



**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**VERTEBRAL ARTER VARYASYONLARI VE  
ANOMALİLERİNİN ÇOK KESİTLİ BİLGİSAYARLI  
TOMOĞRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**UZMANLIK TEZİ**

**Dr. Aygöl ELMALI**

**Antalya, 2013**



T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

VERTEBRAL ARTER VARYASYONLARI VE  
ANOMALİLERİNİN ÇOK KESİTLİ BİLGİSAYARLI  
TOMOĞRAFI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

UZMANLIK TEZİ

Dr. Aygöl ELMALI

Tez Danışmanı: Prof.Dr. A. Gökhan ARSLAN

*“Kaynak gösterilerek tezimden yararlanılabilir”*

Antalya, 2013

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimin boyunca her konuda değerli katkılarını esirgemeyen, başta Anabilim Dalı Başkanımız sayın hocam Prof.Dr. H.Timur SİNDEL olmak üzere, bölümümüzden emekli olan hocam Prof.Dr. Ersin LÜLECI'ye, sayın hocalarım Prof.Dr. Oğuz BİRCAN, Prof.Dr. Can ÖZKAYNAK, Prof.Dr. Ali APAYDIN, Prof.Dr. Adnan KABAALIOĞLU, Prof.Dr. Saim YILMAZ, Prof.Dr. A.Utku ŞENOL, Prof.Dr. S.Metin ÇUBUK, Prof.Dr. Can ÇEVİKOL, Prof.Dr. Kamil KARAALI, Doç.Dr. Emel ALİMOĞLU, Yrd.Doç.Dr. Kağan ÇEKEN'e;

Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi Anabilim Dalı'ndan Yrd.Doç.Dr. K.Hakan GÜLKESEN'e tezimin istatistiksel değerlendirmesindeki katkılarından dolayı;

Bilgi ve önerileri ile beni yönlendiren, tezimin her aşamasında destek olan ve katkıda bulunan tez danışmanım Prof.Dr. A. Gökhan ARSLAN'a;

Görüntüleri hazırlamamda büyük emeği geçen Radyoloji Teknisyeni Dilek Kibar ELİBOL'a;

Desteğini benden esirgemeyen aileme;

Radyoloji Anabilim Dalında birlikte çalıştığım tüm araştırma görevlisi ve yardımcı sağlık personeli arkadaşlarıma saygı ve teşekkürlerimi sunmayı borç bilirim.

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>Simgeler ve Kısaltmalar Dizini</b>	<b>ii</b>
<b>Çizelgeler Dizini</b>	<b>iii</b>
<b>Şekiller Dizini</b>	<b>iv</b>
<b>1. GİRİŞ VE AMAÇ</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	<b>2</b>
2.1. Vertebral Arter	3
2.1.1. Anatomi	3
2.1.2. Embriyoloji	5
2.1.3. Vertebral arter anomalileri ve varyasyonları	9
2.1.3.1. Çap	9
2.1.3.2. Orijin anomalileri ve varyasyonları	9
2.1.3.3. Bitiş anomalileri ve varyasyonları	10
2.1.3.4. Seyir anomalileri	10
2.1.3.5. Duplikasyon ve fenestrasyon	11
2.1.3.6. Persistan fetal karotid- vertebro baziller anastomozlar	12
2.1.4. Vertebral arterin klinik önemi	15
2.2. Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografisi	16
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM</b>	<b>18</b>
3.1. Popülasyon	18
3.2. İncelenen Parametreler	18
3.3. BT Görüntüleme ve Rekonstrüksiyon	18
3.4. İstatistiksel Analiz	19
<b>4. BULGULAR</b>	<b>20</b>
<b>5. TARTIŞMA</b>	<b>46</b>
<b>6. SONUÇLAR</b>	<b>59</b>
<b>7. ÖZET</b>	<b>62</b>
<b>8. ABSTRACT</b>	<b>64</b>
<b>9. KAYNAKLAR</b>	<b>66</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>ACA</b>	Anterior serebral arter
<b>ACommA</b>	Anterior kommunikan arter
<b>ark</b>	arkadaşları
<b>AVM</b>	Arteriyovenöz malformasyon
<b>BST</b>	Brakiosefalik trunkus
<b>BA</b>	Baziler arter
<b>BT</b>	Bilgisayarlı tomografi
<b>CCA</b>	Ana karotid arter
<b>CPR</b>	Curved planar rekonstrüksiyon
<b>ÇKBT</b>	Çok kesitli bilgisayarlı tomografi
<b>DSA</b>	Dijital substraksiyon anjiografi
<b>ECA</b>	Eksternal karotid arter
<b>İCA</b>	İnternal karotid arter
<b>LCCA</b>	Sol ana karotid arter
<b>LSA</b>	Sol subklavian arter
<b>LVA</b>	Sol vertebral arter
<b>MIP</b>	Maksimum intensity projeksiyon
<b>MPR</b>	Multiplanar reformat
<b>PCA</b>	Posterior serebral arter
<b>PCommA</b>	Posterior kommunikan arter
<b>PİKA</b>	Posterior inferior serebellar arter
<b>ProA</b>	Proatlantal arter
<b>RCCA</b>	Sağ ana karotid arter
<b>RSA</b>	Sağ subklavian arter
<b>RVA</b>	Sağ vertebral arter
<b>SA</b>	Subklavian arter
<b>SAK</b>	Subaraknoidal kanama
<b>TF</b>	Transvers foramen
<b>VA</b>	Vertebral arter
<b>VBS</b>	Vertebrobaziler sistem
<b>VR</b>	Volum rendering
<b>3B</b>	Üç boyutlu

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b><u>Tablo</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
4.1. Tüm hastaların arkus aorta dallanma paternine göre dağılımı	24
4.2. Tüm hastaların aort dallanma paternine göre cinsiyet dağılımı	24
4.3. Cinsiyetlere göre arkus aorta dallanma paternlerinin dağılımı	24
4.4. Vertebral arter orijinine göre dağılım	25
4.5. Sağ ve sol taraf için vertebral kanala giriş seviyeleri	25
4.6. Cinsiyetlere göre VA'nın vertebral kanala giriş seviyeleri	26
4.7. Aort tiplerine göre VA'ların vertebral kanala giriş seviyeleri	26
4.8. Vertebral arter orijine göre vertebral kanala giriş seviyesi dağılımı	27
4.9. RVA-BST mesafesi, LVA-arkus aorta mesafe parametreleri	28
4.10. Cinsiyetlere göre RVA-BST mesafesi, LVA-arkus aorta mesafe parametreleri	29
4.11. Sağ tarafta arkus aorta tipi ve vertebral kanala giriş seviyesine göre VA-BST mesafeleri parametreleri	29
4.12. Sol tarafta arkus aorta tipi ve vertebral kanala giriş seviyesine göre VA-arkus aorta mesafe parametreleri	30
4.13. C4-7 seviyelerinde VA çapları	31
4.14. Cinsiyetlere göre C4-7 seviyelerinde VA çapları	31
4.15. C4-7 seviyelerinde TF çapları	32
4.16. Cinsiyetlere göre C4-7 seviyelerinde TF çapları	33
4.17. VA vertebral kanala giriş seviyelerine göre C7-4 seviyelerinde VA çapları	35
4.18. VA vertebral kanala giriş seviyelerine göre C7-4 seviyelerinde TF çapları	38
4.19. C7 seviyesinde vertebral kanal içerisinde ve dışında seyreden VA'ların ortalama çapı	39
4.20. Vertebral arter duplikasyonu saptanan hastaların parametreleri	39
4.21. Fenestrasyon saptanan hastalara ait parametreler	40
4.22. Vertebral arter V4 segmentinde anastamoz olan hastalar	41

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b><u>Şekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
2.1. Willis poligonu	2
2.2. Vertebral arter segmentleri	4
2.3. Aortik arkusların embriyolojisi	6
2.4. Aortik arkuların gelişimi	7
2.5. A, B Fetal karotid-vertebrobaziller anastomozların 4-5 mm ve 7-12 mm embriyo evresindeki gelişimi	14
2.6. A, B Persistan proatlantal arter tip I ve persistan proatlantal arter tip II şematik görünümü	14
4.1. Tip 1 dallanma paterninin 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü	21
4.2. Tip 2A dallanma paterninin 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü	21
4.3. Tip 2B dallanma paterninin 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü	22
4.4. Tip 3 dallanma paterninin 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü	22
4.5. Tip 3 dallanma paterninin 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü	23
4.6. Tip 4 dallanma paterninin 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü	23
4.7. Duplike LVA, arkus aorta tip 3 olan hastaya ait 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü	41
4.8. Duplike LVA, arkus aorta tip 1 olan hastaya ait 3B yüzey gölgelenme ve MIP ÇKBT görüntüsü	42
4.9. Duplike RVA izlenen hastaya ait 3B yüzey gölgelenme ve MIP ÇKBT görüntüsü	42
4.10. Bilateral fenestrasyon izlenen hastaya ait 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü	43
4.11. Unilateral fenestrasyon izlenen hastaya ait 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü	43
4.12. Unilateral fenestrasyon izlenen hastaya ait 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü	44
4.13. V4 segmentine anastomoz ve sağ ICA anevrizma izlenen hastaya ait 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü	44
4.14. V4 segmentine anastomoz izlenen hastaya ait 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü	45

<b><u>Sekil</u></b>		<b><u>Sayfa</u></b>
<b>4.15.</b>	Tip2 ProA izlenen hastaya ait 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü	<b>45</b>
<b>5.1.</b>	VA-tiroservikal dal anastamozu izlenen hastaya ait 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü	<b>56</b>
<b>5.2.</b>	VA-SA dalları arasında anastamoz (vertebroservikal anastamoz) izlenen hastaya ait 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü	<b>57</b>



## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Beyin arteriyel beslenmesi, internal karotid arter (İCA) ve vertebral arter (VA) ile sağlanır. Serebral anterior sirkülasyonu İCA'lar, posterior sirkülasyonu vertebro baziler sistem (VBS) sağlar. Vertebro baziler sistem medulla spinalis, beyin sapı, serebellum, serebral temporal lob alt kesimi ile oksipital lobun dış ve medial yüzünün beslenmesini sağlar.

Vertebral arter gelişimi çok sayıda intersegmental (metamerik) arterin füzyonu ile oluşması nedeniyle benzersizdir. Buna bağlı olarak pek çok malformasyon ve anomalisi vardır. Bunlardan bazıları patolojik iken, diğerleri anjiyografi tetkiki esnasında tesadüfen saptanır (1).

Vertebral arterin çıkış ve seyirindeki varyasyonlar, embriyolojik gelişimin ilk haftalarında regrese olması gereken vasküler yapıların devamlılığını sürdürmesi ya da kalıcı olması gerekenlerin involusyona gitmesi ile oluşur. Klinisyenler teşhis ve tedavilerinde muhtemel varyasyonları göz önünde bulundurmalarıdır. Vertebral arter varyasyonlarının bilinmesi bu bölgenin cerrahi eksplorasyon, rekonstrüksiyonunda ve anjiyografik girişimsel işlemlerinde önemlidir. Klinisyenler tarafından yapılan malpraktislerin %10'unun anatomik varyasyonların bilinmemesinden kaynaklandığı bildirilmiştir (2).

Çalışmamızın amacı VA orijin, trase, çap paterni, varyasyonlarını tespit etmek, radyologlara, beyin cerrahlarına ve anatomistlere bir data sunmaktır. Bu amaçla Ocak 2007- Aralık 2012 tarihleri arasında bölümümüzde çok kesitli bilgisayarlı tomografi (ÇKBT) ile elde edilmiş 913 hastanın karotis bilgisayarlı tomografi (BT) anjiyografi tetkiklerini inceledik ve bulgularımızı dökümanete ettik. Aynı zamanda VBS'nin muhtemel varyasyonlarını ortaya koyarak bulgularımızı literatür eşliğinde tartıştık.

## 2. GENEL BİLGİLER



Şekil 2.1. Willis poligonu [Türk Göğüs Kalp Damar Cer Derg 2007; 15(2): 176-80].

Beyne giden vasküler yapılar arkus aorta orijinlidir. Arkus aortadan çıkan dallar proksimalden distale doğru sırasıyla;

- Brakiosefalik trunkus (= innominant arter, BST),
- Sol ana karotid arter (LCCA),
- Sol subklavyan arter (LSA)'dir.

Brakiosefalik trunkustan sağ ana karotid arter (RCCA) ve sağ subklavyan arter (RSA) çıkar.

Ana karotid arter (CCA), İCA ve eksternal karotid arter (ECA) olmak üzere 2 uç dal verir. Eksternal karotid arter, baş ve boyun bölgesini arteri iken İCA beyni besler.

Serebral dolaşım ile ilgili ilk tanımlamayı 1664 yılında anatomist Thomas Willis yapmıştır (3). Beyin, İCA ve VBS ile bunların oluşturduğu Willis poligonundan çıkan arterler tarafından beslenir.

Willis poligonuna katılan arterler;

- Anterior serebral arter (ACA),
- Anterior kommunikan arter (ACommA),
- İCA,
- Posterior serebral arter (PCA) ve
- Posterior kommunikan arter (PCommA)dir (Şekil 2.1).

Anterior kommunikan arter, sağ ve sol ACA'yı birleştirir ve bir adettir. İnternal karotid arter ve PCA'yı birleştiren PCommA sağda ve solda olmak üzere iki adettir (4).

Vertebrobaziler sistem, iki VA'nın birleşerek oluşturduğu baziler arter (BA) ve onların dallarından oluşur.

## **2.1. Vertebral Arter**

Vertebral arter, beyin posteriorunun ve beyin sapı oluşumlarının beslenmesini sağlayan arterdir. Subklavian arterin (SA) ilk ve en kalın dalı olup, boyun kökünün derininden ve arterin arka üst tarafından çıkar (4). Subklavian arterin diğer dalları proksimalden distale doğru çıkış sırası ile; internal torasik arter, tiroservikal trunkus, kostoservikal trunkus, dorsal skapuler arterdir. Vertebral arter embriyolojisi diğer damarlardan farklı olduğu için fenestrasyon, duplikasyon, atrezi gibi varyasyon ve anomalilerin görülme sıklığı diğer vasküler yapılara göre daha yüksektir (5).

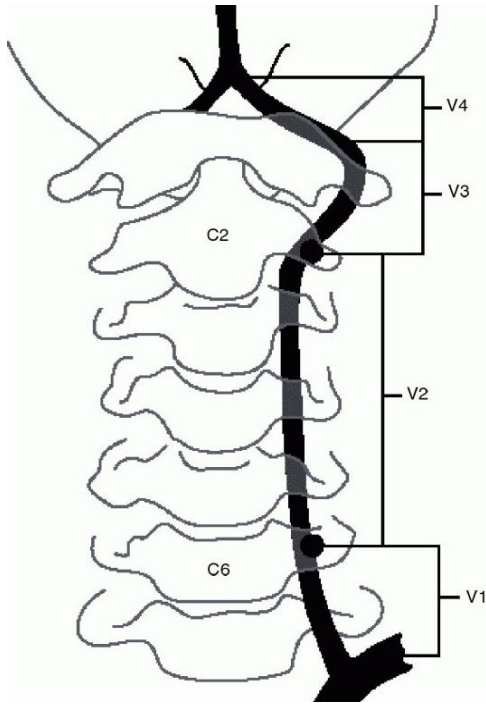
### **2.1.1. Anatomi**

Vertebral arter, SA süperoposteriorundan ilk dal olarak orijin aldıktan sonra anterior skalen kasın iç yanında ve 7. servikal vertebra anteriorunda yer alır. Klasik bilgi olarak VA, 7. vertebra hariç olmak üzere diğer servikal vertebra ların (C6-C2) transvers forameninden (TF) geçerek yukarıya doğru çıkar. Atlasın arkusu üzerinde halka yapıp, atlanto-oksipital membranı delerek foramen magnumdan posterior fossaya girer. Dura mater'i deldikten sonra VA'nın intrakranial parçası başlar. İntrakranial olarak lateral serebellomedüller sisternin kenarından geçer, medulla boyunca anteromedial olarak hipoglossal köklerin hemen altında uzanır ve pontomedullar sulkusta karşı VA ile

birleşip BA'yı oluşturur (5,6). Beyine, VA'nın sadece V4 segmentinden dallar gider (7,8).

Vertebral arter geçtiği kompartmanlara göre 4 ayrı anatomik segment olarak tanımlanmıştır:

1. V1 (proksimal/ ostial segment): Orijininden C6 vertebra transvers foraminasına girene kadar olan segment,
2. V2 (transvers segment): C6-C2 seviyeleri arasında servikal TF içindeki segment,
3. V3 (suboksipital segment): C2 transvers foramina çıkışından foramen magnum'un anterolateral bölümünde dura mater'i delerek subaraknoid aralığa girene kadar olan ekstrakraniyal segmenti,
4. V4 (intrakraniyal segment): Dura mater'i geçip BA'yı oluşturana kadar olan intrakraniyal segment (7-10) (Şekil 2.2).



**Şekil 2.2.** Vertebral arter segmentleri [Expert Rev Cardiovasc Ther 2011; 9(5): 575- 8].

Vertebral arter dalları; anterior ve posterior meningeal dallar, anterior ve posterior spinal arter, posterior inferior serebellar arter (PİKA) ve anterior meduller dalları içerir (4-7). Meningeal dallar, fossa cranii anterior ve posteriordaki dura mater ve kemiği besler (7).

Posterior spinal arter, VA veya PİKA'dan ayrılır. Medulla oblongata ve spinal kordun posterolateral duvarı boyunca ince damar pleksusları olarak inerler. Medulla spinalisin arka 1/3'ünü besler. Anterior spinal arter, medulla spinalisin ön yüzünde fissura mediana anteriorda pia mater içine gömülü olarak seyrederek ve medulla spinalisin ön 2/3'ünü besler.

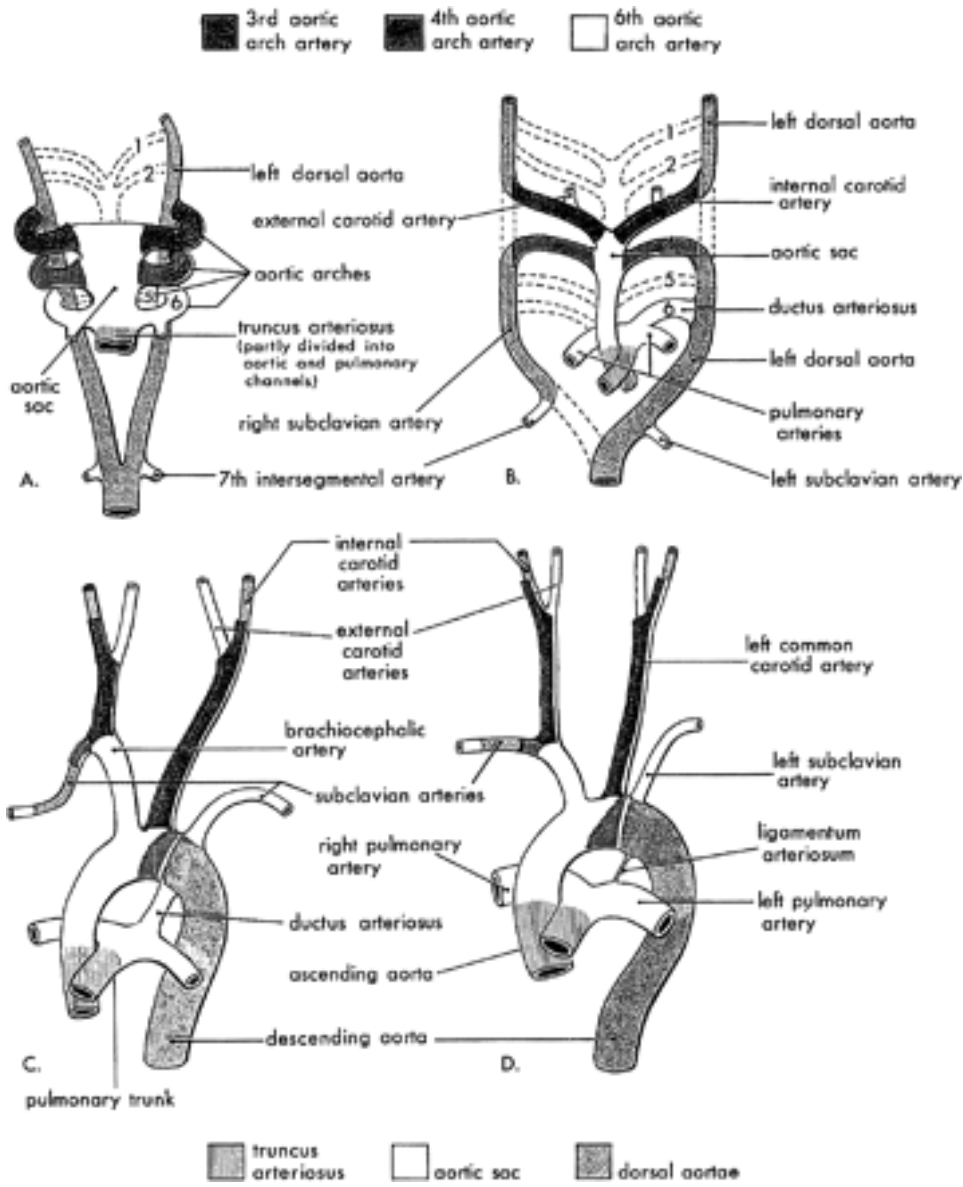
Posterior inferior serebellar arter, VA'nın en kalın dalı olup çapı 0.65-1.78 mm'dir (5). Çıkış yeri çok değişkendir. Bazen ekstrakranial VA'dan bazen BA'dan çıkar, genellikle BA'nın başlangıcına 1.5 cm kala çıkmaktadır (11). Yayınlanan vakaların %90'ında PİKA normal anatomik seyrinde izlenirken, %6'sında duplikasyon gösterir, %4'ünde ise görülmez (5). Serebellum ve medulla oblongatanın arasında seyrederek ve vermisin alt yüzünü, serebellumun santral çekirdeklerini, serebellar hemisferlerin alt yüzünü, medulla oblongata ve dördüncü ventrikülün koroid pleksusunu besler.

Medullar arterler, medulla oblongatada dağılan çok küçük dallardır (7,9).

### **2.1.2. Embriyoloji**

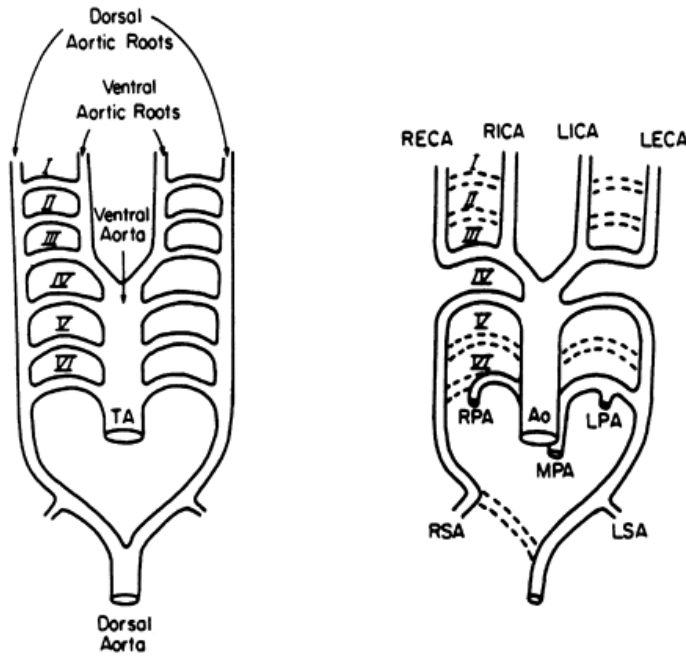
Vertebral arter varyasyon ve anomalilerini anlamak açısından embriyolojik gelişimi oldukça iyi bilmek gerekir. Embriyonun gelişimi esnasında nöral tüp devamlı transformasyona uğradığı için vasküler yapılar gelişim sırasında değişim ve yeni yapılara adaptasyon gösterirler. Yani asendan diferansiasyon oluşur.

Boyun ve beyin damarları 5 çift aortik arkustan gelişir. Bu arkuslar, trunkus arteriozusun en distal kısmı olan aortik keseden 4.-5. haftaları arasında oluşur. Aortik kese primitif aortik arkuslar ile aynı taraftaki dorsal aortik köklere bağlıdır. Aortik kese her yeni oluşan brankial arkusa bir dal vererek, sonuçta toplam altı çift arter meydana getirir. Ancak 5. aortik arkus %50 embriyoda ya hiç gelişmez ya da rudimenterdir ve kısa sürede regresyona uğrar. Beş adet arkus 1, 2, 3, 4 ve 6 olarak numaralandırılmıştır. Gelişimin ileri evrelerinde bu arteriyel model büyük ölçüde değişir ve bazı damarlar tamamıyla kaybolur (12,13) (Şekil 2.3).



**Şekil 2.3.** Aortik arkuların embriyolojisi (Moore KL. The developing human clinically orientated embryology, WB Saunders).

Bunlardan 4. ve 6. arkular asimetrik olarak gelişir. Birinci arkustan arta kalanlar maksiller arterin oluşumuna katkıda bulunurken, 2. arkusun dorsal bölümü stapediaal arter oluşumuna katkıda bulunur. Üçüncü arkus proksimal segmenti CCA'yı oluştururken, distal segmenti dorsal aortaya katılarak İCA'yı oluşturur. Sağ 4. aortik arkus VA orijin aldığı RSA'nın proksimalini oluşturur. Sol 4. arkus LCCA ile LSA'nın orijin arasını oluşturan aortik arkusa katkıda bulunur. Aortik arkusun proksimali aortik keseden, distali sol dorsal aortadan oluşur (13,14) (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Aortik arkusların gelişimi (Rudolph's Pediatrics, 2003).

Yirmidördüncü günde aortik keseden dorsal aortaya bir çift vasküler arkus çıkar. 26. günde ikinci aortik arkus belirginleşirken, birincisi regresyona uğrar. Altıncı arkus oluşunca 29. günde 1. ve 2. aortik arkus büyük oranda kaybolur. Üçüncü ve 4. aortik arkus 28. günde, 6. aortik arkus 29. günde belirgin hale gelir (12,13).

Fetal hayatın erken döneminde serebral kan akımı, aortik kese ve 3. aortik arkus aracılığı ile primitif İCA ile sağlanır. Bu arterin proksimal segmenti 3. arkus ve aortik keseden gelişerek CCA'ları yapar. Üçüncü ve 4. aortik arkuslar arasındaki dorsal aorta segmenti oblitere olur. Regresyon ile sağda CCA SA'dan, solda aortik arkustan ayrılır (13,15,16).

