

## Yarış Sezonundaki İngiliz ve Arap Atlarında M - mod Ekokardiyografik Muayeneler <sup>(1) (2)</sup>

Yücel MERAL\* Tarık BİLAL\*\*

- (1) T-1017/19022001 proje no ile İstanbul Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.  
(2) Bu makale ilk isim yazarın doktora tezinden özetlenmiştir.

\*Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Kurupelit-Samsun, TÜRKİYE

\*\* İstanbul Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Avcılar-İstanbul, TÜRKİYE

Yayın Kodu: 2006/33-A

### Özet

Bu çalışmada Türkiye Jokey Kulübü Veli Efendi Hipodromunda halen yarışan, yaşları 2-5 arasında değişen, safkan İngiliz (n=40) ve Arap (n=40) ırkı atların M-mod ekokardiyografik muayeneleri yapıldı. 2-D rehberliğinde M-mod ekokardiyografik ölçümler musculus papillaris (TP-I), chorda tendinei (TP-II), mitral kapak (TP-III) ve aort kökü (TP-IV) seviyeleri olmak üzere 4 standart transduser pozisyonunda yapılarak, kalp iç çapları, miyokardiyal kalınlıklar, sol ventrikül volümü ve sol ventrikül kontraktibilite kriterleri gibi ekokardiyografik parametreler belirlendi. Grupların ortalamaları (X) ve standart hataları (Sx) varyans analiz metoduyla; çoklu karşılaştırmalar ise Tukey testi ile hesaplandı. Çalışmamızda sol ventrikül iç çaplarında, sol atriyum iç çapında, aort kökü en-diastolik iç çapında, interventriküler septum kalınlıklarında, sol ventrikül end-sistolik duvar kalınlığında TP-I ve TP-II seviyesinde, sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonunda, sol ventrikül kısmi kasılma gücünde, ejeksiyon zamanında TP-II ve TP-III seviyesinde İngiliz ırkı atlar lehine, sol ventrikül end-diastolik ve end-sistolik duvar kalınlığında TP-III seviyesinde Arap ırkı atlar lehine istatistiki önem saptanmış ve her iki ırk ata referans değerler ortaya konmuştur.

Bu çalışmanın, tek tırnaklıların kalp hastalıkları tanısına güncel bir muayene yöntemini katarak, rutin olarak kullanılabileceği ve ileride yapılacak bilimsel çalışmalara kaynak teşkil edeceği düşüncesindeyiz.

**Anahtar sözcükler:** M-Mod Ekokardiografi, Yarışan Arap-İngiliz Atı, Görüntüleme

## M - Mode Echocardiographic Examinations in English and Arabian Horses in Racing Season (1) (2)

### Summary

In this study, M-Mode echocardiographic examinations of currently racing thoroughbred English (n=40) and Arabian (n=40) horses between 2-5 years old, in Turkey Jokey Club Veli Efendi Hippodrome were performed. M-Mode echocardiographic measurements were applied in 2-D guidance in four standard transducer positions including musculus papillaris (TP-I), chorda tendinei (TP-II), mitral valve (TP-III) and aortic root (TP-IV) levels and echocardiographic parameters like heart interior diameters, miyocardial thicknesses, left ventricle volume and left ventricle contractability criteria were determined. Averages of the groups (X) and standard errors (Sx) were calculated by variance analyses method and multipl comparisons were calculated by Tukey test. In this study, statistical significance in TP-I and TP-II level for left ventricle interior diameters, left atrium interior diameter, aort root end-diastolic interior diameter and in TP-II and TP-III levels for interventricler septum thicknesses, left ventricle ejection fraction, left ventricle partial contractibility, ejection time were determined in English horse's favour, and in TP-III level for left ventricle end-diastolic and end-sistolik wall thicknesses in favour of Arabian race horses and furthermore reference values for both races were demonstrated.

We have the opinion that this study will contribute a current examination technique to equide's cardiognostics and can be employed routinely and will also be a potantial source for the further studies.

