

## BÖLÜM 16

# YOĞUN BAKIM ÜNİTESİNDE AKCİĞER ULTRASONOGRAFİSİ

**Kemal Yetiş GÜLSOY<sup>1</sup>**

### GİRİŞ

Akciğer ultrasonografisi (AUSG) yoğun bakımlarda ve acil servislerde hastaların yatak başı değerlendirilmesinde ve akciğer patolojilerinin ortaya konmasında etkili bir yöntemdir. Yoğun bakımlarda yatmakta olan kritik hastaları, görüntüleme yöntemleri için mobilize etmek her zaman kolay olmamaktadır. Bu nedenle AUSG hastaların pulmoner patolojilerinin değerlendirilmesinde hızlı, tekrarlanabilir ve oldukça etkin bir görüntüleme yöntemidir. Ayrıca X-ray ışınlarının olmaması da AUSG'yi daha cazip hale getirmektedir. Son dönemlerde akciğer patolojilerini kapsayan çalışmalarda bilgisayarlı tomografi ile korelasyonları yapılmış, duyarlılık ve özgünlüğünün oldukça yüksek olduğu belirtilmiştir.

### AKCİĞER ULTRASONOGRAFİSİNİN ÖZELLİKLERİ VE TEKNİĞİ

Yoğun bakımlarda AUSG'nin taşınabilir, ucuz ve tekrarlanabilir olması, radyasyon maruziyeti olmaması, bilgisayarlı tomografiye eş değer güvenilirlik sağlanması, eş zamanlı respiratuar semptomlarla bağlantılı diğer patolojilerinde değerlendirilebilmesi, akciğer grafisine göre daha erken teşhis konulabilmesi ve dinamik görüntü sağlanması gibi avantajları mevcuttur (1).

Ultrasonografi gerçek zamanlı ve dinamik bir görüntüleme sunar. Ultrasonografinin temel çalışma prensibi dokulara gönderilen ışınların dokulara çarpıp gelmesi sonucunda görüntü sağlama tekniğine dayanmaktadır (2).

Akciğerde oluşmuş patolojilere yönelik en iyi görüntüyü yakalayabilmek için, hem yüksek frekanslı hemde düşük frekanslı problar kullanılmalıdır. En ideal prob kostaların arasına kolaylıkla yerleştirebilecek 5-11 MHz frekanslı, küçük, dış bükey uçlu eko probudur (3). Yüksek frekanslı (6-13 MHz) diğer bir prob türü olan düz problar ise plevral çizgideki patolojilerin belirlenmesi ve özellikle pnömotoraks tanısı için plevral kayma hareketinin gözlenmesi için idealdir. Düşük

<sup>1</sup> Uzm. Dr., Burdur Devlet Hastanesi, Yoğun Bakım kemalgulsoy@gmail.com

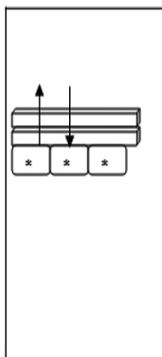
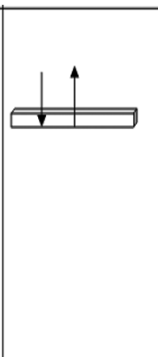
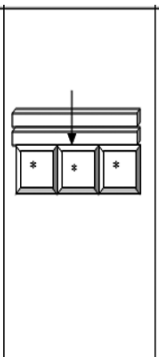
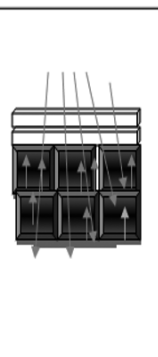
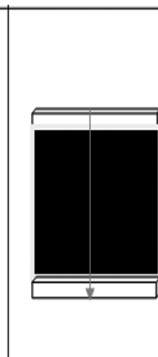
frekanslı (3-5 MHz) dışbükey prob ise akciğer parankiminin detaylı incelemesinde (konsolidasyon ve B çizgilerinin uzantısı görmede) kullanılır (4-5).

Akciğer ultrasonografisinde kullanılan sonografik modlar, gerçek zamanlı B modu (parlaklık modu) ve M modudur (zaman-hareket). Gerçek zamanlı B modu, kesitsel, iki boyutlu görüntüler oluşturur. M modunda iken yansıyan ultrason dalgalarından oluşan görüntüler ara yüzlerin hareketini gösterir (6).

Hava, ultrasonografide görüntü oluşmasını engellemektedir. Ultrason dalgaları hava dolu dokular içinde iletilmediği için, ultrason normal akciğerlerde plevranın ötesinde akciğer parankimini göstermez. Akciğer dokusunda hava ve su bulunduğu için, ultrason görüntüsü bunlar arasındaki etkileşim sonucu meydana gelen görüntünün yansımasıdır. Bu görüntüler bize artefakt olarak görünmekte olup, bu akciğer ultrasonografisinin temelini oluşturur (6).

Akciğerde ultrasonik artefaktların üretimi hava ile dolu akciğer dokusunda ses dalgalarının kırılması ve yansıması ile oluşur. Akciğer dokusunun görünür durumda olması için alveoler hava boşluğunun olmadığı tamamen konsolidasyon ile dolu alanların olması gerekir. Yani akciğer parankimini görmek her zaman bir patolojiyi ifade etmektedir (7).

