

İngiliz Irkı Yarış ve Konkur Atlarında M-Mod Ekokardiografi Tekniği Kullanılarak Mitral Kapak, Sol Ventrikül Volüm ve Kontraktibilite Ölçümleri Üzerine Çalışmalar

Tarık BİLAL

İstanbul Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, İç Hastalıklar Anabilim Dalı, 34851 Avcılar, İstanbul - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 20.09.1999

Özet : Bu çalışmada İngiliz ırkı yarış (n:30) ve konkur (n:30) atlarında M-mod ekokardiografi tekniği kullanılarak, mitral kapak, sol ventrikül volüm ve kontraktibilite kriterleri araştırıldı. Yüzde kasılma (% FS), yüzde fırlatma gücü (% EF) ve sirkumferensiyal fibril kılma hızı (Vcf) her üç transduser pozisyonunda; mitral kapak amplitüd ve slop ölçümleri transduser III pozisyonunda; sol ventrikül volüm ölçümleri transduser I, II ve III pozisyonlarında ölçülerek ortalamaları alındı.

Mitral kapak CE ve DE amplitüdlerinde yarış ve konkur atları arasında $P<0.05$ düzeyinde istatistiksel anlamlılık saptandı. DE ve EF -sloplar ile volüm (EDV, ESV, SV) ve miyokardial kontraktibilite kriterlerinde (% FS, % EF, Vcf) gruplar arasında istatistiksel yönden anlamlı bir farklılık saptanamadı.

Anahtar Sözcükler: At, M-mod ekokardiografi, ejeksiyon faz indeksleri, sol ventrikül volüm, mitral valvül amplitüd ve slop

Studies on the Mitral Valves and Measurements of End-diastolic, End-systolic and Heart Minute Volume, and Myocardial Contractibility Indices of English Racing and Show-Jumping Horses Using M-mode Echocardiography

Abstract : In this study, mitral valves, left ventricle volume and myocardial contractibility indices in English racing (n:30) and show-jumping horses (n:30) were investigated using M-mode echocardiography.

The percentages of fractional shortening (% EF), ejection fraction (% EF), and the mean velocity of circumferential shortening (Vcf) were determined on each of three transducer positions. Mitral valve amplitude and slope measurements on transducer III position and left ventricle volume measurements on transducer I, II and III positions were taken and the average of all measurements were calculated. A significant difference between the amplitude of CE and DE of the mitral valve in racing and show-jumping horses was found ($P<0.05$).

However, no statistically significant differences between the groups in terms of the DE and EF slopes, left ventricle volume (EDV, ESV, SV) and myocardial contractibility indices (% FS, % EF and Vcf) were found.

Key Words: Horse, M-mode echocardiography, ejection phase indices, left ventricular volume, mitral valvula amplitude and slope

Giriş

At ekokardiografisi üzerinde ilk çalışma Pipers ve Hamlin (1), tarafından M-mod ekokardiografi yöntemiyle ortalama 300 kg. canlı ağırlıktaki 25 sağlıklı at üzerinde Beşeri Hekimlik ekokardiografi ölçüm teknikleri temel alınarak yapılmış, daha sonraları Lescure ve Olivier (2), hareketli kalp yapıları ve özellikle mitral kapak ölçümleri, Lescure ve Tamzali (3), 140 sağlıklı at üzerinde kalbin ortalama değerleri ve dinamik bilgileri yayınlamıştır. Lescure ve Tamzali (4), değişik ırktan 100 at üzerinde sol

ventrikül, sol aurikula ve mitral kapak ölçümleri, Yamaga ve Too (5), sığır, at, keçi ve köpeklerde kalp kapakları ve ventriküller üzerinde çalışmıştır. Stadler ve ark.(6), at kalbi üzerinde M-mod ekokardiografi prensiplerini ve standart transduser pozisyonlarını tanımlamışlar; bir başka çalışmalarında (7), değişik hizmet grubuna ait atlar üzerinde M-mod ekokardiografik muayeneler yaparak elde ettiği verileri kıyaslamış, Rewel (8), spor atlarında kalp çapları ve hareketli yapıları üzerinde karşılaştırmalı çalışmalar yapmıştır. Aynı çalışmada Stadler ve ark. (7),

değişik hizmet grubundaki İngiliz ırkı atlarda ejeksiyon faz indeksleri, mitral valvül amplitüd ve slooplarını ölçerek yayınlamışlardır.