Padget'e göre VA'nın embriyogenezi 32. günde başlayıp 40. günde biter (17). Primitif dorsal aortadan somitlerin vaskülarizasyonu için servikalden sakrale kadar intersegmental arterler oluşur. Bunlardan 1-7 intersegmental arterler (C1-7), VA oluşumuna katkıda bulunur. Altıncı haftada fetus 5-6 mm olup, VA'yi oluşturmak üzere ilk 7 servikal intersegmental arter arasında longitudinal anastomozlar oluşur. Longitudinal anastomozlar VA'nın V2 segmentini oluşturur. Yedinci intersegmental arter, VA proksimal ucunu oluşturmak üzere farklılaşırken ön kol tomurcuğu oluştuktan sonra SA oluşturmak üzere dal verir. Padget'e göre VA, proatlantal arter (ProA) ile 7 intersegmental arasında longitudinal anastomozların oluşması ile gelişir (17). Bu nedenle

bazılarına göre VA gerçek bir damardan ziyade hemodinamik bir çözümdür (18). Vertebral arter orijini (V1 segmenti) barındıran proksimal SA segmentini oluşturacak olan 7. intersegmental arter hariç diğer servikal intersegmental arterler regrese olur (1,13,14,17,19,20). Regresyon olmadığı zaman duplikasyonlar ortaya çıkar (21).

Proatlantal arterden orijin alan C1 radiküler arteri erişkin dönemdeki VA'nın terminal segmentine farklılaşır. İntradural seyir göstermeden önce anterior ve posterior dallarına ayrılır. Anterior dal VA'nın intradural segmenti (V4) ve kısa ekstradural segmentine (V3 distal segmenti) dönüşür. Bilateral anterior radiküler C1 dalı agenezisi, proksimal BA ve distal VA yokluğunu açıklar. Distal segmenti BA'yı oluşturacak olan asendan ve desendan dallarına ayrılır ve orta hatta diğer taraftaki aynı dal ile birleşerek BA'yı oluşturur. C1 posterior radiküler dalın desendan dalı aynı taraftaki posterior spinal arteri, asendan dalı ise PİKA ile bağlantı oluşturur (11,18). Özetle embriyo 7-12 mm iken BA her iki primitif VA'nın füzyonu ile oluşur (22).

Embriyo 5-6 mm iken (6 hafta) primitif İCA'nın distal bölümünden PCommA'lar oluşur ve longitudinal nöral arterlerle anastomoz yapar. Fetal hayatta PCommA için fetal ICA'nın en kaudal dalı gibi düşünmek yerine, onu en kranialdeki karotiko-baziler anastomoz gibi düşünmek daha doğru olur (18). Posterior kommunikan arter ve VA oluşumuyla, öncesinde distal İCA ile longitudinal nöral arterler arasındaki bağlantıyı sağlayan 1 hafta devam eden ProA, otik, hipoglossal ve primitif trigeminal arterler regresyona uğrar (22). Regresyon başarısız olursa fetal karotiko-vertebrobaziler anastomozlar erişkin hayatta kalıcı olur (1,16,21-24). Proatlantal arter, hipoglossal arter ile 1. servikal intersegmental arter arasında oluşur. Bu nedenle ProA, 1. servikal sinir kökü ile oksipital kemik ve atlas arasında uzanır. V3 ve V4 oluşmadan önce baziler sirkülasyon V2 ile ProA arasındaki geçici anastomozlar ile sağlanır (1,11).

Fetal hayatın 7. haftasında, fetüs 7-12 mm'dir ve bu sırada 4. ve 6. arkuslar asimetric değişime uğrar. 3. ve 4. arkusların arka bölümünden çıkan longitudinal nöral arter, orta hatta birleşerek BA'yı oluşturur (23). Baziler arter kaudal bölümünde VA ile vertebrobaziler anastomozlarla birleşir. Primitif lateral vertebrobaziler anastomoz regrese olup, anterior inferior serebellar arter (AİKA) ve PİKA'ya dönüşür (17,25).

Sekizinci haftada büyük arterler son şekillerini alırken, posterior sirkülasyonda birçok değişiklik olur. Fetüsün 40 mm'lik olduğu dönemde, serebral arterler erişkin vasküler yapıya sahip olur (17).



### **2.1.3. Vertebral arter anomalileri ve varyasyonları**

Embriyogenezi diğer damarlardan farklı olarak segmental olan VA'da çok farklı varyasyonlar ve anomaliler izlenebilir (7,26). Bu anomaliler bazen bulgu verirken genellikle farklı bir nedenle yapılan radyolojik görüntüleme sırasında tesadüfen saptanır.

#### **2.1.3.1. Çap**

Vertebral arter çapı 0.92- 4.09 mm arasında değişir (3,5). Sağlıklı popülasyonda %15 oranla bir VA değerine göre BA'ya daha az kan akımı sağlar. Popülasyonun %50'sinde sol VA dominant, %25'inde sağ dominant ve geri kalan %25'te her iki VA aynı kalibrasyondadır (27).

Standardize ölçüm sistemi ve terminolojisi olmadığı için VA hipoplazisi oldukça az araştırılmış bir antitedir. Hipoplazik olarak tanımlanabilmesi için VA'nın çapının ne kadar olması gerektiği ile ilgili henüz bir uzlaşma yoktur. Bazı çalışmalarda VA çapı 2 mm ve altında olduğu takdirde hipoplazik, bazılarında göre ise atretik olarak kabul edilmiştir (27-30). Hipoplazik VA tanısı için hastanın klinik bulgularının ve şikayetlerinin olup olmaması ile ilgili de görüş birliği yoktur. Bu konuyla ilgili yapılan önceki çalışmalarda ultrasonografik görüntüleme ve anjiyografi kullanılmıştır (31,32).

Kullanılan terminolojilerden biri VA'nın dominant (majör) ve minör olarak tanımlanmasıdır. Minör VA'nın çapı çok ince ve diğer VA ile birleşip BA'yı oluşturuyorsa hipoplazik olarak isimlendirilir. Ancak minör VA diğer VA ile birleşmeyip tipik olarak PİKA olarak sonlanırsa atretik olarak kabul edilir (7).

Terminolojisi hala tartışılırken hipoplazik VA posterior sirkülasyonun çok sık olmayan bir varyasyonu olarak kabul edenler de vardır. Otopsi ve anjiyografilerde hipoplazik VA sıklığı %2-6 olarak raporlanmıştır. Bazı araştırmacılar tarafından hipoplazik VA migren, inme gibi patolojilerle ilişkilendirilmiştir (31,33).

#### **2.1.3.2. Orijin anomalileri ve varyasyonları**

Vertebral arterin orijinini bilmek vasküler veya kardiyotorasik cerrahi planlamasında önemlidir. Orijin anormalliği, arter duvarında konjenital yapısal defekte bağlı serebral hemodinamiğin bozulması, diseksiyon ya da anevrizma oluşumuna neden olabilir (34). Bu nedenle orijin anomalisi olan hastalara anevrizma açısından tarama

yapılabilir. Hastalarda subaraknoidal kanama (SAK) ya da kitle etkisi kliniği ortaya çıkmadan endovasküler tedavi yapılabilir, böylece morbidite ve mortalite azalır (14).

Vertebral arter, SA proksimal segmentinden orijin alır. Ancak VA'yi oluşturan ilk 6 servikal intersegmental arterlerin involüsyonundaki başarısızlık ve dorsal aortanın obliterasyon zonundaki farklılık VA'nın orijin anomalilerine yol açar. Örneğin sol 6. ve 7. intersegmental arter arasında longitudinal anastamoz oluşmaz ya da regrese olursa VA aortik arkustan orijin alır (15).

Vertebral arter orijin varyasyonu %5 oranla saptanmış olup varyasyonlar genellikle sol tarafta tariflenmiştir (35). Literatürde LVA için tanımlanmış varyasyonlar; arkus aorta orijini, SA'nın ilk dalı ancak arkus aortadan ayrılma yerine yakın orijin ve tiroservikal trunkus ile aynı kökten orijinlenmedir (14). Arkus aortadan LCCA ile LSA arasından 3. dal olarak orijinlenen LVA, %2.4-5.9 oranla en sık VA orijin varyasyonudur (15).

Sağ VA orijin anomalisi oldukça nadir olup üç kategoride toplanır: arkus aorta orijini, karotid arter orijinli ve duplike orijinli olanlar (36). Duplikasyondan ileride ayrıntılı olarak sonra bahsedilecektir.

### **2.1.3.3. Bitiş anomalileri ve varyasyonları**

Vertebral arter tipik olarak karşı taraf VA ile birleşerek BA'yı oluşturur ya da PİKA trasesinde devam eder, bazen oksipital arter olarak da sonlanabilir (7). Tek taraflı VA'nın PİKA olarak sonlandığı vakalarda BA tüm ya da çoğu kan akımını karşı taraf VA'dan sağlar. Nadiren vertebrobaziler bileşke olmaz ve BA distal segmenti persistan embriyonik damarlarla karotid sistem ile bağlantılıdır (18,19).

### **2.1.3.4. Seyir anomalileri**

Vertebral arterin özellikle V1 segmentinde seyir anomalisi izlenmektedir. Vertebral arter genellikle SA'dan orijin alıp C6 vertebra seviyesinde TF'ye girerken %5-10 hastada diğer seviyelerden girmektedir (23,31). Bunlardan en sık olanlar %7 oranla C5 seviyesi ve %5 oranla C7 seviyesindedir (23). Vertebral arterin SA orijini arkus aortaya yakın yani proksimalde ise daha yukarıdaki bir vertebranın TF'sinden vertebral kanala girer (10,15). Arkus aortadan orijin alan VA sıklıkla C5-6 intervertebral aralıktan, SA'dan orijin alan sıklıkla C6-7 intervertebral aralıktan TF'ye girer (34).

Diğer bir varyasyon intradural seyirdir. Vertebral arter, C2-C1 vertebra seviyesinde doğal seyirindeki segmenti atretik iken, major komponenti bu seviyede intradural ilerler. Bazıları bu seyre C2 segmental tip VA olarak adlandırmaktadır (8,9).

Vertebral arter atlasın oluşundan geçerken üzeri oksipito-atlantal membran ile örtülüdür. Ancak bazen bu membran kalsifiye olur ve cerrahi eksplorasyonu güçleştirir (8).

### **2.1.3.5. Duplikasyon ve fenestrasyon**

Duplikasyon ve fenestrasyon literatürde çok sık olarak aynı terminoloji gibi kullanılmıştır. Duplikasyon, damarın çift orijinli olması anlamına gelirken, fenestrasyonda damarın tek orijinli olup seyri sırasında segmental olarak çift olarak seyretmesidir. Ayrıca duplikasyon spinal kanalın dışında seyir gösterirken fenestrasyonda spinal kanal içinde ya da dışında seyir gösterebilir (37,38).

Duplikasyon, 6. ya da daha üst seviyedeki (ProA'dan C6 intersegmental artere kadar) intersegmental arterlerin regresyona gitmemesiyle olduğu düşünülmektedir (22). Bu anastomotik damarların kalıntıları intrakranial VA ve VBS duplikasyonuna sebep olduğu düşünülmektedir. Oysa fenestrasyonda tek vasküler kanal oluşurken pleksiform anastomozların devamlılığını korumasıyla olur. Duplikasyonlarda herhangi bir anomali ile birliktelik gösterilmemiş olmakla birlikte, fenestrasyonda %20 vakada eşlik eden anevrizma saptanmıştır (39).

Vertebral arter duplikasyonu daha çok sol tarafta raporlanmıştır. Ancak literatürde çok az vaka olduğu için bir oran verilmemiştir. Duplike segmentlerin her ikisi de sağ ya da sol SA'dan orijin alabilir, veya biri SA'dan orijin alırken diğeri innominant arter, tiroservikal trunkus, arkus aortadan orijin alabilir. Duplike segment genellikle C4-6 vertebra seviyesinde füzyone olur. Orijinlerden biri C6 vertebra TF'sinden vertebral kanala girerken diğeri genellikle C6 ve C4 arasından girer, ancak spinal kanala uzanmaz (37). Literatürde duplikasyonun 2 spinal travmalı hastada diseksiyonu maskeleyiği bildirilmiştir (40).

Fenestrasyon tipik olarak vertebrobaziler bileşkede veya BA'da görülür. Yapılan anjiyografilerde VA fenestrasyonu insidansı %0.23-1.95 otopsilerde ise %0.33 olarak raporlanmıştır (37,39). VA'da fenestrasyon görülme prevalansı %0.3-2 olarak raporlanmıştır (41). Fenestrasyon vakaların %70'inde üst servikal seviyede geri kalanı ise intrakraniyal yerleşimlidir. Fenestrasyon embriyolojik gelişimin erken aşamalarında

oluşur (42). Nöral arterlerin kaudo-kranial olarak devam etmesi gereken birleşmenin tam olmamasından kaynaklanır. İntrakranial fenestrasyon, primitif baziler-vertebral trunkusun, ekstrakranial fenestrasyon üst primitif segmental arterlerin distal segmentinin devamlılığı nedeniyle olur. Fenestrasyon ile anevrizma arasında bağlantı olduğu belirtilmiştir. Yapılan histolojik çalışmada fenestre segmentte muskuler tabaka ve elastik liflerin yokluğu ya da az geliştiği saptanmıştır (38). Damarın tunika mediasındaki defekt zemininde türbülant akım nedeniyle fenestre segment proksimal ve distalin ucunda anevrizmal formasyon olduğu düşünülmektedir (34). Vertebral arter fenestrasyonuna aynı zamanda beyin ve medulla spinalis patolojisi, arteriyovenöz malformasyon (AVM), blok servikal vertebra, diğer servikal damar ve VA'nin kendinin varyasyonları eşlik edebilir.

Vertebral arter metamerik segmentlerin birleşmesi ile oluştuğu unutulmamalıdır. Her segment bir radikülomeningeal ve bir musküler dal verir. Anjiyografi tetkikinde her zaman gösterilemese de musküler dallar asendan servikal arter, derin servikal arter ve ECA musküler dalları ile bağlantılıdır. Vertebral arter proksimal segmenti oklüzede olduğu VBS'nin azalan kan akımını kompanse etmek için bu dallar bu dallar belirgin hale gelir ve kan akımını sağlar. Bu dalları VA duplikasyonu ya da VA orijin varyasyonu gibi değerlendirmemek gerekir (7,26).

#### **2.1.3.6. Persistan fetal karotid- vertebrobaziller anastamozlar**

Karotid - vertebrobaziller anastamozlar, erken embriyonik dönemde primitif İCA'dan primitif VBS'ye kan akışını sağlayan presegmental arterlerdir (23). Gestasyonel 4. - 5. haftada 4 çift presegmental arter mevcuttur. Arterlerin isimlendirilmesi eşlik ettikleri kranial sinire göre yapılmıştır. Bunlar trigeminal, otik, hipoglossal ve ProA'dır. Altıncı - yedinci gestasyonel haftada (embriyo 7 - 12 mm) presegmental arterlerin dorsalinde iki taraftaki longitudinal nöral arterler birleşir ve BA'yı oluşturur (22,23). Embriyo 5 - 6 mm iken İCA kaudalinden 5. presegmental arter olan PCommA gelişir ve İCA ile primitif hindbrain arasında bağlantıyı sağlar. Normalde PCommA oluşumu ile birlikte diğer dört çift presegmental arter geriler. Ancak regresyon olmadığı durumlarda persistan fetal karotid - vertebrobaziller arter olarak adlandırılırlar (23,25).

Önce otik, sonra hipoglossal ve sonra trigeminal arter regrese olur. Bu geçici anastamozlar kapanınca VBS tam olarak oluşuncaya kadar VBS sulama alanını proatlantal arter ve PCommA sular (23). ProA diğerler presegmental arterlerden farklı olarak tamamen regrese olmayıp oksipital arter oluşumuna katkıda bulunur (43).

Çoğu karotid-vertebral anastamozlar insidental olarak saptanmıştır. Ancak bu anastamozlar vasküler anomali, genellikle anevrizma ve kranial sinir semptomları ile ilişkili olabilir.

Erişkin hayatta karotid-vertebrobaziler anastamoz varlığı anjiyografik serilerde %0.1-1 olarak raporlanmıştır (23). Bunlar arasında en sık olarak %80-85 oranla trigeminal arter olup cinsiyet farklılığı tariflenmemiştir (23, 41).

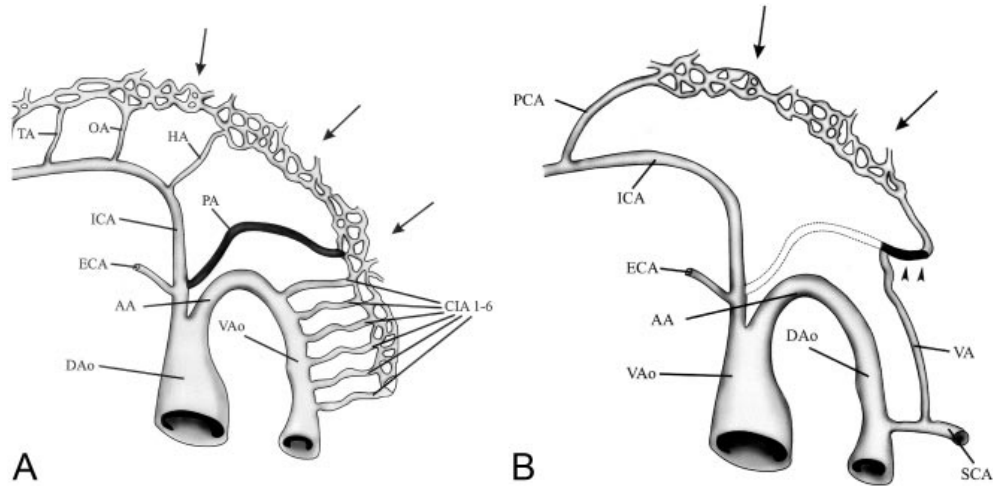
Trigeminal, otik ve hipoglossal arter BA ile karotid sistem arasındayken, ProA VA ile karotid sistem arasındadır. Ayrıca ProA en distaldeki olup ekstrakranial yerleşimlidir ve ECA ya da İCA arasında yer alır. Oldukça nadir olup, bilindiği kadarıyla toplam 40 vaka raporlanmıştır (41). Normal koşullarda ProA 6. gestasyonel haftanın sonuna doğru VA tamamen oluştuğundan sonra regrese olur (23) (Şekil 2.5).

Proatlantal arter olan insanların %46-50'sinde anastamoz proksimalinde biri ya da her iki VA hipoplazik veya aplaziktir (7,17,23,41,43,44).

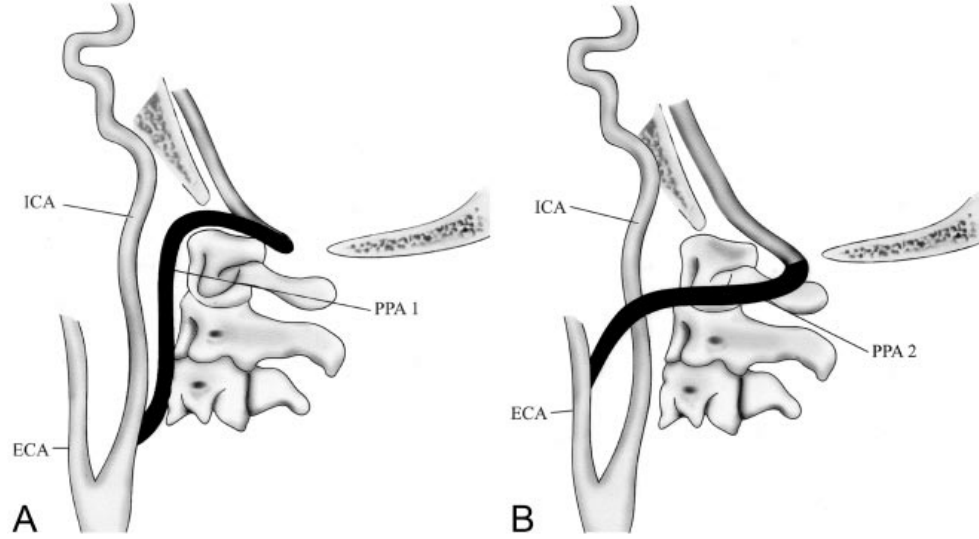
Genellikle insidental olarak saptandığı için aslında ProA sıklığı daha fazla olabilir. ProA 2. veya 3. servikal vertebra korpusu seviyesinde İCA ya da ECA orijinli olabilir. İCA kaynaklı ProA, ECA kaynaklı olana göre daha anteromedial seyir gösterir. Tip I ProA (proatlantal intersegmental arter) İCA orijinli olup foramen magnumu geçtikten sonra VA'ya katılır. Oysa tip 2 ProA (1. servikal intersegmental arter) ECA orijinli olup ekstrakranial olarak VA'ya katılır (44) (Şekil 2.6).

Şu ana kadar tariflenen persistan ProA'ların %57'si tip 1, %38'i tip 2 ve %5'i CCA arterden orijin almaktadır (43).

Proatlantal intersegmental arteri olan hastaların %59'unda serebrovasküler anomali insidansı raporlanmış olup, bunların %10'u anevrizmadır (23).



**Şekil 2.5. A:** 4-5 mm embriyo evresinde trigeminal arter (TA), otik arter (OA), hipoglossal arter (HA) proatlantal arter (PA) ve servikal intersegmental arterler (CIA 1-6) tarafından beslenen bilateral longitudinal nöral arterler, dorsal aorta, servikal intersegmental arterler **B:** 7-12 mm embriyo evresinde vertebral arter servikal intersegmental arterler arasında olan transvers anastomozlar ve distal proatlantal arterin distal parçası tarafından oluşturulur, proksimal proatlantal arter regrese olur. AA, 4. aortik arkus; DAo, dorsal aorta; ECA, eksternal karotid arter; ICA, internal karotid arter; VAo, ventral aorta. [AJNR Am J Neuroradiol 2004; 25: 1622–4].



**Şekil 2.6. A:** Persistan proatlantal arter tip I (PPA 1) İCA kaudal parçasından orijin alır ve dorsale geçmeden önce oksipitoatlantal seviyede vertebra korpuslarının anteriorunda yer alır, **B:** Persistan proatlantal arter tip II (PPA 2) ECA'dan orijin alır ve C1 veya C2 vertebrae'nin oblik olarak geçer. Her iki tip foramen magnumdan intrakranial alana girer. [AJNR Am J Neuroradiol 2004; 25: 1622–4].

#### 2.1.4. Vertebral arterin klinik önemi

Vertebral arterin ekstrakranial parçası kemik yapılar, kas ve fibröz ligamentlerle çok yakın komşuluk nedeniyle mekanik basıya maruz kalır. V3 segmentinde oklüzyon ya da darlık olduğunda, muhtemelen musküler dallar arasındaki bağlantıların kompanzasyonda yetersiz olmasına bağlı olduğu düşünülerek, V3 segmenti darlığı ve oklüzyonu, V2'ye göre daha ciddi bulgular verir (45).

Vertebral arterin seyri esnasında basıya maruz kalabileceği bazı durumlar ve yerler; sulkus a. vertebralis'in derin olması, atlanto-oksipital membran hipertrofisi ve ossifikasyonu, atlanto-aksial eklem kayma hareketi ve subluksasyonu, osteofitler, VA'nın büküntüleri, servikal vertebra anomalileri ve VA'nın varyasyonlarıdır. Bu durumlarda beynin hemodinamisi bozulursa anevrizma oluşumu, artmış tromboz riski, oklüzyon, diseksiyon, ateroskleroz gibi kısa ve uzun vadeli sorunlar ortaya çıkar (9).

Bunların dışında, boynun rotasyonu sırasında karşı taraftaki VA'nın sıkıştığı ve kan akımının engellendiği literatürde gösterilmiştir. Bu fizyolojik tıkanmanın etyolojisi şöyle açıklanmıştır; baş bir yana çevrildiği zaman, başın çevrildiği taraftaki atlanto-aksial eklem kilitlenir, oysa karşı tarafın atlanto-aksial eklemi birbiri üzerinde öne doğru hareket eder ve VA'yı gerer, gerilen arterin lümeni daralır (8).

Vertebral arterin fizyolojik sıkışmaları sırasıyla;

- Paravertebral kaslar ve fasya demetlerinden dolayı C6 vertebra TF'si hizasında,
- Osteofitler nedeniyle C5-C2 segmentleri arasında,
- Atlanto-axial eklem seviyesinde eklem kayma hareketi nedeniyle C2-C1 seviyesinde,
- Kuvvetli membranöz yapılar nedeniyle atlanto-oksipital eklem seviyesindedir (46).

V3 segment darlığı, boynun özellikle karşı tarafa doğru rotasyonu ve fleksiyon hareketleri sırasında belirgin hale gelir. Bu durum bazen rotasyonel mekanik obstrüksiyon olarak adlandırılır. Semptomatik olduğu durumda Bow Hunter sendromu denir. Esas nedeni atlasın aşırı derecede kaymasına bağlıdır. Ancak literatürde C1-C2 subluksasyonu, fibröz bantlara bağlı kompresyon, atlanto-oksipital membran kalınlaşması, kemik anomalileri de bu sendrom adı altında raporlanmıştır. Tekrarlayan hareketlere bağlı tıkanmalarda intima tabakasında kronik yaralanma ve sonrasında ise tromboze olabilmektedir (46,47).

Vertebral arter, bazı sportif faaliyetler sırasında da yaralanabilmektedir. Boynun hiperfleksiyonu, hiperekstansiyonu ve başın ani olarak çevrilmesi ile oluşabileceği düşünülmektedir. Bu duruma yoga, plates, kayak, yüzme gibi spor dallarında rastlandığı belirtilmiştir (46).

Yukarıda belirtilen durumlar dışında cerrahi ve görüntüleme tetkikleri için pozisyon verilmesi esnasına, boyun traksiyonu ve boyun travmasından sonra, boyuna elle yapılan müdahalelerin de neden olabileceği belirtilmiştir.

Vertebral arter kazalarda penetre vertebra kırıkları nedeniyle yaralanabilmektedir.

Vertebrobaziler yetmezlikte vertigo, diplopi, nistagmus gibi görme ile ilgili değişiklikler, bulantı, kusma, tinnitus, kısa süreli bilinç kaybı olabilmektedir (46).

Tek taraflı VA'nın geçici tıkanması, vertebrobaziler yetmezliğe neden olabilir. Yetmezliğin nedeni, karşı taraf VA'nın hipoplazik ve İCA anastomozlarının yetersiz olduğu durumlarda, boynun rotasyon ve ekstansiyonu olabilir. İnternal karotid arter anastomozları yeterli ise iskemi semptomları görülmez. Hipoplazi ve anastomozların yetersizliği durumunda iskemi, hatta beyin sapı ve serebellum enfarkt bile olabilir (48).

Cerrahi olarak tromboendarerektomi, by-pass, büyük arterlere VA'nın transpozisyonu, laminektomi, atlanto-okspital membran, longus colli, anterior skalen kas fibröz ligamanlarının dekompresyonu, ve vertebrobaziler yetmezlik tanısı için kateter uygulaması yapılmaktadır (46).

Posterior fossa tabanına olan yakın komşuluğu nedeniyle özellikle V3 segmentinin hasar görmesi ölümcül komplikasyonlara neden olabilir. Bu nedenle posterior fossa ve kranioservikal bölge cerrahisi öncesi VA trasesi ve bölgenin anatomisinin bilinmesi hayatidir (49,50).

