechts W, Willems R, Ector H, Heidbüchel H. Obesity is a major determinant of radiation dose in patients undergoing pulmonary vein isolation for atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol*. 2007;17:50(3):234–42.
  - 17) Israel GM, Cicchiello L, Brink J, Huda W. Patient size and radiation exposure in thoracic, pelvic, and abdominal CT examinations performed with automatic exposure control. *AJR Am J Roentgenol*. 2010;195(6):1342–6.
  - 18) Kalra MK, Maher MM, Toth TL, Hamberg LM, Blake MA, Shepard JA, Saini S. Strategies for CT radiation dose optimization. *Radiology* 2004;230(3):619–628.
  - 19) Cornfeld D, Israel G, Detroy E, Bokhari J, Mojibian H. Impact of adaptive statistical iterative reconstruction (ASIR) on radiation dose and image quality in aortic dissection studies: a qualitative and quantitative analysis. *AJR Am J Roentgenol* 2011;196(3): 336–340.
  - 20) Schindera ST, Nelson RC, Yoshizumi T, Toncheva G, Nguyen G, DeLong DM, Szucs-Farkas Z. Effect of automatic tube current modulation on radiation dose and image quality for low tube voltage multidetector row CT angiography: phantom study. *Acad Radiol* 2009;16(8):997–1002.