



T.C.  
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ANATOMİ ANABİLİM DALI  
VAN-D-2015-0002

**TAVŞANLARDA KALBİN  
B-MOD VE M-MOD EKOKARDİYOĞRAFİK  
YÖNTEMLE MORFOMETRİK İNCELENMESİ**

**Doktora Tezi**

**Ömer Gürkan DİLEK**

**DANIŞMAN  
Prof. Dr. Hasan ERDEN**

**AYDIN-2015**

**T.C.  
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ANATOMİ ANABİLİM DALI  
VAN-D-2015-0002**

**TAVŞANLARDA KALBİN  
B-MOD VE M-MOD EKOKARDİYOĞRAFİK  
YÖNTEMLE MORFOMETRİK İNCELENMESİ**

**Doktora Tezi**

**Ömer Gürkan DİLEK**

**DANIŞMAN  
Prof. Dr. Hasan ERDEN**

**AYDIN-2015**

**T.C.**  
**ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**  
**AYDIN**

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Anatomi (Veteriner) Anabilim Dalı Doktora Programı öğrencisi Ömer Gürkan DİLEK tarafından hazırlanan “*Tavşanlarda Kalbin B-Mod ve M-Mod Ekokardiyografik Yöntemle Morfometrik İncelenmesi*” başlıklı tez, 30/04/2015 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

**Unvanı, Adı ve Soyadı :**

1. Prof. Dr. Hasan ERDEN  
(Danışman – Jüri Başkanı)

2. Prof. Dr. Saadettin  
TIPIRDAMAZ

3. Prof. Dr. Melih AKSOY

4. Prof. Dr. Özcan ÖZGEL

5. Doç. Dr. Erkut TURAN

**Üniversitesi :**

ADÜ, Veteriner  
Fakültesi Anatomi AD

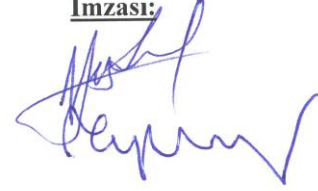
SÜ, Veteriner Fakültesi  
Anatomi AD

ADÜ, Veteriner  
Fakültesi Dölerme ve  
Suni Tohumlama AD

MAKÜ, Veteriner  
Fakültesi Anatomi AD

ADÜ, Veteriner  
Fakültesi Anatomi AD

**İmzası:**



Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Doktora Tezi, Enstitü Yönetim Kurulu'nun ..... sayılı kararıyla ..... tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ahmet CEYLAN  
Enstitü Müdürü

## ÖN SÖZ

Dünyada her yıl 17,5 milyon kişi kalp hastalıkları nedeniyle yaşamını yitirmekte olup, bu sayının ilerleyen yıllarda daha da artması beklenmektedir. İnsan sağlığını böylesine tehdit eden kalp hastalıkları karşısında hiç şüphesiz ki bilim camiası her geçen gün yeni buluşlar peşindedir. Bu amaçla laboratuvar hayvanı olarak dünyada önemli bir yere sahip olan Yeni Zelanda Beyaz tavşanları, birçok bilimsel çalışmada olduğu gibi kardiyolojik çalışmalarda da büyük bir yer tutmaktadır. Öyle ki kobay, fare, rat gibi diğer deney hayvanları ile karşılaştırıldığında kardiyak boyutların daha büyük olması sebebiyle kardiyolojik çalışmalarda tercih edilmektedir. Tüm bunlarla birlikte son yıllarda pet hayvanı olarak beslenen Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarında kongenital ve edinsel kalp hastalıkları da teşhis edilmiştir. Bu yönüyle veteriner hekimlikte de ayrı bir yere sahip olan tavşanlara ait kardiyak hastalıkların teşhisinde ekokardiyografik yöntemler kullanılmaktadır. Özellikle konsantrik ve eksantrik kardiyomyopatilerin teşhisinde periyodik ekokardiyografi muayenesi önem taşımaktadır. Bu sebeple sağlıklı hayvanlarda ekokardiyografik verilerin periyodik olarak incelendiği çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

Bu tez çalışmasında da kalp hastalıklarının teşhisinde ileri teknoloji olarak kabul edilen ekokardiyografi tekniği; yavru, puberte ve ergen olarak kabul edilen Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarında uygulanmıştır. Kardiyak muayene sonucu sağlıklı olduğu düşünülen tavşanlara ait, B-mod ve M-mod ekokardiyografik referans değerleri periyodik olarak sunulmuştur. Bu tez çalışması Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından (VTF-13015) desteklenmiştir.

# İÇİNDEKİLER

|   | <b>Sayfa</b> |
|---|--------------|
| KABUL VE ONAY   | i            |
| ÖN SÖZ  | ii           |
| İÇİNDEKİLER   | iii          |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ  | vii          |
| RESİMLER DİZİNİ   | x            |
| ÇİZELGELER DİZİNİ   | xi           |
| ŞEKİLLER DİZİNİ   | xiii         |
| <b>1. GİRİŞ</b>   | <b>1</b>     |
| <b>1.1. Çalışmanın Önemi ve Amacı</b>                                     | <b>1</b>     |
| <b>1.2. Kalp Anatomisi</b>  | <b>3</b>     |
| <b>1.2.1. Atrium Dextrum</b>  | <b>4</b>     |
| <b>1.2.2. Ventriculus Dexter</b>  | <b>5</b>     |
| <b>1.2.3. Atrium Sinistrum</b>  | <b>6</b>     |
| <b>1.2.4. Ventriculus Sinister</b>  | <b>6</b>     |
| <b>1.2.5. Kalbin Vaskularizasyonu</b>                                     | <b>8</b>     |
| <b>1.2.5.1. A. coronaria sinistra</b>                                     | <b>8</b>     |
| <b>1.2.5.2. A. coronaria dextra</b>                                       | <b>9</b>     |
| <b>1.2.5.3. V. cordis magna</b>   | <b>9</b>     |
| <b>1.2.5.4. V. cordis media</b>   | <b>9</b>     |
| <b>1.2.5.5. V. cordis dextra (parva)</b>                                  | <b>9</b>     |
| <b>1.3. Kalbin Uyarım ve İletim Sistemi</b>                               | <b>10</b>    |
| <b>1.4. Kardiyak Siklus</b>   | <b>11</b>    |
| <b>1.5. Ekokardiyografi Tekniğinin Gelişimi</b>                           | <b>11</b>    |
| <b>1.6. Ekokardiyografinin Fiziksel Prensipleri</b>                       | <b>13</b>    |
| <b>1.7. Görüntü Oluşumu</b>   | <b>14</b>    |
| <b>1.8. Diyagnostik Ekokardiyografi</b>                                   | <b>14</b>    |
| <b>1.9. Ekokardiyografik Muayene Teknikleri</b>                           | <b>15</b>    |
| <b>1.9.1. Brightness Mod veya İki Boyutlu (B-Mod/2-D) Ekokardiyografi</b> | <b>15</b>    |
| <b>1.9.1.1. Sağ parasternal kısa eksen görüntüleri</b>                    | <b>17</b>    |
| <b>1.9.1.2. Sağ parasternal uzun eksen görüntüleri</b>                    | <b>19</b>    |

|   | <b>Sayfa</b> |
|---|--------------|
| <b>1.9.1.3. Sol kaudal apikal uzun eksen görüntüleri</b>                            | 19           |
| <b>1.9.2. Motion Mod (M-Mod) Ekokardiyografi</b>                                    | 19           |
| <b>1.9.3. Doppler Ekokardiyografi</b>   | 21           |
| <b>1.9.3.1. Sürekli dalga (Continuous wave) doppler</b>                             | 22           |
| <b>1.9.3.2. Nabızlı dalga (Pulsed wave) doppler</b>                                 | 22           |
| <b>1.9.3.3. Renkli (Color) doppler</b>  | 22           |
| <b>1.10. Tavşanlarda Görülen Kalp Hastalıkları</b>                                  | 23           |
| <b>1.10.1. Konjestif Kalp Yetmezliği</b>  | 23           |
| <b>1.10.1.1. Konjestif sol kalp yetmezliği</b>                                      | 23           |
| <b>1.10.1.2. Konjestif sağ kalp yetmezliği</b>                                      | 23           |
| <b>1.10.2. Kongenital Kalp Hastalıkları</b>   | 23           |
| <b>1.10.3. Aritmi</b>   | 24           |
| <b>1.10.4. Kardiyomyopati</b>   | 24           |
| <b>1.10.4.1. Hipertrofik kardiyomyopati</b>   | 24           |
| <b>1.10.4.2. Dilate kardiyomyopati</b>  | 25           |
| <b>1.10.5. Mitral Kapak Hastalıkları</b>  | 25           |
| <b>1.10.6. Aortik Kapak Hastalığı ve Aort Darlığı</b>                               | 26           |
| <b>1.11. Ekokardiyografik Parametreler Üzerine Etkisi Olan Faktörler</b>            | 26           |
| <b>1.11.1. Irk, Cinsiyet ve Yaşın Etkisi</b>  | 26           |
| <b>1.11.2. Vücut Ağırlığının, Vücut Yüzey Alanının ve Kalp Frekansının Etkileri</b> | 27           |
| <b>1.11.3. Anestezinin Etkisi</b>   | 27           |
| <b>1.12. Transduser Seçimi</b>  | 28           |
| <b>2. GEREÇ VE YÖNTEM</b>   | 30           |
| <b>2.1. Gereç</b>   | 30           |
| <b>2.1.1. Hayvan Materyali</b>  | 30           |
| <b>2.1.2. Ekokardiyografi Cihazının Özellikleri</b>                                 | 30           |
| <b>2.2. Yöntem</b>  | 31           |
| <b>2.2.1. Hayvan Materyalinin Gruplandırılması</b>                                  | 31           |
| <b>2.2.2. Ekokardiyografik Muayene Öncesi Yapılan Hazırlıklar</b>                   | 31           |

|  | <b>Sayfa</b> |
|--|--------------|
| <b>2.2.3.</b> Ekokardiyografik Muayene ve Ölçümler   | 34           |
| <b>2.2.4.</b> M-Mod ve B-Mod Ekokardiyografik Ölçümler   | 38           |
| <b>2.2.4.1.</b> M-Mod ekokardiyografik ölçümler  | 38           |
| <b>2.2.4.2.</b> B-Mod ekokardiyografik ölçümler  | 39           |
| <b>2.2.5.</b> İstatistiksel Yöntemler  | 39           |
| <b>3.</b> BULGULAR   | 40           |
| <b>3.1.</b> Tavşanlara Ait Tanımlayıcı Fiziksel Özellikler                                     | 40           |
| <b>3.2.</b> Klinik Muayene Bulguları   | 41           |
| <b>3.3.</b> M-Mod ve B-Mod Ekokardiyografik Muayene Bulguları                                  | 45           |
| <b>3.3.1.</b> İnterventriküler Septumun Diastol Sonu Kalınlığı (IVSTd)                         | 53           |
| <b>3.3.2.</b> Sol Ventrikül Diastol Sonu İç Çapı (LVIDd)                                       | 53           |
| <b>3.3.3.</b> Sol Ventrikül Posterior Duvarı Diastol Sonu Kalınlığı (LVPWd)                    | 54           |
| <b>3.3.4.</b> İnterventriküler Septumun Sistol Sonu Kalınlığı (IVSTs)                          | 54           |
| <b>3.3.5.</b> Sol Ventrikül Sistol Sonu İç Çapı (LVIDs)  | 55           |
| <b>3.3.6.</b> Sol Ventrikül Posterior Duvarı Sistol Sonu Kalınlığı (LVPWs)                     | 55           |
| <b>3.3.7.</b> E Noktası Septal Açılımı (EPSS)  | 56           |
| <b>3.3.8.</b> Sol Ventrikül Yüzde Fırlatma Gücü (% EF)   | 57           |
| <b>3.3.9.</b> Sol Ventrikül Yüzde Kasılma Gücü (% FS)  | 57           |
| <b>3.3.10.</b> Sol Atrium Diastol Sonu Çapı (LAd)  | 58           |
| <b>3.3.11.</b> Aort Kökü Diastol Sonu Çapı (AOd)   | 58           |
| <b>3.3.12.</b> Sol Atrium Diastol Sonu Çapı'nın Aort Kökü Diastol Sonu Çapı'na Oranı (LAd/AOd) | 59           |
| <b>4.</b> TARTIŞMA   | 60           |
| <b>4.1.</b> Ekokardiyografik Parametreler  | 65           |
| <b>4.1.1.</b> İnterventriküler Septumun Diastol Sonu Kalınlığı (IVSTd)                         | 65           |
| <b>4.1.2.</b> Sol Ventrikül Diastol Sonu İç Çapı (LVIDd)                                       | 67           |

|  | <b>Sayfa</b> |
|--|--------------|
| <b>4.1.3. Sol Ventrikül Posterior Duvarı Diastol Sonu Kalınlığı (LVPWd)</b>                    | 69           |
| <b>4.1.4. İnterventriküler Septumun Sistol Sonu Kalınlığı (IVSTs)</b>                          | 70           |
| <b>4.1.5. Sol Ventrikül Sistol Sonu İç Çapı (LVIDs)</b>  | 71           |
| <b>4.1.6. Sol Ventrikül Posterior Duvarı Sistol Sonu Kalınlığı (LVPWs)</b>                     | 72           |
| <b>4.1.7. E Noktası Septal Açılımı (EPSS)</b>  | 73           |
| <b>4.1.8. Sol Ventrikül Yüzde Fırlatma Gücü (% EF)</b>   | 74           |
| <b>4.1.9. Sol Ventrikül Yüzde Kasılma Gücü (% FS)</b>  | 75           |
| <b>4.1.10. Sol Atrium Diastol Sonu Çapı (LAd)</b>  | 76           |
| <b>4.1.11. Aort Kökü Diastol Sonu Çapı (AOd)</b>   | 78           |
| <b>4.1.12. Sol Atrium Diastol Sonu Çapı'nın Aort Kökü Diastol Sonu Çapı'na Oranı (LAd/AOd)</b> | 79           |
| <b>5. SONUÇ</b>  | 80           |
| <b>ÖZET</b>  | 81           |
| <b>SUMMARY</b>   | 82           |
| <b>KAYNAKLAR</b>   | 84           |
| <b>ÖZ GEÇMİŞ</b>   | 101          |
| <b>TEŞEKKÜR</b>  | 102          |



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

- A: Arteria  
AO: Aort  
AOd: Aort kökü diastol sonu çapı  
AMV: Anterior mitral kapak  
APM: Anterior musculus papillaris  
B-Mod: Brightness Mode  
BSA: Vücut yüzey alanı  
BW: Vücut ağırlığı  
Cm: Santimetre  
CW: Sürekli dalga doppler  
Dl: Desilitre  
EPSS: E Noktası Septal Açılımı  
Fl: Femtolitre  
For: Foramen  
GA: Güven aralığı  
Gr: Gram  
GRA: Granülosit  
HCT: Hematokrit  
HGB: Hemoglobün  
HR: Kalp atım hızı  
IVS: İnterventriküler septum  
IVST: İnterventriküler septumun kalınlığı  
IVSTd: İnterventriküler septumun diastol sonu kalınlığı  
IVSTs: İnterventriküler septumun sistol sonu kalınlığı  
Kg: Kilogram  
l: Litre  
LA: Sol atrium  
LAd: Sol atrium diastol sonu çapı  
LV: Sol ventrikül  
LVIDd: Sol ventrikülün diastol sonu iç çapı  
LVIDs: Sol ventrikülün sistol sonu iç çapı  
LVPWd: Sol ventrikül posterior duvarının diastol sonu kalınlığı

LVPWs: Sol ventrikül posterior duvarının sistol sonu kalınlığı  
LVW: Sol ventrikül duvarı  
LYM: Lenfosit  
M-Mod: Motion mode  
M: Musculus  
Maks: Maksimum  
MCH: Ortalama hemoglobin hacmi  
MCHC: Ortalama hemoglobin konsantrasyonu  
MCV: Ortalama eritrosit hacmi  
Min: Minimum  
ml: Mililitre  
mm: milimetre  
MON: Monosit  
Ort: Ortalama  
Osk: Oskultasyon  
ÖD: Önemli değil  
P: Önemlilik değeri  
Pg: Pikogram  
PM: Musculus papillaris  
PMV: Posterior mitral kapak  
PPM: Posterior musculus papillaris  
PW: Nabızlı dalga doppler  
R: Ramus  
RBC: Eritrosit  
RDWC: Eritrosit dağılım genişliği  
RV: Sağ ventrikül  
Sn: Saniye  
Tr: Truncus  
V: Vena  
Vv: Venae  
WBC: Lökosit  
 $\bar{x}$  : Ortalama değer  
S: Standart sapma

2-D: İki boyutlu

% EF: Sol ventrikül yüzde fırlatma gücü

% FS: Sol ventrikül yüzde kasılma gücü

°C: Santigrat derece

m<sup>2</sup>: Metrekare

## RESİMLER DİZİNİ

|   | <b>Sayfa</b> |
|---|--------------|
| <b>Resim 2.1.</b> Mindray DC 6 Vet ultrason cihazı.                       | 30           |
| <b>Resim 2.2.</b> A: Vücut uzunluğu, B: Göğüs çevresi uzunluğu ölçümleri. | 33           |
| <b>Resim 2.3.</b> Ekokardiyografik muayene.                               | 34           |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

|  | <b>Sayfa</b> |
|--|--------------|
| <b>Çizelge 1.1.</b> B-mod ve M-mod ekokardiyografide ölçülebilen bazı parametreler.  | 21           |
| <b>Çizelge 1.2.</b> Hayvan türlerine göre ekokardiyografik muayenelerde kullanılan transduser tip ve frekans seçimi.                                 | 29           |
| <b>Çizelge 2.1.</b> Tez veri formu örneği.   | 32           |
| <b>Çizelge 3.1.</b> Üç aylık erkek (grup 1) ve dişi (grup 2) tavşanların fiziksel özellikleri.   | 40           |
| <b>Çizelge 3.2.</b> Altı aylık erkek (grup 3) ve dişi (grup 4) tavşanların fiziksel özellikleri.   | 40           |
| <b>Çizelge 3.3.</b> Dokuz aylık erkek (grup 5) ve dişi (grup 6) tavşanların fiziksel özellikleri.  | 41           |
| <b>Çizelge 3.4.</b> Üç (grup 1 ve grup 2), altı (grup 3 ve 4) ve dokuz (grup 5 ve 6) aylık tavşanların fiziksel özellikleri ve önemlilik değerleri.  | 41           |
| <b>Çizelge 3.5.</b> Üç aylık erkek (grup 1) ve dişi (grup 2) tavşanların nabız ve sıcaklık değerleri.  | 42           |
| <b>Çizelge 3.6.</b> Altı aylık erkek (grup 3) ve dişi (grup 4) tavşanların nabız ve sıcaklık değerleri.  | 42           |
| <b>Çizelge 3.7.</b> Dokuz aylık erkek (grup 5) ve dişi (grup 6) tavşanların nabız ve sıcaklık değerleri.   | 43           |
| <b>Çizelge 3.8.</b> Üç aylık (grup 1 ve grup 2), altı (grup 3 ve 4) ve dokuz (grup 5 ve 6) aylık tavşanların nabız, sıcaklık ve önemlilik değerleri. | 43           |
| <b>Çizelge 3.9.</b> Üç aylık erkek (grup 1) ve dişi (grup 2) tavşanların lökositler hemogram parametreleri.  | 43           |
| <b>Çizelge 3.10.</b> Altı aylık erkek (grup 3) ve dişi (grup 4) tavşanların lökositler hemogram parametreleri.                                       | 44           |
| <b>Çizelge 3.11.</b> Dokuz aylık erkek (grup 5) ve dişi (grup 6) tavşanların lökositler hemogram parametreleri.                                      | 44           |
| <b>Çizelge 3.12.</b> Üç aylık erkek (grup 1) ve dişi (grup 2) tavşanların eritrositer hemogram parametreleri.  | 44           |
| <b>Çizelge 3.13.</b> Altı aylık erkek (grup 3) ve dişi (grup 4) tavşanların eritrositer hemogram parametreleri.                                      | 44           |

|   | <b>Sayfa</b> |
|---|--------------|
| <b>Çizelge 3.14.</b> Dokuz aylık erkek (grup 5) ve dişi (grup 6) tavşanların eritrositer hemogram parametreleri.                        | 45           |
| <b>Çizelge 3.15.</b> Üç (grup 1 ve grup 2), altı (grup 3 ve 4) ve dokuz (grup 5 ve 6) aylık tavşanların ekokardiyografik parametreleri. | 46           |
| <b>Çizelge 3.16.</b> Üç (grup1), altı (grup 3) ve dokuz (grup 5) aylık erkek tavşanların ekokardiyografik parametreleri.                | 47           |
| <b>Çizelge 3.17.</b> Üç (grup 2), altı (grup 4) ve dokuz (grup 6) aylık dişi tavşanların ekokardiyografik parametreleri.                | 48           |
| <b>Çizelge 3.18.</b> Üç aylık erkek (grup 1) ve dişi (grup 2) tavşanların ekokardiyografik parametreleri.                               | 49           |
| <b>Çizelge 3.19.</b> Altı aylık erkek (grup 3) ve dişi (grup 4) tavşanların ekokardiyografik parametreleri.                             | 50           |
| <b>Çizelge 3.20.</b> Dokuz aylık erkek (grup 5) ve dişi (grup 6) tavşanların ekokardiyografik parametreleri.                            | 51           |
| <b>Çizelge 3.21.</b> Ağırlık ve yaşın ekokardiyografik parametreler ile korelasyon ilişkisi değerleri.                                  | 52           |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|   | <b>Sayfa</b> |
|---|--------------|
| <b>Şekil 1.1.</b> Kalbin facies atrialis'ten görünümü<br>(Düzenlenerek alıntı Barone ve ark 1973).                  | 7            |
| <b>Şekil 1.2.</b> Kalbin facies auricularis'den görünümü<br>(Düzenlenerek alıntı Barone ve ark 1973).               | 7            |
| <b>Şekil 1.3.</b> Kalbin longitudinal kesiti görünümü<br>(Düzenlenerek alıntı Barone ve ark 1973).                  | 8            |
| <b>Şekil 1.4.</b> Kalbin facies dorsalis'den görünümü<br>(Düzenlenerek alıntı Barone ve ark 1973).                  | 10           |
| <b>Şekil 1.5.</b> İki boyutlu görüntülemenin prensibi<br>(Keleş 2012'den alınmıştır).                               | 16           |
| <b>Şekil 1.6.</b> Sağ parasternal kısa eksen m. papillaris seviyesi görüntüsü<br>(Düzenlenerek alıntı Boon 2011).   | 17           |
| <b>Şekil 1.7.</b> Sağ parasternal kısa eksen valva mitralis seviyesi görüntüsü.<br>(Düzenlenerek alıntı Boon 2011). | 18           |
| <b>Şekil 1.8.</b> Sağ parasternal kısa eksen valva aortae seviyesi görüntüsü<br>(Düzenlenerek alıntı Boon 2011).    | 18           |
| <b>Şekil 1.9.</b> M-mod görüntülerde sistol ve diastol sonu ölçüm yöntemi<br>(Düzenlenerek alıntı Boon 2002).       | 20           |
| <b>Şekil 2.1.</b> Sağ parasternal kısa eksen valva aortae seviyesi görüntüsü.                                       | 35           |
| <b>Şekil 2.2.</b> Sağ parasternal kısa eksen m. papillaris seviyesi görüntüsü.                                      | 36           |
| <b>Şekil 2.3.</b> Sağ parasternal kısa eksen valva mitralis seviyesi görüntüsü.                                     | 37           |

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Çalışmanın Önemi ve Amacı

Bu tez çalışması, tavşanlarda bazı ekokardiyografik parametrelerin yaş, cinsiyet ve ağırlık gözetilerek değerlendirilmesini kapsamaktadır.

Tavşanlarda büyümeyi, genotip (El-Maghawry ve ark 1988, Mach ve Safarova 1988), cinsiyet (Kraus ve ark 1977, Ahmed ve ark 1986), yaş (Joy ve ark 1985, Bhasin ve ark 1989), çevre sıcaklığı (Rafai ve Papp 1984, Colin 1990) ve bakım besleme (Maertens ve De Groote 1990, El-Sayiad ve ark 1993) etkilemektedir. Yeni Zelanda tavşanları doğumdan sonraki ilk üç aylık dönemde yavru olarak kabul edilmekte, beşinci ayda ergenlik periyodunu tamamlamaktadır (Mach ve Safarova 1988, Maertens ve De Groote 1990, Nazlıgül 1998). Yeni Zelanda tavşanları optimal şartlarda sekizinci ayda büyümesini tamamlamaktadır (Nazlıgül 1998).

Tezin hayvan materyalinin her iki cinsiyetten üç, altı ve dokuz aylık sağlıklı Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarından oluşması planlanmıştır.

Çalışmanın güvenilirliğini arttırmak için; araştırmacının altı ay süre ile Prof. Dr. Kathleen McEntee rehberliğinde Université Libre de Bruxelles, Faculté de Médecine, Laboratoire de Physiologie et de Physiopathologie, Brüksel/Belçika'da ekokardiyografi eğitimi alması sağlanmıştır. Ayrıca hayvan materyali olarak aynı bakım, besleme ve çevre koşullarında yetiştirilmiş, vücut yüzey alanı birbirine yakın tavşanların temin edilmesine özen gösterilmiştir. Sedasyon amacıyla tüm tavşanlara aynı preparatın kullanılmasına, klinik muayene ve laboratuvar analizleri sonucu tavşanların kardiyolojik patolojisinin olmamasına dikkat edilmiştir. Ölçümlerin aynı laboratuvar ortamında, aynı ekokardiyografi cihazı ve eklentileri aracılığıyla alınmasının önemi göz önünde bulundurulmuştur. Ölçüm değerlerinin aynı araştırmacı tarafından ve her bir ölçümün üç kez tekrar edilerek ortalamasının alınması öngörülmüştür.

Tez konusuna ilişkin daha önce yapılmış çalışmalar konusunda ayrıntılı bir literatür çalışması yapılmıştır:

Yeni Zelanda tavşanları, pet hayvanı olarak (Martin ve ark 1987, Hillyer 1994, Li ve Lipman 1995, Fontes-Sousa ve ark 2006), eti, kılı ve gübresinden faydalanmak için



(Sambras 1992), bilimsel çalışmalarda deney hayvanı olarak (Hanes ve ark 2001, Abidu-Figueiredo ve ark 2008, Mapara ve ark 2012, Bienert ve ark 2014, Garcia Denegri ve ark 2014, Miller ve ark 2014, Vantaux ve ark 2014, Williams ve ark 2014), beşerî hekimlik eğitiminde ise kardiyovasküler sistemin incelenmesinde özellikle de ekokardiyografik parametrelerin ölçümlerinde kullanılmaktadır (Tetsuya ve Itsuro 2006).

Hayvan modelleri son zamanlarda kardiyovasküler hastalık araştırmalarında gittikçe artan bir öneme sahiptir (Stypmann ve ark 2007). Beagle ırkı köpekler kardiyovasküler sistem araştırmalarında laboratuvar deney hayvanı olarak kullanılmaktadır (Crippa ve ark 1992, Hanton ve ark 1998, Diez-Prieto ve ark 2010). Konrad ve ark (2000) kalp ve aort morfolojisinin incelenmesinde deney hayvanı olarak yavru domuzlardan yararlanmıştır. Boluyt ve ark (2004) ratlarda yaşa bağlı sistolik ve diastolik farklılıkları incelemiştir.

Tavşan modelleri aritmogenezis ve aritmi çalışmalarında fare modellerine göre daha büyük kalp kitlesine sahip olduğu için sıklıkla kullanılır (Stypmann ve ark 2007).

Tavşan, sahip olduğu anatomik ve fizyolojik özelliklerinden dolayı insan hekimliğinde kullanılan bir model hayvandır. Tavşanlar glaucoma (Gagandeep ve ark 2014, Lee ve ark 2014, Shao ve ark 2014, Turgut ve ark 2014), rutin toksikoloji testleri ve pyrogen testleri (Poyraz 2000), Von Willebrand hastalığı, tavşanların transplantable tümörleri, teratoloji, immunoloji, yaşlanma araştırmaları, ortopedik çalışmalarda (An ve Friedman 1998, Turner 2001) ve özellikle de hipertansiyon (Liu ve ark 2013, Rocha-Sousa ve ark 2014), arteriyosklerosis (Phinikaridou ve ark 2009, Dornas ve ark 2010), kardiyomyopati (He ve ark 2012, Gava ve ark 2013, Ashida ve ark 2014) araştırmalarında kullanılmaktadır.

Huwez ve ark (1994) sol ventrikül hacim ve kütesinin bebeklik çağından erken ergenliğe kadar olan dönemde alt ve üst limit parametrelerini elde etmiştir. Wong ve ark (2008) Güney Asya'da yaşayan insanlarda farklı yaş gruplarında sol ventrikül kütesi ile birlikte ekokardiyografik parametreleri araştırmıştır. Ruan ve Nagueh (2005) yaşın insanlarda sistolik kalp fonksiyonları üzerine etkisini incelemiştir. Daimon ve ark (2008) Japon ırkında sağlıklı insanların yaşa bağlı ekokardiyografik varyasyonlarını incelemiştir.

Günümüzde insanların yanı sıra at (Al-Haidar ve ark 2013), köpek (Schober ve Fuentes 2001, Suzuki ve ark 2013), kedi (Schille ve Skrodzki 1999) ve koyunda (Poser ve

ark 2013) yaş, cinsiyet, vücut ağırlığı gibi faktörlere bağlı ekokardiyografik parametre değişimlerinin izlendiği çalışmalar bulunmaktadır.

Tavşanlarda da ekokardiyografik parametrelerin incelenmiş olduğu araştırmalar bulunmaktadır. Fontes-Sousa ve ark (2006), erkek Yeni Zelanda tavşanlarında referans verileri sunmuştur. Stypmann ve ark (2007) çalışmalarındaki ekokardiyografik verileri Fontes Sousa ve ark (2006)'nın verileri karşılaştırmıştır. Tavşanlarda kalbe ait ekokardiyografik parametrelerin periyodik olarak incelendiği çalışmalar sınırlı olup, Gan ve ark (2004), üç ve 12 aylık tavşanlarda sol atrium ve ventrikül'e ilişkin ekokardiyografik parametreleri pentobarbital anestezisi altında incelemiştir.

Bu çalışmanın amacı; sağlıklı Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarında, üç, altı ve dokuz aylık dönemlerde ağırlık, cinsiyet ve yaşın kalbe ait parametrelere etkisinin 'B-mod ve B-mod kılavuzluğunda M-mod yöntemle' ekokakardiyografik olarak incelenmesidir.

## **1.2. Kalp Anatomisi**

Kalp, cavum thoracis içerisinde, spatium mediastinum'da pericardium ile sarılmış durumda (Aksoy 2000), tavşanlarda üçüncü-altıncı kostalar arasında yer almaktadır (Barone ve ark 1973, Vella ve Donnelly 2012). Aorta ile columna vertebralis'e, truncus pulmonalis ve vv. pulmonales ile akciğerlere, v. cava cranialis dextra et sinistra ile göğüs boşluğu girişine (apertura thoracis cranialis), v. cava caudalis ve lig. phrenicopericardiacum vasıtası ile de diaphragma'ya bağlanır (Aksoy 2000).

Pericardium, kalbi ve kalbe giren ve çıkan damarların kalbe yakın kısımlarını örtmektedir (Mclaughlin ve Chiasson 1990, Öcal ve ark 1999, Aksoy 2000). Pericardium iki yapraktan oluşur. Bu iki yapraktan biri pericardium fibrosum, diğeri pericardium serosum'dur. Pericardium serosum, biri pericardium fibrosum'un iç yüzünü örten, diğeri kalbin dış yüzünü örten iki katmandan oluşur. Bu katmanlara lamina parietalis ve lamina visceralis denir. Lamina parietalis, pericardium'un basis'inde içe doğru kıvrılarak vagina serosa arteriarium'u sarar. Lamina visceralis kalbin dış yüzünü sararak epicardium'u oluşturur. Pericardium serosum'un lamina parietalis'i ile lamina visceralis'i arasında bulunan boşluk cavum pericardii olup, bu boşluk içindeki sıvıya liquor pericardii adı verilir. Bu sıvı kalp hareketlerinden kaynaklanabilecek aşınma ve sürtünme gibi etkileri minimum seviyeye indirmektedir (Aksoy 2000). Tavşanda, kalbin ağırlığının bir kilogram canlı ağırlıkta üç gram olduğu ifade edilmektedir. (Selçuk 1985, Vella ve Donnelly 2012).

Kalbin, sağda atriumların bulunduğu yüzüne *facies atrialis* (Şekil 1.1.), solda *auricula*'ların bulunduğu yüzüne ise *facies auricularis* (Şekil 1.2.) adı verilir. Bu iki yüzün sınırını *margo ventricularis dexter* (*margo cranialis*) ile *margo ventricularis sinister* (*margo caudalis*) verir. Kalbin dorsal'deki geniş tabanı *basis cordis*, ventral'deki sivri ucu *apex cordis* olarak isimlendirilir. Kalbin dış yüzünde *sulcus interventricularis paraconalis*, *sulcus interventricularis subsinuosus* ve *sulcus coronarius* adı verilen üç adet oluk bulunmaktadır. *Sulcus interventricularis paraconalis*; kalbin auricular yüzünde, *sulcus coronarius*'tan başlayıp *apex cordis*'e uzanır, *ventriculus dexter* ile *ventriculus sinister*'in sınırını belirleyen oluktur. *Sulcus interventricularis subsinuosus* ise; kalbin atrial yüzünde, *sulcus coronarius*'tan başlayıp *apex cordis*'in ucuna kadar gelen oluktur. *Sulcus coronarius*; atrium ve *ventriculus*'ların birleşme noktası hizasında kalbi çevreleyen oluk olup, *a. coronaria sinistra*'nın *ramus circumflexus sinister*'ini, *a. coronaria dextra*'nın bir bölümünü ve *v. cordis magna*'yı barındırır (Aksoy 2000).

Kalbin iç yüzü; *septum interventriculare* (Şekil 1.3.) ve *septum interatriale* aracılığıyla sağ ve sol iki bölüme ayrılır. Atrium'ları *ventriculus*'lardan ayıran bölme ise *septum atrioventriculare*'dir. Sağ taraftaki bölüm venöz kan, sol tarafta bulunan kısım ise arteriyel kan içerir (Aksoy 2000).

### **1.2.1. Atrium Dextrum**

*Atrium dextrum*; kalbin sağ-ön kısmında, *ventriculus dexter*'in üstünde bulunmaktadır. Dıştan *sulcus terminalis*, içten ise *crista terminalis* aracılığıyla *sinus venorum cavorum* ve asıl atrium boşluğuna ayrılır (Öcal ve ark 1999). Tavşanlarda, *vena cava cranialis dextra* ve *vena cava cranialis sinistra atrium dextrum*'a açılır (Koch ve Berg 1993, Aksoy 2000, Bozkurt 2001, Vella ve Donnelly 2012).

Kanın *atrium dextrum*'dan *ventriculus dexter*'e geçmesini sağlayan deliğe *ostium atrioventriculare dextrum* adı verilir (Barone ve ark 1973, Mclaughlin ve Chiasson 1990, Aksoy 2000). *Ostium atrioventriculare dextrum*'da *anulus fibrosus dexter* adı verilen halkasal yapı bulunmaktadır. Bu bölgede kanın atrium'a geri dönmesini engelleyen *valva tricuspidalis* (*valva atrioventricularis dextra*) adı verilen kapak bulunur (Mclaughlin ve Chiasson 1990, Aksoy 2000, Ateş ve Çakır 2010). Bu kapaklar simetrik olmayan, üçgen şekilli üç adet kapakçıktan oluşmaktadır. Memelilerde kapakçıklar tutundukları bölgelere göre; *cuspidis parietalis* (*cuspidis posterior*), *cuspidis angularis* ve *cuspidis septalis* olarak isimlendirilmektedir (Dursun 2006).

Ateş ve Çakır (2010), üzerinde çalıştıkları 10 Yeni Zelanda tavşanının üçünde valva atrioventricularis dextra'nın iki yaprakçıktan oluştuğunu bildirmiştir. Bir başka çalışmada, Aksoy (2000), tavşanlarda *cusps angularis* ile *cusps parietalis*'in birleşerek *cusps anguloparietalis*'i oluşturduğunu bildirmiştir.

Sinus venorum cavorum'a, v. cava cranialis dextra et sinistra, v. cava caudalis ve sinus coronarius açılır. Bu damarların açıldığı delikler de sırasıyla; ostium vena cava cranialis, ostium vena cava caudalis ve ostium sinus coronarii adını alırlar. Ostium vena cava cranialis ile ostium vena cava caudalis arasında bulunan tümseklige tuberculum intervenosum denir. Septum interatriale üzerinde sağ taraftan görülen çukurluk, fossa ovalis adını alır. Prenatal dönemde for. ovale'nin kapanması sonucu oluşur. Atrium dextrum'da bulunan kulak kepçesi şeklindeki oluşuma auricula dextra adı verilir. Bu oluşumun iç yüzünde muscili pectinati adı verilen kas çıkıntıları bulunur (Aksoy 2000).

### **1.2.2. Ventriculus Dexter**

Ventriculus dexter; kalbin sağ-alt kısmında, atrium dextrum'un altında bulunmaktadır. Ventriculus dexter'in boşluğu apex cordis'e kadar uzanmaz ve duvarı ventriculus sinister'e göre daha ince olarak görünür. Ventriculus dexter, atrium dextrum'dan gelen kanı truncus pulmonalis vasıtasıyla akciğerlere pompaladığı için duvar kalınlığı ventriculus dexter'e oranla daha azdır (McLaughlin ve Chiasson 1990, Aksoy 2000).

Ventriculus dexter'de üç adet m. papillaris bulunur (Aksoy 2000, Ateş ve Çakır 2010). Tavşanlarda septum interventriculare üzerinde bulunan m. papillaris'ler; m. papillaris magnus, muscili papillares parvi ve m. papillaris subarteriosus adını alır. Bu üç mm. papillaris'in her birinden iki-üç adet chordae tendineae adı verilen beyaz renkli oluşum çıkmaktadır ve bunlar doğrudan ya da kendi aralarında parçalara ayrılarak valva atrioventricularis dextra'ya tutunur. Ventriculus dexter'de, ostium trunci pulmonalis olarak isimlendirilen bir delik bulunmaktadır. Ostium trunci pulmonalis'te üç adet kapakçık bulunmaktadır. Bu kapakçıklar, deliğin önünde yer alan valvula semilunaris intermedia (valvula semilunaris anterior), deliğin sağ ve arkasında yer alan valvula semilunaris dextra, deliğin solu ve arkasında yer alan valvula semilunaris sinistra olarak isimlendirilir (Aksoy 2000).

