

## Derleme

# Beyin Sapı Lezyonlarına Yaklaşım

## Approach to Brainstem Lesions

Baran BOZKURT<sup>1</sup>, İlhan ELMACI<sup>2</sup><sup>1</sup>Afşin Devlet Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Kahramanmaraş, Türkiye<sup>2</sup>Maslak Acıbadem Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye

## ÖZ

Beyin sapı lezyonlarının cerrahisi bu bölgede bulunan kritik sinir yolları ve nükleusların varlığı sebebiyle beyin ve sinir cerrahları için oldukça zorlayıcı olmuştur. Çünkü cerrahi sonuçların, lezyonun doğal seyirinin sonuçlarından daha iyi olması ve ek morbiditeye yol açmaması gerekmektedir. Daha kesin mikrocerrahi teknikleri ile birlikte, elektrofizyolojik monitörleme ve görüntüleme tekniklerindeki gelişmeler, kavernoöz malformasyonlar ve gliomalar gibi beyin sapı lezyonları için önerilen güvenli giriş bölgelerinin daha iyi tanımlanmasını sağladı. Son yıllarda yapılan ve difüzyon tensör görüntüleme (DTG) ile desteklenen anatomik çalışmalarda, mezensefalon, pons ve medullanın güvenli giriş bölgeleri ve bunların beyin sapının karmaşık iç yapıları ile birlikte fiber yollarla olan ilişkileri ortaya konuldu. Bu yazıda literatürde son yıllarda yayınlanan çalışmalar ve cerrahi yaklaşım teknikleri ışığında, beyin sapı lezyonlarının cerrahisinde, güvenli giriş bölgeleri ve iki nokta yönteminin kombinasyonunu ve en uygun yaklaşım yönteminin seçimi tartışıldı.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Beyin sapı, Cerrahi yaklaşım, Nöroanatomi

## ABSTRACT

The surgery of brain stem lesions has been challenging for neurosurgeons due to the presence of critical neural structures in this region. Improvements in electrophysiological monitoring and imaging techniques, together with more precise microsurgical techniques, have enabled better identification of the recommended safe entry zones for brain stem lesions such as cavernous malformations and gliomas. In the anatomical studies performed in recent years and supported by diffusion tensor imaging (DTI), safe entry zones of the mesencephalon, pons and medulla and their relationships with complex internal structures and fiber pathways of the brainstem have been revealed. In the light of recent studies in the literature, we discussed the combination of safe entry zones and the two-point method for making decisions regarding the most appropriate surgical approach for the removal of brainstem lesions.

**KEYWORDS:** Brainstem, Surgical approach, Neuroanatomy

### Beyin Sapı Güvenli Giriş Bölgeleri

**B**eyin sapı güvenli giriş bölgeleri, bu bölgelerdeki eloquant yolların ve perforatörlerin seyrek olması ve bu bölgeler üzerinden yaklaşımın minimal veya kabul edilebilir morbidite ile sonuçlanması nedeniyle, insizyonun tolere edildiği beyin sapı yüzeyindeki bölgelerdir. İntrinsik beyin sapı patolojisinin rezeksiyonu için on dört güvenli giriş bölgesi bildirilmiştir (6).

### Mezensefalon Lezyonları

İntrinsik mezensefalik lezyonların rezeksiyonu için, lezyonun en yakın olduğu mezensefalon yüzeyine bağlı olarak üç güvenli giriş bölgesi tanımlanmıştır (Şekil 1). Yaklaşım seçimi iki nokta yönteminin faydası ve mevcut güvenli giriş bölgeleri göz önüne alınarak yapılmalıdır. Pial ve ependimal yüzeye yakın lezyonlar için en uygun seçim lezyona direkt ulaşım ile rezeksiyondur.



**Yazışma adresi:** Baran BOZKURT  
**E-posta:** drbaranbozkurt@gmail.com

Çünkü zaten lezyon, rezeksiyon sırasında olabilecek hasara neden olmuştur (3).

