T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

0041251
636.2
ERD
2010

SIĞIRLARDA PRENATAL DÖNEMDE BÖBREKLERİN MORFOMETRİK GELİŞİMİ VE ARTERİYEL VASKULARİZASYONU

Doktora Tezi
Araş. Gör. Serkan ERDOĞAN

Danışman
Doç. Dr. Mehmet KILINÇ

Veteriner Anatomi Anabilim Dalı

Doktora Tezi Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından DÜBAP-09-VF-09 nolu proje olarak desteklenmiştir.

Diyarbakır 2010

T.C
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MÜDÜRLÜĞÜ

"Sığırlarda prenatal dönemde böbreklerin morfometrik gelişimi ve arteriyel vaskularizasyonu" isimli Doktora Tezi 05.11.2010 tarihinde tarafımızdan değerlendirilerek başarılı bulunmuştur.

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Mehmet KILINÇ
Tezi Teslim Eden : Araş. Gör. Serkan ERDOĞAN

Jüri Üyesinin

	Ünvanı	Adı Soyadı	
Başkan	: Prof. Dr.	Savaş HATİPOĞLU	
Üye	: Doç. Dr.	Mehmet KILINÇ	
Üye	: Doç. Dr.	Ayhan DÜZLER	
Üye	: Doç. Dr.	M. Aydın KETANİ	
Üye	: Yard. Doç. Dr.	Berna GÜNEY SARUHAN	

Yukarıdaki imzalar tasdik olunur.

../11/2010

Prof. Dr. Cumhur KILINÇ
Dicle Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR YAZISI

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında, bilgi ve deneyiminden yararlandığım danışman hocam Sayın Doç. Dr. Mehmet KILINÇ'a, tecrübeleri ile beni yönlendiren ve yardımlarını esirgemeyen Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi ve Histoloji-Embriyoloji Anabilim Dalı öğretim üyeleri değerli hocalarım Sayın Doç. Dr. Ayhan DÜZLER ve Yard. Doç. Dr. Feyzullah BEYAZ'a, arkadaşım Uzm. M. Erdem AKBALIK'a, her zaman manevi desteklerini yanımda hissettiğim aileme ve bu araştırmanın projelendirilmesini sağlayan ve maddi destekte bulunan Dicle Üniversitesi Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı'na teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

1. Ön sayfalar **Sayfa No**

1.1. Kapak

1.2. İç Kapak

1.3. Onay Sayfası..... i

1.4. Teşekkür Sayfası ii

1.5. İçindekiler Dizini iii

1.6. Şekiller Dizini v

1.7. Tablolar Dizini viii

1.8. Kısaltmalar Dizini..... ix

2. Özet Sayfaları

2.1. Türkçe Özet x

2.2. İngilizce Özet..... xi

3. Tez metni

3.1. Giriş ve Amaç..... 1

3.2. Genel Bilgiler..... 4

3.2.1- Böbreklerin Embriyolojik Gelişimi 4

3.2.2- Böbreklerin anatomik yapısı 7

1. 3.2.2.1- Böbreklerin rengi, şekli, lokalizasyonu ve komşulukları 7
2. 3.2.2.2- Böbreği saran oluşumlar 10
3. 3.2.2.3- Böbreklerin iç yapısı 10
    1. 3.2.2.3.1- Cortex renis 11
    2. 3.2.2.3.2- Medulla renis 11
4. 3.2.2.4- Böbrek lobulasyonu 12
5. 3.2.2.5- Pelvis renalis 13

3.2.3. Böbreğin mikroanatomisi 14

1. 3.2.3.1- Corpusculum renis 14
2. 3.2.3.2- Tubulus proximalis 15
3. 3.2.3.3- Henle kulpu 15
4. 3.2.3.4- Tubulus distalis 16
5. 3.2.3.5- Tubulus connectivus 16
6. 3.2.3.6- Toplayıcı borucuklar 16

3.2.4- Böbreğin damarları 17

3.2.5- Böbreğin lenf drenajı 19
3.2.6- Böbreğin sinirsel uyarımı 19
3.2.7- Böbrek fizyolojisi 20
1. 3.2.7.1- Jukstaglomerular aparat 21
3.3. Gereç ve Yöntem..... 23
3.4. Bulgular..... 30
1. 3.4.1- Böbreklerin morfolojik özellikleri 30
2. 3.4.2- Böbrek ve böbrek arterlerine ait değerlendirme yapılan morfometrik parametreler 37
3. 3.4.3- Böbreklerin uzunluk, genişlik ve kalınlık ölçümlerine ait bulgular 38
4. 3.4.4- Böbrek arteriyel yapısı ile ilgili bulgular 45
3.5. Tartışma..... 61
3.6. Sonuç ve Öneriler..... 83
4. Kaynaklar 86
5. Ekler
6. Özgeçmiş 98

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Sığır fötusunda alın-sağrı uzunluğunun (CRL) ölçümü.....25

Şekil 3.2. Sığır fötuslarında alın-sağrı uzunluğu ve fötal yaş arasındaki doğrusal ilişki.....26

Şekil 3.3. Lateks solusyonunun umbilikal arter yoluyla enjeksiyonu.....26

Şekil 3.4. Lateks uygulaması sonrası genel görünüm. Rs: Ren sinister, R: Rumen, L: Lien, a: Adren, J: Jejunum, A: Aorta abdominalis, kalın ok: a. renalis sinistra, ince ok: a. testicularis, okbaşı: a.iliaca externa.....27

Şekil 3.5. Korozyon kast uygulaması sonrası genel görünüm. Rd: Ren dexter, H: Hepar, P: Pulmo dexter, C: Apex cordis, U: a.umbilicalis.....27

Şekil 4.1. 71 günlük fötusta böbreklerin genel görünümü, adren ve testislerle ilişkisi. Rs: Ren sinister, Rd: Ren dexter, Ts: Sol testis, Td: Sağ testis, E: Epididimis, d: Ductus deferens, a: Adren, u: Ureter, oklar: a. testicularis dextra et sinistra, okbaşları: a. renalis dextra et sinistra.....31

Şekil 4.2. 90 günlük fötusta böbreklerin genel görünümü ve testis ilişkisi. Rs: Ren sinister, Rd: Ren dexter, A: Aorta abdominalis, V: v. cava caudalis, T: Testis, e: Epididimis, u: Ureter, okbaşları: a. renalis dextra et sinistra, oklar: Kıvrımlı a. testicularis dextra et sinistra.....32

Şekil 4.3. 187 günlük fötusta sol böbreği saran oluşumlar. Cs: Capsula serosa, Ca: Capsula adiposa, *: Capsula fibrosa, J: Jejunum, R: Rumen.....33

Şekil 4.4. 80 günlük fötusta böbrek lobulasyonunun şekillendiğini gösteren zayıf oluklar (oklar).....34

Şekil 4.5. 102 günlük fötusta lobulasyonun tam olarak şekillendiğini gösteren belirgin oluklar (oklar). rd: a. renalis dextra, rs: a. renalis sinistra, v: v. renalis dextra 34

Şekil 4.6. 89 günlük fötusta böbreklerin lokalizasyonu, fasulye şeklindeki sağ böbrek (Rd) ve extremitas cranialis'i rotasyona uğramaya başlamış sol böbrek (Rs), A: Aorta abdominalis, V: v. cava caudalis, ok: a. renalis dextra, okbaşı: a. renalis sinistra, U: Ureter.....35

Sayfa No

Şekil 4.7. 113 günlük fötusta böbreklerin lokalizasyonu, fasulye şeklindeki sağ böbrek (Rd) ve extremitas cranialis'i rotasyona uğramış ve median hatta yaklaşmış sol böbrek (Rs), A: Aorta abdominalis, V: v. cava caudalis, vr: v. renalis dextra, ar: a. renalis dextra, u: Ureter.....**36**

Şekil 4.8. Aorta abdominalis (A)'in ventral duvarından orijin alan a. renalis (okbaşı), a: Adren, ok: a. testicularis, ie: a. iliaca externa, u: a. umbilicalis.....**46**

Şekil 4.9. Aorta abdominalis (A)'in lateral duvarından orijin alan a. renalis (okbaşı), V: v. cava caudalis, ok: v. renalis, U: a. umbilicalis.....**47**

Şekil 4.10. Aorta abdominalis (A)'in ventro lateral duvarından orijin alan a. renalis (okbaşı), U: ureter, C: Colon descendens, ut: Uterus, o: Ovaryum.....**47**

Şekil 4.11. İntrarenal arteriyel dallanma modellerinin diyagramı **50**

Şekil 4.12. A. renalis (A)'in I. tip intrarenal dallanma modeli. a, b, c: segmental arterler, ai: a. interlobaris, aa: a. arcuata, *: a. interlobularis..... **51**

Şekil 4.13. A. renalis (A)'in I. tip intrarenal dallanma modeli. a, b, c: segmental arterler, *: a. interlobaris.....**51**

Şekil 4.14. A. renalis (A)'in I. tip intrarenal dallanma modeli. a, b, c: segmental arterler, *: a. interlobaris, V: v. renalis **52**

Şekil 4.15. A. renalis (A)'in II. tip intrarenal dallanma modeli. a, b, c, d: segmental arterler.....**52**

Şekil 4.16. A. renalis (A)'in II. tip intrarenal dallanma modeli. Aa: Aorta abdominalis, a: segmental arter, ai: a. interlobularis, okbaşı: segmental arterin orijini.....**53**

Şekil 4.17. II. tip intrarenal dallanma modelinde sağ ve sol renal artere ait birer segmental arter (* ve okbaşı), A: a. renalis, Aa: Aorta abdominalis **53**

Şekil 4.18. A. renalis (A)'in III. tip intrarenal dallanma modeli. a, b, c: segmental arterler, ai: a. interlobaris, AA: Aorta abdominalis, oklar: orijini farklı segmental arterler.....**54**

Sayfa No

Şekil 4.19. A. renalis (A)'in III. tip intrarenal dallanma modeli. a, b, c: segmental arterler, ai: a. interlobaris, aa: a. arcuata, *: a. interlobularis.....**54**

Şekil 4.20. A. renalis (A)'in III. tip intrarenal dallanma modeli. a, b, c, *: segmental arterler, ai: a. interlobaris, i: aa. interlobulares, beyaz yıldız: ikincil renal arter, Aa: Aorta abdominalis **55**

Şekil 4.21. A. renalis (A)'in III. tip intrarenal dallanma modeli. yıldızlar: segmental arterler, Aa: aorta abdominalis.....**55**

Şekil 4.22. A. renalis (A)'in IV. tip intrarenal dallanma modeli. a, b, c, d: segmental arterler..... **56**

Şekil 4.23. A. renalis (A)'in IV. tip intrarenal dallanma modeli. a, b, c, d: segmental arterler, ai: a. interlobaris, aa: a. arcuata, *: a. interlobularis..... **56**

Şekil 4.24. Tip III dallanma modeli ve Çift a. renalis olgusu. A: A. renalis, a: segmental arterler, yıldız: ikincil renal arter, Aa: Aorta abdominalis.....**57**

Şekil 4.25. Çift a. renalis. Rd: a. renalis dextra, Rs: a. renalis sinistra, a: segmental arter, Aa: Aorta abdominalis, yıldız: ikincil renal arter ve verdiği segmental dallar **57**

Şekil 4.26. Multiple a. renalis olgusu. a1, a2, a3: renal arterler. Aa: Aorta abdominalis.....**58**

Şekil 4.27. Multiple a. renalis olgusu. a1, a2, a3: renal arterler. Aa: Aorta abdominalis, yıldızlar: ikincil renal arterin verdiği segmental dallar..... **58**

Şekil 4.28. A. renalis'ten (ince ok) ayrılan rami adrenalis caudalis (kalın ok), a: Adren, R: Böbrek, H: Karaciğer, Aa: Aorta abdominalis **59**

Şekil 4.29. Fibröz ve adipöz kapsülü besleyen intralobuler arterler. Ca: Capsula adiposa, R: Rumen, oklar: Rami capsulares.....**60**

Şekil 5.1. Shoja ve ark. (8)'na göre üç temel intrarenal arteriyel morfoloji. A: İkili çatal modeli (% 80,2), B: Üçlü çatal modeli (% 12,4), C: Merdiven modeli (% 7,4).....**73**

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1: Kullanılan materyalin gruplandırılması.....**25**

Tablo 3.2: Fötus yaşları.....**28**

Tablo 4.1a: Sağ böbrek ölçümlerinin gruplara göre ortalama değerleri (n=30).... **39**

Tablo 4.1b: Sol böbrek ölçümlerinin gruplara göre ortalama değerleri (n=30)..... **40**

Tablo 4.2: Her bir grupta sağ ve sol lateralizasyona göre böbrek ölçüm değerleri (n=30)..... **41**

Tablo 4.3: Her üç grupta sağ ve sol tarafa ait parametrelerin alın-sağrı uzunluğu (CRL) ile korelasyonu.....**42**

Tablo 4.4a: 1. Grupta sağ ve sol böbreğe ait parametrelerin ilişkisi.....**43**

Tablo 4.4b: 2. Grupta sağ ve sol böbreğe ait parametrelerin ilişkisi.....**43**

Tablo 4.4c: 3. Grupta sağ ve sol böbreğe ait parametrelerin ilişkisi.....**44**

Tablo 4.5: A. renalis dextra ve sinistra'nın aorta abdominalis duvarındaki orijin lokalizasyonlarının görülme sıklığı.....**45**

Tablo 4.6: A. renalis dextra ve a. renalis sinistra arasındaki ilişki.....**46**

KISALTMALAR

A., a.	Arteria
Aa., aa.	Arteriae
ADH	Antidiüretik Hormon
Ar. Uz.	A. renalis uzunluğu
BU	Böbrek uzunluğu
BG-ön	Böbrek ön genişliği
BG-orta	Böbrek orta genişliği
BG-arka	Böbrek arka genişliği
BK-ön	Böbrek ön kalınlığı
BK-orta	Böbrek orta kalınlığı
BK-arka	Böbrek arka kalınlığı
CRL	Crown-rump length (Alın-sağrı uzunluğu)
CT	Computed Tomography (Bilgisayarlı Tomografi)
ERSNA	Efferent renal sempatik sinir aktivitesi
JG	Jukstaglomerular
MRI	Magnetic Resonance Imaging (Manyetik Rezonans Görüntüleme)
V., v.	Vena
Vv., vv.	Venae

ÖZET

Bu araştırmada, sığırlarda prenatal dönemde böbreklerin morfometrik gelişim analizinin ortaya konulması ve böbreklerin arteriyel vaskularizasyonunun gösterilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada Diyarbakır'ın özel mezbahalarından tedarik edilen toplam 40 adet Holstein ırkı sığır fötusu kullanıldı. Fötusların alın-sağrı uzunluğu ölçülerek yaş tayinleri yapıldı ve bu yaş tayinine dayanarak gebeliğin ilk, orta ve son dönemine ait fötuslar, her grupta 10 hayvan bulunacak şekilde üç ayrı grup altında toplandı. Morfometrik ölçümlerin yapılacağı gebeliğin her üç dönemine ait toplam 30 hayvana lateks enjeksiyonu yapıldı ve morfometrik ölçüm amacıyla 60 böbrek ve a. renalis değerlendirmeye alındı. Ayrıca 10 adet 3-6 aylık sığır fötusuna da intarenal arteriyel vaskularizasyonu gösterebilmek amacıyla akrilik uygulaması yapıldı ve korozyon kast metodu ile elde edilen 20 böbrek kastı incelendi. Böbreklerin intrauterin yaşamda göstermiş olduğu morfolojik değişiklikler değerlendirildi. Böbreklere ve böbrek arterlerine ait ölçümler dijital kumpas aracılığıyla sağlandı. Bu çalışmadan elde edilen verilerin Mann-Whitney U Testi ve Pearson Korelasyon Testi ile istatistiksel analizleri yapıldı. Sağ ve sol böbrekler arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemesine karşın, gebelik dönemleri arasında önemli bir farklılık ($P<0,001$) olduğu saptandı. Ölçülen parametrelerin, hem sağ ve sol taraf arasında hem de gestasyonel yaş ile pozitif korelasyon gösterdiği tespit edildi. Fötuslarda 4 tip intrarenal dallanma modeli ortaya kondu. I. tip dallanma modeli, örneklerin yarısında, hem II. hem III. tip dallanma modeli örneklerin % 20'sinde ve IV. tip dallanma modeli ise örneklerin % 10'unda gözlendi. Çift a. renalis ve multiple a. renalis olguları saptandı. Elde edilen bulgular literatürdeki çalışma sonuçları ile karşılaştırılarak tartışıldı. Çalışma sonuçlarının, sonografi ve radyografi gibi tekniklerle fötal organlardan elde edilecek bulgulara, konjenital patolojilere bağlı olarak böbrek morfolojisinin normal yapıya kıyasla göstereceği değişikliklerin değerlendirilmesine yardımcı olabileceği ve prenatal dönemde organ morfolojisine dair yapılacak ileri çalışmalar için kaynak oluşturabileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Morfometri, arteriyel vaskularizasyon, böbrek, gelişim, prenatal dönem, sığır.

ABSTRACT

Morphometric Development and Arterial Vascularization of Bovine Kidneys in Prenatal Term

In this research, the demonstration of the arterial vascularization and presentation of morphometrical development analysis of kidneys in cattle in prenatal term was aimed. 40 numbers of Holstein cattle fetuses supplied from local slaughterhouses of Diyarbakır were used in the study. The correction fetus age was evaluated with the measuring of crown-rump length (CRL) and depending upon this, the fetuses belong to the first, middle and last term of the gestation were divided into different three groups including ten animals in each group. For morphometrical measurement, the latex injection was given to 30 animals belong to every 3 terms of pregnancy and 60 kidneys and its renal arteries were evaluated. Additionally, for exhibiting of intrarenal vascularization, the acrylic application was done and the casts of 20 kidneys in 3-6 months-old fetuses achieved by corrosion cast method were investigated. The morphological changes of kidneys in intrauterine life were assessed. The measurement relating to kidneys and kidney arteries were maintained by digital caliper compass. Statistical analyses of data obtained from this study was performed by Mann-Whitney U test and Pearson Correlation Test. Although there was not seen any significant differences between right and left kidneys, the significant differences ($P<0,001$) among the terms of gestation were detected. It has been found that the measured parameters between both right and left sides and gestational age have positive correlation. Four types of intrarenal branching models in fetuses were manifested. Type I of branching model was seen in half of the specimens, both type II and III of branching models were seen at 20 % of samples and type IV of branching model was seen at 10 % of samples. Cases of double and multiple renal arteries were detected. The findings obtained from the study were discussed with comparing the results of the studies in literature. The results of this study may be thought that the findings attained from fetal organs with the using of techniques such as sonography and radiography, may help to determine the differences of morphology of kidney compared to the normal structure depending on

congenital pathologies and may be references for further studies concerning organ morphology in prenatal term.

Key words: Morphometry, arterial vascularization, kidney, development, prenatal term, bovine.

3.1- GİRİŞ VE AMAÇ

Böbrekler vücudun uzman kimyagerleri olarak çalışan hayati öneme sahip organlardır. Yaşam boyu kanın bileşimini gözeterek, zararlı maddeleri vücut için gerekli ve değerli olanlardan komplike bir süzgeç sistemi vasıtasıyla ayırt eder ve yaşam için gerekli olan homeostazisi devam ettirirler. Vücut içerisinde kemikler kırılabilir, kaslar işlevini yapamayabilir ya da beyin uykuya dalabilir, ancak bunların hiçbiri yaşamı tehdit eden unsurlardan değildir. Şayet her iki böbrek de organizma içerisinde işlevini yitirecek olursa, bu durum mutlak surette ölümle sonuçlanır. Tek bir böbrek bile vücudun bütün organlarını etkileyen ve onların denge içinde çalışmasını sağlayan ve bunu devamlı kılan önemli fonksiyonlara sahiptir. Böbrekler herhangi bir nedenle yaralanacak olursa diğer organlarda büyük oranda bu durumdan etkilenir.

Böbreklerin su, tuzlar, aminoasitler, glikoz ve diğer faydalı maddeleri geri kazanmayı sağlayan seçici emme özelliği; kan sıvısının bileşimini, organizmanın su ve plazma volümünü, iç ortamın iyon dengesini, plazmanın osmotik basıncını ve kanın asit-baz dengesini (pH: 7,4) ayarlar. Bunun yanı sıra ürettiği ve kana verdiği hormonlar vasıtasıyla da metabolik faaliyetlerin düzenlenmesine ve kan basıncının dengelenmesine iştirak ederler. Organizma içerisinde bu denli fonksiyonel öneme sahip olan bu organların gerek morfolojik gerekse fizyolojik özelliklerinin çok iyi anlaşılması gereklidir. Bir böbreğin hayati öneme sahip olan bu komplike fonksiyonları yerine getirebilmesi böbreğin sağlığı ile yakından ilişkilidir (1, 2). Böbrekler ve üriner kanalın yaygın enfeksiyonları, bazı ilaç ve toksinler, ağır metal içeren solventler, kemoterapi, yılan-böcek sokmaları, zehirli mantar ve bitkiler böbreklerde ciddi hasara yol açabilmektedir. Yine diabet, lupus, asidozis ve karaciğer rahatsızlıkları gibi dejeneratif hastalıklar, hipertansiyon, su retensiyonu, glomerulonefrit ve böbrek taşları da böbreklerin çalışmasını etkileyen durumlardandır. Bütün bu hastalıkların tanısı ve tedavisinde başarılı olunabilmesi için de böbrek yapısının ve gelişim süreci içerisinde göstereceği morfolojik ve fizyolojik değişimlerin daha iyi bilinmesi gereklidir (3).

Polikistik böbrek, fötal hidronefrozis, displazi, hipoplazi, üreterosel gibi durumlarda ve bazı konjenital malformasyonlarda böbrekler normalden daha büyük ya da daha küçük görünebilmektedirler. Bu nedenle gebeliğin her bir periyoduna

göre böbrek boyutlarının normal değerlerinin bilinmesi oldukça önemlilik arz eder (4).

Temel fonksiyonu vücut sıvılarının kompozisyonunu fizyolojik sınırlar içinde tutmak ve devam ettirmek olan ve bu amaçla kan yoluyla aldığı bazı substansların işlenmesini ve son metabolik ürünlerin uzaklaştırılmasını üstlenen böbreklerin, bu fonksiyonunu yerine getirebilmesi için normal ve sağlıklı bir vaskularizasyona da sahip olması gereklidir. Kalbin sol ventrikülünden arteriyel sisteme pompalanan kanın % 20'sinden fazlası böbreklerden geçer. Farklı türler arasında ve aynı türün farklı bireylerinde damar kuruluşu bakımından oldukça farklı varyasyonlar mevcuttur. Böbreklerin fonksiyonel mekanizmalarını anlayabilmek için böbrek vaskularizasyonunu da iyi anlamak gerekir. Bu nedenle böbrekler kendilerini besleyen damarlarla birlikte ele alınmalıdır (5).

Böbrek arterleri hakkındaki fonksiyonel ve anatomik bilgiler çeşitli teknikler ve anatomik modeller oluşturularak elde edilmiştir. Böbreklerin normal yada varyasyon gösteren arteriyel yapısı; geleneksel disseksiyon teknikleri, kast oluşturmaya yönelik enjeksiyon uygulamaları ve anjiyografik görüntüleme yöntemleri ile araştırılmaya çalışılmıştır. Bütün bu araştırmalar, renal arterlerin orijini, böbrek paranşimi içerisinde gösterdiği dallanma modelleri ve bu modellere göre dallar arasında kollateral bir dolaşım olup olmadığı ve arteriyel varyasyonlar gibi konular üzerinde yoğunlaşmıştır (6-9). Yine bu amaçla hem beşeri hem de veteriner hekimlik alanında yapılan araştırmalara, klinik uygulamalara ve şirurjikal girişimlere yardımcı olabileceği düşüncesiyle domuz (10-14) başta olmak üzere kemirgenler (15-17) ve etçiller (18-20) gibi hayvanlar üzerinde gerek damar gerekse pelvio-kalikseal yapıyı göstermek adına uygulamalar yapılarak deneysel hayvan modelleri oluşturulmaya çalışılmıştır. Ancak bugüne kadar hayvanlarda yapılan çalışmalar genellikle postnatal dönem üzerinde yoğunlaşmıştır.

Böbreklerin morfometrik özellikleri ile ilgili çalışmalar ise daha çok insanlarda yapılmış, hem prenatal hem de postnatal dönemde bu özellikler değerlendirilmeye çalışılmıştır (2, 4, 21, 22). Yapılan literatür taramalarında, genel olarak hayvanlarda böbreklerin morfometrik gelişim sürecini değerlendiren az sayıda literatüre rastlanması ve araştırmaların daha çok vaskularizasyon üzerine yoğunlaşması, özellikle prenatal gelişim sürecinde böbreklerin morfometrik

özellikleri ve vaskularizasyonu ile ilgili tanımlayıcı ve kapsamlı bir bilgiye rastlanılmaması bu araştırmanın planlanmasında etkili olmuştur.

Bu araştırma, sığırlarda prenatal dönemde böbreklerin morfometrik gelişim analizini ortaya koymak ve arteriyel vaskularizasyonunu göstermek amacıyla planlanmış ilk çalışma özelliğini taşımaktadır. Sığır fötuslarında prenatal dönemde böbrek gelişim aşamalarını ve bu süreçte gelişim için gerekli olan ve arteriyel beslenmeyi sağlayan damarları belirlemesi ve göstermesi açısından, böbreklerin makro-anatomik ve morfometrik özelliklerini ortaya koymaya yardımcı olacaktır. Böbrek gelişiminin gebelik dönemlerine göre morfolojik değişimlerine dair morfometrik bir veri tabanı oluşturulabileceğinden dolayı hayvanlarda, anormal böbrek gelişimi ve patolojik olguların anlaşılmasında, ultrasonografi gibi teknolojik yöntemlerle fötal organların kontrol edilerek değerlendirilmesinde ve fötal böbreklerde yapılacak olan diğer deneysel amaçlı morfolojik ve fizyolojik çalışmalarda yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

3.2- GENEL BİLGİLER

3.2.1- Böbreklerin Embriyolojik Gelişimi

Omurgalı hayvanlarda ve insanlarda üriner sistem organlarının meydana gelmesi esnasında birbirini takip ederek aynı orijinden meydana gelen üç şekil organ görülür. Embriyolojik hayatın çeşitli evrelerinde meydana gelen bu üç üriner sistem organına sırasıyla ilk böbrek (pronefroz), orta böbrek (mezonefroz), ve son böbrek (metanefroz) adı verilir. Son böbreğin meydana gelişi sırasında ilk böbrek körelir, orta böbrek ise iç genital organların oluşumuna katılır (1, 23-25).

Pronefroz, boyun bölgesi ve göğüs başlangıcındaki segmentlere ayrılmış intermedier mezodermin urogenital plaklarından şekillenir. Bu segmentlerdeki her bir urogenital plağın dorsal duvarında ektoderme doğru birer tomurcuklanma görülür. Sonradan bu tomurcuklar, içleri boşalarak borucuklar halini alırlar. Bu pronefroz borucukları serbest uçları ile aynı hizada birbirlerine birleşerek hepsi için ortak olan ilk böbrek kanalını (pronefroz kanalı) ya da primer üreteri meydana getirirler. Boyun bölgesinden geriye doğru uzanan bu kanal kloakaya açılır (23). Aorta abdominalis'ten çıkan küçük arter dalları gövde boşluğunu örten seröz zarın altına doğru pronefroz borucuklarının gövde boşluğuna açılan ağızlarının yakınında dış glomerulus adı verilen küçük kabartılar meydana getirirler. Dış glomeruluslardan süzülen idrar öncelikle gövde boşluğuna akar, buradan pronefroz borucukları ve ilk böbrek kanalı olan pronefroz kanalı aracılığı ile kloakaya dökülür (26, 27). 7-8 borucuktan ibaret olan pronefroz, kanatlılarda, memeli hayvanlarda ve insanlarda kısa bir süre görev görür, sonra borucuklar körelir ancak ilk böbrek kanalı varlığını sürdürerek mezonefroz için boşaltıcı kanal olarak hizmet eder. Sadece koyunda pronefrik tüpçükler iyi gelişmiştir ve pronefrik kanal ile bağlantı kurmuşlardır, ancak kısa bir süre sonra mezonefrik tüpçüklere bağlanır. Amphioxus, cyclostomata (yuvarlak ağızlılar) ve aşağı sınıf balıklar gibi primitif hayvanlarda yalnızca ilk böbrek yani pronefroz meydana gelir ve hayvanın hayatı boyunca böbrek görevini üstlenir (23, 25, 28).

Mezonefroz, pronefrozun gerilemesi sırasında gövde bölgesindeki intermedier mezodermin urogenital plaklarından meydana gelir. Gelişimin 4. haftasının başlarında, mezonefroz da ilk böbrek gibi tomurcuklanmalar halinde gelişmeye başlar, sonra bunların iç kısımları boşalarak borucuklara dönüşür. Bu

mezonefroz borucukları pronefroz kanalına yaklaşır ve ona ağızlaşır, böylece oluşan bu kanala Wolff kanalı adı verilir. Wolff kanalı çifttir ve kloakaya açılır. Mezonefroz borucukları diğer taraftan çevredeki aort dallarına ait kapillarları içine alacak tarzda evaginasyon ve divertiküller yaparlar. Kapillarlar birçok kıvrımlar yaparak, glomerulus denilen damar yumağını, evaginasyonlar ise çift katlı Bowman kapsülünü oluşturur (23, 26, 27). Bowman kapsülünün iki yaprağı arasında dar bir aralık vardır. Glomerulus'lardan gelen idrar kapsülün iç yaprağında süzülür ve dar aralığa geçer. Mezonefroz borucukları ile Wolff kanalına, oradan da kloakaya dökülür. Mezonefroz borucukları, pronefroz borucukları gibi kısa kalmaz, uzunlamasına gelişir ve kıvrımlar yapar (26, 27). Memeli hayvanlarda ve insanda mezonefrozun cranial bölümü körelerek kaybolur, caudal bölümün mezonefroz borucukları ise erkekte testisin boşaltma yollarından ductuli efferentes'i, mezonefroz kanalıda ductus epididymis ve ductus deferens'i meydana getirir. Dişide ise kalıntı halindeki epoophoron ve Gartner kanalcıklarını yapar. Kurbağalar, amfibiler ve balıklarda mezonefroz daimi böbrek görevini görür (23, 25). Mezonefroz'un büyüklüğü plasenta tipi ile yakından ilişkilidir. Dejenere olmalarına karşın karnivor ve insanda en küçük, domuzda en büyüktür. Mezonefroz dejenerasyonu, insanda 4-8., atta 8-9., sığırda 10. haftada gerçekleşir (28).

Kanatlılarda, memeli hayvanlarda ve insanda daimi böbrek görevini yürüten metanefroz, köken itibariyle farklı iki kısımdan meydana gelir. Nefron, nefrojen mezenşimden, toplayıcı borucuklar, pelvis renalis ve ureter ise Wolff kanalından gelişirler. Her bir Wolff kanalının kloakaya açıldığı yere yakın olan kısmında dorsocranial yönde birer evaginasyon belirir. Sonra divertikül şeklindeki bu evaginasyonlar uzayarak ureter taslaklarını meydana getirirler. Bu taslakların uç kısımları genişleyerek pelvis renalis'leri bunlarda ışınsal şekilde filizlenerek ductus papillaris, tubulus collectivus ve tubulus connectivus'ları meydana getirirler. Nefrojen mezenşim, medullayı bir takke gibi sararak corpusculum renis, tubulus proximalis, Henle kulpu ve tubulus distalis'lerden ibaret olan nefronu yapar ve böylece korteksin gelişimi de tamamlanmış olur (23). Temel bir toplayıcı kanaldan meydana gelen tüm toplayıcı kanalcıklar, kendilerine ait nefronlarla birlikte radier durumda sinus renalis etrafına dizilmiş pyramis ve lobus renalis'leri oluştururlar (26, 27).

Böbrek boyutu muhtemelen hem genetik hem de çevresel faktörlerden etkilenir. Doğum esnasındaki glomerulus sayısı da genetik olarak belirlidir. Ancak böbreklerin hacmi ve boyutları, nefron sayısı ve büyüklüğü ile yakından ilgilidir. Normal bir gebelikte böbrek boyutu nefron sayısının güçlü bir belirleyicisidir ve daha küçük bir böbrekte daha az sayıda nefron olacağı umulur (29, 30).

Nefrogenezis memelilerde doğumla birlikte ya da türe bağlı olarak doğumdan kısa bir süre sonra biter. İnsanlarda gebeliğin 34-35. haftasında, babun gibi primatlarda 25. haftasında, koyunlarda 17-18. haftasında tamamlanır. Sıçanlarda ve farelerde doğumdan sonraki ilk hafta, köpeklerde doğumdan sonraki birkaç hafta içinde de nefronlar oluşmaya devam eder. Böbrek hastalıklarında yıkılan nefronların yerine yenileri tekrar yapılamaz. Bunun yerine kalan nefronların hacimlerindeki artış ile bu yük kompanze edilmeye çalışılır (25, 28, 30-32).

Gebeliğin ikinci yarımından itibaren fötusta, az da olsa böbrek faaliyeti gözlenir. Hatta idrar kesesi görevini gören ve urachus aracılığı ile allantois'e bağlanan sinus urogenitalis yavaş yavaş dolar ve doğumdan hemen sonra boşalır. Fötusta böbrek faaliyetinin az oluşu arteriyel kan basıncının venöz basınca göre çok düşük oluşundan kaynaklanmaktadır (23). Metanefrik böbrek fötal dönemde fonksiyoneldir ancak böbreği olmayan yavruların doğabilmesi bu dönemde böbreğin hayati bir öneme sahip olmadığını gösterir (28).

Böbrekler yetişkin hayvanlarda kalpten pompalanan kanın yaklaşık dörtte birini alan oldukça vaskularize organlardır. Kan damarlarının şekillenmesi böbrek morfogenezisinin erken dönemlerinde başlar. Böbrek vaskularizasyonu ve nefrogenezis eş zamanlı meydana gelir ve birbiriyle senkronize bir biçimde devam eder (31). Sıçan fötuslarında gebeliğin 20. gününe kadar damarların temel yapısı belirgin hale gelir. Afferent arteriyol gibi çok daha küçük damarların oluşumu ile de gelişim tamamlanmış sayılır. Bu nedenle, postnatal maturasyon süresince de özellikle afferent arteriyoller gibi küçük çaplı kan damarlarının sayısı progresif olarak artar. Arteriolar dallanmanın kontrol mekanizması ve arteriolar büyümenin devamlılığının önemi tam olarak anlaşılamamıştır (25).

3.2.2- Böbreklerin anatomik yapısı

Üriner sistem organları ve reproduktif organlar gerek embriyonik gelişimleri gerekse anatomik topografileri bakımından birbiriyle yakın ilişkili yapılardır. Pelvis

boşluğu içerisinde ortak terminal segmentlere sahip olduklarından sıklıkla ürogenital sistem olarak tek bir başlık altında incelenirler. Üriner sistem organları böbrekler, ureter'ler, vesica urinaria ve urethra'dan oluşur. Her bir böbrek, dolaşım sisteminden aldığı kanı filtrasyon, sekresyon, reabsorbsiyon ve konsantrasyon yoluyla işleyerek idrar üreten birer organ olarak vazife görür. Ureter'ler ince uzun boru şeklinde yapılar olup şekillenen bu idrarı vesica urinaria'ya taşırlar. Urethra ise vesica urinaria'dan başlayarak idrarın dış ortama atılmasını üstlenen kısımdır (5, 33, 34).

3.2.2.1- Böbreklerin rengi, şekli, lokalizasyonu ve komşulukları

Böbreklerin rengi kapsadığı kan miktarı ile ilişkili olup genel olarak koyu kırmızıdan koyu viyoleye kadar değişiklik gösterir. Ruminantlarda koyu kahve ya da çikolata, equide, carnivor ve devede ise gri ya da parlak mavimsi bir renktedir (34, 35).

Böbrekler; karın boşluğunun üst bölümünde, columna vertebralis'in her iki yanında birer tane bulunan ve retroperitoneal olarak uzanan organlardır. Gelişmelerine sakral bölge yakınında başlayan böbrekler öne doğru ilerler ve tüm evcil memelilerde baskın olarak lumbal bölgede bulunurlar, aynı zamanda craniale, karnın intratorasik bölümüne doğru sokularak sonuncu kaburgaların altına saklanırlar. Lokalizasyonları diyaframın hareketine bağlı olarak yarım vertebra boyu değişiklik gösterebilir. İki böbreğin duruşu da asimetrik olup sağ böbrek sol böbrekten daha önde yer alır, bu durum equide ve carnivor için böyledir. Ancak ruminantlarda farklı olarak sol böbrek yüzücü olup rumen'in geniş hacmi yüzünden orta düzlemin biraz sağına itilmiştir. Ön ucu sağ böbreğin arka ucu hizasına ancak yetişir. Bu bölgede hareketli ve uzun bir mezo ile asılı durumdadır (5, 34, 36).

Equidede sağ böbreğin ön ucu karaciğerin impressio renalis'ine dayanır, arka ucu duodenum ile temas halindedir. Sol böbreğin ön ucu pankreasa, arka ucu ise ansa jejunalis'e ve colon descendens'e temas eder. Böbreklerin alt yüzlerinin peritoneal örtüsü equidede tam değildir. Çünkü bu yüzler adren ve colon'un bir kısmı ile temastadır. Sağ böbreğin alt yüzü colon transversum ve cecum ile iştiraktedir (34).

Sığırlarda düzgün yüzeyli, ince uzun ve oval şekilde olan ren dexter, retroperitoneal olarak 12. interkostal aralık ile 2. ya da 3. lumbal vertebralar arasında bulunur. Extremitas cranialis'i karaciğerle komşudur. Facies dorsalis, bel kasları ve

diyaframın kruslarına yaslanır. Facies ventralis; pancreas, cecum ve colon ascendens ile temas halindedir. Ren sinister, tamamen periton tarafından örtülmüş ve 2-5. lumbal vertebraların ventralinde asılı haldedir. Medialde rumen ile lateralde ince bağırsaklarla komşudur (37). Sığır böbreği ortalama 18-24 cm olup sol böbrek sağ böbrekten daha kısadır (38). Sığırlarda böbrek ortalama 1200-1500 gr ağırlığındadır (37).

Köpeklerde sol böbrek ilk üç vertebra lumbalis seviyesinde uzanırken, sağ böbrek sol böbrekten yarım vertebra uzunluğunda önde gözlenir (39). Bir yüzü sublumbal kaslarla temas halinde olup yağ doku ile çevrilidir, diğer yüzü ise saydam bir peritonla kaplıdır. Her bir böbreğin cranial kutbunun hem dorsal hem de ventral yüzeyi peritön ile kaplı iken, caudal kutbun ise sadece ventral yüzeyi peritonla kaplanmıştır. Böbrekler cranioventral yönde bükülü olup oblik bir pozisyonda uzanır. Sağ böbrek sol böbreğe nazaran dorsal duvara daha sıkı tespit olmuştur ve daha fazla retroperitoneal alana sahiptir. Ortalama boyutlarda bir köpekte böbrekler 6-9 cm uzunlukta, 4-5 cm genişlikte ve 3-4 cm kalınlıktadır. Taze çıkarılan bir böbreğin ağırlığı 25 ile 35 gr arasında değişir. Böbrek ağırlığı, böbrek hacmi ve uzunluğu ile oldukça uyumludur (36).

