

T. C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYODİYAGNOSTİK ANABİLİM DALI

**PLEVRAL PATOLOJİSİ OLAN HASTALARDA DİFÜZYON
MANYETİK REZONANS İNCELEMENİN BENİGN MALİGN
AYRIMINDA YERİ VE ÖNEMİ**

Dr. Mustafa KAHRAMAN

**Tez Yöneticisi
Prof. Dr. Fatih ALPER**

**Uzmanlık Tezi
ERZURUM - 2012**

İÇİNDEKİLER

ONAY	III
ÖNSÖZ	IV
ÖZET	V
SUMMARY	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	IX
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2.GENEL BİLGİLER	2
2.1. PLEVRANIN ANATOMİSİ VE HİSTOLOJİSİ	2
2.2. PLEVRAL PATOLOJİLER	5
2.2.1. Plevral Sıvılar	5
2.2.2 Plevral Kalınlaşmalar	7
2.2.3 Asbest Maruziyetine Bağlı Plevral Değişiklikler	8
2.2.4 Ekstraplevral Yağ	8
2.2.5 Pnömotoraks	8
2.3. PLEVRAL KİTLE LEZYONLAR	9
2.3.1 Benign Kitleler.....	9
2.3.1.1 Lipom	9
2.3.1.2 Soliter Fibröz Tümör	9
2.3.2 Malign Kitleler	10
2.3.2.1 Malign Mezoteliyoma	10
2.3.2.2 Metastazlar	11
2.4. PLEVRAL İŞTİRAKLİ AKCİĞER LEZYONLARI	11
2.4.1 Epidermoid Karsinom.....	11
2.4.2 Adenokarsinom	11
2.4.3 Küçük Hücreli Karsinom	11
2.4.4 Büyük Hücreli Karsinom	12
2.4.5 Nöroendokrin Karsinomlar	12
2.4.6 Diğerleri	12
2.5 PLEVRAL TANI YÖNTEMLERİ	13
2.6. DİFÜZYON AĞIRLIKLILIKLI GÖRÜNTÜLEME	13
2.6.1. Difüzyon Kavramı	13
2.6.2. Difüzyonun Temel Fizik Kuralları	13

2.6.3. Difüzyon MRG Tetkikin Gelişimi.....	15
2.6.4. Görünen Difüzyon Katsayısı (ADC)	16
2.6.5. Difüzyon Görüntüleme	17
2.6.6. Difüzyon Ağırlıklı Görüntüleme Sekansları	18
2.6.7. Difüzyon Ağırlıklı Görüntülemede Artefaktlar.....	21
2.6.8. Difüzyon Ağırlıklı Görüntülemenin Kullanım Alanları	24
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	26
3.1 Olgular	26
3.2 Toraks MRG Çekim Protokolü ve Görüntü Analizi.....	26
3.3 Elde Edilen Bulguların Değerlendirilmesi.....	27
3.4 İstatiksel Analiz.....	28
4. BULGULAR	29
5. OLGU ÖRNEKLERİ	38
6. TARTIŞMA	48
7. SONUÇ.....	53
KAYNAKLAR.....	55

III

ONAY

'Plevral patolojisi olan hastalarda difüzyon manyetik rezonans incelemenin benign-malign ayırımında yeri ve önemi' isimli çalışmamız Radyoloji Anabilim Dalı'nın 14.01.2011 tarih ve 15 sayılı yazısında istinaden, Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Dahili Tıp Bilimleri Bölüm Kurulu'nun 26.01.2011 tarih ve 01 sayılı oturumun 06 sayılı kararı ve Etik Komite Kurulu Başkanlığı'nın 11.02.2011 tarih ve 2 sayılı oturumunun 15 sayılı kararı ile tez çalışması olarak uygun görülmüş ve onay verilmiştir.

ÖNSÖZ

Radyoloji kliniğinde ihtisas süresi boyunca bilgi ve desteklerini esirgemeyen, deneyimlerini paylaşan tez hocam Sn. Prof. Dr. Fatih ALPER ve Radyoloji Anabilim Dalı Başkanı Sn. Prof. Dr. Adnan OKUR başta olmak üzere öğretim üyesi hocalarım; Sn. Prof. Dr. Zeki BAKIR, Sn. Prof. Dr. Akın LEVENT, Sn. Doç. Dr. Suat EREN, Sn. Prof. Dr. A.KANTARCI, Sn. Yrd. Doç. Dr. Adem KARAMAN, Sn. Yrd. Doç. Dr. Irmak Durur SUBAŞI, Sn. Yrd. Doç. Dr. Ümmügülsüm BAYRAKTUTAN ve Sn. Yrd. Doç. Dr. Hayri OĞUL'a ve birlikte çalışmaktan onur duyduğum sevgili asistan arkadaşlarıma, radyodiagnostik anabilim dalımızda görev yapan sekreter, hemşire, teknisyen ve personele teşekkürlerimi sunarım.

İhtisas süresince manevi desteğini her daim hissettiğim eşime ve aileme sonsuz teşekkür ederim.

Dr. Mustafa KAHRAMAN

X.ÖZET

Amaç:

Manyetik rezonans ile difüzyon ağırlıklı görüntülemenin plevral ve plevral iştirakli patolojilerin ayırıcı tanısındaki değerinin araştırılması.

Gereç ve Yöntem:

Çalışmamız Nisan 2011-Nisan 2012 tarihleri arasında farklı klinik endikasyonlar ile toraks, torakal vertebra veya meme MRG çekimi yapılmış 59 (elli dokuz) hastada tespit edilmiş plevral iştirakli patolojilerin difüzyon MRG ile ADC değerleri alınmıştır. Sonrasında kaslardan alınan ADC değerleri paydaya konarak görece oranları hesaplanmıştır. Retrospektif olarak ölçülen rölatif ADC değerleri, mayilerde torasentez aracılığıyla elde edilen plevral analizler ile solid lezyonlar ise histopatolojik sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

Bulgular:

59 hastanın 23 (%39)'ünde plevral sıvı mevcut idi. Bunların 9 (%39,1)'u transüda, 14 (%60,9)'ü eksüda olarak belirlenmiştir. 36 (%61) hastada plevral ve plevral iştirakli solid lezyon mevcut idi. Bunların 9 (%25)'u benign ve 27 (%75)'si malign idi.

Çalışmamızda ortalama rölatif ROI (lezyonlardan ölçülen ADC değerleri / kaslardan ölçülen ADC değerleri) değerleri kullanıldı. Eksüdatif vasıfta sıvısı bulunan olguların ortalama rölatif ROI oranı $1,65 \pm 0,43$ olarak ölçüldü. Transüda özelliğinde sıvısı olan olguların ortalama rölatif ROI oranı $2,64 \pm 0,49$ olarak ölçüldü. Plevral ve plevral iştirakli benign lezyonlu hastalardan alınan ortalama rölatif ROI oranı ise $2,23 \pm 0,50$ olarak ölçüldü. Plevral ve plevral iştirakli malign lezyonlu hastalardan alınan ortalama rölatif ROI oranı $1,10 \pm 0,37$ olarak ölçüldü.

Bulgular Mann-Whitney U testi ile değerlendirilmiştir. Bulgular solid lezyonların malign-benign ayırımında ve plevral sıvıların transüda-eksüda ayırımında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$).

Sonuç: DAG plevral ve plevral iştirakli patolojilerin ayırıcı tanısında konvansiyonel sekanslara ilaveten kullanıldığında yararlı olabilir.

Anahtar Sözcükler: ADC, Difüzyon Ağırlıklı Manyetik Rezonans Görüntüleme, plevral ve plevral iştirakli patolojiler

XI. SUMMARY

Objective:

Assessing the value of diffusion weighted magnetic resonance imaging in the differential diagnosis of pleural and pleura associated pathologies.

Materials and Methods:

Between April 2011 and April 2012, 59 patients were evaluated with different MRI examinations such as thoracic, spine or breast MRI and diffusion and ADC values were obtained from pleural and /or associated lesions in these patients. After the initial data obtained, DW and ADC values of adjacent normal muscles were also assessed. Using this data, a lesion to muscle ratio regarding the ADC and DW values was calculated. In a retrospective manner, results of solid lesions were compared with histopathologic reports. In cases with pleural effusion, results were compared with thoracentesis analysis.

Results:

Pleural effusion was present in 23 of 59 (39%) patients. These effusions were classified as transudate in 9 (39, 1) cases and as exudate in 14 (60, 9) cases. Thirty-six (61%) patients had pleural and/or pleura associated solid pathologies. Nine of these (25%) lesions were benign and the rest (75%) were malignant lesions.

In our study, we used mean relative ROI ratios (lesions ROI in ADC map/ muscles ROI in ADC map). In cases with exudative fluid, mean relative ROI ratio was measured as 1.65 ± 0.43 . In cases with transudative fluid, the mean relative ROI ratio was measured as 2.64 ± 0.49 . The mean relative ROI ratio in pleural and/or pleura associated benign lesions was measured 2.23 ± 0.50 . The mean relative ratio of ROI in patients with malignant lesions was measured as 1.10 ± 0.37 .

Statistical analysis were performed using Mann-Whitney U test. There was significant statistical difference in terms of relative ADC and DW values in benign and malign lesions. There was also a significant statistical difference in terms of calculated values in transudates and exudates ($p < 0, 05$).

VIII

Conclusion: When DWI is used with conventional sequences, it can be useful in the differential diagnosis of pleural and pleura associated pathologies.

Keywords: ADC, Diffusion Weighted Magnetic Resonance Imaging, pleural and pleura associated pathologies

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

MRG	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
T	: Tesla
DAG	: Difüzyon Ağırlıklı Görüntüleme
EPI	: Echo Planar Imaging (Eko Düzlemsel Görüntüleme)
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
USG	: Ultrasonografi
PA	: Posterior Anterior (Ön Arka)
ADC	: Apparent Diffusion Coefficient (Görünen Difüzyon Katsayısı)
SI	: Sinyal Intensity (Sinyal Yoğunluğu)
ROI	: Region of Interest (İlgi Alanı)
SE	: Spin Echo (Spin Eko)
GE	: Gradient Echo (Gradyent Eko)
IR	: Inversion Recovery (Ters Dönüşüm Düzemesi)
RF	: Radiofrequency (Radyofrekans)
FSE	: Fast Spin Echo (Hızlı Spin Eko)
TE	: Time of Echo (Eko Zamanı)
TR	: Time of Repetition (Tekrarlama Zamanı)
FOV	: Field of View (Bakış Alanı)
VATS	: Video-Assisted Thoracoscopic Surgery
KHDAK	: Küçük Hücreli Dışı Akciğer Kanseri
KHAK	: Küçük Hücreli Akciğer Kanseri
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Plevral ve plevral iştirakli patolojiler klinik tanısında zorluk çekilen ve benign-malign ayırımında hala bir tanısal şemanın oluşmadığı lezyonlardır. Bir hastada plevral ve plevral iştirakli patoloji saptandığında tedavi lezyonun niteliğine göre belirlendiğinden ayırıcı tanı önem taşır. Tanı klinik, biyokimyasal, patolojik ve radyolojik bulgular doğrultusunda konur. Bu yöntemlerle tanı konulamayan olgularda çoklu girişimsel yöntemler yapılmakta ve konvansiyonel girişimsel işlemlerde de bazen sonuç alınamamaktadır. Günümüzde en güncel invaziv tanı yöntemi olarak video yardımcı torakoskopik cerrahi (video-assisted thoracoscopic surgery-VATS) uygulanmakta ve bu yöntemle tanıda daha iyi sonuçlar elde edilmektedir. Bununla birlikte söz konusu yöntem tüm merkezlerde bulunmamakta ve deneyimli kullanıcılar gerektirmektedir.

Plevral ve plevral iştirakli patolojisi bulunan olgular için kullanılabilecek noninvaziv bir görüntüleme yöntemi hangi hastalarda daha invaziv davranılması gerektiğine yol gösterici olabilir. Radyolojik olarak sadece plevral yüzeylerdeki kalınlık artışı, nodülerite varlığı ve kitle varlığı değerlendirilebilmektedir. Özellikle MRG ile plevral mayi karakterizasyonunu kısmen yapılabilmektedir. Bunlara rağmen mezotelyoma ve malign plevral efüzyon tanılarında yetersiz kalınmaktadır. Bilgisayarlı tomografide ve MRG’de T1 ve T2 ağırlıklı görüntüler ve gadolinyum sonrası T1 ağırlıklı yağ baskılamalı görüntüler plevral patolojilerde kullanılmaktadır. Ancak sonuçların hassasiyeti yüksek değildir.

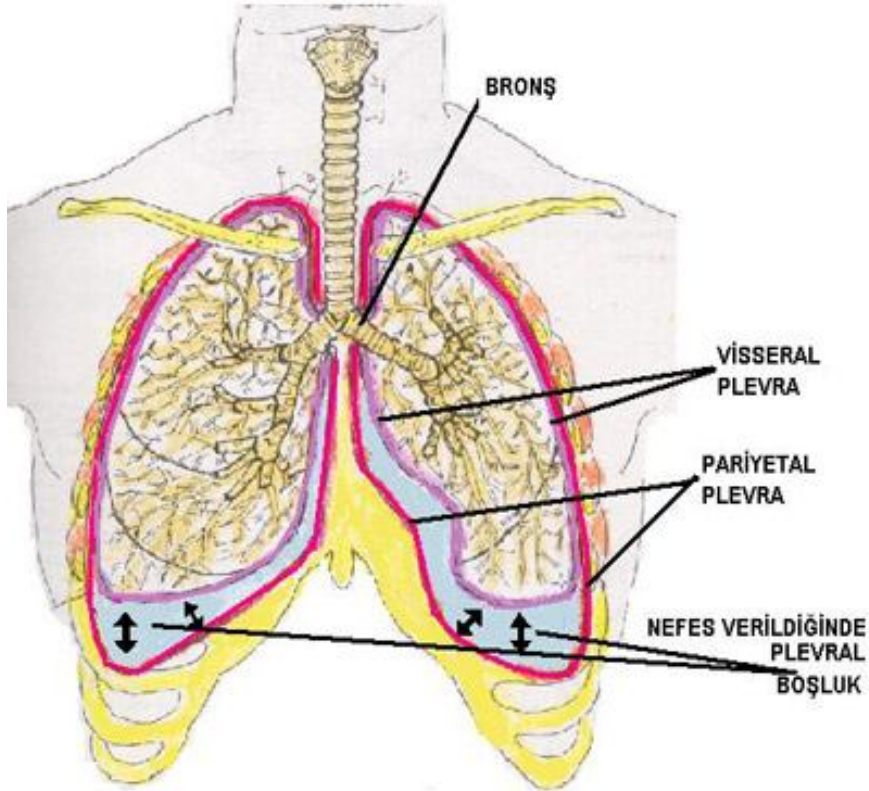
MRG difüzyon ağırlıklı görüntüleme (DAG) suyun rastgele moleküler hareketinin tespitine dayanır ve difüzyon katsayısı ile saptanır. Başlıca beyinde, özellikle akut serebral infarkt tanısı ve epidermoid ya da araknoid kistlerin karakterizasyonu için kullanılır. Son zamanlarda karın içi organların kistik veya solid lezyonlarının karakterizasyonu için de kullanılmaya başlanmıştır. Bu nedenle biz bu çalışmamızda, plevral ve plevral iştirakli lezyonları difüzyon MRG ile değerlendirerek histopatolojik bulgularla karşılaştırmayı ve benign-malign ayırımında katkısını araştırmayı hedefledik.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. PLEVRANIN ANATOMİSİ VE HİSTOLOJİSİ

Plevra akciğer hareketini sağlayan ince bir zar şeklinde yapıdır. Plevra visseral ve pariyetal plevra olmak üzere iki membrandan oluşur (Şekil 1). Pariyetal ve visseral plevra arasında boşluk mevcut olup yaklaşık 10-20 μm genişliğindedir. Plevral boşluk genellikle sağ ve sol boşluk şeklinde ayrı olmakla birlikte, nadiren tek anatomik boşluk şeklinde de oluşabilmektedir (1,2). Plevral boşluk içinde her iki plevra yaprağının kolayca birbirini üzerinde kaymasını sağlayan yaklaşık 0.1-0.2 mL/kg sıvı vardır. Berrak, renksiz görünümde olan bu sıvıda 1.5 g/dL'den az protein ve çoğu monosit, az miktarda lenfosit, makrofaj, mezotel hücresi, polimorfonükleer lökosit olmak üzere yaklaşık 1500 hücre/ μL mevcut olup, eritrosit yoktur. Her iki plevral yüzey alanı visseral plevranın interlober fissürleri ve pariyetal plevranın kostofrenik köşeleri de dahil edilirse, yaklaşık olarak eşit olup, 70 kg'lık bir erkekte 2000 cm^2 civarındadır (1).

Şekil 1. Plevra Anatomisi



Plevra gestasyonel dönemin üçüncü haftasında mezodermden biçimlenmeye başlar. Plevral boşluk akciğerin büyümesinden bağımsız olarak genişler ve dokuzuncu haftada perikardiyal ve peritoneal boşluktan ayrılmış olur. Çeşitli kist, divertikül ve defektler bu üç mezodermal boşluğun tam olarak bölünmemesinden kaynaklanabilir. Bu sırada akciğer tomurcukları visseral plevraya doğru invajine olur ve böylece plevral bir örtü meydana gelir (3).

Visseral ve pariyetal plevra tek sıra mezotel hücrelerinin yanı sıra bazal membran, kolajen ve elastik doku tabakalarının yanında mikro damarlar ve lenfatiklerden oluşur. Pariyetal ve visseral membranlar dış görünüşleri benzer olmakla birlikte, yüzeylerin altında önemli anatomik farklılıklar vardır. Pariyetal yüzeyin altındaki konnektif doku tabakası düzdür. Aksine visseral plevranın submezotelyal konnektif dokusu akciğerlerin içine doğru ilerleyen septalar oluşturur. Bu septalar pulmoner parankime destek sağlarken, aynı zamanda gaz alışverişini kolaylaştıran alt bölmeler oluşturur (4).

Plevral yapıda bulunan mezotel hücreleri pleomorfiktir ve büyük olasılıkla alttaki submezotelyal dokunun gerilme derecesine göre yassıdan küboid veya kolumnar şekle kadar değişiklikler gösterebilir. Morfolojilerindeki farklılıklara rağmen bütün alanlarda tek tabaka halini korur. Mezotel hücrelerinin kalınlıkları 1-4 μm ve yüzey çapları 16-40 μm 'dur. Bu hücreler yaklaşık 0.1 μm çapında ve 3 μm uzunluğunda olan yüzey mikrovillusleri içerir. Visseral mezotel hücrelerindeki mikrovilluslerin dansitesi, özellikle toraksın alt kısımlarında akciğer ve göğüs duvarı arasındaki sürtünmenin azaltılmasını sağlamak için, olasılıkla hiyaluronik asitten zengin glikoproteini tutmak amacıyla pariyetaldeki mikrovilluslerin dansitesinden daha fazladır (1).

Visseral ve pariyetal plevral tabakaların lenfatik drenajları oldukça farklıdır. Pariyetal lenfatik sistem lenfatik sıvının plevral boşluktan drene edilmesi için majör yol olup, pariyetal plevranın mezotelyal yüzeyinde komşu submezotelyal tabakadaki lenfatik ağa lakunalar yoluyla bağlanan ve stomata denilen, 2-12 μm büyüklüğünde açıklıklar mevcuttur. Plevral boşluğun değişik bölgelerindeki lenfatikler değişik lenf nodlarına drene olur. Kostal yüzeyden parasternal ve paravertebral lenf nodlarına, mediastinal yüzeyden trakeobronşiyal lenf nodlarına drenaj sağlanır. Pariyetal plevranın diyafragmatik yüzünün lenfatikleri karın içi lenfatikleriyle ilişkilidir ve lenfatik akım karından toraks içine doğru olduğundan, karın

içindeki enfeksiyonlar kolayca toraksa yayılabilir. Pariyetal plevranın tersine visseral plevrada lakuna ve stomatalar yoktur ve alttaki lenfatik damarlarının plevral boşluktan çok pulmoner parankime drene olduğu düşünülmektedir (4,5).

Plevranın pariyetal kısmı subklavian, mamma interna ve interkostal arterler yoluyla beslenir; venöz sistemi bronşiyal venlere drene olur. Visseral kesim ise kanlanma kaynağı konusunda farklı görüşler vardır. Bazı araştırmacılara göre hiler, apikal, mediastinal ve interlober bölgeler bronşiyal dolaşım ile beslenirken, kalan bölgeler pulmoner arterlerden beslenir. Başka bir gruba göre de kostal ve diyafragmatik kısımların beslenmesi de yine bronşiyal kaynaklıdır. Bronşiyal venler tarafından drene edilen hiler bölge haricinde visseral plevranın venöz dönüşü pulmoner venler yoluyla olur (2).

Pariyetal ve visseral plevra innervasyonunda da farklılıklar mevcuttur. Pariyetal plevradaki konnektif dokuda visseral plevrada olmayan ağrı lifleri vardır. Bu liflerin orijinleri, innerve ettikleri toraks alanlarına göre farklıdır. Kostal plevra ve diyafragmatik plevranın periferik kısmı interkostal sinirler tarafından innerve edilir. Bu bölgelerdeki ağrılı uyaranlar komşu göğüs duvarında hissedilir. Diyafragmanın merkezi kısmı ise frenik sinir tarafından innerve edilir ve bu alandaki uyarılar aynı taraftaki omuzda ağrı oluşturur. Visseral plevranın innervasyonu ise n.vagus dalları ve sempatik trunkus tarafından sağlanır (2,4).

