

Beyin Sapı (Truncus Cerebri / Encephali): Anatomik ve Fonksiyonel Bir Bakış

Anıl Didem Aydın Kabakçı¹

Duygu Akın Saygın²

Özet

Beyin sapı (truncus encephali/cerebri), medulla oblongata, pons ve mesencephalon olmak üzere üç temel anatomik bölümden oluşan, merkezi sinir sisteminin en hayati yapılarından biridir. Beyin ile omurilik arasında geçiş ve iletişim sağlayan bu yapı, hem motor hem de duyu yollarının geçtiği bir merkez olmasının yanı sıra birçok yaşamsal refleksin ve kranial sinirin kontrol merkezlerini de içerir. Medulla oblongata, solunum ve kardiyovasküler sistem gibi yaşamsal işlevleri düzenleyen merkezleri barındırırken; pons, motor koordinasyon ve solunum ritminin düzenlenmesinde önemli rol oynar. Mesencephalon ise görsel ve işitsel refleksler, motor kontrol ve dopamin üretimi gibi işlevlerle ilişkilidir. Her üç bölgede de yer alan kranial sinir çekirdekleri, baş ve boyun bölgesindeki motor ve duyu kontrolünü sağlar. Beyin sapı, ayrıca retiküler formasyon aracılığıyla uyanıklık, bilinç ve otonom fonksiyonların düzenlenmesinde rol alır. Klinik olarak beyin sapını etkileyen lezyonlar; hem kranial sinir tutulumları hem de kontralateral motor/duyu kayıpları ile karakterizedir. Sendromlar (Weber, Wallenberg, Claude vb.), vasküler olaylar veya tümörler gibi nedenlerle gelişebilir. Bu çalışmada, beyin sapının anatomik ve fonksiyonel yapısı detaylandırılarak, ilgili çekirdekler, sinir yolları ve klinik tablolar bütüncül bir yaklaşımla ele alınmıştır.

- 1 Doç. Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı, anilddemaydin@gmail.com, Orcid: 0000-0003-1594-0188
- 2 Doç. Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı, d.akin.42@hotmail.com, Orcid: 0000-0003-4260-9263

1. Giriş

Truncus encephali (cerebri), diğer ismi ile beyin sapı, insan sinir sisteminin yapısal hem ve işlevsel olarak en kritik öneme sahip bölgelerindendir. Beyin sapı, beyin ile omurilik arasındakı köprü görevini üstelenen beynin alt kısmında yer alan, yukarı kısımda beyin hemisferleri (serebrum) ile, aşağıda ise omurilik (medulla spinalis) ile komşuluk yapan kısımdır (1).

Beyin Sapının Ana Görevleri;

- **Hayati açıdan önemli temel merkezler:** Yaşamsal fonksiyonları (solunum, kalp atımı, kan basıncı gibi) kontrol eden merkezler burada yer alır.
- **İletim görevi:** Beyin ile omurilik arasındaki motor ve duysal yolların geçiş noktasıdır.
- **Refleks kontrolü:** Bazı refleksler (yutma, öksürme, kusma gibi) beyin sapı aracılığıyla düzenlenir.
- **Kraniyal sinirlerin kontrolü:** Beyin sapında, birinci ve ikinci kraniyal sinir hariç 10 kraniyal sinire ait çekirdekler yer alır. Bu sinirler baş ve boyun bölgesinin kaslarını, duyarlarını ve organlarını kontrol eder.

Beyin sapı üç ana anatomik bölümden oluşur:

1. Medulla oblongata (Bulbus):

- o Solunum, kardiyovasküler sistem ve yutma gibi yaşamsal merkezleri barındırır.
- o Kraniyal sinir çekirdeklerinin büyük kısmı burada yer alır.

2. Pons (Varol köprüsü):

- o Beyincikle (cerebellum) beyin arasında bağlantı sağlar.
- o Solunum ritminin düzenlenmesinde görev alır.
- o Motor ve duyu yolları burada çapraz geçiş yapabilir.

3. Mesencephalon (Orta beyin):

- o Görme ve işitme refleksleri, göz hareketleri gibi işlevleri düzenler.
- o İçerisinde substantia nigra ve nucleus (nuc.) ruber gibi önemli motor merkezler bulunur (2).

1.1. Medulla Oblongata (Bulbus)

Medulla oblongata, diğer ismi ile **bulbus**, beyin sapının en alt kısmını oluşturur ve temel hayati işlevlerin komuta merkezidir. Yerleşim olarak medulla spinalis'in hemen üstünde, pons'un altında ve cerebellum'un ise ön kısmında yer alır. Arka tarafta yer alan **pedunculus cerebellaris inferior** aracılığıyla cerebellum ile bağlantı kurar. Medulla spinalis ile olan alt sınırı, kemik yapıda **foramen (for.) magnum** hizasından geçen transvers bir kesit, yumuşak dokuda ise **decussatio pyramidum** ile belirlenir. Bu çaprazda burada bazı motor sinir lifleri karşı tarafa geçer. Üstte pons'tan ön tarafta **sulcus bulbopontinus**, arka tarafta ise dördüncü ventrikülün sağ ve sol **recessus lateralis** çıkıntılarını birleştiren hayali çizgi ile ayrılır. Bulbus'un alt yarımında içerisinde bulunan canalis centralis yukarıya doğru genişleyerek devam eder ve **ventriculus quartus** (dördüncü ventrikül) halini alır (1-4).

Medulla oblongata, organizmanın temel yaşamsal işlevlerini yöneten hayati bir yapı olma niteliğine sahiptir. Solunum ritminin düzenlenmesi, kalp atım hızının ve kan basıncının kontrolü, yutma ve kusma reflekslerinin merkezleri bu bölgede yer almaktadır. Bu sayede vücut homeostazisi korunur ve ani uyaranlara karşı savunma tepkisi oluşturabilir. Bu bölgeyi etkileyecek travmatik beyin hasarı, inme, tümör veya dejeneratif hastalıklarda hayati tehdit eden klinik durumlar ile karşılaşılabilir (3-4).

1.1.1. Medulla Oblongata'nın Dış Yapısı

Medulla oblongata, morfolojik açıdan medulla spinalis'e benzemektedir. Ön yüzünde, orta kısımda yer alan yarığa **fissura mediana anterior** denir. Bu yarık üst tarafta medulla oblongata ile pons arasındaki sınırı belirleyen **sulcus bulbopontinus**'a kadar uzanır. Bu yarığın her iki yan tarafında yer alan kabartılara **pyramis bulbi** denir. Bu kabartıların altında, cortex cerebri'deki piramidal hücrelerin aksonlarından meydana gelen ve istemli motor hareketlerin iletimini sağlayan **tractus (tr.) corticospinalis** yer alır. Bu yola ait aksonların çapraz yaparak karşı tarafa geçmesi ile oluşan yapıya **decussatio pyramidum** denir. Medulla spinalis'te yer alan **sulcus anterolateralis** adı verilen oluk, medulla oblongata'da **sulcus preolivaris** olarak devam eder ve bu oluk, n. hypoglossus'un liflerinin çıkış yaptığı bölgedir. Pyramis'in yan kısmında **oliva** adı verilen ve zeytin çekirdeği büyüklüğünde kabarıntılar bulunur. Oliva'nın altında **nuclei (nuc.) olivares inferiores** yer alır ve bu nöron grupları hareket koordinasyonunda rol oynar. Oliva'ların arkasında yer alan oluğu **sulcus retroolivaris** denir ve burada sırasıyla n. glossopharyngeus (IX), n. vagus (X) ve n. accessorius (XI)'un lifleri seyredir. Medulla oblongata'yı beyinciğe bağlayan yapıya **pedunculus cerebellaris inferior** denir. Sulcus retroolivaris'in

arkasında yer alan kabarıntıya **tuberculum trigeminale** denir ve içerisinde **tr. spinocerebellaris posterior** ve **nucleus (nuc.) spinalis nervi trigemini** yer alır. Medulla oblongata'nın arka yüzünde, **sulcus medianus posterior** adı verilen oluk yer alır. Bu oluğun her iki yanında, duyu yolları olan **fasciculus gracilis** ve **fasciculus cuneatus**'un sonlandığı çekirdeklerin oluşturduğu medialde **tuberculum gracile** ve lateralde **tuberculum cuneatum** adı verilen kabarıntılar yer alır. Bu kabartıların daha lateralinde ise baş bölgesinden gelen ağrı ve ısı duyularının sonlandığı **nuc. spinalis nervi trigemini** tarafından oluşturulan **tuberculum cinereum** yer alır. Medulla oblongata'nın üst arka kısmı, **ventriculus quartus**'un alt tabanını oluşturan **fossa rhomboidea**'nın alt yarısını içerir. Bu üçgen bölgenin orta kısmında **sulcus medianus posterior** yer alır ve bu oluktan laterale doğru uzanan çizgilere **striae medullares ventriculi quarti** denir. Bu çizgileri **nuc. arcuatus**'tan çıkan **fibrae arcuatae externae** adlı nöronların aksonları oluşturur. Sulcus medianus posterior'un her iki yanında içte yer alan kabarıntıya **trigonum nervi hypoglossi** (n. hypoglossus çekirdeklerinin oluşturduğu kabarıntı), dışta yer alan kabarıntıya ise **trigonum nervi vagi** (n. vagus çekirdeklerinin oluşturduğu kabarıntı) denir. Medulla oblongata'nın arka tarafında yer alan üçgen alanın üst sınırını **striae medullares** oluştururken, alt kısmını **obex** adlı yapı oluşturur. Obex'in yan kısmında yer alan bölgeye **area postrema** denir ve burada yer alan kemoreseptörler, kandaki toksik maddeleri algılayarak kusma refleksini başlatabilir. Üçgenin alt köşe kısımlarında, denge ile ilişkili **nuc. vestibulares (nuc. vestibularis superior ve lateralis)** yer alırken, işitme duyusu ile ilişkili **nuc. cochlearis** tarafından oluşturulan **tuberculum acousticum** yapısı da bu bölgede yer alır. Bu üçgenin tepe kısmı, yukarı tarafta **aqueductus cerebri**'ye doğru uzanır (4-6).

1.1.2. Medulla Oblongata'nın İç Yapısı

Medulla oblongata'nın iç kısmı omurilikte olduğu gibi **substantia grisea (gri madde)** ve **substantia alba (beyaz madde)** olmak üzere iki ana yapıdan oluşur. Bu maddeler içerisinde, nöron grupları ve sinir yolları yer alır. Medulla oblongata içerisinde duyu ve motor bilgilerin işlendiği, aktarıldığı ya da düzenlendiği çekirdekleri içerir. Medulla oblongata içerisinde kranial sinir çekirdeklerine ek olarak **nucleus gracilis**, **nucleus cuneatus**, **nucleus cuneatus accessorius**, **nucleus arcuatus**, **nuclei olivares inferiores**, **nuclei reticulares** adı verilen çekirdekler de yer almaktadır (4).

1.1.3. Medulla Oblonga'tanın İçerdiği Çekirdekler

Nucleus gracilis (Goll çekirdeği): Medulla oblongata'nın dorsal kısmında yer alan ve **tuberculum gracile** adı verilen kabarıntının içinde yer alır. Çekirdek

içerisinde T_6 segmentinin altından gelen ve bilinçli derin duyuyu taşıyan fasciculus gracilis'e ait liflerin ikinci nöronları yer alır.

