



## 2. Bronkoskopik Anatomi

Doç. Dr. Demet TURAN, Doç. Dr. Efsun Gonca UĞUR CHOUSEIN

SBÜ, Hamidiye Tıp Fakültesi, İstanbul Yedikule Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi SUAM, Göğüs Hastalıkları Kliniği, İstanbul

### GİRİŞ

Bronkoskopi, trakeobronşiyal ağacın incelenmesine olanak sağlayan önemli bir endoskopik yöntemdir. Normal anatominin ve komşu yapılarla ilişkisinin iyi anlaşılması, toraksın benign ve malign hastalıklarının tanı ve tedavisinde kritik öneme sahiptir. Akciğer kanseri cerrahisinde son yıllardaki ilerlemeler, video yardımcı sublobar rezeksiyon gibi minimal invaziv tekniklerin gelişmesini sağlamıştır. Cerrahi planlanan hastaların hava yolu anatomisinin mutlaka dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi gereklidir. Bronşiyal anatominin değerlendirmesinde, Jackson-Huber ve Boyden tarafından geliştirilen iki ana sınıflandırma kullanılmaktadır (1). Bronşiyal sistem değerlendirilirken, normal anatomi dışında gelişebilen bronş ve segment anatomik varyasyonlara dikkat edilmelidir (2). Bu bölüm; metin, figür ve videolar eşliğinde trakeobronşiyal anatominin kapsamlı bir incelemesini sunmaktadır.

### TRAKEA ANATOMİSİ

Trakea, krikoid kıkırdak alt sınırından karınaya kadar larinksin devamı olarak uzanan boru şeklinde bir yapıdır. Altıncı servikal vertebradan arka mediastene doğru dik, kaudal bir yol alır ve karina seviyesinde 4.-5. torasik vertebra hizasında son bulur. (3) Yetişkin bir trakeanın uzunluğu ortalama 11,8 cm'dir (4,5).

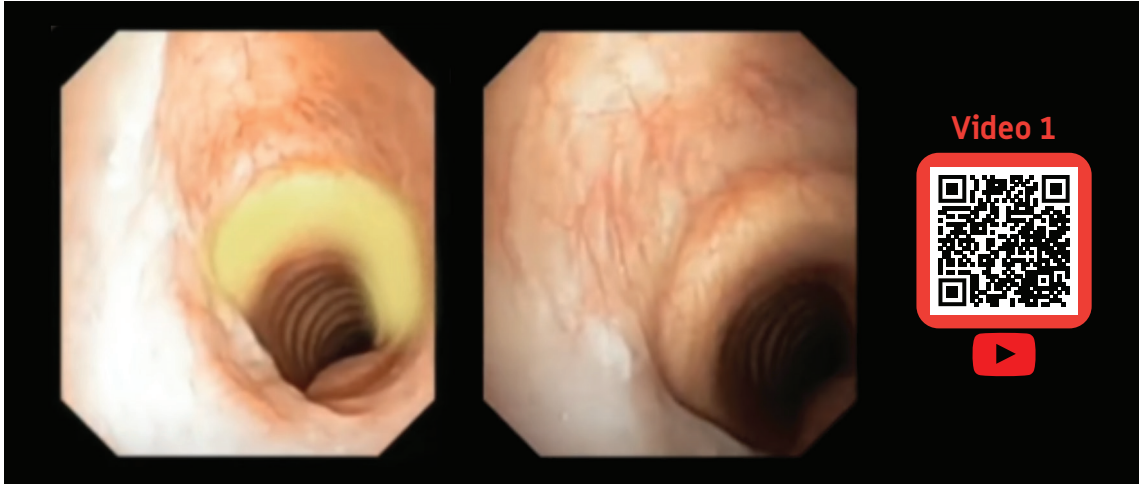
Trakeanın uzunluğu ve çapındaki farklılıklar bireyin büyüklüğü ve cinsiyeti ile ilişkilidir. Trakeanın her santimetresi yaklaşık iki trakeal halkadan oluşur. Halkalar arasındaki kıkırdak olmayan elastik doku

trakeanın uzamasına ve kısalmasına izin verdiği için solunum sırasında trakeanın yüksekliği değişebilir. (3) Trakeanın iç çapı 12-18 mm, dış çapı ise yaklaşık 21-27 mm'dir. Ön arka çapı yaklaşık 18 mm, transvers çapı 23 mm'dir. Enine düzlemde > 25 mm, sagittal düzlemde > 27 mm çap trakeomegali olarak adlandırılmıştır (6).