2.2. PLEVRAL PATOLOJİLER

Plevral Sıvı

En sık rastlanan plevra patolojisi plevral sıvıdır (efüzyon). Plevra boşluğunda normal bir insanda yaklaşık 5-7 ml. plevral sıvı bulunur (6). Plevral sıvı her iki plevra yaprağının solunum hareketi sırasında sürtünmesini azaltmaktadır. Üretim ve emilim pariyetal plevra tarafından sağlanır. Üretim ve geri emilim arasında dinamik bir denge bulunmaktadır. Çok çeşitli nedenlerle plevral boşlukta sıvı birikebilir.

Plevral efüzyon, sıvı içeriğinin kompozisyonuna göre transüda ve eksüda olarak iki tipe ayrılır. Sıvının protein ve hücre içeriği az ise transüda olarak isimlendirilir. Transüda oluşturan mekanizmalar genellikle sistemik patolojiler olup sıvı birikimi bilateraldir. En sık sebebi kalp yetersizliğidir. Sıvı üretiminde artış, emiliminde bozulma vardır. Plazma onkotik basıncının azaldığı, hipoproteinemiye neden olan birçok patolojide transüda karakterinde efüzyon oluşmasına neden olur (6,7). Plevral efüzyon içeriği proteinden ve hücrel komponentlerden zengin ise bu sıvı eksüda olarak isimlendirilir. Genellikle lokal bir patolojiye eşlik eder. Sıklıkla enfeksiyon, tümör, emboli gibi durumlarda oluşur ve genellikle tek taraflıdır (8).

Plevral efüzyonların büyük kısmı plevral boşlukta serbest halde bulunur. Yerçekimi etkisiyle yer değiştirebilirler. Ayakta duran bir insanda plevral boşluğun en derin olan kısmı olan posteriyor kostodiyafragmatik reseste (kostodiyafragmatik sinüs) birikmeye başlar. Sıvı miktarı arttıkça önce lateral reses, daha sonra anteriyor kostodiyafragmatik reses dolar. Direkt grafideki en belirgin bulgu kostodiyafragmatik reseslerdeki künt görünümdür. Genellikle ilk bulgu lateral grafide posteriyor reseste küntleşmedir. Az miktardaki serbest plevral efüzyon varlığı lateral dekübitüs grafileri ile daha rahat gösterilebilir. Ayakta çekilen grafilerde plevral sıvı kostodiyafragmatik resesten toraks yan duvarına doğru parabolik bir kontur vererek yükselme eğilimindedir. Plevral efüzyonlar her zaman serbest halde bulunmazlar. Bazen plevra yaprakları arasındaki yapışıklıklar veya oluşan septasyonlar nedeniyle sınırlanırlar. Bu tipte efüzyonlara ankiste (loküle) plevral efüzyon adı verilip genellikle eksüda karakterindeki sıvılardan meydana gelir. Ankiste efüzyonlarda yerçekimi etkisi daha az hissedilir. Bu tipteki sıvıların tedavisi veya drenajı daha zor olup tedaviyi yönlendirmek amacıyla görüntüleme eşliğinde girişimsel işlemler uygulanabilir. Plevral efüzyonun fissürler arası mesafede ankiste

halde bulunması durumunda akciğer grafisinde kitle görüntüsü oluşabilir. Düzgün konturlu ve homojen bir iç yapıya sahip bir kitle görünümündedir. Kalp yetersizliğine bağlı ankiste plevral sıvılar gelişebilir. Tanının kesinleştirilmesi için BT'ye ihtiyaç duyulabilir. Yapılan tedavi ile bu kitle görünümü kısa sürede kaybolduğundan bu görünüm "fantom tümör" olarak isimlendirilmiştir (9). Plevral efüzyon ile assitin aynı anda bulunması bazen BT'de aksiyel kesitleri yorumlarken tanısız güçlüğe neden olabilir. Diyafragma konturu ince bir çizgi halinde izlenebilmekte ve bu yapının anterior iç kesimi intraabdominal boşluk, posterior dışı ise intraplevral boşluktur (10). Günümüzde BT ile koronal ve sagittal reformat görüntüleri ile diyafragma'yı tüm düzlemlerde gözlemek ve kompartımanların yerlerini net olarak göstermek mümkündür.

Şilotoraks lenfatik sıvının plevra boşluğunda birikmesidir. Ana lenfatik yol olan duktus torasikusun toraks içindeki seyir yolunu tutan patolojilerde gözlenir. En sık neden lenfomadır. Diğer nedenler arasında tümör invazyonları, cerrahi veya travmatik nedenlerle duktus torasikus yaralanmaları ve subklaviyan ven trombozları vardır (11).

Transüda karakterindeki sıvılar hücresel elemanlardan ve protein içeriğinden yoksun olduğu için iç yapısı homojendir. USG ile anekoik olarak gözlenirler. Eksüda karakterindeki sıvılar ise fibrin, protein ve hücresel içeriğinden dolayı daha yoğundur. Ultrasonografide iç yapısında hiperekojen ekolar içerebilir. Fibröz bantlar içerdikleri için ankiste olma eğilimindedir. İzlenen fibröz bantlar kontrastlı BT tetkikinde kontrast tutmaz ve doppler USG ile avasküler lineer ekolar şeklinde izlenir. MRG'de transüda T2 ağırlıklı görüntülerde hiperintens izlenir. Kardiyak pacemaker taşıdığı göz önüne alındığında kalp yetersizliği olduğu öngörülebilir. Ampiyem ve abse gelişimi söz konusu olduğunda kalın ve kontrast tutan plevra yaprakları gözlenir. Ampiyemin ve absenin içeriği belirgin yoğun olup, ultrasonografide iç yapısında septasyonlar ve bantlar şeklinde ekolar içerirler (8). Eksüdanın yoğun protein içeriği MRG'de T1 ağırlıklı görüntülerde transüdaya göre daha yüksek intensitede görülür. Transüda karakterindeki sıvılar T2 ağırlıklı görüntülerde yüksek intensitede görülürken eksüda özelliğindeki sıvılarda bu özellik kaybolur ve daha az parlak izlenirler (12).

Plevral Kalınlaşmalar

Sık görülen plevral bulgulardan biride plevral kalınlaşmalardır. Plevra kalınlaşmalar diffüz veya lokal şeklinde gözlenirler. Düzensiz veya düzgün yüzeyli olabilirler. En sık görülen tip apikal kesimlerde izlenen plevral kalınlaşmadır. Bunun nedeni bu alanların iskemik değişikliklere daha yatkın olmasına bağlanmıştır.

Tüberküloz ve diğer enfeksiyonlar kronik dönemde plevral kalınlaşmalara neden olabilirler. Tüberküloza bağlı plevral kalınlaşmalarda kalsifikasyonlar da eşlik edebilir (13). Lokal plevral kalınlaşmaların en sık sebebi geçirilmiş plevral efüzyonların sekel bırakarak iyileşmesidir.

Plevral kalınlaşma genellikle bazal kesimlerde pariyetal plevrayı tutar. Visseral plevra bazı durumlarda etkilenebilir. Visseral plevranın etkilendiği durumlarda etkilenen alana komşu periferik akciğer parankiminde ekspansiyon kısıtlılığı gelişir. Etkilenen parankim alanında yuvarlak atelektaziler gelişebilir. Bazen yuvarlak atelektazilerin neden olduğu görünümler periferik yerleşimli kitle lezyonlarıyla karışır (14).

Geçirilmiş cerrahi operasyonlara bağlı, olguya uygulanmış radyoterapiye bağlı tedavi sonrası gelişen plevral kalınlaşmalar izlenebilir. Sıklıkla meme kanseri nedeniyle mastektomi yapılan olgularda cerrahi sonrası uygulanan tanjansiyel göğüs duvarı ışınlamasına bağlı olarak ışınlama alanına giren bölgedeki plevrada kalınlaşma, subplevral alanda retiküler izlerde artım gibi interstisyel değişiklikler gelişebilmektedir. Çeşitli kolajen vasküler hastalıklarda da plevra kalınlaşması gözlenebilir.

Asbest maruziyeti de plevral kalınlaşmalar ile kendini gösterebilir. Plak tarzında diffüz kalınlaşmalara neden olur ve bazen yaygın kalsifikasyon gösterebilir. Bu tipte plaklar toraks ön ve yan duvarlarında görülebildiği gibi diyafragmatik yüzdeki plevrada da görülebilir.

Plevral kalınlaşmalar genellikle kısıtlayıcı bir durum oluşturur ve toraksın normal genişlemesini etkiler. Bu durum akciğer hacimlerinde azalmaya neden olabilir. Buna bağlı olarak ekstra plevral yağ mesafesi genişlemiş olarak izlenebilir (15).

Asbest Maruziyetine Bağlı Plevral Değişiklikler

Asbest sanayide kullanım alanları olan ve doğada bol bulunan bir mineraldir. Ülkemizde beyaz toprak olarak da bilinir. İnşaat ve duvar boyama malzemelerinde gemi kaplama malzemelerinin yapısında da fazla miktarda bulunur. Bundan dolayı asbest maruziyetini mesleki ve endemik bir hastalık etkeni yapmaktadır. Asbest maruziyeti sonucu plevral ve parankimal bulgular gelişebilir. Bulgular plevral plaklar, plevral efüzyon, plevral kalsifikasyonlar olarak görülebilir. En erken bulgu genellikle gelişmesi için 15-35 yıl gibi bir süre gerekir ve bu bulguda efüzyon gelişimidir. Kronik ve tekrarlayıcı olma eğilimi vardır. Plevral kalınlaşma geç bir bulgudur. Genellikle toraks yan duvarlarında ve simetrik olma eğilimindedir ve düzgün kenarlıdır. Plevra kalsifikasyonları ise en geç gelişen bulgudur. Amorf özellikler gösterirler ve heterojen dağılırlar. Akciğer grafilerinde tanınabilirler. Kronik asbest maruziyeti ile malign plevral mezoteliyoma gelişimi arasında ilişki olduğu ispatlanmıştır (16).

Ekstraplevral Yağ

Plevral kalınlaşma ile karışabilen ekstraplevral mesafedeki yağ dokusundaki kalınlaşma şeklidir. 4 ve 8. kostalar arasında posteriyorda daha belirgin olup direkt grafilerde düzgün plevral kalınlaşma olarak düşünülebilir. Bu durumun aydınlatılması için BT tetkiki gerekli olabilir. Çoğunlukla plevrayı etkileyen enflamasyonlar neticesinde gelişir. Plevral fibrozisin varlığına bağlı olarak lokal ekstra plevral yağ mesafesinde genişlemeler oluşabilir (15).

Pnömotoraks

Pnömotoraks plevral boşluklar arasında hava bulunmasına denilir. Spontan, travmatik ve iyatrojenik tipleri vardır. Alveollerden visseral plevrada oluşan hasar sonucu plevra boşluğuna hava dolması sonucu gelişebileceği gibi toraks duvarının kesici delici cisimlerle yaralanması sonucu pariyetal plevra hasarına bağlı olarak dış havanın plevraya girmesi sonucu da oluşabilir. Sağ ve sol plevra boşlukları arasında herhangi bir fiziksel bağlantı yoktur. Bu nedenle tek taraflı oluşan pnömotoraks durumları belirli bir dereceye kadar solunum fonksiyonunu bozmaz.

Bazı durumlarda hemitoraks içinde çok miktarda basınç oluşturacak kadar hava birikebilir. Bu durum tansiyon pnömotoraks olarak isimlendirilir. Acil bir durum olup derhal tedavi edilmelidir.

Tanı koymak için en sık başvuru yöntem direkt grafilerdir. Filmde plevral boşluğa giren hava nedeniyle çökmüş bulunan visseral plevra konturunun görülmesi ve bu konturun periferik kesiminde bronkovasküler gölgelerin olmamasıyla tanı konur. Yatarak çekilen direkt grafilerde küçük pnömotoraks alanları gözden kaçabilir. Bu durum yoğun bakımda yatan hastalarda problem yaratabilir. Ayakta veya lateral dekübitüs pozisyonunda çekilen grafiler ile tanı daha hassas bir şekilde konulur. Bazı durumlarda zorlu ekspirium grafisi tanıya yardımcı olabilir. En hassas yöntem BT'dir. Pnömotoraks dışında eşlik eden parankim hasarları, hemo-hidrotoraks varlığı, eşlik eden toraks duvarı patolojileri (kosta kırığı, toraks duvarı bütünlük kaybı, ana vasküler yapılarda travmaya bağlı oluşmuş olan patolojiler gibi) BT tetkikinde net bir şekilde ortaya konulabilir. Künt travmaya bağlı gelişen pnömotoraksa her zaman kosta kırığı eşlik etmeyebilir (17). Yapılan çalışmalar USG'ninde pnömotoraks tespiti konusunda hassas bir yöntem olduğunu göstermiştir. Bu durum özellikle yoğun bakım hastalarında yatak başı uygulaması olarak kullanım alanı bulmaktadır (18).

2.3. PLEVRAL KİTLE LEZYONLAR

2.3.1 Benign kitleler

Lipom

Plevranın en sık rastlanan benign tümörü lipomdur. Yuvarlak veya elips şeklinde görülebilirler. Genellikle akciğer grafilerinde ve BT'de tesadüfen saptanırlar. Yağ dansitesinde oldukları için BT'de dansite ölçümü ile kesin tanı koymak mümkündür. İç yapısında yağ içermesine rağmen belirgin heterojen izlenen kitlelerde liposarkom gelişimi akla gelmelidir. Heterojen kitlelerde yağ içeriğini göstermek amacıyla manyetik rezonans görüntüleme ile yağ baskılayıcı sekanslar kullanılarak görüntü alınıp tanı konulabilir (19).

Soliter Fibröz Tümör

Submezoteliyal fibröz dokudan köken alan ve benign mezoteliyoma olarak da isimlendirilen tümördür. Orta-ileri yaş grubunda daha sık görülür. Olguların yaklaşık beşte

birinde aynı tarafta plevral efüzyon olaya eşlik eder. Kitle düzgün konturlu olup oval şekillidir ve uzun ekseni toraks duvarına paraleldir. Direkt grafide plevral kaynaklı kitlelerde gözlenen, toraks duvarı ile geniş açı yapacak şekilde radyoopasite izlenir. Olgular ileri inceleme olarak BT ile değerlendirilir. İntravenöz kontrast madde uygulamasıyla kontrast tutar. MRG ile değerlendirilen olgularda T1 ve T2 ağırlıklı görüntülerde düşük intensitede gözlenirler. Bu durum yoğun fibröz içerikli olmalarına bağlıdır (20).

2.3.2 Malign Kitleler

Malign Mezoteliyoma

Malign plevral mezoteliyoma plevranın malign tümörü olup radyolojik olarak en sık bulgusu tek taraflı plevral efüzyondur. Klinik olarak nefes darlığı, ağrı, öksürük gibi belirtilerle başvuran olguda çekilen PA akciğer grafisinde plevral sıvının fazla miktarda olması, yan duvarda, fissürde ve mediastinal yüzde düzensiz plevral kalınlaşma izlenmesi ile tanıda şüphelenilir. Olguların BT ile incelenmesiyle fissürlerde tutulum, toraks duvarı invazyonu, mediastinal invazyon net bir şekilde ortaya konur.

Hastalığın etiolojisinde asbest maruziyetinin olması sebebiyle kalsifik plevral plaklar gibi asbestozis bulguları da görüntüleme bulgularına eşlik eder (16,21).Plevrada tek taraflı plak veya nodül tarzında düzensiz kalınlaşmalar izlenir. Fissürler boyunca uzanım gözlenebilir. Yerçekimi etkisiyle subpulmoner alana, ileri olgularda transdiyafragmatik geçiş ile subdiyafragmatik alana geçiş gösterebilir. Mediastinal yüzü döşeyen plevranın tutulumu karakteristiktir (22). Hastalık ilerledikçe tüm plevra tümör ile infiltrate olarak kalınlaşır ve sertleşir. Bu sebeple plevral sıvı nedeniyle oluşması gerekenden daha az mediastinal yer değiştirme meydana gelir. Plevral sıvı miktarına göre beklenenden daha az mediastinal yer değiştirme olması malign mezoteliyomayı düşündürmelidir.

BT ve MRG ile mediastinal invazyon derecesi ve transdiyafragmatik yayılım daha net değerlendirilebilir. Kontrast uygulaması sonrasında yoğun heterojen kontrast tutulumu tipiktir. Malign plevral mezoteliyomada oluşan plevral sıvı hemorajik özellikleri olan eksüda karakterinde olduğundan manyetik rezonans görüntülemeye T2 ağırlıklı görüntülerde düşük intensitede izlenir (23).Histopatolojik tanının konulması için kesici iğne kullanılarak plevral kitleden biyopsi alınmalıdır. Bu amaçla ultrasonografi veya BT ile görüntüleme eşliğinde

biyopsi yapılması tanıyı kolaylaştırır. Ancak biyopsi yapılmasının ardından biyopsi iğne giriş yolunda tümör ekimine bağlı yayılım olabileceğinden bu bölgenin işaretlenip önlem olarak radyoterapi yapılması önerilmektedir.

Metastazlar

Plevral metastazların başında adenokarsinomlar yer alır. Bunların başında akciğer kanseri, meme kanseri, lenfoma, malign timoma gibi tümörler plevra metastazı yapar. Daha önce malignite öyküsü olduğu bilinen bir olguda plevral efüzyonun gelişmesi plevra metastazını düşündürmelidir. Plevrada nodül şeklinde kitlelere neden olur. Mediyastinal plevranın ve bazen de fissürlerin tutulması ayırıcı tanıda malign plevral mezoteliyomayı düşündürmelidir (24).

2.4 PLEVRAL İŞTİRAKLİ AKCİĞER LEZYONLARI

Benign ve malign olan birçok akciğer tümörü plevral iştirakli ve/veya subplevral yerleşimli olabilmektedir. Bunlardan bazıları daha sık yerleşim göstermekte olup bazıları daha nadir olarak yerleşim göstermektedir.

Epidermoid Karsinom: Skuamöz hücreli karsinomların % 90'ı lob, segment veya subsegment bronşlarından köken alır. Genellikle santral yerleşimlidir (25).

Adenokarsinom: Sıklıkla periferde, plevranın altında yerleşir. Nekroz ve kavite oluşumu nadirdir. En belirgin histolojik özelliği bez yapısı oluşturabilmesi ve müsün salgılayabilmesidir. Soliter ya da multifokal olabilen bronkoloalveoler karsinomlar morfolojik özellikleri yanı sıra klinik seyir ve davranışlarındaki farklılıklar nedeniyle adenokarsinomların alt tipi olarak korunmuşlardır (25).

Küçük Hücreli Karsinom: Kronik mukozal irritasyona bağlı olarak özellikle bronş bifürkasyonlarında görülür. Kulchitsky hücrelerinden köken aldığı düşünülmektedir. Tümör hücreleri lenfatikler ve damarlar içinde de ilerler. Skuamöz hücreli karsinomlardan farklı olarak santral nekroz ve kavitasyon nadirdir (25).

Büyük Hücreli Karsinom: Büyük hücreli karsinom primer akciğer tümörlerinin en az % 10'unu oluşturur. Yetişkinlerde daha sık görülmektedir. Akciğer periferinde gelişirler. Erkek/kadın oranı 4/1 veya 5/1'dir (25).

Nöroendokrin Karsinomlar: Akciğer karsinomlarının % 2–3 kadarını karsinoid tümör oluşturur. Karsinoid tümör, atipik karsinoid tümör, büyük hücreli nöroendokrin karsinom, küçük hücreli akciğer karsinomu (KHAK) ve nöroendokrin ayrılaşmanın gösterildiği küçük hücreli dışı akciğer karsinomu (KHDAK) nöroendokrin tümörler arasındadır (25).

Diğerleri: Benign ve malign birçok akciğer tümörü veya metastatik akciğer lezyonları subplevral yerleşimli veya plevral iştirakli olabilmektedir. Aşağıdaki tabloda akciğer tümörlerinin histolojik sınıflandırılması yer almaktadır (Tablo 1, DSÖ 1999).

Tablo 1. Akciğer tümörlerinin histopatolojik sınıflandırılması, DSÖ 1999

<p>Malign epitelyal tümörler</p> <p>Epidemoid karsinom</p> <p>Küçük hücreli karsinom</p> <p>Adenokarsinom</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adenokarsinom mikst subtip • Asiner adenokarsinom • Papiller adenokarsinom • Bronkioalveoler karsinom • Müsin üreten solid adenokarsinom <ul style="list-style-type: none"> ○ Fetal adenokarsinom • Büyük hücreli karsinom • Adenoskuamöz karsinom • Sarkomatoid karsinom <ul style="list-style-type: none"> ○ Pleomorfik karsinom ○ İğsi hücreli karsinom ○ Dev hücreli karsinom ○ Karsinosarkom ○ Pulmoner blastom • Karsinoid tümör <ul style="list-style-type: none"> ○ Tipik karsinoid ○ Atipik karsinoid • Tükürük bezi tümörleri <ul style="list-style-type: none"> ○ Mukoepidemoid karsinom ○ Adenoid kistik karsinom ○ Epitelyal-myoepitelyal karsinom • Preinvaziv lezyonlar <ul style="list-style-type: none"> ○ Epidermoid karsinoma in situ ○ Atipik adenomatöz hiperplazi ○ Diffüz idiopatik pulmoner nöroendokrin hücre hiperplazisi 	<ul style="list-style-type: none"> • Mezenkimal Tümörler <ul style="list-style-type: none"> ○ Epiteloid hemanjiyodotelyoma ○ Anjiosarkoma ○ Plöropulmoner blastom ○ Kondroma ○ Konjenital peribronşial myofibroblastik tümör ○ Diffüz pulmoner lenfanjiomatozis ○ İnflamatuvar myofibroblastik tümör ○ Lenfanjioleiyomyomatozis ○ Sinovial sarkoma ○ Monofazik Bifazik ○ Pulmoner arter sarkomu ○ Pulmoner ven sarkomu • Benign epitelyal tümörler <ul style="list-style-type: none"> • Papillomlar <ul style="list-style-type: none"> ○ Skuamöz hücreli papillom ○ Glandüler papillom ○ Mikst • Adenomlar <ul style="list-style-type: none"> ○ Alveoler adenom ○ Papiller adenom ○ Tükürük bezi tipi adenomlar <ul style="list-style-type: none"> • Muköz bez adenomu • Pleomorfik adenom • Diğerleri ○ Müsinöz kistadenom • Lenfoproliferatif tümörler <ul style="list-style-type: none"> ○ MALT lenfoma ○ Diffüz büyük B hücreli lenfoma ○ Lenfomatoid granülomatozis ○ Langerhans hücreli histiositozis • Sınıflandırlamayan tümörler <ul style="list-style-type: none"> ○ Hamartom ○ Sklerozan hemanjiom ○ Berrak hücreli tümör ○ Germ hücreli tümörler <ul style="list-style-type: none"> ▪ Teratom, matür ▪ İmmatüre ▪ Diğer germ hücreli tümörler ○ İntrapulmoner timoma ○ Melanom • Metastatik tümörler
---	--

2.5 PLEVRAL VE PLEVRAL İŞTİRAKLİ LEZYONLARDA TANI YÖNTEMLERİ

Plevral ve plevral iştirakli lezyon tanı aşaması her hastalıkta olduğu gibi anamnez ve fizik muayene ile başlar. Daha sonra PA ve lateral akciğer grafi, USG, BT ve MRG gereklilik halinde yapılabilen ve sonuç alınamayan hastalarda invaziv işlemlere başvurulmaktadır. Plevral mayii açısından torasentez, kitle lezyon açısından transtorasik veya kapalı plevra biyopsileri uygulanmaktadır. Sonuç alınamayan hastalarda torakoskopi veya torakotomi işlemleri uygulanmaktadır. Bu işlemlerle alınan histopatolojik örneklerden tanı konulmaya çalışılmakta ve buna rağmen bazı hastalarda bunlarla da sonuç alınamamaktadır. Günümüzde birçok alanda kullanılan ve benign-malign ayırımında başarılı sonuçlar alınan difüzyon MRG yöntemi son zamanlarda denenmekte ve benign-malign ayırımında yeri araştırılmaktadır.