Nucleus cuneatus (Burdach çekirdeği): Tuberculum cuneatum içerisinde yer alan ve C_1-T_7 segmentleri arasından gelen bilinçli derin duyuları taşıyan fasciculus cuneatus'a ait liflerin ikinci nöronlarını içerir. Nuc. gracilis ve cuneatus, dokunma ve pozisyon duyusunun beyne iletilmesinde önemli rol oynarlar.

Nucleus cuneatus accessorius: C_1-T_1 seviyesinde yer alan spinal sinirlerden gelen bilinçsiz proprioseptif duyuyu taşıyan liflerin ikinci nöronlarını içeren çekirdektir ve koordinasyon fonksiyonları için beyincikle bağlantı kurar.

Nucleus arcuatus: Medulla oblongata'nın ön kısmında yer alan pyramis'lerin hemen önünde bulunan, nucc. pontis'lerin uzantısı niteliğindeki yapılardır. Bu çekirdekler, kemoreseptör özelliğe sahiptirler ve solunum hızının ayarlanmasında rol oynarlar.

Nuclei olivares inferiores: Medulla oblongata'da oliva olarak adlandırılan yapının içerisinde yer alan çekirdek grubudur. İstemli kas hareketlerinin koordinasyonunda görev alırlar ve üç ana alt çekirdekten oluşur: nucleus olivaris principalis, nucleus olivaris accessorius medialis ve nucleus olivaris accessorius posterior. Bu yapılar beyincikle sberaber sahip oldukları etkileşim sayesinde motor kontrol üzerinde etkindirler.

Nuclei reticulares: Beyin sapının tüm bölümlerinde (mesencephalon, pons, medulla oblongata) yer alan yaygın nöron ağıdır. Retiküler çekirdeklere vücudun birçok bölgesinden duyuusal (afferent) uyarılar gelir ve bu çekirdeklerden yine birçok farklı hedefe motor (efferent) uyarılar gönderilir. Bu çekirdek grubu, motor aktivitelerin düzenlenmesinde, uyku-uyanıklık döngüsünde, bilinç durumu, solunum ve dolaşımın otomatik kontrolü gibi fonksiyonların düzenlenmesinde rol oynar (2-4).

Tablo 1: Medulla oblongata'tanın içerdığı çekirdeklerin konumları, işlevleri ve bağlantılı yapıları

Çekirdek Adı	Konumu	İşlevi	İlgili Lifler / Sistem	Bağlantılı Yapılar
Nucleus gracilis (Goll çekirdeği)	Tuberculum gracilis içinde, dorsal kolonda	T ₆ altından gelen bilinçli derin duyunun (pozisyon, vibrasyon) ikinci nöronlarını içerir.	Fasciculus gracilis	Medulla spinalis, Thalamus
Nucleus cuneatus (Burdach çekirdeği)	Tuberculum cuneatum içinde, dorsal kolonda	C ₁ -T ₇ arasından gelen bilinçli derin duyunun ikinci nöronlarını içerir.	Fasciculus cuneatus	Medulla spinalis, Thalamus
Nucleus cuneatus accessorius	C ₁ -T ₁ spinal sinir bölgesine ait	Bilinçsiz proprioseptif duyunun ikinci nöronlarını içerir, beyincikle bağlantılıdır.	Proprioseptif lifler (beyincikle bağlantılı)	Beyincik (cerebellum)
Nucleus arcuatus	Pyramis'lerin önünde, medulla oblongata ön yüzü	Kemosensitif özelliktedir, solunum hızının düzenlenmesinde rol alır.	Fibrae arcuatae externae (solunumla ilgili yollar)	Solunum merkezleri, pontin çekirdekler
Nuclei olivares inferiores	Oliva yapısı içinde, medulla oblongata	İstemli kas hareketlerinin koordinasyonu, beyincikle bağlantılı	Tr.olivocerebellaris (motor koordinasyon)	Cerebellum, Medulla spinalis
Nuclei reticulares	Beyin sapının tüm bölümlerinde (mesencephalon, pons, medulla oblongata)	Motor kontrol, bilinç düzeyi, uyku-uyanıklık, solunum ve dolaşım sistemi düzenlemesi	Retiküler formasyon (afferent ve efferent bağlantılar)	Tüm beyin sapı, korteks, omurilik

1.1.4. Medulla Oblongata'nın İçerdiği Kraniyal Sinir Çekirdekleri

Nucleus spinalis nervi trigemini: Beyin sapı boyunca yer alan n. trigeminus'un duyu bileşenlerine ait çekirdek kompleksinin bir parçasıdır. Baş ve yüz bölgesinden gelen somatik duyunun (ağrı ve ısı) iletiminde görevlidir. Yaklaşık olarak C₃ servikal segmentten başlar ve pons'ta sonlanır. Bu sebeple alt kısmı medulla spinalis içerisinde, üst kısmı ise pons düzeyindedir. Beyin sapı içerisinde yer alan en büyük çekirdeklerinden birisidir. Medulla oblongata'nın dış yüzeyinde bulunan tuberculum trigeminale adı verilen kabartının derininde lokalizedir. Çekirdek içerisinde baş ve yüz bölgesinden gelen ağrı ve ısı duyunun ikinci nöronlarını içerir. Ayrıca bu çekirdek yüz bölgesine ait bazı reflekslerde de rol oynar.

Nucleus tractus solitarius: Visseral duyu ile ilgili bilgilerin işlendiği bir çekirdektir. Çekirdek, başta n. facialis (VII), n. glossopharyngeus (IX) ve n. vagus (X)'un ortak duyu çekirdeğidir. Bu çekirdekte bu üç kranial sinirin duysal lifleri sonlanmaktadır. Çekirdek fonksiyonel olarak incelendiğinde rostral (üst) ve kaudal (alt) olmak üzere iki ana bölüme ayrılır. Çekirdeğin rostral kısmına dilin ön 2/3'lük kısmından n. facialis ile, dilin arka 1/3'lük kısımdan n. glossopharyngeus ile epiglottis ve çevresinden ise n. vagus aracılığı ile tat duyusuyla ilgili olan özel visseral afferent lifler ulaşmaktadır. Çekirdeğin kaudal kısmına ise iç organlardan gelen çeşitli duysal bilgileri (örn., mide doluluğu, bağırsak gerilimi, kan basıncı ve kimyası gibi) taşıyan genel visseral afferent lifler ulaşmaktadır. Taşınan bu duyular aracılığı ile hayati organların (kalp, akciğerler gibi) fonksiyonlarının düzenlenmesinde önemli rol oynar. Çekirdek aynı zamanda solunum, kardiyovasküler sistem ve sindirim sistemiyle ilgili refleksleri düzenleyen otonomik merkezlerin parçası olarak görev almaktadır.

Nucleus ambiguus: Medulla oblongata içerisinde yer alan ve fonksiyonel olarak motor görevi olan bir çekirdektir. Bu çekirdek, n. glossopharyngeus (IX), n. vagus (X) ve n. accessorius'un (XI) ortak motor çekirdeğidir. Çekirdekten çıkan özel visseral efferent lifler, embriyolojik olarak faringeal arkuslardan gelişen kasları (m. tensor veli palatini hariç damak kasları, farinks (yutak) ve larinks (gırtlak)) uyarırlar. Bu kas gruplarının birbirleri ile uyumlu çalışması yutma, konuşma ve solunum gibi yaşamsal fonksiyonların düzenli işleyişi açısından önemlidir. Bununla beraber çekirdek içerisinde kardiyovasküler sistemle ilişkili bazı parasempatik nöronları da ihtiva eder. Bu sayede kalp hızı üzerinde düzenleyici olarak görev almaktadır. Çekirdekte meydana gelebilecek fonksiyonel bozukluklar, yutma güçlüğü (disfaji) ve ses kısıklığına (disfoni) neden olabilir ve ayrıca motor fonksiyonlarda güçlüğe neden olabilir.

Nucleus dorsalis nervi vagi: Medulla oblongata'da yer alan ve n. vagus'un (X. kranial sinir) ana parasempatik çekirdeğidir. Çekirdekten çıkan genel visseral efferent lifler otonom sinir sisteminin parasempatik kısmının parçası olarak fonksiyon üstlenirler. Çekirdekten çıkan genel visseral efferent lifler kalp kasına, düz kaslara, iç organların bezlerine ve sindirim sistemi organlarının flexura colis sinistra düzeyine kadar olan kısmına parasempatik uyarı taşırlar. Ayrıca tuba auditiva (östaki borusu) mukozası da bu çekirdekten çıkan lifler aracılığıyla uyarılır. Nuc. dorsalis nervi vagi, en geniş parasempatik etkiye sahip çekirdektir. Etki gücü sayesinde vücut homeostazisinin sağlanmasına etkin bir rol oynar.

Nucleus salivatorius inferior: N. glossopharyngeus'un parasempatik çekirdeğidir. Çekirdekten başlayan genel visseral efferent lifler, tükürük ve mukus bezlerinin çalışmasını düzenler. Çekirdekten çıkan lifler, öncelikle

glandula (gl.) parotidea olmak üzere, gl. palatinae ve nazofarinks mukozasında bulunan bezlere ulaşarak sekresyonu yani salgı üretimini uyarır. Bezlere ulaşan parasempatik uyarı tükürük salgısını başlatır ayrıca üst solunum ve sindirim yollarının nemli kalmasını sağlar.

Nucleus nervi hypoglossi: Medulla oblongata'da yer alan ve n. hypoglossus'un saf motor çekirdeğidir. Çekirdekten çıkan lifler, dil ekstrinsik ve intrinsik kaslarını (m. platyoglossus hariç) innerve ederler. Çekirdeğin ve sinirin hasarlanması durumunda, dil kaslarında güçsüzlük, atrofi ile konuşma bozuklukları (dizartri) gibi klinik durumlar ortaya çıkabilir.

Nuclei vestibulares: İç kulaktan gelen denge ile ilişkili bilgileri alarak vücudun çeşitli bölgelerine ileten çekirdek gurubudur. Bu çekirdekler; nuc. vestibularis lateralis (Deiters çekirdeği), nuc. vestibularis medialis (Schwalbe çekirdeği), nuc. vestibularis superior (Bechterew çekirdeği) ve nuc. vestibularis inferior (Roller çekirdeği)'dir. Lokalizasyon olarak bakıldığında nuc. vestibularis medialis ve nuc. vestibularis inferior, beyin sapının medulla oblongata kısmında yani bulbus içinde yer alırken; nuc. vestibularis superior ve nuc. vestibularis lateralis, bulbopontin birleşme alanında konumlanır. Bu çekirdekler kendilerine ulaşan bilgiler sayesinde vücut postürünün korunmasında, denge ve göz hareketlerinin koordinasyonunda etkin görev alırlar.

Vestibüler çekirdeklere gelen afferent bilgiler iç kulaktan ve cerebellum'dan pedunculus cerebellaris inferior aracılığı ile gelir. Çekirdeklerden çıkan efferent bilgiler ise tractus vestibulospinalis aracılığı ile medulla spinalis'e, tractus vestibulocerebellaris ile cerebellum'a **fasciculus longitudinalis medialis (FLM)** aracılığıyla göz kaslarını kontrol eden çekirdeklere (örn., n. oculomotorius, n. trochlearis ve n. abducens) ulaşırlar.

