

**T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALILARI
ANABİLİM DALI**

**VENTRİKÜLER SEPTAL DEFEKTLERDE
ÜÇ BOYUTLU
EKOKARDİYOĞRAFİK DEĞERLENDİRMENİN YERİ**

YAN DAL UZMANLIK TEZİ

UZM. DR. ULAŞ KARADAŞ

**TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. GÜL SAĞIN SAYLAM**

İZMİR – 2011

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALILARI
ANABİLİM DALI

VENTRİKÜLER SEPTAL DEFEKTLERDE
ÜÇ BOYUTLU
EKOKARDİYOĞRAFİK DEĞERLENDİRMENİN YERİ

YAN DAL UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. GÜL SAĞIN SAYLAM

UZM. DR. ULAŞ KARADAŞ

İZMİR – 2011

İÇİNDEKİLER

	<u>SAYFA NO</u>
KISALTMALAR	I
ŞEKİL DİZİNİ	III
TABLO DİZİNİ.....	VII
TEŞEKKÜR	VIII
ÖZET	1
SUMMARY	4
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	7
2. GENEL BİLGİLER	10
2.1. EKOKARDİYOĞRAFI.....	10
2.1.1 Ekokardiyografinin tarihçesi.....	10
2.1.2 Ekokardiyografi fiziği	11
2.1.3 Üç boyutlu ekokardiyografinin gelişimi	11
2.1.4 Uç boyutlu ekokardiyografik değerlendirme	14
2.2. VENTRİKÜLER SEPTAL DEFEKT	18
2.2.1 Prevalans	18
2.2.2 Patoloji.....	19
2.2.3 Fizyoloji	23
2.2.4 Klinik	24
2.3.VENTRİKÜLER SEPTAL DEFEKTLERDE ÜÇ BOYUTLU EKOKARDİYOĞRAFI	29
3. GEREÇ ve YÖNTEM	34
3.1. ARAŞTIRMA YERİ, TARİHİ ve SÜRESİ.....	34
3.2. ÇALIŞMAYA ALINMA KRİTERLERİ	34
3.3. ÇALIŞMADAN ÇIKARILMA KRİTERLERİ	34
3.4. ÇALIŞMANIN İÇERİĞİ.....	34
3.4.1 Ekokardiyografik değerlendirmeler	34
3.4.1.1 İki boyutlu ekokardiyografik değerlendirmeler	34
3.4.1.2 Üç boyutlu ekokardiyografik değerlendirmeler	35

3.4.2 Üç boyutlu görüntülerin analizi.....	35
3.4.2.1 VSD'nin sağ ventrikül tarafından görüntüsünün elde edilmesi ve lokalizasyonunun değerlendirilmesi	37
3.4.2.2 VSD'nin kantitatif analizi.....	40
3.4.2.3 VSD'nin komşu dokularla ilişkisinin değerlendirilmesi.....	44
3.5. İSTATİSTİKSEL ANALİZ.....	46
4. BULGULAR	48
4.1. DEMOGRAFİK VERİLER.....	48
4.2. DEĞERLENDİRME AŞAMASINDAKİ VERİLER.....	50
4.3. VSD MORFOLOJİSİ ve EŞLİK EDEN PATOLOJİLER.....	54
4.4. VSD LOKALİZASYONU	57
4.5. ÜÇ BOYUTLU EKOKARDİYOĞRAFİK ANALİZ VERİLERİ	57
4.6. DİĞER BULGULAR.....	66
5. TARTIŞMA	73
6. SONUÇLAR	82
7. KAYNAKLAR	84
8. HASTALARIN VERİLERİ.....	92

KISALTMALAR

AEPC	: Avrupa Pediyatrik Kardiyoloji Derneği
AK	: Aort koarktasyonu
A-mod	: Amplitude-mode
Ao	: Aorta
ASD	: Atriyal septal defekt
AVSD	: Atriyovertriküler septal defekt
B-mod	: Brightness-mode
cm	: Santimetre
c-TGA	: Büyük arterlerin konjenital olarak düzeltilmiş transpozisyonu
dk	: Dakika
DORV	: Çift çıkışlı sağ ventrikül
E	: Erkek
EKO	: Ekokardiyografi
ICE	: İntrakardiyak ekokardiyografi
IVS	: İnterventriküler septum
IVUS	: İntravasküler ultrasonografi
2-B EKO	: İki boyutlu ekokardiyografi
K	: Kız
kg	: Kilogram
LA	: Sol atriyum
PA	: Pulmoner atrezi
PDA	: Patent duktus arteriyozus
PH	: Pulmoner hipertansiyon
PM	: Perimembranöz
PS	: Pulmoner stenoz
PZT	: Lead zirconate titanate
RA	: Sağ atriyum
RV	: Sağ ventrikül
TGA	: Büyük arter transpozisyonu
TOF	: Fallot tetralojisi
TÖE	: Transösefajiyal ekokardiyografi

TTE : Transtorasik ekokardiyografi
TV : Triküspit kapak
3-B EKO : Üç boyutlu ekokardiyografi
VSA : Ventriküler septal anevrizma
VSD : Ventriküler septal defekt

ŞEKİL DİZİNİ

SAYFA NO

Şekil 2.1.1 Kalbin tam hacimli veri setinin kaydında kullanılan standart ekokardiyografik transdüser pozisyonu.....	15
Şekil 2.1.2 Ekokardiyografik görüntüleme de kullanılan sagittal, koronal ve transvers kesitler	16
Şekil 2.1.3 Kalp kesitleri ve incelediğimiz bakış açısı	16
Şekil 2.1.4 Sagittal kesitte (uzun eksen) kalbin soldan ya da sağdan görünüşü	17
Şekil 2.1.5 Oblik koronal (frontal) kesitte kalbin yukarıdan ve aşağıdan görünüşü	17
Şekil 2.1.6 Transvers (kısa eksen) kesitte kalbin bazalden ya da apikalden görünüşü.....	18
Şekil 2.2.1 Sağ ventrikülden inlet, outlet ve trabeküler kesimlerin görünüşü	20
Şekil 2.2.2 Transtorasik 2-B EKO'da parasternal kısa eksen kesitinde perimembranöz VSD'nin görünümü	21
Şekil 2.2.3 Transtorasik 2-B EKO'da apikal 4 boşluk kesitinde perimembranöz-inlet VSD'ningörünümü	21
Şekil 2.2.4 Transtorasik 2-B EKO'da parasternal uzun eksen (a) ve parasternal kısa eksen (b) kesitinde perimembranöz-outlet VSD'nin görünümü	22
Şekil 2.2.5 Transtorasik 2-B EKO'da parasternal kısa eksen kesitinde müsküler VSD'nin görünümü	22
Şekil 2.2.6 Transtorasik 2-B EKO'da subkostal kesitte doubly committed juksta-arteryel VSD'nin görünümü	23

Şekil 3.4.1 Birbirini dik kesen, farklı renklerle (yeşil, mavi, kırmızı) kodlanmış üç ortogonal eksenin görünümü	36
Şekil 3.4.2 Üç ortogonal sabit eksen ile sağ ventrikül serbest duvarını septuma paralel kesmemizi sağlayan dördüncü oblik kesme düzlemi.....	36
Şekil 3.4.3 Sağ ventrikül tarafından VSD'nin görüntülenme aşaması	37
Şekil 3.4.4 Sağ ventrikül tarafından VSD'nin görüntülenme aşaması	38
Şekil 3.4.5 Sağ ventrikül tarafından VSD'nin görüntülenme aşaması	39
Şekil 3.4.6 Sağ ventrikül tarafından elde edilen görüntülerde farklı VSD lokalizasyonları	40
Şekil 3.4.7 VSD'nin sistolik (a) ve diyastolik (b) fazlarda sağ ventrikül tarafından görünüşü	41
Şekil 3.4.8 VSD'nin diyastol sonu (a) ve sistol sonu (b) sağ ventrikül tarafından görünüşü..	41
Şekil 3.4.9 VSD'nin Q LAB programında görünümü	42
Şekil 3.4.10 Q LAB analiz proramında VSD'nin sistol sonu ölçümleri.....	42
Şekil 3.4.11 Q LAB analiz proramında VSD'nin diyastol sonu ölçümleri	43
Şekil 3.4.12 Q LAB analiz proramında VSD'nin sistol sonu (a) ve diyastol sonu (b) ölçümleri	43
Şekil 3.4.13 VSD'nin komşu dokularla olan ilişkisinin değerlendirilmesi	44
Şekil 3.4.14 3-B EKO ile aortun dekstropozisyonunun değerlendirilmesi	45
Şekil 3.4.15 Triküspit yaprakçıkları ile örtülü olan VSD'nin, 3-B EKO ile anevrizma dokuları uzaklaştırıldıktan sonra görüntülenmesi	46
Şekil 4.1.1 Bir yaş ve altı, bir yaş üstü hastaların dağılımı.....	49
Şekil 4.1.2 Hastaların yaş gruplarına göre dağılımı	49

Şekil 4.2.1 Hastaların 3-B EKO görüntülerinin elde edilme sürelerinin dağılımı.....	51
Şekil 4.2.2 Hastaların 3-B EKO görüntüleme süreleri ile çekim sırasındaki kalp hızlarının ilişkisi	51
Şekil 4.2.3 Hastaların 3-B EKO görüntüleme sürelerinin yaş ile ilişkisi.....	52
Şekil 4.2.4 Hastaların 3-B EKO değerlendirme sürelerinin zaman aralığına göre dağılımı	52
Şekil 4.2.5 Hastaların 3-B EKO değerlendirme sürelerinin dağılımı	53
Şekil 4.2.6 Öğrenme süreci (ilk 5 hasta) çıkarıldıktan sonra 3-B EKO değerlendirme sürelerinin dağılımı.....	53
Şekil 4.2.7 Öğrenme eğrisi	54
Şekil 4.5.1 Çalışmadaki en geniş perimembranöz inlet VSD'nin sağ ventrikül tarafından görüntülenmesi ve Q LAB programında ölçümü.....	58
Şekil 4.5.2 VSD'lerin 2-B EKO ile ölçülen en geniş çap (diyastol sonu çapı) değerlerinin dağılımı	59
Şekil 4.5.3 VSD'lerin 3-B EKO ile ölçülen en geniş çap (diyastol sonu çap) değerlerinin dağılımı	60
Şekil 4.5.4 VSD'lerin 2-B ve 3-B EKO ile ölçülen en geniş çap değerlerinin ortalamaya göre dağılımı.....	61
Şekil 4.5.5 2-B EKO ve 3-B EKO-VSD'lerin diyastol sonu en geniş çap değerlerinin korelasyonu	63
Şekil 4.5.6 2-B EKO-VSD'lerin diyastol sonu en geniş çap değerleri ile 3-B EKO-VSD'lerin diyastol sonu en geniş alan değerlerinin korelasyonu	63

Şekil 4.5.7 2-B EKO-VSD'lerin diyastol sonu en geniş çap değerleri ile 3-B EKO-VSD'lerin sistol sonu en geniş alan değerlerinin korelasyonu	64
Şekil 4.5.8 3-B EKO-VSD'lerin sistol ve diyastol sonu en geniş çap değerlerinin korelasyonu	65
Şekil 4.5.9 3-B EKO-VSD'lerin sistol ve diyastol sonu en geniş alan değerlerinin korelasyonu	65
Şekil 4.6.1 3-B EKO'da VSD'lerin triküspit kapak ve aort kapağı ile komşuluklarının değerlendirilmesi. VSD'lerin triküspit kapak (a,b) ve aort kapağı (c) ile komşuluklarının değerlendirilmesi.....	67
Şekil 4.6.2 Triküspit yaprakçıkları ile örtülü olan VSD'nin, 3-B EKO ile yaprakçık dokuları uzaklaştırıldıktan sonra görüntülenmesi	68
Şekil 4.6.3 Ventriküler septal anevrizması olan VSD'nin 3-B EKO ile görüntülenmesi	69
Şekil 4.6.4 Müsküler VSD'nin 3-B EKO ile değerlendirilmesi.....	69
Şekil 4.6.5 Büyük arterlerin transpozisyonu ve pulmoner stenoz nedeniyle Rastelli operasyonu planlanan bir hastada VSD'nin morfolojisi ve VSD-Aort ilişkisi.....	70
Şekil 4.6.6 Defekti düzenli bir geometrik şekil gösteren tek hastada (12 no'lu olgu) dairesel VSD'nin görünümü (a,b); düzensiz şekilli VSD'nin (1 no'lu olgu) görünümü (c).....	71
Şekil 4.6.7 Perimembranöz-outlet VSD'nin görünümü.....	72

TABLO DİZİNİ

SAYFA NO

Tablo 2.2.1 Ventriküler septal defektlerin interventriküler septumdaki konumlarına göre sınıflandırılması	19
Tablo 2.2.2 Ventriküler septal defektlerin sınıflaması	20
Tablo 4.1.1 Olguların cinsiyete göre dağılımı.....	48
Tablo 4.1.2 Olguların ortalama yaşı, vücut ağırlığı, boyu	48
Tablo 4.2.1 Hastaların ortalama kalp hızı, 3-B EKO görüntüleme ve değerlendirme süreleri	50
Tablo 4.3.1 Hastaların cinsiyetleri, yaşları, iki boyutlu EKO tanıları ve VSD tipleri	56
Tablo 4.5.1 VSD'lerin 2-B EKO ve 3-B EKO ile elde edilen ölçüm değerleri	59
Tablo 4.5.2 VSD'lerin 2-B ve 3-B EKO ölçüm değerleri	62
Tablo 4.5.3 2-B EKO ve 3-B EKO VSD ölçümleri arası korelasyonlar	66
Tablo 8.1 Çalışmadaki hastaların verileri	51

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesinde, tezimin yönlendirilmesinde ve uzmanlık eğitimimde desteğini esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. Gül Sağın Saylam'a,

Eğitimim süresince yetişmemde emeği olan Prof. Dr. Nurettin Ünal'a, Yrd. Doç. Dr. Mustafa Kır'a ve Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Hocaları'na,

Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Hale Ören'e,

Çalışma arkadaşım Uzm. Dr. Nuh Yılmaz'a, tüm öğretim üyelerine, uzman ve asistan arkadaşlarıma, anjiyo ünitesi çalışanlarına,

Hayattaki en büyük zenginliğim olan sevgili eşime, kızıma ve her zaman desteklerini yanımda hissettiğim anne ve babama,

Saygı, sevgi ve teşekkürlerimle.

Ulaş Karadaş

İzmir, 2011

ÖZET

VENTRİKÜLER SEPTAL DEFEKTLERDE ÜÇ BOYUTLU EKOKARDİYOĞRAFİK DEĞERLENDİRMENİN YERİ

Giriş: Ventriküler septal defektin (VSD) ekokardiyografik değerlendirmesi sadece septumda deliğin varlığını göstermeyi içermez. İdeal değerlendirme defektin kesin lokalizasyonunu, morfolojisini, çapını ve kalbin içindeki dokularla ilişkisini (örneğin triküspit kapak ve aort kapağı) içermelidir. 2-B ekokardiyografik değerlendirmede kalpteki kesit sayısının sınırlı olması nedeniyle VSD'nin uzaysal özelliklerini belirlemek zordur. Gerçek zamanlı 3-B EKO ile yapılan değerlendirmede ise VSD "en face" görüntülenebilir; elde edilen bu görüntüde sağ ventrikülden VSD'nin spesifik özellikleri belirlenebilir, değişik defektlerdeki değişik anatomi gösterilebilir.

Amaç: Gerçek zamanlı 3-B transtorasik ekokardiyografi (TTE) ile VSD'lerin yapısal özellikleri (yerleşim, görünüş, boyut ve komşulukları) gösterilmek istendi.

Yöntem: Çalışma yaş aralığı 1 ay-18 yaş olan 37 VSD'li hasta üzerinde gerçekleştirildi. 2-B EKO ile yapılan değerlendirmede VSD'nin lokalizasyonu ve sayısı tespit edildi, en geniş çap ölçümü yapıldı. Gerçek zamanlı 3-B TTE ile VSD'nin; sağ ventrikül (RV) tarafından "en face" görünüşü, lokalizasyonu (perimembranöz, müküler, "doubly committed"), komşu dokularla (triküspit ve aort kapaklarıyla) ilişkisi ve boyutları (kalp siklusu göz önünde bulundurularak, VSD'nin diyastol ve sistol sonu en geniş olduğu anda uzun ve kısa eksen çap, diyastol ve sistol sonu en geniş olduğu anda alan ölçümü) değerlendirildi. VSD'nin transtorasik 2-B ve 3-B ekokardiyografi ile elde edilen en geniş çap değerleri ve lokalizasyonları karşılaştırılarak, 3-B EKO ile elde edilebilecek diğer bulguların neler olabileceği araştırıldı.

Bulgular: Fakir akustik pencere nedeniyle iki ve üç boyutlu EKO görüntüleri yetersiz olan bir hasta dışındaki 36 hasta çalışma kapsamına alındı. Hastaların 18'si (% 50) kız, 18'i (% 50) erkekti. Çalışma grubundaki hastaların yaşları 1 ay-16,5 yaş (ortalama: $3,27 \pm 3,87$ yaş, ortanca: 1,5 yaş) olup, 16 hasta (% 44,4) hasta bir yaşından küçüktü. 3-B EKO çekimi sırasında ortalama kalp hızı $122,24 \pm 22,32$ /dk (78-150/ dk) idi. Hastaların 29'unda 3-B görüntülerin elde edilme süresi kaydedilerek, bu sürenin ortalama $4,09 \pm 1,49$ dk (2,15-10 dk) saptandı. 29 hastanın üç boyutlu görüntü elde etme süreleri, kalp hızları ve

yaşları ile karşılaştırıldığında, bu sürenin kalp hızından ve yaştan etkilenmediği görüldü (Mann-Whitney U testi, p:0,629, p:0,50).

Elde edilen 3-B görüntülerin değerlendirme süresi ise ortalama $20,13 \pm 10,46$ (7-60) dk bulundu. Hastaların %86,1'inde (31 hasta) bu süre 24 dakikanın altında idi. Değerlendirme sırasına göre ilk 5 hasta (öğrenme süreci, sırasıyla 60, 45, 40, 35 ve 32 dk) çalışmadan çıkarıldığında ortalama değerlendirme süresinin $16,54 \pm 3,94$ (7-24) dakikaya gerilediği ve bu sürenin 24 dakikayı geçmediği görüldü. Çalışma ilerledikçe değerlendirme süresinin belirgin olarak kısaldığı (Spearman's korelasyon testi, r:-0,7, p:<0,001); ancak belirli bir hastadan sonra bu sürenin 12 dk'nın altına inmediği tespit edildi.

Çalışmada, 36 hastanın 14'ünde (%38,8) VSD'nin konjenital kalp hastalığının komponenti olduğu, 12 hastada (%33,3) ise asosiyede defektlerle birlikte olduğu görüldü. Çalışmada bir hastada deksrokardi izlenmiş olup, kompleks konjenital kalp hastalığına sahip hastalarda olduğu gibi deksrokardili hastalarda da 3-B ekokardiyografik değerlendirmenin yapılabileceği gösterildi.

VSD'nin lokalizasyonu (perimembranöz, müsküler, "doubly committed") açısından yapılan karşılaştırmada iki boyutlu EKO ile üç boyutlu EKO arasında fark olmadığı görüldü.

VSD'lerin, 2-B ve 3-B EKO ile ölçülen ortalama diyastol sonu en geniş çap değerleri sırasıyla $9,9 \pm 4,35$ mm (ortanca: 9, aralık: 4-20 mm) ve $16,3 \pm 8,7$ mm (ortanca: 14,9, aralık: 6,4-48 mm) bulundu. Yapılan karşılaştırmada aradaki farkın anlamlı olduğu görüldü (Mann-Whitney U testi, p:<0,05). VSD'lerin gerçek zamanlı 3-B EKO ile ölçülen ortalama sistol sonu en geniş çap değeri ise $13,38 \pm 7,32$ mm (4,8-41,4 mm) bulundu.

3-B ekokardiyografik değerlendirmede, VSD'lerin dinamik özelliğini göstermek açısından, sistol ve diyastol sonu defekt alanları ölçüldü. 3-B EKO'da VSD'lerin sistol sonu ve diyastol sonu alan değerleri sırasıyla $0,18-6,521$ (ortalama: $1,07 \pm 1,39$ cm², ortanca: 0,67 cm²) cm² ve $0,29-9,78$ (ortalama: $1,70 \pm 2,03$ cm², ortanca: 1,04 cm²) cm² saptandı. Yapılan karşılaştırmada, kalp siklusu ile ilişkili olarak, aradaki farkın anlamlı olduğu görüldü (Mann-Whitney U testi, p:0,011).

Çalışmada perimembranöz VSD'lerin triküspit kapak ve aort kapağı ile olan komşulukları değerlendirildi. Triküspit kapağın VSD'ye ortalama uzaklığı $7,30 \pm 6,40$ mm ve aort kapağının VSD'ye ortalama uzaklığı $5,10 \pm 7,90$ mm bulundu. 36 hastanın 10'unda (%27,77) VSD'lerin tam veya kısmi olarak triküspit kapağın yaprakçığı ile, 36 hastanın 3'ünde (%8,3) ventriküler septal anevrizma dokusu ile örtülü olduğu görüldü. Gerçek zamanlı 3-B EKO'da triküspit yaprakçıkları ve anevrizma dokusu dijital ortamda silinerek

defektin morfolojik yapısının, şeklinin ve ventriküler septumdaki uzanımının daha iyi tanımlanabildiği gösterildi.

Hastaların %97,33'ünde (35 hasta) VSD'nin herhangi bir geometrik şekle uymayan irregüler şekilli olduğu, yalnızca bir hastada (12 no'lu olgu) defektin dairesel olduğu tespit edildi. Perimembranöz outlet yerleşimli VSD'lerin ise 3-B EKO'da kendilerine has bir morfoloji (ortası basılmış dikdörtgen) sergiledikleri görüldü.

Sonuç: Bu çalışma, ülkemizde ilk kez konjenital kalp hastalıklarında uygulanan 3-B EKO çalışmasıdır. Bu çalışmada gerçek zamanlı üç boyutlu ekokardiyografik değerlendirme ile VSD'lerde kantitatif analiz uygulanabileceği ve çeşitli tiplerdeki VSD'lerin şekil, boyut ve pozisyonlarının doğru bir şekilde tanımlanabileceği, ayrıca görüntü elde etme ve değerlendirme aşamalarında gerekli olan sürenin klinik uygulamalar için kabul edilebilir düzeylere yaklaştığı, üç boyutlu görüntü elde edebilme oranının arttığı ve görüntü kalitesinin iyileştiği gösterildi. 3-B EKO'nun VSD'lerin tanı ve tedavi aşamalarında kullanılabilecek değerli bir yöntem olabileceği görüldü ve kullanım oranının giderek artacağı düşünüldü.

Anahtar kelimeler: Ventriküler septal defekt, üç boyutlu ekokardiyografi

SUMMARY
THE EVALUATION OF VENTRICULAR SEPTAL DEFECT WITH THREE
DIMENSIONAL ECHOCARDIOGRAPHY

INTRODUCTION: The evaluation of VSD with 3-D echocardiography not only demonstrates a hole in the septum but also demonstrates the exact localization, morphology, diameter and relationship with other tissues (tricuspid valve and aortic valve). Because of the limited images of cardiac structures with 2-D echocardiography, it is difficult to evaluate the exact shape of VSD in space. With the evaluation of VSD with 3-D real time echocardiography VSD can be shown "en face" and with these images the specific characteristics of VSD from the right ventricle can be seen and different defects in different anatomies can be seen.

AIM: To demonstrate the structure (localization, shape and relationship) of VSD with 3-d real time echocardiography.

METHODS: In this study patients who have VSD and aged between 1 month to 18 years of age were included. The first evaluation of VSD was done with 2-D echocardiography and the localization, number and largest width of VSDs' were measured. The right ventricular sight of VSD , shape, number , localization (perimembraneous , muscular , "doubly committed") ,the relationship with other tissues (tricuspid and aortic valve) and dimensions (regarding cardiac cycle ; long and short axis of VSD at systole and diastole were measured) were detected with 3-D real time echocardiography. With 2-D and 3-D echocardiography the findings were evaluated and what other findings can be found by 3-D real time echocardiography was investigated.

FINDINGS: 37 patients were included in this study. 3-D real time echocardiography was performed to 36 patients (%97,29). One patient (12year old girl) with poor acoustic window (obesity and pubertal period) was excluded. Patients' mean age was $38,94 \pm 46,48$ months (1-198 months) and 16 patients (%44,4) were under 1 years of age. In 3-D real time echocardiography , the mean heart rate was $122,24 \pm 22,32$ /min (78-150/min) .The mean acquisition for 3-D images was $4,09 \pm 1,49$ min (2,15-10min). The mean acquisition time for 3-D echocardiography didn't correlate with heart rate and age (Mann Whitney U test $p:0,629$ and $p:0,50$).