Sol böbreğin craniolateral yüzeyi dalağın medial yüzünün dorsal ucu, omentum majus ve midenin curvatura major' u ile temastadır. Cranialde pancreas ve sol adren ile yakın komşuluğu vardır. Dişilerin sol böbreği caudalde colon descendens ve mesovarium ile temas eder. Erkeklerin sol böbreği medialde colon descendens, mesocolon ve duodenum'un pars ascendens'i ile ilişkilidir. Colon descendens böbreğin ventral yüzüyle de temas halinde bulunur. Sol böbreğin medial kenarı orta hattan yaklaşık 1 cm uzaklıkta, cranial kutbu ise son kaburganın üst üçte birinin 5 cm caudalindedir. Sağ böbreğin cranial kutbu 13. kaburga seviyesinde, karaciğerin lobus caudatus'una gömülü vaziyettedir. Ancak bu seviye mide ya da uterus'un yarattığı baskıya göre birkaç cm değişebilir ve buna bağlı olarak diaphragma ve costa'ların retraktör kaslarıyla temas edebilir. Sağ adren de, sağ böbreğin cranial kutbu ile ilişkilidir. Sağ böbreğin margo medialis'i ile v. cava caudalis oldukça yakındır, ventralde ise pancreas'ın sağ lobu ve colon ascendens ile temas eder (36, 39).

Evcil memeliler arasında şekli çok değişiklik gösteren böbreklerin temel formu; insan, carnivor ve küçük ruminant'ta olduğu gibi fasulye şeklidir. Equide'nin sağ böbreği kupa kağıdına benzer iken, sol böbreği ise fasulyeden piramidal bir şekle doğru değişir. Diğer hayvanların böbreklerinin dış yüzü düz iken sığır böbreği düzensiz oval şekilli olup, yüzeyi organı birçok loba bölen yarıklı bir yapıdadır. Sığırlarda renal lop sayısı 13 ile 35 arasında değişir ve ortalama 20 adet bulunur (5, 34, 38). Lopların büyüklükleri eşit değildir. Sığır ve mandalarda sağ böbrek dorsolateral yassılaşmış olup oval şekillidir. Sol böbrek ise yuvarlaklaşmış bir caudal uca ve sivri bir cranial uca sahiptir (40). Sol böbreğin uzun ekseni 90 derece döndüğü için hilus renalis de dorsalde bulunur (37). Domuz böbreği de şekil olarak fasulye gibidir ancak biraz daha yassılaşmıştır. Domuzlarda böbrekler insanlarda olduğu gibi ortalama 11-12 cm'dir. Ortalama 98 gr ağırlığındadır. Sol böbrek sağ böbrekten az bir farkla daha uzundur (5, 41).

Develerde karın boşluğunda retroperitoneal olarak yerleşen böbrekler fasulye şeklinde ve düz yüzeylidir. Sağ böbrek sol böbreğe göre daha cranialde yer alır. Sağ böbrek birinci lumbal vertebra'nın processus transversus'unun altındadır. Sol böbrek ise son üç lumbar vertebra (L5-L7) processus transversus'unun ventralinde sublumbal bölgede lokalize olup, tıpkı sığırlarda olduğu gibi sivri bir extremitas cranialis'e, geniş ve yuvarlak bir extremitas caudalis'e sahiptir. Sağ böbreğin cranial ucu birçok memelide olduğu gibi karaciğerin lobus caudatus'una dayanır. Dorsalde psoas kaslara ve fascia iliaca'ya temas eden böbreklerin ventral yüzleri ise sağda colon, solda dalak ve rumen'in saccus dorsalis'i ile iştiraktedir. Böbrekler 16-17 cm uzunluğunda, 13 cm genişliğinde, 6 cm kalınlığında ve ortalama 700 gr ağırlığındadır (35, 42).

İnsanlarda da böbrekler birçok hayvanda olduğu gibi kırmızı kahverengi renkte ve fasulye şeklindedir. Her bir böbrek 10-12 cm uzunluğunda, 5-6 cm genişliğinde ve 3-4 cm kalınlığındadır. Sol böbrek sağ böbreğe nazaran daha uzun ve dardır. Yeni doğanlarda total vücut ağırlığının 1/80'ini yetişkinlerde ise 1/240'ını oluşturur. Ortalama 140 gr ağırlığındadır (43- 45).

Bir böbreğin üst ve alt iki yüzü (facies dorsalis et ventralis), dış ve iç iki kenarı (margo lateralis et medialis), ön ve arka iki ucu (extremitas cranialis et caudalis) bulunur. Margo lateralis konveks ve margo medialis'e göre daha kalındır. Margo

medialis'in ortasında vertikal yönde bulunan yarığa hilus renalis denir. Hilus renalis'ten a. renalis ve sinirler girer, v. renalis, lenf damarları ve üreter ise çıkar (5, 34, 36, 37, 39, 43, 45). Sığırlarda hilus renalis oldukça geniştir ve genişliği kalınlığından fazladır, yine bu fark sağ böbrekte sol böbrekten daha fazla dikkati çeker (38).

3.2.2.2- Böbreği saran oluşumlar

Böbrek dıştan içe doğru birtakım oluşumlar ile sarılmıştır. Bunlar dıştan içe doğru sırasıyla; periton'dan gelen capsula serosa, özellikle ruminantlar'da kalınlığı ile dikkat çeken ve bitişik organların baskısına karşı böbreğin korunmasına yardımcı olan capsula adiposa ve bağdokudan oluşan sağlam, ince bir tabaka olan capsula fibrosa'dır (5, 34, 36). Böbreğe parlak bir görünüm veren ve genişleme yeteneği çok sınırlı olan fibröz kapsül, organı çepeçevre sardıktan sonra hilus renalis'te iki tabakaya ayrılır. Birisi hilus renalis'e giren ve çıkan tüm anatomik oluşumların üzerine geçerek onların adventisyası olarak devam eder. Diğeri ise hilus'tan içeri girerek papillae renales hariç olmak üzere sinus renalis'in duvarlarını döşer ve pelvis renalis'in adventisyasını şekillendirir (27, 36, 43-48). Fibröz kapsül, organın sinus renalis'i ve recessus pelvis'i hariç olmak kaydıyla normal ve sağlıklı bir böbrekten kolaylıkla sıyrılabilir (5, 36, 39). Capsula adiposa olarak nitelendirilen yağ doku, capsula fibrosa'yı dıştan sardıktan sonra hilus renalis'ten sinus renalis'e girer ve tüm anatomik oluşumlar arasındaki boşlukları doldurur (34, 36, 43, 46-48). Fötal dönemde böbrek etrafındaki bu yağ dokusu esmer yağ dokusu özelliği gösterir (49). Peritonun visceral yaprağından gelen capsula serosa ise böbreklerin sadece alt yüzünü, sarkık böbreklerin ise iki yüzünü de örter (5, 34).

3.2.2.3- Böbreklerin iç yapısı

Memeli hayvanlarda böbreklere dış kenarından paralel bir kesit yapıldığında böbrek paranşiminde renk, yapı ve işlev yönünden birbirinden farklı iki bölüm dikkat çeker. Bu bölümlerden dıştakine cortex renis, içtekine ise medulla renis adı verilir (5, 34, 36).

3.2.2.3.1- Cortex renis: Capsula fibrosa'nın hemen altında, böbrek paranşiminin dış kısmında bulunan korteks, kırmızı- kahverenginde oldukça granüler

bir görünüme sahiptir. Bu granüler oluşumlar, taze kadavrada kırmızı benekler halinde gözlenen Malpighi cisimcikleridir (Corpusculum renis) (5, 34). Korteks, aa. radiatae'nın izlediği yolların oluşturduğu hatlar vasıtasıyla ayrılmış kortikal lobullerden (lobuli corticales) şekillenir (5). Hem cortex renis'te hem de pyramidis renalis'ler arasında korteksin en dış kesiminden başlayan ve sinus renalis'e kadar uzanan ve columna renales (Bertini sütunları) adı verilen sütunlar gözlenir (34, 43, 47). Yine kortekste medulla renis'te bulunan pyramis renalis'lerin tabanından başlayan ve korteksin dış sınırına kadar uzanan ışınsal uzantılar dikkati çeker. Bunlar medulla uzantıları ya da ferrein uzantıları adı verilen ve medulla renis'in korteks içine doğru gönderdiği uzantılardır. Yaklaşık 400-500 ışınsal uzantı medulladan kortekse uzanır. Böylece böbreğin korteksi, temel olarak medullaya ait olan ferrein uzantılarının oluşturduğu pars radiata (stria medullaris) ve bu uzantıların arasında kalan daha açık renkli pars convoluta olmak üzere iki bölüme ayrılır (34, 43, 47, 50).

3.2.2.3.2- Medulla renis: Böbrek paranşiminin iç kesimini oluşturan açık renkli bölümdür. İdrar toplayıcı kanalcıklarını ihtiva eden bu bölümde 8- 10 adet pyramis renalis mevcuttur. Piramitlerin kortekse dönük taban kesimlerine basis pyramidis, sinus renalis'e uzanan tepe kısımlarına ise papilla renalis adı verilir. Papilla renalis'e ductus papillaris adı verilen kanalcıklar açılır ve bu kanalcıkların açılma delikleri foramina cribrosa, deliklerin bulunduğu elek şeklindeki bu kısım area cribrosa olarak nitelendirilir. Pyramis renalis'ler arasında columna renalis denilen kortikal cevher sütunları mevcuttur. Medullanın kortekse yakın bölümünde nerdeyse eşit uzaklıkta dizilmiş a. interlobaris renis'lerin kesitleri görülür. Bu böbreğin birtakım loplardan oluştuğunu gösterir ki; bir adet pyramis renalis ve etrafını saran kortikal cevher bölümüne lobus renalis adı verilir (34, 43).

Karnivor, equide ve küçük ruminant'ta bütün loplar tek bir medullar yapıyı şekillendirmek üzere birbiriyle kaynaşır ve kortikal bir kabukla kuşatılır. Bu total füzyon sonucu papilla renalis'lerin de birleşmesine bağlı olarak tek ve ortak bir papillar krista (crista renalis) şekillenir. Kedi ve köpekte, papillar kristanın dorsaline ve ventraline doğru uzanan, ayrıca pelvis renalis'in divertikülleri aracılığıyla birbirinden ayrılan pseudopapillae isimli uzantılar bulunur (5). Bunlar ortak

papillanın (crista renalis) her iki tarafında transversal yerleşmiş sekonder uzantılardır ve pelvis renalis'in divertikülleri ile temas halindedirler (5, 36).

3.2.2.4- Böbrek lobulasyonu

Böbrekteki her bir pyramidis renis, buna dorsalden bitişik olan kortikal doku ve her iki yanındaki renal sütun yarımı bir böbrek lobunu oluşturur. Embriyonik gelişim süresince tüm memeliler böbreğin multilobular yapıya sahip olduğu bir evre geçirmesine karşın, birçok türde ayrı lopların birleşmesine bağlı olarak lop sayısı oldukça azalır. İşte bu birleşme derecesi türler arasında oldukça farklılık gösterir. Sığırda ve domuzda medulla ve korteks piramit şekilli loplara bölünmüştür. Her bir lobun apeksi; sinus renalis'e yönelir ve renal sinusun kalikslerine açılan bir papilla şekillendirir. Bu yapıyı gösteren böbrekler multilobar, multipapillar ya da multipiramidal böbrek olarak değerlendirilir (5, 10, 34, 41). Ancak domuz böbreği düz bir yüze sahip iken, sığırda multilobar organizasyon organın dış yüzünü de birçok loba bölen yarıklanma ile sonuçlanmıştır (5).

Köpek, kedi, at, koyun, keçi, sıçan ve tavşanda tüm loplar etrafı kortikal bir kabukla kuşatılmış tek bir medullar yapıyı oluşturmak üzere birbiriyle tamamen birleşmiştir. Bu tip böbreklere unilobar yada unipapillar tip böbrek denir ve bu böbrekler sadece tek bir piramide sahiptir (5, 41, 50).

Bu durumda evcil memelilerde lobuler birleşme düzeyine bağlı olarak üç tip böbrek ayırt edilebilir. Buna göre böbrekler aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

- Dış yüzü düz tek papillalı böbrek (unilobar): carnivor, equide, küçük ruminant, deve (5, 35)
- Dış yüzü düz çok papillalı böbrek (multilobar): domuz (5, 51)
- Dış yüzü yarıklı çok papillalı böbrek (multilobar): büyük ruminant (5, 51).

İnsanda ise böbreklerin lobar organizasyonu, gelişme dönemindeki fötal böbreklerde oldukça belirgindir. Her bir lop organın dış yüzünde belirgin bir konveksite gösterir, ancak doğumdan bir süre sonra bu durum kaybolur (26, 29, 45, 50). Bazı durumlarda sığır böbreğindeki gibi lobuler bir görünüm insanda da kalıcı olabilir. Tek bir piramidal yapıya sahip unilobar böbrekli hayvanların aksine 8-18 loptan oluşan insan böbreği de, domuz ve sığır gibi multilobar böbrek özelliğindedir. Fötal dönem dışında domuz böbreği gibi dış yüzü düz bir görünüme sahiptir (50).

3.2.2.5- Pelvis renalis

Böbreğin sinus renalis denen kesiminin içinde yer alan, ureter'in uç kısmının huni tarzı genişlemesiyle oluşmuş bir yapıdır. Sadece papilla renalis'ler çevresinde böbrek paranşimi ile birleşmiştir (5, 34).

Equide'de pelvis renalis, merkezi bir kavite ve her iki böbrek kutbuna doğru uzanan kör keselerden şekillenir. Sinus renalis'in benzer uzantılarını tamamen dolduran ince uzun bu kör keselere recessus terminalis adı verilir. Ductus papillaris'lerin çoğunluğu bu kör keselere açılırlar (5, 34).

Domuzların ve insanların pelvis renalis'i çok sayıda irili ufaklı kalikse (calices renales minores et majores) sahiptir. Minor kalikslerin her biri pelvis renalis'e doğru çıkıntı yapmış aynı sayıdaki papillayı kucaklar. Calix renalis minor'lerin birkaçı kendi aralarında birleşmek suretiyle calices renales majores'i oluştururlar. Major kaliksler ise pelvis renalis'e açılarak sonlanırlar (5, 27, 44, 47). İnsanlarda calix renalis major ortalama 2 adet, calix renalis minor ise 9 adet bulunur (52).

Sığırlarda diğer hayvanlardaki gibi belirgin ve hacimli bir pelvis renalis mevcut değildir. Onun yerine, her bir medullar lobun papillası domuz ve insanda olduğu gibi ureter'in sinus içerisindeki terminal dallarından şekillenen kaliksler (calices renales) ile ağızlaşır. Bu dallar kendi aralarında birleşerek böbreğin her iki kutbundan gelen iki büyük kanalı, onlarda birleşmek suretiyle tek bir ureter'i şekillendirirler. İneklerde her bir böbrekte 18-20, bufaloda ise 23-53 adet calix renalis bulunur. Kalikslerin çoğunluğu küçük ebatlardadır (5, 40, 53).

Carnivor, küçük ruminant ve devede, böbrek tek bir piramide sahip olduğundan, pelvis renalis ile ilişkili olan kaliks yapıları yoktur. Ancak pelvis renalis craniocaudal yönde uzamış olup böbreğin lateral sınırı ile uyum sağlamak için kıvrılmış divertiküller (recessus pelvis) şekillendirmiştir. Etçillerde ortalama 5-6, koyunda 12-16, devede 9-13 adet bulunan bu divertiküller böbrek paranşimi içerisinde hem dorsale hem de ventrale doğru uzanırlar (35, 36, 39, 52).

3.2.3- Böbreğin mikroanatomisi

Böbrek paranşimi memeli ve kanatlılarda embriyonal kökenine göre iki farklı kısım gösterir. Bunlar nefrojen mezenşimden gelişen nefron ve Wolff kanalından köken alan toplayıcı borucuklardır (51).

Nefron böbreğin esas yapısal ve fonksiyonel birimidir, temel olarak idrar üretiminden sorumludur ve diğer ekzokrin bezlerin sekretor kısmı gibi fonksiyon gösterir. Nefronun devamındaki toplayıcı borucuklar ise ekzokrin bez kanallarının salgıyı konsantre etmesi gibi idrarın son konsantrasyonundan ve pelvis renalis'e iletiminden sorumludur. Bu yapıların hepsi böbrek içinde ardışık ve kıvrımlı bir kanal sistemi şekillendirir. Bir böbreğin sahip olduğu nefron sayısı memeli hayvanlar arasında oldukça farklılık gösterir. Köpekte 400.000'in üstünde, kedide 190.000, domuzda 1 milyon, sığırda 4 milyon, atta 2,7 milyonun üstünde ve insanda 1-2 milyon kadar nefron bulunur (5, 50, 54).

Nefron 5 bölümden meydana gelir;

- Corpusculum renis
- Tubulus proximalis
- Henle kulpu
- Tubulus distalis
- Tubulus connectivus

Toplayıcı borucuklar iki kısımdan oluşur;

- Tubulus collectivus
- Ductus papillaris

3.2.3.1- Corpusculum renis: Malpighi cisimciği olarak da nitelendirilen ve çıplak gözle görülebilen 150-300 mikrometre çapında düzensiz küre şeklinde oluşumlardır (5, 45). Glomerulus ve Bowman kapsülü olmak üzere iki kısımdan meydana gelir. Corpusculum renis'in glomerulus'u oluşturan afferens ve efferens arteriyollerin bulunduğu kısmına damar kutbu, onun tam karşısında bulunan ve süzülen sıvıyı ileten tüpün başlangıç kısmına ise idrar kutbu denir (51, 55).

Glomerulus: Böbrek lopçukları arasında uzanan a. interlobularis, korteks içinde sağlı sollu kollar verir. Kolların her biri afferens arteriol olarak bu oluşumun başlangıcını yapar. Afferens arteriyol kendi üzerinde kıvrımlar ve anastomozlar

yapmak suretiyle glomerulus adı verilen damar yumağını şekillendirir. Yaklaşık 30-50 kadar ince kapillar kıvrımından oluşan bu kılcal yumak, çapı afferens arteriyolden daha küçük olan efferens arteriyole dönüşür. Bu kılcal damarlar pencereli kılcal özelliği taşır ve bu sayede lümendeki sıvı yüksek hidrostatik basınç altında kolayca dışarı filtre olur (5, 51, 54).

Bowman kapsülü: Epitel hücrelerinden ibaret iki yapraktan meydana gelir. Bowman kapsülünün dış (parietal) yaprağı ince bir retiküler lif tabakası ve bazal lamina ile desteklenen tek katlı yassı epitelden oluşur. İç (visceral) yaprak ise glomerulusu şekillendiren kılcal damarları sarar. Parietal yaprağın epiteli nispeten değişmeksizin kalırken içteki viseral yaprak embriyonik gelişim sırasında büyük ölçüde modifiye olur. Viseral yaprağı oluşturan epitel hücrelerinin kılcallar üzerine oturan sitoplazmik uzantıları mevcuttur. Mikrotubulus ve mikrofilamanlardan yana da zengin olan bu özelleşmiş hücreler podosit olarak isimlendirilir. Parietal ve visceral yaprak arasında Bowman aralığı adı verilen dar bir aralık kalır. Kılcal damar yumağından süzülen ultrafiltrat podositlerin arasındaki açıklıklardan Bowman aralığına geçer (51, 55).

3.2.3.2- Tubulus proximalis: Bowman kapsülündeki parietal yaprağın devamı şeklinde idrar kutbundan başlar. Memeli nefronunun en uzun bölümüdür. Bu nedenle korteksin çoğunluğunu oluşturur ve kesitlerde çok sayıda görülür. Başlangıçta kıvrımlı (pars contorta), medullaya doğru düz (pars recta) bir seyir izler. Tubul duvarı kübik ya da basık prizmatik, asit boyalarla koyu boyanan mikrovilluslu hücrelerden meydana gelmiştir. Ultrafiltratta bulunan su, tuz, glikoz, aminoasitler ve bazı iyonların (Na, K) yaklaşık ¾'ü bu bölümde geri emilir (51, 55).

3.2.3.3- Henle kulpu: İnen ve çıkan olmak üzere iki kol halindedir. Yalnız memelilerin ve kuşların böbrekleri belirgin bir henle kulpuna sahiptir. Henle kulpu çöl memelilerinde olağanüstü bir uzunluğa sahip iken suda yaşayan türlerde daha kısadır. Henle kulpu medullada farklı mesafelere iner ve "U" şeklinde dönüş yaparak inen kola paralel bir şekilde kortekse çıkar. Henle kulpu primer idrarın hipertonik durumdaki sekonder idrara dönüştürüldüğü yerdir (35, 42, 45, 51).

İnen henle: Tubulus proximalis'in pars recta'sından sonra gelen bölümdür. Medullada bulunan ve çapı en dar olan bu tüpün duvarı yassı epitel hücreleri ile döşenmiştir. Hücre membranları su için geçirgen ancak suda erimiş maddeler için geçirgen değildir (51).

Çıkan henle: Medullada bulunan ve inen henle gibi düz uzanan bölümdür. Çapı daha geniş olup duvarı kübik epitel hücreleriyle döşenmiştir. İnen henle'nin aksine suda erimiş maddeler (tuz, üre) için geçirgen, su için geçirgen değildir (51).

3.2.3.4- Tubulus distalis: Kortekste yer alır. Çıkan henle'nin devamı şeklindeki düz (pars recta) ve sonraki kıvrımlı (pars contorta) parçadan oluşur. Tubulus proximalis'ten daha kısadır, duvarını döşeyen kübik hücrelerin sınırları belirgin değildir ve asit boyalarla soluk boyanır. Lumene bakan yüzey seyrek mikrovilluslar taşır. Tubulus distalis'te bazal invaginasyon yoluyla gerçekleşen madde transportu ile aldosteron ve ADH'ın kontrolü altında su ve elektrolit dengesi ayarlanır. Bu nedenle tubulus distalis, asit-baz dengesinin ve su metabolizmasının düzenlenmesinde ve homeostazisin devamlılığında büyük önem taşır (45, 50, 51).

3.2.3.5- Tubulus connectivus: Medulla-korteks sınırında uzanan ve tubulus distalis'leri tubulus collectivus'lara bağlayan ara parçalardır. Lumeni, sınırları belirgin, soluk boyanan kübik hücrelerle döşenmiştir (51).

3.2.3.6- Toplayıcı borucuklar

Tubulus collectivus: Tubulus connectivus'lardan sonra gelen kısımdır. Medulla-korteks sınırında yer alır. Kanal başlangıcında prizmatik olan hücreler pelvis renalis'e doğru yüksek prizmatiğe doğru değişirler. Suya karşı geçirgen özelliktedir (51).

Ductus papillaris: Tubulus collectivus'ların birleşmesiyle şekillenir. Genellikle prizmatik epitel ile döşenmiştir, ancak equide ve büyük ruminant'ta pelvis renalis'in devamı şeklinde transisyonel epitel görülür. Ductuli papillares (Bellini borucukları), böbrek papillasının tepesinde sonlanırlar. Bu borucukların açılma delikleri (foramina cribrosa) papilla yüzeyine elek görünümü verdiği için bu bölge delikli bölge ya da area cribrosa olarak nitelendirilir (45, 50, 51). Ductus

papillaris'ler büyük ruminant ve domuzda bağımsız papillalara açılırken; at, kedi, köpek ve küçük ruminant'ta ortak papillanın (crista renalis) spesifik bölgesine drene olurlar (5). Ductus papillaris'ler dallanma göstermezler (40).

3.2.4- Böbreğin damarları

Böbrekler aorta abdominalis'ten ayrılan a. renalis dextra ve a. renalis sinistra ile beslenirler (34, 53). Böbreklerin atardamarları olan a. renalis'ler yetişkin hayvanlarda ve insanlarda 1. ve 2. vertebra lumbalis düzeyinde aorta abdominalis'in genellikle yan yüzlerinden (5, 20, 36, 39, 45, 53, 56-58) ya da ventral yüzünden (59-63) ayrılır. İnsanlarda aorta abdominalis'in genellikle lateral duvarından çıkmakla birlikte, ventral, anterolateral, posterolateral, anterior ve posterior duvarından ayrılan a. renalis'ler de bildirilmiştir (63-65). Her bir böbrek genellikle tek bir renal arterden beslenmesine karşın (18, 41), çift a. renalis olgularına da rastlanılmaktadır (18). Hatta özellikle insanlarda olmak üzere multiple renal arterler de tanımlanmıştır (9, 66-69). Sağ a. renalis sol a. renalis'ten daha uzundur ve sola göre aorta abdominalis'ten daha önce ayrılır (19, 35, 53, 56). Hilus renalis'ten böbreğe giren a. renalis, hilus renalis içinde dorsal ve ventral olarak ayrılan a. segmentalis'lere bölünür. Bifurkasyon bölgesi oldukça değişiklik gösterir (5, 18, 19, 36, 45, 56, 59, 61). Bazı hayvanlarda bu dorsal ve ventral dala ilave olarak üçüncü bir dal daha bulunabilmektedir (10, 20, 25, 56, 70). Segmental arterler de böbreğin cranial ve caudal kutbunu ve orta bölümünü besleyen a. interlobaris renis'lere ayrılır (5, 18, 35, 40, 53). Köpeklerde renal arterin bu iki temel dalı a. segmentalis'ler köpekte 2-4 (36) ya da 4-6 (19), kedide (20, 71) ve kuzuda 3-6 (56), devede 5-8 (35) interlobar artere ayrılır. Piramitler arasındaki böbrek kolonlarında (columna renales) ilerleyen a. interlobaris'ler (18), korteks ve medullanın birleştiği bölgede basis pyramidis'leri kateden ve korteks-medulla arasında kemer şeklinde seyreden a. arcuata'lara ayrılır (5, 36, 39, 45, 50, 53, 56-59). Arkuat arterler, lobulleri beslemek için vertikal olarak kortekse doğru uzanan çok sayıda a. interlobularis renis'lere dallanırlar (5, 20, 35, 36, 45, 50, 56). Korteksi besleyen bu damarlar aynı zamanda lobuli renales arasındaki sınırlarıda çizmiş olur (39). İnterlobular arterler böbreğin fibröz kapsülüne uzanan ve yağdokuya giren kapsüler dalları (rami capsulares) da verirler (5).

Arterlerdeki bütün bu dallanma şekilleri hem türlerde hem de aynı tür içindeki farklı bireylerde değişiklik gösterebilmektedir (9, 10, 18, 19, 34, 58).

Lobuller arası arterlerden lateral olarak afferent arteriyoller (arteriolae glomerulares afferentia) çıkar. Afferent arteriyoller glomerulusları yaptıktan sonra efferent arteriyoller (arteriolae glomerulares efferentia) olarak glomeruluslardan ayrılırlar (5, 25, 36, 45). Renal korpusküllerin distal kutbundan ayrılan efferent arteriyoller nefron tüpçüklerinin çevresinde ikinci kapillar pleksusları (peritubuler kılcal damar ağı) şekillendirirler (5). Medullaya yakın corpusculum renis'lerin efferent arteriyolleri (arteriolae rectae) medulla piramitlerine doğru ışınsal tarzda uzanıp firkete şeklinde "U" dönüşü yapar ve düz venüller (venulae rectae) olarak çıkarlar. Kan bu düz venüllerden sonra v. arcuata'lara drene olur. İnen arteriyol ve çıkan venüller birlikte vasa recta denen uzun ve düzgün kılcal damarları oluştururlar (5, 45).

Böbrek venlerinin gidişi arter düzenlenmesine benzer, ancak gelen ve giden arteriyolün eşdeğeri yoktur (45). Böbreklerin venöz drenajı korteks ve capsula fibrosa'daki v. capsularis'ler ve bunların açıldığı vv. stellatae ile başlar. Adipoz kapsül ile de bağlantılı olan bu venler vv. interlobulares'e, interlobuler venler de vv. arcuatae'ya açılırlar (5, 35, 36). V. arcuata'lar arteriyel karşılıklarının aksine birbirleriyle kemerleşirler (36). Medullanın ven sistemi interlobuler veya arkuat vene açılan vasa recta'nın venöz koluyla başlar. Vv. arcuatae ise vv. interlobares'e açılır (35, 45). Onlarda temel dal olan v. renalis'e, her iki böbreğe ait olan v. renalis'ler de v. cava caudalis'e dökülürler (5, 14, 36, 45). V. renalis sinistra, v. renalis dextra'dan daha uzundur. V. renalis dextra dal almamasına karşın, v. renalis sinistra; v. phrenica sinistra, v. suprarenalis sinistra ve gonadal venleri alabilir (35, 43, 44).

Evan ve ark. (36), yavru köpeklerin böbreklerinde yaptıkları araştırmalar sonucunda yetişkinlerden ayrılan çarpıcı farklılıklar gözlemlemişlerdir. Korteks boyunca peritubuler kapillarların olmadığını fark etmiş, onun yerine doğrudan venöz sistemle bağlantılı olarak devam eden sinuzoidal damarlar görmüşlerdir. Efferent arteriyollerin ve bu sinuzoidal damarların vasküler organizasyonu postglomerular yol olarak nitelendirilmiştir (36).

Diğer memelilerden farklı olarak kedi böbreği, böbrek kapsülü için ayrılmış bir venöz sisteme sahiptir. Diğer paranşimal venlerle ilişki kurmayan bu venler, hilus

renalis'teki venlere katılmak için böbrek yüzeyinde derin oluklar içinde seyreden 3-5 kapsuler venden oluşan bir venöz sistem şekillendirirler ve böbrek yüzeyine diğer böbreklerden daha farklı bir görünüm kazandırırlar (5). Bu durumda kedi böbreğinde biri direkt olarak v. renalis'e diğeri ise arkuat venlere açılan iki ayrı kapsüler venöz sistem mevcuttur (72).

İntrarenal arterler arasında anastomoz görülmezken (10, 20, 36, 56, 58), intrarenal venler arasında serbest anastomozlar bulunmaktadır (14, 43, 68). Daha çok longitudinal eksende gözlenen bu anastomozlar, kortekste interlobuler venler, piramit tabanlarında arkuat venler ve sinus renalis yakınında interlobar venler arasında ve farklı seviyelerde tespit edilmiştir (14). Aynı zamanda böbrek içerisinde calix renalis'ler çeyresinde, a. ve v. interlobularis'ler arasında ve korteksin ince dalları arasında arteriovenöz ve arteriolavenüler anastomozlara da rastlanmıştır. Bu anastomozlar, trombosis ve spazm gibi herhangi bir nedenle glomerulustan geçemeyen kanın bir kısmının ya da tamamının süzülmeksizin doğrudan venöz sisteme aktarılmasını sağlarlar (43, 73).

3.2.5- Böbreğin lenf drenajı

Kapsüler ve paranşimal lenfatikler böbrek damarlarına eşlik ederler. İnterlobular, arkuat, interlobar damarlar boyunca uzanırlar ve bu damarların çevresinde düzensiz pleksuslar şekillendirirler. Periarteriyel ağ perivenöz ağdan daha kalındır. İnterlobuler damarlara eşlik eden lenfatikler böbrek kapsülü ve böbrek çevresindeki dokuda bulunan zengin lenf pleksusuyla da anastomozlaşırlar. Böbrek sinusunda birleşerek hilus yoluyla böbrekten çıkarlar ve lumbar lenf düğümlerinde (lymphonodi lumbales aortici) sonlanırlar. Bu grup lenf düğümlerinin böbrek yakınında lokalize olanları lymphonodi renales'tir (5, 36, 45).

3.2.6- Böbreğin sinirsel uyarımı

Böbrekler otonom sinir sisteminin sempatik ve parasempatik uyarımlarının kontrolü altında çalışır. Renal arterler boyunca organa ulaşan solar pleksustan sempatik ve parasempatik lifler alırlar. Sempatik lifler ganglion celiacum, ganglion mesentericum craniale ve renal pleksusun daha küçük gangliyonlarında sinapslar şekillendirir (5). Bu gangliyonlardan çıkan lifler böbrek damarlarının düz kaslarını

innerve ederek gerektiğinde vazokonstriktör etki gösterirler (45, 50). Glomeruldeki afferent arteriyolün konstriksiyonu filtrasyonu azaltmak suretiyle idrar üretimini düşürür. Glomerulden çıkan efferent arteriyolün konstriksiyonu filtrasyonu arttırarak idrar üretimini yükseltir (50). Böbreklerin parasempatik innervasyonu ise n. vagus'un dorsal dalından gelen parasempatik lifler aracılığıyla sağlanır. Parasempatik sistem sempatik sistemin etkisi ortadan kalktıktan sonra böbreğin normal işlevini sürdürmesini kontrol eder (5, 36). Gerek sempatik gerekse parasempatik sinirlerden orijin alan miyelinli ve miyelinsiz lifler renal damarlar etrafında yoğun pleksuslar şekillendirirler. Bunlar renal tubulusları ve pelvis renalis'in düz kaslarını innerve ederler (36).

Sempatik innervasyon kaybı üriner çıkışı arttıran bir durumdur. Ayrıca normal renal fonksiyonun devamlılığı için ekstrinsik sinirler gerekli değildir. Renal transplantasyon esnasında organa gelen sinirler kesilse bile transplante edilen böbrek normal çalışmasına devam edebilmektedir (50).

Postgangliyonik renal sinirler renal arter ve venlerle birlikte böbreğin hilusuna girer ve oradanda renal damarlara, nefronun bütün kısımlarına ve jukstagomerular (JG) hücrelere yayılarak adrenerjik innervasyonlarını sağlar. Böbrek kan akımında, tubullerden elektrolitlerin ve suyun taşınmasında ve ayrıca renin salgılanmasında efferent renal sempatik sinir aktivitesi (ERSNA) önemli rol oynar. Renal damarları, tubulleri ve JG hücreleri ayrı ayrı innerve eden fonksiyonel özel fibril grupları mevcuttur. Otonom sinir sitemi efferent bir sistem olarak tanımlanmasına rağmen motor sinirlerle karışmış durumda sensörik yani afferent fibrillerede sahiptir. Bu sayede renal sinirler vasıtasıyla merkezi sinir sistemi ile böbrekler arasında haberleşme sağlanır. Böbreklerdeki sensörik reseptörlerden gelen uyarımlar sonucu oluşan renorenal refleksler sayesinde böbrek fonksiyonları kendi kendine düzenlenmiş olur ve iki böbrek birbirini dengeler (54).

3.2.7- Böbrek fizyolojisi

Böbreklerin temel fonksiyonu hücre dışı vücut sıvılarının hacim ve bileşimini ayarlamak, bu sıvıların kompozisyonunu fizyolojik sınırlar içinde tutmak ve devam ettirmektir. Bu organlar son metabolizma ürünlerini ve bazı substansları kan plazmasını filtre etmek suretiyle ayırır ve primer idrar olarak da anılan yüksek

volümlü ultrafiltratı ekstrakte ederler. Ultrafiltrat izoosmotik ve izotonik yapıda olup yüksek moleküler ağırlıklı protein molekülleri hariç diğer plasma substanslarına sahiptir. Primer idrar içerisinde yeralan su, glikoz, elektrolitler ve aminoasitler seçici olarak emilirken, nitrojen içeren protein metabolizma ürünleri gibi atık ve yararsız maddeler ve bazı ilaçlar elimine edilmek üzere konsantre edilirler. Bu sürecin sonunda primer idrarın yaklaşık % 1-2'si kadar sekonder idrar üretilmiş olur. İdrar oluşumu, hipofiz kökenli ADH hormonunun kontrolü altında gerçekleşen glomerüler filtrasyon, farklı bileşime sahip sıvıların tubuler geri emilimi ve tubuler sekresyonu olaylarını kapsamaktadır (5, 39, 54).

Yetişkin bir köpekte günlük 1000-2000 litre kan böbreklerden perfüze edilirken bunun 200-300 litresi primer idrar şeklinde filtre edilir. Primer idrarın büyük çoğunluğu reabsorbsiyona maruz kalır ve dışarı atılmak üzere 1-2 litre sekonder idrar üretilmiş olur. Sığırlarda günlük 17-45 ml/kg kadar idrar çıkarılır (5, 39, 54).

Bunların yanı sıra böbreklerin hormon salgılanması ve küçük peptitlerin hidrolize edilmesi gibi önemli görevleri de vardır. Salgılanan hormonlar sistemik fonksiyonların ve böbrek fonksiyonlarının düzenlenmesinde, alyuvar üretiminde, kalsiyum, fosfor ve kemik metabolizmasında rol oynarlar. Küçük moleküllü peptitlerin hidrolizi sayesinde ise aminoasitler korunur, toksik peptitler detoksifiye edilir ve bazı peptit karakterli hormonların etkin plazma seviyeleri sağlanmış olur (54). Böbrekler plasma proteini anjiotensinojeni anjiotensin I'e dönüştüren renin hormonunu üretirler. Anjiotensin I, en çok akciğerde bulunan anjiotensin dönüştürücü enzim sayesinde, arteriyel konstriksiyonu sağlayarak kan basıncını arttıran anjiotensin II'ye dönüştürülür. Kan basıncının artması sonucu filtrasyon hızı düşürülür. Bradikinin böbrekler tarafından üretilen ve kan damarlarının dilatasyonuna yol açan diğer bir hormondur. Eritropoetin de böbrekler tarafından üretilir ve eritropoezis üzerinde etki gösterir (5, 51, 55).

3.2.7.1- Jukstaglomerular aparat

Henle kulpunun çıkan kolu korteksteki glomerule doğru ilerler, afferent ve efferent arteriyollerin arasından geçerek tubulus distalis olarak devam eder. Tubulus distalis'in afferent arteriyol ile temas halinde olan epitel hücreleri diğer epitel

hücrelerinden daha yoğundur ve topluca macula densa olarak adlandırılırlar. Macula densa ayrıca distal tubulün başlangıcını da belirlemiş olur. Macula densa ile temas halinde olan afferent arteriyolün düz kas hücreleri özelleşmiş düz kas hücreleridir ve JG hücreler olarak isimlendirilirler. JG hücreler proteolitik bir enzim olan renin ihtiva eden sekretorik granüllere sahiptir. Macula densa ile afferent ve efferent arteriyoller arasındaki alan ile glomerular kapilarlar arasında bulunan alan mezangial bölge olarak bilinir. Bu bölgede bulunan mezangial hücrelerde fagositik aktivite göstermekte ve prostoglandin salgılamaktadır. Bu hücreler kontraktil aktivite göstererek glomeruler kapilarlardaki kan akımını da etkileyebilmektedir. JG aparat; birbirleriyle yakın temasları ve fonksiyonel ortaklıkları bakımından macula densa, JG granuler hücreler ve extraglomerular mezangial hücreler olmak üzere üç kısımdan oluşur. Böbrek kan akımının ve glomerular filtrasyon hızının geri bildirim yoluyla düzenlenmesinde JG aparat önemli rol oynar (54, 55).