Nuclei cochleares (nuc. cochlearis anterior ve posterior): İşitme sistemiyle doğrudan ilişkili olan ve beyin sapında yer alan nucleus cochlearis anterior (ventral) ve nucleus cochlearis posterior (dorsal) adı verilen iki önemli çekirdektir. Çekirdekler, pedunculus cerebellaris inferior'un ön bölgesinde ve recessus lateralis adı verilen yerde lokalizedirler. Bu çekirdekler içerisinde işitme yollarının ikinci nöronları yer almaktadır. İşitme duyusu ile ilişkili bilgiler içi kulakta yer alan corti organından gelir. Bu bilgiler n. cochlearis aracılığı ile beyin sapında ve buradaki kohlear çekirdeklere ulaşırlar. Bu çekirdeklerden çıkan bilgiler ise işitme yolları aracılığı ile Broadmann'ın 41 ve 42 numaralı alanlarına projekte olurlar. İşitmenin algılanması, yön tayini, sesin şiddeti ve frekansının değerlendirilmesi gibi karmaşık süreçler bu merkezi yol boyunca gerçekleşir. Kohlear çekirdekler işitme duyusunun ilk işlendiği yerdir. Bu nedenle çekirdeklerde meydana gelebilecek herhangi bir lezyon sesin algılanamamasına veya analiz edilmesinde ciddi klinik durumlara yol açabilir (3-7).

Tablo 2: Medulla oblonga'tanın içerdği kraniyal sinir çekirdeklerinin konumları, işlevleri ve bağlantılı yapıları

Çekirdek Adı	Konumu	İşlevi	İlgili Lifler / Sistem	Bağlantılı Yapılar
Nucleus spinalis nervi trigemini	Decussatio lemniscorum düzeyinde, C ₃ -pons arası, tuberculum trigeminale içinde	Baş ve yüzün ağrısı duyularının ikinci nöronlarını içerir	Tractus spinalis nervi trigemini	Medulla spinalis, pons
Nucleus tractus solitarius	Medulla oblongata boyunca, rostral kısmı tat duyusu, kaudal kısmı iç organ duyuları alır.	Tat duyusu ve iç organlardan gelen visseral duyuların aktarımı	Visseral afferent lifler	Tat reseptörleri, iç organlar
Nucleus ambiguus	Medulla oblongata, n. glossopharyngeus, vagus ve accessorius ile ilişkili	Damak, pharynx ve larynx kaslarının motor innervasyonu	Özel visseral efferent lifler	Pharynx, larynx kasları
Nucleus dorsalis nervi vagi	Medulla oblongata, n. vagus'un parasempatik çekirdeği	Parasempatik uyarılarla iç organ kas ve bezlerinin kontrolü	Genel visseral efferent lifler	Oropharynx, laryngopharynx, iç organlar
Nucleus salivatorius inferior	Medulla oblongata, n. glossopharyngeus ile ilişkili	Parotis ve nazofarinks bezlerinin parasempatik kontrolü	Genel visseral efferent lifler	Gl. parotidea, gl. palatinae
Nucleus nervi hypoglossi	Medulla oblongata, n. hypoglossus çekirdeği	Dil kaslarının motor innervasyonu (palatoglossus hariç)	Genel somatik efferent lifler	Dil kasları
Nuclei vestibulares	Bulbus ve bulbopontin birleşme alanı	Denge bilgisi alımı ve göz kaslarına, cerebellum ve medulla spinalis'e iletimi	Tractus vestibulospinalis, vestibulocerebellaris, FLM	Cerebellum, medulla spinalis, göz kasları
Nuclei cochleares	Pedunculus cerebellaris inferior'un ön kısmı, recessus lateralis	İşitme bilgilerinin kortikal merkezlere iletimi	İşitme yolları, korti organı	Corti organı, işitme korteksi (Brodmann 41-42)

1.1.5. Medulla Oblongata'dan Geçen Yollar

Medulla oblongata, içerisinde afferent ve efferent sinir liflerinin seyrettiği, beyin sapının en alt bölümünü oluşturan ve birçok hayati fonksiyonun düzenlendiği önemli bir yapıdır.

1. **Lemniscus medialis:** Dokunma, iki nokta ayrımı, titreşim ve propriyoseptif duyuların taşınmasından sorumlu olan duysal bir yoldur. Bu duysal lifler, medulla oblongata yer alan nucleus gracilis ve nucleus cuneatus'ta sinaps yaptıktan sonra çapraz uyaparak talamus'a ulaşır.
2. **Fasciculus longitudinalis medialis (FLM):** Denge ve göz hareketlerinin koordinasyonundan sorumlu bir yolaktır. Vestibüler çekirdeklerle, göz kaslarını kontrol eden kranial sinir çekirdekleri (III., IV. ve VI.) arasında bağlantı sağlarlar. Bu sayede vestibülo-oküler refleksi yönetirler.
3. **Lemniscus spinalis:** Ağrı ve ısı duyularının taşınmasından sorumludur. Bu yol, medulla spinalis'ten başlayarak yukarıya doğru yükselir ve talamus'a ulaşarak somatosensoriyel kortekse (Brodmann 3,1,2) bilgi iletir.
4. **Fasciculus longitudinalis posterior (dorsalis):** Otonom sinir sistemiyle ilişkili bir yolaktır. Kranial sinir çekirdekleri (nucleus ambiguus, nucleus tractus solitarius ve nucleus salivatorius ile III., V., VII., X. ve XII. kranial sinirlerin motor ve parasempatik çekirdekleri) ile hipotalamus arasındaki bağlantıyı sağlar. Bu bağlantılar solunum sistemi, kardiyovasküler sistem ve sindirim sistemi gibi yaşamsal işlevlerin otonomik açıdan düzenlenmesi ve regülasyonunu sağlar (4-6).

1.1.6. Klinik

Medulla oblongata, beyin sapının alt bölümünü oluşturan, çok sayıda kranial sinir çekirdeğini içeren, ayrıca içerisinden birçok afferent ve efferent liflerin geçiş yaptığı kritik bir bölgedir. Bölgede meydana gelebilecek bir lezyon, solunum durmasından kranial sinir felçlerine kadar ciddi klinik tablolara yol açabilir.

- N. glossopharyngeus, n. vagus, n. accessorius ve n. hypoglossus'un etkilenmesine bağlı olarak dizartri, disfaji, dil deviasyonu, hipotansiyon, bradikardi, ses kısıklığı görülebilir.
- Tr. corticospinalis, lemniscus medialis ve tr. spinothalamicus lateralis tutulumuna bağlı olarak karşı vücut yarısında motor kayıplar (hemiparezi) veya duysal kayıplar (ağrı, ısı, dokunma duyusu kaybı) görülebilir.

- Area postrema'da kan-beyin bariyeri yoktur. Bu nedenle alkol gibi kimyasallar buradaki nöronları direkt etkileyerek kusmaya neden olabilir (emetik kemoreseptörler aracılığı ile).
- Medulla oblongata, merkezi sinir sisteminin en kritik bölgelerinden biridir ve birçok sistemik ya da lokal nörolojik hastalık bu bölgeyi etkileyebilir.

Multipl Skleroz (MS): Otoimmün kaynaklı demiyelinizan bir hastalık olup, medullada plak oluşumuna yol açabilir. Özellikle denge bozukluğu, yutma güçlüğü, konuşma bozuklukları ve çift görme gibi semptomlarla kendini gösterebilir.

Amyotrofik Lateral Skleroz (ALS): Hem üst hem de alt motor nöronları etkileyen ilerleyici nörodejeneratif bir hastalıktır. Medulladaki alt motor nöronlar etkilendiğinde konuşma (dizartri), yutma (disfaji) ve solunum kaslarında zayıflık gelişir.

İnme (Beyin Sapı Enfarktı): Özellikle baziler arter ve onun medullayı besleyen dallarının tıkanması, yaşamı tehdit eden tablolar oluşturur. Solunum durması, bilinç kaybı, vücutta felç, dengesizlik gibi ani ve ciddi bulgular görülür.

Travmalar ve Tümörler: Kafa travması sonrası medullada ödem, kanama veya kompresyon gelişebilir. Aynı şekilde medulla kaynaklı tümörler (glial tümörler) da yavaş başlayan ancak ilerleyici bilinç değişikliklerine ve otonomik bozulmalara yol açabilir.

- Medulla oblongata, sadece istemli kaslar değil, yaşamı sürdüren reflekslerin merkezi olarak da işlev görür. Bu bölgede bulunan çeşitli çekirdek ve nöronal ağlar sayesinde vücudun savunma refleksleri düzenlenir:

Kusma Merkezi: Zehirli maddelere karşı mide boşaltımını tetikler. Kemoreseptör tetikleme bölgesi (Chemoreceptor Trigger Zone-CTZ) ile bağlantılıdır.

Öksürük Refleksi: Solunum yollarına yabancı madde kaçtığında aktifleşir. Solunum merkezleri ile birlikte çalışır.

Yutma Refleksi: Gıdaların yemek borusuna güvenli geçişini sağlar. Bozulduğunda aspirasyon riski artar.

Hapşırma Refleksi: Burun mukozasında iritanlara karşı savunma yanıtıdır.

- **Medial meduller sendrom (Dejerine sendromu):** Medial Medüller Sendrom, diğer adıyla Dejerine Sendromu, medulla oblongata'nın medial (orta) kısmını besleyen arteria (a.) vertebralis ya da özellikle a. spinalis

anterior'un tıkanması sonucu ortaya çıkan bir nörolojik bozukluktur. Bu arterlerin trombozu, medulla oblongata'nın iç kısımlarındaki hayati yapıların iskemisine ve dolayısıyla fonksiyon kaybına yol açar. Klinik tablo oldukça karakteristiktir ve üç ana yapının etkilenmesine bağlı olarak gelişir. İlk olarak, n. hypoglossus'un çekirdeğinin bu bölgedeki yerleşiminden dolayı etkilenmesi sonucunda, lezyonun bulunduğu taraftaki (ipsilateral) dil kaslarında felç oluşur. Bu durumda hastalarda konuşma ve yutma fonksiyonlarında zorluk, dilin dışı doğru çıkarılması sırasında lezyon tarafına doğru deviasyon (kayma) gibi belirtiler gözlenir. İkinci olarak, tr. corticospinalis (piramidal yol) tutulduğunda, karşı vücut yarısında (kontralateral) hemipleji yani istemli kas hareketlerinde ciddi kayıp meydana gelir. Bu, genellikle kolları ve bacakları etkileyen tek taraflı felç şeklinde görülür. Üçüncü olarak ise, lemniscus medialis'in etkilenmesiyle, yine kontralateral olarak propriyoseptif duyu kaybı ortaya çıkar. Bu, pozisyon, vibrasyon (titreşim) ve dokunma gibi derin duyuvarın algılanmasında bozulmaya neden olur. Bu üç ana belirti bir araya geldiğinde, medial medüller sendrom klinik olarak kolayca tanınabilir. Dikkat çekici bir nokta, bu sendromda yüz kaslarının genellikle etkilenmemesidir, çünkü yüz kaslarını innerve eden yollar bu lezyon bölgesinin dışında kalır (4).

