



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**CIRCULUS ARTERIOSUS CEREBRI
(WILLİS POLİGONU) ANATOMİSİ;
KRANİAL BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ ANJİOGRAFİ İLE
KLİNİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

Ayşe KARATAŞ

**ANATOMİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Aysun UZ**

2012 - ANKARA

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**CIRCULUS ARTERIOSUS CEREBRI
(WİLLİS POLİGONU) ANATOMİSİ;
KRANİAL BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ ANJİOGRAFİ İLE
KLİNİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

Ayşe KARATAŞ

**ANATOMİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Aysun UZ**

2012 - ANKARA

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	i
İçindekiler	ii
Önsöz	iii
Simgeler ve Kısaltmalar	iv
Şekiller	v
Çizelgeler	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Willis Poligonu	1
1.1.1. Arteria Carotis Interna	4
1.1.2. Arteria Cerebri Anterior	4
1.1.3. Arteria Communicans Anterior	5
1.1.4. Arteria Communicans Posterior	5
1.1.5. Arteria Cerebri Posterior	5
1.1.6. Arteria Basilaris	6
1.2. Kranial Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi	6
2. GEREÇ VE YÖNTEM	8
3. BULGULAR	10
3.1. Arteria Carotis Interna	11
3.2. Arteria Cerebri Anterior (A1)	12
3.3. Arteria Communicans Anterior	12
3.4. Arteria Communicans Posterior	12
3.5. Arteria Cerebri Posterior	13
3.6. Arteria Basilaris	13
4. TARTIŞMA	26
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	34
ÖZET	36
SUMMARY	37
KAYNAKLAR	38
ÖZGEÇMİŞ	41

ÖNSÖZ

"Circulus Arteriosus Cerebri (Willis Poligonu) Anatomisi; Kranial Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi ile Klinik Olarak Değerlendirilmesi" isimli klinik anatomi tez çalışması, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, İzmir Adli Tıp Kurumu ve Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışması döneminde ve tüm doktora eğitimim boyunca değerli fikir ve önerileri ile desteğini esirgemeyen tez sorumlu Öğretim Üyesi Prof. Dr. Aysun Uz'a, Klinik Anatomi doktora programı hocalarım Prof. Dr. Alaittin Elhan'a, Prof. Dr. İbrahim Tekdemir'e, Prof. Dr. Tuna Karahan'a, Prof.Dr.Eray Tüccar'a, Anatomi Anabilim Dalı tüm Öğretim Üyeleri ve Uzmanlarına, İzmir Adli Tıp Kurumu Adli Tıp Uzmanı Dr. Murat Köker'e, Ege Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri Prof. Dr. İsmail Oran ve Uz. Dr. Celal Çınar'a, istatistik değerlendirmelerini yapan İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Bioistatistik Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Bülent Özkan'a, her aşamada desteklerini esirgemeyen çalışma arkadaşlarım Dr. Hakan Yılmaz ve Dr. Gökmen Çoban'a,

Ve her zaman bana güç veren aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

SİMGELER VE KISALTMALAR

A	Arteria (artery)
Aa	Arteriae (arteries)
ACA	Arteria Cerebri Anterior (Anterior Cerebral Artery)
ACI	Arteria Carotis Interna (Internal Carotid Artery)
ACM	Arteria Cerebri Media (Middle Cerebral Artery)
AComA	Arteria Communicans Anterior (Anterior Communicating Artery)
AComP	Arteria Communicans Posterior (Posterior Communicating Artery)
ACP	Arteria Cerebri Posterior (Posterior Cerebral Artery)
ACS	Arteria Cerebelli Superior (Superior Cerebellar Artery)
Ant	Anterior
BA	Arteria Basilaris
BT	Bilgisayarlı Tomografi
BTA	Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi
Comm	Communis
DSA	Dijital Subtraksiyon Anjiyografi (Dört Damar Beyin Anjiyografisi)
MR	Manyetik Rezonans
MRA	Manyetik Rezonans Anjiyografi
N	Nervus
Post	Posterior

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Willis poligonu orijinal çizim, <i>Cerebri Anatome</i> kitabından, 1664 (Rengachary, 2008).	3
Şekil 2.1. a) Willis poligonunun şematik çizimi, b) Ölçülen parametrelerin Willis poligonu üzerinde gösterilmesi (A1: Arteria Cerebri Anterior (ACA) A1 segmenti, A2: Arteria Cerebri Anterior (ACA) A2 segmenti, ACI: Arteria Carotis Interna, AComA: Arteria Communicans Anterior, AComP: Arteria Communicans Posterior, P1: Arteria Cerebri Posterior P1 segmenti, P2: Arteria Cerebri Posterior P2 segmenti, BA: Arteria Basilaris).	9
Şekil 3.1. Tipik (normal-komplet) Willis poligonu.	18
Şekil 3.2. Bilateral fetal konfigürasyon (Oklar; sağ ve sol fetal orijinli AComP'u göstermektedir).	18
Şekil 3.3. Sol fetal konfigürasyon (Ok; sol fetal orijinli AComP'u göstermektedir).	19
Şekil 3.4. Sağ A1 hipoplazisi, yetişkin konfigürasyon (Ok; hipoplazik sağ A1'i göstermektedir).	19
Şekil 3.5. Bilateral AComP hipoplazisi ve AComA hipoplazisi (Oklar; hipoplazik sağ ve sol AComP ve AComA'u göstermektedir).	20
Şekil 3.6. Sağ AComP aplazisi ve sağ A1 hipoplazisi (Ok; hipoplazik sağ A1'i göstermektedir).	20
Şekil 3.7. Sağ AComP aplazisi.	21
Şekil 3.8. Sağ A1 aplazisi, sağ AComP hipoplazisi (Ok; hipoplazik sağ AComP'u göstermektedir).	21
Şekil 3.9. Sağ P1 aplazisi.	22
Şekil 3.10. Sağ A1 hipoplazisi, sol fetal AComP (Oklar; hipoplazik sağ A1'i ve sol fetal orijinli AComP'u göstermektedir).	22
Şekil 3.11. Sağ A1 aplazisi.	23
Şekil 3.12. Sol A1 aplazisi.	23

- Şekil 3.13.** AComA hipoplazisi. 24
- Şekil 3.14. a)** Sağ fetal AComP, **b)** Sağ P1 hipoplazisi (Oklar; BTA'de sağ fetal orijinli AComP'u ve hipoplazik sağ P1'i göstermektedir). 24
- Şekil 3.15.** Bilateral AComP aplazisi. 25
- Şekil 3.16.** Sağ AComP hipoplazisi (Ok; BTA'de hipoplazik sağ AComP'u göstermektedir). 25

ÇİZELGELER

- Çizelge 3.1.** Willis poligonunu oluşturan arterlerin sayısı ve oranları (arterlerin tümünün var olduğu poligon, hipoplazinin olduğu tipik poligon, aplazi bulunan atipik poligon). 14
- Çizelge 3.2.** AComP ile P1 çapları arasındaki ilişkiye göre; yetişkin, fetal ve transizyonel konfigürasyon sayısı ve oranları. 14
- Çizelge 3.3.** Willis poligonu anterior bölüm arterleri varyasyonları sayısı ve oranları. 15
- Çizelge 3.4.** Willis poligonu posterior bölüm arterleri varyasyonları sayısı ve oranları. 16
- Çizelge 3.5.** Her iki gruba ait arter çap ve uzunluklarının ortalama, minimum ve maksimum değerleri (SS: standart sapma). 17

1. GİRİŞ

Beyin ve vasküler yapıları hakkında bugünkü anatomi bilgilerinin temelinde İngiliz anatomist Sir Thomas Willis'in 17. yüzyılda beyin arterlerini gösteren çalışmaları yer almaktadır (Grand, 1999). Günümüz modern santral sinir sistemi vasküler anatomisinde ise Yaşargil ve Rhoton'un çalışmaları temel oluşturmuştur (Yaşargil, 1984; Rhoton, 2002). Fonksiyonu, beyni iskemiden korumak olan Willis poligonu, beyne sabit ve düzenli kan akışının sürdürülmesi sağlayan temel yapıdır. Literatürde Willis poligonunu oluşturan herbir artere ait detaylı çalışmalar olmakla birlikte poligonun bütününe içeren çalışmalar azdır. Ayrıca literatürde erişkin Türk toplumuna ait Willis Poligonu ile ilgili bu sayıda incelenmiş çalışma yer almamaktadır. Anatomik çalışmanın non invaziv bir radyolojik anjiyografik inceleme yöntemi olan Kranial Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi ile klinik olarak değerlendirilmesi serebrovasküler cerrahi girişimlerin daha güvenli yapılması için oldukça önemlidir.

1.1. Willis Poligonu

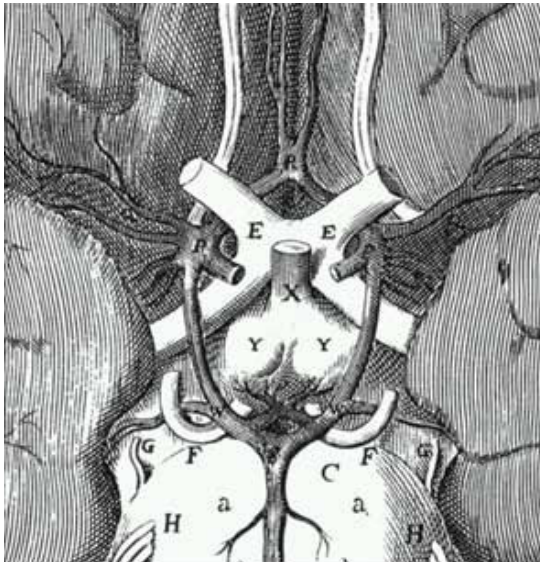
Circulus arteriosus cerebri, 1664 yılında Thomas Willis tarafından tanımlanmıştır ve ismi ile anılmaktadır (Grand, 1999; Rengachary, 2008). Willis'in 1664 yılında yayınladığı, "Cerebri Anatome" isimli kitapta beyin vasküler anatomisi ve sinirleri hakkında ilk gerçek bilgiler verilmiştir (Rengachary, 2008). Bu kitapta circulus arteriosus cerebri, detaylı olarak anlatılmış, fizyolojik ve patolojik önemi belirtilmiş ve şekli çizilmiştir (Şekil 1). Bu vasküler yapıdaki ilk bilgiler Roma dönemine dayanmakta olup, Herophilus ve Galen tarafından "Rete Mirabile" olarak adlandırılmıştır. Orta çağda; El Razi ve İbni Sina, Rönesans döneminde; Da Vinci, Vesalius ve Sylvius bu tanımlamaya katkıda bulunmuşlardır (Rengachary ve ark., 2008; Lo ve Ellis, 2010). Willis'in tanımlamasından önce, Fallopius, Casserio, Vesling ve Wepfer gibi anatomistler circulus arteriosus cerebri hakkında farklı tanımlamalar

yapmışlardır ancak, tam anlamıyla ilk kesin tanımlama Willis'e aittir (Rengachary ve ark., 2008).

Willis poligonu bir arter çokgeni olup, beynin tabanında cisterna interpeduncularis'de, infundibulum ile chiasma opticum etrafında arteria (a) carotis interna ve a. basilaris'in dalları ve bunlar arasındaki anastomozların meydana getirdiği bir damar halkasıdır (Kuran, 1983). Willis poligonunu oluşturan damarlar; önde her iki tarafın a. cerebri anterior (ACA)'u ve bu iki arteri birbirine bağlayan a. communicans anterior (AComA), arkada her iki tarafın a. cerebri posterior (ACP)'u, yanlarda da a. carotis interna (ACI)'yı ACP'lara bağlayan a. communicans posterior (AComP)'lar ve arka orta kısmında da a. basilaris'tir (Arıncı ve Elhan, 2005). ACI'lar, ACA'lar, AComA ve dalları "anterior sirkülasyon/karotis sistem", ACP'lar, AComP'lar, a. vertebralis'ler ve a. basilaris "posterior sirkülasyon/vertebrobaziler sistem" olarak adlandırılır. Willis poligonunun ön kısmından ACA'lar, anterolateral kısmından a. cerebri media (ACM)'lar ve arka kısmından da ACP'lar çıkar. Bu durum ancak %40 oranında görülür, %60 oranında ise varyasyon gösterir (Arıncı ve Elhan, 2005). Bu damar halkası içinde lamina terminalis, chiasma opticum, infundibulum, corpora mamillaria ve substantia perforata posterior olarak adlandırılan yapılar yer alır. Bu arterler, spatium subarachnoideum içinde bulunur ve beynin alt yüzünde, hipofizin sapı etrafında birbirleriyle anastomoz yaparak Willis poligonunu oluştururlar. Karotis sistemde yer alan ACM, kortikal olarak frontal, parietal ve temporal lobların lateral yüzlerinin, ACA ise frontal ve parietal lobların medial yüzlerinin beslenmesini sağlar. Bu arterlerden ayrılan perforan dallar ise arterlerin proksimal kısımlarından ayrılan uç dallardır ve diensefalon, capsula interna, bazal ganglionlar gibi beynin derin kısımlarında yer alan oluşumların arteriel dolaşımını sağlarlar. Vertebrobaziler sistemden ayrılan dallar, spinal cord, beyin sapı, cerebellum, thalamus, capsula interna, bazal ganglia, occipital korteks ve inferior temporal korteksin beslenmesini sağlarlar.

Willis poligonunun fonksiyonu beyni iskemiden korumaktır. Willis poligonu iki taraftan gelen kanın beynin çeşitli parçalarına eşit olarak dağıtılmasını sağlar ve beyne gelen arterlerin bir tanesi tıkanıp zaman bu

halka sayesinde beynin her tarafı beslenebilir (Odar, 1980). ACI tıkanırsa a. vertebralis yolu ile, a. vertebralis tıkanırsa ACI yolu ile Willis poligonu dolaşımı sağlar. Böylece beyin kansız kalmaz. Bazen AComP çok ince olabilir, bu durumda büyük dallardan biri tıkanığında o taraf yeterli kan alamaz. ACI yı tek taraflı bağlamak gerektiğinde bu durum gözönünde bulundurulmalıdır (Kuran, 1980). Poligonun fonksiyonel yetmezliği, anatomik anomali veya poligonu oluşturan damarlarda tıkanmaya bağlı olarak ortaya çıkabilir. Beyin kan akımının, nöronun yaşaması için gerekli olan kritik seviyenin altına düşmesi sonucu ortaya çıkan tabloya “serebral enfarkt” denir. Tutulan damar alanına göre; klinikte motor güç kaybı, duyu kusurları, görme alan defektleri, konuşma bozuklukları, denge bozuklukları gibi bulgular ortaya çıkar. (Waxman, 1996). Serebrovasküler hastalıklar, erişkinlerde nörolojik bozukluklara neden olan en sık hastalık grubudur. Ayrıca erişkinlerde en sık görülen üçüncü ölüm nedenidir (Waxman, 1996). Serebral damarların görüntülenmesindeki radyolojik yöntemlerdeki ilerlemeler, serebrovasküler cerrahinin gelişmesi, nöroşirürji ve nöroloji alanında Willis poligonunun önemini artırmıştır.



Şekil 1.1. Willis poligonu orijinal çizim, *Cerebri Anatome* kitabından, 1664 (Rengachary, 2008).

1.1.1. Arteria Carotis Interna

ACI, aynı taraf beyin hemisferinin büyük bir kısmını, göz ve yardımcı oluşumlarını, alnın ön kısmını ve burun boşluğunda bir bölümünü besler. Cartilago thyroidea'nın üst kenarı hizasında a. carotis communis'in uç dalı olarak başlar. Os temporale'deki canalis caroticus'a girdikten sonra 90 derecelik bir açı ile öne ve içe doğru yön değiştirir. Kanaldan çıkar çıkmaz foramen lacerum'un üst yüzünde yukarı doğru yön değiştirerek fossa cranii media'ya gelir. Sinus cavernosus içinden geçer, yukarı doğru kıvrılarak processus clinoideus anterior'un medialinde sinus cavernosus'un tavanındaki dura mater'i deler ve nervus (n). oculomotorius ile n. opticus'un arasından geçerek substantia perforata anterior'un hemen altında terminal dalları olan ACA ve ACM dallarına ayrılır. ACI bulunduğu yerlere göre bölümlerine ayrılır. Bunlar pars cervicalis, pars petrosa, pars cavernosa ve pars cerebralis'tir (Arıncı ve Elhan, 2005).

1.1.2. Arteria Cerebri Anterior

ACA, ACI'nin terminal dallarından küçük olanıdır. Sulcus lateralis'in medial ucunda, chiasma opticum'un lateralinde ve substantia perforata anterior'un altında başlar. N. opticus veya chiasma opticum'un üstünde, öne ve içe doğru uzanarak fissura longitudinalis cerebri'ye girer. Burada karşı tarafın ACA'u ile AComA aracılığı ile anastomoz yapar. Lamina terminalis üzerinde seyreden bu arter, genu corporis callosi'yi dolanarak corpus callosum üzerinde pericallosal sisternde arkaya doğru ilerler (Perlmutter ve Rhoton, 1978; Yaşargil, 1984; Rhoton 2002). Fisher yaptığı sınıflamada ACA'dan AComA'a kadar olan bölümü horizontal veya A1 segmenti, AComA'dan sonraki kısım için ACA'un distal kısmı terminolojisini kullanmış ve A2, A3, A4, A5 olarak 4 kısımda adlandırmıştır (Yaşargil, 1984; Gomes ve ark.,1986; Van Der zwan ve ark., 1992; Rhoton, 2002).

1.1.3. Arteria Communicans Anterior

AComA, iki ACA'yu chiasma opticum'un önünde birleştirir. Arterden çıkan perforan dallar 3-13 adet ince santral dallar olup chiasma opticum, lamina terminalis ve hipotalamusun bir bölümünü, comissura anterior, columna fornicis ve gyrus cinguli'yi besler (Arıncı ve Elhan, 2005).

1.1.4. Arteria Communicans Posterior

Supraclinoid ACI'nin posteromedial yüzünden çıkar, arkaya ve mediale doğru uzanarak n. oculomotorius'un üzerinde ve medialinde ve ACP ile anastomoz yapar (Uz ve Tekdemir, 2006). Arka yarısından ayrılan birçok küçük dal substantia perforata posterior'dan beyin dokusuna girerek genu corporis callosi ve capsula interna'nın crus posterius'unun ön 1/3'ünü besler. Ayrıca nucleus anterior thalami hariç olmak üzere thalamus'un ön 1/3'ünü ve üçüncü ventrikül duvarını besler (Arıncı ve Elhan, 2005). AComP, ACP'un P1 segmentinden daha geniş olduğunda fetal konfigürasyon (%13-33 oranında) olarak adlandırılır. Bu durumda daha lateralde seyreder ve n. oculomotorius'un üzerinde veya lateralinde ACP olarak devam eder (Bell ve ark., 2009).

