



T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KEDİLERDE ÜST ÜRİNER SİSTEM HASTALIKLARININ
DEĞERLENDİRİLMESİNDE DOPPLER
ULTRASONOGRAFİNİN KULLANILMASI

HİKMET ELİF ÇAMLI
VETERİNERLİK CERRAHİSİ ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Ali KUMANDAŞ

KIRIKKALE-2022



T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KEDİLERDE ÜST ÜRİNER SİSTEM HASTALIKLARININ
DEĞERLENDİRİLMESİNDE DOPPLER
ULTRASONOGRAFİNİN KULLANILMASI

HİKMET ELİF ÇAMLI
VETERİNERLİK CERRAHİSİ ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Ali KUMANDAŞ

KIRIKKALE-2022

ETİK BEYANI

Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını

kabullendiğimi beyan ederim.

Hikmet Elif ÇAMLI

ÖZET

KEDİLERDE ÜST ÜRİNER SİSTEM HASTALIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE DOPPLER ULTRASONOGRAFİNİN KULLANILMASI

Kırıkkale Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Veteriner Cerrahisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ali KUMANDAŞ
Eylül 2022, 94 sayfa

Doppler ultrasonografi ile böbrek hastalığından şüphelenilen kedi ve köpeklerde olası böbrek hastalıklarının teşhisine yönelik çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada, farklı cins kedilerde böbrek hastalıklarının erken tanısında Doppler ultrasonografi ve Renkli Doppler'in kullanılabilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu yöntem, erken tanı için böbrek hastalığı olan hayvanların ayırt edilebilirliğini veya farklılıklarını belirlemek için kullanıldı. Çalışmamızda bu amaçla üriner sistem rahatsızlığı olduğu belirlenen 10 adet kedi ve sağlıklı olduğu tespit edilen 11 adet kedinin her iki böbreği ultrasonografik olarak incelenerek Doppler yardımıyla RPI (Renal Pulsative index) ve RRI (Renal Resistive index) değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmaya alınan hayvanlar sakin mizaçlı oldukları için sedasyona gerek kalmadan muayeneler yapıldı. Klinik muayenelerinin ardından kan alınarak tam kan ve kan biyokimyasına bakılmıştır. Daha sonra ultrasonografik olarak böbrekler değerlendirilmiştir. Çalışmada Doppler sonrası elde edilen veriler kayıt altına alınarak hastalık ilişkisi kurulmaya çalışılmıştır. Çalışmaya alınan 21 kediden 11 tanesi sağlıklı, 10 tanesinin hasta olduğu belirlendi. Sağlıklı kedilerde, sağ böbrek (0.54 ± 0.12) ve sol böbrek (0.56 ± 0.08) arasında RI (ortalama \pm SD) açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu. Sağlıklı hayvanlarda, RRI (ortalama \pm SD) sağ böbrek (0.49 ± 0.23) ve sol böbrek (0.52 ± 0.07) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Sol böbrek için, RI, kronik böbrek hastalığı (0.73 ± 0.12) ve akut böbrek hasarı (0.72 ± 0.08) ($P = 0.0008$) olan hayvanlarda önemli ölçüde daha yüksekti. Kan biyokimya değerleri karşılaştırıldığında ise özellikle Kreatinin, BUN, ve BUN/CRE değerlerinin gruplar arasında anlamlı şekilde değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Her iki grupta da böbrekteki RI değeri üzerinde yaş veya cinsiyetin anlamlı bir etkisinin olmadığı gözlemlendi. Sonuç olarak böbrek hastalığı veya hasarı olan pet hayvanlarda RI değerleri değişkenlik gösterdiğinden taramalarda saptanan erken değişikliklerin klinik olarak belirlenmesi ve akut böbrek yetmezliklerinde erken teşhis için faydalı olacağı kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: kedi, doppler, renal rezistif indeks

ABSTRACT

USAGE OF DOPPLER ULTRASONOGRAPHY IN THE EVALUATION OF UPPER URINARY SYSTEM DISEASES IN CATS

Kırıkkale University
Graduate School of Health Sciences
Department of Veterinary Surgery, Master's Thesis
Supervisor: Assist. Prof. Dr. Ali KUMANDAS
September 2022, 94 pages

Various studies are carried out for the diagnosis of possible kidney diseases in cats and dogs with suspected kidney disease by Doppler ultrasonography. This study aimed to determine the usability of Doppler ultrasonography and Color Doppler in the early diagnosis of kidney diseases in cats of different breeds. This method was used to determine the distinguishability or differences of animals with kidney disease for early diagnosis. For this purpose, in our study, both kidneys of 10 cats determined to have urinary system disorders and 11 cats determined to be healthy were examined ultrasonographically and RPI (Renal Pulsative index) and RRI (Renal Resistive index) values were tried to be determined with the help of Doppler. Since the animals included in the study had a calm temperament, examinations were performed without the need for sedation. After the clinical examination, blood was drawn and whole blood and blood biochemistry were examined. Then, the kidneys were evaluated ultrasonographically. In the study, the data obtained after Doppler was recorded and a disease relationship was tried to be established. It was determined that 11 of the 21 cats included in the study were healthy and 10 of them were sick. In healthy cats, there was no statistically significant difference in RI (mean \pm SD) between the right kidney (0.54 ± 0.12) and the left kidney (0.56 ± 0.08). In healthy animals, no statistically significant difference was found between the RRI (mean \pm SD) right kidney (0.49 ± 0.23) and left kidney (0.52 ± 0.07). For the left kidney, the RI was significantly higher in animals with chronic kidney disease (0.73 ± 0.12) and acute kidney injury (0.72 ± 0.08) ($P = 0.0008$). When blood biochemistry values were compared, it was determined that especially creatinine, BUN, and BUN/CRE values differed significantly between the groups. It was observed that there was no significant effect of age or gender on the RI value in the kidney in both groups. As a result, since RI values vary in pet animals with kidney disease or damage, it was concluded that it would be useful for the clinical determination of early changes detected in scans and for early diagnosis of acute kidney failure.

Keywords: cat, dog, doppler, renal resistive index

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışma aşamalarında bilgi ve tecrübelerini her zaman yanımda hissettiğim Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı öğretim üyeleri sayın Prof. Dr. Ertuğrul ELMA, Prof. Dr. Zeynep PEKCAN, Prof. Dr. Barış KÜRÜM, Dr. Öğr. Üyesi Birkan KARSLI ve sabırla bana yol gösteren danışman hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Ali KUMANDAŞ'a,

Öğrenim hayatıma başladığım ilk günden itibaren her ne olursa olsun benden desteğini esirgemeyen, hayattaki ilk ve en önemli eğitimin ailede başladığını bana benimseten değerli aileme ve benden desteğini esirgemeyen meslektaşlarım Uzm. Vet. Hek. Görkem TOKSOY “Vetvital Veteriner Kliniğı” ve Vet. Hek. Celal EĞDİR'e “Pet Hospital Hayvan Hastanesi GOP” teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER	x
ŞEKİLLER	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Böbreklerin Anatomisi.....	2
1.1.1. Kapsül.....	5
1.1.2. Korteks	5
1.1.2.1. Nefronlar	5
1.1.3. Medulla.....	8
1.1.3.1. Henle Halkası.....	10
1.1.4. Sinüs	11
1.1.5. Pelvis	11
1.1.6. Anatomik Konum.....	12
1.2. Böbreklerin Fizyolojisi	13
1.2.1. Osmoregülasyon	13
1.2.2. Su Kontrolü.....	13
1.2.3. Na ⁺ Kontrolü	14
1.2.4. Boşaltım.....	15
1.3. Böbrek Hastalıkları.....	15
1.3.1. Böbrek Agenezisi veya Hipoplazi.....	15
1.3.2. Konjenital Böbrek Displazisi.....	15
1.3.3. Böbrek Ektopisi	15
1.3.4. Ektopik Üreterler	16

1.3.5. Otozomal Dominant Polikistik Böbrek Hastalığı	16
1.3.6. Akut Böbrek Yetmezliği (ABY).....	17
1.3.7. Kronik Böbrek Yetmezliği (KBY).....	17
1.3.7.1. Etiyoloji	18
1.3.7.2. Patofizyoloji.....	19
1.3.7.3. KBY'nin Sınıflandırılması	19
1.3.8. Renal Hidronefroz ve / veya Hidroüreter	21
1.3.9. Böbrek Apsesi.....	22
1.3.10. Subkapsüler Hematomlar	22
1.3.11. Böbrek Kistleri.....	22
1.3.12. Böbrek Enfarktüsü	23
1.3.13. Neoplazi.....	23
1.3.14. Kireçlenme ve Böbrek Taşı	23
1.3.15. Diğerleri.....	23
1.4. Doppler Ultrasonografi	24
1.4.1. Doppler Ultrasonun Tarihçesi.....	24
1.4.2. Doppler Ultrason Prensipleri	24
1.4.3. Doppler Eşitliği.....	24
1.4.3.1. Doppler Kayması (Doppler Etkisi- Doppler Şifti) (ΔF).....	25
1.4.3.2. Kan Akımının Hızı (V_0)	26
1.4.3.3. Ses Demetinin Damar Duvarıyla Yaptığı Açısı (θ).....	26
1.4.3.4. Probu Frekansı (F_t)	26
1.4.3.5. Sesin Dokudaki Hızı (c)	27
1.4.3.6. Doppler US'de İnceleme Parametreleri	27
1.4.4. Doppler Ultrasonda Görüntü Oluşumu	28
1.4.5. Doppler US ile Elde Edilen Akım Bilgileri.....	28
1.4.5.1. Kalitatif Akım.....	28
1.4.5.2. Kantitatif Akım.....	29
1.4.5.3. Yarı-kantitatif	29
1.4.6. Doppler Görüntüleme Yöntemleri	29
1.4.6.1. Sürekli Dalga (Continuous Wave) Doppler	29
1.4.6.2. Spektral Dalga (Pulsed Wave - PW) Doppler	30

1.4.6.3. Renkli (Color) Doppler (CD)	31
1.4.6.4. Power (Güç) Doppler	33
1.4.7. Önemli Doppler Artefaktları.....	34
1.4.7.1. Örtüşme ve Aralık Belirsizliği Artefaktı.....	34
1.4.7.2. Pırlırtı Artefaktı.....	39
1.4.8. Ultrasonun Avantaj ve Dezavantajları	39
1.4.8.1. Avantajları	39
1.4.8.2. Dezavantajları.....	40
1.4.9. Köpeklerde Renal Ultrasonografi	40
1.4.9.1. Muayene Tekniği	40
1.4.9.2. Nabız Dopplerde RI (Rezistif İndeks) Değeri	41
1.4.9.3. PI (Pulzatil İndeks) Değeri	44
1.5. Tansiyon.....	44
1.5.1. Tarihçesi	44
1.5.1.1. Hipertansiyon.....	45
2. GEREÇ VE YÖNTEM.....	48
2.1. Hayvan Materyali	48
2.2. Materyal	51
2.3. İstatistiksel Analiz	53
3. BULGULAR	54
3.1. Klinik (Anamnez) Bulgular.....	54
3.2. Doppler Ultrasonografi Bulguları.....	58
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	64
KAYNAKLAR.....	71
ÖZGEÇMİŞ	78

ÇİZELGELER

Çizelge	Sayfa
1.1. Köpeklerde kronik böbrek yetmezliğinin IRIS'in oluşturduğu sisteme göre sınıflandırılması.....	20
1.2. Doppler Görüntüleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması	33
1.3. Köpeklerde Ortalama RI Değerleri	44
2.1. Üriner sistem hastalık teşhisi konulmuş kedilere ait hayvan no, ırk, cinsiyet,yaş ve kısırlık durumu özellikleri.....	49
2.2. Sağlıklı olduğu düşünülen kedilere ait hayvan no, cins, cinsiyet, yaş ve kısırlık durumu	49
2.3. Üriner sistem hastalığı teşhisi konulmuş hayvanlara ait kan biyokimya bulguları.....	53
3.1. Üriner sistem hastalığı teşhisi konulmuş 10 kediye ait no, tür, ırk, teşhis ve semptomlar	55
3.2. Üriner sistem hastalığı teşhisi konulan kedilerde hesaplanan RI ve PI değerleri	61
3.3. Sağlıklı olduğu düşünülen kedilerde hesaplanan RI ve PI değerleri.....	61
3.4. Çalışmaya dahil edilen kedilerde RI ve PI değerlerinin Çalışma grupları, cinsiyet ve kısır olup olmaması bakımından değerlendirilmesi.....	62
3.5. Sağlıklı ve hasta kedilerdeki PI ve RI değerlerinin ortalama ve standart sapmaları.....	63

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
1.1. Köpekte sol böbreğin görüntüleme düzlemleri	3
1.2. Korteks (1), medulla (2) ve sinüs (3) gösteren normal bir böbreğin sagittal (a) ve enine (b) taraması	4
1.3. Alt karın boşluğunun ventrodorsal görünümü (mesane gösterilmemiştir)	4
1.4. Böbrekten orta hat kesiti	5
1.5. Bir nefronun yapısı	6
1.6. Korteks (1), medulla (2) ve medüller kenar işareti (ok) gösteren normal bir böbreğin dorsal ultrason taraması	9
1.7. Böbreğin normal ultrasonografik görüntüsü	9
1.8. Henle döngüsünde ters akım çarpan mekanizması	10
1.9. Sağlıklı bir köpekte renkli dopplerde renal arterlerin ve venaların görünümleri	12
1.10. Dişi Köpekte Üriner Sistem	12
1.11. Bir köpekte sol böbreğin boyuna dorsal düzlem renkli sonogramları	13
1.12. Bir İran kedisinde sol böbreğin uzun eksen sagittal görüntüsü	16
1.13. KBY'ne sahip bir köpeğin ultrasonografik görünümünde korteks ve medulladaki detay kaybı	21
1.14. Hafif hidronefroz ve hidroüreter. Pelvik şişkinlik	22
1.15. Pulmoner arterin pulmonik kapağın hemen ötesinde (distal) bir puls dalga Doppler çalışmasının şematik gösterimi	28
1.16. Böbrek Doppler USG görüntüsü	32
1.17. Darbe tekrarlama frekansının (PRF) Doppler görüntüsü üzerindeki etkileri	35
1.18. Örtüşme illüstrasyon	37

1.19. Darbeli dalga Doppler örtüşme, darbe tekrarlama frekansı (PRF) ve temel konum.....	38
1.20. Parıldayan artefakt.....	39
1.21. Böbreğin normal ultrasonografik görüntüsü.....	41
2.1. Üriner sistem hastalığı teşhisi konulmuş kedilerin ırk dağılımının grafikte gösterimi	50
2.2. Böbrekteki İnterlobar arterden RI değeri ölçümü	51
2.3. Böbrekteki Arcuate arterden RI değeri ölçümü	51
2.4. Çalışmada Kullanılan Mindray Vetus 8 Renkli Doppler Cihazı.....	52
2.5. A- Mindray BC5000 Vet Kan Sayım Cihazı. B: Fuji Dri-Chem Nx600V Ic Tam Otomatik Veteriner Biyokimya Cihazı.....	52
3.1. 3 yaşlı melez ırk sağlıklı dişi bir kedide böbreğin sınırlarının gösterimi	56
3.2. 9 yaşındaki erkek melez kediye ait B-mod ultrason görüntüsü. KBY'nden kaynaklanan korteks ve medulla arasındaki detay kaybı gösterilmiştir	56
3.3. 2 yaşlı erkek kısır kedi akut böbrek yetmezliği B-mod USG görüntüsü	57
3.4. 5 yaşlı Scottish Fold cinsi bir kedide Polikistik Böbrek Hastalığı B-Mod USG görüntüsü.....	57
3.5. 5 yaşlı British Shorthair ırk bir kedide sağ böbrekte pyogranümatöz böbrek yapısı ve sol böbrekte gelişen hidronefroz olgusu.....	58
3.6. Çalışmaya dahil edilen 2 yaşlı erkek kısırlaştırılmış melez bir kedide sol böbrekte RI ve PI değerlerinin ölçümü	59
3.7. Çalışmaya dahil edilen 2 yaşlı erkek kısırlaştırılmış melez bir kedide sağ böbrekte RI ve PI değerlerinin ölçümü.....	59
3.8. 9 Yaşlı kısır olmayan KBY hastası melez kediye ait sağ böbrekten ölçülen RI Değeri	60
3.9. 10 yaşlı melez ırk KBY hastası bir kediye ait RI değeri. Rutin olarak yapılan Check- up sonucu KBY teşhisi konulmuştur.....	60

SİMGELER VE KISALTMALAR

ABY	: Akut Böbrek Yetmezliği
ADH	: Antidiüretik Hormon
ALP	: Alkalen Fosfataz
ALT	: Alanin Aminotransferaz
AO	: Aort
BUN	: Blood Urea Nitrogen (Kan Üre Azotu)
BUN/CRE	: Üre Kreatinin
C	: Sesin Dokudaki Hızı
CD	: Color (Renkli) Doppler
CKD	: Kronik Böbrek Hastalığı
CRE	: Kreatinin
CW	: Sürekli Dalga Doppler
ECF	: Hücre Dışı Sıvısı
ED	: Son Diastolik Hız
FNA	: İğne Aspirasyon Biyopsisi
Ft	: Probun Frekansı
GLM	: General Linear Model
GLU	: Glukoz
IRIS	: International Renal Society
PD	: Power (Güç) Doppler
PI	: Pulsalite İndeksi
PKD	: Polikistik Böbrek Hastalığı
PRF	: Dalga Tekrarlama Frekansı
PS	: Ortalama Sistolik Hız
PW	: Spektral Dalga Doppler
RI	: Rezistif (Dirençli) İndeks
RVOT	: Sağ Ventrikül Çıkış Yolu
TMV	: Ortalama Hız

TP	: Total Protein
US	: Ultrason
USG	: Ultrasonografi
Vo	: Damar İçindeki Kan Akımının Hızı
ΔF	: Doppler Kayması
Θ	: Ses Demetinin Açısı
♂	: Erkek
♀	: Dişi



1. GİRİŞ

Son yıllarda renal hastalıklarının kedi ve köpeklerdeki insidensinin artmasıyla birlikte renal kan akımındaki değişiklikler doppler metoduyla detaylı olarak incelenmeye başlanmıştır. Bu amaçla (Nyland, Fisher, Doverspike, Hornof ve Olander, 1993) sağlıklı köpeklerde ilk kez Doppler ultrasonografi ile böbrek arterlerinden renal rezistive indeks (RI) ve pulsatil indeks (PI) değerlerini ölçerek yayınlamıştır. Renal hastalıklı köpeklerdeki çalışmalar ise, 1996 yılında Morrow, Slman, Lappin ve Wrigley 1997'de Rivers, Walter, Polzin ve King tarafından yapılmıştır. (Novellas, Gopegui ve Espada, 2008; Morrow, Slman, Lappin ve Wrigley, 1996).

Köpeklerde Renal Ultrasonografi, böbreklerin fonksiyonu hakkında bilgi veren, böbreğin içyapısını incelemeye olanak tanıyan non-invaziv görüntüleme tekniğidir (Dibartola 2005, Nyland 2002).

Duplex doppler ultrasonografi, gerçek zamanlı olarak böbreğin anatomisine ve dinamiğine ilişkin bilgilerin alınmasına olanak sağlamaktadır (Novellas, Espada ve Gopegui 2007). Böbrek hastalıkları şekillendiği zaman, normal vazokonstriktif ve vazodilatatör faktörler arasındaki denge de zamanla bozularak intrarenal vazokonstriksiyon oluşmaktadır (Mitchell, Toal, Daniel ve Rohrbach, 1998). Burada oluşan doku perfüzyonuna karşı olan direncin hesaplanmasında (RI) ve (PI) ölçümleri yapılmaktadır (Mitchell vd., 1998; Novellas vd., 2007; Polzin, Osborne ve Roos, 2005). Bununla birlikte RI ve PI değerleri üriner tıkanıklığa, diüretik etkilere, akut ve kronik böbrek yetmezliğine ve konjenital displaziye bağlı kan akımı değişimlerinin incelenmesinde de kullanılmaktadır (Novellas vd., 2007, Nyland, Matton, Erresegell ve Isner, 2002).

Hipertansiyon renal bozuklukların yaygın komplikasyonlarından biri olup (Acierno ve Labato 2005, Brown, 2003; Henik, Dolson ve Wenholz, 2005; Lefebvre ve Toutain, 2004; Polzin, 2005; Syme, Barber, Markwell ve Elliot, 2002), kronik renal

yetmezlik saptanan köpeklerdeki prevalansı üzerine son yıllarda çalışmalar yapılmaktadır (Egner, Carr ve Brown, 2003; Syme vd., 2002). Hipertansiyon sonucunda retinopati, koroidopati, encefalopati, kalp hastalıkları ve renal tubular zedelenme veya glomerular hasar gibi komplikasyonlar şekillenebilmektedir. Bu nedenle sistemik hipertansiyonu teşhis etmek önemlidir (Acierno ve Labato, 2005).

1.1. Böbreklerin Anatomisi

Böbrekler, retroperitoneal boşlukta bulunan ve yağ dokusu ile çevrili çift yapılardır. Normal böbrekler boyut ve şekil olarak simetriktir; kedilerde oval, köpeklerde fasulye şeklindedir (Walter, Feeney, Johnstan ve Fletcher, 1987).

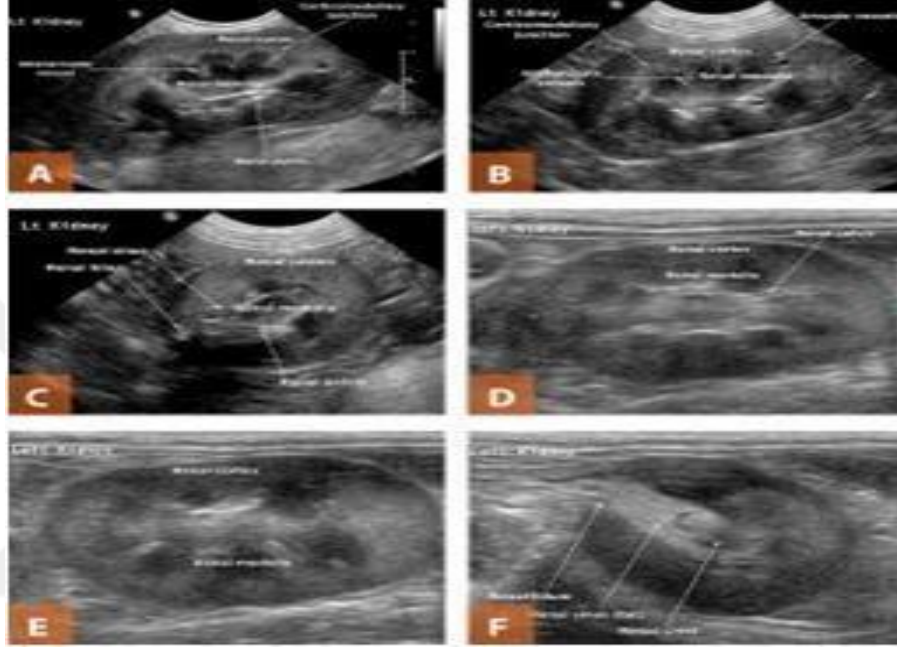
Sol böbreğin kranial kutbu, mideye bitişiktir ve dalağın kraniodorsal ekstremitesine dorsomedialdir (görülen kranial ve lateral). Köpeklerde sağ böbrek, sol böbreğe göre daha kranialde bulunur ve karaciğerin kaudal lobunun renal fossasında yer alır. Kedilerde, sağ böbrek genellikle retroperitoneal yağ ile karaciğerin kaudal lobundan ayrılır (Walter vd., 1987).

Kedilerde böbrek ölçümlerinin 3,0 ile 4,3 cm arasında değiştiği, ancak 5,3 cm'ye kadar çıkabileceği bildirilmiştir. Her iki böbreğin uzunluğu benzer olmalıdır (Larson, 2009; Dennis ve McConnell, 2007; D'Anju, 2008; Walter vd., 1987). Böbrek boyutu cinsiyete ve cinsel duruma göre değişir: dişilerin böbrekleri erkeklere göre daha küçüktür ve kısırlaştırılmış kedilerin böbrekleri sağlam kedilere göre daha büyüktür (Seyrek ve Kroner, 2008; Mannion, 2006; Shiroma, Gabriel, Carter, Scruggs ve Stubbs, 1999).

Köpeklerde ultrasonografik olarak normal böbrek boyutunu belirlemek için yaygın olarak kabul edilen bir yöntem yoktur. Ultrasonografik boyut genellikle öznelidir. Son raporlarda tartışılan normal köpek böbrek boyutunu ölçmek için önerilen yöntemlerdir şunlardır;

- Sağ ve sol böbreğin L5 veya L6 uzunluğuna oranı, (normal değer 1.3 ile 2.7 arasındadır.) (Barella, Lodi, Sabbadin ve Foverzoni, 2012)
- Böbrek uzunluğunun aort çapına oranı (normal değer, 5,5 ile 9,1 arasında değişir.) (Mareschal, D'Anjou ve Moreav, 2007).

Böbrekleri sagittal düzlemde görüntülerken renal sinüs, medulla ve korteks tanımlanabilir. Renal medulla, en ekojenik bölgedir, bunu renal korteks ve ardından hiperekoik yağ içeren renal sinüs izler (Şekil 1.1.) (Hart, Winter, Conway ve Berry, 2013). Böbrek parankimindeki değişiklikler değerlendirilirken, kortikomedüller ayırım kolaylıkla tanımlanmalıdır. Kortikomedüller bağlantı noktasında, interarkuat damarlar bazı kedi ve köpeklerde normal olarak tanımlanabilir.

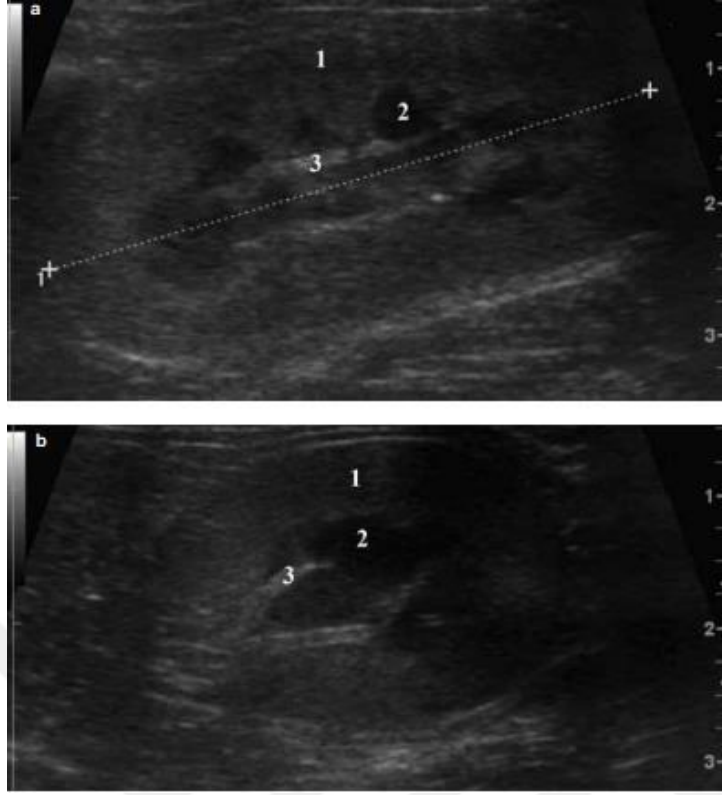


Şekil 1.1. Köpekte sol böbreğin görüntüleme düzlemleri

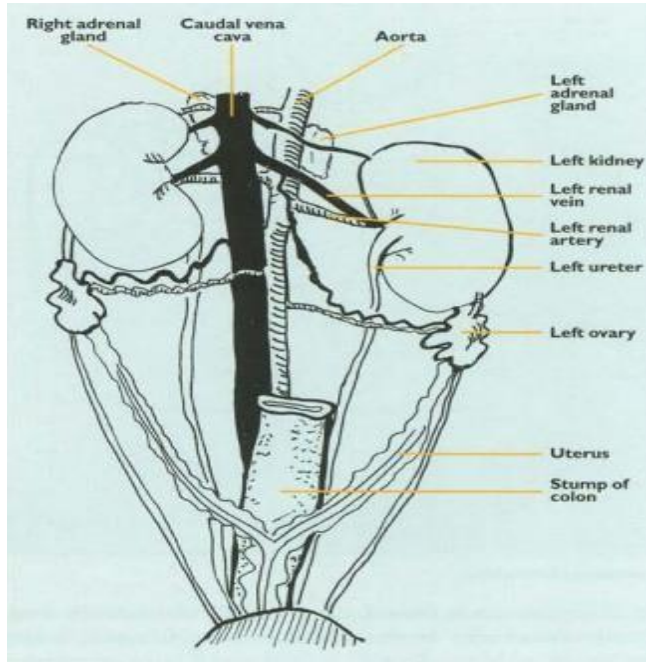
(A) uzun eksen dorsal, (B) uzun eksen sagittal, (C) kısa eksen enine. Bir kedide sol böbreğin görüntüleme düzlemleri: (D) uzun eksen dorsal, (E) uzun eksen sagittal, (F) kısa eksen enine. Böbreğin farklı kısımları her görüntüde gösterilmiştir. Renal korteks renal medulla ile eşit kalınlıktadır ve renal medulla'ya göre hiperekoiktir (Hart vd., 2013).