Macula densa hücreleri tubulus sıvısındaki Na ve Cl iyon konsantrasyonundaki değişikliklere karşı çok hassastır ve glomerular filtrasyon hızı değiştiğinde makula bölgesindeki iyon konsantrasyonu da değişir ve bu hücreler JG hücrelerini renin salgılama yönünde uyararak kan akımını düzenleyen anjiotensin sisteminin devreye girmesini sağlar. Bu düzende macula densa hücreleri algılayıcılar (şemoreseptörler), JG hücreleri ise etkileyiciler (efektörler) olarak fonksiyon gösterir. Otonom sinir sistemi de sinirsel mekanizma ile filtrasyon hızına etki edebilir. Ayrıca glomeruluslar podositler arasındaki açıklıkların küçülebilmesi ya da büyüyebilmesi suretiyle de bizzat kendi filtrasyon hızlarını ayarlayabilirler (51).

3.3- GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada cinsiyet ayrımı gözetmeksizin toplam 40 adet Holstein ırkı sığır fötusu kullanıldı. Fötuslar Diyarbakır'da bulunan özel kesimhanelerden temin edildi. Bu hayvanların 30 tanesi gelişime bağlı morfometrik ölçümlerin yapılmasında kullanılırken, 10 tanesi de intrarenal arteriyel vaskularizasyonu göstermek amacıyla kullanıldı.

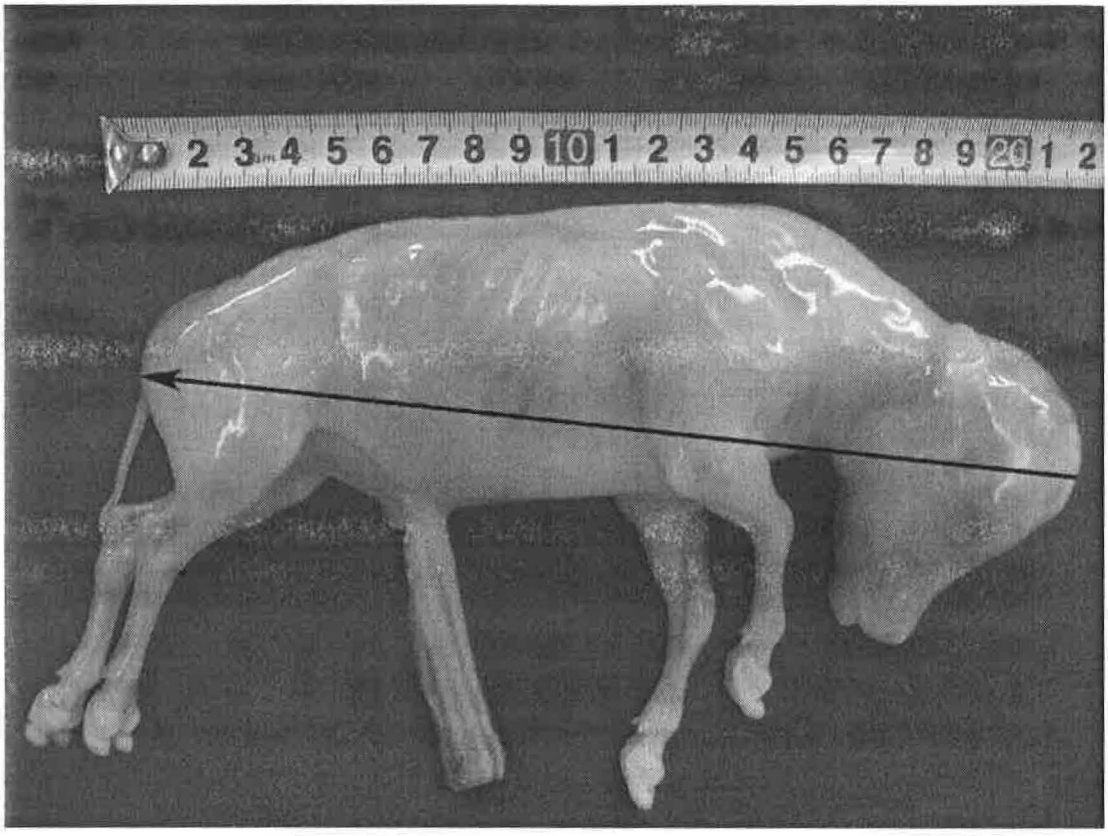
Fötusların alın-sağrı uzunluğu (Crown-rump length: CRL) ölçüldükten sonra (**Şekil-3.1**), yaş tayinleri Harris ve ark. (74)'nın verdiği metoda göre, alın-sağrı uzunluğu ve fötal yaş arasındaki doğrusal ilişki sonucunda elde edilen y:54,6+2,46(x) eşitliği kullanılarak yapıldı. Bu eşitlikte y fötal yaşı, x ise alın-sağrı uzunluğunu temsil etmektedir (**Şekil-3.2**). Bu yaş tayinine dayanarak gebeliğin ilk, orta ve son dönemine ait fötuslar her grupta 10 fötus bulunacak şekilde üç ayrı grup altında toplandı (**Tablo-3.1**).

Morfometrik ölçümlerin yapılacağı gebeliğin her üç dönemine ait toplam 30 hayvana (**Tablo-3.2**) lateks enjeksiyonu yapıldı. Böylece böbreklerin arteriyel beslenmesini sağlayan damarlara ait ölçüm ve bulguların elde edilmesi sağlandı. Çift taraflı yapılan disseksiyon ile toplam 60 adet böbrek ve bu böbreklere ait a. renalis yapıları değerlendirmeye alındı. İntrarenal arter vaskularizasyonunu anlamak amacıyla da 110-130 günlük gebeliğin ikinci dönemine ait 10 sığır fötusundan akrilik uygulaması ile elde edilen 20 adet böbrek kastı değerlendirildi.

Materyal toplama aşamasında; kesim sonrası dışarı alınan uterusun gebeliğin şekillendiği kornusunun lateral kenarı boyunca yavrunun dışarı çıkabileceği genişlikte bir ensizyon yapıldı. Yavru zarları kesildikten ve yavru suları boşaltıldıktan sonra her bir fötus, göbek kordonunundan kordonun uzun kısmı yavru üzerinde kalacak şekilde kesilerek uterus dışına alındı ve umbilikal damarlardan fötal kanın iyice akması sağlandı. Laboratuara getirilen materyaller lateks enjeksiyonu için hazırlandı. Bu amaçla göbek kordonu üzerinde bulunan a. umbilicalis disseke edilerek diğer damarlardan dikkatli bir şekilde ayırt edildi. Artere küçük bir ensizyon yapıldıktan sonra damar içine damar çapına uygun olacak şekilde ya kedi, köpek için kullanılan ince plastik idrar sondası ya da daha kalın lümene sahip beslenme sondası yerleştirildi. Sondanın tespiti için umbilikal arter çevresine ligatür kondu. Daha sonra visköz bir sıvı olan lateksin akıcılığını arttırmak amacıyla lateks solusyonu amonyak

ile % 5-10 oranında seyreltildi ve kırmızı renkli çini mürekkebi ile karıştırılarak akıcı homojen bir solusyon hazırlandı. Hazırlanan lateks solusyonu enjektöre çekilerek umbilikal artere takılan sonda yardımıyla damara verildi (**Şekil-3.3, 3.4**). Deri altı damarlar belirginleşene kadar ilk döneme ait olan fötuslara yaklaşık 10-20 cc, ikinci döneme ait olan fötuslara 20-50 cc ve üçüncü döneme ait olan fötuslara ise 50-150 cc lateks solusyonu enjekte edildi. Lateks solusyonunun fiksasyonu amacıyla 1 gün boyunca soğuk suda bekletilen kadavralar, tespitin vücut boşluklarına geçebilmesi amacıyla median hat boyunca yapılan bir ensizyonun ardından % 10'luk formaldehit solusyonuna koyuldu. Ertesi gün materyallerin disseksiyonu gerçekleştirildi. Karın arka duvarını örten periton ortamdan tamamen uzaklaştırılarak abdomen içinde bulunan organlar yukarıya doğru kaldırıldı. Capsula serosa ve capsula adiposa disseke edilerek böbreklerin ve böbrek arterlerinin tamamen ortaya çıkması sağlandı. Disseksiyon işlemi için Anatomi Anabilim Dalında bulunan pens, bistüri, makas ve Scan Optics-SO5800 marka disseksiyon mikroskobundan yararlanıldı. Böbreklere ait ölçümlerin elde edilmesinde 0,01 mm hassasiyetli TMC marka dijital kumpas kullanıldı. Disseksiyonu yapılan materyaller Canon marka SX1-IS model dijital fotoğraf makinesi ile fotoğraflandı.

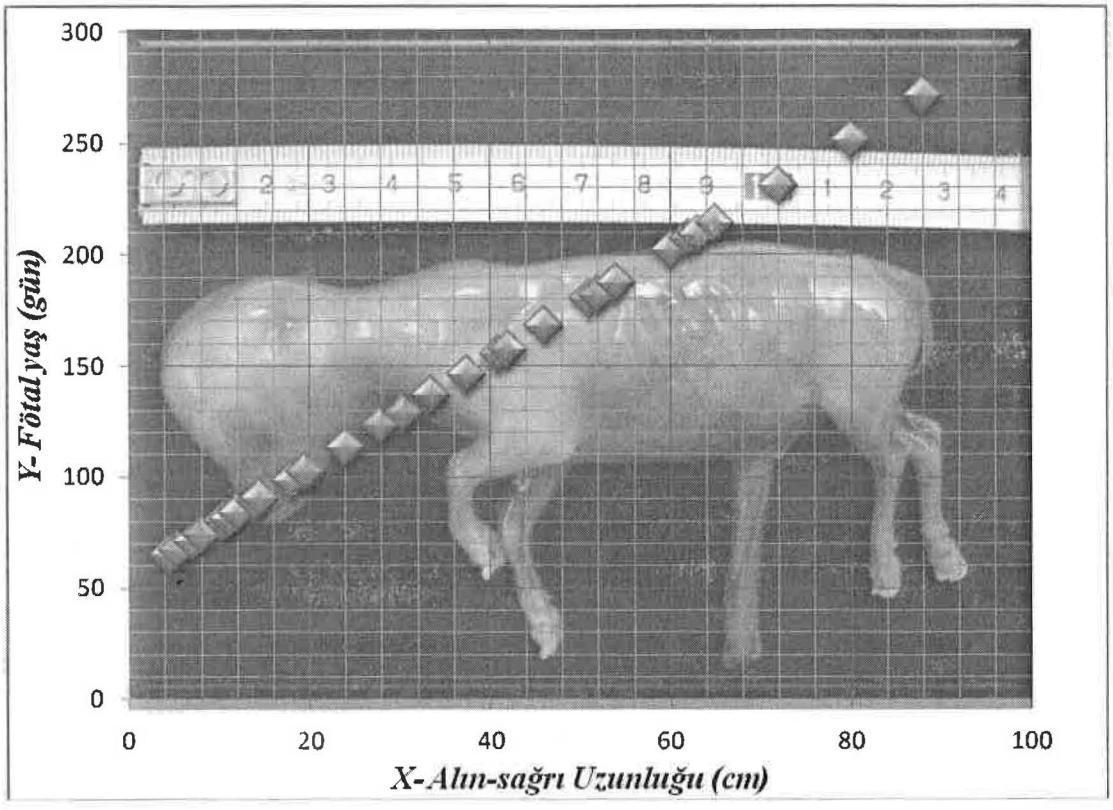
İntrarenal arteriyel damarlaşmayı göstermek amacıyla da korozyon kast metodu uygulandı. Damarların kast modelini çıkarmak için piyasa adı *Takilon* olan sıvı ve toz içerikli bir karışım kullanıldı. Bu amaçla % 80 oranında sıvı (polymethylmetachrylate) ve % 20 oranında toz (monomethylmetachrylate) olacak şekilde hazırlanan solusyon 0,5 mg *Oil red O* isimli kırmızı doku boyası ile renklendirildi. Lateks enjeksiyonunda hazırlanan düzenek aracılığıyla akrilik enjeksiyonu yapılan materyaller, polimerizasyonun gerçekleşmesi için 1 gün süre ile oda ısısında tutuldu. Daha sonra 37 °C inkubatörde % 3'lük potasyum hidroksit (KOH) solusyonunda 2 gün süreyle bekletildi. Böylece yumuşak dokuların maserasyonu sağlanarak elde edilen kastlar, artık dokular uzaklaşıncaya kadar akar su altında yıkandı. Hazırlanan böbrek kastları fotoğraf ataçmanlı (Nikon-Coolpix 4500) stereomikroskop (Nikon-SMZ 800) altında değerlendirildi ve fotoğraflandı (**Şekil-3.5**).



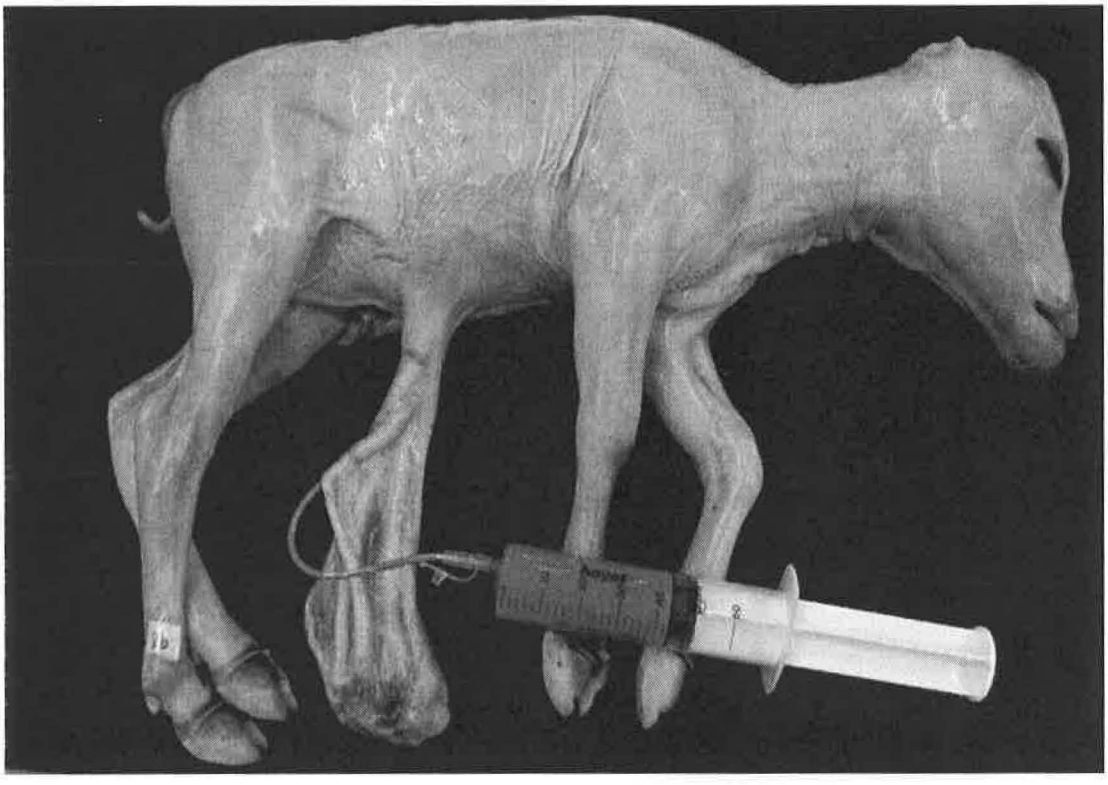
Şekil-3.1. Sığır fötusunda alın-sağrı uzunluğunun (CRL) ölçümü.

Tablo-3.1. Kullanılan materyalin gruplandırılması

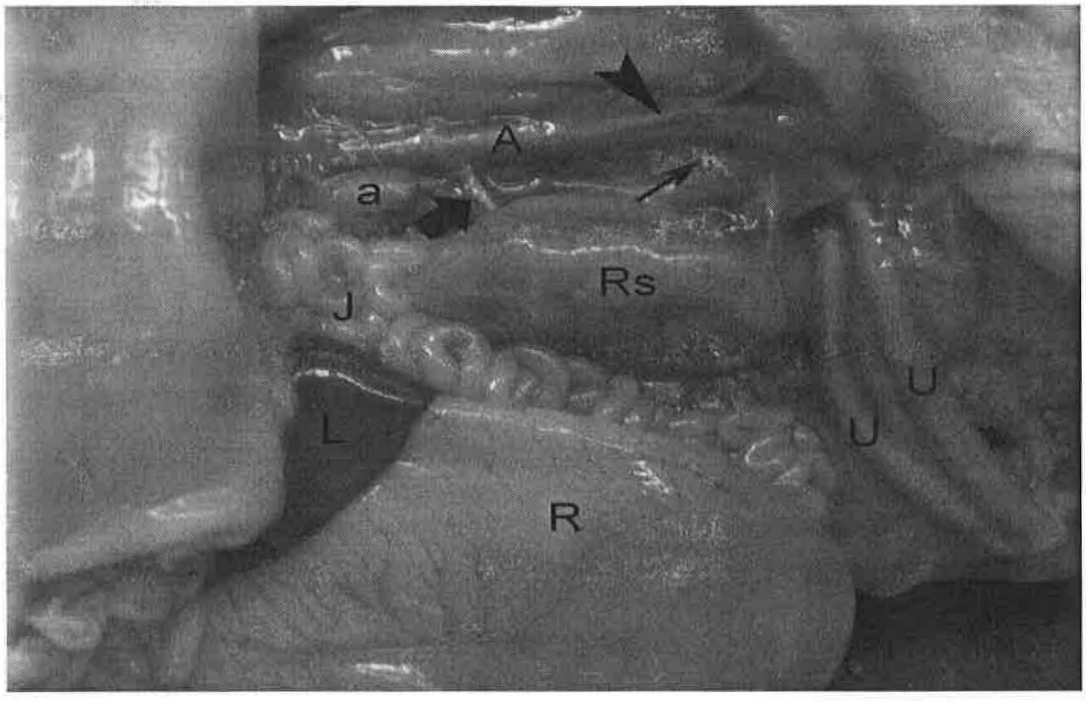
	1. Grup	2. Grup	3. Grup
Gebelik Dönemi	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem
Fötal yaş	65 – 90 günlük	98- 168 günlük	180-271 günlük
Fötus sayısı	10	10	10



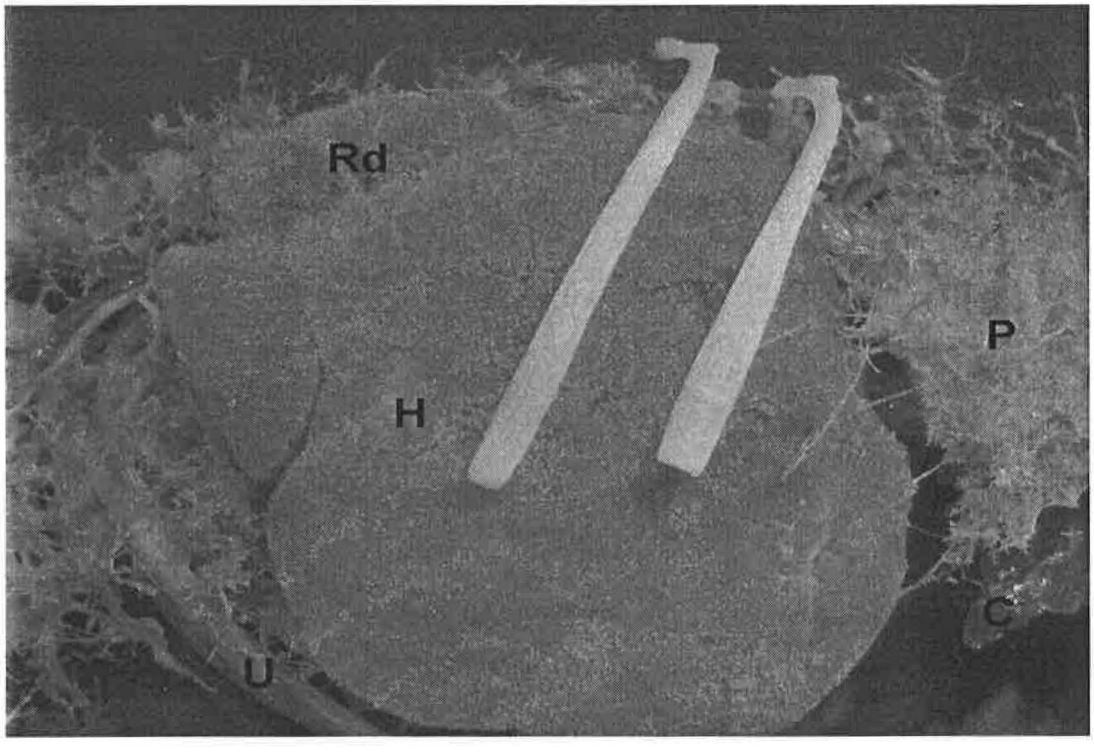
Şekil-3.2. Sığır fötuslarında alın-sağrı uzunluğu ve fötal yaş arasındaki doğrusal ilişki



Şekil-3.3. Lateks solusyonunun umbilikal arter yoluyla enjeksiyonu



Şekil-3.4. Lateks uygulaması sonrası genel görünüm. Rs: Ren sinister, R: Rumen, L: Lien, a: Adren, J: Jejunum, A: Aorta abdominalis, kalın ok: a. renalis sinistra, ince ok: a. testicularis, okbaşı: a. iliaca externa.



Şekil-3.5. Korozyon kast uygulaması sonrası genel görünüm. Rd: Ren dexter, H: Hepar, P: Pulmo dexter, C: Apex cordis, U: a. umbilicalis

Tablo-3.2. Fötus yaşları

Örnek Sayısı	Alın-Sağrı Uzunluğu (CRL)	Fötal Yaş
1	4,5 cm	65 günlük
2	5,5 cm	67 günlük
3	7 cm	71 günlük
4	8 cm	74 günlük
5	10,5 cm	80 günlük
6	10,5 cm	80 günlük
7	11 cm	81 günlük
8	12 cm	84 günlük
9	14 cm	89 günlük
10	14,5 cm	90 günlük
11	18 cm	98 günlük
12	19,5 cm	102 günlük
13	24 cm	113 günlük
14	28 cm	123 günlük
15	30,5 cm	129 günlük
16	33,5 cm	137 günlük
17	37,5 cm	146 günlük
18	41 cm	155 günlük
19	42 cm	157 günlük
20	46 cm	168 günlük
21	51 cm	180 günlük
22	52 cm	182 günlük
23	54 cm	187 günlük
24	60 cm	202 günlük
25	62 cm	207 günlük
26	63 cm	209 günlük
27	65 cm	214 günlük
28	72 cm	231 günlük
29	80 cm	251 günlük
30	88 cm	271 günlük

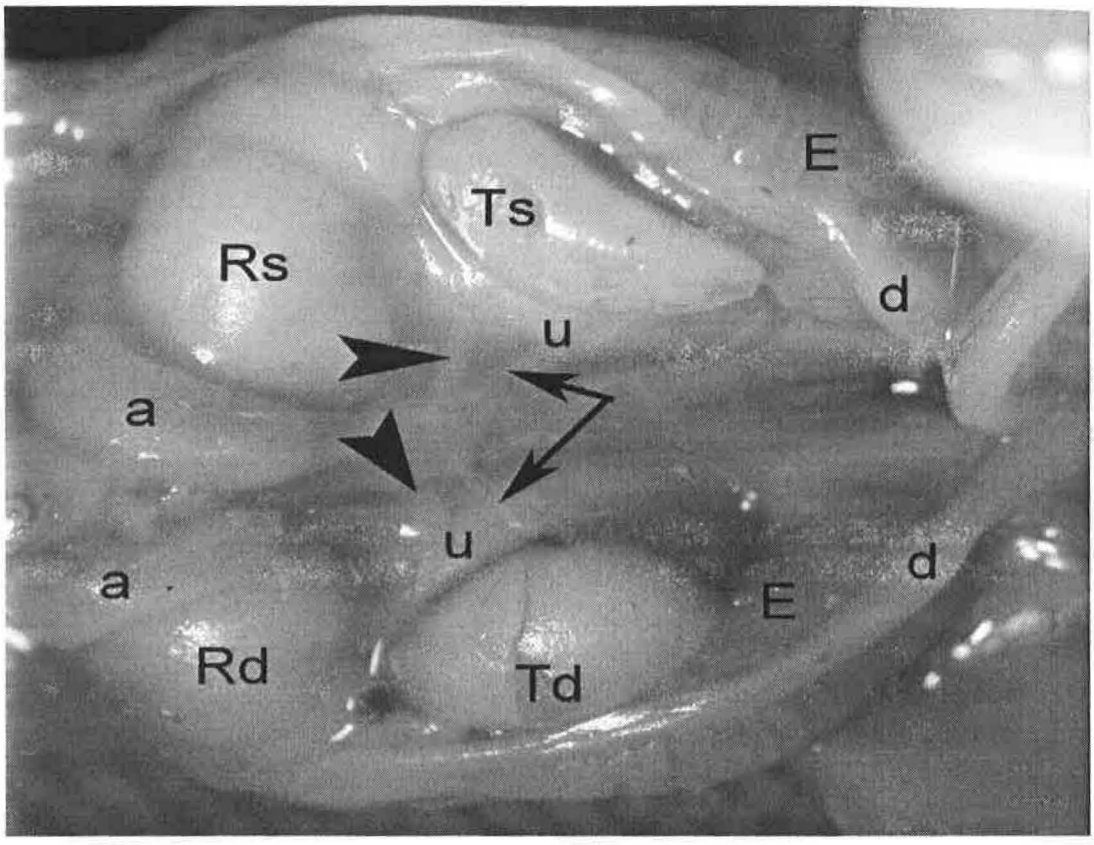
Böbreklere ait elde edilen morfometrik veriler bilgisayar ortamına aktarıldı ve SPSS 17.0 paket programı (SPSS 17.0, SPSS Inc., 2006, Chicago, IL, USA) ile istatistiksel analizleri yapıldı. Verilerin özeti ortalama±standart sapma ve yüzde olarak ifade edildi. Üç gruba ait ortalamalardaki karşılaştırmalar parametrik şartlar sağlanamadığı için Mann-Whitney U testi ile yapıldı ve değişkenler arası ilişki Pearson korelasyon analizi ile değerlendirildi (38, 63, 75).

3.4. BULGULAR

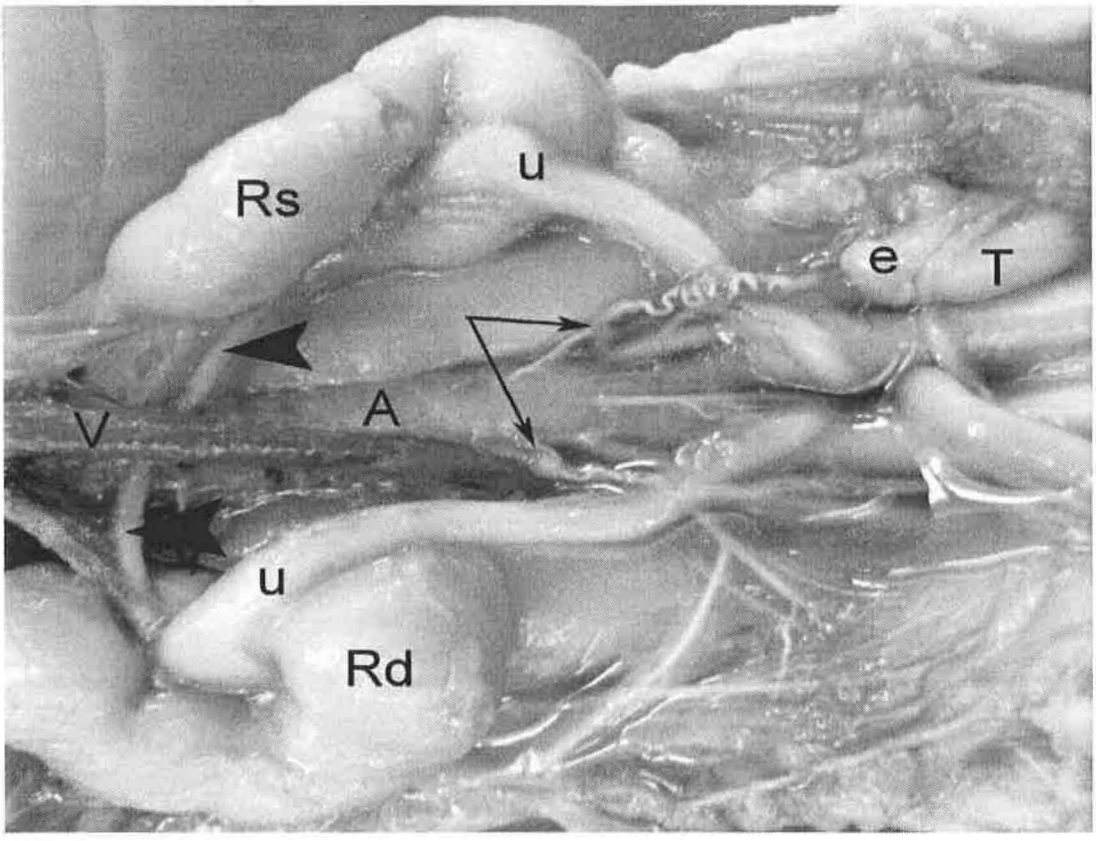
3.4.1. Böbreklerin morfolojik özellikleri

Gebeliğin her üç dönemine ait olan fötuslarda böbreğin temel formunun fasulye şeklinde olduğu gözlendi. Böbrekler regio lumbalis'te columna vertebralis'in her iki yanında sağ böbrek sol böbreğe nazaran daha ileride bulunmaktaydı. Sağ böbrek cranialde göğüs boşluğuna doğru sokulmuş vaziyette karaciğerin lobus caudatus'u içerisine gizlenmiş iken, sol böbrek ise cranialde rumen'in saccus cecus caudodorsalis'ine dayanmaktaydı. Her iki böbrek de dorsalde lumbal kaslarla, ventralde duodenum ve jejenum halkaları ile temasta iken, lateralde dış karın duvarı, medialde ise aorta abdominalis, v. cava caudalis ve colon descendens ile komşuluk yapmaktaydı.

Gebeliğin ilk döneminde her iki böbrekte cranialde adren ile sıkı temas halinde olup, adrenin bir şapka gibi böbreğin extremitas cranialis'ine oturduğu gözlendi, ancak gebeliğin ikinci ve üçüncü döneminde böbrek ve adrenler arasındaki bu sıkı ilişkinin kaybolduğu ve aralarındaki mesafenin arttığı dikkati çekti. Yine gebeliğin ilk döneminde böbreklerin testisler ile de yakın temasta olduğu görüldü. Her iki tarafa ait olan testislerin tüm uzamınca böbreğin alt yarımının ventral yüzü ile temasta olduğu ve testislerin ön ucunun hilus renalis'e eriştiği, ancak epididimis'in çok az miktarda böbreklerin caudal sınırını aştığı dikkati çekti (**Şekil-4.1**). Gebeliğin ilk döneminin sonunda ise testislerin yine karın boşluğu içerisinde olduğu ama böbreklerle herhangi bir temasının olmadığı gözlendi (**Şekil-4.2**). İlk dönemde testislerin böbreklerle olan yakın refakatinden ötürü renal ve testiküler arterlerin de birbirine yakın olarak aorta abdominalis'ten orijin aldığı belirlendi (**Şekil-4.1**). İkinci ve son döneme ait olan hayvanlarda ise testisler inguinal kanala yöneldiklerinden ya da tamamen scrotum'a indiklerinden dolayı karın boşluğunda gözlenmedi.

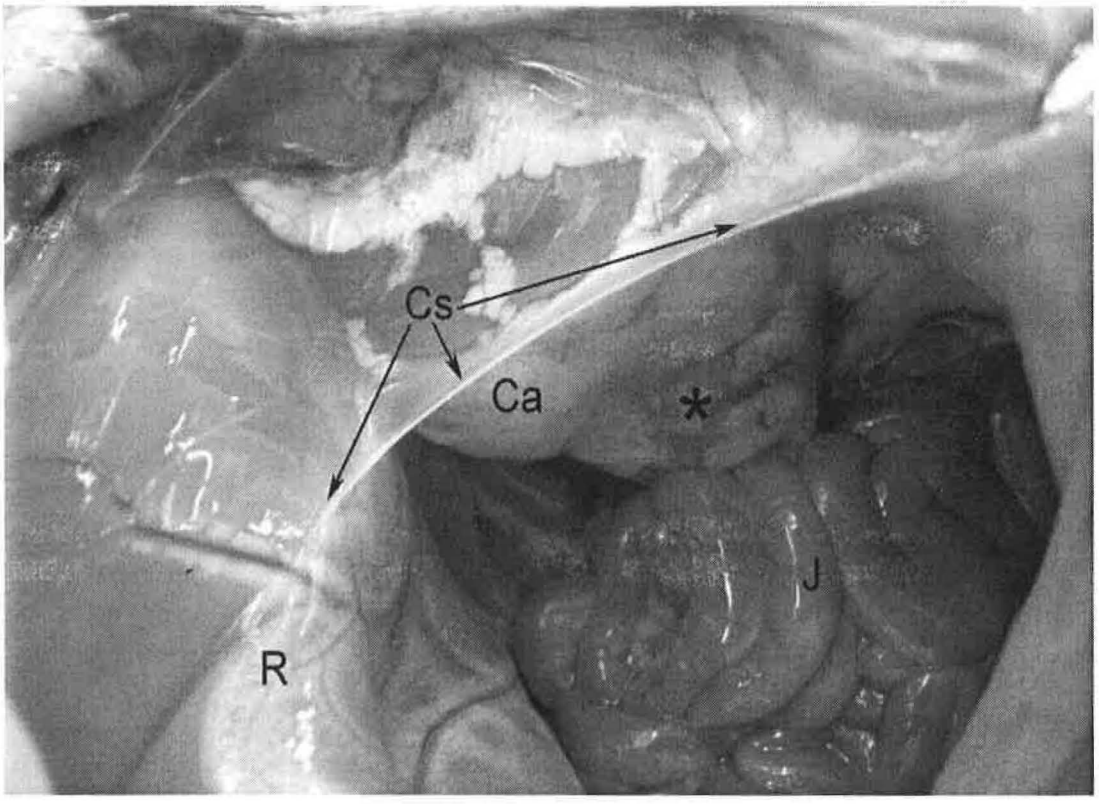


Şekil-4.1. 71 günlük fötusta böbreklerin genel görünümü, adren ve testislerle ilişkisi. Rs: Ren sinister, Rd: Ren dexter, Ts: Sol testis, Td: Sağ testis, E: Epididimis, d: Ductus deferens, a: Adren, u: Ureter, oklar: a. testicularis dextra et sinistra, okbaşları: a. renalis dextra et sinistra.



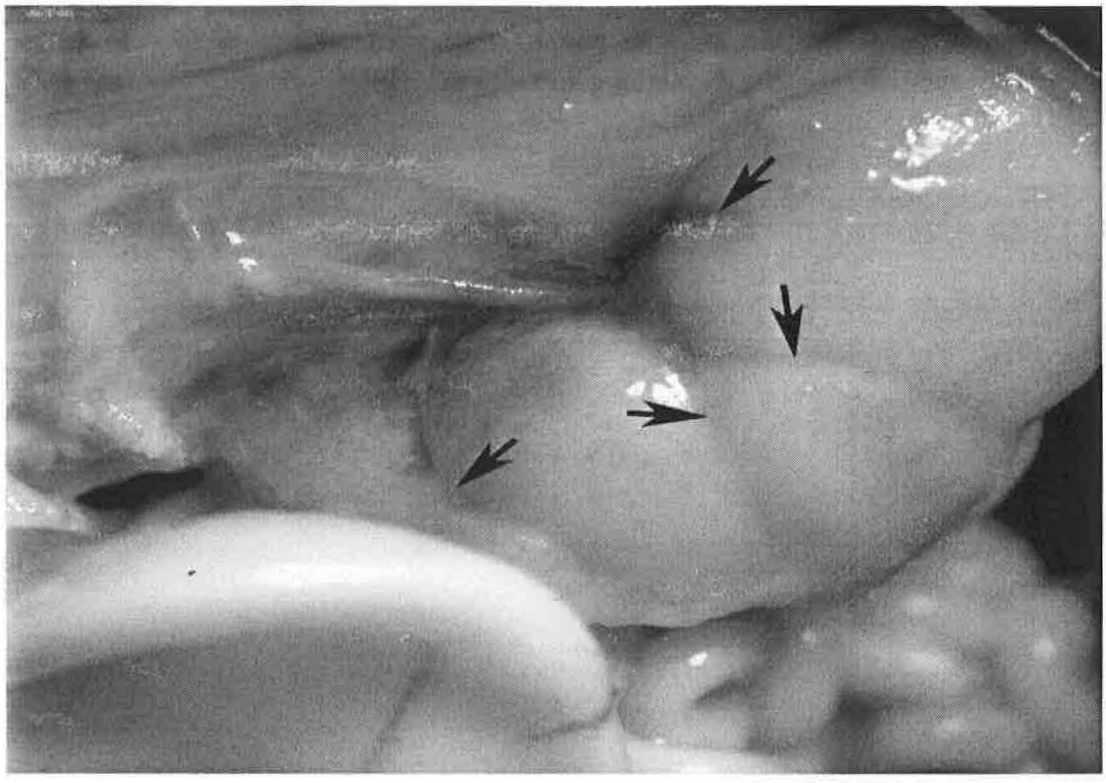
Şekil-4.2. 90 günlük fötusta böbreklerin genel görünümü ve testis ilişkisi. Rs: Ren sinister, Rd: Ren dexter, A: Aorta abdominalis, V: V. cava caudalis, T: Testis, e: Epididimis, u: Ureter, okbaşları: a. renalis dextra et sinistra, oklar: Kıvrımlı a. testicularis dextra et sinistra.

Cavum abdominis içerisinde böbreklerin birtakım oluşumlar ile sarılı olduğu da belirlendi. Gebeliğin ilk dönemi ve ikinci dönemin ilk yarımına ait olan fötuslarda böbreği dıştan saran bu oluşumlar jelatinöz bir kıvamda olduğundan dolayı kolay disseke edilemezken, gebeliğin ikinci döneminin son yarımı ve üçüncü döneme ait olan fötuslarda böbrek zarları kolaylıkla teşhis edildi. Böbreği en dıştan peritonun viseral yaprağı olan capsula serosa sarmakta idi. Onun altında bulunan capsula adiposa'nın oldukça gelişmiş olduğu görüldü. En içte böbreğin şeklini koruyan capsula fibrosa bulunmakta idi **(Şekil-4.3)**.