Trakea, ön ve yan duvarları oluşturan, her biri ortalama 4 mm büyüklüğünde yaklaşık 18 ila 22 adet C şeklinde kıkırdak halkasından oluşur. Membranöz arka duvar, uzunlamasına çizgileri ile tanımlanabilen trakealis kasi tarafından desteklenir. Bu destekleyici yapılar yetişkinlerde trakeal lümenine oval bir şekil verir. Trakea çapı veya şeklindeki değişiklikler yaşlanmanın bir sonucu olabilir veya patolojik bir durumun varlığına işaret edebilir. Örneğin; kronik obstrüktif akciğer hastalığı trakeal halkalarda yumuşamaya neden olarak anteroposterior çapta azalmaya neden olabilirken, Mounier-Kuhn sendromu gibi nadir görülen sendromlarda trakeal dilatasyon izlenir (4,7).

Bronkoskop trakeadan aşağı doğru ilerlerken karınaya yaklaştıkça lümen hafifçe daralır. Önemli bir nirengi noktası olan karina, sağ ve sol ana bronşları ayıran keskin sınırlı, kıkırdaklı bir çıkıntıdır (8). Karinadaki morfolojik değişiklikler önemli santral patolojilerde ipucu olabilir. Örneğin; karinanın posteriora doğru distorsiyonu ya da genişlemesi, subkarinal hastalığa ya da proksimal hava yollarını etkileyen kitleye işaret edebilir (5) (Bakınız Video 1).

Trakeanın proksimal (servikal) bölgesi, inferior tiroid arterin trakeoözofageal dallarından kanlanır. Distal



(torasik) trakea ve ana karina, inen aorttan çıkan bronşiyal arterlerden kanlanır (3). Şekil 1'de trakea ve bilateral bronş sistemi incelenebilir.

