



# Beyin Sapı 3 Boyutlu Mikrocerrahi Anatomi, İç Mimari ve Güvenli Giriş Yolları

## *Brain Stem 3-Dimensional Microsurgical Anatomy, Interior Architecture and Safe Entry Zones*

Abdullah Emre Taçyıldız<sup>1</sup>, Melih Üçer<sup>2</sup>, İlhan Aydın<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Karabük Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroşirurji Kliniği, Karabük, Türkiye

<sup>2</sup>Biruni Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroşirurji Kliniği, İstanbul, Türkiye

<sup>3</sup>Kanuni Sultan Süleyman Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nöroşirurji Kliniği, İstanbul, Türkiye

**Atıf/Cite as:** Taçyıldız AE, Üçer M, Aydın İ. Beyin sapı 3 boyutlu mikrocerrahi anatomi, iç mimari ve güvenli giriş yolları. J Nervous Sys Surgery 2023;9(1):16-30.

**Geliş tarihi/Received:** 08.05.2023 **Kabul tarihi/Accepted:** 11.06.2023 **Yayın tarihi/Publication date:** 30.06.2023

### ÖZ

**Amaç:** Beyin sapında kranial nükleusların, diğer gri madde topluluklarının ve ak madde yollarının 3 boyutlu mikrocerrahi anatomisini ortaya koymak, beyin sapındaki tüm güvenli giriş yollarının komşuluklarını belirlemek ve güvenli giriş yollarının literatürle karşılaştırmasını yapmak amaçlanmıştır.

**Yöntem:** Bu çalışmada formalinle fikse edilmiş kadaverik 7 adet beyin sapı Klingler metodu ile hazırlandıktan sonra diseksiyonlar cerrahi mikroskop altında mikrocerrahi set ile yapıldı. Diseksiyonlar anterior, posterior ve lateralden başlanarak gerçekleştirildi. Beyin sapının mikrocerrahi anatomisi ortaya kondu. Her aşamada dijital fotoğraf makinası ile 3 boyutlu fotoğrafları çekildi.

**Bulgular:** Literatürde tartışılan 18 adet güvenli cerrahi giriş yolu tüm sınırları ile ortaya koyuldu. Anterior mezensefalik bölgede okülomotor sinirin intramezensefalik liflerinin red nükleusun lateralinden de geçtiği ve infrakolikular güvenli giriş bölgesi ve interkollikular bölge için IV. kranial sinir çaprazlaşmasının yüksek risk altında olduğu literatürde ilk defa gösterilmiştir. Lateral pontin bölgede vestibüler sinir lifleri ve inferior serebellar pedinkül komşuluğu ilk defa gösterilmiştir. Supratrigeminal bölgede dorsale doğru derinleşirse medial lemniscus ve lateral lemniscus ile karşılaşılır. Medulla Oblongata'da olivar bölgenin literatürde bahsedilmeyen dorsolateral sınırını CTT yapar.

**Sonuç:** Güvenli giriş yolları olarak bilinen bazı bölgelerin güvensiz sınırları çalışmayla ortaya çıkarılmıştır. Beyin sapı cerrahisi ile ilgilenecek cerrahlar lif diseksiyon temelli beyin sapı anatomisini tüm kranial ve diğer nükleuslarla, inen ve çıkan ak madde yolları ile detaylı olarak bilmelidir. Nörogörüntüleme teknikleri ile bu bilgileri lezyonun fizyolojik anatomide yaptığı tahribatla düşünmeli buna göre hareket etmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Beyin sapı ve anatomisi, beyin sapına güvenli giriş yolları

**Sorumlu yazar/Corresponding author:** Abdullah Emre Taçyıldız, Karabük Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroşirurji Kliniği, Karabük/ Türkiye. [abdullahemretacyildiz@gmail.com](mailto:abdullahemretacyildiz@gmail.com) / 0000-0001-5806-243X

**ORCID:**

**M. Üçer** 0000-0002-2004-2991, **İ. Aydın** 0000-0001-7681-8528

© Telif hakkı Sinir Sistemi Cerrahisi Dergisi.

Bu dergide yayınlanan bütün makaleler Creative Commons 4.0 Uluslararası Lisansı (CC-BY) ile lisanslanmıştır.

© Copyright Journal of Nervous System Surgery.

Licensed by Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY).

## ABSTRACT

**Objective:** It is aimed to reveal the 3D microsurgical anatomy of the cranial nuclei, other gray matter assemblies and white matter tracts in the brainstem, and to identify the neighbor structures of all the safe entrance ways to the brainstem and to compare the safe entrance ways with the literature.

**Materials and Method:** This study was carried out at Istanbul University, Cerrahpaşa Medical Faculty Department of Neurosurgery, Micro-Endo-Neurosurgery and Neuroanatomy Education Research Laboratory. Seven cadaveric human brain stems were fixed according to Klingler J. And Ludwig E. Method and prepared for dissection. The dissections were performed with a microsurgical set under a surgical microscope. Dissections were performed from the front, back and lateral. Microsurgical anatomy of brain stem was revealed. Digital photographs and 3D photographs were taken at each stage.

**Results:** In the literature, 18 safe entry regions were revealed with surrounding boundaries. It has been revealed for the first time in the literature that intramesencephalic fibers of the oculomotor nerve also pass through the lateral aspect of the red nucleus in the anterior mesencephalic region. It has been shown for both infracollicular entry and intercollicular safe entry zones, IV. cranial nerve is under high risk. The proximity of the vestibular nerve and the inferior cerebellar peduncle in the lateral pontine region have been documented for the first time. When moved deeper in the supratrigeminal region the medial and lateral lemniscus are encountered. The dorsolateral border of the olivary region in medulla oblongata is formed by CTT, which has not been mentioned in the literature.

**Conclusion:** Surgeons who deal with brain stem surgery must know brainstem anatomy with all cranial nerves, descending and ascending pathways in detail. Fiber dissection technique is the best way to gain this knowledge. Surgeons should consider to combine this information with new neuroimaging techniques, in addition to the changes in intraoperative neurophysiology and act accordingly.

**Keywords:** Brainstem Anatomy, Brainstem safe entry zones, Mesencephalon, Pons, Medulla Oblongata

## GİRİŞ

1901 yılında Florence R. Sabin medulla ve beyin sapı atlasını yayınladı <sup>(30)</sup>. Beyin sapı atlası ile başlayan beyin sapı cerrahisi süreci 1928 ve 1935 yıllarında Walter Dandy ve W. B Hamby tarafından cerrahi girişim ile devam etti <sup>(10,15)</sup>. 1956 yılında Klingler beyin sapı lif diseksiyonu çalışmalarını yayınladı <sup>(21)</sup>. 1969 yılında bazı araştırmacılar hala bu bölgenin opere edilemez bir bölge olduğunu kabul ediyordu <sup>(22)</sup>. 1986'da Epstein ve McCleary bu bölgenin cerrahisinin kabul edilebilir sonuçlarının olabileceğini vurguladılar <sup>(11)</sup>. Bricolo ve Spetzler beyin sapı tümörlerinde cerrahi yolları ve klinik sonuçları özellikle XX. yüzyılın son dekadında yayınladılar <sup>(3,6)</sup>. 2014 yılında Yağmurlu lif diseksiyon temelli 3 boyutlu görüntüleme tekniği ile beyin sapının güvenli giriş yollarının sınırlarını çalışmasında belirtti <sup>(34)</sup>.

Yıllar içerisinde, artan bilgi birikimi, yeni keşfedilen mikrocerrahi ve endoskopik teknikler, gelişen görüntüleme yöntemleri ve elektrofizyolojik nöro görüntüleme teknikleri, artarak devam eden laboratuvar çalışmaları, beyin sapı cerrahilerinin güvenli ve mükemmel yakın

sonuçlar ile yapılmasına olanak sağladı. Tüm bu gelişmelere rağmen beyin sapı cerrahilerinde sınırlılıklar devam etmektedir.

## YÖNTEM

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Nöroşirürji Ana Bilim Dalı, Mikro-Endonöroşirürji ve Nöroanatomi Eğitim Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi. 9 adet postmortem beyin sapı yarısı, Klingler J. ve Ludwig E. yöntemine uygun olarak en az 2 ay süre ile %10'luk formalin solüsyonunda bekletildi. Araknoid mater, pia mater ve vasküler yapılar uzaklaştırıldıktan sonra en az 2 hafta süre ile -16 C°'de donduruldu. Sonrasında çeşme suyu altında çözülerek diseksiyona hazır hale getirildi. Diseksiyonlar arası beyin hemisferleri %70 alkol solüsyonu içinde oda sıcaklığında rafta bekletildi. Diseksiyonlar cerrahi mikroskobu altında x4 ve x40 büyütmede, mikrocerrahi set; dişsiz mikropensetler, mikrohook, mikromakas, bistüri ve disektör kullanılarak yapıldı. Lateralden mediale ve medialden laterale diseksiyon yapılarak lifler kat kat kaldırıldı. Her aşamada ulaşılan lifler ve anatomik yapıların birbirleri ile ilişkisi ortaya kondu.

