

Paratiroid Hastalıklarında Görüntüleme

Parathyroid Imaging: Review

Alper Özel, Sebam Sarıoğlu

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Şişli Hamidiye Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Kliniği, İstanbul, Türkiye

ÖZ

Paratiroid bezlerini etkileyen hastalık ya da bozukluklar arasında hiperparatiroidi, multipl endokrin neoplazi sendromları, paratiroid kistleri, paratiroid karsinomu sayılabilir. Hiperparatiroidide görüntülemenin amacı tanı olmayıp, en iyi tedavi yaklaşımı için hiperparatiroidiye neden olan bez ya da bezlerin yerlerini göstermektir. Primer hiperparatiroidiye yol açan nedenler soliter paratiroid adenomu, multipl adenomlar, paratiroid hiperplazisi ve paratiroid karsinomudur. Görüntüleme noktasında, radyologlar için tiroid nodülleri ya da lenf nodları gibi paratiroid lezyonları taklitçileri konusunda bilgili olmaları ve bunları görüntülemeye ayırt etmeleri son derece önemlidir. Paratiroid lezyon lokalizasyonu için eldeki görüntüleme yöntemleri; ultrasonografi, nükleer sintigrafi, multifazik bilgisayarlı tomografi (dört boyutlu bilgisayarlı tomografi), manyetik rezonans görüntüleme, pozitron emisyon tomografi-bilgisayarlı tomografi ve ven örneklemesidir. Bu yazıda paratiroid lezyonlarının saptanması için, farklı görüntüleme yöntemlerindeki teknik gereklilikler ile paratiroid lezyonlarının görüntüleme özelliklerinin gözden geçirilmesi ve bunları taklit eden durumlardan ayırt etmede yardımcı ipuçları gözden geçirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hiperparatiroidizm, paratiroid, paratiroid ultrasonografi, paratiroid sintigrafi, 4DBT

ABSTRACT

Diseases or disorders affecting parathyroid glands are hyperparathyroidism, multiple endocrine neoplasia syndromes, parathyroid cysts, and parathyroid carcinoma. The goal of imaging in hyperparathyroidism is not the diagnosis, rather it is the localization of the gland(s) causing hyperparathyroidism for the best treatment approach. The causes resulting in primary hyperparathyroidism include solitary parathyroid adenoma, multiple adenomas, parathyroid hyperplasia, and parathyroid carcinoma. From the imaging perspective, it is extremely important for the radiologists to be cautious of the mimics of parathyroid lesions such as thyroid nodules and lymph nodes and be able to differentiate them on imaging. The available imaging tools for parathyroid lesion detection include ultrasonography, nuclear scintigraphy, multiphasic computed tomography, four-dimensional computed tomography, magnetic resonance imaging, positron emission tomography-computed tomography, and venous sampling. This article reviews the technical requirements of different imaging modalities for the detection of parathyroid lesions, the imaging features of parathyroid lesions, and helpful tips for distinguishing them from mimicking conditions.

Keywords: Hyperparathyroidism, parathyroid, parathyroid ultrasound, parathyroid scintigraphy, 4DCT

ÖĞRENME HEDEFLERİ

- Paratiroid hastalıklarının önemli bölümünü oluşturan primer hiperparatiroidide kullanılan görüntüleme yöntemlerini öğrenmek.
- Ultrasonografi, paratiroid sintigrafi, dört boyutlu bilgisayarlı tomografi ile diğer yöntemlerde, paratiroid lezyonlarının görüntüleme bulgularını ve bu yöntemlerin kullanım yerlerini öğrenmek.
- Paratiroid bezlerinin anatomi ve embriyolojisi hakkında bilgi sahibi olmak ve bu bilgilerin ışığında görüntülemeye ektopik yerleşimli paratiroid lezyonların potansiyel yerleşimlerini değerlendirebilmek.



Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Alper Özel Prof. MD, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Şişli Hamidiye Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Kliniği, İstanbul, Türkiye

E-posta: dralperozel@gmail.com **ORCID ID:** orcid.org/0000-0001-6618-3725

Geliş Tarihi/Received: 16.08.2025 **Kabul Tarihi/Accepted:** 14.10.2025 **Epub:** 17.11.2025 **Yayınlanma Tarihi/Publication Date:** 17.12.2025

Cite this article as: Özel A, Sarıoğlu S. Parathyroid imaging: review. *Trd Sem.* 2025;13(3):343-367



Copyright© 2025 Yazar(lar). Türk Radyoloji Derneği adına Galenos Yayınevi tarafından yayımlanmıştır.
Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası (CC BY-NC 4.0) Uluslararası Lisansı ile lisanslanmış, açık erişimli bir makaledir.

GİRİŞ

Paratiroid bezlerini etkileyen bozukluklar ya da hastalıklar; hiperparatiroidi, multipl endokrin neoplazi (MEN), paratiroid karsinomu, paratiroid kistleri olarak sayılabilir.

Hiperparatiroidi primer, sekonder ya da tersiyerdir. Primer hiperparatiroidi, normal kalsiyum homeostazisinin bozulmasıyla sonuçlanan, parathormonun (PTH) aşırı ve düzeni bozulmuş biçimde üretilmesi ile karakterize bir durumdur. PTH'nin aşırı üretimi hastaların büyük çoğunluğunda (yaklaşık %85) tek paratiroid bez adenomu nedeniyledir. Geride kalan olgularda neden diffüz hiperplazi (%10), multipl adenomlar (%4) veya nadiren paratiroid karsinom ya da kistlerine bağlıdır [1]. Sekonder hiperparatiroidi, PTH'ye karşı uç organ direnci sonucu gelişen belirgin paratiroid bez hiperfonksiyonuna bağlıdır ve en sık olarak kronik böbrek yetmezlikli hastalarda görülür. Primer hiperparatiroidinin aksine, artmış PTH seviyeleri hiperkalsemiye neden olmaz. Diğer sekonder hiperparatiroidi nedenleri azalmış kalsitriol seviyeleri, iskelet kaslarında PTH hormon direnci, raşitizm ve malabsorbsiyon sendromlarıdır. Uzun süreli hiperstimulasyon sonrası, paratiroid bezleri otonom fonksiyon kazanır ve altta yatan kronik hipokalseminin düzeltilmesine rağmen yüksek seviyede PTH üretirler. Tersiyer hiperparatiroidi, otonom paratiroid fonksiyonu nedeniyle gelişen hiperkalsemiyi ifade eder [2].

MEN iki veya daha fazla endokrin organın anormal fonksiyonu ile karakterize herediter bir sendromdur. MEN1 primer hiperparatiroidi, pankreasın endokrin tümörleri ve anterior hipofiz neoplazileri ile karakterize iken, MEN2A'da feokromositoma, medüller tiroid karsinomu ve hiperparatiroidi mevcuttur. Her iki sendromda da hiperparatiroidi multiglandülerdir [3, 4].

Paratiroid kistlerinin iki türü vardır. İlki üçüncü ve dördüncü brankial poşların embriyolojik artıklarına bağlı ya da paratiroid içerisindeki kolloid retansiyonu nedeniyle mikrokistlerin büyümesine bağlı tamamen kistik paratiroid lezyonlarıdır. İkinci tipi ise, paratiroid adenomlarının kistik nekrozu veya dejenerasyonu ile oluşan lezyonlardır. Her iki tipinde de kist sıvısı içerisindeki yüksek PTH nedeniyle hiperkalsemi görülebilir [5].

Paratiroid karsinomu primer hiperparatiroidili hastaların %0.5 ila %1'inde altta yatan nedendir. Klinik ve görüntüleme bulguları ile genellikle benign adenomdan ayırt edilemez. Ancak muayenede palpe edilebilir bir kitle ve görüntülemelerde komşu yapılarla invazyonun gösterilmesi karsinomu düşündürür. Klasik olarak paratiroid karsinomları, yavaş büyüyen ve hastalığın seyrinde geç metastazları ile bilinirler [5, 6].

Primer hiperparatiroidide geleneksel cerrahi yaklaşım, tüm paratiroid bezlerinin görülüp ve büyümüş olanların rezeke

edildiği bilateral servikal eksplorasyondur. Bu yaklaşımla tedavi oranı, tecrübeli cerrahların elinde %95'i geçmektedir [7]. Milenyumun başından itibaren minimal invaziv ve selektif paratiroid eksplorasyon teknikleri uygulanmaya başlamıştır [8]. Minimal invaziv paratiroidektomide, anormal bez ya da adenom küçük bir insizyondan selektif olarak çıkarılır ve böylelikle tecrübeli bir cerrahın elinde operatif başarıdan ödün verilmeden kozmetik durum iyileştirilir, komplikasyon riskleri düşürülür, ameliyat süreleri ile hastane yatış süreleri azaltılır. Buna ilaveten cerrahi sonrası fibrozis daha küçük bir cerrahi alana sınırlı kalarak sonrasında gerekebilecek olan tekrar cerrahiyi kolaylaştırır [9].

Minimal invaziv cerrahi tekniklerin yerleşebilmesi için de iki önemli şart bulunmaktadır:

- Odaklanmış cerrahi yaklaşıma kılavuzluk edecek doğru preoperatif görüntüleme yöntemleri,
- İntraoperatif PTH monitorizasyonu.

İntraoperatif PTH monitorizasyonu ile cerrah hızlı biçimde tek taraflı odaklanmış cerrahi yaklaşımın başarısını değerlendirebilir. İntraoperatif PTH düzeyleri normale dönmez ya da en azından %50 azalmaz ise multiglandüler hastalıktan şüphelenilir ve minimal invaziv paratiroidektomi bilateral diseksiyona çevrilir.

Minimal invaziv paratiroidektomi için %95'in üzerinde tedavi başarı oranı, bilateral boyun eksplorasyonundaki başarı oranı ile benzerdir [10]. Bilinen ya da kuşkuyla multiglandüler hastalıkta veya görüntüleme yöntemlerinin başarısız ya da tutarsız olduğu durumlarda bilateral boyun eksplorasyonu optimal tedavi gibi gözükmemektedir. "Dört-bez hiperplazisi", üç bezin tamamen ve bir bezin parsiyel olarak çıkarıldığı subtotal paratiroidektomi ile tedavi edilebilir [11]. Hastaların az bir kısmında eşlik eden tiroid hastalığı, karsinom şüphesinde veya intratiroidal paratiroid adenomunun çıkarılması ya da daha derin lezyonlara ulaşılabilmesi için tiroidektomi uygulanabilmektedir [12].

Anormal paratiroid bez(ler)ini ya da adenomu (paratiroid lezyonlarını) lokalize etmek için tercih edilebilecek lokalizasyon yöntemleri, ilgili kuruluştaki tecrübeye ve lokalizasyon için elde olan görüntüleme modalitelerine bağlıdır. Günlük pratikte nükleer sintigrafi incelemeleri ve ultrasonografi (US) görüntüleme en sık kullanılan birinci basamak görüntüleme yöntemleridir [13]. Ancak yakın zamanda yapılan bir anket çalışması, dört boyutlu bilgisayarlı tomografi (4DBT) incelemenin de ilk-basamak incelemelerde kabul görmeye başladığını ve faydalı olmasıyla yaygın bir şekilde kullanıldığını da göstermiştir [14]. Lokalize etmenin zor olduğu, tekrarlanan cerrahinin olduğu olgularda ve ilk basamak tetkiklere kontraendikasyon mevcut ise ikinci ve üçüncü basamak yöntemler düşünülmelidir. Bu yöntemler, manyetik rezonans

(MR) görüntüleme, flor 18 (¹⁸F) florokolin gibi pozitron emisyon tomografi-bilgisayarlı tomografi (PET-BT) ve ven örnekleme gibi yöntemleri içerir [15-17].

EMBRYOLOJİ VE ANATOMİ

Paratiroid bezleri, gestasyonun beşinci ve altıncı haftalarında farengal poşlardan gelişirler. Superior bezler ile tiroidin her ikisi de dördüncü farengal poştan kaynaklanır ve kısa bir göç yolunu izler. Inferior paratiroid bezler ise timus ile üçüncü farengal poştan kaynaklanır ve uzun bir göç yolunu takip eder. Migrasyonda normalden sapma, primer hiperparatiroidili hasta popülasyonunda %16'a varan sıklıkta ektopik paratiroid bez yerleşimine yol açar ve bu durum inferior paratiroid bezlerinde daha fazladır [18]. Superior paratiroid bezlerin %80'i krikotiroid bileşke düzeyinde tiroid lobunun orta bölümünün posteriorunda ve trakeoözofageal oluk boyunca yerleşimlidir. Nadiren superior bezler derin retrofarengal veya retroözofageal yerleşimlidir [1]. Inferior paratiroid bezlerin çoğu aynı taraf tiroid lobunun inferior, posterior veya lateralinde yerleşimlidir. Hemen alt pol komşuluğunda bulunmayan bezler ise sıklıkla daha kaudalde tirotimik ligaman boyunca veya anterior superior mediasteninin timus glandı içerisinde bulunur. Nadiren inferior bezler inişlerini tamamlayamaz ve karotis bifurkasyon yakınında karotis kılıfında bulunurlar [1]. **Ektopik inferior bezlerin en sık yerleşim yeri anterior mediasten ve superior bezlerin en sık ektopik yerleşimi ise trakeoözofageal oluk ve retroözofageal bölgedir [19]. Ektopik paratiroid bezi durumunda, embriyolojik superior ve inferior paratiroid bezleri arasındaki en güvenilir sınır trakeoözofageal oluktaki rekürren laringeal sinirin oluşturduğu plandır; superior bezler bu planın posterior ve inferior bezler ise anteriorda yerleşimlidir [20, 21].**

Erişkinlerin çoğunda her biri yaklaşık 5x3x1 mm boyutlarında ve ortalama 35-40 mg ağırlığında dört adet paratiroid bezi mevcuttur. İnsanda paratiroid bezlerinin sayıca fazla olması (>4) %2.5 ila %13 ve 4 bezden az olması ise %3 olarak bulunmuştur [19, 22].

ULTRASONOGRAFİ

Hiperparatiroidide paratiroid lezyonlarının yerinin saptanmasında görece maliyeti düşük olması, iyonizan radyasyon içermemesi ve zayıf hastalarda üstün görüntü kalitesi sağlamasıyla en sık kullanılan birinci basamak lokalizasyon yöntemidir. Boyun US mümkün olduğunca yüksek frekanslı lineer prob (8-15 MHz) ile yapılmalıdır, bazı hastalarda daha derin penetrasyon sağlayabilmek için daha düşük frekanslı prob kullanılabilir. Hasta, omuzlarının altına katlanmış havlu veya yastık konularak boyun hafif hiperekstansiyonda supin pozisyonda incelenmelidir. Hyoid kemikten klavikulara kraniokaudal aksta ve lateralde ana karotis arterlerden mediale tarama yapılarak transvers ve longitudinal görüntüler alınmalıdır. Klavikuların derininde yerleşmiş olan inferior

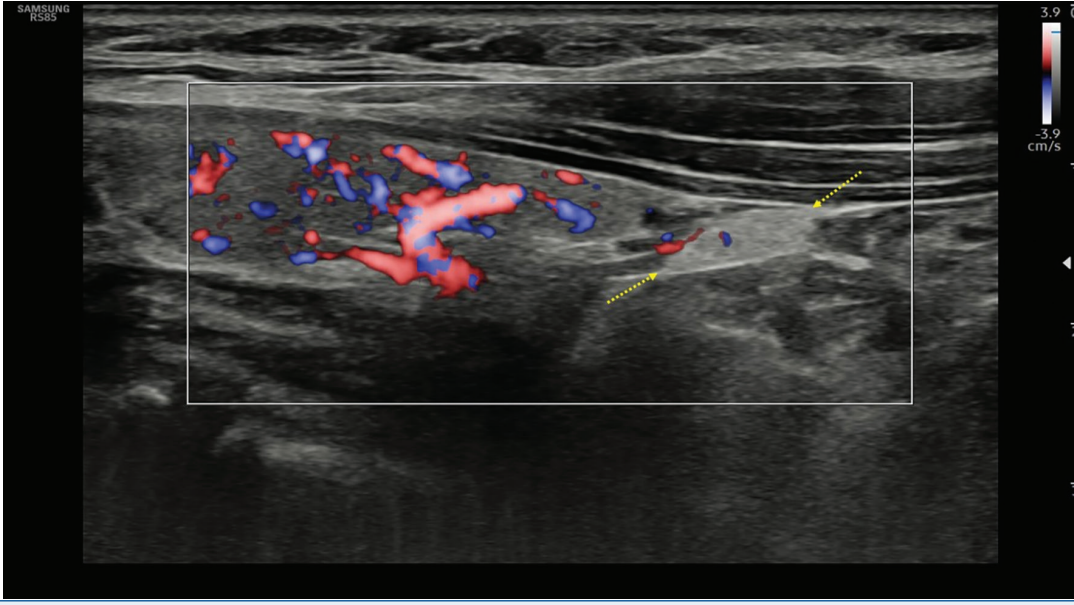
bezler, hastaya gerçek zamanlı incelemede yutkunmaları istenerek görülebilir hale getirebilir. Körvilineer veya sektör prob ile superior mediasteninin sınırlı bir görüntülemesi sağlanabilir. Hastanın başının karşı tarafa döndürülmesi, trakeo-özofageal oluk ya da derin para-özofageal alanlardaki ektopik bezlerin saptanmasını kolaylaştırabilir.

Şüphelenilen paratiroid lezyonların vaskülaritesini değerlendirmek ve besleyici damarına bakmak için renkli ve power Doppler inceleme yapılmalıdır. Lezyon vaskülaritesinin yeterli değerlendirmesinin yapılabilmesi için renkli Doppler kutusunun uygun boyutta seçilmesi, düşük puls tekrarlama hızı ayarlanması ve renk kazancının aşırı gürültü düzeyinin hemen alt seviyesine kadar artırılması gibi ayarlamalar ile optimal renkli Doppler tekniğine dikkat edilmelidir.

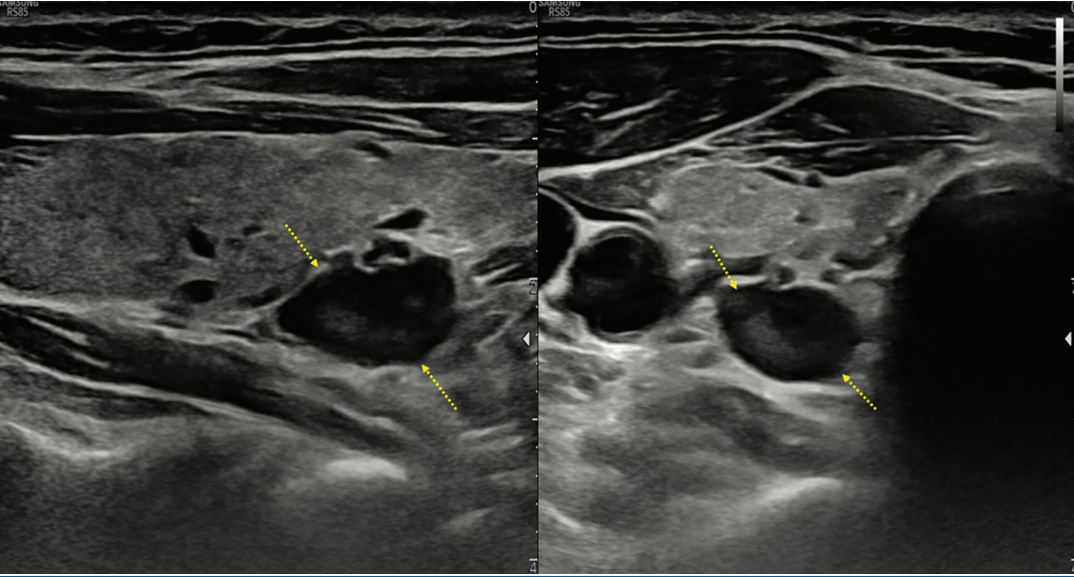
Tiroid bezi de detaylı biçimde incelenmelidir. Tiroiddeki nodüllerin boyutu, yerleşimi ve US özellikleri belirtilmelidir. Boyunda tekrarlayacak olası ikinci bir cerrahi gereksinimini minimize indirmek için paratiroid lezyonları ile birlikte olan tiroid nodülleri risk sınıflama sistemlerine göre değerlendirilmelidir.