## **2.2. Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi**

Bilgisayarlı tomografi ilk kez 1972 yılında klinikte kullanılmaya başlanmıştır. ÇKBT'nin kullanılmaya başlanması ile BT anjiyografi için yeni bir dönem başlamıştır. Dedektör sayısındaki ve konfigürasyonundaki değişiklikler ile BT prosedürlerinin klinikteki kullanım alanları artmıştır. Çekim sonrası 400-1500 arasındaki değişen görüntülerden, işlem istasyonunda çeşitli yöntemler kullanılarak rekonstrüksiyon görüntüleri elde edilmektedir ve tanısal kalite artmaktadır. Çekim sonrası multiplanar reformat (MPR), maksimum intensite projeksiyon (MIP), volum rendering (VR) ve



curved planar rekonstrüksiyon (CPR) yapılabilir. Bu teknikler radyolog ile klinisyen arasındaki iletişime yardımcı olur (41).

Pek çok merkezde akut enfarkt ve SAK kliniği olan hastalarda, aynı zamanda çeşitli pre-operatif durumlarda serebral vasküler yapıları görüntülemek için ilk olarak ÇKBT anjiyografi tetkiki kullanılır. Çoğu anormal durumu ve normal varyasyonları saptamak için çekilen kapsamlı BT tetkiki intra ve ekstrakranial arterlerin üç boyutlu (3B) ve MIP görüntüleri, kafa tabanının aksiyal görüntüleri yeterlidir. Akut enfarkt ve SAK tanısında ve tedavisinde, acil operasyon kararının verilmesinden önce fenestrasyon, duplikasyon, persistan fetal arter gibi normal varyasyonların bilinmesi önemli rol oynar.

İntrakranial vasküler anomalilerin saptanmasında dijital substraksiyon anjiyografi (DSA) hala altın standarttır. Ancak pahalı, invaziv bir yöntem olup az da olsa komplikasyon riski vardır. Buna karşın ÇKBT anjiyografi tetkiki non-invaziv ve hızlıdır, aynı zamanda yüksek uzaysal çözünürlüğü vasküler yapılar ile kemik yapı arasındaki anatomik ilişkiyi anlamada yardımcı olur (10,25,36,44). Anevrizma tespitinde ÇKBT anjiyografi sensitivitesi %67-100, spesifitesi %50-100 ile oldukça yüksektir (51).

### **3. GEREÇ VE YÖNTEM**

Çalışmamız Türkiye’de yaşayan insanların VA varyasyon ve anomalilerini ortaya çıkarma amacı ile VA’nın V1, V2, V3 ve V4 segmentlerinin radyolojik incelenmesi amacıyla planlanmıştır. Veriler, BT anjiyografi tetkikinin incelenmesi ile elde edilmiştir.

#### **3.1. Popülasyon**

Ocak 2007- Aralık 2012 tarihleri arasında Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalına karotis BT anjiyografi tetkiki için başvuran toplam 913 hastanın (572 erkek, 341 bayan) karotis BT anjiyografi tetkiki incelendi. Çalışmaya 18 yaş üzerindeki hastalar dahil edildi. Belirtilen tarihler arasında herhangi bir nedenle karotis BT anjiyografi ve serebral BT anjiyografi çekilmiş, intravenöz kontrast madde artefaktının juguler ven ve superior vena cava’da değerlendirilmede sorun yaratmadığı tetkikler çalışmaya dahil edildi.

#### **3.2. İncelenen Parametreler**

Çalışmamızda incelenen parametreler:

- Arkus aortadan çıkan ana dallar ve çıkış sırası,
- Vertebral arter orijini,
- RVA’nın BST’ye, LVA’nın arkus aortaya olan mesafesi,
- Vertebral arterin vertebral kanala giriş seviyesi ve
- C4-7 seviyelerinde VA ve TF çaplarıdır.

#### **3.3. BT Görüntüleme ve Rekonstrüksiyon**

BT anjiyografi tetkiki 64-sıralı BT cihazı (Toshiba Medical Systems, Aquilion 64, Japan) ile yapıldı. Ön-arka skenogram yardımı ile lokalizasyon belirlendi ve T4 vertebra düzeyinden başlanarak kaudokranial yönde kesitler alındı.

İnceleme sırasında şu parametreler kullanıldı:

- Efektif kesit kalınlığı: 0.5 mm
- Rotasyon süresi: 0.40 sn

- Masa hareketi: 1.3 mm /rotasyon
- kV değeri: 120
- mAs değeri: 220

60 ml iyonik olmayan iyotlu kontrast madde, 18 gauge branül ile antekübital venden, otomatik pompa (Ulrich Medezintechnik, Germany) yardımıyla, 4-5ml/sn hızla enjekte edildi. Kontrast maddenin arteriyel sistemdeki pasajı ile BT anjiografi tetkiki arasında senkronizasyon sağlamak için, “bolus tracking” otomatik tetikleme yöntemi uygulandı. Transaksiyel planda, desenden aorta işaretlendi. Gerçek zamanlı görüntülerle, işaretlenen sahanın 200 HU değerine ulaştığı an saptanıp, bu anda çekimin de başlaması ile ekstra ve intrakraniyel arteriyel yapılarda optimal kontrast madde enhansmanı sağlandı. BT anjiografi tetkiki ortalama 10 sn sürede tamamlandı. Ham imajlar 0.5 mm kesit kalınlığı, 0.3 mm aralıklarla rekonstrükte edildi.

PACS ve BT arşivinden Ocak 2007- Aralık 2012 tarihleri arasında BT anjiografi yapılan 913 hastaya ait görüntüler çağrıldı. Daha sonra bu volüm görüntüler çalışma istasyonuna (Vitrea, Vital Images, Minnetonka, Minnesota) gönderildi. Kaynak transaksiyel görüntüler ile maksimum intensite projeksiyon (MIP), multi-planare reformation (MPR), volume rendering (VR) ve 3B yüzey gölgeleme yöntemleriyle oluşturulan görüntüler ekran üzerinde uygun pencere ayarları yapılarak değerlendirildi. Dallanma paterninin birbirine çok yakın olduğu, varyasyon bulunan tartışmalı hastalarda iki radyoloğun konsensusu ile nihai karar verildi.

### **3.4. İstatistiksel Analiz**

Hastalara ait tüm veriler bilgisayar ortamına kaydedildi. Hastalarda arkus aortadan çıkan dallar ve bunların dallanma paterni, VA orijini, VA V1-V4 trasesi, vertebral kanala giriş seviyesi, VA C4-7 seviyelerinde VA ve TF çapı ile yaş, cinsiyet ve tipler arası istatistiksel farklılığı SPSS 18.0 programı kullanılarak kayıt altına alındı. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri ile incelendi. Numerik değerlerin karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis testi kullanıldı. Post-hoc test olarak Mann Whitney U testi kullanıldı ve Sidak düzeltmesi yapıldı.

## 4. BULGULAR

Anabilim Dalımızda, Bilgisayarlı Tomografi ünitesinde karotis ve serebral BT anjiyografi tetkiki yapılan 913 hastada (572 erkek, 341 bayan) arkus aortadan çıkan dallar ve bunların dallanma paterni incelendi. Ancak unilateral VA okluzyonu ya da VA duplikasyonu saptanan toplam 68 hasta sonraki değerlendirmelerde ölçümleri etkileyeceği düşünülerek istatistiki çalışma dışı bırakıldı. Böylece VA orijini, VA trasesi, vertebral kanala giriş seviyesi, C4-7 seviyelerinde VA ve TF çapı 845 hastada (533 erkek, 312 bayan) istatistiksel olarak incelendi.

Tüm hastaların 572'si (%62.9) erkek, 341'i (%37) bayandı. Hastaların yaş ortalaması 60±13 yaş (dağılım aralığı: 18-91 yaş) idi. Erkeklerin yaş ortalaması 63±12 yaş (dağılım aralığı: 19-91 yaş), bayanların yaş ortalaması 57±15 yaş (dağılım aralığı: 18-91 yaş) idi.

Arkus aorta dallanma paterni arkus aortadan çıkan ana dallara (SA, CCA) göre dört grupta incelendi (Çizelge 4.1, Çizelge 4.2, Çizelge 4.3).

**Tip 1:** Arkus aortadan 3 dal ayrılıyordu. İlk dal BST, ikinci dal sol CCA, üçüncü dal sol SA idi (Şekil 4.1).

Tip 1 en sık görülen grup olup, 913 hastanın 788'inde (%86) görüldü. Hastaların yaş ortalaması 61±13 yaş (dağılım aralığı 18-91 yaş) olup 501 hasta erkek (%64), 287 hasta bayandı (%36).

**Tip 2:** Arkus aortadan 4 dal ayrılıyordu. Bu grup kendi içinde ikiye ayrıldı.

**Tip 2A:** İlk dal sağ CCA, 2. dal sol CCA, 3. dal sol SA, 4. dal sağ SA idi (Şekil 4.2).

**Tip 2B:** İlk dal sol CCA, 2. dal sağ CCA, 3. dal sağ SA, 4. dal sol SA idi (Şekil 4.3).

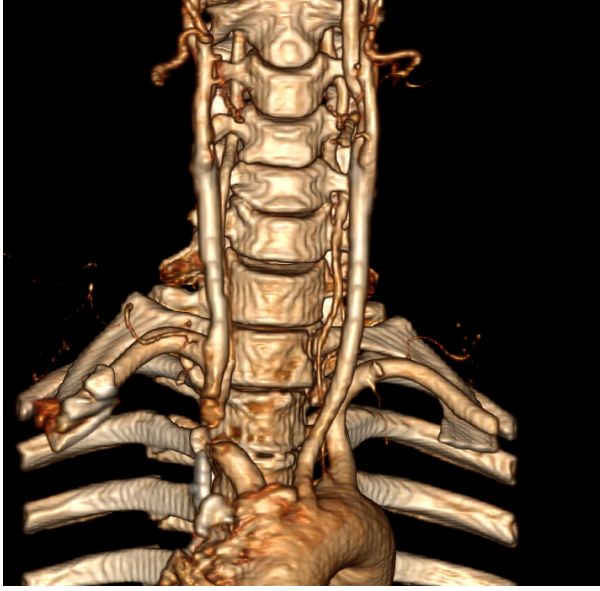
913 hastanın 9'unda (%1.3) tip 2 dallanma paterni izlendi. Dokuz hastanın 5'i (%56) erkek, 4'ü (%44) bayan olan hastaların yaş ortalaması 61±9 yaş (dağılım aralığı 51-82yaş). Tip 2B olan 2 hasta vardı, bunların ikisi de erkekti.

**Tip 3:** Arkus aortadan 2 dal çıkıyordu. İlk dal BST ve sol CCA'nın orijinlendiği dal ve 2. dal ise sol SA idi (Şekil 4.4 ve 4.5).

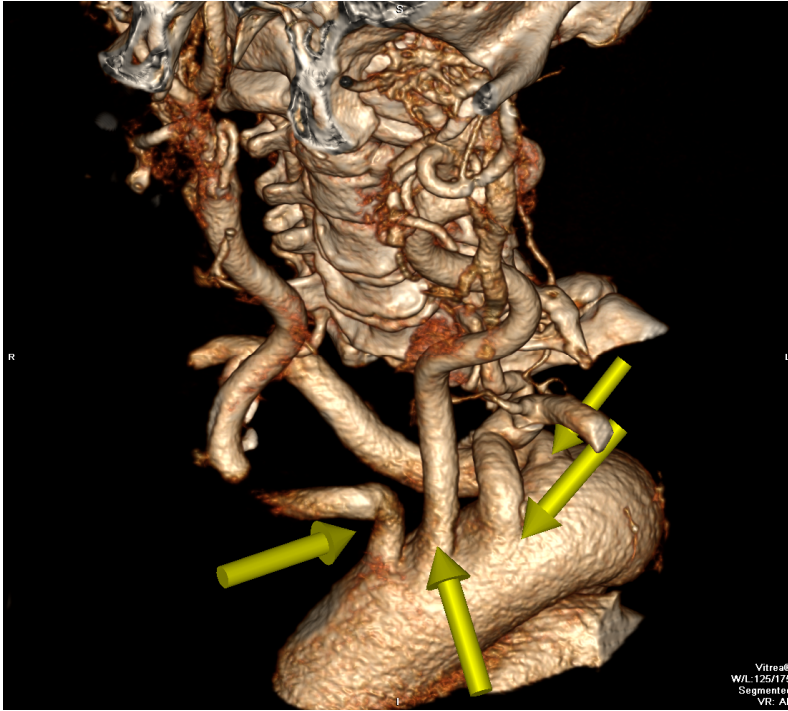
913 hastanın 111'inde (%12) görüldü. Hastaların yaş ortalaması 59±14 yaş (dağılım aralığı 24-85 yaş) olup, 66 hasta erkek (%59), 45 hasta bayandı (%41).

**Tip 4:** Arkus aortadan 3 dal çıkıyordu. İlk dal sağ ve sol CCA'nın orijinlendiği dal ve 2. dal sol SA, 3. dal sağ SA idi (Şekil 4.6).

913 hastanın 5'inde (%0.7) görüldü. Hastaların yaş ortalaması  $64 \pm 10$  yaş (dağılım aralığı 55-78 yaş) olup 5 hasta da bayandı.



Şekil 4.1. Tip 1 dallanma paterninin 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü.



Şekil 4.2. Tip 2A dallanma paterninin 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü.



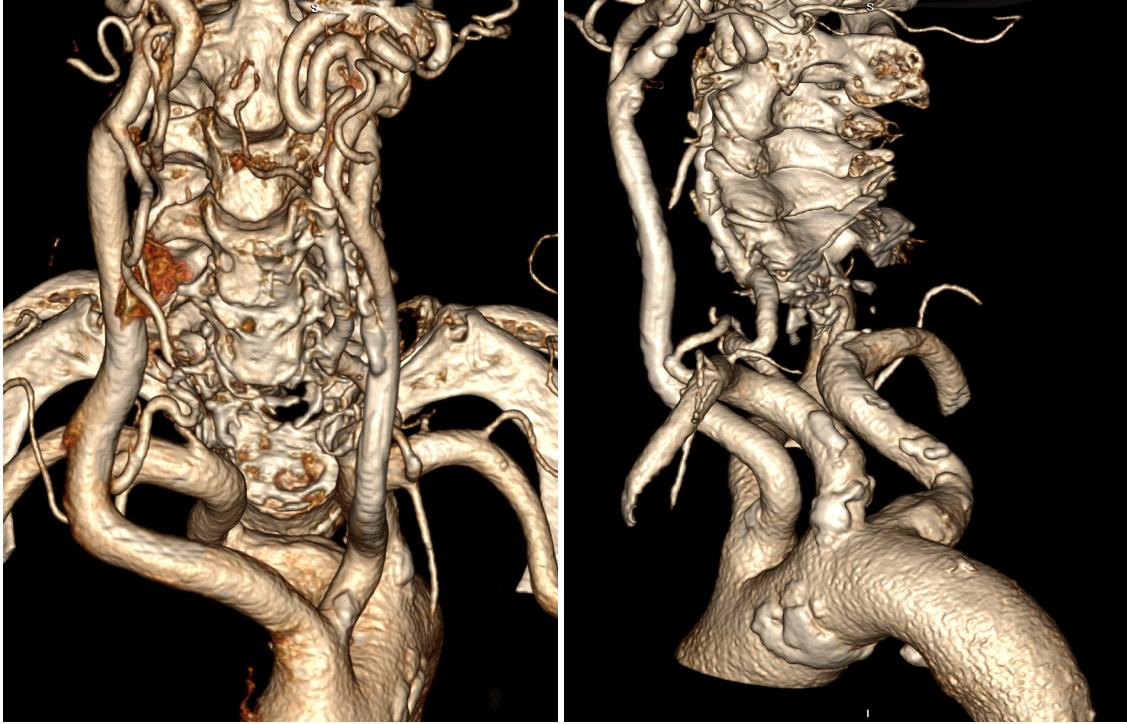
Şekil 4.3. Tip 2B dallanma paterninin 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü.



Şekil 4.4. Tip 3 dallanma paterninin 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü.



Şekil 4.5. Tip 3 dallanma paterninin 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü.



Şekil 4.6. Tip 4 dallanma paterninin 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü.

**Çizelge 4.1.** Tüm hastaların arkus aorta dallanma paternine göre dağılımı.

Arkus Aorta tipi	Ortalama (yaş)	Sayı (oran)	Standart sapma	Min-max (yaş)
1	61	788 (%86)	13,5	18-91
2	61	9 (%1,3)	9,2	51-82
3	59	111 (%12)	14,3	24-85
4	64	5 (%0.7)	10,1	55-78

**Çizelge 4.2.** Tüm hastaların aort dallanma paternine göre cinsiyet dağılımı.

Arkus Aorta tipi						
1		2		3		4
cinsiyet		cinsiyet		cinsiyet		cinsiyet
Bayan	Erkek	Bayan	Erkek	Bayan	Erkek	Bayan
Sayı (oran)	Sayı (oran)	Sayı (oran)	Sayı (oran)	Sayı (oran)	Sayı (oran)	Sayı (oran)
287 (%36)	501 (%64)	4 (%44)	5 (%56)	45 (%41)	66 (%59)	5 (%100)
788		9		111		5

**Çizelge 4.3.** Cinsiyetlere göre arkus aorta dallanma paternlerinin dağılımı.

Cinsiyet						
Bayan				Erkek		
Arkus aorta tipi				Arkus aorta tipi		
1	2	3	4	1	2	3
Sayı (oran)	Sayı (oran)	Sayı (oran)	Sayı (oran)	Sayı (oran)	Sayı (oran)	Sayı (oran)
287 (%84)	4 (%1)	45 (%14)	5 (%1)	501 (%86)	5 (%2)	66 (%12)
Toplam: 341				Toplam: 572		

Arkus aorta dallanma paternleri arasında yaş ve cinsiyet dağılımı açısından istatistiksel anlamlı fark saptamadık ( $p > 0.05$ ).

Vertebral arter orijini açısından hastaları 3 gruba ayırdık; SA, arkus aorta ve diğer (CCA) olmak üzere. Duplikasyon gösteren veya unilateral VA okluzyonu olan toplam 68 hasta bu gruba dahil edilmemiş olup, 845 hasta (312 bayan, 533 erkek) değerlendirildi (Çizelge 4.4).



**Çizelge 4.4.** Vertebral arter orijinine göre dağılım (N=845).

	Orijin					
	Sağ			Sol		
	SA	Arkus aorta	Diğer (CCA)	SA	Arkus aorta	Diğer
Sayı	843	1	1	788	57	Ø
Oran (%)	99.8	0.01	0.01	93.3	6.7	.

N: toplam hasta sayısı, CCA: Ana karotid arter, SA: Subklavian arter

Sağ VA'ların tamamına yakını (%99.8) SA orijinliydi. Subklavian arter orijinli 843 VA, arkus aorta ve CCA orijinli 1'er VA saptandı. Diğer tarafı sıklık sırasına göre değerlendirirsek 788 LVA (%93.3) SA orijinli ve 57 LVA (%6.7) arkus aorta orijinliydi.

**Çizelge 4.5.** Sağ ve sol taraf için VA vertebral kanala giriş seviyeleri (N=845).

VA Vertebral kanala giriş seviyesi	Yön	
	Sağ	Sol
3	0	3 (%0.4)
4	17 (%2.0)	12 (%1.4)
5	53 (%6.3)	54 (%6.4)
6	771 (%91,2)	761 (%90.0)
7	4 (%0.5)	15 (%1,8)

N: Toplam hasta sayısı, VA: vertebral arter

Vertebral kanala giriş seviyeli 845 hastada sağ ve sol taraf olarak değerlendirildi (Çizelge 4.5).

Sağ tarafta 771 VA (%91.2) 6.TF'den, 53 VA (%6.3) 5.TF'den, 17 VA (%2) 4.TF'den ve 4 VA (%0.5) 7.TF'den kanala girdi. Sol tarafta 761 VA (%90.0) 6.TF'den, 54 VA (%6.4) 5.TF'den, 15 VA (%1.8) 7.TF'den, 12 VA (%1.4) 4.TF'den ve 3 VA (%0.4) 3.TF'den vertebral kanala girdi. Her iki tarafta da VA'lar sıklıkla 6. TF'den vertebral kanala girdi.

**Çizelge 4.6.** Cinsiyetlere göre VA'nın vertebral kanala giriş seviyeleri.

Yön	VA Vertebral kanala giriş seviyesi	Cinsiyet			
		Bayan		Erkek	
		Sayı	Oran (%)	Sayı	Oran (%)
Sağ	4	8	%0,9	9	%1,1
	5	25	%3,0	28	%3,3
	6	278	%32,9	493	%58,3
	7	1	%0,1	3	%0,4
Sol	3	1	%0,1	2	%0,2
	4	8	%0,9	4	%0,5
	5	20	%2,4	34	%4,0
	6	280	%33,1	481	%56,9
	7	3	%0,4	12	%1,4

VA: vertebral arter

Cinsiyetlere göre VA vertebral kanala giriş seviyeleri değerlendirildi (Çizelge 4.6). Sıklık sırasına göre belirtirsek bayanlarda 278 (%32.9) RVA, 280 (%33.1) LVA, erkeklerde 493 (%58,3) RVA, 481 (%56,9) LVA 6. TF'den vertebral kanala girdi. İkinci sıklıkta bayan hastalarda 25 (%3.0) RVA, 20 (%2,4) LVA, erkeklerde 28 (%3.3) RVA, 34 (%4.0) LVA 5. TF'den vertebral kanala girdi. Diğer seviyelerden vertebral kanala giriş oldukça azdı. Bayan hastalarda sağ ve sol tarafta 8'er (%0.9) VA 4. TF'den vertebral kanala girdi. Yedinci TF'den 1 RVA (%0.1) ve 3 LVA (%0.4), 3. TF'den 1 LVA (%0.1) vertebral kanala girdi. Erkeklerde 7. TF'den 3 RVA (%0.4) ve 12 LVA (%1.4), 4. TF'den 9 RVA (%1.1) ve 4 LVA (%0.5), 3. TF'den 2 LVA (%0.2) vertebral kanala girdi.

VA'nın vertebral kanala giriş seviyeleri cinsiyetlere göre değerlendirildiğinde cinsiyetler arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p \geq 0.05$ ).

**Çizelge 4.7.** Aort tiplerine göre VA'ların vertebral kanala giriş seviyeleri (N=845).

Yön	TF	Arkus aorta tipi			
		1	2	3	4
		Sayı (%)	Sayı (%)	Sayı (%)	Sayı (%)
SAĞ	4	15 (%2)	0	1 (%1)	1 (%33.3)
	5	48 (%6.5)	1 (%11.1)	4 (%4)	0
	6	666 (%90.8)	8 (%88.9)	95 (%95)	2 (%66.7)
	7	4 (%0.5)	0	0	0
SOL	3	3 (%0.4)	0	0	0
	4	11 (%1,5)	0	1 (%1)	0
	5	49 (%6.7)	1 (%11.1)	4 (%4)	0
	6	659 (%90)	8 (%88.9)	91 (%91)	3 (%100)
	7	11(%1.5)	0	4 (%4)	0

N: Toplam hasta sayısı, TF: transfers foramen

Arkus aorta tiplerine göre VA vertebral kanala giriş seviyeleri 845 hastada değerlendirildi (Çizelge 4.7).

845 hastanın 733'ü (%86.7) arkus aorta tip 1 olup bu grupta 666 RVA (733 hastada %90.8) 6. TF'den, 48 RVA (733 hastada %6.5) 5. TF'den, 15 RVA (733 hastada %2) 4. TF'den ve 4 RVA (733 hastada %0.5) 7. TF'den vertebral kanala girdi. Sol taraf için bu rakamlar 659 LVA (733 hastada %89,9) 6. TF'den, 49 LVA (733 hastada %6.7) 5. TF'den, 11'er LVA (733 hastada %1.5) 4. ve 7. TF'den, 3 LVA (733 hastada %0.4) 3. TF'den vertebral kanala girdi.

Dokuz hasta arkus aorta tip 2 olup bilateral 8 VA (%88.9) 6. TF'den ve 1 VA (%11.1) 5. TF'den vertebral kanala giriş yaptı.

Sekizyüzkırkbeş hastadan 100 hasta (%11,8) arkus aorta tip 3 olup, bu hasta grubunda 95 RVA (%95) 6. TF'den, 4 RVA (%4) 5. TF'den, 1 RVA (%1) 4. TF'den vertebral kanala girdi. Sol taraf için bu rakamlar 91 LVA (%91) 6. TF'den, 5'er LVA (%5) 5. ve 7. TF'den, 1 LVA (%1) da 4. TF'den vertebral kanala girdi.

Sekizyüzkırkbeş hastadan 3 hasta (%0,3) arkus aorta tip 4 olup bu grupta 2 RVA (%66.7) 6. TF'den, 1 RVA (%33.3) da 4. TF'den vertebral kanala girdi. Diğer tarafta 3 LVA (%100) da 6. TF'den vertebral kanala girdi.

**Çizelge 4.8.** Vertebral arter orijine göre vertebral kanala giriş seviyesi dağılımı (N=845).

Orijin		VA vertebral kanala giriş seviyesi				
		3	4	5	6	7
		Sayı (oran)	Sayı (oran)	Sayı (oran)	Sayı (oran)	Sayı (oran)
Sağ	SA	0	16 (%1.9)	52 (%6.2)	771 (%91.5)	4 (%0.5)
	Arkus aorta	0	0	1 (%100)	0	0
	Diğer (CCA)	0	1(%100)	0	0	0
Sol	SA	0	3 (%0.4)	19 (%2.4)	754 (95.7)	12 (%1.5)
	Arkus aorta	3 (%5.3)	9 (%15.8)	35 (%61.4)	7 (%12.3)	3 (%5.3)

N: Toplam hasta sayısı, VA: vertebral arter, CCA: Ana karotid arter

Vertebral arter orijinine göre vertebral kanala giriş seviyesi değerlendirildi (Çizelge 4.8).

Subklavian arter orijinli VA'lar hem sağ tarafta hem sol tarafta çoğunlukla 6. TF'den vertebral kanala girdi. Sıklık sırasına göre sağ tarafta SA orijinli olan 771 RVA 6. TF'den (%91.5), 52 RVA 5. TF'den (%6.2), 16 RVA 4. TF'den (%1,9) ve 4 RVA 7.

TF'den (%0.5) vertebral kanala girdi. Sağ tarafta arkus aorta orijinli olan 1 RVA 5. TF'den ve VA'sı CCA orijinli olan 1 hastanın VA'sı 4. TF'den vertebral kanala girdi. Hasta sayısı nedeniyle sağ taraf için istatistiksel değerlendirme yapılmadı.

