



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

**KEDİLERDE GENEL ANESTEZİDE SEVOFLURAN
UYGULAMASININ İNTRAOPERATİF DOPPLER
ULTRASONOGRAFİ ARACILIĞIYLA RENAL REZİSTİF
İNDEKS ÜZERİNE ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Veteriner Hekim Faruk Ceyhun OĞUZER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

VETERİNER CERRAHİ ANABİLİM DALI

Danışman
Doç. Dr. Özlem ŞENGÖZ ŞİRİN

BURDUR-2024

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

**KEDİLERDE GENEL ANESTEZİDE SEVOFLURAN
UYGULAMASININ İNTRAOPERATİF DOPPLER
ULTRASONOGRAFİ ARACILIĞIYLA RENAL REZİSTİF
İNDEKS ÜZERİNE ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Veteriner Hekim Faruk Ceyhun OĞUZER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

VETERİNER CERRAHİ ANABİLİM DALI

Danışman
Doç. Dr. Özlem ŞENGÖZ ŞİRİN

BURDUR-2024

KABUL ve ONAY

Faruk Ceyhun OĞUZER tarafından *Doç. Dr. Özlem ŞENGÖZ ŞİRİN* yönetiminde hazırlanan “*Kedilerde Genel Anesteziye Sevofluran Uygulamasının İntraoperatif Doppler Ultrasonografi Aracılığıyla Renal Rezistif İndeks Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi*” başlıklı tez çalışması jüri üyeleri olarak tarafımızdan okunmuş; kapsamı ve niteliği açısından Veteriner Cerrahi Anabilim Dalında *Yüksek Lisans Tezi* olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 16/07/2024

Aksaray Üniversitesi
Veteriner Fakültesi
Cerrahi Anabilim Dalı
Prof. Dr. Mahir KAYA

Mehmet Akif Ersoy
Üniversitesi
Veteriner Fakültesi
Cerrahi Anabilim Dalı
**Prof. Dr. Latif Emrah
YANMAZ**

Mehmet Akif Ersoy
Üniversitesi
Veteriner Fakültesi
Cerrahi Anabilim Dalı
**Doç. Dr. Özlem
ŞENGÖZ ŞİRİN**

ONAY

Bu tez, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Lisans Üstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu ... / ... / Tarih vesayılı kararı ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ramazan ADANIR
Müdür
Sağlık Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim sürecinde desteklerini ve katkılarını esirgemeyen değerli hocalarım; Prof. Dr. Mustafa Doğa TEMİZSOYLU, Prof. Dr. Latif Emrah YANMAZ, Doç. Dr. Yusuf Sinan ŞİRİN, Doç. Dr. Kürşad YİĞİTARSLAN, Dr. Öğr. Üyesi Harun ÇINAR, Öğr. Gör. Muhammed Yusuf ŞİRİN, Dr. Araş. Gör. Mehmet Nur ÇETİN ve Dr. Öğr. Gör. Doğukan POLAT' a, çalışma arkadaşlarım; Muammer Ayberk KARA, Batuhan NEYSE, Servet YALÇIN, Ayşe Nihan ELVAN, İbrahim Taha DANIŞMAN, Ayhan IŞIL, Nurefşan BÜYÜKKARACA, Zehra Nur KAYA, Mirkan KOŞUNCU, Aybike ÖZBEYLİ ve Rana TOPKARA' ya, tüm bu süreçte yardımını ve sevgisini benden esirgemeyen hayat arkadaşım Çiğdem SUBAŞI 'ya, her şeyden önce var olmamı sağlayan, hayatımın her safhasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, huzurlu bir çalışma ortamı sunan ve yüreklendiren annem Dilek OĞUZER' e, babam Halil İbrahim OĞUZER' e ve abim Furkan Berk OĞUZER' e, yüksek lisans tezimi kendisinin danışmanlığında hazırlama şansına nail olduğum, zorlu süreçler boyunca desteğini, anlayışını ve yol gösterici bilgilerini benden esirgemeyerek, yetişmemde emeği geçen çok değerli hocam Sayın Doç. Dr. Özlem ŞENGÖZ ŞİRİN' e saygılarımla teşekkürlerimi sunuyorum.

ETİK BEYAN

“Kedilerde Genel Anesteziye Sevofluran Uygulamasının İntraoperatif Doppler Ultrasonografi Aracılığıyla Renal Rezistif İndeks Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi” başlıklı tez çalışmamdaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Doç. Dr. Özlem ŞENGÖZ ŞİRİN danışmanlığında Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna göre yazıldığını beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Faruk Ceyhun OĞUZER

Tarih: 16.07.2024

İmza:

İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK	i
KABUL ve ONAY	ii
TEŞEKKÜR	iii
ETİK BEYAN	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER	vii
TABLolar	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR	ix
TÜRKÇE ÖZET	x
İNGİLİZCE ÖZET (ABSTRACT)	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Böbrek Anatomisi	3
2.2. Böbrek Fizyolojisi	5
2.3. Ultrasonografi	8
2.3.1. Ultrasonik Ses Dalgalarının Fiziksel Prensibi	8
2.3.2. Ultrasonik Ses Dalgalarının Oluşumu ve Ekojenite	10
2.3.3. Ultrasonografik Ses Dalgalarının Doku ile Etkileşimi	10
2.3.4. Prob	13
2.3.5. Anatomik Düzlemler	15
2.3.6. Ultrasonografide Kullanılan Başlıca Görüntüleme Yöntemleri	15
2.3.7. Doppler Ultrasonografi	16
2.3.7.4. Doppler Artefaktları	20
2.4. Üriner Sistemin Radyografik Muayenesi	22
2.5. Üriner Sistemin Ultrasonografik Muayenesi	24
2.5.1. Ultrasonografiye Hazırlık	24
2.5.2. Üst Üriner Sistemin Ultrasonografik Muayenesi	25
2.5.2.1. Üst Üriner Sistemin Tarama Tekniği	25
2.5.2.2. Üst Üriner Sistemin Ultrasonografik Anatomisi	25
2.5.3. Alt Üriner Sistemin Ultrasonografik Muayenesi	28
2.5.3.1. Alt Üriner Sistem Tarama Tekniği	28
2.5.3.2. Alt Üriner Sistemin Ultrasonografik Anatomisi	29
2.6. Rezistif İndeks ve Pulsatilité İndeksi	30
2.7. Osilometrik Kan Basıncı Ölçüm Yöntemi	34
2.8. Anestezikler	36
2.8.1. Minimum Alveolar Konsantrasyon	37
3. GEREÇ ve YÖNTEM	39
3.1. Gereç	39
3.1.1. Hayvan Materyali	39
3.1.2. Muayene, Operasyon Öncesi ve Sırasında Veri Toplamada Kullanılan Materyaller	39
3.1.3. Anestezi, Analjezi ve Antibiyoterapide Kullanılan Materyaller	40

3.2. Yöntem	40
3.2.1. Muayene ve Preoperatif Verilerin Toplanması	40
3.2.2. Premedikasyon, İndüksiyon, Entübasyon, İnhalasyon Anestezisi ve Ekstübasyon	45
3.2.3. İntraoperatif Verilerin Toplanması	46
3.2.4. İstatistiksel Analiz	47
4. BULGULAR	48
4.1. Muayene Bulguları	48
4.2. Preoperatif, İntraoperatif Doppler Ultrasonografi ve Kan Basıncı Bulguları	50
5. TARTIŞMA	76
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	84
KAYNAKLAR	85

ŞEKİLLER

Şekil 2.1	Böbreğin sagittal kesiti ve anatomik yapıları (Chew ve Schenck, 2023).	5
Şekil 2.2	Kedide lateral görünümde renal hilusta yağ opasitesi (siyah oklar) ve böbrekler üst üste geldiği için artmış opasite görünümü (beyaz oklar) (Seiler, 2018).	23
Şekil 2.3	Bir kedide lipid birikimine bağlı böbrek korteksinde ultrasonografik hiperekojenite görünümü (d' Anjou ve Penninck, 2015b).	26
Şekil 3.1	Olgu 5'in ventrodorsal abdominal radyografisinde böbrek uzunluklarının L2 vertebra gövde uzunluğuyla karşılaştırılması.	42
Şekil 3.2	Olgu 7'nin ultrasonografik muayenesinde sagittal düzlemde böbrek longitudinal uzunluğunun, genişliğinin ve korteks kalınlığının ölçülmesi.	43
Şekil 3.3	Olgu 10'un preoperatif muayenesinde kaydedilen Doppler ultrasonografi görüntüleri. (A) Pİ değerinin ve (B) Rİ değerinin hesaplanması.	44
Şekil 3.4	Olgu 13'ün 1.7 MAK'ta kaydedilen Doppler ultrasonografi görüntüleri. (A) Pİ değerinin ve (B) Rİ değerinin hesaplanması.	46

TABLÖLAR

Tablo 3.1	Küçük hayvanların entübasyonu için vücut ağırlığına göre önerilen endotrakeal tüp boyutları (Hughes, 2016).	45
Tablo 4.1	Çalışmaya dahil edilen olguların ırk, cinsiyet, yaş (yıl), vücut ağırlığı (kg) ve operasyon bilgileri.	48
Tablo 4.2	Gruplar arası Rİ ve Pİ farklılıklarının incelenmesi	51
Tablo 4.3	Gruplar arası SAB, DAB ve OAB farklılıklarının incelenmesi	52
Tablo 4.4	Sevofluran grubunun preoperatif değerleri arasındaki ilişkinin incelenmesi	54
Tablo 4.5	İzofluran grubunun preoperatif değerleri arasındaki ilişkinin incelenmesi	55
Tablo 4.6	Sevofluran grubunun 1.2 MAK değerleri arasındaki ilişkinin incelenmesi	57
Tablo 4.7	İzofluran grubunun 1.2 MAK değerleri arasındaki ilişkinin incelenmesi	59
Tablo 4.8	Sevofluran grubunun 1.5 MAK değerleri arasındaki ilişkinin incelenmesi	61
Tablo 4.9	İzofluran grubunun 1.5 MAK değerleri arasındaki ilişkinin incelenmesi	63
Tablo 4.10	Sevofluran grubunun 1.7 MAK değerleri arasındaki ilişkinin incelenmesi	65
Tablo 4.11	İzofluran grubunun 1.7 MAK değerleri arasındaki ilişkinin incelenmesi	67
Tablo 4.12	Preoperatif, 1.2 MAK, 1.5 MAK ve 1.7 MAK Rİ sol böbrek ortalama, Rİ sağ böbrek ortalama, Rİ ortalama, Pİ sol böbrek ortalama, Pİ sağ böbrek ortalama, Pİ ortalama ve OAB değerlerindeki değişimin gruplara göre incelenmesi	68
Tablo 4.13	Sevofluran ve İzofluran grubunda bağımlı ölçümler arası farkların incelenmesi	71
Tablo 4.14	SAB ve DAB değişkenleri için bağımlı ölçümler arası değişim miktarlarının gruplara göre incelenmesi	72
Tablo 4.15	Preoperatif Rİ ve Pİ ölçümlerinin cinsiyete göre farklılıkların incelenmesi	73
Tablo 4.16	Preoperatif SAB, DAB ve OAB ölçümlerinin cinsiyete göre farklılıkların incelenmesi	73
Tablo 4.17	Preoperatif Rİ ve Pİ ölçümlerinin yaş ve vücut ağırlığı ile ilişkisinin incelenmesi	74
Tablo 4.18	Preoperatif SAB, DAB ve OAB ölçümlerinin yaş ve vücut ağırlığı ile ilişkisinin incelenmesi	75

SİMGELER ve KISALTMALAR

$\pm$	Standart Hata
$<$	Küçüktür
$>$	Büyüktür
$\geq$	Büyük eşittir
$=$	Eşittir
$+$	Toplama
$-$	Çıkarma
$/$	Bölme
$\%$	Yüzde
$^{\circ}$	Derece
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat
cm	Santimetre
CW	Continuous Wave
DAB	Diyastolik arter basıncı
dB	Desibel
GABA_A	Gama-aminobütirik asit A
Hz	Hertz
kg	Kilogram
kHz	Kilohertz
L	Lumbal
mmHg	Milimetre civa
MHz	Megahertz
ml	Mililitre
m	Metre
mm	Milimetre
MAK	Minumum alveolar konsantrasyon
OAB	Ortalama arter basıncı
p	Anlamlılık düzeyi
pH	Hidrojen kuvveti
Pİ	Pulsatilite İndeksi
PW	Pulsed Wave
Rİ	Rezistif İndeks
SAB	Sistolik arter basıncı
sn	Saniye
T	Torakal

ÖZET

Kedilerde Genel Anestezide Sevofluran Uygulamasının İntraoperatif Doppler Ultrasonografi Aracılığıyla Renal Rezistif İndeks Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi

Bu çalışmada, kedilerde sevofluran ile gerçekleştirilen inhalasyon anestezisinin renal rezistif indeks üzerine etkilerinin intraoperatif Doppler ultrasonografi aracılığıyla değerlendirilmesi amaçlandı. Çalışma materyalini Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesine kastrasyon başta olmak üzere tamamı elektif cerrahi için getirilen, klinik muayenesinde genel ve üriner sistem yönünden sağlıklı olarak değerlendirilen 20 adet farklı yaş, ağırlık, ırk ve cinsiyetten kediler oluşturdu. Kediler sevofluran ve izofluran uygulamasına göre 10'arlı iki gruba ayrıldı. Ultrasonografik Doppler incelemelerinde preoperatif rezistif indeks (Rİ) değerleri her iki böbreğin kraniyal, orta ve kaudal kutuplarındaki interlober veya arkuat arterlerden en az ardışık üç Doppler spektrumunun elde edilmesiyle ölçüldü. Operasyon öncesinde premedikasyon amacıyla tüm kedilere sefazolin 22 mg/kg ve butorfanol 0,1 mg/kg dozunda damar içi uygulandı. Anestezi indüksiyonunda propofol 4-6 mg/kg dozunda damar içi uygulandı. Anestezi idamesi bir grup için sevofluran diğer grup için izofluran ile sürdürüldü. Preoperatif renal Rİ ölçüm protokolü aynen uygulanarak intraoperatif ölçümler minimum alveolar konsantrasyon (MAK) 1.2, MAK 1.5 ve MAK 1.7 değerlerinde gerçekleştirildi. Kedilerde sevofluran ve izofluran volatil anestezikleriyle gerçekleştirilen inhalasyon anestezileri sonucunda minimum alveolar konsantrasyon miktarlarının artışıyla birlikte ultrasonografik Doppler incelemelerle elde edilen renal Rİ ve pulsatilite indeks (Pİ) değerlerinin de artış gösterdiği bulundu. Renal Rİ ve Pİ değerlerindeki artışların ise sevofluran ve izofluran volatil anestezik çeşidine göre farklılık göstermediği tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Anestezi, Doppler Ultrasonografi, Kedi, Rezistif İndeks, Sevofluran

ABSTRACT

Evaluation of the Effects of Sevoflurane Administration in General Anaesthesia on Renal Resistive Index by Intraoperative Doppler Ultrasonography in Cats

The aim of this study was to evaluate the effects of inhalation anaesthesia with sevoflurane on the renal resistive index (RI) in cats by intraoperative Doppler ultrasonography. The study material consisted of 20 cats of different ages, weights, breeds, and sexes, all of which were brought to Burdur Mehmet Akif Ersoy University Faculty of Veterinary Medicine Animal Hospital for elective surgery, especially castration, and were evaluated as healthy in terms of the general and urinary system in clinical examination. The cats were divided into two groups of 10 according to sevoflurane and isoflurane administration. In ultrasonographic Doppler examinations, preoperative renal RI values were measured by obtaining at least three consecutive Doppler spectra from the interlobar or arcuate arteries at the cranial, middle and caudal poles of both kidneys. Cefazolin 22 mg/kg and butorphanol 0,1 mg/kg were administered intravenously to all cats for premedication before the operation. Propofol 4-6 mg/kg was administered intravenously for induction of anaesthesia. Anaesthesia was maintained with sevoflurane in one group and isoflurane in the other group. The preoperative renal RI measurement protocol was followed exactly and intraoperative measurements were performed at minimum alveolar concentration (MAC) 1.2, MAC 1.5, and MAC 1.7. As a result of inhalation anaesthesia with sevoflurane and isoflurane volatile anaesthetics in cats, it was found that the renal RI and pulsatility index (PI) values obtained by ultrasonographic Doppler examinations increased with the increase in the minimum alveolar concentrations. It was determined that the increases in the renal RI and PI values did not differ according to sevoflurane and isoflurane volatile anaesthetic types.

Keywords: Anaesthesia, Cat, Doppler Ultrasonography, Resistive Index, Sevoflurane

1. GİRİŞ

Üriner sistemin ultrasonografik değerlendirmesi veteriner hekimlikte rutin bir prosedürdür (Widmer ve ark., 2021). Bu görüntüleme yöntemi renal morfoloji hakkında bilgiler sunmakta ancak fizyolojik verilerin sağlanması yeteneğinden geri kalır. Doppler ultrasonografiyle birlikte renal arter direncini dolaylı belirleme özelliğinden yararlanılarak fizyolojik veriler de değerlendirilebilir (Griffin, 2020; Platt, 1992).

Leandre Pourcelot tarafından 1970'lerin ortalarında bir Doppler indeksi olarak Rezistif İndeks (Rİ) tanımlanmıştır (Tipisca ve ark., 2015). Rİ organ perfüzyonu sırasında vasküler duvarın kan akımına karşı direncini temsil etmektedir (Evangelista ve ark., 2022). Rİ değerlerinden üriner obstrüksiyon, diüretik etkiler, akut ve kronik renal yetmezlik, konjenital displaziler ya da akut tubüler nekrozun neden olduğu vasküler dirençteki değişikliklerin değerlendirilmesinde yararlanılmaktadır (Espada ve ark., 2008; Novellas ve ark., 2007a). Renal kortikal ekojenite artışında da Rİ değerlerinin akut böbrek hasarını tanımlamak için yararlı olduğu gösterilmiştir (Rivers ve ark., 1997). Renal Rİ değerleri kronik böbrek hastalığı gibi klinik durumlarda hem tanısal hem de prognostik açıdan değerli renal ve ekstra renal bilgiler sağlamaktadır (Di Nicolò ve Granata, 2018).

Rezistif indeks kan basıncına, glomerüler filtrasyon hızına ve renal kan akımına bağlıdır. Rİ değerlerini etkileyebilecek diğer faktörler kalp hızı, üriner obstrüksiyon ve karaciğer fonksiyonudur (Tipisca ve ark., 2015). Hayvanlarda ve in vitro çalışmalarda köpeklerde ve kedilerde kalp atış hızı, kan basıncı ve Rİ arasında bir ilişki olmadığı gösterilmiştir (Ostrowska ve ark., 2016). Bununla birlikte deneysel çalışmalar renal hemodinamiklerdeki değişimi yansıtan Rİ değerini etkileyen etkenlerin, böbrek dokusu ve vasküler kompliance olduğunu göstermiştir (Tipisca ve ark., 2015; Tublin ve ark., 2003). Sedasyon ve anestezi, renal hemodinamikleri etkileyerek Rİ değerini değiştirebilmektedir (Novellas ve ark., 2007b).

Kedilerde genel anestezinin gerçekleştirilmesinde anestezinin hızla başlatılması, iyileşmenin hızla gerçekleşmesi ve anestezi derinliğinin

ayarlanabilmesinden dolayı volatil anestezi olarak izoflurandan sıkça yararlanılmaktadır. Yüksek konsantrasyonlarda izofluran anesteziyelerinin kullanılması kedilerde olumsuz kardiyovasküler ve pulmoner etkilere neden olabilmektedir (Chen ve ark., 2023). Sevofluran, düşük kan-gaz dağılım katsayısına sahip bir volatil anesteziye tir. Anestezinin hızlı bir şekilde başlatılmasına ve anesteziye den hızla çıkılmasına olanak tanımaktadır (Osawa ve ark., 1994). Kedilerde sevofluran kullanımı kalp hızını korumasına rağmen kardiyak indeks, ortalama arter basıncı ve vasküler dirençte azalma dahil olmak üzere doza bağı kardiyopulmoner depresyona neden olmaktadır (Selmi ve ark., 2003).

Sevofluranın renal sempatik sinir aktivitesini ve plazma reninini artırdığı, bu durumun da idrar çıkışı, sodyum atılımı ve böbrek kan akımında azalmaya neden olduğu bildirilmiştir. Renal sempatik sinir aktivitesi; vazokonstriksiyon, renin salınımı ve artmış sodyum retansiyonu ile sonuçlanmaktadır. Daha sonraki etkiler perfüzyon, glomerüler filtrasyon hızı, idrar çıkışı, sodyum atılımı ve oksijen iletiminin azalması ile sonuçlanmaktadır (Franzén ve ark., 2022).

Kedilerde izofluranla gerçekleştirilen genel anestezinin böbrek fonksiyonu ve kan akımında önemli azalmalara yol açtığı sintigrafik ölçümlerle gösterilmiştir. Anestezi öncesi ve genel anestezi etkisindeki kedilerde RI değerlerinde intrarenal vasküler dirençte artış sebebiyle farklılıklar görüldüğü bildirilmiştir (Mitchell ve ark., 1998).

Bu çalışmada, kedilerde volatil anestezi olarak sevofluran ve izofluran uygulamasıyla gerçekleştirilen genel anestezinin renal RI üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi ve karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Üriner sistem; idrarı kan yoluyla oluşturan böbrekler, idrarı böbreklerden taşıyan üreterler, idrarın uygun bir şekilde boşaltılınca kadar depolandığı idrar kesesi ve idrarın dışarı atıldığı bir kanal olan üretradan oluşmaktadır (Baljit, 2017).

2.1. Böbrek Anatomisi

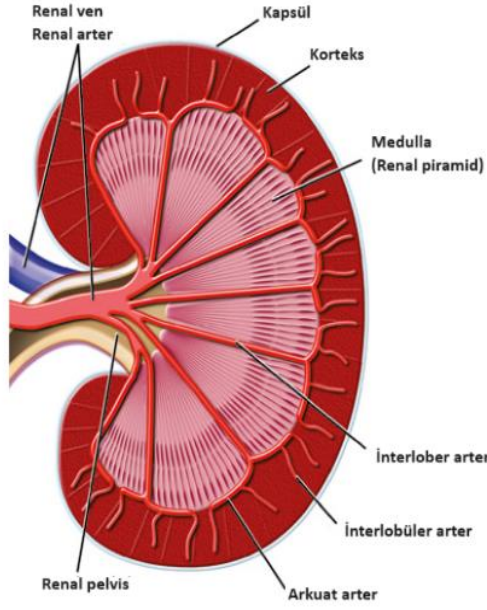
Böbrekler, lumbal bölgenin dorsal kısmında yağ yapılarıyla çevrili çift, retroperitoneal organlardır (Fishbeck ve Sebastiani, 2005). Kraniyal abdomen boşluğunda, orta hattın her iki yanında lumbal hipaksiyal kasların ventralinde birer tane olmak üzere iki böbrek bulunmaktadır (Aspinall ve Cappello, 2020). Kedi böbreği oransal olarak köpek böbreğinden daha büyük ve pürüzsüz bir oval şekline sahiptir. Her iki böbrek de dorsal yüzeyleri büyük ölçüde düz olacak şekilde lumbal vertebranın transvers proseslerinin hemen ventralinde dorsal abdominal duvara yaslanmaktadır. Sağ böbrek birinci lumbal vertebradan dördüncü lumbal vertebraya kadar uzanırken, sol böbrek ikinci lumbal vertebradan beşinci lumbal vertebraya kadar uzanmaktadır (Smith, 2010). Böbrek embriyolojik olarak kedilerde çoğunlukla kaynaşan ayrı loblardan gelişmektedir. Karnivor böbreği unilobar olarak sınıflandırılmaktadır. Dışarıdan lob demarkasyonlarından yoksun ve fibröz bir kapsül içine alınmış pürüzsüz bir yüzey görülmektedir. Böbrek, kraniyal ve kaudal kutup, dorsal ve ventral yüzey, daha uzun ve konveks bir lateral sınır ve daha kısa ve konkav bir mediyal sınır sergilemektedir. Mediyal sınır, genellikle fasulyenin gözüne benzetilen bir alan olan hilus olarak orta noktasında girintilidir. Hilus, damar, sinir ve boşaltım yapılarının böbreğe giriş ve böbrekten çıkış yaptığı bölgedir (Clarkson ve Fletcher, 2011).

Böbrekler sert bir fibröz kapsül tarafından sarılmaktadır. Kedi böbreğinin kapsülü, kolayca görülebilen kapsüler venler ile karakterizedir. Kedilerdeki böbrek yüzeyindeki bu büyük kapsüler damarların varlığı, perkütan böbrek biyopsisinden sonra kanama açısından bir miktar risk oluşturmaktadır (Smith, 2010).

Böbrek parankimi dış korteks ve iç medullaya bölünmektedir. Korteks, kırmızımsı kahverengi rengi ve oldukça granüler görünümüyle ayırt edilir. Medulla,

Çizgilerin kortekse uzandığı koyu morumsu bir dış bölgeden ve renal sinüse doğru uzanan daha soluk, grimsi kırmızı ve radyal çizgili bir i bölgeden oluşmaktadır (Baljit, 2017). Korteks, glomerüller ve ilişkili damarlara ek olarak, böbrek kapsüllerini, proksimal kıvrımlı tubülleri ve nefronların distal kıvrımlı tubllerini barındırmaktadır. Medulla ise Henle kulpunu ve nefronların toplama kanallarını barındırmaktadır (Smith, 2010). Renal pelvis, kendisini çevreleyen boşluk olan renal sinüs içinde yer almaktadır (Fishbeck ve Sebastiani, 2005). Renal pelvis, havza şeklinde ve beyazımsı bir görünüm veren fibröz bağ dokusundan meydana gelen bir yapıdır. Nefronlar tarafından oluşturulan idrar, renal pelvis'e boşalmakta ve tek bir üreter aracılığıyla böbrekten dışarı çıkmaktadır (Aspinall ve Cappello, 2020). Hilusun yakınında, medullanın piramidal alt bölümlere (renal piramitler) ayrılması belirginleşmekte ve piramitler renal pelvis'e drene olan renal papillalara dönüşmektedir. Medyan düzlemde, renal papillalar birleşerek renal pelvis'e doğru uzanan bir renal krest oluşturmaktadır (Smith, 2010).

Arteriyel kan aorttan tek bir renal arterle her böbreğe taşınır. Renal arter, böbrek piramitleri arasından kortekse geçerek interlober artere ayrılır (Aspinall ve Cappello, 2020). İnterlober arterler ise medulla içinde seyreder (şekil 2.1). Medulla ve korteks arasındaki bölünmede, interlober arterler kavisli bir şekilde dallanır ve arkuat arterler olarak adlandırılır. Arkuat arterler, korteks boyunca böbreğin çevresine doğru doğrusal olarak çok sayıda daha küçük interlobüler arter göndermektedir. İnterlobüler arterler boyunca birçok bölgede mikroskobik afferent arteriyoller dallanır. Her biri glomerül adı verilen kılcal damarlardan oluşan bir yumakta sonlanır (Chew ve Schenck, 2023). Her glomerülden, nefron tubllerini çevrelemek üzere dallanan ve peritubler kapiller açı oluşturan bir efferent arteriyol çıkar. Bu ağın Henle kulpuna bitişik ve paralel damarlar gönderen kısmına vaza rekta denir ve kanı Henle kulpunun yanına götüren arteriya rekta ve kanı interlobüler venlere döndüren vena rekta olarak ikiye ayrılır. Venöz sistem, ilgili arterlerle birlikte seyreden damarlara sahiptir. İnterlobüler venlerden kan, arkuat venlerden geçerek interlober venlere ulaşır. Bu venler birleşerek renal veni oluşturur ve böbreği terk eder (Cochran, 2010).



Şekil 2.1. Böbreğin sagital kesiti ve anatomik yapıları (Chew ve Schenck, 2023).

2.2. Böbrek Fizyolojisi

Üriner sistem, en önemli boşaltım yollarından birisidir ve homeostazın korunmasında önemli rol oynamaktadır (Cochran, 2010; Verlander, 2020). Kan hacmi ve basıncının düzenlenmesi, sodyum, potasyum ve kalsiyum gibi çeşitli iyonların kandaki konsantrasyonlarının kontrolü, hidrojen ve bikarbonat iyon sekresyon kontrolü ile pH'nin dengede tutulması gibi birçok temel işlevi yerine getirmektedir (Akers ve Denbow, 2013). Besin maddelerinin metabolizmasıyla karbondioksit, azotlu atıklar, amonyak ve detoksifiye edilmiş organik ve organik olmayan bileşikler gibi atık ürünler üretilmekte ve normal fonksiyonların devam edebilmesi için vücuttan atılması gerekmektedir (Cochran, 2010).

Böbrekler kanı süzerek sıvıyı ve kimyasalları kendi işlevsel tubüler sistemi olan nefrona iletmektedir (Cochran, 2010). Nefron böbreğin fonksiyonel birimidir. Böbreklerin içerdikleri nefron sayısı türler arasında farklılık göstermektedir (Barrett ve ark., 2019). Her bir kedi böbreği yaklaşık 200.000 nefron içermektedir (Chew ve Schenck, 2023). Nefron, toksinler ve azotlu yan ürünler gibi belirli kimyasalları seçici olarak sıvıda tutmaktadır. Burada sıvı ve kimyasallar yeniden işlenmektedir. Glikoz, sodyum ve klorür gibi ihtiyaç duyulan kimyasalların kana geri emilmesine izin

verilmekte ve aşırı miktardaki hidrojen iyonları gibi belirli iyonların sıvı yoluyla kanı terk etmesi sağlanmaktadır. Nefronlar ayrıca kan dolaşımına geri emilen sıvı miktarını ve vücuttan atılan sıvı miktarını da kontrol etmektedir (Cochran, 2010). Her nefron glomerül adı verilen ve içinden büyük miktarlarda sıvının kandan süzüldüğü glomerüller kılcal damarlardan oluşan bir yapı ve filtre edilen sıvının böbrek pelvisine giderken idrara dönüştürüldüğü uzun bir tubül içermektedir (Hall ve Hall, 2021).

Nefronun yapısı ve işlevi renal korteks içindeki konumuna bağlı olarak farklılık göstermektedir (Chew ve Schenck, 2023). Memeli böbreğinde glomerüllerinin konumu ve Henle kulplarının medullaya penetrasyon derinliği ile tanımlanan iki ana nefron tipi vardır. Glomerülleri dış ve orta kortekslerde bulunan nefronlara süperfisiyal veya kortikomedüller nefronlar denir. Bunlar korteks ve medullanın birleştiği yere ya da medullanın dış bölgesine uzanan kısa bir Henle kulpu ile ilişkilidir. Kortekste medullaya yakın glomerülleri olan nefronlar ise jukstamedullar nefronlar olarak bilinmektedir. Jukstamedullar nefronlar medullaya daha derinden uzanan Henle kulplarıyla ilişkilidir ve medullanın interstisyel sıvısının ozmotik gradiyentini sırasıyla dış medulladan iç medullaya kadar düşükten yükseğe doğru oluşturulmasında ve korunmasında görev almaktadır (Reece, 2015).

Nefron kortekste afferent ve efferent renal arteriyoller arasında avasküler glomerulus olarak başlamaktadır. Glomerulus, glomerüler veya Bowman kapsülü adı verilen epitelyal bir kese içine bulunmaktadır. Glomerül ve Bowman kapsülü birlikte renal korpuskül olarak adlandırılmaktadır. Glomerüller, kendilerine bağlı arteriyoller aracılığıyla çok büyük bir kan akımı almaktadır. Bu, kedilerde kalp debisinin %20-25'i yani dakikada yaklaşık 5-12 ml/kg'a denk gelmektedir ve bu nedenle idrar oluşumu için başlangıçta yeterli ve sağlam bir dolaşım gerekmektedir (Gourley, 1974).