Reef (9), M-mod ve B-mod ekokardiografi tekniklerini kullanarak chordae tendinei kopmalarından ileri gelen mitral kapak yetersizlikleri, sistolik üfürüm nedenleri, anormal diastolik mitral kapak hareketleri ve mitral kapak prolapsusları üzerinde, Reef ve Spencer (10), aortik yetersizlik olan 23 atta sol ventrikül ve aort kökü çap artışlarını, sol ventrikül arka duvar incelmelerini, sol ventrikül yüzde kasılma gücündeki değişiklikleri araştırmıştır. Kienle ve ark. (11), at ekokardiografi yöntemleri, yapılışı ve erişkin atlardaki M-mod normal ekokardiografik değerleri yayınlamıştır. Diğer taraftan Bonagura ve ark. (12), atlarda ekokardiografik prensipleri, konjenital ve edinsel kalp hastalıklarını, mitral ve tri-cuspidal valvül displazilerini, kardiyak şantları yayınlamışlardır.

Bu çalışmadan; İngiliz ırkı yarış ve konkur atlarında hizmet gereği oluşan mitral kapaklar amplitüd, sloop, sol ventrikül end-diastolik, end-sistolik ve her bir vurum volüm ile sol ventrikül kontraktibilite özellikleri olan % FS, % EF ve Vcf değişikliklerini araştırarak literatür verileriyle tartışmak, at hekimliğinde çalışan meslektaşlara katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Türkiye Jokey Klübü (TJK) Bursa Orhangazi Hipodromundaki İngiliz ırkı yarış atları (n:30) ile, İzmit Atlı Spor Klübündeki İngiliz ırkı konkur atları (n:30) üzerinde yarış öncesi istirahat döneminde ekokardiografik muayeneler Stadler ve ark. (6,7)' nın belirttiği metoda göre; transduser I (M.Papillaris), transduser II (C.Tendinei), transduser III (Mitral valvül) seviyelerinden aşağıda açıklandığı şekilde yapıldı.

1. M.Papillaris: Bu kesitte transduser olekranonun biraz üst kısmında caudo-dorsal yönlendirilip, 350' den 10 dereceye döndürülerek ses dalgalarının interventriküler septuma dik ve her iki ventrikül M.Papillaris' ine paralel ve chordae tendinei başlanğıcının 1 cm. apikaline yönlendirildi. Bu pozisyonda ses dalgaları öncelikle sağ ventrikülden geçerek interventriküler septuma, sonra sol ventrikül boşluğuna ve oradan da sol ventrikül arka duvarına ulaşır.

2. Chordae tendinei seviyesi: Transduser 1. pozisyon- dan hafifce kaudal yönlendirilerek, mitral kapakların

altında , chordae tendinei' lerin net olarak görüldüğü pozisyondu.

3. Mitral kapaklar seviyesi: Transduser ikinci pozisyonda muhafaza edilip, ses dalgalarını özellikle arka mitral kapağın (posterior mitral valvül) köküne yönlendirilerek, her iki mitral kapağın sistolik ve diastolik pozisyonuna göre alınan kesitlerdir.

2-D ve M-Mod ekokardiografik muayeneler "Schimatzu 350-A" model aygıtla 3,5 MHz' lik mikrokonveks transduser kullanılarak yapıldı. Görüntüler " Sony Termal Printer" ile alındı. Transduserin maksimum açıklama kapasitesi 88 derecedir. Besi ve kondüsyon durumu subjektif olarak değerlendirilerek halen yarışan ve konkur olarak kullanılan, benzer canlı ağırlık, yaş ve koşu performansına sahip tüm atlar üzerinde ekokardiografik muayeneler rutin olarak yapıldı. Materyalin fiziksel özellikleri Tablo 1' de verildi.

Tablo 1. Yarış ve Konkur Atlarında Canlı Ağırlık, Vücut Yüzeyi, Cinsiyet ve Yaşları Gösterir.

	Grup I X±Sx	Grup II X±Sx
Canlı Ağırlık-kg.	423.86±27.24	448.06±52.06
Vücut Yüzeyi-m ²	4.48±0.18	4.64±0.33
Cinsiyet %	42 erkek, 58 dişi	37 erkek, 63 dişi
Yaş-yıl	4.3±0.28	8.66±2.78

Ultrasonografi aygıtının bilgisayarına entegre edilmiş Teicholz ve ark. (13)' nın formülüne göre sol ventrikül volüm hesaplamalarından yararlanıldı: Bu volüm hesabı üzerinden her bir kalp vurum volümü (Schlagvolumen: SV=EDV-ESV) ve dakikadaki sol ventrikül volümü (Herzminutenvolumen) hesaplandı.