Normal paratiroid bezleri, konvansiyonel görüntüleme ile iyi görülememektedir. Ancak görüntülenemediğinde, olguların %91'nde homojen hiperekoik ve %9'nda ise homojen izoeoik yapılar olarak görülmektedir (Resim 1, Video 1.1 ve 1.2) [23]. Başka bir çalışmada paratiroid bezlerin karakteristik olarak iyi sınırlı, oval şekilli, homojen hiperekojenik görünümde olduğu bulunmuştur [24]. Paratiroid bezlerin stromal yağ komponentleri hiperekojenisiteden sorumlu iken peritiroidal yağ doku ise daha silik sınır vermesi ve heterojen olması ile ayırt edilir [24, 25].

Klasik paratiroid lezyonları, tipik olarak oval veya fasulye şeklinde hipoeoik lezyonlardır. Paratiroid lezyonları boyunda uzunlamasına yönelimli doku planları boyunca büyürler ve karakteristik olarak boyları enlerinden fazla bir şekil alırlar. Bu sürecin abartıldığı durumda tubuler, yassılmış veya solucan şeklini alabilirler. Büyümelerinde asimetri olursa kraniyal ya da kaudal uçları daha belirgin olarak üçgen, göz yaşı, bilobe ya multilobule olabilirler (Resim 2, 3) [1]. **Paratiroid lezyonları tipik olarak komşu tiroid bezinden ayrıdır ve bu yapıları birbirinden ayıran ekojen tiroid kapsülü görülebilir (Resim 4). Çoğu paratiroid lezyonu, normal tiroid dokusuna göre daha düşük ekoludur ve bu hipoeoik görünüm, paratiroid bezlerin az yağ içerecek biçimde eş oranda hipersellüler olmalarından kaynaklanır.** Bazen paratiroid lezyonları, artmış ve azalmış ekojenite (dual eko) alanları içerecek biçimde heterojen görünümündedir (Resim 5, 6, Video 2.1, 2.2, 3). Nadir olan paratiroid lipoadenomları, içerdikleri yağ içerikleri nedeniyle komşu tiroid bezinden daha ekojendir (Resim 7, Video 4). Paratiroid lezyonların büyük çoğunluğu solid olmakla birlikte,



Resim 1. Normal paratiroid. Uzun eksen power Doppler görüntüsü; sol tiroid lobunun inferior polü komşuluğunda paratiroid beklenen lokalizasyonunda hiperekoik normal paratiroid bezi görüntüsü (sarı kesik oklar).

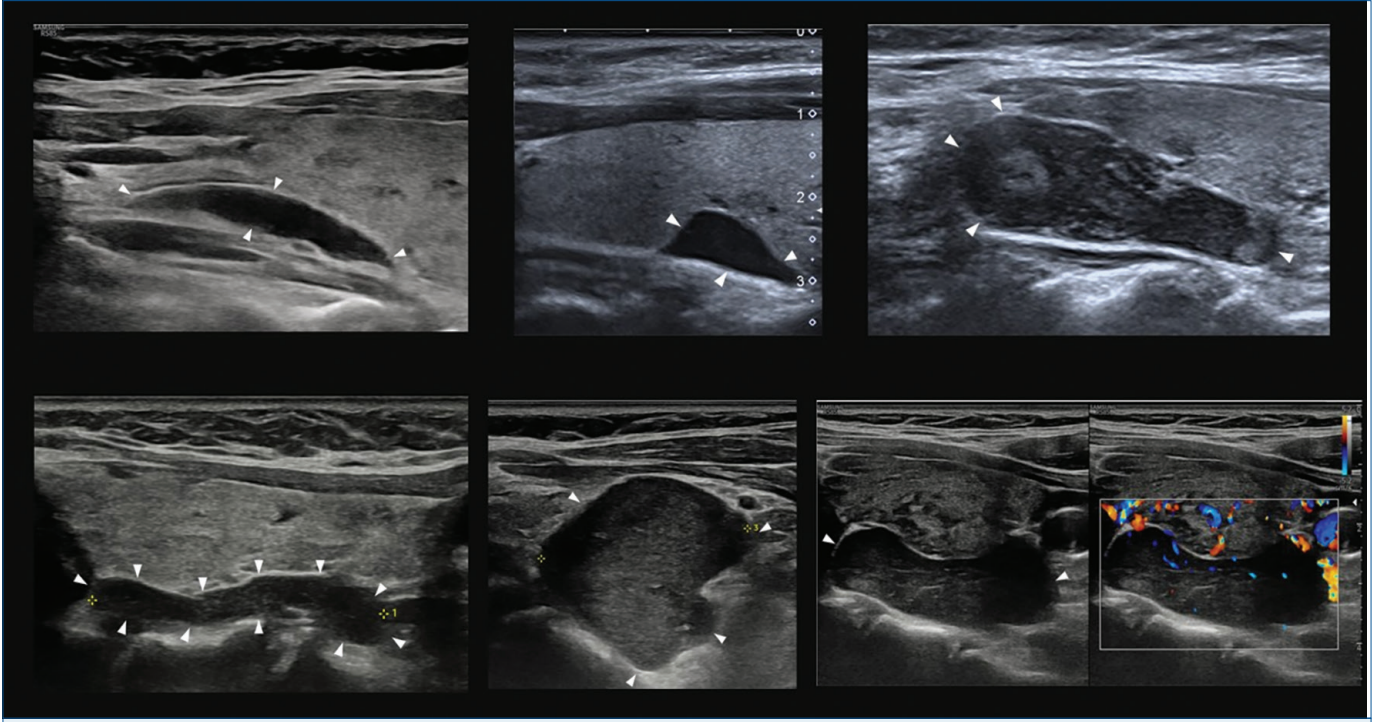


Resim 2. Klasik Paratiroid Adenom ultrasonografi görüntüsü: İkili ekran görüntüde; sağ tiroid lobunun uzun eksen ve transvers görüntülemelerinde bez 1/3 posteriorunda düzgün sınırlı, ovoid şekilli, hipoeikoik paratiroid lezyonu izlenmekte (sarı noktalı oklar).

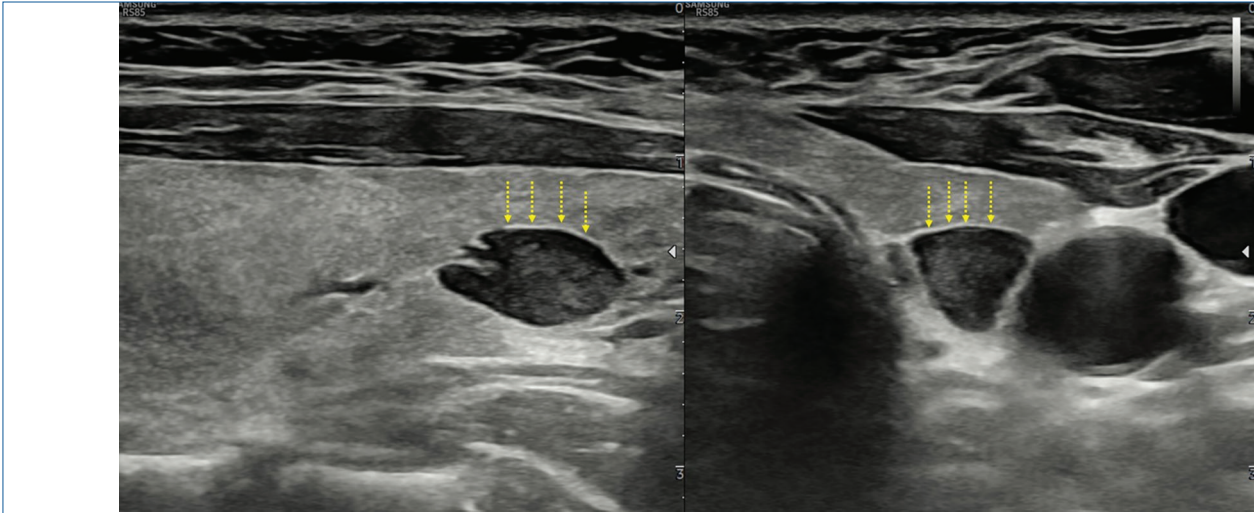
yaklaşık %2'si kistik dejenerasyon alanı içerir veya daha az olarak da gerçek basit kist görünümündedir (Resim 8) [1]. Nadiren de iç yapılarında kalsifikasyon içerebilirler. Renkli ve power Doppler inceleme, paratiroid lezyonlarında çoğunlukla inferior tiroid arterden ve daha az olarak superior tiroid arterden kaynaklanan belirgin besleyici arteri gösterir. Besleyici arter; paratiroid lezyonun herhangi bir polüne girmeden önce lezyon periferi boyunca seyreder (vasküler ark bulgusu) (Resim 9, Video 5). Bu tipte bir vasküler desen, paratiroid lezyonunun ilk saptanmasındaki duyarlılığı artıracak ve santral

hiler kanlanma deseni olan lenf nodlarından ayırımına olanak sağlayarak tanının kesinleştirilmesine yardımcı olacaktır [26-29].

Paratiroid bezler komşu yumuşak doku yapıları ile kıyaslandığında görece komprese edilememektedir. Böylelikle şüphelenilen lezyonlar üzerine veya paratiroid bezlerin sık yerleşimleri üzerine ultrason probu ile yapılacak kademeli kompresyon, küçük lezyonların ortaya çıkarılmasını kolaylaştıracaktır [29].



Resim 3. Paratiroid lezyon şekillerinin spektrumu. Üst sırada a, b, c sırasıyla iğsi şekilli, üçgen gözyaşı şekilli ve lobut şekilli paratiroid lezyonları. Altı sıra d, e, f sırasıyla tubuler solucan şekilli (*elonge*), multilobüle ve bumerang şekilli paratiroid lezyonları (ok başları).

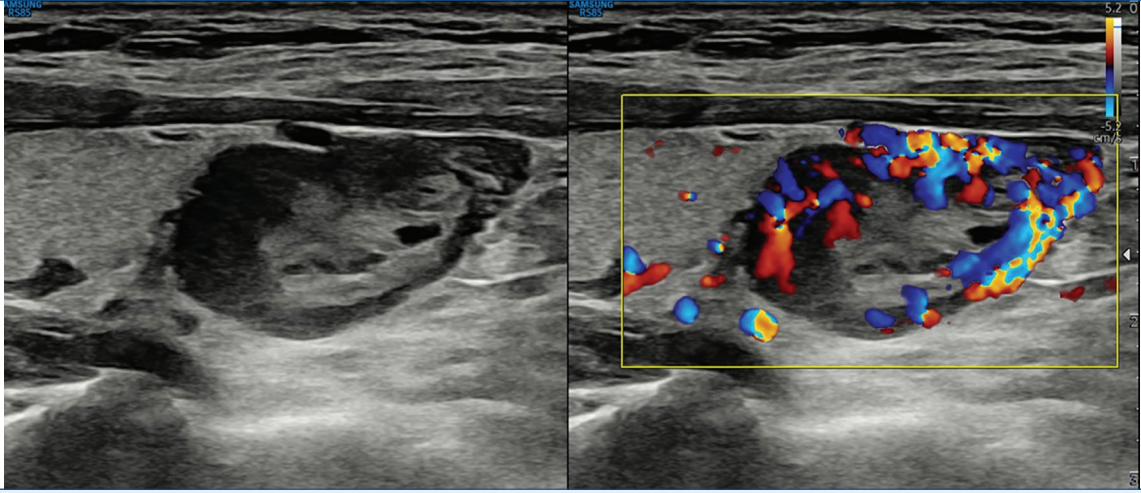


Resim 4. Ekojen Klevaj Planı: Tiroid sol lob inferior pol posteriorunda paratiroid lezyonunu, tiroid bezinden ayıran ekojen klevaj planı (sarı noktalı oklar).

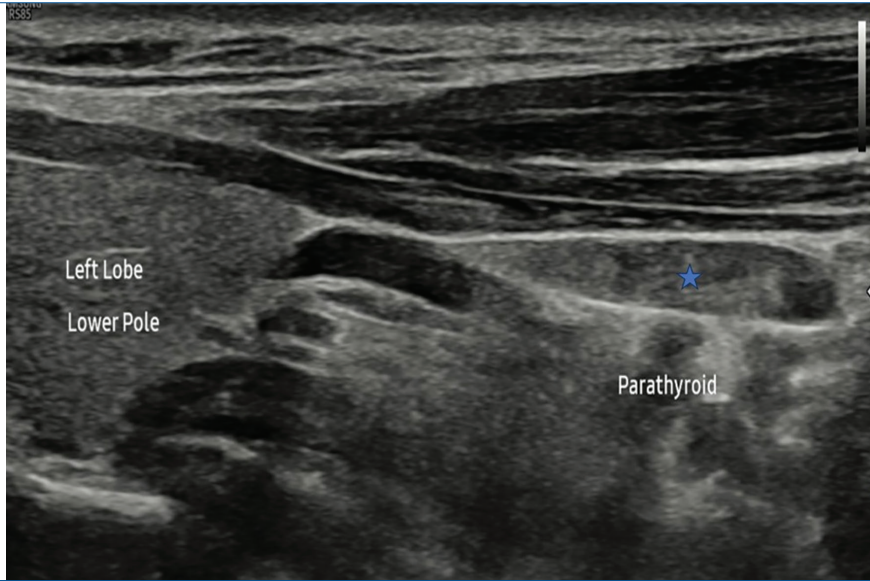
Bir dizi yeni gelişen US tekniklerinin paratiroid adenom tanısında faydalı olduğu gösterilmiştir. US-elastografi, akustik enerjiye cevabı analiz ederek dokunun mekanik özelliklerini değerlendiren ve böylelikle doku sertliği ve elastisitesi hakkında nicel ve nitel bilgiler oluşturabilen yeni bir tekniktir [30]. Yakın zamanlardaki bazı çalışmalarda lezyon sertlik ölçümü ile paratiroid adenomu ile benign ve malign tiroid nodülleri arasında ayırım yapılmasında yardımcı olabileceği gösterilmiştir [31]. Buna ek olarak; üç boyutlu (3D) US'nin konvansiyonel iki

boyutlu sonografi ile kıyaslandığında, özellikle küçük (<500 mg) lezyonların tanınabilmesi için paratiroid saptanmasında duyarlılığı iyileştirdiği gösterilmiştir (Resim 10) [32].

Ultrasonografinin paratiroid adenom saptamadaki duyarlılığının %65 ila %97 arasında değiştiği ve bir meta-analizde toplam duyarlılığının %80 olduğu bildirilmiştir [33]. Başka bir meta-analizde, US'nin paratiroid adenom saptamadaki toplam duyarlılık ve pozitif kestirim değerleri



Resim 5. Dual eko paratiroid adenom: Tiroid inferior pol hemen kaudal komşuluğunda santrali hiperekoik, periferi hipoekoik solid lezyon izlenmekte (“dual eko” görüntüsü), renkli Doppler incelemede periferik ark şeklinde vaskülerite izlenmekte.



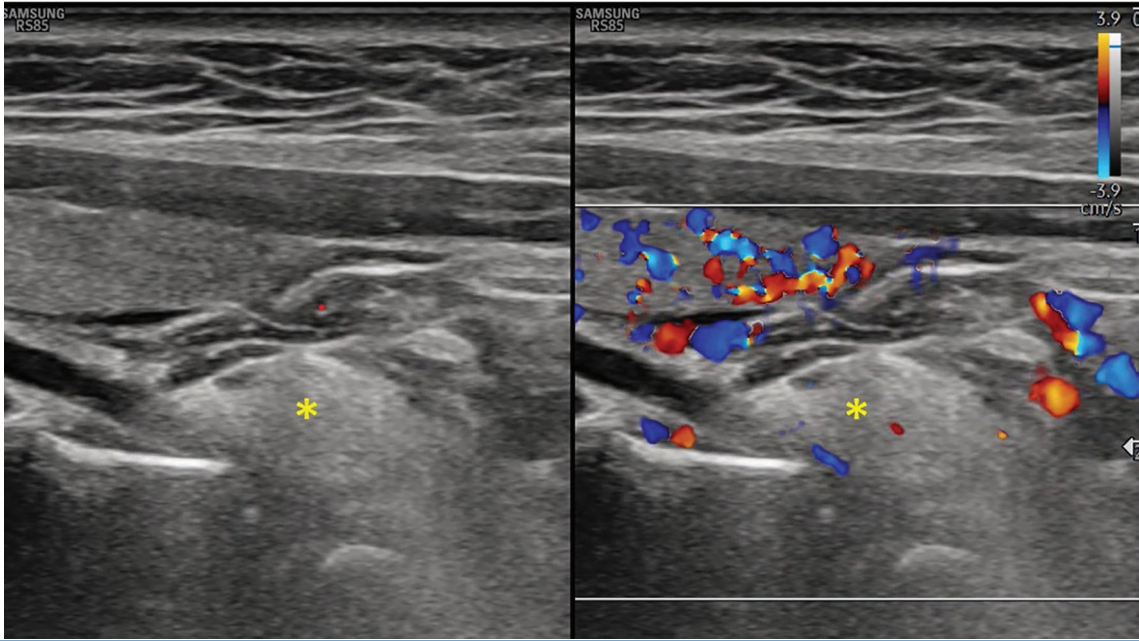
Resim 6. İzoekoik paratiroid lezyonu.

sırasıyla %76.1 ve %93.2 olarak bulunmuştur [34]. 54 çalışmayı içeren US'nin operasyon öncesi paratiroid lokalizasyonunu değerlendiren bir meta-analizde duyarlılık %79 (güven aralığı 77-80) olarak bulunmuştur. Aynı meta-analizde multiglandüler hastalık saptamadaki duyarlılık çok daha düşük olarak bulunmuştur duyarlılıklar hiperplazi için %35 ve çifte adenom için %16 olarak hesaplanmıştır (Resim 11) [35].