Artefaktlar plevra ve akciğer dokusundaki hava ve sıvı miktarındaki değişikliklere bağlı olarak değişecektir. Normal akciğerin %98'i hava iken; intertisiyel sendromda %90, alveoler sendromda %10, atelettazide ise %5 dir. Bu hava değişiklikleri hepsinde farklı sonografik görüntüler oluşturur (8).

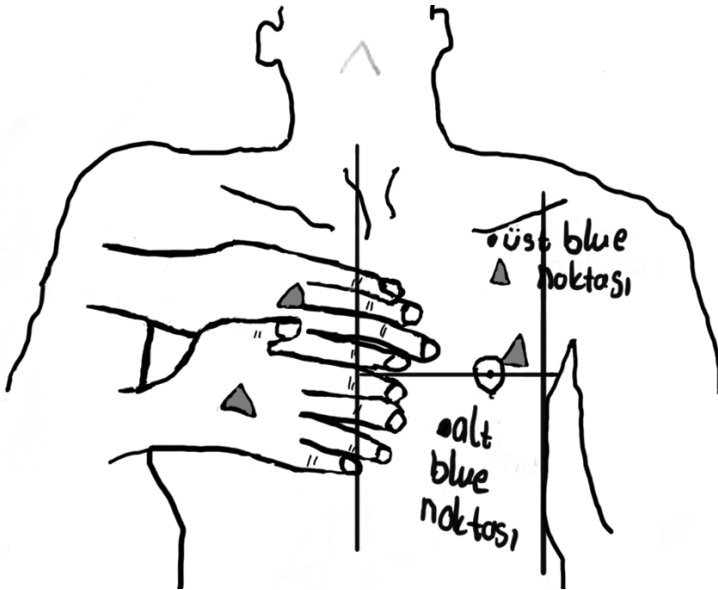
				
Normal Akciğer	Pnömotoraks	İntertisiyel sendrom	Konsolidasyon	Pleural efüzyon
Hava/Su oranı %98	Hava/Su oranı %100	Hava/Su oranı %95	Hava/Su oranı %10	Hava/Su oranı %0

Şekil 1. 9 Numaralı kaynaktan esinlenilmiştir.

Ultrasonik ses dalgaları tamamen hava tarafından yansıtılır, bu nedenle hava ile dolu akciğer parankimini görmek teoride imkansızdır. Hem normal hem de anormal koşullarda, göğüs boşluğu ve akciğerler bir miktar fizyolojik veya patolojik sıvı içerebilir. Bu sıvı ultrason dalgası parankim dokusundaki alveolar boşluktaki veya plevral boşluktaki hava içeriği arasındaki ilişkiyi değiştirir ve özel artefaklar yaratır. Akciğer hareketi sonrası, akciğer ultrasonunda en sık görülen artefaktlar A çizgileri ve B çizgileri olarak adlandırılır (10).

Yoğun bakımda akciğer ultrasonografisinin en uygun pozisyonu yan yatar pozisyonlardır. Çok çeşitli yaklaşımlar ve çok farklı protokoller mevcuttur. Bunlar içerisinde en çok kullanılan ve pratik olanı Blue protokolüdür (3-11-12).

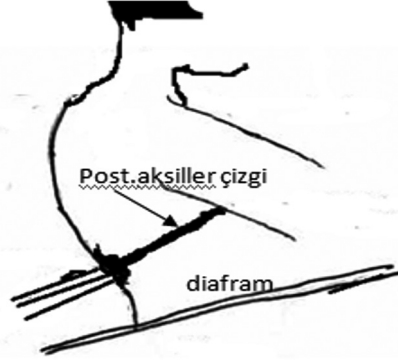
Bu protokolda muayene yerlerini tespit etmek için iki elimiz hastanın göğsüne yerleştirilir ve üst serçe parmak klavikula boyunca koyulur alt serçe parmak ise akciğerin alt sınırı olan frenik açığa konulur. Baş parmaklardan biri gizlenir ve iki el yana yana konulur. Bilekler ön aksiler çizgide durur. Prob her bir noktada cilde 90 derece açıyla yerleştirilmelidir. Tüm görüntüler longitudinal elde edilmelidir. Ekranın solu sefali sağı caudali göstermelidir (8).



**Resim 1:** 13 numaralı kaynaktan esinlenerek çizilmiştir. (Çizim: Çağın Ongun Gülsoy)

Her bir ön göğüs duvarı parasternal, ön aksiler ve arka aksiler anatomik çizgilerle ön ve yan olmak üzere iki bölgeye ayrılır, ardından üst ve bazal olarak her biri alt bölümlere ayrılır ve bu bölgeler her iki akciğerde toplam sekiz bölge oluşturur (4).

Bunun alternatifi Lichtenstein ve arkadaşlarının tariflediği Blue protokoldür. Bu protokole göre göğüs duvarı üç spesifik lokalizasyonda incelenir. Bunlar üst Blue notası alt Blue noktası ve PLAPS noktasıdır. Bu yöntemle akut respiratuar yetmezlikler hızlıca değerlendirilenebilir (13).