1.1.5. Arteria Cerebri Posterior

ACP, a. basilaris'ten köken alan ve beynin arka bölgesine doğru uzanan iki temel arter dalını oluşturur. Ancak nadiren ACI'dan ayrılabilir ve bu durum fetal tip olarak belirtilir. Willis poligonunun arka kısmını oluşturan ACP, pedunculus cerebri'nin anteromedialinden geçer ve n. oculomotorius'un üzerinden kıvrılarak AComP ile birleşir. ACP daha sonra pedunculus cerebri'nin etrafında posterolateral'e kıvrılarak cisterna ambiens'e girer. Daha sonra cisterna quadrigeminalis'e sokulur ve buradan arkaya ilerler. Sulcus calcarinus'a gelmeden önce de terminal dallarını verir (Yaşargil, 1984; Rhoton 2002). ACP,

P1, P2, P3 ve P4 segmentleri olmak üzere dört segmente ayrılmaktadır. P1 (peduncular/precommunican) segmenti, a. basilaris bifurkasyonundan AComP ile birleşim yerine kadar olan bölümdür. P2 (ambient) segmenti, AComP birleşiminden başlayarak cisterna ambiens içinde mesensefalonun çevresinden arkaya doğru giden segmenttir (Zeal ve Rhoton, 1978; Yaşargil, 1984).

1.1.6. Arteria Basilaris

Willis poligonunun tam arka orta kısmında da a. basilaris yer alır. İki a. vertebralis'lerin birleşimi ile oluşan a. basilaris, pons'un önünde yukarı doğru seyrederek, cisterna interpeduncularis içinde iki ACP'a ayrılarak sonlanır. (Arıncı ve Elhan, 2005).

1.2. Kranial Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi

Konvansiyonel dört damar beyin anjiyografisi (DSA - Dijital Subtraksiyon Anjiyografi) beyin damarlarının değerlendirilmesinde altın standart olmakla birlikte uygulamanın invaziv olması, zaman alması, pahalı olması ve kolay erişilebilir olmaması kullanımını sınırlamaktadır. Uygulamaya ait %0,07 oranında kalıcı nörolojik komplikasyonlar bildirilmiştir (White, 2001). Radyolojideki gelişmeler ile non-invaziv, kolay erişilebilir uygulamalar olan Manyetik Rezonans Anjiyografi (MRA) ve Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi (BTA) ile Willis poligonu ve ana dallarının anjiyografik görüntüleri elde edilebilmektedir. Multidedektör BT cihazlarının kullanıma girmesiyle birlikte üç boyutlu veri kümelerinin elde edilmesi ve yeni gelişen görüntü işleme teknikleri sayesinde Willis poligonu ve ana dallarının anjiyografik görüntülerini tüm planlardan iyi bir çözünürlük ile incelemek mümkün hale gelmiştir. Karotis sistem darlıkları, anevrizma, arteriyovenöz malformasyon, disseksiyon, venöz trombüs gibi birçok patoloji ve varyasyonlar BTA ile gösterilebilmektedir

(Watanabe, 2009). BTA, intrakranial anevrizmaların saptanmasında DSA'ya yakın duyarlılığa sahiptir özellikle beş mm'den büyük anevrizmalarda endovasküler ve cerrahi tedavi planlamada yeterli olabilmektedir (White, 2001). BTA, hızlı ve noninvaziv bir yöntem olmakla birlikte; iyotlu kontrast madde gereksinimi, radyasyona maruz kalma (DSA'da da aynı risk söz konusu iken, MRA bu konuda avantajlıdır), veri işleme için uzun zaman harcanması ve kafa tabanındaki damarlarda kemik yapı yada kontrastlanan kavernöz sinüsler nedeniyle yaşanan değerlendirme zorlukları bu tetkikin başlıca dezavantajlarını oluşturmaktadır. Bununla birlikte, BTA daha az harekete duyarlı olması, entübe hastalarda kolayca uygulanabilir olması ve anevrizma klibi olan hastalarda yaşanan MR uyumluluk sorunu olmaması açısından MRA'ye göre daha üstündür (Şahin ve Çallı, 2010). Otopsi çalışmalarına karşın, BTA, hastalarda gerçek imajların elde edilmesine imkan verir, akım hızına bağlı olmayıp damarların çaplarının doğru değerlendirilmesine izin verir.

Bu çalışmada amaç, kadavrada ve BTA'de erişkin Türk toplumuna ait Willis poligonunun yapısal özelliklerinin belirlenmesi, varyasyonların tespit edilmesi, bu yapıya katılan arterlerin çap ve uzunluklarının ölçülmesidir. Sonuçlar; literatür bilgileri ve kendi arasında karşılaştırılacaktır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada 2 grup yer almıştır. Grup 1, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'nda ve İzmir Adli Tıp Kurumunda otopsilerden alınan 100 erişkin taze insan beyni üzerinde gerçekleştirilmiştir. Santral sinir sistemi hastalığı olan veya travmaya uğramış beyinler bu çalışmaya dahil edilmemiştir. Çalışma sırasında Willis poligonunu oluşturan arterlerin çap ve uzunlukları, mikrocerrahi teknikle disseksiyon yapılarak aynı kişi tarafından 0,1 mm hassasiyete sahip kumpas (BTS Digital Calippar 150X0,01 mm) ile ölçülmüş ve digital fotoğraf makinesi (Sony 7.2 megapixels) ile fotoğraflanmıştır.

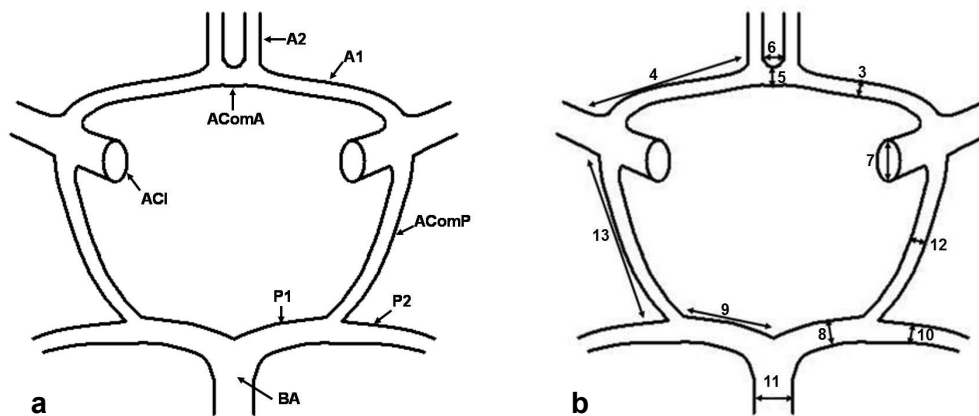
Grup 2, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda çekilmiş olan 100 adet erişkin BTA'de retrospektif olarak Willis poligonu değerlendirilmiştir. Çekimlerde 2x64 dedektörlü BT (Siemens Definition AS, Germany) cihazı kullanılmıştır. Çekimler intravenöz kontrast madde kullanılarak yapılmıştır.

Çalışmada her iki grupta değerlendirilen parametreler şunlardır. (3-13.sıradaki parametreler Şekil 2.1'de şematize edilmiştir).

1. Willis poligonu şekli (Tüm bölümleri olan, hipoplazi içermeyen **tipik** ve **aplazi** içeren atipik şekil).
2. AComP'a göre poligonun şekli (AComP'un çapının P1'den küçük olduğu **yetişkin**, P1'den büyük olduğu **fetal** ve P1'e eşit olduğu **transizyonel** konfigürasyon).
3. ACA (A1) çapı (sağ-sol)
4. ACA (A1) uzunluğu (sağ-sol)
5. AComA çapı
6. AComA uzunluğu
7. ACI çapı (sağ-sol)
8. ACP (P1) çapı (sağ-sol)
9. ACP (P1) uzunluğu (sağ-sol)
10. ACP (P2) çapı (sağ-sol)
11. A. basilaris çapı

12. AComP çapı (sağ-sol)
13. AComP uzunluğu (sağ-sol)
14. Arterlere ait varyasyonlarının belirlenmesi (Arterin olmayışı aplazi, 1 mm'den küçük çaplı olması ise hipoplazi olarak değerlendirilmiştir).

Değerlendirilen tüm parametrelerden elde edilen veriler istatistiksel değerlendirme için SPSS version 20 (Statistical Packages for Social Sciences) programına aktarıldı. Grupların parametreler açısından ayrı ayrı karşılaştırılmasında non-parametrik bir test olan Mann-Whitney U testi ve sağ ve sol karşılaştırmaları için Wilcoxon testi kullanıldı. Değerlendirmelerde istatistiksel anlamlılık değerlendirmesi Bonferroni metoduna göre düzeltilmiş nominal alfa değerlerine göre yapılmıştır.



Şekil 2.1. a) Willis poligonunun şematik çizimi, **b)** Ölçülen parametrelerin Willis poligonu üzerinde gösterilmesi (A1: Arteria Cerebri Anterior (ACA) A1 segmenti, A2: Arteria Cerebri Anterior (ACA) A2 segmenti, ACI: Arteria Carotis Interna, AComA: Arteria Communicans Anterior, AComP: Arteria Communicans Posterior, P1: Arteria Cerebri Posterior P1 segmenti, P2: Arteria Cerebri Posterior P2 segmenti, BA: Arteria Basilaris).

3. BULGULAR

Grup 1; 19 (%19) kadın, 81 (%81) erkekten oluşmakta ve yaş aralığı 16-95 olup yaş ortalaması 55,33'tür.

Grup 2; 43 (%43) kadın, 57 (%57) erkekten oluşmakta, yaş aralığı 16-83 olup yaş ortalaması 60,06'dır.

Grup 1'de, 91 (%91) örnekte, Grup 2'de ise 71 (%71) örnekte Willis poligonunu oluşturan arterlerin tümü bulunmuştur. Willis poligonunu oluşturan arterlerin tümünün var olduğu ancak hipoplazik arterlerin değerlendirilmeye alınmadığı tipik (komplet-normal) poligonal yapı, Grup 1'de 8 (%8), Grup 2'de ise 28 (%28) örnekte elde edilmiştir (Çizelge 3.1) (Şekil 3.1).

Aplazik arterler bulunan atipik (inkomplet-tam olmayan-anormal) Willis poligonu, Grup 1'de 9 (2 anterior, 7 posterior sistemde aplazi) (%9), Grup 2'de 29 (6 anterior, 22 posterior, 1 anterior ve posterior sistemde aplazi) (%29) örnekte bulunmuştur (Çizelge 3.1).

AComP ile P1 çapları arasındaki ilişkiye göre; Grup 1'de, örneklerin 87'sinde (%87) yetişkin, 9'unda (%9) fetal ve 4'ünde (%4) transizyonel konfigürasyon tespit edilmiştir. Grup 2'de, 82 (%82) yetişkin, 17 (%17) fetal, 1 (%1) ise transizyonel konfigürasyon bulunmuştur (Çizelge 3.2) (Şekil 3.2 - 3.4).

Willis poligonu anterior ve posterior bölümü arterlerine ait varyasyonlar Çizelge 3.3 ve 3.4'de özetlenmiştir. Varyasyonlar her iki grupta da posterior bölümde daha fazla bulunmuştur. En sık görülen varyasyon, hipoplazi olup her iki grupta da en sık AComP'da bulunmuştur (Grup 1'de %85, Grup 2'de %32). Hipoplaziden sonra ikinci sıklıkta görülen varyasyon aplazi olup yine en sık AComP'da tespit edilmiştir (Grup 1'de %5, Grup 2'de %22). Anterior bölümde görülen en sık varyasyon, AComA hipoplazisidir (Grup 1'de %20, Grup 2'de %23). Hipoplazi AComP'dan sonra en fazla AComA'da bulunmuştur. Multipl varyasyon en sık AComA ve AComP hipoplazisi birlikteliği olup Grup 1'de 16 (%16), Grup 2'de 12 (%12) örnekte bulunmuştur (Şekil 3.5 - 3.16).

Willis poligonunu oluşturan arterlere ait çap ve uzunluk ölçümleri, ortalama değerleri ve değer aralıkları Çizelge 3.5'de sunulmuştur.

Gruplar arasında yaş ve cinsiyet açısından istatistiksel anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Bilateral ölçüm yapılan değerlerde; sağ ve sol arasında farklılık sadece Grup 1'de A1 uzunluklarında bulunmuştur. Sağ A1 sola göre anlamlı olarak daha uzun bulunmuştur. Grup 2'de ölçülen parametreler de sağ ve sol arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmamıştır.

Grup 1 ve Grup 2 arasında arter çap ve uzunlukları karşılaştırıldığında; A1 çap ve uzunlukları, AComA uzunluğu, P1 çapı sağda, P1 uzunlukları, a. basilaris çapı, AComP çap ve uzunlukları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,0024$).

3.1. Arteria Carotis Interna

Grup 1'de ACI çapı ortalama sağda $3,55 \pm 0,65$ mm, solda $3,45 \pm 0,64$ mm olarak ölçülmüştür.

Grup 2'de ACI çapı ortalama sağda $3,40 \pm 0,60$ mm, solda $3,41 \pm 0,59$ mm olarak ölçülmüştür.

Her iki grupta da herhangi bir varyasyon tespit edilmemiştir.

Her iki grup arasında ACI çapları arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

3.2. Arteria Cerebri Anterior (A1)

Grup 1'de A1 uzunluğu, sağda ortalama $14,44 \pm 2,32$ mm, solda $13,72 \pm 2,12$ mm olarak ölçülmüştür. Sağ A1, sola göre anlamlı olarak daha uzun bulunmuştur. A1 çapı sağda $1,87 \pm 0,48$ mm, solda $1,96 \pm 0,49$ mm olarak ölçülmüştür. A1'de sağ tarafta diğer varyasyonlara eşlik eden (kombine) 2 hipoplazi ve 1 aplazi tespit edilmiştir. Sol A1'de ise varyasyon görülmemiştir.

Grup 2'de A1 uzunluğu, sağda ortalama $15,61\pm 2,79$ mm, solda $15,13\pm 2,54$ mm olarak ölçölmüştür. A1 çapı, sağda $2,15\pm 0,63$ mm, solda $2,26\pm 0,61$ mm olarak ölçölmüştür. A1 hipoplazisi sağ tarafta 3 (2 tek, 1 kombine), solda 2 (kombine) örnekte bulunmuştur. Aplazi sağda 5 (3 tek, 2 kombine) solda, 2 (1 tek, 1 kombine) adet bulunmuştur.

Her iki grup arasında A1 çap ve uzunlukları, Grup 2'de anlamlı olarak daha yüksek değerler bulunmuştur.

3.3. Arteria Communicans Anterior

Grup 1'de AComA uzunluğu ortalama $1,95\pm 0,97$ mm, çapı $1,43\pm 0,60$ mm olarak ölçölmüştür. 20 (2 tek, 18 kombine) adet hipoplazi, 1 kombine aplazi ve 1 duplikasyon tespit edilmiştir.

Grup 2'de AComA uzunluğu ortalama $1,48\pm 1,45$ mm, çapı $1,39\pm 0,83$ mm olarak ölçölmüştür. 23 (7 tek, 16 kombine) adet hipoplazi, 1 kombine aplazi tespit edilmiştir.

Her iki grup arasında AComA çapları arasında fark bulunmazken uzunlukları açısından Grup 1'de anlamlı olarak daha yüksek değerler bulunmuştur.

3.4. Arteria Communicans Posterior

Grup 1'de AComP uzunluğu sağda ortalama $15,49\pm 3,18$ mm, solda $15,08\pm 3,11$ mm olarak ölçölmüştür. AComP çapı sağda $0,90\pm 0,39$ mm ve solda $0,90\pm 0,36$ mm bulunmuştur. AComP da toplam 85 (8 sağ, 16 sol, 37 bilateral, 24 kombine) hipoplazi, 5 (1 sağ, 4 kombine) aplazi tespit edilmiştir.

Grup 2'de AComP uzunluğu sağda ortalama $10,99\pm 3,07$ mm, solda $9,87\pm 3,32$ mm olarak ölçölmüştür. AComP çapı sağda $1,30\pm 0,50$ mm, solda $1,27\pm 0,55$ mm olarak ölçölmüştür. AComP da toplam 38 (3 sağ, 12 sol, 5

bilateral, 18 kombine) hipoplazi ve 23 (8 sağ, 7 sol, 1 bilateral, 7 kombine) aplazi bulunmuştur.

Her iki grup arasında AComP uzunlukları açısından Grup 1'de anlamlı olarak daha yüksek değerler bulunmuştur. AComP çapı açısından ise Grup 2'de anlamlı olarak daha yüksek değerler bulunmuştur.

3.5. Arteria Cerebri Posterior

Grup 1'de ACP (P1) uzunluğu, sağda ortalama $6,09 \pm 1,82$ mm, solda $6,04 \pm 1,54$ mm olarak ölçülmüştür. P1 çapı, sağda $1,91 \pm 0,56$ mm, solda $1,96 \pm 0,52$ mm olarak ölçülmüştür. P1 hipoplazisi, 1 bilateral, 1 kombine (sağ) olarak tespit edilmiştir. P1 aplazisi ise 2 kombine (sol) anomali olarak tespit edilmiştir.

Grup 2'de P1 uzunluğu sağda ortalama $9,01 \pm 3,24$ mm, solda $8,14 \pm 3,29$ mm olarak ölçüldü. P1 çapı sağda $2,22 \pm 0,67$ mm, solda $2,12 \pm 0,52$ mm olarak ölçüldü. P1'de 1 tek (sağ), 2 kombine (1 sağ, 1 bilateral) hipoplazi bulunurken aplazi hiç görülmemiştir.

Her iki grup arasında P1 uzunlukları açısından Grup 2'de anlamlı olarak daha yüksek değerler bulunmuştur. P1 çapları açısından ise solda fark bulunmazken sağda anlamlı olarak yine Grup 2'de daha yüksek değerler bulunmuştur.

ACP (P2) çapı Grup 1'de sağda $1,92 \pm 0,51$ mm, solda $1,92 \pm 0,48$ mm olarak ölçülmüştür. Grup 2'de ise sağda $1,98 \pm 0,47$ mm solda $2,09 \pm 0,50$ mm olarak tespit edilmiştir. Gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

3.6. Arteria Basilaris

Grup 1'de a. basilaris çapı ortalama $3,61 \pm 0,65$ mm olarak ölçülmüştür.

Grup 2'de a. basilaris çapı ortalama $3,14 \pm 0,62$ mm olarak ölçülmüştür.

Her iki grupta da herhangi bir varyasyon tespit edilmemiştir.

Her iki grup arasında a. basilaris çapı açısından Grup 1'de anlamlı olarak daha yüksek değerler bulunmuştur.

Çizelge 3.1. Willis poligonunu oluşturan arterlerin sayısı ve oranları (arterlerin tümünün var olduğu poligon, hipoplazinin olduğu tipik poligon, aplazi bulunan atipik poligon).

	Grup 1	Grup 2
Aplazi olmayan poligonal yapı	91 (%91)	71 (%71)
Hipoplazi olan poligonal yapı (tipik)	8 (%8)	28 (%28)
Atipik poligon (aplazi olan)		
Anterior segment	2	7
Posterior segment	7	21
Anterior-Posterior	-	1
Toplam	9 (%9)	29 (%29)

Çizelge 3.2. AComP ile P1 çapları arasındaki ilişkiye göre; yetişkin, fetal ve transizyonel konfigürasyon sayısı ve oranları.

	Grup 1	Grup 2
Yetişkin Konfigürasyon	87 (%87)	82 (%82)
Fetal Konfigürasyon		
Sağ	4	8
Sol	4	5
Bilateral	1	4
Toplam	9 (%9)	17 (%17)
Transizyonel Konfigürasyon	4 (%4)	1 (%1)

Çizelge 3.3. Willis poligonu anterior bölüm arterleri varyasyonları sayı ve oranları.

