



T.C.
BEZMÎÂLEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

**BT KILAVUZLUĞUNDA PERKÜTAN TRANSTORASİK AKCİĞER
BİYOPSİLERİNDE PNÖMOTORAKS VE PULMONER HEMORAJİ RİSK
FAKTÖRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

TIPTA UZMANLIK TEZİ
Dr. Gökçe Deniz Uzunoğlu

Tez Danışmanları:
Prof. Dr. Hüseyin Toprak
Doç. Dr. Temel Fatih Yılmaz

NİSAN 2023



T.C.
BEZMÎÂLEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

**BT KILAVUZLUĞUNDA PERKÜTAN TRANSTORASİK AKCİĞER
BİYOPSİLERİNDE PNÖMOTORAKS VE PULMONER HEMORAJİ RİSK
FAKTÖRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

TIPTA UZMANLIK TEZİ
Dr. Gökçe Deniz Uzunoğlu

Tez Danışmanları:
Prof. Dr. Hüseyin Toprak
Doç. Dr. Temel Fatih Yılmaz

NİSAN 2023

BEYAN FORMU

Uzmanlık tezi olarak sunduğum “BT Kılavuzluğuunda Perkütan Transtorasik Akciğer Biyopsilerinde Pnömotoraks ve Pulmoner Hemoraji Risk Faktörlerinin Değerlendirilmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Hüseyin Toprak ve Doç. Dr. Temel Fatih Yılmaz sorumluluğuunda tamamladığımı, tezin planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları kaynakçada eksiksiz gösterdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Dr. Gökçe Deniz Uzunoglu

ÖNSÖZ

Akciğer kanseri global insidansı ve mortalite oranı oldukça yüksek bir kanser türüdür. Son yıllarda toplumsal sağlık bilincindeki yükselme ve görüntüleme alanındaki teknolojik gelişmeler sonucunda; akciğer kanserine tönelik tarama ve erken tanı çalışmaları da artış göstermiştir. Perkütan transtorasik biyopsi yöntemi (PTB), akciğer lezyonlarının tanısında sık kullanılan ve güvenilir bir yöntemdir. Kurumumuz Girişimsel Radyoloji Bilim Dalı'nda sıklıkla uygulanan bir işlem olmasına karşın, işleme bağı pnömotoraks ve parankimal hemoraji gibi komplikasyonlar, işlem uygulaması sırasında ve işlem sonrası hasta takip/tedavisinde güçlük yaratmaktadır. Komplikasyon riskini etkileyebilecek faktörlerin bilinmesi, işlem planlanması ve hasta takip/tedavisinde yol gösterici olacaktır. Çalışmamızın literatürde risk faktörleri açısından fikir birliği sağlanmasında az da olsa katkısı olması en büyük temennimizdir.

Radyoloji kliniğimizin gelişimi için çok emek veren, güncel literature uygun şekilde çalışmalarımızı sürdürebilmemiz için bizi sürekli olarak motive eden, asistan eğitimine büyük önem veren ve akademik çalışmalar için bizlere uygun ortam hazırlayan, her daim desteğini hissettiğimiz değerli anabilim dalı başkanımız sayın Prof. Dr. Alpay Alkan'a; tez danışmanım ve değerli hocam Prof. Dr. Hüseyin Toprak'a, yardımcı tez danışmanım ve değerli ağabeyim Doç. Dr. Temel Fatih Yılmaz'a içtenlikle teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca radyoloji uzmanlık eğitimin sırasında üzerimde büyük emeği bulunan Prof. Dr. Hüseyin Özdemir'e, Prof. Dr. Mehmet Bilgin'e, Prof. Dr. Şeyma Yıldız'a, Doç. Dr. İbrahim İlker Öz'e, Doç. Dr. Mehmet Ali Gültekin'e, Doç. Dr. Dilek Hacer Çeşme'ye, tüm uzman ağabey ve ablalarım, tez çalışmalarım sırasında desteklerini yoğun olarak hissettiğim çalışma arkadaşlarım Samira Sijahovic ve Zeynep Oran Dönmez'e, uzmanlık eğitimi sürecimde birlikte ve severek çalıştığım tüm asistan arkadaşlarıma, bugünlere gelmemde büyük emekleri olan, hayatımın her anında yanımda olan sevgili annem ve babama, varlığıyla hayatıma değer katan ve desteğini hiç esirgemeyen sevgili eşim Sinem Yolcu Uzunoğlu'na en içten duygularıyla teşekkürü bir borç bilirim.

Dr. Gökçe Deniz Uzunoğlu

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
BEYAN FORMU.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÖZET.....	v
SUMMARY	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
TABLolar VE GRAFİKLER.....	x
RESİMLER	xi
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Akciğer Kanseri.....	4
2.1.1. Epidemiyolojisi	4
2.1.2. Akciğer kanseri sınıflandırması	4
2.2. Akciğer Anatomisi	5
2.2.1. Plevra.....	5
2.2.2. Trakea ve bronşlar	6
2.2.3. Akciğerler.....	7
2.3. Akciğer Kanserinde Radyolojik Görüntüleme	10
2.4. Perkütan Transtorasik Biyopsi (PTB)	11
2.4.1. PTB endikasyonları	12
2.4.2. PTB kontrendikasyonları	13
2.4.3. İşlem hazırlığı ve planlama	13
2.4.4. PTB iğneleri	13
2.4.5. Otolog kan yaması.....	15
2.4.6. PTB komplikasyonları.....	15
3. GEREÇ VE YÖNTEM	18
3.1. Örneklem	18
3.2. PTB İşlemi Uygulanışı	19
3.3. Veri Toplama ve Değerlendirmesi	23
3.4. İstatistiksel Analizler	26
4. BULGULAR.....	28
5. TARTIŞMA	44
6. KISITLILIKLAR.....	52
7. SONUÇ.....	53
8. KAYNAKLAR.....	55
9. EKLER.....	60

BT KILAVUZLUĞUNDA PERKÜTAN TRANSTORASİK AKCİĞER BİYOPSİLERİNDE PNÖMOTORAKS VE PULMONER HEMORAJİ RİSK FAKTÖRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Amaç: Akciğer kanseri mortalitesi ve insidansı en yüksek kanser tiplerindendir. Yeni tanımlanan akciğer lezyonlarının tanısı için doku örneği alınarak histopatolojik değerlendirme gerekmektedir. BT kılavuzluğunda perkütan transtorasik biyopsi (PTB) yöntemi, doku örneği sağlamak üzere sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Diagnostik başarısı yüksek ve minimal invazif olmasına karşın; pnömotoraks, parankimal hemoraji gibi komplikasyonlar görülebilmektedir. PTB işlemi komplikasyonlarını, pnömotoraks risk faktörlerini ve parankimal hemoraji risk faktörlerini değerlendiren yayınlar literatürde mevcut olsa da sonuçları konusunda görüş birliği sağlanamamıştır. Ayrıca pnömotoraks ve/veya parankimal hemoraji risk faktörlerini birlikte inceleyen bir yayın bildiğimiz kadarıyla literatürde bulunmamaktadır. Çalışmamızda BT kılavuzluğunda PTB işlemine sekonder pnömotoraks, parankimal hemoraji ve pnömotoraks ve/veya parankimal hemoraji risk faktörlerini ayrı ayrı değerlendirmek amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Retrospektif tarzda olan çalışmamıza, kurumumuz Girişimsel Radyoloji Bilim Dalı'nda BT kılavuzluğunda gerçekleştirilen toplam 200 PTB işlemi dahil edilmiştir. İşlemler; yaş, cinsiyet, lezyon ile ilişkili özellikler, akciğer yapısı ile ilişkili özellikler, işlem tekniği ile ilişkili parametreler ve histopatolojik sonuçlar yönünden değerlendirilmiştir. Sonuçlar IBM SPSS 20 ve MedCalc v20 istatistik programları kullanılarak gruplar arası ilişki yönünden incelenmiş ve lojistik regresyon analizleri sonucunda bağımsız risk faktörleri tespit edilmiştir.

Bulgular: Çalışmamızda pnömotoraks komplikasyonu için işlem süresinin (vücut-iğne süresi) >3 dk olması, multipl plevra geçişi bulunması ve fissür geçişi varlığı bağımsız risk faktörleri olarak belirlenmiştir (sırasıyla $p=0,036$; $p<0,001$; $p=0,001$). İşleme sekonder parankimal hemoraji için işlem yapılan olgu yaşının >66 yaş olması, lezyon çapının ≤ 36 mm olması, iğne traktında lezyon-plevra arası mesafenin >1 mm olması ve işlem süresinin (vücut-iğne süresi) $>2,5$ dk olması bağımsız risk faktörleri olarak tespit edilmiştir (sırasıyla $p<0,001$; $p<0,001$; $p<0,001$; $p=0,002$). Pnömotoraks ve/veya parankimal hemoraji risk faktörleri incelendiğinde ise erkek cinsiyet, ≤ 55 mm tümör çapı, >4 mm iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe, $>2,5$ dk işlem süresi (vücut-iğne süresi) ve multipl plevral geçiş bulunması bağımsız risk faktörleri olarak saptanmıştır (sırasıyla $p=0,039$; $p<0,001$; $p=0,001$; $p=0,034$; $p=0,021$).

Sonuçlar: Çalışmamız sonuçlarına göre; yaş, cinsiyet, lezyon çapı, multipl plevra geçişi bulunması, fissür geçişi varlığı, iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe, işlem süresi PTB işlemine sekonder komplikasyonları öngörebilmek adına kullanılabilecek risk faktörleri olarak saptandı. İleri yaş erkek olgularda ve küçük boyutlu lezyonlara yönelik yapılan işlemlerde komplikasyon riski yüksek bulundu. Bulguları değerlendirdiğimizde; yüksek risk öngörülen işlemlerde, gerekli tedavi ve takip hazırlıklarının yapılmasının önem taşıdığını düşünmekteyiz. İşlem tek plevra geçişi ile, fissür geçişi yapılmadan, iğne traktı için mümkün olan en kısa intraparakimal mesafe tercih edilerek, güvenli şekilde en kısa sürede gerçekleştirildiğinde komplikasyon riskinin büyük ölçüde azaltılabileceği görüşündeyiz. Mevcut sonuçların daha geniş örneklemli, uzun vadeli çalışmalar ile desteklenmesi ve skorlama yöntemleri geliştirilmesinin klinik kullanımda faydalı olacağı kanısındayız.

Anahtar kelimeler: BT kılavuzluğunda akciğer biyopsi, perkütan transtorasik biyopsi, tru-cut biyopsi, ince iğne aspirasyon biyopsisi, komplikasyonlar, pnömotoraks, parankimal hemoraji

EVALUATION OF PNEUMOTHORAX AND PULMONARY HEMORRAGE RISK FACTORS IN CT- GUIDED PERCUTANEOUS TRANSTHORACIC LUNG BIOPIES

SUMMARY

Objective: Lung cancer is among the deadliest and most common cancer types. Diagnosis of newly defined lung lesions requires tissue sampling and histopathological evaluation. CT-guided percutaneous transthoracic biopsy (PTB) method is frequently used to provide tissue samples. Even though it is a minimally invasive method with high diagnostic success, complications such as pneumothorax and parenchymal hemorrhage can be seen. There are many publications in the literature evaluating PTB complications, risk factors for pneumothorax and parenchymal hemorrhage due to PTB. However, there was no consensus on the results. In addition, to the best of our knowledge, there are no publications in the literature examining the risk factors for pneumothorax and/or parenchymal hemorrhage. In our study, it was aimed to separately evaluate the risk factors of pneumothorax, parenchymal hemorrhage and pneumothorax and/or parenchymal hemorrhage secondary to PTB procedure under CT guidance.

Materials and Methods: This retrospective study includes 200 PTB procedures performed in the interventional radiology department of our institution under the guidance of CT. The included procedures were evaluated in terms of age, gender, lesion-related features, lung structure-related features, procedure technique-related parameters, and histopathological results. Results were analyzed in terms of intergroup relations and independent risk factors were evaluated through logistic regression analysis by using IBM SPSS 20 and MedCalc v20 statistical programs.

Findings: In our study, procedure time (body-needle time) >3 minutes, presence of multiple pleural passage and presence of fissure passage were determined as independent risk factors for pneumothorax complication ($p=0.036$; $p<0.001$; $p=0.001$ respectively). Independent risk factors for parenchymal hemorrhage secondary to the procedure are; age >66 years, lesion diameter ≤ 36 mm, distance between lesion and pleura on the needle tract >1 mm, and procedure time (body-needle time) >2.5 minutes ($p<0.001$; $p<0.001$; $p<0.001$; $p=0.002$, respectively). Finally, analysis of risk factors for pneumothorax and/or parenchymal hemorrhage revealed that; male gender, tumor diameter of ≤ 55 mm, distance between lesion and pleura on the needle tract >4 mm, procedure time of >2.5 minutes (body-needle time), and multiple pleural passage are independent risk factors ($p=0.039$; $p<0.001$; $p=0.001$; $p=0.034$; $p=0.021$, respectively).

Results: According to the findings of our study; age, gender, lesion diameter, presence of multiple pleural passage, presence of fissure passage, distance between lesion and pleura in the needle tract, duration of the procedure were determined as risk factors that can be used to predict complications secondary to PTB procedure. Complication risk was found to be higher in elderly male patients and in procedures performed for small lesions. We believe that it is important to make the necessary treatment and follow-up preparations in high-risk procedures. We are of the opinion that the risk of complications can be greatly reduced if the procedure is safely performed in the shortest time possible, with a single pleural passage, without fissure passage and by choosing the shortest possible intraparenchymal distance for the needle tract. We think that supporting the current results with longer-term studies with larger samples and developing scoring methods will be beneficial in clinical use.

Keywords: CT guided lung biopsy, percutaneous transthoracic biopsy, tru-cut biopsy, fine needle aspiration biopsy, complications, pneumothorax, parenchymal hemorrhage



SİMGELER VE KISALTMALAR

BT	: Bilgisayarlı tomografi
PTB	: Perkütan transtorasik biyopsi
KHAK	: Küçük hücreli akciğer kanseri
KHDAK	: Küçük hücreli dışı akciğer kanseri
PA	: Posteroanterior
MR	: Manyetik rezonans (görüntüleme)
PET	: Pozitron emisyon tomografisi
FDG	: F-18 2-fluoro-2-deoxy-D-glucose
USG	: Ultrasonografi
SIR	: Society of Interventional Radiology
PACS	: Picture archiving and communication system
FOV	: Field of view
DLP	: Dose length product
GLOBOCAN	: Global Cancer Incidence, Mortality and Prevalence
İİAB	: İnce iğne aspirasyon biyopsisi
CIRSE	: Cardiovascular and Interventional Radiological Society of Europe
ACR	: American College of Radiology

TABLolar VE GRAFİKLER

Tablo 2.1: Akciğer lobları ve bronkopulmoner segmentleri	8
Tablo 4.1: Olguların demografik özelliklerinin ve değiştirilemez parametrelerin incelemesi.....	29
Tablo 4.2: Olguların işlem tekniği ile ilgili değiştirilebilir parametrelerin incelenmesi.....	30
Tablo 4.3: İşleme bağlı komplikasyon oranlarının incelemesi	30
Tablo 4.4: Olguların demografik özellikleri ve değiştirilemez parametreler ile pnömotoraks gelişimi arasındaki ilişkinin incelenmesi	31
Tablo 4.5: Olguların demografik özellikleri ve değiştirilemez parametreler ile parankimal hemoraji gelişimi arasındaki ilişkinin incelenmesi	33
Tablo 4.6: Olguların demografik özellikleri ve değiştirilemez parametreler ile ptx ve/veya hemoraji gelişimi arasındaki ilişkinin incelenmesi.....	34
Tablo 4.7: İşlem tekniği ile ilgili değiştirilebilir parametreler ile pnömotoraks arasındaki ilişkinin incelenmesi	35
Tablo 4.8: İşlem tekniği ile ilgili değiştirilebilir parametreler ile parankimal hemoraji arasındaki ilişkinin incelenmesi	36
Tablo 4.9: Pnömotoraks ve/veya hemoraji gelişimi ile işlem tekniğiyle ilgili değiştirilebilir parametreler arasındaki ilişkinin incelenmesi	37
Tablo 4.10: Pnömotoraks gelişiminin kestirimi ve eşik değerlerin belirlenmesi için ROC eğrisi analizi	38
Grafik 4.1: ROC eğrisi grafiği	38
Tablo 4.11: Parankimal hemoraji gelişiminin kestirimi ve eşik değerlerin belirlenmesi için ROC eğrisi analizi	39
Grafik 4.2: ROC eğrisi grafiği	39
Tablo 4.12: Pnömotoraks ve/veya hemoraji gelişiminin kestirimi ve eşik değerlerin belirlenmesi için ROC eğrisi analizi	40
Grafik 4.3: ROC eğrisi grafiği	40
Tablo 4.13: Pnömotoraks gelişiminin bağımsız belirleyicilerinin Lojistik Regresyon analizi ile tespiti	41
Tablo 4.14: Parankimal hemoraji gelişiminin bağımsız belirleyicilerinin Lojistik Regresyon analizi ile tespiti	41
Tablo 4.15: Pnömotoraks ve/veya hemoraji gelişiminin bağımsız belirleyicilerinin Lojistik Regresyon analizi ile tespiti	42
Tablo 4.16: Patoloji sonuçları ile cinsiyet, yaş, tümör çapı ve iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe parametrelerinin arasındaki ilişkinin incelenmesi...43	
Tablo 4.17: İğne tipine göre PTB ile elde olunan materyalin histopatolojik tanı için yeterliliğinin incelenmesi	43

RESİMLER

Resim 2.1: Akciğerlerin toraks kavitesinde yerleşimleri ve akciğeri oluşturan yapıların radyolojik görünüşleri	9
Resim 3.1: PTB işlemi sırasında kullanılan iğne tipleri.....	21
Resim 3.2: PTB (tru-cut) işleminin uygulanışı.....	23
Resim 3.3: PTB (tru-cut) işlemi sırasında elde olunan görüntüler ve ölçümler.....	25
Resim 3.4: Tru-cut biyopsi işlemine sekonder gelişen pnömotoraks ve parankimal hemorajinin değerlendirilmesi	26

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Akciğer kanseri günümüzde kanser nedenli ölümlerin en sık nedeni olarak karşımıza çıkmaktadır. Yıllık global kanser insidans istatistikleri değerlendirildiğinde, meme kanserinin ardından ikinci sıradadır (1).

Yapılan epidemiyolojik çalışmalarda, akciğer kanseri gelişimi ile ilişkilendirilen en önemli risk faktörü sigara kullanımıdır. Bunun yanında; kronik obstrüktif akciğer hastalığı, akciğer parankimal fibrozi ile seyreden hastalıklar, toksik ve endüstriyel gaz maruziyeti ve asbest maruziyeti gibi başka risk faktörleri de belirlenmiştir (2).

Akciğer kanseri olgularının büyük kısmında halsizlik, iştahsızlık, kilo kaybı, hemoptizi, öksürük, göğüs ağrısı, nefes darlığı ve tekrarlayan inatçı enfeksiyonlar gibi semptomlar görülmektedir. Ayrıca metastatik hastalık evresinde kas iskelet sistemi semptomları, nörolojik tutulum bulguları, paraneoplastik sendromlar da görülebilmektedir. Olguların yaklaşık %10'luk kısmı asemptomatik evrede tanı almaktadır (2,3).

Primer akciğer kanseri gibi, ekstratorasik kanserlerin metastatik akciğer tutulumları da sıklıkla görülmektedir. Malignite öyküsü olan olguların %20'den fazlasında, otopsi çalışmalarında akciğer metastazları saptanmıştır (4). Günlük radyoloji pratiğinde, primer malignite öyküsü bilinen olguların evreleme ve takibinde; veya öyküsü bilinmeyen olguların görüntüleme tetkiklerinde insidental olarak metastatik lezyonlar saptanabilmektedir (5).

Primer akciğer kanseri ve akciğer metastazlarının tanı ve takibinde radyolojik görüntüleme yöntemlerinden Toraks BT sıklıkla kullanılmaktadır. Lezyonlar genellikle kitle veya pulmoner nodül halinde izlenmektedir (6). Görüntüleme tetkiklerindeki gelişmeler, toplumsal sağlık bilincinin yükselmesi ve akciğer kanseri riski yüksek olgularda düşük doz Toraks BT ile tarama oranlarının artışına bağlı olarak saptanan lezyonların sayısında da artış görülmektedir (7,8).

Akciğer lezyonlarının benign veya malign olduğunu belirlemek; malign ise

tümörün moleküler özelliklerini tanımlamak, tedavi ve cerrahi planlama için büyük önem taşımaktadır (9,10). Lezyon boyutları, radyolojik görüntüleme özellikleri, olgunun sigara kullanımı öyküsü gibi faktörler malignite şüphesi yönünden fikir verse de tek başına yeterli değildir (11). Histopatolojik değerlendirme tedavi ve hasta yönetimi için büyük önem taşımaktadır (12).

Yeni tanı alan akciğer lezyonlarının, histopatolojik değerlendirmesi için doku örneği gerekmektedir. BT kılavuzluğunda perkütan transtorasik biyopsi (PTB), pulmoner lezyonlardan doku örneği almak için yaygın olarak kullanılan, tanısal başarı oranı yüksek, minimal invazif ve güvenli bir metoddur (6,13). İşlem genellikle ayaktan hasta prosedürü ile uygulanmakta, yatış gerektirmemektedir. Yapılan çalışmalarda tanısal başarı oranı %90'ların üzerine çıkmaktadır (7,14,15). Ağırlıklı olarak ince iğne aspirasyon biyopsisi veya core (tru-cut) biyopsi olarak iki şekilde uygulanmaktadır. Minimal invazif bir yöntem olmasına rağmen; pnömotoraks, parankimal kanama, hemoptizi, hava embolisi gibi komplikasyonlara neden olabilmektedir. En sık görülen komplikasyonları sırasıyla pnömotoraks ve pulmoner parankimal hemorajidir (8,16). Komplikasyon oranları üzerine literatür incelendiğinde oldukça değişken verilerle karşılaşılmaktadır. Yakın dönemde yapılan bir meta-analiz çalışmasına göre PTB işlemine bağlı pnömotoraks oranı %26, pnömotoraksa sekonder toraks tüp ihtiyacı ise yaklaşık %7 olarak bulunmuştur (17). İşleme bağlı komplikasyonları öngörebilmek; hastanın yönetimi, gözlem süresini ve yatış ihtiyacını planlamak, morbidite ve mortaliteyi azaltmak açısından önemlidir. İşlem sırasında olgu pozisyonu, kullanılan biyopsi iğne tipi, iğne traktı uzunluğu, plevra geçiş sayısı, fissür geçişi, alınan parça sayısı, örnek alınan lezyon boyutu ve yapısı, akciğer parankiminde amfizematöz değişiklikler gibi parametrelerin komplikasyon riskini arttırdığı farklı çalışmalarda saptanmış olsa da bu konuda literatürde fikir birliği sağlanamamıştır. Ayrıca çalışmaların büyük kısmında risk faktörleri tek komplikasyon üzerinden (pnömotoraks veya parankimal hemoraji/hemoptizi) değerlendirilmiştir (7,17–21).

