



T.C.

BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ ANJİYOĞRAFİ İLE YENİ
ZELANDA TAVŞANINDA INTRACRANIAL ARTERLERİN
TANIMLANMASI, ÜÇ BOYUTLU MODELLENMESİ VE
MORFOMETRİSİ**

Tuğba OKTAY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

VETERİNER ANATOMİ (ORTAK) ANABİLİM DALI

Danışman

Doç. Dr. Yasin DEMİRASLAN

BURDUR-2020

T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ ANJİYOĞRAFİ İLE YENİ
ZELANDA TAVŞANINDA INTRACRANIAL ARTERLERİN
TANIMLANMASI, ÜÇ BOYUTLU MODELLENMESİ VE
MORFOMETRİSİ**

Tuğba OKTAY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

VETERİNER ANATOMİ (ORTAK) ANABİLİM DALI

Danışman

Doç. Dr. Yasin DEMİRASLAN

Bu Araştırma Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinatörlüğü tarafından 0580-YL-19 proje numarası ile desteklenmiştir.

BURDUR-2020

TEŞEKKÜR

Öncelikle yüksek lisans eğitimim ve tez sürecim boyunca çok değerli bilgi birikimini paylaşarak her konuda yol gösteren, yardımcı olan, bir akademisyen olarak hep kendime örnek almış olduğum çok değerli danışman hocam Doç. Dr. Yasin DEMİRASLAN'a göstermiş olduğu destek ve ilgi için en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim süresince göstermiş oldukları ilgi ve desteklerden dolayı Burdur Mehmet Akif Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'nda Anabilim Dalı Başkanı olarak görev yapmakta olan sayın Prof. Dr. Özcan ÖZGEL hocam başta olmak üzere bölüm hocalarımızdan Doç. Dr. Emine KARAKURUM'a, Dr. Öğr. Üyesi İftar GÜRBÜZ'e, Dr. Öğr. Üyesi Ömer Gürkan DİLEK'e teşekkür ederim. Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca her konuda desteğini hep hissetmiş olduğum Dr. Öğr. Üyesi Halil YALÇIN'a teşekkür ederim. Çok değerli zamanlarını ayırarak bilgilerini paylaşan Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı hocalarından Doç. Dr. Mustafa Orhun DAYAN'a ve Arş. Gör. Sedat AYDOĞDU'ya teşekkürü borç bilirim. Tez bulgularının alınması konusunda zamanını ayırarak yardımlarını hiç esirgemeyen değer verdiğim yüksek lisans arkadaşım Mehmet Akif TOPÇUOĞLU'na çok teşekkür ederim.

Hayatımın her alanında, her daim yanımda olan ve tez sürecinde de yardımlarını hiç esirgemeyen varlığıyla hayatıma anlam katan kardeşim Ayşe OKTAY'a, hayatımda hep iyiki varlar dediğim annem Makbule OKTAY, babam Serdar OKTAY ve dedem Ahmet ALBUĞA'ya teşekkür ederim.

ETİK BEYAN

Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi ile Yeni Zelanda Tavşanında Intracranial Arterlerin Tanımlanması, Üç Boyutlu Modellenmesi ve Morfometrisi başlıklı tez çalışmamdaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Doç. Dr. Yasin DEMİRASLAN danışmanlığında Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna göre yazıldığını beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Tuğba OKTAY

Tarih: 23.06.2020

İmza:



İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK	i
KABUL ve ONAY	ii
TEŞEKKÜR	iii
ETİK BEYAN	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER	vi
TABLolar	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Bilgisayarlı Tomografi (BT)	2
2.2. Anjiyografi	4
2.3. Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi (BTA)	6
2.4. Yeni Zelanda Tavşanı	7
2.5. Deneysel Çalışmalar İçin Tavşan	7
2.6. Yeni Zelanda Tavşanında Intracranial Arterler	8
2.7. Üç Boyutlu Modelleme ve Damar Morfometrisi	8
3. GEREÇ ve YÖNTEM	10
3.1. Hayvan Materyali	10
3.2. BTA Uygulaması	10
3.3. İstatistiksel Analiz	12
4. BULGULAR	17
5. TARTIŞMA	33
6. SONUÇ	39
KAYNAKLAR	40
ÖZGEÇMİŞ	46

ŞEKİLLER

Şekil 3.1. Tavşanın kulak tüylerinin tıraş edilmesi	13
Şekil 3.2. V. auricularis marginalis dextra'ya intraket takılması	14
Şekil 3.3. BTA çekimi için prone pozisyonu	15
Şekil 3.4. BTA çekimi için baş pozisyonu	16
Şekil 4.1. Articulatio atlantooccipitalis seviyesinden transversal BTA görüntüsü	18
Şekil 4.2. Medulla oblongata'nın ortası seviyesinden transversal BTA görüntüsü	19
Şekil 4.3. Cavum tympani'nin ortası seviyesinden transversal BTA görüntüsü	20
Şekil 4.4. Cavum tympani'nin rostral'i seviyesinden transversal BTA görüntüsü	21
Şekil 4.5. Articulatio temporomandibularis'in caudal'i seviyesinden transversal BTA görüntüsü	22
Şekil 4.6. Articulatio temporomandibularis'in ortası seviyesinden transversal BTA görüntüsü	23
Şekil 4.7. Articulatio temporomandibularis'in rostral'i seviyesinden transversal BTA görüntüsü	24
Şekil 4.8. Arcus orbita'nın caudal kenarı seviyesinden transversal BTA görüntüsü	25
Şekil 4.9. Median hattın sagittal BTA görüntüsü	26
Şekil 4.10. 3B intracranial arter modelinin basal'dan görünüşü	27
Şekil 4.11. 3B intracranial arter modelinin dorsal'den görünüşü	27
Şekil 4.12. 3B intracranial arter modelinin sağ lateral'den görünüşü	28
Şekil 4.13. 3B intracranial arter modelinin sol lateral'den görünüşü	28
Şekil 4.14. 3B intracranial arter modelinin basal'dan görünüşü	29
Şekil 4.15. 2B ve 3B'de intracranial arterlerin sagittal görünüşü	30

TABLÖLAR

Tablo 4.1. Çalışmada elde edilen ölçülerin tanımlayıcı istatistiksel değerleri	31
Tablo 4.2. Cinsiyete göre korelasyon verileri	32



SİMGELER VE KISALTMALAR

2B	İki boyutlu
3B	Üç boyutlu
A	Arteria
BF	Transversal kesitte a. basilaris'in başlangıç seviyesindeki çapı
BM	Transversal kesitte a. basilaris'in orta seviyesindeki çapı
BT	Bilgisayarlı tomografi
BTA	Bilgisayarlı tomografi anjiyografi
Bte	Transversal kesitte arteria basilaris'in sonlandığı seviyedeki çapı
CA	Canlı ağırlık
CCD	Transversal kesitte arteria cerebri caudalis dextra'nın çapı
CCS	Transversal kesitte arteria cerebri caudalis sinistra'nın çapı
CDV	Transversal kesitte cavum cranii'nin en büyük dorsoventral çapı
CID	Transversal kesitte arteria carotis interna dextra'nın çapı
CIS	Transversal kesitte arteria carotis interna sinistra'nın çapı
CLL	Transversal kesitte cavum cranii'nin en büyük laterolateral çapı
CoCD	Transversal kesitte arteria communicans caudalis dextra'nın çapı
CoCS	Transversal kesitte arteria communicans caudalis sinistra'nın çapı
CoRD	Transversal kesitte arteria communicans rostralis dextra'nın çapı
CoRS	Transversal kesitte arteria communicans rostralis sinistra'nın çapı
CRD	Transversal kesitte arteria cerebri rostralis dextra'nın çapı
CRS	Transversal kesitte arteria cerebri rostralis sinistra'nın çapı
D	Dorsal
DSA	Dijital substraksiyon anjiyografi
gr	Gram
Kg	Kilogram
kVp	X ışını tüp gerilimi
MÖ	Milattan önce
mA	Miliamper
Mak	Maksimum
mAs	X ışını tüp akımı
mg	Miligram
Min	Minimum
ml	Mililitre
mm	Milimetre
MRI	Manyetik rezonans görüntüleme
N	Toplam veri sayısı
O	Ortalama
sn	Saniye
SS	Standart sapma
V	Vena
VD	Transversal kesitte arteria vertebralis dextra'nın çapı
VS	Transversal kesitte arteria vertebralis sinistra'nın çapı
yy	Yüzyıl

ÖZET

Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi ile Yeni Zelanda Tavşanında Intracranial Arterlerin Tanımlanması, Üç Boyutlu Modellenmesi ve Morfometrisi

Araştırmada bilgisayarlı tomografi anjiyografi ile Yeni Zelanda Tavşanı'nda intracranial arterlerin tanımlanması, üç boyutlu modellenmesi ve morfometrisi'nin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu araştırma Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje No: 0580-YL-19). Çalışmada her iki cinsiyetten (10 dişi, 10 erkek) toplamda 20 adet erişkin Yeni Zelanda Beyaz Tavşanı kullanıldı. Bilgisayarlı tomografi anjiyografi çekimlerinden önce genel anestezi prosedürü uygulandı. Çekim için tavşanlara prone pozisyonu verildi. Tavşanların vena auricularis marginalis'inden kontrast madde enjekte edilerek bilgisayarlı tomografi anjiyografi çekimleri gerçekleştirildi. Elde edilen bilgisayarlı tomografi anjiyografi görüntüleri kullanılarak MIMICS 13.0 programında belirlenen noktalardan morfometrik ölçümler yapıldı. Aynı program üzerinde iki boyutlu görüntülerden üç boyutlu intracranial arter modeli oluşturuldu. İstatistiksel olarak ölçümlerin cinsiyet ve taraf karşılaştırılmaları yapıldı. Çalışmada arteria basilaris'in bilateral arteria vertebralis tarafından medulla oblongata'nın basal'ı seviyesinde oluştuğu gözlemlendi. Çalışmada dişi ve erkek tavşanlarda sadece arteria cerebri caudalis dextra et sinistra'nın çap değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark belirlendi. Yön bakımından ise istatistiksel olarak anlamlı bir farka rastlanmadı. Sonuç olarak, çalışmamızda elde edilen bilgilerin ölüme yol açan hastalıklar arasında önemli bir payı olan serebrovasküler patolojilerle ilgili yapılacak çalışmalara, klinisyenlere ya da araştırmacılara katkı sağlayacağı kanaatindeyiz.

Anahtar Kelimeler: Anjiyografi, Arter Morfometrisi, Bilgisayarlı Tomografi, Damar Modelleme, Tavşan

ABSTRACT

Identification, Three Dimensional Modeling and Morphometry of Intracranial Arteries in New Zealand Rabbit by Computed Tomography Angiography

In the study, it is aimed to identify, three-dimensional modeling and morphometry of intracranial arteries in New Zealand Rabbit by computerized tomography angiography. This research is supported by Burdur Mehmet Akif Ersoy University Scientific Research Projects Coordinator (Project No: 0580 YL-19). A total of 20 adult New Zealand White Rabbits of both sexes (10 females, 10 males) were used in the study. General anesthesia procedure was performed before computed tomography angiography shots. Rabbits were given prone position for shooting. Computed tomography angiography shots were performed by injecting contrast material from the vena auricularis marginalis of the rabbits. Morphometric measurements were made from the points determined in the MIMICS 13.0 program using the computerized tomography angiography images obtained. A three-dimensional intracranial artery model was created from two-dimensional images on the same program. Statistically, comparisons of gender and side measurements were made. In the study, it was observed that arteria basilaris was formed by the bilateral arteria vertebralis at the basal level of the medulla oblongata. In the study, a statistically significant difference was determined in the diameter values of arteria cerebri caudalis dextra et sinistra only in male and female rabbits. In terms of side, there was no statistically significant difference. In conclusion, we believe that the information obtained in our study will contribute to the studies, clinicians or researchers about cerebrovascular pathologies, which have an important share among the diseases that cause death.

Keywords: Angiography, Arterial Morphometry, Computed Tomography, Rabbit, Vascular Modeling

1. GİRİŞ

Anatomi eğitimi temelde ders kitapları, dersler ve kadavra diseksiyonlarına dayandırılmaktadır. Ancak günümüzde anatomi eğitiminde sadece kadavra ve maketler üzerinde yapılan uygulamalar değil, canlı üzerinde çeşitli görüntüleme yöntemleri de kullanılabilir. Bu yöntemler hastalıkların tanı ve tedavisine de yardımcı olmaktadır. Görüntüleme yöntemleri içerisinde en sık tercih edilenlerden biri bilgisayarlı tomografi (BT)'dir. BT görüntülerinden birçok duyuya hitap eden üç boyutlu modellerin oluşturulabilmesi hastalıkların teşhis ve tedavi planında etkili bir yöntem sayılmaktadır ve sayısız avantajları vardır. Damar görüntülemek için ise tercih edilen yöntemlerden biri anjiyografidir. Anjiyografi, radyolojik görüntüleme tekniklerinden faydalanılarak damarların *demonstre* edilmesidir. Anjiyografi gerçekte radyolojik bir damar model sanatıdır. Bilgisayarlı tomografi anjiyografi (BTA) ise bu iki tekniğin birleştirilmesiyle oluşturulmuş bir görüntüleme tekniğidir. Ayrıca deney hayvanı olarak tercih edilen türlerin özellikle görüntüleme yöntemleri ve cerrahi bilimler ile ilgili metotlara uyumlu anatomik modelleri artık bir ihtiyaç haline gelmiştir. Bu açıdan değerlendirildiğinde deney hayvanı olsun ya da olmasın radyoloji biliminin hayvan anatomisi ile kompozisyonu konu ile ilgili bilimsel araştırmalarda doğruluk payını artıracaktır. Özellikle bu metot sonucu elde edilecek üç boyutlu modeller hem damar varyasyonunu anlamaya hem de en temel hatlarıyla standardize etmeye fayda sağlayacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

Tomografi kelimesi Yunanca'da kesmek anlamında kullanılan “*tomos*” ve görüntü anlamına kullanılan “*grama*” kelimelerinin birleşimiyle ortaya çıkmıştır (Capello ve Cauduro, 2008). Bir X ışını yöntemi olan (Özkan, 2011) BT, bilgisayar destekli tomografik görüntü elde edilen ilk medikal tekniktir (Ohlerth ve Scharf, 2007).

BT'nin çalışma prensibi, röntgen den farklı olarak (Birgin, 2007) canlıya yansıtılan X ışınlarının dokulara tutunmayan kısımlarının dedektör yardımıyla bilgisayar sistemine aktarılması esasına dayanır (Dayan, 2009). BT'de bilgisayar sisteminde sayısal değerler elde edilir. Bu değerler, karşılığı olan gri tonlarla boyanarak kesit görüntülere ve üç boyutlu modellere dönüşür (Prince ve Links, 2006).

Bir projeksiyon verisinden görüntü elde edilmesi fikri ilk olarak Avustralyalı bir matematikçi olan Johann Radon tarafından dile getirildi (Hounsfield, 1973). BT' de bu fikir ışığında 1963 yılında Amerikalı fizikçi Allan MacLeod Cormack tarafından teorize edilmiştir. Bir İngiliz elektrik mühendisi olan Godfrey Newhold Hounsfield 1971 yılında beyin görüntülemeyi mümkün hale getiren ilk BT aygıtını kullanıma sunmuştur. Sonrasında Cormack'ın çalışmaları ise BT ile görüntü rekonstrüksiyonu yapılabilmesine katkıda bulunmuştur. 1979 yılında Hounsfield ve Cormack, BT'nin gelişimine büyük katkıları nedeniyle Nobel ödülüne layık görülmüşlerdir (Kalender, 2006; Oyar ve ark., 2003). 1970'li yılların başlarından itibaren Avrupa'da kullanılmaya başlanmış (Özkan, 2011) olan BT Türkiye'de ise ilk olarak 1976 yılında Hacettepe üniversitesinde kullanılmıştır (Alkan, 1999). 1970'li yılların başında sadece beyin görüntüleme için kullanılan BT aygıtları, teknolojinin gelişimine paralel olarak ilerleyen yıllarda hızlı bir gelişim sürecine girmiştir (Oyar ve ark., 2003).

Modern tıp alanlarında bilgisayar bilimlerinin görüntüleme alanındaki kabiliyetlerinden oldukça fazla yararlanır. Görüntüleme yöntemlerindeki ilerlemeler tıp alanında tanı ve terapide sayısız imkan sağlar. Özellikle organizmaya müdahalesiz dıştan gözlemleyebilme olanağı, canlı organizmanın (morfolojik, işlevsel ve moleküler yapısının) daha iyi anlaşılmasına, uygulanacak tedavinin ve izlenecek yolun daha iyi tasarlanabilmesine yardımcı olmuştur (Başarıcı, 2013).