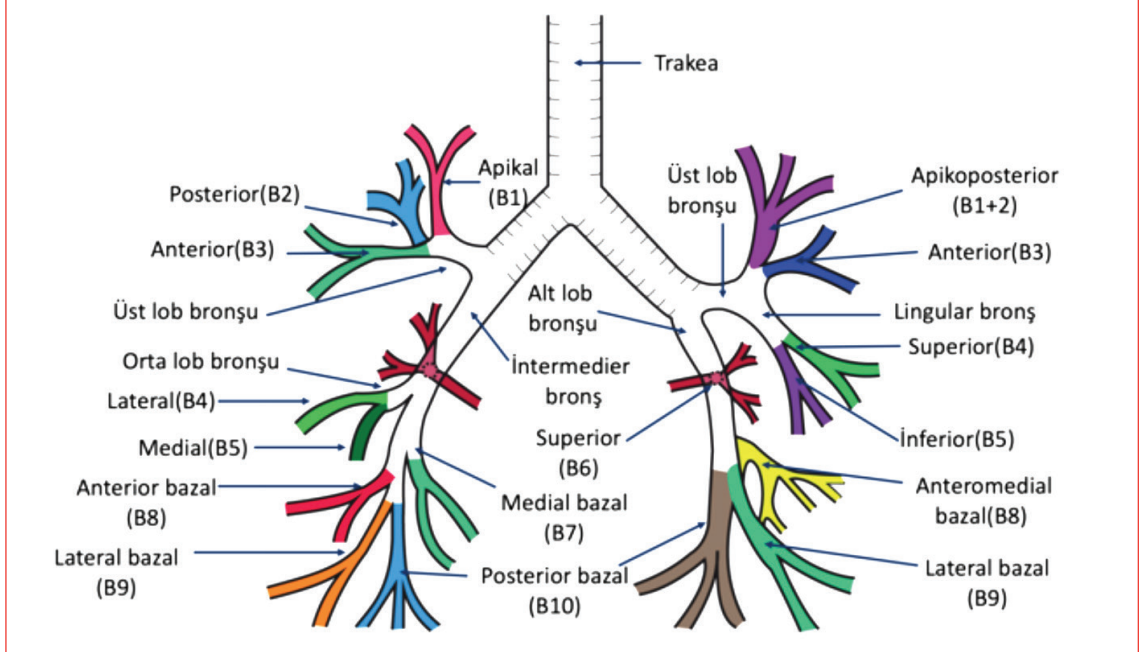
### SAĞ BRONŞİYAL SİSTEM ANATOMİSİ

Sağ ana bronş, trakeanın karina seviyesinde bifurkasyonundan başlar ve sağ üst lob girişinde sonlanır. Sağ ana bronş, trakeaya göre daha vertikal bir pozisyonunda uzanır ve yaklaşık 25 derecelik bir açıyla dallanır (4,5). Ortalama uzunluğu 1.5- 2 cm, çapı ( $14.6 \pm 2.6$  mm) sol ana bronştan biraz daha geniştir (9).

Sağ ana bronş önden sağ pulmoner arter, üstten azi-gos ven ve inferiordan sağ superior pulmoner ven

ile sınırlanmıştır. İnen torasik aorttan kaynaklanan tek bir sağ bronşiyal arter, sağ ana bronşu besler (3,4). Sağ ana bronş ve sağ üst lob sekonder karina (RC1) ile ayrılır. Sağ üst lob, apikal (RB1), posterior (RB2) ve anterior (RB3) segmentlere dallanmadan önce yaklaşık 1-2 cm'lik kısa bir seyir izler. İntermedier bronş, sağ üst lob ayırımından sonra, sağ ana bronşun devamı olarak yaklaşık 2-2.5 cm devam eder. Sağ orta lob bronşu ve alt lob bronşları, intermedier bronşun distalinde bulunan ikincil bir karina (RC2) ile ayrılır. Orta lob bronşu, lateral (RB4) ve medial (RB5) segmentlere ayrılır (9). Sağ alt lob dört bazal segment ve bir superior segmen-

Şekil 1. Trakea ve bilateral bronş sistemi anatomisi.



tal bronştan oluşur. Sağ superior segmental bronş (RB6), orta lob bronşunun tam karşısındadır ve horizontal bir seyir izleyerek superior, lateral ve medial alt segmentlere ayrılır. Sağ alt lob bronşunun bazal bölümü, medyan bazal (RB7), anterior bazal (RB8), lateral bazal (RB9) ve posterior bazal (RB10) segmentleri içerir. (10) Tablo 1'de sağ bronş sisteminin sınıflaması mevcuttur (Bakınız Video 2).

### SOL BRONŞİYAL SİSTEM ANATOMİSİ

Sol ana bronş, distal trakeadan yaklaşık 45 derecelik bir açıyla dallanır ve sağ ana bronşa kıyasla daha yatay bir seyir izler. Sol ana bronşun ortalama uzunluğu 4-5 cm'dir ve çapı ( $12.6 \pm 1.9$  mm) sağ ana bronş-

tan biraz daha dardır. (9) Aortik ark anteriorıda yer alırken, özofagus ve inen torasik aort sol ana bronşun posterioruna yönelmiştir. İnen aorttan kaynaklanan superior ve inferior bronşiyal arterler sol ana bronşu besler (3,4). Sol üst lob ve alt lob bronşları, sol ana bronştan 6. torasik vertebra seviyesinde çatlantılır. Sol ana bronşun distalinde bulunan karina (LC2), sol üst lob ve alt lobu ayırır. Sol üst lob üst divizyon ve linguladan oluşur. İki bölüm ikincil bir karina (LC1) ile ayrılır. Üst divizyon apikoposterior (LB1/2) ve anterior (LB3) segmentleri içerir. Lingula bronşu superior (LB4) ve inferior (LB5) segmentlerden oluşur. (10) Sol alt lob üç bazal segment ve bir superior segmental bronştan oluşur. Sol superior segmental bronş (LB6), sol alt loba girildiğinde hemen lateralden ayrılır. Sol alt lob bronşunun bazal bölünmesi anteromedial bazal (LB7/8), lateral bazal (LB9) ve posterior bazal (LB10) segmentleri içerir (10). Sol bronşiyal ağaç segmental hava yolu anatomisinin bir özeti için Tablo 2'ye bakınız (Bakınız Video 3).