Bu çalışmanın amacı BT kılavuzluğunda PTB işlemine sekonder komplikasyon riskini etkileyen değişkenleri pnömotoraks ve parankimal hemorajiye etkileri üzerinden değerlendirmek, pnömotoraks ve parankimal hemoraji komplikasyonlarını ayrı ayrı ve birlikte etkileyebilecek bağımsız risk faktörlerini belirlemektir. Risk faktörlerinin daha iyi anlaşılması işlem öncesi planlamada ve işlem tekniğinin belirlenmesinde önem taşımaktadır. Bu faktörlerin bilinmesi ile işleme

bağlı komplikasyon oranları azaltılabilir. Ayrıca biyopsi işlemi sonrası takip, tedavi ve hastane yatış ihtiyacı planlaması daha iyi şekilde yapılabilir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Akciğer Kanseri

Akciğer kanseri günümüzde mortalitesi en yüksek olan ve insidansı en yüksek iki kanser türünden biridir. Olguların büyük kısmı ileri evrede başvurmakta ve küratif tedavi şansı bu olgularda oldukça düşüktür. 5 yıllık sağ kalım oranları %20'nin altındadır. Erken evrede yakalanan olgularda erken tanı, evreleme, histopatolojik ve moleküler inceleme sonucu kür mümkün olabilmektedir. Olguların büyük çoğunluğu tanı anında semptomatiktir. Halsizlik, iştahsızlık, kilo kaybı gibi non-spesifik sistemik bulguların yanında; hemoptizi, öksürük, göğüs ağrısı, nefes darlığı ve tekrarlayan inatçı enfeksiyonlar gibi semptomlar görülmektedir. Bunların yanı sıra; metastatik tutulumla sekonder nörolojik semptomlar, kas iskelet sistemi bulguları, paraneoplastik sendromlar da izlenebilmektedir (1,2,22,23).

2.1.1. Epidemiyolojisi

Yakın dönemde yapılan çalışmalarda, global insidansının 2 milyon yeni vaka/yıl üzerinde olduğu saptanmıştır. Akciğer kanserine bağlı ölümler ise 1.8 milyon/sene'yi aşmaktadır. Amerikan Kanser Araştırma Kurumu'nun 2018 verilerine göre akciğer kanserine bağlı ölümlerin %66'sı erkek olgularda izlenmiştir (1,24).

2.1.2. Akciğer kanseri sınıflandırması

Tümörün akciğerde yerleşimine göre santral ve periferik akciğer kanseri olarak ikiye ayrılmaktadır. Skuamöz hücreli karsinom ve küçük hücreli karsinom genelde santral yerleşimli akciğer kanserleri grubunda yer almaktadır. Adenokarsinom ve büyük hücreli karsinom ise genelde periferik yerleşimli grupta yer almaktadır (2).

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre histopatolojik sınıflamada beş temel grup mevcuttur; epitelyal tümörler, nöroendokrin neoplaziler, ektopik doku tümörleri, mezenkimal tümörler, hematolenfoid tümörler. Ancak klinikte küçük hücreli akciğer kanseri (KHAK) ve küçük hücreli dışı akciğer kanseri (KHDAK) olarak iki ana grup üzerinde durulmaktadır. KHDAK olguların %80-85'ini teşkil etmektedir. Bu grupta bulunan adenokarsinomlar tüm olguların %40'ını, skuamoz hücreli karsinomlar ise %25-30'unu kapsamaktadır. Histopatolojik olarak iki ana grupta sınıflandırma oldukça yaygın olarak kullanılsa da günümüzde hedefe yönelik tedavi opsiyonlarının ve immün geçiş noktası inhibitörlerinin geliştirilmesiyle birlikte, tümörün moleküler özellikleri ve genomik profili de büyük önem taşımaktadır (1,24,25).

2.2. Akciğer Anatomisi

2.2.1. Plevra

Toraks kavitesi; kalp, akciğerler ve mediastinal yapılar gibi hayati organları korumak için embriyolojik süreçte gelişmiştir. Sert dış yapısı sayesinde bu organları dış yaralanmalardan korurken, serbest hareket becerilerini de engeller. Plevra zarı, akciğerlerin respirasyon sırasında genişleme ve kontraksiyonuna imkân tanır. Diyafram ve göğüs duvarının oluşturduğu mekanik gücün, minimal sürtünme etkisiyle iletimini sağlar. Akciğer parankimini mekanik etkilerden ve enfeksiyondan korur (26,27).

Plevra, tek katlı mezotelden oluşan bir zar yapısıdır. Viseral ve parietal yapraktan oluşan çift katlı bir yapıdır. İki yaprak arasında; az miktarda sıvı içeren, akciğerlerin hareketini kolaylaştıran plevra boşluğu bulunmaktadır. Viseral ve parietal yapraklar akciğer hilusu düzeyinde pulmoner ligaman ile devamlılık gösterir. Sol ve sağ plevral kavitenin birbiri ile ilişkisi yoktur. Pulmoner ligamanlar, ikiye katlanmış plevra zarı şeklinde her iki akciğer hilumundan aşağı doğru sarkarak, inspiryum sırasında hilar vasküler yapıların genişleyebileceği boşluğu sağlar. Plevral boşluğu dolduran sıvı, inspiryum sırasında akciğer şişkinliğini korumak için gerekli negatif intratorasik basınca da katkı sağlar (28). Viseral plevra akciğer parankimine yapışık haldedir. Her iki hilustan dışarı doğru uzanım göstermektedir. Transvers ve oblik fissür yüzeylerini de örter. Parietal plevra ise toraks duvarının, mediasteninin ve diyaframın iç yüzünü kaplamaktadır. Toraks duvarından endotorasik fasya ile ayrılmaktadır ve aralarında duvarın büyük kısmı boyunca devamlılık gösteren bir yağ doku düzlemi

mevcuttur. Parietal plevranın duvardan cerrahi disseksiyonunda kolaylık sağlar. Parietal plevra, fibröz perikard ve diyafragma boyunca inferiordaki yapılar ile yapışık haldedir. Bu düzeylerde endotorasik fasya ve yağ planı kaybolur (28).

Plevra, toraks boşluğunda klavikula medial 1/3'lük kesiminin 2,5 cm superioruna kadar uzanım gösterir. Sternokleidomastoid kası posteriorunda yükselerek akciğer kubbesini oluşturur. İnferiorda sınırları anterior, lateral ve posteriorda diyafram-göğüs duvarı ilişkisine göre farklılık göstermektedir. Genellikle anteriorda 6 veya 7. kosta seviyesinde, oblik seyir göstererek posteriorda 12. kosta seviyesinde sonlanmaktadır. Plevranın yaprakları serozal membran yapısındadır. Parietal plevra diyafram düzeyinde kalınlaşır ve güçlü bir yapı haline gelir. Diyafragmatik hiatus düzeyinde suspensor ligamanlarla bağlıdır. Ayrıca parietal plevra ile ilişkili, ekspiryum sırasında parietal plevranın kollabe olarak kendisiyle temas halinde olduğu, inspiryumda ise akciğerin genişleyerek doldurduğu bazı özel boşluklar vardır. Genel adı plevral sinüs olan bu boşluklar, bölgelerine göre anterior-posterior kostomediastinal sinüs, kostofrenik sinüs, mediastinofrenik sinüs olarak isimlendirilir (26,28).

Viseral plevra otonomik sinirler tarafından inerve olup, dış uyarılara duyarsızdır. Parietal plevranın inervasyonu ise somatik sinirler aracılığı ile olup duyarlılığı yüksektir. Ayrıca sempatik ve parasempatik lif inervasyonu da mevcuttur. Sinir inervasyonuna benzer şekilde, parietal plevranın vasküler beslenmesi de somatik vasküler yapılardan sağlanmaktadır. Genel olarak komşuluğundaki somatik arterlerin dallarıyla beslenir. Plevral yaprakların venöz dönüşü yakın komşulukta bulunan somatik venler üzerinden olmaktadır. Viseral plevranın ana arteriyel besleyicisi bronşiyal arter dallarıdır. Venöz dönüşü ise pulmoner venöz sistem üzerinden gerçekleşmektedir (26,28).

Parietal ve viseral plevra yaprakları arasında bulunan plevral sıvı, üretim ve absorpsiyon açısından sürekli bir denge halindedir. Plevral aralıktaki hacmi sürekli olarak aynı düzeyde tutulmaktadır. Fizyolojik şartlarda, venöz yapıların daha yakın olması ve üzerinde lenfatik stomaların bulunması nedeniyle, parietal plevra sıvı dengesinin korunmasında daha büyük rol oynamaktadır (27,28).

2.2.2. Trakea ve bronşlar

Trakea, kartilaj ve fibromuskuler dokudan oluşan, ventilasyonu ve bronşiyal sekresyonların temizlenmesini sağlayan boru şeklinde bir yapıdır. C6 vertebra ve

krikoid kartilaj düzeyinden başlayarak, T4-T5 vertebra düzeyinde bulunan karinaya dek uzanım gösterir. Bu düzeyde sağ ve sol ana bronşlara ayrılır. Ligamanlar ve fibröz bağ doku ile birbirine bağlı 16-22 adet C şekilli kıkırdak yapı trakeanın ön ve yan duvarlarını oluşturmaktadır. Trakeanın arka duvarını ise ince bir düz kas yapısı olan trakealis kası oluşturur. Lümeni genellikle ovoid yapıdadır. Orta hatta yerleşim gösterir ve aort topuzu düzeyinde sağa hafif deplase olur (29–31).

Sağ ve sol ana bronşlar, karina düzeyinde trakeanın bifurkasyonu sonucu oluşur. Sağ ana bronş trakeaya göre, sol ana bronş ile karşılaştırıldığında daha dik uzanım göstermektedir. Daha kısadır ve daha erken dallarına ayrılır. Sağ ana bronş, sağ üst lob bronşunu verdikten sonra bronkus intermedius olarak devam eder. Orta ve alt lob bronşları bronkus intermediustan orijin alır. Sağ üst lob bronşu; apikal, posterior ve anterior segmental dallara ayrılarak sonlanır. Sağ orta lob bronşunun segmental dalları medial ve lateral segmental dallardır. Alt lob bronşu ise superior, anterior bazal, medial bazal, lateral bazal ve posterior bazal segmental dalları ile sonlanır (29,30).

Sol ana bronşun seyri daha obliktir ve daha uzundur. Sol üst lob ve alt lob bronşlarına ayrılır. Üst lob bronşu apikoposterior, anterior, superior lingular ve inferior lingular segmental dallarına ayrılır. Alt lob bronşu ise superior, anteriomedial bazal, lateral bazal, posterior bazal segmental dallarını verir (29,30).

Trakea ve bronşiyal yapıların arteriyel beslenmesi seviyesine göre inferior tiroid arterin trakeoözofageal dalları ve bronşiyal arter dalları aracılığıyla sağlanmaktadır (29).

2.2.3. Akciğerler

Her iki akciğer toraks boşluğunda kendi plevral kesesi içerisinde yer alan, birbiri ile ilişkisi bulunmayan organlardır. Mediasteninin iki yanında yerleşim gösterirler. Erişkin hayatta sağ akciğer sola göre daha büyük olmasına rağmen, diyaframın şekli nedeniyle sol akciğerin vertikal uzunluğu daha fazladır. Akciğerlerin dış yüzeyi viseral plevra ile sıkı şekilde sarılıdır. Kostovertebral bileşke ve kostalarla olan ilişkisi nedeniyle konveks uzanım göstermektedir. Superiorda, akciğer apeksi klavikuların superiorunda boyun tabanında sonlanmaktadır. Mediastenle ilişkili olan yüzeyleri düz bir yapıda, inferior yüzeyleri ise diyafram ile ilişkili olup konkav yapıdadır (Resim 2.1) (32).

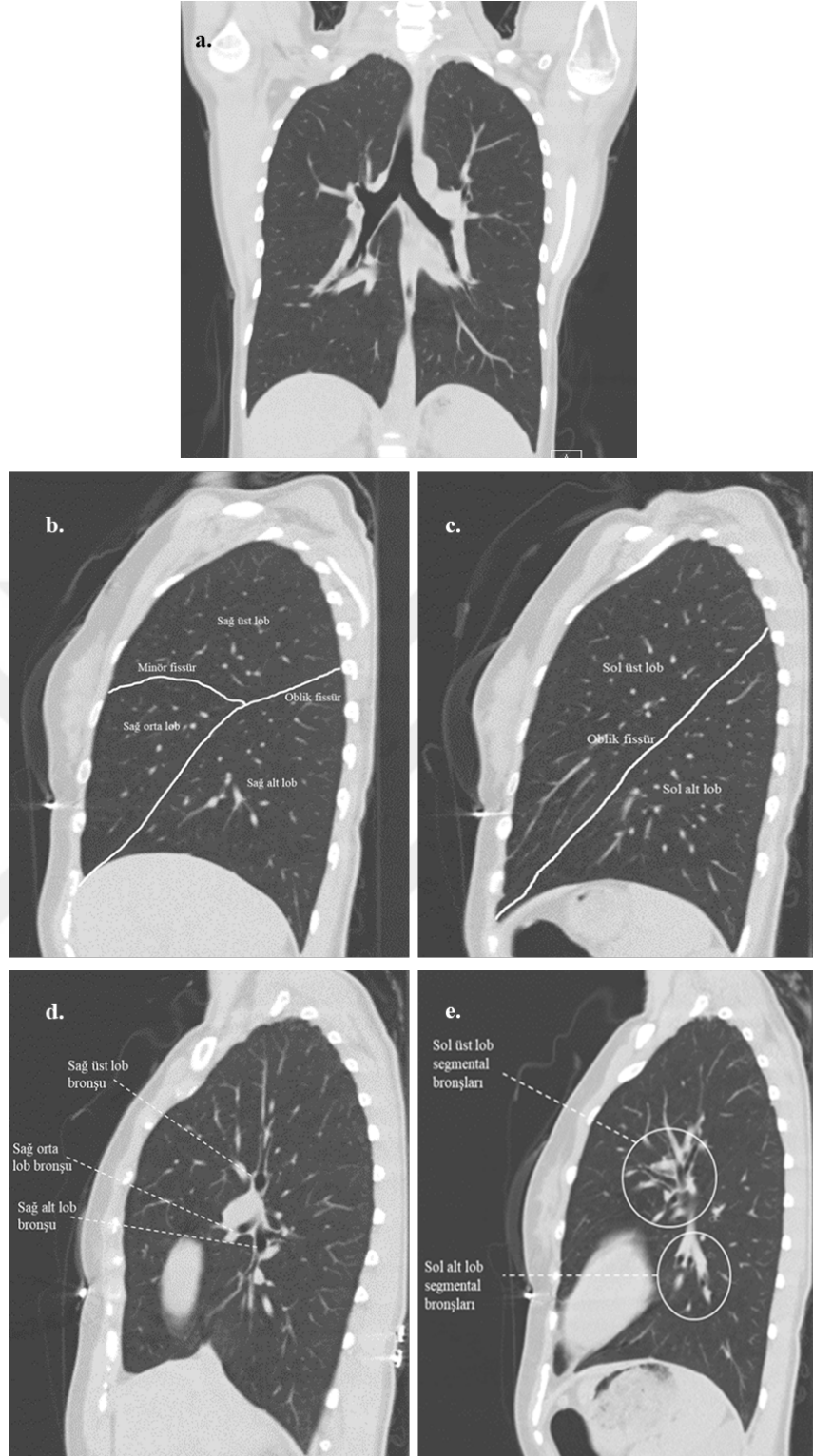
Akciğerler fissür adı verilen yarıklarla loblara ayrılır. Dış yüzeyini saran viseral plevra, tüm fissür yüzeylerini de örtmektedir. Bu sayede akciğer lobları kendi

bölgelerinde serbestçe hareket edebilir. Sağ akciğer horizontal fissür (minör fissür) aracılığıyla üst ve orta loba ayrılır. Oblik fissür aracılığıyla da alt lob, üst ve orta lobdan ayrılır. Sol akciğer ise oblik fissür aracılığıyla üst ve alt loba ayrılmaktadır. İnterlobar fissürler, akciğer dış yüzeyinden hilusa dek uzanım gösterdiğinde komplet fissür, hilusa dek kesintisiz uzanmadığında ve lobar parankimler arasında füzyon alanları izlendiğinde inkomplet fissür olarak adlandırılır. Erişkin hayatta inkomplet fissür varyasyonu da sık görülebilmektedir (32).

Sağ akciğer üç loba, sol akciğer ise iki loba ayrılır. Akciğerin anatomik ünitesi bronkopulmoner segmentlerdir. Her bir segment, komşu segmentlerden bağımsız; kendi pulmoner arteriyel, venöz ve lenfatik sistemine sahiptir. Bronş dallarını temel olarak oluşturulan bronkopulmoner segmentasyon, ilk olarak pulmoner lezyonların tanı ve tedavisinde lezyon yerini daha net şekilde tarifleyebilmek için geliştirilmiştir. Bu sistem 1930'lerden bu yana kullanılmaktadır. 1943 yılında ise Jackson ve arkadaşları bu sistemi düzenlemiş, terminolojisini geliştirmiştir. Günümüzde de yaygın olarak kullanılmakta olan bu sisteme göre; sağ akciğerde on, sol akciğerde ise sekiz bronkopulmoner segment bulunmaktadır (Tablo 2.1) (32,33).

Tablo 2.1: Akciğer lobları ve bronkopulmoner segmentleri

SOL AKCİĞER (2 lob, 8 segment)	SAĞ AKCİĞER (3 lob, 10 segment)
Üst Lob	Üst Lob
✓ Apikoposterior segment	✓ Apikal segment
✓ Anterior segment	✓ Anterior segment
✓ Superior lingular segment	✓ Posterior segment
✓ İnferior lingular segment	Orta Lob
Alt Lob	✓ Medial segment
✓ Superior segment	✓ Lateral segment
✓ Anteromedial bazal segment	Alt Lob
✓ Lateral bazal segment	✓ Superior segment
✓ Posterior bazal segment	✓ Medial bazal segment
	✓ Anterior bazal segment
	✓ Lateral bazal segment
	✓ Posterior bazal segment



Resim 2.1: Akciğerlerin toraks kavitesinde yerleşimleri ve akciğeri oluşturan yapıların radyolojik görünümleri; toraks BT incelemede **(a)** koronal kesitte akciğerlerin toraks kavitesinde yerleşimi, trakea ve karinanın mediastende pozisyonu, sağ ve sol ana bronşlar. **(b)** Sagittal kesitte sağ akciğer lobları ve interlobar fissürler. **(c)** Sagittal kesitte sol akciğer lobları ve interlobar (oblik) fissür. **(d)** Sagittal kesitte sağ akciğer perihilar bölgede lobar bronşların ayrımı. **(e)** Sagittal kesitte sol akciğer perihilar bölgede lobar segmental bronşların ayrımı.

2.3. Akciğer Kanseri Radyolojik Görüntüleme

Akciğer kanseri şüphesi bulunan olgularda ilk tercih edilen görüntüleme yöntemi PA akciğer grafisidir. Kolay ulaşılabilir ve uygulanabilir olması, düşük riskli ve ucuz bir tetkik olması nedeniyle geçmişte oldukça yaygın olarak kullanılmıştır. Akciğer tümörleri santral veya periferik yerleşim gösteren kitleler şeklinde görülebilir. Hilar lenfadenopati, mediastinal invazyon bulguları saptanabilir. Bronşiyal obstrüksiyon sonucu, akciğer parankiminde parsiyel veya total volüm kaybı, parankimal konsolidasyon bulguları ve pnömonik infiltrasyon bulguları izlenebilir. Asemptomatik akciğer tümörlerinin büyük bölümü, tek veya multipl sayıda, keskin sınırlı veya spiküle konturlu nodüller şeklinde saptanmaktadır. İnceleme sırasında bir lezyon veya şüpheli bir durum saptandığında ileri değerlendirme gerekmektedir. PA akciğer grafisi lezyonun benign-malign ayrımını yapmakta, morfolojik özelliklerini net olarak ortaya koymakta yeterli değildir (2,22).

Akciğer kanseri tanısında ve evrelemesinde temel görüntüleme yöntemi toraks BT'dir. Akciğer grafisi ile yapılan incelemede, malignite şüphesi mevcut ise; tanı ve evreleme için kontrastlı toraks BT ile değerlendirme gerekmektedir. Akciğer patolojilerinin incelemesinde en sık kullanılan ikinci görüntüleme yöntemidir. İzlenen lezyonların yeri, boyut ve kontur özellikleri, morfolojik özellikleri, yapı ve dansitesi, çevre yapılarla ilişkisi gibi faktörlerin değerlendirmesinde ayrıntılı bilgi verir. Tümörün çevre dokuya invazyonunu değerlendirmede başarılı olsa da, mediastinal ve torasik plevra invazyonunu saptamakta aynı başarı oranına sahip değildir. Spiral veya helikal BT cihazlarının kullanılması, üç boyutlu imaj rekonstrüksiyonu ve multiplanar reformatlama teknikleri sayesinde plevral invazyon saptama başarısı da artış göstermiştir (2,22,34).

Üç cm'den küçük, keskin sınırlı veya net sınır vermeyen, yuvarlak veya oval şekilli lezyonlar soliter pulmoner nodül veya fokal lezyon olarak isimlendirilir. Pulmoner nodüllerde ve fokal lezyonlarda benign-malign ayrımını yapabilmek için; boyut, şekil, kontur, lezyon yeri, kenar özellikleri, satellit lezyon varlığı, kavitasyon gibi bazı faktörler belirlenmiştir. Ancak bu faktörlerin hiçbirisi akciğer kanserine spesifik değildir. Yalnızca bazı benign kalsifikasyon paternleri ve iki sene boyunca lezyon boyutunda artış olmaması, lezyonun benign özellikte olduğunu gösteren güvenilir ve spesifik bulgular olarak saptanmıştır. Lezyon boyutunun hızlı veya yavaş artış göstermesi benign-malign ayrımını yapmakta yeterli değildir. Boyutu 2 cm'den büyük nodüller genellikle malign özelliktedir (35).

Akciğer kanseri farklı görüntüleme özellikleri gösterebilir. Lezyonlar santral veya periferik yerleşim gösterebilir. Yerleşim yerine göre mediastinal yapıları veya göğüs duvarını invaze edebilir. Düzgün sınırlı, lobule yapıda veya düzensiz sınırlı, spiküle konturlu olabilir. Homojen solid yapıda olabileceği gibi, santral nekroz ve kavitasyon içerebilir. Spikülasyon ve kavitasyon, hava bronkogramları ve psödokavitasyon görünümü malign lezyonlarda benign lezyonlara göre daha sık görülmektedir. Bazı enflamatuvar süreçlerde ve enfeksiyonlarda da hava bronkogramları ve kavitasyon izlenebilmektedir. Duvar kalınlığı 5 mm'nin altında olan kaviter lezyonların tamamına yakını benign özelliklidir. 15 mm'nin üzerinde duvar kalınlığı olan kaviter lezyonların ise yarıya yakını malign özelliklidir. Kanser, enfektif süreçler gibi, konsolidasyon veya buzlu cam opasite alanı şeklinde de izlenebilir (22,35).

Seçili olgularda MR tetkiki, yumuşak doku ve yağ doku invazyonunu BT'ye göre daha başarılı gösterebilmesi nedeniyle seçili olgularda kullanılabilir. Tümörün mediastinal yapılara ve göğüs duvarına invazyonunu göstermek için kullanılabilir. Diafram ve spinal kanal tutulumunu değerlendirmekte de başarılıdır (34).