The mean image processing time for 3-D real time echocardiography was $20,13 \pm 10,46$ min (7-60min). In the first patient it took 60 minutes and in the last patient it took 14 minutes. In 31 patient (%86,1) it took under 24 minutes. The mean evaluation time if first 5 patients were excluded (learning time, 60,45,40,35,32 minutes) was $16,54 \pm 3,94$ (7-24min) . With the progression of the study shortening of the evaluation was seen (Spearman's correlation test, $r:-0,7$, $p<0,001$); but it was no under 12 minutes.

In this study 14 patients of 36 (%38,8) VSD was a component of congenital heart disease and in 12 patients it was associated with other defects. One of the patient had dextrocardia and it is shown that 3-D echocardiography can evaluate dextrocardia. There was no difference between 2-D and 3-D echocardiography about detecting VSD localization (perimembraneous, muscular, "doubly committed") . But the inlet and outlet extension of VSD's was better measured by 3-D real time echocardiography.

The end diastolic largest width with and 2-D and 3-D echocardiography was $9,9 \pm 4,35$ mm (mean:9mm, 4-20mm) and $16,3$ mm (mean:14,9mm, 6,4-48mm). Comparing these results; the difference was significant (Mann-Whitney U test $p<0,005$). VSDs' end-systolic largest width was $13,38 \pm 7,32$ mm (4,8-41,4mm).

In 3-D echocardiographic evaluation systolic and diastolic defect area was measured to show the dynamic characteristics of VSD. In 3-D echocardiography end-systolic and end diastolic area measures were 0,18-6,521 (mean: $1,07 \pm 1,39$ cm², median:0.67 cm²) and 0,29-9,78 (mean: $1,70 \pm 2,03$ cm², median:1,04 cm²). According to the comparement of cardiac cycle the findings were significant (Mann-Whitney U test , $p:0,011$).

The relationship of perimembraneous VSDs' with tricuspid valve and aortic valve were evaluated. The mean distance from the tricuspid valve to the VSD was $7,30 \pm 6,40$ mm and the aortic valve to the VSD was $5,10 \pm 7,90$ mm. In 10 (%27,8) patients VSD was totally or partially hidden by tricuspid valve tissue and in 3 (%8,3) with ventricular septal aneurysm. Tricuspid valve leaflet and aneurysm tissue was cleaned digitally and the exact morphology of VSD could be seen.

In 35 patient (97,33) VSD were in irregular geometric shape, only in 1 patient (12'th patient) the defect was round. Outlet located perimembraneous VSDs' 3-d shape was rectangle which was pressed down inside.

CONCLUSION: This study is the first three dimensional echocardiographic evaluation of congenital heart defects in children. In this study we showed that VSD's could be analyzed quantitatively using 3-D echocardiography. With right ventricular sight images we can evaluate the VSD's position, dimension and shape truly. In the diagnosis and treatment of VSD's 3-D real time echocardiography is a valuable method. Because of image quality, short acquisition time and evaluation time its usage will increase day by day.

Key Words: Ventricular septal defect, Three dimensional echocardiography

1. GİRİŞ VE AMAÇ:

Ventriküler septal defekt (VSD), biküspid aort kapağı ve mitral kapak prolapsından sonra en sık görülen doğuştan kalp anomalisidir. Doğuştan kalp hastalıklarının %42'sini oluşturur, prevalansı 1000 canlı doğumda 2.5'tir (1,2).

Ventriküler septal defekt tek başına veya diğer doğuştan kalp hastalıklarıyla birlikte görülebilir. Fallot tetralojisi, çift çıkışlı ventrikül, trunkus arteriyozus gibi doğuştan kalp malformasyonlarında kompleksin bir parçası olarak; büyük damarların transpozisyonu gibi bazı hastalıklarda ise eşlik eden anomali olarak bulunur (1,2).

Günümüzde iki boyutlu ekokardiyografi (2-B EKO) VSD gibi konjenital kalp defektlerini tespit etmede, tespit edilen defektlerin morfolojik-hemodinamik özelliklerini değerlendirmede en güvenilir noninvaziv tanı yöntemidir (3). Noninvaziv olması, zaman ve maliyet açısından uygun oluşu, ameliyathanede ve yoğun bakımda yatak başı kullanılabilmesi gibi büyük avantajları olmasına rağmen, tanısallık anlamında bazı yetersizlikler taşımaktadır (3).

Ventriküler septal defektin (VSD) ekokardiyografik değerlendirmesi sadece septumda deliğin varlığını göstermeyi içermez. İdeal değerlendirme defektin kesin lokalizasyonunu, morfolojisini, çapını ve kalbin içindeki dokularla ilişkisini (örneğin triküspit kapak ve aort kapağı) içermelidir (4,5,6). Ancak 2-B ekokardiyografik değerlendirmede kalpteki kesit sayısının sınırlı olması nedeniyle (7,8,9,10) VSD'nin uzaysal özelliklerini belirlemek zordur (11).

2-B EKO, defektleri belirli planlarda elde edilen iki boyutlu görüntülerle gösterir. Değerlendiren kişi de, atriyal ve ventriküler septal defektlerin üç boyutlu kompleks anatomisini mental becerisini kullanarak iki boyutlu parçalarda canlandırmaya çalışır (12). Bu nedenle 2-B EKO görüntüleriyle elde edilen boyut ve morfoloji, gerçek anatomik boyut ve morfolojiden farklı olabileceği için septal defektin şekli ve yapısı doğru olarak değerlendirilemeyebilir (12).

Bu konudaki önemli gelişme üç boyutlu ekokardiyografinin (3-B EKO) klinik kullanıma girişi olmuştur (13). 3-B EKO uygulamaları zor ve zaman alıcı görüntü elde edebilme özelliği, artefaktlara bağlı kötü görüntü kalitesi ve elde edilen görüntüleri üç boyutlu veri seti haline getirme aşamaları nedeniyle başlangıçta yavaş bir gelişme göstermiştir (13). Gerçek zamanlı tekniğin mevcut olmaması ve değerlendirme süresinin

uzun olması bu tekniğin kullanımını başlangıçta sınırlandırmış (11), çocuklardaki küçük kalp yapısı ve yüksek kalp hızı da görüntü elde edilmesini zorlaştıran faktörler olmuştur (14).

Son iki dekatta 3-B EKO ile ilgili teknolojik açıdan büyük gelişmeler olmuştur (13). Gerçek zamanlı üç boyutlu ekokardiyografide, matriks dizili transdüser kullanımı (15,16) ve üç boyutlu probun küçültülmesi ile daha iyi görüntü elde edilmesi sağlanıp çevrim içi “online” ölçümün de zamanla oluşturulması (17) bu tekniğin kullanılabilirliğini arttırmıştır. Klinik incelemeler ve araştırmalar, görüntü kaydında ve bilgisayar işleme teknolojisindeki büyük ilerlemeler ile sınırlılıkların üstesinden gelinmeye çalışılmıştır. Artan klinik deneyimle kalbin anatomisi ve fonksiyonu daha net değerlendirilebilir hale gelmiş, klinik uygulamalardaki yelpazesi de giderek genişlemiştir (13).

Gerçek zamanlı 3-B EKO'nun en büyük avantajı, VSD'yi “en face” görüntüleme imkanını sunmasıdır. Bu görünüm, sağ ventrikülden VSD'nin spesifik özelliklerini belirlememizi sağlar, değişik defektlerdeki değişik anatomiyi gösterir (18,19,20). Defektin morfolojisi ve uzaysal oryantasyonunu göstermede kesintisiz sunum sağlar (11).

Gerçek zamanlı 3-B EKO ile kardiyak siklus boyunca, septal defektin dinamik yapısı görüntülenerek, septal defektin ve şant mekanizmalarının doğası daha ayrıntılı değerlendirilebilir (18,21). Gerçek zamanlı 3-B EKO ile elde edilen morfolojik bilgi, 2-B EKO ile elde edilen hemodinamik ölçümlerle birlikte kullanılabilir (14). Bu sayede preoperatif kardiyak kateterizasyon sıklığı azaltılabilir (3).

Son zamanlarda VSD'lerin transkateter yolla kapatılmaya başlanması (22,23,24) nedeniyle hasta seçiminde, özellikle farklı açılardan defektin morfolojisi, çapı ve komşu dokularla ilişkilerinin değerlendirilmesi daha da önem kazanmaya başlamıştır. Gerçek zamanlı 3-B EKO, VSD'nin anatomik özelliklerini, komşu dokularla ilişkisini iyi bir çözünürlükte, derinlik algısı ile net gösterebilmektedir (25). Bu nedenle preoperatif ayrıntılı tanımlama, transkateter kapamada hasta seçimi ve uygulama için, 3-B EKO'nun klinik kullanımda giderek önem kazandığı gösterilmiştir (22,23,24,26). 3-B EKO ile elde edilen verilerin cerrahi bulgularla karşılaştırıldığında, 2-B EKO ile elde edilen verilere kıyasla daha iyi korele olduğu görülmüş, septal defektlerin değerlendirmesinde 3-B EKO'nun iki boyutlu ekokardiyografiden daha üstün olduğu belirtilmiştir (26,27).

Bu bilgiler ışığında, Dokuz Eylül Üniversitesi Pediatrik Kardiyoloji Bilim Dalı'nda değerlendirilip VSD tanısı alan hastalarda gerçek zamanlı 3-B transtorasik ekokardiyografi (TTE) ile VSD'nin;

1. Sağ ventrikül (RV) tarafından "en face" görünüşünün,
2. Lokalizasyonunun (perimembranöz, müsküler, "doubly committed"),
3. Komşu dokularla (triküspit ve aort kapaklarıyla) ilişkisinin,
4. Boyutlarının (kalp siklusu göz önünde bulundurularak, VSD'nin diyastol ve sistol sonu en geniş olduğu anda uzun ve kısa eksen çap, diyastol ve sistol sonu en geniş olduğu anda alan ölçümü) gerçek zamanlı 3-B EKO ile değerlendirilmesi amaçlandı.

VSD'nin transtorasik 2-B ve 3-B ekokardiyografi ile elde edilen en geniş çap değerleri ve lokalizasyonları karşılaştırılarak, 3-B EKO ile elde edilebilecek diğer bulguların neler olabileceği araştırıldı.

Çalışma, bu yönde yapılmış az sayıda araştırma olması, ülkemizde konjenital kalp hastalıklarının 3-B EKO ile değerlendirilmesine ilişkin bugüne dek yayınlanmış prospektif bir çalışma olmaması, bu tür çalışmalarda kullanılan yöntem ve teknolojilerin henüz gelişim aşamasında olması nedeniyle yapıldı. Gerçek zamanlı üç boyutlu ekokardiyografik değerlendirme ile VSD'lerde kantitatif analiz uygulanabileceği ve çeşitli tiplerdeki VSD'lerin şekil, boyut ve pozisyonlarının daha doğru bir şekilde tanımlanabileceği, görüntü elde etme ve değerlendirme aşamalarında gerekli olan sürenin klinik uygulamalar için kabul edilebilir seviyelere yaklaştığı gösterilmek istendi. Elde edilen veriler, 2-B EKO bulguları ile karşılaştırılarak, 3-B EKO'nun VSD'nin tanı, tedavi (cerrahi/transkateter) ve izlem aşamalarında yapacağı katkıların neler olabileceği araştırıldı. Yapılan çalışma, konjenital kalp hastalıklarının 3-B EKO ile değerlendirilmesi konusunda ülkemizde yapılan ilk çalışmadır.

2. GENEL BİLGİLER:

2.1. EKOKARDİYOĞRAFI:

Ekokardiyografi (EKO) kalp ve kalple ilişkili vasküler yapıların ultrason ile değerlendirmesidir. Günümüzde çocukluk çağı konjenital ve akkiz kalp hastalıklarının tanı ve izleminde temel görüntüleme yöntemi olup bu hasta grubunda kalp kateterizasyonu ve anjiyografi gereksinimini de büyük oranda azaltmıştır (28).

2.1.1. Ekokardiyografinin tarihçesi:

Ultrason teknolojisinin gelişiminde 1877'de Pierre ve Jacques Curie kardeşlerin piezoelektrik etkisini keşfiyle başlayan süreç, 1912'de İngiliz mühendis Lewis Fry Richardson'ın bir cisme gönderilen ses dalgasının ekosunun geri dönme süresinden o cismin uzaklığının hesaplanabileceğini bulmasıyla hız kazanır. I. Dünya savaşında ilerleme gösteren bu teknolojik süreçte, II. Dünya savaşında ultrason dalgaları ile çalışan detektörler (SONAR, Sound Navigation and Ranging sistemi) geliştirilmiştir. Tıpta ilk uygulaması 1941'de Avusturyalı Karl Dussik'in beyin ventriküllerinin görüntülenmesine yönelik çalışmalarıdır. Çalışmalar sonucunda, yansıyan ultrason dalgalarını farklı amplitüdlere dalgalar veya farklı parlaklıklarda noktalar olarak görüntülenmesi temellerine dayanan A-mod (Amplitude-mode) ve B-mod (Brightness-mode) ultrasonografi metodları geliştirilmiştir. İlk ekokardiyografi uygulaması ise, 1953 yılında İsveç'te Inge Edler ve Helmut Hertz'in B-mod yöntemini geliştirerek ilk M-mod (Motion-mode) ekokardiyogramı elde etmeleriyle başlamıştır (28).

1842'de Christian Johann Doppler tarafından tanımlanan Doppler prensibi, 1950'lerde Japonya'da Osaka Üniversitesi'nden bazı araştırmacılar tarafından kalbin değerlendirilmesi için kullanılmış; 1979'da Norveçli Jarle Holen ve Liv Hatle'nin Doppler ultrason ile hemodinamik incelemeleri başlatması günümüzdeki Doppler ekokardiyografisinin temellerini oluşturmuştur (28). 1970'lerde iki boyutlu ve renkli Doppler ekokardiyografi ile transösefajiyal ekokardiyografi (TÖE) üzerinde ilk çalışmalar başlamış, 1980'lerde iki boyutlu spektral ve renkli Doppler ekokardiyografi, 1990'larda TÖE, 2000'lerde üç boyutlu, intravasküler (IVUS) ve intrakardiyak (ICE) ekokardiyografi klinikte kullanılmaya başlamıştır (28).

2.1.2. Ekokardiyografi fiziği:

Ekokardiyografi, 2-12 MHz frekanslarında, 0.80-0.13 mm dalga boyunda ultrason dalgalarının kalp ve damarların yapı ve fonksiyonlarının değerlendirilmesi amacıyla kullanılmasıdır (28). Piezoelektrik etkisi, kristallere uygulanan elektrik akımının mekanik bir distorsiyon yaratması, kristallere gelen mekanik distorsiyonunun da elektrik potansiyeline çevrilmesidir. Elektrik enerjisi ve ses enerjisi arasındaki bu karşılıklı dönüşüm, ultrason teknolojisinin temelini oluşturur (28).

Ultrason cihazının transdüseri, ultrason enerjisini incelenecek yapılara gönderen ve geri alan elemandır. Transdüserin piezoelektrik kristallerine elektrik akımı uygulandığında bir ses dalgası (ultrason) meydana gelir. Bu ultrason dalgası görüntülenecek dokuya gönderilir, dokudan yansıtılarak transdüserine geri dönen akustik enerjiyi piezoelektrik kristaller elektriksel impulsa dönüştürürler. İmpuls video sinyaline çevrilerek cihazdaki görüntü elde edilmiş olur (28).

Ekokardiyografide görüntünün kalitesi, kullanılan ultrason huzmesinin dalgaboyu ve frekansı, görüntülenecek yapının akustik özellikleri, konumu, ultrason huzmesine göre açısı, derinliği gibi etmenlerle ilişkilidir. Kullanılan ultrason huzmesinin dalgaboyu ve frekansı, huzmenin derin dokulara geçişini, görüntünün rezolüsyonunu belirler. Derinlere geçiş sırasında (ör. şişman hastalarda) görüntü kalitesi etkilenir. Bazı yapılar (kemik, hava dolu akciğerler, skar dokusu, metal vb.) keskin bir akustik sınır oluşturup, gelen ultrason enerjisinin çoğunluğunu geri göndererek arkalarında kalan dokuların görüntülenmesini zorlaştırırlar. Bu nedenle transtorasik eko değerlendirmesi sırasında şişman ve opere olmuş hastalar, akciğer problemi veya göğüs deformitesi olan hastalarda görüntü kalitesinin bozulması, akciğer dokusunun hava engeli nedeniyle distal pulmoner arterlerin görüntülenememesi, fizik kuralları gereğince ekokardiyografinin değiştirilemeyen sınırlılıklarını oluşturur (28).

2.1.3. Üç boyutlu ekokardiyografinin gelişimi:

Kardiyovasküler yapıların uzaysal ilişkilerini, şekil ve boyutlarını en iyi değerlendirebilen ekokardiyografik yöntemdir. 3-B EKO'da görüntüler iki boyutlu bir sektör yerine üç boyutlu bir piramidal hacim içinde toplanır, standart kesit eksenleri yerine sınırsız eksenlerde kesitler oluşturularak değerlendirme yapılabilir (28).

Konjenital kalp defektlerine göre intrakardiyak anatomi ve uzaysal ilişkiler değişebilmektedir. Başlangıçta klinisyenlerin kalbi ekokardiyografik olarak görüntülemeleri iki boyutlu tekniklerle sınırlı iken, 30 yıldır gelişim süreci devam eden 3-

B EKO klinikteki yerini almaya başlamıştır (29). 3-B EKO tekniğinin gelişimine katkı sağlayan teknolojik ilerlemeler matriks transdüser, üç boyutlu uzaysal görüntüleme, üç boyutlu veri elde etme ve bilgisayar yazılımı alanlarında gerçekleşmiştir. Elementlerin organizasyonu ve piezoelektrik maddelerin geliştirilmesi, 3-B EKO matriks transdüser oluşumunun temellerini oluşturan iki önemli faktör olmuştur (30).

Elementler: Günümüzdeki matriks dizili transdüserler yükselen boyutta ne kadar element içeriyorsa düzlemsel boyutta da o kadar element içermektedir. Her boyutta 60'dan fazla element bulunmaktadır. Bu elementler iki boyutlu görüntü oluşturmaya rağmen, cihaz içinde bu görüntüler üç boyutlu hale gelmektedir. Yükselen kesitte görüntü elde edebilmek için her element diğerinden elektriksel olarak bağımsız ve aktif olmalıdır. Bu nedenle günümüzdeki matriks dizili transdüserler binlerce aktif elektriksel element içermektedir. 2002'de ticarileşen bu teknoloji ile istenilen her kesitte görüntü oluşturulabilmektedir (30).

Piezoelektrik maddeler: Ultrason transdüserindeki piezoelektrik etkisini oluşturan sistem, görüntü kalitesini belirleyen temel faktördür. Transdüserin piezoelektrik etki oluşturan maddeleri, ultrason dalgalarının görüntülenen dokuya taşınmasından ve geri dönen ultrason dalgalarının elektrik sinyaline dönüşmesinden sorumludur. Elektriksel enerjiyi mekanik enerjiye veya mekanik enerjiyi elektriksel enerjiye çevirme becerisi ise görüntü kalitesinin temel özelliğini oluşturur (30). Yaklaşık 40 yıldır, seramik polikristalin materyal, PZT (Lead-zirconate-titanate) veya PZT kompozitleri tıbbi görüntüleme için kullanılan standart piezoelektrik maddelerdir. Bu maddeler organik bir birleştirici ile karıştırılan tek bir yapıdır ve pişirildikten sonra yoğun polikristalin yapının oluşmasıyla sonuçlanmaktadır. En iyi özelliği %70 oranında iki kutup oluşturarak maddenin elektromekanik dönüşüm etkisine katkı sağlamasıdır (30).

3-B EKO'nun ilk kullanımı 1974'te Dekker ve ark. tarafından bir kola yerleştirilmiş prob ile yapıldı. En erken 3-B EKO tekniği çok sayıda, iki boyutlu hem transtorasik hem de transösefajiyal EKO görüntülerinin hacim kazandırılarak üç boyutlu veri seti haline getirilmesine dayanmaktaydı (31). Prob sabitti ve elle hareket ettirilemiyordu. Çalışmalar neticesinde, serbest el görüntülemesi ile eş zamanlı, ardışık bir üç boyutlu veri toplama yöntemi geliştirildi. Bu yöntem önceden belirlenmiş sabit, tek bir aksta probun hareket ettirilmesi işlemine dayanmaktaydı. Zaman içinde hem transtorasik ekokardiyografi (TTE) hem de transösefajiyal ekokardiyografi (TÖE) problemleri, daha küçük boyutlara getirilerek internal rotasyon gerçekleştirildi, bu rotasyon başlangıçta ultrason cihazının kendisi tarafından yapılırken daha sonraları elle yapılabilir hale geldi (32,33,34,35).

Rotasyonel görüntülemenin başarılması ile, on saniyelik tek bir nefes tutulması süresince üç boyutlu görüntü serisi yakalama olasılığı arttı. Ancak kalbin ve akciğerlerin hareketlerine bağlı artefaktları önlemek ve tekniği daha duyarlı hale getirmek için çok sayıda iki boyutlu görüntü almak gerekiyordu. Bunun için kardiyak ve solunumsal siklusları durdurmak veya seyrekleştirmek gerekti. Bu şekilde artefaktlar nispeten azaltılarak, görüntü elde edilme işlemi geliştirildi (13). Ancak yine de erken dönemdeki metodlarda, görüntünün kalp hızından ve solunum hareketlerinden etkileniyor olması ve artefaktlara eğilimi, görüntü kalitesini etkilemekteydi. Elde edilen görüntünün tekrar işlem gerektirmesi, inceleme aşamasının yoğun emek ve zaman istemesi yöntemin diğer önemli dezavantajlarını oluşturmaktaydı (13). Buna bağlı olarak da klinik uygunluğu ve kullanım oranı düşüktü (36).

Bu kısıtlamaların üstesinden gelebilmek için Duke Üniversitesinden Von Ramm ve ark. tarafından 1990'ların başında, piramid biçiminde veri elde edilmesini sağlayan, *Seyrek Matriks Dizi Dönüştürücüsü* adını verdikleri bir teknik geliştirildi (36). Seyrek Matriks Dizi Dönüştürücüsünün piezoelektrik etki oluşturan kristalleri ses dalgalarını geçirmek ve almak için özel olarak tasarlandı. Ses dalgalarının çok yönlü hareket etmesi sağlanarak üç boyutlu tam hacim görüntü seti elde edilebilir hale geldi. Bu teknik *Volumetrics®* adında ticari olarak isimlendirilerek ilk gerçek zamanlı 3-B EKO olarak bilindi. Çekim için gerekli olan sürenin kısalması, kalp atımlarının ve akciğer hareketlerinin neden olduğu artefaktların azaltılması ve prob boyutunun küçültülmesi ile üç boyutlu EKO'nun daha önce geliştirilen modellere göre kısıtlamaları azaltılarak klinik kullanımının arttığı görüldü (13). Bu yöntem ile ultrasonik olarak 16 görüntüden oluşan piramidal hacimli 60°*30°'lik kek dilimi şeklindeki üç boyutlu görüntüler elde edilerek (37,38,39), bu görüntülerin üç farklı aks üzerinde dilimlenebilme ve rotasyon özelliği sayesinde 2-B EKO ile değerlendirilemeyen bölgeler görüntülenebilir hale geldi (12).

2000'li yılların başında gerçek zamanlı (canlı) 3-B görüntüleme geliştirildi (Philips görüntüleme sistemleri). Gerçek zamanlı 3-B görüntüleme sisteminde, *Volumetrics®*'te kullanılan seyrek matriks dizi dönüştürücüsünün tersine, 3000'den fazla element içeren tam örneklendirilmiş matriks probu kullanılarak görüntü kalitesi iyice artırıldı. Geliştirilmiş bilgisayar programları, artırılmış hafıza ve veri toplama kapasitesi ile bilgileri toplaması, depolaması ve daha kısa sürede analiz etmesi bu sistemin diğer önemli özelliklerini oluşturmaktaydı. Bu yöntemde, sol ventrikülün tam hacim görüntülerini alabilmek için nefes tutma işlemi ile birlikte arka arkaya dört kardiyak siklus periyodu yeterli hale gelerek bu gelişmeler ile klinik kullanımdaki uygunluk arttı. Ayrıca kalbin

dinamik yapısını gerçek zamanlı gösterebilme potansiyelinin yanında, kardiyak fonksiyonları da değerlendirebilmesi yöntemin diğer önemli özelliklerini oluşturmaktaydı (13).

2007’de, görüntü kalitesini daha da arttırmak amacıyla yeni bir canlı üç boyutlu TÖE probu geliştirildi. Hem iki boyutlu hem de üç boyutlu değerlendirme yapılabilen bu probun geniş açıda ve kalbe yakın mesafede uygulanabiliyor olması ile daha iyi görüntüler elde edilmeye başlanarak, tanı ve tedavi aşamalarındaki (cerrahi/girişimsel) ekokardiyografik katkının arttığı görüldü (13).

