



Posterior Korpus Kallozum Mikrocerrahi Anatomisi

Microsurgical Anatomy of the Posterior Corpus Callosum

Ozan BARUT

Sağlık Bakanlığı Bingöl Devlet Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Bingöl, Türkiye

Yazışma adresi: Ozan BARUT ✉ drozanbarutt@gmail.com

ÖZ

Korpus kallozum, serebral hemisferlerdeki aynı projeksiyon alanlarını birbirine bağlayan en büyük ve ana kommisüral lif demetidir. Epileptik nöbetlerin hemisferik senkronizasyonunda görev alan ana yoldur ve epilepsi cerrahisinde temel hedeflerden birini oluşturmaktadır. Korpus kallozum lateral ventriküllerin yüzeyini sarmasından dolayı lateral ventrikül cerrahilerinde önem kazanır. Bu nedenlerle korpus kallozumun mikrocerrahi anatomisini anlamak, intraventriküler yaklaşımlardaki kallozotominin yönü ve kapsamını belirlemede ve epilepsi cerrahilerinde önemlidir. Korpus kallozum kallozal gövdenin anterior ve posterior kısımlarının sınırlarına göre anterior ve posterior olarak ikiye ayrılabilir. Korpus kallozumun posterior kallozal gövde, isthmus ve genu segmentleri posterior korpus kallozumu oluşturur. Kallozal gövdenin posterior kısmı ve splenium, atriyumun medial üst duvarında antero-infero-lateral olarak seyir gösteren tapetum liflerini oluşturur. Forceps majoru oluşturan splenium isthmik singulum lifleri ile yakın ilişki içerisinde.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Kallozal gövde, İsthmus, Splenium, Tapetum, Singulum

ABSTRACT

The corpus callosum is the largest and main commissural fiber bundle connecting the same projection areas in the cerebral hemispheres. It is the main pathway involved in hemispheric synchronization of epileptic seizures and constitutes one of the main targets in epilepsy surgery. Since the corpus callosum covers the surface of the lateral ventricles, it gains importance in lateral ventricular surgeries. For these reasons, understanding the microsurgical anatomy of the corpus callosum is important in determining the direction and extent of callosotomy in intraventricular approaches and in epilepsy surgeries. The corpus callosum can be divided into anterior and posterior parts according to the borders of the anterior and posterior parts of the callosal body. The posterior callosal body, isthmus, and genu segments of the corpus callosum are formed the posterior corpus callosum. The posterior part of the callosal body and the splenium form tapetum fibers that run antero-infero-laterally on the medial upper wall of the atrium. The splenium form the forceps major is in close relationship with the isthmus cingulum fibers.

KEYWORDS: Callosal body, Isthmus, Splenium, Tapetum, Cingulum

■ GİRİŞ

Serebrumda ak madde lifleri arasındaki bağlantılar üç farklı ak madde tipinden meydana gelmektedir (2). Birinci grup aynı hemisfer içerisinde bağlantıyı sağlayan superior longitudinal fasiküller (SLF), inferior fronto-okspital fasikül (İFOF), singulum ve unsinat faskül (UF) gibi asosiyasyon lifleridir. İkinci grup korteks ile beyin sapı ve medulla spinalis arasındaki bağlantıyı sağlayan internal kapsül, optik radyasyon ve odituar

radyasyon gibi afferent veya efferent karakterli projeksiyon lifleridir. Üçüncü grup ise serebral hemisferlerdeki aynı projeksiyon alanlarını anatomik ve fonksiyonel olarak birbirine bağlayan kommisüral liflerdir. Korpus kallozum, anterior kommisür, posterior kommisür, hipokampal kommisür ve habenular kommisür olmak üzere 5 temel kommisüral lif demeti vardır (2,4).

Serebral kommisüral liflerin en büyüğü olan korpus kallozum, her iki lateral ventrikülün çatısını oluşturmak üzere, orta hatta,

serebral hemisferlerin arasındaki interhemisferik sulkusun tabanında yerleşen ak madde yapısıdır (8). Korpus kallozum hem eksitator hem de inhibitör aktiviteleri kontralateral hemisfere aktarmaktadır (5). Bu nedenle epileptik nöbetlerin hemisferik senkronizasyonunda görev alan ana yoldur ve epilepsi cerrahisinde temel hedeflerden birini oluşturmaktadır. Korpus kallozum aynı zamanda lateral ventriküllerin yüzeyini sarmakta ve bu da lateral ventrikül cerrahilerinde korpus kallozumun önemini göstermektedir. Anatomiye anlamak, epilepsi ameliyatı gerçekleştirirken ve intraventriküler erişim elde etmek için bir kallozotomi gerçekleştirirken uygulanacak kallozotominin yönü ve kapsamı hakkında fikir verir. Bu nedenlerle korpus kallozumun mikrocerrahi anatomisi nöroşirürjiyenler tarafından iyi bilinmesi gerektiğini düşünmekte ve posterior korpus kallozumun ak madde yollarını lif diseksiyonu yöntemiyle ortaya koymaktayız.

