



# Vertebrobaziller Sistemdeki Varyasyonların Klinik ve Cerrahi Önemi: Anatomik Çalışma

## *Clinical and Surgical Importance of Variations in the Vertebrobasilar System: Anatomical Study*

Selim KAYACI<sup>1</sup>, Kadir KOTİL<sup>2</sup>, Yılmaz ÜÇÜNCÜ<sup>3</sup>, Mehmet Faik ÖZVEREN<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Nöroşirürji Anabilim Dalı, Rize, Türkiye

<sup>2</sup>Arel Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Nöroşirürji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

<sup>3</sup>Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Rize, Türkiye

<sup>4</sup>Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nöroşirürji Kliniği, Ankara, Türkiye

Yazışma Adresi: Selim KAYACI / E-posta: selim\_kayaci@hotmail.com

### ÖZ

**AMAÇ:** Bu çalışmanın amacı, vertebrobaziller sistemdeki (VBS) anatomik varyasyonları araştırmak, bunların klinik ve cerrahi girişimler açısından önemini vurgulamaktır.

**YÖNTEM ve GEREÇ:** Çalışmada rutin otopside elde edilen yirmi sekiz erişkin kadavra beyni kullanıldı.

**BULGULAR:** Hipoplastik vertebral arter (VA) oranı sağda %14, solda %3,5 ve bilateral %3,5 idi. Bir örnekte (%3,5) baziller arter (BA) proksimalinde, diğer bir örnekte (%3,5) BA'nin orta segmenti ile VA arasında fenestrasyon saptandı. Dört örnekte (%14) ASA, VA'den tek taraflı olarak orijin aldı. Sekiz örnekte (%28,5) ASA iki ayrı dala ayrılarak aşağı doğru seyretti. Süperior serebellar arterde (SSA) sağda %7, solda %14, bilateral %3,5 erken bifurkasyon; sağda %3,5, solda %7 oranında fenestrasyon saptandı.

**SONUÇ:** Vertebrobaziller bileşke (VBB), ventral medulla ve VA distalindeki patolojik süreçlerde endovasküler ve cerrahi işlemleri planlarken VBS'in varyasyonlarını dikkate almak, muhtemel komplikasyonları en aza indirmek için önemlidir.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Baziller arter, Vertebral arter, Vertebrobaziller sistem, Varyasyon

### ABSTRACT

**AIM:** The purpose of this study was to investigate the anatomical variations in the vertebrobasilar system, and stress their importance in terms of clinical and surgical procedures.

**MATERIAL and METHODS:** Twenty-eight adult brains obtained from routine autopsies were used in this anatomical study.

**RESULTS:** Hypoplastic VA was observed at rates of 14% on the right, 3.5% on the left and 3.5% bilaterally. Fenestration was observed in the proximal part of the basilar artery (3.5%) in one sample and between the middle segment of the basilar artery and the vertebral artery in another (3.5). The ASA (14%) originated from the VA as a single ramus and then coursed downwards in four samples. The ASA coursed downwards by dividing into two separate branches in eight samples. The observed variations in the superior cerebellar artery were early bifurcation (7% on the right, 14% on the left) and fenestration (3.5% on the right, 14% on the left, 3.5% bilateral).

**CONCLUSION:** In order to minimize the possible complications, it is important to take into account the variations in the vertebrobasilar system while planning endovascular and surgical procedures for pathological processes in the vertebrobasilar junction, ventral medulla and distal to the vertebral artery.

**KEYWORDS:** Basilar artery, Vertebral artery, Vertebrobasilar system, Variation

### GİRİŞ

Mikronöroşirürjikal ve endovasküler tekniklerdeki ilerlemele-  
re rağmen; vertebrobaziller bölgedeki vasküler ve tümoral pa-  
tolojilerin tedavisi hala riskli ve zordur. Çünkü vertebrobaziller  
sistem (VBS)'deki arterler ve bunların birbirleriyle olan ilişkileri  
sıklıkla varyasyonlar gösterir. Vertebral arter (VA)'in intrakra-  
nyal bölümü, baziller arter (BA) ve onların dalları birlikte VBS'i  
oluşturur. VBS spinal kordu, beyin sapını, serebellumu, tem-  
poral lobun inferior ve lateral yüzünü ve beynin oksipital lo-  
bunun medial yüzünü besleyen bir yapıdır. Bu sistemin derin

dalları talamusun posterior bölümünü ve optik radyasyonun  
bir bölümünü de besler (3).

Beynin posterior sirkülasyon arterlerinin anterior sirkülasyon  
arterleri ile karşılaştırıldığında daha fazla anatomik varyasyon  
ve anomaliler gösterdiği belirtilmiştir (1, 12). VBS'de hipoplazi,  
agenezi, damar çaplarında varyasyonlar, fenestrasyon, dupli-  
kasyon, anevrizma, gibi çeşitli varyasyon ve anomaliler  
görülebilir. Bu nedenle cerrahi veya endovasküler girişimler  
öncesi bu bölgenin ayrıntılı radyolojik identifikasyonu  
önemlidir. (29).

Literatürde VBS'deki varyasyon ve anomalileri, bu damarların birbirleriyle olan ilişkilerini inceleyen ayrıntılı çalışmalar mevcuttur (1, 10, 26, 38, 42). Ancak bu bölgedeki arteriyal yapıların orijini, dağılımı ve birbirleriyle olan komşulukları değişken olduğundan, ve birçok varyasyon ve anomali görülebileceğinden; yeni bir anatomik çalışma yapmak yararlıdır. Bu nedenle bu çalışmada VBS'deki muhtemel varyasyonlar araştırılıp, bunların klinik ve cerrahi açıdan önemi vurgulandı.

### GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışma, 28 erişkin kadavra beyni ile yapıldı (56 taraf). Beyinler VA'lar ve spinal kord foramen magnumun yaklaşık 2 cm inferiorundan (V<sub>2</sub> segment) kesildikten sonra kafasından çıkarıldı. BA'lerin distal bölümü bağlandı. Sonra VBS renkli latex ile dolduruldu. Daha sonra VA'lar V<sub>2</sub> segment seviyesinde bilateral bağlandı ve %10 formalin solüsyonda fikse edildi. Bütün diseksiyonlar cerrahi mikroskop altında yapıldı (YSX-102, 2,4x12, Kunming Binger Co. Ltd, Yunnan, China). Ölçümler elektronik digital kalibratör (Vernier-Electronic Digital Caliber, Shanghai, China) ile yapıldı ve fotoğraf çekimi için bir digital kamera kullanıldı (Canon G6 PC 1089, Japan). Aşağıdaki parametreler incelendi: 1) Damarların dış çapları. 2) Damarların orijinleri ve proksimal seyirleri 3) Dominans tarafı 4) Anatomik varyasyonlar 5) VBB açıları 6) ASA'yi oluşturan sağ ve sol dalların VBB'ye olan uzaklıkları. Bu çalışmada Grasso ve ark. (11) ve Akar ve ark. (1) tarafından tanımlanan kriterleri modifiye ederek dominans ve hipoplazi kriterlerini belirledik: 1) İki VA çapları arasında 1 mm veya daha fazla olan farkı dominans kriteri olarak kabul ettik. VA'lar için 2,5 mm veya daha az bir çapı hipoplazi kriteri olarak kabul ettik. 2) Her iki süperior serebellar arter (SSA) ve posterior serebral arter (PSA)'lerin çapları arasında 0,5 mm veya daha fazla olan farkı dominans kriteri olarak aldık. Sonuçları ortalama standart deviasyon olarak gösterdik.