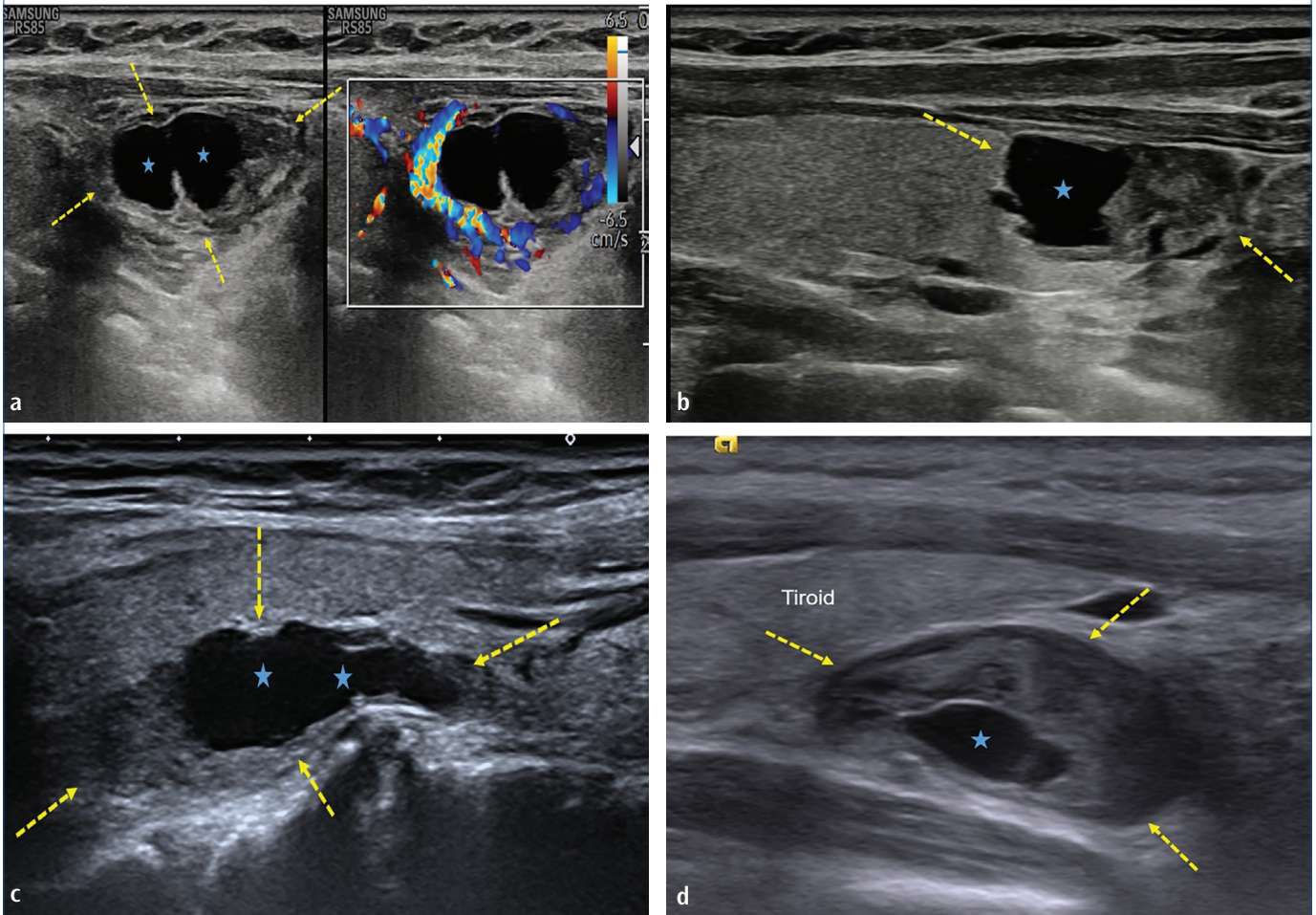
Multiglandüler hastalık kuşkusu olduğunda veya US görüntüleme ile anormal paratiroid bezleri görüntülenemediğinde bile US'nin tiroid bezindeki eşlik eden tiroid nodüllerinin yönetimi açısından önemli bir yeri bulunmaktadır. Hiperparatiroidi varlığında, beraberinde US ile saptanan nodüler tiroid hastalığının insidansı büyük serilerde %29 ila %51 arasında değişmektedir [36-38]. Aynı seride

tiroid malignite insidansı %2 ila %6 arasında değişmektedir. Paratiroid cerrahisi öncesi tiroid bezinin değerlendirilmesi, bu hastaları tekrarlanabilecek boyun operasyonundan koruyacak ve gereksiz tiroid cerrahisini de önleyecektir (Resim 12).

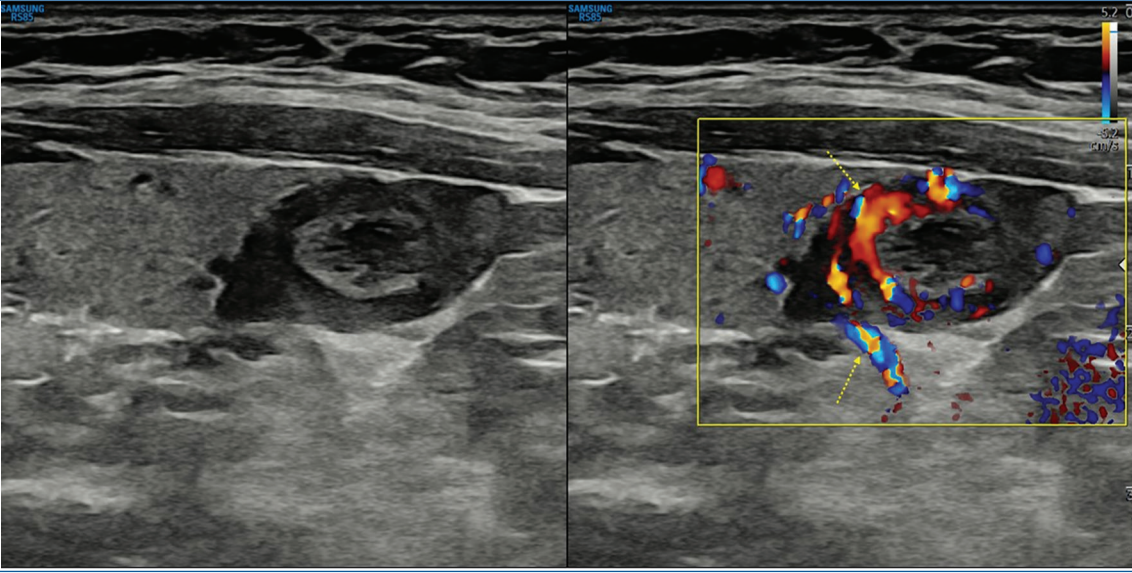
US ile paratiroid lezyonlarının görüntülenip lokalize edilebilmesinde birtakım sınırlamalar mevcuttur. Normal ve patolojik boyun yapıları, paratiroid adenomlarını taklit ederek US'da yalancı pozitif sonuçlara neden olabilir. Hashimoto tiroiditi gibi tiroid bezinde altta yatan enflamatuvar bozukluklarda, paratiroid lezyonlarının saptanması zorlaşır. Bu hastalardaki multipl sayıdaki santral kompartman lenf nodları, paratiroid lezyonlarını maskeleyebilir ya da onları taklit edebilir (Resim 13, Video 6) [6, 39].



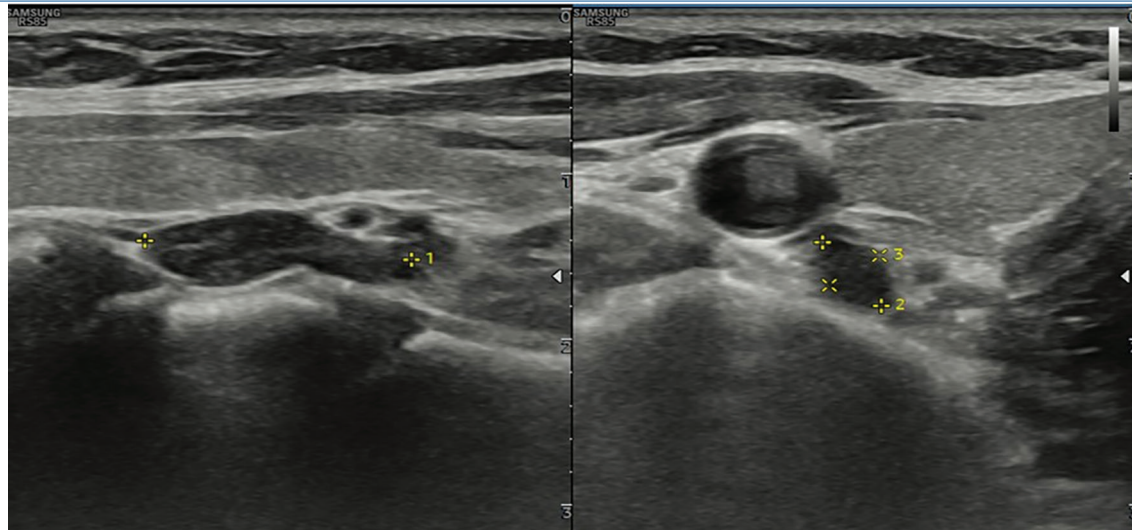
Resim 7. Paratiroid Lipoadenomu: Paratiroid lipoadenomunun uzun eksen ikili görüntülemesinde de tiroid bezine göre daha ekojen olduğu görünmektedir (sarı kar tanesi işareti).



Resim 8. Kistik component içeren paratiroid lezyonları. Farklı hastalarda (a,b,c,d) farklı oranda kistik component içeren paratiroid lezyonları (sarı çizgili oklar, kistik component: mavi yıldız).



Resim 9. Polar damar ve vasküler ark. Hareketsiz görüntü ve videoda uzun eksen B-mod ve renkli Doppler ultrasonografi incelemesinde; paratiroid lezyonunun kranial polünde belirgin besleyici damarı ve periferik ağırlıklı ark şeklindeki kanlanması görülmekte.



Resim 10.1. Multiparametrik ultrasonografi görüntüleme. Tiroid orta ve inferior zon komşuluğunda paratiroid lezyonunun uzun ve kısa eksen B-mod görüntüleri (imleçler).

Intratiroidal paratiroid adenomları tiroid nodüllerini taklit ederken eksofitik tiroid nodülleri de paratiroid adenomlarını taklit edebilir (Resim 14, Video 7). **Posterior yerleşimli nodüller ile paratiroid adenomunun ayrımında, paratiroid adenomu ile tiroid bezini birbirinden ayıran ince, ekojen kapsüler ayrışma çizgisi faydalı bir bulgudur.** Paratiroid adenomu tiroid nodülünden görüntüleme kriterleri ile ayırt edilemiyorsa US eşliğinde perkütan biyopsi gerekebilir. Paratiroid adenomları ile karışabilecek diğer normal boyun yapıları; tiroid bezinin komşuluğundaki tortuyöz küçük venler, özofagus ve longus kolli kaslarıdır [15].

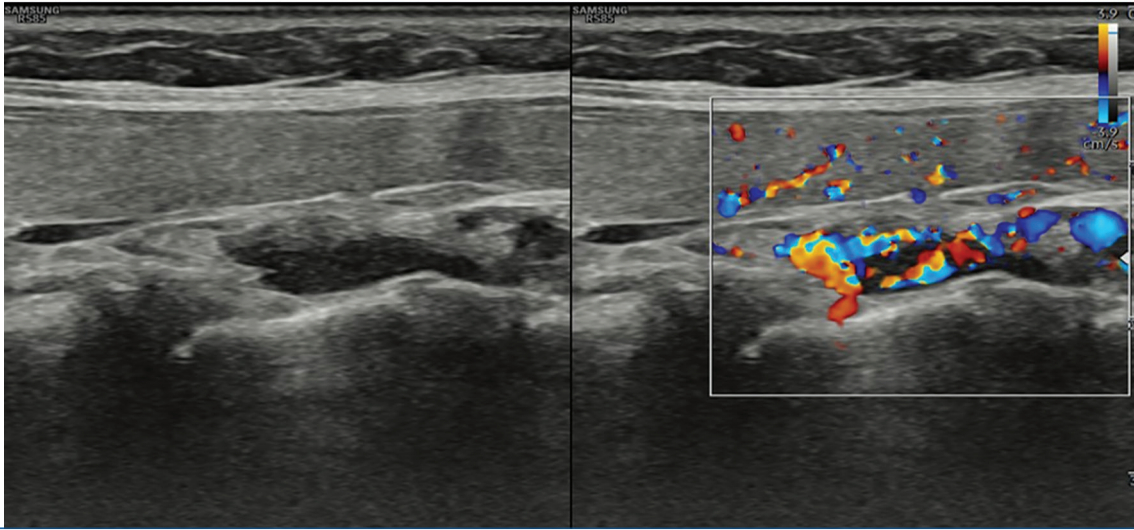
Tekli adenom ya da multiglandüler hastalıkta minimal büyümüş anormal bez, multinodüler guatr varlığı ve ektopik adenomlar, paratiroid lezyon saptanmasında yalancı negatif sonuçlara yol açabilir [22, 40].

PARATİROİD SİNTİGRAFI

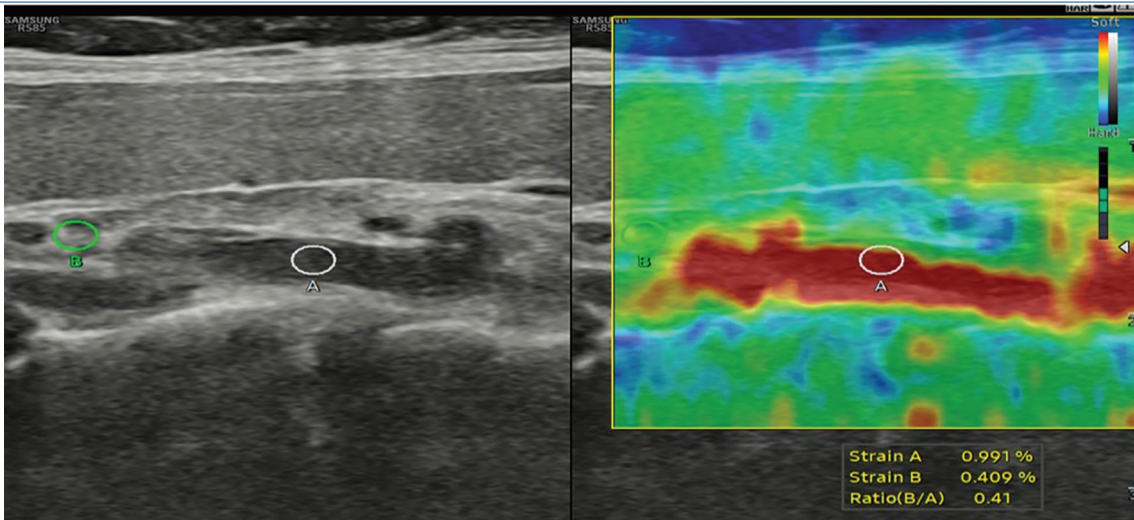
Paratiroid sintigrafisi, hiperfonksiyon gösteren paratiroid bezlerin tanınması ve operasyon öncesi lokalize edilmesi için önemli bir modalitedir [16, 41-44]. Paratiroid görüntüleme için en sık kullanılan radyofarmasötik ^{99m}Tc -sestamibi'dir. ^{99m}Tc -sestamibi tiroid, kalp, karaciğer, tükürük bezleri ve anormal

paratiroid bezlerin mitokondriden zengin hücrelerinde birikir. Paratiroid bezinin ^{99m}Tc -sestamibi tutması bezin oksifil hücre içeriği ile ilişkilidir [45]. Paratiroid lezyonlarının görüntülenmesi için tek radyofarmasötik ile ikili-faz görüntüleme veya ikili radyofarmasötik ile tek-faz görüntüleme yapılmaktadır. Her iki teknikten hangisinin daha üstün olduğuna dair net bir fikir birliği bulunmamaktadır. Ancak ikili-izotop tekniği, hastayı daha fazla radyasyon dozuna maruz bırakmakta ve tanışal açıdan hastanın her iki fazla aynı pozisyonda olmasını gerektirmektedir. Tek foton emisyonlu bilgisayarlı tomografi (SPECT) görüntülemenin kullanımı, paratiroid lezyon saptanmasını iyileştirmektedir. SPECT görüntülemeye düşük doz BT ilave edilmesiyle (SPECT-BT), artmış radyasyon dozuna karşın ilave anatomik bilgi elde edilir.

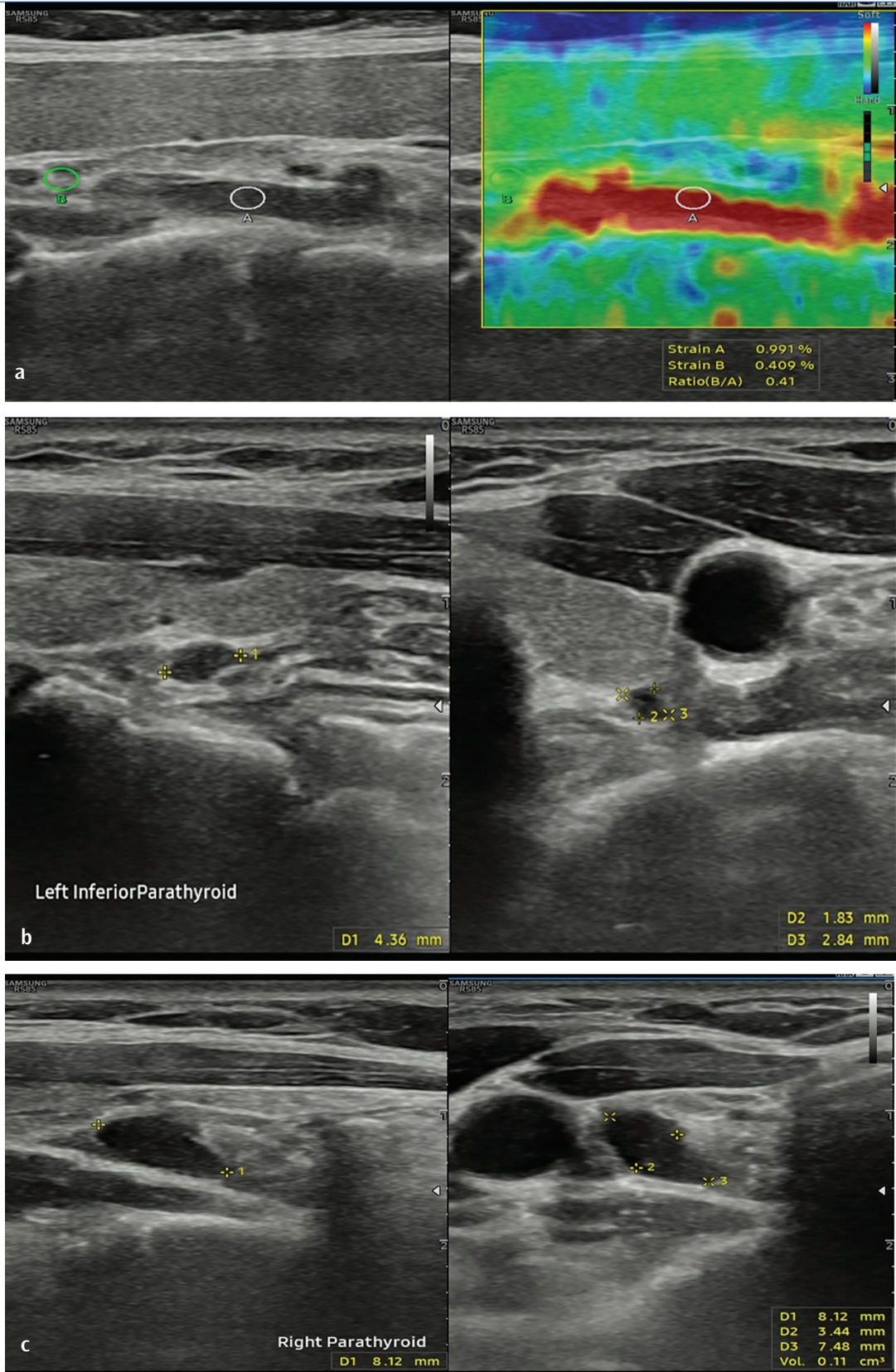
SPECT ve SPECT-CT incelemeler, özellikle mediastene uzananlar gibi ektopik lezyonların yerlerinin belirlenmesinde faydalıdır (Resim 15). ^{99m}Tc -sestamibi'nin kullanıldığı ikili-faz tek izotop tekniğinde, paratiroid adenomları tiroid bezi ile kıyaslandığında artmış ve geç fazda uzamış radyonüklid tutulumu olurken tiroid bezi tipik olarak 30 dakika içerisinde radyonüklid yıkanması (*washout*) gösterir. İkili faz görüntüleme protokolünde, ektopik dokuyu da saptamak için kafa tabanından karınaya uzanan bir tarama alanını kapsayacak şekilde 700-1100 MBq ^{99m}Tc -sestamibi uygulanır. Erken ve geç faz görüntüler sırasıyla, radyonüklidin uygulandıktan sonra 10-30 dakika ve 90-150 dakikalarda alınır. ^{99m}Tc -tetrafosmin, paratiroid tutulumu olan alternatif bir radyonüklid maddedir.



Resim 10.2. İkili ekran görüntüde paratiroid lezyon B-mod ve renkli Doppler görüntüsü.

