

# Acil Serviste Ultrasonografinin Yeni Kullanım Alanları

## *Newer ultrasound applications in Emergency Department*

Türkiye Acil Tıp Dergisi - Turk J Emerg Med 2010;10(2):91-99

Aslıhan YÜRÜKTÜMEN,<sup>1</sup> Murat YEŞİLARAS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Acil Tıp Anabilim Dalı, İzmir

<sup>2</sup>Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Acil Tıp Kliniği, İzmir

### ÖZET

Acil servislerde yatakbaşı ultrasonografi uygulamaları birçok hastalık için hızlı ve güvenilir tanı imkanı sunmaktadır. Acil hekimleri tarafından yatakbaşı ultrasonografi kullanımı ilk olarak travma ve abdominal aort anevrizmasında tanımlanmıştır. Günümüzde ek olarak, gebelik, kardiyak, safra kesesi, biliyer, üriner sistem değerlendirmeleri ve girişimsel uygulamalarda da yaygın şekilde kullanılmaktadır. Son dönemde ise bu alanlara derin venöz tromboz, yumuşak doku-kas iskelet sistemi, toraks ve göz incelemeleri dahil olmuştur.

**Anahtar sözcükler:** Acil tıp; ultrasonografi.

### SUMMARY

The bedside ultrasound provides a fast and reliable diagnosis of many diseases in emergency room. The use of bedside ultrasound by emergency physicians was first described for investigate fluid in trauma patients and demonstrate abdominal aortic aneurysm. Also today, it is widely used to evaluation pregnancy, cardiac, biliary system, urinary tract and procedural. Recently, deep venous thrombosis, soft tissue-skeletal muscle, chest, eye examinations have been included in this area.

**Key words:** Emergency medicine; ultrasound.

## Acil Serviste Ultrasonografinin Yeni Kullanım Alanları

Acil servislerde acil tıp uzmanları tarafından yatakbaşı ultrasonografi (USG) kullanımı 80'li yılların sonlarına doğru gündeme girmiş, kullanım alanları günümüze kadar gelişmiş ve çekirdek eğitim programlarına dahil olmuştur. İlk olarak travma ve abdominal aort anevrizmasında kullanımı tanımlanan acil USG günümüzde, gebelik, kardiyak, safra kesesi ve biliyer sistem, üriner sistem değerlendirmeleri, girişimsel USG alanında da kullanılmaktadır.<sup>[1]</sup> USG son 10 yıllık dönemde derin venöz tromboz (DVT), yumuşak doku-kas iskelet sistemi, toraks, göz incelemelerinde de acil serviste kullanılır hale gelmiştir.<sup>[2]</sup> İleri ekokardiyografik incelemeler, transözefageal ekokardiyografi, sindirim sistemi USG'si (intussusepsiyon, apandisit, pilor stenozu, divertikülit, bağırsak tıkanıklığı), adneksiyal patolojiler, testis değerlendirmesi, transkranyal Doppler ve kontrastlı çalışmalar "American Collage of Emergency Physicians" (ACEP) tarafından gelecek yılların uygulama alanları olarak bildirilmektedir.<sup>[2]</sup>

### Derin Venöz Sistemin Ultrasonografik Görüntülenmesi

Fizik muayene bulgularının güvenilir olmadığı ve pulmoner emboli gibi ölümcül komplikasyonları bulunan DVT sıklıkla baldır venlerinde gözlenir. İnsidansı yılda %0.05 olarak bildirilmektedir.<sup>[3]</sup> Tedavi edilmeyen tüm DVT'lerin yaklaşık %60'ı pulmoner emboli (PE) ile sonuçlanmaktadır. ABD'de pulmoner emboliye bağlı her yıl 50.000'in üzerinde ölüm bildirilmiştir.<sup>[4]</sup>

DVT düşünülen olguların değerlendirilmesinde standart olan Doppler inceleme birçok acil serviste 7/24 uygulanamamaktadır. Ayrıca özellikle klinik olarak PE düşünülen an-

### İletişim

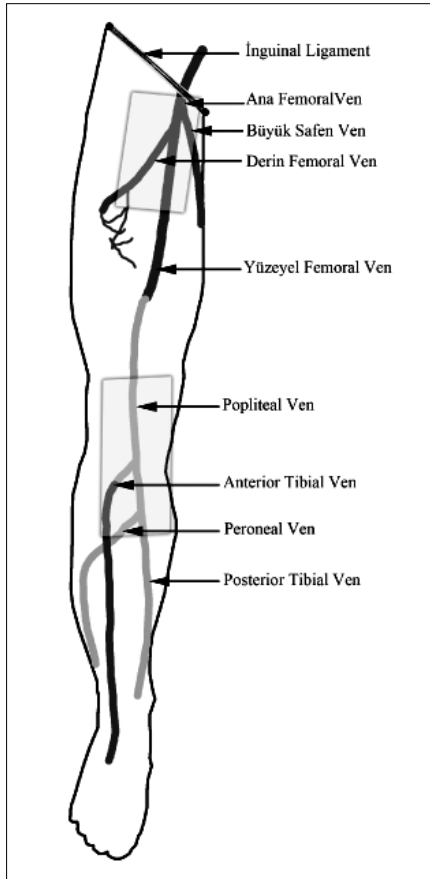
Dr. Aslıhan YÜRÜKTÜMEN

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Acil Tıp Anabilim Dalı, İzmir, Turkey.