Sonuç olarak önceki 3-B EKO sistemlerinde görüntü elde etme süresinin uzun olması, görüntü kalitesinin düşük olması, elde edilen görüntülerin düzenleme gerektirmesi, çevrim dışı (başka bir bilgisayar veya yazılım ortamında) analiz gerekliliği nedeniyle klinik uygulamalarda kullanılabilirlik düşüktü (36). Gerçek zamanlı 3-B EKO’da ise, matriks dizili transdüser kullanımı (15,16) ve üç boyutlu probun küçültülmesi ile daha iyi görüntü elde edilebilmesi sağlanarak çevrim içi (eko cihazı üzerinde) değerlendirmenin de zamanla oluşturulması (17) bu tekniğin kullanılabilirliğini arttırdı. Artan klinik incelemeler ve araştırmalar, görüntü kaydında ve bilgisayar işleme teknolojisindeki büyük ilerlemeler ile sınırlılıkların üstesinden gelinmeye çalışılarak, klinik deneyimin artmasıyla birlikte kalbin anatomisi ve fonksiyonu daha net değerlendirilebilir hale geldi, 3-B EKO’nun klinik uygulamadaki yelpazesi de giderek genişledi (13). Özellikle üç boyutlu renkli akım jetlerinin kullanılmasıyla kalbin anatomisi, kapak yapısı ve fonksiyonları daha detaylı gösterilebilir hale geldi (32,33,34,35).

2.1.4. Üç boyutlu ekokardiyografik değerlendirme:

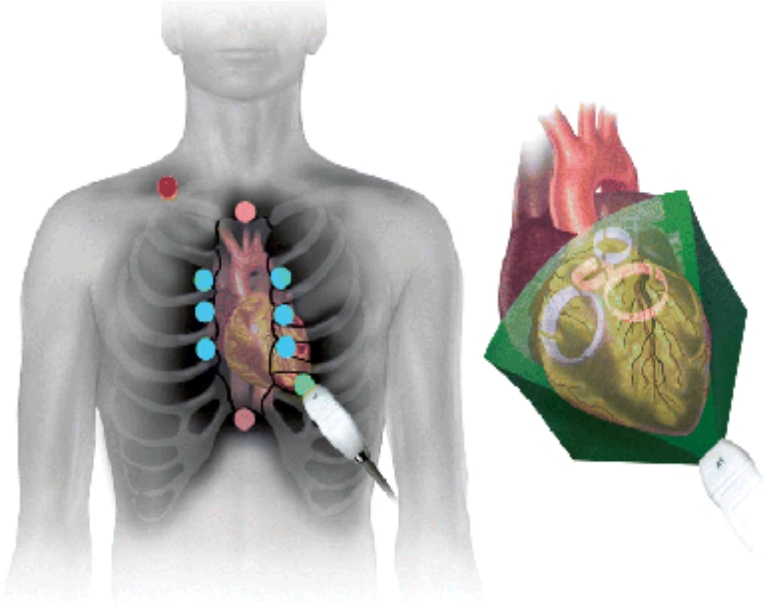
Geleneksel 2-B EKO’da uzun eksen kalbi apeksten bazale kadar mitral kapaktan bölen kesit olarak kabul edilir, parasternal kısa eksen kesiti ise kalbin kısa eksenini gösterir. Bu uzun ve kısa eksen yaklaşımları ile kardiyak yapılar tarif edilir. Apikal dört boşluk görüntüsü ise horizontal uzun eksenini gösterir (40).

Üç boyutlu görüntüleme kesit elde etme ve kalbin oryantasyonunda, standart anatomik pozisyon temel alınır. Anatomik oryantasyonda vücut ayakta, gözlemciye doğru olduğu kabul edilir. Ayaklar tabanda düz olup, kollar vücudun her iki yanında asılıdır. Avuç içleri öne doğrudur ve baş parmaklar vücuttan uzaktadır. Bütün görüntüler gözlemci hastayla göz gözeymiş gibi elde edilir. Bu şekilde ekokardiyografi için standart gözlem pencereleri aynı kalır. Bunlar sol parasternal, sağ parasternal, apikal, subkostal, suprasternal kesitlerdir (40).

Çoğu 3-B EKO görüntüleri, iki farklı yöntem ile elde edilmektedir. *Canlı üç boyutlu EKO formatı* hacimsel sektörü görüntülemektedir. Kardiyak yapıların daha büyük bir kısmını görüntülemek için *tam hacim “full volume” veri seti* kullanılmaktadır. Tam hacim veri bilgileri birbirini takip eden kalp atımları sırasında probu hareket ettirmeden alınan çoklu sektörlerden elde edilir. Sektörler, piramit şekilli 90°*90° dereceli veri seti elde etmeyi sağlar. Pediyatrik ekokardiyografide gerçek zamanlı volümetrik sektör genellikle kalbi tümüyle görüntüleyebilir (Şekil 2.1.1) (40).

Transdüser Pozisyonları

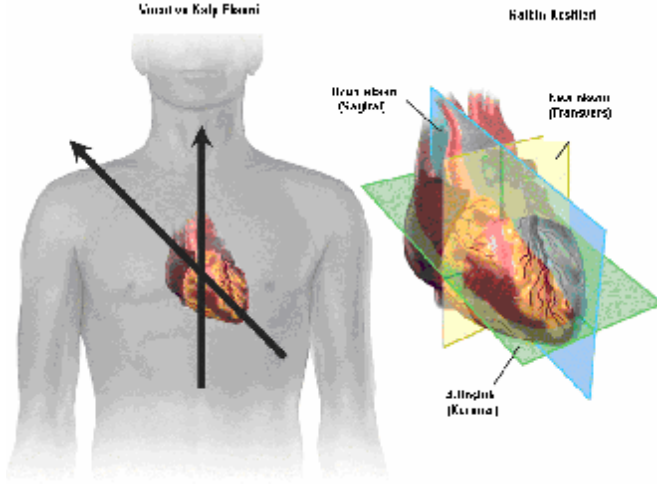
3 B EKO TAM HACİM



Şekil 2.1.1 Kalbin tam hacimli veri setinin kaydında kullanılan standart ekokardiyografik transdüser pozisyonu (40 no’lu kaynaktan alınmıştır).

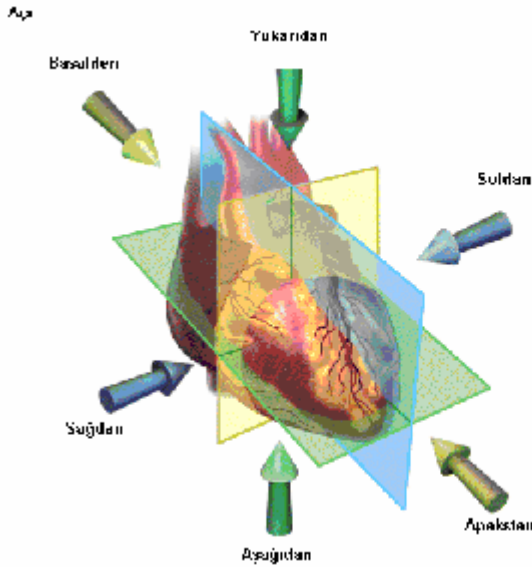
Görüntü oryantasyonu: Ekokardiyografi görüntüleri, anatomik incelemelerde olduğu gibi bölünebilir veya kesitlere ayrılabilir. Bölünmede en sık kullanılan kesitler sagittal, koronal ve transvers kesitlerdir (Şekil 2.1.2) (40).

1. Sagittal kesit (uzun eksen, longitudinal): kalbi sağ ve sol kısımlara bölen vertikal bir kesittir,
2. Koronal kesit (frontal): kalbi ön ve arka kısımlara bölen vertikal bir kesittir. Oblik koronal kalp kesiti 4 boşluk görüntüsünü sağlar,
3. Transvers kesit (kısa eksen): yere paralel bir kesittir, kalbi süperiyor ve inferiyor kısımlara böler.



Şekil 2.1.2 Ekokardiyografik görüntüleme için kullanılan sagittal, koronal ve transvers kesitler. Kalbin uzun ekseninin vücut eksenine açısı görülmektedir (40 no'lu kaynaktan alınmıştır).

Bu kesitler kalbin hem anatomik özelliklerini hem de ekokardiyografik görüntülerini tanımlamada kullanılır. 3-B EKO görüntülerinde bu anatomik kesitlerle kapaklar, atriyumlar ve ventriküller için altı adet kesit olası oluşur. Kalbin bütün yapıları bu anatomik kesitlerden değerlendirilebilir (Şekil 2.1.3) (40).

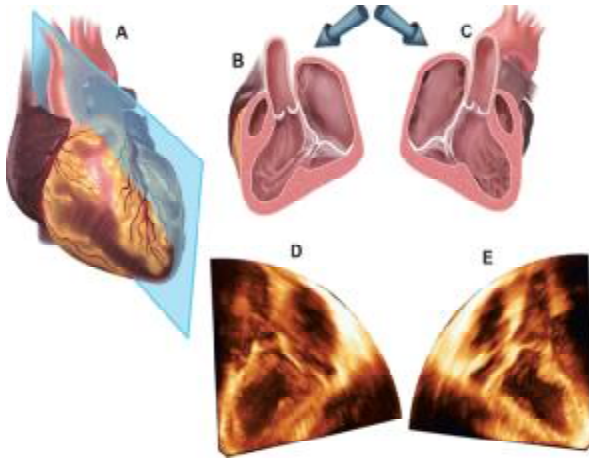


Şekil 2.1.3 Kalp kesitleri ve incelediğimiz bakış açısı (40 no'lu kaynaktan alınmıştır).

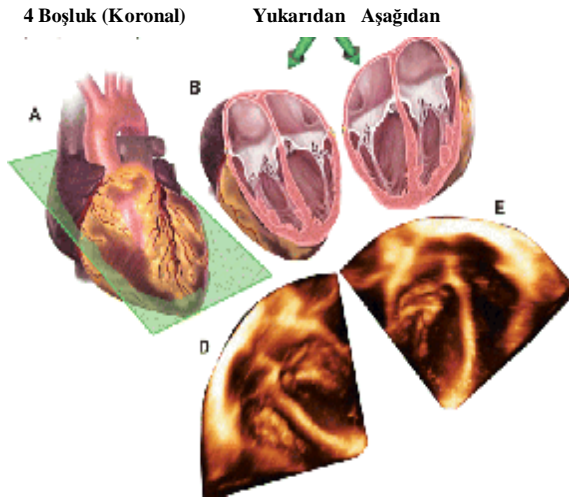
3-B EKO incelemesi için önerilen temel kesitler: Bu görüntüleme yöntemini kullanmak için, kalp aşağıdan, apeksten görüntülenmelidir. Eğer kalp apeksten aşağı doğru görüntülenirse öğrenme kolaylaşır (Şekil 2.1.4,5,6) (40).

1. Sagittal kesit: Sol el tarafından veya sağ el tarafından görüntülenir,
2. Koronal kesit: Yukarıdan ve aşağıdan görüntülenir,
3. Transvers kesit: Bazalden ve apeksten görüntülenir,
4. Oblik kesit: Eğer gerekirse temel görüntüleme yöntemlerinin gösteremediği kardiyak yapıları göstermek için kullanılır (40).

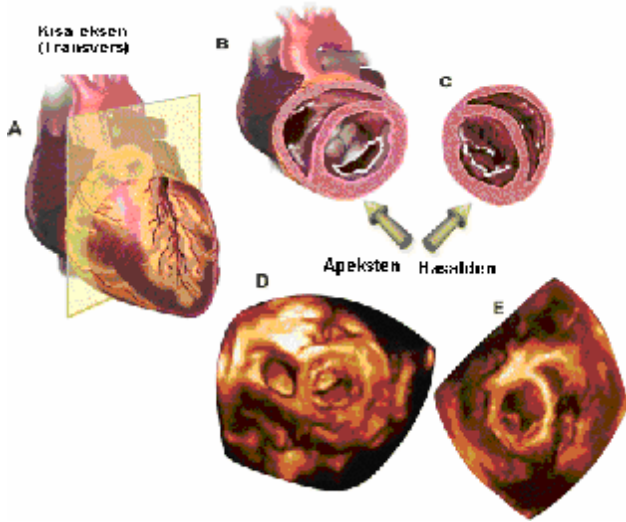
Uzun Eksen (Sagittal) Soldan Sağdan



Şekil 2.1.4 Sagittal kesitte (uzun eksen) kalbin soldan ya da sağdan görünüşü (40 no'lu kaynaktan alınmıştır).



Şekil 2.1.5 Oblik koronal (frontal) kesitte kalbin yukarıdan ve aşağıdan görünüşü (40 no'lu kaynaktan alınmıştır).



Şekil 2.1.6 Transvers (kısa eksen) kesitte kalbin bazaldan ya da apikalden görünüşü (40 no'lu kaynaktan alınmıştır).

3-B EKO ile elde edilen tam hacim görüntüsü, herhangi bir boyutta veya açıda dilimlenerek spesifik kardiyak yapılar daha iyi tanımlanabilir. Dilimleme işlemi sırasında üç standart ortogonal eksen dışında, istediğimiz herhangi bir açıda görüntüyü dilimlememize izin veren dördüncü bir eksen de kullanılmaktadır. Bu özellik, spesifik kalp bölgelerini göstermek için seçici dilimlemeyi sağlayarak, 3-B EKO'nun kabul edilebilirliğini ve uygulanabilirliğini artırmaktadır (17).

Gerçek zamanlı 3-B EKO görüntülerinde tek kesitte VSD'nin şeklini ve lokalizasyonunu göstermek mümkün olup VSD'nin en geniş ve en dar çapları ölçülebilmektedir (25). Gerçek zamanlı 3-B EKO ile defektin şekli gösterilebildiği gibi çevre dokularla olan ilişkisi de değerlendirilerek, defekt doğru olarak tanımlanabilmektedir (25).

2.2. VENTRİKÜLER SEPTAL DEFEKT:

2.2.1. Prevalans:

Ventriküler septal defekt (VSD), biküspit aort kapağı ve mitral kapak prolapsusundan sonra, 1000 canlı doğumda 2.5 prevalans ile en sık görülen doğuştan kalp hastalığıdır (1,2). Bazı defektlerin zaman içinde spontan kapanması nedeniyle erişkin yaşa gelindiğinde prevalansı azalmakla (41) birlikte, doğuştan kalp hastalıklarının yaklaşık %15-20'sini

oluşturur (42). Ventriküler septumda, bir veya daha fazla sayıda, bazen diğer doğuştan kalp hastalıkları ile birlikte görülebilir (1,2). Trisomi 13,18,21 gibi kromozomal sendromlarda VSD en sık görülen lezyon olmasına rağmen, VSD'li hastaların çoğunda (>%95) kromozom anomalileri gözlenmemektedir (41).

2.2.2. Patoloji:

VSD'nin morfolojisi ve yerleşimi, hastalığın seyrini, takibini ve tedavisini belirleyen önemli faktörlerdendir. VSD'nin morfolojik tiplerinin tanımlanmasında bir çok sınıflama kullanılmıştır. Bunlardan en çok kabul göreni Anderson ve ark.nın yaptığı sınıflama olup, Avrupa Pediatrik Kardiyoloji Derneği'nin (AEPC) 2000 yılında yayınladığı "Avrupa Pediatrik Kardiyak Kodu"nda da bu sınıflama benimsenmiştir (1,2).

VSD'leri morfolojik özelliklerine, ventriküler septumdaki yerleşim ve komşuluklarına göre yapılan sınıflandırmada defekte sağ ventrikülden bakıldığında görülen bulgular temel alınır. Buna göre VSD'ler, perimembranöz, müsküler ve "doubly-committed juksta-arteriyel" defektler olmak üzere üç ana gruba ayrılır (1,2) (Tablo 2.2.1-2.2.2).

Tablo 2.2.1. Ventriküler septal defektlerin interventriküler septumdaki konumlarına göre sınıflandırılması (Morfolojik sınıflandırma) (1 no'lu kaynaktan alınmıştır)

1. Perimembranöz ventriküler septal defekt

- Sağ ventrikül inletine açılan
- Sağ ventrikül outletine açılan
- Trabeküler septuma açılan

2. Müsküler ventriküler septal defekt

- Sağ ventrikül inletine açılan
- Sağ ventrikül outletine açılan
- Trabeküler septuma açılan

3. Doubly committed juksta-arteriyel ventriküler septal defekt

- Posteroinferior kenarı müsküler
- Posteroinferior uzanımı perimembranöz

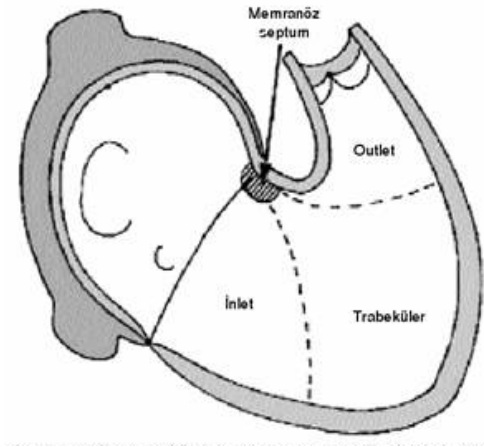
Perimembranöz ve müsküler VSD'ler, sağ ventrikülde açıldıkları yere göre, inlet, outlet ve trabeküler olarak sınıflandırılabilir (Şekil 2.2.1) (1,2).

Tablo 2.2.2’de başka bir kaynaktan alınan sınıflama görülmektedir (41).

Tablo 2.2.2. Ventriküler septal defektlerin sınıflaması (41 no’lu kaynaktan alınmıştır)

VSD SINIFLAMASI

1. Perimembranöz: En yaygın lokalizasyon,%80. Perimembranöz VSD’ler, sağ ventrikülde açıldıkları bölgeye göre inlet, outlet veya trabeküler olarak sınıflandırılırlar
2. Outlet: %5-7, pulmoner arterin hemen altında yer alır (Diğer adları: Suprakristal, konal, infundibuler, subpulmoner, “doubly committed” subarteryel)
3. İnlet: %5-8
4. Müsküler: %5-20
 - a. Midmüsküler
 - b. Apikal
 - c. Marjinal
 - d. “Swiss cheese” septum: Çoklu müsküler defekt



Şekil 2.2.1 Sağ ventrikülden inlet, outlet ve trabeküler kesimlerin görünüşü (1 no’lu kaynaktan alınmıştır).

1.Perimembranöz VSD: Ventriküler septal defektlerin yaklaşık %80’i perimembranöz yerleşimlidir (1,2). Sağ ventrikülden bakıldığında perimembranöz defektin postero-inferior kenarını aort, mitral ve triküspit kapak yaprakçıkları arası fibröz devamlılık bölgesi oluşturur; bu kenar da atriyoventriküler iletim dokusu ile yakın ilişki içindedir (1,2). Bir kenarıyla membranöz septuma yaslandığı için bu defekt “perimembranöz” VSD olarak isimlendirilir (1,2) (Şekil 2.2.2).



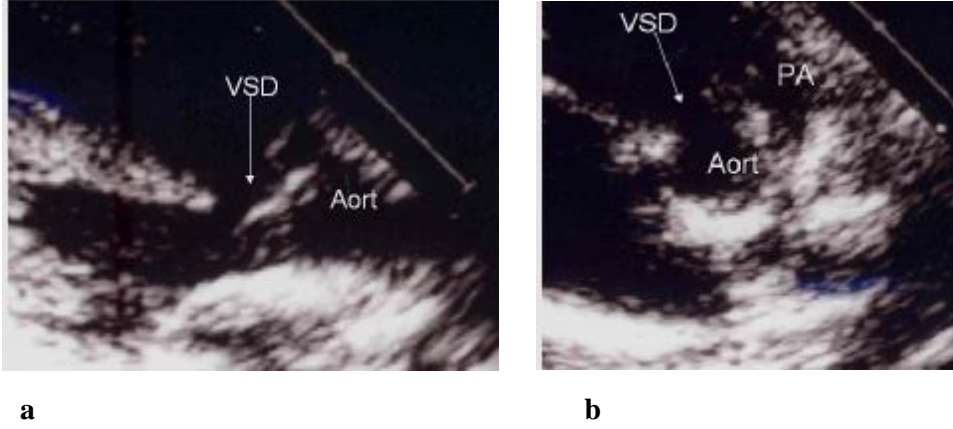
Şekil 2.2.2. Transtorasik 2-B EKO'da parasternal kısa eksen kesitinde perimembranöz VSD'nin görünümü. *TV: Triküspit kapak, VSD: Ventriküler septal defekt.*

a) Perimembranöz-inlet VSD: Sağ ventrikülün inletine açılan perimembranöz defektler, perimembranöz-inlet VSD olarak adlandırılır. Bu defekt triküspid septal yaprakçığının hemen altındadır (1,2) (Şekil 2.2.3).



Şekil 2.2.3. Transtorasik 2-B EKO'da apikal 4 boşluk kesitinde perimembranöz-inlet VSD'ningörünümü. *VSD: Ventriküler septal defekt.*

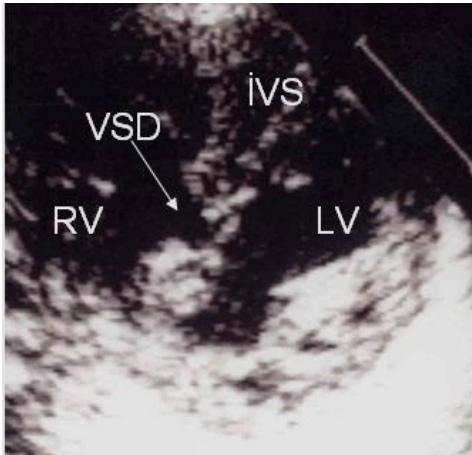
b) Perimembranöz-outlet VSD: Sağ ventrikül outletine açılan perimembranöz defektlerdir. Sol ventrikülün outleti aortun wedged pozisyonu nedeniyle sağ ventrikülün inletine açıldığından ve sağ ventrikül outletinin (subpulmoner müküler infundibulum) önemli bir kısmı da serbest duvarlı bağımsız bir yapı olduğundan, gerçek interventriküler septum niteliğindeki müküler outlet septum çok küçük bir alandır (1,2) (Şekil 2.2.4).



Şekil 2.2.4. Transtorasik 2-B EKO'da parasternal uzun eksen (a) ve parasternal kısa eksen (b) kesitinde perimembranöz-outlet VSD'nin görünümü. *Ao: Aort, PA: Pulmoner arter.*

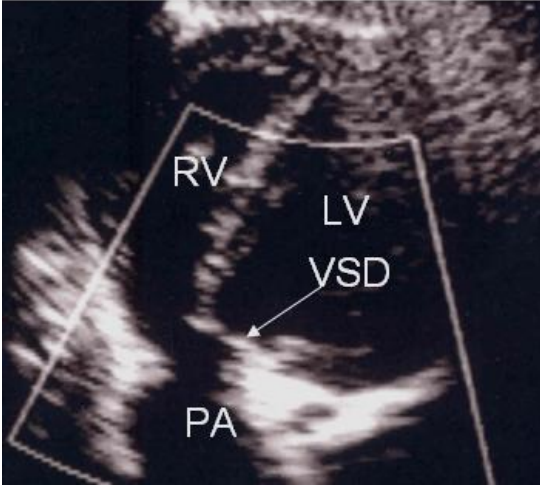
c) Perimembranöz-trabeküler VSD: Sağ ventrikül trabeküler kesimine açılan perimembranöz defektlerdir. Bunlar küçük, yarık şeklinde defektler olup, ender görülürler; çoğunlukla konfluen defektlerin bir parçasıdır (1,2).

2. Müsküler defektler: Sağ ventrikülden bakıldığında kenarları tamamen müsküler dokudan oluşan bu defektler, sağ ventrikülden açıldıkları bölgeye göre inlet, outlet veya trabeküler olarak sınıflandırılırlar. VSD'lerin %5-20'sini oluştururlar (1,2) (Şekil 2.2.5).



Şekil 2.2.5. Transtorasik 2-B EKO'da parasternal kısa eksen kesitinde müsküler VSD'nin görünümü. *İVS: İnterventriküler septum, LV: Sol ventrikül, RV: Sağ ventrikül, VSD: Ventriküler septal defekt.*

3. Doubly committed juksta-arteryel defektler: Genel olarak VSD'lerin % 5-7'sini oluşturmakla birlikte Orta Asya ve Uzak Doğu Ülkelerinde % 30'unu oluşturabilmektedir. Outlet septumun tam yokluğuyla karakterize, üst kenarını fibröz devamlılık içindeki aort ve pulmoner kapakların oluşturduğu VSD'lerdir (1,2). "Doubly committed" juksta-arteryel defektlerde mürküler outlet septum gelişememiş olup defekt mürküler subpulmoner infundibulumun olması gereken yerdedir. Bu nedenle, doubly committed VSD'lerin özelliği olarak, defektin tavanını fibröz devamlılık gösteren aort ve pulmoner kapak yaprakçıkları oluşturmaktadır (1,2) (Şekil 2.2.6).



Şekil 2.2.6. Transtorasik 2-B EKO'da subkostal kesitte doubly committed juksta-arteryel VSD'nin görünümü. *LV: Sol ventrikül, PA: Pulmoner arter, RV: Sağ ventrikül, VSD: Ventriküler septal defekt.*

2.2.3. Fizyoloji:

VSD'li hastaların klinik durumunu belirleyen etkenlerin başında defektin anatomik boyutu gelmektedir. Küçük ya da orta genişlikteki defektlerde, defektin yapısı itibariyle soldan sağa şant miktarı nispeten azdır. Ancak geniş defektlerde, VSD'den soldan sağa geçişe engel olan temel bir etken olmadığı için şant miktarı fazla olup soldan sağa şant büyük oranda sistol sırasında oluşur, perimembranöz ve outlet yerleşimli defektlerde de şantın yönü pulmoner arter çıkış yolu içine doğrudur (41).