## BULGULAR

### 1. MEZENSEFALON

#### 1.1 Anterior Mezensefalik Bölge

Serebral pedinkül üzerinde okülomotor sinir ve kortikospinal trakt (Resim 1A) arasındadır<sup>(4,5,9,26)</sup>. Anterior mezensefalik bölge frontal loptan gelen lifleri içermektedir (Resim 1B). Kortikospinal trakt yüzey alanı olarak serebral pedinkülün yarısından fazla alan içermektedir (Resim 1C). Anterior mezesensafalik bölge dar bir alandadır (Resim 1C).

Serebral pedinkülün derininde substansiya nigra ve red nükleus bulunmaktadır (Resim 1D – 1E). Okülomotor sinirin intramezensefalik lifleri red nükleusun en lateralinden, ortasından ve medialinden ilerlemektedir (Resim 1E).

Anterior mezensefalik bölge cerrahisinde derinleşilirse substansiya nigra ve red nükleus zarar görebilir. Çalışmamızda okülomotor sinirin intramezensefalik liflerinin de risk altında olduğunu gözlemledik (Resim 1E).

#### 1.2 Lateral Mezensefalik Sulkus

Serebral pedinkül ve lateral lemniscus (1F) arasındadır. Pontomezensefalik sulkustan medial genikulat cisime uzanır<sup>(14,34)</sup>. Lateral mesensefalik sulkus medial lemniscusun hemen lateralinde başlar (Resim 1G). Lateral mezensefalik sulkusun medialinde superior serebral pedinkül lifleri de bulunmaktadır (Resim 1G). Giriş noktasına göre insizyonda derinleşilirse substansiya nigra ve red nükleus ile yakın komşuluğu bulunmaktadır (Resim 1H). Başka spesimde yapılan bir çalışmada SCP çaprazlaşmasının dorsalinde CTT ve TMT gösterildi (Resim 3E ve 3F). Diğer risk altındaki yapılar ise 3. ve 4. Kranial sinir nükleusları olduğunu gözlemledik (Resim 1H, 2C ve 2D).

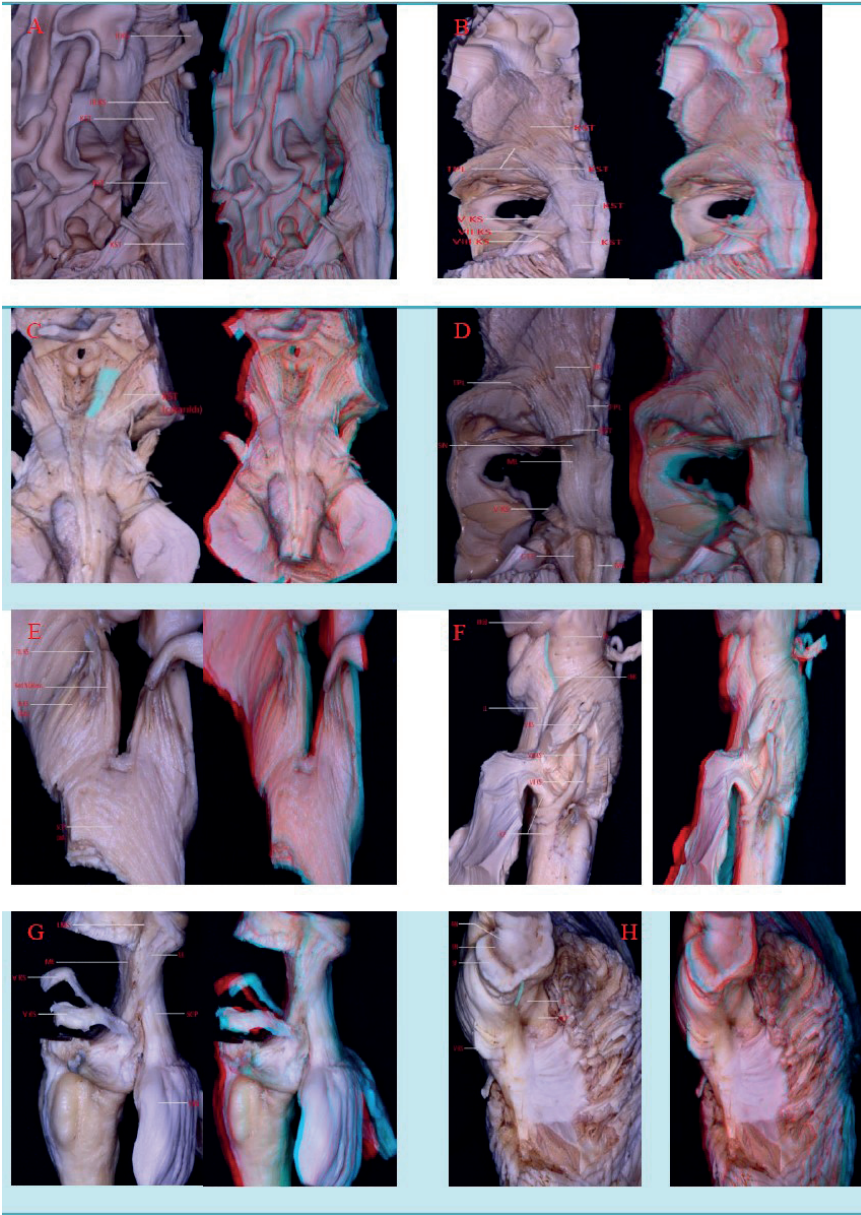
#### 1.3 Suprakollikular ve İnfrakollikular Bölge

Tektum lezyonları için önerilmiştir<sup>(34)</sup>. Superior kollikular bölgede insizyon superior kollikulusun arasındadır ve superior kollikulusların arasında üst kenara yapılır (Resim 2A, Resim 2B). Superior kollikulus ve ve lifleri kaldırıldığında akuadukt izlenecektir (Resim 2D). Akuadukt önemli bir referans noktasıdır. Cerrahi sırasında önüne geçmemek gerekir. Akuadukt superior kollikulus seviyesinde geçilecek olursa (ventrale doğru) III. kranial sinir nükleusu ve intramezensefalik okülomotor liflerin zedelenebileceği tespit edilmiştir. III. kranial sinir nükleusundan daha ventrale ilerlenirse MLF, CTT ve red nükleus zedelenebilir.

İnferior kollikulus işitsel sistem ile ilgilidir. İnfierior kollikulus lateral lemniscus ile gelen lifleri alır. Medial genikulat cisime lifler gönderir (Resim 2B). Mikrodiseksiyon ile bu bölgede; lateral lemniscus, inferior kollikulus ve medial genikulat cisim devamlılığı takip edilmiştir (Resim 2B). Mezensefalon posterior yüzeyde inferior kollikulus diseksiyonu yapıldığında akuaduktın hemen lateralinde IV. kranial sinir nükleusu ve lifleri izlenmektedir (Resim 2C ve 2D). Akuadukt diseke edilerek kaldırıldı. MLF ve superior serebellar pedinkül çaprazlaşması izlenmektedir (Resim 2D ve 4B). İnfrakollikular bölge için MLF ve superior serebellar bölge lifleri de risk altındadır.

İnfrakollikular bölgede dikkat edilmesi gereken önemli bir yapının da IV. kranial sinir çaprazlaşması olduğu fark edildi. İnfierior kollikulusun alt seviyesinin diseksiyonu ile bu çaprazlaşma ortaya çıkarıldı (Resim 2D).

Cerrahi sırasında, insizyonla ventrolaterale derinleşilirse SCP ve LL zedelenebileceği, akuaduktın lateralinde TMT'nin zedelenebileceği, MLF aşılsa CTT ve SCP lifleri hasar görebilir (Resim 2B - D).