**Tablo 1. Sağ bronş sistemi sınıflaması (1).**

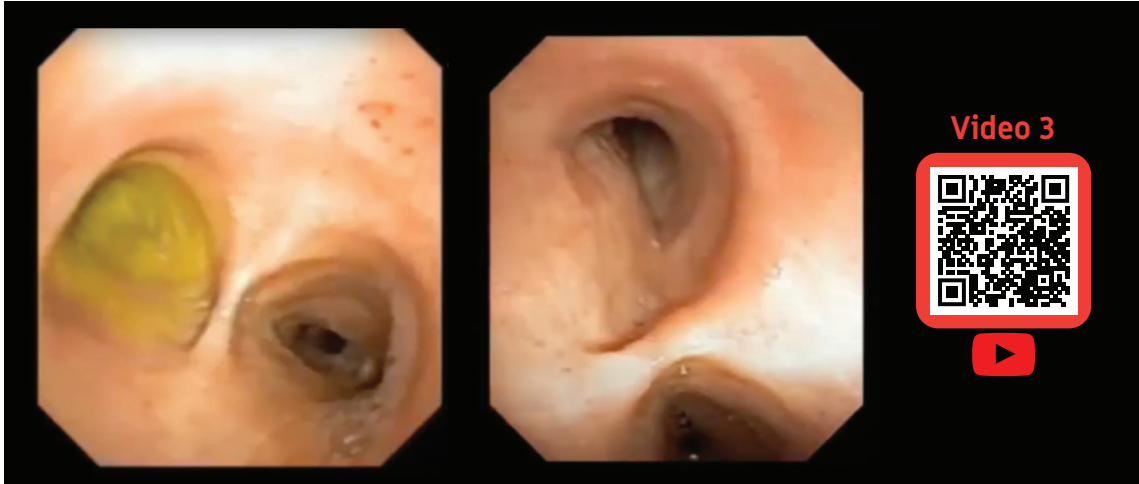
JACKSON-HUBER SINIFLAMASI	BOYDEN CERRAHİ SINIFLAMASI
SAĞ ÜST LOB ➤ Apikal ➤ Posterior ➤ Anterior	RB1 RB2 RB3
ORTA LOB ➤ Lateral ➤ Medial	RB4 RB5
SAĞ ALT LOB ➤ Superior ➤ Medial ➤ Anterior ➤ Lateral ➤ Posterior	RB6 RB7 RB8 RB9 RB10

### TRAKEOBRONŞİYAL AĞACIN KONJENİTAL ANOMALİLERİ

Trakeobronşiyal anomaliler genellikle dikkate alınmaz veya bazen bronkoskopi sırasında gözden kaçabilir. Oysa trakeobronşiyal anomalilerin bilinmesi, göğüs hastalıkları uzmanlarının bronkoskopi, BAL, biyopsi ve endobronşiyal tedavi uygulamalarında, göğüs cerrahlarının operasyonlarında, anestezi uzmanlarının ise entübasyon işlemlerinde gerekli olabilir ve hekime büyük kolaylıklar sağlayabilir. Bu nedenle her bronkoskopistin hava yollarının konjenital anomalileri konusunda bilgi sahibi olması zorunludur. Bu bulguların doğru tanımlanması ve raporlanması, özellikle akciğer kanseri veya akciğer transplantas-







**Tablo 2. Sol bronşiyal ağaç segmental hava yolu anatomisi (1).**

JACKSON-HUBER SINIFLAMASI	BOYDEN CERRAHİ SINIFLAMASI
SOL ÜST LOB ➤ Apikoposterior ➤ Anterior	LB1/1 LB3
LİNGULA ➤ Superior ➤ İnfierior	LB4 LB5
SOL ALT LOB ➤ Superior ➤ Anterioromedial bazal ➤ Lateral bazal ➤ Posterior bazal	LB6 LB7/8 LB9 LB10

yonu olan bir hastada cerrahi seçenekleri düşünüldüğünde son derece önemlidir.