Sol ventrikül kasılma yeteneği indikatörü olarak kabul edilen yüzde kısmi kasılma gücü (FS %), yüzde kısmi fırlatma gücü (EF %) ve sirkumferensiyel fibril kısalma hızı ki bu sol ventrikül ejeksiyon zamanı ve % FS ile ilişkilidir, her üç transduser pozisyonunda ölçüldü. Elde edilen değerlerin ortalamaları alınıp ve aşağıdaki formüllere göre hesaplanarak, gruplar arası önem kontrolleri Evrim ve ark. (14)' nın belirttiği şekilde "t" testine göre yapıldı.

$$1. FS \% = \frac{LVEDD-LVESD}{LVEDD} \times 100$$

$$2. EF \% = \frac{LVEDV-LVESV}{LVEDV} \times 100$$

$$3. Vcf = (LVEDD-LVESD) / (LVEDD \times \text{Aort ejeksiyon zamanı})$$

Açıklamalar :

- LV-D : Sol ventrikül çapı,
 LVEDD : Sol ventrikül end-diastolik çap,
 LVESD : Sol ventrikül end-sistolik çap,
 LVEDV : Sol ventrikül end-diastolik volüm,
 LVESV : Sol ventrikül end-sistolik volüm.

Bulgular

İngiliz ırkı yarış ve konkur atları üzerinde yapılan M-mod ekokardiografik ölçüm sonuçları Tablo 2' de verildi.

Tablo 2. Yarış ve Konkur Atlarında Yapılan Bazı M-Mod Ekokardiografik Ölçüm Sonuçları.

	Grup I X±Sx	Grup II X±Sx
FS %	35.97±5.43	37.33±9.63
EF %	62.53±7.44	63.56±14.15
CE (E) -amplütüd (mm)	73.66±7.13**	68.66±9.66
CA(A)-amplütüd (mm)	34.06±7.07	34.3±7.68
DE-amplütüd (mm)	52.16±5.31**	48.13±8.04
DE slop (mm / sn)	365.06±95.32	323.83±153.00
EF slop (mm / sn)	272.7±82.26	230.36±90.41
CA/CE	0.46±0.09	0.50±0.11
EDV (ml)	485.4±107.69	498.83±93.70
ESV (ml)	183.9±68.79	198.8±114.13
SV (ml)	301.36±65.80	300.03±67.86
Vcf (circ. / sn)	0.46±0.13	0.46±0.16
MSER (ml / sn)	381.67±108.40	385.27±119.26

** P<0,05

Sol ventrikül kontraktibilite kriterleri olan % FS ve % EF ölçümleri her üç transduser pozisyonunda yapılmış olup, yarış ve konkur atları arasında istatistiksel düzeyde anlamlı farklılık saptanamadı.

Transduser III pozisyonunda saptanan mitral kapak amplütüdülerinden CE- ve DE amplütüd ölçümlerinde yarış atlarında konurlara oranla P < 0.05 düzeyinde istatistiksel anlamlılık saptanırken, CA-amplütüd ölçümlerinde ise istatistiksel yönden önemli anlamlılık ortaya konamadı. Yine, transduser III pozisyonunda ölçülen mitral kapak

DE, EF sloplar ile CA/CE oranında iki grup arasında istatistiksel yönden önemli farklılık saptanamadı.

Transduser I, II ve III pozisyonlarında saptanan end-diastolik, end-sistolik, her bir vurum volümü ve dakikadaki volüm ölçümlerinde gruplar arası istatistiksel yönden önemli farklılık saptanamadığı gibi, her bir vurum volümleri yarış ve konkur atlarında birbirine eşit olarak ölçüldü.

Sistol sırasında sol ventrikül çeperinin ortalama değişim oranı olan sirkumferensiyel fibril kısalma hızı (Vcf) ölçüm sonuçlarında gruplar arası istatistiksel düzeyde anlamlı bir farklılık saptanamadı.