VSD'lerde soldan sağa şant miktarını sistemik ve pulmoner dolaşım dirençleri de etkilemektedir. Yenidoğan döneminde pulmoner vasküler basıncın yüksek olması VSD'den soldan sağa olan geçişi sınırlar. Daha sonra küçük mürküler pulmoner arterlerde,

kalın müsküler medial tabaka incelerek lümen çapı artar ve vasküler direnç azalır; sağ ventrikül basıncı 5-10 gün içinde normal seviyeye ulaşmaya başlar (41).

Küçük VSD'lerde, soldan sağa şant miktarı az olup sağ ventrikül basıncı normaldir ve sol ventrikül iş yükünde artış yoktur. şant miktarı, doğrudan defektin çapı ile ilişkili olarak, az olduğu için de pulmoner arter basıncında artış gözlenmez (41,42). Orta genişlikteki VSD'lerde ise şant miktarı fazla olabileceği için pulmoner arter basıncında yükselme olabilir (41).

Geniş defektlerde yaşamın ilk aylarında pulmoner vasküler direncin düşmesi ile soldan sağa şant miktarı artar. Artmış volüm yükü nedeniyle, sol atriyum basıncı yükselerek pulmoner venöz hipertansiyon gelişir. Kalbin sol tarafına dönen kan miktarının artması ile sol atriyum, sol ventrikül genişler ve sol ventrikül kitlesi artar. Ayrıca artmış pulmoner kan akımı akciğer damarlarını zedeleyerek, pulmoner vasküler yatakta adventisya tabakasında kalınlaşmaya, medial hipertrofiye, intimal hasarlanmaya ve sonuç olarak pulmoner vasküler obstrüktif hastalık gelişmesine neden olabilir (41,42).

Orta genişlikte veya büyük VSD'ler için sağ ventrikül sistolik basıncı sistemik basıncın % 70-85'ine gelene kadar intrakardiyak soldan sağa şant devam eder. Bu durumda sol ve sağ ventrikül arası basıncı farkı da yaklaşık 15-30 mmHg arasında saptanır (41).

2.2.4. Klinik:

2.2.4.1. yk ve Fizik Muayene:

Küçük defektler süt çocukluğu döneminde iyi tolere edilerek beslenme, büyüme ve gelişme bu durumdan etkilenmez; olgular asiyanotiktir. Soldan sağa şant miktarı az olduğu için bu hastalarda kalp yetersizliği ve pulmoner hipertansiyon gelişmez. Genellikle farklı bir nedenden dolayı yapılan fizik muayene esnasında tespit edilen kardiyak üfürüm nedeniyle teşhis edilirler. Bu tür defektlerde tek risk endokardit gelişme ihtimali olup, bu ihtimal de 2 yaşından önce son derece düşüktür. Küçük VSD'li çocuklarda üfürüm, doğumdan 1-6 hafta sonra, pulmoner vasküler direncin düşmesi ile duyulmaya başlar. Fizik muayenede görünüm, kalp hızı ve prekordiyal aktivite normal olup üfürüm sol alt sternal bölgede 3-5/6 şiddetinde holosistolik, sert karakterde duyulur ve tril palpe edilebilir. Küçük VSD'li hastalarda kapakların sesi normal olup, outlet VSD'li çocuklarda üfürüm ve tril sol 2. interkostal aralıktaki veya suprasternal çentikte saptanabilir. Müsküler VSD'li çocuklardaki üfürüm ise yumuşak karakterde olup sistol ortasında kesilen bir özelliğe sahiptir (41,42).

Orta büyüklükte veya geniş VSD'li çocuklarda kalp yetmezliği ve pulmoner konjesyon bulguları ilk haftalarda ortaya çıkabilir. Başlangıç semptomları artmış solunumsal efor ile birlikte taşipne, artmış sempatik tonusa bağlı aşırı terleme ile taşikardi ve beslenirken çabuk yorulmadır. Solunum yolu enfeksiyonu yokluğunda, kardiyovasküler sisteme bağlı oluşan solunumsal yakınmalar muhtemelen, hafif ya da orta derecede artmış pulmoner venöz basınç ve pulmoner ödem nedeniyle azalmış akciğer kompliyansına bağlıdır. Bu tür hastalarda boy genellikle normal olup, düşük vücut ağırlığı gözlenir. Prekordiyal aktivite artarak hem sağ (parasternal) hem sol ventrikülün (apikal) üzerine yayılır. Kalbin sol tarafına pulmoner venler ile dönen kan miktarının artması ile sol ventrikülün volüm yükü artar ve hiperdinamik prekordiyum baskın olmaya başlar. Şant miktarı ne kadar fazlaysa pulmoner hipertansiyon gelişimi de o kadar hızlı olur. Pulmoner basınç arttıkça her iki ventrikül arasındaki basınç farkı azalarak VSD'ye ait üfürüm giderek şiddetini kaybeder. Kısa sistolik, yumuşak, düşük frekanslı bir hale gelir ve S2'nin şiddeti artar (M,P). Bazı çocuklarda doğumdan sonraki ilk haftalarda pulmoner vasküler dirençte düşme olmayabilir ve buna bağlı olarak soldan sağa şant miktarı azdır. Yüksek debili kalp yetmezliği gözlenmeyen bu çocuklarda altta yatan tabloyu hafif dereceli kliniğin maskeleyesi nedeniyle sessiz bir şekilde pulmoner hipertansiyon gelişebilir (41).

VSD'li hastalarda süt çocukluğu döneminde siyanoz gözlenmesi, VSD'den çok diğer konjenital kalp hastalıklarına işaret eder. Süt çocukluğu döneminden sonra ortaya çıkan siyanoz ise artmış pulmoner vasküler direnç ile birlikte tersine dönmüş (sağdan sola) şanta veya sıkı pulmoner darlığa işaret eder (41).

Eisenmenger sendromu, VSD ile birlikte pulmoner dirençte belirgin yükselme ve sağdan sola şant ile karakterize bir durumdur. Bu durum geniş defektlerde doğumdan itibaren başlayarak ilk 2 yaş içinde gelişebilir. Geniş VSD ve eşlik eden pulmoner hipertansiyon çocukluk döneminde genellikle iyi tolere edilir. Siyanoz ve nefes darlığı çocukluk döneminde belirgin değildir, kötüleşme genellikle adolesan dönemde başlar. Pulmoner hipertansiyona bağlı siyanozun en erken görüldüğü yaş 2-3 yaş olup sağdan sola şant belirgin olduğunda istirahatte de siyanoz görülebilir. Bu hastalarda fizik muayenede VSD'ye bağlı duyulan üfürüm kaybolur, pulmoner yetersizliğe bağlı erken diyastolik üfürüm duyulabilir, ikinci sesin şiddeti artar ve tek duyulur (41).

2.2.4.2. Tamsal Değerlendirme:

EKG: Küçük VSD'lerde elektrokardiyogram (EKG) normaldir. Orta genişlikteki VSD'lerde sıklıkla sol ventrikül yüklenmesi ve hipertrofisi bulguları gözlenirken, her iki

ventrikülde de yüklenme ve hipertrofi bulguları ortaya çıkabilir. Geniş VSD'lerde ise sağ ventrikül hipertrofi bulguları ön planda olup artmış pulmoner kan akımına ve genişlemiş sol atriyauma bağlı olarak bifazik P dalgaları görülebilir. Eisenmenger sendromu geliştiğinde sol ventrikül hipertrofi bulguları ile sol atriyum dilatasyon bulguları kaybolur (41,42).

Telekardiyografi: Küçük VSD'lerde kalp gölgesi ve pulmoner vaskülarite normaldir. Orta genişlikteki VSD'lerde kardiyomegali ve pulmoner vaskülaritede artma gözlenir. Kalp gölgesi sol ventrikülün genişlemesine bağlı olarak aşağı ve sola doğru genişlemiş olup lateral filmde de sol atriyal genişleme gözlenir (41,42).

Geniş VSD'lerde Eisenmenger sendromu geliştiğinde kardiyomegali geriler, ana pulmoner arter konusu belirginleşir, akciğer periferinde pulmoner vaskülerite azalır, sola ve arkaya yer değiştirmiş olan apeks, sağ ventrikül hipertrofi bulgusu olarak öne ve ortaya doğru yönelir (41,42).

Ekokardiyografi: 2-B EKO, Doppler ve renkli akım haritalaması ile birlikte tüm VSD'lerin lokalizasyonunun ve boyutlarının belirlenmesinde kullanılır. Doppler ekokardiyografi ile sağ ventrikül ve pulmoner arter basıncı ve her iki ventrikül arasındaki basınç farkı saptanır. Ayrıca 2-B EKO ile sol atriyum ve sol ventrikül boyutları ölçülerek şant volümü hakkında bilgi edinilir (41).

2-B EKO ile defekt çapı diyastolde ölçülmeli, değişik kesitlerde elde edilen değerlerin en geniş dikkate alınmalıdır. En geniş değer ölçüldüğü kesit VSD'nin şekline (oval veya yarımay şeklinde olabilir), interventriküler septumun farklı düzlemlerden oluşan yapısı itibarıyla defektin septumdaki yeri ve uzantısına göre değişecektir (1,2). Renkli Doppler ile VSD akım çapı türbülant akımın diverjans göstermeye başladığı noktanın öncesinde ölçülerek iki boyutlu EKO ölçümleri kontrol edilmiş olur. Ventriküler septal defekt çap ölçümlerinin standardizasyonunda vücut yüzey alanı veya ağırlık kullanılmalıdır. Çıkan aort çapı, geniş VSD'lerde normalden geniş, orta ve küçük VSD'lerde normal bulunduğundan, VSD çapı aort çapına göre değerlendirilmemelidir (1,2).

Klinik ve hemodinamik bulgularla ekokardiyografik defekt çapı ölçümleri korele edilerek, VSD'ler küçük, orta ve geniş olarak sınıflandırılabilir. Vücut yüzey alanına endekslenen VSD çapı, bir yaşın altında ≤ 10 mm/m², bir-altı yaşta ≤ 9 mm/m², >6 yaşta ≤ 5 mm/m² olan defektler küçük; üç ayın altında ≥ 20 mm/m², üç ay-altı yaş arasında ≥ 16 mm/m², >6 yaşta ≥ 9 mm/m² olan defektler geniş kabul edilir (1,2,43).

Transtorasik ekokardiyografi gibi transözofajiyal ekokardiyografi (TÖE) de özellikle prekordiyal EKO görüntülerinin yeterli olmadığı durumlarda, VSD morfolojisi ve kardiyak fonksiyonların incelenmesinde önemli bir tekniktir. Transtorasik EKO'da iyi görüntü elde edilemiyorsa TÖE yapılarak VSD daha iyi görüntülenebilir (1). Doppler ile akım hızları, basınç gradiyentleri, sağ ventrikul ve pulmoner arter basınçları, pulmoner/sistemik akımlar oranı gibi hemodinamik incelemelerde, transtorasik EKO, TÖE'de kullanılan transdüser frekanslarının yüksek olması ve çoğu planda akıma paralel düşülememesi nedeniyle TÖE'ye üstündür. Eşlik eden atriyoventriküler kapak "straddling"i, aort kapak prolapsı, sol ve sağ ventrikül çıkış yolu obstrüksiyonlarının veya kompleks lezyonların değerlendirilmesinde ise TÖE transtorasik EKO'dan daha değerli bilgiler vermektedir (1).

TÖE'nin konjenital kalp hastalıklarında en çok kullanıldığı alanlar girişimsel ve cerrahi tedavi işlemlerinin öncesi olup, işlem münitorizasyonunda da çoğunlukla TÖE kullanılmaktadır (44). TÖE münitorizasyonu işlem esnasında yol gösterici olup, ventriküler septal defektin cerrahi olarak kapatılması sırasında da TÖE ile rezidüel VSD veya başka müsküler VSD olup olmadığı değerlendirilebilmektedir (1). TÖE'nin bu alanda TTE'ye üstünlüğü, işlemi aksatmadan sürekli münitorizasyon yapılabilmesi, steril alana temas etmemesi, görüntü kalitesinin de daha iyi olmasıdır (44).

TÖE özellikle posteriyor yapıların değerlendirilmesinde, atriyal anatomi, interatriyal komünikasyonlar, pulmoner ve sistemik venöz dönüş, atriyoventriküler bileşke ve atriyoventriküler kapakların ince yapısı, sol ve sağ ventrikül çıkış yolları, ana ve sağ pulmoner arter, proksimal koroner arterler, paravalvar kaçaklar, atriyal switch operasyonları sonrası atriyal baffle kaçak veya obstrüksiyonları, Fontan dolaşımında obstrüksiyon, Fontan fenestrasyonları, ventriküloarteriyel konduitler, kompleks malformasyonlar ve intrakardiyak trombüsün değerlendirilmesinde TTE'ye üstündür; ekstrakardiyak yapılar, distal pulmoner arterler, cerrahi şantlar, aortopulmoner kollateral damarların gösterilmesinde yetersizdir (44).

Manyetik Rezonans Görüntüleme: Ultrasonik olarak görüntü alınamadığı (bu durumda ilk tercih TÖE) ve kompleks lezyonların eşlik ettiği durumlarda (Aort koarktasyonu, kesintili aortik ark anomalisi gibi) kullanılabilir (41).

Kardiyak Kateterizasyon: Kardiyak kateterizasyon ile tanısal olarak defektin sayısı, şant miktarı, pulmoner/sistemik akımlar oranı, sağ ventrikül basıncı, pulmoner arter basıncı, pulmoner vasküler rezistans, eşlik eden anomaliler belirlenir. Ayrıca uygun defektler tedavi açısından transkateter olarak kapatılabilir (41).

Günümüzde VSD'de kalp kateterizasyonu ve anjiyografi, yalnızca kompleks anatominin değerlendirilmesi, pulmoner vasküler obstrüktif hastalık şüphesinin kesinleştirilmesi ve transkateter girişimsel tedavi için gerekli hale gelmiştir (1). Eğer pulmoner vasküler direnç yüksek ise pulmoner vasküler yatağın cevabını test etmek için de çeşitli ajanlar kullanılarak (Oksijen, nitrik oksit, iloprost, adenozin gibi) kardiyak kateterizasyon uygulanmaktadır (41).

2.2.4.3. Tedavi:

Medikal Tedavi: Küçük VSD'li çocukların prognozu iyi olup bu tür VSD'ler medikal ya da cerrahi tedavi gerektirmez. Orta genişlikte ya da büyük VSD'si olan çocuklarda konjestif kalp yetmezliği gelişebilir, konjestif kalp yetmezliği geliştiğinde de medikal tedavi (Digoksin, furosemid, enalapril) başlanmalıdır. Bu tür hastalarda solunum yolu enfeksiyonları, anemi ve aort yetmezliği semptomların ağırlaşmasına veya tekrarlamasına yol açan durumların başında gelmektedir. Çoğu hastada süt çocukluğu döneminden sonra konjesyon bulguları düzelir ve bu dönemden sonra da kalp yetmezliği sıklığı azalır (41,42).

Defekti kapatılmayan geniş VSD'li hastalarda pulmoner vasküler obstrüktif hastalık gelişir. Operasyon şansını kaybetmiş bu hastalarda da semptomatik tedavi (antikonjestif tedavi, flebotomi, oksijen gibi) ihtiyacı olup seçilmiş hastalarda akciğer veya kalp-akciğer transplantasyonu uygulanabilir (41).

Cerrahi Tedavi: Cerrahi tedavide tek aşamalı düzeltmede mortalite %3'ün altındadır. Pulmoner arter bantlama operasyonu ise geniş VSD'li küçük çocuklarda, çok sayıda VSD'si olan hastalarda, atriyoventriküler kapak anomalileri gibi eşlik eden patolojiler varlığında, 1960 ve 1970'li yıllarda popüler olmuş bir yöntem olup günümüzde daha çok tek aşamalı düzeltme uygulanmaktadır (41).

Cerrahi tedavi endikasyonlarının başında; süt çocukluğu döneminde kontrol edilemeyen kalp yetmezliği ya da tekrarlayan akciğer enfeksiyonları, pulmoner hipertansiyon gözlenen geniş defektler (<1-2 yaş), büyük çocuklarda pulmoner akım/sistemik akım oranının >2 olduğu defektler, aort yetmezliği ve aort kapak prolapsı varlığı gelir (41).

Transkateter Tedavi: Son yıllarda uygun hastalarda uygulama sıklığı giderek artan, başarılı bir tedavi yöntemidir (26). VSD'de tedavi alanındaki bu gelişmeler nedeniyle tedavi yaklaşımının (cerrahi/kateter) belirlenmesinde ve işlem öncesinde VSD'nin tariflenmesinde daha detaylı bilgi verebilen görüntüleme tekniklerine olan talep artmıştır (7,45,46). Girişimsel tedavi öncesi ekokardiyografik değerlendirme, anatominin aydınlatılması, endikasyonların gözden geçirilmesi ve hasta seçiminde bu nedenle önemli hale gelerek(44), ekokardiyografi VSD'nin transkateter yolla kapatılmaya uygun olup olmadığının değerlendirilmesi, kullanılacak en uygun cihazın seçimi, defektin transkateter yolla kapatılması sırasında işlemin monitorizasyonu ve işlem sonrasında sonucun değerlendirilmesi amacıyla en sık kullanılan yöntem olmuştur (44).

Günümüzde girişimsel tedaviye yardımcı ekokardiyografi yöntemlerinin başında transtorasik ekokardiyografi, transösefajiyal ekokardiyografi, intrakardiyak ekokardiyografi ve üç boyutlu ekokardiyografi gelmektedir (44). Prekordiyal ekokardiyografi görüntülerinin yetersiz olduğu hastalarda işlem öncesi TÖE şart olup 3-B EKO VSD'lerin konum, şekil ve boyutlarını, komşu yapılarla ilişkilerini en iyi değerlendirebilen yöntemdir; transkateter yolla kapatılacak VSD'lerin işlem öncesi incelenmesinde değerlidir (44). Gerçek zamanlı 3-B EKO ile VSD'nin morfolojisi, komşu dokularla ilişkisi iyi bir çözünürlükte derinlik algısı ile daha net gösterilerek yeterli anatomik tanımlama yapabilmekte; VSD'nin preoperatif tanımlanmasında, perkütan transkateter veya cerrahi yolla kapamada planlama aşamalarında (22,23,24,26) ve işlem sonrası değerlendirmede (44) kullanılmaktadır. Üç boyutlu EKO girişim öncesi ve sonrası incelemelerde başarıyla uygulanmasına rağmen, değerlendirme için ek sürenin gerekli olması nedeniyle bugün için girişimsel tedavi aşamasında kullanıma uygun değildir (44).

2.3. VENTRİKÜLER SEPTAL DEFEKTLERDE ÜÇ BOYUTLU EKOKARDİYOĞRAFİ:

Günümüzde 2-B EKO konjenital kalp defektlerinin saptanmasında, saptanan defektlerin morfolojik-hemodinamik özelliklerinin değerlendirilmesinde kullanılan en güvenilir noninvasiv tanı yöntemidir. 2-B EKO'nun, renkli Doppler ve akustik kontrast teknolojisi de kullanıldığı klinik üstünlüğü daha da artmaktadır (3). 2-B EKO VSD'de kalp kateterizasyonu ve anjiyografi gereksinimini sınırlandırmış, rutin preoperatif

değerlendirmede kalp kateterizasyonu gereksinimini ortadan kaldırmıştır. Günümüzde VSD’de kalp kateterizasyonu ve anjiyografi, yalnızca kompleks anatominin değerlendirilmesi, pulmoner vasküler obstrüktif hastalık şüphesinin kesinleştirilmesi ve transkateter girişimsel tedavi için gerekli hale gelmiştir (1). Noninvaziv olması, zaman ve maliyet açısından uygun oluşu, ameliyathanede ve yoğun bakımda yatak başı kullanılabilmesi gibi büyük avantajları olmasına rağmen, tanısal anlamda bazı yetersizlikler taşımaktadır (3).

VSD’nin ekokardiyografik değerlendirmesi sadece septumda deliğin varlığını göstermeyi içermez. İdeal değerlendirme defektin kesin lokalizasyonunu, morfolojisini, çapını ve kalbin içindeki dokularla ilişkisini (örneğin triküspit kapak ve aort kapağı) içermelidir (4,5,6). Ancak 2-B ekokardiyografik değerlendirmede kalpteki kesit sayısının sınırlı olması nedeniyle(7,8,9,10), VSD’nin uzaysal özelliklerini belirlemek zordur (11).

2-B EKO, defektleri belirli planlarda elde edilen iki boyutlu görüntülerle gösterir. Değerlendiren kişi de, atrial ve ventriküler septal defektlerin üç boyutlu kompleks anatomisini mental becerisini kullanarak iki boyutlu görüntülerde canlandırmaya çalışır (12). Bu nedenle 2-B EKO görüntüleriyle elde edilen boyut ve morfoloji, gerçek anatomik boyut ve morfolojiden farklı olabileceği için septal defektin şekli ve yapısı doğru olarak değerlendirilemeyebilir (12).

Bu konudaki önemli gelişme 3-B EKO’nun klinik kullanıma girişi olmuştur (13). Zor ve zaman alıcı görüntü elde edebilme özelliği, artefaktlara bağlı kötü görüntü kalitesi ve elde edilen görüntüleri üç boyutlu veri seti haline getirme aşamaları nedeniyle başlangıçta yavaş bir gelişme göstermiştir (13). Gerçek zamanlı tekniğin mevcut olmaması ve değerlendirme süresinin uzun olması bu tekniğin kullanımını başlangıçta sınırlandırmış (11), çocuklardaki küçük kalp yapısı ve yüksek kalp hızı da görüntü elde edilmesini zorlaştıran bir faktör olmuştur (14).

Son iki dekatta 3-B EKO ile ilgili teknolojik açıdan büyük gelişmeler olmuştur (13). Gerçek zamanlı 3-B EKO’da, matriks dizili transdüser kullanımı (15,16) ve üç boyutlu probun küçültülmesi ile daha iyi görüntü elde edilmesi sağlanıp çevrim içi (“online”, eko cihazı üzerinde) ölçümün de zamanla oluşturulması (17) bu tekniğin kullanılabilirliğini arttırmıştır. Klinik incelemeler ve araştırmalar, görüntü kaydında ve bilgisayar işleme teknolojisindeki büyük ilerlemeler ile sınırlılıkların üstesinden gelinmeye çalışılmıştır. Artan klinik deneyimle kalbin anatomisi ve fonksiyonu daha net değerlendirilebilir hale gelmiş, klinik uygulamalardaki yelpazesi de giderek genişlemiştir (13). Klinikteki uygulama alanları kompleks konjenital kalp hastalıklarının değerlendirilmesi,

atriyoventriküler kapak yapısının ayrıntılı incelenmesi, prostetik kapaklarda paravalvüler kaçak yerlerinin saptanması, kapak yetersizliği ve şant volümlerinin hesaplanması, kalp kontraksiyonlarının, duvar hareketlerinin incelenmesi, ventrikül boyutlarının ve volümlerinin hesaplanması şeklinde sıralanabilir (13). 3-B EKO'nun belki de en fazla heyecan uyandıran uygulama alanı doğumsal kalp hastalıkları olup (47), bu alandaki (atriyal, ventriküler ve atriyoventriküler septal defektler) uygulama sıklığı ve kalitesi giderek artmaktadır (13).

Gerçek zamanlı 3-B EKO'nun en büyük avantajı, VSD'yi karşıdan ("en face") görüntüleme imkanını sunmasıdır. Bu görünüm, sağ ventrikülden VSD'nin spesifik özelliklerini belirlememizi sağlar, değişik defektlerdeki değişik anatomiyi gösterir (18,19,20). Defektin morfolojisi ve uzaysal oryantasyonunu göstermede kesintisiz sunum sağlar (14). Cerrahi yaklaşımda, VSD sağ atriyal veya sağ ventriküler yaklaşımla kapatıldığı için üç boyutlu EKO ile elde edilen bu veriler önemli olup, 2-B EKO ile yapılan değerlendirmede sağ ventrikül tarafından interventriküler septumun bu önemli görüntüsünü elde etmek mümkün değildir (48).

Gerçek zamanlı 3-B EKO ile kardiyak siklus boyunca, septal defektin dinamik yapısı görüntülenerek, septal defektin doğası daha ayrıntılı değerlendirilebilir (18,21). Elde edilen morfolojik bilgi, 2-B EKO ile elde edilen hemodinamik ölçümler ile birlikte kullanılabilir (14). 3-B EKO'da, tam hacimli veri setleri üzerinden yapılan incelemelerle doğumsal anomalilerin tanısal sürecindeki duyarlılığın arttığı (49,50), elde edilen ölçüm değerlerinin cerrahi bulgular ile korele olduğu gösterilmiştir (12). 3-B EKO'nun VSD'lerde kardiyak kateterizasyon gereksinimini daha da azaltabileceği düşünülmektedir.