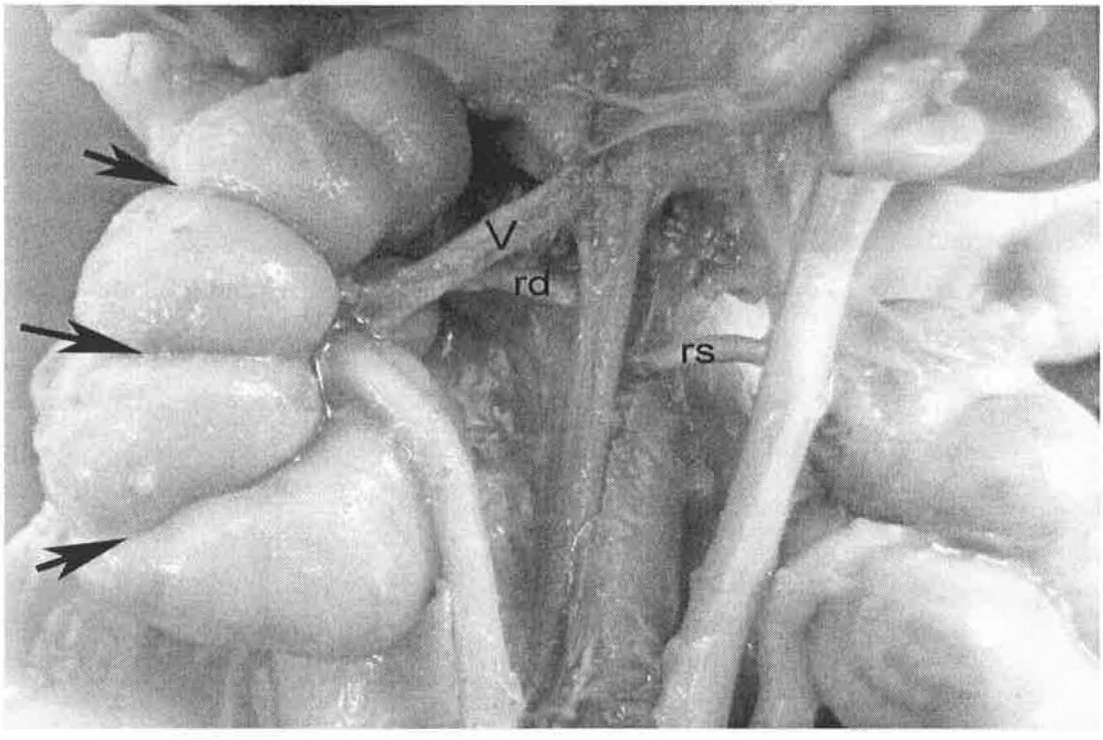


Şekil-4.3. 187 günlük fötusta sol böbreği saran oluşumlar. Cs: Capsula serosa, Ca: Capsula adiposa, *: Capsula fibrosa, J: Jejunum, R: Rumen.

Büyük ruminant böbrekleri dış yüzü yarıklı çok papillalı böbrek özelliği gösterdiğinden dolayı böbrekler lobuler bir görünüme sahipti. Ancak böbreklerin bu lobuler görünümünün gebeliğin dönemlerine göre farklılık arz ettiği gözlendi. Şöyle ki; gebeliğin ilk döneminde 80 günlükten daha genç fötuslarda böbreklerin dış yüzünün küçük ruminant ve carnivor böbreklerinde olduğu gibi düz bir yapıya sahip olduğu belirlendi (**Şekil-4.1**). İlk dönemin sonuna doğru (80 günlük fötustan itibaren) lobulasyonun şekillenmeye başladığı ancak zayıf oluklar halinde olduğu dikkati çekti (**Şekil-4.4**). Gebeliğin 102. gününden itibaren böbreklerde lobulasyonun belirginleştiği ve dış yüzü oluklu bir böbrek görünümü kazandığı tespit edildi (**Şekil-4.5**).

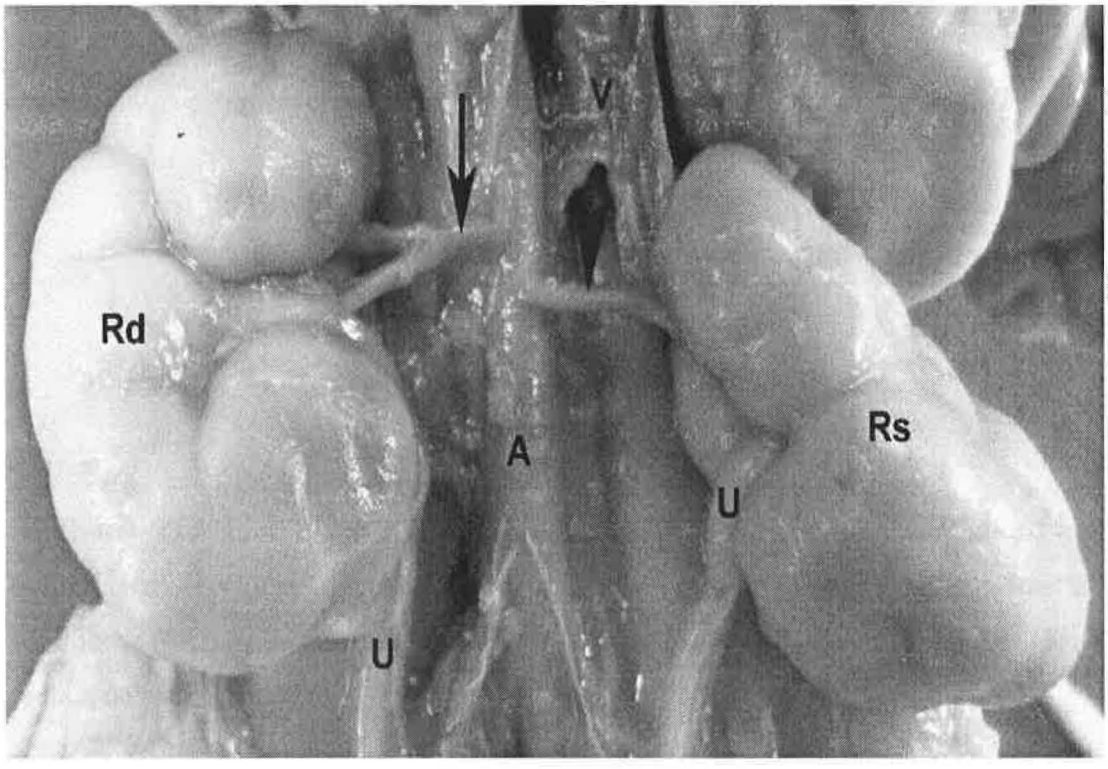


Şekil-4.4. 80 günlük fötusta böbrek lobulasyonunun şekillendiğini gösteren zayıf oluklar (oklar).

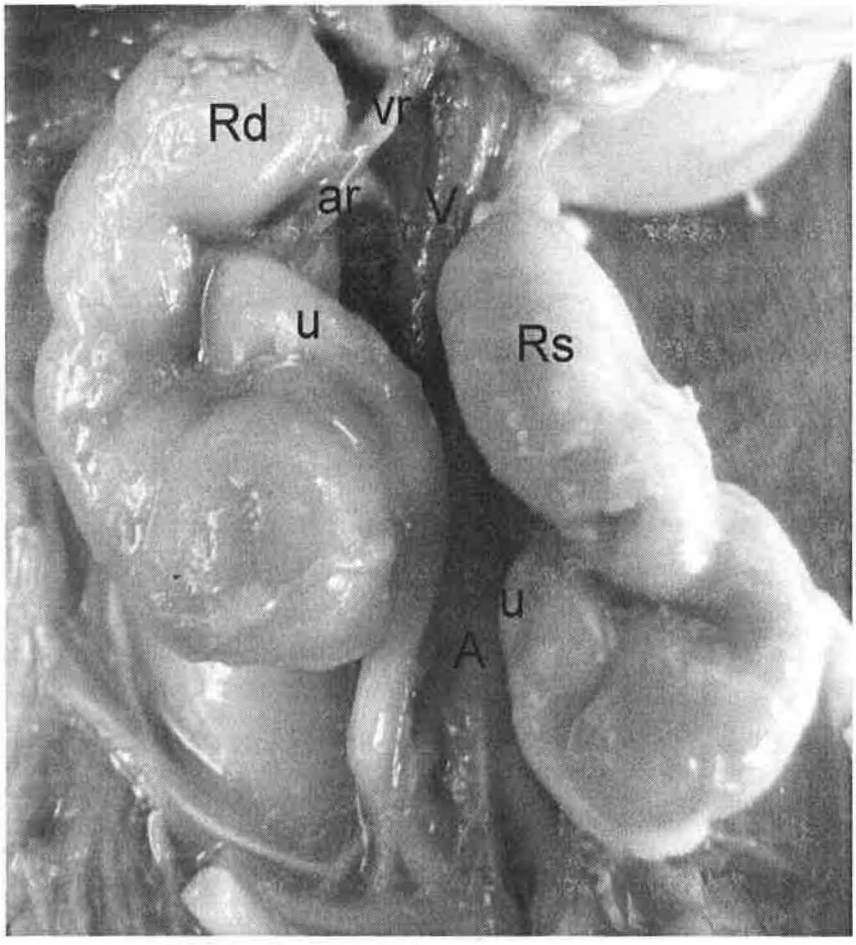


Şekil-4.5. 102 günlük fötusta lobulasyonun tam olarak şekillendiğini gösteren belirgin oluklar (oklar). rd: a. renalis dextra, rs: a. renalis sinistra, v: v. renalis dextra

Gebeliğin ilk üç aylık döneminde bulunan fötuslarda sol böbreğin karın boşluğunun sol tarafında olduğu ve extremitas cranialis'inin de rotasyona uğramayıp sağ böbrekle identik olduğu, her iki böbrek arasında morfolojik bir farklılık olmadığı dikkati çekti (**Şekil-4.1**). Ancak ilk üç aylık dönemin sonuna doğru, 89 günlükten itibaren sol böbreğin extremitas cranialis'inin rotasyona uğramaya başladığı (**Şekil-4.6**), ayrıca 113 günlükten itibaren sağa doğru median hat üzerine geçtiği görüldü (**Şekil-4.7**).



Şekil-4.6. 89 günlük fötusta böbreklerin lokalizasyonu, fasulye şeklindeki sağ böbrek (Rd) ve extremitas cranialis'i rotasyona uğramaya başlamış sol böbrek (Rs), A: Aorta abdominalis, V: v. cava caudalis, ok: a. renalis dextra, okbaşı: a. renalis sinistra, U: Ureter.



Şekil-4.7. 113 günlük fötusta böbreklerin lokalizasyonu, fasulye şeklindeki sağ böbrek (Rd) ve extremitas cranialis'i rotasyona uğramış ve median hatta yaklaşmış sol böbrek (Rs), A: Aorta abdominalis, V: v. cava caudalis, vr: v. renalis dextra, ar: a. renalis dextra, u: Ureter.

Morfometrik değerlendirme aşamasında böbreklere ait ölçüm parametreleri belirlendi. Her bir hayvana ait her iki böbreğin uzunluk, genişlik ve kalınlık ölçümleri ile a. renalis'lerin uzunluk ve orijin lokalizasyonları saptandı ve bunların istatiksel açıdan anlamlılıkları değerlendirildi.

3.4.2. Böbrek ve böbrek arterlerine ait değerlendirme yapılan morfometrik parametreler

Böbrek uzunluğu (BU): Her bir böbreğin extremitas cranialis ve caudalis'i arasındaki en uzun mesafe ölçüldü.

Böbrek ön genişliği (BG-ön): Her bir böbreğin üç eşit parçaya ayrıldığı düşünülerek, üst üçte birlik parçadaki en geniş mediolateral mesafe ölçüldü.

Böbrek orta genişliği (BG-orta): Her bir böbreğin hilus renalis'i ile margo lateralis'i arasındaki en uzun mesafe ölçüldü.

Böbrek arka genişliği (BG-arka): Her bir böbreğin üç eşit parçaya ayrıldığı düşünülerek, alt üçte birlik parçadaki en geniş mediolateral mesafe ölçüldü.

Böbrek ön kalınlığı (BK-ön): Her bir böbreğin üç eşit parçaya ayrıldığı düşünülerek, üst üçte birlik parçadaki en geniş dorsoventral mesafe ölçüldü.

Böbrek orta kalınlığı (BK-orta): Her bir böbreğin hilus renalis'i ile margo lateralis'i arasındaki en geniş dorsoventral mesafe ölçüldü.

Böbrek arka kalınlığı (BK-arka): Her bir böbreğin üç eşit parçaya ayrıldığı düşünülerek, alt üçte birlik parçadaki en geniş dorsoventral mesafe ölçüldü.

A. renalis uzunlukları (Ar. Uz.): Her iki böbreğe de ait olan renal arterlerin aorta abdominalis'ten başlayan ve hilus renalis'te sonlanan mesafedeki uzunlukları ölçüldü.

A. renalis orijin lokalizasyonları: Her iki böbreğe de ait olan renal arterlerin aorta abdominalis'ten ayrıldığı lokalizasyon bölgeleri saptandı.

3.4.3. Böbreklerin uzunluk, genişlik ve kalınlık ölçümlerine ait bulgular

Böbreklerden elde edilen uzunluk genişlik ve kalınlığa ait veriler istatistiksel olarak değerlendirildi. Bu parametrelerin gebeliğin her üç dönemine ve lateralizasyona (sağ-sol) göre ortalama±SS, min., max., P değerleri hesaplandı ve bu veriler tablolar halinde düzenlendi.

Her iki böbreğe ait olan uzunluk, genişlik ve kalınlık verileri gruplara göre değerlendirildi. Bu parametrelerde her üç grup arasında anlamlı bir farklılığa ($P<0,001$) rastlandı (**Tablo-4.1a, 4.1b**). Elde edilen veriler her grup içinde ayrı ayrı olmak koşuluyla sağ ve sol böbrekler arasında değerlendirildi ve lateralizasyon bakımından anlamlı bir farklılık tespit edilmedi (**Tablo-4.2**).

Gebeliğin her üç dönemine ait birinci, ikinci ve üçüncü grup fötuslarda, sağ ve sol böbreğe ait ölçüm verileri ile CRL arasındaki korelasyon değerleri Pearson korelasyon testi ile hesaplandı ve karşılaştırılan tüm parametreler ile CRL arasında anlamlı pozitif korelasyon gözlendi (**Tablo-4.3**). Her bir grup içerisinde sağ böbreğe ait veriler ile sol böbreğe ait veriler arasındaki korelasyon değerleri belirlendi ve bu parametreler arasında da anlamlı pozitif korelasyon tespit edildi (**Tablo-4.4a, 4.4b, 4.4c**).

Tablo-4.1a. Sağ böbrek ölçümlerinin gruplara göre ortalama değerleri (n=30)

	1.Grup (1. Dönem) (n=10)			2.Grup (2. Dönem) (n=10)			3.Grup (3. Dönem) (n=10)			
	Ortalama ±SS	Min.	Max.	Ortalama ±SS	Min.	Max.	Ortalama ±SS	Min.	Max.	P
Sağ BU	10,28±5,56[a]	3,92	20,16	38,28±12,56[b]	21,12	55,45	59,26±11,33[c]	45,85	86,12	a,b,c= ***
Sağ BG-ön	5,35±2,12[a]	1,93	10,88	17,78±5,51[b]	9,82	25,42	27,77±4,64[c]	20,93	36,11	a,b,c= ***
Sağ BG-orta	5,53±2,78[a]	2,07	9,98	18,62±6,49[b,1]	9,40	27,19	29,82±5,96[c,2]	21,53	36,50	a,b,c= *** 1,2= **
Sağ BG-arka	5,11±2,76[a]	1,67	9,62	17,07±5,38[b,1]	8,92	24,39	27,93±6,54[c,2]	17,91	36,25	a,b,c= *** 1,2= **
Sağ BK-ön	4,19±2,17[a]	1,51	8,13	13,08±3,56[b,1]	7,96	17,73	17,28±3,01[c,2]	13,82	22,37	a,b,c= *** 1,2= *
Sağ BK-orta	4,45±1,99[a]	1,66	7,69	13,79±4,65[b,1]	8,51	21,33	20,48±4,06[c,2]	15,56	26,25	a,b,c= *** 1,2= **
Sağ BK-arka	3,96±1,71[a]	1,47	6,82	12,83±4,44[b,1]	6,88	19,35	18,23±3,0[c,2]	13,08	23,26	a,b,c= *** 1,2= *
Sağ Ar. Uz.	3,22±2,24[a]	0,78	8,11	12,20±2,93[b]	8,34	16,78	25,60±3,27[c]	21,95	41,34	a,b,c= ***

(Aynı satırda bulunan değişik harfler ve değişik rakamlar için farklılık önemli) (*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001)
(Bütün ölçümler mm olarak verilmiştir)

Tablo-4.1b. Sol böbrek ölçümlerinin gruplara göre ortalama değerleri (n=30)

	1.Grup (1. Dönem) (n=10)			2.Grup (2. Dönem) (n=10)			3.Grup (3. Dönem) (n=10)			
	Ortalama ±SS	Min.	Max.	Ortalama ±SS	Min.	Max.	Ortalama ±SS	Min.	Max.	P
Sol BU	9,78±5,27[a]	2,87	18,91	34,23±10,50[b]	18,08	48,95	55,67±9,75[c]	42,56	75,57	a,b,c= ***
Sol BG-ön	4,12±1,83[a]	1,65	7,19	15,86±6,37[b]	8,30	24,13	25,89±4,0[c]	19,25	31,77	a,b,c= ***
Sol BG-orta	5,38±2,76[a]	1,97	10,99	18,63±6,41[b]	10,16	27,47	29,10±4,81[c]	20,74	37,29	a,b,c= ***
Sol BG-arka	4,89±2,71[a]	2,03	10,78	18,57±7,17[b]	8,67	28,46	31,46±4,09[c]	25,51	36,99	a,b,c= ***
Sol BK-ön	4,36±2,80[a]	1,18	9,49	12,17±2,53[b]	8,15	16,96	16,64±3,43[c]	13,14	21,53	a,b,c= ***
Sol BK-orta	5,0±3,12[a]	1,34	10,22	17,15±4,72[b,1]	10,30	26,20	23,05±5,42[c,2]	17,16	30,50	a,b,c= *** 1,2= **
Sol BK-arka	4,47±2,94[a]	1,43	9,73	16,09±4,69[b,1]	8,08	23,23	21,44±5,89[c,2]	12,92	29,22	a,b,c= *** 1,2= *
Sol Ar. Uz.	3,51±2,43[a]	0,85	7,99	13,65±3,10[b]	7,88	18,57	27,82±5,25[c]	20,57	30,03	a,b,c= ***

(Aynı satırda bulunan değişik harfler ve değişik rakamlar için farklılık önemli) (*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001)
(Bütün ölçümler mm olarak verilmiştir)

Tablo-4.2. Her bir grupta sağ ve sol lateralizasyona göre böbrek ölçüm değerleri (n=30)

	1.Grup (n=10)		2.Grup (n=10)		3.Grup .(n=10)		
	Sağ	*Sol*	*Sağ*	*Sol*	*Sağ*	*Sol*	P
BU	10,28±5,56	9,78±5,27	38,28±12,56	34,23±10,50	59,26±11,33	55,67±9,75	P>0,05
BG-ön	5,35±2,12	4,12±1,83	17,78±5,51	15,86±6,37	27,77±4,64	25,89±4,0	P>0,05
BG-orta	5,53±2,78	5,38±2,76	18,62±6,49	18,63±6,41	29,82±5,96	29,10±4,81	P>0,05
BG-arka	5,11±2,76	4,89±2,71	17,07±5,38	18,57±7,17	27,93±6,54	31,46±4,09	P>0,05
BK-ön	4,19±2,17	4,36±2,80	13,08±3,56	12,17±2,53	17,28±3,01	16,64±3,43	P>0,05
BK-orta	4,45±1,99	5,0±3,12	13,79±4,65	17,15±4,72	20,48±4,06	23,05±5,42	P>0,05
BK-arka	3,96±1,71	4,47±2,94	12,83±4,44	16,09±4,69	18,23±3,0	21,44±5,89	P>0,05
Ar. Uz.	3,22±2,24	3,51±2,43	12,20±2,93	13,65±3,10	25,60±3,27	27,82±5,25	P>0,05

(Bütün ölçümler mm olarak verilmiştir)

Tablo-4.3. Her üç grupta sağ ve sol tarafa ait parametrelerin CRL ile korelasyonu

SAĞ	**1.GRUP (n=10)**	**2.GRUP (n=10)**	**3.GRUP (n=10)**
	CRL	**CRL**	**CRL**
BU	0,946**	0,992**	0,952**
BG-ön	0,907**	0,940**	0,750*
BG- orta	0,944**	0,987**	0,749*
BG- arka	0,912**	0,965**	0,673*
BK-ön	0,910**	0,943**	0,158
BK-orta	0,925**	0,902**	0,459
BK-arka	0,915**	0,965**	0,615
Ar. Uz.	0,888**	0,924**	0,777**
SOL			
BU	0,942**	0,964**	0,895**
BG-ön	0,933**	0,966**	0,481
BG- orta	0,911**	0,957**	0,790**
BG- arka	0,877**	0,962**	0,768**
BK-ön	0,904**	0,875**	0,774**
BK-orta	0,937**	0,868**	0,838**
BK-arka	0,889**	0,950**	0,790**
Ar. Uz.	0,919**	0,846**	0,732*

(**: $p<0,01$; *: $p<0,05$)

Tablo-4.4a. 1. Grupta sağ ve sol böbreğe ait parametrelerin ilişkisi

SAĞ	SOL							
	BU	BG-ön	BG-orta	BG-arka	BK-ön	BK-orta	BK-arka	Ar. Uz.
BU	0,986**	0,979**	0,938**	0,942**	0,987**	0,989**	0,979**	0,947**
BG-ön	0,980**	0,980**	0,931**	0,942**	0,978**	0,983**	0,974**	0,936**
BG-orta	0,979**	0,974**	0,973**	0,946**	0,936**	0,952**	0,909**	0,914**
BG-arka	0,977**	0,987**	0,951**	0,948**	0,966**	0,964**	0,945**	0,919**
BK-ön	0,977**	0,973**	0,904**	0,902**	0,965**	0,983**	0,967**	0,929**
BK-orta	0,976**	0,971**	0,925**	0,908**	0,943**	0,967**	0,936**	0,912**
BK-arka	0,980**	0,981**	0,958**	0,953**	0,955**	0,959**	0,935**	0,907**
Ar. Uz.	0,961**	0,946**	0,961**	0,973**	0,961**	0,962**	0,956**	0,974**

(**: p<0,01)

Tablo-4.4b. 2. Grupta sağ ve sol böbreğe ait parametrelerin ilişkisi

SAĞ	SOL							
	BU	BG-ön	BG-orta	BG-arka	BK-ön	BK-orta	BK-arka	Ar. Uz.
BU	0,977**	0,956**	0,970**	0,945**	0,598	0,888**	0,945**	0,815**
BG-ön	0,984**	0,917**	0,929**	0,871**	0,645*	0,830**	0,937**	0,787**
BG-orta	0,972**	0,977**	0,955**	0,943**	0,571	0,806**	0,946**	0,854**
BG-arka	0,958**	0,959**	0,912**	0,910**	0,682*	0,837**	0,934**	0,883**
BK-ön	0,915**	0,929**	0,958**	0,976**	0,463	0,860**	0,948**	0,806**
BK-orta	0,889**	0,916**	0,969**	0,945**	0,337	0,755*	0,906**	0,719*
BK-arka	0,925**	0,957**	0,962**	0,983**	0,520	0,865**	0,967**	0,800**
Ar. Uz.	0,884**	0,951**	0,887**	0,870**	0,497	0,687*	0,859**	0,862**

(**: p<0,01; *: p<0,05)

Tablo-4.4c. 3. Grupta sağ ve sol böbreğe ait parametrelerin ilişkisi

SAĞ	SOL							
	BU	BG-ön	BG-orta	BG-arka	BK-ön	BK-orta	BK-arka	Ar. Uz.
BU	0,923**	0,609	0,859**	0,785**	0,687*	0,749*	0,754*	0,612
BG-ön	0,883**	0,549	0,735*	0,637*	0,758*	0,738*	0,785**	0,477
BG-orta	0,729*	0,283	0,659*	0,567	0,773**	0,703*	0,780**	0,642*
BG-arka	0,719*	0,340	0,685*	0,582	0,733*	0,715*	0,808**	0,577
BK-ön	0,393	0,524	0,408	0,329	0,425	0,468	0,147	-0,214
BK-orta	0,683*	0,740*	0,666*	0,687*	0,411	0,687*	0,579	0,303
BK-arka	0,879**	0,728*	0,764*	0,619	0,590	0,709*	0,684*	0,327
Ar. Uz.	0,874**	0,740*	0,804**	0,672*	0,700*	0,670*	0,584	0,247

(**: $p<0,01$; *: $p<0,05$)

3.4.4. Böbrek arteriyel yapısı ile ilgili bulgular

Disseksiyonu gerçekleştirilen otuz fötustan elde edilen renal arterlere ilişkin uzunluk verileri istatiksel olarak değerlendirildi. Her üç grup arasında da hem sağ hemde sol arter uzunluğu bakımından anlamlı bir farklılık (P<0,001) olduğu tespit edildi **(Tablo-4.1a, 4.1b).** Ancak her grup içerisinde sağ ve sol renal arterler arasında değerlendirme yapıldığında lateralizasyon açısından anlamlı bir farklılık gözlenmezken **(Tablo-4.2)** a. renalis dextra'ya ait verilerin a. renalis sinistra'ya göre daha düşük değerlere sahip olduğu görüldü.

Birinci, ikinci ve üçüncü grup fötuslarda, sağ ve sol renal artere ait ölçüm verileri ile CRL arasındaki korelasyon değerleri Pearson korelasyon testi ile hesaplandı ve her iki renal arter uzunluğu ile CRL arasında anlamlı korelasyon gözlendi **(Tablo-4.3)**. Her bir grup içerisinde a. renalis dextra'ya ait veriler ile a. renalis sinistra'ya ait veriler arasındaki korelasyon değerleri belirlendi ve bu değerler arasında da anlamlı korelasyon tespit edildi **(Tablo-4.4a, 4.4b, 4.4c)**.

Renal arterlerin aorta abdominalis'ten orijin aldıkları lokalizasyon bölgelerine göre de bir değerlendirme yapıldı. Buna göre a. renalis dextra'nın fötusların 7'sinde aorta abdominalis'in ventral, 9'unda lateral ve 14'ünde ventrolateral duvarından; a. renalis sinistra'nın ise fötusların 26'sında aorta abdominalis'in ventral, 1'inde lateral ve 3'ünde ise ventrolateral duvarından orijin aldığı belirlendi **(Şekil-4.8, 4.9, 4.10)**, tüm örneklere ait faklılıklar yüzde olarak ifade edildi **(Tablo-4.5).**

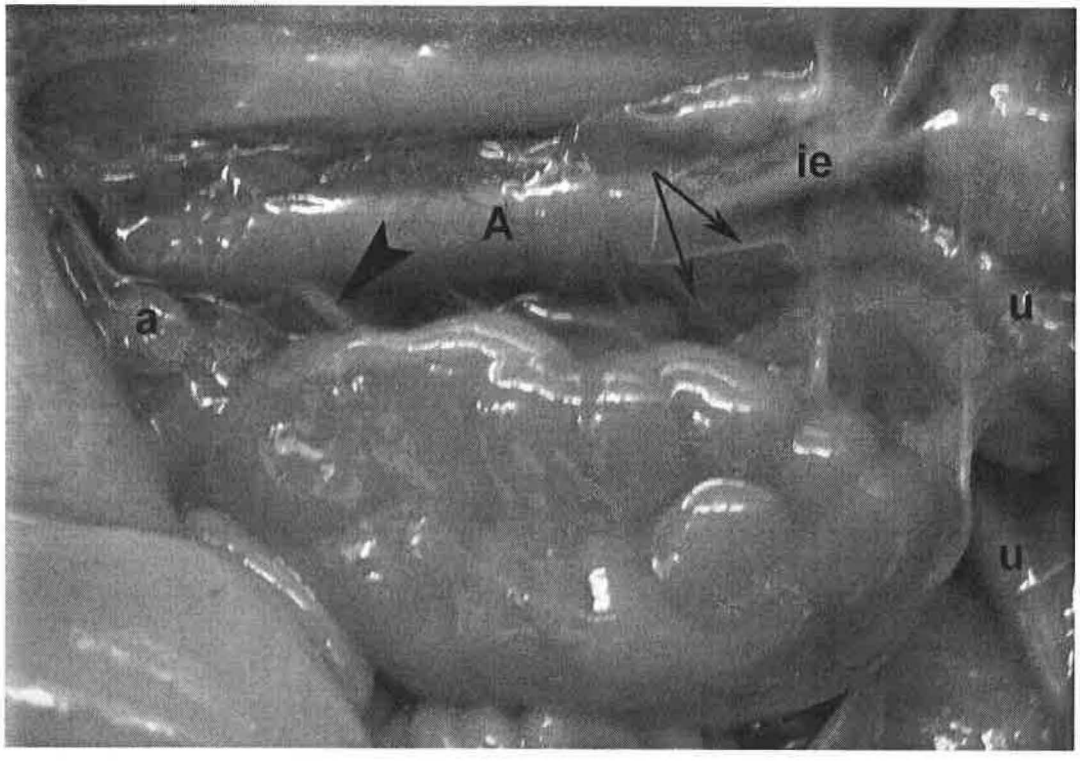
Tablo-4.5. A. renalis dextra ve sinistra'nın aorta abdominalis duvarındaki orijin lokalizasyonlarının görülme sıklığı

Lokalizasyon	A. renalis dextra	A. renalis sinistra
Ventral	7 (% 23,3)	26 (% 86,6)
Lateral	9 (% 30)	1 (% 3,33)
Ventrolateral	14 (% 46,6)	3 (% 10)

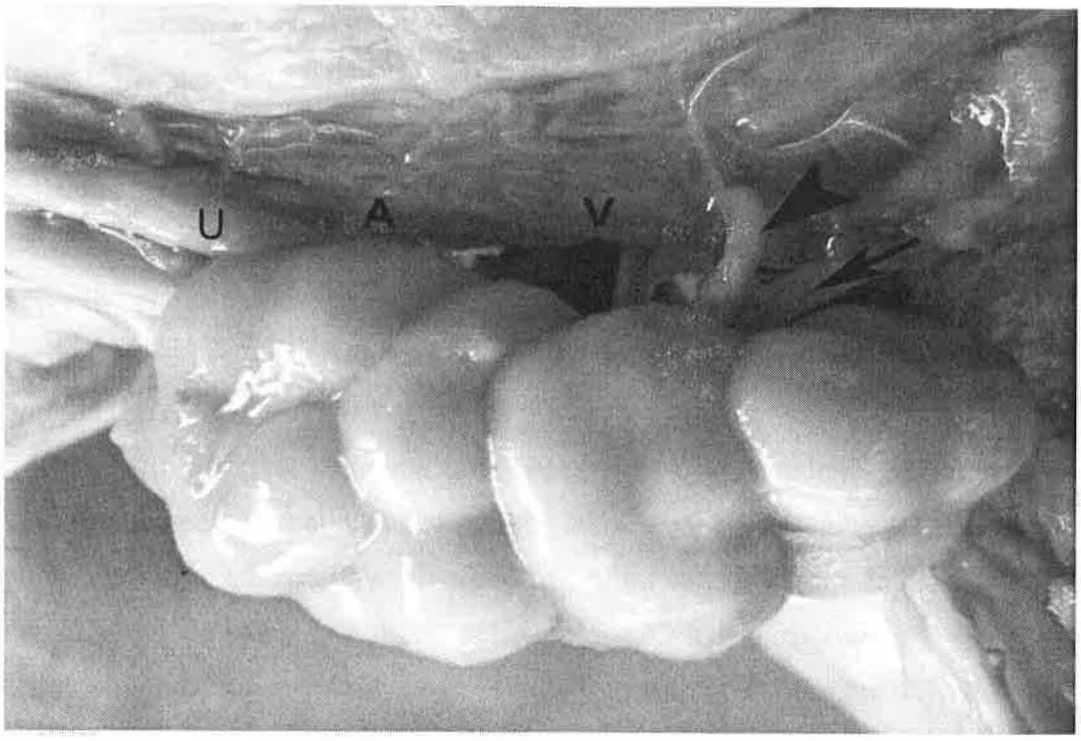
A. renalis dextra ve sinistra'nın birbirlerine göre seviyeleri değerlendirildiğinde 25 fötusta a. renalis dextra'nın a. renalis sinistra'dan daha önce aorta abdominalis'ten ayrıldığı, 5 fötusta ise her iki renal arterinde hemen hemen aynı seviyede aorta abdominalis'ten orijin aldığı saptandı **(Tablo-4.6).**

Tablo-4.6. A. renalis dextra ve a. renalis sinistra arasındaki ilişki

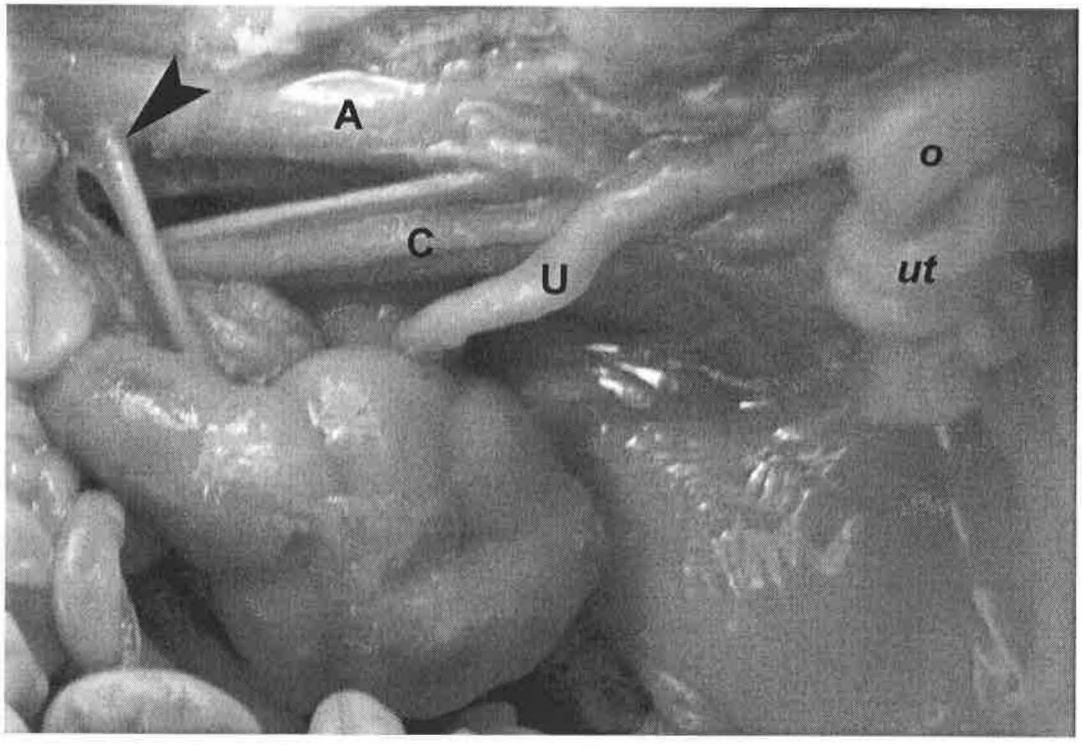
Arter Seviyesi	Vaka Sayısı
A. renalis dextra cranialde	25 (% 83,3)
A. renalis dextra et sinistra aynı seviyede	5 (% 16,6)
A. renalis sinistra cranialde	0



Şekil-4.8. Aorta abdominalis (A)'in ventral duvarından orijin alan a. renalis (okbaşı), a: Adren, ok: a. testicularis, ie: a. iliaca externa, u: a. umbilicalis.



Şekil-4.9. Aorta abdominalis (A)'in lateral duvarından orijin alan a. renalis (okbaşı), V: v. cava caudalis, ok: v. renalis, U: a. umbilicalis.



Şekil-4.10. Aorta abdominalis (A)'in ventrolateral duvarından orijin alan a. renalis (okbaşı), U: ureter, C: Colon descendens, ut: Uterus, o: Ovaryum.

İntrarenal arteriyel dallanma şekillerini gösterebilmek amacıyla korozyon kast metodu uygulanan gebeliğin ikinci dönemine ait 10 fötusa ait toplam 20 böbrek değerlendirmeye alındı. Bu değerlendirme sonucunda sığır fötuslarında 4 tip arteriyel dallanma örneği ortaya konuldu **(Şekil-4.11)**.

I. tip arteriyel dallanma örneğinde aorta abdominalis'ten ayrılan a. renalis, böbreğin cranial, medial ve caudal bölgesinin beslenmesini sağlayan üç adet a. segmentalis'e ayrılmaktaydı. 10 böbrekte (%50) bu tip intrarenal arteriyel dallanma görüldü **(Şekil-4.12, 4.13, 4.14)**.

II. tip arteriyel dallanma örneğinde; tıpkı I. tipte olduğu gibi a. renalis'in böbreğin cranial, medial ve caudal bölümlerine uzanan a. segmentalis'leri verdiği gözlendi. Ancak bunlara ilave olarak dördüncü bir segmental arterin de, a. renalis'in diğer üç segmental arteri verdiği terminal noktasından değil de aorta abdominalis'ten orijin aldığı bölgeye yakın olarak ayrıldığı görüldü. 4 böbrekte (% 20) bu tip intrarenal arteriyel dallanma görüldü **(Şekil-4.15, 4.16, 4.17).**

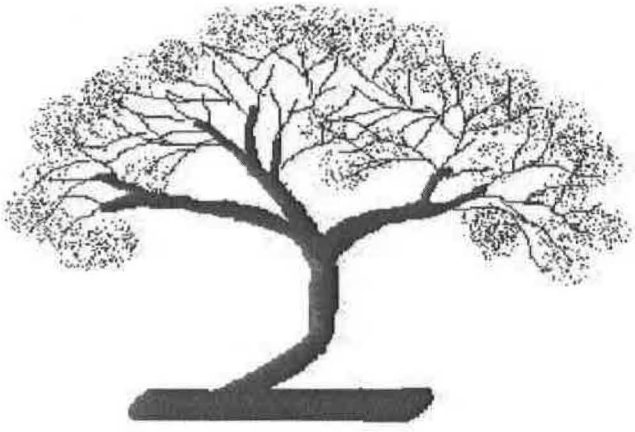
III. tip arteriyel dallanma örneğinde; a. renalis'in öncelikle I. ve II. tip örneklerde olduğu gibi üç adet a. segmentalis'i şekillendirdiği ancak bunlara ek olarak, aorta abdominalis'ten orijin aldığı bölgeye yakın olarak a. renalis'ten iki adet segmental arterin de ayrıldığı saptandı. Bu segmental arterlerin böbreğin cranial ve caudal bölümünün beslenmesine katkı sağladığı gözlendi. 4 böbrekte (% 20) bu tip intrarenal arteriyel dallanma görüldü **(Şekil-4.18, 4.19, 4.20, 4.21).**

IV. tip arteriyel dallanma örneğinde ise a. renalis dört adet a. segmentalis'i şekillendirmekteydi. Bu segmental arterlerden ikisi böbreğin cranial ve caudal kutbunun beslenmesini sağlarken iki tanesinin de medial bölgeyi beslediği düşünüldü. 2 böbrekte (% 10) bu tip intrarenal arteriyel dallanma görüldü **(Şekil-4.22, 4.23).**

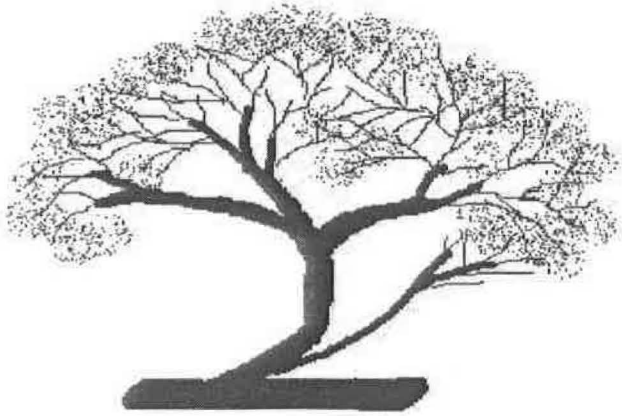
Her bir a. segmentalis ortalama 2-3 adet a. interlobaris'e, a. interlobaris'ler de çapları daha küçük olan ve korteks medulla sınırında bulunan a. arcuata'lara ayrılmaktaydı. A. arcuata'ların çok sayıda ince dallar halinde uzanan a. interlobularis'leri şekillendirdiği görüldü **(Şekil-4.12, 4.19, 4.23)**. Genellikle craniale uzanan a. segmentalis'ten iki, caudale uzanan a. segmentalis'ten üç ve medial bölgeyi besleyen a. segmentalis'ten ise 2-3 adet a. interlobaris'in dallandığı görüldü **(Şekil-4.12, 4.13, 4.14, 4.19)**.