### 1.2.3. Atrium Sinistrum

Atrium sinistrum, kalbin sol-arka tarafında, ventriculus sinister'in üstünde bulunur (McLaughlin ve Chiasson 1990, Aksoy 2000). Bu boşluğa, tavşanlarda akciğerlerden kalbe temiz kan taşıyan dört adet vena pulmonalis açılır (Aksoy 2000).

Atrium sinistrum, serbest kenarı çentikli bir auricula sinistra'ya sahiptir. Auricula'nın iç yüzünde musculi pectinati adı verilen kas çıkıntıları bulunur. Atrium'un iç duvarında septum interatriale bulunur (Aksoy 2000).

Atrium sinistrum ile ventriculus sinister arasında ostium atrioventriculare sinistrum bulunur. Anulus fibrosus ile çevrelenen bu delikte valva bicuspidalis (mitralis) yer alır (McLaughlin ve Chiasson 1990, Aksoy 2000). Mitral kapak, tavşanlarda cuspis septalis ile cuspis parietalis adı verilen iki yaprakçıktan oluşur (Aksoy 2000).

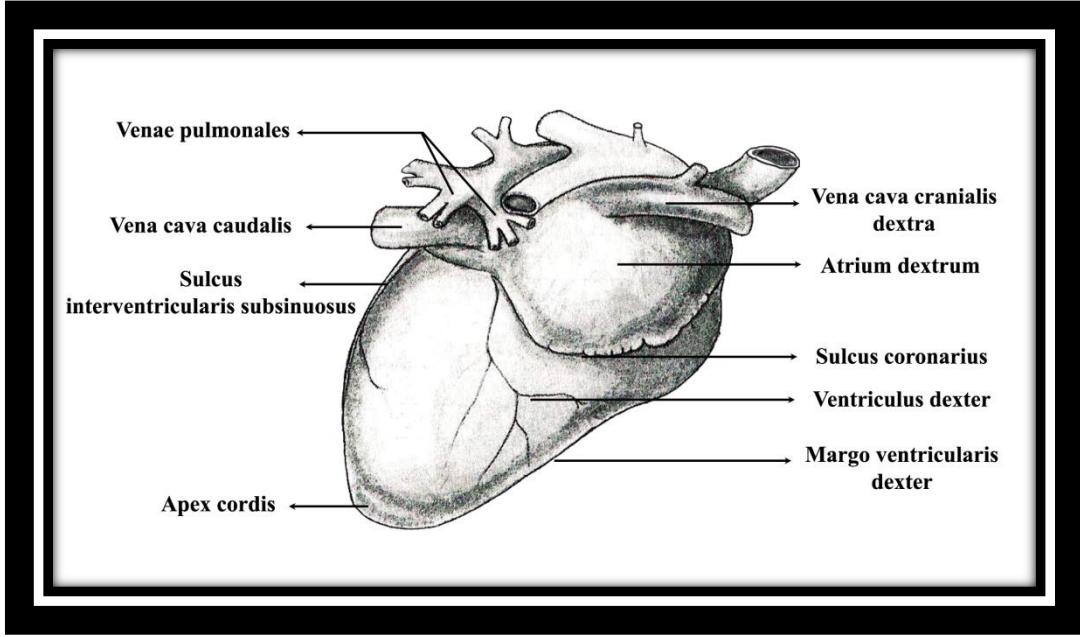
### 1.2.4. Ventriculus Sinister

Ventriculus sinister, kalbin sol-arka tarafında, atrium sinistrum'un altında yer almaktadır. Sağ ventriculus'a göre daha uzundur. Ventriculus boşluğu apex cordis'e kadar uzanmakta ve duvarının kalınlığı ventriculus dexter'e göre daha fazladır. Ventriculus sinister ostium atrioventriculare sinistrum vasıtasıyla atrium sinistrum ile iştirak halindedir ve bu deliğin etrafını anulus fibrosus çevreler (Craigie 1948, McLaughlin ve Chiasson 1990, Aksoy 2000).

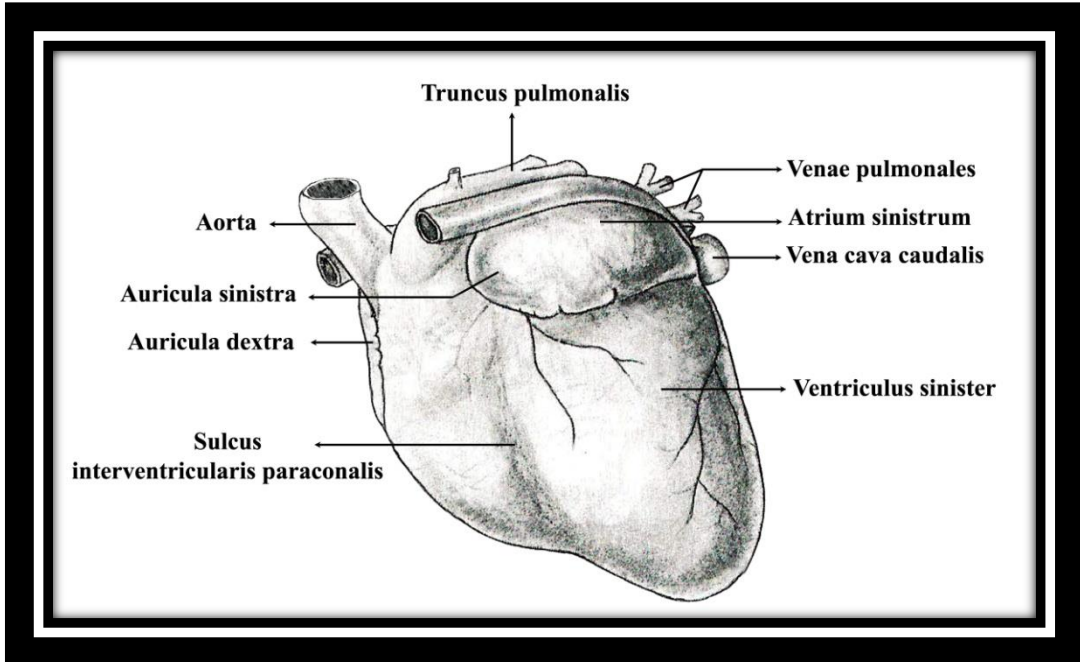
Tavşanlarda, ventriculus sinister'de m. papillaris subatrialis ve m. papillaris subauricularis adında iki adet m. papillaris bulunur. M. papillaris subatrialis boşluğun arkasında, m. papillaris subauricularis ise boşluğun önünde yer almaktadır. Tavşanlarda her bir m. papillaris'ten üç-dört adet chordae tendineae görünür. Ayrıca trabecula septomarginalis adı verilen ve bir duvardan çıkarak diğerine bağlanan enine kas uzantıları da bulunmaktadır (Aksoy 2000).

Ventriculus sinister'de ostium atrioventriculare sinistrum ve ostium aortae (Şekil 1.4.) adında iki delik bulunur. Ostium aortae, tüm vücuda arteriyel kanın pompalanmasını sağlayan aorta adlı damarın çıkış deliğidir (Craigie 1948, Aksoy 2000). Anulus fibrosus adlı fibröz bağ doku ile çevrilidir. Bu delik hizasında valvula semilunaris adında üç adet kapakçık bulunur (McLaughlin ve Chiasson 1990, Aksoy 2000). Bu kapakçıklar sırasıyla valvula semilunaris septalis, valvula semilunaris dextra ve valvula semilunaris sinistra

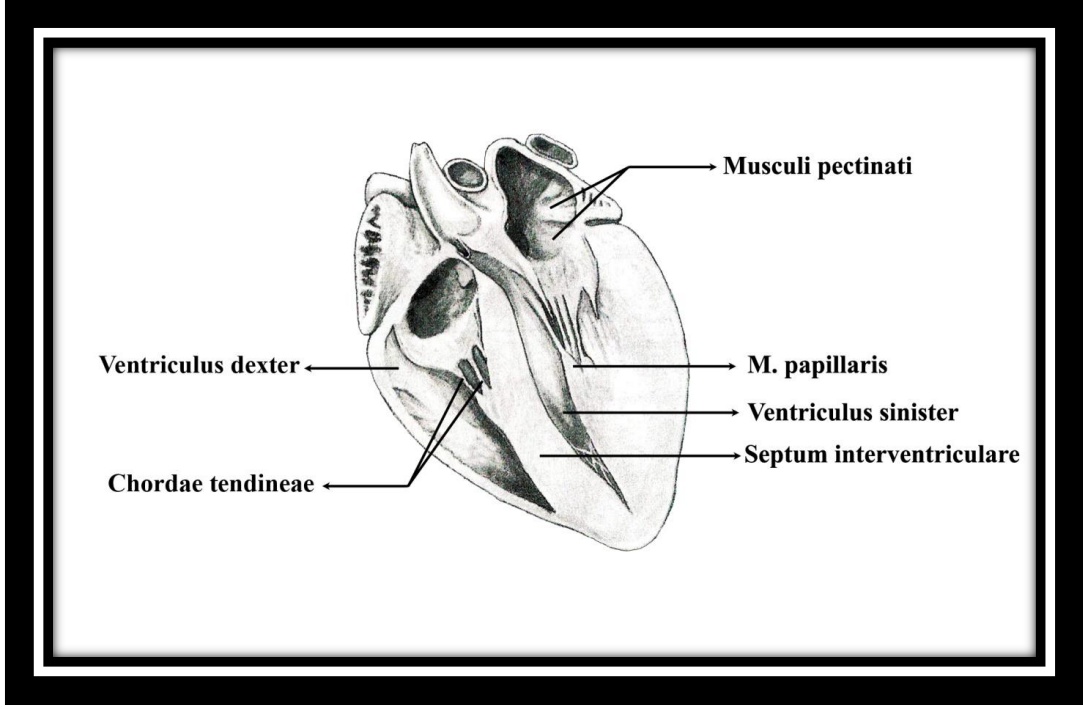
olarak isimlendirilir. Ventriculus sinister ile ventriculus dexter'i ayıran yapıya septum interventriculare adı verilir (Aksoy 2000).



Şekil 1.1. Kalbin facies atrialis'ten görünümü (Düzenlenerek alıntı Barone ve ark 1973).



Şekil 1.2. Kalbin facies auricularis'den görünümü (Düzenlenerek alıntı Barone ve ark 1973).



Şekil 1.3. Kalbin longitudinal kesiti görünümü (Düzenlenerek alıntı Barone ve ark 1973).

### 1.2.5. Kalbin Vaskularizasyonu

Tavşanlarda kalbin arteriyel vaskularizasyonunu a. coronaria sinistra ve a. coronaria dextra; venöz vaskularizasyonunu ise vena cordis magna, vena cordis media ve venae cordis dextrae (parva) oluşturmaktadır (Aksoy 2000, Bozkurt 2001).

#### 1.2.5.1. A. coronaria sinistra

Arteria coronaria sinistra, aorta'nın başlangıcı düzeyinde, ostium aortae üzerinde bulunan valvula semilunaris sinistra'nın serbest kenarının üst kısmından başlangıç alır. Başlangıcından sonra tr. pulmonalis ve auricula sinistra arasında distocaudal'e doğru seyrederek sulcus coronarius'a ulaşır. A. coronaria sinistra tavşanda yaklaşık iki mm'lik bir seyirden sonra r. marginis ventriculi sinistri, r. septalis ve r. posterior ventriculi sinistri olmak üzere üç dala ayrılır (Aksoy 2000).

Ramus marginis ventriculi sinistri, başlangıcından hemen sonra septum interventriculare'yi besleyen r. septalis'i verir. Sulcus interventricularis paraconalis ile r. posterior ventriculi sinistri'nin ventriculus sinister için verdiği ilk dal arasında kalan bölgeyi besler. Seyri esnasında ventriculus dexter ile septum interventriculare'ye de birkaç ince dal verir (Aksoy 2000).

### **1.2.5.2. A. coronaria dextra**

Arteria coronaria dextra; aorta'nın başlangıcı seviyesinde, valvula semilunaris dextra'nın serbest kenarının hemen üst kısmından orijin alır. Başlangıcında subepicardial yağ tabakası ve auricula dextra ile örtülü olarak sulcus coronarius'a doğru ilerler. Bu oluk içerisinde ramus circumflexus (dexter) adıyla caudoventral yönde seyrine devam eder ve sulcus interventricularis subsinuosus'un başlangıcı seviyesinde sonlanır. Seyri sırasında r. marginis ventriculi dextri, r. proximalis atrii dextri, r. distalis atrii dextri, r. proximalis ventriculi dextri, r. distalis ventriculi dextri ve ramus coni arteriosi isimli dalları verir. Ramus marginis ventriculi dextri tavşanda ventriculus dexter'i besleyen en kuvvetli dal olup, septum interventriculare'ye de dal verir. Ramus proximalis atrii dextri verdiği dallarla atrium dextrum ve septum interventriculare'nin vaskularizasyonunu sağlar. Ramus distalis atrii dextri, vena cava cranialis dextra ile v. cava caudalis'in atrium dextrum'a açıldığı bölgeyi besler. Ramus proximalis ventriculi dextri, ventriculus dexter'in üst 1/3'ünü besler. Ramus distalis ventriculi dextri, ventriculus dexter'in sulcus coronarius'a yakın olan kısmını besler. Ramus coni arteriosi, conus arteriosus bölgesinde dağılan ince dallar verir (Aksoy 2000).

### **1.2.5.3. V. cordis magna**

Vena cordis magna, vena cava cranialis sinistra'nın auricula sinistra'ya temas ettiği bölgede bu damarın alt yüzünden çıkar. Başlangıcında ventriculus sinister'in proximal kısmında dağılım gösteren vena marginis ventriculi sinistrii ve vena caudalis ventriculi sinistrii'yi, sulcus interventricularis paraconalis'in başlangıcı düzeyinde de vena interventricularis paraconalis'i vererek sonlanır (Bozkurt 2001).

### **1.2.5.4. V. cordis media**

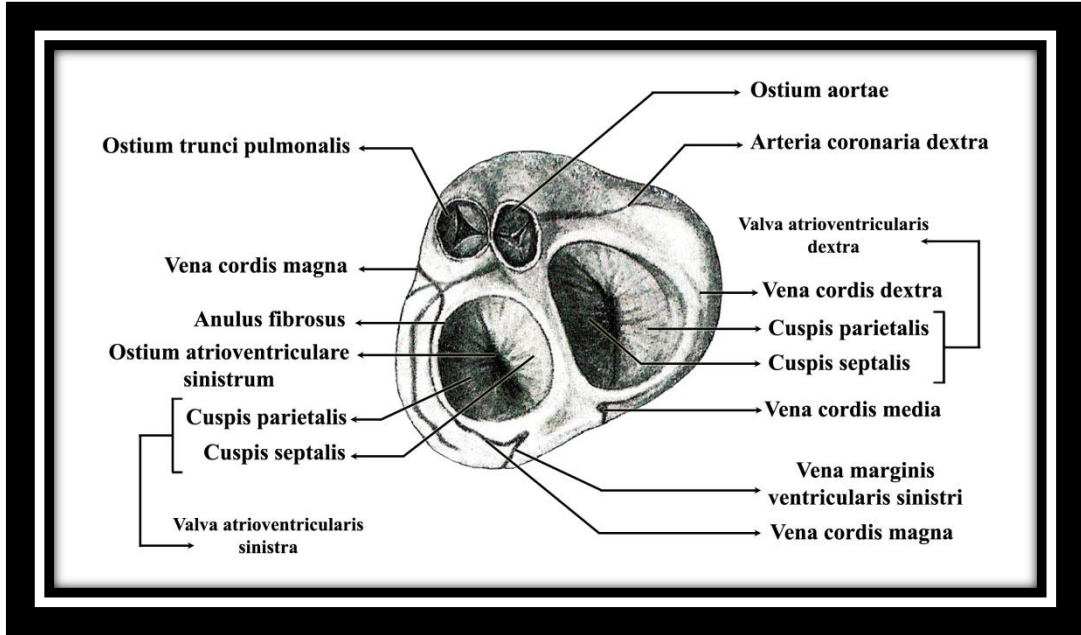
Vena cordis media, vena cava cranialis sinistra'nın atrium dextrum'la birleşme yerinin ventral'inde atrium dextrum'dan çıkar. Sulcus interventricularis subsinuosus içerisinde seyrederek. Bu oluktaki seyri sırasında özellikle ventriculus dexter'in duvarına çok sayıda ince dal verir, apex cordis ve ventriculus dexter'in duvarında vena cordis magna'nın dalları ile anastomoz yapar (Bozkurt 2001).

### **1.2.5.5. V. cordis dextra (parva)**

Vena cordis dextra, auricula dextra'nın altında doğrudan atrium dextrum'dan çıkar. Üç dala ayrılır. Bu dallar önde vena interventricularis paraconalis ve vena coni arteriosi'nin



dalları ile; sağ ventrikül duvarında ise vena marginis ventricularis dextra'nın dalları ile anastomoz yaparak sonlanır (Bozkurt 2001).



Şekil 1.4. Kalbin facies dorsalis'den görünümü (Düzenlenerek alıntı Barone ve ark 1973).

### 1.3. Kalbin Uyarım ve İletim Sistemi

Kalbin iletim sistemi otonom sinir sistemi tarafından kontrol edilir. Kalbe otonom sinirler sempatik ve parasempatik kaynaktan gelir (Dere 1999, Dursun 2006). Sempatik sinirler truncus sympathicus'tan, parasempatik sinirler ise n. vagus'tan köken alır. Atrium'lar ve iletim sistemi hem sempatik hem de parasempatik sinir sistemi tarafından, ventriculus'lar ise yalnızca sempatik sinir sistemi tarafından innerve edilir. Sempatik lifler kardiyokselerator olarak görev almaktadır. Uyarımlarında nabız ve kasılma gücü artar, koroner arterler genişler ve kan basıncı yükselir. Parasempatik lifler ise kardioinhibitör olarak görev alır. Bu liflerin uyarımlarında nabız, kasılma gücü azalmakla birlikte koroner arterler daralır ve kan basıncı düşer (Dere 1999).

İmpuls iletim sistemini, nodus sinoatrialis (Keith-Flack), nodus atrioventricularis (Tawara-Aschow), fasciculus atrioventricularis (his demeti) ve purkinje lifleri oluşturur (Dere 1999). Nodus sinoatrialis, v. cava cranialis'in atrium dextrum'a açıldığı yerde ya da ostium v. cavae cranialis'in atrium dextrum duvarına geçidinde bulunur. Nodus atrioventricularis ise septum interventriculare'nin septum interatriale'ye geçidinde, ostium aortae'deki valvula semilunaris septalis'in kaidesinde yer alır (Dursun 2006). Sinoatrial

düğümünden çıkan impuls tüm atrium'lara yayılır ve ventriculus'lara gönderilir. Sinoatrial düğümün kasılma sıklığı atrium ve ventriculus'ların kasılma sıklığını geçtiği için sinoatrial düğüm, atrium ve ventriculus'ların kasılması için impulsu daha hızlı başlatır. Böylece sinoatrial düğümün kasılma sıklığı, atrium ve ventriculusların kasılma sıklığını oluşturur. Bundan dolayı sinoatrial düğüm kalp için pacemaker fonksiyonu gösterir (Yalçın 2012).

#### **1.4. Kardiyak Siklus**

Kardiyak siklus bir kalp atımı esnasında sırasıyla meydana gelen olaylar bütünüdür. Diastol, kalp odacıklarının dolmasından önce ve dolması esnasında kalbin gevşemesi olarak tanımlanırken, sistol kalbin kanı pompalaması için kalp odacıklarının kasılması olarak bilinir. Atriumlar, atrial diastol boyunca kan ile dolar. Ventrikül sistolünden sonra ve ventrikül diastolü boyunca maddeler halinde belirtilen sıra ile siklus gerçekleşmektedir.

- a) Vv. pulmonales, v. cava cranialis ve v. cava caudalis'lerden gelen kan ile atrium'lar dolduğunda atrium içi kan hacmi ve basıncı artar. Böylelikle ventriküllerin diastolü başlamıştır.
- b) Atrioventriküler kapaklar açıldığında ise ventriküller gevşeyerek venöz kanın % 70'i ventriküllere dolmuş olur.
- c) Atriumlar kasılarak kalan kanın %30'luk kısmı da ventriküllere geçer ve ventriküler dolma tamamlanmış olur.
- d) Atriumlar gevşeyerek yeniden dolmaya başlar.
- e) Ventrikül içi basıncı, atrium içi basıncını geçtiği için atrioventriküler kapakçıklar kapatılır ve ventriküller kasılmaya başlar.
- f) Semilunar kapaklar açılır.
- g) Kan, ventriküllerden aort ve pulmoner arter'e boşalır. Ventriküller gevşemeye başladıktan sonra arteriyel basınç, ventrikül içi basıncı aşmaya başlar ve semilunar kapaklar kapanır (Yalçın 2012).

#### **1.5. Ekokardiyografi Tekniğinin Gelişimi**

Ultrason dalgaları insan kulağının işitemeyeceği frekanstaki ses dalgalarıdır. İnsan kulağı 16 siklus/saniye ile 20.000 siklus/saniye arası frekanstaki ses dalgalarını işitebilir. Spallanzani, 1794 yılında yarasaların karanlıkta hiçbir yere çarpmadan uçabilmelerini, insan kulağının algılayamayacağı kadar yüksek frekanstaki ses dalgalarını tespit edebilmelerine bağlı olduğunu ortaya koymuştur. 1883 yılında İngiliz bilim adamı Francis

Galton frekansı 25.000 Hz olan bir düdük geliştirerek ultrasonu ilk defa pratikte uygulamıştır (Dinç 2008).

Ekokardiyografi; kalp yapı ve fonksiyonlarının ultrason görüntü ve kayıtları kullanılarak değerlendirilmesi olup, geçtiğimiz 40 yıl boyunca kardiyolojik değerlendirmelerin başlıca araçlarından biri haline gelmiştir. Günümüzde ekokardiyografi, önemli klinik verilerin elde edilmesine olanak vermekte ve elektrokardiyografiden sonra en önemli ikinci tanı yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır (De Maria ve ark 2002).

Ekokardiyografi ilk kez 1953 yılında Elder ve Hertz'in işbirliği ile kullanılmıştır (Elder ve Hertz 1954). Diseke edilmiş insan kalplerinden ilkel kesit görüntüleri 1957 yılında alınmıştır (Wild ve ark 1958).

Veteriner hekimlikte ekokardiyografik muayeneye ilişkin ilk araştırmalar köpeklerde Mashiro ve ark (1976) tarafından yapılmıştır. Pipers ve Hamlin (1977), atlarda sol ventriküle ait ekokardiyografik parametreler üzerine araştırmalar yapmıştır. Yamamura ve ark (1977), ekokardiyografi vasıtasıyla mitral kapak ve ventriküler duvarları incelemiştir. Konuya ilişkin olarak Pipers ve ark (1981) mitral kapak hastalıklı köpekler üzerinde çalışmalar yapmıştır. Lombard (1984) sağlıklı köpeklerde, Jacobs ve Knight (1985) sağlıklı kedilerde vücut ağırlığı ve kalp atım hızının M-mod ekokardiyografik parametreler üzerine etkisini ortaya koymuştur. Moses ve Ross (1987) koyunlarda M-mod ekokardiyografik parametreleri saptamıştır. Vörös ve ark (1990) atlarda kalbin 2-D ekokardiyografik boyutlarını ölçmüş, otopsi sonrası anatomik kesitlerle karşılaştırmıştır. Amory ve Lekeux (1991) buzağılarda büyümenin kalbe ait fonksiyonel ve morfolojik varyasyonlarını incelemiştir. Sisson ve Schaeffer (1991) gelişmekte olan İngiliz Pointer köpeklerinde M-mod ekokardiyografik parametreleri incelemiştir. Gardner ve ark (1992) erkek Pymgy keçilerinde triküspid kapak anomalilerini ekokardiyografi vasıtasıyla teşhis etmiştir. Bayon ve ark (1994) İspanyol Mastif köpeklerinde doğumdan itibaren ilk aydan 12. aya kadar olan süreçte ekokardiyografik verileri incelemiştir. Schille ve Skrodzki (1999) kedilerde ilk üç aylık yaşta kardiyak uzunlukları incelemiş, yaş ve ağırlıkla pozitif korelasyon gösterdiğini bildirmiştir. Kayar ve Uysal (2002) erişkin kangal ırkı köpeklerde M-mod ve 2-D yöntemlerle kardiyak referans parametreleri ortaya koymuşlardır. Acorda ve ark (2005) yerli Filipin keçilerinde kalbi ekokardiyografi yöntemiyle incelemiştir. Kayar ve ark (2006) Alman kurdunda ırka özgü referans ekokardiyografik değerleri bildirmiştir. Diez-Prieto ve ark (2010) Gelişmekte olan Beagle ırkı köpeklere ait M-mod

ekokardiyografik parametreleri incelemiş, kardiyak gelişimin çoğunlukla bir yaş sonunda tamamlandığını saptamıştır. Leroux ve ark (2012) ergin sağlıklı Saanen keçilerinde B-mod ve M-mod ekokardiyografik referans parametreleri araştırmıştır. Poser ve ark (2013) gelişmekte olan sağlıklı, sedasyondaki dişi koyunlarda 2-D, M-mod ve doppler ekokardiyografik parametreleri ortaya koymuştur.

Yeni Zelanda tavşanları, kardiyolojide deney hayvanı olarak çok çeşitli çalışmalarda kullanılmıştır. Nagueh ve ark (2000), çalışmalarında kontrol grubu olarak 24 tavşanda ekokardiyografik verileri sunmuştur. Gan ve ark (2004), diazepam ve pentobarbital ile anestezi altına aldıkları, üç ve 12 aylık tavşanlarda ekokardiyografik parametreleri incelemiştir ve IVSTd, LVIDd, LVPWd, LVIDs, LAd, AOd parametrelerinde her iki yaş grubu arasında istatistiksel farklılık saptamıştır. Stypmann ve ark (2007) ketamine-xylazine kombinasyonu ile anestezi altına aldıkları dört aylık 10 erkek ve 10 dişi Yeni Zelanda tavşanında, Fontes-Sousa ve ark (2006) xylazine-medetomidine kombinasyonu ile anestezi altına aldıkları 16 ve 20 haftalık tavşanlarda, Fontes-Sousa ve ark (2009) ketamine ve midazolam ile anestezi altına alınan 26 adet Yeni Zelanda tavşanında, Pelosi ve ark (2011) xylazine-ketamine kombinasyonu ile anestezi altına alınan sağlıklı erkek Yeni Zelanda Beyaz tavşanında ekokardiyografik parametreleri incelemiştir.

Marini ve ark (1999), ketamine-xylazine kombinasyonu ile anestezi altına alınan Hollanda kuşaklı tavşanlarında ekokardiografik parametreleri ortaya koymuştur.

Casamian-Sorrosal ve ark (2014), anestezi altına alınmamış Hollanda lop, Fransız lop ve Alaska tavşanlarında ekokardiyografik parametreleri bildirmiştir.

## **1.6. Ekokardiyografinin Fiziksel Prensipleri**

Ses bir ortamdaki moleküllerin ardı ardına sıkışması ve gevşemesi ile ilerleyen bir enerji biçimidir. Ses tanımlanırken, dalga boyu ve frekans adlı iki kavramdan söz edilir. Dalga boyu, döngünün iki ardışık fazı arasındaki uzaklığı, frekans ise birim zamanda görülen dalga sayısını ifade eder, siklus/saniye ya da Hertz olarak ifade edilir. Sesin hızı, dalga boyu ile frekansın çarpımına eşittir; bu yüzden de bu iki parametre arasında ters orantılı bir ilişki bulunur. Yani dalga boyu ne kadar küçükse frekans o kadar büyüktür. Ultrason insanın duyabileceğinden daha yüksek frekanslı bir ses enerjisidir (20000 Hertzden büyük) ve ışıpta olduğu gibi ışın biçimine sokulabilir, yani kırılma-yansıma

kurallarına uyar, bu nedenle de tanısal görüntüleme için kullanışlıdır (Wells 1977, Hatle ve ark 1980, De Maria 2002).

Ekokardiyografinin çalışma prensibi; transduserden kalp dokularına gönderilen yüksek frekanslı ses dalgalarının, değişik yoğunluktaki yüzeylerden yansiyıp tekrar geri dönerek aynı transduser tarafından algılanması, ekokardiyografi cihazı tarafından değerlendirilip, monitörde görüntülenerek kayıt edilmesi esasına dayanmaktadır (Başoğlu 1992, Or 2000).

### **1.7. Görüntü Oluşumu**

Bir ultrason ışını, homojen bir ortamda doğrusal bir yol izleyerek hareket eder. Eğer bu ışın akustik empedansı farklı olan bir ara yüzeye (interface) rastlarsa, enerjinin bir kısmı buradan yansiyacak ve ışın, enerjisi azalmış olarak iletmeye devam edecektir. Bu yansıyan enerji ekokardiyografi görüntüsü elde etmek için kullanılır (De Maria ve ark 2002).

### **1.8. Diyagnostik Ekokardiyografi**

Ettinger (1991), kalp fonksiyonları hakkında, sol ventrikül yüzde fırlatma gücü (% EF) ile sol ventrikül yüzde kasılma gücü (% FS) gibi nicel bulgulara dayanmak suretiyle normal ya da anormal gibi yorum getirilebileceğini ifade etmiştir.

Yapılan bir çalışmada sağlıklı Irish Wolfhound ırkı köpeklerde dilate kardiyomyopatinin erken tanısında ekokardiyografinin faydalı bir yöntem olduğunu vurgulamıştır (Vollmar 1999).

Soderberg ve ark (1983) uygun transduser pozisyonu ve doğru yorumla ekokardiyografinin kardiyak hastalığı bulunan hayvanlarda sağaltım ve tanıda son derece duyarlı bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir.

Fontes-Sousa ve ark (2006) ekokardiyografinin non invaziv bir yöntem olması sebebiyle bu tekniğin Yeni Zelanda tavşanlarında kardiyak görüntüleme ve hastalıkların teşhisinde vazgeçilemez bir teşhis metodu olduğunu belirtmişlerdir.

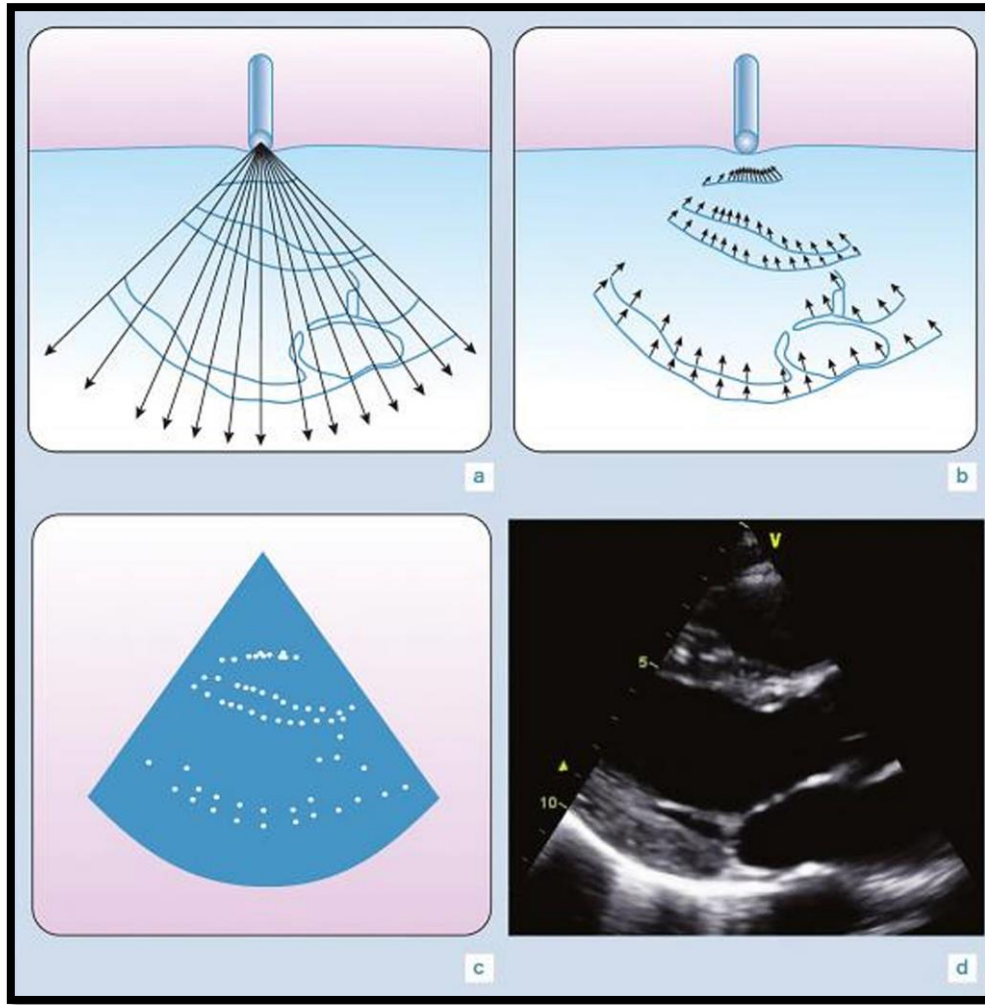
## **1.9. Ekokardiyografik Muayene Teknikleri**

Tavşanlarda kalp hastalıklarının teşhis ve tedavisinde kedi ve köpeklerde uygulanan ekokardiyografik teşhis yöntemi ile tedavi protokolü uygulanmaktadır (Harcourt-Brown 2002). Klinik ekokardiyografik muayene yöntemi olarak; B-mod (2-D), M-mod ve Doppler ekokardiyografi teşhis metotları kullanılmaktadır (Boon 2011).

### **1.9.1. Brightness Mod veya İki Boyutlu (B-Mod/2-D) Ekokardiyografi**

B-mod (2-D) muayene kalbe ait büyük yapıları değişik gri renk basamakları ile nitelendirmek suretiyle anatomik olarak ortaya koyar. Bir dakikada 0-50 veya daha fazla iki boyutlu ekranda görüntü veren muayene yöntemidir (Bilal 2011). Bunun sonucunda kalbe ait yapılar ve bu yapıların fonksiyonları sinamatografik olarak algılanmış olur. Buna “real time” (gerçek zamanlı) görüntüleme denir (Bonagura 1994, Kienle ve Thomas 1995, Gökçe 2009). B-mod resimler, muayene yapan hekime kalbin anatomisi ve işlevi hakkında bilgi verir (Bilal 2011). B-mod görüntü oluşumu şekil 1.8.’de belirtilmiştir.

2-D ekokardiyografi ile; atrioventriküler kapaklar, aorta ve pulmoner kapaklar, kalbin iç anatomisi, kalp odacıklarının boşlukları ve duvarları muayene edilebilir. Ayrıca sol ventrikül fonksiyonu da bu teknik ile incelenebilmektedir (Bonagura 1994, Kibar 1998, Gökçe 2009).



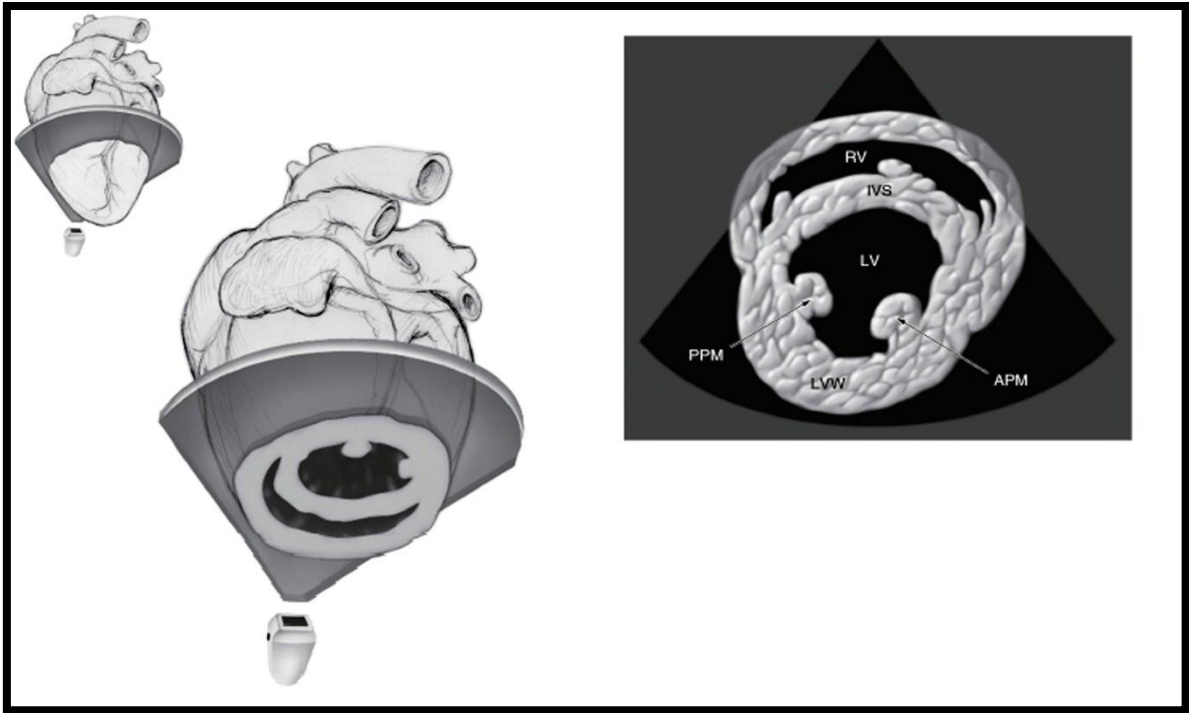
**Şekil 1.5.** İki boyutlu görüntülemenin prensibi a) Kalbi içeren göğüs yapılarından geçen ve ultrason kemeri oluşturan çok sayıda ultrason ışını. b) Ultrason doku/kan arayüzünde saçılır, yansır ve transdusere geri döner. c) Kalbin iki boyutlu gösterimine izin veren her bir yansıyan dalganın rölatif pozisyon ve zamanlaması. Taranan çizgilerin sayısı arttıkça görüntü kalitesi artar. d) Kalbin dört odacıklı görüntüsü. (Keleş 2012'den alınmıştır).

B-mod (2-D) muayene, transduser pozisyonuna göre kardiyak anatomik yapıdan alınan farklı kesit görüntülerde yapılabilmektedir. Bu pozisyonlar;

- Sağ parasternal kısa eksen görüntüler,
- Sağ parasternal uzun eksen görüntüler,
- Sol kaudal apikal uzun eksen görüntüler olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Bilal 2011).