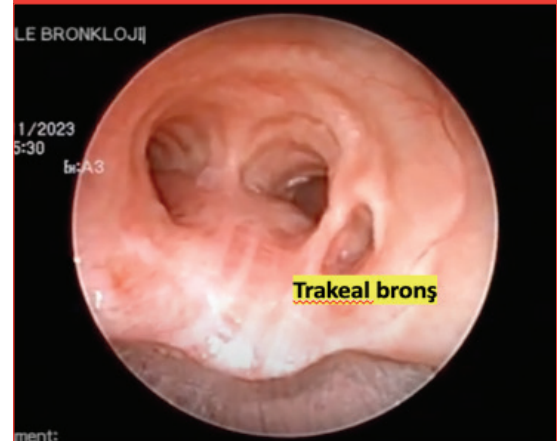
Yapılan çalışmalarda, bronkoskopi ya da bronkografi sırasında trakeobronşiyal anomali saptanma oranı %1-12 arasında bildirilmiştir (10). Çok çeşitli anatomik varyasyonlar olabilir. Trakeal ve kardiyak bronş majör anomalilerdir. Bunların dışında anormal segmental ve subsegmental hava yolları bulunur genel popülasyonun yaklaşık %10'unda görülür. Bu segmental ve subsegmental bronşiyal varyantlar genellikle aynı lob içerisinde proksimale veya distale doğru yer değiştirmiştir. Komşu lobdan kaynaklanan yer değiştirmiş segmental veya subsegmental bronş

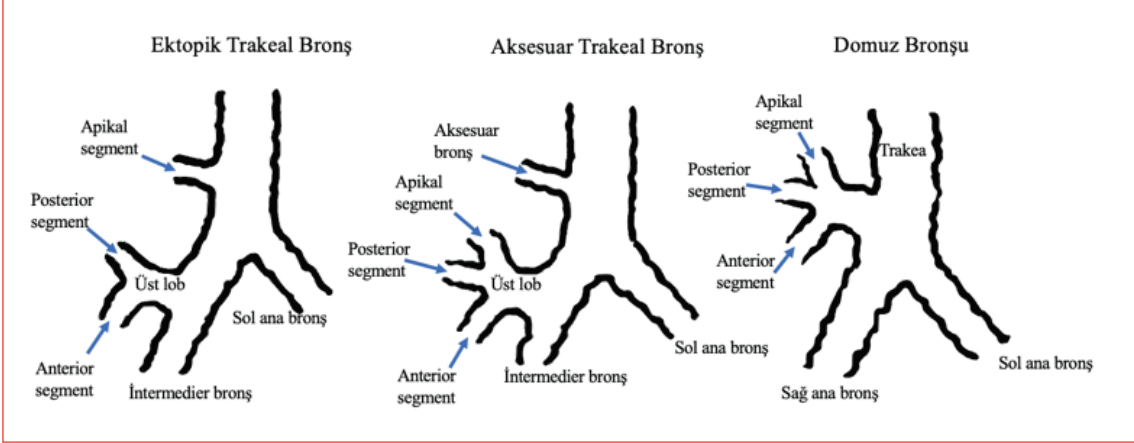
anomalileri daha nadir olarak gözlenir. Teknik açıdan daha zorlu torasik cerrahilerdeki sonuçları göz önüne alındığında, segmental anomalilerin tanınması özellikle önemlidir (11).

### 1. Majör Anomaliler

**a. Trakeal bronş:** Trakeal bronş, karinadan 2 ila 6 cm uzaklıkta, genellikle trakeanın orta ve distal üçte birinin birleştiği yerde trakeadan çıkan bir bronştur. (Resim 1) Trakeal bronş ilk kez 1785 yılında Sandifort tarafından trakeadan köken alan sağ üst lob bronşu olarak tanımlanmıştır (12). Daha sonraları, üst lob ile ilişkili, trakea ya da ana bronşlardan köken alan değişik bronş anomalileri de bu kapsama alınmıştır. Trakeal bronş çoğu zaman sağda yer alır, sağ üst lobun tamamını, bir veya iki segmentini havalandırabilir. Sıklıkla da apikal segmenti havalandırır. Sağ üst lob bronşunun tamamı trakea üzerinde yer aldığına, sağ trakeal bronş, domuzdaki normal anatomiye