Korpus Kallozum Anatomisi ve Segmentasyonu

Korpus kallozumun ortalama uzunluğu 7.8 cm'dir (10). Korpus kallozumun ön yarısı inferior frontal girusun üst yarısının orta hatının derinliklerinde yer alırken, arka kısmı supramarginal girusun ile presantral ve postsantral girusların alt üçte birlik kısmının derininde yer alır (8). Korpus kallozum ince bir gri madde yapısı ve hipokampal formasyonun suprakallosal kalıntısı olan indusium griseum ile örtülüdür. Korpus kallozum kallosal sulkus ile ayrıldığı singulat girusla çevrilir (8).

Korpus kallozumun günümüzde en çok kabul gören segmentasyonu Witelson (1989) tarafından korpus kallozum 5 ayrı bölüme ayrılarak yapılmıştır (12). Anterior iki kısmı rostrum ve genu, ortada anterior ve posterior kallosal gövde, posterior iki kısmı ise isthmus ve spleniumdur (Şekil 1A-D) (4,8). Genu, lateral ventrikül frontal boynuzunun ön duvarını ve çatısını oluşturur. Genu lifleri kesişerek frontal korteks bölgeleri arasındaki bağlantı olan forceps minör oluşturur. Rostrum lateral ventrikül ön boynuzunun tabanını oluşturan, lamina terminalis ile anterior kommissürün anteriorunda aşağı doğru devam eden korpus kallozumun ince konik kısmıdır. Frontal korteksin orbital kısımları rostrum aracılığıyla birbirine bağlanır. Kallosal gövde, lateral ventrikül gövdesinin çatısını oluşturarak serebral korteks boyunca transvers seyrederek ve internal kapsül lifleriyle iç içe geçerek korona radiata liflerini oluşturur. İsthmus, korpus kallozumun posterior kısmında, kallosal gövde ile splenium arasında yer alan korpus kallozumun yaklaşık %13'lük dar alanı temsil eder (4,9). Splenium, korpus kallozumun pineal glandın posteriorunda kalan ve kuadrigeminal sistem ile yakın ilişkili korpus kallozumun en kalın kısmıdır. Lateral ventrikül gövdesinin atriya açıldığı seviyededir ve atriyumun medial üst duvarını oluşturur. Splenium oksipital lobları birbirine bağlayan forceps majör liflerini oluşturur (9). Kallosal gövdenin posterior kısmı ile spleniumun bir kısmı optik radyasyon liflerinin atriyumdan ayıran ve atriyumun medial üst duvarı ile optik radyasyon lifleri arasında lateral, inferior ve anterior seyirli tapetum liflerini oluşturur (1).

Kallosal Radyasyonlar

Korpus kallozumun 5 bölgesinden çıkan ak madde lifleri anterior, ventral-inferior, dorsal-superior ve posterior kallosal radyasyonları oluşturur (Şekil 1A-D) (10). Forceps minör (anterior

kallosal radyasyon), korpus kallozumun rostrum ve genundan geçen ak madde liflerinden oluşur. Genundan kaynaklanan lifler anteriora seyrederek medial ve anterior orbitofrontal korteksler ile frontal polleri birbirine bağlar. Rostrumdan kaynaklanan lifler girus rektus, paraterminal girus ve paraolfaktör girusları birbirine bağlar. Her iki serebral hemisferin temporal lobları ve bazal ganglionlarını birbirine bağlayan ventral kallosal radyasyon, genundan kaynaklanarak İFOF ile yakın ilişkide ve kaudat başına doğru seyreden anterior ventral kallosal lifler ile kallosal gövdenin posterio ve spleniumdan kaynaklanarak lateral ventrikülün temporal boynuzunun lateral duvarının en içteki katmanını oluşturan tapetumdan (posterior ventral kallosal lifler) oluşur (6,10). Motor ve supplementary motor alanları birine bağlayan dorsal kallosal radyasyon, kallosal gövdeden çıkarak singulumun derininde, SLF I'in lateralinden ve SLF II'nin lateralinden geçerek korona radiataya katılarak her iki serebral korteksin medial yüzeyine ilerler. Spleniumu oluşturan lifler parieto-okspital ve temporal korteksten çıkan projeksiyonlardır (7). Forceps majör (posterior kallosal radyasyon) korpus kallozumun spleniumundan posterio doğru geçerek lateral ventrikülün atriyumunun medial üst duvarında ampulla denilen çıkıntısını oluşturur (10). Forceps majör primer somatosensoryel korteksleri, parietal lobları, visual korteksleri ve oksipital lobları birbirine bağlar (4).