	Grup 1	Grup 2
AcomA aplazisi		
Tek	-	-
Kombine	1	1
Toplam	1 (%1)	1 (%1)
A1 aplazisi		
Sağ	-	3
Sol	-	1
Kombine		
Sağ	1	2
Sol	-	1
Toplam	1 (%1)	7 (%7)
AcomA hipoplazisi		
Tek	2	7
Kombine	18	16
Toplam	20 (%20)	23 (%23)
A1 hipoplazisi		
Sağ	-	2
Sol	-	-
Kombine		
Sağ	2	1
Sol	-	2
Toplam	2 (%2)	5 (%5)

Çizelge 3.4. Willis poligonu posterior bölüm arterleri varyasyonları sayı ve oranları.

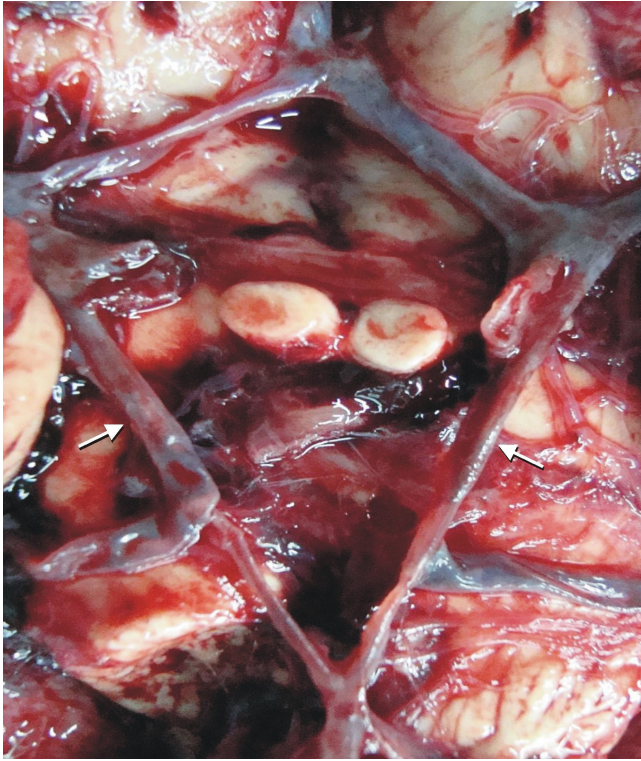
	Grup 1	Grup 2
AcomP aplazisi		
Sağ	1	8
Sol	-	7
Bilateral	-	1
Kombine		
Sağ	2	3
Sol	1	3
Bilateral	1	1
Toplam	5 (%5)	23 (%23)
P1 aplazisi		
Sağ	-	-
Sol	-	-
Kombine		
Sağ	-	-
Sol	2	-
Toplam	2 (%2)	0
AcomP hipoplazisi		
Sağ	8	3
Sol	16	12
Bilateral	37	5
Kombine		
Sağ	9	5
Sol	4	9
Bilateral	11	4
Toplam	85 (%85)	38 (%38)
P1 hipoplazisi		
Sağ	-	1
Sol	-	-
Bilateral	1	-
Kombine		
Sağ	1	1
Sol	-	-
Bilateral	-	1
Toplam	2 (%2)	3 (%3)

Çizelge 3.5. Her iki gruba ait arter çap ve uzunluklarının ortalama, minimum ve maksimum değerleri (SS: standart sapma).

	Grup	
	1 Kadavra	2 BTA
	Ortalama ± SS (mm) (ölçüm aralığı)	Ortalama ± SS (mm) (ölçüm aralığı)
ACA (A1).çap sağ	1,87±0,48 (0,30-3,40)	2,15±0,63 (0,60-3,50)
ACA (A1).çap sol	1,96±0,49 (1,00-3,20)	2,26±0,61 (0,70-4,00)
ACA (A1).uzunluk sağ	14,44±2,32 (8,10-20,00)	15,61±2,79 (8,60-26,00)
ACA (A1).uzunluk sol	13,72±2,12 (8,30-19,50)	15,13±2,54 (6,70-22,60)
AComA.çap	1,43±0,60 (0,20-3,70)	1,39±0,83 (0,40-12,00)
AComA.uzunluk	1,95±0,97 (0,40-4,90)	1,48±1,45 (0,40-12,00)
ACI.çap sağ	3,55±0,65 (2,30-5,80)	3,40±0,60 (1,60-5,80)
ACI.çap sol	3,45±0,64 (2,00-5,00)	3,41±0,59 (1,90-5,90)
ACP (P1).çap sağ	1,91±0,56 (0,60-3,50)	2,22±0,67 (0,40-3,80)
ACP (P1).çap sol	1,96±0,52 (0,80-3,20)	2,12±0,52 (0,70-3,10)
ACP (P1).uzunluk sağ	6,09±1,82 (3,20-14,30)	9,01±3,24 (3,40-21,20)
ACP (P1).uzunluk sol	6,04±1,54 (3,20-11,90)	8,14±3,29 (1,60-17,80)
ACP (P2).çap sağ	1,92±0,51 (0,90-4,20)	1,98±0,47 (0,30-3,40)
ACP (P2).çap sol	1,92±0,48 (1,00-3,10)	2,09±0,50 (0,80-3,70)
A.basilaris çap	3,61±0,65 (1,90-5,30)	3,14±0,62 (1,40-5,30)
AComP. çap sağ	0,90±0,39 (0,30-2,30)	1,30±0,50 (0,10-2,80)
AComP. çap sol	0,90±0,36 (0,30-2,20)	1,27±0,55 (0,40-3,10)
AComP. uzunluk sağ	15,49±3,18 (10,00-25,70)	10,99±3,07 (4,90-21,30)
AComP. uzunluk sol	15,08±3,11 (8,60-24,70)	9,87±3,32 (1,70-18,10)



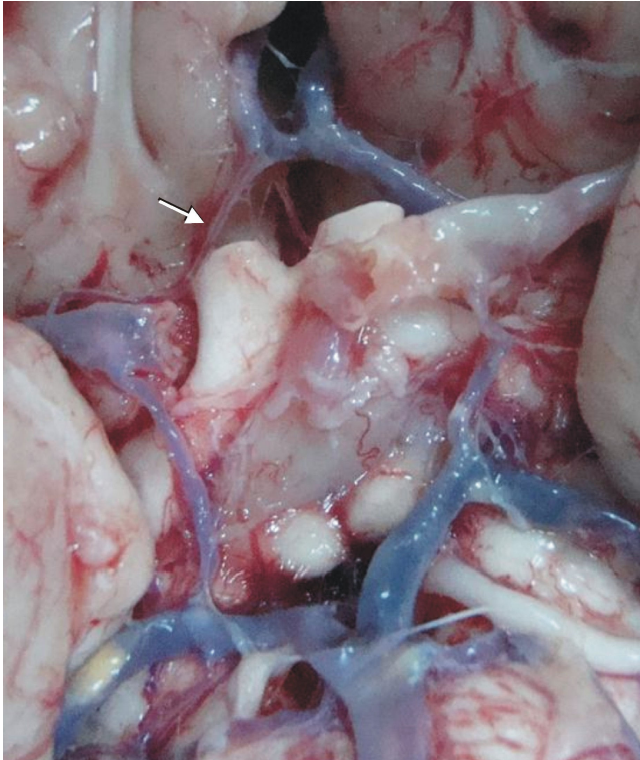
Şekil 3.1. Tipik (normal-komplet) Willis poligonu.



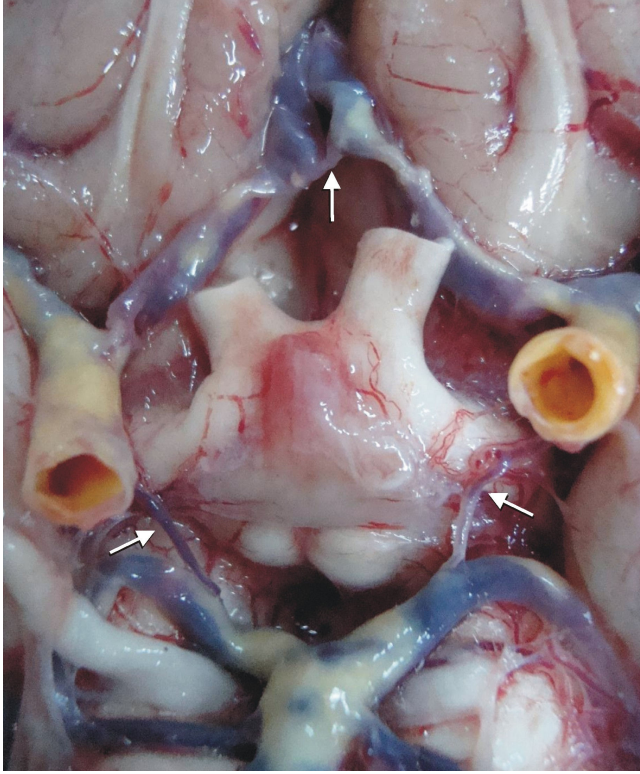
Şekil 3.2. Bilateral fetal konfigurasyon (Oklar; sağ ve sol fetal orijinli AComP'u göstermektedir).



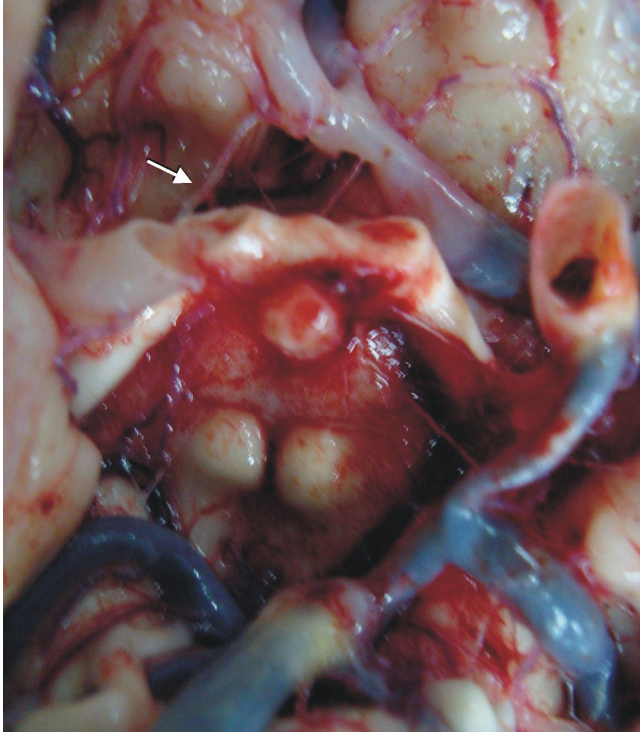
Şekil 3.3. Sol fetal konfigürasyon (Ok; sol fetal orijinli AComP'u göstermektedir).



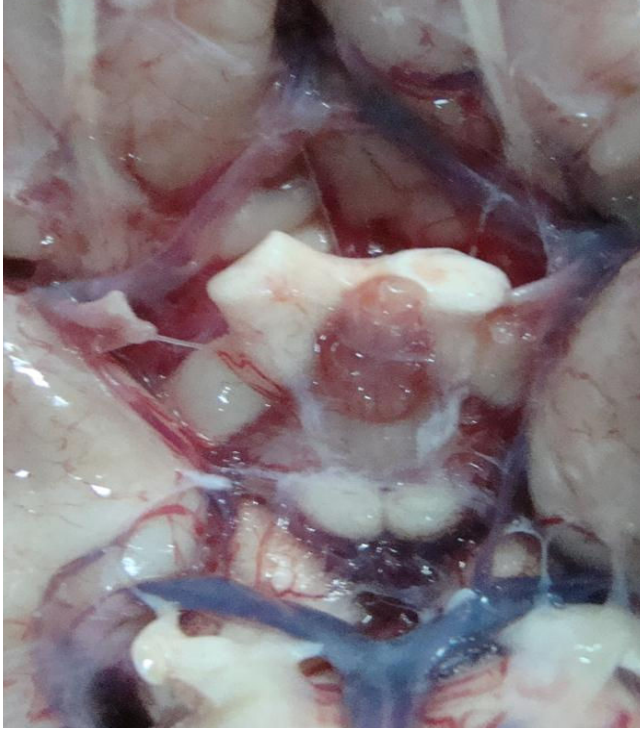
Şekil 3.4. Sağ A1 hipoplazisi, yetişkin konfigürasyon (Ok; hipoplazik sağ A1'i göstermektedir).



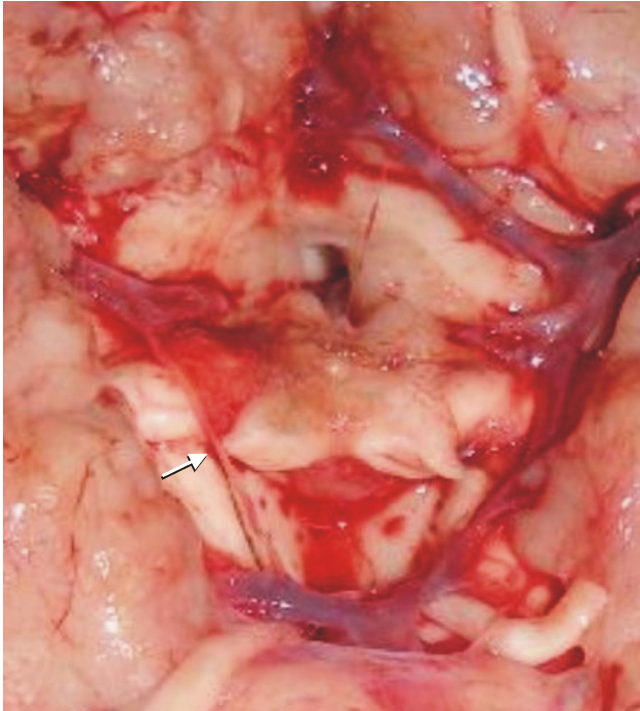
Şekil 3.5. Bilateral AComP hipoplazisi ve AComA hipoplazisi (Oklar; hipoplazik sağ ve sol AComP ve AComA'ü göstermektedir).



Şekil 3.6. Sağ AComP aplazisi ve sağ A1 hipoplazisi (Ok; hipoplazik sağ A1'i göstermektedir).



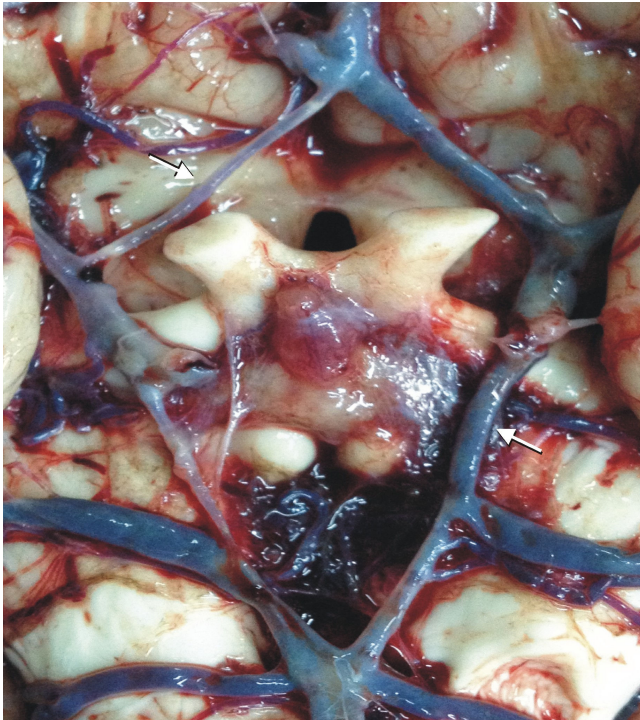
Şekil 3.7. Sağ AComP aplazisi.



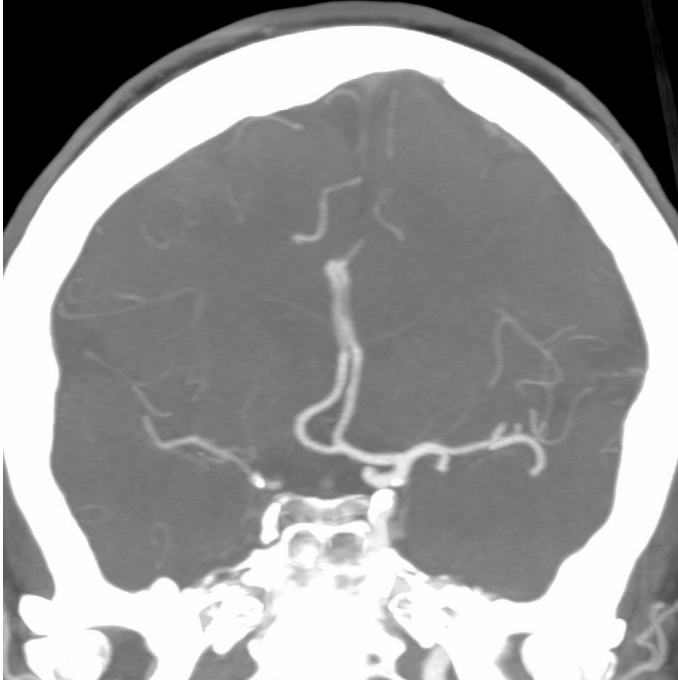
Şekil 3.8. Sağ A1 aplazisi, sağ AComP hipoplazisi (Ok; hipoplazik sağ AComP'ü göstermektedir).



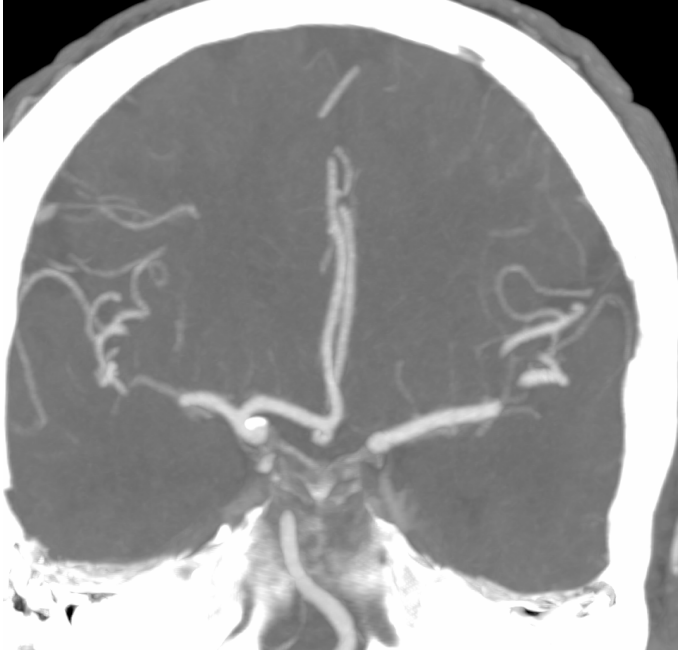
Şekil 3.9. Sağ P1 aplazisi.