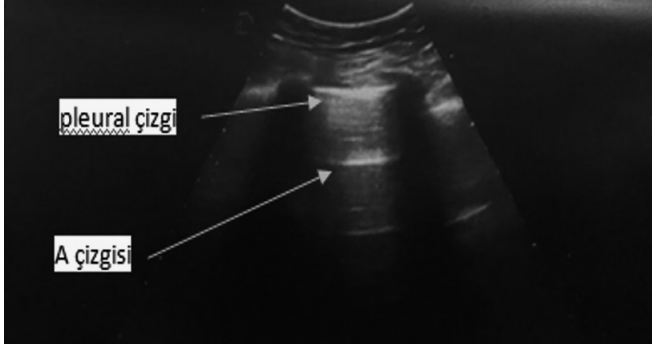


**Resim 2:** 13 numaralı kaynaktan esinlenerek çizilmiştir. Çizim: Çağın Ongun Gülsoy

## NORMAL AKCİĞERDE OLUŞAN ARTEFAKTLAR

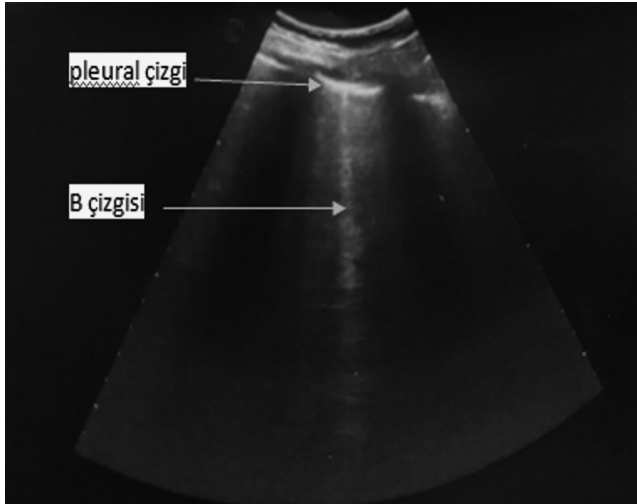
Normal havalanan bir akciğerde ciltten pariyetal plevraya kadar ultrasonografik görüntü taranabilir. Alveol havası farklı akustik impedans nedeniyle plevra ve yumşak dokular arasında ara yüz oluşturur. Ancak plevranın altında hava nedeniyle görüntü oluşması mümkün değildir. Bu durumda oluşan artefaktlar pleura çizgisi altındaki yansımalar olup akciğerin ayna görüntüsünü göstermektedir (14).

A çizgisi artefaktlar zonunda birleşmiş sabit olarak görülen yatay, eşit aralıklı çizgilerdir ve pariyetal plevral hattın birden çok yansımalarını gösterir, yani tekrarlama artefaktıdır. Bu çizginin varlığı akciğerde plevranın altında hava olduğunu gösterir. Bu çizginin oluşumu plevranın altındaki hava ve ultrason dalgalarının ileri geri hareketi sonucunda oluşan proba yansıyan ve dönüştürücüye ulaşan görüntüyü ifade eder (15).



**Resim 3:** A çizgileri ultrasonografik görüntüsü.

Viserral plevra ve pariyel plevra arasında, her solunum siklusunda oluşan hareket ultrasonografik B mod görünümde akciğer kayma hareketi olarak adlandırılır (15). B çizgisi pleural çizgiden dikey çıkan, akciğerin kayması ile eş zamanlı, hiperekoik lazer benzeri çizgiler olarak tanımlanır. B çizgileri A çizgilerini yok eder. B çizgilerinin oluşumu akciğer dansitesi artıran kan, kollajen, transuda ve eksuda benzeri durumlar sonucunda hava yer değiştirmesi ile doku ile plevra arasındaki akustik uyumsuzluk nedeniyle oluşur (16-17).



**Resim 4.** B çizgilerinin ultrasonografik görüntüsü.

## KLİNİKTE ARTEFAKTLARIN KULLANIMI

Lincheistein ve arkadaşları tanımladıkları Blue protokolü için, bu artefaktlardan kaynaklanan çizgilerden faydalanarak bazı profiller tanımlamışlardır. Bu profillerden yola çıkarak çeşitli klinik tabloların aydınlatılmasında çeşitli algoritmalar oluşturulmuştur (18). Bu algoritmaların tanı koymada yada tanıyı dışlamada yol göstereceğini belirtmişlerdir.