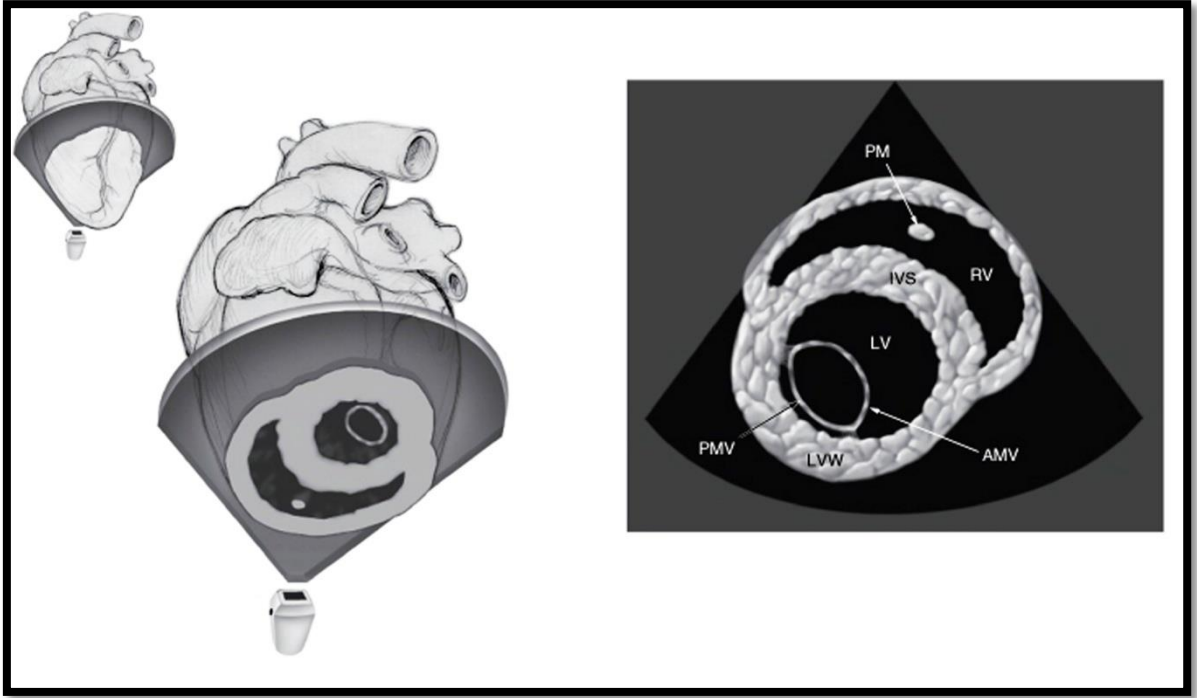
### 1.9.1.1. Sağ parasternal kısa eksen görüntüleri

Tavşanlarda ekokardiyografik muayene üçüncü ve dördüncü interkostal aralıktan yapılmaktadır (Harcourt-Brown ve Chitty 2013). Sol ventriküle ilişkin ekokardiyografik parametrelerin ölçümüne uygun görüntüler; sağ parasternal kısa eksen m. papillaris (Şekil 1.5.), valva mitralis (Şekil 1.6.) ve valva aortae (Şekil 1.7.), chordae tendineae ve truncus pulmonalis seviyelerinden elde edilebilmektedir (Boon 2011). Muayene için transduser seçilen costa'lar arası boşlukta, eksenini sol ventrikülün uzun eksenine dik açı oluşturacak şekilde, valva mitralis yaprakçıklarının ucundan hizalanarak yerleştirilmektedir. Kısa eksen görüntüsü, transduser döndürülerek sol ventrikül mümkün olduğunca dairesel olacak şekilde görülmelidir. Kalbin basis ve apeksi yönündeki açılımlar, sağ parasternal kısa eksen m. papillaris, valva mitralis ve valva aortae seviyelerinde görüntü elde edilmesini sağlar (Brown ve Gaillot 2013).

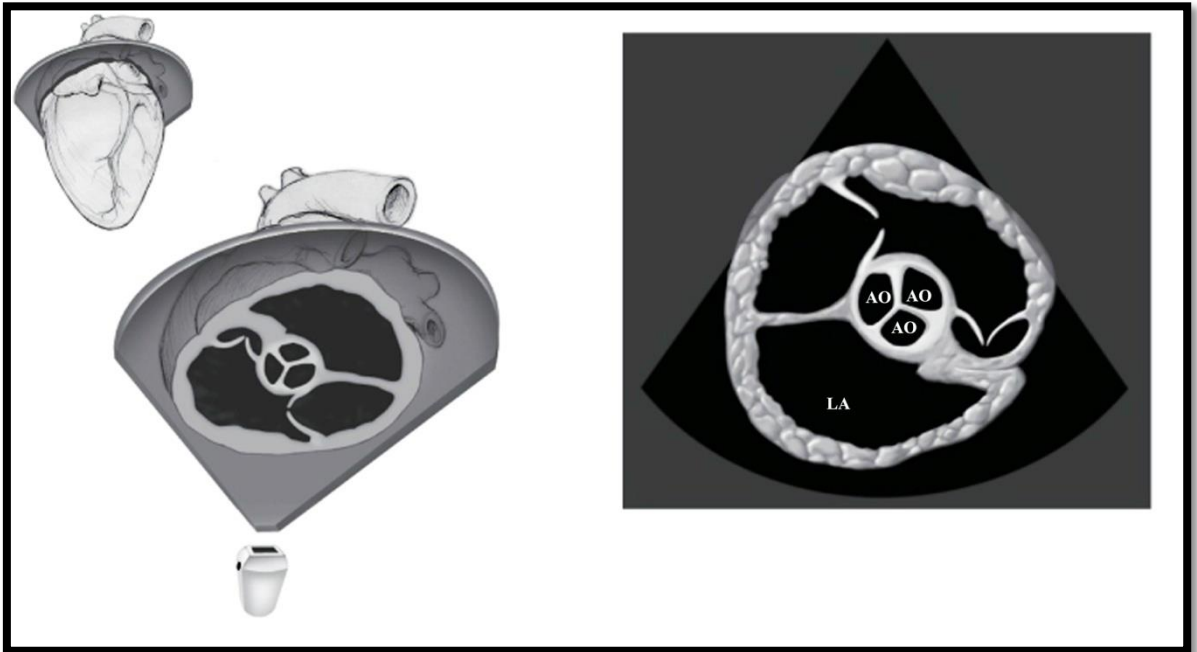


**Şekil 1.6.** Sağ parasternal kısa eksen m. papillaris seviyesi görüntüsü. RV: Sol ventrikül, IVS: İnterventriküler septum, LV: Sol ventrikül, LVW: Sol ventrikül duvarı, APM: Anterior musculus papillaris, PPM: Posterior musculus papillaris (Düzenlenerek alıntı Boon 2011).





**Şekil 1.7.** Sağ parasternal kısa eksen valva mitralis seviyesi görüntüsü. RV: Sol ventrikül, IVS: İnterventriküler septum, PM: Musculus papillaris LV: Sol ventrikül, LVW: Sol ventrikül duvarı, PMV: Posterior mitral kapak, AMV: Anterior mitral kapak (Düzenlenerek alıntı Boon 2011).



**Şekil 1.8.** Sağ parasternal kısa eksen valva aortae seviyesi görüntüsü LA: Sol atrium, AO: Aort (Düzenlenerek alıntı Boon 2011).

### **1.9.1.2. Sağ parasternal uzun eksen görüntüler**

Sağ parasternal uzun eksen görüntüler, dört oda görüntüsü ve sol ventrikül çıkış yolu görüntüleri olarak iki farklı pozisyonda incelenebilmektedir (Bilal 2011).

### **1.9.1.3. Sol kaudal apikal uzun eksen görüntüler**

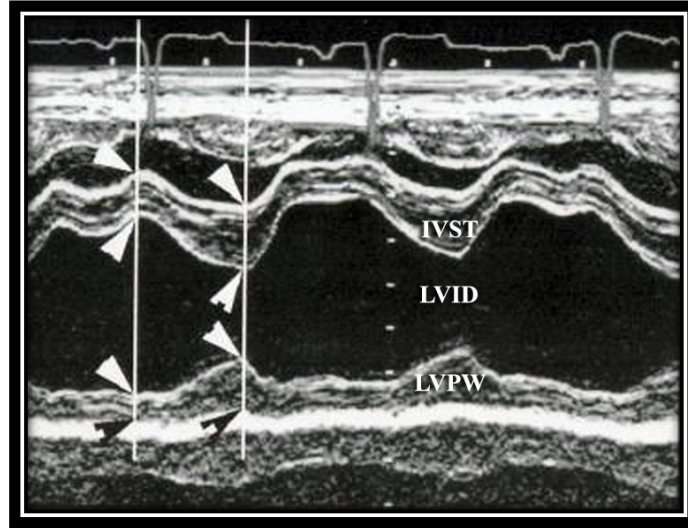
Sol kaudal apikal uzun eksen görüntüler dört oda görüntüsü ve beş oda görüntüsü olarak iki farklı pozisyonda incelenebilmektedir (Bilal 2011).

## **1.9.2. Motion Mod (M-Mod) Ekokardiyografi**

M-mod, transduserden yapıların uzaklığını tespit etmek amacıyla analize edilebilecek tek bir dar ultrason ışını üretebilmek için küçük kristalleri kullanmaktadır. Işınlardan saniyede binlerce kez tekrar edilir ve uzaklığın her bir analizi zamana karşı çizilir (Keleş 2012).

M-mod ekokardiyografi, kardiyak siklus boyunca odacık ve duvar kalınlıklarına ilişkin anatomik bilgi veren teşhis yöntemidir. Sağlıklı kardiyak ölçüm ve kayıtlar kedi ve köpekler için Amerikan Kardiyoloji Derneği'nin belirlemiş olduğu standartlara uygun şekilde yapılmalıdır (Sahn ve ark 1978).

M-mod görüntülerde kardiyak boyutların belirlenmesi, çizgiden çizgiye yöntemiyle şekil 1.9.'da belirtildiği gibi anatomik oluşum her bir işaretin uç noktasından diğer işaretin uç noktasına doğru bir çizgi çekilerek ölçülmektedir. Diastol sonu ölçümler ekokardiyografide QRS dalgasının başında, sistol sonu ölçümleri ise T dalgasının başında yapılmaktadır. Alternatif olarak ise ekokardiyografi özelliğinin bulunmadığı ekokardiyografi cihazlarında, diastolik ölçümler en büyük ventrikül çapının izlendiği dönemde yapılabilmektedir. Sistolik ölçümler ise en küçük ventrikül çapının izlendiği dönemde alınır (Fuentes ve Swift 1998, Boon 2002, Boon 2011).



**Şekil 1.9.** M-mod görüntülerde sistol ve diastol sonu ölçüm yöntemi (Düzenlenerek alıntı Boon 2002).

M-mod parametreler, sol ventrikül boyutlarının hesaplanması, kalp duvarları direncinin hesaplanması ve sol ventrikül fonksiyonlarının analizini mümkün kılar. M-mod ekokardiyogram yüksek güvenilirlik ve yararlılık özelliklerinden dolayı kalp hastalıklarının tanısında kullanılmaktadır. M-mod teknik; aort kapakçık hastalıkları, mitral ve triküspidal valvul yetersizliği ile prolapsusu ve stenozu, endokarditis, aort anevrizmaları, perikardiyal sıvı toplanmaları, chordae tendineae rupturu, hipertrofik kardiyomiyopati ve birçok kongenital anomali (Vita cordis) gibi hastalıkların tanısında yardımcı olarak kullanılmaktadır. Özellikle ventrikül büyüklükleri ve myokardiyal kalınlığın saptanması klinik tanıyı tamamlayan noktalar olup, konjestif kardiyomiyopati gibi hastalıkların teşhisinde güvenilir olarak belirlenir (Boon 2011).

M-mod görüntüler B-mod (2-D) rehberliğinde ekokardiyografi görüntülerinden elde edilebilmektedir (Fox ve ark 1999). M-mod ekokardiyogramlar vasıtasıyla değerlendirilebilecek bazı parametreler çizelge 1.1’de sunulmuştur.

**Çizelge 1.1.** B-mod ve M-mod ekokardiyografide ölçülebilen bazı parametreler.

|                   |  |                   |  |
|-------------------|--|-------------------|--|
| <b>IVSTd (mm)</b> | İnterventriküler septum diastolik kalınlığı              | <b>LAd/AOd</b>    | Sol atrium diastolik çapının aort köküne oranı |
| <b>IVSTs (mm)</b> | İnterventriküler septum sistolik kalınlığı               | <b>EF (%)</b>     | Sol ventrikül yüzde fırlatma gücü              |
| <b>LVIDd (mm)</b> | Sol ventrikül diastolik iç çapı                          | <b>ET (mm/sn)</b> | Ejeksiyon zamanı                               |
| <b>LVIDs (mm)</b> | Sol ventrikül sistolik iç çapı                           | <b>FS (%)</b>     | Sol ventrikül yüzde kasılma gücü               |
| <b>LVPWd (mm)</b> | Sol ventrikül arka duvarı diastolik myokardial kalınlığı | <b>EDV (ml)</b>   | End-diastolik volüm                            |
| <b>LVPWs (mm)</b> | Sol ventrikül arka duvarı sistolik miyokardial kalınlığı | <b>ESV (ml)</b>   | End-sistolik volüm                             |
| <b>RVd (mm)</b>   | Sağ ventrikül diastolik çapı                             | <b>AOd (mm)</b>   | Aort kökü diastolik çapı                       |
| <b>LAd (mm)</b>   | Sol atrium diastolik çapı                                | <b>AOs (mm)</b>   | Aort kökü sistolik çapı                        |
| <b>CA (mm)</b>    | CA amplitüdü   | <b>CA/CE</b>      | CA/CE oranı                                    |
| <b>CE (mm)</b>    | CE amplitüdü   | <b>DE-slope</b>   | DE eğimi                                       |
| <b>DE</b>         | DE amplitüdü   | <b>EF-slope</b>   | EF eğimi                                       |

### 1.9.3. Doppler Ekokardiyografi

Doppler etkisi/olayı veya değişkeni 1842 yılında Avusturyalı fizikçi Christian Andreas Doppler tarafından keşfedilmiştir ve adını buradan almaktadır. Doppler etkisi, gözlenen bir nesneye gönderilen sinyalin frekansı, geri gelen sinyalin frekansı arasındaki farktır (Dinç 2008). Bir diğer deyişle doppler ultrason kan akımının hızı ve yönünü tespit etme metodudur. Kan hücreleri diğer dokular gibi ultrason dalgalarını yansıtır fakat hareket ettikçe yansıyan dalgaların frekansı değişir. Bu değişime doppler shift denir ve bu ambulans sireninin yaklaştıkça şiddetini değiştirmesine benzer. Yayılan ultrasonun frekansı önceden bilinirse, yansıyan dalganın frekans değişikliği bize kan akımının hız ve yönünü ifade edebilir. Frekans arttıkça transdusere olan hareket artar, hız shifti artar ve daha hızlı hareket olur. Ultrason ışığıyla belli bir açıdaki akımın tek bir bileşeni tespit edilir. Eğer kan akımı ultrason ışığına tam dik gelirse tespit edilemez (Keleş 2012).

Pek çok kardiyovasküler lezyon, kan akım hızı ve yönünde anormalliklere neden olduğu ve akımda turbülans meydana getirdiği için; doppler muayene sonuçları ile, iki boyutlu ultrasonografi bulguları kombine edilerek oldukça spesifik bilgiler elde edilir. Doppler muayenesi, kalp ve büyük kan damarlarındaki ölçülebilen hemodinamik anormalliklerin ve kalp oskultasyonunda elde edilen bulguların doğruluğunun belirlenebilmesi için en yararlı muayene yöntemidir (Gökçe 2009).

Doppler ultrason cihazları daha çok kardiyovasküler araştırma ve çalışmalarda kullanılmaktadır. Günümüzde doppler etkinin sürekli dalga (CW) ve nabızlı dalga (PW) olmak üzere iki formu bulunmaktadır (Gökçe 2009).

### **1.9.3.1. Sürekli dalga (Continuous wave) doppler**

Sürekli dalga sisteminde transduser sürekli ultrason dalgası gönderir. Geriye dönen yankılar farklı kristaller tarafından algılanır ve iletilen sesin frekansı karşılaştırılır. Bu işlemi gerçekleştiren prob birbirine küçük bir açı ile bakan iki komşu kristalden ibarettir. Kristallerden biri sürekli ses dalgası üretirken diğeri de dinleme yapar. Nabızlı dalga doppler derinlik farkını ayırtedemez. Kısacası dokular içerisindeki yansıtıcının pozisyonu hakkında bilgi sağlamaz. Bu dezavantajı ortadan kaldırmak için sürekli dalga (CW) doppler geliştirilmiştir (Dinç 2008).

### **1.9.3.2. Nabızlı dalga (Pulsed wave) doppler**

Nabızlı dalga doppler, kursör hattı üzerinde bir girişin bulunması ile seçilmiş küçük bölümler içerisindeki akımı ayırt ederek, akımın konumunu ve uniformitesini saptayabilir. Ancak akımın maksimum hızı sınırlı olarak ölçülür. Nabızlı dalga doppler sisteminde, klasik iki boyutlu görüntülemeye olduğu gibi, ses dalgası atımlar şeklinde gönderilir. Verici ve alıcı görevini aynı kristal görür. Gönderme ve tespit arasındaki gecikme, yansıtıcı yüzeyin derinliği ile ilişkili olduğu için organın pozisyonu belirlenebilir (Dinç 2008).

Nabızlı dalga doppler; mitral kapak, sağ ve sol ventrikül çıkış yolları, pulmoner ve hepatik çıkış yollarındaki düşük hızlı kan akımlarını analiz etmede kullanılır. Ayrıca kantitatif ekokardiyografide de kullanılmaktadır (Keleş 2012).

### **1.9.3.3. Renkli (Color) doppler**

Renkli doppler kardiyak ve vasküler muayeneler esnasında büyük sahalardaki anormal akımların taranması ve direkt spektral doppler kursör hattının yerleştirilmesinde

kullanılır. Renkli doppler hızlı nitel değerlendirmeye imkan sağlar. Derinlik, doppler kayması ve büyüklüğü ile kanın akım yönü hakkında bilgi elde edilir. B-mod görüntü üzerine bir giriş yerleştirilir ve akımın yönüne göre renk belirlenir. Kırmızı transdusere doğru olan akımı, mavi ise transduserden uzaklaşan akımı ifade eder (Dinç 2008).

## **1.10. Tavşanlarda Görülen Kalp Hastalıkları**

Tavşanlarda konjestif kalp yetmezliği, kongenital kalp hastalığı, aritmi, kardiyomyopati, triküspid ve mitral kapak hastalığı görülmektedir (Huston ve ark 2012).

### **1.10.1. Konjestif kalp yetmezliği**

Konjestif kalp yetmezliği sağ ve sol ventrikül yetmezliğine bağlı olarak tavşanlarda nadiren görülen bir hastalıktır (Lord ve ark 2011, Huston ve ark 2012).

#### **1.10.1.1. Konjestif sol kalp yetmezliği**

Sol ventrikül ve sol atriumda oluşan yüksek sistolik basıncın, venae pulmonales'ten kalbe kanın dönüşünü aksatması sonucu pulmoner ödeme sebep olan bir hastalık olarak tanımlanmaktadır (Bilal 2011). Lord ve ark (2011) konjestif sol kalp yetmezliği teşhis edilen tavşanlarda ekokardiyografik muayenede, sol atriumda ve ventrikülde genişleme, % FS azalması, IVSTd ve EPSS artışı tespit etmiştir.

#### **1.10.1.2. Konjestif sağ kalp yetmezliği**

Sağ ventrikül diastolik basınç artışı, sağ atrium basınç artışı, sistemik venöz ve sistemik kapillar basınç artışları sonucu assist, pleural effüzyon ve periferik ödem oluşumu olarak tanımlanır (Bilal 2011).

### **1.10.2. Kongenital Kalp Hastalıkları**

Kongenital kalp hastalıkları geniş anlamıyla doğumdan itibaren var olan kardiyak anomaliler olarak tanımlanır. Kongenital anomalilerin teşhisinde ekokardiyografi en önemli rolü üstlenmektedir. Tavşanlarda interventriküler septum defekti ekokardiyografi vasıtasıyla teşhis edilmiştir (Redrobe 2001, Harcourt-Brown 2002). Ventriküler septal defekt, patent ductus arteriosus, pulmoner hipertansiyon ve valvuler kist Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarında nekropside saptanmıştır (Li ve ark 1995).

### **1.10.3. Aritmi**

Elektriksel kalp aktivitesinde meydana gelen değişiklikler aritmi olarak isimlendirilir. Bu durum impuls oluşumunda ya da iletimindeki yetersizliklerden kaynaklanır. Bu şekilde bradiaritmiler (ritimde azalma) veya taşiaritmiler (ritimde artma) meydana gelir. Kalp ritmi, uyarımların oluşumu ve kalbin yapısı ile ilişkilidir. Ritim bozuklukları; atrial ve ventriküler kontraksiyon sayısı, elektriksel uyarımın yapısal kökeni ve impuls oluşumunun şekli ile ilişkilidir. Aritmiler steteskop, elektrokardiyografi ve M-mod ekokardiyografilerde teşhis edilebilir (Bilal 2011). Aritmi; atrial fibrilasyon, ventriküler prematüre depolarizasyon, kardiyomyopati ve konjestif kalp yetmezliği bulunan tavşanlarda teşhis edilmiştir. (Lord ve ark 2011).

### **1.10.4. Kardiyomyopati**

Kardiyomyopati terimi, myokard hastalıklarının çeşitli gruplarını kapsamaktadır. Bir diğer deyişle kalp kasının primer bozukluğudur. Konsantrik hipertrofi olgularında kalın kalp duvarları ve normal kalp içi çapları karakteristiktir. Eksantrik hipertrofi ise duvar kalınlığı normal olup, sol ventrikül volumünde veya çaplarında artış görülmektedir (Bilal 2011). Ekokardiyografi, eksantrik ve konsantrik kardiyomyopatinin varlığı ve ciddiyetini belirlemede eksiksiz bir araç olarak işlev görür (Erol 2011). Kardiyomyopati olgularında konsantrik sol ventrikül hipertrofisi olmakla birlikte bazı durumlarda sol atrium da dilate olabilmektedir (Boon 2011).

Günümüzde etiyolojisi tam olarak bilinmeyen kardiyomyopati tavşanlarda da teşhis edilmiştir. Tavşanlarda Tyzzer hastalığı intestinal ve hepatik lezyonlarla birlikte kardiyomyopatiye sebep olmaktadır (Percy ve Barthold 1993). Bununla birlikte tavşanlarda; encephalitozoon cuniculi (Pakes ve Gerrity 1994, Marini ve ark 1999), trypanosoma cruzi (Rossi 1990), vitamin E eksikliği, coronavirus enfeksiyonu (Di Giacomma ve Mare 1994), salmonella ve pastorella gibi hastalıkların kardiyomyopatiye yol açtığı bildirilmiştir (Marini ve ark 1999).

Tavşanlarda kardiyomyopatik hastalıklar hipertrofik ve dilate kardiyomyopati olmak üzere iki çeşitte görülmektedir (Orcutt 2000, Harcourt-Brown 2002).

#### **1.10.4.1. Hipertrofik kardiyomyopati**

Hipertrofik kardiyomyopati myokardda miyosit düzensizliği, başka bir sebebe bağlanmayan hipertrofi ve asimetrik septum ile seyreden primer hastalığıdır (Wigle ve ark

1995). Hipertansiyon, basınç yüklenmesi veya infiltratif duruma neden olacak diğer nedenler olmaksızın bölgesel veya yaygın sol ventrikül hipertrofisi olarak tanımlanmaktadır (Erol 2011). Hipertrofik kardiyomyopati olgularında, ileri derecede sol ventrikül ve sol atrium hipertrofisi, interventriküler septumda asimetrik bir hipertrofi dikkat çekmektedir. Bazı durumlarda septum tamamıyla hipertrofik iken, bazılarında proksimal, medial, distal septumda lokalize olabilir (Maron ve ark 1981). Karakteristik olarak interventriküler septumdaki kalınlık artışı, sol ventrikül arka duvarından daha fazladır. Bununla birlikte diastolik fonksiyon bozukluğu görülmekte, % FS, LVIDd ile LVIDs değerleri artmakta ve EPSS azalmaktadır (Boon 2002, Boon 2011). Hipertrofik kardiyomyopati hastalığının ikinci karakteristik bulgusu ise mitral kapağın ön yaprakçıklarının sistol sırasında öne doğru hareketi sonucu subaortik darlık görülebilmektedir (Wigle ve ark 1995).

#### **1.10.4.2. Dilate kardiyomyopati**

Dilate kardiyomyopati olgularında kalp tipik olarak ileri derecede genişlemiştir. Primer olarak miyosit kaybı, nekroz, sol ventrikül hacminde artış, sistolik fonksiyon bozukluğu (Wigle ve ark 1995) görülmektedir. M-mod ekokardiyografide LAd, LVIDd, LVIDs, EPSS artışı, LVPWd, LVPWs ve % FS azalması ile teşhis edilebilmektedir (Douglas ve ark 1989, Boon 2002). Sekonder olarak ise dilate kardiyomyopatinin en sık görülen klinik yansıması, nefes darlığı, egzersiz kapasitesinde bozulma ile birlikte konjestif kalp yetmezliği tablosudur (Erol 2011).

#### **1.10.5. Mitral kapak hastalıkları**

Mitral kapak hastalığının fizyolojik anormallikleri darlık, yetersizlik ve her ikisinin kombinasyonu şeklinde sınıflandırılır. Klinik muayenede fokal üfürümler sıklıkla rastlanan bulgudur. Mitral kapak hastalığının klasik şekli kapakçık uçlarının ve chordae tendineae'lerin tutulduğu, sol atriumdan sol ventriküle geçişin kısıtlanarak, transvalvuler gradientin geliştiği romatizmal mitral darlığıdır. Primer mitral kapak hastalığı kardiyovasküler semptomlara başlıca katkıda bulunan etken olabilir. Ayrıca mitral kapak, diğer kardiyak hastalıklarda sekonder olarak sıkça etkilenir. Romatizmal kalp hastalığı, kongenital mitral darlık, infektif endokarditis, hipereozinofilik kalp hastalığı, koroner arter hastalığı, miyokardial iskemi infarktüsü direkt olarak mitral kapağı etkilerken dilate kardiyomyopati, hipertrofik kardiyomyopati ve sol atrial miksuma mitral kapak fonksiyonu üzerinde endirekt etkilidir (Erol 2011).



Ekokardiyografide tek ya da çift taraflı mitral kapak kalınlaşması (Huston ve ark 2012), mitral kapak lezyonları, sol atrium ile sol ventrikül dilatasyonu, mitral kapakçık prolapsusu, LAd/Aod artışı, sol ventrikül ile interventriküler septum kalınlığındaki artış mitral kapak hastalığı şüphelidir (Boon 2002, Boon 2011).

#### **1.10.6. Aortik Kapak Hastalığı ve Aort Darlığı**

Aort kapak hastalığı; kongenital ya da edinsel darlık, yetmezlik ile görülen bir kalp hastalığıdır. Aort kapak hastalıkları dejeneratif, romatizmal ve infektif hastalıklar olarak gelişebilmektedir. Aort darlığı; aortik kapağın sertleştiği, aort kökünün daraldığı ve kapağın kan akışını engellediği bir hastalıktır (Erol 2011). Drolet ve ark (2003) ile Cuniberti ve ark (2006) tavşanlarda ekokardiyografik muayenede edinsel aortik kapak hastalığı ile darlığı saptamıştır.

#### **1.11. Ekokardiyografik Parametreler Üzerine Etkisi Olan Faktörler**

##### **1.11.1. Irk, Cinsiyet ve Yaşın Etkisi**

Irk, kedi ve köpeklerde ekokardiyografik parametreler üzerine etkili bir faktördür. Bu sebeple farklı kedi ve köpek ırklarında bilimsel çalışmalar yapılmış ve ırka özgü ekokardiyografik parametreler saptanmıştır (Boon 2002). Casamian-Sorrosal ve ark (2014) Fransız lop ve Hollanda lop tavşanlarında ırkın sol atrium ve ventriküle ilişkin ekokardiyografik parametreler üzerinde etkili olduğunu saptamıştır.

Casamian-Sorrosal ve ark (2014); Fransız lop, Alaska ve Hollanda lop tavşanlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada cinsiyetin ekokardiyografik parametreler üzerine herhangi bir etkisini saptamamış, ancak aynı çalışmada farklı yaşlardaki Fransız lop ve Hollanda lop tavşanlarının B-mode ve M-mode ekokardiyografik parametrelerinin istatistiksel fark gösterdiğini bildirmiştir.

Diez-Prieto ve ark (2010), gelişmekte olan Beagle ırkı köpeklerde yaşa bağlı olarak LVIDd, LVIDs, LVPWd, LAd, AOd parametrelerinin istatistiksel farklılık gösterdiğini, IVSTd, IVSTs, LAd/AOd, % EF ve % FS parametrelerinin ise fark göstermediğini bildirmiştir.

Gan ve ark'nın (2004) üç ve 12 aylık Yeni Zelanda tavşanlarında yapmış oldukları çalışmada HR, istatistiksel olarak farklılık göstermemektedir. Aynı çalışmada LAd, AOd, LVIDs, IVST yaşa bağlı olarak korelasyon göstermektedir.

### **1.11.2. Vücut Ağırlığının, Vücut Yüzey Alanının ve Kalp Frekansının etkileri**

Boon ve ark (1983), farklı köpek ırklarında M-mod ekokardiyografik parametrelerin vücut ağırlığı ile değişebileceğini bildirmiştir.

Jacobs ve Knight (1985) sağlıklı, anestezi altına alınmamış kedilerde ekokardiyografik değerleri tespit ederek, bu ölçümler ve fonksiyonel indeksler ile kalp atım hızı (HR) ve vücut ağırlığı (BW) arasındaki korelasyonu araştırmıştır. Yapılan çalışma sonucunda HR, LAd, AOd, IVS, LVIDd, LVPWs, LVPWd parametrelerinin vücut ağırlığı ile önemli korelasyon gösterdiği; % FS, LAd/AOd ölçümlerinin ise BW ile korelasyon içinde olmadığı tespit edilmiştir.

Schille ve Skrodzki (1999), kedilerde ilk üç aylık dönemde M-mod ekokardiyografik parametreleri incelemiştir. Ölçümleri sonucu LVEDd, LVEDS, IVSTd, IVSTs, LVPWd, LVPWs, LAd ve AOd'nin vücut yüzey alanı ve vücut ağırlığı ile korelasyon içinde olduğunu, % FS, % EF ve LAd/AOd'nin ise korelasyon içinde olmadığını bildirmişlerdir.

Casamian-Sorrosal ve ark (2014) Fransız lop, Alaska, ve Hollanda lop tavşanlarında yaptıkları çalışmada ırklar arası HR farkı gözlemlenmemekle birlikte, vücut ağırlığının B-mod ve M-mod ekokardiyografik parametrelerle korelasyon gösterdiğini bildirmiştir.

### **1.11.3. Anestezinin Etkisi**

Tavşanlarda preanestezik amaçlı; atropin ve glycopyrrolate, sedatif amaçlı; acepromazine (Hawkins ve Pascoe 2012), atipamezole (Kim ve ark 2004), dexmedetomidine, diazepam, flumazenil, medetomidine, midazolam (Pariat 2009, Silva ve ark 2011, Hawkins ve Pascoe 2012), xylazine (Flecknell 2009), anestezi-analjezi amaçlı; etomidate (Hawkins ve Pascoe 2012), ketamine, ketamine-diazepam (Flecknell 2009), ketamine-diazepam-butorphanol (Hawkins ve Pascoe 2012), ketamine-medetomidine, ketamine-medetomidine-butorphanol (Hedenqvist ve ark 2002), ketamine-midazolam (Grint ve Murison 2007), ketamine-xylazine, medetomidin-fentanyl-midazolam (Henke ve ark 2005) preparatları kullanılmaktadır.

Tavşanlarda ventriküler septal defekt, atrial septal defekt, patent ductus arteriosus gibi kongenital kardiyak anomalilerin teşhisi için hayvanın genel anestezi veya sedasyona alınmasının daha sağlıklı sonuç verebileceği düşünülmektedir (Krautwald-Junghanns ve ark 2011).

Tüm sedatif ve anestezikler, kalp fonksiyonları ile hemodinamiğinde değişikliklere yol açmaktadır. Ancak pet hayvanlarında zaman zaman sedatif ve anestezik uygulamalarına ihtiyaç olmasa da tavşanların ekokardiyografi uygulamalarında sedatif ve anestezik uygulamaları muayenenin sağlıklı yapılabilmesi ve stres oluşumunun engellenmesi için gereklidir (Krautwald-Junghanns ve ark 2011).

### **1.12. Transduser Seçimi**

Ultrason demeti ya mekanik ya da elektronik olarak doku yüzeyini taramaktadır. Transduser, mekanik veya elektronik olmasına bakmaksızın ses demetini bir kemer gibi açısız veya doğrusal şekilde tarayabilir. Demet açısız ise sektör tarayıcı, doğrusal ise lineer tarayıcı olarak adlandırılır (Dinç 2008).

Lineer transduserlerde kristaller başlık yüzeyine uzunlamasına sıralanır. Yakın planda geniş bir alanı taramaya ve anatomik ilişkilerini tam olarak ortaya koymaya izin verir. Dezavantajı ise temas yüzeyi ve tarama alanının geniş olmasıdır (Dinç 2008).

Sektör transduser içerisinde daha az sayıda kristal vardır. Geniş açılı olmasından dolayı üçgen veya yelpaze şeklinde görüntü verir. Temas ve tarama yüzeyinin küçük olması bakımından avantajlıdır (Boon 2002, Dinç 2008).

Mekanik sektör transduserler küçük hayvanların ekokardiyografik muayenesinde kullanılmaktadır. Tavşanlarda da ekokardiyografik muayenelerde mekanik sektör transduserler tercih edilmektedir (Casamian-Sorrosal ve ark 2014). İnterkostal aralıklardan görüntü alınabilmesi sebebiyle de konveks transduserler tercih sebebidir (Long 1992).

Ekokardiyografi uygulamalarında, hayvanlarda, türlere göre kullanılan transduser çeşitleri çizelge 1.2.' de belirtilmiştir.

**Çizelge 1.2.** Hayvan türlerine göre ekokardiyografik muayenelerde kullanılan transduser tip ve frekans seçimi (Dinç 2008, Leroux ve ark 2012, Ward ve ark 2012, Al-Haidar ve ark 2013, Casamian-Sorrosal ve ark 2014).

| <b>Hayvan Türü</b> | <b>Sektör transduser</b> |
|--------------------|--------------------------|
| <i>Equidae</i>     | 1.5-3.6 Mhz              |
| <i>B. Ruminant</i> | 2-2.5 Mhz                |
| <i>K. Ruminant</i> | 1.5-3.6 Mhz              |
| <i>Köpek</i>       | 5-7.5 Mhz                |
| <i>Kedi</i>        | 5-7.5 Mhz                |
| <i>Tavşan</i>      | 4.5-11.5 Mhz             |

## 2. GEREÇ VE YÖNTEM

### 2.1. Gereç

#### 2.1.1. Hayvan Materyali

Çalışmanın hayvan materyali Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Hayvan Deneylei Üretim ve Deneysel Araştırma Laboratuvarından temin edilen 25'i erkek, 24'ü dişi toplam 49 Yeni Zelanda Beyaz tavşanıyla oluşturuldu. Çalışma, Adnan Menderes Üniversitesi – Hayvan Deneylei Yerel Etik Kurulu'nun 4 Ekim 2012 tarihli B.30.2.ADÜ.0.00.00.00/050.04/2012/069 sayılı ve Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi – Hayvan Deneylei Yerel Etik Kurulu'nun 21 Haziran 2013 tarihli 40 sayılı izni ile Antalya Lara Hayvan Hastanesinde gerçekleştirildi.

#### 2.1.2. Ekokardiyografi Cihazının Özellikleri

Bütün ekokardiyografik ölçümler DC 6-Vet<sup>®</sup>, (Mindray, PRC) ultrasonografi cihazında; 8 Mhz, Mindray 6C 2 mikrokonveks transduser kullanılarak yapıldı (Resim 2.1.).

Bu cihaz; 2-D, M-mode, Pulsed doppler, Continuous doppler, Color doppler özelliklerine ek olarak; görüntüyü ekrana getirebilme, dondurma, büyütme, küçültme, kayıt etme gibi diğer yardımcı özellikleri de barındırmaktadır.



**Resim 2.1.** Mindray DC 6 Vet ultrason cihazı.

## **2.2. Yöntem**

### **2.2.1. Hayvan Materyalinin Gruplandırılması**

Tavşanlar üç, altı ve dokuz aylık erkek ve dişi olmak üzere toplam altı gruba ayrıldı. Gruplar ve her bir grupta yer alan tavşan sayısı aşağıdaki gibi belirlendi:

Grup I: Üç aylık-erkek (9).

Grup II: Üç aylık-dişi (7).

Grup III: Altı aylık-erkek (8).

Grup IV: Altı aylık-dişi (9).

Grup V: Dokuz aylık-erkek (8).

Grup VI: Dokuz aylık-dişi (8).

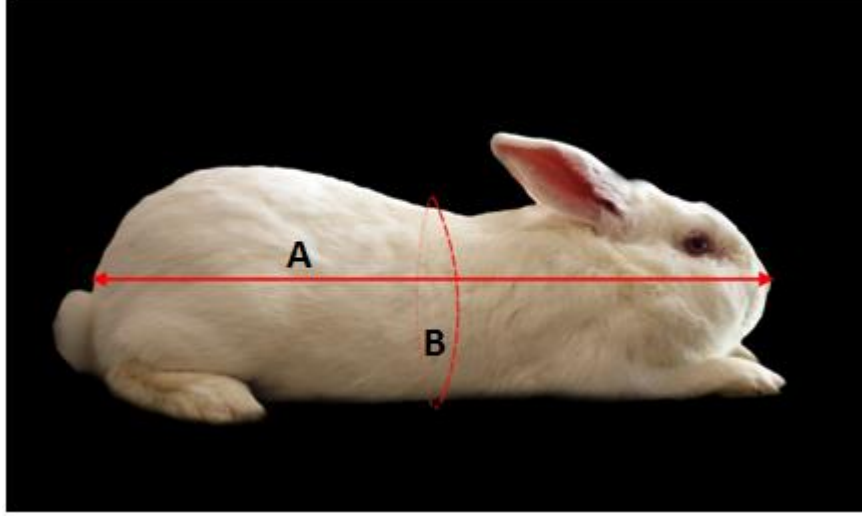
### **2.2.2. Ekokardiyografik Muayene Öncesi Yapılan Hazırlıklar**

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Hayvan Deneylei Üretim ve Deneysel Araştırma Laboratuvarından temin edilen tavşanlar 55x30x20 cm ebadındaki plastik kafesler içerisinde ve her bir kafeste bir tavşan olacak şekilde, Antalya Lara Hayvan Hastanesine getirildi. Tavşanlar ortama uyum sağlamaları amacıyla 12 saat süreyle muayene odasında bekletildi. Bu süre sonunda her bir tavşanın, ağırlık, boy uzunluğu ve göğüs çevresi ölçümleri yapıldı. Elde edilen ölçüm değerleri, tüm kantitatif bilgilerin kayıt altına alındığı tez veri formuna (Şekil 2.1.) not edildi.