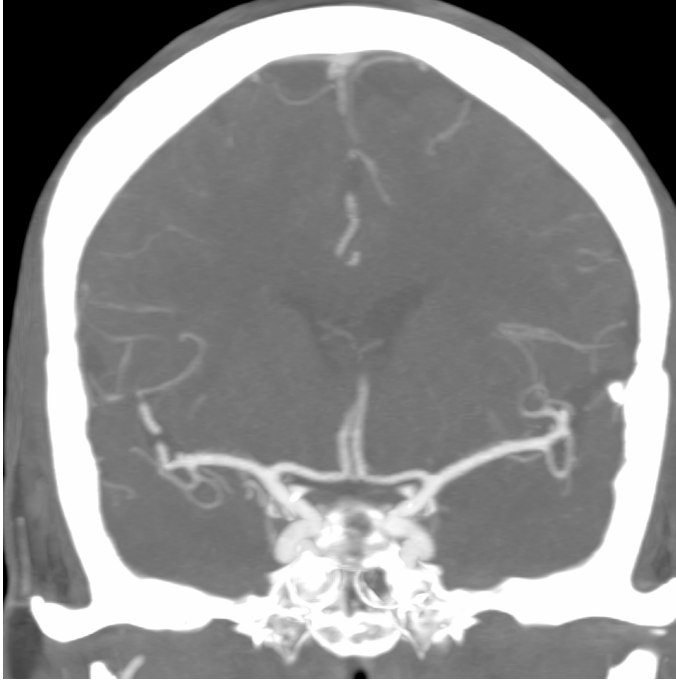
Şekil 3.10. Sağ A1 hipoplazisi, sol fetal AComP (Oklar; hipoplazik sağ A1'i ve sol fetal orijinli AComP'u göstermektedir).



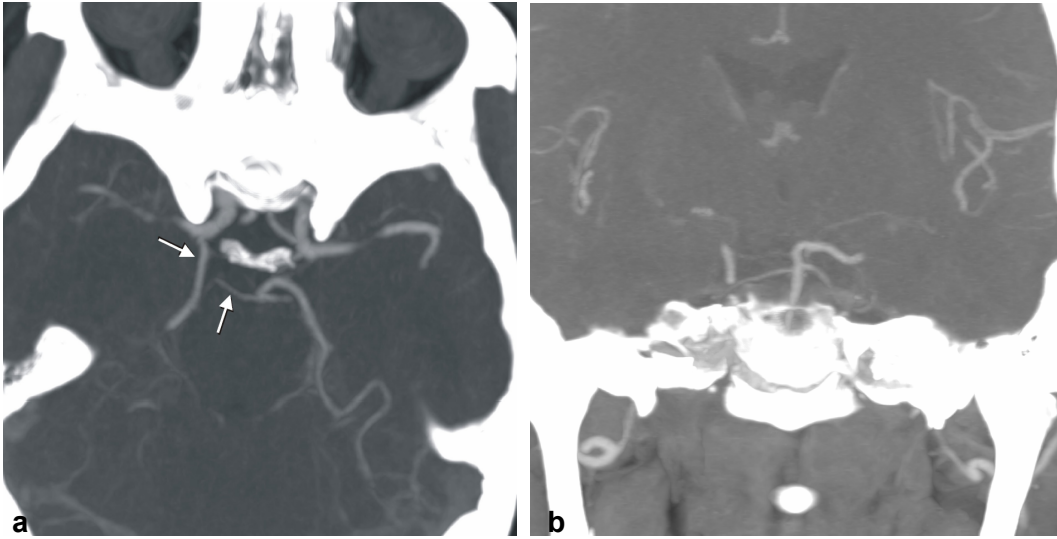
Şekil 3.11. Sağ A1 aplazisi.



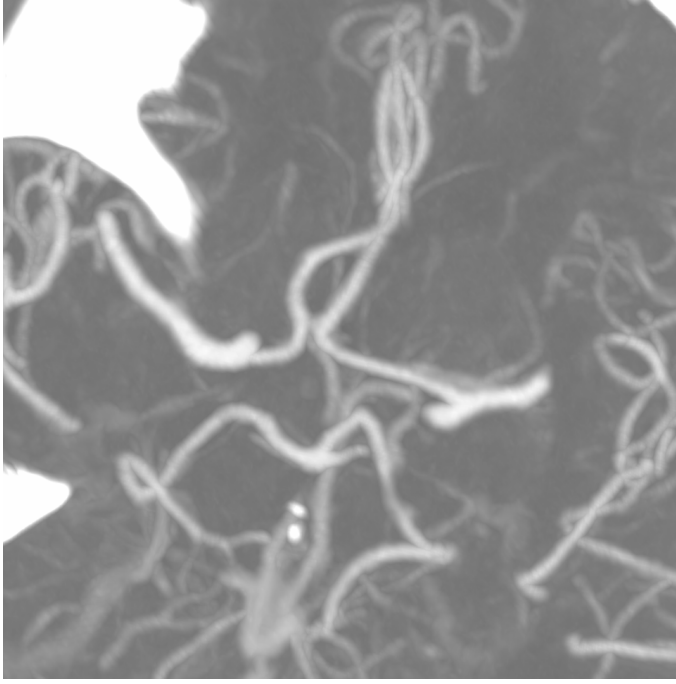
Şekil 3.12. Sol A1 aplazisi.



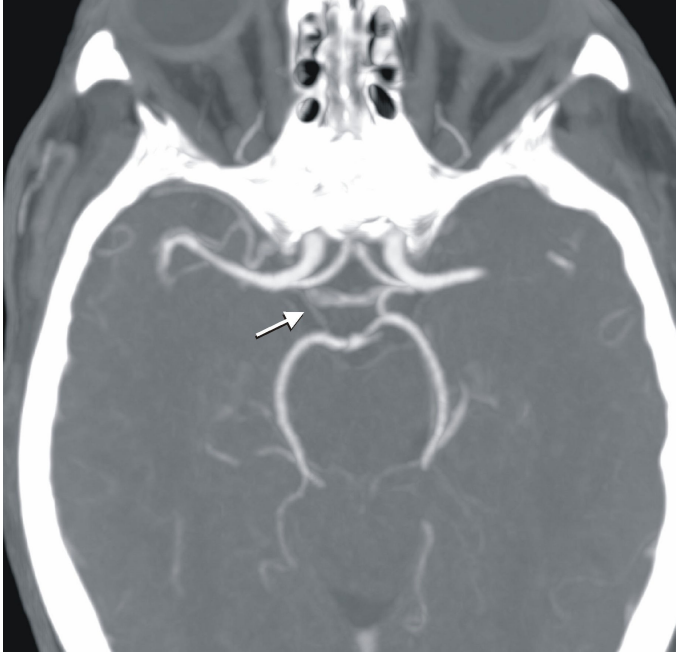
Şekil 3.13. AComA hipoplazisi.



Şekil 3.14. a) Sağ fetal AComP, **b)** Sağ P1 hipoplazisi (Oklar; BTA'de sağ fetal orijinli AComP'u ve hipoplazik sağ P1'i göstermektedir).



Şekil 3.15. Bilateral AComP aplazisi.



Şekil 3.16. Sağ AComP hipoplazisi (Ok; BTA'de hipoplazik sağ AComP'u göstermektedir).

4. TARTIŞMA

Circulus arteriosus cerebri, aslında gerçek bir daire şeklinde olmayıp, 9 kenarlı (3 anterior, 2 anterolateral ve 4 posterior) bir nonagondur (Osborn, 1999). Tam bir Willis poligonu 10 arteryal bölümden oluşur. Tüm bölümleri bulunan ve hipoplazik arter içermeyen Willis poligonu vakaların yarısından azında görülür ve literatürde %4,6-72,2 gibi oldukça geniş bir aralıkta bildirilmiştir ((Alpers ve ark., 1959; Baptista, 1964; Fisher, 1965; Battacharji, 1967; De Silva ve ark., 2009). Bu kadar geniş bir aralık olmasının olası nedenleri arasında, çalışmalardaki isimlendirmelerdeki farklılık, hipoplazi kriterleri ve gerçek ölçümlerin yapılamayışı gösterilmektedir.

Willis poligonu varyasyonları, poligonun posterior bölümünde daha sıktır ve en sık AComP'da görülür (Alpers ve Berry, 1963; Riggs ve Rupp, 1963; Milencovic ve ark., 1985; Osborn, 1999). Willis poligonu varyasyonları serebrovasküler hastalıklarda, serebral anevrizmalı hastalarda ve mental hastalıklarda daha yüksek oranda bildirilmiştir (Alpers ve Berry, 1963; Padget 1947; Saeki ve Rhoton, 1977; Kamath, 1981; Kayambe, 1984). Poligonun yapısı, yeterli beyin sirkülasyonunun tespiti açısından serebral anevrizma ve karotis ligasyonu gibi yaklaşımlarda oldukça önemlidir. Varyasyonları sık görülmekle birlikte bunların çoğunluğunun klinikte ciddi bir sonucu olmamaktadır. Ancak, hipoplazik veya aplazik AComP varlığı; hastada ACI oklüde olduğunda iskemik serebral enfarkt için bağımsız risk faktörüdür. (Osborn, 1999). Bu yüzden bu durumdaki hastada ACI tek taraflı bağlandığında beynin büyük bir parçasına yeterli derecede kan gelmez ve bu durum ölüme neden olabilir (Odar, 1980). AComP anevrizmalarında, fetal konfigürasyon olup olmadığı, eğer tespit edilirse AComP'un korunması gereklidir (Özgen, 2005). Karotis ligasyonlarında ortaya çıkan paradoksal sonuçların ve bazı klinik tabloların değerlendirilmesindeki güçlük otopsi çalışmalarında sıklıkla gösterilen poligonun çeşitli dallarının görev yapamayacak kadar ince olması yada hiç bulunmaması yer almaktadır (Zenbilci, 1995). Yine tıkaçıcı damar hastalıklarında bypass veya şant

etkisinin olasılığı ve oklüzyondan sonra iyileşme düzeyi Willis poligonundaki bazı varyasyonlar ile açıklanabilir.

Padget'e (1947) göre, Willis poligonu, gestasyonun 6-7. haftasında şekillenir. 4 aylık fetüsde Willis poligonunun bütün segmentlerinin ince ve aynı çapta olduğu, 4 aydan büyük fetüslarda segmentlerin çaplarında farklılıklar görüldüğü bildirilmiştir (Padget, 1947; Lazorthes ve ark., 1971; Milencovic ve ark., 1985). Normal poligonal yapı dışında varyasyonlar gelişebilir. Bu varyasyonların neden ve ne zaman geliştiği net değildir. Willis poligonundaki varyasyonlarının sebepleri, ne zaman geliştikleri, fetal hayatta da olup olmadıkları değişik araştırma grupları tarafından çalışılmıştır (Lazorthes ve ark., 1971; Overbeek ve ark., 1991; Büyükmumcu ve ark., 1999). Fetal dönemde mevcut oldukları (Seydel, 1964; Lazorthes ve ark., 1979; Milencovic ve ark., 1985; Büyükmumcu ve ark., 1999) veya doğumdan sonra (Hillen, 1987; Lazorthes ve ark., 1971) geliştikleri ile ilgili yorumlar mevcuttur.

Padget (1947), Willis poligonunu, AComP ve ACP çaplarına göre 3 konfigürasyona ayırmıştır.

1. Yetişkin konfigürasyon; AComP'un çapı, P1'den daha küçüktür. Padget (1947) bu konfigürasyonu %50 den daha az olarak bildirmiştir. Yetişkinlerde bu konfigürasyonu, Riggs ve Rupp (1963) %76, Kamath (1981) %73,5, Yaşargil (1984) %67,5, Zeal ve Rhoton (1978) %58 ve Saeki ve Rhoton (1977) %54 oranlarında bulmuştur.
2. Fetal konfigürasyon; AComP'un çapı, P1'den daha büyüktür ve oksipital lobun esas vaskülarizasyonu ACI'dan sağlanır. Yetişkinlerde bu konfigürasyonu, Zeal ve Rhoton (1978) %40, Kamath (1981) %25, Yaşargil (1984) %24,5, Saeki ve Rhoton (1977) %22, Riggs ve Rupp (1963) %17 ve Alpers ve Berry (1963) %15 oranlarında bulmuştur.
3. Transizyonel konfigürasyon; AComP'un çapı, P1'in çapına eşittir. Yetişkinlerde bu konfigürasyonu, Yaşargil (1984) %8, Riggs ve Rupp (1963) %7, Zeal ve Rhoton (1978) %2 ve Kamath (1981) %1,5 oranlarında bulmuştur.

Çalışmamızda, Grup 1'de, %87 yetişkin, %9 fetal ve %4 transizyonel, Grup 2'de, %82 yetişkin, %17 fetal ve %1 transizyonel konfigürasyon

bulunmuştur. Grup 2'de fetal konfigürasyonun yüksek oranda tespit edilmesi, hipoplazik AComP'un daha az bulunması ve AComP çapının bu grupta anlamlı olarak daha yüksek bulunması ile açıklanabilir. Bu durum BTA'de 1 mm'den küçük çaplı hipoplazik arterlerin çaplarının teknik olarak değerlendirilmesindeki zorluktan kaynaklanmaktadır.

Çalışmamızda Willis poligonunu oluşturan arterlerin tümünün var olduğu ve hipoplazinin olmadığı tipik poligonal yapı, Grup 1'de 8 (%8), Grup 2'de ise 28 (%28) örnekte elde edilmiştir. Grup 2'de oranın yüksek olması BTA'de küçük çaplı arterlerin ölçümündeki teknik zorluklar ile birlikte hipoplazinin otopsi olgularındaki kadar net elde edilememesi ile ilgili olduğu düşünülmüştür.

Çalışmamızda aplazi bulunan atipik Willis poligonu, Grup 1'de 9 (2 anterior ve 7 posterior sistemde) (%9), Grup 2'de 29 (6 anterior, 22 posterior, 1 anterior ve posterior sistemde) (%29) örnekte bulunmuştur. Aplazi en sık posterior sirkülasyonda ve her iki grupta da en sık AComP'da görülmüştür.

Fawcett ve Blachford (1905), 700 otopsilik serisinde %72,8 oranında normal poligon bildirmiş ve %3,8 oranında aplazi (en sık AComP'da) tespit etmiştir.

Alpers ve arkadaşlarının 350 olguluk normal beyinlerde yapmış olduğu otopsi çalışmasında (yaş aralığı yeni doğan-88 yaş) Willis poligonunda %52 oranında normal poligon bulurken, atipik poligon oranı sol AComP aplazisine bağlı olarak %0,6 olarak bildirilmiştir. Hipoplazi en sık %22 oranı ile AComP'da tespit edilmiştir (%8 unilateral, %6 bilateral, %8 diğer anomalilerle birlikte). %9 AComA'in birden çok olması, %8 ACA'da triplikasyon tespit edilmiştir. Fetal AComP %15 (%5 unilateral, %4 bilateral, %6 kombine) olarak bulunmuş, %13 oranında multipl anomali tespit edilmiştir (Alpers ve ark., 1959).

Alpers, normal beyinlerde yaptığı çalışmada %52 oranında normal poligon bulurken, 194 emboli veya trombüse bağlı beyin enfarktı olan vakalarda yaptığı çalışmada bu oranı %33,91, anevrizmalı vakalarda ise %37 olarak bildirmiştir (Alpers ve Berry, 1963). Alpers, Willis poligonunda en sık görülen anomali olarak hipoplazik damarları bildirmiştir. Hipoplazi en sık AComP (normal beyinlerde %22, enfarktlı beyinlerde %38 ve

anevrizmalılarda %40) da bulunmuştur. Normal beyinlerde %0,6 oranında AComP aplazisi, enfarktli beyinlerde %1,5 ve anevrizmalılarda %3 oranında bulunmuştur. Fetal AComP normal beyinlerde %15, enfarktli beyinlerde %29 ve anevrizmalılarda %22 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak AComP'da hipoplazi, aplazi ve fetal AComP serebral okluziv hastalar ile anevrizmalılarda normal beyinlere göre daha yüksek bulunmuştur. Tıkayıcı vasküler hastalıklarda, bir AComP'un olmadığı durumda diğer arterde parsiyel veya total tıkanma olduğunda Willis poligonunun yetersizliği ifade edilmektedir. Ancak sadece hipoplazinin enfarkt gelişimindeki rolü hakkında net bir açıklamama yapılamamaktadır. (Alpers ve ark., 1959; Alpers ve Berry, 1963).

Wilson ve arkadaşları, AComA anevrizmalarının %85'inde bir A1 hipoplazisi olduğunu göstermiştir. Hemodinamik anormalliğin anevrizma formasyonuna katkıda bulunduğu ifade edilmiş, hipoplazik segmentler ile anevrizma arasında yüksek oranda ilişki olduğu bildirilmiştir (Wilson ve ark., 1954).

Riggs ve Rupp'un 994 sayılık nöral disfonksiyon kliniğine sahip erişkin otopsi vakalarındaki çalışmalarında %21 tipik poligon, %79 hipoplazi gözlenmiştir. Nörolojik bozukluklar, hipoplaziye bağlı gelişen kan akımındaki bozulma ile ilişkilendirilmiştir. Hipoplazi en sık AComP ve ardından AComA'de tespit edilmiştir. 54 (%5) olguda fetal konfigürasyon bulunmuştur (Riggs ve Rupp, 1963).

Kamath'ın Hindistan'da 100 kadavrada yapmış olduğu çalışmada a. comm.'larda 0,5 mm, diğerlerinde ise 1 mm'den küçük çaplı arterler anormal olarak kabul edilmiştir. En sık anormallik, ACP ve AComP'da tespit edilmiştir. Uzunlukta en sık varyasyon AComA'da, çapda ise AComP'da bulunmuştur. Daha uzun ve daha kısa çaplı arterler poligonun sağ yarısında bulunmuştur. Kısa ve kalın çaplı arterlerde kan akımının daha etkin olduğu belirtilerek sol hemisferin daha iyi kanlandığı açıklanmıştır (Kamath, 1981).

Orlandini ve arkadaşlarının İtalyan orijinli 100 kadavrada yapmış oldukları çalışmada (17-84 yaş), erkek ve kadın arasında fark bulunmazken, sol taraftaki arterler sağa göre daha uzun bulunmuş. Willis poligonundaki

bozulmuş yapıya AComA ve AComP'un neden oldukları bildirilmiştir (Orlandini ve ark., 1985).

Eftekhar ve arkadaşlarının İran toplumunda yaş aralığı 15-75 olan 102 erkek otopsi olgusunu inceledikleri çalışmada ise; Willis poligonu digital fotoğraf üzerinden ölçüm yapılarak değerlendirilmiş, %28 oranında tipik Willis poligonu tespit edilmiştir. A1 ve P1 segmentlerinde aplazi, sol A1'de hipoplazi bulunmamış, sağ A1'de %1 hipoplazi, AComA'de %11 hipoplazi, %1 aplazi bulunmuştur. AComP'da sağda %16, solda %11 ve %33 bilateral hipoplazi tespit edilmiştir. AComP'da sağda %4, solda %3 ve %3 bilateral aplazi tespit edilmiştir. %27 olguda P1, AComP'dan küçük çaplı bulunmuştur (fetal). Çalışmanın eksiklerine rağmen sonuçlarında diğer ırklarda yapılan çalışmalara göre anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Eftekhar ve ark., 2006).