### BULGULAR

*Vertebral arter (VA):* VBS'deki arterlerin dış çapları Tablo I'de, VBS'deki varyasyonların oranları ise Tablo II'de özetlenmiştir. VA'nın çapı, dalların çıkış seviyesinde sağda ortalama 3,15

$\pm 1,22$  mm (aralık: 2,11-4,28 mm), solda ortalama  $3,25 \pm 1,24$  mm (aralık: 2,48-4,60 mm) idi. Bir örnekte sağ VA yoktu (Şekil 1A). Bir örnekte sağ VA'nın çapı 4,28 mm, sol VA'nın çapı 4,60 mm BA'nın çapı 6,32 mm idi. BA ve VA'nın ortalama çap değerlerinden daha geniş ve kıvrımlı olan bu örnek VB dolikoektazisi olarak kabul edildi (Şekil 1B). VBB olguların 6 sında (%21) bulbo-pontin sulkus seviyesinde, olguların 19 unda (%68,5) sulkusun altında, ve olguların 3 ünde (%10,5) sulkus seviyesinin üstünde saptandı (Şekil 2A). Bir örnekte BA proksimalinde fenestrasyon, bir örnekte sol VA ile BA'nın orta segmenti arasında fenestrasyon (Şekil 2A, B) görüldü. Hipoplazi kriterlerine göre sağda 4 olguda (%14), solda bir olguda (%3,5) ve bilateral bir olguda (%3,5) hipoplazi bulundu. Dominans kriterlerine göre sağda 3 olguda (%10,5), solda 6 olguda (%21) dominans saptandı. VBB biri hariç tüm örneklerde saptanmış olup VBB açısı  $49,8 \pm 16,8^\circ$  olarak hesaplandı.

*Baziller arter (BA):* Ortalama kalınlığı  $4,59 \pm 1,04$  mm (aralık 3,59-6,32 mm) olarak ölçüldü ve tüm örneklerde vardı. Bir örnekte (%3,5) BA'nın proksimalinde, diğer bir örnekte (%3,5) BA'nın orta segmenti ile VA arasında fenestrasyon saptandı (Şekil 2A, B).

**Tablo I:** Vertebrobaziller Sistemdeki Arterlerin Dış Çapları (Ölçümler mm Olarak Yapıldı)

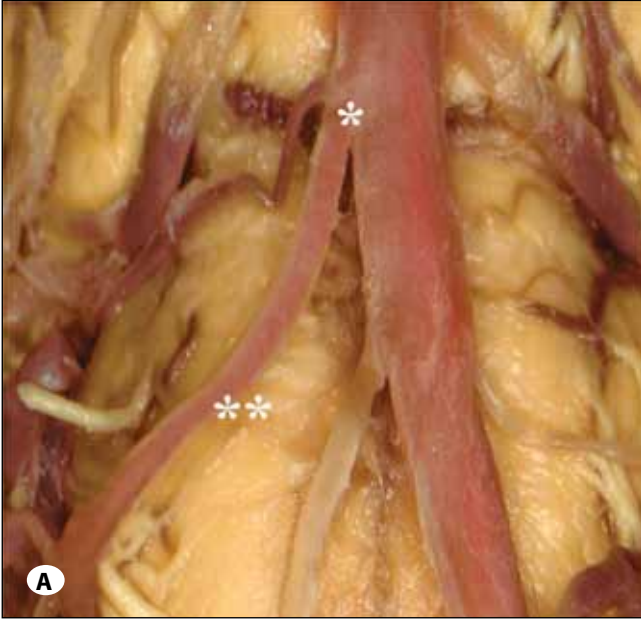
	Ortalama ±SD	Min-Max
Baziler Arter	4,59±1,04	3,59-6,32
Sağ vertebral arter	3,15±1,22	2,11-4,28
Sol vertebral arter	3,25±1,24	2,48-4,60
Anterior spinal arter	0,56±0,22	0,36-0,66
Sağ dal	0,42±0,18	0,21-0,48
Sol dal	0,46±0,24	0,28-0,52
Sağ süperior serebellar arter	1,22±0,52	0,46-1,64
Sol süperior serebellar arter	1,28±0,54	0,52-1,72
Sağ posterior serebellar arter	1,82±0,88	0,92-2,10
Sol posterior serebellar arter	1,86±0,92	0,98-2,04

**Tablo II:** Vertebrobaziller Sistemdeki Varyasyonlar

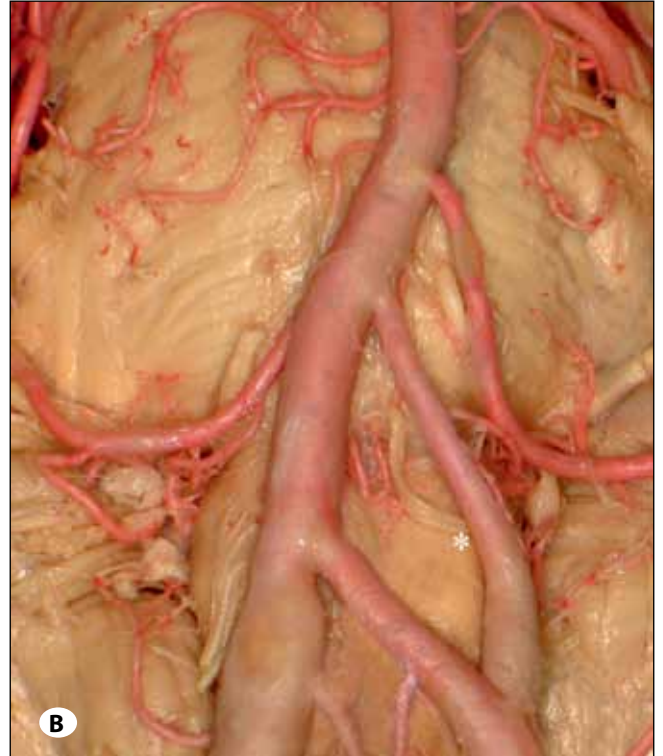
	Fenestrasyon	Erken Bifurkasyon	Duplikasyon	Dolikoektazi	Agenezi
n(%)					
Baziler Arter	1 (%3,5)	-	-	1 (%3,5) **	-
Sağ vertebral arter	1 (%3,5)	-	-	1 (%3,5) **	1 (%3,5)
Sol vertebral arter	1 (%3,5)*	-	-	1 (%3,5) **	-
Sağ dal	-	-	-	-	1 (%3,5)
Sol dal	-	-	-	-	3 (%10,5)
Sağ süperior serebellar arter	1 (%3,5)	2 (%7)	3 (%10,5)	-	-
Sol süperior serebellar arter	2 (%7)	4 (%14)	4 (%14)	-	-