- **Lateral medüller sendrom (Wallenberg sendromu):** Lateral Medüller Sendrom veya diğer adıyla Wallenberg Sendromu, medulla oblongata'nın lateral (yan) kısmını besleyen a. inferior posterior cerebelli (PICA) veya bu arterin medullaya giden dallarındaki bir tıkanıklık sonucu ortaya çıkan bir klinik tablodur. PICA'nın tıkanması, yalnızca medulla oblongata'nın dorsolateral bölümünü değil, aynı zamanda arterin beslediği serebellar alanları da etkiler. Bu sendromda dikkat çekici şekilde istemli motor kayıp ya da felç görülmez, çünkü piramidal yol genellikle etkilenmeden kalır. Ancak çeşitli duyu ve otonom yolların etkilenmesiyle özgül bir nörolojik tablo gelişir. Özellikle tr. spinothalamicus lateralis'in etkilenmesi sonucunda vücudun karşı tarafında (kontralateral) ağrı ve ısı duyusu kaybı oluşur. Aynı zamanda tr. spinalis nervi trigemini ve nuc. spinalis nervi trigemini'nin etkilenmesiyle yüzün aynı tarafında (ipsilateral) ağrı ve ısı duyusu kaybı meydana gelir. Nuc. ambiguus'un etkilenmesi sonucu ipsilateral yumuşak damak ve larenks kaslarında felç gelişir; bu da disfaji (yutma güçlüğü), dizarti (konuşma bozukluğu), disfoni (ses kısıklığı) ve gag refleksi kaybı ile kendini gösterir. Ayrıca nucc. vestibulares'in hasar görmesi; baş dönmesi (vertigo), bulantı, dengesizlik, nistagmus ve kulak çınlaması (tinnitus) gibi semptomlara yol açar. İnen sempatik liflerin tutulması durumunda, aynı tarafta Horner

sendromu belirtileri (ptozis, miyozis, anhidroz) gözlemlenir. Pedunculus cerebellaris inferior'un etkilenmesi ise yine aynı tarafta (ipsilateral) ataksi (denge bozukluğu) ile sonuçlanır. Son olarak formatio reticularis'in etkilenmesi, karakteristik bir semptom olan hıçkırık (singultus) ile kendini gösterebilir. Bu semptomların birleşimi, Wallenberg sendromunu klinik olarak tanımlanabilir kılar ve bu durum medulla oblongata'nın en sık karşılaşılan damar tıkanıklığına bağlı klinik tablolarından biridir (6-8).

- **Hemimedüller Sendrom:** Diğer adıyla Reinhold Sendromu, medulla oblongata'nın hem medial hem de lateral bölümlerinin aynı anda tutulduğu nadir fakat klinik açıdan dikkat çekici bir sendromdur. Bu durum genellikle a. inferior posterior cerebelli (PICA) veya arteria vertebralis'in tıkanmasına bağlı olarak gelişir. Vasküler tıkanıklığın lokalizasyonuna göre, hem medial medüller sendrom (Dejerine sendromu) hem de lateral medüller sendrom (Wallenberg sendromu) bulguları aynı klinik tabloda birlikte görülür. Bu nedenle, semptomlar oldukça geniş bir yelpazeye yayılır. Medial kısmın etkilenmesiyle n. hypoglossus çekirdeğinin tutulması sonucu ipsilateral dil felci, tr. corticospinalis hasarına bağlı olarak kontralateral hemipleji ve lemniscus medialis tutulumuna bağlı kontralateral derin duyu kaybı ortaya çıkar. Lateral tutulumda ise tr. spinothalamicus lateralis, nuc. spinalis nervi trigemini, nuc. ambiguus, nucc. vestibulares, pedunculus cerebellaris inferior, inen sempatik yollar ve formatio reticularis gibi yapılar etkilenerek; ağrı-ısı duyası kayıpları, bulantı, vertigo, disfaji, disfoni, ipsilateral ataksi, Horner sendromu ve hıçkırık gibi lateral medüller bulgular gelişir. Hemimedüller Sendrom, bazı klinik özellikleri nedeniyle Babinski-Nageotte Sendromu ile karıştırılabilmektedir. Ancak yapılan MR görüntüleme çalışmaları ve klinik gözlemler, bu iki sendrom arasında önemli farklar olduğunu ortaya koymuştur. Ayırıcı tanıda en belirleyici unsur, n. hypoglossus felcinin yalnızca Reinhold sendromunda görülmesi, ancak Babinski-Nageotte sendromunda bu felcin bulunmamasıdır. Bu ayrım, doğru tanı ve tedavi yaklaşımı için klinik olarak büyük önem taşır(9-10).
- **Babinski-Nageotte Sendromu:** Medulla oblongata'nın dorsolateral bölgesinin etkilenmesi sonucu ortaya çıkan nadir fakat önemli bir beyin sapı damar tıkanıklığı sendromudur. Bu sendromun temel nedeni, genellikle arteria vertebralis'in intrakraniyal kısmında meydana gelen bir tıkanıklık sonucu oluşan iskemik inmedir. Bu durum çoğu zaman a. inferior posterior cerebelli (PICA) ve onun medullayı besleyen dallarının da etkilenmesiyle birlikte gelişir. Babinski-Nageotte sendromu, klasik lateral medüller sendroma (Wallenberg sendromu) benzer

semptomlar gösterse de, ayırt edici özelliği bu lateral lezyonun tr. corticospinalis'e kadar yayılmasıdır. Bunun sonucunda, vücudun karşı tarafında (kontralateral) hemiparezi veya hemipleji meydana gelir. Bu açıdan bakıldığında, Babinski-Nageotte sendromu, lateral medüller lezyonun bir üst formu gibi değerlendirilebilir ve literatürde sıklıkla bir intermediolateral medüller sendrom olarak tanımlanır. Bu sendromda hem lateral medüller semptomlar (örneğin yüzün ipsilateral ağrı ve ısı duysusu kaybı, bulantı, vertigo, disfaji, Horner sendromu, ataksi) hem de piramidal yol tutulumu sonucu ortaya çıkan motor kayıplar birlikte görülür. Ancak n. hypoglossus'un etkilenmemesi, bu sendromu Hemimedüller Sendrom (Reinhold Sendromu)'ndan ayıran en önemli klinik özelliktir(5-6).

1.2. Pons

Pons, diğer adıyla **pons varolii**, truncus cerebri (beyin sapı)'nin orta bölümünü oluşturur ve merkezi sinir sisteminde önemli bir geçiş ve koordinasyon merkezidir. Anatomik olarak, mesencephalon (orta beyin) ile medulla oblongata (bulbus) arasında yer alır ve arka kısmında cerebellum (beyincik) bulunur. Pons, **pedunculus cerebellaris medius** adlı kalın sinir demeti aracılığıyla cerebellum'a bağlanır; bu bağlantı sayesinde motor ve duyu bilgileri cerebelluma aktarılır (1-3).

Pons ile bulbus arasındaki sınırı, altta yer alan **sulcus bulbopontinus**, üstte mesencephalon ile olan sınırını ise **sulcus pontocruralis** oluşturur. Bu oluklardan bazı kranial sinirler çıkış yapmaktadır. Sulcus bulbopontinus'tan, önden arkaya doğru n. abducens (VI), n. facialis (VII) ve n. vestibulocochlearis (VIII) çıkar. Yukarıda yer alan sulcus pontocruralis'ten ise n. oculomotorius (III) beyin sapını terk eder (1-4).

1.2.1. Pons'un Dış Yapısı

Pons, beyin sapının orta kısmını oluşturan, yapısal ve işlevsel olarak merkezi sinir sistemine ait sinirsel ve vasküler yapıları içerisinde barındıran önemli bölgedir (1-3). Ventral yüzünün orta kısmında yer alan **sulcus basilaris** adlı olukla karakterizedir; bu oluk içerisinde a. basilaris yukarı doğru ilerler ve seyri boyunca beyin sapını ve cerebellum'u besleyen dallarını verir (1-4,5). Sulcus basilaris'in her iki yanında yer alan kabarıntılara **eminetia pyramidalis** denir ve bu kabarıntıların içerisinde kortikospinal yollar (piramidal yollar) seyreder (1-3). Bu yüzde transvers olarak seyreden liflere ise **fibræ pontis transversæ** adı verilir. Bu lifler **pedunculus cerebellaris medius**'u oluşturarak pons ile cerebellum arasında motor koordinasyon bakımından bağlantı kurarlar. Bu bağlantı yolağı aracılığı ile motor korteksten gelen bilgiler beyincik aracılığı ile

işlenmekte ve hareketler düzgün ve koordineli bir şekilde gerçekleşmektedir(2-4). Pons ile cerebellum arasına oluşan açıya angulus pontocerebellaris denir. Klinik açıdan nörolojide ve beyin cerrahisinde büyük öneme sahip olan bu bölgede n. facialis ve n. vestibulocochlearis yer almaktadır (3,7,8). Pons'un arka kısmının büyük bir bölümünü cerebellum örtmektedir. Ayrıca bu kısım dördüncü ventrikülün (ventriculus quartus) tabanı olan fossa rhomboidea'nın da üst yarımının oluşumuna katkı sağlamaktadır (1-3). Pons'un arka bölümü yanlardan pedunculus cerebellaris superior'lar ile sınırlandırılmaktadır (1-3). Her iki tarafın pedünkülleri arasında uzanan ve beyaz cevherden oluşan yapıya **velum medullare superior** denir. Medulla spinalis ve bulbus'ta yer alan sulcus medianus posterior, pons'un arka yüzünde de devam eder. Pons'un arka yüzünde bu oluşun her iki yanında yer alan kabarıntılara **eminentia medialis** denir. Bu kabarıntılar lateral taraftan **sulcus limitans** adı verilen oluklar aracılığı ile sınırlandırılırlar. Eminentia medialis'lerin alt kısmında yer alan kabarıklığa ise **colliculus facialis** denir. Burası n. facialis'e ait liflerin n. abducens'e ait nuc. nervi abducentis etrafında dolanması ile oluşan kabarıklıktır (2-4). Sulcus limitans'ın üst kısmında noradrenalin üretiminden sorumlu olan **locus caeruleus** adı verilen bölge yer alır (2-4,6). Bulbopontin bileşkede denge ile ilişkili çekirdeklerden nucleus vestibularis superior ve nucleus vestibularis lateralis yer alır. Bu çekirdeklerin arka yüzde yer aldığı bölgeye **area vestibularis** denir(3,7,8). Pons'un ön-yan yüzünde ise n. trigeminus'un (V. kranial sinir) çıktığı iki ayrı kök bulunmaktadır. Köklerden ince olanına radix motoria denir. Bu kökten çıkan lifler çiğneme kaslarının motor kontrolünü sağlar. Kalın olan köke ise radix sensoria denir. Bu kök ise yüz, kafa ve ağız bölgesinden gelen duysal bilgileri n. trigeminus'un duysal çekirdeklerine iletir (1-3).

1.2.2. Pons'un İç Yapısı

Pons, pars anterior pontis (basis pontis), pars posterior pontis (tegmentum pontis) ve bu ikisi arasında yer alan corpus trapezoideum olmak üzere üç temel anatomik bölgeden meydana gelmektedir. Pons içerisinde çeşitli çekirdekler ve sinir lifleri yer almaktadır. Bu nedenle pons motor ve duysal yolların geçişini sağlayan bir köprü görevi görmektedir (1-4).

Pars anterior pontis içerisinde kortikal yollar ve bunların arasında dağınık halde yerleşim gösteren alan nuclei pontis'ler yer almaktadır. Bu bölgede uzunlamasına seyreden lifler fibrae pontis longitudinales (fibrae corticospinales, fibrae corticonucleares, fibrae corticoreticulares ve fibrae corticopontinae) olarak adlandırılırlar. Nuclei pontis'ler yaklaşık olarak 8-10 adet çekirdeğin oluşturduğu bir nöron topluluğudur. Bu çekirdekler cortex ile cerebellum arasında ara istasyon olarak görev yaparlar. Çekirdekler arasında ise yatay konumda seyreden fibrae pontis transversae'lar bulunmaktadır. Bu lifler motor

uyarıları cerebellum'a aktararak ve böylece hareketlerin koordinasyonunda görev alır(2-4).