Cerrahi tedavi planlanan VSD'li hastalarda defektin çapı, şekli, lokalizasyonu ve komşulukları önemli (51) olup son zamanlarda VSD'lerin transkateter yolla da kapatılmaya başlanması (22,23,24) nedeniyle hasta seçiminde, özellikle farklı açılardan defektin morfolojisi, çapı ve komşu dokularla ilişkilerinin değerlendirilmesi daha da önemli hale gelmiştir. İki boyutlu transtorasik ekokardiyografi (TTE) ve transösefajiyal ekokardiyografi (TÖE) ile VSD'nin tanısı konularak gerekli ölçümler yapılabilir. Ancak 2-B EKO ile defekt cepheden görüntülenemez, çevre dokularla ilişkileri ve morfolojisi 3-B EKO ile yapılan değerlendirme kadar ayrıntılı belirlenemez (51). Bu noktada gerçek zamanlı 3-B EKO, defektin anatomisini ve boyutlarını, uzaysal ilişkilerini daha net ortaya koyarak, VSD'li hastalarda tedavi (cerrahi ya da transkateter) aşamalarında optimal planlamayı sağlayabilir (14). Bu parametrelerin önemi bilinerek yapılan hem 2-B hem de

transtorasik 3-B EKO ile elde edilen verilerle, girişimsel tedavi uygulanacak hastaların seçilebileceği Acar ve ark. tarafından da belirtilmiştir (52,53).

Gerçek zamanlı 3-B EKO, VSD'nin anatomik özelliklerini, komşu dokularla ilişkisini iyi bir çözünürlükte, derinlik algısı ile net gösterebilmektedir (25). 3-B EKO ile, VSD'nin transkateter kapama kararını verme, preoperatif çapını ve şeklini belirleme ve postoperatif rezidüel defektin yerini ve çapını tanımlama daha optimal hale gelmiştir (54). Bu nedenle 3-B EKO'nun girişimsel tedaviye uygun hastaları seçmede büyük faydasının olacağı (55,56,57) ve hatta hasta seçiminde öncelik teşkil edebileceği belirtilerek (12), preoperatif ayrıntılı tanımlama, transkateter kapamada hasta seçimi ve uygulama için klinik kullanımda giderek önem kazandığı gösterilmiştir (22,23,24,26). 3-B EKO ile elde edilen verilerin cerrahi bulgularla karşılaştırıldığında, 2-B EKO ile elde edilen verilere göre daha korele olduğu görülmüş, septal defektleri göstermede üç boyutlu EKO'nun iki boyutlu EKO'ya göre daha üstün olduğu belirtilmiştir (26,27).

Müktipl defektler, anevrizma formasyonu gösteren VSD'ler ve trabeküler septumun 2/3 alt kesiminde yerleşik müküler VSD'lerde 2-B EKO ve renkli doppler ile yapılan analizlerde duyarlılığın düşük olduğu, triküspit dokuları ile gizlenen VSD'lerde yapılan değerlendirmenin yanıltıcı olabildiği bilinmektedir (1,2,43). Triküspit kapak bazen kalınlaşır, hareketsiz hale gelebilir (58), özellikle perimembranöz VSD'ler triküspit yaprakçıkları ve/veya ventriküler septal anevrizma dokuları ile saklanmış olabilir. Bu durumda VSD'lerin sağ ventrikül tarafından görüntülenmesi zor olabilir (59). 3-B EKO ile yapılan değerlendirme sırasında sağ ventrikülün serbest duvarı gibi, triküspit yaprakçıkları ve ventriküler septal anevrizma dokusu da, dijital ortamda kesilerek veya bu dokuların olmadığı yeni kesit alanları oluşturularak VSD tümüyle görüntülenerek, sağ ventrikülotomiyle elde edilecek cerrahi görüntü elde edilebilir. Bu şekilde defektin morfolojik yapısı, şekli ve ventriküler septumdaki uzanımı daha ayrıntılı tanımlanabilir (25).

Gerçek zamanlı 3-B EKO ile konjenital kalp defektlerinin daha ayrıntılı değerlendirilebilmesi nedeniyle, 3-B EKO'nun operasyon sırasında da kardiyak yapıları göstermede kullanılabilirliği öne sürülmüştür (25). Özellikle gerçek zamanlı 3-B TÖE probunun geliştirilmesi ile 3-B EKO'nun işlem sırasında kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Ancak yarı invaziv oluşu, yoğun sedasyon ve hasta monitörizasyonu

gerektirmesi, değerlendirme için ek sürenin gerekli olması (28) nedeniyle klinik kullanımı sınırlıdır (60,61).

Sonuç olarak 2-B EKO ile karşılaştırıldığında, 3-B EKO'nun tanısal anlamda ek bilgiler sağlayabileceği, özellikle konjenital kalp defektlerinde tanı, izlem ve tedavi aşamalarında kullanılabilceği görölmektedir (13). Noninvaziv olması, yapısal kalp hastalığı olan hastalarda 2-B EKO'ya göre gerçek morfolojik yapıyı dinamik bir şekilde gösterebilmesi en büyük avantajları olup, zaman içinde klinik kullanımdaki kısıtlılıkların (zor ve zaman alıcı görüntü elde edebilme özelliği, artefaktlara bağlı kötü görüntü kalitesi ve elde edilen görüntüleri üç boyutlu veri seti haline getirme aşamaları, gerçek zamanlı tekniğin mevcut olmaması, değerlendirme süresinin uzun olması, çocuklardaki küçük kalp yapısı ve yüksek kalp hızı nedeniyle görüntü elde edilmesinin zor olması) oğunun üstesinden gelinmiş olması da diğer önemli avantajlarını oluşturmaktadır (17). Yeni gelişmeler ışığında artan klinik uygulamalarla birlikte 3-B ekokardiyografi VSD'lerde en uygun tanısal görüntüleme araçlarından biri olacaktır (13).

3. GEREÇ VE YÖNTEM:

3.1. ARAŞTIRMA YERİ, TARİHİ ve SÜRESİ

Araştırma Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Pediatrik Kardiyoloji Bilim Dalı'nda Eylül 2010- Nisan 2011 tarihleri arasında prospektif olarak yapıldı. Çalışma Hasta Hakları Yönetmeliği'ne ve etik kurallara uygun olarak, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'ndan onay alınarak gerçekleştirildi.

3.2. ÇALIŞMAYA ALINMA KRİTERLERİ

Pediatrik Kardiyoloji Bilim Dalı polikliniğinde değerlendirilen ve/veya izlenen VSD'li hastalar araştırmaya dahil edildi. Çalışma yaş aralığı 1 ay-18 yaş olan 37 hasta üzerinde gerçekleştirildi. Araştırmaya alınan hastaların iki boyutlu transtorasik ekokardiyografi (2-B TTE) ile yapılan değerlendirmesinde yapısal kalp hastalığı olarak VSD saptanan hastalar, gerçek zamanlı üç boyutlu transtorasik ekokardiyografi (3-B TTE) ile değerlendirildi. Eşlik eden yapısal kalp hastalıkları (Fallot tetralojisi, çift çıkımlı sağ ventrikül, aort koarktasyonu gibi) çalışmamıza engel oluşturmadı.

3.3. ÇALIŞMADAN ÇIKARILMA KRİTERLERİ

Araştırmaya alınan hastalarda, elde edilen görüntülerin yetersiz olması dışında çalışmadan çıkarılmaya neden olacak durum olmadı.

3.4. ÇALIŞMANIN İÇERİĞİ

Analitik özelliği olan araştırmada veriler prospektif olarak toplandı. Hastaların yaşı, cinsiyeti, vücut ağırlığı ve boyu kaydedildi.

3.4.1. EKOKARDİYOĞRAFİK DEĞERLENDİRMELER

a. 2-B ekokardiyografik değerlendirmeler: Philips iE 33 Ultrason Sistemi ve S 5-1, S 12-4 problar kullanıldı. İki boyutlu EKO değerlendirmesinde:

1. Bazal değerlendirme (tanı ve olası eşlik edebilecek diğer patolojiler açısından) yapıldı,
2. VSD lokalizasyonu ve sayısı tespit edildi,
3. En geniş VSD çapı ölçülerek elde edilen bilgiler kaydedildi.

Diagnostik transtorasik değerlendirme Amerikan Ekokardiyografi Topluluğu'nun önerileri doğrultusunda (iki boyutlu EKO, Doppler dalga, renkli haritalama) yapıldı (62).

b. 3-B ekokardiyografik değerlendirmeler: Gerçek zamanlı (canlı) üç boyutlu ekokardiyografik değerlendirmede Philips iE 33 Ultrason Sistemi ve X 7-2 matriks dizili transdüser kullanıldı. Elde edilen gerçek zamanlı üç boyutlu görüntüler cihazın hafızasına kaydedilerek farklı bir zamanda üç boyutlu ekokardiyografik değerlendirme yapıldı. Her hasta için görüntülerin elde edilme süresi, çekim sırasındaki kalp hızı ve üç boyutlu ekokardiyografik değerlendirme süreleri ayrı ayrı not edildi. Üç boyutlu ekokardiyografik değerlendirmede:

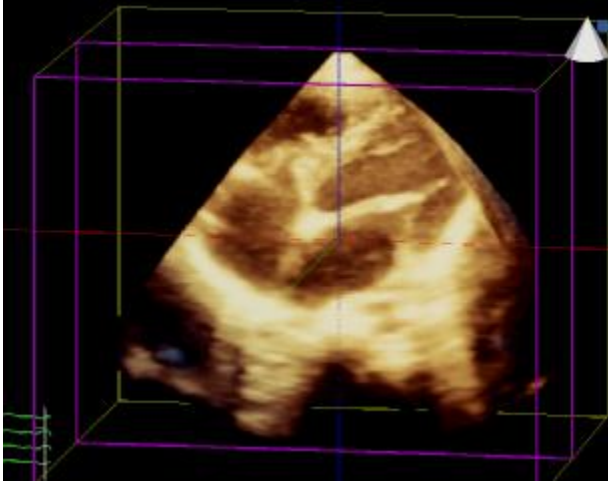
1. VSD'nin sağ ventrikül tarafından görünüşü, şekli ve yerleşimi değerlendirildi,
2. VSD'nin lokalizasyonu ve sayısı tespit edildi,
3. VSD'nin en geniş (diyastol sonu) ve en dar (sistol sonu) çapı ile alanı kalp siklusu göz önünde bulundurularak, ayrı ayrı hesaplandı,
4. VSD'nin komşu dokularla olan ilişkilerine (triküspit kapak ile ilişki ve uzaklık, aort kapağına uzaklık) bakılarak, aortun dekstropozisyon gösterdiği hastalarda, dekstropozisyon derecesi değerlendirildi.

3-B ekokardiyografi ile VSD'nin görünüşü ve şekli sağ ventrikül tarafından değerlendirilebildiği gibi aynı şekilde sol ventrikül tarafından da değerlendirilebilmektedir. Çalışmamızda sağ ventrikül tarafından, cerrahi yolla elde edilecek görüntü ortaya çıkarılarak, VSD ölçümleri de yine bu görüntüler üzerinden yapıldı.

Verilerin toplanmasında, Nanda ve arkadaşlarının "3-B Ekokardiyografi Değerlendirme Protokolü"nden yararlanıldı (40). Elde edilen ekokardiyografik görüntüler, canlı (gerçek zamanlı) üç boyutlu ve tam hacimli $60^{\circ} \times 30^{\circ}$ kek biçiminde, daha net uzaysal oryantasyon ve morfolojik tanımlama yapabilmemize olanak veren, derinlik algısının olduğu ham görüntülerdi. 3-B EKO veri seti (ham görüntüler), DICOM formatında cihazın hafızasında depolanarak gerektiğinde tekrar kullanmak amacıyla hafızadan CD'ye taşındı. Elde edilen görüntüler, çekim aşamasından farklı bir zamanda, cihazın bilgisayar sisteminde mevcut olan QLAB Gelişmiş Nicellendirme Yazılımı ile, EKO makinası üzerinde değerlendirildi.

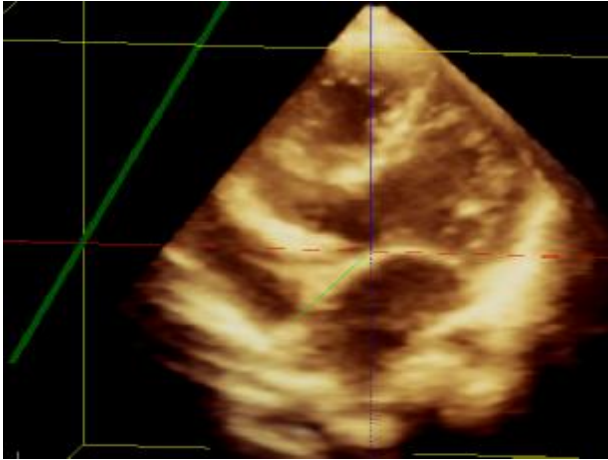
3.4.2. ÜÇ BOYUTLU GÖRÜNTÜLERİN ANALİZİ

3-B EKO ile elde edilen tam hacimli görüntüler, herhangi bir boyutta veya açıda dilimlenerek spesifik kardiyak yapılar incelendi. Çalışmada bu dilimleme işlemi, birbirini dik kesen farklı renklerle (yeşil, mavi, kırmızı) kodlanan üç ortogonal eksenin olduğu entegre bir yazılım sistemi ile gerçekleştirildi (Şekil 3.4.1-3.4.2-3.4.3).



Şekil 3.4.1. Birbirini dik kesen, farklı renklerle (yeşil, mavi, kırmızı) kodlanmış üç ortogonal eksenin görünümü (16 no'lu olgu).

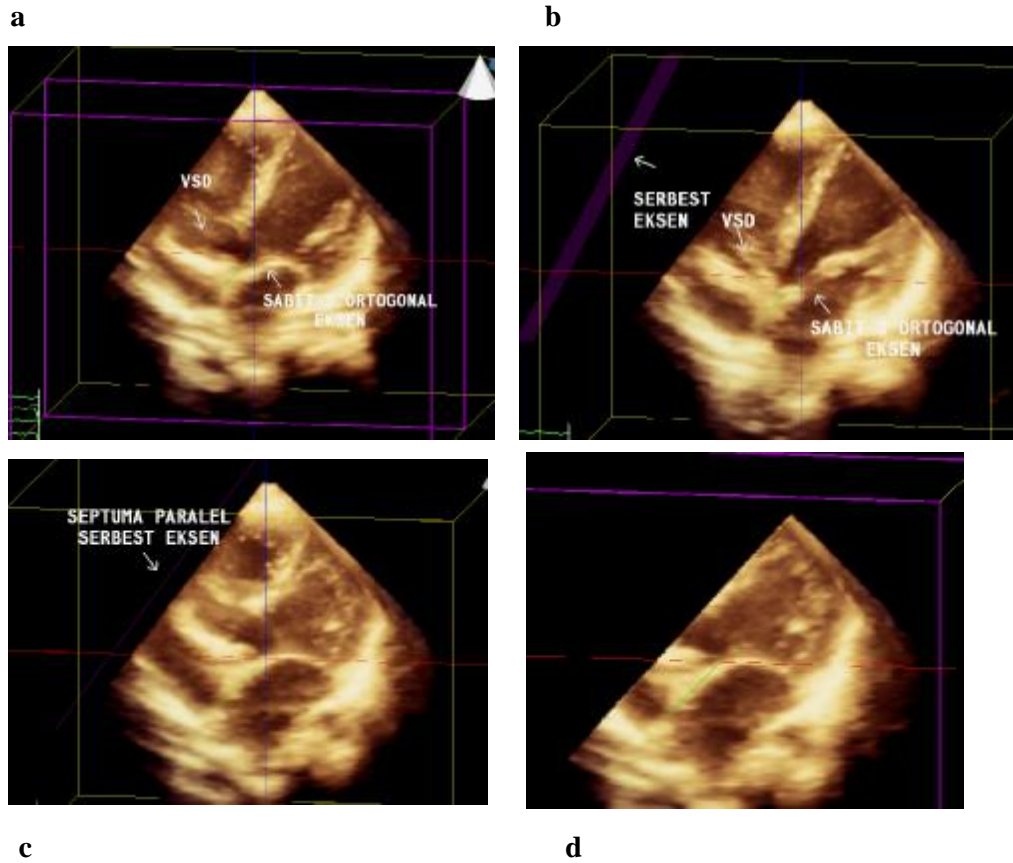
Çalışmamızda üç ortogonal aks dışında, görüntüyü istenilen oblik bir açıda dilimlememize izin veren dördüncü bir aks kullanıldı (Şekil 3.4.2-3.4.3). Bu özellik, spesifik kardiyak yapıları göstermek için seçici dilimlemeyi sağlayarak, 3-B EKO'nun kabul edilebilirliğini ve uygulanabilirliğini arttırdı. Birbirini dik kesen eksenlerden farklı bir eksenle yer alan intrakardiyak yapıları değerlendirme imkanı sağladı. Bu şekilde 3-B EKO görüntülerinde tek kesitte VSD'nin şeklini ve lokalizasyonunu göstermek mümkün oldu.



Şekil 3.4.2. Üç ortogonal sabit eksen ile sağ ventrikül serbest duvarını septuma paralel kesmemizi sağlayan dördüncü oblik kesme düzlemi. Serbest eksen görüntünün solunda, yeşil renkle kodlanmış olarak izlenmektedir (22 no'lu olgu).

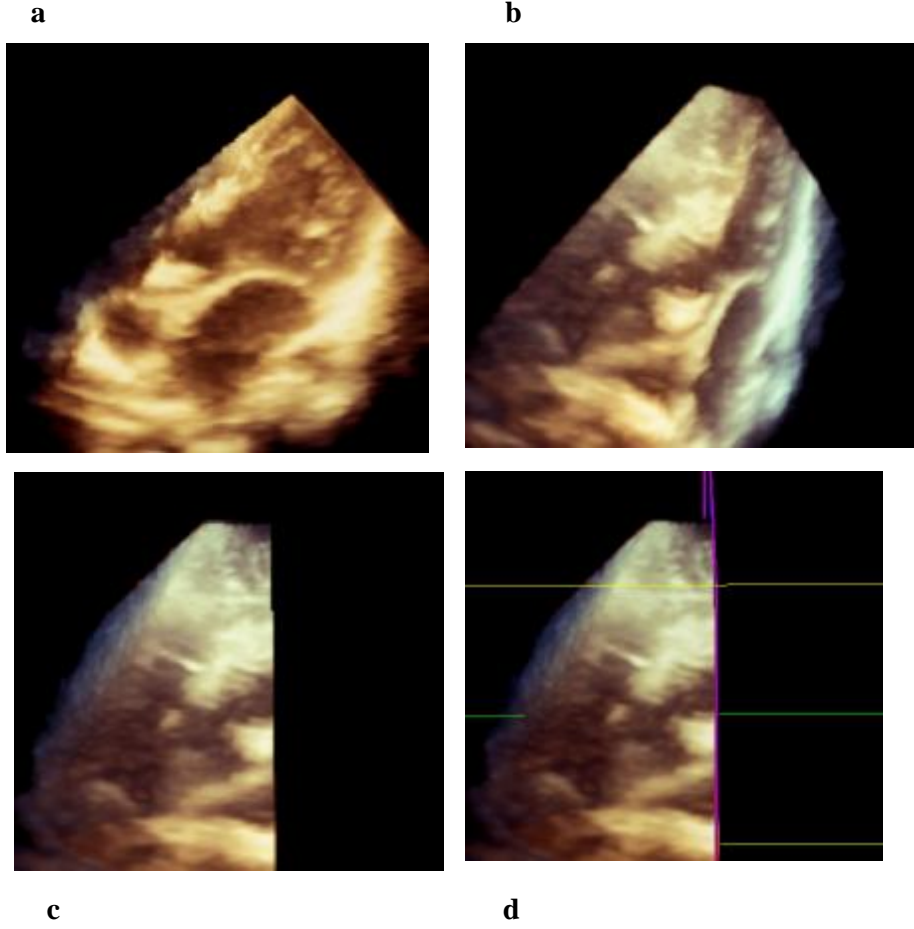
3.4.2.1. VSD'nin Sağ Ventrikül Tarafından Görüntüsünün Elde Edilmesi ve Lokalizasyonunun Değerlendirilmesi:

Çalışmamızda EKO makinasının hafızasına kaydedilen, apikal 4 boşluk, apikal 5 boşluk, parasternal kısa eksen ve parasternal uzun eksen kesitlerinden alınan tam hacimli “full volume” görüntüler değerlendirme aşamasında tekrar açıldı. Uygun değerlendirme yapabileceğimiz görüntüler seçildi. VSD'nin karşıdan görünüşünü elde etmek için daha çok apikal 4 veya 5 boşluk kesitlerinden elde edilen görüntüler, lokalizasyonunu belirlemek için apikal 4 boşluk, apikal 5 boşluk, parasternal kısa eksen ve parasternal uzun eksen kesitlerinden elde edilen görüntüler kullanıldı. Daha sonra üç ortogonal sabit eksen ile (Şekil 3.4.3a,b,c) istediğimiz açıda dilimleme işlemi gerçekleştirdiğimiz serbest eksenin (Şekil 3.4.3b,c) bulunduğu program seçildi. Serbest eksen ile sağ ventrikülün serbest duvarı, sağ ventrikül kavitesi seçici olarak dilimlenerek septal dokunun önündeki yapılar ortadan kaldırıldı (Şekil 3.4.3d).



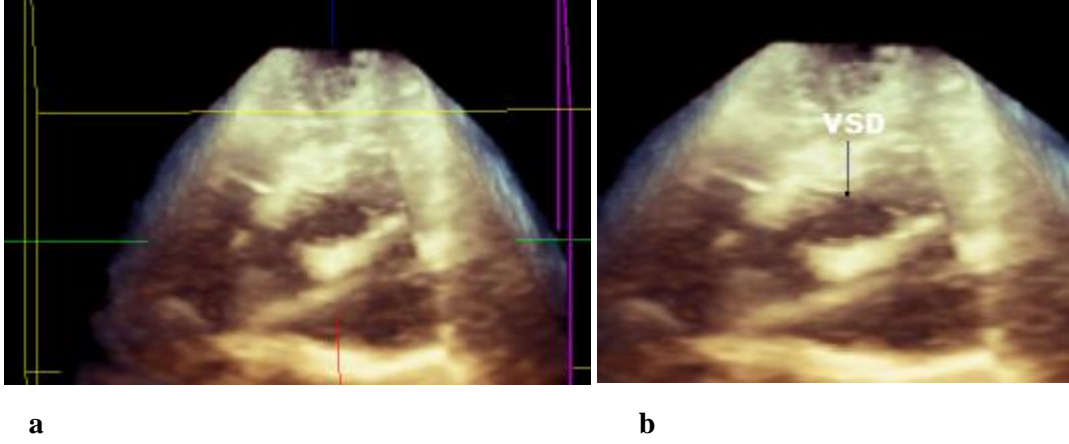
Şekil 3.4.3. Sağ ventrikül tarafından VSD'nin görüntülenme aşaması. Üç ortogonal sabit eksen (a) ile istediğimiz açıda dilimleme işlemi gerçekleştirdiğimiz serbest eksenin (b,c) görünümü. Serbest eksen ile sağ ventrikül serbest duvarının ve sağ ventrikül kavitesinin seçici olarak dilimlenmiş hali (d) (22 no'lu olgu). VSD: Ventriküler septal defekt.

Elde edilen görüntüye, septum sağ ventrikül tarafından görülebilecek (“en face”) şekilde rotasyon uygulandı (Şekil 3.4.4a,b,c). Daha sonra septumun tamamı görülebilecek şekilde, sabit yeşil renk ile kodlanan eksen üzerinde septal dokunun tamamlanma aşamasına geçildi (Şekil 3.4.4d).



Şekil 3.4.4. Sağ ventrikül tarafından VSD'nin görüntülenme aşaması. Sağ ventrikül serbest duvarı septuma paralel kesildikten sonra rotasyon aşamaları (a,b,c). Rotasyon uygulanan görüntüde septumun tamamlanma aşaması (d) (22 no'lu olgu).