Akciğer kanseri tanı ve evrelemesinde kullanılan bir başka görüntüleme yöntemi ise Pozitron Emisyon Tomografisidir (PET). BT ile kullanıldığında başarısı oldukça yüksektir. Fluorine-18 ile işaretlenmiş bir glukoz analogu olan F-18 2-fluoro-2-deoxy-D-glucose (FDG) kullanılarak yapılan incelemede; malign tümörlerin yüksek metabolik aktiviteye sekonder, normal dokuya göre hücre içine glukoz alımının artması prensipi ile geliştirilmiştir. Dolayısıyla malign tümörleri değerlendirmede sensitivitesi oldukça yüksektir. Ayrıca tek seferde tüm vücut taranabilir. Akciğer kanserinin ekstrapulmoner tutulumlarını, artmış metabolik aktivitesi ve yüksek FDG tutulumu sayesinde gösterebilir. Mediastinal lenfadenopatileri saptamakta ve primer akciğer tümörünü, kendisini çevreleyen atelektezi ve konsolidasyon alanlarından ayırmakta da başarılıdır. Ancak akciğerde izlenen enfeksiyöz prosesler, granülomatöz enflamasyonlar, romatolojik tutulumlar gibi durumlarda da yüksek FDG tutulumuna sekonder yalancı pozitiflikler izlenebilir (22,34,35).

2.4. Perkütan Transtorasik Biyopsi (PTB)

Akciğer lezyonlarının tanısında, kanser şüphesi mevcut ise histopatolojik değerlendirme gerekmektedir. Radyolojik değerlendirmelerde lezyon boyutu, görünümü, olgunun sigara ve tütün mamulleri kullanım öyküsü gibi faktörler malignite

tanısında yardımcı olsa da; kesin tanı için görüntüleme bulguları yeterli değildir. Bronkoskopi, torakotomi, torakoskopi yöntemleri ile doku örneği alınabilir. Ancak olası benign veya metastatik malign lezyonlarda gereksiz cerrahi prosedür yükü oluşturmamak adına ve bronkoskopik biyopsi tekniğinin periferik yerleşimli lezyonlarda başarı oranının çok yüksek olmaması nedeniyle görüntüleme eşliğinde PTB tekniği tercih edilen yöntem olmuştur (11,36,37).

PTB ilk olarak 1883 yılında Leyden tarafından pnömoni tanısında başarılı şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu tekniğin akciğer kanseri tanısında ilk kullanımı ise Menertier tarafından gerçekleştirilmiştir. Radyolojik görüntüleme tetkiklerinde, biyopsi iğnelerinde ve sitolojik değerlendirme yöntemlerindeki gelişmeler sonucu; görüntüleme rehberliğinde yapılan PTB tercih edilen ve güvenilen yöntem haline gelmiştir (38).

Floroskopi, ultrason, BT veya MR görüntüleme kılavuzluğunda biyopsi işlemi gerçekleştirilebilir. Günümüzde en sık olarak BT kılavuzluğunda işlem gerçekleştirilmektedir. Ancak göğüs duvarına yakın ve yeterince büyük boyutlu lezyonlarda USG eşliğinde de işlem yapılabilmektedir (39).

2.4.1. PTB endikasyonları

PTB'nin en sık ve en önemli endikasyonu; tanısı bulunmayan, malignite açısından şüpheli özellikler gösteren akciğer kitle ve nodüllerinin değerlendirmesidir. Balgam sitolojisi ve bronkoskopi ile tanımlanamamış lezyonlardan doku örneği almak için kullanılabilir. Mediastende veya plevrada yerleşim gösteren, malignite açısından şüpheli lezyonlar için de endikedir. Alınan doku örneği ayrıca moleküler inceleme ve tedavi planlanması için de değerlendirilir. Yapılan çalışmalarda PTB ile elde olunan doku örneğinin farklı biomarkerların değerlendirmesinde de büyük oranda yeterli olduğu gösterilmiştir. Metastatik lezyonlardan PTB ile alınan doku örneklerinde de patolojik tanı ve moleküler değerlendirme başarılı şekilde yapılabilmektedir. Malignite şüphesi bulunan lezyonlar dışında, tedaviye yanıtız inatçı akciğer enfeksiyonlarında da PTB endikasyonu bulunmaktadır. Elde olunan materyal ile patolojik inceleme sonucu malignite dışlanabilir ve mikrobiyolojik değerlendirme yapılabilir (23,39,40).

2.4.2. PTB kontrendikasyonları

PTB işlemine kontrendikasyon oluşturan en önemli durum koagülopatilerdir. SIR rehberlerine göre işlem planlanan olgularda INR<1.5 ve platelet sayısı>50,000/ μ L olmalıdır. Ayrıca antikoagülasyon kullanımı mevcut ise işlem öncesi kesilmelidir. Malignite şüphesi yüksek olan izole akciğer lezyonlarında cerrahi total rezeksiyon şansı varsa, ekilme ve yayılma riski nedeniyle, PTB önerilmemektedir. Radyolojik görüntüleme bulgularına göre vasküler malformasyon, anevrizma gibi yüksek vaskülerite gösteren lezyonlarda ve kist hidatik düşünülen olgularda işlem kontrendike görülmektedir. Yaygın bullöz amfizem, ileri düzeyde pulmoner fibroz, ileri düzeyde pulmoner hipertansiyon, kor pulmonale, ciddi düzeyde kardiyopulmoner yetmezliği bulunan olgularda da işlem önerilmemektedir (39,40).

2.4.3. İşlem hazırlığı ve planlama

İşlem öncesinde tüm olgular kanama parametreleri yönünden değerlendirilmelidir. Gereklik halinde destekleyici tedavi düzenlenmelidir. İşlem öncesi olgunun yakın zamanlı görüntüleme tetkikleri incelenmelidir. Olgunun kendisine ve yakınlarına işlem konusunda bilgi verilmeli, olası komplikasyonları anlatılmalıdır. Aydınlatılmış onam formu alınmalıdır. Ayrıca olgunun biyopsi prosedürü sırasında oryante ve koopere olup olamayacağı değerlendirilmelidir (41,42).

Biyopsi işlemi planlanırken olgunun yakın dönem radyolojik görüntüleri incelenmeli, lezyona ulaşım yolu belirlenirken için büyük damarlar, bronşiyal yapılar ve amfizematöz bullerden kaçınılmalıdır. Eğer mümkün ise, fissür hatlarından geçmeyecek bir iğne yolu belirlenmelidir. Akciğerde benzer karakterde multipl lezyon mevcut ise, komplikasyon riskini azaltmak adına, periferik yerleşim gösteren lezyon seçilmelidir. Üst loblarda solunum hareketi alt loblara göre daha az olduğundan, üst lobda yerleşim gösteren lezyon biyopsi işlemi için tercih edilmelidir. Lezyonun nekrotik komponentleri mevcut ise, bu bölgelerin kanama riski yüksekliği ve alınacak örneğin tanısal olarak değerinin düşük olması nedeniyle, nekrotik bölgelerden biyopsi almaktan kaçınılmalıdır (40,41).

2.4.4. PTB iğneleri

Farklı boyut, uzunluk, iğne ucu tipi özellikleri gösteren PTB iğneleri mevcuttur. Akciğer lezyonunun özellikleri, yerleşimi, gerekli doku miktarı ve işlemi

yapacak kişinin tercihleri göz önüne alınarak işlem için uygun iğne seçilir. Aspirasyon iğneleri, kesici iğneler ve otomatize core biyopsi iğneleri olarak üç tip iğne grubu mevcuttur. Genel kullanım için mevcut olan iğnelerin büyük kısmı 16-22G kalınlığındadır (41).

Aspirasyon iğneleri sitolojik ve mikrobiyolojik inceleme amacıyla lezyondan örnek almak için kullanılır. İnce duvarlı ve esnek bir yapıya sahip olması nedeniyle vücut içerisindeki kuvvetlerin etkisiyle kolay eğilip bükülebilir. Bu grupta en sık kullanılan iğne Chiba'dır (Cook, Inc. Bloomington, IN). Lezyonun içerisine isabetli şekilde yerleştirildiğinde, sitolojik ve mikrobiyolojik inceleme için yüksek kalitede örnek elde edilir. Aspirasyon biyopsileri akciğerin epitelyal karsinomlarında sitolojik tanısal materyali elde etmekte başarılıdır, ancak tümöral moleküler ve biyolojik markerların değerlendirilmesi için yeterli doku örneğini sağlayamayabilir. Pnömoni ve akciğer apselerinde de mikrobiyolojik inceleme ve tanı için yeterli örneği sağlamakta başarılıdır (41,43).

Kesici iğneler; lezyondan histolojik değerlendirme için yeterli boyutta parça alınması için kullanılan, uç veya yandan kesici özellikte, farklı yapılarda iğnelerdir. Genellikle 18-22G kalınlığındadır. Kesme özelliği dışında aspirasyon da yapılabilir. Bu tip iğnelerin sık kullanılan iki örneği Franseen (Cardinal Health, McGaw Park, IL) ve Westcott'tur (BD Worldwide Medical, Franklin Lakes) (41,43).

Otomatize core (Tru-cut) biyopsi iğneleri kesici tipte otomatize iğnelerdir. Güncel olarak kullanılan otomatize iğnelerin birçoğunda çift atışlı yaylı mekanizma mevcuttur. İlk olarak ince delici iğne kısmı ateşlenir, arkasından ise kesici dış kanül dokuyu keser. Otomatize iğnelerin çoğunda doku haznesi iğnenin yan yüzündedir. Atım mesafeleri değişim göstermekle birlikte genellikle 20 mm'lik atım mesafesi ve 15-17 mm'lik doku haznesi bulunan iğneler kullanılır (41-43).

Günümüzde, aspirasyon biyopsilerinde ve tru-cut biyopsilerde koaksiyel tekniği sıklıkla kullanılmaktadır. Koaksiyel iğne 9-19G kalibrasyonda; delici yapıda bir trokar (stile) iğne ve onu saran içi boş kanülden oluşan bir sistemdir. Koaksiyel tekniğinde cilde küçük bir kesi yapılarak koaksiyel (kılavuz) iğne toraks duvarına parietal plevrayı geçmeyecek şekilde yerleştirilir. Sonrasında görüntüleme alınarak lezyona göre iğne trasesinden emin olunur. Plevra tek seferde ve hızlıca geçilerek iğne lezyonun içine girecek şekilde ilerletilir. Trokar iğne çıkarılarak, koaksiyel kanülü lezyon içerisinde bırakılır. Kanül içerisinden daha küçük kalibrasyonda bir iğne geçilerek lezyon içerisine girilir ve örnekleme yapılır. Genellikle 17-18G

kalibrasyonda koaksiyel iğneleri kullanılır. İçerisinden geçen biyopsi iğneleri ise daha ince çaplı olup genellikle 18-20G kalibrasyondadır. Koaksiyel tekniğinin önemli avantajlarından bir tanesi, kullanılacak biyopsi iğnesi tipinden bağımsız olarak, cilt altında ve intraparakimal alanda lezyona girinceye kadar zaman kaybı yaşamadan lezyon içerisine multipl giriş yapılabilmesidir. Koaksiyel iğne yardımı ile visceral plevra geçiş sayısının azalması, teorik olarak pnömotoraks riskini de azaltabilir. Ancak yakın dönemde yapılan çalışmalarda tanısız başarı ve pnömotoraks oranlarında, koaksiyel tekniği kullanılarak ve kullanılmadan yapılan biyopsiler arasında belirgin fark saptanmamıştır (40–44).

2.4.5. Otolog kan yaması

PTB olgularında pnömotoraks riskini azaltmak için işlem sonunda biyopsi traktına uygulanacak kapatıcı materyaller üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Biyopsi traktını ve ponksiyon bölgesini kapatmak üzere otolog kan enjeksiyonu, hidrojel tıkaç, fibrin glue, salin enjeksiyonu gibi yöntemler kullanılmaktadır. Otolog kan enjeksiyonu bu yöntemler arasında sık kullanılan ve tercih edilen bir yöntemdir. İşlem başlangıcında veya işlem sırasında olgudan elde olunan 5-10 cc venöz kanın, biyopsi işlemi sonunda koaksiyel iğne sistemi aracılığıyla biyopsi traktına iğne yavaş yavaş geri çekilerek verilmesi şeklinde gerçekleştirilmektedir. Pnömotoraks ve toraks tüpü tedavisi ihtiyacını azalttığı belirlenmiştir (45–47).

2.4.6. PTB komplikasyonları

PTB minimal invazif bir yöntem olmasına rağmen işlem sonrası komplikasyonlar görülebilir. Literatürde yapılan çalışmalarda; gerek komplikasyon oranları konusunda, gerek işlem tekniğine bağlı oranları konusunda değişken veriler elde edilmiştir. PTB sonrası pnömotoraks, hemoptizi, parankimal hemoraji, hemotoraks, enfeksiyon, hava embolisi, biyopsi traktında tümöral ekim gibi komplikasyonlar görülebilir. En sık karşılaşılan komplikasyonu pnömotorakstır. Pnömotoraksı görülme sıklığında parankimal hemoraji ve hemoptizi takip eder (8,36,41,43).

2.4.6.1. Pnömotoraks

PTB ile ilişkili en sık izlenilen komplikasyon pnömotorakstır. Literatürde pnömotoraks oranları %8-69 arasında değişkenlik göstermektedir. Güncel dönemde yapılmış olan geniş ölçekli bir sistematik derlemede bu oran %26 olarak saptanmıştır. Genellikle işlem sırasında veya hemen sonrasında ortaya çıksa da gecikmiş olarak da ortaya çıkabilir. Gecikmiş vakalar işlem sonrası takip görüntülerde veya taburculuk sonrası ağrı, nefes darlığı gibi semptomlarla sağlık kuruluşuna tekrar başvuru sonucu yakalanabilir. Küçük boyutlu pnömotoraks izlenen olgularda (akciğer volümünün %20'sinden az) tedavi gerekmemektedir. İşlem sonrasında dört saatlik süreçte klinik takip ve PA akciğer grafisi ile pnömotoraks boyutunda artış kontrol edilerek, stabil olgularda taburculuk yapılabilir. Akciğer volümünün %30'undan fazlasını etkileyen, giderek artış gösteren veya semptomatik olan pnömotoraks olgularında tedavi gerekmektedir. Biyopsi iğnesi toraks kavitesinden henüz çıkarılmamışsa, manuel aspirasyon yöntemi ile plevra yaprakları arasında kalan hava boşaltılabilir. İğne çıkarılmışsa, olgunun semptomlarının ağırlığına göre acil perkütan iğne dekompresyonu veya toraks tüp tedavisi uygulanabilir. Yapılan çalışmalarda PTB'ye sekonder toraks tüp uygulaması gerektiren pnömotoraks oranı %7 olarak saptanmıştır (13,17,36,38,41,43,48).

İşleme sekonder pnömotoraks gelişme riskini ön görebilmek, olguların tanı, takip ve tedavisi için önem taşımaktadır. Pnömotoraks risk faktörleri konusunda literatürde farklı ve çelişkili bulgular mevcuttur. Faktörlerin bir bölümü değiştirilmesi mümkün olmayan hasta kaynaklı faktörlerdir. Diğer faktörler ise değiştirilebilir olan, hasta pozisyonu, iğne tipi ve işlem tekniği ile ilişkili faktörlerdir. Yapılan çalışmalarda hastanın yaşı, akciğerde amfizem varlığı, lezyon boyutu, lezyonun yerleşim yeri ve derinliği, plevra tabanlı olup olmaması, kullanılan biyopsi iğne tipi, plevraya giriş açısı, plevra geçiş sayısı, iğnenin akciğer parankimindeki trakt uzunluğu, fissür geçiş sayısı gibi faktörlerin pnömotoraks riskini etkileyebileceği belirlenmiştir. Ancak bu konuda görüş birliği bulunmamaktadır (8,13,17,18,36,38,41,48,49).

2.4.6.2. Parankimal hemoraji ve hemoptizi

Parankimal hemoraji ve hemoptizi PTB ile ilişkili komplikasyonlar arasında en sık görülen ikinci sıradadır. İşlem sırasında lezyon çevresinde ve iğne traktında oluşan buzlu cam alanları şeklinde görülen parankimal hemoraji, genellikle az miktarda olup medikal müdahale gerektirmez. Ancak sık olmasa da hemostatik

tedavi ve hastane yatışı gerektiren kanamalar görülebilir. Literatür verilerine göre PTB ile ilişkili parankimal hemoraji ve hemoptizi oranları belirgin farklılıklar göstermektedir (%11-41 ve %2-43 sırasıyla). Risk faktörleri konusunda az sayıda çalışma mevcuttur. Lezyon özellikleri (solid, semisolid vb), lezyon boyutu, yerleşim yeri, biyopsi iğne tipi, prosedür süresi, intraparakimal biyopsi traktı uzunluğu, olguda pulmoner hipertansiyon varlığı gibi faktörlerin parankimal hemoraji ve hemoptizi riskini etkileyebileceği saptanmıştır. Ancak bu konuda bir konsensus oluşmamıştır (20,21,41,50).

2.4.6.3. Diğer komplikasyonlar

PTB ile ilişkili hava embolisi oldukça nadir görülen ancak ölümcül olabilen bir komplikasyondur. İşlem sırasında iğne ucunun bir pulmoner ven içerisine denk gelmesi sonucu veya yakın komşuluklu bir bronş ile pulmoner ven arası fistül oluşturulması sonucu venöz hava embolisi görülebilir. Pulmoner venöz alana giren hava ilk olarak kalbin sol tarafına ve oradan da sistemik dolaşıma geçebilir. Sonucunda serebral vasküler olay, miyokard enfarktüsü gibi ölümcül durumlara sebep olabilir (41,43).

PTB işlemine sekonder enfeksiyonlar ve tümöral hücrelerin iğne traktında ekimi gibi komplikasyonlar da görülebilir. Enfeksiyonlar cilt florasındaki mikroorganizmaların, biyopsi iğnesi aracılığıyla akciğere geçişi sonucu görülür. İşlem öncesinde, biyopsinin yapılacağı bölgenin uygun şekilde sterilize edilmesi, enfeksiyonların önüne geçmek için büyük önem taşır. İğne traktında malign hücrelerin ekimi oldukça nadir görülen bir PTB komplikasyonudur. Görülme sıklığı %0.02'nin altındadır. İğne traktında tümöral ekim vakalarının büyük kısmı plevral malign lezyonlar ve malign mezotelyoma ile ilişkilendirilmiştir (41,43,51).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. ÖRNEKLEM

Araştırmamız retrospektif nitelikte, kontrol grubu bulunmayan bir çalışmadır. Haziran 2018 – Ocak 2021 tarihleri arasında Bezmialem Vakıf Üniversitesi Hastanesi Girişimsel Radyoloji Bilim Dalı’nda BT kılavuzluğunda gerçekleştirilmiş PTB işlemleri retrospektif olarak ardışık şekilde taranmıştır. İşlem yapılan olguların hastanemiz bilgisayar arşiv sisteminde (Nucleus) bulunan PTB işlem raporları, biyopsi sonuçları, klinik bilgileri ve PACS’ta bulunan işlem sırasında elde olunmuş Toraks BT görüntüleri değerlendirilmiştir.

Olguların yaşı, cinsiyeti, işlem sırasında olgu pozisyonu, kullanılan iğne tipi, vücut-iğne süresi (işlem süresi), plevraya giriş açısı, plevra ve fissür geçiş sayısı, akciğer parankimindeki iğne traktının uzunluğu, iğne traktı düzeyinde amfizem veya bül varlığı, alınan biyopsi örneği sayısı, örnek alınan akciğer lezyonunun yapısı, aksiyel düzlemde en geniş çapı, kenar özellikleri, lezyonda kavitasyon varlığı, akciğerdeki lokalizasyonu, diyaframa olan dik uzaklığı, plevral tabanlı olup olmaması, işleme sekonder pnömotoraks varlığı ve kalınlığı, parankimal hemoraji varlığı ve boyutu, toraks tüp tedavisi ihtiyacı, işlem sonunda otolog kan uygulaması, alınan iyonize radyasyon doz miktarı (DLP), lezyona sekonder plevra-fissür çekintisi varlığı, akciğer parankiminde interstisyel hastalık-fibroz bulguları varlığı, iğne giriş bölgesinde plevral efüzyon varlığı, alınan örnek materyalin patolojik değerlendirme için yeterliliği ve patoloji sonucu olarak toplam 29 parametre değerlendirilmiştir. Nucleus kayıtlarında ve işlem sırasında elde olunan görüntülerinde, tanımlanan parametrelerden herhangi bir tanesi yeterli değerlendirilemeyen olgular dışlanmıştır.

G Power 3.1.9.7 (Franz Faul, Germany) programı ile yürütülen örneklem hesabı için Jui-Han Chiu ve arkadaşlarının “Risk factors for pneumothorax and pulmonary hemorrhage following computed tomography guided transthoracic core-needle biopsy of subpleural lung lesions” çalışmasındaki veriler kullanılarak yapılan hesaplamada, etki büyüklüğü $d: 0.4430871$ olacağı varsayılmıştır. Belirlenen etki

büyüklüğü; %85 güç, %5 hata payıyla yapılan hesaplamada toplamda en az 186 örnekle çalışılması gerektiği belirtilmiştir.

Etik kurul onayının alınmasının ardından Ocak 2023'te başlanan ve veri toplama işlemi Şubat 2023'te sonlanan araştırmamız için yapılan taramalar sonucunda toplam 260 olgu ve 269 işlem değerlendirilmiştir (9 olguda tekrar biyopsi yapılmıştır). 193 olguya uygulanmış toplam 200 PTB işlemi çalışma örneklemine dahil edilmiştir. 67 olgu; çalışma için belirlenen parametrelerin değerlendirmesinde, Nucleus kayıtlarında ve PACS'ta bulunan işlem sırasında elde olunan görüntülerinde eksiklikler bulunması nedeniyle çalışma örneklemini dışında bırakılmıştır. Araştırma örneklemine dahil edilen olgulardan aydınlatılmış onam alınmamıştır. Yaş sınırlaması uygulanmamış olup örnekleminizde bulunan olguların yaşları 5-87 yaş arasında değişim göstermektedir.

3.2. PTB İşlemi Uygulanışı

Kurumumuz Girişimsel Radyoloji Bilim Dalı'nda PTB işlemi uygulanan ve örnekleme dahil edilen tüm olgularda işlem BT eşliğinde; 5 sene, 10 sene ve 15 senelik girişimsel radyoloji tecrübesine sahip üç girişimsel radyolog tarafından yapılmıştır. İşlem öncesi tüm olguların koagülasyon parametreleri incelenmiştir. Olgular işlem ve komplikasyonları konusunda bilgilendirilerek aydınlatılmış yazılı onamları alınmıştır.

İşlem sırasında Siemens SOMATOM Definition 2x64 dedektörlü BT cihazı ile Toraks BT için uygun FOV belirlenerek 1 mm kalınlığında ardışık aksiyel kesitler elde edilmiştir. Tüp voltajı 120 kVp, tüp akımı 300 mAs, rotasyon zamanı 330 ms'dir. İşlem sırasında IV kontrast madde kullanılmamıştır. İşlem planlanırken öncelikle lezyonun akciğerdeki lokalizasyonuna ve lezyon çevresinde akciğer parankiminde amfizem-bül, vasküler ve bronşiyal yapıların konumuna dikkat edilmiştir. Lezyona ulaşabilmek için intraparakimal en kısa mesafe tercih edilmeye çalışılmıştır. İğne giriş yeri planlanırken cilt altı dokuda nörovasküler yapılardan uzak, kemiklerin plevraya girişe izin vereceği alanlar tercih edilmiştir. Bu etkenler göz önüne alınarak olgunun yatış pozisyonu supin, prone veya lateral dekubit olarak planlanmıştır. Prone pozisyonda, göğüs duvarı hareketi diğer pozisyonlara göre daha azdır ve genellikle bu pozisyon tercih edilmiştir. Lezyon boyutları da göz önüne alınarak biyopsi iğne tipi belirlenmiştir.