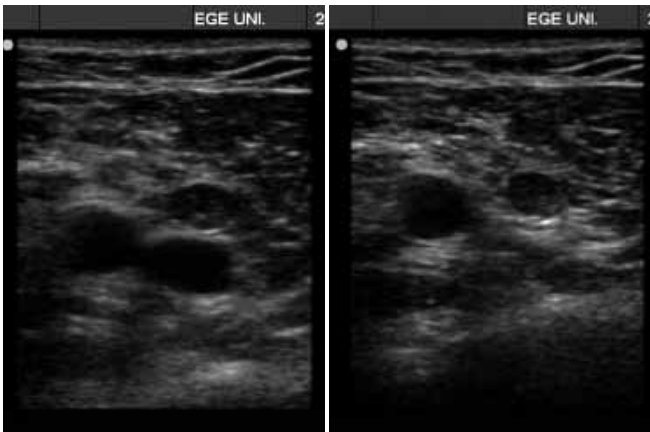
Tel: +90 - 232 - 390 23 25

Elektronik posta: ayuruktumen@gmail.com

çak bilgisayarlı tomografi (BT) anjiyografi yapılamayan (ekipman eksikliği, ağır hipoksi ve hipotansiyon, gebelik, kontrast alerjisi, kontrast nefropatisi gibi nedenlerle) hastalarda, alt ekstremité Doppler inceleme değerlendirme sürecinin önemli bir parçasıdır.<sup>[5,6]</sup>



**Şekil 1.** Ana Femoral ven ve dallarını gösteren şematik resim, dikdörtgen içindeki alanlar kompresyon yönteminde temel inceleme alanlarını göstermektedir.



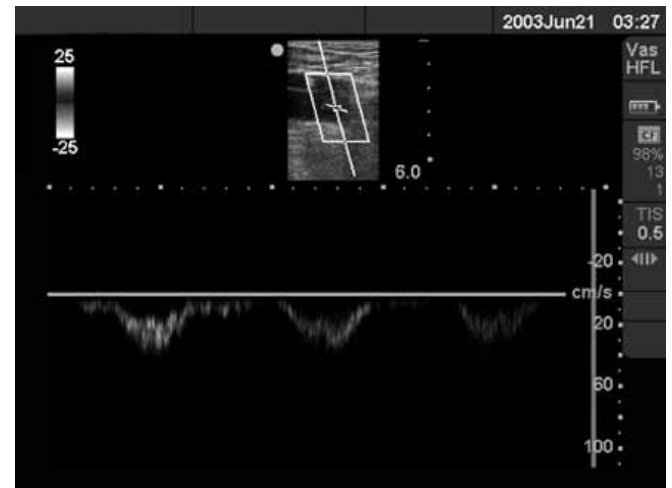
**Şekil 2.** Normal femoral ven sağda kompresyonla tamamen kollabe oluyor.

Acil hekimleri tarafından yapılan alt ekstremité venöz Doppler incelemelerinin değerlendirildiği ilk çalışma 1997'de Joly ve arkadaşları tarafından yayınlanmıştır.<sup>[7]</sup> Yirmi üç hastayı kapsayan, küçük ve geriye dönük bu çalışmadan sonra konuyla ilgili pek çok araştırma gerçekleştirilmiştir. Blaivas ve arkadaşlarının çalışmasında 2 saat didaktik, 3 saat uygulamalı eğitim ile 5 acil hekimi 112 hastada alt ekstremité venöz Doppler yapmış, yalnızca 1 hastada yanlış negatif değerlendirme söz konusu olmuştur.<sup>[8]</sup> Altı çalışmayı kapsayan bir sistematik derlemede alt ekstremité venöz trombozlarının saptanmasında acil hekimince gerçekleştirilen Doppler USG'nin duyarlılığı %95, özgüllüğü %96 olarak bildirilmektedir.<sup>[6]</sup> Shiever ve arkadaşları ise acil hekiminin yapmış olduğu iliyak ve femoropopliteal venöz Doppleri duyarlılığını %86, özgüllüğünü %100 olarak saptamışlardır.<sup>[9]</sup> Tüm bu çalışmalarda femoropopliteal venöz trombozu saptamada acil hekimlerinin yaptığı doppler değerlendirmenin güvenilir ve hızlı olduğu vurgulanmaktadır.

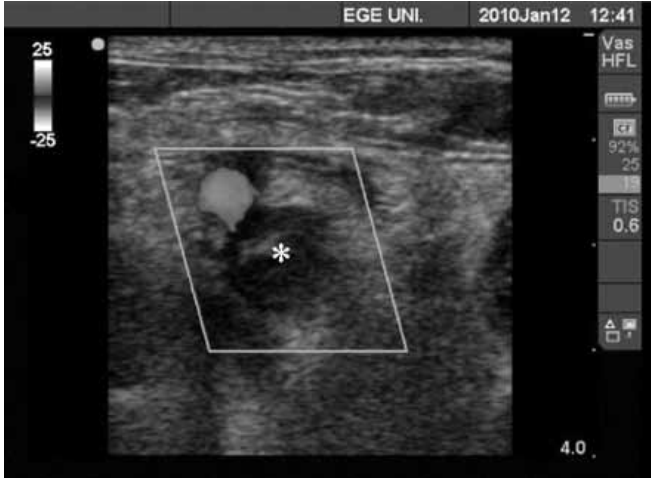
Alt ekstremité Doppler görüntülemesi için,<sup>[1]</sup> ana femoral ven, süperfisiyal ve derin femoral ven proksimalinin,<sup>[2]</sup> baldır venlerine ayrıldığı alana kadar popliteal venin, kısa ve uzun aksta taranması önerilmektedir (Şekil 1). İdeal olan ters Trandelenburg veya oturur pozisyonda (kalça ve diz eklemi hafif fleksiyonda), 5-15 MHz lineer prob ile doppler incelemenin yapılmasıdır.<sup>[9-11]</sup>

Normal bir ven görüntülemesinde;

– Kompresyon uygulandığında ven tamamen kollabe olur. (Şekil 2).



**Şekil 3.** Spektral Dopplerde dalgalı, solunum ile ilişkili normal venöz akım.



**Şekil 4.** Ven içinde ekojenik trombüs (yıldız), spontan kan akımı izlenmiyor.

– Renkli Doppler ile uzun aksta değerlendirme yapılırken kendiliğinden, solunumla ilişkili, dalgalı bir akım mevcuttur (Şekil 3).