Pons'un arka yarısı olan pars posterior pontis (tegmentum pontis) olarak adlandırılmaktadır. Bu bölgede çekirdekler (retiküler çekirdekler, kranial sinir çekirdekleri) ve duyu-motor yollar (tractus spinocerebellaris anterior, fasciculus longitudinalis medialis, lemniscus lateralis ve lemniscus spinalis gibi çıkan ve inen yollar) yer almaktadır (1-4).

Pars anterior ile pars posterior arasında kalan bölgeye corpus trapezoideum denir. Bu bölge, işitme yollarına ait liflewrin çapraz yaptığı bölgedir. Bu bölge, işitsel bilginin her iki hemisfere iletilmesini sağlayarak ses lokalizasyonunda önemli rol oynar (3,7,8).

1.2.3. Pons'un İçerdiği Çekirdekler

Nuclei pontis: Pars anterior pontis içerisinde ve bu bölgede bulunan kortikal motor yolların arasında yer alan ve cortex'ten gelen bilgileri cerebellum'a aktaran çekirdek gruplarıdır. Bu çekirdekler, cortex'ten gelen bilgilerin cerebellum'a aktarılmasında ara istasyon görevi görürler. Bu bağlantılar sayesinde vücut hareketleri daha düzenli ve dengeli ve koordineli hale gelir (2-4).

Nuc. olivaris superior: Pons'un alt kısmında yer alan ve işitme sistemine ait önemli bir çekirdektir. Bu çekirdek, iki kulağa gelen sesler arasındaki zaman ve şiddet farkını karşılaştırarak sesin geldiği yönü belirlemeye yardımcı olur. Sesin mekânsal konumunun algılanmasında rol oynar. Böylelikle işitsel uyarıların daha hassas bir şekilde değerlendirilmesini sağlamış olur (3-7,8).

Nuclei corporis trapezoidei: Corpus trapezoideum içinde işitsel yolların çapraz yaptığı yer bulunurlar. Bu çekirdeklerin en önemli fonksiyonu nuc. cochlearis'ten çıkan liflerin karşı beyin hemisferine iletilmesinde görev almaktır. Böylelikle işitme bilgisinin her iki beyin yarım küresine dengeli biçimde iletilir. Bu sayede ses he riki kulaktan birlikte algılanır(3-7,8).

Nuclei reticulares: Pons'un tegmentum bölgesinde yer alan ve retiküler formasyonun bir parçası olan çekirdeklerdir. Bu çekirdekler, organizmanın hayati fonksiyonlarını düzenleyen otonomik sistemlerin yönetiminden sorumludur (2-4).

Locus coeruleus: Pons'un arka-yan kısmında yer alan ve noradrenalin salgılayan nöronlardan oluşan bir çekirdektir. Bilişsel ve davranışsal fonksiyonların komutasında görev alır (2-4,6).

Pedunculo pontin çekirdek (PPN): Tegmentum'un üst kısmında yer alır ve motor kontrol, duysal entegrasyon, uyanıklık hali ve yürüme gibi

fonksiyonlarla ilişkilidir. Parkinson hastalığı gibi hareket bozukluklarında çekirdeğin önemli işlevsel fonksiyonları vardır (3,4).

Nuclei lemnisci lateralis: Pons içinde yer alan ve işitme yolunun bir parçası olarak görev yapan çekirdektir. İşitme impulslarının beyin sapından kortekse iletilmesinde ve iletilen uyarının işlenmesinde görev alan bir ara merkezdir. Sesin zamanlaması ve frekans ayrımının yapılmasında etkili bir çekirdektir (3,7,8).

Tablo 3: Pons'un içerdiği çekirdeklerin konumları, işlevleri ve bağlantılı yapıları

Çekirdek Adı	Konum	Görev/Fonksiyon
Nuclei pontis	Pars anterior pontis (pons'un ön yarısı)	Korteksten gelen motor sinyalleri cerebellum'a iletmek, motor koordinasyon
Nucleus olivaris superior	Pons'un alt kısmı	İşitsel sinyallerin yönünü belirlemek, sesin mekânsal algısı
Nuclei corporis trapezoidei	Corpus trapezoideum içinde	İşitsel sinyalleri karşı hemisfere iletmek, binaural işitme
Nuclei reticulares	Tegmentum pontis (pons'un arka yarısı)	Solunum, dolaşım, bilinç, refleks gibi yaşamsal fonksiyonların düzenlenmesi
Locus coeruleus	Pons'un arka-yan kısmı (tegmentum)	Noradrenalin üretimi, uyanıklık, dikkat, stres yanıtı
Pedunculopontine nucleus (PPN)	Üst pons tegmentumu	Motor kontrol, yürüme, arousal ve duyu entegrasyonu
Nucleus lemnisci lateralis	Pons'un işitsel yol bölgesi	İşitsel bilgilerin iletimi ve işlenmesi, zamanlama ve frekans ayrımı

1.2.4. Pons'un İçerdiği Kraniyal Sinir Çekirdekleri

Nucleus motorius nervi trigemini: Fossa rhomboidea'nın derin kısımlarında yerleşim gösteren motor çekirdektir. N. mandibularis aracılığıyla gönderdiği liflerle çiğneme kaslarını (m. masseter, m. temporalis, pterygoid kaslar) uyarır. Bununla birlikte m. mylohyoideus ve m. digastricus'un venter anterior'u gibi bazı yutma ve konuşma ile ilişkili kasları da innerve eder. Çekirdeğin bozukluklarında çiğneme gücüğü ve çene deviasyonu gibi klinik durumlar ortaya çıkabilir(1-3).

Nucleus principalis (pontinus) nervi trigemini: N. trigeminus'un duyu çekirdeğidir. Baş ve yüz bölgesinden gelen dokunma ve basınç duyuları (GSA) bu çekirdeğe ulaşır. Ganglion trigeminale'de yer alan birinci nöronlar, bu

çekirdekdeki ikinci nöronları ile sinaps yaparlar. Çekirdekten çıkan aksonlar orta hattı çaprazlayarak lemniscus trigeminalis adıyla thalamus'un nuc. ventralis posteromedialis bölgesine ulaşırlar. Çekirdeğin lezyonlarında yüzün belirli bölgelerinde dokunma ve hafif mekanik duylarda azalma görülebilir (2-4).

Nucleus mesencephalicus nervi trigemini: Beyin sapında yer almasına rağmen birinci nöron gövdelerini içeren çekirdektir. Pons'un üst bölgesinden mesencephalon'a kadar uzanır. Bu çekirdeğe dişlerden, diş etlerinden, çiğneme kaslarından, temporomandibular ekleminden, yüz kaslarından ve hatta bazı göz kaslarından gelen derin duylar (proprioseptif duylar) gelir. Çekirdeğe ulaşan bilgiler çiğneme kuvvetinin ayarlanması gibi refleks hareketlerin düzenlenmesinde önem taşır(1-4-7).

Nucleus nervi abducentis: N. abducens'in (VI. kranial sinir) motor çekirdeğidir. Bu çekirdek pons'un alt kısmında, dördüncü ventrikülün tabanında yerleşim gösterir. Çekirdekten çıkan motor uyarılar m. rectus lateralis kasını innerve eder. Ayrıca bu çekirdek, fasciculus longitudinalis medialis (FLM) aracılığıyla n. oculomotorius, n. trochlearis ve n. vestibulocochlearis ile bağlantı kurarak göz hareketlerinin koordinasyonunda fonksiyon alır. Çekirdeğin lezyonlarında çift görme ve içe kayma görülür(1-3).

Nucleus nervi facialis: Pons'un alt kısmında lokalize ve nn. facialis'in motor çekirdeğidir. Çekirdekten çıkan özel visseral efferent (SVE) lifler, yüz mimik kaslarını, m. stylohyoideus ve m. digastricus'un venter posterior'unu uyarır. Ayrıca çekirdekten çıkan lifler, pons içinde nucleus nervi abducentis'in çevresinden geçerek colliculus facialis kabartıyı oluştururlar (1-3).

Nucleus lacrimalis: Nuc. salivatorius superior'un üst kısma doğru uzantısı olarak kabul edilir. N. facialis'in parasempatik çekirdeğidir. Bu çekirdekten çıkan genel visseral efferent (GVE) lifler, gl. lacrimalis, gl. nasales ve gl. palatina gibi yapılar üzerinde etkilidir (2-4).

Nucleus salivatorius superior: N. facialis'in parasempatik çekirdeğidir. Bu yapıdan çıkan GVE lifleri, gl. submandibularis ve gl. sublingualis gibi tükürük bezlerine sekresyon yaptırırlar (2-4).

Nuclei vestibulares: Dördüncü ventrikülün tabanında bulunan area vestibularis içerisinde yerleşim gösteren çekirdeklerdir (Bakınız bölüm 1.1.4.) (3,7,8).

Nuclei cochleares: Pedunculus cerebellaris inferior'un lateralinde işitme yolunun ikinci nöronlarının bulunduğu nuc. cochlearis anterior ve nuc. cochlearis posterior adlı iki çekirdektir. Bu çekirdeklerin işlevi, sesin frekans, yoğunluk ve yönüne dair bilgilerin işlenmesidir (Bakınız bölüm 1.1.4.) (3,7,8).

Tablo 4: Pons'un içerdği kraniyal sinir çekirdeklerinin konumları, işlevleri ve bağlantılı yapıları

Çekirdek Adı	Konumu	İşlevi	İlgili Lifler / Sistem	Bağlantılı Yapılar
Nucleus spinalis nervi trigemini	Decussatio lemniscorum düzeyinde, C3–pons arası, tuberculum trigeminale	Baş ve yüzün ağrı-ısı duyularının ikinci nöronlarını içerir	Tractus spinalis nervi trigemini	Medulla spinalis, pons
Nucleus tractus solitarius	Medulla oblongata boyunca	Tat ve visseral duyuların aktarımı	Visseral afferent lifler	Tat reseptörleri, iç organlar
Nucleus ambiguus	Medulla oblongata	Pharynx, larynx ve damak kaslarının motor innervasyonu	Özel visseral efferent lifler	Pharynx, larynx kasları
Nucleus dorsalis nervi vagi	Medulla oblongata	İç organ kas ve bezlerinin parasempatik kontrolü	Genel visseral efferent lifler	Oropharynx, laryngopharynx, iç organlar
Nucleus salivatorius inferior	Medulla oblongata, n. glossopharyngeus ile ilişkili	Parotis ve nazofarinks bezlerinin parasempatik kontrolü	Genel visseral efferent lifler	Gl. parotidea, gll. palatinae
Nucleus nervi hypoglossi	Medulla oblongata	Dil kaslarının motor innervasyonu (palatoglossus hariç)	Genel somatik efferent lifler	Dil kasları
Nuclei vestibulares	Bulbus ve bulbopontin birleşme alanı	Denge bilgisini alır, çeşitli merkezlere iletir	Tractus vestibulospinalis, vestibulocerebellaris, FLM	Cerebellum, medulla spinalis, göz kasları
Nuclei cochleares	Pedunculus cerebellaris inferior'un ön kısmı, recessus lateralis	İşitme bilgisinin kortikal merkezlere iletimi	İşitme yolları, korti organı	Corti organı, işitme korteksi (Brodmann 41-42)

1.2.5. Pons'tan Geçen Yollar

- 1. Fibrae pontis longitudinales:** Pons'un içinde vertikal (uzunlamasına) seyreden ve büyük ölçüde korteksten inen motor yolları oluşturan sinir lifleridir. Bu grup, üç ana bileşene ayrılır:

-**Fibrae corticospinales:** Motor korteksten (özellikle Brodmann alanı 4 – primer motor korteks) başlayan bu lifler, pons içinden geçerek medulla oblongata'ya ulaşır ve burada decussatio pyramidalis'i oluşturarak karşı tarafa geçer. Daha sonra omurilikte devam eder. Bu yol, kol ve bacak kaslarının istemli motor hareketlerini sağlar. Hasarında istemli hareketlerde zayıflık veya felç gelişir (1-4).