Bir böbrekte, bu segmental arterlerden bir tanesinin III. Tip dallanma modeline uygun olarak a. renalis'in aortadan orijin aldığı bölgeye yakın olarak ayrıldığı gözlenirken bir diğerinin a. renalis'ten değil de doğrudan aorta abdominalis'ten orijin aldığı görüldü. Bu durumda bu böbreğin varyasyonel olarak çift renal artere sahip olduğu anlaşıldı. Bu ikinci renal arterin zayıfta olsa tıpkı diğer renal arterler gibi üç adet segmental artere sahip olduğu gözlendi. Ancak lokalizasyonu itibariyle böbreğin caudal bölümünün beslenmesine katıldığı düşünüldü **(Şekil-4.24, 4.25).**

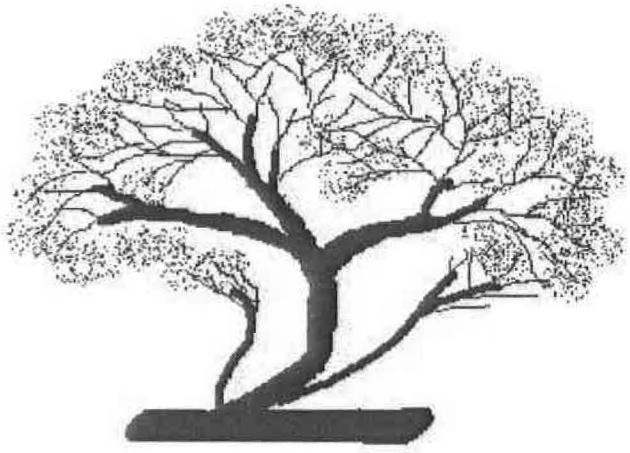
I. tip dallanma özelliği gösteren tek bir böbrekte ise esas a. renalis'in cranialinde ve caudalinde aorta abdominalis'ten köken alan ve birbirinden bağımsız iki adet renal arterin varlığına rastlandı. Multiple a. renalis olarak adlandırılan bu renal arterlerden cranialde bulunanı böbreğin cranial kutbuna yönelirken caudalde bulunanı ise böbreğin medial bölgesine doğru uzanmaktaydı **(Şekil-4.26, 4.27).**



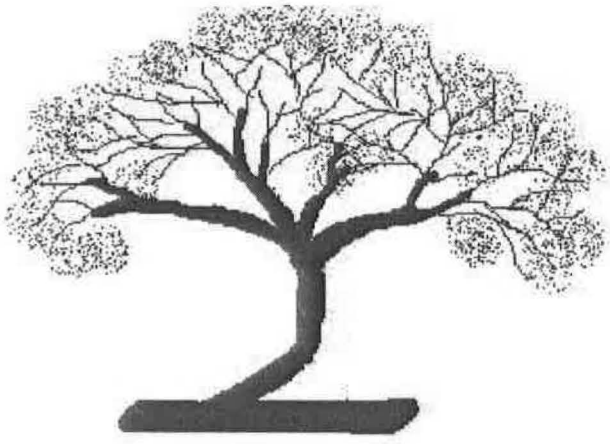
I.tip intrarenal arteriyel dallanma modeli



II.tip intrarenal arteriyel dallanma modeli

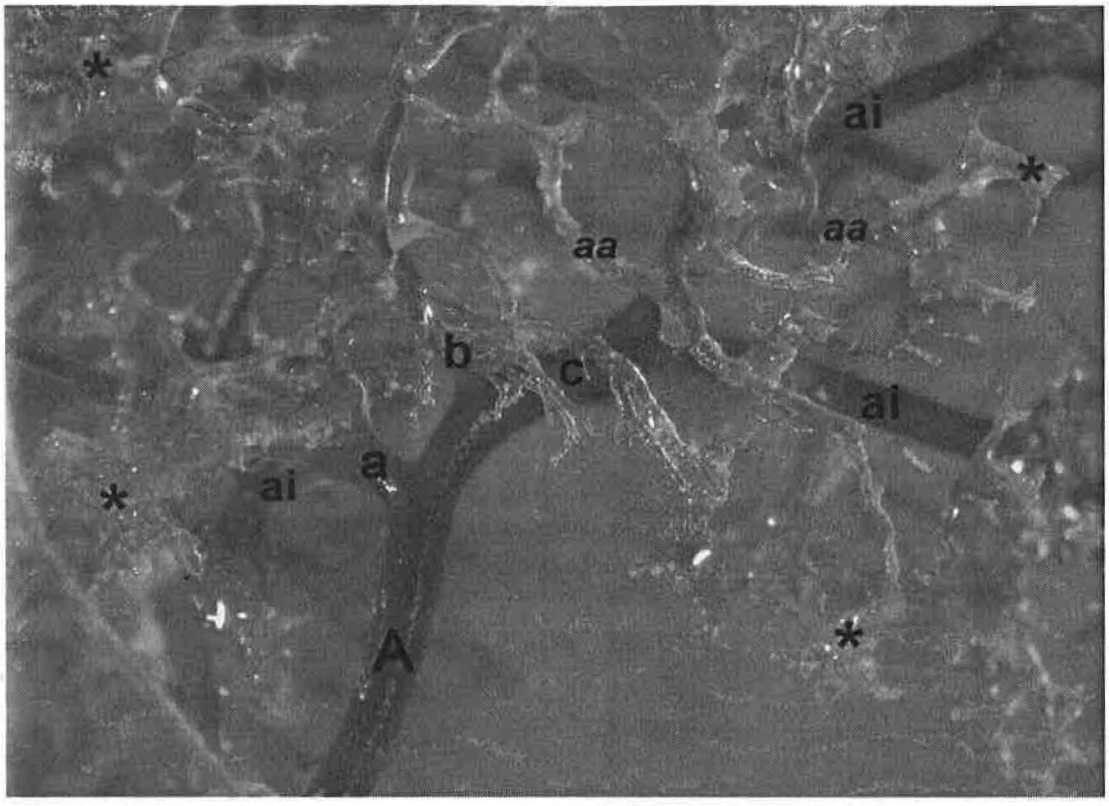


III. tip intrarenal arteriyel dallanma modeli

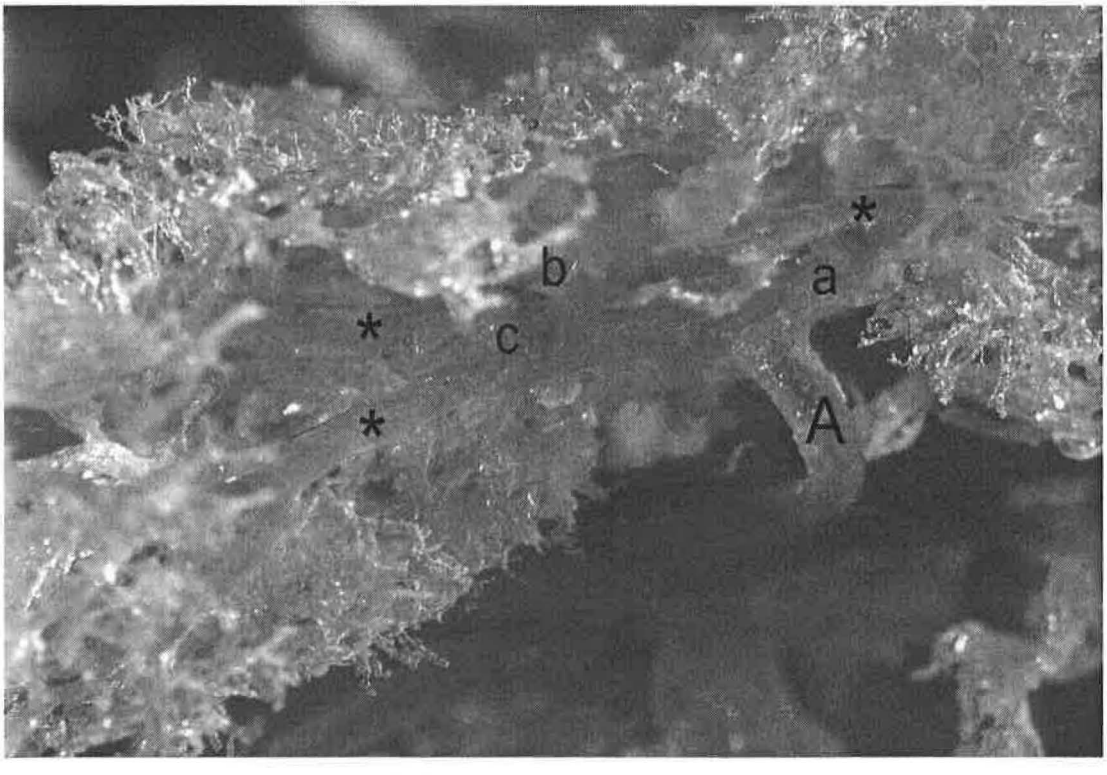


IV. tip intrarenal arteriyel dallanma modeli

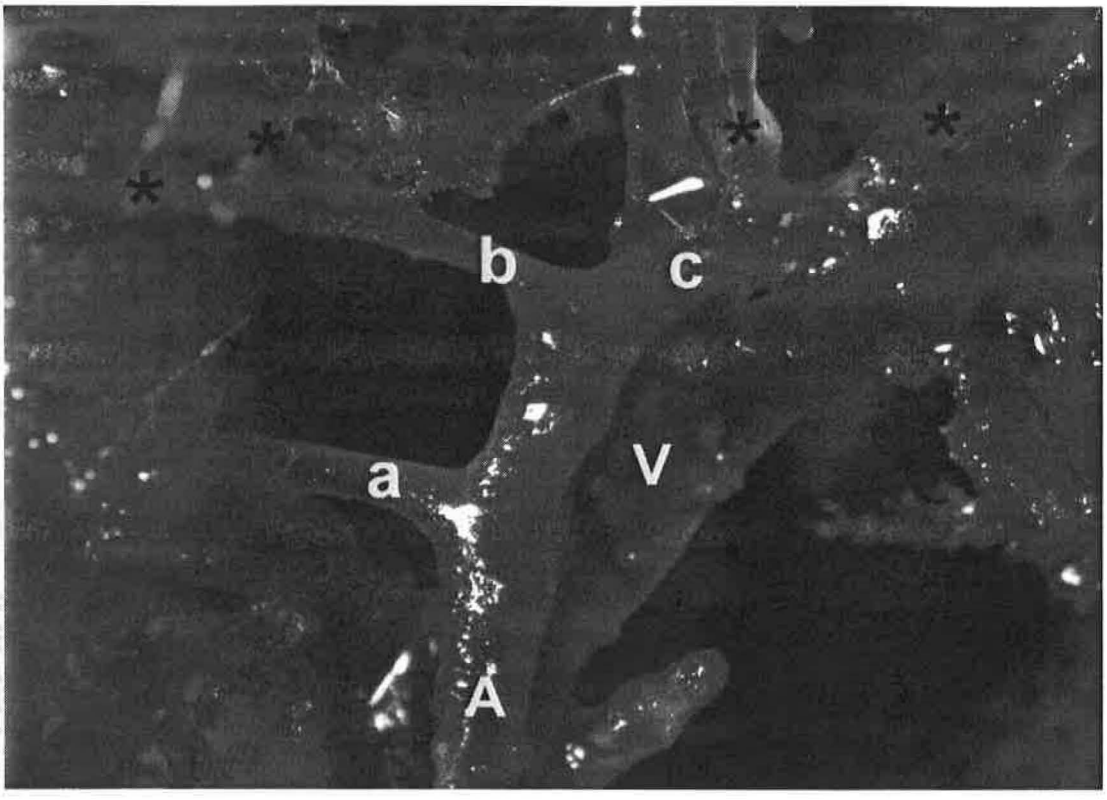
Şekil-4.11. İntrarenal arteriyel dallanma modellerinin diyagramı



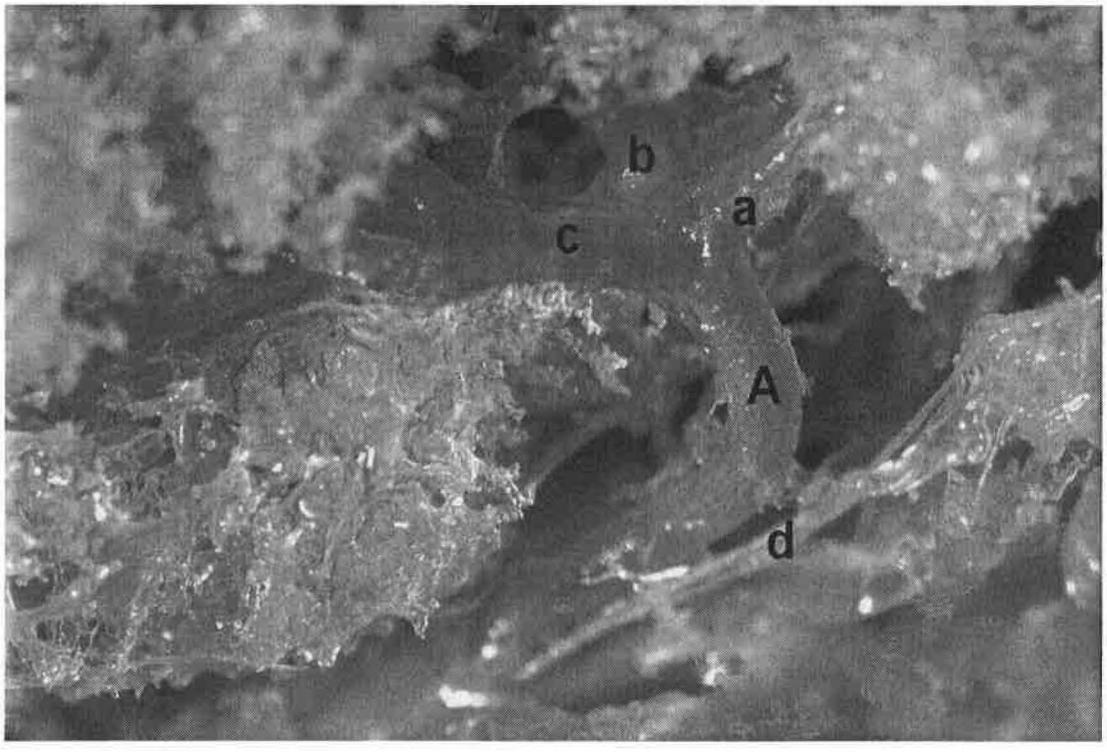
Şekil-4.12. A. renalis (A)'in I. tip intrarenal dallanma modeli. a, b, c: segmental arterler, ai: a. interlobaris, aa: a. arcuata, *: a. interlobularis



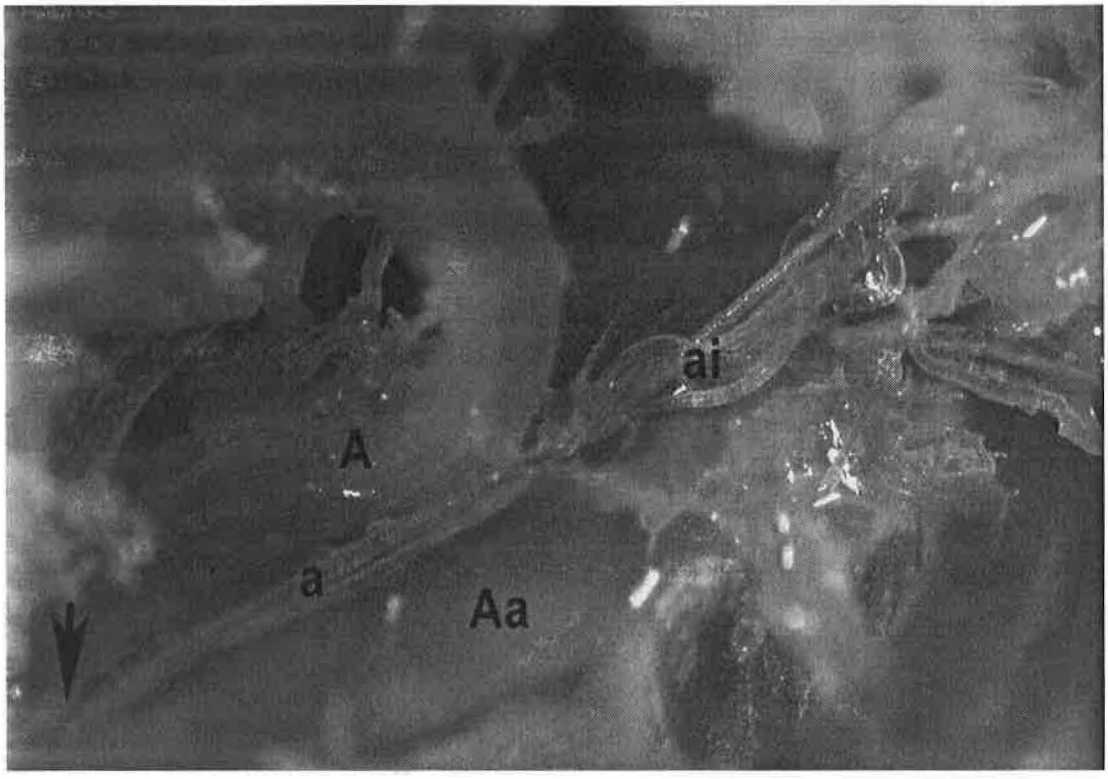
Şekil-4.13. A. renalis (A)'in I. tip intrarenal dallanma modeli. a, b, c: segmental arterler, *: a. interlobaris



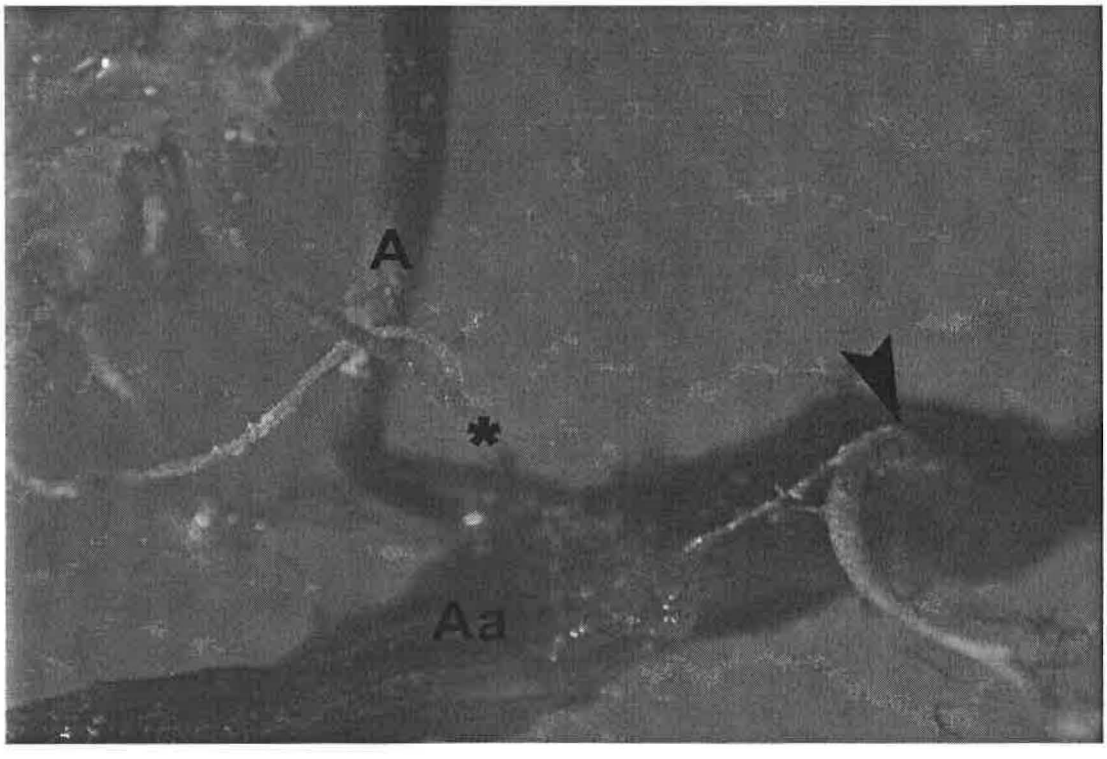
Şekil-4.14. A. renalis (A)'in I. tip intrarenal dallanma modeli. a, b, c: segmental arterler, *: a. interlobaris, V: v. renalis



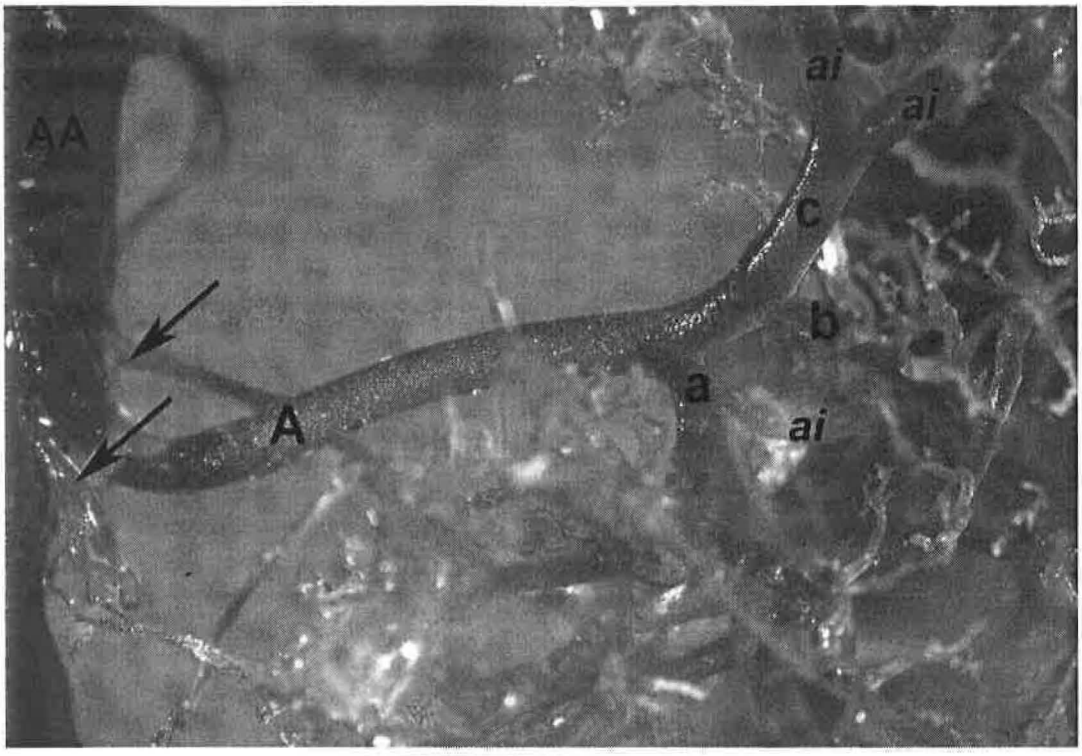
Şekil-4.15. A. renalis (A)'in II. tip intrarenal dallanma modeli. a, b, c, d: segmental arterler



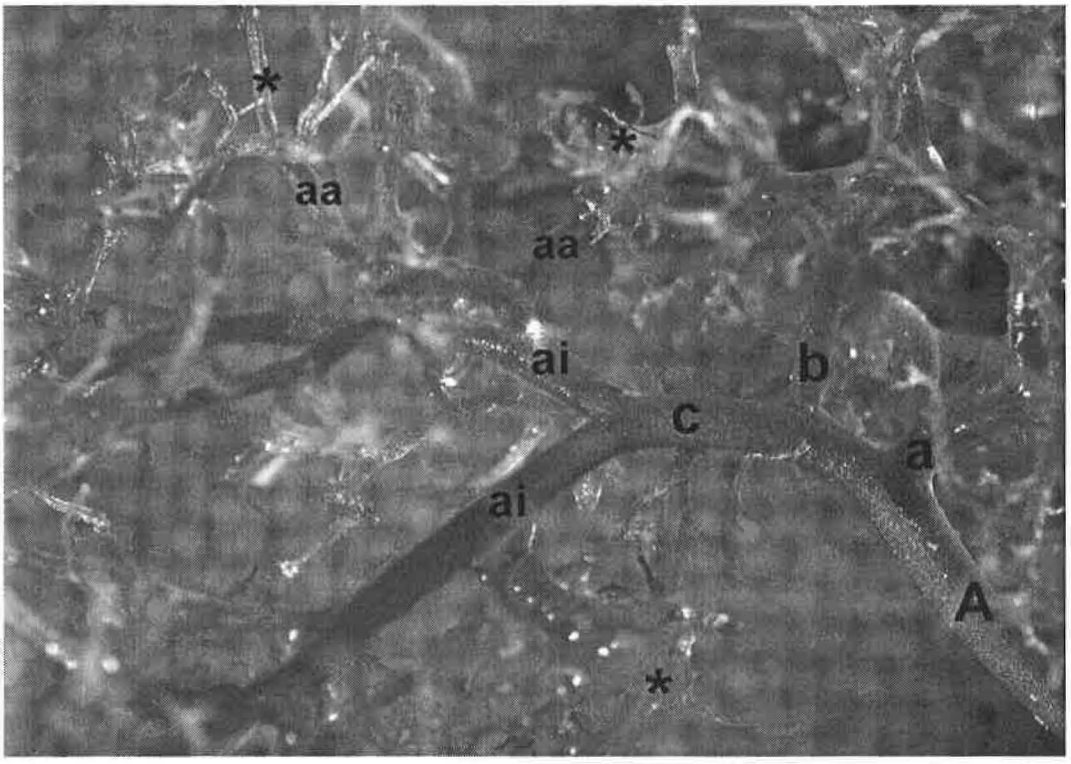
Şekil-4.16. A. renalis (A)'in II. tip intrarenal dallanma modeli. Aa: Aorta abdominalis, a: segmental arter, ai: a. interlobularis, okbaşı: segmental arterin orijini



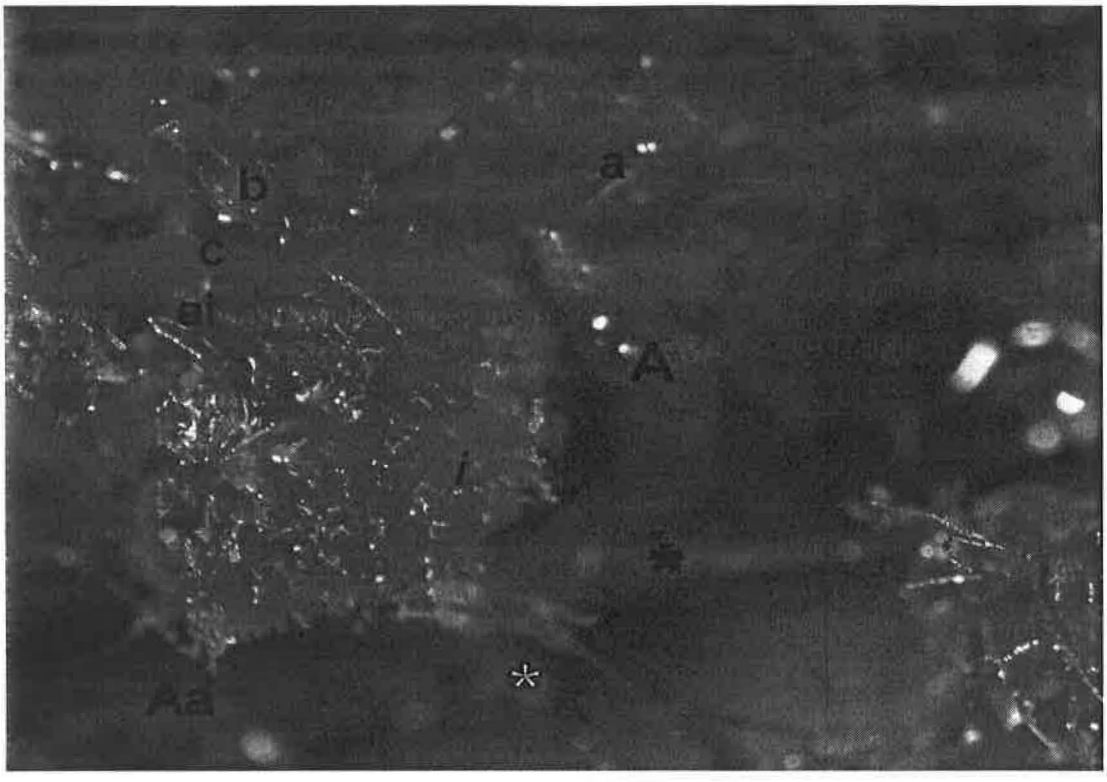
Şekil-4.17. II. tip intrarenal dallanma modelinde sağ ve sol renal artere ait birer segmental arter (* ve okbaşı), A: a. renalis, Aa: Aorta abdominalis



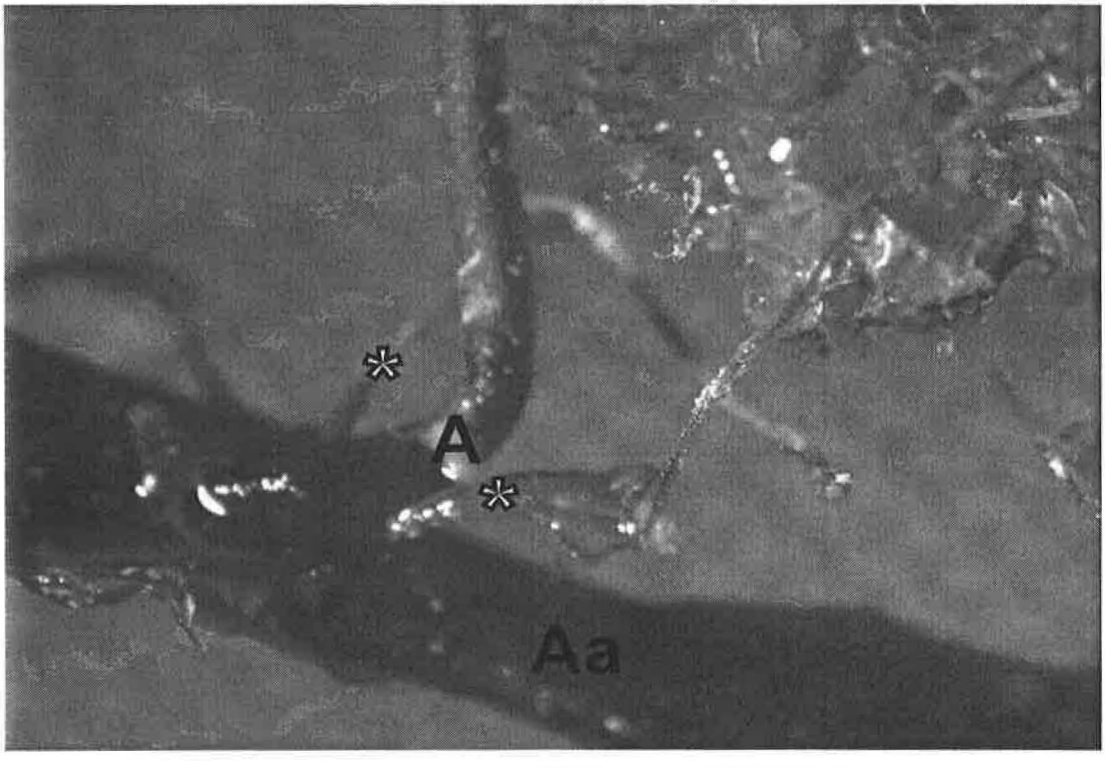
Şekil-4.18. A. renalis (A)'in III. tip intrarenal dallanma modeli. a, b, c: segmental arterler, ai: a. interlobaris, AA: Aorta abdominalis, oklar: orijini farklı segmental arterler



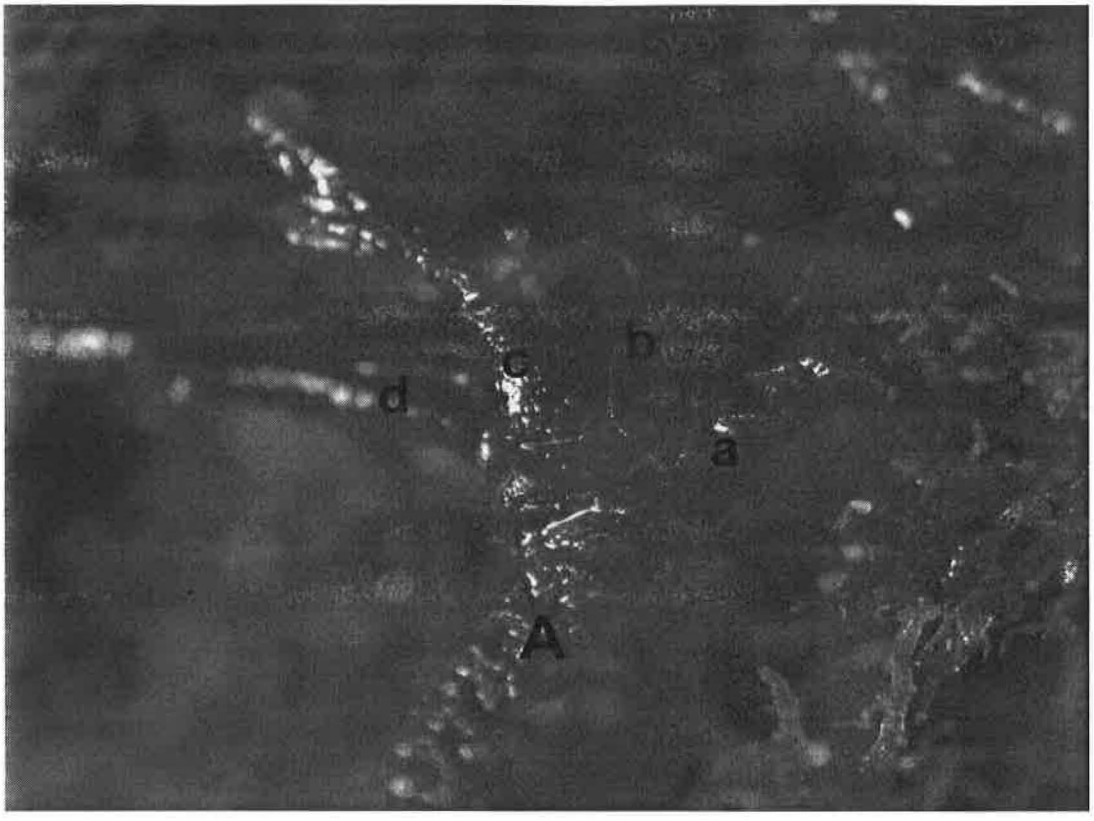
Şekil-4.19. A. renalis (A)'in III. tip intrarenal dallanma modeli. a, b, c: segmental arterler, ai: a. interlobaris, aa: a. arcuata, *: a. interlobularis



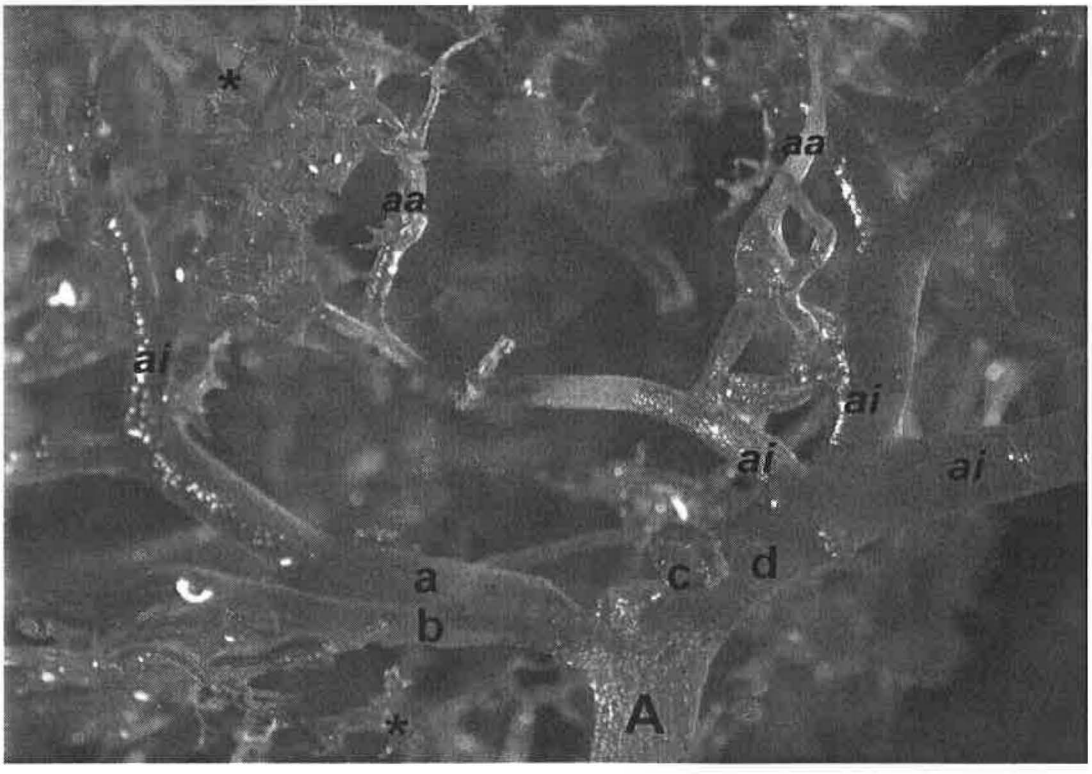
Şekil-4.20. A. renalis (A)'in III. tip intrarenal dallanma modeli. a, b, c, *: segmental arterler, ai: a. interlobaris, i: aa. interlobulares, beyaz yıldız: ikincil renal arter, Aa: Aorta abdominalis