\*Sol VA ile BA proksimali arasında fenestrasyon.

\*\* Sağ ve sol VA ile BA'yi kapsayan dolikoektazi.



**Şekil 1: A)** Sağ veretbral arter agenezisi (\*); PICA sağ baziller arterden orijin alıyor (\*\*). **B)** Vertebrobaziller dolikoektazi (\*); Sağ ve sol dallar alışılmışın dışında uzun bir mesafe katederek ekstrakraniyal segmentte birleşerek anterior spinal arteri oluşturuyor (\*\*).



**Şekil 2: A)** Bulbo-pontin sulkus vertebrobaziller bileşkenin yukarısında (\*); Sağda baziller arter proksimalinde fenestrasyon (\*\*); **B)** Baziller arter orta segmentinden sol vertebral artere uzanan fenestrasyon (\*).

**Anterior spinal arter (ASA):** ASA'in dış çapı ortalama  $0,56 \pm 0,22$  mm (aralık: 0,36-0,66 mm), ASA'i oluşturan sağ dalın çapı ortalama  $0,42 \pm 0,18$  mm (aralık: 0,21-0,48 mm), sol dalın çapı ortalama  $0,46 \pm 0,24$  mm (aralık: 0,28-0,52 mm) olarak ölçüldü. Tüm örneklerde ASA'in dış çapı ASA'yı oluşturan sağ ve sol dallardan daha büyüktü. Örneklerdeki sağ ve sol dalların 34'ü VA'den çıkıp V<sub>4</sub> segmentinde direkt olarak birleştikten sonra aşağı doğru ilerleyip tek bir ana dal şeklinde ASA'yı oluşturdu. Sekiz örnekte (%28,5) ASA iki ayrı dala ayrılarak aşağı doğru seyretti (Şekil 3A). Bunlardan ikisinde (%7) sağ ve sol dallar vasküler bir ark oluşturup daha sonra iki ayrı dala ayrılarak devam etti. Dört olguda tek dal olarak VA den çıkan ASA sonra aşağı doğru devam etti (Şekil 3B). Bunlardan üçü sol VA'den biri sağ VA'den tek dal olarak çıkmıştı. Sol VA'den tek dal olarak çıkan ASA orta hatta iki dala ayrılarak devam etti. Bir olguda (%3,5) ASA'yı oluşturan sağ ve sol dallar alışılmışın dışında uzun bir mesafe katederek (yaklaşık 24 mm) ekstrakraniyal segmentte (V<sub>2</sub>) orta hatta birleşti. Bu örnekte sol VA'den BA'ye uzanan dolikoektazi vardı (Şekil 1B).

ASA'i oluşturan dalların orijin noktasının VBB'ye olan uzaklığı çok büyük farklılıklar gösterdi. Bu mesafe sağda ortalama  $6,48 \pm 3,46$  mm (aralık: 2,01-11,07 mm) solda ortalama  $6,23 \pm 3,26$  mm (aralık: 2,87-10,26 mm) olarak bulundu.

**Süperior serebellar arter (SSA):** SSA'in çapı sağda ortalama  $1,22 \pm 0,52$  mm (aralık: 0,46-1,64 mm), solda ortalama  $1,28 \pm 0,54$  mm (aralık: 0,52-1,72 mm) olup tüm örneklerde izlendi. Dominans kriterine göre sağda 5 olguda (%17,5) solda 7 olguda solda (%24,5) dominans saptandı. Olguların 16'sında (%58) sağ ve sol SSA in çapları eşit bulundu. Bu seride SSA'de

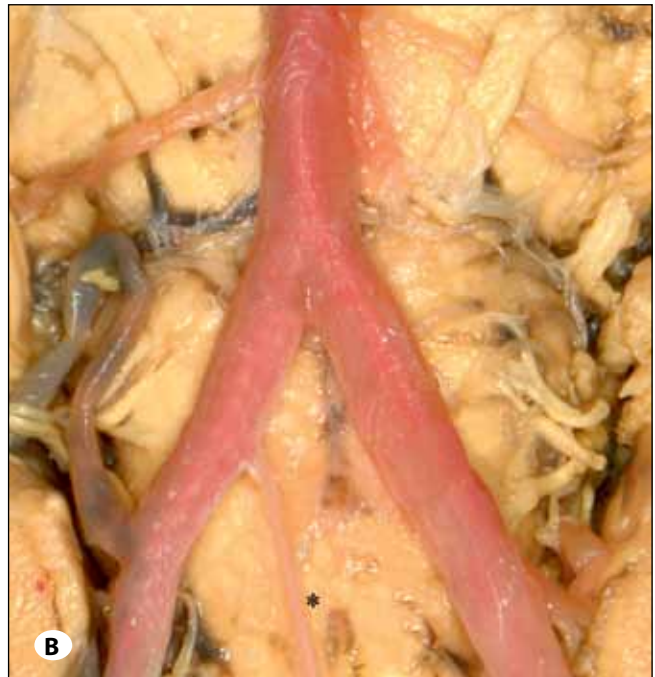
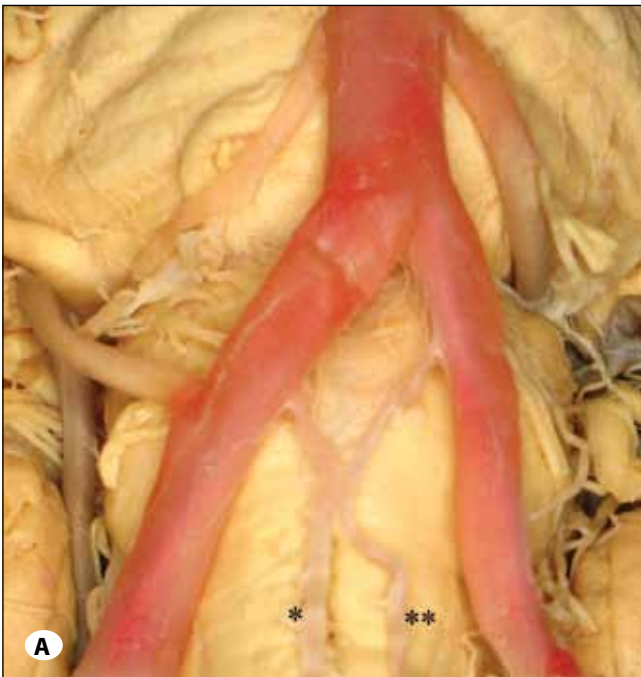
bazı varyasyonlar saptadık. Bunlar: erken bifurkasyon (sağda %7, solda %14, bilateral %3,5) fenestrasyon (sağda %3,5; solda %7), duplikasyon (sağda %10,5; solda %14) (Şekil 4A-C).