-**Fibrae corticonucleares:** Motor korteksten çıkarak beyin sapındaki kranial sinir çekirdeklerine ulaşan yoldur. Bu lifler, özellikle yüz, baş ve boyun kaslarının motor kontrolünde görevli çekirdeklerle sinaps yapar. İstemli yüz mimikleri, konuşma ve yutma gibi işlevleri düzenler. Lezyon durumunda yüz kaslarında zayıflık veya asimetri gözlemlenebilir (2-4).

-**Fibrae corticoreticulares:** Motor korteksten çıkar ve pons'taki retiküler formasyon çekirdeklerine ulaşır. Bu bağlantı, motor hareketlerin ince ayarının yapılması, kas tonusunun düzenlenmesi ve postüral kontrol için önemlidir. Ayrıca otomatik motor hareketlerin (örneğin yürüme sırasında kol sallama) organizasyonunda görev alır (2-4).

2. **Fibrae pontis transversae:** Pons'tan yatay (transvers) olarak geçen lif demetleridir. Bu lifler, çoğunlukla kortikopontin liflerin pons çekirdeklerinde sonlandıktan sonra karşı tarafa geçip serebelluma yönelmesiyle oluşur (3,7,8).

-**Fibrea pontocerebellares:** Korteksten gelen bilgilerin serebelluma iletilmesini sağlar. Bu sistem, motor planlamanın ve hareket koordinasyonunun düzenlenmesinde kritik rol oynar. Lifler, orta serebellar pedikül aracılığıyla karşı serebellar hemisfere geçer. Bu yapı sayesinde cerebellum, vücut pozisyonu ve hareket hakkında bilgi edinir (1-4).

3. **Lemniscus medialis:** Bu yol, dokunma, basınç ve propriosepsiyon duyularını taşıyan önemli bir sensör yoludur. Medulla oblongata'daki nuc. gracilis ve nuc. cuneatus'ta sonlanan lifler, burada çapraz yaparak lemniscus medialis'i oluşturur ve pons'tan geçerek thalamus'a (nuc. ventralis posterolateralis) ulaşır. Özellikle ekstremitelerden gelen derin duyuların kortekse iletiminde hayati öneme sahiptir (2-4,7,8).
4. **Lemniscus lateralis:** İşitme sistemi ile ilgili bir yoldur. Nuc. cochlearis'te başlayan işitsel sinyallerin bir kısmı çapraz yaparak lemniscus lateralis yoluyla colliculus inferior'a gider. Bu yapı, işitme duyusunun beyin sapı düzeyindeki iletiminde rol oynar. Özellikle sesin şiddeti, yönü ve zamanlamasına dair bilgileri işler (3,7,8).

5. **Lemniscus spinalis:** Ağrı, sıcaklık ve kaba dokunma duyularını taşıyan bir yoldur. Bu lifler, medulla spinalis'te çapraz yaptıktan sonra beyin sapına yükselir ve pons'tan geçerek thalamus'a ulaşır. Bu sistemin lezyonları, karşı vücut yarısında ağrı ve ısı duyusunda kayıpla sonuçlanır (1-4).
6. **FLM:** Göz hareketlerinin koordinasyonunda görev yapan önemli bir bağlantı yoludur. Özellikle n. oculomotorius, n. trochlearis ve n. abducens kraniyal sinir çekirdeklerini birbirine bağlar. Ayrıca vestibüler çekirdeklerden gelen denge ile ilgili bilgilerle entegredir. Baş ve göz hareketlerinin senkronizasyonunu sağlar. Lezyonlarında internükleer oftalmopleji görülür (2-4,7,8).
7. **Tractus tectospinalis:** Colliculus superior'dan başlayan bu yol, görsel ve işitsel uyaranlara yanıt olarak baş ve boyun kaslarını aktive eder. Bu refleks yol sayesinde ani ışık veya ses uyarılarına karşı başın yönelmesi sağlanır. Özellikle postüral reflekslerde ve çevresel tehlikelere hızlı yanıt vermede işlev görür (1-3).

1.2.6. Klinik

Pons, solunum ritmini düzenleyen pontin solunum merkezlerini içerir (apneustik ve pneumotaksik merkezler). Bu yapılar, medulla oblongata'daki solunum merkezleriyle birlikte çalışarak düzenli solunum ritmini sağlar. Hasarında solunum bozuklukları, apne ve yaşamı tehdit eden durumlar ortaya çıkabilir (2-5). Pons, hem inen hem de çıkan yolların geçtiği bir merkezdir. Bu yolların etkilenmesi, karşı vücut yarısında motor kayıplar (hemiparezi) veya duyu kayıplara (ağrı, ısı, dokunma duyusu kaybı) yol açabilir (5,6,9,10).

- Pons içerisinde yer alan kraniyal sinir çekirdeklerinin etkilenmesi, spesifik nörolojik sendromlara neden olur:

N. trigeminus (V): Yüzde duyu kaybı, çiğneme güçlüğü.

N. abducens (VI): Gözde medial deviasyon (içe kayma), diplopi (çift görme).

N. facialis (VII): Yüz felci, tat kaybı, salya ve gözyaşı üretiminde bozulma.

N. vestibulocochlearis (VIII): Denge bozukluğu, baş dönmesi, işitme kaybı (3,5,7,8).

- Pontin Sendromlar: Pons bölgesinde yer alan yapısal lezyonlara bağlı olarak ortaya çıkan klinik belirti kümeleridir. Bu sendromlar genellikle damar tıkanıklıkları (özellikle a. basilaris) ya da beyin sapı tümörleri, travmalar ve demiyelinizan hastalıklar sonucunda meydana gelir. Bu

sendromlarda, hem kraniyal sinir çekirdeklerinin hem de uzun yolların etkilenmesi nedeniyle tipik olarak ipsilateral kraniyal sinir felçleri ve kontrlateral vücut motor/duyusal kayıpları birlikte görülür. Bu duruma çapraz (alternan) hemipleji denir (5,6,9,10).

Foville Sendromu: Ponsun dorsal (arka) bölümünde meydana gelen bir lezyon sonucu ortaya çıkan nörolojik bir sendromdur. Genellikle a. basilaris'in paramedian dallarının tıkanması ile oluşur. Bu sendrom, hem kraniyal sinir tutulumları hem de uzun motor yolların etkilenmesi ile karakterizedir. Nuc. nervi abducentis, n. facialis (çekirdeği veya lifleri), tr. corticospinalis ve pontin paramedian retiküler formasyon tutulur. Nuc. nervi abducentis'in etkilenmesine bağlı olarak ipsilateral gözde dışa bakış kaybı (göz içe deviasyon), pontin paramedian retiküler formasyon tutulumuna bağlı olarak horizontal konjüge bakış felci (her iki göz aynı tarafa dönemez), n. facialis çekirdeği veya liflerinin tutulumuna bağlı olarak ipsilateral yüz felci (periferik tip) ve tractus corticospinalis'in tutulumuna bağlı olarak kontralateral hemiparezi (vücutta karşı taraf felci) görülür (5,9,10).

Millard-Gubler Sendromu: Pons'un ventral (ön) kısmında meydana gelen bir lezyon sonucu ortaya çıkan klasik bir beyin sapı sendromudur. Özellikle a. basilaris'in paramedian dallarının tıkanmasıyla oluşur ve karakteristik olarak ipsilateral kraniyal sinir felci ile birlikte kontralateral vücut felci (alternan hemipleji) görülür. N. abducens (çekirdeği veya çıkış lifleri), nuc. nervi facialis, tr. corticospinalis tutulur. N. abducens tutulumuna bağlı olarak gözde dışa bakış kaybı (göz içe deviasyon), n. facialis tutulumuna bağlı olarak ipsilateral yüz felci ve tr. corticospinalis tutulumuna bağlı olarak kontralateral hemiparezi görülür (5,9,10).

Raymond Sendromu: Pons'un ventromedial (ön-iç) kısmında oluşan sınırlı bir beyin sapı lezyonuna bağlı gelişen nadir ama klasik bir pontin sendromudur. Bu sendromda özellikle n. abducens ve tr. corticospinalis etkilenir. Diğer pontin sendromlardan farkı, n. facialis'in bu sendromda genellikle etkilenmemesidir (5,9,10)..

- Pons, cerebellum ile güçlü bağlantılara sahiptir. Bu bağlantıların bozulması, ataksi, denge bozukluğu ve istemsiz kas hareketlerine neden olabilir (3,7,8).
- Pons, a. basilaris ve onun dalları tarafından beslenir. Bu damarların tıkanması veya anevrizması ciddi beyin sapı felçlerine, solunum durmasına ve ölümcül tablolara yol açabilir.

- Pons, multipl skleroz gibi santral sinir sistemi hastalıklarında da sıklıkla etkilenir. Bulbar belirtiler, diplopi, yüz parestezileri ve koordinasyon bozuklukları görülebilir.
- Pons tümörleri (özellikle çocukluk çağında görülen beyin sapı gliomları) genellikle kötü prognozludur. Ayrıca kafa travmalarında beyin sapı etkilenmeleri bilinç kaybı, pupilla refleksi kaybı ve yaşamı tehdit eden durumlarla sonuçlanabilir (5,6,9,10)

1.3. Mesencephalon

Mesencephalon, beyin sapının en üstte yer alan ve en kısa bölümüdür. Yaklaşık 2 cm uzunluğunda olup, pons'un üstünde, diencephalon'un (thalamus, hipotalamus) ise altında yer alır. Beynin ön tarafında cortex cerebri ile, arka tarafında ise cerebellum ve medulla spinalis ile bağlantı kurar (1-4).

1.3.1. Mesencephalon'un Dış Yapısı

Mesencephalon, beyin sapının en üst kısmını oluşturur. Yaklaşık 2 cm uzunluğundadır. Pons ile mesencephalon arasındaki sınırı, ön yüzeyde **sulcus pontocruralis** adlı oluk, arka yüzeyde ise her iki yandan çıkan n. trochlearis (IV. kraniyal sinir) oluşturur (1-4). Mesencephalon'un ön yüzünde görülüne kalın ayak şeklindeki yapılara **crus cerebri** ya da **pedunculus cerebri** denir. Bu yapının içinden geçen motor yollar beyin korteksi ile beyin sapı, cerebellum ve medulla spinalis arasındaki bağlantıyı sağlar. İki crus cerebri arasında kalan çöküntülü bölgeye **fossa interpeduncularis** denir. Bu çöküntünün tabanında yer alan delikli alana ise **substantia perforata posterior** denir. Bu delikli görünüm, perforan damarların bu alandan geçerek çevre yapılara ulaşmasından kaynaklanır (1-4,5). Aynı bölgenin en alt kısmından, sağlı sollu olarak n. oculomotorius (III. kraniyal sinir) çıkar. N. oculomotorius, göz kaslarının büyük kısmını innerve ederek göz hareketlerinin kontrolünde görev alır (1-4).