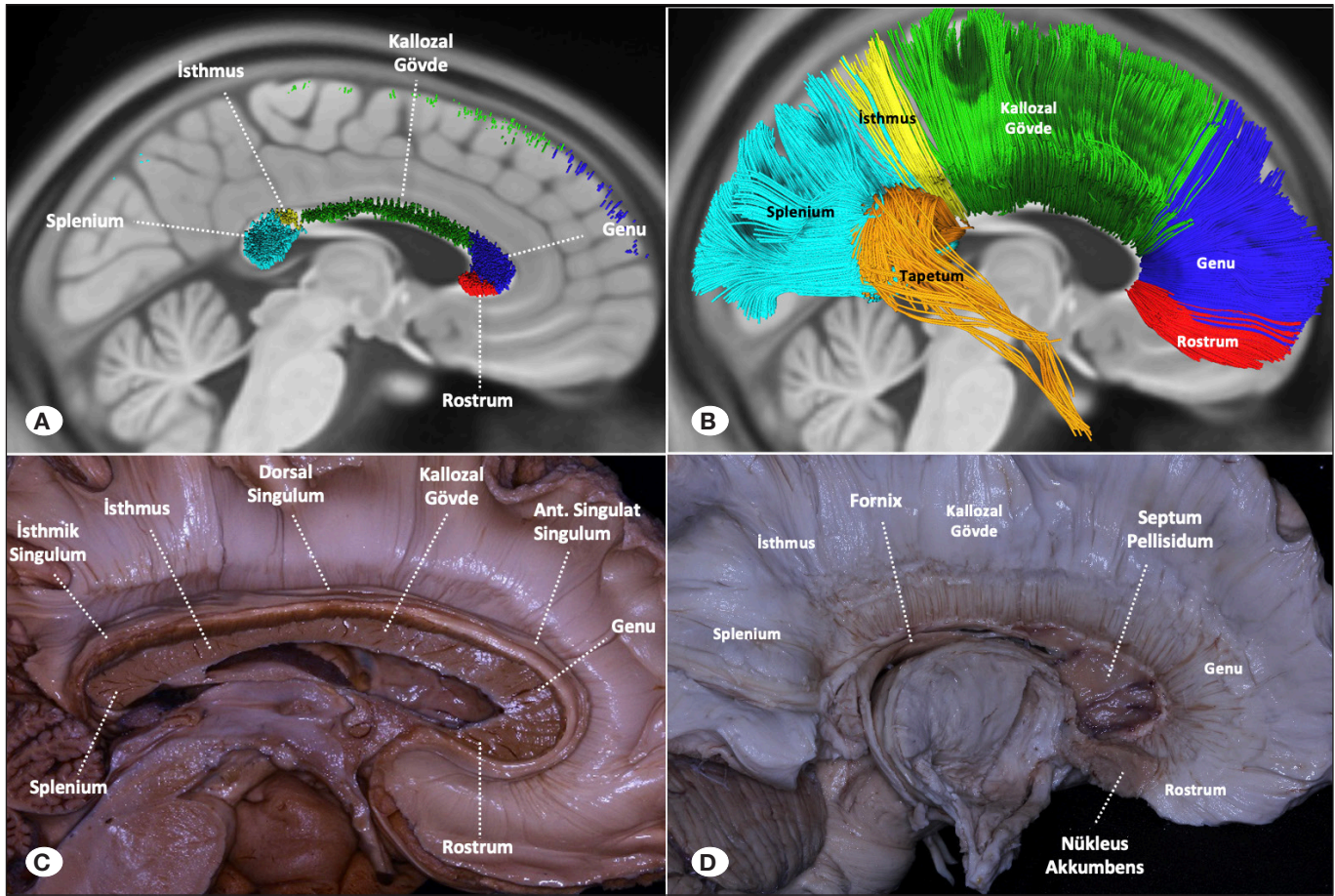
Ak Madde Diseksiyon ve Manyetik Rezonans Görüntüleme Traktografisi Metodu

Ak madde diseksiyonu için 6 adet postmortem insan beyin sapı ve serebellumu, Klingler metoduna uygun olarak %10'luk formalin solüsyonunda bekletildi (3). Araknoid mater, pia mater ve vasküler yapılar uzaklaştırıldıktan sonra -16 C^o'de donduruldu. Sonrasında çeşme suyu altında çözülerek diseksiyon yapıldı. Tüm spesimenler, diseksiyonlar arası %70'lik alkol solüsyonunda muhafaza edildi. Diseksiyonlar x4 ve x40 büyütmelede Zeiss OPMI Pico mikroskop (Carl Zeiss AG, Oberkochen, Germany) ve mikrocerrahi el aletleri (dışsiz penset, Rhoton dissektörü, metal spatula) kullanılarak yapıldı. Diseksiyonun her aşaması Canon EOS Rebel T3i Dijital SLR fotoğraf makinesi, 100 mm'lik makro lens, ring flaş ve tripot kullanılarak Shimizu ve ark. tarafından tariflenen 3D fotoğrafı tekniği kullanılarak fotoğraflandı (11).

Fiber diseksiyon sonuçlarının bütünlüğünü değerlendirmek için Human Connectome Project'ten normal deneklerden elde edilen Manyetik Rezonans Görüntüleme traktografisi kullanıldı. Tüm traktuslar, DSI Studio'da (<http://dsi-studio.labsolver.org>) yapılan analizlerle 1065 deneğin difüzyon verilerini içeren bir şablon üzerinde deterministik traktografi kullanılarak üretildi. Görüntüleme protokolünün ve ön işleme adımlarının tam açıklaması Human Connectome Project web sitesinde (<https://www.humanconnectome.org>) mevcuttur. Traktografi parametreleri minimum fraksiyonel anizotropi 0.15, adım boyutu 0 mm, minimum uzunluk 10 mm ve maksimum uzunluk 200 mm'dir.

