

# Supra ve Infratentoriyal Bölge ve Kafa Tabanı Mikrocerrahi Anatomisi I. Kısım Serebellum ve Beyinsapı – Cerrahi Anatomi ve Yaklaşımlar

## Microsurgical Anatomy of the Supra and Infratentorial Area and the Skull Base Part I. Cerebellum and Brain Stem – Surgical Anatomy and Approaches

### ÖZ

**AMAÇ:** Supra ve infratentoriyal bölge cerrahi nöroatomisinin iyi bilinmesi patolojik lezyona giriş yolu ne olursa olsun beyin ve kafa tabanının üç boyutlu anatomisini bir yol haritası şeklinde nöroşirürjiyene verecektir.

**YÖNTEM ve GEREÇ:** Bu nedenle nöroşirürji uzmanlık eğitimi içinde mikrocerrahi anatomi ile ilgili çalışmalar diğer cerrahi dallarda olduğundan daha fazla önem kazanmaktadır. Nöroşirürji pratiğinde cerrahi sonuçlara doğrudan bu derece etki eden başka bir uygulamalı araştırma şekli bulunmamaktadır.

**BULGULAR:** Üç ayrı kısımdan oluşan bu yazı dizisinin öncelikli amacı oldukça geniş bir alanı kapsayan supra ve infratentoriyal bölge ve kafa tabanının nöroatomisini cerrahi yaklaşımları göz önünde tutarak nöroşirürji bakış açısından özetlemektir.

**SONUÇ:** Serinin bu ilk bölümünde serebellum, beyinsapı ve 4. ventrikül mikrocerrahi anatomisi ve nöroşirürji pratiğinde yaygın olarak kullanılan cerrahi yaklaşım yolları tartışılmıştır.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Beyin sapı, Cerrahi yaklaşımlar, Mikrocerrahi anatomi, Nöroşirürji, Serebellum, 4. ventrikül

### ABSTRACT

**AIM:** Detailed knowledge of the supra- and infratentorial surgical neuroanatomy will provide the three dimensional anatomy of the brain and the skullbase to the neurosurgeon like a roadmap during surgery, regardless of the choice of approach to the pathological lesion.

**MATERIAL and METHODS:** Thus, the studies issuing microsurgical anatomy in neurosurgery residency may far be more important than in any other surgical branches. There is no other practical research method that affects directly the surgical outcome in the neurosurgery practise than microneurosurgery.

**RESULTS:** The main aim of this article series which is made up of three sections is to summarize the relatively wide area of supra and infratentorial and skull base neuroanatomy with respect to surgical approaches in neurosurgical perspective.

**CONCLUSION:** In this first part of the series, the authors discuss the microsurgical anatomy of the cerebellum, the brainstem and the fourth ventricle and the commonly applied surgical approaches.

**KEY WORDS:** Brain stem, Surgical approaches, Microsurgical anatomy, Neurosurgery, Cerebellum, Fourth ventricle

Necmettin TANRIÖVER<sup>1</sup>

Mustafa Onur ULU<sup>2</sup>

Fatma ÖZLEN<sup>3</sup>

İlhan YILMAZ<sup>4</sup>

Mustafa UZAN<sup>5</sup>

Ziya AKAR<sup>6</sup>

Emin ÖZYURT<sup>7</sup>

1,2,3,5,6,7 İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Nöroşirürji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

<sup>4</sup> Bakırköy Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi, III. Nöroşirürji Kliniği, İstanbul, Türkiye

Geliş Tarihi : 19.02.2008

Kabul Tarihi : 11.06.2008

Yazışma adresi:

**Necmettin TANRIÖVER**

Tel: 0216 337 09 72

E-posta: nctan27@yahoo.com

*The brain is the crown jewel of creation and evolution. ... The brain holds the greatest unexplored biological frontiers. ... Its status determines whether the humanity within us lives or dies. It yields all that we know of the world. It controls both the patient and the surgeon.*

**Prof. Dr. Albert L. Rhoton Jr.,**  
**Neurosurgery, 2002;51:4 (suppl)**

## GİRİŞ

Nöroşirürji pratiğinde cerrahinin büyük bölümü, karmaşık nörovasküler yapıları içeren serebrum, serebellum, beyinsapı ve kafa tabanı içinde ve çoğu zaman küçük bir alanda yapılmaktadır. Beyin cerrahisinde üç boyutlu anatomik oryantasyonun kaybedilmesi ve/veya cerrahin takip etmesi gerektiği yoldan dışarı çıkması beraberinde geri dönüşsüz, istenilmeyen sonuçları getirecektir. Supra ve infratentoriyal bölge cerrahi anatomisinin iyi bilinmesi patolojik lezyona giriş yolu ne olursa olsun beyin ve kafa tabanının üç boyutlu anatomisini bir yol haritası şeklinde nöroşirürjiyene verecektir. Bu nedenle nöroşirürji uzmanlık eğitimi içinde mikrocerrahi anatomi ile ilgili çalışmalar diğer cerrahi dallarda olduğundan daha fazla önem kazanmaktadır. Nöroşirürji pratiğinde cerrahi sonuçlara doğrudan bu derece etki eden başka bir uygulamalı araştırma şekli bulunmamaktadır.

Üç ayrı kısımdan oluşan bu seride serebral hemisferler, lateral ve üçüncü ventriküller, serebellum, beyinsapı ve 4. ventrikül ve kafa tabanı mikrocerrahi anatomisi ve nöroşirürji pratiğinde yaygın olarak kullanılan cerrahi yaklaşım yolları tartışılacaktır. Tüm kranial sinirler çevre anatomik yapılar ile ilişkileri doğrultusunda üç ayrı makalede özetlenecek ve bu yapıların cerrahi yaklaşımlardaki yerleri ve diğer anatomik yapılar ile ilişkileri gözden geçirilecektir. Yazının öncelikli amacı, oldukça geniş bir alanı kapsayan supra ve infratentoriyal bölge ve kafa tabanının nöroanatomisini cerrahi yaklaşımları göz önünde tutarak nöroşirürji bakış açısından özetlemektir. Bu nedenle tüm nörovasküler yapılar fonksiyonel anatomi bazında sunulurken cerrahi bakış açıları göz önünde tutulacaktır. İkinci amacımız nöroşirürji asistanlarını mikrocerrahi anatomi diseksiyonlarına yönlendirmek ve eğitimlerinin bir bölümünde cerrahi yaklaşımları kadavra diseksiyonlarında öğrenmeye özendirme- tir. Bu derlemeye dahil edilen tüm anatomik diseksiyonlar yazarlar tarafından son 6 yıl içinde Florida Üniversitesi ve İstanbul Üniversitesi

Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Nöroşirürji Departman- larının Mikrocerrahi Nöroanatomi Laboratuvarları olmak üzere iki ayrı Mikrocerrahi Nöroanatomi laboratuvarında yapılmıştır.

## BEYİNSAPI ve SEREBELLUM'UN GELİŞİMİ

Beyin ya da ensefalon kranium içinde yer alır ve spinal kord ile devamlılık gösterir. Filogenetik olarak ensefalon spinal kord'dan başlayarak asendan olarak rhombensefalon ya da arka beyin, mezensefalon ya da orta beyin, ve prosensefalon yada önbeyin olarak üçe ayrılır (4,5,44).

### Beyin (Ensefalon)

#### 1. Rhombensefalon (arka beyin)

- Miyelensefalon;** medulla oblongata, 4. ventrikül kaudal kısmı ve inferior serebellar pedünkül
- Metensefalon;** pons, serebellum, 4. ventrikül orta kısmı ve orta serebellar pedünkül
- İstmus Rhombensefali;** superior meduller velum, superior serebellar pedünkül ve 4. ventrikül rostral kısmı

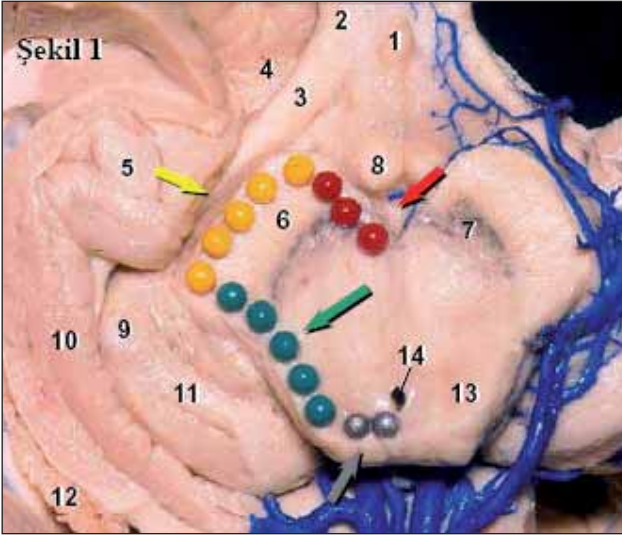
#### 2. Mezensefalon (orta beyin)

Serebral pedünküller, tegmentum, tektum ve akuadukt

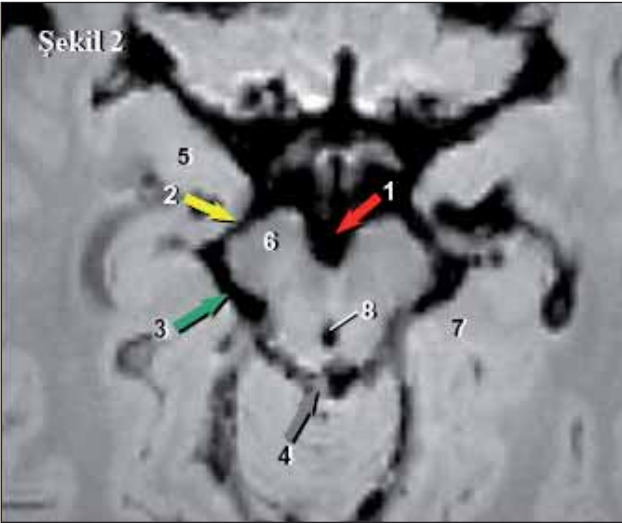
#### 3. Prosensefalon (ön beyin)

- Diensefalon;** talamus, metatalamus, subtalamus, epitalamus, hipotalamus kaudal kısmı ve 3. ventrikül kaudal kısmı
- Telensefalon;** hipotalamus rostral kısmı, 3. ventrikül rostral kısmı, serebral hemisferler, lateral ventriküller, korteks (arkaeokorteks, palaeokorteks, neokorteks) ve korpus striatum.

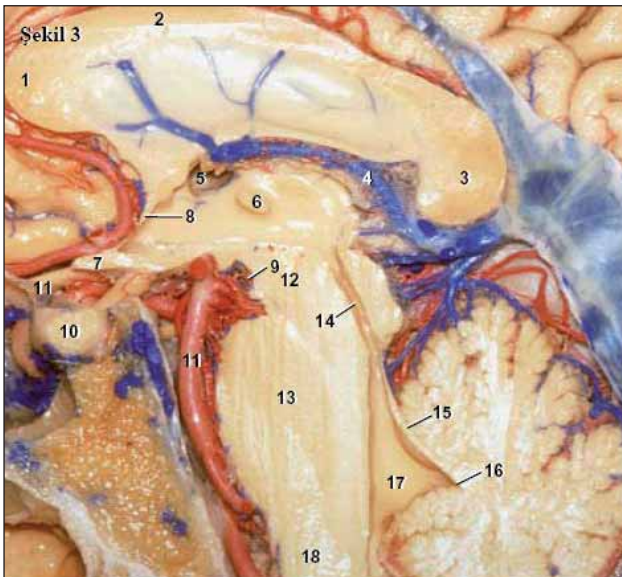
Beyinsapı terimi, genellikle, medulla oblongata (*miyelensefalon*), pons (*metensefalon*) ve mezensefalon' un (*orta beyin*) tümünü anlatmak için kullanılır. Beyinsapı piramidal traktusların çaprazlaştığı yerden (C1 kökü düzeyinden) başlayıp, kiazmadan lateral genikulat cisimlere uzanan optik traktuslar düzeyine kadar yükselir ve mezensefalonun krus serebrilerini de içine alır (Şekil 1,2,3).



**Şekil 1:** Beyinsapı, perimezenşefalik sisternalar ve mesial temporal lobun inferiorından görünümü. Sağ tarafta mesial temporal lobda yer alan parahippokampal girus unkus posterior kısmı ve dentat girus ile forniks'in temporal boynuzda yerleşen fimbria kısmını ortaya koymak amacı ile çıkarılmış. Mezensefalון beyinsapı'nın en rostral kısmıdır ve transvers kesitlerde önden arkaya dört ayrı kısma ayrılır; serebral pedüncüller (krus serebri), substansia nigra, tegmentum ve tektum. Mezensefalוןun anteriorunda ve mamiller cisimlerin posteriorunda yer alan krus serebriler hemen sadece inen yollardan oluşur. Mezensefalוןun posteriorunda tektum yer alır ve iki superior ve inferior kollikulustan oluşan korpora kuadrigemina ile ilişkilidir. Tektumun ventral kısmı akuaduktan geçen hayali bir çizgidir. İnterpedüncüler sisterna kırmızı ok ile gösterilmiştir, medialde krus serebri ve anterolateralde unkus'un posterior segmenti (hippokampus baş kısmı) tarafından oluşturulan krural sisterna sarı ok ile gösterilmiştir. Koroidal fissürün başlangıç noktası olan inferior koroidal noktadan posteriora doğru medialde orta beyin ile lateralde parahippokampal girus, dentat girus ve forniks arasında yerleşmiş olan ambian sisterna yeşil ok ile gösterilmiştir. Tektum ile ilişkili kuadrigeminal sisterna ise gri ok ile gösterilmiştir. 1. hipofiz sapı, 2. optik kiazma, 3. optik trakt, 4. anterior perforans substans, 5. unkus, posterior segment, 6. krus serebri, 7. substansia nigra, 8. mamiller cisim, 9. lateral genikülat cisim, 10. dentat girus, 11. pulvinar, talamus, 12. glomus, atriumda koroid pleksus, 13. tektum, 14. akuadukt.



**Şekil 2:** Şekil 1'in aynı kesitten geçen magnetik rezonanz görüntüsü. 1. interpedüncüler sisterna, 2. krural sisterna, 3. ambian sisterna, 4. kuadrigeminal sisterna, 5. unkus, anterior segment, 6. krus serebri, 7. parahippokampal girus, 8. akuadukt.



**Şekil 3:** Orta hatta yapılan sagittal bir keside lateral, üçüncü ve dördüncü ventriküller, beyinsapı ve serebellum görülmekte. 4. ventrikül tavanı pons ve medullayı bir çadır şeklinde örter ve tavanın en üst noktası yada apeksi olan fastigium ventrikül çatısının en yüksek ve geniş bölümü olup tavanı rostral ve kaudal kısımlara ayırır. 4. ventrikül tabanında alt üçte bir kısım medulla oblongata tarafından, üst üçte ikilik kısım ise pons tarafından oluşturulur. 1. genu, korpus kallosum, 2. gövde, korpus kallosum 3. splenium, korpus kallosum, 4. üçüncü ventrikül tavanı, velum interpositum ve internal serebral ven, 5. foramen Monro, 6. intertalamik adhezyon, 7. optik kiazma, 8. lamina terminalis, 9. posterior perforans substans, 10. hipofiz, 11. optik sinir, 12. ortabeyin, 13. pons, 14. akuadukt, 15. superior medüller velum, 16. fastigium, 17. dördüncü ventrikül, 18. medulla.

Mezensefalon beyinsapının en ince kısmı olup, rostral 1.5 cm'lik kısmını oluşturur. Mezensefalon tektum, tegmentum, substansia nigra ve serebral pedünküller (krus serebri) olmak üzere dört ayrı kısımdan oluşur. Pons medulla oblangata'nın rostralinde yerleşmiştir ve posteriordan 4. ventrikül tabanına bakıldığında kapsadığı alan stria medullarisler düzeyinden troklear sinir'in çıktığı inferior kollikulusların alt kısmına kadar uzanır. Medulla oblangata pontomedüller bileşkeden C1 köklerine kadar 2.5-3 cm'lik bir bölgede yer alır. Medulla oblangata düzeyinde orta hatta bulunan medyan sulkusun her iki tarafında yer alan piramisler kortikospinal liflerden oluşur. 4. ventrikül tabanında alt üçte bir kısım medulla oblangata tarafından, üst üçte ikilik kısım ise pons tarafından oluşturulur. Burada, medulla oblangata ile pons arasındaki sınır ventrikül tabanını transvers olarak geçen stria medullaris tarafından çizilir (12,23,31,33,36,44).

İki ayrı hemisferden oluşan serebellum ortada vermis ile birleşip posterior kranial fossada yerleşmiştir. Serebellum mezensefalon'un kaudal kısmı, medulla oblangata ve pons'un arkasında yer alır ve bu yapılar ile zengin bağlantıları mevcuttur.

Bu bölgeye yönelik cerrahi yaklaşımların iyi anlaşılması için rhombensefalon ve mezensefalon'un kaudal kısmının mikrocerrahi anatomisinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Aynı şekilde posterior fossaya yönelik cerrahi girişimlerde 4. ventrikül tavanı, lateral duvarı ve tabanının cerrahi anatomisi karmaşıklığı nedeni ile özel bir önem kazanır.

*Gelişim:* Sinir sistemi amnion kesesinin tabanındaki bir kalınlaşma olan nöral plaktan gelişir ve intrauterin üçüncü hafta içinde nöral plak bir çift nöral katlantı oluşturur. Bu katlantılar birleşerek nöral tüp ve nöral kanalı yapar. Nöral tüpün oluşumuna nörolasyon adı verilir. Nörolasyon başlamadan hemen önce nöral tüpün rostral ucundan beyin gelişimi başlar. Nöral tüpün rostral ucu üç adet vezikül oluşturacak şekilde genişler. Bunlar arka beyin veya rhombensefalon, orta beyin veya mezensefalon ve ön beyin veya prosensefalon olarak isimlendirilir.

Intrauterin 4. haftanın sonuna doğru nöral tüpün nöroepitel dokusu santral sinir sisteminin nöroblast, glioblast ve ependimal hücrelerine farklılaşmaya ve beyin gri ve ak maddesini oluşturmaya başlar.

Nöroblastlar gri maddeyi oluşturacak olan manto tabakasına geç ederken, diğer nöroepitel kısım beyin sapı ve spinal kord bölgesindeki manto tabakasına yönelir. Beyinsapı ve spinal kordun aşağısında bir ventriküler zon oluşturacak şekilde proliferen olan nöroepitel lifler ileride beyin ak maddesine dönüşecek marjinal zonu oluşturmaya başlar. Beşinci haftada prosensefalon, telensefalon ve diensefalonu oluşturacak şekilde bölünür. Telensefalon serebral hemisferler ve korteks ile birlikte hipotalamus ve 3. ventrikül rostral kısmını, lateral ventrikülleri ve korpus striatumu oluşturur (1,6,44).

Embriyonik beyin intrauterin 4. ve 8. haftalar arasında 3 noktada katlanma veya bükülmeye uğrar;

- prosensefalon **kranial fleksürde** (mezensefalik büküntü) serebrumun altına katlanır,
- gelişimi tamamlamış beyinde pons bölgesine uyan **pontin fleksür** rhombensefalon'un kaudal (miyelensefalon) ve rostral (metensefalon) bölümlerini ayırır,
- servikal fleksür** ise spinal kord rhombensefalondan foramen magnum düzeyinde yer alan birinci servikal spinal sinirin üst kökü düzeyinde ayırır.

Beyin gelişimi sırasında nöral tüpün rostral ucundan oluşan üç adet vezikül (rhombensefalon, mezensefalon ve prosensefalon) içindeki nöral kanal genişleyerek primitif ventrikül olarak adlandırılan bir boşluğa dönüşür. Rhombensefalonda ponsun ve medulla'nın üst yarısının arkasında yer alan boşluk 4. ventriküle dönüşürken, mezensefalonda oluşan boşluk serebral (sylvius) akuadukt'a dönüşür.

Rhombensefalon alt kısımda miyelensefalon ve üst kısımda metensefalondan oluşur. Miyelensefalon pontin fleksür'ün kaudalinde uzanır ve medulla oblangata, 4. ventrikül kaudal kısmı ve inferior serebellar pedünkülü oluşturur. Miyelensefalon yapısal olarak kapalı bir boşluktan oluşan kaudal bölüm ve açık bir alan içeren rostral bölümden oluşur. Kaudal kapalı bölümde yer alan santral kanal bu evrede spinal korda benzer. Miyelensefalon'un kaudal kısmında, nöroblastlar'ın alar plaktan marjinal bölgeye göç ettikleri yer lateralde kuneat ve medialde grasil nukleusları oluşturur. Metensefalon pontin dirsekten rhombensefalik darlığa kadar uzanır, pons ve serebellum ile birlikte, 4. ventrikül orta kısmı, ve orta serebellar pedünkülü oluşturur.

Pontin dirseğin gelişimi ile miyelensefalonun rostral bölümü ve metensefalon yapısal bir değişime uğrar ve ependim tavan plağı incelenerek ileride 4. ventrikülü oluşturacak boşluk ortaya çıkar.

Serebellum intrauterine 6. haftanın sonunda metensefalonun rhombik dudaklarından gelişir. Rhombensefalonun rostral ucunda yer alan dudaklarda intrauterin 8.-10. haftalarda posteriora doğru bir çıkıntı oluşturur. Serebellumda oluşan ilk fissür posterolateral fissürdür ve lateralde flokkulus bölgesine kadar devam eder. Flokkulus orta hatta alt vermişin bir bölümü olan nodül ile birleşerek flokkulonodüler lobu oluşturur. İntrauterin 12. haftada suboksipital yüzde primer fissür ile birlikte serebellumun diğer fissürleri ortaya çıkmaya başlar.

### BEYİNSAPI - MİKROCERRAHİ ANATOMİ

Bu bölümde beyinsapını oluşturan mezensefalon, pons ve medulla oblangata'nın topografik anatomisinden kısaca bahsedilecektir.