Her bir glomerül içindeki kan basıncı yüksektir çünkü kan renal arter ve aorttan doğrudan ulaşmaktadır. Glomerülü terk eden efferent arteriyolün duvarlarındaki düz kas, glomerül içindeki hücreler tarafından salgılanan renin hormonunun kontrolü altında daralabilmektedir (Aspinall ve Cappello, 2020) Renin kanda, kan basıncını artırmak için vazokonstriktör olarak etki eden anjiyotensin üretimini uyarmaktadır ve glomerüldeki kan basıncı düzenlenmektedir. Renin ayrıca böbreküstü bezini, böbreğin

sodyum iyonlarını korumasına neden olan bir hormon olan aldosteron salgılaması için uyarır (Cochran, 2010). Glomerüldeki yüksek basınç, sıvı ve küçük molekülleri bazal membranın gözeneklerinden kapsüler lümene doğru kandan dışarı itmektedir. Kırmızı kan hücreleri, plazma proteinleri ve protein moleküllerine bağlı herhangi bir madde kanda tutulur. Bu işlem ultrafiltrasyon olarak bilinmektedir ve süzüntü glomerüler filtrat olarak adlandırılmaktadır (Aspinall ve Cappello, 2020).

Afferent ve efferent arteriyollerin dilatasyonu ve konstriksiyonu ile glomerül içindeki hidrostatik basınç artmakta ve glomerüler kapsül içinde esasen proteinsiz bir glomerüler filtrat oluşmaktadır. Normalde glomerüler filtrat kedide kilogram başına 4 ml oranında oluşmaktadır (Gourley, 1974). Bu filtrat oluşturulduktan sonra bazı ek materyaller ilave edilir ancak diğerleri geri emilir. Böbrek pelvisinin mikroskobik tübüler nefronlarından ve nihayetinde idrar kesesinden geçen sıvı, vücuttan idrar olarak çıkarılmaktadır. İdrar pH'si yaklaşık 6 olmak üzere hafif asidiktir ancak hacmi ve bileşimi metabolizmaya, diyet ve hücre dışı sıvı hacmini ve ozmolaritesini korumak için seyreltik veya konsantre idrar üretme ihtiyacına bağlı olarak değişmektedir (Akers ve Denbow, 2013).

Renal kan akımı, kanın böbreklere akım hızını ifade etmektedir (Reece, 2017). Böbreğe giden kan akımı, perfüzyon basıncının (sistemik arter basıncı) renal vasküler direnç bölünmesiyle elde edilir. Afferent ve efferent arteriyolar renal vasküler direncin büyük kısmını oluşturmakta ve bu damarlar renal kan akımı üzerinde kontrol sağlamaktadır. Kortikal kan akımı medüller kan akımından önemli ölçüde daha fazladır. Böbrek kan akımının yaklaşık %90'ı korteksten geçmekte, yaklaşık %10'u dış medullayı ve %1'i medulla ve papillayı perfüze etmektedir (Brown, 2011). Plazma, glomerüler filtratın oluştuğu kanın sıvı kısmı olduğu için renal plazma akımı, renal kan akımının plazma olan kısmını ifade etmektedir. Renal kan akımı ve renal plazma akımı dakikada mililitre olarak ölçülmektedir. Glomeruler filtratın oluşma hızı glomerüler filtrasyon hızı olarak bilinir ve dakikada mililitre olarak ölçülür (Reece, 2015). Glomerüler filtrasyon hızının renal plazma akımına oranı filtrasyon fraksiyonu olarak adlandırılır. Filtrasyon fraksiyonu, glomerülden akan plazmanın glomerüler filtrat haline gelen kısmı veya yüzdesidir. Efferent arteriyollere devam eden kan, dolmuş hücre hacmi ve protein konsantrasyonu için daha yüksek bir değere sahiptir

Çünkü plazmanın bir kısmı filtrelenmiş ve tub  llere girmiştir. Protein konsantrasyonu daha yüksektir çünkü diğ r plazma bileşenleriyle birlikte filtrelenmesi neredeyse engellenmiştir (Reece, 2017). Renal hemodinamik gereği kedilerde ortalama sistemik arter basıncı 75-160 mmHg arasında değişmesine rağmen renal kan akımı ve glomerüler filtrasyon hızı sabit kalma eğilimindedir. Bu kapasite renal otoregülasyon olarak adlandırılmaktadır. Preglomer ler damarların tonusu da glomerüler kapiller basıncı ve perfüzyon hızını benzer şekilde değiştirmektedir. Bu nedenle otoregülasyon ayarlamalarından primer olarak sorumlu olan vasküler bölge afferent arteriyollerdir (Brown, 2011).

2.3. Ultrasonografi

2.3.1. Ultrasonik Ses Dalgalarının Fiziksel Prensibi

Tanısal ultrasonografi, ses dalgalarının fiziksel prensiplerine dayanan bir kesitsel görüntüleme tekniğidir (Gorgas, 2011). Hastalıklarının tanımlanması ve teşhisi için kullanılan invaziv olmayan bir yöntemdir (Huyhn ve ark., 2023).

Ses elastik bir katı, bir sıvı veya bir gaz aracılığıyla iletilen bir dizi titreşimden oluşmakta ve dalgalar halinde hareket etmektedir (d' Anjou ve Penninck, 2015a; Drost, 2018). Işık ve radyo dalgalarının aksine, ses dalgaları hareket etmek için bir ortama ihtiyaç duymaktadır (Gorgas, 2011).

Ses dalgaları değişken dalga boylarına ve genliklere sahiptir. Frekans, belirli bir zaman aralığında tekrarlanan döngü sayısı olarak tanımlanır. Bir dalga veya döngü, basınç normal bir değerde başladıktan sonra yükselip, düşüp ve ardından tekrar normale ulaştığında meydana gelmektedir. Frekans, hertz (Hz) cinsinden ifade edilir. 1 Hz saniyede bir, 1 kilohertz (kHz) saniyede bin ve 1 megahertz (MHz) saniyede bir milyon döngüye eşittir. Tanısal ultrasonografide frekanslar 2-15 MHz arasındadır (Drost, 2018). Işitilebilir ses frekansı 20-20.000 Hz arasındadır. 20.000 Hz'den daha yüksek ses ultrason olarak tanımlanır yani ultrason, insan kulağının duyamayacağı yüksek frekanslı ses dalgalarını ifade etmektedir (Chaudhary ve Varshney, 2022a; Cole ve Hespel, 2020).

Dalga boyu, bir ses dalgasının bir döngüde kat ettiği mesafedir. Ultrasonografide dalga boyu milimetre (mm) cinsinden ifade edilmektedir. Dalga boyu görüntü çözünürlüğü için önemlidir (Drost, 2018). Ortam içindeki ses hızı sabit kaldığında frekans ve dalga boyu ters orantılı olmaktadır (Berry ve Mattoon, 2021).

Rezolüsyon (çözünürlük), ultrason cihazının ekoları; alan, zaman ve güç temelinde çözme yeteneğidir. Çözünürlük ne kadar yüksek olursa, bir anormalliğin fark edilme olasılığı da o kadar yüksek olmaktadır (Chaudhary ve Varshney, 2022a). Dalga boyu ne kadar kısa olursa veya frekans ne kadar yüksek olursa çözünürlük o kadar iyi olur (Berry ve Mattoon, 2021). Uzaysal, kontrast ve zamansal olmak üzere üç tür çözünürlük vardır. Uzaysal çözünürlük, ultrason sisteminin birbirine yakın yapıları tespit etme ve görüntüleme yeteneğidir (Chaudhary ve Varshney, 2022a). Uzaysal çözünürlük aksiyal ve lateral çözünürlük olmak üzere iki ana unsurdan oluşmaktadır. Aksiyal çözünürlük, ultrasonik ses dalgasının eksenini boyunca iki reflektör arasındaki minimum mesafedir (Cole ve Hespel, 2020). Aksiyal çözünürlük ne kadar iyi olursa, ses yolu boyunca içinde uzanan iki nesnenin belirgin bir şekilde görülme olasılığı o kadar artmaktadır (Gorgas, 2011). Aksiyal çözünürlüğü iyileştirmek için uzamsal puls uzunluğu azaltılmalıdır. Bu durum frekansı artırarak gerçekleştirilmektedir. Lateral çözünürlük ise, ses dalgasına dik olarak yakın yerleştirilmiş iki nesneyi (yan yana) ayırma yeteneğidir. Lateral çözünürlük, tarama düzlemindeki ses dalgası genişliğine eşittir. Eğer ses dalgaları arasındaki uzaklık, dalgaların kendilerinin genişliğinden daha büyükse, bu durumda bu dalgalar veya yankılar birbirinden ayrışabilir ve farklı ses kaynakları olarak algılanabilir. Lateral çözünürlüğün iyileştirilmesi için prob odak bölgesi değerlendirilen yapının derinliği veya konumu göz önünde bulundurularak yerleştirilmelidir (Cole ve Hespel, 2020). Kontrast çözünürlüğü, ultrason sisteminin farklı özelliklere sahip dokuları ayırt etme yeteneğidir. Zamansal çözünürlük, ultrason sisteminin zaman içinde altta yatan anatomideki değişiklikleri doğru bir şekilde gösterme yeteneğidir (Chaudhary ve Varshney, 2022a).

2.3.2. Ultrasonik Ses Dalgalarının Oluşumu ve Ekojenite

Ultrasonik ses dalgalarının oluşumu, 1880 yılında Pierre ve Jacques Curie tarafından tespit edilen ve piezoelektrik etki olarak adlandırılan etkiye dayanmaktadır. Ultrasonik ses dalgaları, kurşun zirkonattan yapılmış özel olarak üretilmiş bir kristal tarafından uygun bir ortamda piezoelektrik etki ile üretilmektedir (Gorgas, 2011). Bu tür malzemelere elektrik alanı uygulanması sonucu oluşan mekanik deformasyon da piezoelektrik etki olarak bilinmektedir (Chaudhary ve Varshney, 2022a). Kristale elektriksel bir impuls uygulandığında, piezoelektrik etki kristalin biçim değiştirmesine neden olmaktadır. Daha sonra titreşim ile ultrasonik ses dalgaları üretilir. Kristal hem bir verici gibi davranarak vücuda ultrasonik ses dalgalarını gönderir, hem de bir alıcı gibi davranarak geri dönen ekoları alır (Huyhn ve ark., 2023). Ultrason ekolarını aldığı anda, geri dönen ekoların gücüyle orantılı elektriksel impulslar üretir. Bu impulslar monitörde çeşitli gri tonları olarak görüntülenir (Graham ve ark., 2011).

Ekojenite, bir doku içinde veya arayüzde yansıyan enerjinin niteliksel bir değerlendirmesidir. Ekojenite derecesi; artmış ekojenite (hiperekoik), normal ekojenite (izoekoik), azalmış ekojenite (hipoekoik) veya ekojenite olmaması (anekoik) olarak sınıflandırılmaktadır (Chaudhary ve Varshney, 2022a). Geri dönen eko ne kadar güçlüyse, ekran görüntüsündeki nokta o kadar parlak olur. Yansıyan ekoların yayılması ve geri dönmesi arasındaki süre kat edilen mesafeye bağlıdır. Ultrason cihazı, geri dönen ekoların yansıma kaynağının konumunu hesaplar ve monitörde belirli bir bölgede görüntüler. Görüntü sürekli olarak güncellenir ve bu da dinamik bir görüntü elde edilmesini sağlar (Graham ve ark., 2011).

2.3.3. Ultrasonik Ses Dalgalarının Doku ile Etkileşimi

Sesin dokulardaki hızı gazda yavaş, yumuşak dokuda hızlı ve kemikte en hızlı olmak üzere değişmektedir. Ultrasonun vücut yumuşak dokuları boyunca hesaplanan hızı yaklaşık 1540 m/sn'dir. Çeşitli vücut dokularının yoğunluğu ultrason iletimi üzerinde derin bir etkiye sahiptir. Eğer bir doku homojen ise, ses yansıtılmaz (Cole ve Hespel, 2020). Ultrasonik ses dalgalarının farklı doku yapıları ve arayüzlerle

etkileşimi, bazı ekoların proba geri yansımaları sağlar. Ultrasonik ses dalgalarının geri kalanı dokudan geçebilir ve değişken bir şekilde yansıtılabilir. Farklı doku yoğunluklarına sahip arayüzlerin olduğu yerlerde, ses dalgalarının zayıflamasıyla sonuçlanan ultrason iletimi görülmektedir (Graham ve ark., 2011).

Ultrasonik ses dalgaları ve geri dönen eko dokudan geçerken bir miktar zayıflama olur. Zayıflama, prob frekansına ve dokuya bağlıdır (Cole ve Hespel, 2020). Düşük frekanslı (2-3,5 MHz) ses dalgaları dokuda daha fazla ilerler, ancak ürettikleri görüntü çözünürlüğü veya tanımı nispeten zayıftır. Tersine, yüksek frekanslı (7,5-10 MHz) ses dalgaları dokuda daha hızlı zayıflar, ancak ortaya çıkan görüntünün çözünürlüğü daha iyi olmaktadır. Doku derinliği ile görüntü çözünürlüğü ve kalitesi arasında bir denge vardır. Bu nedenle, incelenen yapıya bağlı olarak prob frekansının dikkatli bir şekilde seçilmesi gerekir (Graham ve ark., 2011).

İyi bir görüntü elde etmek için ultrasonik ses dalgalarının gücü mümkün olduğunca yükseğe ayarlanmalıdır. Çok düşükse, geri dönen ekolar çok zayıf olduğu için görüntü kalitesi düşer (Graham ve ark., 2011). Cihazın kazanç (gain) kontrolü ses dalgası çıkışını etkilemeden geri dönen ekoların elektronik amplifikasyonunu değiştirir (Kircher, 2011). Böylece sinyal bir görüntü oluşturacak kadar güçlü olur. Kazanç çok yüksek ayarlandığında düzensiz ekolar oluşmakta ve görüntü çok parlak görülmektedir. Kazanç çok düşük ayarlandığında ise görüntü çok karanlık olmaktadır (Graham ve ark., 2011).

Ultrasonik ses dalgalarının gücü, dokuların derinliklerine doğru ilerledikçe azalır. Bu nedenle daha derin yapılardan gelen sinyal daha zayıftır. Bu da derinlik arttıkça daha koyu bir görüntüyle sonuçlanacaktır. Ultrason cihazlarında bu etkiyi telafi etmek için zaman kazancı telafisi adı verilen bir kontrol ayarı vardır. Zaman kazancı telafisi, farklı derinliklerdeki kazancın kontrol edilmesini sağlamaktadır. Zaman kazancı telafisi kontrolü normalde birden fazla paralel kaydırıcı kontrol veya düğmeden oluşmaktadır (Berry ve Mattoon, 2021).

Bir doku tipinde ses iletiminin karakteristiği akustik empedans olarak adlandırılır. Bir dokunun akustik empedansı, dokunun fiziksel yoğunluğu ile doku

içindeki ses hızının çarpımı formülü ile hesaplanmaktadır (Cole ve Hespel, 2020). Bir dokudan diğerine akustik empedanstaki değişiklikler, ses dalgasının ne kadarının yansıtıldığını ve ne kadarının ikinci dokuya iletildiğini belirlemektedir. Görüntüyü oluşturmak için kullanılan ekonun genliği, iki bitişik doku veya maddedeki akustik empedans farkıyla orantılıdır. Eğer iki doku arasında akustik empedans farkı yoksa eko oluşmamaktadır. İki doku arasında büyük bir akustik empedans farkı varsa, neredeyse tüm ses bir eko olarak yansıtılmaktadır (Drost, 2018). Dokuların akustik empedansındaki farklılıklar, geri dönen ekoların yoğunluğunu değiştirmektedir. Yumuşak dokuların çoğu akustik empedansta minimal farklılıklara sahip olduğundan, ses dalgalarının çoğu içlerinden geçer ve sadece bir kısmı yansır. Yumuşak doku ile karşılaştırıldığında, gaz dolu yapılarda ses hızı azalmaktadır. Bu nedenle gaz daha düşük bir akustik empedansa sahiptir. Kemik yüksek bir akustik empedansa sahiptir ve sesi yumuşak dokuya göre daha yüksek bir hızda iletir. Sonuç olarak, ultrasonik ses dalgaları yolunda gaz, yumuşak doku veya kemiğin bulunduğu alanlarda, bu alanlardaki akustik empedans arasındaki belirgin farklılıklar ses dalgalarının neredeyse tamamen yansımaya neden olmaktadır. Tam yansıma, arayüzeyin ötesine ultrason iletimi olmadığı anlamına gelir. Bu fenomen akustik gölgelenme olarak adlandırılmaktadır (Graham ve ark., 2011). Hasta ile prob arasına akustik bağlantı jeli yerleştirilmediği takdirde, cilt ile prob arasında sıkışan gazın oluşturduğu yumuşak doku/gaz arayüzü, tüm ses dalgalarının yansımaya ve ses dalgalarının vücuda iletilmemesi nedeniyle görüntülemeyi engellemektedir (Gorgas, 2011).

Farklı akustik empedansa sahip doku arayüzleriyle karşılaşıldığında, ses dalgaları arasında bir yansıma meydana gelir. Bu yansıma, ses demetinin zayıflamasına katkıda bulunur. Görüntü oluşturulurken, sadece proba geri dönen yansımalar kullanıldığı için yapıların farklı açılardan taranması, probun çeşitli açılardan daha fazla eko almasına olanak tanır ve bu durum görüntü kalitesini artırabilir (Drost, 2018).

Ses dalgasının bir nesneyle etkileşime girdiği andaki açısı ses dalgasının proba geri yansıyıp yansımamasında rol oynamaktadır. Ses dalgasının geliş açısı ve yansıma açısı eşittir. Geliş açısı arttıkça, yansıyan ses dalgalarının proba ulaşma olasılığı azalmaktadır (Gorgas, 2011).

Proben, ses dalgası uzunluğu boyunca optimal bir görüntüleme bölgesi vardır. Bu bölge odak bölgesi olarak adlandırılır ve kristal frekansına göre değişir. Bazı cihazlarda odak bölgesini prob yüzeyine yaklaştıran veya uzaklaştıran bir elektronik odaklama cihazı bulunmaktadır. Dokuları görüntülerken, ilgilenilen alan üzerinde probun odak bölgesini optimize etmeye çalışmak önemlidir. Bu optimizasyon görüntüleme yönünü veya düzlemlerini değiştirerek de sağlanabilmektedir (Graham ve ark., 2011).

Ultrasonik ses dalgaları bir ortamda ilerlerken zayıflar veya güç kaybeder. Zayıflama miktarı, kat edilen mesafe ve ses dalgasının frekansı ile belirlenir. Zayıflama miktarı, gidiş dönüş mesafesi boyunca MHz başına yaklaşık 0,5 desibel (dB)/cm'dir. Yüksek frekanslı ses dalgaları düşük frekanslı ses dalgalarına göre daha fazla zayıflar (Drost, 2018).

Ses dalgasının zayıflamasına katkıda bulunan faktörler arasında; ses demetinin soğurulması, yansımaları ve saçılması bulunmaktadır (Berry ve Mattoon, 2021).

Soğrulma, ses dalgalarının mekanik enerjisinin ısıya dönüştürülmesidir. Ses dalgalarının ısıya dönüşümü öncelikle sürtünme kuvvetleri ile gerçekleşir. Tanısal ultrason cihazlarında, soğrulan sesin göreceli miktarı oldukça düşüktür ve sıcaklık değişimi algılanamamaktadır (Drost, 2018).

Ses dalgalarının saçılması, ortam içindeki küçük parçacıklar tarafından yansıtılması veya kırılmasından kaynaklanmaktadır. Bu saçılma ses dalgalarının birçok yöne dağılmasına neden olmaktadır (Gorgas, 2011). Bu durum esas olarak organların parankiminde meydana gelir ve iç organların ekotekstüründen sorumludur. Bir ses demetinin frekansı arttıkça, saçılma insidansı da artmaktadır (Berry ve Mattoon, 2021).

2.3.4. Prob

Prob veya transdüser, piezoelektrik kristalleri kullanarak ultrasonik ses dalgaları vericisi ve alıcısı olarak rol oynayan bir alettir. Bir verici, prob içindeki

piezoelektrik kristallere enerji vererek vücuda ultrasonik ses dalgalarını yayar. Ekolar, prob yüzeyi boyunca düzenlenmiş aynı piezoelektrik kristaller tarafından alınır ve bir monitörde görüntülenmesi için dijital bir sinyale dönüştürülür (Berry ve Mattoon, 2021). Tanısal ultrason cihazlarında kristaller, tek bir kristal olarak veya çeşitli biçimlerde çoklu kristaller olarak çeşitli şekillerde bir proba monte edilmektedir. Prob kristalleri genellikle önceden belirlenmiş bir frekansta titreşecek şekilde üretilir. Bazı problemlara farklı kristaller monte edilebildiği gibi (çok amaçlı) kristale impuls (çok frekanslı) da gönderilebilmektedir (Graham ve ark., 2011).

Problar farklı şekil ve boyutta olabilir. Bir probun seçimi, fiziksel özelliklerine ve görüntülenecek anatomik bölgenin özelliklerine bağlıdır (Drost, 2018). Problar, çeşitli düzenlemelerde birkaç küçük parçadan oluşur. Parçalar bir çizgi veya dikdörtgen, kavisli bir hat veya eş merkezli halka şeklinde düzenlenebilmektedir. Bu problemleri oluşturan parçalar, dikdörtgen veya kama gibi farklı şekilli görüş alanları oluşturmak ve ultrasonik ses dalgalarını belirli derinliklere odaklamak için çeşitli sıralarda elektronik olarak tetiklenmektedir (Cole ve Hespel, 2020). Konveks prob, büyük konveks üst kısmı ile sektör şeklinde görüntü üretir ve transabdominal ultrasonografi için kullanılır. Mikro konveks prob, küçük kavisli üst kısım ile sektör şeklinde görüntü üretir ve transtorakal veya transabdominal ultrasonografide kullanılır. Sektör prob, transtorakal ultrasonografi için kullanılır ve görüntüleri açılı üst kısım ile pasta şeklindedir. Lineer prob, dikdörtgen şeklinde görüntü üretirken vasküler ve yüzeysel yumuşak dokuların ultrasonografisinde kullanılmaktadır (Chaudhary ve Varshney, 2022b). Probun vücuda temas eden yüzeyine ayak izi denilmektedir (Graham ve ark., 2011). Lineer prob genellikle daha büyük ayak izine sahiptir. Abdominal görüntüleme için sektör veya lineer problemlerin kullanımı genellikle kişisel tercihine ve görüntülenen anatomik yapıya göre belirlenmektedir (Drost, 2018). Faz dizili problemler, küçük ayak izleriyle çalışma ve derin yapıların iyi görülmesini sağlayan pasta şeklinde görüntüler oluşturma avantajlarına sahiptir. Ekokardiyografi için ve büyük köpeklerde çok derin yerleşimli abdominal veya torakal yapılar için kullanılır (Kircher, 2011). Ayrıca bu problemler sürekli dalga Doppler (Continuous Wave Doppler, CW Doppler) ultrasonografi sağlama yeteneğine sahiptir (Berry ve Mattoon, 2021).

2.3.5. Anatomik Düzlemler

Transvers (aksiyal), longitudinal ve frontal (koronal) olmak üzere üç düzlem, komşu yapılar arasındaki ilişkiyi detaylandırmak için kullanılmaktadır. Tarama düzlemleri iki boyutlu ultrason görüntüleri sağlamaktadır. Longitudinal tarama düzleminde ultrasonik ses dalgaları vücuda anterior veya posterior yönden girer ve anatomik kısım anterior, posterior, superior veya inferior yönlerden görüntülenir (Chaudhary ve Varshney, 2022b). Teknik olarak longitudinal düzlemin medyan, sagittal (paramedian) ve dorsal olmak üzere farklı türleri bulunmaktadır. Medyan düzlem simetrik bir yapıyı uzun eksen boyunca eşit sol ve sağ yarılarına böler. Sagittal düzlem medyan düzleme paralel olan bir düzlemdir. Dorsal düzlem bir yapıyı dorsal ve ventral segmentlere ayırmaktadır (Fulton, 2021). Transvers tarama düzleminde ultrasonik ses dalgaları vücuda anterior, posterior veya laterolateral yönden girer. Anterior veya posterior yönden girdiğinde, anatomik kısım anterior, posterior, laterolateral yönden görüntülenir. Ultrasonik ses dalgaları laterolateral yönden girdiğinde, anatomik kısım laterolateral, mediyal, anterior veya posteriordan görüntülenir. Frontal tarama düzleminde ultrasonik ses dalgaları vücuda laterolateral yönden girer ve anatomik kısım laterolateral, mediyal, superior veya inferior yönden görüntülenir (Chaudhary ve Varshney, 2022b).

2.3.6. Ultrasonografide Kullanılan Başlıca Görüntüleme Yöntemleri

Ekolar ultrason cihazında çeşitli şekillerde görüntülenebilmektedir. Ekolar doğrusal bir iz üzerinde voltaj artışları olarak gösterilmektedir. Her bir ekonun yoğunluğu, bir derinlik ölçeğine karşı çizilen sivri uçların genişliğindeki bir değişikliklerle gösterilir. Bu A-mod olarak adlandırılır ve kullanımı özel oftalmoloji muayeneleri ile sınırlıdır (Graham ve ark., 2011).

B-mod görüntüler, geri dönen ekonun genliğine veya gücüne karşılık gelen noktalardan oluşur. Noktanın konumu, ekonun kaynaklandığı derinliğe karşılık gelir. Bu noktalar siyah bir arka plan üzerinde görüntülenir ve en güçlü geri dönen ekolar için noktanın parlaklığı veya gri ölçeği en yüksektir. Birden fazla ince tarama çizgisi tam bir görüntü oluşturur, böylece B-mod görüntüleri bir doku dilimi gibi görünür

(Cole ve Hespel, 2020). B-mod görüntünün yönü görüntülenen yapıya göre değişir. Longitudinal görüntüler için ekranın sol tarafı kraniyal ve ekranın üst kısmı dorsaldır. Transvers görüntüler için ekranın sol tarafı dorsaldır. Kardiyak görüntüleme için, longitudinal görüntülerde ekranın sağ tarafı kraniyaldır (Drost, 2018).

M-mod ultrason görüntüsünün ince bir kesitini belirli bir zaman aralığında kaydeder. M-mod görüntüleme için bölge bir B-mod görüntüsü kullanılarak seçilmekte ve seçilen M-mod bölgesi genellikle ekranda bir çizgi olarak gösterilmektedir. M-mod görüntü dikey ekseninde derinliği ve yatay ekseninde zamanı görüntülemektedir (Cole ve Hespel, 2020). M-mod görüntüleme en yaygın olarak ekokardiyografide ventriküllerin ve kalp kapakçıklarının işlevini değerlendirmek için kullanılmaktadır (Drost, 2018).

2.3.7. Doppler Ultrasonografi

Doppler ultrasonografiden damarlardaki kan akımının varlığının, yönünün, hızının ve karakterinin tespiti için yararlanılmaktadır (Berry ve Mattoon, 2021).

Doppler etkisi dalgaların kaynağının veya alıcısının hareketinden kaynaklanan dalgalar olarak iletilen enerjinin frekansındaki değişikliklerdir (Gorgas, 2011). Doppler etkisi, renkli Doppler (Color Doppler) veya power Doppler modları kullanılırken renk şemaları ile veya kesik dalga Doppler (Pulsed Wave Doppler, PW Doppler) ile grafiksel olarak gösterilmekte ve değerlendirilmektedir (d' Anjou ve Penninck, 2015a). Doppler etkisi çoğunlukla kan akımı yönünün ve hızının tespit edilmesine yardımcı olmak için kullanılmaktadır. Ses dalgaları hareket eden hedefler tarafından yansıtıldıkça frekansta bir kayma olmaktadır (Cole ve Hespel, 2020). Frekansı bilinen ultrasonik ses dalgaları proba doğru hareket eden kan hücreleriyle karşılaştığında, yansıyan ses dalgalarının frekansı artmaktayken uzaklaştıkça frekansı azalmaktadır (Graham ve ark., 2011). Bu durum Doppler kayması olarak adlandırılmaktadır. Doppler kayması; kullanılan ses frekansına, kan akım hızına, dokulardaki ses hızına ve ses demetinin geliş açısına bağlıdır. Maksimum Doppler kayması, ses dalgaları akım yönüne paralel olduğunda meydana gelmekte ancak çoğu damar ultrason ışınına paralel olamamaktadır. Doppler açısı (insonasyon açısı), kan akım yönü ile ultrason

ışını arasındaki açıdır. Bu açı hesaba katılmazsa Doppler kayması olduğundan düşük tahmin edilmektedir. Doppler açısı 90° ise Doppler kayması ölçülememektedir. İdeal olarak, Doppler açısının doğru kabul edilebilmesi için 30° ile 60° arasında olması gerekmektedir (Cole ve Hespel, 2020).

CW Doppler, PW Doppler, renkli Doppler ve power Doppler olmak üzere başlıca dört çeşit Doppler ultrasonografi vardır (Figurová ve Kulinová, 2017). Dupleks Doppler görüntüleme, B-mod ve PW görüntüleme formatlarının monitörde aynı anda görüntülenmesi anlamına gelmektedir. Bu durum B-mod formatında derinlik veya pozisyonda küçük ayarlamalar yapmasına ve aynı ekranda Doppler değişikliklerinin gözlemlenmesine olanak tanımaktadır (Graham ve ark., 2011).

CW Doppler ultrasonografi kan akımını ve yönünü belirlemek için kullanılmaktadır. CW Doppler ultrason yalnızca faz dizili problemlerde bulunur ve abdominal görüntülemelerde kullanılan lineer veya konveks problemlerde mevcut değildir (Berry ve Mattoon, 2021). CW Doppler, tek bir proba yerleştirilmiş iki ayrı kristal kullanılarak gerçekleştirilir. Bir kristal sürekli olarak ses dalgalarını yaymakta ve ikincisi sürekli olarak eko almaktadır (Chaudhary ve Varshney, 2022c). PW Doppler ile karşılaştırıldığında çok daha yüksek hızlar ölçülebilmektedir (Gorgas, 2011). Sesi yayan kristalin ekoları almak için beklemesi gerekmemektedir çünkü eko alma görevini bu ikinci kristal üstlenmektedir. Ancak, CW Doppler ile ses dalgasının yolu boyunca tüm Doppler kaymaları ölçülür, bu da ses dalgasının yolundaki iki kan damarından kan akım hızının ayırt edilmesini imkânsız hale getirmektedir (Drost, 2018).

PW Doppler ultrasonografi belirli bir bölgedeki kan akımının incelenmesi ve ayrıntılı grafik analizinin sağlanmasında kullanılmaktadır (d' Anjou ve Penninck, 2015a). PW Doppler ultrasonografide ses, gerçek zamanlı B-mod ve M-mod görüntülemelerde olduğu gibi pulsalar halinde iletilmektedir (Berry ve Mattoon, 2021). Doppler sinyali, örneklenen belirli bir kan akımı hacminde karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu nedenle, tüm spektrumun analizi vasküler akımın özelliklerinin değerlendirilmesine yardımcı olur. Vasküler akım, pik sistolik ve diyastolik hızlar, Sistol-Diyastol (S/D) oranı, RI, PI, akselerasyon süresi, akselerasyon indeksi ve volüm

akımı olarak kategorize edilmektedir. Bu indekslerin uygulanması ilgili akım anormalliklerinin tespitinde önemlidir (Chaudhary ve Varshney, 2022c). Doppler incelemesi için aralık/geçit olarak adlandırılan elektronik bir frekans örnekleme aralığı (duvar filtresi) kan damarı içine yerleştirilir. Elektronik aralık, akım ölçümü için seslerin kabul edildiği tek alandır. Görsel olarak inceleme için bir kan damarı seçebilmek de bir avantajdır (Drost, 2018). PW Doppler ile belirli bir frekansta kısa bir ses atımı yayılmakta ve yalnızca belirli bir zamanda dönen ekolar analiz edilmektedir (Graham ve ark., 2011).