Tapetumun Ak Madde Anatomisi

Lateralinden mediale serebrumun ak madde yolları dekortikasyon, U liflerinin kaldırılmasından sonra aşama aşama asosiyasyon lifleri ortaya çıkarılmasıyla gösterilir. İlk olarak superfisiyal asosiyasyon lifleri olan SLF II ve SLF III, arkuat fasikül, inferior



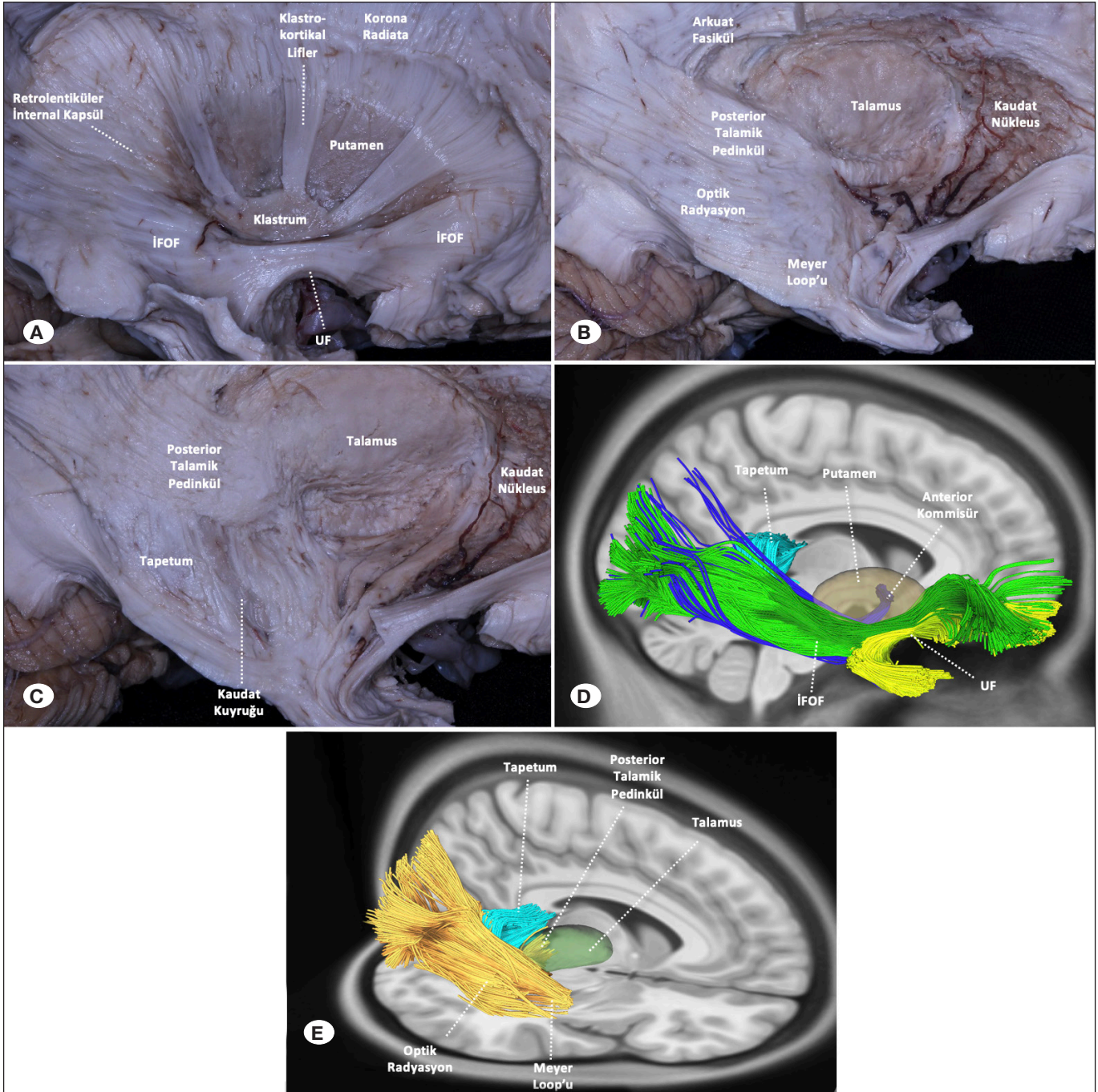
Şekil 1: Korpus kallozumun segmentasyonu ak madde lif diseksiyonu yapılarak ve manyetik rezonans görüntüleme traktografisi metodu kullanılarak medial ve lateralden gösterildi. **Kırmızı:** rostrum, **Koyu mavi:** genu, **Yeşil:** kallozal gövde, **Sarı:** isthmus, **Açık mavi:** Splenium.