Tartışma ve Sonuç

Vörös ve ark. (15), canlı ağırlıkları 411-650 kg. arasında değişen 18 İngiliz ırkı atta yaptıkları ekokardiografik muayenelerde % FS' yi en düşük % 26,3, en yüksek % 43,5 ortalama % 35,3 olarak saptarken, bu değeri canlı ağırlıkları ortalama 300 kg. olan 25 atta Pipers ve Hamlin (1), % 39±2, canlı ağırlıklarını belirtmediği 140 atta Lescure ve Tamzali (3), % 40±1, canlı ağırlıkları 495±87 kg. olan 100 atta Lescure ve Tamzali (4), % 44±6, canlı ağırlıkları 482±45 kg arasında değişen 18 atta Lescure ve Olivier (2) % 35±4 , Karen (16), ortalama 517 kg canlı ağırlığa sahip 21 İngiliz ırkı atta en düşük % 29, en yüksek % 47, ortalama % 38.76, Rewel (8), mitral kapaklar altı transduser pozisyonunda yarış atlarında ortalama % 29±5, konkur atlarında % 29±5, yarıştan çıkmış atlarda % 28±5 olarak bildirmektedir.

Çalışmamızda I. grubu oluşturan yarış atlarında % FS, % 35.97±5.43, II. grubu oluşturan konkur atlarında % 37,33±9,63 olarak saptanırken, gruplar arası istatistiksel yönden anlamlı farklılık ortaya konamadığı gibi, bulunan bu değerlerin literatür verileri dahilinde, bazı araştırma (2, 15) sonuçlarına paralel oldukları ortaya konmuştur.

Sol ventrikül yüzde ejeksiyon fraksiyonu (% EF) üzerinde yapılan çalışmalarda; Lescure ve Tamzali (3) % 82±2, Lescure ve Tamzali (4) % 81±13, Rewel (8), mitral kapaklar altı transduser seviyesinde yarış atlarında % 53±7, konkur atlarında % 52±7, yarıştan çıkmış atlarda % 52±8 olarak saptamışlardır.

Çalışmamızda bu değer, yarış atlarında % 62,53±7.44, konkur atlarında % 63.56±14,15 olarak saptanmıştır. Yukarıda verilen bazı değerler (3, 4) elde ettiğimiz verilerden hayli yüksek olup, bazı değerlerse (8) düşüktür.

İngiliz ırkı atlarda CE-amplitüd ölçümleri üzerinde yapılan çalışmalarda; Pipers ve Hamlin (1) 93 ± 1 mm., Lescure ve Tamzali (3) 77 ± 2 mm., Lescure ve Tamzali (4) 65 ± 9 mm. gibi sonuçlar elde etmişlerdir. Çalışmamızda CE-amplitüdü yarış atlarında $73,66\pm 7,13$ mm., konkur atlarında $68,66\pm 9,66$ mm. olarak saptanmıştır. Bu ölçüm sonuçları Pipers ve Hamlin (1)' in saptadığı değerlerden hayli düşük olmakla beraber, Lescure ve Tamzali (3, 4)' nin bildirdiği değerleri destekler niteliktedir.

CA-amplitüd ölçümleri üzerinde çalışan Rewel (8), bu değeri yarış atlarında 43 ± 7 mm., konkur atlarında 39 ± 8 mm. ve yarıştan çıkmış atlarda 40 ± 6 mm. olarak bildirirken, çalışmamızda bu değer, yarış atlarında $34,06\pm 7,07$ mm., konkur atlarında $34,3\pm 7,68$ mm. şeklinde literatür verilerinden düşük saptanmıştır.

İngiliz ırkı atlar üzerinde yapılan DE-amplitüd ölçümlerinde; Lescure ve Tamzali (3) 56 ± 1 mm., Lescure ve Tamzali (4) 47 ± 9 mm., Rewel (8), yarış atlarında 47 ± 5 mm., konkurlarda 46 ± 7 mm. ve yarıştan çıkmış atlarda 46 ± 5 mm. olarak saptanmıştır. İngiliz ırkı yarış atları üzerinde yaptığımız DE-amplitüd ölçümlerinde $52,16\pm 5,31$ mm., konkur atlarında $48,13\pm 8,04$ mm. sonuçları elde edilmiştir. Bu değerlerin literatür verileri dahilinde olduğu görülmektedir.