Günümüzde hastalıkların tanısında diğer yöntemlere göre en sık tercih edilen radyolojik görüntüleme tekniklerinden olan (Yılmaz, 2017) BT'nin birçok avantajı vardır. Başlangıçta BT'de bir kesitin çekim ve oluşumu için 20-25 dakika gerekli iken, günümüzde çok kesitli (256-512) BT cihazları sayesinde tüm vücut saniyeler içerisinde görüntülenmektedir (Oyar ve ark., 2003). BT'de görüntüler kesitler halinde oluştuğu için, radyogramdaki superpozisyonlar ortadan kalkar. Bu nedenle BT görüntüleri radyografiden çok daha ayrıntılı olur (Özkan, 2011). Görüntülerin ince kesitlerde saniyeler kadar kısa zaman içinde alınması, alınan bu görüntülerden geliştirilen çeşitli yazılımlar yardımıyla iki ve üç boyutlu görüntüler oluşturulması BT'nin diğer avantajlarından (Yılmaz, 2017). BT'nin boşluklu yapılarda kullanılması ve kesitsel görüntülerde yüksek derecede detay vermesi ise en büyük avantajıdır (Alkan, 1999). Ayrıca kontrast solüsyon verip dinamik incelemelere olanak sağlaması özellikle iç organların hastalıklarında ayırıcı tanıda BT'nin kullanım alanını artırmıştır. BT girişimsel radyolojide (özellikle *thorax* biyopsilerinde) doz azaltım yöntemi kullanılarak biyopsi uygulamasına da rehberlik eder. Bütün bu avantajlarının yanında BT'nin yüksek radyasyon dozu ise bir dezavantaj şeklinde görülür (Yılmaz, 2017).

BT, veteriner hekimliği alanında nörolojik, onkolojik ve ortopedik bozuklukların belirlenmesi amacıyla küçük hayvan kliniğinde kullanılır. Veteriner hekimlikte BT, ilk olarak 1980-1981 yıllarında köpeklerde görülen *neoplasma* vakalarının teşhisinde kullanılmış olup günümüzde ise karaciğer, dalak, pankreas, böbreküstü bezi ve üriner sistem hastalıklarının tanısında kullanılan rutin bir tetkik haline gelmiştir (Ohlerth ve Scharf, 2007). Tavşanlarda ise daha sık olarak kanser (Liang ve ark., 2009), emboli (Kim ve ark., 2009), iskelet anomalileri (Winkelmann

ve Wise, 2009) ve doku reaksiyonlarının (Shinbo ve ark., 2009) tanısı için deneysel çalışmalarda kullanılır (Dayan, 2009).

2.2. Anjiyografi

Anjiyografi, özellikle atardamar, toplardamar ve kalp boşluklarını görüntüleyen medikal görüntüleme tekniğidir. Bu yöntem genellikle radyo-opak bir ajanın damar yoluna verilip X-ray ışınları ile *floroskopi* metodu sayesinde görüntü oluşturulmasına dayanır (Timothy ve Johnson, 1986).

Günümüzde anjiyografik görüntüleme için doppler ultrasonografi (Doppler US), dijital substraksiyon, manyetik rezonans görüntüleme ve bilgisayarlı tomografi gibi görüntüleme yöntemleri de kullanılır (Karaca, 2015).

1895'te, Röntgen'in X ışınlarını keşfetmesi, Walter B. Cannon'un opak kitlenin mide içindeki hareketini incelemesi, *bizmut subnitrat*'ın karıştırılmasıyla birlikte kedilerde peristaltik aktivite yapısının ve alanının *floroskopik* ekranda görülmesi anjiyografinin başlangıcını oluşturur. Andre Cournand ve arkadaşları 11 Aralık 1956 da Nobel konferansında insanda kardiyak fonksiyonu anlamada yeni bir alana yönelimden bahsetmiştir. Cournand'a göre kardiyak kateterizasyon Claude Bernard tarafından 1844'te uygulanmış ve isimlendirilmiştir. Bir at üzerinde yapılan çalışmada kateterizasyon *v. jugularis* ve *a. carotis*'ten tersi yönde girilerek sağ ve sol kalp *ventriculus*'una uygulanmıştır (Wake ve ark., 2011). 1928'de Werner Forssmann, bir kadavra üzerinde çalışarak, 65 cm'lik bir kateteri kendi *v. cubitalis anterior*'u içine yerleştirip *atrium dextrum*'una ulaştığını hissedene kadar ilerletmiştir. Kolundan sarkan kateter ile hastanenin bodrum katındaki radyografi odasına doğru yürümüştür. Forssmann, burada elde edilen röntgenogramda kateterin gerçekten *atrium dextrum*'a ulaştığını gözlemlemiştir (Shapiro ve ark., 1997). 1930'da Klein, Fick prensibini kullanarak *ventriculus dexter*'e geçiş ve kardiyak çıkış ölçümü de dahil olmak üzere 11 sağ kalp kateterizasyonunu rapor etmiştir. 1932'de Padillo ve arkadaşları sağ kalp kateterizasyonu ve kardiyak çıkış ölçümü içeren iki çalışma raporlandırmıştır (Wake ve ark., 2011). 1947'de Dexter, konjenital kalp hastalığı üzerine çalışmalarını bildirmiştir. Bu çalışmalarda *a. pulmonalis* kama

pozisyonundayken “pulmoner kapillerde kanın oksijen doygunluğu ve kaynağı”nı tanımlamıştır (Dexter ve ark., 1947).

İnsan kan damarlarının görselleştirilmesinin tarihi, Ocak 1896’da Haschek ve Lindenthal’ın Teichmann’ın kalsiyum karbonattan oluşan karışımını ampute edilmiş bir elin kan damarlarına enjekte etmesi ile Röntgen’in keşfinden bir ay sonraki süreçte gerçekleşmiştir. Bu süreçte kan damarlarının anatomisi öğrenilirken, X-ışını yeni bir yöntem ortaya çıkardı. Bu yöntemde (anjyografi) kadavranın arter ve venalarının X-ışınıyla görülebilmesi için damar içi opak bir madde enjekte edilmesi esastır. Böylelikle opak maddenin dağılımı diseksiyondan daha doğru bir şekilde takip edilebilmektedir (Wake ve ark., 2011). 1898 yılında Walsh ise “Medikal Araştırmalarda Röntgen Işınları” isimli kitabını yayımladı. Bu yayımda bir dizi kardiyak ve aortik vakayı tanımlayan ve kalbin konumu ile boyutunu açıkça gösteren radyografik bir göğüs filmini yeniden oluşturulduğu ifade edilmektedir (Wake ve ark., 2011). 1910’da Franck ve Alwens, bizmut ve petrolün bir süspansiyonunu köpeklerin ve tavşanların büyük venalarına doğrudan vererek damlacıkların kalpten akciğerlere geçişini gözlemlemiştir. 1920 de Orrin tarafından İngiltere’de vücudun sistemik arterlerinin olduğu radyografik bir atlas yayınlamıştır (Vücudun sistemik arterlerinin X-ray atlası. London: Balliere, Tindall, ve Cox, 1920). 1922’de Sicard ve Forestier, erken dönem yağ bazlı bir kontrast madde olan *lipiodol*’ü kullanarak bronş dallarını ve ardından *columna vertebralis* içinde *cavum subarachnoideale*’de ilerleyişini incelemişlerdir. Ayrıca 1923’te bir köpeğin *v. femoralis*’i içine 5 ml *lipiodol*’ün *fluoroskopi* yardımıyla enjekte edilmesiyle damlacıkların *v. iliaca*’dan kalbe doğru hızla ilerleyişi gözlemlenmiştir. 1923’te Berberich ve Hirsch %20’lik *strontium bromid* kullanarak üst ekstremité venalarının görüntüsünü elde etmiştir. 1924’te Brooks sodyum iyodun *intraarteriyel* enjeksiyonu yoluyla insanlarda alt ekstremité damarları göstermeyi başarmıştır. 1928’de Moniz ve arkadaşları *serebral* lezyonların çalışılmasında *carotis* anjyografi uygulamasının kullanılabilirliğini ortaya koymuştur (Wake ve ark., 2011).

1950 ve 1960’larda kardiyak kateterizasyon ve anjyografi ile ilgili gelişmeler hızlanmıştır. 1950’de *retrograd* (ters yönde) sol kalp kateterizasyonu ilk olarak Zimmerman ve arkadaşları (1950) ile Limon-Lason ve Bouchard tarafından

bildirilmiştir (Wake ve ark., 2011). 1953'te Seldinger tarafından perkutan tekniği geliştirilmiş ve kısa süre sonra hem sol hem de sağ kalp *ventriculus*'larına kardiyak kateterizasyon uygulanmıştır (Seldinger, 1953). 1959'da Ross ve Cope tarafından ilk kez *transseptal* kateterizasyon geliştirilmiş ve hızla standart bir teknik olarak kabul edilmiştir (Cope,1959; Ross, 1959). Yine 1959'da selektif koroner anjiyografi Sones ve arkadaşları tarafından çalışılmıştır. Sones, kendi adı ile anılan özel bir kateteri ile *a. brachialis* punksiyonla sağ ve sol koroner arterleri görüntülemiştir. Bu tekniğe 'Sones tekniği' denilmektedir (Apaydın, 2014). 1962'de Ricketts ve Abrams (Ricketts ve Abrams, 1962), 1967'de Judkins perkütan yaklaşımı modifiye etmiştir. Yine 1967'de Judkins tarafından sol ve sağ koroner arterleri için önceden geliştirilmiş kateterlerin (Judkins kateterleri) *a. femoralis* yolu ile kullanılmaya başlanması, yeni bir tekniğin koroner anjiyografi alanına girmesini sağlamıştır (Judkins, 1967). 1979'da Grüntzig ve arkadaşları, *perkütan translüminal* koroner anjiyoplasti olarak bilinen ve günümüzde de kullanılan balon anjiyoplasti tekniğini tanımlamıştır (Grüntzig ve ark., 1979).

2.3. Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi (BTA)

Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi (BTA), *intravenöz* olarak kontrast madde enjeksiyonu yapılarak damarlardaki kan akımını gösteren özel BT tekniğidir (Özkan, 2011). BTA uygulaması sırasında, hasta BT masasına uygun pozisyonda yatırılır. Uygun bir toplardamara ince bir kateter yerleştirilir. BTA çekimi sırasında inceleme yapılacak bölgenin topogramı (*skenogram*) alınarak sınırları belirlenir. Sonraki aşamada, test enjeksiyonu veya bolus izleme yöntemi ile maksimum kontrastlama zamanı belirlenir. Süreye uygun gecikme zamanı (kontrast maddenin çekim yapılacak bölgeye kadar gitme zamanı) kadar süre eklenir. Yerleştirilen *intravenöz* kateterden kontrast madde enjekte edilerek uygun gecikme zamanı sonrasında BT anjiyografik görüntüler alınır (Karabulut, 2008).

2.4. Yeni Zelanda Tavşanı

Deneysel çalışmalarda çoğunlukla tercih edilen Yeni Zelanda Beyaz Tavşanı (*Oryctolagus cuniculus L.*), *Chordata*'ların *Craniata* grubu, *Mammalian* sınıfı, *Lagomorpha* takımı, *Laporidae* familyasına ait bir hayvandır (Demirsoy, 1992).

Tavşanın geçmişiyle ilgili ulaşılan ilk kayıtlar 13.yy'da İngiltere'ye dayandığı şeklindedir. Tavşan ilk olarak Romalılar tarafından MÖ 1.yy'da yetiştirilmiş ancak ilk evcilleştirme denemeleri Fransa'da 6-10. yy'lar arasında yapılmıştır. 17.yy ortalarında ise yetiştiricilik pratiklik kazanmıştır. Tavşanların bilimsel çalışmalarda kullanılmasına 1672-1797 yıllarına ait kaynaklarda rastlanmaktadır (Poyraz, 2000).

Tavşan etinden, kürkünden, yününden faydalanılmak amaçlı pet hayvanı olarak yetiştirilir. Ayrıca tavşan deneysel çalışmalarda kullanılmak amacıyla da yetiştirilir. Tavşan, ırkı sayısı bakımından geniş bir yelpazeye sahiptir. Buna rağmen deneysel çalışmalarda genellikle büyük cüsseli olarak bilinen Yeni Zelanda Beyaz Tavşanı kullanılır (Tekin, 1998).

2.5. Deneysel Çalışmalar İçin Tavşan

Laboratuvar hayvanları üzerinde çeşitli alanlarda çalışma yapılmasına doku ve organlardaki fizyolojik ve patolojik mekanizmaların anlaşılması, sistemler arasındaki ilişkinin öğrenilmesi, hastalıklar için yeni tanı metotlarının geliştirilmesi ve hastalıkların tedavisinde yeni bilgilerin elde edilmesi ve bilimsel araştırmalara katkı sağlamak amaçlarıyla gereksinim vardır (Kaya ve Çevik, 2011).

İnsanlarda görülen olgulardaki anlaşılabilirliği artırma ve öngörü sağlamak deneysel hayvan modeli oluşturmanın temel amacıdır (Geyer ve Markou, 2000). Hayvan modelleri bazı araştırma alanlarında insan deneylerinin pratik ve etik nedenlerle yapılamadığı durumlarda, tıp ve diş hekimliği bilimlerinin çeşitli dallarında deneysel çalışmalar için kullanılır. Dünyanın çeşitli yerlerinde bulunan tavşanlar ise saldırgan olmaması, büyük hayvanlara göre bakım beslemesinin ekonomik olması, kısa hayat sürelerinin (gebelik, puberta vs.) olması, yerel etik kurulu prosedürünün sürdürülebilir olması, deney öncesi ve sonrası sürecin

kolay takip edilebilir olması gibi nedenlerden dolayı bilimsel araştırmalarda sıklıca tercih edilen hayvan modelidir (Mapara ve ark., 2012).

2.6. Yeni Zelanda Tavşanında Intracranial Arterler

Tavşanlarda *intracranial* arterler, *a. vertebralis* ve *a. carotis interna*'dan köken alır. *A. carotis interna*, *foramen caroticum*'dan *cavum cranii*'ye girer. Bu damar hipofize ulaştıktan sonra *rostral* ve *caudal* olarak iki terminal dala ayrılır. *Rostral* dal; *a. cerebri media*, *a. cerebri rostralis*, *a. ophtalmica interna*, *a. choroidealıs rostralis* adında dallar verir. *Caudal* dal ise *a. communicans caudalis* adıyla *a. basilaris*'in terminal dallarıyla anastomoz yaparak sonlanır. Bu birleşme noktasından *a. cerebri caudalis* köken alır. *A. vertebralis* ise *foramen magnum*'dan *cavum cranii*'ye *bilateral* olarak girer. İki *a. vertebralis*, *medulla oblangata*'nın *ventral*'inden birleşerek *a. basilaris*'i oluşturur. *A. basilaris rostral* yönde ilerleyerek pons'u katettikten sonra iki terminal dala ayrılarak sonlanır. *A. basilaris* seyri sırasında *a. cerebellaris caudalis* ve *a. trigeminalıs*'i verir (Mazensky ve ark., 2012; Souza ve Campos, 2013).

2.7. Üç Boyutlu Modelleme ve Damar Morfometrisi

Çeşitli teknolojik gelişmeler ışığında anatomik çalışmalarda sıklıkla tercih edilen diseksiyonun yerini bilgisayar teknolojisinden yararlanılarak değişik şekillerde elde edilen üç boyutlu rekonstrüksiyon çalışmaları almaya başlamıştır. Rönesans döneminden başlayarak anatomik çalışmalarda sıklıkla tercih edilen bir yöntem olan diseksiyon yöntemi dokuların üç boyutlu incelenmesini sağlasa da (Pereira ve ark., 2003) bu yöntem diseke edilecek canlının ölmesini (Balcombe, 2000) gerektirir. Ayrıca dokuların saklandığı solüsyonların sağlığa zararlı hatta toksik etkiye sahip olması (Nacher ve ark., 2007), küçük yapıların incelenmesine olanak sağlamaması (Nicholson, 2006), yapıların morfometrik ölçümlerinin yapılabilmesinin çok güç olması gibi olumsuzlukları da vardır. Canlılara özellikle de hayvanlara zararın ve kötü etkilerin önlenmesini sağladığı için aynı zamanda öğrenmeyi zevkli bir şekle dönüştürmesi (Balcombe, 2001) sebebiyle üç boyutlu modellemelere yönelim olmuş ve veteriner anatomi çalışmalarında kullanımı yaygınlaşmıştır (Özkadif, 2015).