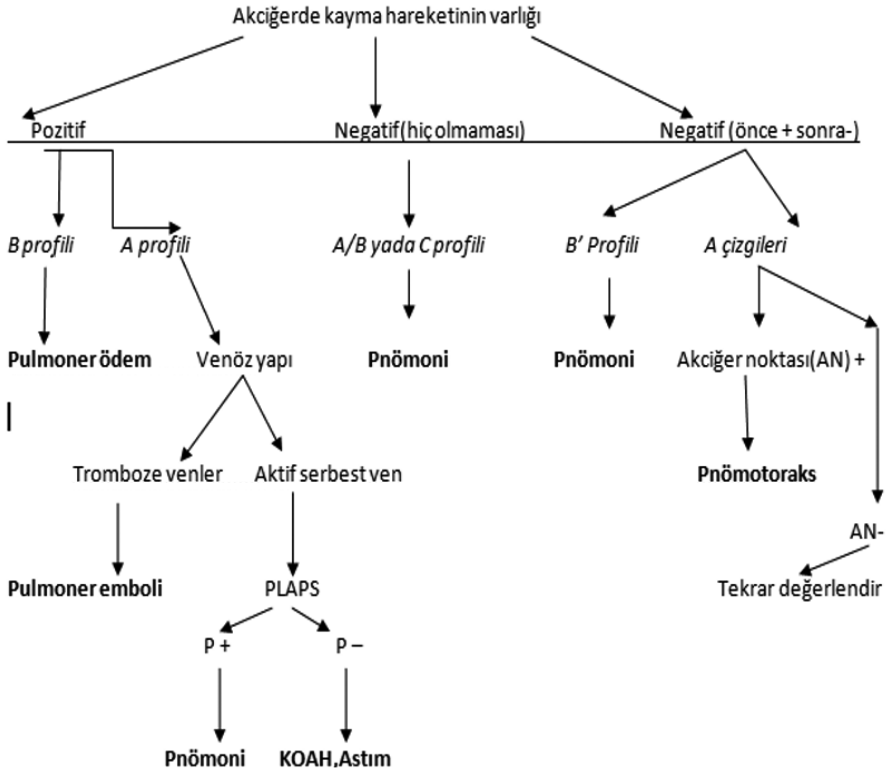
A profili akciğerde kaymanın olduğu hallerde yatay A çizgilerinin olması durumudur ve normal akciğer yüzeyini belirtir. A profili akciğer dokusunda bir patoloji yokken (bu patolojinin olmadığı postero-lateral alveolar ve /veya plevral sendrom(PLAPS) bölgesine yerleştirilen prob ile gösterilir), oksijen saturasyonundaki düşüklüğün tespiti için önemlidir. Hastada DVT olması ve beraberinde PLAPS negatifliği bize pulmoner emboliyi işaret eder.

1. A profili akciğerde kaymanın olmadığı A profilini tariflemektedir
2. B profili akciğerde kaymanın olduğu aynı zamanda roket şeklinde görülen B çizgilerinin olması halidir.
3. B' profili akciğerde kaymanın olmadığı B profilinin olması halidir.
4. C profil akciğerin ön taraftan boyutu ve sayısı önemsiz olarak konsoliasyonu değerlendirmek için kullanılır. Plevral çizgide kalınlaşmaya ve düzensizliği gösterir.
5. A/B profili akciğerin bir yarısında A profili varken diğer yarısında B profilinin olması halidir.
6. PLAPS (PosteroLateral Alveolar and/or Pleural Syndrome) profili ise A profilinin beraberinde serbest venlerin olması halidir (19-20).

Bu artefaktlarla oluşturulan Blue protokolü akciğer ultrasonografisinin belirli bir sistematik içinde değerlendirilmesinde oldukça yol göstericidir. Bu protokele göre ilk önce akciğerde plevral hareketin (akciğer kayma hareketinin) olup olmadığına bakılır.

- Eğer akciğer kayma hareketi yoksa ilk önce A çizgileri aranır, A çizgileri yok ve aynı zamanda akciğer nabızı (akciğer noktası) varsa tanı pnömotoraks olarak değerlendirilir. Pnömotoraks tanısı için %100 duyarlılığa sahiptir.
- Akciğerde kayma hareketi yokken A çizgileri gözüküyor ancak akciğer noktası yoksa bu pnömotoraks tanısını tekrar gözden geçirmeyi gerektirmektedir. Akciğerde kayma hareketi olmadığında B çizgilerinin görüldüğü B' profili pnömoniyi %100 spesifite ile göstermektedir.

- Akciğer kayması olduğunda aynı anda B çizgilerinin olması bize pulmoner ödem göstermektedir. Pulmoner ödem tanısı için %97 duyarlılık ve %95 özgünlüğe sahiptir.
- Akciğer kaymasının olduğu ve yatay A çizgileri görüldüğünde hastada venöz damar değerlendirilmesi çok faydalı olacaktır.
- Eğer tromboze venler görülüyorsa bunu pulmoner emboli olarak değerlendirilebilir. Hastanın venöz taramasında derin ven trombozu var ise %81 duyarlılık ve %95 özgünlükle pulmoner emboliyi gösterir
- Tromboze olmayan aktif serbest venler gözükyorsa PLAPS değerlendirmesi yapılacak. Değerlendirmede PLAPS pozitifliği varsa bize pnömoniye gösterecektir. Eğer PLAPS negatif ise KOAH yada akut astım tanısına yönlendirecektir.
- Akciğerde kayma hareketinin A/B yada C profili varsa %100 spesifite pnömoniye göstermektedir (18-19). Şekil 2.

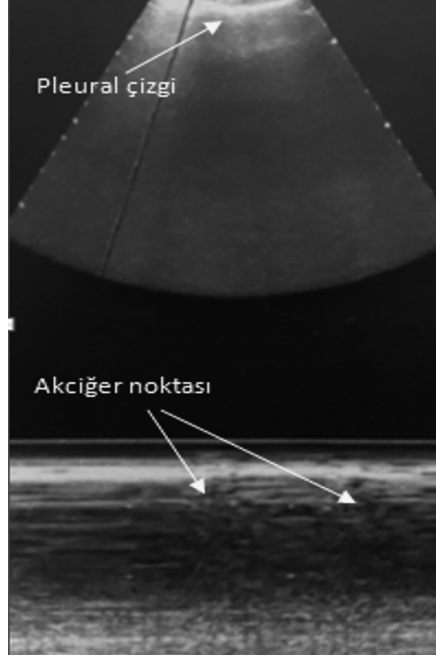


Şekil 2: 18 numaralı kaynaktan esinlenilmiştir.