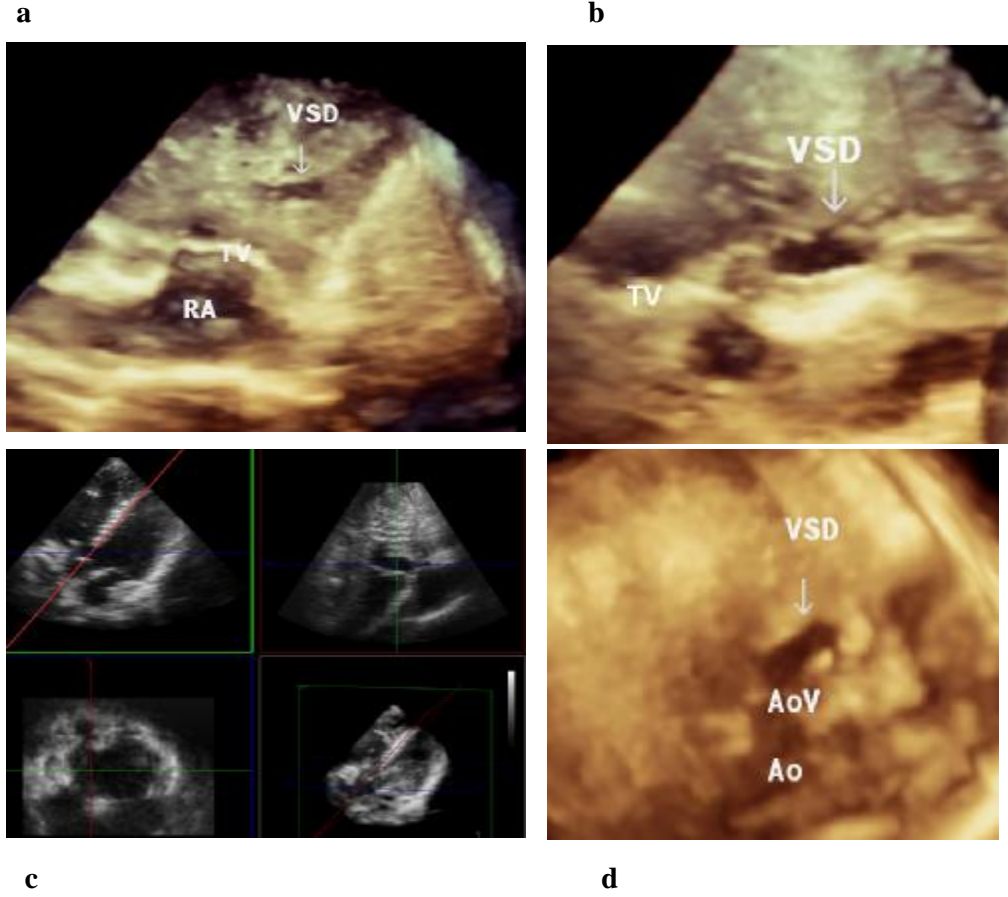
Bu şekilde septal doku tamamlanarak VSD'nin sağ ventrikül tarafından görüntüsü elde edildi. İnterventriküler septumu karşımıza alacak şekilde rotasyon uygulanmış görüntüde, septum tamamlandıktan sonra VSD'nin görünümü şekil 3.4.5'te gösterilmiştir.



Şekil 3.4.5. Sağ ventrikül tarafından VSD'nin görüntülenme aşaması. Septum tamamlandıktan sonra VSD'nin kesme eksenlerinin olduğu programda görünümü (a), VSD'nin kesme eksenlerinin olduğu programdan çıkıldıktan sonraki karşıdan görünümü (22 no'lu olgu). *VSD: Ventriküler septal defekt.*

Gerçek zamanlı 3-B EKO ile elde edilen piramidal hacim “full volume”, defektin en iyi görüntüsünü elde edebilmek için yukarıda ayrıntılı olarak bahsedilen teknikler yardımı ile dilimlendi. Elde edilen görüntüler gerçek zamanlı ve tam hacimli olup uzayda döndürülebilmekteydi. Bu şekilde 3-B ekokardiyografik değerlendirmede, intrakardiyak yapılar farklı yönlerden görüntülenerek VSD'lerin yerleşim yerleri, komşulukları değerlendirildi, 2-B EKO ile elde edilemeyen VSD'lerin sağ ventrikül tarafından (cerrahi bakış açısı) görüntüleri (Şekil 3.4.5, 3.4.6, 3.4.7, 3.4.8, 3.4.13d, 3.4.15c) elde edildi. 3-B EKO ile elde edilen lokalizasyon bulguları, 2-B EKO ile elde edilen lokalizasyon bulguları ile karşılaştırıldı.

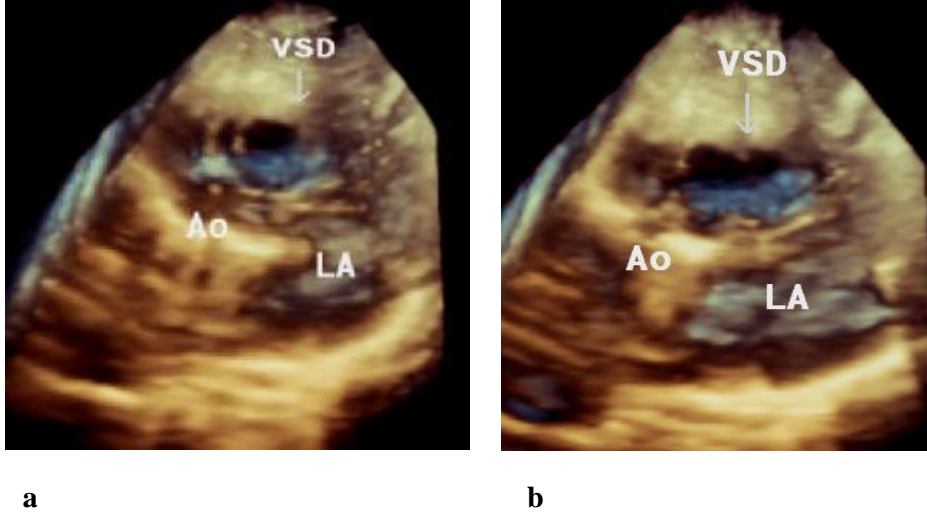
Çalışmamızda VSD'lerin morfolojik tiplerinin tanımlanmasında en çok kabul gören ve Avrupa Pediatrik Kardiyoloji Derneği'nin (AEPC) benimsediği Anderson ve ark.nın sınıflaması kullanıldı (1,2).



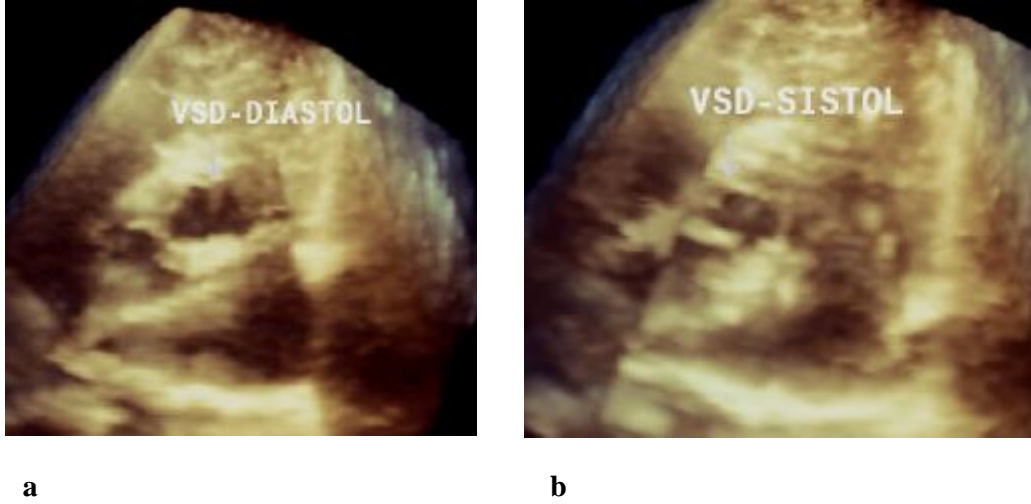
Şekil 3.4.6. Sağ ventrikül tarafından elde edilen görüntülerde farklı VSD lokalizasyonları. a) mürsküler VSD (13 no'lu olgu), b) perimembranöz VSD (28 no'lu olgu), c) perimembranöz outlet VSD, Q LAB'ta (27 no'lu olgu), d) perimembranöz outlet VSD, karşıdan görünüş (9 no'lu olgu). Ao: Aort, RA: Sağ atriyum, TV: Triküspit kapak, VSD: Ventriküler septal defekt.

3.4.2.2. VSD'nin Kantitatif Analizi:

Sağ ventrikül tarafından görüntülenen VSD'nin sistolik ve diyastolik fazda karşıdan görüntüleri elde edildi (Şekil3.4.7, 3.4.8).

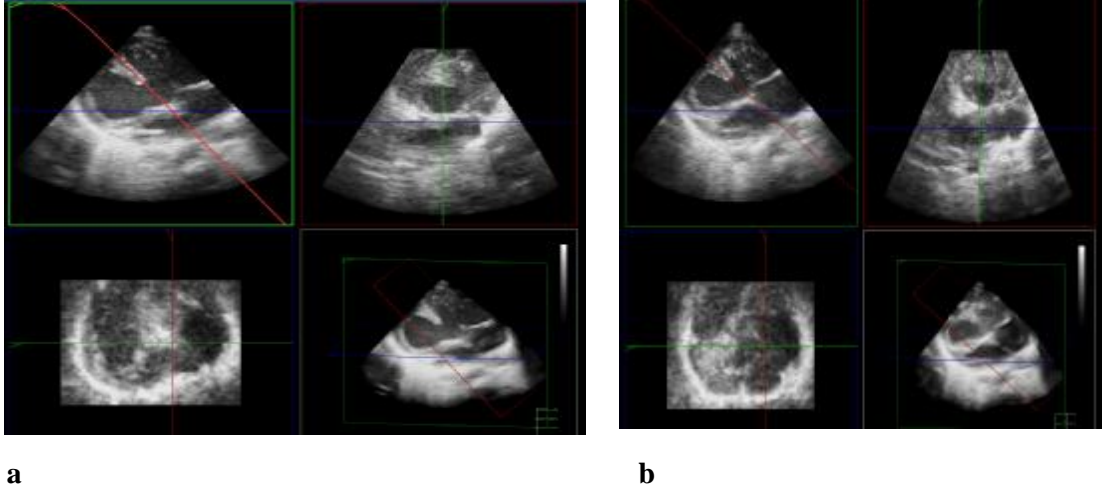


Şekil 3.4.7. VSD'nin sistolik (a) ve diyastolik (b) fazlarda sağ ventrikül tarafından görünüşü (29 no'lu olgu). Ao: Aort, LA: Sol atriyum, VSD: Ventriküler septal defekt.



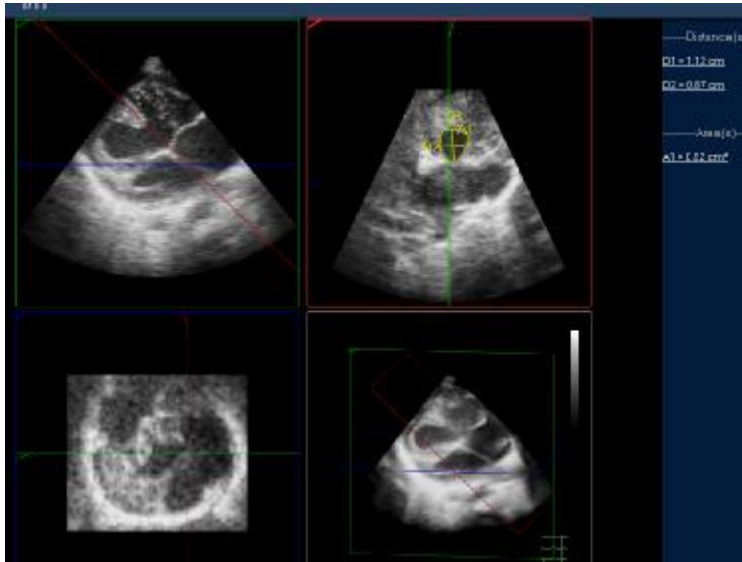
Şekil 3.4.8. VSD'nin diyastol sonu (a) ve sistol sonu (b) sağ ventrikül tarafından görünüşü (22 no'lu olgu). VSD: Ventriküler septal defekt.

Sağ ventrikül tarafından görüntülenen VSD'nin sistolik ve diyastolik fazda karşıdan görüntüleri Q LAB programında da değerlendirildi (Şekil 3.4.9).

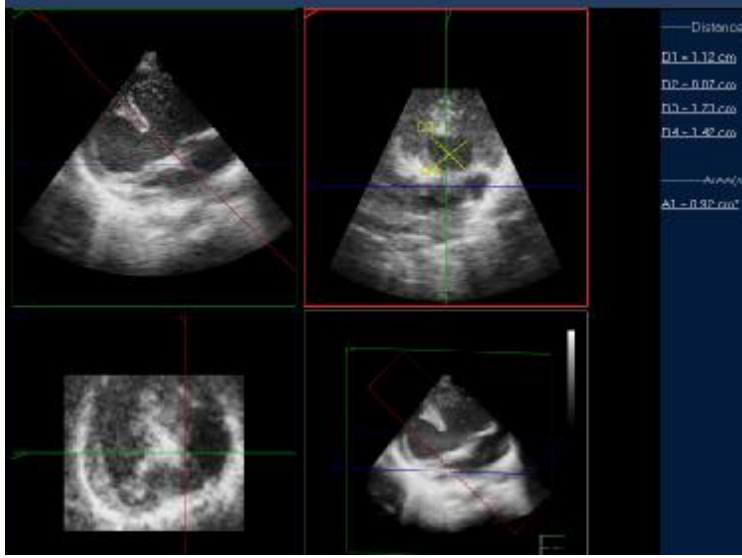


Şekil 3.4.9. VSD'nin Q LAB programında görünümü. Diyastol sonu görünümü (a), sistol sonu görünümü (b) (12 no'lu olgu).

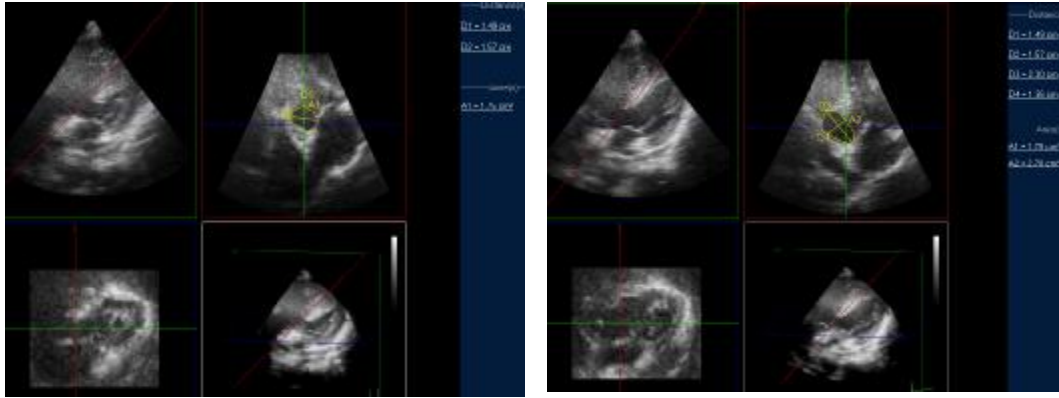
VSD'lerin oluşturulan 3-B EKO görüntüleri Q LAB analiz programına taşınıp karşıdan görünüşleri değerlendirildikten sonra, sistol ve diyastol sonunda en geniş olduğu anda uzun ve kısa eksen çapları ölçüldü. Sistol ve diyastol sonu defekt alanları hesaplandı (Şekil 3.4.10,3.4.11,3.4.12). İşlem sırasında elektrokardiyografik parametreler (P,QRS,T) görülemediği için sistolik ve diyastolik fazlar atriyoventriküler kapakların durumuna göre belirlendi.



Şekil 3.4.10. Q LAB analiz proramında VSD'nin sistol sonu ölçümleri. Q LAB'da defektin sistol sonu en geniş olduğu anda uzun ve kısa eksen çapları ile alanının ölçümü (12 no'lu olgu).



Şekil 3.4.11. Q LAB analiz proramında VSD'nin diyastol sonu ölçümleri. Q LAB'da defektin diyastol sonu en geniş olduğu anda uzun ve kısa eksen çapları ile alanının ölçümü (12 no'lu olgu).



a

b

Şekil 3.4.12. Q LAB analiz proramında VSD'nin sistol sonu (a) ve diyastol sonu (b) ölçümleri (21 no'lu olgu).

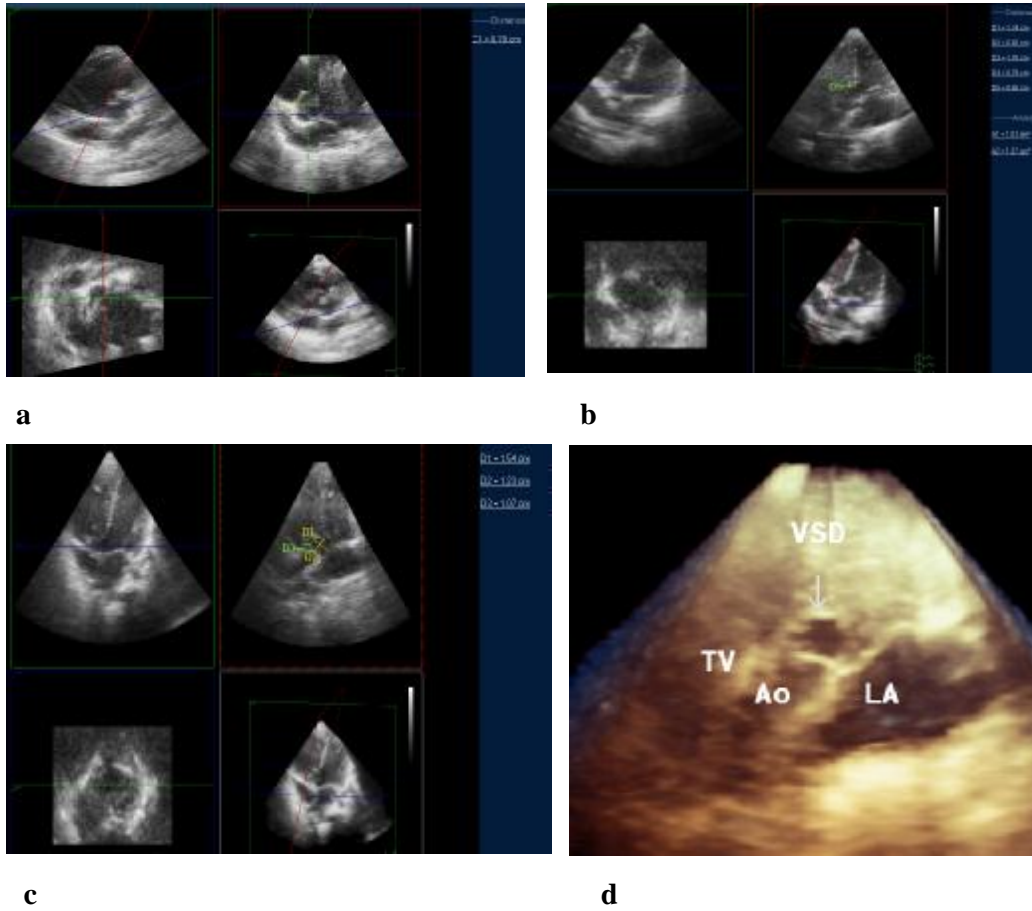
VSD'lerin 2-B EKO ile elde edilen diyastol sonu en geniş çap değerleri, 3-B EKO görüntülerinin analizi ile elde edilen diyastol sonu en geniş çap değerleri ile karşılaştırılarak, aradaki korelasyon değerlendirildi. VSD'lerin 2-B EKO ile elde edilen diyastol sonu en geniş çap değerleri, 3-B EKO görüntülerinin analizi ile elde edilen sistol sonu ve diyastol alan değerleri ile de karşılaştırılarak aradaki korelasyona bakıldı.

VSD'lerin 3-B EKO ile elde edilen sistol sonu ile diyastol sonu en geniş çap değerleri karşılaştırılarak aradaki korelasyona bakıldı. Aynı değerlendirme VSD'lerin sistol sonu ile

diyastol sonu en geniş alan değerleri karşılaştırılarak da yapıldı. Bu şekilde VSD'lerin kalp siklusundaki dinamik değişiklikleri değerlendirildi.

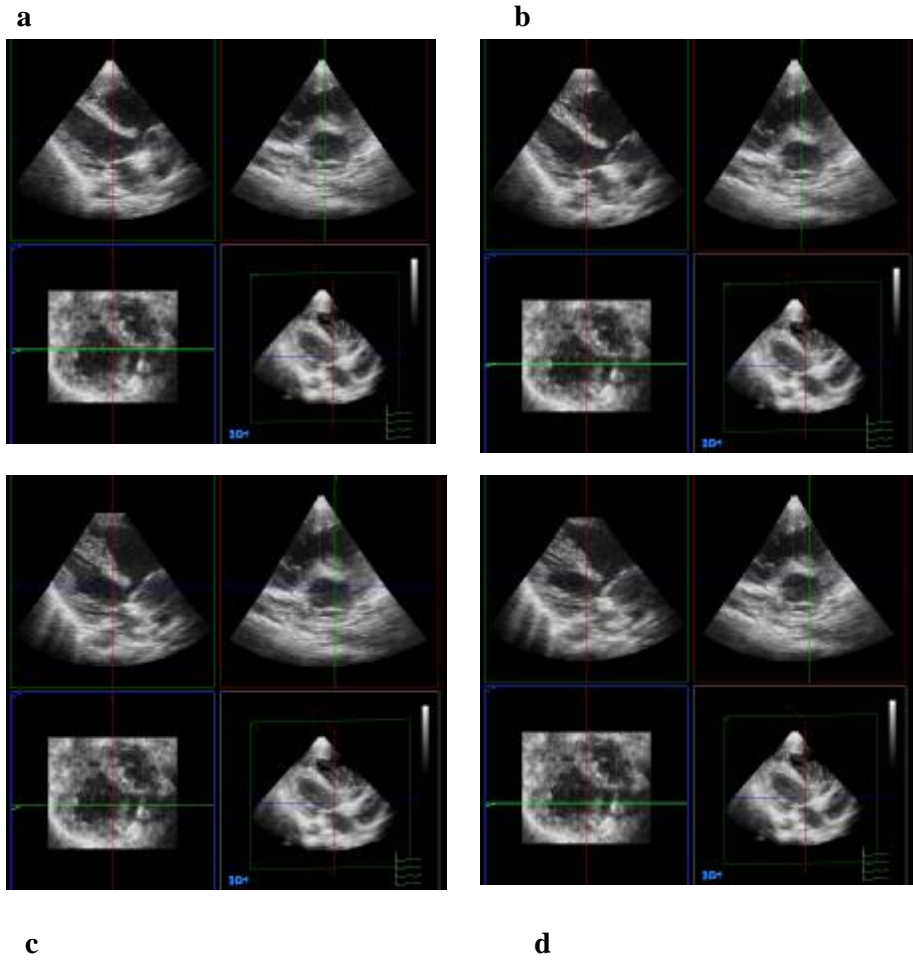
3.4.2.3. VSD'nin Komşu Dokularla İlişisinin Değerlendirilmesi:

Perimembranöz VSD'lerin septumdaki yerleşimi ve komşu dokularla ilişkisi sağ ventrikül tarafından elde edilen görüntülerde değerlendirildi. Perimembranöz VSD'lerin triküspit kapak ve aort kapağı ile olan ilişkilerine bakılarak (Şekil 3.4.13d), aradaki mesafeler VSD'lerin ölçümünde olduğu gibi, Q LAB analiz programında gerçek zamanlı 3-B EKO ile analiz edildi (Şekil 3.4.13a,b,c). Triküspit kapak ile VSD arası mesafenin ölçümü sırasında triküspit kapak kenarı, cerrahi bakış açısı ile septal yaprakçığın septuma tutunma yeri olarak belirlendi.



Şekil 3.4.13. VSD'nin komşu dokularla olan ilişkisinin değerlendirilmesi. VSD'nin triküspit kapak (a-c) ve aort kapağı (d) ile ilişkisinin değerlendirilmesi, VSD'nin aort kapağı ve triküspit kapak ile olan komşuluğu (d). a) 31 no'lu olgu, b) 8 no'lu olgu, c) 3 no'lu olgu, d) 3 no'lu olgu. Ao: Aort, LA: Sol atriyum, TV: Triküspit kapak, VSD: Ventriküler septal defekt.

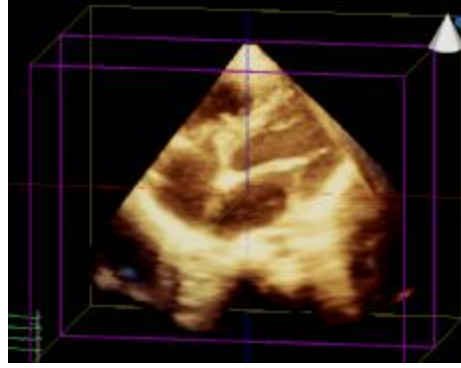
Aortun dekstropozisyon gösterdiği hastalarda, dekstropozisyon dereceleri parasternal uzun eksen kesitinden elde edilen görüntülerde değerlendirildi. Seçilen parasternal uzun eksen görüntüsü işlemden geçirilmeden Q LAB analiz programına taşındı. Görüntünün sol alt küçük karesindeki yeşil eksen (Şekil 3.4.14) hareket ettirilerek kalbin öne doğru kesitleri oluşturuldu. Görüntünün sol üst küçük karesinde aşama aşama VSD ve aort ilişkisi, oluşturulan kesitlerde gösterildi (Şekil 3.4.14). Elde edilen bulgular 2-B EKO'daki dekstropozisyon bulguları ile karşılaştırıldı.



Şekil 3.4.14. 3-B EKO ile aortun dekstropozisyonunun değerlendirilmesi. Şekilde a'dan d'ye gidildikçe kalpte arkadan öne doğru oluşturulmuş kesitler ve bu kesitlerde görüntünün sol üst köşesindeki küçük karelerde VSD-Aort ilişkisi görülmektedir (23 no'lu olgu).