De Silva ve arkadaşlarının Sri Lanka toplumunda yapmış oldukları çalışmada; yaş aralığı 18-73 olan 225 otopside Willis poligonu incelenmiştir. Çalışmada; tüm bölümleri var olan ve arter çapları 1 mm'den büyük olan Willis poligonu "tipik" olarak adlandırılmış, 1 mm'den küçük arterler hipoplazi olarak kabul edilmiştir. Tipik poligon olguların %14,2'sinde tespit edilmiş, vakaların %70'inde posterior bölümde varyasyon görülmüştür. AComP'da %13,5 unilateral, %51,5 bilateral hipoplazi, P1'de %3,8 unilateral, %1,6 bilateral hipoplazi, AComA'de %25 hipoplazi, A1'de %4,1 unilateral hipoplazi tespit edilmiştir (De Silva ve ark., 2009). Amerika Birleşik Devletleri orijinli çalışmada tipik Willis oranı %52 (Alpers ve ark., 1959) ve Hindistan orijinli çalışmada %45,2 (Kapoor ve ark., 2008) oranında bulunmuştur. Sri Lanka ve Hindistan toplumunun ortak orijinden olmalarına rağmen sonuçlar arasındaki bu kadar geniş farklılıkta, genetik, ırksal, bölgesel, çevresel, hemodinamik faktörler veya bunların kombinasyonlarının etkisinin araştırılması gerektiği belirtilmiştir (De Silva ve ark., 2009). Asya ırkında batıya göre posterior sirkülasyonda görülen inme sıklığı, batıya göre daha fazladır (De Silva ve ark., 2009). Bunun nedeni tam olarak açıklanamamış ve halen farklı ırklardaki serebral arterlerin anatomik ve patolojik özelliklerinin rolü netleşmemiştir (De Silva ve ark., 2009).

Kapoor ve arkadaşlarının Hindistan'da yapmış oldukları farklı yaşlardaki 1000 olguluk otopsi çalışmasında; %45,2 oranında tipik poligon izlenmiştir. Tüm bölümleri olan, varyasyon ve hipoplazi olmayan olgular tipik olarak kabul edilmiştir. %23,4 anterior ve %31,4 posterior bölümde varyasyon bulunmuştur. A1 aplazisi %0,4, hipoplazi %1,7 ve duplikasyon %2,6 tespit edilmiştir. AComA'da %1,8 aplazi ve %10 duplikasyon bulunmuştur. P1'de %10,6 hipoplazi (fetal), AComP'da %1 aplazi ve %16,7 hipoplazi tespit edilmiştir. %7,4 oranında beyinde multipl varyasyon gözlenmiştir (Kapoor ve ark. 2008).

Willis poligonunun BTA ölçümlerine ait literatürde detaylı çalışmalar, yöntemin yeni olması nedeni oldukça azdır. Urbanski ve arkadaşlarının aortik cerrahi geçirecek olan 99 erişkin hastada operasyon öncesinde nörovasküler değerlendirme için yapmış oldukları BTA çalışmasında, 59 hastada komplet poligon, 18 hastada tek anomali (hipoplazi veya aplazi), 13 hastada bilateral AComP anomalisi (hipoplazi veya aplazi), 9 hastada ise AComA ve AComP anomalisi birlikte bulunmuştur. Ancak bu anomalilere rağmen karotis klempleme yapılarak uygulanan cerrahi işlem sonrasında hastalarda nörolojik defisit gelişmemiştir (Urbanski ve ark. 2008).

Li ve arkadaşlarının 160 sağlıklı erişkinlerde yapmış olduğu BTA çalışmasında Willis poligonu incelenmiş ve %27 komplet poligon bildirilmiştir. %56 parsiyel, %17 anterior ve posterior birlikte inkomplet durum tespit edilmiştir. En sık varyasyon olarak bilateral AComP aplazisi veya hipoplazisi bulunmuştur. %11 fetal tip posterior sirkülasyon görülmüştür (Li ve ark, 2011).

Normal poligonun segmentlerinin ölçümleri literatürde; A1 çapı, 2,6 mm (0,9-4,0), uzunluğu 12,7 mm (7,2-18,0), AComA çapı, 1,5 mm (0,2-3,4), uzunluğu 2,6 mm (0,3-7,0), ACI çapı, 4,3 mm (2,5-7,0), P1 çapı, 2,6 mm (0,9-4,0), uzunluğu 7,0 mm (3,0-20), P2 çapı 2,7 mm (1,6-4,0), a. basilaris çapı 4,1 mm (3,0-5,5), AComP çapı 1,3 mm (0,3-3,1), uzunluğu 12,6 mm (7,0-23) olarak bildirilmiştir (Saeki ve Rhoton 1977). Çalışmamızda arter çap ve uzunlukları literatür ile uyumlu bulunmuş ve bu sonuçlar ayrıca tartışılmamıştır.

Çalışmamızda Grup 1'de, %91, Grup 2'de ise %71 oranında Willis poligonunu oluşturan arterlerin tümü var olarak bulunmuştur. Arterlerin

tümünün anatomik olarak bulunduğu ancak hipoplazik arterlerin değerlendirilmeye alınmadığı tipik poligonal yapı, Grup 1'de %8, Grup 2'de %28 olarak elde edilmiştir. Aplazi bulunan atipik Willis poligonu, Grup 1'de %9, Grup 2'de %29 örnekte bulunmuştur. Grup 1'de örneklerin %87'sinde yetişkin, %9'unda fetal ve %4'ünde transizyonel konfigürasyon tespit edilmiştir. Grup 2'de, %82 yetişkin, %17 fetal ve %1 transizyonel konfigürasyon bulunmuştur. Çalışmamızda AComP hipoplazisi otopsi olgularında, literatüre göre yüksek bulunmuş, buna bağlı olarak hipoplazik arterlerin dahil edilmeyerek değerlendirildiği tipik poligon oranı düşük tespit edilmiştir. Sonuçlarımızda yetişkin konfigürasyonun literatüre göre fazla, fetal konfigürasyonun ise daha az bulunması, AComP hipoplazisinin fazla, P1 hipoplazisinin az bulunması ile açıklanmıştır.

Çalışmamızda Willis poligonu varyasyonları literatür ile uyumlu olarak her iki grupta da poligonun posterior bölümünde daha fazla bulunmuştur. En çok görülen varyasyon hipoplazi olup bu durum en fazla AComP'da görülmüştür (Grup 1'de %85, Grup 2'de %32). Bu hipoplazi Grup 1'de %24 unilateral, %37 bilateral, %24 diğer anomalilerle birlikte, Grup 2'de %15 unilateral, %5 bilateral, %18 diğer anomalilerle birlikte bulunmuştur. Hipoplaziden sonra ikinci sıklıkta görülen varyasyon olan aplazide yine en sık AComP'da bulunmuştur (Grup 1'de %5, Grup 2'de %22). BTA grubunda aplazinin daha fazla ve hipoplazinin daha az bulunması tekniğe bağlı 1 mm'den küçük damarların ölçülmesindeki zorluklar ile ilişkilendirilmiştir. Hipoplazi ikinci sıklıkta AComA'da bulunmuştur (Grup 1'de %20, Grup 2'de %23). AComA hipoplazisi, anterior bölümde görülen en sık varyasyon olarak tespit edilmiştir. Multipl varyasyon en sık AComA ve AComP hipoplazisi birlikteliği olup, Grup 1'de %16, Grup 2'de %12 oranında bulunmuştur.

Grup 1'de, A1 ve AComA aplazisi %1, P1 aplazisi %2 olarak bulunmuştur. A1 ve P1 hipoplazileri %2 oranında bulunmuştur. Grup 2'de, A1 aplazisi %7, AComA aplazisi %1 olarak bulunmuştur, P1'de aplazi bulunmamıştır. A1 hipoplazisi %5, P1 hipoplazisi %3 oranında bulunmuştur. A1, AComA, AComP ve P1 aplazileri ile A1, AComA, hipoplazileri literatür ile

uyumlu bulunmuştur. Nadir görülen varyasyonlar arasında yer alan AComA duplikasyonu çalışmamızda %1 olup literatüre göre düşük bulunmuştur.

Gruplar arasında yaş ve cinsiyet açısından istatistiksel anlamlı farklılık bulunmamıştır. Her iki grupta da bilateral ölçüm yapılan değerlerde sadece Grup 1'de sağ A1 sola göre anlamlı olarak daha uzun bulunmuştur, bu sonuç Kamath'ın (Kamath, 1981) çalışması ile uyumludur.

Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlara göre, Willis poligonu varyasyonları posterior sirkülasyonda daha fazla bulunmuştur. En fazla AComP hipoplazisi tespit edilmiştir. Willis poligonun yapısı, yeterli beyin sirkülasyonun tespiti açısından tıkaçıcı serebrovasküler hastalıklar, serebral anevrizma, karotis ligasyonu ve bypass cerrahisi gibi yaklaşımlarda oldukça önemlidir. Hipoplazik veya aplazik AComP durumu, ACI oklüde olduğunda iskemik serebral enfarkt için bağımsız risk faktörüdür. Varyasyonlar sık görülmekle birlikte bunların çoğunluğu klinikte ciddi bir sorun oluşturmamaktadır. Yine tıkaçıcı damar hastalıklarında hastaların iyileşme düzeyleri Willis poligonundaki bazı varyasyonlar ile açıklanabilir. Poligonun çeşitli dallarının görev yapamayacak kadar ince olması ya da hiç bulunmaması, tıkaçıcı damar hastalıkları ve serebrovasküler cerrahide çok önemlidir. Cerrahi girişim yapılacak olan hastalarda, ameliyat öncesinde, kolay ulaşılabilir ve invaziv olmayan bir tetkik olan BTA değerlendirmesi ile Willis poligonu yapısı ve varyasyonlarının anatomik olarak belirlenmesi, ortaya çıkabilecek önemli nörolojik komplikasyonları ve buna ikincil olarak görülebilecek morbidite ve mortalite riskini azaltacaktır. Ancak BTA incelemesinde 1 mm'den küçük çaplı arterlerin değerlendirilmesindeki teknik zorluklar nedeni ile hipoplazi veya aplazi tanılarının yeterince güvenilir olmadığı unutulmamalıdır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda, erişkin Türk toplumuna ait Willis poligonunun yapısı ve varyasyonlarının, kadavra ve BTA üzerinde değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Sonuç olarak; kadavra grubunda %91, BTA'de ise %71 oranında Willis poligonunu oluşturan arterlerin tümü anatomik olarak görülmüştür. Arterlerin tümünün bulunduğu ancak hipoplazik arterlerin olmadığı tipik yapı ise, Grup 1'de %8, Grup 2'de %28 olarak elde edilmiştir. Aplazi bulunan atipik Willis poligonu, Grup 1'de %9, Grup 2'de ise %29 örnekte bulunmuştur. Grup 1'de örneklerin %87'sinde yetişkin, %9'unda fetal ve %4'ünde transizyonel konfigürasyon tespit edilmiştir. Grup 2'de, %82 yetişkin, %17 fetal ve %1 transizyonel konfigürasyon bulunmuştur. Çalışmamızda Willis poligonu varyasyonları literatür ile uyumlu olarak her iki grupta da poligonun posterior bölümünde daha sık bulunmuştur. Hipoplazi, en fazla görülen varyasyon olarak tespit edilmiş ve en fazla AComP'da bulunmuştur (Grup 1'de %85, Grup 2'de %32). Hipoplaziden sonra ikinci sıklıkta görülen varyasyon olan aplazide yine en sık AComP'da bulunmuştur (Grup 1'de %5, Grup 2'de %22). AComP hipoplazisi literatüre göre yüksek, P1 hipoplazisi ise düşük olarak bulunmuştur.

Serebrovasküler hastalıklar, erişkinlerde nörolojik bozukluklara neden olan en sık hastalık grubu ve en çok görülen üçüncü ölüm nedenidir. Serebral damarların görüntülenmesindeki radyolojik yöntemlerdeki ilerlemeler, serebrovasküler cerrahinin gelişmesi, nöroşirürji ve nöroloji alanında Willis poligonunun önemini artırmıştır. Willis poligonundaki anastomotik bağlantılar ile bir arterde stenoz ya da oklüzyon oluşması halinde o arterin sulama alanında sabit bir kan akımı sağlanabilir. Ancak hipoplazi veya aplazi gibi varyasyon durumlarında hastalar için risk gelişmektedir. Erişkin Türk toplumunda yapmış olduğumuz çalışmamızda hipoplazik arterler fazla bulunmuştur. BTA özellikle asemptomatik veya normal kişiler için tarama ve cerrahi girişim öncesi değerlendirme için serebral vasküler yapının değerlendirilmesinde pratik olarak kullanılabilir. Serebrovasküler (anevrizma-bypass cerrahisi) girişimlerde varyasyonların bilinmesi,

anomalinin önceden gösterilmiş olması güvenli cerrahi girişim için önemlidir. BTA, görüntü kalitesi, venöz kontaminasyon, yetersiz kontrast dozu ve küçük çaplı damarların belirlenmesindeki zorluklar dikkate alınarak değerlendirilmelidir. Willis poligonu yapısı, AComA ve AComP'un durumu ve yeterliliği değerlendirilmelidir. Willis poligonunun, normal toplum dışında serebral damar hastalıkları olanlarda yapılacak çalışmalar ile varyasyonların klinik etkisinin araştırılması gereklidir. Sonuç olarak bizim çalışmamızda, BTA'nin klinikte vasküler yapıyı göstermek için kullanılan iyi bir inceleme yöntemi olmasına rağmen bazı damarlarının görüntülenmesindeki teknik zorlukları nedeniyle kadavra çalışmalarının bu bölge için hala önemini koruduğu görülmektedir. Ancak Willis poligonunda görülen bireysel farklılıkların çokluğu, BTA'nin rehber olarak kullanılmasının önemli olacağını göstermektedir.

ÖZET

Circulus Arteriosus Cerebri (Willis Poligonu) Anatomisi; Kranial Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi ile Klinik Olarak Değerlendirilmesi

Circulus arteriosus cerebri, 1664 yılında Thomas Willis tarafından tanımlanmıştır. Fonksiyonu, beyni iskemiden korumak olan Willis poligonu, arteryel bir çokgendir. Bu çalışmada amaç, kadavrada ve Kranial Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi'de erişkin Türk toplumuna ait Willis poligonunun yapısal özelliklerinin belirlenmesi, varyasyonların tespit edilmesi, bu yapıya katılan arterlerin çap ve uzunluklarının ölçülmesidir. Çalışmada 2 grup yer almıştır. Willis poligonu, Grup 1'de, otopsilerden alınan 100 erişkin taze insan beyni üzerinde, Grup 2'de 100 adet erişkin Kranial Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi'de değerlendirilmiştir. Sonuç olarak; Grup 1'de %91, Grup 2'de ise %71 oranında Willis poligonunu oluşturan arterlerin tümü anatomik olarak görülmüştür. Hipoplazik arterlerin olmadığı tipik yapı ise, Grup 1'de %8, Grup 2'de %28 olarak elde edilmiştir. Aplazi bulunan atipik Willis poligonu, Grup 1'de %9, Grup 2'de %29 örnekte bulunmuştur. Grup 1'de örneklerin %87'sinde yetişkin, %9'unda fetal ve %4'ünde transizyonel konfigürasyon tespit edilmiştir. Grup 2'de, %82 yetişkin, %17 fetal ve %1 transizyonel konfigürasyon bulunmuştur. Willis poligonu varyasyonları literatür ile uyumlu olarak her iki grupta da poligonun posterior bölümünde daha sık bulunmuştur. Hipoplazi, en fazla görülen varyasyon olarak tespit edilmiştir ve en fazla AComP'da bulunmaktadır (Grup 1'de %85, Grup 2'de %32). Hipoplaziden sonra ikinci sıklıkta görülen varyasyon olan aplazide yine en sık AComP'da bulunmuştur (Grup 1'de %5, Grup 2'de %22). AComP hipoplazisi literatüre göre yüksek, P1 hipoplazisi ise düşük olarak bulunmuştur. Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgulara göre, Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi'nin klinikte vasküler yapıyı göstermek için kullanılan iyi bir inceleme yöntemi olmasına rağmen bazı damarlarının görüntülenmesindeki teknik zorlukları nedeniyle, kadavra çalışmalarının, tıkaçıcı serebrovasküler hastalıkların değerlendirilmesi ile anevrizma ve bypass cerrahisi gibi girişimlerde önemini koruduğu görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Anatomi, Beyin, Circulus Arteriosus Cerebri, Kranial Tomografi Anjiyografi, Willis Poligonu

SUMMARY

The Anatomy of Circulus Arteriosus Cerebri (Willis Polygon); Clinical Evaluation with Cranial Computed Tomography Angiography

Circulus arteriosus cerebri was described by Thomas Willis in 1664. Willis Polygon, of which function is to protect the brain ischemia, is an arterial polygon. The aim of this study is to define structural characteristics of the Willis polygon belonging to the Turkish adult population, variations and arteries involved in the measurement of diameters and lengths on cadavers and cranial computed tomography angiography. Two groups took place in the study. Willis polygon was evaluated in 100 adult fresh human brain obtained from autopsies in the Group 1 and in 100 adult cranial computed tomography angiography in Group 2. As a result, all arteries forming the Willis polygon as 91% in Group 1 and as 71% in Group 2 were anatomically seen. The typical structure in which hypoplasia arteries is not involved was obtained as 8% in Group 1 and 28% in Group 2. The atypical Willis polygon with aplasia was seen as 9% in Group 1 and 29% in Group 2. In Group 1, 87% of adult, 9% fetal, and 4% transitional configuration in the samples were detected. In Group 2, 82% adult, 17% fetal, and 1% transitional configuration were found. The variations of the Circle of Willis in both groups were more common in the posterior portion. Hypoplasia was found to be the most common variation and seen maximum in AComP (85% in Group 1, 32% in Group 2). Aplasia was found as the second most common variation after hypoplasia and again the most common in AComP (5% in Group 1, 22% in Group 2). According to the literature, hypoplasia of AComP was high and hypoplasia of P1 was low. According to the findings obtained in this study, although computed tomography angiography is useful clinical method for demonstrating the vascular structure, because of technical difficulties for imaging of some vessels, cadaver studies is still important for evaluation of occlusive cerebrovascular disease and procedures such as bypass surgery, aneurysm.