**Keywords:** M-Mode Echocardiography, Arabian-English Racing Horse, Monitoring

---

### İletişim (Correspondence)

Phone: +90 362 3121910/4056

e-mail: ymeral@omu.edu.tr

## GİRİŞ

Atlarda kalp hastalıklarının tanısında oskültasyon, perküsyon, elektrokardiyografi, anjiyografi ve kate-terizasyon yöntemlerinin; 1980'li yıllardan beri de ekokardiyografik muayenelerin, at kalbindeki yapısal değişikliklerin ve kapak bozukluklarının saptanması amacıyla kullanıldığı bildirilmiştir <sup>1,2</sup>.

Erişkin atlarda M-mod ekokardiyografik muayenelerde Reef <sup>3</sup> 1.9 MHz'lik, Pipers ve ark. <sup>4</sup> ile Bertone ve ark. <sup>5</sup>, 2.25-2.5 MHz'lik, Lombard ve ark. <sup>6</sup> ve Stewart ve ark. <sup>7</sup> 3.5 MHz'lik transduserler kullanmışlardır. Yamaga ve Too <sup>8</sup>, 5.0 MHz'lik linear transduser kullanarak B-mod ekokardiyografik muayeneler yapmışlar ancak görüntü derinliğinin yetersiz olduğunu ve kosta gölgesinin görüntü kalitesini olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Dördüncü interkostal aralıktan <sup>9</sup> 3 ve 4. interkostal aralıklardan <sup>10</sup>, 4 ve 5. interkostal aralıklardan Yamaga ve Too <sup>8</sup>, atlarda M-mod ekokardiyografik muayeneler yapmışlar ve ekokardiyografik pencerelerin önemi bildirmişlerdir. Stadler ve Deegen <sup>11</sup>, görüntü kalitesi açısından kılların tıraş edilmesini önermişlerdir <sup>1,12</sup>.

Bu çalışmada, yarış sezonundaki Arap ve İngiliz atlarının ekokardiyografik muayenelerinden elde edilen bulguların değerlendirilmesi ve karşılaştırılması amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOT

Çalışma, Türkiye Jokey Kulübü (TJK) Veli Efendi (İstanbul) Hipodromunda yarış sezonundaki safkan İngiliz (n:40) ve Arap ırkı (n:40) atlarda yapıldı. İngiliz ırkı atların 20'si aygır ve 20'si kısarak, yarışan Arap ırkı atların 21'i aygır ve 19'u kısarak olarak seçildi. Yaşları 2-5 arasında değişen İngiliz ırkı atların yaş ortalaması 2.83±0.9, Arap ırkı atların 3.28±0.6'dı.

Materyal seçiminde, aktif olarak yarışa katılan ve klinik muayenede herhangi bir fiziksel ve yapısal bozukluğu olmayan, safkan ırk özelliklerini tam olarak yansıtan secereli atlar olmasına özen gösterildi. Çalışmanın amacı doğrultusunda değişik nedenler sonucunda geçici olarak yarışlara ara vermiş ve antrenman sıklığı azaltılmış atlar incelemeye alınmadı.

İngiliz ırkı yarış atlarının cidago yükseklikleri ortalama 168.20±6.7 cm, Arap ırkı yarış atlarının ise 154.55±8.6 cm; İngiliz ırkı yarış atlarının ortalama canlı ağırlıkları 446.73±33.3 kg, Arap ırkı yarış atlarının 375.70±28.0 kg; İngiliz ırkı yarış atlarının vücut yüzeyleri ortalama 4.59±0.2 m<sup>2</sup>, Arap atlarının 4.00±0.3 m<sup>2</sup> olarak saptandı.

Ekokardiyografik muayeneler, Schimadzu SDU 350-A marka iki dimensiyonlu (2-D) rehberliğinde eş zamanlı M-mod ekokardiyografi yapabilen ultrasonografi cihazı ile yapıldı. Ultrasonografi cihazına monte edilmiş C15R-3.5 MHz model mikrokonveks transduser (prob) ile muayene için gerekli maksimum görüntü derinliği olan 23 cm'lik görüntü derinliği elde edildi. Görüntü ve kardiyak raporlar SONY marka termal printer ile 4.8 mm/sn kağıt hızında SONY HD 110 marka printer kağıdına yazdırıldı.