**1. Mezensefalon (Orta beyin):** Mezensefalon beyinsapı'nın en rostral kısmıdır ve transvers kesitlerde önden arkaya dört ayrı kısma ayrılır; serebral pedünküller (krus serebri), substansia nigra, tegmentum ve tektum. Mezensefalon biri önde, diğeri arkada olmak üzere iki ayrı kranial sinir ile ilişkilidir (Şekil 1 ve 2).

*Okülomotor sinir (Kranial Sinir III)* motor çekirdekleri periakuaduktal gri maddenin önünde yerleşmiş olup, parasempatik nöronlar içeren otonomik çekirdekler ise gri madde içinde yerleşmişlerdir. *Otonomik çekirdek veya Edinger-Westphal çekirdeği* içindeki parasempatik nöronlar internal göz kaslarını innerve eder (pupilla sfinkter kası, silier kaslar). *Parasempatik perlia çekirdeği* otonomik çekirdeklerin arasında yerleşmiştir. Okülomotor sinir her iki krus serebri arasında bulunan interpedünküler fossa'nın kaudal kısmında yer alan pontomezensefalik bileşkenen, orta hattın iki yanından çıkar ve kavernöz sinus tavanına doğru posterior serberal (PSA) ve superior serebellar arter (SSA) arasından öne doğru yol alır. KS III kavernöz sinüs tavanına girmeden önce unkusun hemen medialinde seyrederek (Şekil 4). Kavernöz sinüste anterior klinoid çıkıntının altında seyreden KS III, kendi sisternasından geçtikten sonra süperior orbital fissürden orbitaya girer. Orbitaya girdikten ikiye ayrılan sinirin, süperior dalı levator palpebra süperior ve süperior rektus kaslarını, inferior dal ise medial, inferior rektus ve inferior oblik kaslarını

innerve eder. Sinirin parasempatik kısmı inferior dal ile birlikte seyrederek, silier gangliona küçük dallar verir ve bu yol ile silier kaslar ve konstriktor pupilla kasları innerve edilir.

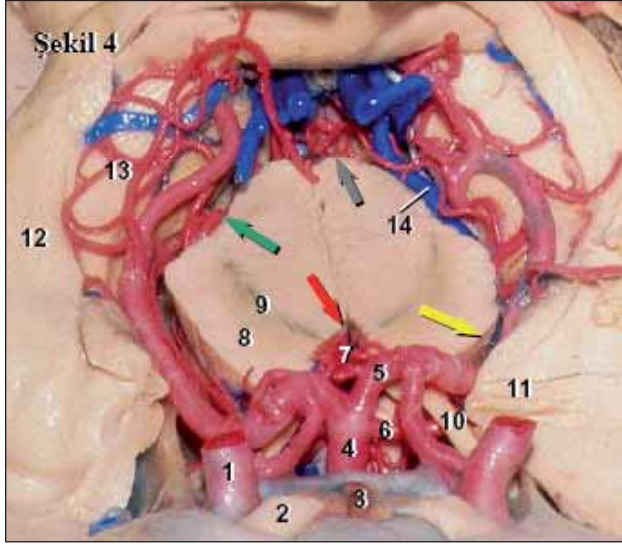
*Troklear sinir'in (KS IV) nükleusu* periakuaduktal gri maddenin önünde, okülomotor sinir nükleusunun altında ve inferior kollikulus'un üst kısmında yer alır. Aksonlar santral gri maddenin lateral kısmının etrafında kıvrılır, 4. ventrikül tavanının medialde üst kısmını oluşturan süperior medüller veluma girer ve burada akuadukt arkasında diğer taraftan gelen sinir lifleri ile mezensefalonun çıkmadan önce çaprazlaşır. Çaprazlaşmadan sonra troklear sinir mezensefalonun posterior kısmında bulunan inferior kollikulus'ların hemen altından çıkar. KS IV beyinsapı'nın yanında öne doğru devam eder ve kavernöz sinüse girmeden önce tentorium yaprakları arasına girer (Şekil 5). Kavernöz sinus içinde KS III ve KS V arasında seyredip, superior orbital fissür yolu ile orbitaya girer ve gözü aşağı doğru çeken ve içe döndüren süperior oblik kasını innerve eder.

(i). *Serebral pedünküller:* Mezensefalonun anteriorunda yer alır ve hemen sadece inen yollardan oluşur. Mamiller cisimlerin posteriorunda yer alan krus serebriler internal kapsülden geçerek inen kortikopontin, kortikospinal ve kortikonükleer lifler tarafından oluşturulur (Şekil 1).

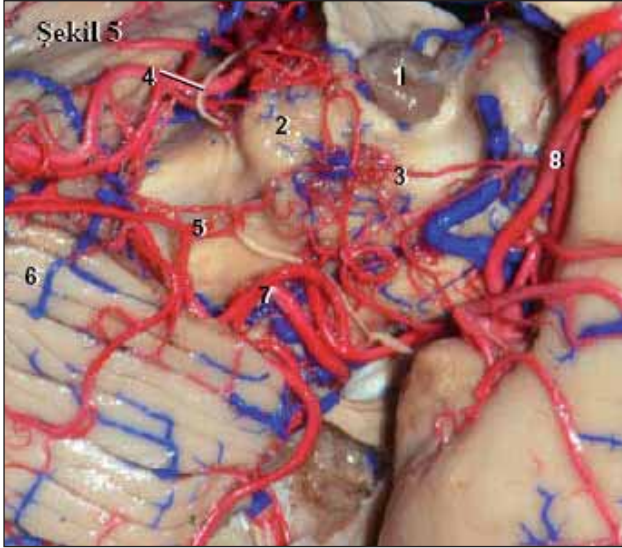
(ii). *Sunstansiya nigra:* Serebral pedünkül ile tegmentum arasında bulunan bir motor bölgesidir ve ekstrapiramidal sistemin bir parçasıdır.

(iii). *Tegmentum:* Substansia nigra ile tektum arasında kalan kısımdır. Tegmentum'un ortada önemli bir bölümünü, kırmızı renklerini içerdikleri demirden alan nükleus ruberler oluşturur. Nükleus ruberler serebellumdan ve serebral korteksten (kortikorubral trakt) afferent lifler alırlar. Tegmentum'un lateral kısmında mezensefalik trigeminal trakt, medial lemniskus, trigeminal lemniskus ve spinotalamik trakt yer alır (Şekil 1).

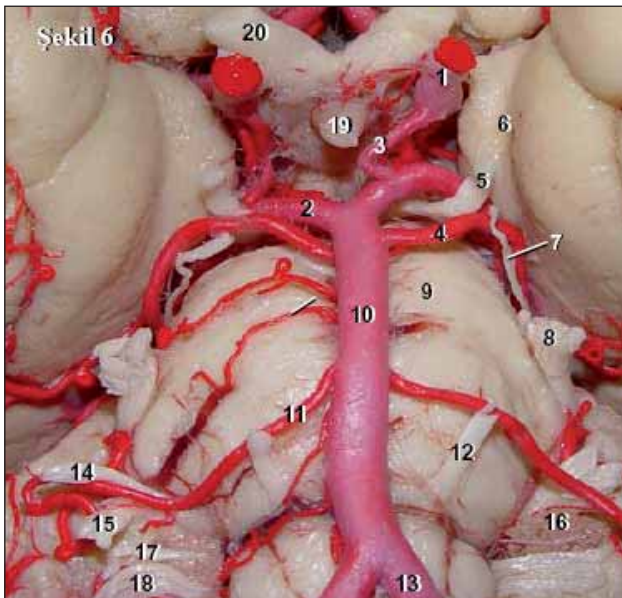
(iv). *Tektum:* Mezensefalonun tektum adı verilen tavanını iki süperior ve iki inferior kollikulustan oluşan *korpora kuadrigemina* yapar. Tektumun ventral kısmı akuaduktan geçen hayali bir çizgidir. Süperior kollikuluslar optik, inferior kollikuluslar akustik stimuluslar alan gri maddeden oluşan yapılardır. İşitsel lifler inferior kollikulus brakiumundan geçerek medial genikulat cisimlere gider ve oradan



**Şekil 4:** Mezensefalon, primezensefalik sisternalar ve mesial temporal lobun süperiordan görünümü. Posterior serebral arterin ambient sisternadaki seyri görülmektedir. Okülomotor sinir her iki krus serebri arasında bulunan interpedüncüler fossa'nın kaudal kısmında yer alan pontomezensefalik bileşkeden, orta hattın iki yanından çıkar ve kavernöz sinus tavanına doğru posterior serebral ve superior serebellar arter arasından öne doğru yol alır. KS III kavernöz sinüs tavanına girmeden önce unkusun hemen medialinde seyrederek, 1. internal karotid arter, 2. optik sinir, 3. hipofiz sapı, 4. basiler arter, 5. posterior serebral arter, P1 segment, 6. superior serebellar arter, 7. posterior talamoperforan arterler, posterior perforans substans, 8. krus serebri, 9. substansiya nigra, 10. okülomotor sinir, 11. unkus, apeks, 12. hippokampus, gövde, 13. parahippokampal girus, 14. Rosenthal basal veni, kırmızı ok: interpedüncüler sisterna, sarı ok: krural sisterna, yeşil ok: ambient sisterna, gri ok: kuadrigeminal sisterna.



**Şekil 5:** Sağ tarafta pineal bez, superior ve inferior kollikuluslar ve troklear sinirin tentorium çıkartıldıktan sonra superolateralinden görünümü. 1. pineal bez, 2. inferior kollikulus, 3. superior kollikulus, 4. troklear sinir, 5. serebellomezensefalik fissür, superior medüller velum, 6. santral lobül, 7. superior serebellar arter, 8. posterior serebral arter.



**Şekil 6:** Mesial temporal lob, beyinsapı, kranial sinirler ve diğer nörovasküler yapıların inferiordan görünümü. Okülomotor sinir interpedüncüler fossa'nın kaudal kısmında yer alan pontomezensefalik bileşkeden, orta hattın iki yanından çıkar ve posterior serebral ve superior serebellar arter arasından öne doğru yol alır. Troklear sinir mezensefalonundan çıkmadan önce çaprazlaşır ve posteriorda inferior kollikulus'ların hemen altından beyinsapını terk eder. KS IV beyinsapı'nın yanında öne doğru devam eder ve kavernöz sinüse girmeden önce tentorium yaprakları arasına girer. Abdusens sinir pons tegmentumunun alt kısmında, 4. ventrikül tabanının hemen altında ve orta hattın iki yanında yer alan nükleusunu terk ettikten sonra ponsun retiküler formasyonundan öne doğru geçerek, piramidlerin hemen üzerinden pontomedüller bileşkeye doğru seyrederek ve bu bölgede fasiyel sinirin medialinden, orta hattın hemen yakınından çıkar. 1. internal karotid arter, 2. posterior serebral arter, 3. posterior kommunikan arter, 4. superior serebellar arter, 5. okülomotor sinir, 6. unkus, 7. troklear sinir, 8. trigeminal sinir, 9. pons, 10. basiler arter, 11. anterior inferior serebellar arter, 12. abduzens sinir, 13. vertebral arter, 14. fasiyel sinir, 15. vestibulokoklear sinir, 16. foramen Luschka, koroid pleksus, 17. glossofaringeal sinir, 18. vagus siniri.

transvers temporal girustaki Heschl girusuna ulaşır. Superior kollikulus optik traktan, oksipital korteksten, medulla spinalisten ve inferior kollikulustan lifler alır (Şekil 1,3-5).

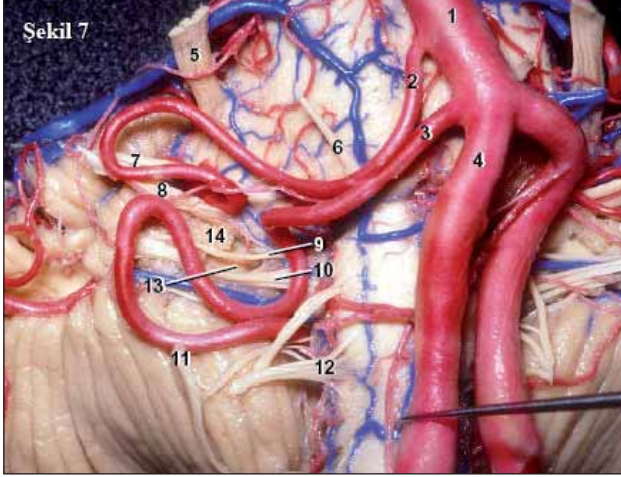
**2. Pons:** Pons köprü demektir ve bu isim iki serebellar hemisferi 4. ventrikül anteriorunda birleştirdiği için 16. yüzyılda Varolio tarafından verilmiştir. Pons *basis pontis* ve *tegmentumdan* oluşur. *Basis pontis* ponsun kabarık ön kısmında yer alır ve ipsilateral olarak burada sonlanan kortikopontin lifler tarafından oluşturulur. Pons çekirdeklerine kortikopontin liflere ek olarak kortikospinal lifler ile impulslar gelir ve *basis pontis* düzeyinde orta hattın iki tarafında yükseltirler oluştururlar. Lateralde *basis pontis*in transvers lifleri orta serebellar pedünkülleri oluşturur. Orta serebellar pedünkül lifleri kontralateral *basis pontis*teki çekirdeklerden oluşan nöronların aksonlarıdır. Bu nöronların aksonları çaprazlaştıktan sonra kontralateraldeki serebellar kortekse uzanır. Ponsun ikinci kısmı, *tegmentum* yapısal olarak medulla oblangata'ya benzer. Pons trigeminal (KS V), *abduzens* (KS VI) ve fasiyal (KS VII) ve vestibulokoklear (KS VIII) sinirler ile ilişkilidir. Trigeminal sinir *basis pontis*'den doğarken, trigeminal sinirin posteriorunda bulunan motor lif demeti, *abduzens* ve fasiyal sinirler ponsun *tegmentumundan* köken alır (2,4,5,7,12,20,23,34,36,38,40,44).

*Trigeminal sinir* somatik motor ve somatik sensoriyal lifler içerir. KS V motor lifleri süperior serebellar pedünkül'ün altında yer alan trigeminal sinir motor nükleusundan çıktıktan sonra *porsio mimor* olarak, *ponsta* ventrolateral ilerler. Trigeminal sinir beyinsapından çıktıktan sonra anterior inferior serebellar arter'in üstünden petroz kemikte bulunan trigeminal girintiye ve Meckel oluşuna doğru ilerler ve oluşun hemen distalinde superior orbital fissüre yönelen oftalmik (V1), foramen rotunduma giden maksiller (V2) ve foramen ovaleye giden mandibuler (V3) dallara ayrılır (Şekil 6-9) (42). KS V motor dalı kafa tabanı'nı V3 ile birlikte terk eder ve *masseter*, temporal, lateral ve medial pterygoid, *myohyoid*, anterior digastric ve tensor veli palatini kaslarını innerve eder. Motor nükleusa santral impulslar presantral girusun alt üçte birinden doğarak, kortikonükleer trakt yolu ile gelir. Bu supranükleer yol ile ipsilateral korteksten de lifler geldiği için, trigeminal sinirin tek taraflı lezyonları çiğneme kaslarında önemli bir kuvvetsizliğe yol açmaz.

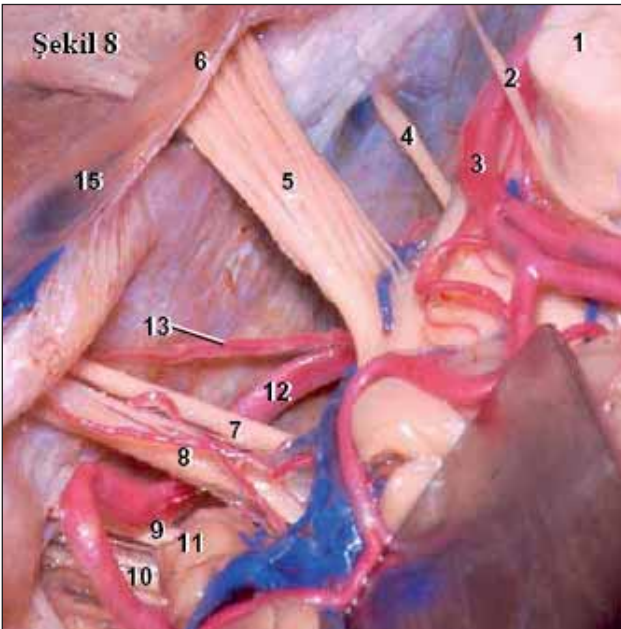
Trigeminal sinir duysal lifleri Meckel oluşu içindeki trigeminal ganglion'dan doğar (*Gasserian veya semilunar ganglion*). Santral uzantılar ponsa gider, trigeminal sinirin prinsipal duysal nükleusuna (dokunma, diskriminasyon ve basınç impulsları) ve spinal nükleusuna (ağrı, ısı) ulaşır. KS V'in prinsipal duysal nükleusu pons *tegmentumunun* dorsal kısmında, orta serebellar pedünkül'ün altında yer alır. Prinsipal duysal nükleustan çıkan lifler çaprazlaşıp, karşı tarafa geçer ve medial lemniskus ile talamusun ventral posteromedial (VPM) çekirdeğine ulaşır. Trigeminal duyu yolunun talamustaki aksonları, internal kapsülün posterior bacağından geçerek, postsantral girusun alt üçte birine ulaşır. Kornea refleksinin afferent kısmı da KS V'in prinsipal duysal nükleusu ile ilişkilidir. Ağrı ve ısı duyularını taşıyan lifler ponsda kaudal yönde ilerleyerek *spinal trigeminal trakt*'ı oluşturur. Bu trakt üst servikal medulla spinalise uzanan trigeminal sinirin spinal nükleusuna uzanır. Trigeminal sinir spinal nükleusuna KS VII, glossofaringeal ve vagal sinirlerden impulslar gelir. Kulağın arka kısmının, dilin posterior 1/3'ünün, farinks'in ve larinks'in ağrı duyusunu taşıyan lifler trigeminal sinir spinal nükleusuna ulaşır. Bu lifler nükleustan çıktıktan sonra çaprazlaşıp lateral spintalamik trakt ile talamusa ulaşır ve talamus'un VPM çekirdeğinde sonlanır.

KS V duysal lifleri trigeminal ganglionun unipolar hücrelerinden çıktıktan sonra, *porsio major* olarak yüze ve kafanın ön 2/3'üne dağılır. Trigeminal ganglion'un üst 1/3 kısmı kavernoöz içinde kabul edilir ve ganglion petroz apeksin hemen önünde trigeminal girinti denilen sığ bir olukta yerleşmiştir. Trigeminal ganglion'un çevresi araknoid ile çevrilidir ve bu kısım Meckel oluşu olarak adlandırılır. Trigeminal gangliodaki nöronların periferik aksonları üç sinir dalı oluşturur; Oftalmik sinir (V1), süperior orbital fissürden geçer; Maksiller sinir (V2), foramen rotundum'dan geçer, Mandibular sinir (V3), foramen ovale'den geçer. V3 çiğneme kaslarından ve ısırma şiddetini denetleyen ağız tavanından gelen propioseptif impulsları taşır (2,4,5,7,12,20,21,23,34,36,38,40,43,44).

*Abduzens sinir* nükleusu pons *tegmentumunun* alt kısmında, 4. ventrikül tabanının hemen altında ve orta hattın iki yanında yer alır. KS VII'nin internal dirseği *abduzens sinir* nükleusu ile 4. ventrikül tabanının arasından geçer ve ventrikül tabanında *stria medullaris* adlı transverse liflerin hemen



**Şekil 7:** Başka bir diseksiyonda beyinsapının kranial sinirler ve diğer nörovasküler yapılarla ilişkisi, inferiordan görünüm. Pons bazis pontis ve tegmentum adı verilen iki bölümden oluşur. Bazis pontis ponsun kabarık ön kısmında yer alır ve ipsilateral olarak burada sonlanan kortikopontin lifler tarafından oluşturulur. Bazis pontisin transvers lifleri lateralde orta serebellar pedüncülleri oluşturur. Trigeminal sinir bazis pontis'den orta serebellar pedüncül seviyesinde doğar. Ponsun ikinci kısmı olan tegmentum yapısal olarak medulla oblongata'ya benzer ve abduzens ve fasiyel sinirler ponsun bu bölümünden çıkar. Trigeminal sinirin posteriorunda bulunan motor lifleri süperior serebellar pedüncül'ün altında yer alan trigeminal sinir motor nükleusundan çıktıktan sonra porsio minor olarak pons içinde ventrolaterale ilerler ve pons tegmentumundan beyinsapını terk eder. Fasiyel sinir motor çekirdekleri pons tegmentumunun inferiorunda ve ventrolateral kısmında yer alır. KS VII'nin motor aksonları pons tegmentumunda 4. ventrikül tabanına doğru ilerleyerek KS VI çekirdeğinin etrafında döner (fasiyel kollikulus) ve pontomedüller kavşakta vestibulokoklear sinirin anterior ve medialinde beyinsapından çıkar. Hipoglossal sinirin 4. ventrikül tabanındaki trigonunda bulunan nükleusundan çıkan aksonlar ventrale doğru uzanır ve piramis ile inferior oliver çekirdek arasındaki antero lateral sulkustan multipl ince kökler halinde beyinsapını terk eder. Beyinsapına önden bakıldığında KS VII ve VIII flokulus ile, KS IX ise foramen Luschka ile yakından ilişkilidir. 1. basiler arter, 2. anterior inferior serebellar arter, 3. posterior inferior serebellar arter, 4. vertebral arter, 5. trigeminal sinir, 6. abduzens sinir, 7. fasiyel sinir, 8. vestibulokoklear sinir, 9. glossofarigeal sinir, 10. vagus siniri, 11. aksesör sinir, spinal dal, 12. hipoglossal sinir, 13. foramen Luschka, 14. koroid pleksus.



