



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
GÖZTEPE EĞİTİM ve ARAŞTIRMA HASTANESİ

RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

ÇOCUKLUK ÇAĞINDA PNÖMONİ VE
KOMPLİKASYONLARININ TANISINDA TORAKS
ULTRASONOGRAFİSİ VE ELASTOGRAFİNİN ROLÜ

Dr. Ayşenur Buz
UZMANLIK TEZİ

İSTANBUL
Haziran, 2020

T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
GÖZTEPE EĞİTİM ve ARAŞTIRMA HASTANESİ

RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

ÇOCUKLUK ÇAĞINDA PNÖMONİ VE
KOMPLİKASYONLARININ TANISINDA TORAKS
ULTRASONOGRAFİSİ VE ELASTOGRAFİNİN ROLÜ

Dr. Ayşenur Buz
UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Dr.Öğr.Üyesi Başak Atalay

İSTANBUL
Haziran, 2020

ONAY

İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Tıp Fakültesi'nde Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Yönetmeliği hükümlerine göre uzmanlık eğitimi gören Dr. Ayşenur Buz'un hazırladığı ve jüri önünde savunduğu "ÇOCUKLUK ÇAĞINDA PNÖMONİ VE KOMPLİKASYONLARININ TANISINDA TORAKS ULTRASONOGRAFİSİ VE ELASTOGRAFİNİN ROLÜ" başlıklı tez başarılı kabul edilmiştir.

JÜRİ ÜYELERİ

İMZA

Tez Danışmanı:

Dr. Öğr. Üyesi Başak ATALAY

.....

Kurumu: İstanbul Medeniyet Üni. Göztepe EAH Radyoloji ABD

Üyeler:

Prof. Dr. Hatice SINAV USLU

.....

Kurumu: İstanbul Medeniyet Üni. Göztepe EAH Nükleer Tıp ABD

Doç.Dr. Murat VELİOĞLU

.....

Kurumu: SBÜ İstanbul Kartal Dr. Lütfi Kırdar Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Radyoloji Kliniği

Tez Savunma Tarihi: /06/2020

Yazar Bildirimi

“ÇOCUKLUK ÇAĞINDA PNÖMONİ VE KOMPLİKASYONLARININ TANISINDA TORAKS ULTRASONOGRAFİSİ VE ELASTOGRAFİNİN ROLÜ” isimli uzmanlık tezinde Dr. Ayşenur Buz

- Bu tezin kabulünden önce nerede ve ne kadarının yayınlandığını "Bilgilendirme" bölümünde belirtmiştir.
- Tezin hazırlanmasında katkısı olanları "Bilgilendirme" bölümünde eksiksiz olarak belirtmiştir.
- Bu tez ile ilgili çıkar çatışması olup olmadığını "Bilgilendirme" bölümünde belirtmiştir.
- Tez içerisinde başkalarının yayınlanmış veya yayınlanmamış çalışmalarından yapılan alıntılar için gerekli kaynakları açıkça belirtmiştir. Tezin Turnitin programı ile tespit edilen benzerlik oranı referanslar çıkarıldıktan sonra: %2
- Tez içerisinde başka kaynaklardan kopyalanmış olan kısımları tırnak içerisine alarak ve izin alınan kaynağı belirterek kullanmıştır.

Haziran, 2020

İmza:

- Tezin hazırlanmasında katkısı olanlar; Dr. Öğr. Üyesi Başak Atalay, Prof. Dr. Adnan Kabaalioglu, Prof.Dr.Saniye Girit ve Dr. Merve Tarhan'dır.
- Bu çalışmada adı geçen tıbbi cihaz ve laboratuvar malzemelerinin üreticileri ile herhangi bir çıkar ilişkim yoktur.

Dr. Ayşenur Buz



Teşekkür

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgilerini kendilerinden fedakarlık ederek paylaşan, aynı zamanda dostluklarını esirgemeyen Dr.Nesrin Gündüz, Dr.Begümhan Baysal, Dr. Tunahan Ayaz, Dr. Murat Aşık, Dr. İsmail Caymaz, Dr. Gülçin Bozbeyoğlu, Dr.Serçin Özkök, Dr.Mine Aslan ve Dr.Ahmet Aslan'a, Hastanenin en yoğun dönemi olan pandemi koşullarına rağmen tezimin tamamlanması için yardımlarını esirgemeyen, her zaman desteğini yanımda hissettiğim Dr.Başak Atalay'a,

Medeniyet Üniversitesi'nde ABD başkanı olmasıyla eğitimimiz için olumlu pek çok değişiklik yapan, ufkumuzu açıp, bilimsel düşünme ve araştırma sürecimizi destekleyen, yurt dışı eğitim sürecim öncesinde ve sırasında desteğini ve şefkatini hep üzerimizde hissettiğim, aynı zamanda tez konumu belirleyip, geliştirmeme yardım eden kıymetli hocam Dr.Adnan Kabaalioğlu'na,

Yoğun çalışma koşullarında günümüzü birlikte geçirdiğimiz, birbirimizden hep bir şeyler öğrendiğimiz, iş yerine mutlu gelmemizi sağlayan tüm Radyoloji ABD çalışanlarına,

Tez çalışmamızda bana eşlik eden Dr. Merve Tarhan'a ve asistanlık eğitimimi hep güzel hatırlamama sebep olacak çok sevgili asistan arkadaşlarıma,

Eğitimime her şeyden daha çok önem veren, hayatımın her döneminde fedakarlıklarını, karşılıksız sevgi ve desteklerini üzerimde hissettiğim, başarı için gayret etmemi fakat her zaman elimdekilerle mutlu olmamı, bütün zorluklara rağmen pes etmeyip devam etmemi öğütleyen anne ve babama,

Sonsuz teşekkürlerimle!

Dr.Ayşenur Buz

Özet

ÇOCUKLUK ÇAĞINDA PNÖMONİ VE KOMPLİKASYONLARININ TANISINDA TORAKS ULTRASONOGRAFİSİ VE ELASTOGRAFİNİN ROLÜ

GİRİŞ: Çocukluk çağında önemli morbidite ve mortaliteye neden olan alt solunum yolu enfeksiyonlarının (ASYE) önemli bir kısmını pnömoni olguları oluşturmaktadır. Pnömoni tanısı klinik verilere dayanarak konulmakla birlikte hastalığın yaygınlığı ve komplikasyonlarının değerlendirilmesinde radyolojik tetkiklere çoğunlukla ihtiyaç duyulmaktadır. Geleneksel yaklaşımda direkt grafler (DG) radyolojik görüntülemelerde ilk tercih olarak görülse de; özellikle yanlış negatiflik oranlarının yüksekliği, gözlemciler arası uyumun düşük olması ve çocukluk çağında radyasyon maruziyetinden kaçınmak amacıyla toraks ultrasonografisinden (TUS) ve elastografiden yararlanılabilir.

AMAÇ: Çalışmamızda çocukluk çağındaki toplum kökenli pnömoni (TKP) olgularında hastalığın ve komplikasyonlarının tanısında TUS'un ve elastografinin başarısını değerlendirmeyi amaçladık.

YÖNTEM VE GEREÇLER: Pnömoni tanısı klinik olarak konulmuş 35 hasta çalışmamıza dahil edilmiştir. Prospektif olarak yürütülen çalışmaya başlamadan TUS konusunda deneyimli bir radyolog ve çocuk göğüs hastalıkları uzmanı tarafından değerlendirme kriterleri belirlenerek standardize edilmiştir. Son yıl radyoloji tıpta uzmanlık öğrencisi bu konuda eğitilmiş ve kısa bir süre deneyimli radyologun izlemi altında olmak koşuluyla her hasta bu ölçütlere uygun olarak görüntülenmiştir. Elde edilen TUS ve elastografi verileri diğer görüntülemelerden bağımsız olarak değerlendirilmiştir. Daha sonra sonuçlar hastane görüntüleme arşivinde mevcut DG görüntüleri ile karşılaştırılmıştır. İstatistiksel olarak nonparametrik kategorik değişkenler arası uyum için Spearman ve Kendal korelasyon testlerinden, parametrik değişkenler arası uyum için Pearson korelasyon testinden ve kategorik değişkenlerin bağımsızlık analizinde Ki-Kare testinden yararlanılmıştır.

BULGULAR: Çalışmaya dahil olan olguların % 51,43'ü kadın, %48,57'si erkekti. Yaş ortalaması 7 yıl 2 ay olup çalışmaya katılan en küçük hasta 7 aylıkken, en büyük

hastanın yaşı 17 yıl 8 aydı. Olguların % 80'inde sonografik olarak konsolidasyon izlenmiş olup konsolidasyon derinliği ortalama $11,87 \pm 1,33$ cm olarak hesaplanmıştır. Konsolide akciğer parankiminde ortalama elastografi değeri 4.32 ± 3.06 kPa olarak saptanmıştır. TUS bulguları ve DG bulguları arasında çok yüksek korelasyon (Spearman korelasyon katsayısı:-0,832; Kendall'ın tau-b değeri:-0,812 ve p değeri<0,01) saptanmış olup, lökositoz ve CRP değer yüksekliği ile komplikasyon gelişimi arasında anlamlı istatistiksel ilişki gösterilememiştir (sırasıyla p değerleri 0,549 ve 0,206). Plevral efüzyon izlenen olgularda kavite-abse-pnömosel gibi komplikasyonlar istatistiksel olarak daha sık olarak izlenmiştir.

SONUÇ: Çalışmamız pediatrik pnömoni olgularının tanı ve radyolojik takibinde toraks ultrasonografisinden yararlanılabileceğini göstermiştir. Pediatrik pnömoni olgularını, akciğer kitlelerinden ayırt etmede yardımcı olabilecek, pnömonili olgulardaki konsolide akciğer parankimine ait ortalama elastografi değerleri saptanmıştır.

ANAHTAR KELİMELEER: Toraks, Ultrasonografi, Elastografi, Pnömoni, Çocuk

Abstract

THE ROLE OF THORACIC ULTRASOUND AND ELASTOGRAPHY IN THE DIAGNOSIS OF PEDIATRIC PNEUMONIA AND ITS COMPLICATIONS

BACKGROUND: Pneumonia cases which represents the majority of the lower respiratory tract infections, cause large number of morbidity and mortality in pediatric age group. Clinical information is almost always sufficient for diagnosis of pneumoniae, on the other hand, to reveal the extent of disease and complications usually we need imaging exams. Chest X rays are first line radiological method in traditional approach, however, due to their high negative predictive value, low interobserver agreement and to avoid radiation exposure, chest ultrasound seems as a valuable alternative imaging tool in pediatric population.

OBJECTIVE: In this study, we aimed to evaluate the role of chest ultrasound and elastography in detecting community acquired pneumoniae (CAP) and its complications in children.

METHODS: 35 patients with diagnosis of CAP included our study. Before starting our prospective study, an expert radiologist and an experienced pediatric pulmonologist built a consensus evaluation parameter. A last year radiology trainee obtained all the ultrasound and elastography images after a short-supervised practice period and reviewed the images with opinions reached by the consensus. All chest ultrasound and elastography images were evaluated by the trainee blinded to previous imaging studies. Later on, all results compared to previous X-rays available on PACS. As a statistical method in the analysis of data, Spearman and Kendall correlation tests were applied to determine association between non-parametric categorical variables and Pearson correlation test was used for parametric categorical variables. Chi-square test was used in comparative analysis.

RESULTS: The proportion of female and male patients in this study was %51,43 and %48,57 respectively. The average age was 7 years and 2 months; the youngest member of the group was 7-month-old and the oldest was 17 years and 8-month-old. Consolidation was seen eighty percent of all cases, and the mean for maximal depth

of the consolidation was $11,87 \pm 1,33$ cm. The overall mean shear-wave elastography (SWE) values of lung parenchyma in pneumonia cases was measured as 4.32 ± 3.06 kPa. There was a very strong correlation between chest Xray and ultrasound (Spearman's rho:-0,832; Kendall's tau-b:-0,812 and p value <0,01) whereas there was no statistically significant relation between WBC count, C-reactive protein and development of complication (p values are 0,549 and 0,206; respectively). There is an increased probability for developing complications like cystic cavities, abscesses and pneumatocele detected in patients with pleural effusion.

CONCLUSION: In this study, our results proved that chest ultrasound could be used as a beneficial tool to diagnose and follow-up of the pediatric pneumonia. Mean elasticity values derived from consolidated lung parenchyma may help discriminate pediatric pneumonia from lung tumors.

KEY WORDS: Thorax, Ultrasonography, Elastography, Pneumonia, Child

İçindekiler

Şekil Listesi	xi
Tablo Listesi	xii
Kısaltmalar	xiii
GİRİŞ ve AMAÇ	1
GENEL BİLGİLER	3
2.1 AKCİĞER EMBRİYOLOJİSİ.....	3
2.2 AKCİĞER ANATOMİSİ.....	3
2.3 ÇOCUKLUK ÇAĞINDA PNMÖMONİ VE KOMPLİKASYONLARI.	4
2.4 TORAKS ULTRASONOGRAFİSİ VE ELASTOGRAFİ İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER	11
GEREÇ ve YÖNTEM	25
3.1 EKİPMAN VE GÖRÜNTÜLEME.....	25
3.2 VERİ ANALİZİ.....	26
3.3 İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLER.....	26
BULGULAR	27
4.1 DEMOGRAFİK VE TANIMLAYICI İSTATİSTİKSEL BULGULAR.....	27
4.2 PNÖMONİDE SONOGRAFİK BULGULAR VE RADYOGRAFİK BULGULARLA KORELASYONU.....	27
4.3 PNÖMONİDE ELASTOGRAFİ BULGULARI.....	32
TARTIŞMA ve SONUÇ	43
5.1 TARTIŞMA.....	43
5.2 LİMİTASYONLAR.....	47
5.3 SONUÇ.....	47
Kaynaklar	49
Ek A. Etik Kurul Onay Formu	55

Şekil Listesi

2.1: Boyden nomenklatürüne göre segmental bronşial anatomi.....	4
2.4.4: ICC-LUS değerlendirme alanları.....	14
4.4.1: “Jelly fish”(deniz anası) bulgusu.....	33
4.4.2: Konsolide akciğer parankimi, komşu plevrada kalınlaşma ve eşlik eden ince parapnömonik efüzyon örneği.....	34
4.4.3: TUS görüntüsünde “shred”(paçavra) bulgusu.....	35
4.4.4: Gri skala ve RDUS inceleme örneği.....	36
4.4.5: Power doppler incelemede akımın örneklenmesi.....	37
4.4.6: SWE ölçüm tekniği.....	38
4.4.7: Z çizgisi örneği.....	39
4.4.8: “Akciğer roketi” bulgusu.....	40
4.4.9: Hava Bronkogramı bulgusu.....	41
4.4.10: Nekrotizan pnömoni ve abse örneği.....	42

Tablo Listesi

4.2.1: Çalışmaya dahil edilen olguların radyografik ve kinik olarak gruplanması	28
4.2.2: Pnömoni komplikasyonlarına ait şema.....	29
4.2.3: DG ve TUS tekniklerinin ROC eğrilerine ait grafik.....	30
4.2.4: Komplikasyon izlenen olguların lökosit değerlerini gösteren tanımlayıcı grafik.....	31
4.2.5: Komplikasyon izlenen olguların C-reaktif protein değerlerini gösteren tanımlayıcı grafik.....	31

AECC	American-European Consensus Conference
ALARA	As Low As Reasonably Achievable
ARDS	Akut Respiratuar Distres Sendromu
ASYE	Alt Solunum Yolu Enfeksiyonu
BAL	Bronkoalveolar Lavaj
BLUE	The Bedside Lung Ultrasound in Emergency
BPD	Bronkopulmoner Displazi
BT	Bilgisayarlı Tomografi
CAP	Community Acquired Pneumoniae
CRP	C Reaktif Protein
CT	Computerized Tomography
DG	Direkt Grafi
DNA	Deoksiribonükleik Asit
DSÖ	Dünya Sağlık Örgütü
e-FAST	Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma
ESH	Eritrosit Sedimentasyon Hızı
FAST	Focused Assessment with Sonography for Trauma
Hib	H.influenza tip b
HMPV	Human Metapnömovirus
HPIV	Human Parainfluenza Virus
ICC-LUS	International Consensus Conference on Lung Ultrasound
IF	Immunofloresans
İMÜ	İstanbul Medeniyet Üniversitesi
MAS	Mekonyum Aspirasyon Sendromu
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
PCR	Polimerase Chain Reaction- Polimeraz Zincir Reaksiyonu
PCV13	Multivalan konjuge pnömokok aşısı
RSV	Respiratuar Sinsiyal Virus
RNA	Ribonükleik Asit
ROC	Receiver Operator Characteristic
TKP	Toplum Kökenli Pnömoni
TKS	Tam Kan Sayımı
TUS	Toraks Ultrasonografisi
PA AC	Postero Anterior Akciğer
PE	Pulmoner Emboli
RDS	Respiratuar Distres Sendromu
ROI	Region of Interest
SE	Strain Elastografi
SWE	Shear-wave Elastografi
YGT	Yenidoğanın Geçici Taşipnesi

BÖLÜM 1

GİRİŞ ve AMAÇ

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre, beş yaş altı çocuklarda en önemli mortalite nedeni çocukluk çağı pnömonileridir. Beş yaş altı çocuklarda yıllık 150-156 milyon pnömoni vakasının geliştiği tahmin edilmektedir. Her yıl yaklaşık 15 milyon olgu tedavi için hastane yatışı gerektirmekte ve iki milyondan fazla çocuk, pnömoninin büyük kısmını oluşturduğu akut solunum yolu enfeksiyonları nedeniyle kaybedilmektedir (1). Düşük sosyoekonomik düzey, aşı takvimlerine uygulanamaması, malnütrisyon, eksik tedaviler ölümcül seyirli pnömonilere neden olmaktadır (2). H.influenza tip b (Hib) ve S. pneumonia bakteriyel etkenler içerisinde en sık neden olarak karşımıza çıkmaktadır. Konjuge Hib ve pnömokok aşılı ile bu etkenlere bağlı vakaların önlenmesi mümkündür (3).

Pnömoni tanısı klinik ve fizik muayene bulgularına dayanarak konulmakla birlikte görüntüleme metodlarından sıklıkla yararlanılmaktadır. Amerikan Enfeksiyöz Hastalıklar Topluluğu'nun ve Pediatrik Enfeksiyöz Hastalıklar Topluluğu'nun oluşturduğu kılavuz TKP olgularında posteroanterior akciğer (PA AC) grafilerinin hastane yatışı gerektirmeyen olgularda tanının doğrulanması için gerekli olmadığını kuvvetli tavsiye olarak sunmuştur. Bununla birlikte hipoksemi bulgusu ya da solunum güçlüğü varlığında DG ile tetkik edilmesi önerilmiştir (4). Ülkemizde acil servislerde ve pediatri kliniklerinde PA AC grafileri erişimin kolaylığı ve maliyet-etkinlik oranının yüksekliği nedeni ile DG yaygın olarak tercih edilmekte, gözlemciler arası değerlendirmede uyumun düşük olması nedeni ile bazen yanlış yorumlanabilmektedir.

Sonografinin klinik olarak kullanıma başlanması sonrası dönemde, havanın güçlü bir yansıtıcı olması nedeniyle akciğerin sonografik olarak görüntülenmesinde tanıda gerektiğince faydalanılmamıştır. Son 20 yılda bu konuda artan çalışmalar, özellikle artefaktlardan faydalanılarak, TUS'un akciğer ve plevrayı ilgilendiren pek çok patolojinin tanısında etkinliğini göstermiştir. Özellikle pediatrik popülasyonda mümkün olduğunca radyasyon maruziyetinin engellenmesi ve tanının yüksek doğrulukla

konulmasında sonografi her zaman tercih edilmesi gereken bir modalitedir. Sonografiye ek olarak yine ses dalgaları aracılığıyla dokuların sertliğini değerlendirmeye yarayan elastografi tetkikinin konsolide akciğer parankimin niteliği ile ilgili ek bilgi elde edilmesi için faydalı olacağını düşünmekteyiz. Bu konuda çalışmalar daha çok erişkin yaş grubunda ve kitlesel lezyonların ve akciğer patolojilerinin net karakterizasyonu için kullanılmaktadır.