2.6. DİFÜZYON AĞIRLIKLİ GÖRÜNTÜLEME

2.6.1. DİFÜZYON KAVRAMI

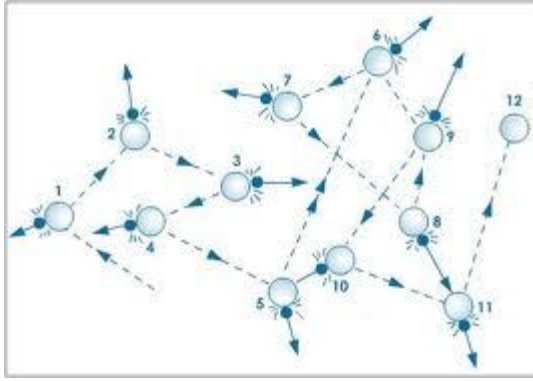
Difüzyon, sıvı durumundaki su moleküllerinin rastgele hareketini ifade etmek için kullanılan terimdir. Hareket, moleküllerin harcanan kinetik enerjileri sonucunda ortaya çıkan termal enerjiden elde edilir. Su moleküllerinin hareketlerini engellemeyen ortamlarda difüzyon her yönde birbirine eşit olur ki, buna izotropik difüzyon denilir. Molekül hareketinde kısıtlanma arttıkça dengesiz, eşit olmayan anlamına gelen anizotropik difüzyon oluşur (26). Farklı konsantrasyonlarda aynı molekülleri içeren sıvılar, birbirinden bir membranla ayrılmış olarak iki farklı kompartmana koyulduğunda, membranın geçirgenlik özellikleri izin veriyorsa aynı konsantrasyona ulaşmaktadır. Biyolojik yapılarda sağlam hücre membranları tarafından ve varsa makromoleküller tarafından difüzyon kısıtlanmaktadır. Dokunun hücre yoğunluğu arttıkça, difüzyon kısıtlaması da artmaktadır (27).

2.6.2. DİFÜZYONUN TEMEL FİZİK KURALLARI

Çözeltideki lokal farklılıklar, çözünen moleküllerin yüksek konsantrasyonlu alandan düşük konsantrasyonlu alana geçişine sebep olacaktır. Yüksek konsantrasyondan düşük konsantrasyona hareket eden partiküllerde; “J” olarak tanımlanan makroskopik moleküler akış

izlenir. Bu karışım işlemi Fick'in birinci kuralı ile olan "J" ile konsantrasyon gradiyenti arasında bağlantı kurarak açıklanır. Bu kuralın içerisinde derecelendirme ölçütü "D" olup ölçüsel difüzyon katsayısıdır. Difüzyonun hızlı olduğu koşulda "D" yüksek, yavaş olduğu durumda ise düşüktür. Difüzyon hızını belirlemek için değişik izleme yöntemleri kullanılmıştır. Ancak bu işlemler moleküllerin işaretlenmesini gerektirdiğinden çoğu girişimsel işlemlerdir. Brownian hareketin ve altında yatan matematiksel kuralların belirlenmesi, günümüzdeki modern difüzyon tanımını oluşturmaktadır. Brownian difüzyon, partiküllerin kendi aralarında (iç difüzyon) rastgele çarpışmaları ve diğer moleküller ile çarpışmaları ile dağılımları esasına dayanır (Şekil 2).

Şekil 2. Moleküllerin Brownian hareketi (28).



Fick'in deterministik kuralına göre, Brownian difüzyon daha olası bir durumdur. Kesin bir akışı göstermek yerine olası akışı belirler ve daha gerçekçidir (28).

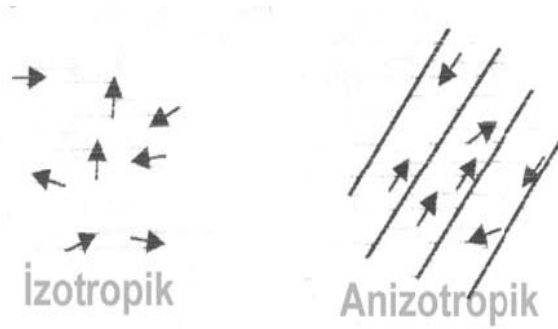
Fick'in ilk yasası: $J = -D \Delta C$, J : net partikül akışı C : partikül konsantrasyonu Δ : İsi

$$\text{Brownian Difüzyon: } P(r,t|r_0,0) = 1/\sqrt{(4\pi Dt)} \exp[-(r-r_0)^2/4Dt]$$

İzotropik Difüzyon: İzotropik difüzyonda moleküllerin hareketi her yöne doğrudur ve mikro yapıları rastgele dizilmiş, moleküllerin hareketine düzenli engeller göstermeyen ortamlarda gerçekleşir (29). Homojenite gösteren sıvı içinde (araknoid kist) difüzyon serbesttir (30). Her yöne doğru eşit olur. Buna izotropik difüzyon denir. Örneğin gri cevherde difüzyon izotropiktir (29). İzotropik difüzyonda tamamen su moleküllerinin hareketlerine bağlı görüntüler elde edilmekte ve buda ekoplanar difüzyon MRG ya da sadece difüzyon MRG olarak tanımlanmaktadır (31,32).

Anizotropik Difüzyon: Anizotropik difüzyon, mikro yapıları belli bir düzende yerleşmiş dokularda gerçekleşir, difüzyon bir yönde diğer yönlerden daha fazladır. Örneğin miyelinli beyaz cevher lifleri boyunca difüzyon hızlıdır. Ancak liflere dik doğrultuda su moleküllerinin hareketi engelleneceğinden difüzyon yavaştır. Beyaz cevherde difüzyon anizotropiktir (Şekil 3). Burada görüntüler PSIF adı verilen gradyent eko sekansıyla elde edilir. İkisi arasındaki temel fark 'apparent diffusion coefficient'(ADC) değeri adı verilen su difüzyonu değerinin matematiksel olarak ölçümü yalnızca izotropik difüzyonda mümkün olmaktadır. Anizotropik difüzyonda ise piksel değerleri ölçümü ve değişik lezyonların kıyaslanması yapılabilir, ancak ADC değeri hesaplanamaz (31,32).

Şekil 3. İzotropik ve anizotropik difüzyon



2.6.3. DİFÜZYON MRG TETKİKİNİN GELİŞİMİ

Erwin Hahn moleküler difüzyonun MRG üzerindeki etkisini ilk olarak tanımlayan kişi olmuştur. Hahn'ın, suyun ve diğer sıvıların iç difüzyonlarını MRG ile değerlendirme çalışmaları, 1950'li yıllara uzanmaktadır.

Su ve diğer sıvıların iç difüzyonlarını Carr ve Purcell MRG spin eko kullanarak ölçmüştür. Daha sonra difüzyona bağlı rastgele hareketlerin, MRG spin eko amplitüdünde azalma ile sonuçlandığını göstermişlerdir. Spin işaretli moleküllerin difüzyon kabiliyeti arttıkça, daha fazla faz dağılımı (dispersiyon) ve sinyal kuvvetinde daha fazla zayıflama (atenüasyon) izlemişlerdir. Brownian yöntemini kullanarak, eşit dağılımlı (uniform) manyetik alan gradiyenti altındaki spin sisteminin olası moleküler yer değişimlerini, moleküler difüzyon katsayısı ve MRG sinyal atenüasyonuna bağlayan bir formül oluşturmuşlardır. Çalışmaları aynı zamanda suyun iç difüzyon katsayısını ve diğer çözeltilerin katsayılarını altın standart olarak belirlemiştir. Bundan iki yıl sonra Torrey manyetik spinlerin difüzyonlarını

Bloch denklemlerine (manyetizasyon transfer denklemleri) ekleyerek, MRG sinyal kayıplarına katkısını açıklamıştır. Stejkal ve Tanner, Carr ve Purcel'in bulgularına, tek tip çevrilen spinlerin (uniform translating spins) hızlarına bağımlı net faz kaymalarına yol açtıklarını, difüzyona uğrayan spinlerin faz kaymasına yol açmadıklarını ancak faz dağılım yüksekliklerinde değişikliklere yol açtığını göstermişlerdir. Tanner daha sonra uyarılabilen eko sekanslarını tanımlamış ve bunların moleküler difüzyona duyarlı hale getirilebileceğini keşfetmiştir. Tanner ayrıca sıvı difüzyonunun kompleks ortamlarda doğru değerlendirilebilmesi için sıvının iç difüzyonunun değerlendirme dışı bırakılması gerektiğini farketmiş, görünen difüzyon katsayısının (ADC) bunun yerine kullanımını önermiştir (28).

MRG difüzyon ölçümlerinin evriminde bir sonraki basamak atım-alan (pulsed-field) gradiyent metotları olmuştur. Uygun şekilde yerleştirilmiş iki adet kısa süreli manyetik alan gradiyent atımlarının, tek ve devamlı atım yapana göre daha kesin sonuçlar verdiği izlenmiştir. Bunun nedenleri arasında difüzyon zamanının ve uzunluk ölçütlerinin bağımsız olarak kontrol edilebilmesi sayılabilir (28).

2.6.4. GÖRÜNEN DİFÜZYON KATSAYISI (ADC)

Pratikte, difüzyon MRG inceleme, difüzyonel veya herhangi orijinli bir yer değiştirme hareketine sensitiftir. Bu sebeple, 'apparent diffusion coefficient'(ADC), difüzyon sabitinin analogudur. ADC moleküllerin içerisinde difüzyona uğradığı yapının kompozisyonu ve mikroyapısına duyarlı olup sıvının iç difüzyon ile yer değişiminin ortalamasının karesinin difüzyon zamanının iki katına oranı hesaplanarak işlem dışı bırakılmasıyla elde edilir (28).

$$SI = SI(0) * e^{-b*ADC}$$

S: ölçülen eko magnitudü (sinyal intensitesi) S(0) : difüzyon gradiyentleri olmadan ölçülen eko magnitudü (b=0)

b: difüzyon ağırlığının derecesinin ölçütü , $b = \gamma^2 G^2 \delta^2 (\Delta \gamma / 3)$, γ : giromanyetik oran

G: amplitüd δ : Difüzyon gradiyenti süresi Δ : Difüzyon gradiyentleri arasındaki süre

Formülde görüldüğü gibi, b değerini etkileyen faktörlerin değiştirilmesi ile farklı b değerleri elde edilebilir (33). Difüzyon faktörü olan b, milimetre kare/saniye olarak ölçülür.

$SI = SI(0) * e^{-b*ADC}$ formülünden de görüleceği gibi, sabit bir b faktörü kullanılırsa, yüksek ADC'li dokulardan daha düşük sinyal ortaya çıkacaktır. Eğer farklı b değerleri ile difüzyon ağırlıklı imajlar alınacak olursa, bunlarda piksellerdeki sinyal yoğunluklarına değerler atanarak, her pikselde gerçekleşen difüzyon ağırlığı hesaplanabilir. Bu yöntemle elde edilen sonuca ADC haritası adı verilir ve bu haritalar her bir voksel için 3 farklı yönde (x,y,z) hesaplanmış ADC değerlerinin ortalaması oluşturularak elde olunur (26,33,34). Difüzyon ağırlıklı görüntüleme kullanılan sekanslarda T2 ağırlığı da olduğundan, bu etkiyi ortadan kaldırıp sadece ölçülen difüzyonun görülebilmesi içinde ADC haritalar kullanılır. Eğer formüle $ADC = -\ln(SI/SI_{b=0})/b$ açısından bakarsak, artmış ADC'nin difüzyon ağırlıklı görüntülerde azalmış sinyal intensitesine yol açacağı fark edilebilir. Bu nedenle ADC haritalarında difüzyon kısıtlamaları, difüzyon ağırlıklı imajların aksine hipointens olarak izlenmektedir. Gene aynı formülden düşük b değerlerinde T2'nin etkisinin arttığı çıkarılabilir. Kantitatif analiz yapılmak istenirse ilgi alanı anlamına gelen (ROI) belirlenerek, bu alan içerisinde kalan vokselde ortalama ADC değerleri ölçülebilmektedir (33).

Su moleküllerinin hareketinin üç boyuttan herhangi biri ya da daha fazlası yönünde kısıtlanmasına 'anizotropi' denilir. İzotropik ortamlarda (beynin gri maddesi, karaciğer dokusu gibi) ADC dokunun organizasyonundan bağımsız olup, rahatlıkla ölçülebilmektedir. Oysa beyaz cevherde veya kas dokusunda ortam anizotropik olduğundan ADC dokunun yönelimine bağlıdır (28).

2.6.5. DİFÜZYON GÖRÜNTÜLEME

Difüzyon incelemeler tek boyutlu bir görüntüleme yöntemidir. Difüzyona duyarlı MRG inceleme, klinik uygulamada rutin MRG incelemelere nazaran daha çok teknik gereksinime ihtiyaç duymaktadır ve uygun yorum için görüntünün dikkatli işlenmesini (post-processing) gerektirmektedir. Tüm moleküler yer değişimlerinin yönelimleri doğrultusunda incelenebilir. Tek bir ADC ölçümü ile yönelime bağımlı su hareketleri anizotropik dokularda ölçülemez. Bu tarz yönelime bağımlı difüzyon, görünen difüzyon gerilimi (apparent diffusion tensor) kullanılarak daha doğru olarak ölçülebilmektedir (28).

Difüzyon ağırlıklı görüntüleme ölçümler, ilk önce $b=0$ sn/mm² ve sonra incelenecek b değerleri olarak uygulanır. "b" değerinin değişmesi ise difüzyonun incelemedeki ağırlığını değiştirecektir. ADC haritalarının hesaplanabilmesi için moleküllerin her üç yöndeki

hareketlerinin değerlendirilebilmesi amacıyla tarayıcının x, y ve z koordinat aksları doğrultusunda difüzyon gradiyentleri uygulanır. Difüzyon tensör görüntüleme ise difüzyon gradiyentlerinin en az 6 yönde uygulanması gerekmektedir (54).

Difüzyon ağırlıklı görüntüler (DAG) konvansiyonel MRG puls sekansları yani 180° RF atımı içerisine 2 adet difüzyon gradiyentinin yerleştirilmesi ile elde olunmaktadır. Difüzyon kodlama, bu iki gradiyent arasında kalan süre içerisinde gerçekleştirilmektedir. Bu imajların yoğunlukları, vokseller içerisinde spin işaretlenmiş moleküllerin difüzyon kabiliyetleri ile artmakta veya azalmaktadır (26,28). Bu amaçla aynı amplitüde (G) ve aynı sürede (δ) iki difüzyon gradiyenti (DG) içeren spin eko-eko düzlemsel puls sekansları (SE-EPI) difüzyon ağırlıklı imajları elde etmek için kullanılmaktadır. Difüzyon gradiyenti tarafından oluşturulan faz değişimleri makromoleküller içerisinde bulunan yerleşik protonlarda tanımlayıcı (registration) moment tarafından kompanze edilir. Bu tarz protonlardan gelen MRG sinyali dokunun T2 sinyaline karşılık gelmekte olup, $b=0$ 'da SE-EPI sekansı tarafından kaydedilen sinyale eşittir. Difüzyon hareketine katılan protonlar ek fazı alırlar ve bunlardan kaynaklanan MRG sinyali azalır. Suyun dokudaki difüzyon kabiliyeti, difüzyon ağırlıklı imajlarda MRG sinyalinin kaybının gözlenmesi ile tahmin edilir (34).

2.6.6. DİFÜZYON AĞIRLIKLIL GÖRÜNTÜLEME SEKANSLARI

Spin eko (SE) Sekanslar: Hahn tarafından 1950 yılında tanımlanarak, Carr'ın 180° RF atımının kullanımını eklemesi ile difüzyon MRG görüntülemenin kullanıma geçen ilk sekansıdır. Uyarım için 90° RF atımının uygulanması ile bazı spinlerin diğerlerine göre daha hızlı presesyon göstermeleri nedeniyle faz bozunması oluşur. TE süresinin yarısı geçince 180° ikinci RF atımı uygulanır. Bu spinlerin geri yönlenmelerine yol açar ve TE süresi dolduğunda spinler aynı fazda buluşmuş olur. Bu anda eko oluşumu gerçekleşmektedir (35). 180° RF atımı sayesinde T2* (statik manyetik alan düzensizlikleri) etkilerinden bağımsız olarak, T2 ekosunun ölçülmesi ile elde olunmaktadır. Ancak elde etmek için gerekli sürenin uzun olması nedeniyle harekete oldukça duyarlı olup, Nyquist artefaktları sık olarak izlenmektedir. Hayalet artefaktlarını ortadan kaldırmak amacıyla "Navigatör eko" kullanılabilir. Hareketin olduğu durumlarda, sıralı iki navigatör eko arasındaki faz farkı birbirinden çıkarılarak ortadan kaldırılabilir. "K-alanının" radyal şekilde doldurulması da bir çözümdür (36).

Hızlı Spin eko (FSE) Sekanslar: Spin eko sekanslarının modifikasyonları ile elde edilirler. Daha kısa sürede tarama yapılabilmesi en önemli avantajlarıdır. Bunu sağlayabilmek için her TR aralığında çok sayıda tekrar odaklama sağlayan RF atımları uygulanır ve ekolar arasında kısa sürelerle faz kodlama gradientleri açılıp kapatılır. Bu sayede her uyarım atımı sonrasında TR aralığında farklı faz kodlamalarla çok sayıda eko elde edilmiş olur. Spin ekoların arka arkaya gelmeleri nedeniyle bu spin ekolara eko çalışma alanı denilir ve elde olunan eko sayısı eko çalışma uzunluğu olarak (ETL) tanımlanır. FSE sekansları, klasik spin eko sekanslara göre sadece hızlı değildir. TR süreleri olabildiğince çok RF atımı gönderebilmek için daha uzundur. Bu nedenle FSE sekanslar T2 ağırlıklı görüntülemelerde faydalı olmaktadır. T2 ağırlıklı görüntülemelerde TE süreleri de SE sekanslara göre daha uzundur (35).

Tek Atış Hızlı Spin eko Sekanslar (SSFSE): Tek-atış hızlı spin eko sekanslar (SSFSE) ve yarı-fourier görüntü elde etmeli tek-atış hızlı spin eko (half-fourier acquisition single-shot turbo spin echo) (HASTE) sekanslar 1 saniye ve altında tarama yapabilen çok hızlı MRG tekniklerinin diğer isimleridir. Bu tekniklerde alanın tamamı doldurulmamaktadır. “Tek-atış” ile ifade edilmek istenilen, sadece tek bir RF atımı ile k-alanı çizgilerinin yarısının doldurulmasıdır. Dolayısıyla görüntüleme çok hızlı gerçekleşmekte ve hareket artefaktları en aza indirilmektedir. Uzun eko zamanları nedeniyle SSFSE veya HASTE görüntüleri, uzun TE değerine sahip, örneğin sıvı içeren dokuları daha belirginleştirirken, diğer dokularda baskılanmaya yol açar. Bu nedenle bu sekanslar ayrıca MRG kolanjiyografi, myelografi ve ürografi amacıyla da kullanım alanı bulmuştur (35). Bu sekanslarda faz kaymaları ve yayılmaları; ciddi artefaktlara neden olmaktadır. 180° odaklama vuruşu ideal olmayıp, 0° ile 180° arasında değişen açılar da içerir. Bu sebeple ekoyu oluşturan bazı protonlar faz içi ve faz dışı yollara girebilirler. Bu yollar koherens yolları olarak bilinir ve protonların dönme sayılarının tek veya çift olmasına göre sınıflandırılırlar. Bu yolların bozucu etkisini önlemek için tek ve çift sayıdaki ekoların ayrılması veya yatay manyetizmanın (transvers manyetizasyon) paralel olmayan bileşenini yeniden odaklama atımından önce ortadan kaldırmak gerekmektedir. Her iki yöntemde de elde olunan sinyal yoğunluğu yarıya inmektedir. FSE sekansları Carr-Purcell-Meiboom-Gill (CPMG) durumuna uyarlar. CPMG durumu yeniden odaklama vuruşlarının, ilk $\Pi/2$ vuruşuna dik olarak uygulanmasıdır. Yatay manyetizasyonu hızla bozan, ideal olmayan Π vuruşlarından kaynaklanan hataların üstesinden gelmek için bu durum gereklidir. Ancak bu durumda manyetizasyonun faz dışı bileşeni

bozular. Bu sebeple CPMG-FSE sekansları ilk faz görüntülerini oluşturamazlar. Bu da sinyalin yarı yarıya azalmasına neden olur. Le Roux, sistemin uygun öz yöney (eigen vector) çerçevesine ayarlanmış sabit durumda kalmasına olanak veren, ikinci dereceli faz değişikliğine uğramış yeniden odaklama vuruşları üzerine kurulu bir sekans geliştirmiştir. II açısından düşük açılarda dahi sabit eko çalışma alanı devamlılığı sağlanabilmektedir. Bu durum klasik FSE sekanslarına benzer şekilde ekonun bir bileşeninin sabit olduğu, diğerinin her ekoda sürekli değiştiği bir sistemi taklit eder. CPMG olmayan ssFSE sekansının dezavantajı, eko çalışma alanı uzunluğunun eko düzlemsel puls sekanslarına (EPI) göre uzun olmasıdır. Bu sebeple bu sekans hareket artefaktlarına ve T2 bulanıklığına daha duyarlıdır. Ancak bu sekans eddy akımlarına, manyetik alanın homojen olmamasına ve T2* bulanıklığına daha dirençlidir. Bu durum bu sekansa EPI sekansının başarısız olduğu bölgelerde kullanım olanağı tanımaktadır (36).