Anatomi, organizmanın normal yapısını, şeklini, bu yapıyı oluşturan organları ve organların birbiriyle olan ilişkilerini inceleyen görsel bir bilim dalıdır. Anatomi eğitiminin temeli ders kitapları, dersler ve kadavra diseksiyonlarına dayanmaktadır. Ancak günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte anatomi eğitiminde sadece kadavra ve maketler üzerinde yapılan uygulamalar değil, klinikte de sıklıkla karşımıza çıkan canlı üzerinde çeşitli görüntüleme yöntemleri kullanılır duruma gelmiştir. Bu anlamda anatominin görsel bir bilim dalı olması sebebiyle radyolojik görüntüleme tekniklerinin önemi giderek artmaktadır. Literatürde (Gülekon, 2017) anatomi dersi içerisinde radyolojik ve klinik anatomik bilgilere yer verilmesinin öğrencinin anatomi dersini daha iyi öğrenmesi ve anlamasını sağlayacağı belirtilmektedir. Bu açıdan, planlanan çalışmada Yeni Zelanda Tavşanı'nda *intracranial* arterlerin tanımlanması, üç boyutlu modellenmesi ve damarlardan morfometrik ölçüler alınması amaçlandı. Bu sayede deneysel çalışmalarda sıklıkla kullanılan Yeni Zelanda Tavşanı'nda *intracranial* arter modeli oluşturulup, damar şekilleri görselleştirilerek gerek deneysel çalışmalarda gerekse doğrudan karşılaştırmalı anatomik çalışmalarda kullanılacak ön bilgilere katkı sağlamak hedeflendi.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Hayvan Materyali

Çalışma için Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Hayvan Denepleri Yerel Etik Kurulu'ndan onay alındı (2019/489). Çalışmada 10 adet dişi ve 10 adet erkek olmak üzere toplamda 20 adet erişkin Yeni Zelanda Tavşanı kullanıldı. Tavşanların canlı ağırlık ortalama ve standart sapma değeri sırayla dişilerde 2,57 ve 0,22 kg, erkeklerde ise 2,67 ve 0,30 kg olarak tespit edildi. Dişi ve erkek tavşanların canlı ağırlıkları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmedi ($P>0,05$).

3.2. BTA Uygulaması

BTA çekimleri Özel MEDDEM Hastanesi (Isparta) Radyoloji Ünitesi'nde gerçekleştirildi. Tavşanlara *intravenöz* yolla kontrast madde uygulayabilmek için *v. auricularis marginalis* tercih edildi. Tavşanların sakin kalmasını sağlamak amacıyla intramuskuler olarak %2 *ksilazin hidroklorid* (5mg/kg, XylazynBio-SIGMA) uygulandı. Sedasyonu takiben *intravenöz* girişim için kateter (intraket) takılmasını kolaylaştırmak amacıyla tavşanların kulak tüyleri tıraş edildi (Şekil 3.1). Tavşanların sağ ve sol *v. auricularis marginalis*'lerine 22 gauge, çapı 0,80 mm ve kanül uzunluğu 25 mm olan kateter yerleştirilerek bantla sabitlendi (Şekil 3.2). BTA uygulaması öncesi damar yolu açıklığı kateterden 1-2 cc %0,9'luk izotonik *sodyum klorür* solüsyonu verilerek kontrol edildi. Tavşanların BTA uygulaması sırasında hareketsiz kalması için çekimlerden beş dakika önce %10 *ketamin hidroklorid* (40 mg/kg, Keta-Control-SIGMA) ile genel anestezi işlemi uygulandı. Tavşanlara BTA çekimi için ön ve arka bacakları geride olacak şekilde *prone* pozisyonu verildi (Şekil 3.3,4). BTA uygulaması yapılacak alanın topogramı (skenogram) belirlendi. Bilgisayardaki görüntüde tavşanın kalbi belirlenerek üzerine algılayıcı bir 'roi/imleç' yerleştirildi. *V. auricularis marginalis*'ten otomatik enjektör yardımıyla verilen kontrastın tavşanın kalbine ulaştığı andan beyine ulaşana kadar geçen zaman (4,5 saniye) olan "gecikme zamanı" belirlendi. Roi kontrast maddeyi kalpte algıladıktan 4,5 saniye sonra 1,5 ml/sn hızla toplamda 15 cc olacak (tüm tavşanlara aynı dozda uygulandı) şekilde kontrast madde (370mg/ml iyoda eşdeğer 755,2 mg/ml

iyopamidol-Pamiray) verildi. Arkasından toplamda 20 cc olacak şekilde %0,9 izotonik sodyum klorür solüsyonu verilerek BTA çekimleri gerçekleştirildi. BTA uygulaması 64 dedektörlü çok kesitli tomografi cihazı (TOSHIBA, Aquilion, 64 Slices) kullanılarak yapıldı. Uygulamada 0,6 mm kesit kalınlığında görüntüler elde edildi. Elde edilen görüntüler iş istasyonuna sonra da CD'ye aktarıldı. CD'lerdeki görüntüler MIMICS 13.0 (Materialise's Interactive Medical Image Control System-İnteraktif Tıbbi Görüntü Kontrol Sistemi) programı kullanılarak işlendi. Görüntüler programa aktarıldıktan sonra anatomik yapıların tarifini kolaylaştırmak için hayvanın yön bilgileri (*top, bottom, anterior, posterior, left, right*) programa girildi. MIMICS 13.0 programında elde edilen iki boyutlu görüntülerden *intracranial* arterlerin ve *cavum cranii*'nin çap ölçümleri “*measurements*” komutu seçilerek yapıldı. Aynı program üzerinde iki boyutlu BTA görüntülerinden üç boyutlu *intracranial* damar modeli oluşturuldu. MIMICS 13.0 programı üzerinde üç boyutlu damar modeli oluşturulurken modellemesi yapılmak istenilen bölgeyi ön plana çıkarmak için “*thresholding*” komutu seçildi. İki boyutlu BTA görüntülerinde modellemek istenilen damar/damarlar kesitlerde (*transversal, sagittal, frontal*) takip edildi. Modeli oluşturulmak istenilen damarlar dışında kalan tüm yapılar program üzerinde “*edit mask*” komutu seçildikten sonra silindi. Bu işlemden sonra ise “*calculate 3D*” komutu ile üç boyutlu damar modeli oluşturuldu.

Morfometrik Ölçümler

VD: *Transversal* kesitte *a. vertebralis dextra*'nın çapı

VS: *Transversal* kesitte *a. vertebralis sinistra*'nın çapı

BF: *Transversal* kesitte *a. basilaris*'in başlangıç seviyesindeki çapı

BM: *Transversal* kesitte *a. basilaris*'in orta seviyesindeki çapı

Bte: *Transversal* kesitte *a. basilaris*'in sonlandığı seviyedeki çapı

CCD: *Transversal* kesitte *a. cerebri caudalis dextra*'nın çapı

CCS: *Transversal* kesitte *a. cerebri caudalis sinistra*'nın çapı

CID: *Transversal* kesitte *a. carotis interna dextra*'nın çapı

CIS: *Transversal kesitte a. carotis interna sinistra*'nın çapı

CoCD: *Transversal kesitte a. communicans caudalis dextra*'nın çapı

CoCS: *Transversal kesitte a. communicans caudalis sinistra*'nın çapı

CoRD: *Transversal kesitte a. communicans rostralis dextra*'nın çapı

CoRS: *Transversal kesitte a. communicans rostralis sinistra*'nın çapı

CRD: *Transversal kesitte a. cerebri rostralis dextra*'nın çapı

CRS: *Transversal kesitte a. cerebri rostralis sinistra*'nın çapı

CDV: *Transversal kesitte cavum cranii*'nin en büyük *dorsoventral* çapı

CLL: *Transversal kesitte cavum cranii*'nin en büyük *laterolateral* çapı

Çalışmada anatomik terimler için *Nomina Anatomica Veterinaria* (2017) referans alındı.

3.3. İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen morfometrik değerlerin ortalama, standart sapma verileri ile cinsiyet faktörünün istatistiksel etkisi Minitab 16.0 programında '2 Simple t testi' ile belirlendi.



Şekil 3.1. Tavşanın kulak tüylerinin tıraş edilmesi



Şekil 3.2. *V. auricularis marginalis dextra*'ya intraket takılması



Şekil 3.3. BTA çekimi için *prone* pozisyonu



Şekil 3.4. BTA çekimi için baş pozisyonu

4. BULGULAR

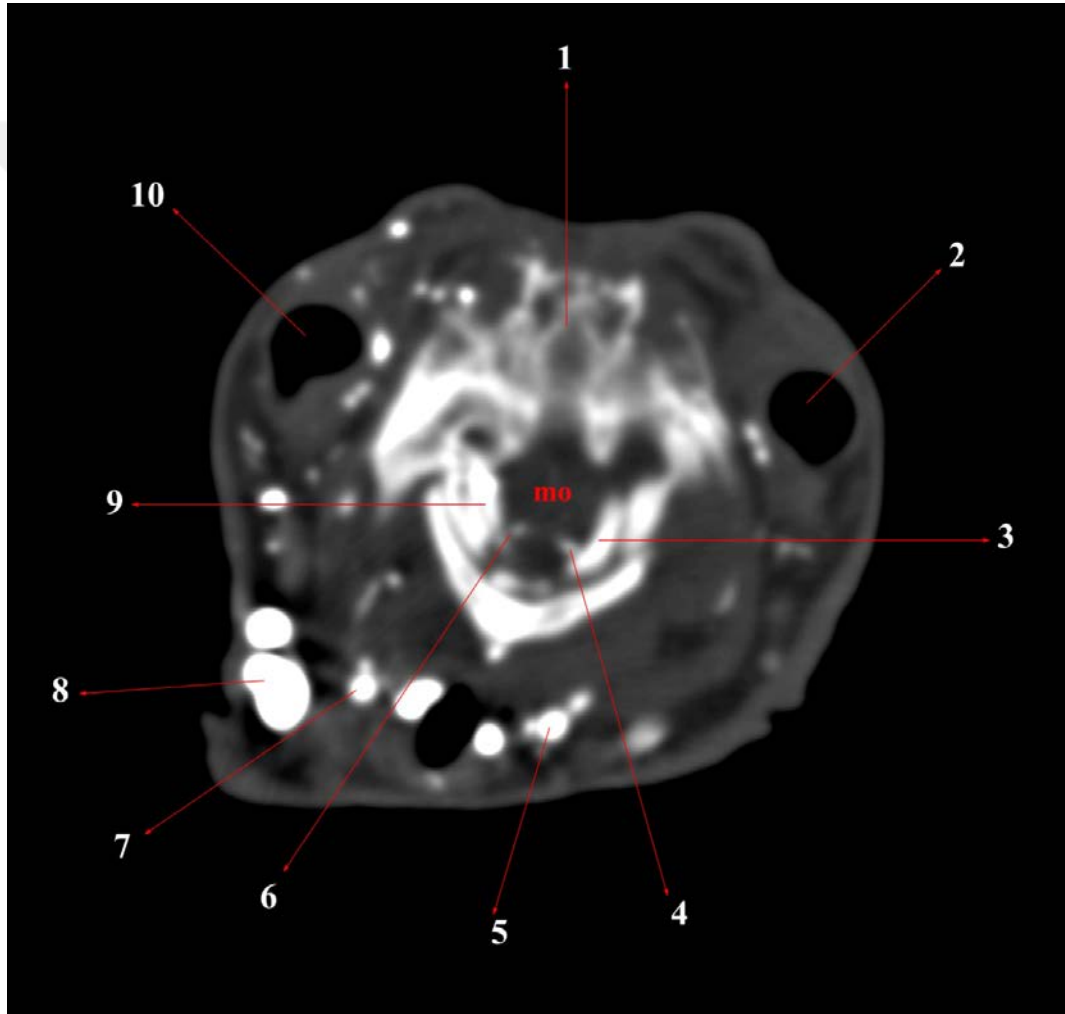
Çalışmada BTA uygulaması sonucu elde edilen iki boyutlu görüntüler Şekil 4.1-9'da gösterildi.

Çalışmada *a. basilaris*'in, *bilateral a. vertebralis* tarafından *medulla oblangata*'nın *basal*'ı seviyesinde oluştuğu gözlemlendi. Bu damarın *fissura mediana ventralis* boyunca ilerleyerek *pons*'u katettikten sonra sağ ve sol olmak üzere iki *terminal* dala ayrıldığı belirlendi. Bu iki dala hipofizin *caudal*'inde *a. carotis interna*'nın *caudal* kolunun katıldığı saptandı. Bu birleşimin *caudal*'inden *a. cerebri caudalis*'in ayrıldığı tespit edildi. Hipofizin *cranial* ucunda ise *a. carotis interna*'nın *rostral* kolunun *a. communicans rostralis*'e katıldığı gözlemlendi. Bu birleşimin *rostral*'inde ise *a. cerebri rostralis* ayırt edildi. Çalışmada iki boyutlu görüntüler kullanılarak *intracranial* arterler üç boyutlu modellendi. Bu modellere ait görüntüler Şekil 4.10-15'de gösterildi. Modelde yer alan damarlar *caudorostral* yönde *a. vertebralis*, *a. basilaris*, *a. cerebri caudalis*, *a. communicans caudalis*, *a. carotis interna*, *a. communicans rostralis* ve *a. cerebri rostralis* olarak belirlendi.

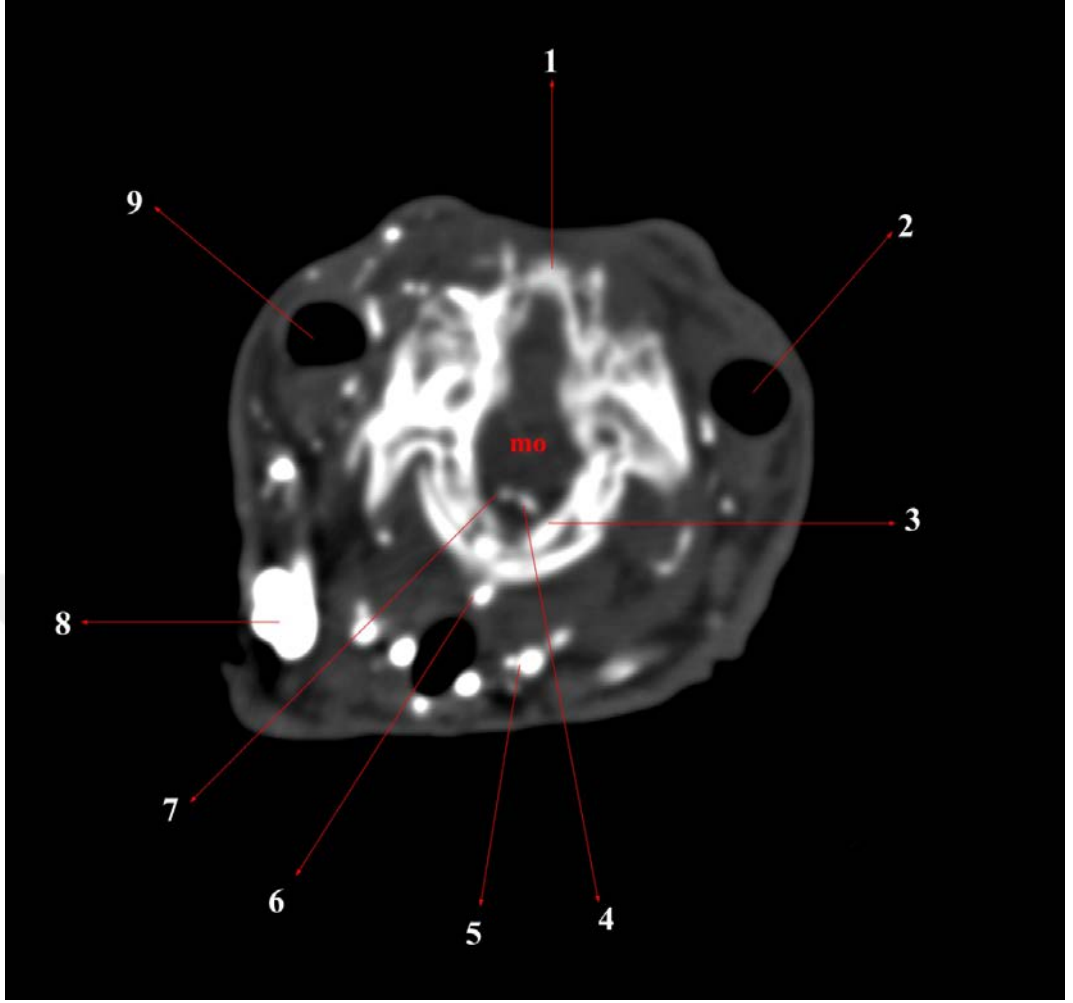
Çalışmada *a. basilaris*, *terminal* kollarına ayrılana dek tek bir damar olarak görüntülendi. Bu damarın *transversal* veya *sagittal* görüntüde hipofizin *dorsal*'ine doğru *rostral* bir açıyla yükseldiği saptandı.