**Posterior serebral arter (PSA):** PSA'in kalınlığı sağda ortalama  $1,82 \pm 0,88$  mm (aralık: 0,92-2,10 mm), solda ortalama  $1,86 \pm 0,92$  mm (aralık: 0,98 - 2,04 mm) olup tüm örneklerde vardı. Dominans kriterine göre sağda 6 olguda (%21,4) solda 8 olguda (%28,6) dominans vardı. Sağ ve sol PSA kalınlıkları 14 olguda (%50,0) eşit olarak bulundu.

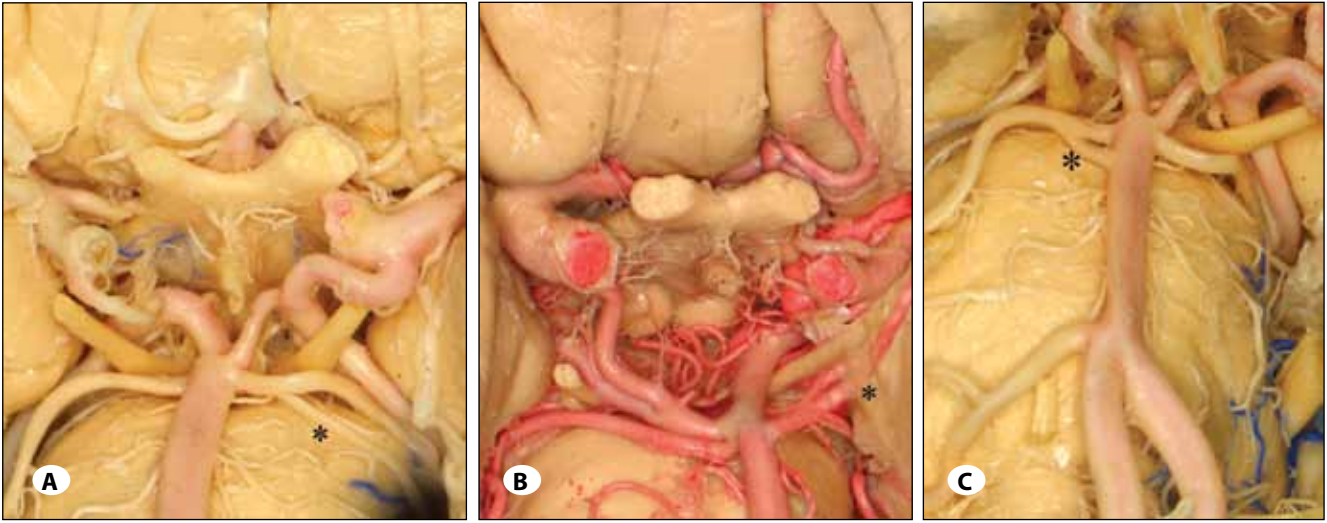
## TARTIŞMA

### Varyasyonların Morfolojisi

Bu çalışmada, VBS'deki arterlerde klinik ve cerrahi açıdan önem taşıyan birçok varyasyonlar tespit ettik. VA'in çaplarını sağda %10,5, solda %21 dominant ve %58,5 olguda eşit olarak bulduk. Songur ve ark. VA çapını incelerken; sağda %17,3, solda %21,2 olguda dominans, %61,5 olguda ise sağ ve solda eşit bulmuşlardır (38). Grasso ve ark. yaptıkları anatomik çalışmada; altı olguda sol VA dominansı (sağ VA den en az 0,8 mm daha kalın) saptamışlardır (11). Zwiebel sol VA'in normal şahısların %73 de daha kalın olduğunu bildirmiştir (45). Akar ve ark. 11 kadavra üzerinde yaptığı çalışmada ise VA'in sağda daha kalın olduğunu bulmuşlardır (1). Bizim çalışmamızda dominans kriterini biraz daha yüksek (0,2 mm) olarak almamıza rağmen sonuçlarımız Akar ve ark.nın çalışması hariç yukarıdaki diğer çalışmaların sonuçları ile uyumludur. VA'de hipolazi kriterini belirlerken; Songur ve ark. çapı 20 mm'nin altında olan olguları hipoplazi olarak kabul etmişlerdi. Bu çalışmada, çapı 20 mm altında olan VA yoktu. Bu nedenle çapı



**Şekil 3: A)** Sağ ve sol dallar orta hatta birleştikten sonra iki ayrı ASA olarak devam ediyor. Median sulkusta seyreden gerçek ASA (\*) diğeri accessory ASA (Tip I simetrik grup) (\*\*). **B)** Anterior spinal arter sağ vertebral arterden tek kök hainde orijin alıyor (Tip III : unilateral grup) (\*).



**Şekil 4:** A) Sol superior serebellar arterde erken bifurkasyon (\*); B) Sol superior serebellar arterde okulomotor siniri komprese eden fenestrasyon (\*); C) Sağ superior serebellar arterde duplikasyon.

25 mm'nin altında olan beş olguyu hipoplazik olarak kabul ettik ve solda %3,5 sağda %14, bilateral ise %3,5 oranında hipoplazik VA bulduk. Akar ve ark. (1) ve Grand ve ark. (10) ise çalışmalarında unilateral hipoplaziye rastlamamışlardır.