**Resim 1. A:** Mezensefalonda, pons ve medulla boyunca KST izleniyor. Okülomotor sinirin hemen lateralinde anterior mezensefalik bölge yer alıyor. **B:** Beyin diseksiyon edilmiş. Serebral pedikül liflerinin üst merkezlerle devamlılığı izleniyor. Serebral pedikülde en lateralde yer alan liflerin temporal loptan en medialde yer alan liflerin frontal loptan geldiği gözlemleniyor. **C:** Pons seviyesinde yüzeysel transvers lifler diseksiyon edildikten sonra, mezensefalonda, pons ve medullada KST çıkarılmıştır. KST'nin kapladığı yüzey alanı serebral pedikülün yarısından fazla olduğu görülüyor. Anterior mezensefalik bölgenin dar bir köprü olduğu gözlemleniyor. **D:** Ponsda yüzeysel ve derin transvers lifler tamamen kaldırılıncaya iç bükey şekli olan medial lemniscusa ulaşıldı. Mezensefalonda serebral pedikül parsiyel kaldırılmış, derinde siyah rengi ile substansiya nigra izlenmiştir. **E:** Mezensefalonda diseksiyona devam edildi. Serebral pedikül ve substansiya nigra tamamen kaldırıldı. Okülomotor sinirin intramezensefalik liflerine ulaşıldı. Okülomotor sinirin intramezensefalik lifleri red nükleusun en lateralinden en medialine kadar içinden geçerek mezensefalondan doğmaktadır. **F:** Beyin sapına yandan bakıda lateral mezensefalik sulkus izlenmektedir. Lateral lemniscus bu sulkusun posterirounda bulunmaktadır. Medial genikulat cisimin üst sınırını oluşturduğu görülüyor. **G:** Ponsda medial lemniscusa kadar diseksiyon yapıldı. Mezensefalonda alt yarısında serebral pedikül lifleri tamamen diseksiyon ile kaldırıldı. Lateral mezensefalik sulkus ve medial lemniscusun yakın komşuluğu görülmektedir. Lateral mezensefalik sulkusun medialinde medial lemniscus ve superior serebellar pedikül lifleri bulunmaktadır. **H:** Lateral mezensefalik sulkus üst yandan bakıda substansiya nigra ve red nükleus ile yakın komşuluğu izleniyor.

## 1.4 İnterkolikular Bölge

Bricolo ve diğer bazı araştırmacılar bu bölgeyi liflerin azlığı nedeniyle önermiştir (4,7,18,29). (Resim 2E). İnterior ve superior kollikulus diseke edildiğinde izlenen akuadukt bu güvenli bölge için de çok önemli bir nirengi noktasıdır (Resim 2D). İnterior kollikulus diseke edildiğinde IV. kranial sinirin intramezensefalik lifleri görüldü. IV. kranial sinir çaprazlaşması ortaya kondu. (Resim 2D). Bu güvenli giriş bölgesi için operasyon sırasında IV. kranial sinir çaprazlaşmasının risk altında olduğu tespit edildi. Mikrodiseksiyon ile akuadukt geçilirse MLF, III. ve IV. kranial sinir lifleri (giriş seviyesine göre), CTT ve red nükleus zedelenebileceği tespit edildi (Resim 2C ve 2D). Akuaduktun lateralinde TMT bulunur (Resim 2D). Superior kollikulus derininde III. kranial sinir nükleusu, inferior kollikulus seviyesinde IV. kranial sinir nükleusu gösterilmiştir (Resim 2C-2D).

## 2. PONS

### 2.1 Lateral Pontin Bölge

Yağmurlu ve arkadaşları bu bölgeyi peritrigeminal bölge olarak adlandırmışlardır. Cavalcanti ve arkadaşları ise bu bölgeyi lateral pontin bölge olarak adlandırmışlardır (9,34). Yağmurlu ve arkadaşları peritrigeminal bölgeyi daha medialde gösteriyor. Biz lateral pontin bölge adlandırmasını kabul ediyoruz. Lateral pontin bölge için Trigeminal ve fasial sinirler arasında longitudinal insizyon kullanılır (2,34).

Yüzeyel transvers pontin lifler lateral pontin bölge için yapılacak insizyonu çaprazlar (Resim 2F). Yüzeyel transvers pontin lifler diseke edildiğinde derin transvers pontin lifler ve pontin nükleuslar ortaya çıkar (Resim 2G ve 2H). Yüzeyel pontin lifler kaldırıldığında lateral pontin bölgenin medialinde kortikospinal trakt gözlemlendi. Lateral pontin bölgenin ventromedial sınırının

kortikospinal trakt olduğu tespit edildi (Resim 2G).

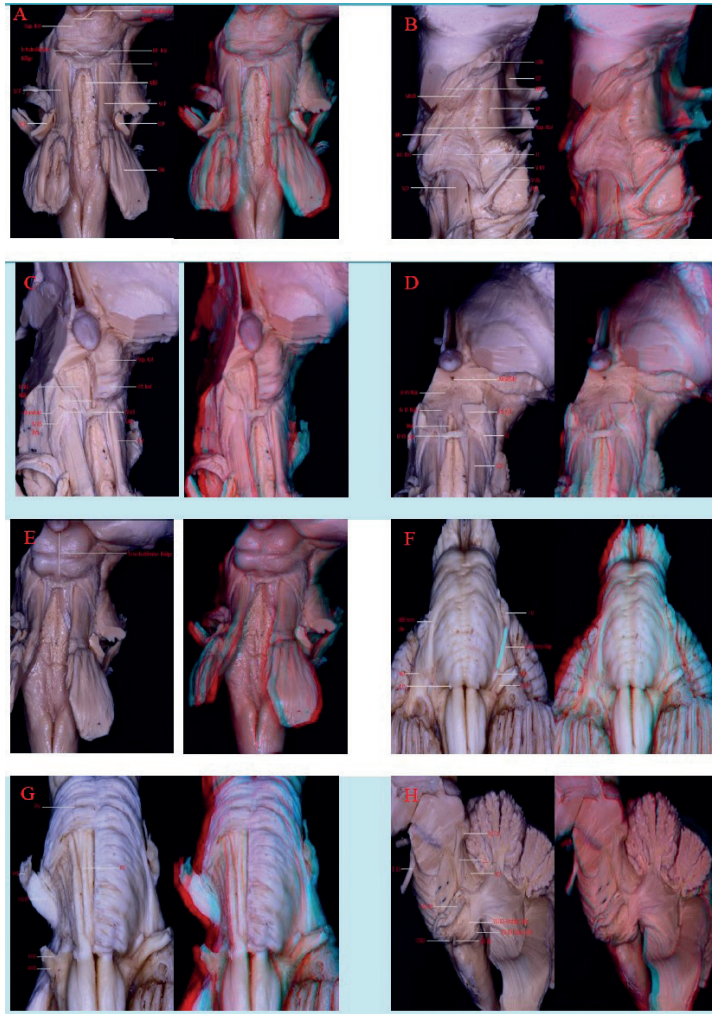
Fasial sinirin intrapontin kısmı korunarak pontin lifler ve pontin nükleuslar kaldırıldığında; fasial sinirin dorsokaudalinde VI ve VII. Kranial sinirlerin intrapontin segmenti izlendi (Resim 3A). Trigeminal sinirin intrapontin kısmının lifleri korunarak diseksiyona devam edildiğinde, trigeminal sinirin duyu ve motor nükleusları açığa çıkarıldı (Resim 2H ve 3A).

Lateral pontin bölgenin derinde laterale doğru diseksiyon devam edildiğinde, intrapontin fasial liflerin dorsolateralinde, vestibüler sinirin intrapontin kısmı, inferior serebellar pedikül ve ventral koklear nükleus gözlemlendi (Resim 2H ve 3A). Cerrahi sırasında tüm bu yapıların risk altında olduğu sonucuna varıldı. Nieuwenhuys ve arkadaşlarının şematik olarak gösterebildiği intrapontin vestibüler ve koklear lifler anatomik olarak gösterildi (25).

Bazı araştırmacılar vertikal manipülasyonun zor olduğunu belirtmektedir. 9 beyin sapı yarısının 7'sinde saptadığımız oblik pontin lifler vertikal manipülasyonu kolaylaştırabileceği düşünüldü (Resim 2F).

### 2.2 Peritrigeminal Bölge

Trigeminal sinirin önünde ve medialinde bulunur. Ponsun ön yüzünde transvers pontin lifler kaldırıldığında, peritrigeminal bölgemini medialinde kortikospinal trakt bulunmaktadır (Resim 3B). Trigeminal sinirin intrapontin kısmı takip edilerek diseksiyon yapıldığında bu güvenli giriş bölgesinin dorsolateralinde trigeminal nükleuslar ortaya çıkar. Cerrahi sırasında peritrigeminal bölgenin dorsolateralinde peritrigeminal sinirin intrapontin kısmı ve nükleusları risk altındadır (Resim 3A ve 3B). Peritrigeminal bölgede mikrodiseksiyonla