Çalışmada cinsiyet ve yön faktörü göz önüne alınarak nispeten *horizontal* seyreden damarlardan tespit edilen morfometrik parametrelerin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri Tablo 4.1'de gösterildi. Buna göre morfometrik değerlerde yön faktörüne göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilemedi ($P>0.05$). Cinsiyet faktörü dikkate alındığında ise *a. cerebri caudalis dextra et sinistra*'nın çap değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir fark belirlendi ($P<0.05$). Çalışmada aynı zamanda *a. basilaris*'ten değişik seviyelerde belirlenen çap ölçümleri de istatistiksel analize tabi tutuldu. Ancak istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanamadı ($P>0.05$).

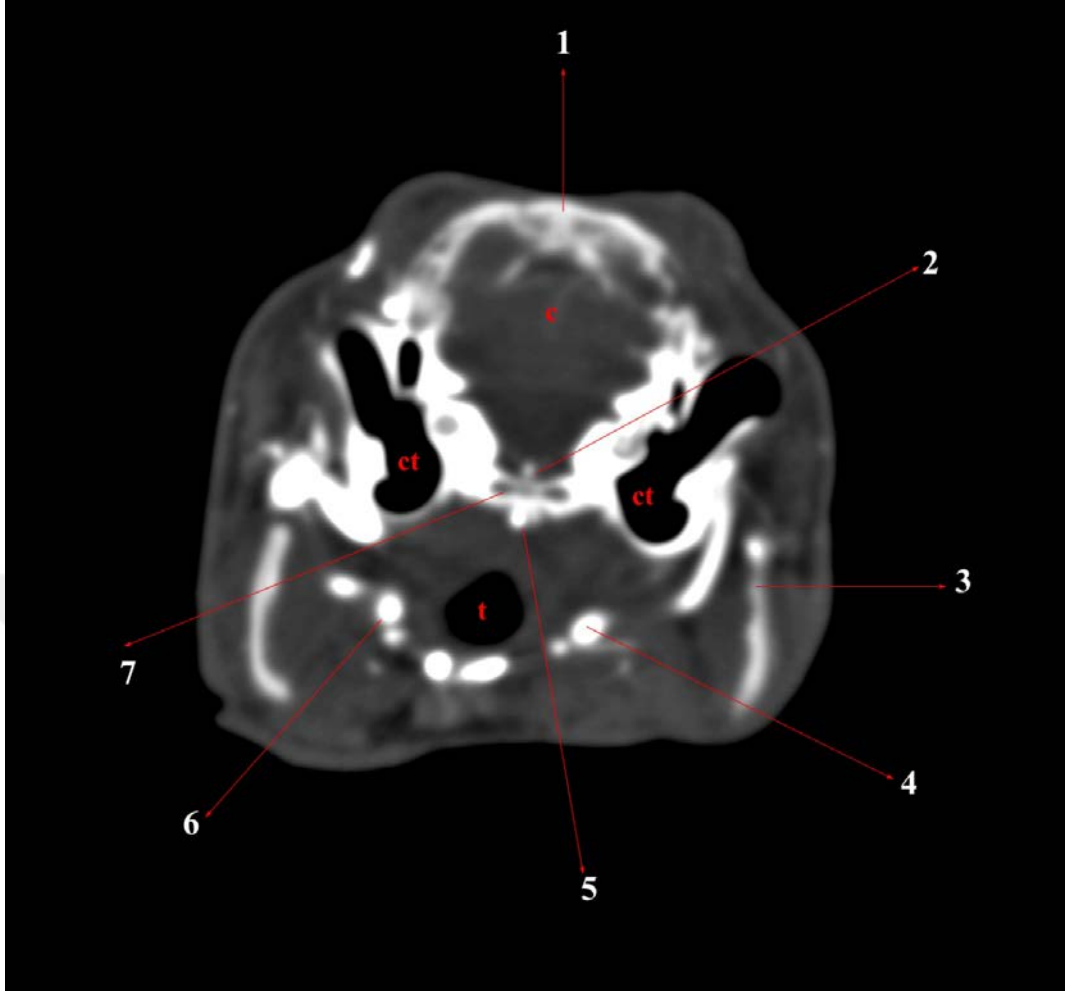
Çalışmada elde edilen parametreler arasında korelasyon olup olmadığı *pearson* korelasyon analizi ile edildi ve bu değerler Tablo 4.2’de gösterildi. Buna göre dişi tavşanlarda *a. communicans rostralis*’in *a. vertebralis*’ler ile pozitif, kuvvetli ve istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyona sahip olduğu tespit edildi ($P<0.05$). Erkek tavşanlarda BM ile CIS ve CoCD parametreleri arasında negatif, kuvvetli ve istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyona rastlandı ($P<0.01$).



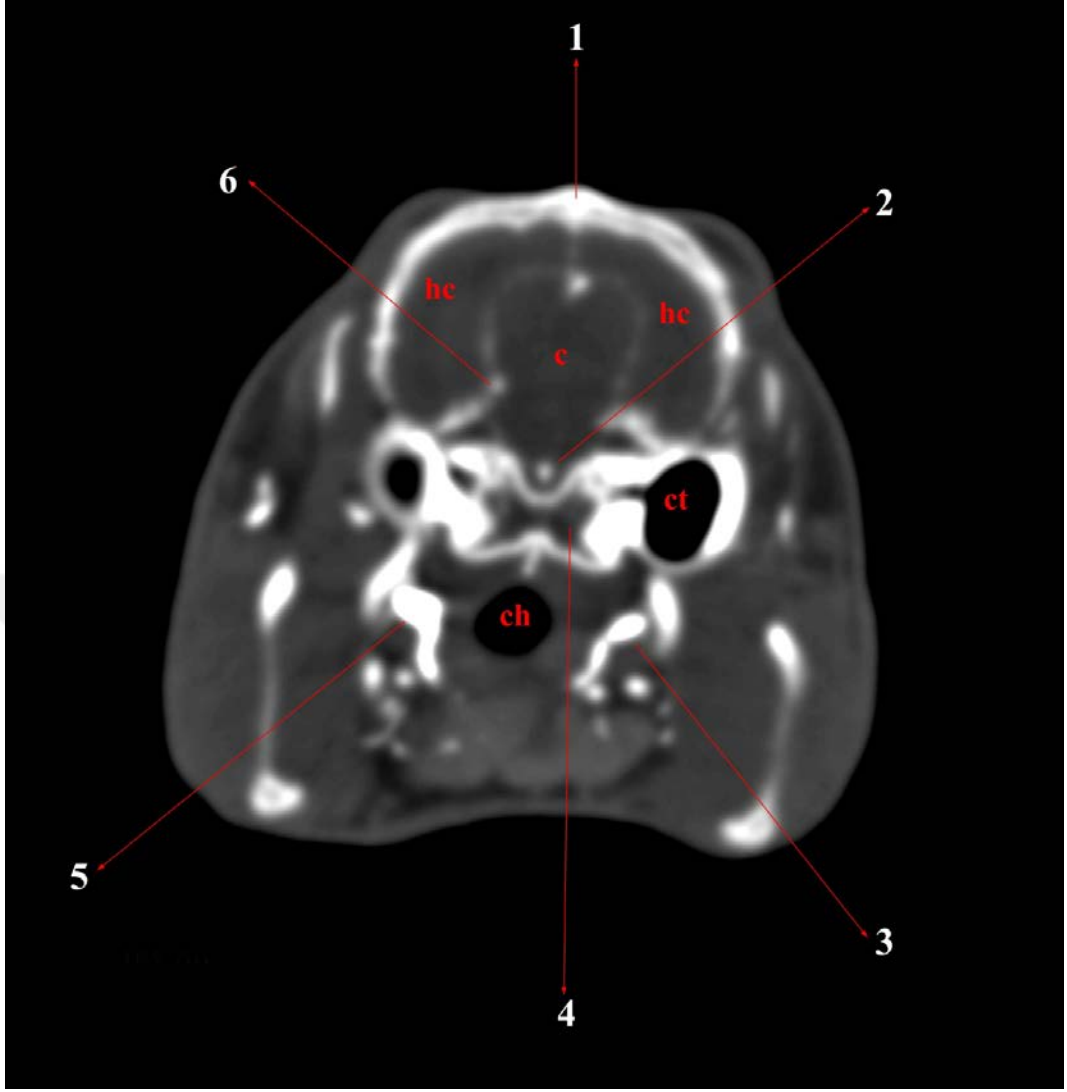
Şekil 4.1. Articulatio atlantooccipitalis seviyesinden transversal BTA görüntüsü. 1. Os occipitale, 2., 10. Meatus acusticus externus, 3., 9. Condylus occipitalis, 4. A. vertebralis dextra, 5. A. carotis communis dextra, 6. A. vertebralis sinistra, 7. A. carotis communis sinistra, 8. V. jugularis externa, mo. Medulla oblongata



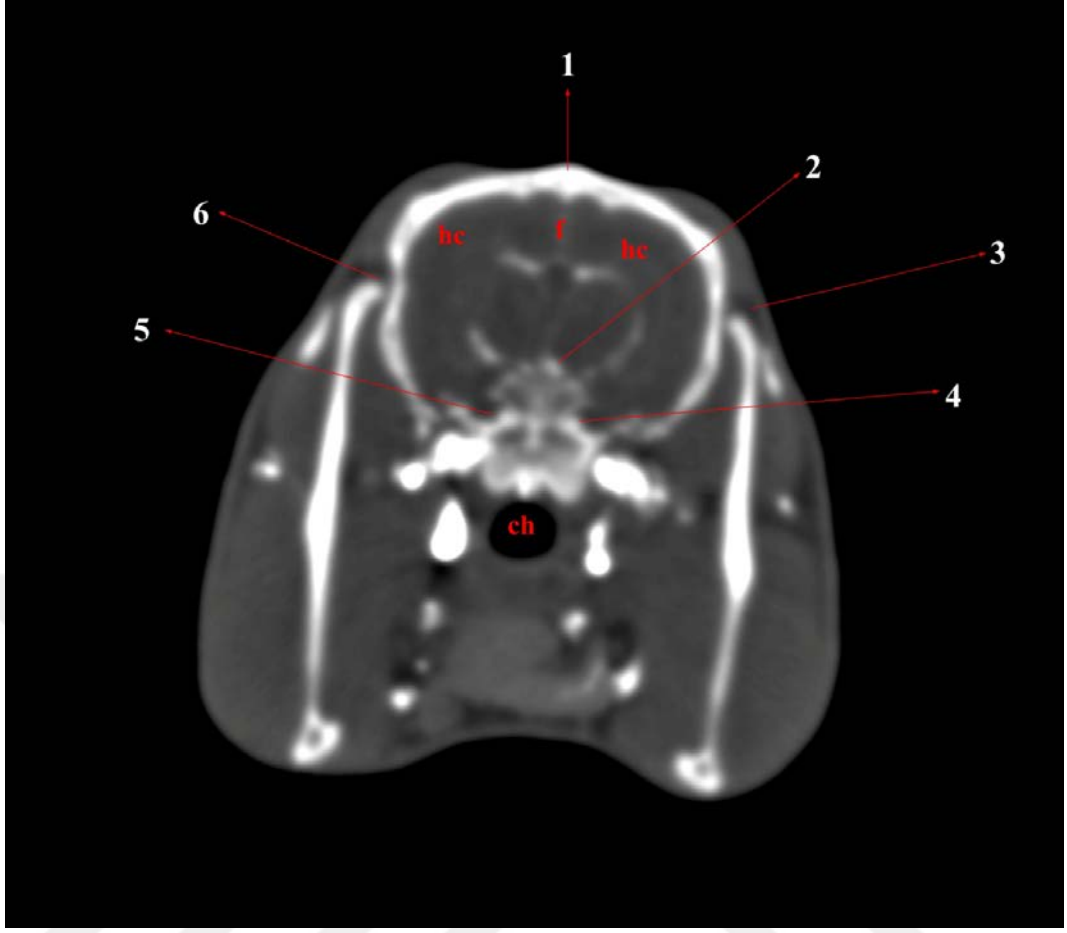
Şekil 4.2. *Medulla oblongata*'nın ortası seviyesinden *transversal* BTA görüntüsü. 1. *Protuberentia occipitalis externa*, 2., 9. *Meatus acusticus externus*, 3. *Condylus occipitalis*, 4. *A. vertebralis dextra*, 5. *A. carotis communis dextra*, 6. *V. colli media*, 7. *A. vertebralis sinistra*, 8. *V. jugularis externa*, mo. *Medulla oblongata*



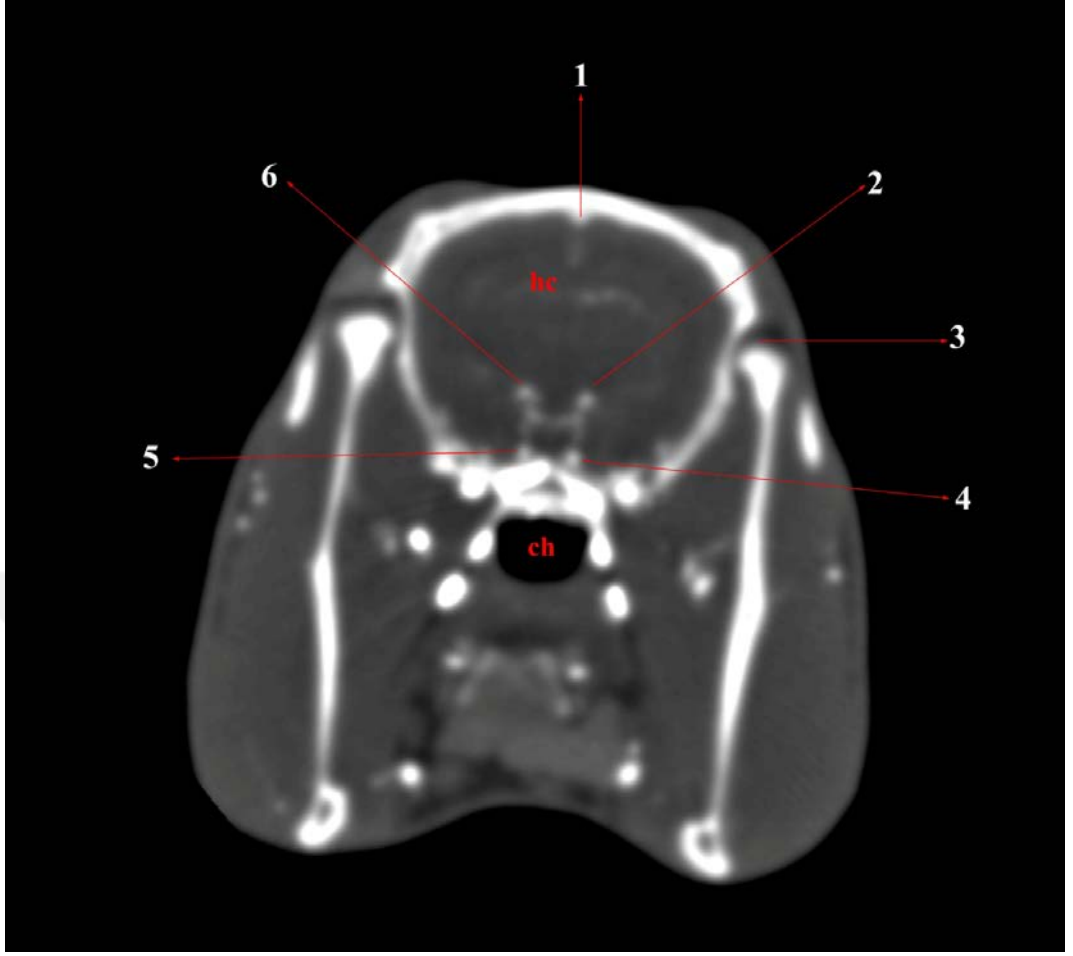
Şekil 4.3. *Cavum tympani*'nin ortası seviyesinden *transversal* BTA görüntüsü. 1. *Protuberentia occipitalis externa*, 2. *A. basilaris*, 3. *Angulus mandibula*, 4. *A. carotis communis dextra*, 5. *V. colli media*, 6. *A. carotis communis sinistra*, 7. *Os sphenoidale*, c. *Cerebellum*, ct. *Cavum tympani*, t. *Trachea*