Çizelge 2.1. Tez veri formu örneği

| TEZ VERİ FORMU               |                          |                          |                          |                          |                       |                   |                       |                     |      |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|---------------------|------|
| FİZİKSEL MUAYENE             | Numara                   |                          |                          | Yaş (ay)                 |                       |                   | Ağırlık (gr)          |                     |      |
|                              | Uzunluk (cm)             |                          |                          | Göğüs Çevresi (cm)       |                       |                   | BSA (m <sup>2</sup> ) |                     |      |
| KLİNİK MUAYENE               | Nabız (Atım/dk)          | Sıcaklık (°C)            | Kalp Osk.                | Akciğer Osk.             | Kapillar Dolum Zamanı | Dehidrasyon Testi |                       | Müköz Membran Testi |      |
|                              |                          |                          |                          |                          |                       |                   |                       |                     |      |
| LÖKOSİTER HEMOGRAM ANALİZİ   | WBC (10 <sup>9</sup> /l) | LYM (10 <sup>9</sup> /l) | MON (10 <sup>9</sup> /l) | GRA (10 <sup>9</sup> /l) | % LYM                 | % MON             |                       | % GRA               |      |
|                              |                          |                          |                          |                          |                       |                   |                       |                     |      |
| ERİTROSİTER HEMOGRAM ANALİZİ | RBC (10 <sup>9</sup> /l) | HGB (g/dl)               | % HCT                    | MCV (fl)                 | MCH (pg)              | MCHC (g/dl)       |                       | % RDWC              |      |
|                              |                          |                          |                          |                          |                       |                   |                       |                     |      |
| M-MOD EKOKARDİYOĞRAFI        | IVSTd (cm)               | LVIDd (cm)               | LVPWd (cm)               | IVSTs (cm)               | LVIDs (cm)            | LVPWs (cm)        | EPSS (cm)             | % EF                | % FS |
|                              |                          |                          |                          |                          |                       |                   |                       |                     |      |
| B-MOD EKOKARDİYOĞRAFI        | LAd (cm)                 | AOd (cm)                 | LAD/AOd                  | <u>Not:</u>              |                       |                   |                       |                     |      |
|                              |                          |                          |                          |                          |                       |                   |                       |                     |      |

Tavşanların ağırlıkları hassas elektronik tartı (DS-1<sup>®</sup>, Densi) aracılığıyla; vücut uzunluğu (burun ucu–kuyruk sokumu arasındaki uzaklık) ve göğüs çevresi (13. costae hizasından) mezura aracılığıyla ölçülüp, kayıt altına alındı (Resim 2.2.).



**Resim 2.2.** A: Vücut uzunluğu, B: Göğüs çevresi uzunluğu ölçümleri.

Her bir tavşanın klinik muayenesi kapsamında aşağıdaki işlemler yapıldı:

- Vücut sıcaklığı ölçümü: Elektronik termometre (Omron<sup>®</sup>, Japan) ile.
- Nabız: Her bir tavşanda palpe edilmek suretiyle a. femoralis'ten.
- Kapillar dolum zamanı testi: Gingiva'dan.
- Dehidrasyon testi: Sırt deri bölgesinden.
- Müköz membran muayenesi: Tunica conjunctiva'dan.
- Kalbin oskultasyonu: Regio cardiaca'dan.
- Akciğerin oskultasyonu: Regio pulmonalis'ten.
- Hemogram analizi: Fiziksel muayene sonunda vena saphena lateralis'ten hemogram testi için 20 µl hacminde kan alındı ve (BC-2800 Vet<sup>®</sup>, Mindray PRC) hemogram cihazı vasıtasıyla değerlendirildi.

Ekokardiyografik muayene için traş makinesi (Favorita II<sup>®</sup>, Aesculap Germany) aracılığıyla, sağ parasternal regio cardiaca traş edildi. Traş bölgesi alkol ile temizlendi.

Taş sonrasında, sedasyon amacıyla intramusculer olarak midazolam (1 mg/kg; Dormicum<sup>®</sup>, Roche-Greece) uygulandı. Sedasyon sağlanana kadar geçen sürede tavşana ait



yaş, ağırlık, uzunluk ölçüleri bilgisayara tanımlanıp, vücut yüzey alanı (BSA) değeri DuBois ve DuBois (1989) tarafından tanımlanan formüle uygun olarak elde edildi.

$$BSA= 0.00718 \times \text{Height}^{0.725} \times \text{Weight}^{0.425}$$

Tavşanlar sağ yan dekubitus pozisyonunda yatırılarak, ekokardiyografik muayeneleri gerçekleştirildi (Resim 2.3.).



**Resim 2.3.** Ekokardiyografik muayene.

### 2.2.3. Ekokardiyografik Muayene ve Ölçümler

Tavşanlarda, pet hayvanlarında kullanılan ekokardiyografik muayene teknikleri uygulanmaktadır (Boon 2011, Krautwald-Junghanns ve ark 2011).

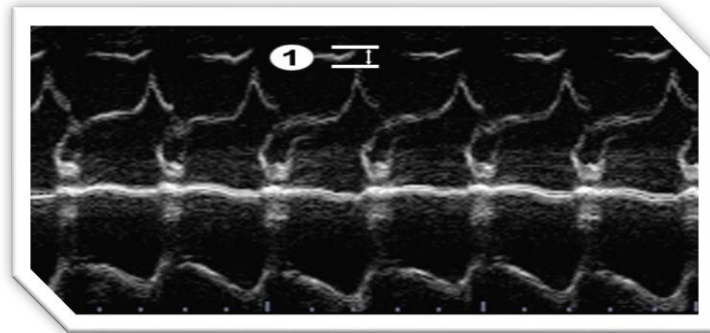
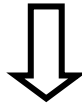
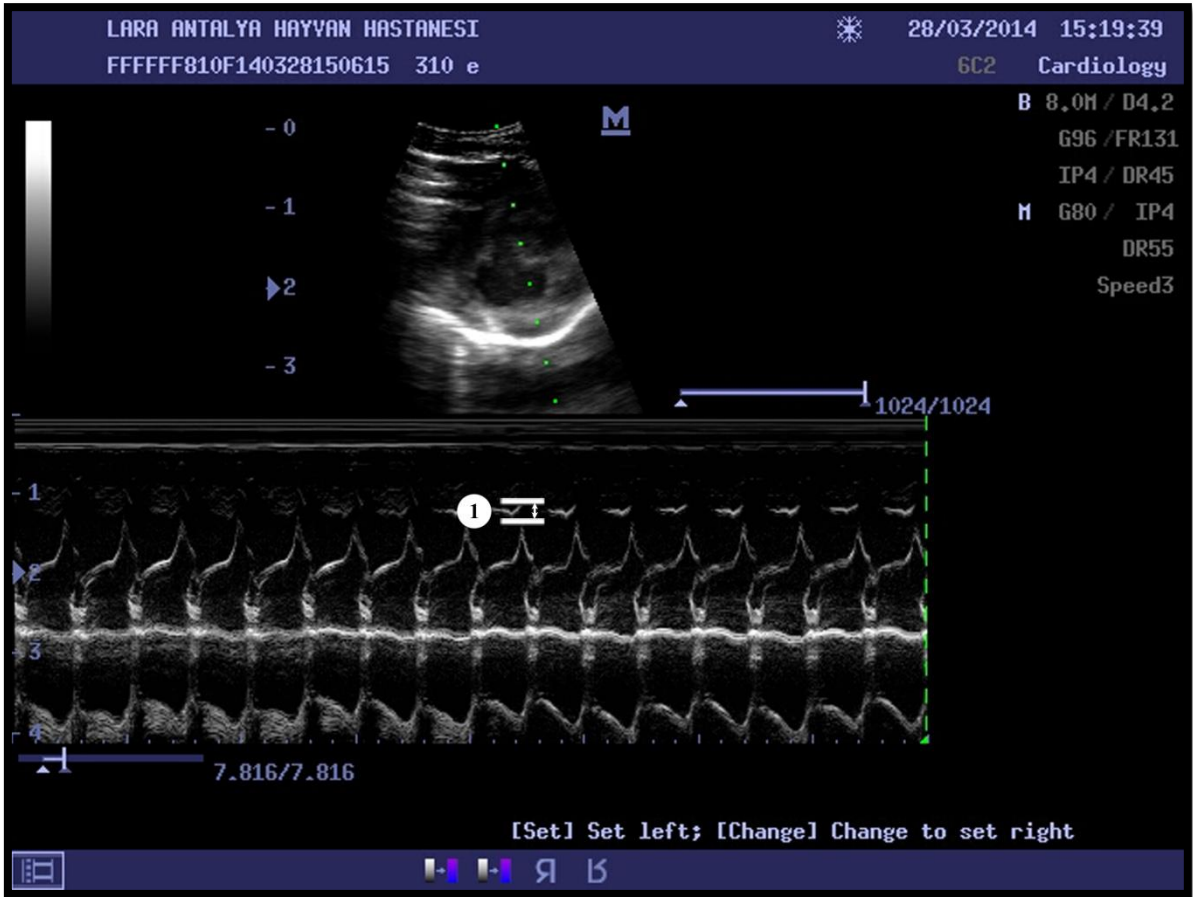
Transduser-deri temasındaki artefaktları engellemek amacıyla, sağ parasternal regio cardiaca'ya (üçüncü-dördüncü interkostal aralık) ve transduser üzerine ultrason jeli (Konix®) uygulaması yapıldı.

Sol ventrikül muayenesinin uygun bir şekilde değerlendirilebilmesi amacıyla, üç farklı seviyeden (valva aortae, m. papillaris ve valva mitralis) sağ parasternal kısa eksen B-mod ekokardiyografi görüntüsü elde edildi. B-mod ölçümler valva aortae seviyesinden (Şekil 2.1.) elde edilen B-mod görüntüler üzerinden yapılmıştır. M-mod ölçümler ise m. papillaris (Şekil 2.2.) ve valva mitralis seviyelerinden (Şekil 2.3.) elde edilen, B-mod görüntülerden oluşturulan, M-mod ekokardiyogramlar üzerinden yapılmıştır.



Şekil 2.1. Sağ parasternal kısa eksen valva aortae seviyesi görüntüsü. 1. LAd, 2. AO





**Şekil 2.3.** Sağ parasternal kısa eksen valva mitralis seviyesi görüntüsü. 1. EPSS.

M-mod sistol ve diastol sonu ekokardiyografik parametrelerin ölçümü, ön kenardan ön kenara yöntemiyle yapıldı. Ölçümler ve ölçümlere ait kısaltmaların isimlendirilmesi Amerikan Kardiyoloji Derneğinin belirlemiş olduğu standartlara uygun olarak gerçekleştirildi.

Ölçümlerin güvenilirliğini sağlamak için her bir ekokardiyografik ölçüm üç kez tekrarlandı ve elde edilen verilerin ortalaması alındı. Tüm ölçümler aynı fiziksel koşullarda ve aynı araştırmacı tarafından gerçekleştirildi.

## **2.2.4. M-Mod ve B-Mod Ekokardiyografik Ölçümler**

### **2.2.4.1. M-Mod ekokardiyografik ölçümler**

M-mod ölçümlerden IVSTd, LVIDd, LVPWd, IVSTs, LVIDs, LVPWs, % EF, % FS m. papillaris seviyesinden, EPSS ise valva mitralis seviyesinden elde edilen, B-mod görüntülerden oluşturulan, M-mod ekokardiyogramlar üzerinden yapıldı.

**IVSTd:** Diastol sonunda, septum interventriculare kalınlığının ölçümü.

**LVIDd:** Diastol sonunda, sol ventrikül iç çapının ölçümü.

**LVPWd:** Diastol sonunda, sol ventrikül posterior duvarı kalınlığının ölçümü.

**IVSTs:** Sistol sonunda, septum interventriculare kalınlığının ölçümü.

**LVIDs:** Sistol sonunda, sol ventrikül iç çapının ölçümü.

**LVPWs:** Sistol sonunda, sol ventrikül posterior duvarı kalınlığının ölçümü.

**EPSS:** Valva mitralis ile septum interventriculare arasındaki açının en dar olduğu pozisyonda, valva mitralis ile septum interventriculare arasındaki mesafenin ölçümü.

**% EF:** Sol ventrikül yüzde fırlatma gücünü gösteren evrensel kabul görmüş bir indekstir (Bilal 2011). Bu indeks, Bonagura (1983), Berry ve ark (1988), Kayar (2001), Bilal (2011) tarafından önerilen aşağıdaki formüle göre hesaplandı.

$$\% \text{ EF: } (LVIDd^3 - LVIDs^3) \times 100 / LVIDd^3$$

**% FS:** Köpek (Lombard 1984, Kayar 2001, Boon 2002, Bilal 2011), at (Long 1992) ve tavşanlarda (Krautwald-Junghanns ve ark 2011) aşağıda belirtilen formüle bağlı olarak hesaplandı.

$$\% \text{ FS: } (LVIDd - LVIDs) \times 100 / LVIDd$$

#### 2.2.4.2. B-Mod ekokardiyografik ölçümler

B-mod ölçümler valva aortae seviyesinden elde edilen B-mod görüntüler üzerinden yapılmıştır.

**LAd:** Diastol sonunda, sol atrium iç çapının ölçümü.

**AOd:** Diastol sonunda, aort kökünün anterior duvarı ile posterior duvarı arasındaki mesafenin ölçümü.

**LAd/AOd:** Sol atrium diastol sonu çapının, aort kökü diastol sonu çapına oranı.

#### 2.2.5. İstatistiksel Yöntemler

Çalışmada istatistiksel analizler SPSS 19.0 programında yapıldı. Bu programda öncelikle tüm parametrelerin tanımlayıcı özellikleri hesaplandı. Hayvanların fiziksel özellikleri çizelgelerde ortalama değer  $\pm$  standart sapma ve minimum-maksimum ölçüm değerleri olarak sunuldu. Hemogram ve ekokardiyografi parametreleri ise çizelgelerde ortalama değer  $\pm$  standart sapma ve % 95 güven aralığı değerleri şeklinde sunuldu. Çalışmada kullanılan tüm tavşanlarda ölçülen parametreler için yaş grupları arasında farklılık olup olmadığının kontrolü ‘tek yönlü varyans analizi’ ile yapıldı. İstatistiksel farklılığın olduğu durumlarda hangi gruplar arasında olduğunun kontrolü (post-hoc test) homojen veriler için Bonferoni testi ile homojen olmayan veriler Tamhane testi ile yapıldı. Aynı yaş gruplarındaki erkek ve dişi tavşanlar arasındaki ekokardiyografik ölçümlerinin farklılığı ‘Student t test’ ile değerlendirildi ve non parametrik dağılım gösterenler için ‘Mann-Whitney U’ testi ile kontrol edildi. Ayrıca vücut ağırlığı ve yaşın, ekokardiyografik parametreler ile ilişkisi ‘Pearson korelasyon’ testi ile kontrol edildi. Çalışmada güvenilirlik  $p < 0.05$  olarak kabul edildi.

Çalışmada kullanılan ekokardiyografik ölçüm yöntemlerinin geçerlilik ve güvenilirliğinin kontrolü için, tesadüfi seçilen bir hayvanda ekokardiyografik ölçümler aynı gün içerisinde beş defa arka arkaya tekrarlandı. Bu ölçümlerin varyasyon katsayısı (% CV), ‘(standart sapma/ortalama değer) x 100’ formülü kullanılarak hesaplandı (Özdamar 2004). Tavşanların fiziksel özellikleri, nabız ve sıcaklık değerleri ortalama değer ( $\bar{x}$ )  $\pm$  standart sapma (S), minimum-maksimum (Min-Maks) olarak, eritrositer ve lökositler hemogram parametreleri ile ekokardiyografik parametreler ise ortalama değer ( $\bar{x}$ )  $\pm$  standart sapma (S), % 95 güven aralığı (% 95 GA) olarak sunuldu.

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Tavşanlara Ait Tanımlayıcı Fiziksel Özellikler

Çalışmada kullanılan Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarına ait ağırlık, vücut yüzey alanı (BSA), vücut uzunluğu ve göğüs çevresi gibi bazı fiziksel özellikler yaş gruplarına ayrılarak Çizelge 3.1., 3.2., 3.3., 3.4 'de sunuldu.

**Çizelge 3.1.** Üç aylık erkek (grup 1) ve dişi (grup 2) tavşanların fiziksel özellikleri.

| Değer<br>Grup     | Ağırlık<br>(gr)            | BSA<br>(m <sup>2</sup> ) | Vücut Uzunluğu<br>(cm) | Göğüs<br>Çevresi<br>(cm) |
|-------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| Grup 1 ♂<br>(n=9) | 2014±175.40<br>(1625-2155) | 0.17±0.01<br>(0.15-0.19) | 39.8±2.71<br>(34-44)   | 30.7±1.00<br>(30-32.5)   |
| Grup 2 ♀<br>(n=7) | 2022±184.79<br>(1820-2235) | 0.18±0.01<br>(0.17-0.19) | 41.1±1.83<br>(38-43)   | 30.3±0.74<br>(30-32)     |

Not: Değerler ' $\bar{x} \pm S$ ' ve 'Min – Maks' olarak sunulmuştur.

**Çizelge 3.2.** Altı aylık erkek (grup 3) ve dişi (grup 4) tavşanların fiziksel özellikleri.

| Değer<br>Grup     | Ağırlık<br>(gr)            | BSA<br>(m <sup>2</sup> ) | Vücut Uzunluğu<br>(cm) | Göğüs<br>Çevresi<br>(cm) |
|-------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| Grup 3 ♂<br>(n=8) | 3473±166.55<br>(3259-3709) | 0.25±0.01<br>(0.25-0.27) | 45.4±2.44<br>(42-48)   | 37.4±1.5<br>(35.5-40)    |
| Grup 4 ♀<br>(n=9) | 3513±100.55<br>(3312-3665) | 0.26±0.01<br>(0.25-0.26) | 45.4±2.65<br>(42-51)   | 37.1±1.16<br>(35-39)     |

Not: Değerler ' $\bar{x} \pm S$ ' ve 'Min – Maks' olarak sunulmuştur.

**Çizelge 3.3.** Dokuz aylık erkek (grup 5) ve dişi (grup 6) tavşanların fiziksel özellikleri.

| Değer<br>Grup     | Ağırlık<br>(gr)            | BSA<br>(m <sup>2</sup> ) | Vücut Uzunluğu<br>(cm) | Göğüs Çevresi<br>(cm) |
|-------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|
| Grup 5 ♂<br>(n=8) | 4364±327.70<br>(4057-4894) | 0.30±0.01<br>(0.29-0.32) | 52.3±3.15<br>(48-56)   | 42.1±1.42<br>(40-44)  |
| Grup 6 ♀<br>(n=8) | 4463±397.19<br>(4045-4948) | 0.30±0.01<br>(0.29-0.33) | 52.6±3.50<br>(47-57)   | 42.4±2.38<br>(40-45)  |

Not: Değerler ' $\bar{x} \pm S$ ' ve 'Min – Maks' olarak sunulmuştur.

**Çizelge 3.4.** Üç (grup 1 ve grup 2), altı (grup 3 ve 4) ve dokuz (grup 5 ve 6) aylık tavşanların fiziksel özellikleri ve önemlilik değerleri.

| Değer<br>Grup      | Ağırlık<br>(gr)            | BSA<br>(m <sup>2</sup> ) | Vücut Uzunluğu<br>(cm) | Göğüs Çevresi<br>(cm) |
|--------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|
| Grup 1+2<br>(n=16) | 2018±173.45<br>(1625-2235) | 0.17±0.01<br>(0.15-0.19) | 40.3±2.38<br>(34-44)   | 30.5±0.89<br>(30-32)  |
| Grup 3+4<br>(n=17) | 3494±132.69<br>(3259-3709) | 0.25±0.01<br>(0.25-0.27) | 45.4±2.47<br>(42-51)   | 37.2±1.34<br>(35-40)  |
| Grup 5+6<br>(n=16) | 4413±355.45<br>(4045-4948) | 0.30±0.01<br>(0.29-0.33) | 52.4±3.22<br>(47-57)   | 42.2±1.90<br>(40-45)  |
| P                  | 0.001                      | 0.001                    | 0.001                  | 0.001                 |

Not: Değerler ' $\bar{x} \pm S$ ' ve 'Min – Maks' olarak sunulmuştur.

Cinsiyet ayrımı dikkate alınmadan yapılan değerlendirmede; üç, altı, dokuz aylık tavşan grupları arasında ağırlık, BSA, vücut uzunluğu ve göğüs çevresi bakımından istatistiksel anlamda önemli ( $P < 0.001$ ) miktarda artış olduğu görüldü (Çizelge 3.4.).

### 3.2. Klinik Muayene Bulguları

Her bir tavşanın klinik muayenesi kapsamında; vücut sıcaklığı ölçümü, nabız ölçümü, kalbin ve akciğerin oskultasyonu, dehidrasyon testi, müköz membran muayenesi, kapillar dolun zamanı testi ve hemogram analizi yapıldı.

Kalbin oskultasyon muayenesi sonucunda tavşanlarda herhangi bir üfürüm ve göğüs duvarında titreşim saptanmadı. Akciğerin oskultasyonunda solunum güçlüğü, öksürük, hırıltılı solunum tespit edilmedi. Sırt bölgesinden yapılan dehidrasyon testinde patolojik bir



bulguya rastlanmadı. Tunica conjunctiva'ların müköz membran muayenesinde herhangi bir anormalite tespit edilmedi. Gingiva bölgesinden yapılan kapillar dolum zamanı testinde, kapillar damarlar bir-iki saniye aralığında normal görünümüne kavuştu.

Bununla birlikte tavşanlara ait vücut sıcaklığı ile nabız (Çizelge 3.5., 3.6., 3.7., 3.8.), lökositler (Çizelge 3.9., 3.10., 3.11.) ve eritrositler (Çizelge 3.12., 3.13., 3.14.) hemogram parametreleri aşağıda sunuldu.

**Çizelge 3.5.** Üç aylık erkek (grup 1) ve dişi (grup 2) tavşanların nabız ve sıcaklık değerleri.

| Değer<br>Grup   | Nabız<br>(atım/dk)    | Sıcaklık<br>(°c)         |
|-----------------|-----------------------|--------------------------|
| Grup 1<br>(n=9) | 191±7.42<br>(180-204) | 38.6±0.13<br>(38.5-39)   |
| Grup 2<br>(n=7) | 190±6.04<br>(184-200) | 38.9±0.12<br>(38.7-38.9) |

Not: Değerler ' $\bar{x} \pm S$ ' ve 'Min – Maks' olarak sunulmuştur.

**Çizelge 3.6.** Altı aylık erkek (grup 3) ve dişi (grup 4) tavşanların nabız ve sıcaklık değerleri.

| Değer<br>Grup   | Nabız<br>(atım/dk)    | Sıcaklık<br>(°c)         |
|-----------------|-----------------------|--------------------------|
| Grup 3<br>(n=8) | 184±6.62<br>(176-196) | 38.6±0.11<br>(38.3-38.7) |
| Grup 4<br>(n=9) | 191±9.95<br>(184-212) | 38.8±0.10<br>(38.5-38.9) |

Not: Değerler ' $\bar{x} \pm S$ ' ve 'Min – Maks' olarak sunulmuştur.

**Çizelge 3.7.** Dokuz aylık erkek (grup 5) ve dişi (grup 6) tavşanların nabız ve sıcaklık değerleri.

| Değer<br>Grup   | Nabız<br>(atım/dk)    | Sıcaklık<br>(°c)         |
|-----------------|-----------------------|--------------------------|
| Grup 5<br>(n=8) | 188±4.50<br>(184-196) | 38.5±0.10<br>(38.4-38.8) |
| Grup 6<br>(n=8) | 189±5.96<br>(180-196) | 38.8±0.10<br>(38.6-38.8) |

Not: Değerler ' $\bar{x} \pm S$ ' ve 'Min – Maks' olarak sunulmuştur.

**Çizelge 3.8.** Üç (grup 1 ve grup 2), altı (grup 3 ve 4) ve dokuz (grup 5 ve 6) aylık tavşanların nabız, sıcaklık ve önemlilik değerleri.

| Değer<br>Grup           | Nabız<br>(atım/dk)    | Sıcaklık<br>(°c)         |
|-------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Grup 1+Grup 2<br>(n=16) | 190±6.64<br>(180-204) | 38.8±0.10<br>(38.5-39)   |
| Grup 3+Grup 4<br>(n=17) | 187±9.01<br>(176-212) | 38.7±0.10<br>(38.3-38.9) |
| Grup 5+Grup 6<br>(n=16) | 189±10<br>(180-196)   | 38.7±0.10<br>(38.4-38.8) |
| P                       | 0.506                 | 0.380                    |

Not: Değerler ' $\bar{x} \pm S$ ' ve 'Min – Maks' olarak sunulmuştur.

Cinsiyet ayrımı dikkate alınmadan yapılan değerlendirmede; üç, altı, dokuz aylık tavşan grupları arasında nabız ve sıcaklık bakımından istatistiksel anlamda önemli miktarda artış olmadığı görüldü (Çizelge 3.8.).

**Çizelge 3.9.** Üç aylık erkek (grup 1) ve dişi (grup 2) tavşanların lökositler hemogram parametreleri.

| Değer<br>Grup     | WBC<br>$10^9/l$          | LYM<br>$10^9/l$          | MON<br>$10^9/l$          | GRA<br>$10^9/l$          | %LYM                         | %MON                     | %GRA                        |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Grup 1 ♂<br>(n=9) | 6.20±1.17<br>(3.35-7.52) | 3.58±0.96<br>(2.10-4.79) | 0.33±0.11<br>(0.17-0.49) | 2.22±0.36<br>(1.68-2.70) | 53.64±15.65<br>(16.00-68.30) | 4.86±1.15<br>(2.70-6.10) | 33.42±4.36<br>(25.50-38.90) |
| Grup 2 ♀<br>(n=7) | 6.45±1.11<br>(5.25-8.28) | 3.53±1.18<br>(1.80-4.79) | 0.35±0.13<br>(0.17-0.55) | 2.00±0.48<br>(1.27-2.50) | 62.58±10.95<br>(41.40-74.40) | 4.74±1.25<br>(2.80-6.00) | 32.20±8.12<br>(21.90-45.20) |

Not: Değerler ' $\bar{x} \pm S$ ' ve '% 95 GA' olarak sunulmuştur.

**Çizelge 3.10.** Altı aylık erkek (grup 3) ve dişi (grup 4) tavşanların lökositler hemogram parametreleri.

| Değer<br>Grup     | WBC<br>10 <sup>9</sup> /l | LYM<br>10 <sup>9</sup> /l | MON<br>10 <sup>9</sup> /l | GRA<br>10 <sup>9</sup> /l | %LYM                         | %MON                     | %GRA                         |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| Grup 3 ♂<br>(n=8) | 5.48±1.32<br>(2.74-6.87)  | 1.99±1.36<br>(0.03-3.99)  | 0.34±0.16<br>(0.10-0.54)  | 2.86±2.06<br>(0.66-6.28)  | 62.59±13.63<br>(30.60-72.44) | 5.86±1.46<br>(3.60-7.40) | 32.03±12.81<br>(24.10-62.10) |
| Grup 4 ♀<br>(n=9) | 6.14±0.7<br>(5.25-7.62)   | 2.78±1.18<br>(0.90-4.29)  | 0.48±0.13<br>(0.33-0.65)  | 2.39±0.9<br>(1.37-4.63)   | 51.17±19.55<br>(14.70-72.60) | 5.85±2.66<br>(3.40-10.9) | 38.33±13.94<br>(31.90-75.6)  |

Not: Değerler  $\bar{x} \pm S'$  ve '% 95 GA' olarak sunulmuştur.

**Çizelge 3.11.** Dokuz aylık erkek (grup 5) ve dişi (grup 6) tavşanların lökositler hemogram parametreleri.

| Değer<br>Grup     | WBC<br>10 <sup>9</sup> /l | LYM<br>10 <sup>9</sup> /l | MON<br>10 <sup>9</sup> /l | GRA<br>10 <sup>9</sup> /l | %LYM                         | %MON                      | %GRA                         |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Grup 5 ♂<br>(n=8) | 5.36±1.34<br>(2.74-6.85)  | 2.37±1.22<br>(0.03-4.02)  | 0.42±0.22<br>(0.10-0.71)  | 1.99±1.23<br>(0.66-4.26)  | 57.26±22.47<br>(14.70-77.60) | 6.65±2.86<br>(3.60-11.60) | 33.27±12.73<br>(23.20-62.10) |
| Grup 6 ♀<br>(n=8) | 5.41±1.10<br>(3.92-6.87)  | 1.91±0.91<br>(0.06-2.61)  | 0.44±0.09<br>(0.32-0.59)  | 2.75±1.45<br>(1.25-5.65)  | 51.37±17.4<br>(16.00-67.00)  | 6.42±1.39<br>(5.10-9.40)  | 41.47±19.53<br>(31.10-89.60) |

Not: Değerler  $\bar{x} \pm S'$  ve '% 95 GA' olarak sunulmuştur.

**Çizelge 3.12.** Üç aylık erkek (grup 1) ve dişi (grup 2) tavşanların eritrositer hemogram parametreleri.

| Değer<br>Grup     | RBC<br>10 <sup>9</sup> /l | HGB<br>g/dl                 | HCT<br>%                    | MCV<br>fl                   | MCH<br>pg                   | MCHC<br>g/dl                | RDWC<br>%                   |
|-------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Grup 1 ♂<br>(n=9) | 6.44±0.52<br>(5.41-7.30)  | 13.17±0.95<br>(11.90-15.10) | 41.53±2.89<br>(37.14-46.10) | 63.11±4.07<br>(58.00-72.00) | 20.8±2.15<br>(18.20-25.30)  | 31.85±0.88<br>(30.90-33.50) | 14.78±0.85<br>(13.80-16.20) |
| Grup 2 ♀<br>(n=7) | 6.26±0.76<br>(5.32-7.55)  | 13.47±1.05<br>(12.40-15.30) | 41.37±2.54<br>(38.67-46.53) | 64.28±3.63<br>(61.00-72.00) | 21.01±1.07<br>(19.80-22.90) | 31.84±1.36<br>(29.10-33.40) | 13.78±0.76<br>(12.60-14.90) |

Not: Değerler  $\bar{x} \pm S'$  ve '% 95 GA' olarak sunulmuştur.

**Çizelge 3.13.** Altı aylık erkek (grup 3) ve dişi (grup 4) tavşanların eritrositer hemogram parametreleri.

| Değer<br>Grup     | RBC<br>10 <sup>9</sup> /l | HGB<br>g/dl                 | HCT<br>%                    | MCV<br>fl                   | MCH<br>pg                   | MCHC<br>g/dl                | RDWC<br>%                   |
|-------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Grup 3 ♂<br>(n=8) | 7.40±0.85<br>(5.42-8.10)  | 14.78±1.43<br>(11.90-16.90) | 46.29±5.02<br>(41.13-53.03) | 63.50±6.07<br>(51.00-71.00) | 19.41±2.06<br>(15.20-21.20) | 28.50±4.16<br>(21.70-33.00) | 14.83±1.44<br>(11.60-16.50) |
| Grup 4 ♀<br>(n=9) | 6.67±0.84<br>(5.32-7.66)  | 14.57±1.18<br>(13.2-16.70)  | 44.98±3.84<br>(38.27-50.90) | 65.66±3.96<br>(61.00-75.00) | 21.11±1.38<br>(19.20-23.90) | 32.41±1.48<br>(29.10-34.80) | 13.98±1.25<br>(11.90-15.70) |

Not: Değerler  $\bar{x} \pm S'$  ve '% 95 GA' olarak sunulmuştur.

**Çizelge 3.14.** Dokuz aylık erkek (grup 5) ve dişi (grup 6) tavşanların eritrositer hemogram parametreleri.

| Değer<br>Grup     | RBC<br>10 <sup>9</sup> /l | HGB<br>g / dl               | HCT<br>%                    | MCV<br>fl                   | MCH<br>pg                   | MCHC<br>g / dl              | RDWC<br>%                   |
|-------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Grup 5 ♂<br>(n=8) | 7.58±0.47<br>(6.65-8.10)  | 14.52±1.43<br>(11.90-16.30) | 48.67±3.85<br>(41.50-54.80) | 65.00±2.92<br>(62.00-70.00) | 19.87±2.19<br>(15.20-21.80) | 30.75±4.11<br>(21.70-34.80) | 15.08±1.44<br>(11.90-16.50) |
| Grup 6 ♀<br>(n=8) | 7.34±0.30<br>(6.81-7.71)  | 15.77±0.83<br>(14.20-16.70) | 47.67±1.69<br>(46.10-50.98) | 64.50±3.20<br>(59.00-69.00) | 22.22±1.85<br>(19.50-25.30) | 32.93±2.37<br>(28.10-35.60) | 15.12±0.64<br>(14.30-16.10) |

Not: Değerler ' $\bar{x} \pm S$ ' ve '% 95 GA' olarak sunulmuştur.

Üç, altı, dokuz aylık tavşan gruplarında lökositler ve eritrositer hemogram parametrelerinin referans değer aralığında olduğu ve herhangi bir patolojik bulguya işaret etmediği gözlemlendi.

### 3.3. M-Mod ve B-Mod Ekokardiyografik Muayene Bulguları

B-mod ve M-mod ekokardiyografik muayene sonucunda:

- Üç, altı ve dokuz aylık tavşanlarda cinsiyet ayrımı dikkate alınmadan elde edilen parametreler çizelge 3.15.'de,
- Üç, altı ve dokuz aylık erkek tavşanlara ait parametreler çizelge 3.16.'da,
- Üç, altı ve dokuz aylık dişi tavşanlara ait parametreler çizelge 3.17.'de,
- Üç aylık erkek ve dişi tavşanlara ait parametreler çizelge 3.18.'de,
- Altı aylık erkek ve dişi tavşanlara ait parametreler çizelge 3.19.'da,
- Dokuz aylık erkek ve dişi tavşanlara ait parametreler çizelge 3.20.'de,
- Ağırlık ve yaşın ekokardiyografik parametreler ile korelasyon değerleri çizelge 3.21.'de sunulmuştur.

**Çizelge 3.15.** Üç (grup 1 ve grup 2), altı (grup 3 ve 4) ve dokuz (grup 5 ve 6) aylık tavşanların ekokardiyografik parametreleri.

| Grup Değer        | Grup 1+Grup 2 (n:16)                  | Grup 3+Grup 4 (n:17)                  | Grup 5+Grup 6 (n:16)                  | P        |
|-------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------|
| <i>IVSTd (cm)</i> | 0.23±0.02 <sup>a</sup> (0.22-0.24)    | 0.28±0.02 <sup>b</sup> (0.26-0.30)    | 0.35±0.02 <sup>c</sup> (0.33-0.36)    | 0.001*** |
| <i>LVIDd (cm)</i> | 1.20±0.03 <sup>a</sup> (1.18-1.22)    | 1.33±0.03 <sup>b</sup> (1.31-1.35)    | 1.41±0.08 <sup>c</sup> (1.36-1.45)    | 0.001*** |
| <i>LVPWd (cm)</i> | 0.21±0.03 <sup>a</sup> (0.19-0.23)    | 0.33±0.03 <sup>b</sup> (0.31-0.35)    | 0.45±0.05 <sup>c</sup> (0.42-0.47)    | 0.001*** |
| <i>IVSTs (cm)</i> | 0.30±0.04 <sup>a</sup> (0.28-0.32)    | 0.43±0.04 <sup>b</sup> (0.41-0.45)    | 0.50±0.02 <sup>c</sup> (0.48-0.52)    | 0.001*** |
| <i>LVIDs (cm)</i> | 0.77±0.05 <sup>a</sup> (0.74-0.80)    | 0.90±0.04 <sup>b</sup> (0.88-0.92)    | 0.95±0.07 <sup>c</sup> (0.91-0.98)    | 0.001*** |
| <i>LVPWs (cm)</i> | 0.34±0.05 <sup>a</sup> (0.31-0.37)    | 0.52±0.04 <sup>b</sup> (0.49-0.54)    | 0.59±0.04 <sup>c</sup> (0.56-0.61)    | 0.001*** |
| <i>EPSS (cm)</i>  | 0.09±0.01 <sup>a</sup> (0.08-0.10)    | 0.11±0.01 <sup>b</sup> (0.10-0.12)    | 0.15±0.01 <sup>c</sup> (0.14-0.17)    | 0.001*** |
| <i>%EF</i>        | 63.50±3.94 <sup>a</sup> (61.39-65.60) | 58.58±2.82 <sup>b</sup> (57.13-60.04) | 58.93±3.88 <sup>b</sup> (56.86-61.01) | 0.001*** |
| <i>%FS</i>        | 34.43±3.88 (32.36-36.50)              | 32.39±2.49 (31.01-33.57)              | 32.50±2.06 (31.39-33.60)              | ÖD       |
| <i>LAd (cm)</i>   | 0.73±0.03 <sup>a</sup> (0.72-0.75)    | 0.87±0.03 <sup>b</sup> (0.85-0.89)    | 1.13±0.05 <sup>c</sup> (1.10-1.16)    | 0.001*** |
| <i>AOd (cm)</i>   | 0.62±0.03 <sup>a</sup> (0.60-0.64)    | 0.72±0.03 <sup>b</sup> (0.70-0.74)    | 0.96±0.07 <sup>c</sup> (0.91-1.00)    | 0.001*** |
| <i>LAd/AOd</i>    | 1.17±0.03 (1.15-1.19)                 | 1.20±0.03 (1.18-1.22)                 | 1.18±0.05 (1.15-1.20)                 | ÖD       |

Not: Değerler  $\bar{x} \pm S'$  ve '% 95 GA' olarak sunulmuştur. \*\*\* :  $p < 0.001$ , ÖD: Önemli değil.