BT pnömoni tanısında hiç bir zaman başlangıç metodu olmamakla birlikte, rekürren olgularda olası yabancı cisim, kitle, anatomik malformasyon değerlendirilmesinde ve tedaviye yanıt alınamayan, komplikasyon değerlendirilen olgularda yararlanılabilir. Klinikte çok yaygın kullanılmamakla birlikte, toraks manyetik rezonans görüntülemenden (MRG) elektif olgularda ek bilgi edinilmesi amacıyla başvurulabilir. Çocuk hastalarda anestezi gerektirebileceği göz önünde bulundurularak seçilmiş olgularda MRG başarıyla uygulanabilir. Özellikle hızlı görüntüleme sekansları yardımıyla tetkik süresinin kısaltılması ve tanısal başarının artırılması mümkün olacaktır (5).

Biz bu çalışmamızda pediatrik pnömoni olgularında TUS ve elastografinin tanı ve komplikasyonların takibinde etkinliğini değerlendirmeyi amaçladık.

GENEL BİLGİLER

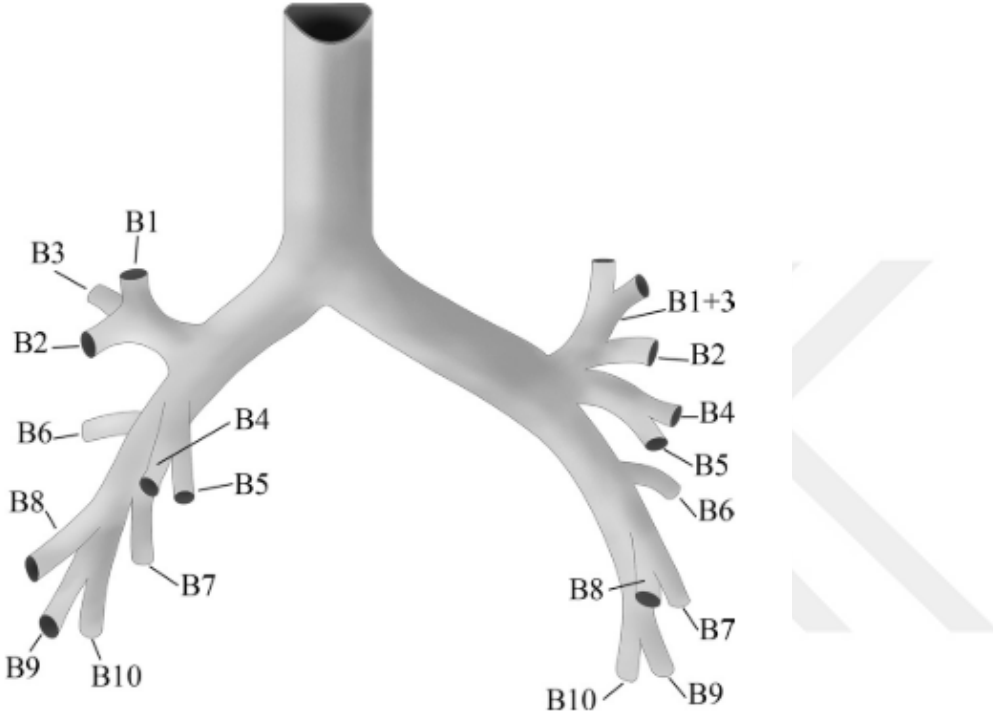
2.1.AKCIĞER EMBRİYOLOJİSİ

Akciğer gelişimi “embriyonik dönem”, “psödoglandüler dönem”, “kanaliküler dönem”, “sakküler dönem” ve “alveolar dönem” olarak beş kısımda değerlendirilir. Embriyonik ve psödoglandüler dönem organogenez içerisinde değerlendirilirken diğer evreler diferansiyasyon sürecinde değerlendirilir (6). Kollateral hava yolları olan “Kohn porları” ve “Lambert kanalları” yaklaşık 8 yaşında gelişir. Bu durum ilk 8 yıl içerisinde izlenen pnömonilerin daha sınırlı kalmasına ve round pnömoninin bu yaş grubunda izlenmesine neden olurken, ilerleyen yaşlarda kollateral hava yollarından enfeksiyonun yayılımı ile lobar pnömoni gelişimi ihtimali artmaktadır (7).

2.2. AKCIĞER ANATOMİSİ

Solunum sistemi anatomik olarak değerlendirildiğinde hava yolu ve akciğerler olarak iki kısma ayrılabilir. Hava yolu; trakea, sağ ve sol ana bronşlar, lobar ve segmental bronşlardan oluşur. Sağ akciğer oblik ve horizontal fissürle üst, orta ve alt olmak üzere üç loba ayrılırken; sol akciğer oblik fissürle alt ve üst lob olmak üzere iki loba ayrılır. Boyden 1955 yılında postmortem serilerde yaptığı çalışmada segmental bronşial anatomiye tanımlamış ve buna göre nomenklatür geliştirilmiştir. Sağ akciğer üst loba ulaşan bronşlar; apikal (B1), anterior (B2) ve posterior (B3), sağ akciğer orta loba ulaşan segmental bronşlar lateral (B4) ve medial (B5), sağ akciğer alt loba ulaşan bronşlar superior (B6), medial (B7), anterior (B8), lateral (B9) ve posterior bazal (B10); sol akciğer üst loba ulaşan segmental bronşlarda ise sağdan farklı olarak üst loba ulaşan apikoposterior segment bronşu aynı orijinden çıkar (B1+3)ve üst loba gelen superior

linguler (B4), inferior linguler (B5) bronşlar dışında isimlendirme sağ ile benzerdir (8) (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: Boyden nomenklatürüne göre segmental bronşial anatomi (8)

2.3. ÇOCUKLUK ÇAĞINDA PNÖMONİ VE KOMPLİKASYONLARI

2.3.1. Epidemiyoloji ve Etiyolojisi

Pnömoni olguları çocukluk çağındaki ASYE olgularının büyük kısmını oluşturmakta olup beş yaş altı çocuklarda en büyük mortalite nedeni olarak karşımıza çıkmaktadır. Beş yaş altı pnömoni olgularının yarısından fazlasının ise Hindistan, Çin, Pakistan, Bangladeş, Endonezya ve Nijerya’da toplandığı dikkati çekmektedir. Her çocuk-yıl başına düşen epizod insidansı gelişmiş ülkelerde 0.05 iken gelişmekte olan ülkelerde oran 0.29’a ulaşmaktadır (2). Yaşa göre pnömoni etkenleri de değişkenlik göstermektedir. Yenidoğan döneminde vajinal doğum öyküsü mevcut olgularda annenin

vajen florasında mevcut olabilecek B grubu streptokoklar, *L. monocytogenes*, *E. coli* gibi etkenler yenidoğanda pnömoni nedeni olarak karşımıza çıkabilir. İlk iki yıl içerisinde izlenen pnömonilerde viral etkenler daha sık etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Azalan sıklıkla 2-5 yıl arasında da pnömoni vakalarına daha çok viral ajanlar neden olmaktadır. beş yaş üstünde *S.pneumoniae* gibi tipik pnömoni ve *M.pneumoniae* gibi atipik pnömoni nedeni bakteriyel ajanlar sıklıkla izlenmektedir. 10 yaş üstünde atipik pnömoni etkenleri, viral etkenler pnömoni nedeni olarak rastlanılabilir (9).

2.3.2. Bakteriyel Pnömoniler

Alveollerin ve hava yollarının eksüda ya da ödemle infiltrasyonu oksijen transferini engelleyerek hipoksemiye ve buna bağlı klinik ve radyolojik bulgulara neden olabilir. 38.5 °C ve üzerinde seyreden dirençli ya da tekrarlayan ateş, solunum sayısında artış ve göğüs çekintilerinin izlendiği olgularda bakteriyel pnömoniler düşünülmelidir (10). Bakteriyel pnömoniler klinik olarak; TKP, aspirasyon pnömonisi, sağlık hizmeti ilişkili ve hastane kökenli olmak üzere dört grupta değerlendirilebilir. TKP’de görüntüleme bulguları etkene bağlı olarak değişkenlik gösterir, aspirasyon pnömonileri çoğunlukla alt lobları etkiler ve sağlık hizmeti ilişkili ve hastane kökenli pnömoniler farklı şekillerde prezente olabilmekle birlikte çoğunlukla plevral efüzyonun eşlik edebildiği multifokal tutulum izlenir (11). Morfolojik bulgulara bağlı olarak ise bakteriyel pnömoniler lobar pnömoni, bronkopnömoni ve interstisyel pnömoni olarak sınıflanabilir. Bu sınıflama günümüzde pek tercih edilmemektedir.

Streptococcus Pneumoniae Pnömonisi: *S.pneumoniae*, gram pozitif, alfa hemolitik diplokoktur. Çocukluk çağında TKP’nin en sık etkeni olup mikrobiyolojik değerlendirme yapılabilen olgularda %30-50 oranında tespit edilmiştir. Beş yaşından küçük çocukların multivalan konjuge pnömokok aşısı (PCV13) ile dört doz aşılama tavsiye edilir. Radyolojik olarak sıklıkla hava bronkogramları içeren lobar konsolidasyon ya da parankimal opasiteler olarak karşımıza çıkarken küçük çocuklarda yamasal konsolidasyonlar olarak izlenir (12).

Haemophilus İnfluenza Pnömonisi: H.influenza, gram negatif, hareketsiz, fakültatif anaerob kokobasildir. Üst solunum yolunda, özellikle nazofarenkste kolonize olurlar, normal floranın bir parçası kabul edilirler. Bakteriyel pnömoniye neden olan en sık 2. etkindir. H.influenza'nın en virulan subtipi olan H.influenza tip b'ye yönelik aşılamlar sonrasında ciddi enfeksiyon oranında büyük gerileme kaydedilmiştir. BT'de; buzlu cam dansiteleri, sentrilobüler nodüller, bronşial kalınlaşma bulgularına neden olur (11).

Staphylococcus Aureus Pnömonisi: S.aureus gram pozitif koktur. İnfluenza virus gibi viral pnömoniler sonrası S.aureus ile sekonder bakteriyel enfeksiyon gelişimi artmış mortalite ile ilişkilendirilmiştir. Ampiyem gelişimi durumunda akla ilk gelmesi gereken bakteriyel etken S.aureus'tur (10). İnfantlarda influenza pnömonisi pnömosel gelişimi ile komplike olabilir (13). Yoğun bakım gerektiren pnömoniye neden olan etkenler A grubu streptokoklar ve S.aureus'tur. Akciğer abseleri ve nekrotizan pnömoni gelişimi ve metastatik enfeksiyonlar nadir olarak izlenir. Osteomiyelit ve septik artrit komplikasyonu varlığında S.aureus pnömonisi düşünülmelidir (4).

Mycoplasma Pneumoniae Pnömonisi: Gram boyayla boyanmayan, hücre duvarı bulunmayan, sferik ya da filamentöz hücrelerdir. Solunum yolu ya da urogenital traktta enfeksiyona neden olurlar. Özellikle 5-9 yaş arası çocuklarda atipik bir pnömoni etkeni olarak karşımıza çıkarlar. Radyolojik olarak lobar ya da segmental tutulumun izlendiği tek taraflı ya da bilateral hava yolunu etkileyen pattern görülebileceği gibi difüz bilateral retiküler opasiteler de izlenebilir (11).

Mycobacterium Tuberculosis Pnömonisi: Hareketsiz, zorunlu aerob, fakültatif intraselüler, çubuk şekilli bakterilerdir. Hücre duvarında mikolik asit içerir. Tüberküloz toplum sağlığını ilgilendiren bir hastalık olup aktif ve latent formda izlenilebilir. Aktif hastalık primer ya da postprimer tüberkülozu kapsamakta olup; primer tüberküloz çocukluk çağında ve immun kompromize olgularda pulmoner konsolidasyon, plevral efüzyon ve lenfadenopatilerle seyreder. Postprimer tüberküloz olgularında ise kavite, konsolidasyon ve sentrilobüler nodüller izlenir. Latent hastalık postprimer tüberküloza dönüşme ihtimali olan inaktif dönemdir. Geçirilmiş tüberküloz enfeksiyonuna ait sekel bulgular DG'de üst zonlar ve apekslerde fibronodüler opasiteler olarak izlenir (14).

2.3.3 Viral Pnömoniler

Solunum yolu enfeksiyonlarının en önemli sorumlusu viruslardır. Pnömoni vakalarında neden olan patojeni ayırt etmek her zaman kolay değildir. Hasta yaşının göz önünde bulundurulması seçenekleri daraltarak tanının daha kolay konulmasına ve viral etyolojide gereksiz antibiyotik kullanımının önlenmesine yardımcı olacaktır. Küçük çocuklarda viral patojenler pnömoni vakalarının yaklaşık yarısından sorumludur (10). Aynı aileyi paylaşan viruslerin benzer patogenezi olması nedeni ile görüntüleme bulguları çoğunlukla birbirine benzerdir. Viral etkenler çoğunlukla multifokal yamasal konsolidasyonlara ve bronş duvarında kalınlaşmaya neden olur.

Respiratuar Sinsisyal Virus (RSV) Pnömonisi: RSV, paramyxoviridae ailesinin bir üyesi olup zarflı, tek zincirli ribonükleik asit (RNA) virusudur. Çocuklarda bronşiolit ve pnömoninin en önemli etkenidir. Beş yaşın altındaki çocuklar RSV enfeksiyonlarına daha yatkındır. Radyolojik olarak; budanmış ağaç (tree in bud) görüntüsü, bronşial duvarda kalınlaşma ve bazı olgularda bronkovasküler demete komşu konsolidasyon izlenebilir (15).

Human Parainfluenza Virus (HPIV) Pnömonisi: HPIV, paramyxoviridae ailesinin üyesi olup tek zincirli RNA virusudur. Enfeksiyonuna bağlı olarak; otitis media, konjonktivit, farenjit, krup, bronşit ve pnömoni gibi değişik tablolar gelişebilir. Hematopoetik transplant alıcılarında yüksek mortalite ile seyreden pnömoniye neden olabilir. Multifokal yamasal konsolidasyonlara ve buzlu cam dansitelerine neden olur. Sentrilobular nodüller ve bronş duvar kalınlık artışı izlenebilir (16).

Influenza Virus Pnömonisi: İnfluenza virus, orthomyxoviridae ailesinin bir üyesi olup tek zincirli bir RNA virusudur. Özellikle kronik hastalığı olanlar, yaşlılar ve infantları etkileyen influenza virus kış aylarında pandemilere neden olabilir. Erken dönemde trakeobronşite bağlı bulgular tespit edilebilir. DG’de özellikle alt zonları etkileyen bilateral retikülonodüler opasiteler ve fokal konsolidasyonlar izlenebilir. En sık görüntüleme bulgusu multifokal konsolidasyon olmakla birlikte fokal, multifokal ya da difüz buzlu cam opasitelerine ve konsolidasyona neden olabilir. Sentrilobüler nodüller,

psödokavitasyon, pnömosel ya da lenfadenopati sıklıkla eşlik eder. Hemorajik bronşit ya da fulminan pnömoni (primer viral ya da sekonder bakteriyel) ile sonuçlanabilir (13).

Human Metapnömonovirus (HMPV) Pnömonisi: HMPV, paramyxoviridae ailesinin bir üyesi olup tek zincirli RNA virusudur. İlk olarak 2001 yılında tanımlanan bu virus radyografik olarak multilobar infiltrasyonlara neden olmaktadır (16,17).

Adenovirus Pnömonisi: Adenovirus, adenoviridae ailesinin bir üyesi olup ikozahedral nükleokapsit taşıyan, zarfsız, çift zincirli deoksiribonükleik asit (DNA) virusudur. Çocukluk çağındaki tüm solunum yolu enfeksiyonlarının %5-10'undan sorumludur. Bakteriyel pnömonilere benzer şekilde bilateral, multifokal, yamasal konsolidasyon ve buzlu cam dansitelerine neden olur. İleri dönemde sekel olarak bronşiektazi, bronşiolitis obliterans veya Swyer-James-Macleod sendromuna (unilateral hiperlüsen akciğer) neden olabilir (16).

Rhinovirus Pnömonisi: Rhinovirus, picornaviridae ailesinin bir üyesi olup tek sarmallı zarfsız RNA virusudur. Soğuk algınlığına en sık sebep olan virustur. Bilateral yamasal konsolidasyonlara, multifokal buzlu cam dansitelerine, interlobuler septal kalınlaşmaya neden olabilir (16).

2.3.4 Klinik ve Muayene Bulguları

Ateş ve öksürük ile prezente olan bir çocukta fizik muayenede taşipne, solunum güçlüğü, interkostal ve subkostal çekintiler, dinlemeyle azalmış solunum sesleri, ral, ronküs, wheeze, perküsyonda kabalaşmış ses alınması, göğüs ve karın ağrısı gibi bulgulardan bir ya da birkaçının eşlik etmesi pnömoni tanısını akla getirmelidir.

Beş yaşın altındaki TKP olgularında plörite sekonder karın ağrısı baskın bulgu olarak karşımıza çıkabilir, daha nadir olarak da kusma ya da baş ağrısı izlenilebilir (10).

Görüntüleme Bulguları ve Radyolojik Sınıflama:

Bakteriyel-viral pnömoni ayırımında ve bakteriyel pnömonilerin kendi içlerinde sınıflandırılmasında PA AC grafi çoğu zaman yeterli bilgiyi sağlayamamaktadır. Bu nedenle hasta hikayesi ve muayene bulguları pnömoniyi destekleyen ve hastane yatışı gerektirmeyen olgularda PA AC grafisi pnömoni tanısı için gerekli değildir. Ayrıca DG

yorumlanması sübjektif olup, gözlemciler arası uyumun en yüksek olduğu DG bulgusu “alveolar konsolidasyon”dur.

Hastane yatışı gerektiren bütün TKP olgularında parankimal infiltratların gösterilmesi, boyutlarının değerlendirilmesi ve komplikasyonların araştırılması için başlangıç PA AC grafisi önerilmektedir. Tedavi yanıtı alınan olgularda takip görüntülemeye gerek olmamakla birlikte klinik tabloda kötüleşme, antibiyoterapiye yanıt alınamaması durumunda PA AC grafisi tekrarlanmalıdır. Klinik olarak iyileşme ile radyografik bulgularda gerileme olması aynı anda gerçekleşmediğinden takip grafisi gerektiğinde başlangıç grafisinden 3-6 hafta sonra alınması önerilir. Aynı lokalizasyonda tekrarlayan pnömoni atakları izlenen olgularda kitle, yabancı cisim, anatomik malformasyonların değerlendirilmesi amacıyla ek görüntüleme yapılabilir.

Takipne, hipoksemi, respiratuar distres semptomları olmaksızın ateş şikayeti mevcut olgularda %5-19 oranında radyografik infiltratlar izlenmekte olup bu olgular “okült pnömoni” olarak adlandırılmaktadır (4).

Radyolojik olarak pnömoni lobar pnömoni, lobular pnömoni (bronkopnömoni) ve interstisyel pnömoni olmak üzere üç temel gruba ayrılır. İyi bilinen diğer bir klinik antite de yuvarlak (round) pnömonilerdir. Özellikle çocukluk çağında beş yaş civarında, alt lob ve posterior yerleşim eğilimi gösteren soliter lezyon olarak karşımıza çıkar. Yuvarlak pnömonilerin genellikle keskin sınırlarla sağlam parankimden ayrılması, küçük çocuklarda Kohn porlarının gelişiminin tamamlanmaması ve Lambert kanallarının yokluğu ile açıklanmaktadır. Sentrifugal olarak uzanan enflamasyon fokal, yuvarlak bir alanda tutuluma neden olur (7).

2.3.5 Mikrobiyolojik Değerlendirme

TKP tanımlı çocuk olgularda mikrobiyolojik değerlendirme için endikasyon yoktur. Mikrobiyolojik tanı yoğun bakım yatışı gerektiren ciddi olgularda ya da komplike TKP olgularında tercih edilmelidir. Mikrobiyolojik tanı, kan kültürleri, nazofarengeal sekresyonlar, nazal sürüntü örneklerinden polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ve immunofloresans (IF) ile çalışılabileceği gibi respiratuar viruslar ya da *M.pneumoniae* ve *C.pneumoniae* için serolojik değerlendirme yapılabilir. Parapnömonik efüzyon

varlığında örneklenen sıvıdan mikroskopi, kültür, pnömokok antijen tayini, ya da PCR yapılabilir (10). Mikrobiyolojik değerlendirme; belirgin plevral efüzyonun eşlik ettiği olgularda örneklenen efüzyondan, bakteriyel pnömoniden şüphelenildiği durumlarda kan kültürlerinden yapılabilir. 18 ayın altındaki çocuklarda nazofarengeal aspirat örneklerinden viral antijen tayini yapılabilir (18). Amerikan Enfeksiyöz Hastalıklar Topluluğu'nun ve Pediatrik Enfeksiyöz Hastalıklar Topluluğu'nun çocuklarda TKP yönetimi için birlikte oluşturdukları 2011 tarihli kılavuza göre; hastane yatışı gerektirmeyen olgularda kan kültürleri tedaviye yanıt alınamaması halinde, hastane yatışı gerektiren olgular için ise bakteriyel kökenli olduğu düşünülen orta-şiddetli seyreden hastalarda önerilmektedir. Hastane yatışı olan ve balgam örneklenebilen olgularda balgam örneğinden gram boyama ve kültür yapılması zayıf öneri olarak sunulmuştur. Viral patojenler için ise İnfluenza viruse yönelik hızlı tanı testleri gereksiz antibiyotik kullanımı ve ek tetkikleri azaltıp, antiviral tedavi başlanmasını kolaylaştıracağından güçlü öneri olarak sunulmuştur (4).