– Valsalva manevrası uyguladığımızda normal venin çapı %50-200 artar, dopler akım durur ve spektral Doppler değerlendirmesinde tek yönlü bir hareket saptanır.

Tromboz durumunda;

– Vende olağan kan akım yerine renk kodlaması göstermeyen hipoekojenik veya ekojenik trombüs görülebilir (Şekil 4).

– Prob kompresyonu ile ven tam kollabe olmaz.

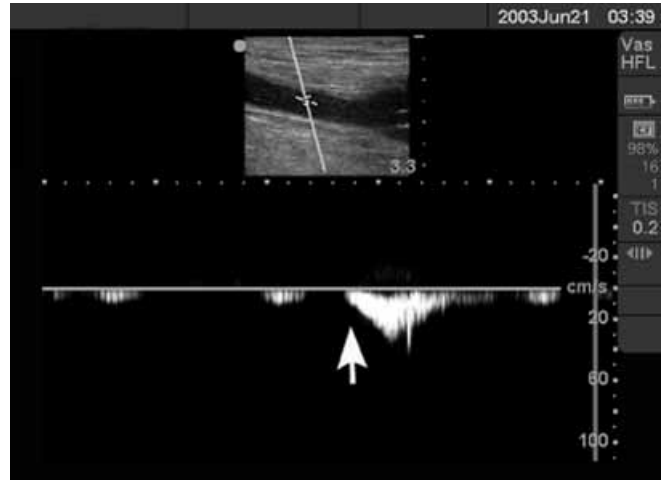
– Spektral incelemede monofazik, solunumla ilişkisiz akım mevcuttur.

– Valsalva manevrası ile geri yönde bir akım saptanır.

Diğer bir yöntem augmentasyonun değerlendirilmesidir. Baldır sıkıldığında veya ayak bilek fleksiyonu ile proksimale olan venöz akım normal bir vende hızlanır (antegrad yönde distal kan akımı artışının gözlenir) (Şekil 5).<sup>[10,11]</sup>

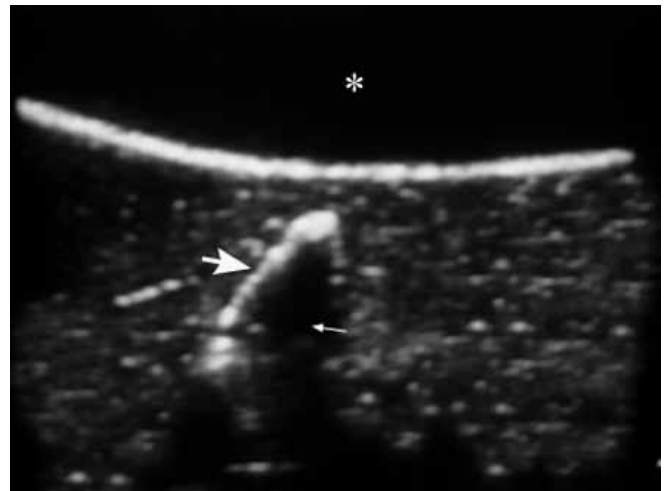
Bu şekilde yapılan Doppler USG'nin en az 30 dakika da tamamlanabileceği bildirilmektedir.<sup>[12]</sup> ACEP çok parametrelili bu inceleme yerine yukarıda belirtilen seviyelerden kompresyon yöntemiyle yapılan değerlendirmenin yüksek sensitivite (%95) ve spesifite (%96) ile kısa sürede tamamlanabileceğini bildirmiştir.<sup>[2,6,12]</sup>

USG ile iliyak venlerdeki ve alt ekstremitte distalindeki DVT'leri tespit etmek güçtür. Alt ekstremitte distalin-



**Şekil 5.** Augmentasyon; venöz akım hızında artış (ok).

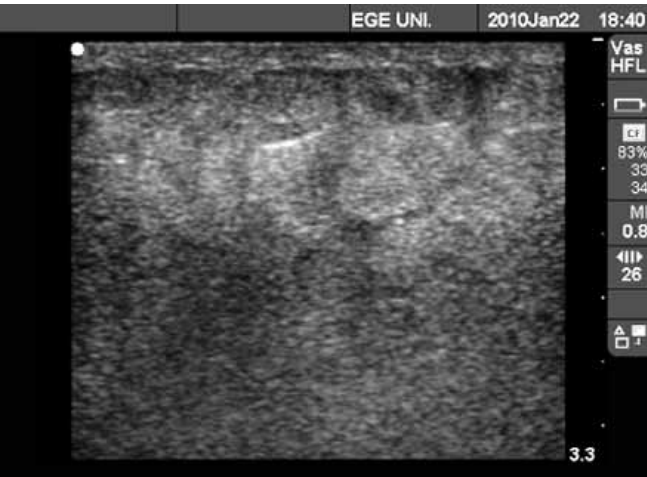
deki DVT'ler ciddi sorun oluşturmazken iliyak DVT'ler pulmoner emboli ile sonuçlanabilir. İliyak DVT'lerin değerlendirilmesinde 3.5 mHz konveks prob kullanılır. Sırt üstü yatar pozisyonda inceleme yapılır. Venler bağırsak gazlarının arkasında oldukça derinde iliyak arterlerin yanında görülür. Ana femoral venin spektral incelemesinde, normal fazik akım, inspirium ve valsalva ile ana femoral vende fazik akımın kesilmesi, augmentasyon izlenmesi iliyak venlerde trombüs olmadığının dolaylı belirtileridir. Ancak özellikle iliyak vendeki parsiyel trombüslerin gözden kaçabileceği akılda tutulmalıdır. Şüpheli olgular için manyetik rezonans görüntüleme, BT gibi görüntüleme yöntemleri kullanılabilir.<sup>[12]</sup>



**Şekil 6.** Doku içi yabancı cisim (büyük ok), akustik gölge (küçük ok), pad'in oluşturduğu hipoekoik alan (yıldız).



Şekil 7. Yumuşak doku görüntülenmesinde pad uygulaması.