## YOĞUN BAKIMDA AKCİĞER PATOLOJİLERİNDE ULTRASONOGRAFİK BULGULAR

### Pnömotoraks

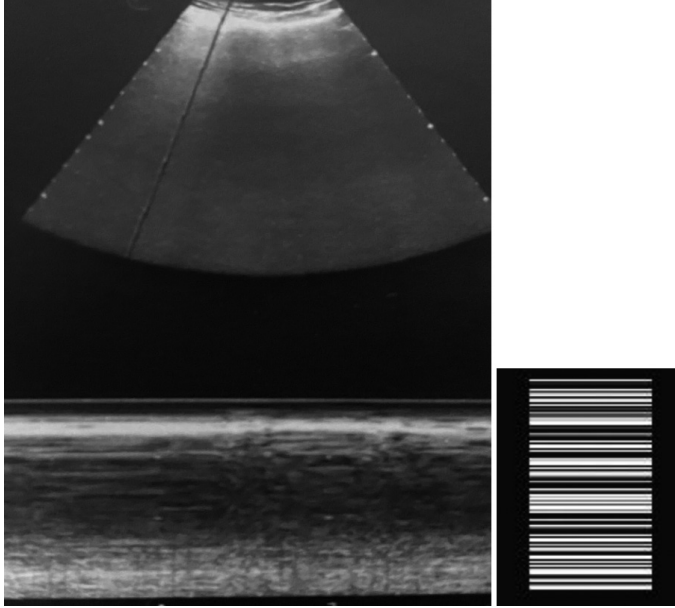
Pnömotoraks plevral boşlukta hava bulunması durumudur. Travmatik, enflamatuvar, enfektif, malign, genetik ve diğer pek çok etyolojiye sekonder gelişebilen bir klinik tablodur. Pnömotoraksta pariyetal ve visseral plevra birbirinden ayrılması sonucunda akciğerin kayması ortadan kalkar. Pnömotorakslı bölge ile normal akciğer arasında geçiş noktası oluşur ve buna akciğer noktası ismi verilmektedir. Bu görüntünün özgülüğü pnömotoraks tanısı için %100'dür (21). Pnömotoraks tanısında plevrayı değerlendirecek en iyi prob düz yüksek frekanslı probtur (5–12 Mhz) (4).



**Resim 5:** Pnömotoraksın ultrasonografik görünümü.

B çizgileri plevradan çıkan dikey çizgiler olup, alveol içinde hava sıvı etkileşiminin sonucunda oluşan bu çizgiler pnömotoraks tanısında oldukça önemlidir. B çizgilerinin görülmesi pnömotoraksı tam olarak dışlar (17). Akciğer kaymasının olmadığı durumda M modunu açarak horizontal çizgilerin görünmesi barkod işareti ya da statosfer işareti olarak adlandırılır (8).





**Resim 6:** Barkod işaretinin ultrasonografik görünümü.

Akciğer kaymasının olmadığı durumlarda kalp ritmiyle senkronize dikey çizgiler meydana gelir. Buna akciğer nabızı denir ve pnömotoraksta bu bulgu yoktur. Masif atelaktazi, tek taraflı entübasyon gibi diğer klinik tablolardan ayırmak için oldukça iyi bir işarettir. Akciğer kaymasının olmadığı bu durumlarda akciğer nabzının olması pnömotorakstan ayırt eder (22,23).

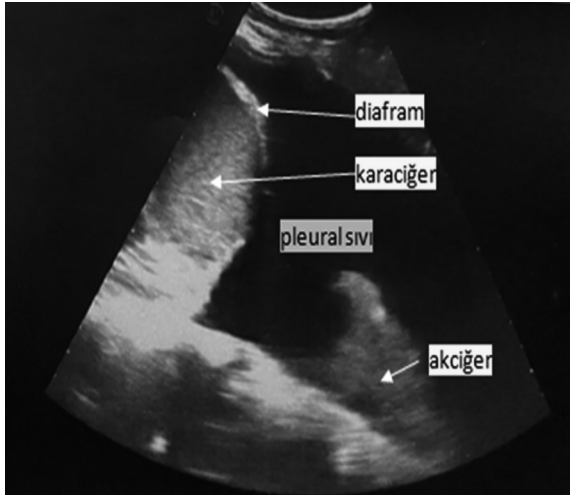
Pnömotoraks daha çok travma nedeniyle meydana geldiği için sıklıkla ciltaltı amfizem meydana gelir. Ciltaltı amfizem meydana gelince USG görüntüsü almak imkansızlaşabilir. Cilt altı amfizemde sık B çizgileri meydana gelir (plevral çizgiden başlar) ve pnömotoraks tanısını dışlar. Bu durumda E çizgileri denilen artefakt yön gösterir. Bu çizgiler plevradan değil daha derinlerden kaynaklanır ve solmadan ekranın alt kenarına kadar ulaşır. Bu yanılgıdan kaçınmanın en iyi yolu aynı seviyede iki kosta arasında aynı derinlikteki sonografik görüntülere odaklanmaktır (15,24,25).