**Şekil 8:** Supratentoriyal yapılar ve tentorium çıkartılıp, serebellumun petrozal yüzü ekarte edildikten sonra sol serebellopontin bölge ve beyinsapı ön yüzünün süperolateralden görüntüsü. Troklear sinir superior serebellar arter'in hemen üstünde tentorium alt kenarına ve superior orbital fissüre doğru seyrederek. Abduzens sinir orta hattın hemen yanından pontomedüller bileşkede beyinsapını terk ettikten sonra klivus durasına girmek üzere intradural seyrederek superiora ve anterolaterale yönelir. Trigeminal sinir beyinsapını terk ettikten sonra anterior inferior serebellar arter'in üstünden petröz kemikte bulunan trigeminal girintiye ve Meckel oluşuna doğru ilerler. Fasiyel sinir vestibulokoklear sinirin anteromedialinden beyinsapını terk eder ve her iki sinir internal akustik meatusa doğru yönelirler. Anterior inferior serebellar arter KS VII ve VIII'e anteroinferiordan yaklaşır ve meatusa gelirken labirentin (internal auditor arter) dalını verir. 1. krus serebri, 2. troklear sinir, 3. superior serebellar arter, 4. abduzens sinir, 5. trigeminal sinir, 6. Meckel oluşu, trigeminal girinti, 7. fasiyel sinir, 8. vestibulokoklear sinir, 9. glossofaringeal sinir, 10. vagus siniri, 11. flokulus, 12. anterior inferior serebellar arter, 13. labirentin arter.



üzerinde fasiyel kollikulus adlı çıkıntıyı oluşturur (Şekil 22,23). KS VI kendi nükleusunu terk ettikten sonra ponsun retiküler formasyonundan öne doğru geçerek, piramidlerin hemen üzerinden pontomedüller bileşkeye doğru seyrederek. Abdusens sinir pontomedüller bileşkede fasiyel sinirin medialinden, orta hattın hemen yakınından çıkar (Şekil 6-9). Klivus'un durasına girmek üzere intradural seyrederek superiora ve anterolaterale seyrederek. Abdusens sinir petrosfenoidal ligamanın altından, Dorello kanalından geçerek kavernöz sinüse girer. Kavernöz sinüste KS VI internal karotid arterin kavernöz segmentine ve trigeminal sinirin V1 segmentine çok yakındır ve V1'in medialinde seyrederek. Abdusens sinir süperior orbital fissürden geçerek gözün lateral rektus kasını innerve eder(2,4,5,7,12,20,23,34,36,38,40,43,44).

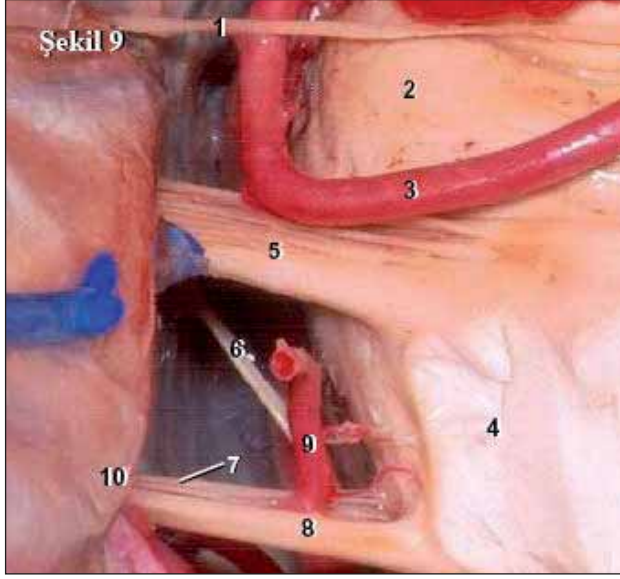
*Fasiyel sinirin* (KS VII) motor çekirdekleri pons tegmentumunun inferiorunda ve ventrolateral kısmında yer alır. Motor aksonlar pons tegmentumunda önce 4. ventrikül tabanına doğru ilerleyerek orta çizgiye yaklaşır, sonra abduens çekirdeğinin etrafında dönüp (*internal dirsek*), 4. ventrikül tabanında stria medullares üzerinde fasiyel kollikulus'u oluşturur. KS VII pontomedüller kavşakta vestibulokoklear sinirin (KS VIII) anterior ve medialinde beyinsapından çıkar (Şekil 6-8). Fasiyel sinir 6 segmente ayrılır; sisternal, meatal, labirentin, timpanik, mastoid ve ekstrakranial (parotid). Beyinsapından çıkıp internal akustik meatus'a (IAM) kadar devam eden 2.5 cm'lik kısım *sisternal segmenti* oluşturur. *Meatal segment* IAM'un antero-süperiorunda yaklaşık 8 mm devam eder. *Labirentin segment* ise koklea ile semisirküler kanallar arasında genikülat gangliona kadar uzanan sinir çapının en aza indiği segmenttir. *Timpanik segment* olarak devam eden fasiyel sinirin yönü ani bir açılma ile posterolaterale döner ve bu segment stapes'in hemen altında semisirküler kanallar'ın yanında son bulur. Mastoid segment buradan stilomastoid foramen'e kadar uzanır ve sinir kafa tabanını terk eder. Bu sırada bazı lifler parotis bezinin içinden geçer. Fasiyel sinir orbikularis oris ve okuli, buksinator, oksipital, frontal, stapedius, stilohyoid, posterior digastrik kaslar ve platismadan oluşan kas grubunu innerve eder (2,4,5,7,12,20,23,34,36,38,40,44).

*Vestibulokoklear sinir* (KS VIII) işitme sistemi ve denge sistemi ile yakından ilişkilidir. İşitme sistemi fonksiyonel olarak timpanik kavitenin medial

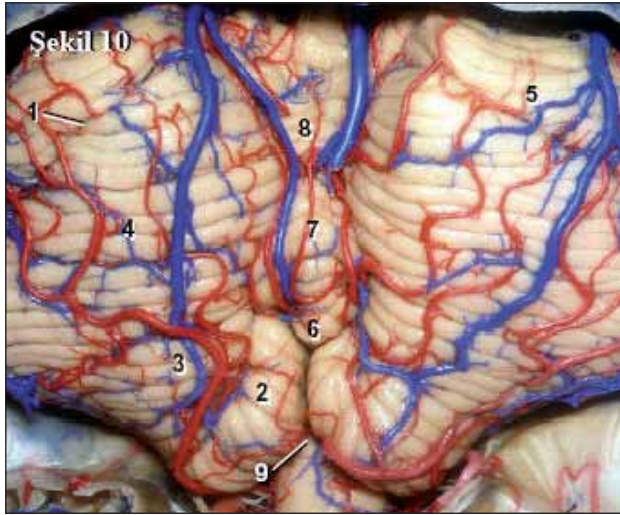
duvarında bağ dokusu ile örtülü iki açıklık ile başlar; *oval pencere* (fenestra vestibuli) ve *yuvarlak pencere* (fenestra koklea). Ses dalgaları üç ossikül ile (malleus, inkus, stapes) oval pencereye iletilir, buradan iç kulağa vestibül yolu ile geçer. Koklea içindeki ganglion spirale içinde bulunan hücrelerin santral uzantıları koklear siniri oluşturur. Koklear sinir *vestibüler sinir* ile birlikte IAM'dan geçerek pontoserebellar köşede inferior serebellar pedunkül'ün arkasında beyinsapına girer. Koklear sinir lifleri ikiye ayrılarak ventral ve dorsal koklear çekirdeklere dağılırlar. Ventral koklear çekirdekten çıkan aksonlar 'trapezoid' lifler adı ile orta çizgiyi çaprazlar ve bazıları süperior oliver çekirdeğe, lateral lemniskus'a ve retiküler formasyona gider. Dorsal koklear çekirdek lifleri inferior serebellar pedünkülde striae medullaris ile orta hattı geçer ve sonuçta lateral lemniskustan gelen ventral çekirdek lifleri ile *inferior kollikulus*'larda biraraya gelirler. Inferior kollikulustan geçen aksonlar önce talamustaki *medial genikülat cisme* giderler. Buradan *akustik radyasyon* ile internal kapsülün posterior bacağından geçerek süperior temporal girusta bulunan anterior transvers temporal girusa (*Heschl's gyrus - 41. alan*) ulaşırlar.

IAM'un lateralinde fasiyel (KS VII) ve vestibulokoklear sinir (KS VIII) yerleşimleri oldukça sabittir. Fasiyel sinir IAM da üstte ve anteromedialde, superior vestibüler sinir üst ve posterolateralde, koklear sinir fasiyel sinirin hemen altında, anteromedialde, inferior vestibüler sinir ise alt ve postero-lateralde yer alır. IAM'u ortadan bölen transvers ya da falsiform krest üstte fasiyel ve superior vestibüler siniri, altta koklear ve inferior vestibüler sinirden ayırır. IAM'un üst kısmı kendi arasında vertikal krest tarafından ikiye ayrılır (*Bill's bar*); bu yapının anteriorunda fasiyel sinir, posteriorunda superior vestibüler sinir bulunur (2,4,5,7,12,20,23,34,36,38,40,44).

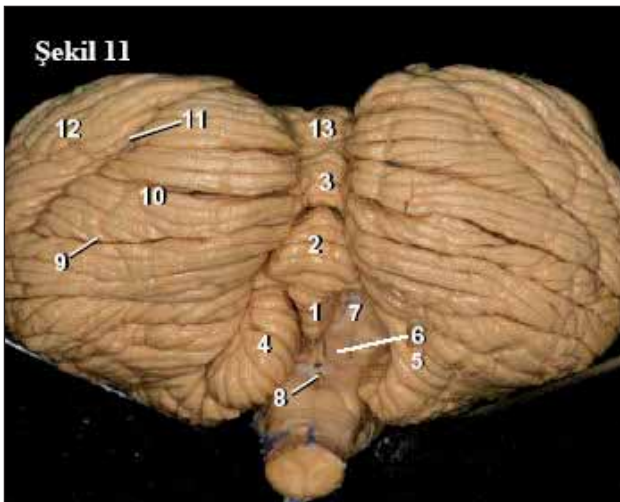
**3. Medulla oblangata:** Pontomedüller bileşkedeki C1 köklerine kadar 2.5-3 cm'lik bir mesafeyi kaplar. *Piramisler* medulla oblangata içinde yer alan önemli yapılardan bir tanesidir. Piramisler orta hatta bulunan medyan sulkusun her iki tarafında yer alır ve kortikospinal liflerden oluşturulur. Kortikospinal lifler mezensefalonda krus serebrinin orta kısımlarından aşağı doğru inerler. Bu lifler pons içinden geçerken yüzeysel pons çekirdekleri tarafından örtülürler ve dışardan görülmezler, oysa medulla oblangata içinde piramislere doğru



**Şekil 9:** Başka bir kadavra diseksiyonunda Şekil 8'deki bölgenin posteriordan görünümü. 1. troklear sinir, 2. pons, 3. superior serebellar arter, 4. orta serebellar pediüncül, 5. trigeminal sinir, 6. abduşens sinir, 7. fasiyel sinir, 8. vestibulokoklear sinir, 9. anterior inferior serebellar arter, 10. internal akustik meatus.



**Şekil 10:** Median suboksipital kraniyektomi sonrası dura açıldıktan sonra serebellumun suboksipital yüzü ve serebellomedüller fissür görülmekte. Serebellum orta hattaki vermis ve iki lateral hemisferden oluşur. Vermis adı verilen serebellumun ortasında bulunan kortikal bölüm, serebellar hemisferleri birbirine bağlar ve sagittal kesitte hemen hemen sirküler bir yapıdadır. Serebellum posterior fossa içindeki yerleşimi ve komşulukları göz önüne alındığında üç ayrı yüzeye sahiptir; tentoriyal yüz, petrosal yüz, ve suboksipital yüz. Suboksipital yüzde lateralde yer alan superior ve inferior semilunar lobüller, biventral lobül ve tonsil orta hatta vermisin folium, tuber ve piramidi ile ilişkilidir. Serebellar tonsillerin inferior yüzeyleri ile medulla oblongata'nın posterior yüzeyi arasında bulunan doğal açıklık serebellomedüller fissür olarak adlandırılır. 1. petrosal fissür, 2. tonsil, 3. biventral lobül, 4. inferior semilunar lobül, 5. superior semilunar lobül, 6. piramid, 7. tuber, 8. folium, 9. serebellomedüller fissür.



**Şekil 11:** Başka bir diseksiyonda serebellumun suboksipital yüzü. Sağ tarafta tonsil serebellomedüller fissür ve 4. ventrikül tavanını oluşturan tela koroidea ve inferior medüller velumu göstermek için rezeke edilmiş. Tentoriyal ve suboksipital yüzlerde yer alan vermis ve hemisfer bölümleri birbirleri ile oldukça sabit bir ilişki gösterir; folium – superior semilunar lobül ile, tuber – inferior semilunar lobül ile, piramid – biventral lobüller ile, uvula ise tonsiller ile ilişkilidir. 1. uvula, vermis, 2. piramid, 3. tuber, 4. tonsil, 5. biventral lobül, 6. tela koroidea, 7. inferior medüller velum, 8. foramen Magendie, 9. suboksipital fissür, 10. inferior semilunar lobül, 11. petrosal fissür, 12. superior semilunar lobül, 13. folium.

kortikospinal lifler yüzeyleşirler. Piramislere oluşturan kortikospinal lifler santral kanal önünde çaprazlaşır ve medulla spinalisin lateral kortikospinal traktusuna dönüşür.

Bazı kranial sinirlerin nükleusları karakteristik olarak dördüncü ventrikül kaudal kısmında medulla oblangata ile ilişkilidir, bunlar hipoglossal ve vagal sinirlerdir. 4. ventrikül tabanı'nın medulla oblangata tarafından oluşturulan kaudal kısmında hipoglossal nükleus ve vagus'un dorsal motor nükleusu orta hattın iki yanında üçgen şeklinde kabartılar oluşturur. Bu kabartılara hipoglossal ve vagal trigonlar adı verilir (Şekil 21-23). Hipoglossal trigonda, sinirin nükleusundan çıkan aksonlar ventrale doğru uzanır. Hipoglossal aksonlar piramislere ile inferior oliv arasındaki antero- lateral sulkusa doğru ilerler. Inferior oliv çekirdek piramislere komşusudur ve hipoglossal sinir (KS XII) bu anatomik yapının yüzeyi boyunca anterolateral sulkusdan multipl ince kökler halinde beyinsapını terk eder (Şekil 6,7). KS XII intradural olarak ventrale foramen magnuma doğru yönelir, hipoglossal forameninden geçerek kafa tabanından dışarı çıkar. Vagus siniri (KS X) ise kraniumu, kendisine eşlik eden glossofaringeal ve aksesör sinirlerle birlikte juguler forameninden kraniumu terk eder. Medulla oblangata'nın en kaudalinde yer alan kranial sinir ise, birçok kökten oluşan aksesör sinir'dir (KS XI). Bu köklerin bir kısmı servikal medulla spinalisten köken alır ve sinirin servikal parçasını oluşturarak foramen magnumdan geçip yukarı doğru medüller parçaya katılır. Aksesör sinir'in kranial kökleri, KS IX, X ve XI'in motor nöronları tarafından oluşturulan nükleus ambiguusta yer alır. Kranial kökler vagus sinirine ait nöronların hemen yakınında bulunan nöronların aksonlarıdır. Nükleus ambiguus kortikonükleer traktlarla her iki hemisferden supranükleer innervasyon alır. Bu nedenle santral liflerin unilateral lezyonlarında önemli bir işlev kaybı olmaz (2,4,5,7,12,20,23,34,36,38,40,44).

#### SEREBELLUM - MİKROCERRAHİ ANATOMİ

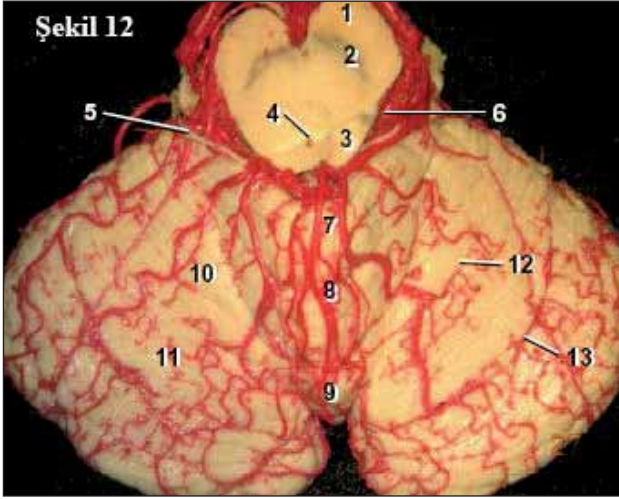
Rhombensefalon'un ön kısmı olan metensefalondan meydana gelen serebellum beyinsapı ile birlikte posterior kranial fossada yer alır, pons ve medulla oblangatanın dorsal yüzeylerini örter ve 4. ventrikülün çatısının oluşmasına katkıda bulunur. Erişkinde serebellum yaklaşık 150 gr ağırlığında olup, tüm beyin yüzde onu kadar bir ağırlığa sahiptir. Serebellum yüzey

alanı yaklaşık 1000 cm<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsar ve bu miktar serebral korteksin yüzde kırkına karşılık gelir. Serebellum orta hattaki vermis ve iki lateral hemisferden oluşur. Vermis adı verilen serebellumun ortasında bulunan kortikal bölüm, serebellar hemisferleri birbirine bağlar ve sagittal kesitte hemen hemen sirküler bir yapıdadır (Şekil 3,10-14). Vermisin süperiordeki rostral ucuna lingula, ventrikül sınırındaki kaudal ucuna nodul adı verilir. Serebellar hemisferlerin vermise komşu bölümleri paravermian bölge olarak adlandırılır.

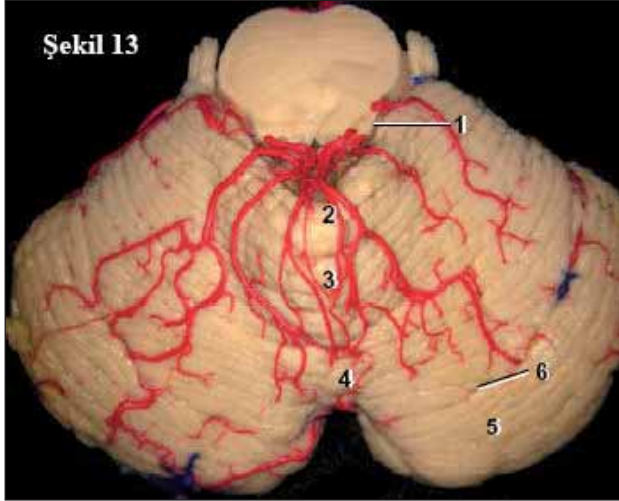
Serebellum bir hemisferden diğerine devamlılık gösteren kompakt bir ak madde kitlesi (korpus medullare) ve onu çevreleyen serebellar korteks ile kaplıdır. Serebellar korteks büyük ölçüde katlanmış bir gri madde tabakasından oluşur ve serebrumun aksine tabaka arasındaki serebellar sulkuslar daha derindir. Serebellar kortekse doğru giden afferent projeksiyonlardan, serebellar korteksten gelen efferent projeksiyonlardan ve daha az miktarda serebellumun çeşitli parçalarını birleştiren assosiyasyon liflerinden oluşan korpus medullare'nin dallanma biçimi anatomik çalışmalarda arbor vitae (yaşam ağacı) olarak adlandırılmış ve bu nedenle serebellumdaki kortikal katlantılara serebral korteksteği gibi girus değil, folia adı verilmiştir. Serebrumun aksine giruslara karşılık gelen foliolar birbirlerine paralel ve aynı büyüklüktedir (2,4,5,6,7,12,20,21,23,34,36,38,40,44).

Serebellum posterior fossa içindeki yerleşimi ve komşulukları göz önüne alındığında üç ayrı yüzeye sahiptir; superiorda tentoriyuma bakan kısım tentoriyal yüz, anteriorda temporal kemiğin petrosal kısmına bakan petrosal yüz, ve posteriorda sigmoid ve transvers sinüsler arasında kalan kısım ise suboksipital yüz olarak adlandırılır (Şekil 10-14). Her üç yüzeyde de lateralde hemisferik bölümler ve orta hatta lingula ,santral lobül ,kulmen, dekliv, folium, tuber, piramid, uvula ve nodulus adlı 9 ayrı bölümden oluşan vermis yer alır. Her vermian bölgeye karşılık ayrı bir serebellar kısım bulunmaktadır.

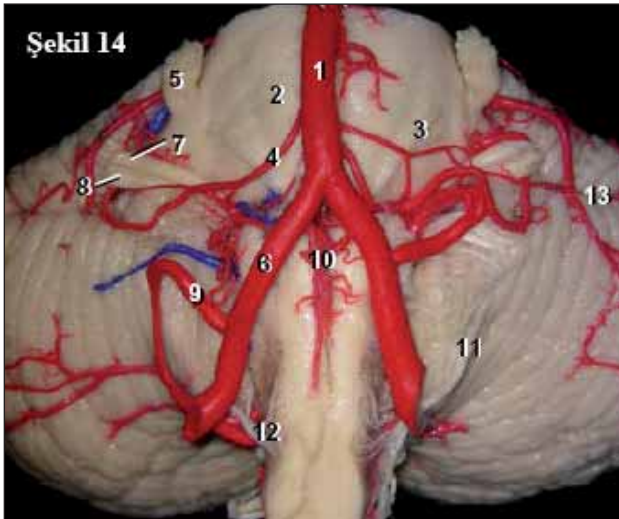
Serebellumun *tentoriyal yüzünde* lateralde kuadranguler, basit ve superior semilunar lobüllerden oluşan hemisfer bölümleri, orta hatta ise kulmen, dekliv ve folium adlı vermis kısımları yer alır. Tentoriyal yüzdeki en belirgin fissür primer fissürdür ve orta hatta kulmen ile dekliv, lateralde ise kuadranguler ve basit lobüller arasında yer alır (Şekil 12,13). Serebellumun *suboksipital yüzünde*



**Şekil 12:** Serebellum tentoriyal yüzü. Serebellumun tentoriyal yüzünde lateralde kuadranguler, basit ve superior semilunar lobüllerden oluşan hemisfer bölümleri, orta hatta ise kulmen, dekliv ve folium adlı vermis kısımları yer alır. Tentoriyal yüzdeki en belirgin fissür primer fissürdür ve orta hatta kulmen ile dekliv, lateralde ise kuadranguler ve basit lobüller arasında yer alır. 1. krus serebri, 2. substansiya nigra, 3. tektum, 4. akuadukt, 5. troklear sinir, 6. serebellomesensefalik fissür, superior serebellar arter, 7. santral lobül, 8. kulmen, vermis, 9. dekliv, vermis, 10. kuadranguler lobül, 11. simple lobül, 12. primer fissür, 13. postklival fissür.