Ventral yerleşimli mezensefalik lezyonlar için önerilen güvenli giriş bölgesi perimezensefalik alandır. Kortikospinal trakt lifleri, krus serebrinin orta 3/5 inde yoğunlaşmıştır. Perimezensefalik bölge, mezensefalon ventral yüzeyinde, kortikospinal traktın medial kenarı ile okulomotor çıkış noktası arasındaki fronto-pontin liflere doğrudan giriş bölgesidir (5). Klasik orbitozigomatik veya yeni tanımlanmış mini orbitozigomatik yaklaşım kullanılarak, subfrontal disseksiyon yardımıyla superior serebellar arter ve posterior serebral arter arasından bu bölgeye ulaşım sağlanabilir (7).

Mezensefalon dorsal bölgesinin derin yerleşimli lezyonlarının rezeksiyonu için üç güvenli giriş bölgesi tanımlanmıştır. Suprakolikular bölge, pineal gland ile superior kollikulus arasında ve infrakolikular alan, inferior kollikulus ile trochlear sinirin dorsal yüzeyden çıkış noktası arasında lokalizedir. Her iki güvenli giriş bölgesi de kollikulus seviyesindeki lezyonların rezeksiyonu için kullanılabilir. Alternatif olarak, her iki kollikuluslar arasındaki intrakolikular alanın vertikal insizyonuyla, orta hatta uzanan lezyonlar rezeksiyon edilebilir. Anatomik olarak kollikulusların önemi; 3. kranial sinirin nükleusu üst kollikulusun alt yarımı ile alt kollikulusun üst yarımı seviyesindedir. 4. kranial sinirin nuklesu ise alt kollikulusun alt yarımına denk gelmektedir. İşlevsel olarak görsel ve işitsel sisteme dahildirler (5,6).

Dorsal mezensefalik yüzeye ulaşmak için orta hat supraserebellar-infratentoryal yaklaşım önerilir (3). Burada yeterli cerrahi alan elde etmek için, quadrigeminal sistemini iyi açmak gerekir. Supraserebellar boşluğu yukarı doğru genişletmek için kritik nokta ise galen veni etrafındaki araknoid bantların açılması ve rosental veni laterali boyunca yapılan nazik disseksiyonlardır.

Mezensefalon lezyonlarının lateralden rezeksiyonu için ise lateral mezensefalik sulkus güvenli giriş bölgesi kullanılabilir (5). Lateral mezensefalik sulkus, inferiorundan pontomesensefalik sulkus ile superiorundan medial genikulat cisim arasında uzanır ve serebral pedinkül ile mezensefalonun tektumunu ayıran sınırı oluşturur. Bu yaklaşımda, lateral mezensefalik sulkusa yapılan vertikal bir insizyonla, anatomik olarak substantia nigra ile medial leminuskus yapılarının arasındaki koridora girmiş oluruz.

Lateral ve ventrolateral yerleşimli mezensefalon lezyonlarında subtemporal yaklaşım tercih edilebilir (3). Araknoid disseksiyon ve yerçekiminin de yardımıyla temporal lobun inferiora retraksiyonu sağlanabilir ve yeterli cerrahi alan elde edilir. Posterior serebral arter lateral mezensefalik sulkusu superiorundan geçer. 4. Kranial sinir ve Superior serebellar arter ise sulkusu inferiorundan geçerler. Lateral mezensefalik ven (LMV) bu yaklaşımda önemli bir göstergedir ve genellikle sulkus üzerinden seyredir. LMV, bazal ven yani rosental veni ile petrosal sistem arasındaki bağlantıyı sağlayan vendir (4). Ciddi venöz infarkt ve bundan dolayı gelişebilecek ciddi ödem nedeniyle korunmalıdır. Bu yaklaşım labbe veni ve temporal lobun yaralanma riski göze alındığında son yıllarda biraz terk edilmiştir. Bu bölge cerrahisi için lateral veya ekstrem lateral supraserebellar-infratentoryal yaklaşım da alternatif olarak kullanılabilir.