Şekil 8. Selülitli doku; ödem ve kaldırım taşı manzarası.



Şekil 9. Kaldırım taşı manzarası oluşturmuş selülit alanı (okla işaretli) ve altında yer yer ekojenik içeriği bulunan abse formasyonu (yıldızla işaretli alan).

Yüzeysel tromboflebit, baker kisti, kas içi hematomlar, lenfadenopatiler USG görüntülemeye DVT ile karışabilecek durumlardır. Obezite, pozisyon verme konusundaki kısıtlıklar, anatomik varyasyonlar da incelemeyi zorlaştırabilir.<sup>[12]</sup>

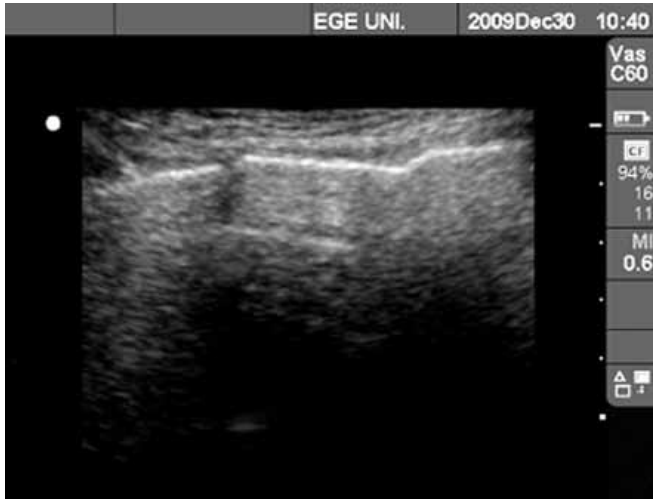
### Yumuşak Doku, Kas-İskelet Sistemi Ultrasonografisi

Acil servis hekimleri tarafından yapılan yumuşak doku ve kas iskelet sistemi USG'si kırıkların, yabancı cisimlerin saptanması ve çıkarılmasında, yumuşak doku enfeksiyonlarının değerlendirilmesi ve apse ayırıcı tanısında, kas, tendon ve eklem yapılarının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Abdominal duvar kitlelerinin değerlendirilmesi, tükürük bezlerinin ve maksiler sinüzit değerlendirmesi ise yeni kullanım alanlardır. Değerlendirmede 5-15 Mhz yüksek frekanslı, lineer prob kullanılır, transvers ve longitudinal kesitlerde görüntü alınır.<sup>[13]</sup>

Yabancı cisimlerin saptanması, lokalizasyonun belirlenip yabancı cismin çıkartılmasında USG en çok tercih edilen görüntüleme yöntemlerinden biridir.<sup>[13]</sup> Değerlendirme sırasında yabancı cisim hiperekoik olarak görülebilir. Yabancı cisimler aranırken kendisi ve oluşturduğu artefakta dikkat edilmelidir. Artefakt çoğunlukla cismin görüntüsünden daha belirgindir. Akustik gölgelenme, reverberasyon, kuyruklu yıldız görünümü en sık gözlenen artefaktlardır (Şekil 6). Prob ile cilt arasındaki mesafeyi arttıran jel yapıda hazır veya sıvı dolu padler kullanıldığında yüzeyle yakın yerleşen yabancı cisimler daha rahat görülebilir (Şekil 7). Doku içi yabancı cisimler USG görüntüleme ile eş zamanlı olarak çıkarılabileceği gibi, cismin yeri, uzanımı, derinliği tespit edilerek iğne ile işaretlendikten sonra da çıkarılabilir.

Selülit tanısı klinik olarak konulabilir, ancak eşlik edebilecek apsenin tanınması ve drenajında USG oldukça kullanışlıdır. İki günlük kısa bir eğitim sonrası acil hekimlerinin %97 duyarlılıkla abse tanısı koyduğu bildirilmektedir.<sup>[14]</sup> Sellülit ile apse ayırımında duyarlılığı %98, özgüllüğü %85 olarak bildirilmiştir. Yüz yirmi altı sellülit ön tanılı çocuk hasta ile yapılan çalışmada USG'nin hastaların %56'sının tedavi yönetimini değiştirdiği gösterilmiştir.<sup>[15,16]</sup>

Selülit olgularında cilt, cilt altı doku ödemli ve hiperekoik olarak görülür, bu parlak yapılar arasında rastgele dağılmış hipoekoik yağ dokuları gözlenir. Bu görünüme kaldırım taşı manzarası adı verilir (Şekil 8). Yakındaki enfekte olmamış dokunun incelenmesi patolojik görüntünün tanınmasını kolaylaştırır.



Şekil 10. Sternum kırığı.

Apseler ise çoğunlukla hipoekoik olarak izlenirler ancak içeriğine göre izoekoik veya hiperekoik olabilirler. Fluktuasyon prob basısı ile test edilebilir. Çoğunlukla çevre dokularda selülit eşlik eder (Şekil 9).<sup>[17]</sup>

Uzun kemik, kosta ve sternum kırıklarının saptanmasında USG değerlendirmenin güvenilirliğini gösteren pek çok çalışma vardır (Şekil 10).<sup>[13,18-23]</sup> Barata ve arkadaşları yaptıkları geriye dönük 48 görüntülemeyi içeren çalışmada uzun kemik kırıklarını tanıma duyarlılığı %100, özgüllüğü %84 saptamışlardır. Hastaların redüksiyon ihtiyacını belirlemede ise %100 duyarlı ve özgül bulunmuştur.<sup>[21]</sup> Griffith ve arkadaşları USG değerlendirmesinin kosta kırıklarını %78 gibi direkt akciğer grafisinden daha yük-