Doppler ekranında x ekseninde zaman, yörünge çizgisi ve y ekseninde hız (cm/sn veya m/sn) bulunmaktadır. Cihaz, dönen ekoları spektral ekran olarak adlandırılan bir taban çizgisi etrafında tepe ve çukurlar olarak görüntülemektedir. Hem CW Doppler hem de PW Doppler ile spektral bir trase üretilmektedir. Trase, zamanın bir fonksiyonu olarak kan akımının hızını ve yönünü kaydetmektedir. Taban çizgisinin üzerindeki trase proba doğru kan akımını, taban çizgisinin altındaki trase ise probdan uzağa doğru kan akımını temsil etmektedir. Kan hücreleri çeşitli hızlarda hareket eder. Laminer akım ve laminer olmayan akım (türbülans akım) olmak üzere iki tür akım görülmektedir (Graham ve ark., 2011). Arterlerdeki pulsatil akım, sistol sırasında maksimum hıza ve diyastol sırasında minimum hıza ulaşır. Kanın sistolik olarak aortaya atılması pulsatil akım karakterine neden olurken, periferdeki sürekli akım aort ve büyük damarların duvarlarının esnekliği ve periferik damarların direnci ile korunmaktadır. Çoğu damardaki kan akımı laminerdir. Merkezi katmanlar en hızlı şekilde akarken, sürtünme kuvvetleri enerji kaybına ve damar duvarlarına yakın katmanların yavaşlamasına neden olur. Renal arterler gibi daha küçük arterlerde merkezi olarak hareket eden kan, damar duvarına yakın kana kıyasla daha yüksek hıza sahip parabolik laminer akım görülmektedir (Figurová ve Kulinová, 2017). Laminer olmayan akım kan hücrelerinin farklı hızlara sahip olmasına neden olur. Bu durum spektral genişleme olarak adlandırılan ince çizginin genişlemesine neden olmaktadır (Graham ve ark., 2011). Örnekleme alanı içinde yüksek bir kan akım hızı mevcutsa spektral trase geniş olmaktadır. Örnek alan içindeki kan akım hızı düşük ise spektral trase ince olmaktadır (Drost, 2018). Dalga formunun pulsatiliyeti ölçüm noktasının aşağısındaki damar empedansı ile ilişkilidir. Her kalp kasılması ileri kan akımına ve

damarın genişlemesine neden olur. Damar çapı normale döndüğünde, geri tepme enerjisi diyastolde sürekli akımı sağlamak için gerekli enerjiyi sağlar. Bu tipler vücutta hem düşük hem de yüksek akım hızıyla ortaya çıkabilir. Organ, doku veya vücut parçalarına bağlı olarak fizyolojik veya patolojik dalga formları elde edilebilir. Düşük dirençli akım paterni; düşük pulsatilite ve akıma karşı düşük direnç, geniş sistolik pikler ve diyastolde sürekli, yüksek hızlı akım ve ardından giderek azalan hızda kalıcı akım ile gösterilir. Düşük dirençli akım paterni, iç karotidler ve dalları ile sürekli olarak dakikada yüksek akım ihtiyacı olan parankimatöz organları besleyen arterlerde görülmektedir (Figurová ve Kulinová, 2017).

Renkli Doppler kan akımının varlığını veya yokluğunu, yönünü, hızını ve/veya karakterini belirlemek için kullanılmaktadır. Kan akım hızı görüntü içinde birden fazla bölgede kaydedilir ve hızlar renklerle kodlanır. Renk kodlu bilgiler, ilgilenilen bölge içindeki gri tonlamalı B-mod görüntü üzerine bindirilir. Renkli Doppler ultrasonda BART harita olarak da bilinen ve yaygın olarak kullanılan kırmızı ve mavi tonlar kullanılmaktadır ancak cihazın üreticisine bağlı olarak başka renk kombinasyonları da mevcut olabilmektedir. Renk, proba doğru net kan akımını göstermekte ve referans ölçeğindeki diğer renk ise probdan uzağa doğru net kan akımını göstermektedir. Akımın hızı, rengin yoğunluğu veya tonu ile gösterilmektedir (Cole ve Hespel, 2020). Renkli Doppler'in sınırlamaları arasında ortalama hızın görüntülenmesi ve görüntülenebilecek maksimum hızın sınırlı olması yer almaktadır. Renkli Doppler açığa bağlı olduğundan kan akımı proba 90° olduğunda Doppler kayması kaydedilmemektedir. Bu durumda renk kaydedilemediğinden kan akımı eksikliği olarak yorumlanmamalıdır (Drost, 2018).

Power Doppler, yön bilgisini göz ardı ederek Doppler sinyalinin toplam gücünü analiz eden bir sinyal işleme yöntemidir. Bu, hareket eden kırmızı kan hücrelerinin konsantrasyonu ile belirlenmektedir (Cole ve Hespel, 2020). Power Doppler ile, Doppler kaymasının bir renk haritası oluşturulmaktadır. Rengin tonu ve parlaklığı Doppler sinyalinin gücünü temsil etmektedir. Power Doppler'in bilgisi gri tonlamalı B-mod görüntünün üzerine yerleştirilir ve cihaz power Doppler modundayken ultrason cihazı monitöründe renk kodlu bir referans skalası görüntülenir. Power Doppler için genellikle turuncu tonlar kullanılır, ancak cihazın

üreticisine bağlı olarak başka varyasyonlar da mevcuttur (Drost, 2018). Renkli Doppler ile karşılaştırıldığında, power Doppler çok düşük hızlı kan akımını ve küçük kan damarlarını tespit etmektedir (Cole ve Hespel, 2020). Power Doppler ultrasonografide örtüşme artefaktı meydana gelmemektedir çünkü frekans kayması gösterilmemektedir ve insonasyon açısından bağımsızdır (Berry ve Mattoon, 2021).

2.3.7.1. Doppler Artefaktları

Darbe tekrarlama frekansı, bir saniyede meydana gelen puls sayısıdır ve kHz cinsinden ifade edilmektedir (Cole ve Hespel, 2020). Darbe tekrarlama frekansı çok düşük olduğunda PW Doppler ile örtüşme artefaktı meydana gelir (Drost, 2018). Akım yanlış yönde (mavi yerine kırmızı veya tam tersi) ve hızda (rengin tonu) görüntülenir (Terslev ve ark., 2017). Trasenin bir kısmı Doppler sinyalinin spektral trasesinde ters yöne döner ve bu nedenle taban çizgisinin yanlış tarafında görüntülenmektedir. Ultrason cihazının örnekleme hızının kan akımının en yüksek Doppler kayma frekansının iki katı olması gerekmektedir (Drost, 2018). Nyquist sınırı, örtüşme olmadan kaydedilebilecek maksimum hızı belirten açıklayıcı bir terimdir (Berry ve Mattoon, 2021). Darbe tekrarlama frekansının artırılması için Doppler örnekleme aralığının derinliğinin azaltılması, iletilen ultrasonik ses dalgasının frekansının azaltılması ve Doppler kayma açısının azaltılması gibi yöntemler bulunmaktadır (Drost, 2018).

Hız ölçeği görüntülenen frekans aralığını kontrol etmektedir. Ölçek çok yüksekse, dinamik aralık çok geniş olmakta ve düşük hız sinyalleri gözden kaçmaktadır. Hız ölçeği çok düşükse, dinamik aralık yüksek hız sinyallerini doğru bir şekilde görüntülemek için dar olmakta ve sinyalin etrafını sararak örtüşme artefaktını simüle etmektedir (Gorgas, 2011).

Blooming (Renk sızdırması), Parametrelerin nasıl ayarlandığına bağlı olarak, görüntünün renkli kısmının gerçek gri tonlamalı damar sınırının ötesine uzanması olarak bilinmektedir (Gorgas, 2011). Genellikle damarların derinliklerinde meydana gelir ve yaygın olarak yüksek kazanç ayarlarından kaynaklanmaktadır (Terslev ve ark., 2017).

Range ambiguity (Yön belirsizliği), darbe tekrarlama frekansı yüksek olduğunda, bir sonraki ses dalgası pulsu gönderilmeden önce geri dönen tüm ekoların alınmaması durumudur. Geciken ekoların proba gerçekte olduklarından daha yakınmış gibi yanlış yorumlanmasına neden olmaktadır (Drost, 2018). Damarın 90° bir açıyla insonasyonundan kaynaklanmaktadır. Spektral Doppler'in dalga biçimi, ayna görüntüsü deseninde taban çizgisinin üstünde ve altında neredeyse eşit genlikte görüntülenmektedir. Yön belirsizliği artefaktı, gerçek çift yönlü akım ile karıştırılmamalıdır. Yüksek dirençli akım ortamında da çift yönlü akım görülmektedir. Çift yönlü akım spektrumu hiçbir zaman taban çizgisinin üstünde ve altında aynı anda simetrik görülmemektedir (Rubens ve ark., 2006).

Pseudoflow (Yalancı akım), akımı taklit eden bir sıvı hareketi artefaktıdır. Bu artefakt renkli veya power Doppler'de görülebilmektedir. Asites durumunda, idrar kesesi içindeki idrarda ve üreteroveziküler kavşakta idrar kesesine giren idrarın oluşturduğu jetlerde meydana gelmektedir. Spektral Doppler trasesi normal bir arteriyel veya venöz dalga formu göstermemektedir (Gorgas, 2011).

Flash artefaktı, gri tonlamalı görüntüyü gizleyen ani bir rastgele renk patlamasıdır (Rubens ve ark., 2006). Bu artefakt nesne hareketinden veya prob hareketinden kaynaklanabilmektedir. Yaygın olarak kardiyak pulsasyonun bir sonucu olarak ve kistler veya sıvı koleksiyonları gibi hipoekoik alanlarda görülmektedir. Power Doppler, renkli Doppler'e göre flash artefaktlarına daha duyarlıdır (Gorgas, 2011).

Twinkling, durağan bir arayüzeyin arkasındaki hareketi veya akımı taklit eden bir renkli Doppler sinyalidir. İlişkili bir gürültü karakteristik spektrumu ile hızlı dalgalanan bir Doppler sinyalleri karışımı olarak görünür (Gorgas, 2011). Taban çizgisinin üstünde ve altında çok sayıda birbirine yakın sivri uçlu spektral Doppler trasesi olarak görülmektedir (Rubens ve ark., 2006). Herhangi bir düzensiz veya pürüzlü yansıtıcı yüzeyin arkasında görülebilmekte ancak yaygın olarak idrar kesesi kalkuluslarından kaynaklanmaktadır (Berry ve Mattoon, 2021).

Random noise, rastgele renk odakları olarak görünen bir artefaktır. Kazanç çok yüksek olduğunda, renkli Doppler ve power Doppler ekranında görünmektedir (Terslev ve ark., 2017).

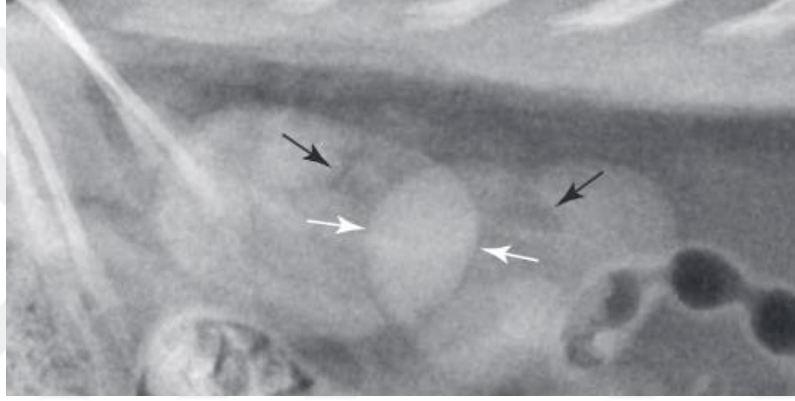
2.4. Üriner Sistemin Radyografik Muayenesi

Abdominal radyografiler için hasta mümkünse uygulamadan önce en az 12 saat aç bırakılmalıdır. Kolon genellikle böbrekler ve üreterlerle süperpoze olabileceğinden idrar yollarının tam olarak değerlendirilmesi için lavman uygulaması gerekebilmektedir. Hayvanlar radyografik inceleme için mümkün olduğunca düz konumlandırılmalıdır (Schwarz, 2020).

Abdominal radyografiler için standart projeksiyonlar laterolateral ve ventrodorsal görünümüleri içermektedir (Schwarz, 2020). Sağ laterolateral radyografiler böbreklerin değerlendirilmesinde sağ ve sol böbrekler arasında daha uzunlamasına bir ayrım sağlamaktadır (Rademacher, 2018). Böbrek boyutundaki bir değişikliği tespit etmek, böbrek hastalıklarının akut veya kronik olarak sınıflandırılmasına yardımcı olmaktadır. Genel olarak, böbrek uzunluğunun değerlendirilmesi ventrodorsal projeksiyonlarda daha güvenilirdir çünkü böbreklerin süperpoze olması söz konusu değildir ve her iki böbreğin büyütülmesi eşit olmaktadır (Seiler, 2018).

Böbrekler 13. Torakal (T13) ve 4. Lumbal (L4) vertebra arasındaki retroperitoneal boşlukta yer almaktadır (Schwarz, 2020). Kedilerde ise sağ böbrek L1 ve L4 arasında, sol böbrek ise L2 ve L5 arasında yer almaktadır. Retroperitoneal yağın az olduğu çok zayıf hayvanlarda veya retroperitoneal sıvı toplanması (idrar veya travmaya bağlı kan) durumlarında böbreklerin görüntülenmesi zorlaşmaktadır. Her iki böbreğin de düzgün bir kenarı, benzer boyut ve şekilde olmalıdır. Boyut, şekil ve opasitedeki farklılıklar böbrek hastalığının teşhisine yardımcı olabilmektedir (Rademacher, 2018). Kedilerde böbrekler düzgün kenarlı, oval ve sağlıklı beslenen hayvanlarda retroperitoneal yağ ile net bir şekilde sınırlandırılmıştır. Sağ böbrek vertebranın sağında yer almakta ve karaciğerin kaudat prosesindeki renal fossa ile temas halindedir. Sol böbrek vertebranın solunda ve sağ böbreğe göre daha kaudalde

yer almaktadır (Hecht ve Henry, 2020). Kedi böbreklerinde genellikle böbrek hilusunda yağ opasitesi vardır. Lateral radyografilere, sağ böbreğin kaudal kutbu sol böbreğin kraniyal kutbuyla üst üste gelebilir ve iki kutbun toplamı küçük yuvarlak bir böbrek veya retroperitoneal bir kitle izlenimi verebilir (Seiler, 2018) (Şekil 2.2). Böbrek büyüklüğü, böbreğin uzunluğunun ventrodorsal görünümde ikinci lumbal vertebral gövdenin uzunluğuyla karşılaştırılmasıyla değerlendirilebilmektedir. Normal böbrek uzunluğu kısırlaştırılmış kedilerde L2 vertebra gövde uzunluğunun 1,9-2,6 katı ve kısırlaştırılmamış kedilerde L2 vertebra gövde uzunluğunun 2,1-3,2 katı arasındadır (Hecht ve Henry, 2020).



Şekil 2.2. Kedide lateral görünümde renal hilusta yağ opasitesi (siyah oklar) ve böbrekler üst üste geldiği için artmış opasite görünümü (beyaz oklar) (Seiler, 2018).

Üreterler yumuşak doku opaklığında ve 1-2 mm çapındadır (Rademacher, 2018). Üreterler radyografilere görülmemekte ancak ekskretuar ürografi yoluyla değerlendirilebilmektedir (Hecht ve Henry, 2020).

İdrar kesesi kaudovertral abdomende bulunur ve pelvik kanalın kaudaline uzanabilmektedir. İdrar kesesi yumuşak doku opasitesine sahiptir (Marolf, 2018). İdrar kesesi düzgün sınırlıdır ve çevresindeki peritoneal yağ ile sınırlandırılmıştır. Yuvarlak bir kraniyal apeks, bir gövde ve pelvik girişe doğru incelen kaudal bir boyundan oluşur (Hecht ve Henry, 2020). Kedilerde idrar kesesi elipsoittir. İdrar kesesinin boyutu ve şekli oldukça değişkendir ve doluluk derecesine bağlıdır (Marolf, 2018).

Üretra idrar kesesi boynundan çıkış yapmaktadır. Normal hayvanlarda inceleme radyografilerinde görülmemektedir ancak üretrografi ile görüntülenebilmekte ve değerlendirilebilmektedir (Hecht ve Henry, 2020). Üretranın kontrastsız radyografileri, radyopak taş veya sediment mevcut olmadığı sürece minimal tanısal bilgiler sağlamaktadır (Rademacher, 2018).

2.5. Üriner Sistemin Ultrasonografik Muayenesi

Kedilerin üst (böbrekler ve üreterler) ve alt (idrar kesesi ve üretra) üriner sistem hastalıklarının değerlendirilmesinde B-mod ultrasonografiden yararlanılmaktadır (Griffin, 2020; Widmer ve ark., 2004). Ultrasonografi, böbreklerin boyutu, şekli, konturu, iç yapısı, üreterlerin ve retroperitoneal boşluğun görünümü hakkında bilgi sağlamaktadır (Griffin, 2020). Üriner sistem ultrasonografisi için ana endikasyonlar arasında hematüri, strangüri, abdominal palpasyonda küçük, büyümüş veya düzensiz böbreklerin belirlenmesi, kan tahlilinde azotemi varlığı, anormal idrar tahlili sonuçları ve travma vakalarında idrar yollarındaki hasarın araştırılması gibi durumlar yer almaktadır (Barrett, 2011). Doppler ultrasonografi aracılığıyla ayrıca böbrek kan akımının fonksiyonel olarak değerlendirilmesi de sağlanmaktadır (Widmer ve ark., 2021).

2.5.1. Ultrasonografiye Hazırlık

Taranacak bölgedeki tüm abdominal kıllar kesilmeli ve prob yüzeyi ile deri arasındaki hava boşluğunu gidermek için akustik bağlantı jeli uygulanmalıdır (Griffin, 2020). Aşırı intestinal gazı olan hayvanlarda böbrekler tam olarak görüntülenememektedir (Widmer ve ark., 2021). Elektif bir muayene için hayvanların 12 saat aç bırakılması gerekmektedir (Griffin, 2020). Sol böbrek genellikle ventrolateral yaklaşımla iyi bir şekilde görüntülenebilir ancak inen kolonda gaz veya dışkı varlığı muayeneyi etkileyebilmektedir. Sağ böbreğin görüntülenmesi, özellikle duodenum, çıkan kolon veya sekumda intestinal içeriğin varlığından da etkilenebilmektedir (d' Anjou ve Penninck, 2015b).

2.5.2. Üst Üriner Sistemin Ultrasonografik Muayenesi

2.5.2.1. Üst Üriner Sistem Tarama Tekniği

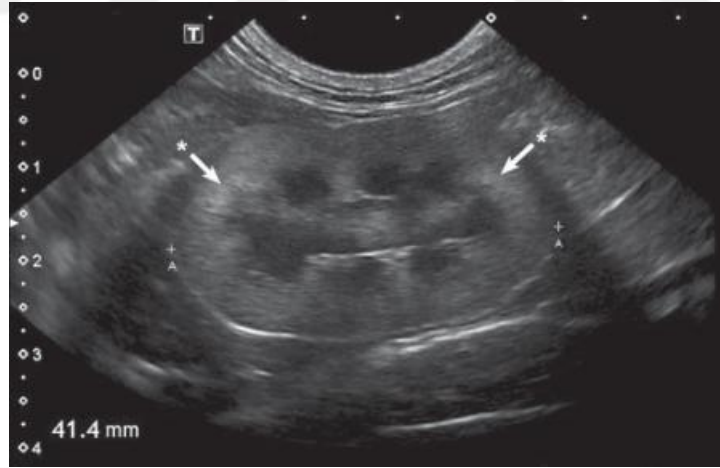
Böbreklerin derinliği hayvanın vücut yapısına göre belirgin şekilde değişebilmektedir. Kedilerde yüksek frekanslı bir prob ($\geq 7,5$ MHz) kullanımı tavsiye edilmektedir (Widmer ve ark., 2021). Kedilerde her iki böbreğinde kostaların kaudalinde yer alması muayeneyi önemli ölçüde kolaylaştırmaktadır (Graham, 2011). Kedilerde sol böbrek sağ lateral yatış pozisyonunda, sağ böbrek ise sol lateral yatış pozisyonunda taranabilmektedir. Ayrıca dorsal yatış pozisyonundayken de böbrekleri taramak mümkündür. (Griffin, 2020). Böbrekler, korteks, medulla ve toplayıcı sistem dahil olmak üzere tüm bölümleri tam olarak değerlendirmek için transvers ve longitudinal düzlemde kraniyalden kaudale ve lateralden mediyale doğru taranmalıdır (d' Anjou ve Penninck, 2015b).

Böbreklerin ultrasonografik görünümü tarandığı düzleme göre değişmektedir. Dorsal tarama, böbreği uzak alanda renal sinüs, orta alanda medulla ve yakın alanda korteks ile oval şekilde gösterir. Orta dorsal düzlemde böbrek ultrasonik ses dalgaları tarafından 2 eşit yarıya bölünür. Sagital düzlem böbreği dorsal düzlemde 90° açıyla iki farklı yarıya böler. Bu nedenle, prob hayvanın orta hattına doğru taranmadıkça renal sinüs görüntülenememektedir. Transvers taramada böbrek, yakın alan görüntüsünde renal korteksle birlikte ovalden yuvarlağa bir yapı olarak görünmektedir. Longitudinal eksenin orta noktasından enine bir kesit yerleştirildiğinde uzak alanda renal sinüs ve renal krest tanınmaktadır (Widmer ve ark., 2004).

2.5.2.2. Üst Üriner Sistemin Ultrasonografik Anatomisi

Kedilerde her iki böbrek de boyut ve şekil bakımından simetriktir. Böbrekler, kedilerde oval şekildedir. Renal korteks, medulla ve toplayıcı sistem kedilerde ultrasonografi ile görüntülenebilmektedir (d' Anjou ve Penninck, 2015b). Renal korteks ince, granüler bir ekotekstüre sahiptir. Renal medullaya göre hiperekoik, genellikle dalağa göre izoekoik ila hipoekoik, karaciğer parankimine göre izoekoik ila hiperekoiktir ve böbrek krestine kıyasla hipoekoik olabilmektedir (Griffin, 2020). Böbrek korteksinin ekojenitesi karaciğer ekojenitesine göre değerlendirildiğinde sağ

böbreğin kraniyal kutbu karaciğerin kaudat lobu ile karşılaştırılmaktadır (Widmer ve ark., 2004). Sağlıklı kedilerin böbrek kortekslerinin ekojenitesindeki artış yaygın bir durumdur ve korteksin kıvrımlı böbrek tubüllerinin epitelinde hormonal olarak bağımlı hücre içi yağ birikiminden kaynaklanır ve kortikomedüller sınırın tanımlamasını kolaylaştırmaktadır (Şekil 2.3). Bu durum yaşlı, kısırlaştırılmış erkek kedilerde daha sık gözlenir ve karaciğer ile böbrek doğrudan karşılaştırıldığında anormal hipoekoik karaciğer izlenimi verebilmektedir (Griffin, 2020). Kullanılan prob tipine bağlı olarak ekojenite farklılıkları da görülebildiğinden böbrek korteks ekojenitesinin karaciğere kıyasla dalak ile karşılaştırılması, böbrek hastalıklarının değerlendirilmesinde uygun bir yöntem olmaktadır (Yabuki ve ark., 2008). Kortikal ekojenitenin tek başına değerlendirilmesinin, kedilerde hafif dejeneratif veya inflamatuvar böbrek hastalığının tespitinde sınırlı faydası olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle, böbrek ekojenitesini diğer organlarıkiyle karşılaştırırken dikkatli olunmalıdır. Hastalık durumunda böbrekler normal görünebileceğinden ultrason bulgularını eşkal, anamnez, muayene bulguları ve mevcut kan tahlilleri bağlamında değerlendirmek önemlidir (Griffin, 2020).



Şekil 2.3. Bir kedide lipid birikimine bağlı böbrek korteksinde ultrasonografik hiperekojenite görünümü (d' Anjou ve Penninck, 2015b).

Divertikül ve interlober damarların sınırlarını temsil eden ekojenik lineer yapılar medullayı lobüler segmentlere ayırır. Sağlıklı kedilerde medulla, kortekse kıyasla hipoekoiktir ancak genç kedilerde neredeyse anekoiktir ve bu durum renal pelvisin dilatasyonu ile karıştırılmamalıdır (Griffin, 2020). Arkuat arterlerin altında

kortekse paralel olan dış medulla da kortekse izoekoik olabilir, kortikal kalınlaşma izlenimi verir veya hiperekoik olabilir ve arkuat arterlerin yüzeyinde hiperekoik bir bant oluşturur. Bu durum küçük ırklarda ve genç köpeklerde daha sık görülmektedir. Renal krest, renal medullanın uzamasıdır ve renal pelvis ile temas halindedir (d' Anjou ve Penninck, 2015b). Renal krest renal pelvis ile bir doku arayüzü oluşturur ve parlak bir "C" veya "V" şeklinde eko olarak görünmektedir (Widmer ve ark., 2004).

Arkuat arterlerin duvarları kortikomedüller bileşkede çift, kısa, hiperekoik çizgiler olarak görülebilir, bunlar bazen akustik bir gölge oluşturabilir ve mineralizasyondan ayırt edilmelidir. Daha büyük renal ve intralober damarlar da renkli Doppler veya power Doppler ile değerlendirilebilmektedir. Genellikle her iki tarafta tek olan renal arterler ve venler, hilustan sırasıyla aortaya ve kaudal vena kava'ya kadar takip edilebilir. Bu damarlar dilate üreterlerden ayırt edilmelidir (d' Anjou ve Penninck, 2015b).

Renal sinüs genellikle yağ varlığı nedeniyle hiperekoik görünür (Platt ve ark., 2003). Obez kedilerde bu durum daha belirgin olabilir. Genellikle soluk bir distal akustik gölge sergilemektedir (Griffin, 2020). Renal pelvis genellikle görüntülenmez, ancak çeşitli miktarlarda yağ, fibröz doku ve vasküler adventisya ile çevrilidir ve renal sinüs alanına hiperekoik bir görünüm verir (Widmer ve ark., 2004). Renal pelvis normal böbrek fonksiyonuna sahip köpek ve kedilerde özellikle de intravenöz sıvılar veya diüretikler ile idrar çıkışı sağlandığında görüntülenmektedir (d' Anjou ve Penninck, 2015b). Peripelvik yağ, özellikle kedilerde veya yüksek frekanslı bir prob kullanıldığında akustik gölgelenmeye neden olabilir. Bu bulgu nefrolit ile karıştırılmamalıdır (Widmer ve ark., 2004). Kedilerde pelvik yükseklik, transvers düzlemde genellikle 2 mm'den az ölçülür (d' Anjou ve Penninck, 2015b). Bazı normal kedilerde 3,5 mm'ye kadar hafif pelvik dilatasyon görülebilmektedir (Griffin, 2020).

Böbrek büyüklüğü uzun eksenli görünümünün ölçümü ile değerlendirilmektedir. Sağ ve sol böbrek arasındaki boyut ve mimari simetrisi eşit derecede önemlidir. Normal kedilerde böbrek uzunluğu genellikle 3,0 ila 4,5 cm arasında değişmektedir (Griffin, 2020; Lisciandro ve Young, 2021a). Böbrek boyutu cinsiyete bağlı olarak değişmektedir. Dişiler erkeklerden daha küçük böbreklere

sahiptir. Ayrıca kısırlaştırılmış kediler kısırlaştırılmamış kedilerden daha büyük böbreklere sahiptir (Debruyne ve ark., 2012; Griffin, 2020). Sağ böbrek de soldan daha uzun olabilmektedir (Debruyne ve ark., 2013).

Üreteral dilatasyon görülmediği sürece, kedide normal üreteral çap sadece 0,4 mm olduğundan, üreterin ultrasonografik olarak görüntülenmesi zor olmaktadır (Griffin, 2020). Üreter, en iyi transvers düzlemde görülen, trigonun her iki yanında yaklaşık 1-2 mm'lik eşit hizalı iki küçük ekojenik yapı olarak tanımlanabilmektedir. Üreterler sıvı dolu olmamalı ancak üreteral papillalar zaman zaman dorsal yatış pozisyonunda uzak alanda bulunan ve idrar kesesi duvarı kitlesi ile karıştırılmaması gereken kaudodorsal idrar kesesi duvarından lümene doğru çıkıntı yapan çift küçük, izoekoik ile hafif hiperekoik yumrular olarak görülmektedir. İdrar bazen her iki üreterden idrar kesesine püskürürken görülebilmektedir. Bu veziküloüreteral refleks, silik bir ekojenik hareketli veya girdaplı sıvı jeti olarak görünür ve böbrekten gelen idrar ile idrar kesesi içindeki idrar arasındaki özgül ağırlıktaki hafif farktan kaynaklanmaktadır. İdrar jetini görüntülemek ve üreteral papillayı diğer fokal duvar kalınlaşması nedenlerinden ayırt etmek için renkli Doppler veya power Doppler de kullanılabilmektedir (Lisciandro ve Young, 2021a).

2.5.3. Alt Üriner Sistemin Ultrasonografik Muayenesi

2.5.3.1. Alt Üriner Sistem Tarama Tekniği

Hayvan dorsal yatar pozisyondayken transabdominal yaklaşım tercih edilir (Lisciandro ve Young, 2021b). Yerçekimine bağlı duvara doğru düşecek olan intraluminal sediment veya taş varlığını doğrulamak için sol veya sağ lateral yatar pozisyon veya hayvanın ayakta durduğu pozisyondan yararlanılabilmektedir (Hudson, 2020). Penil üretra görüntülenecekse, perineumdan ve skrotumun kranialindeki bölgeden kılların kesilmesi gerekmektedir (Penninck ve Sutherland-Smith, 2015).

Orta ila yüksek frekanslı ($\geq 7,5$ MHz) konveks, lineer veya sektör transduser kullanımı önerilmektedir. İdrar kesesi ve üretrayı tam olarak değerlendirmek için transvers ve longitudinal düzlemden yararlanılmaktadır. İdrar kesesi sıvı dolu

olduğundan, komşu yumuşak doku yapılarına kıyasla ultrasonik ses dalgalarının atenüasyonu daha az olmaktadır ve görüntüyü optimize etmek için kazanç azaltılmalı ve zaman kazancı telafisi ayarlanmalıdır (Barrett, 2011).

İdrar kesesinin ultrason görüntüleri için hafif ila orta derecede distansiyon olması gerekmektedir (Hudson, 2020). İdrar kesesi boşsa ve patolojiden şüpheleniliyorsa dolmasını bekledikten sonra idrar kesesini yeniden taramak, bir idrar sondası yerleştirmek ve idrar kesesini steril izotonik (%0,9) salinle doldurmak veya intravenöz furosemid uygulamak gerekir (Penninck ve Sutherland-Smith, 2015). İdrar kesesi duvarının doğru bir şekilde değerlendirilmesini kolaylaştırmak için, odak bölgesi duvarla hizalanmalı ve prob ilgilenilen alana dik olacak şekilde konumlandırılmalıdır (Barrett, 2011).

2.5.3.2. Alt Üriner Sistemin Ultrasonografik Anatomisi

İdrar kesesi kaudovertral abdomen içinde ve üretra pelvik kanala uzanmaktadır (Penninck ve Sutherland-Smith, 2015). Kedi idrar kesesi, idrar kesesi boynuna doğru sivrilen yuvarlak bir kraniyal apeks ile armut şeklindedir. (Barrett, 2011). İnen kolon, aort ve kaudal vena kava, idrar kesesinin dorsalindedir. Kısırlaştırılmamış dişilerde uterus gövdesi idrar kesesi ile kolon arasındadır (Penninck ve Sutherland-Smith, 2015).