**Çizelge 3.16.** Üç (grup 1), altı (grup 3) ve dokuz (grup 5) aylık erkek tavşanların ekokardiyografik parametreleri.

| Grup<br>Değer     | Grup 1<br>(n=9)                          | Grup 3<br>(n=8)                          | Grup 5<br>(n=8)                           | P        |
|-------------------|--|--|---|----------|
| <i>IVSTd (cm)</i> | 0.22±0.02 <sup>a</sup><br>(0.20-0.24)    | 0.29±0.01 <sup>b</sup><br>(0.27-0.30)    | 0.36±0.02 <sup>c</sup><br>(0.26-0.41)     | 0.001*** |
| <i>LVIDd (cm)</i> | 1.21±0.03 <sup>a</sup><br>(1.18-1.23)    | 1.34±0.03 <sup>b</sup><br>(1.31-1.38)    | 1.43±0.07 <sup>c</sup><br>(1.31-1.44)     | 0.001*** |
| <i>LVPWd (cm)</i> | 0.20±0.02 <sup>a</sup><br>(0.18-0.21)    | 0.35±0.03 <sup>b</sup><br>(0.31-0.38)    | 0.45±0.04 <sup>c</sup><br>(0.41-0.49)     | 0.001*** |
| <i>IVSTs (cm)</i> | 0.29±0.04 <sup>a</sup><br>(0.25-0.33)    | 0.42±0.04 <sup>b</sup><br>(0.38-0.46)    | 0.49±0.02 <sup>c</sup><br>(0.48-0.51)     | 0.001*** |
| <i>LVIDs (cm)</i> | 0.77±0.06 <sup>a</sup><br>(0.73-0.82)    | 0.91±0.03 <sup>b</sup><br>(0.87-0.94)    | 0.99±0.04 <sup>c</sup><br>(0.97-1.02)     | 0.001*** |
| <i>LVPWs (cm)</i> | 0.32±0.04 <sup>a</sup><br>(0.28-0.36)    | 0.51±0.04 <sup>b</sup><br>(0.47-0.55)    | 0.58±0.03 <sup>c</sup><br>(0.55-0.62)     | 0.001*** |
| <i>EPSS (cm)</i>  | 0.09±0.01 <sup>a</sup><br>(0.08-0.09)    | 0.11±0.01 <sup>b</sup><br>(0.10-0.11)    | 0.15±0.01 <sup>c</sup><br>(0.14-0.15)     | 0.001*** |
| <i>%EF</i>        | 64.11±3.62 <sup>a</sup><br>(61.32-66.89) | 57.12±3.39 <sup>b</sup><br>(54.21-59.90) | 60.87±3.75 <sup>ab</sup><br>(57.73-64.01) | 0.01**   |
| <i>%FS</i>        | 34.11±3.55<br>(31.38-36.84)              | 32.37±2.92<br>(29.92-34.82)              | 33.50±2.26<br>(31.60-35.39)               | ÖD       |
| <i>LAd (cm)</i>   | 0.75±0.03 <sup>a</sup><br>(0.72-0.78)    | 0.88±0.01 <sup>b</sup><br>(0.87-0.90)    | 1.13±0.05 <sup>c</sup><br>(1.08-1.17)     | 0.001*** |
| <i>AOd (cm)</i>   | 0.64±0.04 <sup>a</sup><br>(0.61-0.67)    | 0.73±0.02 <sup>b</sup><br>(0.71-0.75)    | 0.96±0.08 <sup>c</sup><br>(0.88-1.03)     | 0.001*** |
| <i>LAd/AOd</i>    | 1.16±0.03<br>(1.13-1.19)                 | 1.20±0.04<br>(1.16-1.24)                 | 1.18±0.04<br>(1.16-1.20)                  | ÖD       |

Not: Değerler ' $\bar{x} \pm S$ ' ve '% 95 GA' olarak sunulmuştur. \*\* :  $p < 0.01$ , \*\*\* :  $p < 0.001$ , ÖD: Önemli değil.

**Çizelge 3.17.** Üç (grup 2), altı (grup 4) ve dokuz (grup 6) aylık dişi tavşanların ekokardiyografik parametreleri.

| <b>Grup</b><br><b>Değer</b> | <b>Grup 2</b><br><b>(n=7)</b>           | <b>Grup 4</b><br><b>(n=9)</b>             | <b>Grup 6</b><br><b>(n=8)</b>            | <b>P</b> |
|-----------------------------|---|---|--|----------|
| <b>IVSTd (cm)</b>           | 0.25±0.01 <sup>a</sup><br>(0.23-0.26)   | 0.27±0.03 <sup>ab</sup><br>(0.24-0.30)    | 0.34±0.02 <sup>c</sup><br>(0.32-0.35)    | 0.001*** |
| <b>LVIDd (cm)</b>           | 1.18±0.03 <sup>a</sup><br>(1.15-1.22)   | 1.32±0.03 <sup>b</sup><br>(1.29-1.34)     | 1.44±0.07 <sup>c</sup><br>(1.37-1.50)    | 0.001*** |
| <b>LVPWd (cm)</b>           | 0.23±0.03 <sup>a</sup><br>(0.19-0.26)   | 0.32±0.01 <sup>b</sup><br>(0.31-0.33)     | 0.44±0.05 <sup>c</sup><br>(0.39-0.49)    | 0.001*** |
| <b>IVSTs (cm)</b>           | 0.32±0.02 <sup>a</sup><br>(0.30-0.34)   | 0.44±0.03 <sup>b</sup><br>(0.41-0.46)     | 0.50±0.02 <sup>c</sup><br>(0.48-0.52)    | 0.001*** |
| <b>LVIDs (cm)</b>           | 0.77±0.05 <sup>a</sup><br>(0.72-0.82)   | 0.89±0.04 <sup>b</sup><br>(0.85-0.92)     | 0.98±0.04 <sup>c</sup><br>(0.95-1.02)    | 0.001*** |
| <b>LVPWs (cm)</b>           | 0.37±0.05 <sup>a</sup><br>(0.33-0.42)   | 0.52±0.03 <sup>b</sup><br>(0.49-0.55)     | 0.59±0.05 <sup>c</sup><br>(0.56-0.64)    | 0.001*** |
| <b>EPSS (cm)</b>            | 0.09±0.01 <sup>a</sup><br>(0.08-0.09)   | 0.11±0.01 <sup>b</sup><br>(0.10-0.12)     | 0.15±0.01 <sup>c</sup><br>(0.14-0.15)    | 0.001*** |
| <b>%EF</b>                  | 62.71±4.49 <sup>a</sup><br>(58.5-66.87) | 57.88±1.36 <sup>ab</sup><br>(55.84-60.93) | 59.00±3.11 <sup>b</sup><br>(56.39-61.13) | 0.01**   |
| <b>%FS</b>                  | 34.85±4.52<br>(30.67-39.04)             | 32.22±2.22<br>(30.51-33.93)               | 31.50±1.30<br>(30.40-32.59)              | ÖD       |
| <b>LAd (cm)</b>             | 0.72±0.02 <sup>a</sup><br>(0.70-0.74)   | 0.86±0.03 <sup>b</sup><br>(0.83-0.89)     | 1.13±0.07 <sup>c</sup><br>(1.07-1.19)    | 0.001*** |
| <b>AOd (cm)</b>             | 0.60±0.02 <sup>a</sup><br>(0.58-0.62)   | 0.71±0.03 <sup>b</sup><br>(0.69-0.74)     | 0.96±0.07 <sup>c</sup><br>(0.89-1.02)    | 0.001*** |
| <b>LAd/AOd</b>              | 1.18±0.02<br>(1.16-1.21)                | 1.20±0.03<br>(1.17-1.22)                  | 1.17±0.04<br>(1.13-1.21)                 | ÖD       |

Not: Değerler ' $\bar{x} \pm S$ ' ve '% 95 GA' olarak sunulmuştur. \*\* :  $p < 0.01$ , \*\*\* :  $p < 0.001$ , ÖD: Önemli değil.

**Çizelge 3.18.** Üç aylık erkek (grup 1) ve dişi (grup 2) tavşanların ekokardiyografik parametreleri.

| <i>Grup</i><br><i>Değer</i> | <i>Grup 1</i><br><i>(n=9)</i> | <i>Grup 2</i><br><i>(n=7)</i> | <i>P</i>     |
|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------|
| <i>IVSTd (cm)</i>           | 0.22±0.02<br>(0.20-0.24)      | 0.25±0.01<br>(0.23-0.26)      | <b>0.03*</b> |
| <i>LVIDd (cm)</i>           | 1.21±0.03<br>(1.18-1.23)      | 1.18±0.03<br>(1.15-1.22)      | 0.21         |
| <i>LVPWd (cm)</i>           | 0.20±0.02<br>(0.18-0.21)      | 0.23±0.03<br>(0.19-0.26)      | 0.86         |
| <i>IVSTs (cm)</i>           | 0.29±0.04<br>(0.25-0.33)      | 0.32±0.02<br>(0.30-0.34)      | 0.13         |
| <i>LVIDs (cm)</i>           | 0.77±0.06<br>(0.73-0.82)      | 0.77±0.05<br>(0.72-0.82)      | 0.99         |
| <i>LVPWs (cm)</i>           | 0.32±0.04<br>(0.28-0.36)      | 0.37±0.05<br>(0.33-0.42)      | 0.58         |
| <i>EPSS (cm)</i>            | 0.09±0.01<br>(0.08-0.09)      | 0.09±0.01<br>(0.08-0.09)      | 0.99         |
| <i>%EF</i>                  | 64.11±3.62<br>(61.32-66.89)   | 62.71±4.49<br>(58.5-66.87)    | 0.50         |
| <i>%FS</i>                  | 34.11±3.55<br>(31.38-36.84)   | 34.85±4.52<br>(30.67-39.04)   | 0.71         |
| <i>LAd (cm)</i>             | 0.75±0.03<br>(0.72-0.78)      | 0.72±0.02<br>(0.70-0.74)      | 0.13         |
| <i>AOd (cm)</i>             | 0.64±0.04<br>(0.61-0.67)      | 0.60±0.02<br>(0.58-0.62)      | 0.57         |
| <i>LAd/AOd</i>              | 1.16±0.03<br>(1.13-1.19)      | 1.18±0.02<br>(1.16-1.21)      | 0.20         |

Not: Değerler ' $\bar{x} \pm S$ ' ve '% 95 GA' olarak sunulmuştur. \* :  $p < 0.05$ .



**Çizelge 3.19.** Altı aylık erkek (grup 3) ve dişi (grup 4) tavşanların ekokardiyografik parametreleri.

| <i>Grup</i><br><i>Değer</i> | <i>Grup 3</i><br><i>(n=8)</i> | <i>Grup 4</i><br><i>(n=9)</i> | <i>P</i> |
|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------|
| <i>IVSTd (cm)</i>           | 0.29±0.01<br>(0.27-0.30)      | 0.27±0.03<br>(0.24-0.30)      | 0.32     |
| <i>LVIDd (cm)</i>           | 1.34±0.03<br>(1.31-1.38)      | 1.32±0.03<br>(1.29-1.34)      | 0.24     |
| <i>LVPWd (cm)</i>           | 0.35±0.03<br>(0.31-0.38)      | 0.32±0.01<br>(0.31-0.33)      | 0.78     |
| <i>IVSTs (cm)</i>           | 0.42±0.04<br>(0.38-0.46)      | 0.44±0.03<br>(0.41-0.46)      | 0.37     |
| <i>LVIDs (cm)</i>           | 0.91±0.03<br>(0.87-0.94)      | 0.89±0.04<br>(0.85-0.92)      | 0.36     |
| <i>LVPWs (cm)</i>           | 0.51±0.04<br>(0.47-0.55)      | 0.52±0.03<br>(0.49-0.55)      | 0.74     |
| <i>EPSS (cm)</i>            | 0.11±0.01<br>(0.10-0.11)      | 0.11±0.01<br>(0.10-0.11)      | 0.84     |
| <i>%EF</i>                  | 57.12±3.39<br>(54.21-59.90)   | 57.88±1.36<br>(55.84-60.93)   | 0.60     |
| <i>%FS</i>                  | 32.37±2.92<br>(29.92-34.82)   | 32.22±2.22<br>(30.51-33.93)   | 0.15     |
| <i>LAd (cm)</i>             | 0.88±0.01<br>(0.87-0.90)      | 0.86±0.03<br>(0.83-0.89)      | 0.19     |
| <i>AOd (cm)</i>             | 0.73±0.02<br>(0.71-0.75)      | 0.71±0.03<br>(0.69-0.74)      | 0.32     |
| <i>LAd/AOd</i>              | 1.20±0.04<br>(1.16-1.24)      | 1.20±0.03<br>(1.17-1.22)      | 0.98     |

Not: Değerler  $\bar{x} \pm S'$  ve '%95 GA' olarak sunulmuştur.

**Çizelge 3.20.** Dokuz aylık erkek (grup 5) ve dişi (grup 6) tavşanların ekokardiyografik parametreleri.

| <i>Grup</i><br><i>Değer</i> | <i>Grup 5</i><br><i>(n=8)</i> | <i>Grup 6</i><br><i>(n=8)</i> | <i>P</i> |
|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------|
| <i>IVSTd (cm)</i>           | 0.36±0.02<br>(0.26-0.41)      | 0.34±0.02<br>(0.32-0.35)      | 0.21     |
| <i>LVIDd (cm)</i>           | 1.43±0.07<br>(1.31-1.44)      | 1.44±0.07<br>(1.37-1.50)      | 0.14     |
| <i>LVPWd (cm)</i>           | 0.45±0.04<br>(0.41-0.49)      | 0.44±0.05<br>(0.39-0.49)      | 0.67     |
| <i>IVSTs (cm)</i>           | 0.49±0.02<br>(0.48-0.51)      | 0.50±0.02<br>(0.48-0.52)      | 0.56     |
| <i>LVIDs (cm)</i>           | 0.99±0.04<br>(0.97-1.02)      | 0.98±0.04<br>(0.95-1.02)      | 0.31     |
| <i>LVPWs (cm)</i>           | 0.58±0.03<br>(0.55-0.62)      | 0.59±0.05<br>(0.56-0.64)      | 0.91     |
| <i>EPSS (cm)</i>            | 0.15±0.01<br>(0.14-0.15)      | 0.15±0.01<br>(0.14-0.15)      | 0.86     |
| <i>%EF</i>                  | 60.87±3.75<br>(57.73-64.01)   | 59.00±3.11<br>(56.39-61.13)   | 0.42     |
| <i>%FS</i>                  | 33.50±2.26<br>(31.60-35.39)   | 31.50±1.30<br>(30.40-32.59)   | 0.06     |
| <i>LAd (cm)</i>             | 1.13±0.05<br>(1.08-1.17)      | 1.13±0.07<br>(1.07-1.19)      | 1.00     |
| <i>AOd (cm)</i>             | 0.96±0.08<br>(0.88-1.03)      | 0.96±0.07<br>(0.89-1.02)      | 0,97     |
| <i>LAd/AOd</i>              | 1.18±0.04<br>(1.16-1.20)      | 1.17±0.04<br>(1.13-1.21)      | 0.65     |

Not: Değerler  $\bar{x} \pm S'$  ve '%95 GA' olarak sunulmuştur.

**Çizelge 3.21.** Ağırlık ve yaşın ekokardiyografik parametreler ile korelasyon ilişkisi değerleri.

|                   |          | <i>Ağırlık</i>       | <i>Yaş</i>           |
|-------------------|----------|----------------------|----------------------|
| <i>IVSTd (cm)</i> | <i>r</i> | 0.853 <sup>***</sup> | 0.870 <sup>***</sup> |
|                   | <i>p</i> | 0.000                | 0.000                |
| <i>LVIDd (cm)</i> | <i>r</i> | 0.913 <sup>***</sup> | 0.838 <sup>***</sup> |
|                   | <i>p</i> | 0.000                | 0.000                |
| <i>LVPWd (cm)</i> | <i>r</i> | 0.930 <sup>***</sup> | 0.929 <sup>***</sup> |
|                   | <i>p</i> | 0.000                | 0.000                |
| <i>IVSTs (cm)</i> | <i>r</i> | 0.932 <sup>***</sup> | 0.901 <sup>***</sup> |
|                   | <i>p</i> | 0.000                | 0.000                |
| <i>LVIDs (cm)</i> | <i>r</i> | 0.833 <sup>***</sup> | 0.766 <sup>***</sup> |
|                   | <i>p</i> | 0.000                | 0.000                |
| <i>LVPWs (cm)</i> | <i>r</i> | 0.927 <sup>***</sup> | 0.882 <sup>***</sup> |
|                   | <i>p</i> | 0.000                | 0.000                |
| <i>EPSS (cm)</i>  | <i>r</i> | 0.885 <sup>***</sup> | 0.947 <sup>***</sup> |
|                   | <i>p</i> | 0.000                | 0.000                |
| <i>%EF</i>        | <i>r</i> | -0.529               | -0.477               |
|                   | <i>p</i> | 0.000                | 0.001                |
| <i>%FS</i>        | <i>r</i> | ÖD                   | ÖD                   |
|                   | <i>p</i> |                      |                      |
| <i>LAd (cm)</i>   | <i>r</i> | 0.886 <sup>***</sup> | 0.952 <sup>***</sup> |
|                   | <i>p</i> | 0.000                | 0.000                |
| <i>AOd (cm)</i>   | <i>r</i> | 0.843 <sup>***</sup> | 0.909 <sup>***</sup> |
|                   | <i>p</i> | 0.000                | 0.000                |
| <i>LAd/AOd</i>    | <i>r</i> | ÖD                   | ÖD                   |
|                   | <i>p</i> |                      |                      |

Not: r<sup>\*\*\*</sup>: Yüksek düzey korelasyon katsayısı, \* : p<0.05, ÖD; Önemli değil.

### 3.3.1. İnterventriküler Septumun Diastol Sonu Kalınlığı (IVSTd)

Cinsiyet ayrımı dikkate alınmadan yapılan değerlendirmede; üç aylık ( $0.23 \pm 0.02$ ), altı aylık ( $0.28 \pm 0.02$ ) ve dokuz aylık ( $0.35 \pm 0.02$ ) tavşanlarda interventriküler septumun diastol sonu kalınlığının yaşa bağlı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P < 0.001$ ) olduğu saptandı (Çizelge 3.15.).

Üç aylık ( $0.22 \pm 0.02$ ), altı aylık ( $0.29 \pm 0.01$ ) ve dokuz aylık ( $0.36 \pm 0.02$ ) erkek tavşanlardan elde edilen interventriküler septumun diastol sonu kalınlığına ilişkin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; yaşa bağlı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P < 0.001$ ) olduğu tespit edildi (Çizelge 3.16.).

Üç aylık ( $0.25 \pm 0.01$ ), altı aylık ( $0.27 \pm 0.03$ ) ve dokuz aylık ( $0.34 \pm 0.02$ ) dişi tavşanlardan elde edilen interventriküler septumun diastol sonu kalınlığına ilişkin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; yaşa bağlı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P < 0.001$ ) olduğu saptandı (Çizelge 3.17.).

Üç aylık dişi tavşanlarda ( $0.25 \pm 0.01$ ) interventriküler septumun diastol sonu kalınlığının erkeklerden ( $0.22 \pm 0.02$ ) daha büyük olduğu görüldü ve aradaki farkın istatistiksel anlamda önemli ( $P < 0.001$ ) olduğu tespit edildi (Çizelge 3.18.).

İnterventriküler septumun diastol sonu kalınlığı bakımından, altı ve dokuz aylık yaş gruplarındaki erkek ve dişi tavşanlar arasında istatistiksel anlamda farklılık olmadığı gözlemlendi (Çizelge 3.19., 3.20.).

### 3.3.2. Sol Ventrikül Diastol Sonu İç Çapı (LVIDd)

Cinsiyet ayrımı dikkate alınmadan yapılan değerlendirmede; üç aylık ( $1.20 \pm 0.03$ ), altı aylık ( $1.33 \pm 0.03$ ) ve dokuz aylık ( $1.41 \pm 0.08$ ) tavşanlarda sol ventrikül diastol sonu iç çapı'nın yaşa bağlı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P < 0.001$ ) olduğu saptandı (Çizelge 3.15.).

Üç aylık ( $1.21 \pm 0.03$ ), altı aylık ( $1.34 \pm 0.03$ ) ve dokuz aylık ( $1.43 \pm 0.07$ ) erkek tavşanlardan elde edilen sol ventrikül diastol sonu iç çapına ilişkin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; yaşa bağlı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P < 0.001$ ) olduğu tespit edildi (Çizelge 3.16.).

Üç aylık ( $1.18 \pm 0.03$ ), altı aylık ( $1.32 \pm 0.03$ ) ve dokuz aylık ( $1.44 \pm 0.07$ ) dişi tavşanlardan elde edilen sol ventrikül diastol sonu iç çapına ilişkin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; yaşa bağlı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P < 0.001$ ) olduğu saptandı (Çizelge 3.17.).

Sol ventrikül diastol sonu iç çapı bakımından, üç, altı ve dokuz aylık yaş gruplarındaki erkek ve dişi tavşanlar arasında istatistiksel anlamda farklılık olmadığı gözlemlendi (Çizelge 3.18., 3.19., 3.20.).

### **3.3.3. Sol Ventrikül Posterior Duvarı Diastol Sonu Kalınlığı (LVPWd)**

Cinsiyet ayrımı dikkate alınmadan yapılan değerlendirmede; üç aylık ( $0.21 \pm 0.03$ ), altı aylık ( $0.33 \pm 0.03$ ) ve dokuz aylık ( $0.45 \pm 0.05$ ) tavşanlarda sol ventrikül posterior duvarının diastol sonu kalınlığının yaşa bağlı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P < 0.001$ ) olduğu saptandı (Çizelge 3.15.).

Üç aylık ( $0.20 \pm 0.02$ ), altı aylık ( $0.35 \pm 0.03$ ) ve dokuz aylık ( $0.45 \pm 0.04$ ) erkek tavşanlardan elde edilen sol ventrikül posterior duvarının diastol sonu kalınlığına ilişkin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; yaşa bağlı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P < 0.001$ ) olduğu tespit edildi (Çizelge 3.16.).

Üç aylık ( $0.23 \pm 0.03$ ), altı aylık ( $0.32 \pm 0.01$ ) ve dokuz aylık ( $0.44 \pm 0.05$ ) dişi tavşanlardan elde edilen sol ventrikül posterior duvarının diastol sonu kalınlığına ilişkin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; yaşa bağlı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P < 0.001$ ) olduğu saptandı (Çizelge 3.17.).

Sol ventrikül posterior duvarının diastol sonu kalınlığı bakımından, üç altı ve dokuz aylık yaş gruplarındaki erkek ve dişi tavşanlar arasında istatistiksel anlamda farklılık olmadığı gözlemlendi (3.18., 3.19., 3.20.).

### **3.3.4. İnterventriküler Septumun Diastol Sonu Kalınlığı (IVSTs)**

Cinsiyet ayrımı dikkate alınmadan yapılan değerlendirmede; üç aylık ( $0.30 \pm 0.04$ ), altı aylık ( $0.43 \pm 0.04$ ) ve dokuz aylık ( $0.50 \pm 0.02$ ) tavşanlarda interventriküler septumun sistol sonu kalınlığının yaşa bağlı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P < 0.001$ ) olduğu saptandı (Çizelge 3.15.).

Üç aylık ( $0.29 \pm 0.04$ ), altı aylık ( $0.42 \pm 0.04$ ) ve dokuz aylık ( $0.49 \pm 0.02$ ) erkek tavşanlardan elde edilen interventriküler septumun sistol sonu kalınlığına ilişkin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; yaşa bağlı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P < 0.001$ ) olduğu tespit edildi (Çizelge 3.16.).

Üç aylık ( $0.32 \pm 0.02$ ), altı aylık ( $0.44 \pm 0.03$ ) ve dokuz aylık ( $0.50 \pm 0.02$ ) dişi tavşanlardan elde edilen interventriküler septumun sistol sonu kalınlığına ilişkin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; yaşa bağlı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P < 0.001$ ) olduğu saptandı (Çizelge 3.17.).

İnterventriküler septumun sistol sonu kalınlığı bakımından, üç, altı ve dokuz aylık yaş gruplarındaki erkek ve dişi tavşanlar arasında istatistiksel anlamda farklılık olmadığı gözlemlendi (Çizelge 3.18., 3.19., 3.20.).

### **3.3.5. Sol Ventrikül Sistol Sonu İç Çapı (LVIDs)**

Cinsiyet ayrımı dikkate alınmadan yapılan değerlendirmede; üç aylık ( $0.77 \pm 0.05$ ), altı aylık ( $0.90 \pm 0.04$ ) ve dokuz aylık ( $0.95 \pm 0.07$ ) tavşanlarda sol ventrikül sistol sonu iç çapının yaşa bağlı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P < 0.001$ ) olduğu saptandı (Çizelge 3.15.).

Üç aylık ( $0.77 \pm 0.06$ ), altı aylık ( $0.91 \pm 0.03$ ) ve dokuz aylık ( $0.99 \pm 0.04$ ) erkek tavşanlardan elde edilen sol ventrikül sistol sonu iç çapına ilişkin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; yaşa bağlı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P < 0.001$ ) olduğu tespit edildi (Çizelge 3.16.).

Üç aylık ( $0.77 \pm 0.05$ ), altı aylık ( $0.89 \pm 0.04$ ) ve dokuz aylık ( $0.98 \pm 0.04$ ) dişi tavşanlardan elde edilen sol ventrikül sistol sonu iç çapına ilişkin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; yaşa bağlı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P < 0.001$ ) olduğu saptandı (Çizelge 3.17.).

Sol ventrikül sistol sonu iç çapı, üç, altı ve dokuz aylık yaş gruplarındaki erkek ve dişi tavşanlar arasında istatistiksel anlamda farklılık olmadığı gözlemlendi (3.18., 3.19., 3.20.).

### **3.3.6. Sol Ventrikül Posterior Duvarı Sistol Sonu Kalınlığı (LVPWs)**

Cinsiyet ayrımı dikkate alınmadan yapılan değerlendirmede; üç aylık ( $0.34 \pm 0.05$ ), altı aylık ( $0.52 \pm 0.04$ ) ve dokuz aylık ( $0.59 \pm 0.04$ ) tavşanlarda sol ventrikül posterior

duvarının sistol sonu kalınlığının yaşa bağılı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P<0.001$ ) olduğu saptandı (Çizelge 3.15.).

Üç aylık ( $0.32 \pm 0.04$ ), altı aylık ( $0.51 \pm 0.04$ ) ve dokuz aylık ( $0.58 \pm 0.03$ ) erkek tavşanlardan elde edilen sol ventrikül posterior duvarının sistol sonu kalınlığına ilişkin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; yaşa bağılı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P<0.001$ ) olduğu tespit edildi (Çizelge 3.16.).

Üç aylık ( $0.37 \pm 0.05$ ), altı aylık ( $0.52 \pm 0.03$ ) ve dokuz aylık ( $0.59 \pm 0.05$ ) dişi tavşanlardan elde edilen sol ventrikül posterior duvarının sistol sonu kalınlığına ilişkin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; yaşa bağılı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P<0.001$ ) olduğu saptandı (Çizelge 3.17.).

Sol ventrikül posterior duvarının sistol sonu kalınlığı bakımından, üç, altı ve dokuz aylık yaş gruplarındaki erkek ve dişi tavşanlar arasında istatistiksel anlamda farklılık olmadığı gözlemlendi (Çizelge 3.18., 3.19., 3.20.).

### **3.3.7. E Noktası Septal Açılımı (EPSS)**

Cinsiyet ayrımı dikkate alınmadan yapılan değerlendirmede; üç aylık ( $0.09 \pm 0.01$ ), altı aylık ( $0.11 \pm 0.01$ ) ve dokuz aylık ( $0.15 \pm 0.01$ ) tavşanlarda E noktası septal açılımının yaşa bağılı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P<0.001$ ) olduğu saptandı (Çizelge 3.15.).

Üç aylık ( $0.09 \pm 0.01$ ), altı aylık ( $0.11 \pm 0.01$ ) ve dokuz aylık ( $0.15 \pm 0.01$ ) erkek tavşanlardan elde edilen E noktası septal açılımına ilişkin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; yaşa bağılı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P<0.001$ ) olduğu tespit edildi (Çizelge 3.16.).

Üç aylık ( $0.09 \pm 0.01$ ), altı aylık ( $0.11 \pm 0.01$ ) ve dokuz aylık ( $0.15 \pm 0.01$ ) dişi tavşanlardan elde edilen E noktası septal açılımına ilişkin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; yaşa bağılı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P<0.001$ ) olduğu saptandı (Çizelge 3.17.).

E noktası septal açılımı bakımından, üç, altı ve dokuz aylık yaş gruplarındaki erkek ve dişi tavşanlar arasında istatistiksel anlamda farklılık olmadığı gözlemlendi (Çizelge 3.18., 3.19., 3.20.).

### 3.3.8. Sol Ventrikül Yüzde Fırlatma Gücü (% EF)

Cinsiyet ayrımı dikkate alınmadan yapılan değerlendirmede; üç aylık ( $63.50 \pm 3.94$ ), altı aylık ( $58.58 \pm 2.82$ ) ve dokuz aylık ( $58.93 \pm 3.88$ ) tavşanlardan elde edilen sol ventrikül yüzde fırlatma gücü parametresine ilişkin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel ( $P < 0.001$ ) anlamda farklılık saptandı (Çizelge 3.15.). Üç aylık tavşanlar altı ve dokuz aylık tavşanlardan istatistiksel olarak daha küçüktü. Altı ve dokuz aylık tavşanlar ise istatistiksel olarak benzerlik gösterdi.

Üç aylık ( $64.11 \pm 3.62$ ), altı aylık ( $57.12 \pm 3.39$ ) ve dokuz aylık ( $60.87 \pm 3.75$ ) erkek tavşanlardan elde edilen sol ventrikül yüzde fırlatma gücü parametresine ilişkin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; istatistiksel ( $P < 0.01$ ) anlamda farklılık saptandı (Çizelge 3.16.). Dokuz aylık tavşanlar üç ve altı aylık tavşanlarla benzerlik gösterirken üç ve altı aylık tavşanlar kendi aralarında istatistiksel farklılık gösterdi.

Üç aylık ( $62.71 \pm 4.49$ ), altı aylık ( $57.88 \pm 1.36$ ) ve dokuz aylık ( $59.00 \pm 3.11$ ) dişi tavşanlardan elde edilen sol ventrikül yüzde fırlatma gücü parametresine ilişkin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; istatistiksel ( $P < 0.01$ ) farklılık saptandı (Çizelge 3.17.). Altı aylık tavşanlar üç ve dokuz aylık tavşanlarla benzerlik gösterirken üç ve altı aylık tavşanlar istatistiksel farklılık olduğu saptandı.

Sol ventrikül yüzde fırlatma gücü parametresinin, üç, altı ve dokuz aylık yaş gruplarındaki erkek ve dişi tavşanlar arasında istatistiksel anlamda farklılık olmadığı gözlemlendi (Çizelge 3.18., 3.19., 3.20.).

### 3.3.9. Sol Ventrikül Yüzde Kasılma Gücü (% FS)

Cinsiyet ayrımı dikkate alınmadan yapılan değerlendirmede; üç aylık ( $34.43 \pm 3.88$ ), altı aylık ( $32.39 \pm 2.49$ ) ve dokuz aylık ( $32.50 \pm 2.06$ ) tavşanlarda sol ventrikül yüzde kasılma gücü parametresinin istatistiksel anlamda önemli olmadığı saptandı (Çizelge 3.15.).

Üç aylık ( $34.11 \pm 3.55$ ), altı aylık ( $32.37 \pm 2.92$ ) ve dokuz aylık ( $33.50 \pm 2.26$ ) erkek tavşanlardan elde edilen sol ventrikül yüzde kasılma gücü parametresine ilişkin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; istatistiksel anlamda önemli olmadığı tespit edildi (Çizelge 3.16.).



Üç aylık ( $34.85 \pm 4.52$ ), altı aylık ( $32.22 \pm 2.22$ ) ve dokuz aylık ( $31.50 \pm 1.30$ ) dişi tavşanlardan elde edilen sol ventrikül yüzde kasılma gücü parametresine ilişkin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; istatistiksel anlamda önemli olmadığı saptandı (Çizelge 3.17.).

Sol ventrikül yüzde kasılma gücü parametresinin, üç, altı ve dokuz aylık yaş gruplarındaki erkek ve dişi tavşanlar arasında istatistiksel anlamda farklılık olmadığı gözlemlendi (Çizelge 3.18., 3.19., 3.20.).

### **3.3.10. Sol Atrium Diastol Sonu Çapı (LAd)**

Cinsiyet ayrımı dikkate alınmadan yapılan değerlendirmede; üç aylık ( $0.73 \pm 0.03$ ), altı aylık ( $0.87 \pm 0.03$ ) ve dokuz aylık ( $1.13 \pm 0.05$ ) tavşanlarda sol atrium'un diastol sonu iç çapının yaşa bağlı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P < 0.001$ ) olduğu saptandı (Çizelge 3.15.).

Üç aylık ( $0.75 \pm 0.03$ ), altı aylık ( $0.88 \pm 0.01$ ) ve dokuz aylık ( $1.13 \pm 0.05$ ) erkek tavşanlardan elde edilen sol atrium'un diastol sonu iç çapına ilişkin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; yaşa bağlı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P < 0.001$ ) olduğu tespit edildi (Çizelge 3.16.).

Üç aylık ( $0.72 \pm 0.02$ ), altı aylık ( $0.86 \pm 0.03$ ) ve dokuz aylık ( $1.13 \pm 0.07$ ) dişi tavşanlardan elde edilen sol atrium'un diastol sonu iç çapına ilişkin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; yaşa bağlı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P < 0.001$ ) olduğu saptandı (Çizelge 3.17.).

Sol atriumun diastol sonu kalınlığı bakımından, üç, altı ve dokuz aylık yaş gruplarındaki erkek ve dişi tavşanlar arasında istatistiksel anlamda farklılık olmadığı gözlemlendi (Çizelge 3.18., 3.19., 3.20.).

### **3.3.11. Aort Kökü Diastol Sonu Çapı (AOd)**

Cinsiyet ayrımı dikkate alınmadan yapılan değerlendirmede; üç aylık ( $0.62 \pm 0.03$ ), altı aylık ( $0.72 \pm 0.03$ ) ve dokuz aylık ( $0.96 \pm 0.07$ ) tavşanlarda aort kökü diastol sonu iç çapı'nın yaşa bağlı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P < 0.001$ ) olduğu saptandı (Çizelge 3.15.).

Üç aylık ( $0.64 \pm 0.04$ ), altı aylık ( $0.73 \pm 0.02$ ) ve dokuz aylık ( $0.96 \pm 0.08$ ) erkek tavşanlardan elde edilen aort kökü diastol sonu iç çapı'na ilişkin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; yaşa bağlı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P < 0.001$ ) olduğu tespit edildi (Çizelge 3.16.).

Üç aylık ( $0.60 \pm 0.02$ ), altı aylık ( $0.71 \pm 0.03$ ) ve dokuz aylık ( $0.96 \pm 0.07$ ) dişi tavşanlardan elde edilen aort kökü diastol sonu iç çapı'na ilişkin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; yaşa bağlı olarak istikrarlı bir artış gösterdiği ve bu artışın istatistiksel anlamda önemli ( $P < 0.001$ ) olduğu saptandı (Çizelge 3.17.).

Aort kökü diastol sonu iç çapı'nın, üç, altı ve dokuz aylık yaş gruplarındaki erkek ve dişi tavşanlar arasında istatistiksel anlamda farklılık olmadığı gözlemlendi (Çizelge 3.18., 3.19., 3.20.).

### **3.3.12. Sol Atrium Diastol Sonu Çapı'nın Aort Kökü Diastol Sonu Çapı'na Oranı (LAd/AOd)**

Cinsiyet ayrımı dikkate alınmadan yapılan değerlendirmede; üç aylık ( $1.17 \pm 0.03$ ), altı aylık ( $1.20 \pm 0.03$ ) ve dokuz aylık ( $1.18 \pm 0.05$ ) tavşanlarda sol atrium diastol sonu iç çapı'nın aort kökü diastol sonu iç çapı'na oranı'nın istatistiksel anlamda önemli olmadığı saptandı (Çizelge 3.15.).

Üç aylık ( $1.16 \pm 0.03$ ), altı aylık ( $1.20 \pm 0.04$ ) ve dokuz aylık ( $1.18 \pm 0.04$ ) erkek tavşanlardan elde edilen sol atrium diastol sonu iç çapı'nın aort kökü diastol sonu iç çapı'na oranı'na ilişkin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; istatistiksel anlamda önemli olmadığı saptandı (Çizelge 3.16.).

Üç aylık ( $1.18 \pm 0.02$ ), altı aylık ( $1.20 \pm 0.03$ ) ve dokuz aylık ( $1.17 \pm 0.04$ ) dişi tavşanlardan elde edilen sol atrium diastol sonu iç çapı'nın aort kökü diastol sonu iç çapı'na oranı'na ilişkin ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; istatistiksel anlamda önemli olmadığı saptandı (Çizelge 3.17.).

Sol atrium diastol sonu iç çapı'nın aort kökü diastol sonu iç çapı'na oranı, üç, altı ve dokuz aylık yaş gruplarındaki erkek ve dişi tavşanlar arasında istatistiksel anlamda farklılık olmadığı gözlemlendi (Çizelge 3.18., 3.19., 3.20.).

## 4. TARTIŞMA

Günümüzde ekokardiyografi, veteriner kardiyoloji alanında önemli teşhis yöntemlerinden olup (Al-Haidar ve ark 2013), kalbin tüm anatomik yapısının incelenebilmesi yanında, kalbin kasılması, kapakçıkların açılıp kapanması gibi hareketleri de gerçek zamanlı izleme olanağı verir. Hayvanlarda ekokardiyografik referans parametreler, kalp hastalıklarının teşhisinde önemli bir yer tutar (Boon 2011). Buna ilişkin; atlarda (Slater ve Herrtage 1995, Al-Haidar ve ark 2013), köpeklerde (Lombard 1984, Kayar ve Uysal 2002), kedilerde (Fox ve ark 1985, Jacobs ve Knight 1985), koyunlarda (Moses ve Ross 1987), keçilerde (Leroux ve ark 2012), Yeni Zelanda tavşanlarında (Nagueh ve ark 2000, Gan ve ark 2004, Fontes-Sousa ve ark 2006, Stypmann ve ark 2007, Pelosi ve ark 2011, Casamian-Sorrosal ve ark 2014), farelerde (Stypmann ve ark 2006) şinşillalarda (Linde ve ark 2004), gelincikte (Vastenburger ve ark 2004) ve daha birçok hayvanda referans veriler bulunmaktadır.