Çok Ekolu Sekanslar (Multi-eko): Tek bir döngüde SE sekanslarda çok sayıda eko elde edilebilir. Ek ekolar, frekans kodlama gradiyentinin tekrarlayan ters dönmeleri sırasında oluşturulan çoklu gradiyent ekoları sırasında ek olarak uygulanan 180° tekrar odaklama atımları ile ortaya çıkarılır. Çoklu eko sağlayan sekanslar sayesinde farklı T2 ağırlıklarında ve farklı eko zamanlarında sekanslar elde edilebilmektedir (Örnek; proton yoğunluklu sekanslar). Bunun yanısıra veri toplanmasını hızlandırarak, çok hızlı görüntüleme yapılmasını sağlamaktadırlar. Bu sekansın en önemli sınırlamalarından birisi görüntüyü oluşturacak verilerdeki kesintiler nedeniyle bütünlüğün sağlanamaması, bunun sonucunda hayalet artefaktlarının ve bulanıklığın ortaya çıkmasıdır (36).

Kararlı Durumda Serbest Presesyon Sekansları (SSFP): Gradyent eko sekanların özel bir çeşidi olan bu sekansta tek bir RF atımı tarafından yaratılan transvers manyetizasyon çok sayıda ekonun oluşumuna katkıda bulunmaktadır (35). Diğer bir deyişle, bu sekanslarda sabit yatay veya dikey sabit ve kararlı bir manyetik alan elde edilmeye çalışılmaktadır. Bunun için kısa aralıklarla RF atımları uygulanmaktadır. Kararlı manyetik alan oluştuktan sonra RF atımları ile kararlılığı devam ettirilir. RF atımları arasında difüzyon gradiyentleri uygulanır. Ancak RF atımlarının yatırma açısı 180° 'den küçük olduğu için yatay ve dikey manyetizasyonlar eski hallerine kısmen geri dönebilmektedir. Bu sebeple b değeri ve buna bağlı olarak sinyal intensitesi değişkenlik gösterir ve fiziksel sabitler hesaplanamaz (36).

Eko-düzlemsel Görüntüleme (EPI): Eko düzlemsel görüntüleme (Ekoplanar) (EPI), dinamik ve fonksiyonel MRG görüntüleme için de kullanılan, en hızlı veri toplama tekniğidir. Bu metod hızlı ve güçlü frekans kodlama gradiyentleri gerektirir. Eko çalışma zamanı 128 ekodan oluşabilmektedir. Bu yöntemle 256x128 çözünürlükte bir görüntü 70 ms gibi kısa bir sürede elde edilebilmektedir. Ancak bu yöntemde kendine ait eksileri mevcuttur. Bunlar arasında hızla açılıp kapanan manyetik alan gradiyentlerinin yol açtığı manyetik alan düzensizlikleri sonucunda imaj bozulmaları, düşük sinyal gürültü oranı, T1 etkisi olmadığından düşük kontrast oranı sayılabilir (36). Ayrıca T2* sinyalinin hızlı kaybolması nedeniyle eko toplamak için az zaman kalması nedeniyle kuvvetli ve hızlı gradiyentler gerekmektedir. Hızlı değişim gösteren kuvvetli manyetik alanlar hem Eddy artefaktlarına yol açabilir, hem de sinir stimülasyonu yaparak hastaya zarar verebilir. Spin eko sekanslarını difüzyon ağırlıklı görüntülemeye uygulamak için ilk veri toplanmasından önce bir çift difüzyon gradiyenti uygulanır. Tek atışlı EPI sekansları kullanılarak T2* ağırlıklı görüntüler elde edilebilir (36).

Satır Tarama Difüzyon Tekniği (LSDWI): Satır taramalı difüzyon, duyarlı gradiyenti olan bir spin eko sekansıdır. Standart bir spin eko sekansında 90° ve 180° lik uyarıcı atımların (eksitasyon pulsu) etki gösterdikleri düzlemleri aynıdır. Satır taramalı difüzyon tekniğinde, bu düzlemlere eğim verilerek, iki düzlemin kesiştiği alandan veri toplanır. Bu uyarılmış alandan gelen eko frekans kodlamalı olup, tek boyutlu Fourier değişimi veri satırı üzerine uygulanmaktadır. Her faz kodlama basamağında elde olunan veriler birleştirilerek iki boyutlu görüntü elde edilir. Her TR periyodunda bir satırlık veri elde olunmaktadır. LSDWI yüksek alanlı DW-EPI tekniklerine göre distorsiyon ve hareket artefaktlarına daha az duyarlıdır (35).

2.6.7. DİFÜZYON AĞIRLIKLIL GÖRÜNTÜLEMEDE ARTEFAKTLAR

DAG'nin en önemli dezavantajı serebral yapılarda anatomik detayın konvansiyonel sekanslara göre yetersiz olmasıdır. Bu durum sekansın çok güçlü gradiyentler gerektirmesi ve sinyal-gürültü oranının yeterli düzeyde olmamasından kaynaklanır. Bu nedenle konvansiyonel MRG sekansları eşliğinde değerlendirme yapılmalıdır. Difüzyon ağırlıklı görüntüler kısa TE zamanları nedeniyle temelde T2 ağırlıklı görüntüler olup, T2'de değişikliğe yol açan her şeyden etkilenirler. T2 uzamasının etkisi, en iyi bilinen artefaktlardan olan T2-parlama (T2

shine through) etkisine yol açmaktadır. Daha az bilinenleri ise ADC ve T2 arasında dengelenme oluşumu olan T2-yıkanması (T2 wash-out), T2 kısalmasıyla oluşan T2-kararması (T2 black-out) ve manyetik suspektibilite artefaktlarıdır. T2 etkisini ortadan kaldırmak için eksponansiyel görüntüler kullanılmaktadır. Difüzyon ağırlıklı görüntü $b=0$ görüntüsüne bölünerek eksponansiyel görüntüler elde edilir (33).

T2 Parlaması (T2 shine-through): T2 uzamasına bağlı olarak difüzyon ağırlıklı görüntülerde hiperintensitenin izlendiği bir durumdur. Eğer aynı zamanda ADC düşerse, difüzyon ağırlıklı görüntülerde hiperintensite belirginleşir. Eksponansiyel görüntüler T2 etkisini ortadan kaldırdığı için bu artefaktın gerçek bir kısıtlamadan ayırımında kullanılmaktadır (33).

T2 Yıkanması (T2 wash-out): T2 yıkanması ile ifade edilen, T2 imajlarda izlenmekte olan hiperintensite ile artmış ADC'nin dengelenmesidir. Artmış ADC ve T2 hiperintensitesi, difüzyon ağırlıklı görüntülerde, izointensiteyle sonuçlanır (Örn: Beyinde vazojenik ödem) (33).

T2 Kararması (T2 Black-out): T2 kararması difüzyon ağırlıklı görüntülerde T2'de izlenmekte olan sinyal kaybının, ADC'ye baskın çıkarak hipointens olarak izlenmesidir. Sıklıkla hematomlarda izlenen bir bulgu olup, hematomların yapıları nedeniyle suspektibilite artefaktları sıklıkla eşlik eder (33).

Eddy Akım artefaktları: Herhangi bir iletken değişken manyetik alanda bırakılırsa veya sabit bir manyetik alanda hareket ettirilirse, iletken içerisinde bir akım oluşur. Eko düzlemsel puls sekanslarında hızla gradiyentler açılıp kapandığından, gradiyent dalgaları bozulmaya uğrar ve bu da imajlara bulanıklaşma (blurring) ve hatalı kayıt artefaktları (misregistration) olarak yansır. Difüzyon görüntüleme bu artefaktlar hem eko-düzlemsel gradiyentler, hem de motion-probing gradiyentler tarafından oluşturulur. İmaj bozunmasının düzeltilmesi ADC değerlerinin doğru elde edilmesi için önem taşır. Bu artefaktları etkisiz bırakabilmek için; işlem sonrası program tarafından düzeltmeler, işlem öncesi artefakt yaratarak bunu son görüntüden çıkartma ve manyetik kalkanlı gradiyentler kullanılmaktadır (33).

Duyarlılık Artefaktı (susceptibilite): Tek atım eko-düzlemsel görüntülemeler, özellikle paramanyetik suspektibilite etkilerine bağlı olan frekans ve faz hatalarına karşı oldukça duyarlıdır. Bu artefaktlar özellikle faz kodlama doğrultusunda belirginleştiğinden, aksiyel görüntü alırken faz kodlama ön-arka şeklinde alınmamaktadır. Bu artefaktların etkisini azaltabilmek için; okuma zamanını azaltan çok-atışlı eko-düzlemsel görüntülemenin kullanımı (multi-shot echo-planar imaging), satır tarama (line-scan), tek-atış hızlı spin eko (SSFSE), periyodik dönerek üst üste gelen paralel satırların gelişmiş yeniden yapılandırılması (PROPELLER), duyarlı kodlama (SENSE)/(ASSET), k-uzayının azaltılmış örnekleme kullanılmaktadır (33).

Hayalet Artefaktı (Nyquist ghost): K-boşluğunun tek ve çift satırları arasında farklılık oluştuğunda ortaya çıkar. Faz hatasına bağlıdır. Faz hataları, eddy akımları, tek ve çift eko zamanının hatalı ayarlanması, gradiyent hataları ve okuma gradiyentlerinin açılıp kapanması sırasında oluşan manyetik alan uyumsuzlukları nedeniyle oluşur. Hayalet artefaktları her zaman görüntü alanının (Field of view, FOV) faz kodlama doğrultusunda yarısı kadar kayması olarak izlenir. ADC hesaplaması yapılırken önemli sapmalara yol açabilir. Düzeltmek için Eddy akımlarının azaltılması, manyetik alanın homojen olarak ayarlanması, yüksek b değeri kullanılması, sıvı baskılamalı (FLAIR) difüzyon ağırlıklı görüntüleme kullanılması gereklidir (33).

Kimyasal Kayma Artefaktı: Eko-düzlemsel difüzyon ağırlıklı görüntülemelerde, yağ ve suyun faz kodlama yönündeki farklı rezonans frekansları nedeniyle oluşmaktadır. Bu artefakt eko-düzlemsel görüntülemelerde, spin eko görüntüleme ile karşılaştırıldığında daha belirgin olup, yağ baskılama tekniklerinin kullanılması veya seçici frekans uyarım metodlarının kullanımı ile düzeltilebilir (CHESS) (33).

Hareket Artefaktları: Difüzyon görüntülemelerde görüntüler 100 ila 300 milisaniye arasında elde olunduğu için hareket artefaktlarına diğer MRG tekniklerine göre daha az duyarlıdır. Ancak abdominal difüzyon MRG incelemelerinde, solunum sırasında oluşan hareket artefaktları ve kardiyak atıma bağlı hareket artefaktları ciddi sorun yaratmaktadır. Solunum artefaktlarından karaciğer için tanımlanmış özel bir durum mevcut olup hepatik anizotropi olarak bilinir. Hepatik anizotropi, solunum tetiklemeli incelemelerde belirginleşen, ekspirasyon sonunda karaciğer dokusunda solunuma bağlı momentumun akselerasyon veya

deselerasyonu ile ortaya çıkan, ADC ölçümlerinde belirgin sapmalara neden olan bir durumdur (33,37). Bir etkilenme varsa, kuvvetli ve kısa gradiyent atımlarının kullanımı, faz hatasını düzeltmek için tetkik sonrası işlemler (navigator metodu), faz kodlama basamağının kaldırılması (sadır tarama), tek-atış hızlı spin eko (SSFSE) kullanımı veya PROPELLER, SENSE metodlarının kullanımı faydalı olabilir. Bunların dışında solunum tetiklemeli incelemeler, kardiyak-gating, NEX sayısının arttırılması, paralel görüntüleme yöntemlerinin kullanımı faydalı olabilmektedir (28,33).

2.6.8. DİFÜZYON AĞIRLIKLIL GÖRÜNTÜLEMENİN KULLANIM ALANLARI

Difüzyon kısıtlanması özellikle akut inmelerde iskemiye bağılı dakikalar içerisinde gelişen fizyolojik yanıt olup DAG'nin nöroradyoloji alanında yoğun olarak kullanılmasının sebebidir. Saptanan iskemik lezyon büyük olasılıkla geri dönüşümsüzdür. DAG vazojenik ödemi (difüzyon artışı), sitotoksik ödemden (difüzyon azalması) ayırır. Vazojenik ödemde ekstraselüler alanda su artışı olur, su ekstraselüler alanda rahat hareket eder ve difüzyon artışı izlenir. Diğer kullanım alanları arasında beyin abseleri, tümörlerin evrelemesi, tedavi sonrası değişikliklerin değerlendirilmesi ve multipl skleroz hastalığı örnek verilebilir. Kas iskelet sisteminde de özellikle yumuşak dokularda tümör ve enfeksiyonların değerlendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Epidermoid kistlerin araknoid kistlerden ayırt edilmesinde önemli role sahiptir (38). Kıkırdak dokuda gelişen hasarı gösterebilir, kemik iliğı ödemi saptayabilir (37). Osteoporotik vertebra kırıklarını, tümör infiltrasyonu sonucu gelişen vertebra kırıklarından ayırma amacıyla ve spinal enfeksiyonlarda da kullanılmaktadır (39). Parankimal yapıların ve kitle lezyonlarının tedaviye verdiği yanıtla, prognozun değerlendirilmesi konusunda gelecek vaat etmektedir. Endometrial kanserlerin, benign endometrial lezyonlardan ayrımı (40); lenfoma evrelemesi; lenf nodlarında benign-malign ayrımı yapılması (41); prostat kanserlerinin tanısı (42); plasenta yerleşiminin değerlendirilmesi (43); meme kanserinde tanıya yardımcı olarak kullanılması (44); orbital yerleşimli lezyonların değerlendirilmesi (45); akut kronik pankreatit için ve pankreas kitle lezyonlarında yeri (46); renal hücreli kanserlerde değerlendirmeye katkısı (47); metastaz taramalarında kullanımı (48); tümör nükslerinin erken tespit edilmesinde kullanımı (49); kemik metastazlarının taranmasında yeri (50); kardiyak iskemide yeri (51); parotis kitlelerinde yeri (52); tiroid

nodüllerinde yeri (53); fetal serebral gelişimin değerlendirilmesinde (54) ve plevral efüzyonun karakterizasyonunda yeri (55,56) günümüzde tartışılan konulardır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Olgular

Araştırmaya Mart 2011 ile Nisan 2012 tarihleri arasında hastanemiz Göğüs Hastalıkları, Göğüs Cerrahisi , Genel Dahiliye veya Medikal Onkoloji klinik ve poliklinikler hastaları dahil edildi. Hastaların 46'sı (%78) erkek ve 13'ü (%22) kadındı. Hastaların ortalama yaş 53 idi.

Hastalar öncelikle klinik olarak değerlendirilmiş olup gereklilik halinde toraks MRG çekimi yapıldı.

3.2 Toraks MRG Çekim Protokolü ve Görüntü Analizi

Çalışmamızda hastanemiz Göğüs Hastalıkları, Göğüs Cerrahisi, Genel Dahiliye veya Medikal Onkoloji klinik ve polikliniklerine başvuran öksürük, ateş, zayıflama, terleme gibi bazı nonspesifik yakınmaları olan hastalar öncelikle klinik ve radyolojik açıdan değerlendirildi. İlk başvurularda PA grafi ve lateral grafi alındı. Semptomların ağırlığı veya direk grafi bulgularına bağlı olarak ikinci aşamada İV kontrastlı toraks BT çekildi. Toraksta periferik, plevral ve plevral iştirakli veya akciğer korteksiyle alakalı patolojilerin varlığında toraks MRG çekimi yapıldı.

Plevral mayi olduğu düşünülüyorsa parasentez yapıldı. Özellikle klinisyenlerin alamadığı parasentezler radyoloji kliniğinde USG eşliğinde yapıldı. Malignite ihtimali varlığında parasentezler birkaç kez tekrarlandı. Eğer difüzyon ve birlikte çekilen dinamik MRG bulguları solid lezyonu düşündürüyorsa transtorasik kesici iğne biyopsisi veya VATS eşliğinde biyopsi yapıldı. Toraks patolojilerinde 1 yıllık zaman diliminde yaklaşık 200 hastaya MRG, dinamik MRG ve DAG uygulandı. Bunlardan plevral ve plevral iştirakli olup patolojik tanısı bulunan ya da VATS ile değerlendirilebilen hastalar çalışmaya dahil edildi. Kalp pili olan, klostrofobisi bulunan, nefesini tutamayan uyumsuz hastalar ile yeni doğan ve çocuk yaş grubu hastalar çalışma harici tutulmuştur.

Bu amaçla tüm hastalar 1.5 Tesla MRG cihazı ile (Siemens, Magnetom Avanto, Germany) değerlendirildi. Hastalarda oluşabilecek hareket artefaktlarını engellemek amacıyla hastalar öncelikle EKG problemleri takılıp sonra cihaza alındı. Daha sonra MRG'de önce tüm

toraks ve üst batını içerecek tarzda aksiyel düzlemde T2-TRUFI görüntüler (TR: 10,2 ms, TE:4,7 ms) alınarak lezyon lokalize edildi. Rutin sekanslar aksiyel (T1, T2, STIR) elde olundu. Sonrasında b0, 500, 1000 sekansları alındı. Toplam tetkik süresi yaklaşık 20 dakika olarak ayarlandı.

İncelemede kullanılan sekanslar şunlardır:

1- Aksiyel T1 ağırlıklı görüntüler TR/TE = 700/7,1 msec, uyarı sayısı = 1, kesit kalınlığı = 6mm, kesit boşluğu = 2 mm, matriks = 256x168, FOV = 440 mm

2- Aksiyel T2 ağırlıklı görüntüler (TR/TE=700/71 msec, uyarı sayısı=1, kesit kalınlığı=6mm, kesit boşluğu=2 mm, matriks=256x168, FOV=440 mm)

3- Aksiyel STIR(Short Time Inversion Recovery) turbo SE görüntüler (TR =800 msec, TE=66 msec, TI=150 msec, uyarı sayısı=1, kesit kalınlığı=5 mm, kesit boşluğu=2 mm, matriks=256x168, FOV=440 mm)

4- Difüzyon ağırlıklı görüntüleme (TR: 4100 msn, TE: 81 msn, matriks: 195x156 ve kesit kalınlığı=8mm, kesit boşluğu=2 mm). Her bir kesit için 0 mm²/sn olan b değeri kullanıldı.

5- Difüzyon ağırlıklı görüntüleme (TR: 4100 msn, TE: 81 msn, matriks: 195x156 ve kesit kalınlığı=8mm, kesit boşluğu=2 mm). Her bir kesit için 500 mm²/sn olan b değeri kullanıldı.

6- Difüzyon ağırlıklı görüntüleme (TR: 4100 msn, TE: 81 msn, matriks: 195x156 ve kesit kalınlığı=8mm, kesit boşluğu=2 mm). Her bir kesit için 1000 mm²/sn olan b değeri kullanıldı.

3.3 Elde Edilen Bulguların Değerlendirilmesi

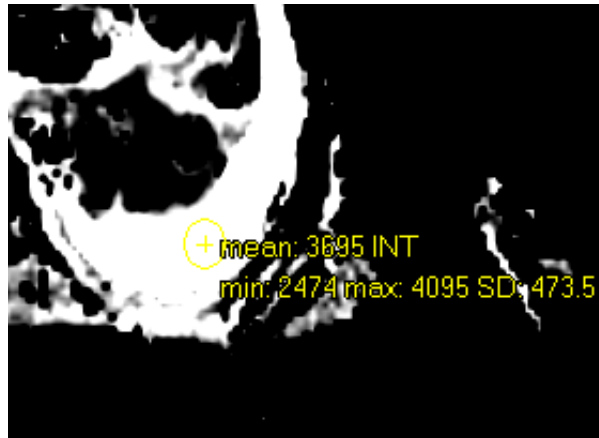
Elde edilen verilerin tamamı, alanında uzman en az iki radyolog tarafından değerlendirildi. Belirlenen çekim protokolü dahilinde elde olunan tüm görüntüler iş istasyonu (Leonardo, Siemens Healthcare AG, Forchheim, Germany)'na gönderildi.