VBB'nin lokalizasyon seviyesi bu bölgedeki vasküler patolojilerin cerrahi tedavisi açısından çok önemlidir (10). Bizim çalışmada; VBB olguların %21'inde bulbopontin sulkus seviyesinde, olguların %68,5'inde sulkusun altında, ve olguların %10,5'inde sulkus seviyesinin üstünde saptandı. Songur ve ark. çalışmasında ise VBB olguların %20' sinde tam bulbopontin sulkus seviyesinde, % 12 sulkusun üstünde %67 oranında ise bu sulkusun altında bulundu (38). Akar ve ark. VBB'yi dört olguda bulbopontin sulkus düzeyinde, bir olguda altında altı olguda ise üstünde bulmuşlardır (1). Bizim çalışmanın sonuçları, Songur ve ark. nın çalışması ile uyumlu iken Akar ve ark. nın sonuçları ile uyumsuzdur. Bu durum VBS deki anatominin çok değişken olduğunu göstermektedir.

Bizim çalışmamızda, bir olguda BA'nin proksimal segmentinde (%3,5) bir diğer olguda da BA'nin orta segmentinden VA'e uzanan fenestrasyon saptadık. Bu çeşit varyasyonlar bizim serimizde olduğu gibi daha ziyade VBB yerinde veya BA'nin proksimalinde görülür (34,42,43). BA fenestrasyon insidansı otopsi serilerinde %1,3-%6 (43), anjiyografik serilerde ise %0,02-%0,6 (34) ve %0,6-%1,7 (42) olarak rapor edilmiştir. BA fenestrasyonlarının otopsi insidansı ile anjiyografik insidansı arasındaki bu çelişki bölünmüş fenestrasyonun çok ince ve anjiyografik olarak projeksiyonların çoğunlukla görünmez olduğundan kaynaklanmaktadır. Ayrıca anevrizmanın kendisi fenestrasyonu gizleyerek anjiyografik tanımını önleyebilir (12). Üçyüz yetmiş olgudan oluşan bir başka seride mikroskopik olarak VA ve BA fenestrasyonları araştırılmış, 43 olguda (%8,6) fenestrasyon saptanmıştır. Olgular fenestrasyonun lokalizasyonuna göre 3 gruba ayrılmış. Grup I de yalnızca VA de (%1,6) Grup II de BA boyunca (%5,4) Grup III de ise VA 'in lateral yüzü ile BA arasında fenestrasyon vardı (%2,4) ve tüm

olgular sağ tarafta lokalize idi (14). Bu çalışmada, saptadığımız fenestrasyonlardan ilki Higashi ve ark.nın yaptığı sınıflamaya göre Grup II, diğeri Grup III' deki fenestrasyonla uyumlu idi. Songur ve ark. iki olguda BA'nin distal segmentinde duplikasyon saptamışlardır (38). Bizim serimizde ise BA duplikasyonu yoktu.

VB dolikoektazisi intrakraniyal VA veya BA'de uzama tortiyoz ve genişleme ile karakterizedir. Dolikoektazik damarların gelişimi multipl patofizyolojik gelişmelere bağlıdır ve metaloproteinazların aktivasyonu, kan akımındaki türbülans düzensizliği internal elastik laminadaki irreversible bozulmanın nedeni olarak görülmektedir (13). Bu serideki bir örnekte sol VA' de daha belirgin olan ve BA ile devam eden dolikoektazi saptandı.

ASA intrakraniyal segmentte orijin farklılıkları, dalların tek veya bilateral oluşu, dalların çapları, birleşme seviyeleri dikkate alınarak anatomik esaslar temelinde çeşitli şekillerde sınıflandırılmıştır (1, 6, 9). Gövsa ve ark. 80 kadavradan oluşan bir çalışmada ASA'yı orijinine göre 3 tipe ayırmışlardır. Tip I (%75) karakteristik olarak sağ ve sol dalların birleşip V<sub>4</sub> segmentinde ASA'ı oluşturduğu olguları içeriyordu. Tip I deki olgular dalların çapına göre; dengeli tip (%42,5), sağ dominant tip (%17,5) ve sol dominant tip (%15) şeklinde alt gruplara ayrılmıştı. Tip II'de (%11,3) tek bir dal VA'den çıkıp ASA olarak seyretmekte idi. Tip III (%13,8) olarak sınıflandırılan örneklerde ise ASA orijinini bir transvers intervertebral anastomozdan almıştı. (9). Songur ve ark. nın 96 örnekten oluşan serisinde sağ ve sol dalların VA'den çıkıp ASA'ı oluşturdukları klasik tip 78 örnekte (%81,3) bulundu (38). Rodriguez-Baeza ve ark. nın 31 kadavrada yaptıkları çalışmada ise Tip I %77,4, Tip II %9,7 ve Tip III %12,9 olarak bulundu.(31).

Bu çalışmada, biz ASA'ı dalların VBB'ye olan uzaklığına, ASA'nin bilateral yada unilateral orijinli oluşuna göre sınıflandırdık. Bu şekildeki sınıflandırmanın ASA'nin orijin modeline oryante

olmayı kolaylaştıracağını düşündük. Buna göre Tip I (simetrik grup: %53,6), Tip II (asimetrik grup: %32,2), Tip III (unilateral grup: %14,3) olmak üzere üç tip morfolojik model ayırt ettik. Sağ ve sol ramausların VBB'ye uzaklığı 2,01- 6,24 mm olanları Tip I (simetrik grup), 2,01-11,7 mm olanları Tip 2 (asimetrik grup) olarak tanımladık. VA'lerden dalların bilateral çıkışına göre bakıldığında bu çalışmanın sonuçları Gövs, Songur ve Rodriguez'in sonuçları ile kısmen uyumlu idi. Ancak seride intervertebral anastomozdan orijin alan tipe rastlanmadı. Er ve ark. nin dokuz kadavra (18 taraf) üzerinde yaptıkları diğer bir çalışmada ise yine ASA'in orijini dikkate alınarak sınıflandırma yapılmıştır. Sağ ve sol dalların simetrik olarak VA'in intrakraniyal segmentinden çıkıp birleşerek ASA'yi oluşturdukları klasik tipe hiç rastlanmamıştır (6). Bu sonuç intrakraniyal segmentte ASA orijininin çok değişken olabileceğini gösterir. Bu çalışmada, ASA'nın ventral medulla da iki ayrı dala ayrılarak aşağı doğru seyrettiği olgu oranı %18 idi. Seride literatürdeki diğer serilerde nadir rastlanan iki varyasyon saptandı. Bunlardan birinde ASA'yı oluşturan dalların alışılmışın dışında uzun bir mesafe katederek (yaklaşık sonra 24 mm) fissura mediana anteriorun decussatio pyramidum da kaybolduğu seviyenin aşağısında birleştiği gözlemlendi. Medulla oblongata ve medulla spinalis'in birleşme yeri olan fissura mediana anteriorun decussatio pyramidum da kaybolduğu seviye foramen magnum hizasında olduğu için, ASA'in sağ ve sol dallarının birleşme yeri ekstrakraniyal bölgede (V<sub>2</sub> segmentinde) olarak belirlendi (41).