Kalbe ait ekokardiyografik parametrelerden; IVSTd, LVIDd, LVPWd, IVSTs, LVIDs, LVPWd, EPSS, % EF, % FS, LAd, AOd, LAD/AOd değerleri konjestif sol ventrikül yetmezliği, mitral ve aortik regurgitasyon, kardiyomyopati, anemi, ventricular septal defekt hastalıklarının teşhisinde birçok hayvan türü ile birlikte tavşanlarda sıklıkla kullanılmaktadır (Marr 1994, Reef 1995, Reef ve ark 1998, Boon 2002, Lord ve ark 2011). Ancak ekokardiyografik değerlerin her biri tek tek ele alınmak yerine bir bütün halinde yorumlanmalıdır (Boon 2011).

Bu tez çalışmasında, Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarında, kalbin anatomik yapısının B-mod ve M-mod ekokardiyografik yöntemle incelenmesi ve elde edilen parametrelerin ağırlığa, yaşa, cinsiyete bağlı değişimlerinin belirlenmesi suretiyle, bu alandaki gereksinimin kısmen de olsa karşılanması hedeflenmiştir.

Tavşanın, sahip olduğu anatomik ve fizyolojik özelliklerinden dolayı gerek insan hekimliğinde gerekse veteriner hekimlik alanında yapılan bilimsel araştırmalarda çoğunlukla tercih edilen hayvan modeli olması yanı sıra (An ve Friedman 1999, Turner 2001, Phinikaridou ve ark 2009, Dornas ve ark 2010, He ve ark 2012, Gava ve ark 2013, Liu ve ark 2013, Ashida ve ark 2014, Gagandeep ve ark 2014, Lee ve ark 2014, Rocha-Sousa ve ark 2014, Shao ve ark 2014, Turgut ve ark 2014), beşerî hekimlik eğitiminde kardiyovasküler sistemin incelenmesinde özellikle de ekokardiyografik parametrelerin

ölçümlerinde de kullanılmaktadır (Tetsuya ve Itsuro 2006). Fenotipik özelliklerinin ve bakım-besleme koşullarının standardizasyonunun kolay sağlanabilmesi nedeniyle verilerin referans değerler olarak kabul edilebilecek olması da bu çalışmada Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarının tercih edilmesinde etkili olmuştur.

Yaşa ve vücut ağırlığına bağlı ekokardiyografik parametrelerin değerlendirilmesi konsantrik ve eksantrik kardiyomyopati gibi kalp hastalıklarının ayırt edilmesinde kritik öneme sahiptir (Rovira ve ark 2009). İnsanda (Huwez ve ark 1994, Ruan ve Nagueh 2005, Daimon ve ark 2008, Wong ve ark 2008), köpekte (Schober ve Fuentes 2001, Diez-Prieto ve ark 2010, Suzuki ve ark 2013), atta (Al-Haidar ve ark 2013), kedide (Schille ve Skrodzki 1999) ve koyunda (Poser ve ark 2013) yaş, cinsiyet, vücut ağırlığı gibi faktörlere bağlı ekokardiyografik parametre değişimlerinin izlendiği çalışmalar bulunmaktadır. Tavşanlarda ise kalbe ait ekokardiyografik parametrelerin periyodik olarak incelendiği sadece bir çalışmaya rastlanmıştır. Gan ve ark (2004) tarafından gerçekleştirilen söz konusu araştırmada da sadece üç ve 12 aylık tavşanlarda ekokardiyografik parametreler incelenmiştir.

Bu tez çalışmasında, Yeni Zelanda tavşanlarının doğumdan sonraki ilk üç aylık dönemde yavru olarak kabul edildiği, beşinci ayda ergenlik periyodunu tamamladığı (Mach ve Safarova 1988, Maertens ve De Groote 1990, Nazlıgül 1998) ve sekizinci ayda büyümesini tamamladığı (Nazlıgül 1998) da dikkate alınarak; üç, altı ve dokuz aylık tavşanlara ait veriler elde edilmiştir. Bununla birlikte Yanni (2004) farklı ırklardan erişkin tavşanlarda ortalama vücut ağırlığının iki-beş kg arasında seyrettiğini bildirmiştir. Bu çalışmada kullanılan tavşanların ağırlıkları (gr); üç aylık  $2018 \pm 173.45$  altı aylık  $3494 \pm 132.69$ , dokuz aylık  $4413.5 \pm 355.45$  olarak tespit edilmiştir.

Ekokardiyografik muayene, kardiyak hastalıkların teşhisinde vazgeçilmez bir yöntem olsa da muayene öncesi anemnez ile birlikte eksiksiz bir genel klinik muayene yapılmalıdır. Anemnez kapsamında; yaş, cinsiyet, ırk, çevresel koşullar, yaşam tarzı, hayvanın öyküsü ön plana çıkmaktadır (Darke 1998, Bilal 2011).

Kedi ve köpeklerde olduğu gibi tavşanlarda da kongenital septal ventriküler defekt vakaları görülmektedir (Harcourt-Brown 2002). Yaşlı tavşanlarda post mortem olarak kardiyomyopati görülmektedir. Bununla birlikte ilerleyen yaşlarda kardiyomyopati ve arteriyoskleroz gelişir (Redrobe 2013). Gan ve ark (2004) ise tavşanlarda LAd, AOd,

LVIDs, IVST parametrelerinin üç ve 12 aylık yaş grubunda korelasyon gösterdiğini bildirmiştir.

Vollmar (1999) Irish wolfhound ırkı köpeklerde cinsiyetin ekokardiyografik parametreler üzerine etkisi olmadığını saptamıştır. Fransız lop, Alaska, ve Hollanda lop tavşanlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada cinsiyetin ekokardiyografik parametreler üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı bildirilmektedir (Casamian-Sorrosal ve ark 2014).

Bu çalışmada, üç aylık tavşanlarda IVSTd değeri bakımından küçük bir farklılık ( $P=0.03$ ) dışında, Casamian-Sorrosal ve ark (2014)'nın farklı tavşan ırkları için bildirdikleriyle uyumlu olarak, cinsiyetin ekokardiyografik parametrelere etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Bu çalışmada sadece Yeni Zelanda Beyaz tavşanları üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Tavşanlarda da diğer hayvan türlerinde olduğu gibi iyi yaşam şartları ve medikal bakımın yaşam süresini arttırdığı, uygun olmayan yaşam şartları sonucunda kalp hastalıkları ve arterioskleroz geliştiği bildirilmektedir (Richardson 2003).

Bu çalışmada aynı çevre, bakım ve besleme şartlarında yetiştirilen Yeni Zelanda Beyaz tavşanları kullanılarak, çevresel faktörlerin çalışma üzerine olası etkileri önlenmeye çalışılmıştır.

Genel klinik muayene kapsamında; vücut sıcaklığı ölçümü, nabız ölçümü, kapillar dolum zamanı muayenesi, müköz membran muayenesi, kardiyak oskültasyon ile akciğer oskültasyonu (Darke 1998, Bilal 2011) ve rutin kan testi (Huston ve ark 2012) önerilmektedir.

Bu çalışmada, yukarıda önerilen tüm klinik muayene uygulamaları yapılmıştır.

Sağlıklı tavşanlarda vücut sıcaklığı 38.5-40 °C olarak bildirilmiştir (Harcourt-Brown 2002). Bu çalışmada vücut sıcaklığı, üç aylık erkek tavşanlarda  $38.6 \pm 0.13$ , üç aylık dişi tavşanlarda  $38.9 \pm 0.12$ , altı aylık erkek tavşanlarda  $38.6 \pm 0.11$ , altı aylık dişi tavşanlarda  $38.8 \pm 0.10$ , dokuz aylık erkek tavşanlarda  $38.5 \pm 0.10$ , dokuz aylık dişi tavşanlarda  $38.8 \pm 0.10$  olarak tespit edilmiş; tüm gruplar için bu değerlerin Harcourt-Brown (2002)'nin sağlıklı tavşanlar için bildirdiği değer aralığında olduğu görülmüştür. Pericin ve Grieve (1984), dişi tavşanların vücut sıcaklığının erkek tavşanlardan bir miktar fazla olabileceğini

bildirmiştir. Bu çalışmada da tüm yaş gruplarında vücut sıcaklığı dişilerde erkeklerden 0.2-0.3 °C daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Harcourt-Brown (2002), sağlıklı tavşanlarda nabızı 130-325 atım/dakika olarak bildirmiştir. Stypmann ve ark (2007), ketamin-xylazine kombinasyonu ile anestezi altına aldıkları dört aylık, on erkek ve on dişi Yeni Zelanda tavşanında yapmış oldukları çalışmada nabızı  $198 \pm 37$  olarak belirtirken, Marano ve ark (1996) anestezi altına alınmamış tavşanlarda nabızı  $218 \pm 4$  olarak tespit etmiş ve bu farklılığın xylazine'in kronotropik etkisinden kaynaklanabileceğini bildirmiştir. Casamian-Sorrosal ve ark (2014) çalışmalarında farklı yaş gruplarında nabız arasında bir korelasyon tespit etmemiştir.

Bu çalışmada, nabız sedasyondan önce alınmış ve üç aylık erkek tavşanlarda  $191 \pm 7.42$ , üç aylık dişi tavşanlarda  $190 \pm 6.04$ , altı aylık erkek tavşanlarda  $184 \pm 6.62$ , altı aylık dişi tavşanlarda  $191 \pm 9.95$ , dokuz aylık erkek tavşanlarda  $188 \pm 4.50$ , dokuz aylık dişi tavşanlarda  $189 \pm 5.96$  olarak tespit edilmiştir. Üç, altı ve dokuz aylık yaş grupları arasında ise, Casamian-Sorrosal ve ark (2014)'nın bildirdiklerine uygun olarak, istatistiksel farklılık bulunmamıştır.

Harcourt-Brown (2002), tavşanlarda kalp yetmezliğinin teşhisinde kapillar dolum zamanında yavaşlama görüldüğünü saptamıştır. Huston ve ark (2012) ise tavşanlarda kalp hastalıklarında, soluk müköz membran, aritmi ve kalp üfürümleri teşhis edildiğini, konjestif kalp yetmezliği olgularında ise taşikardi, dispne ile birlikte güç solunumun dikkat çektiğini, nabzın düzensiz ve zayıf olduğunu bildirmektedir. Sistemik kardiyak oskültasyon ve akciğerlerin oskültasyonu, muayenenin en önemli aşaması olup, kalp üfürümleri ile gallop sesi, aritmi ve anormal akciğer sesleri oskültasyonda teşhis edilmekte olup, bununla birlikte plevral efüzyon, pulmoner ödem ve artan bronşiyal seslerin de teşhis edilmesinin mümkün olduğunu belirtilmiştir (Huston ve ark 2012).

Bu çalışmada kapillar dolum zamanı iki saniyenin altında olan, pembemsi ve nemli müköz membrana sahip, nabız ölçümünde herhangi bir patolojik duruma rastlanmayan, vücut sıcaklığı normal sınırlar içerisinde olan, akciğer ve kalp oskültasyonunda patolojik bir durumun teşhis edilmediği sağlıklı kabul edilen tavşanlar kullanılmıştır.

Tavşanlarda maskeli inhale izofloran anestezisinde ekspirasyon ve inspirasyon periyodu uzamaktadır. Bu da tavşanda hipoksemi ile birlikte hiperkapneye sebep olmaktadır (Flecknell ve ark 1999, Hedenqvist ve Hellebrekers 2003). Pariaut (2009) ile

Silva ve ark (2011), tavşanlarda minimum kardiyodepressif etkiye sahip midazolam'ın sedatif amaçlı olarak 0.5-1 mg/kg dozda intramuskuler uygulanabileceğini, Green (1975) de midazolam preparatının kardiyovasküler ve otonom sinir sistemi üzerine etkilerinin göz ardı edilebilecek düzeyde olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada da aynı gerekçelerle tavşanlarda sedasyon amacıyla 1 mg/kg dozunda midazolam kullanılmıştır.

Jenkins (2008), % 30 seviyesinin altındaki hematokrit değer seviyesine paralel olarak düşen hemoglobinin anemi tablosunu gösterdiğini, Zehnder ve ark (1992) anemik insanlarda yapılan çalışmada kalbe ait ekokardiyografik parametrelerin değiştiğini, Melillo (2007) ile Jenkins (2008) hematokrit değerinin stres, yaş, cinsiyet, mevsim ve türe göre farklılık gösterebileceğini bildirmiştir. Buna karşın Özkan ve ark (2012), Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarında hematokrit değerinin cinsiyete bağlı olarak değişmediğini saptamıştır. Laird ve ark (1970) araştırmalarında tavşanlarda hematokrit değerinin 90. günde erişkinlerdeki seviyeye geldiğini bildirmiştir. Hein ve Hartmann (2003) tavşanlarda hematokrit değerinin % 36-% 55 aralığında normal olarak kabul edildiğini bildirmiştir. Özkan ve ark (2012), hematokrit değeri 10-12 aylık erkek tavşanlarda  $49.91 \pm 0.83$ , dişi tavşanlarda  $42.18 \pm 1.09$  olarak saptamış ve erkeklerde bir miktar daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Bu çalışmada hematokrit değer üç aylık erkek tavşanlarda  $41.53 \pm 2.89$ , dişi tavşanlarda  $41.37 \pm 2.54$ , altı aylık erkek tavşanlarda  $46.29 \pm 5.02$ , dişi tavşanlarda  $44.98 \pm 3.84$ , dokuz aylık erkek tavşanlarda  $48.67 \pm 3.85$ , dişi tavşanlarda  $47.67 \pm 1.69$  olarak bulunmuştur. Tüm yaş gruplarında erkek tavşanların hematokrit değerinin dişi tavşanlara oranla bir miktar fazla olduğu da saptanmıştır. Elde edilen değerler, literatürde sağlıklı tavşanlar için bildirilen verilere uygunluk göstermektedir.

Bu çalışmada tavşanların genel klinik muayenesi kapsamında hematokrit değerle birlikte diğer eritrositer ve lökositler kan parametreleri de değerlendirilmiştir. Elde edilen kan değerlerinin (WBC, % LYM, % MON, LYM, RBC, % HCT %MON, MC, MCH, MCHC, HGB), Manning ve ark (1994), Quesenberry (2000) ile Hein ve Hartmann (2003)'ün bildirmiş olduğu sağlıklı tavşanlara ilişkin referans değerler içinde olduğu saptanmıştır.

M-mod ekokardiyografide, elektrokardiyografi rehberliğindeki sistolik ölçümler QRS dalgasının başlangıcında yapılırken, diastolik ölçümler T dalgasının başında yapılır.

Elektrokardiyografi ünitesinin bulunmadığı ekokardiyografi cihazlarında, sol ventrikül sistolik ölçümleri ventriküler çapın en küçük olduğu dönemde, diastolik ölçümler ise ventriküler çapın en büyük olduğu dönemde çizgiden çizgiye yöntemiyle yapılmaktadır (Fuentes ve Swift 1998, Boon 2002, Boon 2011). Bu çalışmada kullanılan ekokardiyografi cihazında elektrokardiyografi ünitesinin bulunmaması sebebiyle, sistolik ölçümler ventriküler çapın en küçük, diastolik ölçümler ise ventriküler çapın en büyük olduğu dönemde çizgiden çizgiye yöntemiyle yapıldı.

Çalışmada ekokardiyografik ölçümlerin güvenilirliğini tespit etmek için, B-mod rehberliğinde elde edilen M-mod ekokardiyografik görüntülerden IVSTd, LVIDd, LVPWd, IVSTs, LVIDs, LVPWs, EPSS parametreleri ile B-mod görüntülerden elde edilen LAd ve AOd parametrelerinin varyasyon katsayısı hesaplanmış, elde edilen bu katsayının %5'in altında olduğu görülmüştür. Özdamar (2004), varyasyon katsayısının % 5'in altındaki ölçümlerin güvenilir olarak nitelendirildiğini bildirmiştir.

Korelasyon testleri sonucu elde edilen korelasyon katsayısı (r);  $r = 0-0,25$  (küçük),  $0,25-0,5$  (makul),  $0,50-0,75$  (iyi),  $r > 0,75$  (yüksek) olarak nitelendirilmiştir (Dawson-Saunders ve Trapp 1990). Bu tez çalışmasında da Dawson-Saunders ve Trapp (1990)'ın belirlemiş olduğu sınıflandırmaya riayet edilmiştir.

#### **4.1. Ekokardiyografik Parametreler**

Tavşanların kardiyolojik muayenelerinde elde edilecek ekokardiyografik parametrelere ilişkin değerler ile bu çalışmada sağlıklı tavşanlardan elde edilen ve normal kabul edilen değerlerin karşılaştırılmasının, kardiyak hastalıkların teşhisine yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

##### **4.1.1. İnterventriküler Septumun Diastol Sonu Kalınlığı (IVSTd)**

Gan ve ark (2004); IVSTd değerini  $2.9 \pm 0.19$  kg ağırlıktaki üç aylık Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarında  $0.25 \pm 0.15$  cm ve  $5.3 \pm 0.19$  kg ağırlıktaki 12 aylık aynı ırktaki tavşanlarda  $0.33 \pm 0.04$  cm olarak saptamışlardır. Pelosi ve ark (2011);  $3.27 \pm 0.3$  kg ağırlığındaki ortalama iki yaşlı Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarında IVSTd değerini  $0.20 \pm 0.03$  cm olarak ölçmüşlerdir. Bu iki çalışmada cinsiyet farkı dikkate alınmamıştır. Fontes-Sousa ve ark (2006) ise; IVSTd değerini  $2.59 \pm 0.25$  kg ağırlıktaki 16-18 haftalık erkek tavşanlarda  $0.20 \pm 0.03$  cm, Fontes-Sousa ve ark (2009) da  $2.2 \pm 0.4$  kg ağırlıktaki 16-20 haftalık erkek tavşanlarda  $0.26 \pm 0.03$  olarak belirlemişlerdir. Marini ve ark (1999); IVSTd



değerini  $2.32 \pm 0.36$  kg ağırlıktaki ortalama yedi aylık Hollanda kuşaklı tavşanlarında  $0.25 \pm 0.05$  cm olarak bildirmiştir. Casamian-Sorrosal ve ark (2014); 2.4 kg ortalama ağırlıktaki Hollanda lop tavşanlarında IVSTd değerini 0.24 cm ve ortalama 6.0 kg ağırlıktaki Fransız lop tavşanlarında 0.30 cm olarak tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada ise IVSTd değeri;  $2.014 \pm 0.175$  kg üç aylık erkek tavşanlarda  $0.22 \pm 0.02$  cm ve  $2.022 \pm 0.184$  kg dişilerde  $0.25 \pm 0.01$  cm,  $3.473 \pm 0.166$  kg altı aylık erkek tavşanlarda  $0.29 \pm 0.01$  cm ve  $3.513 \pm 0.100$  kg dişilerde  $0.27 \pm 0.03$  cm, dokuz aylık  $4.364 \pm 0.327$  kg erkek tavşanlarda  $0.36 \pm 0.02$  cm ve  $4.463 \pm 0.397$  kg dişilerde  $0.34 \pm 0.02$  cm olarak hesaplanmıştır.

Bu çalışmada elde edilen ekokardiyografik parametreler cinsiyet farklılığı bakımından karşılaştırıldığında, sadece üç aylık erkek ve dişi tavşanların IVSTd değerleri arasında istatistiksel farklılık ( $P=0.03^*$ ) saptanmıştır. Diğer tüm parametreler bakımından, yaş gruplarının tamamında, her iki cinsiyet arasında istatistiksel farklılığın olmadığı görülmüştür. Üç aylık tavşanlarda saptanan istatistiksel farklılığın ise, materyal sayısının daha fazla olması durumunda ortadan kalkabileceği düşünülmektedir.

Gan ve ark (2004)'nin üç aylık ve 12 aylık Yeni Zelanda Beyaz tavşanları üzerinde gerçekleştirdiği çalışma dışında, IVSTd değerinin yaşa bağlı değişimini ortaya koyan bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Gan ve ark (2004), üç aylık ( $0.25 \pm 0.15$  cm) ve 12 aylık ( $0.33 \pm 0.04$  cm) tavşanlarda IVSTd değerinin istatistiksel farklılık ( $P<0.001$ ) gösterdiğini bildirmiştir. Bu tez çalışmasında ise IVSTd değeri; üç aylık ( $0.23 \pm 0.02$  cm), altı aylık ( $0.28 \pm 0.02$  cm), dokuz aylık ( $0.35 \pm 0.02$  cm) olarak tespit edilmiş ve yaş grupları arasında istatistiksel farklılık ( $P<0.001$ ) olmakla birlikte, yüksek düzeyde ( $r=0.870^{***}$ ) korelasyon tespit edilmiştir.

Fontes-Sousa ve ark (2006), tavşanlarda M-mod ekokardiyografik parametrelerin ergenliğe eriştikten sonra vücut ağırlığı ile artmayabileceğini ileri sürerken, Pelosi ve ark (2011) M-mod ekokardiyografik parametrelerin vücut ağırlığı artışına paralel artış gösterdiğini bildirmiştir. Casamian-Sorrosal ve ark (2014) ise farklı ağırlıktaki erişkin Hollanda lop (2.4 kg) ve Fransız lop (6.0 kg) tavşanlarında yapmış oldukları çalışmada, IVSTd değeri bakımından istatistiksel farklılık ( $P<0.001$ ) ile birlikte yüksek düzeyde ( $0.759$ ) korelasyon tespit etmiştir. Bu çalışmada da farklı vücut ağırlıklarındaki IVSTd değerleri arasında istatistiksel farklılık görülmekle birlikte, yüksek düzeyde ( $r=0.853^{***}$ ) korelasyon saptanmıştır.

Konjestif sol ventrikül yetmezliği olgularında IVSTd değerinin arttığı ve bu değerdeki artışın mitral kapak hastalıklarının hazırlayıcı faktörlerinden olduğu (Boon 2002, Bilal 2011), kongenital anomalilerden olan ventriküler septal defekt olgularında IVSTd değerinin azaldığı ve septum interventriculare'nin bazı bölgelerinin tamamen görüntülenemediği (Redrobe 2001, Harcourt-Brown 2002), hipertrofik kardiyomyopati olgularında da IVSTd/LVPWd oranında artış ve septum interventriculare'de asimetri şekillendiği bildirilmektedir. Bu çalışmada elde edilen ve normal kabul edilen IVSTd değerinden konjestif sol ventrikül yetmezliği, mitral kapak hastalıkları, ventriküler septal defekt olgusu, hipertrofik kardiyomyopati ve asimetrik septum interventriculare olgularının teşhisinde yararlanılabileceği düşünülmektedir.

#### **4.1.2. Sol Ventrikül Diastol Sonu İç Çapı (LVIDd)**

Gan ve ark (2004); LVIDd değerini  $2.9 \pm 0.19$  kg ağırlıktaki üç aylık Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarında  $1.55 \pm 0.15$  cm ve  $5.3 \pm 0.19$  kg ağırlıktaki aynı ırktaki 12 aylık tavşanlarda  $1.61 \pm 0.23$  olarak saptamışlardır. Stypmann ve ark (2007),  $2.92$  kg ortalama ağırlıktaki, dört aylık tavşanlarda  $1.48 \pm 0.08$  cm, Pelosi ve ark (2011),  $3.27 \pm 0.3$  kg ağırlığındaki ortalama iki yaşlı Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarında LVIDd değerini  $1.57 \pm 0.10$  cm, Nagueh ve ark (2000) yaş ve ağırlıkları belirtilmemiş tavşanlarda  $1.41 \pm 0.19$  cm olarak hesaplamışlardır. Fontes-Sousa ve ark (2006) ise; LVIDd değerini  $2.59 \pm 0.25$  kg ağırlıktaki 16-18 haftalık erkek tavşanlarda  $1.43 \pm 1.49$ , Fontes-Sousa ve ark (2009) da  $2.2 \pm 0.4$  kg ağırlıktaki 16-20 haftalık erkek tavşanlarda  $1.35 \pm 0.15$  cm olarak belirlemişlerdir. Marini ve ark (1999); LVIDd değerini  $2.32 \pm 0.36$  kg ağırlıktaki ortalama yedi aylık Hollanda kuşaklı tavşanlarında  $1.17 \pm 0.19$  cm olarak bildirmiştir. Casamian-Sorrosal ve ark (2014);  $2.4$  kg ortalama ağırlıktaki Hollanda lop tavşanlarında LVIDd değerini  $1.14$  cm ve ortalama  $6.0$  kg ortalama ağırlıktaki Fransız lop tavşanlarında  $1.18$  cm olarak tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada ise LVIDd değeri;  $2.014 \pm 0.175$  kg üç aylık erkek tavşanlarda  $1.21 \pm 0.03$  cm ve  $2.022 \pm 0.184$  kg dişilerde  $1.18 \pm 0.03$  cm,  $3.473 \pm 0.166$  kg altı aylık erkek tavşanlarda  $1.34 \pm 0.03$  cm ve  $3.513 \pm 0.100$  kg dişilerde  $1.32 \pm 0.03$  cm, dokuz aylık  $4.364 \pm 0.327$  kg erkek tavşanlarda  $1.43 \pm 0.07$  cm ve  $4.463 \pm 0.397$  kg dişilerde  $1.44 \pm 0.07$  cm olarak hesaplanmıştır.

Sisson ve Schaeffer (1991), İngiliz Pointer köpeklerinde bir, iki, dört ve sekizinci haftalar ile üç, altı, dokuz ve 12. aylardaki ekokardiyografik parametreleri incelemiştir. Bu

yaş gruplarında LVIDd değerinin doğumdan itibaren ilk iki aylık döneme kadar iki katına kadar çıktığını, ikinci aydan yedinci aya kadarki dönemde ise daha yavaş bir şekilde arttığını bildirmiştir. Poser ve ark (2013), koyunlarda periyodik olarak ekokardiyografik parametreleri inceledikleri çalışmada yaş gruplarını <100 gün, 101-200 gün, 201-300 gün, >400 gün olarak belirlemişlerdir. LVIDd değerinin belirlenen yaş grupları arasında istatistiksel farklılık göstermediğini bildirmiştir. Bunun sebebinin ise ilk ekokardiyografi ölçümlerinin 100. güne yakın bir dönemde yapıldığını belirterek grup dağılımında skalanın geniş tutulmasından kaynaklanabileceğini bildirmiştir. Moses ve Ross (1987) koyunlarda, Amory ve Lekeux (1991) buzağılarda, Bayon ve ark (1994) İspanyol Mastif köpeklerinde, Schille ve Skrodzki (1999) kedilerde LVIDd değerinin yaşa bağlı olarak arttığını saptamıştır. Gan ve ark (2004) üç aylık ( $1.55 \pm 0.15$ ) ve 12 aylık ( $1.61 \pm 0.23$ ) tavşanlarda LVIDd'nin istatistiksel farklılık göstermediğini bildirmesine karşın, bu çalışmada LVIDd, üç aylık ( $1.20 \pm 0.03$ ), altı aylık ( $1.33 \pm 0.03$ ), dokuz aylık ( $1.41 \pm 0.08$ ) olarak tespit edildi ve yaş grupları arasında istatistiksel farklılık ( $P < 0.001$ ) olmakla birlikte yüksek düzeyde ( $r = 0.838^{***}$ ) korelasyon tespit edilmiştir.

Diez Prieto ve ark (2010) gelişmekte olan Beagle ırkı köpekte dört, yedi ve 10. aylarda LVIDd değerinde istatistiksel farklılık ve korelasyon ( $r = 0.58$ ) saptamıştır. Rovira ve ark (2009) sağlıklı İspanyol taylorlarında yapılan periyodik ekokardiyografi çalışmasında vücut ağırlığı ile LVIDd değeri arasında korelasyon ( $r = 0.562$ ) tespit etmiştir. Casamian-Sorrosal ve ark (2014) farklı ağırlıktaki tavşanlarda yapmış oldukları çalışmada LVIDd değeri arasında istatistiksel farklılık ( $P < 0.001$ ) ile birlikte yüksek düzeyde ( $r = 0.663$ ) korelasyon tespit etmiştir. Bu çalışmada da farklı vücut ağırlığı ile LVIDd değerleri arasında istatistiksel farklılık ( $P < 0.001$ ) görülmekle birlikte yüksek düzeyde ( $r = 0.913^{***}$ ) korelasyon saptanmıştır.

LVIDd değeri; sol ventrikül volümü ile çaplarında artış görülen eksantrik hipertrofi (Bilal 2011), hipertrofik kardiyomyopati (Boon 2002, Boon 2011) ve dilate kardiyomyopati (Douglas ve ark 1989, Boon 2002, Boon 2011) olgularında artış göstermektedir. Lord ve ark (2011) konjestif sol kalp yetmezliği teşhis edilen tavşanlarda LVIDd artışı tespit etmiştir. LVIDd artışında, mitral kapak hastalığı da düşünülmelidir (Boon 2002, Boon 2011). Bu tez çalışmasında elde edilen veriler, LVIDd değerinin değiştiği bu hastalıklarda referans veri olarak kullanılabilir.

#### 4.1.3. Sol Ventrikül Posterior Duvarı Diastol Sonu Kalınlığı (LVPWd)

Gan ve ark (2004); LVPWd değerini  $2.9 \pm 0.19$  kg ağırlıktaki üç aylık Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarında  $0.23 \pm 0.04$  cm, 12 aylık  $5.3 \pm 0.19$  kg ağırlıktaki tavşanlarda  $0.30 \pm 0.06$  cm ve  $5.3 \pm 0.19$  kg ağırlıktaki aynı ırktaki tavşanlarda  $0.30 \pm 0.06$  cm olarak saptamışlardır. Stypmann ve ark (2007), 2.92 kg ortalama ağırlıktaki dört aylık tavşanlarda  $0.21 \pm 0.05$  cm, Pelosi ve ark (2011);  $3.27 \pm 0.3$  kg ağırlığındaki ortalama iki yaşlı Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarında LVPWd değerini  $0.27 \pm 0.04$  cm, Nagueh ve ark (2000) yaş ve ağırlıkları belirtilmemiş tavşanlarda  $0.22 \pm 0.02$  cm olarak hesaplamışlardır. Fontes-Sousa ve ark (2006) ise; LVPWd değerini  $2.59 \pm 0.25$  kg ağırlıktaki 16-18 haftalık erkek tavşanlarda  $0.21 \pm 0.02$  cm, Fontes-Sousa ve ark (2009) da  $2.2 \pm 0.4$  kg ağırlıktaki 16-20 haftalık erkek tavşanlarda  $0.22 \pm 0.02$  cm olarak belirlemişlerdir. Marini ve ark (1999); LVPWd değerini  $2.32 \pm 0.36$  kg ağırlıktaki ortalama yedi aylık Hollanda kuşaklı tavşanlarında  $0.31 \pm 0.08$  cm olarak bildirmiştir. Casamian-Sorrosal ve ark (2014); 2.4 kg ortalama ağırlıktaki Hollanda lop tavşanlarında LVPWd değerini 0.26 cm ve ortalama 6.0 kg ağırlıktaki Fransız lop tavşanlarında 0.39 cm olarak tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada ise LVPWd değeri;  $2.014 \pm 0.175$  kg ortalama ağırlıktaki üç aylık erkek tavşanlarda  $0.20 \pm 0.02$  cm ve  $2.022 \pm 0.184$  kg dişilerde  $0.23 \pm 0.03$  cm,  $3.473 \pm 0.166$  kg ağırlıktaki altı aylık erkek tavşanlarda  $0.35 \pm 0.03$  cm ve  $3.513 \pm 0.100$  kg ağırlıktaki dişilerde  $0.32 \pm 0.01$  cm, dokuz aylık  $4.364 \pm 0.327$  kg erkek tavşanlarda  $0.45 \pm 0.04$  cm ve  $4.463 \pm 0.397$  kg ağırlıktaki dişilerde  $0.44 \pm 0.05$  cm olarak hesaplanmıştır.

Gan ve ark (2004) üç aylık ( $0.23 \pm 0.04$ ) ve 12 aylık ( $0.30 \pm 0.06$ ) tavşanlarda LVPWd'nin istatistiksel farklılık ( $P<0.01$ ) gösterdiğini bildirmiştir. Bu çalışmada da LVPWd değeri üç aylıkta  $0.21 \pm 0.03$  cm, altı aylıkta  $0.33 \pm 0.03$  cm, dokuz aylıkta  $0.45 \pm 0.05$  cm olarak saptanmış ve yaş grupları arasında istatistiksel farklılık ( $P<0.001$ ) ile birlikte yüksek düzeyde ( $r=0.929^{***}$ ) korelasyon saptanmıştır.

Diez-Prieto ve ark (2010) gelişimini sürdüren Beagle ırkı köpeklerde LVPWd değerinin ağırlık ile korelasyon ( $r=0.45$ ) gösterdiğini bildirmiştir. Casamian-Sorrosal ve ark (2014) ise farklı ağırlıktaki erişkin Hollanda lop (2.4 kg) ve Fransız lop (6.0 kg) tavşanlarında yapmış oldukları çalışmada, LVPWd değeri bakımından istatistiksel farklılık ( $P<0.001$ ) ile birlikte yüksek düzeyde ( $r=0.744$ ) korelasyon tespit etmiştir. Bu çalışmada da vücut ağırlığı ile LVPWd değerleri arasında istatistiksel farklılık ( $P<0.001$ ) görülmekle birlikte, yüksek düzeyde ( $r=0.930^{***}$ ) korelasyon saptanmıştır.

Hipertrofik kardiyomyopati olgularında IVSTd/LVPWd oranında artış ve septum interventriculare'de asimetri şekillendiği (Boon 2002, Boon 2011) ve bunun mitral kapak hastalıklarının hazırlayıcı faktörlerinden olduğu bildirilmektedir (Boon 2002). Bu çalışmada elde edilen LVPWd değeri, söz konusu patolojilerin teşhisinde yararlanılabilecek niteliktedir.

#### 4.1.4. İnterventriküler Septumun Sistol Sonu Kalınlığı (IVSTs)

Pelosi ve ark (2011); IVSTs değerini ortalama  $3.27 \pm 0.3$  kg ağırlığındaki ortalama iki yaşlı Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarında  $0.44 \pm 0.07$  cm olarak bildirmiştir. Fontes-Sousa ve ark (2006); IVSTs değerini  $2.59 \pm 0.25$  kg ağırlıktaki 16-18 haftalık erkek tavşanlarda  $0.30 \pm 0.04$  cm olarak, Fontes-Sousa ve ark (2009) da  $2.2 \pm 0.4$  kg ağırlıktaki 16-20 haftalık erkek tavşanlarda  $0.36 \pm 0.03$  olarak belirlemişlerdir. Casamian-Sorrosal ve ark (2014); 2.4 kg ortalama ağırlıktaki Hollanda lop tavşanlarında IVSTs değerini  $0.35$  cm ve ortalama 6.0 kg ağırlıktaki Fransız lop tavşanlarında  $0.50$  cm olarak saptamıştır.

Bu çalışmada ise IVSTs değeri;  $2.014 \pm 0.175$  kg üç aylık erkek tavşanlarda  $0.29 \pm 0.04$  cm ve  $2.022 \pm 0.184$  kg dişilerde  $0.32 \pm 0.02$  cm,  $3.473 \pm 0.166$  kg altı aylık erkek tavşanlarda  $0.42 \pm 0.04$  cm ve  $3.513 \pm 0.100$  kg dişilerde  $0.44 \pm 0.03$  cm, dokuz aylık  $4.364 \pm 0.327$  kg erkek tavşanlarda  $0.49 \pm 0.02$  cm ve  $4.463 \pm 0.397$  kg dişilerde  $0.50 \pm 0.02$  cm olarak hesaplanmıştır.

Schille ve Skrodzki (1999) kedilerde ilk üç aylık yaş döneminde IVSTs değerinin yaşa bağlı olarak korelasyon ( $r=0.63$ ) gösterdiğini bildirmiştir. Bu tez çalışmasında ise IVSTs değeri; üç aylık ( $0.30 \pm 0.04$  cm), altı aylık ( $0.43 \pm 0.04$  cm), dokuz aylık ( $0.50 \pm 0.02$  cm) olarak saptanmış ve yaş grupları arasında istatistiksel farklılık ( $P<0.001$ ) olmakla birlikte, yüksek düzeyde ( $r=0.901^{***}$ ) korelasyon tespit edilmiştir.

Fontes-Sousa ve ark (2006), tavşanlarda M-mod ekokardiyografik parametrelerin ergenliğe eriştikten sonra vücut ağırlığı ile artmayabileceğini ileri sürmüştür. Pelosi ve ark (2011) M-mod ekokardiyografik parametrelerin vücut ağırlığı artışına bağlı olduğunu bildirmiştir. Casamian-Sorrosal ve ark (2014) ise farklı ağırlıktaki tavşanlarda yapmış oldukları çalışmada IVSTs değeri arasında istatistiksel farklılık ( $P<0.001$ ) ile birlikte yüksek düzeyde korelasyon ( $r=0.578$ ) tespit etmiştir. Bu çalışmada da vücut ağırlığı ile IVSTs değerleri arasında istatistiksel farklılık ( $P<0.001$ ) ile birlikte yüksek düzeyde ( $r=0.932^{***}$ ) korelasyon olduğu görülmüştür.

IVSTs değeri; sol ventrikül duvar kalınlıklarında artış görülen konsantrik hipertrofi (Bilal 2011) ve hipertrofik kardiyomyopati olgularında asimetrik bir artış göstermektedir. Ayrıca hipertrofik kardiyomyopati olgularında IVSTs artışı, LVPWs artışından daha fazladır. IVSTs artışında, mitral kapak hastalığından şüphelenilmelidir (Boon 2002, Boon 2011). Bu tez çalışmasında elde edilen veriler, IVSTs değerinin değiştiği bu hastalıklarda referans veri olarak kullanılabilir.