**Resim 1. Down sendromlu bir hastada trakeal bronş.**



**Şekil 2. Trakeal bronş varyasyonları.**

miye karşılık geldiğinden klasik olarak “domuz bronşu” olarak adlandırılır. Erkeklerde daha sıktır (13). Eğer üst lobun segmentleri normal sayıda ise aksesuar bronş, üst lobta segment sayısı eksikse, ektopik bronş olarak adlandırılır (14) (Şekil 2). Sıklığı %0.1-5 arasında bildirilmiştir (13,15-18). Genellikle asemptomatiktir ve tesadüfen saptanır, ancak bazen öksürük, hemoptizi, tekrarlayan pnömoni, atelettazi ya da bronşektazi ile karşımıza çıkabilir (10,13,15,18). Başka anomalilerle, örneğin Down sendromu, konjenital kalp hastalıkları, konjenital kistik adenomatoid malformasyon ile birlikte görülebilir (19-22).

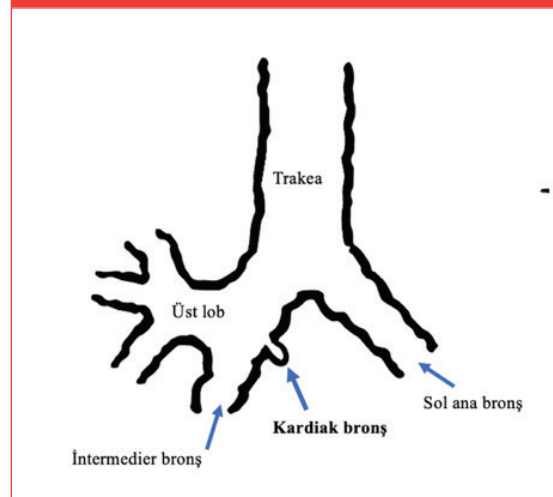
**b. Kardiyak bronş:** Aksesuar kardiyak bronş, ilk kez 1946’da sağ ana bronş ya da intermedier bronştan kaynaklanan, üst lob bronşunun karşısında yer alan, aksesuar bir bronş olarak tanımlanmıştır (10,23,24). Diğer bronş anomalilerinden farklı olarak, tek gerçek aksesuar bronştur. Genellikle asemptomatiktir ve rastlantısal olarak saptanır. Fakat bazen, enfeksiyon, aspergilloma veya tümöre bağlı öksürük ve hemoptizi ile kendini gösterebilir (25). Sıklığı %0.07-0.5 arasında değişir (24,26-28). Bronşun uzunluğu 1 ila 5 cm arasında değişir ve kalbe doğru kuyruk yönünde akar (Şekil 3). Çoğu kardiyak bronş, kör uçlu bir kese içinde sonlanır ve daha az sıklıkta vakalar körelmiş bir doku veya havalandırılmış lobül ile sonuçlanır (11). Daha çok erkeklerde görülür (24,27).

## 2. Minör Anomaliler

Ektopik segmental bronşlar, bronş agenezisi ve aksesuar bronşlar bu grup içinde yer almaktadır. Tüm aksesuar bronşlar arasında subsuperior bronş göze çarpmaktadır. Subssuperior bronş, alt lob bronşundan (B6’nın birkaç santimetre distalinden) çıkan ve B6’dan B10’a kadar bronkopulmonar segmentlerin parankimini havalandıran bir dorsal daldır. İlk kez

Boyden tarafından tanımlanmış, kadavra örneğinde sağ tarafta %62 ve sol tarafta %29 sıklık bildirmiştir (29). Diğer pek çok çalışmada bu aksesuar segmentin yaygınlığı bildirilmiştir. Ghaye ve ark, subsuperior bronş için %56 ve sol için %26 sıklık, Martin ve ark. sağ alt lobda %16,4 sıklık bildirmişlerdir (10,30). Segmental bronş yokluğu olarak tanımlanan bronş agenezisi, Boyden tarafından tanımlanmış olup %14’ünde RB7 agenezisi, %8’inde RB9 agenezisi, %3’ünde LB7 agenezisi, %10’unda LB9 agenezisi bildirilmiştir (29). Öte yandan Ghaye ve ark. RB1 agenezisini %22, LB7 agenezisini ise %86 olarak bildirmişlerdir (10). Sol alt lobun normal anatomisi hakkında bir fikir birliği yoktur ve birçok yazar B7’nin hem varlığını hem de yokluğunu normal patern olarak tanımaktadır.