DE-slop değerini Pipers ve Hamlin (1) 355 ± 14 mm / sn., Lescure ve Tamzali (3) 455 ± 9 mm / sn., Lescure ve Tamzali (4) 469 ± 96 mm / sn. olarak atlarda saptarken; Rewel (8), yarış atlarında 418 ± 74 mm / sn., konkur atlarında 487 ± 97 mm / sn., yarıştan çıkmış atlarda 497 ± 108 mm / sn. olarak bildirmektedir. Çalışmamızda saptanan DE-slop sonuçları Tablo 2' de verilmiş olup, konkur atlarında bu değer yarış atlarından ve yukarıda verilen literatür verilerinden daha düşük olduğu ortaya konmuştur.

EF-slop değerini Pipers ve Hamlin (1) 177 ± 9 mm / sn., Lescure ve Tamzali (3) 236 ± 11 mm / sn., Lescure ve Tamzali (4) 228 ± 69 mm / sn., Rewel (8) yarış atlarında 247 ± 67 mm / sn., konkurlarda 236 ± 55 mm / sn., yarıştan çıkmış atlarda 285 ± 89 mm / sn. olarak bildirmektedir. Çalışmamızda saptanan EF-slop sonuçları Tablo 2' de verilmiş olup, yarış atlarında bu değer konkurlardan yüksek olduğu, bu farklılığa rağmen saptanan her iki değerinde literatür verilerine uyum gösterdikleri sonuca varılmıştır.

İngiliz ırkı yarış ve konkur atları üzerinde yapılan M-mod ekokardiografik muayenelerde CA/CE oranı yarış

atlarında $0,46\pm 0,09$, konkur atlarında $0,50\pm 0,11$ olarak saptanmıştır. Ancak, bu oranı ölçen ve hakkında bilgi veren çalışmalar sağlanamadığından elde edilen ölçüm sonuçları tartışılmayıp veri olarak verilmiştir.

İngiliz ırkı atlar üzerinde yapılan end-diaistolik volüm ölçümlerini Rewel (8) M.Papillaris ve mitral kapaklar altı transduser seviyelerinden yapmıştır. End-diaistolik volüm M.Papillaris seviyesinde yarış atlarında 375 ± 72 ml., konkur atlarında 400 ± 130 ml. ve yarıştan çıkmış atlarda 360 ± 78 ml.; mitral kapaklar altı transduser seviyesinde sırasıyla 779 ± 96 ml., 855 ± 122 ml. ve 775 ± 107 ml. olarak saptanmıştır.

End-sistolik volüm ölçümleri üzerinde çalışan Rewel (8), bu değeri M.Papillaris seviyesinde yarış atlarında 34 ± 2 ml., konkur atlarında 36 ± 9 ml., yarıştan çıkmış atlarda 39 ± 22 ml ; mitral kapaklar altı transduser pozisyonunda sırasıyla 364 ± 60 ml., 411 ± 3 ml. ve yarıştan çıkmış atlarda 368 ± 67 ml. olarak bildirmektedir.

Her bir kalp vurum volümü (SV) üzerinde yapılan ölçümlerde Rewel (8) M.Papillaris seviyesinde yarış atlarında 341 ± 66 ml., konkurlarda 364 ± 124 ml., yarıştan çıkmış atlarda 320 ± 75 ml.; mitral kapaklar altı transduser pozisyonunda sırasıyla 415 ± 81 ml., 444 ± 122 ml. ve 407 ± 85 ml. olarak ölçmüştür.

Çalışmamızda elde edilen volüm ölçüm sonuçları transduser pozisyonlarına göre ayrı ayrı yapılmayıp üç transduser pozisyonu ortalaması alındığından, başka bir deyişle metot farklılığından dolayı burada tartışılmamıştır.

Lescure ve Tamzali (3), atlar üzerinde yaptığı sirkumferensiyel fibril kısalma hızı ölçümlerinde $0,8\pm 0,1$ circ. / sn., Rewel (8), yarış atlarında $0,63\pm 0,1$ circ. / sn., konkur atlarında $0,62\pm 0,1$ circ./ sn., yarıştan çıkmış atlarda $0,63\pm 0,1$ circ. / sn olarak saptanmıştır. İngiliz ırkı yarış atları üzerinde yaptığımız çalışmada bu değer $0,46\pm 0,13$ circ. / sn., konkur atlarında $0,46\pm 0,16$ circ. / sn. olarak ölçülmüştür. Elde ettiğimiz sonuçların literatür verileri dahilinde olduğu görülmektedir.