Köpeklerde normal renal korteks, karaciğere göre daha hiperekoik olabilir.(Ivancic ve Mai 2008). Bununla birlikte, sağlıklı kedilerde, böbrek kortekslerinin hepatik parankim için izoekoik veya hiperekoik olması normaldir. Renal medulla homojendir,

Renal damarlar (arter ve ven) renal hiluma girerken görülebilir. Böbrek hilusu içinde, böbrek sinüsüne uzanan yağ, özellikle kedilerde hiperekoik görünebilir. Normalde renal pelvis genişlemez, ancak bazen az miktarda sıvı görülebilir; Enine düzlemde pelvik genişlik köpeklerde 2 mm'ye ve kedilerde 1,6 mm'ye kadar ölçülebilir (D'Anjou, Bedard ve Dunn, 2011).



Şekil 1.2. Korteks (1), medulla (2) ve sinüs (3) gösteren normal bir böbreğin sagittal (a) ve enine (b) taraması (Larson, 2009).



Şekil 1.3. Alt karın boşluğunun ventrodorsal görünümü (mesane gösterilmemiştir) (Aspinall, 2004).

Yüzey incelenirken aşağıdaki katmanlar tanımlanabilir boyuna kesilmiş bir böbreğin katmanları kapsül, korteks, medulla, hilus ve pelvis olarak sıralanmaktadır.

1.1.1. Kapsül

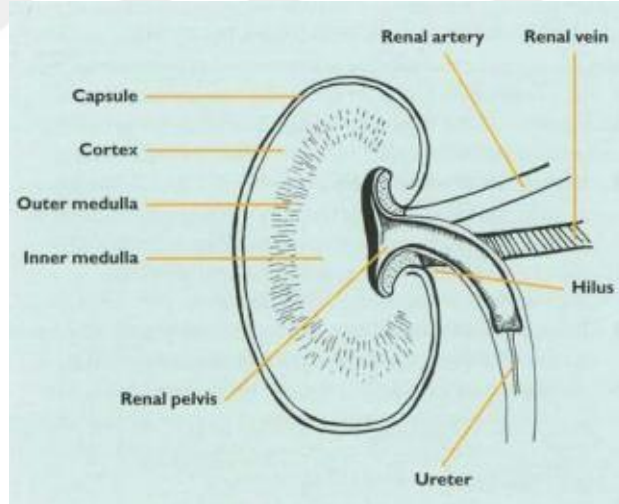
Dış koruyucu tabaka düzensiz, yoğun bağ dokusundan oluşmuştur ve enerji depolaması için yağ ile çevrelenmiş olabilir. Kapsülü böbreğin diğer kısımlarından ayırmak mümkündür (Aspinall, 2004).

1.1.2. Korteks

Böbreğin en dış tabakası olup genellikle koyu kırmızıdır. Böbrek cisimcikleri ve nefronlardan oluşur (Aspinall, 2004).

Renal korteks homojen yapıda olup, karaciğer ve dalağın parankimine göre daha hipoekojeniktir (Drost, Henry, Meinkoth, Woods ve Lehenbauer, 2000).

Renal kortekste yağ miktarının cinsiyet hormonları ve yaşla ilişkili olduğunu, ancak vücut ağırlığıyla ilgili olmadığı bildirilmiştir. Bu nedenle yaşlılarda artmış bir kortikal ekojenite tespit edilebilir (Drost vd., 2000).

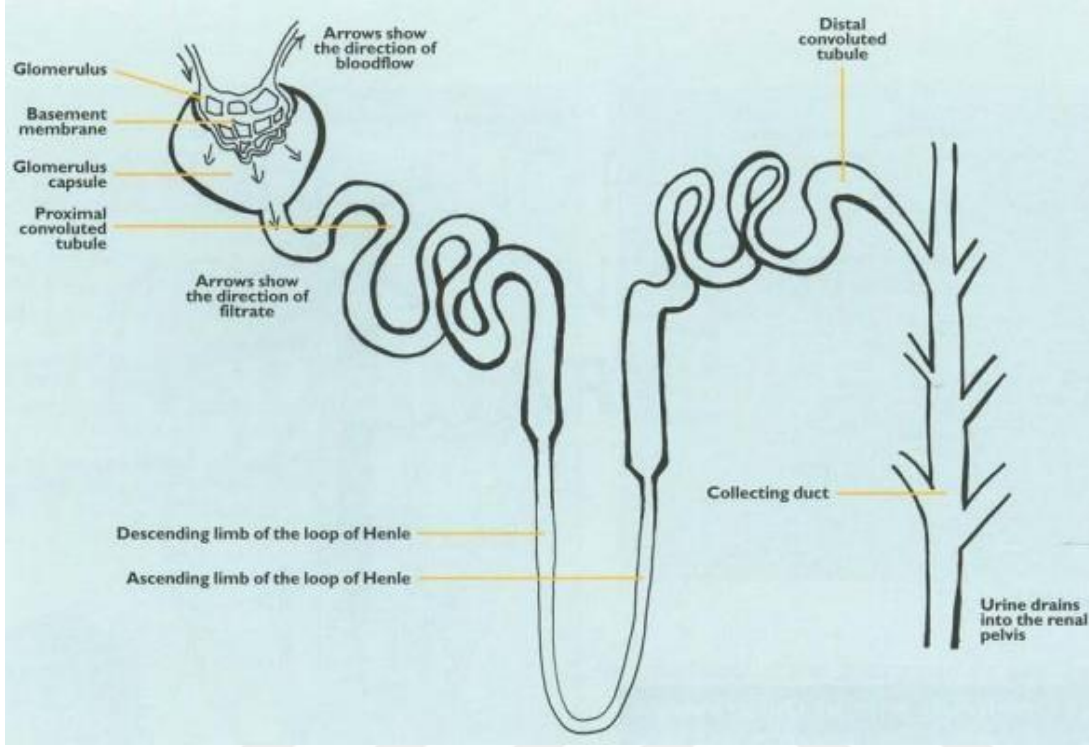


Şekil 1.4. Böbrekten orta hat kesiti (Aspinall, 2004)

1.1.2.1. Nefronlar

Mikroskop altında incelendiğinde, böbreğin interstisyel doku (kan kılcal damarları ve bağ dokusu) ile çevrili yaklaşık bir milyon nefrondan (kıvrılmış tübüller) oluştuğu

görülebılır. Nefron, böbreğin fonksiyonel birimidir ve her biri aşağıdaki yapıları içerir (Aspinall, 2004) (Şekil 1.5).



Şekil 1.5. Bir nefronun yapısı (Aspinall, 2004).

- Glomerüler (Bowman) kapsülü

Bu içi boş, fincan şeklindeki yapı, glomerulusu (bir kan kılcal damarları düğümü) çevreler. Her kapsül ve ilgili glomerulus bir renal cisimcik oluşturur. Her glomerulus, renal arterden çıkan ve arteriyel kanı yüksek basınç altında taşıyan interlobar ve interlobüler arterlerden köken alır. Glomerüler kapsülün iç tabakası, glomerulusun ince duvarlı kılcal damarlarına çok yakındır. Kapsül hücrelerinin bazal membranı ve kılcal damarların endotel astarı, seçici elek benzeri bir yapı oluşturmak için küçük gözeneklerle bezelidir. Bu, kandan serbest bir sıvı akışına izin verir, ancak kan hücreleri veya protein molekülleri gibi daha büyük yapıları tutar. Bu ultrafiltrasyon işlemi, plazmaya benzeyen ancak protein içermeyen glomerüler süzüntü (ilkel idrar) oluşturur: bu süzüntünün %99'u su ve %1'i çözünen maddelerden oluşur (Aspinall, 2004).

- Proksimal kıvrımlı tübül

Kısa bir boyun ile kapsüle bağlı olan bu kısım nefronun en uzun ve en kıvrık kısmıdır. Her tübül, ince bir mikrovillus ile basit bir kübik epitel tabakası ile kaplanmıştır. Bu, tübül içindeki emici süreçler için yüzey alanını arttırır. Proksimal kıvrımlı tübül, orijinal glomerüler filtratın modifikasyonunda önemli bir rol oynar: tüm rezorptif süreçlerin %65'i burada gerçekleşir. İşlevleri şunlardır:

- Su ve Na⁺ emilimi. Na⁺ iyonlarının %80'i eşit miktardaki Cl ile birlikte aktif olarak kana geri emilir.
- Glikozun emilmesi. Sağlıklı bir hayvanda, glikoz molekülleri, glomerüler kapsülün bazal membranından geçerek glomerüler filtrata geçecek kadar küçüktür. Proksimal kıvrımlı tübül tüm glikozu emer, bu nedenle sağlıklı hayvanlarda idrar hiç glikoz içermez. Tübülün emebileceği maksimum değer, glikoz için böbrek eşiği olarak adlandırılır.
- Toksinlerin ve bazı ilaçların salgılanması. Penisilin gibi ilaçlar aktif olarak süzüntüye salgılanır ve atılır.
- Azotlu atık konsantrasyonu. Temel maddeler, protein metabolizması tarafından oluşturulan üre ve kreatinindir. Bunlar orijinal süzüntüde bulunur, proksimal kıvrımlı tübülde salgılanarak eklenir ve suyun uzaklaştırılmasıyla yoğunlaştırılırlar.

Proksimal kıvrımlı tübülden ayrılan süzüntü, su içeriğinin %65 'ini ve orijinal çözünenlerinin %80'ini kaybeder. Süzüntünün pH'sı 7.4'tür ve plazma ile izotoniktir (Aspinall, 2004).

- Distal kıvrımlı tüp

Nefronun renal kortekste yer alan bu bölümü, proksimal kıvrımlı tübülden daha kısa ve daha az bükülmüştür. Aynı zamanda küboidal epitel ile kaplıdır, Gerektiğinde sodyum iyonlarını emerek, potasyum iyonlarını atarak ve gerektiğinde hidrojen iyonlarını emerek veya salgılayarak süzüntünün kimyasal bileşenlerinde son ayarlamaları yapar (Aspinall, 2004).

H⁺ atılımı veya emilimi, ECF (hücre dışı sıvısı)'nin pH'sına bağlıdır. Plazmadaki H⁺ oranı yükselirse, plazma asidik hale gelir. Distal kıvrımlı tübül fazla H⁺ iyonlarını

filtrata salgılayarak pH'sını normale döndürür. Bu, solunum sistemi ile birlikte vücudun asit/baz dengesinin kontrolüne yardımcı olur (Aspinall, 2004).

Distal kıvrımlı tübülün işlevi, adrenal korteks tarafından salgılanan bir hormon olan aldosteron tarafından kontrol edilir (Aspinall, 2004).

- **Toplama Kanalı**

Her kanal, birçok nefrondan süzüntü veya idrar toplar ve onu renal medulladaki piramitlerden renal pelvise taşır. Toplama kanalı, idrardaki su yüzdesinde son ayarlamaları yapar. Bu kanalın epitel astarı suya seçici olarak geçirgendir ve geçirgenliğini değiştirme yeteneği arka hipofiz bezi tarafından salgılanan antidiüretik hormon (ADH) tarafından kontrol edilir (Aspinall, 2004).

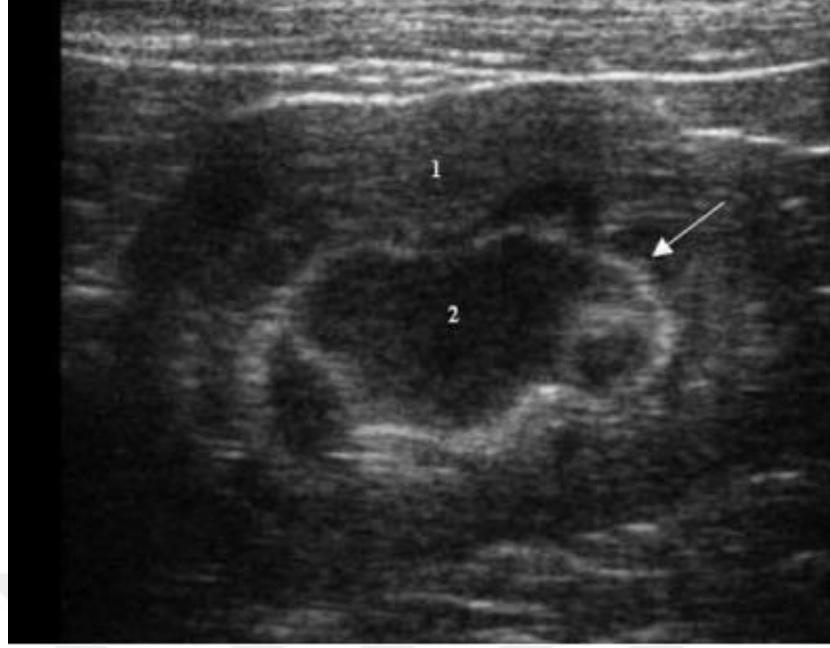
Vücudun daha fazla su tutması gerekiyorsa, toplama kanalı duvarı daha geçirgen hale getirilerek ozmoz yoluyla idrardan su çekilir ve tekrar dolaşıma verilir. Çevredeki medüller dokudaki yüksek Na⁺ konsantrasyonuna tepki olarak su emilir. Bu olduğunda, idrar daha yoğunlaştırılmış hale gelir ve hacmi azalır (Aspinal, 2004).

1.1.3. Medulla

Medulla korteksten daha hipoekoik, ancak pelvisten daha hiperekoiktir. Nefronların toplama kanallarını içeren piramitleri (üçgen alanlar) ayırt etmek mümkündür. Medullanın geri kalanı, interstisyel doku ile ayrılmış Henle halkalarından oluşur (Aspinall, 2004).

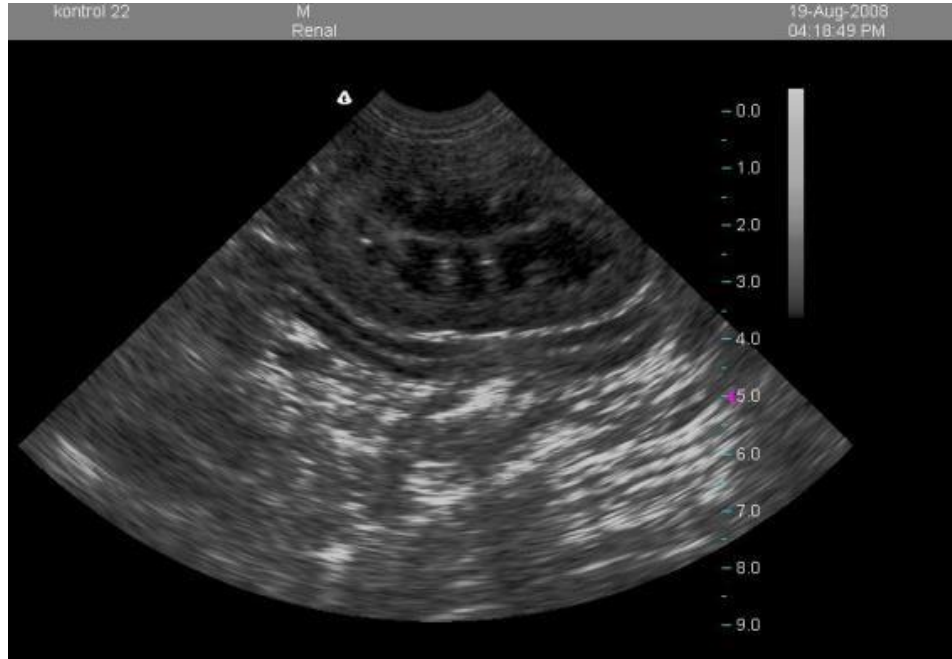
Renal pelvisi çevreleyen renal medulla, ultrason ile görüntüleme neredeyse eko vermeyecek kadar hipoekoiktir. Lineer ekojeniteler (resesler veya divertikül) ve eşlik eden interlobar damarlar tarafından kesilir. Bu damarlar medulladan sinüsten kortekse geçer ve akustik gölgelenme oluşturabilir (Mannion, 2006).

Bazı sağlıklı kediler, medullanın dış bölgesindeki (medüller kenar işareti olarak adlandırılan) kortikomedüller bileşkeye paralel olan ince bir lineer, tam veya eksik hiperekoik bant gösterir. Histolojik olarak bu kalsiyum nedeniyledir (Şekil 1.6.) (Dennis ve McConnell, 2007; Dennis ve McConnell, 2010; Anderson, 2011).



Şekil 1.6. Korteks (1), medulla (2) ve medüller kenar işareti (ok) gösteren normal bir böbreğin dorsal ultrason taraması (Anderson, 2011).

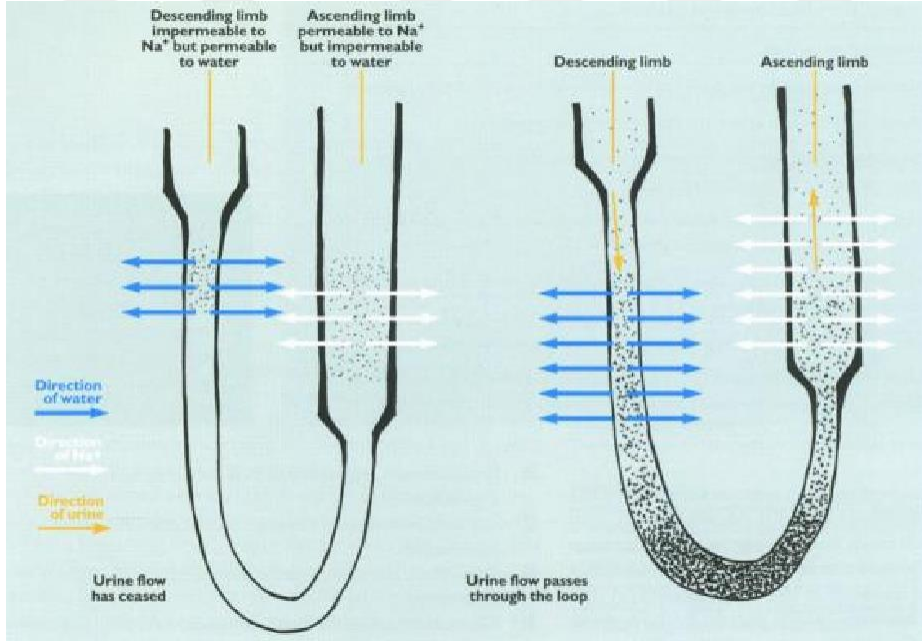
Renal medulla hipoekojeniktir ve sagittal düzlemde medullar piramitler anekoyiktir. Dorsal düzlemde anekoyik medulla renal sütunlar ve ekojenik pelvik divertikül tarafından ayrılmıştır. Böylece tipik kelebek görüntüsü şeklini almıştır (Şekil 1.7.) (Szatmari, Sotonyi ve Varos, 2001).



Şekil 1.7. Böbreğin normal ultrasonografik görüntüsü (Szatmari vd., 2001).

1.1.3.1. Henle Halkası

Bu basit U-şekilli tüp, inen bir kol (inen henle) ve yükselen bir kol (çıkan henle) ile renal medullaya bağlanır. Hücre Dışı Sıvısı (ECF) ve plazmanın mevcut durumuna göre filtratı konsantre eder veya seyreltir. Bu, karşı akım çarpan mekanizması aracılığıyla sağlanır: bunu anlamak için, glomerüler filtrat akışının bir an için durduğunu düşünersek (eğer bu gerçekten olsaydı, hayvan böbrek yetmezliğine girerdi). Na^+ ve Cl^- iyonları, çıkan henleye aktif olarak pompalanır ve çevreleyen medüller dokudaki tuz konsantrasyonunu artırır (Şekil 1.8.) (Çıkan henlenin duvarları, süzüntünün içinde kalan suya karşı geçirimsizdir. İnen henlenin duvarları suya karşı geçirgendir ve Na^+ 'ya karşı geçirimsizdir, bu nedenle artan konsantrasyona tepki olarak süzüntüden ozmoz yoluyla su çekilir (Aspinall, 2004).



Şekil 1.8. Henle döngüsünde ters akım çarpan mekanizması (Aspinall, 2004).

İnen henleden akarken, su tübülden ayrılır ve medüller dokuya girer, böylece kalan süzüntü daha konsantre hale gelir. Filtrat çıkan tübülden yukarı akarken Na ve Cl iyonları pompalanır ve idrar daha az konsantre hale gelir. Su tekrar dolaşıma alındığından süzüntü hacmi azaltılmıştır.

Süzüntü, Henle döngüsünün tabanında maksimum konsantrasyondadır. Böbrek medullasında, toplama kanallarının işlevini de etkileyen güçlü bir tuz konsantrasyonu vardır (Özmen vd., 2010).

1.1.4. Sinüs

Renal hilusta merkezi olarak yer alan ve renal pelvisi çevreleyen renal sinüs, peripelvik yağ ve yoğun fibröz bağ dokusu varlığından dolayı hiperekoiktir (Larson, 2009; Mannion, 2006). Sinüs, özellikle obez kedilerde belirgindir ve soluk distal akustik gölgelenme gösterebilir (Dennis ve McConnell, 2007). Normal yağ ve fibröz dokunun mineralizasyon alanları ile karıştırılmamasına dikkat edilmelidir (Anderson, 2011).

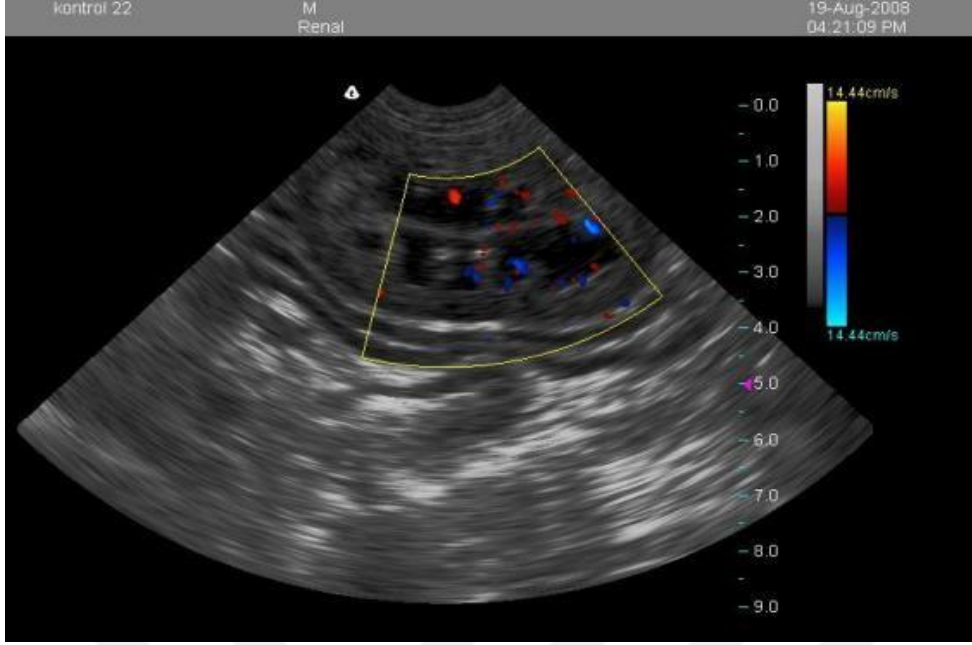
1.1.5. Pelvis

En içteki havza şeklindeki alandır ve yüksek oranda bağ dokusu içermesi sebebiyle neredeyse beyazdır. Nefronların oluşturduğu idrar bu alana akar ve üreter yoluyla dışarı atılır (Aspinall, 2004).

Pelvis Genellikle görüntülenmese de renal pelvis bazen sinüsün merkezinde 1-2 mm genişliğinde dar bir yansımasız fissür olarak görülebilir (Larson, 2009; Dennis ve McConnell, 2007). Renal pelvisin lümeni Y veya V şeklindedir. En iyi olarak transvers veya sagittal düzlemde görüntülenir (Dennis ve McConnell, 2007). İntravenöz sıvı uygulaması sırasında hafif derecede pyelektazi (2 mm'ye kadar) görülebilir ve patolojik bir bulgu olarak yorumlanmamalıdır (Dennis ve McConnell, 2007; D'Anjas 2008).

Renal Arterlerin ve Venaların Yeri:

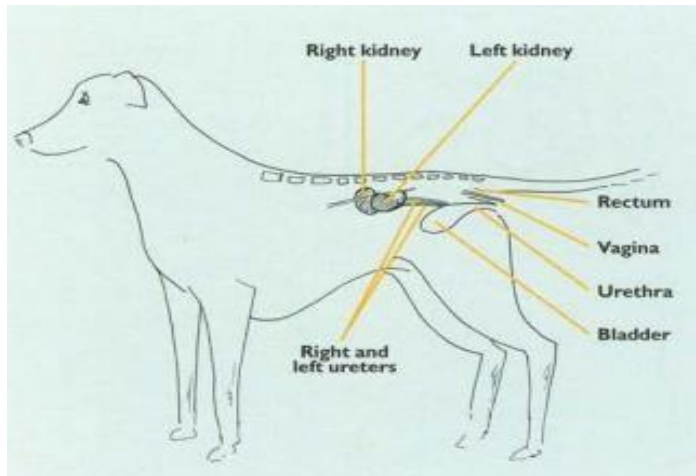
Renal arterler ve venler böbrek hilusundan köken aldıkları aorta ve caudal vena cavaya kadar görüntülenebilmektedirler. İnterlobar kolları orta ekokompleksin çevresinde renal pelvisten yayılıp, kortikomedullar birleşme bölgesine doğru gider. Kortikomedullar birleşim bölgesinde interlobar arterler arkuat arterlerle dallanmaktadır. Arkuat arterlerden köken alan interlobar arterler kortekste renkli doppler kullanıldığı zaman görülebilmektedirler. Venalar ise komşu arterlere göre daha geniştir ve ona paralel seyretmektedirler (Szatmari vd., 2001) (Şekil 1.9).



Şekil 1.9. Sağlıklı bir köpekte renkli dopplerde renal arterlerin ve venaların görünümleri (Szatmari vd., 2001).

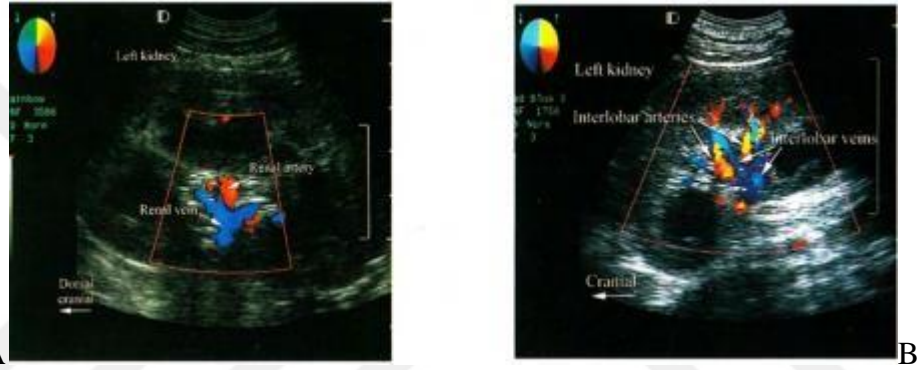
1.1.6. Anatomik Konum

Sol böbrek midenin fundusunun hemen kaudalinde, dalak başının kaudomedialinde ve aortun lateralinde yer alır. Sağ böbreğin kranial kutbu, karaciğerin kaudal lobunun renal fossasında, ventralde ve sıklıkla duodenumun medialinde ve kaudal vena cava'nın lateralinde bulunabilir (Mannion, 2006, Anderson, 2011). (Şekil 1.10.) Her iki kedi böbreği de tamamen kaudalde yer alır ve bu nedenle ultrason muayenesi için oldukça erişilebilirdir (Larson, 2009).



Şekil 1.10. Dişi Köpekte Üriner Sistem (Aspinall, 2004).