En içten dışa doğru; mukoza hipoekoik, submukoza hiperekoik, muskularis hipoekoik ve seroza hiperekoik olmak üzere dört histolojik idrar kesesi duvar tabakası bulunmaktadır (Widmer ve ark., 2021). Mukoza katmanı yangı görülmediği ve düzensiz olmadığı sürece nadiren ayırt edilmektedir (Lisciandro ve Young, 2021b). İdrar kesesinin tabakaları gastrointestinal sistemle karşılaştırıldığında ultrasonografik olarak tanımlanması zorlu olmaktadır (Penninck ve Sutherland-Smith, 2015).

İdrar kesesi duvar kalınlığı distansiyonunun derecesine göre değişmektedir (Geisse ve ark., 1997). İdrar kesesi hacmi arttıkça duvar kalınlığı azalmaktadır (Penninck ve Sutherland-Smith, 2015). Kedilerde idrar kesesi duvarı kalınlığının normal aralığının 1,3-1,7 mm'ye kadar olduğu bildirilmiştir (Lisciandro ve Young,

2021b). İdrar kesesi içindeki normal idrar çoğunlukla anekoiktir. Bununla birlikte, ekojenik idrar mutlaka idrar yolu hastalığının göstergesi değildir ve özellikle normal kedilerde görülebilir (Penninck ve Sutherland-Smith, 2015). Proksimal kıvrımlı tubüler epitel hücrelerinden lipid damlacıklarının dökülmesi kaynaklı ekojenik debris içerebilmektedir (Sislak ve ark., 2014).

Dilatasyonu olmadığı sürece üretral lümen ve üretral giriş normalde görülmemektedir. Üretral duvar, idrar kesesi ile aynı histolojik katmanlardan oluşur. Üreteral papillalar dorsal duvarın mukozal yüzeyinden uzanırken görülebilir ve fokal duvar kalınlaşmasının diğer nedenleriyle karıştırılmamalıdır (Penninck ve Sutherland-Smith, 2015).

2.6. Rezistif İndeks ve Pulsatilité İndeksi

Böbrek hastalığı, küçük hayvanların yaşam kalitesini etkileyen bir veya her iki organdaki yapısal veya işlevsel anormallikleri yansıtmaktadır (Debruyn ve ark., 2013; Evangelista ve ark., 2022). Böbrek hastalığının tedavisindeki ve ilerlemesindeki zorluklar göz önünde bulundurulduğunda, böbrek yetmezliğine ilerlemeyi önlemek ve hasta ömrünü uzatmak için erken teşhis önemlidir. Bu amaçla, veteriner kliniklerinde kan ve idrar laboratuvar testleri, böbrek dokusunun histopatolojik incelemesi ve görüntüleme testleri dahil olmak üzere çeşitli teşhis yöntemleri mevcuttur (Evangelista ve ark., 2022). B-mod ultrasonografi böbrek boyutu, şekli ve iç mimarının değerlendirilmesiyle böbrek morfolojisinin görüntülenmesini sağlamaktadır (Bragato ve ark., 2017; Debruyn ve ark., 2012; Griffin, 2020). Bununla birlikte, sonuçlar böbrek fonksiyon bozukluğunu doğrudan yansıtmamaktadır çünkü fonksiyon bozukluğu olmasına rağmen morfoloji normal olabilmektedir. Doppler ultrasonografi gerçek zamanlı olarak damarların kan akımı ve vasküler direnç hakkında bilgi sağladığından böbrek fonksiyon değerlendirmesine yardımcı olmak için kullanılmaktadır (Bragato ve ark., 2017; Di Nicolò ve Granata, 2017; Evangelista ve ark., 2022).

Renkli, power ve PW Doppler, morfolojik analize ek olarak ilave hemodinamik veriler sağlamaktadır. Renal ve ekstrarenal patolojiler renal hemodinamiyi değiştirmektedir. Hemodinamik değişiklik, intrarenal arteriyel dalga formlarındaki

değişim ile ayırt edilebilmektedir. Renkli Doppler görüntülemeyi hızlandırır ve kolaylaştırırken, dupleks Doppler ultrasonografi kantitatif hemodinamik veriler sağlamaktadır. Organ kan akımını etkileyen hastalıklar dupleks Doppler ultrasonografi ile karakterize edilebilmektedir. Kantitatif Doppler ultrasonografik veriler kan akım hızlarını ve hacimlerini içermektedir. Yarı kantitatif veriler, kardiyak döngü sırasında böbrek damarlarındaki spektral Doppler spektrumundan elde edilen kan akım hızlarından hesaplanan indeksleri içermektedir. Bunlar damar lümeninde kan akımına karşı direnci belirler ve organ perfüzyonu hakkında önemli bir bilgi kaynağıdır. Sistol-Diyastol (S/D) oranı, Pİ ve Rİ olmak üzere klinik uygulamada üç ana indeks kullanılmaktadır (Kaya, 2012).

Leandre Pourcelot tarafından 1970'lerin ortalarında bir Doppler indeksi olarak Rezistif İndeks (Rİ) tanımlanmıştır (Tipisca ve ark., 2015). Pulsatilite İndeksi (Pİ) 1971 yılında Gosling ve arkadaşları tarafından tanımlanmıştır (Gosling ve ark., 1971). Kedilerde renal Rİ ve Pİ 1990'ların sonlarından sonra incelenmiş ve yayınlanmıştır (Evangelista ve ark., 2022).

Sağlıklı kedilerde renal Rİ ve Pİ değer aralığı farklılıklar göstermektedir (Evangelista ve ark., 2023). Sağlıklı kediler için renal Rİ üst sınırları 0,64 ile 0,72 arasında değişirken, Pİ için değerler 1,06 ile 1,29 arasında değişmektedir (Evangelista ve ark., 2022).

Rezistif indeks değerinden; üriner obstruksiyon, diüretik etkiler, akut ve kronik renal yetmezlik, konjenital displaziler ya da akut tübüler nekrozun neden olduğu vasküler dirençteki değişikliklerin değerlendirilmesinde yararlanılmaktadır (Espada ve ark., 2008; Novellas ve ark., 2007a; Novellas ve ark., 2010). Renal kortikal ekojenite artışında da Rİ değerinin akut böbrek hasarını tanımlamak için yararlı olduğu gösterilmiştir (Rivers ve ark., 1997).

Rezistif İndeks ve Pİ değerinde oluşan yükselmeler damar direncinde artış ve perfüzyonda azalmayı göstermektedir (Evangelista ve ark., 2022). Normal koşullar altında, renal vasküler kan akımına karşı düşük direnç gösterirken, damar tıkanıklığı gibi patolojik koşullar altında veya vazokonstriksiyon nedeniyle artmış vasküler

direnç, diyastolik akımı sistolik akıma oranla daha fazla azaltmaktadır (Azizi ve ark., 2018; Platt, 1992). Bu durum, diyastol sonu hızının pik sistolik hıza kıyasla daha fazla azalmasına ve dolayısıyla Rİ ve Pİ'nin yükselmesine neden olmaktadır (Azizi ve ark., 2018). Bu indekslerin yükselmesi sadece böbrek hasarının ilk göstergesi olmakla kalmaz, aynı zamanda kronik böbrek hastalığı gibi önceden teşhis edilmiş böbrek hastalıklarının ilerleyişini veya gerileyişini takip etmek için de kullanılabilir (Azizi ve ark., 2018; Di Nicolò ve Granata, 2018; Evangelista ve ark., 2022). Son evre böbrek hastalığı ve şiddetli hidronefroz vakaları olan kedilerde ise düşük Rİ değerleri bildirilmiştir ve bu durum filtrasyon basıncındaki azalmaya bağlanmıştır (Tipisca ve ark., 2015).

Renal vasküler direnç, PW Doppler ultrasonografide Rİ ve Pİ aracılığıyla renal arterlerden Doppler spektrumun analiz edilmesiyle belirlenmekte ve renal parankim perfüzyonundaki değişiklikler tespit edilebilmektedir (Evangelista ve ark., 2022; Novellas ve ark., 2010). Renal hilum ve kortikomedüller bileşke yakınındaki arterlerden gelen sinyaller değerlendirilmektedir (Widmer ve ark., 2021). Renal Rİ değerleri böbreğin damar tipine bağlı olarak değişmektedir. Sırasıyla renal, interlober, arkuat ve interlobüler arter olmak üzere daha küçük ve periferik yerleşimli arterlere doğru giderek azalmaktadır (Martinoli ve ark., 1998). İntrarenal arterlerin (interlober veya arkuat) Rİ'si muhtemelen en güvenilir sonuçları verir ve Doppler parametreleri böbrek hastalıklarının klinik araştırmalarında en yaygın olarak kullanılır (Azizi ve ark., 2018).

Renal arterlerde, Doppler dalga formunun klasik morfolojisi dik bir sistolik yukarı vuruş ve ardından dalganın diyastolik bileşenini temsil eden azalan bir kısmı ile karakterize edilmektedir (Di Nicolò ve Granata, 2018). Renal arterler tipik bir parabolik akım hızı profili sergilemektedir. Sistolik tepe her zaman genişir ve bazen erken bir sistolik tepe gözlemlemek mümkündür. Düşük direnç akımı, diyastol sırasında giderek azalan yüksek, sürekli bir diyastolik akımdan belirlenebilir. Sistolik piki takiben, hızda hafif bir düşüş ve ardından başka bir artış (diyastolik pik hız) olmakta ve diyastolün geri kalanında kademeli olarak azalmaktadır (Kaya, 2012). Ölçümlerin mümkün olduğunca doğru ve tekrarlanabilir olması için, böbreğin üç farklı bölgesinde ölçüm yapılmasını ve muayenenin sonunda bir ortalama değer elde

edilmelidir. Renal Rİ'lerin ölçümü genellikle örnekleme için insonasyon açısının ayarının doğruluğunun belirleyici olmaması nedeniyle kolaylaştırılır, çünkü ölçüm yanlışlıkları (yani pik sistolik hız ve diyastol sonu hız tahminindeki hatalar) formülün pay ve paydasına eşit olarak düşmekte ve birbirlerini telafi etmektedir. Bu orandan elde edilen değer, maksimum sistolik akım hızına göre diyastol sonu akım hızlarındaki azalmanın yüzdesini göstermektedir ve bu nedenle renal Rİ geleneksel olarak patolojik koşullara yanıt olarak böbrek mikrosirkülasyonundaki değişikliklerin incelenmesi için geçerli bir araç olarak kabul edilmektedir (Di Nicolò ve Granata, 2018).

Ekipman ayarları standartlaştırılmıştır ve minimum 50 Hz duvar filtresi ayarı ve 1 ile 3 mm arasında bir Doppler örnek hacmi içermelidir (Kaya, 2012). Rİ, en yüksek (pik) sistolik hızdan diyastol sonu hızın çıkarılmasıyla elde edilen değer en yüksek sistolik hıza bölünmesiyle hesaplanmaktadır (Graham, 2011). Bu formül böbrek damarlarındaki diyastol sonu kan akımının maksimum sistolik kan akımına göre yüzde azalmasını ifade etmektedir (Di Nicolò ve Granata, 2017). Pİ, en yüksek sistolik hızdan diyastol sonu hızın çıkarılmasıyla elde edilen değer ortalama hıza bölünmesiyle hesaplanmaktadır (Evangelista ve ark., 2023). Daha yüksek Rİ değerleri hedef organdaki kapiller akımın değiştiğini göstermektedir. Vasküler direnç için yaygın olarak kullanılan bir belirteç olmasına rağmen, sistolik ve diyastolik hızlar eş zamanlı olarak arttığında yanlış normal sonuç olası bir sınırlamadır. Bu dezavantajın üstesinden gelmek için Pİ akım hızının standardizasyonu ile önerilmektedir; sonuç olarak, bir döngü boyunca hız ortalaması dikkate alındığından, anormal dalga formlarını ayırt etmek için Rİ'den daha hassastır (Evangelista ve ark., 2022).

Cinsiyetin kedilerde renal Rİ değerinde etkisi olmamaktadır (Ostrowska ve ark., 2016). Sedasyon ve anestezi, renal hemodinamikleri etkileyerek Rİ değerini değiştirebilmektedir (Novellas ve ark., 2007b). İzofluran ile gerçekleştirilen anestezi kedilerde intrarenal Rİ ve Pİ'yi artırmaktadır (Mitchell ve ark., 1998). Atropin, asepromazin ve ketamin kombinasyonu ile yapılan sedasyon kedilerde renal Rİ değerini değiştirmemiştir. Kısa süreli anesteziklerin böbrek hemodinamiği üzerindeki etkilerini ele alan bir çalışmada, propofolün minimal bir etkiye sahipken, ksilazin-ketamin kombinasyonu ve tiyopentalin renal Rİ'de önemli bir düşüşe neden olduğu gösterilmiştir (Kaya, 2012).

2.7. Osilometrik Kan Basıncı Ölçüm Yöntemi

Kan basıncı, damar duvarına uygulanan ve milimetre civa (mmHg) cinsinden ölçülen kuvvettir (Pace 2019). Arteriyel kan basıncı, atmosferik basınca kıyasla arteriyel hidrostatik basıncı ifade etmektedir. Arteriyel kan basıncı, arteriyel kompartman kan hacmi ve arteriyel kompartman duvar tonusu tarafından belirlenmektedir (Haskins, 2015). Kan basıncı, periferik vaskülatürdeki duysal reseptörlerden gelen mesajlara yanıt veren merkezi sinir sistemi tarafından düzenlenmektedir. Kan basıncı ayrıca nörohormonal sisteme (renin-anjiyotensin-aldosteron sistemi) de bağlıdır çünkü anjiyotensin II vazokonstriksiyona neden olmakta ve kalp atış hızını artırıp kalp kontraktilitesini geliştirerek kalp debisini maksimize etmektedir (Pace 2019).

Kan basıncı sistolik arter basıncı (SAB), diyastolik arter basıncı (DAB) ve ortalama arter basıncı (OAB) olmak üzere üç bileşene ayrılmaktadır. SAB ve DAB kardiyak döngünün kendi evreleriyle ilişkiliyken, OAB zaman içindeki arteriyel basıncın ortalamasıdır. Ancak OAB, SAB ve DAB'ın aritmetik ortalamasına eşit değildir çünkü kardiyak döngünün daha büyük bir kısmı diyastolde sistolden daha fazla harcanmaktadır (Norkus ve Rivituso, 2023). Ortalama arter basıncı $[(SAB - DAB)/3] + DAB$ denklemi ile hesaplanmaktadır (Binns ve ark., 1995). Sağlıklı kedilerde normal arteriyel basınç değer aralıkları; SAB 80-140 mmHg, DAB 55-75 mmHg ve OAB 60-100 mmHg olarak belirtilmektedir (Norkus ve Rivituso, 2023).

Kan basıncı ölçümleri bir arterin kateterizasyonunu içeren direkt ölçümler veya noninvaziv prosedürler kullanılarak yapılan indirekt ölçümler olmak üzere iki yöntemle elde edilebilmektedir. İndirekt ölçüm klinik kullanım için uygun bir yöntemdir çünkü hasta üzerinde minimum stres yaratmakta ve sedasyon ya da anestezi gerektirmemektedir (Caney, 2007; Payne ve ark., 2017). Noninvaziv arteriyel kan basıncı monitörlerinin gelişimi hem hipertansif hem de hipotansif durumların daha kolay monitörize edilmesi ve yönetilmesini sağlamaktadır. Genel olarak direkt tekniklere göre daha hızlı, invaziv olmaması, uygulama kolaylığı ve nispeten minimum teknik uzmanlık gerektirmesi gibi avantajlara sahiptir (Norkus ve Rivituso, 2023). Kedilerde kan basıncını değerlendirmek için kullanılan Doppler ultrason,

osilometrik ve fotoplethysmografik olmak üzere üç çeşit noninvaziv yöntem bildirilmektedir (Caney, 2007; Payne ve ark., 2017).

Osilometrik kan basıncı ölçümü için gerekli ekipman çeşitli boyutlarda basınç manşonları, yapışkan tıbbi bant ve osilometreyi içermektedir. Manşonun gövdesi, salınımlara maksimum hassasiyet için arterin üzerine yerleştirilmelidir. Distal tibia, radial-ulna ve kuyruk tabanı bölgeleri manşonun yerleştirilmesi için kullanılabilir (Ko, 2018b; Norkus ve Rivituso, 2023). Manşonun genişliği, yerleştirileceği noktadaki uzuv çevresinin yaklaşık %30-40'ı kadar olmalıdır. Manşon boyutu çok küçük ise hatalı olarak yüksek SAB okumaları görülebilirken manşon boyutu çok büyük ise arterin daha büyük bir kısmının sıkıştırılması nedeniyle okumalar hatalı olarak düşük olabilmektedir. Sistemik arteriyel kan basıncı genellikle sağ atriyum seviyesine referansla ölçülür, bu da ölçüm yerinin sağ atriyum seviyesinde konumlandırılmasını gerektirir. Bunun için hayvan lateral veya sternal yatış pozisyonuna getirilir. Manşon sağ atriyumdan daha aşağı veya daha yukarı konumlandırıldığı takdirde ölçümler hatalı olabilmektedir (Norkus ve Rivituso, 2023).

Osilometrik teknik arter duvarındaki osilasyonları uzuv veya kuyruk çevresine yerleştirilen özel bir manşonun içindeki havanın altında tespit etmektedir (Caney, 2007). Osilometrik ünite, manşonu arteriyel kan akımından daha yüksek bir basınca kadar şişirmektedir. Bu noktada manşonun distalinden arteriyel kan akımı geçmemekte ve duvar salınımları mevcut olmamaktadır. Ünite daha sonra arteriyel pulsasyonlar tespit edilene kadar manşonu saniyede 3-4 mmHg basıncında kademeli olarak indirmektedir. Arteriyel kan akımı geri döndüğünde, uzuvdaki kan hacminde hafif bir artış meydana gelmekte ve kanın manşondan ve kısmen sıkıştırılmış arterden geçmesi tespit edilebilir bir arteriyel duvar titreşimi yaratmaktadır. Osilometrik ünite bu küçük arter duvarı titreşimlerini algılar ve titreşimlerdeki değişim ortalama, sistolik ve diyastolik kan basınçlarının değerlendirilmesini sağlar (Foy, 2020). İlk tespit edilen basınç sistolik basınca karşılık gelmektedir (Caney, 2007). Salınımların pik yaptığı amplitüd OAB olarak kabul edilir. Manşon basıncı yeterince düşürüldüğünde kan arterden normal şekilde akmaya başladığında ve arter duvarı titreşimleri tespit edilemediğindeki okuma ise diyastolik basınç olarak kabul edilmektedir (Foy, 2020).

Osilometrik yöntemde birden fazla ölçüm elde edilmeli, herhangi aykırı sonuçlar hariç tutulduktan sonra ortalamalar hesaplanmalıdır (Caney, 2007).

2.8. Anestezikler

Volatil anestezikler hayvanların anestezi yönetiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Steffey ve ark., 2015). Tüm etkileri henüz belirlenmemiş olsa da çoğunun beyinde bulunan gama-aminobütirik asit A (GABA_A) reseptörlerinde ve spinal kord'ta bulunan glisin reseptörlerinde inhibitör aktiviteyi artırdığı, aynı zamanda kolinerjik (muskarinik ve nikotinik) ve glutamat reseptörlerinde uyarıcı etkileri inhibe ettiği görülmektedir. Ayrıca çeşitli kalsiyum, sodyum ve potasyum kanalı aktivitelerini inhibe edebilmektedir (Dugdale ve ark., 2020). Farmakokinetik özelliklerinin anestezik derinliğin öngörülebilir ve hızlı bir şekilde ayarlanmasını desteklemesinden dolayı kullanımları oldukça popülerdir. Ayrıca, gaz numunelerindeki volatil anestezikler sürekli olarak ölçülebilmektedir. İnhalasyon anestezik konsantrasyonunun ölçümü, anestezik yönetiminin hassasiyetini ve güvenliğini artırmaktadır (Steffey ve ark., 2015).

Volatil anestezik olan izofluran, halojenlenmiş bir metil etil eter ve enfluranın yapısal bir izomeridir. 2-kloro-2-(diflorometoksi)-1, 1, 1-trifloro-etanın rasemik bir karışımıdır (Brosnan ve Steffey, 2018). Koruyucu içermemekte ve güneş ışığı ile parçalanmamaktadır. Keskin bir kokusu vardır. Doza bağlı bir şekilde kalp debisini azaltarak ve vazodilatasyona neden olarak kardiyovasküler fonksiyonları, solunum hızını ve tidal hacmi azaltarak solunum fonksiyonlarını deprese eder (Pang, 2016). Kan basıncını doğrudan miyokardiyal depresyondan ziyade toplam periferik dirençte azalma yoluyla düşürmektedir (Gangwar ve ark., 2020). İzofluranın %1'inden daha azı biyolojik bozunmaya uğrar (Martinez, 2012). Minimal düzeyde metabolize olduğundan hepatik metabolizma yükünü hafifletir (Pang, 2016). Çoğunluğu akciğerler tarafından değişmeden elimine edilmektedir (Martinez, 2012).

Sevofluran poliflorlu bir metil-izopropil eter formunda bir volatil anesteziktir (Brosnan ve Steffey, 2018). Sevofluran, anestezinin idamesi için yaygın olarak kullanılmaktadır (Dholakia ve ark., 2020). İzoflurandan daha düşük kan gazı

çözünürlüğüne sahiptir (Brosnan ve Steffey, 2018). Çözünürlüğü daha yüksek olan ajanlar için alveolar ajan konsantrasyonundaki artış hızı daha yavaştır ve akciğer ventilasyonu ile solunum sisteminden alveolar gaza eklendikçe ajanı hızla uzaklaştırır (Pang, 2016). Düşük lipid çözünürlüğü nedeniyle sevofluran hızlı indüksiyon ve hızlı bir uyanma sağlamaktadır (Martinez, 2012). Sevofluran konsantrasyona bağlı kardiyovasküler ve solunum depresyonuna neden olmaktadır (Dholakia ve ark., 2020). İnhalasyon anesteziklerin minimum alveolar konsantrasyon (MAK) olarak belirlenen etki gücüne göre, hastaya verilen MAK ne kadar yüksekse, kardiyovasküler depresyon o kadar belirgin olmaktadır (Sinclair, 2018). Sevofluran eşit anestezik konsantrasyonlarında solunum fonksiyonunu izoflurandan daha az inhibe etmektedir (Pang, 2016). Ayrıca izofluran ile gerçekleştirilen anestezide olduğu gibi sevofluran da serebral vasküler direnci, serebral metabolik hızı azaltmakta ve doza bağlı bir şekilde intrakraniyal basıncı artırmaktadır. (Brosnan ve Steffey, 2018). Karaciğer ve böbrekler tarafından minimal düzeyde metabolize edilir (<%3) (Pang, 2016). Büyük çoğunluğu akciğerler tarafından değişmeden elimine edilmektedir (Martinez, 2012).

Renal perfüzyon genellikle volatil anestezik ajanların neden olduğu hipotansiyonun bir sonucu olarak azalır (Pang, 2016). Glomerüler filtrasyonda anestezide bağlı azalmanın bir sonucu olarak, anestezide uygulanmış sağlıklı hayvanlar genellikle uyanık oldukları zamana kıyasla daha az miktarda konsantre idrar üretirler. Serum üre nitrojeni, kreatinin ve inorganik fosfatta artış uzun süreli anestezide eşlik edebilir. Böbrek fonksiyonundaki azalma, anestezide sırasında hayvanın hidrasyon ve hemodinamik durumundan oldukça etkilenir. Çoğu durumda, özellikle sağlıklı hayvanlarda, volatil anesteziklerin böbrek fonksiyonu üzerindeki etkileri anestezide sonrasında hızla tersine dönmektedir (Steffey ve ark., 2015).

2.8.1. Minimum Alveolar Konsantrasyon

Minimum alveolar konsantrasyon (MAK), supramaksimal zararlı bir uyarana (noksiyus stimulasyon) maruz kalan deneklerin %50'sinde hareketsizliğe neden olan 1 atmosfer basınç altındaki minimum alveolar anestezik konsantrasyonu olarak tanımlanmaktadır (Steffey ve ark., 2015). MAK kavramı, farklı volatil anesteziklerin etki gücünün standart bir şekilde karşılaştırılmasına olanak tanır (Pang, 2016).

Klinik olarak, uygun MAK değerinin bilinmesi anesteziistin anesteziyi, hastayı aşırı dozda uyutmadan yapılan prosedürü gerçekleştirmeye uygun bir seviyeye titre etmesine yardımcı olmaktadır (Hofmeister ve Shaughnessy, 2014). MAK değerleri, volatil ajanlarının etki güçlerine göre karşılaştırılmasına olanak tanımaktadır. Etki gücü MAK değeriyle ters orantılıdır. Etki, ajanların beyin lipid çözünürlüğü ile doğru orantılıdır ve bu da yağ-gaz bölme katsayısı ile yansıtılır. Temel bir kural olarak, bir hastanın tidal anestezi ajan konsantrasyonu $1,2-1,5 \times \text{MAK}$ ise, volatil ajanının uygulanan tek anestezi ilaç olduğu durumlarda cilt insizyonu sırasında hareket etmesi olası değildir (Dugdale ve ark., 2020). Kedilerde sevofluran için MAK değeri $\%2,5 \pm 0,2$ ile $\%3,95 \pm 0,33$ arasında değişmektedir. Ortalama MAK değeri $\%3,08 \pm 0,4$ 'tür. Kedilerde izofluran için MAK değeri $\%1,20 \pm 0,13$ ile $\%2,22 \pm 0,35$ arasında değişmektedir. Ortalama MAK değeri $\%1,71 \pm 0,07$ 'dir (Hofmeister ve Shaughnessy, 2014).

Minumum alveolar konsantrasyon değerini düşüren durumlar arasında; hipotermi, metabolik asidoz, şiddetli hipotansiyon, şiddetli hipoksi, yaş, opioidler, alfa-2 agonistler veya asepromazin dahil olmak üzere bir sedatif veya trankilizan kullanımı, lokal anestezi uygulaması, gebelik, nitroz oksit kullanımı bulunmaktadır. Minumum alveolar konsantrasyon değerini artıran durumlar arasında; hipertermi ve hipernatremi bulunmaktadır. Minumum alveolar konsantrasyonu etkilemeyen faktörler arasında ise metabolik alkaloz, hipertansiyon, stimülasyon tipi veya anestezi süresi, plazma potasyum konsantrasyonları bulunmaktadır (Ko, 2018a).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gereç

3.1.1. Hayvan Materyali

Bu araştırmanın hayvan materyalini Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesine kastrasyon başta olmak üzere tamamı elektif cerrahi için getirilen, klinik muayenesinde genel ve üriner sistem yönünden sağlıklı olarak değerlendirilen 20 adet farklı yaş, ağırlık, ırk ve cinsiyetten kediler oluşturdu.

Çalışmanın hayvan materyali Sevofluran ve İzofluran uygulamasına göre 10'arlı iki gruba ayrıldı.

Bu çalışma Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu tarafından 23.08.2023 tarih ve 1179 sayılı karar ile uygun bulunmuştur.

3.1.2. Muayene, Operasyon Öncesi ve Sırasında Veri Toplamada Kullanılan Materyaller

- 24 G anjiokat (Kit kath, Beybi)
- 22 G anjiokat (Kit kath, Beybi)
- 0,5 ml EDTA'lı Hemogram tüpü (Minicollet, Greiner)
- 8 ml Biyokimya tüpü (Fıratmed)
- 2 ml Kan gazı enjektörü (Ayset)
- Hemogram cihazı (EDAN H60)
- Biyokimya cihazı (DiaSys respons®910)
- Kan gazı analiz cihazı (EDAN i15Vet)
- Röntgen cihazı (DRS HILIGHT 1000 DR) ve masaüstü okuyucu ünitesi (FUJIFILM FCR PRIMA T2)
- Ultrasonografi cihazı (Esaote MyLab™X8 eXP) ve bu cihaza ait mikro konveks 3-11 MHz prob
- %70' lik alkol
- %10' luk Polivinilpirolidon iyot (Batticon, Adeka)

- Akustik jel
- Tıraş makinesi
- Hasta başı monitörü ve manşon (HASVET 838 PM)
- Veteriner hasta başı monitörü (Edan iM8 VET)
- pH indikatör strip (ISOLAB Laborgerate GmbH)
- Santrifüj cihazı (NÜVE NF 800R)
- Mikroskop (Nikon Eclipse E100 Binoküler Mikroskop)

3.1.3. Anestezi, Analjezi ve Antibiyoterapide Kullanılan Materyaller

- 1, 2 ve 5 ml enjektör (Beybi)
- Sefazolin (İESPOR®, MENARINI group)
- Butorfanol (Butomidor® Richter Pharma AG),
- Propofol (Propofol® %1, Polifarma, Türkiye)
- Endotrakeal tüp
- Anestezi cihazı (Draeger Primus® model, Almanya)
- Hasta başı monitörü ve manşon (HASVET 838 PM)
- Veteriner hasta başı monitörü (Edan iM8 VET)
- Sevofluran (Sojourn™ %100 inhalasyon çözeltisi, ADEKA İlaç Sanayi ve Ticaret A.Ş.)
- İzofluran (ISOFLURANE USP %100 inhalasyon çözeltisi, ADEKA İlaç Sanayi ve Ticaret A.Ş.)
- %0,9 NaCl çözeltisi (Polifarma İlaç San. ve Tic. A.Ş., Tekirdağ, Türkiye)

3.2. Yöntem

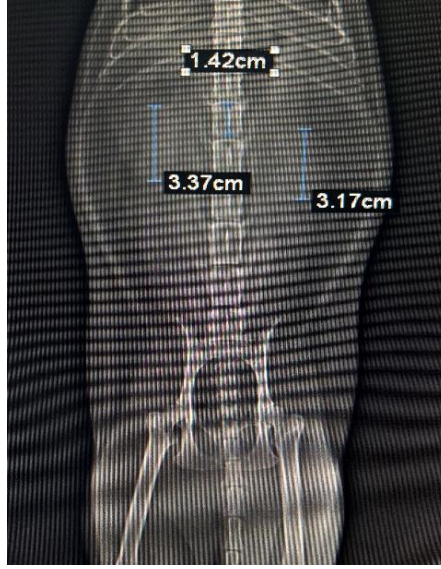
3.2.1. Muayene ve Preoperatif Verilerin Toplanması

Kedilerin genel sağlık muayenesinde; rektal vücut sıcaklığı ölçüldü, lenf düğümleri palpe edildi ve Doppler ultrasonografik muayene öncesinde hidrasyon durumunun belirlenmesi için kapiller geri dolum süresine bakıldı. Sakinleşmeleri, solunumlarının ve kalp atımlarının normale dönmesi için yaklaşık 5 dakika beklendi.

Hasta başı monitörü (HASVET 838 PM) ve manşon aracılığıyla nabız ve noninvaziv osilometrik teknikle kan basıncı ölçüldü. Manşonun genişliği, yerleştirilen uzuv çevresinin yaklaşık %40'ı olacak şekilde seçildi. Manşon sağ atriyum seviyesinde konumlandırılarak gövdesi distal tibia bölgesinde kraniyal tibial arteri sıkıştırmak için proksimal tarsus üzerine yerleştirildi. Tibial arterden nabız sayısı, sistolik arter basıncı (SAB-mmHg), diyastolik arter basıncı (DAB-mmHg) ve ortalama arter basıncı (OAB-mmHg) olarak birden fazla ölçüm elde edildi. Elde edilen ölçümlerin ortalamaları alınıp kaydedildi.