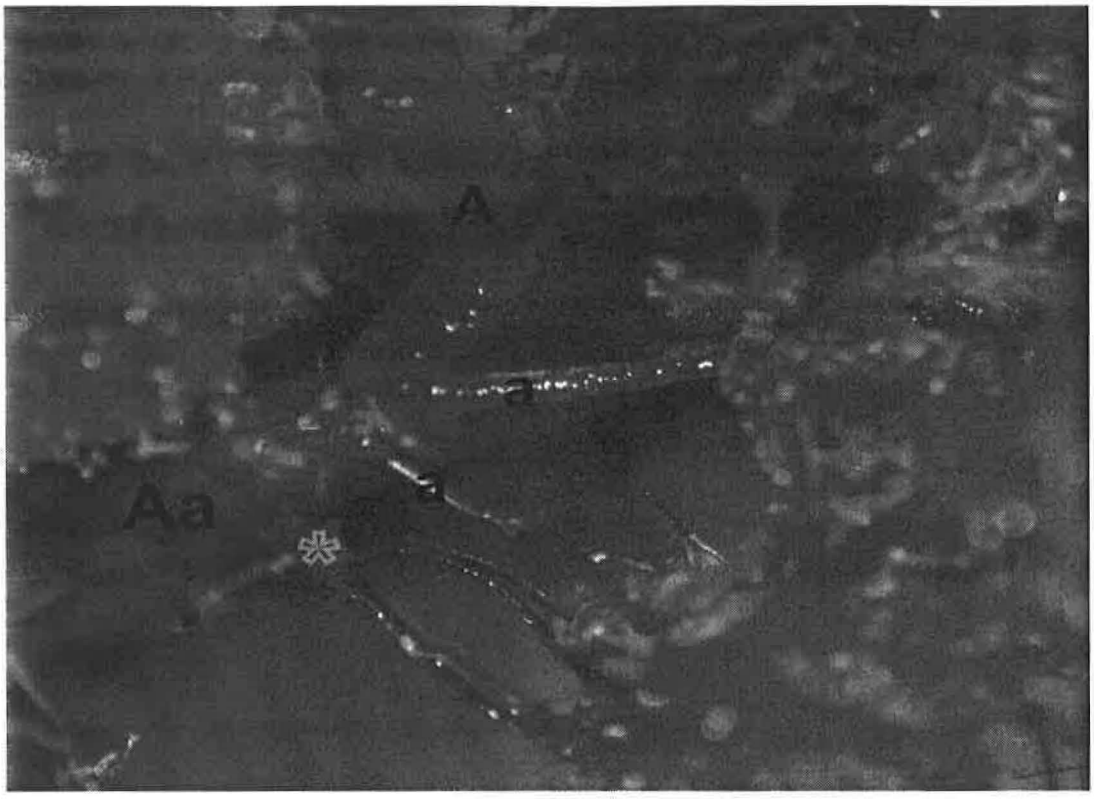
Şekil-4.21. A. renalis (A)'in III. tip intrarenal dallanma modeli. Yıldızlar: segmental arterler, Aa: Aorta abdominalis



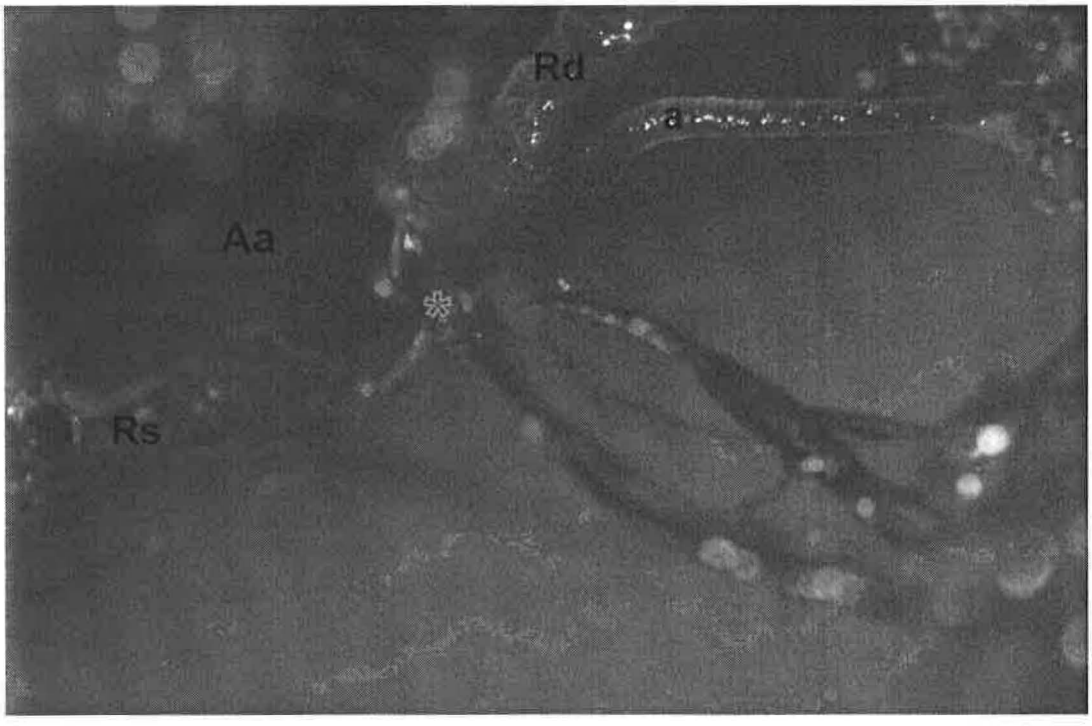
Şekil-4.22. A. renalis (A)'in IV. tip intrarenal dallanma modeli. a, b, c, d: segmental arterler.



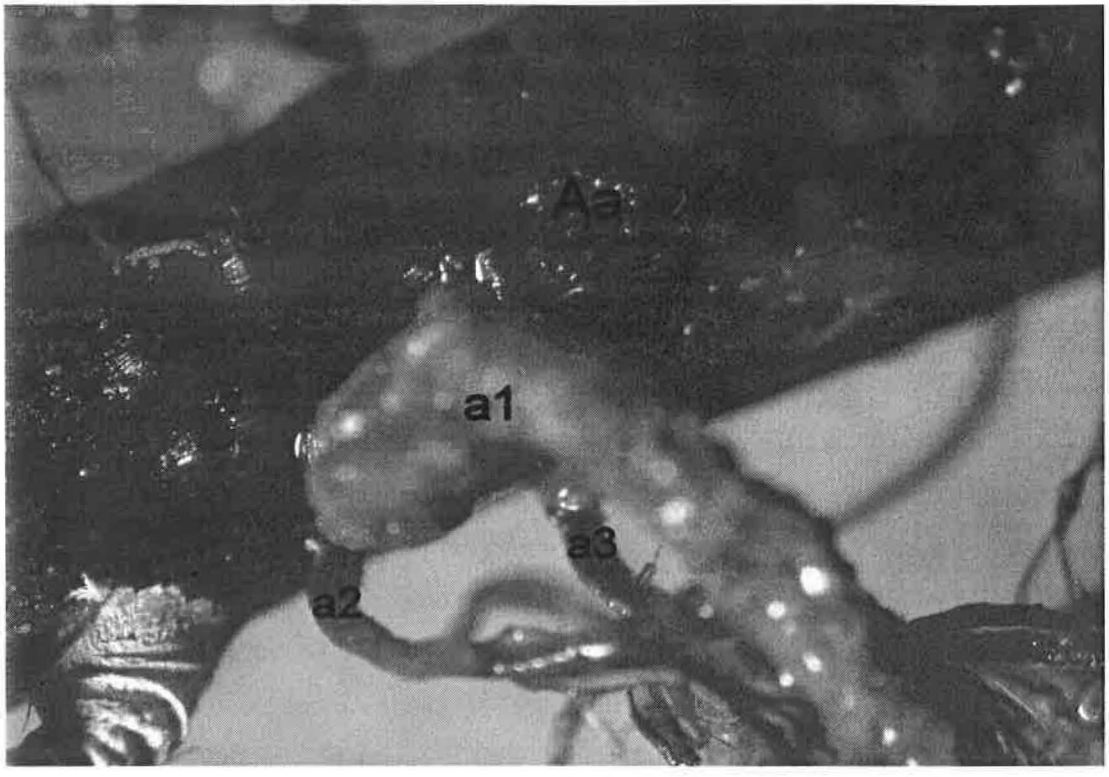
Şekil-4.23. A. renalis (A)'in IV. tip intrarenal dallanma modeli. a, b, c, d: segmental arterler, ai: a. interlobaris, aa: a. arcuata, *: a. interlobularis



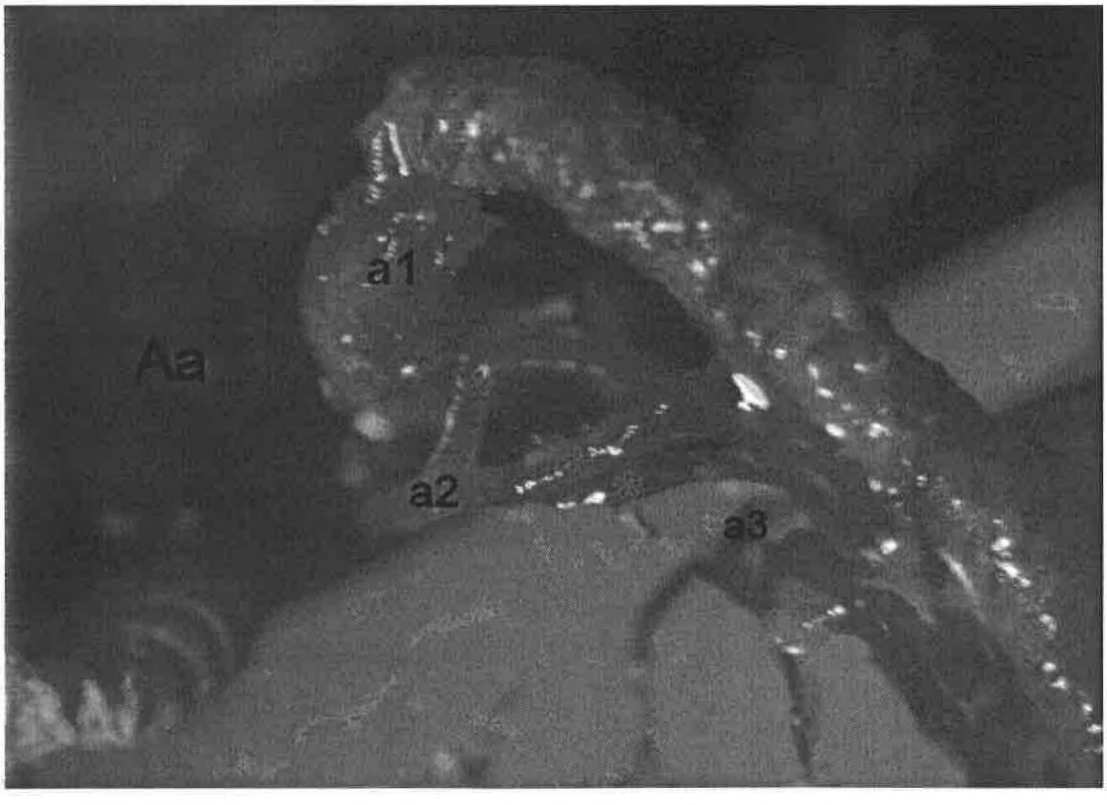
Şekil-4.24. Tip III dallanma modeli ve çift a. renalis olgusu. A: a. renalis, a: segmental arterler, yıldız: ikincil renal arter, Aa: Aorta abdominalis



Şekil-4.25. Çift a. renalis. Rd: a. renalis dextra, Rs: a. renalis sinistra, a: segmental arter, Aa: Aorta abdominalis, yıldız: ikincil renal arter ve verdiği segmentler

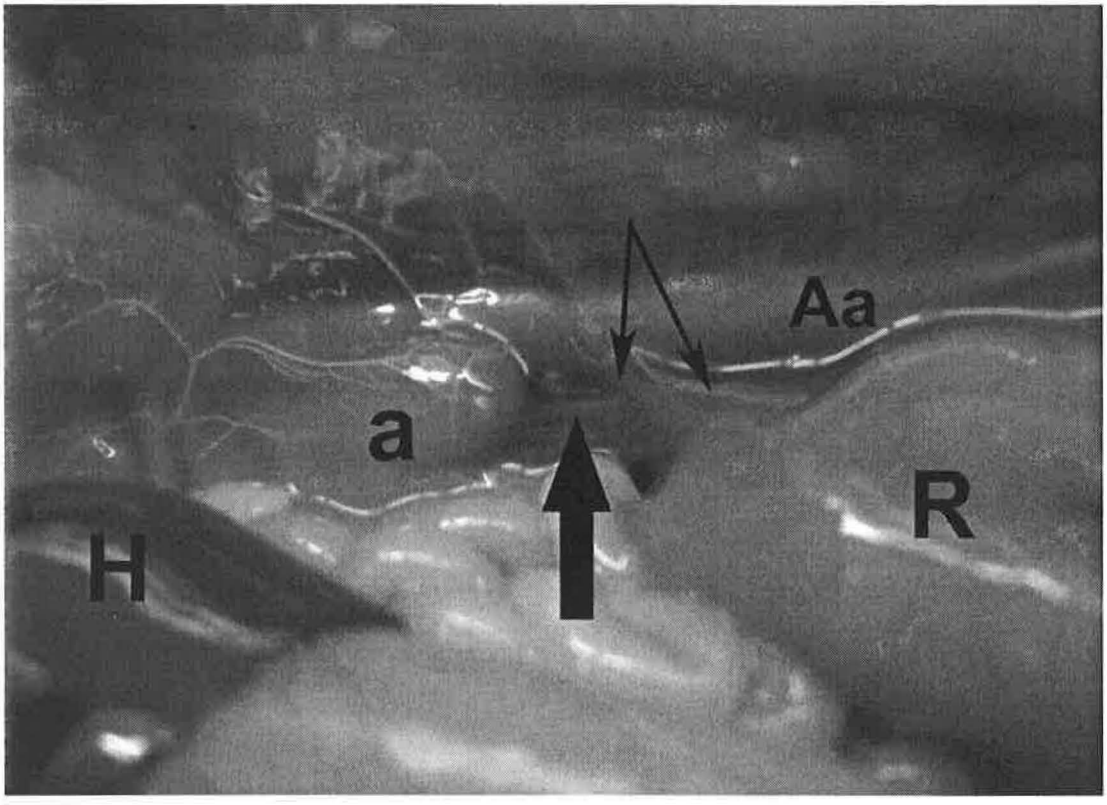


Şekil-4.26. Multiple a. renalis olgusu. a1, a2, a3: renal arterler. Aa: Aorta abdominalis

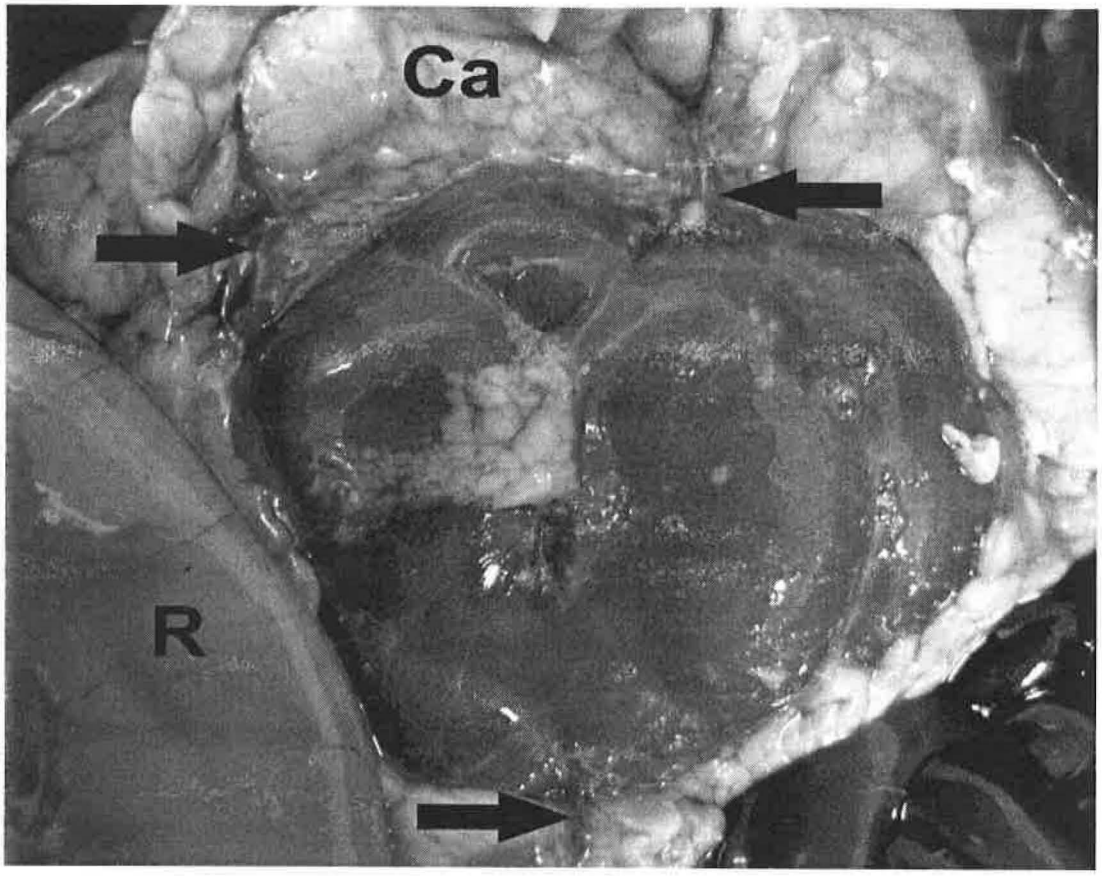


Şekil-4.27. Multiple a. renalis olgusu. a1, a2, a3: renal arterler. Aa: Aorta abdominalis, yıldızlar: ikincil renal arterin verdiği segmental dallar

Hilustan girerek temelde böbreklerin beslenmesini sağlayan renal arterlerin, adrenlerin beslenmesine katkıda bulunan ramus adrenalis caudalis'i de verdiği görüldü (**Şekil-4.28**). İntrarenal arteriyel dallanmanın glomerular damarlardan önceki son ayağını oluşturan a. interlobularis renis'lerin ise sadece böbrek parenşiminin beslenmesini sağlamadığı aynı zamanda böbrek lobülleri arasından çıkarak böbreği dıştan saran capsula fibrosa ve capsula adiposa'nın da beslenmesini sağlayacak olan kapsüler damarları (rami capsulares) verdiği görüldü (**Şekil-4.29**).



Şekil-4.28. A. renalis'ten (ince ok) ayrılan ramus adrenalis caudalis (kalın ok), a: Adren, R: Böbrek, H: Karaciğer, Aa: Aorta abdominalis



Şekil-4.29. Fibröz ve adipöz kapsülü besleyen interlobuler arterler.

Ca: Capsula adiposa, R: Rumen, oklar: Rami capsulares.

3.5. TARTIŞMA

Böbreklerin özellikle prenatal dönemde morfometrik gelişimlerini anlamak için yapılan çalışmalar daha çok insanlar üzerinde yoğunlaşmış, beşeri alanda bu konuyla ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların bir kısmı daha ziyade klasik ultrasonografi, sintigrafi, 3D-sonografi, renkli doppler görüntüleme, CT ve MRI gibi teknolojik yöntemlerden yararlanılarak yapılmış, bir kısmı ise doğrudan fötustan çıkarılan böbrekler üzerinde uygulanmıştır. Ayrıca bu çalışmaların birçoğu total gebelik dönemini içermemekte olup gebeliğin belirli dönemleri arasındaki gelişimleri değerlendirmiştir (4, 21, 22, 29, 63). Hayvanlarda ise prenatal dönemde böbrek gelişimi ile ilgili yapılan çalışmalar insanlarda olduğu gibi yaygın olmamakla birlikte morfometrik analizi kapsayan çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Carvalho ve ark. (38) makroskopik renal patolojisi bulunmayan 38 adet yetişkin sığır böbreğinde yaptıkları istatistiksel ölçümlerde sağ böbreğin ortalama 192,95 mm, sol böbreğin ise 185,15 mm olduğunu saptamışlar, dolayısıyla sağ böbreğin daha uzun olduğunu belirtmişlerdir. Sisson (76) da sığırlarda böbrek uzunluğunun 18-24 cm arasında değiştiğini bildirmiştir. Her iki çalışmada da elde edilen değerlerin uyumlu olduğu görülmüştür. Zguigal ve Ouhsine (35) develerde sağ böbreğin ortalama uzunluğunu 17 cm ve genişliğini 13 cm, sol böbreğin ortalama uzunluğunu 16 cm ve genişliğini 12,5 cm, her iki böbreğin kalınlığını ise 6 cm olarak ölçmüşlerdir. Develerde de yetişkin sığırlara benzer şekilde sağ böbreğin sol böbrekten daha uzun olduğu görülmüştür. 1-4 yaş arası genç mandalarda sağ ve sol böbrek uzunluğu sırasıyla 18,61±0,32 cm ve 18,59±0,45 cm; genişliği ise 12,22±0,14 ve 12,45±0,21 olarak ölçülmüştür. Aynı ölçümler 4-8 yaş arası yetişkin mandalarda da yapılmış ve uzunluk değerleri sağ ve sol böbrekte sırasıyla 19,56±0,32 cm ve 21,96±24,05 cm; genişlik değerleri ise yine sırasıyla 13,46±0,26 cm ve 13,58±0,25 cm olarak bulunmuştur. Uzunluk ve genişlik değerleri bakımından genç ve yetişkin hayvanlar arasında istatistiki yönden farklılığın önemli olduğu belirtilmiştir (77).

Yine insanlarda sağ ve sol böbrek boyutları arasında farklılık olduğu ve ruminantlardan farklı olarak sol böbreğin sağ böbrekten daha uzun olduğu bildirilmektedir (43, 47). Friedenberg ve ark. (78)'nın radyografik olarak yaptığı çalışmada da sol böbrek sağ böbrekten daha uzun bulunmuş ve bu durum; sağ böbreğin büyüme periyodunda karaciğerin zorlayıcı etkisine maruz kalmasına

bağlanmıştır. Yine Fitzsimons (79) yeni doğanlarda böbrek gelişimi ile ilgili yaptığı çalışmasında örneklerin % 56'sında sol böbrek uzunluğunun (42,1± 0,32 mm) sağ böbrek uzunluğundan (41±0,34 mm) daha fazla olduğunu ortaya koymuş ve dokuzuncu aydan itibaren uzunluklarda bir artış olmadığını bildirmiştir. Chiara ve ark. (80) ultrasonografik olarak değerlendirdikleri 132 infant böbreğinde benzer bulgular elde etmişlerdir. Sol böbreğin ortalama uzunluğunu 40,1±6,9 mm ve sağ böbreğin ortalama uzunluğunu 39,5±7 mm olarak bulmuşlardır. Yine Hekmatnia ve Yaraghi (81) yetişkin insanlarda yaptıkları çalışmada hem erkek hem de dişilerde sol böbreğin daha uzun olduğunu bulmuşlar ve bu durumun cinsiyetten etkilenmediğini belirtmişlerdir.

Bunların aksine Sampaio (82) 145 adet 13-36 haftalık insan fötusundan alınan 290 böbrekte sağ ve sol taraf arasında büyüklük farkının önemli olmadığını sadece erken prenatal periyotta fötal böbrek hacminin daha yoğun bir hızla arttığını belirtmiştir. Yine Vlajković ve ark. (4) böbrek uzunluğunun gebeliğin 4. ve 6. ayları arasında hızlı bir artış gösterdiğini, ancak her bir ayda sağ ve sol böbrek uzunluğu, genişliği ve kalınlığı arasında önemli bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir.

Miletić ve ark. (83) da yetişkin insanlarda sol böbrek uzunluğunun (112±9 mm), sağ böbrek uzunluğundan (110±8 mm) daha fazla olduğunu ve dişilerde hem sağ hem de sol böbreğin erkeklerdekinden daha uzun olduğunu saptamışlar ancak cinsiyetler arasındaki bu farkın önemli olmadığını belirtmişlerdir.

Sargent ve Gupta (84) çocuklarda yaptığı sintigrafik çalışmanın sonuçlarına göre sol böbreğin sağ böbrekten ortalama 1,7 mm'lik bir farkla daha uzun olduğunu ileri sürerken, Bacopoulos ve ark. (85) yine çocuklar üzerinde yaptıkları radyolojik çalışmalarına göre bu sonucu desteklememiş, sağ ve sol böbrek boyutları arasında önemli bir farklılık gözlemlememişlerdir. Sampaio (86) da 13-36 haftalık döneme ait 390 insan fötusunda sağ ve sol böbreklerin ölçümlerine ait istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptamamıştır. Cinsiyetler arası farklılığı bile sadece son trimestrda belirlemiş ve bu dönemde erkeklere ait değerlerin dişilerden daha yüksek olduğunu belirtmiştir.

Gloor ve ark. (87) fötal vücut ağırlığı, böbrek uzunluğu ve hacmi gibi parametrelerin gebelik süresince artışına dikkat çekmiş ve fötal vücut ağırlığı ile böbrek uzunluğu arasında sabit bir oran olduğunu bildirmişlerdir.

Seo ve ark. (88) ultrasonografik olarak 19-41 haftalık 450 fötal böbrek ile; Konje ve ark. (89) ise 24-38 haftalık 146 fötal böbrek ile yaptıkları çalışmalarda sağ ve sol böbrek boyutları ile ilgili önemli bir fark bulamamışlar, ancak böbrek boyutu ile gestasyonel yaş arasında güçlü bir korelasyon olduğunu ifade etmişlerdir. Aynı şekilde, Cohen ve ark. (90) da 18-41 haftalık 397 insan fötusunda cinsiyet ve lateralizasyon ayrımı yapmadan sonografik olarak elde ettikleri bulguların ışığında böbrek ölçüleri arasında oldukça güçlü bir korelasyon saptamışlardır.

Yu ve ark. (91) 3D-sonografide Seo ve ark. (88) gibi sağ ve sol tarafa ait ölçümlerde farklılığa rastlamamışlar ancak böbrek hacmi ile gestasyonel yaş arasında yüksek bir korelasyonun varlığından bahsetmişlerdir. Köpeklerde de böbrek hacmi ve ağırlığı oldukça korelasyonludur, ancak böbrek ağırlığının böbrek uzunluğu ile daha yüksek bir korelasyon gösterdiği bildirilmiştir (36).

Miletić ve ark. (83) doğrudan fötal böbrekler üzerinde yaptıkları ölçümlerin; Lawson ve ark. (92), Cohen ve ark. (90), Konje ve ark. (93)'nın ultrasonografik yolla elde ettikleri değerlere benzer olduğunu bildirmiş, ancak onların elde ettiği bazı değerlerin kumpas aracılığıyla ölçülen değerlerden çok uzak olduğunu, bu farklılığında ölçüm metodundan kaynaklandığını ve dolayısıyla ekosonografik ölçümde perirenal yağ dokusunun da ölçüme dahil olabildiğini bildirmişlerdir. Bunun yanı sıra Konje ve ark. (89, 94) ve Cohen ve ark. (90) ultrasonografik ölçümlerde; fötusun pozisyonunun da ölçümlerin elde edilmesinde dezavantaj yaratabildiğini, özellikle aynı fötusta hem sağ hem de sol böbreğe ait verilerin alınmasında bunun geometrik bir problem olduğunu ve farklı pratisyenlerin değerlendirmeleri ile bu sıkıntıyı minimal düzeye indirgemeye çalıştıklarını bildirmişlerdir.

Çiçekcibaşı (63) da ikinci ve üçüncü trimestra ait insan fötuslarında yaptığı ölçümlerde trimestrlar arasında anlamlı bir farklılık belirlemiş, ancak hem cinsiyetler arasında hem de sağ ve sol böbrekler arasında anlamlı bir faklılığa rastlamamıştır. Böbreklere ait veriler ile gestasyonel yaş arasında ise pozitif bir korelasyon tespit etmiştir. Aynı şekilde Hsieh ve ark. (95)'nın ikinci ve üçüncü trimestra ait 118 fötus üzerinde yaptıkları çalışmada da sağ ve sol böbrek arasında gerek hacim gerekse uzunluk, kalınlık ve genişlik ölçümleri bakımından önemli bir farklılığın bulunmadığı bildirilmiştir. Hsieh ve ark. (95), Cohen ve ark. (90)'nın yaptığı

çalışmayı destekler nitelikte sonuçlar elde etmiş, her iki çalışmada gebelik süresince böbreğe ait üç boyutun ve buna bağlı olarak elde edilen böbrek hacminin gestasyon süresince sağ ve sol tarafta sabit bir oran sergilediğini ifade etmişlerdir.

Kim ve Park (96); 20-40 haftalık fötuslarda yaptıkları değerlendirmelerde lateralizasyon ayrımı yapmamış ve hem böbrek uzunluğu hem de genişliği ile gestasyonel yaş arasında doğrusal bir korelasyon saptamışlardır. Ayrıca böbrek uzunluğu artış oranının gebelik süresince, infant dönemine kıyasla dikkate değer derecede fazla olduğunu, yaklaşık 15 haftalıktan önceki perirenal yağ dokusundan fakir fötal böbrekleri sonografik olarak identifiye etmenin mümkün olmadığını, bu aşamada böbreklerin, çevresinde bulunan bağırsaklar ve karaciğerle benzer bir homojenite gösterdiğini, 17. haftadan sonra ayrım yapabilme olasılığının yarı yarıya arttığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte fötal adrenin böbreklerin cranial kutbu ile yakın temasının da böbreklerin gerçek boyutlarını ölçmede sıkıntı yaratabileceği tespit edilmiştir (96). Cohen ve ark. (90) ise 20 haftadan sonra adren ve böbrek sınırının ayrımının kolaylıkla yapılabildiğini ve fötusa ait renal ölçümlerde en iyi metodun 3D-sonografi olduğunu belirtmişlerdir.

Miletić ve ark. (83)'nın yetişkin insanlarda yaptıkları çalışmanın sonuçlarına bakıldığında, cinsiyet ayrımı gözetmeksizin sol böbreğe ait ölçüm değerlerinin (112±9 mm) sağ böbrekten (110±8 mm) daha yüksek olduğu ve sağ ile sol böbrekler arasında ortalama 3±3 mm'lik bir fark bulunduğu görülmüştür. Aynı çalışmada cinsiyetler arası değerlendirme yapıldığında önemli bir farklılık görülmemiş, özellikle böbrek uzunluğunun tahmininde cinsiyetin önemsiz bir kriter olduğu belirtilmiş, yaşla birlikte renal uzunluğun azaldığı ve bu azalmanın 60 yaşından sonra hızlandığı ileri sürülmüştür (83).

Böbrek uzunluk ölçümü klinik değerlendirme için en iyi kriterlerden birisi olup özellikle sonografik yolla kolaylıkla elde edilebilir ve yorumlanabilir. Böbrek uzunluğunda normal ölçülerin dışında bir azalma kronik renal bir hastalığı akla getirmekte, bu değer 9 cm ya da altına indiğinde irreverzibl bir hastalıktan şüphe edilmektedir. Bu nedenle böbreğin normal morfometrik değerlerini bilmek son derece önemlidir (97, 98).

Hayvanlarda da böbreklerin ultrasonografik muayenesi, fötus ve fötusa ait organların değerlendirilmesi ve bu organlara ait değerlerin bilinmesi önemlilik arz

etmektedir. Bu nedenle tehlikeli olmayan gebeliklerde baş, göz, mide, kalp, böbrek ve kemikler gibi çeşitli fötal organların gelişme ve büyümelerini sonografik yöntemle takip ve kontrol edebilmek mümkündür (99, 100). Ali ve Hayder (99) deneysel gebelik oluşturdukları 20 koyunda ultrasonografik olarak fötal gelişimi takip ettiklerinde fötal böbrekleri ilk olarak 73,2±6,3. günde görmüşler ve böbrek uzunluğunun 76. günde 1,41±0,2 cm'den 146. günde 3,61 0,3 cm'ye kadar lineer bir artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Konje ve ark. (89) ile Çiçekcibaşı (63)'nın insanlarda bildirdiği gibi, böbrek uzunluğu ve gestasyonel yaş arasında oldukça yüksek bir korelasyon olduğunu saptamışlardır (99).

Braun (101) 11 adet sağlıklı Brown Swiss ırkı sığırda matür sağ böbrek değerlerini belirlemiştir. Sağ böbreğin vertikal çapını (kalınlığını) 5,1±0,47 cm, horizontal çapını (uzunluğunu) 9,4±0,98 cm olarak belirlemiş, uzunluk değerine göre kalınlık değerinin dikkate değer şekilde küçük olduğunu vurgulamıştır. 12 adet Swiss Braunvieh ırkı sığırda yaptığı ultrasonografik çalışmada ise sadece sol böbreğin hilar bölgedeki kalınlık ölçümlerini almış ve ortalama 6,2±1,0 cm olduğunu belirtmiştir (102). Bildirilen bu ultrasonografik değerlerin sütçü sığırlarda böbrekte meydana gelecek morfolojik değişikliklerin diagnozunda referans olarak kullanılabileceğini savunmuştur. Ancak, Braun (101)'un sonografik olarak elde ettiği bu uzunluk değerlerinin, Carvalho ve ark. (38)'nın doğrudan organlardan elde ettiği ölçüm değerleri (sağ böbrek ortalama 192,95 mm, sol böbrek ortalama 185,15 mm) ile kıyaslandığında oldukça düşük olduğu görülmektedir. Arada bu kadar yüksek bir farkın bulunması ya ırka bağlı bir farklılık olabileceğini ya da sonografik yolla elde edilen değerlerle ilgili ölçüme dayalı bir hata payı olabileceğini akla getirmektedir.

Park ve ark. (103); 50 kedi üzerinde sonografik olarak böbreklerin ortalama ölçüm değerlerini elde etmişlerdir. Tespit ettikleri değerleri ortalama olarak kaydedip nekropsi materyalleri ile kıyaslamışlar, ultrsonografik değerler ile doğrudan böbrekten ölçülen değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır. Sağ böbreğe ait uzunluk (3,96± 0,48 mm), kalınlık (2,42±0,27 mm) ve genişliğe (2,65±0,35 mm) dair ölçümler, sol böbreğin uzunluk (3,83± 0,51 mm), kalınlık (2,36±0,28) ve genişlik (2,63±0,31) değerlerinden daha yüksek çıkmıştır. Kedigillerden çitada (104) da 13 çift böbreğin uzunluk, kalınlık ve genişlik ölçümleri yapılmış ancak evcil kedilerdekinin aksine sağ ve sol böbrek arasında bu değerlerin

birbirine yakın olduğu görülmüş ve istatistiksel bakımdan anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır. Sol böbreğin uzunluk, kalınlık ve genişlik ölçümleri sırasıyla 63,8± 5,4 mm; 37,5± 5,6 mm; 43,1± 4,1, sağ böreğin ölçümleri ise sırasıyla 64,1± 6,3 mm; 38,6± 5,1 mm ve 41,1± 5,8 mm olarak bulunmuştur. Ayrıca Carstens ve ark. (104) bu çalışmalarında erkek böbreklerinin dişlerdekinden daha uzun olduğunu da eklemiş, ancak genel olarak böbrek uzunluğunun tahmininde yaş ve cinsiyetten ziyade hayvanın kütlesinin daha önemli olduğunu ve çalışmalarında da böbrek uzunluğu ile vücut kütlesinin pozitif bir korelasyon gösterdiğini belirtmişlerdir. Yine küçük bir leopar türü olan onçillada (105) sağ ve sol böbreğe ait ultrasonografik ölçümlerde çitaya benzer şekilde uzunluk, kalınlık ve genişlik değerlerinin her iki böbrek arasında çok az bir farka sahip olduğu ve bu bakımdan hacimsel olarak da önemli bir farklılığın bulunmadığı bildirilmiştir.

Gaschen ve ark. (106) ikiboyutlu ve Doppler ultrasonografi ile inceledikleri 27 makak maymununda sağ ve sol böbreğin ortalama aynı uzunlukta olduğunu belirlemişlerdir. Kalınlık ve genişlik bakımından sağ böbrek soldakinden daha yüksek değerlere sahip olsa da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulamamışlardır. Buna ilaveten hacimsel hesaplamalarda sol böbrek hacminin sağ taraftan daha az olduğunu ve kortikal kalınlığın yine sağ tarafta sol taraftan daha fazla bulunduğunu da bildirmişlerdir. Ayrıca böbreğin ultrasondaki genel morfolojisini de insanlara çok benzetmişlerdir. İnsanlardan farklı olarak sağ ve sol böbrek maymunlarda birbirinin identiği değildir. Sol böbreğin cranial ucu daha dar bir yapıya sahip iken caudal ucu daha yuvarlak ve geniştir. Sağ böbrek ise fasulye şeklini korur. Sığırlarda da sol böbrek gelişim itibariyle cranial ucun rotasyonuna bağlı olarak ince bir cranial kutba, kalın ve geniş bir caudal kutba sahiptir. Bu haliyle sol böbrek bakımından sığır fötusları ile makaklar arasında morfolojik bir benzerlikten söz edilebilir. Yine develerde (35) de sağ böbreğin cranial ve caudal kutbu morfolojik bakımdan identik olarak bulunmuş, ancak sığırlarda olduğu gibi sol böbreğin sivri cranial bir uca ve yuvarlaklaşmış caudal bir uca sahip olduğu görülmüştür.

Yetişkin sığırlarda (38) sol böbrek kalınlığının sağ böbrek kalınlığından daha fazla olduğu ve bunun istatistiksel olarak da önemli olduğu bulunmuş, kalın böbreklerde aradaki farkın daha az olduğu belirtilmiştir. Ancak sağ ve sol böbrek

uzunlukları değerlendirmeye alındığında her iki taraf arasında sadece 6 mm'lik bir fark olduğu belirlenmiş, bununda istatistiksel olarak önemlilik taşımadığı ortaya konmuştur (38). Benzer şekilde domuzlarda (11) da sağ ve sol böbrek uzunlukları arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır. Sisson (76) ise yine sığırlarda Carvalho ve ark. (38)'ndan farklı olarak sol böbreğin sağ böbrekten 2-5 cm'lik bir farkla daha kısa olduğunu bildirmiştir.