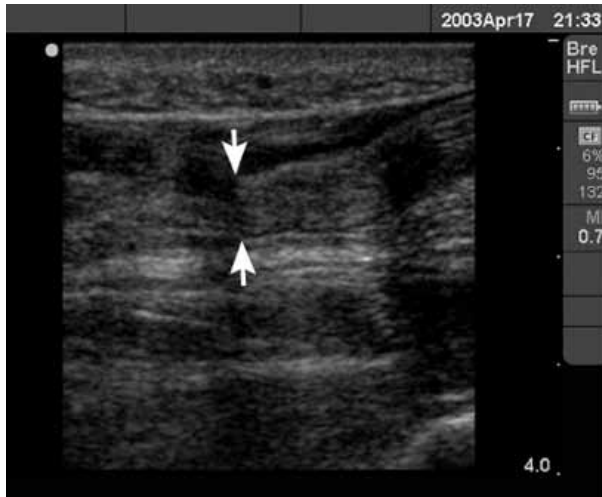


Şekil 11. Femur shaft kırığı, longitudinal görüntü (oklar kırığın distal ve proksimal parçasını göstermektedir).

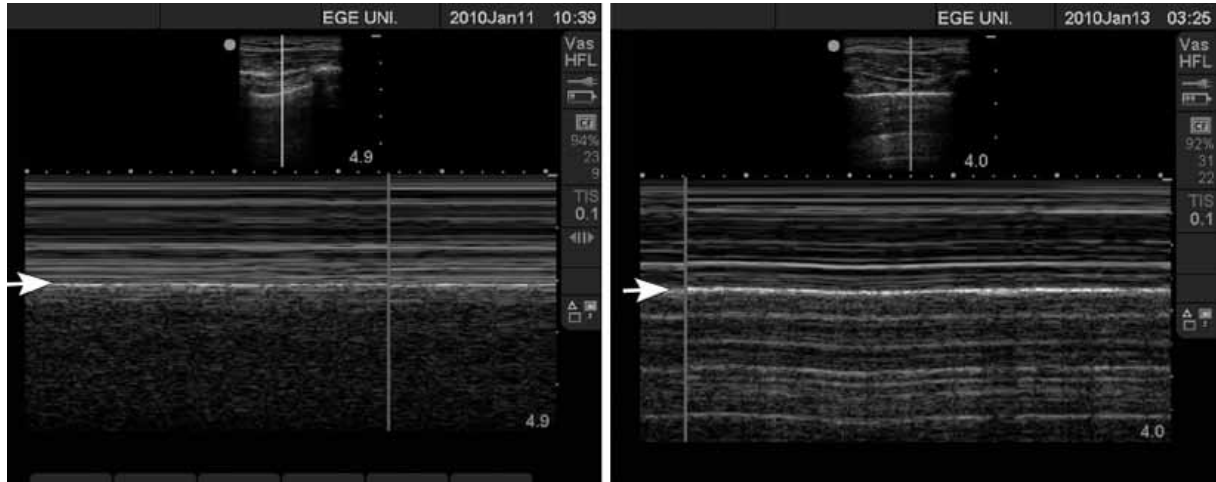
sek bir duyarlılık oranıyla saptadığını göstermişlerdir.<sup>[19]</sup>

İnceleme uzun kemiklerde uzun ve kısa aks boyunca yapılmalıdır. USG ile kırık hattı kemik korteksin basamaklanması veya kesintiye uğraması şeklinde görülür (Şekil 11). Ayrılmanın çok az olduğu kırıklarda kemik korteksin arkasında izlenen akustik gölgenin kırık alanda oluşan kuyruklu yıldız artefaktı ile kesintiye uğradığı görülür. El, ayak gibi kemik yapıların küçük ve düzensiz olduğu alanlarda USG kullanımı önerilmemektedir.

USG değerlendirmesi eklem efüzyonlarını saptamada oldukça başarılıdır. Ayak bileği, omuz ve diz gibi büyük eklemlerde efüzyonun tespitinin yanında efüzyonun boşaltılması veya örnek alınmasına kılavuzluk eder.



Şekil 12. Solda longitudinal (okla işaretli) parsiyel aşil tendon rüptürü ve ödemli doku. Sağda transvers kesitte yıldız ile işaretli rüptüre tendon alanı etrafındaki hematoma görülmektedir.



**Şekil 13.** Solda normal akciğer ve "seashore" görüntüsü, sağda pnömotoraks ve "stratosfer" görüntüsü (Plevra hattı okla işaretli).

Aşil tendonu, pateller tendon gibi yüzeysel yapılar değerlendirilirken jel yapıda hazır veya sıvı dolu padler kullanılabilir (Şekil 12). USG tendon yaralanmalarında hekim hızlı, güvenilir ve ucuz tanı olanağı sunmaktadır.<sup>[24-26]</sup>

### Toraks Ultrasonografisi

Travmalı hastada hemotoraks ve pnömotoraks saptanmasında kullanılan ultrasonografik değerlendirme artık konsolidasyon, kontüzyon, pulmoner ödem değerlendirme ve takibinde de kullanılmaya başlanmıştır. İncelemede toraks duvarı, plevra ve periferik akciğer yapıları değerlendirmek için 5-10 Mhz yüksek frekanslı probler, daha derin yapılar için 2,5-5 Mhz frekanslı probler ile hem gri ska-