Kan örneklerinin toplanması amacıyla 22 G anjiokat (Kit kath, Beybi) ile vena sefalika antebrakii'ye yerleştirilip; hemogram, biyokimya serum ve kan gazı analizi için uygun tüplere kan örnekleri alındı. Kan sayım cihazı (EDAN H60) ile yapılan hemogram analizinde hematokrit ve beyaz kan hücresi parametreleri değerlendirildi. Biyokimya analiz cihazı (DiaSys respons®910) ile yapılan biyokimya serum analizinde; plazma proteini, kan üre azot ve kreatinin parametreleri değerlendirildi. Kan gazı analiz cihazı (EDAN i15Vet) ile yapılan kan gazı analizinde; sodyum, potasyum ve pH parametreleri değerlendirildi.

Röntgen cihazı (DRS HILIGHT 1000 DR) ve masaüstü okuyucu ünitesi (FUJIFILM FCR PRIMA T2) ile laterolateral ve ventrodorsal abdominal radyografileri alındı. Abdominal radyografi için uygulamadan önce kedilerin bir gece öncesinden aç bırakılmalarına dikkat edildi. Radyografik incelemeler için kediler mümkün olduğunca düz konumlandırıldı. Sağ ve sol böbrekler arasında uzunlamasına bir ayrım sağlamak için sağ laterolateral projeksiyonda radyografi alındı. Böbrek uzunluğunun değerlendirilmesinde böbreklerin süperpoze olmaması için ventrodorsal projeksiyonda radyografi alındı. İdrar kesesi ve böbrekler; konum, morfoloji ve opasite yönünden değerlendirildi. Sağ ve sol böbrek uzunlukları L2 vertebra gövde uzunluklarıyla karşılaştırılarak ölçüldü (Şekil 3.1).

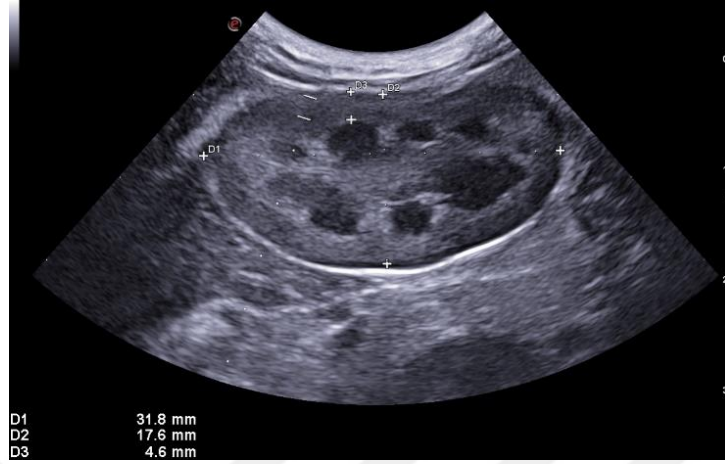


Şekil 3.1. Olgü 5'in ventrodorsal abdominal radyografisinde böbrek uzunluklarının L2 vertebra gövde uzunluğuyla karşılaştırılması.

Ultrasonografi muayenesini etkilememesi için mide-bağırsak içeriği ve gazın olmamasına, buna bağlı olarak içi boş organların arkasındaki yapıların daha ayrıntılı incelenmesi adına kediler bir gece öncesinden aç bırakıldı. Hayvanın sakinleşmesi, solunum sayısı ve kalp atımlarının normale dönmesi için yaklaşık 5 dakika beklendi. Doppler değerlerini etkileyeceği için hayvanlara trankilizan, sedatif ve anestezik madde uygulanmadı. Kılırlar, ultrasonografi için engel oluşturduğundan ventral abdominal bölge tıraşlandı. Deri, alkol ile temizlendikten sonra ultrason jeli sürüldü. Ultrason muayenesi için kediler yardımcıları tarafından arka ayaklarından ve ön ayaklarından sağ lateral, sol lateral ve dorsal yatış pozisyonunda tutuldu.

Ultrasonografi cihazı (Esaote MyLab™X8 eXP) ve cihazın mikro konveks 3-11 MHz probuyla idrar kesesi ve böbreklerin muayeneleri gerçekleştirildi. B-mod idrar kesesi muayenesinde kese transversal ve longitudinal planlarda tarandı. İdrar kesesi; idrar kese boşluğu, idrar kese duvar kalınlığı, idrar ekojenitesi ve idrar kesesine yakın peritoneal sıvı varlığı yönünden değerlendirildi. B-mod böbrek muayenesinde böbrekler sagittal, dorsal ve transvers düzlemlerde görüntülendi (Şekil 3.2). Böbrek boyutları sagittal ve transvers düzlemlerde değerlendirildi. Renal korteks-medulla ekojenitesi ve homojenitesi kıyaslandı. Böbreklerin muayenesinde renal korteks ekojenitesinin değerlendirilmesi için dalağın görüntülenmesiyle dalak parankim

ekojenitesiyle kıyaslandı. Böbrekler, böbreklere yakın retroperitoneal sıvı varlığı açısından değerlendirildi.

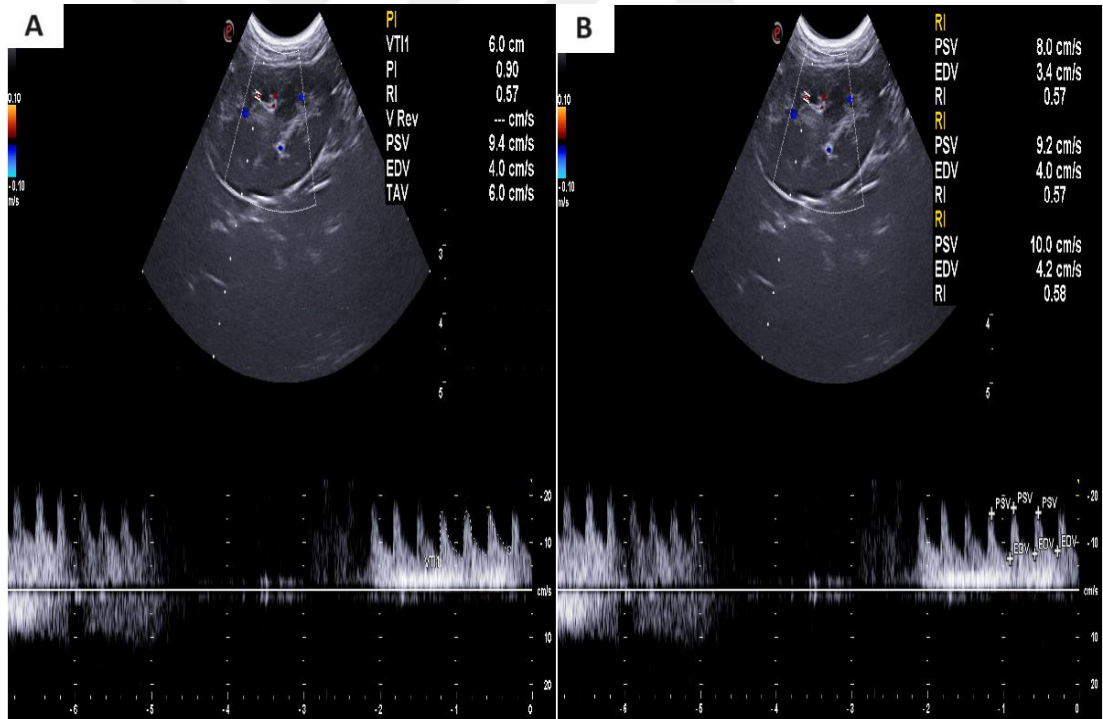


Şekil 3.2. Olgu 7'nin ultrasonografik muayenesinde sagittal düzlemde böbrek longitudinal uzunluğunun, genişliğinin ve korteks kalınlığının ölçülmesi.

B-mod değerlendirilmeler sonrasında Doppler muayenelerine geçildi (Şekil 3.3). Damarları tespit etmek için B-mod görüntü ile birlikte renkli Doppler kullanıldı. Her iki böbreğin meduller piramidlerin sınırındaki interlober ve kortikomedüller birleşim noktasındaki arkuat arterler görüntülendi. Sonrasında PW Doppler etkinleştirildi. Doppler örnek hacmi 2 mm'yi aşılmasına dikkat edilerek seçilen damarın 2/3'ü kadar merkezine yerleştirildi. Doppler açısının 60°'yi geçmemesine dikkat edildi. PW Doppler inceleme sırasında en az ardışık üç Doppler spektrumu her iki böbreğin kraniyal, orta ve kaudal kutuplarından interlober veya arkuat arterlerden elde edildi. Sistolün tepe yaptığı ilk sivri nokta pik sistolik hız olarak tanımlandı. Diyastolün sonu ile sistolün başındaki nokta diyastol sonu hız olarak belirlendi. Cihazın dahili klipsleri kullanılarak manuel sınırlandırmadan sonra ultrason cihazındaki yazılım kullanılarak RI ve PI değerleri hesaplandı. Her böbrek için kraniyal, orta ve kaudal bölgelerden elde edilen RI ve PI değerlerinin ortalaması alınıp kaydedildi. Renal Doppler ultrasonografi ölçümlerinde cihaz ayarları sabit tutuldu. Renal RI ve PI değerlerini etkilememesi için probun fazla bastırılmamasına ve örtüşme artefaktlarını önlemek için duvar filtresi ve darbe tekrarlama frekansı değerlerinin olabildiğince düşük, kazanç ayarı olabildiğince yüksek tutuldu.

Sistosentez için abdominal bölgeye %10' luk polivinilpirolidon iyot ve %70' lik alkol kullanarak antisepsi sağlandı. Ultrasonografi rehberliğinde 24G anjiokath (Kit kath, Beybi) idrar kesesine yerleştirildi. Kedilerin hareket etmesi durumunda olası yaralanmaları ve idrarın kontaminasyonunu engellemek için stile çıkarılarak idrar örnekleri 5ml enjektörlere alındı. İdrarın pH indikatör strip'e (ISOLAB Laborgerate GmbH) damlatılmasıyla pH analizi gerçekleştirildi. Santrifüj cihazı (NÜVE NF 800R) ile idrar sedimenti elde edildi. İdrar sedimenti lama damlatıldı. Sedimentin muayenesi mikroskop (Nikon Eclipse E100 Binoküler Mikroskop) ile düşük güç alanında (10×) ve yüksek güç alanında (40×) yapıldı. İdrar sedimenti eritrosit, lökosit, kalkulus ve bakteri yönünden değerlendirildi.

Genel ve üriner sistem yönünden sağlıklı değerlendirilen kediler çalışmaya dahil edildi.



Şekil 3.3. Olgu 10'un preoperatif muayenesinde kaydedilen Doppler ultrasonografi görüntüleri. (A) Pİ değerinin ve (B) Rİ değerinin hesaplanması.

3.2.2. Premedikasyon, İndüksiyon, Entübasyon, İnhalasyon Anestezisi ve Ekstübasyon

Operasyon öncesinde tüm olgulara 22 G anjiokat (Kit Kath, Beybi) vena sefalika antebrakii'ye yerleştirilerek premedikasyonda sefazolin (İESPOR®, MENARINI group) 22 mg/kg dozunda damar içi ve butorfanol (Butomidor® Richter Pharma AG) 0,1 mg/kg dozunda damar içi uygulandı. Anestezi indüksiyonunda propofol (Propofol® %1, Polifarma, Türkiye) 4-6 mg/kg dozunda uygulandı. İndüksiyonu takiben hastanın vücut ağırlığına uygun boyutta endotrakeal tüp (Bıçakcılar) ile entübasyon sağlanarak (tablo 3.1.) hasta anestezi cihazına (Draeger Primus® model, Almanya) bağlandı.

Tablo 3.1. Küçük hayvanların entübasyonu için vücut ağırlığına göre önerilen endotrakeal tüp boyutları (Hughes, 2016).

Boyutlar (iç çap) (mm)	Kaflı veya kafsız	Yaklaşık yağsız vücut ağırlığı (kg)
2-2,5-3	Kaflı veya kafsız	1-2,5
3,5-4-4,5	Kaflı veya kafsız	2,5-5
5-6	Kaflı veya kafsız	4-9
7-8	Kaflı	7-15
9-10	Kaflı	15-25
11-12	Kaflı	25-45
14-16	Kaflı	>45

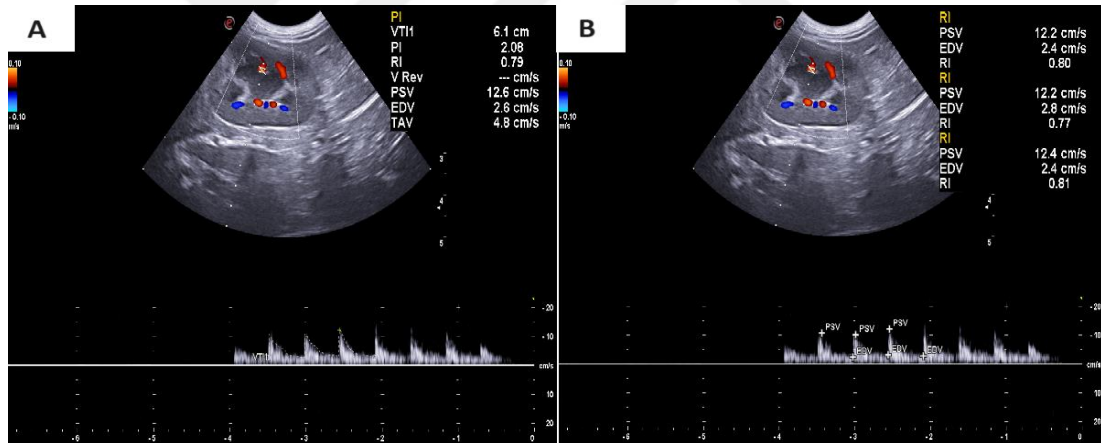
Operasyonun bitimine kadar çift vaporizatörlü, yarı açık/kapalı devre sistemi ile çalışan anestezi cihazı ile grup 1, sevofluran (Sojourn™ %100 inhalasyon çözeltisi, ADEKA İlaç Sanayi ve Ticaret A.Ş.) ve grup 2 ise izofluran (ISOFLURANE USP %100 inhalasyon çözeltisi, ADEKA İlaç Sanayi ve Ticaret A.Ş.) kullanılarak mekanik ventilasyon ile anestezi sürdürüldü. Entübasyon sonrası ventilasyon parametreleri (Minumum alveolar konsantrasyon [MAK], end tidal [solunum sonu] karbondioksit, tidal volüm [solunum hacmi], dakika hacmi [MV]) anestezi cihazı (Draeger Primus® model, Almanya) ile monitörize edildi. Veteriner hasta başı monitörü (Edan iM8 VET) ile nabız sayısı ve dile yerleştirilen pulse oksimetre yardımıyla arteriyel oksijen saturasyonu değerleri takip edildi.

İntraoperatif olarak %0,9 NaCl çözeltisi (Polifarma İlaç San. ve Tic. A.Ş, Tekirdağ, Türkiye) 3 ml/kg dozunda operasyon süresince verildi.

Cerrahi girişimin bitiminde genel anestezi sonlandırıldıktan sonra, hastanın spontan solunumu gelene kadar anestezi cihazı ile ventilasyonu devam ettirildi. Spontan solunum gelince hasta anestezi cihazından ayrıldı ve yutkunma refleksini takiben hasta ekstübe edildi.

3.2.3. İntraoperatif Verilerin Toplanması

Preoperatif Doppler renal Rİ ve Pİ ölçüm ve noninvaziv osilometrik kan basıncı ölçüm protokolü aynen uygulanarak elde edilen intraoperatif renal Rİ, Pİ ve kan basıncı değerleri minimum alveoler konsantrasyon (MAK) 1.2-1.5-1.7 değerlerinde kaydedildi (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Olgu 13'ün 1.7 MAK'ta kaydedilen Doppler ultrasonografi görüntüleri. (A) Pİ değerinin ve (B) Rİ değerinin hesaplanması.

3.2.4. İstatistiksel Analiz

Değişkenlerin normal dağılıma uyup uymadığı çarpıklık ve basıklık değerleri ile incelenmiştir. Normal dağılıma uyan değişkenler ortalama ve standart sapma değerleri ile, uymayan değişkenler medyan, minimum ve maksimum değerleri ile verilmiştir. İki grup arasındaki farkların analizinde “Bağımsız Örneklem t-Testi” ve “Mann Whitney U” testleri kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkiler “Pearson Korelasyon Katsayısı” ve “Spearman Korelasyon Katsayısı” ile incelenmiştir. Bağımlı ölçüm değerlerinin gruplara göre incelenmesinde “Tekrarlı Ölçümlerde İki Faktörlü ANOVA” testi, bağımlı ölçümler arası farklılıkların incelenmesinde “Friedman Testi” kullanılmıştır.

İstatistiksel analizler IBM SPSS Statistics 22.0 programında yapılmıştır. Anlamlılık düzeyi 0,05 alınmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Muayene Bulguları

Çalışmaya 20 adet farklı yaş, ağırlık, ırk ve cinsiyetten kedi dahil edildi. Olgular melez (n:15), British Shorthair (n:3), Siyam (n:1) ve Bombay (n:1) ırkı kedilerden oluşuyordu. Olguların 4'ü dişi 16'sı erkekti. Olguların ortalama yaşı 2,35 yıl (1-6 yıl) ve ortalama vücut ağırlıkları 3,375 kg (2-4,6 kg) olduğu belirlendi. Olgular sevofluran ve izofluran uygulamasına göre 10'arlı iki gruba ayrıldı. Olguların grup, ırk, cinsiyet, yaş, vücut ağırlığı ve operasyon bilgileri tablo 4.1.'de verildi.

Tablo 4.1. Çalışmaya dahil edilen olguların ırk, cinsiyet, yaş (yıl), vücut ağırlığı (kg) ve operasyon bilgileri.

Grup/Olgu	İrk	Cinsiyet	Yaş (yıl)	Vücut Ağırlığı (kg)	Operasyon
G1/1	Melez	Erkek	1	2,5	Kastrasyon
G1/2	Melez	Erkek	6	4	Kastrasyon
G1/3	Siyam	Erkek	2	2	Kastrasyon
G1/4	British Shorthair	Erkek	1	2,5	Kastrasyon
G1/5	British Shorthair	Dişi	3	2	Ovariohisterektomi
G1/6	British Shorthair	Erkek	1	2,5	Kastrasyon
G1/7	Melez	Erkek	5	5	Kastrasyon
G1/8	Bombay	Erkek	1	3	Kastrasyon
G1/9	Melez	Erkek	1	3	Kastrasyon
G1/10	Melez	Erkek	2	4,5	Kastrasyon
G2/1	Melez	Dişi	2	3	Ovariohisterektomi
G2/2	Melez	Dişi	3	4	Ovariohisterektomi
G2/3	Melez	Erkek	4	4,6	Kastrasyon
G2/4	Melez	Erkek	3	4,5	Kastrasyon
G2/5	Melez	Dişi	2	3	Ovariohisterektomi
G2/6	Melez	Erkek	2	3,6	Kastrasyon
G2/7	Melez	Erkek	2	3,7	Kastrasyon
G2/8	Melez	Erkek	2	3	Kastrasyon
G2/9	Melez	Erkek	3	4,6	Kastrasyon
G2/10	Melez	Erkek	1	2,5	Kastrasyon

G1: Sevofluran grubu, G2: İzofluran grubu

Kedilerin genel sağlık muayenelerinde; rektal vucut sicakligi ve kapiller geri dolum suresi referans değerler arasında belirlendi. Lenf duğumlerinde buyume tespit edilmedi. Hasta basi monitörü ve manşon aracılığıyla ölçülen nabız sayısı ve kan basıncı değerleri normal aralıklarında belirlendi. Hemogram analizlerinde; hematokrit ve beyaz kan hücresi parametreleri, biyokimya serum analizlerinde; plazma proteini, kan üre azot ve kreatinin parametreleri, kan gazı analizlerinde ise sodyum, potasyum ve pH parametreleri referans değerler arasında izlendi.

Radyografik muayenelerde laterolateral ve ventrodorsal abdominal radyografilerle değerlendirilen idrar kesesi ve böbreklerde konum, morfoloji ve opasite yönünden herhangi bir patolojiyle karşılaşılmadı. İdrar keseleri ve böbrekler konum olarak anatomik yerlerinde ve homojen yumuşak doku opasitesinde görüldü. Ventrodorsal radyografilerde böbrek uzunluklarının L2 vertebra gövde uzunluklarının 2,1-3,2 katı arasında referans değer aralıklarında olduğu tespit edildi.

Ultrasonografik muayenelerde kese içindeki idrar anekoik görüldü. İdrar kese duvarında kalınlaşma, idrar kese boşluğunda sediment, kalkulus veya kitle yönünden herhangi bir patolojiyle karşılaşılmadı. İdrar kesesine yakın peritoneal sıvı varlığı görülmeydi. Sağ ve sol renal korteks ekojeniteleri homojen ve düzenli konturda görüntü verdi. Dalak parankim ekojeniteleriyle kıyaslandığında hipoekoik görüldü. Renal medulla ekojeniteleri renal korteks ekojenitelerine göre daha hipoekoik izlendi. Renal pelvis ise korteks ve medulla ekojenitelerine göre daha hiperekojenik görüldü. Sol böbreğin sagital düzlemde olgulara göre değerlendirilmesinde longitudinal uzunluk 30.1 ile 38.4 mm arasında, genişlik 15.4 ile 22.3 mm arasında, renal korteks kalınlığı 3.5 ile 7.3 mm arasında belirlendi. Sağ böbreğin sagital düzlemde olgulara göre değerlendirilmesinde longitudinal uzunluk 30.4 ile 38.7 mm arasında, genişliğin 15.2 ile 22.0 mm arasında, renal korteks kalınlığının 3.5 ile 7.3 mm arasında değiştii ultrasonografik olarak ölçüldü. Renal pelviste dilatasyon bulgusu, pararenal abdominal kompartmanda peritoneal sıvı ve herhangi bir kitle görülmeydi. Dorsal yatış pozisyonunda transvers düzlemde görüntülenen sağ ve sol ureter, üretropelvik birleşim noktasından itibaren abdominal boşlukta izlenmedi.

İdrarların strip muayenelerinde pH'lerinin 6-7 referans değer aralığında olduğu belirlendi. İdrar sediment muayenelerinde kalkulus ve bakteri gibi herhangi bir patoloji gözlenmedi. Yüksek güç alanı (40×) içinde on alandaki ortalama eritrosit ve lökosit sayısının 5'i geçmediği izlendi.

Olguların yapılan muayenelerinde genel ve üriner sistem yönünden herhangi bir hastalıklarının olmadığı belirlendi.

4.2. Preoperatif, İntraoperatif Doppler Ultrasonografi ve Kan Basıncı Bulguları

Cihaz ayarı sabit tutularak yapılan renkli Doppler ultrasonografik ve power Doppler ultrasonografik muayenelerde arkuat arter ve interlober arter düzeyinde her iki grupta da sağ ve sol böbrek arasında perfüzyondan kaynaklanan renklenme farkı izlenmedi.

Spektral örneklerden elde edilen preoperatif ortalama renal Rİ değerleri sol böbrek için 0,54 ile 0,59 arasında, sağ böbrek için 0,54 ile 0,59 arasında değişkenlik gösterdi. Preoperatif ortalama renal Pİ değerleri ise sol böbrek için 0,87 ile 1,03 arasında, sağ böbrek için 0,87 ile 1,06 arasında değişkenlik gösterdi.

Çalışmada yer alan sevofluran ve izofluran gruplarına ait Rİ ve Pİ değerleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$) (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Gruplar arası Rİ ve Pİ farklılıklarının incelenmesi

	Grup	N	Ort.±SS	t	P değeri
PO Rİ Sol Böbrek ORT	Sevofluran	10	0,56±0,02	0,461	0,650
	İzofluran	10	0,56±0,01		
PO Rİ Sağ Böbrek ORT	Sevofluran	10	0,56±0,02	<0,001	1,000
	İzofluran	10	0,56±0,02		
PO Rİ ORT	Sevofluran	10	0,56±0,01	0,255	0,802
	İzofluran	10	0,56±0,01		
PO Pİ Sol Böbrek ORT	Sevofluran	10	0,93±0,06	0,458	0,652
	İzofluran	10	0,92±0,05		
PO Pİ Sağ Böbrek ORT	Sevofluran	10	0,94±0,06	-0,276	0,786
	İzofluran	10	0,95±0,07		
PO Pİ ORT	Sevofluran	10	0,93±0,05	0,087	0,932
	İzofluran	10	0,93±0,05		
1.2 MAK Rİ Sol Böbrek ORT	Sevofluran	10	0,71±0,02	-0,144	0,887
	İzofluran	10	0,71±0,01		
1.2 MAK Rİ Sağ Böbrek ORT	Sevofluran	10	0,71±0,01	-2,012	0,059
	İzofluran	10	0,73±0,01		
1.2 MAK Rİ ORT	Sevofluran	10	0,71±0,01	-1,076	0,296
	İzofluran	10	0,72±0,01		
1.2 MAK Pİ Sol Böbrek ORT	Sevofluran	10	1,43±0,12	0,139	0,891
	İzofluran	10	1,43±0,07		
1.2 MAK Pİ Sağ Böbrek ORT	Sevofluran	10	1,45±0,10	-1,281	0,217
	İzofluran	10	1,51±0,11		
1.2 MAK Pİ ORT	Sevofluran	10	1,44±0,10	-0,662	0,516
	İzofluran	10	1,47±0,08		
1.5 MAK Rİ Sol Böbrek ORT	Sevofluran	10	0,75±0,02	-0,142	0,888
	İzofluran	10	0,75±0,01		
1.5 MAK Rİ Sağ Böbrek ORT	Sevofluran	10	0,75±0,02	-1,076	0,296
	İzofluran	10	0,76±0,01		
1.5 MAK Rİ ORT	Sevofluran	10	0,75±0,02	-0,649	0,525
	İzofluran	10	0,76±0,01		
1.5 MAK Pİ Sol Böbrek ORT	Sevofluran	10	1,76±0,12	-0,057	0,955
	İzofluran	10	1,77±0,11		
1.5 MAK Pİ Sağ Böbrek ORT	Sevofluran	10	1,76±0,11	-1,131	0,273
	İzofluran	10	1,81±0,08		
1.5 MAK Pİ ORT	Sevofluran	10	1,76±0,10	-0,584	0,566
	İzofluran	10	1,79±0,09		
1.7 MAK Rİ Sol Böbrek ORT	Sevofluran	10	0,8±0,03	-0,53	0,602
	İzofluran	10	0,81±0,02		
1.7 MAK Rİ Sağ Böbrek ORT	Sevofluran	10	0,8±0,03	-1,25	0,227
	İzofluran	10	0,81±0,02		
1.7 MAK Rİ ORT	Sevofluran	10	0,8±0,03	-0,915	0,372
	İzofluran	10	0,81±0,02		
1.7 MAK Pİ Sol Böbrek ORT	Sevofluran	10	1,99±0,15	-0,497	0,625
	İzofluran	10	2,02±0,16		

Tablo 4.2. (Devam) Gruplar arası Rİ ve Pİ farklılıklarının incelenmesi

1.7 MAK Pİ Sağ Böbrek ORT	Sevofluran	10	1,97±0,15	-0,995	0,333
	İzofluran	10	2,03±0,13		
1.7 MAK Pİ ORT	Sevofluran	10	1,98±0,14	-0,806	0,431
	İzofluran	10	2,02±0,13		

p<0,05, Bağımsız Örneklem t-Testi. ORT: Ortalama, PO: Preoperatif

Sevofluran ve izofluran gruplarına ait SAB, DAB ve OAB değerleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$) (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Gruplar arası SAB, DAB ve OAB farklılıklarının incelenmesi

	Grup	N	Ort.±SS*/Medyan (Min-Maks)**	t*/Z**	p değeri
Preoperatif SAB*	Sevofluran	10	117,8±11,1	-0,548	0,590
	İzofluran	10	120,4±10,08		
Preoperatif DAB*	Sevofluran	10	65,5±4,25	1,192	0,253
	İzofluran	10	62,3±7,35		
Preoperatif OAB*	Sevofluran	10	85,1±8,08	-0,353	0,728
	İzofluran	10	86,7±11,85		
1.2 MAK SAB**	Sevofluran	10	67,5(57-69)	-0,492	0,623
	İzofluran	10	59,5(53-75)		
1.2 MAK DAB*	Sevofluran	10	44,8±9,60	1,653	0,116
	İzofluran	10	37,2±10,92		
1.2 MAK OAB*	Sevofluran	10	60,8±10,52	1,689	0,109
	İzofluran	10	53,5±8,73		
1.5 MAK SAB**	Sevofluran	10	87,5(71-118)	-1,25	0,211
	İzofluran	10	83,5(78-95)		
1.5 MAK DAB**	Sevofluran	10	86(67-95)	-1,856	0,063
	İzofluran	10	75,5(70-84)		
1.5 MAK OAB*	Sevofluran	10	54,7±10,77	1,755	0,096
	İzofluran	10	46,4±10,37		
1.7 MAK SAB**	Sevofluran	10	75(48-93)	-1,822	0,068
	İzofluran	10	70,5(62-75)		
1.7 MAK DAB*	Sevofluran	10	33,6±9,52	1,603	0,126
	İzofluran	10	27,7±6,68		
1.7 MAK OAB*	Sevofluran	10	46,9±10,5	0,156	0,877
	İzofluran	10	46,3±6,06		

*p<0,05, *Bağımsız Örneklem t-Testi, **Mann Whitney U Testi*

Sevofluran grubun preoperatif renal Rİ değerleri sol böbrek için $0,56±0,02$, sağ böbrek için $0,56±0,02$, ortalama $0,56±0,01$ olarak belirlendi. Sevofluran grubun preoperatif renal Pİ değerleri sol böbrek için $0,93±0,06$, sağ böbrek için $0,94±0,06$, ortalama $0,93±0,05$ olarak belirlendi.

Sevofluran grubunda yer alan kedilerin preoperatif Rİ sol böbrek ortalama değerleri ile preoperatif Rİ ortalama ve preoperatif OAB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Kedilerin preoperatif Rİ sol böbrek ortalama değerleri arttıkça preoperatif Rİ ortalama ve preoperatif OAB değerleri de artmaktadır. Sevofluran grubunda yer alan kedilerin preoperatif Rİ sağ böbrek ortalama değerleri ile preoperatif Rİ ortalama, preoperatif Pİ sağ böbrek ortalama ve preoperatif Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Kedilerin preoperatif Rİ sağ böbrek ortalama değerleri arttıkça preoperatif Rİ ortalama, preoperatif Pİ sağ böbrek ortalama ve preoperatif Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. Sevofluran grubunda yer alan kedilerin preoperatif Rİ ortalama değerleri ile preoperatif Pİ sağ böbrek ortalama ve preoperatif Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Kedilerin preoperatif Rİ ortalama değerleri arttıkça preoperatif Pİ sağ böbrek ortalama ve preoperatif Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. Sevofluran grubunda yer alan kedilerin preoperatif Pİ sol böbrek ortalama değerleri preoperatif Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Kedilerin preoperatif Pİ sol böbrek ortalama değerleri arttıkça preoperatif Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. Sevofluran grubunda yer alan kedilerin preoperatif Pİ sağ böbrek ortalama değerleri preoperatif Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Kedilerin preoperatif Pİ sağ böbrek ortalama değerleri arttıkça preoperatif Pİ ortalama değerleri de artmaktadır (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Sevofluran grubunun preoperatif değerleri arasındaki ilişkinin incelenmesi

		PO Rİ Sol B ORT	PO Rİ Sağ B ORT	PO Rİ ORT	PO Pİ Sol B ORT	PO Pİ Sağ B ORT	PO Pİ ORT	PO SAB	PO DAB	PO OAB
PO Rİ Sol B	r	1	,322	,812**	,559	,337	,542	,150	-,016	,645*
ORT	p		,365	,004	,093	,342	,105	,678	,966	,044
PO Rİ Sağ B	r		1	,814**	,441	,955**	,846**	,181	-,180	-,062
ORT	p			,004	,202	,000	,002	,617	,619	,865
PO Rİ ORT	r			1	,614	,796**	,855**	,204	-,125	,357
	p				,059	,006	,002	,572	,732	,311
PO Pİ Sol B	r				1	,362	,825**	-,068	,080	,118
ORT	p					,304	,003	,853	,827	,745
PO Pİ Sağ B	r					1	,825**	,188	-,189	-,061
ORT	p						,003	,602	,600	,868
PO Pİ ORT	r						1	,073	,003	,035
	p							,841	,993	,924
PO SAB	r							1	,006	,256
	p								,986	,476
PO DAB	r								1	,355
	p									,315
PO OAB	r									1

*0,05, **0,01 düzeyinde anlamlılık, Pearson Korelasyon Analizi. PO: Preoperatif, B: Böbrek, ORT: Ortalama

İzofluran grubun preoperatif renal Rİ değerleri sol böbrek için $0,56 \pm 0,01$, sağ böbrek için $0,56 \pm 0,02$, ortalama ise $0,56 \pm 0,01$ olarak belirlendi. İzofluran grubun preoperatif renal Pİ değerleri sol böbrek için $0,92 \pm 0,05$, sağ böbrek için $0,95 \pm 0,07$, ortalama ise $0,93 \pm 0,05$ olarak belirlendi.