Bu çalışmada sağ böbreğe ait veriler değerlendirildiğinde gebeliğin her üç dönemi arasında anlamlı bir farklılık ($p<0,001$) tespit edildi. Aynı zamanda gebeliğin ikinci ve üçüncü dönemleri arasında böbrek kalınlığı ($p<0,05$) ve böbrek genişliği ($p<0,01$) bakımından farklılığın istatistiki olarak anlamlı olduğu görüldü. Sol böbreğe ait veriler değerlendirildiğinde ise tıpkı sağ böbrekte olduğu gibi her üç grup arasında da anlamlı bir farklılık ($p<0,001$) tespit edilirken, gebeliğin ikinci ve üçüncü dönemleri arasında böbrek kalınlığı bakımından da farklılığın ($p<0,01$) önemli olduğu görüldü. Gebeliğin her üç dönemine göre ayrı ayrı olmak üzere, böbrek ölçümleri bakımından sağ ve sol taraf arasında istatistiksel değerlendirme yapıldığında önemli bir farklılık olmadığı tespit edildi. Tüm fötuslarda, hem böbreklere ait uzunluk, genişlik ve kalınlık ölçüm verileri ile gestasyonel yaş arasında hem de sağ böbreğe ait veriler ile sol böbreğe ait veriler arasında anlamlı korelasyon tespit edildi.

Sampaio ve ark. (11), inceledikleri domuz böbreklerinin insanlarla olan morfolojik yakınlıkları üzerinde odaklanmışlardır. Böbreklerin ortalama uzunluğunu 11,8 cm bulmuşlar ve bunun insanlardaki (11,1 cm) ile oldukça benzerlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Uzunluk dışında böbreklerin cranial (5,64 cm) ve caudal (5,35 cm) kutup genişliklerini ve böbrek kalınlıklarını (2,76 cm) ölçmüşler ve cranial kutup genişliğinin caudal kutup genişliğinden daha fazla olduğunu ve bunun istatistiki olarak önemli bulunduğunu belirtmişlerdir.

Sampaio ve Mandarim-de-lacerda (107) 100 insan nekropsisinden sağladıkları böbreklerde yaptıkları ölçümler neticesinde, sol böbreğin birçok çalışmada olduğu gibi sadece uzunluk bakımından değil böbreğin üst ve alt uç genişliği ile kalınlığı bakımından da sağ böbrekten daha yüksek değerlere sahip olduğunu bildirmişlerdir. Saldarriaga ve ark. (108) ise yetişkinlerin böbreklerinde yaptıkları çalışmada ortalama 0,3 cm'lik bir farkla sol böbreğin sağ böbrekten daha

uzun olduğunu ortaya koymuş ancak Sampaio ve Mandarim-de-lacerda (107)'nın aksine genişlik bakımından istatistiksel bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir.

Sığır fötuslarında da gestasyon süresince her bir döneme ait fötal böbreklerin cranial ve caudal uç genişlikleri arasında farklılık olup olmadığı değerlendirildi. Bu amaçla, sağ böbreklerin cranial ve caudal uç genişlikleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak değerlendirildiğinde gebeliğin her üç dönemine ait olan fötuslarda önemli bir farklılık saptanmadığı ve böbreklerin alt ve üst genişlik bakımından hemen hemen identik olduğu gözlendi. Ancak sol böbreklerde ise sağ böbreklerden farklı olarak; ilk dönemde cranial ve caudal uç genişliğinin identik olduğu, ikinci dönemde alt uç genişliğinin üst uçtan fazla olduğu ancak bunun istatistiksel bir önemlilik taşımadığı, son dönemde ise alt uç genişliğinin üst uç genişliğinden fazla olduğu ayrıca bunun istatistiki açıdan da önemli ($p<0,01$) olduğu saptandı. Bu istatistiksel analiz, sığırlarda sağ böbrekten farklı olarak sol böbreğin cranial kutbunun gebeliğin ikinci döneminde rotasyona uğrayarak daralmaya başladığı ve üçüncü dönemde bunun daha da ilerlediği bilgisini desteklemektedir.

Ayrıca böbreklerin fizyolojik olarak renin-anjiotensin sistemi yoluyla kan basıncının düzenlenmesinde önemli bir role sahip olduğu bilinmektedir (54, 77, 93). İntrauterin dönemde böbreklerin plazma renin-anjiotensin düzeyleri ve bunların hem böbrek gelişimi hem de kan basıncı ile ilişkisine dair çalışmalar yapılmıştır (93, 109-111). Düşük protein diyeti ile beslenerek gelişme geriliği şekillendirilmiş sıçan fötuslarında anjiyotensin enzim düzeyleri değerlendirilmiş ve yetişkin dönemde şekillenebilecek hipertansiyon ile ilişkisi araştırılmıştır (112). Bu tarz fizyolojik araştırmaların bazılarında büyüme geriliği olan insan fötuslarında (113) nefron sayısının düştüğü ve deneysel olarak gelişme geriliği şekillendirilmiş koyun fötuslarında (114) ise özellikle böbrek boyutlarında çok önemli bir azalmanın şekillendiği gözlenmiştir. Konje (93) bu tarz bulguların, intrauterin gelişme geriliği gösteren fötusların böbreklerinde patolojik süreçlerin şekillenebileceğine işaret ettiğini ve bunların yaşamın ilerleyen dönemlerinde hipertansiyon için zemin teşkil edeceğini bildirmiş, bu nedenle de fötal dönemde gerek normal renal morfometrik değişimlerin bilinmesinin gerekse böbrek morfolojisi ve hormon-enzim düzey ilişkisinin ortaya konmasının önemliliğini vurgulamıştır. Yine Hussain ve Qureshi (77) de genç ve yetişkin manda böbreklerine dair elde ettikleri morfometrik

bulguların; deneysel ve evcil hayvanlarda böbrekte meydana gelebilecek anatomik değişimler ile buna karşı böbreklerin vereceği fizyolojik yanıtın anlaşılmasında, ayrıca kan basıncı mekanizmasının ve dolayısıyla buna bağlı kalp ile ilişkili problemlerin değerlendirilmesinde yardımcı olabileceğini bildirmişlerdir. Sığır fötuslarında renal morfometriye ilişkin bulguları ortaya koyan bu çalışmanın da, insanlarda (93) ve diğer hayvanlarda (77, 112, 114) olduğu gibi sığırlarda deneysel olarak intrauterin dönemde böbreğe ve bu organın hormon-enzim fonksiyonlarına ilişkin yapılacak fizyolojik ve biyokimyasal çalışmalara yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

Genel itibariyle memeli hayvanlarda sağ renal arterlerin aorta abdominalis'e daha uzak olmasından ötürü daha uzun olduğu bilinmektedir (35). Ancak sağ ve sol a. renalis uzunlukları birbirlerine göre değerlendirildiğinde türler arasında bir takım farklılıklar da gözlenebilmektedir. Bazı araştırmacılar özellikle karnivorlarda sol a. renalis'in sağ tarafa kıyasla daha uzun olduğunu bildirmişlerdir. Şöyle ki; Van kedilerinde (20) sol a. renalis sağ a. renalis'ten daha uzun olarak bulunmuş ve bu durum daha önceki literatür bilgilerinin aksine bir durum olarak değerlendirilmiştir. Yine aynı şekilde Özdemir ve ark. (19) da köpeklerde sol renal arterin sağdakinden daha uzun olduğunu ileri sürmüşlerdir. Ozudogru ve Ozdemir (58) kurtlarda yaptıkları çalışmada benzer şekilde sol a. renalis'in daha uzun olduğunu bildirmişlerdir. Ancak her üç çalışmada da uzunluğa ait verilerin istatistiksel önemliliğine bakılmamış, ayrıca ölçümler yapılırken renal arter uzunluklarının aortadan çıkış yeri ile dorsal ve ventral bifurkasyon noktası arasında mı ya da aortadan hilar bölgeye kadar mı olduğu da belirtilmemiştir. Tavşanlarda (16) da sol a. renalis (30,25±0,58 mm) sağdakinden (20,10±0,58 mm) büyük bir farkla daha uzun bulunmuştur. Kuzularda (56) ve develerde (35) ise sağ a. renalis'in sol a. renalis' ten daha uzun olduğu bildirilmiştir. Oklu kirpide (57) ise her iki renal arterde uzunluk olarak birbirine denk bulunmuştur.

Sığır fötuslarında ise sağ ve sol renal arter uzunluklarına ait veriler değerlendirildiğinde tıpkı böbrek ölçüm değerlerine benzer şekilde gebeliğin her üç dönemi arasında anlamlı farklılık ($P<0,001$) tespit edildi. Aynı grup içerisindeki fötuslarda sağ ve sol renal arter uzunluğu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmedi. Hem sağ hem sol renal arter uzunlukları ile gestasyonel yaş

arasında anlamlı bir korelasyon tespit edildi. Sığır fötuslarında her iki renal arter arasında uzunluk bakımından istatistiki olarak önemli bir farklılık saptanmamışsa da verilere bakıldığında genel olarak sol arterin sağ arterden daha uzun değerlere sahip olduğu görüldü. Bunun sol böbreğin gelişim süreci içerisinde rumenin baskısına maruz kalarak median hatta doğru yönelmesinden ve bu esnada böbrek arterinin de bu yolculuğa uyumlu olarak daha uzun bir seyir göstermek zorunda kalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Renal arterlerin aorta abdominalis duvarından orijin aldıkları bölgeler standart bir özellik göstermemekte, türler arasında değişiklik gösterebildiği gibi aynı türün bireyleri içerisinde de farklılık sergileyebilmektedir. Genel olarak a. renalis'ler aorta abdominalis'in ilgili lateral tarafından çıkmaktadırlar (53, 59). Ruminantlarda renal arterlerin aortanın ventral yüzünden çıktığı rapor edilmiştir (60). Yine hayvanlarda aortanın ventrolateral duvarından orijin alan renal arter bilgisi de bulunmaktadır (65).

Bauer (65) insan, kedi, köpek, fare, maymun ve sığır gibi memelilerde a. renalis lokalizasyonlarını incelemiştir. Özellikle insanlarda bu orijinlerin hayvanlara kıyasla daha çok değişiklik gösterdiğini saptamıştır. Toplam 143 insanda a. renalis'lerin aorta abdominalis duvarından % 79 lateral, % 15,4 anterolateral, % 3,5 anterior ve % 2,1 oranında posterolateral pozisyonlu çıktıklarını bildirmiştir. Köpeklerde % 55 lateral ve % 45 ventrolateral, farelerde % 50 lateral ve % 50 ventrolateral, sığırlarda % 70 ventral ve % 30 ventrolateral pozisyonda orijin alan renal arterleri saptamış, maymun ve kedilerde ise renal arterlerin tamamen aortanın lateral duvardan orijin aldığını bildirmiştir. Develerde de (35) her bir renal arterin aorta abdominalis'in lateral duvarından çıktığı gözlenmiştir.

Kokinski (115) 60 yetişkine ait kadavrada renal arter orijinlerini incelemiş, a. renalis dextra'nın çoğunlukla aorta abdominalis'in anterolateral duvarından, a. renalis sinistra'nın ise aorta abdominalis'in lateral duvarından orijin aldığını rapor etmiştir. Bu bilgilere paralel şekilde, Ozan ve ark. (116) da inceledikleri insanların çoğunda lateral ve anterolateral orijinli renal arterlerin varlığından bahsetmiş, anterior ve posterior orijinli damarlara rastlamadıklarını belirtmişlerdir. Beregi ve ark. (117)'na göre ise a. renalis dextra genellikle aortanın anterolateralinden, a. renalis sinistra ise aortanın posterolateralinden ayrılmıştır.

Çiçekcibaşı (63) da insan fötuslarında yaptığı inceleme sonrası, a. renalis dextra'nın aorta abdominalis'in % 73 lateral, % 26,9 oranında anterolateral duvarından, a. renalis sinistra'nın % 90,3 lateral ve % 9,6 oranında anterolateral duvarından orijin aldığını, lateral pozisyonlu orijinin hem daha sık hem de sol tarafta daha fazla görüldüğünü bildirmektedir. Ayrıca Ozan ve ark. (116)'nın belirttiği gibi anterior, posterior ve posterolateral orijinli damarlar, Çiçekcibaşı (63)'nın örneklerinde de gözlenmemiştir.

Bu çalışmada ise; a. renalis dextra'nın çoğunlukla (% 46,6) ventrolateral, % 30 lateral ve % 23,3 oranında ventral, a. renalis sinistra'nın ise çoğunlukla (% 86,6) ventral, % 10 ventrolateral ve % 3,33 oranında lateral pozisyonda aorta abdominalis'ten ayrıldığı görülmüştür. Dorsal ve dorsolateral orijinli renal arterler gözlenmemiştir. Sığırlarda ventral ve ventrolateral orijine sahip renal arterlere daha sık rastlanmasının, sığırların diğer türlerden farklı olarak sarkık yapılı böbreklere sahip olmasından ve bu nedenle de renal arterlerin aorta abdominalis'in karın boşluğuna bakan yüzlerine yakın olarak köken alma eğilimi göstermesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu durum Ghoshal (62)'ın ruminantlarda ventral kökenli renal arterlerin bulunduğu bilgisi ile uyumlu görülmüştür. Buna karşın birçok türde (35, 38, 44, 52, 55-57) renal arterler böbreğin pozisyonuna da bağlı olarak sıklıkla aorta abdominalis'in lateral duvarından orijin almaktadır.

Kokinski (115) yetişkin insanlarda a. renalis orijin seviyelerinin de belirgin bir değişkenlik gösterdiğini bildirmiştir. Disseke edilen olguların % 72'sinde a. renalis dextra orijinini a. renalis sinistra'nın yukarısında, % 12'sinde ise aşağısında bulmuştur. İnsan fötuslarında yapılan çalışmalarda ise; Kozielec (118) ve Çiçekcibaşı (63) sırasıyla olguların % 50,9'unda ve % 34,6'sında a. renalis dextra ve sinistra'nın aynı seviyede, % 32,7'sinde ve % 53,8'inde a. renalis dextra'nın daha yukarıda, % 2,7'sinde ve % 11,5'inde daha aşağıda olduğunu belirtmişlerdir. Ozan ve ark. (116) ise a. renalis dextra'nın sinistra'dan daha aşağıda olduğu olgulara daha yüksek oranda (% 36,6) rastlamışlardır. Yine Beregi ve ark. (117) da insanlarda yapılan diğer çalışmalara paralellik gösteren oranlar elde etmişlerdir. Olguların % 37'sinde a. renalis dextra orijinini a. renalis sinistra orijininden yukarıda, % 50'sinde aynı seviyede ve % 13'ünde aşağısında rapor etmişlerdir.

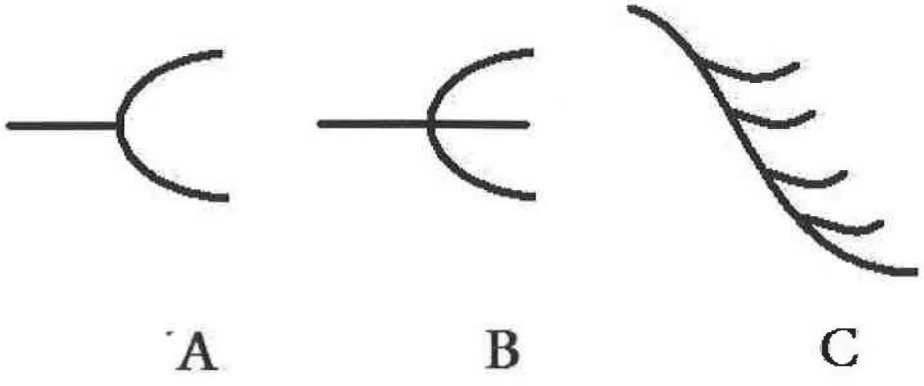
Bu çalışmada ise insanlarda olduğu gibi örneklerin çoğunluğunda (% 83,3'ünde) a. renalis dextra'nın a. renalis sinistra'nın önünde orijin aldığı, geri kalanlarda (% 16,6'sında) ise her iki renal arterin de hemen hemen aynı seviyede aorta abdominalis'ten ayrıldığı gözlenmiştir. İnsanlarda gözlenen a. renalis sinistra'nın a. renalis dextra'ya göre aorta abdominalis'ten öncelikli orijinine sığır fötuslarında rastlanmamıştır.

Her bir renal arter böbrek paranşiminin farklı segmentini ya da bölgesini besleyen daha küçük çaplı arterlere dallanmaktadır. Bu arteriyel segmentlerin sayısı ve her bir segmentin özel damarsal organizasyonu bir türden diğerine değişebildiği gibi aynı hayvanın her iki böbreği arasında da farklılık gösterebilmektedir (119). Bu nedenle özellikle ana renal arterlerin, hilus bölgesindeki dallanma örneklerinin ve morfolojik yapısının yüksek oranda bireysel farklılık sergilediği görülür (8). Ayrıca büyük ruminantlarda böbreğin multilobar yapıya sahip olması ve her bir lobun farklı ebatta olması interlobar arter sayısında da diğer türlere kıyasla büyük bir çeşitliliğe neden olmaktadır (120).

Marques-Sampaio ve ark. (18), köpeklerde yaptıkları çalışmada böbreğin intrarenal arteriyel beslenmesini incelemiş ve örneklerinin % 88,4'ünün tek a. renalis, % 11, 6'sının ise çift a. renalis tarafından beslendiğini bildirmiş, multiple a. renalis olgusuna ise rastlamamışladır. Böbreklerde arteriyel dallanma tiplerini segmental arter oryantasyonuna ve sayısına göre altı grup altında toplamışlardır. Örneklerin çoğunluğunda (% 67,3) cranial ve caudal kutbu besleyen iki temel segmental arterin bulunduğu görülmüştür. Bizim çalışmamızda görülen tüm modellerde böbreğin cranial, medial ve caudal bölümünü beslemek üzere en az üç adet segmental arterin ayrıldığı gözlenmiştir. Köpeklerde (18) medial bölgenin beslenmesinin ise çoğunlukla caudal dallar tarafından sağlandığı, ancak craniale giden segmental dallarında beslenmeye iştirak ettiği bildirilmiştir. Sığır fötuslarında da köpeklerde (18) olduğu gibi hem cranial hem de caudal dallar medial bölgenin beslenmesine katılan interlobuler arterleri şekillendirmiştir. Bu çalışmada böbrek bölümlerine göre ayrılan segmental arter sayısı ve oryantasyonu kısmen köpeklerdekine benzerlik göstermektedir.

Shoja ve ark. (8) insanlarda yaptığı çalışmada segmental arter dallanmalarını temelde üç grup altında toplamışlardır (**Şekil-5.1**). Örneklerinin çoğunluğunda (%

80,2) çift segmental arterin varolduğunu bildirmişlerdir. Fötuslardaki segmental arter örnekleri ilk iki modele benzerlik gösterse de sonuncu modele benzer bir dallanma gözlenmemiştir.



Şekil-5.1. Shoja ve ark. (8)'na göre üç temel intrarenal arteriyel morfoloji. A: İkili çatal modeli (% 80,2), B: Üçlü çatal modeli (% 12,4), C: Merdiven modeli (% 7,4)

Horacek ve ark. (119) maymunlarda, Sindel (16) tavşanlarda böbreği insanlarda (63, 68, 69, 121) olduğu gibi anterior ve posterior iki yarım halinde değerlendirmişler ve her bir yarımın anterior ve posterior divizyon arteri tarafından beslendiğini bildirmişlerdir. Böbreğin anterior yarımı apikal, üst, orta ve alt olmak üzere; posterior yarımı ise apikal-superior, superior, intermedier ve inferior olmak üzere dört ayrı segmente bölünmüştür. Bazı böbreklerde apikal ile üst ve apikal-superior ile superior tek bir segment olarak değerlendirilmiştir. Horacek ve ark. (119) maymunlarda, renal arterin böbrek paranşimi içerisinde dört temel dala ayrıldığını belirtmişler ve bu dallanma modellerini de 4 grup altında toplamışlardır. Bu duruma göre her bir divizyon arteri maymunlarda böbreğin segmentine göre değişmekle birlikte üç ya da dört segmental arter vermektedir. Elde ettikleri bulguların insanlarla da yakın paralellik gösterdiğini belirtmişlerdir. Sığır fötuslarındaki dallanma şekilleri de segmental arter sayısı bakımından maymunlardakine (119) benzerlik göstermektedir. Fötuslardaki II. ve IV. tip dallanma modellerinin maymunlarda belirtilen Tip 2 ve Tip 4 arteriyel dallanma şekillerine daha çok benzerlik gösterdiği de dikkati çekmiştir.

Weld ve ark. (121), inceledikleri insan böbreklerinin % 87,7 oranında tek renal artere, % 12,3 oranında ise çift renal artere sahip olduklarını görmüşlerdir. Örneklerin % 75'i ikincil bir renal artere sahip değil iken, % 25'i inferior ya da superior lokalizasyonlu ikincil bir renal arter içermektedir. Böbreklerin çoğunluğunda 4 (% 34,2) ve 5 (% 31,5) segmental arter olduğu, geri kalanının ise 3 segmental arter kapsadığı bildirilmiştir. Bu bakımdan fötuslardaki 1. ve 4. model ile insanlar (121) arasında uyumluluk olduğu söylenebilir.

Liumsirichaoren ve ark. (40), bataklık bufalosundan elde ettikleri böbrek kastlarında, bir örnek hariç diğerlerinde a. renalis'ten cranial ve caudal yönlü iki adet segmental arterin ayrıldığını bildirmişlerdir. Bir örnekte ise çift a. renalis'in birbirine yakın olarak ayrıldığını ve birinin craniale diğerinin ise caudale yöneldiğini, caudal daldan da 1-2 adet medial dalın çıkarak orta bölgeyi beslediğini belirtmişlerdir. Hem cranial hem de caudal dallar ve bunlardan orijin alan medial dallar böbrek paranşimini besleyen çok sayıda interlobar artere ayrılmıştır. Bizim çalışmamızda ise bufaloların aksine her örnekte a. renalis'ten köken alan medial bir dal görülmüştür, dolayısıyla renal arterden en az üç segmental arter ayrılmıştır. Ancak bufalolarda olduğu gibi medial bölgenin beslenmesine cranial ve caudal dallardan ayrılan interlobar arterlerde katılmıştır. Ghosh ve Datta (120) su bufalolarında ise bataklık bufalolarından farklı olarak renal arterin sağ böbrekte 3, sol böbrekte ise 5 segmental dala ayrıldığını bildirmiştir. Sağ böbrekte ki bu durum sığır fötuslarındakine benzese de sol böbrekte görülen 5 segmental artere ayrılma durumu bizim çalışmamızda gözlenmemiştir.

Egzotik bir tür olan oklu kirpide de (57) a. renalis morfolojisi incelenmiştir. A. renalis dextra'nın öncelikle üç, sinistra'nın ise iki segmental kola ayrıldığı bildirilmiştir. Van kedilerinde (20) ise köpeklerde (18) olduğu gibi dorsal ve ventral lokalizasyonlu iki adet segmental arter (ramus dorsalis et ventralis) gözlenmiştir. Bu segmental arterlerin her biri 3-6 adet interlobar artere ayrılmıştır. Sadece tek bir materyalde çift renal arter olgusuna rastlanmıştır. Ayrıca kedi ve köpeklerde renal arterlerin ikiden fazla dala ayrılabildiği de belirtilmiştir (53). Sığır fötuslarında ise ortalama her bir segmental arterin verdiği dal düşünüldüğünde 7-8 interlobar arter olduğu gözlenmiştir.

Özdemir ve ark. (19) da kangal köpeklerinde her bir renal arterin diğer köpeklerde (18) ve kedilerde (20) bildirildiği gibi dorsal ve ventral iki segmental arteri şekillendirdiğini gözlemlemişlerdir. Her bir segmental arter sağ tarafta 4-6 ve sol tarafta 5-8 interlobar artere ayrılmıştır. Arkuat arterlerin sayısı ise Aksoy ve Özüdoğru (20)'nun bildirdiği gibi sol tarafta daha fazla bulunmuştur. Köpeklerin hiçbirinde ikincil bir renal artere rastlamamışlardır. Marques-Sampaio ve ark. (18) ise ender de olsa köpeklerde de çift renal arter olgularına rastladıklarını bildirmiştir. Aslan ve Nazli (61) küçük ruminantlarda iki adet interlobar arterin direkt aortadan köken aldığını belirtmişler ancak bunları ekstra renal arterler olarak değerlendirmemişlerdir.

Kurtlarda (58) yapılan benzer bir çalışmada da renal arterler öncelikle ikisi dorsal ve biri ventral olmak üzere 3 segmente ayrılmış, daha sonra her bir segmental arter, 5-9 adet interlobar arteri şekillendirmiştir. Medulla-korteks kavşağında her bir interlobar arterden çok sayıda çıkan arkuat arterlerin kangal köpeğinde (19) olduğu gibi sol böbrekte daha fazla bulunduğu ileri sürülmüştür.

Domuzlarda (10) hem sağ hem sol renal arter hilus'tan hemen önce böbreğin üst yarımını besleyen superior polar arter ve böbreğin alt yarımını besleyen anterior polar arter olmak üzere iki temel dala ayrılmış, her bir polar arterde hilus bölgesinde böbreğin alt ve üst yarımının anterior ve posterior yüzlerini beslemek üzere ikişer segmental artere (anterior ve posterior) bölünmüştür. Bir grup hayvanda ise superior polar arterin yerine anterior ve posterior segmental dallar direkt a. renalis'ten orijin almış ve 3-4 adet segmental arterin varlığından söz edilmiştir (10). Her bir segmental arter ise kortikomedullar bölgede renal piramitlere girmek üzere perifere doğru 3 ya da 4 interlobar artere ayrılmıştır (10). İnsanlarda (68, 69, 121, 122) domuzlardakine benzeyen ancak ufak bir farkla değişiklik gösteren bir düzen söz konusudur. Domuzlardaki superior ve inferior divizyon insanlarda anterior ve posterior yönlü olarak kendini gösterir. Renal arterin yaptığı bu divizyonlarda apikal, üst, orta, alt ve posterior yönelimli segmental arterleri şekillendirir. Sığır fötuslarında ise renal arterler tıpkı yetişkin ruminantlarda olduğu gibi domuz ve insanlardaki bu tarz polar divizyonları yapmadan hilar bölgede segmental arterleri şekillendirerek böbreğin cranial, medial ve caudal bölgesine oryente olmuşlardır.

İnsan ve domuzlarda böbrekler, multipapillar kuruluşa ve çok sayıda minör ve majör kalikse sahip olduğundan dolayı her bir lobu yeterli düzeyde besleyebilmek için daha karmaşık bir segmental ve interlobar arter organizasyonu sergilerler (10). Büyük ruminantlarda da (40, 120) arterlerin intrarenal organizasyonunun oldukça etkin olduğu görülmüştür, ancak insan ve domuzlardaki kutupsal divizyonların yerini hilus bölgesindeki çoklu segmental bölünmeler almıştır.

Çeşitli araştırmacılar (10, 63, 122), özellikle insanlarda renal arterlerin dallanma örnekleri üzerine odaklanmış ve bunların oldukça değişkenlik gösterdiğini ileri sürerek segmental damarları yorumlarken alternatif terminolojiler üretmişlerdir. Örneğin Graves (122); segmental damarları böbreğin belirli bir bölgesini beslediği için "son arterler (end arteries)" olarak tanımlamış, bu damarlar arasında herhangi bir anastomoz olmadığını savunmuş, Evan ve ark. (10) da bu tezi desteklemiştir.

Sığır fötuslarında I. tip dallanma modelinin daha yaygın olması ve özellikle bu modelde böbreğin cranial, medial ve caudal olmak üzere her bir bölgesini besleyen segmental köklerin ayrı olması ve bunlar arasında kollateral bağlantıların görülmemesi domuzda (10) da belirtildiği gibi bölgesel kan akımı düzeninin de farklı olduğunu akla getirmektedir. Damar yapısına bağlı olarak kan akımındaki bu sabit düzenlenmenin, herhangi bir ajanın böbrekteki bölgesel etkisinin anlaşılmasına yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

Pereira-Sampaio ve ark. (41) domuzlarda inceledikleri böbreklerin hepsinin tek renal arter aldığını belirtmişlerdir. Örneklerin çoğunluğunda (% 93,4) Evan ve ark. (10)'nı destekler nitelikte renal arter cranial ve caudal polar arterlere bölünmüş, diğerlerinde (% 6,6) ise bu kutupsal bölünmelerin dorsal ve ventral şekilde olduğu bildirilmiştir (41). İnsan ve domuz böbreği her ne kadar birbirine anatomik olarak benzeşse de (11, 13, 14, 123), insanlarda renal arter öncelikli olarak anterior ve posterior bölünme gösterir. İnsanlarda toplam 4 ya da 5 arteriyel segment tanımlanmıştır (13, 122, 123). Hem Pereira-Sampaio ve ark. (41) domuzda, hem de Sampaio ve Aragão (123) insanda böbreği cranial-superior kutup, hilar bölge (mid-zone), caudal-inferior kutup ve dorsal-posterior bölüm olmak üzere 4 kısıma ayırarak arteriyel dallanmaları incelemişlerdir. Her iki canlıda da bahsedilen bölümlere giden arterlerin büyük oranda benzer bölünmeler gösterdiğine değinerek insan ve domuz

böbreğinin intrarenal arteriyel vaskularizasyon bakımından yüksek oranda benzeştiğini vurgulamışlardır (13, 41).

Küçük ruminantlarda yapılan çalışmalarda aortadan ayrılan renal arterlerin dorsal ve ventral olmak üzere iki segmente ayrıldığı belirtilmiştir (56, 61). Her bir segment ise farklı sayıda interlobar arteri şekillendirir. Tuj kuzusunda (56) sağ dorsal segment 3-5, sağ ventral segment 4-6; sol dorsal segment 3-6, sol ventral segment ise 3-4 interlobar arteri şekillendirmektedir. Ancak tek bir örnekte dorsal ve ventral dalın birleştiği bölgeden çıkan üçüncü bir segmental arterin varlığına da rastlanmıştır. Morkaraman koyununda (61) ise dorsal segmentten ortalama 4,95 ventral segmentten ise 4,55 interlobar arter ayrılmaktadır.

Yokota ve ark. (124) insan ve çeşitli yabani hayvanlarda böbrek lokalizasyonunu değerlendirmişler ve dolayısıyla renal arterlerin durumunu da ele almışlardır. İncelediklerı 43 insan kadavrasının 29'unda klasik olarak bilinenin aksine şaşırtıcı şekilde sağ böbreği sol böbreğin caudalinde bulmuşlardır. Bunu da sağ böbreğin sekonder caudal bir harekete maruz kalmasına bağlamışlardır. 5 adet sağ ve 4 adet sol böbrekte ise aksesuar renal arter olgusuna rastlamışlardır. 36 olguda ise sağ renal arter sol renal arterin cranialinde bulunmuştur. İncelediklerı jibon şebeği, ipek maymunu (marmoset), loris maymunu ve domuzda sağ ve sol böbreği aynı seviyede gözlemlemişlerdir. Savana maymunu, sincap maymunu ve kedide ise sol böbreğin sağ böbrekten daha cranialde olduğunu ileri sürmüşlerdir. Sürüngen sınıfından yılanlarda da birçok memelide olduğu gibi sağ böbreği daha cranialde bulmuşlar, ancak kaplumbağa ve kertenkelede evcil kanatlılarda olduğu gibi böbreklerin pelvik bölgede aynı seviyede olduğunu, ayrıca bu sınıf hayvanlarda böbreklerin sadece aorta yoluyla değil iliak arter aracılığıyla gelen segmental dallar tarafından da beslendiğini belirtmişlerdir. Genel bir değerlendirmeyle türlerin çoğunluğunda sağ böbreğin ve sağ renal arterin sola nazaran daha cranialde lokalize olduğu ve böbrekler ile kendisine ait renal arterlerin uyumlu bir pozisyon sergiledikleri sonucuna varmışlardır (124).

Sadler (125)'e göre; memelilerde bulunan metanefroz tipi böbrekler, embriyonik dönemde pelvis bölgesinde pelvisi besleyen arterlerden de dallar almaktaydı. Abdominal seviyeye yükselişi boyuncada bu dalların böbrek vaskularizasyonuna katkıları devam etmekteydi. Renal arterlerden daha alt seviyede

bulunan bu segmental dallar genellikle gelişim sürecinde dejenarasyona uğrarken, bazen de kalıcılıklarını sürdürerek aorta orijinli aksesuar renal arterleri şekillendirmekteydi. İşte bu teori daha çok insan kadavralarında gözlenen aksesuar a. renalis olgularını açıklamaktaydı. Yokota ve ark. (124) da bu nedenle böbreklerin ve böbrek damarlarının normal yapısını ve lokalizasyonunu bilmenin böbreklerin ve aksesuar renal arterlerin anormal pozisyonlarını anlamak için ne kadar gerekli olduğunu vurgulamaktadır.

Bizim incelediğimiz sığır fötuslarında ise gebeliğin ilk üç aylık dönemi içerisinde bazı sürüngen ve kanatlılarda olduğu gibi böbreklerin hemen hemen aynı seviyede olduğu görülmüş ancak ilerleyen dönemlerde bu denkliğin sağ böbrek lehine bozulduğu görülmüştür. Ayrıca böbreklerin pelviste değil de karın boşluğunda lokalize olması da memeli böbreğinin bu canlılardakinden farklı özellikte olduğunu gösteren özelliklerden birisidir.

Yokota ve ark. (124)'nın bildirdiğinin aksine Aksoy ve Özüdoğru (20) kedilerde sağ böbreğin ve sağ renal arterin sola nazaran daha caudalde değil daha cranialde olduğunu belirtmişlerdir. Yine Yokota ve ark. (124) dışında domuzlarda yapılan diğer birçok çalışmada (10-14) böbreklerin karın boşluğu içerisinde aynı seviyede olduğuna dair bir bilgiyle karşılaşılmamıştır.

A. renalis varyasyonlarının tipleri ve sıklığı bilhassa insanlarda hem anatomik hem de arteriografik incelemelerde yaygın olarak bildirilmektedir. Bu tip arterler genellikle extra (9, 126, 127), accessory (128, 129), supernumerary (130) ve anomali (131) olarak ifade edilmektedir. Ancak bu arterlerin multiple arterler olarak adlandırılmasının daha doğru olacağı bildirilmektedir (47). Bu damarlar aralarında anastomoz bulunmayan segmental terminal arterler olup bu nedenden ötürü çapı, seyri, orijini önemli olmaksızın herhangi bir arteriyel lezyon geliştiğinde ilgili böbrek bölgesinde iskemi ya da nekroza neden olabileceği o nedenle de gereksiz damarlar olmadığı belirtilmektedir (122, 123, 132). Her ne kadar insanlarda % 70 oranında her bir böbrek tek bir renal arter tarafından besleniyor olsa da bu durum multiple renal arter olgularının yaygın olmadığı anlamına gelmez (43).

Multiple a. renalis terimi aorta abdominalis'ten köken alan birden fazla renal arteri tanımlamak için kullanılmaktadır. Fötal hayatta böbrekler pelvik bölgede gelişmekte olup lumbal bölgeye göç etmeden önce damarlarını mezonefrik arterlerin

caudal parçasından almaktadır. Renal migrasyon esnasında bu damarsal ağ selektif olarak dejenerasyona uğramakta ve bir çift a. renalis kalmaktadır. Multiple renal arterlerinde primitif renal vasküler yapının normal embriyolojik gelişimini tamamlayamaması ile oluştuğu ve primitif mezonefrik arterlerin kalıntıları olduğu bildirilmektedir (122, 132).

Das (131) incelediği bir insan böbreğinde sol böbreği besleyen renal arter dışında aortadan çıkan ekstra bir arterin ikiye bölündüğünü bir dalının yine sol böbreğin beslemesine katıldığını diğerinin ise adrene uzandığını bildirmiştir. Aynı zamanda sol renal arter sağ renal arterin superioründe bulunmaktadır. Bazı araştırmacılara (123) göre segmental arterlerin anormal dallanma örnekleri anjiyogramların yorumlanmasında hatalara yol açabilmektedir. Bu nedenle gerek renal arterlerin dallanma şekillerine dair kesin bilgilerin gerekse aksesuar ya da multiple arterlerin anatomik özelliklerinin bilinmesinin; hem nefrektomi ve renal transplantasyon yapacak operatörler ve radyologlar hem de akademik çalışmalar için daha yararlı olacağı görüşündedirler (123).

Khamanarong ve ark. (9) da incelemelerinde % 82 oranında tek hilar renal arter bulsa da, daha çok sağ böbrekte olmak üzere % 17 oranında çift renal arter ve % 1 oranında da üçlü (triple) renal arter olgusuna rastlamışlardır. Aynı şekilde Çiçekcibaşı (63) da incelediği örneklerin % 75'inde tek hilar a. renalis gözlemlemesine karşın, % 11,1 oranında hilar, % 10,5 oranında inferior polar ve % 3,3 oranında superior polar olmak üzere çift a. renalis olgusuna rastlamıştır. Bu olguların çoğunu sağ tarafta ve erkek süjelerde tanımlamıştır. Ayrıca abdominal bölgede yapılacak şirurjikal girişimler, radyolojik değerlendirmeler ve operasyon sonrası oluşabilecek komplikasyonların kontrolü açısından renal arter varyasyonlarının farkındalığının önemine dikkat çekmiştir (63).

Satyapal ve ark. (126) da renal transplantasyon için yararlanılan insan kadavralarından elde ettikleri materyalleri değerlendirerek % 23,2 oranında tek ekstra, % 4,5 oranında da çift ekstra renal arter varlığını tanımlamışlardır. Bu varyasyonların Çiçekcibaşı (63) ile Khamanarong ve ark. (9)'nın aksine daha çok sol tarafta olduğunu belirtmişlerdir. Yine populasyonel amaçlı yapılan birçok çalışmada (108, 126, 127, 133), insanlardaki renal arter varyasyonlarının % 10 - % 40 arasında değiştiği, varyasyonların genellikle sol tarafta daha sık görüldüğü belirtilmiştir.

İnsanlarda a. renalis'in sayısal varyasyonları dışında orijini bakımından da çeşitli varyasyonlar görülmüş ve bunlarda abberrant a. renalis olarak nitelendirilmişlerdir (63, 127-131). Literatürlerde a. celiaca, a. mesenterica superior, a. mesenterica inferior, a. sacralis mediana, a. hepatica, a. iliaca interna ve gonadal arterler gibi çeşitli damarlardan orijin alan çok sayıda aberrant a. renalis olgusu rapor edilmiştir (63, 127-131). Genel böbrek anatomisi ve fizyopatolojisi bakımından insanlar ve maymunlar arasındaki benzerlikten bahsedilse de, Gaschen ve ark. (106) insanlardaki multiple renal arter varyasyonlarının sıklığına karşın maymunlarda hiçbir aksesuar renal artere rastlamamışlardır.