longitudinal fasikül, medial longitudinal fasikül seyrederek. İnsular bölgenin ak madde yolları gösterildiğinde daha derin bir grup bizi karşılayacaktır. Limen insula seviyesinde frontotemporal asosiyasyon lifleri olan UF ve hemen üzerinde frontalden oksipitale seyreden asosiyasyon lifleri olan İFOF seyrederek. Limen insula hizasında İFOF liflerinin superiorunda gri madde kütleli olan klastrom ve klastromdan çıkarak korona radiataya katılan klastro-kortikal lifler yer alır (Şekil 2A). Klastrokortikal lif demetinin derininde anterior komisür ile internal kapsül liflerini örten putamen yer alır (Şekil 2A). Putamenin sınırlarından itibaren klastrokortikal lif grubuyla beraber korona radiata yapısına katılan internal kapsül lifleri gözlenir. Retrolentiküler internal kapsül lifleri posteriora dönerek İFOF'un superiorunda ve paralelinde seyrederek sagittal stratum'a katılır (Şekil 2B). İFOF liflerinin derininden sırasıyla anterior komisürün oksipitale seyreden lifleri ve aynı zamanda anterior komisürün oksipital liflerinin derininden optik radyasyon lifleri seyrederek (Şekil 2B). Retrolentiküler internal kapsül lifleri derininden ise optik radyasyon liflerinin superiorunda ve ona paralel olarak sagittal stratumun yapısına katılmak üzere posterior talamik pedinkül lifleri seyrederek (Şekil 2B). İFOF ve anterior komisür liflerinin derininde yer alan optik radyasyon liflerinin bir kısmı laterale doğru yönelerek Meyer Loop'unu oluşturduktan sonra tekrar posteriora yönelerek sagittal stratum'a katılırken bir kısmı

posterior talamik pedinkül ile paralel seyrederek direkt olarak sagittal stratumun yapısına katılır (Şekil 2B). Sagittal stratumun yapısına katılan optik radyasyon, retrolentiküler internal kapsül ve posterior talamik pedinkül liflerinin derininde spleniumun ve posterior kallozal gövdenin bir parçası olan tapetum lifleri açığa çıkar (Şekil 2C). Tapetum lifleri temporal ve oksipital lobun lateralinden bazaline doğru ve aynı zamanda lateral ventrikül atriyum ve temporal boynuzunun dorsolateralinde ince bir tabaka hâlinde seyreden lif topluluğu olarak izlenir (Şekil 2C). Tapetum lifleri önde kaudat nükleus kuyruğunun sonlanımı ile komşudur (Şekil 2C).

Posterior Kallozal Gövde ve Anterior Spleniumun Ak Madde Anatomisi

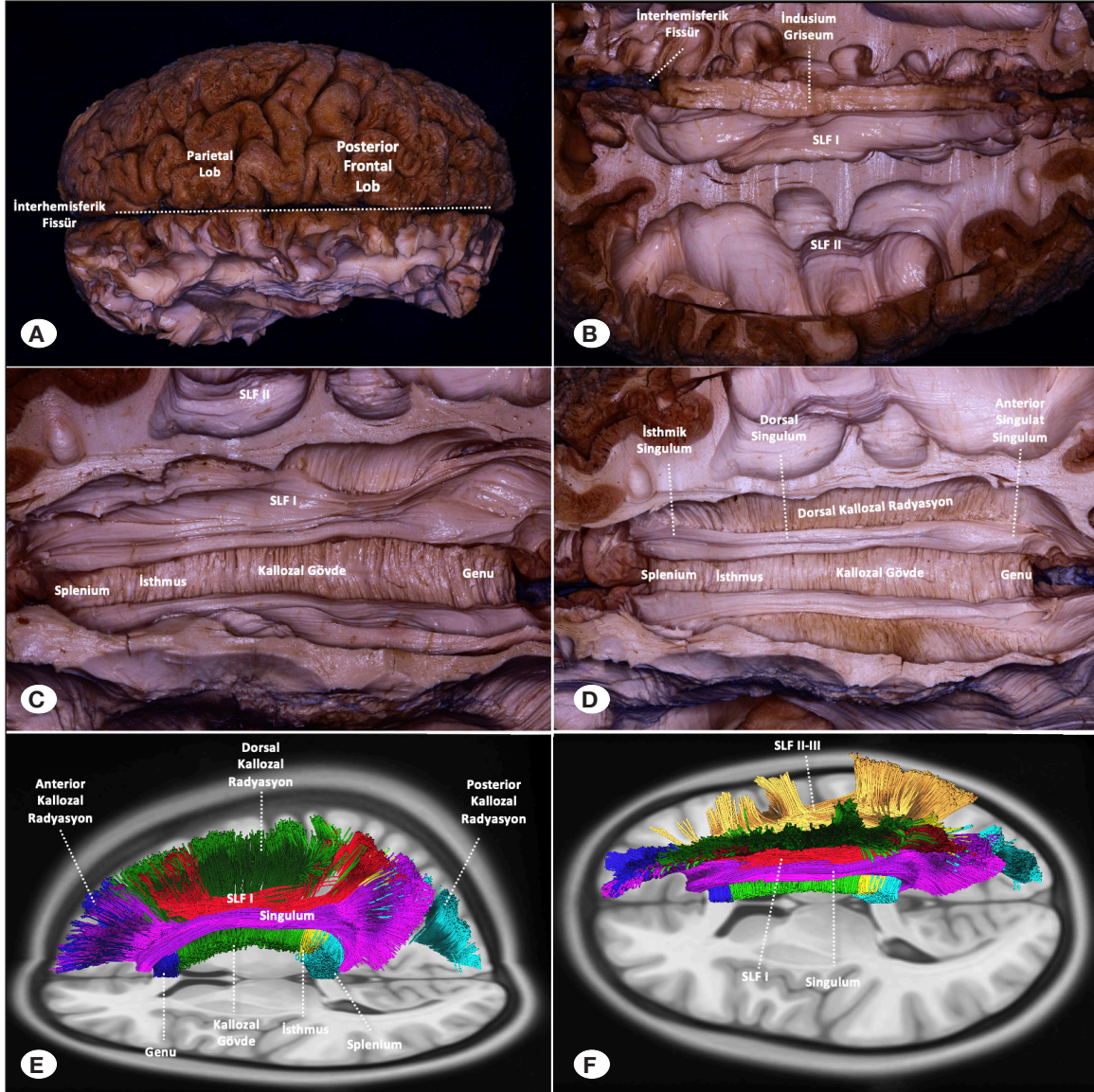
Kallozal gövde ve spleniumun superiorundan ak madde yollarının ortaya konulması için superior frontal girusun posterioru ve parietal lobun en medialindeki hizadan interhemisferik fissür dekortike edilerek ve U lifleri kaldırılarak diseke edilir (Şekil 3A). İnterhemisferik sulkusun diseksiyonunda ilk olarak SLF I lifleri ile karşılaşılır. Singulat girusun superiorunda ve lateralinde frontalden parietale doğru SLF I lifleri yer alır (Şekil 3B, E). İnterhemisferik fissürün en derininde ise indusium griseum tabakası ile örtülmüş olan korpus kallozum yer alır. SLF I liflerinin derininde ve medialinde yer alan singulat girusta anterior