İzofluran grubunda yer alan kedilerin preoperatif Rİ sol böbrek ortalama değerleri ile preoperatif Rİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p < 0,05$). Kedilerin preoperatif Rİ sol böbrek ortalama değerleri arttıkça preoperatif Rİ ortalama değerleri de artmaktadır. İzofluran grubunda yer alan kedilerin preoperatif Rİ sağ böbrek ortalama değerleri ile preoperatif Rİ ortalama, preoperatif Pİ sağ böbrek ortalama ve preoperatif Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p < 0,05$). Kedilerin preoperatif Rİ sağ böbrek ortalama değerleri arttıkça preoperatif Rİ ortalama, preoperatif Pİ sağ böbrek ortalama ve preoperatif Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. İzofluran grubunda yer

alan kedilerin preoperatif Rİ ortalama değerleri ile preoperatif Pİ sağ böbrek ortalama ve preoperatif Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Kedilerin preoperatif Rİ ortalama değerleri arttıkça preoperatif Pİ sağ böbrek ortalama ve preoperatif Pİ ortalama değerleri artmaktadır. İzofluran grubunda yer alan kedilerin preoperatif Pİ sol böbrek ortalama değerleri preoperatif Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Kedilerin preoperatif Pİ sol böbrek ortalama değerleri arttıkça preoperatif Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. İzofluran grubunda yer alan kedilerin preoperatif Pİ sağ böbrek ortalama değerleri preoperatif Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Kedilerin preoperatif Pİ sağ böbrek ortalama değerleri arttıkça preoperatif Pİ ortalama değerleri artmaktadır (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. İzofluran grubunun preoperatif değerleri arasındaki ilişkinin incelenmesi

	PO Rİ Sol B ORT	PO Rİ Sağ B ORT	PO Rİ ORT	PO Pİ Sol B ORT	PO Pİ Sağ B ORT	PO Pİ ORT	PO SAB	PO DAB	PO OAB	
PO Rİ	r	1	,520	,825**	,465	,522	,584	,097	,194	-,188
Sol B ORT	p		,123	,003	,175	,121	,076	,789	,591	,603
PO Rİ	r	1	,912**	,194	,860**	,662**	-,113	-,478	-,415	
Sağ B ORT	p		,000	,592	,001	,037	,755	,162	,233	
PO Rİ	r		1	,352	,820**	,719*	-,028	-,223	-,365	
ORT	p			,318	,004	,019	,939	,536	,300	
PO Pİ	r			1	,441	,812**	,115	,337	,260	
Sol B ORT	p				,202	,004	,751	,341	,469	
PO Pİ	r				1	,882**	,161	-,334	-,158	
Sağ B ORT	p					,001	,657	,345	,663	
PO Pİ ORT	r					1	,165	-,041	,034	
	p						,648	,911	,927	
PO SAB	r						1	,435	,453	
	p							,209	,188	
PO DAB	r							1	,537	
	p								,110	
PO OAB	r								1	
	p									

*0,05, **0,01 düzeyinde anlamlılık, Pearson Korelasyon Analizi. B: Böbrek, ORT: Ortalama, PO: Preoperatif

*0,05, **0,01 düzeyinde anlamlılık, Pearson Korelasyon Analizi. B: Böbrek, ORT: Ortalama, PO: Preoperatif

Sevofluran grubunda yer alan kedilerin 1.2 MAK Rİ sol böbrek ortalama değerleri ile 1.2 MAK Rİ sağ böbrek ortalama, 1.2 MAK Rİ ortalama, 1.2 MAK Pİ sol böbrek ortalama, 1.2 MAK Pİ ortalama ve 1.2 MAK DAB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Kedilerin 1.2 MAK Rİ sol böbrek ortalama değerleri arttıkça 1.2 MAK Rİ sağ böbrek ortalama, 1.2 MAK Rİ ortalama, 1.2 MAK Pİ sol böbrek ortalama, 1.2 MAK Pİ ortalama ve 1.2 MAK DAB değerleri de artmaktadır. Sevofluran grubunda yer alan kedilerin 1.2 MAK Rİ sağ böbrek ortalama değerleri ile 1.2 MAK Rİ ortalama, 1.2 MAK Pİ sol böbrek ortalama, 1.2 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.2 MAK Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Kedilerin 1.2 MAK Rİ sağ böbrek ortalama değerleri arttıkça 1.2 MAK Rİ ortalama, 1.2 MAK Pİ sol böbrek ortalama, 1.2 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.2 MAK Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. Sevofluran grubunda yer alan kedilerin 1.2 MAK Rİ ortalama değerleri ile 1.2 MAK Pİ sol böbrek ortalama, 1.2 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.2 MAK Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Kedilerin 1.2 MAK Rİ ortalama değerleri arttıkça 1.2 MAK Pİ sol böbrek ortalama, 1.2 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.2 MAK Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. Sevofluran grubunda yer alan kedilerin 1.2 MAK Pİ sol böbrek ortalama değerleri ile 1.2 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.2 MAK Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Kedilerin 1.2 MAK Pİ sol böbrek ortalama değerleri arttıkça 1.2 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.2 MAK Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. Sevofluran grubunda yer alan kedilerin 1.2 MAK Pİ sağ böbrek ortalama değerleri ile 1.2 MAK Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Kedilerin 1.2 MAK Pİ sağ böbrek ortalama değerleri arttıkça 1.2 MAK Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. Sevofluran grubunda yer alan kedilerin 1.2 MAK SAB değerleri ile 1.2 MAK OAB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur ($p<0,05$). Kedilerin 1.2 MAK SAB değerleri arttıkça 1.2 MAK OAB değerleri de artmaktadır. Sevofluran grubunda yer alan kedilerin 1.2 MAK DAB değerleri ile 1.2 MAK OAB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur ($p<0,05$). Kedilerin 1.2 MAK DAB değerleri arttıkça 1.2 MAK OAB değerleri de artmaktadır (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Sevofluran grubunun 1.2 MAK değerleri arasındaki ilişkinin incelenmesi

		1.2 M Rİ Sol B ORT ^	1.2 M Rİ Sağ B ORT ^	1.2 M Rİ ORT ^	1.2 M Pİ Sol B ORT ^	1.2 M Pİ Sağ B ORT ^	1.2 M Pİ ORT ^	1.2 M SAB ^^	1.2 M DAB ^	1.2 M OAB ^
1.2 M Rİ Sol B ORT	r	1	,736*	,955*	,804*	,598	,762*	,194	,673*	,579
	p		,015	,000	,005	,068	,010	,591	,033	,079
1.2 M Rİ Sağ B ORT	r		1	,904*	,652*	,790*	,764*	,044	,419	,115
	p			,000	,041	,007	,010	,904	,228	,751
1.2 M Rİ ORT	r			1	,794*	,725*	,816*	,142	,609	,416
	p				,006	,018	,004	,696	,062	,232
1.2 M Pİ Sol B ORT	r				1	,744*	,948*	-,261	,254	,112
	p					,014	,000	,466	,479	,758
1.2 M Pİ Sağ B ORT	r					1	,918*	,003	,032	-,146
	p						,000	,993	,931	,688
1.2 M Pİ ORT	r						1	-,153	,165	-,003
	p							,673	,648	,993
1.2 M SAB	r							1	,547	,679*
	p								,102	,031
1.2 M DAB	r								1	,817*
	p									,004
1.2 M OAB	r									1
	p									

*0,05, **0,01 düzeyinde anlamlılık, ^Pearson Korelasyon Analizi, ^^Spearman Korelasyon Analizi.
B: Böbrek, M: Minimum alveolar konsantrasyon, ORT: Ortalama

İzofluran grubunda yer alan kedilerin 1.2 MAK Rİ sol böbrek ortalama değerleri ile 1.2 MAK Rİ ortalama ve 1.2 MAK Pİ sol böbrek ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur ($p<0,05$). Kedilerin 1.2 MAK Rİ sol böbrek ortalama değerleri arttıkça 1.2 MAK Rİ ortalama ve 1.2 MAK Pİ sol böbrek ortalama değerleri de artmaktadır. İzofluran grubunda yer alan kedilerin 1.2 MAK Rİ sağ böbrek ortalama değerleri ile 1.2 MAK Rİ ortalama, 1.2 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.2 MAK Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur. Kedilerin 1.2 MAK Rİ sağ böbrek ortalama değerleri arttıkça 1.2

MAK Rİ ortalama, 1.2 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.2 MAK Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. İzofluran grubunda yer alan kedilerin 1.2 MAK Rİ ortalama değerleri ile 1.2 MAK Pİ sol böbrek ortalama ve 1.2 MAK Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur. Kedilerin 1.2 MAK Rİ ortalama değerleri arttıkça 1.2 MAK Pİ sol böbrek ortalama ve 1.2 MAK Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. İzofluran grubunda yer alan kedilerin 1.2 MAK Pİ sol böbrek ortalama değerleri ile 1.2 MAK Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur ($p<0,05$). Kedilerin 1.2 MAK Pİ sol böbrek ortalama değerleri arttıkça 1.2 MAK Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. İzofluran grubunda yer alan kedilerin 1.2 MAK Pİ sağ böbrek ortalama değerleri ile 1.2 MAK Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur ($p<0,05$). Kedilerin 1.2 MAK Pİ sağ böbrek ortalama değerleri arttıkça 1.2 MAK Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. İzofluran grubunda yer alan kedilerin 1.2 MAK DAB değerleri ile 1.2 MAK OAB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur ($p<0,05$). Kedilerin 1.2 MAK DAB değerleri arttıkça 1.2 MAK OAB değerleri de artmaktadır (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. İzofluran grubunun 1.2 MAK değerleri arasındaki ilişkinin incelenmesi

		1.2 M Rİ Sol B ORT	1.2 M Rİ Sağ B ORT	1.2 M Rİ ORT	1.2 M Pİ Sol B ORT	1.2 M Pİ Sağ B ORT	1.2 M Pİ ORT	1.2 M SAB	1.2 M DAB	1.2 M OAB
1.2 M Rİ Sol B ORT	r	1	,414	,851* *	,670*	,138	,371	-,307	-,013	,086
	p		,234	,002	,034	,704	,291	,388	,972	,812
1.2 M Rİ Sağ B ORT	r		1	,830* *	,492	,749*	,727*	-,151	-,388	-,221
	p			,003	,149	,013	,017	,677	,267	,539
1.2 M Rİ ORT	r			1	,694*	,516	,646*	-,275	-,232	-,075
	p				,026	,127	,043	,442	,519	,838
1.2 M Pİ Sol B ORT	r				1	,590	,823* *	-,259	,070	,088
	p					,073	,003	,470	,848	,809
1.2 M Pİ Sağ B ORT	r					1	,944* *	-,140	-,306	-,181
	p						,000	,699	,389	,618
1.2 M Pİ ORT	r						1	-,204	-,187	-,091
	p							,571	,606	,803
1.2 M SAB	r							1	,298	,349
	p								,402	,324
1.2 M DAB	r								1	,934* *
	p									,000
1.2 M OAB	r									1
	p									

*0,05, **0,01 düzeyinde anlamlılık, Pearson Korelasyon Analizi. B: Böbrek, M: Minumum alveolar konsantrasyon, ORT: Ortalama

Sevofluran grubunda yer alan kedilerin 1.5 MAK Rİ sol böbrek ortalama değerleri ile 1.5 MAK Rİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur ($p<0,05$). Kedilerin 1.5 MAK Rİ sol böbrek ortalama değerleri arttıkça 1.5 MAK Rİ ortalama değerleri de artmaktadır. Sevofluran grubunda yer alan kedilerin 1.5 MAK Rİ sağ böbrek ortalama değerleri ile 1.5 MAK Rİ ortalama ve 1.5 MAK Pİ sağ böbrek ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur ($p<0,05$). Kedilerin 1.5 MAK Rİ sağ böbrek ortalama değerleri arttıkça 1.5 MAK Rİ ortalama ve 1.5 MAK Pİ sağ böbrek ortalama değerleri de artmaktadır. Sevofluran

grubunda yer alan kedilerin 1.5 MAK Pİ sol böbrek ortalama değerleri ile 1.5 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.5 MAK Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur ($p<0,05$). Kedilerin 1.5 MAK Pİ sol böbrek ortalama değerleri arttıkça 1.5 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.5 MAK Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. Sevofluran grubunda yer alan kedilerin 1.5 MAK Pİ sağ böbrek ortalama değerleri ile 1.5 MAK Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur ($p<0,05$). Kedilerin 1.5 MAK Pİ sağ böbrek ortalama değerleri arttıkça 1.5 MAK Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. Sevofluran grubunda yer alan kedilerin 1.5 MAK DAB değerleri ile 1.5 MAK OAB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur ($p<0,05$). Kedilerin 1.5 MAK DAB değerleri arttıkça 1.5 MAK OAB değerleri de artmaktadır (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. Sevofluran grubunun 1.5 MAK değerleri arasındaki ilişkinin incelenmesi

		1.5 M Rİ Sol B ORT^	1.5 M Rİ Sağ B ORT^	1.5 M Rİ ORT^	1.5 M Pİ Sol B ORT^	1.5 M Pİ Sağ B ORT^	1.5 M Pİ ORT^	1.5 M SAB^	1.5 M DAB ^^	1.5 M OAB^
1.5 M Rİ Sol B ORT	r	1	,617	,909**	,610	,459	,593	-,203	,277	,037
	p		,057	,000	,061	,182	,071	,573	,439	,920
1.5 M Rİ Sağ B ORT	r		1	,889**	,302	,679*	,523	,007	,143	-,252
	p			,001	,397	,031	,121	,984	,694	,483
1.5 M Rİ ORT	r			1	,515	,627	,623	-,115	,221	-,112
	p				,128	,052	,055	,752	,540	,758
1.5 M Pİ Sol B ORT	r				1	,655*	,923**	-,056	,494	,388
	p					,040	,000	,878	,147	,267
1.5 M Pİ Sağ B ORT	r					1	,895**	,250	,159	,011
	p						,000	,486	,662	,977
1.5 M Pİ ORT	r						1	,094	,517	,234
	p							,796	,126	,514
1.5 M SAB	r							1	,040	,580
	p								,913	,079
1.5 M DAB	r								1	,708*
	p									,022
1.5 M OAB	r									1
	p									

*0,05, **0,01 düzeyinde anlamlılık, ^Pearson Korelasyon Analizi, ^^Spearman Korelasyon Analizi.
B: Böbrek, ORT: Ortalama, M: Minimum alveolar konsantrasyon

İzofluran grubunda yer alan kedilerin 1.5 MAK Rİ sol böbrek ortalama değerleri ile 1.5 MAK Rİ sağ böbrek ortalama ve 1.5 MAK Rİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur ($p<0,05$). Kedilerin 1.5 MAK Rİ sol böbrek ortalama değerleri arttıkça 1.5 MAK Rİ sağ böbrek ortalama ve 1.5 MAK Rİ ortalama değerleri de artmaktadır. İzofluran grubunda yer alan kedilerin 1.5 MAK Rİ sağ böbrek ortalama değerleri ile 1.5 MAK Rİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur ($p<0,05$). Kedilerin 1.5 MAK Rİ sağ böbrek ortalama değerleri arttıkça 1.5 MAK Rİ ortalama değerleri de artmaktadır. İzofluran grubunda yer alan kedilerin 1.5 MAK Pİ sol böbrek ortalama değerleri ile 1.5 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.5 MAK Pİ ortalama değerleri arasında

istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur ($p<0,05$). Kedilerin 1.5 MAK Pİ sol böbrek ortalama değerleri arttıkça 1.5 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.5 MAK Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. İzofluran grubunda yer alan kedilerin 1.5 MAK Pİ sağ böbrek ortalama değerleri ile 1.5 MAK Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur ($p<0,05$). Kedilerin 1.5 MAK Pİ sağ böbrek ortalama değerleri arttıkça 1.5 MAK Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. İzofluran grubunda yer alan kedilerin 1.5 MAK DAB değerleri ile 1.5 MAK OAB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur ($p<0,05$). Kedilerin 1.5 MAK DAB değerleri arttıkça 1.5 MAK OAB değerleri de artmaktadır (Tablo 4.9).



Tablo 4.9. İzofluran grubunun 1.5 MAK değerleri arasındaki ilişkinin incelenmesi

		1.5 M Rİ Sol B ORT^	1.5 M Rİ Sağ B ORT^	1.5 M Rİ ORT^	1.5 M Pİ Sol B ORT ^	1.5 M Pİ Sağ B ORT ^	1.5 M Pİ ORT^	1.5 M SAB^^	1.5 M DAB^	1.5 M OAB^
1.5 M	r	1	,784**	,946**	,565	,233	,459	-,357	,437	,542
Rİ Sol	p		,007	,000	,089	,518	,182	,311	,207	,106
B ORT										
1.5 M	r		1	,943**	,538	,625	,621	-,438	,189	,224
Rİ Sağ	p			,000	,109	,053	,056	,206	,601	,535
B ORT										
1.5 M	r			1	,584	,452	,571	-,361	,333	,407
Rİ ORT	p				,076	,190	,085	,306	,348	,243
1.5 M	r				1	,706*	,947**	-,258	,084	,128
Pİ Sol	p					,023	,000	,472	,817	,724
B ORT										
1.5 M	r					1	,896**	-,117	-,071	-
Pİ Sağ	p						,000	,748	,844	,863
B ORT										
1.5 M	r						1	-,218	,020	,052
Pİ ORT	p							,546	,955	,887
1.5 M	r							1	,388	,400
SAB	p								,267	,252
1.5 M	r								1	,897
DAB										**
	p									,000
1.5 M	r									1
OAB	p									

*0,05, **0,01 düzeyinde anlamlılık, ^Pearson Korelasyon Analizi, ^^Spearman Korelasyon Analizi.
B: Böbrek, M: Minimum alveolar konsantrasyon, ORT: Ortalama

Sevofluran grubunda yer alan kedilerin 1.7 MAK R sol böbrek ortalama değerleri ile 1.7 MAK Rİ sağ böbrek ortalama, 1.7 MAK Rİ ortalama, 1.7 MAK Pİ sol böbrek ortalama, 1.7 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.7 MAK Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p < 0,05$). Kedilerin 1.7 MAK Rİ sol böbrek ortalama değerleri arttıkça 1.7 MAK Rİ sağ böbrek ortalama, 1.7 MAK Rİ ortalama, 1.7 MAK Pİ sol böbrek ortalama, 1.7 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.7 MAK Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. Sevofluran grubunda yer alan kedilerin 1.7 MAK Rİ sağ böbrek ortalama değerleri ile 1.7 MAK Rİ ortalama, 1.7 MAK Pİ sol böbrek ortalama, 1.7 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.7 MAK Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p < 0,05$). Kedilerin 1.7 MAK Rİ sağ böbrek ortalama değerleri arttıkça 1.7 MAK Rİ ortalama, 1.7 MAK Pİ sol

böbrek ortalama, 1.7 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.7 MAK Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. Sevofluran grubunda yer alan kedilerin 1.7 MAK Rİ ortalama değerleri ile 1.7 MAK Pİ sol böbrek ortalama, 1.7 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.7 MAK Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Kedilerin 1.7 MAK Rİ ortalama değerleri arttıkça 1.7 MAK Pİ sol böbrek ortalama, 1.7 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.7 MAK Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. Sevofluran grubunda yer alan kedilerin 1.7 MAK Pİ sol böbrek ortalama değerleri ile 1.7 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.7 MAK Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Kedilerin 1.7 MAK Pİ sol böbrek ortalama değerleri arttıkça 1.7 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.7 MAK Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. Sevofluran grubunda yer alan kedilerin 1.7 MAK Pİ sağ böbrek ortalama değerleri ile 1.7 MAK Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Kedilerin 1.7 MAK Pİ sağ böbrek ortalama değerleri arttıkça 1.7 MAK Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. Sevofluran grubunda yer alan kedilerin 1.7 MAK SAB değerleri ile 1.7 MAK OAB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Kedilerin 1.7 MAK SAB değerleri arttıkça 1.7 MAK OAB değerleri de artmaktadır. Sevofluran grubunda yer alan kedilerin 1.7 MAK DAB değerleri ile 1.7 MAK OAB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Kedilerin 1.7 MAK DAB değerleri arttıkça 1.7 MAK OAB değerleri de artmaktadır (Tablo 4.10).

Tablo 4.10. Sevofluran grubunun 1.7 MAK değerleri arasındaki ilişkinin incelenmesi

		1.7 M Rİ Sol B ORT^	1.7 M Rİ Sağ B ORT^	1.7 M Rİ ORT^	1.7 M Pİ Sol B ORT^	1.7 M Pİ Sağ B ORT^	1.7 M Pİ ORT^	1.7 M SAB ^^	1.7 M DAB ^	1.7 M OAB ^
1.7 M Rİ Sol B ORT	r	1	,856**	,966**	,827**	,717*	,846**	-,118	,263	-,220
	p		,002	,000	,003	,020	,002	,745	,462	,542
1.7 M Rİ Sağ B ORT	r		1	,960**	,656*	,931**	,865**	-,025	,298	,009
	p			,000	,039	,000	,001	,946	,403	,981
1.7 M Rİ ORT	r			1	,773**	,851**	,888**	-,049	,291	-,115
	p				,009	,002	,001	,892	,415	,753
1.7 M Pİ Sol B ORT	r				1	,669*	,917**	,006	-,043	-,355
	p					,035	,000	,987	,905	,314
1.7 M Pİ Sağ B ORT	r					1	,909**	,111	,103	-,022
	p						,000	,761	,777	,953
1.7 M Pİ ORT	r						1	,055	,031	-,210
	p							,880	,932	,560
1.7 M SAB	r							1	,678*	,939*
	p								,031	,000
1.7 M DAB	r								1	,787*
	p									,007
1.7 M OAB	r									1
	p									

*0,05, **0,01 düzeyinde anlamlılık, ^Pearson Korelasyon Analizi, ^^Spearman Korelasyon Analizi.
B: Böbrek, M: Minimum alveolar konsantrasyon, ORT: Ortalama

İzofluran grubunda yer alan kedilerin 1.7 MAK Rİ sol böbrek ortalama değerleri ile 1.7 MAK Rİ sağ böbrek ortalama, 1.7 MAK Rİ ortalama, 1.7 MAK Pİ sol böbrek ortalama, 1.7 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.7 MAK Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p < 0,05$). Kedilerin 1.7 MAK Rİ sol böbrek ortalama değerleri arttıkça 1.7 MAK Rİ sağ böbrek ortalama, 1.7 MAK Rİ ortalama, 1.7 MAK Pİ sol böbrek ortalama, 1.7 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.7 MAK Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. İzofluran grubunda yer alan kedilerin 1.7 MAK Rİ sağ böbrek ortalama değerleri ile 1.7 MAK Rİ ortalama, 1.7 MAK Pİ sol böbrek ortalama, 1.7 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.7 MAK Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p < 0,05$). Kedilerin 1.7 MAK Rİ sağ böbrek ortalama değerleri arttıkça 1.7 MAK Rİ ortalama, 1.7 MAK Pİ sol böbrek ortalama, 1.7 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.7 MAK Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. İzofluran grubunda yer alan kedilerin 1.7 MAK Rİ ortalama değerleri

ile 1.7 MAK Pİ sol böbrek ortalama, 1.7 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.7 MAK Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Kedilerin 1.7 MAK Rİ ortalama değerleri arttıkça 1.7 MAK Pİ sol böbrek ortalama, 1.7 MAK Pİ sağ böbrek ortalama ve 1.7 MAK Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. İzofluran grubunda yer alan kedilerin 1.7 MAK Pİ sol böbrek ortalama değerleri ile 1.7 MAK Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Kedilerin 1.7 MAK Pİ sol böbrek ortalama değerleri arttıkça 1.7 MAK Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. İzofluran grubunda yer alan kedilerin 1.7 MAK Pİ sağ böbrek ortalama değerleri ile 1.7 MAK Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Kedilerin 1.7 MAK Pİ sağ böbrek ortalama değerleri arttıkça 1.7 MAK Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. İzofluran grubunda yer alan kedilerin 1.7 MAK DAB değerleri ile 1.7 MAK OAB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Kedilerin 1.7 MAK DAB değerleri arttıkça 1.7 MAK OAB değerleri de artmaktadır (Tablo 4.11).

Tablo 4.11. İzofluran grubunun 1.7 MAK değerleri arasındaki ilişkinin incelenmesi

		1.7 M Rİ Sol B ORT	1.7 M Rİ Sağ B ORT	1.7 M Rİ ORT	1.7 M Pİ Sol B ORT	1.7 M Pİ Sağ B ORT	1.7 M Pİ ORT	1.7 M SAB	1.7 M DAB	1.7 M OAB
1.7 M Rİ Sol B ORT	r	1	,784*	,949*	,882*	,731*	,910*	,166	-,226	-,256
	p		,007	,000	,001	,016	,000	,647	,530	,475
1.7 M Rİ Sağ B ORT	r		1	,939*	,529	,870*	,757*	-,161	-,377	-,544
	p			,000	,116	,001	,011	,658	,283	,104
1.7 M Rİ ORT	r			1	,755*	,845*	,886*	,010	-,316	-,417
	p				,012	,002	,001	,978	,374	,231
1.7 M Pİ Sol B ORT	r				1	,602	,920*	,474	-,051	-,067
	p					,065	,000	,167	,890	,855
1.7 M Pİ Sağ B ORT	r					1	,866*	-,020	-,507	-,752*
	p						,001	,957	,134	,012
1.7 M Pİ ORT	r						1	,287	-,280	-,410
	p							,422	,433	,240
1.7 M SAB	r							1	,188	,258
	p								,602	,471
1.7 M DAB	r								1	,697*
	p									,025
1.7 M OAB	r									1
	p									

*0,05, **0,01 düzeyinde anlamlılık, Pearson Korelasyon Analizi. B: Böbrek, M: Minimum alveolar konsantrasyon, ORT: Ortalama

Sevofluran ve İzofluran grubunda yer alan kedilerin preoperatif, 1.2 MAK, 1.5 MAK ve 1.7 MAK ölçümlerindeki Rİ sol böbrek ortalama, Rİ sağ böbrek ortalama, Rİ ortalama, Pİ sol böbrek ortalama, Pİ sağ böbrek ortalama, Pİ ortalama ve OAB değerlerine ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.12’de verilmiştir. Uygulanan tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi sonuçlarına göre preoperatif, 1.2 MAK, 1.5 MAK ve 1.7 MAK ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Her iki grupta da artan anestezi miktarıyla birlikte Rİ sol böbrek ortalama, Rİ sağ böbrek ortalama, Rİ ortalama, Pİ sol böbrek ortalama, Pİ sağ böbrek ortalama ve Pİ ortalama değerleri de anlamlı derecede artmaktadır. OAB değerleri ise anlamlı derecede azalmakla birlikte 1.5 MAK ve 1.7 MAK ölçümleri arasında ise anlamlı farklılık görülmemiştir. Diğer taraftan sevofluran ve izofluran anestezi çeşidine bağlı olarak istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşmamıştır (Tablo 4.12).

Tablo 4.12. Preoperatif, 1.2 MAK, 1.5 MAK ve 1.7 MAK Rİ sol böbrek ortalama, Rİ sağ böbrek ortalama, Rİ ortalama, Pİ sol böbrek ortalama, Pİ sağ böbrek ortalama, Pİ ortalama ve OAB değerlerindeki değişimin gruplara göre incelenmesi

	Grup	N	Ort.±SS	F	p değeri	Fark
Preoperatif Rİ Sol Böbrek Ortalama	Sevofluran	10	0,56±0,02	1164,781	<0,001	4>3>2>1
	İzofluran	10	0,56±0,01			
1.2 MAK Rİ Sol Böbrek Ortalama	Sevofluran	10	0,71±0,02			
	İzofluran	10	0,71±0,01			
1.5 MAK Rİ Sol Böbrek Ortalama	Sevofluran	10	0,75±0,02			
	İzofluran	10	0,75±0,01			
1.7 MAK Rİ Sol Böbrek Ortalama	Sevofluran	10	0,80±0,03			
	İzofluran	10	0,81±0,02			
Preoperatif Rİ Sağ Böbrek Ortalama	Sevofluran	10	0,56±0,02	1257,13	<0,001	4>3>2>1
	İzofluran	10	0,56±0,02			
1.2 MAK Rİ Sağ Böbrek Ortalama	Sevofluran	10	0,71±0,02			
	İzofluran	10	0,72±0,02			
1.5 MAK Rİ Sağ Böbrek Ortalama	Sevofluran	10	0,75±0,02			
	İzofluran	10	0,76±0,02			
1.7 MAK Rİ Sağ Böbrek Ortalama	Sevofluran	10	0,80±0,03			
	İzofluran	10	0,81±0,02			
Preoperatif Rİ Ortalama	Sevofluran	10	0,56±0,01	1301,505	<0,001	4>3>2>1
	İzofluran	10	0,56±0,01			
1.2 MAK Rİ Ortalama	Sevofluran	10	0,71±0,01			

Tablo 4.12. (Devam) Preoperatif, 1.2 MAK, 1.5 MAK ve 1.7 MAK Rİ sol böbrek ortalama, Rİ sağ böbrek ortalama, Rİ ortalama, Pİ sol böbrek ortalama, Pİ sağ böbrek ortalama, Pİ ortalama ve OAB değerlerindeki değişimin gruplara göre incelenmesi

	Grup	N	Ort.±SS	F	p değeri	Fark
1.5 MAK Rİ Ortalama	İzofluran	10	0,72±0,01	552,545	<0,001	4>3>2>1
	Sevofluran	10	0,75±0,02			
1.7 MAK Rİ Ortalama	İzofluran	10	0,76±0,01			
	Sevofluran	10	0,80±0,03			
Preoperatif Pİ Sol Böbrek Ortalama	İzofluran	10	0,81±0,02			
	Sevofluran	10	0,93±0,06			
1.2 MAK Pİ Sol Böbrek Ortalama	İzofluran	10	0,92±0,05	834,119	<0,001	4>3>2>1
	Sevofluran	10	1,43±0,12			
1.5 MAK Pİ Sol Böbrek Ortalama	İzofluran	10	1,43±0,07			
	Sevofluran	10	1,76±0,12			
1.7 MAK Pİ Sol Böbrek Ortalama	İzofluran	10	1,77±0,11			
	Sevofluran	10	1,99±0,15			
Preoperatif Pİ Sağ Böbrek Ortalama	İzofluran	10	2,02±0,16	772,471	<0,001	4>3>2>1
	Sevofluran	10	0,94±0,06			
1.2 MAK Pİ Sağ Böbrek Ortalama	İzofluran	10	0,95±0,07			
	Sevofluran	10	1,45±0,10			
1.5 MAK Pİ Sağ Böbrek Ortalama	İzofluran	10	1,51±0,11			
	Sevofluran	10	1,76±0,11			
1.7 MAK Pİ Sağ Böbrek Ortalama	İzofluran	10	1,81±0,08			
	Sevofluran	10	1,97±0,15			
Preoperatif Pİ Ortalama	İzofluran	10	2,03±0,13	104,065	<0,001	1>2>3,4
	Sevofluran	10	0,93±0,05			
1.2 MAK Pİ Ortalama	İzofluran	10	0,93±0,05			
	Sevofluran	10	1,44±0,10			
1.5 MAK Pİ Ortalama	İzofluran	10	1,47±0,08			
	Sevofluran	10	1,76±0,10			
1.7 MAK Pİ Ortalama	İzofluran	10	1,79±0,09			
	Sevofluran	10	1,98±0,14			
Preoperatif OAB	İzofluran	10	2,02±0,13	104,065	<0,001	1>2>3,4
	Sevofluran	10	85,10±8,08			
1.2 MAK OAB	İzofluran	10	86,70±11,85			
	Sevofluran	10	60,80±10,52			
1.5 MAK OAB	İzofluran	10	53,50±8,73			
	Sevofluran	10	54,70±10,77			
1.7 MAK OAB	İzofluran	10	46,40±10,37			
	Sevofluran	10	46,90±10,50			
	İzofluran	10	46,30±6,06			
	Sevofluran	10	46,30±6,06			

p<0,05, Tekrarlı Ölçümlerde İki Yönlü ANOVA

Sevofluran grubunda yer alan kedilerin Preoperatif SAB, 1.2 MAK SAB, 1.5 MAK SAB ve 1.7 MAK SAB değerleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ($p<0,05$). Preoperatif SAB değeri en yüksek, 1.7 MAK SAB değeri ise en düşüktür. 1.2 MAK SAB ve 1.5 MAK SAB değerleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır. Sevofluran grubunda yer alan kedilerin Preoperatif DAB, 1.2 MAK DAB, 1.5 MAK DAB ve 1.7 MAK DAB değerleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ($p<0,05$). Preoperatif DAB değeri en yüksek, 1.7 MAK DAB değeri ise en düşüktür. 1.2 MAK DAB ve 1.5 MAK DAB değerleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır. İzofluran grubunda yer alan kedilerin Preoperatif SAB, 1.2 MAK SAB, 1.5 MAK SAB ve 1.7 MAK SAB değerleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ($p<0,05$). Artan anestezi miktarı ile birlikte SAB değerlerinde anlamlı derecede azalma görülmüştür. İzofluran grubunda yer alan kedilerin Preoperatif DAB, 1.2 MAK DAB, 1.5 MAK DAB ve 1.7 MAK DAB değerleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ($p<0,05$). Artan anestezi miktarıyla birlikte DAB değerlerinde anlamlı derecede azalma görülmüştür (Tablo 4.13).