Tüm ekokardiyografik muayeneler sağ 4-6. interkostal aralıklardan dirsek ile omuz bağlantısı arasındaki seviyede yapıldı. Transduserin yeri, pozisyonu, rotasyonu ve açılmasıyla (angulasyon) farklı görüntüler elde edilebilirse de, bu çalışmada 2-D rehberliğinde elde edilen uzun eksen M-mod görüntüler kullanıldı. Kranial kalp sahalarını muayene edebilmek için sağ ön bacak, yarım adım öne alındı. Sağ taraftaki akustik pencerelerden uzun eksen (long axis) görüntü, ekranda apeks sağda, kalp kökü (basis) solda monitörde görüntülenecek şekilde alınarak, Stadler ve Deegen <sup>11</sup>'in standardize ettiği metotlara göre ekokardiyografik muayeneler yapıldı.

Muayene edilen atlara ait kalp boşlukları, miyokardiyal kalınlıklar, mitral ve aortik kapak amplitüdüleri, volüm ve kontraktibilite kriterlerine ait ölçüm sonuçlarının ortalama değerleri ve standart sapmaları varyans analiz metodu, gruplar arası önem kontrolleri t testi ile yapıldı <sup>13</sup>.

## BULGULAR

Çalışmada elde edilen; sol ventrikül iç çaplar ve kalınlıkların ölçüm sonuçları Tablo 1'de, TP-III seviyesinde mitral kapak ölçüm sonuçları Tablo 2'de, TP-IV seviyesinde aort kökü ölçüm sonuçları Tablo 3'te ve sol ventrikül volüm ve kontraktibilite kriterleri ölçüm sonuçları Tablo 4'te verildi.

**Tablo 1.** Sol ventrikül boşluk ve kalınlık ölçüm sonuçları.**Table 1.** Left ventricul internal diameters and thickness measurement results.

PARAMETRE	TP - I		TP - II		TP - III	
	İNG L Z (n: 40) x±Sx	ARAP (n: 40) x±Sx	İNG L Z (n: 40) x±Sx	ARAP (n: 40) x±Sx	İNG L Z (n: 40) x±Sx	ARAP (n: 40) x±Sx
LVIDd	87.4±10.4	77.2±6.6	92.2±10.7	86.9±9.8	119.8±6.3	109.4±9.4
	***		*		***	
LVIDs	49.4±8.7	45.9±10.16	57.6±10.9	53.0±8.6	95.9±10.8	87.6±10.7
	*		*		***	
IVSd	30.4±4.8	25.6±4.1	30.8±5.2	27.4±4.4	32.1±6.2	28.2±3.9
	***		**		**	
IVSs	43.4±6.9	37.5±7.4	44.3±5.7	39.4±7.1	45.1±8.2	36.1±6.2
	***		**		***	
LVPWd	23.6±4.0	24.8±3.0	24.7±4.5	24.0±3.7	14.4±5.0	16.9±4.4
					*	
LVPWs	33.8±8.4	25.9±3.1	31.9±9.7	25.9±4.7	18.6±4.6	21.3±3.9
	***		***		**	
IVSa	22.9±2.1	21.8±3.3	20.5±0.5	20.0±2.7	18.0±2.0	17.8±2.3
LVPWa	24.1±4.4	21.1±0.1	23.2±5.2	21.9±1.0	21.2±0.2	20.4±0.1
ET	830.5±164.6	830.5±133.9	836.0±110.1	802.0±103.9	875.7±164.7	792.5±156.3
			*		*	

\* P<0.05, \*\* P<0.01 ve \*\*\* P<0.001 düzeyinde anlamlıdır.

**Tablo 2.** TP III seviyesinde mitral kapak ölçüm sonuçları**Table 2.** Mitral valve measurement results in TP III level.