Key Words: Anatomy, Brain, Cerebral Arterial Circle, CT Angiography, Willis Polygon

KAYNAKLAR

- ALPERS BJ., BERRY, RG. (1963). Circle of Willis in cerebral vasculer disorders. *Arch of Neurol.* **8**: 68-72.
- ALPERS, BJ., BERRY, RG., PADDISON, RM. (1959). Anatomical studies of the circle of Willis in normal brain. *Arch Neurol Psychiat.* **81**: 409-418.
- ARINCI, K., ELHAN, A. (2005). Anatomi. 2. Cilt. 3. Baskı. Güneş Kitabevi, Ankara, s.: 346-349.
- BAPTISTA, AG. (1964). Studies on the arteries of the brain. *Acta Neurol Scand.* **40**: 398-414.
- BATTACHARJI, SK., HUTCHINSON, EC., Mc CALL, AJ. (1967). The circle of Willis the incidence of developmental abnormalities in normal and infarcted brains. *Brain* **90**: 747-758.
- BELL, R., SEVERSON, MA., ARMONDA, RA. (2009). Neurovascular anatomy: A practical guide. *Neurosurg Clin N Am.* **20**: 265-278.
- BÜYÜKMUMCU, M., KARABULUT, A., ŞEKER, M., ZİYLAN, T., SALBACAK, A., ERONGUN, U. (1999). İnsan fötüslerinde Willis poligonuna ait varyasyonların araştırılması. *Türk Nöroşirürji Dergisi* **9**: 12-18.
- DE SILVA, KR D., SILVA, R., GUNASEKERA, WSL., JAYESEKERA, RW. (2009). Prevelence of typical circle of Willis and the variation in the anterior communicating artery: A study of a Sri Lankan population. *Annals of Indian Academy of Neurology* **12**: 157-161.
- EFTEKHAR, B., DADMEHR, M., ANSARI, S., GHODSI, M., NAZPARVAR, B., KETABCHI, E. (2006). Are the distributions of variations of circle of Willis different in different populations? Results of an anatomical study and review of literature. *BMC Neurology* **6**: 1-9.
- FAWCETT, E., BLACHFORD, JV. (1905). The circle of Willis: An axamination of 700 specimens. *J Anat Physiol.* **40**: 63-70.
- FISHER, CM. (1965). The Circle of Willis: Anatomical Variations. *Vasc Dis.* **2**: 99-105.
- GOMES, FB., DUJOVNY, M., UMANSKY, F. (1986). Microanatomy of the anterior cerebral artery. *Surg Neurol.* **26**: 129-141.
- GRAND, W. (1999). The anatomy of the brain, by Thomas Willis. *Neurosurgery* **45**: 1234-1237.
- HILLEN, B. (1987). The variability of the Circulus arteriosus (Willisii): Order or Anarchy?. *Acta Anat.* **129**: 74-80.
- KAMATH, S. (1981). Observations on the length and diameter of vessels forming the circle of Willis. *J Anat.* **133**: 419-423.
- KAPOOR, K., SINGH, B., DEWAN, LIJ. (2008). Variations in the configuration of the circle of Willis. *Anatomical Science International* **83**: 96-106.
- KAYAMBE, KNT., SASAHARA, M., HAZAMA, F. (1984). Cerebral aneurysms and variations in the circle of Willis. *Stroke* **15**: 846-850.

- KIRGIS, HD., FISHER, WL., LLEWELLYN, RC., PEEBLES EM. (1966). Aneurysms of the anterior communicating artery and gross anomalies of the circle of Willis. *J Neurosurg.* **25**: 73-78.
- KURAN, O. (1980). Normal Anatomi. Filiz Kitabevi. İstanbul, s.: 133-139.
- KURAN, O. (1983). Sistematik Anatomi. Filiz Kitabevi. İstanbul, s.: 622.
- LAZORTHES, G., GOUAZE, A., SANTINI, JJ., LAZORTHES, Y., LAFFONT, J. (1971). Le modelage du polygone de Willis. *Neurochirurgie* **17**: 361-378.
- LAZORTHES, G., GOUAZE, A., SANTINI, JJ., SALAMON, G. (1979). The arterial circle of the brain (circulus arteriosus cerebri). *Anatomia Clinica* **1**: 241-257.
- LI, Q., LI, J., LV, F., LI, K., LUO, T., XIE, P. (2011). A multidetector CT angiography study of variations in the circle of Willis in a Chinese population. *Journal of Clinical Neuroscience* **18**: 379-383.
- LO, BW., ELLIS, H. (2010). The circle before Willis: A historical account of the intracranial anastomosis. *Neurosurgery* **66**: 7-18.
- MILENCOVIC, Z., VUCETIC, R., PUZIC, M. (1985): Asymmetry and anomalies of the circle of Willis in fetal brain. *Surg Neurol.* **24**: 563-570.
- ODAR, Vİ. (1980). Anatomi Ders Kitabı. 1.Cilt. 12. Baskı. Elif Matbaacılık. Ankara, s.: 419-422.
- ORLANDINI, GE., RUGGIERO, C., ORLANDINI, SZ., GULISANO, M. (1985). Blood vessel size of circulus arteriosus cerebri (Circle of Willis): A statistical research on 100 human subjects. *Acta Anat.* **123**: 72-76.
- OSBORN, AG. (1999). Diagnostic Cerebral Angiography. Second edition. Lippincott Williams Wilkins. Philadelphia, p.: 05-116.
- OVERBEEKE, JJV., HILEN, B., TULLEKEN, CAF. (1991). A comparative study of the circle of Willis in fetal and adult life. The configuration of the posterior bifurcation of the posterior communicating artery. *J Anat.* **176**: 45-54.
- ÖZGEN, T., İNCİ S. (2005). Temel Nöroşirürji. Cilt 1. Türk Nöroşirürji Derneği Yayınları. Ankara, s.: 464-471.
- PADGET, DH. (1947). The circle of Willis. Its embriyology and anatomy. Comstock publishing Co. Ithaca, NY, p.: 67-90.
- PALLIE, W., SAMARASINGHE, DD. (1962). A study in the quantification of the Circle of Willis. *Brain* **85**: 569-579.
- PERLMUTTER, D., RHOTON, AL JR. (1978). Microsurgical anatomy of the distal anterior cerebral artery. *J Neurosurg.* **49**: 204-228.
- RENGACHARY, SS., XAVIER, A., MANJILA, S., SMERDON, U., PARKER, B., HADWAN, S., GUTHIKONDA, M. (2008). The legendry contributions of Thomas Willis (1621-1675): The arterial circle and beyond. *J Neurosurg.* **109**: 765-775.
- RHOTON, AL JR. (2002) The supratentorial space: microsurgical anatomy and surgical approaches. Chapter2. The supratentorial arteries. *Neurosurgery-supplement* **51**: 53-120.
- RIGGS, HE., RUPP, C. (1963). Variation in form of circle of Willis. *Arch of Neurol.* **8**: 24-30.

- SAEKI, N., RHOTON, A.L. (1977). Microsurgical anatomy of the upper basilar artery and posterior circle of Willis. *J Neurosurg.* **46**: 563-578.
- SEYDEL, H.G. (1964). The diameters of the cerebral arteries of the human fetus. *Anat Rec.* **150**: 79-88.
- ŞAHİN, H., ÇALLI, C. (2010). Temel Nöroşirürji. 1. Cilt. Türk Nöroşirürji Derneği Yayınları. Ankara, s.: 317-324.
- URBANSKI, PP., LENOS, A., BLUME, JC., ZIEGLER, V., GRIEWING, B., SCHMITT, R., DIEGELER, A., DINKEL, M. (2008). Does anatomical completeness of the circle of Willis correlate with sufficient cross-perfusion during unilateral cerebral perfusion? *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* **33**: 402-408.
- UZ, A., TEKDEMİR, I. (2006). Relationship between the posterior cerebral artery and the cisternal segment of the oculomotor nerve. *J Clin Neurosci.* **13**: 1019-22.
- VAN DER ZWAN, A., HILEN, B., TULLEKEN., DUJOVNY, M., DRAGOVIC, I. (1992). Variability of the territories of the major cerebral arteries. *J Neurosurg.* **77**: 927-940.
- WATANABE, Y., UOTONI, K., NAKAZAWA, T., HIGASHI, M., YAMADA, N., HORI, Y., KANZAKI, S., FUKUDA, T., ITOH, T., NAITO, H. (2009). Dual-energy direct bone removal CT angiography for evaluation of intracranial aneurysm or stenosis: comparison with conventional digital subtraction angiography. *Eur Radiol.* **19**: 1019-1024.
- WAXMAN, S.G. (1996). Correlative Neuroanatomy. Twenty-third edition. Appleten&Lange. Connecticut, p.: 174-188.
- WHITE, P., TEASDALE, E., WARDLAW, J., EASTON, V. (2001). Intracranial aneurysms: CT Angiography and MR Angiography for detection-Prospective blinded comparison in a large patient cohort. *Radiology* **219**: 739-749.
- WILSON, G., RIGGS, HE., RUPP, C. (1954). The pathologic anatomy of ruptured cerebral aneurysms. *J Neurosurg.* **11**: 128-134.
- YASARGİL, MG. (1984). Microneurosurgery I. Microsurgical anatomy of the basal cisterns and vessels of the brain. George Thieme Verlag, Stuttgart-New York, p.: 54-176.
- ZEAL, AA., RHOTON, AL. (1978). Microsurgical anatomy of the posterior cerebral artery. *J Neurosurg.* **48**: 534-559.
- ZENBİLCİ, N. (1995). Sinir Sistemi Hastalıkları. Genişletilmiş 3. Baskı. İstanbul Üniversitesi Basımevi. İstanbul, s.: 328.

ÖZGEÇMİŞ

I- Bireysel Bilgiler

Adı : Ayşe
 Soyadı : Karataş
 Doğum yeri ve tarihi : Ordu.26.01.1974
 Uyuşu : Türkiye Cumhuriyeti
 Medeni durumu : Bekar
 İletişim adresi ve telefonu : Saim Çıkrıkçı Caddesi No:67/16
 Bozyaka-İzmir 05334804412
 e.mail : aysekaratasyahoo.com

II- Eğitimi

Doç.Dr.: İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalı
 Yrd.Doç.Dr.: Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalı
 Araştırma Görevlisi: Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalı
 Üniversite: İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
 Ortaokul-Lise: Ordu Merkez İlköğretim Okulu-Ordu Lisesi
 İlkokul: Ordu 19 Eylül İlkokulu
 Yabancı dili: İngilizce

III- Ünvanları

Tıp Doktoru: Haziran 1996
 Beyin ve Sinir Cerrahisi Uzmanı: Temmuz 2003
 Beyin ve Sinir Cerrahisi Doçenti: Nisan 2010
 Klinik Şefi: Kasım 2011

IV- Mesleki Deneyimi

Araştırma Görevlisi: Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalı
 1997-2003
 Uzman Dr.: Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, İbni Sina Hastanesi Acil Servisi
 2003 (2 ay)
 Uzman Dr.: Fatih Üniversitesi Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim
 Dalı (1 yıl)
 Klinik Serebrovasküler Fellow: Department of Neurosurgery, University of
 Helsinki, Central Hospital, Helsinki, Finland, 2004-2005 (1 yıl)
 Yrd.Doç.Dr.: Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalı
 (2005-2010)
 Klinik Şefi: İzmir Bozyaka Eğitim ve Araştırma Hastanesi Beyin ve Sinir
 Cerrahisi Kliniği (2010-)
 Doç.Dr.: İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Tıp Fakültesi Beyin ve Sinir Cerrahisi

Anabilim Dalı (2011-)

V- Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar

Türk Nöroşirürji Derneği Üyeliği, üye no: 768
Türk Nöroşirürji Derneği Serebrovasküler Grubu Üyeliği
Türk Tabipler Birliği
Avrupa Nöroşirürji Topluluğu (EANS)

VI- Bilimsel İlgi Alanları

Uluslararası Yayınlar

1. Tuna, H., **A. Karatas**, E. Yılmaz, B. Yagmurlu ve S. Erekul, "Aneurysmal Bone Cyst of the Temporal Bone: Case Report", *Surg Neurol*, 60(6), 571-4 (2003).
2. **Karataş, A.**, A. Erdem, A. Savaş, G. Kutlu, B. Yağmurlu, I. Erden ve E. Bilir, "Identification and Removal of an Epileptogenic Lesion Using Ictal-EEG, Functional-Neuronavigation and Electrocorticography", *J Clin Neurosci*, 11(3), 343-6 (2004).
3. **Karatas, A.**, S. Caglar, A. Savas, A. Elhan ve A. Erdogan, "Microsurgical Anatomy of the Dorsal Cervical Rootlets and Dorsal Root Entry Zones", *Acta Neurochir (Wien)*, 147(2), 195-9 (2005).
4. Kutlu, G., E. Bilir, A. Erdem, Y.B. Gomceli, A. Leventoğlu, G.S. Kurt, **A. Karatas** ve A. Serdaroglu, "Temporal Lobe Ictal Behavioral Patterns in Hippocampal Sclerosis and Other Structural Abnormalities", *Epilepsy Behav*, 6(3), 353-9 (2005).
5. Kuhmonen, J., A. Piippo, K. Väärt, **A. Karatas**, K. Ishii, P. Winkler, M. Niemela, M. Porras ve J. Hernesniemi, "Early Surgery for Ruptured Cerebral Arteriovenous Malformations", *Acta Neurochir Suppl*, 94, 111-4 (2005).
6. Niemela, M., T. Koivisto, L. Kivipelto, K. Ishii, J. Rinne, A. Ronkainen, R. Kivisaari, H. Shen, **A. Karatas**, M. Lehecka, J. Frösen, A. Piippo, J. Jaaskelainen ve J. Hernesniemi, "Microsurgical Clipping of Cerebral Aneurysms After the ISAT Study", *Acta Neurochir Suppl* 94, 3-6 (2005).
7. Hernesniemi, J., M. Niemelä, **A. Karatas**, L. Kivipelto, K. Ishii, J. Rinne, A. Ronkainen, T. Koivisto, R. Kivisaari, H. Shen, M. Lehecka, J. Frösen, A. Piippo ve J. Jääskeläinen, "Some Collected Principles of Microneurosurgery: Simple and Fast, While Preserving Normal Anatomy: A Review", *Surg Neurol*, 64(3), 195-200 (2005).
8. Hernesniemi, J., K. Ishii, **A. Karatas**, L. Kivipelto, M. Niemela, L. Nagy ve H. Shen, "Surgical Technique to Retract the Tentorial Edge During Subtemporal Approach: Technical Note", *Neurosurgery*, 57(4 Suppl), E408 (2005).
9. Hernesniemi, J., **A. Karatas**, K. Ishii ve M. Niemelä, "Anteroinferior Cerebellar Artery Aneurysms: Surgical Approaches and Outcomes_A Review of 34 Cases, Letter to the Editor", *Neurosurgery*, 57(3), E601 (2005).

10. Hernesniemi, J., **A. Karatas**, M. Niemelä, K. Ishii, H. Shen, R. Kivisaari, J. Rinne, M. Lehecka ve L. Kivipelto, "Aneurysms of the Vertebral Artery (VA), Letter to the Editor", *Zentralbl Neurochir*, 66(4), 223-9 (2005).
11. Erdem, A., G. Kahilogullari, Y.C. Erbas, **A. Karatas** ve E. Bilir, "Reoperation of A Recurrent Temporal Lobe Epilepsy: A Technical Case Report", *Surg Neurol*, 64 (Suppl 2), S102-5 (2005).
12. Nagy, L., K. Ishii, **A. Karatas**, H. Shen, J. Vajda, M. Niemelä, J. Jääskeläinen, J. Hernesniemi ve S. Toth, "Water Dissection Technique of Toth for Opening Neurosurgical Cleavage Planes", *Surg Neurol*, 65(1), 38-41 (2006).
13. Gomceli, Y.B., A. Erdem, E. Bilir, G. Kutlu, S. Kurt, E. Erden, **A. Karatas**, C. Erbas ve A. Serdaroglu, "Surgery in Temporal Lobe Epilepsy Patients Without Cranial MRI Lateralization", *Acta Neurol Belg*, 106(1), 9-14 (2006).
14. Randell, T., M. Niemelä, J. Kyttä, P. Tanskanen, M. Määtänen, **A. Karatas**, K. Ishii, R. Dashti, H. Shen ve J. Hernesniemi, "Principles of Neuroanesthesia in Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage: The Helsinki Experience", *Surg Neurol*, 66(4), 382-388 (2006).
15. Tulamo, R., J. Frösen, S. Junnikkala, A. Paetau, J. Pitkäniemi, M. Kangasniemi, M. Niemelä, J. Jääskeläinen, E. Jokitalo, **A. Karatas**, J. Hernesniemi ve S. Meri, "Complement Activation Associates with Saccular Cerebral Artery Aneurysm Wall Degeneration and Rupture", *Neurosurgery*, 59(5), 1069-77 (2006).
16. Hernesniemi, J., M. Niemelä, R. Dashti, **A. Karatas**, L. Kivipelto, K. Ishii, J. Rinne, A. Ronkainen, J.G. Peláez, T. Koivisto, R. Kivisaari, H. Shen, M. Lehecka, J. Frösen, A. Piippo A, Avci E ve Jääskeläinen J, "Principles of Microneurosurgery for Safe and Fast Surgery", *Surg Technol Int*, 15, 305-10 (2006).
17. Dashti, R., J. Rinne, J. Hernesniemi, M. Niemelä, L. Kivipelto, M. Lehecka, **A. Karatas**, E. Avci, K. Ishii, H. Shen, J.G. Peláez, B.S. Albayrak, A. Ronkainen, T. Koivisto ve J.E. Jääskeläinen, "Microneurosurgical Management of Proximal Middle Cerebral Artery Aneurysms", *Surg Neurol*, 67(1), 6-14 (2007).
18. Is, M., **A. Karatas**, M. Akgul, U. Yıldırım ve F. Gezen, "A Retained Surgical Sponge (gossypiboma) Mimicking a Paraspinal Abscess", *Br J Neurosurg*, 21(3), 307-8 (2007).
19. **Karatas, A.**, M. Is, E. Guclu, M. Dosoglu ve F. Gezen, "Intracranial Epidural Abscess Secondary to Isolated Sphenoid Sinusitis", *Br J Neurosurg*, 21(6), 616-8 (2007).
20. Is, M., **A. Karatas**, H. Aytekin, M. Dosoglu ve F. Gezen, "An 11-Year-Old Girl with Pott's Puffy Tumour", *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology Extra*, 2(4), 215-217 (2007).
21. **Karatas, A.**, M. Dosoglu, T. Zeyrek, A. Kayikci, A. Erol ve B. Can, "The Effect of Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy on the Rat Spinal Cord", *Spinal Cord*, 46(9), 627-32, (2008).
22. Hernesniemi, J., R. Romani, R. Dashti, B.S. Albayrak, S. Savolainen, C.3rd Ramsey, **A. Karatas**, H. Lehto, O. Navratil ve M. Niemelä, "Microsurgical Treatment of Third Ventricular Colloid Cysts by

- Interhemispheric far Lateral Transcallosal Approach-Experience of 134 Patients”, *Surg Neurol*, 69(5), 447-456 (2008).
23. Hernesniemi, J., R. Dashti, O. Mateo, P. Cancela, **A. Karatas** ve M. Niemelä, “Historical Landmarks in Vascular Neurosurgery "On July 10th 2006, at the 70th Anniversary of the Department of Neurosurgery of Zürich Medical School"”, *Acta Neurochir Suppl*, 103, 131-7 (2008).
 24. Hernesniemi, J., R. Romani, B.S. Albayrak, H. Lehto, R. Dashti, C. 3rd Ramsey, **A. KaratAs**, A. Cardia, O. Navratil, A. Piippo, M. Fujiki, S. Toninelli ve M. Niemelä, “Microsurgical Management of Pineal Region Lesions: Personal Experience with 119 Patients”, *Surg Neurol*, 70(6), 576-583 (2008).
 25. Gezen, F., **A. Karatas**, M. Is, U. Yildirim ve H. Aytekin, “Giant Cavernous Haemangioma in an Infant: A Case Report”, *Br J Neurosurg*, 22(6), 787-789 (2008).
 26. **Karatas, A.**, F. Gokce, S. Demir ve S. Ankarali, “The Effect of Intra-Arterial Papaverine on ECoG Activity in the Ketamine Anesthetized Rat”, *Neurosci Lett*, 445(1), 58-61 (2008).
 27. Lehto, H., R. Dashti, **A. Karataş**, M. Niemelä ve J.A. Hernesniemi, “Third Ventriculostomy Through the Fenestrated Lamina Terminalis During Microneurosurgical Clipping of Intracranial Aneurysms: An Alternative to Conventional Ventriculostomy”, *Neurosurgery*, 64(3), 430-5 (2009).
 28. Lehecka, M., R. Dashti, R. Romani, O. Celik, O. Navratil, L. Kivipelto, R. Kivisaari, H. Shen, K. Ishii, **A. Karatas**, H. Lehto, J. Kokuzawa, M. Niemelä, J. Rinne, A. Ronkainen, T. Koivisto, J.E. Jääskeläinen ve J. Hernesniemi, “Microneurosurgical Management of Internal Carotid Artery Bifurcation Aneurysms”, *Surg Neurol*, 71(6), 649-667 (2009).
 29. **Karatas, A.**, N. Apaydin, A. Uz, S.R. Tubbs, M. Loukas ve F. Gezen, “Regional Anatomic Structures of the Elbow that May Potentially Compress the Ulnar Nerve”, *J Shoulder Elbow Surg*, 18(4), 627-31 (2009).