**Şekil 13:** Başka bir kadavra diseksiyonunda tentoriyal yüz superiordan görülmekte. 1. serebellomesensefalik fissür, 2. santral lobül, 3. kulmen, 4. dekliv, 5. superior semilunar lobül, 6. postklival fissür.



**Şekil 14:** Serebellumun petrozal yüzü, pontomezensefalik bileşke ve beyinsapının anteriordan görünümü. 1. basiler arter, 2. pons, 3. abduşens sinir, 4. anterior inferior serebellar arter, 5. trigeminal sinir, 6. vertebral arter, 7. fasiyel sinir, 8. vestibulokoklear sinir, 9. posterior inferior serebellar arter, 10. anterior spinal arter, 11. aksesör sinir, spinal dal, 12. hipoglossal sinir.

lateralde inferior semilunar lobül, biventral lobül ve aşağıda tonsiller yer alır. Orta hatta ise vermisin piramid, uvula ve onun arkasında yer alan nodulus bölümleri bulunur. Tentoriyal ve suboksipital yüzlerde yer alan vermiş ve hemisfer bölümleri birbirleri ile oldukça sabit bir ilişki gösterir; folium – superior semilunar lobül ile, tuber – inferior semilunar lobül ile, piramid – biventral lobüller ile, uvula ise tonsiller ile ilişkilidir (Şekil 10,11). Suboksipital bölgeye serebellumun petrosal yüzünden gelen petrosal fissür lateralde superior ve inferior semilunar lobülleri, orta hatta ise folium ve tuberi birbirinden ayırır. Suboksipital bölgedeki prepiramidal fissür tuber ve piramidi ayırırken, lateralde aynı fissürün devamı olan prebiventral fissür inferior semilunar ve biventral lobülleri ayırır. Tonsilobiventral fissür ise superiorda biventral lobülü inferiorda yer alan tonsillerden ayırmaktadır. Serebellumun suboksipital yüzünün serebrum ve pons ile karşılıklı bağlantıları vardır ve hareketlerin başlatılması ve planlamasında rol oynar.

Serebellumun *petrosal yüzü* anteriorde yer alır ve orta hatta 4. ventrikülün hemen rostralinde yer alan lingula ile başlar. Birbiri ile ilişkili hemisfer ve vermiş kısımları üstten alta doğru; santral lobül – santral lobül kanatları ve kulmen – kadranguler lobül şeklindedir. Uvula'nın arkasında yer alan nodulus lateralde flokulus ile ilişkilidir. Serebellumun petrosal yüzünün spinal kord ile karşılıklı bağlantıları vardır ve kas tonusunun olduğu kadar, günlük yaşamdaki hareketlerin ve özellikle ekstremiteler hareketlerinin kontrolünde rol oynar (Şekil 14).

Serebellum ak maddesinde yer alan afferent ve efferent projeksiyonlar ve derin nükleuslar ancak bu yapının filogenetik bölümlerinin incelenmesi ile anlaşılabilir (4,5);

1. *Arkiserebellum (flokülönodüler) lob:* Serebellumun en eski bölgesidir. Vermisin nodulus kısmı ve lateralde flokulus tarafından oluşturulur ve vestibüler sistem ile ilişkilidir. Vestibüler ve retiküler çekirdekler ile karşılıklı bağlantıları vardır ve vücut dengesi ile göz hareketlerinin kontrolünde rol oynar. Arkiserebellar bulgular genellikle flokkonodüler lob lezyonları ile ilişkili olup trunkal ataksi ve nistagmus ile ortaya çıkarlar.

2. *Paleoserebellum:* Tentorial yüzdeki primer fissürün rostralinde bulunan vermise ait lingula, santral lobül ve kulmen'i ve iki taraflı komşu

paravermian alanları içerir. Ayrıca alt vermisteki uvula ve piramid ile paraflokkulus ve serebellar tonsilleri de kapsar. Paleoserebellum tıpkı arkiserebellum gibi spinal aktiviteyi vestibülospinal ve retikülospinal traktlar aracılığı ile etkilerler. Paleoserebellar lezyonlar insanlarda nadir olup, postürü reflekslerde artışa, serebellar rijiditeye ve yürüme ataksisine neden olur.

3. *Neoserebellum:* Filogenetik açıdan serebellumun en yeni ve gelişmiş bölümüdür ve genellikle suboksipital yüz ile ilişkilidir. Serebellumda başlayan becerikli motor hareketleri bu kısım uygunlaştırır.

#### *Serebellar Afferent ve Efferent Projeksiyonlar ve Pedünküller:*

Beyindeki nöronların yarısından fazlasına sahip olan serebellum, beyindeki en yoğun nöronal kesişim bölgelerinden biridir. Serebellum merkezi sinir sisteminin her ana bölgesinden afferent projeksiyonlar alıp bu bölgelere geri sinyaller gönderir. Serebellum bu işlevi üç ayrı serebellar pedünkül ile orta beyin, pons ve medulla oblangataya bağlanarak gerçekleştirir; orta beyin ile serebellumu bağlayan superior (brachium conjunctivum), ponsla serebellumu bağlayan orta (brachium pontis) ve medulla oblangata ile serebellumu bağlayan inferior (restiform cisim) serebellar pedünküller (Şekil 21,23). Superior serebellar pedünkül serebellum ile mezensefalonu birbirine bağlar ve buradan geçen liflerin büyük çoğunluğu dentat ve diğer derin serebellar nükleuslardan doğar, kaudal mezensefalonda orta hattı çaprazlar ve büyük kısmı nükleus ruber'e gider. Orta serebellar pedünkül pontoserebellar lifleri taşır. İnternal kapsül yolu ile inen kortikopontin projeksiyon liflerinin getirdiği impulslar orta serebellar pedünkül ile beyinsapına ulaşır. İnterior serebellar pedünkül ise serebellar kortekse giden asendan lifleri taşır.

Serebelluma gelen afferent projeksiyonlar genellikle spinal kord, vestibüler sistem ve serebal korteksten köken alır ve üç serebellar pedünkül aracılığı ile serebelluma uzanırlar. Spinal kord yolu ile gelen lifler serebelluma dorsal ve ventral spinoserebellar traktuslar ve dorsal serebellar traktusun rostral uzantısı olan küneoserebellar traktus aracılığı ile aktarılır. Bu traktuslar serebelluma kasların, tendonların ve eklemlerin pozisyon ve durumuna ilişkin bilgi sağlarlar.

Vestibüler sistemden gelen projeksiyonlar vestibüler labirentteki primer vestibüler son organdan ve beyin sapındaki vestibüler nükleuslardan köken alıp, vestibüloserebellar projeksiyonlar ile vücut dengesiyle ilgili bilgiyi sağlarlar. Kortikal bölgelerden serebelluma gelen projeksiyonlar primer motor ve duyuşal kortekslerden, limbik korteksten köken alabilir. Neokortikal alanlardan gelen projeksiyonlar pontin nükleuslara ve inferior olive uğradıktan sonra serebelluma ulaşır. Filogenetik açıdan daha eski olan paleo ve arkikortikal alanlardan gelen bilgiler serebelluma ulaşmadan önce retiküler nükleus ve hipotalamusa uğrarlar. Kortikoserebellar projeksiyonlar hareketin planlanması ve başlatılmasına ilişkin bilgi sağlarlar. Superior, orta ve inferior serebellar pedünküller üzerinden serebelluma ulaşan afferent projeksiyonlar aşağıda özetlenmiştir;

*Superior serebellar pedünkül;*

1. Ventral spinoserebellar traktus,
2. Mezensefalik trigeminal nükleustan gelen trigeminoserebellar traktus,
3. Nükleus seroleustan gelen trigeminoserebellar traktus,
4. Süperior ve inferior kollikuluslardan gelen tektoserebellar traktus.

*Orta serebellar pedünkül;*

1. Pontin nükleustan gelen pontoserebellar (kortikoserebellar) traktus,
2. Raphe çekirdeğinden gelen serotonerjik lifler.

*İnferior serebellar pedünkül;*

1. Clarke'ın dorsal nükleusundan gelen dorsal spinoserebellar traktus,
2. Aksesuar küneat nükleuslardan gelen küneoserebellar traktus,
3. İnfior oliver nükleuslardan gelen olivoserebellar traktus,
4. Beyin sapının retiküler nükleuslarından gelen retiküloserebellar traktus,
5. Vestibüloserebellar traktus,
6. Medullanın arkuat çekirdeklerinden gelen arkuatoserebellar traktus,
7. Trigeminal sinirin spinal ve ana duyuşal çekirdeklerinden gelen trigeminoserebellar traktus.

Serebellumu terk eden efferent projeksiyon sistemi hemisfer içinde ak maddeye gömülü dört derin serebellar nükleus ile yakın bağlantı içindedir. Efferent projeksiyon sistemi intraserebellar ve ekstraserebellar olmak üzere iki ayrı bileşenden

oluşturmuştur (4,5). Purkinje hücrelerinin derin serebellar nükleuslara gönderdiği inhibitör projeksiyonlar intraserebellar bileşeni oluşturur. Orta hat vermiş yerleşimli Purkinje hücreleri fastigial nükleusa projeksiyonlar gönderirken, paravermian bölge ve serebellar hemisfer kaynaklı hücreler sırası ile interpoze (ara) nükleuslara (emboliform ve globöz) ve dentat nükleusa uzanırlar. Derin serebellar nükleusların serebellum dışındaki hedeflere gönderdiği projeksiyonlar ekstraserebellar bileşenin büyük çoğunluğunu oluşturur (5,39). Ekstraserebellar bileşenin daha küçük bir kısmını vestibüloserebellumdaki bir grup Purkinje hücresinden köken alan ve aksonları derin serebellar nükleusları bypass ettikten sonra beyinsapındaki lateral vestibüler nükleusa ulaşan projeksiyonlar oluşturur (4,5,39). Derin serebellar nükleusların efferent projeksiyon gönderdiği ekstraserebellar hedefler arasında;

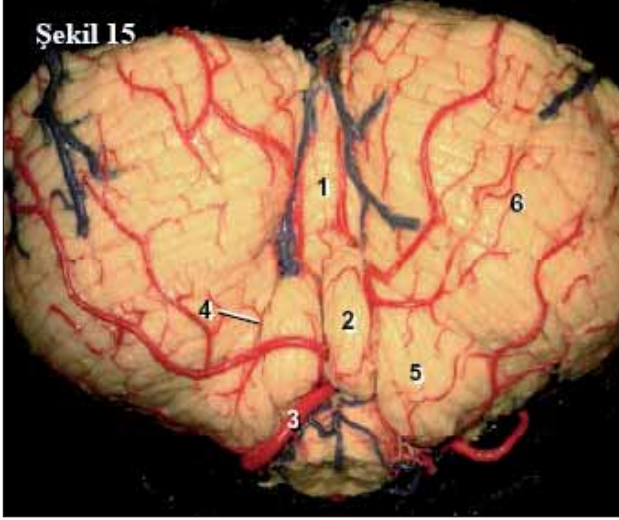
(i). fastigial nükleustan efferent projeksiyonlar alan beyinsapı içinde vestibüler ve retiküler çekirdekler,

(ii). interpoze (ara) nükleuslardan projeksiyonların ulaştığı orta beyindeki nükleus ruber ve medulla oblangatada inferior oliver nükleus,

(iii). dentat ve interpoze nükleuslardan gelen efferent projeksiyonların ulaştığı talamus,

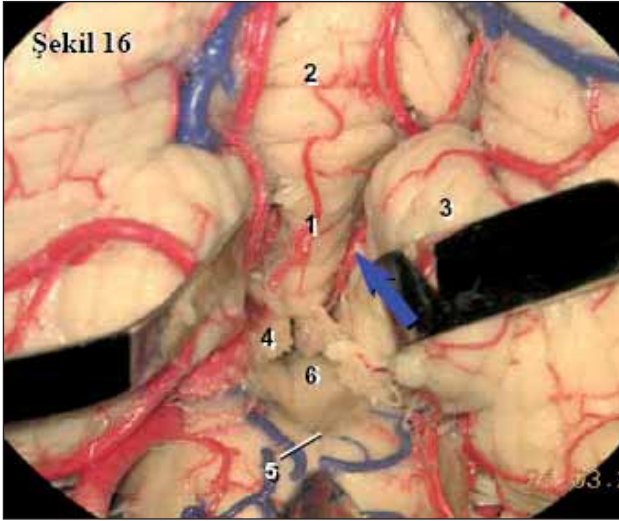
(iv). tüm derin serebellar nükleuslardan projeksiyon alan hipotalamus sayılabilir.

Serebellumdan çıkan efferent projeksiyonlar inferior ve superior serebellar pedünküllere uğrayarak yol alırlar. Superior serebellar pedünkül (*brakium conjunctivum*) en büyük serebellar efferent lif demetini oluşturur ve dentat ve interpoze (ara) nükleuslardan projeksiyonlar alır (Şekil 21-23). Dentat nükleusun hilusundan köken alan efferent projeksiyonlar rostralde üst ponsa geçerek burada dördüncü ventrikülün dorsolateral duvarı boyunca kompakt bir demet şeklinde seyrederek ve süperior serebellar pedünkül içinde ventromedial olarak tegmentuma doğru yer değiştirirler. Süperior serebellar pedünkül içinde geçiş yolu boyunca tüm lifler kaudal mezensefalonda, inferior kollikulus düzeyinde çaprazlaşırlar (*ventral tegmental deküstasyon – Forel çaprazı*). Çaprazlaşan efferent projeksiyon liflerinin çoğunluğu karşı taraftaki nükleus rubere doğru, onu çevrelemek üzere yükselirler. Çaprazlaşan liflerin dentat nükleustan gelen nispeten küçük bir kısmı nükleus ruber'in

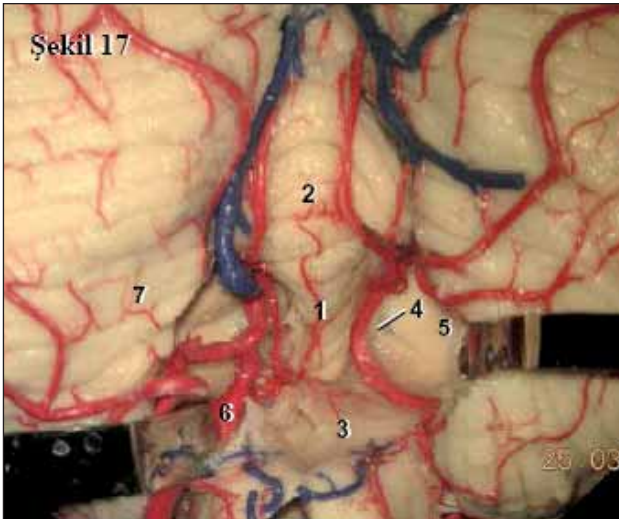


**Şekil 15-20:** Serebellum suboksipital yüzeyinde serebellomedüller fissür, tonsil, 4. ventrikül tavanı ve dentat nükleusun birbirleri ile olan ilişkileri aynı kavadrada ardışık olarak yapılan diseksiyonda ortaya konulmuştur.

**Şekil 15.** 1. piramid, vermis, 2. tonsil, 3. posterior inferior serebellar arter, 4. tonsilobiventral fissür, 5. biventral lobül, 6. inferior semilunar lobül.



**Şekil 16:** 4. ventrikülün tabanı, serebellar pedüncüller ve lateral reseslere cerrahi ulaşımı bloke eden en belirgin anatomik yapı serebellar hemisferlere tutunan tonsillerdir. Serebellar tonsillerin inferior ve inferomedial yüzeyleri cerrahi yaklaşımlar sırasında tonsil ile medulla oblangatanın posterior yüzeyi arasındaki bir açıklık olan serebellomedüller fissür yolu ile disseke edilir. Serebellar tonsillerin serbest olan medial yüzeyleri, 4. ventrikülün tavanının inferior kısmı boyunca birbirlerine dönüktür ve cerrahi sırasında ventriküle uvula ile tonsil arasında yer alan uvulotonsiller boşluk (mavi ok) yolu ile ulaşılır. 4. ventrikül tabanı kaudal kısmını foramen Magendie açıklığından gösterebilmek için her iki tonsil inferior ve medialden serebellomedüller fissür boyunca diseke edilmiş. 1. uvula, vermis, 2. piramid, 3. tonsil, 4. tela koroidea, 5. obex, 6. 4. ventrikül tabanı, foramen Magendie.



**Şekil 17:** Serebellar tonsiller serebelluma süperolateralde seyreden bir ak madde yolu olan tonsiller pedüncül aracılığı ile bağlanır. Buna karşın tonsillerin medial, superomedial, inferior ve kısmen inferolateral bölümleri serebelluma bağlantılı olmayıp cerrahi sırasında serbest olarak diseke edilebilir. Her iki serebellar tonsil süperolateralindeki tonsiller pedüncül diseke edilerek rezeke edilmiş. 1. uvula, 2. piramid, 3. tela koroidea, 4. inferior medüller velum, 5. tonsiller pedüncül, 6. posterior inferior serebellar arter, 7. biventral lobül.

rostral üçte birlik kısmında sonlanır (4,5), küçük bir fasikül ise inferior oliver nükleusa iner. Serebellum'un dentat nükleusundan nükleus rubere gelen efferent liflerinin büyük çoğunluğu talamus aracılığı ile serebral kortekse bağlanırken, nükleus ruberden çıkan bir kısım lifler rubrospinal ve rubroretiküler yollar aracılığıyla spinal motor nöronlar üzerinde etkili olurlar.

Derin serebellar nükleuslardan gelen projeksiyonların çoğunluğu talamusa yönelir ve ventrolateral (VL) talamik nükleusta sonlanırlar (4, 5). Dentat nükleus kaynaklı efferent projeksiyonlar kontralateral talamusun VL nükleusundan serebral korteksin primer motor alanına uzanır (4, 5). Yapılan elektrofizyolojik çalışmalar bu sistemi doğrulamış ve motor ve premotor kortekslerdeki piramidal nöronların talamusun VL nükleusunda işlendikten sonra dentat ve interpoze (ara) nükleuslardan sinaptik eksitator girdiler aldıklarını göstermiştir. Serebellumun efferent projeksiyonları en büyük etkiyi talamusun VL nükleusu aracılığı ile motor ve premotor korteksler üzerinde gösterir. Dentat nükleustan gelen sinyaller serebral kortekste motor nöronların aktivitelerini etkileyebilir ve motor korteksten çıkan sinyaller spinal düzeylere kortikospinal trakt aracılığı ile iletilirler. Bu sistemin temel olarak somatik motor işlevin koordinasyonundan sorumlu olduğu düşünülmektedir. Serebellotalamik, serebellorubral ve serebellooliver lifler süperior serebellar pedünkül üzerinden yol alır, buna karşın serebellovestibüler ve serebelloretiküler projeksiyon lifleri inferior serebellar pedünkül üzerinden taşınır.

#### **Derin Serebellar Nükleuslar:**

Serebellumun hemisferleri içindeki ak maddenin içine gömülü dört nükleer kitle serebellar nükleusları oluşturur. Tüm derin serebellar nükleuslar dördüncü ventrikülün germinal nöroepitelinden dışarıya göç eden hücrelerin uzantılarından köken alırlar (40, 44). Derin serebellar nükleuslar erken gelişimsel evrelerde aynı anda farklılaşmaya başlarlar ve yaşa göre belirgin farklılaşma göstermezler. Dört ayrı serebellar nükleus liflerinin düzenine, hücre morfolojilerine ve hücrelerin boyut, biçim ve yönelimlerine göre birbirlerinden ayrılmıştır. İnsanlardaki dört farklı derin serebellar nükleus, medialden laterale doğru fastigial, globöz (posterior intermediat-ara nükleus), emboliform (anterior intermediat-ara nükleus) ve dentat nükleuslardır (40,44). Dentat nükleus

haricindeki üç çekirdek 4. ventrikül tavanında yerleşmiştir.

Serebellum daha önce tanımlanan vermis ve hemisferler içinde kısımlara ayrılmasına ek olarak, serebellar korteksten derin serebellar nükleuslara giden kortikal projeksiyonlar göz önüne tutularak uzunlamasına üç ayrı rostrokaudal longitudinal bölgeye ayrılabilir;

a) *medial ya da vermis bölge*; fastigial nükleusa projeksiyon gönderir,

b) *ara (paravermis) bölge*; ara nükleuslara (globöz, emboliform) projeksiyon gönderir,

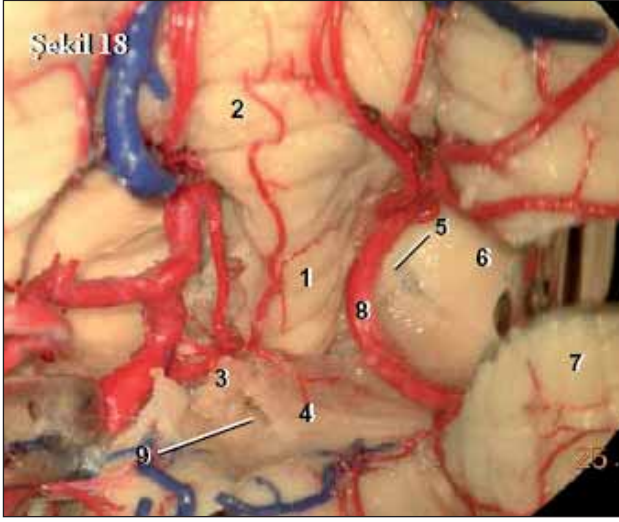
c) *lateral ya da hemisferik bölge*; dentat nükleusa projeksiyon gönderir (40,44).