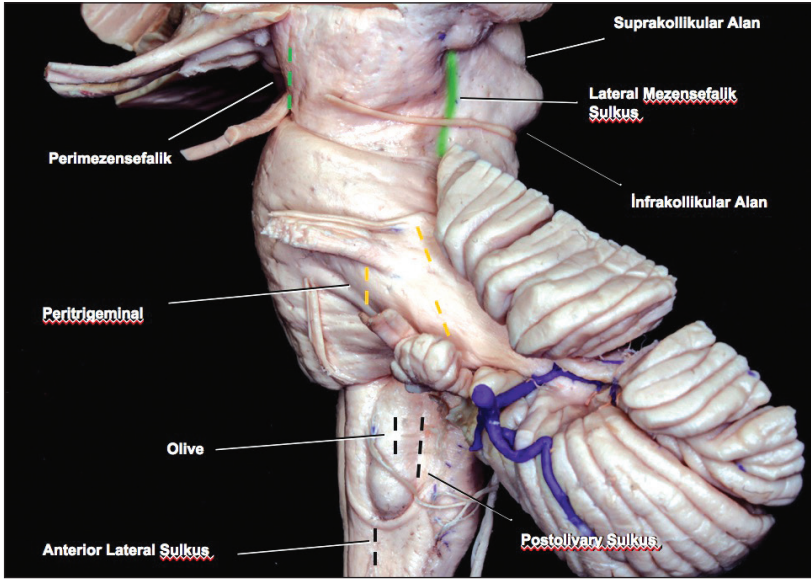
### **Pons Lezyonları**

Lezyonun en yakın olduğu ponsun yüzeyine bağlı olarak intrinsik pontin lezyonlarının rezeksiyonu için yedi güvenli giriş bölgesi tanımlanmıştır (Şekil 1, 2). Ventral ponsa kolayca erişilemediği ve bu bölgeden geçen zengin bir motor lif yolağının varlığı göz önüne alındığında, pontin patolojiye yaklaşımların çoğunluğunda lateral veya posterior cerrahi yollar kullanılır. Ventral pontin lezyonlar için önerilen majör güvenli giriş bölgesi peritrigeminal bölgedir (5). Ventral pons bölgesi için peritrigeminal giriş bölgesi yoluyla yaklaşım, genellikle trigeminal ve fasiyal sinirlerin çıkış noktaları arasındaki uzunlamasına bir insizyon ile sağlanır. Peritrigeminal güvenli giriş bölgesi; superiorda trigeminal sinirin interpontin lifleri, inferiorunda abduzens sinirin interpontin lifleri, posteromedialde trigeminal sinirin spinal trakt lifleri, trigeminal sinirin motor nükleusu ve fasiyal sinirin interpontin lifleri, anteromedialde kortikospinal trakt ile çevrilidir (6). Ventral pontin lezyonlar için diğer güvenli giriş bölgeleri ise middle serebellar pedinkül giriş bölgesi ve supratrigeminal giriş bölgesidir. Middle serebellar pedinkül giriş bölgesi anatomik olarak trigeminal ve fasiyal sinirin hemen lateralinde yer alır (5). Supratrigeminal giriş bölgesi ise trigeminal sinirin çıkış noktasının superolateralinde yer alan bölgedir (5).