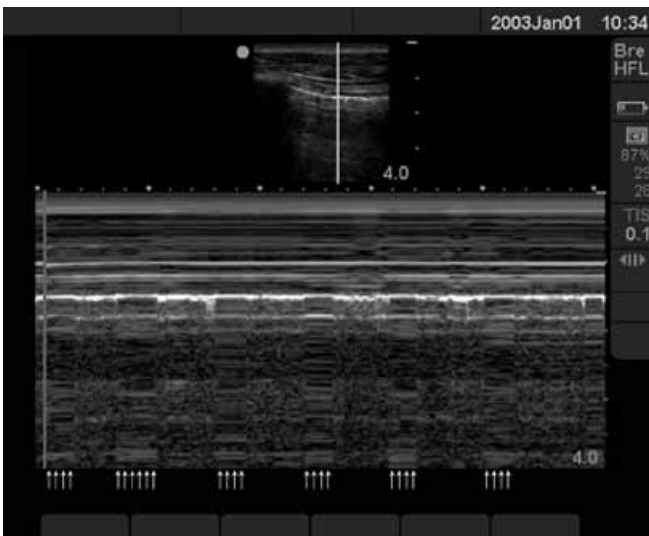
la hem de renkli Doppler görüntüsü kullanılır. Toraks ön duvarından yapılan incelemede sırt üstü yatar pozisyonda yapılır. Mümkünse hastanın kolları yukarı doğru uzatarak kot aralıklarının açılması sağlanır. Arkadan yapılan incelemede ise hastanın oturur pozisyonda olması tercih edilir.<sup>[27,28]</sup> İnceleme göğüs yan duvarından en az üç farklı seviyede yapılmalıdır.<sup>[29]</sup>

Sırtüstü yatar pozisyonda akciğer filminin pnömotoraksı saptamada duyarlılığı %35-74 bildirilirken, USG ile öne yerleşimli pnömotorakslar için duyarlılık %86-100 bildirilmektedir. Değerlendirmeye "lung point" dâhil edildiğinde duyarlılık azalmakla birlikte özgüllük %100'e ulaşmaktadır.<sup>[29-33]</sup>

Değerlendirmede, visseral ve pariyetal plevranın kayma hareketi nedeni ile "B line" olarak da adlandırılan kuyruklu yıldız artefaktı oluşur. Bu kayma hareketi, *power Doppler* ile güçlendirilerek izlenebilir. Pnömotoraks durumunda hem bu kayma hareketi hem de kuyruklu yıldız artefaktı kaybolur. M modda kayma hareketi "seashore" olarak adlandırılan normal görüntüyü oluşturur. Pnömotoraks varlığında oluşan görüntü ise "stratosfer" bulgusu olarak adlandırılmaktadır (Şekil 13). "Lung point" ise inspiryumla pnömotoraks alanının transduserin görüntü alanına girip çıkışı ve normal "seashore" görüntüsünün kesintiye uğraması ile ortaya çıkar. Pnömotoraks hattının solunum hareketiyle görüntülenene alana girip çıktığı görülür (Şekil 14).

### Orbital Ultrasonografi

Oküler USG birçok göz acilinin tanınmasında ve dışlanmasında başarılı bir yöntemdir.<sup>[34]</sup> Esas olarak posterior



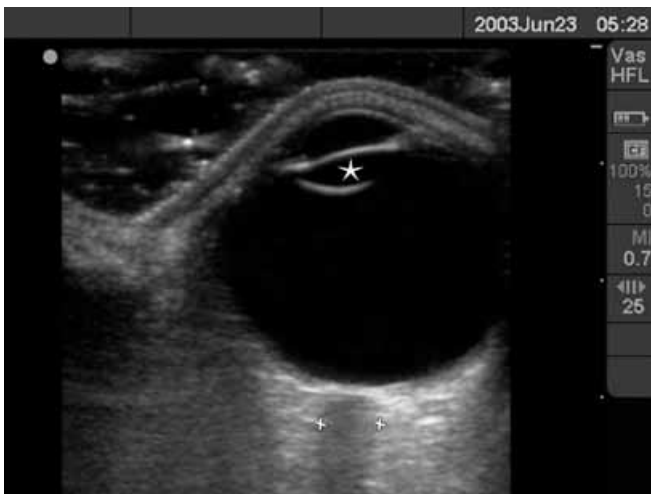
**Şekil 14.** "Lung Point". Solunumla görüntüleme alanı içine giren pnömotoraks alanları oklarla işaretli.



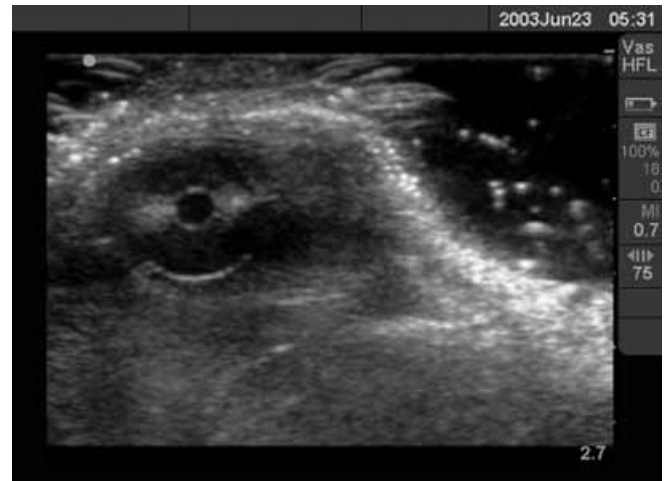
Şekil 15. Retina dekolmanı.

kamara ve orbita değerlendirmesini kapsayan oküler ultrasonografi ile intraoküler yabancı cisimler, vitröz hemoraji, retina dekolmanı, glob rüptürü için tanısal incelenmenin yanı sıra, kafa içi basınç artışı hakkında bilgi veren optik sinir çapı ölçümleri de yapılabilmektedir. İncelemede 7,5-15 Mhz yüksek frekanslı lineer problar kullanılır. Hastanın gözü kapalıyken, tüm periorbital boşluk jel ile doldurulur ve sagittal ve transvers planlarda görüntüleme yapılır.<sup>[35]</sup> Uygulama sırasında göze basınç uygulamaktan kaçınılmalıdır.