PARAMETRE	TP - III	
	İNG L Z (n: 40) x±Sx	ARAP (n: 40) x±Sx
CE amp.	68.9±7.0	67.3±8.4
CA amp.	31.9±7.0	26.4±8.1
DE amp.	48.9±7.6	48.2±6.2
DE slop	332.7±84.1	271.5±85.5
EF slop	225.0±49.7	226.6±53.1

**Tablo 3.** TP IV seviyesinde aortik kapak ölçüm sonuçları**Table 3.** Aortic valve measurement results in TP IV level.

PARAMETRE	TP - III	
	İNG L Z (n: 40) x±Sx	ARAP (n: 40) x±Sx
RVd	67.8±9.9	64.5±10.5
Lad	42.4±6.9	36.6±5.1
	**	
Aod	69.8±6.3	61.5±6.9
	**	
Lad/Aod	0.6±0.2	0.6±0.1
	*	
ACS	20.0±3.2	19.4±3.5

\* P<0.01 ve \*\* P<0.001 düzeyinde anlamlıdır.

**Tablo 4.** Sol ventrikül hacim ve kontraktibilite ölçüm sonuçları  
**Table 4.** Left ventricular volume and contractibility measurement results

PARAMETRE	TP - III	
	İNG L Z (n: 40) x±Sx	ARAP (n: 40) x±Sx
EDV	554.0±95.5	504.3±86.4
ESV	246.9±67.0	215.8±52.8
SV	319.1±55.9	291.6±55.8
CO	13.1±3.0	13.1±3.1
% EF	71.6±7.0	67.0±9.3
	*	
% FS	35.8±5.3	31.7±6.3
	**	
MVcf	0.4±0.1	0.4±0.1

\* P<0.05 ve \*\* P<0.01 düzeyinde anlamlıdır

## TARTIŞMA ve SONUÇ

M-mod ekokardiyografi tekniği kalbin şekli ve boşlukları hakkında bilgi sağlayan güvenli, non-invaziv bir kesit tekniği olarak kabul edilmektedir. Aynı zamanda, M-mod muayene tekniği ile aksiyal çap ve her bir kalp yapısı hakkında bilgi edinmenin de mümkün olduğu, bu teknikle aksiyal değerlendirmenin B-mod tekniğe oranla daha güvenli olabileceği bildirilmektedir<sup>14</sup>. Ek olarak, bir kalp siklusu boyunca hareketli kalp yapılarını incelemek, ejeksiyon faz indekslerini saptamak da mümkündür<sup>15,16</sup>. Transduser-I, II ve III pozisyonlarında sol ventrikül iç çapları (end-diastolik, end-sistolik), miyokardiyal duvar kalınlıkları, transduser-III pozisyonunda mitral kapak hareketleri ve sol ventrikül fonksiyonları değerlendirilmiş, kardiyomiyopatilerin klinik tanısında iç çapların ölçülmesi, miyokardiyal duvar kalınlıklarının saptanması, amplitüdlerin ölçülmesi gibi yönlerden bu tekniğin önemi ortaya konmuştur<sup>17</sup>. Transduser-IV pozisyonunda ise, sol atriyum diastolik, sağ ventrikül diastolik, aort kökü diastolik çaplarını ölçmek mümkündür<sup>10,18</sup>.

Bugüne değin değişik hizmet grubuna ait atlarla ilgili M-mod ekokardiyografik muayeneler yapılmış ve farklı değerler elde edilmiştir<sup>17</sup>. Bu farklılığın esas nedeni olarak ırk, yaş, cinsiyet ve canlı ağırlık gösterilmekte ise de, erişkin atlarda dilatatif ve hipertrofik

kardiyomiyopatilerin oluşum nedeni olarak aşırı egzersiz ve bilinçsiz ilaç kullanımı sorumlu tutulmaktadır<sup>19</sup>. Diğer taraftan, kalp iç çapları ve miyokardiyal kalınlık ile canlı ağırlık arasında korrelasyon olduğu, ancak cinsiyete göre bu değerlerin değişmediği bildirilmektedir<sup>20</sup>. Bu değerlerin her bir transduser pozisyonunda farklı olabileceği, hizmetlerine göre sınıflandırılan belli canlı ağırlıktaki atlarda bu parametrelerin kıyaslanabileceği bildirilmektedir<sup>1,21</sup>. Nitelim Rewel<sup>18</sup>, kardiyovasküler bozukluğu olmayan bir grup İngiliz atını, yarış ve konkur olarak kullanılan İngiliz atlarıyla kıyaslayarak, kalp çapları ve hareketli yapılar arasındaki farklılıkları yayınlamıştır.