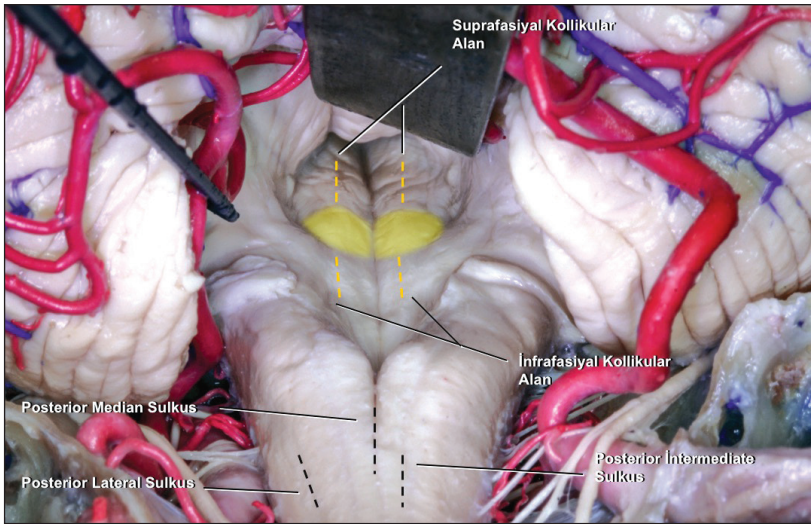
Tüm ventral ve ventrolateral yerleşimli derin pontin lezyonlara ulaşım için retrosigmoid yaklaşım yeterli ulaşım sağlar. Mastoid notch'un 5 mm medialinden geçen kulağa paralel bir lineer insizyon ve asterionun 0,5 cm inferioruna uygulanan burr hole ile açılan 3x3 cm'lik bir kraniotomi ile, 5. ve 7. kranial sinirlerin etrafına yeterli erişim alanı sağlanabilir. Pons ventrolateral yüzeye ulaşım için subtemporal kraniotomi ile birlikte anterior petrosektomi veya presigmoid yaklaşımlar da kullanılabilir. Her iki yaklaşım da trigeminal sinir çıkış noktası ve etrafına mükemmel cerrahi görüş alanı sağlar (3).

Dorsal pons yüzeyi için önerilen güvenli giriş bölgeleri; fasiyal kollikulusların superior ve inferiorundan direkt yaklaşım sağlayan sırasıyla suprafasiyal ve infrafasiyal kollikular bölgelerdir (5). Fasiyal kollikulus, interpontin alanda abduzens sinirin nükleusu ile bu nükleusun etrafına dönen fasiyal sinir liflerinin birlikte oluşturduğu kabartıya verilen anatomik isimdir. Orta hattın hemen yanında medial longitudinal fasikül (MLF) ile sulkus limitans arasında bulunur. Suprafasiyal güvenli giriş bölgesi; trochlear sinirin geçtiği frenulum veni ile rostralardan, fasiyal sinirin intrapontin segmentinin üst sınırı ile kaudaldan, medial longitudinal fasikulus tarafından medialden ve sulkus limitans ile de lateralden sınırlıdır. Medialde MLF ve lateralde sulkus limitansın varlığı nedeniyle, fasiyal kollikulusun superiorunu ortalayıcı ve mediale veya laterale uzanmayan vertikal bir insizyon önerilmiştir (5,6). Infrafasiyal kollikular güvenli giriş bölgesinin sınırları ise anatomik olarak; medialde MLF, lateralde nükleus ambiguus, superiorda fasiyal kollikulus ve inferiorunda ise hipglossal trigondur. Tam orta hat yerleşimli lezyonlara erişim için alternatif olarak, orta hatta her iki MLF'in arasında yer alan medial sulkus da, güvenli giriş bölgesi olarak önerilmiştir (5).

Dorsal pons lezyonlarının rezeksiyonu için sıklıkla orta hat suboksipital yaklaşım tercih edilir (3).



Şekil 1: Beyin sapı güvenli giriş bölgeleri, lateralden görünüm.



Şekil 2: Beyin sapı güvenli giriş bölgeleri, dorsal görünüm.

Orta hattın her iki tarafına burr-hole açarak, foramen magnumun posterior kenarına kadar kraniyotomi genişletilebilir. Serebellar tonsil çok az retrakte edilerek telovelar kavşağa ulaşılır ve tela koroideanın açılmasıyla 4. ventrikül tabanı ve fasiyal kollikulus çevresine yeterli cerrahi erişim sağlanabilir.

### Medulla Lezyonları

Derin yerleşimli medulla oblangata lezyonları için önerilen medüller güvenli giriş bölgeleri anterolateral (preolivar) sulkus, postolivar sulkus, posterior median sulkus, posterior intermediate sulkus ve postero-lateral sulkustur (Şekil 1,2) (1,5,6).