İntraoküler 0,5 mm'ye kadar olan metalik yabancı cisimler kolaylıkla görülebilir. Hiperekojen cismin arkasında çoğunlukla artifakt bulunur.<sup>[35]</sup> Glob rüptüründe gözün normal dairesel yapısının bozulduğu ve kollabe oldu-



Şekil 16. Normal oküler yapı; lens, yıldızla işaretli. Optik sinir kılıfının çap ölçümü optik disk posterior, 3 mm distalden yapılmalı (yıldız ile işaretli).



Şekil 17. Ultrasonografi ile pupil reaksiyonu.

ğu görülür. Travma lensin normal yerleşimli olup olmadığı da ultrasonografi ile anlaşılabilir.

Gözde ağrı, ani görme kaybı, görme alanı değişiklikleri ile acile başvuran hastalarda fundoskopik değerlendirme ile retina ayrılması ve vitreus ayrılması tanınmayabilir. USG ile tüm retinal alanlar görüntülenebilir. Retinal ayrılma göz küresinde içeri doğru hiperekoik lineer hat olarak görülür. Vitreal ayrılmada benzer görüntü oluşturur. Retinanın önde ora serrata ve arkada optik sinir ile bağlantılı oluşu ayrıca tanıya yardımcıdır (Şekil 15). Doppler inceleme ile retinal arter tıkanıklığı da tanınabilir.

Optik sinir çapının kafa travmalı hastalarda kafa içi basınç artışı ile ilişkili olduğunu belirten çok sayıda çalışma mevcuttur. Ölçüm optik diskin 3 mm arkasından yapılır (Şekil 16). Çalışmaların çoğunda 5 mm üzerindeki optik sinir çaplarının artmış kafaiçi basıncını belirleyebildiğini gösterilmiştir.<sup>[35,37-40]</sup> Ancak bu konuda daha fazla ça-

lışmalara ihtiyaç olduğu bildirilmiştir. Son dönemde yapılan bazı çalışmalarda optik sinir çapı ölçümlerinin klinik katkısının belirgin olmadığını ve tedavi yönetimini etkilemediği de bildirilmiştir. Örneğin Hall ve arkadaşları, ventriküloperitoneal şanlı 16 çocukta yaptıkları araştırmada optik sinir çapı ölçümlerinin şant disfonksiyonunu saptamada duyarlı veya özgül olmadığını saptamışlardır.<sup>[41]</sup> 2008 yılında yayınlanan bir başka çalışmada da kafa içi basınç artışı tespit edilmiş çocuk hastada optik sinir çapı ölçümlerinin duyarlılığını %83, özgüllüğünü %38 bulmuşlar ve hastaların yönetimi ve tedavi kararı için yeterli bir bulgu olmadığını bildirmişlerdir.<sup>[42]</sup>

Çoğunlukla oftalmoskopi ve slit lamp muayene ile tanı koyulabilen göz yakınmaları için zaman zaman ileri tetkik ve görüntüleme gerekebilmektedir. Örneğin güncel bir olgu bildiriminde Harries ve arkadaşları travma ve periorbital ödem nedeniyle gözünü açamayan bir hastada USG yardımıyla oküler hareketleri ve pupil reaksiyonunu değerlendirmişlerdir (Şekil 17).<sup>[43]</sup>