Sıklık sırasına göre sol tarafta SA orijinli olan 754 LVA 6. TF'den (%95,7), 19 LVA 5. TF'den (%2,4), 12 LVA 7. TF'den (%1,5) ve 3 LVA 4. TF'den (%0.4) vertebral kanala girdi. Arkus orijinli olan 35 LVA 5. TF'den (%61,4), 9 LVA 4. TF'den (%15,8), 7 LVA 6. TF'den (%12,3) ve 3'er LVA 4. ve 7 TF'den (%0.4) vertebral kanala girdi. Arkus aorta orijinli ve SA orijinli VA'lar arasında istatistiksel olarak fark saptandı ( $p \leq 0.05$ ). Arkus aorta orijinli olan VA'lar SA orijinli olanlara göre daha yüksek bir seviyeden vertebral kanal girme eğilimindeydi. Aynı zamanda SA orijinli olanların %96'sı 6. TF'den, arkus aorta orijinli VA'ların %61'i 5. TF'den vertebral kanala girdi.

**Çizelge 4.9.** RVA-BST mesafesi, LVA-arkus aorta mesafe parametreleri (N=845).

Mesafe (mm)	Hasta sayısı	Ortalama (mm)	Standart Sapma	Min	Max
LVA-Arkus Aorta	845	34,53	11,877	0	73
RVA-SA	845	24,07	7,875	0	88

N: Toplam hasta sayısı, RVA: sağ vertebral arter, LVA: sol verebral arter, BST: brakiosefalik trunkus.

Vertebral arterlerin sağda BST'ye, solda arkus aortaya olan mesafesi ölçüldü (Çizelge 4.9).

Sağ tarafta VA'nın BST'ye mesafesi  $24.07 \pm 7.9$  mm (min 0 max 88 mm), sol tarafta VA'nın arkus aortaya mesafesi  $34.53 \pm 11.9$  mm (min 0 max 73 mm) ölçüldü.

İki mesafe arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ( $p \leq 0.05$ ).

Cinsiyetler arasında RVA-BST, LVA-arkus mesafelerini karşılaştırdık (Çizelge 4.10).

RVA-BST mesafesi bayanlarda  $23.2 \pm 8.5$  mm, erkeklerde  $24.6 \pm 7.4$  mm ölçüldü. LVA-Arkus aorta mesafesi bayanlarda  $32.8 \pm 11.3$  mm, erkeklerde  $35.5 \pm 12.1$  mm ölçüldü.

Sağ VA-BST ve LVA-arkus mesafeleri cinsiyetler arasında karşılaştırıldığında iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p \leq 0.05$ ). Her iki mesafe erkeklerde bayanlara göre uzun bulundu.

**Çizelge 4.10.** Cinsiyetlere göre RVA-BST mesafesi, LVA-arkus aorta mesafe parametreleri (N=845).

Mesafe	Cinsiyet	Hasta sayısı	Ortalama (mm)	Standart Sapma
RVA-BST	Bayan	312	23,2	8,5
	Erkek	533	24,6	7,4
LVA-Arkus aorta	Bayan	312	32,8	11,3
	Erkek	533	35,5	12,1

N: Toplam hasta sayısı, RVA: sağ vertebral arter, LVA: sol vertebral arter, BST: brakiosefalik trunkus

**Çizelge 4.11.** Sağ tarafta arkus aorta tipi ve vertebral kanala giriş seviyesine göre VA-BST mesafe parametreleri.

Arkus aorta tipi	TF	Sayı (N=845)	RVA-BST mesafe ortalaması (mm)	Standart Sapma	Min	Max
1	4	15	4,7	3,1	1	10
	5	48	14,5	6,7	3	29
	6	670	24,8	5,6	4	67
2	5	1	,00	.	0	0
	6	8	61,1	22,0	15	88
3	4	1	8,0	.	8	8
	5	4	13,7	9,4	5	25
	6	95	24,5	5,3	13	38
4	4	1	33,0	.	33	33
	6	2	36,0	11,3	28	44

N: Toplam hasta sayısı, RVA: sağ vertebral arter, BST: brakiosefalik trunkus, TF: transfers foramen

Toplam 845 hastanın sağ tarafta için arkus aorta tipi ve vertebral kanala giriş seviyesi ile VA-BST mesafesi değerlendirildi (Çizelge 4.11).

Arkus tip 2 ve 4 olan hastaların sayısı yetersiz olduğu için istatistiksel olarak değerlendirilmedi.

Arkus aorta tip 1 olan hastalarda, vertebral kanala giriş seviyesi 6. TF olan (N=670) hastaların VA-BST mesafesi  $24,8 \pm 5,6$  mm, vertebral kanala giriş seviyesi 5. TF olan (N=48) hastaların VA-BST mesafesi  $14,5 \pm 6,7$  mm, vertebral kanala giriş seviyesi 4. TF olan (N=15) hastaların VA-BST mesafesi  $4,7 \pm 3,1$  mm ölçülmüş olup, gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p \leq 0,05$ ).

Arkus tip 3 olan hastalarda, vertebral kanala giriş seviyesi 6. TF olan (N=95) hastaların VA-BST mesafesi  $24,5 \pm 5,3$  mm, vertebral kanala giriş seviyesi 5. TF olan (N=4) hastaların VA-BST mesafesi  $13,7 \pm 9,4$  mm ve vertebral kanala giriş seviyesi 4.

TF olan (N=1) hastanın VA-BST mesafesi 8 mm olup, gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p \leq 0.05$ ).

Sonuç olarak arkus aorta tip1 ve 3 olan vakalarda, VA orijini BST'ye yaklaştıkça VA'nın daha yüksek bir seviyeden vertebral kanala girdiği sonucuna vardık.

**Çizelge 4.12.** Sol tarafta arkus aorta tipi ve vertebral kanala giriş seviyesine göre VA-arkus aorta mesafe parametreleri.

Arkus aorta tipi	TF	Sayı (N=845)	LVA-Arkus aorta mesafe (mm) ortalama	Standart Sapma	Min (mm)	Max (mm)
1	3	3	0	0	0	0
	4	11	3,4	11,2	0	37
	5	49	9,9	15,0	0	48
	6	659	36,8	7,9	0	73
	7	11	27,0	19,6	0	48
2	5	1	0	.	0	0
	6	8	30,5	6,0	24	40
3	4	1	6,0	.	6	6
	5	4	10,0	16,2	0	34
	6	91	39,4	7,8	0	60
	7	4	27,0	13,9	15	47
4	6	3	33,7	0,6	33	34

LVA: sol vertebral arter, TF: transvers foramen

Toplam 845 hastanın sol tarafta arkus aorta tipi ve vertebral kanala giriş seviyesi ile VA-arkus aorta mesafesi değerlendirildi (Çizelge 4.12).

Arkus tip 2 ve 4 olan hastaların sayısı yetersiz olduğu için istatistiksel olarak değerlendirilmedi.

Arkus aorta tip 1 olan hastalarda, vertebral kanala giriş seviyesi 6. TF olan (N=659) hastaların VA-arkus aorta mesafesi  $36.8 \pm 7,9$  mm, vertebral kanala giriş seviyesi 5. TF olanların (N=49) VA-arkus aorta mesafesi  $9,9 \pm 15,0$  mm, vertebral kanala giriş seviyesi 4. TF olanların (N=11) VA-arkus aorta mesafesi  $3.4 \pm 11.2$  mm, vertebral kanala giriş seviyesi 7. TF olanların (N=11) VA-arkus aorta mesafesi  $27.0 \pm 19,6$  mm ölçülmüş olup, gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p \leq 0.05$ ).

Arkus tip 3 olan hastalarda, vertebral kanala giriş seviyesi 6. TF olan (N=91) hastaların VA-arkus aorta mesafesi  $39.4 \pm 7,8$  mm, vertebral kanala giriş seviyesi 5. TF olanların (N=4) VA-arkus aorta mesafesi  $10.0 \pm 16,2$  mm, vertebral kanala giriş seviyesi 7. TF olanların (N=4) VA-arkus aorta mesafesi  $27.9 \pm 13.9$  mm, vertebral kanala giriş

seviyesi 4. TF olanların (N=1) VA-arkus aorta mesafesi 6.0 mm ölçülmüş olup (giriş seviyesi 4.TF olan hastalar hariç), gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p \leq 0.05$ ).

VA çapları ve TF çapları C4-7 olmak üzere dört seviyede 845 hastada incelendi ve cinsiyetler arasında karşılaştırma yapıldı (Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14).

**Çizelge 4.13.** C4-7 seviyelerinde VA çapları.

Yön	VA ölçüm Seviyesi	Ortalama (mm)	Standart Sapma	Min (mm)	Max (mm)
Sağ	7	3,7	0,8	1,0	6,5
	6	3,5	0,8	1,0	6,0
	5	3,4	0,7	1,0	5,6
	4	3,4	0,7	1,0	6,3
Sol	7	3,9	0,8	1,0	6,0
	6	3,7	0,8	1,2	5,6
	5	3,6	0,7	1,0	5,5
	4	3,6	0,7	1,0	5,6

VA: vertebral arter

**Çizelge 4.14.** Cinsiyetlere göre C4-7 seviyelerinde VA çapları.

Yön	VA ölçüm seviyesi	Bayan		Erkek	
		Ortalama (mm)	Standart Sapma	Ortalama (mm)	Standart Sapma
Sağ	7	3,6	0,8	3,8	0,8
	6	3,3	0,7	3,6	0,8
	5	3,2	0,7	3,4	0,7
	4	3,2	0,8	3,6	0,8
Sol	7	3,8	0,8	3,9	0,9
	6	3,6	0,7	3,7	0,8
	5	3,5	0,7	3,6	0,8
	4	3,5	0,7	3,6	0,8

VA: vertebral arter

**C 7 seviyesinde VA ortalama çapı** sağda  $3.7 \pm 0.8$  mm (min 1 mm, max 6.5 mm), solda  $3.9 \pm 0.8$  mm (min 1 mm, max 6 mm) ölçüldü. Bayanlar için sağda  $3.6 \pm 0.8$  mm, solda  $3.8 \pm 0.8$  mm ölçüldü. Erkekler için sağda  $3.8 \pm 0.8$  mm, solda  $3.9 \pm 0.8$  mm ölçüldü.

**C 6 seviyesinde VA ortalama çapı** sağda  $3.5 \pm 0.8$  mm (min 1 mm, max 6 mm), solda  $3.7 \pm 0.8$  mm (min 1,2 mm, max 5,6 mm) ölçüldü. Bayanlar için sağda  $3.3 \pm 0.7$  mm, solda  $3.6 \pm 0.7$  mm ölçüldü. Erkekler için sağda  $3.6 \pm 0.8$  mm, solda  $3.7 \pm 0.8$  mm ölçüldü.

**C 5 seviyesinde VA ortalama çapı** sağda  $3.4 \pm 0.7$  mm (min 1 mm, max 5,6 mm), solda  $3.6 \pm 0.8$  mm (min 1 mm, max 5.5 mm) ölçüldü. Bayanlar için sağda  $3.2 \pm 0.7$  mm, solda  $3.5 \pm 0.7$  mm ölçüldü. Erkekler için sağda  $3.4 \pm 0.7$  mm, solda  $3.6 \pm 0.7$  mm ölçüldü.

**C 4 seviyesinde VA ortalama çapı** sağda  $3.3 \pm 0.7$  mm (min 1 mm, max 6.3 mm), solda  $3.5 \pm 0.7$  mm (min 1 mm, max 5,6 mm) ölçüldü. Bayanlar için sağda  $3.2 \pm 0.7$  mm, solda  $3.5 \pm 0.7$  mm ölçüldü. Erkekler için  $3.4 \pm 0.8$  mm, solda  $3.6 \pm 0.8$  mm ölçüldü.

C4-7 seviyesinde yapılan ölçümlere göre C7 seviyesi hariç diğer seviyelerde erkeklerin VA çapı bayanlara göre geniş bulundu ( $p \leq 0.05$ ).

Çalışmamızda hipoplazi kriteri olarak VA çapının 2 mm ve altı olmasını kabul ettik. Sekizyüzkırkbeş hastada toplam 71'inde (%8.4) hipolazik VA saptanmış olup bunlardan 40'ı (%4,7) sağ tarafta 31'i (%3.7) sol tarafta izlendi. Sağ hipoplazik VA olan 40 hastanın 11'i kadın, 20'si erkekti. Sol hipoplazik VA olan 31 hastanın 17'si kadın, 23'ü erkekti.

Çalışmamızda dominansi kriteri olarak iki VA arasında 1 mm'den fazla fark olmasını kabul ettik. Aradaki fark  $<1$  mm olan VA'ları eşit kabul ettik. Sekizyüzkırkbeş hastada 534 hastada (%63) iki VA çapı arasında 1 mm'den az fark saptandı. Geri kalan 311 hastada iki VA arasından 1 mm'den fazla fark saptandı. Bunlardan 116'sı sağda (%14), 195'i (%23) solda saptandı.

C7-4 seviyelerinde TF çaplarını ölçtük ve cinsiyetler arasında karşılaştırma yaptık (Çizelge 4.15 ve Çizelge 4.16).

**Çizelge 4.15.** C4-7 seviyelerinde TF çapları.

Yön	TF ölçüm seviyesi	TF Ortalama (mm)	Standart Sapma	Min (mm)	Max (mm)
Sağ	7	3,4	1,4	0,0	10,7
	6	5,5	1,2	0,0	8,5
	5	5,4	0,9	0,0	10,0
	4	5,5	0,9	3,0	8,8
Sol	7	3,5	1,5	0,0	9,3
	6	5,7	1,3	0,0	8,9
	5	5,6	1,0	0,0	9,4
	4	5,6	1,0	0,0	9,3

TF: transvers foramen



**Çizelge 4.16.** Cinsiyetlere göre C4-7 seviyelerinde TF çapları.

Yön	TF ölçüm seviyesi	Bayan		Erkek	
		Ortalama (mm)	Standart Sapma	Ortalama (mm)	Standart Sapma
Sağ	7	3,2	1,3	3,6	1,4
	6	5,2	1,2	5,7	1,2
	5	5,2	0,9	5,5	0,9
	4	5,3	0,9	5,6	0,9
Sol	7	3,2	1,4	3,7	1,5
	6	5,5	1,2	5,9	1,3
	5	5,5	1,1	5,7	1,0
	4	5,4	0,9	5,8	1,0

TF: transvers foramen

**C 7 seviyesinde TF ortalama çapı** sağda  $3.4 \pm 1,3$  mm (min 0 mm, max 10,7 mm), solda  $3.5 \pm 1,5$  mm (min 0 mm, max 9,3 mm) ölçüldü. Bayanlar için sağda  $3.2 \pm 1,3$  mm, solda  $3.2 \pm 1,4$  mm ölçüldü. Erkekler için sağda  $3.6 \pm 1,4$  mm, solda  $3.7 \pm 1,5$  mm ölçüldü.

**C 6 seviyesinde TF ortalama çapı** sağda  $5.5 \pm 1,2$  mm (min 0 mm, max 8,5 mm), solda  $5.7 \pm 1,2$  mm (min 0 mm, max 8,9 mm) ölçüldü. Bayanlar için sağda  $5,2 \pm 1,2$  mm, solda  $5,5 \pm 1,2$  mm ölçüldü. Erkekler için sağda  $5,7 \pm 1,2$  mm, solda  $5,9 \pm 1,3$  mm ölçüldü.

**C 5 seviyesinde TF ortalama çapı** sağda  $5.4 \pm 0.9$  mm (min 0 mm, max 10 mm), solda  $5.6 \pm 1$  mm (min 0 mm, max 9,4 mm) ölçüldü. Bayanlar için sağda  $5.2 \pm 0.9$  mm, solda  $5.5 \pm 1,1$  mm ölçüldü. Erkekler için sağda  $5,5 \pm 0.9$  mm, solda  $5,7 \pm 1$  mm ölçüldü.

**C 4 seviyesinde TF ortalama çapı** sağda  $5,4 \pm 0.9$  mm (min 3 mm, max 8,8 mm), solda  $5,6 \pm 1$  mm (min 0 mm, max 9,3 mm) ölçüldü. Bayanlar için sağda  $5,3 \pm 0.8$  mm, solda  $5,4 \pm 0.9$  mm ölçüldü. Erkekler için sağda  $5,6 \pm 0.9$  mm, solda  $5,8 \pm 1$  mm ölçüldü.

C4-7 seviyesinde yapılan ölçümlere göre cinsiyetler arasında TF çap farkı istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p \leq 0.05$ ). Erkeklerin TF çapları tüm seviyelerde kadınlara göre geniş bulundu.

Çalışmamızda vertebral arter çapları, vertebral kanala giriş seviyeleri baz alınarak C7-C4 seviyelerinde ayrı ayrı değerlendirildi (Çizelge 4.17).

**Sağ tarafta C7 seviyesinde** 4. TF'den vertebral kanala giren VA'ların çapı  $3.3 \pm 0.5$  mm, 5. TF'den girenlerin çapı  $3.6 \pm 0.8$  mm, 6. TF'den girenlerin çapı  $3.7 \pm 0.8$  mm ve 7. TF'den girenlerin çapı  $3.7 \pm 0.9$  mm ölçüldü.

**Sağ tarafta C6 seviyesinde** 4. TF'den vertebral kanala giren VA'ların çapı  $3.3 \pm 0.5$  mm, 5. TF'den girenlerin çapı  $3.4 \pm 0.8$  mm, 6. TF'den girenlerin çapı  $3.5 \pm 0.8$

mm ve 7. TF'den girenlerin çapı  $3.6 \pm 0.8$  mm ölçüldü.

**Sağ tarafta C5 seviyesinde** 4. TF'den vertebral kanala giren VA'ların çapı  $3.1 \pm 0.6$  mm, 5.TF ve 6.TF'den girenlerin çapı  $3.4 \pm 0.7$  mm, 7. TF'den girenlerin çapı  $3.5 \pm 0.7$  mm ölçüldü.

**Sağ tarafta C4 seviyesinde** 4. TF'den vertebral kanala giren VA'ların çapı  $3.3 \pm 0.5$  mm, 5.TF'den girenlerin çapı  $3.3 \pm 0.7$  mm, 6.TF'den girenlerin çapı  $3.4 \pm 1.3$  mm ve 7. TF'den girenlerin çapı  $3.5 \pm 0.8$  mm ölçüldü.

C7-C4 seviyelerinde vertebral kanala giriş seviyelerine göre RVA çapları arasında istatistiki olarak anlamlı farkı yoktu ( $p > 0.05$ ).

Sol taraf için yapılan değerlendirmede C3 seviyesinden giren VA sayısı çok az olduğu için (N=3) istatistiksel analize hiçbir seviyede dahil edilmedi.

**Sol tarafta C7 seviyesinde** 3. TF'den vertebral kanala giren VA'ların çapı  $2.5 \pm 0.5$  mm, 4.TF'den girenlerin çapı  $3.0 \pm 1.0$  mm, 5.TF'den girenlerin çapı  $3.4 \pm 0.8$  mm, 6.TF'den girenlerin çapı  $4.0 \pm 0.8$  mm ve 7. TF'den girenlerin çapı  $3.4 \pm 0.9$  mm ölçüldü. C4, C5 ve C6 seviyesinden giren VA'lar arasında istatistiksel olarak çap farkı anlamlı bulundu ( $p \leq 0.05$ ). C7 seviyesinden giren VA'ların çapı istatistiksel olarak anlamsız bulundu ( $p > 0.05$ ).

**Sol tarafta C6 seviyesinde** 3. TF'den vertebral kanala giren VA'ların çapı  $2.6 \pm 0.6$  mm, 4.TF'den girenlerin çapı  $2.8 \pm 1.0$  mm, 5.TF'den girenlerin çapı  $3.3 \pm 0.7$  mm, 6.TF'den girenlerin çapı  $3.7 \pm 0.7$  mm ve 7. TF'den girenlerin çapı  $3.3 \pm 0.9$  mm ölçüldü. C4, C5 ve C6 seviyesinden giren VA'lar arasında istatistiksel olarak çap farkı anlamlı bulundu ( $p \leq 0.05$ ). C7 seviyesinden giren VA'ların çapı istatistiksel olarak anlamsız bulundu ( $p > 0.05$ ).

**Sol tarafta C5 seviyesinde** 3. TF'den vertebral kanala giren VA'ların çapı  $2.8 \pm 0.8$  mm, 4.TF'den girenlerin çapı  $2.8 \pm 0.9$  mm, 5.TF'den girenlerin çapı  $3.3 \pm 0.6$  mm, 6.TF'den girenlerin çapı  $3.6 \pm 0.7$  mm ve 7. TF'den girenlerin çapı  $3.2 \pm 0.8$  mm ölçüldü. C5 seviyesinden yapılan ölçümlerde C4, C5 ve C6 seviyesinden giren VA'lar arasında istatistiksel olarak çap farkı anlamlı bulundu ( $p \leq 0.05$ ). C7 seviyesinden giren VA'ların çapı istatistiksel olarak anlamsız bulundu ( $p > 0.05$ ).

**Sol tarafta C4 seviyesinde** 3. TF'den vertebral kanala giren VA'ların çapı  $2.8 \pm 0.2$  mm, 4.TF'den girenlerin çapı  $2.7 \pm 0.9$  mm, 5.TF'den girenlerin çapı  $3.2 \pm 0.6$  mm, 6.TF'den girenlerin çapı  $3.6 \pm 0.7$  mm ve 7. TF'den girenlerin çapı  $3.2 \pm 0.7$  mm ölçüldü. C4 seviyesinden yapılan ölçümlerde C4, C5 ve C6 seviyesinden giren VA'lar

arasında istatistiksel olarak çap farkı anlamlı bulundu ( $p \leq 0.05$ ). C7 seviyesinden giren VA'ların çapı istatistiksel olarak anlamsız bulundu ( $p > 0.05$ ).

**Çizelge 4.17.** Vertebral arterin kanala giriş seviyesine göre C7-4 seviyelerinde VA çapları.

Yön	VA ölçüm seviyesi	Vertebral kanala giriş seviyesi	Hasta sayısı	VA ortalama çapı (mm)	Stdandart Sapma	Min (mm)	Max (mm)	N
SAĞ	C7	4	17	3,3	0,5	2,6	4,3	845
		5	53	3,6	0,8	1,0	5,0	
		6	771	3,7	0,8	1,0	6,5	
		7	4	3,7	0,9	2,5	4,5	
	C6	4	17	3,3	0,5	2,6	4,2	845
		5	53	3,4	0,8	1,0	4,7	
		6	771	3,5	0,8	1,0	6,0	
		7	4	3,6	0,8	2,5	4,2	
	C5	4	17	3,1	0,6	2,4	4,4	845
		5	53	3,4	0,7	1,1	4,4	
		6	771	3,4	0,7	1,0	5,6	
		7	4	3,5	0,7	2,5	4,2	
	C4	4	17	3,3	0,5	2,6	4,4	845
		5	53	3,3	0,7	1,6	4,5	
		6	771	3,4	1,3	1,0	33,0	
		7	4	3,5	0,8	2,5	4,4	
SOL	C7	3	3	2,5	0,5	2,0	3,0	845
		4	12	3,0	1,0	1,6	4,5	
		5	54	3,45	0,8	1,2	5,4	
		6	761	4,0	0,8	1,0	6,0	
		7	15	3,4	0,9	2,0	5,1	
	C6	3	3	2,6	0,6	2,0	3,3	845
		4	12	2,8	1,0	1,5	4,6	
		5	54	3,3	0,7	1,6	4,7	
		6	761	3,7	0,7	1,2	5,6	
		7	15	3,3	0,9	2,1	5,1	
	C5	3	3	2,8	0,8	2,0	3,5	845
		4	12	2,8	0,9	1,5	4,4	
		5	54	3,3	0,6	1,2	4,6	
		6	761	3,6	0,7	1,0	5,5	
		7	15	3,2	0,8	2,0	4,9	
	C4	3	3	2,8	0,2	2,6	3,0	845
		4	12	2,7	0,9	1,5	4,4	
		5	54	3,2	0,6	1,2	4,4	
		6	761	3,6	0,7	1,0	5,6	
		7	15	3,2	0,7	2,0	4,6	

VA: vertebral arter.

TF çapları, VA'ların vertebral kanala giriş seviyeleri baz alınarak C4-7 seviyelerinde ayrı ayrı değerlendirildi (Çizelge 4.18).

Sağ taraf için yapılan değerlendirmede C7'den giren VA'ların TF çapı diğer seviyelere göre dardı ancak hasta sayısı az olduğu (N=4) için hiçbir seviyede istatistiksel analize dahil edilmedi.

**Sağ tarafta C7 seviyesinden** alınan ölçümlerde C4'ten vertebral kanala giren VA'ların TF çapı  $3.6 \pm 2.3$  mm, C5'ten girenlerin TF çapı  $3.8 \pm 1.3$  mm, C6'dan girenlerin TF çapı  $3.4 \pm 1.3$  mm ve C7'ten girenlerin TF çapı  $6.1 \pm 1.3$  mm ölçüldü.

**Sağ tarafta C6 seviyesinden** alınan ölçümlerde C4'ten vertebral kanala giren VA'ların TF çapı  $3.0 \pm 0.7$  mm, C5'ten girenlerin TF çapı  $2.7 \pm 1.0$  mm, C6'dan girenlerin TF çapı  $5.8 \pm 0.9$  mm ve C7'ten girenlerin TF çapı  $5.7 \pm 0.2$  mm ölçüldü. C6 seviyesinden yapılan ölçümlerde C6 ve C7 seviyesinden vertebral kanala giren VA'ların TF çapları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ). C7 ve C6'dan vertebral kanala giren VA'ların TF çapı ile C4 ve C5'ten girenler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p \leq 0.05$ ). C7 ve C6'dan vertebral kanala giren VA'ların TF çapı C4 ve C5'ten girenlere göre genişti.

**Sağ tarafta C5 seviyesinden** alınan ölçümlerde C4'ten vertebral kanala giren VA'ların TF çapı  $2.9 \pm 1.1$  mm, C5'ten girenlerin TF çapı  $5.6 \pm 0.9$  mm, C6'dan girenlerin TF çapı  $5.4 \pm 0.8$  mm ve C7'ten girenlerin TF çapı  $5.6 \pm 0.8$  mm ölçüldü. C4'ten vertebral kanala giren VA'ların TF çapı ile C5, C6, C7'den girenler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p \leq 0.05$ ). C4 seviyesinden vertebral kanala giren VA'ların TF çapı diğer seviyelerdeki TF'lere göre dardı.

**Sağ tarafta C4 seviyesinden** alınan ölçümlerde C4'ten vertebral kanala giren VA'ların TF çapı  $5.8 \pm 0.7$  mm, C5'ten girenlerin TF çapı  $5.4 \pm 0.8$  mm, C6'dan girenlerin TF çapı  $5.5 \pm 0.9$  mm ve C7'ten girenlerin TF çapı  $5.0 \pm 1.0$  mm ölçüldü. C4 seviyesinde belirtilen seviyelerden giren VA'ların TF çapları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ).

Sol taraf için yapılan değerlendirmede C3 seviyesinden vertebral kanala giren VA'ların sayısı az olduğu (N=3) için hiçbir seviyede istatistiksel analize dahil edilmedi.