**Resim 2. A:** Superior kollikulus ve inferior kollikulus yüzeyel olarak diseke edildi. Superior ve inferior kollikulusun lifleri açığa çıkarıldı. Lateral lemniscus, inferior kollikulus ve inferior kollikulustan çıkan liflerin devamlılığı görülmektedir. **B:** Mezensefalona yandan bakıda superior ve inferior kollikulusların bağlantıları izlenmektedir. Superior kollikulusun, brakium kollikulus superior ile lateral genikulat cisime bağlandığı görülmüyor. Lateral lemniscus , inferior kollikulus ve medial genikulat badi bağlantıları ve devamlılığı izleniyor. **C:** Mezensefalonda inferior kollikulus sol tarafta diseksiyon ile kaldırıldı. IV. kranial sinir nükleusu izlendi. IV. kranial sinirin intramezensefalik liflerinin kendi nükleusundan çıkışı görüldü. IV. Kranial sinir nükleusu akuaduktın hemen lateralinde ve ventralinde izlenmektedir. Akuadukt önemli bir nirengi noktasıdır. Cerrahi operasyonlarda bu sınır aşılmalıdır. **D:** Superior ve inferior kollikulus tamamen diseke edilerek kaldırıldı. Superior kollikulus derininde (ventralinde) okülomotor nükleus ve inferior kollikulus seviyesinde derinde (ventralinde) troklear nükleus gösterildi. Akuaduktın ventralinde MLF'nin yer aldığı izlendi. İnfior kollikulus alt seviyesinde diseksiyonla derinleşildiğinde IV. kranial sinir çaprazlaşması görüldü. IV. Kranial sinir çaprazlaşması önemli bir landmarktır. İnfior kollikular bölge için risk altındadır. Yine bu çalışmanın önemli bulgularından bir tanesi IV kranial sinirin çaprazlaşmasının risk altında olduğunun tespitidir. **E:** İnterkollikular bölge liflerinin azlığı nedeniyle tercih edilir. Alt sınırda 4. Kranial sinir çaprazlaşması risk altındadır. **F:** Trigeminal ve fasial sinir arasındaki lateral pontin bölge izlenmektedir. 9 beyin sapı yarısının 7'sinde saptadığımız oblik pontin lifler hem sağ hem sol yarıda görülmektedir. Oblik pontin liflerin vertikal manipülasyonda kolaylık sağlayacağı kanaatindeyiz. **G:** Mikrodiseksiyon ile yüzeyel pontin lifler sağ yarıda kaldırıldı. Sağ yarıda lateral pontin bölgenin medialinde kortikospinal trakt izlendi. Lateral pontin bölgenin ventromedial sınırının kortikospinal trakt olduğu tespit edildi. Cerrahi operasyonda, insizyonda derinleşilirse orta ve derin transvers pontin lifler zedelenebileceği görüldü. **H:** Beyincik diseksiyonu da yapılan başka bir spesimde lateral pontin bölgeye yan ve üstten baki. Fasial sinirin intrapontin liflerinin dorsolateralinde vestibüler sinirin intrapontin kısmı, inferior serebellar pedinkül ve ventral koklear nükleus izlenmektedir. Vestibüler liflerin ve koklear liflerin İCP'nin farklı taraflarındaki seyri literatürde ilk defa gösterilmiştir.

yüzeysel, orta ve derin transvers pontin lifler kaldırıldığında, medial lemniscusun iç bükey yüzeyi ile karşılaşıldı. Cerrahi sırasında insizyon derinleştirse medial lemniscus zedelenebilir (Resim 3C).

### 2.3 Supratrigeminal Bölge

Ponsun önüne lokalize lezyonlarda kullanılabilir. Orta serebellar pedinkül üzerinde trigeminal sinirin hemen superiorunda bulunan bölgedir (Resim 3B). Ponsun ön yüzü diseke edildiğinde bu güvenli giriş bölgesi içinde medial sınırın kortikospinal trakt olduğu görüldü (Resim 3B).

Tüm pontin lifler kaldırıldığında medial lemniscus izlendi. Bu bölge için medial lemniscus ve lateral lemniscus yakın komşuluğu gösterildi. Cerrahi operasyonlarda supratrigeminal bölgede dorsale doğru derinleştirilse medial lemniscus ve lateral lemniscusun zedelenebileceği görüldü (Resim 3C).

Tüm pontin lifler ve orta serebellar pedinkül diseke edildiğinde dorsokaudalde trigeminal sinirin intrapontin kısmı ve nükleusu ortaya çıkarıldı. Yine bu yapıların, bu güvenli giriş bölgesi için dikkat edilmesi gereken noktalar olduğu gösterildi (Resim 3A ve 3C).

### 2.4 Suprafasial Bölge

Suprafasial bölgenin güvenli giriş bölgeleri arasında en karmaşık yapıları ve lifleri barındırdığı görülmektedir. Beyin sapının arka yüzüne bakıldığında suprafasial bölgenin üst sınırını frenulum veli oluşturur. Frenulum veli seviyesinde IV. kranial sinir ve çaprazlaşması yer almaktadır (Resim 2D ve 2E).

Beyin sapına arka yüzeyden bakıldığında fasial kollikulusun kabarıklığı izlenmektedir (Resim 3D). Suprafasial bölgenin tanımlanmış alt sınırının (kaudal limit) fasial kollikulusun superior kenarı olduğu gözlenmiştir. Beyin sapı

arka yüzeyde diseke edildiğinde suprafasial bölgenin medialinde medial longitudinal fasikül gösterilmiştir (Resim 3G).

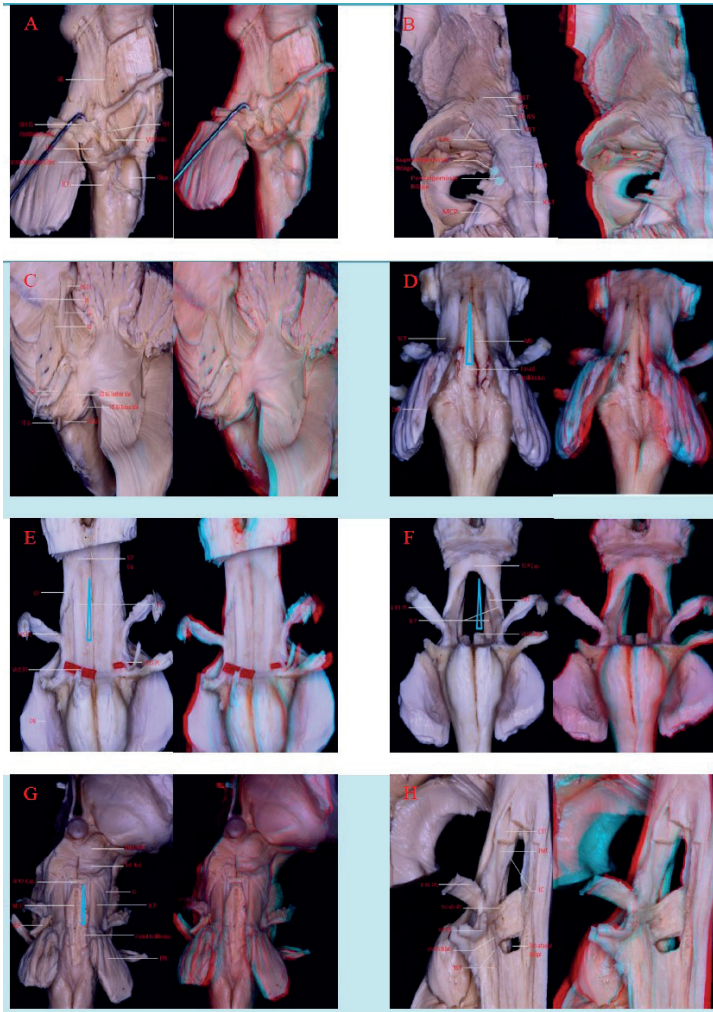
Beyin sapına arka yüzeyden bakıldığında suprafasial bölgenin lateralinde sulkus limitans izlenebilmiştir (Resim 3D ve 3G). Cerrahi operasyon sırasında insizyon mediale uzarsa MLF'nin hasar göreceği açıktır (Resim 3G).

Literatürde suprafasial bölgeyi tanımlamak için beyin sapının arka yüzeyi nerdeyse tamamen arkadan diseke edilmiştir. Beyin sapına önden diseksiyona başlanarak pontin lifler, kortikospinal trakt ve medial lemniscus tamamen diseke edildi. VII. Kranial sinirin intrapontin kısmı ortaya kondu. VI. Kranial sinirin intrapontin kısmı ve CTT tanımlandı. VI. Kranial sinirin liflerinin CTT'nin medialinden geçtiği net bir şekilde gösterildi (Resim 3E).

Önden diseksiyona devam edildi. CTT, VI. KS. ve VII. KS tamamen diseke edilerek kaldırıldı. V. Kranial sinirin intrapontin kısmı ve TMT ortaya kondu. TMT'nin mezensefalona doğru devamlılığı gösterildi. Suprafasial bölgenin lateralinde trigeminal sinirin motor ve ana duyu nükleusunun bölge ile yakın komşuluğu gösterildi (Resim 3F ve Resim 4A). Cerrahi operasyon sırasında insizyonun sulkus limitansın lateraline uzaması halinde TMT, CTT ve locus coeruleusun zedelenebileceği gösterildi (Resim 3E, 3F ve Resim 4A). 4. ventrikülünde lateral sınırını oluşturan superior serebellar pedinkülün de suprafasial bölgenin lateralinde yer aldığı izlenmiştir (Resim 3D-3G).