### **Plevral efüzyon**

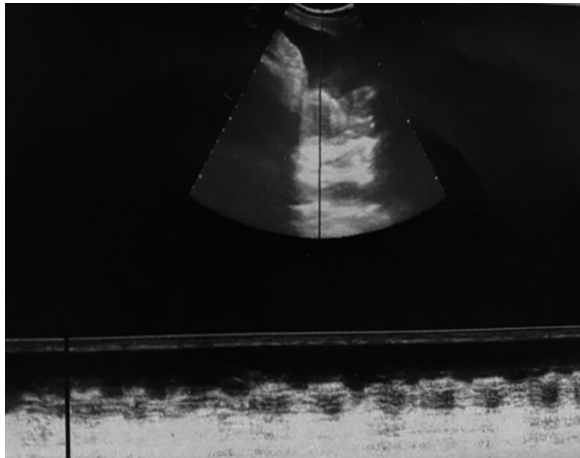
Plevral efüzyon plevral yapraklar arasında sıvı birikimidir. Plevral sıvının oluşum nedeni sekresyon ve emilimindeki dengenin bozulmasıdır. Plevral efüzyonun oluşumundaki en önemli mekanizma fazla üretilmesi veya lenfatik tıkanıklığa sekonder gelişen emilim bozukluğudur. Bu patolojiye, akciğerin kendisinden veya diğer organlardan kaynaklanan nedenler de yol açabilir (26).

Plevral efüzyon muayenesi hasta supin pozisyondayken yapılır ve kullanılacak USG probu düşük frekanslı mikrokonveks prop yada konveks probdur. Her iki bölgede karnın üst kadranı orta ve alt aksiler çizgi baz alınarak taranmalıdır. Karaciğer ve dalağın üst kısmında diafram ve akciğer arasındaki ara yüz görüntülenmelidir (4).

Koleksiyonun iç sınırı kabaca plevral çizgiye paralel ve genellikle düzgün sınırlıdır ve akciğer çizgisi (iç organlar) olarak adlandırılır. Her iki kosta komşuluğu ile akciğer hattı ve plevral hat birleştiği zaman dörtgen bir şekil oluşturur ve buna ultrasonik dörtlü işaret denir (3)



**Resim 7:** Plevral sıvının ultrasonografik görünümü.



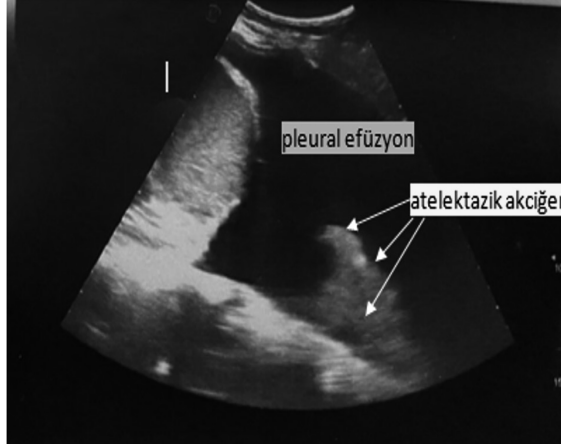
**Resim 8:** Plevral sıvının ultrasonografik görünümü.

M modu muayenesi sinüzoidal işareti ortaya çıkarır. Bu işaretin oluşumu her inspirasyonda pleval çizginin akciğer hattına kayması sonucu oluşur (27).

### **Atelektazi:**

Atelektazi kollaps nedeniyle akciğer volümünün azalmasını ifade eder. Obstrüktif, nonobstrüktif, kompresif, relaksasyon ve adeziv atelektazi tipleri mevcuttur. Atelektazi; i pleval efüzyon, infiltratif durumlar, solid kitleler, pnömoniler ve surfaktanın azaldığı durumlarda da görülür (28).

Küçük hava yollarında oluşan obstruksiyon obstrüktif atelektaziye yol açarken büyük efüzyonlar kompresif atelektaziye yol açar. Akciğer USG'de erken atelektazi bulguları doku benzeri konsolidasyonlar, statik hava bronkogramları ile hava hapsinden kaynaklanan akciğer kaymasının olmamasıdır (29).



**Resim 8:** Atelektazinin ultrasonografik görünümü.

### **İntertisiyel Sendrom**

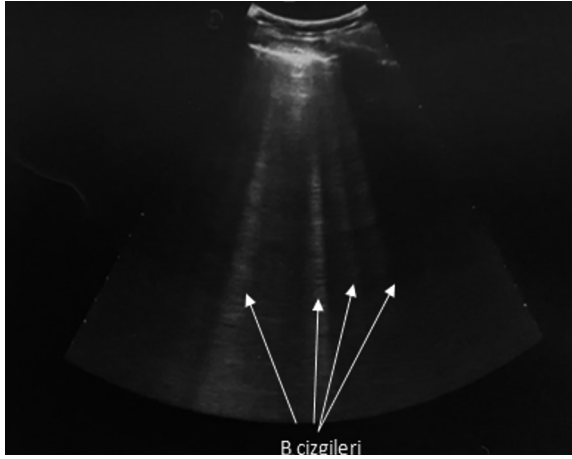
Alveolar intertisiyel sendrom akciğer intertisyumunun diffüz tutulumunu ile seyreden alveol-kapiller değişimin bozulduğu, değişik derecelerde inflamasyona yol açan ve şiddeti değişken solunum yetmezliğine neden olan klinik bir tablodur (30).