Olguların klinik ve laboratuvar bilgisi olmaksızın, önce T1A , T2A ve STIR ağırlıklı görüntülerde lezyonun sinyal özellikleri, kenar yapıları, komşu dokularla olan ilişkileri, varsa invazyonları değerlendirildi. Konvansiyonel görüntüler ardından DAG imajları ve ADC haritaları değerlendirildi. Tüm olgularda efüzyonun veya plevral patolojinin olduğu düzeylerde ADC haritalarında ADC değerleri saptandı. Efüzyonlara yerleştirilmiş örneklem (ROI) eğer lezyon homojenite gösteriyorsa efüzyonun tam merkezinden (çevre dokulardan etkilenmemesi amacıyla) üç farklı seviyeden ancak heterojen mayi içerikleri veya kitlesel bileşenlerin varlığında her bir alandan değerlendirme yapıldı. Yaklaşık ROI volümleri 0,2-4 cm² aralığında olacak şekilde örnekleme alındı(Şekil 4). Sonrasında aynı hastaların torasik pektoral kas veya paraspinal kas ADC haritada ROI değerleri elde edildi. Kas değerleri paydaya konularak patolojilerin rölatif ROI değerleri hesaplandı.

3.4. İstatistiksel Analiz

Çalışmamızda istatistiksel analiz için SSPS sürüm 16.0 kullanıldı. Hasta grupların sayısının 30'dan az olması ve gruplar içinde dağılımın homojen olmaması nedeniyle çalışma sonuçları Mann-Whitney U testi ile değerlendirildi.

Şekil 4. ROI alınış örneği (ADC haritadan yuvarlak şekilde, taşma göstermeyecek şekilde)



VI. BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen 59 olgunun 46'sı (%78) erkek ve 13'ü (%22) kadındı (Tablo 2). Olguların 23'ünde plevral mayii ve 36 olguda da plevral ve plevral iştirakli kitle lezyon mevcuttu (Tablo 3). Olguların ortalama yaş 53 idi. Olgular içerisinde en küçük yaş 16 ve en büyük yaş 81 idi (Tablo 4).

Tablo 2. Cinsiyet			
	Sıklık	Yüzde	Yüzde oranı
Erkek	46	78,0	78,0
Kadın	13	22,0	22,0
Toplam	59	100,0	100,0

Tablo 3. Mayi-kitle			
	Sıklık	Yüzde	Yüzde oranı
Mayii	23	39,0	39,0
Kitle	36	61,0	61,0
Toplam	59	100,0	100,0

Tablo 4. Yaş ile ilgili istatistiki veriler	
	Yaş
Ortalama	53,0169
Ortanca	53,0000
Standart sapma	1,78504
Varyant	318,638
Minimum	16,00
Maksimum	81,00

Görüntüleme bulgularına göre 23 olguda plevral mayii saptandı. Olguların 18'i erkek (%78,2) ve 5'i (%21,8) kadındı. Olguların on dördünde eksüda mevcut olup dokuzu transüda idi. (Tablo 5) Dört olguda kalp yetmezliği, dört olguda renal yetmezlik, beş olguda pulmoner emboli/enfarkt, 3 olguda pnömoni, dört olguda akciğer ile ilgili malign patoloji (metastatik akciğer hastalığı/primer akciğer tümörü), üç olguda plevral kalınlaşma (histopatolojisi nonnekrozitan granülamatöz iltihabi proses idi) mevcut idi.

Tablo 5. Transüda-eksüda oranları		
	Sıklık	Yüzde
Eksüda	14	60,9
Transüda	9	39,1
Toplam	23	100,0

Otuz altı olguda plevral ve plevral iştirakli solid lezyonlar izlendi. Bu olguların 28'i erkek (%77,7) ve 8'i (%22,3) kadındı. Histopatolojik değerlendirmelerinde dokuz olgu benign, yirmi yedi olgu malign idi (Tablo 6).

Tablo 6. Malign-benign oranları		
	Hasta sayısı	Oran
Benign	9	25,0
Malign	27	75,0
Toplam	36	100,0

Malign olgulardan iki olguda KHAK, on altı olguda KHDAK, iki olguda meme kanseri metastazı mevcut idi. Olguların ikisinde her iki akciğerde plevral iştirakli multipl sayıda lezyonlar mevcut olup histopatolojik değerlendirme sonucunda lezyonlar alveolar ekinokok metastazı ve KHDAK metastazı olarak değerlendirildi. Olgular arasında ayrıca lipom, schwannom, kist hidatik, nekrozitan granülamötoz iltihap ve kandidiazis mevcut idi. Olguların altısı mediastinal plevra ile komşulukta olup histopatolojik değerlendirmelerinde üç olguda atipik timoma (malign) diğerleri nonhodgkin lenfoma, bronkojenik kist ve foliküler dentritik hücreli sarkom tanılarını aldı. Diğer olguların on sekizi sağ hemitoraks yerleşimli olup on olgu sol hemitoraks yerleşimli idi.

Olgularda ROI ölçümü için ADC haritalar kullanıldı. ADC haritalarda ROI lezyon dışına taşmayacak şekilde yuvarlak olarak alındı. Her bir hastada MRG tekniği ve inhomojenizasyondan kaynaklı ölçümlerde oluşacak değişiklikleri etkisizleştirmek için hastalarda bölgesinde göre pektoral veya paraspinal kaslardan da ROI ölçüldü ve paydaya yazıldı. Lezyon ROI / Kas ROI'leri arasında oran (ortalama rölatif ROI oranı) bulgularda ve tüm istatistiki işlemlerde kullanıldı.

Plevral mayii bulunan olgularda ADC haritada ortalama ROI değeri $2,87 \pm 0,74 \times 10^{-3}$ mm²/sn olarak ölçüldü. Kas gruplarından alınan ADC haritada ortalama ROI değeri ise $1,45 \pm 0,22 \times 10^{-3}$ mm²/sn olarak ölçüldü. Ölçülen mayii ile kas grupları arasında ortalama rölatif ROI oranı ise $2,04 \pm 0,67$ olarak ölçüldü (Tablo 7).

Tablo 7: Plevral mayili olgularda istatistiki veriler	
Hasta sayısı	23
Ortalama	2,8678
Standart sapma	0,74865
Plevral mayili hastaların kaslardan ölçülen ROI değerleri	
Ortalama	1,4452
Standart sapma	0,21447

Plevral mayili hastaların lezyon/kas rölatif ROI oranları	
Ortalama	2,0420
Standart sapma	0,66596

Transüda olan olgularda ADC haritada ortalama ROI değeri $3,71 \pm 0,22 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ olarak ölçüldü. Bu olgularda kaslardan alınan ADC haritada ortalama ROI değeri $1,43 \pm 0,23 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ olarak ölçüldü. Ortalama rölatif ROI oranı ise $2,64 \pm 0,49$ olarak ölçüldü.

Eksüda olgularında ADC haritada ortalama ROI değeri $2,32 \pm 0,34 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ idi. Bu olgularda kaslarda ADC haritada ortalama ROI değeri $1,45 \pm 0,21 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ olarak ölçüldü. Ortalama rölatif ROI oranı $1,65 \pm 0,43$ olarak ölçüldü (Tablo 8,9).

Tablo 8: Eksüda ve transüdalı olgularda istatistiki veriler	
Transüdalı olgularda veriler	
Hasta sayısı	9
Ortalama	3,7078
Standart sapma	0,21701
Eksüdalı olgularda veriler	
Hasta sayısı	14
Ortalama	2,3279
Standart sapma	0,34217

Tablo 9: Eksuda ve transudalı olgularda rölatif ROI ile ilgili istatistikî veriler (lezyon/kas ROI değerleri)	
Transudalı olgularda veriler	
Ortalama	2,6436
Standart sapma	0,49752
Eksudalı olgularda veriler	
Ortalama	1,6552
Standart sapma	0,43182

Plevral ve plevral iştirakli lezyonları olan hastalarda lezyonlarda alınan ADC haritada ortalama ROI değeri $1,79 \pm 0,75 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ olarak ölçüldü. Bu hastaların kas gruplarından alınan ADC haritada ortalama ROI değeri $1,34 \pm 0,21 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ olarak ölçüldü. Ortalama rölatif ROI oranı ise $1,38 \pm 0,64$ olarak ölçüldü (Tablo 10).

Tablo 10: Plevral ve plevral iştirakli lezyonu bulunan olgularda istatistikî veriler	
Hasta sayısı	36
Ortalama	1,7878
Standart sapma	0,74532
Aynı hasta grubunda kaslardan ölçülen ROI değerleri	
Ortalama	1,3347
Standart sapma	0,21122
Aynı hasta grubunda Lezyon/kas rölatif ROI oranları	
Ortalama	1,3862
Standart sapma	0,63720

Benign lezyonlarda ADC haritada ortalama ROI değeri $2,73 \pm 0,72 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ olarak ölçüldü. Bu hastaların kas gruplarından alınan ADC haritada ortalama ROI değeri $1,22 \pm 0,19 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ olarak ölçüldü. Ortalama rölatif ROI oranı ise $2,23 \pm 0,50$ olarak ölçüldü.

Malign hastaların lezyondan alınan ADC haritada ortalama ROI değeri $1,47 \pm 0,42 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ olarak ölçüldü. Aynı hastaların kas gruplarından alınan ADC haritada ortalama ROI değeri $1,37 \pm 0,21 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ olarak ölçüldü. Ortalama rölatif ROI oranı $1,10 \pm 0,37$ olarak ölçüldü.

Tablo 10: Benign ve malign olgularda istatistiki veriler	
Malign olgularda veriler	
Hasta sayısı	27
Ortalama	1,4730
Standart sapma	0,41920
Bening olgularda veriler	
Hasta sayısı	9
Ortalama	2,7322
Standart sapma	0,72196

Tablo 11: Benign ve malign olgularda rölatif ROI ile ilgili istatistiki veriler (lezyon/kas ROI değerleri)	
Benign olgularda veriler	
Ortalama	2,2318
Standart sapma	0,49921
Malign olgularda veriler	
Ortalama	1,1043
Standart sapma	0,37398

Çalışmamızda istatikselsel analiz için SPSS sürüm 16.0 kullanıldı. Hastalarda elde edilen rölatif ROI değerleri (lezyon/ kas ROI) istatistiki verilerde kullanıldı. Hasta gruplarının sayısının 30'dan az olması ve gruplar içinde dağılımın homojen olmaması nedeniyle çalışma sonuçları Mann-Whitney U testi ile değerlendirildi. Ölçülen rölatif ROI değerleri plevral mayilerde eksüda-transüda ayırımında ve plevral ve plevral iştirakli kitlelerde benign-malign ayırımı yapabilmek için gereken eşik değeri hesaplamak için ROC analizi yapıldı. İstatikselsel olarak anlamlı ROC analizi elde edildi.

Cut off değeri transüda için 2,16 olarak seçildiğinde duyarlılık %88, özgüllük %86 olarak değerlendirilmiştir. Bu analiz sonucunda ROC eğrisi altında kalan alan 0.937 olarak hesaplanmış ve p 0,001 olarak elde edilmiştir. Bu değer rölatif ROI oranının transüda-eksüda ayırımında %93,7 güçlü olduğunu göstermektedir (Tablo 12,13).

Tablo 12: Eğri Altındaki Alan (plevral mayiiler için ROC analizi)				
Alan	Standart hata	p değeri(Asymptotic Sig.)	%95 güven aralığı	
			En düşük sınır	En yüksek sınır
0,937	0,48	0,001	0,842	1,031

Kesme Değeri	Sensitivite	1-Spesifite
1,5544	1,000	0,500
1,5932	1,000	0,429
1,6591	1,000	0,357
1,8704	1,000	0,286
2,0694	0,889	0,286
2,1068	0,889	0,214
2,1632	0,889	0,143
2,2460	0,778	0,143
2,3201	0,778	0,071
2,3725	0,667	0,071
2,4355	0,556	0,071

Cut off değeri benign lezyonlar için 1,87 olarak seçildiğinde duyarlılık %88, özgüllük %96 olarak değerlendirilmiştir. Bu analiz sonucunda ROC eğrisi altında kalan alan 0.955 olarak hesaplanmış ve p değeri 0,000 olarak elde edilmiştir. Bu değer rölatif ROI oranının malign-benign ayırımında %95,5 güçlü olduğunu göstermektedir (Tablo 14,15).

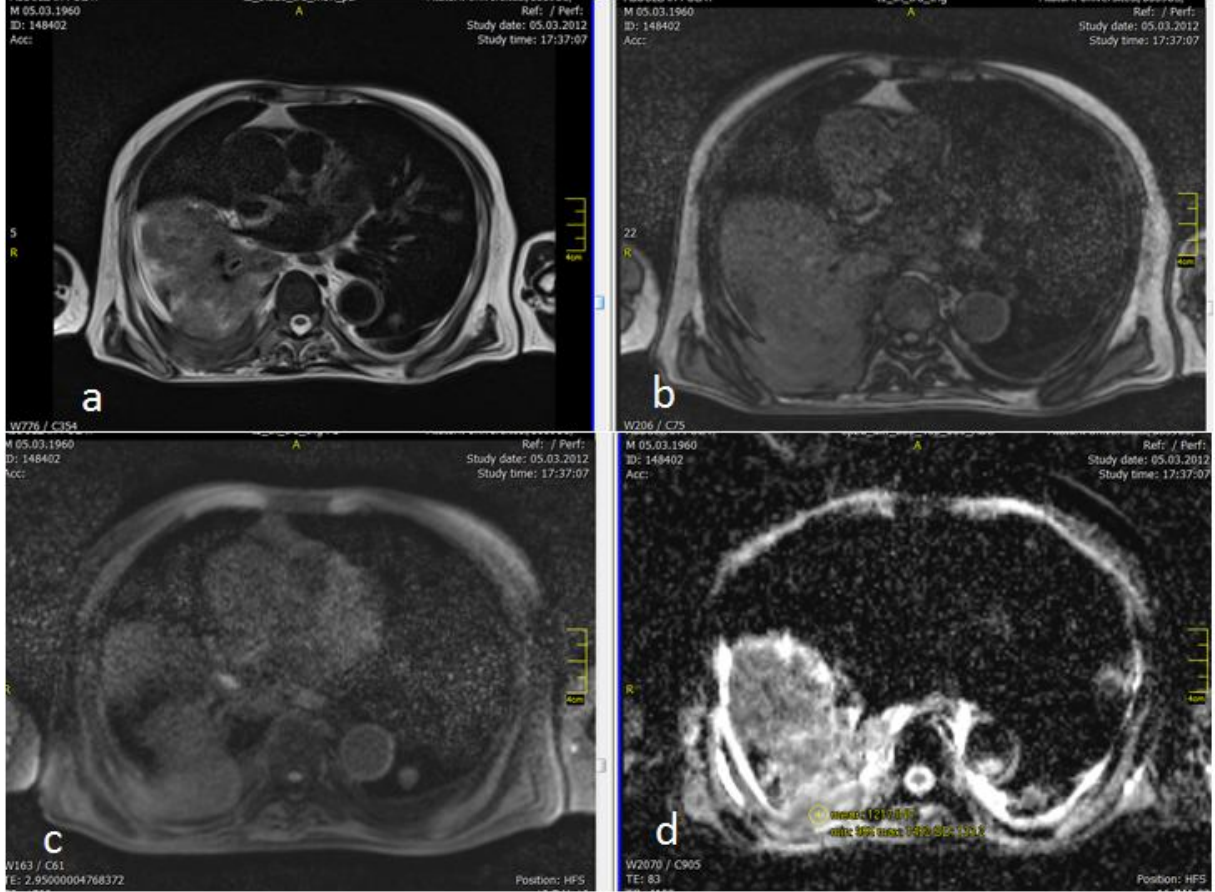
Alan	Standart hata	p değeri(Asymptotic Sig.)	%95 güven aralığı	
			En düşük sınır	En yüksek sınır
0,955	0,39	0,000	0,879	1,031

Tablo 15. Kesme(Cut Off) Değerleri Sensitivite ve 1-Spesifite değerleri		
1,1732	1,000	0,370
1,2223	1,000	0,333
1,2394	0,889	0,333
1,3048	0,889	0,296
1,3684	0,889	0,259
1,3886	0,889	0,222
1,4286	0,889	0,185
1,4880	0,889	0,148
1,5234	0,889	0,111
1,6406	0,889	0,074
1,8783	0,889	0,037
2,0195	0,778	0,037
2,0564	0,667	0,037

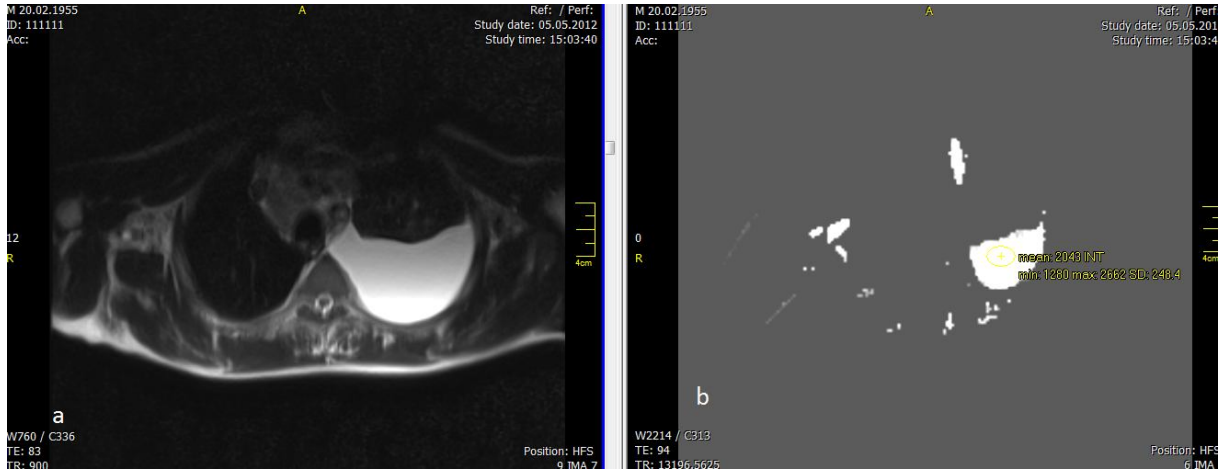
Mevcut bulgulara göre plevral mayilerde eksüda-transüda ayırımında ve plevral ve plevral iştirakli kitlelerde benign-malign ayırımında istatistiksel olarak anlamlı veriler elde edilmiştir.

VII. OLGU ÖRNEKLERİ

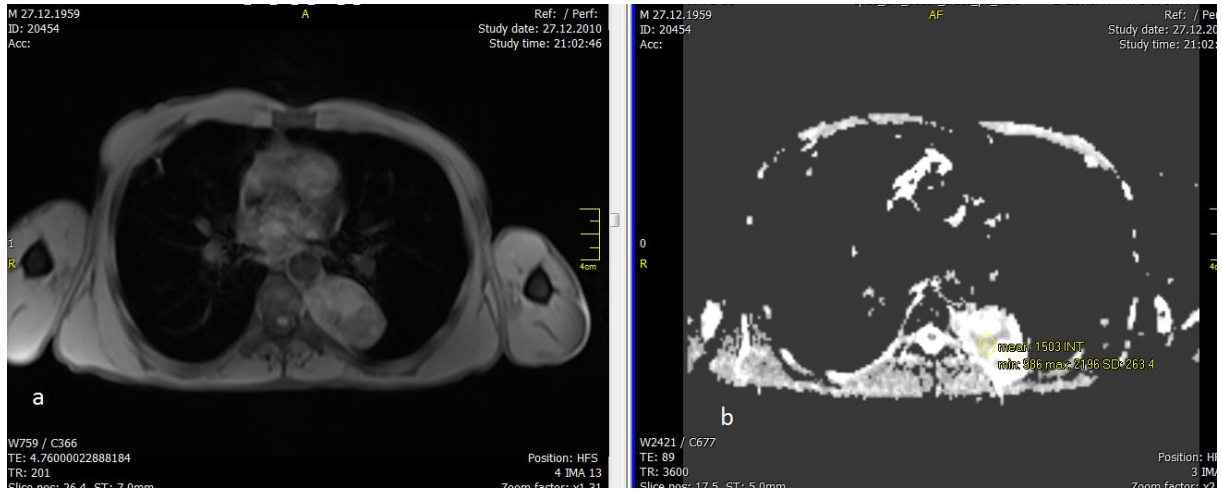
Olgu 1. Sağ akciğer bazalde hiler uzanımı olan plevral iştirakli komşu parankimde atelektazinin eşlik ettiği solid lezyon alanı (adenokarsinom), a- T2 AG görünümü, b- T1 AG görünümü, c- yağ baskılı sekans görünümü, d- ADC harita görünümü (ADC'de ölçülen ROI değeri $1,21 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ idi)