VSD'nin triküspit yaprakçıkları ve/veya ventriküler septal anevrizma dokuları ile saklanmış olduğu hastalarda sağ ventrikülün serbest duvarı gibi, triküspit yaprakçıkları ve

ventriküler septal anevrizma dokusu da dijital ortamda kesilerek veya bu dokuların olmadığı yeni kesit alanları oluşturularak VSD tümüyle görüntülendi. Defektin morfolojik yapısı, şekli ve ventriküler septumdaki uzanımı tanımlandı (Şekil 3.4.15). Böylelikle, defektin cerrahi yaklaşım esnasında sağ ventrikülden, anevrizma dokuları uzaklaştırıldığında ortaya çıkacak olan görüntüsü elde edildi.



a



b

c

Şekil 3.4.15. Triküspit yaprakçıkları ile örtülü olan VSD'nin, 3-B EKO ile anevrizma dokuları uzaklaştırıldıktan sonra görüntülenmesi. Triküspit yaprakçıkları ile örtülü VSD (a), aynı hastada VSD'nin Q LAB'ta (b) ve sağ ventrikül tarafından görünüşü (c) (16 no'lu olgu). Ao: Aort, LA: Sol atriyum, VSD: Ventriküler septal defekt.

3.5. İSTATİSTİKSEL ANALİZ:

Çalışma sonunda elde edilen veriler SPSS istatistik programında değerlendirildi. Sayısal değerler ± 2 SD (standart deviasyon) ile ifade edildi. Değişkenler arası karşılaştırmada parametrik koşulların sağlanmadığı durumda ortanca değerler dikkate alınarak Mann-Whitney U testi kullanıldı. Parametreler arası korelasyonlar Spearman's korelasyon testi

(korelasyon oranı-r:0,75-1 çok iyi derecede ilişki, $p<0,05$ anlamlı) ile değerlendirildi. Değişkenlere ait değerler histogram kullanılarak, ortalamalar boksör torbası kullanılarak gösterildi. Elde edilen bulgular, $p<0,05$ olduğu durumlarda anlamlı olarak kabul edildi.

4. BULGULAR:

4.1. DEMOGRAFİK VERİLER:

Fakir akustik pencere nedeniyle iki ve üçboyutlu EKO görüntüleri yetersiz olan bir hasta dışındaki 36 hasta çalışma kapsamına alındı. Hastaların 18'si (% 50) kız, 18'i (% 50) erkekti (Tablo 4.1.1).

Tablo 4.1.1. Olguların cinsiyete göre dağılımı

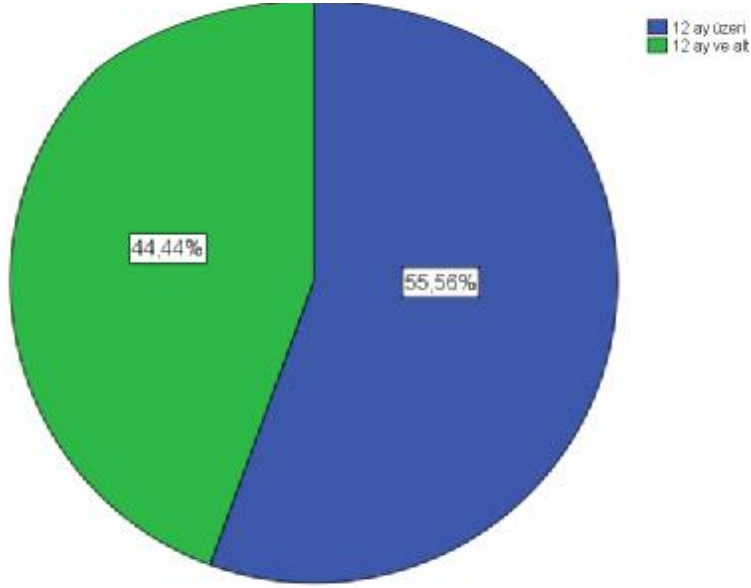
Cinsiyet	Hasta Sayısı, n:36	%
Erkek	18	%50
Kız	18	%50

Çalışma grubundaki hastaların yaşları 1 ay-16,5 yaş (ortalama: $3,27 \pm 3,87$ yaş, ortanca: 1,5 yaş) olup, 16 hasta (% 44,4) hasta bir yaşından küçüktü (Şekil 4.1.1). Çalışma grubundaki hastaların ağırlıkları 3-50 kg (ortalama: $13,09 \pm 10,35$ kg, ortanca: 10 kg), boyları 49-166 cm (ortalama: $85,15 \pm 28,86$ cm, ortanca: 77,75 cm) idi (Tablo 4.1.2). Süt çocukluğu döneminde olan hastaların ortalama ağırlığı $6,07 \pm 2,20$ kg iken 12 aydan büyük hastaların ortalama ağırlığının $18,71 \pm 10,90$ kg olduğu görüldü.

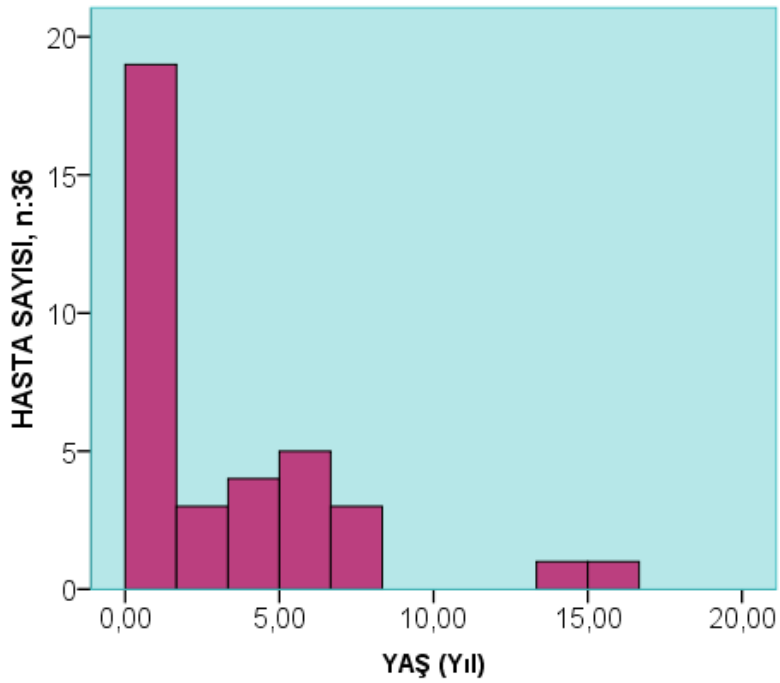
Tablo 4.1.2. Olguların ortalama yaşı, vücut ağırlığı, boyu

n:36	Ortalama (± 2 SD)	Aralık
Yaş (ay)	$38,94 \pm 46,48$	1-198
Ağırlık (kg)	$13,09 \pm 10,35$	3-50
Boy (cm)	$85,15 \pm 28,86$	49-166

cm: Santimetre, kg: Kilogram.



Şekil 4.1.1. Bir yaş ve altı, bir yaş üstü hastaların dağılımı.



Şekil 4.1.2. Hastaların yaş gruplarına göre dağılımı.

4.2. DEĞERLENDİRME AŞAMASINDAKİ VERİLER:

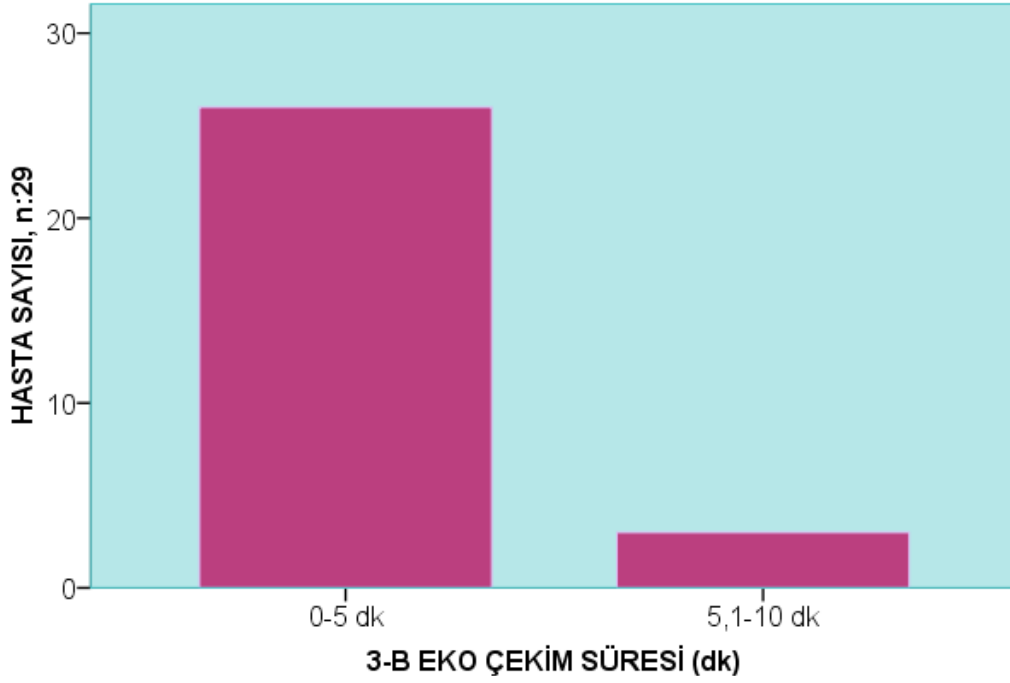
Gerçek zamanlı 3-B EKO, 37 hastanın 36'sına (% 97,29) uygulandı. Bir hasta (12 yaş, kız), obesiteye bağlı fakir akustik pencere nedeniyle, yeterli üç boyutlu ekokardiyografik görüntü elde edilemediği için çalışma dışı bırakıldı. 2-B EKO görüntüleri de yetersiz olan bu hastaya kalp kateterizasyonu ve anjiyografik değerlendirme yapıldı. Çalışmada, hastaların %44,4'ü bir yaşın altında olmasına rağmen, persistan solunumsal ve kardiyak artefaktlar nedeniyle yetersiz üç boyutlu görüntü elde edilen hasta olmadı.

Hastaların 29'unda 3-B görüntülerin elde edilme zamanı kaydedildi. Bu 29 hastada üç boyutlu görüntülerin elde edilme zamanının ortalama $4,09 \pm 1,49$ dk (2,15-10 dk), üç boyutlu EKO çekimi sırasındaki ortalama kalp hızının $122,24 \pm 22,32$ /dk (78-150/ dk) olduğu görüldü (Tablo 4.2.1).

Tablo 4.2.1. Hastaların ortalama kalp hızı, 3-B EKO görüntüleme ve değerlendirme süreleri

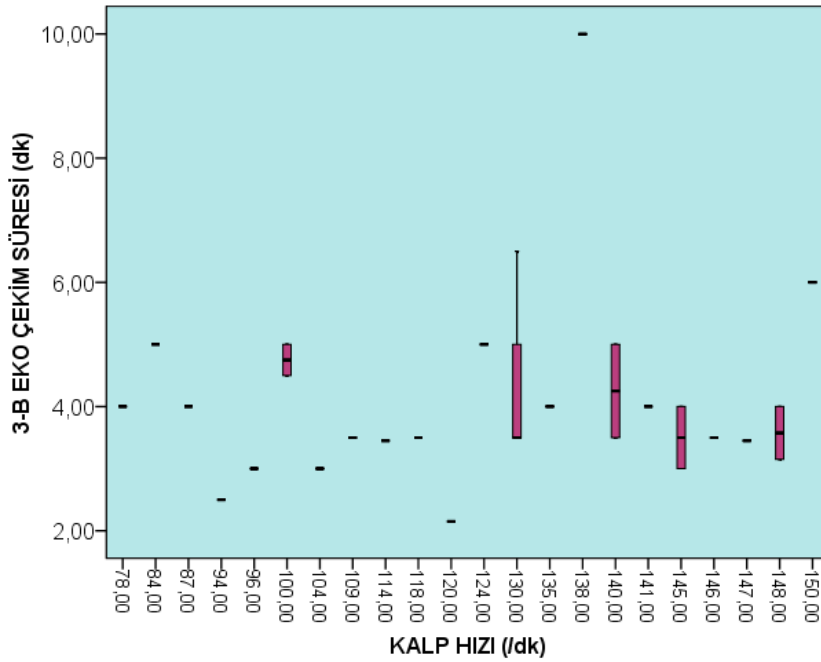
	Ortalama (± 2 SD)	Aralık
Kalp hızı (/dk), n:29	$122,24 \pm 22,32$	78-150
Görüntüleme süresi (dk), n:29	$4,09 \pm 1,49$	2,15-10
Değerlendirme süresi (dk), n:36	$20,13 \pm 10,46$	7-60
Değerlendirme süresi (ilk 5 hasta hariç, dk), n:24	$16,54 \pm 3,94$	7-24

Hastaların 3-B EKO görüntülerinin elde edilme süreleri şekil 4.2.1'de gösterildi. 29 hastanın 26'sında (%89,6) üç boyutlu ekokardiyografide görüntü elde etme süresi 5 dk ve altındaydı. 3-B EKO görüntülerinin elde edilme süresi süt çocukluğu dönemindeki hastalar için ortalama $4,60 \pm 1,52,12$ dk, 12 aydan büyük hastalar için ortalama $3,72 \pm 0,68$ dk olarak bulundu.



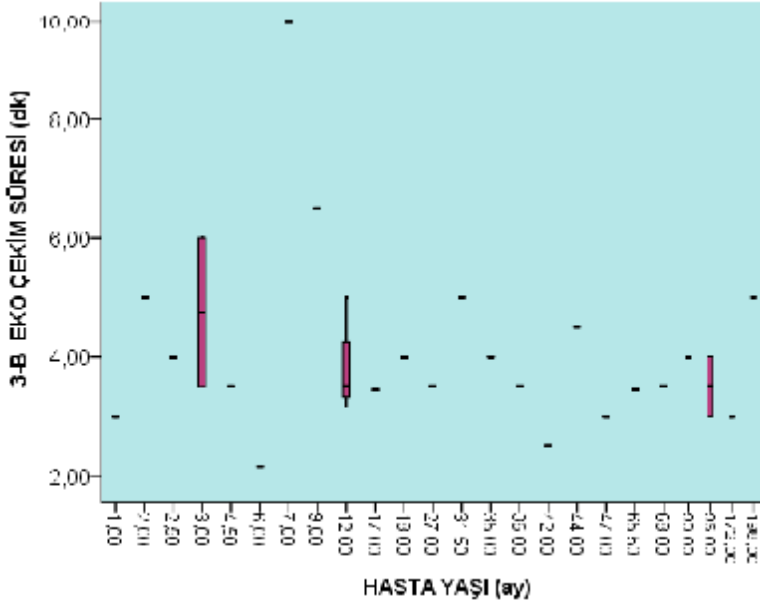
Şekil 4.2.1. Hastaların 3-B EKO görüntülerinin elde edilme sürelerinin dağılımı. *dk:* Dakika, 3-B EKO: Üç boyutlu ekokardiyografi.

29 hastada kalp hızı ile üç boyutlu görüntülerin elde edilme süresi karşılaştırıldığında, bu sürenin kalp hızından etkilenmediği görüldü (Mann-Whitney U testi, $p:0,629$) (Şekil 4.2.2).



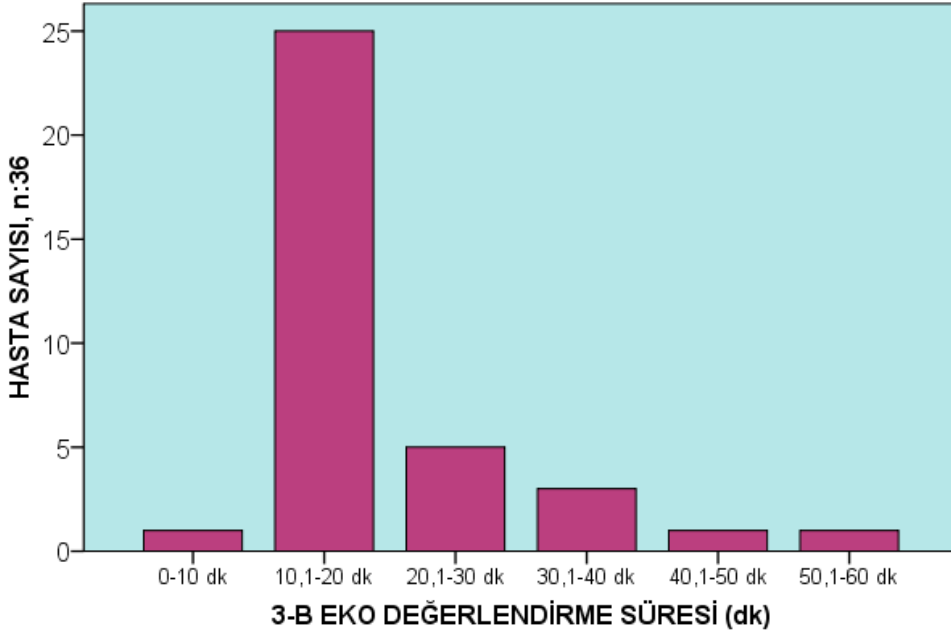
Şekil 4.2.2. Hastaların 3-B EKO görüntüleme süreleri ile çekim sırasındaki kalp hızlarının ilişkisi. *dk:* Dakika, 3-B EKO: Üç boyutlu ekokardiyografi.

29 hastada yaş ile üç boyutlu görüntülerin elde edilme süresi karşılaştırıldığında, bu sürenin yaştan etkilenmediği görüldü (Mann-Whitney U testi, p:0,50) (Şekil 4.2.3).



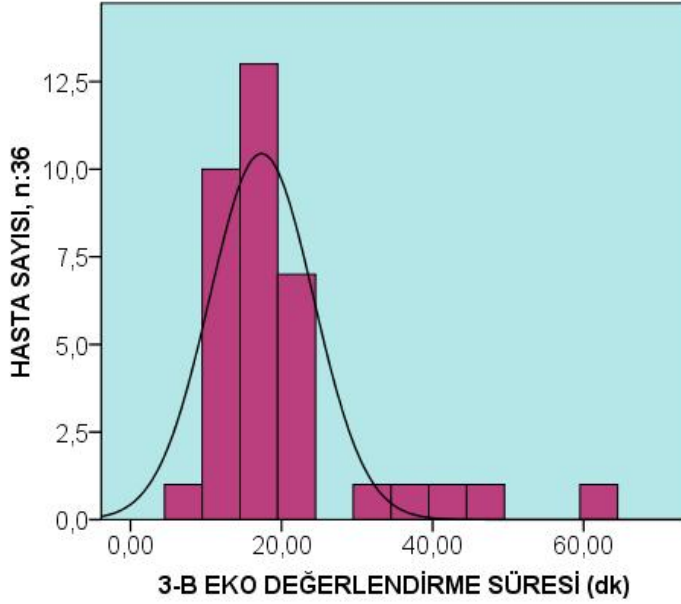
Şekil 4.2.3. Hastaların 3-B EKO görüntüleme sürelerinin yaş ile ilişkisi. *dk: Dakika, 3-B EKO: Üç boyutlu ekokardiyografi.*

3-B EKO görüntülerinin değerlendirme süresi 7-60 (ortalama 20,13±10,46) dk bulundu. Değerlendirme sürelerinin dağılımı Şekil 4.2.4'te gösterildi.



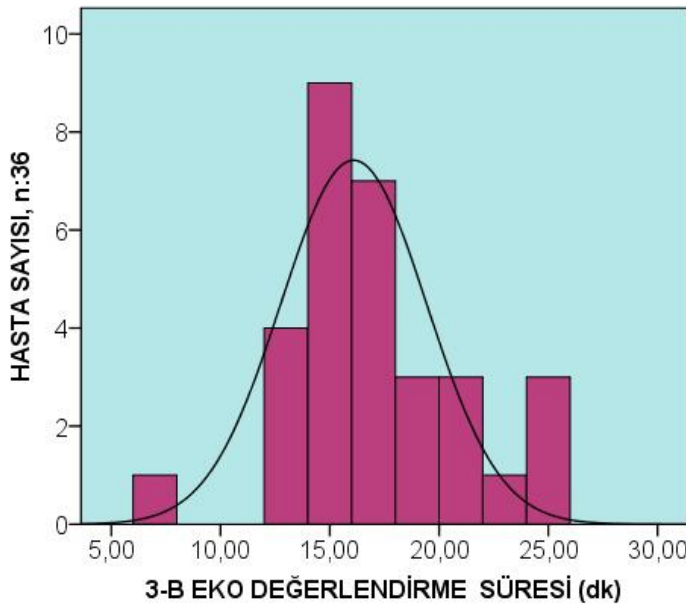
Şekil 4.2.4. Hastaların 3-B EKO değerlendirme sürelerinin zaman aralığına göre dağılımı. *dk: Dakika, 3-B EKO: Üç boyutlu ekokardiyografi.*

Hastaların %86,1'inde (31 hasta) üç boyutlu ekokardiyografik değerlendirme süresinin 24 dakikanın altında olduğu görüldü (Şekil 4.2.4-4.2.5).



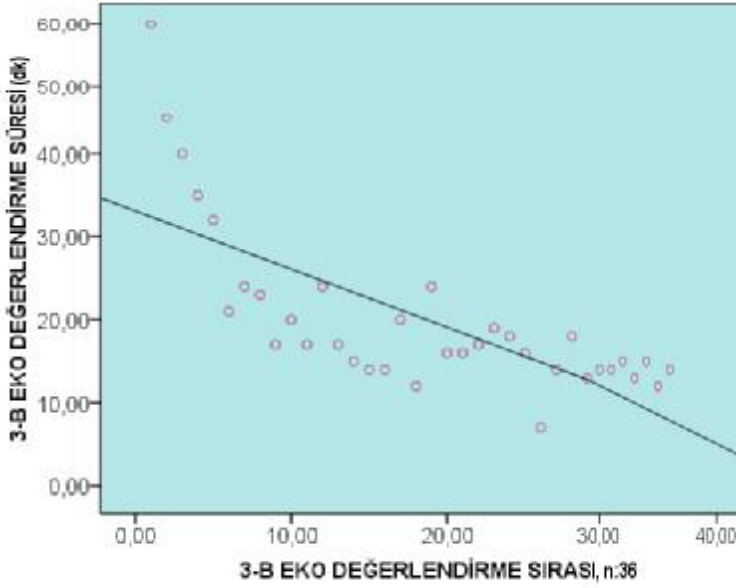
Şekil 4.2.5. Hastaların 3-B EKO değerlendirme sürelerinin dağılımı. *dk: Dakika, 3-B EKO: Üç boyutlu ekokardiyografi.*

Değerlendirme sırasına göre ilk 5 hasta (öğrenme süreci) çalışmadan çıkarıldığında ortalama değerlendirme süresinin $16,54 \pm 3,94$ (7-24) dakikaya gerilediği ve 24 dakikayı geçmediği görüldü (Tablo 4.2.1, şekil 4.2.6). Değerlendirme sırasına göre ilk 5 hastanın değerlendirme süreleri sırasıyla 60, 45, 40, 35 ve 32 dk idi.



Şekil 4.2.6. Öğrenme süreci (ilk 5 hasta) çıkarıldıktan sonra 3-B EKO değerlendirme sürelerinin dağılımı. *dk: Dakika, 3-B EKO: Üç boyutlu ekokardiyografi.*

Çalışmamızda, ilk hastada değerlendirme süresi 60 dk iken, son hastada bu sürenin 14 dakikaya kadar gerilediği görüldü. Çalışmadaki en kısa değerlendirme süresi 7 dk olup, bu süre 6 yaşında müsküler küçük VSD'li bir hastaya aitti (2 no'lu olgu, hasta numarası çalışmaya alınma sırasına göre belirlenmiştir). Çalışma ilerledikçe değerlendirme süresinin belirgin olarak kısaldığı görüldü (Spearman's korelasyon testi, $r:-0,7$, $p:<0,001$); ancak belirli bir hastadan sonra bu sürenin 12 dk'nın altına inmediği tespit edildi (Şekil 4.2.7).



Şekil 4.2.7. Öğrenme eğrisi. *dk: Dakika, 3-B EKO: Üç boyutlu ekokardiyografi.*

3-B EKO çekim süresi ile üç boyutlu görüntülerin analiz süreleri birlikte değerlendirildiğinde toplam sürenin ortalama $25,26 \pm 11,04$ dk (15-63,50 dk) olduğu görüldü. Öğrenme sürecindeki hastalar çıkarıldığında ise bu süre $20,94 \pm 3,90$ dk (15-29 dk) idi. 3-B EKO'da defektin sağ ventrikül tarafından görünüşünün elde edilerek morfolojisine ve komşu dokularla olan ilişkisine bakılma (Q LAB'da ölçüm aşaması hariç) işleminin (Şekil 3.4.3-3.4.4-3.4.5) ise 4 dakikayı geçmediği görüldü. Bu sürenin, ön analiz açısından oldukça kısa olduğu düşünüldü.