Bu longitudinal ayırımın sınırları tam olarak belirgin değildir ve her bölgede işlevsel alt birimlerin olması olasıdır.

*Dentat Nükleus*; Derin serebellar nükleusların en büyüğü olan dentat nükleus dallanan dendritleri olan büyük multipolar nöronlardan oluşur ve yalnızca memelilerde bulunur. Dentat nükleusa şerit şeklinde katlanmış bir torba biçimi veren düzensiz şekilde kıvrılmış gri madde yapısal olarak tam bir daire çizmez ve nükleusun dorsomedialinde bir açıklık oluşturur (hilus) (Şekil 19,20,21). Süperior serebellar pedünküle giden projeksiyonların büyük bir kısmı bu açıklıktan çıkar. Bu şekilde bir formasyon transvers kesitlerde dentat nükleusun yapı itibarı ile inferior oliver nükleusa benzemesine yol açar. Dentat nükleus serebellar hemisferin alt vermise yakın olan ak maddesi içinde yer alır.

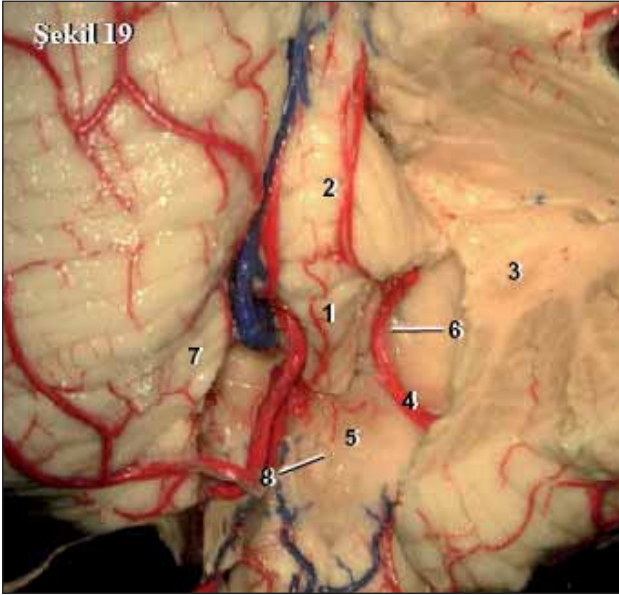
Dentat nükleus filogenetik olarak daha eski bir dorsomedial bölüme (paleodentat) ve daha yeni ve büyük bir ventrolateral bölüme (neodentat) ayrılır.(40,44) Dentat nükleusun projeksiyonlarının çoğu daha eski dorsomedial parçadan (paleodentat) çıktıktan sonra daha önce özetlendiği gibi süperior serebellar pedünkül üzerinden talamusun karşı taraftaki VL nükleusuna uğrar ve motor kortekse ulaşır. Dentat nükleus projeksiyonlarının nispeten küçük bir kısmı talamusun intralaminer nükleusuna (santral lateral nükleus), nükleus ruberin rostral üçte birlik bölümüne ve süperior serebellar pedünkül inen kısmı üzerinden retikülotegmental nükleus ve inferior oliver nükleusa ulaşır. Projeksiyonların bir kısmı nükleus ruber üzerinden spinal kord ile bağlantılar sağlar (40,44). Dentat nükleusun daha büyük olan ventral parçasının (neodentat) motor dışı bir işleve sahip olduğuna ilişkin bulgular mevcuttur





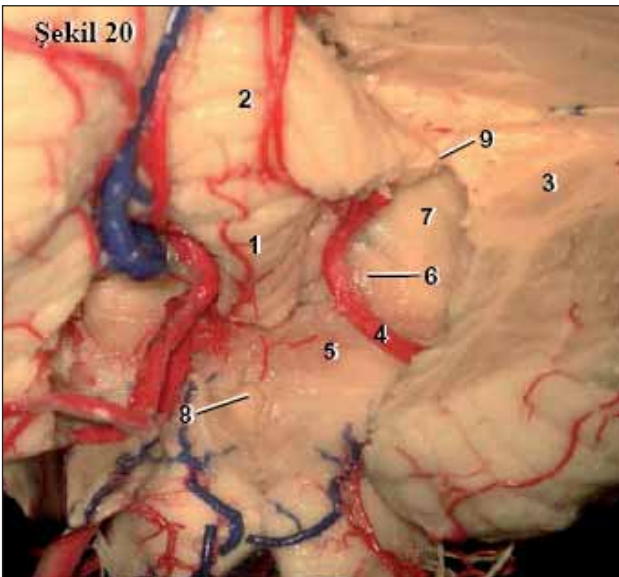
**Şekil 18:** Şekil 17'deki diseksiyonun yakından görünümü. 4. ventrikül tavanı kaudal kısmı orta hatta fastigium düzeyinde superior ve inferior medüller velumun birleşmesi ile başlar ve kaudalde tela koroidea ile devam eder. Ventrikül tavanının kaudal kısmını oluşturan inferior medüller velum ve tela koroidea birbirlerine telovelar bileşke adı verilen ince transvers hat boyunca yapışır ve heriki anatomik yapı içinde bilinen işlevsel herhangi bir nöral doku bulunmamaktadır. Rostralde yerleşmiş inferior medüller velumun kaudaldeki tela koroideaya yapıştığı hat olan telovelar bileşke, laterale doğru vermiş en arkada yer alan kısmı nodulustan her bir foramen Luschka'nın bulunduğu lateral resese uzanır. Tela koroidea 4. ventrikül tabanı kaudalindeki obekte birleşen ve tenia adı verilen dar kabartılar boyunca ventrikül tabanı inferolateral kenarlarına yapışır. Tela koroidea koroid pleksus ile yakından ilişkilidir, ayrıca katmanları arasında posterior inferior serebellar arter kaynaklı koroidal dallar ve venlerden oluşan bir vasküler tabakada bulunur.

1. uvula, 2. piramid, 3. koroid pleksus, tela koroidea, 4. tela koroidea, 5. inferior medüller velum, 6. tonsiller pedüncül, 7. biventral lobül, 8. posterior inferior serebellar arter, 9. foramen Magendi.



**Şekil 19:** Aynı diseksiyonda bir sonraki basamak; dentat nükleusun vermiş ve 4. ventrikül tavanı ile ilişkisini göstermek için sağ serebellar hemisferde biventral lobül ve inferior kuadrangular lobül kısmen rezekt edilmiştir. Dentat nükleus ile vermiş ve 4. ventrikül tavan ve yan duvarı arasındaki ilişkilerin iyi bilinmesi cerrahi sırasında olası dentat nükleus hasarını en aza indirecektir. Dentat nükleusun yerleşimi uvulopiramidal bileşke düzeyindedir ve tonsiller pedüncül ile yakın komşuluk göstermektedir.

1. uvula, 2. piramid, 3. dentat nükleus, 4. posterior inferior serebellar arter, 5. tela koroidea, 6. inferior medüller velum, 7. biventral lobül, 8. foramen Magendie.



**Şekil 20:** Şekil 19'daki diseksiyonun yakından görünümü. Transvermian yaklaşımda dördüncü ventrikül çatısının posterolateral kenarı boyunca uzanan ve tonsilin süperolateral kısmındaki pedüncülüne komşu yer alan dentat nükleus serebellar vermiş insizyonu veya laterale ekartasyonu sırasında hasar görebilir. Serebellar tonsil ile biventral lobül arasındaki fissür yolu ile tonsil pedüncülü üzerinden inferior ve orta serebellar pedüncüllere ulaşan supratonsiller yaklaşım ise cerrahi diseksiyon sırasında dentat nükleus ile en yakın ilişkide olan cerrahi yaklaşım yoludur. Telovelar yaklaşımda ise fastigium düzeyinde yerleşmiş olan dentat nükleus inferior medüller velum insizyonu ile superolateral resese ulaşılırken uvulopiramidal bileşkenin hemen lateralinde hasar görebilir. 1. uvula, 2. piramid, 3. dentat nükleus, 4. posterior inferior serebellar arter, 5. tela koroidea, 6. inferior medüller velum, 7. tonsiller pedüncül, 8. foramen Magendie, 9. uvulopiramidal bileşke.

ve bu bölüm motor kortekse ek olarak prefrontal kortekse de bağlantılara sahiptir.

Dentat nükleus kaynaklı serebellar efferent projeksiyonların kortikal hedefleri nörotropik virüsler kullanılarak yapılan retrograd transnöral transport çalışmaları ile haritalanmıştır (29). Böylece serebellumun talamus aracılığıyla çok sayıda serebral kortikal alanla bağlantıda olduğu ve hem motor hem bilişsel (kognitif) işlevlerde etkili olduğu öne sürülmüştür. Serebello-talamo-kortikal sistem motor korteks ile birlikte premotor, prefrontal, inferior frontal (Broca alanı), inferior temporal, temporo-okspital ve posterior parietal korteksin de dahil olduğu çeşitli kortikal alanlara uzanır (11,27-30, 37). Retrograd transnöral transport çalışmaları ile izlenen virüsler dentat nükleus projeksiyonlarının prefrontal kortekse uzandığını ve orta frontal girusta Broadman 9 ile 46. alanlarla bağlantılı olduğunu ortaya koymuş ve bu nedenle dentat nükleusun bilişsel fonksiyonlarla da ilgili olabileceği düşünülmüştür. Dentat nükleusun özellikle ventrolateralde bulunan neodentat parçası prefrontal kortekse projeksiyon gönderir ve sıralı davranışın öğrenilmesi ve gerçekleştirilmesinde rol oynar. Benzer şekilde dentat nükleusun problem çözme gibi bilişsel işlevler sırasında daha fazla aktive olduğu kanıtlanmıştır.

Serebellumun suboksipital yüzünün derin nükleuslar yolu ile frontal, paralimbik ve parietal assosiyasyon korteksleriyle bağlantıları olduğu maymunlarda gösterilmiş ve bu nedenle dentat nükleus hasarının bellek, öğrenme ve dikkat ile ilgili fonksiyonlara ek olarak emosyonel durumuda etkileyebileceği öne sürülmüştür.

*İnterpoze - ara nükleuslar (emboliform ve globöz);* Emboliform nükleus dentat nükleus hilusunun medialinde, globöz ise onun hemen medialinde yer alır. İnterpoze nükleusların projeksiyonları serebellumu süperior serebellar pedünkül aracılığı ile terk eder ve projeksiyonların çoğu nükleus ruberin rubrospinal traktı oluşturan kaudal üçte iki bölümüne uzanır. İnterpoze nükleus projeksiyonlarının daha küçük bir kısmı talamusun VL nükleusuna ve süperior serebellar pedünkül inen kısmı üzerinden inferior oliver nükleusa uzanır.

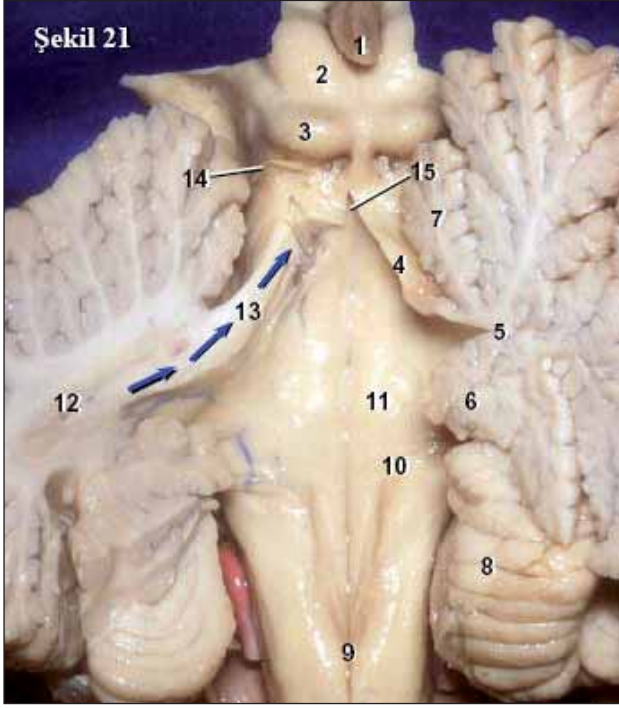
*Fastigial nükleus;* Fastigial nükleus 4. ventrikül çatısında globöz nükleusun medialinde yer alır ve bu nedenle çatı nükleusu adı verilir. Dentat ve interpoze nükleuslardan gelen efferentler

projeksiyonların aksine, fastigial nükleusun efferentleri süperior serebellar pedünkül üzerinden yol almazlar. Fastigial nükleus kaynaklı efferent projeksiyonların büyük kısmı serebellum içinde çapraz yapar ve süperior serebellar pedünkülün lateral yüzünde aşağıya doğru inerken serebelluma ait unsinat fasikulusu (fasikulus uncinatus serebelli) oluşturur. Bu projeksiyonların büyük bölümü vestibüler nükleusta ve pons ve medulla oblongatada retiküler formasyonda sonlanırlar. Vestibüler nükleuslara giden fastigial projeksiyonlar bilateraldir. Çapraz yapmayan fastigial lifler inferior serebellar pedünküle katılırlar.

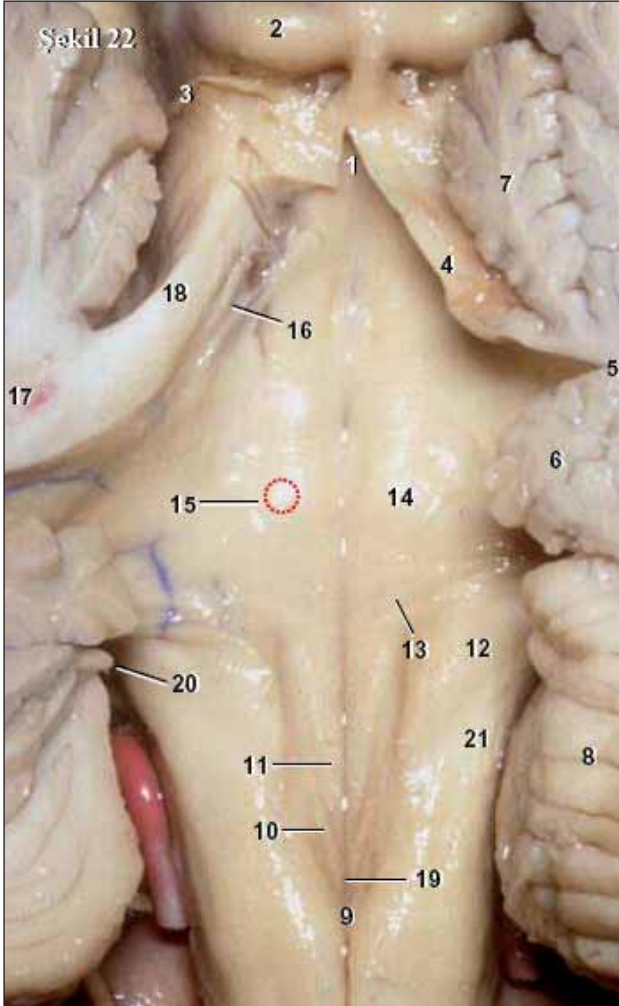
Derin serebellar nükleuslardan söz ederken son olarak serebellumun assosiyasyon liflerinin karşı hemisfere geçtiği iki ayrı serebellar kommissürden bahsedilmelidir. Daha önce değinildiği gibi korpus medullare serebellar kortekse giden ve derin nükleuslara ulaşan afferent projeksiyonlardan ve serebellar korteksten derin nükleuslar yolu ile gelen efferent projeksiyonlardan oluşmuştur. Ancak serebellar ak maddenin bir hemisferden diğerine süreklilik gösteren bu kompakt kitlesine (korpus medullare) daha az miktarda olmakla birlikte serebellumun çeşitli bölümlerini birleştiren assosiyasyon lifleride katılmaktadır. Serebellumun assosiyasyon liflerinin bir kısmı iki ayrı serebellar kommissür yolu ile diğer tarafa geçerler. Serebellar anterior kommissür dentat nükleusun rostralinde yer alır, daha gerideki posterior kommissür ise 4. ventrikül çatısında bulunan fastigial nükleusun komşuluğundadır.

#### 4. VENTRİKÜL ve SEREBELLAR PEDÜNKÜLLERE CERRAHİ YAKLAŞIMLAR

4. ventrikül tabanı, serebellar pedünkül ve lateral reses yerleşimli patolojilere üç ayrı cerrahi yaklaşım ile ulaşmak mümkündür. Bu yaklaşımlar bir inferior vermis insizyonu ile 4. ventriküle ulaşan transvermian yaklaşım, uvula ve tonsil arasından 4. ventrikül tavanı açılarak taban, lateral reses ve foramen luschckaya ulaşan telovelar yaklaşım ve serebellar tonsil pedünkülü takip edilerek inferior ve kısmen orta serebellar pedünküllere ulaşan supratonsiller yaklaşımlardır. 4. ventrikül patolojileri için kullanılan en eski ve en yaygın cerrahi yaklaşım, serebellum suboksipital yüzeyi üzerinde inferior vermise dahil olan uvula ve piramid'in insize edildiği transvermian yaklaşımdır.(9,17,18) Telovelar yaklaşımda median suboksipital yol ile serebellum ile medulla arasındaki serebellomedüller fissür



**Şekil 21:** 4. ventrikül tabanı, dentat nükleus, superior serebellar pedüncül ve superior medüller velum arasındaki ilişkiyi göstermek amacı ile sağ tarafta orta hatta yakın vermis insizyonu ve sol serebellar hemisferin laterale doğru kısmen rezeksiyonu tamamlanmış. Ponsa posteriorundan 4. ventrikül tabanından bakıldığında kapsadığı alan stria medullarisler düzeyinden troklear sinir'in çıktığı yere kadar uzanır. Stria medullarislerin hemen üzerinde orta hattın iki yanında bulunan fasiyel kollikusları fasiyel sinirlerin KS VI çevresinde yaptığı dirsek oluşturur. 4. ventrikül tabanının alt üçte birlik kısmını, stria medullaris seviyesinin altında kalan medulla oblongata oluşturur. Derin serebellar nükleusların en büyüğü ve serebellumun temel efferent çekirdeği olan dentat nükleus serebellar hemisferin alt vermise yakın olan ak maddesi içinde yer alır. Dentat nükleusa şerit şeklinde katlanmış bir torba biçimi veren düzensiz şekilde kıvrılmış gri madde dorsomedial bölümünde hilus adı verilen bir açıklık oluşturur ve superior serebellar pedüncüle giden projeksiyonların büyük bir kısmı bu açıklıktan çıkar. Superior serebellar pedüncül (brakium conjunctivum) en büyük serebellar efferent lif demetini oluşturur ve dentat ve interpoze (ara) nükleuslardan projeksiyonlar alır. Dentat nükleusun hilusundan köken alan efferent projeksiyonlar rostralde üst ponsa geçerek burada dördüncü ventrikülün dorsolateral duvarı boyunca superior serebellar pedüncül içinde (mavi oklar) ventromedial olarak tegmentuma doğru ilerler. Superior serebellar pedüncül içinde geçiş yolu boyunca tüm lifler kaudal mezensefalonda, inferior kollikulus düzeyinde çaprazlaşırlar (ventral tegmental deküstasyon – Forel çaprazı). Çaprazlaşan efferent projeksiyon liflerinin çoğunluğu karşı taraftaki nükleus rubere ve talamusa doğru yükselirler. 1. pineal bez, 2. superior kollikulus, 3. inferior kollikulus, 4. superior medüller velum, 5. fastigium, 6. ventrikül tabanı apeksi, 7. nodul, vermis, 8. tonsil, 9. obeks, 10. stria medullaris, 11. fasiyel kollikulus, 12. dentat nükleus, 13. superior serebellar pedüncül, 14. troklear sinir, 15. akuadukt.



**Şekil 22:** Şekil 21'deki diseksiyonun yakından görünümü. Romboid bir yapı olan 4. ventrikül tabanı rostral üçte iki bölümünde ponsa ve kaudal üçte bir bölümünde medulla oblongataya uzanır. Ventrikül tabanı rostralde apeks olarak serebral akuadukt düzeyine, kaudalde ise foramen Magendie anteriorunda yer alan obekse uzanır. 1. akuadukt, 2. inferior kollikulus, 3. troklear sinir, 4. superior medüller velum, 5. fastigium, 6. ventrikül tabanı apeksi, 7. nodul, vermis, 8. tonsil, 9. obeks, 10. vagal üçgen, 11. hipoglossal üçgen, 12. vestibüler nükleus, 13. stria medullaris, 14. fasiyel kollikulus, 15. sulkus limitans, 16. locus ceruleus, 17. dentat nükleus, 18. superior serebellar pedüncül, 19. area postrema, 20. lateral reses, 21. inferior serebellar pedüncül.

kullanılarak, inferior vermis ile tonsil arasından 4. ventriküle ve lateralde foramen Luschkalara kadara ulaşılabilir (14,16,24,25,32,41,47,48,49,51). Supratonsiller yaklaşım ile benzer bölgelere tonsil ile biventral lobül arasındaki fissür disseke edilerek tonsil pedünkülü yolu ile 4. ventrikül tabanı görülmeden ulaşmak mümkündür. Tüm bu yaklaşımlarda ortak amaç 4. ventrikül tabanı ve serebellar pedüncüllere herhangi bir fonksiyonel serebellar doku rezeksiyonu yapmaksızın ulaşabilmektedir.

4. ventrikül ve serebellar pedünkül yerleşimli lezyonlara güvenli cerrahi yaklaşım ancak serebellar tonsil, 4. ventrikül tavanı ve lateral resesin mikrocerrahi anatomisinin iyi bilinmesi ile mümkündür.