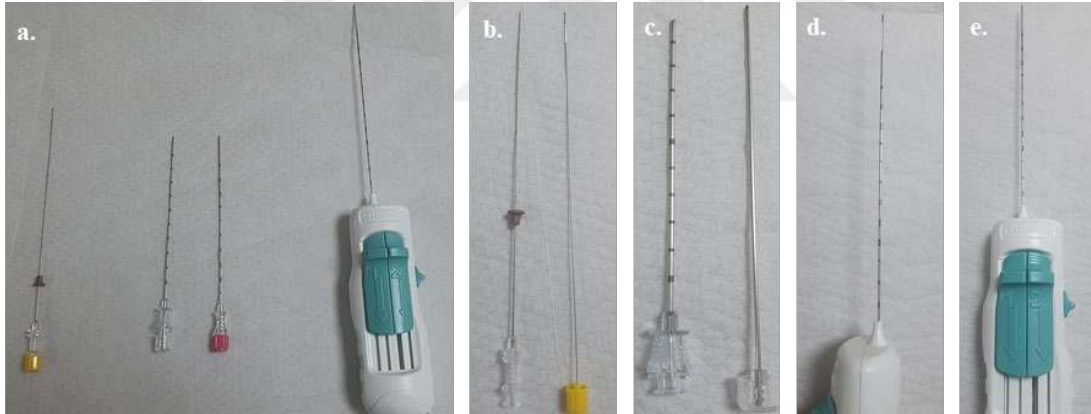
İğne giriş yeri ve trasesi belirlenirken, lezyona en kısa ve en güvenli yol tercih edilmeye çalışılmıştır. Trase üzerinde cilt-cilt altı dokuda ve intraparakimal alanda

nörovasküler yapıların ve bronşiyal yapıların bulunmamasına dikkat edilmiştir. Ayrıca iğne trasesinde kalp, mediastinal yapılar bulunmamasına önem verilmiştir. Trasenin fissür hatlarından geçmemesi konusunda dikkat edilmiştir. İşlem yapılacak olguların büyük kısmının, işlem öncesinde son bir ay içerisinde elde olunan kontrastlı Toraks BT veya PET-BT görüntüleri mevcut olup biyopsi planlama aşamasında değerlendirilmiştir. Lezyonun kaviter veya nekrotik alanları, lezyon çevresinde akciğer parankiminde eşlik eden atelektazi ve post-obstrüktif pnömoni alanları belirlenmiştir. Lezyonun solid komponentinden biyopsi örneği alınmak üzere işlem planlanmıştır.

Olgunun yatış pozisyonu ve kullanılacak iğne tipi belirlendikten sonra (Resim 3.1); olgu uygun pozisyonda BT masasına yatırılmıştır. Eski görüntüleme tetkiklerindeki bulgular göz önüne alınarak, tahmini FOV belirlenmiştir. İlk elde olunan görüntülerde tüm akciğer parankimi apeksten bazale kadar taranmıştır. Lezyon ve çevresindeki akciğer parankimi, pozisyona göre lezyon yerinde değişim, cilt-cilt altı dokudan plevraya ve lezyona girişin uygunluğu değerlendirilmiştir. Yatış pozisyonunda lezyona uygun giriş bölgesi belirlenememişse, pozisyon değişikliği yapılarak tüm akciğer tekrar BT ile taranmıştır. İğne trasesi için güvenli, mümkün olan en kısa yolu sağlayan giriş bölgesi belirlenerek; önce BT cihazı üzerinde bulunan lazer işaretleyici ile sonrasında cerrahi kalem ile işaretlenmiştir. Deri-parietal plevra ve plevra-lezyon mesafeleri hesaplanmıştır. İşaretlenen bölgeyi içine alan geniş bir alana Batticon ile antisepsi uygulanarak, üzerine delikli steril cerrahi örtü örtülmüştür. İğne girişi bölgesine steril şartlarda 5-10 cc lokal anestetik (%2 Prilocain HCL; Citanest) uygulanmıştır. Lokal anestetik uygulanan yeşil uçlu iğnenin enjektörü çıkartıldıktan sonra, iğne ucu cilt altında parietal plevraya girmeyecek şekilde ve planlanan trasede bir miktar ilerletilmiştir. Lezyonun tamamını, giriş bölgesini ve iğneyi kapsayacak şekilde FOV küçültülerek yeniden görüntü alınmış ve biyopsi traktı lezyonda hedeflenen bölgeye göre tekrar planlanmıştır. Bu noktaya kadar olan adımlar her iki tip biyopside de aynı şekilde uygulanmıştır.

Tru-cut biyopsi işlemi yapılan olgularda bu noktadan sonra ilk olarak yeşil uçlu iğne çıkartılarak giriş bölgesinde cilt-cilt altı dokuya 1-2 mm'lik ponksiyon yapıldıktan sonra; 17G koaksiyel iğne sistemi ile girilmiş, cilt altı dokuda parietal plevrayı geçmeyecek şekilde sistem bir miktar daha ilerletilerek yeniden görüntü alınmıştır. Hedeflenen bölgeye göre açı ve mesafe kontrol edildikten sonra, olguya nefesini tutması söylenerek, plevra tek seferde hızlıca geçilip iğne lezyon içerisine

hesaplanan mesafe kadar ilerletilmiştir. Koaksiyel iğne sisteminin uygun lokalizasyonda olduğundan emin olmak adına tekrar görüntü alınmıştır. Trokar iğne ucunun ve proksimalinde kalan kanül yapısının lezyonda hedeflenen bölge içerisinde olduğu görüldükten sonra, trokar iğne çıkarılarak 18G tam otomatik tabanca iğne ile koaksiyel kanülü içerisinde hedeflenen bölgeye ulaşılmıştır. Tabanca iğne ateşlenerek iğnenin yan tarafında bulunan parça haznesine örnek alınmıştır. Tam otomatik iğne çıkartılarak alınan örnek parça %10'luk formollü çözelti içeren kap içine aktarılmıştır. Bu işlem birkaç kere tekrarlanarak multipl parça örneği alınmıştır (Resim 3.2). Örnek alımı tamamlandıktan sonra koaksiyel iğne kanülü tamamen geri çekilerek yara yeri gazlı bez ve flaster ile kapatılmıştır. Kontrol toraks BT ile komplikasyon değerlendirmesi yapılarak, ciddi komplikasyon gelişmeyen olgular sedye ile girişimsel radyoloji gözlem alanına alınmıştır. Olgular işlem sonrasında biyopsi yeri altta kalacak şekilde yatırılmıştır. Gözlem alanında iki saat kadar takip edilen olgular, klinik bulguları stabil olması ve yeni bir komplikasyon gelişmemesi halinde taburcu edilmiştir.



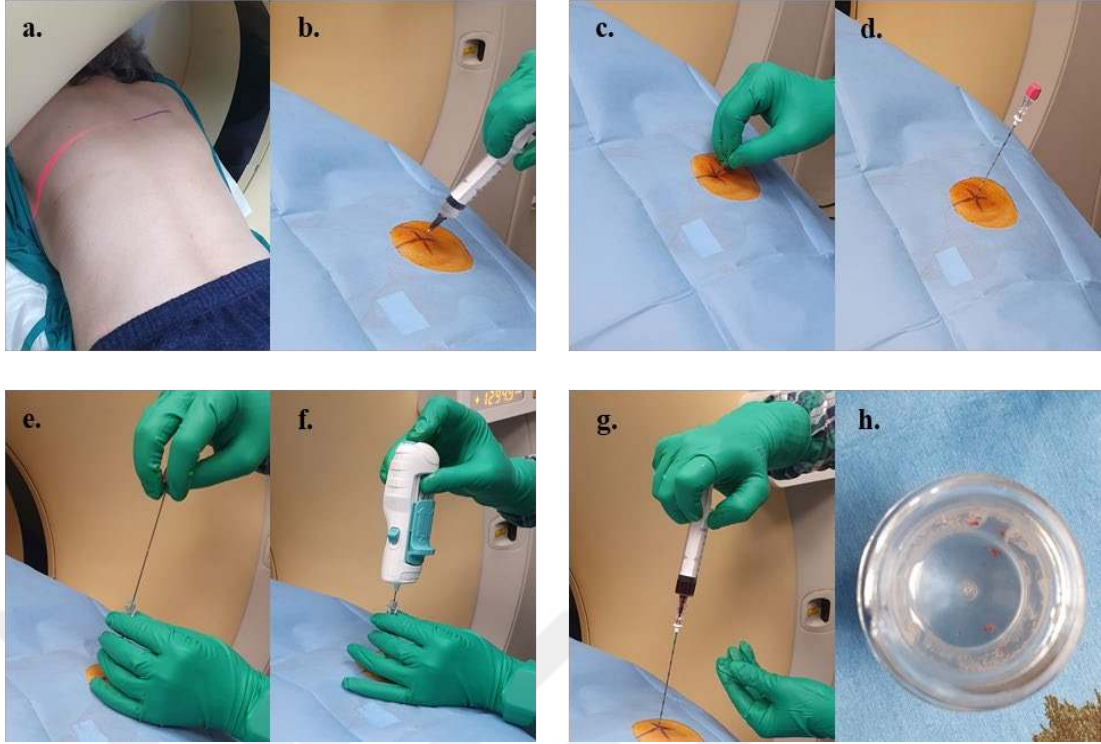
Resim 3.1: PTB işlemi sırasında kullanılan iğne tipleri; (a) soldan sağa sıralı şekilde 20G 15 cm Chiba aspirasyon iğnesi (ADRIA CNA, Fine Needle Aspiration 20G x 15 cm), 17G 13 cm uzunluğunda (BARD® TRUGUIDE) ve 17G 15 cm uzunluğunda koaksiyel iğne (GEOTEK), 18G 16 cm uzunluğunda tam-otomatik tru-cut biyopsi tabancası (GEOTEK EstaCore). (b) 20G Chiba aspirasyon iğne kanülü ve stilesi (ADRIA CNA). (c) Üzerinde cm ölçeği çizgiler ile işaretli 17G koaksiyel iğne kanülü ve stilesi (BARD® TRUGUIDE). (d ve e) Üzerinde «1» ve «2» ile işaretli kurma tetikleri bulunan, yan tarafında ateşleme pistonu bulunan, iğne üzerinde cm ölçeği çizgiler ile belirtilen ve iğne uç kısmında yan tarafında doku örneği için haznesi bulunan 18G tam-otomatik tru-cut biyopsi tabancası (GEOTEK EstaCore).

İnce iğne aspirasyon biyopsisi yapılan olgularda işlem başlangıcındaki adımlar tru-cut biyopsi ile benzer şekildedir. Lokal anestezi uygulaması için kullanılan yeşil uçlu iğne çıkartılıp, giriş bölgesinde cilt-cilt altı dokuya bisturi ile 1-2 mm'lik ponksiyon yapılmıştır. Ponksiyon bölgesinden cilt-cilt altı dokuya parietal plevrayı

geçmeyecek şekilde 18G veya 20G aspirasyon iğnesi ile girilerek kontrol görüntü alınmıştır. Lezyonun hedeflenen bölgesine olan uzaklık ve açı hesaplandıktan sonra, olguya nefesini tutması söylenerek, plevra tek seferde hızlıca geçilmiş ve lezyon içerisine dek iğne ilerletilmiştir. İğne ucunun lezyon içerisinde hedeflenen bölgede olduğundan emin olmak için yeniden görüntü alınmıştır. Sonrasında biyopsi iğnesinin mandreli çıkarılarak 10 cc veya 20 cc'lik enjektör takılmıştır. İğne ucu lezyon içerisinde kalacak şekilde 4-5 cc'lik aspirasyon kuvveti uygulanarak ileri-geri hareketi 15-20 sn boyunca tekrarlanmıştır. Aspire ederek iğne geri çekilmiş, biyopsi yara yeri gazlı bez ve flasterle kapatılmıştır. Aspirasyon biyopsi işlemi sonrasında kontrol Toraks BT çekilerek komplikasyon varlığı değerlendirilmiştir. Ciddi komplikasyonu bulunmayan olgular, yara yeri altta kalacak şekilde sedyeye yatırılmış ve girişimsel radyoloji gözlem alanına alınmıştır. Gözlem alanında iki saat kadar takip edilen olgular, klinik bulguların stabil seyretmesi ve yeni komplikasyon gelişmemesi durumunda taburcu edilmiştir.

Tru-cut iğne ile PTB yapılan olguların bir kısmında otolog kan enjeksiyonu uygulanmıştır. İğne lezyondan geri çekilirken, işlem öncesinde olgudan alınan 5-10 cc venöz kan iğne traktına büyük kısmı plevral boşluğa verilecek şekilde enjekte edilmiştir.

Biyopsi işlemlerinin 172'si tru-cut biyopsi yöntemiyle, 28'i ise ince iğne aspirasyon biyopsi yöntemiyle yapılmıştır. Tru-cut biyopsi yapılan işlemlerin 122'sinde otolog kan uygulaması da yapılmıştır.



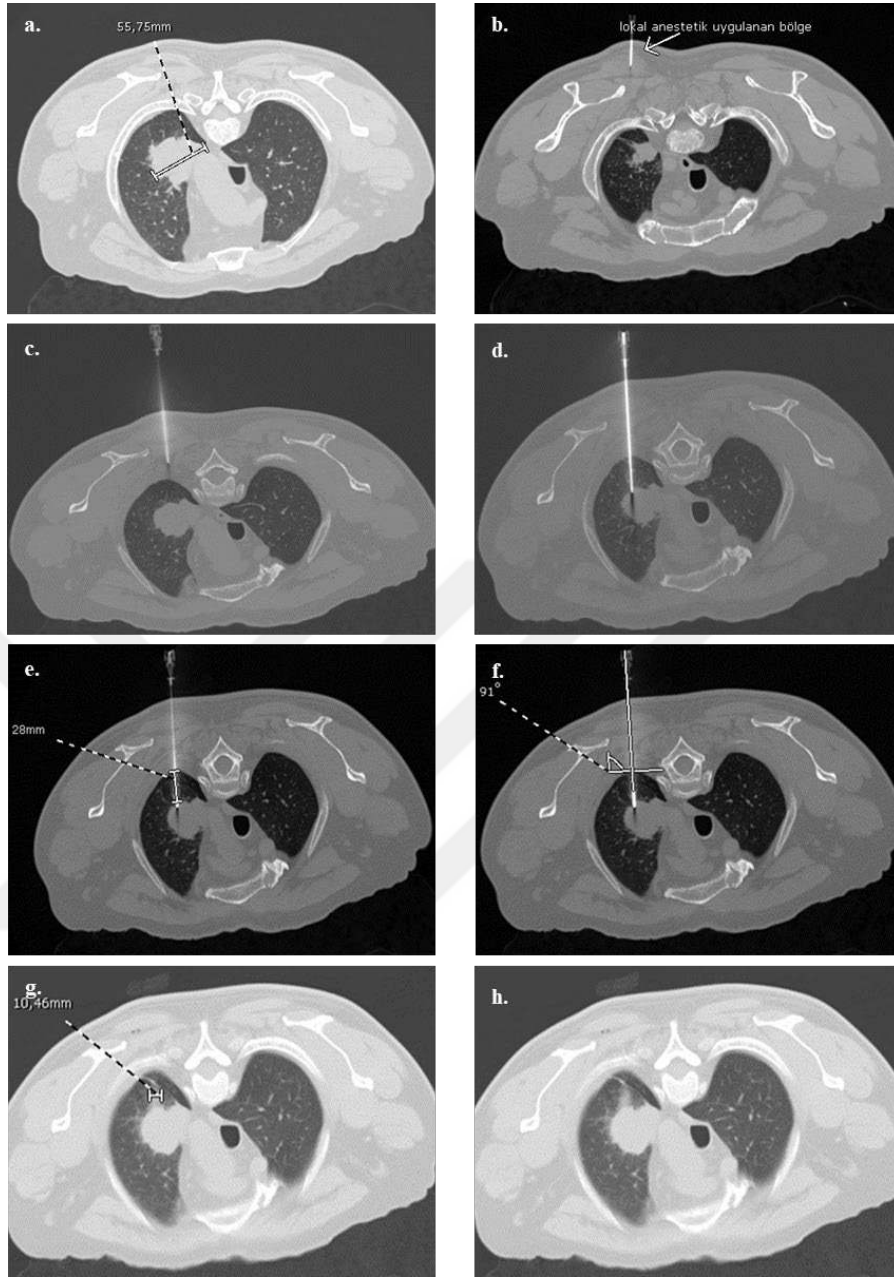
Resim 3.2: PTB (tru-cut) işleminin uygulanışı; 60 yaş kadın olgu, prone pozisyonunda yatırılarak elde olunan BT görüntüsü sonrası ciltte giriş planlanan bölge lazer işaretleyici ile işaretlenmiştir (a). İşaretlenen bölgeye Batticon ile antisepsi uygulandıktan sonra cilt-cilt altı dokuya 5-10 cc Citanest ile lokal anestezi uygulanmıştır (b). İşaretli bölgede cilde 1-2 mm'lik ponksiyon yapılmıştır (c). Ponksiyon bölgesinden giriş yapılarak koaksiyel iğne cilt altı dokuda plevraya giriş yapmayacak şekilde ilerletilmiştir. Kontrol aksiyel BT kesitleri elde olunarak iğne trasesinin lezyona göre pozisyonu kontrol edilmiş ve sonrasında plevra tek hamlede hızlıca geçilerek koaksiyel iğne lezyon içerisine ilerletilmiştir (d). Koaksiyel iğne trokarı (stile) çıkarılmıştır (e). Tam-otomatik tru-cut tabancası koaksiyel iğne kanülü içerisinden lezyon içine ilerletilmiş ve tabanca ateşlenerek parça elde olunmuştur (f). Bu işlem 4 kez tekrarlanarak toplam 4 parça elde olunmuştur. İşlem sonunda koaksiyel iğne kanülü aracılığıyla 5 cc otolog kan, iğne lezyondan geri yavaş yavaş çekilmek suretiyle iğne traktına ve plevraya enjekte edilmiştir (g). Elde olunan parçalar %10'luk Formol içeren çözelti içerisine alınmıştır (h).

3.3. Veri Toplama ve Değerlendirmesi

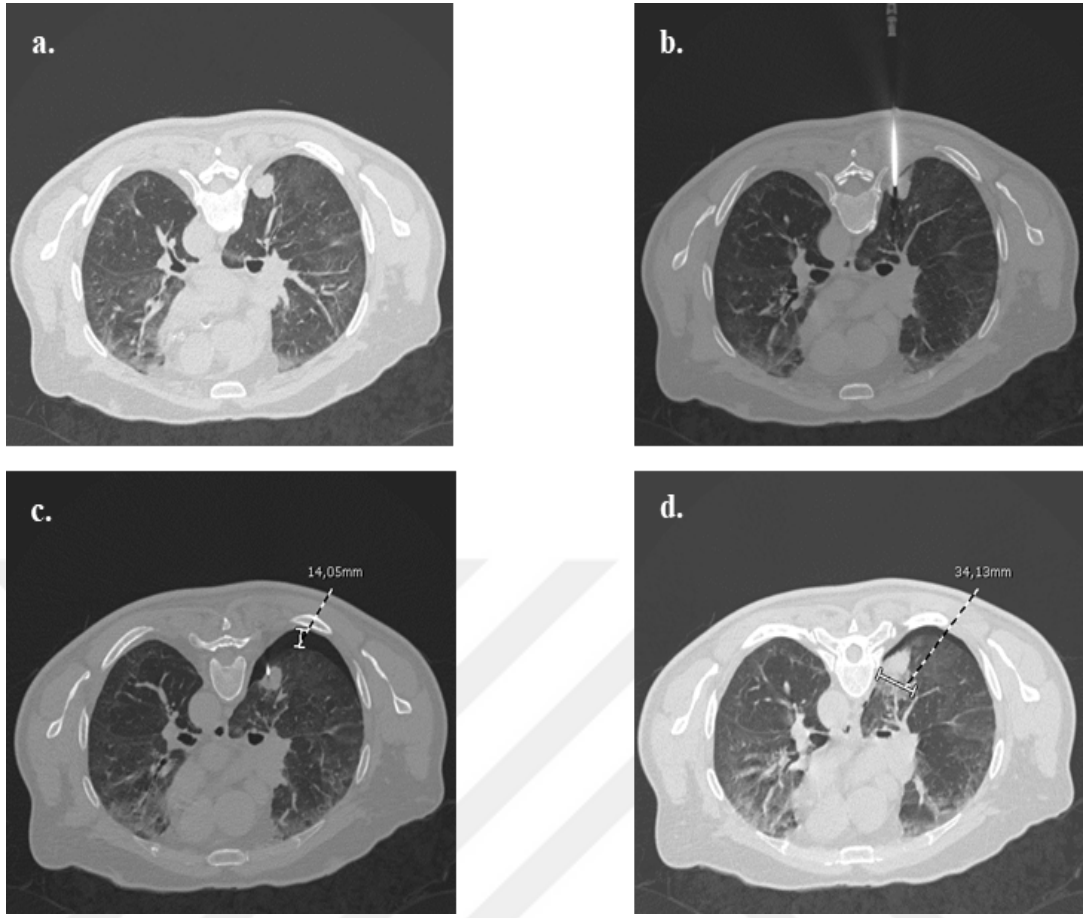
Toplam 200 PTB işlemi uygulanmış 193 olgunun işlem zamanında Nucleus'ta bulunan kayıtları incelenmiştir. Yaş ve cinsiyet verileri değerlendirilmiştir. Sistemde bulunan PTB raporları değerlendirilerek, işlem sırasında kullanılan iğne tipi/biyopsi tipi (ince iğne vs. tru-cut) alınan parça sayısı ve otolog kan uygulaması verileri saptanmıştır. Biyopsi işleminin patoloji sonuçları incelenerek, alınan örneğin yeterliliği ve lezyonun histopatoloji sonucuna ulaşılmıştır. Histopatoloji sonuçları benign, KHAK, KHDAK, metastaz, diğer primer akciğer malign tümörleri, yetersiz olarak gruplanmıştır.

PTB işlemi için elde olunan görüntüler PACS üzerinden incelenmiştir (Resim 3.3). İşlem başlangıcında elde olunan aksiyel Toraks BT imajlarına bakılarak olguların işlem sırasında yatış pozisyonu supin, prone ve lateral dekübit olarak sınıflanmıştır.

Hedeflenen lezyonun akciğerde yerleşimi değerlendirilerek sol üst lob (LUL), sol alt lob (LLL), sağ üst lob (RUL), sağ orta lob (RML), sağ alt lob (RLL) olarak gruplanmıştır. Lezyonun yapısı ve kenar özelliği incelenerek düzenli, düzensiz ve konsolidasyon/buzlu cam gruplarına ayrılmıştır. Kavitasyon özelliği ve plevra tabanlı olup olmadığı değerlendirilmiştir. İğne traktı plevra tabanlı kenardan, akciğer parankimi geçilmeden lezyon içerisine giriş yapılabilen işlemlerde lezyon plevra tabanlı kabul edilmiştir. Lezyon boyutu için aksiyel kesit içerisine giren en geniş çapı ölçülmüştür. Ayrıca aksiyel kesitlerde lezyonun diyaframa olan dik uzaklığı, kesit sayısı sayılarak hesaplanmıştır. Akciğer parankimine yönelik bakıda interstisyel hastalık/fibrotik görünüm, lezyon çevresinde plevra veya fissür çekintisi varlığı ve amfizematöz/büllöz değişiklikler incelenmiştir. İşlem sırasında elde olunan aksiyel görüntülerde plevra giriş açısı, plevra geçiş sayısı ve fissür geçiş sayısı değerlendirilmiştir. Lezyon ile plevra arasındaki iğne traktının uzunluğu ölçülmüştür. Plevra tabanlı lezyonlarda lezyon-plevra arası trakt uzunluğu 0 mm olarak kabul edilmiştir. Ayrıca iğne trasesinde plevral efüzyon varlığı incelenmiştir. İşlem süresi (vücut-iğne süresi), biyopsi işlemi tipine göre, biyopsi iğnesinin vücuda ilk girdiği anda alınan görüntülerden, lezyon içerisinde hedeflenen bölgeye geldiği anda alınan görüntülere kadar geçen süre olarak hesaplanmıştır. İğne vücuttan çıkarıldıktan sonra elde olunan kontrol aksiyel imajlarda pnömotoraks varlığı ve kalınlığı, parankimal hemoraji varlığı ve boyutu (iğne trasesine dik olacak şekilde ölçüm) değerlendirilmiştir (Resim 3.4). İşleme bağlı maruz kalınan doz bilgisi (DLP; mGy*cm) PACS kayıtlarından saptanmıştır.