Tablo 4.13. Sevofluran ve İzofluran grubunda bağımlı ölçümler arası farkların incelenmesi

	Sevofluran (n=10)	İzofluran (n=10)
Preoperatif SAB	121(101-134)	122(102-138)
1.2 MAK SAB	87,5(71-118)	83,5(78-95)
1.5 MAK SAB	86(67-95)	75,5(70-84)
1.7 MAK SAB	75(48-93)	70,5(62-75)
Ki-Kare; p değeri	22,776; <0,001	30,000; <0,001
Fark	1>2,3>4	1>2>3>4
Preoperatif DAB	67,5(57-69)	59,5(53-75)
1.2 MAK DAB	43(30-60)	35(25-54)
1.5 MAK DAB	38(21-63)	28(19-44)
1.7 MAK DAB	32(24-53)	26(18-38)
Ki-Kare; p değeri	22,776; <0,001	26,040; <0,001
Fark	1>2,3>4	1>2>3>4
p<0,05, Friedman Testi		

SAB ve DAB değişkenleri için bağımlı ölçümler arası değişim miktarları sevofluran ve izofluran gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$) (Tablo 4.14).

Tablo 4.14. SAB ve DAB değişkenleri için bağımlı ölçümler arası değişim miktarlarının gruplara göre incelenmesi

	Grup	N	Ort.±SS*/ Medyan (Min-Maks)**	t*/Z**	p değeri
Preoperatif SAB-1.2	Sevofluran	10	-0,24±0,14	0,989	0,340
MAK SAB yd*	İzofluran	10	-0,294±0,07		
Preoperatif SAB-1.5	Sevofluran	10	-0,29±0,13	1,731	0,100
MAK SAB yd*	İzofluran	10	-0,37±0,06		
Preoperatif SAB-1.7	Sevofluran	10	-0,35((-0,61)-(-0,21))	-1,587	0,112
MAK SAB yd**	İzofluran	10	-0,42((-0,5)-(-0,29))		
1.2 MAK SAB-1.5	Sevofluran	10	-0,06((-0,25)-(0,17))	-1,436	0,151
MAK SAB yd**	İzofluran	10	-0,1((-0,19)-(-0,03))		
1.2 MAK SAB-1.7	Sevofluran	10	-0,15±0,15	,442	0,666
MAK SAB yd*	İzofluran	10	-0,18±0,07		
1.5 MAK SAB-1.7	Sevofluran	10	-0,10±0,13	-,506	0,623
MAK SAB yd*	İzofluran	10	-0,08±0,04		
Preoperatif DAB-1.2	Sevofluran	10	-0,31±0,16	1,220	0,238
MAK DAB yd*	İzofluran	10	-0,40±0,17		
Preoperatif DAB-1.5	Sevofluran	10	-0,41±0,18	1,550	0,139
MAK DAB yd*	İzofluran	10	-0,51±0,11		
Preoperatif DAB-1.7	Sevofluran	10	-0,48±0,15	1,293	0,212
MAK DAB yd*	İzofluran	10	-0,56±0,09		
1.2 MAK DAB-1.5	Sevofluran	10	-0,13±0,20	,537	0,598
MAK DAB yd*	İzofluran	10	-0,17±0,09		
1.2 MAK DAB-1.7	Sevofluran	10	-0,23±0,22	,037	0,971
MAK DAB yd*	İzofluran	10	-0,24±0,14		
1.5 MAK DAB-1.7	Sevofluran	10	-0,11±0,19	-,345	0,734
MAK DAB yd*	İzofluran	10	-0,08±0,11		

p<0,05, yd:yüzde değişim, *Bağımsız Örneklem t-Testi, **Mann Whitney U Testi

Çalışmada yer alan kedilerin preoperatif Rİ ve Pİ değerleri cinsiyetlerine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (p>0,05) (Tablo 4.15).

Tablo 4.15. Preoperatif Rİ ve Pİ ölçümlerinin cinsiyete göre farklılıkların incelenmesi

	Cinsiyet	N	Ort.±SS*/ Medyan (Min-Maks)**	t*/Z**	P değeri
Preoperatif Rİ	Erkek	16	0,56(0,54-0,59)	-0,193	0,847
Sol Böbrek Ortalama**	Dişi	4	0,56(0,55-0,57)		
Preoperatif Rİ	Erkek	16	0,56±0,02	0,200	0,844
Sağ Böbrek Ortalama*	Dişi	4	0,56±0,02		
Preoperatif Rİ Ortalama**	Erkek	16	0,56(0,54-0,58)	-0,477	0,633
	Dişi	4	0,55(0,55-0,58)		
Preoperatif Pİ	Erkek	16	0,92±0,06	0,038	0,970
Sol Böbrek Ortalama*	Dişi	4	0,92±0,05		
Preoperatif Pİ	Erkek	16	0,93(0,87-1,06)	-0,047	0,962
Sağ Böbrek Ortalama**	Dişi	4	0,92(0,88-1,05)		
Preoperatif Pİ Ortalama**	Erkek	16	0,92(0,87-1,04)	-0,237	0,812
	Dişi	4	0,9(0,9-1,02)		

p<0,05, *Bağımsız Örneklem t-Testi,**Mann Whitney U Testi

Çalışmada yer alan kedilerin preoperatif SAB değerleri cinsiyetlerine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir (p<0,05). Dişi kedilerin preoperatif SAB değerleri erkek kedilere kıyasla daha yüksektir. Diğer değişkenler ise cinsiyete göre anlamlı farklılık göstermemektedir (p>0,05) (Tablo 4.16).

Tablo 4.16. Preoperatif SAB, DAB ve OAB ölçümlerinin cinsiyete göre farklılıkların incelenmesi

	Cinsiyet	N	Ort.±SS*/ Medyan (Min-Maks)**	t*/Z**	P değeri
Preoperatif SAB**	Erkek	16	118,5(101-126)	-2,416	0,016
	Dişi	4	130,5(122-138)		
Preoperatif DAB**	Erkek	16	64,5(53-75)	-1,236	0,216
	Dişi	4	69(56-70)		
Preoperatif OAB*	Erkek	16	84,63±10,52	-1,763	0,106
	Dişi	4	91±4,97		

p<0,05, *Bağımsız Örneklem t-Testi,**Mann Whitney U Testi

Çalışmada yer alan kedilerin yaşları ile preoperatif Rİ sağ böbrek ortalama, preoperatif Rİ ortalama, preoperatif Pİ sağ böbrek ortalama ve preoperatif Pİ ortalama

değerleri arasında istatistiksel olarak pozitif doğrusal ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Kedilerin yaşları arttıkça preoperatif Rİ sağ böbrek ortalama, preoperatif Rİ ortalama, preoperatif Pİ sağ böbrek ortalama ve preoperatif Pİ ortalama değerleri de artmaktadır. Kedilerin vücut ağırlıkları ile preoperatif Rİ sol böbrek ortalama, preoperatif Rİ ortalama, preoperatif Pİ sağ böbrek ortalama ve preoperatif Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak pozitif doğrusal ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Kedilerin vücut ağırlıkları arttıkça preoperatif Rİ sol böbrek ortalama, preoperatif Rİ ortalama, preoperatif Pİ sağ böbrek ortalama ve preoperatif Pİ ortalama değerleri de artmaktadır (Tablo 4.17).

Tablo 4.17. Preoperatif Rİ ve Pİ ölçümlerinin yaş ve vücut ağırlığı ile ilişkisinin incelenmesi

		Yaş	Vücut Ağırlığı
Preoperatif Rİ Sol Böbrek Ortalama^^	r	,318	,453*
	p	,171	,045
Preoperatif Rİ Sağ Böbrek Ortalama^^	r	,446*	,382
	p	,049	,097
Preoperatif Rİ Ortalama^^	r	,461*	,495*
	p	,041	,027
Preoperatif Pİ Sol Böbrek Ortalama^^	r	,287	,386
	p	,220	,093
Preoperatif Pİ Sağ Böbrek Ortalama^^	r	,611**	,514*
	p	,004	,020
Preoperatif Pİ Ortalama^^	r	,549*	,544*
	p	,012	,013

*0,05, **0,01 düzeyinde anlamlılık, ^^Pearson Korelasyon Analizi, ^Spearman Korelasyon Analizi

Kedilerin yaşları ve vücut ağırlıkları ile preoperatif SAB, preoperatif DAB ve preoperatif OAB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki yoktur ($p>0,05$) (Tablo 4.18).

Tablo 4.18. Preoperatif SAB, DAB ve OAB ölçümlerinin yaş ve vücut ağırlığı ile ilişkisinin incelenmesi

		Yaş	Vücut Ağırlığı
Preoperatif SAB^^	r	,362	,129
	p	,117	,588
Preoperatif DAB^^	r	-,058	-,183
	p	,808	,440
Preoperatif OAB^^	r	,194	,123
	p	,412	,604
*0,05, **0,01 düzeyinde anlamlılık, ^^Pearson Korelasyon Analizi, ^Spearman Korelasyon Analizi			

5. TARTIŞMA

Proba deri temasının ötesinde basınçla baskı yapılması, böbreklere komşu kitle varlığı böbreklerin yer değiştirmesine neden olmakta veya organ üzerindeki basıncın hemodinamik değerlerle etkileşime girmesine neden olmaktadır (Debruyne ve ark., 2012; Evangelista ve ark., 2022; Pozniak ve ark., 1988). Bu çalışmada da ultrasonografik muayenede böbreklere komşu kitle yoktu ve proba gereksiz baskı uygulamamaya dikkat edildi.

Kedilerde yapılan çalışmalarda renal Rİ genellikle interlober ve arkuat arterlerden sıklıkla da interlober arterlerden elde edilmektedir (Azizi ve ark., 2018; Carvalho ve Chammas, 2011; de Souza ve ark., 2022; Evangelista ve ark., 2023; Gonul ve ark., 2011; Matos ve ark., 2018; Mitchell ve ark., 1998; Novellas ve ark., 2007a; Novellas ve ark., 2010; Ostrowska ve ark., 2016; Tipisca ve ark., 2015). Çalışmamızda Rİ ve Pİ değerlerinin ölçümü için dalga formları interlober ve arkuat arterlerden elde edilmiştir.

Kedilerin renal Rİ üst sınırı için 0.64, 0.68, 0.7, 0.72 ve Pİ üst sınırları için 1.06, 1.23, 1.29 gibi farklı değerler önerilmektedir (Gonul ve ark., 2011; Matos ve ark., 2018; Mitchell ve ark., 1998; Novellas ve ark., 2007a; Ostrowska ve ark., 2016). Yaptığımız çalışmada preoperatif renal Rİ değerleri 0.56 ± 0.01 ve Pİ değerleri 0.93 ± 0.05 olarak tespit edilmiş olup diğer çalışmalarda önerilen normallerin üst sınırının altında bulundu.

Azizi ve arkadaşlarının sağlıklı 26 kedi üzerinde intramusküler medetomidin enjeksiyonunun renal Rİ ve Pİ üzerindeki etkilerini dupleks Doppler ultrasonografi ile belirleme amacıyla yaptıkları çalışmada sadece tek bir zaman noktasında tek bir medetomidin dozunun Rİ ve Pİ değerlerine etkisi değerlendirilmiştir. Bu nedenle Rİ ve Pİ korelasyonu ve değişimi, sistemik kan basıncının eşzamanlı olarak birlikte değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir (Azizi ve ark., 2018). Çalışmamızda da kan basıncı ölçümleri ile Rİ ve Pİ ölçümleri eşzamanlı olarak değerlendirilmiştir.

Matos ve arkadaşlarının 6 sağlıklı ve 18 kronik böbrek hastalığı bulunan 24 kedide yaptıkları çalışmada sol ve sağ böbrekler arasında renal Rİ açısından herhangi bir fark bulunmamıştır. Bu durumun her iki organ için Renal Rİ değerinin tahmin

edilmesinde yalnızca bir böbreğin değerlendirilmesinin yeterli olduğunu kanısına vardıkları bildirilmiştir (Matos ve ark., 2018). İnsan hekimliğinde yapılan çalışmada, tek taraflı akut renal kolik semptomlarının başlangıcından sonraki 24 saat içinde başvuran obstrükte ve obstrükte olmayan böbrekleri olan toplam 54 hastada intrarenal arteriyel Doppler karşılaştırılmıştır. Böbrekleri obstrükte olan 54 hastanın Rİ değeri obstrükte olmayan böbreği olanlara göre anlamlı olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Viyannan ve ark., 2021). Çalışmamızda sağ ve sol böbrekten ortalama Rİ ölçümlerinin elde edilmesine dikkat edildi.

Tipisca ve arkadaşlarının sağlıklı 24 kedi grubu ve çeşitli böbrek hastalığı olan 92 kedi olmak üzere 116 kedi üzerinde Rİ değerlerini belirlemek ve yaşın Rİ üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmada sağlıklı kedilerde, Rİ sağ böbrek (0.54 ± 0.07) ve sol böbrek (0.59 ± 0.08) arasında önemli ölçüde farklılık tespit edilmiştir ($P = 0.02$) (Tipisca ve ark., 2015). Novellas ve arkadaşlarının sağlıklı 27 köpek ve 10 kedi üzerinde intrarenal ve oküler Rİ ve Pİ için normal değerleri ölçmek amacıyla yaptıkları çalışmada sağ ve sol böbrekler için elde edilen değerler arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir (Novellas ve ark., 2007a). Ostrowska ve arkadaşlarının sağlıklı 44 köpek ve 31 kedi üzerinde yaş, cinsiyet ve vücut ağırlığının intrarenal Rİ üzerindeki etkisini doğrulamak ve Doppler spektrumlarının kalitatif karakterini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada ortalama Rİ köpeklerde 0.64 ± 0.04 ve kedilerde 0.6 ± 0.04 olarak tespit edilmiştir. Böbrekler arasındaki ortalama RI farkı köpeklerde $0,01 \pm 0,02$ ve kedilerde $0,03 \pm 0,02$ olarak bulunmuş olup hem köpeklerde hem de kedilerde sol ve sağ böbrekteki ortalama RI değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmediği bildirilmiştir ($p > 0.05$) (Ostrowska ve ark., 2016). Çalışmamızda ortalama sağ renal Rİ ($0,56 \pm 0,02$) ve sol renal Rİ ($0,56 \pm 0,02$) tespit edilmiş olup aralarında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamıştır ($p > 0,05$).

Mishina ve arkadaşlarının kedilerde yaptığı çalışmada kedilerde kan basıncının günlük değişimler gösterdiği bulunmuştur. En yüksek kan basıncının 6:00 ile 9:00 arasında ve 16:00 ile 20:00 arasında görüldüğü bildirilmiştir (Azizi ve ark., 2018). Çalışmamızda, günlük değişikliklerle ilişkili olası varyasyonları en aza indirmek için kan basıncı ölçümlerinin bu saatlerin dışındaki aralıkta yapılmasına dikkat edilmiştir.

Stres kedilerde göz önünde bulundurulması gereken bir faktördür ve hipertansiyonu taklit eden değerlere neden olabilmektedir (Novellas ve ark., 2010; Pace, 2019; Payne ve ark., 2017). Çalışmamızda, preoperatif kan basıncı değerleri ölçülmeden önce hayvanların ortama alışması sağlanarak stresin etkisi kontrol edilmeye çalışılmıştır.

Ostrowska ve arkadaşlarının sağlıklı 44 köpek ve 31 kedi üzerinde yaş, cinsiyet ve vücut ağırlığının intrarenal Rİ üzerindeki etkisini doğrulamak ve Doppler spektrumlarının kalitatif karakterini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada cinsiyet ile Rİ arasında herhangi bir ilişki gözlenmemiştir (Ostrowska ve ark., 2016). Yine, Tipisca ve arkadaşlarının sağlıklı ve böbrek hastalığı bulunan toplam 116 kedi (68 erkek, 48 dişi) kedide yaptıkları çalışmada cinsiyetin renal Rİ değerlerine etkisi bulunamamıştır (Tipisca ve ark., 2015). Kadınlarda, daha yüksek sistolik kan basıncı ve vücut ağırlığı daha yüksek Rİ değerleri ile ilişkiliyken, kalp atış hızındaki artışlar daha düşük RI değerleri ile ilişkilidir. Köpeklerde cinsiyet ile Rİ arasında korelasyon gözlenmemiştir. Cinsiyetin kedilerin Rİ değeri üzerindeki etkisi hala net olmadığı bildirilmiştir (Evangelista ve ark., 2022). Matos ve arkadaşlarının 6 sağlıklı ve 18 kronik böbrek hastalığı bulunan 24 kedide yaptıkları çalışmada cinsiyetin renal Rİ değerlerine etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Matos ve ark., 2018). Cinsiyetin intrarenal Rİ üzerindeki etkisi insan hastalarda çelişkili sonuçlar göstermektedir. Sağlıklı kişiler ile yağlı karaciğer hastalığı olanlar arasındaki intrarenal Rİ değerlerinde cinsiyetin etkisi gözlenmemekte ancak yaşa bağımlılık gözlenmektedir. Öte yandan, kronik böbrek hastası kadınlarda olası hormonal etkiyle ilişkili olarak daha yüksek renal Rİ bildirilmiş ancak bunun kesin nedeni belirlenememiştir. de Souza ve arkadaşlarının 30 melez kedi üzerinde yaptıkları bir çalışmada yaş, obez kedilerde renal Rİ artışı ile ilişkili bulunmuştur. Cinsiyete göre obez gruptaki renal Rİ değeri dişilerde erkeklere göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur. Obez olamayan erkekler ve dişiler arasında ise fark görülmemiştir. Çalışmadaki hormonal etki, tüm dişi kediler kısırlaştırıldığı için bir rol oynamayabileceği nedeniyle obez dişi kedilerdeki daha yüksek Rİ değerlerinin nedeninin daha fazla araştırılması gerektiği bildirilmiştir (de Souza ve ark., 2022). Çalışmamızda yer alan kedilerin preoperatif Rİ

ve Pİ değerleri cinsiyetlerine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

Payne ve arkadaşlarının 780 sağlıklı kedi üzerinde yaptığı çalışmada erkek kedilerde dişilerden daha yüksek SAB bildirilmiştir (Payne ve ark., 2017). Çalışmamızda yer alan kedilerin preoperatif SAB değerleri cinsiyetlerine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ($p<0,05$). Dişi kedilerin preoperatif SAB değerleri erkek kedilere kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Bu durumun dişi kedi sayısının erkek kedi sayısından az olmasından kaynaklandığı sonucuna varıldı.

İnsan hekimliğinde Rİ esansiyel hipertansiyonu olan hastalarda yaş ile ilişkilendirilmiştir. (Calabia ve ark., 2014; Novellas ve ark., 2007b; Pontremoli ve ark., 1999). Yaş, sigara kullanımı veya ateroskleroz, arteriyel hipertansiyon ve kronik çocuk hastalığı gibi diğer patolojik durumların damar kompliyansında azalmaya ve nabız basıncında artışa ve sonuç olarak renal Rİ değerlerinde yükselmeye neden olduğu bildirilmiştir (Di Nicolò ve Granata, 2018). 58 diyabetik ve 56 diyabetik olmayan 114 hasta üzerinde yapılan çalışmada renal Rİ değerlerinin yaş ile korelasyonu incelenmiş renal Rİ ile hastanın yaşı arasında anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür. Bu durum çalışmaya dahil edilen 60 yaş üstü denek sayısının çok az olmasına bağlanmıştır (Theertha ve ark., 2023). Espada ve arkadaşlarının karaciğer hastalığı olan 20 köpekte yaptıkları çalışmada hayvanların yaş ile Rİ veya Pİ arasında herhangi bir korelasyon bulunmamıştır (Espada ve ark., 2008). Sağlıklı ve böbrek hastalığı bulunan kedilerde yapılan çalışmalarda her iki böbrekte renal Rİ ile yaş arasında korelasyon bulunamamıştır (Matos ve ark., 2018; Tipisca ve ark., 2015). Agut ve arkadaşları yavru köpeklerde patolojik durumlarda renal Rİ değişikliklerini yorumlamak için yenidoğandan 20 haftalık yaşa kadar 6 yavru köpekte yaptıkları çalışmada ortalama renal Rİ değerlerinin köpeklerde yaşa bağlı olduğunu, en yüksek değeri yaşamın ilk üç haftasında elde edildiğini ve daha sonra artan yaşla birlikte kademeli olarak düşerek 12 haftalık yaşta yetişkin köpek değerlerine ulaştığını bildirmiştir (Agut ve ark., 2020). Chang ve arkadaşları 22 genç, sağlıklı melez köpek (<4 ay) ve beş farklı ırktan 33 sağlıklı yetişkin köpekte (4 ay ila 7 yaş) yaptıkları çalışmada Rİ ve Pİ değerlerinin genç ve yaşlı köpeklerde anlamlı derecede yüksek olduğu bildirilmiştir. 4 aylıktan küçük köpeklerde Rİ değeri 4 aylıktan daha büyük köpeklere göre daha yüksek olduğu

bulunmuştur (Chang ve ark., 2010). de Souza ve arkadaşlarının 30 melez kedi üzerinde yaptıkları bir çalışmada yaş, obez kedilerde renal Rİ artışı ile ilişkili bulunmuştur. Bununla birlikte, yetişkin ve yaşlı kediler (7-12 yaş) arasındaki renal Rİ önemli farklılıklar göstermemiştir. Ancak bu durumun çalışmaya dahil edilen kedilerin hiçbirinin geriatrik (> 12 yaş) olmamasına bağlanmıştır (de Souza ve ark., 2022). Ostrowska ve arkadaşlarının sağlıklı 44 köpek ve 31 kedi üzerinde yaptıkları çalışmada hayvanların yaşı ile ortalama renal Rİ arasında pozitif bir korelasyon olduğu bildirilmiştir (Ostrowska ve ark., 2016). Çalışmamızda yer alan yaşları 1-6 arasında değişen 20 sağlıklı kedinin yaşları ile preoperatif Rİ sağ böbrek ortalama, preoperatif Rİ ortalama, preoperatif Pİ sağ böbrek ortalama ve preoperatif Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak pozitif doğrusal ilişki bulundu ($p<0,05$). Kedilerin yaşları arttıkça preoperatif Rİ sağ böbrek ortalama, preoperatif Rİ ortalama, preoperatif Pİ sağ böbrek ortalama ve preoperatif Pİ ortalama değerlerinin de arttığı görüldü. Yaşı en yüksek olan kedi dahil çalışmada yer alan 20 kedinin de Rİ ve Pİ değerlerinin literatürde bildirilen üst sınırı aşmadığı gözlemlendi.

Yapılan muayenelerde sağlıklı olduğu tespit edilen 780 kedi üzerinde yapılan çalışmada kediler eşzamanlı hastalık açısından taranmamış olmasına rağmen, yaş ile kan basıncında artış arasında bir ilişki olduğunu bildirmiştir (Payne ve ark., 2017). Çalışmamızda yer alan kedilerin yaşları ile preoperatif SAB, preoperatif DAB ve preoperatif OAB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Böbrek hastalıkları, kedilerin yaşadığı en yaygın sağlık sorunlarından biridir. (Debruyn ve ark., 2013; Evangelista ve ark., 2022). B-mod ultrasonografi böbrek boyutu, şekli ve iç mimarının değerlendirilmesiyle böbrek morfolojisinin görüntülenmesini sağlamaktadır (Bragato ve ark., 2017; Debruyn ve ark., 2012; Griffin, 2020). Akut böbrek hasarı genellikle düzgün konturlu genişlemiş böbreklerle sonuçlanırken, kronik böbrek hastalığı küçük, düzensiz hatlı böbreklerle sonuçlanabilir (Bragato ve ark., 2017; Debruyn ve ark., 2013). Ancak hastalık durumunda böbrekler normal de görünebileceğinden ultrason bulgularını eşkal, anamnez, muayene bulguları ve mevcut kan tahlilleri bağlamında değerlendirmek önemlidir (Griffin, 2020). İnsanlarda, köpeklerde ve kedilerde yapılan çeşitli

çalışmalar böbrek uzunluğu ile vücut ağırlığı ile pozitif korelasyon görülmektedir (Debruyne ve ark., 2013). İnsanlarda ortalama intrarenal RI değerlerine vücut ağırlığının etkisinin olmadığı görülmektedir. Vücut ağırlığı 22,6 ile 52,6 kg arasında değişen normal çocuklarda, renal arter maksimal sistolik hız/minimal diyastolik hız oranı ile vücut ağırlığı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur ancak vücut ağırlığının bu oran üzerindeki etkisinin hafif olduğu bildirilmiştir. Bu bilgilere dayanarak, vücut ağırlığı farklılıklarının kedilerde ortalama arkuat RI üzerinde klinik olarak anlamlı bir etki yaratmasının olası olmadığı bildirilmiştir (Rivers ve ark., 1996). Ostrowska ve arkadaşlarının sağlıklı 44 köpek ve 31 kedi üzerinde yaş, cinsiyet ve vücut ağırlığının intrarenal RI üzerindeki etkisini doğrulamak ve Doppler spektrumlarının kalitatif karakterini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada köpeklerde hayvan vücut ağırlığı ile RI arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon bulunmamıştır. Kedilerin vücut ağırlığı kaydedilmediğinden değerlendirilememiştir (Ostrowska ve ark., 2016). Matos ve arkadaşlarının 6 sağlıklı ve 18 kronik böbrek hastalığı bulunan 24 kedide yaptıkları çalışmada ölçülen renal RI değerleri ile kedinin vücut ağırlığı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir negatif korelasyon elde edilmiştir. Ayrıca böbrek hastalığını düşündüren kaşeksi, dehidrasyon ve gastrointestinal bulgular gibi diğer belirtiler görülmüştür (Matos ve ark., 2018). Park ve arkadaşlarının 50 sağlıklı Korean domestic short-hair ırk kedide yaptığı çalışmada kedilerin vücut ağırlığı ile renal RI istatistiksel olarak düşük korelasyon gösterdiği bildirilmiştir (Park ve ark., 2008). de Souza ve arkadaşlarının 15'i obez toplam 30 melez kedi üzerinde yaptıkları bir çalışmada intrarenal RI ile vücut ağırlığı arasında pozitif bir korelasyon gözlenmiştir (de Souza ve ark., 2022). Yaptığımız çalışmada yer alan vücut ağırlıkları 2-5 kg arasında olan 20 sağlıklı kedinin vücut ağırlıkları ile preoperatif RI sol böbrek ortalama, preoperatif RI ortalama, preoperatif Pİ sağ böbrek ortalama ve preoperatif Pİ ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak pozitif doğrusal ilişki bulundu. ($p < 0,05$) Kedilerin vücut ağırlıkları arttıkça preoperatif RI sol böbrek ortalama, preoperatif RI ortalama, preoperatif Pİ sağ böbrek ortalama ve preoperatif Pİ ortalama değerlerinin de arttığı gözlemlendi. Vücut ağırlığı en yüksek olan kedi dahil çalışmada yer alan 20 kedinin RI ve Pİ değerlerinin literatürde bildirilen üst sınırı aşmadığı tespit edildi.

Obezite, insanlarda SAB değerlerinde artış ile ilişkilidir ve bu artışın kısmen sempatik ve renin-anjiyotensin-aldosteron aktivasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir, ancak kesin ilişki şu anda tam olarak aydınlatılamamıştır. Daha düşük vücut ağırlığına sahip kediler ile daha düşük kan basıncı arasında bir bağlantı olduğunu bildirmiştir. Bu gözlemin çalışmadaki aşırı kilolu kedi sayısının düşük olmasının bir yansıması olabildiği düşünülmüştür (Payne ve ark., 2017). Çalışmamızda kedilerin vücut ağırlıkları ile preoperatif SAB, preoperatif DAB ve preoperatif OAB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmadığı görülmüştür ($p>0,05$).

Sedasyon ve anestezi, renal hemodinamikleri etkileyerek Rİ değerlerini değiştirebilmektedir (Novellas ve ark., 2007b). Rivers ve arkadaşları ketamin hidroklorür ile sedatize edilmiş toplam 10 sağlıklı kedinin renal Rİ değeri üzerine etkilerini ölçmek amacıyla yaptıkları çalışmada sol böbrek için 0,52 ile 0,60 arasında ve sağ böbrek için 0,55 ile 0,63 arasında değişim tespit edilip ancak iki böbrek arasında anlamlı bir fark görüldüğü bildirilmiştir (Rivers ve ark., 1996). Mello ve arkadaşlarının 20 sağlıklı kedide yaptıkları çalışmada midazolam, ketamin ve butorfanol ile sedasyona alınan kedilerin renal Rİ ve Pİ değerlerinde sedasyon öncesi değerlere göre anlamlı farklılık bulunmadığı bildirilmiştir (Mello ve ark., 2019). Azizi ve arkadaşlarının sağlıklı 26 kedi üzerinde intramusküler medetomidin enjeksiyonunun renal Rİ ve Pİ üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada ilaç uygulamasından önce ve 15 dakika sonra ortalama sağ ve sol renal Rİ ve Pİ değerlerinde anlamlı farklılık bulunmamıştır (Azizi ve ark., 2018). Mitchell ve arkadaşlarının sağlıklı 8 kedi üzerinde yaptığı çalışmada izofluranla gerçekleştirilen anestezide Rİ ve Pİ değerlerinin anestezi öncesi değerlere göre anlamlı derecede artış gösterdiği ve sintigrafik olarak ölçülen böbrek fonksiyonlarında ve kan akımında önemli düşüşlerin görüldüğü tespit edilmiştir (Mitchell ve ark., 1998). Bu çalışmada da artan anestezi miktarıyla birlikte Rİ ve Pİ değerlerinde anlamlı derecede artış görüldü. Rİ ve Pİ değerlerindeki artışın sevofluran ve izofluran kaynaklı oluşan hipotansiyonun sonucu olarak gerçekleştiği düşünüldü. Sevofluran ve izofluran anestezi çeşidine bağlı olarak Rİ ve Pİ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi.