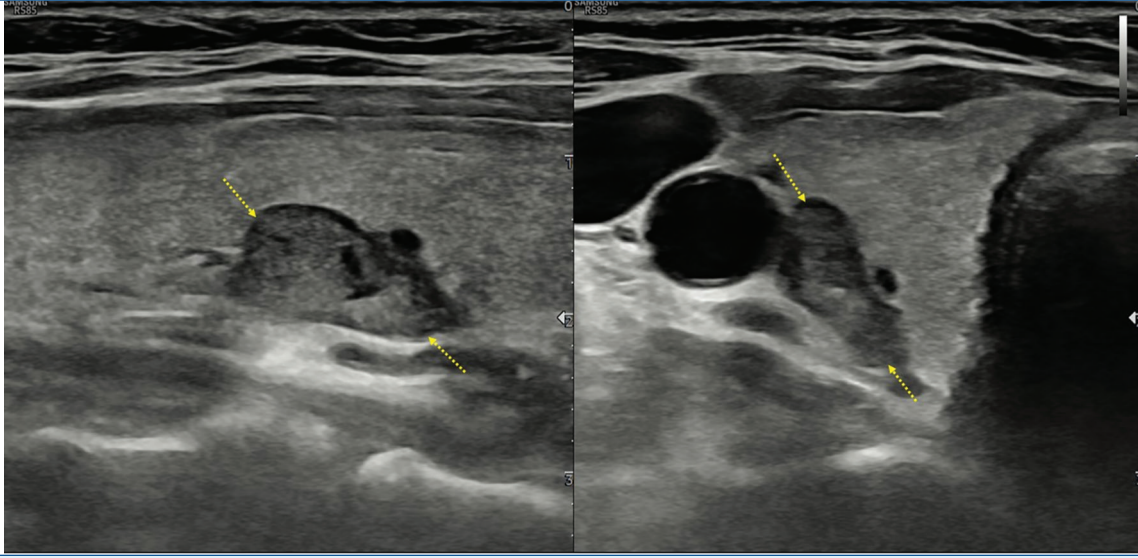


Resim 10.3. İkili ekran görüntüde paratiroid lezyonunun B-mod ve gerinim elastografi (strain elastografi) haritasında, lezyonun tiroid ve çevre dokuya görece yumuşak olduğu izlenmekte.



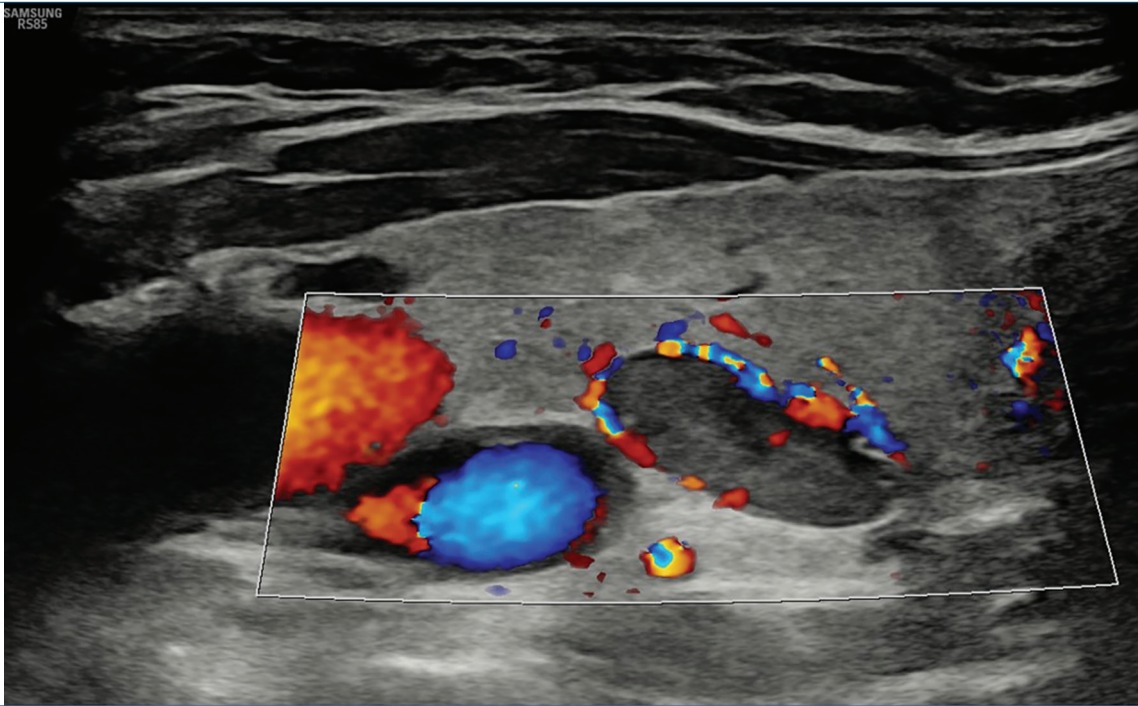
Resim 11. Multiglandüler Hastalık.

Resim 11a, 11b, 11c. Paratiroid hiperplazisine bağlı primer hiperparatiroidisi olan hastada ikili ekran görüntülerde sol superior, sol inferior, sağdaki paratiroid lezyonlarının uzun eksen ve transvers plan B-mod görüntüleri (Multiglandüler hastalık).



Resim 12. Paratiroid lezyonuna eşlik eden tiroid malignitesi.

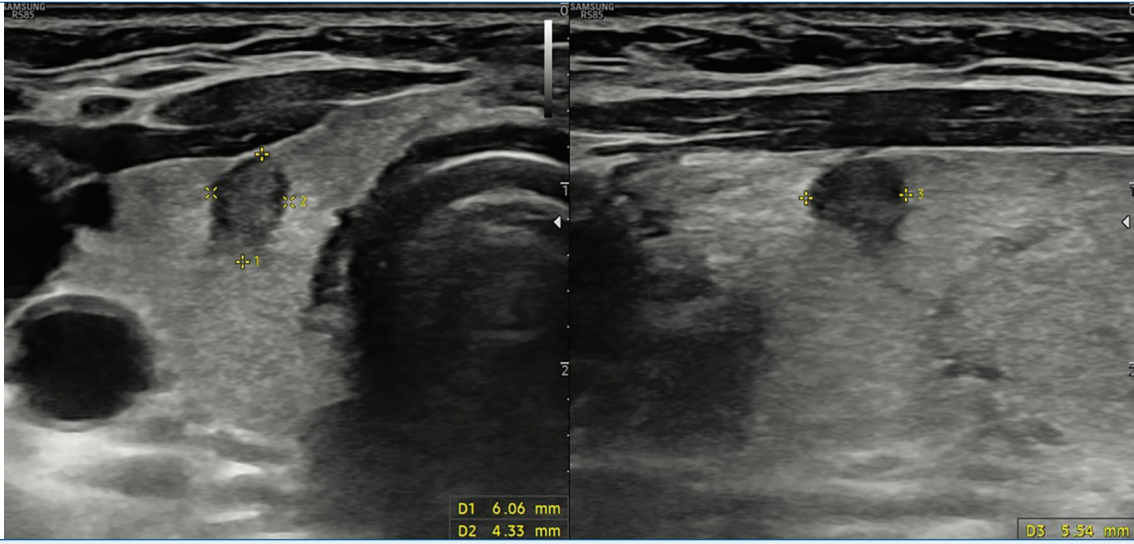
Resim 12.1. Sağ tiroid orta zon posteriorunda izlenen paratiroid lezyonunun uzun ve transvers plan B-mod görüntüleri (sarı kesintili oklar).



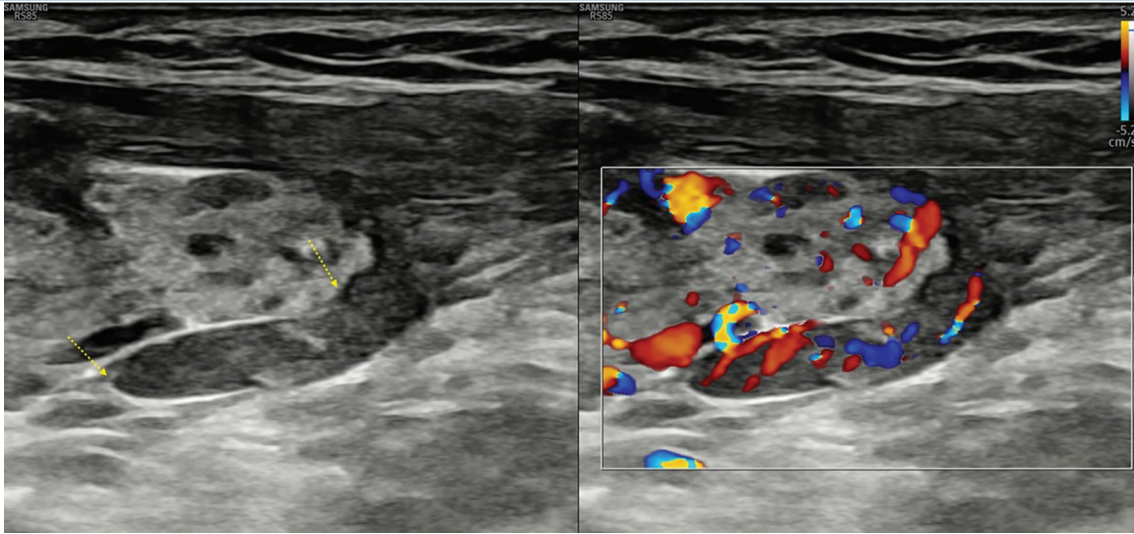
Resim 12.2. Paratiroid lezyonun renkli Doppler ultrason görüntüsü.

^{99m}Tc -sestamibi ile karşılaştırılabilir görüntüleme özelliklerine sahiptir, radyonüklid maddenin seçimi ulaşılabilir olmasına ve incelemeyi yorumlayan hekimin tercihinine bağlıdır [42]. İkili izotop tek faz tekniğinde, paratiroid tutulumu olan radyonüklidler (^{99m}Tc -sestamibi ve ^{99m}Tc -tetrofosmin) ve paratiroid tutulumu olmayan radyonüklidler (^{99m}Tc -perteknetate veya I-123) kullanılır. Tüm bu radyonüklidler fonksiyon gösteren tiroid dokusunda birikirler, perteknetate

veya iyot verilerinin sestamibi veya tetrofosmin verilerinden çıkarılması ile “sadece paratiroid” görüntüler elde edilir. Bu tekniğin multiglandüler hastalığı saptamada yüksek duyarlığa sahip olduğu bildirilmiştir [46]. Tek izotoplu teknikte, paratiroid lezyonlarının %15’i özellikle hiperplazik bezler, ^{99m}Tc -sestamibi incelemesinde tiroidde gözlenene benzer bir hızlı yıkanma deseni gösterebilirler [47]. Ayrıca tiroid hastalığı olan veya tiroid cerrahi geçirme öyküsü olan hastalarda, tek izotoplu



Resim 12.3. Paratiroid lezyonuyla aynı tarafta tiroid sağ lob-istmus bileşkesinde düzensiz sınırlı “Amerikan Radyoloji Koleji - Tiroid Görüntüleme Raporlama ve Veri Sistemi Kategori V” olarak raporlanan ve cerrahi sonrası papiller karsinom gelen tiroid nodülü.



Resim 13. Tuzaklar, otoimmün tiroiditte taklitçi lenf nodları.

Resim 13.1. “Mikronodüler pattern” gösteren tiroid bezi ve komşuluğunda paratiroid lezyonu uzun eksen B-mod ve renkli Doppler görüntüleri (noktalı sarı oklar).

protokolde tiroidden normalde görülenden daha yavaş bir radyonüklid yıkanma görülebilir. Bu hastalarda paratiroid lezyonları ile tiroid dokusunun birbirinden ayırt edilebilmesi oldukça zordur. İkili izotop kullanılan çıkarmalı (*substraksiyon*) teknik bu sınırlamaların üstesinden gelebilir ancak buna karşın daha yüksek bir radyasyon maruziyeti ve teknik olarak da zorlayıcıdır [46].

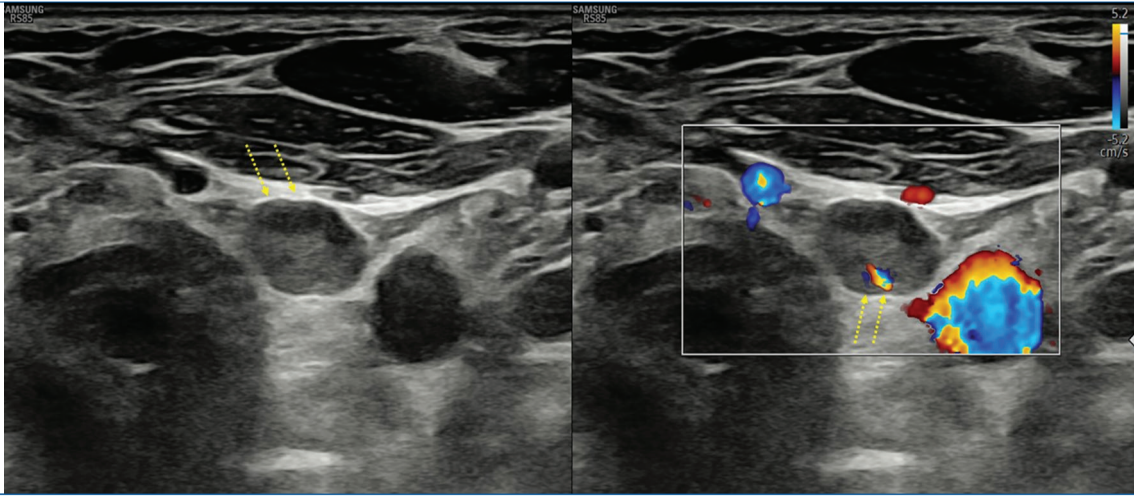
^{99m}Tc-sestamibi incelemesinde, paratiroid adenomları artmış mitokondrial aktivitelere bağlı olarak erken ve yoğun sestamibi tutulumu gösterirler. Bu tutulum tiroid bezindeki benzer tutulum nedeniyle maskelenebilir. Paratiroid

adenomlarının %60'ı tiroid bezinden daha yavaş yıkanma (*washout*) hızları nedeniyle, devamlılık arz eden bir tutulum gösterir ve 2 saatlik geç planar görüntülerde artmış ^{99m}Tc-sestamibi odağı olarak saptanır [48]. Paratiroid adenomlarının ikinci bir çeşidi, tiroid bezine benzer bir şekilde radyonüklidin hızlı yıkandığı bir özellik gösterir; bunları değerlendirmek zordur ancak ilk alınan planar görüntülerde tiroid konturunda fokal bir taşma olarak saptanabilir. Buna ilaveten bazı adenomlar erken faz görüntülerde tiroid bezinden daha yoğun bir tutulum göstermeleri ile saptanabilirler. Sestamibi incelemelerini raporlarken tüm fokal anormalliklerden bahsedilmesi ve tiroid bezinin anatomik görüntülenmesi ile

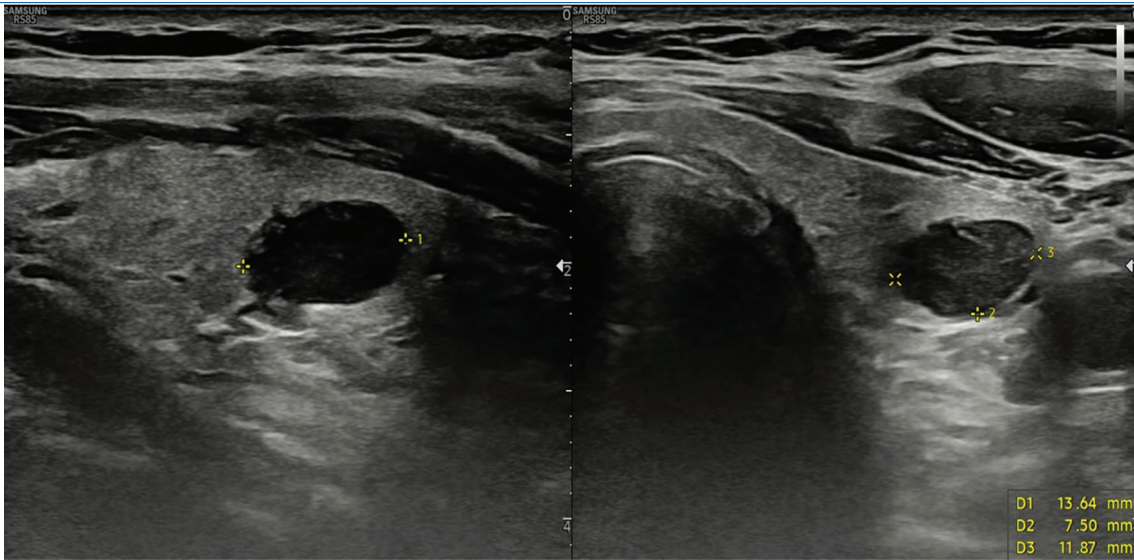
karşılığının bakılması önemlidir. SPECT görüntüler ilk planar görüntülerin sonrasında ya da 2 saatlik bir geç dönemde yapılabilir ve üç boyutlu görüntülere bağlı olarak paratiroid adenom saptanma duyarlılığını artırır. Sintigrafinin SPECT ile tanısall performansı, genellikle US ile karşılaştırılabilir düzeydedir ve mediastinal adenomların saptanması gibi ilave bir katkıları da bulunmaktadır. Bir meta-analizde duyarlılığın %57 ile %100 arasında değiştiği ve toplu duyarlılığın %84 olarak bulunmuştur [33]. Başka bir meta-analizde planar, SPECT ve SPECT-BT ile ^{99m}Tc-sestamibi'nin paratiroid adenomlarını saptamasında toplu duyarlılık değerleri sırasıyla %63, %66 ve %84 ile pozitif kestirim değerleri %90, %82 ve %95 olarak bulunmuştur [49]. Sintigrafinin US ile birlikte kullanılmasının,

paratiroid adenomlarının tanısında doğruluğu artırıcı bir değere sahip olduğu bulunmuştur [34].

Paratiroid sintigrafisindeki potansiyel yalancı pozitif durumlar, paratiroid adenomlarındaki tipik ^{99m}Tc-sestamibi ve ^{99m}Tc-tetrofosmin tutulumlarına benzer bir desen gösteren tiroid karsinom veya tiroid adenomlardır [16, 41-43]. Paratiroid adenomları ile olan olguların %30'unda beraberinde tiroid nodülleri de bulunur [44]. Radyonüklid maddenin boynun lateral tarafında ektopik olarak lokalize edilmesi, metastatik tiroid kanser olasılığını akla getirmelidir. Diğer paratiroid taklitçileri ise submandibuler bezlerdeki asimetrik fizyolojik aktivite, lenfadenopati, sarkoidoz veya Graves hastalığıdır [16, 42].



Resim 13.2. Aynı hastada tiroid sol lob kaudalinde paratrakeal alanda ikili ekran görüntüde ovoid-yuvarlak görünümlü hipoeoik nodüler yapı izlenmekte, renkli Doppler incelemesinde santral kanlanması lenf nodu olduğunu düşündürmektedir.



Resim 14. İntratiroidal paratiroid adenomu.