Resim 3.3: PTB (tru-cut) işlemi sırasında elde olunan görüntüler ve ölçümler; (a) 57 yaş erkek olgu, prone yatırılarak elde olunan aksiyel Toraks BT kesitlerinde sol akciğer üst lob posteriorda, oblik fissür komşuluğunda yerleşim gösteren 56 mm boyutundan solid lezyon mevcuttur. (b) Cilt işaretlemesi yapıldıktan sonra, bu bölgeye lokal anestezi uygulanmış ve enjektör iğnesi cilt-cilt altı dokuda bırakılarak kontrol görüntüler elde olunmuştur. (c) Giriş bölgesinden emin olunara iğne trasesi planlanmış ve koaksiyel iğne bu plana uygun şekilde cilt altı dokuda plevrayı geçmeyecek şekilde ilerletilmiştir. (d) İğne trasesinin lezyona göre pozisyonundan emin olunduktan sonra tek seferde plevra geçilerek koaksiyel iğne lezyon içerisine ilerletilmiştir. İşlem sırasında iğne ile intralobar fissür geçişi de yapılmıştır. (e) Elde olunan aksiyel kesitlerde iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe ölçülmüştür (28 mm). (f) Ayrıca aksiyel kesitlerde iğnenin plevra geçiş noktası ve iğne pozisyonu değerlendirilerek plevra giriş açısı ölçülmüştür (89°). (g ve h) Lezyondan üç adet parça alındıktan sonra, koaksiyel iğne kanülü yavaşça geri çekilmek suretiyle 5 cc otolog kan iğne traktına ve plevraya enjekte edilmiştir. İğne traktında otolog kan enjeksiyonuna sekonder yaklaşık 10 mm kalınlığa ulaşan düşük dansitede buzlu cam alanı izlenmiştir.



Resim 3.4: Tru-cut biyopsi işlemine sekonder gelişen pnömotoraks ve parankimal hemorajinin değerlendirilmesi; 67 yaş erkek olguda sağ akciğer alt lob posteriorunda subplevral yerleşim gösteren solid lezyona yönelik prone pozisyonda yapılan işlemde (a); işlem sırasında koaksiyel iğne ile lezyon medial kesiminden içerisine giriş yapılsa da, lezyon içi biyopsi için uygun mesafe sağlanamamıştır (b). Koaksiyel iğne pozisyonu revize edilerek lezyon içerisine daha uygun noktadan giriş sağlanırken pnömotoraks gelişmiştir ve kalınlığı en geniş yerinde 14 mm ölçülmüştür (c). Parçalar elde olunduktan sonra koaksiyel iğne ve üçlü musluk aracılığıyla pnömotoraks subtotal olarak boşaltılmış olup, kontrol aksiyel BT kesitlerde lezyon posteriorunda (ponksiyona bölgesine göre) 34 mm genişliğe ulaşan parankimal hemoraji ile uyumlu buzlu cam alanları izlenmiştir (d).

3.4. İstatistiksel Analizler

Çalışmada tanımlayıcı veriler sayı ve yüzde ile, ölçümsel veriler ise ortalama $\pm$ standart sapma ve ortanca (minimum-maksimum) değerlerinden uygun olanı ile gösterilmiştir. Kategorik verilerin karşılaştırılmasında Ki-kare ve Fisher testleri kullanım alanına uygun yerlerde kullanılmıştır. Ölçümlerin normal dağılım varsayımının incelenmesinde Kolmogrov Smirnow testi ve histogram grafikleri kullanılmıştır. Ölçümlerin gruplar arasında karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi, Kruskal Wallis testi ve Bağımsız gruplarda T testi kullanılmıştır. Hastalık kestiriminde

eşik değerlerin belirlenmesi için ROC eğrisi analizi kullanılmıştır. Sonuç ıktıların bağımsız belirleyicilerinin belirlenmesinde Lojistik Regresyon Analizleri kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık için $p < 0.05$ kabul edilmiştir. Post hoc analizlerde p değerinde Bonferonni düzeltmesi yapılmıştır. Analizler IBM SPSS 20 ve MedCalc v20 istatistik programları ile gerçekleştirilmiştir.



4. BULGULAR

Çalışmamıza 60'ı kadın, (%30), 140'ı erkek (%70) olgulara uygulanan toplam 200 biyopsi işlemi dahil edilmiştir. PTB uygulanan olguların ortalama yaşı 64'tür (5-87). Biyopsi işlemi yapılan lezyonların lokalizasyonu incelendiğinde sağ üst lob yerleşim oranı %37, sağ alt lob yerleşim oranı %20, sol üst lob yerleşim oranı %19,5, sol alt lob yerleşim oranı %15, sağ orta lob yerleşim oranı %4 ve multipl lob tutulum oranı %4,5 bulunmuştur. En geniş yerinde ölçülen lezyon çapı 45 mm'dir (9,0-127,0 mm). Lezyonların %90,5'i düzensiz kenara sahiptir. 20 lezyonda (%10) kavitasyon izlenmiştir. 87 lezyon plevra tabanlı yerleşim göstermektedir. Diyaframa olan ortalama uzaklık 85 mm'dir (0,0-240,0 mm). 187 lezyonda (%93,5) plevra-fissür çekintisi izlenmiştir. Biyopsi yapılan lezyonların %18'i benign, %7'si KHAK, %66'sı KHDAK ve %9'u diğer malign/metastaz tanısı almıştır. İşlem yapılan olguların 88'inde (%44) lezyonun bulunduğu akciğer lobunda amfizematöz değişiklikler, 15'inde (%7,5) ise akciğerde interstisyel hastalık/fibrotik zemin mevcuttur (Tablo 4.1).

İşlem tekniği ile ilgili değiştirilebilir parametreler incelendiğinde; işlem pozisyonuna göre 52 işlem (%26) supin, 126 işlem prone (%63) ve 22 işlem (%11) ise lateral dekübit pozisyonunda gerçekleştirilmiştir. Biyopsi işlemlerinin 28'i (%14) İİAB, 172'si (%86) tru-cut biyopsi şeklinde yapılmıştır. İğne traktında lezyon-plevra arasındaki ortalama uzaklık 6,5 (0,0-58,0) milimetredir. Ortalama plevra geçiş sayısı $1,4 \pm 0,8$ 'dir. 9 işlemde (%4,5) fissür geçişi mevcuttur. 6 işlemde (%3) iğne traktında plevral efüzyon varlığı izlenmiştir. Ortanca plevra açısı 74,5 (18,0-90,0) derecedir. Yapılan biyopsi işlemlerinde işlem süresi 2,5 dakika (0,5-29,5), alınan ortalama parça sayısı $2,8 \pm 1,3$ 'dür. 122 olguda (%61) otolog kan uygulaması yapılmıştır. Alınan ortalama doz (DLP) 549,5 mGy*cm (53,0-2179,0 mGy*cm). Alınan örneklerden 176'sı (%88) yeterli bulunmuştur (Tablo 4.2).

Tablo 4.1: Olguların demografik özelliklerinin ve değiştirilemez parametrelerin incelenmesi

		n (%)
Cinsiyet	Kadın	60 (30,0)
	Erkek	140 (70,0)
Yaş*		64,0 (5,0-87,0)
Tümör lokalizasyonu	LLL	30 (15,0)
	LUL	39 (19,5)
	RLL	40 (20,0)
	RML	8 (4,0)
	RUL	74 (37,0)
	Multiple	9 (4,5)
En geniş yerinde tümör çapı (mm)*		45,0 (9,0-127,0)
Kenar özelliği	Düzenli	10 (5,0)
	Düzensiz	181 (90,5)
	Konsolidasyon	9 (4,5)
Kavitasyon	Yok	180 (90,0)
	Var	20 (10,0)
Plevra tabanlı yerleşim	Hayır	113 (56,5)
	Evet	87 (43,5)
Diyaframa olan uzaklık (mm)*		85,0 (0,0-240,0)
Amfizem varlığı	Yok	112 (56,0)
	Var	88 (44,0)
Plevra-fissür çekintisi	Yok	13 (6,5)
	Var	187 (93,5)
Fibrotik zemin	Yok	185 (92,5)
	Var	15 (7,5)
Patoloji sonucu	Benign	32 (18,2)
	KHAK	12 (6,8)
	KHDAK	116 (65,9)
	Diğer malign/metastaz	16 (9,1)

* Ortanca (Minimum-Maksimum) değerleri sunulmuştur.

İşleme bağlı komplikasyon sayılarını değerlendirdiğimizde; 62 işlem sonucunda (%31) pnömotoraks, 64 işlemde parankimal hemoraji (%32) geliştiği görülmüştür. Toplam 101 işlem sonucunda ise pnömotoraks ve/veya hemoraji (%50,5) gelişmiştir. Pnömotoraks gelişen 6 işlemde (%3) tüp gerekliliği ortaya çıkmıştır (Tablo 4.3).

Tablo 4.2: İşlem tekniği ile ilgili değiştirilebilir parametrelerin incelenmesi

	n (%)
İşlem pozisyonu	Supin 52 (26,0)
	Prone 126 (63,0)
	Dekübit 22 (11,0)
İğne tipi	İİAB 28 (14,0)
	Tru-cut 172 (86,0)
İğne traktında lezyon-plevra arası mesafe (mm)*	3,5 (0,0-58,0)
Plevral efüzyon varlığı	Yok 194 (97,0)
	Var 6 (3,0)
Plevra açısı (derece)*	74,5 (18,0-90,0)
Plevra geçiş sayısı**	1,4 ± 0,8
Fissür geçişi	Yok 191 (95,5)
	Var 9 (4,5)
İşlem süresi (dk)*	2,5 (0,5-29,5)
Parca sayısı**	2,8 ± 1,3
Otolog kan	Yok 78 (39,0)
	Var 122 (61,0)
Alınan doz (DLP)*	549,5 (53,0-2179,0)
Yeterlilik	Yetersiz 24 (12,0)
	Yeterli 176 (88,0)

* Ortanca (Minimum-Maksimum) değerleri sunulmuştur. **Ortalama ± Standart sapma değerleri sunulmuştur.

Tablo 4.3: İşleme bağlı komplikasyon oranlarının incelenmesi

	n (%)
Pnömotoraks	Yok 138 (69,0)
	Var 62 (31,0)
Pnömotoraks kalınlığı (mm)*	0,0 (0,0-58,0)
Parankimal hemoraji	Yok 136 (68,0)
	Var 64 (32,0)
Hemoraji kalınlığı (mm)*	0,0 (0,0-67,0)
Ptx ve/veya hemoraji	Yok 99 (49,5)
	Var 101 (50,5)
Tüp gerekliliği	Yok 194 (97,0)
	Var 6 (3,0)

* Ortanca (Minimum-Maksimum) değerleri sunulmuştur.

Pnömotoraks gelişimi ile olguların demografik özellikleri ve değiştirilemez parametreler arasındaki ilişki incelendiğinde; tümör çapı ve plevra tabanlı yerleşim ile pnömotoraks gelişimi arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Pnömotoraks gelişen işlemlerde gelişmeyenlere göre tümör çapı daha küçük bulunmuştur (p=0,004). Plevra tabanlı yerleşim gösteren lezyonlarda pnömotoraks gelişim oranı göstermeyen lezyonlara göre daha düşük bulunmuştur (p=0,006). Cinsiyet, yaş, tümör lokalizasyonu, kenar özelliği, kavitasyon varlığı, diyaframa olan uzaklık, amfizem varlığı, plevra-fissür çekintisi, fibrotik zemin ve patoloji sonucu ile pnömotoraks gelişimi arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (Tablo 4.4).

Tablo 4.4: Olguların demografik özellikleri ve değiştirilemez parametreler ile pnömotoraks gelişimi arasındaki ilişkinin incelenmesi

		Pnömotoraks		p
		Var	Yok	
		n (%)	n (%)	
Cinsiyet	Kadın	17 (28,3)	43 (71,7)	0,593 ^a
	Erkek	45 (32,1)	95 (67,9)	
Yaş*		63,0 (41,0-83,0)	64,5 (5,0-87,0)	0,804 ^b
Tümör lokalizasyonu	LLL	8 (26,7)	22 (73,3)	0,622 ^a
	LUL	8 (20,5)	31 (79,5)	
	RLL	15 (37,5)	25 (62,5)	
	RML	3 (37,5)	5 (62,5)	
	RUL	25 (33,8)	49 (66,2)	
	Multiple	3 (33,3)	6 (66,7)	
En geniş yerinde tümör çapı (mm)*		33,0 (9,0-110,0)	48,0 (9,0-127,0)	0,004^b
Kenar özelliği	Düzenli	3 (30,0)	7 (70,0)	0,619 ^c
	Düzensiz	55 (30,4)	126 (69,6)	
	Konsolidasyon	4 (44,4)	5 (55,6)	
Kaviteasyon	Var	9 (45,0)	11 (55,0)	0,154 ^a
	Yok	53 (29,4)	127 (70,6)	
Plevra tabanlı	Evet	18 (20,7)	69 (79,3)	0,006^a
	Hayır	44 (38,9)	69 (61,1)	
Diyaframa olan uzaklık (mm)*		77,5 (0,0-175,0)	86,0 (0,0-240,0)	0,651 ^b
Amfizem varlığı	Var	28 (31,8)	60 (68,2)	0,824 ^a
	Yok	34 (30,4)	78 (69,6)	
Plevra-fissür çekintisi	Var	55 (29,4)	132 (70,6)	0,116 ^a
	Yok	7 (53,8)	6 (46,2)	
Fibrotik zemin	Var	3 (20,0)	12 (80,0)	0,401 ^a
	Yok	59 (31,9)	126 (68,1)	
Patoloji sonucu	Benign	13 (40,6)	19 (59,4)	0,485 ^c
	KHAK	2 (16,7)	10 (83,3)	
	KHDAK	36 (31,0)	80 (69,0)	
	Diğer malign/metastaz	5 (31,3)	11 (68,8)	

^a Ki-kare testi, ^b Mann Whitney U testi, ^c Fisher testi

* Ortanca (Minimum-Maksimum) değerleri sunulmuştur.

Parankimal hemoraji gelişimi ile olguların demografik özellikleri ve değiştirilemez parametreler arasındaki ilişki incelendiğinde; yaş, tümör çapı ve plevra tabanlı yerleşim ile parankimal hemoraji arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Parankimal hemoraji gelişen işlemlerde gelişmeyenlere göre olgu yaş değerleri daha büyük, tümör çapı daha küçük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,020$ ve $p<0,001$). Plevra tabanlı yerleşim gösteren lezyonlarda parankimal hemoraji gelişim oranı göstermeyen lezyonlara göre daha düşük bulunmuştur ($p<0,001$). Cinsiyet, tümör lokalizasyonu, kenar özelliği, kaviteasyon varlığı, diyaframa olan uzaklık, amfizem varlığı, plevra-

fissür çekintisi, fibrotik zemin ve patoloji sonucu ile Parankimal hemoraji gelişimi arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (Tablo 4.5).

Pnömotoraks ve/veya hemoraji gelişimi ile olguların demografik özellikleri ve değiştirilemez parametreler arasındaki ilişki incelendiğinde; tümör çapı ve plevra tabanlı yerleşim ile pnömotoraks ve/veya hemoraji gelişimi arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Pnömotoraks ve/veya hemoraji gelişen işlemlerde gelişmeyenlere göre tümör çapı daha küçük bulunmuştur ($p<0,001$). Plevra tabanlı yerleşim gösteren lezyonlarda pnömotoraks ve/veya hemoraji gelişim oranı plevra tabanlı olmayan lezyonlara göre daha düşük bulunmuştur ($p<0,001$). Cinsiyet, yaş, tümör lokalizasyonu, kenar özelliği, kavitasyon varlığı, diyaframa olan uzaklık, amfizem varlığı, plevra-fissür çekintisi, fibrotik zemin ve patoloji sonucu ile pnömotoraks ve/veya hemoraji gelişimi arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (Tablo 4.6).

Tablo 4.5: Olguların demografik özellikleri ve değiştirilemez parametreler ile parankimal hemoraji gelişimi arasındaki ilişkinin incelenmesi

		Parankimal hemoraji		p
		Var	Yok	
		n (%)	n (%)	
Cinsiyet	Kadın	20 (33,3)	40 (66,7)	0,791 ^a
	Erkek	44 (31,4)	96 (68,6)	
Yaş*		67,0 (42,0-87,0)	63,0 (5,0-82,0)	0,020^b
Tümör lokalizasyonu	LLL	9 (30,0)	21 (70,0)	0,601 ^a
	LUL	16 (41,0)	23 (59,0)	
	RLL	14 (35,0)	26 (65,0)	
	RML	1 (12,5)	7 (87,5)	
	RUL	22 (29,7)	52 (70,3)	
	Multiple	2 (22,2)	7 (77,8)	
En geniş yerinde tümör çapı (mm)*		29,5 (9,0-86,0)	52,0 (12,0-127,0)	<0,001^b
Kenar özelliği	Düzenli	4 (40,0)	6 (60,0)	0,736 ^a
	Düzensiz	58 (32,0)	123 (68,0)	
	Konsolidasyon	2 (22,2)	7 (77,8)	
Kaviteasyon	Var	5 (25,0)	15 (75,0)	0,479 ^a
	Yok	59 (32,8)	121 (67,2)	
Plevra tabanlı	Evet	10 (11,5)	77 (88,5)	<0,001^a
	Hayır	54 (47,8)	59 (52,2)	
Diyaframa olan uzaklık (mm)*		95,0 (0,0-240,0)	79,0 (0,0-225,0)	0,592 ^b
Amfizem varlığı	Var	25 (28,4)	63 (71,6)	0,335 ^a
	Yok	39 (34,8)	73 (65,2)	
Plevra-fissür çekintisi	Var	58 (31,0)	129 (69,0)	0,356 ^a
	Yok	6 (46,2)	7 (53,8)	
Fibrotik zemin	Var	3 (20,0)	12 (80,0)	0,395 ^c
	Yok	61 (33,0)	124 (67,0)	
Patoloji sonucu	Benign	10 (31,3)	22 (68,8)	0,624 ^a
	KHAK	4 (33,3)	8 (66,7)	
	KHDAK	33 (28,4)	83 (71,6)	
	Diğer malign/metastaz	7 (43,8)	9 (56,3)	

^a Ki-kare testi, ^b Mann Whitney U testi, ^c Fisher testi

* Ortanca (Minimum-Maksimum) değerleri sunulmuştur.

Tablo 4.6: Olguların demografik özellikleri ve değiştirilemez parametreler ile pnömotoraks ve/veya hemoraji gelişimi arasındaki ilişkinin incelenmesi

		Pnömotoraks ve/veya hemoraji		p
		Var	Yok	
		n (%)	n (%)	
Cinsiyet	Kadın	29 (48,3)	31 (51,7)	0,688 ^a
	Erkek	72 (51,4)	68 (48,6)	
Yaş*		65,0 (41,0-87,0)	64,0 (5,0-82,0)	0,172 ^b
Tümör lokalizasyonu	LLL	15 (50,0)	15 (50,0)	0,916 ^c
	LUL	19 (48,7)	20 (51,3)	
	RLL	23 (57,5)	17 (42,5)	
	RML	3 (37,5)	5 (62,5)	
	RUL	37 (50,0)	37 (50,0)	
	Multiple	4 (44,4)	5 (55,6)	
En geniş yerinde tümör çapı (mm)*		32,0 (9,0-110,0)	57,0 (12,0-127,0)	<0,001 ^b
Kenar özelliği	Düzenli	4 (40,0)	6 (60,0)	0,714 ^c
	Düzensiz	93 (51,4)	88 (48,6)	
	Konsolidasyon	4 (44,4)	5 (55,6)	
Kaviteasyon	Var	11 (55,0)	9 (45,0)	0,671 ^a
	Yok	90 (50,0)	90 (50,0)	
Plevra tabanlı	Evet	26 (29,9)	61 (70,1)	<0,001 ^a
	Hayır	75 (66,4)	38 (33,6)	
Diyaframa olan uzaklık (mm)		90,0 (0,0-240,0)	81,0 (0,0-225,0)	>0,999 ^b
Amfizem varlığı	Var	44 (50,0)	44 (50,0)	0,900 ^a
	Yok	57 (50,9)	55 (49,1)	
Plevra-fissür çekintisi	Var	92 (49,2)	95 (50,8)	0,162 ^c
	Yok	9 (69,2)	4 (30,8)	
Fibrotik zemin	Var	4 (26,7)	11 (73,3)	0,055 ^c
	Yok	97 (52,4)	88 (47,6)	
Patoloji sonucu	Benign	18 (56,3)	14 (43,8)	0,814 ^c
	KHAK	5 (41,7)	7 (58,3)	
	KHDAK	56 (48,3)	60 (51,7)	
	Diğer malign/metastaz	8 (50,0)	8 (50,0)	

^a Ki-kare testi, ^b Mann Whitney U testi, ^c Fisher testi

* Ortanca (Minimum-Maksimum) değerleri sunulmuştur.

Pnömotoraks gelişimi ile işlem tekniğiyle ilgili değiştirilebilir parametreler arasındaki ilişki incelendiğinde; iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe, plevra geçiş sayısı ve işlem süresi ile pnömotoraks gelişimi arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Pnömotoraks gelişen işlemlerde gelişmeyen işlemlere göre lezyon-plevra arası mesafe, plevra geçiş sayısı ve işlem süresi daha yüksek bulunmuştur (sırasıyla p=0,004, p<0,001 ve p<0,001). İşlem pozisyonu, iğne tipi, plevral efüzyon varlığı, plevra açısı, fissür geçişi, parca sayısı, otolog kan uygulaması, alınan doz ve örnek yeterliliği ile pnömotoraks gelişimi arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. (Tablo 4.7).