Artmış RI'nın erken hipertansif böbrek hasarı ile ilişkili olduğu ve insan hastalarda sistemik kan basıncı ile korelasyon gösterdiği bildirilmiştir (Chang ve ark., 2010; Novellas ve ark., 2010; Pontremoli ve ark.,1999). Kawai ve arkadaşları renal Rİ ile sistolik kan basıncı arasında bir korelasyon olmadığını belirtmiştir. Renal Rİ ile diyastolik kan basıncı arasında kayda değer bir ilişki olduğunu göstermiştir (Theertha ve ark., 2023). Kalıcı hipertansiyon böbreklere zarar vererek köpek ve kedilerde glomerüler hastalıklara yol açabilmektedir (Azizi ve ark., 2018). Köpek ve kedilerde renal Rİ veya Pİ ile sistemik kan basıncı arasında bir ilişki bulunmadığı bildirilmiştir (Azizi ve ark., 2018; Chang ve ark., 2010; Novellas ve ark., 2007a; Matos ve ark., 2018). Yapılan çalışmada artan anestezi miktarıyla birlikte Rİ ve Pİ değerleri anlamlı derecede artmaktadır. OAB değerleri ise anlamlı derecede azalmakla birlikte 1.5 MAK ve 1.7 MAK ölçümleri arasında ise anlamlı farklılık görülmemiştir. Artan anestezi miktarıyla birlikte iki grupta da SAB ve DAB değerleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ($p<0,05$). SAB ve DAB değişkenleri için bağımlı ölçümler arası değişim miktarları sevofluran ve izofluran gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). Sevofluran grubunda yer alan kedilerin 1.2 MAK Rİ ve Pİ ile 1.2 MAK DAB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulundu ($p<0,05$). Diğer değişkenler arasında ise istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamıştır ($p>0,05$).

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Kedilerde sevofluran ve izofluran volatil anestezikleriyle gerçekleştirilen inhalasyon anestezileri sonucunda minumum alveolar konsantrasyon miktarlarının artışıyla birlikte ultrasonografik Doppler incelemelerle elde edilen renal rezistif indeks ve pulsatilite indeks değerlerinde de artışlar saptandı. Renal rezistif indeks ve pulsatilite indeks değerlerindeki artışların ise sevofluran ve izofluran volatil anestezik çeşidine göre farklılık göstermediği tespit edildi. Kedilerde renal rezistif indeks ve pulsatilite indeks için net bir normal üst sınır değeri bildirilmemiştir. Bunun için farklı yaş, ırk, cinsiyet ve vücut ağırlığındaki kediler üzerinde daha fazla çalışmaların yapılması gerekmektedir. Üst sınırların belirlenmesi için gerçekleştirilecek çalışmalarda değerlerin sevofluran veya izofluran inhalasyon anestezisindeki kedilerden elde edilmesi durumunda sonuçların bildirilen normal üst sınır değerlerinden yüksek olacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Adachi T, Kurata J, Mori K, Murakawa M, Osawa M, Seo N, Shingu K (1994).** Effects of sevoflurane on central nervous system electrical activity in cats. *Anesth Analg.*, **79(1)**, 52-57.
- Adams LG, Biller DS, Widmer WR (2004).** Ultrasonography of the urinary tract in small animals. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, **225(1)**, 46-54.
- Agut A, Fernández-del Palacio MJ, Soler M (2020).** Changes in renal resistive index values in healthy puppies during the first months of life. *J. Anim.*, **10(8)**, 1338.
- Akers RM, Denbow DM (2013).** *Anatomy and Physiology of Domestic Animals*, 2nd Edition, UK: John Wiley and Sons.
- Akers RM, Denbow DM (2013).** *Urinary system*. *Anatomy and Physiology of Domestic Animals*, 2nd Edition, UK, John Wiley and Sons, p:459-481.
- Artis AS (2012).** *Hemodynamics- new diagnostic and therapeutic approaches*. 1st Edition, Croatia: InTech.
- Asghari A, Azizi F, Bokaie S, Masouleh MN, Rafie SM (2018).** Effects of medetomidine on intra-renal arteries resistive and pulsatility indices in clinically normal adult domestic shorthair cats. *Vet. Res. Forum.*, **9(2)**, 137-143.
- Aspinall V, Cappello M (2020).** *Introduction to Animal and Veterinary Anatomy and Physiology*. 4th Edition, Boston: CABI.
- Aspinall V, Cappello M (2020).** *Urinary System*. *Introduction to Animal and Veterinary Anatomy and Physiology*. 4th Edition, Boston, CABI, p:117-126.
- Auletta L, Cortese L, Mennonna G, Meomartino L, Murino C, Tipisca V, Vulpe V (2015).** Resistive index for kidney evaluation in normal and diseased cats. *J. Feline Med. Surg.*, **18(6)**, 471-75.
- Azevedo P, Carreira LM, Matos I (2018).** Pilot study to evaluate the potential use of the renal resistive index as a preliminary diagnostic tool for chronic kidney disease in cats. *J. Feline Med. Surg.*, **20(10)**, 940-947.
- Bahceci T, Bayrakal A, Erman M, Gonul R, Koenhems L, Uysal A (2011).** Renal-pulsed wave Doppler ultrasonographic findings of normal Turkish Angora cats. *Pak. Vet. J.*, **31**, 369-370.
- Balalakshmoji D, Kappumughath Mohamed S, Nagappan E, Viyannan M (2021).** Doppler sonographic evaluation of resistive index of intra-renal arteries in acute ureteric obstruction. *J. Ultrasound.*, **24**, 481-488.
- Baljit S (2017).** *Dyce, Sack, and Wensing's Textbook of Veterinary Anatomy*. 5th Edition, China: Elsevier Press.

Baljit S (2017). *The Urogenital Apparatus*. Dyce, Sack, and Wensing's textbook of veterinary anatomy. China, Elsevier Press, p:165-173.

Barbudo-Selmi GR, Figueiredo JP, Lins BT, Mendes GM, Selmi AL (2003). Clinical use of dexmedetomidine as premedicant in cats undergoing propofol–sevoflurane anaesthesia. *J. Feline Med. Surg.*, **5(5)**, 265-270.

Barman SM, Barrett KE, Brooks HL, Yuan J (2019). *Ganong's review of medical physiology*, 26th Edition, USA: McGraw Hill Education.

Barman SM, Barrett KE, Brooks HL, Yuan J (2019). *Renal physiology*. Ganong's review of medical physiology, 26th Edition, USA, McGraw Hill Education, p:661-683.

Barr F, Gaschen L (2011). *BSAVA Manual of Canine and Feline Ultrasonography*, 1st Edition, UK: British Small Animal Veterinary Association.

Barrett E (2011). *Bladder and urethra*. In: Barr F, Gaschen L (Eds), *BSAVA Manual of Canine and Feline Ultrasonography*, 1st Edition, UK, British Small Animal Veterinary Association, p:155-163.

Bartges J, Polzin DJ (2011). *Nephrology and Urology of Small Animals*, UK: Blackwell Publishing Ltd.

Bauer JE, Sislak M, Spaulding KA, Thompson JA, Zoran DL (2014). Ultrasonographic characteristics of lipiduria in clinically normal cats. *Vet Radiol Ultrasound.*, **55(2)**, 195-201.

Beaumont G, Bradbrook C, Dugdale AHA, Gurney M (2020). *Inhalation Anaesthetic Agents*. Veterinary Anaesthesia: Principles to Practice, 2nd Edition, USA, John Wiley and Sons, p:117-135.

Beaumont G, Bradbrook C, Dugdale AHA, Gurney M (2020). *Veterinary Anaesthesia: Principles to Practice*, 2nd Edition, USA: John Wiley and Sons.

Belotta AF, Bonatelli SP, de Souza FB, Geraldles SS, Gonçalves NV, Guimaraes-Okamoto PTC, Lourenço MLG, Mamprim MJ, Melchert, A, Rahal SC, Ramos PRR (2022). Renal resistive index in obese and non-obese cats. *Vet. Ital.*, **58(3)**, 307-313.

Berruti V, Bezante GP, Deferrari G, Derchi LE, Leoncini G, Martinoli C, Nicolella C, Pontremoli R, Ravera M, Ruello N, Viazzi F, Zagami P (1999). Increased renal resistive index in patients with essential hypertension: a marker of target organ damage. *Nephrol Dial Transplant.*, **14(2)**, 360-365.

Berry CR, Huguet EE, Huyhn E (2023). *Ultrasonography*. In: Berry CR, Nelson NC, Winter MD (Eds), *Atlas of Small Animal Diagnostic Imaging*, USA, John Wiley and Sons, p:27-35.

Berry CR, Mattoon JS (2021). *Fundamentals of diagnostic ultrasound*. In: Berry CR, Mattoon JS, Sellon RK (Eds), *Small animal diagnostic ultrasound*, 4th Edition, USA, Elsevier Press, p:1-47.

Berry CR, Mattoon JS, Sellon RK (2021). *Small animal diagnostic ultrasound*, 4th Edition, USA: Elsevier Press.

Berry CR, Nelson NC, Winter MD (2023). *Atlas of Small Animal Diagnostic Imaging*, 1th Edition, USA: John Wiley and Sons.

Bhatt S, Cullinan J, Nedelka S, Rubens DJ (2006). Doppler artifacts and pitfalls. *Radiol Clin North Am.*, **44(6)**, 805-835.

Binns SH, Buoscio DA, Schaeffer DJ, Sisson DD (1995). Doppler ultrasonographic, oscillometric sphygmomanometric, and photoplethysmographic techniques for noninvasive blood pressure measurement in anesthetized cats. *J. Vet. Intern. Med.*, **9(6)**, 405-414.

Boothe DM (2012). *Small Animal Clinical Pharmacology and Therapeutics*. 2nd Edition, Missouri: Elsevier Press.

Borges NC, Bragato N, Fioravanti MCS (2017). B-mode and Doppler ultrasound of chronic kidney disease in dogs and cats. *Vet. Res. Commun.*, **41**, 307-315.

Brodbelt DC, Luis Fuentes V, Payne JR (2017). Blood pressure measurements in 780 apparently healthy cats. *J. Vet. Intern. Med.*, **31(1)**, 15-21.

Brooks AC, Johnson PA, Thomovsky EJ (2020). *Basic Monitoring in Canine and Feline Emergency Patients*, 1st Edition, USA: CABI.

Brosnan RJ, Mama KR, Steffey EP (2015). *Inhalation Anesthetics*. In: Greene SA, Grimm KA, Lamont LA, Robertson SA, Tranquilli WJ (Eds), *Veterinary Anesthesia and Analgesia*, 5th Edition, USA, John Wiley and Sons, p:297-322.

Brosnan RJ, Steffey EP (2018). *Inhalation Anesthetics*. In: Papich MG, Riviere JE (Eds), *Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 10th Edition, USA, John Wiley and Sons, p: 216-232.

Brown S (2011). *Physiology of the kidneys*. In: Bartges J, Polzin DJ (Eds), *Nephrology and Urology of Small Animals*, UK, Blackwell Publishing Ltd, p:10-17.

Bude RO, Platt JF, Tublin ME (2003). The resistive index in renal Doppler sonography: where do we stand?. *AJR Am. J. Roentgenol.*, **180(4)**, 885-892.

Burkitt Creedon JM, Davis H (2023). *Advanced Monitoring and Procedures for Small Animal Emergency and Critical Care*, 2nd Edition, USA: John Wiley and Sons.

Calabia J, Garcia I, Marin A, Martin N, Mate G, Molina C, Torguet P, Valles M (2014). The relationship between renal resistive index, arterial stiffness, and

atherosclerotic burden: the link between macrocirculation and microcirculation. *J. Clin. Hypertens.*, **16**(3), 186-191.

Caney S (2007). Non-invasive blood pressure measurement in cats. *In Pract.*, **29**(7), 398-403.

Carvalho CF, Chammas MC (2011). Normal Doppler velocimetry of renal vasculature in Persian cats. *J Feline Med Surg.*, **13**(6), 399-404.

Chan IP, Chang YJ, Cheng FP, Lin SL, Liu PC, Wang WS (2010). Relationship between age, plasma renin activity, and renal resistive index in dogs. *Vet Radiol Ultrasound.*, **51**(3), 335-337.

Chen H, Guo W, Li M, Peng H, Yang H (2023). Effect of oral administration of gabapentin on the minimum alveolar concentration of isoflurane in cats. *Vet. Sci.*, **10**, 1-6.

Chew DJ, Schenck PA (2023). *Renal anatomy, physiology and evaluation of function.* Urinalysis in the dog and cat, 1st Edition, USA, John Wiley and Sons, p:1-29.

Chew DJ, Schenck PA (2023). *Urinalysis in the dog and cat*, 1st Edition, USA: John Wiley and Sons.

Cintra CCV, Dornelas LRSM, Evangelista GCL, Favarato ES, da Fonseca LA, Reis ECC, Valente FL (2023). Evaluating feline lower urinary tract disease: Doppler ultrasound of the kidneys. *J Feline Med Surg.*, **25**(1), 1098612X221145477.

Clarkson CE, Fletcher TF (2011). *Anatomy of the kidney and proximal ureter.* In: Bartges J, Polzin DJ (Eds), *Nephrology and Urology of Small Animals*, UK, Blackwell Publishing Ltd, p:3-8.

Cochran PE (2010). *The Urinary System.* Veterinary Anatomy and Physiology: A Clinical Laboratory Manual. 2nd Edition, Delmar, Cengage Learning, p:253-261.

Cochran PE (2010). *Veterinary Anatomy and Physiology: A Clinical Laboratory Manual.* 2nd Edition, Delmar: Cengage Learning.

Cole R, Hespel AM (2020). *Ultrasound: Physical Principles of Ultrasound Imaging.* In: Hudson J, Holland M (Eds), *Feline diagnostic imaging*, 1st Edition, USA, John Wiley and Sons, p:27-35.

Combes A, Daminet S, Debruyn K, Duchateau L, Paepe D, Peremans K, Saunders JH (2013). Renal dimensions at ultrasonography in healthy Ragdoll cats with normal kidney morphology: correlation with age, gender and bodyweight. *J Feline Med Surg.*, **15**(12), 1046-1051.

Combes A, Debruyn K, Haers H, Paepe D, Peremans K, Saunders JH, Vanderperren K (2012). Ultrasonography of the feline kidney: technique, anatomy and changes associated with disease. *J Feline Med Surg.*, **14**(11), 794-803.

d' Anjou M, Penninck D (2015). *Atlas of Small Animal Ultrasonography*, 2nd Edition, USA: John Wiley and Sons.

d' Anjou M, Penninck D (2015a). *Practical Physical Concepts and Artifacts*. In: d' Anjou M, Penninck D (Eds), *Atlas of Small Animal Ultrasonography*, USA, John Wiley and Sons, p:1-18.

d' Anjou M, Penninck D (2015b). *Kidneys and Ureters*. In: d' Anjou M, Penninck D (Eds), *Atlas of Small Animal Ultrasonography*, USA, John Wiley and Sons, p:331-361.

Daniel GB, Mitchell SK, Rohrbach BW, Toal RL (1998). Evaluation of renal hemodynamics in awake and isoflurane-anesthetized cats with pulsed-wave Doppler and quantitative renal scintigraphy. *Vet. Radiol. Ultrasound.*, **39(5)**, 451-458.

Das SK, Shetty MS, Theertha KC (2023). Renal Resistive Index: Revisited. *Cureus.*, **15(3)**.

de Gopegui RR, Espada Y, Novellas R (2010). Assessment of renal vascular resistance and blood pressure in dogs and cats with renal disease, *Vet. Rec.*, **166(20)**, 618-623.

Devi KS, Gangwar AK, Kumar N (2020). *General Animal Surgery and Anesthesiology: With Theory and Practicals*, 1st Edition, India: New India Publishing Agency.

Devi KS, Gangwar AK, Kumar N (2020). *Inhalant Anesthetics*. General Animal Surgery and Anesthesiology: With Theory and Practicals, 1st Edition, India, New India Publishing Agency, p:245-254.

Dholakia U, Seddighi R, Cox SK, Sun X, Pypendop BH (2020). Pharmacokinetics of midazolam in sevoflurane-anesthetized cats. *Vet Anaesth Analg.*, **47(2)**, 200-209.

Di Nicolò P, Granata A (2017). Renal resistive index: not only kidney. *Clin. Exp. Nephrol.*, **21(3)**, 359-366.

Di Nicolò P, Granata A (2018). Renal intraparenchymal resistive index: the ultrasonographic answer to many clinical questions. *J. Nephrol.*, **32(4)**, 527-538.

Diamantopoulos AP, Döhn UM, Schmidt WA, Terslev L, Torp-Pedersen S (2017). Settings and artefacts relevant for Doppler ultrasound in large vessel vasculitis. *Arthritis Res Ther.*, **19(167)**, 1-10.

Drost WT (2018). *Physics of ultrasound imaging*. Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology, 7th Edition, USA, Elsevier Press, p:58-69.

Duke-Novakovski T, Seymour C, de Vries M (2016). *BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia*, 3rd Edition, UK: British Small Animal Veterinary Association,

Dunbar G, Gosling RG, King DH, MacMillan D, Newman DL, Side CD, Woodcock JP (1971). The quantitative analysis of occlusive peripheral arterial disease by a non-intrusive ultrasonic technique. *Angiology.*, **22(1)**, 52-55.

Espada Y, de Gopegui RR, Novellas R (2007b). Effects of sedation with midazolam and butorphanol on resistive and pulsatility indices in healthy dogs. *Vet. Radiol. Ultrasound.*, **48(3)**, 276-280.

Espada Y, de Gopegui RR, Novellas R (2008). Increased renal vascular resistance in dogs with hepatic disease. *Vet. J.*, **178(2)**, 257-262.

Espada Y, Novellas R, Ruiz de Gopegui R (2007a). Doppler ultrasonographic estimation of renal and ocular resistive and pulsatility indices in normal dogs and cats. *Vet Radiol Ultrasound.*, **48(1)**, 69-73.

Evangelista GCL, Neves MM, Reis ECC, Viana AGDA (2022). Resistivity and pulsatility indexes in feline kidney disease: a systematic review. *Vet Radiol Ultrasound.*, **63(3)**, 306-318.

Figurová M, Kulinová V (2017). Ultrasonographic Examination of Some Vessels in Dogs and the Characteristics of Blood Flow in These Vessels. *Folia Vet.*, **61(4)**, 44-52.

Fishbeck DW, Sebastiani AM (2005). *Mammalian Anatomy: The Cat.* 2nd Edition, USA: Morton Publishing Company.

Fishbeck DW, Sebastiani AM (2005). *Urogenital System.* Mammalian Anatomy: The Cat. 2nd Edition, USA, Morton Publishing Company, p:107-109.

Foy DS (2020). *Blood Pressure Monitoring.* In: Brooks AC, Johnson PA, Thomovsky EJ (Eds), *Basic Monitoring in Canine and Feline Emergency Patients*, 1st Edition, USA, CABI, p:26-40.

Franzén S, Frithiof R, Larsson A, Martensson J, Semenas E, Taavo M (2022). Renal function during sevoflurane or total intravenous propofol anaesthesia: a single-centre parallel randomised controlled study. *Br. J. Anaesth.*, **128(5)**, 838-848.

Fulton RM (2021). *Pocus:basic ultrasound scanning.* In: Lisciandro GR (Eds), *Point of care ultrasound techniques for the small animal practitioner*, 2nd Edition, USA, John Wiley and Sons, p:25-37.

Geisse AL, Lowry JE, Schaeffer DJ, Smith CW (1997). Sonographic evaluation of urinary bladder wall thickness in normal dogs. *Vet Radiol Ultrasound.*, **38(2)**, 132-137.

Gorgas D (2011). *Physical principles.* In: Barr F, Gaschen L (Eds), *BSAVA Manual of Canine and Feline Ultrasonography*, 1st Edition, UK, British Small Animal Veterinary Association, p:1-14.

Gourley IM (1974). Physiology of the urinary tract for the veterinary surgeon. *Vet Surg.*, **3**(1), 19-22.

Graham JP (2011). *Kidneys and proximal ureters*. In: Barr F, Gaschen L (Eds), BSAVA Manual of Canine and Feline Ultrasonography, 1st Edition, UK, British Small Animal Veterinary Association, p:110-123.

Graham JP, Kealy JK, McAllister H (2011). *Diagnostic radiology and ultrasonography of the dog and cat*, 5th Edition, USA: Elsevier Press.

Graham JP, Kealy JK, McAllister H (2011). *The Radiograph*, In: Graham JP, Kealy JK, McAllister H (Eds), Diagnostic radiology and ultrasonography of the dog and cat, 5th Edition, USA, Elsevier Press, p:10-22.

Greene SA, Grimm KA, Lamont LA, Robertson SA, Tranquilli WJ (2015). *Veterinary Anesthesia and Analgesia*, 5th Edition, USA: John Wiley and Sons.

Griffin S (2020). Feline abdominal ultrasonography: What's normal? What's abnormal? Renal pelvis, ureters and urinary bladder. *J. Feline Med. Surg.*, **22**(9), 847-865.

Grubb T, Mathews KA, Sinclair M, Steele AM (2018). *Analgesia and anesthesia for the ill or injured dog and cat*, 1st Edition, USA: John Wiley and Sons.

Hall JE, Hall ME (2021). *Guyton and Hall textbook of medical physiology*, 14th Edition, Philadelphia: Elsevier Press.

Hall JE, Hall ME (2021). *The Urinary System: Functional Anatomy and Urine Formation by the Kidneys*. Guyton and Hall textbook of medical physiology, 14th Edition, Philadelphia, Elsevier Press, p:321-330.

Hamilton WP, Hudson LC (2010). *Atlas of feline anatomy for veterinarians*. 2nd Edition, USA: CRC Press.

Haskins SC (2015). *Monitoring Anesthetized Patients*. In: Greene SA, Grimm KA, Lamont LA, Robertson SA, Tranquilli WJ (Eds), Veterinary Anesthesia and Analgesia, 5th Edition, USA, John Wiley and Sons, p:90-93.

Hecht S (2020). *Diagnostic Radiology in Small Animal Practice*, 2nd Edition, UK: 5m Books Ltd.

Hecht S, Henry GA (2020). *Urogenital tract (including contrast procedures)*, In: Hecht S (Eds), Diagnostic Radiology in Small Animal Practice, 2nd Edition, UK: 5m Books Ltd, p:256-287.

Hofmeister EH, Shaughnessy MR (2014). A systematic review of sevoflurane and isoflurane minimum alveolar concentration in domestic cats. *Vet Anaesth Analg.*, **41**(1), 1-13.

Hudson J (2020). *Normal Urinary System*. In: Hudson J, Holland M (Eds), *Feline diagnostic imaging*, 1st Edition, USA, John Wiley and Sons, p:445-450.

Hudson J, Holland M (2020). *Feline diagnostic imaging*, 1st Edition, USA: John Wiley and Sons.

Hughes L (2016). *Breathing systems and ancillary equipment*. In: Duke-Novakowski T, Seymour C, de Vries M (Eds), *BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia*, 3rd Edition, UK, British Small Animal Veterinary Association, p:56-57.

Kaya M (2012). *The evaluation of renal hemodynamics with Doppler ultrasonography*. In: Artis AS (Eds), *Hemodynamics- new diagnostic and therapeutic approaches*. 1st Edition, Croatia, InTech, p:1-22.

Kelcz F, Pozniak MA, Stratta RJ, Oberley TD (1988). Extraneous factors affecting resistive index. *Invest. Radiol.*, **23(12)**, 899-904.

King VL, Polzin DJ, Rivers BJ, Walter PA (1997). Duplex Doppler estimation of intrarenal Pourcelot resistive index in dogs and cats with renal disease. *J. Vet. Intern. Med.*, **11(4)**, 250-260.

Kircher PR (2011). *Equipment*. In: Barr F, Gaschen L (Eds), *BSAVA Manual of Canine and Feline Ultrasonography*, 1st Edition, UK, British Small Animal Veterinary Association, p:15-20.

Klein BG (2020). *Cunningham's textbook of veterinary physiology*, 6th Edition, China: Elsevier Press.

Ko JC (2018). *Small Animal Anesthesia and Pain Management: A Color Handbook*, 2nd Edition, USA: CRC Press.

Ko JC (2018a). *Inhalant anesthetic agents*. In: Ko JC (Eds), *Small Animal Anesthesia and Pain Management: A Color Handbook*, 2nd Edition, USA, CRC Press, p:93-104.

Ko JC (2018b). *Anesthesia monitoring and management*. In: Ko JC (Eds), *Small Animal Anesthesia and Pain Management: A Color Handbook*, 2nd Edition, USA: CRC Press, p:112-118.

Lisciandro GR (2021). *Point of care ultrasound techniques for the small animal practitioner*, 2nd Edition, USA: John Wiley and Sons.

Lisciandro SC, Young S (2021a). *Pocus:kidney*. In: Lisciandro GR (Eds), *Point of care ultrasound techniques for the small animal practitioner*, 2nd Edition, USA, John Wiley and Sons, p:189-208.

Lisciandro SC, Young S (2021b). *Pocus:urinary bladder*. In: Lisciandro GR (Eds), *Point of care ultrasound techniques for the small animal practitioner*, 2nd Edition, USA, John Wiley and Sons, p:211-223.

Marolf AJ (2018). *Urinary bladder*. Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology, 7th Edition, USA, Elsevier Press, p:846-847.

Martinez EA (2012). *Anesthetic Agents*. Small Animal Clinical Pharmacology and Therapeutics. 2nd Edition, Missouri, Elsevier Press, p:892-893.

Martinoli C, Bertolotto M, Crespi G, Pretolesi F, Valle M, Derchi LE (1998). Duplex Doppler analysis of interlobular arteries in transplanted kidneys. *Eur. Radiol.*, **8**, 765-769.

Matsumoto M, Nagayoshi T, Sakamoto H, Suzuki S, Yabuki A, Endo Y (2008). Quantitative assessment of renal cortical echogenicity in clinically normal cats. *Anat Histol Embryol.*, **37(5)**, 383-386.

Mattoon JS, Vaden SL, Widmer WR (2021). *Urinary tract*. In: Berry CR, Mattoon JS, Sellon RK (Eds), Small animal diagnostic ultrasound, 4th Edition, USA, Elsevier Press, p:583-587.

Mello FPDS, Torres VN, Cunha RFD, Meirelles T, Mottin TDS, Gouvea AS, Mello JRBD (2019). Sedation effect of midazolam, ketamine, and butorphanol on spectral Doppler ultrasound values in femoral and large abdominal arteries in cats. *Semina: Ciênc. Agrár.*, **40(5)**, 3493-3500.

Norkus CL, Rivituso NL (2023). *Noninvasive Arterial Blood Pressure Monitoring*. In: Burkitt Creedon JM, Davis H (Eds), Advanced Monitoring and Procedures for Small Animal Emergency and Critical Care, 2nd Edition, USA, John Wiley and Sons, p:181-189.

O'Brien TD, Polzin DJ, Rivers BJ, Walter PA (1996). Duplex Doppler estimation of Pourcelot resistive index in arcuate arteries of sedated normal cats. *J. Vet. Intern. Med.*, **10(1)**, 28-33.

Ostrowska J, Kielbowicz Z, Zaleska-Dorobisz U, Atamaniuk W, Pietsch-Fulbiszevska A, Kinda W (2016). Resistive index (RI) obtained in renal interlobar arteries of normal dogs and cats by means of Doppler ultrasonography. *Pak. Vet. J.*, **36(1)**, 45-48.

Pace C (2019). Feline systemic hypertension: the how and why of blood pressure. *Vet. Nurs. J.*, **10(9)**, 501-505.

Pang DSJ (2016). *Inhalant anaesthetic agents*. In: Duke-Novakovski T, Seymour C, de Vries M (Eds), BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia, 3rd Edition, UK, British Small Animal Veterinary Association, p:207-213.

Papich MG, Riviere JE (2018). *Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 10th Edition, USA: John Wiley and Sons.

Park IC, Lee HS, Kim JT, Nam SJ, Choi R, Oh KS, Hyun C, Son CH (2008). Ultrasonographic evaluation of renal dimension and resistive index in clinically healthy Korean domestic short-hair cats. *J. Vet. Sci.*, **9(4)**, 415-419.

Penninck D, Sutherland-Smith J (2015). *Bladder and Urethra*. In: d' Anjou M, Penninck D (Eds), *Atlas of Small Animal Ultrasonography*, USA, John Wiley and Sons, p:363-385.

Platt JF (1992). Duplex Doppler evaluation of native kidney dysfunction: obstructive and nonobstructive disease. *AJR Am. J. Roentgenol.*, **158(5)**, 1035-1042.

Rademacher N (2018). Diagnostic imaging of the urinary tract. *J Small Anim Pract.*, **49(2)**, 261-286.

Reece WO (2015). *Duke's physiology of domestic animals*, 13th Edition, USA: John Wiley and Sons.

Reece WO (2015). *The Kidneys and Urinary System*. In: Reece WO (Eds), *Duke's physiology of domestic animals*, 13th Edition, USA: John Wiley and Sons.

Reece WO, Rowe EW (2017). *Functional Anatomy and Physiology of Domestic Animals*, 5th Edition, USA: John Wiley and Sons.

Reece WO, Rowe EW (2017). *The Urinary System*. *Functional Anatomy and Physiology of Domestic Animals*, 5th Edition, USA, John Wiley and Sons, p:298-337.

Schwarz T (2020). *General abdomen*, In: Hecht S (Eds), *Diagnostic Radiology in Small Animal Practice*, 2nd Edition, UK: 5m Books Ltd, p:182-188.

Seiler GS (2018). *Kidneys and ureters*. *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology*, 7th Edition, USA, Elsevier Press, p:823-826.

Sinclair M (2018). *Pharmacologic and Clinical Application of General Anesthetics*. Analgesia and anesthesia for the ill or injured dog and cat, 1st Edition, USA, John Wiley and Sons, p:169-170.

Smith BJ (2010). *The Urogenital System*. In: Cann CC (Eds), *Atlas of feline anatomy for veterinarians*. USA, CRC Press, p:172-173.

Thrall DE (2018). *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology*, 7th Edition, USA: Elsevier Press.

Varshney JP (2022). *Ultrasound in veterinary medicine: Fundamentals and applications*, 1st Edition, New Delhi: NIPA GENX ELECTRONIC RESOURCES & SOLUTIONS P. LTD.

Varshney JP, Chaudhary PS (2022a). *Basics of ultrasound*. In: Varshney JP (Eds), *Ultrasound in veterinary medicine: Fundamentals and applications*, 1st Edition, New Delhi, NIPA GENX ELECTRONIC RESOURCES & SOLUTIONS P. LTD, p:1-23.

Varshney JP, Chaudhary PS (2022b). *Ultrasonography and ultrasound machine*. In: Varshney JP (Eds), *Ultrasound in veterinary medicine: Fundamentals and applications*, 1st Edition, New Delhi, NIPA GENX ELECTRONIC RESOURCES & SOLUTIONS P. LTD, p:25-45.

Varshney JP, Chaudhary PS (2022c). *Doppler ultrasound*. In: Varshney JP (Eds), *Ultrasound in veterinary medicine: Fundamentals and applications*, 1st Edition, New Delhi, NIPA GENX ELECTRONIC RESOURCES & SOLUTIONS P. LTD, p:47-50.

Verlander JW (2020). *Renal Physiology*. Cunningham's textbook of veterinary physiology, 6th Edition, China, Elsevier Press, p:480-516.