*Serebellar Tonsiller:* 4. ventrikülün tabanı, serebellar pedüncüller ve lateral reseslere cerrahi ulaşımı bloke eden en belirgin anatomik yapı serebellar hemisferlere tutunan tonsillerdir. Serebellar tonsiller serebelluma süperolateralde seyreden bir ak madde yolu olan tonsiller pedünkül aracılığı ile bağlanmıştır. Buna karşın tonsillerin medial, superomedial, inferior ve kısmen inferolateral bölümleri serebelluma bağlantılı olmayıp cerrahi sırasında serbest olarak disseke edilebilir (Şekil 15,16). Serebellar tonsillerin inferior ve inferomedial yüzeyleri, telovelar yaklaşım sırasında tonsil ile medulla oblangatanın posterior yüzeyi arasındaki bir yarık olan serebellomedüller fissür yolu ile disseke edilir. Serebellar tonsillerin serbest olan medial yüzeyleri, 4. ventrikülün tavanının inferior kısmı boyunca birbirlerine dönüktür ve cerrahi yaklaşım sırasında ventriküle uvula ile tonsil arasında yer alan uvulotonsiller boşluk yolu ile ulaşılır (Şekil 20-25).

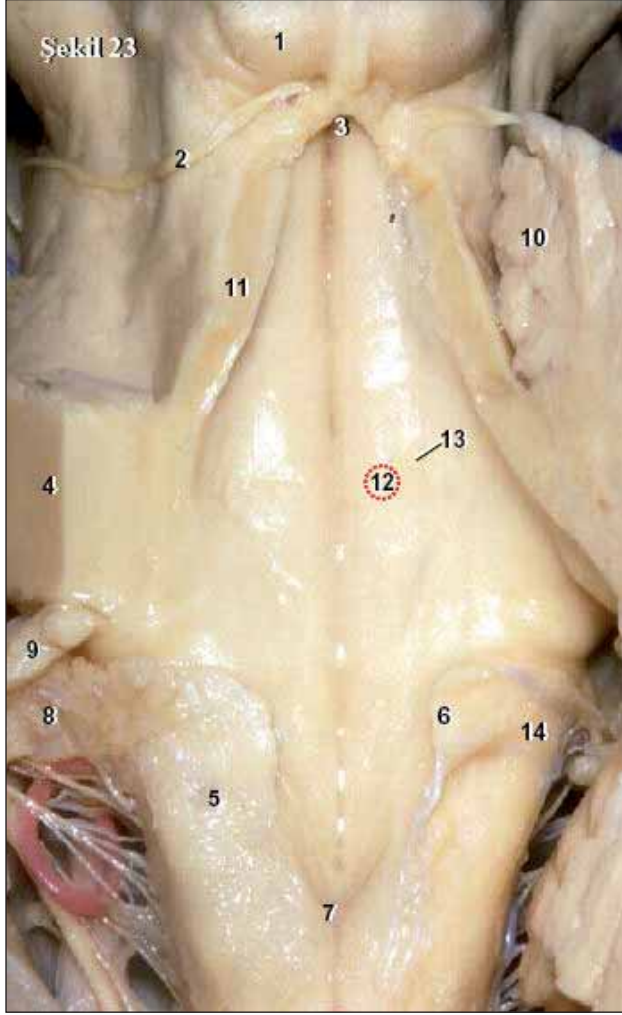
Aynı zamanda sekonder fissür olarak da bilinen tonsillobiventral fissür, lateralde tonsilin superior kısmını serebellar hemisferin inferiorunda yer alan biventral lobülden ayırır. Tonsillobiventral fissür medialde vermisin piramid ve uvulası arasında yer alır, ancak bu bölgede dar bir fissür olarak uzandığından ve kaudale doğru yönlendiğinden güçlükle tanımlanır. Lateralde ise tonsillobiventral fissür daha belirgin ve tanınır hale gelir, çünkü farklı anatomiye sahip iki bölgeyi ayırır (Şekil 24-28). Fissürün üst tarafında yer alan biventral lobül serebellar hemisferin inferiordaki uzantısıdır ve foliaları alt tarafta yer alan tonsil foliasından farklılık gösterir, her iki bölgenin foliaları birbirine paralel

değildir. Serebellar tonsil foliaları dar bir açı yaparak kesilir ve tonsillobiventral fissüre doğru yönelirler. Serebellar tonsilleri süperolateralde biventral lobüllere bağlayan tonsiller pedünkül tonsillobiventral fissürün derinliklerinde yerleşir ve mikrocerrahi sırasında bile fark edilmez bir biçimde dentat nükleus komşuluğunda inferior serebellar pediküle karışır.

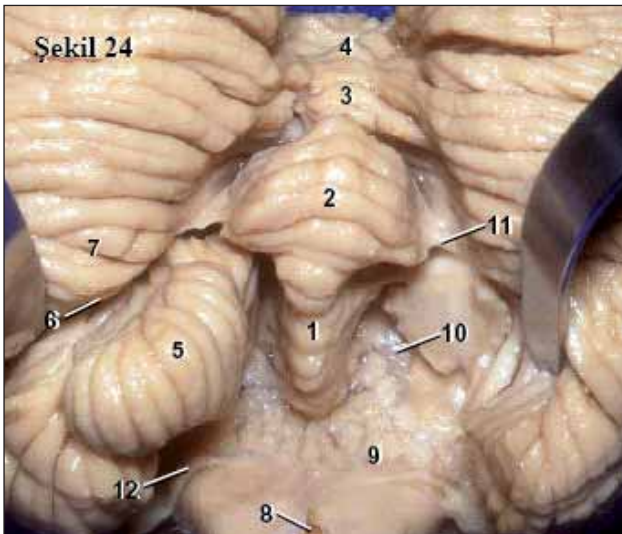
*4. Ventrikül Tavanı ve Serebellomedüller Fissür:* Ponsa posteriordan 4. ventrikül tabanından bakıldığında kapsadığı alan stria medullarisler düzeyinden troklear sinir'in çıktığı yere kadar uzanır. Stria medullarislerin hemen üzerinde orta hattın iki yanında bulunan fasiyel kollikusları fasiyel sinirlerin KS VI çevresinde yaptığı dirsek oluşturur. Dördüncü ventrikül tavanı pons ve medullayı bir çadır şeklinde örter ve tavanın en üst noktası ya da apeksi olan fastigium ventrikül çatısının en yüksek ve geniş bölümü olup tavanı rostral ve kaudal kısımlara ayırır.

Serebellum içindeki korpus medüllare 4. ventrikül çatısının medial ve ventralinde, fastigium düzeyinde çadır biçiminde bir reses oluşturmak üzere süperior ve inferior iki laminaya bölünür; superior ve inferior medüller velum (lamina). Medüller yapının büyük kısmı rostrale devam ederek superior medüller velumu oluşturur (Şekil 17-20). 4. ventrikül tavanının rostral kısmı serebellumda vermisin üst kısmına ulaşan süperior medüller velum tarafından oluşturulur. Superior medüller velum korpus medüllare'nin ince bir beyaz plaka şeklinde uzantısı olup, fastigiumdan rostralde akuadukta kadar devam eder ve lateralde süperior ve inferior serebellar pedüncüllerin iç yüzeyleri ile birleşir. Superior medüller velum, inferior ve superior serebellar pedüncüller birlikte 4. ventrikül tavanının rostral kısmını ve lateral duvarlarını oluşturur. Superior medüller velumun lateralinde süperior serebellar pedüncülün dentat nükleustan gelen efferent lifleri yer alır ve 4. ventrikül tavanı lateral duvarını ventriküler yüzeyinde oluştururlar (23-26).

4. ventrikül tavanı kaudal kısmı orta hatta fastigium düzeyinde superior ve inferior medüller velumun birleşmesi ile başlar ve kaudalde tela koroidea ile devam eder. Inferior medüller velum, flokkülo nodüler lobu oluşturan nodulus ve flokkulus arasındaki bağlantının membranöz bir kalıntısı olup, transparan ve ince bir araknoidal nöronal doku katmanıdır. Inferior medüller velum



**Şekil 23:** 4. ventrikül tabanının başka bir diseksiyonda görünümü. Ventrikül tabanını lateral reseslere, sulkus limitansın hemen lateralinde yer alan vestibüler nükleuslar bağlar. Vestibüler nükleusların rostralinde yer alan stria medullaris, inferior serebellar pedinküller boyunca orta hattan lateral resese doğru tranvers biçimde seyreder. 1. inferior kollikulus, 2. troklear sinir, 3. akuadukt, 4. orta serebellar pediünkül, 5. inferior serebellar pediünkül, 6. tela koroidea, taenia, 7. obex, 8. lateral reses, 9. flokkulus, 10. lingula, vermis, 11. superior serebellar pediünkül, 12. fasiyel kollikulus, 13. sulkus limitan, 14. vestibuler nükleus.



**Şekil 24:** Serebellum suboksipital yüzeyinde sağ serebellar tonsil rezeke edilmiş ve heriki biventral lobül serebellomedüller fissür ve lateral resesleri ortaya koymak amacı ile laterale ekarte edilmiş. 4. ventrikül tabanı üst üçte ikisi ile alt üçte bir kısmı bileşkesinde yer alan stria medullaris inferior serebellar pedünküller boyunca orta hattan lateral resese doğru tranvers biçimde seyreder. Lateral resesin ventral duvarını kağıtsı bir nöral doku katmanı olan romboid dudak oluşturur. 1. uvula, 2. piramid, 3. tuber, 4. folium, 5. tonsil, 6. uvulobiventral fissür, 7. biventral lobül, 8. foramen Magendie, 9. tela koroidea, 10. inferior medüller velum, uvulopiramidal bileşke, 12. rhomboid dudak.

vermişin alt ve öndeki kısmı olan nodulusun medialinden ve üzerinden laterale geçerek flokkulusun pedinkülünü oluşturur (Şekil 24,25). Bu ince ve transparan nöronal tabakanın lateral uzantısı nodulus ile flokkusları birleştiren dar bir köprü oluşturur. İnfior medüller velum kaudalde tela koroidea ile devamlılık gösterir (23-26) (Şekil 24-28).

4. ventrikül tavanının kaudal kısmını oluşturan inferior medüller velum ve tela koroidea birbirlerine telovelar bileşke adı verilen ince transvers hat boyunca yapışır ve heriki anatomik yapı içinde bilinen işlevsel herhangi bir nöral doku bulunmamaktadır. Rostralde yerleşmiş inferior medüller velumun kaudaldeki tela koroideaya yapıştığı hat olan telovelar bileşke, laterale doğru nodulustan herbir foramen Luschka'nın bulunduğu lateral resese uzanır. Tela koroidea 4. ventrikül tabanı kaudalindeki obekste birleşen ve tenia adı verilen dar kabartılar boyunca ventrikül tabanı inferolateral kenarlarına yapışır. Tela koroidea koroid pleksus ile yakından ilişkilidir, ayrıca katmanları arasında posterior inferior serebellar arter (PİSA) kaynaklı koroidal dallar ve venlerden oluşan bir vasküler tabakada bulunur (15). Tela koroidea'nın subaraknoid boşluğa üç açıklığı bulunur; lateral reseste yer alan bir çift foramen Luschka ve dördüncü ventrikülün kaudal ucunda orta hat yerleşimli foramen Magendie (36, 46).

Serebellomedüller fissür 4. ventrikül tavanı inferior kısmı ile yakın ilişkide olan ve ventralde medullanın posterior yüzeyi, inferior medüller velum ve tela koroidea, dorsalde ise uvula, serebellar tonsiller ve biventral lobüller tarafından oluşturulan doğal bir çukluktur. Serebellomedüller fissür lateral reses düzeyinde süperiora doğru uzanır ve foramen Magendie aracılığı ile dördüncü ventrikülle ve tonsillerin süperior yüzeyleri çevresinde sisterna magna ile devam eder; fissür foramen Luschka yoluyla serebellopontin fissür ile komşuluk eder (46).

Serebellomedüller fissür ve 4. ventrikülün tavanı vaskülarizasyonu PİSA ile ilişkilidir. PİSA medulla oblongata'nın anterolateral kenarında, alt kraniyal sinirlere yakın bir alanda vertebral arterden çıkar ve serebellar tonsil, alt vermiş ve serebellar hemisfer çevresindeki bir dizi derin fissür arasında dolaşır, serebellumun suboksipital yüzeyine ulaşır. PİSA beş segmente ayrılır; anterior medüller, lateral medüller, tonsillomedüller, telovelotonsiller ve kortikal segmentler. 4. ventrikül ve inferior serebellar

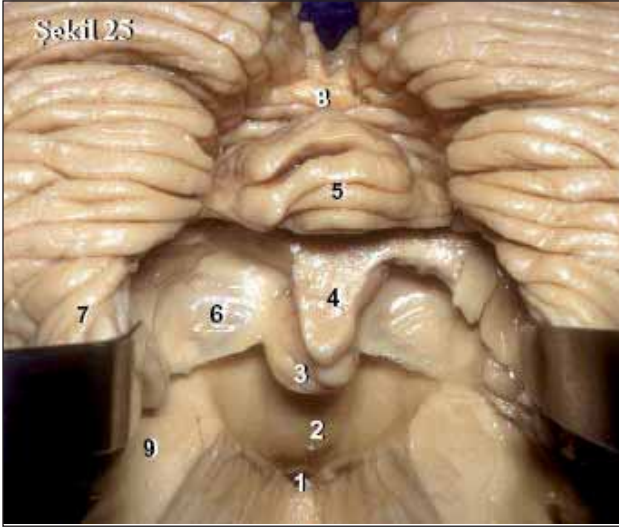
pedünküllere cerrahi yaklaşımlarda en sık olarak serebellomedüller fissür içinde telovelotonsiller segment ile karşılaşılır (15,19,41). PİSA serebellar tonsil mediali boyunca yol alırken medial ve lateral trunkus olarak ikiye ayrılırlar. Medial trunkus vermisi beslerken, lateral trunkus serebellar hemisfer ve tonsillerin büyük kısmını besler.

*Lateral Reses:* Romboid bir yapı olan 4. ventrikül tabanı rostral üçte iki bölümünde ponsa ve kaudal üçte bir bölümünde medulla oblongataya uzanır. Ventrikül tabanı rostralde apeks olarak serebral akuadukt düzeyine, kaudalde ise foramen Magendie anteriorunda yer alan obekse uzanır. Ventrikül tabanını lateral reseslere, sulkus limitansın hemen lateralinde yer alan vestibüler nükleuslar bağlar. Vestibüler nükleusların rostralinde yer alan stria medullaris, inferior serebellar pedünküller boyunca orta hattan lateral resese doğru transvers biçimde seyreder (Şekil 26-28).

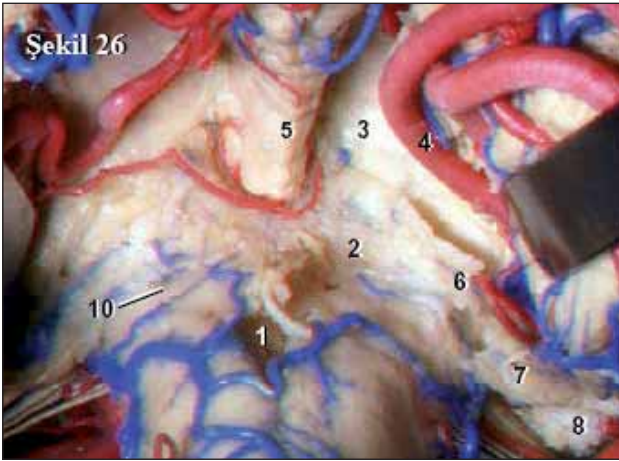
Lateral reses ventrikül tavanı ve tabanının birleşimiyle dar bir kese şeklinde oluşur ve foramen Luschka aracılığı ile serebellopontin açısı sisternasına devam eder. Lateral resesin ventral duvarını kağıtsı bir nöral doku katmanı olan romboid dudak oluşturur. Lateral reses rostral kısmı serebellar pedünküllerin kaudal kenarı tarafından, kaudal kısmı ise orta hattan flokkulusa uzanan tela koroidea tarafından oluşturulur.

*Transvermian Yaklaşım:* 4. ventrikül ve orta hatta yakın serebellar pedünkül lezyonları için kullanılan en eski cerrahi yaklaşım inferior vermiş üzerinden yapılan yaklaşımdır (Şekil 29,30). Literatürde inferior vermiş boyunca yapılan insizyon çok iyi tanımlanmamıştır; vermiş kısımlarından uvula, piramid, tuber ve folium patolojik alanın yerleştiği bölge ve boyutlarına bağlı olarak değişken bir şekilde insize edilebilir. Sıklıkla alt vermiş insizyon yukarıda fastigiuma kadar olan inferior vermisi kapsamakta, buna karşın insizyon süperior serebellar pedünkülden gelen çaprazlaşan lifleri içeren ve serebellar pedünküllerin arasında ince bir ak madde laminası şeklinde yer alan süperior medüller veluma ulaşmamaktadır. Vermis insizyonu 4. ventriküle giriş sağlamak için daha derinde tela koroidea ve inferior medüller velumla birlikte vermişin ön parçası olan nodulusu da içermektedir.

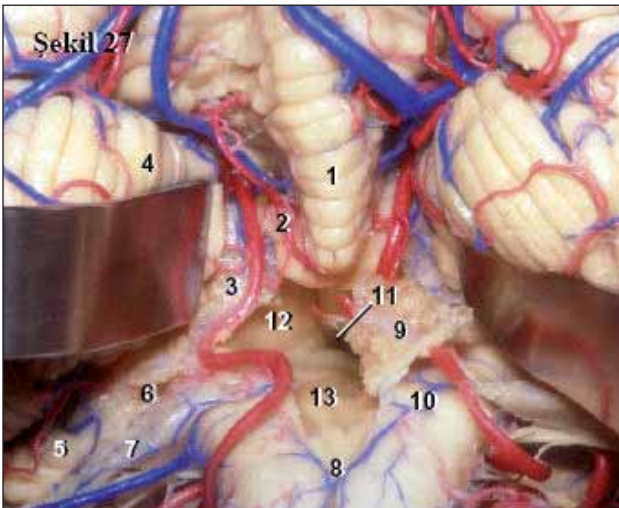
Vermis alt kısmının iki yarısının laterale ekartmanı, inferior vermiş iki kenarı arasında yaklaşık 1 ile 2 cm.lik bir çalışma alanı sağlar ve bu



**Şekil 25:** Heriki serebellar tonsil ve 4. ventrikül taban ve lateral duvarının bir kısmı lateral reses ve flokkulus arasındaki bağlantıyı ve flokkülönoduler lobu ortaya koymak için rezeke edilmiş. İnférieur medüller velum, flokkülönodüler lobu oluşturan nodulus ve flokkulus arasındaki bağlantının membranöz bir kalıntısı olup, transparan ve ince bir araknoidal nöronal doku katmanıdır. İnférieur medüller velum vermisin alt ve öndeki kısmı olan nodulusun medialinden ve üzerinden laterale geçerek flokkulusun pedinkülünü oluşturur. Bu ince ve transparan nöronal tabakanın lateral uzantısı nodulus ile flokkulusları birleştiren dar bir köprü oluşturur. 1. akuadukt, 2. superior medüller velum, 3. nodulus, 4. uvula, 5. piramid, 6. inferior medüller velum, 7. biventral lobul, 8. tuber, 9. superior serebellar pedüncül.



**Şekil 26:** Başka bir kadavra diseksiyonunda lateral reses ve foramen Luscka düzeyini gösterebilmek için heriki serebellar tonsil rezeke edilmiş ve biventral lobuller laterale ekarte edilmiş. 1. Foramen Magendie, 2. tela koroidea, 3. inferior medüller velum, 4. posterior inferior serebellar arter, 5. uvula, 6. lateral reses, 7. flokkulus, 8. koroid pleksus, foramen Luscka, 9. inferior serebellar pedüncül.



**Şekil 27:** Ayrı bir kadavra diseksiyonunda 4. ventrikül tavanı ve lateral arasındaki ilişkiyi göstermek için heriki tonsil laterale ekartman sonrası ventrikül tavanı kaudal kısmının alt bölümünü oluşturan tela koroidea sol tarafta serebellar pedüncüllere yapıştığı taenia boyunca açılmış ve tela sağ tarafa doğru yatırılmış. Lateral reses ventrikül tavanı ve tabanının birleşimiyle dar bir kese şeklinde oluşur ve foramen Luscka aracılığı ile serebellopontin açısına devam eder. Lateral resesin ventral duvarını kağıtsı bir nöral doku katmanı olan romboid dudak oluşturur. Lateral reses rostral kısmı serebellar pedüncüllerin kaudal kenarı tarafından, kaudal kısmı ise orta hattan flokkulusa uzanan tela koroidea tarafından oluşturulur. 1. uvula, 2. nodul, 3. telovelar bileşke, 4. tonsil, 5. flokkulus, 6. foramen Luscka, koroid pleksus, 7. rhomboid dudak, 8. obeks, 9. tela koroidea, koroid pleksus, 10. inferior serebellar pedüncül, 11. akuadukt, 12. superior serebellar pedüncül, 13. 4. ventrikül tabanı.

bölgede bilateral PISA'nın telovelar segmentlerinin seyri takip edilebilir. Derinde tela koroidea ve inferior medüller velum bir orta hat insizyonu ile açıldıktan sonra akuaduktan obekse kadar tüm 4. ventrikül tabanı (ortalama 4 cm.) cerrahi görüş alanına girer. Lateralde stria medüllaris düzeyinde cerrahi görüş açısı en üst düzeydedir. 4. ventrikül tabanında vestibüler alanın mediyal bölümü transvermian yaklaşım için cerrahi görüş alanının lateral sınırını oluşturur. Süperior da bu yaklaşımın sınırı daha önce değinildiği gibi süperior medüller velumun orta kısmıdır. Süperior medüller velum sagittal düzlemde çalışma açısını sınırlayan başlıca anatomik yapıdır. Transvermian yaklaşımda, bahsedilen vermiş insizyonu ve cerrahi diseksiyon ile lateral resese ve lateralde foramen Luschka'ya ulaşmak mümkün değildir. Lateral resesin görülmesi için vermise ciddi bir rezeksiyon gerekmekte, foramen Luschka'nın bu yaklaşımda ortaya konması için ise buna ek olarak bir miktar tonsiller rezeksiyon gerekmektedir.