### 2.5 İnfrafasial Bölge

Fasial kollikulusun alt segmenti ile hipoglossal ve vagal nükleuslar (hipoglossal üçgen) arasındadır. Beyin sapı arka yüzeyde medial sınırının medial longitudinal fasikül olduğu görülmüştür (Resim 3D).



**Resim 3. A:** Serebellumun tamamen diseke edildiği başka bir spesimde lateral pontin bölgede diseksiyon yapılarak derinleşildi. Trigeminal sinirin, fasial sinirin, vestibüler sinirin intrapontin kısımları diseksiyonla gösterilerek yakın komşulukları tanımlandı. Medial lemniscusun iç bükü yapısı lateralden görülüyor. **B:** Pons seviyesinde yüzeyel transvers pontin lifler diseke edildi. Beyinde kortikal yapılar ve ak madde yolları diseke edildi. Tüm seviyelerde kortikospinal trakt ortaya kondu. Peritrigeminal ve supratrigeminal bölge mavi boya ile gösterildi. Peritrigeminal bölge ve supratrigeminal bölgenin medial sınırının kortikospinal trakt olduğu gözlemlendi. **C:** Operasyon sırasında peritrigeminal bölgede derinleşilirse medial lemniscus , supratrigeminal bölgede derinleşilirse hem medial lemniscus hem de lateral lemniscus zedelenebileceği görülüyor. **D:** Beyin sapında 4. ventrikülün arka yüzeyine bakıda fasial kollikulusun kabarıklığı izlenmektedir. Suprafasial bölgenin alt sınırı fasial kollikulusun üst kenarıdır. Medial sınırının MLF, lateral sınırının ise sulkus limitans olduğu izleniyor. **E:** Ponsa ön yüzde tüm transvers lifler, kortikospinal trakt ve medial lemniscus diseke edildi. CTT her iki tarafta gösterildi. VI kranial sinirin intrapontin kısmının CTT'nin medialinden geçtiği izlendi. VII kranial sinirin intrapontin liflerinin CTT'nin lateralinden geçtiği tespit edildi. Trigeminal sinirin intrapontin kısımları nükleuslarına kadar gösterildi. **F:** Pons seviyesinde diseksiyona devam edildi. Transvers lifler, kortikospinal trakt ve medial lemniscus'ten sonra da CTT, VI. kranial sinir, VII. kranial sinir diseke edildi. Trigeminal sinirin intrapontin kısımları ve trigeminal mezensefalik traktın suprafasial bölge ile komşuluğu izleniyor. Cerrahi sırasında trigeminal mezensefalik trakt, suprafasial bölgede laterale ilerledikçe karşımıza çıkabilecek bir lif demeti olduğu tespit edildi. Suprafasial bölgenin SCP ve çaprazlaşması ile yakınlığı da görülüyor. **G:** Beyin sapı arka yüzeyi ve mezensefalon diseke edilmiş bir başka spesimde suprafasial bölgenin üst sınırının IV. kranial sinir ve çaprazlaşması olduğu görülüyor. Medial sınırı MLF, lateral sınırda sulkus limitans izleniyor. SCP ile yakın komşuluğu görülüyor. **H:** Pons ve medulla diseksiyonu önden yapılmış. Ponsa önden bakıda transvers lifler, kortikospinal trakt ve medial lemniscus kaldırıldı. İnfrafasial bölge önden diseke edildi. İnfrafasial bölgenin derininde ve lateralinde fasial nükleus bulunur.



Farklı bir bakış açısı kazanmak için, infrafasial bölgeye bakıda; pons ve medulla diseksiyonu önden yapılmıştır. Ponsa transvers lifler, kortikospinal trakt medial lemniscus ve CTT kaldırıldı. İnfrafasial bölgenin superolateralinde fasial nükleus tanımlandı (Resim 3H). Nükleus salivatoryus ile fasial nükleus arasında komşuluk gösterildi (Resim 3H). İnfrafasial bölgenin lateralinde TST devamlılığı izlendi (Resim 3H). İnfrafasial bölgenin alt sınırında inferolateralde nükleus ambiguus ile komşuluğu gösterildi (Resim 4A). Cerrahi operasyon için oldukça dar olan bu bölgenin çok fazla önemli yapı ile komşuluğu görülmüştür.

## 2.6 Median Sulkus

Medial longitudinal fasikül arasında orta hatta bulunur. Mezensefalonda III. ve IV. Kranial sinir nükleusları arasında başlar aşağı doğru seyrederek (Resim 4B). Pons seviyesinde diseksiyon derinleşirse medial lemniscus ile karşılaşılır.

## 3. MEDULLA OBLANGATA

### 3.1 Anterolateral Sulkus

Hipoglossal sinir ve C1 kökleri arasında bulunur. medulla yüzeyel diseksiyonu sonrası kortikospinal trakt ve çaprazlaşmasıyla çok yakın komşuluğu izlenmiştir. Ekzofitik lezyonlarda kullanılabilir (Resim 4C).

### 3.2 Postolivar Sulkus

Postolivar güvenli bölge olive ve inferior serebellar pedinkül arasında bulunur. Arkasında (dorsalinde) glossofaringeal ve vagal kökler izlenmiştir. Üst sınırda VII. ve VIII. kranial sinirlerin doğuşu görülmektedir (Resim 4D).

### 3.3 Dorsal Medulla

#### 3.3.1 Posterior Median Sulkus

Obeksin altında yer alır. Gracile tüberküller arasında bulunmaktadır (Resim 4E).

#### 3.3.2 Posterior Intermediate Sulkus

Gracile ve cuneate fasiküller arasında bulunur (Resim 4E).

#### 3.3.3 Posterior Lateral Sulkus

Cuneate fasikülün lateralinde yer alır (Resim 4E).

### 3.4 Olivar Bölge

Olive beyin sapının ön yüzünde oval bir kabarıklıktır. Medialinde anterolateral sulkus izlenmektedir. Yüzeyel diseksiyon sonrasında ventromedialinde kortikospinal trakt gösterilmiştir. Posterolateralinde posterolateral sulkus izlenmektedir. Postolivar sulkusta IX. ve X. Kranial sinirler doğar. Olive tamamen diseke edilerek kaldırıldı. Olivanın medialinde medial lemniscus ve kaudal seviyelerde hipoglossal sinir kökleri görüldü. Olivanın dorsolateralinde ise CTT tanımlandı (Resim 1A, Resim 4D, Resim 4F).

### 3.5 Lateral Medullar Bölge

İnsizyon inferior serebellar pedinkül üzerinde tariflenmiştir. Koklear nükleusun kaudaline ve IX. ve X. kranial sinirlerin posterioruna insizyon yapılır (Resim 4G).

### 3.6 Akustik Bölge

Bu bölgede derinleşilirse dorsal koklear nükleus, inferior serebellar pedinkül, trigeminal spinal trakt, nükleus ambiguus ve fasial sinir zedelenebilir (Resim 4H).

## TARTIŞMA

Beyin sapı önceden klivus, petröz kemik, diensefalonda serebellumla korunan dokunulamaz bir bölge olarak kabul ediliyordu. İç ve dış yapısının çok karışık olması, kranial sinirlerle ve damarlarla çok yakın ilişkisi ve manipülasyonun çok zor olması bu şekilde düşünülmesine yol açıyordu. Geliştirilen mikrocerrahi ve endoskopik teknikler, ilerleyen görüntüleme yöntemleri,



**Resim 4. A:** İnfraciasial bölgenin kaudalde derininde nükleus ambiguus ile komşuluğu izlenmektedir. İnfraciasial bölgenin yine nükleus salivatorius ile yakın komşuluğu izlenmektedir. **B:** MLF'ye posteriordan bakıda; median sulkusun her iki MLF'ün arasında yer aldığı, beyin sapı arka yüzeyinde yapılan mikro diseksiyon ile gösterildi. Bu bölgede çaprazlaşan lifler az olduğu tespit edildi. **C:** Preolivary sulkusta bulunan bu güvenli giriş bölgesi, hipoglossal sinir ve C1 kökleri arasında bulunur. **D:** Mavi ile boyalı alan postolivary güvenli giriş bölgesidir ve olive, VII, VIII, IX ve X. sinirler arasında bulunduğu görülüyor. **E:** Beyin sapına arkadan ve alttan bakıda cerebellum diseke edilmiştir. Dentat nükleus ve SCP'nin 4. Ventrikül komşuluğu izleniyor. Posterior median sulkus obeksin altında her iki gracile tüberküller arasındadır. **F:** Medullada ventromedialde kortikospinal trakt diseke edildi. Kortikospinal traktın hemen altında medial lemniscus izlendi. Olivanın medialinde medial lemniscus izlenmektedir. Oliva yuvasından diseke edilerek kaldırıldı. Dorsolateralde CTT tespit edilmiştir. Ponsta transvers pontin lifler ve kortikospinal trakt diseke edildi. Medial lemniscusun devamlılığı görülmektedir. Cerrahi operasyon sırasında; CTT, KST, ML risk altındadır. **G:** Serebellum tamamen diseke edilerek dentat nükleus ortaya kondu. İCP ise ventral koklear nükleusun üzerinden kesildi. İCP'nin medulladan cerebelluma geçerken dönüşü izlenmektedir. Lateral medullar bölgenin üst sınırı ventral koklear nükleus ön sınırı ise IX. ve X. kranial sinirlerdir. Mavi alan güvenli giriş bölgesiyken, yeşil alan İCP'nin serebelluma döndüğü bölgedir. **H:** 4. Ventriküle inferior bakıda her iki tarafta İCP yer alıyor. Akustik bölgeden derinleşilirse koklear nükleus ve İCP izlenmektedir.