**Sol tarafta C7 seviyesinden** alınan ölçümlerde C3'ten vertebral kanala giren VA'ların TF çapı  $3.6 \pm 1.5$  mm, C4'ten girenlerin TF çapı  $3.5 \pm 1.3$  mm, C5'ten girenlerin

TF çapı  $3.8 \pm 1.6$  mm, C6'dan girenlerin TF çapı  $3.4 \pm 1.4$  mm ve C7'ten girenlerin TF çapı  $6.1 \pm 1.3$  mm ölçüldü. C7'den vertebral kanala giren VA'ların TF çapı ile C6, C5 ve C4'ten girenler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p \leq 0.05$ ). C7 seviyesinden vertebral kanala giren VA'ların TF çapı diğer seviyelerdeki TF'lerden geniş bulundu.

**Sol tarafta C6 seviyesinden** alınan ölçümlerde C3'ten vertebral kanala giren VA'ların TF çapı  $3.4 \pm 0.7$  mm, C4'ten girenlerin TF çapı  $3.0 \pm 1.2$  mm, C5'ten girenlerin TF çapı  $2.8 \pm 1.1$  mm, C6'dan girenlerin TF çapı  $6.0 \pm 0.9$  mm ve C7'ten girenlerin TF çapı  $5.7 \pm 0.9$  mm ölçüldü. C6 seviyesinden yapılan ölçümlerde C6 ve C7 seviyesinden vertebral kanala giren VA'ların TF çapları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ). C7 ve C6'dan vertebral kanala giren VA'ların TF çapı ile C4 ve C5'ten girenler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p \leq 0.05$ ). C7 ve C6'dan vertebral kanala giren VA'ların TF çapı C4 ve C5'ten girenlere göre genişti.

**Sol tarafta C5 seviyesinden** alınan ölçümlerde C3'ten vertebral kanala giren VA'ların TF çapı  $3.0 \pm 1.3$  mm, C4'ten girenlerin TF çapı  $1.3 \pm 1.3$  mm, C5'ten girenlerin TF çapı  $5.5 \pm 0.9$  mm, C6'dan girenlerin TF çapı  $5.7 \pm 0.9$  mm ve C7'ten girenlerin TF çapı  $5.2 \pm 0.9$  mm ölçüldü. C'ten vertebral kanala giren VA'ların TF çapı ile C7, C6 ve C5'ten girenler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p \leq 0.05$ ). C4'ten vertebral kanala giren VA'ların TF çapı C5, C6 ve C7'ten girenlere göre dardı.

**Sol tarafta C4 seviyesinden** alınan ölçümlerde C3'ten vertebral kanala giren VA'ların TF çapı  $1.1 \pm 1.0$  mm, C4'ten girenlerin TF çapı  $5.1 \pm 1.2$  mm, C5'ten girenlerin TF çapı  $5.4 \pm 0.9$  mm, C6'dan girenlerin TF çapı  $5.7 \pm 0.9$  mm ve C7'ten girenlerin TF çapı  $5.3 \pm 1.3$  mm ölçüldü. C4 seviyesinde VA'ların TF çapları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ).

**Çizelge 4.18.** Vertebral arterin vertebral kanala giriş seviyesine göre C7-4 seviyelerinde TF çapları.

Yön	TF ölçüm seviyesi	Vertebral kanala giriş seviyesi	Hasta sayısı	TF ortalama çapı (mm)	Standart Sapma	Min (mm)	Max (mm)	N
SAĞ	7	4	17	3,6	2,3	0	10,7	845
		5	53	3,8	1,3	0	6,7	
		6	771	3,4	1,3	0	9,0	
		7	4	6,1	1,3	4,9	8,0	
	6	4	17	3,0	0,7	1,3	3,8	845
		5	53	2,7	1,0	0	4,5	
		6	771	5,8	0,9	2,6	8,5	
		7	4	5,7	0,2	5,5	6,0	
	5	4	17	2,9	1,1	0	4,2	845
		5	53	5,6	0,9	3,7	7,2	
		6	771	5,4	0,8	2,8	10,0	
		7	4	5,6	0,8	4,4	6,3	
	4	4	17	5,8	0,7	4,5	7,2	845
		5	53	5,4	0,8	3,6	7,3	
		6	771	5,5	0,9	3,0	8,8	
		7	4	6,0	1,0	5,0	7,1	
SOL	7	3	3	3,6	1,5	1,9	4,8	845
		4	12	3,5	1,3	1,6	6,3	
		5	54	3,8	1,6	1,2	9,2	
		6	761	3,4	1,4	0	9,3	
		7	15	6,1	1,3	4,4	8,4	
	6	3	3	3,4	0,7	2,5	3,8	845
		4	12	3,0	1,2	0	4,6	
		5	54	2,8	1,1	0	5,6	
		6	761	6,0	0,9	2,7	8,9	
		7	15	5,7	0,9	4,1	7,3	
	5	3	3	3,0	1,3	1,6	4,0	845
		4	12	1,3	1,3	0	3,2	
		5	54	5,5	0,9	3,7	8,5	
		6	761	5,7	0,9	3,1	9,4	
		7	15	5,2	0,9	4,0	6,7	
	4	3	3	1,1	1,0	0	1,9	845
		4	12	5,1	1,2	3,2	6,9	
		5	54	5,4	0,9	3,8	7,6	
		6	761	5,7	0,9	2,4	9,3	
		7	15	5,3	1,3	3,6	8,8	

TF: transvers foramen.

C7 seviyesinde vertebral kanal içerisinde ve dışında seyreden VA'ların çapını karşılaştırdık (Çizelge 4.19).

Sağda vertebral kanal dışı seyir gösteren VA'ların çapı  $3.6 \pm 0.8$  mm, solda  $3.9 \pm 0.7$  mm ölçüldü. Sağda vertebral kanal içi seyir gösteren VA'ların çapı  $3.7 \pm 0.8$  mm, solda  $3.9 \pm 0.8$  mm ölçüldü. İki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $p > 0.05$ ).

**Çizelge 4.19.** C7 seviyesinde vertebral kanal içerisinde ve dışında seyreden VA'ların ortalama çapı.

Yön	Vertebral kanal dışı seyir			Vertebral kanal içi seyir		
	Hasta sayısı	Ortalama VA çapı (mm)	Standart sapma	Hasta sayısı	Ortalama VA çapı (mm)	Standart sapma
Sağ	19	3.6	0.8	826	3.7	0.8
Sol	29	3.9	0.7	816	3.9	0.8

VA: Vertebral arter

Dokuzyüzonüç hastadan 3'ünde (2 bayan, 1 erkek) VA duplikasyonu saptadık (%0.3). Bunlardan 1'i sağ tarafta izlenirken, diğer 2'si sol tarafta izlendi (Çizelge 4.20).

**Çizelge 4.20.** Vertebral arter duplikasyonu saptanan hastaların parametreleri.

N	Cinsiyet	Arkus Aorta tipi	Duplike taraf				Diğer taraf		
			Yön	Orijin	TF	LVA-arkus aorta, RVA-BST mesafe (mm)	Orijin	TF	LVA-arkus aorta, RVA-BST mesafe (mm)
1	Bayan	3	Sol	Arkus/SA	5/6	0/47	SA	6	26
2	Bayan	1	Sol	Arkus/SA	5/6	0/26	SA	4	5.7
3	Erkek	1	Sağ	SA/SA	5/3	15/2	SA	7	41

Sol VA duplikasyonu olan 2 hastada da duplike dallar arkus aorta ve SA'dan orijin almaktaydı ve vertebral kanala giriş seviyeleri sırası ile 5/6 idi. Bu hastaların sırası ile arkus aortaya olan mesafeleri 0/47 mm ve 0/26 mm olarak ölçüldü. Hastalardan birinde arkus aorta tip 3 diğerinde arkus aorta tip 1 idi. Bu hastaların diğer taraftaki VA'lar SA orijinliydi ve bu VA'ların BST'ye mesafesi sırası 26 mm ve 5.7 mm olarak ölçüldü, vertebral kanala girişleri sırası ile 6. TF ve 4. TF idi (Şekil 4.7 ve 4.8).

Sağ tarafta duplikasyon saptanan hastada her iki VA SA'dan orijin almaktaydı. Brakiosefalik trunkusa mesafesi 2 mm olan dal 3. TF'den, BST'ye mesafesi 15 mm ölçülen dal 5. TF'den vertebral kanala girdi. İki dal C4-3 seviyesinde birleşerek VA'yı oluşturdu (Şekil 4.9).

Çalışmamızda (N=913) 3 hastada fenestrasyon saptadık (%0.3). Bunlardan biri çift taraflı diğer ikisi tek taraflı izlendi (Çizelge 4.21).

**Çizelge 4.21.** Fenestrasyon saptanan hastalara ait parametreler.

N	Cinsiyet	Arkus Aorta tipi	Yön	Segment	Orijin (R-L)	Vertebral kanala giriş seviyesi (R-L)	Eşlik eden varyasyon
1	E	1	Bilateral	V2-3 bileşkesi	6-6	SA-SA	Ø
2	K	1	Sol	V4	6-6	SA-SA	Ø
3	E	1	Sol	V4	6-6	SA-SA	Ø

R: Sağ, L: Sol, SA: Subklavian arter

Bilateral fenestrasyon saptanan hasta erkek olup, fenestrasyon V2-3 bileşkesinde izlendi. Bilateral VA, SA orijinli olup, vertebral kanala giriş seviyesi C6 olarak izlendi. Bunun dışında hastada herhangi bir özellik saptanmadı (Şekil 4.10).

Diğer iki hastada fenestrasyon sol tarafta saptanmış olup, her ikisinin de bilateral VA'ları SA orijinliydi ve vertebral kanala giriş seviyeleri C6 olarak izlendi. Bu iki hastada da herhangi eşlik eden bir intrakranial vasküler anomali saptanmadı (Şekil 4.11 ve 4.12).

Çalışmamızda 2 hastada VA V4 segmentinde iki VA arasında anastamoz saptandı (Çizelge 4.22).

Her iki hastanın arkus aortası tip 1, bilateral VA'lar SA orijinli ve vertebral kanala giriş seviyeleri C6 idi. Ancak hastanın birisinde sağ ICA'sında anevrizma izlenirken diğer hastanın RVA V1-V2 segmentinde oklüzyon mevcuttu (Şekil 4.13 ve Çizelge 4.14).

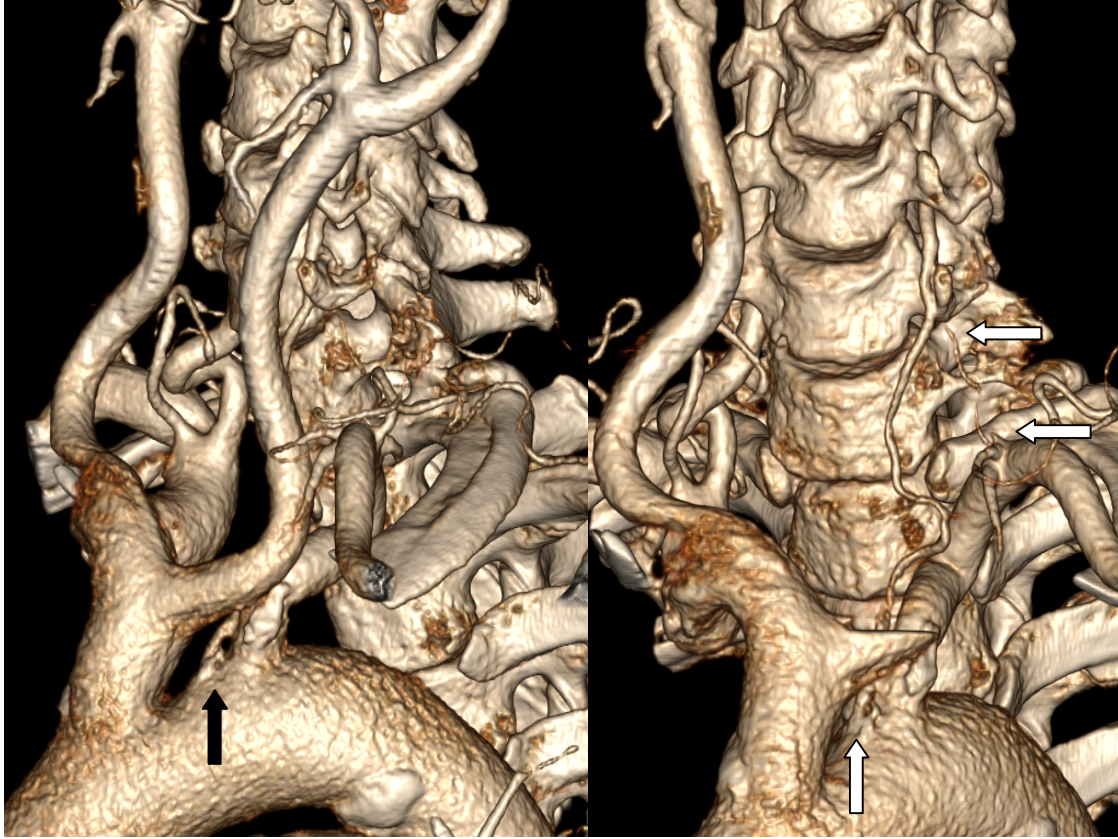


**Çizelge 4.22.** Vertebral arter V4 segmentinde anastomoz olan hastalar.

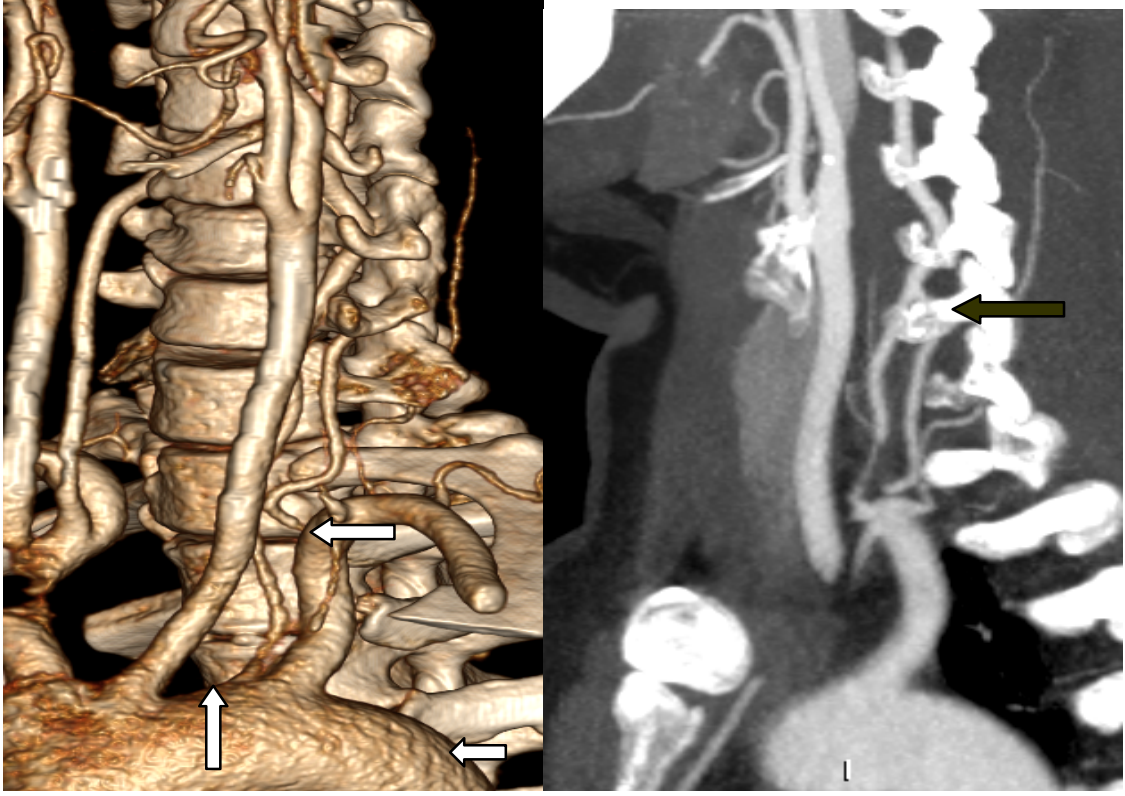
N	Cinsiyet	Arkus Aorta tipi	Segment	RVA-LVA Orijin	Vertebral kanala giriş seviyesi (R-L)	Eşlik eden varyasyon
1	K	1	V4	6-6	SA-SA	Sağ ICA anevrizma
2	K	1	V4	okluze-6	SA-SA	Ø

R: sağ, L: sol, VA: Vertebral arter, RVA: Sağ vertebral arter, LVA: Sol vertebral arter, ICA: İnternal karotid arter, SA: Subklavian arter

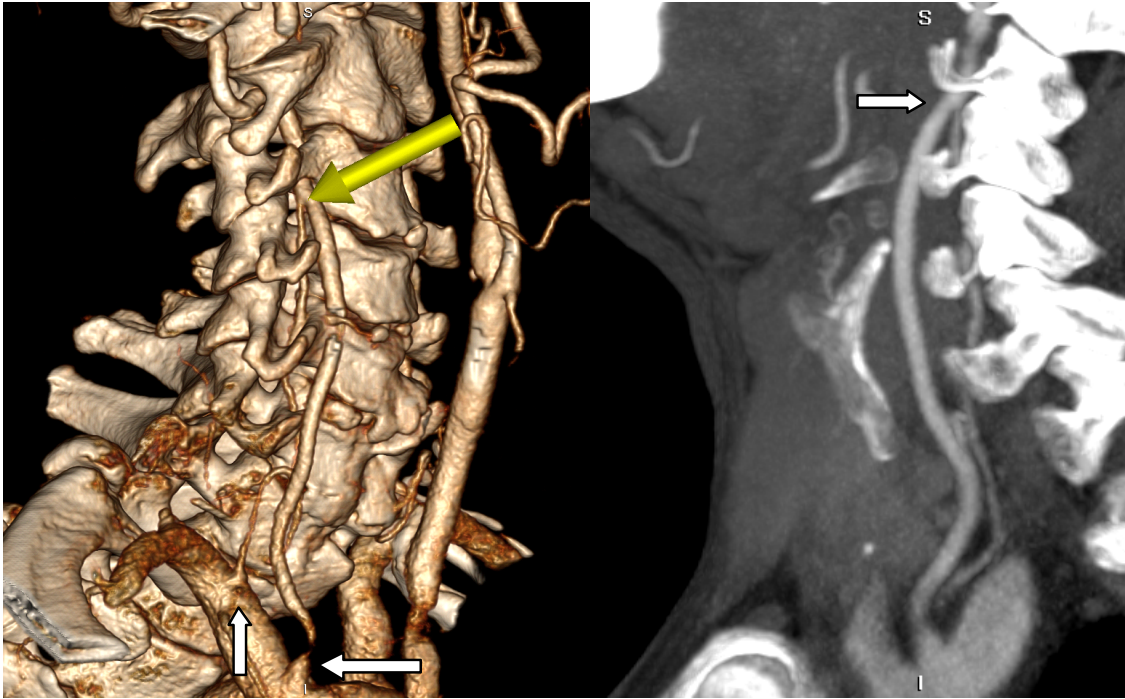
Çalışmamızda 1 hastada persistan karotiko-vertebrobaziler arter izlendi. Hasta erkek olup, arkus aorta tip 1, bilateral VA'lar SA oijinli ve vertebral kanala giriş seviyeleri C6 idi. Hastanın RVA çapı C7-4 seviyelerinde sıra ile 5.2 mm, 4.9 mm, 4.8 mm ve 4.8 mm, LVA çapı aynı sıra ile 1.4 mm, 1.2 mm, 1.2 mm ve 1 mm olarak ölçüldü. LVA V3 distal segmenti incelererek kayboldu. Bu seviyede ECA'dan bir dal native VA trasesinde atlas üzerinden geçerek intrakranial alana girdi ve PIKA olarak sonlandı (Tip2 ProA) (Şekil 4.15).



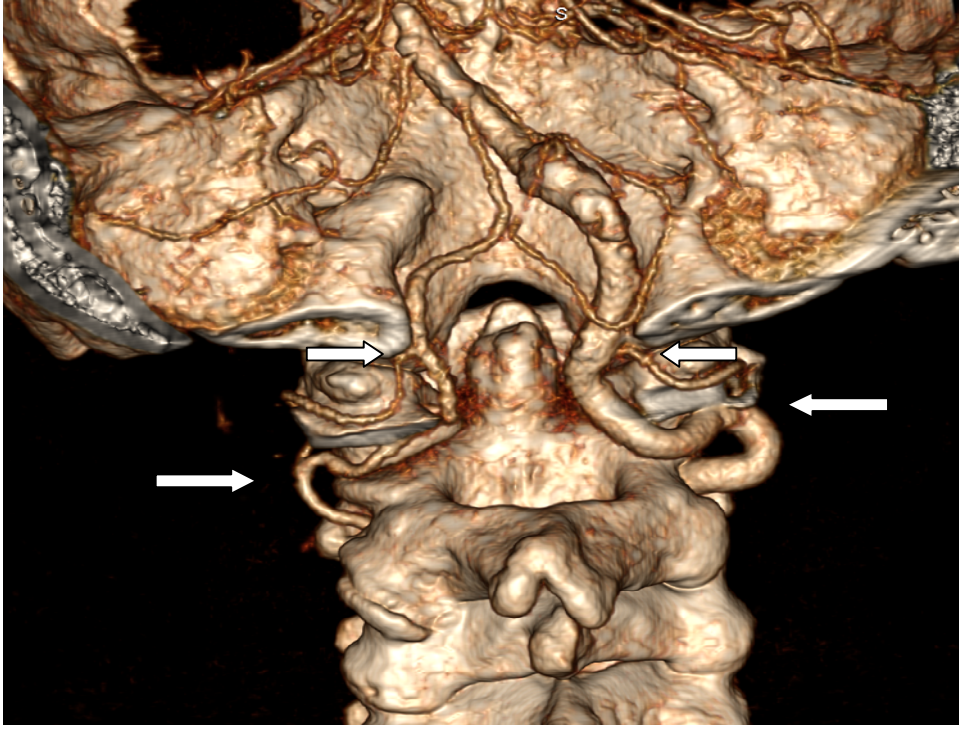
**Şekil 4.7.** Duplike LVA, arkus aorta tip 3 olan hastaya ait 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü (1. hasta).



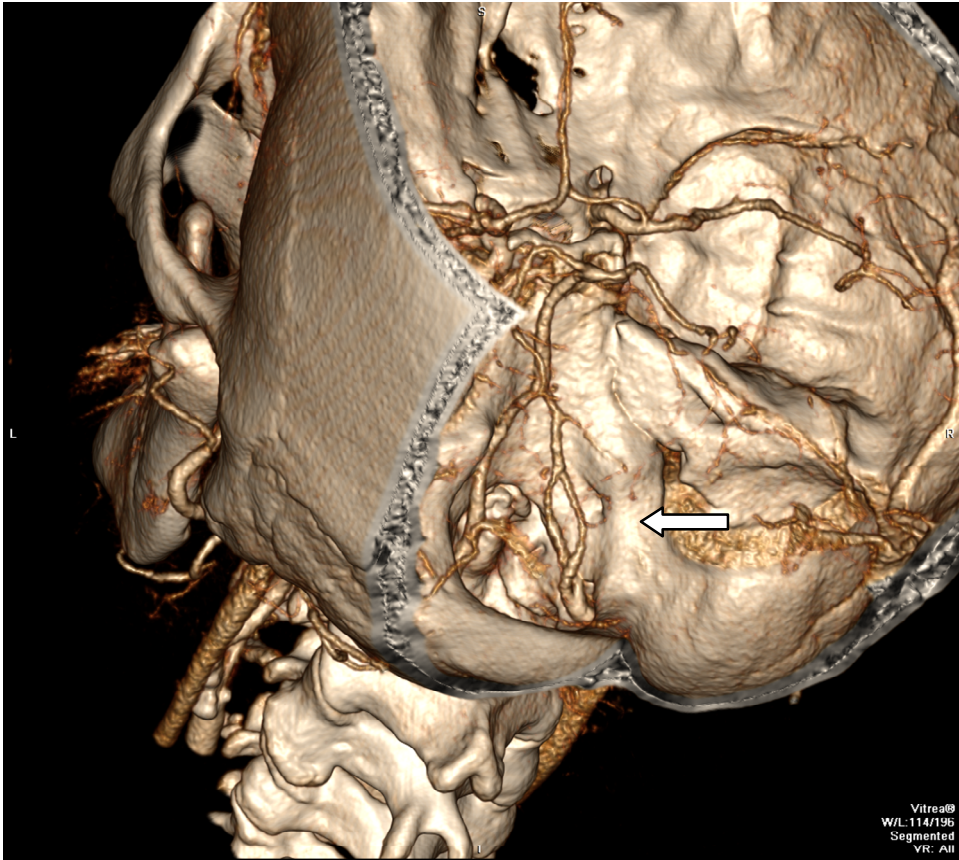
Şekil 4.8. Duplike LVA, arkus aorta tip 1 olan hastaya ait 3B yüzey gölgelenme ve MIP ÇKBT görüntüsü (2. hasta).



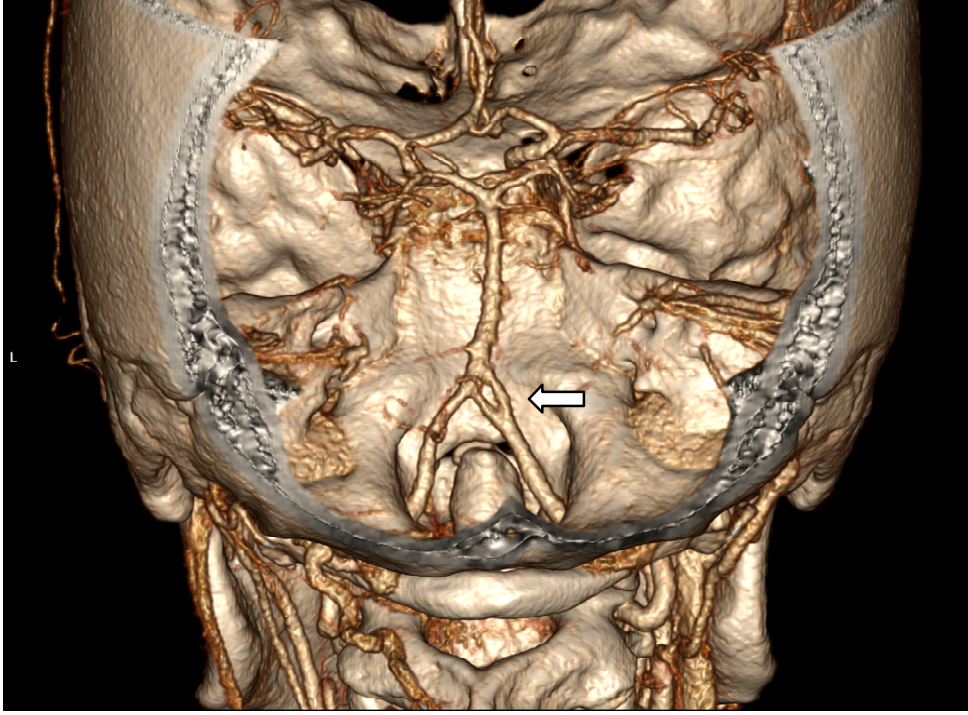
Şekil 4.9. Duplike RVA izlenen hastaya ait 3B yüzey gölgelenme ve MIP ÇKBT görüntüsü (3. hasta).