Ulusal Yayınlar

1. Bağdatoğlu, C., **A. Karataş**, H.Ç. Uğur, H. Ergün, A. Attar, M. Sargon ve N. Egemen, “Spinal Kord Travmalarında Topikal Dipyron’ un Etkinliği”, *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 53 (3), 201-206 (2000).
2. Çolpan, E., Ş. Çağlar, **A. Karataş**, Z. Aydın, Y. Kanpolat, E. Arasil, A. Erdoğan, C. Dinçer ve N. Egemen, “Surgical Management of Syringomyelia Associated with Chiari I Malformation”, *Journal of Neurological Sciences (Turkish)*, 18 (1), (2001).
3. Ünlü, A., G. Silav, **A. Karataş** ve B. Iskandar, “Verapamil ile Uyarılmış Dorsal Kök Ganglion Hücresi Rejenerasyonu”, *Türk Nöroşirürji Dergisi*, 11(1), 27-31 (2001).
4. **Karataş, A.**, E. Çolpan, K. Tun ve Ş. Çağlar, “Bir Pediatrik Spontan Spinal Epidural Hematom Olgusu”, *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 54(4), 387-392 (2001).

5. Kutlu, G., **A. Karataş**, E. Çakıroğlu, A.Ş. Soysal, A. Serdaroğlu, E. Bilir ve A. Erdem, "Dirençli Temporal Lob Epilepsilerinde Cerrahi, Patoloji ve Cerrahi Sonrası Prognoz", *Türk Nöroloji Dergisi*, **8 (1)**, 91-98 (2002).
6. Kutlu, G., **A. Karataş**, S. Kurt, A. Serdaroğlu, E. Bilir ve A. Erdem, "Subdural Strip Elektrodların Epileptojenik Odağın Saptanmasındaki Rolü", *Türk Nöroşirürji Dergisi*, **12 (2)**, 130-138 (2002).
7. Erdem, A., **A. Karataş**, G. Kutlu, A. Savas, A. Serdaroglu ve E. Bilir, "Epilepsy and Surgery", *Journal of Neurological Sciences (Turkish)*, **19(2)** (2002).
8. **Karataş, A.**, G. Kutlu ve N. Egemen, "Klinik Nörofizyolojik İncelemeler", *Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Tıp Dergisi*, **35(1-4)**, 111-115 (2002).
9. Okuyaz, Ç., S. Kurt, **A. Karataş**, G. Kutlu, K. Aydın, A. Serdaroğlu, E. Bilir ve A. Erdem, "Invasive EEG Monitoring in Children: A Report of Three Cases", *Gazi Medical Journal*, **14(1)**, 45-49 (2003).
10. **Karataş, A.**, G. Kahiloğulları, A. Ünlü ve A.O. Taşçıoğlu, "Karotis Stenozlu Hastalarda Serum Lipid Düzeyleri", *Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Dergisi*, **23(2)**, 112-114 (2003).
11. Aydın, Z., K. Tun, **A. Karataş**, G. Kahiloğulları, A. Ünlü, E. Erden ve E. Arasil, "Turcot Sendromu: (Olgu Sunumu)", *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, **56(2)**, 135-140 (2003).
12. **Karataş, A.**, Ö. Aksoy, E. Bilir ve A. Erdem, "Yetişkinlerde Epilepsi Cerrahisi: Cerrahi Öncesi Değerlendirmeler ve Cerrahi Yöntemler", *Türkiye Klinikleri Nöroloji Epilepsi Özel Sayısı*, **2(2)**, 152-160 (2004).
13. **Karataş, A.**, G. Kutlu, E. Yılmaz, A. Serdaroğlu, E. Bilir ve A. Erdem, "Frontal Lesional Epilepsy: A Case Report", *Turkish Neurosurgery*, **14(3-4)**, 91-97 (2004).
14. **Karataş, A.**, M. İş, H. Yıldız ve F. Gezen, "Lomber Disk Herniasyonuna Bağlı İnkompakt Kauda Ekuina Sendromu", *Cerrahpaşa Tıp Dergisi*, **37(3)**, 106-109 (2006).
15. **Karataş, A.**, A. Leventoğlu, A. Erdem, C. Sarılar ve V. Açık, "Epilepsi Cerrahisinde Korpus Kallozotomi, Vagal Sinir Stimülasyonu ve Multipl Subpial Transeksiyon", *Türkiye Klinikleri Cerrahi Tıp Bilimleri Nöroşirürji Epilepsi Cerrahisi Özel Sayısı*, **3(16)**, 57-60 (2007).
16. İş, M., **A. Karataş**, F. Akyüz ve F. Gezen, "The Importance of Evaluating All Seven Cervical Vertebrae in the Trauma Patient: A Case Report", *Turkish Neurosurgery*, **17(2)**, 152-4 (2007).
17. **Karataş, A.**, M. İş, Ü. Yıldırım, F. Akyüz ve F. Gezen, "Thoracic Intradural Cystic Schwannoma: A Case Report", *Turkish Neurosurgery*, **17(3)**, 193-6 (2007).
18. **Karataş, A.**, Akgül M, Akyüz F, Akgül O, Döşoğlu M, "Subdural Hematoma Associated with An Arachnoid Cyst After Head Trauma: A Case Report", *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, **61(4)**, 220-22 (2008).
19. Döşoğlu, M., M.İş, H. Aytekin, F. Gezen, **A. Karataş**, "Anevrizma Cerrahisinin Perioperatif Beklenmedik Komplikasyonu: Zırlı Araknoidit, Olgu Sunumu", *Nöropsikiyatri Arşivi*, **48(3)**, 207-10 (2011).

Uluslararası Sözel Bildiriler

1. Kanpolat, Y., A. Savaş, F. Torun, **A. Karataş** ve C. Erbaş, "CT-Guided Percutaneous Cordotomy for Treatment of Intractable Pain Due to Malignant Mesothelioma", *14 th Congress European Society for Stereotactic and Functional Neurosurgery*, Acta Neurochirurgica, Vol.142 (10), 1183, London, 2000.
2. Erdem, A., H.Ç. Ugur ve **A. Karatas**, "Why Detailed Microsurgical Anatomy for Amygdalohippocampectomy? ", *7th Mediterranean Epilepsy Conference*, 57, Athens, 2001.
3. Savas, A., **A. Karatas**, E. Yilmaz ve Y. Kanpolat, "Computed Tomography-Guided Percutaneous Trigeminal Tractotomy-Nucleotomy (TR-NC)", *13th Meeting of the World Society for Stereotactic and Functional Neurosurgery*, Adelaide, 2001.
4. Erdem, A., H.C. Ugur, **A. Karatas** ve E. Bilir, "Surgical Approach to Mesial Temporal Lobe: Microanatomical Details and Surgical Technique. *1st International Symposium on the Microsurgical Anatomy*, 56, Matsumoto, 2002.
5. Bilir, E., A. Erdem, **A. Karatas**, G. Kutlu ve A. Serdaroglu, "The Effect of Technological Development in Preoperative Evaluation to Surgical Outcome Temporal Lobe Epilepsy", *6th European Congress on Epileptology*, Epilepsia, 45 (suppl 3), 174-175, Vienna, 2004.
6. Ishii K, M. Niemela, L. Kivipelto, **A. Karatas**, H. Shen, M. Fujiki, H. Kobayashi, J. A. Hernesniemi, "Subtemporal Approach to Basilar Bifurcation Aneurysms: Clinical Experience and Surgical Device for Retraction of Tentorial Edge", *55th Annual Meeting of Congress of Neurological Surgeons*, Boston, 2005.
7. Lehecka, M., M. Niemelä, J. Seppänen, H. Lehto, **A. Karatas**, T. Koivisto, A. Ronkainen, J. Rinne, R. Sankila ve J. Hernesniemi, "Long-term Excess Mortality in 280 Patients with Ruptured Distal Anterior Cerebral Artery Aneurysms", *74th Annual Meeting of American Association of Neurological Surgeons*, article ID: 31122, San Francisco, 2006.
8. Frösen, J., R. Tulamo, T. Heikura, O. Närvänen, **A. Karatas**, M. Niemelä, J. Hernesniemi, J. Jääskeläinen, A.L. Levonen ve S. Ylä-Herttula, "Oxidized LDL Accumulates in the Saccular Cerebral Aneurysm Wall and is Targeted by a Humoral Immune Response in Most Patients with Ruptured Aneurysms", *Annual Meeting Scandinavian Neurosurgical Society (SNS)*, 31, Kopenhagen, 2006.
9. Hernesniemi, J., R. Dashti, B.S. Albayrak, R. Sillero, **A. Karatas** ve K. Ishii, "Subtemporal Approach to Basilar Tip Aneurysms", *8th Congress of the European Skull Base Society and 15th Congress of the German Society of Skull Base Surgery*, 75-77, Prague, 2007.
10. Hernesniemi, J., R. Dashti, B.S. Albayrak, R. Sillero, K. Ishii ve **A. Karatas**, "Management of Intracranial Aneurysms: Is Microneurosurgery Stagnating?", *8th Congress of the European Skull Base Society and 15th Congress of the German Society of Skull Base Surgery*, 74-75, Prague, 2007.

11. **Karatas, A.**, M. Dosoglu, T. Zeyrek, A. Kayikci, A. Erol ve B. Can, "The Effect of Extracorporeal Shock-Wave Lithotripsy on the Rat Spinal Cord", *The 48th Annual Meeting of the Korean Neurosurgical Society combined with the 1st Turkish-Korean Neurosurgeons' Friendship Joint Meeting*, 59, Seoul, 2008.

Yazılan Uluslararası Kitaplarda Bölümler

1. Hernesniemi, J., **A. Karatas**, M. Niemelä, K. Ishii, S.J. Peerless ve C.G. Drake[‡], "Surgical Techniques of Terminal Basilar and Posterior Cerebral Artery Aneurysms", *Schmidek & Sweet Operative Neurosurgical Techniques Indications, Methods, and Results*, eds. H.H. Schmidek and W.H. Sweet, Vol. 1, 1177-1191, Elsevier, Philadelphia, 2006.

Ulusal Bildiriler

1. Akgün, D., M.C. Akbostancı ve **A. Karataş**, "Fenitoin Toksisitesine Bağlı Diskinezi", *34. Ulusal Nöroloji Kongresi*, Cilt 4, 73, Bursa, 1998.
2. **Karataş, A.**, C. Yücesan, D. Akgün ve N. Mutluer, "Multipl Sklerozda Trigeminal Nevralji", *34. Ulusal Nöroloji Kongresi*, Cilt 4, 91, Bursa, 1998.
3. Avcı, E., A. Attar, **A. Karataş**, M. Aslan ve A. Erdoğan, "Anterior Communican Arter Anatomisi ve Varyasyonları", *Türk Nöroşirürji Derneği XIII. Bilimsel Kongresi*, 136, İstanbul, 1999.
4. Avcı, E., A. Attar, M. Aslan, **A. Karataş** ve A. Erdoğan A, "Distal Anterior Serebral Arter Anatomisi ve Varyasyonları", *Türk Nöroşirürji Derneği XIII. Bilimsel Kongresi*, 137, İstanbul, 1999.
5. Kanpolat, Y., A. Savaş, **A. Karataş** ve F. Torun, "Kraniofasial Nevraljilerde Cerrahi Tedavi", *Türk Nöroşirürji Derneği 14. Bilimsel Kongresi*, 79, Antalya, 2000.
6. Üçkardeşler, L., H. Tuna, **A. Karataş** ve A. Erdem, "Unilateral Stabil Temporal Dikenler Gösteren Vakalar ve Cerrahi Sonuçları", *Türk Nöroşirürji Derneği 14. Bilimsel Kongresi*, 81, Antalya, 2000.
7. Üçkardeşler, L., H. Tuna, **A. Karataş** ve A. Erdem, "Sağ Parietal Foküslü Non-Lezyone Bir Epileptik Hastanın Cerrahi Öncesi Hazırlığı, Cerrahisi ve Sonucu", *Türk Nöroşirürji Derneği 14. Bilimsel Kongresi*, 82, Antalya, 2000.
8. Çolpan, E., H. Tuna, **A. Karataş**, E. Kaleli, G. Kutlu, A. Serdaroğlu, E. Bilir ve A. Erdem, "2 Olgu Nedeniyle Vagal Sinir Stimülasyonu", *Türk Nöroşirürji Derneği 14. Bilimsel Kongresi*, 82-83, Antalya, 2000.
9. Ünlü, A., G. Silav, **A. Karataş**, ve B. Iskandar, "Verapamil ile Uyarılmış Dorsal Kök Ganglion Hücresi Rejenerasyonu", *Türk Nöroşirürji Derneği 14. Bilimsel Kongresi*, 193, Antalya, 2000.
10. **Karataş, A.**, E. Çolpan, K. Tun ve Ş. Çağlar, "Bir Pediatrik Spontan Spinal Epidural Hematom Olgusu", *Türk Nöroşirürji Derneği XV. Bilimsel Kongresi*, 279-280, Antalya, 2001.
11. **Karataş, A.**, M. Arslan, M. Nalça, C. Kurtman, İ. Yorulmaz ve Ş. Çağlar, "Servikal 1-2 Yerleşimli Bir Nörofibromatozis Olgusu", *Türk Nöroşirürji Derneği XV. Bilimsel Kongresi*, 223-224, Antalya, 2001.

12. Ünlü, A., G. Bademci, H. Dolgun, **A. Karataş** ve H. Deda, “Kraniyal Operasyonların Pıhtılaşma Sistemine Etkileri”, *Türk Nöroşirürji Derneği XV. Bilimsel Kongresi*, 247, Antalya, 2001.
13. Kurt, S., G. Kutlu, Ç. Okuyaz, Ş. Soysal, M. Aslan, **A. Karataş**, A. Erdem, A. Serdaroğlu ve E. Bilir, “Temporal Lob Epilepsili Hastalarda Subdural Strip Elektrotlarla Uzun Süreli EEG Monitorizasyonunun Önemi”, *18. Ulusal Klinik Nörofizyoloji EEG-EMG Kongresi*, 25, Antalya, 2001.
14. Kutlu, G., **A. Karataş**, Y.B. Gömceli, A. Savaş, A. Serdaroğlu, E. Bilir ve A. Erdem, “İktal EEG, Fonksiyonel Nöronavigasyon, Elektrokortikografi Kullanılarak Epileptojenik Fokusun Rezeksiyonu”, *38. Ulusal Nöroloji Kongresi*, 169-170, Antalya, 2002.
15. Kutlu, G., **A. Karataş**, A. Leventoğlu, A. Serdaroğlu, E. Bilir ve A. Erdem, “Frontal Lezyonel Epilepside İnvaziv Monitorizasyon ve Fonksiyonel Beyin Haritalaması”, *38. Ulusal Nöroloji Kongresi*, 170, Antalya, 2002.
16. **Karataş, A.**, G. Kahiloğulları, A. Ünlü ve A. Taşcıoğlu, “Karotis Stenozlu Hastalarda Serum Lipid Düzeyleri”, *IV International Congress on Venous System and IVth International Congress on the Meningiomas combined with Annual Meeting of Turkish Neurological Society*, 223-224, İstanbul, 2002.
17. Aksoy, Ö., Ö. Özön, İ. Çapraz, E. Bilir, A. Serdaroğlu, **A. Karataş** ve A. Erdem, “Direnci Epilepsi Vakalarında Anterior Temporal Lobektomi Sonrası Nokturnal Nöbetler”, *39. Ulusal Nöroloji Kongresi*, 405, Antalya, 2003.
18. Özön, Ö., İ. Çapraz, Ö. Aksoy, E. Bilir, A. Serdaroğlu, **A. Karataş** ve A. Erdem, “İnteriktal EEG’ si Normal Olan Epilepsi Hastaları”, *39. Ulusal Nöroloji Kongresi*, Antalya, 405-406, 2003.
19. **Karataş, A.**, H.Ç. Uğur, Z. Aydın, G. Kutlu, E. Bilir ve A. Erdem, “Epilepsi Cerrahisinde İnvaziv Monitörizasyon”, *Türk Nöroşirürji Derneği XVII. Bilimsel Kongresi*, 85, Antalya, 2003.
20. **Karataş, A.**, H. Tuna, F. Torun, M. Bozkurt, C. Sarılar ve N. Egemen, “Anterior Komünikan Arter Anevrizmaları”, *Türk Nöroşirürji Derneği XVII. Bilimsel Kongresi*, 88, Antalya, 2003.
21. Gömceli, Y.B., E. Bilir, **A. Karataş**, G. Kutlu, İ. Yıldırım, Ş. Soysal, A. Serdaroğlu ve A. Erdem, “Bilateral Hipokampal Anormalliği Olan Temporal Lob Epilepsili Hastalarda Tedavi”, *4. Ulusal Epilepsi Kongresi*, 61, Ankara, 2004.
22. Hernesniemi, J., B.S. Albayrak, H. Lehto, R. Dashti, **A. Karatas**, A. Cardi, M. Niemela, R.S. Olivera ve A. Piippo, “Pineal Bölge Lezyonlarında Cerrahi Tedavi: 103 Olguda Helsinki ve Kuopio Deneyimi”, *Sinir Sistemi Cerrahisi Derneği II. Bilimsel Kongresi*, 42, İstanbul, 2006.
23. İş, M., **A. Karataş**, H. Aytekin, M. Döşoğlu ve F. Gezen, “Pott’un Puffy Tümörü: Olgu Sunumu”, *Türk Nöroşirürji Derneği XXI. Bilimsel Kongresi*, 89, Antalya, 2007.
24. Gezen, F., **A. Karataş**, M. İş, Ü. Yıldırım ve H. Aytekin, “Dev İntraserebral Kavernoöz Hemanjiom: Olgu Sunumu”, *Türk Nöroşirürji Derneği XXI. Bilimsel Kongresi*, 85, Antalya, 2007.