Tablo 4.7: İşlem tekniği ile ilgili değiştirilebilir parametreler ile pnömotoraks arasındaki ilişkinin incelenmesi

		Pnömotoraks		p
		Var	Yok	
		n (%)	n (%)	
İşlem pozisyonu	Supin	17 (32,7)	35 (67,3)	0,943 ^a
	Prone	38 (30,2)	88 (69,8)	
	Dekübit	7 (31,8)	15 (68,2)	
İğne tipi	İİAB	9 (32,1)	19 (67,9)	0,888 ^a
	Tru-cut	53 (30,8)	119 (69,2)	
İğne traktında lezyon-plevra arası mesafe (mm)*		8,5 (0,0-58,0)	0,5 (0,0-52,0)	0,004^b
Plevral efüzyon varlığı	Var	2 (33,3)	4 (66,7)	>0,999 ^c
	Yok	60 (30,9)	134 (69,1)	
Plevra açısı (derece)*		70,0 (26,0-89,0)	76,0 (18,0-90,0)	0,150 ^b
Plevra geçiş sayısı**		1,7 ± 1,2	1,2 ± 0,6	<0,001^d
Fissür geçişi	Var	5 (55,6)	4 (44,4)	0,139 ^c
	Yok	57 (29,8)	134 (70,2)	
İşlem süresi (dk)*		4,3 (1,0-29,5)	2,0 (0,5-29,0)	<0,001^b
Parça sayısı**		2,7 ± 1,3	2,8 ± 1,3	0,834 ^d
Otolog kan	Var	39 (32,0)	83 (68,0)	0,711 ^a
	Yok	23 (29,5)	55 (70,5)	
Alınan doz (dlp; mGy*cm)*		622 (176-2179)	525 (53-1673)	0,071 ^b
Yeterlilik	Yetersiz	6 (25,0)	18 (75,0)	0,498 ^a
	Yeterli	56 (31,8)	120 (68,2)	

^a Ki-kare testi, ^b Mann Whitney U testi, ^c Fisher testi, ^d Bağımsız gruplarda T testi

* Ortanca (Minimum-Maksimum) değerleri sunulmuştur. ** Ortalama ± Standart Sapma değerleri sunulmuştur

Parankimal hemoraji gelişimi ile işlem tekniğiyle ilgili değiştirilebilir parametreler arasındaki ilişki incelendiğinde iğne tipi, iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe, plevra geçiş sayısı, işlem süresi ve parça sayısı ile parankimal hemoraji gelişimi arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur. İİAB tekniğiyle yapılan işlemlerde parankimal hemoraji gelişme oranı tru-cut tekniğiyle yapılan işlemlere göre daha yüksek bulunmuştur (p=0,008). Parankimal hemoraji gelişen işlemlerde gelişmeyen olgulara göre iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe, plevra geçiş sayısı, işlem süresi daha yüksek bulunmuştur (sırasıyla p<0,001, p<0,001, p<0,001). Biyopsi sırasında alınan parça sayısı ile parankimal hemoraji gelişimi arasında ise ters ilişki saptanmıştır (p=0,005). İşlem pozisyonu, plevral efüzyon varlığı, plevra açısı, fissür geçişi, otolog kan uygulaması, alınan doz ve örnek yeterliliği ile Parankimal hemoraji gelişimi arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (Tablo 4.8).

Tablo 4.8: İşlem tekniği ile ilgili değiştirilebilir parametreler ile parankimal hemoraji arasındaki ilişkinin incelenmesi

		Parankimal hemoraji		P
		Var	Yok	
		n (%)	n (%)	
İşlem pozisyonu	Supin	20 (38,5)	32 (61,5)	0,497 ^a
	Prone	37 (29,4)	89 (70,6)	
	Dekübit	7 (31,8)	15 (68,2)	
İğne tipi	İİAB	15 (53,6)	13 (46,4)	0,008^a
	Tru-cut	49 (28,5)	123 (71,5)	
İğne traktında lezyon-plevra arası mesafe (mm)*		17,3 (0,0-58,0)	0,0 (0,0-52,0)	<0,001^b
Plevral efüzyon varlığı	Var	0 (0,0)	6 (100,0)	0,180 ^c
	Yok	64 (33,0)	130 (67,0)	
Plevra açısı (derece)*		73,5 (23,0-90,0)	75,0 (18,0-90,0)	0,604 ^b
Plevra geçiş sayısı**		1,7 ± 1,3	1,2 ± 0,5	<0,001^d
Fissür geçişi	Var	4 (44,4)	5 (55,6)	0,471 ^c
	Yok	60 (31,4)	131 (68,6)	
İşlem süresi (dk)*		5,0 (1,0-29,5)	2,0 (0,5-22,0)	<0,001^b
Parca sayısı**		2,4 ± 1,4	2,9 ± 1,2	0,005^d
Otolog kan	Var	39 (32,0)	83 (68,0)	0,990 ^a
	Yok	25 (32,1)	53 (67,9)	
Alınan doz (dlp; mGy*cm)*		583 (177-2179)	525 (53-1673)	0,396 ^b
Yeterlilik	Yetersiz	10 (41,7)	14 (58,3)	0,279 ^a
	Yeterli	54 (30,7)	122 (69,3)	

^a Ki-kare testi, ^b Mann Whitney U testi, ^c Fisher testi, ^d Bağımsız gruplarda T testi

* Ortanca (Minimum-Maksimum) değerleri sunulmuştur. ** Ortalama ± Standart Sapma değerleri sunulmuştur

Pnömotoraks ve/veya hemoraji gelişimi ile işlem tekniğiyle ilgili değiştirilebilir parametreler arasındaki ilişki incelendiğinde; iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe, plevra geçiş sayısı ve işlem süresi ile pnömotoraks ve/veya hemoraji gelişimi arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Pnömotoraks ve/veya hemoraji gelişen işlemlerde gelişmeyenlere göre iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe, plevra geçiş sayısı ve işlem süresi daha yüksek bulunmuştur (tümü için $p<0,001$). İşlem pozisyonu, iğne tipi, plevral efüzyon varlığı, plevra açısı, fissür geçişi, parca sayısı, otolog kan uygulaması, alınan doz ve örnek yeterliliği ile pnömotoraks ve/veya parankimal hemoraji gelişimi arasında anlamlı ilişki bulunamamıştır (Tablo 4.9).

Pnömotoraks gelişiminin değerlendirilen tüm parametrelere göre öngörülüp öngörülemediğinin incelenmesi ve varsa pnömotoraks gelişiminin kestiriminde bir

eşik değerin belirlenmesi için ROC eğrisi analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre pnömotoraks gelişiminin öngörülebilmesi için tümör çapı, iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe, işlem süresi ve plevra geçiş sayısı için anlamlı eşik değerler belirlenmiştir. Tespit edilen eşik değerler ve bu değerlere ait sensitivite, spesifite, pozitif prediktif değer, negatif prediktif değer, eğri altında kalan alan ve %95 güven aralığı değerleri tabloda sunulmuştur (Tablo 4.10).

Tablo 4.9: Pnömotoraks ve/veya hemoraji gelişimi ile işlem tekniğiyle ilgili değiştirilebilir parametreler arasındaki ilişkinin incelenmesi

		Pnömotoraks ve/veya hemoraji		p
		Var	Yok	
		n (%)	n (%)	
İşlem pozisyonu	Supin	28 (53,8)	24 (46,2)	0,742 ^a
	Prone	61 (48,4)	65 (51,6)	
	Dekübit	12 (54,5)	10 (45,5)	
İğne tipi	İİAB	18 (64,3)	10 (35,7)	0,116 ^a
	Tru-cut	83 (48,3)	89 (51,7)	
İğne traktında lezyon-plevra arası mesafe(mm)*		13,0 (0,0-58,0)	0,0 (0,0-52,0)	<0,001 ^b
Plevral efüzyon varlığı	Var	2 (33,3)	4 (66,7)	0,442 ^c
	Yok	99 (51,0)	95 (49,0)	
Plevra açısı (derece)*		73,0 (23,0-90,0)	76,0 (18,0-90,0)	0,302 ^b
Plevra geçiş sayısı**		1,6 ± 1,1	1,1 ± 0,4	<0,001 ^d
Fissür geçişi	Var	7 (77,8)	2 (22,2)	0,170 ^c
	Yok	94 (49,2)	97 (50,8)	
İşlem süresi (dk)*		4,0 (1,0-29,5)	2,0 (0,5-18,0)	<0,001 ^b
Parça sayısı**		2,6 ± 1,3	2,9 ± 1,3	0,101 ^d
Otolog kan	Var	63 (51,6)	59 (48,4)	0,687 ^a
	Yok	38 (48,7)	40 (51,3)	
Alınan doz (dlp; mGy*cm)*		595 (176-2179)	519 (53-1673)	0,151 ^b
Yeterlilik	Yetersiz	14 (58,3)	10 (41,7)	0,413 ^a
	Yeterli	87 (49,4)	89 (50,6)	

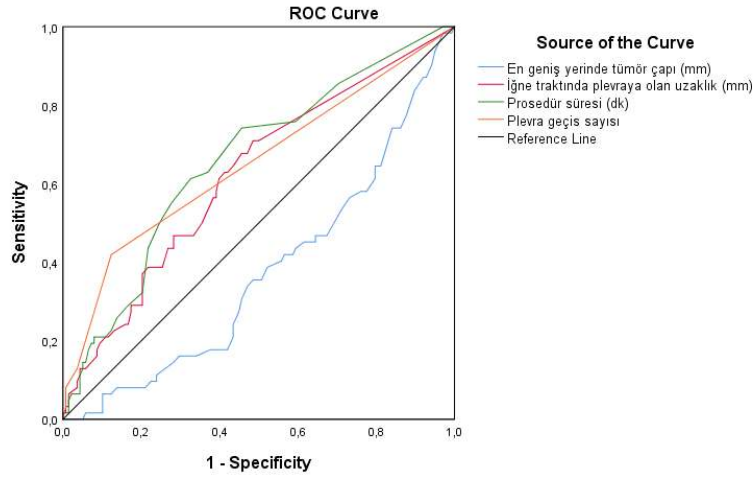
^a Ki-kare testi, ^b Mann Whitney U testi, ^c Fisher testi, ^d Bağımsız gruplarda T testi

* Ortanca (Minimum-Maksimum) değerleri sunulmuştur. ** Ortalama ± Standart Sapma değerleri sunulmuştur.

Tablo 4.10: Pnömotoraks gelişiminin kestirimi ve eşik değerlerin belirlenmesi için ROC eğrisi analizi

	Eşik	SN	SP	+PD	-PD	EAA	%95 GA	P*
En geniş yerinde tümör çapı (mm)	≤55	82,2	42,0	38,9	84,1	0,374	(0,292-0,456)	0,004
İğne traktında lezyon-plevra arası mesafe (mm)	>1	70,9	51,4	39,6	79,8	0,621	(0,537-0,705)	0,006
İşlem süresi (dk)	>3	61,2	67,9	45,8	79,5	0,659	(0,577-0,740)	<0,001
Plevra geçiş sayısı	>1	41,9	87,6	60,5	77,1	0,649	(0,562-0,737)	0,001
Yaş						0,489	(0,404-0,574)	0,804
Alınan doz (DLP)						0,58	(0,494-0,666)	0,071
Plevra açısı						0,436	(0,353-0,519)	0,150
Parça sayısı						0,496	(0,410-0,581)	0,922
Diyaframa olan uzaklık						0,48	(0,397-0,563)	0,651

*Roc Eğrisi Analizi, SN:sensitivite, SP:spesifite, +PD:pozitif prediktif değer, -PD:negatif prediktif değer, EAA:eğri altında kalan alan, %95GA:%95 güven aralığı



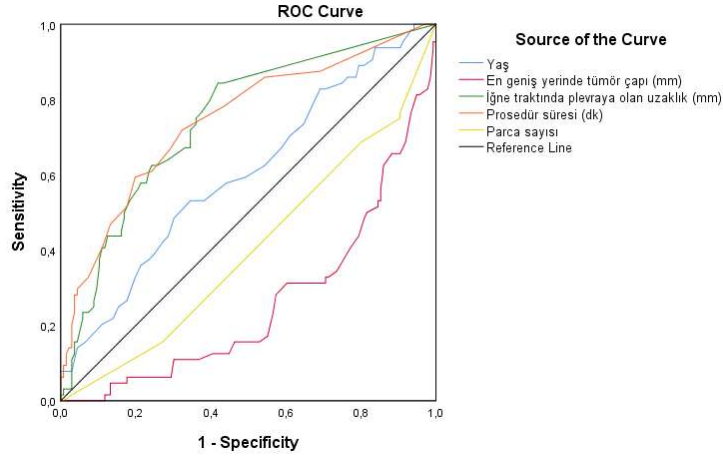
Grafik 4.1

Parankimal hemoraji gelişiminin değerlendirilen tüm parametrelere göre öngörülüp öngörülemediğinin incelenmesi ve varsa parankimal hemoraji gelişiminin kestiriminde bir eşik değer belirlenmesi için ROC eğrisi analizi gerçekleştirilmiştir. Analizlere göre parankimal hemoraji gelişiminin öngörülebilmesi için yaş, tümör çapı, iğne traktında lezyon plevra arası mesafe, işlem süresi, parça sayısı ve plevra geçiş sayısı için anlamlı eşik değerler belirlenmiştir. Tespit edilen eşik değerler ve bu değerlere ait sensitivite, spesifite, pozitif prediktif değer, negatif prediktif değer, eğri altında kalan alan ve %95 güven aralığı değerleri aşağıdaki tabloda sunulmuştur (Tablo 4.11).

Tablo 4.11: Parankimal hemoraji gelişiminin kestirimi ve eşik değerlerin belirlenmesi için ROC eğrisi analizi

	Eşik	SN	SP	+PD	-PD	EAA	%95 GA	P*
Yaş	>66	53,13	65,44	42	74,8	0,602	(0,517-0,686)	0,020
En geniş yerinde tümör çapı (mm)	≤36	68,75	70,59	52,4	82,8	0,260	(0,187-0,334)	<0,001
İğne traktında lezyon-plevra arası mesafe (mm)	>1	84,37	58,09	48,6	88,8	0,745	(0,672-0,818)	<0,001
İşlem süresi (dk)	>2,5	71,87	67,65	51,1	83,6	0,745	(0,670-0,821)	<0,001
Parça sayısı	≤1	25	90,44	55,2	71,9	0,403	(0,318-0,487)	0,027
Plevra geçiş sayısı	>1	35,94	85,29	53,5	73,9	0,610	(0,523-0,698)	0,012
Alınan doz (DLP)						0,537	(0,452-0,623)	0,396
Plevra açısı						0,477	(0,390-0,565)	0,604
Diyaframa olan uzaklık (mm)						0,523	(0,439-0,608)	0,592

*Roc Eğrisi Analizi, SN:sensitivite, SP:spesifite, +PD:pozitif prediktif değer, -PD:negatif prediktif değer, EAA:eğri altında kalan alan, %95GA:%95 güven aralığı



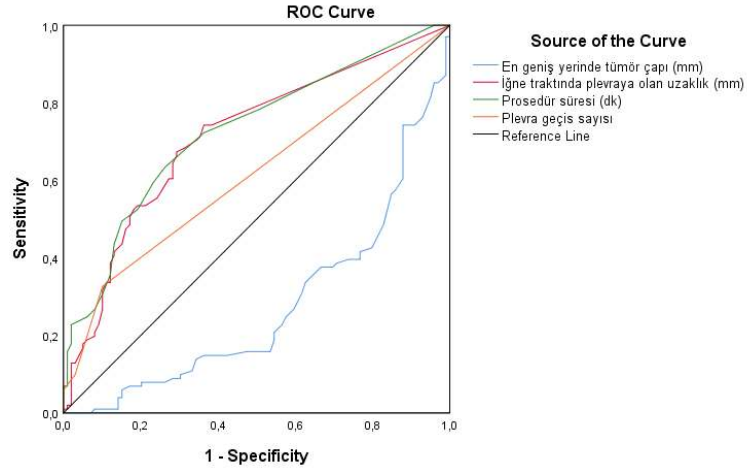
Grafik 4.2

Pnömotoraks ve/veya hemoraji gelişiminin incelenen tüm parametrelere göre öngörülüp öngörülemediğinin incelenmesi ve varsa pnömotoraks ve/veya hemoraji gelişiminin kestiriminde bir eşik değer belirlenmesi için ROC eğrisi analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre pnömotoraks ve/veya hemoraji gelişiminin öngörülebilmesi için tümör çapı, iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe, işlem süresi ve plevra geçiş sayısı için anlamlı eşik değerler belirlenmiştir. Tespit edilen eşik değerler ve bu değerlere ait sensitivite, spesifite, pozitif prediktif değer, negatif prediktif değer, eğri altında kalan alan ve %95 güven aralığı değerleri aşağıdaki tabloda sunulmuştur (Tablo 4.12).

Tablo 4.12: Pnömotoraks ve/veya hemoraji gelişiminin kestirimi ve eşik değerlerin belirlenmesi için ROC eğrisi analizi

	Eşik	SN	SP	+PD	-PD	EAA	%95 GA	P*
En geniş yerinde tümör çapı (mm)	≤55	84,16	53,54	64,9	76,8	0,275	(0,205-0,345)	<0,001
İğne traktında lezyon-plevra arası mesafe (mm)	>4	67,33	70,71	70,1	68	0,713	(0,641-0,785)	<0,001
İşlem süresi (dk)	>2,5	63,37	73,74	71,1	66,4	0,726	(0,656-0,796)	<0,001
Plevra geçiş sayısı	>1	32,67	89,9	76,7	56,7	0,614	(0,536-0,692)	0,005
Yaş						0,556	(0,476-0,635)	0,173
Alınan doz (DLP)						0,559	(0,479-0,638)	0,151
Plevra açısı						0,458	(0,378-0,538)	0,302
Parça sayısı						0,453	(0,374-0,533)	0,255
Diyaframa olan uzaklık (mm)						0,5	(0,419-0,581)	>0,999

*Roc Eğrisi Analizi, SN:sensitivite, SP:spesifite, +PD:pozitif prediktif değer, -PD:negatif prediktif değer, EAA:eğri altında kalan alan, %95GA:%95 güven aralığı



Grafik 4.3

Pnömotoraks gelişiminin bağımsız belirleyicilerinin tespiti için Lojistik Regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Regresyon analizi sonucunda işlem süresi, plevra geçiş sayısı ve fissür geçişi varlığı bağımsız birer risk faktörü olarak tespit edilmiştir. İşlem süresi 3 dk üzerinde olan PTB işlemlerinde pnömotoraks riski, 3 dk ve altında olanlara göre 2,121 kat yüksektir ($p=0,036$). Plevra geçiş sayısı multipl olan işlemlerde pnömotoraks riski, tek geçiş yapılan işlemlere göre 4,028 kat yüksektir ($p<0,001$). Fissür geçişi bulunan işlemlerde pnömotoraks riski fissür geçişi bulunmayanlara göre 3,853 kat yüksektir ($p=0,001$) (Tablo 4.13).

Tablo 4.13: Pnömotoraks gelişiminin bağımsız belirleyicilerinin Lojistik Regresyon analizi ile tespiti

	OR	%95 GA - Alt Sınır	%95 GA – Üst Sınır	P
Tümör çapı (>55 mm vs ≤55 mm)	2,107	0,933	4,757	0,073
İşlem süresi (≤3 dk vs >3 dk)	2,121	1,050	4,282	0,036
Plevra geçiş (≤1 vs >1)	4,028	1,976	8,208	<0,001
Fissür geçişi (Var)	3,853	1,693	8,772	0,001

Modele alınan değişkenler: Yaş, Cinsiyet, Tümör çapı, Plevra tabanlı, İğne traktı plevra uzaklık, Alınan doz (dlp), İşlem süresi, Plevra açısı (derece), Plevra-fissür çekintisi, Plevra geçiş, Fissür geçişi, Kaviteasyon.

Parankimal hemoraji gelişiminin bağımsız belirleyicilerinin tespiti için Lojistik Regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Regresyon analizi sonucunda yaş, tümör çapı, iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe ve işlem süresi bağımsız birer risk faktörü olarak tespit edilmiştir. 66 yaş üzeri olgulara yapılan PTB işlemlerinde parankimal hemoraji riski, 66 yaş ve altındaki olgulara yapılan işlemlere göre 3,682 kat yüksektir ($p<0,001$). Tümör çapı 36 mm ve altında olan işlemlerde parankimal hemoraji riski, tümör çapı 36 mm üzerinde olanlara göre 3,899 kat yüksektir ($p<0,001$). İğne traktında lezyon-plevra arası mesafe 1 mm üzerinde olan işlemlerde parankimal hemoraji riski, 1 mm ve altında olanlara göre 3,148 kat yüksektir ($p<0,001$). İşlem süresi 2,5 dk üzerinde olan işlemlerde parankimal hemoraji riski, 2,5 dk ve altında olanlara göre 3,074 kat yüksektir ($p=0,002$) (Tablo 4.14).

Tablo 4.14: Parankimal hemoraji gelişiminin bağımsız belirleyicilerinin Lojistik Regresyon analizi ile tespiti

	OR	%95 GA - Alt Sınır	%95 GA – Üst Sınır	P
Yaş (≤66 vs >66)	3,682	1,822	7,439	<0,001
Tümör çapı (>36 mm vs ≤36 mm)	3,899	1,961	7,751	<0,001
İğne traktında lezyon-plevra arası mesafe (≤1 mm vs >1 mm)	3,148	1,570	6,313	<0,001
İşlem süresi (≤2,5 dk vs >2,5 dk)	3,074	1,518	6,225	0,002

Modele alınan değişkenler: Yaş, Cinsiyet, Tümör çapı, uzaklık, iğne tipi, İşlem süresi, Parca sayısı, Plevra geçiş sayısı, Plevral efüzyon varlığı.

Pnömotoraks ve/veya hemoraji gelişiminin bağımsız belirleyicilerinin tespiti için Lojistik Regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Regresyon analizi sonucunda cinsiyet, tümör çapı, iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe, işlem süresi ve plevra geçiş sayısı bağımsız birer risk faktörü olarak tespit edilmiştir. Erkek olgularda yapılan PTB işlemlerinde pnömotoraks ve/veya hemoraji riski, kadınlara yapılan işlemlere

göre 2,182 kat yüksektir ($p=0,039$). Tümör çapı 55 mm ve altında olan işlemlerde pnömotoraks ve/veya hemoraji riski, 55 mm üzerinde olanlara göre 4,746 kat yüksektir ($p<0,001$). İğne traktında lezyon-plevra arası mesafe 4 mm üzerinde olan işlemlerde pnömotoraks ve/veya hemoraji riski, 4 mm ve altında olanlara göre 3,283 kat yüksektir ($p=0,001$). İşlem süresi 2,5 dk üzerinde olan biyopsilerde pnömotoraks ve/veya hemoraji riski, 2,5 dk ve altında olanlara göre 2,165 kat yüksektir ($p=0,034$). Multipl plevral geçiş yapılan işlemlerde pnömotoraks ve/veya hemoraji riski, tek geçiş yapılan işlemlere göre 2,705 kat yüksektir ($p=0,021$) (Tablo 4.15).

Tablo 4.15: Pnömotoraks ve/veya hemoraji gelişiminin bağımsız belirleyicilerinin Lojistik Regresyon analizi ile tespiti

	OR	%95 GA - Alt Sınır	%95 GA – Üst Sınır	P
Cinsiyet (Erkek)	2,182	1,040	4,580	0,039
Tümör çapı (>55 mm vs ≤55mm)	4,746	2,151	10,471	<0,001
İğne traktında lezyon-plevra arası mesafe (≤4 mm vs >4 mm)	3,283	1,628	6,621	0,001
İşlem süresi (≤2,5 dk vs >2,5 dk)	2,165	1,060	4,421	0,034
Fibrotik zemin (Yok)	3,331	0,882	12,587	0,076
Plevra geçiş sayısı (≤1 vs >1)	2,705	1,166	6,278	0,021
Fissür geçişi (Var)	3,544	0,894	14,053	0,072

Modele alınan değişkenler: Cinsiyet, Yaş, tümör çapı, Plevra tabanlı, uzaklık, İğne tipi, Alınan doz (dlp), İşlem süresi, Parça sayısı, Plevra-fissür çekintisi, Fibrotik zemin, Plevra geçiş sayısı, Fissür geçişi.