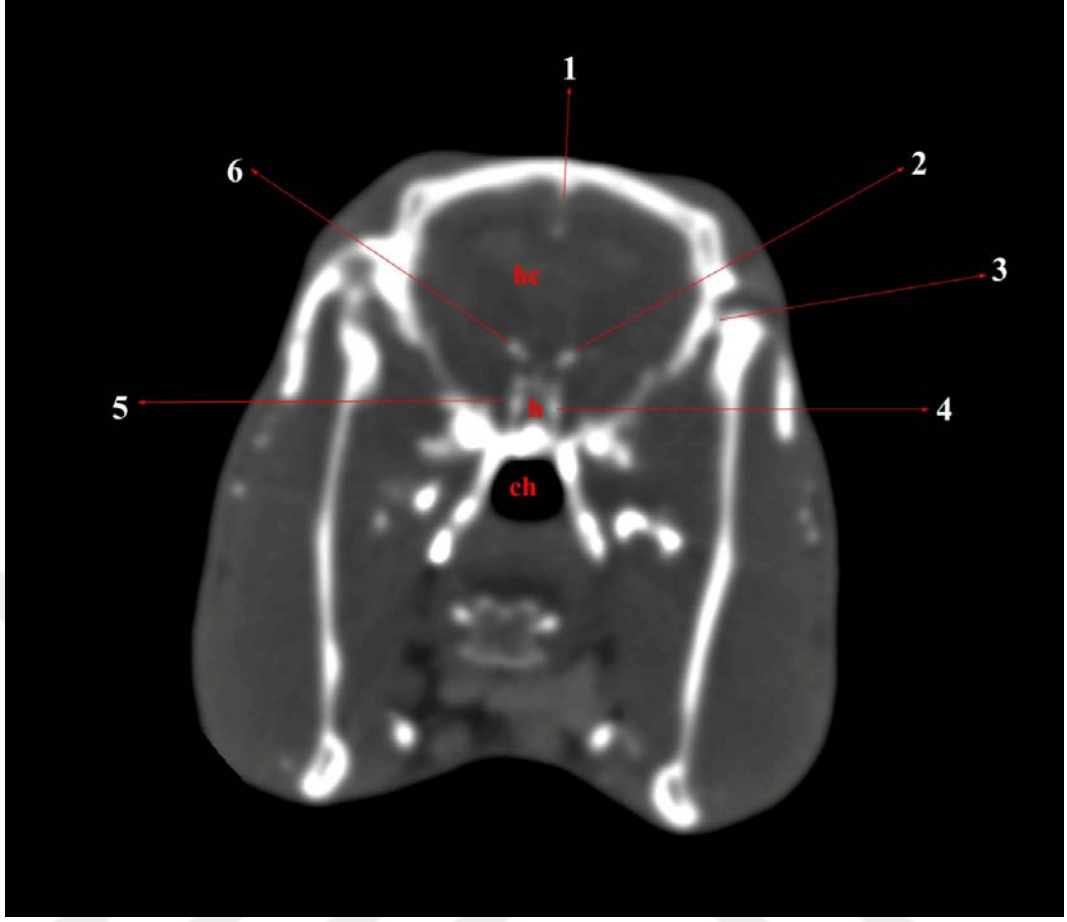
Şekil 4.4. *Cavum tympani*'nin rostral'i seviyesinden transversal BTA görüntüsü. 1. *Crista sagittalis externa*, 2. *A. basilaris*, 3. *A. maxillaris dextra*, 4. *Os sphenoidale*, 5. *A. maxillaris sinistra* 6. *A. cerebri caudalis*, c. *Cerebellum*, hc. *Hemispherium cerebri*, ch. *Choana*, ct. *Cavum tympani*



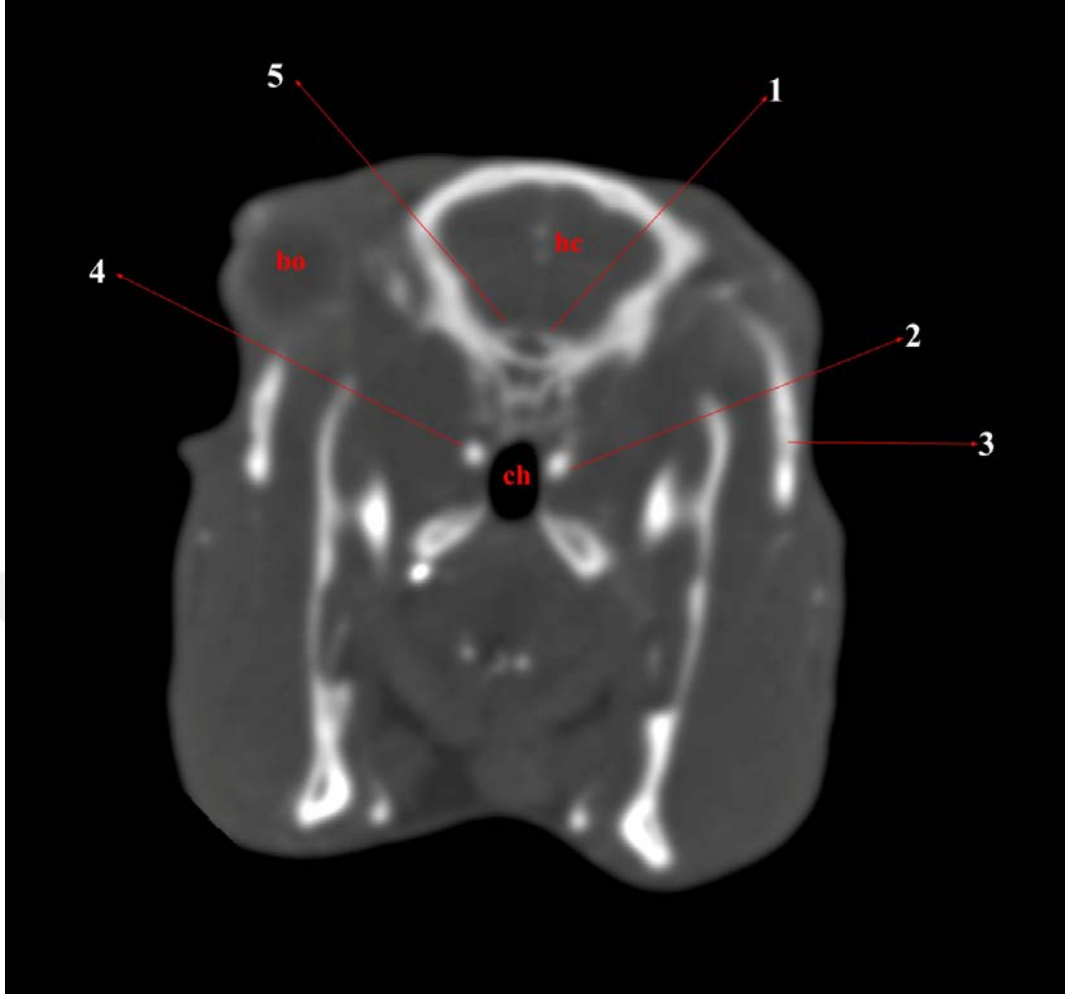
Şekil 4.5. *Articulatio temporomandibularis*'in caudal'i seviyesinden transversal BTA görüntüsü. 1. *Crista sagittalis externa*, 2. *A. communicans caudalis*, 3., 6. *Articulatio temporomandibularis*, 4. *A. carotis interna dextra*, 5. *A. carotis interna sinistra*, f. *Fissura longitudinalis cerebri*, hc. *Hemispherium cerebri*, ch. *Choana*



Şekil 4.6. *Articulatio temporomandibularis*'in ortası seviyesinden *transversal* BTA görüntüsü. 1. *Crista sagittalis interna*, 2. *A. communicans rostralis dextra*, 3. *Articulatio temporomandibularis*, 4. *A. carotis interna dextra*, 5. *A. carotis interna sinistra*, 6. *A. communicans rostralis sinistra*, hc. *Hemispherium cerebri*, ch. *Choana*



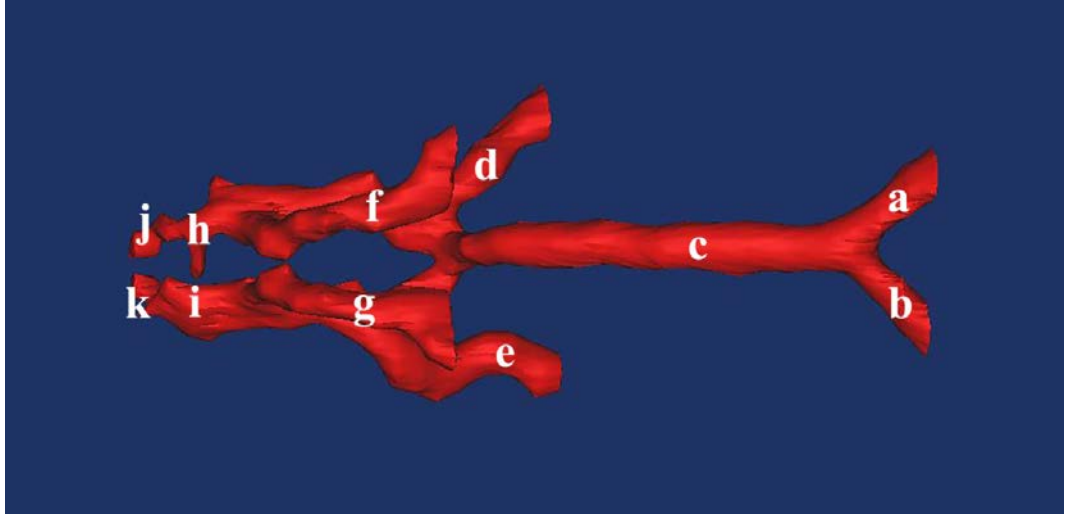
Şekil 4.7. *Articulatio temporomandibularis*'in rostral'i seviyesinden transversal BTA görüntüsü. 1. *Crista sagittalis interna*, 2. *A. communicans rostralis dextra*, 3. *Articulatio temporomandibularis*, 4. *A. carotis interna dextra*, 5. *A. carotis interna sinistra*, 6. *A. communicans rostralis sinistra*, h. *Hypophysis*, hc. *Hemispherium cerebri*, ch. *Choana*



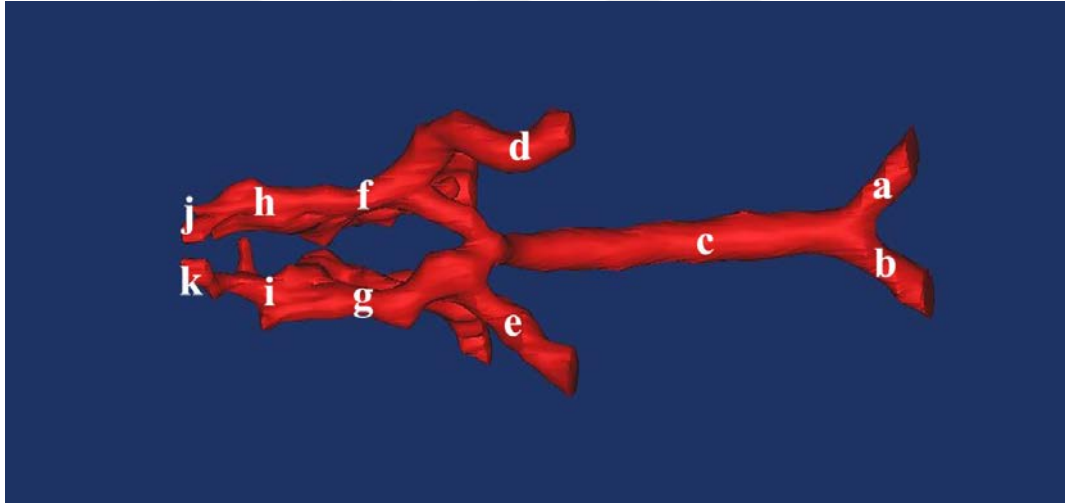
Şekil 4.8. *Arcus orbita'nın caudal kenarı seviyesinden transversal BTA görüntüsü. 1. A. cerebri rostralis dextra, 2., 4. A. maxillaris, 3. Arcus orbita'nın caudal kenarı, articulatio temporomandibularis, 5. A. cerebri rostralis sinistra, hc. Hemispherium cerebri, ch. Choana, bo. Bulbus Olfactorius*



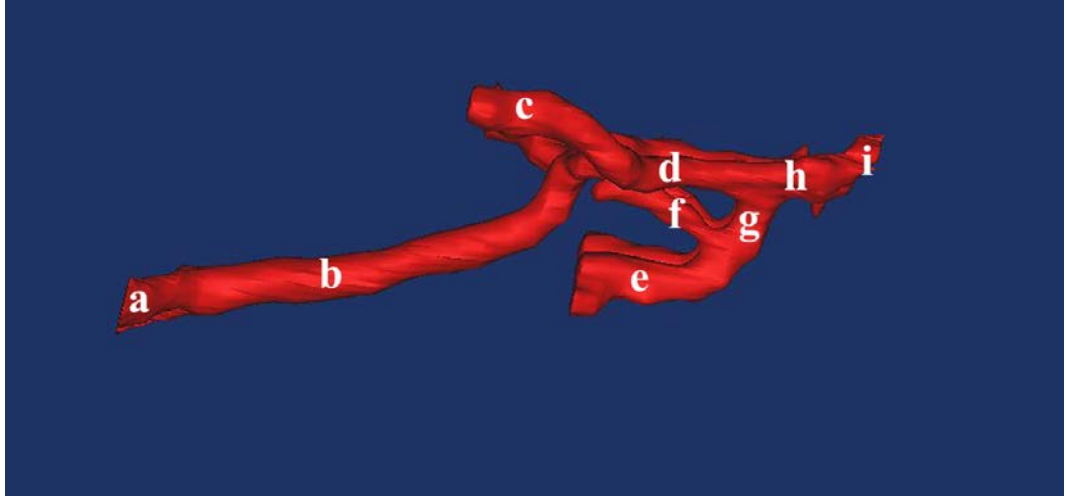
Şekil 4.9. Median hattan sagittal BTA görüntüsü. 1. *Cerebellum*, 2. *A. communicans caudalis*, 3. *Bulbus olfactorius*, 4. *Choana*, 5. *Hypophysis*, 6. *A. basilaris*, 7. *A. vertebralis*



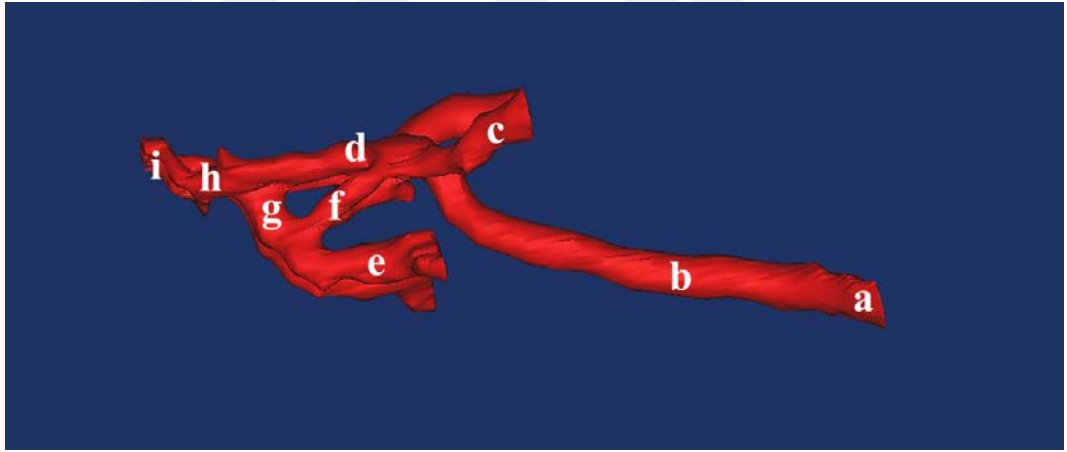
Şekil 4.10. 3B (üç boyutlu) *intracranial* arter modelinin *basal*'dan görünüşü. a. A. *vertebralis sinistra*, b. A. *vertebralis dexa*, c. A. *basilaris*, d. A. *cerebri caudalis sinistra*, e. A. *cerebri caudalis dexa*, f. A. *carotis interna sinistra*, g. A. *carotis interna dexa*, h. A. *communicans rostralis sinistra*, i. A. *communicans rostralis dexa*, j. A. *cerebri rostralis sinistra*, k. A. *cerebri rostralis dexa*