Yarış sezonundaki İngiliz-Arap kısrak ve aygırlarında M-mod ekokardiyografik muayenelerde, kalp boşluklarının iç çapları, volüm ölçümleri, mitral ve aortik kapak ölçümleri ve miyokardiyal kontraktibilite kriterleri saptanarak tartışıldı. Çalışmada sol ventrikül iç çaplarında, sol atriyum iç çapında, aort kökü end-diastolik iç çapında, interventriküler septum kalınlıklarında, sol ventrikül end-sistolik duvar kalınlığında TP-I ve TP-II seviyesinde, sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonunda, sol ventrikül kısmi kasılma gücünde, ejeksiyon zamanında TP-II ve TP-III seviyesinde İngiliz ırkı atlar lehine istatistikî önem saptanırken, sol ventrikül end-diastolik ve end-sistolik duvar kalınlığında TP-III seviyesinde Arap ırkı atlar lehine istatistikî önem saptandığı gibi, her iki ırkta referans değerler ortaya konmuştur.

Robine<sup>22</sup>, yarışan ve yarışmayan atlar arasında miyokardiyal kalınlıklar açısından anlamlı bir fark bulamamıştır. Paul ve ark.<sup>23</sup>, yarışan ve yarışmayan atlar arasında sol ventrikül iç çapı ve sol ventrikül arka duvarı miyokardiyal kalınlığında iki grup arasında istatistiksel bir farklılık saptamıştır. Rewel<sup>18</sup>, uzun mesafe koşan atlarda kalp kasının diğer gruplardaki atlardan daha kalın olduğunu bildirmektedir. Morganroth ve ark.<sup>24</sup> uzun süreli koşan insanların, kontrol grubuna göre sol ventrikül end-diastolik iç çapının arttığını ortaya koymuş olup, egzersizin sol ventrikül iç çapı ve kas kalınlığında pozitif yönde etkisi olduğunu bildirmektedir. Kriz ve ark.<sup>25</sup>, 13 Standartbred atta 12 hafta süreyle yaptığı egzersizli ekokardiyografik çalışmada, sol ventrikül iç çap ve miyokardiyal kalınlık değerlerinin, egzersizin ilk dördüncü haftasında artarken, daha sonraki sekiz hafta boyunca azaldığını bildirmektedir. Aynı araştırmacı çalışmalarında sol ventrikül boşluklarının egzersize bağlı olarak azalırken, miyokardiyal kalınlıkların arttığını bildirmektedir. Kriz ve