Renal damarlar, interlobar damarların (bkz. Şekil 1-11B) renal hilusta tek bir renal vene yakınlaşmasıyla oluşur (Şekil 1.11.). Her böbrekten gelen renal damarlar kaudal vena cava'da sonlanmak üzere kranial ve dorsal olarak seyreder. Sol renal ven aortun ventralinden geçer. Her iki renal ven de ilgili arterlerin ventralinde bulunur. Sonlanmalarında renal venlerde bulunan kapakçıklar ultrasonla tanımlanamamıştır. Renal hilustan vena kavaya kadar her damar takip edilerek renal venler ultrason ile değerlendirilebilir. Alternatif olarak, her damar kavaya giriş noktasında yerleştirilebilir ve renal hilusa kadar izlenebilir. Sağ adrenal bez, kaudal vena kavaya bitişiktir ve kavadan çıkarken sağ renal venin hemen kranialinde yer alır (Zagrebski, 1992).



Şekil 1.11. Bir köpekte sol böbreğin boyuna dorsal düzlem renkli sonogramları

A, Hilus damarları, renal ven (böbrek ve dönüştürücüden uzağa mavi akış) ve renal arter (böbrek ve dönüştürücüye doğru kırmızı akış) hiperekoik renal pelviste görülür. **B**, Bir köpekte renal divertikülle yakından ilişkili interlobar damarlardaki (mavi) ve arterlerdeki (kırmızı) akış (Zagrebski, 1992).

1.2. Böbreklerin Fizyolojisi

1.2.1. Osmoregülasyon

Osmoregülasyon, ECF ve kan plazmasındaki elektrolitlerin veya çözülmüş kimyasalların hacminin ve konsantrasyonunun sabit kalmasını sağlayarak vücudun etkin bir şekilde çalışmasını sağlar. İki şeyi kontrol eder: vücuttan kaybedilen su ve Na⁺ hacmi (Aspinall, 2004).

1.2.2. Su Kontrolü

İdrar, feçes, solunum ve ter ile bazen de az miktarda vajinal salgı ve gözyaşı olarak vücuttan su kaybedilir.

Kusma veya ishal nedeniyle aşırı su kaybı meydana gelebilir, hayvanı susuz bırakır. ECF ve plazma hacmi düşer, bu da kan hacmi ve basıncında (hipotansiyon) bir düşüşe neden olur. Bu olduğunda, bir dizi telafi edici mekanizma çalışmaya başlar:

- Baroreseptörler hipotansiyonu izler ve bilgiyi arka hipofiz bezine iletir.
- Arka hipofiz bezi Antidiüretik Hormon (ADH) salgılar.
- ADH, toplama kanallarının geçirgenliğini suya değiştirir.
- Su idrardan emilir ve nefronlardan çevredeki kılcal damarlara geçer.
- Kan hacmi artar ve kan basıncı yükselir.
- Daha az miktarlarda daha konsantre idrar üretilir. Bu şekilde vücut, kaybı telafi etmek için su tasarrufu sağlar (Aspinall, 2004).

1.2.3. Na⁺ Kontrolü

Tuz vücuda yiyecek olarak alınır ve normalde idrar, dışkı ve terle kaybedilir. Kanama, yanık, kusma veya ishal nedeniyle aşırı kayıp meydana gelebilir. Na⁺ seviyeleri, osmoz yoluyla kana su çekerek kan hacmini ve basıncını artırır. Seviyeler düşerse, kan hacmi ve basıncı düşer ve telafi edici mekanizmalar başlar: (Aspinall, 2004).

- Kan basıncındaki düşüş, böbrekteki glomerüllerden renin salgılanmasını uyarır.
- Renin, kandaki anjiyotensinojeni aktif anjiyotensine dönüştürür.
- Anjiyotensin, kan damarlarını daraltır ve kan basıncını düşürür.
- Anjiyotensin ayrıca adrenal korteksi aldosteron salgılaması için uyarır.
- Aldosteron, Na⁺'nın idrardan kana emilimini artırmak için distal kıvrımlı tübüllere etki eder.
- Kandaki artan Na⁺ seviyeleri, osmoz yoluyla idrardan nefronlara su çeker.
- Kan hacmi artar, kan basıncını yükseltir.
- Anjiyotensin ayrıca beyindeki susuzluk merkezini de uyarır.
- Hayvan su içer, ECF ve kan hacmini artırır.
- Kan basıncı yükselir.

Bu şekilde Na⁺ korunur ve sonuçta kan basıncındaki düşüş düzeltilir (Aspinall, 2004).

1.2.4. Boşaltım

Böbrek, hücre ve dokulardaki metabolik süreçlerin oluşturduğu atık ürünleri uzaklaştırır ve idrarla dışarı atar. İdrarda su ve elektrolitlerin atılımı osmoregülasyon ile kontrol edilir. Hormonlar, ilaçlar, zehirler ve en önemlisi çeşitli detoksifikasyon ürünleri. protein metabolizmasından kaynaklanan azotlu ürünler de atılır (Aspinall, 2004).

Protein vücuda besinlerle alınır. Sindirim sırasında aminoasitlere parçalanır ve kanda proteinleri oluşturmak için kullanıldığı karaciğere taşınır. Fazla amino asitler vücut tarafından depolanamaz ve parçalanır (deaminasyon), yan ürün olarak amonyak oluşturulur (Aspinall, 2004).

Amonyak ciddi bir nörotoksindir, beyin ve sinir dokularına zarar vermemek için atılması gerekir. Karaciğerde amonyak, üre oluşturan ornitin döngüsü olarak bilinen bir dizi reaksiyonda karbondioksit ile birleşir. Üre dolaşıma geçer ve böbrekler tarafından atılır (Aspinall, 2004).

1.3. Böbrek Hastalıkları

1.3.1. Böbrek Agenezisi veya Hipoplazi

Tek taraflı renal agenez nadirdir, ancak kedi ve köpeklerde bildirilmiştir (Hoskins, 2001).Yalnızca bir böbrek varsa, o böbreğin telafi edici hipertrofisi meydana gelebilir. Bu durumda böbrek büyümüştür ancak normal içyapısını korur.

1.3.2. Konjenital Böbrek Displazisi

Konjenital böbrek displazisi, kalıtsal olabilir. Kedi panlökopeni virüsü veya köpek herpes virüsü gibi yenidoğan enfeksiyonundan kaynaklanabilir. Böbrek displazisi, şekilsiz ve fibrozlu böbreklere yol açan böbrek parankiminin düzensiz gelişimi olarak tanımlanır, Bu böbrekler normal boyutta veya küçük, düzensiz ve hiperekoik olabilir ve kortikomedüller ayırım azalır (Burder, Shoieb ve Shirai, 2010).

1.3.3. Böbrek Ektopisi

Böbreklerden birinin veya her ikisinin doğuştan normal anatomik konumunun dışında şekillenmesi meydana gelebilir. Etiyoloji bilinmemektedir (Allworth ve

Hoffan, 1997). Ektopik böbrekler yapısal ve işlevsel olarak normaldir. Ancak anormal derecede küçük olabilirler ve üreterin bir kısmı bükülebilir, tıkanmaya, ikincil hidronefroza veya piyelonefrite yatkın olabilir (Hecht, 2015).

1.3.4. Ektopik Üreterler

Bu konjenital durum, üriner papillada anormal vezikoüreteral bir açıklıkla sonuçlanır ve bilateral veya tek taraflı olabilir. Ektopik üreterler, dilate üreter ve renal pelvise neden olan en yaygın doğumsal durumdur (Kuzu ve Gregory, 1998). Dişi köpeklerde daha yaygındır. Ektopik üreterler ileus, eşzamanlı enfeksiyon veya üretra veya vajina / vestibüle giriş noktasında kısmi tıkanma nedeniyle dilate olabilir.

1.3.5. Otozomal Dominant Polikistik Böbrek Hastalığı

Bu, çoğunlukla Fars veya İran kedilerinde bildirilen kalıtsal bir hastalıktır (McKenne ve Marangoz, 1980; Konde 1985). İran kedileri, bu bozukluğu otozomal dominant bir özellik olarak genlerden alır. İran kedilerinde, bu hastalık 6 ila 8 haftalıkken tespit edilebilir, ancak kistlerin yokluğu, yaşamın ilerleyen dönemlerinde kist gelişimini engellemez.

Ultrasonografik olarak, bu kistler yuvarlaktır, merkezi olarak yankısızdır ve distal akustik kontrastlı, pürüzsüz, keskin sınırlı ince duvarlara sahiptir (Şekil 1.12.). Kistler renal medulla ve kortekste bulunur, ancak çoğu korteks içinde veya kortikomedüller bileşkede bulunur. Bazen bu kistler karaciğerde olduğu gibi pankreasta da bulunabilir.



Şekil 1.12. Bir İran kedisinde sol böbreğin uzun eksen sagittal görüntüsü

Tüm renal parankimde (beyaz oklar) distal akustik güçlendirme ile birlikte çok sayıda düzgün sınırlı, yuvarlak, ekosuz odak görülür. Bu kistik yapılar böbreğin tüm iç yapısını bozmaktadır. Böbreğin kaudal kutbu beyaz ok başı ile gösterilmiştir (Konde, 1985; McKenne ve Marangoz 1980).

1.3.6. Akut Böbrek Yetmezliği (ABY)

KBY ile akut böbrek yetmezliğini (ABY) birbirinden ayırmak bazen güç olmaktadır. Yine de ABY'liğinin tedavi edilebilmesi ve geri dönüşümlü olması nedeniyle bu ayırım büyük önem taşımaktadır (Polzin vd., 2005). Bu ayırımı yapmada anamnez bilgileri, fiziksel muayene bulguları, böbrek boyutları ve kan-idrar analizleri kullanılabilir.

ABY'de anamnezde semptomlar birdenbire başlar, idrar miktarında azalma görülür. Palpasyonda böbreklerde büyüme şekillenir (DiBartola, 2005).

ABY'de anemi bulguları görülmeyebilir. Serum üre ve kreatinin seviyesi başlarda normal seviyelerde olmakla birlikte zamanla artmaktadır. Serum potasyum seviyesi normal veya yüksektir. ABY'de orta veya yüksek seviyede metabolik asidoz vardır (DiBartola, 2005).

1.3.7. Kronik Böbrek Yetmezliği (KBY)

Kronik böbrek yetmezliği (KBY) köpeklerdeki mortalitenin önemli nedenlerinden biridir. KBY geri dönüşümsüz olup, böbrek fonksiyonlarının sürekli daha kötüye gitmesine neden olan yapısal bozukluklarla karakterizedir (Altıntaş, Pekcan, Karadeniz ve Kırmızıgül, 2006; Akdoğan Kaymaz, 2001; Brown, Crowell, Basanti ve Finco, 1997; Börkür vd., 2000; McGorty, 2008, Polzin vd., 2005; Smets, Meyer, Maddens, Duchateau ve Daminet, 2010; Uzlu ve Kalınbacak, 2005). En çok yaşlı hayvanların hastalığı olarak kabul edilmekle beraber tüm yaş grubu köpeklerde rastalanabilmektedir (Altıntaş vd., 2006; Akdoğan Kaymaz, 2001; Börkür vd., 2000, Smets vd., 2010; Uzlu ve Kalınbacak, 2005).

Kronik böbrek yetmezliği, (KBY) geri döndürülemez ve ilerleyicidir (Polzin, 2011; Bartges, 2012). Bu nedenle, böbrek fonksiyonunu stabilize etmek ve bu hastalığın hızlı ilerlemesini önlemek için erken tanı şarttır. B-modu ve Doppler ultrason muayenesi ile ilişkili laboratuvar testlerinin kullanımı, hastalığın erken saptanmasında anahtar faktör olarak görülmektedir. (Torroja, 2007). Ultrason, böbrek hasarını değerlendirmek için ideal görüntüleme yöntemidir. (Monteiro ve

Froes, 2009) ve bazı durumlarda, hastanın böbrek fonksiyonunu etkilemediği için KBY'nin araştırılmasında yapılan tek testtir (Buturovic-Ponikvar ve Visnar-Perovic, 2003). Bu muayene, KBY tanısı oluşturmak, ayırıcı tanı sağlamak, prognozu tanımlamak ve tedaviyi izlemek için çeşitli yararlı veriler verir.

KBY ile ABY birbirinden ayırmak bazen güç olmaktadır. Yine de ABY'liğinin tedavi edilebilmesi ve geri dönüşümlü olması nedeniyle bu ayırım büyük önem taşımaktadır. Bu ayırımı yapmada anamnez bilgileri, fiziksel muayene bulguları, böbrek boyutları ve kan-idrar analizleri kullanılabilir (Polzin vd., 2005).

1.3.7.1. Etiyoloji

Kronik böbrek yetmezliğine neden olabilecek bozukluklar aşağıdaki gibidir (Börkü vd., 2000; Brown, 2003; DiBartola, 2005; McGortty, 2008).

◆ Konjenital

Amiloidozis

Sistadenokarsinom

Glomerulonefropati

Fankoni sendromu

Polikistik böbrek hastalığı

◆ Edinsel

Enfeksiyöz

♣ Bakteriyal

♣ Mikotik (Blastomikozis)

♣ Leptospirozis

♣ Leishmaniazis

♣ FIP → İmmun kompleks glomerulopati

Amiloidozis

Tümörler

- ♣ Lenfosarkoma
- ♣ Renal hücre karsinomu
- ♣ Nefroblastoma
- ♣ Diğerleri

ABY'nin ilerlemesi sonucunda, Bilateral hidronefrozis, Polikistik

Hiperkalsemik

- ♣ Tümörel
- ♣ Primer hiperparatroidizm

İdiopati

1.3.7.2. Patofizyoloji

KBY'de patofizyoloji tam olarak bilinmemesine rağmen birkaç teori öne sürülmüştür. Fonksiyonel nefronların kaybı ile birlikte kalan nefronlar glomerular filtrasyon oranını artırmaktadır. Böylece intraglomerular hipertansiyon ve hiperfiltrasyonda artmış olur. Bu da glomerulustaki endotelial hücrelerin zarar görmesine ve glomerulustan proteinlerin geçmesine neden olmaktadır. Glomeruli'nin sklerozunu, tubuler atrofi ve intersitijyal fibrozis takip etmektedir (Polzin vd., 2005).

1.3.7.3. KBY'nin Sınıflandırılması

2006 yılında, Uluslararası böbrek hastalıkları birliği (International Renal Society=IRIS), kedi ve köpeklerdeki böbrek yetmezliğinin sınıflandırılması için dördü bir sistem önermiştir. Kedilerin ve köpeklerin biyolojilerinin farklı olması nedeniyle ayrı ayrı sınıflandırılmıştır. Köpeklerdeki sınıflandırma aşağıdadır (Çizelge 1.1.) (Brown, 2003; IRIS sınıflandırma 2006; McGorty, 2008, Polzin vd., 2005).

Çizelge 1.1. Köpeklerde kronik böbrek yetmezliğinin IRIS'in oluşturduğu sisteme göre sınıflandırılması (Brown 2003, IRIS sınıflandırma 2006, McGortty 2008, Polzin ve ark. (2005).

SINIF	Kalan fonksiyonel böbrek	Plazma Kreatinin mg/dl	Semptomlar
1	% 100	<1.4	Renal azotemi yok
2	%33	1.4-2	Az derecede renal azotemi, Klinik semptomlar ya çok az ya da yoktur.
3	%25	2.1-5	Orta dereceli renal azotemi, Böbrek fonksiyon kaybı ile ilgili bir çok klinik semptom gözlenebilir.
4	%10	>5	Şiddetli renal azotemi, Birçok ekstra-renal semptomlar mevcuttur.

Bu şekilde sınıflandırdıktan sonra idrarda protein/kreatinin oranına veya hipertansiyondan kaynaklanan son organ hasarı risklerine göre de alt sınıflara bölünebilmektedir. Proteinüri ve hipertansiyon hastalığın prognozunu ve tedavisini etkiler.

KBY sahip köpekler, idrar protein/kreatinin oranına göre sınıflandırıldığı zaman; idrar protein/kreatinin oranı 0.5 ise proteinüriktir.

KBY sahip köpeklerdeki hipertansiyondan kaynaklanan son organ hasarı riskleri bakımından; sistolik kan basıncı 180 mmHg ise yüksek riskli (Y), kan basıncı ölçülemediyse risk belirlenemedi (RB) grubunda yer almaktadır. Ayrıca bunlarda kendi aralarında son organ komplikasyonu yok (KY) veya komplikasyon (K) var olarak ikiye ayrılmaktadır.

1.3.7.4.Kronik Renal Yetmezlikte Böbreklerin Ultrasonografik Görünümü

Ultrasonografik muayenede kortikomedullar bölgede detay kaybı ile böbreklerin küçülmüş olduğu bildirilmektedir. Renal paransim kendisini saran dokulardan ayıramamaktadır. Böbrek tipik görüntüsünü kaybetmiştir (Börkü vd., 2000; Schenck ve Chew, 2003; Nyland, 2002) (Şekil 1.13.).



Şekil 1.13. KBY'ne sahip bir köpeğin ultrasonografik görünümünde korteks ve medulladaki detay kaybı (Börkü vd., 2000; Schenck ve Chew, 2003; Nyland 2002)

1.3.8. Renal Hidronefroz ve / veya Hidroüreter

Hidronefroz, yakın ve uzak duvarları iyi tanımlanmış ve geçiş yoluyla yankısız lezyonlar üretir. Böbrek genellikle farklı derecelerde pelvik distansiyonla büyümüştür. Gerilme, hidronefrozun ciddiyeti ile orantılıdır (Şekil 1.14.).

Bu gibi durumlarda, nedenini bulmak için tüm idrar yolu dikkatlice taranmalıdır (üreter taşı, bası yapan kitle, mesane neoplazisi, ektopik üreterler); dilate üreter lokalize edilir ve ardından trigona kadar takip edilir. Tüm ektopik üreterler tarafından görselleştirilmez Ektopik bir üreterin belirlenmesi için genellikle ürografiye ihtiyaç vardır (Espada vd., 2006).



Şekil 1.14. Hafif hidronefroz ve hidroüreter. Pelvik şişkinlik (Espada vd., 2006).

1.3.9. Böbrek Apsesi

Ateş, karın ağrısı ve / veya piyüri olan küçük bir hayvandaki farklılıklardan biri renal apsedir. Bunlar genellikle oval ve hipoekoiktir ve kenarları kalınlaşmıştır. Tedavinin takibinde ultrasonografik muayene faydalıdır (Espada vd., 2006).

1.3.10. Subkapsüler Hematomlar

Araba çarpan bir köpek için veya kedilerde yüksekten düşme sendromu için ultrason, hematüri nedenini tanımaya yardımcı olabilir. Korteks ve seroza arasında ekosuz sıvının varlığı, subkapsüler hematomları düşündürür. Lezyonun takibinde sıvı hipoekoik hale gelir ve seroza kortekse iyi yapıştığı için birkaç gün içinde rezorpsiyon tamamlanır (Espada vd., 2006).

1.3.11. Böbrek Kistleri

Böbrek kistleri tek veya çoklu, tek taraflı veya iki taraflı olabilir. Yankısız içerikli, ince duvarlı ve distal akustik iyileştirmeli yuvarlak veya ovaldirler.

Kistler büyükse veya polikistik böbrek (PKD) mevcutsa, böbrek yüzeyi bozulabilir. Bazı ırklarda ve özellikle İran kedilerinde PKD, yüksek frekanslı dönüştürücü (10

MHz) ile teşhis edilebilen kalıtsal otozomik dominant bir hastalıktır (Espada vd., 2006).

1.3.12. Böbrek Enfarktüsü

Daha eski enfarktüsler, böbrek yüzeyinde kortikomedüller bileşkeye doğru daralan daha geniş bir tabana sahip, kama şeklinde, hiperekoik bir görünüme sahip olabilir. Son dönem böbreğe eşlik ettiklerinde düzensiz bir böbrek şekli gözlenir (Espada vd., 2006).

1.3.13. Neoplazi

Dalak veya karaciğer gibi diğer abdominal organlarda olduğu gibi, böbrek neoplazilerinin spesifik ultrasonografik özellikleri yoktur. Neoplaziyi teşhis etmek için böbrek biyopsisi veya İğne Aspirasyon Biyopsisi (FNA) gereklidir (Nyland vd., 2002). Neoplazi, bir bozulma ile ortaya çıkabilir. Lenfoma, köpeklerde ve kedilerde fokal veya multifokal hipoekoik alanlar ve kedilerde kortikal ekojenite de artış oluşturabilir (Sato ve Solano, 2004), mast hücreli neoplazili bir köpekte böbreğin dış konturunu bozan renal kortekste çok sayıda hipoekoik nodül tespit etmişlerdir (Espada vd., 2006).

1.3.14. Kireçlenme ve Böbrek Taşı

Kalsifikasyon ve böbrek taşı genellikle belirgin akustik gölgeleme ile yüksek derecede hiperekoik yapılardır. Hidronefroz ve hidroüreter eşlik edebilirler. Bazen divertiküler kalsifikasyon, böbrek taşı ile karıştırılabilir; bu gibi durumlarda, onları ayırt etmek için intravenöz piyelografi yapılmalıdır (Espada vd., 2006).

1.3.15. Diğerleri

Böbrek displazisi, kortikomedüller tanımı azalmış, küçük, düzensiz, hiperekoik böbrek ile karakterizedir. Nihai tanı histopatoloji gerektirir.

1.4. Doppler Ultrasonografi

Doppler Ultrasonografi; kan akım hızı ve karakterlerinin araştırılmasına olanak tanıyan invazif olmayan bir inceleme yöntemidir. Normal bir ultrason, görüntü üretmek için ses dalgalarını kullanır, ancak kan akışını gösteremez (Alkan, 1999).

1.4.1. Doppler Ultrasonun Tarihçesi

Doppler etkisi; 1842 yılında Avusturyalı Fizikçi ve Matematikçi Johann Cristian Andreas Doppler'in tanımlamış olduğu bir fizik prensibidir. John Cristian; yaklaşan ve uzaklaşan ses kaynaklarının frekansında artma ve azalma yönünden değerlendirildiğinde birbirine zıt şekilde frekans kayması olduğunu saptamıştır. Uzaklaşan frekanslı ses kaynağı frekansında azalma, yaklaşan ses kaynağı frekansında ise azalma tespit etmiştir. Bu prensip ultrasonografiye uyarlandığında; hareketli bir cisimden yansıyan ses frekansının, probdan gönderilen ses frekansına göre farklılık göstereceği söylenebilir. Günümüz teknolojisindeki ilerleme sayesinde kan akımının kalsifikasyon ve kantifikasyonunda temel yöntem olan doppler kayması prensibine dayalı Doppler ultrason yöntemi geliştirilmiştir (Alkan, 1999).

1.4.2. Doppler Ultrason Prensibi

Doppler sonografisi, yansıtıcının pozisyonundaki değişikliklerle sahada veya ses dalgası frekansında belirgin bir değişiklik anlamına gelen Doppler kayması prensibini uygular. Bu etki, 1842'de bu etkiyi öneren Avusturyalı bir matematikçi ve Fizikçi Johann Christian Andreas Doppler'den almıştır. Sonografide en yaygın yansıtıcı kırmızı kan hücreleridir (Bushberg, Antony, Edwinn ve John, 2002).

Doppler ultrasonografi ile akım incelendiğinde yankı kaynağı; eritrositlerdir. Temel olay saçılmadır. Bunun sebebi iletilen ses dalgalarının dalga boyunun, eritrosit yüzeyinden büyük olmasıdır. Eritrositlerden yansıyan ses dalgaları, üst üste birleşerek proba iletilir. Bu nedenle Doppler US'de frekansın olabildiğince yüksek seçilmesi gerekir. (Alkan, 1999).

1.4.3. Doppler Eşitliği

Kan akımının değerlendirilmesinde kullanılan en temel ilke; damara gönderilen ultrasonik ses dalgalarının frekansının, akımın hızına ve yönüne göre değişmesini

saptamaktır. İletilen ses dalgalarının frekansındaki değişim ‘‘Doppler Eşitliği’’ ile açıklanır (Alkan, 1999).

$$\Delta F = 2 \times Ft \times Vo \times \text{Cos } \theta / c \text{ (Seçil, 2013)}$$

(ΔF)= Doppler kayması (şifti)

(F_t)= Proben frekansı

(V_o)= Damar içindeki kan akımının hızı

(c)= Sesin dokudaki hızı (1540 m/sn)

(θ)= Ses demetinin açısı

Doppler eşitliğine göre doppler şifti (ΔF); kan akımının hızı (V_o), probun frekansı (F_t) ve ses demetinin damar duvarıyla yaptığı açının (θ) kosinüsü ile doğru orantılıdır (Alkan, 1999 ve Seçil 2013).

1.4.3.1. Doppler Kayması (Doppler Etkisi- Doppler Şifti) (ΔF)

Doppler etkisi, bir nesneye yaklaşırken veya nesneden uzaklaşırken ses frekansının değişmesine dayanır. Bilinen bir frekanstaki ultrason dalgaları, dönüştürücüye doğru hareket eden kan hücreleriyle karşılaştığında, yansıyan ses dalgalarının frekansında bir artış olur. Hareket ettikçe, frekans azalır. Frekanstaki değişime Doppler kayması denir ve kan akış hızına bağlıdır (Keally J ve Allister MC, 2000).

Doppler kayması, ses dalgaları ve yansıyan dalgalar arasındaki frekans farkıdır (Gugjoo, Saxena, Hogue ve Zama, 2014).

Hertz'de kaydedilen doppler frekans kayması, Megahertz'de kaydedilen sonografik frekansa kıyasla duyulabilir aralıktadır. Maksimum Doppler efekti, ses ışını hareketli reflektöre paralel olduğunda elde edilir. Bununla birlikte, pratik olarak ses dalgaları nadiren kan akış yönüne paraleldir. Bu nedenle, açılmanın etkisini düzeltmek için çeşitli hesaplamalarda Doppler açısı kullanılır (Nyland vd., 2002).

Ses frekansı harekete duyarlı olarak değişiklik gösterir. Yaklaştıkça tiz (yüksek frekanslı), uzaklaştıkça pes (düşük frekanslı) şeklinde göstermiş olduğu değişikliğe Doppler kayması(şifti) denir. Doppler kayması prensibi ile eritrositlerden iletilen sesin frekans değişimleri belirlenerek akımın hızı ve yönü ayrıntılı olarak incelenebilmektedir (Serhatlıoğlu, 2014).

1.4.3.2. Kan Akımının Hızı (Vo)

Doppler eşitliğinde bilinmeyen tek parametre olması nedeniyle doppler kayması kan akım hızı ile doğru orantılıdır. Hızın belirlenmesinde, kan damarı ile ses demeti arasındaki açının bilinmesi en önemli belirleyicidir (Alkan, 1999).

1.4.3.3. Ses Demetinin Damar Duvarıyla Yaptığı Açı (θ)

Açı küçüldükçe doppler kayması değeri büyür. Ultrason demetinin akımla yaptığı açı 90° ise akım saptanamaz ve doppler kayması sıfırdır. Açının 30° 'den küçük olması; ses demetinin büyük bir kısmının damar duvarından geri yansımaya, 60° 'den büyük olması ise; belirgin hız ölçüm hatalarına neden olur. Bu nedenle doppler açısı 30° - 60° arasında ayarlanarak akım hızı ölçülmelidir. (Alkan, 1999).

Doppler açısı 90° olduğunda frekans farkı saptanmaz. Bunun nedeni $\cos 90^\circ$ değerinin sıfıra eşit olmasıdır. 60° - 90° arasında olan açılarda anterograd ve retrograd akımlar ayırt edilemediğinden hatalı akım bilgisi ortaya çıkar. Ayrıca açının 60° geçmesi durumunda açıdaki ufak değişiklikler, kosinüs değerinde büyük değişikliklere neden olacağından en doğru biçimde değerlendirebilmek için ses dalgalarıyla akım yönü arasında 30° - 60° lik bir açı ayarlanmalıdır.

Gerçek maksimum hızı ölçmek için insidans açısı makinedeki sıfır ayarına olabildiğince yakın olmalıdır. Bu nedenle, frekanstaki bu değişikliği kaydetmek için, sorgulayan ultrason ışını, kan akışına paralel olmalı ve buna dik açılarda olmamalıdır. Işın kan akışına paralel değilse, insidans açısı etkilenir. Paralel olmayan hizalamada olduğu gibi artarsa, hesaplama hataları meydana gelecektir. Düzeltme faktörleri düşük insidans açıları ile kullanılabilir, ancak hatalı sonuçların insidans açıları daha büyük olabilir (Keally J ve Allister MC, 2000).

1.4.3.4. Proban Frekansı (Ft)

Probdan gelen frekansla doppler kayması değeri doğru orantılıdır. Frekanstaki şift genelde 0.2-15 kHz (insan kulağının duyabileceği değer aralığı) arasındadır. Gelen yankılardan saptanan bu frekans değişikliğinin geçen zamana göre değişimleri ses olarak izlenebildiği gibi grafik şeklinde de yazdırılabilir. Akım bilgisi, renkli doppler ultrason görüntüleme ise mavi ve kırmızı renklerle görüntü verir.(Alkan, 1999).