SSA genellikle BA'in distalinden tek bir kök olarak çıkar ve yukarı ve aşağıya doğru ikiye ayrılır. SSA'in orijini BA'in anterior mesensefalik segmentinin proksimal bölümünde ise erken bifurkasyon olarak kabul edilir. Biz erken bifurkasyon oranının sağda %7, solda %14 ve bilateral %3,5 olarak bulduk. Songur ve ark. bu oranları sağda %7,2; solda %12,7 olarak bulurken bilateral olgu saptamamışlardı (38). Bizim çalışmada SSA de fenestrasyon oranı sağda %3,5; solda %7, duplikasyon oranları sağda %10,5, solda %14 olarak bulundu. Songur ve ark. çalışmasında bu oranlar fenestrasyon için sağda %4,5 solda %7,3 duplikasyon için sağda %14,5, solda %12,7 idi (38). Uchino ve ark. SSA de duplikasyon oranlarını sağda %4,4; solda %2,9 ve iki taraflı %2,2 olarak bulmuşlardır (42). Bizim oranlarımız Songur ve ark. çalışmalarındaki oranlarla kısmen uyumlu iken Uchino ve ark. nin sonuçları ile uyumsuz idi. Bu sonuçlar VBS deki varyasyonların ne denli sık ve farklı olduğunu göstermektedir. Uchino ve ark. MR-anjiyografik çalışmada SSA'in erken bifurkasyon oranını sağda %1,5; solda 1,5 ve her iki tarafta 0,7 olarak saptadılar (42) Mani ve ark. serebral anjiyografide tek taraflı SSA duplikasyon oranını %28, bilateral oranı ise %8 olarak bulmuşlardır (26).

Biz PSA'lerin kalınlıklarını sağda ortalama 1,82±0,88 mm, solda ortalama 1,86±0,92 mm olarak ölçtük. PSA solda %21,4 oranında sağda %28,6 oranında dominant bulurken, %50,0 oranında eşit idi. Songur ve ark. PSA'in çapını sağda 1,83±0,50; solda 1,88±0,53 olarak ölçmüşler aynı çalışmada sağda %15,4; solda ise %20 dominans saptamışlardır (38). Kamath PSA in çapını sağda 2,1±0,7; solda 2,2±0,6 olarak bulmuştur (19). Bizim sonuçlarımız Songur ve ark. çalışması ile uyumlu iken

Kamath'ın sonuçlarına göre daha incedir. Biz Songur ve ark. gibi sol taraftaki damarların daha kalın olduğunu saptadık. Serebral kan akımı damar çapı ile doğru orantılıdır. Yani daha kalın damarlarda kan akımı daha fazladır (19). Bu sol PSA tarafından beslenen bölgelerde (temporal lop) kan akımının karşı taraftan daha fazla olduğu anlamına gelir.

#### **Klinik ve Cerrahi Noktalar**

Klinik olarak oksipital baş ağrısı, orantısız motor defisit, duyu kayıpları, derin tendon reflekslerinde değişiklikler gibi semptomlar, VBS'de anatomik varyasyonları ve diğer patolojileri düşündürmeli ve gerekli araştırmalar yapılmalıdır. VBS'deki fenestrasyon bu bölgedeki anevrizma insidansının artmasında bir etkidir (12, 44). Bunlar daha çok sakküler tip anevrizmalar olup genellikle fenestrasyonun proximal ucunda nadiren başka herhangi bir yerinde lokalize olup anatomik, yapısal ve hemodinamik değişikliklere neden olabilirler (Stenbens Theory) (12, 39). MRA ile yapılan bir çalışmada, BA fenestrasyon oranı %1,0; BA fenestrasyonu ile birlikte intrakraniyal anevrizma görülme sıklığı %30 olarak bulunmuştur (40). Bu serideki örnekte olduğu gibi, BA'in proksimalindeki fenestrasyonda (Şekil 2A) lokalize muhtemel bir anevrizma medullanın anterior ve anterolateral yüzünde bası etkisi ile iskemiye ve buna bağlı olarak quadriplesi, dokunma, pozisyon, vibrasyon duyusu kaybı ve dilde paralizinin oluşabileceği medial meduller sendrom (Dejerine Sendromu) ve vertigo, nistagmus, denge bozukluğu, disfaji, disfoni, yüzde his kaybı, ile seyreden lateral medullar sendrom (Wallenberg sendromu) oluşabilir (7, 20, 21). Bu serideki diğer örnekte olduğu gibi VB anevrizma fenestrasyonun BA orta bölümüne yakın lokalize olup (Şekil 2B) ponsa bası yaparsa; aynı tarafta iskemiyle sonuçlanabilir ve VI ve VII kraniyal sinirler, kortikospinal traktus, medial lemniscus ve medial longitudinal fasikulus etkilenir. Buna bağlı olarak ipsilateral horizontal bakış paralizisi ve fasial paralizisi, kontralateral hemiparezi, hemihipoestezi ve internükleer oftalmopleji ile seyreden inferior medial pontin sendrom (Foville sendromu) ortaya çıkabilir (4, 15, 24,28)

Intrakraniyal dolikoektaziler çoğunlukla radyolojik görüntüleme esnasında tesadüfen saptanmalarına rağmen, bazen iskemik veya hemorajik stroke yada kraniyal sinir kompresyonuna bağlı nörolojik semptomlarla başvurabilirler (23). VB dolikoektazili 132 hastadan oluşan bir angiografik seride %77,3 oranında ilgili semptomlar vardı. Bunlar kraniyal sinir kompresyonuna bağlı olan sendromlar (kraniyal sinirler III,V,VII ve diğerleri), serebellar ve/veya piramidal patolojiler ve hidrosefalus idi (30). VB dolikoektazi bir hemifasial spazm, trigeminal nevralsi ve hatta hipertansiyon ile ortaya çıkabilir (8, 17). Bu hastalarda sıklıkla posterior fossa damarları ile etkilenmiş kraniyal sinirler arasında ilişki saptanmıştır. 648 hastayı içeren bir çalışmada hemifasial spazm için mikrovasküler dekompresyon yapılmış, %24 oranında VA'de dolikoektazi saptanmıştır (2). Bu serideki örnekte VB sistemdeki dolikoektazi III, V ve VII. kraniyal sinir kompresyonuna bağlı nöropatik sendromlara ayrıca iskemik stroke tablosuna neden olabilir (8, 30).