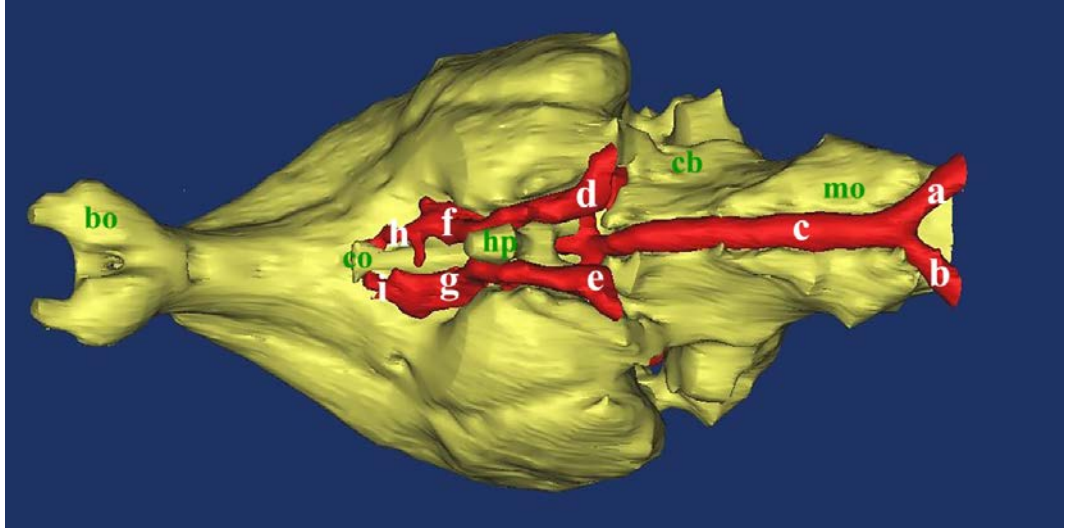
Şekil 4.11. 3B *intracranial* arter modelinin *dorsal*'den görünüşü. a. A. *vertebralis dexa*, b. A. *vertebralis sinistra*, c. A. *basilaris*, d. A. *cerebri caudalis dexa*, e. A. *cerebri caudalis sinistra*, f. A. *communicans caudalis dexa*, g. A. *communicans caudalis sinistra*, h. A. *communicans rostralis dexa*, i. A. *communicans rostralis sinistra*, j. A. *cerebri rostralis dexa*, k. A. *cerebri rostralis sinistra*



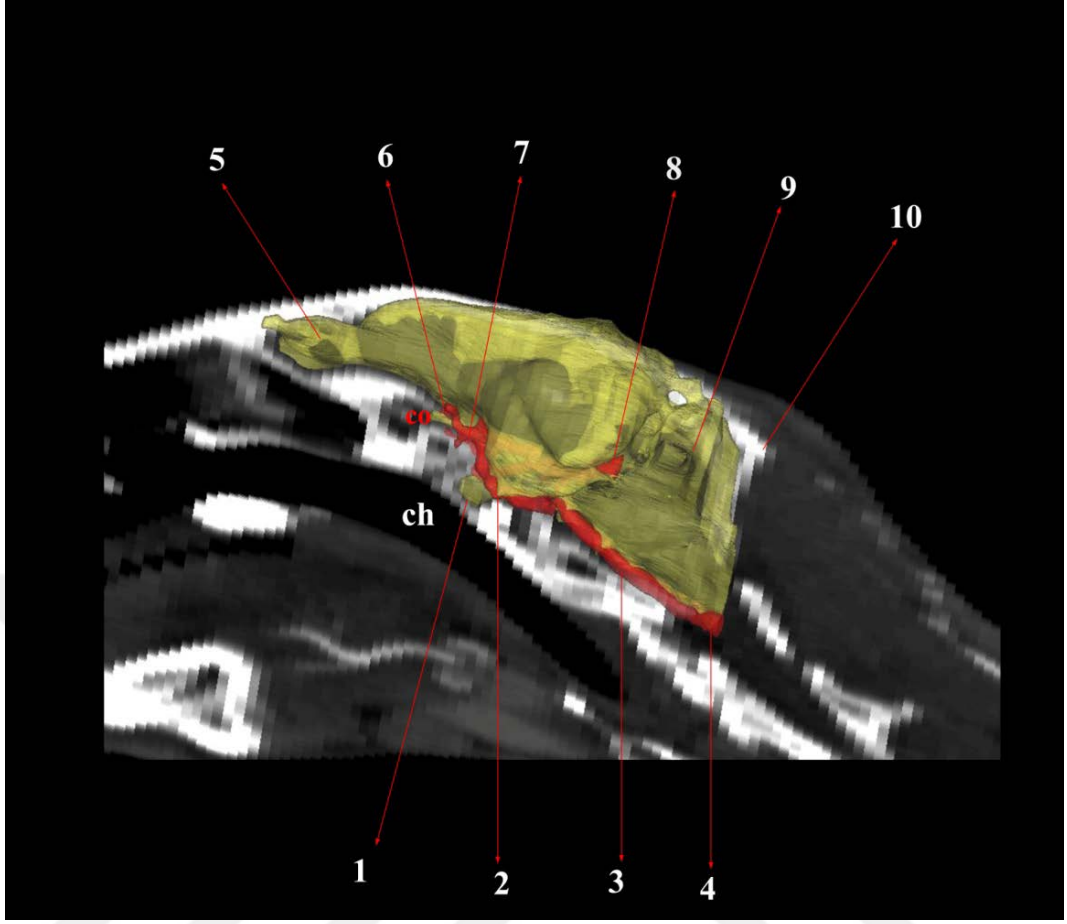
Şekil 4.12. 3B *intracranial* arter modelinin sağ *lateral*'den görünüşü. a. A. *vertebralis*, b. A. *basilaris*, c. A. *cerebri caudalis dextra*, d. A. *communicans caudalis dextra*, e. A. *carotis interna dextra*, f. A. *carotis interna*'nın *caudal* kolu, g. A. *carotis interna*'nın *rostral* kolu, h. A. *communicans rostralis dextra*, i. A. *cerebri rostralis dextra*



Şekil 4.13. 3B *intracranial* arter modelinin sol *lateral*'den görünüşü. a. A. *vertebralis*, b. A. *basilaris*, c. A. *cerebri caudalis sinistra*, d. A. *communicans caudalis sinistra*, e. A. *carotis interna sinistra*, f. A. *carotis interna*'nın *caudal* kolu, g. A. *carotis interna*'nın *rostral* kolu, h. A. *communicans rostralis sinistra*, i. A. *cerebri rostralis sinistra*



Şekil 4.14. 3B intracranial arter modelinin *basal*'dan görünüşü. a. *A. vertebralis sinistra*, b. *A. vertebralis dextra*, c. *A. basilaris*, d. *A. cerebri caudalis sinistra*, e. *A. cerebri caudalis dextra*, f. *A. communicans rostralis sinistra*, i. *A. communicans rostralis dextra*, h. *A. cerebri rostralis sinistra*, i. *A. cerebri rostralis dextra*, mo. *Medulla oblangata*, cb. *Cerebellum*, hp. *Hypophysis*, co. *Chiasma opticum*, bo. *Bulbus olfactorius*



Şekil 4.15. 2B (iki boyutlu) ve 3B'de *intracranial* arterlerin *sagittal* görünüşü. 1. *Hypophysis*, 2. *A. carotis interna*, 3. *A. basilaris*, 4. *A. vertebralis*, 5. *Bulbus olfactorius*, 6. *A. cerebri rostralis*, 7. *A. communicans rostralis*, 8. *A. cerebri caudalis*, 9. *Cerebellum*, 10. *Protuberentia occipitalis externa*, ch. *Choana*, co. *Chiasma opticum*

Tablo 4.1. Çalışmada elde edilen ölçülerin tanımlayıcı istatistiksel değerleri

Parametre	DİŞİ					ERKEK				
	N	O	SS	Min	Mak	N	O	SS	Min	Mak
CA	10	2576	229	2320	3085	10	2673	301	2262	3275
CDV	10	20,82	1,22	19,25	23,22	10	20,61	1,32	18,47	23,20
CLL	10	26,28	0,82	25,09	27,42	10	25,76	1,45	23,14	27,50
VD	10	1,32	0,13	1,14	1,60	10	1,39	0,12	1,18	1,54
VS	10	1,28	0,17	1,02	1,66	10	1,38	0,10	1,25	1,55
BF	10	1,45	0,15	1,13	1,58	10	1,46	0,19	1,29	1,90
BM	10	1,23	0,17	1,02	1,50	10	1,28	0,10	1,10	1,44
Bte	10	1,27	0,15	1,08	1,46	10	1,37	0,13	1,20	1,53
CCD	10	1,15*	0,10	1,03	1,28	9	1,27	0,14	1,15	1,60
CCS	10	1,13*	0,09	1,02	1,31	9	1,25	0,11	1,02	1,41
CID	10	1,41	0,14	1,19	1,62	10	1,47	0,13	1,31	1,76
CIS	10	1,34	0,13	1,16	1,59	10	1,43	0,14	1,29	1,67
CoCD	10	1,31	0,13	1,08	1,52	10	1,33	0,15	1,05	1,51
CoCS	10	1,34	0,18	1,12	1,63	10	1,35	0,17	1,15	1,61
CoRD	10	1,29	0,10	1,15	1,44	10	1,26	0,13	1,11	1,48
CoRS	10	1,34	0,13	1,17	1,58	10	1,27	0,10	1,13	1,42
CRD	10	1,21	0,06	1,07	1,29	9	1,18	0,09	1,03	1,31
CRS	10	1,21	0,08	1,08	1,32	9	1,14	0,08	1,02	1,25

N: Örnek sayısı, O: Ortalama, SS: Standart sapma, Min: Minimum, Mak: Maksimum. Uzunluk ve çap ölçüleri mm, ağırlık ölçüleri gr cinsindedir. *: P<0,05

Tablo 4.2. Cinsiyete göre korelasyon verileri

	CA	CDV	CLL	VD	VS	BF	BM	Bte	CCD	CCS	CID	CIS	CoCD	CoCS	CoRD	CoRS	CRD	CRS
CA		0,439	0,003	-0,148	-0,103	0,45	0,118	0,516	0,173	-0,151	0,128	-0,25	-0,393	-0,336	-0,55	-0,406	-0,123	-0,42
CDV	0,049		0,543	-0,2	-0,349	-0,152	0,407	0,56	-0,102	-0,087	0,086	-0,435	-0,289	-0,727*	-0,335	-0,147	0,377	-0,238
CLL	0,673*	0,373		-0,128	-0,515	-0,43	0,638*	0,396	-0,044	-0,146	0,258	-0,5	-0,356	-0,399	0,274	0,553	0,822**	0,206
VD	-0,159	-0,078	-0,22		0,358	0,408	-0,252	0,379	0,800*	0,740*	0,216	-0,056	0,443	0,691*	-0,531	-0,135	0,059	-0,008
VS	-0,007	0,309	-0,201	0,842		0,651*	-0,605	-0,346	0,444	0,122	-0,29	0,229	0,224	0,378	-0,192	-0,492	-0,366	0,517
BF	0,014	0,269	-0,199	0,381	0,633*		-0,423	0,236	0,769*	0,258	0,045	-0,099	0,205	0,447	-0,46	-0,55	-0,153	0,215
BM	-0,091	0,402	-0,136	0,507	0,729*	0,537		0,429	-0,103	-0,566	-0,341	-0,775**	-0,774**	-0,571	0,018	0,082	0,703	-0,086
Bte	-0,274	-0,002	-0,367	0,57	0,55	0,375	0,789**		0,582	0,271	0,301	-0,659*	-0,161	-0,069	-0,532	-0,149	0,353	-0,422
CCD	-0,245	-0,287	-0,645*	0,366	0,388	0,312	0,518	0,684*		0,455	0,141	-0,435	0,202	0,611	-0,435	-0,32	0,238	0,227
CCS	-0,033	-0,477	-0,526	0,301	0,279	0,207	0,391	0,614	0,893**		0,665	0,232	0,834**	0,697*	-0,25	0,091	-0,018	-0,234
CID	0,188	0,43	0,647	0,125	0,152	0,097	0,229	-0,171	-0,61	-0,571		0,35	0,556	0,372	0,109	0,616	0,073	-0,246
CIS	-0,382	-0,097	-0,177	0,024	0,002	0,204	0,07	0,188	-0,106	-0,056	0,46		0,57	0,325	0,209	0,28	-0,675*	-0,114
CoCD	0,425	0,553	0,442	0,164	0,394	-0,06	0,432	0,223	0,02	0,116	0,201	-0,357		0,696*	0,055	0,202	-0,22	0,058
CoCS	0,339	0,660*	0,412	0,343	0,557	0,494	0,406	0,205	-0,225	-0,388	0,39	-0,4	0,362		0,019	0,157	-0,169	0,178
CoRD	0,265	0,216	0,229	0,700*	0,744*	0,523	0,428	0,177	0,204	0,167	0,343	0,126	0,393	0,432		0,690*	0,216	0,509
CoRS	-0,358	0,23	0,101	0,401	0,253	0,228	-0,132	-0,22	-0,48	-0,596	0,515	0,402	-0,244	0,316	0,352		0,34	0,132
CRD	0,658*	-0,017	0,534	0,046	0,003	0,176	0,189	0,038	0,22	0,279	0,136	-0,151	0,291	0,135	0,474	-0,382		0,487
CRS	0,543	-0,398	0,105	0,018	0,037	-0,045	0,254	0,124	0,354	0,476	0,013	-0,005	0,079	-0,169	0,138	-0,633	0,621	

Sol alt dişi, sağ üst erkek tavşanlara aittir. *: P<0,05, **: P<0,01

5. TARTIŞMA

Çalışma Yeni Zelanda Tavşanı'nın *intracranial* arterleri BTA tekniği ile görüntüledi. Görüntülenen *intracranial* arterlerden elde edilen morfometrik veriler cinsiyet ve yön farkı gözeterek istatistiksel analize tabi tutuldu. Ayrıca iki boyutlu görüntülerden üç boyutlu *intracranial* arter modeli de oluşturuldu. Çalışmada BTA görüntülerinde kemik yapılar ile içerisinde kontrast madde bulunan damarlar benzer “*tresholding*” değerine sahipti. Bu nedenle kemik ve damar yapılarının kesiştiği noktalar *identifikasyon*'un güçleştiği noktalardı. Ayrıca kontrast maddenin tüm bireylerde *cavum cranii*'nin periferik damarlarına eşit yoğunlukta gitmediği görüldü. Bu iki durum yapılan çalışmanın en belirgin sınırını oluşturdu.

Beyinle ilgili ilk anatomik çalışmaları Vesalius 16.yy'da gerçekleştirmiştir. 1664 yılında bir anatomist olan Thomas Willis “Beynin Anatomisi” isimli kitabını yazarak serebral dolaşım ile ilgili ilk tanımlamayı yapmış ve varyasyonları belirlemeye çalışmıştır (Doğan, 2012). *Intracranial* dolaşımın anlaşılmasını 19.yy'da Quain, Luschka, Henle ve Duret tarafından ayrı ayrı yazılan çizimli kitaplar ve Alezais ve d'Aatronu'n *mezensefalik* arterleri tanımlaması sağlamıştır (Ökten ve Güzel, 2012). Lois P. Gratiolet'in *serebral korteks*'in kıvrımlarını tanımlamasının ardından beyinle ilgili anatomik çalışmalar hızlanmış ve bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler sayesinde çalışmalar daha da ileriye taşınmıştır (Doğan, 2012). Teknolojik gelişmelerle birlikte *intracranial vasküler* anatomi ile ilgili yapılan mikroanatomik çalışmalar, *vasküler* mikrocerrahi ve *endovasküler* tedaviye yardımcı olmuştur (Heinz, 1996; Heros ve Morcos, 2000; Yaşargil, 1984). Çalışmamızda da BTA teknolojisinden faydalanılarak, deneysel çalışmalarda sıklıkla kullanılan Yeni Zelanda Tavşanı'nda *intracranial* arterler görüntülenmiştir. Çalışmada; *a. vertebralis*, *a. basilaris*, *a. carotis interna*, *a. cerebri caudalis*, *a. cerebri rostralis*, *a. communicans caudalis*, *a. communicans rostralis* ve dolayısıyla *circulus arteriosus cerebri* net bir şekilde tespit edildi.