Anterolateral Sulkus güvenli giriş bölgesi; preolivar sulkus boyunca hipoglossal sinirin kaudal kökleri ile C1'in rostral rootları arasında uzanır (5). Piramidal trakta çok yakın olduğu için, bu giriş sadece eksofistik lezyonlar için tercih edilir. Postolivar sulkus güvenli giriş bölgesi; postolivar sulkus boyunca, olive ile inferior serebellar pedinkül arasında uzanır ve glossofarin-

geal ve vagus köklerinin ventralinde yer alır. Alternatif olarak lezyonun yönelimine göre, direkt olive üzerine uygulanacak vertikal bir insizyon ile de medullaya giriş yapılabilir (1,6).

Dorsal medulla yüzeyi için üç dorsal yüzey sulkusu güvenli giriş bölgesi olarak önerilmiştir. Bunlar; obeksin altında orta hatta bulunan *posterior median sulkus*, gracile tuberkül ile cuneate tuberkül arasında seyreden *posterior intermediate sulkus* ve cuneate tuberkülün lateral kenarı boyunca uzanan *posterior lateral sulkustur* (5).

Ventrolateral meduller lezyonlar için far-lateral yaklaşım kullanılabilir. Foramen magnumun lateral kenarını ve C1 posterior kemerini içine alan bir suboksipital kraniyotomi ile, ventrolateral alana yeterli cerrahi erişim çoğunlukla sağlanır. Ventral yüzeye doğru gitme ihtiyacımız varsa, klasik far-lateralden ziyade, far-lateral yaklaşımın transkondiller modifikasyonu kullanılabilir.



Far-lateral yaklaşımda ventral ve ventrolateral medüller yüzey için yeterli cerrahi erişim sağlanabilmesine rağmen, bu yaklaşım C1 posterior kemerin alınması, foramen magnumun açılması, vertebral arterin yaralanma riski ve cerrahi görüş açısını artırmak için oksipital kondilin 1/3'ünün alınması gibi morbiditeyi artırıcı prosedürler içerir. Lateral medüller bölgeye erişim için son yıllarda low retrosigmoid yaklaşım alternatif olarak tanımlanmıştır (1). Bu yaklaşımda, asterionun 1cm inferiorundan açılan burr-hole ile genişletilen 3x3 cm'lik bir kraniyotomi yeterlidir. Serebellopontin ve serebellomedüller sisternin açılması sonrası serebellar tonsilin posterolaterale doğru hafif retraksiyonu ile lateral medüller bölgeye yeterli cerrahi erişim sağlanmış olur. Böylelikle foramen magnum, C1 vertebrasının posterior kemeri korunmuş ve vertebral arter yaralanma riski minimize edilmiş olur.