Mesencephalon'un arka yüzü, özellikle refleks merkezleri açısından önem taşır. Bu bölgede yer alan dört yuvarlak çıkıntıdan üstteki ikisi **colliculus superior**, alttaki ikisi ise **colliculus inferior** olarak adlandırılır. Bu dört yapıya birlikte corpus quadrigeminale ya da **lamina tecti** denir. Bu kısım, mesencephalon'un arka bölümü olan tectum içerisinde yer alır. Colliculus superior, görsel uyarıların işlenmesi ve görsel reflekslerin düzenlenmesinde görev yapar. Colliculus superior, brachium colliculi superioris aracılığı ile corpus geniculatum laterale'ye bağlanır. Colliculus inferior ise, işitsel uyarıların ilkel düzeyde işlenmesinden sorumludur ve bu yapıdan çıkan lifler brachium colliculi inferioris üzerinden corpus geniculatum mediale'ye ulaşır (3,7,8). Mesencephalon'un arka yüzeyinden sadece n. trochlearis beyin sapını terk eder.

Bu sinir colliculus inferior düzeyinden çıkar ve gözün m. obliquus superior adlı kasını innerve ederek özellikle aşağı ve dışa doğru bakış hareketlerinde görev alır (1-4).

1.3.2. Mesencephalon'un İç Yapısı

Mesencephalon'un iç yapısı, önden arkaya doğru **crus cerebri**, **tegmentum mesencephali** ve **tectum mesencephali** olmak üzere 3 kısımda incelenir (1-4). **Crus cerebri**, en önde yer alan kısımdır ve burası büyük motor yolların geçtiği bir bölgedir ve korteksten çıkan kortikospinal, kortikobulber ve kortikopontin lifleri içerir. Bu yollar, isistemli kas hareketlerinin ve motor koordinasyonun sağlanmasından sorumludurlar (1-3). **Crus cerebri**'nin arkasında yer alan koyu pigmentli ve yarım ay şeklinde görülen kısma **substantia nigra** denir. **Substantia nigra**, ekstrapiramidal sistemin önemli bir parçasıdır ve motor kontrolün sağlanmasında rol oynar (2-4).

Substantia nigra ile **aqueductus mesencephali** arasında kalan bölge **tegmentum mesencephali** olarak adlandırılır. Bu bölüm içerisinde çeşitli çekirdekler (**nuc. ruber**, **nuc. reticularis**, çeşitli kraniyal sinir çekirdekleri (CN III ve CN IV)) bazı duyu ve motor yolları (**lemniscus medialis**, **tr. spinothalamicus** ve **fasciculus longitudinalis medialis (FLM)**) bulunur.

Nuc. ruber, kırmızımsı bir görünüme sahiptir ve bu çekirdek kas tonusunun düzenlenmesinden sorumludur. **Tegmentum**, hem afferent hem efferent sinyallerin işlendiği, merkezi bir koordinasyon bölgesidir (1-4). **Mesencephalon**'un merkezinde yer alan **aqueductus cerebri**, üçüncü ve dördüncü ventrikülleri birbirine bağlayan dar bir kanaldır ve tıkanması durumunda hidrosefali gibi ciddi patolojilere yol açabilir (1-4,5).

1.3.3. Mesencephalon'un İçerdiği Çekirdekler

Substantia Nigra: **Substantia nigra**, **mesencephalon**'un ventral (ön) kısmında, **crus cerebri** ile **tegmentum** arasında yer alan ve melanin içeriği sayesinde koyu renkli görünen önemli bir çekirdektir. **Substantia nigra**, ekstrapiramidal sistemin bir parçası olarak özellikle istemsiz motor hareketlerin kontrolünde görev alır. **Pars compacta** ve **pars reticularis** olmak üzere 2 bölümden oluşur. **Pars compacta** kısmını dopaminerjik nöronlar oluştururlar ve motor hareketlerin başlatılmasında kritik rol oynar. Bu nöronlar dopamin sentezinden sorumludurlar. **Pars reticularis** GABA-erjik nöronlardan oluşur. **Pars compacta**'nın dejenerasyonu, Parkinson hastalığı gibi motor bozukluklara sebep olabilir (2-4,6). **Pars reticularis** ise inhibitör özellikteki GABA-erjik nöronları içerir.

Nucleus Ruber: Nuc. ruber (kırmızı çekirdek), substantia nigra'nın dorsalinde, tegmentumun iç kısmında yer alan oval ve kırmızımtırak bir yapıdır. Rengini içerdiği demir pigmentlerinden alır. Ekstrapiramidal sistemle ve cerebellum ile güçlü bağlantılar kurar. Özellikle kas tonusunun düzenlenmesi, postürün korunması ve kaba motor hareketlerin koordinasyonu gibi görevlerde rol oynar. Nuc. ruber, tr. rubrospinalis aracılığıyla omurilikteki motor nöronlara etki eder. Aynı zamanda korteks ve cerebellum'dan gelen bilgileri entegre ederek, ince motor kontrolün sağlanmasında destekleyici bir rol üstlenir (2-4).

Nucleus Pretectalis: Nuc. pretectalis, mesencephalon'un dorsalinde, colliculus superior ile thalamus arasında, aqueductus cerebri'nin önünde yer alan küçük ama işlevsel olarak önemli bir çekirdektir. Bu yapı özellikle görsel reflekslerin, özellikle de pupilla ışık refleksinin düzenlenmesinde görev yapar. Işık uyarısı retina aracılığıyla bu çekirdeğe ulaştığında, nuc. pretectalis üzerinden Edinger-Westphal çekirdeklerine sinyal gönderilir. Bu da pupillanın kasılarak ışığa yanıt vermesini sağlar. Bu mekanizma sayesinde direkt ve konsensüel (indirekt) pupilla ışık refleksi gerçekleşir. Bu çekirdeğin lezyonu, ışık refleksinin kaybına veya bozulmasına sebep olabilir (2-4).

Retiküler Formasyon Çekirdekleri: Retiküler formasyon, mesencephalon dahil olmak üzere tüm beyin sapı boyunca uzanan karmaşık bir nöron ağıdır. Mesencephalon'daki retiküler çekirdekler, özellikle bilinç durumu, uyanıklık, dikkat, motor reflekslerin modülasyonu ve otonomik düzenleme gibi işlevlerde görev alır. Ayrıca ağrı iletimini düzenleyen bazı inhibitör sistemlerin de kaynağıdır. Bu çekirdekler korteks, hypothalamus, cerebellum, medulla spinalis ve diğer beyin sapı çekirdekleriyle yoğun bağlantılar kurarak merkezi sinir sisteminin birçok işlevini koordine eder. Bu sistemin hasarında bilinç bozuklukları, kas tonusu kaybı, reflekslerde zayıflama ve otonomik dengesizlikler görülebilir (2-4,6).

Tablo 5: Pons'un içerdği çekirdeklerin konumları, işlevleri ve bağlantılı yapıları

Çekirdek Adı	Konumu	Görevi	Klinik Önemi
Substantia Nigra	Crus cerebri ile tegmentum arasında	Motor kontrol, dopamin üretimi	Pars compacta dejenerasyonu □ Parkinson hastalığı
Nucleus Ruber	Tegmentum içinde, substantia nigra'nın dorsalinde	Kas tonusu ve kaba motor hareketlerin koordinasyonu	Motor koordinasyon bozuklukları
Nucleus Pretectalis	Colliculus superior ile talamus arasında, aqueductus cerebri'nin önünde	Pupilla ışık refleksinin düzenlenmesi	Işık refleksinde bozulma, konsensüel refleks kaybı
Retiküler Formasyon Çekirdekleri	Tegmentum boyunca yaygın	Bilinç, dikkat, refleks ve otonom kontrol	Bilinç kaybı, refleks bozuklukları, tonus kaybı

1.3.4. Mesencephalon'un İçerdiği Kraniyal Sinir Çekirdekleri

Nucleus nervi oculomotorii (nuc. motorius nervi oculomotorii): N. oculomotorius'un somatik motor (GSE) çekirdeğidir. Çekirdekten çıkan lifler, nuc. ruber'in içinden geçerek fossa interpeduncularis'ten beyin sapını terk ederler. Beyin sapını terk eden lifler fissura orbitalis superior aracılığıyla orbita içerisine girerler. Ekstrinsik göz kaslarından m. rectus superior, m. rectus medialis, m. rectus inferior, m. obliquus inferior ve m. levator palpebrae superior'u uyarırlar. Bu çekirdeğin lezyonu, göz hareketlerinde bozulma, göz kapağı düşüklüğü (pitozis) ve diplopi gibi klinik durumlara neden olabilir (1-4).

Nucleus oculomotorius accessorius (Edinger-Westphal çekirdeği, nuc. autonomicus, nuc. visceralis): N. oculomotorius'un parasempatik çekirdeğidir ve nuc. nervi oculomotorii'nin arkasında, tegmentum mesencephali'de lokalizedir. Çekirdekten çıkan GVE (genel visseral efferent) lifler, n. oculomotorius'un alt dalı (ramus inferior) ile birlikte orbita içerisine girer. Bu lifler, bir bağlantı dalı aracılığıyla ganglion ciliare'ye ulaşır. Buradan çıkan nn. ciliares breves, pupilla ve lensle ilgili düz kasları (m. sphincter pupillae (pupilla daralması) ve m. ciliaris'i (akomodasyon)) innerve eder. Bu çekirdek, pupilla ışık refleksi ve akomodasyon refleksi gibi reflekslerde görev almaktadır. Hasarında ışığa tepki kaybı (midriyazis) ve yakın görme zorluğu görülür (2-4).

Nucleus nervi trochlearis: Bu çekirdek, colliculus inferior düzeyinde, tegmentum mesencephali'nin arka bölümünde lokalizedir ve n. trochlearis'in somatik motor (GSE) çekirdeğidir. Çekirdekten çıkan lifler, beyin sapının arka (dorsal) yüzeyinden çıkar ve çapraz yaparak karşı tarafa geçer. Beyin sapını terk ettikten sonra orbitaya ulaşan lifler m. obliquus superior kasını uyarırlar.

Bu kas, gözüün aşağı ve dışa hareketinden sorumludur. Çekirdeğin veya sinirin hasarında göz yukarı ve içe doğru kayar, diplopi ve baş eğme kompensasyonu (tilt) gibi semptomlar gelişebilir (1-4).

Nucleus mesencephalicus nervi trigemini: Bu çekirdek, tegmentum mesencephali içinde, substantia grisea centralis'in dış yanlarında lokalizedir. N. trigeminus (V. kraniyal sinir)'un propriosepsiyonla ilgili bölümüdür ve baş, yüz, çene ve ağız içi yapılardan gelen derin duyu bilgilerini alır. Özellikle çiğneme kaslarından, periodontal ligamanlardan ve temporomandibular eklemden gelen bilgiler burada işlenir. Bu çekirdek, çiğneme kuvvetinin ayarlanması gibi reflekslerde önemli rol oynar (Bakınız bölüm 1.2.4.) (2-4).