Beyin kan akımındaki bozukluklar, *serebrovasküler* hastalıkların altında yatan temel nedenlerdendir (Toole ve Burrow, 1990). Bunun neden olduğu iskemik

inmeler içerisinde, *vertebrobasiler* sisteme ait olan inmeler ciddi mortalitesi olan inmelerdir (Coşkun, 2017). Brown ve ark. (2005), yaptığı çalışmada iskemik inmelerin bir bölümünün *vertebrobasiler* sistemden ve *a. vertebralis*'de oluşan *aterosklerotik* darlıktan kaynaklandığını bildirmiştir. Caplan ve ark. (2005) yaptığı çalışmada ise *a. vertebralis* ve *a. basilaris*'in şiddetli obstruktif hastalıkların sıklıkla görülen damarlar olduğunu ifade etmiştir. Literatürde (Alemseged ve ark., 2017; Nadalo ve ark., 2016) BTA'nın *intracranial* damarlarda bulunan stenozu yüksek doğruluk oranında belirleme kabiliyetine sahip olduğu bildirilmiştir. BTA, damar görüntüleme yöntemlerinden biri olan DSA (dijital substraksiyon anjiyografi)'ya göre tetkik süresi daha kısa, daha ucuz, *noninvaziv* bir tekniktir (Coşkun, 2017). Ayrıca Farres ve ark. (1996), DSA ve BTA'yı karşılaştırdıklarında iki yönteminde darlıkları gösterdiğini ancak DSA'nın bazı olgularda yetersiz kaldığını ve darlığın BTA'yla gösterildiğini bildirmişlerdir. Bu sebeplerle çalışmamızda Yeni Zelanda Tavşanı'nda, *serebrovasküler* hastalık *insidens*'i yüksek damarların BTA ile görüntülenme etkinliği araştırılmıştır. Çalışmada yukarıda da belirtildiği üzere, *circulus arteriosus cerebri*'nin yapısına katılan ana damarlar (*a. carotis interna*, *a. basilaris* gibi) BTA ile belirgin bir şekilde görüntülenmiştir. Bu durum BTA'nın Yeni Zelanda Tavşanı'nda *intracranial* arterleri görüntülemeye endikedir şeklinde yorumlanmıştır.

Demertzis ve ark. (2010) damar morfometrisi hakkındaki bilgilerin, bölge ile ilgili hastalıkların teşhis ve tedavisinde klinisyenlerin başarısını önemli ölçüde etkileyeceğini bildirmiştir. Ayrıca aynı çalışmada (Demertzis ve ark. 2010) yeni tedavi prosedürlerinin geliştirilmesinde tiplendirme ve varyasyonel yapılar gibi anatomik özelliklerin çok önemli olduğu ifade edilmiştir. Acar (2013) ise damarlara ait morfometrik özelliklerin bilinmesinin, erken teşhiste kolaylık sağlayacağını, ciddi tıbbi ve ekonomik kazanımları beraberinde getireceğini ifade etmiştir. Damar çaplarının ölçülmesi, özellikle damar çaplarını etkileyen bazı hastalıklarda yapılan ve yapılacak olan çalışmalar için kontrol grubu oluşturacağı ve araştırma yapan klinisyenlere referans olması açısından önem taşır (Lezzi ve ark., 2008; Tanyeli ve ark., 2005). Çalışmamızda da literatür bilgisinden hareketle Yeni Zelanda Tavşanı'nda BTA ile görüntülenebilen *intracranial* arterlerin çapları ölçülmüş ve cinsiyet veya yön faktörlerine göre istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Bu noktada

istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmamakla ($P>0,05$) birlikte dişi ve erkek tavşanlarda *a. basilaris*'in *terminal* dalları vermeden önceki çapı sırasıyla ortalama 1,27 ve 1,37 mm olarak tespit edildi. *A. carotis interna dextra et sinistra*'nın ortalama çapı ise dişi ve erkeklerde sırasıyla 1,41; 1,34 ve 1,47; 1,43 mm olarak belirlendi. Cinsiyetler arasında ise *a. cerebri caudalis*'in veri ortalamalarında istatistiksel olarak önemli bir fark görüldü ($P<0,05$). Çalışmada diğer damarlarla ilgili morfometrik ölçülerin ortalamalarında cinsiyetler arası istatistiksel bir fark gözlenmedi ($P>0,05$).

Ölümlle sonuçlanma ihtimali olan *serebrovasküler* hastalılardan bir diğeri *intracranial* anevrizmalardır. *Intracranial* anevrizmaların erken tanısı ve tedavisi hayati derecede önemlidir (Labovitz ve ark., 2006; Rooij ve ark., 2007). *Intracranial* anevrizmaların %85'i *circulus arteriosus cerebri*'de meydana gelir. En sık görüldüğü damarlar ise sırasıyla *a. cerebri rostralis* (%35), *a. carotis interna* (%30), *a. cerebri media* (%22) ve *a. basilaris*'tir (Gasparotti ve Liserre, 2005). Çalışmamızda ise anevrizmalarda deney hayvanı modeli olarak kullanılma ihtimali nedeniyle Yeni Zelanda Tavşanı'nda *intracranial* arterlerin görüntülenmesi üzerinde durulmuştur. Aynı zamanda anevrizma görülme sıklığı yüksek olan damarlar ve birleşme noktalarından çap ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada Yeni Zelanda Tavşanı'nda anevrizma görülme sıklığı yüksek olan damarlar büyük oranda görüntülenebilmiştir.

Literatürde (Mazensky ve ark., 2012; Souza ve Campos, 2013) tavşanda *a. basilaris*'in *a. vertebralis dextra et sinistra*'nın birleşiminden şekillendiği ifade edilmiştir. Çalışmamızda da *a. basilaris*'in *a. vertebralis dextra et sinistra*'nın birleşiminden oluştuğu görüldü.

Günümüzde üç boyutlu görüntüleme ve bilgisayarların yüksek hesaplama kapasitesi için yeni teknolojilerin ortaya çıkması ve geliştirilmesi ile *internal* anatomik yapıların gözlemlenmesi, örnekte herhangi bir değişiklik yapmadan sanal olarak gerçekleştirilebilmektedir (Guedri ve ark., 2015). Bilgisayar tekniklerinin devrimi ile, anjiyografi, BT ve MRI (manyetik rezonans görüntüleme) ile beyin arteriyel vaskülarizasyon'unun üç boyutlu olarak görselleştirilmesi mümkündür

(Jacqmot ve ark., 2011). Üç boyutlu modelleme sayesinde karmaşık olan yapıların görselleştirilmesi, teşhis ve tedavi planında oldukça etkili bir yöntem sayılmaktadır (Burdea ve Coiffet, 1994). Birçok duyuya hitap eden bu yöntem ile bilginin akılda kalıcılığı artma eğilimindedir. Özellikle klinik hekimleri tarafından patolojik yapıların daha kolay anlaşılabilmesi sebebiyle üç boyutlu görüntüler tercih edilmektedir (Kalender, 2006; Prokop, 2000). Operasyon yapan hekimler zor operasyonlar öncesinde üç boyutlu ortamda pratik yaparak kendilerini geliştirebilirler. Bu açıdan bakıldığında iki boyutlu görüntülerin anlamlandırılmasının zor olması ve üç boyutlu simülasyonlarda sanal diseksiyon yapılabilmesi gibi avantajları üç boyutlu modellemenin sağlık alanında önemini gösterir (Kurbetli, 2016). Ayrıca bilimsel olarak yapılan görselleştirme çalışmaları toplum bilinci oluşturmada, eğitimde, akademik çalışmalarda çeşitli kitlelere fayda sağlar (Netter, 1969). Bu sebeplerle çalışma BTA görüntülerinin ve bu görüntülerden elde edilen üç boyutlu *intracranial* arter modelinin klinisyenlere ve araştırmacılara bilgi kaynağı olacağı hedefiyle yapıldı. Çalışmada elde edilen iki boyutlu *intracranial* arter görüntüleri üç boyutlu modellere dönüştürüldü. Bu uygulamada her ne kadar periferik *intracranial* arterlerin modelleri gerçekleştirilememiş olsa da özellikle riski yüksek arterlerin modellenmesi literatüre bir katkı olarak görülmektedir.

Schaub ve ark. (2016), çalışmasında BTA tekniği ile köpeklerde *portosistemik* şanti görüntüleyebilmek için intravenöz kontrast madde enjeksiyon oranı 3 ml/sn olarak bildirmişlerdir. Aynı çalışmada tarama parametreleri ise 6 mm kesit kalınlığı, 40 mA tüp akımı ve 120 kVp tüp voltajı olarak rapor edilmiştir. Gitsioudis ve ark. (2019), Yeni Zelanda Tavşanı'nda koroner BTA uygulaması için *intravenöz* kontrast madde enjeksiyon oranını 1,5 ml/sn, kesit kalınlığını 2,4 mm, tüp akımını 400 mA ve tüp voltajını 120 kVp olarak belirtmiştir. Killer ve ark. (2011), tavşanda *a. carotis interna* anevrizma modeli üzerine farklı tanı tekniklerinin etkinliğini karşılaştırmış ve BTA uygulaması için intravenöz kontrast madde enjeksiyon oranını 0,5 ml/sn, kesit kalınlığını 0,8 mm ve tüp voltajını 120 kVp olarak ifade etmiştir. Çalışmamızda ise Yeni Zelanda Tavşanı'nda *intracranial* arterleri BTA ile görüntüleyebilmek için optimum intravenöz kontrast madde enjeksiyon

oranı 1,5 ml/sn olarak belirlenmiştir. Tarama parametreleri ise 0,6 mm kesit kalınlığı 125 mA tüp akımı ve 120 kVp tüp gerilimi olarak belirlendi. Tüm bu veriler farklı amaçlar doğrultusunda optimize edilen BTA uygulama değerlerini göstermektedir. Bunun yanında çalışmamızda ve diğer çalışmalarda BTA uygulaması ile ilgili elde edilen verilerin farklı ya da benzer yanları bulunmaktadır. Ancak çalışmamız sonucunda elde edilen Yeni Zelanda Tavşanı *intracranial* arterlerinin BTA uygulama verileri literatür için bir ilk olma özelliğindedir.

Literatür *Lagomorpha* takımında beynin *arteriel vaskularizasyon*'u ile ilgili birçok araştırma içerir. Evcil tavşanda ilk *intracranial* arter tanımlamalarını Hoffmann (1900) yapmıştır. Bu eğilimi Wiland (1968) ve Barone (1996) takip etmiştir. Brudnicki ve ark. (2012), *lepus europaeus* (yaban tavşanı)'ta *cerebral* arter seyri tanımlamış, vahşi ve evcilleştirilmiş birey varyasyonlarıyla karşılaştırmıştır. Souza ve Campos (2013) ile Mazensky ve ark. (2012), tavşanda *intracranial* arterleri makroanatomik olarak detaylı bir şekilde tanımlamıştır. Brudnicki ve ark. (2015) ise klasik makronatominin dışına çıkarak *lepus europaeus*'ta *diseksiyon*'la *intracranial* arterlere ait bazı morfometrik verileri rapor etmiştir. Bu çalışmada *a. basilaris*'in çapı ortalama 0,59 mm olarak ifade edilmiştir. Aynı çalışmada *a. basilaris*'in *terminal* dallarının ortalama çapları ise istatistiksel bir fark içermemekle birlikte sırasıyla 0,35 ve 0,34 mm olarak belirtilmiştir. Çalışmamızda BTA ile *a. basilaris*'in çapı *terminal* dalları vermeden hemen önce dişilerde ortalama 1,27 ve erkeklerde 1,37 mm olarak tespit edilmiştir. *A. communicans caudalis et rostralis*'e ait değerler ise dişi ve erkeklerde sırasıyla 1,31 ve 1,33 mm (sağ), 1,34 ve 1,35 mm (sol) olarak saptanmış ve yön ile cinsiyet faktörüne göre anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($P>0,05$). İki çalışma arasındaki belirgin numerik farkın kullanılan tavşanların canlı olup olmamasından ve ölçüm şeklinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Satapathy ve Mohapatra (2018) çalışmasında istatistiksel fark olmamakla birlikte *a. basilaris*'in kadın ve erkeklerde sırasıyla ortalama $3,13\pm 0,59$ ve $3,01\pm 0,23$ mm çapında olduğunu ifade etmiştir ($P>0,05$). Çalışmamızda ise dişi ve erkek tavşanlarda sadece *a. cerebri caudalis dextra et sinistra*'nın çap değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark belirlendi ($P<0,05$).

Çalışmada parametreler arasında korelasyon olup olmadığı analiz edilerek, Pearson korelasyon değerleri tespit edildi. Literatürde bu değerleri karşılaştırmak için çalışma bulunamasa da çalışmamızda dişi tavşanlarda *a. basilaris*'in değişik seviyelerdeki çaplarında pozitif, kuvvetli ve istatistiksel olarak anlamlı sonuçların bulunması dikkat çekiciydi ($P<0.05$, $P<0.01$). Bunun yanında çalışmamızda erkek tavşanlarda *a. cerebri caudalis sinistra*'nın çap ölçülerinin, *a. communicans caudalis dextra et sinistra*'nın çap ölçüleriyle pozitif, kuvvetli ve istatistiksel olarak önemli bir korelasyona sahip olduğu da saptandı ($P<0.05$, $P<0.01$).



6. SONUÇ

Günümüzde özellikle bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle birlikte hastalıkların tanı ve tedavisinde radyolojik anatomik tekniklerle elde edilen anatomik bilgiler etkili bir şekilde kullanılmaktadır. BTA görüntülerinden kolay anlaşılabilen, gerçeği yansıtan, özellikle zor operasyonlar öncesi hekimlerin sanal ortamda pratik yapmasını sağlayacak üç boyutlu görüntülerin/modellerin elde edilebilmesi özelliği tanı ve tedavide kolaylık sağlar. Ayrıca anatomik bilgilerin farklı disiplinlerde araştırmacılara rehberlik ettiği de bilinen bir gerçektir. Tüm bu çıkarımlar ışığında çalışmamızda deney hayvanı olarak sıklıkla tercih edilen Yeni Zelanda Tavşanı'nda *intracranial* arterler BTA tekniği sayesinde iki boyutlu görüntüler üzerinde tanımlanmış, *rostrocaudal* seyreden arterlerden morfometrik ölçüler alınmış ve bu arterlerin üç boyutlu modeli oluşturulmuştur.

Çalışmada BTA tekniğinin Yeni Zelanda Tavşanı'nda *intracranial* arterleri görüntülemeye etkin bir metot olduğu sonucu elde edilirken, metodun detayları ortaya konulmuştur. Bu çalışmada iki boyutlu görüntüler üzerinde büyük çaplı *intracranial* arter olarak bilinen tüm damarlar tanımlanabilmiştir. Aynı zamanda çalışmada iki boyutlu görüntülerden üç boyutlu *intracranial* arter modeli oluşturulmuştur. Üç boyutlu modelde ise serebrovasküler patolojilerin en sık gözlemlendiği damarlar görselleştirilmiştir.

Çalışmada *rostrocaudal* seyreden arterlerden alınan morfometrik ölçülerin istatistiksel analizi yapılmıştır. Bu analiz sonucunda yön faktörüne göre damar çaplarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Cinsiyet faktörüne göre yapılan analizde ise sadece *a. cerebri caudalis*'in çap değerinde istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuştur.

Sonuç olarak, çalışmamızda elde edilen bilgilerin ölüme yol açan hastalıklar arasında önemli bir payı olan *serebrovasküler* olgularla ilgili yapılacak çalışmalara, klinisyenlere ya da araştırmacılara katkı sağlayacağı kanaatindeyiz.