#### 4.1.5. Sol Ventrikül Sistol Sonu İç Çapı (LVIDs)

Gan ve ark (2004); LVIDs değerini  $2.9 \pm 0.19$  kg ağırlıktaki üç aylık Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarında  $0.95 \pm 0.07$  cm ve  $5.3 \pm 0.19$  kg ağırlıktaki aynı ırktaki 12 aylık tavşanlarda  $1.08 \pm 0.13$  olarak saptamışlardır. Stypmann ve ark (2007), 2.92 kg ortalama ağırlıktaki dört aylık tavşanlarda  $1.07 \pm 0.08$  cm; Pelosi ve ark (2011), 3.27  $\pm$  0.3 kg ağırlığındaki ortalama iki yaşlı Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarında LVIDs değerini  $1.10 \pm 0.12$  cm; Nagueh ve ark (2000) yaş ve ağırlıkları belirtilmemiş tavşanlarda  $0.88 \pm 0.01$  cm olarak hesaplamışlardır. Fontes-Sousa ve ark (2006) ise, LVIDs değerini  $2.59 \pm 0.25$  kg ağırlıktaki 16-18 haftalık erkek tavşanlarda  $1.00 \pm 0.12$ ; Fontes-Sousa ve ark (2009) da  $2.2 \pm 0.4$  kg ağırlıktaki 16-20 haftalık erkek tavşanlarda  $0.86 \pm 0.08$  cm olarak belirlemişlerdir. Marini ve ark (1999), LVIDs değerini  $2.32 \pm 0.36$  kg ağırlıktaki ortalama yedi aylık Hollanda kuşaklı tavşanlarında  $0.70 \pm 0.09$  cm olarak bildirmiştir. Casamian-Sorrosal ve ark (2014), 2.4 kg ortalama ağırlıktaki Hollanda lop tavşanlarında LVIDs değerini 0.91 cm ve ortalama 6.0 kg ortalama ağırlıktaki Fransız lop tavşanlarında 1.13 cm olarak tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada ise LVIDs değeri;  $2.014 \pm 0.175$  kg üç aylık erkek tavşanlarda  $0.77 \pm 0.06$  cm ve  $2.022 \pm 0.184$  kg dişilerde  $0.77 \pm 0.05$  cm,  $3.473 \pm 0.166$  kg altı aylık erkek tavşanlarda  $0.91 \pm 0.03$  cm ve  $3.513 \pm 0.100$  kg dişilerde  $0.89 \pm 0.04$  cm, dokuz aylık  $4.364 \pm 0.327$  kg erkek tavşanlarda  $0.99 \pm 0.04$  cm ve  $4.463 \pm 0.397$  kg dişilerde  $0.98 \pm 0.04$  cm olarak hesaplanmıştır.

Diez-Prieto ve ark (2010) gelişimini sürdüren köpeklerde Beagle ırkı köpeklerde dört ile yedi aylık dönemde LVIDs değeri bakımından istatistiksel fark ( $P < 0.005$ ) tespit etmiştir. Schille ve Skrodzki (1999) kedilerde ilk üç aylık yaş döneminde LVIDs değerinin yaşa bağlı olarak korelasyon ( $r=0.49$ ) gösterdiğini bildirmiştir. Literatürde Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarının LVIDs değerinin yaşa bağlı değişimlerinin değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada ise LVIDs değeri; üç aylık ( $0.77 \pm 0.05$  cm), altı

aylık ( $0.90 \pm 0.04$  cm), dokuz aylık ( $0.95 \pm 0.07$  cm) olarak tespit edilmiş ve yaş grupları arasında istatistiksel farklılık ( $P < 0.001$ ) olmakla birlikte, yüksek düzeyde ( $r = 0.766^{***}$ ) korelasyon tespit edilmiştir.

Diez-Prieto ve ark (2010) gelişimini sürdüren Beagle ırkı köpeklerde vücut ağırlığı ile LVIDs değeri arasında korelasyon olduğunu ( $r = 0.59$ ) bildirmiştir. Schille ve Skrodzki (1999) kedilerde ilk üç aylık yaş döneminde LVIDs değerinin vücut ağırlığına bağlı olarak korelasyon ( $r = 0.51$ ) gösterdiğini bildirmiştir. Casamian-Sorrosal ve ark (2014) ise farklı ağırlıktaki tavşanlarda yapmış oldukları çalışmada LVIDs değeri arasında istatistiksel farklılık ( $P = 0.004$ ) ile birlikte korelasyon ( $r = 0.443$ ) tespit etmiştir. Bu çalışmada da vücut ağırlığı ile LVIDs değerleri arasında istatistiksel farklılık ( $P < 0.001$ ) ile birlikte yüksek düzeyde ( $r = 0.833^{***}$ ) korelasyon olduğu görülmüştür.

LVIDs değeri; sol ventrikül volümü ile çaplarında artış görülen eksantrik hipertrofi (Bilal 2011), hipertrofik kardiyomyopati (Boon 2002, Boon 2011) ve dilate kardiyomyopati olgularında (Douglas ve ark 1989, Boon 2002, Boon 2011) artış göstermektedir. Lord ve ark (2011) konjestif sol kalp yetmezliği teşhis edilen tavşanlarda LVIDs artışı tespit edilmiştir. LVIDs artışı, mitral kapak hastalığını da düşündürmelidir (Boon 2002, Boon 2011). Bu tez çalışmasında elde edilen veriler, LVIDs değerinin değiştiği bu hastalıklarda referans veri olarak kullanılabilir.

#### **4.1.6. Sol Ventrikül Posterior Duvarı Sistol Sonu Kalınlığı (LVPWs)**

Stypmann ve ark (2007); Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarında LVPWs değerini, 2.92 kg ortalama ağırlıktaki dört aylık tavşanlarda  $0.27 \pm 0.04$  cm, Pelosi ve ark (2011);  $3.27 \pm 0.3$  kg ağırlığındaki ortalama iki yaşlı Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarında  $0.39 \pm 0.07$  cm, Fontes-Sousa ve ark (2006) ise; LVPWs değerini  $2.59 \pm 0.25$  kg ağırlıktaki 16-18 haftalık erkek tavşanlarda  $0.34 \pm 0.05$  cm, Fontes-Sousa ve ark (2009) da  $2.2 \pm 0.4$  kg ağırlıktaki 16-20 haftalık erkek tavşanlarda  $0.32 \pm 0.03$  cm olarak belirlemişlerdir. Casamian-Sorrosal ve ark (2014); 2.4 kg ortalama ağırlıktaki Hollanda lop tavşanlarında LVPWs değerini  $0.37$  cm ve ortalama 6.0 kg ağırlıktaki Fransız lop tavşanlarında  $0.56$  cm olarak tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada ise LVPWs değeri;  $2.014 \pm 0.175$  kg ortalama ağırlıktaki üç aylık erkek tavşanlarda  $0.32 \pm 0.04$  cm ve  $2.022 \pm 0.184$  kg dişilerde  $0.37 \pm 0.05$  cm,  $3.473 \pm 0.166$  kg ağırlıktaki altı aylık erkek tavşanlarda  $0.51 \pm 0.04$  cm ve  $3.513 \pm 0.100$  kg

ağırlıktaki dişilerde  $0.52 \pm 0.03$  cm, dokuz aylık  $4.364 \pm 0.327$  kg erkek tavşanlarda  $0.58 \pm 0.03$  cm ve  $4.463 \pm 0.397$  kg ağırlıktaki dişilerde  $0.59 \pm 0.05$  cm olarak hesaplanmıştır.

Diez-Prieto ve ark (2010) gelişimini sürdüren dört, yedi ve 10 aylık Beagle ırkı köpeklerde LVPWs değerinin yaşa bağlı istatistiksel farklılık ( $p=0.008$ ) gösterdiğini ve bu artışın 10. aydan itibaren sona erdiğini bildirmiştir. Schille ve Skrodzki (1999) kedilerde ilk üç aylık yaş döneminde LVPWs değerinin yaşa bağlı olarak korelasyon ( $r=0.56$ ) gösterdiğini tespit etmiştir. Bu çalışmada da LVPWs değeri üç aylıkta  $0.34 \pm 0.05$  cm, altı aylıkta  $0.52 \pm 0.04$  cm, dokuz aylıkta  $0.59 \pm 0.04$  cm olarak saptanmış ve yaş grupları arasında istatistiksel farklılık ( $P<0.001$ ) ile birlikte yüksek düzeyde ( $r=0.882^{***}$ ) korelasyon tespit edilmiştir.

Diez-Prieto ve ark (2010) gelişimin sürdüren Beagle ırkı köpeklerde LVPWs değerinin ağırlık ile korelasyon ( $r=0.53$ ) gösterdiğini bildirmiştir. Schille ve Skrodzki (1999) kedilerde ilk üç aylık yaş döneminde LVPWs değerinin vücut ağırlığına bağlı olarak korelasyon ( $r=0.55$ ) gösterdiğini saptamıştır. Casamian-Sorrosal ve ark (2014) ise farklı ağırlıktaki tavşanlarda yapmış oldukları çalışmada LVPWs değeri arasında istatistiksel farklılık ( $P<0.001$ ) ile birlikte korelasyon ( $r=0.749$ ) tespit etmiştir. Bu çalışmada da vücut ağırlığı ile LVPWs değerleri arasında istatistiksel farklılık ( $P<0.001$ ) ile birlikte yüksek düzeyde ( $r=0.927^{***}$ ) korelasyon olduğu görülmüştür.

Hipertrofik kardiyomyopati olgularında; IVSTs/LVPWs oranında artış ve septum interventriculare'de asimetri şekillendiği (Boon 2002, Boon 2011) ve bunun mitral kapak hastalıklarının hazırlayıcı faktörlerinden olduğu bildirilmektedir (Boon 2002). Bu çalışmada elde edilen LVPWs değeri, söz konusu patolojilerin teşhisinde yararlanılabilecek niteliktedir.

#### **4.1.7. E Noktası Septal Açılımı (EPSS)**

EPSS değeri, insanlarda ve köpeklerde kalbin sol ventrikül sistolik fonksiyonunu değerlendirmek amacıyla pratikte yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Diez-Prieto ve ark 2010, Boon 2011).

Fontes-Sousa ve ark (2006); EPSS değerini  $2.59 \pm 0.25$  kg ağırlıktaki 16-18 haftalık erkek tavşanlarda  $0.17 \pm 0.01$  cm, Fontes-Sousa ve ark (2009) da  $2.2 \pm 0.4$  kg ağırlıktaki 16-20 haftalık erkek tavşanlarda  $0.14 \pm 0.02$  olarak belirlemişlerdir.



Bu çalışmada ise EPSS değeri;  $2.014 \pm 0.175$  kg ortalama ağırlıktaki üç aylık erkek tavşanlarda  $0.09 \pm 0.01$  cm ve  $2.022 \pm 0.184$  kg dişilerde  $0.09 \pm 0.01$  cm,  $3.473 \pm 0.166$  kg ağırlıktaki altı aylık erkek tavşanlarda  $0.11 \pm 0.01$  cm ve  $3.513 \pm 0.100$  kg ağırlıktaki dişilerde  $0.11 \pm 0.01$  cm, dokuz aylık  $4.364 \pm 0.327$  kg erkek tavşanlarda  $0.15 \pm 0.01$  cm ve  $4.463 \pm 0.397$  kg ağırlıktaki dişilerde  $0.15 \pm 0.01$  cm olarak hesaplanmıştır.

Diez-Prieto ve ark (2010) gelişimini sürdüren Beagle ırkı köpeklerde EPSS değerinin ağırlık ile istatistiksel fark göstermediğini bildirmiştir. Tavşanlarda ise EPSS değerinin yaşa bağlı incelendiği bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada da EPSS değeri üç aylıkta  $0.09 \pm 0.01$  cm, altı aylıkta  $0.11 \pm 0.01$  cm, dokuz aylıkta  $0.15 \pm 0.01$  cm olarak saptanmış ve yaş grupları arasında istatistiksel farklılık ( $P < 0.001$ ) ile birlikte yüksek düzeyde ( $r = 0.947^{***}$ ) korelasyon tespit edilmiştir.

EPSS değeri vücut ağırlığı artışına bağlı olarak köpeklerde düşük korelasyon gösterebilmektedir (Boon 2011). Poser ve ark (2013) gelişmekte olan koyunlarda EPSS değeri ile vücut ağırlığı arasında korelasyon ( $r = 0.40$ ) tespit etmiştir. Diez-Prieto ve ark (2010) gelişimini sürdüren Beagle ırkı köpeklerde EPSS değerinin ağırlık ile korelasyon ( $r = 0.57$ ) gösterdiğini bildirmiştir. Bu çalışmada ise vücut ağırlığı ile EPSS değeri arasında istatistiksel farklılık ( $P < 0.001$ ) ile birlikte yüksek düzeyde ( $r = 0.885^{***}$ ) korelasyon tespit edilmiştir.

EPSS değerinin konjestif sol kalp yetmezliği ve dilate kardiyomyopatilerde arttığı, hipertrofik kardiyomyopatilerde ise azaldığı bildirilmektedir (Douglas ve ark 1989, Boon 2011, Lord ve ark 2011). Bu çalışmada EPSS değerine ilişkin sağlıklı tavşanlardan elde edilen verilerin; konjestif sol kalp yetmezliği, dilate kardiyomyopati ve hipertrofik kardiyomyopati hastalıklarının teşhisinde yardımcı veri olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

#### **4.1.8. Sol Ventrikül Yüzde Fırlatma Gücü (% EF)**

Fontes-Sousa ve ark (2006); % EF değerini  $2.59 \pm 0.25$  kg ağırlıktaki 16-18 haftalık erkek tavşanlarda  $\% 61.29 \pm 4.66$ , Stypmann ve ark (2007); Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarında % EF değerini,  $2.92$  kg ortalama ağırlıktaki dört aylık tavşanlarda  $54.9 \pm 9.0$  olarak hesaplamışlardır.

Bu çalışmada ise % EF değeri;  $2.014 \pm 0.175$  kg ortalama ağırlıktaki üç aylık erkek tavşanlarda  $64.11 \pm 3.62$  ve  $2.022 \pm 0.184$  kg dişilerde  $62.71 \pm 4.49$ ,  $3.473 \pm 0.166$  kg ağırlıktaki altı aylık erkek tavşanlarda  $57.12 \pm 3.39$  ve  $3.513 \pm 0.100$  kg ağırlıktaki dişilerde  $57.88 \pm 1.36$ , dokuz aylık  $4.364 \pm 0.327$  kg erkek tavşanlarda  $60.87 \pm 3.75$  ve  $4.463 \pm 0.397$  kg ağırlıktaki dişilerde  $59.00 \pm 3.11$  olarak hesaplanmıştır.

Rovira ve ark (2009); sağlıklı İspanyol taylorında yapılan periyodik ekokardiyografi çalışmasında % EF değerinin vücut ağırlığı ile korelasyon göstermediğini bildirmişlerdir. Della Torre ve ark (2000) köpeklerde kalbe ait bazı anatomik ölçümler vücut ağırlığı ile korelasyon gösterse de % EF değerinin negatif korelasyon gösterebileceğini bildirmişlerdir. Bu tez çalışmasında da % EF değeri vücut ağırlığı ile negatif korelasyon ( $r=-0.529$ ) göstermektedir. Bu da ekokardiyografik parametrelerin periyodik olarak değerlendirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada; cinsiyet farkı dikkate alınmadan üç, altı ve dokuz aylık tavşanlarda yapılan değerlendirme sonucunda % EF değeri bakımından istatistiksel farklılık ( $P<0.001$ ) tespit edilmiştir. Üç aylık tavşanlar altı ve dokuz aylık tavşanlardan istatistiksel olarak daha küçük olarak saptanmıştır. Altı ve dokuz aylık tavşanlar ise istatistiksel olarak benzerlik göstermiştir.

Üç, altı ve dokuz aylık erkek tavşanlar karşılaştırıldığında istatistiksel farklılık ( $p<0.01$ ) tespit edilmiştir. Dokuz aylık tavşanlar üç ve altı aylık tavşanlarla benzerlik gösterirken üç ve altı aylık tavşanlar kendi aralarında istatistiksel farklılık göstermiştir.

Üç, altı ve dokuz aylık erkek tavşanlar karşılaştırıldığında istatistiksel farklılık ( $p<0.01$ ) tespit edilmiştir. Altı aylık tavşanlar üç ve dokuz aylık tavşanlarla benzerlik gösterirken üç ve altı aylık tavşanlar istatistiksel farklılık göstermiştir.

#### **4.1.9. Sol Ventrikül Yüzde Kasılma Gücü (% FS)**

Sol ventrikül yüzde kasılma gücü; ventriküler kontraksiyon uyumunu gösteren ve sol ventrikül sistolik fonksiyonun değerlendirilmesinde önemli bir parametre olup, klinikte yaygın olarak kullanılmaktadır. Hipertrofik kardiyomyopati olgularında % FS karakteristik olarak artmakla birlikte dilate kardiyomyopati olgularında azalmaktadır (Boon 2011). Della Torre ve ark (2000) % EF değerinde olduğu gibi % FS'nin de vücut ağırlığı ile negatif korelasyon gösterebileceğini bildirmişlerdir. Bilal (2011) % FS değerinin canlı

ağırlıkla ilişkili olmadığını fakat köpeklerde ırka bağlı olarak farklılık gösterdiğini bildirmiştir.

M-mod ekokardiyografik görüntülerden elde edilen LVIDd ve LVIDs direkt olarak % FS ile ilişkili olduğu için, farklı vücut ağırlığına sahip hayvanlarda % FS değerinin sabit kalması beklenir (Rovira ve ark 2009). Ancak Bayon ve ark (1994) ile Sisson ve Schaeffer (1991) genç köpeklerde myokardiyal kontraktilitenin yaşlı köpeklerden fazla olduğunu ve buna bağlı olarak % FS'nin de genç köpeklerde daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Casamian-Sorrosal ve ark (2014), Hollanda lop, Fransız lop ve Alaska tavşanlarında yapmış oldukları çalışmada ortalama % FS değerini % 35 olarak saptamış ve bu değer vücut ağırlığı, yaş ve cinsiyete bağlı olmadığını saptamıştır.

Tavşanlar için % FS değeri %  $30.13 \pm 2.98$  (22.60-36.83) olarak (Fontes-Sousa 2006) bildirilmiştir. Cornell ve ark (2004) ile Marr (1994), köpek ve atlarda referans aralığının altındaki değerlerin aritmi ve kalp hastalıklarını işaret edebileceğini bildirmiştir.

Bu çalışmada ise % FS değeri;  $2.014 \pm 0.175$  kg ortalama ağırlıktaki üç aylık erkek tavşanlarda %  $34.11 \pm 3.55$  ve  $2.022 \pm 0.184$  kg dişilerde %  $34.85 \pm 4.52$ ,  $3.473 \pm 0.166$  kg ağırlıktaki altı aylık erkek tavşanlarda %  $32.37 \pm 2.92$  ve  $3.513 \pm 0.100$  kg ağırlıktaki dişilerde %  $32.22 \pm 2.22$ , dokuz aylık  $4.364 \pm 0.327$  kg erkek tavşanlarda %  $33.50 \pm 2.26$  cm ve  $4.463 \pm 0.397$  kg ağırlıktaki dişilerde %  $31.50 \pm 1.30$  olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu veriler Fontes-Sousa ve ark (2006) tarafından bildirilen referans değerler arasında olup, Bayon ve ark (1994) ile Sisson ve Schaeffer (1991)'nin köpekteki bulgularına benzer biçimde yaş arttıkça % FS değerinin azaldığı ancak bu farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca üzerinde çalışılan tavşanlarda vücut ağırlığı, yaş ve cinsiyete bağlı olarak istatistiksel fark olmadığı ve bunun da Casamian-Sorrosal ve ark (2014)'nin tavşanlar için bildirdiği bulgularla uyumlu olduğu görülmüştür.

#### **4.1.10. Sol Atrium Diastol Sonu Çapı (LAd)**

Gan ve ark (2004); LAd değerini  $2.9 \pm 0.19$  kg ağırlıktaki üç aylık Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarında  $1.06 \pm 0.12$  cm ve  $5.3 \pm 0.19$  kg ağırlıktaki 12 aylık aynı ırktaki tavşanlarda  $1.21 \pm 0.09$  cm olarak saptamışlardır. Fontes-Sousa ve ark (2006) ise; LAd değerini  $2.59 \pm 0.25$  kg ağırlıktaki 16-18 haftalık erkek tavşanlarda  $0.96 \pm 0.11$  cm, Fontes-Sousa ve ark (2009) da  $2.2 \pm 0.4$  kg ağırlıktaki 16-20 haftalık erkek tavşanlarda

0.74 ± 0.11 olarak belirlemişlerdir. Casamian-Sorrosal ve ark (2014); 2.4 kg ortalama ağırlıktaki Hollanda lop tavşanlarında LAd değerini 0.80 cm ve ortalama 6.0 kg ağırlıktaki Fransız lop tavşanlarında 1.24 cm olarak tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada ise LAd değeri; 2.014 ± 0.175 kg üç aylık erkek tavşanlarda 0.75 ± 0.03 cm ve 2.022 ± 0.184 kg dişilerde 0.72 ± 0.02 cm, 3.473 ± 0.166 kg altı aylık erkek tavşanlarda 0.88 ± 0.01 cm ve 3.513 ± 0.100 kg dişilerde 0.86 ± 0.03 cm, dokuz aylık 4.364 ± 0.327 kg erkek tavşanlarda 1.13 ± 0.05 cm ve 4.463 ± 0.397 kg dişilerde 1.13 ± 0.07 cm olarak hesaplanmıştır.

Diez-Prieto ve ark (2010) gelişimini sürdüren Beagle ırkı köpeklerde LAd değerinin dört, yedi ve 10 aylık yaş dönemlerinde istatistiksel fark (P=0.01) gösterdiğini, 13, 17, 21 aylık yaş dönemlerinde ise istatistiksel fark olmadığını bildirmiştir. Schille ve Skrodzki (1999) kedilerde ilk üç aylık yaş döneminde LAd değerinin yaşa bağlı olarak korelasyon (r=0.72) gösterdiğini saptamıştır. Gan ve ark (2004) da üç aylık ve 12 aylık Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarında LAd'nin yaşa bağlı olarak istatistiksel farklılık (P<0.01) gösterdiğini bildirmiştir. Bu çalışmada yaş ile LAd değeri arasında istatistiksel farklılık (P<0.001) görülmekle birlikte, yüksek düzeyde (r=0.952<sup>\*\*\*</sup>) korelasyon tespit edilmiştir.

Diez-Prieto ve ark (2010) gelişimini sürdüren Beagle ırkı köpeklerde LAd değerinin ağırlık ile korelasyon (r=0.78) gösterdiğini saptamıştır. Schille ve Skrodzki (1999) kedilerde ilk üç aylık yaş döneminde LAd değerinin vücut ağırlığına bağlı olarak korelasyon (r=0.74) gösterdiğini bildirmiştir. Casamian-Sorrosal ve ark (2014) ise farklı ağırlıktaki tavşanlarda yapmış oldukları çalışmada LAd değeri arasında istatistiksel farklılık (P<0.001) ile birlikte korelasyon (r=0.797) tespit etmiştir. Bu çalışmada da vücut ağırlığı ile LAd değerleri arasında istatistiksel farklılık (P<0.001) ile birlikte yüksek düzeyde (r=0.886<sup>\*\*\*</sup>) korelasyon olduğu görülmüştür.

Kalp hastalıklarının tanısında sol atrium boyutlarının değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır (Kienle ve Thomas 1995). LAd boyutlarındaki değişikliklerin izlenmesinin konjestif sol kalp yetmezliği olgularında hastalığın derecelendirilmesinde kullanıldığı (Rishniw ve Erb 2000), köpeklerde atrium hipertrofisinin LAd artışına neden olduğu (Haendchen ve ark 1982), sol atrium dilatasyonunun mitral kapak hastalığı şüpheli olgularda da incelendiği (Bilal 2011) ve konjestif kalp yetmezliği teşhis edilen tavşanlarda LAd değerinin arttığı bildirilmektedir (Lord ve ark 2011). Bu tez çalışmasında elde edilen

LAd değerleri, atrium hipertrofisi ve dilatasyonuna bağlı, mitral kapak hastalığı ve konjestif sol kalp yetmezliğinin teşhisinde yararlanılabilecek niteliktedir.

#### 4.1.11. Aort Kökü Diastol Sonu Çapı (AOd)

Gan ve ark (2004); AOd değerini  $2.9 \pm 0.19$  kg ağırlıktaki üç aylık Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarında  $0.91 \pm 0.07$  cm ve  $5.3 \pm 0.19$  kg ağırlıktaki 12 aylık aynı ırktaki tavşanlarda  $1.02 \pm 0.07$  cm olarak saptamışlardır. Fontes-Sousa ve ark (2006) ise; AOd değerini  $2.59 \pm 0.25$  kg ağırlıktaki 16-18 haftalık erkek tavşanlarda  $0.82 \pm 0.11$  cm, Fontes-Sousa ve ark (2009) da  $2.2 \pm 0.4$  kg ağırlıktaki 16-20 haftalık erkek tavşanlarda  $0.65 \pm 0.04$  cm olarak belirlemişlerdir. Casamian-Sorrosal ve ark (2014); 2.4 kg ortalama ağırlıktaki Hollanda lop tavşanlarında AOd değerini 0.62 cm ve ortalama 6.0 kg ağırlıktaki Fransız lop tavşanlarında 0.95 cm olarak tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada ise AOd değeri;  $2.014 \pm 0.175$  kg üç aylık erkek tavşanlarda  $0.64 \pm 0.04$  cm ve  $2.022 \pm 0.184$  kg dişilerde  $0.60 \pm 0.02$  cm,  $3.473 \pm 0.166$  kg altı aylık erkek tavşanlarda  $0.73 \pm 0.02$  cm ve  $3.513 \pm 0.100$  kg dişilerde  $0.71 \pm 0.03$  cm, dokuz aylık  $4.364 \pm 0.327$  kg erkek tavşanlarda  $0.96 \pm 0.08$  cm ve  $4.463 \pm 0.397$  kg dişilerde  $0.96 \pm 0.07$  cm olarak hesaplanmıştır.

Poser ve ark (2013), koyunlarda periyodik olarak ekokardiyografik parametreleri inceledikleri çalışmada yaş gruplarını <100 gün, 101-200 gün, 201-300 gün, >400 gün olarak belirlemişlerdir. Çalışmalarında AOd değerinin, üçüncü yaş grubu (201-300 gün) dönemine kadar istatistiksel fark ( $P<0.01$ ) gösterdiğini bildirmişlerdir. Diez-Prieto ve ark (2010) gelişimini sürdüren Beagle ırkı köpeklerde AOd değerinin dört, yedi ve 10 aylık yaş dönemlerinde istatistiksel fark ( $P=0.01$ ) gösterdiğini, 13, 17, 21 aylık yaş dönemlerinde ise istatistiksel farkın olmadığını tespit etmiştir. Schille ve Skrodzki (1999) kedilerde ilk üç aylık yaş döneminde AOd değerinin yaşa bağlı olarak korelasyon ( $r=0.74$ ) gösterdiğini bildirmiştir. Gan ve ark (2004) üç aylık ve 12 aylık Yeni Zelanda Beyaz tavşanlarında AOd'nin yaşa bağlı olarak istatistiksel farklılık ( $P<0.01$ ) gösterdiğini saptamıştır. Bu çalışmada yaş ile AOd değeri arasında istatistiksel farklılık ( $P<0.001$ ) görülmekle birlikte, yüksek düzeyde ( $r=0.909^{***}$ ) korelasyon tespit edilmiştir.

Rishniw ve Erb (2000) köpeklerde AOd değerinin vücut ağırlığı ile korelasyon ( $r=0.78$ ) gösterdiğini saptamıştır. Diez-Prieto ve ark (2010) gelişimini sürdüren Beagle ırkı köpeklerde AOd değerinin ağırlık ile korelasyon ( $r=0.71$ ) gösterdiğini saptamıştır. Schille

ve Skrodzki (1999) kedilerde ilk üç aylık yaş döneminde AOd değerinin vücut ağırlığına bağlı olarak korelasyon ( $r=0.77$ ) gösterdiğini bildirmiştir. Casamian-Sorrosal ve ark (2014) ise farklı ağırlıktaki tavşanlarda AOd değeri arasında istatistiksel farklılık ( $P<0.001$ ) ile birlikte korelasyon ( $r=0.811$ ) tespit etmiştir. Fontes Sousa ve ark (2009) Yeni Zelanda tavşanlarında AOd değerinin istatistiksel farklılık ( $P<0.01$ ) gösterdiğini ve vücut ağırlığı ile korelasyon ( $r=0.52$ ) gösterdiğini bildirmiştir. Bu çalışmada da vücut ağırlığı ile AOd değerleri arasında istatistiksel farklılık ( $P<0.001$ ) ile birlikte yüksek düzeyde ( $r=0.843^{***}$ ) korelasyon olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada sağlıklı tavşanlardan elde edilen AOd değeri, aortik kapak hastalığı ve aort darlığı olgularının teşhisinde kullanılabilecektir.

#### **4.1.12. Sol Atrium Diastol Sonu Çapı'nın Aort Kökü Diastol Sonu Çapı'na Oranı (LAd/AOd)**

LAd değerinin artmış olduğu olgularda sol atrium dilatasyonu teşhisi konmadan önce LAd/AOd oranının değerlendirilmesi gerektiği ve bu oranın sol atrium dilatasyonunun teşhisinde daha güvenilir bir yöntem olduğu bildirilmiştir (Lester ve ark 1979, Vollmar 1999, Boon 2002). Bununla birlikte mitral kapak ve patent ductus arteriosus hastalığının ilk belirtisinin LAd/AOd artışı olduğu saptanmıştır (Evans 1993, Boon 2011).

Veteriner hekimlikte at (Al-Haidar ve ark 2013), köpek (Diez-Prieto ve ark 2010, Bilal 2011, Boon 2011), kedi (Schille ve Skrodzki 1999) ile birlikte Casamian-Sorrosal ve ark (2014) Fransız lop, Hollanda lop ve Alaska tavşanlarında yapmış oldukları çalışmada LAd/AOd ölçümünün yaş, ağırlık, ırk, cinsiyet ve stres gibi faktörlere bağlı olmadığı bildirilmiştir.

Bu çalışmada ise LAd/AOd değeri;  $2.014 \pm 0.175$  kg üç aylık erkek tavşanlarda  $1.16 \pm 0.03$  ve  $2.022 \pm 0.184$  kg dişilerde  $1.18 \pm 0.02$ ,  $3.473 \pm 0.166$  kg altı aylık erkek tavşanlarda  $1.20 \pm 0.04$  ve  $3.513 \pm 0.100$  kg dişilerde  $1.20 \pm 0.03$ , dokuz aylık  $4.364 \pm 0.327$  kg erkek tavşanlarda  $1.18 \pm 0.04$  ve  $4.463 \pm 0.397$  kg dişilerde  $1.17 \pm 0.04$  olarak hesaplanmıştır. Elde edilen verilerin tavşan (Casamian-Sorrosal ve ark 2014), at (Al-Haidar ve ark 2013), köpek (Diez-Prieto ve ark 2010, Boon 2011), kedi (Schille ve Skrodzki 1999) gibi hayvanlarla uyumlu bir şekilde yaş, ağırlık ve cinsiyet faktörlerine bağlı olmadığı saptanmıştır. Bu verilerin tavşanlarda görülen kongenital kalp hastalıkları ile sol atrium dilatasyonu hastalıklarının teşhisinde kullanılabileceği düşünülmektedir.

## 5. SONUÇ

Bu tez çalışması; radyoaktiviteye maruz kalma vb olumsuz etkileri olmayan, art arda uygulanabilen, düşük maliyetli ve non-invaziv bir uygulama olan ekokardiyografi yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmada yavru (3 aylık), puberte (6 aylık) ve ergin (9 aylık) yaş dönemindeki sağlıklı Yeni Zelanda Beyaz tavşanların periyodik B-mod ve M-mod ekokardiyografi muayenesi yapılmıştır. Sedasyon amacıyla, kardiodepressif etkisi minimum olan midazolam kullanılmıştır. Verilerin güvenilirliğini etkilemesi muhtemel etmenlerin standardizasyonuna azami özen gösterilmiş ve güvenilirlik test edilmiştir.

Elde edilen ekokardiyografik parametreler değerlendirildiğinde; cinsiyetin üç aylık tavşanlarda IVSTd değeri dışında ekokardiyografik parametreler üzerine etkisi saptanmamıştır. Kalbin üç, altı, dokuz aylık yaş gruplarında anatomik olarak büyümesine devam ettiği dikkati çekmektedir. Ancak sol ventrikül yüzde kasılma gücü (% FS) ile LAd/AOd'nin yaş ve ağırlığa bağlı olmadığı saptanmıştır. Bu da kalbin büyümesini devam ettirmesine karşın, kasılma gücünde istatistiksel bir farklılık olmadığı anlamına gelmektedir. Sol ventrikül yüzde fırlatma gücü (% EF)'nün ise, üç aylık tavşanlarda altı ve dokuz aylık tavşanlara göre daha fazla olduğu görülmektedir. Bu da genç tavşanlarda kalbin daha güçlü fırlatma gücüne sahip olduğunu düşündürmektedir.

Sonuç olarak; ekokardiyografi alanında yapılacak çalışmalara bilimsel katkı yanında, konsantrik ve eksantrik kardiyomyopati başta olmak üzere birçok kalp hastalığının erken teşhisi için periyodik yapılması önerilen ekokardiyografik muayenelerde referans olarak kullanılacak nitelikte ölçüm değerleri elde edilerek, veteriner hekimlerin kullanımına sunulmuştur.

## ÖZET

### Tavşanlarda Kalbin B-Mod ve M-Mod Ekokardiyografik Yöntemle Morfometrik İncelenmesi

Bu tez çalışması; tavşanlarda bazı ekokardiyografik parametrelerin yaş cinsiyet ve vücut ağırlığı gözetilerek değerlendirilmesini kapsamaktadır. Çalışma aynı bakım besleme şartlarında üretimi yapılan 25'i erkek, 24'ü dişi toplam 49 sağlıklı Yeni Zelanda Beyaz tavşanı üzerinde, Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'nun izni ile, Antalya Lara Hayvan Hastanesinde gerçekleştirilmiştir. Ekokardiyografik ölçümler öncesi tüm tavşanların fiziksel ve genel klinik muayenesi yapılmıştır. Tavşanların midazolam ile sedasyonu sağlanmıştır. Bütün ekokardiyografik ölçümler DC 6-Vet<sup>®</sup> (Mindray, PRC) ultrasonografi cihazında, 8 Mhz mikrokonveks transduser kullanılarak, sağ parasternal kısa eksen görüntüleri üzerinden, B-mod (LAd, AOd, LADd/AOd) ve M-mod (IVSTd, LVIDd, LVPWd, IVSTs, LVIDs, LVPWs, EPSS, % EF, % FS) ölçümler elde edilmiştir. Çalışmada istatistiksel analizler 'SPSS 19.0' programında, yaş grupları arasında farklılık olup olmadığının kontrolü 'tek yönlü varyans analizi' ile, vücut ağırlığı ve yaşın, ekokardiyografik parametreler ile ilişkisi 'Pearson korelasyon' testi ile değerlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan ekokardiyografik ölçüm yöntemlerinin geçerlilik ve güvenilirliğinin kontrolü için varyasyon katsayısı hesaplanmıştır.

Elde edilen ekokardiyografik parametreler değerlendirildiğinde; cinsiyetin üç aylık tavşanlarda IVSTd değeri dışında ekokardiyografik parametreler üzerine etkisi saptanmamıştır. Kalbin üç, altı, dokuz aylık yaş gruplarında IVSTd, LVIDd, LVPWd, IVSTs, LVIDs, LVPWs, EPSS, LAd, AOd parametrelerinin artmış olması kalbin anatomik olarak büyümesine devam ettiğini göstermektedir. Ancak sol ventrikül yüzde kasılma gücü (% FS) ile LAd/AOd'nin yaş ve ağırlığa bağlı olmadığı saptanmıştır. Bu da kalbin büyümesini devam ettirmesine karşın, kasılma gücünde istatistiksel bir farklılık olmadığı anlamına gelmektedir. Sol ventrikül yüzde fırlatma gücü (% EF)'nün ise, üç aylık tavşanlarda altı ve dokuz aylık tavşanlara göre daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durum ekokardiyografik parametrelerin periyodik olarak değerlendirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak; ekokardiyografi alanında yapılacak bilimsel çalışmalar ve kardiyolojik muayeneler için referans olarak kullanılabilir nitelikte ölçüm değerleri elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Tavşan, ekokardiyografi, yaş, ağırlık.



## SUMMARY

### **Morphometric Evaluation of Rabbit Heart with B-Mode and M-Mode Echocardiographic Method**

The aim of this thesis study is to evaluate some echocardiographic parameters of rabbits with regard to age, gender and body weight. In this study totally 49 New Zealand white rabbits (25 male, 24 female) which have the same rearing conditions were used. This study was conducted in Antalya Lara Animal Hospital with the approval of the Animal Ethics Committee. The General physical examination and clinical examination was performed for each rabbit prior to echocardiographic examination. Rabbits were sedated with midazolam to perform echocardiographic examination. The echocardiographic examination was performed using a DC 6-Vet<sup>®</sup> (Mindray, PRC) ultrasonographic device equipped with a micro-convex 8 Mhz probe. From the right parasternal short-axis view, B-mode (LAd, AOd, LADd/AOd) and two-dimensional guided M-mode (IVSTd, LVIDd, LVPWd, IVSTs, LVIDs, LVPWs, EPSS, % EF, % FS) parameters were measured. Statistical analyses were employed via using "SPSS 19.0" program. In order To investigate whether there were any differences among age groups, one-way analysis of variance was executed. The relationship between body weight and age with echocardiographic parameters were analyzed through 'Pearson's Correlation Test'. In order to verify reliability and validity of the echocardiographic examination techniques that were use in the study, coefficient of variation was computed.

When the findings about echocardiographic parameters were analyzed, there is no significant effect of gender on echocardiographic parameters except IVSTd value for three-month-old rabbits. The increase in the parameters of IVSTd, LVIDd, LVPWd, IVSTs, LVIDs, LVPWs, EPSS, LAd, and AOd for three, six, and nine-month-old groups indicated that anatomic enlargement of heart persists. However, it was found out that fractionel shortening percentage (% FS) of the left ventricle and LAd/AOd have no relation with age and weight. It means that there is no significant difference in the fractionel shortening although enlargement of heart persists. Moreover, it was observed that three-month-old rabbits ejection fraction (% EF) of the left ventricle is higher than six and nine-month-old rabbits. This might indicate the necessity of periodical analysis of echocardiographic parameters.

In sum, the results of the study are in adequate quality to be used as reference point in prospective scientific research in the field of echocardiography and cardiologic examinations.

**Keywords:** Rabbit, echocardiography, age, weight.

## KAYNAKLAR

Abidu-Figueiredo M, Xavier-Silva B, Cardinot TM, Babinski MA, Chagas MA. Celiac artery in New Zealand rabbit: anatomical study of its origin and arrangement for experimental research and surgical practice. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 2008; 28(5): 237-240.

Acorda JA, Ong RAF, Maligaya RL. Ultrasonographic features of the heart in Philippine native goats (*Capra hircus*). *The Philippine Journal of Veterinary Medicine* 2005; 42: 66-74.