Bu çalışmada da, bahsi geçen birçok çalışmaya benzer şekilde incelenen örneklerin çoğunluğunda (% 90) tek a. renalis gözlenirken sadece iki böbrekte (% 10) multiple a. renalis olgusuna rastlanmıştır. Bu olgulardan birinde çift a. renalis gözlenirken diğerinde ise üç adet a. renalis gözlenmiştir. Ancak her iki örnekte de esas a. renalis dışında böbreğin kanlanmasına katılan bu arterlerin ana a. renalis'ten daha ince çaplı ve kısa olduğu görülmüştür. Her iki multiple renal arter olgusunun da insanlarda ekseriyetle sol tarafta bildirildiğinin aksine sağ böbrekte şekillendiği dikkati çekmiştir. Bu arterler birbirleriyle anastomozlaşmadığı gibi diğer organ arterlerinden de orijin almamış, dolayısıyla abberrant arter özelliği göstermemiş, bağımsız olarak aorta abdominalis'ten ayrılmışlardır.

İntrarenal arterler arasında intrarenal venöz damarlardan farklı olarak anastomozlar bulunmamaktadır. Üzerinde inceleme yapılan kedi (20), köpek (18, 19, 70), kurt (58), küçük ruminant (56, 61), domuz (10, 41) ve tavşan (16) gibi birçok türde de bu tarz anastomozlara rastlanmamıştır. Ancak Aslan ve Nazli (61) küçük ruminantlarda yaptıkları bir araştırmada sadece tek bir materyalde dorsal ve ventral segmentler arasında istisna olarak anastomoz gözlemlediklerini bildirmişlerdir. İncelenen sığır fötuslarında da intrarenal arterler arasında anastomoz gözlenmemiştir.

Gerek hayvanlarda gerekse insanlarda böbrek malformasyonları oldukça yaygındır. Hipoplazi ve aplazi gibi konjenital anomaliler ve daha sık olmakla birlikte konjenital renal kistlere ve polikistik böbreklere rastlanmaktadır. Ayrıca böbreğin fötal lobulasyonu yetişkin dönemde de persiste olabilmektedir (36). Fötal dönemde böbreklerin ve damarlarının normal anatomik yapısının iyi bilinmesi hayvanlarda kistik ve polikistik böbrek hastalığı başta olmak üzere renal agenezis, böbrek

displazisi, renal ektopia gibi diğer konjenital patolojilerin ve anomalilerin daha iyi anlaşılması ile paralellik gösterir (134). Bir anomali, embriyogenezisin veya fötal gelişmenin çeşitli evrelerinde genetik, çevresel veya her iki faktörün etkisine bağlı olarak gelişebilir (122). Literatür verilerde (135, 136), konjenital defektlerin en çok kas-iskelet, sindirim ve merkezi sinir sisteminde gözlendiği; daha az olarak ürogenital, oküler ve deri defektlerini içerdiği rapor edilmektedir. Embriyonik dönemde çeşitli organ veya sistemlerin gelişmesi için kritik periyot geçildiğinde teratojenlere duyarlılığın azaldığı; cerebellum, damak ve ürogenital sistem gibi daha sonra farklılaşan yapılar hariç, embriyonik yaşın ilerlemesiyle teratojenik ajanlara karşı fötüsun daha dirençli hale geldiği belirtilmektedir (136). Bu durum; ürogenital sisteme ait organların gelişiminin ne kadar önemli olduğuna, konjenital anomalilerine ve organ patolojilerine fötal yaşam süresince rastlamanın mümkün göründüğüne işaret etmektedir.

Özellikle bilateral agenezis nadir de olsa ölümcül bir durumdur, unilateral agenezis ise diğer organın kompenzatrif hipertrofisiyle sonuçlanır. Bu tarz anomalilerin teşhisi nekropside konulabileceği gibi CT, MRI gibi metodlarla da sağlanabilmektedir. Hayvanlarda renal agenezis ureteral tomurcuğun dejenerasyonu ile şekillenmekte ve metanefroz, böbreğin son formunu oluşturamamaktadır. Genellikle mezonefroz ve metanefroz aşamalarında ki yetersiz gelişim diğer organları da etkilemekte ve bu yüzden böbrek boyutlarında değişikliğe yol açan hipoplaziyle karakterize kör üreterler, sidik kesesinin gelişememesi gibi komplike ürogenital defektlere yol açabilmektedir (137). Ruminantlarda unilateral agenezis olgusuna daha sık rastlansa da (138) Poulsen ve ark. (137) bir alpakada bilateral agenezisin varlığını da göstermişlerdir. Yine yüksek morbidite ve mortalite ile seyreden dominant ve resesif karakterli konjenital kistik ve polikistik böbrek hastalıklarına kedi, köpek, fare, rakun, domuz (139) gibi hayvanlarda rastlandığı gibi sığır, koyun, keçi, geyik, antilop (139, 140) gibi ruminantlarda da sıkça rastlanmıştır. Bunun sonucu olarak böbreklerin normalden daha büyük görünmesine neden olan renomegali ve hidronefrozis gözlenebilmektedir (140). Renal displazi olgularında ise tam tersine böbrek normal hacminden daha küçük bir hal almaktadır. Örneğin hamsterde (141) displazik bir böbrek 0,15 gr iken sağlıklı böbrek 0,51 gr

ağırlığındadır. Bunlara ilaveten böbrek pozisyon anomalileri de karşılaşılabilen diğer patolojik durumlardandır (142).

Bu tarz böbrek patolojilerine sığırlarda dahil olmak üzere birçok canlı türünde rastlamak mümkündür ve bu tip rahatsızlıkların teşhisi için ultrasonografik yöntemlere sıkça başvurulmaktadır (143, 144). Ultrasonografi başta olmak üzere, radyoloji, CT ve MRI böbreklerin anatomik ve fizyolojik özelliklerinin değerlendirilmesi için gittikçe önem kazanan teknolojik yöntemlerdir (140, 143-145). Hatta bazı hayvanlarda ultrasonografiden böbreklerin uzunluk, genişlik ve kalınlık ölçülerine dair bir standart oluşturmak içinde yararlanılmıştır (105). Sığırlarda prenatal dönemde fötal organların gelişimini değerlendirmek ve kontrol altında tutmak için bilhassa transrektal ultrasonografik yöntemlerden yararlanılmaktadır (146, 147). Özellikle gebeliğin 40. gününden itibaren baş, boyun, columna vertebralis, thorax, mide, karaciğer, böbrekler, sidik kesesi, genital organlar, meme ve ekstremiteler dahil olmak üzere birçok fötal organın muayenesini bu yolla gerçekleştirmek mümkündür (146, 147) .

Gonzälez de Bulnes ve ark. (148) fötusu görüntülemenin, çiftleşme zamanı belli olmayan hayvanlarda gestasyonel yaşın tahmin edilmesine, çiftleşme zamanı bilinen hayvanlarda fötal gelişimin normal ya da anormal olup olmadığının tespitine, bu amaçla yapılacak veteriner uygulamalara ve deneysel protokollere yardımcı olabileceğini bildirmişlerdir. Wright ve ark. (149) sonografik görüntülemenin ineklerde sürü idaresinde güvenilir bir metot olduğunu ve gebeliğin hem teşhisi hem sürekliliğinin gözetimi için fayda sağlayacağını belirtmişlerdir. Ruminantlarda fötal organları değerlendirmek için hem transrektal (147, 148, 150, 151) hem de transabdominal (152) görüntüleme tekniklerinden yararlanılmış ancak transrektal metotla daha kaliteli sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir (150). Yamaga ve Too (151), 4-7 aylık sığır fötuslarından transkutanöz yolla görüntü alabilmiş, ancak 3 aylıktan küçük fötuslarda intrarektal yolla görüntü elde edilebildiğini bildirmişlerdir. Aynı şekilde Nelore sığırlarında (153) yapılan bir çalışma da, 59. günden itibaren baş, göğüs, karın, sindirim sistemi, göbek kordonu gibi fötal yapıların görülebildiğini, yine de 122. günden sonra fötal organ değerlendirmelerinin çok daha verimli sonuçlar verdiğini belirtmiştir. Transrektal ultrasonografi ile gestasyonel oluşumların hangi periyota ait olduğu, fötal yapı ve organlara ait gelişimsel ölçümler,

gebelik zamanı ile bu değerler arasındaki ilişki, tekli ya da ikiz gebelik arasındaki farklılıklar değerlendirilebilmektedir (148).

Sunulan çalışmada sığır fötuslarına ait böbreklerin gestasyonel periyot boyunca göstermiş olduğu gelişimsel değişiklikler doğrudan fötuslardan elde edilen bulgular ışığında ortaya konulmuş olup; bu verilerin gerek otopsi materyalinden gerekse sonografik tekniklerle fötal organlardan elde edilecek bulgulara, konjenital patolojilere bağlı olarak böbrek morfolojisinin normale kıyasla göstereceği değişikliklerin değerlendirilmesine yardımcı olacağı ve bu alanda yapılacak çalışmalar için referans oluşturabileceği düşünülmektedir.

3.6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmadan elde edilen morfolojik bulgular; prenatal dönemde yetişkin döneme kıyasla böbreğe ait morfolojik farklılıkların mevcut olduğunu ortaya koymuştur. Dış yüzü yarıklı çok papillalı böbrek özelliği taşıyan büyük ruminant böbreğinin, fötal hayatın ilk üç aylık dönemi içerisinde dış yüzü yarıklı bir özellik göstermediği, bu lobulasyonun prenatal yaşamın ilerleyen safhalarında belirginlik kazandığı belirlenmiştir. Aynı şekilde böbrek lokalizasyonunun da intrauterin hayatta yetişkin forma göre değişiklikler arz ettiği görülmüş, gebeliğin ilerleyen dönemlerinde sol böbreğin yer değişikliğine maruz kaldığı ve bunun şekillenmesinde hacmi artan rumenin etkisinin olabileceği düşünülmüştür. Sol böbreğe ait bu lokalizasyon farklılığının yanısıra, morfolojik bakımdan klasik olarak bilinen fasulye şeklindeki böbrek formundan farklı olarak sığır sol böbreğinin cranial kutbu dar, caudal kutbu geniş piramidal bir yapıya daha çok benzediği bilinse de; bu durumun prenatal yaşamın ilk dönemlerinde böyle olmadığı, böbrek cranial kutbunun fötal gelişime bağlı olarak rotasyona uğradığı görülmüş ve rotasyona bağlı bu şekil değişikliğinin de yer değişikliğine karşı adaptasyon sağlamak adına meydana geldiği düşünülmüştür. Fötal yaşamda böbrek gelişimini anlamak için yapılan morfometrik ölçümlerin gebelik dönemleri arasında göstermiş olduğu anlamlı istatistiksel farklılıklar ve pozitif korelasyonlar, prenatal dönemde bu organların gelişiminin her ne kadar fizyolojik yönden nonfonksiyonel olsa da anatomik yönden tüm gebelik süresince devamlılık sergilediğini ortaya koymuştur. Böbrek arteriyel yapısına ait elde edilen bulgular ile de hem türe özgü olabilecek farklılıklar anlaşılmaya çalışılmış hem de diğer türlerle arasındaki ortak yönler değerlendirmeye alınmıştır. İntrarenal vaskularizasyon örneklerine varyasyonel bir yaklaşımda bulunulmuş ve görülme sıklığı hakkında bir fikir edinilmeye çalışılmıştır.

Ortaya konan bu çalışmanın prenatal yaşamda böbreklerin anatomik gelişiminin anlaşılmasına yardımcı olacağı ve bu yönüyle konjenital organ malformasyonlarının ve makroskobik boyuttaki patolojik durum değerlendirmelerinin yapılmasında yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Sığırlarda intrauterin dönemde böbreklerin makroanatomik özelliklerini ortaya koyan bu tarz çalışmalara literatürde rastlanmamasından ötürü, ultrasonografi ve radyografi gibi teknolojik yöntemlerle fötal organların değerlendirilmesi ve gelişimsel kontrolünün

yapılması açısından klinik sahada da faydalı olabileceği, aynı zamanda prenatal dönemde yapılacak olan ileri morfolojik ve fizyolojik çalışmalara da ışık tutacağı görüşündeyiz.

4. KAYNAKLAR

1. Başaran, A.: Tıbbi Biyoloji Ders Kitabı, İstanbul, 1996 Bilim Teknik Yayınevi, 501.

2. Rosenblum ND. Developmental biology of the human kidney. Semin Fetal Neonat M 2008; 13(3): 125-132.

3. Drew J. "The Importance of Cleansing The Kidneys and Adrenal Glands". http://www.spiritofhealing.com/articles/html/cleansing_flushing_kidneys.htm 15.09.2009

4. Vlajković S, Vasović L, Daković-Bjelaković M, et al. Age-related changes of the human fetal kidney size. Cells Tissues Organs 2006; 182: 193-200.

5. Constantinescu, GM.: Veterinary Anatomy of Domestic Mammals-Textbook and Colour Atlas, Stuttgart-Germany, 2004 Schautter GmbH, 365-373.

6. Ajmani ML, Ajmani K. To study the intrarenal vascular segments of human kidney by corrosion cast technique. Anat Anz 1983; 154(4): 293-303.

7. Longia GS, Kumar V, Gupta CD. Intrarenal arterial pattern of human kidney-corrosion cast study. Anat Anz 1984; 155: 183-194.

8. Shoja MM, Tubbs RS, Shakeri A, et al. Peri-hilar branching patterns and morphologies of the renal artery: A review and anatomical study. Surg Radiol Anat 2008; 30: 375-382.

9. Khamanarong K, Prachaney P, Utraravichien A, et al. Anatomy of renal arterial supply. Clin Anat 2004; 17: 334-336.

10. Evan AP, Connors BA, Lingeman JE, et al. Branching patterns of the renal artery of the pig. Anat Rec 1996; 246: 217-223.

11. Sampaio FJB, Pereira-Sampaio MA, Favorito LA. The pig kidney as an endourologic model: Anatomic contribution. J Endourol 1998; 12(1): 45-50.

12. John B, Ghani KR, Patel U, et al. Resin polymer and corrosion casting of the porcine pelvi-calyceal system: a useful model for investigating new imaging and endoscopic techniques of the upper urinary tract. Urol Res 2008; 36: 39-42.

13. Pereira-Sampaio M, Favorito LA, Henry R, et al. Proportional analysis of pig kidney arterial segments: Differences from the human kidney. J Endourol 2007; 21(7): 784-788.

14. Filho HJSB, Pereira-Sampaio MA, Favorito LA. Pig Kidney: Anatomical relationships between the renal venous arrangement and the kidney collecting system. J Urology 2008; 179: 1627-1630.

15. Sheehan HL, Davis JC. Anatomy of the pelvis in the rabbit kidney. J Anat 1959; 93(4): 499-502.

16. Sindel, M. Evcil Tavşanda (Oryctolagus cuniculus) Arteria Renalis'in Vaskuler Dağılımı, İnsanınki ile Karşılaştırılması ve Corrosion Cast Tekniği, Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 1988.

17. Cebrian C, Borodo K, Charles N, et al. Morphometric index of the developing murine kidney. Dev Dynam 2004; 231: 601-608.

18. Marques-Sampaio BPS, Pereira-Sampaio MA, Henry RW, et al. Dog kidney: Anatomical relationships between intrarenal arteries and kidney collecting system. Anat Rec 2007; 290: 1017-1022.

19. Özdemir D, Özüdoğru Z, Malkoç İ. Intrarenal segmentation of the renal arteries in the kangal dog. Kafkas Üniv Vet Fak Derg 2009; 15(1): 41-44.

20. Aksoy G, Özüdoğru Z. A macroscopical investigation on the intrarenal segmentation of the renal arteries in the Van cat. Kafkas Üniv Vet Fak Derg 2003; 9(1): 9-13.

21. Kuczera M, Gajda G, Gielecki JS. Digital analysis of the dynamics of the arterial supply to the human foetal kidneys. Folia Morphol 2003; 62(4): 381-384.

22. Chitty LS, Altman DG. Charts of fetal size: Kidney and renal pelvis measurements. Prenat Diagn 2003; 23: 891-897.

23. Hassa, O, Aştı RN.: Embriyoloji, Ankara, 1997 Yorum Basın Yayın Ltd.Şti., 129- 132.

24. Ünal, G.: Hayvan Embriyolojisi, Ankara, 2007 Nobel Yayınları, 87-89.

25. Gomez RA, Norwood VF, Tufro-Mcreddie A. Development of the kidney vasculature. Microsc Res Techniq 1997; 39: 254-260.

26. Walsh, PC, Retik AB, Stamey TA, Vaughan ED.: Campbell's Urology, Philadelphia, 1992 WB Saunders Company, 1301-1303.

27. Odar, İV.: Anatomi cilt II, Ankara, 1986 Hacettepe Taş Kitapçılık, 229-255.

28. Özfiliz, N. Üriner Sistem. Özer A, Veteriner Embriyoloji. 2. Baskı, Bursa Uludağ Üni. Veteriner Fak. Yayınları, 2005, 224-228.

29. Mishra S, Dinesh A, Kaul JM. Morphological and morpho-metrical study of human renal development during mid-gestation period. J Anat Soc India 2006; 55(2): 5-10.

30. Gubhaju L, Black MJ. The baboon as a good model for studies of human kidney development. Pediatr Res 2005; 58(3): 505-509.

31. Figueroa JP, Rose JC, Massmann GA, et al. Alterations in fetal kidney development and elevations in arterial blood pressure in young adult sheep after clinical doses of antenatal glucocorticoids. Pediatr Res 2005; 58 (3): 510-515.

32. Sariola H. Mechanisms and regulation of the vascular growth during kidney differentiation. Issues in Biomed 1991; 14: 69-80.

33. Aughey, E, Frye FL.: Comparative Veterinary Histology with Clinical Correlates, UK, 2001 Manson Publishing, 137-140.

34. Dursun, N.: Veteriner Anatomi II, 4. Baskı, Ankara, 1998 Medisan Yayınevi, 128-134.

35. Zguigal H, Ouhsine A. Functional anatomy of the renal pelvis in the one-humped camel. J Camel Sci 2004; 1: 81-85.

36. Miller, ME.: Miller's Anatomy of the Dog, Philadelphia, 1993 WB Saunders Company, 494-498.

37. Klaus-Dieter B, Wünsche A. Veteriner Anatomi Atlası- Sığır, Beşoluk E, 1.Baskı, Ankara Medipres Yayıncılık, 2009, 88.

38. Carvalho FS, Filho HJSB, Henry RW, et al. The bovine kidney as an experimental model in urology: External gross anatomy. Cells Tissues Organs 2009; 190(1): 53-58.

39. Klaus-Dieter B. Veteriner Anatomi Atlası- Köpek, Kürtül İ, 1.Baskı, Ankara Medipres Yayıncılık, 2009, 68.

40. Liumsirichaoren M, Chungsamarnyart N, Suprasert A, et al. Anatomical study of corrosion cast kidney in the swamp buffalo. Kasetsart J (Nat Sci) 1997; 31: 473-478.

41. Pereira-Sampaio MA, Favorito LA, Sampaio JB. Pig Kidney: Anatomical relationships between the intrarenal arteries and the kidney collecting system. Applied study for urological research and surgical training. J Urology 2004; 172: 2077-2081.

42. Abdalla MA, Abdalla O. Morphometric observations on the kidney of the camel, Camelus dromedarius. J Anat 1979; 129(1): 45-50.

43. Williams, PL, Warwick R.: Gray's Anatomy, London, 1989 Churchill Livingstone, 38. Edition, 1407-1409.

44. Arıncı, K, Elhan A.: Anatomi Cilt I, Ankara, 1995 Güneş Kitabevi, 392-399.

45. Tekelioğlu, M.: Özel Histoloji İnce Yapı ve Gelişme, Ankara, 2002 Antıp Yayınları, 191-195.

46. Yıldırım, M.: Temel Anatomi, İstanbul, 1997 Nobel Kitabevi, 264-266.

47. Moore, KL.: Clinically Oriented Anatomy, Baltimore-Ireland, 1992 Lippincott Williams&Wilkins, Third Edition, 210-217.

48. Sampaio FJ. Renal Anatomy: Endourologic considerations. Urol Clin North Am 2000; 27: 585-607.

49. Landis MD, Carstens GE, McPhail EG, et al. Ontogenic development of brown adipose tissue in Angus and Brahman fetal calves. J Anim Sci 2002; 80: 591-601.

50. Ross, MH, Gordon IK, Pawlina W.: Histology a Text and Atlas with Cell and Molecular Biology, Philadelphia, 2003 Lippincott Williams&Wilkins, Fourth Edition, 604-609.

51. Tanyolaç, A.: Özel Histoloji, Ankara, 1999 Yorum Basın Yayın Ltd.Şti., 121-129.

52. Karakuş A, Aycan K, Unur E. Plastik enjeksiyon yöntemiyle insan ve koyun böbrekleri'nde pelvis renalis'in karşılaştırmalı anatomisi. Erciyes Sağlık Bil Derg 2005; 14(2): 104-110.

53. Nickel, R, Schumer, Seirferle E.: The Viscera of the Domestic Mammals, Germany, 1979 Verlage Paul Springer, Second edition, 282-304.

54. Reece WO, Veteriner Fizyoloji II, Yıldız S, 12. Baskı, Ankara Medipres 2008.

55. Jungueira LC, Carneiro J, Kelley RO, Temel Histoloji, Aytekin Y, 7. Baskı, İstanbul Barış Kitabevi, 2004.

56. Aksoy G, Kurtul I, Ozcan S, et al. Intrarenal arteries and their patterns in the Tuj sheep. Vet Med Czech 2004; 49(2): 57-60.

57. Atalar Ö, Yılmaz S. Oklu kirpilerde (Hystrix cristata) arteria renalis'lerin makro-anatomik olarak incelenmesi. FÜ Sağlık Bil Derg 2004; 18(1): 51-53.

58. Ozudogru Z, Ozdemir D. Intrarenal arterial patterns in the wolf (Canis lupis). Vet Med Czech 2005; 50(9): 411-414.

59. Jain RK, Singh Y. Vascularisation of kidneys in bovine calves. Indian Vet J 1987; 64: 1059-1062.

60. Ghoshal NG. Ruminant heart and arteries. In: Getty R, Sisson and Grossman's the Anatomy of the Domestic Animals. Fifth edition, Philadelphia WB. Saunders Company, 1975, 528.

61. Aslan K, Nazli M. A comparative macro-anatomic investigation on the intrarenal segmentation of the renal artery in goats and Morkaraman sheep. IndianVet J 2001; 78: 139-143.

62. Ghoshal, NG. Carnivora heart and arteries. In: Getty R, Sisson and Grossman's the Anatomy of the Domestic Animals. Fifth edition, Philadelphia WB. Saunders Company, 1975, 482.

63. Çiçekcibaşı, AE. İnsan Fötuslarında Böbrek Gelişiminin Morfometrik Analizi, Arteria Renalis'in Orijin Lokalizasyonu ve Böbrek Arteriyel Yapısının Morfolojik Varyasyonlarının Araştırılması, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2001.

64. Hollinstead WH. Renovascular anatomy. Postgrad Med 1966; 40: 241-245.

65. Bauer FW. The aortic origin of renal arteries in man and other mammals. Arch Pat 1968; 86: 230-233.

66. Satyapal KS, Haffejee AA, Singh B, et al. Additional renal arteries incidence and morphometry. Surg Radiol Anat 2001; 23(1): 33-38.

67. Jain RK, Dhingra LD, Kumar S, et al. Vascularization of kidneys in dogs (Canis familiaris). Indian J Anim Sci 1985; 55: 406-409.

68. Sampaio FJ. Anatomical background for nephron-sparing surgery in renal cell carcinoma. J Urol 1992; 147: 999-1005.

69. Sampaio FJ, Passos MA. Renal arteries: Anatomic study for surgical and radiological practice. Surg Radiol Anat 1992; 14: 113-117.

70. Aslan K. Macroanatomic investigations on the intrarenal segmentation of the renal artery in the Mongrel dog. Vet Bil Derg 1995; 11: 149-154.

71. Fuller PM, Huelke DF. Kidney vascular supply in the rat, cat and dog. Acta Anat 1973; 8: 516-522.

72. Kazzaz D, Shanklin WM. Comparative anatomy of the superficial vessels of the mammalian kidney demonstrated by plastic (vinyl acetate) injections and corrosion. J Anat 1951; 85(2): 163-165.

73. Sampaio FJ, Aragăo AH. Anatomical relationship between the renal venous arrangement and the kidney collecting system. J Urol 1990; 144: 1089.

74. Harris RM, Fly DE, Snyder BG, et al. The relationship of bovine crown rump measurement to fetal age. Agri- Practice 1983; 4: 16-22.

75. Özdamar, K.: Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi, Eskişehir, 1997 Anadolu Üni. Yay., 2. Baskı, 369-376.

76. Sisson S. Aparelho urogenital do ruminante. In: Getty R, Anatomia dos Animais Domésticos vol 1. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1981, 879-880.

77. Hussain R, Qureshi AS. Age related changes in the morphometric parameters of the heart, kidneys and adrenal glands of Nili-Ravi buffalo (Bubalus bubalis). Ital J Anim Sci 2007; 6(2): 995-998.

78. Friedenberg MJ, Walz BJ, McAlister WH, et al. Roentgen size of normal kidneys. Radiology 1965; 84: 1022-1030.

79. Fitzsimons RB. Kidney lenght in the newborn measured by ultrasound. Acta Pediatr Scand 1983; 72: 885-887.

80. Chiara A, Chirico G, Barbarini M, et al. Ultrasonic evaluation of kidney lenght in term and preterm infants. Eur J Pediatr 1989; 149: 94-95.

81. Hekmatnia A, Yaraghi M. Sonographic measurement of absolute and relative renal length in healthy Isfahani adults. J Res Med Sci 2004; 2: 1-4.

82. Sampaio FJ. Analysis of kidney volume growth during the fetal period in humans. Urol Res 1992; 20: 271-274.

83. Miletić D, Fučkar Ž, Šustić A, et al. Sonographic measurement of absolute and relative renal lengths in adults. J Clin Ultrasound 1998; 26: 185-189.

84. Sargent MA, Gupta SC. Sonographic measurement of relative renal volume in children: Comparison with scintigraphic determination of relative renal function. Am J Roentgenol 1993; 161: 157-160.

85. Bacopoulos C, Papahatzi-Kalmadi M, Karpathios T, et al. Renal-vertebral index in normal children. Arch Dis Child 1981; 56: 390-391.

86. Sampaio FJB. Theoretical kidney volume versus real kidney volume: Comparative evaluation in fetuses. Surg Radiol Anat 1995; 17(1): 71-75.

87. Gloor JM, Breckle RJ, Gehrking WC, et al. Fetal renal growth evaluated by prenatal ultrasound examination. Mayo Clin Proc 1997; 72(2): 124-129.

88. Seo YS, Choi CH, Choi SJ, et al. Normal size of fetal kidneys: Sonographic measurements. Korean J Obstet Gynecol 2003; 46(3): 537-541.

89. Konje JC, Abrams KR, Bell SC, et al. Determination of gestational age after the 24th week of gestation from fetal kidney length measurements. Ultrasound Obstet Gynecol 2002; 19: 592-597.

90. Cohen HL, Cooper J, Eisenberg P, et al. Normal length of fetal kidneys: Sonographic study in 397 obstetric patients. Am J Roentgenol 1991; 157: 545-548.

91. Yu CH, Chang CH, Chang FM. Fetal renal volume in normal gestation: A three-dimensional ultrasound study. Ultrasound Med Biol 2000; 26(8): 1253-1256.

92. Lawson TL, Foley D, Berland LL, et al. Ultrasonic evaluation of fetal kidneys. Radiology 1981; 138: 153-156.

93. Konje JC, Stephen CB, Morton JJ, et al. Human fetal kidney morphometry during gestation and the relationship between weight, kidney morphometry and plasma active renin concentration at birth. Clin Sci 1996; 91: 169-175.

94. Konje JC, Okaro CI, Bell SC, et al. A cross sectional study of changes in fetal renal size with gestation in appropriate and small for gestational age fetuses. Ultrasound Obstet Gynecol 1997; 9: 35-37.

95. Hsieh YY, Chang CC, Lee CC, et al. Fetal renal volume assessment by three-dimensional ultrasonography. Am J Obstet Gynecol 2000; 182(2): 377-379.

96. Kim K, Park JH. Measurement of fetal kidney size and growth using ultrasonography. Korean J Nephrol 1995; 14(4): 454-459.

97. Ablett MJ, Coulthard A, Lee RE, et al. How reliable are ultrasound measurements of renal length in adults? Br J Radiol 1995; 68:1087-1089.

98. Roger SD, Beale AM, Cattell WR, et al: What is the value of measuring renal parenchymal thickness before renal biopsy? Clin Radiol 1994; 49: 45-49.

99. Ali A, Hayder M. Ultrasonographic assessment of embryonic, fetal and placental development in Ossimi sheep. Small Ruminant Res 2007; 73: 277-282.

100. Noia G, Romano D, Terzano GM, et al. Ovine fetal growth curves in twin pregnancy: ultrasonographic assessment. Clin Exp Obstet Gynecol. 2002; 29: 251-256.

101. Braun U. Ultrasonographic examination of the right kidney in cows. Am J Vet Res. 1991; 52(12): 1933-1939.

102. Braun U. Ultrasonographic examination of the left kidney, the urinary bladder, and the urethra in cows. Zentralbl Veterinarmed A. 1993; 40(1): 1-9.

103. Park IC, Lee HS, Kim JT, et al. Ultrasonographic evaluation of renal dimension and resistive index in clinically healthy Korean domestic short-hair cats. J Vet Sci 2008; 9(4): 415-419.

104. Carstens A, Kirberger RM, Spotswood T, et al. Ultrasonography of the liver, spleen, and urinary tract of the cheetah (Acinonyx jubatus). Vet Radiol Ultrasoun 2006; 47(4): 376-383.

105. Jarretta GB, Bombonata PP, Guimarães MABV. Renal ultrasonographic evaluation in the oncilla (Leopardus tigrinus). J Zoo Wildlife Med 2004; 35(3): 356-360.

106. Gaschen L, Menninger K, Schuurman HJ. Ultrasonography of the normal kidney in the cynomolgus monkey (Macaca fascicularis): Morphologic and doppler findings. J Med Primatol 2000; 29(2): 76-84.

107. Sampaio FJ, Mandarim-de-Lacerda CA. Morphometry of the kidney. Applied study in urology and imaging. J Urol (Paris) 1989; 95(2): 77-80.

108. Saldarriaga B, Pérez AF, Ballesteros LE. A direct anatomical study of additional renal arteries in a Colombian mestizo population. Folia Morphol 2008; 67(2): 129-134.

109. Weiner CP, Robillard JE. Atrial natriuretic factor, digoxin-like immunoreactive substance, norepinephrine, epinephrine, and plasma renin activity in human fetuses and their alteration by fetal disease. Am J Obstet Gynecol 1988; 159: 1353-1360.

110. Tannirandorn Y, Fisk NM, Shah V, et al. Plasma renin activity in fetal disease. J Perinat Med 1990; 18(3): 229-231.

111. Kingdom JC, McQueen J, Connell JM, et al. Fetal angiotensin II levels and vascular (type I) angiotensin receptors in pregnancies complicated by intrauterine growth retardation. Br J Obstet Gynaecol 1993; 100(5): 476-482.

112. Langley SC, Jackson AA. Increased systolic blood pressure in adult rats induced by fetal exposure to maternal low protein diets. Clin Sci (Lond) 1994; 86(2): 217-222.

113. Hinchliffe SA, MRJ Lynch, Sargent PH, et al. The effect of intrauterine growth retardation on the development of renal nephrons. Br J Obstet Gynaecol 1992; 99(4): 296-301.

114.Crowe C, Kreindler JR, Bennet L, et al. Nutritional plane in early pregnancy and fetal cardiovascular development. Proceedings of the 22nd annual meeting of the society for the study of fetal physology, Malmo, Sweden, 1995.

115. Kokinski H. Variability of places of origin of the human renal arteries. Folia Morphol 1994; 53: 111-116.

116. Ozan H, Alemdaroğlu A, Sınav A, et al. Location of the ostia of the renal arteries in the aorta. Surg Radiol Anat 1997; 19: 245-247.

117. Beregi JP, Mauroy B, Willoteaux S. Anatomic variation in the origin of the main renal arteries, spiral CTA evaluation. Eur Radiol 1999; 9: 1330-1334.

118. Kozielec T. Variability in occurence, course and division into branches of renal arteries in human fetuses. Ann Acad Med Stetin 1994; 40: 109-116.

119. Horacek MJ, Earle AM, Gilmore JP. The renal vascular system of the monkey: A gross anatomical description. J Anat 1987; 153: 123-137.

120. Ghosh RK, Datta AK. Intrarenal vascular pattern of indian buffalo (Bubalus bubalis). Kerala J Vet Sci 1989; 20: 87-96.

121. Weld KJ, Bhayani SB, Belani J, et al. Extrarenal vascular anatomy of kidney: Assessment of variations and their relevance to partial nephrectomy. Urology 2005; 66(5): 985-989.

122. Graves FT. The anatomy of the intrarenal arteries and its application to segmental resection of the kidney. Br J Surg 1954; 42: 132-139.

123. Sampaio FJB, Aragão AHM. Anatomical relationship between the intrarenal arteries and the kidney collecting system. J Urol 1990; 143: 679-681.

124. Yokota E, Kawashima T, Ohkubo F, et al. Comparative anatomical study of the kidney position in amniotes using the origin of the renal artery as a landmark. Okajimas Folia Anat 2005; 81(6): 135-142.

125. Sadler, TW.: Langman's Medical Embryology, Philadelphia, 2000 Lippincott Williams and Wilkins, 8th Edition, 304-315.

126. Satyapal KS, Haffejee AA, Singh B. Additional renal arteries incidence and morphometry. Surg Radiol Anat 2001; 23(1): 33-38.

127. Özkan U, Oğuzkurt L, Tercan F, et al. Renal artery origins and variations: Angiographic evaluation of 855 consecutive patients. Diagn Interv Radiol 2006; 12:183-186.

128. Bamac B, Colak T. Bilateral accessory renal arteries with retroaortic left renal vein: Report of an elderly cadaver case. Clinic Anat 2006; 19: 714-715.

129. Loukas M, Aparicio S, Beck A. Rare case of right accessory renal artery originating as a common trunk with the inferior mesenteric artery: A case report. Clinic Anat 2005; 18: 530-535.

130. Shakeri AB, Tubbs RS, Shoja MM, et al. Bipolar supernumerary renal artery. Surg Radiol Anat 2007; 29: 89-92.

131. Das S. Anomalous renal arteries and its clinical implications. Bratisl Lek Listy 2008; 109(4): 182-184.

132. Walsh, PC, Retik AB, Stamey TA, Vaughan ED.: Camphell's Urology, Philadelphia, 1992 WB Saunders Company, 1302-1308.

133. Bordei P, Sapte E, Iliescu D. Double renal arteries originating from the aorta. Surg Radiol Anat 2004; 26: 474-479.

134. Merei J, Batiha A, Hani IB, et al. Renal anomalies in the vater animal model. J Pediatr Surg 2001; 36(11): 1693-1697.

135. Syed M, Shanks RD. Incidence of atresia coli and relationships among the affected calves born in one herd of holstein cattle. J Dairy Sci 1992; 75(5): 1357-1364.

136. Belge A, Gönenci R, Selçukbiricik H, ve ark. Buzağılarda doğmasal anomali olguları. YYÜ Vet Fak Derg 2000; 11(2): 23-26.

137. Poulsen KP, Gerard MP, Spaulding KA, et al. Bilateral renal agenesis in an alpaca cria. Can Vet J 2006; 47: 159-161.

138. Aydın M, Karan M, Yüksel M. Buzağılarda rastlanılan farklı schistosoma reflexum olgularının anatomik olarak karşılaştırılması. FÜ Sağlık Bil Derg 2006; 20(3): 249-252.

139. Palmer MV, Carpenter JG. Congenital polycystic kidney in a white-tailed deer (Odocoileus virginianus). J Vet Diagn Invest 2004; 16: 475-477.

140. Newman SJ, Leichner T, Crisman M, et al. Congenital cystic disease of the liver and kidney in a pygmy goat. J Vet Diagn Invest 2000; 12: 374-378.

141. Ikeyama S, Nishibe T, Furukawa S, et al. Unilateral renal dysplasia in a Syrian hamster. J Toxicol Pathol 2001; 14: 309-312.

142. Düzler A, Nur İH, Çirli Ş, ve ark. Bir Ankara tavşanının böbreğinde gözlenen varyasyon. Erciyes Üniv Vet Fak Derg 2007; 4(1): 57-59.

143. Seif MM, Bakr HA. Ultrasonography of normal, cystic and dysplastic kidney in cattle. Bs Vet Med J 2007; 17(2): 42-49.

144. Floeck M. Sonographic application in the diagnosis of pyelonephritis in cattle. Vet Radiol Ultrasound 2007; 48(1): 74-77.

145. Ramirez S, Williams J, Seahorn TL. Ultrasound-assisted diagnosis of renal dysplasia in a 3-month-old quarter horse colt. Vet Radiol Ultrasound 1998; 39: 143-144.

146. Kähn W. Sonographic fetometry in the bovine. Theriogenology 1989; 31(5): 1105–1121.

147. Kähn W. Sonographic imaging of the bovine fetus. Theriogenology 1990; 33(2): 385–396.

148. Gonzălez de Bulnes A, Moreno JS, Sebastiăn AL. Estimation of fetal development in Manchega dairy ewes by transrectal ultrasonographic measurements. Small Ruminant Res 1998; 27: 243-250.

149. Wright IA, White IR, Russel AJF, et al. Prediction of calving date in beef cows by real-time ultrasonic scanning. Vet Rec 1988; 123: 228-229.

150. Buckrell BC, Bonnett BN, Johnson WH. The use of real-time ultrasound rectally for early pregnancy diagnosis in sheep. Theriogenology 1986; 25: 665-673.

151. Yamaga Y, Too K. Diagnostic ultrasound imaging in domestic animals: Fundamental studies on abdominal organs and fetuses. Jpn J Vet Sci 1984; 46(2): 203-212.

152. Kleeman DO, Smith DH, Walker SK, et al. A study of real-time ultrasonography for predicting ovine foetal growth under field conditions. Aust Vet J 1987; 64: 352-353.

153. Bergamaschi MACM, Vicente WRR, Barbosa RT, et al. Ultrasound assesment of fetal development in Nelore cows. Arch Zootec 2004; 53: 371-374.

ÖZGEÇMİŞ

Adı- Soyadı: Serkan ERDOĞAN

Doğum tarihi: 13.11.1980

Doğum yeri: Erciş-Van

Ortaöğretim: Özel Güney Lisesi, Adana, 1997

Lisans ve Yüksek Lisans: Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Kayseri, 2003

Sürekli adres: Urfa yolu, Mega Center karşısı, Ekinciler Sit. A-Blok No: 2 DİYARBAKIR

Telefon: 0 412 2488020-8655

e-posta: serkanerdogan@dicle.edu.tr, serkanerdogan101@hotmail.com

Katıldığı kurslar:

Deney Hayvanlarının Biyolojik Araştırmalarda Kullanım Kursu, Dicle Üniversitesi Prof. Dr. Sabahattin PAYZIN Sağlık Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi, Diyarbakır, 2006.