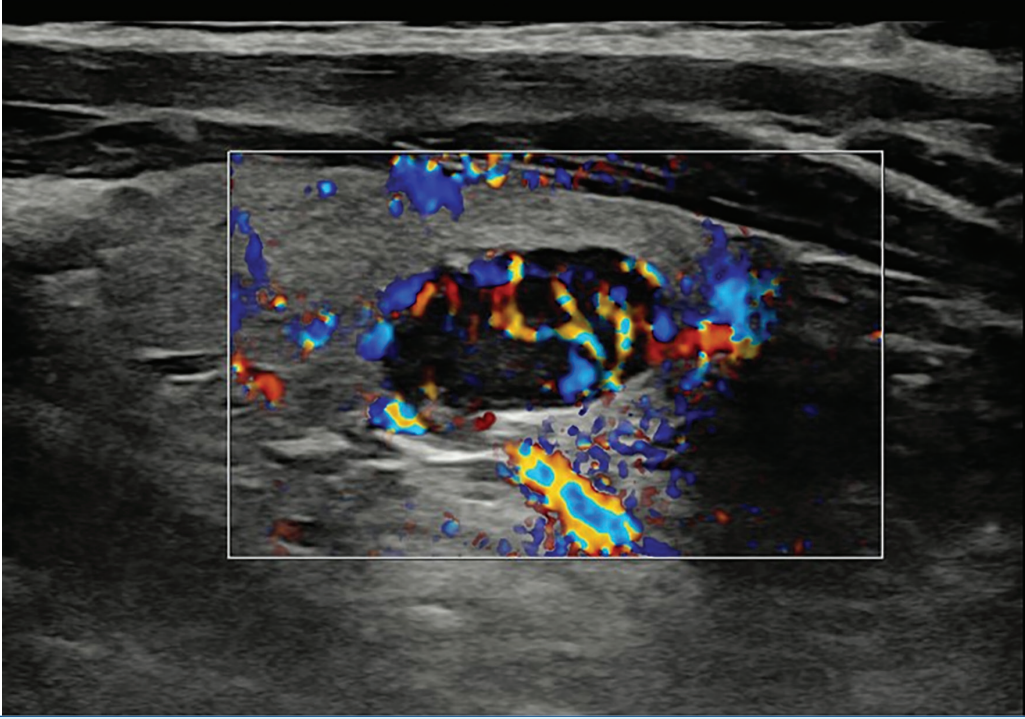
Resim 14.1. Primer hiperparatiroidili hastada; sol tiroid lobu ikili ekran görüntüsünde longitudinal ve transvers planda sefalokaudal yönde uzanımlı, düzgün sınırlı ovoid şekilli hipoeoik solid nodül izlenmekte.

Paratiroid adenomları tiroid bezleri gibi hızlı yıkanma gösterdikleri zaman yalancı negatif sonuçlar görülür.

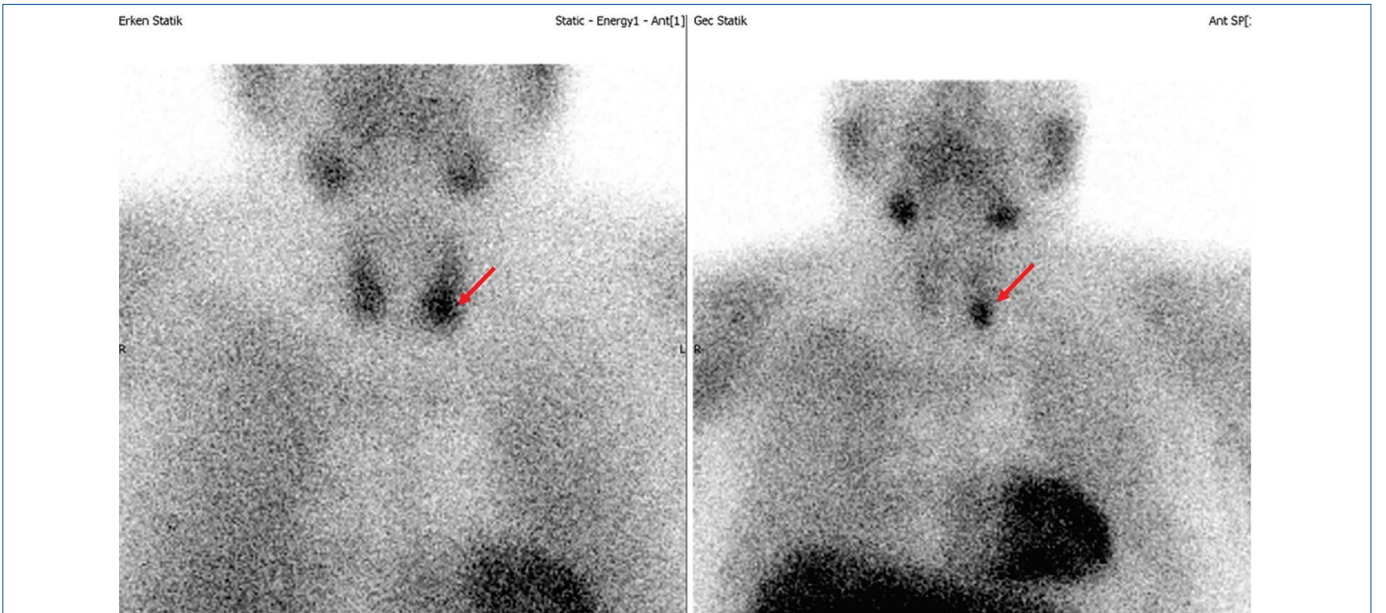
Bir çalışmada [^{99m}Tc] sestamibi SPECT-BT'nin soliter adenomların %90'ını, çifte-adenomların %73'ünü ve hiperplazik bezlerin %45'ini doğrulukla saptadığı bulunmuştur [50, 51].

4 BOYUTLU BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ

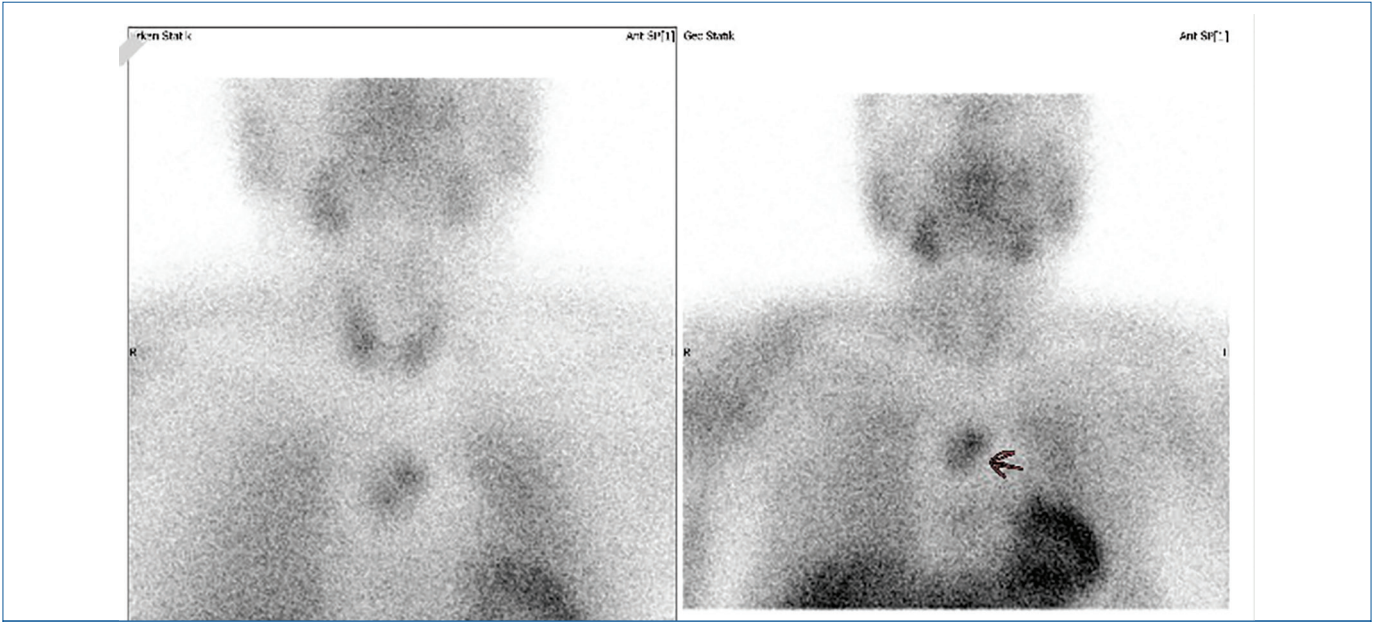
Multifaz paratiroid BT ya da 4DBT, US ve sintigrafi ile kıyaslandığında operasyon öncesi paratiroid görüntüleme yöntemleri açısından görece yeni bir tekniktir. 4DBT, literatürde ilk olarak 2006 yılında Rodgers ve ark. [52] tarafından



Resim 14.2. Aynı lezyonun power Doppler incelemesinde besleyici damarı ve periferik ağırlıklı mikst tipte hipervaskülaritesi görülmekte.

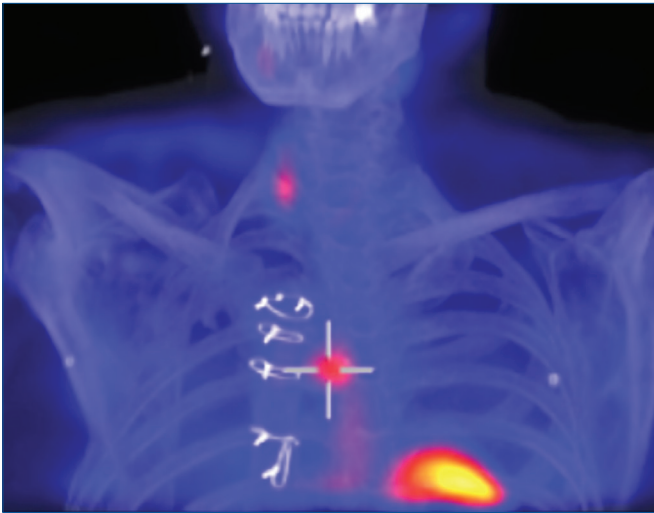


Resim 14.3. Erken ve geç koronal plan planar sintigrafi görüntülerinde, geç dönemde tiroid sol alt lojuna uyan lokalizasyonda *methoxyisobutylisonitrile* retansiyonu izlenmekte.



Resim 15. Mediastinal Paratiroid Adenomu.

Resim 15.1. Erken ve geç dönem planar sintigrafi görüntülerinde mediasten yerleşimli *methoxyisobutylisonitrile* retansiyonu ektopik paratiroid lezyonunu göstermektedir.

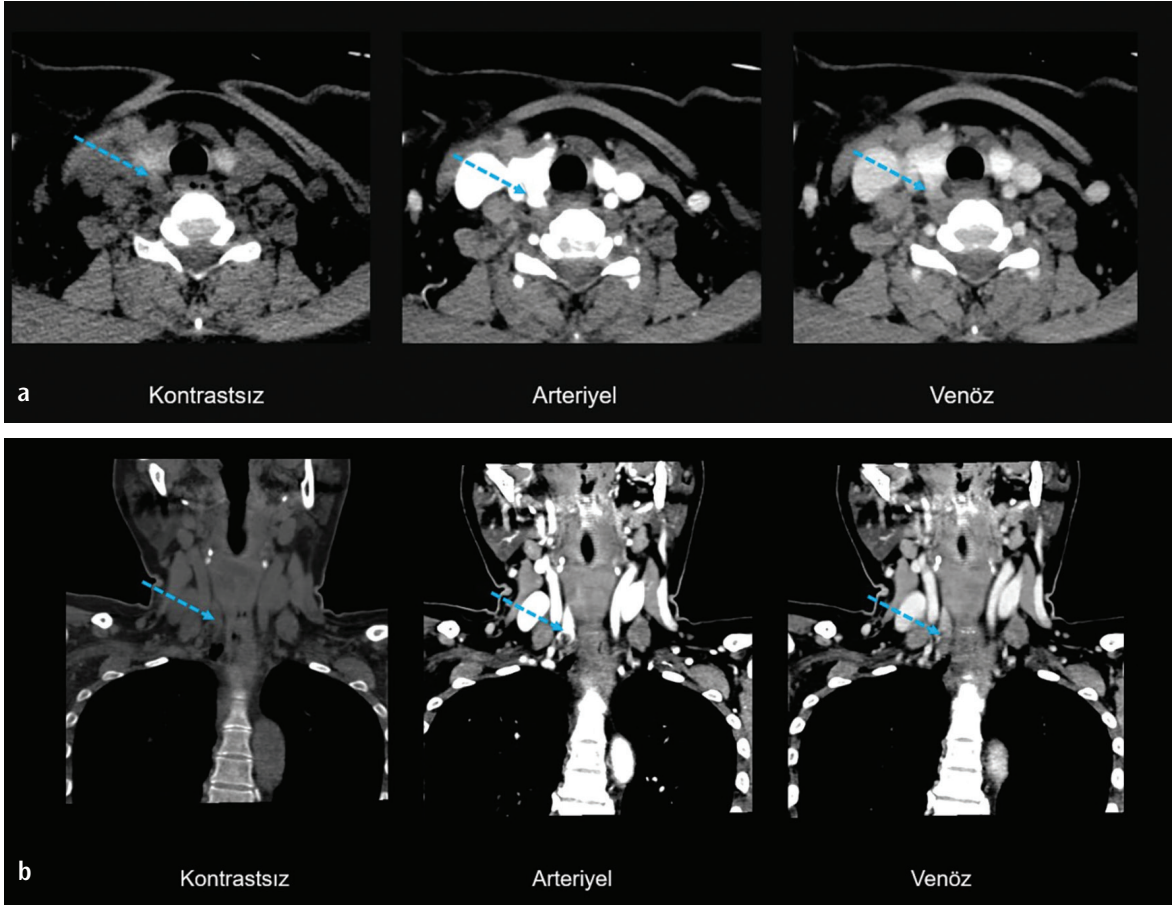


Resim 15.2. Aynı hastanın tek foton emisyonlu bilgisayarlı tomografi görüntüsü.

tanımlanmış ve o zamandan beri yaygın olarak çalışılmıştır. 4DBT ismi, görüntüleme fazlarının sayısından (tipik olarak 3) ve zamanla değişiminden (dördüncü boyut) kaynaklanır. Sintigrafide olduğu gibi 4DBT protokolleri, uygulanan kurumlara göre değişebilir. Paratiroid BT incelemeleri yapılan birimlerin yarısında 3-faz protokolü uygulanırken geri kalanında 2 ya da 4 faz yapılmaktadır [14]. **3 fazlı protokolün ilk fazı olan kontrastsız fazın amacı, düşük atenüasyonlu paratiroid dokusunun, yüksek atenüasyonlu tiroid dokusundan ayrımının yapılabilmesidir.** 4 mL/s hızda intravenöz kontrast

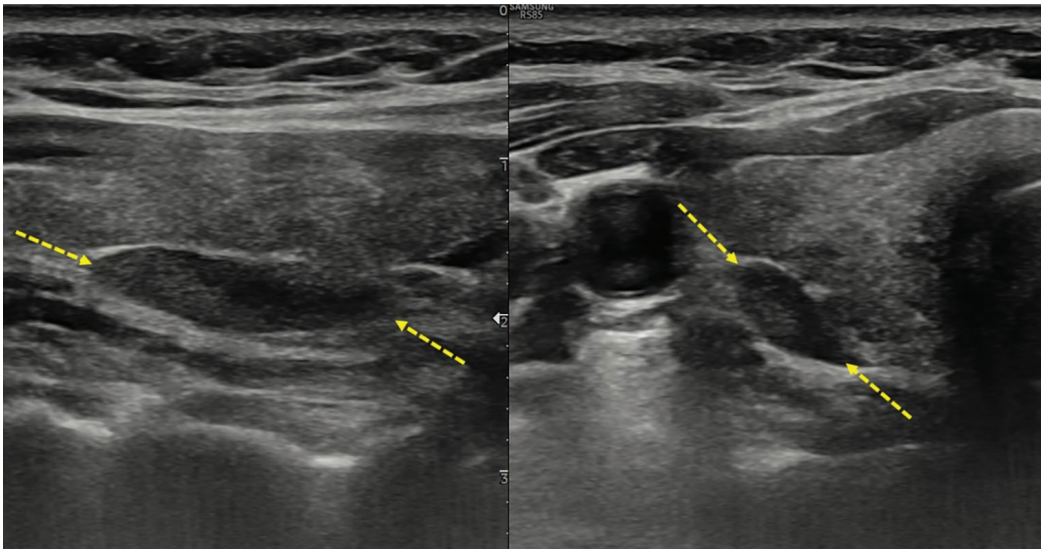
verilerek ve kontrast veriliminden sonraki 25 ve 80 saniyelerde arteriyel ve venöz fazların çekimi gerçekleştirilir. Arteriyel ve venöz fazlarda angulus mandibuladan karınaya kadar boyun ve toraksdaki potansiyel ektopik paratiroid yerleşimlerini içerecek şekilde görüntüleme yapılır [53]. **Klasik bir paratiroid adenomu kontrastsız seride tiroide göre hipoatenüasyonda, arteriyel fazda hiperatenüasyon ve venöz fazda tiroide göre hipoatenüasyon göstermektedir.** Klasik kontrastlanma deseni pHPT'li olguların %20'nde görülmektedir ve bu lezyon boyutu ile ilişkili olabilir. Büyük ($>1 \text{ cm}^3$) lezyonlar, daha küçük olan lezyonlara ($<1 \text{ cm}^3$) göre daha fazla olarak bu kontrastlanma desenini gösterme eğilimindedir [54]. Paratiroid adenomlarının çoğu (%57) arteriyel fazda tiroide göre daha fazla kontrastlanma göstermeyip venöz fazda yıkanma gösterirler (Resim 16). Paratiroid adenomların %22'si ise sadece kontrastsız fazda tiroide göre daha düşük atenüasyonda olup arteriyel fazda daha fazla boyanma ve venöz fazda yıkanma göstermezler. Kistik değişiklikler ve lezyon içi kanamalar, atipik kontrastlanmaya neden olabilir. Tiroid dokusu ve lenf nodları, 90 saniyeye kadar progresif kontrastlanma gösterirler [55]. Paratiroid lezyonun uç bölgelerinde polar damarlar veya hipertrofik inferior tiroid arter ile birliktelik gösteren belirgin arter ya da drene eden ven varlığı, paratiroid adenomuna yönlendirir ve olguların üçte ikisinde görülmektedir (Resim 17) [56].

Nükleer sintigrafik incelemelerde olduğu gibi 4DBT'nin bir avantajı ektopik paratiroid lezyonların boyun ve mediasteni içine alacak şekilde olası tüm yerleşimlerinin tek bir görüntüleme ile değerlendirilebildiği bir yöntemdir (Resim 18, 19, Video 8.1, 8.2, 9).

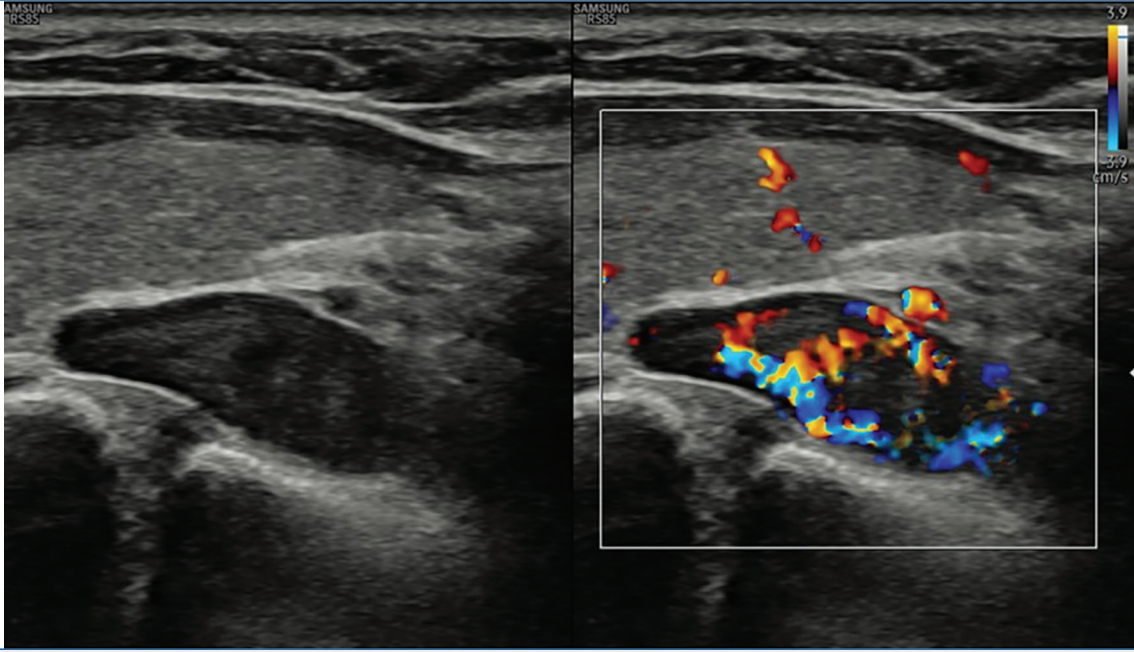


Resim 16. Dört boyutlu bilgisayarlı tomografide paratiroid adenom kontrastlanma paterni.