KAYNAKLAR

- Acar S (2013).** *Yetişkin bireylerde arcus aortae ve dalların in multidedektör computerize tomografi anjiografi yöntemi ile morfometrik analizi.* Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya/Türkiye.
- Alemseged F, Shah DG, Diomedi M, Sallustio F, Bivard A, Sharma G, Mitchell PJ, Dowling RJ, Bush S, Yan B, Caltagirone C, Floris R, Parsons MW, Levi CR, Davis SM, Campbell BCV (2017).** The basilar artery on computed tomography angiography prognostic score for basilar artery occlusion. *Stroke.*, **48** (3), 631-637.
- Alkan Z (1999).** *Veteriner radyoloji.* Ankara. Mina Ajans Baskı, s: 94-105.
- Apaydın Z (2014).** *Koroner anjiyografi yapılmış olan hastalarda kontrast nefropati gelişimini erken dönemde saptamada nötrofil jelatinaz ilişkili lipokalin ve iskemi modifiye albümin kullanımının değerlendirilmesi.* Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalı, Ankara/Türkiye.
- Balcombe JD (2001).** The scientific case for alternatives, *J Appl Anim Welf SCI.*, **4**, 117-126.
- Balcombe JP (2000).** *The use of animals in higher education: Problems, alternatives and recommendations.* Washington, DC: Humane Society Press.
- Barone R (1996).** *Anatomie des compare mammifères domestiques.* Angiologie. Paris: Editions Vigot.
- Başarıcı SM (2013).** *Radyolojik görüntülerde hacimsel morfolojiye dayalı üç boyutlu bölütleme yöntemi geliştirilmesi ve görselleştirilmesi.* Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir/Türkiye.
- Birgin G (2007).** *Röntgen filmleri yardımıyla üç boyutlu modelleme ve değerlendirme.* İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul/Türkiye.
- Brown MM, Rogers J, Bland JM, Leppan HA (2005).** Endovascular versus surgical treatment in patients with carotid stenosis in the carotid and vertebral artery transluminal angioplasty study (CAVATAS): a randomised trial. *The Lancet.* **357**, 1729-1737.
- Brudnicki W, Kirkilllo-Stacewicz K, Skoczylas B, et al. (2015).** The Arteries of the Brain in Hare (*Lepus europaeus* Pallas, 1778). *Anat Rec.* **298** (10), 1774-1779.
- Brudnicki W, Nowicki W, Skoczylas B, Brudnicki A, Kirkilllo Stacewicz K, Wach J (2012).** Arteries of the brain in wild European rabbit *Oryctolagus cuniculus* (Linnaeus 1758). *Folia Biol.*, **60**, 189-194.
- Burdea GC, Coiffet P (1994).** *Virtual reality technology.* London: Wiley-Interscience.
- Capello V, Cauduro A (2008).** Clinical technique: application of computed tomography for diagnosis of dental disease in the rabbit, guinea pig, and chinchilla. *J Exot Pet Med.*, **17**, 93-101.

Caplan L, Wityk R, Pazdera L, Chang HM, Pessin M, Dewitt L (2005). New England medical center posterior circulation stroke registry II. Vascular lesions. *J Clin Neurol.*, **1**, 31-49.

Cope C (1959). Technique for transeptal catheterization of the left atrium; preliminary report. *J Thorac Surg*, **37** (4), 482-486.

Coşkun GA (2017). *Vertebrobaziler sistem iskemik inmelerinde karotis-vertebral sistem doppler ultrasonografi ile servikal bt anjiografi ve/veya servikal mr anjiografi sonuçlarının karşılaştırılması.* İstanbul Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gaziosmanpaşa Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi. İstanbul/Türkiye.

Dayan MO (2009). *Yeni Zelanda tavşanlarında mide ve bağırsakların bilgisayarlı tomografi görüntülerinden üç boyutlu görüntü elde edilmesi.* Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya/Türkiye.

Demertzis S, Hurni S, Stalder M, Gahl B, Herrmann G, Berg JV (2010). Aortic arch morphometry in living humans. *J. Anat.*, **217**, 588–596.

Demirsoy A (1992). *Yasamın Temel Kuralları. Omurgahılar (Sürüngenler, Kuslar ve Memeliler).* Ankara: Meteksan Yayınları, 1. Baskı. Cilt 3. Kısım 2.

Dexter L, Haynes FW, Burwell CS, Eppinger EC, Sagerson RP, Evans JM (1947). Studies Of Congenital Heart Disease. Ii. The Pressure And Oxygen Content Of Blood In The Right Auricle, Right Ventricle, And Pulmonary Artery In Control Patients, With Observations On The Oxygen Saturation And Source Of Pulmonary "Capillary" Blood. *J Clin Invest*, **26** (3), 554-560.

Doğan İ (2012). *İntrakranial arterlerin seyri boyunca uzaysal eksenleri ve yüzeylerinin isimlendirmesi.* Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ankara/Türkiye.

Farres MT, Grabenwoge RF, Magometschnig H Trattng S, Heimberger K, Lammer J (1996). Spiral CT angiography: Study of stenoses and calcification at the origin of the vertebral artery. *Neuroradiology.*, **38**, 738-743.

Gasparotti R, Liserre R (2005). Intracranial aneurysms. *Eur Radiol.*, **15**, 441-7.

Geyer MA, Markou A (2000). Animal models of psychiatric disorders. *Psychopharmacology.*, the fourth generation of progress, FE Bloom, DJ Kupfer (Eds), Lippincott Williams & Wilkins.

Gitsioudis G, Nunninger M, Missiou A, Wolf P, Katus HA, Korosoglou G (2019). Multimodality cardiac computed tomography angiography and magnetic resonance with clinical-grade scanners provide robust assessment of cardiac morphology and function in rabbits. *J Thorac Dis.*, **11** (11), 4762-4771.

Grüntzig AR, Sending A, Siegenthaler WE (1979). Nonoperative dilatation of coronary artery stenosis: percutaneous transluminal coronary angioplasty. *N Engl J Med.*, **301** (2), 61-68.

Guedri H, Malek J, Belmabrouk H (2015). Three-dimensional reconstruction of blood vessels of the human retina by fractal interpolation. *J Nanotechnol Eng Med*, **6** (3), 310031-310035.

Gülekon İN (2017). Anatomi eğitiminde radyolojik ve klinik anatominin Yeri. Öğrenci Görüşleri, *Gazi Med J.*, **28**, 179-183.

Heinz ER (1996). *History of Neuroradiology. Neurosurgery.* Wilkins RH, Rengachary SS (eds). Mc Graw Hill Companies, **1**, 13-14.

Heros RC, Morcos JJ (2000). Cerebrovascular surgery: Past, present, and future. *Neurosurgery*, **47** (5), 1007-1033.

Hoffmann M (1900). Go Vergleichenden Anatomie und der Gehiren Ruckenmarksarterien der. *Vertebraten F Z Morphol u Anthropol.* **2**, 247–320.

Hounsfield, GN (1973). Computerized transverse axial scanning (tomography). 1. Description of system. *Br J Radiol.*, **46** (552), 1016-22.

International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature (2017). *Nomina Anatomica Veterinaria.* General Assembly of the World Association of Veterinary Anatomists. 6th edn., Gent.

Jacqmot OD, Snaps FR, Maquet NM, Heinen MPA, Gabriel AE (2011). Arterial Head Vascularization Cartographies of Normal Metencephalic Dogs Using Magnetic Resonance Angiography. *Anat Rec.*, **294**, 1834–1841.

Judkins MP (1967). Selective coronary arteriography. I. A percutaneous transfemoraltechnic. *Radiolgy*, Vol., **89** (5), 815-824.

Kalender WA (2006). X-Ray computed tomography. *Phys Med Biol.*, **51**, 29–43.

Karabulut N (2008). Çok kesitli bilgisayarlı tomografi koroner anjiyografi: Genel ilkeler, teknik ve klinik uygulamalar, *Anadolu Kardiyol Der.*, **8**, Özel Sayı **1**, 29-37.

Karaca MS (2015). *Abdominal bt anjiyografi yapılan hastalarda abdominal aorta ana dallarının anatomik varyasyonları.* Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı, Gaziantep/Türkiye.

Kaya M, Çevik A (2011). Hayvan deneylerinde planlanma ve model seçimi. *Deneysel Tıp Araş Enst Derg*, **1** (2), 36 – 39.

Killer M, McCoy MR, Vestal MC, Weitgasser L, Cruise GM (2011). Use of CT angiography in comparison with other imaging techniques for the determination of embolus and remnant size in experimental aneurysms embolized with hydrogel filaments. *Am J Neuroradiol.* **32**(5): 923-928

Kim HJ, Shin JH, Kim TH, Kim EY, Park YS, Park CS, Song HY (2009). Efficacy of transarterial embolization with arsenic trioxide oil emulsion in a rabbit VX2 liver tumor model. *J Vasc Interv Radiol.*, **20**, 1365-70.

Kurbetli N (2016). *Beyin iskemik hasarlarının 3b (üç boyutlu) anatomik değerlendirilmesi ve klinik belirtiler ile korelasyonu.* Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Denizli/Türkiye.

Labovitz DL, Halim AX, Brent B, Albala BB, Hauser WA, Sacco RL (2006). Subarachnoid hemorrhage incidence among Whites, Blacks and Caribbean Hispanics: the Northern Manhattan Study. *Neuroepidemiology.*, **26**, 147-150.

- Nadalo LA, Cho KJ, Coombs BD et. al. (2016).** Carotid Artery Stenosis Imaging. *Medscape.*, 1-46.
- Lezzi R, Cotroneo RA, Giancristofaro D, Santoro M, Storto ML (2008).** Multidetector row ct angiographic imaging of the celiac trunk: anatomy and normal variants. *Surg Radiol Anat.*, **30**, 303–10.
- Liang XM, Tang GY, Cheng YS, Zhou B (2009).** Evaluation of a rabbit rectal VX2 carcinoma model using computed tomography and magnetic resonance imaging. *World J Gastroenterol.*, **15**, 2139-44.
- Mapara M, Thomas BS, Bhat KM (2012).** Rabbit as an animal model for experimental research. *Dent Res J.*, **9** (1), 111-118.
- Mazensky D, Danko J, Pilipcinec E, Petrovova E, Luptakova L (2012).** Variations in Origin of Arteries Supplying the Brain in Rabbit and Their Impact on Total Cerebral Ischemia. *Advances in the Preclinical Study of Ischemic Stroke.* InTech Open.DOI: 10.5772/31654.
- Nacher V, Liombart C, Carretero A, Navarro M, Ysern P, Calero S, Figols E, Ruberte J (2007).** A new system to reduce formaldehyde levels improves safety conditions during gross veterinary anatomy learning. *J Vet Med Educ.*, **34**, 168-171.
- Netter FH (1969).** The ciba collection of medical illustration. *Heart.*, 143-144.
- Nicholson DT, Chalk C, Funnell WRJ, Daniel SJ (2006.)** Can virtual reality improve anatomy education? A randomised controlled study of a computer-generated three dimensional anatomical ear model, *Med Educ.*, **40**, 1081-1087.
- Ohlerth S, Scharf G (2007).** Computed tomography in small animals-Basic principles and state of the art applications. *Vet J.*, **173**, 254-71.
- Oyar O, Gülsoy UK, Yeşildağ A, Yıldız M, Baykal B, Köroğlu M (2003).** *Tıbbi görüntüleme fiziği.* Rekmay, Ankara.
- Ökten Aİ, Güzel A (2012).** Beynin Arteryel Anatomisi. *Türk Nöroşirurji Derg.* Cilt: 22, Sayı 3, 171-188.
- Özkadif S (2015).** Üç boyutlu rekonstrüksiyon kullanılarak yapılan bazı veteriner anatomik çalışmalar. *Yaşam Bilimleri Derg.*, **5** (2), 288-295.
- Özkan H (2011).** *Bilgisayarlı tomografi anjiyografi görüntülerinde pulmoner embolilerin bilgisayar destekli tespiti.* Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya/Türkiye.
- Pereira JA, Meri A, Molina-Ros A, Molina-Andreu O (2003).** Web-based course for teaching human anatomy. The UPF experience, *Eur J Anat.*, **7**, 19-22.
- Poyraz Ö (2000).** *Laboratuvar Hayvanları Bilimi.* Kardelen Ofset. Ankara. 279-299.
- Prince JL, Links JM (2006).** *Medical imaging signals and systems.* Pearson Prentice Hall Bioengineering, USA: New Jersey, p: 3-13.
- Prokop M (2000).** Multislice CT angiography. *Eur J Radio.* **36**, 86-96.

- Ricketts HJ, Abrams HL (1962).** Percutaneous selective coronary cine arteriography. *JAMA*, **181**, 620-624.
- Rooij DNK, Linn FH, van der Plas JA, Algra A, Rinkel GJE (2007).** Incidence of subarachnoid haemorrhage: a systematic review with emphasis on region, age, gender and time trends. *J Neurol Neurosurg Ps.*, **78**, 1365.
- Ross JJ (1959).** Transeptal left heart catheterization: a new method of left atrial puncture. *Ann Surg.*, **149** (3), 395-401.
- Satopathy BC, Mohapatra C (2018).** Morphometric Study of Basilar Artery in the Eastern Indian Population. *Asian J Neurosurg.*, **13** (3), 689–692.
- Schaub S, Hartmann A, Schwarz T, Kemper K, Pueckler KH, Schneider MA (2016).** Comparison of contrast-enhanced multidetector computed tomography angiography and splenoportography for the evaluation of portosystemic-shunt occlusion after cellophane banding in dogs. *BMC Vet Res.*, **12**, 283
- Seldinger SI (1953).** Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography; a new technique. *Acta radiol.*, **39** (5), 368-376.
- Shapiro SM, Qudiz RJ, Coa T, Romano MA, Backmann XJ, Georgiu D, Mandayam S, Ginzton LE, Brundage BH (1997).** Primary pulmonary hypertension: improved long-term effects and survival with continuous intravenous epoprostenol infusion. *J Am Coll Cardiol*, **30** (2), 343-349.
- Shinbo J, Mainil-Varlet P, Watanabe A, Pippig S, Koener J, Anderson SE (2009).** Evaluation of early tissue reactions after lumbar intertransverse process fusion using CT in a rabbit. *Skeletal Radiol.*, **39**, 369-373.
- Souza FD, Campos R (2013).** A systematic study of the brain base arteries in the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Pesq. Vet. Bras.*, **33** (6), 796-806.
- Tanyeli E, Sargon M, Sürücü ŞH, Karaman TS, Arifoğlu Y (2005).** Aorta Abdominalis'in tek sayıdaki visseral dallarının morfometrik incelenmesi. *Morfoloji Derg.*, **13**, 32-35.
- Tekin ME (1998).** *Laboratuar Hayvanları Yetiştiriciliği*. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Zootekni A.B.D. Ders Notu. Konya/Türkiye.
- Timothy G, Johnson MD (1986).** Arteriograms, venograms are angiogram territory. Chicago Tribune. https://www.chicagotribune.com/news/ct-xpm-1986-01-23-8601060680_story.html (Retrieved: 12 September 2011)
- Toole JF, Burrow DD (1990).** Pathophysiology and clinical evaluation of ischemic vascular disease. In: JR Youmans, editor. *Neurological Surgery*, 3rd ed. Philadelphia: WB. Saunders. p: 1463– 1515.
- Wake R, Yoshiyama M, Iida H, Takeshita H, Kusuyama T, Kanamitsu H, Mitsui H, Yamada Y, Shimodozono S, Haze K (2011).** *History of coronary angiography*. Osaka City University Graduate School of Medicine, Osaka City General Hospital, Tsukazaki Hospital, Japan.

Wiland C (1968). Basilar arteries of the brain in the domestic rabbit. *Folia Morphol.*, **27**, 288–295.

Winkelmann CT, Wise LD (2009). High-throughput micro-computed tomography imaging as a method to evaluate rat and rabbit fetal skeletal abnormalities for developmental toxicity studies. *J Pharmacol Toxicol Methods.*, **59**, 156-65.

Yaşargil MG (1984): *Microneurosurgery*. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag, **1**, 54.

Yılmaz Ö (2017). *Bilgisayarlı tomografide renal parankim volüm ölçümü ile statik rena lsintigrafi sonuçları arasındaki ilişkinin belirlenmesi*. İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi, Malatya/Türkiye.

Zimmerman HA, Scott RW, Becher NO (1950). Catheterization of the left side of the heart in man. *Circulation.*, **1** (3), 357-359.



ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Tuğba OKTAY
Doğum Yeri : Isparta
Yılı : 1994
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
Uyruğu : T.C.
Telefon No : 507 321 85 00
E-Posta : tugbaoktay32@gmail.com
İletişim Adresi : Mehmet Tönge Mh. 4835 Sokak
No:16 /ISPARTA



Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl):

Lisans: Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü (2013-2017)

Yüksek Lisans: Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Veteriner Anatomi Anabilim Dalı (2017- halen devam ediyor.)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl (Mesleki Deneyim):

1. Süleyman Demirel Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi (2012- halen devam ediyor.)

Yayınları (SCI ve diğer makaleler):

1. Oktay T, Demiraslan Y (2018). *Sağlık Bilimlerinde Radyolojik Anatomi Eğitiminin Önemi*, 1. Uluslararası Sağlık Bilimleri ve Yaşam Kongresi. 02-05 Mayıs/Burdur.