Bu çalışmadaki, sınıflandırma sistemine göre Tip I ve Tip II ASA'deki örneklerde ventral medulla bölgesi bilateral beslenmektedir. VA oklüzyonunda ventral medullanın beslenmesi kollateraller, anastomozlar ve perforanlar yoluyla karşı taraf dallarından sağlanabilir. Ancak Tip III ASA'deki olgularda ventral medulla tek taraflı beslendiği için oklüziv durumlarda aşağıdan (diğer dallardan) yeterli kanlanma olmasa ciddi iskemik hasar oluşabilir. Buna bağlı olarak medial meduller sendrom (Dejerine Sendromu) (5, 22, 27) ve lateral medullar sendrom (Wallenberg sendromu) oluşabilir (18, 20, 21, 25).

Ventral medulla, foramen magnum, klivusun alt kısmı ve servikomedüller bileşkeyi tutan vasküler ve tümoral lezyonlara geleneksel olarak suboksipital, retrosigmoid veya transkondillar far lateral yaklaşımla ulaşılır (32, 35, 36). Son yıllarda transoral yaklaşımlar cerrahi mikroskopun, mikroşürjikal aletlerin ve özel olarak dizayn edilmiş transoral retraksiyon sistemlerinin devreye girmesiyle yeniden popüler olmaya başlamıştır (16). Bu cerrahi yaklaşımlar sırasındaki komplikasyonların minime indirilebilmesi için çalışmada tanımlanan varyasyonlar ve anomaliler göz önüne alınmalıdır. Seride bilateral dalların birleşmesiyle oluşan ASA modeli yüksek oranda tespit edildi (%87,5) (Tip I %53,5; Tip II %32). Bu olgularda ventral medulla ASA ile onun her iki dallarından ve perforan damarlardan oluşan zengin bir arteriyel sistemden beslenir. O yüzden peroperatif iatrojenik komplikasyonlara bağlı doku hasarı riski daha azdır ve cerrahi yaklaşımın tarafı çok önemli değildir. Oysa Tip III'deki olgularda ventral medulla tek taraflı arteriyel sistemden beslenir. Bu tip olgularda ASA'yı ve medial medullanın beslenmesini korumak için mümkünse ASA'nın orijin aldığı taraftan cerrahi girişim tercih edilmemelidir. Özellikle medullanın ventral ve medial yüzünü kaplayan lezyonlarda buna dikkat edilmesi önerilmektedir (33). Ayrıca endovasküler girişimler sırasında yapılacak terapötik oklüzyonlardan ventral medullanın etkilenmemesi için de ASA orijinleri hakkında preoperatif bilgi sahibi olmak önem taşımaktadır. Örneğin Tip III ASA' da terapötik oklüzyon dramatik sonuçlar doğurabilir.

SSA'de varyasyonlar sıktır ve bunlar nörovasküler sendromlara ve BA distalinde tromboembolitik oklüzyona neden olabilirler. SSA'in duplikasyonu ve erken bifurkasyonu eğer dallardan biri kaudale doğru seyrederse trigeminal nöraljiye neden olabilir (42). Bununla birlikte SSA'deki varyasyonlar klinik açıdan genellikle sessizdir (42). Okulomotor sinir PSA ve SSA arasında uzanır. SSA'in PSA'e bakan yüzünde lokalize bir fenestrasyon (Şekil 4B) 3. kranyal siniri komprese edebilir ve bu okulomotor sinir paralizisine neden olabilir.

Son yıllarda 3-Tesla gibi yüksek manyetik alanlı MR cihazlarıyla, yeni sekansların da ilavesiyle yüksek rezolüsyonlu, kontrastlı 3D (üç boyutlu) görüntüler VBS'in ayrıntılı görüntülenmesini sağlamaktadır (37). Benzer şekilde çok kesitli BT teknolojisindeki gelişmeler sayesinde 64 ve üzerinde kesit alabilen cihazlarla 4D-CT-anjio (dört boyutlu BT anjiyografi) çalışmasıyla ASA gibi ince kalibrasyonlu damarların non-invaziv görüntülenmesi mümkün olmaktadır (37).

## SONUÇ

Bu çalışmada, VBS'de klinik ve cerrahi açıdan önemli olan anatomik varyasyonlar saptanmıştır. Günümüzde radyolojideki ilerlemeler sayesinde bu bölgenin vasküler anatomisi ve varyasyonları hakkında ayrıntılı bilgiler elde etmek mümkündür. Bu bölgeye yönelik cerrahi ya da endovasküler girişimler öncesi radyolojik tanımlama yapmak, anatomik varyasyonlar hakkında bilgi sahibi olmak, diğer anatomik bölgelere göre daha sık varyasyonlar görülmesinden dolayı elzemdir ve muhtemel komplikasyonları en aza indirir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı yapabilmek için gerekli fiziki ortamı bize sağlayan Tıp Fakültemizin Dekanlık yetkililerine ve personeline, istatistiksel analiz konusundaki yardımları için Prof. Dr. Leyla Karaoğlu'na teşekkür ediyoruz.

## KAYNAKLAR

1. Akar ZC, Dujovny M, Slavin KV, Tortosa EG, Ausman JI: Microsurgical anatomy of intracranial part of the vertebral artery. *Neurol Res* 16: 171-180, 1994
2. Barker FG II, Jannetta PJ, Bissonette DJ, Shields PT, Larkins MV, Jho HD: Microvascular decompression for hemifacial spasm. *J Neurosurg* 82: 201-210, 1995
3. Berry M, Bannister LH, Standring SM: Nervous system. Willams PL (ed) Gray's Anatomy, otuz sekizinci baskı, London: Churchill Livingstone, 1995:1530-1535
4. Buckle C, Rabadi MH: Bilateral pontine infarction secondary to basilar trunk saccular aneurysm *Arch Neurol*. 63(10):1498-1499, 2006
5. Caplan L: Posterior circulation ischemia: Then, now and tomorrow. *The Thomas Willis Lecture- Stroke* 31: 2011-2023, 2000
6. Er U, Fraser K, Lanzino G: The anterior spinal artery origin: a microanatomical study. *Spinal cord* 46:45-49, 2008
7. Fung HC, Chen ST, Tang LM, Ro LS: Triparesis: MRI documentation of bipyramidal medullary infarction. *Neurology* 58: 1130-1131, 2002
8. Gardner WJ: Concerning the mechanism of trigeminal neuralgia and hemifacial spasm. *J Neurosurg* 19: 947-958, 1962
9. Gövsa F, Aktan ZA, Arisoy Y, Varol T, Özgür T: Origin of the anterior spinal artery. *Surg Radiol Anat* 18: 189-193, 1996
10. Grand W, Budny JL, Gibbons KJ: Microvascular surgical anatomy of the vertebrobasilar junction. *Neurosurgery* 40: 1219-1223, 1997
11. Grasso G, Alafaci C, Passalacqua M: Landmarks for vertebral artery repositioning in bulbar compression syndrome: Anatomic and microsurgical nuances. *Neurosurgery* 56: 160-164, 2005
12. Graves VB, Strother CM, Weir B, Duff TA: Vertebrobasilar junction aneurysms associated with fenestration: Treatment with Guglielmi detachable coils. *AJNR Am J Neuroradiol* 17:35-40, 1996