1.4.3.5. Sesin Dokudaki Hızı (c)

Doku içerisindeki ses dalgalarının hızı ortalama bir değer olarak 1540 m/sn belirlenmiştir. Doppler eşitliğinde frekans farkı belirsiz bir değer olduğu için yalnızca açığa bağlıdır (Seçil, 2013).

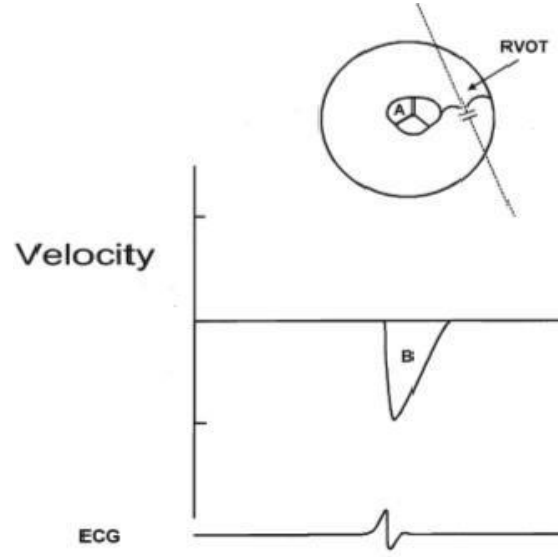
Kanın hücresel elementlerinin hızları akış sırasında farklıdır ve akım yönleri de damar duvarına paralellik yönünden değişiklik gösterebilir. Bu nedenle Doppler ultrason ile damarsal hastalıklar incelenirken damarın değişik kesimlerinden akımlar saptanarak belirlenmelidir (Alkan, 1999).

Eritrositler, her zaman aynı hızda hareket etmezler ve bu nedenle değişik frekans kaymaları oluştururlar (Seçil, 2013).

1.4.3.6. Doppler US'de İnceleme Parametreleri

Akım hızı frekansı ve akımın yönünü belirleyen faz değişikliği, doppler ultrasonun inceleme parametrelerini oluşturmaktadır. Faz değişikliği baz alınarak oluşturulan kırmızı ya da mavi renk kodlaması ve renklerin açık ya da koyu tonda görülmesi frekans kaymasından kaynaklanan bir durumdur. Akımın şiddetine zıt yönde düşük ve yüksek frekanslı problemler kullanılmalıdır. Yavaş akım için yüksek frekanslı prob kullanılır (Alkan, 1999).

Doppler cihazına geri dönen yankılar, spektral ekran olarak adlandırılan bir taban çizgisinin etrafında tepe noktaları ve oluklar şeklinde görüntüler oluştururlar. Dönüştürücüye doğru kan akışı, taban çizgisinin üzerinde görülür. Kan hücreleri çeşitli hızlarda hareket eder. Laminar ve laminar olmayan iki akış tipi vardır. Laminar akışta, bir damardaki kan hücreleri birlikte hızlanır ve birlikte yavaşlar. Bu durum görüntüde ince çizgiler veya tepe noktaları olarak görülür. Laminar olmayan veya türbülanslı akış çeşitli hızlara neden olur (Doppler kaymaları) ve bu eylem, ince çizginin spektral genişleme olarak adlandırılan genişlemesine neden olur. Doppler çalışmasının şematik gösterimi Şekil 1.15. de ifade edilmiştir (Keally J ve Allister MC, 2000).



Şekil 1.15. Pulmoner arterin pulmonik kapağın hemen ötesinde (distal) bir puls dalga Doppler çalışmasının şematik gösterimi

Bu sağ taraflı parasternal kısa eksen diyagramında, A, Doppler imleci pulmonik valf çıkışına paralel olarak yerleştirilir. Numune alma alanı (paralel çapraz çubuklar) ultrason ışını hattı boyunca seçilir (RVOT-sağ ventrikül çıkış yolu, A-aort). B, Doppler hız ekranı (spektral ekran) gösterilmiştir. Kan akışı transdüserden uzak olduğundan, ekran taban çizgisinin altındadır. Spektral ekran, tepe noktasının net tanımıyla gösterildiği gibi, düzgün bir kan akışını gösteren laminerdir (E. Fitzpatrick'in izniyle.) (Keally ve Allister, 2000).

1.4.4. Doppler Ultrasonda Görüntü Oluşumu

Ultrasondaki ses dalgaları probtan salınır ve farklı yüzeylerde yansımaya oluşturularak tekrar proba döner. B-mod ultrasonografide görüntü oluşturulurken proba geri dönen dalganın yansımaya miktarı ve proba geri dönen ses dalgasının gönderilmesiyle alınması arasındaki süre hesaplanır. Dönen dalgalar derinlik farkından dolayı farklı gri renk tonlarında yansımaktadır. B-mod incelemede yansıyan eko; faz, dalga boyu ve frekans bilgilerini de içermektedir. Doppler ultrasonda görüntü, tüm bu bilgiler kullanılarak yansıtılmaktadır (Seçil, 2013).

1.4.5. Doppler US ile Elde Edilen Akım Bilgileri

Doppler US ile elde edilen akım bilgileri kalitatif, kantitatif ve yarı-kantitatif olmak üzere üç başlık altında incelenmektedir.

1.4.5.1. Kalitatif Akım

- Akım karakteristiği
- Akım varlığı ve yönü

1.4.5.2. Kantitatif Akım

- Akım volümü
- Akım hızı

1.4.5.3. Yarı-kantitatif

- $RI = PS - ED / PS$
- PS / ED hız indeksi
- $PI = PS - ED / TMV$ (Seçil, 2013).

1.4.6. Doppler Görüntüleme Yöntemleri

Dört Doppler modu vardır. Continuous (Sürekli) dalga Doppler, spektral (dubleks) dalga Doppler, renkli Doppler ve power (güç) Doppler (Bushberg vd., 2002).

1.4.6.1. Sürekli Dalga (Continuous Wave) Doppler

Sürekli dalga Doppler, B-mod ultrason ile kombinasyon halinde kullanılır (Bushberg vd., 2002; Nyland vd., 2002, Gugjoo vd., 2014) .

Aralıksız bir şekilde ses dalgalarını alıp vererek ileten iki adet transdüser vardır. Sürekli dalga doppler akımın varlığını ve yönünü belirleyebilirken, akımın derinliğini ve sinyalin kaynağını saptamada yetersizdir. Daha çok ucuz ve taşınabilir olması nedeniyle yatak başı değerlendirmelerde tercih edilir. Yüzeysel damarlardaki akımın değerlendirmesinde de oldukça faydalıdır (Seçil, 2013).

Sürekli dalga Doppler'de, biri sürekli ses dalgaları yayan diğeri sürekli yankılar alan iki ayrı kristal kullanılır (Bushberg vd., 2002).

Sürekli dalga yöntemi, doppler verilerini değerlendirmenin en kolay yöntemidir. Problarda biri devamlı ses dalgaları üreten, diğeri dönen dalgaları saptayan üst üste yerleştirilmiş iki transduser bulunur. Ses dalgası aralıksız devam ettiğinden, yöntemin aksiyal rezolusyonu yoktur ve bu nedenle sesin nereden geldiği tespit edilemez. (Alkan, 1999).

Sürekli örnekleme nedeniyle, sürekli dalga Doppler ile çok daha yüksek hızlar kaydedilebilir, bu da Doppler kaymasını ölçmek için son derece hassas hale getirir. Sürekli dalga Doppler ile ilgili temel sorun, ses dalgasının yolu boyunca gelen tüm

Doppler kaymalarını ölçmesi ve böylece kan akış hızının farklı damarlardan ayırt edilmesinin mümkün olmamasıdır (Gugjoo vd., 2014).

Bu yöntemde belirlenen frekans değişikliği ses şeklinde iletilir. Dinlenmek suretiyle akımın hızı, pulsatilitesi ve türbülansı değerlendirilir. Ses spektrum analizinde değerlendirmenin ustalık istemesi, yöntemin kullanımını sınırlar. Zira ses spektrum analizi kalitatif ve subjektif olmalıdır. Akımın varlığını saptamak basit bir işlem olup vasküler cerrahide periferik kanlanmanın araştırılmasında sık olarak kullanılır (Alkan, 1999).

1.4.6.2. Spektral Dalga (Pulsed Wave - PW) Doppler

Ses dalgaları gruplar halinde gönderilir. Verilen ve geri alınan ses dalgası arasında belli bir süre kalması ile meydana gelen Doppler şifti, sesin hangi düzeyden geldiğinin bilgisini verir. Doppler özelliğinin gerçek zamanlı B-mod ultrason görüntü ile birleştirilmesi sayesinde Duplex Doppler görüntüler oluşturulur. Böylece dönen ses dalgaları hem gerçek zamanlı görüntü, hem de Doppler dalga formunu gerçekleştirerek görüntü oluşturur. Puls tekrarlama frekansı (pulse repetition frequency = PRF), saniyede gönderilen ses dalgası pulsudur (Seçil, 2013).

Doppler görüntüleme sonuçları, dalga şeklinde gönderilen ses demeti frekansı ile elde edilir. Puls olması sebebiyle yansıma süresi hesaplanır akımın yeri saptanabilir. Spektral dalga doppler B-mode görüntüleme ile kombine olarak çalışır. Doppler analizi yapılacak bölgenin yeri, boyutu ve ses demetinin açısı B-mode ultrason görüntü sayesinde saptanır. Dönen ses dalgalarından çıkarılan frekans farkı cihazın monitöründe, hız-zaman (cm/sn) veya frekans/ zaman grafiği şeklinde gerçek zamanlı olarak izlenebilir (Alkan, 1999).

Dupleks Doppler görüntüleme, iki boyutlu ve sürekli dalga görüntüleme biçimlerinin monitörde aynı anda görüntülenmesi anlamına gelir. Bu, operatörün 2-B formatındaki derinliğe veya konuma küçük ayarlamalar yapmasına ve aynı ekranda Doppler değişikliklerini gözlemlemesine izin verir. İki format arasında geçiş yaparken küçük bir gecikme fazı oluşur (Keally ve Allister, 2000).

Dupleks Doppler, M-mod (motion mode) ultrasonun bir analogudur ve inceleme zamansal çözümlene yapılmasına olanak sağlayan temporal rezolüsyon yöntemidir (Seçil, 2013).

Duplex ultrasonda B mode yöntemi ile kan damarlarının patomorfolojisi incelenir. Vasküler sistemin özellikle daralma, trombüs ve aterosklerotik plak olup olmaması yönünden değerlendirilmesinde, görüntü kalitesinin yüksek olması oldukça önemlidir .(Alkan, 1999).

1.4.6.3. Renkli (Color) Doppler (CD)

Dopplerde akım bilgisi ile dokuya gönderilen bir puls çizgisi boyunca odak olarak birçok örnekleme yapılırsa multifokal doppler yapılmış olur. Bu sayede birçok odaklama ile elde edilen akım bilgisi, akımın proba göre yönünü ve hızını saptamada olması gerektiği kadar duyarlıdır. Bu durum geometrik rezolüsyonun karşılığı olarak değerlendirilebilir (Alkan, 1999).

Renkli Doppler görüntüleri, bir spektral görüntüleme çeşididir, ancak spektral değerler grafik yerine renklerle ifade edilir. Akımın yönü proba bağlı olarak mavi veya kırmızı renkle görüntülenir. Akımın hızı rengin tonlarıyla belirlenirken, parlak tonlar hızlı akımı, koyu tonlar yavaş akımı ifade etmektedir. Venöz damar görüntülemelerde düşük, arteriyel damar görüntülemelerde ise yüksek değerler kullanılır (Alkan, 1999).

Sürekli dalga Doppler'in bir varyasyonu olan Renkli Doppler, bir görüntü içindeki birçok alanda kan akış hızını kaydeder ve hızlar renk kodludur. Renkli Doppler için kırmızı ve mavi renk yaygın olarak kullanılır; kırmızı renk dönüştürücüye doğru kan akışını, mavi renk ise dönüştürücüden uzak akışı temsil eder (Bushberg vd., 2002; Nyland vd., 2002; Gugjoo vd., 2014) . Renkli doppler kalitatif bir yöntemdir (Alkan, 1999).

Renkli Doppler görüntüleme, açıya bağlıdır ve 90 derecede kaydedilen Doppler kayması sıfırdır. Renkli Doppler ile ilgili temel sınırlama, ortalama hızın ve sadece sınırlı maksimum hızın görüntülenebilmesidir (Nyland vd., 2002).

Renkli Doppler ortalama Doppler frekans kaymasına dayanır ve bu nedenle ses tabanına göre farklı renkte hareket eden kan hızının yönlü bir bileşenin ölçüsüdür (Şekil 1.16.)(Jonathan vd., 1994).



Şekil 1.16. Böbrek Doppler USG görüntüsü

(a) CD (Color Doppler) ve (b) PD (Power Doppler) uzunlamasına görüntüleri normal renal korteksi göstermektedir. Düz oklar her iki görüntüde de böbrek sınırlarını gösteriyor. Genlik haritasını temsil eden her iki görüntüde sol üst köşedeki renkli oval renk skalası renk haritasını göstermektedir (Jonathan vd., 1994).

Maviden sarıya kadar birkaç renk haritayı oluşturur. Merkezden çevreye doğru bir renk değişimi artan gücü gösterir, böylece mavi en düşük gücü ve sarı en yüksek gücü temsil eder. Renal korteksin çevresindeki dokulara göre artmış perfüzyonunun bir sonucu olduğuna inanılan, renal korteksdeki yaygın sinyale dikkat edilmesi gerekir. Ayrıca, yüksek güç alanları (daha parlak sarı alanlar) arasına serpiştirilmiş kule gücü alanları (turuncu) ile kortikal perfüzyonun homojenliğini kontrol etmek lazımdır. PD'de görüntülenen ve CD görüntüsünde olduğundan daha fazla sinyal vardır. Ayrıca, korteksten uzaklaştıkça, daha az parlak sarı rengi ve daha derin portakal renginin ortaya çıktığı gibi, yakın korteksten daha az güç olduğu görülmektedir. Bunun nedeni sinyalin zayıflamasıdır. Bununla birlikte, CD görüntüsünde korteksten uzaklaştıkça akış hızının azaldığı unutulmamalıdır. Her iki görüntü de 800 Hz'lik bir nabız frekansında yapılmıştır. PD görüntüsünün kare hızı saniyede 4.9 karedir ve CD görüntüsü için saniyede 5.3 karedir. PD görüntüleme duvar filtresi kullanılmazken, CD görüntüleme 50 Hz idi (Jonathan vd., 1994).

Renkli Doppler, iki boyutlu anatomik görüntüyü veya M modu ekranı kan akışıyla gösteren bir PW Doppler formudur. Dönüştürücüye doğru veya dönüştürücüden akış yönlerini gösteren renk, genellikle kırmızı veya mavimsi gri tonlamalı görüntünün üzerine bindirilir. Görüntüleyen türbülansı (sarı veya beyaz) gösteren renk akışı modellerindeki değişiklikleri belirleyerek, görüntüleyici akış bozulması alanını hızlı bir şekilde ölçebilir (Keally ve Allister, 2000).

Ortalama Doppler frekans kaymasına dayanan Renkli Doppler (CD) ultrasonografisinin (USG), ultrasonografik görüntülü tanı yöntemlerinde faydalı bir yardımcı olduğu kanıtlanmıştır. Bununla birlikte, kazanç çok yüksekse veya eşik çok düşükse, açı bağımlılığı ve kenar yumuşatma durumunda gürültünün akış sinyalini aşma eğilimi de dahil olmak üzere bazı eksiklikleri vardır (Jonathan vd., 1994).

1.4.6.4. Power (Güç) Doppler

Görüntünün, inceleme alanından elde edilen sinyallerin gücü ile ilgili olarak elde edildiği, yeni geliştirilen bir Doppler yöntemidir.(Seçil, 2013).

Power Doppler, Doppler sinyalinin toplam gücünü yön bilgisi kullanmadan analiz eder (Bushberg vd., 2002).

Power Doppler görüntüleme, yön ve hız bilgisi kullanılmaz, görüntü sadece Doppler kaymasının intensitesi sayesinde oluşturulur (Seçil, 2013).

Çizelge 1.2. Doppler Görüntüleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması. (Burk ve Acherman, 1995).

Ekokardiyografik Tipi	Anatomik Yapıları Gösterme Gücü	Anatomik kan akışına duyarlılık	Kan akışının muayenesi	Ventrikül fonksiyonlarının ölçümü
M Mod ekokardiyografi	Sınırlı	Duyarlı değil	Anormal kapak hareketi Ventriküler septal hareket Hipertrofi, dilatasyon	Son ventrikül fonksiyon ölçümü
B Mod ekokardiyografi	Çok iyi	Duyarlı değil	Büyük damarların dilatasyonu	Ventriküler fırlatma fraksiyonu
PW doppler	Yok	Duyarlı	İndirekt	Kan akım hızı (aort ve kapaklar)
Renkli doppler	Yok	Duyarlı	Direkt	Yok
CW doppler	Yok	Duyarlı	Kan akım hızı ve basınç farkları	Kan akım hızı (aort ve kapaklar)

Doppler sinyalindeki güç, Doppler çifti oluşturan kırmızı kan hücrelerinin toplam sayısı ile belirlenir. Bu kan hücrelerinin değerlendirilmesinde açı daraltılıp genişletildiğinde Doppler kayması değişirken gücünde bir değişiklik saptanmaz. Sadece frekans kayması sıfırken gücün de sıfır olduğunu görülür (Seçil, 2013).

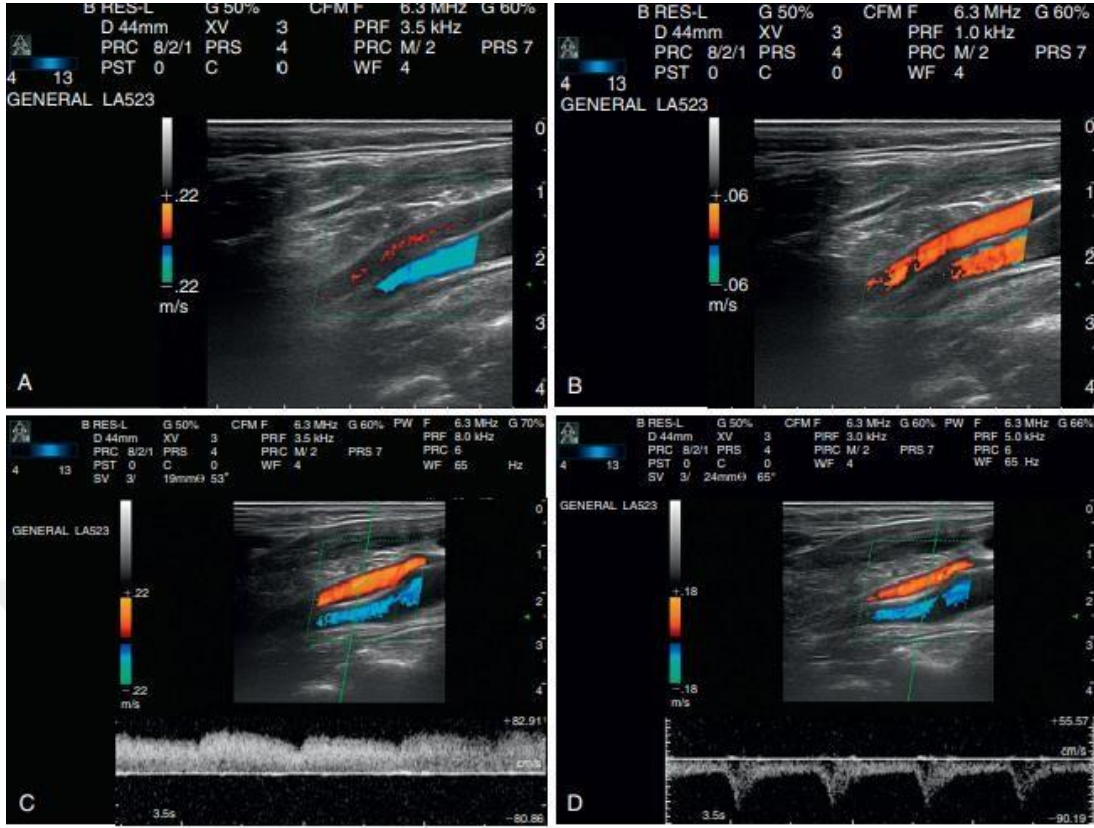
Renkli Doppler ile karşılaştırıldığında Power Doppler'in ana yararı, çok düşük hızda kan akışını tespit edebilmesi, Doppler açısından bağımsız olması ve açı yumuşatma yapısına eğilimli olmamasıdır. Renkli Doppler ve Power Doppler görüntü karşılaştırılması Şekil 1.16.'da gösterilmiştir (Rubin, Bude, Carson, Bree ve Alder, 1994).

1.4.7. Önemli Doppler Artefaktları

1.4.7.1. Örtüşme ve Aralık Belirsizliği Artefaktı

Darbeleri dalga ve renkli Doppler görüntüleme, düzenli olarak zamanlanmış darbeleri bilgi örneklerinden Doppler kaydırma sinyallerini yeniden oluşturur. Giden ve gelen darbeler üst üste binmeyi önlemek için zamanlanmış olmalıdır veya örtüşme meydana gelir. Yüksek hızda kan akışı yumuşatmaya neden olur. Daha derin damarları örneklerken de ortaya çıkar, çünkü PRF, bir pulstan gelen yankıların bir sonraki puls dizisi iletilmeden önce geri dönmesi için zaman tanıyacak şekilde azaltılır (Şekil 1.17.) (Smallwood ve George, 1993).

Daha ayrıntılı olarak, darbeleri dalga Doppler (renkli doppler dahil), kesin olarak yorumlanabilecek bir maksimum frekans kaymasına sahiptir; bu frekans Nyquist limiti olarak bilinir. Ultrasonun örnekleme hızı, kan akışı bilgilerinin doğru bir şekilde yorumlanması için geri dönen yankılarda bulunan en yüksek frekans kaymasının iki katı olmalıdır. Nyquist sınırı aşıldığında, örtüşme oluşur. En yüksek kaydırılan frekansları temsil eden spektral ekranın bölümleri, taban çizgisinin karşı tarafına sarılarak yanlış sinyaller üretir. Türetilmiş frekans, gerçek Doppler kaymasından çok daha düşüktür. Sinyaller negatif kayma olarak görüntülenebilir ve Doppler spektral ekranında daha düşük frekanslar olarak görünebilir veya "takma ad" olarak gösterilebilir (Şekil 1.18. ve 1.19.). Bir sonraki darbe tüm ekolar iade edilmeden iletilirse, aralık belirsizliği ortaya çıkabilir. Renkli Doppler için, kenar yumuşatma bir renk spektrumunun diğerine "sargısı" olarak görülür (Şekil 1.20.) (Smallwood ve George, 1993).

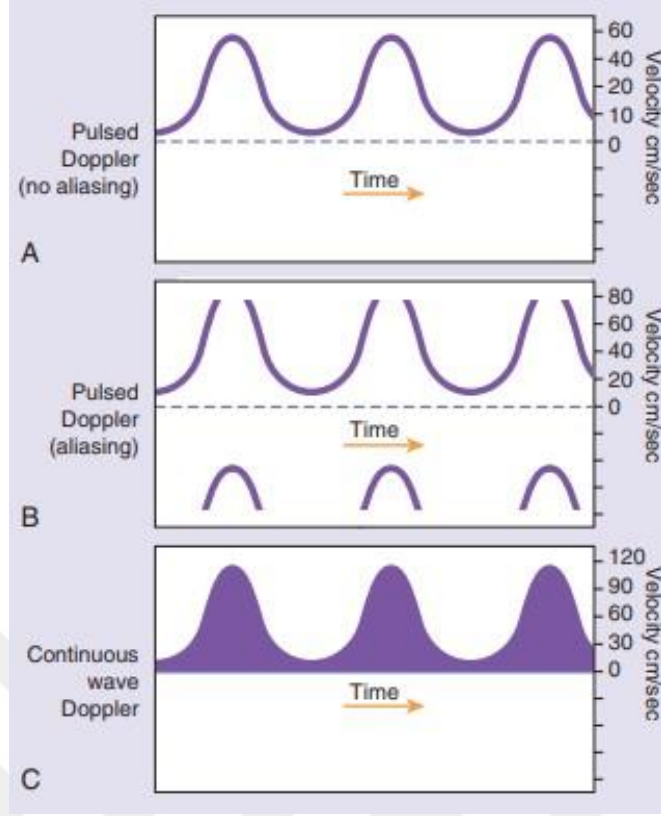


Şekil 1.17. Darbe tekrarlama frekansının (PRF) Doppler görüntüsü üzerindeki etkileri

Farklı akış hızlarına sahip iki kan damarı yan yana görülmektedir. Bu iki damar içindeki kan akışını doğru bir şekilde görüntülemek için iki farklı PRF ayarı kullanılmalıdır. Bu örnek, Doppler ayarlarının bir damar için doğru olmasına rağmen, komşu bir damar için doğru olmayabileceğini göstermektedir. Doppler görünümüleri PRF ayarından doğrudan etkilenir. A, CDH örnek alanı (noktalı yeşil çizgiler) içinde, yakındaki kan damarı yalnızca hafif renk kodlu (kırmızı), daha derindeki kan damarı ise renkle (mavi) iyi doludur. PRF 3.5 kHz'dir ve ± 0.22 metre/saniye (m/sn) ortalama hız ölçeği görüntülenir. Bu örnekte, PRF yakındaki kan damarındaki yavaş akışı doğru bir şekilde görüntüleyemeyecek kadar yüksektir (yani yeterince hassas değildir), ancak daha derindeki kan damarı içindeki daha hızlı akışı doğru bir şekilde görüntülemek için uygun şekilde ayarlanmıştır. B, Bu görüntüde, PRF 1 kHz'e düşürülerek, ± 0.06 m/sn'lik bir renk çubuğu ölçeği elde edilmiştir. Yakındaki damardaki yavaş kan akışı artık doğru bir şekilde görüntüleniyor. Ancak, daha derin damar renk haritası yanlış (A'da görüldüğü gibi dönüştürücüden uzakta mavi olmalıdır). PRF, doğru bir renkli harita gösterimi için çok düşük. Ortalama hız $0,06$ m/sn'yi aştı ve rengin kırmızı olarak gösterilen üst kısmına dolandı. Bu, renkli Doppler örtüşmesine bir örnektir. C, Bu tripleks Doppler görüntüsünde, kan akış yönünü güvenilir bir şekilde belirlemek için her iki kan damarı da uygun şekilde renk eşlenir. Yakın damara darbeli dalga Doppler uygulandı. Spektral izleme, taban çizgisinin üzerinde nispeten pulsatil olmayan bir dalga formu (venöz) gösterir, bu da kan akışının dönüştürücüye doğru olduğunu gösterir (renkli Doppler bilgisi ile tutarlıdır). PW PRF 8 kHz'dir ve gerçek kan hızı yaklaşık 60 cm/sn'dir (PW ölçeği yaklaşık ± 80 cm/sn'dir). D, PW örnekleme kapısı, spektral izlemede taban çizgisinin altında bir arteriyel dalga formu göstererek daha derindeki damara kaydırılmıştır. Taban çizgisinin yukarıda $+55$ cm/sn ve aşağıda -90 cm/sn ile değiştiğine dikkat edin. Kullanıcı bilgilerinin tam tamamlayıcısı, tripleks görüntülerin C ve D başlığı boyunca mevcuttur. B modu bilgileri en soldadır (artı PW örnek boyutu, derinlik ve Doppler açısı), renkli Doppler bilgisi ortada ve PW bilgi sağdadır (Smallwood ve George, 1993).

Örtüşme çeşitli şekillerde azaltılabilir veya ortadan kaldırılabilir. Tartışıldığı gibi, taban çizgisi tüm yüksekliğin (hız veya Doppler kayması) gösterilmesine izin vermek için kaydırılabilir (bakınız Şekil 1.19. B). Nabız tekrarlama hızı (hız ölçeği) arttırılabilir (örn. 1 kHz'den 3 kHz'e) (bkz. Şekil 1.19. C ve 1.20. B). Son olarak, daha düşük frekanslı bir Doppler darbesi seçilebilir (örneğin, 7 MHz ila 4 MHz) (Robinson, Wilson ve Kossof, 1981).