Patoloji sonucuna göre cinsiyet, yaş, tümör çapı ve iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe verileri karşılaştırıldığında cinsiyet ve yaş verileri ile istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler elde edilmiştir. Post hoc analiz sonuçlarına göre kadınlarda benign tümörler ve diğer malign/metastatik tümörler, erkeklerde ise KHAK ve KHDAK daha yüksek bulunmuştur ($p=0,002$). KHAK ve KHDAK olgularında, benign tanıli olgulara göre yaş değerleri daha yüksek bulunmuştur ($p=0,022$). Tümör çapı ve iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe ile patoloji sonucu arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (Tablo 4.16).

Tablo 4.16: Patoloji sonuçları ile cinsiyet, yaş, tümör çapı ve iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe parametrelerinin arasındaki ilişkinin incelenmesi

		Patoloji sonucu				p
		Benign	KHAK	KHDAK	Diğer malign/metastaz	
		N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	
Cinsiyet	Kadın	10 (19,2)	1 (1,9)	30 (57,7)	11 (21,2)	0,002^a
	Erkek	22 (17,7)	11 (8,9)	86 (69,4)	5 (4,0)	
Yaş		58,5 (5,0-82,0)	65,5 (55,0-87,0)	65,0 (43,0-87,0)	60,0 (20,0-79,0)	0,022^b
Tümör çapı (mm)		34,5 (9,0-102,0)	36,5 (21,0-127,0)	51,5 (10,0-118,0)	31,0 (12,0-116,0)	0,055 ^b
İğne traktında lezyon-plevar arası mesafe (mm)		2,5 (0,0-43,0)	6,0 (0,0-52,0)	4,3 (0,0-58,0)	4,5 (0,0-37,0)	0,938 ^b

^a Ki-kare testi ^b Kruskal Wallis testi

İğne tipine göre elde olunan materyalin histopatolojik tanı için yeterlilik düzeyleri incelendiğinde ise İİAB biyopsilerinde yeterlilik oranı Tru-cut biyopsilere göre anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ($p<0,001$) (Tablo 4.17).

Tablo 4.17: İğne tipine göre PTB ile elde olunan materyalin histopatolojik tanı için yeterliliğinin incelenmesi

		Yeterlilik		p
		Yetersiz	Yeterli	
		n (%)	n (%)	
İğne tipi	İİAB	10 (35,7)	18 (64,3)	<0,001
	Tru-cut	14 (8,1)	158 (91,9)	

Ki-kare testi

5. TARTIŞMA

Akciğer kanseri kadın ve erkeklerde günümüzde kanser ile ilişkili ölümlerin en sık nedenidir (1,23). 2020 yılında dünyada akciğer kanseri ile ilişkili olarak yaklaşık 1.8 milyon insan hayatını kaybetmiştir (1). Görüntüleme tetkikleri ile ilgili teknolojik gelişmeler, toplumsal sağlık bilincinin yükselmesi ve kanser riski yüksek olgularda düşük doz Toraks BT ile tarama oranlarının artışına bağlı olarak saptanan akciğer lezyonların miktarında da artış görülmektedir (7,8). İzlenen lezyonların kesin tanısı için tek başına görüntüleme tetkikleri yeterli değildir. Doğru tanı ve uygun tedavi için lezyonlardan doku örneği alınarak histopatolojik, genetik ve moleküler inceleme yapılması gerekmektedir (10,11,23).

GLOBOCAN verilerine göre 2020 yılında 2.21 milyon yeni akciğer kanseri olgusu saptanmıştır. Bu insidansın yaklaşık 1.44 milyonu erkek, 770 bini ise kadın olgulardan oluşmaktadır (1). Literatürde mevcut olan sosyodemografik ve epidemiyolojik incelemelerde akciğer kanseri insidansının 65-84 yaşları arasında pik yaptığı görülmüştür (52,53). Akciğer kanseri olgularının büyük bölümü KHAK ve KHDAK olmak üzere iki grupta sınıflanmaktadır. Global istatistiksel verilerde KHDAK tüm akciğer kanseri olgularının %80-85'ini; KHAK olguları ise tüm olguların %10-15'ini oluşturmaktadır (2,24,52). Çalışmamızda erkek olgulara yapılan işlemlerde KHAK %8,9, KHDAK ise %69.4 oranında saptanmış olup kadın olgulara yapılan işlemlere göre anlamlı yüksek bulunmuştur (sırasıyla %1,9 ve %57,7). KHAK ve KHDAK tanısı alan olgularda yaş değerleri, benign histopatolojik tanı alan olgulara göre yüksek bulunmuştur. Bulgularımız literatür verileri ile uyum göstermektedir (52,53). Örneklemimizde biyopsi örneği yeterli bulunan olguların histopatolojik değerlendirmesinde %66'sı KHDAK, %18'i benign, %7'si ise KHAK tanısı almıştır ve bu veriler global istatistikler ile uyumludur (52,53).

Akciğer nodüllerinde kanser riskinin saptanmasına yönelik yapılan çalışmalarda nodül boyutunun büyüklüğüne bağlı olarak malignite riskinin arttığı belirlenmiştir (54–56). 2010’da yaptıkları çalışmada Yang F. ve arkadaşları, KHDAK olgularında tümör boyutu ile hastalık evresi arasında pozitif ilişki gözlemlemiştir (57). Yaptığımız incelemelerde lezyon boyutu ile histopatolojik sonuçlar arasında istatistiksel anlamlı ilişki saptanamamıştır.

BT kılavuzluğunda perkütan transtorasik biyopsi, akciğer lezyonlarının tanısında oldukça sık kullanılan, minimal invazif ve güvenilir bir yöntemdir. Tanısal başarı oranı %90’ın üzerine çıkmaktadır (8,14,16,17,44,58–60). İşlemin teknik başarısı ise hedeflenen akciğer lezyonundan, gözle görülür doku örneği elde olunması şeklinde tanımlanabilmektedir (58). Elde olunan örneğin histopatolojik inceleme ve tanı için yeterliliği değerlendirildiğinde %84-95 oranında yeterli doku elde edilebildiği belirlenmiştir (6,9,11,14,49). PTB işlemi genellikle tru-cut biyopsi veya İİAB tekniği ile gerçekleştirilmektedir. Kullanılan iğne tipine bağlı olarak elde olunan örnek yeterliliği de farklılık göstermektedir. İİAB için %80-91, tru-cut biyopsi için ise %84-99 oranlarında örnek yeterliliği görülmektedir (9,11,14). Çalışmamızda örnekleme dahil edilen tüm PTB işlemlerinde, hedef lezyondan gözle görülebilir örnek elde edilmiş olup teknik başarı %100’dür. İşlemler sonunda elde olunan örneklerin histopatolojik inceleme için yeterliliği değerlendirildiğinde %88 oranında yeterlilik bulunmuştur. İğne tipine göre yeterliliğe bakıldığında ise tru-cut biyopsi işlemlerinde yeterlilik, İİAB işlemlerine göre istatistiksel anlamlı yüksek bulunmuştur. İİAB işlemlerinde %36 oranında yetersiz materyal elde edilmiş olup literatürde belirtilen verilere göre bu oran yüksektir. Çalışmamızda İİAB ağırlıklı olarak küçük boyutlu lezyonlarda tercih edilmesi, işlem sırasında komplikasyon riskini artırmamak adına temkinli yaklaşılması, sitolojik değerlendirme tekniği ve uygulayıcı ile ilgili faktörler nedeniyle çalışmamızda İİAB yeterlilik oranının düşük olabileceği düşünülmüştür.

PTB sonucu alınan örneklerin moleküler inceleme için yeterliliği konusunda literatürde yapılan çalışmalarda tru-cut biyopsi için %67-83, İİAB için ise %47 oranında yeterlilik bulunmuştur (10,23). Çalışmamızda moleküler ve genetik inceleme için örneklerin yeterliliği değerlendirilmemiş olup, yalnızca histopatolojik değerlendirme ve sonuç üzerinden yeterlilik çalışılmıştır.

PTB işlemi güvenilir ve minimal invazif bir işlem olmasına rağmen; işleme sekonder pnömotoraks, parankimal hemoraji/hemoptizi, enfeksiyon, hava embolisi, tümöral ekilim gibi komplikasyonlar görülebilmektedir. En sık görülen

komplikasyonları sırasıyla pnömotoraks ve parankimal hemoraji/hemoptizidir (8,11,16,40,41,61–63). PTB'ye sekonder komplikasyon oranları konusunda yapılan çalışmalarda oldukça farklı veriler saptanmıştır (6,7,11,13,16,18,40,48,50,62–64). Otto S. ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışmada tru-cut biyopsi işlemi uygulanmış olgulardan %59'unda komplikasyon geliştiği saptanmıştır. Tedavi gerektiren veya hastane yatışını uzatan komplikasyonlar majör, tedavi gerektirmeyen ve hastan yatış süresini değiştirmeyen komplikasyonlar ise minör komplikasyon olarak sınıflanarak; %39 oranında minör, %21 oranında majör komplikasyon görüldüğü belirlenmiştir (9). Aktaş A. ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise olguların %45'inde komplikasyon izlendiği görülmüştür (62). PTB işlemine sekonder komplikasyon oranını değerlendirmek üzere yapılan en kapsamlı çalışmalardan biri Heerink W. ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. PubMed, Embase, Web of Science ve Cochrane Library veritabanları üzerinde yapılan incelemelerde; en az 50 işlem örnekleme bulunan, komplikasyonları İİAB ve tru-cut biyopsi tekniğine göre ayrı olarak değerlendiren, komplikasyonları değerlendirmek için olgulardan işlem sonunda Toraks BT, işlemden 2 ve 4 saat sonrasında Toraks BT veya akciğer grafi elde olunan, örnek grubu diğer çalışmalarla çakışmayan çalışmalar meta-analiz için örnekleme dahil edilmiştir. 8133 tru-cut biyopsi işlemi, 4620 İİAB işlemi ile yapılan analizde; tru-cut biyopsi uygulanan olgularda genel komplikasyon oranı %39, İİAB işlemi uygulanan olgularda ise %24 olarak bulunmuştur. Tru-cut biyopsi işleminde komplikasyon oranı, İİAB'ye göre anlamlı olarak yüksek saptanmıştır(8). PTB'ye sekonder hava embolisi, tümöral ekilim ve enfeksiyon gibi komplikasyonlar oldukça nadir görülmektedir (8,9,16,41,49). Bu sebeple çalışmamız kapsamına bu komplikasyonlar dahil edilmemiştir.

Literatürde en sık görülen ve en sık çalışılan komplikasyonları olması nedeniyle çalışmamızda pnömotoraks ve parankimal hemoraji oranları ayrı ayrı ve birlikte değerlendirilmiştir. Pnömotoraks ve/veya parankimal hemoraji görülme oranı %50,5 saptanmıştır. Bu oran literatür verileri ile karşılaştırıldığında belirtilen sınırlar içerisinde (8,9,41,62,65,66). Tru-cut biyopsi işlemlerinde pnömotoraks ve/veya parankimal hemoraji görülme oranı %48,3, İİAB işlemlerinde ise %64 bulunmuştur; ancak istatistiksel anlamlı fark saptanmamıştır. Pnömotoraks oranı incelendiğinde PTB işlemlerinin %31'inde pnömotoraks geliştiği görülmüştür. Tru-cut biyopsi ve İİAB işlemleri pnömotoraks görülme sıklığı açısından karşılaştırıldığında anlamlı farklılık saptanmamıştır. Pnömotoraksa sekonder tüp torakostomi ihtiyacı ise tüm

işlemlerin %3'ünde görülmüştür. SIR ve ACR'nin hazırladığı "Quality Improvement Guidelines for Percutaneous Needle Biopsy" yayınında pnömotoraks riski %12-45, tüp torakostomi ihtiyacı ise %2-15 olarak belirtilmiştir (17,41). Örneklem grubumuzda izlenen pnömotoraks sıklığı bu sınırlar içerisinde olsa da CIRSE verilerinin (%25,3; tru-cut biyopsi, %18,8; İİAB) üzerindedir (42). İşlem tekniği ve uygulayıcı ile ilgili faktörlerin bu konuda etkili olduğu düşünülmüştür. Çalışmamızda yalnızca işlem sonucunda akut gelişen pnömotoraks komplikasyonu değerlendirilmiş olup geç dönemde gerçekleşen pnömotoraks olguları incelenmemiştir. Bae K.ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen araştırmada, olguların %30'unda pnömotoraks komplikasyonu izlendiği; bu vakaların %84'ünde akut, %16'sında ise geç dönemde pnömotoraks geliştiği saptanmıştır (48). Parankimal hemoraji sıklığını değerlendirdiğimizde, tüm işlemlerin %32'sinde hemoraji geliştiği belirlenmiştir. Parankimal hemoraji görülme sıklığı üzerine mevcut çalışmalarda oldukça değişken veriler mevcuttur (%4-41) (8,16,20,21). Heerink ve arkadaşları gerçekleştirdikleri meta-analiz çalışmasında tru-cut işlemlerine sekonder %18, İİAB işlemlerine sekonder ise %6,4 oranında parankimal hemoraji komplikasyonu ile karşılaşıldığını belirlemiştir (8). Örneklemimizde gerek tru-cut biyopsi, gerekse İİAB işlemlerine sekonder hemoraji sıklığı bu oranların üzerindedir (sırasıyla %28,5 vs. %53,6). Bu farkın ön planda işlem tekniği ve uygulayıcı ilişkili faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca tru-cut işlemlerinin büyük bölümünde (%71'inde) otolog kan yaması uygulaması yapılmış olup, parankimal hemoraji değerlendirilirken trakt boyunca izlenen 10'mm altında ve düşük dansitede buzlu cam alanları otolog kan enjeksiyonuna sekonder değerlendirilse de; hemoraji ile karışabileceği ve komplikasyon oranının yüksek görülmesinde etkili olabileceği görüşündeyiz. İİAB tekniği kullanılan işlem sayısının (n=28) az olmasının da İİAB işlemine sekonder parankimal hemoraji sıklığının yüksek görülmesinde etkili olabileceğini düşünüyoruz.

PTB işlemine sekonder komplikasyonları etkileyen risk faktörleri üzerine yapılan çalışmalarda olgunun yaşı, biyopsi yapılan lezyon boyutu, lezyon lokalizasyonu, biyopsi iğne kalibrasyonu, iğne traktı uzunluğu, koaksiyel iğne kullanımı, plevra geçiş sayısı, plevra giriş açısı, fissür geçiş sayısı, amfizem, otolog kan yaması uygulanması gibi faktörlerin komplikasyon oranlarını etkilediği görülmüştür (9,17-21,47,48,59,67,68). Pnömotoraks riskini etkileyen faktörlere yönelik değerlendirmelerimizde olgunun demografik özellikleri ve değiştirilemez parametreler incelendiğinde; pnömotoraks gelişen işlemlerde lezyon çapının daha

küçük olduğu ve plevra tabanlı lezyonlarda pnömotoraks oranının daha düşük olduğu saptanmıştır. İşlem tekniğiyle ilgili ve değiştirilebilir faktörlerin pnömotoraks ile ilişkisi incelendiğinde ise; pnömotoraks gelişen olgularda iğne traktında lezyon-plevra arası mesafenin daha uzun, plevra geçiş sayısının ve işlem süresinin daha fazla olduğu gözlenmiştir. İşlem sırasında fissür geçişi bulunan işlemlerde pnömotoraks görülme oranı, fissür geçişi bulunmayan işlemlere göre daha yüksek bulunsada istatistiksel anlamlı fark saptanmamıştır. ROC eğrisi analizi sonucunda tümör çapı, iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe, işlem süresi ve plevra geçiş sayısı için eşik sayıları belirlenmiştir. Pnömotoraks gelişiminin bağımsız faktörlerini tespit etmek üzere, belirlenen eşik değerler kullanılarak yapılan lojistik regresyon analizinde tümör çapı, işlem süresi, plevra geçiş sayısı ve fissür geçişi varlığı bağımsız risk faktörleri olarak saptanmıştır. Pnömotoraks riski işlem süresi > 3dk olan işlemlerde 2,1 kat yüksek bulunmuştur. Multipl plevra geçişi yapılan işlemlerde pnömotoraks riski, tek geçiş yapılan olgulara göre 4 kat; işlem sırasında fissür geçişi bulunan olgularda, fissür geçişi bulunmayan olgulara göre pnömotoraks riski 3,8 kat yüksek olarak saptanmıştır. Tümör çapı ≤ 55 mm olan biyopsi işlemlerinde de risk 2,1 kat yüksek bulunsada sonuç istatistiksel anlamlı değildir. Ruud E.A. ve arkadaşlarının, BT kılavuzluğunda koaksiyel iğne eşliğinde transtorasik tru-cut biyopsi işlemi sonrası pnömotoraks risk faktörlerini değerlendirmek üzere yaptıkları çalışmada; amfizem, küçük lezyon boyutu, lateral dekübit olgu pozisyonu, uzun iğne (prosedür) süresi, koaksiyel iğne ile multipl plevra geçişi, fissür geçişi, kısa plevra-lezyon mesafesi pnömotoraks riskini öngörebilmek için bağımsız risk faktörleri olarak tespit edilmiştir (13). BT kılavuzluğunda transtorasik tru-cut biyopsi işlemi sonucu akut ve geç dönem pnömotoraks oranlarını değerlendiren bir başka çalışmada ise; amfizem, alt lob yerleşimi ve uzun intraparakimal biyopsi traktı işlem sonrası akut pnömotoraks oranlarını artıran faktörler olarak belirlenmiştir (48). Huo Y.R. ve arkadaşları tarafından, BT kılavuzluğunda PTB işlemlerinde pnömotoraks oranlarını değerlendirmek üzere yapılan ve bu konuda en kapsamlı çalışmalardan biri olan sistematik derlemede; işlem pozisyonu, ponksiyon bölgesinin vücuda göre yukarıda kalması, büyük kalibrasyonda iğne kullanımı, fissür geçişi, multipl pleural geçiş, bül geçişi, multipl non-koaksiyel örnek alımı, amfizem, küçük lezyon boyutu, lezyonun pleural tabanlı olmaması, lezyonun akciğerde derin yerleşim göstermesi pnömotoraks için istatistiksel anlamlı risk faktörleri olarak tespit edilmiştir (17). Pnömotoraks risk faktörleri üzerine yapılan çalışmaların birçoğunda amfizem bağımsız risk faktörü

olarak saptanmış olmasına rağmen, çalışmamızda amfizem istatistiksel anlamlı fark yaratmamıştır. Tru-cut biyopsi işlemleri 17G koaksiyel iğne içerisinde 18G yarı-otomatik tru-cut iğne ile, İİAB işlemleri ise 20-22G iğne kullanılarak gerçekleştirilmiş olup; iğne tipi pnömotoraks açısından anlamlı risk faktörü olarak saptanmamıştır. Örneklemimizde bulunan işlemlerin yarıya yakınında (%44) amfizem izlenmiş olup, amfizem izlenen işlemler ile amfizem izlenmeyen işlemler arasında pnömotoraks oranları birbirine çok yakın bulunmuştur. Amfizem varlığının risk faktörü olduğunu belirten birçok yayın bulunması nedeniyle, amfizemli olgulara yapılan PTB işlemlerinde planlamaların ve işlem uygulamasının daha temkinli yapılmış olmasının pnömotoraks oranını düşürmekte etkisi olabileceğini düşünmekteyiz.

BT kılavuzluğunda PTB işlemine sekonder parankimal hemoraji ve risk faktörlerini değerlendiren az sayıda çalışma mevcuttur. BT kılavuzluğunda perkütan transtorasik akciğer tru-cut biyopsilerinde pulmoner hemoraji ve hemoptizi risk faktörlerini değerlendirmek amacıyla, Zhu J. ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; alt lob yerleşimli lezyon, subsolid lezyon, küçük lezyon boyutu, akciğerde derin yerleşimli lezyon ve akciğer metastazı varlığı ile pulmoner hemoraji arasında istatistiksel anlamlı ilişki belirlemiştir (20). İşleme sekonder pnömotoraks ve pulmoner hemoraji risk faktörlerini tespit etmek amacıyla yapılan bir çalışmada ise buzlu cam görünümünde lezyon ve dar plevral giriş açısı, pulmoner hemoraji için bağımsız risk faktörleri olarak saptanmıştır (18). BT kılavuzluğunda PTB işlemine bağlı pulmoner hemoraji sıklığı ve şiddetini değerlendiren başka bir çalışmada, Tai R. ve arkadaşları işleme sekonder kanamaları iğne traktında görülen kanama kalınlığına göre derecelendirmiş, 2 cm kalınlıktan az olan kanamaları düşük, fazla olan kanamaları ise yüksek dereceli olarak sınıflamıştır. Değerlendirmelerinde yüksek dereceli kanamalar için kadın cinsiyet, ileri yaş, amfizem, koaksiyel iğne kullanımı, subplevral olmayan yerleşim, 3 cm veya daha küçük lezyon boyutu ve subsolid lezyon risk faktörü olarak tespit edilmiştir (21). Çalışmamızda demografik özellikler ve değiştirilemez parametreler ile parankimal hemoraji ilişkisi incelendiğinde; parankimal hemoraji görülen işlemlerde yaş değerleri daha yüksek, lezyon çapı daha küçük bulunmuştur. Plevral tabanlı lezyonlara yapılan işlemlerde ise hemoraji görülme oranı daha düşük olarak bulunmuştur. İşlem tekniği ile ilişkili ve değiştirilebilir parametreler ile parankimal hemoraji ilişkisi incelendiğinde ise; parankimal hemoraji gelişen işlemlerde iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe daha uzun, plevra geçiş sayısı daha yüksek, parça sayısı daha az olarak saptanmıştır. İİAB

tekniki ile yapılan biyopsilerde tru-cut biyopsilere göre parankimal hemoraji oranı daha yüksek tespit edilmiştir. Eşik değerleri belirlenerek yapılan lojistik regresyon analizinde yaş, tümör çapı, iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe ve işlem süresi bağımsız istatistiksel anlamlı risk faktörleri olarak saptanmıştır. Parankimal hemoraji riski; olgu yaşı >66 olan işlemlerde 3,7 kat, tümör çapı ≤ 36 mm olan işlemlerde 3,9 kat, iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe >1 mm olan işlemlerde 3,1 kat, işlem süresi >2,5 dk olan işlemlerde ise 3,1 kat yüksek tespit edilmiştir. Önceki literatür verileri ile karşılaştırdığımızda, oranlarda farklılıklar görülmekle birlikte, parankimal hemoraji risk faktörleri yönünden verilerimiz uyumludur.

Literatür taraması sırasında gördüğümüz kadarıyla birçok çalışmada parankimal hemoraji ve pnömotoraks risk faktörleri ayrı olarak değerlendirilmiştir. Pnömotoraks ve/veya parankimal hemoraji gelişme riskini birlikte değerlendirerek bağımsız risk faktörlerini inceleyen bir çalışmaya bilgilerimiz dahilinde ulaşamamıştır. Örneklemimizde pnömotoraks ve/veya parankimal hemoraji komplikasyonu ile incelenen tüm parametreler arasındaki ilişki değerlendirildiğinde; komplikasyon gelişen olgularda lezyon çapı daha küçük, lezyonun plevral tabanlı olma oranı daha düşük, iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe daha uzun, plevra geçiş sayısı daha fazla, işlem süresi ise daha uzun olarak saptanmıştır ve bu bulgular istatistiksel olarak anlamlıdır. Belirlenen eşik değerleri kullanılarak bağımsız risk faktörleri incelendiğinde, pnömotoraks ve/veya hemoraji görülme riski; erkek olgulara yapılan işlemlerde 2,2 kat, lezyon çapı ≤ 55 mm olan işlemlerde 4,7 kat, iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe >4 mm olan işlemlerde 3,3 kat, işlem süresi >2,5 dk olan işlemlerde 2,2 kat, multipl plevral geçiş bulunan işlemlerde ise 2,7 kat yüksek tespit edilmiştir. Akciğerde interstisyel hastalık/fibrotik zemin bulunmayan olgulara yapılan biyopsi işlemlerinde ve fissür geçişi bulunan işlemlerde risk yüksek olarak bulunsa da istatistiksel anlamlı fark saptanamamıştır. Geniş örneklemle yapılacak çalışmalarda, belirtilen parametrelerde istatistiksel anlamlı sonuç bulunabileceği görüşündeyiz.