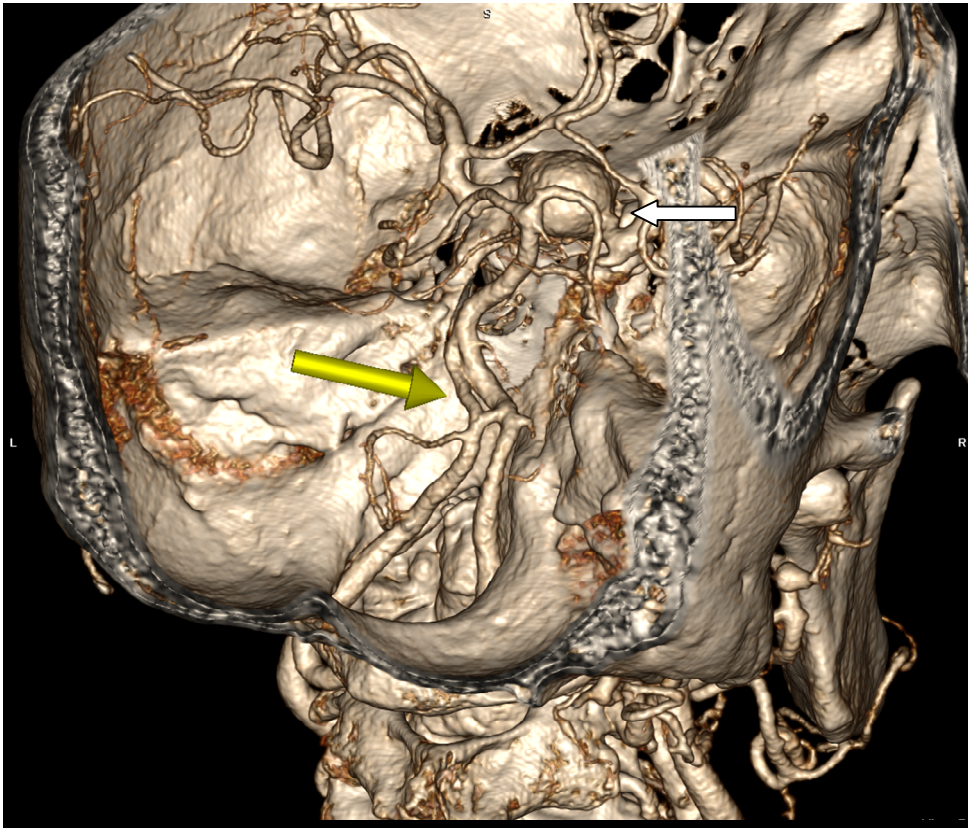
**Şekil 4.10.** Bilateral fenestrasyon izlenen hastaya ait 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü (1. hasta).



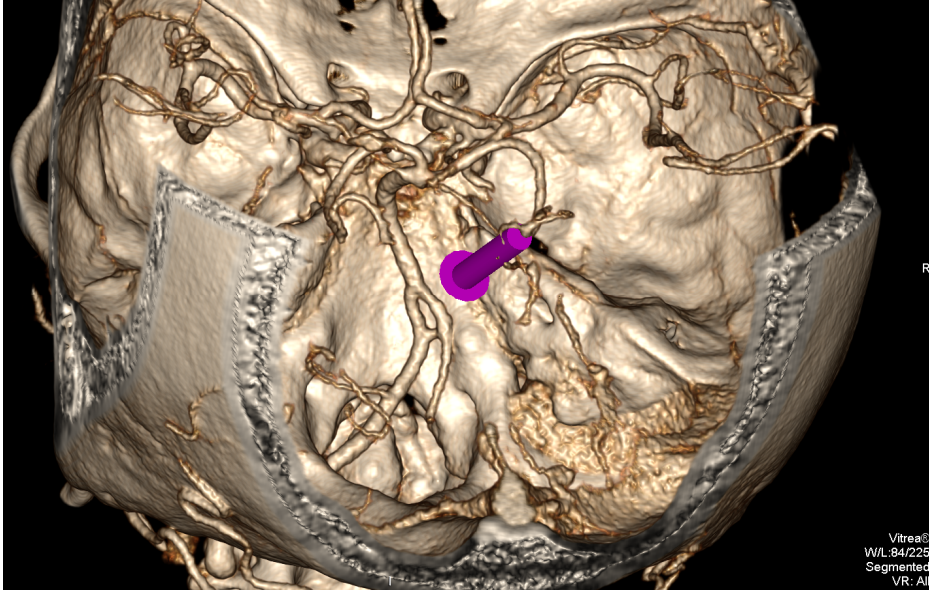
**Şekil 4.11.** Unilateral fenestrasyon izlenen hastaya ait 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü (2. hasta).



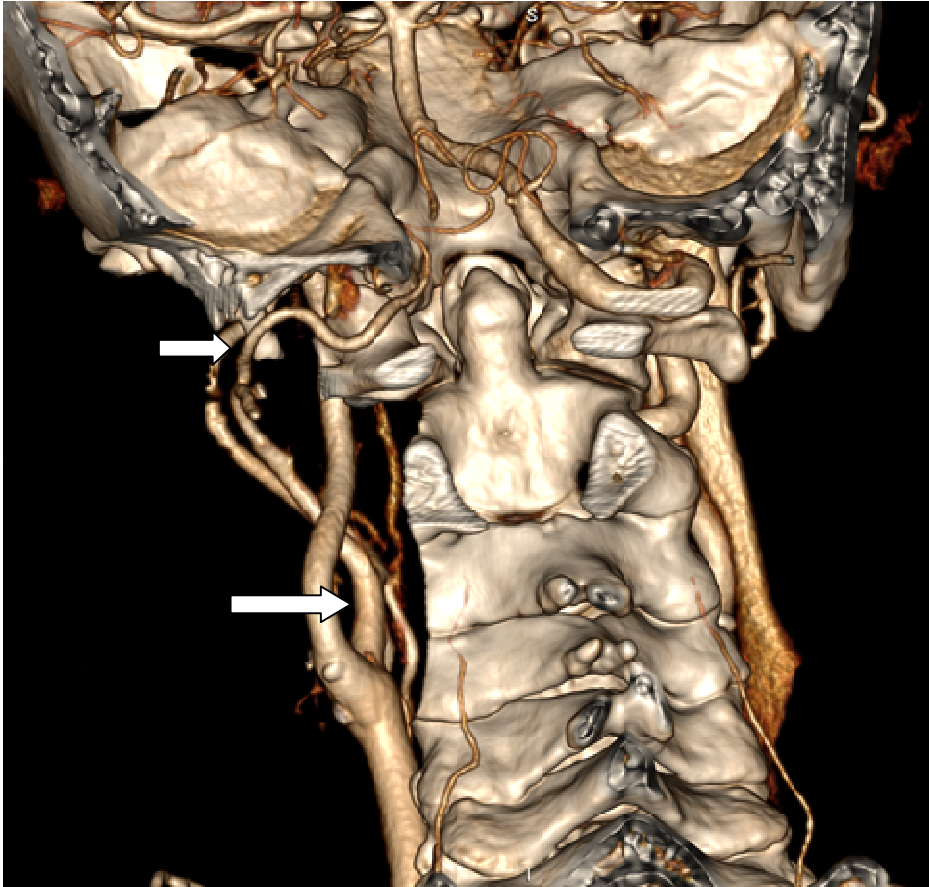
**Şekil 4.12.** Unilateral fenestrasyon izlenen hastaya ait 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü (3. hasta).



**Şekil 4.13.** V4 segmentine anastomoz ve sağ ICA anevrizma izlenen hastaya ait 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü (1. hasta).



**Şekil 4.14.** V4 segmentine anastomoz izlenen hastaya ait 3B yüzey gölgeleme ÇKBT görüntüsü (2. hasta).



**Şekil 4.15.** Tip2 ProA izlenen hastaya ait 3B yüzey gölgeleme ÇKBT görüntüsü.

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmamızda amacımız VA anomali ve varyasyonlarını geniş bir populasyonda ÇKBT ile değerlendirmek ve varyasyon gösteren olgularda arkus aorta dallanma paterni, VA orijini, vertebral kanala giriş seviyesi, VA çapı ile ilişkileri varsa saptamak ve farklılıkları yorumlamaktı.

Toplam 913 hasta ile yaptığımız bu çalışmada en sık görülen dallanma paterni 788 hastada (%86) tip 1 patern idi. İkinci sıklıkta tip 3 patern (%12), 3. sıklıkta tip 2 patern (%1.3), 4. sıklıkta tip 4 patern (%0.7) idi. Gruplar arasında cinsiyetler açısından arkus aorta dallanma paternleri arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ). Ancak tip 4 dallanma paterni sadece bayanlarda izlendi.

Literatürde yapılan tüm çalışmalarda arkus aorta dallanma paternleri incelenirken BST, CC, SA ve VA birer parametre olarak kabul edildi. Ancak biz çalışmamızda VA çıkış orijini ile arkus aorta tipi arasındaki ilişkiyi varsa değerlendirebilmek için arkus aorta gruplara ayrılırken VA'yı dahil etmeyip ayrıca değerlendirdik.

Çalışmamızda VA orijini açısından hastaları 3 gruba ayırdık; SA, arkus aorta ve diğer (CCA) olmak üzere. Duplikasyon gösteren veya unilateral VA okluzyonu olan 68 hasta bu gruba dahil edilmemiş olup, 845 hasta (312 bayan, 533 erkek) arasında değerlendirme yapıldı.

Çalışmamızda 845 hastada 843 RVA SA orijinli, 1'er VA arkus aorta ve CCA orijinliydi. Literatürdekine benzer şekilde bizim çalışmamızda da RVA'ların tamamına yakını (%99.8) SA orijinliydi.

Subklavian arter dışında başka bir yerden orijinlenen VA aberan olarak tariflenmiş olup literatürde aberan RVA oldukça nadirdir (36). Literatürde toplam 22 aberan RVA bildirilmiş olup bunlardan 10 tanesi aortik arkusta sol SA'dan sonra orijinlenmektedir (52). Geniş anjiyografi serilerinde %0.18 sıklıkla sağ CCA orijinli RVA bildirilmiştir (53,54). Arkus aorta orijinli LVA %2.4-5.8 pervelansla görülen en sık anatomik bir varyanttır (52,55). Aberan RVA sıklıkla aortik arkustan sol SA'dan sonra orijin almaktadır. Literatürde bildirilen çoğu vakada hastaların herhangi bir klinik şikayet mevcut değildir (53). Nadiren baş dönmesi şikayeti mevcut olup, bu şikayetin başka bir nedene bağlı olduğu düşünülmüştür (56). Aberan VA'ların serebrovasküler olaylarla bağlantısı gösterilememiştir (52).

Nasir ve ark., sağ ECA orijinli bir aberan sağ VA vakası bildirmiştir (57). Akdeniz ve ark., asendan aorkus orijinli literatürdeki tek aberan sağ VA vakasını raporlamıştır (58). Hsu ve ark., sol SA distalinden aortik arkus orijinli aberan RVA ve bilateral VA'nın da sol SA distalinden orijin aldığı iki vaka, Al-Okaili ve Lemke de benzer natürde 1'er aberan VA olgusu bildirmiştir (36,52,55). Gluncic ve ark. 1999 yılında bizim vakaya benzer şekilde sağ CCA orijinli 1 vaka bildirmiştir (59).

Çalışmamızda LVA'ları sıklık sırasına göre değerlendirirsek 788 LVA (%93.3) SA orijinli ve 57 LVA (%6.7) arkus aorta orijinliydi. Literatürde de aberan LVA ile ilgili daha çok vaka raporlanmıştır.

Komiyama ve ark. diseksiyon ve orijin arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için retrospektif olarak 1109 hastaya ait serebral anjiyografilerini incelemiştir. Bu çalışmada %2.4 insidansıyla (toplam 21 hasta) LVA aortik arkustan orijin almaktadır. Toplam 2 hastada VA duplikasyonu saptandı. On yedi hastada VA diseksiyonu saptandı (%1.9). Aortik arkustan orijin alan 21 hastanın 4'ünde (%19) VA diseksiyonu izlendi (duplike VA dahil edilmedi). Sol SA'dan orijin alan LVA'larda (toplam 837 hasta) %1.1, sağ SA'dan orijin alan RVA'larda (toplam 717 hasta) %0.84 diseksiyon izlendi. Arkus aorta orijinli VA'larda diseksiyonu saptanma insidansı SA'dan orijin alanlara göre oldukça yüksek saptandı (34).

Shoca ve ark., 2006 yılında boyun sol tarafındaki derin kaslarda sonlanan SA orijinli LVA raporladı. Sağ VA, BA olarak trasesine devam ettiğini bildirdi (60).

Vertebral arterin özellikle V1 segmentinde seyir anomalisi izlenmektedir. VA genellikle SA'dan orijin alıp C6 vertebra seviyesinde TF'ye girerken %5-10 hastada diğer seviyelerden girmektedir (23,31). Bunlardan en sık olanlar %7 oranla C5 seviyesi ve %5 oranla C7 seviyesindedir (23). Subklavian arter orijinli VA çıkımı, arkus aortaya ne kadar yakın yani proksimalde ise daha yukarıdaki bir vertebranın TF'sinden vertebral kanala girmektedir (10,15). Arkus aortadan orijin alan VA sıklıkla C5-6 intervertebral aralıktan, SA'dan orijin alan sıklıkla C6-7 intervertebral aralıktan TF'ye girmektedir (34).

Bizim çalışmamızda vertebral kanala giriş seviyesi 845 hastada sağ ve sol taraf olarak değerlendirildi. Sekizyüzkırkbeş hastada 771 RVA (%91.2) 6. TF'den, 53 RVA (%6.3) 5. TF'den, 17 RVA 4. TF'den ve 4 RVA 7. TF'den kanala girdi. Sol tarafta ise 761 LVA (%90.0) 6. TF'den, 54 LVA (%6.4) 5. TF'den, 15 LVA 7. TF'den, 12 LVA 4.

TF'den ve 3 LVA 3. TF'den vertebral kanala girdi. Her iki tarafta da VA'lar sıklıkla 6. TF'den vertebral kanala girdi.

Cinsiyetlere göre değerlendirme yaptığımızda VA'nın vertebral kanala giriş seviyesi hem bayanlarda hem erkeklerde en sık 6. TF, 2. sıklıkta 5.TF idi. Diğer seviyelerden vertebral kanala giriş her iki cinsiyette çok az oranla saptandı. Vertebral arterin vertebral kanala giriş seviyeleri cinsiyetlere göre değerlendirildiğinde cinsiyetler arasında istatistiksel fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ).

Ulukavak M.'nin 1998 yılında yayınladığı doktora tezinde 12 kadavra ve 40 hastanın anjiogramları incelendi. Vertebral arterlerin %91.6'sı C6, %8.34 C5 seviyesindeki TF'den vertebral kanala girdiğini bildirdi. Yaş ile VA çapı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadığını raporladı (46).

Güvençer M., yayınladığı doktora tezinde 24 kadavrada tüm VA'ların C6 seviyesinden vertebral kanala girdiğini bildirdi (61).

Bruneau M. ve ark., yaptığı çalışmada (200 MRG ve 50 BT görüntüsünü) vakaların %93'ünde VA, C6 seviyesinden vertebral kanala girerken, %7'sinde anomali saptandı. C3 seviyesinden %0.2, C4'ten %11, C5'ten %5 ve C7'den %0.8 oranında vertebral giriş bildirildi. Anomalilerin %48,6'sı (17 vaka) sağ, %51.4'ü (18 vaka) sol taraftaydı. Otuz iki hastada tek taraflı, 2 hastada bilateral anomali saptandı. Anomali saptanan hastaların %66.7'si (22 hasta) kadın, %33.3'ü (11 hasta) erkekti (62).

Hong JT ve ark., yaptığı bir çalışmada (N=350) hastaların %94.9'unda VA C6 seviyesindeki TF'den vertebral kanala giriş bildirildi. Geriye kalan hastaların %1.6'sı C4, %3,3'ü C5 ve %0.3'ü C7'nin TF'sinden girdi. VA'nın TF'ye giriş seviyesi bilirse cerrahi hasar riski azaltılabilir önerisinde bulundular (63).

Çalışmamızda vertebral kanala giriş seviyeli 845 hastada sağ ve sol taraf olarak değerlendirildi. Sağ tarafta 771 VA (%91.2) 6.TF'den, 53 VA (%6.3) 5.TF'den, 17 VA 4.TF'den ve 4 VA 7.TF'den vertebral kanala girdi. Sol tarafta 761 VA (%90.0) 6.TF'den, 54 VA (%6.4) 5.TF'den, 15 VA 7.TF'den, 12 VA 4.TF'den ve 3 VA 3.TF'den vertebral kanala girdi. Her iki tarafta da VA'lar en çok 6. TF'den vertebral kanala girdi. Arkus aorta tiplerine göre VA vertebral kanala giriş seviyeleri değerlendirildiğinde %86.7 hasta arkus aorta tip 1 olup bu grupta %90.8 RVA 6. TF'den, %6.5 RVA 5. TF'den, %89,9 LVA 6. TF'den, %6.7 LVA 5. TF'den vertebral kanala girdi. Yüz hasta arkus aorta tip 3 olup sağ tarafta bu grupta %95 RVA 6. TF'den, %91 LVA 6. TF'den vertebral kanala girdi.



Diğer 2 arkus tipinde hasta sayısı çok az olmakla birlikte onlarda da VA'nın sıklıkla 6. TF'den vertebral kanala girdiği gördük.

Çalışmamızda orijine göre vertebral kanala giriş seviyelerini değerlendirdik. Subklavian arter orijinli VA'lar hem sağ tarafta hem sol tarafta çoğunlukla 6. TF'den vertebral kanala girdi.

Yönlere göre sıklığı değerlendirdiğimizde SA orijinli olan %91.5 RVA 6. TF'den, %6.2 RVA 5. TF'den, %1,9 RVA 4. TF'den ve %0.5 oranla RVA 7. TF'den vertebral kanala girdi. Arkus aorta ve sağ CCA orijinli 1'er hasta olduğu için sağ taraf için istatistiksel değerlendirme yapılmadı.

Subklavian arter orijinli %95,7 LVA 6. TF'den, %2,4 LVA 5. TF'den, %1,5 LVA 7. TF'den, %0.4 3 LVA 4. TF'den vertebral kanala girdi. Arkus orijinli olan %61,4 LVA 5. TF'den, %15,8 LVA 4. TF'den, %12,3 LVA 6. TF'den ve toplam %0.8 LVA 4. ve 7 TF'den vertebral kanala girdi. Arkus aorta orijinli VA'lar SA orijinli olanlara göre daha yüksek bir seviyeden vertebral kanal girme eğiliminde olduğunu gördük. Aynı zamanda SA orijinli olan VA'ların %96'sı 6. TF'den, arkus aorta orijinli VA'ların %61'i 5. TF'den vertebral kanala girdi ve istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p \leq 0.05$ ). Sonuç olarak SA orijinli VA'lar 6. TF'den, arkusu aorta orjinli VA'lar 5. TF'den vertebral kanala girme eğilimindeydi.

Çalışmamızda RVA'nın BST'ye, LVA'nın arkus aortaya olan mesafesi ölçtük ve yaptığımız istatistiksel değerlendirmede iki taraf arasında anlamlı fark olduğunu saptadık ( $p \leq 0.05$ ). Sağ VA-BST'ye mesafesi  $24.07 \pm 7.9$  mm (min 0 max 88 mm), LVA- arkus aortaya mesafesi  $34.53 \pm 11.9$  mm (min 0 max 73 mm) idi.

Aynı mesafeleri 2 cinsiyet arasında karşılaştırdığımızda RVA-SA ve LVA-arkus mesafe farklılığını istatistiksel olarak anlamlı bulduk ( $p \leq 0.05$ ). RVA-SA mesafesi bayanlarda  $23.2 \pm 8.5$  mm, erkeklerde  $24.6 \pm 7.4$  mm, LVA-Arkus aorta mesafesi bayanlarda  $32.8 \pm 11.3$  mm, erkeklerde  $35.5 \pm 12.1$  mm idi. Sonuç olarak erkeklerde her iki mesafe bayanlara göre daha uzun olduğunu saptadık.

Çalışmamızda arkus aorta tipleri, vertebral kanala giriş seviyesi ile LVA-arkus aorta/RVA-BST mesafeleri arasında bağlantı olup olmadığını anlamaya yönelik değerlendirme yaptık. Her iki taraf için yaptığımız değerlendirmede arkus tip 2 ve 4 olan hastaların sayısı yetersiz olduğu için istatistiksel olarak karşılaştıramadık. Her iki tarafta da gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu gördük ( $p \leq 0.05$ ). Sağ taraf için yapılan değerlendirmede, arkus aorta tip 1 ve tip 3 olan hastalarda VA

orijini BST'ye yaklaştıkça VA'nın daha yüksek bir seviyeden vertebral kanala girme eğiliminde olduğunu gördük. Sol taraf için yaptığımız değerlendirmede (4. TF'den giren VA'lar hariç) C6'dan C3'e çıkıldıkça sağ taraf ile benzer şekilde arkus aorta tip 1 ve 3 olan hastalarda VA orijini arkus aortaya yaklaştıkça VA'nın daha yüksek bir seviyeden vertebral kanala girme eğiliminde olduğunu gördük.

Çalışmamızda VA çapları ve TF çapları C4-7 olmak üzere toplam dört seviyede ölçtük. C7 seviyesinde VA ortalama çapı sağda  $3.7\pm 0.8$  mm, solda  $3.9\pm 0.8$  mm, C6 seviyesinde sağda  $3.5\pm 0.8$  mm, solda  $3.7\pm 0.8$  mm, C5 seviyesinde sağda  $3.4\pm 0.7$  mm, solda  $3.6\pm 0.8$  mm, C4 sağda  $3.3\pm 0.7$ , solda  $3.5\pm 0.7$  mm ölçüldü.

Bayanlar için bu değer C7'den C4'e sırası ile sağda  $3.6\pm 0.8$  mm,  $3.3\pm 0.7$  mm,  $3.2\pm 0.7$  mm ve  $3.2\pm 0.7$  mm ölçüldü. Solda ise  $3.8\pm 0.8$  mm,  $3.6\pm 0.7$  mm,  $3.5\pm 0.7$  mm ve  $3.5\pm 0.7$  mm ölçüldü.

Erkekler için bu değerler sırası ile  $3.8\pm 0.8$  mm,  $3.6\pm 0.8$  mm,  $3.4\pm 0.7$  mm ve  $3.4\pm 0.8$  mm ölçüldü. Solda ise  $3.9\pm 0.8$  mm,  $3.7\pm 0.8$  mm,  $3.6\pm 0.7$  mm ve  $3.6\pm 0.8$  mm ölçüldü.

Ölçümlere göre C7 seviyesi hariç diğer seviyelerde erkeklerin VA çapı bayanlara göre geniş olduğunu gördük. Ayrıca her iki cinsiyet için VA çapının C7'den C4'e çıkarken daraldığını saptadık.

Literatürde VA çapı 0.92- 4.09 mm arasında değişmektedir (5,3). Gönül Y.'nin 2007 yılında yayınladığı yüksek lisans tezinde 110 kadavra çalışmada 104 kadavra üzerinde yapılan ölçümlerde VA çapı sağda 2.85 mm, solda 3.02 mm bulundu (24).

Ulukavak M.'nin 1998 yılında yayınladığı doktora tezinde 12 kadavra ve 40 hastanın anjiogramları incelendi. Kadınlar ve erkekler arasında VA çapları arasında istatistiksel fark bulunamamıştır. Oysa bizim çalışmamızda erkeklerin VA çapı bayanlara göre geniş bulundu. Sağ VA için ortalama çap 4.41 mm, sol için 4.95 mm ölçüldü. Aynı çalışmada yaş ve VA çapı arasında istatistiksel anlam bulunmadı (46).

Cacciola F. ve ark., 10 erişkin kadavra üzerinde yaptığı incelemede, C1-C2 seviyesinde VA çapı 2.3- 7.4 mm idi. Sağ VA çapı 2.3-4.5 mm, sol VA çapı 4.1 – 7.4 mm ölçüldü (64).

Dilbaz S.'nin 2007 yılında yayınladığı uzmanlık tezinde toplam 23 kadavra incelemeye alındı. Vertebral arter çapı sağda ortalama 3.81 mm, solda 4.62 mm ölçüldü. VA'ların %52.2'sinin (12 kadavra) çapı eşit, %26'sının (6 kadavra) sağ %21.74'ünün (5 kadavra) sol büyüktü (65).

Güvençer M'nin 2003 yılında yayınladığı doktora tezinde 24 kadavra çalışmaya dahil edilmiş olup, 12 kadavraya anjiyografi tetkiki yapılmıştır. Anjiyografi görüntülerine göre sol VA çapı sağ göre büyük ölçüldü, ancak istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Anjiyografi ölçümlerinde VA çapı C2 düzeyinde 3.61 mm, C3 düzeyinde 3.51 mm, C4 düzeyinde 3.58 mm, C5 düzeyinde 3.30 mm, C6 düzeyinde 3.54 mm, C7 düzeyinde 3.54 mm ölçüldü (61).

Standardize ölçüm sistemi ve terminolojisi olmadığı için VA hipoplazisi oldukça az araştırılmış bir antitedir. Hipoplazik olarak tanımlanabilmesi için VA çapının kaç olması gerektiği ile ilgili henüz uzlaşmış bir değer yoktur. Bazı çalışmalarda VA çapı 2 mm ve altında olduğu takdirde hipoplazik, bazılarında ise atretik olarak kabul edilmiştir (27-30).

Terminolojisi hala tartışılırken hipoplazik VA posterior sirkülasyonun çok sık olmayan bir varyasyonu olarak kabule edenler de vardır. Otopsi ve anjiyografilerde hipoplazik VA sıklığı %2-6 olarak raporlanmıştır. Bazı araştırmacılar tarafından hipoplazik VA migren, inme gibi patolojilerle ilişkilendirilmiştir (31,33).

Çalışmamızda hipoplazi kriteri olarak VA çapının 2 mm ve altı olmasını kabul ettik. Sekizyüzyıkkırkbeş hastada toplam 71'inde (%8.4) hipoplazik VA saptanmış olup bunlardan 40'ı (%4,7) sağ tarafta 31'i (%3.7) sol tarafta izlendi.

Gönül Y'nin yüksek lisans tezinde (110 kadavra) hipoplazi sınır değeri 2 mm olarak kabul edilmiş olup, 21 vakada (%21.2) sağ, 15 vakada (%14.4) sol, 5 vakada (%4.8) bilateral VA hipoplazik kabul edilmiştir (24).