Ekolar hızla geri döndüğünden sığ derinliklerde yüksek nabız tekrarlama oranları mümkündür. Bu nedenle, yüksek akış hızları darbeli Doppler ultrasonografi ile sığ derinliklerde ölçülebilir. Daha derinlerde nabız hızı, bir sonraki nabız iletilmeden önce yankı geri dönüşünü sağlamak için daha yavaş olmalıdır. Ölçülebilen maksimum hızlar da buna göre daha düşüktür. Yüksek pulserepetisyon oranının istenmeyen bir yan etkisi, aralık belirsizliği ve hayalet numune hacimlerinin oluşturulmasıdır. Daha derin damarlarda yüksek akış hızları mevcutsa darbeli Doppler ultrasonografi ile örtüşme olacaktır, çünkü örnekleme hızı gerçek hızı ölçmek için yetersiz olacaktır (Rahmouni, Bargoin ve Herment, 1996),

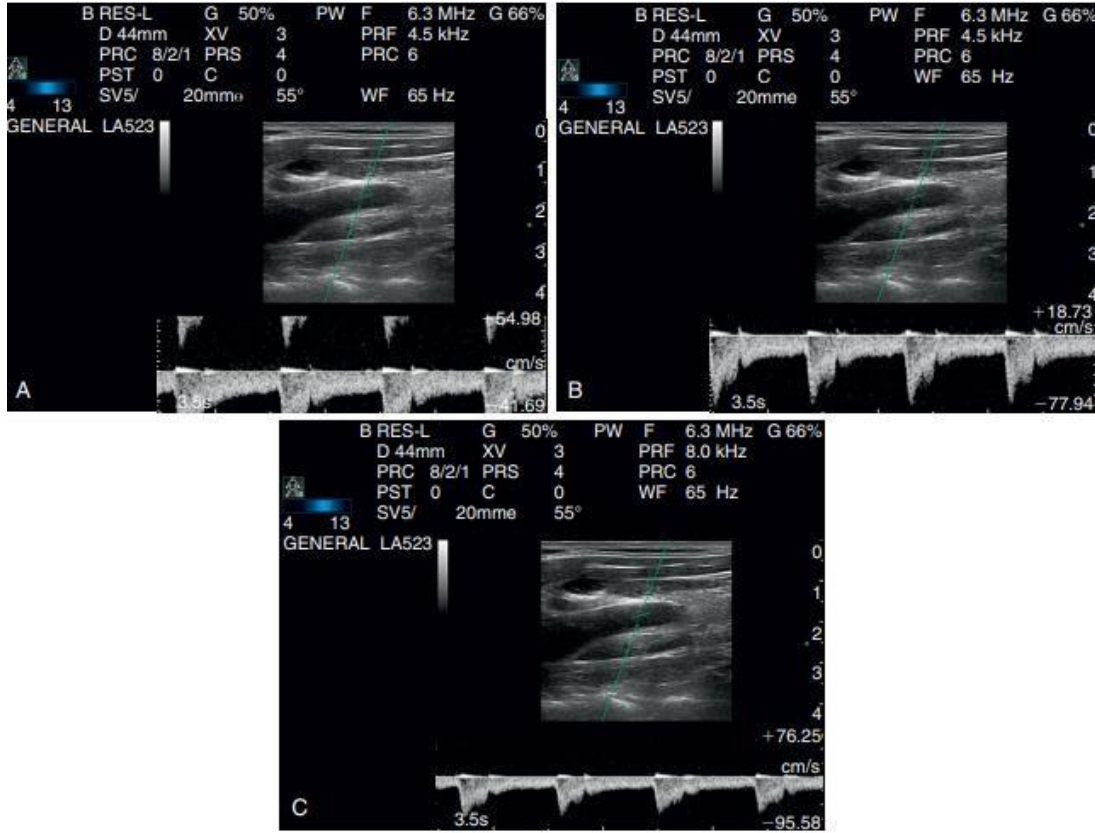


Şekil 1.18. Örtüşme illüstrasyon

Örtüşme, darbeli Doppler örnekleme hızı, yüksek kan akışının ürettiği frekans kaymasını doğru bir şekilde kaydetmek için çok yavaş olduğunda meydana gelir. Doğru yorumlanabilen en yüksek frekans kayması Nyquist limiti olarak bilinir. A, Darbeli Doppler spektral ekranı, Nyquist limiti aşılmamışsa, düzgün bir şekilde akışı, örtüşmeden kaydeder. B, Nyquist limiti aşıldığında, darbeli Doppler spektral izlemesi taban çizgisinin karşı tarafına sarılarak Aliasing yüksek kan akışıyla tanınır. C, Sürekli dalga Doppler görüntüleme kullanıldığında yüksek hızlı akış düzgün şekilde görüntüleniyor (Rahmouni vd., 1996).

Yüksek nabız tekrarlama oranları Nyquist sınırını artırır, ancak bir önceki nabızdan gelen tüm ekolar bir sonraki nabız zamanına kadar dönmediyse aralık belirsizliğine neden olabilir. Derinlik ayrımcılığı kısmen kaybolur çünkü akış hızı bilgisi birden fazla tesisten örneklenecektir. Bu, B modunda ve Doppler ultrason görüntülemeye artefaktlar oluşturabilir. Spektral Doppler'de bu etki, birincil numune hacmine ek olarak ekranda ek hayalet numune hacimlerinin görünmesine neden olarak operatöre aralık belirsizliğinin bulunduğunu bildirir. İlave örnekleme sahaları, akış bilgilerinin birincil numune hacmi ile sınırlı olacak şekilde başka herhangi bir kabın dışına konumlandırılabilmesi durumunda kabul edilebilir. Kenar yumuşatma meydana gelirse, daha düşük bir frekans dönüştürücüsüne geçmek veya ışının olay açısını 90 dereceye daha yakın arttırmak, frekans kaymasının büyüklüğünü azaltabilir ve kenar yumuşatmayı ortadan kaldırabilir. Ancak, 60 derecenin üzerindeki olay açısındaki

küçük değişiklikler, hesaplanan hız. Bu nedenle, olay açısı hesaplamasındaki herhangi bir hata, hız belirlenmesinde büyük hatalara neden olacaktır.



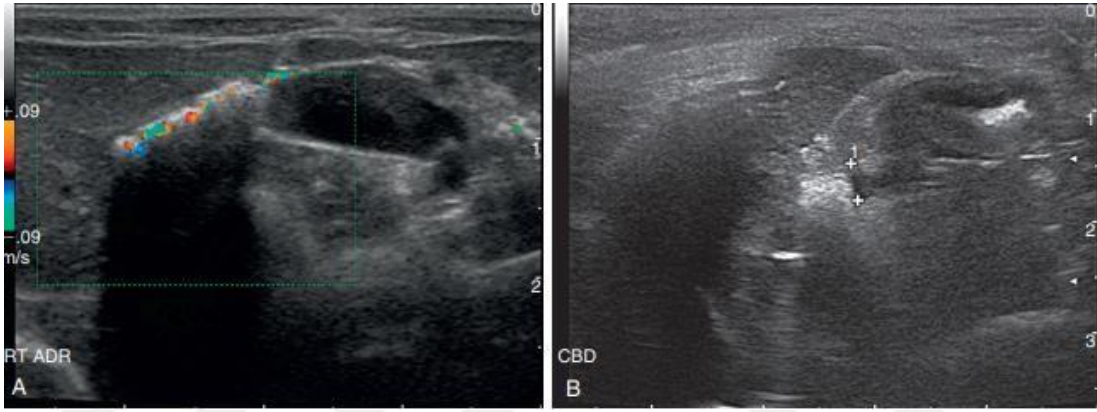
Şekil 1.19. Darbeli dalga Doppler örtüşme, darbe tekrarlaması frekansı (PRF) ve temel konum

A, 4,5 kHz'lik bir darbe tekrarlaması frekansı (PRF) kullanılarak yapılan bir darbeli dalga (PW) spektral izlemesinin diğer adı. PRF, kan akışının hızını doğru bir şekilde görüntüleyemeyecek kadar düşük, bu da sarmal takma artefaktı yaratıyor. B, Kan akışının yönüne bağlı olarak taban çizgisini yukarı veya aşağı hareket ettirmek, örtüşmeyi ortadan kaldıracak bir yöntemdir. Bu örnekte, spektral izlemenin tüm yüksekliğini barındırmak için taban çizgisini yükseltmek mümkün olmuştur. Şimdi, taban çizgisinin üzerinde 18 cm/sn görüntülenirken, aşağıda yaklaşık 78 cm/sn görüntülenir. Bu, yaklaşık 70 cm/sn'lik dalga biçimi hızını görüntülemek için yeterlidir. 4,5 kHz'lik PRF değişmez. C, Örtüşmeyi ortadan kaldırmanın bir başka yöntemi de PRF'yi arttırmaktır. PRF'yi 4,5 kHz'den 8 kHz'e yükselterek, spektral dalga biçimi kolaylıkla uyumlaştırılır. Ölçek, nispeten ortalanan taban çizgisinin altında 95.58 cm/sn ve üstünde 76.25 cm/sn'ye yükseldikçe dalga formunun boyutunun azaldığına dikkat edin. B'ye gelince, bu arterin maksimum hızı yaklaşık 70 cm/sn'dir (Rahmouni vd., 1996).

Yüksek kan akış hızları ve derin damarlar sürekli dalga Doppler ultrasonografi kullanılmasını gerektirir, ancak derinlik ayrımcılığı kaybolur. İlgilenilen bölge, sürekli dalga Doppler ultrasonografi ile ışın içindeki tek kan akışı bölgesi olmalıdır (Louvet, 2006).

1.4.7.2. Pırlı Artefaktı

Parlayan artefakt, kistik taş gibi güçlü bir şekilde yansıtıcı, hiperekoik yapılardan bir renk akışı Doppler sinyali üretir. İlk olarak 1996 'da insan tıbbi literatüründe tanımlanmıştır ve o zamandan beri veterinerlik tıbbında incelenmiştir. Parıldayan artefakt her zaman ortaya çıkmaz, ancak bir kalkülüsün yüzeyi pürüzlü veya düzensiz olduğunda daha sık görülür. Analiz kompozisyonundan bağımsız olarak ortaya çıkar. İlginç bir şekilde, idrar kesesi kristalüri, idrar tahlilinden daha çok pırlı artefaktının varlığı ile tespit edilmiştir. Çeşitli türlerde ve yerlerde pırlı artefaktının görüldüğü bildirilmiştir (Şekil 1.20.) (Louvet, 2006).



Şekil 1.20. Parıldayan artefakt

A, Kedi adrenal bezinin mineralizasyonundan kaynaklanan parıldayan artefakt. Adrenal bezin düzensiz mineralize yüzeyinin hemen derinliklerinde, parıldayan bir artefakt olan renkli Doppler sinyali gözlenir. Güçlü akustik gölgeleme de mevcuttur. B, Genişlemiş bir safra kesesi içinde akustik gölgeleme gösteren büyük bir safra taşı mevcut. B, canlı renkli Doppler parıldayan artefaktı gösteren renkli Doppler ile (Louvet, 2006).

1.4.8. Ultrasonun Avantaj ve Dezavantajları

Ultrasonografinin veteriner görüntülemeadaki avantaj ve dezavantajları aşağıdaki gibidir (King, 2006).

1.4.8.1. Avantajları

-Rutin incelemeler sonucunda zararlı herhangi bir biyolojik etkisinin olmadığı görülmüştür. Ultrason hasta, hekim ve yakınlardaki personel açısından güvenli bir prosedür olarak değerlendirilmektedir ve uygulama sırasında herhangi bir özel önlem almaya gerek yoktur.

- Non-invazivdir bu nedenle sedasyona alınmamış hayvanlarda rahatlıkla tolere edilebilir.
- Hastalığın ilerlemesini moniterize etmek için veya tedaviye yanıt alınıp alınmadığını anlayabilmek için birçok inceleme yapılabilmesine olanak tanımaktadır.
- Muayene sırasında görüntüler eş zamanlı olarak elde edilebilmektedir.
- Hekimin kendini güvende hissedebilmesi için deneyim ve bol bol uygulama yapması gerekmesine rağmen deneyimsiz hekimler tarafından da kolaylıkla öğrenilebilir ve uygulanabilir.
- Organların hacimleri, içyapıları ve patolojik bozukluklar ayrıntılı olarak değerlendirilebilmektedir.
- Cihazın taşınabilir olması dolayısıyla muayene her ortamda yapılabilir.
- Düşük maliyetli, çabucak kullanılabilen ve hemen bilgi elde edilebilen makinelerdir.

1.4.8.2. Dezavantajları

- Şişman köpeklerde kaliteli görüntü alınamamaktadır.
- Ultrason ışınının nüfuz edemediği hava ile dolu yapılara ve kemiğe ultason dalgalarının penetrasyonun yetersiz olması nedeniyle kullanımı sınırlanmaktadır.
- Artefakt oluşmasına neden olan etkenlerin varlığı görüntü kalitesini fazlasıyla olumsuz yönde etkilemektedir.
- Teşhise gidilirken fizyolojik ve patolojik yapı ayrılmaya çalışıldığı için uygulayan hekimin bölgenin anatomisini çok iyi bilmesi gerekmektedir (King, 2006).

1.4.9. Köpeklerde Renal Ultrasonografi

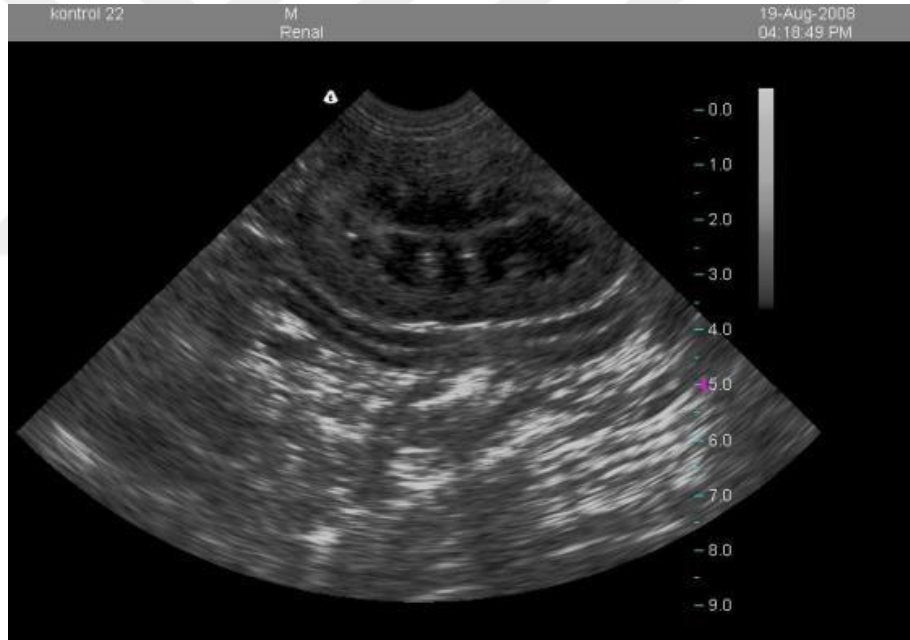
Renal ultrasonografi böbreklerin fonksiyonu hakkında bilgi veren, böbreğin iç yapısını incelemeye olanak tanıyan non-invaziv görüntüleme tekniğidir (DiBartola, 2005; Nyland, 2002).

1.4.9.1. Muayene Tekniği

Küçük ve orta ırk köpeklerde 7.5 MHZ, büyük ırklarda ise 5 MHZ prop kullanılmaktadır. Böbrekler dorsal veya lateral yatış pozisyonu ile rahatlıkla incelenebilmektedir (Nyland, 2002; Cartee, 2001) Sol böbrek median hattın solunda,

göğüs kafesinin ve dalağın kaudalinden incelenebilmektedir. Sağ böbreğin sola göre, göğüs kafesindeki yerleşiminden dolayı görüntülenmesi çok daha zordur. Kranial ucu genelde mide ve bağırsakların altına gizlenmiştir. Hasta lateral pozisyondayken 10. ve 12. interkostal boşluktan çok daha rahat görüntü alınabilmektedir (Nyland, 2002; Cartee, 2001).

Böbrekler üç açıdan incelenebilmektedir. Sagittal düzlemde oval bir yapıya sahipken, dorsal düzlemde fasulye şeklindedir. Transversal düzlemde ise hilus bölgesinde oval, uç kısımlarda ise yuvarlaktır (Nyland, 2002). Renal korteks homojen yapıda ve karaciğer ve dalağın parankimine göre daha hipoekojeniktir. Renal medulla hipoekojeniktir ve sagittal düzlemde medullar piramitler anekoyiktir. Dorsal düzlemde anekoyik medulla renal sütunlar ve ekojenik pelvik divertikül tarafından ayrılmıştır. Böylece tipik kelebek görüntüsü şeklini almıştır (Şekil 1.21).



Şekil 1.21. Böbreğin normal ultrasonografik görüntüsü (Nyland, 2002).

1.4.9.2. Nabız Dopplerde RI (Rezistif İndeks) Değeri

RI nabız doppler ile tespit edilen, bir arterioldeki periferel damar direncini gösteren birimsiz bir değerdir (Biricik, Öztürk ve Şındak, 2003; Morrow vd., 1996). RI değeri böbrek hastalıklarının doppler ultrasonografi ile incelenmesinde kullanılan parametrelerden birisidir (Koma, Kirberger ve Sholtz, 2005). İnsanlarda böbrek nakillerinin incelenmesinde, obstruktif ve non-obstruktif hastalıkların ayrılmasında,

akut renal yetmezliğin tanısına yardımcı olarak, hastalığın ilerleyişinin ve tedaviye alınan cevabın takibinde kullanılmaktadır. Hayvanlarda RI değeri, kongenital displaziler diüretik etkiler, uriner obstruksiyon, akut ve kronik renal yetmezlik, ya da akut tubuler nekrozun neden olduğu vasküler rezistanstaki değişikliklerin değerlendirilmesinde belirleyicidir (Novellas vd., 2007; Novellas vd., 2008). Bunun dışında, radyolojik kontrast madde verilimi ile oluşan akut böbrek yetmezliğinde ve deneysel olarak oluşturulan üretral tıkanıklık sonucunda da köpeklerde RI değerindeki değişimler dikkate alınmaktadır. Köpeklerde yapılan retrospektif bir çalışmada renal hastalıklarda, RI değerinin yüksek derecede spesifiteye (%96) ve zayıf sensitiviteye (%35) sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durum normal ultrasonografik ve klinikopatolojik parametrelere sahip fakat yüksek RI değerine sahip hayvanlarda ilave tanısal yöntemlere başvurulmasının gerektiğini göstermektedir (Mitchell ve ark. 1998). RI değeri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır; (Mitchell vd., 1998).

$$RI = (PS) - (ED) / (ED)$$

PS: Ortalama sistolik hız

ED: Son diastolik hız

Dokunun vasküler direnci ile RI değeri arasında bir ters orantı mevcuttur. Eğer dokunun damar direnci artarsa RI değeri düşer, azalır artmaktadır (Biricik vd., 2003, Morrow vd., 1996). Ayrıca damarlarda daralmaya neden olan renal zedelenme gibi durumlarda diastolik kan akımı, sistolik kan akımına göre daha çok azalmaktadır. Bu sayede oluşan pik sistolik hızın son diastolik hıza göre daha fazla oranda azalmasına yol açmakta, bu da RI değerinin yükselmesine neden olmaktadır. RI değerinin hesaplanması, damar akım hızına göre daha anlamlıdır. Bunun nedeni, damara uygun açının derecesi ve damar boyutu hesaplamaya katılmadığı için böbreklerdeki gibi çok küçük damarlarda bile hesaplanabilmesidir (Morrow vd., 1996).

İntrarenal RI'ye etki eden faktörler aşağıdaki gibi özetlenmiştir (Krumme ve Hollenbeck, 2006).

➤ Stenoz Varsa Boyutları

Damarların belirgin bir şekilde daralmış olması sistolik akım hızının pikinde azalmaya neden olur. Stenoz olduğu durumlarda son diastolik hız arttığından dolayı RI azalır, çünkü sistolik akım hızı orantıdaki belirleyicidir (Krumme vd., 2006).

➤ Vaskular Sistemin Genişlemesi ve Sertleşmesi

Renal arterleri besleyen aorta veya iliak arter gibi damarların renal RI üzerinde önemli bir etkisi vardır (Krumme vd., 2006).

➤ Renal Olmayan Nedenler

Renal olmayan nedenlerin zamanla intrarenal RI üzerine etkisi oluşmaktadır. Örneğin taşikardi durumlarında sistolik pik daha erken başladığından RI'nın düşmesine neden olur. Benzer olarak bradikardi de, sistolik pikin daha geç başlaması ve daha düşük son diastolik hız RI değerinin yükselmesine neden olur. Ayrıca, atriyal fibrilasyon gibi bazı aritmiler de intrarenal RI renal perfüzyon hakkında bilgi vermez. Aortik kapak yetmezliği olan hastalarda da kan basıncının amplitütünün yüksek olmasına bağlı olarak intrarenal RI yüksek olarak hesaplanır (Krumme vd., 2006).

➤ İntrarenal Doppler Ölçümlerinin Yeri

Diğer etkenler kadar ölçümün nereden alındığı da önemlidir. Mesela böbreğin orta kısmından kortekse doğru gidildikçe intrarenal RI azalmaktadır (Krumme vd., 2006).

Normal RI değerleri:

İnsanlarda normal RI değerleri, $0.58-0.63 \pm 0.05$ arasında değişirken köpeklerde ise Çizelge 1.3.'de verilmiştir. İntrarenal RI değerleri 0.70 üstüne çıktığı zaman anormal olarak kabul edilmektedir (Morrow vd., 1996). İnsanlarda renal RI değerinin yükselmesi birçok renal hastalık ile ilişkilidir. Akut böbrek nakli reddinin erken dönemde belirlenmesinde, piyelonefritin, ureteral tıkanıklığın tanısında kullanılmaktadır. Ayrıca yükselmiş RI değeri akut tubuler nekrozda, hemolitik üremik sendrom, vaskülit ve intersitiyel nefrit durumlarında yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Morrow vd., 1996).

Çizelge 1.3. Köpeklerde Ortalama RI Değerleri (Morrow vd., 1996).

	Ortalama Değer	Standart Sapma	Hayvan sayısı
Dodd ve ark. (1991)	0.64	0.05	11
Nyland ve ark. (1993)	0.62 (0.52-0.73)	0.05	18
Morrow ve ark. (1996)	0.61	0.06	24
Biricik ve ark. (2003)	0.53	0.04	10
Choi ve ark.(2003)	0.64	0.03	8

1.4.9.3. PI (Pulzatil İndeks) Değeri

PI de RI değeri gibi damar direncini göstermektedir. Aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır;

$$PI= (PS) - (ED) / (TMV)$$

PS: Ortalama sistolik hız

ED: Son diastolik hız

TMV: Ortalama hız

Novellas vd. (2007) sağlıklı köpeklerde renal PI değerinin ortalama 1.15 ± 0.15 , üst limitini ise 1.52 olarak bildirmişlerdir. PI değeri, RI'ye göre dirençteki değişimleri belirlemede daha hassastır. Çünkü payda tüm siklus boyunca alınan ortalama hızdır, böylece maksimum ve minimum hızlar kadar, kalp siklusunda incelenmesine olanak sağlamaktadır (Novelles vd., 2008, Mitchell vd., 1998).

1.5. Tansiyon

1.5.1. Tarihçesi

Kan basıncı ölçümü üzerine yapılan ilk çalışmayı bir atın boyun arterine yerleştirdiği basit bir cam tüp düzeneği ile İngiliz veteriner hekimi Stephen Hales gerçekleştirmiştir. Hales'ten yaklaşık 100 yıl sonra Poiseuille civalı monometre kullanarak bir köpeğin kan basıncını ölçmüştür. İnsanlardaki ilk direkt kan basıncı ölçümü ise 1847 yılında Carl Ludwig tarafından gerçekleştirilirken, 1876 yılında E.

J. Marey kol etrafına sıvı dolu bir manşon yerleştirerek ve bunu bir sismografa bağlayarak ilk kez osilometrik yöntemle kan basıncını ölçmüştür. Bugün kullanmakta olduğumuz osilometrik yöntemin gelişimi 1896 yılında Riva-Rocci ve 1905'te Korotkoff'un tanımlamış olduğu sesler tarafından tamamlanmıştır. Veteriner hekimlik alanında ise 1920'de Kolls indirekt yöntemi, 1937'de ise Gregg ve ark. direkt yöntemi köpekler üzerinde kullanmışlardır. 1955 yılında Japonlar ilk medikal doppler cihazını geliştirip bunu kan akım hızını ölçmede kullanmaya başlamışlardır. Bugün hala bu cihazlar kan basıncı ölçümlerinde kullanılmaktadır (King, 2006).

1.5.1.1. Hipertansiyon

Hipertansiyon, sistemik arteriyal kan basıncının normal sınırların üstüne çıkması ve devamlı olarak yüksek seviyede kalmasıdır (Bodey, 1994; Egner, 2003; Uzu ve Kalınbacak, 2005). Renal yetmezliğin ilerleyişini yavaşlatabilmek için hipertansiyonu kontrol edebilmek çok önemlidir. Veteriner hekimliğinde kan basıncının rutin olarak incelenmesine yeni yeni başlanmıştır. Köpeklerdeki hipertansiyon insanlardakinin aksine genelde altta yatan hastalıkların sonucunda şekillenmektedir. Hipertansiyonun hasta üzerinde belirgin negatif etkileri mevcuttur (Egner, 2003; McGorty, 2008) Kan basıncı ölçümünün endikasyonları (Egner, 2003);

➤ Rutin İnceleme:

- Genel sağlık kontrolü
- Yaşlı hastalarda kontrol
- Özel olmayan semptomlar
- Aşı randevuları sırasında
- Özellikle renal hastalık, hipertroidizm, diabetes mellitus, hiperadrenokortikozizm ve kalp hastalığı gibi hemodinamik değişimler tarafından eşlik edilen hastalıklarda

➤ Acil müdahalede inceleme:

- Şok

- Travma
- Perikardiyal efüzyon
- Zehirlenme
- Addison krizi vs.
- Yoğun bakım gözlemlenmesi:
 - Post-operatif gözlemlenme
 - Hipertansif kriz
 - Uzamış şok
- Tedavinin planlanması ve uygulanması:
 - Kardiyoloji hastalarında vs.

Hipertansiyon ve hipotansiyonla tedavi edilen tüm hastalarda

- Özellikle ACE inhibitörleri, diüretikler, kalsiyum antagonistleri, β blokerler, vazodilatatörler, sempatomimetikler, sedativler gibi kan basıncını etkileyen ilaçlar verileceği zaman
- Anestezinin gözlemlenmesi:
 - Pre-anestezik inceleme
 - İntra-operatif gözlemlenme
 - Post-operatif gözetim Hipertansiyon tedavi edilmediği zaman göz, kalp, böbrek ve sentral sinir sistemi gibi son organlara zarar verebilir.

Ayrıca bu organlarda şekillenen hastalıklarda zamanla hipertansiyon oluşumuna neden olabilir. Bu nedenle hipertansiyonu oluşturan hastalıklar ile hipertansiyonun neden olduğu hastalıklar arasında sürekli bir çember vardır (Egner 2003 p:15). Sistemik hipertansiyona sahip köpekler, hipertansif koroidopati, hipertansif retinopati veya intraokular hemoraji gibi gözle ilgili hastalıklar, KBY veya ABY, hiperadrenokortikozizm, diabetes mellitus, başka bir nedenle açıklanamayan nörolojik semptomlar, feokromositoma ve açıklanamayan sol ventriküler hipertrofisi gibi klinik semptomlara sahip olabilmektedirler (DiBartola, 2005; McGorty, 2008).

Değişik ırk köpeklerde ve kedilerde böbrek hastalıklarının erken teşhisinde Doppler ultrasonografi ve Renkli Doppler kullanılabilirliğinin tespit edilmesi. Bu yöntem ile böbrek hastası hayvanların ayırt edilebilirliğinin veya erken teşhis için farklılıklarının belirlenmesi. İncelemeler sonrası elde edilecek veriler ile erken dönem böbrek hastalıklarını ortaya koymaya yönelik çalışmalar yapmak.



2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Hayvan Materyali

Cerrahi kliniğine getirilen üriner sistem hastalığı teşhisi konulmuş veya şikayeti olan kediler ile sağlıklı olduğu düşünülen kediler, hasta sahiplerinin rızası alınarak çalışmaya dahil edildi. Bu amaçla Cerrahi Kliniklere getirilen 21 adet kediden elde edilen veriler değerlendirildi.

Çalışmaya dahil edilen kedilerin 11 tanesi sağlıklı rutin kontrole getirilen hayvanlardan oluşurken 10 tanesi ise üriner sistem şikayeti bulunan kedilerden oluştu. Üriner sistem hastalık teşhisi konulmuş kedilere ait bilgiler (hayvan numarası, ırk, yaş, cinsiyet, ve kısırlık durumu) Çizelge 2.1.'de gösterilmiştir.