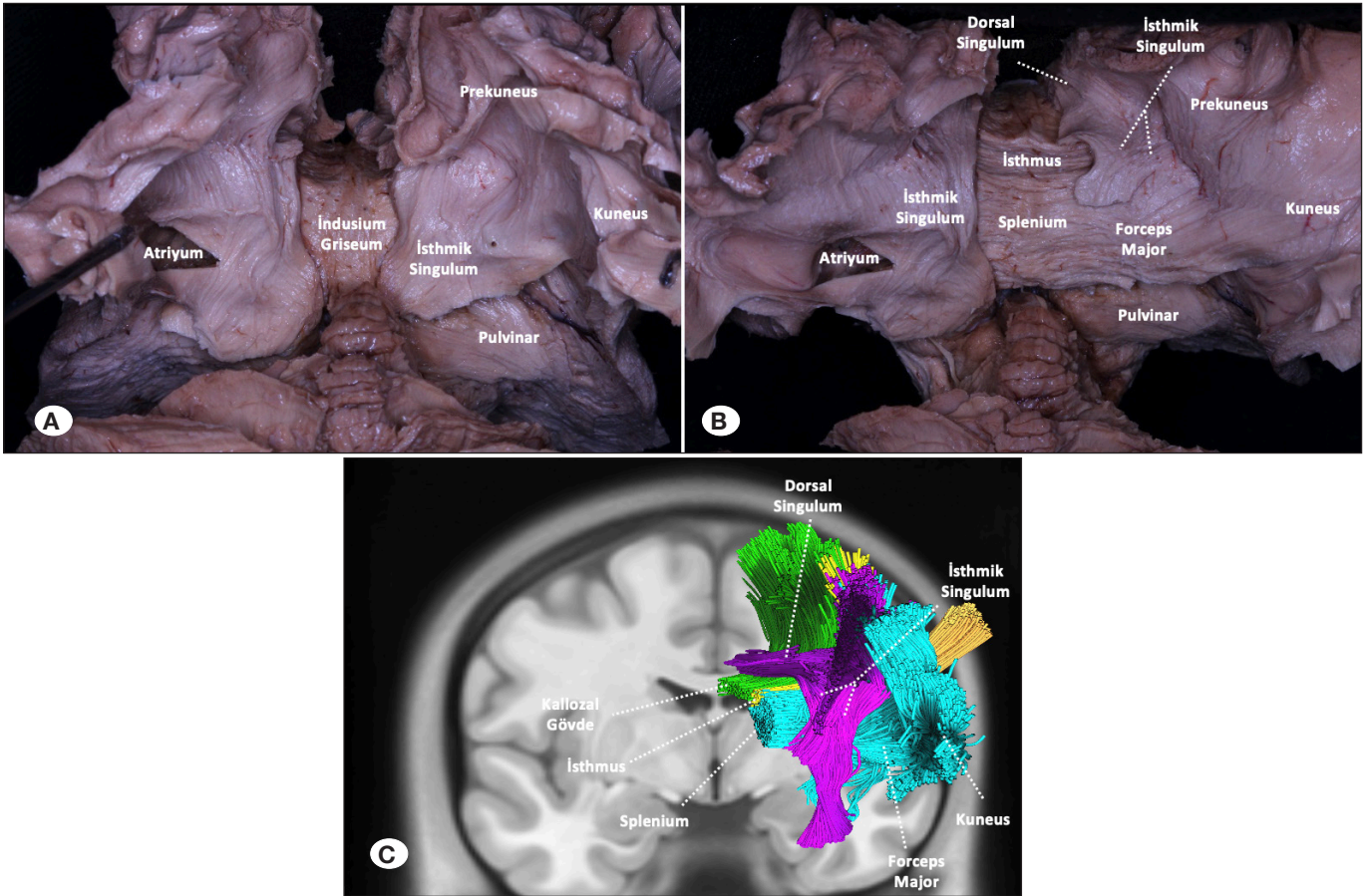
Şekil 2: Tapetumun ak madde diseksiyonu ve traktografik gösterilmesi. **A)** Lateralinden mediale serebrum diseksiyonunda dekortikasyon ve U liflerinin kaldırıldıktan sonra aşama aşama asosiyasyon lifleri ortaya çıkarıldı. Superfişyal asosiyasyon liflerinden sonra insular diseksiyon yapıldığında frontotemporal asosiyasyon lifleri olan UF, frontalenden oksipitale seyreden asosiyasyon lifleri olan İFOF ve klastrumdan çıkarak korona radiataya katılan klastro-kortikal lifler görüldü. Klastrokortikal lif demeti kaldırıldığında korona radiataya katılan diğer bir lif demeti olan internal kapsül lifleri ve daha lateralde yerleşen anterior kommissür ile internal kapsül liflerini örten putamen ortaya çıkarıldı. İFOFun superiorunda ve paralelinde posteriora doğru retrolentiküler internal kapsül lifleri seyretti. **B)** İFOF lifleri kaldırıldığında oksipitale doğru sırasıyla anterior kommissür lifleri ve daha derininden optik radyasyon lifleri seyretti. Retrolentiküler internal kapsül lifleri kaldırıldığında ise optik radyasyon liflerinin superiorunda ona paralel olarak posterior talamik pedinkül lifleri seyretti. **C)** Sagittal stratumun yapısına katılan optik radyasyon, retrolentiküler internal kapsül ve posterior talamik pedinkül lifleri disekte edildiğinde daha derinde yer alan spleniumun bir parçası olan tapetum lifleri gösterildi. Tapetum liflerinin önde kaudat nükleus kuyruğunun posterior sınırında yer aldı. **D)** Lateralinden traktografik görünüm. Anterior kommissür lifleri putamenin derininde ve UF ile İFOF'un medialinde yerleşim gösterir. **E)** Superolateralinden traktografik görünüm. İFOF ve anterior kommissür liflerinin derininde optik radyasyon ve Meyer loop'u gösterildi. Posterior talamik pedinkül lifleri ve lateralindeki optik radyasyon lifleri tapetumun üzerini sarar. **İFOF:** İnferior fronto-oksipital fasikül; **UF:** Unsinat fasikül.