2.3.6. Laboratuvar Bulgular

Tam kan sayımı (TKS), akut faz reaktanları ve puls oksimetri bulgularından yardımcı tanısal bulgular olarak faydalanılabilir. TKP şüpheli çocuklarda rutin TKS yapılması önerilmemektedir. Ancak ciddi olgularda ek bilgi edinilmesi için faydalanılabilir. Eritrosit sedimentasyon hızı (ESH), C reaktif protein (CRP) ve serum prokalsitonin değeri gibi akut faz reaktanları tek başına viral-bakteriyel pnömoni ayırımında kullanılmamalıdır. Hastane yatışı gerektiren veya komplikasyon gelişen olgularda tedavi yanıtı değerlendirilmesinde faydalanılmalıdır. Hipokseminin değerlendirilebilmesi için tüm TKP şüpheli çocuklarda puls oksimetriden yararlanılabilir (4).

2.3.7. Antibiyoterapi ve Destekleyici Tedavi

Tedavide en önemli kararlardan birisi bakteriyel ve viral pnömoninin ayırt edilmesidir, buna göre antibiyoterapi kararı alınır. DSÖ'nün önerisi suda çözünebilir amoksisilin tabletler ile ampirik tedavinin yapılmasıdır. Atipik etken düşünüldüğünde ya da antibiyotik direnci nedeni ile yanıt alınamadığında makrolid ya da sefalosporin grubu antibiyotikler tercih edilebilir. Bunun yanında oksijen desteği, sıvı tedavisi, ateş

düşürücü ve ağrı kesiciler tedaviye eklenebilir (18). Ribavirin RSV, adenovirus, HPIV ve HMPV enfeksiyonlarında etkili bir antiviral ajandır (16).

2.3.8. Koruyucu Önlemler

TKP'den korunmak için gerekli immün cevabın oluşturulabilmesi için yeterli beslenmenin sağlanması önemlidir. Bu süreçte ilk altı ay anne sütü alımının desteklenmesi hem hastalıktan korunmada hem de hastalıklı geçen sürenin kısaltılmasında önemlidir. Ev içinde sigara içilmemesi, hijyen koşullarının iyileştirilmesi, kalabalık ortamlarda yaşanmaması koruyucu önlemlerdendir. En etkili korunma metodu ise H.influenza, pnömokok, kızamık ve boğmaca aşılarının uygulanmasıdır (19).

2.3.9. Komplikasyonlar

Hospitalizasyon gerektiren pnömoni olgularının yaklaşık %40'ında parapnömonik efüzyon eşlik ettiği bilinmektedir. Ancak antibiyoterapiye rağmen ateşin düşürülemediği olgularda ampiyem ya da abse formasyonu gelişimi akılda tutulmalıdır. Dissemine enfeksiyon tablosunda bakteriyemiye sekonder metastatik enfeksiyon gelişebilir. Özellikle S.aureus olguları osteomyelit veya septik artrit ile komplike olabilir (18).

2.4. TORAKS ULTRASONOGRAFİSİ VE ELASTOGRAFİ İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

4.3.1 Ultrasonografinin Kısa Tarihçesi

Ses dalgalarının tıbbi görüntüleme amaçlı kullanımından önce 19. yüzyılda sonar sistemlerde kullanıldığı bilinmektedir. Tıbbi görüntüleme amaçlı sonografinin ilk kullanımı ise Viyana Üniversitesi'nden tıp doktoru Karl Theodore Dussik ve fizikçi kardeşi Friederich Dussik tarafından gerçekleştirilmiş olup, 1942 yılında bu çalışmaları yayınlanmıştır (20,21). Günümüzde ultrason (US), eş zamanlı görüntüleme olanağı tanınması, kolay erişilebilirliği, hasta başına taşınabilirliği, radyasyon içermemesi ve diğer modalitelerden görece uygun maliyetli olması dolayısıyla yaygın kullanıma sahiptir (22). 1967 yılında Joyner ve arkadaşları yazdıkları makalede akciğer

patolojilerinin sebep oldukları artefaktlardan yararlanılarak tanınabileceğini öne sürmüşlerdir (23). US kullanımı kardiyoloji ve obstetrik dışında çoğunlukla radyologlar tarafından sürdürülmekteyken 1989 yılında François Jardin yoğun bakım ünitesinde kritik hastalarda akciğer US ile değerlendirme yapmıştır (24). 1990'lı yıllarda ise palpasyonun modern karşılığı olan elastografi kullanıma girmiştir (25).

4.3.2 Ultrasonografi, Doppler Ultrasonografi ve Elastografinin Temel Fiziği

Tüm görüntüleme metodlarında görüntü elde edilmesi ile ilgili temel fiziksel ilkelerin ve artefaktların bilinmesi görüntülerin doğru yorumlanabilmesi için önemlidir. US'de insan kulağının işitme frekans sınırı olan 20 kHz'in üzerinde, 2-10 mHz frekanslı ses dalgaları kullanılır (26,27). Ses dalgaları longitudinal mekanik dalgalar olup iletilmeleri için hava, su ya da doku gibi aracı gereklidir. Ultrasonografik görüntülemelerde ses dalgaları "transdüser" adı verilen elektrik enerjisini mekanik titreşimlere çeviren dönüştürücülerle üretilir. Bu olaya "piezoelektrik etki" adı verilir (22,26,28).

US cihazları ses dalgasının vücut içerisindeki hızını sabit ve 1540 m/sn olarak kabul edecek şekilde tasarlanmıştır (28). Her dokunun ses dalgasına geçirgenliğini gösteren kendine ait bir akustik impedans değeri vardır ve bu değer dokunun yoğunluğu ve ses dalgasının hızıyla ilişkilidir (27).

Ses dalgası dokudan geçerken yansıma (refleksiyon), kırılma (refraksiyon), saçılma (scattering), zayıflama (atenüasyon) gibi etkileşimlerde bulunur. Tanısal görüntülerin elde edilmesinde ise "eko" adı verilen yansılardan yararlanır. Görüntü oluşumu sırasında ekonun şiddeti ve yansıma süresi tespit edilerek pikseller üretilir. Kemik ve hava gibi dokular güçlü yansılara sebep olarak parlak (hiperekojen) izlenirken, idrar, kan gibi sıvılar yansıma yapmazlar (anekoik), solid organlar çoğunlukla hipo-izekoik olarak izlenirler (26).

Doppler incelemelerindeki temel farklılık transdüser sabit iken yansıtıcı yüzey hareketlidir. Hareket yönü transdüsera yaklaşıyorsa yansıma frekansı kuvvetlenirken, transdüserden uzaklaşıyorsa yansıma frekansı zayıflar (26,28). Renkli doppler görüntülemelerde akım yönüyle ilgili bilgi edinilebilirken, power doppler tekniğinde akım

kuvveti değerlendirilebilir. Renkli doppler görüntülerde hız ölçümleri açıdan etkilendirken, power doppler inceleme açıdan bağımsız olarak gerçekleştirilir (28) .

Elastisite, dokunun kuvvet veya stres etkisiyle kaybettiği şeklini geri kazanabilmesi olarak tanımlanabilir. Dokuların sertliği (stiffness) ile ilgili bilgi edinmemizi sağlayan metod da “elastografi” olarak adlandırılmakta olup, fizik muayenesinin önemli bir bölümünü oluşturan palpasyonun karşılığı olarak düşünülmektedir. Daha sert dokuların elastisite modülüsleri (Young’s modulus) de daha yüksektir. Elastisite modülüsünün birimi N/m^2 ’dir (29–31).

Elastografi temel olarak, 1. Statik (kompresyon) elastografisi, 2. Dinamik elastografi olmak üzere iki gruba ayrılır. Statik elastografide eksternal basınç uygulanır, strain elastografi (SE) bu grubun temsilcisidir. Dinamik elastografinin örneği shearwave elastografi (SWE) olup daha nesnel, yenilenebilir ve niceldir (29–31). SWE’de görüntü oluşturulurken üç farklı çerçeve hızından faydalanılır; B mod görüntü, gizlenmiş ultrafast eko görüntüler, ve shearwave elastogramlar (32).

4.3.3 Toraks Ultrasonografisi ve Elastografi

TUS’un radyasyon içermemesi, hasta başı değerlendirmeye olanak tanınması, hızlı uygulanabilmesi, görece ucuz olması, eş zamanlı değerlendirmeye olanak sunması dolayısıyla kullanımı son iki dekatta giderek artmaktadır. Özellikle plevra gibi yüzeyel yapılar yüksek çözünürlükle görüntülenebilmektedir (33). Geleneksel yaklaşım havayı “US’nin düşmanı” olarak görüldüğünden TUS tetkiki hakettiği değeri görememiştir. US cihazları vücut ısısında normal salin solüsyon için yayılma hızı olan 1540 m/sn değerini sabit değer kabul ederek tasarlanmış olup, hava gibi ses dalgasının yayılım hızının 330 m/sn’ye kadar düştüğü ortamlarda ses dalgasının geçişi sırasında yüksek yansıma ve artefaktlar oluşmaktadır (28,34). Bu sebeple standardize edilmiş bir TUS yaklaşımı ve uygulayıcının normal ve patolojik akciğeri ayırt edebilmesi için artefaktlar ve diğer kısıtlılıklar açısından eğitimi önem arz etmektedir. TUS uygulayıcı bağımlı olmakla birlikte öğrenme hedeflerinin çabuk kazanıldığı gösterilmiştir (35).

Fizik muayenesinin vazgeçilmez basamağı olan palpasyon patolojik yapının sınırlarını ve sertliğini algılamamızı sağlar. TUS ile birlikte elastografinin kullanımının pulmoner

lezyonlar ve hastalıkların ayırt edilmesinde katkı sağladığı bilinmektedir. Atelektazi, nekroz, konsolidasyon ve kitlelerin farklı elastografi değerleri olduğu gösterilmiştir (25).

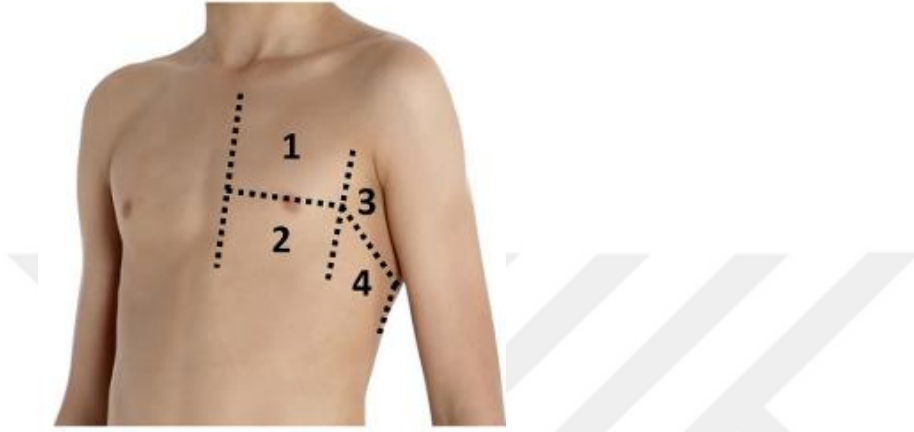
4.3.4 Toraks Ultrasonografisi ve Elastografi Tekniği

TUS tetkikinde incelenen yapılar dıştan içeri doğru sırasıyla; göğüs duvarı (cilt-ciltaltı yağlı doku-kas planları), kotlar, interkostal kaslar, plevra ve akciğer parankimi olarak sıralanabilir.

Hasta yaşına ve incelenmek istenen yapının derinliğine göre 2-9 mHz frekanslı konveks ya da 10 mHz'den yüksek frekanslı lineer problar tercih edilebilir. Çocuk hastalarda cilt altı yağlı dokunun ince olması ve kostokondral eklemlerde ossifikasyonun tamamlanmamış olması TUS incelemesini kolaylaştırır ve çoğu zaman lineer prob değerlendirme için yeterli olacaktır (33,34). Yüksek çözünürlüklü lineer problar maksimum 3-4 cm görüntülenmesine olanak tanır. Daha derin yapıların değerlendirilmesi gerektiği durumlarda konveks, düşük frekanslı proba tercih edilmesi uygun olacaktır. İncelenmek istenen yüzeye uygun derinlik ve kazanç (gain), fokus ayarlarının yapılması gereklidir. Probun kalem şeklinde ve elin dış kısmı ciltle temas edecek şekilde tutulması kaliteli görüntü elde edebilmek için önerilir (36).

Her iki akciğer anterior ve posterior aksiller çizgiler göz önüne alınarak anterior, lateral ve posterior bakıda, hasta supin, lateral dekübit ve pron pozisyonlardayken değerlendirilmelidir. Hasta uyumuna göre oturur pozisyonda, özellikle posterior toraksın değerlendirilmesi yapılabilir. Hastanın kolunu yukarı kaldırması interkostal mesafeyi arttırarak incelemeyi kolaylaştıracaktır. Suprasternal, supraklavikular, interkostal, transkostal, subksifoid, subdiyafragmatik, parasternal, transsternal pencerelerden akciğerin üst, orta ve alt zonlarını içine alacak şekilde hastaya göre biçimlendirilmiş tetkik uygulanmalıdır. İncelemenin tüm akciğer alanlarını içerdiğinden emin olmak için her iki hemidiyafragmanın inceleme sınırlarına dahil edilmesi önemlidir. Uluslararası Akciğer Ultrasonu Konsensus Konferansı'nda (International Consensus Conference on Lung Ultrasound, ICC-LUS) TUS değerlendirilmesinde temel sekiz bölge değerlendirilmesi önerilmiş olup kritik hastalarda hızlı anterior iki bölge incelemenin

yapılabileceği ve kalp yetmezliğinin semikantitatif değerlendirilmesi gibi daha çok detay gerektiren durumlarda ise 28 tarama alanı kullanılabileceği bildirilmiştir (37) (**Şekil 2.4.4**).



Şekil 2.4.4: ICC-LUS değerlendirme alanları (38)

Bu şekilde yapılan bir değerlendirme ile akciğer yüzeyinin %60-70'ini kapsayacak değerlendirme mümkün olup plevral efüzyon, pnömotoraks, konsolidasyon, atelektazi, alveolo-interstisyel sendrom, pnömoni, respiratuar distress sendromu (RDS), yenidoğanın geçici taşipnesi (YGT), pulmoner ödem gibi çeşitli hastalıklarla ilgili bilgi edinilebilir (33–35). Hastanın arşivde mevcut akciğer grafisi ve tomografilerinin değerlendirmeye başlanmadan gözden geçirilmesi incelemeyi kolaylaştırıp doğruluğunu arttıracaktır.

B mod US ile belirlenen akciğer lezyonu (nekroz, atelektazi, konsolidasyon veya kitle) elastografi modunda SE veya SWE ile değerlendirilir. B mod görüntünün üzerine yarı geçirgen olarak elastografinin kaplanması elastografik bilgi ile US görüntüsü arasındaki uzamsal ilişkinin anlaşılmasını kolaylaştırır (32). Ölçüm esnasında hastaya nefes alıp tutması söylenerek harekete bağlı artefaktlar engellenmeye çalışılır. Elastografide sert ve yumuşak dokunun görsel olarak ayırt edilmesi için renk haritaları kullanılmakta olup genellikle kırmızıdan maviye doğru doku sertliği artış gösterir. Ara renkler olan sarı-yeşil bu skalada ortada kalan değerleri temsil eder. Farklı üreticilerin farklı renkleri kullanılabileceği göz önünde bulundurularak ekranın üst kesiminde ilgili ölçek tetkike

başlamadan kontrol edilmelidir (32). SE kullanılırken değerlendirilmek istenen doku ve kıyaslanmak istenen dokuda eş boyutlu “region of interest” (ROI) kullanılmasına özen gösterilmelidir. ROI, probun 8 cm’den daha fazla derinindeyken ölçümler yanıltıcı sonuçlanabilir. Ölçümler bir kaç kez tekrar edilip ortalaması alınmalıdır (25) .

4.3.5 Toraks Ultrasonografisi ve Elastografinin Klinik Kullanımı

Normal havalanan bir akciğerde nefesle birlikte hareket eden yatay ekojen bir çizgi olan plevra haricinde görüntü oluşumu beklenmez. Bu durum ses dalgasının büyük çoğunluğu hava olan ortamda görüntü oluşturmamadan yansması ile açıklanabilir. Plevral çizgi kas dokusundan akciğer dokusuna sesin geçişi sırasında yüksek impedans farkı nedeniyle oluşur ve 0.5 mm veya daha ince olması beklenir (35).

Akut solunum yetersizliği için tasarlanmış BLUE (The Bedside Lung Ultrasound in Emergency) protokolünde on bulgu ve yedi kural tanımlanmış olup bunlara dayanarak normal akciğer, plevral efüzyon, konsolidasyon, interstisyel sendrom ve pnömotoraks tanımlanmaya çalışılmıştır. Normal akciğerde yarasa bulgusu, akciğer kayması, A çizgileri, plevral efüzyonda dörtgen ve sinüzoid bulgusu, konsolide akciğerde paçavra ve peçete bulgusu, interstisyel sendromda akciğer roketleri, pnömotoraksta ise stratosfer ve geçiş noktası bulgusu izlenebilir. En basit ekipman ile, yer çekimi göz önünde bulundurularak, standart noktalar kullanılarak, plevral çizgi belirlenerek, artefaktlara önem verilerek, akciğer kayması bulgusu değerlendirilerek ve hayati önemi olan akciğer patolojilerinin yüzeyel yerleşimli olduğu unutulmadan inceleme yapılması Lichtenstein tarafından BLUE protokolünde önerilmiştir (24).

Konsolidasyon: Alveoler kompartmanın obstrüksiyonu sonucunda hava içeriğinin yerini sıvı ya da enflamatuar materyallerle değiştirmesi konsolidasyon olarak adlandırılır. Konsolidasyon nonspesifik bir terim olup pnömoni, pulmoner emboli, akciğer tümörleri ve kontüzyona karşılık gelebilir (36). Sonografik olarak hipo-izoekoik olarak izlenebilir. Konsolide akciğer parankiminde doppler US inceleme ile akım gösterilebilir (Olgu 4, Şekil 4.4.4). Dinamik hava bronkogramları konsolidasyona eşlik

edebilir. Sağlıklı akciğer parankimi ile konsolide akciğer parankimi arasındaki geçiş zone genellikle düzensizdir, bu görünüm paçavra bulgusu olarak adlandırılır (35).

Atelektazi: Akciğer parankiminin kollapsı ya da kısmen havalanması durumudur. Atelektazi ve konsolidasyon sonografik olarak birbirine çok benzer olup çoğunlukla ayırımında güçlük çekilmektedir. Konturların düzgün olması, doppler incelemede akım izlenmemesi atelektazi lehine değerlendirilir (35). Atelektazide lineer statik hava bronkogramları izlenebilir (33,39). Atelektazi çevreleyen alanda B çizgilerinin devamlılığı, plevral çizgide düzensizlik, kuyruklu yıldız artefaktlarında silinme izlenebilir (34).

Alveolo-interstisyel sendrom: Alveolo-interstisyel sendrom nonspesifik bir belirti olup sonografik olarak tanımlanmıştır. Kalınlaşmış subplevral interlobuler septalara karşılık gelmektedir. İnterlobuler septalardaki kalınlaşma hidrostatik basınçtaki artış nedeniyle olabileceği gibi fibrozis nedeniyle de olabilir. Buzlu cam dansitesinin sonografik karşılığıdır (35,40,41). En sık nedeni pulmoner ödem olup, Kerley B çizgilerinin sonografik karşılığı B çizgilerinde sayıca artış izlenir. Ciddi pulmoner ödem durumunda konflüent B çizgileri beyaz akciğer görünümüne neden olur (42).