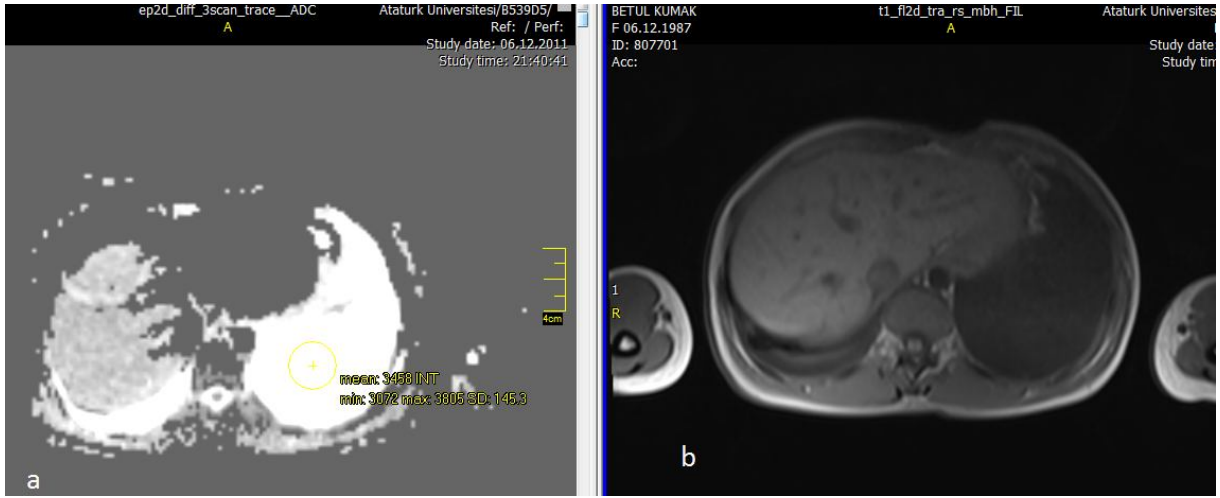
Olgu 2. Sol hemitoraksta eksüdatif vasıfta plevral mayii, a- T2 AG görüntüsü, b- ADC harita görünümü (ADC'de ölçülen ROI değeri $2,04 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ idi)



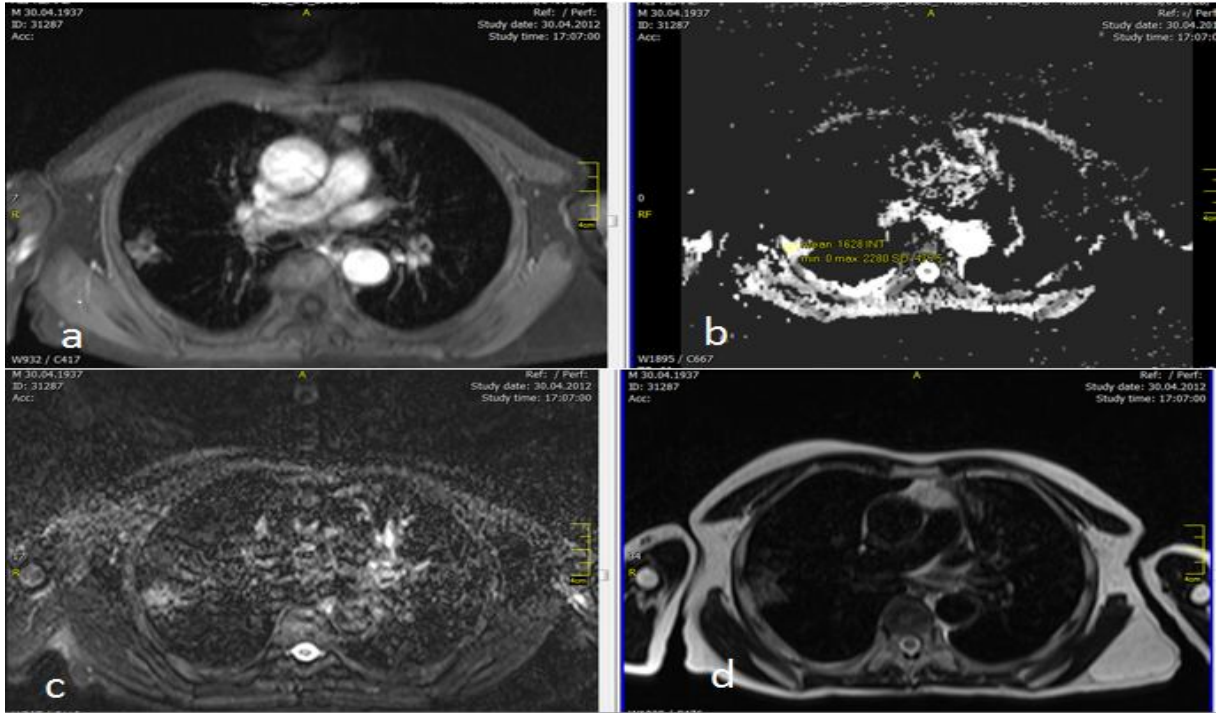
Olgu 3. Sol akciğer bazalde sol paravertebral yerleşimli plevral iştirakli lezyon(schwannom), a- T1 AG görüntüsü, b- ADC harita görünümü (ADC'de ölçülen ROI değeri(solid komponentten alınan değer) $1,50 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ idi)



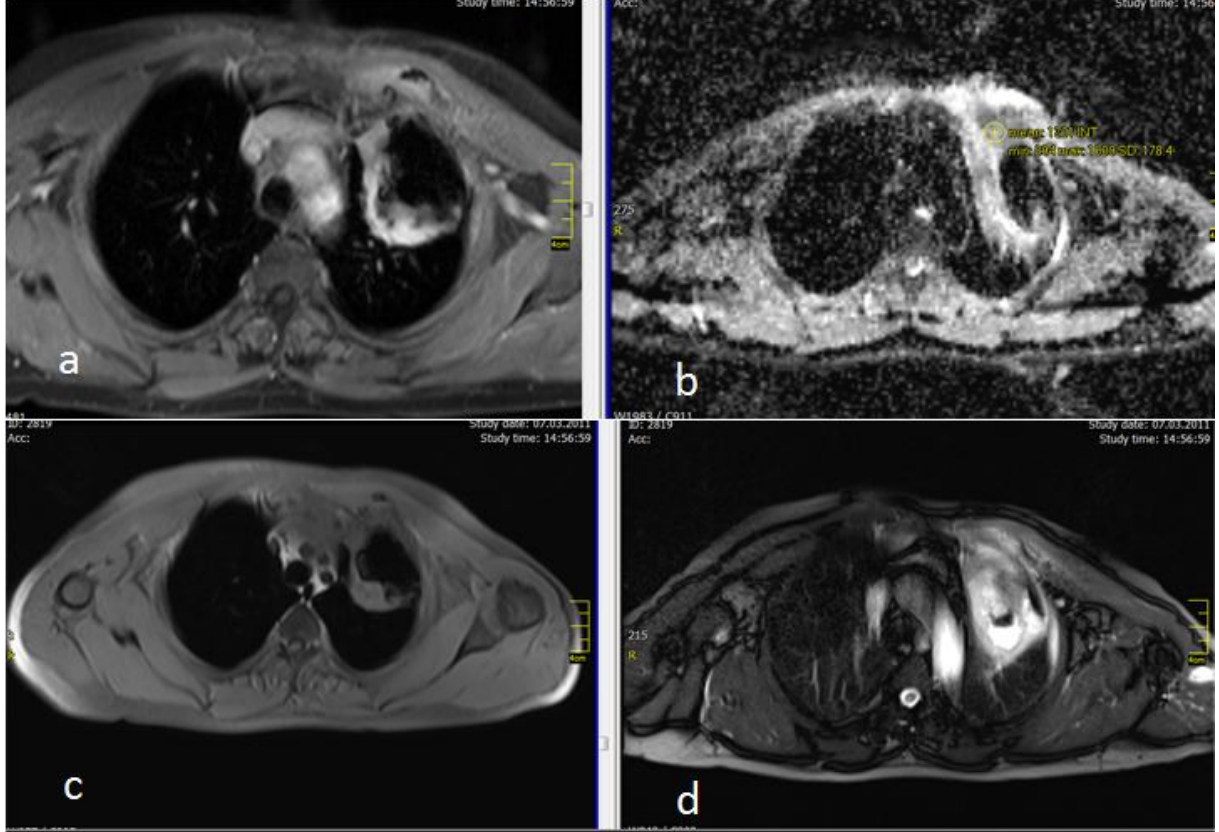
Olgu 4. Sol hemitoraksta transuda vasfında plevral mayii, a- ADC harita görünümü, (ADC'de ölçülen ROI değeri $3,45 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ idi), b- T1 AG görüntüsü



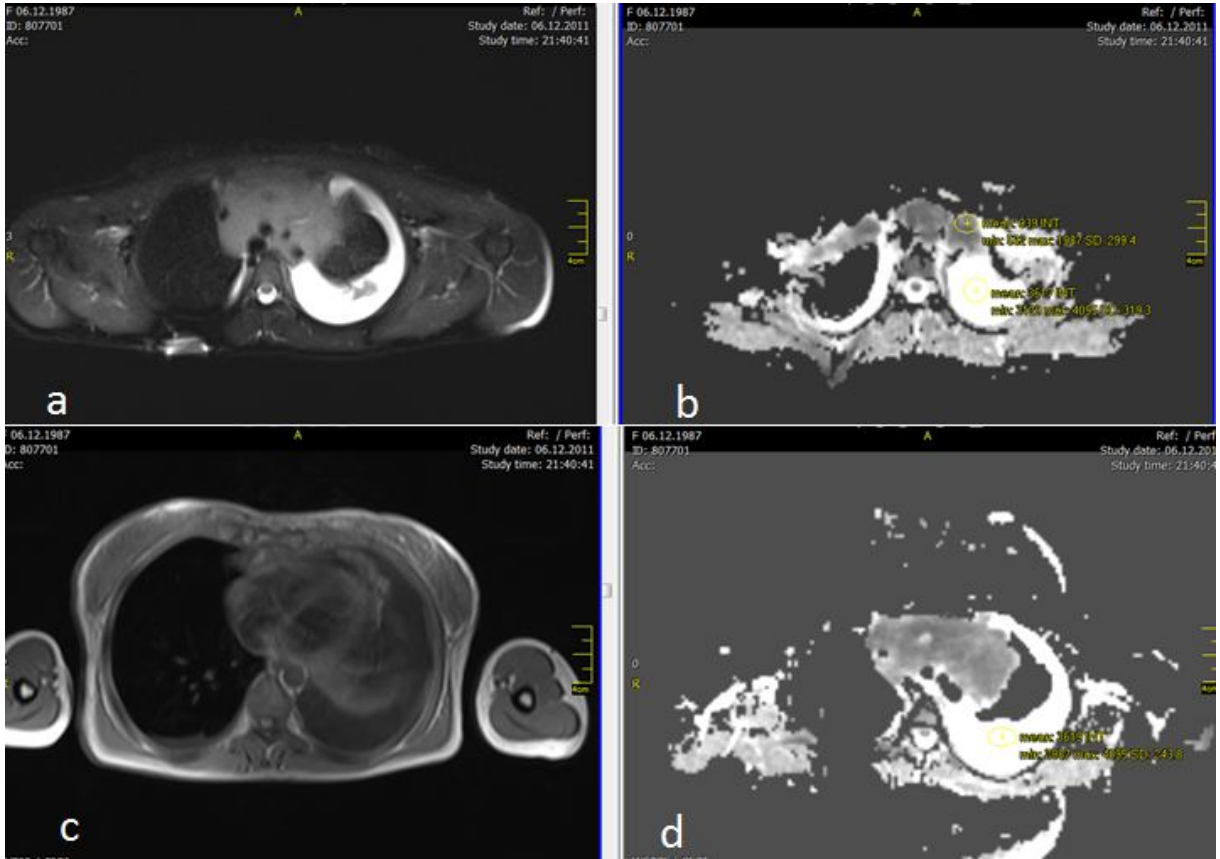
Olgu 5. Sağ akciğer orta lob lateral segmentte plevral iştirakli düzensiz sınırlı lezyon (bronkoalveolar karsinom), a- kontrastlı görüntüler, b- ADC harita görüntüler i(ADC'de ölçülen ROI değeri $1,62 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ idi), c- yağ baskılı görüntüler, d- T2 AG görüntüler



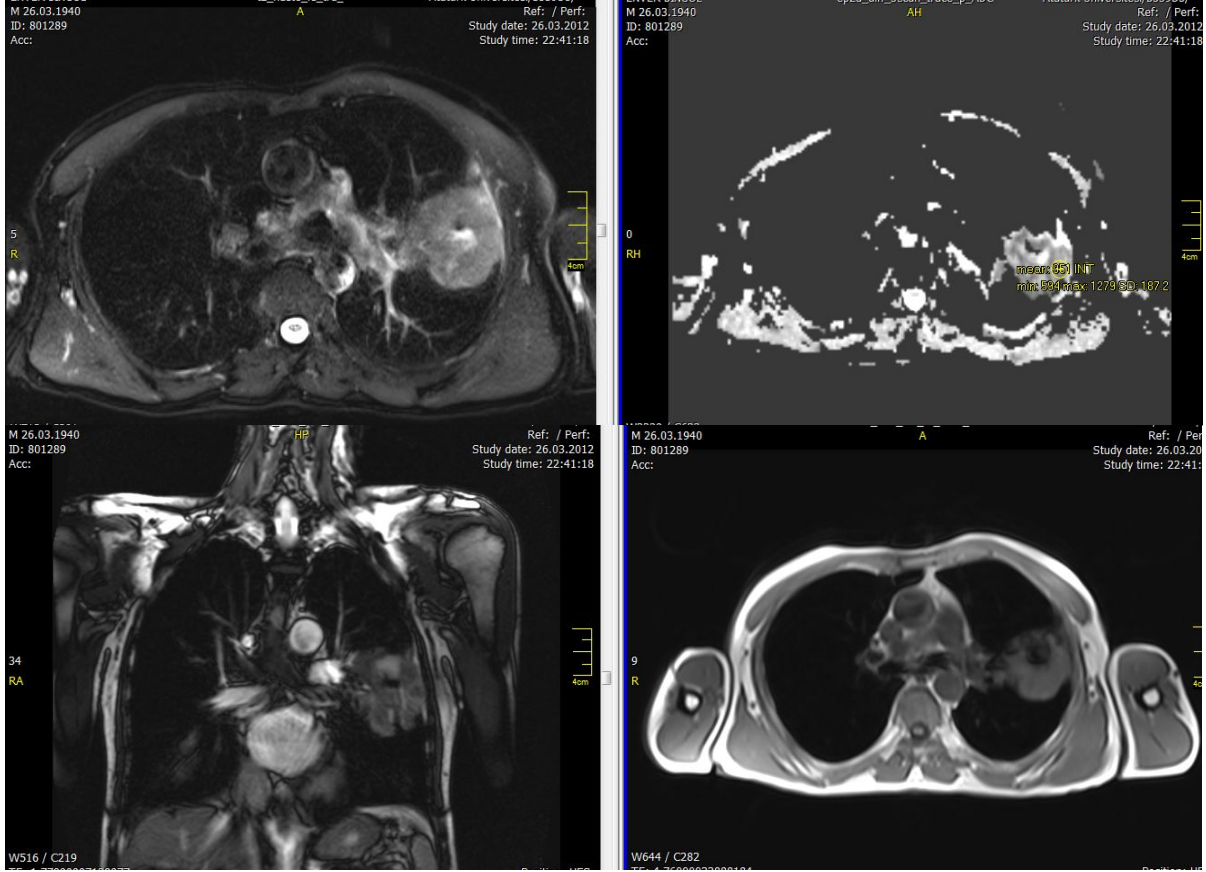
Olgu 6. Sol akciğer üst lob anteriorda plevral iştirakli asimetrik kalın duvarlı kaviter lezyon (KHDAK) , a- kontrastlı görüntüler, b- ADC harita görüntüleri (ADC'de ölçülen ROI değeri (kaviter lezyonun solid komponentten) $1,20 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ idi), c- yağ baskılı görüntüler, d- T2 AG görüntüler



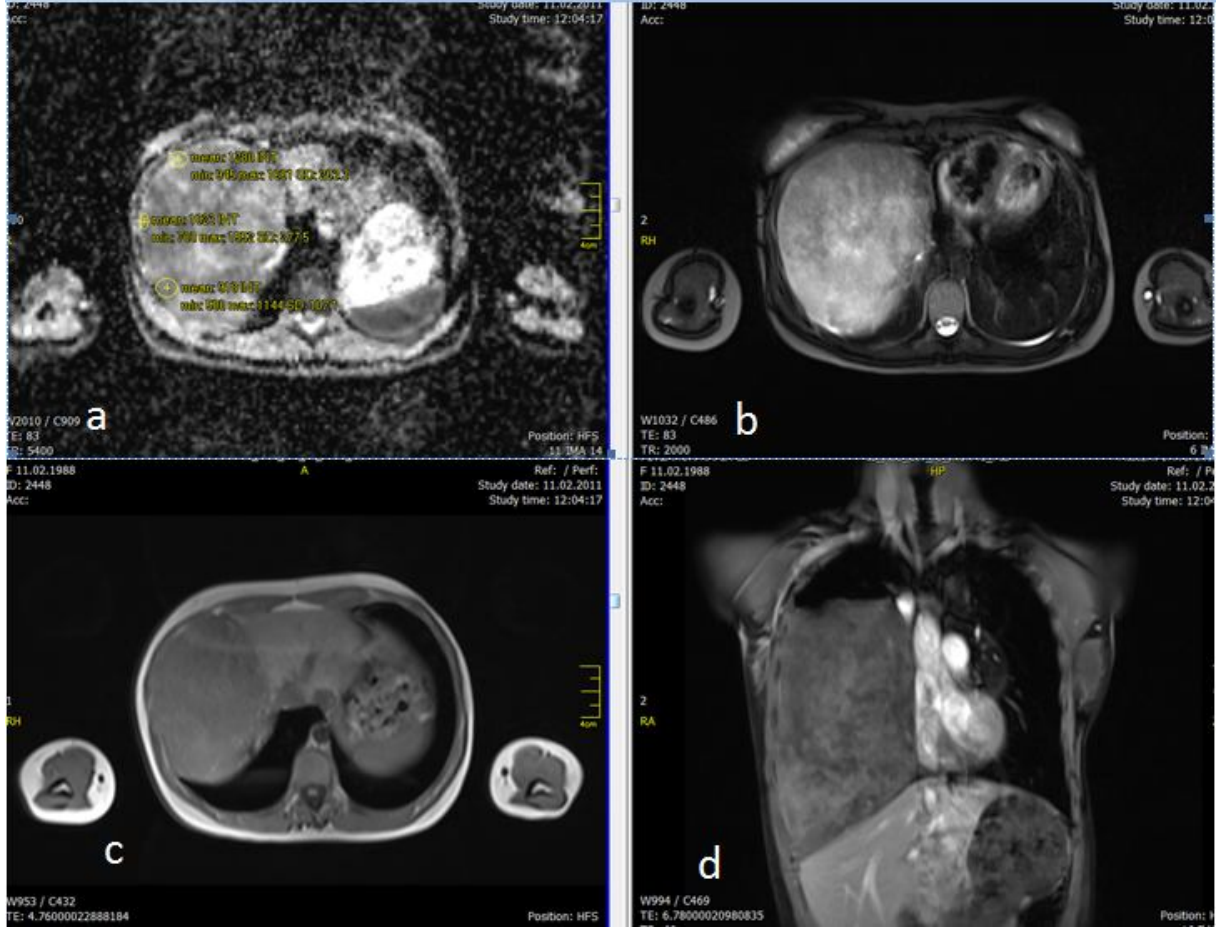
Olgu 7. Anterior mediastende komşu vasküler yapıları invaze eden, komşu akciğer parankimi ile sınır ayırımı yapılamayan, plevral iştirakli solid lezyon (folliküler dentritik hücreli sarkom), a- yağ baskılı T2 AG b- ADC harita görüntüleri (kitleden alınan ADC'de ölçülen ROI değeri $0,93 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ idi), c- T1 AG görüntüleri, d- ADC harita görüntüleri (aynı hastada transuda vasfında mayiden ADC'de ölçülen ROI değeri $3,67 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ idi)



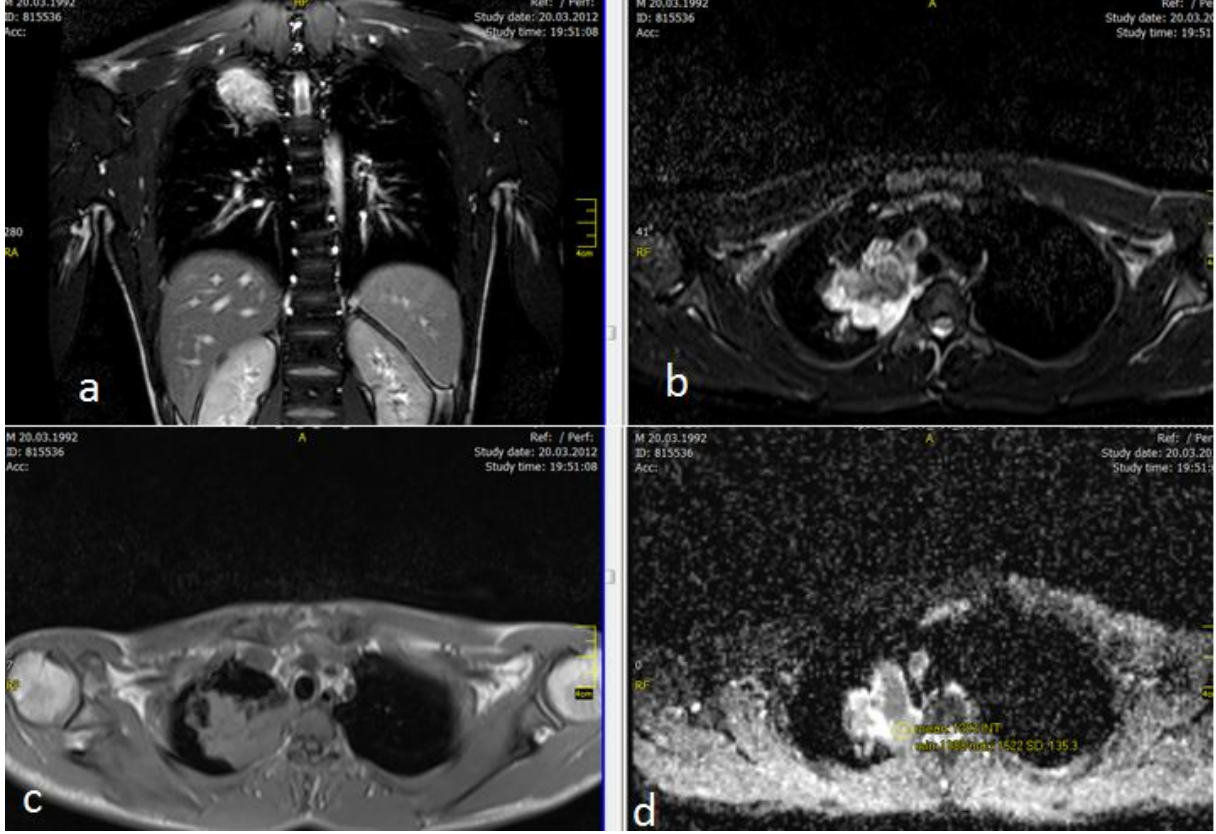
Olgu 8. Sol akciğer lingula superior segmentte plevral iştirakli solid nekrotik komponenti bulunan düzensiz lobüle kontürlü lezyon alanı ve mediastinal lenfadenopati (KHDAK), a- yağ baskılı T2 AG, b- ADC harita görüntüler (ADC'de ölçülen ROI değeri $0,95 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ idi), c-T2 AG koronal görüntüler, d- T1 AG görüntüler