Ahmed IA, Kosba MA, El-Ezz ZRA, Korany MA. Some factors affecting growth rates in two breeds of rabbits. *Alexandria Journal of Agricultural Research* 1986; 31(3): 51-60.

Aksoy G. Evcil kedi ve Beyaz Yeni Zelanda tavşanlarında kalp ve kalp arteria'ları üzerinde anatomik bir araştırma. Doktora tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye. 2000.

Al-Haidar A, Farnir F, Deleuze S, Sandersen CF, Leroux AA, Borde L, Cerri S, Amory H. Effect of breed, sex, age and body weight on echocardiographic measurements in the equine species. *Research in Veterinary Science*. 2013; 95(1): 255-260.

Amory H, Lekeux P. Effects of growth on functional and morphological echocardiographic variables in Friesian calves. *Veterinary Record* 1991; 128(15): 349-354.

An YH, Friedman RJ. *Animal Models in Orthopaedic Research*. Boca Raton: CRC Press; 1999. p. 139-163.

Ashida T, Takato T, Matsuzaki G, Seko Y, Fujii J, Kawai S. Basal cardiomyopathy develops in rabbits with ventricular tachyarrhythmias induced by a single injection of adrenaline. *International Heart Journal* 2014; 55(1): 78-83.

Ateş S, Çakır A. Yeni Zelanda tavşanı ve kobayda kalp kapaklarının karşılaştırmalı makro anatomisi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2010; 57: 145-150.

Barone R, Pavaux C, Blin PC, Cuq P. *Atlas D'anatomie du Lapin*. Paris: Masson & Cie; 1973.

- Başoğlu A. Veteriner Kardiyoloji. Ankara: Çağrı Basın Yayın Organı; 1992. p. 261-301.
- Bayon A, Fernández del Palacio MJ, Montes AM, Gutierrez Panizo C. M-mode echocardiography study in growing Spanish mastiffs. *Journal of Small Animal Practice* 1994; 35: 473–479.
- Berry CR, Lombard CW, Hager DA, Ackerman N, King RR. Echocardiographic evaluation of cardiac tamponade in dogs before and after pericardiocentesis: Four cases (1984-1986). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 1988; 192(11): 1597-1603.
- Bhasin V, Shastry VRB, Singh D, Gulyani R, Malhi RS, Kishore K, Singh RN, Lahri SS, Rai RB, Das PK. Performance of broiler rabbits in a subtemperate Himalayan region. *Journal of Applied Rabbit Research* 1989; 12(4): 263-265.
- Bienert A, Płotek W, Wiczling P, Kostrzewski B, Kamińska A, Billert H, Szczesny D, Zaba C, Teżyk A, Buda K, Bednarek E, Kaliszan R, Grześkowiak E. The influence of the time of day on midazolam pharmacokinetics and pharmacodynamics in rabbits. *Pharmacological Reports* 2014; 66(1): 143-152.
- Bilal T. Köpek ve Kedilerde Kardiyoloji. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2011.
- Boluyt MO, Converso K, Hwang HS, Mikkor A, Russell MW. Echocardiographic assessment of age-associated changes in systolic and diastolic function of the female F 344 rat heart. *Journal of Applied Physiology* 2004; 96: 822-828.
- Boon J, Wingfield WE, Miller CW. Echocardiographic indices in the normal dog. *Veterinary Radiology* 1983; 24: 214–221.
- Boon J. Two Dimensional & M-mode Echocardiography for Animal Practitioner. USA: Teton New Media; 2002.
- Boon J. The Two Dimensional Echocardiographic Exam. In: Boon J. *Veterinary Echocardiography*. Chichester, UK: Jon Willey & Sons; 2011.
- Bonagura JD. M-mode echocardiography: Basic principles. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 1983; 13: 299-320.

Bonagura JD. Echocardiography. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 1994; 204: 516-522.

Bozkurt EÜ. Tavşanlarda ön ekstremitenin, göğüs boşluğunun toplar damarları üzerinde anatomik çalışmalar. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye. 2001.

Brown D, Gaillot H. Kalp. In: Seyrek-İntaş. Küçük Hayvan Ultrasonografi Atlası. Türkçe çeviri. Malatya: Medipres; 2013. p. 151.

Casamian-Sorrosal D, Saunders R, Browne WJ, Elliott S, Fonfara S. M-mode, two dimensional and doppler echocardiographic findings in 40 healthy domestic pet rabbits. *Journal of Veterinary Cardiology* 2014; 16(2): 101-108.

Colin M. Rabbit breeding problems in summer. *Rivista di Coniglicoltura* 1990; 27(8): 11-19.

Cornell CC, Kittleson MD, Della Torre P, Häggström J, Lombard CW, Pedersen HD, Vollmar A, Wey A. Allometric scaling of M-mode cardiac measurements in normal adult dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 2004; 8: 311–321.

Craigie EH. Bensley's Practical Anatomy of the Rabbit. 8<sup>th</sup> edition. Canada: Toronto Press; 1948.

Crippa L, Ferro E, Melloni E, Brambilla P, Cavalletti E. Echocardiographic parameters and indices in the normal beagle dog. *Laboratory Animals* 1992; 26(3): 190–195.

Cuniberti LA, Stutzbach PG, Guevara E, Yannarelli GG, Laguens RP, Favalaro RR. Development of mild aortic valve stenosis in a rabbit model of hypertension. *Journal of the American College of Cardiology* 2006; 47(11): 2300-2309.

Daimon M, Watanabe H, Abe Y, Hirata K, Hozumi T, Ishii K, Ito H, Iwakura K, Izumi C, Matsuzaki M, Minagoe S, Abe H, Murata K, Nakatani S, Negishi K, Yoshida K, Tanabe K, Tanaka N, Tokai K, Yoshikawa. Normal values of echocardiographic parameters in relation to age in a healthy Japanese population: The JAMP study. *Circulation* 2008; 72(11): 1859-1866.

Darke PGG. History and Physical Examination. In: Fuentes VL, Swift S, Manual of Small Animal Cardiorespiratory Medicine and Surgery. Cheltenham: BSAVA press; 1998.

Dawson-Saunders B, Trapp RG. Basic and Clinical Biostatistics. Connecticut: Appleton & Lange; 1990.

De Maria AN, Blanchard DG, Fuster V, Alexander RW, O'Rourke RA. Hurst's The Heart. Türkçe, 1. Baskı. 1. Cilt. İstanbul: And Danışmanlık ve Yayıncılık; 2002.

Della Torre PK, Kirby AC, Church DB, Malik R. Echocardiographic measurements in greyhounds, whippets and Italian greyhounds-dogs with similar conformation but different size. Australian Veterinary Journal 2000; 78: 49–55.

Dere F. Anatomi atlası ve kitabı cilt 1. Adana: Nobel Kitabevi; 1999.

Diez-Prieto I, García-Rodríguez MB, Ríos-Granja MA, Cano-Rábano MJ, Peña-Penabad M, Pérez-García CC. M-mode echocardiographic changes in growing Beagles. Journal of the American Association for Laboratory Animal Science 2010; 49(1): 31–35.

Di Giacoma RG, Mare CJ. Viral Diseases. In: Manning PJ, Ringler DH, Newcomer CE eds. The Biology of the Laboratory Rabbit. 2<sup>nd</sup> ed. San Diego: Academic Press; 1994. p. 171-204.

Dinç DA. Ultrason Fiziği ve İneklerde Reprodüktif Ultrasonografi. Konya: Pozitif Matbaacılık; 2008.

Dornas WC, De Oliveira TT, Augusto LEF, Nagem TJ. Experimental atherosclerosis in rabbits. Arquivos Brasileiros de Cardiologia 2010; 95(2): 272-280.

Douglas PS, Morrow R, Loli A, Reichel N. Left ventricular shape, afterload and survival in idiopathic dilated cardiomyopathy 1989; 13(2): 311-315.

Drolet MC, Arsenault M, Couet J. Experimental aortic valve stenosis in rabbits. Journal of the American College of Cardiology 2003; 41(7): 1211-1217.

Du Bois D, Du Bois EF. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. Nutrition 1989; 5(5): 303-311.

Dursun N. Veteriner Anatomi II. Ankara: Medisan Yayınevi; 2006.

Elder I, Hertz CH. The use of ultrasonic reflectoscope for the continuous recording of movements of heart walls. *Kungl Fysiogr Sallski Fund Forhandl* 1954; 24: 40-45.

El-Maghawry AM, Yamani KA, Fayed I, Marai M. A preliminary study on performance of some productive traits in New Zealand White and Californian rabbits under Egyptian environments. *World Rabbit Science Association, 4<sup>th</sup> World Rabbit Congress*. Budapest 1988. p. 264-275.

El-Sayiad GHA, Yamani KO, Tawfeek MI, Yassin HM. Some traits of doe and young rabbits as affected by breed, parity and diet supplementation under Egypt conditions. *Egyptian Journal of Rabbit Science* 1993; 3(1): 81-90.

Erol Ç. Feigenbaum Ekokardiyografisi. Türkçe çeviri. Armstrong WF, Ryan T. Feigenbaum's Echocardiography. 7. Baskı. Ankara: Güneş Tıp Yayınları; 2011.

Ettinger SJ. Ordering diagnostic tests in cardiovascular disease. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 1991; 21(5): 1081-1102.

Evans NJ. Diagnosis of patent ductus arteriosus in the preterm newborn. *Archives of Disease Childhood* 1993; 68: 58-61.

Flecknell PA. Anaesthesia of Common Laboratory Species: Special Considerations. In: Flecknell PA ed. *Laboratory Animal Anaesthesia*. 3<sup>rd</sup> ed. London: Elsevier; 2009. p. 181-241.

Flecknell PA, Roughan JV, Hedenqvist P. Induction of anaesthesia with sevoflurane and isoflurane in the rabbit. *Laboratory Animals* 1999; 33: p. 41–46.

Fontes-Sousa AP, Brás-Silva C, Moura C, Areias JC, Leite-Moreira AF. M-mode and doppler echocardiographic reference values for male New Zealand white rabbits. *American Journal of Veterinary Research* 2006; 67(10): 1725-1729.

Fontes-Sousa AP, Moura C, Carneiro CS, Teixeira-Pinto A, Areias JC, Leite-Moreira AF. Echocardiographic evaluation including tissue doppler imaging in New Zealand white rabbits sedated with ketamine and midazolam. *The Veterinary Journal* 2009; 18: 326-331.

Fox PR, Bond BR, Peterson ME. Echocardiographic reference values in healthy cats sedated with ketamine hydrochloride. *American Journal of Veterinary Research* 1985; 46: 1479-1484.

Fox PR, Sisson D, Moise NS. *Textbook of Canine and Feline Cardiology*. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1999. p. 132.

Fuentes VL, Swift S. *BSAVA Manual of Small Animal Cardiorespiratory Medicine and Surgery*. British Small Animal Veterinary Association; 1998.

Gagandeep, Garg T, Malik B, Rath G, Goyal AK. Development and characterization of nano-fiber patch for the treatment of glaucoma. *European Journal of Pharmaceutical Sciences* 2014; 12, 53: 10-16.

Gan LM, Wikström J, Eliasson UB, Wandt B. Amplitude and velocity of mitral annulus motion in rabbits. *A Journal of Cardiovascular Ultrasound & Allied Technologies* 2004; 21(4): 313-317.

Garcia Denegri ME, Maruñak S, Todaro JS, Ponce-Soto LA, Acosta O, Leiva L. Neutralisation of the pharmacological activities of *Bothrops alternatus* venom by anti-PLA2 IgGs. *Toxicon* 2014; 86: 89-95.

Gardner SY, Reef VB, Palmer JE, Reimer JM, Sweeney RW. Echocardiographic diagnosis of an anomaly of the tricuspid valve in a male pygmy goat. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 1992; 200(4): 521-523.

Gava FN, Zacché E, Ortiz EM, Champion T, Bandarra MB, Vasconcelos RO, Barbosa JC, Camacho AA. Doxorubicin induced dilated cardiomyopathy in a rabbit model: An update. *Research in Veterinary Science* 2013; 94(1): 115-121.

Gökçe S. Kedilerde edinsel kalp hastalıklarında ekokardiyografik muayene bulguları. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, Türkiye. 2009.

Green CJ. Neuroleptanalgesic drug combinations in the anaesthetic management of small laboratory animals. *Laboratory Animals* 1975; 9(3): 161-178.



Grint NJ, Murison PJ. Peri-operative body temperatures in isoflurane-anaesthetized rabbits following ketamine-midazolam or ketamine-medetomidine. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia* 2007; 34(3): 181-189.

Haendchen RV, Povzhitkov M, Meerbaum, Maurer G, Corday E. Evaluation of changes in left ventricular end-diastolic pressure by left atrial two dimensional echocardiography. *American Heart Journal* 1982; 104: 740–745.

Hanes DE, Robl MG, Schneider CM, Burr D. New Zealand White Rabbit as a nonsurgical experimental model for *Salmonella enterica* Gastroenteritis, *Infection and Immunity* 2001; 10: 6523-6526.

Hanton G, Geffray B, Lodola A. Echocardiography, a noninvasive method for the investigation of heart morphology and function in laboratory dogs: 1. Method and reference values for M-mode parameters *Laboratory Animals* 1998; 32: 173–182.

Harcourt-Brown F. *Textbook of Rabbit Medicine*. Oxford: Reed Educational and Professional Publishing Ltd; 2002.

Harcourt-Brown F, Chitty J. *Rabbit Surgery, Dentistry and Imaging*. Gloucester: British Small Animal Veterinary Association; 2013.

Hatle L, Angelsen BA, Tromsdal A. Non-invasive assessment of aortic stenosis by doppler ultrasound. *British Heart Journal* 1980; 43(3): 284-292.

Hawkins MG, Pascoe PJ. Anesthesia, Analgesia and Sedation of Small Mammals. In: Quesenberry KE, Carpenter JW. (Eds). *Ferret, Rabbits and Rodents: 3<sup>rd</sup> ed*. St. Louis: Saunders; 2012.

He L, Xiao J, Fu H, Du G, Xiao X, Zhang C, Gu Y, Ma Y. Effect of oxidative stress on ventricular arrhythmia in rabbits with adriamycin-induced cardiomyopathy. *Journal of Huazhong University of Science and Technology (Medical Sciences)* 2012; 32(3): 334-343.

Hedenqvist P, Orr HE, Roughan JV, Antunes LM, Flecknell PA. Anaesthesia with ketamine/medetomidine in the rabbit: Influence of route of administration and the effect of combination with butorphanol. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*. 2002; 29: p. 14-19.

Hedenqvist P, Hellebrekers LJ. Laboratory Animal Analgesia, Anesthesia, and Euthanasia. In: Hau J, Van Hoosier GL. Handbook of Laboratory Animal Science. 2<sup>nd</sup> ed. Boca Raton: Fla CRC Press; 2003. p. 413–455.

Hein J, Hartmann K. Reference ranges for laboratory laboratory parameters in rabbits. Tierärztliche Praxis Ausgabe Kleintiere Heimtiere 2003; 31: 321-328.

Henke J, Astner S, Brill T, Eissner B, Busch R, Erhardt W. Comparative study of three intramuscular anaesthetic combinations (medetomidine/ketamine, medetomidine/fentanyl/midazolam and xylazine/ketamine) in rabbits. Veterinary Anaesthesia and Analgesia 2005; 32: 261-270.

Hillyer EV. Pet rabbits. The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice 1994; 24(1): 25-65.

Huston SM, Show Lee PM, Quesenberry KE, Pilny AA. Cardiovascular Disease, Lymphoproliferative Disorders and Thymomas. In: Quesenberry KE, Carpenter JW. Ferret, Rabbits and Rodents: 3<sup>rd</sup> ed. St. Louis: Saunders; 2012.

Huwez FU, Houston AB, Watson J, McLaughlin S, Macfarlane PW. Age and body surface area related normal upper and lower limits of M-mode echocardiographic measurements and left ventricular volume and mass from infancy to early adulthood. British Heart Journal 1994; 72(3): 276-280.

Jacobs G, Knight DH. M-mode echocardiographic measurements in nonanesthetized healthy cats: Effects of body weight, heart rate, and other variables American Journal of Veterinary Research 1985; 46(8): 1705-1716.

Jenkins JR. Rabbit diagnostic testing. Journal of Exotic Pet Medicine 2008; 17: 4-15.

Joy AD, Jose MT, Prabhakaran P. Carcass characteristics of American Chinchilla crossbred rabbits. Kerala Journal of Veterinary Science 1985; 16(2): 29-32.

Kayar A. Erişkin kangal ırkı köpeklerde M-mod ve 2 boyutlu (2-D) ekokardiyografi teknikleri ile kardiyak referans parametrelerin saptanması. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye. 2001.

Kayar A, Uysal A. Erişkin kangal ırkı köpeklerde M-Mod ve 2 boyutlu (2-D) ekokardiyografi teknikleri ile kardiyak referans parametrelerin saptanması. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 2002; 28: 39-46.

Kayar A, Gonul R, Or ME, Uysal A. M-mode echocardiographic parameters and indices in the normal German shepherd dog. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 2006; 47(5): 482-486.

Keleş İ. Temel Ekokardiyografi. Türkçe çeviri. Ryding A. *Essential Echocardiography*. İstanbul: Medikal Yayıncılık; 2012.

Kibar M. Karnivorlarda ekokardiyografi. Seminer. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1998.

Kienle RD, Thomas, WP. Echocardiography. In: Nyland TG, Mattoon JS. (Ed). *Veterinary Diagnostic Ultrasound*. Philadelphia: WB Saunders Company; 1995.

Kim MS, Jeong SM, Park JH, Nam TC, Seo KM. Reversal of medetomidine-ketamine combination anesthesia in rabbits by atipamezole. *Experimental Animals* 2004; 53: 423-428.

Koch T und Berg R. *Lehrbuch Der Veterinar-anatomie. Band III: Die Groben Versorgungs-und Steuerungssysteme. 5. Auflage. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag Jena; 1993.*

Konrad D, Weber K, Corney S, Allen TR, Terrier C. Echocardiography, color-coded doppler imaging, and abdominal sonography, a non-invasive method for investigation of heart and aortic morphology and function in female gottingen minipigs: Method and reference values for M-Mode, B-Mode, and flow parameters. *American Association for Laboratory Animal Science* 2000; 50(4): 405-409.

Kraus AL, Weisbroth SH, Flatt RE, Brewer N. *Biology and Diseases of Rabbits*. New York: Academic Press; 1977. p. 207-240.

Krautwald-Junghanns ME, Pees M, Reese S, Tully T. *Diagnostic Imaging of Exotic Pets*. Hannover: Schlütersche; 2011. p. 143-307.

- Laird CW, Fox RR, Mitchell BP, Blau EM, Schultz HS. Effect of strain and age on some hematological parameters in the rabbit. *American Journal of Physiology* 1970; 218: 1613–1617.
- Lee JW, Park WY, Kim EA, Yun IH. Tissue response to implanted Ahmed glaucoma valve with adjunctive amniotic membrane in rabbit eyes. *Ophthalmic Research* 2014; 51(3): 129–139.
- Leroux AA, Moonen ML, Farnir F, Sandersen CF, Deleuze S, Salciccia A, Amory H. Two-dimensional and M-mode echocardiographic reference values in healthy adult Saanen goats. *Veterinary Record* 2012; 170(6): 154.
- Lester LA, Vitullo D, Sodt P, Hutcheon N, Arcilla R. An evaluation of the left atrial/aortic root ratio in children with ventricular septal defect. *Circulation* 1979; 60(2): 364-372.
- Li X, Murphy JC, Lipman NS. Eisenmenger's syndrome in a New Zealand white rabbit. *Laboratory Animal Science* 1995; 45: 618–620.
- Linde A, Summerfield N, Ivey E. Echocardiography in anesthetized chinchillas. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 2004; 18: 772–774.
- Liu R, Wu S, Cao G, Wang W, Liu K, Wu S. Transfection of human hepatocyte growth factor gene inhibits advancing pulmonary arterial hypertension induced by shunt flow in a rabbit model. *Transplantation Proceedings* 2013; 45(2): 705-712.
- Lombard CW. Normal values of the canine M-mode echocardiogram. *American Journal of Veterinary Research* 1984; 45(10): 2015-2023.
- Long KJ. Two dimensional and M-mode echocardiography. *Equine Veterinary Education* 1992; 4(6): 303-310.
- Lord B, Devine C, Smith S. Congestive heart failure in two pet rabbits. *Journal of Small Animal Practice* 2011; 52: 46-50.
- Mach K, Safarova P. Purebreeding and commercial crossing of broiler type rabbits. *Scientia Agriculturae Bohemoslavaca* 1988; 20(3): 211-216.

- Maertens L, De Groote L. Comparison of feed intake and milk yield of does under normal and high ambient temperature. *Journal of Applied Rabbit Research* 1990; 13(3-4): 159-162.
- Manning, PJ, Ringler DH, Newcomer CE. *The Biology of the Laboratory Rabbit*. 2<sup>nd</sup> ed. Boston: Academic Press; 1994.
- Mapara M, Thomasa BS, Bhat KM. Rabbit as an animal model for experimental research. *Dental Research Journal* 2012; 9(1): 111-118.
- Marano G, Grigioni M, Tiburzi F, Vergari A, Zanghi F. Effects of isoflurane on cardiovascular system and sympathovagal balance in New Zealand white rabbits. *Journal of Cardiovascular Pharmacology* 1996; 28(4): 513–518.
- Marini RP, Xiantung L, Harpster NK, Dangler C. Cardiovascular pathology possibly associated with ketamine/xylazine anesthesia in Dutch Belted rabbits. *Laboratory Animal Science* 1999; (49): 153–160.
- Maron BJ, Gottdiener JS, Epstein SE. Patterns and significance of distribution of left ventricular hypertrophy in hypertrophic cardiomyopathy: A wide angle, two dimensional echocardiographic study of 125 patients. *American Journal of Cardiology* 1981; 48: 418-428.
- Marr C. Equine echocardiography—sound advice at the heart of the matter. *British Veterinary Journal* 1994; 150: 527–545.
- Martin MW, Darke PG, Else RW. Congestive heart failure with atrial fibrillation in a rabbit. *Veterinary Record* 1987; 121: 570–571.
- Mashiro I, Nelson RR, Cohn JN, Franciosa JA. Ventricular dimensions measured noninvasively by echocardiography in the awake dog. *Journal of Applied Physiology* 1976; 41: 953-961.
- Mclaughlin CA, Chiasson RB. *Laboratory anatomy of the rabbit* 3<sup>rd</sup> ed. New York: McGraw-Hill Higher Education; 1990.
- Melillo A. Rabbit clinical pathology. *Journal of Exotic Pet Medicine* 2007; 16: 135-145.

Miller D, DeSutter C, Scott A, Koglin L, Hart DA, Salo P, Leonard C, Mammoto T, Bray RC. Vascular structure and function in the medial collateral ligament of anterior cruciate ligament transected rabbit knees. *Journal of Orthopaedic Research* 2014; 32(9): 1104-1110.

Moses BL, Ross JN Jr. M-mode echocardiographic values in sheep. *American Journal of Veterinary Research* 1987; 48(9): 1313-1318.

Nagueh SF, Kopelen HA, Lim DS, Zoghbi WA, Quinones MA, Roberts R, Marian AJ. Tissue Doppler imaging consistently detects myocardial contraction and relaxation abnormalities, irrespective of cardiac hypertrophy, in a transgenic rabbit model of human hypertrophic cardiomyopathy. *Circulation* 2000; 102(12): 1346–1350.

Nazlıgöl A. Laboratuvar Hayvanları Yetiştiriciliği. Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları; 1998.

Or ME. Medikal Fizik. İstanbul: Teknik Yayınları; 2000.

Orcutt CJ. Cardiac and respiratory disease in rabbits. *Proceedings of the British Veterinary Zoological Society Autumn Meeting* 2000; 68-73.

Öcal MK, Dabanoğlu İ, Kara ME , Evcil Memeli Hayvanlarda Anatomi (Gövde). Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları No 11; 1999.

Özdamar K. Paket Programları ile İstatistiksel Veri Analizi-1. MINITAB, NCS, SPSS. 5. Baskı. Eskişehir: Kaan kitabevi; 2004.

Özkan C, Kaya A, Akgül Y. Normal values of haematological and some biochemical parameters in serum and urine of New Zealand White rabbits. *World Rabbit Science* 2012; 20: 253 – 259.

Pakes SP, Gerrity LW. Protozoal Diseases. In: Manning PJ, Ringler DH, Newcomer CE. *The Biology of the Laboratory Rabbit*. 2<sup>nd</sup> Ed. San Diego: Academic Press. 1994; p. 205–224.

Pariaut R. Cardiovascular physiology and diseases of the rabbit. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*. 2009; 12: 135-144.

Pelosi A, St John L, Gaymer J, Ferguson D, Goyal SK, Abela GS, Rubinstein J. Cardiac tissue Doppler and tissue velocity imaging in anesthetized New Zealand white rabbits. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science* 2011; 50(3): 317-321.

Percy DH, Barthold SW. Rabbit. In: *Pathology of Laboratory Rodents and Rabbits*. Ames: Iowa State University Press; 1993. p. 179–223.

Pericin C, Grieve AP. Seasonal variations of temperatures in rabbits. *Laboratory Animals* 1984; 18(3): 230–236.

Phinikaridou A, Hallock KJ, Qiao Y, Hamilton JA. A robust rabbit model of human atherosclerosis and atherothrombosis. *The Journal of Lipid Research* 2009; 50(5): 787-797.

Pipers FS, Bonagura JD, Hamlin RL, Kittleson M. Echocardiographic abnormalities of the mitral valve associated with left sided heart diseases in the dog. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 1981; 179(6): 580-586.

Pipers FS, Hamlin RL. Echocardiography in the horse. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 1977; 170(8): 815-824.

Poser H, Semplicini L, De Benedictis GM, Gerardi G, Contiero B, Maschietto N, Valerio E, Milanesi O, Semplicini A, Bernardini D. Two-dimensional, M-mode and doppler-derived echocardiographic parameters in sedated healthy growing female sheep. *Laboratory Animals* 2013; 47(3): 194-202.

Poyraz Ö. *Laboratuar Hayvanları Bilimi*. Ankara: Kardelen Ofset; 2000. p. 279-299.

Quesenberry KE. Rabbits. In: *Birchard SJ, Sherding RG. Manual of Small Animal Practice*. 2<sup>nd</sup> edition. Philadelphia: WB Saunders; 2000. p.1493-1511.

Rafai P, Papp Z. Temperature requirement of (rabbit) does for optimal performance. *Archiv fur experimentelle Veterinarmedizin* 1984; 38(3): 450-457.

Redrobe S. Imaging techniques in small animals. *Seminars Avian Exotic Pet Medicine* 2001; 10: 195.

Redrobe S. Ultrasonography. In: *Harcourt-Brown F, Chitty J. BSAVA Manual of Rabbit Surgery, Dentistry and Imaging*. Cheltenham: BSAVA press; 2013.

Reef VB. Evaluation of ventricular septal defects in horses using two dimensional and doppler echocardiography. *Equine Veterinary Journal* 1995; 19: 86–95.

Reef VB, Bain FT, Spencer PA. Severe mitral regurgitation in horses: Clinical, echocardiographic and pathological findings. *Equine Veterinary Journal* 1998; 30: 18–27.

Richardson VCG. *Rabbits Health, Husbandry & Diseases*. Cornwall: Blackwell Publishing; 2003. p. 79.

Rishniw M, Erb HN. Evaluation of four 2-dimensional echocardiographic methods of assessing left atrial size in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 2000; 14(4): 429-435.

Rocha-Sousa A, Pereira-Silva P, Tavares-Silva M, Azevedo-Pinto S, Rodrigues-Araújo J, Pinho S, Avelino A, Falcão-Reis F, Leite-Moreira A. Identification of the ghrelin-GHSR 1 system and its influence in the modulation of induced ocular hypertension in rabbit and rat eyes. *Peptides* 2014; 57: 59-66.

Rossi M. Microvascular changes as a cause of chronic cardiomyopathy in chagas disease. *American Heart Journal* 1990; 120: 233-236.

Rovira S, Munoz A, Rodilla V. Allometric scaling of echocardiographic measurements in healthy Spanish foals with different body weight. *Research in Veterinary Science* 2009; 86: 325-331.

Ruan Q, Nagueh SF. Effect of age on left ventricular systolic function in humans: A study of systolic isovolumic acceleration rate. *Experimental Physiology* 2005; 90(4): 527–534.

Sahn DJ, DeMaria A, Kisslo J, Weyman A. Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography: Results of a survey of echocardiographic measurements. *Circulation* 1978; 58(6): 1072-1083.

Samraus HH. *A Colour Atlas of Livestock Breeds*. London: Wolfe Publishing Ltd; 1992. p. 178.

Schille S, Skrodzki M. M-mode echocardiographic reference values in cats in the first three months of life. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 1999; 40(5): 491-500.



Schober KE, Fuentes VL. Effects of age, body weight and heart rate on transmitral and pulmonary venous flow in clinically normal dogs. *American Journal of Veterinary Research* 2001; 62(9): 1447-1454.

Selçuk E. Tavşan Yetiştiriciliği. Ankara: Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Teşkilatlanma ve Destekleme Genel Müdürlüğü Yayın No 2; 1985.

Shao Y, Yu Y, Liu QP, Li JM, Dong F, Huang X, Pei CG, Tu P, Li HH, Gao GP. Effects of honghua preserved amniotic membrane on scar healing in experimental glaucoma surgery. *International Journal of Ophthalmology* 2014; 7(2): 226-231.

Silva EF, Borboleta LR, Telles TC, Fonseca VB, Melo MM. Eco dopplercardiografia em coelhos: uso de midazolam e midazolam associado a cetamina. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 2011; 63(6): 112-117.

Sisson D, Schaeffer D. Changes in linear dimensions of the heart, relative to body weight, as measured by M-mode echocardiography in growing dogs. *American Journal of Veterinary Research* 1991; 52: 1591–1596.

Slater JD, Herrtage ME. Echocardiographic measurements of cardiac dimensions in normal ponies and horses. *Equine Veterinary Journal* 1995; 7(19): 1928–1932.

Soderberg SF, Boon JA, Wingfield WE, Miller CW. M-mode echocardiography as a diagnostic aid for feline cardiomyopathy. *Veterinary Radiology* 1983; 24(2) 66-73.

Stypmann J, Engelen MA, Breithardt AK, Milberg P, Rothenburger M, Breithardt OA, Breithardt G, Eckardt L, Cordula PN. Doppler echocardiography and tissue doppler imaging in the healthy rabbit: Differences of cardiac function during awake and anaesthetised examination. *International Journal of Cardiology* 2007; 115(2): 164-170.

Stypmann J, Engelen MA, Epping C, van Rijen HV, Milberg P, Bruch C, Breithardt G, Tiemann K, Eckardt L. Age and gender related reference values for transthoracic doppler-echocardiography in the anesthetized CD1 mouse. *The International Journal of Cardiovascular Imaging* 2006; 22: 353-362.

Suzuki R, Matsumoto H, Teshima T, Koyama H. Effect of age on myocardial function assessed by two-dimensional speckle-tracking echocardiography in healthy beagle dogs. *Journal of Veterinary Cardiology*. 2013; 15(4): 243-252.

Tetsuya U, Itsuro M. 超音波画像診断装置を用いた家兎の心機能評価-動物を用いたエコー実習の可能性. *Nagasaki Medical Journal* 2006; 81(2): 86-94.

Turgut B, Eren K, Akın MM, Demir T, Kobat S. Topical infliximab for the suppression of wound healing following experimental glaucoma filtration surgery. *Drug Design Development and Therapy* 2014; 8: 421-430.

Turner AS. Animal models of osteoporosis—necessity and limitation. *European Cells & Materials* 2001; 1: 66-81.

Vantaux A, Lefèvre T, Dabiré KR, Cohuet A. Individual experience affects host choice in malaria vector mosquitoes. *Parasites & Vectors* 2014; 7: 249.

Vastenburg MH, Boroffka SA, Schoemaker NJ. Echocardiographic measurements in clinically healthy ferrets anesthetized with isoflurane. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 2004; 45: 228–232.

Vella D, Donnelly TM. Chapter 12 Basic anatomy, physiology and husbandry. In: Quesenberry K, Carpenter JW. *Ferrets, Rabbits and Rodents Clinical Medicine and Surgery*. 3<sup>rd</sup> edition. USA: Elsevier; 2012. p.157-173.

Vollmar AC. Echocardiographic measurements in the Irish Wolfhound. Reference values for the breed. *Journal of the American Animal Hospital Association* 1999; 35: 271-277.

Vörös K, Holmes JR, Gibbs C. Anatomical validation of two-dimensional echocardiography in the horse. *Equine Veterinary Journal* 1990; 22(6): 392-399.

Ward JL, Schober KE, Fuentes VL, Bonagura JD. Effects of sedation on echocardiographic variables of left atrial and left ventricular function in healthy cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 2012; 14(10): 678-685.

Wells PNT. *Ultrasonics in Clinical Diagnosis*. 2<sup>th</sup> ed. New York: Churchill Livingstone; 1977.

Wigle ED, Rakowski H, Kimball BP, Williams WG. Hypertrophic cardiomyopathy: Clinical spectrum and treatment. *Circulation* 1995; 92: 1680-1692.

Wild JJ, Crawford HD, Reid JM. Visualization of the excised human heart by means of reflected ultrasound or echocardiography. *American Heart Journal* 1958; 54: 903-906.

Williams KB, Christmas AB, Heniford BT, Sing RF, Messick J. Arterial vs venous blood gas differences during hemorrhagic shock. *World Journal of Critical Care Medicine* 2014; 3(2): 55-60.

Wong RC, Yip JW, Gupta A, Yang H, Ling LH. Echocardiographic left ventricular mass in a multiethnic southeast asian population: Proposed new gender and age-specific norms. *Echocardiography* 2008; 25(8): 805-816.

Yalçın M. Evcil Hayvanların Fonksiyonel Anatomi ve Fizyolojisi. Türkçe Çeviri. Reece WO. *Functional Anatomy and Physiology of Domestic Animals*. Ankara: Nobel Yayınları; 2012.

Yamamura H, Etoh T, Satoh T, Yamazaki R, Onoda S, Terada T. Application of echocardiography in dogs-analysis of echocardiograms of ventricular walls and valves. *Advances in Animal Electrocardiography* 1977; 10: 33-44.

Yanni AE. The laboratory rabbit: An animal model of atherosclerosis research. *Laboratory Animal* 2004; 38: 246-256.

Zehnder C, Zuber M, Sulzer M, Meyer B, Straumann E, Jenzer HR, Blumberg A. Influence of long-term amelioration of anemia and blood pressure control on left ventricular hypertrophy in hemodialyzed patients. *Nephron* 1992; 61(1): 21-25.

## ÖZ GEÇMİŞ

Burdur'un Bucak ilçesinde 1983 yılında doğdu. Öğrenim hayatına İstanbul'da başladı ve Kabataş Erkek Lisesi'nden sonra lisans eğitimini Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi'nde 2008 yılında tamamladı. Adıyaman ili Gerger İlçe Tarım Müdürlüğünde Veteriner Hekim olarak Mart 2009 tarihinden itibaren altı ay süre ile görev yaptı. Aynı yılın Ekim ayında Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi kadrosuna atandı. Doktora eğitimini yapmak üzere 2010 yılı Eylül ayından itibaren Yükseköğretim Kanununun 35. Maddesi gereğince, Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Veteriner Anatomi Anabilim Dalı'na görevlendirmesi yapıldı. Tez çalışması konusunda araştırma yapmak üzere 2013 yılı Nisan ayında Yükseköğretim Doktora Tez Araştırma Bursunu kazanarak Belçika/Brüksel'de, altı ay süre ile Prof. Dr. Kathleen McEntee rehberliğinde "Université Libre de Bruxelles, Faculté de Médecine, Laboratoire de Physiologie et de Physiopathologie" biriminde ekokardiyografi eğitimi aldı.

Hâlen, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi kadrosunda görev yapmakta olup, evli ve bir kız çocuk babasıdır.

## TEŞEKKÜR

Tezimin tüm aşamalarında, bilgisini, tecrübesini, engin hoş görüşünü ve desteğini esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Hasan ERDEN'e teşekkür ederim. Kendisinden sadece akademik çalışmalar konusunda değil, bir akademisyende bulunması gereken bilgi, çalışma prensibi, duyarlılık, anlayış ve vizyon konusunda da çok şey öğrendim.

Tez izleme komitesinde bulunan Prof. Dr. Melih AKSOY ve Doç. Dr. Erkut TURAN'a engin bilgi ve tecrübelerini sürekli benimle paylaşarak vermiş oldukları destekten dolayı,

Birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum Prof. Dr. M. Kamil ÖCAL'a, Prof. Dr. İlknur DABANOĞLU'na, Prof. Dr. M. Erkut KARA'ya, Dr. Figen SEVİL KİLİMCİ'ye, Dr. İ. Gökçe YILDIRIM'a, oda arkadaşım Arş. Gör. S. Said SABANCI'ya, Arş. Gör. Firuze TÜRKER'e, Vet. Hek. Sümeyra ORAL'a, Vet. Hek. Utkan ÖREN'e tez süresince gösterdikleri anlayış ve yardımlarından dolayı,

Doktora sürecine başlamama vesile olan ve bu süreç boyunca yardım ve desteklerini esirgemeyen başta değerli hocam Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi ABD öğretim üyesi Prof. Dr. Özcan ÖZGEL ve Çukurova Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı öğretim üyeleri Doç. Dr. Ayşe HALIGÜR ile Yrd. Doç. Dr. Emine KARAKURUM'a,

Tezimin ekokardiyografi eğitimi aşamasında, üstün anlayış ve yardımları için "Université Libre de Bruxelles, Faculté de Médecine" öğretim üyesi Prof. Dr. Kathleen MCENTEE ve Prof. Dr. Abdullah ŞENER'e, Vet. Hek. Samantha GOMART'a ve teknisyen Pascale JESPERS'a,

Teze ilişkin materyal temininde Doç. Dr. A. Reha AĞAOĞLU'na, ekokardiyografik muayenelerin uygulanmasında Dr. Evren Esin'e, tıbbi malzemelerin teminindeki yardımlarından ötürü M. Selim DURNA'ya,

Hayatımın her döneminde sabır, anlayış ve desteklerini esirgemeyen kıymetli eşim Fedan DURNA DİLEK'e, babam Aziz DİLEK, annelerim Fatma DİLEK ve Emine DURNA ile kardeşim G. Aybike DİLEK'e

TEŞEKKÜRÜ BİR BORÇ BİLİRİM.