13. Gutierrez J, Sacco RL, Wright CB: Dolichoectasia-an evolving arterial disease. *Nat Rev Neurol* 7(1):41-50, 2011
14. Higashi N, Sone C, Yasutaka S, Seki Y: On the fenestration of the vertebral and basilar arteries. *Kaibogaku Zasshi* 67(4): 308-316, 1992
15. Idicula TT, Joseph LN: Neurological complications and aspects of basilar artery occlusive disease. *Neurologist* 13(6):363-368, 2007
16. Liu JK, Couldwell WT, Apfelbaum RI: Transoral Approach and extended modifications for lesions of the ventral foramen magnum and craniovertebral junction. *Skull Base* 18(3): 151-166, 2008
17. Jannetta PJ, Segal R, Wolfson SK Jr: Neurogenic hypertension: etiology and surgical treatment. I. Observations in 53 patients. *Ann Surg* 201:391-398, 1985
18. Johkura K, Joki H, Johmura Y, Momio T, Kuroiwa Y: Combination of infarctions in the posterior inferior cerebellar artery and anterior spinal artery territories. *J Neurol Sci* 207: 1-4, 2003
19. Kamath S: Observations on the length and diameter of vessels forming the circle of willis. *J Anat* 133:419-423, 1981
20. Kang PB, Phuah HK, Zimmerman RA, Handler SD, Dure LS, Ryan SG: Medial medullary injury during adenoidectomy. *J Pediatr* 138(5): 772-774, 2001
21. Katoh M, Kawamoto T: Bilateral medial medullary infarction. *J Clin Neurosci* 7(6): 543-545, 2000
22. Kim H, Chung CS, Lee KH, Robbins J: Aspiration subsequent to a pure medullary infarction. Lesion sites, clinical variables, and outcome. *Arch Neurol* 57: 478-483, 2000
23. Koyama S: Lower medulla and upper cervical cord compression caused by bilateral vertebral artery: Case illustration. *J Neurosurg* 94(2 suppl): 337, 2001
24. Kurita H, Kawamoto S, Ueki K, Kirino T: Dejerine syndrome caused by an aneurismal compression. *Arch Neurol* 57(11): 1639-1640, 2000
25. Lee SH, Kim DE, Song EC, Roh JK: Sensory dermatomal representation in the medial lemniscus. *Arch Neurol* 51: 649-651, 2001
26. Mani RL, Newton TH, Glickman MG: The superior cerebellar artery: An anatomic-roentgenographic correlation. *Radiology* 91: 1102-1108, 1968
27. Moon SY, Kim HY, Chung CS: A sequential bilateral medial medullary infarction separated by 4 months. *Neurology* 59: 1814-1815, 2002
28. Nakaso K, Nakayasu H, Isoe K: A case of dissecting aneurysm of the basilar artery presenting as a superior pons type of Foville syndrome. *Clin Neurol* 35:1040-1043, 1995
29. Özgen S, Pait G, Çağlar Y: The V2 segment of the vertebral artery and its branches. *J Neurosurg Spine* 3:299-305, 2004
30. Resta M, Gentile MA, Di Cuonzo F, Vinjau E, Brindicci D, Carella A: Clinical-angiographic correlations in 132 patients with megadolicho vertebrobasilar anomaly. *Neuroradiology* 26: 213-216, 1984
31. Rodriguez-Baeza A, Muset-Lara A: Anterior spinal arteries. *Acta Anat* 136:217-221, 1989
32. Rhoton AL: The far lateral approach and its transcondylar, supracondylar, and paracondylar extensions. *Neurosurgery* 47: 195-209, 2000
33. Santos-Franco JA, de Oliveira E, Mercado R, Ortiz-Velazquez RI, Revuelta-Gutierrez R, Gomez-Llata S: Microsurgical considerations of the anterior spinal and the anterior-ventral spinal arteries. *Acta Neurochir (Wien)* 148: 329-338, 2006
34. Saunders WP, Sorek PA, Mehta BA: Fenestration of intracranial arteries with special attention to associated aneurysms and other anomalies. *AJNR Am J Neuroradiol* 14: 675-680, 1993
35. Sekhar LN, Tzortzidis F, Salas EL: Extreme lateral Retrocondylar and transcondylar approaches and combined approaches. Sekhar LN, de Oliveira E (ed), *Cranial Microsurgery. Approaches and techniques*. New York: Thieme, 1999:464-481
36. Sen CN, Sekhar LN: An extreme lateral approach to intradural lesions of the cervical spine and foramen magnum. *Neurosurgery* 27: 197-204, 1990
37. Sheehy NP, Boyle GE, Meaney JFM: Normal anterior Spinal arteries within the cervical region: High-spatial-resolution contrast-enhanced three-dimensional MR angiography. *Radiology* 236:637-641, 2005
38. Songur A, Gonul Y, Ozen OA, Kucuker H, Uzun I, Bas O, Toktas M: Variations in the intracranial vertebrobasilar system. *Surg Radiol Anat* 30:257-264, 2008
39. Stehbens WE: Etiology of intracranial berry aneurysms. *J Neuro Surg* 70:823-831, 1989
40. Tanaka M, Kikuchi Y, Ouchi T: Neuroradiological analysis of 23 cases of basilar artery fenestration based on 2280 cases of MR angiographies. *Interv Neuroradiol* 12(Suppl 1):39-44, 2006
41. Taner D, Atasever A, Durgun B: Fonksiyonel Nöroanatomi. Ankara: ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim AŞ, METU PRESS. 1999
42. Uchino A, Kato A, Takase Y, Kudo S: Basilar artery fenestrations detected by MR Angiography. *Radiat Med* 19: 71-74, 2001
43. Wollschlaeger G, Wollschlaeger PB, Lucas FV, Lopez VF: Experience and result with postmortem cerebral angiography performed as routine procedure of the autopsy. *AJR Am J Roentgenol* 101:68-87, 1967
44. Yoon MS, Chun YI, Kwon Y: Vertebrobasilar junction aneurysms associated with fenestration: Experience of we cases treated with Guglielmi detachable coils. *Surg Neurol* 61: 248-254, 2004
45. Zwiebel WJ: Ultrasound vertebral examination. Zwiebel WJ (ed), *Introduction to Vascular Ultrasonography*, dördüncü baskı, Philadelphia: WB Saunders, 2000:167-176