ordan posteriora doğru seyrederek kallozal radyasyonları dik olarak çaprazlayan singulum demeti yer alır (Şekil 3B, C E). Singulum demeti SLF I liflerinin daha derininde medialinde ve ona paralel olarak seyrederek korpus kallozumu sarar. Singulum demeti, korpus kallozusun genu komşuluğunda anterior singulat singulum, kallozal gövde komşuluğunda dorsal singulum ve splenium komşuluğunda isthmik singulum olarak

posteriora doğru seyrederek (Şekil 3C, D). Kallozal radyasyonlar ise önce singulum ve ardından SLF I liflerinin inferiorunda medialden laterale doğru seyir göstererek SLF II liflerinin medialinden yukarı doğru dönüş yapar ve internal kapsül lifleri ile beraber korona radiata yapısına katılarak kortikal alana ulaşır (Şekil 3D, F).



Şekil 3: Kallozal gövde ve spleniumun superiordan ak madde diseksiyonu ve traktografik gösterilmesi. **A)** Superior frontal girusun posteriorunun ve parietal lobun medialinin interhemisferik fissüre bakan duvarlarının dekortikasyonu yapıldı ve komşu giruslar arasında yer alan U lifleri çıkarılarak interhemisferik fissür geniş ölçüde açıldı. **B)** İnterhemisferik sulkus diseksiyonunda ilk olarak singulat girusun superiorunda SLF I lifleri ile karşılaşıldı. İnterhemisferik fissürün en derininde korpus kallozumu örten indusium griseum tabakası görüldü. İndusium griseumun diseksiyonu yapıldığında anteriordan posteriora genunun posterior kısmı, kallozal gövde, isthmus ve spleniumun anterior kısmı gösterildi. **C)** Singulat girus diseke edildiğinde genu komşuluğunda anterior singulat singulumun, kallozal gövde komşuluğunda dorsal singulumun ve splenium komşuluğunda isthmik singulumun kallozal radyasyonların üzerinde ve onları dik bir şekilde çaprazladığı, SLF I liflerinin inferior ve medialinde bu liflere paralel seyretti. **D)** Kallozal radyasyonlar singulum ve SLF 1 demetinin infero-medialinde inferolateraline doğru geçtikten sonra korona radiataya katılmak üzere SLF II ve SLF III'ün medialinde kalacak şekilde superiora doğru yükseldi. **E)** Singulum, SLF I ve korpus kallozusun segmentlerinin ilişkisini ortaya koyan superolateralinden traktografik görünüm. **F)** Singulum, SLF I, SLF II, SLF III ve korpus kallozum segmentlerinin ilişkisini ortaya koyan superolateralinden traktografik görünüm. **SLF:** superior longitudinal fasikül.