ark.<sup>25</sup>, sol ventrikül volümü (CO, EDV, ESV, SV), miyofibriler kontraktibilite gücü (Mvcf) ve kısmi ejeksiyon yüzdesi (%EF) ile kısmi kasılma gücü (%FS)'in egzersizin 4. haftasına kadar arttığını ancak egzersizin daha sonraki bölümlerinde kademeli olarak azaldığını, DE-slop ve EF-slop değerinin egzersiz boyunca kademeli olarak arttığını, Bertone ve ark.<sup>5</sup>, egzersize tabi tuttıkları çoğunluğunu Arap ırkı atların oluşturduğu 34 atta yaptıkları ekokardiyografik muayenelerde egzersiz sonrası atlarda kalp ritmi (HR) ve inter-ventriküler septum diastolik (IVSd) kalınlığının arttığını, sol atriyal diastolik (LAd) genişliğinin, sol ventriküler diastolik (LVIDd) genişliğinin, aortik kök (Aod) genişliğinin, EF- slop değeri ile %FS'nin azaldığını bildirmektedir. Bu yönüyle de bu çalışmanın bulguları Kriz ve ark.<sup>25</sup>, Bertone ve ark.<sup>5</sup> ve Bilal ve ark.<sup>3</sup>'ün çalışmalarında yarışan İngiliz ve Arap ırkı atlarda yaptıkları ölçümler ile paralellik olduğu göstermiştir. Çalışmada kullanılan materyalin belirli canlı ağırlık ve yaş arasında bulunması, devamlı egzersiz ve yarış yapması nedeniyle elde edinilen ekokardiyografik ölçüm değerlerinin bu araştırmacıların değerleri ile bu nedenlerle paralel olduğunu, diğer yandan Pipers ve Hamlin<sup>10</sup>, Lescure ve Olivier<sup>18</sup>, Lescure ve Tamzali<sup>9</sup>, Long ve ark.<sup>26</sup> gibi araştırmacıların çalışmalarında elde ettikleri ekokardiyografik parametreler ile bu çalışmadan elde edilen bazı parametreler arasındaki uyumsuzluğun yine aynı nedenden kaynaklandığını düşünülebilir. Egzersiz yaptırılan ve yaptırılmayan atlar arasındaki bazı parametrelerin bu uyumsuzluğu, yeni çalışmaların<sup>27</sup> yapılmasına ve ekokardiyografinin de kendi içerisinde egzersizli ekokardiyografi gibi yeni alanların açılmasına neden olmaktadır.

Çalışmada kalp frekansları arasında (HR) istatistiksel yönden anlamlı farklılık ortaya konamamış olup, İngiliz atlarında kalp frekansı TP-I, TP-II ve TP-III seviyesinde sırasıyla 42.75±9.4 atım/dak, 39.95±8.9 atım/dak ve 39.88±8.8 atım/dak olarak saptanırken, Arap atlarında kalp frekansı TP-I, TP-II ve TP-III seviyesinde sırasıyla 42.93±10.4 atım/dak, 42.15±10.1 atım/dak ve 39.95±7.1 atım/dak olarak ölçülmüştür. Mitral ve aortik kapaklara ait stenoz ve yetmezlik hiçbir vakada saptanmamıştır. Elde edilen bu veriler literatür verileri<sup>5,14</sup> ile uyumludur.

Sonuç olarak; yarış sezonundaki İngiliz - Arap kısırak ve aygırlarında M-mod ekokardiyografik muayenelerde İngiliz ırkı atların, miyokardiyal kalınlıklar ve iç çaplar ile miyokardiyal kontraktibilite kriterleri açısından daha avantajlı olduğu saptandığı gibi her iki

ırk atta normal kardiyak parametreler ortaya konmuştur. Bu verilerin, yarış atlarında kullanılması zorunlu olan M-mod ekokardiyografi uygulayacak hekimlere yararlı olacağı düşüncesindeyiz.