Resim 16.1A ve 16.1B: Kontrastsız, arteriyel ve venöz fazlarda aksiyel ve koronal dört boyutlu bilgisayarlı tomografi görüntülerinde sağ trakeaözofageal oluk yerleşimli kontrastsız fazda tiroide göre düşük atenuasyon gösteren arter fazında tiroid beziyle aynı dansitede kontrast tutan ve ven fazında yıkanma gösteren paratiroid lezyonu.

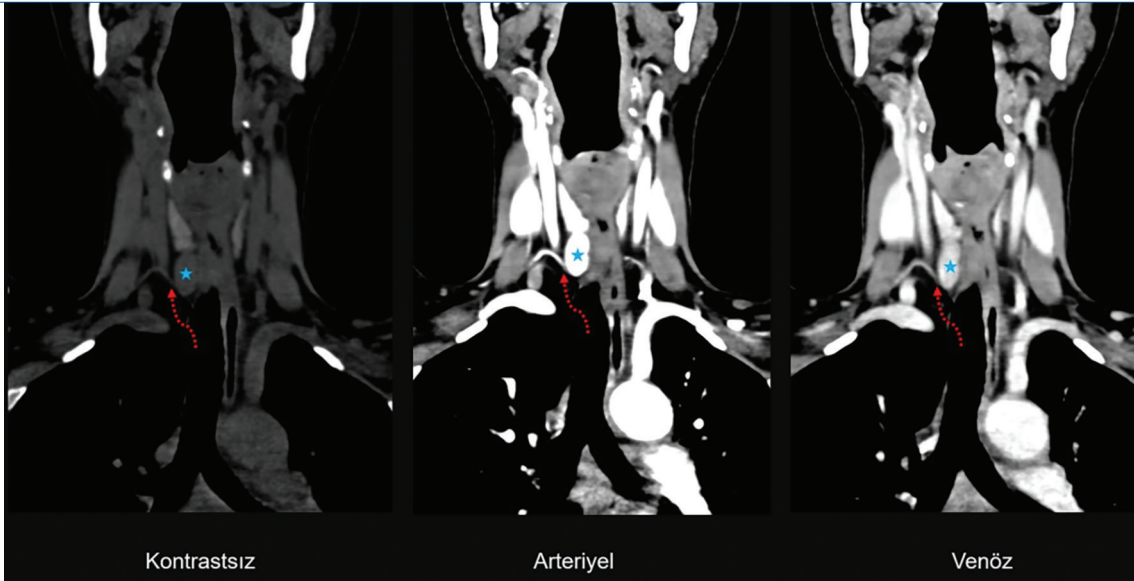


Resim 16.2. Aynı hastanın longitudinal ve transvers planda B-mod ikinci bakı ultrason görüntüsünde ovoid şekilli paratiroid lezyonu.



Resim 17. Dört boyutlu bilgisayarlı tomografi Polar damar işareti.

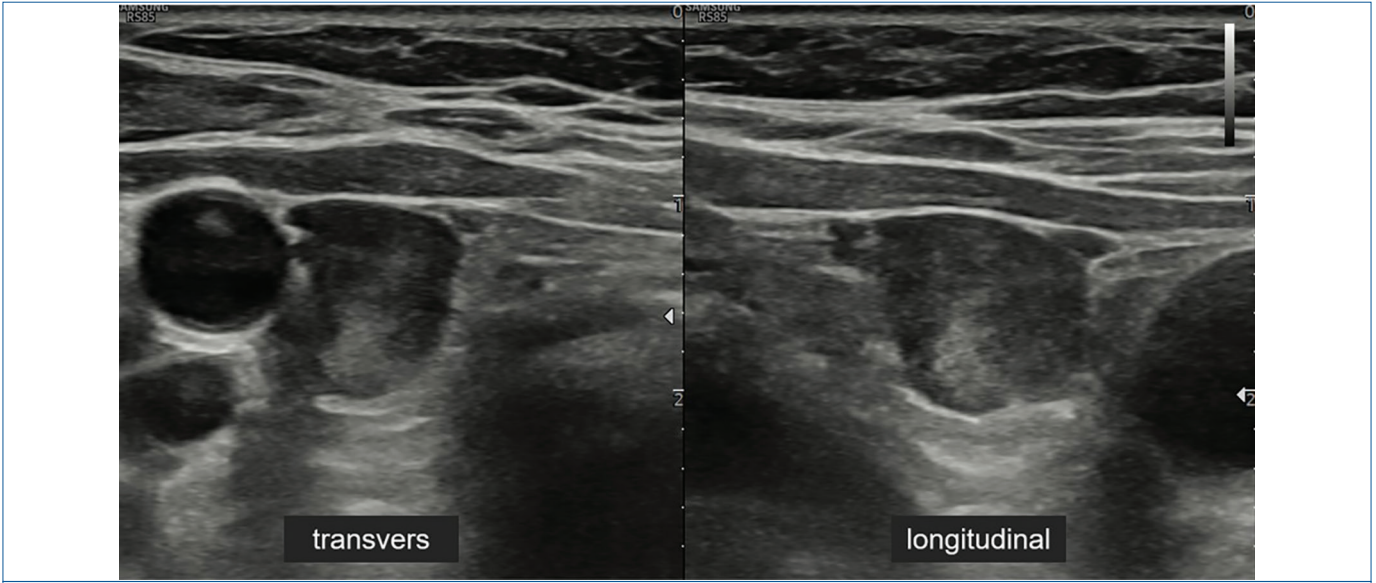
Resim 17.1. İkili ekran B-mod inceleme ve renkli Doppler incelemesinde paratiroid lezyonu izlenmekte.



Resim 17.2. Koronal dört boyutlu bilgisayarlı tomografi incelemesi kontrastsız, arteriyel ve venöz fazlar: Sağ lob inferior pol kaudalinde paratiroid lezyon (mavi yıldız) ve eşlik eden inferior tiroid arter kaynaklı polar arteri (kesikli kırmızı ok).

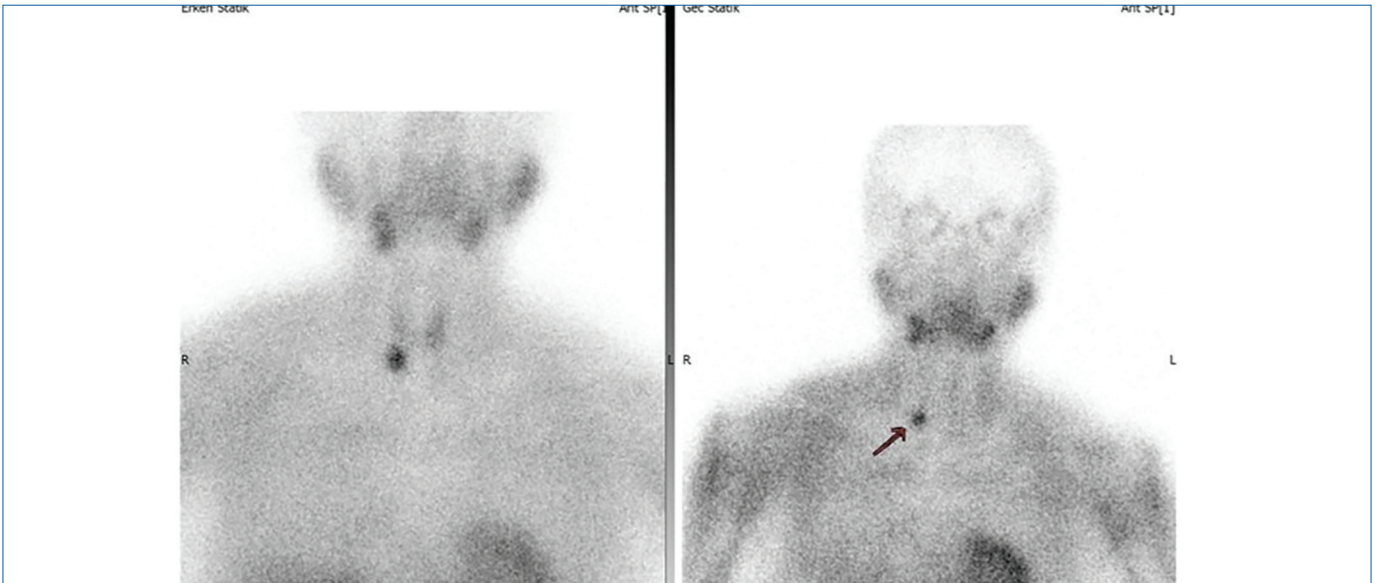
Primer hiperparatiroidili hastaların %10-%30'da multiglandüler hastalık görülür ve bu durumdan 4DBT'de ya multipl aday lezyonların saptandığı hallerde ya da hiç aday lezyon saptanmadığında şüphelenilir. Bir çalışmada multiglandüler hastalık olasılığını öngörmek için 4DBT ve klinik parametrelerin beraber kullanıldığı bir skorelama sistemi geliştirilmiştir [57]. Genel olarak multiglandüler hastalık lezyonları (ortalama boyut 7.5 mm), tek bez lezyonuna göre (ortalama 11.3 mm) daha

küçüktür ve multiglandüler hastalık 7 mm'den küçük multipl lezyonların olması ya da hiç aday lezyon olmaması durumunda düşünülmelidir [58]. 4DBT'deki ana endişe radyasyona maruz kalmaktır bu nedenle US ve sintigrafinin lokalize edemediği, sonuçlarının birbirleri ile uyuşmadığı veya boyun eksplorasyonu sonrası persistan ya da *rekürren* hiperparatiroidi olan hastalar daha uygundur [59, 60]. 4DBT'nin multiglandüler hastalığı tanımadaki duyarlılığı daha yüksektir [60].



Resim 18. Alt servikal bölgede ektopik paratiroid lezyonu.

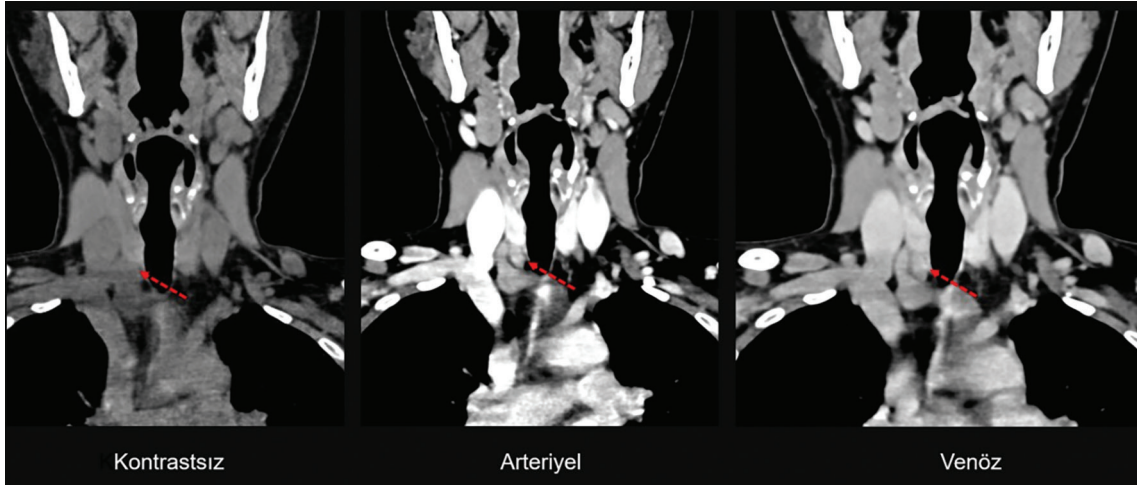
Resim 18.1. Alt servikal bölgenin transvers ve longitudinal plan görüntülemesinde ana karotis arter medialinde yuvarlak şekilli dual eko içeren ektopik yerleşimli paratiroid lezyonu.



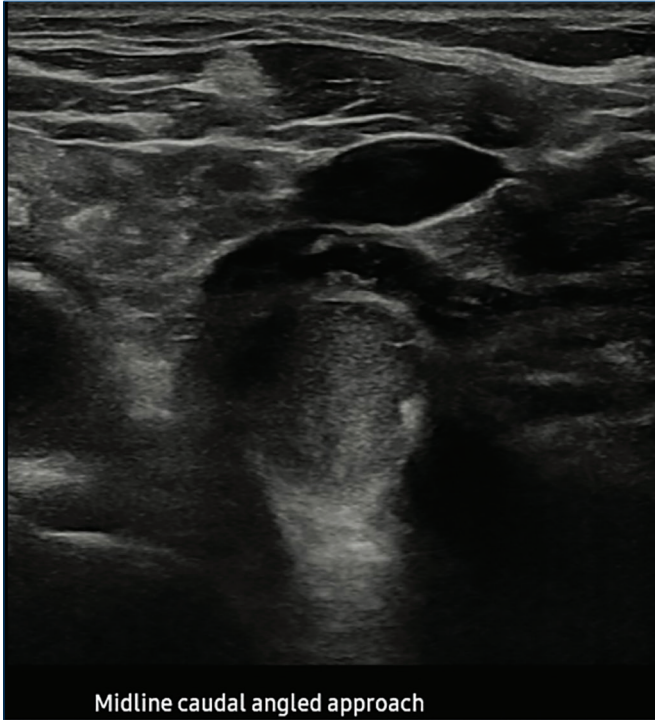
Resim 18.2. Aynı hastanın korelatif planar sintigrafi görüntüsünde geç dönemde alt servikal alanda artmış *methoxyisobutylisonitrile* retansiyonu izlenmekte.

Otuz dört çalışmayı içeren ve toplam 2563 primer hiperparatiroidili hastanın 4DBT ile değerlendirildiği meta-analizde paratiroid lezyonun doğru kadrana lokalizasyonu için toplu duyarlılık %73 iken paratiroid lezyonun doğru tarafa lateralizasyonunda bu oran %81'e çıkmaktadır. Bu meta-analizde ayrıca iki kontrast fazlı protokolün, radyasyona maruz kalma sınırlılığı ile kabul edilebilir bir tanı performansı arasında iyi bir denge kurduğu sonucu ortaya çıkmaktadır [61].

Dört boyutlu bilgisayarlı tomografi en önemli sınırlaması olan radyasyon maruziyeti için 3 faz protokolünün uygulandığı standart bir inceleme, sintigrafidekinin iki katından daha fazla olan 28 mSv'lik bir etkin dozla sonuçlanmaktadır [62]. Dual enerji BT incelemeleri gibi doz azaltıcı tekniklerin bu endişeleri giderme potansiyelleri olduğu görülmektedir. Yakın zamandaki bir çalışmada konvansiyonel 4DBT ile kıyaslandığında dual-enerji BT incelemede dozun %50 oranında azaldığı ve 4DBT ile benzer duyarlılık değerine ulaştığı bildirilmiştir [63].



Resim 18.3. Dört boyutlu bilgisayarlı tomografide ektopik yerleşimli paratiroid lezyonu (kırmızı çizgili oklar).



Resim 19. Anterior superior mediasten yerleşimli ektopik paratiroid lezyonu.

19.1. Suprasternal fossadan orta hat kaudal yaklaşımla semi-koronal planda B-mod ultrasonografi görüntüde yuvarlak şekilli hipoekoik solid lezyon izlenmekte.

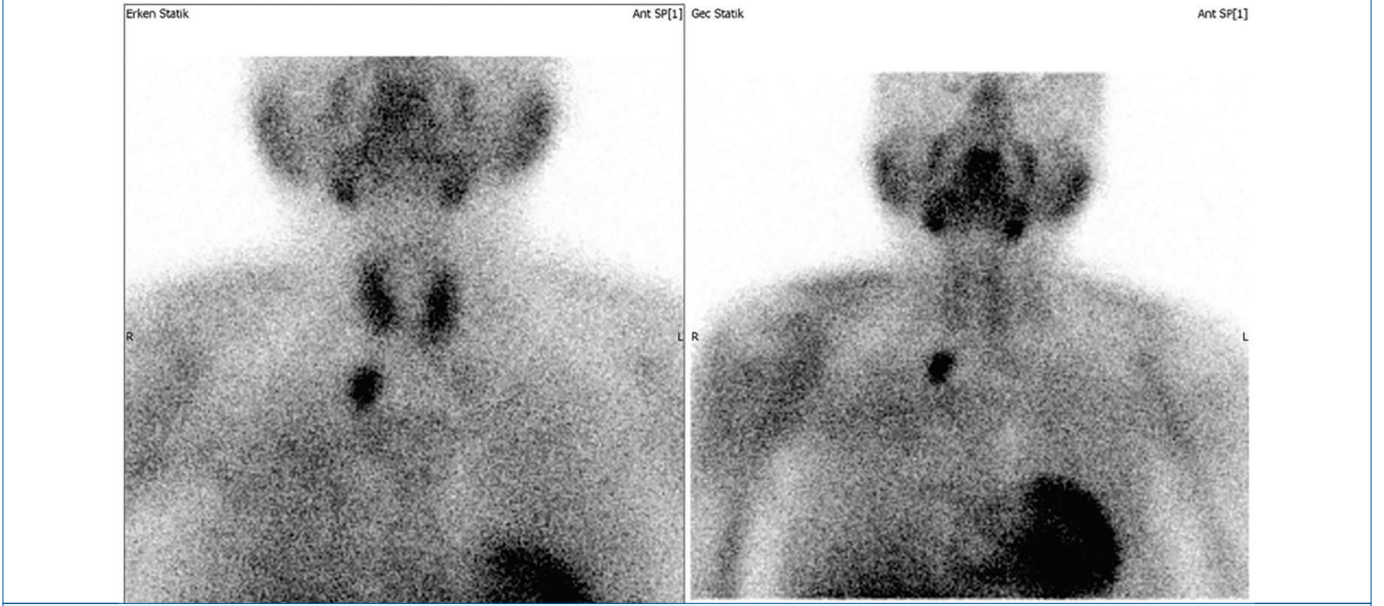
MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME

Manyetik rezonans sıklıkla ilk basamak lokalizasyon yöntemi olarak kullanılmaz. Daha sıklıkla *rekürren* ve *rezidüel* hastalığı olanlarda problem çözme amaçlı kullanılır. 4DBT ve sintigrafiye göre iyonizan radyasyon içermemesi MR'ı daha güvenli kılar ancak çekim zamanının uzun olması ve her zaman kolay