Çalışmamızda yarış atlarında saniyedeki kalp volümü (MSER ml / sn) $381,67\pm 108,40$ ml. / sn., konkur atlarında $385,27\pm 119,26$ ml. / sn. olarak saptanmıştır. İngiliz ırkı yarış atlarında dakikadaki kalp volümü 16 ± 4 litre/ dak., konkur atlarında 18 ± 5 litre/ dak. ve yarıştan çıkmış atlarda 15 ± 4 litre/ dak. olarak bildirilmektedir (8). Bu değerler saniyeye dönüştürüldüğünde 266 ml./ sn., 300 ml./ sn. ve 250 ml./sn. gibi değerler ortaya çıkmaktadır ki, bunlar bizim saptadığımız değerlerden hayli

düşüktür. Bu düşüklüğe hizmet değil canlı ağırlık farklılığı neden olmalı görüşüdeyiz.

Bu çalışma sonucunda; M-mod ekokardiografik muayeneler yapılan İngiliz ırkı yarış ve konkur atlarında ; mitral kapak CE ve DE amplütüdlerinde yarış ve konkur

atları arasında $P < 0.05$ düzeyinde istatistiksel anlamlılık olduğu, DE ve EF sloplar ile volüm (EDV, ESV, SV, MSER) ve miyokardial kontraktibilite kriterlerinde (% FS, % EF, Vcf) gruplar arası istatistiki yönden anlamlı bir farklılık olmadığı sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

1. Pipers, F.S., Hamlin, R.L.: Echocardiography in the horse. J. Am. Vet. Assoc. 1977, 170, 815-819.
2. Lescure, F., Olivier, J.L.: L'echocardiographie chez le cheval. Pra. Vet. Equine, 1980 XII, 5, 207-212.
3. Lescure, F., Tamzali, J.L.: L'echocardiographie TM chez le cheval: La technique. Le Point. Vet. , 1983, 15, 37-45.
4. Lescure, F., Tamzali, J.L.: Valeurs de reference en echocardiographie TM chez le cheval de sport. Rev. Med. Vet., 1984, 135, 405-418.
5. Yamaga, Y., Too, K.: Diagnostic ultrasound imaging in domestic animals: Two-dimensional and M-mode echocardiography. Jpn. J. Vet. Sci. ,1984, 46, 493-503.
6. Stadler, P., D'Agustino, U., Deegen, E.: Methodik der Schnittbildchokardiographie beim Pferd. Pferdeheilkunde, 1988, 4, 161-174.
7. Stadler, P., Rewel, A., Deegen, E.: Die M-mod echokardiographie bei S-Dressur-,S-Springpferden und bei untrainierten Pferden. J. Vet. Med. A. 1993, 40, 292-306.
8. Rewel, A.: Vergleichende Messungen von Herzdimensionen und Bewegungsmustern bei Warmblut-Sportpferden mit Hilfe der M-Mode Echocardiographie. Inaugural-Diss. , 1991, 71-72; 106-108.
9. Reef, V.B., Mann, P.C., Orsini, P.G.: Echocardiographic detection of tricuspid atresia in two foals. J. Am. Vet. Med. Assoc. 1987 , 191, 225-228.
10. Reef, V.B., Spencer, P.E.: Echocardiographic evaluation of equine aortic insufficiency. Am. J. Vet. Res. 1987, 48, 904-909.
11. Kienle, R.D., Thomas, W.P.: Equine Echocardiography Chapter 17, Veterinary Diagnostic Ultrasound. W. B. Saunders Company, Philadelphia, 1995, pp: 321-342.
12. Bonagura, J.D., O'Grady, M.R., Herring, D. S.: Echocardiography, Principles of Interpretation. Vet. Clin. North. Am. Smal. An. Prac. ,1985 , 15, 1177-1180.
13. Teicholz, L. E. , Kreulen, M. V., Herman, R.G.: Problems in echocardiographic volume determinations: Echocardiographic-angiographic correlation in the presence or absence of asynergy. Am. J. Cardiology, 1976; 37, 7-11.
14. Evrim, M. , Güneş, H.: Biometri Ders Notları. İ. Ü. Vet. Fak. Yay., 1994; 31, 13-24.
15. Vörös, K., Holmes, J.R., Gibbs, C.: Measurement of cardiac dimensions with two-dimensional echocardiography in the living horse. Equine Vet. J. ,1991; 23, 461-465.
16. Karen, J.L., Bonagura, J.D., Darke, P.G.: Standardised imaging technique for guided M-mode and Doppler echocardiography in the horse. Equine Vet. J. , 1991, 23, 5, 226-235.