Şekil 4: Retrosplenial alanın ak madde lif diseksiyonu ve traktografik gösterilmesi. **A)** Lingula, prekuneus ve kuneusun dekortikasyonu ve U liflerinin çıkarılması sonrası interhemisferik fissür geniş ölçüde açılarak splenium ve singulat isthmus alanı ortaya çıkarıldı. **B)** İndusium griseum tabakası kaldırıldığında interhemisferik fissürün arka tabanını oluşturan spleniumun iki taraflı olarak singulat isthmus arasında yer aldığı gösterildi. Splenium lifleri ile dorsal singulum lifleri birbirine dik olarak seyredir. Önce kuneus ve prekuneusa doğru geçen isthmik singulum lifleri, ardından kuneusa uzanan splenium lifleri diseke edildiğinde splenium liflerinin çoğu forceps majör olarak kuneusa, daha az bir kısmı ise isthmik singulum ile beraber ancak daha derinde olarak medial-lateral seyretti. Splenium ile kallozal gövde arasında seyreden kallozal isthmus lifleri, dorsal singulum liflerini daha derinden dik olarak çaprazlayarak prekuneusta sonlanır. **C)** Forceps majör ile isthmik singulum liflerinin ilişkisini ortaya çıkaran posteriordan traktografik görünüm.

Retrosplenial Alanın Ak Madde Anatomisi

Retrosplenial alanın ak madde yollarının ortaya konulması için oksipital lob hizasından interhemisferik fissür dekortike edilerek ve U lifleri kaldırılarak diseke edilir. Kuneus ve prekuneus hizasında interhemisferik fissürün en derininde indusium griseum ile örtülmüş retrosplenial alan ortaya çıkar ve splenium interhemisferik fissürün arka tabanını oluşturur (Şekil 4A). Splenium komşuluğunda yer alan singulat girus derininde ise isthmik singulum yer almaktadır (Şekil 4A, C). Splenium liflerinin oluşturduğu forceps majör dorsal singulum liflerinin posteriorunun ve isthmik singulumun derininden prekuneus ve kuneusa doğru geçerek singulum liflerini dik olarak çaprazlar. Forceps majör liflerinin büyük bir kısmı kuneusta sonlanmak üzere postero-laterale seyrederken, daha az bir kısmı isthmik singulum liflerinin laterale yönelen lif grubu ile beraber daha derinde ve antero-infero-lateral olarak seyredir (Şekil 4B, C). Kuneusa geçen splenium lifleri hemisferin medialinde kalır-

larken daha anteriorunda bulunan lifler ise hemisferin laterale geçer. Kallozal isthmus lifleri spleniumun daha superior ve anteriorunda yer alarak bu lif grubu dorsal singulum demetinin derininden çaprazını yaparak prekuneusta sonlanır (Şekil 4B, C).

KAYNAKLAR

1. Aydın AE, Aydın S, Bilgin B, Mirkhasilova M, Bayramli N, Tanriover N: Microsurgical anatomy of the auditory radiations: Revealing the enigmatic acoustic pathway from a surgical viewpoint. *J Neurosurg* 1:1-14, 2022
2. González-Martínez JA, Gupta A, Kotagal P, Lachhwani D, Wylie E, Lüders HO, Bingaman WE: Hemispherectomy for catastrophic epilepsy in infants. *Epilepsia* 46:1518-1525, 2005
3. Klingler J: Erleichterung der makroskopischen Präparation des Gehirns durch den Gefrierprozess. *Schweizer Archiv Für Neurologie Und Psychiatrie*, 1935

4. Küçükyürük B, Uzan M, Avyasov R, Tahmazoğlu B, İşler C, Sanus GZ, Tanrıöver N: Evaluation of ideal extent of corpus callosotomy based on the location of intracallosal motor fibers. *World Neurosurgery* 144:e568-e575, 2020
5. Nieuwenhuys R, Voogd J, Van Huijzen C: The human central nervous system: A synopsis and atlas. Springer Berlin: Heidelberg, 2007:1-256
6. Peltier J, Vercllytte S, Delmaire C, PruVo J-P, Godefroy O, Le Gars D: Microsurgical anatomy of the temporal stem: Clinical relevance and correlations with diffusion tensor imaging fiber tracking. *J Neurosurg* 112:1033-1038, 2010
7. Raybaud C: The corpus callosum, the other great forebrain commissures, and the septum pellucidum: Anatomy, development, and malformation. *Neuroradiology* 52:447-477, 2010
8. Rhoton Jr AL: The cerebrum. *Anatomy. Neurosurgery* 61:37-118; discussion 118, 2007
9. Saygi T, Avyasov R, Barut O, Daglar Z, Baran O, Hasimoglu O, Altinkaya A, Tanriover N: Microsurgical anatomy of the isthmic cingulum: A new white matter crossroad and neurosurgical implications in the posteromedial interhemispheric approaches and the glioma invasion patterns. *Neurosurg Rev* 46:82, 2023
10. Shah A, Jhavar S, Goel A, Goel A: Corpus callosum and its connections: A fiber dissection study. *World Neurosurgery* 151:e1024-e1035, 2021
11. Shimizu S, Tanaka R, Rhoton Jr AL, Fukushima Y, Osawa S, Kawashima M, Oka H, Fujii K: Anatomic dissection and classic three-dimensional documentation: A unit of education for neurosurgical anatomy revisited. *Neurosurgery* 58:E1000, 2006
12. Witelson SF: Hand and sex differences in the isthmus and genu of the human corpus callosum: A postmortem morphological study. *Brain* 112:799-835, 1989