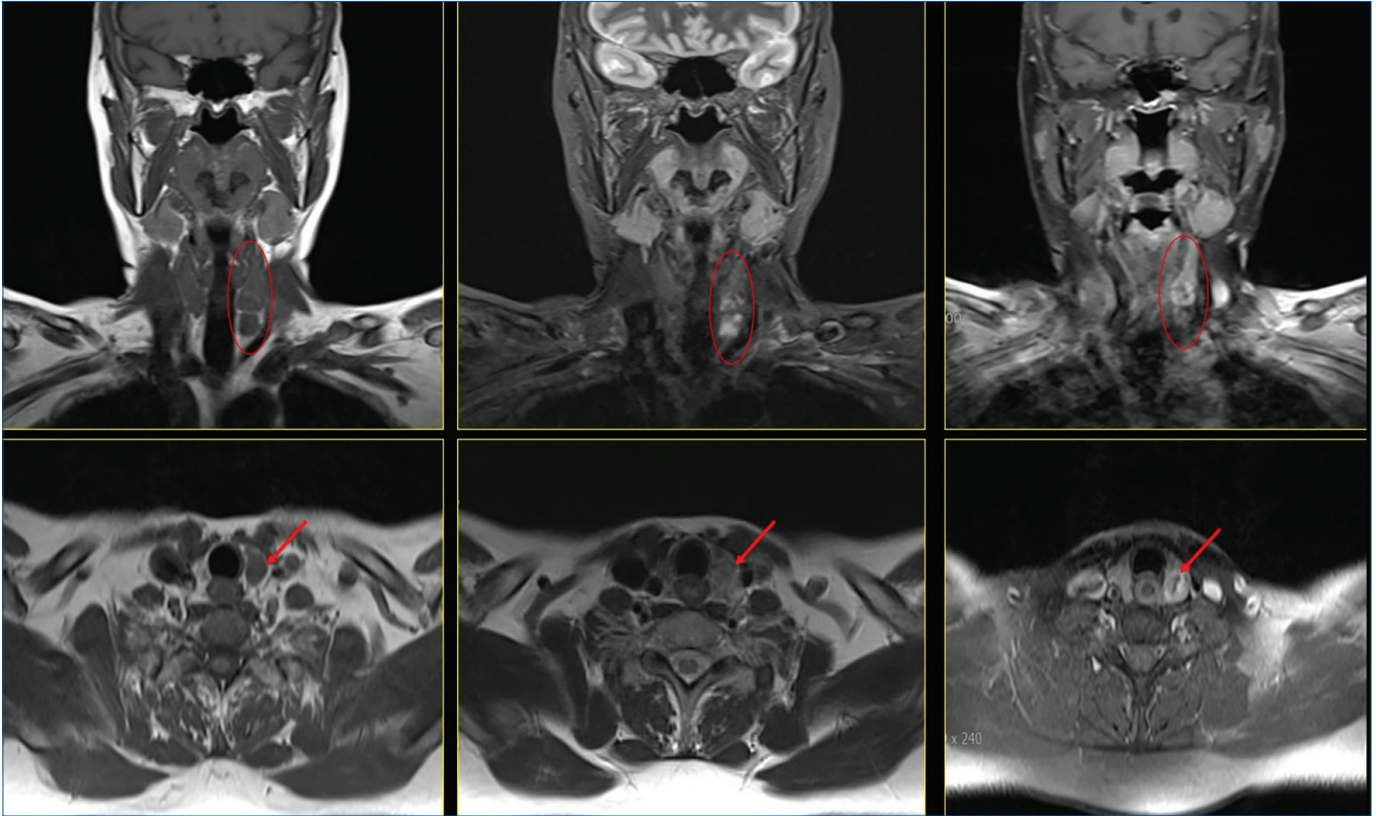
ulaşılabilir olmaması dezavantajıdır. Tarihsel olarak MR görüntüleme, daha düşük uzaysal çözünürlüğü ve yutkunmaya bağlı olası hareket artefaktları nedeniyle paratiroid adenom değerlendirmesinde suboptimal olarak görülmüştür. Paratiroid lezyon saptanmasında MR görüntülemenin literatürde bildirilen duyarlılığı %43 ila %94 arasında değişmektedir [12, 64-66].

Manyetik rezonans teknolojisindeki son gelişmeler ve 3T magnetlerin gittikçe daha fazla kullanımı sinyal-gürültü ve kontrast-gürültü oranlarını iyileştirerek duyarlılığı da artırmıştır [67]. **Konvansiyonel MR görüntülemede, paratiroid adenomları kraniokaudal aksta uzamış morfolojide, T2-ağırlıklı görüntülemede yüksek sinyal intensitede, T1-ağırlıklı görüntülemede ise ara-düşük sinyal intensitesinde olup ve yoğun kontrast tutulumu gösterirler [68].** Lezyonların bir kısmı da lezyon içi kanama, kolesterol yarıkları veya fibrozisi yansıtan ve lenf nodlarından ayrılma durumunu sağlayan T2-ağırlıklı seride “mermer benzeri” bir görünüm verirler (Resim 20).

Dinamik kontrast görüntüleme ve paralel görüntülemedeki gelişmeler, geleneksel kontrastlı görüntülemedeki bazı sınırlamalara çözümler sunmaktadır. Bu tekniklerin kullanılmasıyla paratiroid lezyonlarının çoğunda hızlı kontrastlanma ile tepeye ulaşma ve sonrasında yıkanma özellikleri gözlenmektedir [69]. Dinamik 4DMR uygulamada kontrast verilmesi sonrası inceleme devamlılık göstermesiyle kontrast zaman eğrilerinin oluşturulmasına ve tepe kontrastlanma zamanı, boyanma (*washin*) ve yıkanma (*washout*) gibi niceliksel parametrelerin değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Konsantrasyon zaman eğrisinde tepeye ulaşma zamanı, kontrast maddenin maksimum konsantrasyona ulaşması için gereken zamanı göstermektedir. Boyanma ve yıkanma, konsantrasyon zaman eğrisindeki sırasıyla başlangıçtaki yukarı ve sonrasındaki aşağı doğru eğimini ifade etmektedir.



19.2. Erken ve geç dönem sintigrafi görüntülerinde geç dönemde *methoxyisobutylisonitrile* retansiyonu mevcut.



Resim 20. Paratiroid lezyonunun manyetik rezonans görüntülemesi.

Üst sıra koronal manyetik rezonans görüntüler (a,b,c): T1, yağ baskılı T2, yağ baskılı kontrastlı T1 sekanslar. Alt sıra aksiyel manyetik rezonans görüntüler (d,e,f): T1, T2, kontrastlı T1 sekanslar; tiroid bezi inferiorunda T1 sekanslarda kasa göre izointens, T2 ağırlıklı sekanslarda hafif hiperintens ve kontrastlı serilerde periferik ağırlıklı heterojen kontrast tutulumu gösteren paratiroid lezyonu. (kırmızı işaretli).

Nael ve ark. [70] çalışmalarında, paratiroid adenomların boyun lenf nodları ile karşılaştırıldığında tepeye ulaşma zamanının daha hızlı olduğunu, boyanma ve yıkanmalarının daha yüksek olduğunu göstermişlerdir. Paratiroid adenomlarının tiroid dokusu ile karşılaştırıldığında ise yukarıdaki parametrelere ek olarak tepe konsantrasyon sinyal intensitesinin daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Aynı çalışmada tepeye ulaşma zamanı, boyanma ve yıkanma parametreleri kombine kullanıldığında paratiroid adenomlarının lenf nodları ve tiroid dokusundan ayırt edilmesinde %96 tanısal doğruluk bildirilmiştir [70]. Bu tekniğin kullanılmasıyla aynı grup, tek-bez hastalığında taraf ve kadran için sırasıyla %100 ve %92 ile multiglandüler hastalıkta taraf ve kadran için %74 ve %77 duyarlılık oranları bulmuşlardır [71]. Bu başarı yazarlarca yüksek-zamansal çözünürlüklü kontrastlı görüntüleme ve yağ baskılama için Dixon tekniğinin kullanılması ile açıklanmıştır. Henüz yaygın olarak kullanılmamakla beraber dinamik 4DMR paratiroid görüntüleme için umut verici yeni bir gelişme olarak gözükmemektedir.

KOLİN POZİTRON EMİSYON TOMOGRAFİ/ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ

Kolin PET radyonüklidler, paratiroid adenom saptanmasında kullanışlı yöntemler olarak ortaya çıkmıştır. ¹⁸F-florokolin ¹¹C-kolin'e göre yarılanma ömrünün daha uzun olması ve düşük pozitron enerjisi nedeniyle daha fazla kullanılmaktadır. Görüntü alınması ¹⁸F-florokolin enjeksiyonundan 40 ila 60 dakika sonra hasta supin pozisyonunda iken olur. Hafif-orta derece tutulum olan tiroid bezine göre paratiroid lezyonları daha fazla kolin tutar [72]. On dört kolin PET çalışmasını içeren bir meta-analizde yüksek duyarlılık oranı (%95) bildirilmiştir [73]. 16 çalışmayı içeren ¹⁸F-florokolin PET/BT'nin kullanıldığı bir sistematik derlemede, duyarlılık oranının %80 ila %100 arasında değiştiği gösterilmiştir [74]. Son çalışmada ¹⁸F-florokolin PET/BT'nin, ilk basamak incelemelerin negatif ya da tutarsız sonuç vermiş olduğu hiperplazi veya multipl adenom tanısında ilk-basamak görüntüleme olarak karşılaştırıldığında daha başarılı olduğu ortaya konmuştur [74-76].

Bununla beraber kolin PET'in; maliyetli olması, her yerde ulaşılabilir olmaması, standardize edilmiş bir protokolün olmaması ve kolin radyonüklidlerin özgülüğünün düşük olması ile birtakım sınırlamaları bulunmaktadır.

PERKÜTAN BİYOPSİ

Ultrasonografi bulgularının kuşku veya diğer görüntüleme yöntemleri ile bulguların uyumluluğunun tutarsız olduğu olgularda, kuşku lezyonun US eşliğinde ince iğne aspirasyon biyopsisi ile gönderilen aspiratın PTH ölçümü yapılabilir. **Paratiroid bez aspiratında PTH konsantrasyonu, serum konsantrasyonundan defalarca kat yüksek çıkacaktır. Aspiratta yüksek oranda PTH olması, lezyonun paratiroid kökenli olduğunu ve tiroid nodülü, lenf nodu, kahverengi yağ ya**

da paratiroid ile karşılabilecek herhangi bir başka doku olmadığı konusunda özgül bir kanıttır [77, 78]. Teorik olarak iğne hattı üzerinde anormal paratiroid dokusunun ekilmesi ile oluşabilecek paratiromatozis, bir komplikasyon olarak görülmemektedir. Paratiroid İİAB'si yapılan 81 hastalık bir çalışmada, ortalama 5 yıllık bir takip sürecinde paratiromatozise rastlanmamıştır [79].

VEN ÖRNEKLEMESİ

Rekürren veya *persisten* hiperparatiroidisi olan ve anormal paratiroid dokusunun ilave görüntüleme yöntemleri ile saptanamadığı hastalarda, ven örnekleme lokalizasyon için etkili ilave bir yöntem olduğu gösterilmiştir [80, 81]. Bu yöntemdeki prensip, boyun ve mediastendeki multipl venlerden kan örnekleri toplanmasıdır. Anormal paratiroid bezine en yakın venden kaynaklanan bir gradyan görülecek ve böyle bir gradyan tekrar ameliyat edilecek bölgeye odaklanmayı sağlayacaktır.

Paratiroid ven örneklemesinin duyarlılığı, çalışmalara alınan hasta popülasyonunun heterojen olması ve metodolojiye bağlı olarak %71 ila %90 arasında değişmektedir [82]. *Pesistent* veya *rekürren* hiperparatiroidili hastalarda ven örneklemesinin duyarlılığı ^{99m}Tc-sestamibi SPECT'e göre (sırasıyla %75 ve %30) anlamlı yüksek bulunmuştur [83].

Ven örnekleme en önemli dezavantajı invaziv olmasıdır. Kanama, enfeksiyon, arteriyovenöz fistül ve psödoanevrizma nadir görülebilen, ancak olası komplikasyonlardır [84]. Radyasyona maruziyet 1.26 mSv ila 5.3 mSv arasında değişmekte olup 4DBT'nin yarısı kadardır. Görece yüksek maliyet ve tecrübeli bir radyologa ihtiyaç duyulması da diğer dezavantajlardır [85].

SONUÇ

Paratiroid hastalıklarında görüntülemede açık arayla en sık endikasyon primer hiperparatiroididir. Paratiroid görüntülemesinin asıl amacı; anormal olan paratiroid bezinin yerinin tespit edilmesiyle cerraha minimal invaziv rezeksiyon imkanını sağlayabilmektir. Birçok birimde paratiroid lezyonlarını lokalize etmede tercih edilen görüntüleme yaklaşımı, US ile nükleer sintigrafi kombinasyonunun uygulanmasıdır. Bu yöntemler ile paratiroid lezyonlarının lokalize edilememesi ya da birbirleri ile tutarsız sonuçlar, 4DBT, MR görüntüleme veya kolin PET gibi diğer yöntemlerin kullanılmasını gerektirebilir. Her görüntüleme yönteminin sınırlılıklarının bilinmesi, özellikle multiglandüler hastalık, anatomik varyasyonlar ve daha önce opere edilen olgularda tanısal yaklaşım oluşturulmasını sağlayabilir. Normal paratiroid anatomisinin yanında ektopik paratiroid yerleşimleri için olası yerlerinin bilinmesi, teknikten bağımsız olarak paratiroid adenom ya da paratiroid hiperplazi için başarılı operasyon öncesi görüntüleme başarılı bir değerlendirmeye yardım edebilir.

Dipnotlar

Çıkar Çatışması

Yazarlar bu makale ile ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

Kaynaklar

- Johnson NA, Carty SE, Tublin ME. Parathyroid imaging. *Radiol Clin N Am*. 2011; 49: 503-23. [CrossRef]
- Braunwald E. Harrison's principles of internal medicine. 15th edition. New York: McGraw-Hill; 2001. [CrossRef]
- Herfarth KK, Wells SA Jr. Parathyroid glands and the multiple endocrine neoplasia syndromes and familial hypocalciuric hypercalcemia. *Semin Surg Oncol*. 1997; 13: 114-24. [CrossRef]
- Mallette LE. Management of hyperparathyroidism in the multiple endocrine neoplasia syndromes and other familial endocrinopathies. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 1994; 23: 19-36. [CrossRef]
- Barracough BM, Barracough BH. Ultrasound of the thyroid and parathyroid glands. *World J Surg*. 2000; 24: 158-65. [CrossRef]
- Meistrup JW. Ultrasound examination of the parathyroid glands. *Otolaryngol Clin North Am*. 2004; 37: 763-78, ix. [CrossRef]
- Lew JI, Solorzano CC. Surgical management of primary hyperparathyroidism: state of the art. *Surg Clin North Am*. 2009; 89: 1205-25. [CrossRef]
- van Heerden JA, Grant CS. Surgical treatment of primary hyperparathyroidism: an institutional perspective. *World J Surg*. 1991; 15: 688-92. [CrossRef]
- Udelsman R, Lin Z, Donovan P. The superiority of minimally invasive parathyroidectomy based on 1650 consecutive patients with primary hyperparathyroidism. *Ann Surg*. 2011; 253: 585-91. [CrossRef]
- Bunch PM, Kelly HR. Preoperative imaging techniques in primary hyperparathyroidism: a review. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*. 2018; 144: 929-37. [CrossRef]
- Moffett JM, Suliburk J. Parathyroid autotransplantation. *Endocr Pract*. 2011; 17: 83-9. [CrossRef]
- Wilhelm SM, Wang TS, Ruan DT, Lee JA, Asa SL, Duh QY, et al. The American Association of Endocrine surgeons guidelines for definitive management of primary hyperparathyroidism. *JAMA Surg*. 2016; 151: 959-68. [CrossRef]
- Itani M, Middleton WD. Parathyroid imaging. *Radiol Clin North Am*. 2020; 58: 1071-83. [CrossRef]
- Hoang JK, Williams K, Gaillard F, Dixon A, Sosa JA. Parathyroid 4D-CT: multi-institutional international survey of use and trends. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2016; 155: 956-60. [CrossRef]
- Naik M, Khan SR, Owusu D, Alsafi A, Palazzo F, Jackson JE, et al. Contemporary multimodality imaging of primary hyperparathyroidism. *Radiographics*. 2022; 42: 841-60. [CrossRef]
- Kuzminski SJ, Sosa JA, Hoang JK. Update in parathyroid imaging. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2018; 26: 151-66. [CrossRef]
- Lee JH, Anzai Y. Imaging of thyroid and parathyroid glands. *Semin Roentgenol*. 2013; 48: 87-104. [CrossRef]
- Strauss SB, Roytman M, Phillips CD. Parathyroid imaging: four-dimensional computed tomography, sestamibi, and ultrasonography. *Neuroimaging Clin N Am*. 2021; 31: 379-95. [CrossRef]
- Akerström G, Malmaeus J, Bergström R. Surgical anatomy of human parathyroid glands. *Surgery*. 1984; 95: 14-21. [CrossRef]
- Mohebbati A, Shaha AR. Anatomy of thyroid and parathyroid glands and neurovascular relations. *Clin Anat*. 2012; 25: 19-31. [CrossRef]
- Morris MA, Saboury B, Ahlman M, Malayeri AA, Jones EC, Chen CC, et al. Parathyroid imaging: past, present, and future. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2022; 12: 760419. [CrossRef]
- Fakhran S, Branstetter BF 4th, Pryma DA. Parathyroid imaging. *Neuroimaging Clin N Am*. 2008; 18: 537-49. [CrossRef]
- Xia C, Zhu Q, Li Z, Hu M, Fang J, Zhong Q, et al. Study of the ultrasound appearance of the normal parathyroid using an intraoperative procedure. *J Ultrasound Med*. 2019; 38: 321-7. [CrossRef]
- Paik W, Lee JC, Noh BJ, Na DG. US features of the parathyroid glands: an intraoperative surgical specimen study. *J Korean Soc Radiol*. 2023; 84: 596-605. [CrossRef]
- Li J, Yang X, Chang X, Ouyang Y, Hu Y, Li M, et al. A retrospective study of ultrasonography in the investigation of primary hyperparathyroidism: a new perspective for ultrasound echogenicity features of parathyroid nodules. *Endocr Pract*. 2021; 27: 1004-10. [CrossRef]
- Johnson NA, Yip L, Tublin ME. Cystic parathyroid adenoma: sonographic features and correlation with 99mTc-sestamibi SPECT findings. *AJR Am J Roentgenol*. 2010; 195: 1385-90. [CrossRef]
- Wolf RJ, Cronan JJ, Monchik JM. Color Doppler sonography: an adjunctive technique in assessment of parathyroid adenomas. *J Ultrasound Med*. 1994; 13: 303-8. [CrossRef]
- Lane MJ, Desser TS, Weigel RJ, Jeffrey RB Jr. Use of color and power Doppler sonography to identify feeding arteries associated with parathyroid adenomas. *AJR Am J Roentgenol*. 1998; 171: 819-23. [CrossRef]
- Reeder SB, Desser TS, Weigel RJ, Jeffrey RB. Sonography in primary hyperparathyroidism: review with emphasis on scanning technique. *J Ultrasound Med*. 2002; 21: 539-52; quiz 553-4. [CrossRef]
- Ozturk A, Grajo JR, Dhyani M, Anthony BW, Samir AE. Principles of ultrasound elastography. *Abdom Radiol (NY)*. 2018; 43: 773-785. [CrossRef]
- Batur A, Atmaca M, Yavuz A, Ozgokce M, Bora A, Bulut MD, et al. Ultrasound elastography for distinction between parathyroid adenomas and thyroid nodules. *J Ultrasound Med*. 2016; 35: 1277-82. [CrossRef]
- Frank SJ, Goldman-Yassen AE, Koenigsberg T, Libutti SK, Koenigsberg M. Sensitivity of 3-dimensional sonography in preoperative evaluation of parathyroid glands in patients with primary hyperparathyroidism. *J Ultrasound Med*. 2017; 36: 1897-904. [CrossRef]
- Nafisi Moghadam R, Amlshahbaz AP, Namiranian N, Sobhan-Ardekani M, Emami-Meybodi M, Dehghan A, et al. Comparative diagnostic performance of ultrasonography and 99mTc-sestamibi scintigraphy for parathyroid adenoma in primary hyperparathyroidism: systematic review and meta-analysis. *Asian Pac J Cancer Prev*. 2017; 18: 3195-200. [CrossRef]
- Treglia G, Trimboli P, Huellner M, Giovannella L. Imaging in primary hyperparathyroidism: focus on the evidence-based diagnostic performance of different methods. *Minerva Endocrinol*. 2018; 43: 133-43. [CrossRef]
- Ruda JM, Hollenbeck CS, Stack BC Jr. A systematic review of the diagnosis and treatment of primary hyperparathyroidism from 1995 to 2003. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2005; 132: 359-72. [CrossRef]
- Morita SY, Somervell H, Umbricht CB, Dackiw AP, Zeiger MA. Evaluation for concomitant thyroid nodules and primary hyperparathyroidism in patients undergoing parathyroidectomy or thyroidectomy. *Surgery*. 2008; 144: 862-6; discussion 866-8. [CrossRef]
- Milas M, Mensah A, Alghoul M, Berber E, Stephen A, Siperstein A, et al. The impact of office neck ultrasonography on reducing unnecessary thyroid surgery in patients undergoing parathyroidectomy. *Thyroid*. 2005; 15: 1055-9. [CrossRef]
- Adler JT, Chen H, Schaefer S, Sippel RS. Does routine use of ultrasound result in additional thyroid procedures in patients with primary hyperparathyroidism? *J Am Coll Surg*. 2010; 211: 536-9. [CrossRef]
- Kamaya A, Quon A, Jeffrey RB. Sonography of the abnormal parathyroid gland. *Ultrasound Q*. 2006; 22: 253-62. [CrossRef]