25. **Karataş, A.**, M. İş, Ü. Yıldırım, F. Akyüz ve F. Gezen, "Torokal Kistik Schwannom: Olgu Sunumu", *Türk Nöroşirürji Derneği XXI. Bilimsel Kongresi*, 104, Antalya, 2007.
26. **Karataş, A.**, M. İş, M. Akgül, M. Döşoğlu ve F. Gezen F, "2006 Yılı Perikranial Kaynaklı İntrakranial Enfeksiyon Olgularımız", *Türk Nöroşirürji Derneği XXI. Bilimsel Kongresi*, 167, Antalya, 2007.
27. **Karataş, A.**, D. Özçelik, H. Aytekin, M. Döşoğlu, C. Şenyuva ve F. Gezen, "Kafa Travmalarına Eşlik Eden Maksillofasial Kırıklar", *Türk Nöroşirürji Derneği XXII. Bilimsel Kongresi*, 166, Antalya, 2008.
28. **Karataş, A.**, M. Akgül, F. Akyüz, O. Akgül ve M. Döşoğlu, "Kafa Travması Sonrası Subdural Hematom ile Komplike Olan Araknoid Kist Olgusu", *Türk Nöroşirürji Derneği XXII. Bilimsel Kongresi*, 180, Antalya, 2008.
29. Akgül, M., M. Döşoğlu, **A. Karataş**, H. Aytekin ve Gezen F, "Estezionöroblastomun torokal omur metastazı: Olgu sunumu", *Türk Nöroşirürji Derneği 23. Bilimsel Kongresi*, 146-147, Kıbrıs, 2009.
30. **Karatas, A.**, F. Gokce, S. Demir ve S. Ankarali, "The Effect of Intra-arterial Papaverine on ECoG Activity in the Ketamine Anesthetized Rat", *Türk Nöroşirürji Derneği 23. Bilimsel Kongresi*, 188, Kıbrıs, 2009.
31. **Karataş, A.**, A. Koçer, F. Gezen, M. Eryılmaz ve M. Akgül, "Omuz Elevasyonunun Eşlik Ettiği Lateral Tortikollis ve Horner Sendromu: Olgu Sunumu", *Türk Nöroşirürji Derneği 23. Bilimsel Kongresi*, 204-205, Kıbrıs, 2009.
32. **Karataş, A.**, M. Akgül, F. Gezen ve M. Döşoğlu, "Ossifiye Kronik Subdural Hematom: Olgu Sunumu", *Türk Nöroşirürji Derneği 23. Bilimsel Kongresi*, 199, Kıbrıs, 2009.
33. Gezen, F., **A. Karataş**, H. Aytekin, O. Akgül, M. Döşoğlu ve M.İş, "Talamik Kanamalı Hastaların Analizi", *Türk Nöroşirürji Derneği 24. Bilimsel Kongresi*, 193-194, Antalya, 2010.
34. İş, M., M. Akgül, M. Döşoğlu, Ö. Aykanat, F. Kızılkaya, **A. Karataş** ve F. Gezen, "Anterior Servikal Yaklaşım Komplikasyonları", *Türk Nöroşirürji Derneği 24. Bilimsel Kongresi*, 194, Antalya, 2010.
35. Döşoğlu, M., M. İş, H. Aytekin, O. Akgül, F. Gezen ve **A. Karataş**, "Karpal Tünel Sendromlu Olgularımızın Analizi", *Türk Nöroşirürji Derneği 24. Bilimsel Kongresi*, 194, Antalya, 2010.
36. İş, M., M. Döşoğlu, H. Aytekin, O. Akgül, **A. Karataş** ve F. Gezen, "Cerrahi Olarak Tedavi Edilen Kronik Subdural Kanamalı 10 Olgunun Analizi", *Türk Nöroşirürji Derneği 24. Bilimsel Kongresi*, 194-195, Antalya, 2010.
37. **Karataş, A.**, F. Gezen, M. Akgül, O. Akgül, M. İş ve M. Döşoğlu, "Spontan Serebellar Hematomlu Olguların Klinik İzlem ve Sonuçlarımız", *Türk Nöroşirürji Derneği 24. Bilimsel Kongresi*, 206, Antalya, 2010.
38. İş, M., M. Akgül, M. Döşoğlu, **A. Karataş** ve F. Gezen, "Ardışık Kafa Travmalı 100 Olgunun Analizi", *Türk Nöroşirürji Derneği 24. Bilimsel Kongresi*, 211, Antalya, 2010.
39. Döşoğlu, M., F. Gezen, M. İş, **A. Karataş**, M. Akgül, H. Aytekin ve O. Akgül, "Batı Karadeniz Bölgesinde Bir Merkezin Meningiom Olgularının Dökümü", *Türk Nöroşirürji Derneği 24. Bilimsel Kongresi*, 232, Antalya, 2010.

40. Akgül, M., S. Karapolat, **A. Karataş** ve F. Gezen, "Lomber Vertebrada Ciddi Erozyona Neden Olan Abdominal Aort Anevrizmalı Bir Olgu Sunumu", *Türk Nöroşirürji Derneği 24. Bilimsel Kongresi*, 238, Antalya, 2010.
41. Arslan D., H. Yılmaz, A. Yurt, A.R. Ertürk, M. Atıcı, **A. Karataş**, "DSA Negatif Subaraknoid Kanamalı Hastalar", *Türk Nöroşirürji Derneği 25. Bilimsel Kongresi*, 65, Antalya, 2011.
42. Demirel A., D. Arslan, Ü. Zeydoğlu, A. Alacacioğlu, A. Yağcı, **A. Karataş**, "Büyük hücreli akciğer karsinomunun lomber intradural metastazı; olgu sunumu", *Türk Nöroşirürji Derneği 25. Bilimsel Kongresi*, 250, Antalya, 2011.
43. Demirel A., D. Arslan, G. Çoban, Y. Duransoy, Y. Çakır, **A. Karataş**, "Vertebral kompresyon fraktürlerinde kifoplasti ve vertebroplasti sonuçlarımız", *Türk Nöroşirürji Derneği 25. Bilimsel Kongresi*, 170, Antalya, 2011.
44. Arslan D., Ö. Aydın, Y. Duransoy, A. Demirel, A.R. Ertürk, **A. Karataş**, "Servikal disk hernilerinde posterior girişimin yeri", *Türk Nöroşirürji Derneği 25. Bilimsel Kongresi*, 168, Antalya, 2011.
45. Yurt A., **A. Karataş**, A.R. Ertürk, M. Seçer, G. Çoban, Ö. Aydın, "Lomber İntraspinal Extradural Kistik Kitleler(Diskal, Sinovyal, Ganglion kistleri)", *Türk Nöroşirürji Derneği 26. Bilimsel Kongresi*, 157, Antalya, 2012.
46. Yurt A., **A. Karataş**, D. Arslan, A.R. Ertürk, A. Demirel, H. Yılmaz, Ö. Aydın G. Çoban, H. Korkmaz, D.A. Etit, "Ratlarda Deneysel Subaraknoid Kanama Modelinde Tramadol'un Vazospazm Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi", *Türk Nöroşirürji Derneği 26. Bilimsel Kongresi*, 231, Antalya, 2012.
47. Yurt A., **A. Karataş**, A.R. Ertürk, D. Arslan, A. Demirel, G. Çoban, Ö. Aydın, Yüksek Derece Glial Tümörler: Glioblastomlar, *Türk Nöroşirürji Derneği 26. Bilimsel Kongresi*, 277, 2012.

Yazılan Ulusal Kitaplarda Bölümler

1. Çağlar, Ş., **A. Karataş**, İntramedüller Tümörlerin Cerrahi Tedavisi, *Spinal Tümörler*, Ed: Fahir Özer, 388-409, Logos Yayıncılık, İstanbul, 2001.
2. Çağlar, Ş., **A. Karataş**, Santral Sinir Sistemi Enfeksiyonları, *Medikal Tedavi*, Ed: İsfendiyar Candan, cilt 2, 1517-1522, Antıp Yayınları, Ankara, 2003.
3. Ünlü, A., **A. Karataş**, Doğumsal Skalp ve Kafatası Defektleri, *Temel Nöroşirürji*, Ed: Kaya Aksoy, Cilt 2, 1412-1415, Türk Nöroşirürji Derneği Yayınları, Ankara, 2005.
4. Kanpolat, Y., **A. Karataş**, Ağrı Sendromları. *Temel Nöroşirürji*, Ed: Kaya Aksoy, cilt 2, 1535-1547, Türk Nöroşirürji Derneği Yayınları, Ankara, 2005.
5. Erdem, A., **A. Karataş**, Epilepsi Cerrahisi. *Temel Nöroşirürji*, Ed: Kaya Aksoy, cilt 2, 1548-1556, Türk Nöroşirürji Derneği Yayınları, Ankara, 2005.

6. **Karataş, A.**, B. Kocaman, Kranial Travmada Beslenme Desteği, *Nöroşirürji ve Nöroloji Yoğun Bakımda Beslenme*, Ed: Hakan Sabuncuoğlu, Cenap Dener, Bölüm 4, 57-68, Özkan Matbaacılık, Ankara, 2009.
7. Döşoğlu, M., **A. Karataş**, İntrakranial Tümörlerde Acil Durumlar, *Acil Cerrahi Kaynak Kitabı*, Ed: Cemalettin Ertekin, 937-943, Nobel Tıp Kitapevleri, Ankara, 2009.
8. **Karataş, A.**, A. Ünlü, Doğumsal Saçlı Deri ve Kafatası Defektleri, *Temel Nöroşirürji*, Ed: Ender Kofralı, Mehmet Zileli, Cilt 2, 1865-1870, Türk Nöroşirürji Derneği Yayınları, Ankara, 2010.

Uluslararası Dergilerde Hakemlik

1. Hernesniemi, J. A., M. Niemelä, K. Ishii, **A. Karatas**, M. Lehecka ve L. Kivipelto, Commentary; Hamada, J., M. Morioka, S. Yano, T. Todaka, Y. Kai ve J. Kuratsu, "Clinical Features of Aneurysms of the Posterior Cerebral Artery: A 15-year Experience with 21 Cases", *Neurosurgery*, 56, 662-670 (2005).
2. Hernesniemi, J., M. Niemelä, R. Kivisaari, M. Porras, **A. Karatas** ve K. Ishii, Commentary; Raabe, A., J. Beck ve V. Seifert, "Technique and Image Quality of Intraoperative Indocyanine Green Angiography During Aneurysm Surgery Using Surgical Microscope Integrated Near-Infrared Video Technology", *Zentralbl Neurochir*, 66, 7-8 (2005).

VII- Bilimsel Etkinlikleri

Aldığı burslar

1. 2004 yılı TÜBİTAK Yurt Dışı Doktora Sonrası Araştırma Bursu (BAYG-C)
2. CIMO (Centre for International Mobility) Scholarship-Finland (2005)

Ödüller

1. İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Mezuniyet Derecesi (10. luk).
2. 1999 Yılı Türk Nöroşirürji Derneği Bilimsel Kongresi, Poster Bildirisi İkincilik Ödülü. "Anterior Communican Arter Anatomisi ve Varyasyonları".
3. 2009 Yılı Türk Nöroşirürji Derneği, Prof. Dr. Hamit Ziya Gökalp Genç Nöroşirürjiyen Teşvik İkincilik Ödülü. "The Effect of Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy on the Rat Spinal Cord", *Spinal Cord*, 46(9), 627-32, (2008).

Projeleri

1. Pathobiology of Saccular Cerebral Artery Aneurysm Rupture, Neurosurgery Research Group of Biomedicum Helsinki, TÜBİTAK Yurt Dışı Doktora Sonrası Araştırma Bursu (BAYG-C) Desteği ile, *Araştırmacı*, 2004.

2. ESWL (Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy) ‘ nin Sıçan Omuriliği Üzerine Etkisinin İncelenmesi, Türk Nöroşirürji Derneği Proje Desteği ile, *Proje Yöneticisi*, 2006.

Verdiği Konferans yada Seminerler

1. "History of Cerebrovascular Surgery", Intracranial Aneurysms, Hands-on Workshop for Neurosurgeons, Stockholm, 2005.
2. "Water Dissection Technique in Microsurgery", Minicourse on Cerebrovascular Microneurosurgery, Siena, 2005.
3. "Microsurgery of Anterior Circulation Aneurysms", Minicourse on Cerebrovascular Microneurosurgery, Siena, 2005.
4. "Kraniotomi Teknikleri (Pterional Kraniotomi)", Türk Nöroşirürji Derneği XXI. Bilimsel Kongresi, Antalya, 2007.
5. "Pineal Bölge Anatomisi", Türk Nöroşirürji Derneği Nöroonkolojik Cerrahi Öğretim ve Eğitim Grubu Sempozyumu, İstanbul, 2008.
6. "Beyin Sisternal ve Venöz Anatomisi (Posterior İnsisural Bölge)", Türk Nöroşirürji Derneği XXIII. Bilimsel Kongresi, Kıbrıs, 2009.
7. "Pineal Bölge Anatomisi ve Tümörlerine Yaklaşım", İzmir Nöroşirürji Günleri, İzmir, 2011.
8. "Sıvı Elektrolit Dengesi, Hiperosmolar Tedavi, Beslenme, Antiepileptik Tedavi, steroidler", TNDER Temel Nöroşirürji Öğretim ve Eğitim Kurulu Temel Nöroşirürji - III. Dönem 4. Kurs, Antalya 2012.
9. "Subdural Higromalar", TNDER Temel Nöroşirürji Öğretim ve Eğitim Kurulu Temel Nöroşirürji - III. Dönem 4. Kurs, Antalya, 2012.
10. "Kraniotomi ve Antiepileptik İlaçlar," TNDER Temel Nöroşirürji Öğretim ve Eğitim Kurulu Temel Nöroşirürji - III. Dönem 4. Kurs, Antalya 2012.

VIII- Diğer Bilgiler

Eğitim Programı Haricinde Aldığı Kurslar ve Katıldığı Eğitim Seminerleri

Uluslararası Mesleki Eğitim ve Kurslar

1. Functional Neurosurgery, Head Injury and Paediatric Neurosurgery, The European Association of Neurosurgical Societies Course, Prague, 2001.
2. Methodology of Research and Publication, The European Association of Neurosurgical Societies Research Committee Course, Antalya, 2001.
3. Spine and Peripheral Nerve, The European Association of Neurosurgical Societies Course, Rome, 2002.
4. Methodology of Research and Publication, The European Association of Neurosurgical Societies Research Committee Course, Antalya, 2002.
5. Vascular Neurosurgery, The European Association of Neurosurgical Societies Course, Amsterdam, 2003.
6. Brain Tumours and Paediatric Neurosurgery, The European Association of Neurosurgical Societies Course, Krakow, 2004.
7. Neurosurgical Approaches to Intracranial Aneurysms, A Hands-on Dissection Workshop for neurosurgeons, Stockholm, 2004.

8. 4th Central European Microvascular Neurosurgical Workshop, Ceske Budejovice, 2004.
9. Minicourse on Cerebrovascular Microneurosurgery, Siena, 2005.
10. Microsurgery Course, Laboratory of Microsurgery, Department of Neurosurgery, University Hospital, Zurich, 2005.
11. Intracranial Aneurysms, A Hands-on Workshop for Neurosurgeons, Stockholm, 2005.
12. The 5th Helsinki Live Demonstration Course in Operative Microneurosurgery, Helsinki, 2005.
13. The 6th Helsinki Live Demonstration Course in Operative Microneurosurgery, Helsinki, 2006.
14. AL. Rhoton Jr. M.D., Doğru, Güvenli, Etkin Nöroşirürji Diseksiyon Kursu, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi AD, Ankara, 2006.
15. The 7th Helsinki Live Demonstration Course in Operative Microneurosurgery, Helsinki, 2007.

Katıldığı Ulusal Mesleki Eğitim ve Kurslar

1. Stereotaktik Nöronavigasyon Kursu, Türk Nöroşirürji Derneği, Antalya, 2003. 2. Serebrovasküler Cerrahi Eğitim Kursu, Türk Nöroşirürji Derneği, Kuşadası, 2003.
3. Temporal Kemik Anatomisi ve Serebello-pontin Köşeye Cerrahi Yaklaşımlar, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri, Ankara, 2004.
4. Endoskopik Hipofiz Cerrahisi, III. Feyyaz Berkay Günleri, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalı, İstanbul, 2005.
5. 7.Spinal Cerrahi Uygulamalı Kursu, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalı, Çeşme, 2006.
6. Orbita, Anterior Fossa ve Sellar Bölgenin Mikrocerrahi Anatomisi, Türk Nöroşirürji Derneği Cerrahi Nöroanatomi Öğretim ve Eğitim Grubu, Ankara, 2007.
7. Pterional Yaklaşım, İnterhemisferik Yaklaşım, Posterior Fossa Yaklaşımları Kursu, XII. Ulusal Anatomi Kongresi, Mersin, 2008

Katıldığı Uluslararası Kongreler ve Sempozyumlar

1. IV th International Congress on Cerebral Venous System and Meningiomas Combined with Annual Meeting of Turkish Neurosurgical Society, İstanbul, 2002.
2. 3rd International Symposium on Microneurosurgical Anatomy, Antalya, 2006.
3. The 48th Annual Meeting of the Korean Neurosurgical Society Combined with the 1st Turkish-Korean Neurosurgeons' Friendship Joint Meeting, Seoul, 2008.

4. 5th International Symposium on Microneurosurgical Anatomy, İstanbul, 2010.

Katıldığı Ulusal Kongreler ve Sempozyumlar

1. Servikal Disk Hernileri, Türk Nöroşirürji Derneği Sonbahar Sempozyumu, Gaziantep, 2000.
2. Türk Nöroşirürji Derneği XIV. Bilimsel Kongresi, Antalya, 2000.
3. Supratentoryal Astrositom ve Oligodendrogliomlar, Türk Nöroşirürji Derneği Sonbahar Sempozyumu, Pamukkale, 2002.
4. VIII. Ege Onkoloji Günleri, Nöro-onkoloji Sempozyumu, İzmir, 2003.
5. Türk Nöroşirürji Derneği XVII. Bilimsel Kongresi, Antalya, 2003.
6. Manyetik Rezonans Derneği, Kraniospinal Manyetik Rezonans Sempozyumu, Ankara, 2003.
7. 4.Ulusal Epilepsi Kongresi, Ankara, 2004.
8. Anevrizma Cerrahisinde Ayrıntılar, Türk Nöroşirürji Derneği Nörovasküler Cerrahi Öğretim ve Eğitim Grubu Sempozyumu, İstanbul, 2006.
9. Türk Nöroşirürji Derneği XXI. Bilimsel Kongresi, Antalya, 2007.
10. Nöroonkolojik cerrahide yaklaşımlar, Türk Nöroşirürji Derneği Nöroonkolojik Cerrahi Öğretim ve Eğitim Grubu Sempozyumu, İstanbul, 2008.
11. Türk Nöroşirürji Derneği 23. Bilimsel Kongresi, Kıbrıs, 2009.
12. Türk Nöroşirürji Derneği Nöroonkolojik Cerrahi Öğretim ve Eğitim Grubu (TURNOG) Sonbahar Sempozyumu ve 3. Genç Nöroşirürjiyen Sempozyumu, İstanbul, 2010.
13. Türk Nöroşirürji Derneği 25. Bilimsel Kongresi, Antalya, 2011.
14. 3.Uludağ Nöroşirürji Kış Sempozyumu, Bursa, 2012.

Organizasyonunda Katkıda Bulunduğu Bilimsel Toplantılar

The 5th Helsinki Live Demonstration Course in Operative Microneurosurgery, Helsinki, 2005.