İntertisiyel sendromda radyolojik olarak interlobüler septanın kalınlaşması yada buzlu cam görünümü vardır. Bu durum intertisyum ve/veya alveolar boşlukta ekstrasvasküler olarak akciğer sıvısının yada dansitesinin artması halidir. İntertisiyel sendrom akciğer ultrasonografisinde iki kosta arasında üç yada daha fazla B çizgisinin görülmesi ve A çizgisinin görülmemesi durumudur. Bu durum

patolojiktir ve akciğerin havalanmasının azaldığını gösterir. Bu tablo B paterni olarak adlandırılır (4).

B çizgisinin sayısı havalanmadaki azalma ile koreledir. Çok sayıdaki B çizgisinin 7 mm aralıklı olması orta derecedeki havalanma azlığını gösterir. B çizgilerinin 3 mm den az olmasının ise intertisiyel sendromu gösterdiğini gösteren çalışmalar mevcuttur (31-32).

Çok sayıda, diffüz bilateral B çizgilerinin varlığı intertisiyel pnömoni, pulmoner fibrozis, pnömoni ve pulmoner ödem gibi diffüz akciğer hastalığını gösterir (4).



**Resim 9:** İntertisiyel sendromun ultrasonografik görünümü.

## Konsolidasyon

Konsolidasyon akciğer tomografisinde görülen en yaygın bulgulardan biridir. Hava boşluğunun yerini sıvı (transuda, eksuda, kan), hücreler yada diğer materyaller (yağ ve protein) ile yer değiştirmesini ifade eder. Çok çeşitli nedenlerle konsolidasyon oluşur. Bunlardan en önemlisi enfeksiyondur. Diğer nedenler ise pulmoner emboli, akciğer kanseri ve metastazlar, obstruktif veya kompressif ateletaziler ve akciğer kontüzyonudur (33).

Pnömonide akciğer sıvı ile dolar ve bunun sonucunda dinamik hava bronkogramları (hareketli hava kabarcıkları) ile minimal akciğer volümünde kayıp görülür. Hava bronkogramları ultrasonografik olarak beyaz parlak hiperekoik noktalanmalar veya doğrusal şekiller şeklinde görülür. Plevra altındaki lobar olmayan

pnömonilerde daha hipekoid kama şeklinde bir görüntü oluşur. Konsolidasyon değerlendirilmede ultrasonografi artık tomografi kadar etkili sonuçlar vermektedir (1-32). Daha derin kısımlarda ise düzensiz parçalanmış görünüm vardır. Havalandırılan kısım ile konsolide kısım arasındaki bu görüntüye shred işareti denir (34).

Lober pnömonide USG görüntüsü olarak karaciğer yada dalak gibi solid organlarda gördüğümüz görüntü oluşur. Bu görüntüye doku benzeri görüntü ismi verilir. Pnömonide aynı zamanda dinamik hava/sıvı bronkogramları da görülür (32).

USG'de akciğer konsolidasyonunun çeşitli bulguları vardır. Bu bulgular hava bronkogramı, sıvı bronkogramı, konsolidasyonun içinde vasküler yapıların olması ve kuyruklu yıldız görüntüsünün oluşmasıdır (4).



**Resim 10:** Konsolidasyonun ultrasonografik görünümü.

## **Ampiyem**

Ampiyem plevral kavitede püy toplanmasıdır. Plevrayı boydan boya tutabileceği gibi sadece septalarla lokalize olarak da tutulum yapabilir (35).

Ampiyemin akciğer USG'de çeşitli görünümleri mevcuttur. Bu görünüm şekilleri; plevra efüzyonla birlikte ekojenik olmayan görünüm, kompleks septasız hipekohenik görünüm, kompleks septalı görünüm hiperekohenik, kompleks septalı hareketli görünüm(36-37).



**Resim 11:** Ampiyemin ultrasonografik görünümü. E:efüzyon

## SONUÇ

Akciğer ultrasonografisinin yoğun bakımlarda fizik muayene yöntemi olarak kullanılımı giderek yaygınlaşmaktadır. Radyasyon yaymaması , hasta başında gerçek zamanlı görüntü vermesi gibi bir çok avantajı olan AUSG yoğun bakımda kritik hastaların değerlendirilmesinde zaman ve bilgi açısından oldukça faydalıdır. Akciğer patolojilerine teşhis koymak,hastalığın seyirini izlemek ve tedaviyi planlamak açısından klinisyene yön göstermede oldukça faydalı bir araçtır. Yoğun bakımlarda AUSG kullanımının artmasıyla hem bilgi düzeyi artacak hemde ultrasonografi cihazında yenilikleride beraberinde getirecektir.

## KAYNAKLAR

1. Cid X, Wang A, Heiberg J, et al. Point-of-care lung ultrasound in the assessment of patients with COVID-19: A tutorial. AJUM. 2020; 23(4):271-281.
2. William D. O'Brien. Ultrasound-biophysics mechanisms. Progress in Biophysics and Molecular Biology. 2007;;93(1-3):212-55.
3. Lichtenstein DA, Meziere GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: The BLUE protocol. Chest. 2008; 134: 117-25.
4. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. Intensive Care Med.2012;38:577-591.
5. Bouhemad B, Zhang M, Lu Q, Rouby JJ. Clinical review: Bedside lung ultrasound in critical care practice. Crit Care 2007;11(1):205.
6. Shrestha GS, Weeratunga D, Baker K. Point-of-Care Lung Ultrasound in Critically ill Patients. Reviews on Recent Clinical Trials. 2018;13:15-26.
7. Via G, Storti E, Gulati G, et al. Lung ultrasound in the ICU: from diagnostic instrument to respiratory monitoring tool. Minerva Anestesiol. 2012;78(11):1282-96.