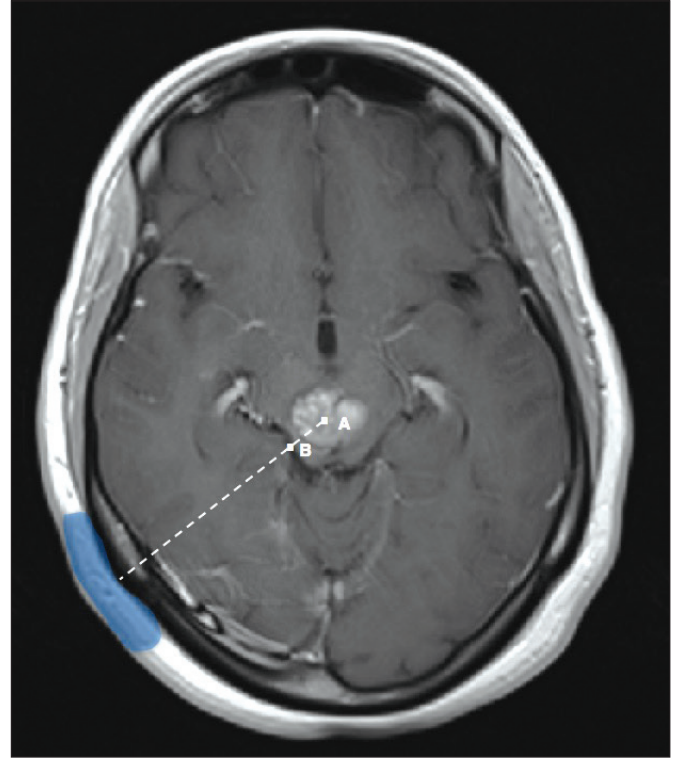
### İki Nokta Yöntemi

İki nokta yöntemi, beynin transgresyonunu en aza indirirken lezyonlara en iyi şekilde erişen bir yaklaşımı seçmek için uygulanan genel bir stratejiyi tanımlar (2). Bu yöntem beynin herhangi bir yerinde lezyonlara uygulanabilir, ancak yaklaşım, minimal bir beyin transgresyonu ile bir pial veya bir ependimal yüzey kullanarak lezyona girmeye izin verdiği zaman en yaygın olarak beyin sapı lezyonları için kullanılır. MR sekansları kullanılarak, lezyonun geometrik merkezi tanımlanır ve merkeze bir nokta konur (Nokta A). İkinci bir nokta (B Noktası) lezyonun yüzeye en yakın noktasıdır veya giriş noktasının en güvenli cerrahi koridoru tanımladığı nokta olarak da tanımlanır. İlk noktadan ikinci noktaya ve kafatasına doğru bir çizgi çizilir ve çizginin yöşüngesi yaklaşımı belirler (Şekil 3).

### TARTIŞMA

Beyin sapı küçük bir kesit alanı içinde, önemli kranial sinir çekirdeklerine ve hayati lif yollarına sahip olduğundan, herhangi bir manipölasyon, yüksek bir morbidite riskine neden olabilir. Bundan dolayı beyin sapının iç yapılarının, güvenli giriş bölgeleri ile olan anatomik ilişkisi iyi bilinmelidir. Güvenli giriş bölgeleri, beyin sapında hayati yapılar arasındaki küçük bölgeleri temsil ederler ve perforatörlerden seyrek bölgelerdir. Bu koridorlar boyunca manipölasyonun, deneyimli cerrahlar tarafından gerçekleştirildiğinde defisitleri en aza indirdiğine inanılmaktadır. Beyin sapının iç yapısı hakkında daha önce birçok histolojik ve radyolojik çalışma yapılmış olmasına rağmen, fiber diseksiyon teknikleri ve 3 boyutlu dokümantasyon ile son yıllarda güvenli giriş bölgeleri ile beyin sapı iç yapıları arasındaki ilişki daha net ortaya kondu.

Hastaların bireysel anatomik varyasyonları ve lezyonun normal anatomiye bozması, preop değerlendirmeyi zorlaştıran faktörlerdir. Özellikle büyük intrinsik lezyonların belirtilen güvenli giriş bölgelerinin anatomisini de bozabileceği daima göz önünde bulundurulmalıdır. Bundan dolayı normal anatomi, anormalliğe uygun kesin bir kılavuz değildir. Preop değerlendirmede ince kesitli T1-, T2- ve duyarlılık ağırlıklı manyetik rezonans (MR) sekanslarında lezyonun ayrıntılı bir biçimde incelenmeli ve bölgenin özellikle internal anatomi bilgisi, elde edilen radyolojik bilgilerle desteklenmelidir. Yine preop DTI traktografi ile beyin sapında bulunan önemli yolakların lezyonla ilişkisi mutlaka



Şekil 3: Manyetik rezonans görüntüleme iki nokta yöntemi uygulaması.

ortaya konmalıdır. İntraoperatif stimölasyon ise özellikle piramidal tartk veya fasiyal nükleusta bir miktar faydalıdır, ancak bize beyin sapı içindeki diğer yolların seyri hakkında net bilgi veremez.