**Telovelar yaklaşım:** Bu yaklaşımda serebellum subokspital yüzeyi ortaya konduktan sonra her iki taraftaki uvulotonsiller boşluk ve serebellomedüller fissür cerrahi mikroskop altında herhangi bir nörovasküler dokuya zarar vermeden lateral ve derin diseksiyonla açılır. Tonsillerin alt sınırı ortaya konduktan sonra cerrahi diseksiyon serebellar tonsil medial yüzü ile uvula'nın buna komşu kenarı arasında genişletilir. Tonsilin uvulaya bakan yüzü süperolaterale, uvula ise karşı yöne doğru ekarte edilir ve inferior medüller velum ile tela koroidea ortaya konur (Şekil 31,32). Bu diseksiyon sırasında PISA'nın medial ve lateral trunkuslara ayrıldığı bifurkasyon bölgesi çoğu zaman ortaya konabilmektedir. Telovelar yaklaşımda 4. ventrikül tavanını açmak için kullanılan insizyon üç ayrı basamakta tamamlanır. İnsizyonun tela koroideayı açan ilk basamağı foramen Magendie'nin yakınlarında başlayıp, yukarıda tela ve inferior medüller velumun birleştiği telovelar bileşkeye kadar uzanır. Tela koroideayı açan insizyonun ilk bölümü ile 4. ventrikül tabanının büyük bölümü ortaya konabilir. İnsizyonun ikinci basamağında inferior medüller velum superiora doğru açılır ve aynı taraf süperolateral resesi görülür. İnsizyonun ikinci basamağı tamamlandığında, 4. ventrikül tabanı geniş olarak cerrahi görüş alanına girer. İnsizyonun üçüncü basamağında serebellar tonsil ve medulla oblongata posterior kısmı arasındaki

serebellomedüller fissür kullanılır ve lateral resesin posterior duvarını oluşturan tela koroidea açılır. Bu şekilde sadece lateral resese değil, foramen Luschka'ya da erişim sağlanır. Telovelar yaklaşımda üç basamaklı insizyonun tamamlanması ile 4. ventrikül, serebellar pedünküller, lateral reses ve foramen Luschka'ya geniş bir cerrahi görüş açısı sağlanır.

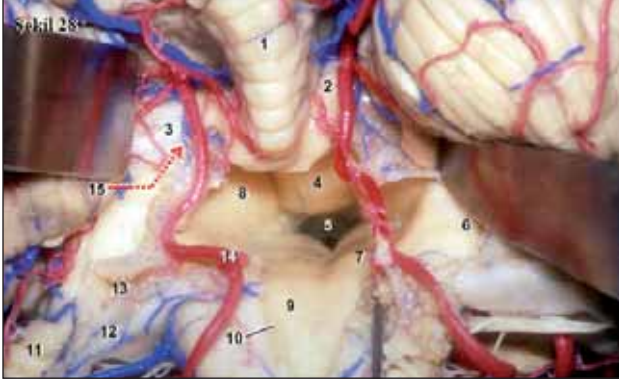
Telovelar yaklaşımda cerrahi görüş alanı vermisin posteriodaki en geniş şeridi olan uvulapiramidal bileşke tarafından sınırlanır.(41) Uvulapiramidal bileşke tonsil ve uvulanın lateral ve medial retraksiyonlarını sınırlar ve cerrahi görüş açısını azaltır.(41) Ayrıca telovelar yaklaşım sırasında vermisin en lateral limiti olan uvulopiramidal bileşke dentat nükleusa oldukça yakın bir komşuluk gösterir. Dentat nükleusun yerleşimi serebellar hemisfer ak maddesinde oldukça sabittir, ve hemen her zaman superior ile inferior medüller velum bileşkesi olan fastigium hizasında yer alır.

**Supratonsiller Yaklaşım:** 2006 yılında Lawton ve ark. tarafından tarif edilen supratonsiller yaklaşım inferior ve orta serebellar pedünküllere yöneliktir. Bu yaklaşımda serebellum subokspital yüzeyi ortaya konduktan sonra tonsillobiventral fissür cerrahi mikroskop altında belirlenir ve araknoid adezyonlar temizlenir. Serebellar tonsil düzeyindeki cerrahi diseksiyon telovelar yaklaşımdaki gibi tonsillerin inferomedial kenarları boyunca değil, süperior, lateral ve superolateral kenarları boyunca yapılır (Şekil 33,34). Tonsillobiventral fissür diseksiyonu sırasında tonsil inferomediale, biventral lobül ise süperoletrale ekarte edilerek supratonsiller alan açılır. Tonsiler pedünkülü tonsillobiventral fissürün derinliklerinde ortaya konur ve pedünküle kortikal bir insizyon yapılarak inferior serebellar pedünküle ulaşılır. Supratonsiller yaklaşımda tonsil pedünkülü diseksiyonu doğrudan inferior serebellar pedünküle ulaşır ve dentat nükleus ile yakın komşuluk gösterir. Supratonsiller yaklaşım sırasında cerrah serebellar tonsil pedünkülü düzeyinde dentat nükleusa 5 mm den az bir mesafede çalışmaktadır. Bu yaklaşımda tonsiller pedünkül içindeki diseksiyon planı dentat nükleus ile aynı düzlemde bulunmaktadır.

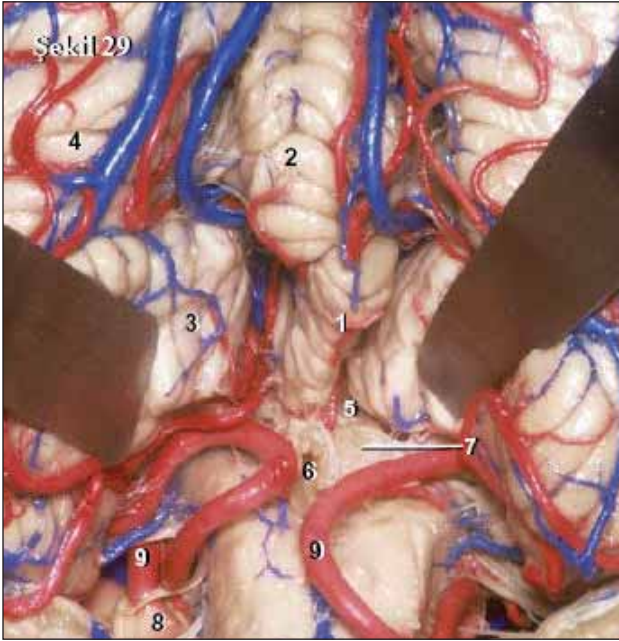
#### **CERRAHİ YAKLAŞIMDA SEREBELLUM ve DERİN SEREBELLAR NÜKLEUSLAR - KORUNMASI**

Günümüzde serebellumun hareketi koordine





**Şekil 28:** Şekil 27'deki kadavra diseksiyonunda bir sonraki basamağın yakından görünümü. Tela koroidea iki taraflı olarak açılmış ve inferior medüller veluma herhangi bir insizyon yapılmadan bu diseksiyonda 4. ventrikül tabanının tüm bölgelerine ulaşabilmekte. 4. ventrikül içinde tela insizyonu sonrası saklı kalan tek bölge ancak inferior medüller velum insizyonu ile ulaşılabilen superolateral resestir. 1. uvula, 2. nodul, 3. inferior medüller velum, 4. superior medüller velum, 5. akuadukt, 6. lateral reses, 7. fasiyel kollikulus, 8. superior serebellar pedüncül, 9. hipoglossal üçgen, 10. vagal üçgen, 11. flokkulus, 12. rhomboid dudak, 13. foramen Luschka, 14. posterior inferior serebellar arter, 15. superolateral reses.



**Şekil 29 ve 30:** Transvermian yaklaşım.

**Şekil 29:** Median suboksipital kraniektomi ve duranın açılması sonrası, heriki transvers sinüs altında ve sigmoid sinüslerin medialinde serebellum'un suboksipital yüzü görülüyor. Günümüzde 4. ventrikül ve serebellar pedüncüllere ulaşım için en sık kullanılan ve en eski yaklaşım olan Transvermian yaklaşım sırasında inferior vermis boyunca yapılan insizyonun yeri ve sınırları çok iyi tanımlanmamıştır. Alt vermis kısımlarından uvula, piramid, tuber ve hatta folium patolojik alanın yerleştiği bölge ve boyutlarına bağlı olarak gerektiği ölçüde insize edilir veya rezeksiyon uygulanır. Transvermian yaklaşımda tercihen vermis insizyonu yukarıda fastigioma kadar olan inferior vermiste sınırlı kalmalı ve insizyon süperior serebellar pedüncülden gelen çaprazlaşan lifleri içeren ve serebellar pedüncüllerin arasında ince bir ak madde laminası şeklinde yer alan süperior medüller veluma kesinlikle ulaşmamalıdır. Bu yaklaşımda vermis insizyonu sırasında 4. ventriküle giriş sağlamak için daha derinde tela koroidea ve inferior medüller velum açılmakta, ve vermisin ön parçası olan nodul'ünde rezeksiyonu gerekmektedir. 1. uvula, 2. piramid, 3. tonsil, 4. biventral lobül, 5. serebellomedüller fissür, 6. foramen Magendie, 7. tela koroidea, 8. vertebral arter, 9. posterior inferior serebellar arter.

etmek için motor komutları ve duyuşal verileri birleştirdiği düşünölmekte ve bu şekilde somatik motor aktiviteden, kas tonusunun düzenlenmesinden ve dengeyi sağlama mekanizmalarından sorumlu olduğu bilinmektedir. İstemli hareket için serebral korteksten çıkan tüm deşarjlar pons nükleusları tarafından serebellar kortekse eş zamanlı olarak iletilir. Bu yol ile serebellar kortekste başlatılan aktivite dentat nükleusa iletilir ve buradan superior serebellar pedüncül, kontralateral nükleus ruber ve thalamus üzerinden kortekse geri döner. Bu geri-bildirimli devre serebellumun ana görevi olarak istemli hareketin ince ayarını ve tam doğruluğunu regöle eder.

20. yüzyılın ilk çeyreğinde İrlandalı nörolog Gordon Holmes (1876-1966) I. Dünya Savaşı sırasında posterior fossaya kurşun yarası almış hastaların gözlemlerine dayanarak serebellar işlevleri tanımlamış ve bu tarihten itibaren asteni (kolay halsiz düşme), ataksi ve atoniden oluşan Holmes triadı serebellar hastalıkla eş anlamlı hale gelmiştir (3,22). Bu tanımlamayı izleyen klinik ve deneysel çalışmalar serebellumun motor aktivite kontrolü ve hareket bütünlüğünde önemli bir rol oynadığını doğrulamıştır.

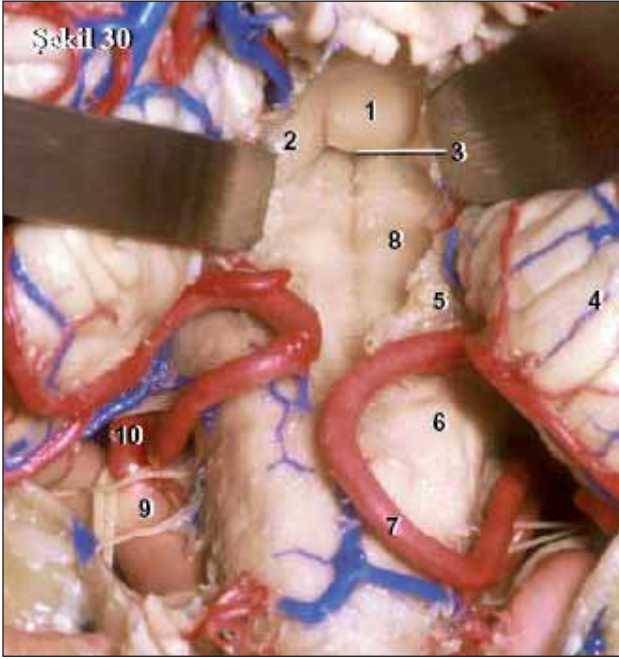
Serebellar lezyonlardan kaynaklanan bozukluklara ilişkin bazı genel prensipler bulunmaktadır. Öncelikle serebellar lezyonlar ipsilateral bozukluklara neden olurlar ve ilerleyici olmayan patolojik değişikliklere bağlı serebellar bozukluklar zamanla kısmi bir azalma gösterirler. Serebellar bulguların şiddeti bir dereceye kadar serebellum içi lezyonun veya cerrahi yaklaşıma bağlı hasarın boyutunu gösterir, ancak deneysel çalışmalar neoserebellar korteksle sınırlı geniş lezyonların bile yalnızca geçici ya da minimal bozukluklara neden olabildiğini göstermiştir (44,45).

Günümüze kadar çoğu nöroşirürjiyen serebellumun suboksipital yüzdeki inferior kısmını sessiz bölge olarak nitelemiş ve özellikle derin serebellar nükleusları görmezden gelerek serebellar lezyonlara neoserebellar korteks yolu ile doğrudan yaklaşımayı savunmuştur. Bu nedenle neoserebellar sendrom serebellum patolojilerinde ve posterior fossa cerrahisi sonrası en sık karşılaşılan klinik bulguları oluşturur. Neoserebellar sendrom kortikopontoserebellar etkileşimlerin bozulmasının bir sonucu olarak ortaya çıkar. Derin serebellar nükleusların, özellikle de dentat nükleusun cerrahi sırasında tahribi aynı taraf neoserebellar korteks

hasarı benzeri sonuçlar verir. Cerrahi sırasında neoserebellar korteks hasarına sekonder bulguların tersine derin serebellar nükleuslarda veya superior serebellar pedüncülde oluşacak lezyon hastalarda ciddi ve kalıcı hasarlara neden olur. Deneysel çalışmalar derin serebellar nükleusların istemli hareketten önce piramidal motor nöronlarla aynı anda aktive olduklarını göstermekte ve bu bulgular serebellumun hareketin başlatılması ve koordinasyonunun yanı sıra motor öğrenme sırasında da önemli rol oynadığını düşündürmektedir. Örneğin maymunlarda dentat nükleusun bölgesel olarak soğutulması istemli ince hareketlerin hedefini, şiddetini ve sıklığını etkiler (44,45).

Walter Dandy 20. yüzyıl başlarında vermiş insizyonu ile 4. ventriküle ulaşımı savunmuş ve bu yaklaşımin herhangi bir işlevsel bozukluğa neden olmayacağını öne sürmüştür. Transvermian yaklaşım nöroşirürji pratiğinde en sık kullanılan posterior fossa yaklaşımlarından biri olarak günümüze kadar kullanılmıştır. Bununla birlikte transvermian yaklaşım serebellumun işlevsel alanlarında bir insizyon yapılmasını gerektirir. Inferior serebellar vermisin insizyonu trunkal ataksi, yürüyüş bozukluğu, baş ve gövdenin salınımı ve nistagmusun eşlik ettiği bir denge bozukluğu olan kaudal vermisin sendromuna neden olabilir. Ayrıca vermisin inferior kısmı rezeksiyonu ile serebellar ya da dördüncü ventrikül tümörünün çıkarılması geçici bir komplikasyon olarak serebellar mutizme yol açabilir. Her ne kadar serebellar mutizmin kesin anatomik altyapısı bilinmezliğini sürdürse de, vermisin uvula, piramid ve nodülü içine alan inferior kısmından şüphelenilmektedir.

Özellikle inferior vermisi tutan serebellar orta hat lezyonları ve posterior fossa cerrahisi sırasında inferior vermisin insizyonu ile ilişkili ortaya çıkan mutizm genel bir motor aktivite planlama bozukluğu ve affektif semptomlar ile birlikte gider. Mutizmi açıklamak için geliştirilen hipoteze göre serebellum ile premotor alan, suplementer motor alan ve Broca alanı gibi supratentoriyal yapılar arasındaki bağlantılar önem kazanmaktadır. Cerrahi sonrası hastalarda görölen mutizm, muhtemelen serebellum ve frontal lobu bağlayan kompleks devrelerin kopmasına bağlı olarak gelişen konuşma başlatma güçlüğu olarak açıklanabilir (31). Serebellumda tümör rezeksiyonu sonrası mutizm ve bunu izleyen dizatri detaylı olarak tanımlanmıştır (8,10,13,35,37,50). Mutizmde birçok durumda



**Şekil 30:** Şekil 29'da görülen diseksiyonda transvermian yaklaşım sırasında bir sonraki basamakta alt vermis insizyonu yapılmış ve uvula, piramid ile birlikte önde yer alan nodül insize edilirken, superior medüller velum korunmuştur. Vermis alt kısmının iki yarısının laterale ekartmanı, inferior vermis iki kenarı arasında yaklaşık 1 ile 2 cm.lik bir çalışma alanı sağlar ve bu bölgede bilateral PISA'nın telovelatonsiller segmentlerinin seyri takip edilebilir. 4. ventrikül tabanında yer alan vestibüler alanın mediyal bölümü transvermian yaklaşım için cerrahi görüş alanının lateral sınırını oluşturur. Süperior medüller velum sagittal düzlemde çalışma açısını sınırlayan başlıca anatomik yapıdır. Transvermian yaklaşımda, bahsedilen vermis insizyonu ve cerrahi diseksiyon ile lateral rese ve lateralde foramen Luschka'ya ulaşmak mümkün değildir. Lateral resesin görülebilmesi için vermiste ciddi bir rezeksiyon gerekmekte, foramen Luschka'nın bu yaklaşımda ortaya konması için ise buna ek olarak bir miktar tonsiller rezeksiyon gerekmektedir. 1. superior medüller velum, 2. superior serebellar pedüncül, 3. akuadukt, 4. tonsil, 5. tela koroidea, 6. inferior serebellar pedüncül, 7. posterior inferior serebellar arter, 8. fasiyel kollikulus, 9. vertebral arter, 10. PISA çıkışı.



**Şekil 31:** Telovelar yaklaşım için sol serebellar tonsil superolaterale, uvula ise mediale ekarte edilerek serebellomedüller fissür açılmış ve 4. ventriküle ulaşım için açılacak olan tela koroidea ve inferior medüller velum, posterior inferior serebellar arter bifurkasyonu ile ortaya konmuştur. Telovelar yaklaşımda transvermian yaklaşımın tersine inferior vermiste herhangi bir insizyon veya rezeksiyon yapılmamaktadır. Hiçbir işlevsel serebellar doku insizyonu veya rezeksiyonu yapmadan uygulanabilen telovelar yaklaşım sadece dördüncü ventrikül tabanına, orta ve inferior serebellar pedüncüllere değil, lateral reses ve foramen Luschka bölgesine de tonsillerin altından yeterli cerrahi görüş alanı sağlamaktadır. 1. posterior inferior serebellar arter, 2. uvulopiramidal bileşke, 3. inferior medüller velum, 4. tonsil, 5. vertebral arter, 6. tela koroidea.

regresif kişilik değişiklikleri, emosyonel labilite ve istemli hareketin başlatılmasında zayıflık eşlik etmektedir.

Vermis rezeksiyonu yapılan hastalarda da emosyonel labilite ve dürtüsüzlük gibi bozukluklar görülmüştür. Bu bulgulardan yola çıkılarak verminin emosyonun modülasyonunu sağladığı ileri sürülmüştür. Gerçektende limbik serebellum olarak da bilinen verminin özellikle inferior bölümü emosyon ve duygulanım ile bağlantılı bulunmuştur. Serebellar verminin aynı zamanda hippokampus ve amigdala gibi limbik bölgelerle de bağlantıları bulunmaktadır. Maymunlarla yapılan bazı deneylerde vermiste oluşturulan hasar ile agresif davranışlarının kaybolduğu gözlenmiştir. Serebellar vermisteki lezyon oluşturmayı takiben agresif maymunlar uysallaşmış ve insanlarda kronik serebellar stimülasyonun anksiyete, gerilim ve agresyonu azalttığı bildirilmiştir (27,37).

Derin serebellar nükleusların cerrahi sırasında korunması son yıllara kadar yeterince önemsenmemiş ve bu nedenle serebellumun ak maddesinde veya 4. ventrikülde yerleşmiş lezyonlara doğrudan serebellar hemisfer rezeksiyonu ile yaklaşılmıştır. Transvermian yaklaşımda dördüncü ventrikül çatısının posterolateral kenarı boyunca uzanan ve tonsilin süperolateral kısmındaki pedünkülüne komşu yer alan dentat nükleus serebellar vermin insizyonu sırasında hasar görebilir. Serebellar tonsil ile biventral lobül arasındaki fissür yolu ile tonsil pedünkülü üzerinden inferior ve orta serebellar pedünküllere ulaşan supratonsiller yaklaşım ise cerrahi diseksiyon sırasında dentat nükleus ile en yakın ilişkide olan cerrahi yaklaşım yoludur. Telovelar yaklaşımda ise fastigium düzeyinde yerleşmiş olan dentat nükleus inferior medüller velum insizyonu ile superolateral resese ulaşılırken uvulopiramidal bileşkenin hemen lateralinde hasar görebilir. Ancak telovelar yaklaşımda dentat nükleus supratonsiller yaklaşıma göre diseksiyon alanından biraz daha uzaktadır ve bu nedenle yaklaşımda derin serebellar nükleusların hasarlanma riski supratonsiller yaklaşıma göre daha az gibi görülmektedir. Supratonsiller veya telovelar yaklaşımlar sırasında oluşabilecek dentat nükleus hasarına bağlı ortaya çıkan denge bozuklukları, transvermian yaklaşımda oluşacak vermin hasarında ortaya çıkanlardan daha ciddidir.