Peterson C ve ark., boyun ağrısı şikayeti nedeniyle MRG tetkiki yapılan 131 hastanın görüntülerini VA hipoplazisi açısından değerlendirdi. Hastaların %43.5'inde (57 hasta) VA hipoplazisi saptandı. Hipoplazik arterlerin %80.7'si sağ tarafta izlendi (75 hastadan 46'sı). Cinsiyetler arasında karşılaştırma yapıldığında kadınlarda %49, erkeklerde %35.8 oranında saptandı. Yüzotuzbir hastada 7 VA'nın hipoplazi derecesi ciddi olarak belirtilmiş olup bunlardan 6'sının cinsiyeti kadındı. Hipoplazik VA'ların 32'si (%56'1) çok hafif, 18'i (%31.6) orta derece olarak raporlandı (31).

Chuang ve ark., hipoplazik VA ile enfarkt ilişkisini gösterebilmek için 191 akut enfarkt geçiren hastayı enfarktten 72 saat sonra MRG tetkiki ile değerlendirildi. Tek taraflı hipoplazik VA insidansı %11.51 olarak bildirildi. Ve bu oran özellikle beyin sapı/serebellar enfarkt geçirenler arasında yüksek bulundu. Hipoplazik VA'nın ateroskleroz için zemin hazırladığı sonucuna varıldı (33).

Tuboul ve arkadaşlarının hipoplazik VA ile ilgili toplam 50 hastada yaptığı çalışmada hastaların %48'inde sol VA çapı sağa göre geniş olarak bildirildi (hipoplazik sağ VA). Hastaların sadece %14'ünde sağ VA çapı sola göre daha geniş ölçüldü (66).

Park ve arkadaşları serebral enfarkt geçirmiş, MRG ve MRG anjiyografi yapılmış olan toplam 529 hastanın görüntülerini incelenmiş olup bu hastaların görüntüleri serebral enfarkt geçirmemiş toplam 313 sağlıklı kişinin görüntüleri ile karşılaştırıldı. Enfarkt geçirmiş olan 186 hastada (%35.2) hipoplazik VA saptanmış olup bu oran özellikle posterior sistem enfarktı geçirmiş olanlarda anterior sistem enfarktına göre daha yüksek bulundu. İlginç olarak VBS enfarktı geçirmiş ve hipoplazik VA saptanan hastaların (toplam 112 hasta) %76'sı (75 hasta) erkekti (30).

Giannopolous ve ark.'nın yayınladığı VBS enfarktı geçirmiş 3 vakalık bir çalışmada, VA hipoplazisinin enfarkt için tek başına risk oluşturmadığı ancak eşlik eden başka risk faktörleri varlığında (hipertansiyon, hiperlipidemi gibi) riski arttırabileceği belirtildi (67).

Güvençer M'nin doktora tezinde (24 kadavra) çapı 3.5 mm'nin altında olan VA'lar hipoplazik olarak kabul edilmiş olup orijin düzeyinde %10.42 (5/48) oranla hipoplazik VA saptandı. Tüm hipoplazik VA'lar sağ taraftaydı (61).

Literatürde belirtildiği kadarıyla popülasyonun %50'sinde sol VA dominant, %5'inde sağ dominant ve geri kalan %25'te her iki VA aynı kalibrasyondadır (27).

Çalışmamızda dominansi kriterimiz iki VA arasında 1 mm'den fazla fark olmasıydı. Çapları arasında 1 mm'den az fark olan VA'ları eşit kabul ettik. Sekizyüzkırkbeş hastada 534 hastada (%63) iki VA çapı arasında 1 mm'den az fark saptandı. Geri kalan 311 hastada iki VA arasından 1 mm'den fazla fark saptandı. Bunlardan 116'sı sağda (%14), 195'i (%23) solda saptandı.

Gönül Y'nin yüksek lisans tezinde (110 kadavra) dominantlık kriteri olarak iki VA arasında 1 mm fark olması kriter olarak kabul edildi. Buna göre %21.2 sol, %17.3 sağ VA dominant ve %61.5 oranında iki VA çapı eşit bulundu (24).

Bruneau M ve ark. VA V2 segmentinin varyasyonlarını saptamak için 200 MRG ve 50 BT görüntüsünü değerlendirdi. Kırkbir hastada iki VA çapı eşit iken 9 hastada bir VA dominant, diğeri hipoplazik olarak bildirildi (62).

Çalışmamızda C7 seviyesinde TF ortalama çapı sağda  $3.4 \pm 1,3$  mm, solda  $3.5 \pm 1,5$  mm, C6 seviyesinde sağda  $5.5 \pm 1,2$  mm, solda  $5.7 \pm 1,2$  mm, C5 seviyesinde sağda  $5.4 \pm 0.9$  mm, solda  $5.6 \pm 1$  mm, C4 seviyesinde sağda  $5,4 \pm 0.9$  mm, solda  $5,6 \pm 1$  mm

ölçüldü. Bayanlar için bu değer C7'den C4'e sırası ile sağda  $3.2\pm 1,3$  mm,  $5,2\pm 1,2$  mm,  $5.2\pm 0.9$  mm ve  $5,3\pm 0.8$  mm ölçüldü. Solda ise  $3.2\pm 1,4$  mm,  $5,5\pm 1,2$  mm,  $5.5\pm 1,1$  mm ve  $5,4\pm 0.9$  mm ölçüldü. Erkekler için bu değerler sırası ile  $3.6\pm 1,4$  mm,  $5,7\pm 1,2$  mm,  $5,5\pm 0.9$  mm ve  $5,6\pm 0.9$  mm ölçüldü. Solda ise  $3.7\pm 1,5$  mm,  $5,9\pm 1,3$  mm,  $5,7\pm 1$  mm ve  $5,8\pm 1$  mm ölçüldü. Ölçümlere göre bayan ve erkeklerin TF çapları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p \leq 0.05$ ). Erkeklerin TF çapları tüm seviyelerde kadınlara göre genişti.

Kim ve ark., boyun ve serebral BT anjiyografi çekilen, asemptomatik toplam 208 hastanın görüntülerini retrospektif olarak inceledi. Hastalar transient iskemik atak (TIA)/serebral enfarkt geçirmemiş olmakla birlikte hipertansiyon, hiperlipidemi, diabet ve kronik sigara içiciliği gibi risk faktörleri vardı. Hastaların hepsinde tüm seviyelerde sol VA ve TF çapı sağa göre büyük bulundu. Yukarıya çıkıldıkça her ikisinin de çapında dereceli olarak küçülme saptandı. VA ile TF arasında lineer ilişki saptandı (32).

Hong JT ve ark.'nın yaptığı çalışmada 350 hastanın BT anjiyografi tetkikinde VA V2 segmenti incelendi. İki hastada her iki VA V2 segmentinde anomali saptanırken (%0.06), 32 hastada tek taraflı V2 segment anomali saptandı. Çalışmada VA'nın geçtiği TF'ler, boş olanlara göre belirgin büyüktü. Ancak boş C7 TF'si ile diğer seviyelerdeki boş TF'ler arasında fark saptanmadı. VA arterin TF'ye giriş seviyesi C6'dan yukarıda olduğu vakalarda boş olan TF'lerin çapı, aynı seviyedeki dolu olanlara göre belirgin küçük saptandı. Bu bulgular VA'nın, TF'nin oluştuğu embriyolojik dönemde etkili bir parametre olduğunu düşündürdü. Transvers foramenin küçük olduğu olgularda hipoplazik ya da aplazik VA akla gelmesi gerektiğini bildirdi (63).

Bruneau M. ve ark.'nın (N=50 BT) yaptığı çalışmada, anormal giriş seviyesi olan grupta (1 hasta C3, 1 hasta C4, 4 hasta C5) boş TF'lerin çapının dolu olan aynı seviyedeki diğer TF'lere göre belirgin küçük olduğunu saptandı. Normal giriş seviyesi olan diğer grubun o seviyedeki TF'si ile karşılaştırma yapıldığında aralarında belirgin fark olduğunu bildirildi (62).

Çalışmamızda VA çapları, vertebral kanala giriş seviyeleri baz alınarak C4-7 seviyelerinde ayrı ayrı değerlendirildi. Sağ tarafta değerlendiren seviyelerin hiçbirinde VA'lar arasında girdikleri seviyelere göre çap farkı yoktu ( $p > 0.05$ ). Sol tarafta C4, C5 ve C6 seviyesinden giren VA'lar arasında istatistiksel olarak çap farkı anlamlı bulundu ( $p \leq 0.05$ ). C7 seviyesinden giren VA'ların çapı istatistiksel olarak anlamsız bulundu ( $p > 0.05$ ).

Çalışmamızda TF çapları, VA'ların vertebral kanala giriş seviyeleri baz alınarak C4-7 seviyelerinde ayrı ayrı değerlendirildi. Sağ tarafta C7'den giren VA'ların girdiği TF çapı diğer seviyelerden girenlere göre geniş ölçüldü ancak hasta sayısı az olduğu için istatistiksel analize dahil edilmedi. Sağ C6 seviyesinde TF çaplarını ölçtük, C6 ve C7'den vertebral kanala giren VA'ların TF çapı C4 ve C5'ten girenlere göre genişti. C5 seviyesinden yapılan ölçümlerde C4 seviyesinden vertebral kanala giren VA'ların TF çapı diğer seviyelerdeki TF'lere göre dardı. C4 seviyesinde yapılan ölçümlerde, C7-C4 seviyelerinden giren VA'ların TF çapları arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ).

Sol C3 seviyesinden vertebral kanala giren VA sayısı az olduğu ( $N=3$ ) için bu hasta grubu hiçbir seviyede istatistiksel analize dahil edilmedi. C7 seviyesinden yapılan ölçümlerde, C7 seviyesinden vertebral kanala giren VA'ların TF çapı diğer seviyelerden girenlere göre geniş bulundu. C6 seviyesinden yapılan ölçümlerde, C6 ve C7'den vertebral kanala giren VA'ların TF çapı C4 ve C5'ten girenlere göre genişti. Sol tarafta C5 seviyesinden alınan ölçümlerde, C4'ten vertebral kanala giren VA'ların TF çapı C5, C6 ve C7'den girenlere göre dardı. Sol tarafta C4 seviyesinden alınan ölçümlerde VA'ların TF çapları arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ).

Duplikasyon ve fenestrasyon literatürde çok sık olarak aynı terminoloji gibi kullanılmıştır. Duplikasyon damarın çift orijinli olması anlamına gelirken, fenestrasyon damarın tek orijinli olup, seyri sırasında segmental olarak çift olarak seyretmesidir (37,38).

Duplikasyon, 6. ya da daha üst seviyedeki intersegmental arterlerin regresyona gitmemesiyle olduğu düşünülmektedir (22). Duplikasyonda herhangi bir anomali ile birliktelik gösterilmemiştir.

Vertebral arter duplikasyonu, oldukça nadir olup literatürde birkaç vaka mevcuttur. Bildirilen vakalara daha çok sol tarafta olup genellikle C4-6 vertebra seviyesinde füzyone olmaktadır. Bizim çalışmamızda 3 hastada (%0.3) duplikasyon saptanmış olup bunlardan 2'si sol tarafta biri sağ tarafta izlendi. Hastalardan biri arkus aorta tip 3 olup, diğer 2'si arkus aorta tip 1 idi. Hastaların BST/arkus aortaya olan mesafeler oldukça değişkenlik gösterdi. Hastaların diğer tarafındaki VA'ları SA orijinli olup bunlar 6. TF, 4. ve 7. TF'den vertebral kanala girmektedir. Sol VA duplikasyonu izlenen hastaların duplikasyon orijini SA/arkus aorta olup vertebral kanala giriş seviyeleri 5. ve 6. TF idi.

Literatürde özellikle ilk zamanlarda terminoloji açısından bir karmaşa olduğu için net bir duplikasyon sayısı vermek zordur. Bizim literatürde saptayabildiğimiz 22 vakadan 1'i bilateral diğerleri tek taraflıydı. Tarifelenen hastaların orijinleri arkus aorta/SA, SA/SA, BST/SA olarak raporlanmıştır (14,20,34,35,37,38,68).

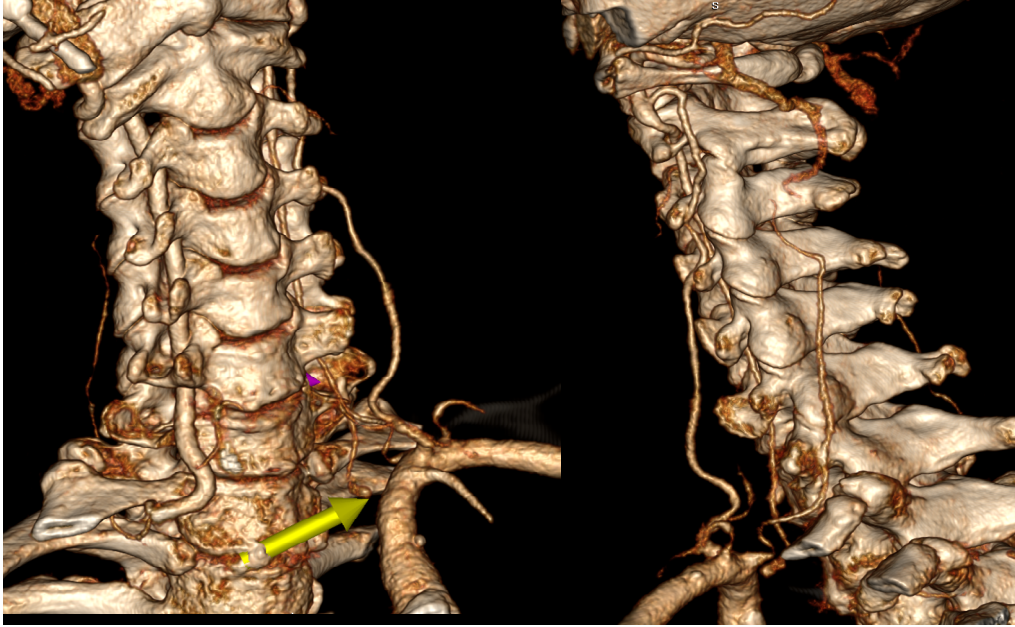
Mordasini ve ark.'nın 2008 yılında yayınladıkları vakada, her iki VA'da duplikasyon anomalisi mevcuttu. Sağ tarafta VA orijini SA idi. Dallardan biri SA orijinine yakın, diğeri sağ internal mammarian dal komşuluğundan orijin almaktaydı. Subklavian arter orijinine yakın çıkan dal, vertebral kanala 7.TF'den girdi, diğeri dal ile C4/C5 seviyesinde birleşti ve tek VA olarak seyrine devam etti. Soldaki kalın kalibrasyonlu dal arkus aortadan 3. dal olarak orijinlenirken, diğeri LSA'dan inferior tiroid arter distalinden orijinlendi. Inferior tiroid arter komşuluğundan çıkan dal C7 vertebra TF'sinden vertebral kanala girip C4/C5 seviyesinde diğeri dal ile birleşip tek VA olarak seyrine devam etti (20).

Fenestrasyon tipik olarak vertebrobaziler bileşkede veya BA'da görülür. VA'da fenestrasyon görülme prevalansı %0.3-2 olarak raporlanmıştır (41). Bizim çalışmamızda %0.3 oranında saptandı. Literatürde fenestrasyon vakalarının %70'i üst servikal seviyede geri kalanı ise intrakraniyal yerleşimlidir. Fenestrasyon embriyolojik gelişimin erken aşamalarında oluşur (42). Fenestrasyon ile anevrizma arasında bağlantı olduğu bildirilmiştir. VA fenestrasyonuna aynı zamanda beyin ve medulla spinalis patolojisi, arteriyovenöz malformasyon (AVM), blok servikal vertebra, diğeri servikal damar ve VA'nın kendinin varyasyonları eşlik edebilir.

Bizim çalışmamızda 3 hastada fenestrasyon saptadık. Bunlardan 1'i bilateral diğeri 2'si unilateral idi. Bilateral olarak tariflediğimiz V2-3 segment fenestrasyonu, literatürde Kowada ve ark. tarafından sol tarafta tariflenmiş olup bu olguya benzer başka olgu saptamadık (42). Bizim hastalarımızda da fenestre segment literatürde bahsedildiği gibi üst servikal segment ve intrakranial alanda saptandı. Ancak hastalarımızda fenestrasyona eşlik eden herhangi vasküler ya da vertebra anomali saptamadık. Arkus aorta tipi, VA orijini ve vertebral kanala giriş seviyesi açısından da bu hastalarda bir özellik saptamadık.

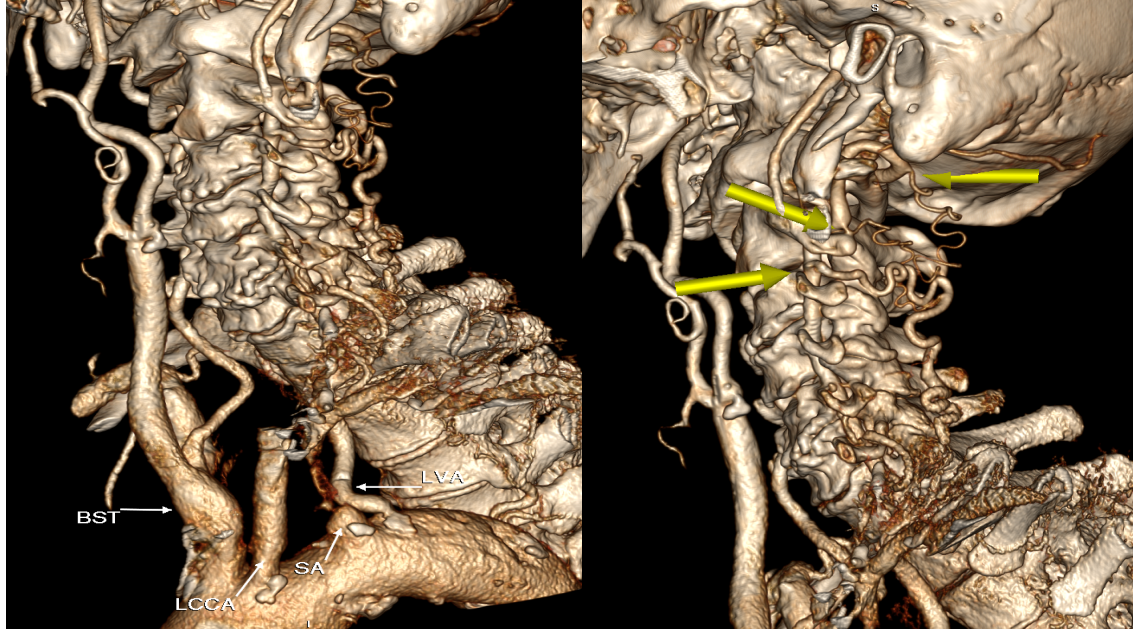
Daha önceden bahsettiğimiz gibi duplikasyon ve fenestrasyon açısından terminoloji karmaşası mevcut olup bu iki terim birbirinin yerine kullanılmıştır. Bazı çalışmalarda fenestrasyon parsiyel duplikasyon olarak tariflenmiştir (11). Aynı şekilde hastaların asemptomatik olması nedeniyle, genellikle başka bir nedenle tetkik edilirken saptanması nedeniyle net bir rakam vermek zordur.

Vertebral arterin metamerik segmentlerin birleşmesi ile oluştuğu unutulmamalıdır. Her segment bir radikülomeningeal ve bir musküler dal verir. Vertebral arter proksimal segmenti oklüze olduğu zaman VBS'nin azalan kan akımını kompanse etmek için asendan servikal arter, derin servikal arter ve ECA musküler dalları belirgin hale gelir ve kan akımını sağlar. Bu dalları, VA duplikasyonu ya da VA orijin varyasyonu gibi değerlendirmemek gerekir (7,26). Benzer iki vaka bizde de mevcut olup, olgulardan birinde VA çıkışında kısa segment total oklüzyon izlenmiştir. Ancak bu segment distalinde VA lümen opaklaşması doğal izlendi. Vertebral arterin, tiroservikal trunkustan bir dal aracılığı dolun gösterdiğini saptadık. Diğer hastada SA proksimalinde total oklüzyon izlenmiş olup, arkus aorta orijinli LVA ile SA orijinli dallar arasında çok sayıda anastomoz saptadık.



**Şekil 5.1.** Vertebral arter-tiroservikal dal anastomozu izlenen hastaya ait 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü.





**Şekil 5.2.** VA-SA dalları arasında (vertebroservikal anastamoz) anastamoz izlenen hastaya ait 3B yüzey gölgelenme ÇKBT görüntüsü.

Çalışmamızda 2 hastada VA V4 segmentinde iki VA arasında anastamoz izledik. Benzer varyasyon Yaşargil tarafından tanımlanmış olup 3 hasta bildirmiştir (5). Bizim hastalarımızdan birinde anevrizma diğerinde VA okluzyonu saptadık. Ancak bu konuyla ilgili yeterli çalışma olmadığı için bu varyasyona eşlik edebilecek anomalilerden bahsetmek zordur.

Karotid-vertebrobaziler anastamozlar, erken embriyonik dönemde primitif İCA'dan primitif VBS'ye kan akışını sağlayan presegmental arterler trigeminal, otik, hipoglossal ve ProA'dır (23). Posterior kommunikan arter oluşumu ile birlikte diğer dört çift presegmental arter geriler. Ancak regresyon olmadığı durumlarda persistan fetal karotid-vertebrobaziler arter olarak adlandırılırlar (23,25).

Çoğu karotid-vertebral anastamozlar insidental olarak saptanmış olup en sık persistan trigeminal arter izlenmektedir. Ancak bu anastamozlar, vasküler anomali, anevrizma ve kranial sinir semptomları ile ilişkili olabilir. Purkayastha ve ark., Galen ven anevrizmasının eşlik ettiği 3 adet tip 2 ProA vakası tariflemiş olup, bunlardan biri bilateral (69). Tanaka ve ark. persistan trigeminal arterin eşlik ettiği tip 1 ProA tariflemiştir (70). Bahşi ve ark. baziler tepe sendromu nedeniyle tetkik edilen bir hastada sol tarafta tip 1 ProA saptamıştır (71). Gümüş ve ark., sol tarafta güçsüzlük nedeniyle

tetik edilen hastada bilateral persistan Tip1 ProA saptamıştır. Yapılan anjiyografi tetkikinde hastanın her iki ICA ve ProA'da plaklar saptanmış olup şikayetler aterosklerotik plaklar nedeniyle oluşan embolilere bağlanmıştır (72).

Proatlantal arter, en distaldeki presegmental arter olup, ekstrakranial yerleşimlidir ve ECA ya da İCA arasında yer alır ve nadirdir. Bilindiği kadarıyla toplam 40 vaka raporlanmıştır (41). Proatlantal arter olan vakaların %46-50'sinde anastomoz proksimalinde unilateral/ bilateral VA hipoplazik veya aplaziktir (7,17, 23,41,43,44). Bizim olgumuzda ProA'nın saptandığı tarafta VA hipoplazikti.

Genellikle insidental olarak saptandığı için aslında ProA sıklığı daha fazla olabilir. Proatlantal arter, İCA ya da ECA orijinli olabilir. Tip I ProA (proatlantal intersegmental arter) İCA orijinli, tip 2 ProA (1. servikal intersegmental arter) ECA orijinlidir (44). Şu ana kadar tariflenen persistan ProA'ların %57'si tip 1, %38'i tip 2 ve %5'i CCA arterden orijin almaktadır (43).

## 6. SONUÇLAR

Çalışmamızın sonuçlarını şu şekilde sıralayabiliriz;

1. Çalışmaya dahil edilen 913 hastanın Karotis ve Serebral BT anjiyografi tetkiki arkus aortadan çıkan dallar ve bunların dallanma paterni (VA ayrıca değerlendirildi) değerlendirildi. VA duplikasyonu ve unilateral VA okluzyonu saptanan 68 hasta istatistiki değerlendirme dışı bırakılıp, toplam 845 hastada VA orijini, VA trasesi, VA vertebral kanala giriş seviyesi, VA C4-7 seviyelerinde VA ve TF çapı değerlendirildi.
2. 913 hasta en sık dallanma paterni 788 hastada (%86) tip 1 patern idi. İkinci sıklıkta tip 3 patern (%12), 3. sıklıkta tip 2 patern (%1.3), 4. sıklıkta tip 4 patern (%0.7) idi. Cinsiyetler arasında arkus aorta dallanma paternleri benzerdi. Ancak tip 4 dallanma paterni sadece bayanlarda izlendi.
3. Çalışmamızda VA orijini açısından hastaları SA orijin, arkus aorta orijini ve diğer (CCA) orijin olmak üzere 3 gruba ayırdık. Duplikasyon gösteren veya unilateral VA okluzyonu olan 68 hasta bu gruba dahil edilmemiş olup, 845 hasta (312 bayan, 533 erkek) arasında değerlendirme yapıldı. Çalışmamızda sağ tarafta 843 VA (%99.8) SA orijinli ve 1'er VA arkus aorta ve CCA orijinli, sol tarafta 788 VA (%93.3) SA orijinli ve 57 VA (%6.7) arkus aorta orijinliydi.
4. Vertebral kanala giriş seviyesi 845 hastada sağ ve sol taraf olarak değerlendirildi. Sağ tarafta 771 VA (%91.2) 6. TF'den, 53 VA (%6.3) 5. TF'den, 17 VA 4. TF'den ve 4 VA 7. TF'den kanala girdi. Sol tarafta 761 VA (%90.0) 6. TF'den, 54 VA (%6.4) 5. TF'den, 15 VA 7. TF'den, 12 VA 4. TF'den ve 3 VA 3. TF'den vertebral kanala girdi.
5. Cinsiyetlere göre değerlendirme yapıldığında vertebral kanala giriş seviyesi hem bayanlarda hem erkeklerde en sık 6. TF, 2. sıklıkta 5.TF idi. Diğer seviyelerden vertebral kanala giriş her iki cinsiyette çok az oranda saptandı. Ancak VA vertebral kanala giriş seviyeleri cinsiyetlere göre değerlendirildiğinde cinsiyetler arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ).
6. Arkus aorta tiplerine göre VA vertebral kanala giriş seviyeleri incelendiğinde 845 hastanın %86.7'si arkus aorta tip 1 olup %90.8 RVA 6. TF ve %6.5 RVA 5.TF'den, %89,9 LVA 6. TF ve %6.7 LVA 5. TF'den vertebral kanala girdi.