Çalışmaya dahil edilen; hem sağlıklı olduğu düşünülen hem de üriner sistem hastalığı teşhisi konulmuş veya üriner sistem hastalığına dair belirtiler gösteren hayvanların tamamında B-mod ultrason görüntüleme yapıldı.

Ultrasonografik inceleme sonrası yeterli veri toplandığında böbreklerin ve üriner sistemin Doppler görüntülerinin literatür veriler ışığında normal görüntülerle kıyaslanma ve ölçüm değerlerinin karşılaştırılması yoluyla değerlendirmeler yapıldı. Gruplar arasında istatistiksel farkların olup olmadığı Post-Hoc çoklu karşılaştırma yöntemleriyle hesaplandı. Elde edilen verilerin dağılımlarına göre literatürde belirtildiği gibi (Kayri 2009), uygun istatistiksel yöntem kullanılarak sonuçlar değerlendirildi.

Çalışmaya dahil edilen sağlıklı olduğu düşünülen 11 kedi, aşı ya da genel kontrol için Cerrahi Kliniklere getirilen sağlıklı kediler arasından seçildi. Sağlıklı olduğu düşünülen kedilere ait bilgiler (hayvan numarası, ırk, cinsiyet, yaş ve kısır/kastre durumu) Çizelge 2.2' de gösterilmiştir.

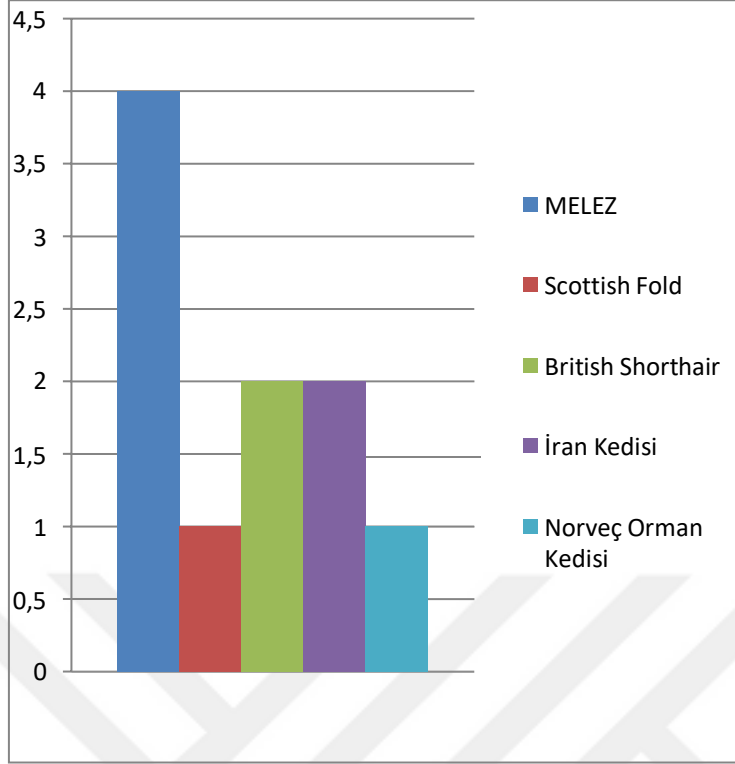
Çizelge 2.1. Üriner sistem hastalık teşhisi konulmuş kedilere ait hayvan no, ırk, cinsiyet,yaş ve kısırlık durumu özellikleri

Hayvan No	İrk	Cinsiyet	Yaş	Kısırlık Durumu
1	İran Kedisi	♂	15	Kısırlaştırılmış
2	Melez	♂	9	Kısırlaştırılmamış
3	Melez	♂	10	Kısırlaştırılmış
4	Melez	♂	8	Kısırlaştırılmamış
5	British Shorthair	♂	3	Kısırlaştırılmamış
6	Melez	♂	2	Kısırlaştırılmış
7	İran Kedisi	♀	15	Kısırlaştırılmamış
8	Scottish Fold	♀	5	Kısırlaştırılmış
9	Norveç Orman Kedisi	♀	3	Kısırlaştırılmış
10	British Shorthair	♂	3.5	Kısırlaştırılmamış

Çizelge 2.2. Sağlıklı olduğu düşünülen kedilere ait hayvan no, cins, cinsiyet, yaş ve kısırlık durumu

Hayvan No (n=10)	İrk	Cinsiyet	Yaş	Kısırlık Durumu
1	Melez	♀	36 ay	Kısırlaştırılmamış
2	Melez	♂	36 ay	Kısırlaştırılmamış
3	Melez	♂	30 ay	Kısırlaştırılmış
4	Melez	♂	24 ay	Kısırlaştırılmamış
5	Melez	♀	24 ay	Kısırlaştırılmış
6	Melez	♀	36 ay	Kısırlaştırılmamış
7	Melez	♂	24 ay	Kısırlaştırılmış
8	Melez	♂	24 ay	Kısırlaştırılmış
9	Melez	♀	6 ay	Kısırlaştırılmamış
10	Melez	♂	6 ay	Kısırlaştırılmamış
11	Melez	♂	6 ay	Kısırlaştırılmamış

Çalışma materyalini farklı ırklara ait kediler oluşturdu. Çalışma içerisinde yer alan kedi ırkları sayılarına göre grafikte gösterilmiş olup (Şekil 2.1.) en çok kullanılan ırk **melez ırk** olarak belirlenmiştir.



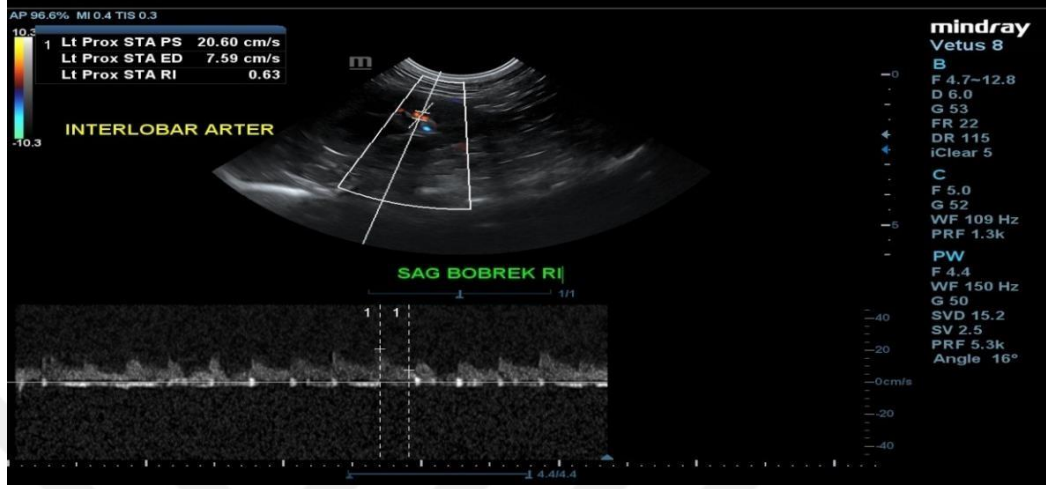
Şekil 2.1. Üriner sistem hastalığı teşhisi konulmuş kedilerin ırk dağılımının grafikte gösterimi

Sağlıklı olduğu düşünülen kedilerin hepsi **melez** bir ırka sahiptir.

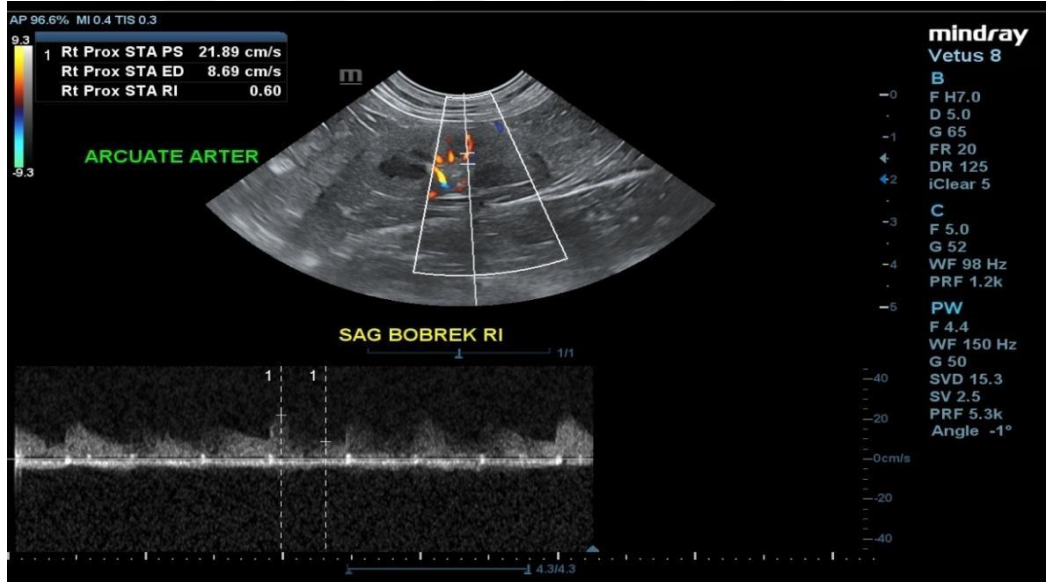
Çalışmaya dahil edilen üriner sistem hastalık teşhisi konulmuş kedilerin yaş dağılımı 6 ay ile 15 yaş arasında değişiklik göstermiştir. Çalışmaya dahil edilen Üriner sistem hastalığı teşhisi konulmuş 10 kediden 6'sı erkek 4'ü dişidir. Sağlıklı olduğu düşünülen 11 kediden 5'i dişi 6'sı erkektir. Her iki gruptaki tüm kedilerin fiziksel muayeneleri yapıldı.

Doppler muayenesi yapılan hayvanların hiçbirisi sedasyona veya anesteziye alınmamıştır. İnrarenal nabız-doppler ölçümleri hep aynı kişi tarafından yapıldı. Bu ölçümlerde renal arterlerden, interlober veya arcuate arterlerden herhangi biri kullanıldı. B-mod ultrasonda böbrekler bulunduktan ve morfolojik yapı hakkında bilgi edinildikten sonra intra-renal damarlaşmayı görüntülemek için renkli doppler moduna geçildi. İnterlober ve arcuat arterlerden herhangi biri belirlendikten sonra nabız doppler moduna geçildi. İnterlober ve Arcuate arterlerden RI değeri ölçümü Şekil 2.2. ve Şekil 2.3.' de gösterilmiştir. Bu esnada örnek alınacak olan damarın

üstünde başka damar bulunmamasına dikkat edildi. Doppler açısı ise 0 derece ile 60 derece aralığında seçilerek ölçüm hataları minimuma indirildi. RI değeri ve PI değeri cihaz tarafından otomatik olarak hesaplandı.



Şekil 2.2. Böbrekteki İnterlobar arterden RI değeri ölçümü (Çamlı, 2022).

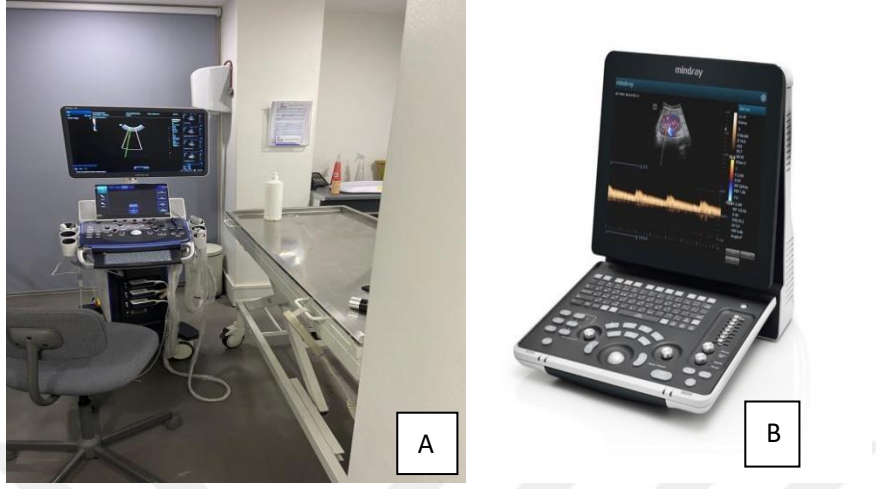


Şekil 2.3. Böbrekteki Arcuate arterden RI değeri ölçümü (Çamlı, 2022)

2.2. Materyal

Çalışmada, iki ayrı klinikte çalışıldığından iki farklı Doppler özellikli ultrason cihazından yararlanıldı. Cerrahi kliniklerdeki Mindray Vetus 8 Renkli Doppler

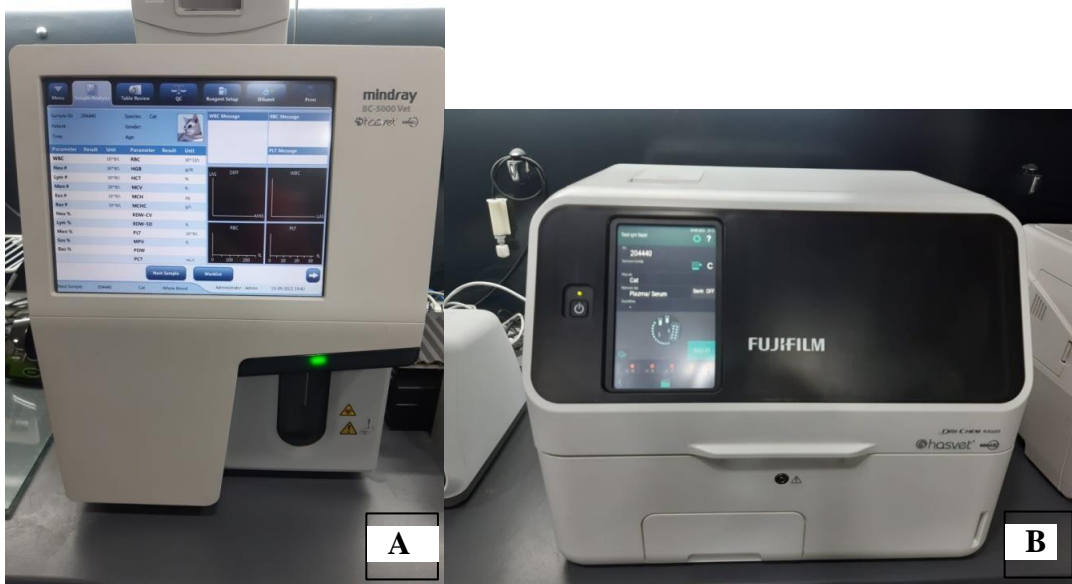
Cihazı ve Mindray Z60 Vet Renkli Doppler Ultrason Cihazı Şekil 2.4.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Çalışmada Kullanılan Mindray Vet 8 Renkli Doppler Cihazı

(A) Mindray Z60 Vet Renkli Doppler Ultrason Cihazı (B).

Çalışmada kan parametrelerinin hastalığın teşhisi için belirleyici olacağı düşünüldüğünden kan sayım cihazı olarak Mindray BC5000 Vet Kan Sayım Cihazı ve biyokimya için ise Fuji Dri-Chem Nx600V Ic Tam Otomatik Veteriner Biyokimya Cihazı kullanılmıştır (Şekil 2.5.)



Şekil 2.5. A- Mindray BC5000 Vet Kan Sayım Cihazı. B: Fuji Dri-Chem Nx600V Ic Tam Otomatik Veteriner Biyokimya Cihazı

2.3. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler, IBM SPSS Statistics 25 paket programı kullanılarak yapıldı. Cinsiyet, kısırlık durumu ve hastalık faktörleri temel alınarak General Linear Model (GLM) analizi uygulandı (Özdamar 1999). Bu analizde kediler; hastalık durumu (hastalıklı, sağlıklı), cinsiyet (dişi, erkek), kısırlık durumu gibi değişkenler incelenmiştir. Veriler ortalama \pm standart sapma olarak verildi. Bunun dışında çalışmada yer alan non-parametrik verilerin değerlendirilmesinde Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney U istatistiksel analizleri kullanıldı. Gruplar arasındaki ikili karşılaştırmalarda Paired Samples Test kullanıldı. İstatistik analizler için minimum önemlilik seviyesi $p < 0,05$ kabul edildi.

Hasta ve sağlıklı hayvanlardan alınan kan örneklerinde kan biyokimya değerleri ve tam kan değerlerine bakılarak böbrek hastalıkları ile ilişkili değerler ve enfeksiyon bulguları değerlendirildi.

Çizelge 2.3. Üriner sistem hastalığı teşhisi konulmuş hayvanlara ait kan biyokimya bulguları

Kan Biyokimya Bulguları							
	CRE (mg/dl)	ALP (IU/ml)	BUN/CRE (mg/dl)	ALT (U/L)	BUN (mg/dl)	GLU (mg/dl)	TP (mg/dl)
Hasta grubun Ortalama\pmSS	4,49 (\pm 4,8)	23,2 (\pm 6,4)	20,74 (\pm 9,9)	64,4 (\pm 42,2)	74,88 (\pm 44,7)	108,5 (\pm 28,5)	7,12 (\pm 2,1)
Referans Değerler (min-max)	0,8_1,8	9_53	4_33	22_84	17,6_32,8	71_148	5,7_7,8
P	0,034	0,063	0,036	0,456	0,001	0,119	0,236

(CRE: Kreatinin, ALP: Alkalen Fosfataz, BUN/CRE: Üre Kreatinin, ALT: Alanin Aminotransferaz, BUN: Kan Üre Azotu, GLU: Glukoz, TP: Total Protein).

Tam kan ve enfeksiyon bulgularında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilememiştir $P > 0,05$.

Kan biyokimya değerleri karşılaştırıldığında ise özellikle Kreatinin, BUN, ve BUN/CRE değerlerinin gruplar arasında anlamlı şekilde değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle böbrek yetmezliği bulguları saptanan hayvanlarda doppler ultrasonografi bulgularını destekler nitelikte farklılıklar tespit edilmiştir. Bunların dışında kalan serum ALP, ALT, TP, Glukoz değerlerinde küçük çaplı değişiklikler fark edilmesine karşın istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

3. BULGULAR

Çalışmaya 11'i sağlıklı 10 tanesi hasta olmak üzere toplam 21 adet kedi dahil edilmiştir. Sağlıklı olanların 4 tanesi dişi 7 tanesi erkek kediden oluşmuştur. Dişilerden bir tanesi kısırlaştırılmış iken erkeklerden 3 tanesi kısır idi. Hasta hayvanlardan 6 tanesi erkek 4 tanesi dişi kediden oluşmuştur. Dişilerin 2 tanesi erkeklerinde 3 tanesi kısır idi. Çalışmaya dahil edilen hayvanların klinik ve Doppler USG bulguları aşağıda verilmiştir.

3.1. Klinik (Anamnez) Bulgular

Çalışmada yer alan üriner sistem hastalıklarına sahip kedilerde klinik olarak;

- Normalden az ya da çok idrar yapma
- Artan su içme isteği ve artan idrara çıkma
- Yeme ve içmeyi takiben kusma
- İshal, iştahsızlık, halsizlik
- Ağız kokusu
- Tüylerde karışıklık, deri elastikiyetinde azalma
- Abdominal ağrı
- Mukozalarda solgunluk
- Kilo kaybı
- Ağızda lezyon oluşması (ülserleşmeye kadar ilerleyebilir).
- Abdominal palpasyon sırasında böbreklerde fark edilen küçülme veya büyüme
- İdrar kesesinde dolgunluk,

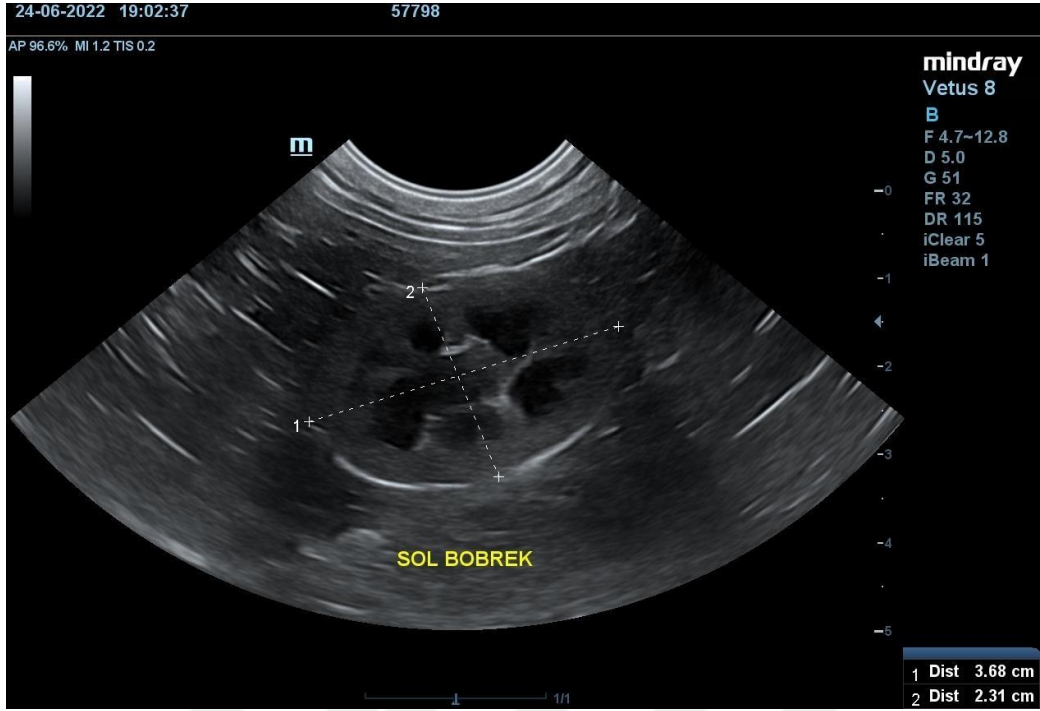
Belirtilerin bir veya birkaçı görülmüştür.

Çalışmada kullanılan Üriner sistem hastalığı teşhisi konulmuş 10 kediye ait no, tür, ırk, cinsiyet, yaş, kısır/ kastre durumu, teşhis ve semptomlar Çizelge 3.1'de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

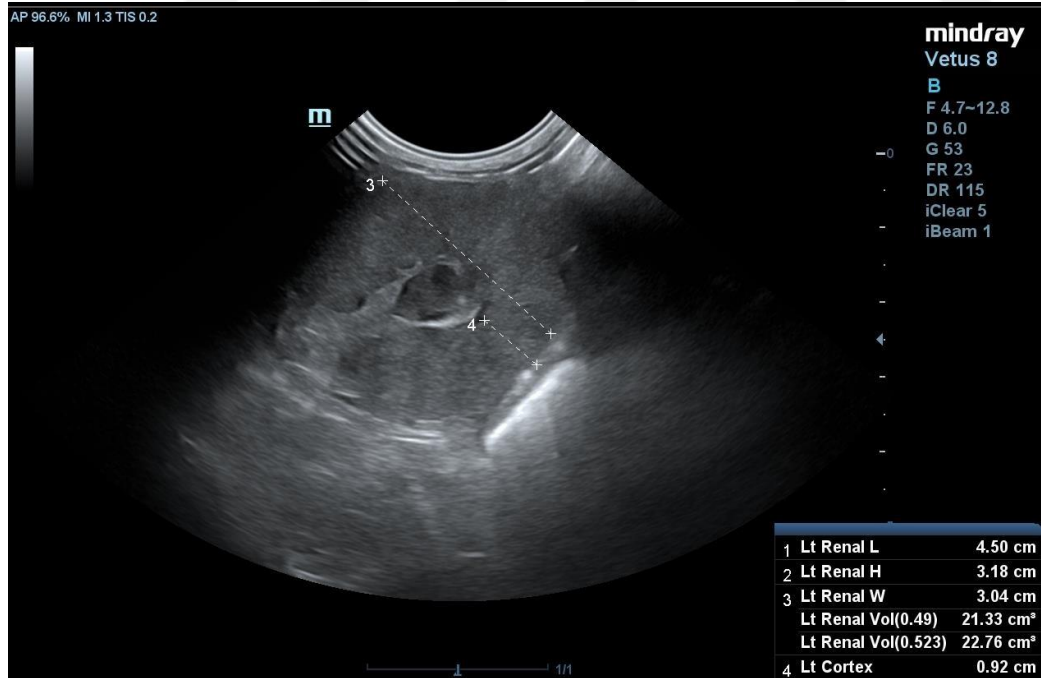
Çizelge 3.1. Üriner sistem hastalığı teşhisi konulmuş 10 kediye ait no, tür, ırk, teşhis ve semptomlar

Hayvan No (n=10)	İrk	Semptomlar	Teşhis
1	İran Kedisi	Güçsüzlük, halsizlik, iştahsızlık, ara ara kusma	Kronik Böbrek Yetmezliği
2	Melez	6-8 aydır aralıklı devam eden kusma, halsizlik, yorgunluk, iştahsızlık, tüylerde karışıklık, deri elastikiyetinde azalma (sonrasında kusma günde 3-4 kez görülmüştür ve önlenememiştir.)	Kronik Böbrek Yetmezliği
3	Melez	Yapılan düzenli Check- up lar sonucu Böbrek değerlerinin yavaş yavaş artış gösterdiği tespit edildi.	Kronik Böbrek Yetmezliği
4	Melez	İdrar yapamama. İdrar kesesinde dolgunluk.	İdrar yolu tam tıkanıklığı.
5	British Shorthair	İdrar yapamama şikayetiyle gelmiştir.	Urethral obstruksiyon
6	Melez	İdrar miktarında azalma. Palpasyonda fark edilen böbrek büyümesi.	Akut Böbrek Yetmezliği
7	İran Kedisi	Güçsüzlük, halsizlik, iştahsızlık, ara ara kusma, ağız kokusu. Ağızda ülserleşmeye varan lezyonlar.	Kronik Böbrek Yetmezliği (teşhis 5 yıl önce konuldu).
8	British Shorthair	Pollaküri, strangüri, kusma, karın ağrısı	Hidronefroz
9	Norveç Orman Kedisi	İdrar miktarında azalma. Palpasyonda fark edilen böbrek büyümesi ve abdominal ağrı.	Akut Böbrek Yetmezliği
10	Scottish Fold	Artan susuzluk, sık sık idrara çıkma, mide bulantısı, kusma.	Polikistik Böbrek Hastalığı

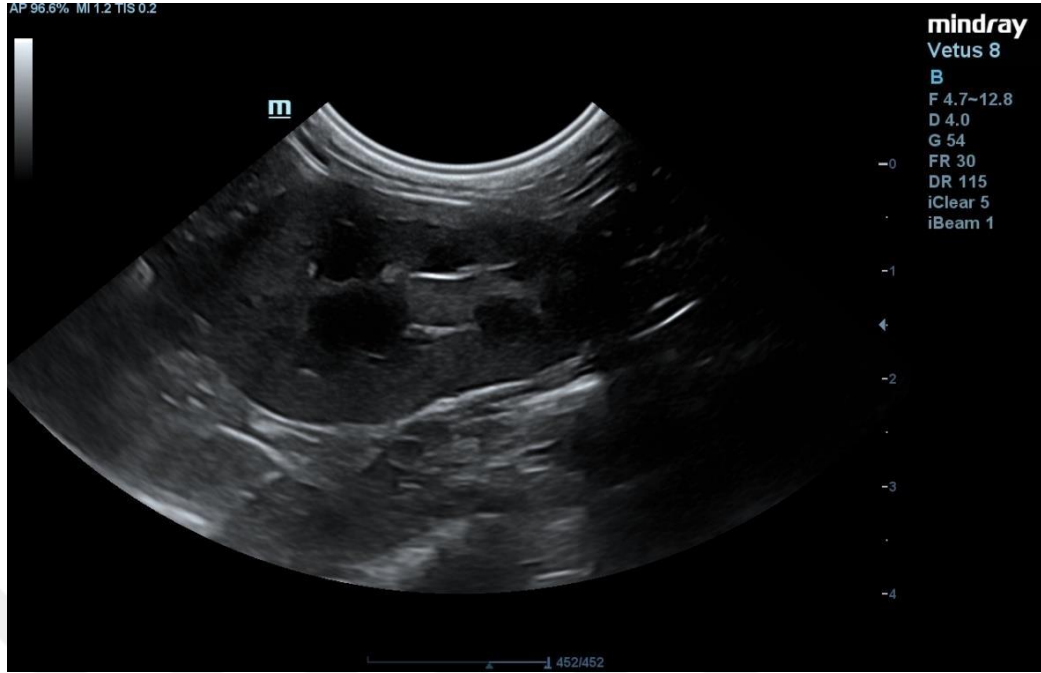
B-Mod Ultrasonografi Bulguları böbrek katmanlarında detay kaybı olup olmadığı, boyutunun ve ağırlığının ölçülmesi, sınırlarının belirlenmesi, ekojenitesinin değerlendirilmesi ile elde edilmiştir. Bu veriler Şekil: 3.1- 3.5’de gösterilmiştir.