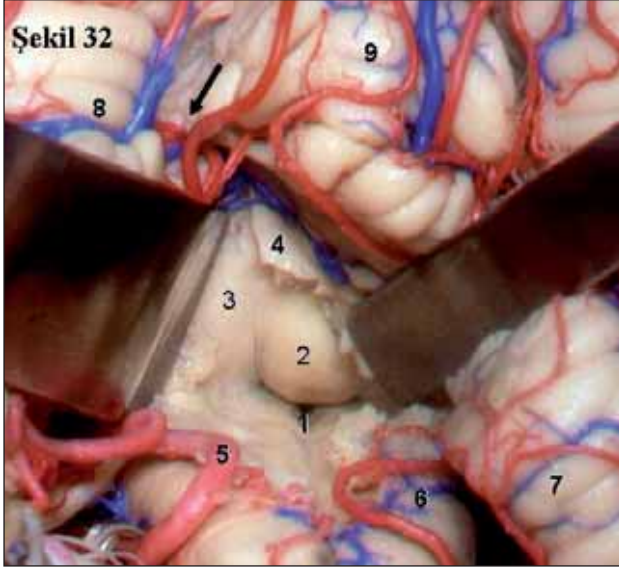
İnsanlarda yapılan görüntüleme çalışmaları, serebellumun temel efferent çekirdeği olan dentat

nükleusu motor bulgulardan sorumlu dorsomedial bölüme ve prefrontal korteks ile bağlantılı öğrenme, çalışma belleği ve planlama ile ilişkili ventral bölüme ayırmıştır. Dentat nükleusun cerrahi yaklaşımlar ile daha yakından ilişkili dorsomedial bölümü hasarlandığında hipotoni, artmış derin tendon refleksleri ve statik bir tremor ortaya çıkar. Postürde bir bozukluk mevcuttur ve hasta lezyon tarafına düşme eğilimindedir. İstemli hareket bozukluklarının dramatik bulguları kendini gösterir ve sendrom tek hemisfer ile sınırlı ise yürüme nispeten korunmuş olabilir. İpsilateral ekstremitelerde intansiyonel tremor ve belirgin dismetri, disdiadokokinezi ortaya çıkar ve oküler dismetri ve flutter tabloya eşlik eder.

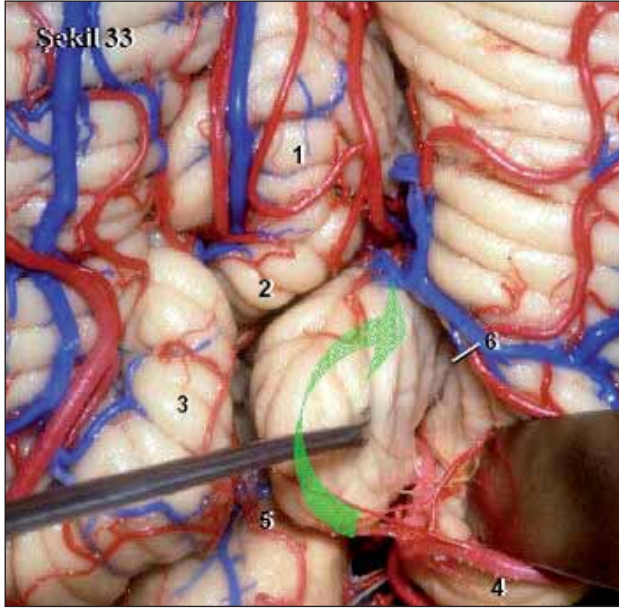
Bilişsel işlevlerin dentat nükleusun ventral kısmında aktivasyona yol açtığı ve bu etkinin nükleus içinde ekstremiteler hareketleri ile ilişkili dorsomedial bölümden ayrı olarak oluştuğu da ortaya konulmuştur. Anatomik çalışmalar serebello-talamo-kortikal sistemde serebellar hemisferlerin dentat nükleusun ventral bölümü aracılığı ile premotor ve prefrontal korteksle yoğun bağlantılara sahip olduğunu göstermiştir. Dentat nükleusun problem çözme esnasında aktive olduğu ve nükleus ventral bölümünün kurala dayalı öğrenme, çalışma belleği, yeni dizileri öğrenme ve planlama sırasında rol aldığı kanıtlanmıştır. Dentat nükleus bu bağlantılar nedeni ile bilişsel fonksiyonlarda rol oynamaktadır.

Bu gözlemler sonucunda, serebellumun bazal gangliolar ile birlikte motor öğrenmede önemli bir rol oynadığı düşünülmüştür. Aynı zamanda dentat nükleus talamus aracılığı ile inferior frontal girusta yer alan Broca alanı ile bağlantılı bulunmuştur. Tek taraflı neoserebellar sendromda ve özellikle tabloya dentat nükleus hasarı eklendiğinde dikkat, kelime akıcılığı ve akıl yürütme alanlarındaki performansların bozulabileceği ve hasarın hastanın affektinde küntleşmeye ve disinhibe davranışlara neden olabileceği gösterilmiştir (30, 50). Özellikle sağ taraflı serebellar hemisfer hasarlarında pratiğe dayalı motor olmayan öğrenmede belirgin güçlük gösterilmiştir. Ayrıca deneysel çalışmalarda dentat nükleusun bilateral stereotaktik lezyonları sonrasında geçici mutizm bildirilmiştir.

Erşahin ve ark. posterior fossa cerrahisi sonrası görülen serebellar mutismi ayrıntılı olarak inceledikleri çalışmalarında dentatorubrotalamik yolun bilateral etkilenmesinin bu sendroma neden olabileceğini öne sürmüştür (13). Yazarlar ayrıca

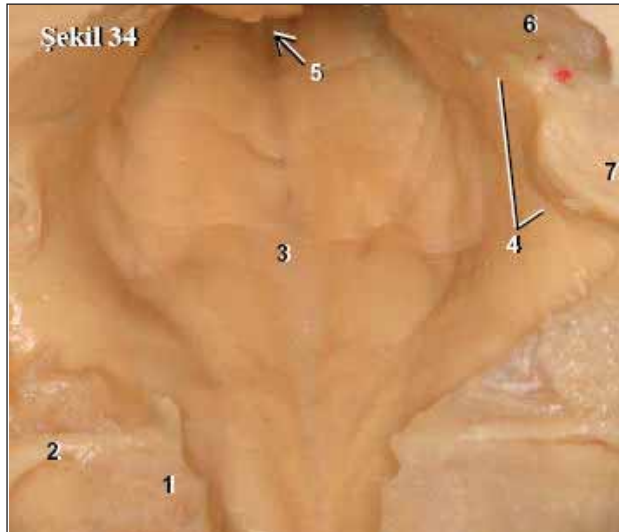


**Şekil 32:** Telovelar yaklaşımda uvula ve sağ serebellar tonsil arasından serebellomedüller fissür diseksiyonu ile teal koroidea ve inferior medüller velum açılmış ve 4. ventrikül tabanı obeksten, akuadukt kadar görülebilmekte. İnfirior medüller velumun açılması superolateral resese erişimi sağlamakta. Telovelar yaklaşımda cerrahi görüş alanı uvulapiramidal bileşke tarafından sınırlanır. Bu yapının hemen komşuluğunda derin serebellar nükleuslar içinde en önemlisi olan dentat nükleus bulunmaktadır. Dentat nükleusun yerleşimi serebellar hemisfer ak maddesinde oldukça sabittir, ve hemen her zaman superior ile inferior medüller velum bileşkesi olan fastigium hizasında yer alır. 1. akuadukt, 2. superior medüller velum, 3. superior serebellar pedüncül, 4. inferior medüller velum, 5. posterior inferior serebellar arter, 6. inferior serebellar pedüncül, 7. tonsil, 8. dentat nükleusun muhtemel yerleşimi, kırmızı ok: uvulopiramidal bileşke, 9. piramid.



**Şekil 33 ve 34:** Supratonsiller yaklaşım.

**Şekil 33:** Supratonsiller yaklaşım serebellum subokspital yüzeyinde tonsillobiventral fissür'ün ortaya konması ile ve bu fissürün mikroskop altında açılması ile başlar. Serebellar tonsil düzeyindeki cerrahi diseksiyon telovelar yaklaşımdaki gibi tonsillerin inferomedial kenarları boyunca değil, süperior, lateral ve superolateral kenarları boyunca yapılır. Tonsillobiventral fissür diseksiyonu sırasında tonsil inferomediyale, biventral lobül ise superoletrale ekarte edilerek supratonsiller alan açılır ve hedefteki tonsiller pedüncüle ulaşılır. 1. piramis, 2. uvula, 3. tonsil, 4. biventral lobül, 5. serebellomedüller fissür, yeşil ok: supratonsiller yaklaşımda tonsillobiventral fissür boyunca tonsiller pedüncüle ulaşmak için kullanılan diseksiyon planı, 6. tonsillobiventral fissür.



**Şekil 34:** Supratonsiller yaklaşım inferior ve orta serebellar pedüncüllere yöneliktir ve cerrahi sırasında tonsiller pedüncül tonsillobiventral fissürün derinliklerinde ortaya konur. Tonsiller pedüncüle kortikal bir insizyon yapılarak inferior serebellar pedüncüle ulaşılır. Bu yaklaşım sırasında cerrahi hedef yol olan tonsiller pedüncülün dentat nükleusa olan uzaklığı nedeni ile bu yapının cerrahi sırasında hasar görme olasılığı telovelar ve transvermian yaklaşımlara göre daha fazladır. Supratonsiller yaklaşım sırasında cerrah serebellar tonsil pedüncülü düzeyinde dentat nükleusa 5 mm den az bir mesafede çalışmakta ve tonsiller pedüncül içindeki diseksiyon planı dentat nükleus ile aynı düzlemde bulunmaktadır. 1. tela koroidea, 2. rhomboid dudak, lateral reses, 3. 4. ventrikül tabanı, 4. inferior ve süperior serebellar pedüncül, 5. akuadukt, 6. dentat nükleus, 7. orta serebellar pedüncül.

cerrahide tümör diseksiyonu sırasında veya serebellum ekarte edilirken oluşabilecek dentat nükleus ve/veya superior serebellar pedünkül hasarının mutismde rol oynayabileceğini belirtmişlerdir. Cerrahi sonrası görülen geçici mutism'in genellikle ilk günden sonra ortaya çıkma nedenini sadece vermian bölgenin değil derin serebellar nükleus ve superior serebellar pedünkül'ün cerrahi manipülasyonuna sekonder oluşan vasospasm ve buna bağlı ödem veya iskemisi ile açıklamışlardır (13). Literatürdeki veriler bütün bu nedenlerden dolayı posterior fossa cerrahisi sırasında derin serebellar nükleusların, özellikle dentat nükleusun önemini ortaya koymaktadır.

Transvermian yaklaşım dördüncü ventrikül tabanına, supratonsiller yaklaşım ise inferior serebellar pedünküle yeterli görüş açısı ile cerrahi ulaşımı sağlamaktadır. Buna karşın transvermian yaklaşımda alt vermian insizyonuna bağlı, supratonsiller yaklaşımda ise olası dentat nükleus hasarına bağlı morbidite sıklıkla beklenebilir. Bu nedenle serebellum ve 4. ventrikül lezyonlarında transvermian yaklaşım seçeneği dikkatlice gözden geçirilmeli ve bu yaklaşım için endikasyonlar mümkün olduğunca sınırlı tutulmalıdır. Transvermian yaklaşım için uygun bir lezyon serebellumda alt vermian tutan ve bu bölgeden 4. ventriküle uzanan medullablastom gibi neoplasmlardır. Supratonsiller yaklaşım ise transventriküler bir yaklaşım olmadığından transvermian ve telovelar yaklaşımlardan ayrılır. Bu yaklaşımda hedef lezyonlar inferior serebellar pedünkül yerleşimlidir ve lezyon orta serebellar pedünküle kadar uzanabilir. Supratonsiller yaklaşımda tonsillobiventral fissür yolu ile yapılan cerrahi diseksiyon telovelar yaklaşımda serebellar tonsil altından, serebellomedüller fissür içinden uygulanandan teknik olarak daha zordur ve daha laterale dönüktür. Ayrıca supratonsiller yaklaşımın hedef anatomik yapısı olan tonsiller pedünkülün dentat nükleusa olan yakınlığı, bu yaklaşımda derin serebellar nükleuslara lezyonun diseksiyonu sırasında verilecek hasar doğrultusunda hastada postoperatif morbidite riskini artırmaktadır.

4. ventrikül ependim yüzeyinde ve tabanında yer alan tümörler genellikle serebellar hemisfere ve vermian invazyon göstermezler ve serebellomedüller fissür yolu kullanılarak yapılan telovelar yaklaşımla bu lezyonlara güvenli olarak ulaşmak mümkündür (26). Telovelar yaklaşımda

inferior vermian herhangi bir insizyon veya rezeksiyon yapılmamaktadır ve cerrahi yolunun dentat nükleusa olan uzaklığı nedeni ile bu yapının diseksiyonu sırasında hasar görme olasılığı supratonsiller yaklaşıma göre daha az olmaktadır. Ayrıca 4. ventrikül tümörlerinin lateral resese ve foramen Luschka'ya doğru uzanımları az görülen bir durum değildir. Hiçbir işlevsel serebellar doku insizyonu veya rezeksiyonu yapmadan uygulanabilen telovelar yaklaşım sadece dördüncü ventrikül tabanına, orta ve inferior serebellar pedünlere değil, lateral reses ve foramen Luschka bölgesine de yeterli cerrahi görüş alanı sağlamaktadır.

Serebellum ve 4. ventrikül yerleşimli lezyonlara ulaşılırken cerrah sadece 4. ventrikül tabanı ile lezyon arasındaki ilişkiye değil, aynı zamanda serebellar hemisferler, tonsil, vermian ve özellikle derin serebellar nükleusların lezyon ve cerrahi yol ile ilişkisine de dikkat etmelidir. Posterior fossa lezyonlarına uygulanacak olan cerrahi beyinsapı ve serebellumun birbirleri ile olan ilişkileri ve bölge mikrocerrahi anatomisinin iyi bilinmesi ile daha güvenli bir şekilde yapılabilir.

#### KAYNAKLAR

1. Abe S, Takagi K, Yamamoto T, Okuhata Y, Kato T: Assessment of cortical gyrus and sulcus formation using MR images in normal fetuses. *Prenat Diagn* 23: 225-231, 2003
2. Baehr M: *Duus' Topical Diagnosis in neurology: Anatomy, physiology, signs, symptoms*. 4th edition Thieme Medical Publishers: 2005
3. Boling W, Olivier A, Fabinyi G: Historical contributions to the modern understanding of function in the central area. *Neurosurgery* 50: 1296-1309, 2002
4. Carpenter MB, Sutin J: *Human Neuroanatomy*. 8 ed Baltimore: Williams & Wilkins, 1983
5. Carpenter MB: *Core text of neuroanatomy*. 4 ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1991
6. Creutzfeld OD: *Cortex Cerebri: Performance, structural, and functional organization of the cortex*. New York: Oxford University Press, 1995
7. Crosby E C, Humphrey T, Lauer EW: *Correlative anatomy of the nervous system*. New York: Macmillian Co., 1962
8. Dailey AT, McKhann GM II, Berger MS: The pathophysiology of oral pharyngeal apraxia and mutism following posterior fossa tumor resection in children. *J Neurosurg* 83: 467-475, 1995
9. Dandy WE: *The Brain*, in Lewis D (ed): *Practice of Surgery*. Hagerstown, MD: WF Prior, 1966: 452-458
10. Dietze DD Jr, Mickle JP: Cerebellar mutism after posterior fossa surgery. *Pediatr Neurosurg* 16: 25-31, 1990
11. Dum RP, Li C, Strick PL: Motor and nonmotor domains in the monkey dentate. *Acad Sci* 978: 289-301, 2002

12. Duvernoy HM: The human brain. Wien: Springer, 1991
13. Erşahin Y, Mutluer S, Çağlı S, Duman Y. Cerebellar mutism: report of seven cases and review of the literature. *Neurosurgery* 38(1): 60-5, 1996
14. Jean WC, Abdel Aziz KM, Keller JT, van Loveren HR: Subtonsillar approach to the foramen of Luschka: An anatomic and clinical study. *Neurosurgery* 52: 860-866, 2003
15. Kawashima M, Rhoton AL Jr., Tanrıöver N, Ulm AJ, Yasuda A, Fujii K: Microsurgical anatomy of cerebral revascularization. Part II. Posterior circulation. *J Neurosurg* 102(1): 132-147, 2005
16. Kellogg JX, Piatt JH Jr: Resection of fourth ventricle tumors without splitting the vermis: The cerebellomedullary fissure approach. *Pediatr Neurosurg* 27: 28-33, 1997
17. Kempe LG: Operative Neurosurgery. Vol. 2, New York: Springer-Verlag, 1970, 1-13
18. Kempe LG: Operative neurosurgery. Vol. 2, New York: Springer-Verlag, 1970, 14-33
19. Lister JR, Rhoton AL Jr, Matsushima T, Peace DA: Microsurgical anatomy of the posterior inferior cerebellar artery. *Neurosurgery* 10: 170-199, 1982
20. Ludwig E, Klinger J: Atlas cerebri humani. Basel: S, Karger, 1956
21. Martins C, Yasuda A, Campero A, Ulm AJ, Tanrıöver N, Rhoton AL Jr: Microsurgical anatomy of the dural arteries. *Neurosurgery* 56 (2 Suppl): 211-251, 2005
22. Masdeu JC: History of neurology: Seminal citation. Aphasia. *Arch Neurol* 57: 892-895, 2000
23. Matsushima T, Rhoton AL Jr, Lenkey C: Microsurgery of the fourth ventricle: Part I. Microsurgical anatomy. *Neurosurgery* 11: 631-667, 1982
24. Matsushima T, Rhoton AL Jr, de Oliveira E, Peace D: Microsurgical anatomy of the veins of the posterior fossa. *J Neurosurg* 59: 63-105, 1983
25. Matsushima T, Fukui M, Inoue T, Natori Y, Fujii K: Microsurgical and magnetic resonance imaging anatomy of the cerebello-medullary fissure and its application during fourth ventricle surgery. *Neurosurgery* 30: 325-330, 1992
26. Matsushima T, Inoue T, Inamura T, Natori Y, Ikezaki K, Fukui M: Transcerebellomedullary fissure approach with special reference to methods of dissecting the fissure. *J Neurosurg* 94: 257-264, 2001
27. Middleton FA, Strick PL: Anatomical evidence for cerebellar and basal ganglia involvement in higher cognitive function. *Science* 266 (5184): 458-461, 1994
28. Middleton FA, Strick PL: Cerebellar output channels. *Int Rev Neurobiol* 41: 61-82, 1997
29. Middleton FA, Strick PL: Basal ganglia and cerebellar loops: Motor and cognitive circuits. *Brain Res Rev* 31(2-3): 236-350, 2000
30. Middleton FA, Strick PL: Cerebellar projections to the prefrontal cortex of the primate. *J Neurosci* 15;21(2): 700-712, 2001
31. Mountcastle V: The evolution of ideas concerning the function of the neocortex. *Cereb Cortex* 5: 289-295, 1995
32. Mussi ACM, Rhoton AL Jr: Telovelar approach to the fourth ventricle: Microsurgical anatomy. *J Neurosurg* 92: 812-823, 2000
33. Nieuwenhuys R: The neocortex. An overview of its evolutionary development, structural organization and synaptology. *Anat Embryol* 190 : 307-337, 1994
34. Pernkoff E: Atlas of topographical and applied human anatomy. Baltimore: Urban & Schwarzenberg, 1989
35. Pollack IE, Polinko P, Albright AL, Towbin R, Fitz C: Mutism and pseudobulbar symptoms after resection of posterior fossa tumors in children: Incidence and pathophysiology. *Neurosurgery* 37: 885-893, 1995
36. Rhoton AL Jr: The posterior cranial fossa: Microsurgical anatomy and surgical approaches. *Neurosurgery* 47 [Suppl 1]: S1-S297, 2000.
37. Schmähmann JD, Sherman JC: The cerebellar cognitive affective syndrome. *Brain* 121 (Pt 4): 561-579, 1998
38. Seeger W: Microsurgery of the brain. Anatomical and technical principles. Wien: Springer, 1980
39. Sillery E, Bittar RG, Robson MD, Behrens TE, Stein J, Aziz TZ, Johansen-Berg H: Connectivity of the human periventricular periaqueductal gray region. *J Neurosurg.* 103: 1030-1034, 2005
40. Standring S, Ellis H, Collins P, Wigley C, Berkovitz, B: Gray's anatomy: The anatomical basis of clinical practice. ed 39 New York, Elsevier Churchill Livingstone, 2005
41. Tanrıöver N, Ulm AJ, Rhoton AL Jr, Yasuda A: Comparison of the transvermian and telovelar approaches to the fourth ventricle. *J Neurosurg* 101: 484-498, 2004
42. Tanrıöver N, Rhoton AL Jr. The anterior inferior cerebellar artery embedded in the subarcuate fossa: a rare anomaly and its clinical significance. *Neurosurgery* 57(2): 152-159, 2005
43. Tanrıöver N, Abe H, Rhoton AL Jr, Kawashima M, Sanus GZ, Akar ZC. Microsurgical anatomy of the superior petrosal venous complex: new classifications and implications for subtemporal transtentorial and retrosigmoid suprameatal approaches. *J Neurosurg* 106(6): 1041-1050, 2007
44. Williams PL, Warwick R (eds): Gray's Anatomy, ed 3. Philadelphia: Saunders, 1980
45. Yaşargil MG, Kasdaglis K, Jain KK, Weber HP: Anatomical observations of the subarachnoid cisterns of the brain during surgery. *J Neurosurg* 44: 298-302, 1976
46. Yaşargil MG: Microneurosurgery: Microsurgical anatomy of the Basal Cisterns and Vessels of the Brain Vol. 1, Stuttgart: Georg Thieme, 1984
47. Yaşargil MG: Microneurosurgery. Vol 4B, New York: Thieme, 1996
48. Yaşargil MG: Microneurosurgery. Vol 3B, Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1988
49. Yaşargil MG: Microneurosurgery: CNS tumors-surgical Anatomy, neuropathology, neuroradiology, neurophysiology, clinical considerations, operability, treatment options vol IVA, Stuttgart: Georg Thieme, 1994
50. Yücel K: Serebellum: Dark side of the moon. *Journal of Neurological Sciences* April-June 19 (2): 2002
51. Ziyal IM, Sekhar LN, Salas E: Subtonsillar-transcerebellomedullary approach to lesions involving the fourth ventricle, the cerebellomedullary fissure and the lateral brainstem. *Br J Neurosurg* 13: 276-284, 1999