Tablo 6: Mesencephalon'un içerdiği kraniyal sinir çekirdeklerinin konumları, işlevleri ve bağlantılı yapıları

Çekirdek Adı	İlgili Sinir	Konum	Görevi	Klinik Önemi
Nucleus nervi oculomotorii	N. oculomotorius (III)	Colliculus superior hizası	Göz kaslarını (dış kaslar) motor olarak innerve eder.	Pitozis, göz hareketlerinde kısıtlılık, diplopi
Nucleus oculomotorius accessorius	N. oculomotorius (III)	Nucleus oculomotorii'nin arkasında	Pupilla ve lens kaslarını parasempatik olarak kontrol eder.	Midriyazis, ışık refleksi kaybı, akomodasyon bozukluğu
Nucleus nervi trochlearis	N. trochlearis (IV)	Colliculus inferior hizası	M. obliquus superior'u motor olarak innerve eder.	Diplopi, baş eğme kompensasyonu
Nucleus mesencephalicus nervi trigemini	N. trigeminus (V)	Substantia grisea centralis çevresi	Yüz ve çiğneme kaslarından gelen proprioseptif bilgileri alır.	Çiğneme kuvvetinde bozulma, reflekslerde zayıflık

1.3.5. Mesencephalon'dan Geçen Yollar

- Fibrae corticospinales:** Vücudun istemli motor hareketlerinden sorumlu, motor korteksten başlayan ve medulla spinalis'e inen liflerdir (1-3).
- Fibrae corticonucleares:** Korteksten beyin sapındaki kraniyal sinir çekirdeklerine uzanan ve yüz, dil, farinks ve larenks kaslarının kontrolünü sağlayan liflerdir (2-4).

3. **Fibrae corticopontinae:** Motor korteksten pons'a ulaşan liflerdir. Bu lifler buradan ikinci nöronlar aracılığıyla cerebellum'a yönelirler. Hareketlerin planlanmasında ve koordinasyonunda görev alır (1-4).
4. **Lemniscus medialis:** Medulla'daki nuc. gracilis ve nuc. cuneatus'tan gelen ikinci nöronların oluşturduğu duysal bir yoldur. Dokunma, basınç ve propriosepsiyon duyularını thalamus'a taşırlar (2-4,6).
5. **Lemniscus lateralis:** İşitsel bilginin iletiminden sorumlu yoldur. Kohlear çekirdeklerden başlayarak colliculus inferior ve corpus geniculatum mediale'ye ulaşrlar (3,7,8).
6. **Lemniscus spinalis:** Ağrı ve ısı duyularını taşıyan bir yol sistemidir. Kontrlatelateral tarafa çapraz yaparak mesencephalon üzerinden thalamus'a ulaşrlar (1-4).
7. **FLM:** Göz kaslarını kontrol eden III, IV ve VI. kraniyal sinir çekirdeklerini birbirine bağlar. Baş ve göz hareketlerinin koordinasyonunu sağlar. Vestibüler sistemle ilişkilidir (2-4,6).
8. **Tractus rubrospinalis:** Nuc. ruber'den çıkan liflerin medulla spinalis'teki motor nöronlara ulaştığı motor bir yoldur. Kas tonusunu ve özellikle üst ekstremité hareketlerini düzenler (2-4).
9. **Tractus rubroreticularis:** Nuc. ruber ile retiküler formasyon arasında bağlantı kuran ve motor reflekslerin ve tonusun düzenlenmesinde rol oynayan liflerdir (2-4).
10. **Tractus tectospinalis:** Colliculus superior'dan çıkarak servikal omurilik segmentlerine uzanan görsel uyarılara karşı baş ve boyun reflekslerini koordine eden liflerdir (1-3).
11. **Tractus tectonuclearis:** Tectum (özellikle colliculus superior) ile kraniyal sinir çekirdekleri arasındaki bağlantıyı sağlar. Göz ve baş reflekslerinde etkilidir (1-3).
12. **Fasciculus longitudinalis posterior:** Hypothalamus ile otonom merkezler arasında bağlantı kurar. Otonomik yanıtların merkezi düzenlenmesinde rol oynar. Limbik sistem ve beyin sapı arasında iletişim sağlar (2-4,6).

1.3.6. Klinik

Mesencephalon (orta beyin), beyin sapının en kısa ama fonksiyonel olarak en karmaşık bölümlerinden birisidir. İçerisinde bulunan motor ve duyu yolları, kraniyal sinir çekirdekleri, ekstrapiramidal çekirdekler (özellikle substantia

nigra ve nucleus ruber) ve refleks merkezleri, bu yapıyı klinik açıdan oldukça önemli hale getirir (2-4,5,6).

- Mesencephalon, n. oculomotorius ve n. trochlearis'in çekirdeklerine ev sahipliği yapar. Bu çekirdeklerde meydana gelen lezyonlar sonucunda pitozis (göz kapağı düşüklüğü), diplopi (çift görme) ve göz hareketlerinde kısıtlılık gibi klinik belirtiler ortaya çıkar. Aynı zamanda parasempatik liflerin etkilenmesi sonucu midriyazis (pupilla genişlemesi) gelişebilir (2-4,5).
- Mesencephalon'un içinde yer alan substantia nigra'nın dejenerasyonu, Parkinson hastalığının temel patofizyolojisini oluşturur. Hastalarda bradikinezi (hareketlerde yavaşlama), rijidite (katılık) ve tremor (titreme) gibi belirtiler görülür (2-4,6).
- Fasciculus longitudinalis medialis (FLM), göz kaslarını kontrol eden çekirdekler arasında koordinasyonu sağlar. Bu yapının lezyonu internükleer oftalmoplejiye neden olur (4,6).. Bu durumda, bir göz içe bakamazken karşı gözde nistagmus oluşur. Özellikle Multipl Skleroz hastalarında sık görülür.
- Mesencephalon'da yer alan retiküler formasyon, uyanıklık ve bilinç düzeyini ayarlayan yapılar arasındadır. Bu bölge hasar gördüğünde bilinç bulanıklığı, somnolans (aşırı uyku hali) ve ağır olgularda koma gelişebilir (2-4,6).
- Colliculus superior ve colliculus inferior, mesencephalonun arka yüzünde yer alır ve sırasıyla görsel ve işitsel reflekslerle ilgilidir. Bu bölgelerin hasarında ışığa yönelme, sese tepki verme gibi reflekslerde bozulmalar meydana gelebilir.
- Mesencephalon'dan geçen önemli duyu yolları (lemniscus medialis, spinalis ve lateralis) bu bölgedeki lezyonlardan etkilenebilir. Sonuç olarak vücudun karşı tarafında dokunma, vibrasyon, ağrı ve ısı duyularında azalma veya kayıp gözlenebilir.
- Mesencephalon'a ait sendromlar genellikle hem ipsilateral kraniyal sinir felci hem de kontrateral hemiparezi gibi bulgularla seyreder. Weber Sendromu, Benedikt Sendromu ve Claude Sendromu bu tip sendromlara örnektir. Genellikle damarsal nedenlerle veya tümörlerle ilişkilidir.

Weber Sendromu: Mesencephalon'un ventral kısmının harabiyetidir. Tutulum, n. oculomotorius ve crus cerebri'dedir. N. oculomotorius'un tutulumuna bağlı olarak, aynı taraf göz kaslarında felç, gözde dışa şaşılık, göz kağı düşüklüğü (ptosis), midriasis ve ışık-akomodasyon reflekslerinde

kayıp görülür. Tractus corticospinalis'in tutulumuna bağlı olarak kontralateral hemipleji görülür. Tractus corticonuclearis'lerin tutulumuna bağlı olarak yüzün ¼ alt tarafındaki kaslarda üst motor nöron felci görülür (5,6,9,10).

Benedict Sendromu: Mesencephalon'un tegmentum kısmının medialinin harabiyeti sonucu gelişir. N. oculomotorius, nuc. ruber ve tr. corticospinalis'i tutar. N. oculomotorius'un tutulumuna bağlı olarak aynı taraf göz kaslarında felç, lemniscus medialis tutulumuna bağlı olarak kontralateral istem dışı hareketler (tremor, kore ve atetoz) ve lemniscus spinalis tutulumuna bağlı olarak kontralateral hemianestezi görülebilir (5,6,9,10).

Claude Sendromu: Mezenkefalonun tegmentum bölgesini etkileyen bir beyin sapı sendromudur ve genellikle posterior serebral arterin paramedian dallarının tıkanması sonucu ortaya çıkar. Bu sendromda özellikle nucleus ruber, superior cerebellar pedikül lifleri ve n. oculomotorius'un çekirdekleri veya çıkan lifleri etkilenir. Klinik olarak ipsilateral (lezyon tarafındaki) üçüncü kraniyal sinir felci ile karakterizedir; bu da göz kapağında düşüklük (ptozis), pupilla genişlemesi (midriyazis), ışık refleksinin kaybı ve gözde dışa-aşağıya kayma gibi belirtilerle kendini gösterir. Aynı zamanda kontralateral (karşı taraf) ataksi ve koordinasyon bozuklukları da görülür; bu, nucleus ruber ve serebellar bağlantıların etkilenmesine bağlı olarak gelişir. Claude sendromu, hem kraniyal sinir hem de ekstrapiramidal sistem belirtilerinin birlikte görüldüğü bir tablo olması açısından klinik açıdan ayırt edicidir ve diğer mezensefalik sendromlarla (Weber, Benedikt) karşılaştırmalı olarak değerlendirilmelidir (2-4,5,6).

Parinaud Sendromu=Slyvius kanal sendromu=Pretektal sendrom: Lezyon pretektal ve kolliküler bölgededir. Pupilla çapı anomalilikleri, her iki gözde yukarı bakış kısıtlılığı (vertikal bakış parezisi), gözlerin birbirine doğru sıçrama hareketi (konverjans-retraksiyon nistagmusu) görülür (2-4,5,6).

Kaynakça

1. Standring S, editor. Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice. 42nd ed. London: Elsevier; 2020.
2. Nolte J, Angevine JB. The Human Brain: An Introduction to its Functional Anatomy. 7th ed. Philadelphia: Mosby/Elsevier; 2016.
3. Snell RS. Clinical Neuroanatomy. 7th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2010.
4. Haines DE. Neuroanatomy: An Atlas of Structures, Sections, and Systems. 9th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2018.
5. Caplan LR. Posterior Circulation Disease: Clinical Findings, Diagnosis, and Management. Oxford: Blackwell Science; 1996.
6. Kim JS. Medial medullary infarction. Neurology. 2003;61(5):687-694.
7. Baloh RW, Halmagyi GM, editors. Disorders of the Vestibular System. New York: Oxford University Press; 1996.
8. Brandt T. Vertigo: Its Multisensory Syndromes. 2nd ed. London: Springer; 1999.
9. Terao S, Takahashi A, Mitsuma T. Hemimedullary (Reinhold) syndrome: clinical and MRI findings. Eur Neurol. 1994;34(6):313-318.
10. Bogousslavsky J, Maeder P, Regli F. Babinski-Nageotte syndrome: clinical features and vascular mechanisms. Cerebrovasc Dis. 1998;8(4):204-210.
11. Moore's Essential Clinical Anatomy - Google Books. Accessed June 17, 2025.
12. Erzurumlu R, Sengul G, Ulupinar E. Human Neuroanatomy. Elsevier; 2024.
13. Arifoglu Y. Her Yönüyle Nöroanatomi. İstanbul Tıp Kitabevi; 2022.
14. Taner D, Cumhuri M, Sargon ME, et al. Fonksiyonel nöroanatomi. ODTÜ Geliştirme Vakfı; 2008.
15. Figen Gövsa Gökmen. Sistemantik Anatomi. 1st ed. İmir Güven Kitabevi; 2008.
16. Büyükmumcu, M., Uysal, İ. İ., & Doğan, N. Ü. (2021). Sistemantik Nöroanatomi.