7. Çalışmamızda VA orijinine göre VA vertebral kanala giriş seviyelerini değerlendirdik. Arkus aorta orijinli VA'lar SA orijinli olanlara göre daha yüksek bir seviyeden vertebral kanal girme eğiliminde olduğunu gördük. Aynı zamanda SA orijinli olan VA'ların %96'sı 6. TF'den, arkus aorta orijinli VA'ların %61'i 5. TF'den vertebral kanala girdi.
8. Çalışmamızda VA'ların sağda BST'ye, solda arkus aortaya olan mesafesini ölçtük ve yaptığımız istatistiksel değerlendirmede iki taraf arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu saptadık. Sağ tarafta VA'nın BST'ye mesafesi  $24.07 \pm 7.9$  mm (min 0 max 88 mm), sol tarafta VA'nın arkus aortaya mesafesi  $34.53 \pm 11.9$  mm (min 0 max 73 mm) idi.
9. Cinsiyetler arasında karşılaştırdığımızda RVA-SA ve LVA-arkus mesafelerinin erkeklerde bayanlara göre daha uzundu.
10. Çalışmamızda arkus aorta tipleri, VA vertebral kanala giriş seviyesi ile VA-arkus aorta/VA-BST mesafelerini değerlendirdik. Arkus tip 2 ve 4 olan hastaların sayısı yetersiz olduğu için istatistiksel olarak değerlendirmedik. Sağ tarafta arkus aorta tip 1 ve tip 3 olan hastalarda VA orijini BST'ye yaklaştıkça VA'nın daha yüksek bir seviyeden vertebral kanala girme eğiliminde olduğunu gördük.

Sol taraf için yaptığımız çalışmada (4. TF'den giren VA'lar hariç) C6'dan C3'e çıkıldıkça sağ tarafa benzer şekilde arkus aorta tip 1 ve 3 olan hastalarda VA orijini arkus aortaya yaklaştıkça VA'nın daha yüksek bir seviyeden vertebral kanala girme eğiliminde olduğunu gördük.

11. 845 hastada VA çapları C4-7 olmak üzere toplam dört seviyede ölçüldü. C7 seviyesinde VA ortalama çapı sağda  $3.7 \pm 0.8$  mm, solda  $3.9 \pm 0.8$  mm, C6 seviyesinde sağda  $3.5 \pm 0.8$  mm, solda  $3.7 \pm 0.8$  mm, C5 seviyesinde sağda  $3.4 \pm 0.7$  mm, solda  $3.6 \pm 0.8$  mm, C4 sağda  $3.3 \pm 0.7$ , solda  $3.5 \pm 0.7$  mm ölçüldü. Bayanlar için bu değer C7'den C4'e sırası ile sağda  $3.6 \pm 0.8$  mm,  $3.3 \pm 0.7$  mm,  $3.2 \pm 0.7$  mm ve  $3.2 \pm 0.7$  mm ölçüldü. Solda ise  $3.8 \pm 0.8$  mm,  $3.6 \pm 0.7$  mm,  $3.5 \pm 0.7$  mm ve  $3.5 \pm 0.7$  mm ölçüldü. Erkekler için bu değerler sırası ile  $3.8 \pm 0.8$  mm,  $3.6 \pm 0.8$  mm,  $3.4 \pm 0.7$  mm ve  $3.4 \pm 0.8$  mm ölçüldü. Solda ise  $3.9 \pm 0.8$  mm,  $3.7 \pm 0.8$  mm,  $3.6 \pm 0.7$  mm ve  $3.6 \pm 0.8$  mm ölçüldü.

Ölçümlere göre C7 seviyesi hariç diğer seviyelerde erkeklerin VA çapı bayanlara göre geniş bulundu. Ayrıca her iki cinsiyet için VA çapı C7'den C4'e çıkarken daraldı.

12. Çalışmamızda hipoplazi kriteri olarak VA çapının  $\leq 2$  mm olmasını kabul ettik. 845 hastada toplam 71'inde (%8.4) hipoplazik VA saptadık. Bunlardan 40'ı (%4,7) sağ tarafta 31'i (%3.7) sol tarafta izlendi. Hipoplazik RVA olan 40 hastanın 11'i kadın, 20'si erkekti. Hipoplazik LVA olan 31 hastanın 17'si kadın, 23'ü erkekti.
13. Çalışmamızda dominansi kriteri olarak iki VA arasında 1 mm'den fazla fark olmasını kabul ettik. 1 mm'den az fark olanların çapını eşit kabul ettik. 845 hastada 534 hastada (%63) iki VA çapı arasında 1 mm'den az fark saptandı. Geri kalan 311 hastada iki VA arasından 1 mm'den fazla fark saptandı. Bunlardan 116'sı sağda (%14), 195'i (%23) solda saptandı.
14. 845 hastada VA çapları ve TF çapları C4-7 olmak üzere toplam dört seviyede incelendi. C7 seviyesinde TF ortalama çapı sağda  $3.4 \pm 1,3$  mm, solda  $3.5 \pm 1,5$  mm, C6 seviyesinde sağda  $5.5 \pm 1,2$  mm, solda  $5.7 \pm 1,2$  mm, C5 seviyesinde sağda  $5.4 \pm 0,9$  mm, solda  $5.6 \pm 1$ , C4 seviyesinde sağda  $5,4 \pm 0,9$  mm, solda  $5,6 \pm 1$  mm ölçüldü. Bayanlar için bu değer C7den C4'e sırası ile sağda  $3.2 \pm 1,3$  mm,  $5,2 \pm 1,2$  mm,  $5,2 \pm 0,9$  mm ve  $5,3 \pm 0,8$  mm ölçüldü. Solda ise  $3.2 \pm 1,4$  mm,  $5,5 \pm 1,2$  mm,  $5,5 \pm 1,1$  mm ve  $5,4 \pm 0,9$  mm ölçüldü. Erkekler için bu değerler sırası ile  $3.6 \pm 1,4$  mm,  $5,7 \pm 1,2$  mm,  $5,5 \pm 0,9$  mm ve  $5,6 \pm 0,9$  mm ölçüldü. Solda ise  $3.7 \pm 1,5$  mm,  $5,9 \pm 1,3$  mm,  $5,7 \pm 1$  mm ve  $5,8 \pm 1$  mm ölçüldü. Ölçümlere göre erkeklerin TF çapları tüm seviyelerde kadınlara göre geniş bulundu. Boş TF çapları dolu olanlara küçük ölçüldü.
15. 913 hastada 3 adet (%0.3) duplikasyon olgusu saptanmış olup, bunlardan 2'si sol tarafta biri sağ tarafta izlendi. Hastalardan biri arkus aorta tip 3 olup diğer 2'si arkus aorta tip 1 idi. Hastaların BST/arkus aortaya olan mesafeleri değişkenlik gösterdi. Hastaların diğer tarafındaki VA'lar SA orijinli olup bunlar 6. TF, 4. ve 7. TF'den vertebral kanala girdi. Sol VA duplikasyonu olan hastaların 2'sinde de dallar SA/ arkus aorta orijinli olup vertebral kanala giriş seviyeleri 5. ve 6. TF idi.
16. Çalışmamızda 913 hastada 3 fenestrasyon olgusu (%0.3) saptandı. Bunlardan 1'i bilateral diğer 2'si unilateral idi. Bilateral olarak tariflediğimiz V2-3 segmentinde, diğer iki fenestrasyon sol tarafta izlenmiş olup, VA V4 segmentinde saptandı.
17. 913 hastada 2 olguda VA V4 segmentinde iki VA arasında anastamoz izledik.
18. Çalışmamızda 913 hastada 1 ProA olgusu saptanmış olup aynı taraftaki VA hipoplazik ( $< 2$  mm) izlendi.

## 7. ÖZET

### VERTEBRAL ARTER VARYASYONLARI VE ANOMALİLERİNİN ÇOK KESİTLİ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışmamızda VA orijin, trase, çap paterni, varyasyonlarının ÇKBT ile ortaya konması amaçlanmıştır. Varyasyon saptanan olgularda arkus aorta dallanma paterni, VA orijini, RVA-BST ve LVA-arkus aorta mesafeleri, vertebral kanala giriş seviyesi ilişkileri saptandı ve bu farklılıkları yorumlandı.

Ocak 2007-Aralık 2012 tarihleri arasında bölümümüzde ÇKBT ile elde edilmiş 913 hastanın karotis ve serebral BT anjiyografi tetkiklerini inceledik. Arkus aorta dallanma paterni, VA orijini, RVA-BST/ LVA-arkus aorta mesafeleri, TF'ye giriş seviyelerini, VA ve TF çaplarını değerlendirildi.

913 hastada en sık arkus aorta dallanma paterni 788 hastada (%86) tip 1 patern idi. Diğer değerlendirmeler için VA okluzyonu ya da duplikasyonu izlenmeyen 845 hastanın görüntüleri değerlendirdik. Çalışmamızda sağ tarafta 843 VA (%99.8) SA orijinli ve 1'er VA arkus aorta ve CCA orijinli, sol tarafta 788 VA (%93.3) SA orijinli ve 57 VA (%6.7) arkus aorta orijinliydi.

Sağ tarafta 771 VA (%91.2) 6. TF'den, 53 VA (%6.3) 5. TF'den, 17 VA 4. TF'den ve 4 VA 7. TF'den kanala girdi. Sol tarafta 761 VA (%90.0) 6. TF'den, 54 VA (%6.4) 5. TF'den, 15 VA 7. TF'den, 12 VA 4. TF'den ve 3 VA 3. TF'den vertebral kanala girdi.

VA vertebral kanala giriş seviyeleri cinsiyetlere göre değerlendirildiğinde cinsiyetler arasında istatistiksel fark saptamadık. Arkus aorta tiplerine göre VA vertebral kanala giriş seviyeleri incelendiğinde 845 hastanın %86.7'si arkus aorta tip 1 olup %90.8 RVA 6. TF ve %89,9 LVA 6. TF'den vertebral kanala girdi.

Cinsiyetler arasında karşılaştığımızda RVA-SA ve LVA-arkus mesafelerinin erkeklerde bayanlara göre daha uzun olduğunu saptadık.

Hem sağ, hem sol tarafta arkus aorta tip 1 ve tip 3 olan hastalarda VA orijini BST'ye yaklaştıkça VA'nın daha yüksek bir seviyeden vertebral kanala girme eğiliminde olduğunu gördük.

913 hastada 3 adet duplikasyon, 3 adet fenestrasyon ve 1 adet 1 ProA olgusu izledik.

Çalışmamız sonucu ortaya çıkan veriler, radyolog ve klinisyenlere vertebral arter kaynaklı patolojilerin tanı ve tedavisinde, baş-boyun cerrahi girişimlerinde yol gösterici nitelikte olacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Vertebral arter varyasyonları, vertebral arter anomalileri, ÇKBT, duplikasyon, fenestrasyon, proatlantal arter tip II.

## **8. ABSTRACT**

### **EVALUATION OF VERTEBRAL ARTERY VARIATIONS AND ANOMALIES WITH MULTI-SLICE COMPUTARIZED TOMOGRAPHY**

The purpose of our study was demonstrating patterns in the origin, course and diameter of the vertebral arteries (VA) and their variations with multi-slice computerized tomography (MSCT).

In cases where a variation was observed, the branching pattern of arcus aorta, the origin of the VA, the right vertebral artery (RVA)-brachiocephalic trunk (BST) distance and the left vertebral artery (LVA)-arcus aorta distance, and the level of entry to the vertebral canal were determined and the differences were evaluated.

We examined carotid and cerebral CT angiographies of 913 patients acquired with MSCT in our department between January 2007-December 2012. The branching pattern of arcus aorta, the origin of the VA, RVA-BST/LVA-arcus aorta distances, the level of entry into the transverse foramina (TF) and the diameters of VA and TF were evaluated.

Out of 913 patients, the most common arcus aorta branching pattern was type 1, with 788 patients (86%). To evaluate other considerations, we considered the images of 845 patients where there was no VA occlusion or duplication. In our study, on the right side 843 VA (99.8%) had origins from the subclavian artery (SA), and there was one VA arising from the aortic arch and one from the common carotid artery (CCA). On the left side, 788 VA (93.3%) had a SA origin and 57 VA (6.7%) arose from arcus aorta.

771 VA (91.2%) entered the canal at the level of 6th TF, 53 VA (6.3%) at the 5th TF, 17 VA at the 4th TF and 4 VA at the 7. TF on the right side; whereas on the left side, 761 VA (90.0%) entered through the 6th TF, 54 VA (6.4%) through 5. TF, 15 VA through 7. TF, 12 VA through 4. TF and 3 VA through 3. TF. After statistical evaluation, there was no significant difference between the sexes with respect to the level of entry to the vertebral canal. Examining the entry levels of VA to the vertebral canal with respect to types of the aortic arch, out of 845 patients, 86.7% had arcus aorta type 1 where 90.8% of RVA enter the vertebral canal through 6. TF and 89.9% of LVA through 6. TF.

Comparing among sexes, we determined that RVA-SA and LVA-arch distances were longer in males than in females.



We observed that in patients with arcus aorta type 1 and type 3 on both left and right sides, as the origin of VA approached the BST, the VA had a tendency to enter the vertebral canal at a higher level.

We observed 3 cases of duplication, 3 cases of fenestration and 1 case of 1 ProA out of 913 patients.

The data demonstrated by our study will be guiding in diagnosis and treatment of vertebral artery related pathologies and head-neck surgical interventions.

**Key words:** Anomalous vertebral artery, MDCT, vertebral artery fenestration, vertebral artery duplication, proatlantal artery type II.

## 9. KAYNAKLAR

1. Chauhan R, Khatri K, Gambhir M. Agenesis of distal segment of right vertebral artery: a case report. *Journal of Surgical Academia* 2012; 2(1): 18-20.
2. Sanudo J, Vasquez R, Puerta J. Meaning and clinical interest of the anatomical variations in the 21 st century. *Eur J Anat* 2003; 7(Suppl 1): 1-3.
3. Ökten İA, Güzel A. Beynin arteriyel anatomisi. *Türk Nöroşirürji Dergisi* 2012; 22(3): 171-88.
4. Taner D. Fonksiyonel Anatomi. 2. baskı. Ankara: Metu Press; 1999: 282-7.
5. Yaşargil MG. *Microneurosurgery Vol 1*, Georg Thieme Verlag Stuttgart 1948; 128-36.
6. Moore KL. *Clinicaly oriented anatomy*. 3. ed. Baltimore Williams&Wilkins 1992; 701, 809.
7. George B, Cornelius J. Vertebral artery: surgical anatomy. *Operative Techniques in Neurosurgery* 2001; 4(4): 168-81.
8. Anantharaman LT, Chaturvedi J, DSouza A, Shankar N, Ravindranath R, Nair RC. Near complete tracheal rings in an adult male cadaver associated with variation in V2 and V3 segments of vertebral artery. *Eur J Anat* 2012; 17(1): 53-8.
9. Gallucci M. *Radiographic Atlas of Skull and Brain Anatomy*. Springer –Verlag Berlin Heideberg 2007; 298-9.
10. Duan S, He H, Lv S, Chen L. Three dimensional CT study on the anatomy of vertebral artery at atlantoaxial and intracranial segment. *Surg Radiol Anat* 2010; 32(1): 39-44.
11. Siclari F, Burger IM, Fasel JHD, Gailloud P. Developmental anatomy of the distal vertebral artery in relationship to variants of the posterior and lateral spinal arterial systems. *AJNR Am J Neurodial* 2007; 28(6): 1185-90.
12. Sadler TW. *Langman Medikal Embriyoloji* 9. baskıdan çeviri Ankara: Palme Yayıncılık 2005; 246-50.
13. Moore KL, Persaud TVN. *Klinik yönleri ile insan embriyolojisi*. 6. baskıdan çeviri Ankara, Nobel Tıp Kitabevleri 2002; 356-8, 384-9.
14. Satti SR, Cerniglia CA, Koenigsberg RA. Cervical vertebral artery variations: An anatomic study. *AJNR An J Neuroradiol* 2007; 28: 976-80.
15. Ikegami A, Ohtani Y, Ohtani O. Bilateral variations of the vertebral arteries: The left originating from the aortic arch and the left and right entering the C5 transvers foramina. *Anatomical Science International* 2007; 82: 175-9.
16. Moffat DB. The embryology of the arteries of the brain. *Ann R Coll Surg Engl* 1962; 30(6): 382-6.

17. Padget DH. The development of the cranial arteries in the human embryo. *Contrib Embriyol* 1948; 32: 207-62.
18. Burger IM, Siclari F, Gregg L, Gailloud P. Bilateral segmental agenesis of the vertebrobasilar junction: Development and angiographic anatomy. *AJNR Am J Neuroradiol* 2007; 28: 2017-22.
19. Padget DH. Designation of the embryonic intersegmental arteries in reference to the vertebral artery and subclavian stem. *Anat Rec* 1954; 119(3): 349-56.
20. Mordasini P, Schmidt F, Schroth G, Remonda L. Asymmetrical bilateral duplication of the extracranial vertebral arteries: Report of unique case. *European Journal of Radiology Extra* 2008; 67: e91-e94.
21. Kazuhiko A, Suzuki T. Persistence of embryonic carotid-vertebrobasilar anastomoses. *Folia Psychiatrica et Neurologica* 1964; 18(3): 957-76.
22. Luh GY, Dean BL, Tomsick TA, Wallace RC. The persistent carotid-vertebrobasilar anastomoses. *AJR* 1999; 172: 1427-32.
23. Caldeymer KS, Carrico JB, Mathews VP. The radiology and embryology of anomalous arteries of the head and neck. *AJR* 1998; 170: 197-203.
24. Gönül Y. Vertebrobaziller sistem varyasyonları. Yüksek Lisans Tezi, Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Anatomi Anabilim Dalı, Afyonkarahisar 2007.
25. Türkvatan A, Ölçer T, Cumhuri T. Multidetector CT angiography of the persistent primitive hypoglossal artery. *European Journal of Radiology Extra* 2008; 68: e63-e66.
26. [www.neuroangio.org/](http://www.neuroangio.org/) vertebral artery.
27. Cloud GC, Markus HS. Diagnosis and management of vertebral artery stenosis. *Q J Med* 2003; 96(1): 27-54.
28. Vilimas A, Barkauskas E, Vilionskis A, Rudzinskaitė J, Morkunkaitė R. Vertebral Artery Hypoplasia: Importance for Stroke Development, the Role of the Posterior Communicating Artery, Possibility for Surgical and Conservative treatment. *Acta Medica Lituanica* 2003; 10(2): 110-4.
29. Cagnie B, Barbaix E, Vinck E, D'Herde K, Cambier D. A vertebral artery without atlantic and intradural sections: A case report and review of the literature. *Ann Anat* 2004; 187: 271-5.
30. Park J, Kim J, Roh J. Hypoplastic vertebral artery: frequency and associations with ischaemic stroke territory. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2007; 78(9): 954-8.
31. Peterson C, Phillips L, Linden A, Hsu W. Vertebral artery hypoplasia: prevalence and reliability of identifying and grading its severity on magnetic resonance imaging scans. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* 2010; 33(3): 207-11.

32. Kim C, Lee SH, Park SS, Kim BJ, Ryu WS, Kim CK, Oh MY, et al. A quantitative comparison of the vertebral artery and transverse foramen using CT Angiography. *J Clin Neurol* 2012; 8: 259-64.
33. Chuang YM, Huang YC, Hu HH, Yang CY. Toward a Further Elucidation: Role of Vertebral Artery Hypoplasia in Acute Ischemic Stroke. *Eur Neurol* 2006; 55: 193–7.
34. Komiyama M, Morikawa T, Nakajima H. High incidence of arterial dissection associated with left vertebral artery of aortic origin. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2001; 41: 8-12.
35. Takasato Y, Hayashi H, Kobayashi T, Hashimoto Y. Duplication origin of right vertebral artery with rudimentary and accessory left vertebral arteries. *Neuroradiology* 1992; 34: 287-9.
36. Hsu DP, Alexander AD, Gilkeson RC. Anomalous vertebral artery origins: the first and second reports of two variants. *J Neuro Invent Surg* 2010; 2: 160-2.
37. Goddard AJP, Annesley-Williams D, Guthrie JA, Weston M. Duplication of the vertebral artery: report of two case and review of the literature. *Neuroradiology* 2001; 43: 477-80.
38. Ionete C, Omojola MF. MR angiographic demonstration of bilateral duplication of the extracranial vertebral artery: unusual course and review literature. *AJNR Am J Neuroradiol* 2006; 27: 1304-6.
39. Tseng YC, Hsu HL, Lee TH, Wang LJ, Eong YC, Chen CJ. Fenestration of the vertebral artery at the lower cervical segment- imaging Findings and literature review. *European Journal of Radiology Extra* 2004; 49: 37-40.
40. Nogueira TE, Chambers AA, Brueggemeyer MT, Miller TJ. Dual origin of the vertebral artery mimicking dissection. *AJNR* 1997; 18: 382–4.
41. Dimmick SJ, Faulder KC. Normal variant of the cerebral circulation at multidetector CT angiography *Radiographics* 2009; 29: 1027-43.
42. Kowada M, Takahashi M, Gito Y, Kishikawa T. Fenestration of the vertebral artery: Report of 2 cases demonstrated by angiography. *Neuroradiology* 1973; 6: 110-2.
43. Woodcock RJ, Cloft HJ, Dion JE. Bilateral type 1 proatlantal arteries with absence of vertebral arteries. *AJNR Am J Neuroradiol* 2001; 22: 418-20.
44. Purkalyan S, Gupta AK, Varma R, Kapilamoorthy TR. Proatlantal intersegmental arteries of external carotid artery origin associated with Galen's vein malformations. *AJNR Am J Neuroradiol* 2005; 26: 2378-83.
45. George B, Blanquet A, Alves O. The V3 segment of the vertebral artery: surgery around the cranioservical junction *Operative Techniques in Neurosurgery* 2002; 5(1): 50-74.

46. Ulukavak M. Arteria vertebralislerin V1, V2, V3 segmentlerinin anatomik ve radyolojik olarak incelenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Anatomi Anabilim Dalı, İstanbul 1998.
47. Jayaraman MV, Mayo-Smith WW, Tung GA. Detection of intracranial aneurisms: multi-detector row CT angiography compared with DSA 2004; 230: 510-8.
48. Yamashiro S, Kuniyoshi Y, Arakaki K, Inafuku H. Total arch replacement with associated anomaly of the left vertebral artery. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2010; 16(3): 216-9.
49. Kiresi D, Gümüş S, Cengiz ŞL, Çiçekbaşı A. The morphometric analysis of the V2 and V3 segments of the vertebral artery:normal valuse on MDCT. *Computerized Medical Imaging and Graphics* 2009; 33: 399-407.
50. Ulm AJ, Quiriga M, Russo A. Normal anatomical variations of the V3 segment of the vertebral artery: Surgical implications. *J Neurosurg Spine* 2010; 13: 451-60.
51. Uysal E, Yanbuluğlu B, Ertürk M, Kılınç BM, Başak M. Spiral CT angiography in diagnosis of cerebral aneurysm of cases with acute subarachnoid hemorrhage. *Diagn Interv Radiol* 2005; 11: 77-82.
52. Lemke AJ, Benndof G, Liebig T, Felix R. Anomalous Origin of Right Vertebral Artery: Rewiev of the literature and case report of the right vertebral artery origin distal of the left subclavian artery. *AJNR Am J Neuroraiol* 1999; 20: 1318-21.
53. Yanık B, Conkbayır I, Keyik B, Hekimoğlu B. A Rare Anomalous Origin of Right Vertebral Artery: Findings on Doppler Sonography 2004; 32: 211-4.
54. Park JK, Kim SH, Kim BS, Choi G. Two cases of Aberrant Right Subclavian Artery and Right Vertebral Artery that Originated from the Right Common Carotid Artery. *Korean J Radiol* 2008; 9: s39-s42.
55. Al-Okaili R, Schwartz ED. Bilateral aortic origins of the vertebral arteries with right vertebral artery arising distal to left subclavian artery: case report. *Surgical Neurology* 2007; 67: 174-6.
56. Best IM, Bumpers HL. Anomalous Origin of Right Vertebral Artery, Subclavian, and Common Carotid Arteries in a Patient with a Four-vessel Aortic Arch. *Annals of Vascular Surgery* 2002; 16: 231-4.
57. Nasir S, Hussain M, Khan SA, Mnsoor M, Sharif S. Anomalous Origin of Right Vertebral Artery from Right External Carotid Artery. *Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan* 2010; 20(3): 208-10.
58. Akdeniz B, Yılmaz E, Pekel N, Ergul BU. Anomalous origin of the right vertebral artery from the ascending aorta in the presence of an aberant right subclavian artery. *Int J Cardiovasc Imaging* 2007; 23: 39-42.

59. Gluncic V, Ivkic G, Marin D, Percac S. Anomalous origin of both vertebral arteries. *Clinical Anatomy* 1999; 12: 281-4.
60. Shoja MM, Tubbs RS, Khaki AA. A rare variation of the vertebral artery. *Folia Morphol* 2006; 65(2): 167-70.
61. Güvençer M. Arteria vertebralis'in ekstrakraniyal bölümünün özellikleri ve topografik anatomisi; anterior ve antero-lateral servikal cerrahi yaklaşımındaki önemi. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Anatomi Anabilim Dalı, İzmir 2003.
62. Bruneau M, Cornelius JF, Marneffe V, Triffaux M, George B. Anatomical variations of the V2 segment of the vertebral artery. *Operative Neurosurgery* 2006; 59: 20-3.
63. Hong JT, Park DK, Lee MJ, Kim SW, Howard S. Anatomical variations of the vertebral artery segment in the lower servikal spine. *Spine* 2008; 33(22): 2422-6.
64. Cacciola F, Phalke U, Goel A. Vertebral artery in relationship to C1-C2 vertebrae. *Neurology India* 2004; 52: 178-84.
65. Dilbaz S. Kadavrada baziler arter ve mikroperforanlarının mikroanatomik yapısı. Uzmanlık Tezi, Sağlık Bakanlığı Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nöroşirurji Kliniği, İstanbul 2007.
66. Touboul PJ, Bousser MG, LaPlane D, Castaigne P. Duplex scanning of normal vertebral arteries. *Stroke* 1986; 17: 921-3.
67. Giannopolous S, Maroula S, Kosmidou M, Pelidou S, Kyritsis A. Lateral medullary ischaemic events in young adults with hypoplastic vertebral artery. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2007; 78: 987-9.
68. Nogueira TE, Chambers AA, Brueggemeyer MT, Miller TJ. Dual origin of the vertebral artery mimicking dissection. *AJNR* 1997; 18: 382-4.
69. Purkayatsha S, Gupta AK, Varma R, Kapilamoorthy. Proatlantal intersegmental arteries of external carotid artery origin associated with Galen's vein malformation. *Am J Neuroradiol* 2005; 26: 2378-83.
70. Tanaka Y, Hara H, Momose G. Poatlantal intersegmental artery and trigeminal artery associated with aneurism. *J. Neurosurg* 1983; 59: 520-3.
71. Bahşi YZ, Uysal H, Peker Ş, Yurdakul M. Persistan primitive proatlantal intersegmental artery (proatlantal artery 1) results in 'Top of the basilar' syndrome. *Stroke* 1993; 24(12): 2114-7.
72. Gümüş T, Önal B, Ilgıt ET. Bilateral Persistence of Type 1 Proatlantal Arteries: Report of a Case and Review of the Literature. *AJNR Am J Neuroradiol* 2004; 25: 1622-4.