Aksiller bronş, sağ veya sol üst lobun lateral veya aksiller segmentini besleyen ektopik bir bronştur. Ak-

**Şekil 3. Kardiyak bronşun şematik görünümü.**

siller segmentin subsegmental tipi, genellikle sağ üst lobun anterior segmentine bitişik olarak ortaya çıkan segmental tipten daha yaygındır (31). Aksiller bronşun gerçek insidansı bilinmemektedir; ancak nüfusun %10'unun bu fazla sayıda bronşa sahip olacağı tahmin edilmektedir (32). Aksiller bronşun başka bir çeşidi olan "sağ üst lobun dörtgenel dallanması" aksiller bronşla karıştırılabilir (33). Dörtlü dallanma tüm bireylerin %5,3 ila %16'sında bulunur. Üst lobun ilgili aksiller segmentinden transbronşiyal biyopsi gerekiyorsa bu anomaliye ilişkin farkındalık çok faydalıdır (34).

### 3. Bronşiyal Divizyon Varyasyonları

Lober bronşların segmental bronşlarındaki varyasyonlar bronkopulmonar segmentasyonun en yaygın olanıdır. Sağ üst lobun bifurkasyonu ve quadrifurkasyonu en yüksek varyasyon yüzdesine sahip anomalidir (%54-70) (29,10). Orta lob ve lingulada gözlenen trifurkasyon Gomez ve ark.'nın çalışmasında, %10 olarak rapor edilmiştir (35). Sol üst lobun trifurkasyonları daha nadir olarak görülmektedir.

Bronşiyal varyasyonların çoğu asemptomatiktir ve enfeksiyöz bir süreç veya pulmoner rezeksiyon için preoperatif testler veya endobronşiyal tedavi gerçekleşene kadar fark edilmeyebilir. Bu nedenle, profesyonel bir bronkoskopistin, endobronşiyal lezyonları doğru bir şekilde tanımlamak ve ardından en iyi terapötik yönetimi sağlamak için hem normal anatomi hem de varyasyonları hakkında kapsamlı anatomik bilgiye sahip olması önemlidir.