Plevral efüzyon: Parapnömonik efüzyon TKP olgularının %1'ine eşlik eder. Hastane yatışı gerektiren olgularda ise bu oran %40'lara kadar yükselir. Plevral efüzyonun anteroposterior (AP) grafide tespit edilebilmesi için 200 cc, lateral grafide ise 50 cc sıvı gereklidir. TUS ile ise 10 ml'nin altında sıvı dahi gösterilebilmektedir. Bunun yanında sıvının niteliği ile ilgili bilgi edinmek de mümkündür. Plevral mesafede fizyolojik miktardaki sıvı ayırt edilemezken plevra ekojen lineer çizgi şeklinde seçilir. Plevral aralıkta transüda niteliğinde sıvı varlığında anekoik, eksüda niteliğinde sıvı varlığında ise izo-hiperekoik hareketli partiküller içeren hipoekoik koleksiyon olarak görülmektedir. Ampiyem varlığında ise çoğunlukla septalı yoğun içerikli heterojen koleksiyon izlenir (33,41).

BLUE protokolünde tanımlanan “dörtgen bulgusu (quad sign)” ve “sinüzoid bulgusu (sinusoid sign)” plevral efüzyon varlığını göstermektedir (24).

Pnömotoraks: Pnömotoraks plevral mesafede hava bulunmasıdır. Altta yatan herhangi bir akciğer patolojisi olup olmamasına bağlı olarak primer ve sekonder olarak gruplanır.

Travmatik ya da iatrojenik olabilir. Acil servislerde yaygınlaşan US kullanımı ile travma hastalarında plevranın hareketliliği B mod ve M mod US ile değerlendirilebilir. Pnömotoraks varlığında “akciğer kayması bulgusu”, B çizgileri izlenmezken M mod incelemede visceral plevranın hareketinin kaybını gösteren “stratosfer bulgusu” ve pnömotoraksın genişliğini tespit etmeye yarayan “geçiş noktası (lung point)” bulgusu izlenir. TUS’un pnömotoraks tanısındaki sensitivitesi AP grafiden yüksektir. B çizgilerinin varlığı pnömotoraksı % 98-100 oranında dışlar (43).

Pulmoner emboli (PE): Pulmoner embolizm enfarktlarla sonuçlandığında sonografik olarak periferik yerleşimli, kama şekilli, hipoekoik alanlar izlenir. Plevra tabanlı üçgen şekilli bu alanlara plevral efüzyon eşlik edebilir (36).

Akut respiratuar distres sendromu (ARDS): 1994 yılında Amerika-Avrupa Konsensus Konferansında (American-European Consensus Conference-AECC) ARDS tanısı için 3 kriter belirlenmiştir; 1. Akciğer grafisinde yeni gelişen bilateral infiltratlar, 2. Pulmoner arteriyel kama basıncının 18 mmHg’dan düşük olması ya da sol atrial hipertansiyon lehine klinik veri olmaması, 3. PaO₂/FiO₂ oranının 200 veya altında olması (40).

ARDS’de akciğerde etkilenen alanlar yerçekiminden bağımsız olarak inhomojen olarak dağılım gösterir. Ekstravasküler akciğer sıvısının değerlendirilmesinde US’dan yararlanılır. Akciğer ultrasonu B çizgilerinin, plevral kalınlaşmaların, subplevral konsolidasyonların ve parankimde korunmuş alanların tanınmasına olanak vererek ARDS tanısında ve semikantitatif değerlendirilmesinde önemli bir rol oynar (23).

4.3.6 Toraks Ultrasonografisinde Önemli Görüntüleme Bulguları

A çizgisi: Plevra ve akciğer arasındaki yüksek akustik impedans farkı nedeniyle oluşan plevraya paralel reverberasyon artefaktlarıdır. A çizgileri arasındaki mesafe sabittir. A çizgilerinin varlığı patoloji olmadığını gösterir (35).

B çizgisi: Plevradan başlayarak dikey uzanım gösteren reverberasyon artefaktları olup sağlıklı bireylerde de özellikle akciğer posterior kesiminde görülebilir. Ancak üç veya daha fazla sayıda B çizgisinin varlığı interstisyel akciğer değişikliklerini temsil eder. B çizgileri geçtikleri trase boyunca A çizgileri de dahil olmak üzere görüntüyü silerler. B

çizgileri pulmoner ödem, interstisyel akciğer hastalığı, enfeksiyonlar, akciğer kontüzyonu, atelektazi, subplevral lenfanjit, plevral efüzyon gibi geniş bir grup hastalığa eşlik edebilir. BT'deki "buzlu cam" dansitesine karşılık geldiği düşünülmektedir. Akciğerin hiperdens non-konsolide patolojilerinde izlenir. B çizgileri arası mesafe 3 mm ise subplevral buzlu cam dansitelerine; B çizgileri arası mesafe 7 mm olduğunda ise kalınlaşmış subplevral interlobuler septalara karşılık geldiği düşünülmektedir (33–35,44).

Akciğer roketi: İnterkostal aralığa longitudinal bakıda 3'den fazla B çizgisinin izlenmesi "akciğer roketi (lung rocket)" olarak adlandırılır ve akciğer roketlerinin varlığı interstisyel tutulumu gösterir. Farklı kaynaklar "akciğer roketi" görünümünü "US akciğer kuyruklu yıldızı (Ultrasound Lung Comets)" olarak adlandırabilir (35,40,41).

Z çizgisi: B çizgileri gibi plevradan başlayan dikey çizgiler olup farklı olarak daha kalın, kısadır ve A çizgilerinde silinmeye neden olmazlar ve triangular morfoloji gösterirler. Z çizgilerinin klinik önemi olmadığından B çizgileriyle karıştırılmaması gereklidir (35) .

Alt B çizgisi (Sub B line): Plevral efüzyon varlığında visceral plevradan başlayarak dikey uzanan B çizgisine benzer kuyruklu yıldız artefaktıdır. Efüzyonla komşuluklu akciğerde havalanmanın devam ettiğini, akciğerin konsolide olmadığını gösterir (24).

Akciğer kayması (Lung Sliding): Pariyetal ve viseral plevra yaprakları aralarındaki minimal sıvı yardımıyla solunum hareketleri ile birlikte öne-arkaya hareket ederler. Bu hareket yüksek frekanslı lineer probalar ile değerlendirilebileceği gibi M mod US'de yüzeysel hareketsiz yumuşak dokulara karşılık plevradaki hareketlilik gösterilebilir. Ekranın üst kesiminde izlenen hareketsiz birbirine paralel yatay çizgiler dalgalara, harekete bağlı derinde oluşan artefaktlı görünüm ise kumsala benzetilmiştir. Bu bulgu "seashore sign" olarak adlandırılır (42). Pnömotoraksın dışlanması olduğu kadar endotrakeal entübasyonun doğrulanmasında da bu artefaktan yararlanılmaktadır (45).

Yarasa bulgusu (Bat sign): Normal akciğerde interkostal aralığa dikey olarak yerleştirilerek yapılan US değerlendirmede kotların gölgeleri arasında kalan plevral çizginin oluşturduğu görüntü yarasa bulgusu olarak adlandırılır (24).

Dörtgen bulgusu (Quad sign): Kot gölgeleri ve paryetal ve viseral plevra çizgileri arasında efüzyon varlığında oluşan görünüm dörtgen bulgusu olarak adlandırılır (24).

Sinüzoid bulgusu: Serbest plevral efüzyonlarda paryetal ve viseral plevra yaprakları inspirasyon sırasında birbirine yaklaşır. Lokule olmayan çoğunlukla düşük dansiteli sıvı bu sırada şekil değiştirir. Bu görünüm sinüzoid bulgusu olarak adlandırılır. Torasentezin ince bir iğne ile uygulanabileceğini düşündürür (24).

Paçavra bulgusu (Shred/Fractal sign): Konsolide akciğer ile sağlam akciğer sınırlarının düzensiz olması “paçavra bulgusu” olarak adlandırılır. Konsolidasyonu atelektaziden ayırmakta önemli bir bulgudur. Nontranslobar konsolidasyonu %98 sensitivite ile gösteren bir bulgudur (24,41) (Olgu 3; Şekil 4.4.3).

Peçete bulgusu (Tissue like sign): Translobar konsolidasyonu gösterir (24).

Stratosfer bulgusu: Pnömotoraks için M mod US’de tanımlanmış bir bulgu olup “barkod bulgusu” olarak da adlandırılabilir. Plevranın hareketliliğini kaybettiğini gösterir. Birbirine paralel yatay yerleşimli çizgiler izlenir (24).

Geçiş noktası (Lung point): Pnömotoraks için tanımlanmış bir diğer bulgu da “geçiş noktası” olup pnömotoraksın başladığı noktanın görüntülenmesine olanak tanır. Pnömotoraksın yaygınlığını değerlendirmek için önemlidir. B mod ya da M mod US görüntülemesinde plevranın hareketliliğinin başladığı noktadır (24,43).

Dinamik hava bronkogram bulgusu: Dinamik hava bronkogram bulgusu solunumla birlikte lineer ya da punktat formdaki havaya ait ekojenitelerin hareketliliğinin izlenmesi olup atelektaziden çok enfeksiyon bulgusudur (Olgu 9, şekil 4.4.9) (33,39). Ancak literatürde sonografik olarak görülen hiperekojen noktasal ya da lineer hiperekojenitelerin vasküler arayüz, kalsifikasyon ya da fibrotik dokuya ait olabileceği belirtilmekte olup BT’de görülen konsolidasyonların içindeki ekojenitelerin hava bronkogramı olarak yorumlanmaması önerilmektedir (34).

Sıvı bronkogram bulgusu: Post-obstrüktif pnömoniye ait bir bulgu olup sonografide hiperekoik duvarlarla çevrili anekoik tubuler yapı olarak görüntülenir (46). Renkli doppler US incelemede kanlanmanın izlenmemesi pulmoner vasküler yapılardan ayırımında önemlidir (47).

Akciğerin hepatizasyonu: Hava ile dolu olması gereken alveollerin sıvı ya da enflamatuar debrisle dolması sonografik olarak karaciğere benzer görünüme yol açar (33).

Jelly fish (deniz anası) bulgusu: Ciddi plevral efüzyon varlığında efüzyon içerisinde yüzen atelektatik akciğer dokusu deniz anasına benzetilir (Olgu 1; Şekil 4.4.1).

4.3.7 Hasta Başı Toraks Ultrasonografisi (Point of Care Lung Ultrasound)

Ultrasonografi cihazlarının günümüzde hemen her yerde erişilebilir olması, tekniğin radyasyon içermemesi ve görece ucuz olması dolayısıyla radyologlar dışında klinisyenler tarafından da yaygın olarak kullanılmaktadır. 2016 yılında yayınlanan bir çalışmada yoğun bakım ünitelerinde görev yapmakta olan solunum terapistlerine kısa bir teorik eğitim sonrasında hasta başında TUS eğitimi verilmiş olup çalışma sonuçlarında birlikte değerlendirilen altı hastadan sonra yardım ihtiyacının azaldığı, 10 hastadan sonra ise solunum terapistlerinin kendi başlarına yüksek bir doğrulukla US yapabildiklerini göstermiştir (48).

Acil tıp uzmanları tarafından US kullanımı giderek yaygınlaşmakta olup acil servislerde travma hastalarına yönelik genel değerlendirme olan “Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST)” incelemesine akciğerler de dahil edilerek “extended FAST (e-FAST)” uygulanmaktadır. Özellikle pnömotoraks değerlendirmesine olanak sunmaktadır. B çizgilerinin kaybolması pnömotoraks göstergesi olup negatif prediktif değeri %98-100’dür. B çizgisinin görülmesi pnömotoraks dışıdır (43). Ayrıca pnömotoraksta akciğer kayması (lung sliding) bulgusu izlenmez. Yalnızca A çizgileri vizualize edilebilir (35). Pnömotoraksta M mod US’de “barkod” ya da “stratosfer” bulgusu olarak tanımlanan plevranın hareket etmediğini gösteren bulgu izlenir. Pnömotoraksın boyutlarını algılamaya yarayan diğer bir bulgu da “lung point” denilen pnömotorakslı akciğerden sağlam akciğere geçiş noktası olup M mode incelemede stratosfer görüntüsünün “seashore (deniz kenarı)” görüntüsüne dönüştüğü nokta olarak tanımlanabilir (43,49).

Kardiyologlar pulmoner konjesyon tanısında, ekstrasvasküler akciğer sıvısı semikantifikasyonunda ve takibinde TUS’tan yararlanmaktadırlar. Pulmoner konjesyon interlobuler septalarda kalınlaşmaya yol açar, bunun görüntüleme karşılığı ise artmış sayıdaki B çizgileridir (44).

Göğüs hastalıkları uzmanları özellikle torasentez, dren yerleştirme ve biopsi gibi işlemlerde sonografiden eş zamanlı kılavuz olarak faydalanmaktadırlar. Bu sayede az miktardaki sıvılar örneklenebileceği gibi komplikasyonlardan da kaçınılmış olur (50).

4.3.8 Pediatrik Populasyonda Toraks Ultrasonografisinin Kullanımı

Akciğerin sonografik görüntülenmesinde en büyük engel havanın ve kemiğin güçlü yansımaya sebep olmasıdır. Çocuklarda ossifikasyonun tamamlanmamış olması, görece büyük timus ve kendilerine özgü anatomileri ek pencereler oluşturarak görüntülemeyi kolaylaştırır (33,34,51). Pediatrik dönemde en sık TUS endikasyonu akciğer grafisinde mevcut opasitedir.

Kollateral ventilasyon sistemi gelişmediğinden 8 yaş altı çocuklarda multi segment veya lobar konsolidasyon görülmez (34).

Yenidoğanın geçici takipnesi (Transient Tachypnea of the Newborn, TTN): Term yenidoğanda gecikmiş pulmoner klirens fetal sıvının akciğerlerde kalmasına neden olmaktadır. Çoğu olgu kendiliğinden, kısa süre içerisinde gerilemektedir. TTN tanısında TUS'un güvenilirliği DG ile eş değerdir (37).

Respiratuar distres sendromu (RDS): Prematür yenidoğanlarda sürfaktan üretimini sağlayan tip II pnömositlerin yetersizliği alveol içinde yüzey geriliminin artmasına ve alveoler kollapsa neden olmaktadır. Kapiller permeabilitenin ve interstisyel alandaki sıvı miktarının artışı kuyruklu yıldız artefaktlarına neden olmaktadır (34). RDS için DG bulguları nonspesifikken TUS ile RDS'ye spesifik bulguların tespiti mümkündür (37). RDS'de çok sayıda konflüens gösteren kuyruklu yıldız artefaktı izlenir (34).

Mekonyum Aspirasyon Sendromu (MAS): MAS yenidoğan döneminde hayatı tehdit eden nadir bir akciğer hastalığı olup mekonyumun akciğer dokusu ve solunum yollarına hasar nedeniyle oluşur. DG'de yaygın bilateral, dağınık alveolar opasiteler kar benzeri görünüme neden olur. Sonografik olarak konflüent B çizgileri, bronkogramlar, irregüler konsolidasyonlar izlenebilir (52).

Bronkopulmoner Displazi (BPD): BPD preterm infantlarda oksijen ve mekanik ventilasyona bağlı gelişen akciğer hasarı olarak tanımlanmıştır. İnfantil respiratuar

distress sendromunda tablonun BPD'ye dönüşümünü takip tedaviye erken başlama olanağı sunacağından çok önemlidir. BPD'de sonografik olarak normal akciğer parankimleri arasına çizgisel dağılmış hiperekojen reverberasyon artefaktları izlenir (53).

Bronşiolit: Bronşiolit genellikle iki yaşın altındaki çocukları etkileyen akut solunum yolu hastalığı olup burun akıntısı, hafif yüksek ateş, öksürük, taşipne gibi bulgulara sebep olur. Bronşiolit tanısı klinik tanı olup görüntüleme metodlarından tanıyı destekleme de faydalanılır. Bronşiolit tanılı olgularda DG bulguları; akciğer konsolidasyonu, peribronşial kalınlaşma, havalanma değişikliklerini içerir. Bronşiolitin US bulguları ise; subplevral konsolidasyon, multipl B çizgileri, plevral düzensizliklerdir. Ayrıca eşlik eden plevral efüzyon ya da pnömotoraks varlığı da değerlendirilebilir. Pediatrik hastalarda radyasyon maruziyetini önlemek adına bronşiolit tanı ve takibinde US'den faydalanmak mümkündür (54).

Pnömoni: TKP çocukluk çağı hastalıklarının önemli bir kısmını temsil etmektedir. DSÖ'nün verileri, infant mortalitesinin en önemli nedenin pnömoni olduğunu göstermektedir. Pnömoni tanısı klinik olarak konulsa da hastalığın yaygınlığı, komplikasyonlar, viral-bakteriyel pnömoni ayrımı, tedaviye yanıt değerlendirilmesinde görüntülemeye faydalanılmaktadır (55).

Pnömoni şüpheli olguda; PA AC grafisi tanı için standart görüntüleme metodu olarak kabul edilse de TKP'li çocuklarda yüksek negatif prediktif değer taşımaktadır. Ayrıca DG değerlendirilmesinde aynı film için gözlemci içi ve gözlemciler arası varyasyonun yüksek olması DG değerlendirilmesini güçleştirmektedir (46). DG'de konsolidasyonlar sıvı dansitesinde opasite olarak izlenir (55). DG bulguları pnömoninin tipine göre değişkenlik göstermekle birlikte bronkopnömonide her iki akciğerde dağınık yerleşimli, yamasal, yer yer birleşme eğilimi gösteren opasiteler izlenirken lobar pnömonide lobar ya da segmenter konsolidasyon ve bu bölgede bronşun obstrüksiyonuna sekonder atelektazi, volum kaybı izlenir. Akut interstisyel pnömonide iyi sınırlı, özellikle perihilar yerleşimli, bronkovasküler dağılım gösteren retiküler opasiteler izlenir. Peribronşit terimi bronş duvarının ödem-enflamasyon nedeniyle kalınlaşması sonucu çift kontur görünümünün izlenmesidir (15).

TUS ile yüksek sensitivite ve spesifite ile konsolidasyon, hava bronkogramı, plevral efüzyon, interstisyel sendrom gibi pnömoni ile ilişkili paternler tanınabilir, öğrenim eğrisi daha çabuk tamamlanır ve gözlemciler arası uyum daha yüksektir. Sonografik olarak konsolidasyon düzensiz sınırlı, hava bronkogramları içeren, doppler incelemede vaskülarizasyonu izlenen hipoekoik alanlar olarak değerlendirilir ve visualize edilebilmesi için plevra ile temas halinde ve interkostal pencerede olması gereklidir (1,55).

Pediyatrik olgularda pnömoni olgularında BT kullanımı ALARA (as low as reasonably achievable) protokolü çerçevesinde rutin olarak kullanılmaz, ancak seçilmiş komplike olgularda BT'den yararlanılabilir. BT anatomik detayları ve akciğerdeki dağılımı DG'ye göre çok daha net bir şekilde gösterir. BT nadiren etiyolojik ajanın tanınmasını sağlayacak ekstra bilgi vermenin yanında enfeksiyöz ve nonenfeksiyöz parankimal hastalıkların ayırımında faydalıdır. Buzlu cam dansitesi BT'de tanımlanmış nonspesifik bir terim olup alveolar ya da interstisyel hastalıklara bağlı olarak enflamasyon, pulmoner ödem, neoplazi ya da fibrozise bağlı olarak gelişebilir (11).

Pnömoni değerlendirmede seçilmiş durumlarda MRG'den yararlanmak mümkün olmakla birlikte beş yaş altı olgularda sedasyon gerektirmesi, maliyetinin görece yüksek olması, görüntü elde edilmesi için gerekli sürenin uzun olması tekniğin kısıtlılıklarıdır (5).

Lobar, segmenter ya da yuvarlak konsolidasyon varlığı tipik bakteriyel pnömoni için yüksek spesifite taşısa da sensitivitesi düşüktür. Viral ve atipik bakteriyel genellikle DG'de multipl bilateral interstisyel infiltratlar olarak izlenirler ve konsolidasyonların boyutu tipik etkenlere oranla daha küçüktür. Konsolidasyon boyutu ve nötrofil sayısı arasında korelasyon olduğu gösterilmiştir. Atipik bir bakteriyel etken olmasına rağmen *M.pneumoniae* radyolojik olarak tipik bakteriyel enfeksiyon benzeri alveoler infiltratlara ve az miktarda plevral efüzyona neden olur (17). Derin yerleşimli, yeri değişmeyen bir hava bronkogramının varlığı komplike pnömoni gelişimi için bir işaret olarak değerlendirilmiştir (35).

GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmamız İstanbul Medeniyet Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 27.03.2019 tarihinde onaylanmıştır (Proje Karar No: 2019/0137).

Bu çalışma İMÜ Radyoloji Anabilim dalı tarafından yürütülmüş olup, Çocuk Hastalıkları Anabilim dalı ve Çocuk Göğüs Hastalıkları Bilim dalının destekleriyle İMÜ Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesinde gerçekleştirilmiştir.

Mart 2019 ile Mart 2020 tarihleri arasında klinik olarak pnömoni tanısı almış 35 pediatrik olgu prospektif olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmaya katılan pnömonili çocukların aileleri bilgilendirildikten sonra aydınlatılmış gönüllü onam formu imzalatılmıştır. Bütün olgulara tüm akciğer alanlarını içerecek şekilde TUS yapılmış olup değerlendirmeye uygun olan 12 olguda ayrıca konsolide akciğer parankimine elastografi tetkiki de yapılmıştır.

Çalışmaya dahil olma ve çalışmadan dışlanma kriterleri aşağıda belirtilmiştir.

Çalışmaya Dahil Olma Kriterleri

- 0-18 yaş arasında olmak
- Pnömoni klinik tanısı almış olmak
- Sonografi tetkiki ile benzer tarihli (24 saat içinde) radyografisi mevcut olmak
- Aydınlatılmış gönüllü onam formunu imzalamış olmak

Çalışmadan Dışlanma Kriterleri

- Klinik olarak anstabil hastalar (oksijenizasyon ihtiyacı vb.)
- Morbid obezite
- Ultrasonografiyi tolere edememe

3.1. Ekipman ve Görüntüleme

Tüm sonoelastografik incelemeler SWE programı içeren MyLab 9 eXP ultrasonografi cihazı (ESAOTE, Genova, Italy) ile L 4-15 lineer prob (4-15 mHz, 47 mm derinlik) ve/veya C 1-8 konveks prob (1-8 mHz, 5-43 cm derinlik) kullanılarak; interkostal,

suprasternal, parasternal, transsternal, transkostal, subdiyafragmatik ve subksifoid pencerelerden tüm akciğer alanlarını kapsayacak şekilde elde edilmiştir. Görüntüler sonoelastografi konusunda dört yıllık tecrübesi olan radyoloji tıpta uzmanlık öğrencisi tarafından, ilk görüntüler sonoelastografi konusunda deneyimli öğretim üyesi eşliğinde olmak üzere elde edilmiş ve arşivlenmiştir.

3.2. Veri Analizi

Hastalara ait yaş, cinsiyet gibi demografik veriler ve hastaların yakın tarihli DG ve BT görüntüleri derlenmiştir. DG'ler çalışma tamamlandıktan sonra kaydedilen sonografik görüntüler sistemde mevcut diğer görüntüleme tetkiklerine bakılmaksızın ve birbirlerinden bağımsız olarak, konsolidasyon varlığı, varsa derinliği, hava bronkogramı, B çizgileri, Z çizgileri, plevral kalınlaşma, plevral efüzyon-ampiyem, kavite-abse-pnömosel varlığı değerlendirilmiştir. Mevcut görüntülerde eşlik eden. spesifik görüntüleme bulgusu varsa not edilmiştir. Ayrıca hasta bilgi sisteminde mevcut lökosit sayısı, CRP değeri, klinik-muayene bulguları ve mikrobiyolojik analizlerin sonuçları not edilmiştir.

3.3. İstatistiksel Yöntemler

Verilerin değerlendirilmesinde Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) version 26.0 software for MacOS (International Business Machines Corporation, Armonk,NY) kullanılmıştır. Tanımlayıcı istatistik verilerinde (Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Frekans, Oran, Minimum, Maksimum) sayı ve yüzde; kategorik değişkenler için minimum, maksimum; sayısal değişkenler ise ortalama değerler verilmiştir. Nonparametrik kategorik değişkenlerin korelasyon analizinde Spearman ve Kendall korelasyon testleri, parametrik kategorik değişkenlerin korelasyon analizinde Pearson korelasyon testi, kategorik değişkenlerin bağımsızlık analizlerinde ise çarpaz tabulasyon (cross tabulation) ve Ki-Kare testleri kullanılmış olup $p<0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. ROC eğri analizi sensitivite ve spesifitenin karşılaştırılmasında kullanıldı.

BULGULAR

4.1.DEMOGRAFİK VE TANIMLAYICI İSTATİSTİKSEL BULGULAR

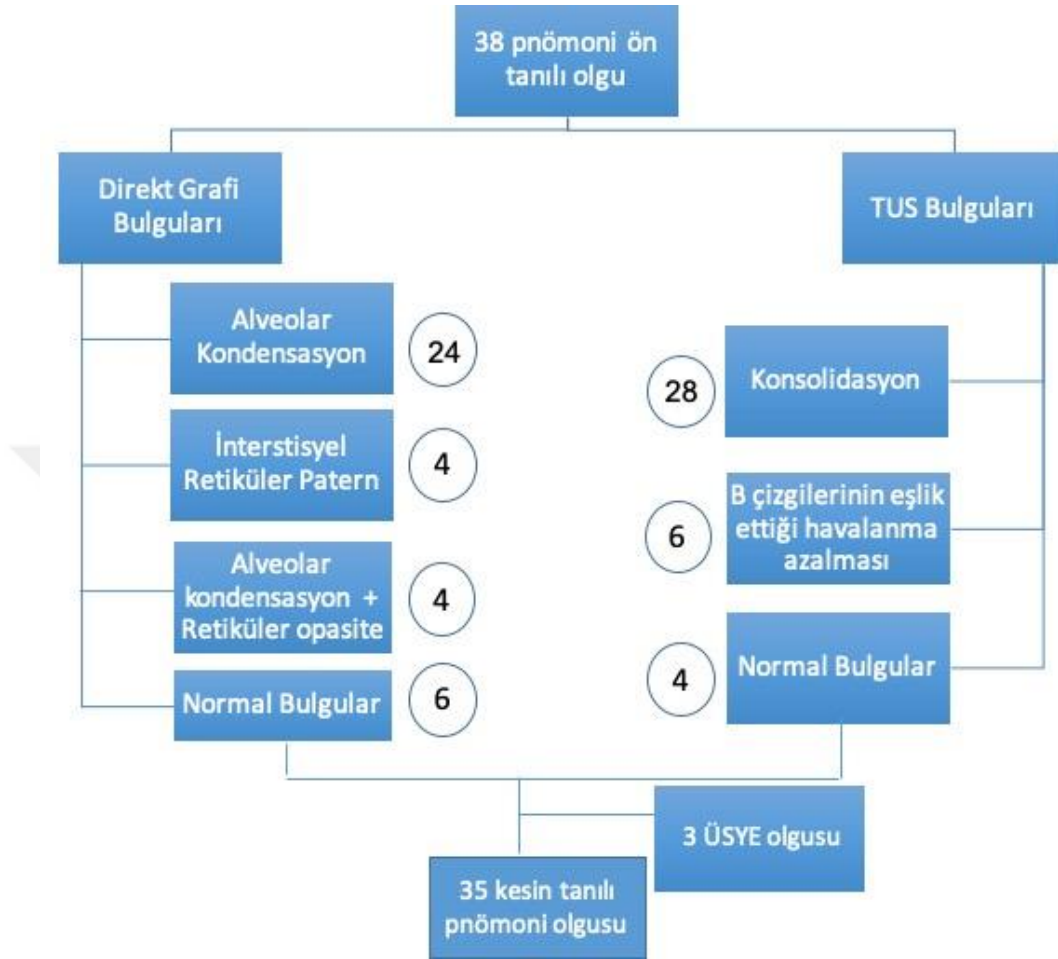
Çalışmaya klinik bulgularla TKP tanısı alan ve PA AC grafisi mevcut, 38 çocuk hasta ile başlanmış olup üç olgu ÜSYE kesin tanısı alması sonrasında çalışmadan dışlanmış. Hasta grubunda %51,43 oranda kadın, %48,57 erkek hasta mevcuttur. Ortalama yaş değeri yedi yıl iki ay olup, minimum yaş yedi ay, maksimum yaş ise 17 yıl sekiz aydır. Olguların %22,86'sında inhaler nebul kullanımı, %25,71'inde pnömoni nedeniyle hastane yatışı, %17,14'ünde alerjik rinit & astım öyküsü mevcut olup, üç olgu takipte nekrotizan pnömoniye progresyon göstermiştir. Hastane başvurusu esnasında olguların %80'inde eşlik eden lökositoz, %88,57'sinde ise CRP yüksekliği dikkati çekmiştir. Olguların yalnızca %74,29'una mikrobiyolojik tetkik yapılmış olup iki olguda balgamda/trakeal aspiratta P.aeruginosa, bir olguda nazofarengeal aspirat kültüründe S.pneumonia, bir olguda nazofarengeal aspiratta RSV, bir olguda nazofarengeal aspiratta gram pozitif kok, bir olguda bronkoalveolar lavajda (BAL) PCR ile tüberküloz basili, bir olguda S.mitis ve S.oralis ve bir olguda kan kültüründe S.hominis etken olarak belirlenmiştir, mikrobiyolojik test yapılan diğer olgularda kültürde üreme saptanmamıştır.

4.2.PNÖMONİDE SONOGRAFİK BULGULAR VE RADYOGRAFİK BULGULARLA KORELASYONU

Çalışmaya dahil olan olguların hastane görüntüleme arşivinde sonografi tetkiki ile benzer tarihli (48 saat içinde çekilmiş) DG'leri baskın paterne göre; alveolar kondensasyon, interstisyel-retiküler patern, alveolar kondensasyon ve retiküler opasitelerin birlikte bulunduğu olgular ve normal sınırlarda inceleme olmak üzere dört

ayrı grupta klasifiye edilmiştir. Radyografik olarak; olguların %68,57'si ilk gruba, %11,43'ü ikinci gruba, %11,43'ü üçüncü gruba; %8,57'si ise son gruba dahil olmuştur. Sonografik olarak ise lokalizasyon, konsolidasyon varlığı, varsa derinliği, hava bronkogramı, B çizgisi, Z çizgisi, plevral kalınlaşma, plevral efüzyon-ampiyem, kavite, abse, pnömosel varlığı ve spesifik görüntüleme bulguları her olguda değerlendirilmiştir. Hastane görüntü arşivinde olguların %28,57'sine ait yakın zamanlı BT tetkiki bulunmuştur ve bu olguların %20'sinde nekrotizan pnömoniye progresyon izlenmiştir. Görüntüleme bulguları %22,85 olguda bilateralite göstermiş olup, %42,35 oranında yalnız sağda, %34,28 oranında yalnız solda izlenmiştir. Olguların %80'inde sonografik olarak konsolidasyon izlenmiş olup ortalama konsolidasyon derinliği $11,87 \pm 1,33$ cm olarak hesaplanmıştır (min:0 cm, max: 5 cm, N:35) (Tablo 4.2.1).

Tablo 4.2.1: Çalışmaya dahil edilen olguların radyografik ve kinik olarak gruplanması



Çalışmaya dahil olan hastaların %74,29'unda sonografik olarak hava bronkogramları izlenmiş olup; bir olguda ayrıca sıvı bronkogramları da izlenmiştir. 32 olguda artmış sayıda B çizgileri, 12 olguda Z çizgileri, 18 olguda plevral kalınlaşma ya da düzensizlik, 17 olguda, üçü ampiyem olmak üzere, parapnömonik efüzyon ve dört olguda ise kavite/abse/pnömosel gibi komplikasyonlar izlenmiştir (Tablo 4.2.2). Tüm ultrason bulguları değerlendirildikten sonra olgular konsolide akciğer, B çizgilerinin eşlik ettiği havalanma azalması ve normal görüntüleme olarak üç ayrı grupta değerlendirilmiştir. Olgularımızın %80'i sonografik olarak konsolidasyon, %17,14'ü B çizgilerinin eşlik ettiği havalanma azalması ve %2,86'sı ise normal olarak değerlendirilmiştir.

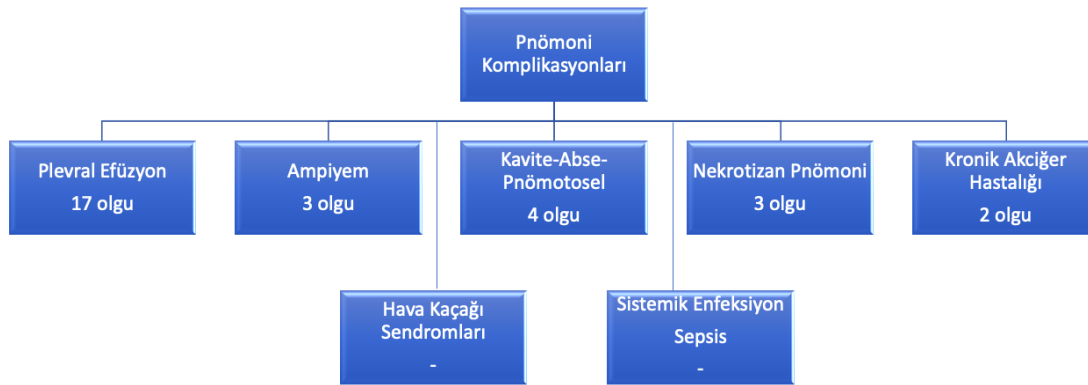
Radyografik bulgular ile sonografik bulgular arasındaki uyum veriler nonparametrik olduğundan Spearman korelasyon testi ve Kendall korelasyon testi ile değerlendirilmiştir. DG ve TUS arasındaki uyum için Spearman'ın rho değeri -0,832,

Kendall'ın tau-b değeri ise -0,812 olarak hesaplanmıştır, istatistiksel olarak $p < 0.01$ seviyesinde anlamlıdır (çift kuyruk). Radyografik ve sonografik bulgular arasında yüksek derecede uyum saptanmıştır.

ROC (Receiver Operator Characteristic) eğri analizi ile DG ve TUS'un sensitivite ve spesifite kıyaslanmış olup eğri altındaki alanlar DG için 0,957; TUS için 0,986 olarak hesaplanmış olup TUS modalitesinin tanısal olarak daha başarılı olduğu görülmüştür (Tablo 4.2.3).

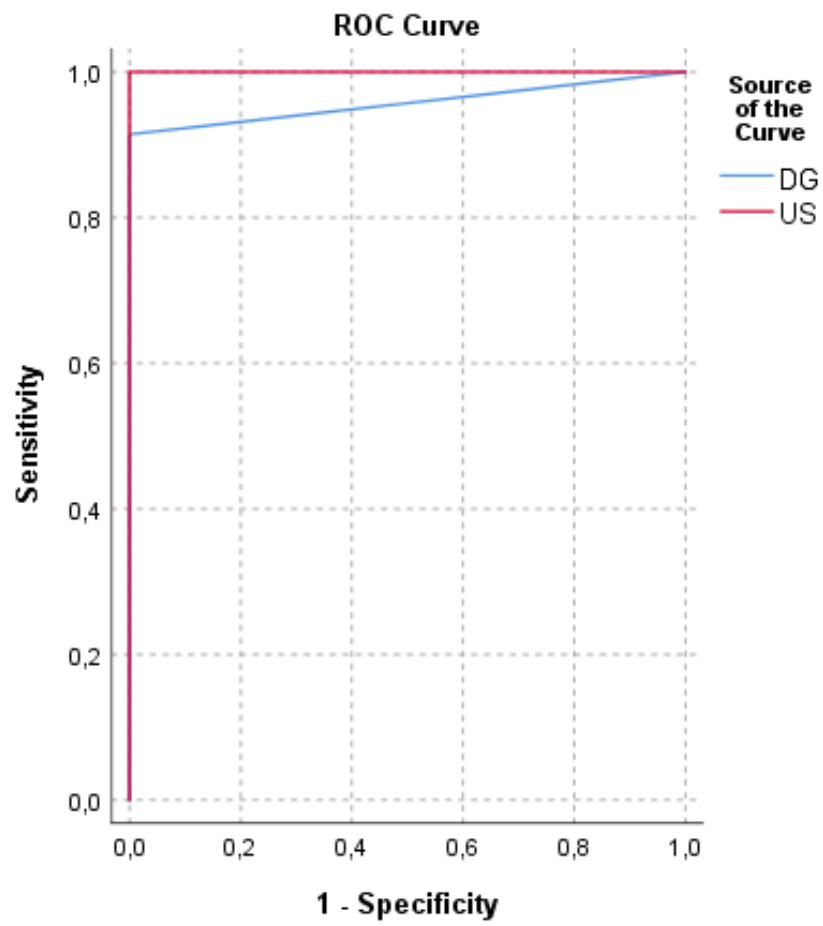
Plevral efüzyon izlenen olgularda, kavite, abse, pnömosel gibi komplikasyonlar daha sık izlenmiştir (Pearson korelasyon kat sayısı 0,953 olarak hesaplanmıştır).

Tablo 4.2.2: Pnömoni komplikasyonlarının dağılımına ait şema

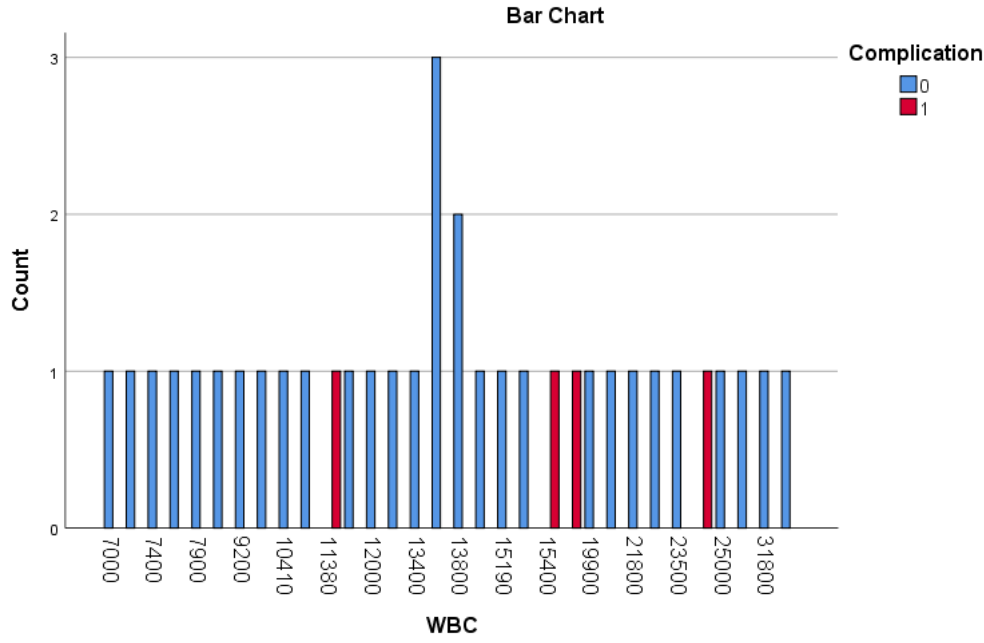


Parapnömonik efüzyon, ampiyem, abse, kavite ve pnömosel gibi komplikasyonların görülmesi ile lökositoz ve CRP yüksekliğinin ilişkisinin olup olmadığı karşılıklı tabulasyon (cross tabulation) ve ki-kare testi ile değerlendirilmiş olup istatistiksel anlamlı ilişki saptanmamıştır (p değerleri sırasıyla 0,549 ve 0,206) (Tablo 4.2.4 ve Tablo 4.2.5).