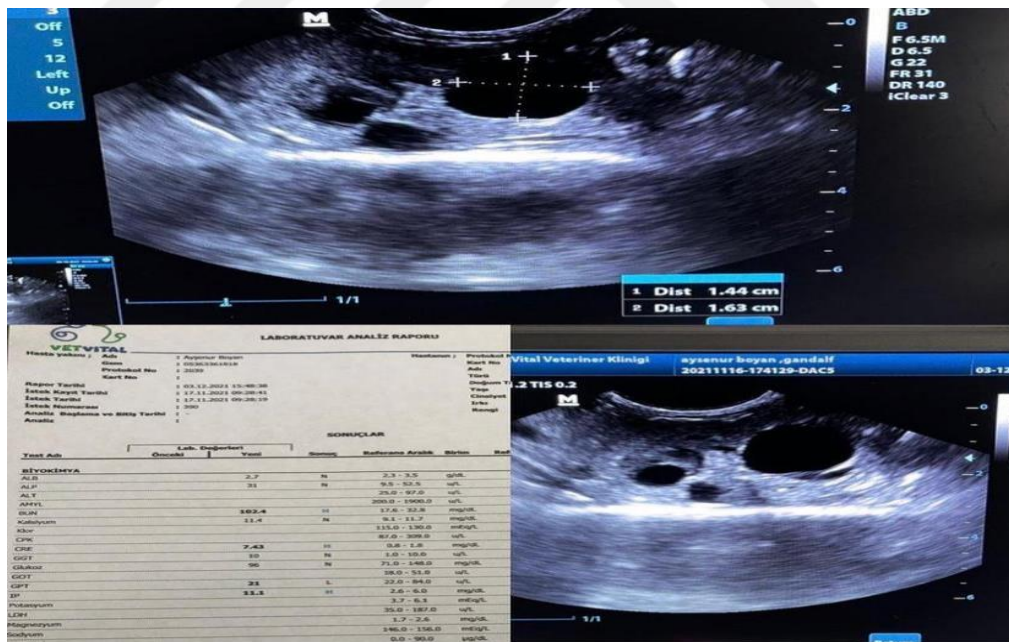
Şekil 3.1. 3 yaşlı melez ırk sağlıklı dişi bir kedide böbreğin sınırlarının gösterimi (ÇAMLI, 2022).



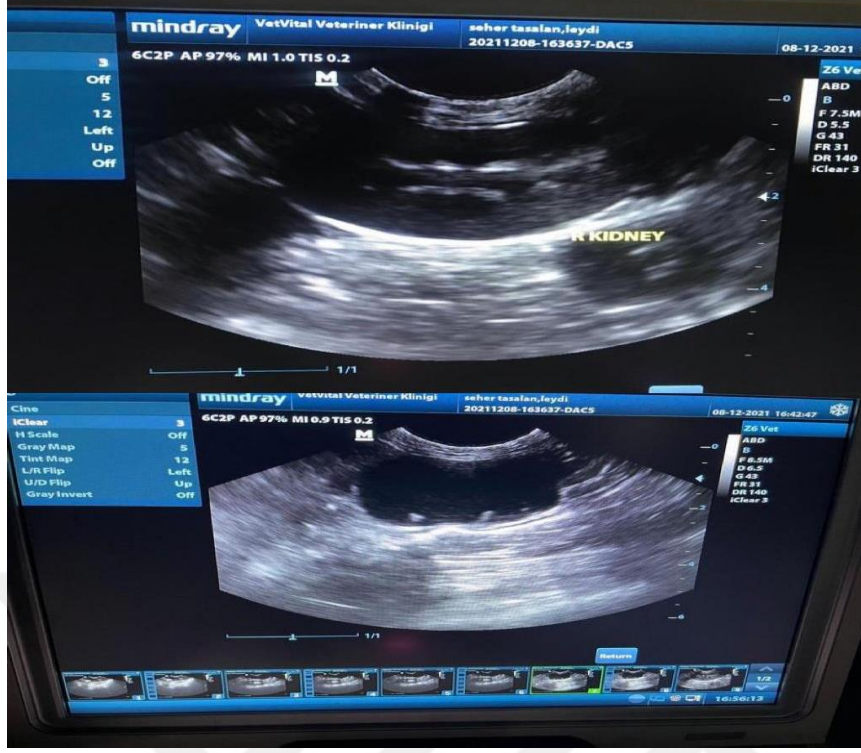
Şekil 3.2. 9 yaşındaki erkek melez kediye ait B-mod ultrason görüntüsü. KBY'nden kaynaklanan korteks ve medulla arasındaki detay kaybı gösterilmiştir (ÇAMLI, 2022).



Şekil 3.3. 2 yaşlı erkek kısır kedi akut böbrek yetmezliği B-mod USG görüntüsü (ÇAMLI, 2022).



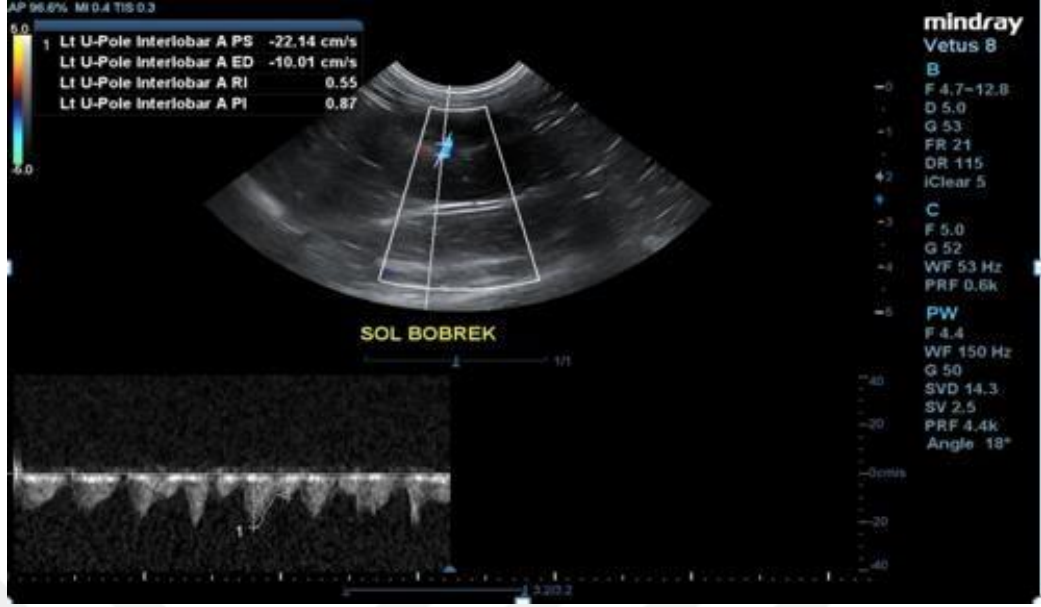
Şekil 3.4. 5 yaşlı Scottish Fold cinsi bir kediye Polikistik Böbrek Hastalığı B-Mod USG görüntüsü (ÇAMLI, 2022).



Şekil 3.5. 5 yaşlı British Shorthair ırk bir kedide sağ böbrekte pyogranülomatöz böbrek yapısı ve sol böbrekte gelişen hidronefroz olgusu (ÇAMLI, 2022).

3.2. Doppler Ultrasonografi Bulguları

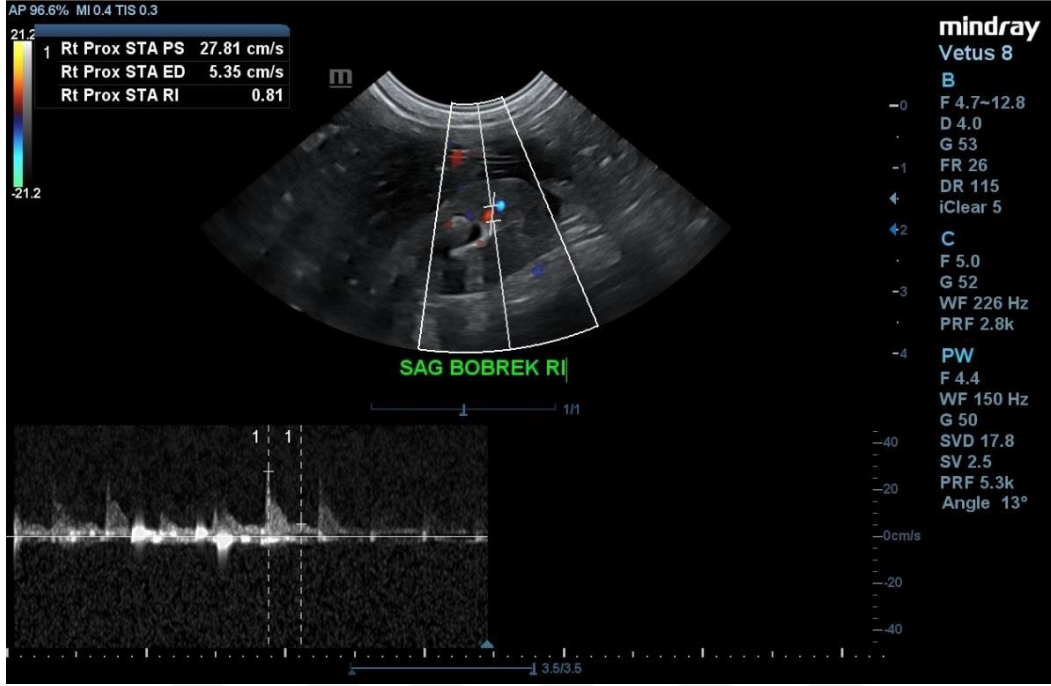
İntrarenal nabız-doppler ölçümleri, anestezi veya sedasyona alınmamış kedi ve köpeklerde hep aynı kişi tarafından yapıldı. Bu ölçümlerde renal arterlerden, interlober veya arcuate arterlerden herhangi biri kullanıldı. B-mod ultrasonda böbrekler bulunduktan ve morfolojik yapı hakkında bilgi edinildikten sonra intrarenal damarlaşmayı görüntülemek için renkli doppler moduna geçildi. İnterlober ve arcuat arterlerden herhangi biri belirlendikten sonra nabız doppler moduna geçildi. Bu esnada örnek alınacak olan damarın üstünde başka damar bulunmamasına dikkat edildi. Doppler açısı ise 0 derece ile 60 derece aralığında seçilerek ölçüm hataları minimuma indirildi. RI ve PI değeri değerleri cihaz tarafından otomatik olarak hesaplandı.



Şekil 3.6. Çalışmaya dahil edilen 2 yaşlı erkek kısırlaştırılmış melez bir kedide sol böbrekte RI ve PI değerlerinin ölçümü (ÇAMLI, 2022).



Şekil 3.7. Çalışmaya dahil edilen 2 yaşlı erkek kısırlaştırılmış melez bir kedide sağ böbrekte RI ve PI değerlerinin ölçümü (ÇAMLI, 2022).



Şekil 3.8. 9 Yaşlı kısır olmayan KBY hastası melez kediye ait sağ böbrekten ölçülen RI Değeri (ÇAMLI, 2022)



Şekil 3.9. 10 yaşlı melez ırk KBY hastası bir kediye ait RI değeri. Rutin olaran yapılan Check- up sonucu KBY teşhisi konulmuştur (ÇAMLI, 2022).

Çizelge 3.2. Üriner sistem hastalığı teşhisi konulan kedilerde hesaplanan RI ve PI değerleri

Hayvan No	İrk	Yaş (yıl)	Cinsiyet	Kısırlık Durumu	Teşhis	RI Değeri Sağ Böbrek	RI Değeri Sol Böbrek	PI Değeri Sağ Böbrek	PI Değeri Sol Böbrek
1	İran Kedisi	1.5	♂	Kısırlaştırılmış	Kronik Böbrek Yetmezliği	0.79	0.79	1.47	1.45
2	Melez	9	♂	Kısırlaştırılmamış	Kronik Böbrek Yetmezliği	0.78	0.75	2.07	1.43
3	Melez	10	♂	Kısırlaştırılmış	Kronik Böbrek Yetmezliği	0.38	0.47	0.48	0.74
4	Melez	8	♀	Kısırlaştırılmamış	İdrar yolu tam tıkanıklığı.	0.51	0.62	0.80	1.08
5	British Shorthair	3	♂	Kısırlaştırılmamış	Urethral obstruksiyon	0.49	0.77	0.77	1.43
6	Melez	2	♂	Kısırlaştırılmış	Akut Böbrek Yetmezliği	0.85	0.67	1.35	1.05
7	Melez	15	♀	Kısırlaştırılmamış	Kronik Böbrek Yetmezliği (teşhis 5 yıl önce konuldu)..	0.69	0.75	1.22	1.16
8	Scottish Fold	5	♀	Kısırlaştırılmış	Hidronefroz	0.65	0.45	1.05	1.42
9	Norveç Orman Kedisi	5	♀	Kısırlaştırılmış	Akut Böbrek Yetmezliği	0.73	0.65	1.25	1.12
10	British Shorthair	3.5	♂	Kısırlaştırılmamış	<u>Polikistik Böbrek Hastalığı</u>	0.55	0.63	0.85	1.10

Çizelge 3.3. Sağlıklı olduğu düşünülen kedilerde hesaplanan RI ve PI değerleri

Hayvan No	İrk	Cinsiyet	Yaş	Kısır/Kastre Durumu	RI değeri Sağ Böbrek	RI Değeri Sol Böbrek	PI Değeri Sağ Böbrek	PI Değeri Sol Böbrek
1	Melez	♀	3	Kısırlaştırılmamış	0.61	0.64	1.06	1.11
2	Sarmal	♂	3	Kısırlaştırılmamış	0.73	0.51	1.26	0.94
3	Tekir	♂	3	Kısırlaştırılmış	0.53	0.58	0.85	1.02
4	Scottish	♂	2	Kısırlaştırılmamış	0.74	0.59	1.32	0.99
5	Melez	♀	4	Kısırlaştırılmış	0.39	0.48	0.55	0.63
6	Melez	♀	3	Kısırlaştırılmamış	0.58	0.59	0.84	1.05
7	Melez	♂	2	Kısırlaştırılmış	0.56	0.55	1.03	0.87
8	Melez	♂	2	Kısırlaştırılmış	0.41	0.61	0.51	0.94
9	Melez	♀	6ay	Kısırlaştırılmamış	0.58	0.44	1.01	0.62
10	Melez	♂	6ay	Kısırlaştırılmamış	0.51	0.51	0.83	0.84
11	Melez	♂	6ay	Kısırlaştırılmamış	0.42	0.63	0.61	1.31

Veriler incelendiğinde dişiler ile erkekler arasında çok az farklılıklar olmasına karşın istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. RI değerleri cinsiyet ve fertilité bakımından kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. $P= 0,005$.

Yine PI değerlerinin cinsiyet ($P=0,015$) ve fertilité ($P=0,008$) bakımından kıyaslanmasında pozitif bir korelasyon tespit edilmiştir. Hasta ve sağlıklı hayvanlar bakımından kıyaslandığında hem PI ($P=0,032$) ve hemde RI ($0,035$) değerleri bakımından pozitif bir korelasyon tespit edilmiştir. Bu durum hastalıkla birlikte Hem PI ve hemde RI değerlerinde değişikliklerin olduğunu göstermektedir. İstatistiki değerlendirmelere göre anlamlı sonuçlar elde edilmiş olsada hastalığın klinik seyri ve elde edilen değerlerin birbirlerine ortalama değer olarak yakın olması kesin teşhis konusunda bu değerlerin belirleyici rol oynamalarını sınırlandırmaktadır.

Çizelge 3.4. Çalışmaya dahil edilen kedilerde RI ve PI değerlerinin Çalışma grupları, cinsiyet ve kısır olup olmaması bakımından değerlendirilmesi

Grup	RI	PI	Cinsiyet	Fertilité
S1	0,63	1,09	D	kısırlaştırılmamış
S2	0,62	1,10	E	kısırlaştırılmamış
S3	0,56	0,94	E	kısırlaştırılmış
S4	0,67	1,16	E	kısırlaştırılmamış
S5	0,44	0,59	D	kısırlaştırılmış
S6	0,59	0,95	D	kısırlaştırılmamış
S7	0,56	0,95	E	kısırlaştırılmış
S8	0,51	0,73	E	kısırlaştırılmış
S9	0,51	0,82	D	kısırlaştırılmamış
S10	0,51	0,84	E	kısırlaştırılmamış
S11	0,53	0,96	E	kısırlaştırılmamış
H1	0,79	1,46	E	kısırlaştırılmış
H2	0,77	1,75	E	kısırlaştırılmamış
H3	0,43	0,61	E	kısırlaştırılmış
H4	0,57	0,94	D	kısırlaştırılmamış
H5	0,63	1,10	E	kısırlaştırılmamış
H6	0,76	1,20	E	kısırlaştırılmış
H7	0,72	1,19	D	kısırlaştırılmamış
H8	0,55	1,24	D	kısırlaştırılmış
H9	0,69	1,19	D	kısırlaştırılmış
H10	0,59	0,98	E	kısırlaştırılmamış

S: sağlıklı kediler, H: Hasta kediler, D: dişi kediler, E: erkek kediler

İstatistiksel olarak dişi ile erkekler arasında aynı zamanda sağ ve sol böbrekler bakımından da anlamlı fark tespit edilememiştir (P=0,0872). Hasta ile sağlıklı gruplar kendi aralarında karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.5.) Çalışmaya alınan hayvanların kısır olup olmamalarının PI ve RI değerlerinin değişiminde pozitif veya negatif rol oynamadığı görülmüştür (P=0,552). Kedilerde üriner sistem hastalıklarının klinik muayene bulguları ile laboratuvar bulguları arasında farklılıkların olması, bazı hayvanlarda klinik belirtiler minimal düzeydeyken laboratuvar bulguları olarak üriner sistem hastalığı teşhisi konulabilecek düzeyde belirtilerin saptanması karşılaştırmaları zorlaştırmaktadır.

Çizelge 3.5. Sağlıklı ve hasta kedilerdeki PI ve RI değerlerinin ortalama ve standart sapmaları

Grup	RI (ortalama±Standart Sapma)	PI (ortalama±Standart Sapma)
Sağlıklı	0,55±0,09	0,92±0,23
Hasta	0,65±0,13	1,16±0,35
P Değeri	0,035	0,032

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Üriner sistem hastalıklarında özellikle böbreklerin değerlendirilmesi için USG vazgeçilmez bir görüntüleme yöntemidir. Böbrek hastalıklarında lezyonlar klinik bulgulardan çok daha önce başlamaktadır. Bu durum hastalıkların teşhisini zorlaştırmakta erken müdahale şansını azaltmaktadır. Dolayısıyla özellikle üst üriner sistem hastalıklarında erken teşhis çok önemlidir. Erken teşhis için en iyi yöntemlerden bir tanesinde doppler USG'dir. Böbrek hastalıklarının doppler USG ile incelenmesinde kullanılan parametreler PI ve RI değerleri olarak sıralanabilir. Böbrek nakillerinin takibi ve incelenmesinde obstruktif ve nonobstruktif hastalıkların ayrılmasında, akut renal yetmezliğin tanısına yardımcı olarak hastalığın ilerleyişinin ve tedaviye alınan cevabın takibinde bu değerler önem arz etmektedir (Novellas vd., 2007).

Novellas vd., (2008), yaptıkları bir çalışmada gelişen renal kayıpların erken klinik tanısının klasik test metotlarıyla yapılmasının güç olduğunu, çünkü serum kreatinin düzeyinin ancak hastalığın ileri safhalarında artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu tür hastalardaki en önemli erken bulgu, Doppler ultrasonla renal arteriyal resistansda yükselme ve renal kortikal vasokonstruksiyon şiddetinin tesbitidir (Petersen vd., 1997; Novellas vd., 2008). Obstruksiyon ya da vasokonstruksiyon nedeniyle vasküler direnç arttığında sistolik ve diastolik kan akışları kıyaslandığında diastolik kan akışı daha fazla azalmaktadır, bu da diastol sonu akışın sistolik akışın tepe noktasından daha fazla azalmasına ve bu sebeple de RI ve PI de artışa neden olduğu bildirilmektedir (Novellas vd., 2008). Yapılan çalışmada elde edilen PI ve RI değerlerindeki artışlar literatür bilgiyi doğrular niteliktedir (Çizelge 3.5).

RI ve PI üriner obstruksiyon, diüretik etkiler, akut ve kronik renal yetmezlik, kongenital displaziler ya da akut tubuler nekrozun neden olduğu vasküler rezistanstaki değişikliklerin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Novellas vd., 2007; Novellas vd., 2008). RI ve PI parametreleri ile yaş, kronik renal hastalığın

şiddeti ve seyri, sistemik hipertansiyonlu hastalarda sistolik basınç ve böbreklerde son organ hasarı ile pozitif bir korelasyon olduğu bildirilmiştir (Petersen vd., 1997; Sığırcı vd., 2006; Novellas vd., 2007; Novellas vd., 2008). Sedasyon ve anestezinin de bu indikatörleri değiştirebileceği bildirilmektedir (Novellas vd., 2007). Çalışmamızda hastalık ilişkili olarak PI ve RI değerlerinin değişiminde pozitif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen hayvanların hiçbirisi anestezi veya sedasyona alınmadığından literatürde belirtilen değiştirici faktörlerden etkilenmediği düşünülmektedir.

KBY şüpheli kedilerde klinik olarak gözlenen zayıflık, iştahsızlık, halsizlik, sık idrar yapma ve birçoğunda kusma ve göz mukozalarında anemik belirtilerin (İmren,1998) benzer klinik belirtiler olarak değerlendirilmiş ve KBY tanısında yararlanılmıştır. Çalışmada, literatürle uyumlu olarak hasta grupta 7 yaş ve üzeri hayvan sayısı belirgin derecede yüksek bulunmuştur. Bu bulgu, KBY'nin pek çok faktöre bağlı olarak her yaşta kedide gözlenebilirse de daha çok yaşlı kedilerde görüldüğü bildirimini (Anonim, 2002a) destekler niteliktedir. Yapılan çalışmada literatür verilere benzer şekilde daha çok yaş olarak ileri olan grupta KBY bulgularına rastlanmış ve Doppler verileriyle de desteklenerek RI ve PI değerlerinin yüksek bulunması hipotezimizi doğrulayarak üst üriner sistem hastalıklarında bu değerlerin bir indikatör olabileceğini göstermiştir.

Bazı çalışmalarda anemi ile yüksek RI arasında doğrudan bir ilişki bulunduğu bildirilmiştir. Orta ila şiddetli kronik böbrek yetmezliği genellikle böbrek tarafından eritropoietin üretiminin olmaması nedeniyle komplike hale gelir (Pozniak vd., 1988). Anemi böbrekte hipoksik bir duruma neden olabilir ve bu durum öncelikle endotel hücrelerinden salgılanan endotelin salınımı ile damarların daralmasına neden olur (Graurer ve Lane, 1985). Bu sonuç artmış vasküler direnç ve renal RI yükselmesine neden olabilir. Çalışmaya dahil edilen hayvanlarda anemik durum sekonder olarak böbrek yetmezliğine neden olsa da, bu bulgu daha şiddetli böbrek hastalığının renal RI'deki bir artışla ilişkili olduğunu düşündürdüğü bildirilmiştir. Ancak aynı çalışmada RI ile BUN veya şiddetli böbrek yetmezliğinde de yükselen kreatinin arasında istatistiksel bir ilişki bulunamamıştır. Mevcut çalışmada elde edilen veriler literatür bilgisiyle uyumlu olarak BUN ve CRE değerlerinin KBY tespit edilen hayvanlarda RI ve PI değerlerinde de yükselmesiyle doğrudan ilişkili bulunmuştur.

Bu durum PI değerlerinin yüksek olduğu hayvanlarda organ ve doku hasarının daha ileri seviyede olduğunu gösterir niteliktedir.

KBY'li kedilerde yürütülen benzer bir çalışmada (Martignoni, 2000) hematokrit değerler bozukluğun derecesi ile ilişkilendirilmiştir. Çalışma sonunda hastalara ait hematokrit değerlerdeki önemli düşüş literatür veriler ile uyumlu bulunmuştur. Kan lökosit sayılarında kontrollere göre önemli artış belirlenmiş ve bir enfeksiyon olasılığı ile birlikte değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmada ise enfeksiyon belirteçleri bakımından referans verilere göre farklılık olsada istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilememiştir. KBY ile enfeksiyon bulgusu bakımından pozitif bir korelasyon tespit edilememiştir.

ALP kemik döngüsünün yapım aşamasında çok yüksek yoğunlukta üretilir ve genel kemik etkinliği hakkında iyi fikir verir. Serum toplam ALP aktivitesi karaciğer, böbrek, kemik, plasenta ve bağırsakta üretilen izoenzimleri oluşturur. Ancak, en büyük kısmı kemik ve karaciğer izoenzimlerince oluşturulur (Kaneko vd., 1997). Yapılan çalışmada serum ALP, ALT ve GLU değerlerindeki değişimlerin istatistiksel olarak hastalıkla anlamlı bir ilişkisinin olmadığı belirlenmiştir $P>0,05$.

Renal fonksiyon renal kan akımına, glomerüler ve tübüler fonksiyona ve idrar akımına bağlıdır (Becker, 1991). Klinik ortamda böbrek kan akışını değerlendirme yeteneği, böbrek hastalığının tanı, tedavi ve prognozuna katkıda bulunabilir. Akış, bir kaptaki basınç farkının dirence bölünmesi olarak tanımlanır. Vasküler dirençteki artış, kalp fonksiyonu ve hidrasyon durumu normal olduğunda kan akışının azalmasının en olası nedenidir (Nelson, 1988). Böbreğe giden kan akımı özel tekniklerle ölçülebilse de böbrekteki damar direncini ölçmenin kesin bir yolu yoktur. RI'nin böbrekteki vasküler dirençle korelasyonunun iyi olduğu öne sürülmekle birlikte ve ayrı raporlarda RI'nin vasküler direnci yansıttığı genel olarak kabul edilmektedir (Norris vd., 1984; Trudinger vd., 1987). Yapılan çalışmadan elde edilen verilere göre KBY teşhisi koyulan hayvanlarda RI değerlerinin artış göstermesi literatür verilerle benzer şekilde böbrek fonksiyonlarını etkilediği düşünülmektedir.

Nabız dalgasına bağlı olarak kan akışı, akış hızı ve dalga dağılımının niteliği devamlı olarak değişiklik göstermektedir. Bununla birlikte dalga şekilleri kardiyak output, yerçekimi ile ilgili oryantasyon, egzersiz, stres ve sindirim tarafından etkilendiği

bildirilmektedir (Novellas v.d., 2007). İnsanlarda sistemik hipotansiyon, belirgin olarak düşen kalp ritmi ve subkapsuler ya da perinefrik sıvı toplanmasının renal RI nin artmasına yol açtığı bildirilmektedir (Novellas v.d., 2007). RI ve PI nin köpeklerde insanlardakinin aksine, arteriyel basınç, kalp ritmi ve yaşla ilişkili olmadığını ileri sürmektedirler (Novellas vd., 2008). Mevcut çalışmada RI ve PI değerlerinin yaş, cinsiyet ve hayvanların kısır olup olmamasıyla ilişkili olmadığı düşünülmektedir. Ölçülen RI değerinin sağlıklı kediler için bildirilen (Novellas vd., 2007) üst sınırı (0.70) geçmediği (0.64), PI değerinin ise bildirilen üst sınırdan (1.29) daha yüksek olduğu (1.75) görüldü. Çalışmadan elde edilen veriler değerlendirildiğinde sağlıklı olduğu tespit edilen kedilerden 2 adet erkek kedinin RI değerlerinin sırasıyla 0,73 ve 0,74 olduğu belirlenmiş olup literatür veriden farklı olduğu gözlemlenmiştir. Yine de sağlıklı kedilerde PI ve RI değerlerinin ortalamalarının literatür veride belirtilen sınırlar içerisinde olduğu tespit edilmiştir.