Beyin sapı lezyonlarına cerrahi müdahalede amaç, normal dokulara zarar vermeden ve mümkün olduğunca kritik nükleus ve yolakları yaralamadan rezeksiyonu yapabilmek olmalıdır. Bu yaklaşımlarda en önemli konu, yüzeyden lezyona en kısa mesafeyi ve en az nöral hasara yol açacak rotayı belirlemektir. Yüzeyin altında bulunan lezyonlar için en güvenli yaklaşım, genellikle en kısa ve en direkt olanıdır. Bu tür yüzeyel lezyonlar için iki nokta yöntemi sıklıkla uygulanabilir. Ancak bu yöntemle ilgili handikaplar da mevcuttur. Öncelikle iki nokta yöntemi, güvenli giriş bölgesi tanımına uygun kullanılmalıdır. Güvenli giriş bölgesinin kullanımı elequant alandan geçen iki nokta çizgisine göre daha avantajlı olabilir. Örneğin, middle serebellar pedinkül güvenli giriş yoluyla dorsal pontin lezyonlarının rezeksiyonu daha uzun bir yoldan uygulanmasına rağmen, 4. ventrikülün tabanından geçen iki nokta çizgisine göre daha az yaralanmaya ve daha az morbiditeye yol açar. İkincisi ise cerrahın lezyona teğet geçtiği yaklaşımlardan kaçınılmalıdır. Çünkü bu durum yaklaşım ve rezeksiyon sırasında, retraksiyon hasarının olasılığını artırır.

Pial veya ependimal yüzeye yakın olmayan derin yerleşimli lezyonlar için ise anatomik olarak tanımlanmış güvenli giriş bölgeleri, lezyona erişim için kullanılabilir. Genel olarak lezyonun yüzeye en yakın bölgedeki güvenli giriş alanının kullanılması önerilmiştir.

## ■ SONUÇ

Medikal teknolojideki ilerlemeler, nöroanatomi ve mikrocerrahinin gelişimi ve beyin sapı patolojileri hakkındaki bilgi birikimi ve tecrübenin artması ile beyin sapının dokunulamaz bölge olduğu algısı zamanla değişmiştir. İntrinsik bir beyin sapı lezyonunun rezeksiyonu için preoperatif planlama ve doğru yaklaşımın seçimi kritik öneme sahiptir. Bir yaklaşım seçerken, cerrah, patoloji ve onun doğal seyrini, hastanın yaşam beklentisi ve isteklerini, defisit varlığı ve anatomik bilgiye dayalı defisit beklentisini mutlaka göz önüne almalıdır. Görüntüleme yöntemleri ve hastanın kliniği ışığında, güvenli giriş bölgeleri ve iki nokta yaklaşım yöntemi birleştirilerek beyin sapı patolojilerine cerrahi yaklaşım planlanmalıdır.

## ■ TEŞEKKÜR

Şekil 1 ve 2 anatomik disseksiyonları Uzm. Dr. Kaan Yağmurlu tarafından yapılmıştır ve Rhoton Collection'ın izniyle yayınlanmıştır.

## ■ KAYNAKLAR

1. Bozkurt B, Kalani MY, Yağmurlu K, Belykh E, Preul MC, Nakaji P, Spetzler RF: Low retrosigmoid infratonsillar approach to lateral medullary lesions. *World Neurosurgery* 111:311-316, 2018
2. Brown AP, Thompson BG, Spetzler RF: The two-point method. Evaluating brain stem lesions. *Barrow Quarterly* 12(1): 1996
3. Kalani MY, Yagmurlu K, Martirosyan NL, Cavalcanti DD, Spetzler RF: Approach selection for intrinsic brainstem pathologies. *Journal of Neurosurgery* 125(6):1596-1607, 2016
4. Rhoton AL: Rhoton cranial anatomy and surgical approaches. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2003
5. Spetzler RF, Kalani MY, Nakaji P, Yağmurlu K: *Color Atlas of Brainstem Surgery*. New York: Thieme, 2017
6. Yagmurlu K, Rhoton Jr AL, Tanriover N, Bennett JA: Three-dimensional microsurgical anatomy and the safe entry zones of the brainstem. *Operative Neurosurgery* 10(4):602-620, 2014
7. Yagmurlu K, Safavi-Abbasi S, Belykh E, Kalani MY, Nakaji P, Rhoton AL, Spetzler RF, Preul MC: Quantitative anatomical analysis and clinical experience with mini-pterional and mini-orbitozygomatic approaches for intracranial aneurysm surgery. *Journal of Neurosurgery* 127(3):646-659, 2017