elektrofizyolojik nöromonitörizasyon sistemleri, artan laboratuvar, diseksiyon çalışmaları ve kümülatif bilgi birikimi; beyin sapına yapılan cerrahi girişimleri dokunulamaz seviyeden mükemmel sonuçlar seviyesine getirdi <sup>(1,4,12,19,28)</sup>. Beyin sapı lezyonlarında ana amaç normal sağlıklı beyin dokusuna zarar vermeden lezyonu çıkarmak ve önemli kranial çekirdek ve yollardan mümkün olduğunca uzak durmaktır <sup>(13)</sup>. Burada önemli noktalardan biri de lezyona en kısa yoldan ulaşmak ve en güvenilir bölgeyi kullanmaktır <sup>(6,31)</sup>.

1968 ve 1971 yılında beyin sapının iç lezyonlarına yönelik ilk seriler yayınlandı <sup>(20,27)</sup>. Bricolo ve arkadaşları ise beyin sapı tümörleri ile ilgili güvenli giriş yollarını tanımladı <sup>(3,4)</sup>. Bu dönemde saygın araştırmacılar da beyin sapındaki kavernoöz malformasyonlar ile ilgili yazılar yayınladı <sup>(1,8,28)</sup>. Başka seçkin gruplar da beyin sapı hemanjiyoplastomlarının yönetimi için katkıda bulundular <sup>(33,35)</sup>. Beyin sapında önemli nöral bölgelerin arasında avantaj sağlayan güvenli küçük bölgeler tespit edildi <sup>(2,4,5,16,19,34)</sup>.

Biz çalışmamızda literatürde geçen tüm güvenli giriş yollarını lif diseksiyon temelli çalıştık. Güvenli giriş yollarını tüm sınırları ile ortaya koymaya çaba sarf ettik. Kadavra üzerinde yapılan diseksiyon çalışmalarının tartışılmaz katkıları ile birlikte 3 önemli problem eşlik edebilir. Birincisi çalışılan kadvralar gerçek bir insandaki organla aynı boyutta ve hacimde olmaz. İkincisi insanlarda bireysel varyasyonlar olabilir. Üçüncüsü ise patolojik lezyon normal anatomiye bozar. Görüntüleme yöntemlerinin preoperatif eksiksiz değerlendirilmesi ve intraoperatif stimülasyon bize yardımcı olabilir.

### **Mezensefalona Güvenli Giriş Yolları**

Anterior mezensefalik bölge serebral pedinkül üzerinde okülomotor sinir ile kortikospinal trakt

arasında tariflendi <sup>(4,5,9,34)</sup>. Yağmurlu ve arkadaşları bu bölgede red nükleus ve okülomotor sinirin risk altında olduğunu belirtmiştir <sup>(34)</sup>. Biz buna katılıyoruz ve ek olarak substansiya nigranın da risk altında olduğunu tespit ettik (Resim 1C-E).

Lateral mezensefalik sulkus pontomezensefalik sulkustan medial genikulat cisime uzanır. Serebral pedinkül ve lateral lemniscus arasında bulunur. 45 derecelik açıyla girilip manipülasyon yapılırsa medial lemniscus ve 90 derecelik açı ile girilirse red nükleus ile karşılaşılır <sup>(34)</sup>. Bu insizyonla giriş seviyesine bağlı olarak, trigeminal mezensefalik trakt, santral tegmental trakt risk altındadır. Derinde red nükleus, superior serebellar pedinkül çaprazlaşması, okülomotor nükleus ve troklear nükleus ile karşılaşılabilir <sup>(34)</sup>. Literatüre ek olarak bu sulkusun üst seviyesinde yüzeyde inferior kollikulusun brakiumu zedelenebilir (Resim 1F).

Superior kollikulusun anatomisi May ve arkadaşları tarafından detaylıca incelendi. Superior kollikulus gri ve beyaz madde tabakaları içeriyor <sup>(23)</sup>. Suprakollikular bölge için insizyon superior kollikulusun üst kenarına yapılır. İnsizyon akuaduktın önüne geçmemelidir. Akuaduktın ventralinde, superior kollikulus seviyesinde, III. Kranial sinir nükleusu ve intramezensefalik okülomotor sinir lifleri zedelenebilir. III. Kranial sinir nükleusunun ventralinde MLF, CTT ve red nükleus mevcuttur. Akuaduktın lateralinde TMT yer alır <sup>(25,34)</sup>. Bizim anatomik diseksiyonlarımız ve bulgularımız literatürle uyumludur.

İnferior kollikulus santral nükleus, dorsal korteks ve lateral korteks olarak üçe ayrılır <sup>(17,24,32)</sup>. Bricolo başta olmak üzere birçok saygın yazar infrakollikular bölge için; inferior kollikulusların alt sınırında, her iki dördüncü kranial sinir arasındaki bölgeyi tarifliyor <sup>(4,5,34)</sup>. Bulgularımıza göre bölgeye yaklaşım için giriş yerini belirlemek önemlidir. Çünkü her iki dördüncü kranial sinir

arasında insizyon yapılırsa dördüncü kranial sinir çaprazlaşmasının zarar görebileceğini gösterdik. Burada yapılacak insizyon için; dördüncü kranial sinir trasesi ve çaprazlaşması, ameliyat öncesi veya ameliyat sırasında detaylıca tespit edilmelidir (Resim 2A, 2C, 2D). Akuaduktun lateralinde IV. kranial sinir nükleusu bulunur. Akuadukt aşılırsa MLF ve superior serebellar pedinkül çaprazlaşması zarar görebilir (Resim 2C-2D). İnsizyon derinleşir ve laterale ilerlenirse SCP ve LL zedelenebilir (Resim 2A-2D). MLF aşılırsa CTT ve superior serebellar pedinkül zedelenebilir. Bulgularımız IV. kranial sinirin çaprazlaşmasının risk altında olduğunu tespiti dışında literatürle benzerdir.

İnterkolikular bölge Bricolo ve bazı saygın araştırmacılar tarafından bu bölgedeki liflerin azlığı nedeniyle önerildiler<sup>(4,7,18,29)</sup>. İnterkolikular bölgede akuadukt önemli bir nirengi noktasıdır. Bu güvenli bölge için literatürde bahsedilmeyen ve çok önemli bir nokta olan alt sınır, IV. kranial sinir çaprazlaşmasıdır. Cerrahi operasyonlarda yüksek risk altındadır (Resim 2C- 2E).

### **Ponsa Güvenli Giriş Yolları**

Lateral pontin bölge literatürde bazı kaynaklarda bu bölge peritrigeminal bölge olarak adlandırılıyor<sup>(34)</sup>. Cavalcanti ve arkadaşları lateral pontin bölge olarak isimlendiriyor<sup>(9)</sup>. Bu güvenli bölge için trigeminal ve fasial sinirlerin arasında longitudinal insizyon kullanılır<sup>(2,34)</sup>. Bricolo ve arkadaşları vertikal manipülasyonun zor olduğunu belirtiyorlar<sup>(3-5)</sup>. Dokuz beyin sapı yarısının yedisinde saptadığımız oblik pontin lifler vertikal manipülasyonu kolaylaştırabilir (Resim 2F-15). Bölgenin sınırlarını ventromedialde kortikospinal trakt, fasial sinirin dorsokaudalinde VI ve VII. kranial sinirlerin intrapontin segmenti, trigeminal sinirin dorsalinde trigeminal sinirin intrapontin segmenti ve nükleusları bulunur (Resim 2F-18). Bu çalışmayla vestibüler sinir ve

inferior serebellar pedinkül komşuluğu literatürde ilk defa gösterildi. Literatürde trigeminal sinirin dorsolateralinde ventral koklear nükleusun zedelenebileceğinden söz edilmektedir<sup>(34)</sup>. Ventral koklear nükleusun medialinde inferior serebellar pedinkül ve vestibüler sinirin intrapontin kısımları yer alır. Cerrahi operasyon sırasında, ventral koklear nükleus zedelenemeden önce vestibüler sinirin intrapontin kısımları zedelenecektir. Çünkü ventral koklear nükleus bu yapılardan daha lateraldedir (Resim 2H, Resim 3A ve Resim 3C).