#### KAYNAKLAR

1. Boyden EA, Clark SL, Danforth CH, et al. Committee on anatomical nomenclature. *Science*. 1942;96:116. 3. Jackson CL, Huber JF. Correlated anatomy of the bronchial tree and lungs with a system of nomenclature. *Dis Chest* 1943; 9: 319-26.
2. Mehta AC, Thaniyavarn T, Ghobrial M, et al. Common congenital anomalies of the central airways in adults. *Chest*. 2015; 148: 274-87.
3. Ryan B, Yendamuri K, Yendamuri S. Anatomical considerations in bronchoscopy. *J Thorac Dis*. 2017;9:1123-7
4. Minnich DJ, Mathisen DJ. Anatomy of the trachea, carina, and bronchi. *Thorac Surg Clin* 2007;17:571-85.
5. Sellke F, del Nido PJ, Swanson SJ. *Sabiston and Spencer Surgery of the Chest*. 9th Edition. Philadelphia, PA: Elsevier, 2015: 12-65.
6. Woodring JH, Howard RS, Rehm SR. Congenital tracheobronchomegaly (Mounier-Kuhn syndrome): a report of 10 cases and review of the literature. *J Thorac Imaging*. 1991;6:1-10.
7. Campos JH. Update on tracheobronchial anatomy and flexible fiberoptic bronchoscopy in thoracic anesthesia. *Curr Opin Anaesthesiol* 2009;22:4-10.
8. Moore KL, Dalley AF, Agur AM. *Clinically Oriented Anatomy*. 7th edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2013:114-24.
9. Ernst A, Herth FJ. Principles and practice of interventional pulmonology. In: Sung A, editor. *Airway anatomy*. New York: Springer; 2013. p. 91-100.
10. Ghaye B, Szapiro D, Fanchamps J, et al. Congenital bronchial abnormalities revisited. *Radiographics*. 2001;21:105-19
11. Chassagnon G, Morel B, Carpentier E, et al. Tracheobronchial branching abnormalities: lobe-based classification scheme. *Radiographics*. 2016;36:358-73
12. Boyden EA. *Segmental anatomy of the lungs*. New York, NY: McGraw-Hill, 1955.
13. Barat M, Konrad HR. Tracheal Bronchus. *Am J Otolaryngol* 1987;8:118-22..
14. Atilla Ş, Köksal N. İnataçı öksürükle seyreden trakeal bronş. *Tüberküloz ve Toraks Dergisi* 2004;52:186-8
15. Ikeno S, Mitsuhashi H, Saito K et al. Airway management for patients with a tracheal bronchus. *Br J Anaesth* 1996;76:573-5.
16. Conacher ID. Implications of a tracheal bronchus for adult anaesthetic practice. *Br J Anaesth* 2000;85:317-21.
17. Doolittle AM, Mair EA. Tracheal bronchus: Classification, endoscopic analysis, and airway management. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2002;126:240-3.
18. Tamura M, Murata T, Kurumaya H, Ohta Y. Leiomyoma of an accessory tracheal bronchus. *Ann Thorac Surg* 2004; 78: 2163-5.
19. Aoun NY, Velez E, Kenney LA, et al. Tracheal bronchus. *Respir Care* 2004;49:1056-8.
20. Lee SL, Cheung YF, Leung MP, et al. Airway obstruction in children with congenital heart disease: assessment by flexible bronchoscopy. *Pediatr Pulmonol*. 2002; 34 (4): 304-311.
21. Bertrand P, Navarro H, Caussade S, et al. Airway anomalies in children with Down syndrome: endoscopic findings. *Pediatr Pulmonol*. 2003; 36 (2): 137-141.
22. Nose K, Kamata S, Sawai T, et al. Airway anomalies in patients with congenital diaphragmatic hernia. *J Pediatr Surg*. 2000; 35 (11): 1562-1565.
23. Bentala M, Grijm K, van der Zee JH et al. Cardiac bronchus: A rare cause of hemoptysis. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; 22: 643-5.
24. McGuinness G, Naidich DP, Garay SM et al. Accessory cardiac bronchus: CT features and clinical significans. *Radiology* 1993; 89: 563-6.
25. Endo S, Saitoh N, Murayama F et al. Symptomatic accessory cardiac bronchus. *Ann Thorac Surg* 2000; 69: 262-4.
26. Keane MP, Meaney JFM, Kazerooni EA et al. Accessory cardiac bronchus presenting with haemoptysis. *Thorax* 1997; 52: 490-1.
27. Ghaye B, Kos X, Dondelinger RF. Accessory cardiac bronchus: 3D CT demonstration in nine cases. *Eur Radiol* 1999;9:45-8.
28. Özşahin SL. Ektopik bronşlar. *Akciğer Arşivi* 2002;2:86-8.
29. Boyden, E.A., 1949. A synthesis of the prevailing patterns of the bronchopulmonary segments in the light of their variations. *Dis. Chest* 15, 657-668.

30. Martín-Ruiz S, Gutiérrez-Collar C, Forcén Vicente De Vera E, et al. *The bronchial segmentation and its anatomical variations. A clinical-anatomic and bronchoscopy study.* *Ann Anat.* 2021;235:151677. doi: 10.1016/j.aanat.2021.151677.
31. Wu JW, White CS, Meyer CA, Haramati LB, Mason AC. *Variant bronchial anatomy: CT appearance and classification.* *AJR Am J Roentgenol.* 1999; 172 (3): 741-744.
32. MacGregor JH, Chiles C, Godwin JD, et al. *Imaging of the axillary subsegment of the right upper lobe.* *Chest* 1986; 90: 763-765.
33. Foster-Carter AF. *The anatomy of the bronchial tree.* *Br J Tuberc.* 1942; 36 (1): 19-38.
34. Conci DI. *Quadrivital pattern of division in the right upper lobe: The axillary bronchus.* *J Bronchology Interv Pulmonol.* 2014; 21: 182-183
35. Gómez, E.G.C., Velasco, C.L.G., et al, 2010. *Estudio anatómico de los bronquios segmentarios en una muestra de material de disección.* *MedUNAB* 2010;13, 134-138.