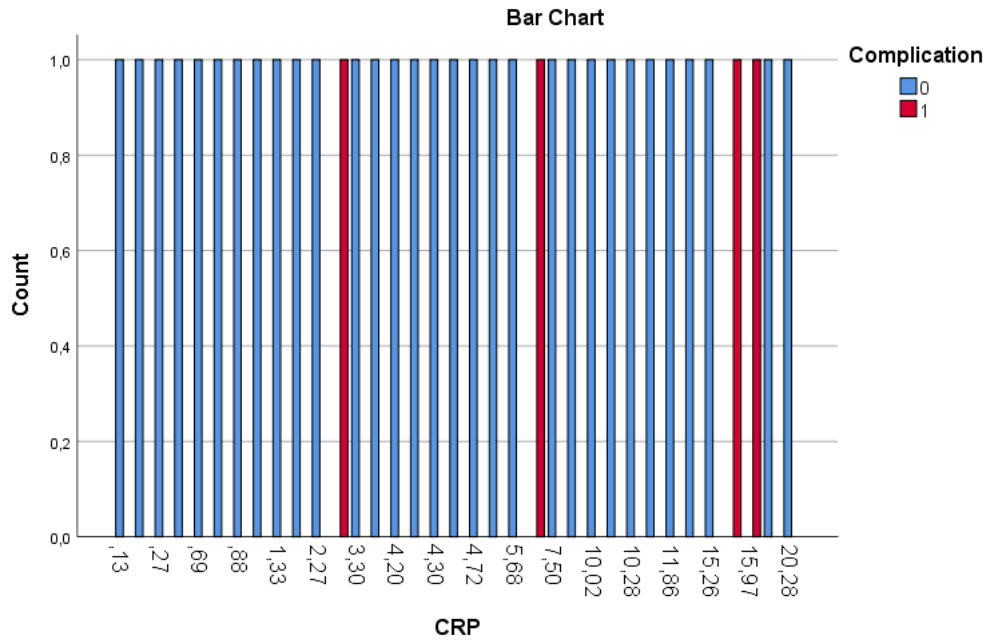
Tablo 4.2.3: DG ve TUS tekniklerinin ROC eğrilerine ait grafik



Tablo 4.2.4: Komplikasyon izlenen olguların (kırmızı sütunlar) lökosit değerlerini gösteren tanımlayıcı grafik



Tablo 4.2.5: Komplikasyon izlenen olguların (kırmızı sütunlar) C-reaktif protein değerlerini gösteren tanımlayıcı grafik

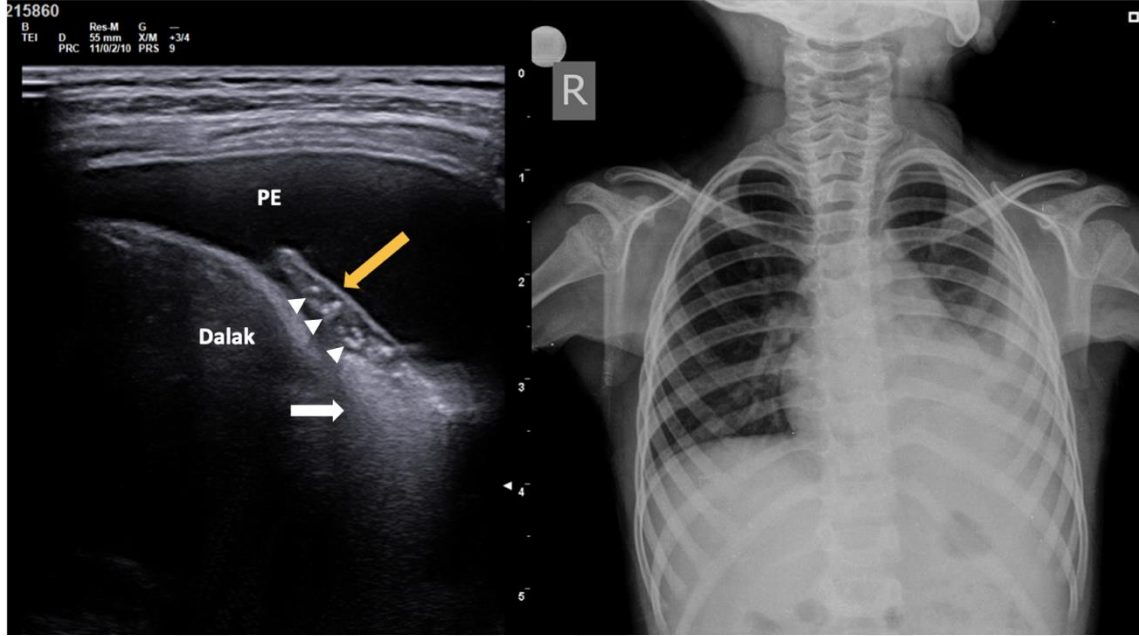


4.3. PNÖMONİDE ELASTOGRAFİ BULGULARI

Çalışmamızda elastografi yapılabilen 12 olgu için konsolide akciğer parankiminden, benzer boyutlu ROI kullanılarak, 4-6 ölçüm yapıp ortalaması kullanılarak elde edilen SWE ortalama değeri 4.32 ± 3.06 kPa olarak hesaplanmıştır. Elastografi yapılamayan olgularda tetkikin yapılamamasının nedeni konsolide alan bulunmaması (yalnız artmış sayıda B çizgisinin izlendiği olgular), hastanın daha uzun süreli tetkiki tolere edememesi, hasta hareketliliği, parakardiyak lokalizasyonlu konsolide parankiminde kalp hareketleri ve süperpoze meme dokusu nedeni ile ölçüm alanının derinde kalması olarak açıklanabilir.

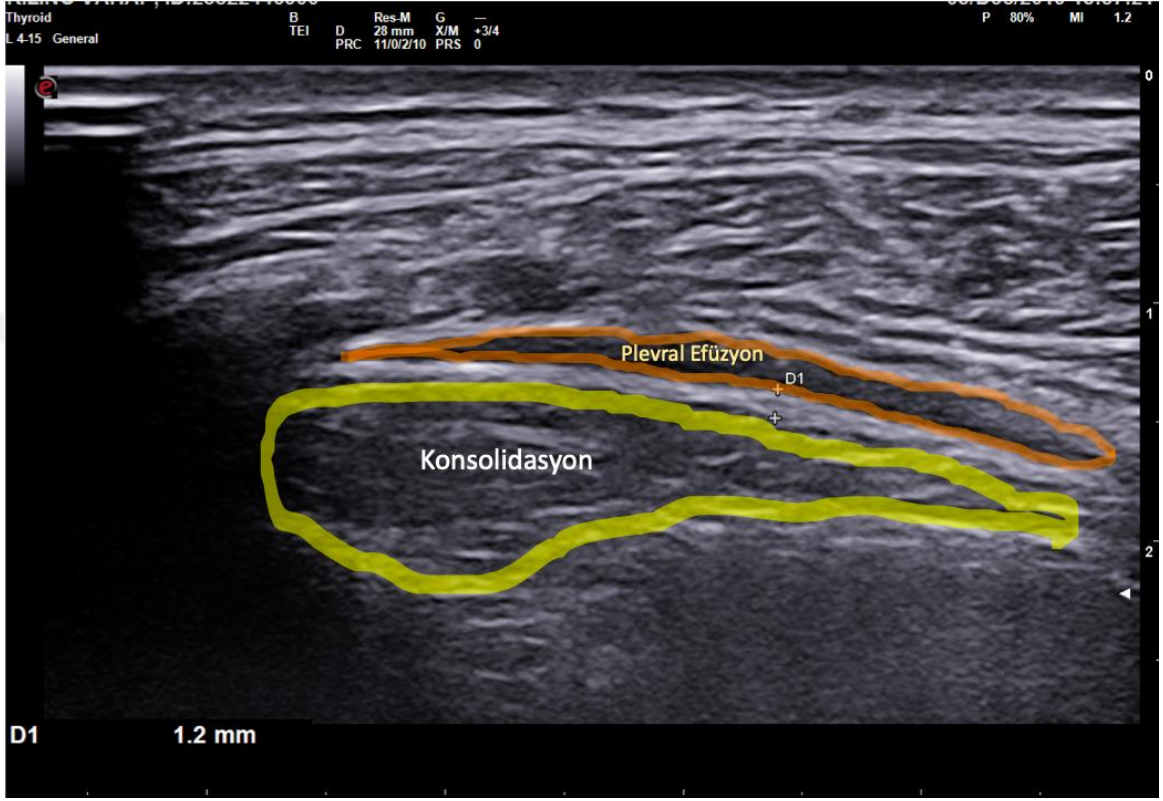
4.4. OLGU ÖRNEKLERİ

OLGU 1



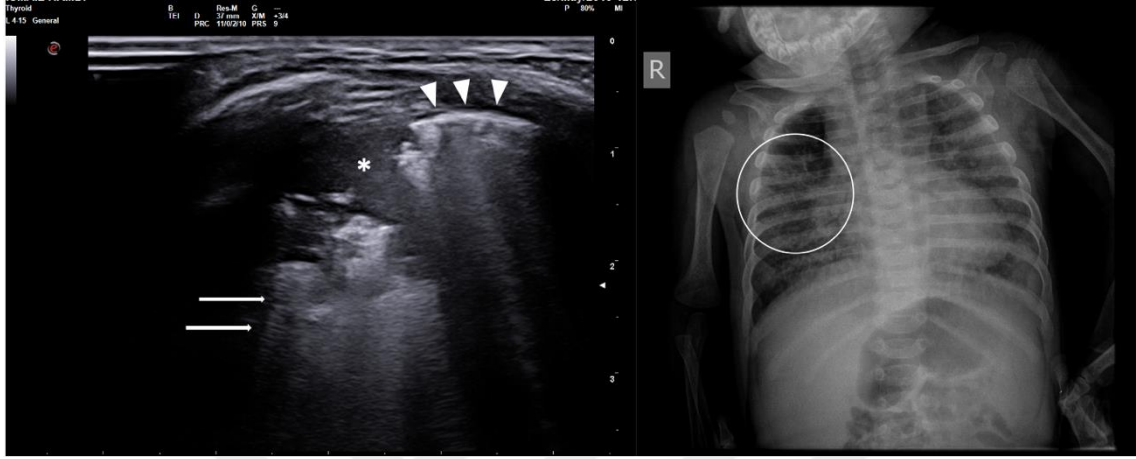
Şekil 4.4.1: “Jelly fish” (deniz anası) bulgusu. Solda TUS, sağda DG görüntüleri mevcut 4 yaşındaki pnömoni olgusunda; sol akciğer alt lobda konsolide parankim (sarı ok), dinamik hava bronkogramları (ok başları), B çizgilerinde artış (beyaz ok) ve parapnömonik efüzyon (PE) dikkati çekmektedir.

OLGU 2



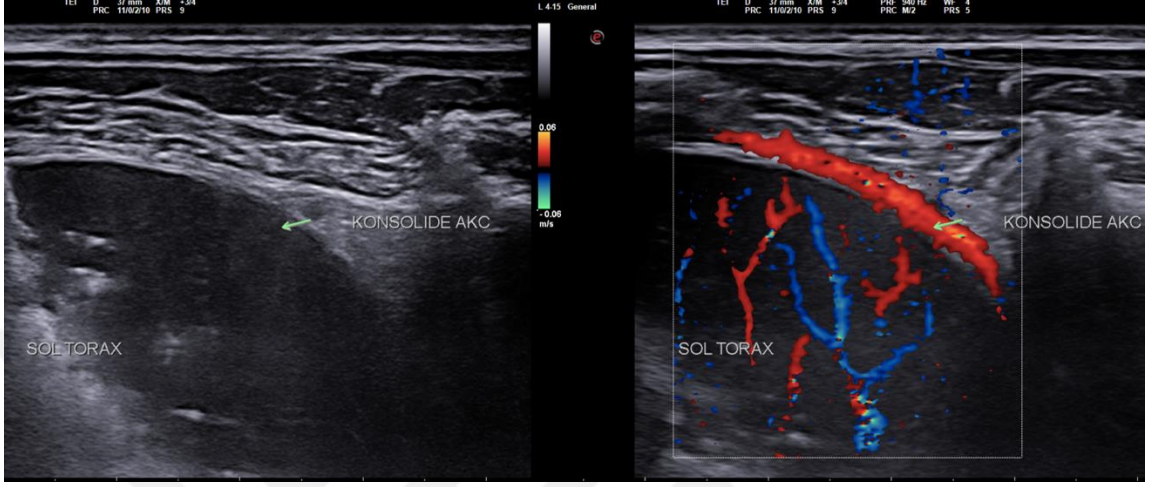
Şekil 4.4.2: Konsolide akciğer parankimi, komşu plevrada kalınlaşma ve eşlik eden ince parapnömonik efüzyon örneği. Kistik fibrozis tanısı mevcut 18 yaşındaki erkek hastanın öksürük ve nefes darlığı şikayetleri nedeni ile yapılan sonografik değerlendirilmesinde her iki akciğerde az miktarda plevral efüzyon, sağ akciğer alt zonda hava bronkogramı içeren konsolide alan ve komşuluğundaki plevrada kalınlaşma izlenmiştir. Hastanın eş zamanlı balgam örneğinde *P.aeruginosa* üremesi izlenmiştir.

OLGU 3



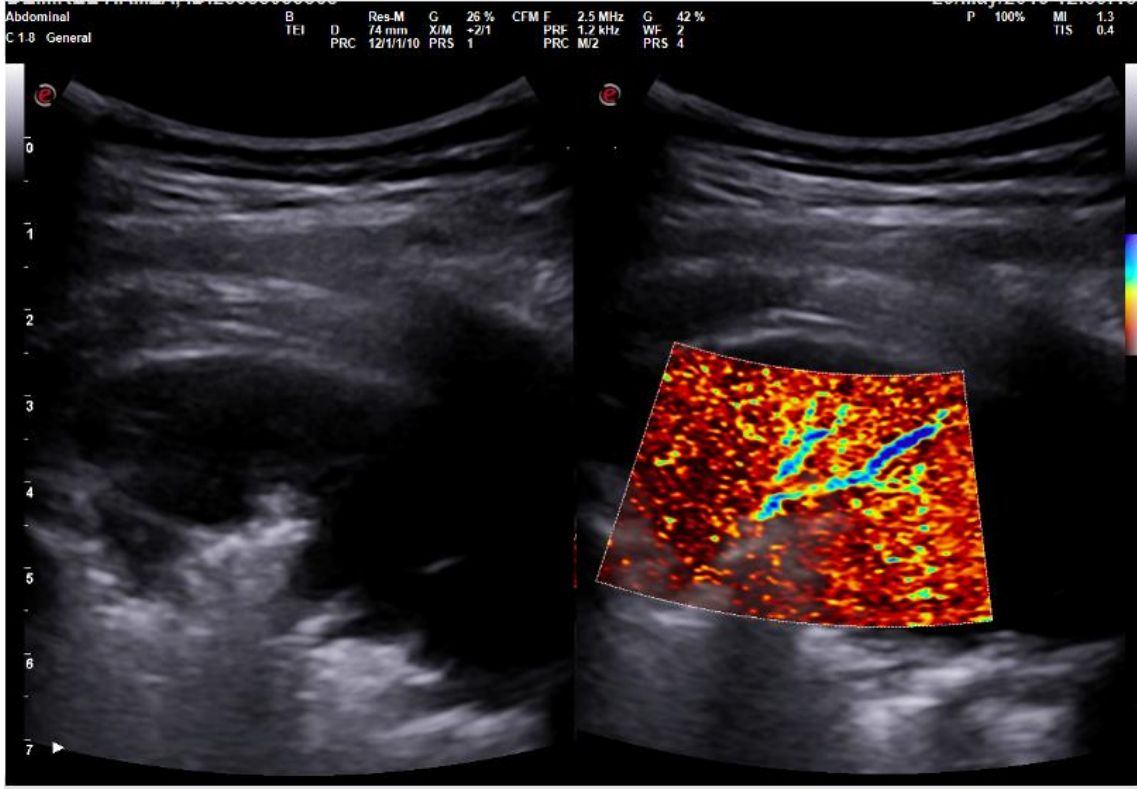
Şekil 4.4.3: TUS görüntüsünde “shred”(paçavra) bulgusu. Solunum sıkıntısı ve öksürük nedeniyle değerlendirilen 7 aylık erkek hastanın sonografi görüntüsünde konsolide akciğer parankimi (yıldız) ile normal akciğer sınırlarındaki düzensizlik (shred bulgusu), hava bronkogramları, konsolide parankim posteriorunda multipl B çizgileri (oklar) ve plevral kalınlaşma dikkati çekmekte olup olgunun DG’sinde bu alana karşılık sol akciğer alt-orta zonda alveolar kondensasyon (daire), her iki akciğer yaygın retikülonodüler opasiteler ve sağ hiler lenfadenopati izlenmiştir. Olgunun sistemde mevcut BT görüntüsünde her iki akciğerde bullöz değişiklikler ve mediastinal lenfadenopatiler mevcuttur. Ailede tüberküloz öyküsü mevcut hastanın eş zamanlı BAL örneğinde PCR tekniği ile tüberküloz tanısı doğrulanmıştır.

OLGU 4



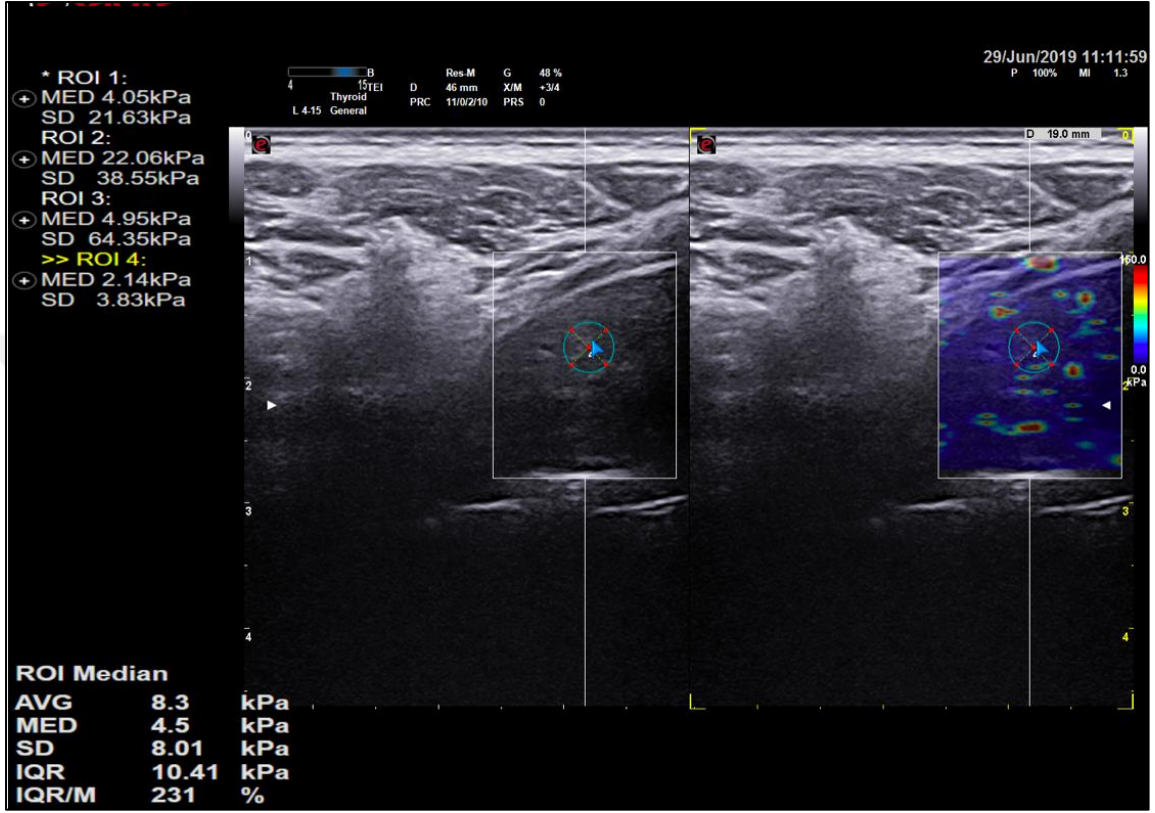
Şekil 4.4.4: Gri skala ve RDUS inceleme örneği. Öksürük ve dirençli ateş nedeni ile değerlendirilen 6 yaş erkek hastada, konsolide akciğer parankimi RDUS incelemede vaskülarite gösterilmektedir. Konsolidasyon ve atelektazi ayırımında kanlanma varlığı konsolidasyon lehine önemli bir bulgudur.