## KAYNAKLAR

1. **Bonagura JD, Herring DS:** Echocardiography Principles of interpretation. *Small Animal Pract*, 15(6): 1209-1217, 1985.
2. **Bonagura JD, Herring DS, Welker F:** Echocardiography. *Vet Clin North Am: Equine Pract*, 1:311-333, 1985.
3. **Reef VB:** Mitral valvular insufficiency associated with ruptured chorda tendineae in three foals. *J Am Vet Med Assoc*, 191, 329-331, 1987.
4. **Pipers FS, Reef VB, Wilson J:** Echocardiographic detection of ventricüler septal defects in large animals. *J Am Vet Assoc*, 187, 810-816, 1985.
5. **Bertone JJ, Paull KS, Wingfield WE, Boon JA:** M-mode echocardiography of endurance horses in the recovery phase of long distance competition. *Am J Res*, 48 (12): 1708-1712, 1987.
6. **Lombard CW, Evans M, Martins L, Tehrani J:** Blood pressure, electrocardiogram and echocardiogram measurements in the growing pony foal. *Equine Vet J*, 16, 342-347, 1984.
7. **Stewart JH, Rose RJ, Barko AM:** Echocardiography in foals from birth to three month old. *Equine Vet J*, 16, 332-341, 1984.
8. **Yamaga Y, Too K:** Diagnostic ultrasound imaging in domestic animals: Two – dimensional and M-mode echocardiography. *Jpn J Vet*, 46, 493-503, 1984.
9. **Lescure F, Tamzali Y:** Reference values for echocardiography applied to sport horses. (English Thoroughbreds and French riding horses). *Rev Med Vet*, 135, 37-45, 1984.
10. **Pipers FS, Hamlin RL:** Echocardiography in the horse. *J Am Vet Med Assoc*, 170, 815-819, 1977.
11. **Stadler P, Deegen E:** Methodik der Schittbildechokardiographie beim Pfred. *Pferdeheilkunde*, 4, 161-174, 1988.
12. **Bilal T, Meral Y:** Atlarda M-Mod ekokardiyografik ölçümler. *İstanbul Üniv Vet Fak Derg*, 25 (2): 205-214, 1999.
13. **Evrin M, Güneş H:** Biometri ders notları. *İstanbul Üniv Vet Fak Derg*, 31, 13-24, 1994.
14. **Feigenbaum H:** Echocardiography, 3.ed. Lea Febiger, Philadelphia, 43-44, 1981.
15. **Bilal T, Meral Y:** Determination of ejection phase indices of English racing horses by M-Mod echocardiography. *İstanbul Üniv Vet Fak Derg*, 27 (2): 605-608, 2001.
16. **Bilal T:** İngiliz ırkı yarış ve konkur atlarında M-Mod ekokardiyografi tekniği kullanılarak mitral kapak, sol ventrikül volümü ve kontraktibilite ölçümleri üzerine çalışmalar. *Turk J Vet Anim Sci*, 267-271, 2001.
17. **Lescure F, Olivier JL:** Echocardiography in the horse. *Pratique Vet Equine*, 12, 207-212, 1980.
18. **Rewel A:** Vergleichende Messungen von Herzdimensionen und Bewegungsmustern bei Warmblut-sportpferden mit Hilfe der M-Mode Echocardiographie. *Tierarztl. Hochschule Hannover*, 1991.
19. **Marr CM:** Equine echocardiography – sound advice at the heart of the matter. *Br Vet J*, 150, 527-545, 1994.
20. **Stadler P, Rewel A, Deegen E:** Die M-mode-Echocardiographie bei S-Dressure-S-Springpferden und bei untrainierten Pferden. *J Vet Med A*, 40, 292-306, 1993.
21. **Bilal T, Uysal A, Meral Y, Kayar A:** Yarış, yarıştan çıkmış ve

- konkur atlarında M-Mod ve iki dimensiyonlu (2-D) eko-kardiografik muayeneler. *Turk J Vet Anim Sci*, 24, 361-369, 2000.
22. **Robine F:** Morphologische und funktionelle Messungen am Herzen von Warmblutpferden mit Hilfe der Schnittbildechocardiographie. *Tierarzt Hochsch.* Hannover, 56-61, 1990.
  23. **Paull KS, Wingfield WE, Bertone JJ, Boon JA:** Echocardiographic changes with endurance training. *Equine Exercise Physiology* 2nd ed, ICEEP Publications, Davis, California, 34-40, 1987.
  24. **Morganroth J, Maron BJ, Henry WL, Epstein SE:** Comparative left ventricular dimensions in trained athletes. *Ann Intern Med*, 82, 521-524, 1975.
  25. **Kriz NG, Hodgson DR, Ripse RJ:** Changes in cardiac dimensions and indices of cardiac function during deconditioning in horses. *A J V R*, 12, 1553-1560, 2000.
  26. Long KJ, Bonagura JD, Darke PGG: Standardized imaging technique for guided M-Mode and Doppler echocardiography in the horse. *Equine Vet J*, 24 (3): 226-235, 1992.
  27. **Mizuno Y, Aida H, Hara H, Fujinaga T, Hagio M:** Comparison methods of cardiac output measurements determined by dye dilution, pulsed Doppler echocardiography and thermodilution in horses. *J Vet Med Sci*, 56(1): 1-5, 1994.