Pulzatil indeks, ortalama akışı bir siklus boyunca göz önünde tutulduğunda anormal dalga şekillerinin ayırt edilmesinde RI den daha duyarlı olduğu (Sığırcı vd., 2006; Novellas vd., 2007; Novellas vd., 2008), benzer şekilde bazı hasta hayvanlarda sadece PI'in arttığı ve RI'in normal sınırlar içinde kaldığı bildirilmektedir (Novellas vd., 2008). Petersen vd., (1997) da aynı şekilde kronik renal hastalıklı insanlarda yaptıkları çalışmada, glomerul ile orantılı olarak RI değerinin normal sınırlar içinde olduğunu saptamışlardır. Kronik renal yetmezlik saptanan bu olguda sadece PI değerinin daha yüksek bulunmasının kaynaklarla uyumlu olduğu görülmüş ve renal hastalıkların değerlendirilmesinde RI ve PI değerlerinin önemli indikatörler olduğu düşünülmüştür. Bununla birlikte veteriner hekimlikte yeni ve insan hekimliğinde bildirilen kaynaklarla veteriner hekimliğinde bildirilen kaynaklar arasında çelişkilerin oluşu sebebiyle, konunun daha ayrıntılı olarak çalışılmasına gerek olduğu kanısına varılmıştır. Mevcut çalışmada hem PI hem de RI değerlerinin renal hastalıkların teşhisinde etkin rol oynayacağı istatistiksel olarak ortaya konulmuş olmasına rağmen literatür bilgi ile uyumlu olarak değişkenlik gösterebileceği de düşünülmektedir. Zira sağlıklı hayvanlarda da RI değerlerinin farklılık arz etmesi renal hastalıkların tespitinde PI değerinin öneminin daha ön plana çıkmasına neden olmaktadır.

Yapılan bir çalışmada karşılaştırılan ultrasonografik muayene bulgularının (hiperekoik korteksler, heterojen korteksler ve renal mineralizasyon veya taş varlığı) hiçbiri renal RI'deki değişikliklerle ilişkili bulunmadığı bildirilmektedir. Bu veri, insanlarda yapılan benzer çalışmalarla uyumludur. Bu bulgu, yalnızca B-modu ile değerlendirmenin ardından herhangi bir anormallik kaydedilmediği zaman rutin ultrasonografik muayeneye alternatif bilgi sunmada RI'in önemli olduğunu vurgulamaktadır (Karen vd., 1995) Yapılan çalışmada B-mod ultrasonografik değerlendirmede problem görülmeyen hayvanlarda RI değerlerinin literatürde belirtilen değer aralıklarından farklı çıkması RI değerinin değişken olduğunu ve değerlendirmede tek başına yeterli olmadığını göstermektedir.

İnsanlarda yapılmış bir çalışmada RI ile akut böbrek yetmezliği arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu (0,72) bildirilmiştir. Akut böbrek yetmezliği tübüler ve interstisyel nekroz ve vaskülit ile ilişkili olabileceği bildirilmektedir. Akut böbrek yetmezliği olan 91 insanla yapılan başka bir çalışmada, akut tübülonekrozlu 46 hastada ortalama RI değeri 0.85 (SD = 0.06) ve prerenal akut böbrek yetmezliği olan hastalarda ortalama RI değeri 0.67 (SD = 0.09) olarak bulunmuştur (Platt vd., 1991). Başka bir çalışmada, RI yükselmesi aktif tubulointerstisyel nefrit (0.75, SD = 0.07), akut tübüler nekroz (0.78, SD = 0.03) ve vaskülithaskülopati (0.082, SD = 0.05) ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Platt vd., 1990). Akut böbrek yetmezliği olan hastalarda böbrekler genellikle ultrasonografik olarak normal olduğundan, akut böbrek yetmezliğinde renal RI'nin değerlendirilmesi önemli olabilir. Akut böbrek yetmezliği olan hastalarda intrarenal Doppler ultrason, normal ultrasonografik muayeneden daha fazla ayırt edicidir (Platt vd., 1991). Literatür verileriyle uyumlu olarak böbrek hastalıklarının teşhisinde Doppler usg'nin ayırt edici rol oynayacağı düşünülmektedir.

Kim vd. (1992), insanlarda yaptıkları bir çalışmada her bir anormal grup sınıflandırmasından elde edilen ortalama renal RI, normal böbrekler için ortalama renal RI'ye göre önemli ölçüde yükselmiştir. Sağlıklı böbrekleri olan insan hastaların (0.63, SD = 0.04) ve çeşitli böbrek parankimal hastalıkları olan hastaların (0.82, SD = 0.20) ortalama renal RI'leri arasında da anlamlı bir fark bulundu (Kim vd., 1992). Literatürle benzer şekilde kedilerde yapılan çalışmamızda hasta hayvanlar ile sağlıklı hayvanlar arasındaki RI ve PI değerlerinde artışın olması, Doppler USG ile

değerlendirmede, PI ve RI değerlerinin referans alınması gerektiği kanaatine varılmıştır.

Diğer inceleme etkenleri kadar ölçümün hangi noktadan yapıldığı da önemlidir. Mesela böbreğin orta kısmından kortekse doğru gidildikçe intrarenal RI azalmaktadır. Sağlıklı ölçümler için interlober ve Arcuate damarlardan ölçüm yapılması gerektiği bildirilmektedir (Krumme vd., 2006, Novellas vd. 2007).

Kedilerde böbrek boyutu ölçümlerinin 3,0 ile 4,3 cm arasında değiştiği, ancak 5,3 cm'ye kadar çıkabileceği bildirilmiştir. Her iki böbreğin uzunluğu benzer olmalıdır (Larson, 2009; D'Anju, 2008 Dennis ve McConnell, 2007; Walter vd., 1987). Böbrek boyutu cinsiyete ve cinsel duruma göre değiştiği, dişilerin böbreklerinin erkeklere göre daha küçük olduğu ve kısırlaştırılmış kedilerin böbrekleri sağlam kedilere göre daha büyük olduğu bildirilmektedir (Seyrek ve Kroner, 2008; Mannion, 2006; Shiroma, Gabriel, Carter, Scruggs ve Stubbs, 1999). Literatür verileriyle uyumlu olarak çalışmamızda incelenen hayvanlara ait her iki böbreğin uzunluğu birbirine benzer olduğu tespit edilmiştir. Hasta ve sağlıklı hayvanların böbrekleri arasında ayrı ayrı değerlendirildiğinde bazı hayvanlarda böbrekler arası farklılık olmasına rağmen sağ ve sol böbreklerin RI ve PI değerleri bakımından anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Ultrasonografik muayenelerde de birbirleriyle uyumlu ölçüler tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; çalışmadan elde edilen verilere dayanarak Doppler ultrasonografi kullanılarak yapılacak incelemelerde, daha önce insanlarda ve köpeklerde yapılmış çalışmalara benzer şekilde kedilerde de böbrek hastalıklarının teşhisinde ve hastalıkların tedavi süreçlerinin takibinde RI ve PI değerlerinin değişkenliğin takibinin kolaylıkla yapılabileceği kanaatine varılmıştır. Bu değerlerdeki değişikliklerin böbrek hastalıklarıyla ilişkisinin olabileceği ve klinik semptomlar göstermeyen hastalarda da ayrıntılı muayenelerin yapılmasında uyarıcı rol oynayabileceği ve erken teşhise katkı sağlayabileceği düşünülmüştür. RI değerlerinin hayvanlarda farklılık gösterebileceği bazen yanıltıcı sonuçlar oluşabileceği literatür verilerinde daha önce belirtilmişti. Bu çalışmada da RI değerlerinin kedilerde değişkenlik gösterebileceği yinede PI değerleriyle birlikte değerlendirildiğinde hastalık belirteci olabileceği kanaatine varılmıştır. Zira özellikle PI değerleri böbreğe

ait fonksiyon değişikliklerinden etkilendiği, ancak diğer damarsal değişiklerden fazla etkilenmediği görüşünü destekleyici veriler elde edilmiştir. Dolayısıyla doppler ultrasonografinin hem kolay uygulanabilen bir muayene yöntemi olması hem de ucuz bir yöntem olması dolayısıyla rutinde kullanılmasının veteriner hekimler için böbrek hastalıklarında erken teşhis koymada faydalı olacağı kanaatine varılmıştır.



KAYNAKLAR

- Acierno, MJ., Labato, MA. (2005). Hypertension in renal disease: diagnosis and treatment. *Clin. Tech. Small Anim. Pract.* 20,23-30
- Anonim (2002b): Chronic renal failure. <http://www.hdv-inc.com/healthref.htm>. Erişim tarihi: 01.12.2004.
- Akdoğan Kaymaz, A. (2001). Kedi ve Köpeklerde Üriner Sistem Hastalıkları Ders Notları, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi.
- Alkan Z. (1999). Veteriner Radyoloji, 2. baskı, A. Ü. Basımevi, Ankara, s: 152-153
- Allworth MS, Hoffmann KL.(1997). Bir kedide füzyon ile çapraz böbrek ektopisi. *Vet Radiol Ultrason* 40 (4): 357-360.
- Altıntaş A., Pekcan M., Karadeniz A., Kırmızıgül AH. (2006). Kronik böbrek yetmezliği belirtileri gösteren kedilerde biyokimyasal ve hematolojik değişiklikler Ankara Üniv Vet Fak Derg 53:97-102
- Anderson KL.(2011). Ultrasonography of the upper urinary tract. <http://www.academic-server.cvm.umn.edu/radiology/CVM6105/2011/Anderson/pdf/USofUUT.pdf>
- Baltazar PI, Moura LS, Pessoa GT, Rodrigues RPS, Sanches MP, Diniz AN, Sousa FCA, Guerra PC, Neves WC, Giglio RF, Alves JJRP, Souza FAL, Braga JFV, Alves FR (2016) Comparative B-mode and Doppler renal ultrasonography with histopathological findings in dogs positive for canine visceral leishmaniasis. *Microsc Res Tech* 79:637–645
- Barella G, Lodi M, Sabbadin LA, Faverzani S. (2012). Sağlıklı köpeklerde böbrek boyutunun ultrasonografik ölçümü için yeni bir yöntem. *J Ultrason* 2012; 15 (3): 186-191.
- Bartges JW (2012) Chronic kidney disease in dogs and cats. *Vet Clin Small Anim* 42:669–692
- Becker JA. Evaluation of renal function. *Radiology* 1991;179:337- 338.
- Biricik, H.S., Öztürk, A., Şındak, N. (2003). Köpeklerde abdominal damarların renkli dupleks doppler ultrasonografi ile görüntülenmesi, *Türk. J. Vet. Anim. Sci.* 27,601-608
- Bodey, A.R. (1994). Systemic hipertansiyon in the dog fact or fiction? Proceedings of the 18th Waltham Symposium.
- Börkür, M.K., Kurtdele, A., Aydın, Y., Durgut, R., Pekkaya, S., Özkanlar, Y. (2000). Kronik böbrek yetmezliği belirtileri gösteren kedi ve köpeklerde klinik, laboratuvar ve patolojik bulgular. *Ankara Üniv. Vet. Derg.* 47:281-289

- Bonazzi M, Volta A, Gnudi G, Bottarelli E, Gazzola M, Bertoni G (2007) Prevalence of the polycystic kidney disease and renal and urinary bladder ultrasonographic abnormalities in Persian and exotic shorthair cats in Italy. *J Feline Med Surg* 9:387–391
- Brown, S.A., Crowell, W.A., Brown, C.A., Basanti, J.A., Finco, D.R. (1997). Pathophysiology and management of progressive renal disease. *The Veterinary Journal* 154,93-109
- Brown, S.A. (2003). Pathogenesis and pathophysiology of renal disease. Hills symposium on chronic renal disease.
- Burder MC, Shoieb AM, Shirai N, (2010) Tazı köpeklerinde böbrek displazisi: dört vaka. *Toxicol Pathol* 2010; 38 (7): 1051-1057.
- Bushberg JT, Seibert JA, Leidholt EM, Boone JM (2002). *Basic Physics of Medical Imaging*. 2nd edition, Philadelphia, Lippincott Williams and Wilkins, p: 469-554
- Bushberg JT, Anthony SJ, Edwinn LM, John BM (2002). *Basic Physics of Medical Imaging*. Lippincott Williams and Wilkins. 38
- Buturovic-Ponikvar J, Visnar-Perovic A (2003). Ultrasonography in chronic renal failure. *Eur J Radiol* 46:115–122
- Cartee R.E. (2001). Terminology and Historical Review içinde: Nautrup C.P. (ed.) *Diagnostic Ultrasonography of the dog and cat*, Manson Publishing- UK
- D’Anjou M. (2008) Kidneys and ureters. In: Penninck D and d’Anjou M (eds). *Atlas of small animal ultrasonography*. 1st ed. Ames: Blackwell Publishing., pp 339–364.
- D’Anjou MA, Bedard A, Dunn ME.(2011). Köpeklerde ve kedilerde ultrasonda renal pelvik dilatasyonun klinik önemi. *Vet Radiol Ultrason* 2011; 52 (1): 88-94.
- Dennis R and McConnell F.(2007). Diagnostic imaging of the urinary tract. In: Elliott J and Grauer GF (eds). *BSAVA manual of canine and feline nephrology and urology*. 2nd ed. Gloucester: British Small Animal Veterinary Association, pp 126–141
- Dennis R, Kirberger RM, Barr F and Wrigley RH. (2010) *Handbook of small animal radiology and ultra-* Available online at jfms.com Reprints and permission: sagepub.co.uk/journalsPermissions.nav sound: techniques and differential diagnoses. 2nd ed. Edinburgh: Elsevier, 2010, pp 305–308.
- Dibartola SP (2005). *The Urinary System* içinde; Ettinger S.J. ve Feldman E.C. (Ed.), *Textbook of Veterinary Internal Medicine* (5th ed.) W.B. Saunders Company. Philadelphia
- Drost WT, Henry GA, Meinkoth JH, Woods JP and Lehenbauer TW. (2000). Quantification of hepatic and renal cortical echogenicity in clinically normal cats. *Am J Vet Res* 2000; 61: 1016–1020.
- Egner B., Carr A., Brown S. (2003): *Essential facts of blood pressure in dogs and cats*. Iams Company. Germany

- Espada Y, Novellas R and R Ruiz de Gopegui (2006). Animal Medicine and Surgery Department, Veterinary Faculty, Universidad Autonoma of Barcelona, Edifici V, Campus UAB, 08193 Bellaterra, Barcelona, Spain (2006), Renal Ultrasound in Dogs and Cats Veterinary Research Communications, 30(Suppl. 1) 133–137
- Grauer CF, Lane IF. Acute renal failure. In: Ettinger SJ, Feldman EC. Textbook of veterinary internal medicine. 4th ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1995.
- Guugjoo MB, Saxena AC, Hogue M, Zama MMS (2014). Echocardiographic study in M-mode dogs. Afr. J Agr. Res. 9 (3): 387--396.
- Hanamura K, Tojo A, Kinugasa S, Asaba K, Fujita T (2012). Clinical study the resistive index is a marker of renal function, pathology, prognosis, and responsiveness to steroid therapy in chronic kidney disease patients. Int J Nephrol:1–9
- Hart DV, Winter MD, Conway J, Berry CR. (2013). Böbrek fonksiyon bozukluğu olmayan köpeklerde dış medulla'nın ultrason görünümü. *Vet Radiol Ultrason*; 54 (6): 652-658.
- Hecht S.(2015). Alt üriner sistem hastalığının tanısız görüntülemesi. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2015; 45 (4): 639-663.
- Henik R.A., Dolson M.K., Wenholz L.J. (2005). How to obtain a blood pressure measurement. *Clin. Tech. Small Anim. Prac.* 20,144-150
- Hoskins JD. (2001). Üriner Sistem. İçinde: Hoskins JD, ed. Veteriner Pediatri: Doğumdan Altı Aya Kadar Köpekler ve Kediler. 3. baskı Philadelphia: Saunders; : 371-395.
- Hu Q, Wang X-Y, He H-G, Wei H-M, Kang L-K, Qin G-C (2014). Acoustic radiation force impulse imaging for non-invasive assessment of renal histopathology in chronic kidney disease. *PLoS One* 9(12):1–14
- Ivancic M, Mai W. (2008).Sağlıklı köpeklerde renal ve hepatik ultrasonografik yoğunluğun kalitatif ve kantitatif karşılaştırması. *Vet Radiol Ultrason* 2008; 49 (4): 368-373.
- Jonathan M, Rubin, Ronald O Bude, Paul L. Carson, Phd Robert L. Bree, Ronald S. Adler, MD, (1994). Power Doppler US : A Potentially Useful Alternative to Average Frequency Based Color Doppler US, *Radiology*; 190: 853-856
- Kaneko JJ, Harway JW, Bruss ML (1997): Calciumregulating hormones and diseases of abnormal mineral metabolism. 673-674. In: Kaneko JJ (Ed), *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. Fifth Edition. Academic Press.U.S.A
- Karen L. Morrow, DVM, Mowafak D. Salman, BVMS, PHD, Michael R. Lappin, DVM, PHD, Robert Wrigley, BVSc, MS *Veterinary Radiology & Ultra sound*, Vol. 37, No. 3, 1996, pp 193-199.
- Keally J and Allister MC (2000), *Diagnostic Radiology and Ultrasonography of The Dog and Cat*. Kedi ve Köpeklerde Radyoloji ve Ultrasonografi, 3. Baskı, A Harcourt Health Sciences Company, Pennsylvania, s: 7-18

- Kim SH, Kim WH, Choi BI, Kim CW. Duplex Doppler US in patients with medical renal disease: resistive index vs serum creatinine level. *Clin Radiol* 1992;45:85-87.
- King A.M. (2006). Development, advances and applications of diagnostic ultrasound in animals. *The Veterinary Journal* 171, 408-420
- Koch MC, Teixeira MA, Alves L (2013). Análise comparativa entre a imagem ultrassonográfica renal e os valores de ureia e creatinina em 93 cães. *Veterinária em Foco* 11(1):75–81
- Koma L.M., Kirberger R.M., Sholtz L. (2005). Doppler ultrasonographic changes in the canine kidney during normovolaemic anemia. *Research in Veterinary Science* 80, 96-102
- Konde LJ. (1985). B6breęin sonografisi. *Veteriner Klinięi Kuzey Am K6çük Animasyon Uygulaması* 1985; 15 (6): 1149-1158.
- Krumme B., Hollenbeck M. (2006). Doppler sonography in renal artery stenosis- does the resistive index predict the success of intervention? *Nephrol Dial Transplant*, Editorial Comment, 1-4
- Kuzu CR, Gregory SP. (1998). Ektopik 6reterli 14 k6pekte ultrasonografik bulgular. *Vet Radiol Ultrason*; 39 (3): 218-223.
- Larson MM. (2009). The kidneys and ureters. In: O'Brien R and Barr F (eds). *BSAVA manual of canine and feline abdominal imaging*. 1st ed. Gloucester: British Small Animal Veterinary Association, pp 185–204.
- Lefebvre, H.P., Toutam, P.L. (2004). Angiotensin-converting enzyme inhibitors in the therapy of renal diseases. *J. Vet. Pharmacol Therapy* 27, 265-281
- Louvet A. Twinkling artifact in small animal color-Doppler sonography. *Vet Radiol Ultrasound* 2006;47:384–90
- Mannion P. *Diagnostic ultrasound in small animal practice*. 1st ed. Oxford: Blackwell Science, 2006, pp 109–127.
- Mareschal A, d'Anjou MA ve Moreau M (2007). K6peklerde b6brek boyutunu tahmin etmenin bir y6ntemi olarak b6brek-aort oranının ultrasonografik 6lę6m6. *Vet Radiol Ultrason* 2007; 48 (5): 434-438.
- Martignoni L (2000). Biochemical picture of chronic renal insufficiency in cats and dogs. (Proceedings of the IX Congress of the International Society of Animal Biochemistry, Toulouse, 2000). *Revue de Medecine Veterinaire* Tome 151 no 7. <http://www.medvet.umontreal.ca/biblio/litt/t151n7-00.html>. Erişim tarihi: 28.02.2005
- McGrotty, Y. (2008). Diagnosis and management of chronic kidney disease in dogs and cats. *In Practise* 30, 502-507
- Mitchell SK, Toal RL, Daniel GB, Rohrbach BW (1998). Evaluation of Renal Hemodynamics in Awake and Isoflurane-Anesthetized Cats with Pulsed Wave Doppler and Quantitative Renal Scintigraphy. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 39 (5), 451-458

- Moghazi S, Jones E, Schroeppele J, Arya K, McClellan W, Hennigar RA, O'Neill WC (2005) Correlation of renal histopathology with sonographic findings. *Kidney Int* 67:1515–1520
- Monteiro SC, Froes TR (2009) Utilização da ultrassonografia no diagnóstico das nefromegalias em pequenos animais: revisão de literatura. *Clín Vet* 14:54–58
- Morrow KL, Slman DM, Lappin, MR, Wrigley, R (1996), Comparison of The Resistive Index to Clinical Parameters in Dogs with Renal Disease. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 37 (3), 193-199
- Nelson TR, Pretorius DH. The Doppler signal: where does it come from and what does it mean? *AJR* 1988;15:439-447.
- Norris CS, Pfeiffer JS, Rittgers SE, Barnes RW. Noninvasive evaluation of renal artery stenosis and renovascular resistance. *J Vasc Surg* 1984;1:192-202.
- Notomi MK, Kogika MM, Ikesaki JYH, Monteiro GPR, Marquesi ML (2006). Estudo retrospectivo de casos de insuficiência renal crônica em cães no período de 1999 a 2002. *Braz J Vet Res Anim Sci* 43:12– 22
- Novellas, R, Espada, Y, Ruiz De Gopegui, R (2007). Doppler Ultrasonografic Estimation of Renal and Ocular Resistive and Pulsatility in Normal Dogs and Cats. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 48 (1), 69-73
- Novellas R, Ruiz de Gopeguir, Espada, Y (2008). Increased Renal Vascular Resistance in Dogs with Hepatic Disease. *The Veterinary Journal* 178, 255-260
- Nyland, TG, Fisher, PE, Doverspike, M, Hornof, WJ and Olander, HJ(1993), Diagnosis of Urinary Tract Obstruction in Dogs Using Duplex Doppler Ultrasonography. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 34, 348– 352
- Nyland TG, Matton JS, Erreseggell EJ, Isner, ER (2002). Physical Principles, Instrumentation and Safety of Diagnostic Ultrasound. Inside: Small Animal Diagnostic Ultrasound. In: Nyland, TG. And Mattoon, JS. 2nd edition, Philadelphia, WB, saunders, 1-18.
- Nyland TG, Matton JS, Herrsell EJ, Wisner ER (2005) Trato urinário. In: Nyland TG, Matton JS (eds) *ultra-som diagnóstico em pequenos animais*, 2nd e. Roca, São Paulo, pp 161–198
- Özdamar, K. (1999). *SPSS ile Biyoistatistik* (3. Baskı). Eskişehir, Kaan Kitabevi.
- Özmen CA, Akin D, Bilek SU, Bayrak AH, Senturk S and Nazaroglu H. Ultrasound as a diagnostic tool to differentiate acute from chronic renal failure. *Clin Nephrol* 2010; 74: 46–52.
- Petersen LJ, Petersen JR, Talleruphuus U, Ladefoged SD, Mehlsen J, Jensen HAE (1997). The pulsatility index and resistive index in renal arteries. Associations with long-term progression in chronic renal failure. *Nephrol Dial Transplant*, 12, 1376-1380.
- Platt JF, Rubin JM, Ellis JH. Acute renal failure: possible role of duplex Doppler US in distinction between acute prerenal failure and acute tubular necrosis. *Radiology* 1991; 179:419-423.

- Platt JF, Ellis JH, Rubin JM, Dipietro MA, Sedinan AB. Intrarenal arterial Doppler sonography in patients with nonobstructive renal disease: correlation of resistive indices with biopsy findings. *AJR* 1990;154: 1223- 1227
- Polzin, D.J., Osborne, C.A., Roos, S. (2005). Chronic Renal Failure içinde; Ettinger S.J. ve Feldman E.C. (Ed.), *Textbook of Veterinary Internal Medicine* (5th ed.) W.B. Saunders Company. Philadelphia.
- Polzin DJ (2011) Chronic kidney disease in small animals. *Vet Clin N Am Small*41(1):15–30
- Pozniak MA, Kelcz F, Stratta RJ, Oberly TD. Extraneous factors affecting resistive index. *Invest Radiol* 1988;23:899-904.
- Rahmouni A, Bargoin R, Herment A, (1996). Color Doppler twinkling artifact in hyperechoic regions. *Radiology* 1996; 199:269–71
- Reichle JK, DiBartola SP, Leveille R. (2002). Otozomal dominant polikistik böbrek hastalığı olan kedilerin böbrek ultrasonografik değerlendirmesi ve bilgisayarlı tomografik görünümü, hacmi ve işlevi. *Vet Radiol Ultrason* 2002; 43 (4): 368-373.
- Rivers, BJ, Walter, PA, Polzin, DJ and King, VL, (1997), Duplex Doppler Estimation of Intrarenal Pourcelot Resistive Index in Dogs and Cats with Renal Disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 11, 250–260
- Robinson DE, Wilson LS, Kossoff G. (1981). Shadowing and enhancement in ultrasonic echograms by reflection and refraction. *J Clin Ultrasound*; 9:181–8.
- Rubin JM, Bude RO, Carson PL, Bree RI, Alder RS (1994), Power Doppler US: a potentially useful alternative to mean frequency-based color Doppler US. *Radiol.* 190: 853--856.
- Saraiva FH (2010). O exame ultrassonográfico B-mode, Doppler colorido e pulsado na avaliação da doença renal crônica em felinos. Universidade de São Paulo, Dissertation
- Schenck, P.A., Chew, D.J. (2003). Determination of calcium fractionation in dogs with chronic renal failure. *Am. J. Vet. Res.* 64, 1181-1188
- Seçil M(2013). Doppler US Fiziği, Genişletilmiş 2. Baskı, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı, İzmir, s:1-7
- Serhatlıoğlu S.(2014), Radyolojik Teknikler I Ultrasonografi, F.Ü. SHMYO, Elazığ
- Seyrek-Intas D and Kramer M.(2008). Renal imaging in cats. *Vet Focus*; 18: 23–30.
- Seyrek-Intas D, Kramer M (2009). Imagiologia renal do gato. *Vet Focus* 18:23–30
- Shiroma JT, Gabriel JK, Carter RL, Scruggs SL and Stubbs PW. Effect of reproductive status on feline renal size. *Vet Radiol Ultrasound* 1999; 40: 242–245.
- Sığırcı A, Hallaç T, Akıncı A, Temel İ, Gülcan H, Aslan M, Koçer M, Kahraman B, Alkan A, Kutlu R (2006). Renal interlobar artery parameters with duplex doppler sonography and correlations with age, plasma renin, and aldosterone levels in healthy children. *AJR*, 186, 828-832

- Siddappa JK, Singla S, Ameen MA, Rakshith SC, Kumar N (2013) Correlation of Ultrasonographic parameters with serum creatinine in chronic kidney disease. *J Clin Im Sci* 3(2):1–6
- Smallwood JE, George TF II. Anatomic atlas for computed tomography in the mesaticephalic dog: Caudal abdomen and pelvis. *Vet Radiol Ultrasound* 1993;34: 143–67.
- Smets, P.M.Y., Meyer, E., Maddens, B.E.J., Duchateau, L., Daminet, S. (2010). Urinary markers in healthy young and aged dogs and dogs with chronic kidney disease. *J Vet Intern Med.* 24, 65-72
- Syme, H.M., Barber, P.J., Markwell, P.J., Elliot, J. (2002). Prevalence of systolic hypertension in cats with chronic renal failure at initial evaluation.
- Torroja RN (2007) Vascular resistance determination with Doppler ultrasound in canine and feline disease. *Universidade Autônoma de Barcelona, Thesis*
- Trudinger BJ, Stevens D, Connelly A, et al. Umbilical artery flow velocity waveforms and placental resistance: the effects of embolization of the umbilical circulation. *Am J Obstet Gynecol* 1987;157: 1443-1448.
- Uzlu, E., Kalınbacak, A. (2005). Renal yetmezlik semptomları görülen köpeklerde sekonder hipertansiyonun osilometrik metodu ile değerlendirilmesi ve angiotensin II reseptör antagonistleri ile tedavisi. *Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg.* 52, 33- 3
- Vicky Aspinall (2004) *Anatomy and Physiology of the Dog and Cat* 9. The Urinary System, *Veterinary Nursing Journal*, 19:4, 130-135, DOI: 10.1080/17415349.2004.11013272
- Walter PA, Feeney DA, Johnston GR, Fletcher TF(1987). Kedi böbrek ultrasonografisi: görüntülenen anatominin kantitatif analizi. *Am J Vet Res* kullüpler; 48 (4): 596-599.
- Zagrebski JA (1992). Physics and instrumentation in Doppler and B-mode ultrasonography. In Zwiebel WJ (ed): *Introduction to Vascular Ultrasonography*, ed 3. Philadelphia, WB Saunders, , pp 19-44
- Zwingenberger A (2008). Ultrasound of cats with chronic renal disease not always black and white. *DVM Newsmagazine* 39(4):44