OLGU 5



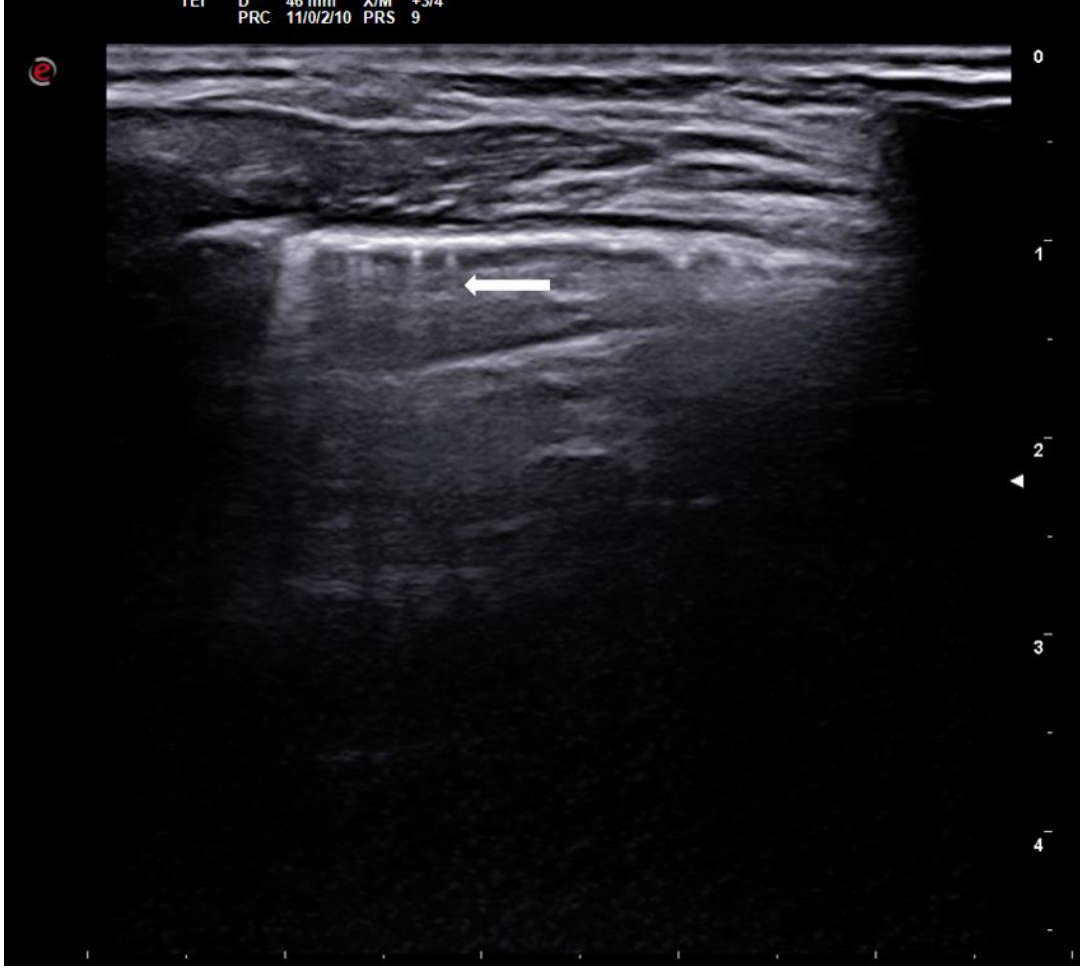
Şekil 4.4.5: Power doppler incelemede akımın örneklenmesi. Ateş ve öksürük şikayetleri ile başvuran 11 yaş erkek hastada, sağ akciğer alt zonda gri skala incelemede konsolidasyon, shred bulgusu ve multipl B çizgileri izlenen lokalizasyonda, “microV” adı verilen düşük akımları algılayabilen power doppler uygulaması ile daha zayıf akımlar ve ince vasküler yapılar görüntülenebilmektedir.

OLGU 6



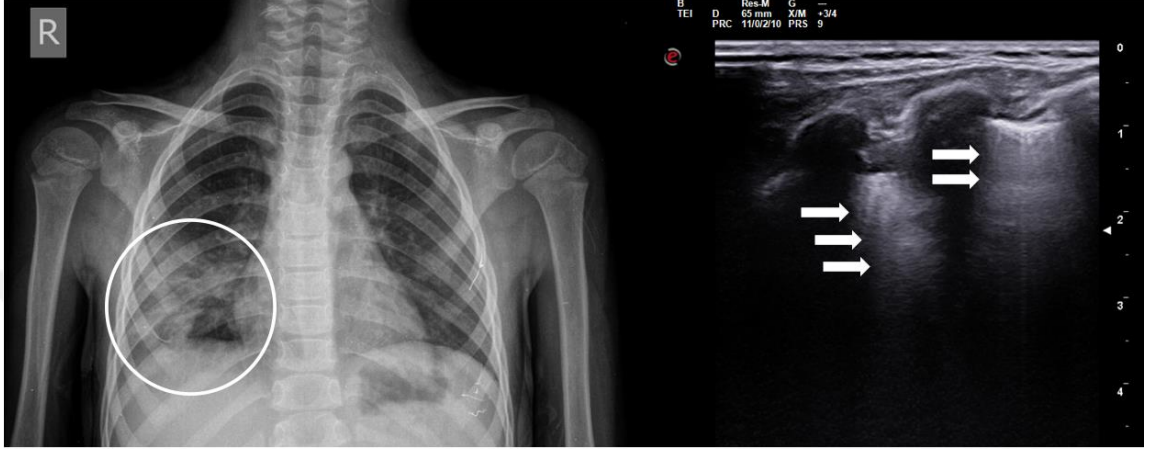
Şekil 4.4.6: SWE ölçüm tekniği. Pnömoni tanılı olguda konsolide akciğer parankimi TUS ve SWE ile ekran ikiye bölünerek değerlendirilmiş ve ölçümün hatalı olmaması için 8 cm'den daha derinden yapılmamasına ve eşit boyutlu ROI'ler kullanılmasına dikkat edilmiştir. En az 6 ölçüm tekrarlanıp ölçümlerin ortalamaları esas kabul edilmiştir.

OLGU 7



Şekil 4.4.7: Z çizgisi örneği. Ateş ve sağ yan ağrısı şikayeti ile başvuran 7 yaş kız hastanın sonografisinde sağ akciğer üst ve orta zonlarda konsolide akciğer parankimi içinde hava bronkogramları, plevrada kalınlaşma B ve Z çizgileri izlenmiştir. Z çizgileri vertikal seyirli A çizgilerinde silinmeye neden olmayan B çizgilerine göre daha kalın ve kısa seyirli çizgilerdir.

OLGU 8



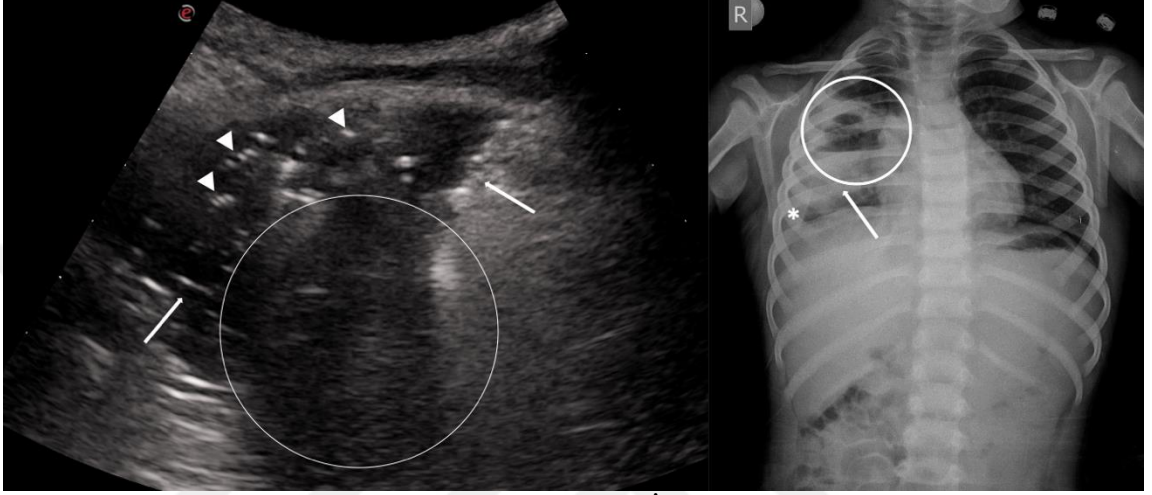
Şekil 4.4.8: “Akciğer roketi” bulgusu. Pnömoni tanılı 5.5 yaş erkek hastada DG’de sağ akciğer alt zonda alveolar kondensasyon (daire ile sınırlı alan) izlenmiştir. Sonografik görüntülerde aynı alana karşılık konsolide akciğer parankimi izlenmiş olup, bu alan komşuluğunda multipl B çizgilerinin (oklar) oluşturduğu akciğer roketi görüntüsü izlenmektedir.

OLGU 9



Şekil 4.4.9: Hava bronkogramı görüntüsü. Öksürük ve ateş şikayeti ile başvuran 4.5 yaşında erkek hastanın sonografik değerlendirilmesinde sol akciğer alt zonda ve orta zonda parakardiyak alanda pnömonik konsolidasyon alanı izlenmiş olup oklar hava bronkogramlarını işaret etmektedir. İnceleme sırasında hiperekojen odakların yer değiştirdiğinin izlenmesi dinamik hava bronkogramı olarak adlandırılır ve bulgunun varlığı enfeksiyöz etiyoloji düşündürmelidir.

OLGU 10



Şekil 4.4.10: Nekrotizan pnömoni ve abse örneği. İki yaşında erkek hasta pnömoni nedeniyle izlemdeyken nekrotizan pnömoniye progresyon ve abse gelişimi izleniyor. Solda US görüntüsünde konsolide akciğer parankimi oklarla işaretlenmiş olup hava bronkogramları ok başlarıyla gösterilmiştir. US sınırlarında konsolide parankimin derin komşuluğunda koleksiyon dikkati çekmiştir (daire ile işaretli alan). Aynı olgunun DG'sinde plevral efüzyon yıldız ile, konsolide parankim ok ile hava sıvı seviyelenmesi gösteren abse ise daire ile işaretlenmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1. TARTIŞMA

Kemik yapılar ve havanın güçlü yansıtıcı özellik göstermesi nedeni ile akciğer ultrasonografisi uzun yıllar boyunca tanı koymak için yetersiz olarak görülmüş olup yalnız plevral efüzyon, konsolidasyon varlığının araştırılmasında daha az sıklıkla da girişimsel işlemlere kılavuz olarak kullanılmıştır. Son yirmi yılda artan çalışmalar ile normal akciğer ve plevraya ait artefaktlar tespit edilmiş olup bu artefaktların kaybı ya da patolojik bulguların varlığı çeşitli akciğer hastalıklarının tanısında başarı ile kullanılmaktadır.

Pnömoni tanısında pratik hayatta en çok DG'lerden faydalanılmakla birlikte DG'lerin 1 cm'den küçük konsolidasyonları göstermede başarısının düşük olduğu gösterilmiştir (56). DG'lerin radyasyon içermesi ve gözlemciler arasında uyumun düşük olması tekniğin kısıtlılıklarındandır. TUS ile çocuk hastalarda pnömoni tanısının doğruluğunun değerlendirildiği bir metaanalizde; TUS'un %96 sensitivite ve % 93 spesifite ile tanı koydurucu olduğu gösterilmiştir (1). Copetti ve arkadaşlarının pnömoni çocuklarda DG ve TUS'un diagnostik başarısını kıyasladıkları çalışmalarında 79 pnömoni şüpheli çocuk dahil edilmiş olup, 60 olguda sonografik bulgu izlenirken yalnız 53 olguda DG bulgusu saptanmıştır. DG'nin negatif, TUS'un pozitif olduğu 4 olguda BT ile pnömoni tanısı doğrulanmıştır (46).

Pnömoninin önemli bulgusu olan major konsolidasyonların (multisegmenter ve lobar konsolidasyonlar) sekiz yaş altı çocuklarda kollateral havalanmanın henüz gelişmemiş olması nedeniyle çok nadir olarak izlenmektedir (34). Bizim olgularımız 0-6 yaş ve 6-18 yaş olarak iki gruba ayrılmış olup olguların %45,7'si 0-6 yaş grubunda yer almaktaydı ve bu gruptaki olguların %25'inde sonografik olarak yalnızca B çizgi artışının eşlik ettiği havalanma kaybı izlenmiştir. 6-18 yaş grubundaki olgular ise çalışma grubunun

%54,3'ünü oluşturmakta olup bu gruptaki olguların %15,8'inde sonografik tek bulgu B çizgi artışıydı.

Berce ve arkadaşları TKP'li olgularda etyolojinin belirlenmesinde sonografinin rolünü değerlendirdikleri çalışmalarında, konsolidasyon AP derinliklerinin medyan değerleri; viral pnömoniler için 15 mm, atipik bakteriyel pnömoniler için 20 mm ve tipik bakteriyel etkenler içinse 30 mm olarak hesaplamışlardır. Aynı çalışmada konsolidasyon boyutu ve nötrofil sayısı arasında korelasyon izlenmiştir (17). Çalışmamızda konsolidasyon izlenen her olguda anteroposterior derinlik ölçülerek kaydedilmiştir. Olguların %80'inde sonografik olarak konsolide parankim izlenmiş olup, ortalama konsolidasyon derinliği $1,87 \pm 1,33$ cm olarak hesaplanmıştır. Konsolidasyon derinliği ile lökosit değerleri ve CRP değeri arasında korelasyon izlenmiştir (Pearson korelasyon kat sayısı sırasıyla 0,816 ve 0,795).

Hava bronkogramları; pnömoninin sonografik olarak tanınmasında sıklıkla faydalandığımız bir bulgu olmakla birlikte, Rea ve arkadaşları sonografik olarak hava bronkogramı olarak tanımladığımız hiperekojen odak ve çizgilerin BT'de tanımlanan hava bronkogramına her zaman karşılık olmayabileceği hususunda uyararak hava bronkogramı teriminin sonografik olarak kullanılmamasını önermişlerdir. US'de görülen hiperekojenitelerin fibrotik doku, kalsifikasyon, vasküler ara yüzler ve lenfatik kanallara ait olabileceğini belirtmişlerdir (34). Cox ve arkadaşları ise dinamik ve statik hava bronkogramlarından bahsetmişlerdir. US sırasında hava kabarcıklarına ait hareketliliğin izlenmesini dinamik hava bronkogramı olarak tanımlanmaktadır. Dinamik hava bronkogramı varlığında enfeksiyon ya da konsolidasyonun ön planda düşünülmesini önermişlerdir. US sırasında hareketliliğin izlenmediği hiperekojeniteler ise statik hava bronkogramı olarak adlandırılmakta olup, daha çok atelektaziye eşlik etmesi beklenmektedir (33). Musolino ve arkadaşlarının komplike ve non-komplike TKP'li olgularda yaptıkları çalışma derin yerleşimli hava bronkogramı varlığının tedavi yanıtını belirlemedeki en önemli unsur olduğunu göstermiştir (57). Bizim çalışmamızda olgularımızın %74,29'unda hava bronkogramları izlenmiştir.

Pnömoniye atelektaziden ayırmada dallanan dinamik hava bronkogramlarının varlığı dışında, doppler incelemede kan akımının izlenmesinden ve düzensiz konturlara karşılık

gelen shred-paçavra bulgusundan yararlanılabilir (35). Paçavra bulgusu iyileşmekte olan pnömonide izlenen, sağlam akciğer parankimi ile konsolide parankim arasındaki düzensiz görünüme verilen isimdir. Shred bulgusu; BLUE protokolünde tanımlanan işaretler içinde, bizim olgularımızda en sık izlenen bulgu olarak karşımıza çıkmıştır ve çalışmaya dahil edilen olguların %48,57'sinde saptanmıştır. Atelektazide ayrıca reventilasyonun izlenmediği sıvı bronkogramlarının varlığı konsolidasyondan ayırt etmede önemlidir (25).

B çizgileri dikey uzanımlı kuyruklu yıldız artefaktları olup sporadik olarak sağlıklı bireylerde özellikle posterior kesimde iki kosta arası mesafede 3'den az olmak üzere izlenebilir. B çizgileri, yatay yerleşimli A çizgilerinde silinmeye neden olur. B çizgileri arası mesafe 3 mm iken BT'de subplevral buzlu cam dansitelerine, 7 mm iken kalınlaşmış subplevral interlobular septalara karşılık gelmektedir. B çizgileri pnömoniye spesifik olmayıp pulmoner ödem, alveolar interstisyel sendrom, subplevral lenfanjit, astım, akciğer kontüzyonu gibi durumlarda da izlenebilir (33,34).

Zhou ve arkadaşları akciğer yüzeyel SWE ile interstisyel akciğer hastalıklarını tespit etmeyi amaçlayarak 10 sağlıklı gönüllü ve 10 interstisyel akciğer hastalığı mevcut olguya her iki akciğerden ve 6 interkostal aralıktan, akciğer yüzeyinden 6-8 mm derinden olacak şekilde ölçümler yapmışlardır. Çalışmalarında 100, 150 ve 200 Hz dalga boyları için üç ayrı ölçüm yapılmış olup; 100 Hz için 1.88 ± 0.11 m/s, 150 Hz için 2.74 ± 0.26 m/s, ve 200 Hz için 3.62 ± 0.13 m/s olarak normal değerlerini tespit etmişlerdir. İnterstisyel akciğer hastalığı varlığında ise bu değerler sırasıyla 100 Hz için 3.3 ± 0.37 m/s, 150 Hz için 4.38 ± 0.33 m/s, ve 200 Hz için 5.24 ± 0.44 m/s olarak hesaplanmış olup istatistiksel anlamlı değişiklik mevcuttur ($p < 0.05$) (58). Youk ve arkadaşlarının meme lezyonlarında elastografi uygulayarak yaptıkları çalışmada lokal shear wave hızı ile Young modülüsü kullanılması karşılaştırmış olup her iki kantitatif ölçümün tanısal başarısı yüksekken, kPa birimi kullanılarak yapılan ölçümlerin spesifitesinin yüksek olduğunu göstermişlerdir (59). Bu bilgi doğrultusunda ölçümümüzü kPa birimi kullanarak yapmayı tercih ettik.

Lim ve arkadaşlarının erişkin olgularda, pulmoner lezyon ve hastalıklar için transtorasik ultrason elastografi kullandıkları çalışmalarında; radyografik olarak pnömoni, tümör ya

da obstrüktif pnömonit tanısı almış 45 hastada; sonografik olarak nekroz, atelektazi, konsolidasyon ya da tümör tanısı alan 70 lezyonu strain elastografi ile değerlendirilmiştir. Strain ratio değerleri farklı sonografik morfolojideki lezyonlarda istatistiksel anlamlı farklılık göstermiştir. Strain ratio ortalama ve standart sapma değerleri; nekroz için 1.03 ± 0.71 , atelektazi için 2.51 ± 1.14 , konsolidasyon için 19.98 ± 15.59 ve tümör için 36.19 ± 20.18 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca pnömoni ile primer ve metastatik akciğer kitleleri kıyaslandığında strain ratio değerleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir (sırasıyla p değeri: 0,023 ve 0,015'dir) (60). Benzer bir çalışma Wei ve arkadaşları tarafından periferik yerleşimli akciğer kitlelerinde yapılmıştır. 36'sı benign, 55'i malign olmak üzere toplam 91 olgunun dahil edildiği bu çalışmada, olguda strain elastografik ve akustik radyasyon kuvveti görüntüleme (ARFI) ile 4'er gruba ayrılmış ve nokta SWE ile değerlendirilmiştir. Malign ve benign lezyon ayırımında SE'nin faydası olmazken, ARFI'n sensitivitesi % 83,6 olarak hesaplanmıştır. Noktasal SWE'de ROC analizinde eğri altındaki alan 0,709 olarak ölçülmüştür (61). Strain elastografide eksitasyon metodu olarak manuel kompresyon ya da internal hareketlilik kullanılırken; SWE'de akustik yayılım gücü kullanıldığından SWE'de operatör etkisi daha az olup, kalitatif ve kantitatif ölçümler daha güvenilir olarak ölçülebilmektedir (62).

Kuo ve arkadaşlarının transtorasik SWE'nin benign ve malign akciğer kitlelerini ayırt etmede başarısını değerlendirdikleri çalışmalarında radyografik olarak tümör düşünülen 254 hasta dahil edilmiş olup; olgular hava bronkogramı içerenler ve hipoekoik olanlar olmak üzere iki ayrı grupta incelenmiştir. Ortalama SWE değerleri; hava bronkogramı içeren grupta malign lezyonlar için 91.8 ± 21.6 kPa, benign lezyonlar için 38.6 ± 24.2 kPa olup; hipoekoik grupta malign lezyonlar için 97.5 ± 21.9 kPa, benign lezyonlar için 59.9 ± 26.8 kPa'dır. Her iki grup için malign lezyonlardaki SWE değerleri benign lezyonlardan yüksek olduğu gözlenmiştir. Benign ve malign lezyonları ayırt etmede eşik değer olarak 64.2 kPa kullanıldığında, ROC analizinde en geniş eğri altı alan izlenmiştir (63). Bizim çalışmamızda pnömonili çocuk olgularda konsolide akciğer parankimi için ortalama SWE değeri 4.32 ± 3.06 kPa hesaplanmıştır ancak normal akciğer parankimi elastografi ile değerlendirilemediğinden pnömonik akciğer parankimi ile istatistiksel

karşılaştırma yapılamamıştır. Keza çocukluk çağında akciğer kitleleri erişkin döneme oranla çok daha az görülmekte olduğundan bu açıdan karşılaştırılamamıştır. Ancak erişkin hastalardaki literatür değerleri ile kıyaslandığında belirlenmiş eşik değerin altında olup çalışmayla uyum göstermektedir. Bu konu uzun vadede yeni çalışmalara açık olup, çocukluk çağında sık görülen round pnömoni ile kitle ayırımı açısından fayda sağlayabileceğini düşünüyoruz. Biz çalışmamızda; çocukluk çağı pnömonilerinde konsolide akciğer parankimi için ortalama SWE değerleri verdik. Daha geniş serilerde, farklı etkenlere göre pnömonik konsolidasyon alan elastografi değerleri ve klinik-radyolojik takiplerde literatüre katkı sağlanabilir.