8. Miller A. Practical approach to lung ultrasound. BJA Education. 2016; 16: 39–45.
9. Lichtenstein DA. Lung Ultrasound in the Critically Ill The BLUE Protocol. Springer International Publishing Switzerland. 2016; Pp48
10. Piette E, Daoust R, Denault A. Basic concepts in the use of thoracic and lung ultrasound. Curr Opin Anaesthesiol. 2013;26(1):20-30.
11. Parlamento S, Copetti R, Di Bartolomeo S. Evaluation of lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in the ED. Am J Emerg Med. 2009; 27(4): 379–384.
12. Patel CJ, Bhatt HB, Parikh SN, et al. Bedside lung ultrasound in emergency protocol as a diagnostic tool in patients of acute respiratory distress presenting to Emergency Department. J Emerg Trauma Shock. 2018; 11: 125–129.
13. Lichtenstein DA, Meziere GA. The BLUE-points: Three standardized points used in the BLUE-protocol for ultrasound assessment of the lung in acute respiratory failure. Crit Ultrasound J. 2011;3:109-10.
14. Volpicelli G. Lung sonography. J Ultrasound Med. 2013; 32:165-171.
15. Lichtenstein DA, Mezière G, Lascols N, et al. Ultrasound diagnosis of occult pneumothorax, Crit Care Med.2005; 33:1231-1238.
16. Lichtenstein DA. Lung ultrasound in the critically ill. Curr Opin Crit Care. 2014; 20: 315-22.
17. Lichtenstein DA, Mezière G, Biderman P, et al. The comet-tail artifact, an ultrasound sign ruling out pneumothorax. Intensive Care Med. 1999; 25: 383–388.
18. Lichtenstein DA. BLUE-Protocol and FALLS-Protocol Two Applications of Lung Ultrasound in the Critically Ill . Chest. 2015; 147( 6 ): 1659-1670.
19. Lichtenstein DA. Lung ultrasound in the critically ill. Annals of Intensive Care. 2014, 4:1.
20. Lichtenstein DA. General ultrasound in the critically ill. Springer-Verlag Berlin Haidelberg New York. 2005;Pp 96-133.
21. Lichtenstein DA, Mezière G, Biderman P, et al. The “lung point”: an ultrasound sign specific to pneumothorax. Intensive Care Med. 2000;26(10):1434–1440.
22. Lichtenstein DA, Lascols N, Prin S, et al. The lung pulse: an early ultrasound sign of complete atelectasis. Intensive Care Med.2003; 29:2187–2192.
23. Chun R, Kirkpatrick AW, Sirois M, et al. Where’s the tube? Evaluation of hand-held ultrasound in confirming endotracheal tube placement. Prehosp Disast Med.2004;19:366–369.
24. Volpicelli G. Towards an appropriate use of ultrasound in resuscitation. Resuscitation. 2008;79:341–342.
25. Volpicelli G. Usefulness of emergency ultrasound in non traumatic cardiac arrest. Am J Emerg Med. 2011;29:216-223.
26. Sahn SA. Diseases of the pleura and pleural space. In: Baum GL, Crapo JD, Celli BR, Karlinsky JB. Textbook of Pulmonary Diseases. 6th ed. Philadelphia, Lippincott-Raven, 1998;1483-98.
27. Hartmann DL, Gaither JM, Kesler KA, et al. Comparison of insufflated talc under thoracoscopic guidance with standard tetracycline and bleomycin pleurodesis for control of malignant pleural effusions. J Thorac Cardiovasc Surg. 1993;105:743-8.
28. Woodring JH, Reed JC. Types and mechanisms of pulmonary atelectasis. J Thorac Imaging.1996;11:92.
29. Lee FC. Lung ultrasound-a primary survey of the acutely dyspneic patient. J Intens Care. 2016; 4: 57.
30. American Thoracic Society/European Respiratory Society International Multidisciplinary Consensus Classification of the Idiopathic Interstitial Pneumonias. Am J Respir Crit Care Med. 2002;165:277-304.
31. Lichtenstein D, Meziere G, Biderman P, et al. The comet-tail artifact. An ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. Am J Respir Crit Care Med.1997; 156:1640–1646.
32. Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, et al. Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography, and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. Anesthesiology. 2004; 100:9-15.

33. Marchiori E, Zanetti G, Hochegger B. Dense consolidations. J Bras Pneumol. 2015;41(4):388.
34. Lichtenstein DA, Lascols N, Meziere G, et al. Ultrasound diagnosis of alveolar consolidation in the critically ill. Intens Care Med. 2004; 30: 276- 81.
35. Heffner JE, McDonald J, Barbieri C, et al. Management of parapneumonic effusions. An analysis of physician practice patterns. Arch Surg. 1995; 130: 433-8.
36. Tu CY, Hsu WH, Hsia TC, et al. Pleural effusions in febrile medical ICU patients: Chest ultrasound study. Chest. 2004;126:1274–1280.
37. Ahmad Mohamed Said , Saad R. Samra , Karim M. Al Fakharny and Ashraf E. Sileem. Sonographic findings of thoracic empyema: outcome perspectives. The Egyptian Journal of Bronchology .2022; 16:36.