#### Kaynaklar

1. American College of Emergency Physicians. American College of Emergency Physicians. ACEP emergency ultrasound guidelines-2001. *Ann Emerg Med* 2001;38:470-81.
2. American College of Emergency Physicians. Emergency ultrasound guidelines. *Ann Emerg Med* 2009;53:550-70.
3. Fowkes FJ, Price JF, Fowkes FG. Incidence of diagnosed deep vein thrombosis in the general population: systematic review. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2003;25:1-5.
4. Tracy JA, Edlow JA. Ultrasound diagnosis of deep venous thrombosis. *Emerg Med Clin North Am* 2004;22:775-96.
5. Stein PD, Woodard PK, Weg JG, Wakefield TW, Tapson VF, Sostman HD, et al. Diagnostic pathways in acute pulmonary embolism: recommendations of the PIOPED II Investigators. *Radiology* 2007;242:15-21.
6. Burnside PR, Brown MD, Kline JA. Systematic review of emergency physician-performed ultrasonography for lower-extremity deep vein thrombosis. *Acad Emerg Med* 2008;15:493-8.
7. Jolly BT, Massarin E, Pigman EC. Color Doppler ultrasonography by emergency physicians for the diagnosis of acute deep venous thrombosis. *Acad Emerg Med* 1997;4:129-32.
8. Blaivas M, Lambert MJ, Harwood RA, Wood JP, Konicki J. Lower-extremity Doppler for deep venous thrombosis-can emergency physicians be accurate and fast? *Acad Emerg Med* 2000;7:120-6.
9. Shiver SA, Lyon M, Blaivas M, Adhikari S. Prospective comparison of emergency physician-performed venous ultrasound and CT venography for deep venous thrombosis. *Am J Emerg Med* 2010;28:354-8.
10. Lin EP, Bhatt S, Dogra VS. Lower extremity venous doppler. *Ultrasound Clin* 2008;3:147-58.
11. Tracy JA, Edlow JA. Ultrasound diagnosis of deep venous thrombosis. *Emerg Med Clin North Am* 2004;22:775-96.
12. Thrush A, Hartshorne T. Peripheral vascular ultrasound. How, Why and When. Duplex assessment of deep venous thrombosis and upper limb venous disorders. Chapter 13, p. 192.
13. Ma J, Mateer J, Blaivas M. Emergency ultrasound. 2nd ed., New York: McGraw-Hill; 2007.
14. Gupta S, Garrido F, Rana N, Ladner H. Bedside ultrasound in the detection and management of abscess. *Ann Emerg Med* 2007;50:3. [Abstract]
15. Tayal VS, Hasan N, Norton HJ, Tomaszewski CA. The effect of soft-tissue ultrasound on the management of cellulitis in the emergency department. *Acad Emerg Med* 2006;13:384-8.
16. Squire BT, Fox JC, Anderson C. ABSCESS: applied bedside sonography for convenient evaluation of superficial soft tissue infections. *Acad Emerg Med* 2005;12:601-6.
17. Bureau NJ, Chhem RK, Cardinal E. Musculoskeletal infections: US manifestations. *Radiographics* 1999;19:1585-92.
18. Marshburn TH, Legome E, Sargsyan A, Li SM, Noble VA, Dulchavsky SA, et al. Goal-directed ultrasound in the detection of long-bone fractures. *J Trauma* 2004;57:329-32.
19. Griffith JF, Rainer TH, Ching AS, Law KL, Cocks RA, Metreweli C. Sonography compared with radiography in revealing acute rib fracture. *AJR Am J Roentgenol* 1999;173:1603-9.
20. Hendrich C, Finkewitz U, Berner W. Diagnostic value of ultrasonography and conventional radiography for the assessment of sternal fractures. *Injury* 1995;26:601-4.
21. Barata I, Gong J, Suppiah A, Kapoor M, Shekher M, Siciliano G, et al. The utility of bedside ultrasonography in identifying fractures in the emergency department. *Ann Emerg Med* 2008;52:S60. [Abstract]
22. Rainer TH, Griffith JF, Lam E, Lam PK, Metreweli C. Comparison of thoracic ultrasound, clinical acumen, and radiography in patients with minor chest injury. *J Trauma* 2004;56:1211-3.
23. Hurley ME, Keye GD, Hamilton S. Is ultrasound really helpful in the detection of rib fractures? *Injury* 2004;35:562-6.
24. LaRocco BG, Zlupko G, Sierzenski P. Ultrasound diagnosis of quadriceps tendon rupture. *J Emerg Med* 2008;35:293-5.
25. Wu TS, Rosenberg M, VanDillen C, Flach F, Simpson C. Bedside Ultrasound Evaluation of Tendon Injuries. *Ann Emerg Med* 2009;54(3). [Abstract]
26. Vieira RL, Levy JA. Bedside ultrasonography to identify hip effusions in pediatric patients. *Ann Emerg Med* 2010;55:284-9.
27. Koh DM, Burke S, Davies N, Padley SP. Transthoracic US of the chest: clinical uses and applications. *Radiographics* 2002;22(1):el.
28. Beckh S, Bölcskei PL, Lessnau KD. Real-time chest ultrasonography: a comprehensive review for the pulmonologist. *Chest* 2002;122:1759-73.
29. Lichtenstein DA, Mezière G, Lascols N, Biderman P, Courret JP, Gepner A, et al. Ultrasound diagnosis of occult pneumothorax. *Crit Care Med* 2005;33:1231-8.
30. Blaivas M, Lyon M, Duggal S. A prospective comparison of supine chest radiography and bedside ultrasound for the diagnosis of traumatic pneumothorax. *Acad Emerg Med* 2005;12:844-9.
31. Soldati G, Testa A, Sher S, Pignataro G, La Sala M, Silveri NG. Occult traumatic pneumothorax: diagnostic accuracy of lung ultrasonography in the emergency department. *Chest* 2008;133:204-11.
32. Rowan KR, Kirkpatrick AW, Liu D, Forkheim KE, Mayo JR, Nicolaou S. Traumatic pneumothorax detection with thoracic US: correlation with chest radiography and CT--initial experience. *Radiology* 2002;225:210-4.
33. Zhang M, Liu ZH, Yang JX, Gan JX, Xu SW, You XD, et al. Rapid detection of pneumothorax by ultrasonography in patients with multiple trauma. *Crit Care* 2006;10:R112.



34. Fielding JA. Ultrasound imaging of the eye through the closed lid using a non-dedicated scanner. *Clin Radiol* 1987;38:131-5.
35. Blaivas M. Bedside emergency department ultrasonography in the evaluation of ocular pathology. *Acad Emerg Med* 2000;7:947-50.
36. Barash D, Goldenberg-Cohen N, Tzadok D, Lifshitz T, Yassur Y, Weinberger D. Ultrasound biomicroscopic detection of anterior ocular segment foreign body after trauma. *Am J Ophthalmol* 1998;126:197-202.
37. Harbison H, Shah S, Noble V. Validation of ocular nerve sheath diameter measurements with ultrasound. *Acad Emerg Med* 2006;13:S198-b-199S-b. [Abstract]
38. Tayal VS, Neulander M, Norton HJ, Foster T, Saunders T, Blaivas M. Emergency department sonographic measurement of optic nerve sheath diameter to detect findings of increased intracranial pressure in adult head injury patients. *Ann Emerg Med* 2007;49:508-14.
39. Newman WD, Hollman AS, Dutton GN, Carachi R. Measurement of optic nerve sheath diameter by ultrasound: a means of detecting acute raised intracranial pressure in hydrocephalus. *Br J Ophthalmol* 2002;86:1109-13.
40. Kimberly HH, Shah S, Marill K, Noble V. Correlation of optic nerve sheath diameter with direct measurement of intracranial pressure. *Acad Emerg Med* 2008;15:201-4.
41. Hall MK, Sabbaj A, Spiro D, Meckler GD. Optic nerve sheath ultrasound for the evaluation of children with suspected ventriculo-peritoneal shunt failure. *Ann Emerg Med* 2009;54:S87-S88. [Abstract]
42. Le A, Hoehn ME, Smith ME, Spentzas T, Schlappy D, Pershad J. Bedside sonographic measurement of optic nerve sheath diameter as a predictor of increased intracranial pressure in children. *Ann Emerg Med* 2009;53:785-91.
43. Harries A, Shah S, Teismann N, Price D, Nagdev A. Ultrasound assessment of extraocular movements and pupillary light reflex in ocular trauma. *Am J Emerg Med* 2009. [Article in Press]