5.2. LİMİTASYONLAR

Çalışmanın en büyük limitasyonu sonografinin uygulayıcı bağımlılığı göstermesi olup bu limitasyonu aşabilmek için çalışma öncesinde radyoloji ve çocuk göğüs hastalıkları öğretim üyelerinin belirlediği kurallar standart olarak uygulanmıştır. Görüntü elde edildikten sonraki değerlendirme süreci tüm olgularda aynı algoritma uygulanarak olabildiğince objektif değerlendirme yapılması amaçlanmıştır. Bir diğer limitasyon ise elastografi yapılabilen hasta grubunun küçük olmasıdır. Elastografi tekniği hareketlilikten belirgin olarak etkilenmekte olup çocuk hasta grubunda tetkikin uzamasıyla hasta uyumunda belirgin düşüş izlenmesi nedeniyle az sayıda hastaya sonografiye ek olarak elastografi uygulanabilmiştir. Ayrıca normal akciğer parankimi hava ile dolu olup, elastografi ile değerlendirmeye uygun olmadığından normal ve pnömonili akciğer parankimindeki SWE bulgularını kıyaslamamız mümkün olmamıştır.

5.3. SONUÇ

Çocukluk çağında pnömoni tanısında ultrasonografi ve elastografi; direkt grafiye oranla yüksek tanısal duyarlılık ve özgüllükle kullanılabilir. Literatürden farklı olarak, pediatrik pnömoni olgularında konsolide akciğer parankimi için ortalama SWE değerleri tespit edilmiş olup bu değerlerin kitle-pnömoni ayırımında yardımcı olacağına inanmaktayız. Çocuklarda akciğer kitlelerine yönelik elastografi çalışması henüz yapılmamış olup erişkinler için mevcut çalışmalar ile birlikte değerlendirildiğinde

pnömonili olgularda ölçtüğümüz elastografi değerleri malign kitlesel lezyonlardan belirgin düşük olup; net ayrımın yapılmasında güçlük çekilen olgularda doku sertliğini gösteren elastografi bulguları non-invazif bir yöntem olarak tanı koymayı kolaylaştırıp tanısal başarıyı arttıracaktır. Özellikle radyasyon maruziyetini minimale indirmek istediğimiz pediatrik olgularda; pnömoni tanısı ve radyolojik takibinde standardize edilmiş bir toraks sonografisi bu konuda eğitim almış radyolog ya da klinisyenler tarafından başarıyla uygulanabilir.



Kaynaklar

1. Pereda MA, Chavez MA, Hooper-miele CC, Gilman RH. Lung Ultrasound for the Diagnosis of Pneumonia in Children : A Meta-analysis. 2019;135(4).
2. Rudan I, Boschi-Pinto C, Biloglav Z, Mulholland K, Campbell H. Epidemiology and etiology of childhood pneumonia. Bull World Health Organ. 2008;86(5):408–16.
3. Madhi SA, Levine OS, Hajjeh R, Mansoor OD, Cherian T. Vaccines to prevent pneumonia and improve child survival. Bull World Health Organ. 2008;86(5):365–72.
4. Bradley JS, Byington CL, Shah SS, Alverson B, Carter ER, Harrison C, et al. The management of community-acquired pneumonia in infants and children older than 3 months of age: Clinical practice guidelines by the pediatric infectious diseases society and the infectious diseases society of America. Clin Infect Dis. 2011;53(7):25–76.
5. Yikilmaz A, Koc A, Coskun A, Ozturk MK, Mulkern R V., Lee EY. Evaluation of pneumonia in children: Comparison of MRI with fast imaging sequences at 1.5T with chest radiographs. Acta radiol. 2011;52(8):914–9.
6. Hussain M, Xu C, Lu M, Wu X, Tang L, Wu X. Wnt/ β -catenin signaling links embryonic lung development and asthmatic airway remodeling. Biochim Biophys Acta - Mol Basis Dis [Internet]. 2017;1863(12):3226–42. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbadis.2017.08.031>
7. Kim YW, Donnelly LF. Round pneumonia: Imaging findings in a large series of children. Pediatr Radiol. 2007;37(12):1235–40.
8. Chassagnon G, Morel B, Carpentier E, Le Pointe HD, Sirinelli D. Tracheobronchial branching abnormalities: Lobe-based classification scheme. Radiographics. 2016;36(2):358–73.

9. Figen Palabıyık, "Çocuklarda Toplum Kaynaklı Pnömoninin Akciğer Ultrasonu ile Değerlendirilmesi" (Yan Dal Uzmanlık Tezi, Uludağ Üniversitesi, 2015)
10. Society BT, Group CG. British Thoracic Society Guidelines for the Management of Community Acquired Pneumonia in Childhood. Thorax. 2002;57 Suppl 1(October).
11. Sharma S, Maycher B, Eschun G. Radiological imaging in pneumonia: Recent innovations. Curr Opin Pulm Med. 2007;13(3):159–69.
12. Okada F, Ando Y, Matsushita S, Ishii R, Nakayama T, Morikawa K, et al. Thin-section CT findings of patients with acute Streptococcus pneumoniae pneumonia with and without concurrent infection. Br J Radiol. 2012;85(1016).
13. Gharib AM, Stern EJ. Radiology of pneumonia. Med Clin North Am. 2001;85(6):1461–91.
14. Nachiappan AC, Rahbar K, Shi X, Guy ES, Mortani Barbosa EJ, Shroff GS, et al. Pulmonary tuberculosis: Role of radiology in diagnosis and management. Radiographics. 2017;37(1):52–72.
15. Friis B, Eiken M, Hornsleth A, Jensen A. Chest X-ray appearances in pneumonia and bronchiolitis. Correlation to virological diagnosis and secretory bacterial findings. Acta Paediatr Scand. 1990;79(2):219–25.
16. Koo HJ, Lim S, Choe J, Choi SH, Sung H, Do KH. Radiographic and CT features of viral pneumonia. Radiographics. 2018;38(3):719–39.
17. Berce V, Tomazin M, Gorenjak M, Berce T, Lovrenčić B. The Usefulness of Lung Ultrasound for the Aetiological Diagnosis of Community-Acquired Pneumonia in Children. 2019;1–10.
18. Heinz M. 1. Introduction. Les locutions Fig dans le “Petit Robert.” 2017;1–48.
19. Bate J, Rasmussen E. Key Facts. Macbeth. 2009;(August):21–2.
20. Waingankar N, Goldenberg E, Gilbert BR. History of ultrasound. Ultrasound Male Genitalia. 2015;78(2):1–9.
21. Woo J. A short history of the development of ultrasound in obstetrics and gynecology. Hist Ultrasound Obstet Gynecol. 2002;3:1–25.
22. Hangiandreou NJ. B-mode US: Basic Concepts and New Technology.

- Radiographics. 2003;23(4):1019–33.
23. Corradi F, Brusasco C, Pelosi P. Chest ultrasound in acute respiratory distress syndrome. *Curr Opin Crit Care*. 2014;20(1):98–103.
 24. Lichtenstein DA. BLUE-Protocol and FALLS-Protocol: Two applications of lung ultrasound in the critically ill. *Chest* [Internet]. 2015;147(6):1659–70. Available from: <http://dx.doi.org/10.1378/chest.14-1313>
 25. Lim CK, Chung CL, Lin YT, Chang CH, Lai YC, Wang HC, et al. Transthoracic Ultrasound Elastography in Pulmonary Lesions and Diseases. *Ultrasound Med Biol*. 2017;43(1):145–52.
 26. Aldrich JE. Basic physics of ultrasound imaging. *Crit Care Med*. 2007;35(5 SUPPL.):131–7.
 27. Ziskin MC. Fundamental physics of ultrasound and its propagation in tissue. *Radiographics*. 1993;13(3):705–9.
 28. Kossoff G. Basic physics and imaging characteristics of ultrasound. *World J Surg*. 2000;24(2):134–42.
 29. Ozturk A, Grajo JR, Dhyani M, Anthony BW, Samir AE. Principles of ultrasound elastography. *Abdom Radiol*. 2018;43(4):773–85.
 30. Taljanovic MS, Gimber LH, Becker GW, Latt LD, Klauser AS, Melville DM, et al. Shear-wave elastography: Basic physics and musculoskeletal applications. *Radiographics*. 2017;37(3):855–70.
 31. Nowicki A, Dobruch-Sobczak K. Wprowadzenie do ultradźwiękowej elastografii. *J Ultrason*. 2016;16(65):113–24.
 32. Cosgrove D, Piscaglia F, Bamber J, Bojunga J, Correias JM, Gilja OH, et al. EFSUMB Guidelines and Recommendations on the clinical use of ultrasound elastography part 2: Clinical applications. *Ultraschall der Medizin*. 2013;34(3):238–53.
 33. Cox M, Soudack M, Podberesky DJ, Epelman M. Pediatric chest ultrasound: a practical approach. *Pediatr Radiol*. 2017;47(9):1058–68.
 34. Rea G, Sperandeo M, Di Serafino M, Vallone G, Tomà P. Neonatal and pediatric thoracic ultrasonography. *J Ultrasound* [Internet]. 2019;22(2):121–30. Available

- from: <https://doi.org/10.1007/s40477-019-00357-6>
35. Bobillo-Perez S, Girona-Alarcon M, Rodriguez-Fanjul J, Jordan I, Balaguer Gargallo M. Lung ultrasound in children: What does it give us? *Paediatr Respir Rev* [Internet]. 2019;(xxxx). Available from: <https://doi.org/10.1016/j.prrv.2019.09.006>
 36. von Groote-Bidlingmaier F, Koegelenberg CFN. A practical guide to transthoracic ultrasound. *Breathe*. 2012;9(2):133–42.
 37. Volpicelli G, Lichtenstein DA, Kirkpatrick AW, Noble VE, Tsung JW, Reissig A, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. 2012;577–91.
 38. de Souza TH, Nadal JAH, Peixoto AO, Pereira RM, Giatti MP, Soub ACS, et al. Lung ultrasound in children with pneumonia: interoperator agreement on specific thoracic regions. *Eur J Pediatr*. 2019;178(9):1369–77.
 39. Gillman LM, Panebianco N, Alkadi A, Blaivas M, Kirkpatrick AW. The dynamic sonographic air bronchogram: A simple and immediate bedside diagnosis of alveolar consolidation in severe respiratory failure. *J Trauma - Inj Infect Crit Care*. 2011;70(3):760.
 40. Copetti R, Soldati G, Copetti P. Chest sonography: A useful tool to differentiate acute cardiogenic pulmonary edema from acute respiratory distress syndrome. *Cardiovasc Ultrasound*. 2008;6:1–10.
 41. Xirouchaki N, Magkanas E, Vaporidi K, Kondili E, Plataki M, Patrianakos A, et al. Lung ultrasound in critically ill patients: Comparison with bedside chest radiography. *Intensive Care Med*. 2011;37(9):1488–93.
 42. Miller A. Practical approach to lung ultrasound. *BJA Educ* [Internet]. 2016;16(2):39–45. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/bjaceaccp/mkv012>
 43. Husain LF, Hagopian L, Wayman D, Baker WE, Carmody KA. Sonographic diagnosis of pneumothorax. *J Emergencies, Trauma Shock*. 2012;5(1):76–81.
 44. Gargani L. Lung ultrasound: A new tool for the cardiologist. *Cardiovasc Ultrasound*. 2011;9(1).
 45. Piette E, Daoust R, Denault A. Basic concepts in the use of thoracic and lung

- ultrasound. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2013;26(1):20–30.
46. Cattarossi RCL. Ultrasound diagnosis of pneumonia in children *Diagnosi ecografica di polmonite nell ' età pediatrica*. 2008;190–8.
47. Kim OH, Kim WS, Kim MJ, Jung JY, Suh JH. US in the diagnosis of pediatric chest diseases. *Radiographics*. 2000;20(3):653–71.
48. See KC, Ong V, Wong SH, Leanda R, Santos J, Taculod J, et al. Lung ultrasound training: curriculum implementation and learning trajectory among respiratory therapists. *Intensive Care Med*. 2016;42(1):63–71.
49. Sener Comert S. Emergency Thoracic Ultrasonography. *Güncel Göğüs Hast Serisi*. 2018;6(2):202–12.
50. Qureshi NR, Rahman NM, Gleeson F V. Thoracic ultrasound in the diagnosis of malignant pleural effusion. *Thorax*. 2009;64(2):139–43.
51. Coley BD. Pediatric chest ultrasound. *Radiol Clin North Am*. 2005;43(2):405–18.
52. Piastra M, Yousef N, Brat R, Manzoni P, Mokhtari M, De Luca D. Lung ultrasound findings in meconium aspiration syndrome. *Early Hum Dev* [Internet]. 2014;90:S41–3. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-3782\(14\)50011-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-3782(14)50011-4)
53. Pieper CH, Smith J, Brand EJ. The value of ultrasound examination of the lungs in predicting bronchopulmonary dysplasia. *Pediatr Radiol*. 2004;34(3):227–31.
54. Caiulo VA, Gargani L, Caiulo S, Fiscaro A, Moramarco F, Latini G, et al. Lung ultrasound in bronchiolitis: Comparison with chest X-ray. *Eur J Pediatr*. 2011;170(11):1427–33.
55. Claes AS, Clapuyt P, Menten R, Michoux N, Dumitriu D. Performance of chest ultrasound in pediatric pneumonia. *Eur J Radiol* [Internet]. 2017;88:82–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2016.12.032>
56. Hendaus MA, Jomha FA, Alhammadi AH. Lung ultrasound for the diagnosis of childhood pneumonia: A safe and accurate imaging mode. *Ther Clin Risk Manag*. 2015;11:1817–8.
57. Musolino AM, Scialanga B, Battaglia M, Buonsenso D. Lung ultrasound features of children with complicated and noncomplicated community acquired

- pneumonia : A prospective study. *Pediatr Pulmonol* [Internet]. 2019;54(9):1479–86. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/ppul.24426>
58. Zhou B, Bartholmai BJ, Kalra S, Osborn TG, Zhang X. Lung US surface wave elastography in interstitial lung disease staging. *Radiology*. 2019;291(2):479–84.
59. Youk JH, Son EJ, Park AY, Kim J-A. Shear-wave elastography for breast masses: local shear wave speed (m/s) versus Young modulus (kPa). *Ultrasonography*. 2013;33(1):34–9.
60. Lim CK, Chung CL, Lin YT, Chang CH, Lai YC, Wang HC, et al. Transthoracic Ultrasound Elastography in Pulmonary Lesions and Diseases. *Ultrasound Med Biol*. 2017;43(1):145-52.
61. Wei H, Lu Y, Ji Q, Zhou H, Zhou X. The application of conventional us and transthoracic ultrasound elastography in evaluating peripheral pulmonary lesions. *Exp Ther Med*. 2018;16(2):1203-8
62. Sigrist RMS, Liao J, Kaffas A El, Chammas MC, Willmann JK. Ultrasound Elastography: Review of Techniques and Clinical Applications. *Theranotics*. 2017; 7(5):1303-29
63. Kuo YW, Chen YL, Shih JY, Wang HC, Wu HD. The Predictive Value of Transthoracic Shear-Wave Ultrasound Elastography in Differentiating Benign from Malignant Tumors. 2019; (Level 2):A2607-A2607.

Ek A. Etik Kurul Onay Formu

S.B. İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ GÖZTEPE EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU (2013-KAEK-64)
KARAR FORMU

SAYI:

Tarih: 27.03.2019

KONU: Etik Kurulu Kararı

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Çocukluk Çağında Pnömoni ve Komplikasyonlarının Tanısında Toraks Ultrasonografisinin ve Elastografinin Rolü
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	S.B. İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ	Doktor Erkin Cad. İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi
	TELEFON	216 570 91 90
	FAKS	216 565 55 26
	E-POSTA	etik@sbgoztepehastanesi.gov.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Adnan Kabaalioglu
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Radyoloji
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI	
	DESTEKLEYİCİ	
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)	
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TURU	FAZ 1 ☐
		FAZ 2 ☐
		FAZ 3 ☐
		FAZ 4 ☐
		Gözlemsel ilaç çalışması ☐
		Tıbbi cihaz klinik araştırması ☐
		İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları ☐
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	İlaç dışı klinik araştırma ☒	
	Retrospektif ☐	
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒ ÇOK MERKEZLİ ☐ ULUSAL ☐ ULUSLARARASI ☐
	Belge Adı	Tarihi
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	
	OLGU RAPOR FORMU	
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ	
	Belge Adı	
	SIGORTA	☐
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☐
	BIYOLOJİK MATERİYEL TRANSFER FORMU	☐
	İLAN	☐
	YILLIK BİLDİRİM	☐
	SONUÇ RAPORU	☐
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐
	DİĞER:	☐
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 2019/0137	Tarih: 27.03.2019
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmacının/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmacının/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.	

Etik Kurul Başkanı

Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Derya Büyükkayhan

İmza:

Ek A. Etik Kurul Onay Formu

S.B. İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ GÖZTEPE EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU (2013-KAEK-64)
KARAR FORMU

SAYI:

Tarih: 27.03.2019

KONU: Etik Kurulu Kararı

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Çocukluk Çağında Pnömoni ve Komplikasyonlarının Tanısında Toraks Ultrasonografisinin ve Elastografinin Rolü
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
Prof. Dr. Derya Büyükkayhan	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	T.C. Sağlık Bakanlığı Zeynep Kamil Kadın ve Çocuk Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐			
Prof. Dr. Aytekin OĞUZ	İç Hastalıkları Anabilim Dalı	S.B. İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☒			
Prof. Dr. Işıl MARAL	Halk Sağlığı Anabilim Dalı	S.B. İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☒			
Prof. Dr. Asif Yıldırım	Üroloji	S.B. İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐			
Prof. Dr. Süleyman Daşdağ	Biyofizik	S.B. İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐			
Doç. Dr. Asiye KANBAY	Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı	S.B. İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐			
Doç. Dr. Şükrü Sadık ÖNER	Tıbbi Farmakoloji	S.B. İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐			
Doç. Dr. Sıdika Şeyma ÖZKANLI	Tıbbi Patoloji	S.B. İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐			
Yrd. Doç. Dr. Hacer Hicran Mutlu	Aile Hekimliği	S.B. İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐			
Avukat Mahmut ÇELİK	Avukat	Çelik Gönen Hukuk Bürosu	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☒			
Saliha Şahin	İşçi		E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐			

*:Toplantıda Bulunma

Karar: ☒ Onaylandı ☐ Reddedildi

Etik Kurul Başkanı

Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Derya Büyükkayhan

İmza:

30.04.2020

SAĞLIK BAKANLIĞI
İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ GÖZTEPE EĞİTİM VE ARAŞTIRMA
HASTANESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU BAŞKANLIĞI'NA

İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoloji kliniğinde Dr. Ayşenur Buz'un uzmanlık tezi olarak Prof.Dr.Adnan Kabalıoğlu sorumluluğunda yürütülen "Çocukluk çağında pnömoni ve komplikasyonlarının tanısında toraks ultrasonografisinin rolü" başlıklı çalışmaya; Prof.Dr.Adnan Kabaalıoğlu'nun kliniğimizden ayrılması dolayısıyla Dr.Öğr.Üyesi Başak Atalay sorumluluğunda devam edilecektir.

Gereğinin yapılmasını bilgilerinize arz ederiz.

Araştırmacılar

İmza

Prof. Dr. Adnan Kabaalıoğlu (Eski Sorumlu)

Prof. Dr. Saniye Girit (Yardımcı Araştırmacı)

Dr. Öğr. Üyesi Başak Atalay (Yeni Sorumlu)

Dr.Ayşenur Buz (Tez Öğrencisi)

Hygunders.
İdris Suer
İSTANBUL MEDENİYET ÜNİV.
GÖZTEPE E.A.H.
Doç. Dr. Şükrü Sadık ÖNER
Tıbbi Farmakoloji
Dip.Tes.No: 2001/025