40. Rumack CM, Levine D. In: Rumack CM, Levine D, editors. *Diagnostic Ultrasound*. 6th ed. Philadelphia: Elsevier; 2024.p.730-52. [\[CrossRef\]](#)
41. Johnson NA, Tublin ME, Ogilvie JB. Parathyroid imaging: technique and role in the preoperative evaluation of primary hyperparathyroidism. *AJR Am J Roentgenol*. 2007; 188: 1706-15. [\[CrossRef\]](#)
42. Smith JR, Oates ME. Radionuclide imaging of the parathyroid glands: patterns, pearls, and pitfalls. *Radiographics*. 2004; 24: 1101-15. [\[CrossRef\]](#)
43. Zafereo M, Yu J, Angelos P, Brumund K, Chuang HH, Goldenberg D, et al. American Head and Neck Society Endocrine Surgery Section update on parathyroid imaging for surgical candidates with primary hyperparathyroidism. *Head Neck*. 2019; 41: 2398-409. [\[CrossRef\]](#)
44. Biersack H-J, Heiden U. Parathyroid imaging. 99mTc-Sestamibi. Berlin (Germany): Springer; 2012. p. 31-63. [\[CrossRef\]](#)
45. Stephen AE, Roth SI, Fardo DW, Finkelstein DM, Randolph GW, Gaz RD, et al. Predictors of an accurate preoperative sestamibi scan for single-gland parathyroid adenomas. *Arch Surg*. 2007; 142: 381-6. [\[CrossRef\]](#)
46. Petranović Ovcariček P, Giovanella L, Carrió Gasset I, Hindié E, Huellner MW, Luster M, et al. The EANM practice guidelines for parathyroid imaging. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2021; 48: 2801-22. [\[CrossRef\]](#)
47. Greenspan BS, Dillehay G, Intenzo C, Lavelly WC, O'Doherty M, Palestro CJ, et al. SNM practice guideline for parathyroid scintigraphy 4.0. *J Nucl Med Technol*. 2012; 40: 111-8. [\[CrossRef\]](#)
48. Eslamy HK, Ziessman HA. Parathyroid scintigraphy in patients with primary hyperparathyroidism: 99mTc sestamibi SPECT and SPECT/CT. *Radiographics*. 2008; 28: 1461-76. [\[CrossRef\]](#)
49. Wei WJ, Shen CT, Song HJ, Qiu ZL, Luo QY. Comparison of SPET/CT, SPET and planar imaging using 99mTc-MIBI as independent techniques to support minimally invasive parathyroidectomy in primary hyperparathyroidism: a meta-analysis. *Hell J Nucl Med*. 2015; 18: 127-35. [\[CrossRef\]](#)
50. Civelek AC, Ozalp E, Donovan P, Udelsman R. Prospective evaluation of delayed technetium-99m sestamibi SPECT scintigraphy for preoperative localization of primary hyperparathyroidism. *Surgery*. 2002; 131: 149-57. [\[CrossRef\]](#)
51. Lalonde MN, Correia RD, Syktiotis GP, Schaefer N, Matter M, Prior JO. Parathyroid imaging. *Semin Nucl Med*. 2023; 53: 490-502. [\[CrossRef\]](#)
52. Rodgers SE, Hunter GJ, Hamberg LM, Schellingerhout D, Doherty DB, Ayers GD, et al. Improved preoperative planning for directed parathyroidectomy with 4-dimensional computed tomography. *Surgery*. 2006; 140: 932-40; discussion 940-1. [\[CrossRef\]](#)
53. Hoang JK, Sung WK, Bahl M, Phillips CD. How to perform parathyroid 4D CT: tips and traps for technique and interpretation. *Radiology*. 2014; 270: 15-24. [\[CrossRef\]](#)
54. Lee EK, Yun TJ, Kim JH, Lee KE, Kim SJ, Won JK, et al. Effect of tumor volume on the enhancement pattern of parathyroid adenoma on parathyroid four-dimensional CT. *Neuroradiology*. 2016; 58: 495-501. [\[CrossRef\]](#)
55. Bahl M, Sepahdari AR, Sosa JA, Hoang JK. Parathyroid adenomas and hyperplasia on four-dimensional CT scans: three patterns of enhancement relative to the thyroid gland justify a three-phase protocol. *Radiology*. 2015; 277: 454-62. [\[CrossRef\]](#)
56. Bahl M, Muzaffar M, Vij G, Sosa JA, Choudhury KR, Hoang JK. Prevalence of the polar vessel sign in parathyroid adenomas on the arterial phase of 4D CT. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2014; 35: 578-81. [\[CrossRef\]](#)
57. Sepahdari AR, Bahl M, Harari A, Kim HJ, Yeh MW, Hoang JK. Predictors of multigland disease in primary hyperparathyroidism: a scoring system with 4D-CT imaging and biochemical markers. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2015; 36: 987-92. [\[CrossRef\]](#)
58. Sho S, Yilma M, Yeh MW, Livhits M, Wu JX, Hoang JK, et al. Prospective validation of two 4D-CT-based scoring systems for prediction of multigland disease in primary hyperparathyroidism. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2016; 37: 2323-7. [\[CrossRef\]](#)
59. Machado NN, Wilhelm SM. Diagnosis and evaluation of primary hyperparathyroidism. *Surg Clin North Am*. 2019; 99: 649-66. [\[CrossRef\]](#)
60. Tian Y, Tanny ST, Einsiedel P, Lichtenstein M, Stella DL, Phal PM, et al. Four-dimensional computed tomography: clinical impact for patients with primary hyperparathyroidism. *Ann Surg Oncol*. 2018; 25: 117-21. [\[CrossRef\]](#)
61. Kluijfhout WP, Pasternak JD, Beninato T, Drake FT, Gosnell JE, Shen WT, et al. Diagnostic performance of computed tomography for parathyroid adenoma localization; a systematic review and meta-analysis. *Eur J Radiol*. 2017; 88: 117-28. [\[CrossRef\]](#)
62. Hoang JK, Reiman RE, Nguyen GB, Januzis N, Chin BB, Lowry C, et al. Lifetime attributable risk of cancer from radiation exposure during parathyroid imaging: comparison of 4D CT and parathyroid scintigraphy. *AJR Am J Roentgenol*. 2015; 204: W579-85. [\[CrossRef\]](#)
63. Leiva-Salinas C, Flors L, Durst CR, Hou Q, Patrie JT, Wintermark M, et al. Detection of parathyroid adenomas using a monophasic dual-energy computed tomography acquisition: diagnostic performance and potential radiation dose reduction. *Neuroradiology*. 2016; 58: 1135-41. [\[CrossRef\]](#)
64. Lopez Hänninen E, Vogl TJ, Steinmüller T, Ricke J, Neuhaus P, Felix R. Preoperative contrast-enhanced MRI of the parathyroid glands in hyperparathyroidism. *Invest Radiol*. 2000; 35: 426-30. [\[CrossRef\]](#)
65. Michel L, Dupont M, Rosière A, Merlan V, Lacrosse M, Donckier JE. The rationale for performing MR imaging before surgery for primary hyperparathyroidism. *Acta Chir Belg*. 2013; 113: 112-22. [\[CrossRef\]](#)
66. Sacconi B, Argirò R, Diacinti D, Iannarelli A, Bezzi M, Cipriani C, et al. MR appearance of parathyroid adenomas at 3 T in patients with primary hyperparathyroidism: what radiologists need to know for pre-operative localization. *Eur Radiol*. 2016; 26: 664-73. [\[CrossRef\]](#)
67. Grayev AM, Gentry LR, Hartman MJ, Chen H, Perlman SB, Reeder SB. Presurgical localization of parathyroid adenomas with magnetic resonance imaging at 3.0 T: an adjunct method to supplement traditional imaging. *Ann Surg Oncol*. 2012; 19: 981-9. [\[CrossRef\]](#)
68. Kabala JE. Computed tomography and magnetic resonance imaging in diseases of the thyroid and parathyroid. *Eur J Radiol*. 2008; 66: 480-92. [\[CrossRef\]](#)
69. Aschenbach R, Tuda S, Lamster E, Meyer A, Roediger H, Stier A, et al. Dynamic magnetic resonance angiography for localization of hyperfunctioning parathyroid glands in the reoperative neck. *Eur J Radiol*. 2012; 81: 3371-7. [\[CrossRef\]](#)
70. Nael K, Hur J, Bauer A, Khan R, Sepahdari A, Inampudi R, et al. Dynamic 4D MRI for characterization of parathyroid adenomas: multiparametric analysis. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2015; 36: 2147-52. [\[CrossRef\]](#)
71. Becker JL, Patel V, Johnson KJ, Guerrero M, Klein RR, Ranvier GF, et al. 4D-dynamic contrast-enhanced MRI for preoperative localization in patients with primary hyperparathyroidism. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2020; 41: 522-8. [\[CrossRef\]](#)
72. Michaud L, Balogova S, Burgess A, Ohnona J, Huchet V, Kerrou K, et al. A Pilot comparison of 18F-fluorocholine PET/CT, ultrasonography and 123I/99mTc-sestaMIBI dual-phase dual-isotope scintigraphy in the preoperative localization of hyperfunctioning parathyroid glands in primary or secondary hyperparathyroidism: influence of thyroid anomalies. *Medicine (Baltimore)*. 2015; 94: e1701. [\[CrossRef\]](#)
73. Treglia G, Piccardo A, Imperiale A, Strobel K, Kaufmann PA, Prior JO, et al. Diagnostic performance of choline PET for detection of hyperfunctioning parathyroid glands in hyperparathyroidism: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2019; 46: 751-65. [\[CrossRef\]](#)
74. Boccalatte LA, Higuera F, Gómez NL, de la Torre AY, Mazzaro EL, Galich AM, et al. Usefulness of 18F-fluorocholine positron emission tomography-computed tomography in locating lesions in hyperparathyroidism: a systematic review. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*. 2019; 145: 743-50. [\[CrossRef\]](#)

75. Gulati S, Chumber S, Puri G, Spalkit S, Damle NA, Das CJ. Multi-modality parathyroid imaging: a shifting paradigm. *World J Radiol.* 2023; 15: 69-82. [CrossRef]
76. Graves CE, Duh QY, Suh I. Innovations in parathyroid localization imaging. *Surg Oncol Clin N Am.* 2022; 31: 631-47. [CrossRef]
77. Sacks BA, Pallotta JA, Cole A, Hurwitz J. Diagnosis of parathyroid adenomas: efficacy of measuring parathormone levels in needle aspirates of cervical masses. *AJR Am J Roentgenol.* 1994; 163: 1223-6. [CrossRef]
78. Stephen AE, Milas M, Garner CN, Wagner KE, Siperstein AE. Use of surgeon-performed office ultrasound and parathyroid fine needle aspiration for complex parathyroid localization. *Surgery.* 2005; 138: 1143-50; discussion 1150-1. [CrossRef]
79. Kendrick ML, Charboneau JW, Curlee KJ, van Heerden JA, Farley DR. Risk of parathyromatosis after fine-needle aspiration. *Am Surg.* 2001; 67: 290-3; discussion 293-4. [CrossRef]
80. Reidel MA, Schilling T, Graf S, Hinz U, Nawroth P, Büchler MW, et al. Localization of hyperfunctioning parathyroid glands by selective venous sampling in reoperation for primary or secondary hyperparathyroidism. *Surgery.* 2006; 140: 907-13; discussion 913. [CrossRef]
81. Ogilvie CM, Brown PL, Matson M, Dacie J, Reznick RH, Britton K, et al. Selective parathyroid venous sampling in patients with complicated hyperparathyroidism. *Eur J Endocrinol.* 2006; 155: 813-21. [CrossRef]
82. Ibraheem K, Toraih EA, Haddad AB, Farag M, Randolph GW, Kandil E. Selective parathyroid venous sampling in primary hyperparathyroidism: a systematic review and meta-analysis. *Laryngoscope.* 2018; 128: 2662-7. [CrossRef]
83. Witteveen JE, Kievit J, van Erkel A, Morreau H, Romijn JA, Hamdy NAT. The role of selective venous sampling in the management of persistent hyperparathyroidism revisited. *Eur J Endocrinol.* 2010; 163: 945-52. [CrossRef]
84. Ho J, Kim D, Lee JE, Hong N, Kim BM, Kim DJ, et al. Parathyroid venous sampling for the preoperative localisation of parathyroid adenoma in patients with primary hyperparathyroidism. *Sci Rep.* 2022; 12: 7058. [CrossRef]
85. Mahajan A, Starker LF, Ghita M, Udelsman R, Brink JA, Carling T. Parathyroid four-dimensional computed tomography: evaluation of radiation dose exposure during preoperative localization of parathyroid tumors in primary hyperparathyroidism. *World J Surg.* 2012; 36: 1335-9. [CrossRef]

Video 1.1 ve Video 1.2. Aynı hastanın uzun eksen ve transvers B mod taramasında, normal paratiroid bezi video görüntüsü.

1.1 <https://youtu.be/iJN5YpcC9NA>

1.2 <https://youtu.be/XKPpgrnE5cA>

Video 2.1, 2.2. Tiroid sağ lob inferior pol kaudal komşuluğunda santral hiperekoik, periferi hipoekoik paratiroid lezyonu (dual eko) hareketli görüntüleri.

2.1 <https://youtu.be/tXxm64ISKW4>

2.2 <https://youtu.be/MQX84Dm3VLE>

Video 3. Tiroid sol lob longitudinal plan ultrason görüntüsünde inferior pol kaudal komşuluğunda düzgün sınırlı, ovoid şekilli paratiroid lezyonu ile uyumlu izoekoik solid lezyon (mavi yıldız).

<https://youtu.be/ywqafq5kVXQ>

Video 4. Aynı hastanın B-mod ve renkli Doppler video görüntüsünde; renkli Doppler incelemede lezyonun “periferik ark” şeklinde vaskülarizasyonu olduğu görülmekte.

<https://youtu.be/r8r7kQ9aYok>

Video 5. Hareketsiz görüntü ve videoda uzun eksen B-mod ve renkli Doppler US incelemesinde; Paratiroid lezyonunun kranial polünde belirgin besleyici damarı ve periferik ağırlıklı ark şeklindeki kanlanması görülmekte.

<https://youtu.be/2I62s98onxw>

Video 6. Aynı hastanın video görüntüsünde transvers B-Mod tarama videosunda sağda paratiroid lezyonu ve solda santral kompartmanda paratrakeal yerleşimli lenf nodu izlenmekte.

<https://youtu.be/V-5Bs25y-f8>

Video 7. Tiroid içi paratiroid adenomundan şüphelenilen olgunun video görüntüsü. Bu olgudan yapılan İİAB'deki PTH yıkaması pozitif gelmiştir.

<https://youtu.be/QM-PTaIV4PU>

Video 8.1. Alt servikal alanda transvers B-mod ultrason görüntülemesinde ektopik yerleşimli paratiroid lezyonu video görüntüsü.

<https://youtu.be/WTMbbP4LYUE>

Video 8.2. Longitudinal planda alt servikal yerleşimli paratiroid lezyonu B-mod ve renkli Doppler video görüntüsü.

<https://youtu.be/mFbnukGvm-Q>

Video 9. İkili ekran görüntüde B-mod ve renkli Doppler görüntülemesinde suprasternal fossada orta hat kaudal yaklaşımla semi-koronal plan B-mod ultrasonografide yuvarlak şekilli hipoekoik solid lezyonun video görüntüsü.

https://youtu.be/_qwuKxtsQSc

1. Paratiroid lezyonlarının ultrasonografik görüntü özellikleri için aşağıdakilerden hangisi YANLIŞTIR?
 - a. Paratiroid lezyonları sıklıkla tiroid bezine göre daha düşük ekojenitededir.
 - b. Tiroid bezi ile aralarında ekojen ayrışma planının görülmesi, lezyonun paratiroid kökenli olduğunu güvenle düşündürür.
 - c. Yağ içeriği yüksek olan paratiroid lipoadenomları hiperekoiktir.
 - d. Paratiroid lezyonları, sıklıkla kistik komponent içerirler.
 - e. Paratiroid lezyonları nadiren kalsifikasyon içerirler.
2. Ektopik superior paratiroid bezlerin en sık yerleşim yeri neresidir?
 - a. Anterior mediasten
 - b. Karotis kılıf
 - c. Trakeo-özofageal oluk
 - d. Timus içi
 - e. Tiroid içi
3. Paratiroid lezyonlarının 4DBT ile görüntülenmesi ile ilgili aşağıdakilerden hangisi YANLIŞTIR?
 - a. Paratiroid adenomunun klasik görüntüleme bulguları kontrastsız seride hipoatenüasyon, arter fazında hiperatenüasyon ve ven fazında tiroide göre hipoatenüasyon göstermesidir.
 - b. Kontrastsız serinin amacı düşük atenüasyonlu paratiroid dokusunun, yüksek atenüasyonlu tiroid dokusundan ayırt edilmesidir.
 - c. Paratiroid adenomlarının çoğunda arter fazında tiroid ile benzer atenüasyon olup, ven fazında yıkanma görülür.
 - d. Paratiroid adenomlarının az bir bölümünde arter ve ven fazında tedricen artan kontrastlanma görülür.
 - e. Polar damar varlığı, 4DBT incelemede de, paratiroid lezyon saptanmasına yardımcı bir bulgudur.
4. Primer hiperparatiroidide paratiroid lezyon lokalize etmede görüntüleme yöntemleri ile ilgili hangisi YANLIŞTIR?
 - a. Paratiroid lezyon lokalizasyonunun başlangıç görüntülenmesi olarak, genellikle ultrason ve nükleer sintigrafi kombinasyonu kullanılır.
 - b. Paratiroid lezyon lokalizasyonunda iyonizan radyasyon içermemesi nedeniyle MR görüntüleme, başlangıç görüntüleme olarak kullanılmalıdır.
 - c. Ultrasonografi ve nükleer sintigrafi sonuçları arasında tutarsızlık varsa, 4DBT'nin paratiroid lezyon lokalizasyonda kullanılması uygundur.
 - d. Paratiroid lezyonlarının ek görüntüleme yöntemleri ile saptanamadığı rekürren veya persisten hiperparatiroidisi olan seçili hasta grubunda ven örnekleme lokalizasyon için etkin bir yöntemdir.
 - e. İntratiroidal ektopik yerleşimli paratiroid lezyonu olduğu düşünülen hastada, İİAB ile parathormon ölçümü yapılmalıdır.
5. 4DBT'de kontrastsız fazın amacı nedir?
 - a. Tiroid dokusunun arteriyel fazını değerlendirmek
 - b. Mitokondri yoğunluğunu ölçmek
 - c. Paratiroid lezyonunun tiroid dokusundan ayrımını sağlamak
 - d. Lenf nodlarını değerlendirmek
 - e. Kistleri göstermek