Ponsun anterolateral yüzeyi; yani peritrigeminal bölge geleneksel olarak güvenli giriş yolu olarak tarif edilir. Trigeminal sinirin ventromedialinde yer alır (Resim 2F, 2G, 3B). Peritrigeminal bölgenin dorsolateralinde peritrigeminal sinirin intrapontin kısmı ve nükleusları bulunur (Resim 3A ve 3B). Peritrigeminal bölgede derinleşilirse medial lemniscus zedelenebilir (Resim 3A ve 3C). Bulgularımız literatürle uyumludur.

Supratrigeminal bölge; ponsun önünde bulunan lezyonlarda kullanılabilir. Orta serebellar pedinkül üzerinde trigeminal kökün superiorunda bulunan bölgedir<sup>(16)</sup>. Supratrigeminal bölgede dorsale doğru derinleşilirse medial lemniscus ve lateral lemniscus ile karşılaşılır (Resim 3C).

Suprafasial bölge; terminolojik olarak literatürde başka isimlerle (suprakolikular gibi) adlandırılabilir<sup>(9)</sup>. Biz “Suprafasial Bölge” olarak kabul ediyoruz. Suprafasial bölgenin, rostral limitini, troklear sinirin de içinde bulunduğu frenulum veli yapar. Suprafasial bölgenin kaudal limitini ise; fasial kollikulusun superior kenarı yapar. Medial sınır medial longitudinal fasikül ve lateral sınır sulkus limitanstır (Resim 3D ve 23). Dördüncü ventrikülün lateral sınırını oluşturan superior serebellar pedinkül ile yakın komşuluğu vardır (Resim

3D ve 23). İnsizyon sulkus limitanstan laterale uzarsa trigeminal mezensefalik trakt ve santral tegmental trakt zedelenebilir. Fasial kollikulusun superolateralinin derininde trigeminal sinirin duyu ve motor nükleusu bulunur <sup>(34)</sup>. Bölgenin superior ve lateralinde trigeminal sinir motor ve ana duyu nükleusu bulunmaktadır (Resim 3F). Bulgularımız literatürle uyumlu olmakla beraber suprafasial bölgenin önden ayrıntılı diseksiyonu cerrahlara farklı bir bakış açısı kazandırabilir (Resim 3E ve 3F).

İnfracasial bölge; fasial kollikulusun inferior kenarı ile hipoglossal ve vagal nükleuslar (hipoglossal üçgen) arasındadır. Bölgede derinleşilirse; superiorda fasial nükleus ve nükleus salivatoryus bulunur (Resim 4A). Derinde lateral sınır CTT'dir (Resim 4A ve 4B). Kaudal seviyede derinleşilirse nükleus ambiguus zedelenebilir (Resim 4B). İnfracasial bölgenin lateralde vestibüler nükleus ve nükleus traktus solitari ile yakın komşuluğu vardır. Yine fasial sinirin intrapontin segmenti bölgenin üst sınırında zedelenebilir (Resim 4A ve 4B).

Median sulkus, medial longitudinal fasikül arasında orta hatta tariflenmiştir. Mezensefalonda III. ve IV. Kranial sinir nükleusları arasında başlar aşağı doğru ilerler <sup>(4)</sup>. İnsizyon laterale uzarsa MLF zedelenebilir.

### Medulla Oblangataya Güvenli Giriş Yolları

Beyin sapının en zor nöroanatomik cerrahi bölgesidir. Recalde ve arkadaşlarının güvenli sınırlarını tanımladığı, Cavalcanti ve arkadaşlarının ise komşuluklarını belirttiği olivar bölgenin literatürde bahsedilmeyen dorsolateral sınırını CTT yapar (Resim 4F).

Diseksiyon temelli çalışmamızın literatüre farklı ve yeni bilgiler kazandırdığı kanaatindeyiz (Tablo

1). Çalışmamızın bulguları beyin sapına ait operasyonlarda mortalite ve morbidite oranlarını azaltabilir. Çalışmamızın bir takım sınırlılıkları mevcuttur. Birincisi çalışılan kadavralar gerçek bir insandaki organla aynı boyutta ve hacimde olmaz. İkincisi insanlarda bireysel varyasyonlar olabilir. Üçüncüsü ise patolojik lezyon normal anatomiye bozar. Görüntüleme yöntemlerinin preoperatif eksiksiz değerlendirilmesi ve intraoperatif stimülasyon bize yardımcı olabilir.

### SONUÇ

Beyin sapı inen ve çıkan yolların, nükleusların detaylı olarak anlaşılması ve komşulukların kapsamlı olarak bilinmesi beyin cerrahisi ile ilgili lezyonların cerrahi tedavisinde çok önemlidir. Beyin cerrahları açısından beyin sapının üç boyutlu anatomisini öğrenmek için yapılabilecek en iyi teknik; lif diseksiyon tekniğidir. Beyin anatomisinin üç boyutlu olarak en doğru şekilde algılanması cerrahi operasyon sırasında soru işaretlerini yok edecektir. Mr Traktografi gibi yeni gelişen ve ilerlemeye devam eden görüntüleme tekniklerinin, lif diseksiyonu ile öğrenilen üç boyutlu anatomi ile harmanlanması bu bölgeyi daha anlaşılır kılacaktır. Bu sayede cerrahi morbidite ve mortalite azalacaktır.

**Etik Kurul:** Bu araştırma Bakırköy Prof. Dr. Mazhar Osman Ruh Sağlığı ve Sinir Hastalıkları Hastanesi Etik Kurulu tarafından onaylamıştır (Karar no: 77 / 03.10.2017).

**Çıkar çatışması:** Çalışmamızda herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

**Finansal destek:** Çalışmamızda finansal destek alınmamıştır.

**Ethical Approval:** This study was approved by the Bakırköy Mazhar Osman Training and Research Hospital Ethics Committee (No: 77 / 03.10.2017).

**Tablo 1. Çalışmamızın önemli bulguları tabloda özetlenmiştir.**

Güvenli Giriş Yolları	Çalışmamızdaki Literatürden Farklı Önemli Bulgular
Anterior Mezensefalik Bölge	III. Kranial sinirin mezensefalonda içerisindeki liflerinin tek bir yol izlemediği ve red nükleusun en lateralinden de liflerin geldiğinin gösterilmesi bu çalışmanın önemli bulguları arasındadır. Okülomotor sinirin intramezensefalik liflerinin bu bölgede ki cerrahi operasyon sırasında tehlike altında olduğu tespit edildi. (Resim 1D, 5 ,6)
İnfrakollikular Bölge	İnferior kollikulus alt seviyesinde diseksiyonla derinleştirildiğinde IV. kranial sinir çaprazlaşması görüldü. IV. Kranial sinir çaprazlaşması önemli bir landmarktır. İnförior kollikular bölge için risk altındadır. Yine bu çalışmanın önemli bulgularından bir tanesi IV kranial sinirin çaprazlaşmasının risk altında olduğunun tespitidir. (Resim 2D ,13)
İnterkollikular Bölge	Bu güvenli giriş bölgesi için de IV. kranial sinir çaprazlaşmasının risk altında olduğu tespit edildi. IV. kranial sinir çaprazlaşması alt limittir. (Resim 2D, 13, 14)
Lateral Pontin Bölge	9 beyin sapı yarısının 7'sinde saptadığımız oblik pontin lifler vertikal manipülasyonu kolaylaştırabileceği düşünüldü. (Resim 15)
Lateral Pontin Bölge	Fasial sinirin dorsolateralinde vestibüler sinirin intrapontin kısmı, inferior serebellar pedikül ve ventral koklear nükleus izlenmektedir. Vestibüler liflerin ve koklear liflerin İCP'nin farklı taraflarındaki seyri literatürde ilk defa gösterilmiştir. Vestibüler lifler bu bölge için öncelikli risk altındadır. (Resim 3A, 18)
Supratrigeminal Bölge	Mikrodiseksiyon ile peritrigeminal bölgede derinleştirilirse medial lemniscus, supratrigeminal bölgede derinleştirilirse hem medial lemniscus hem de lateral lemniscus zedelenebileceği görülüyor. (Resim 3D)
Suprafasial Bölge	VI. Kranial sinirin CTT'nin medialinden geçtiği net bir şekilde gösterildi. (Resim 3F)
Olivar Bölge	Oliva yuvasından diseke edilerek kaldırıldı. Dorsolateralde CTT tespit edilmiştir. Bu güvenli bölge için CTT risk altındadır.(Resim 4H)
Mezensefalonda	Anterior mezensefalik bölge anatomik temelli düşünüldüğünde mezensefalondaki en güvenli bölge olarak gözükmektedir.
Pons	Lateral pontin bölgenin anatomik temelli çalışmamızda ponsdaki en güvenli bölge olduğu düşünülmektedir.
Medulla	Lateral medullar bölge medullada yaşamsal merkezler olduğu da düşünüldüğünde en güvenli bölge olarak karşımıza çıkmaktadır.