Çalışmamızda parankimal hemoraji, pnömotoraks ve/veya parankimal hemoraji komplikasyonları için iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe, belirlenen eşik değerlerinde bağımsız risk faktörü olarak saptanmıştır (eşik değerleri sırasıyla >1 mm ve >4 mm). Ölçümler yapılırken plevra tabanlı lezyonlarda trakt mesafesi 0 mm olarak kabul edilmiştir. Belirlenen eşik değerleri altında kalan lezyonların büyük bölümü plevral tabanlı yerleşim göstermektedir. Ancak istatistiksel analizler sonucunda iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe bağımsız risk faktörü olarak

tespit edilse de; plevra tabanlı olma özelliği risk faktörü olarak saptanmamıştır. Örneklemimizin yeterince geniş olmamasının buna sebep olduğunu düşünüyöruz. Ayrıca plevral tabanlı lezyonlar dışlanarak trakt üzerinde lezyon-plevra arası mesafe değeriendirilmesi eşik değeri belirlenme sürecinde ve risk katsayısının saptanmasında daha anlamlı sonuç verebilir.



6. KISITLILIKLAR

Çalışmamız tek merkezli olup, güç analizi yapılmış olmasına rağmen, örneklemimizin daha geniş olmaması kısıtlılıklardan biridir. Bu durum incelediğimiz parametrelerden bazılarında homojen dağılım olmamasına da neden olmuştur. Örneklemimiz işlem bazlı değerlendirilmiş olup sonuçların olgular üzerinden genellemeyecek olması kısıtlılıklardan biridir. 7 olguda biyopsi işlemi tekrarlanmış olup, bu işlemlerin de örneklemimize dahil edilmesi kısıtlılıklardan biridir. Tüm parametrelerin ölçümleri tek gözlemci tarafından farklı zamanlarda iki kez yapılmıştır. Ölçümlerin tek gözlemci tarafından gerçekleştirilmiş olması kısıtlılıklardandır. Çalışma, kurumumuz Girişimsel Radyoloji Bilim Dalı'nda BT kılavuzluğunda gerçekleştirilmiş olan PTB işlemleri retrospektif değerlendirilerek yapılmıştır ve işlem sonunda elde olunan kontrol Toraks BT görüntülerinde pnömotoraks saptanmayan olgular 2 saatlik müşahade odası takibinde semptomatik kötüleşme görülmezse kontrol görüntüleme alınmadan taburcu edilmiştir. İşlem sonrası 2. ve 4. saatlerde kontrol akciğer grafi alınması rutin olarak uygulanmamıştır ve gecikmiş pnömotoraks komplikasyonu değerlendirilememiştir. Bu durum çalışma kısıtlılıklarından biridir. İşlem süresi işlem raporlarında belirtilmemiş olup iğne süresi olarak (biyopsi iğnesinin vücuda ilk girdiği ve lezyon içerisinde hedeflenen bölgeye ulaştığı BT görüntüleri arasındaki süre) görüntüler üzerinden hesaplanmıştır ve bu durum çalışma kısıtlılıklarından biridir. Benign tanı alan lezyonların histopatoloji sonuçları uzun dönem takip edilerek konfirme edilmemiştir ve çalışmamızda işlem diagnostik başarısı değerlendirilmese de, bu durum kısıtlılıklardan biridir. Çalışmamızda kontrol grubu bulunmaması da bir diğer kısıtlılık olarak görülebilir. Bulgularımızın doğrulanması için prospektif, uzun süreli, kontrol grubu bulunan ve geniş örneklemli çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

7. SONUÇ

PTB ile ilişkili akut pnömotoraks risk faktörleri değerlendirildiğinde plevra geçiş sayısı, fissür geçişi bulunması ve işlem süresi bağımsız birer risk faktörü olarak belirlendi. İşlem sırasında multipl plevral geçiş yapılmasının, iğne traktının fissür geçişi göstermesinin ve işlem süresinin uzamasının pnömotoraks riskini artırdığı saptandı.

PTB ile ilişkili parankimal hemoraji risk faktörleri incelendiğinde lezyon çapı, yaş, iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe ve işlem süresi bağımsız birer risk faktörü olarak tespit edildi. Yaş, işlem süresi ve iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe ile parankimal hemoraji riski arasında aynı pozitif, tümör çapı ile parankimal hemoraji riski arasında negatif ilişki gözlemlendi.

PTB ile ilişkili pnömotoraks ve/veya parankimal hemoraji birlikte değerlendirilerek risk faktörleri incelendiğinde; lezyon çapı, iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe, plevra geçiş sayısı, cinsiyet ve işlem süresi bağımsız risk faktörleri olarak tespit edildi. Erkek olgulara yapılan PTB işlemlerinde ve multipl plevral geçiş yapılarak gerçekleştirilen işlemlerde pnömotoraks ve/veya parankimal hemoraji riskinin arttığı gözlemlendi. Lezyon çapı ile risk arasında pozitif, işlem süresi ve iğne traktında lezyon-plevra arası mesafe ile risk arasında ise negatif ilişki saptandı.

PTB'ye sekonder komplikasyonların öngörülmesi ve risk oranının azaltılabilmesi adına işlem öncesinde yaş, cinsiyet ve lezyon çapının değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Çalışmamızda ileri yaşlı erkek olgularda ve küçük boyutlu lezyonlara yönelik yapılan işlemlerde komplikasyon riski yüksek saptandı. Yüksek risk öngörülen olgularda, işlem sonrası komplikasyonlara yönelik hazırlıkların yapılmasının doğru tedavi ve takip için değerli olduğu görüşündeyiz.

İşlem tekniği ile ilişkili değiştirilebilir faktörleri incelediğimizde; işlem tek plevra geçişi ile, fissür geçişi yapılmadan, intraparakimal en kısa mesafe tercih edilerek ve güvenli şekilde en kısa sürede gerçekleştirildiğinde komplikasyon riskinin belirgin düzeyde azaltılabileceğini düşünmekteyiz. Özellikle işlem öncesinde yüksek riskli olarak değerlendirilen olgularda doğru planlama, teknik ve uygulama ile komplikasyon riskinin büyük ölçüde azaltılabileceği kanısındayız. Ayrıca belirlenen risk faktörleri kullanılarak, komplikasyon riskini öngörebilmek adına skorlama yöntemleri de geliştirilebileceğini düşünüyoruz. Ancak başarısı yüksek bir prediktif skorlama yöntemi geliştirmek için PTB işlem tekniği ve olgu takipleri standardize edilmiş, işlem öncesi-sırası ve sonrasında uygun şekilde görüntüleme tetkikleri yapılan, görüntüler üzerinde ölçümlerin standardize edildiği, geniş örneklemli prospektif çalışmalara ihtiyaç olduğu görüşündeyiz.

8. KAYNAKLAR

1. Ferlay J, Colombet M, Soerjomataram I, Parkin DM, Piñeros M, Znaor A, et al. Cancer statistics for the year 2020: An overview. *Int J Cancer*. 2021 Aug 15;149(4):778–89.
2. Panunzio A, Sartori P. Lung Cancer and Radiological Imaging. *Curr Radiopharm*. 2020 May 23;13(3):238–42.
3. Beckles MA, Spiro SG, Colice GL, Rudd RM. Initial Evaluation of the Patient With Lung Cancer: Symptoms, Signs, Laboratory Tests, and Paraneoplastic Syndromes. *Chest*. 2003 Jan 1;123(1):97–104.
4. Gerull WD, Puri V, Kozower BD. The epidemiology and biology of pulmonary metastases. Vol. 13, *Journal of Thoracic Disease*. AME Publishing Company; 2021. p. 2585–9.
5. Mohammed TLH, Chowdhry A, Reddy GP, Amorosa JK, Brown K, Debra J, et al. ACR Appropriateness Criteria s Screening for Pulmonary Metastases. *J Thorac Imaging*. 2011 Feb;26(1).
6. Patel M V, Ahmed O, Jilani D, Zangan S. Computed Tomography-guided Percutaneous Lung Biopsy Impact of Lesion Proximity to Diaphragm on Biopsy Yield and Pneumothorax Rate. *J Thorac Imaging*. 2014 Nov;29(6):344–9.
7. Wang S, Tu J, Chen W. Development and Validation of a Prediction Pneumothorax Model in CT-Guided Transthoracic Needle Biopsy for Solitary Pulmonary Nodule. *Biomed Res Int*. 2019 May 5;2019.
8. Heerink WJ, de Bock GH, de Jonge GJ, Groen HJM, Vliegenthart R, Oudkerk M. Complication rates of CT-guided transthoracic lung biopsy: meta-analysis. *Eur Radiol*. 2017 Jan 1;27(1):138–48.
9. Otto S, Mensel B, Friedrich N, Schäfer S, Mahlke C, Von Bernstorff W, et al. Predictors of technical success and rate of complications of image-guided percutaneous transthoracic lung needle biopsy of pulmonary tumors. *PLoS One*. 2015;10(4).
10. Schneider F, Smith MA, Lane MC, Pantanowitz L, Dacic S, Otori NP. Adequacy of core needle biopsy specimens and fine-needle aspirates for molecular testing of lung adenocarcinomas. *Am J Clin Pathol*. 2015 Feb 1;143(2):193–200.
11. Beslic S, Zukic F, Milisic S. Percutaneous transthoracic CT guided biopsies of lung lesions; Fine needle aspiration biopsy versus core biopsy. *Radiol Oncol*. 2012 Mar 1;46(1):19–22.
12. Yang W, Sun W, Li Q, Yao Y, Lv T, Zeng J, et al. Diagnostic accuracy of CT-guided transthoracic needle biopsy for solitary pulmonary nodules. *PLoS One*. 2015 Jun 25;10(6).

13. Asak Ruud E, Stavem K, Terje Geitung J, Borthne A, Søyseth V, Ashraf H, et al. Predictors of pneumothorax and chest drainage after percutaneous CT-guided lung biopsy: A prospective study. *Eur Radiol*. 2021 Jun;31(6):4243–52.
14. Lee KH, Lim KY, Suh YJ, Hur J, Han DH, Kang MJ, et al. Diagnostic accuracy of percutaneous transthoracic needle lung biopsies: A multicenter study. *Korean J Radiol*. 2019 Aug 1;20(8):1300–10.
15. Boskovic T, Stanic J, Pena-Karan S, Zarogoulidis P, Drevelegas K, Katsikogiannis N, et al. Pneumothorax after transthoracic needle biopsy of lung lesions under CT guidance. *J Thorac Dis*. 2014 Mar;6(Suppl 1):99–107.
16. Wu CC, Maher MM, Shepard JAO. Complications of CT-guided percutaneous needle biopsy of the chest: Prevention and management. *American Journal of Roentgenology*. 2011 Jun;196(6).
17. Yr H, Mv C, Habib AR, Lui I, Pneumothorax RL, Ruth Y, et al. Pneumothorax rates in ct-Guided lung biopsies: a comprehensive systematic review and meta-analysis of risk factors. *Br J Radiol*. 2020 Apr 1;93(1108).
18. Chiu JH, Chang YY, Weng CY, Lee YC, Yeh YC, Chen CK. Risk factors for pneumothorax and pulmonary hemorrhage following computed tomography-guided transthoracic core-needle biopsy of subpleural lung lesions. *J Chin Med Assoc*. 2022 Apr 1;85(4):500–6.
19. Ozturk K, Soylu E, Gokalp G, Topal U. Risk factors of pneumothorax and chest tube placement after computed tomography-guided core needle biopsy of lung lesions: A single-centre experience with 822 biopsies. *Pol J Radiol*. 2018;83:407–14.
20. Zhu J, Qu Y, Wang X, Jiang C, Mo J, Xi J, et al. Risk factors associated with pulmonary hemorrhage and hemoptysis following percutaneous CT-guided transthoracic lung core needle biopsy: A retrospective study of 1,090 cases. *Quant Imaging Med Surg*. 2020 May 1;10(5):1008–20.
21. Tai R, Dunne RM, Trotman-Dickenson B, Jacobson FL, Madan R, Kumamaru KK, et al. Frequency and severity of pulmonary hemorrhage in patients undergoing percutaneous CT-guided transthoracic lung biopsy: Single-institution experience of 1175 cases. *Radiology*. 2016 Apr 1;279(1):287–96.
22. Purandare NC, Rangarajan V. Imaging of lung cancer: Implications on staging and management. *Indian Journal of Radiology and Imaging*. 2015 May 1;25(2):109–20.
23. Alda L Tam, Edward S Kim, J Jack Lee, Joe E Ensor, Marshall E Hicks, Ximing Tang, et al. Feasibility of image-guided transthoracic core-needle biopsy in the BATTLE lung trial. *Journal of Thoracic Oncology*. 2013 Apr;8(4):436–42.
24. Schabath MB, Cote ML. Cancer progress and priorities: Lung cancer. *Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention*. 2019;28(10):1563–79.
25. Nicholson AG, Tsao MS, Beasley MB, Borczuk AC, Brambilla E, Cooper WA, et al. The 2021 WHO Classification of Lung Tumors: Impact of Advances Since 2015. *Journal of Thoracic Oncology*. 2022 Mar 1;17(3):362–87.
26. Finley DJ, Rusch VW. Anatomy of the Pleura. *Thorac Surg Clin*. 2011 May;21(2):157–63.
27. Wang NS. ANATOMY OF THE PLEURA. *Clin Chest Med*. 1998 Aug;19(2):229–40.
28. Yalcin NG, Choong CKC, Eizenberg N. Anatomy and Pathophysiology of the Pleura and Pleural Space. *Thorac Surg Clin*. 2013 Feb;23(1):1–10.
29. Minnich DJ, Mathisen DJ. Anatomy of the Trachea, Carina, and Bronchi. *Thorac Surg Clin*. 2007 Nov;17(4):571–85.

30. Lawrence DA, Branson B, Oliva I, Rubinowitz A. The wonderful world of the windpipe: A review of central airway anatomy and pathology. *Canadian Association of Radiologists Journal*. 2015 Feb 1;66(1):30–43.
31. Laroia AT, Thompson BH, Laroia ST, van Beek EJR. Modern imaging of the tracheo-bronchial tree. *World J Radiol*. 2010;2(7):237–48.
32. Ugalde P, Camargo J de J, Deslauriers J. Lobes, Fissures, and Bronchopulmonary Segments. *Thorac Surg Clin*. 2007 Nov;17(4):587–99.
33. Sealy WC, Connally SR, Dalton ML. Naming the bronchopulmonary segments and the development of pulmonary surgery. *Ann Thorac Surg*. 1993;55(1):184–8.
34. Hollings N, Shaw P. Diagnostic imaging of lung cancer. *European Respiratory Journal*. 2002;19(4):722–42.
35. McCloud TC. IMAGING TECHNIQUES FOR DIAGNOSIS AND STAGING OF LUNG CANCER. *Clin Chest Med*. 2002 Mar;23(1):123–36.
36. Takeshita J, Masago K, Kato R, Hata A, Kaji R, Fujita S, et al. CT-guided fine-needle aspiration and core needle biopsies of pulmonary lesions: A single-center experience with 750 biopsies in Japan. *American Journal of Roentgenology*. 2015 Jan 1;204(1):29–34.
37. Ost DE, Ernst A, Lei X, Kovitz KL, Benzaquen S, Diaz-Mendoza J, et al. Diagnostic yield and complications of bronchoscopy for peripheral lung lesions: Results of the AQUIRE registry. *Am J Respir Crit Care Med*. 2016 Jan 1;193(1):68–77.
38. Khankan AA, Al-Muaikeel M. Image-guided percutaneous transthoracic biopsy in lung cancer - Emphasis on CT-guided technique. *J Infect Public Health*. 2012 Dec;5(SUPPL.1):22–30.
39. Zhou Q, Dong J, He J, Liu D, Tian DH, Gao S, et al. The Society for Translational Medicine: Indications and methods of percutaneous transthoracic needle biopsy for diagnosis of lung cancer. *J Thorac Dis*. 2018 Sep 1;10(9):5538–44.
40. Bourgouin PP, Rodriguez KJ, Fintelmann FJ. Image-Guided Percutaneous Lung Needle Biopsy: How we do it. *Tech Vasc Interv Radiol*. 2021 Sep 1;24(3).
41. Birchard KR. Transthoracic needle biopsy. *Semin Intervent Radiol*. 2011;28(1):87–97.
42. Veltri A, Bargellini I, Giorgi L, Almeida PAMS, Akhan O. CIRSE Guidelines on Percutaneous Needle Biopsy (PNB). *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2017 Oct 1;40(10):1501–13.
43. Klein JS, Zarka MA. TRANSTHORACIC NEEDLE BIOPSY. *Radiol Clin North Am*. 2000 Mar 1;38(2):235–66.
44. Yildirim E, Kirbas I, Harman A, Ozyer U, Tore HG, Aytekin C, et al. CT-guided cutting needle lung biopsy using modified coaxial technique: Factors effecting risk of complications. *Eur J Radiol*. 2009 Apr;70(1):57–60.
45. Maybody M, Muallem N, Brown KT, Moskowitz CS, Hsu M, Zenobi CL, et al. Autologous blood patch injection versus hydrogel plug in ct-guided lung biopsy: A prospective randomized trial. *Radiology*. 2019 Mar 1;290(3):547–54.
46. Clayton JD, Elicker BM, Ordovas KG, Kohi MP, Nguyen J, Naeger DM. Nonclotted blood patch technique reduces pneumothorax and chest tube placement rates after percutaneous lung biopsies. *J Thorac Imaging*. 2016 Jun 21;31(4):243–6.
47. Malone LJ, Stanfill RM, Wang H, Fahey KM, Bertino RE. Effect of intraparenchymal blood patch on rates of pneumothorax and pneumothorax

- requiring chest tube placement after percutaneous lung biopsy. *American Journal of Roentgenology*. 2013 Jun;200(6):1238–43.
48. Bae K, Ha JY, Jeon KN. Pneumothorax after CT-guided transthoracic lung biopsy: A comparison between immediate and delayed occurrence. *PLoS One*. 2020 Aug;15(8).
49. Mills M, Choi J, El-Haddad G, Sweeney J, Biebel B, Robinson L, et al. Retrospective analysis of technical success rate and procedure-related complications of 867 percutaneous CT-guided needle biopsies of lung lesions. *Clin Radiol*. 2017 Dec 1;72(12):1038–46.
50. Wang S, Dong K, Chen W. Development of a hemoptysis risk prediction model for patients following CT-guided transthoracic lung biopsy. *BMC Pulm Med*. 2020 Sep 16;20(1).
51. Ayar D, Golla B, Lee JY,, Nath H. Needle track metastasis after transthoracic needle biopsy. *J Thorac Imaging*. 1998;13(1):2–6.
52. Duma N, Santana-Davila R, Molina JR. Non–Small Cell Lung Cancer: Epidemiology, Screening, Diagnosis, and Treatment. *Mayo Clin Proc*. 2019 Aug 1;94(8):1623–40.
53. Dela Cruz CS, Tanoue LT, Matthay RA. Lung Cancer: Epidemiology, Etiology, and Prevention. *Clin Chest Med*. 2011 Dec;32(4):605–44.
54. Larici AR, Farchione A, Franchi P, Ciliberto M, Cicchetti G, Calandriello L, et al. Lung nodules: Size still matters. *European Respiratory Review*. 2017 Dec 31;26(146).
55. McWilliams A, Tammemagi MC, Mayo JR, Roberts H, Liu G, Soghrati K, et al. Probability of Cancer in Pulmonary Nodules Detected on First Screening CT. *New England Journal of Medicine*. 2013 Sep 5;369(10):910–9.
56. Wahidi MM, Govert JA, Goudar RK, Gould MK, McCrory DC. Evidence for the treatment of patients with pulmonary nodules: When is it lung cancer? ACCP evidence-based clinical practice guidelines (2nd edition). *Chest*. 2007 Sep;132(3 SUPPL.):94–107.
57. Yang F, Chen H, Xiang J, Zhang Y, Zhou J, Hu H, et al. Relationship between tumor size and disease stage in non-small cell lung cancer. *BMC Cancer* [Internet]. 2010;10(474). Available from: <http://www.biomedcentral.com/1471-2407/10/474>
58. Liu XL, Li W, Yang WX, Rui MP, Li Z, Lv L, et al. Computed tomography-guided biopsy of small lung nodules: diagnostic accuracy and analysis for true negatives. *Journal of International Medical Research*. 2019;48(2).
59. Zeng LC, Liao HQ, Wu W Bin, Zhang YD, Ren FC, Wang Q, et al. Effect of puncture sites on pneumothorax after lung CT-guided biopsy. *Medicine*. 2020 Apr 1;99(15).
60. Liang T, Du Y, Guo C, Wang Y, Shang J, Yang J, et al. Ultra-low-dose CT-guided lung biopsy in clinic: radiation dose, accuracy, image quality, and complication rate. *Acta radiol*. 2021 Feb 1;62(2):198–205.
61. Drumm O, Joyce EA, De Blacam C, Gleeson T, Kavanagh J, McCarthy E, et al. CT-guided lung biopsy: Effect of biopsy-side down position on pneumothorax and chest tube placement. *Radiology*. 2019;292(1):190–6.
62. Aktaş AR, Gözlek E, Yılmaz Ö, Kayan M, Ünlü N, Demirtaş H, et al. CT-guided transthoracic biopsy: Histopathologic results and complication rates. *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2015 Jan 1;21(1):67–70.

63. Lee DS, Bak SH, Jeon YH, Kwon SO, Kim WJ. Perilesional emphysema as a predictor of risk of complications from computed tomography-guided transthoracic lung biopsy. *Jpn J Radiol*. 2019 Dec 1;37(12):808–16.
64. Appel E, Dommaraju S, Camacho A, Nakhaei M, Siewert B, Ahmed M, et al. Dependent lesion positioning at CT-guided lung biopsy to reduce risk of pneumothorax Society of Interventional Radiology. *Eur Radiol*. 2020 Jun;30:6369–75.
65. Soylemez Wiener R, Schwartz LM, Woloshin S, Gilbert Welch H. Population-Based Risk for Complications After Transthoracic Needle Lung Biopsy of a Pulmonary Nodule: An Analysis of Discharge Records. *Ann Intern Med*. 2011;155:137–44.
66. Gupta S, Wallace MJ, Cardella JF, Kundu S, Miller DL, Rose SC. Quality Improvement Guidelines for Percutaneous Needle Biopsy. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. 2010 Jul;21(7):969–75.
67. Chami HA, Faraj W, Yehia ZA, Badour SA, Sawan P, Rebeiz K, et al. Predictors of pneumothorax after CT-guided transthoracic needle lung biopsy: The role of quantitative CT. *Clin Radiol*. 2015 Dec 1;70(12):1382–7.
68. Yang L, Liang T, Du Y, Guo C, Shang J, Pokharel S, et al. Nomogram model to predict pneumothorax after computed tomography-guided coaxial core needle lung biopsy. *Eur J Radiol*. 2021 Jul 1;140.