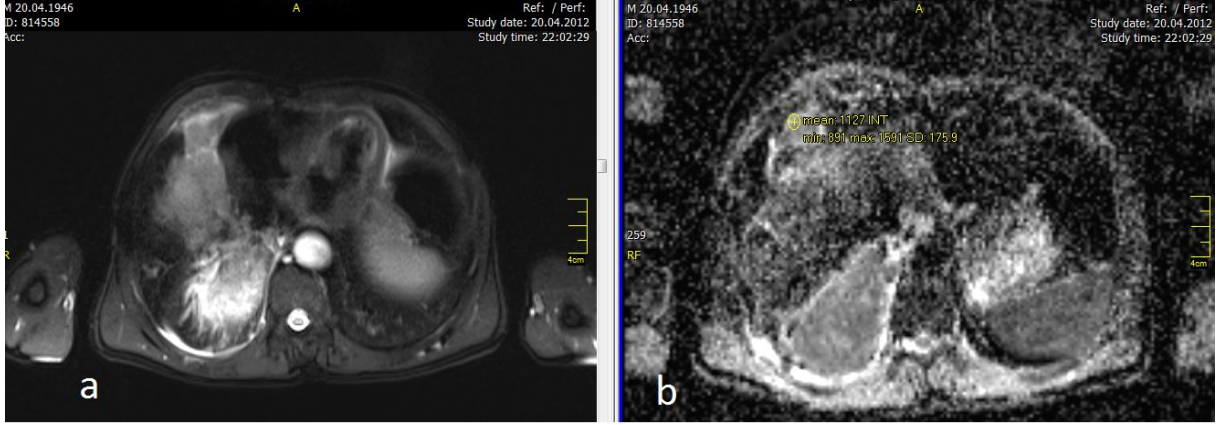
Olgu 9. Ön mediasten ve sağ hemitoraks yerleşimli kalbi sola deplase ettiği izlenen hemen tüm hemitoraksı dolduran solid heterojen lezyon alanı (timoma, malign), a- ADC harita görüntüleme (ADC'de ölçülen ROI değeri $1,28 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ idi), b- T2 AG görüntüler, c- T1 AG görüntüler, d- kontrastlı koronal görüntüler



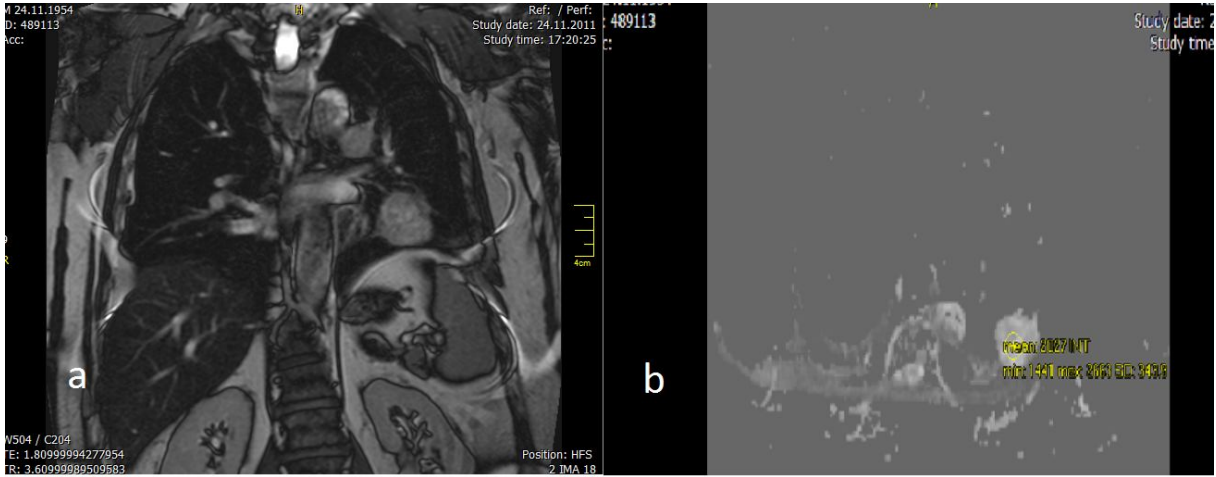
Olgu 10. Sağ akciğer apeks yerleşimli lobüle kenarlı, heterojen görünümde plevral iştirakli lezyon alanı (nekrozitan granülamatöz iltihab dokusu), a- kontrastlı koronal görüntüleri, b- yağ baskılı görüntüler, c- T1 AG görüntüleri, d- ADC harita görüntüleri (ADC'de ölçülen ROI değeri $1,29 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ idi)



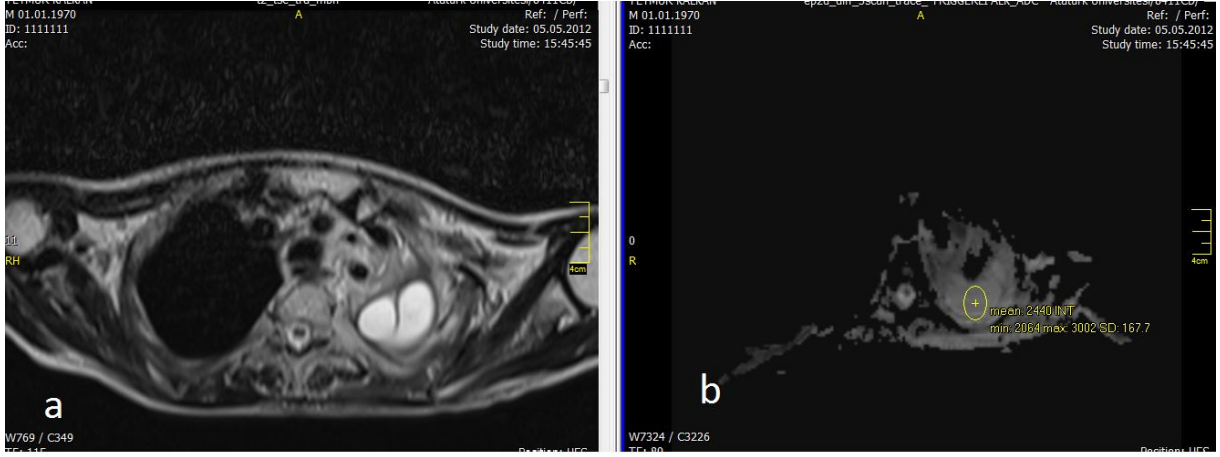
Olgu 11. Sağ akciğer üst lob anteriorda plevral iştirakli solid düzensiz sınırlı lezyon alanı (KHDAK), a- yağ baskılı T2 AG, b- ADC harita görüntüleri (ADC'de ölçülen ROI değeri $1,12 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ idi)



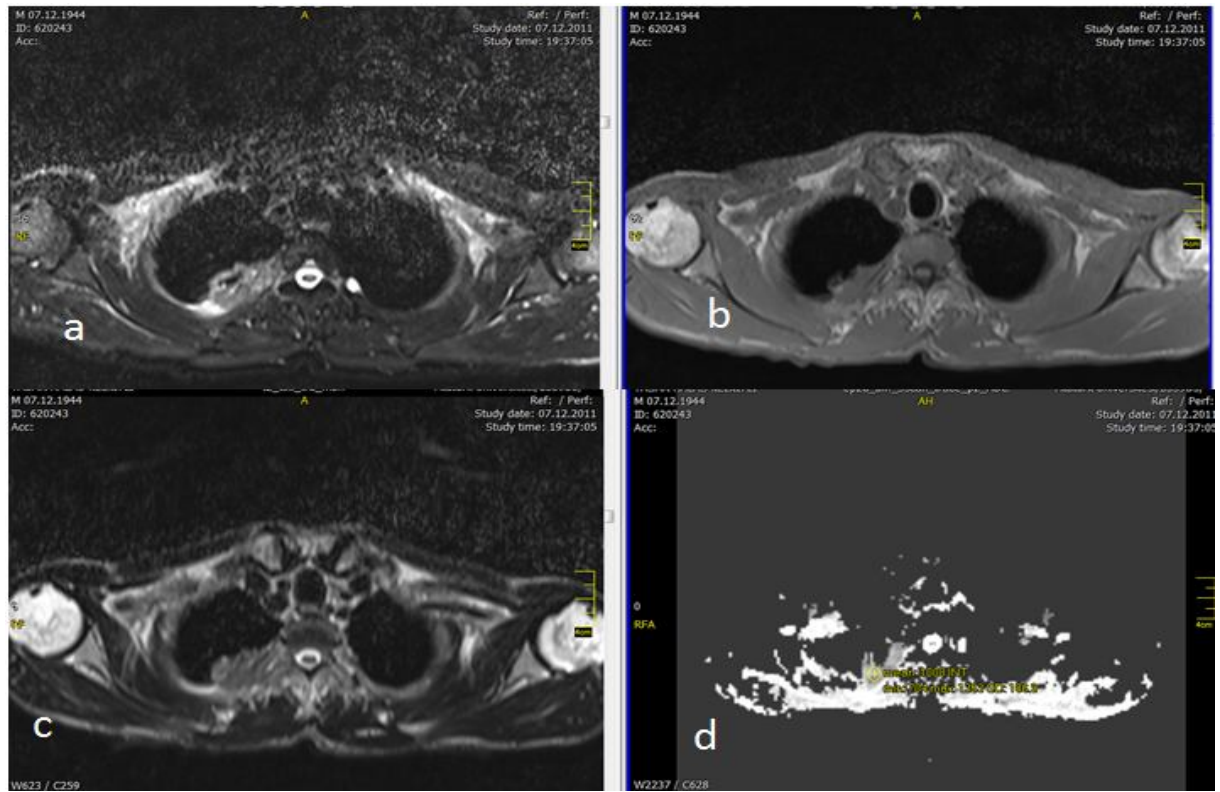
Olgu 12. Sol akciğer lingula inferiorda plevral iştirakli solid lezyon alanı (KHAK), a- koronal T2 AG, b- ADC harita görüntüleri (ADC'de ölçülen ROI değeri $2,03 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ idi)



Olgu 13. Sol hemitoraksta apeks yerleşimli septasyon gösteren eksüdatif özellikte komplike mayii koleksiyonu, a- T2 AG görüntüler, b- ADC harita görüntüleri (ADC'de ölçülen ROI değeri $2,44 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ idi)



Olgu 14. Sağ akciğer apeks yerleşimli plevral iştirakli düzensiz sınırlı heterojen solid lezyon (KHDAK), a- yağ baskılı görüntüler, b- T1 AG, c- T2 AG, d- ADC harita görüntüleri (ADC'de ölçülen ROI değeri $1,00 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ idi)



VIII. TARTISMA

Plevra, toraks duvarının iç çeperini ve akciğerlerin yüzeyini saran tek katlı mezotel hücreleri, destek bağ dokusu, kapiller vasküler yapılar ve lenfatiklerden oluşan çok ince yapıda bir zar olup normal bir insanda hiçbir radyolojik görüntüleme yöntemi ile izlenemez. Çeşitli patolojik durumlarda plevrada veya çevresinde meydana gelen yapısal değişiklikler nedeniyle plevra görüntüleme yöntemleri ile görünür hale gelebilir (57,58). Toraks görüntülemede kullanılan yöntemler uygulama sıklıklarına göre direkt grafiler, bilgisayarlı tomografi, ultrasonografi, floroskopi ve manyetik rezonans görüntüleme olarak sıralanabilir. Her bir yöntemin, kendi teknik özelliğine ve görüntülenmek istenen organdaki patolojinin niteliğine bağlı olarak değişen duyarlılık, özgüllük ve doğruluk oranları vardır (59,60).

Toraks patolojilerinin radyolojik değerlendirmesinde en çok başvurulan yöntem direkt grafilerdir. X ışını kullanılarak projeksiyon metodu ile görüntü elde etme yöntemi olan direkt grafiler, yöntemin basit olması ve gerektiği zaman yatak başında dahi yapılabilmesi nedeniyle gerek ayaktan gerekse yatan hastalarda ve yoğun bakım hastalarında en çok kullanılan görüntüleme yöntemidir (61). Hastaya verilen pozisyonun, yerçekimi etkisi nedeniyle plevrada birikmiş olan sıvı ve hava gibi oluşumların dağılımında büyük rolü vardır. Yerçekimi etkisini kullanıp hastaya pozisyon vererek plevral sıvının serbest dağılıp dağılmadığını anlamak için lateral dekübitüs grafisi adı verilen çekim tekniği uygulanır. Bu teknikte hasta lateral dekübitüs pozisyonunda yatarken x ışını yere paralel olarak ön-arka veya arka-ön doğrultuda gönderilerek çapraz masa çekim yapılır (61,62).

Hareketli görüntü elde etme tekniği olan floroskopi ile iki boyutlu görüntülere dinamik özellik kazandırılır. Bu yöntem ile ilgili akciğer veya toraks patolojilerine farklı bir bakış kazandırılır. Özellikle diyaframa felci gibi durumların tespitinde çok yardımcıdır. USG ile de benzer veriler elde edilebilir. Girişimsel işlemler floroskopi altında uygulanabilir (63). X ışını kullanımına bağlı radyasyon etkileri ve özel bir donanım gerektirmesi bu yöntemin dezavantajlarını oluşturur.

BT kesitsel görüntüler oluşturabilme yeteneği nedeniyle toraks radyolojisinde vazgeçilmez bir yere sahiptir. Bu yöntem ile 0,5 mm kesit kalınlığında görüntüler oluşturulabilir. Gerekli görüldüğünde toraksın tüm yapısıyla ilgili hacim verisi işlenerek toraks duvarı, hava yolları, ana vasküler yapılar ve kalple ilgili çekim sonrası ilave işlemler

(post-processing) uygulanarak 3 boyutlu model görüntüleri ve ek olarak koronal-sagittal kesit reformat görüntüleri oluşturulabilmekte, sanal endoskopik görüntüleri oluşturulup tanısal işlemler ve cerrahi planlama yapılabilmektedir. İnce kesitlerin özel algoritmeler ile rekonstrüksiyonu sonucu elde edilen görüntüleri ile akciğer parankiminin yüksek çözünürlüklü BT görüntüleri elde edilebilir. Bu görüntüleri bronşektazi gibi orta küçük hava yolları ve interstisyel patolojiler gibi parankim hastalıklarının teşhisinde en önemli yere sahiptir (64). Ancak BT hassasiyeti plevral patolojilerde yeterli değildir. Kontrastsız BT kesitlerinde sıvı, nodül, kitle ayırımında hassasiyet azalmaktadır. Kontrast verilmesini takiben sıvı ve solid lezyonlar kısmen ayrılabilir.

USG, toraks radyolojisinde kullanım alanı sınırlı olmakla birlikte teknik olarak plevral sıvıyı göstermede en hassas yöntemdir (62). USG akciğer parankimine ait hemen hiç bilgi vermezken, çok az miktardaki plevral sıvıyı tespit edebilir. Genel bir değerlendirme amacıyla yapılan USG’de konveks problemler yeterli olurken, plevral nodül örnekleme gibi ayrıntılı incelemeler için lineer yüksek frekanslı problemler kullanılır. USG eşliğinde plevral sıvı örnekleme yapmak, toraks duvarı yapılarından veya plevradan görüntüleme eşliğinde biyopsi almak mümkündür. Görüntüleme eşliğinde girişimsel işlem yapılması, ankiste plevral sıvıların drenajı, plevral kalınlaşma veya nodüllerin tespiti ve örnekleme durumlarında teknik başarıyı arttırmaları (65). Yapılan çalışmalar USG’nin özellikle acil hastalarda hasta başı yapılan çekimlerde az miktardaki pnömotoraks ve hemotoraks tanısında katkı sağladığı gösterilmiştir (66,67).

MRG’in toraks incelemelerindeki yeri sınırlıdır. Harekete karşı çok hassas bir yöntem olduğu için toraks tetkiklerinde hastanın nefes tutabilmesi çok önemlidir. Toraks patolojisi olan hastaların birçoğunda dispne ve ortopne nedeniyle etkili nefes tutturabilmek pek mümkün olmamaktadır. Ancak özellikle hızlı sekanslar, kardiyak kapılı, solunumsal kapılı çekimler ve bunların solunum ve kardiyak hareketlerden oluşan artefaktları engelleyebilmesi nedeniyle MRG kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. MRG ile akciğer parankimi hakkında çok az veri elde edilebilir. Plevral sıvı, plevra ve mediasten kitleleri, parankimal kitle, atelectazi ayırımı kolaylıkla yapılabilirken interstisyel tutulumla ilgili yeterli bilgi sağlanamaz. MRG tekniği kalsifikasyonların varlığına da hassas değildir. Plevra patolojilerinde ve parankimal kitlelerde, lenf nodlarında kalsifikasyon varlığını tespit etmek önemli olduğundan bu durum bir dezavantaj oluşturmaktadır. Plevral sıvıların karakterizasyonunun yapılmasında

önemli bilgiler sağlayabildiği çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (55,56). MRG cephesindeki gelişmeler öncelikle konvansiyonel sekanslar ile başlamıştır. Shiona ve arkadaşları T1 ve T2 ağırlıklı MRG görüntülerde efüzyonların SI değerlerinin büyük ölçüde protein içeriği ile bağlantılı, buna karşın gradyan eko incelemede daha çok kan konsantrasyonu ile ilişkili olduğunu göstermişlerdir (69). Dolayısıyla MRG incelemesi eksüda veya hemorajik efüzyonun seröz efüzyondan ayırt edilmesi için yararlı olabilir. Ancak her iki grubun değerlerinin, BT atenüasyon değerlerinde olduğu gibi, çakıştığı geniş bir aralık mevcuttur. Dolayısıyla sadece SI değerlerine dayanarak bir ayırım yapmak mümkün değildir (69,73,74). Önceki bir çalışmada bu sefer yağ baskılı T1 ağırlıklı görüntülerde kontrast madde uygulamasından 20 dakika sonra geç fazda efüzyonların kontrastlanması tarif edilmiştir (68). Bu çalışmaya göre eksüdalarda belirgin kontrastlanma görülmektedir. Konvansiyonel MRG BT'den daha hassas bir şekilde sıvı karakterizasyonu yapabilmekte, solid patolojileri ve plevra kalınlaşmalarını gösterebilmektedir. Ancak MRG'de asıl problem plevrada sıvı, plevral kalınlaşma, nodül veya kitle mevcut olduğunda bu patolojilerin benign-malign ayırımındaki zorluktur. Özellikle akciğer parankimal ve plevral iştirakli lezyonlarda dinamik MRG ile lezyonlarda benign-malign ayırımı yapılabilen hatta alt tipler arası farklılıklar olduğu da tarif edilmektedir (MEDICAL PRINCIPLES AND PRACTICE, The Role of Dynamic Magnetic Resonance Imaging in the Evaluation of Pulmonary Nodules and Masses, Alper et al. DOI: 10.1159/000339475)

Tüm bu radyolojik tanı metotlarına rağmen plevral lezyonlarının birçoğuna invaziv işlemler olmaksızın tanı konulamamaktadır. Bazı invaziv işlemler tekrarlanması gerekmektedir. Ancak invaziv tanı yöntemleri de çoğu zaman yetersiz kalmaktadır. Alınan histopatolojik örnekler bazen yetersiz olmakta ve invaziv işlemin tekrarlanması gerekebilmektedir. Bazen histopatolojik olarak da sonuca varılamamaktadır. Özellikle patolojik açıdan da bazı malign plevral patolojiler, mezotelyoma ve adenokanser metastazı gibi, birbiri ile örtüşen özellikler içermektedir. O yüzden plevral patolojilerde hali hazırda genel kabul görmüş bir radyolojik algoritma bulunmamaktadır.

DAG'nin 1990'larda beyin iskemisindeki başarısından sonra rutin kullanıma geçmiş, akut iskeminin tanısında gold standart yöntem olmuştur ve sonraki yıllarda DAG'nin farklı kistik lezyonların ayırt edilmesinde yararlı olduğu pek çok çalışmada gösterilmiştir (70,71,72). DAG vazojenik ödemi (difüzyon artışı), sitotoksik ödemden (difüzyon azalması)

ayırır. Diğer kullanım alanları arasında beyin abseleri, tümörlerin evrelemesi, tedavi sonrası değişikliklerin değerlendirilmesi ve multipl skleroz hastalığı örnek verilebilir. Kas iskelet sisteminde de özellikle yumuşak dokularda tümör ve enfeksiyonların değerlendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Epidermoid kistlerin araknoid kistlerden ayırt edilmesinde önemli role sahiptir (38). Kıkırdak dokuda gelişen hasarı gösterebilir, kemik iliği ödemi saptayabilir (37). Osteoporotik vertebra kırıklarını, tümör infiltrasyonu sonucu gelişen vertebra kırıklarından ayırma amacıyla ve spinal enfeksiyonlarda da kullanılmaktadır (39). Parankimal yapıların ve kitle lezyonlarının tedaviye verdiği yanıtla, prognoz değerlendirilmesi konusunda gelecek vaat etmektedir. Endometrial kanserlerin, benign endometrial lezyonlardan ayırımı (40); lenfoma evrelemesi; lenf nodlarında benign-malign ayırımı yapılması (41); prostat kanserlerinin tanısı (42); plasenta yerleşiminin değerlendirilmesi (43); meme kanserinde tanıya yardımcı olarak kullanılması (44); orbital yerleşimli lezyonların değerlendirilmesi (45); akut kronik pankreatit için ve pankreas kitle lezyonlarında yeri (46); renal hücreli kanserlerde değerlendirmeye katkısı (47); metastaz taramalarında kullanımı (48); tümör nükslerinin erken tespit edilmesinde kullanımı (49); kemik metastazlarının taranmasında yeri (50); kardiyak iskemide yeri (51); parotis kitlelerinde yeri (52); tiroid nodüllerinde yeri (53); fetal serebral gelişimin değerlendirilmesinde (54) ve tabii ki plevral efüzyonun karakterizasyonunda yeri (55,56) günümüzde tartışılan konulardır.