**Conflict of interest:** There is no conflict of interest in our study.

**Funding:** No financial support was received in our study.

## KAYNAKÇA

1. Abla AA, Lekovic GP, Turner JD, de Oliveira JG, Porter R, Spetzler RF: Advances in the treatment and outcome of brainstem cavernous malformation surgery: a single-center case series of 300 surgically treated patients. *Neurosurg* 68: 403-415, 2011 <http://doi.org/10.1227/NEU.0b013e3181ff9cde>
2. Baghai P, Vries JK, Bechtel PC: Retromastoid approach for biopsy of brain stem tumors. *Neurosurg* 1982 10: 574-579, <http://doi.org/10.1227/00006123-198205000-00005>
3. Bricolo A, Turazzi S, Cristofori L, Talacchi A: Direct surgery for brainstem tumours: Processes of the Cranial Midline: Springer, 1991, pp148-158
4. Bricolo A, Turazzi S: Surgery for gliomas and other mass lesions of the brainstem: Advances and technical standards in neurosurgery: Springer, 1995, pp261-341
5. Bricolo A: Surgical management of intrinsic brain stem gliomas Operative Techniques in Neurosurgery 2000 2: 137-154, <http://doi.org/10.1053/oy.2000.6559>
6. Brown A, Thompson BG, Spetzler RF: The two-point method: evaluating brain stem lesions 12: 20-24, 1996
7. Cantore G, Missori P, Santoro A: Cavernous angiomas of the brain stem: Intra-axial anatomical pitfalls and surgical strategies *Surg Neurol*. 1999 52: 84-94, [http://doi.org/10.1016/s0090-3019\(99\)00036-1](http://doi.org/10.1016/s0090-3019(99)00036-1)
8. Cavalcanti DD, Kalani MYS, Martirosyan NL, Eales J, Spetzler RF, Preul MC: Cerebral cavernous malformations: from genes to proteins to disease. *J Neurosurg* 2012 116: 122-132, <http://doi.org/10.3171/2011.8.JNS101241>
9. Cavalcanti DD, Preul MC, Kalani MYS, Spetzler RF: Microsurgical anatomy of safe entry zones to the brainstem. *J. Neurosurg* 2016 124: 1359-1376, <http://doi.org/10.3171/2015.4.JNS141945>
10. Dandy W: *Arch Surger*. 17:715:793, 1928
11. Epstein F, McCleary EL: Intrinsic brain-stem tumors of childhood: surgical indications. *J. Neurosurg* 1986 64: 11-15, <http://doi.org/10.3171/jns.1986.64.1.0011>
12. Ferroli P, Sinisi M, Franzini A, Giombini S, Solero CL, Broggi G: Brainstem cavernomas: long-term results of microsurgical resection in 52 patients. *Neurosurg* 2005. 56: 1203-1214, <http://doi.org/10.1227/01.neu.0000159644.04757.45>
13. Garrett M, Spetzler RF: Surgical treatment of brainstem cavernous malformations. *Surg Neurol* 2009, 72: 3-9.
14. Giliberto G, Lanzino DJ, Diehn FE, Factor D, Flemming KD, Lanzino G: Brainstem cavernous malformations: anatomical, clinical, and surgical considerations. *Neurosurg Focus*. 29: E9 <http://doi.org/10.3171/2010.6.FOCUS10133>

15. Hamby W, Gardner W, Psychiatry: An ependymal cyst in the quadrigeminal region: report of a case 33: 391-398, 1935, <http://doi.org/10.1001/archneurpsyc.1935.02250140147013>
16. Hebb MO, Spetzler RF: Lateral transpeduncular approach to intrinsic lesions of the rostral pons. *Neurosurg* 2010 Mar;66(3 Suppl Operative):26-9; discussion 29. <http://doi.org/10.1227/01.NEU.0000350865.85697.18>
17. Huffman RF, Henson Jr OW: The descending auditory pathway and acousticomotor systems: connections with the inferior colliculus. *Brain Res Brain Res Rev* 1990 Sep-Dec 15: 295-323, [http://doi.org/10.1016/0165-0173\(90\)90005-9](http://doi.org/10.1016/0165-0173(90)90005-9)
18. Kumar R, Singhi VJ: Tuberculous brain stem abscesses in children. *Journal of Ped. Neurol.* 2015 2: 101-106,
19. Kyoshima K, Kobayashi S, Gibo H, Kuroyanagi T: A study of safe entry zones via the floor of the fourth ventricle for brain-stem lesions: report of three cases. *J. Neurosurg* 1993 Jun. 78: 987-993, <http://doi.org/10.3171/jns.1993.78.6.0987>
20. Lassiter KR, Alexander E, Davis CH, Kelly DL: Surgical treatment of brain stem gliomas. *J. Neurosurg* 1971 Jun 34: 719-725, <http://doi.org/10.3171/jns.1971.34.6.0719>
21. Ludwig E, Klingler J: Atlas cerebri humani: Der innere Bau des Gehirns dargestellt auf Grund makroskopischer Präparate: The inner structure of the brain demonstrated on the basis of macroscopical preparations: La structure interne du cerveau démontrée sur les préparations macroscopiques: La arquitectura interna del cerebro demostrada mediante preparaciones macroscópicas. Little, Brown, 1956
22. Matson DD, Ingraham FD: Neurosurgery of infancy and childhood.: Thomas, 1969.
23. May P: The mammalian superior colliculus: laminar structure and connections. *Prog. Brain. Res* 2006 151: 321-378, [http://doi.org/10.1016/S0079-6123\(05\)51011-2](http://doi.org/10.1016/S0079-6123(05)51011-2)
24. Morest DK, Oliver DL: The neuronal architecture of the inferior colliculus in the cat: defining the functional anatomy of the auditory midbrain. *J. Comp Neurol* 1984 222: 209-236, <http://doi.org/10.1002/cne.902220206>
25. Nieuwenhuys R, Voogd J, Van Huijzen C: The human central nervous system: a synopsis and atlas.: Springer Science & Business Media, 2007
26. Peter LW, Williams R, Surgey: Gray's anatomy 38, 1980
27. Pool JL: Gliomas in the region of the brain stem *J. Neurosurg* 1968, 29: 164-167, <http://doi.org/10.3171/jns.1968.29.2.0164>
28. Porter RW, Detwiler PW, Spetzler RF, Lawton MT, Baskin JJ, Derksen PT, et al.: Cavernous malformations of the brainstem: experience with 100 patients. *J. Neurosurg* 1999, 90: 50-58, <http://doi.org/10.3171/jns.1999.90.1.0050>
29. Ramina R, Mattei TA, de Aguiar PHP, Meneses MS, Ferraz VR, Aires R, et al.: Surgical management of brainstem cavernous malformations. *Neurol Sci.* 2011 32: 1013-1028, <http://doi.org/10.1007/s10072-011-0477-8>
30. Sabin FR, Knowler HM: An Atlas of the Medulla and Midbrain: A Laboratory Manual.: Friedenwald Company, 1901
31. Sindou M, Yada J, Salord F: Functional results after microsurgical resection of brain stem cavernous malformations (retrospective study of a 12 patient series and review of the recent literature) *Acta Neurochir (Wien)* 2000 142: 843-853, <http://doi.org/10.1007/s007010070069>
32. Van Noort J: The structure and connections of the inferior colliculus: an investigation of the lower auditory system.: Van Gorcum, 1969
33. Wind JJ, Bakhtian KD, Sweet JA, Mehta GU, Thawani JP, Asthagiri AR, et al.: Long-term outcome after resection of brainstem hemangioblastomas in von Hippel-Lindau disease. *J Neurosurg* 2011 114: 1312-1318, <http://doi.org/10.3171/2010.9.JNS10839>
34. Yagmurlu K, Rhoton Jr AL, Tanriover N, Bennett JA: Three-dimensional microsurgical anatomy and the safe entry zones of the brainstem. *Neurosurg* 2014. 10: 602-620, 2014 <http://doi.org/10.1227/NEU.0000000000000466>.
35. Zhou L-F, Du G, Mao Y, Zhang R: Diagnosis and surgical treatment of brainstem hemangioblastomas. *Surg Neurol* 2005. 63: 307-315, <http://doi.org/10.1016/j.surneu.2004.07.038>.