Bildiğimiz kadarıyla plevral efüzyonların ve plevral kitle lezyonları ayırıcı tanısında DAG kullanılan literatürde birkaç çalışma vardır:

1- Inaoka T ve arkadaşlarının plevral fibröz tümör malign transformasyonunda DAG yeri ve önemi (75),

2- T.Baysal ve arkadaşlarının plevral efüzyonlarda eksüda transüda ayırımında DAG yeri ve önemi (55),

3- N. İnan ve arkadaşlarının plevral efüzyonlarda eksüda transüda ayırımında DAG yeri ve önemi (56)

Literatürdeki çalışmalarda DAG ile tanısal olarak anlamlı sonuçlar elde edilmiş olup eksüda-transüda ayırımında ve soliter fibröz tümörde malign transformasyonda invaziv tanı yöntemlerine alternatif olabileceği öngörülmüştür (55,56,75).

IX. SONUÇ

Retrospektif olarak yapılan çalışmamızda 59 hasta incelenmiştir. Bu hastalardan 23 plevral sıvısı olan hastaların 9'u transüda 14'ü eksüda olarak belirlenmiştir. Plevral ve plevral iştirakli 36 solid lezyonu olan hastanın 9'u benign ve 27'si malign olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda manyetik inhomojeniteden kaynaklanabilecek etkileri ortadan kaldırmak için lezyonlardan alınan ADC haritada ortalama rölatif ROI değerleri ile torasik kaslardan alınan(pektoralis majör, paraspinal) ADC haritada ortalama rölatif ROI değerlerinin oranının plevral patolojilerin karakterizasyonundaki katkısı değerlendirilmiştir.

Cut off değeri transüda için 2,16 olarak seçildiğinde duyarlılık %88, özgüllük %86 olarak değerlendirilmiştir. Bu analiz sonucunda ROC eğrisi altında kalan alan 0.937 olarak hesaplanmış ve $p < 0.001$ olarak elde edilmiştir. Bu değer rölatif ROI oranının transüda-eksüda ayırımında %93,7 güçlü olduğunu göstermektedir.

Cut off değeri benign lezyonlar için 1,87 olarak seçildiğinde duyarlılık %88, özgüllük %96 olarak değerlendirilmiştir. Bu analiz sonucunda ROC eğrisi altında kalan alan 0.955 olarak hesaplanmış ve $p < 0.001$ olarak elde edilmiştir. Bu değer rölatif ROI oranının malign-benign ayırımında %95,5 güçlü olduğunu göstermektedir.

Ancak bizim çalışmamızda bir vakada nekrozitan granülamatöz iltihab dokuda difüzyonda kısıtlılık oluşmakta ve malign ROI değerleri ile örtüşmektedir. Benzer durumun bizim çalışmamızda olmasa da apse ve hematoma benzeri durumlarında karışıklığa yol açabileceğini düşünmekteyiz. Yine difüzyon sekansının diğer bir dezavantajı hareketten oldukça fazla etkilenmesidir. Bu nedenle biz bazı vakalarda tekrar çekimler yapmak zorunda kaldık.

Rölatif ROI oranı kullanılarak yapılan değerlendirmemizde plevral sıvıların transüda-eksüda ayırımında ve plevral ve plevral iştirakli lezyonlarda benign-malign ayırımında rölatif ROI oranlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır. Ölçülen rölatif ROI oranlarında eksüda vasfındaki plevral efüzyonlarda transüda vasıflı efüzyonlara göre ve malign lezyonlarda benign lezyonlara göre daha düşük değerler saptanmıştır.

DAG kısa sürede elde edilen bir tetkik olup transüda-eksüda ve malign-benign ayırımında tanıya katkısı olan bir yöntemdir ve toraks MRG rutin çekiminde incelemeye dahil edilebilecek bir yöntemdir.

XII. KAYNAKLAR

1. Murray JF, Nadel JA (Eds). Textbook of Respiratory Medicine. Second Edition. Philadelphia. W.B. Saunders Company. 1994; Volume 2 Disorders of the pleura; Pleural effusion: 2164.
2. Fraser RS, Müller NL, Colman N, Pare PD (Eds). Diagnosis of Diseases of the Chest. Philadelphia; W.B. Saunders Company, 1999:151-171.
3. Broaddus VC, Light RW. Disorders of the pleura: General principles and diagnostic approach. In: Murray JF, Nadel JA (Eds). Textbook of Respiratory Medicine. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1994:2145–2163.
4. Kinasewitz GT. Pleural fluid dynamics and effusions. In: Fishman AP (Ed). Fishman's Pulmonary Diseases and Disorders. New York: McGraw-Hill Book Company, 1998: 1389–1409.
5. Özyardımcı N. Plevra ve plevral hastalıklar. In: Özyardımcı N (Ed). Nonspesifik Akciğer Hastalıkları. Bursa: Uludağ Üniversitesi Basımevi, 1999: 1043–1067.
6. Eibenberger KL, Dock WI, Ammann ME, et al. Quantification of pleural effusions: sonography versus radiography. Radiol 1994;191:681–684
7. Agostoni E, Zocchi L. Pleural liquid and its exchanges. Respir Physiol Neurobiol. 2007 15;159:311–323.
8. Heffner JE, Klein JS, Hampson C. Diagnostic utility and clinical application of imaging for pleural space infections. Chest. 2010;137:467–479.
9. Natanzon A, Kronzon I. Pericardial and pleural effusions in congestive heart failure-anatomical, pathophysiologic, and clinical considerations. Am J Med Sci. 2009; 338:211–216.
10. Halvorsen RA, Fedyshin PJ, Korobkin M. Ascites or pleural effusion? CT differentiation: four useful criteria. Radiographics. 1986; 6:135–149.
11. Skouras V, Kalomenidis I. Chylothorax: diagnostic approach. Curr Opin Pulm Med. 2010 16:387–393.

12. Wallner B, Edelman RR, Finn JP, Mattle HP. Bright pleural effusion and ascites on gradient-echo MR images: a potential source of confusion in vascular MR studies. *AJR Am J Roentgenol* 1990;155:1237–1240.
13. Topçu F, Bayram H, Simşek M, Kaya K, Özcan C, Işık R, Senyiğit A. High-resolution computed tomography in cases with environmental exposure to asbestos in Turkey. *Respiration*. 2000;67:139–145.
14. Hakomäki J, Keski-Nisula L, Paakkala T. Contrast enhancement of round atelectases. *Acta Radiol* 2002 ;43:376–379.
15. Hammerman AM, Susman N, Strzembosz A, Kaiser LR. The extrapleural fat sign: CT characteristics. *J Comput Assist Tomogr*. 1990; 14:345–347.
16. Mastrangelo G, Ballarin MN, Bellini E, Biciato F, Zannol F, Gioffrè F, et al. Asbestos exposure and benign asbestos diseases in 772 formerly exposed workers: dose-response relationships. *Am J Ind Med*. 2009; 52:596–602.
17. Carr JJ, Reed JC, Choplin RH, Pope TL Jr, Case LD. Plain and computed radiography for detecting experimentally induced pneumothorax in cadavers: implications for detection in patients. *Radiology* 1992; 183:193–199.
18. Wilkerson RG, Stone MB. Sensitivity of bedside ultrasound and supine anteroposterior chest radiographs for the identification of pneumothorax after blunt trauma. *Acad Emerg Med*. 2010; 17:11–17.
19. Gaerte SC, Meyer CA, Winer-Muram HT, Tarver RD, Conces DJ Jr. Fat-containing lesions of the chest. *Radiol* 2002; 22:61–78.
20. Batirel HF, Demirhan R. Plevrannın Soliter fibröz tümörü. *TTD Bülteni*. 2010; 4-1:13–16.
21. Salahudeen HM, Hoey ET, Robertson RJ, Darby MJ. CT appearances of pleural tumours. *Clin Radiol* 2009;64:918–930.
22. Yamamuro M, Gerbaudo VH, Gill RR, Jacobson FL, Sugarbaker DJ, Hatabu H. Morphologic and functional imaging of malignant pleural mesothelioma. *Eur J Radiol* 2007 64:356–366. Epub 2007 22.

23. Eibel R, Tuengerthal S, Schoenberg SO. The role of new imaging techniques in diagnosis and staging of malignant pleural mesothelioma. *Curr Opin Oncol* 2003; 15:131–138.
24. Hwang JH, Song KS, Park SI, Lim TH, Kwon KH, Goo DE. Subtle pleural metastasis without large effusion in lung cancer patients: preoperative detection on CT. *Korean J Radiol* 2005; 6:94–101.
25. Carr DY, Holoye PY, Hong WK. Bronchogenic Carcinoma. In: Murray Nadel, eds. *Textbook of Respiratory Medicine*, 2nd ed. Philadelphia: W. B. Saunders, 1994:1528–1582.
26. Bammer R. Basic Principles of DWI. *Eur J Radiology* 2003; 45:169-184.
27. Koh DM, Collins DJ. Diffusion weighted MRI in the body: applications and challenges in oncology. *AJR Am J Roentgenol.* 2007; 188:1622- 1635.
28. Scott W. A. Editor, *Magnetic Resonance Imaging of Brain and Spine* 4th edition, Lippincott Williams&Wilkins, Wolters Kluwer Business 2009; 501–508.
29. Gelal F, Callı C, Kitis O, Yuten N. Diffusion weighted magnetic resonance imaging. *Norol Bil D* 2001; 18.
30. Keyik B, Edgüer T, Çakmakçı E, Bakdık S, Hekimoğlu B. Difüzyon Ağırlıklı MRG'nin konvansiyonel beyin MRG'ye katkısı. *Tanısal ve Girişimsel Radyoloji* 2002; 8:323-329.
31. Şener RN. Difüzyon MRG'de 'apparent diffusion coefficient'(ADC) değerleri. *Tanısal ve Girişimsel Radyoloji* 2001; 7:460-463.
32. Morriss MC, Zimmerman RA, Bilaniuk LT, Hunter JV, Haselgrove JC. Changes in brain water diffusion during childhood. *Neuroradiology* 1999; 41:929-934
33. Moritani T. , Ekholm S, Westesson P. Editors; *DW imaging of Brain*, Springer Berlin Heidelberg NewYork Business 2005; 11-34.
34. Jones DK, *Fundamentals of diffusion MR imaging Section 1 –Physiological MR techniques*, Cambridge Univ. Pres 2005; 54-86.

35. Dominik Weishaupt, Victor D. Köchli, Borut Marincek Editors, How does MRI Works? An Introduction to the Physics and Function of Magnetic Resonance Imaging 2nd edition 2006; 57-60.104
36. Crespigny A, Marks MP, Enzmann DR. Navigated diffusion imaging of normal and ischemic human brain. *Magn reson Med* 1995; 33:720- 728.
37. Potter HG, Black BR, Chong le R. New techniques in articular cartilage imaging. *Clin Sports Med* 2009; 28:77-94.
38. Tsuruda JS, Chew WM, Moseley ME. Diffusion-weighted MR imaging of the brain: Value of differentiating between ekstraaxial cysts and epidermoid tumors. *AJNR Am J Neuroradiol* 1990; 11:925-931.
39. Oztekin O, Ozan E, Hilal Adibelli Z, Unal G, Abali Y. SSH-EPI diffusion-weighted MR imaging of the spine with low b values: is it useful in differentiating malignant metastatic tumor infiltration from benign fracture edema. *Skeletal Radiol* 2009; 38:651-658.
40. Takeuchi M, Matsuzaki K, Nishitani H. Diffusion-Weighted Magnetic Resonance Imaging of Endometrial Cancer: Differentiation from Benign Endometrial Lesions and Preoperative Assessment of Myometrial Invasion. *Acta Radiol* 2009; 1:1-7.
41. Holzapfel K, Duetsch S, Fauser C, Eiber M, Rummeny EJ, Gaa J. Value of diffusionweighted MR imaging in the differentiation between benign and malignant cervical lymph nodes. *Eur J Radiol* 2009; 72:381-387.
42. Shimizu T, Nishie A, Ro T, Tajima T, Yamaguchi A, Kono S, Honda H. Prostate Cancer Detection: The Value of Performing an MRI before a Biopsy. *Acta Radiol* 2009; 27:1-9.
43. Morita S, Ueno E, Fujimura M, Muraoka M, Takagi K, Fujibayashi M, Feasibility of diffusion-weighted MRI for defining placental invasion. *J Magn Reson Imaging* 2009; 30:666-671.
44. Başara I. Meme lezyonlarında ileri MRG yöntemlerinin tanıya katkısı (Tez). Manisa: Celal Bayar Üniversitesi, 2010.

45. Sepahdari AR, Aakalu VK, Kapur R, Michals EA, Saran N, French A, Mafee MF. MRI of orbital cellulitis and orbital abscess: the role of diffusion-weighted imaging. *AJR Am J Roentgenol* 2009; 193:244-250.105
46. Karacan S. Akut pankreatitte diffüzyon ağırlıklı MRG; BT ile korelasyon (Tez). Manisa: Celal Bayar Üniversitesi, 2011.
47. Paudyal B, Paudyal P, Tsushima Y, Oriuchi N, Amanuma M, Miyazaki M, Taketomi-Takahashi A, Nakazato Y, Endo K. The role of the ADC value in the characterisation of renal carcinoma by diffusion-weighted MRI. *Br J Radiol* 2010; 83:336-343.
48. Li C, Liu ZS, Du XM, He L, Chen J, Wang W, Sun F, Du F, Luo ZG, Xue ZL, Zhao Y, Zhou CW. Clinical value of whole-body magnetic resonance diffusion weighted imaging on detection of malignant metastases. *Chin Med Sci J* 2009; 24:112-116.
49. Yu JS, Kim JH, Chung JJ, KW. Added value of diffusion-weighted imaging in the MRI assessment of perilesional tumor recurrence after chemoembolization of hepatocellular carcinomas. *J Magn Reson Imaging* 2009; 30:153-160.
50. Li S, Xue HD, Sun F, Jin ZY, Zhongguo Yi Xue, Ke Xue, Yuan Xue Bao, Feasibility and clinical value of whole body diffusion weighted magnetic resonance imaging in detection of bone metastases. 2009; 31:192-199.
51. Laissy JP, Serfaty JM, Messika-Zeitoun D, Ribet A, Chillon S, Steg PG, Klein I. Cardiac diffusion MRI of recent and chronic myocardial infarction: preliminary results *J Radiol* 2009; 90:481-484.
52. Göçmen E.B.Parotis kitlelerinde ileri görüntüleme (Tez). Manisa: Celal Bayar Üniversitesi, 2010.
53. Özer B.M. Tiroid nodüllerin tanısında diffüzyon ağırlıklı MRG (Tez). Manisa: Celal Bayar Üniversitesi, 2011.
54. Schneider MM, Berman JI, Baumer FM, Glass HC, Jeng S, Jeremy RJ, Esch M, Biran V, Barkovich AJ, Studholme C, Xu D, Glenn OA. Normative Apparent Diffusion Coefficient Values in the Developing Fetal Brain. *AJNR Am J Neuroradiol* 2009; 30:1799-1803.106

55. Baysal T, Bulut T, Gökırmak M, Kalkan S, Dusak A, Dogan M. Diffusion-weighted MRI of pleural fluid: differentiation of Transüdativ vs exudative pleural effusions. *Eur Radiol* 2004; 14: 890-896.
56. İnan N, Arslan A, Akansel G, Arslan Z, Elemen L, Demirci A. Diffusionweighted MR in characterization of pleural effusions. *Diagn Interv Radiol* 2009; 15: 13-18.
57. Light RW. Diagnostic principles in pleural disease. *Eur Respir J*. 1997; 10:476-481.
58. Hayashi K, Aziz A, Ashizawa K, Hayashi H, Nagaoki K, Otsuji H. Radiographic and CT appearances of the major fissures. *Radiographics*. 2001; 21:861-874.
59. Eibenberger KL, Dock WI, Ammann ME, et al. Quantification of pleural effusions: sonography versus radiography. *Radiol* 1994; 191:681-684
60. Agostoni E, Zocchi L. Pleural liquid and its exchanges. *Respir Physiol Neurobiol*. 2007 15; 159:311-323.
61. Kitazono MT, Lau CT, Parada AN, Renjen P, Miller WT Jr. Differentiation of pleural effusions from parenchymal opacities: accuracy of bedside chest radiography. *AJR Am J Roentgenol* 2010; 194:407-4012.
62. Kocijancic I, Vidmar K, Ivanovi-Herceg Z. Chest sonography versus lateral decubitus radiography in the diagnosis of small pleural effusions. *J Clin Ultrasound*. 2003; 31:69-74.
63. Kurban LA, Gomersall L, Weir J, Wade P. Fluoroscopy-guided percutaneous lung biopsy: a valuable alternative to computed tomography. *Acta Radiol* 2008; 49:876-882.
64. Larici AR, Storto ML, Torge M, Mereu M, Molinari F, Maggi F, Bonomo L Automated volumetry of pulmonary nodules on multidetector CT: influence of slice thickness, reconstruction algorithm and tube current. Preliminary results. *Radiol Med*. 2008; 113:29-42. Epub 2008:25.
65. Gopal M, Romero AB, Baillargeon J, Sharma G. Trends in pleural biopsies between 1996 and 2006 at a tertiary medical center. *Am J Med Sci*. 2010; 339:345-349.

66. Brook OR, Beck-Razi N, Abadi S, Filatov J, Ilivitzki A, Litmanovich D, et al. Sonographic detection of pneumothorax by radiology residents as part of extended focused assessment with sonography for trauma. *J Ultrasound Med* 2009; 28:749-755.
67. Rowan KR, Kirkpatrick AW, Liu D, Forkheim KE, Mayo JR, Nicolaou S. Traumatic pneumothorax detection with thoracic US: correlation with chest radiography and CT-initial experience. *Radiology* 2002; 225:210-214.
68. Wang ZJ, Reddy GP, Gotway MB, Higgins CB, Jablons DM, Ramaswamy M, et al. Malignant pleural mesothelioma: evaluation with CT, MR imaging, and PET. *Radiol* 2004; 24:105-119.
69. Shiono T, Yoshikawa K, Takenaka E, Hisamatsu K. MR imaging of pleural and peritoneal effusion. *Radiat Med* 1993; 11: 123-126.
70. Hakyemez B, Yildiz H, Ergin N, Uysal S, Parlak M. FLAIR and DWI MR in differentiating epidermoid cyst from arachnoid cysts. *Tani Girisim Radyol* 2003; 9: 418-426.
71. Inan N, Arslan A, Akansel G, et al. DWI in differential diagnosis of simple and hydatid cyst of the liver. *AJR Am J Radiol* 2007; 189: 1031-1036.
72. Nakayama T, Yoshimitsu K, Irie H, et al. DW echo-planar MRI and ADC mapping in the differential diagnosis of ovarian cystic masses: usefulness of detecting keratinoid substances in mature cystic teratomas. *J Magn Reson Imaging* 2005; 22:271-278.
73. Davis SD, Henschke CI, Yankelevitz DF, Cahill PT, Yi Y. MR imaging of pleural effusions. *J Comput Assist Tomogr* 1990; 14:192-198.
74. Tscholakoff D, Sechtem U, de Geer G, Schmidt H, Higgins CB. Evaluation of pleural and pericardial effusions by magnetic resonance imaging. *Eur J Radiol* 1987; 7:169-174.
75. Inaoka, T., et al., Solitary fibrous tumor of the pleura: apparent diffusion coefficient (ADC) value and ADC map to predict malignant transformation. *Journal of magnetic resonance imaging: JMRI*, 2007. 26:155-158.

T.C
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI

RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

TEZİN ADI

Plevral Patolojisi Olan Hastalarda Difüzyon Manyetik Rezonans İncelemenin Benign Malign Ayrımında Yeri ve Önemi

Dr. Mustafa KAHRAMAN

Uzmanlık Eğitimine Başlama Tarihi : 27.12.2007

Uzmanlık Eğitimini Bitirme Tarihi : 15.06.2012

Uzmanlık Sınavı Tarihi : 15.06.2012

Tez Yöneticisi : Prof.Dr.Fatih ALPER

Prof.Dr.Fatih ALPER'in tez yöneticiliğinde Dr. Mustafa KAHRAMAN'ın hazırlamış olduğu "Plevral Patolojisi Olan Hastalarda Difüzyon Manyetik Rezonans İncelemenin Benign Malign Ayrımında Yeri ve Önemi"

konulu tezi Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesinin hazırlamış olduğu tez yazım kurallarına biçimsel olarak uygundur.

Jüri Üyesi : Prof.Dr.Akın LEVENT

Jüri Üyesi : Prof.Dr.Fatih ALPER

Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr.Adem KARAMAN

Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr.Hayri OĞUL

Anabilim Dalı Başkanı : Prof.Dr.Adnan OKUR

HAZİRAN 2012