4.3. VSD MORFOLOJİSİ ve EŞLİK EDEN PATOLOJİLER:

Konjenital kalp hastalığının komponenti (TOF, DORV gibi) olan VSD'ler izole olmayan VSD olarak değerlendirildi. Pulmoner stenoz, atriyal septal defekt, patent duktus arteriyozus gibi VSD'ye eşlik eden defektler asosiyede defekt olarak kabul edildi. 36 hastanın

14'ünde (%38,8) VSD'nin konjenital kalp hastalığının komponenti olduğu, 12 hastada (%33,3) ise asosiye defektlerle birlikte olduğu görüldü. Çalışmada bir hastada dekstroardi izlenmiş olup, dekstroardili hastalarda da 3-B ekokardiyografik değerlendirmenin yapılabileceği gösterildi (12 no'lu hasta).

Hastaların cinsiyet, yaş, iki boyutlu ekokardiyografik değerlendirmeye göre tanı ve VSD tipleri tablo 4.3.1'de gösterildi. Hasta numaralandırması iki boyutlu ekokardiyografik değerlendirme yapıldıktan sonra 3-B EKO görüntülerinin elde edilme sırasına göre yapıldı.

Tablo 4.3.1. Hastaların cinsiyetleri, yaşları, iki boyutlu EKO tanıları ve VSD tipleri

Hasta no	Cinsiyet	Yaş	2-B EKO Tanısı	VSD Tipi
1	K	8 ay	VSD	Perimembranöz
2	K	6 yaş	VSD	Müsküler
3	K	5 yaş	AVSD (Komplet), PH	Perimembranöz-inlet
4	E	2,5 ay	VSD	Perimembranöz
5	K	6 yaş	VSD	Perimembranöz
6	K	3 ay	DORV,AVSD	Perimembranöz-inlet
7	K	8,5 ay	VSD, PS	Perimembranöz
8	K	4 yaş	VSD, PH	Perimembranöz
9	K	7 ay	TOF	Perimembranöz-outlet
10	E	1 yaş	TOF	Perimembranöz-outlet
11	E	1 ay	TOF	Perimembranöz-outlet
12	K	2 ay	Dekstrokardi, c-TGA, VSD, PA	Perimembranöz-inlet
13	E	3 yaş	VSD, Geçirilmiş pulmoner bantlama operasyonu	Müsküler
14	E	3 ay	VSD	Perimembranöz
15	K	4,5 ay	VSD, PS	Perimembranöz
16	K	4 yaş	VSD, VSA, PS	Perimembranöz
17	K	1,5 yaş	VSD, PA	Perimembranöz-outlet
18	K	14 yaş	VSD	Perimembranöz-inlet
19	K	1,5 yaş	VSD, Geçirilmiş pulmoner bantlama operasyonu, opere AK	Perimembranöz
20	K	8 yaş	VSD	Perimembranöz
21	E	2 yaş	DORV, PS	Perimembranöz-outlet
22	K	7,5 yaş	VSD, PH	Perimembranöz
23	E	3 yaş	TGA, VSD, PA	Perimembranöz
24	E	1 yaş	VSD, PS	Perimembranöz
25	K	1,5 yaş	TOF	Perimembranöz-outlet
26	E	16,5 yaş	VSD, PA	Perimembranöz-outlet
27	E	5,5 yaş	TOF	Perimembranöz-outlet
28	E	6 ay	VSD, PH	Perimembranöz
29	E	3,5 yaş	DORV, VSD, PA	Perimembranöz-inlet
30	K	1 yaş	TOF	Perimembranöz-outlet
31	E	9 ay	VSD, ASD, PDA	Perimembranöz
32	E	3,5 yaş	VSD, VSA	Perimembranöz
33	E	5,5 yaş	VSD (Perimembranöz)	Perimembranöz
34	E	3 ay	VSD, ASD, PH	Perimembranöz
35	E	8 yaş	VSD, VSA, PS	Perimembranöz
36	E	2,5 ay	VSD, PDA, PH	Perimembranöz

AK: Aort koarktasyonu, ASD: Atriyal septal defekt, AVSD: Atriyoventriküler septal defekt, c-TGA: Büyük arterlerin konjeital olarak düzeltilmiş transpozisyonu, DORV: Çift çıkışlı sağ ventrikül, E: Erkek, 2-B EKO: İki boyutlu ekokardiyografi, K: Kız, PA: Pulmoner atrezi, PDA: Patent duktus arteriyozus, PH: Pulmoner hipertansiyon, PS: Pulmoner stenoz, TGA: Büyük arterlerin transpozisyonu, TOF: Fallot tetralojisi, VSA: Ventriküler septal anevrizm, VSD: Ventriküler septal defekt.

4.4. VSD LOKALİZASYONU:

Yapılan iki boyutlu EKO değerlendirmesinde 36 hastada 36 VSD tespit edildi. 2-B EKO ile yapılan değerlendirmede VSD'lerin 34 (%94,44) hastada perimembranöz, 2 (%5,56) hastada müküler yerleşimli olduğu görüldü.

Gerçek zamanlı 3-B EKO ile yapılan değerlendirmede 36 hastada 36 VSD tespit edildi. Değerlendirme sırasında daha çok apikal dört boşluk, apikal beş boşluk ve parasternal kısa eksen görüntüleri kullanıldı. VSD'lerin 34 (%94,44) hastada perimembranöz, 2 (%5,56) hastada müküler yerleşimli olduğu görüldü.

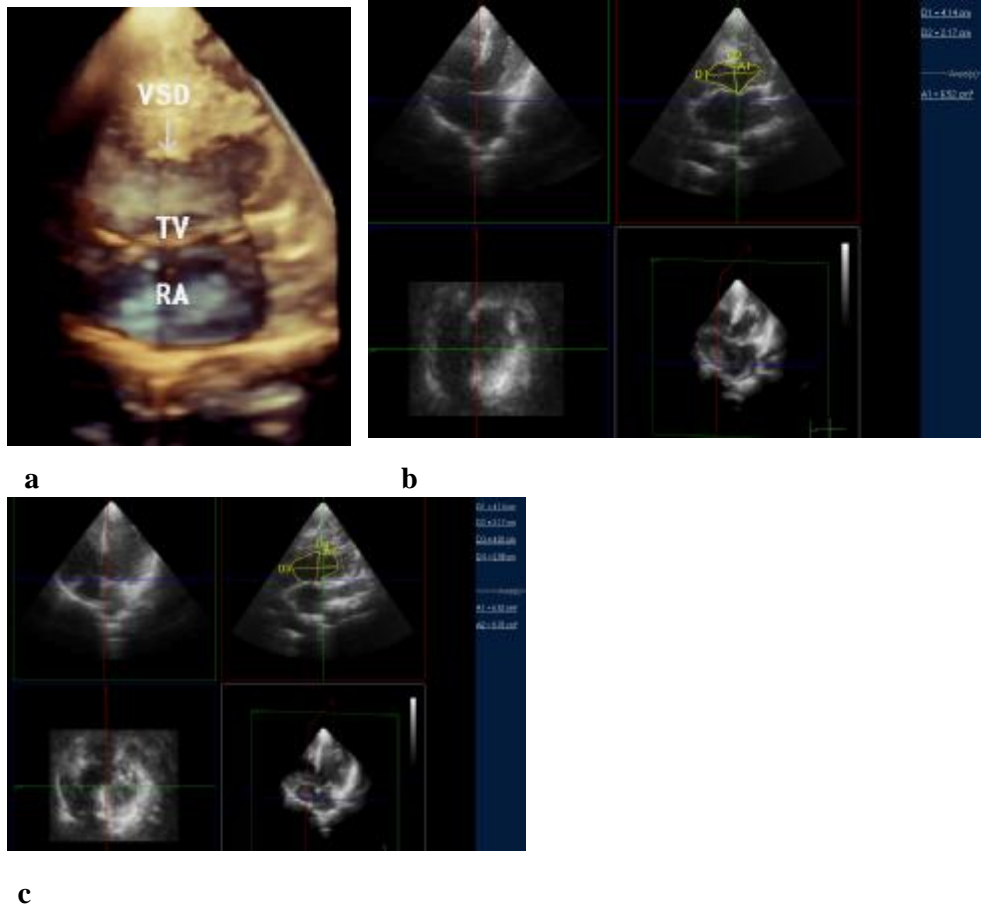
VSD'nin lokalizasyonu (perimembranöz, müküler, "doubly committed") açısından yapılan karşılaştırmada iki boyutlu EKO ile üç boyutlu EKO arasında fark olmadığı görüldü.

4.5. ÜÇ BOYUTLU EKOKARDİYOĞRAFİK ANALİZ VERİLERİ:

Hastaların tümünde VSD'nin şekli sağ ventrikül tarafından değerlendirildi. Değerlendirme için daha çok 3-B görüntülerde apikal 4 ve 5 boşluk ile parasternal uzun eksen görüntüleri kullanıldı. VSD'nin karşıdan görünüşünün parasternal uzun eksen görüntülerinde optimal olarak elde edilemediği görüldü.

VSD'lerin, tam hacimli 3-B görüntülerinin işlenmesi ile sağ ventrikül tarafından sistol ve diyastol sonu görünümü oluşturuldu. VSD'lerin sağ ventrikül tarafından elde edilen görüntüleri, ölçümlerin yapıldığı program olan Q LAB analiz programına taşındı. Analiz öncesi de VSD'lerin bu programda morfolojileri değerlendirildi. 2-B EKO ile bazal değerlendirme ve VSD'nin diyastol sonu en geniş çap ölçümü yapılan hastalarda 3-B EKO ile de VSD'nin diyastol sonu en geniş çap ölçümü yapıldı. Ayrıca gerçek zamanlı üç boyutlu EKO ile VSD'lerin dinamik yapısını göstermek amacıyla sistol sonu en geniş ve en dar olduğu anda uzun ve kısa eksen çapları ölçüldü, sistol ve diyastol sonu alanları hesaplandı. Kardiyak siklus ile ilişkili olarak, VSD'lerin morfolojisindeki dinamik değişiklikler belirlendi. 3-B ekokardiyografik değerlendirme ile defektin karşıdan görünüşünün oluşturulması yanında, VSD'yi daire veya elips gibi kabul ederek yapılan 2-B EKO ölçümlerine göre defektin gerçek şekli üzerinden ölçümler yapılabildiği gösterildi.

VSD'lerin, 2-B ve 3-B EKO ile ölçülen ortalama diyastol sonu en geniş çap değerleri sırasıyla $9,9\pm 4,35$ mm (ortanca: 9, aralık: 4-20 mm) ve $16,3\pm 8,7$ mm (ortanca: 14,9, aralık: 6,4-48 mm) bulundu (Tablo 4.5.1). Yapılan karşılaştırmada aradaki farkın anlamlı olduğu görüldü (Mann-Whitney U testi, $p:<0,05$). Gerçek zamanlı üç boyutlu EKO ile ölçülen en geniş çap değeri 48 mm, 2-B EKO ile ölçülen en geniş VSD çap değeri ise 20 mm idi (aynı hasta, 18 no'lu olgu). Aynı hasta üzerinde, ikinci bir gözlemci tarafından yapılan değerlendirmede de benzer sonuçlar elde edildi. Bu durumun özellikle geniş VSD'lerde, 2-B EKO ile VSD'nin uzun eksenine tam olarak düşülememesinden kaynaklanabileceği düşünüldü. Bu hastanın 3-B EKO'daki VSD ölçüm aşamaları şekil 4.5.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.5.1. Çalışmadaki en geniş perimembranöz inlet VSD'nin sağ ventrikül tarafından görüntülenmesi ve Q LAB programında ölçümü. VSD'nin sağ ventrikül tarafından görünüşü (a), aynı hastada VSD'nin Q LAB'ta sistol sonu (b) ve diyastol sonu (c) en geniş olduğu anda uzun ve kısa eksen çapları ile alanının ölçüm aşamaları (18 no'lu olgu). RA: Sağ atriyum, TV: Triküspit kapak, VSD: Ventriküler septal defekt.

VSD'lerin gerçek zamanlı 3-B EKO ile ölçülen ortalama sistol sonu en geniş çap değeri $13,38 \pm 7,32$ mm (4,8-41,4 mm) bulundu (Tablo 4.5.1).

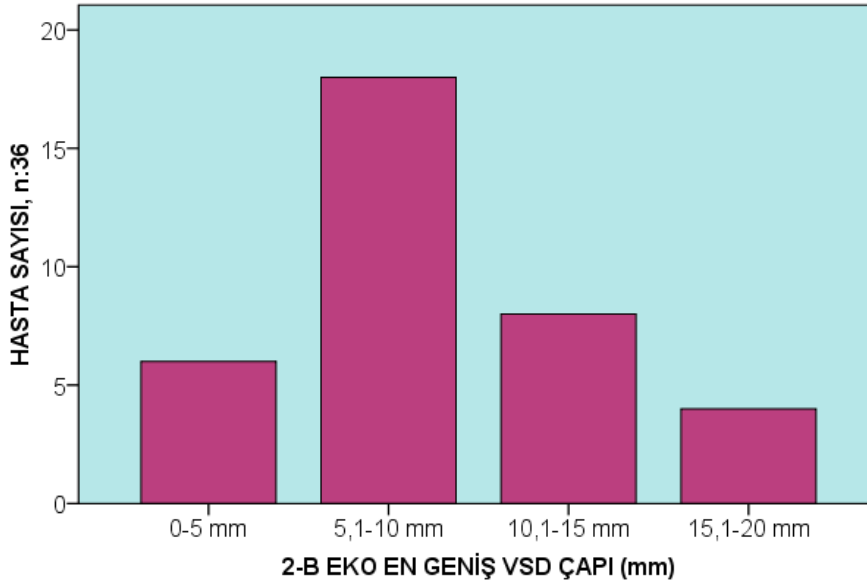
3-B ekokardiyografik değerlendirmede, VSD'lerin dinamik özelliğini göstermek açısından, sistol ve diyastol sonu defekt alanları ölçüldü. 3-B EKO'da VSD'lerin sistol sonu ve diyastol sonu alan değerleri sırasıyla 0,18-6,521 (ortalama: $1,07 \pm 1,39$ cm², ortanca:0,67 cm²) cm² ve 0,29-9,78 (ortalama: $1,70 \pm 2,03$ cm², ortanca:1,04 cm²) cm² saptandı (Tablo 4.5.1). Yapılan karşılaştırmada aradaki farkın anlamlı olduğu görüldü (Mann-Whitney U testi, p:0,011).

Tablo 4.5.1. VSD'lerin 2-B EKO ve 3-B EKO ile elde edilen ölçüm değerleri

	Değerlendirilen parametreler			
	Diyastol sonu en geniş çap (ort.±SD) (mm)	Sistol sonu en geniş çap (ort.±SD) (mm)	Sistol sonu en geniş alan (ort.±SD) (cm ²)	Diyastol sonu en geniş alan (ort.±SD) (cm ²)
2-B EKO	9,9±4,35			
3-B EKO	16,3±8,7	13,38±7,32	1,07±1,39	1,70±2,03

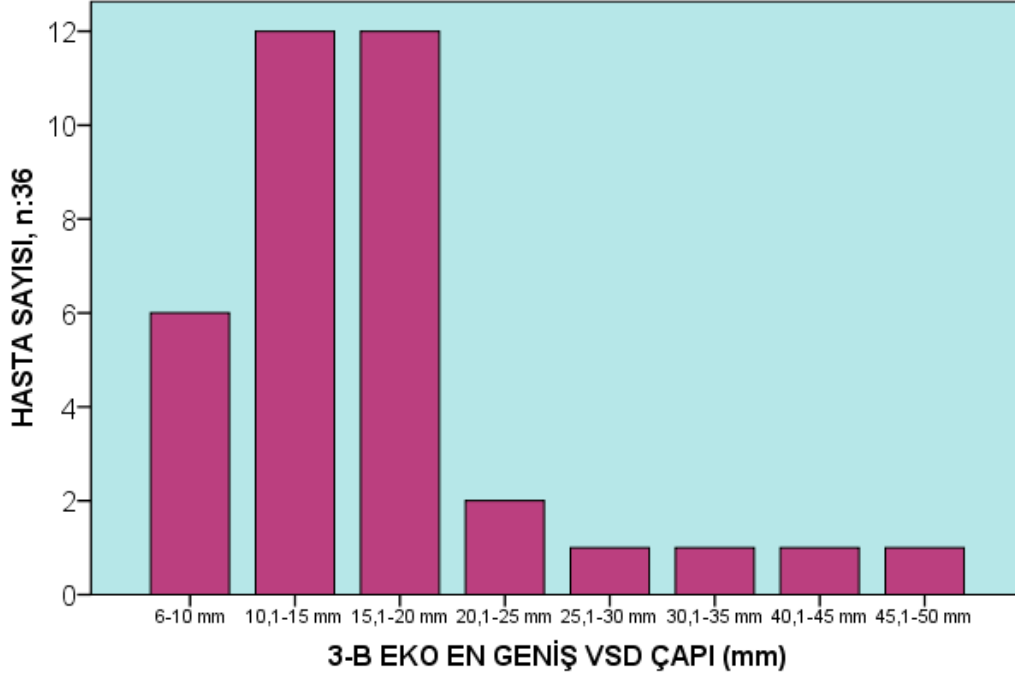
cm²: Santimetre kare, mm: Milimetre.

VSD'lerin 2-B EKO ile ölçülen en geniş çap (diyastol sonu çapı) değerlerinin dağılımı şekil 4.5.2'de gösterildi.



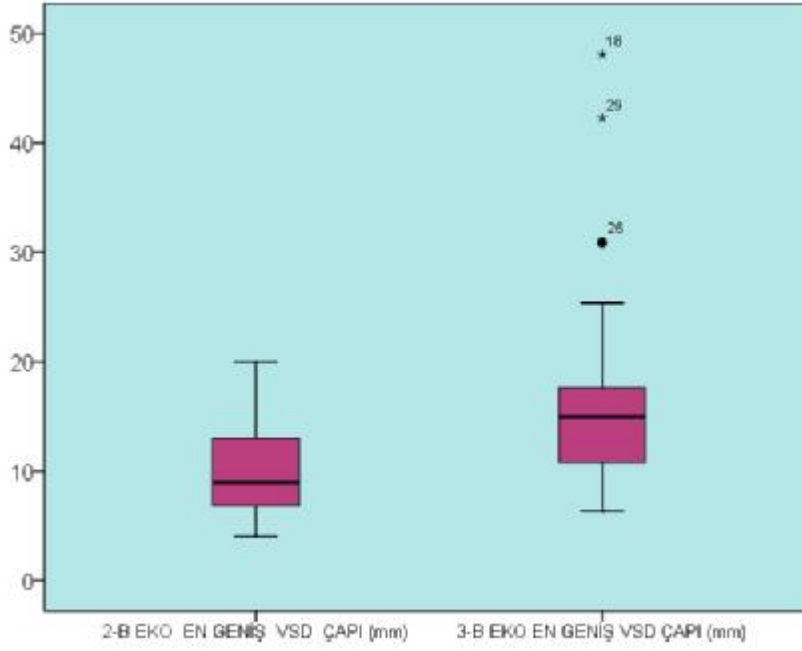
Şekil 4.5.2. VSD'lerin 2-B EKO ile ölçülen en geniş çap (diyastol sonu çapı) değerlerinin dağılımı. 2 B EKO: İki boyutlu ekokardiyografi, mm: Milimetre, VSD: Ventriküler septal defekt.

VSD'lerin 3-B EKO ile ölçülen en geniş çap (diyastol sonu çapı) değerlerinin dağılımı şekil 4.5.3'te gösterildi.



Şekil 4.5.3. VSD'lerin 3-B EKO ile ölçülen en geniş çap (diyastol sonu çap) değerlerinin dağılımı. mm: Milimetre, 3 B EKO: Üç boyutlu ekokardiyografi, VSD: Ventriküler septal defekt.

VSD'lerin 2-B EKO ile elde edilen en geniş çap değerlerine bakıldığında ortalamaya göre yapılan karşılaştırmada uç değerlerin bulunmadığı; 3-B EKO ile elde edilen en geniş çap değerlerine bakıldığında ise ortalamaya göre yapılan karşılaştırmada 18, 26 ve 29 numaralı hastaların uç değerlerde olduğu görüldü (Şekil 4.5.4). 3-B EKO'da ortalamadan çok uzak değere sahip bu 3 hasta çalışmadan çıkarıldığında, 2-B ve 3-B EKO ile ölçülen VSD en geniş çap değerlerinin ortalaması sırasıyla $8,99 \pm 3,21$ mm (ortanca: 9, aralık: 4-16 mm) ve $14,24 \pm 4,60$ mm (ortanca: 14, aralık: 6,4-25,4 mm) bulundu. Ortalama değerler arasındaki fark, 3 hasta çıkarılmadan elde edilmiş değerler arasındaki farka göre azalmış olsa da ortanca değerler değişmediği için istatistiksel olarak değişiklik gözlenmedi (Mann-Whitney U testi, $p < 0,001$).



Şekil 4.5.4. VSD'lerin 2-B ve 3-B EKO ile ölçülen en geniş çap değerlerinin ortalamaya göre dağılımı. 2-B EKO: İki boyutlu ekokardiyografi, mm: Milimetre, 3-B EKO: Üç boyutlu ekokardiyografi, VSD: Ventriküler septal defekt.

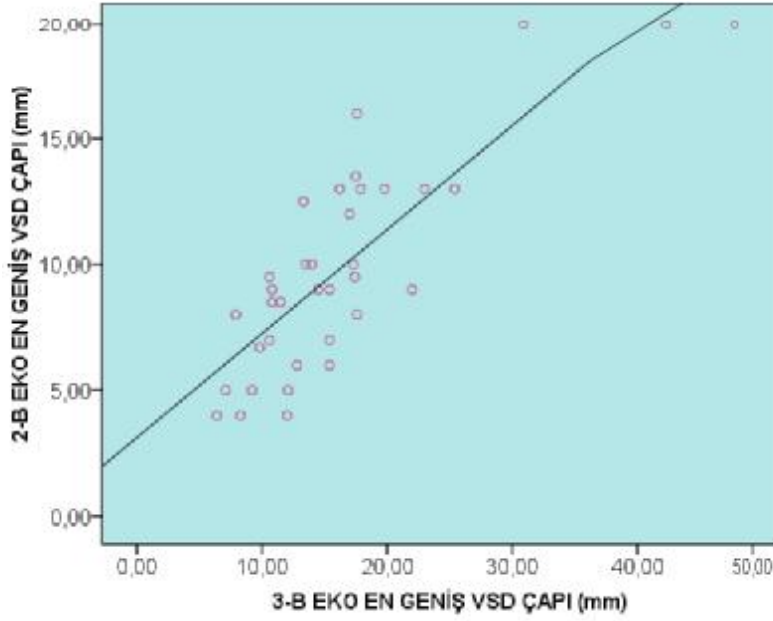
Çalışma grubundaki hastaların iki boyutlu ve üç boyutlu EKO değerlendirmeleriyle elde edilen VSD ölçüm değerleri tablo 4.5.2'de gösterildi.

Tablo 4.5.2. VSD'lerin 2-B ve 3-B EKO ölçüm değerleri.

Olgu no	2-B EKO	3-B EKO			
		Diyastol sonu en geniş çap (mm)	Sistol sonu en geniş çap (mm)	Diyastol sonu en geniş alan (cm ²)	Sistol sonu en geniş alan (cm ²)
1	6	12,8	10,5	0,77	0,59
2	4	6,4	4,8	0,30	0,20
3	9	15,4	13,8	1,73	1,03
4	6	15,4	9,3	1,73	0,53
5	5	12,1	10,1	0,46	0,32
6	13	25,4	20,2	2,67	2,12
7	9	10,8	9,2	0,84	0,55
8	12	17	13,4	1,37	1,03
9	9	14,5	13,5	0,72	0,31
10	13,50	17,50	15,2	1,50	1,07
11	12,50	13,3	12,4	0,92	0,56
12	10	17,3	11,2	1,74	0,92
13	8	7,9	6,4	0,31	0,36
14	7	10,6	9,2	0,75	0,26
15	8,5	10,8	7,7	0,51	0,25
16	6,7	9,8	8,9	0,70	0,47
17	16	17,6	17,5	2,46	1,02
18	20	48,1	41,4	9,78	6,52
19	10	14	10,8	1,03	0,70
20	5	9,2	7,5	0,29	0,18
21	13	23	14,9	2,70	1,75
22	13	17,9	14	1,75	1,04
23	8	17,6	16,8	1,60	0,96
24	7	15,4	11,9	0,85	0,54
25	13	16,2	12,2	1,50	0,64
26	20	30,9	25,7	4,65	3,36
27	9	22	19,1	1,90	0,93
28	9,5	10,6	9,3	0,90	0,41
29	20	42,3	33	8,54	5,81
30	13	19,8	14,6	1,35	0,85
31	5	7,1	6,3	0,43	0,30
32	4	12	10,1	0,52	0,81
33	4	8,3	6	0,68	0,21
34	8,5	11,5	12,7	0,88	0,76
35	10	13,5	9,9	1,05	0,50
36	9,5	17,4	12,4	1,41	0,93
Ort.	9,90±4,35	16,32±8,75	13,38±7,30	1,70±2,03	1,07±1,39

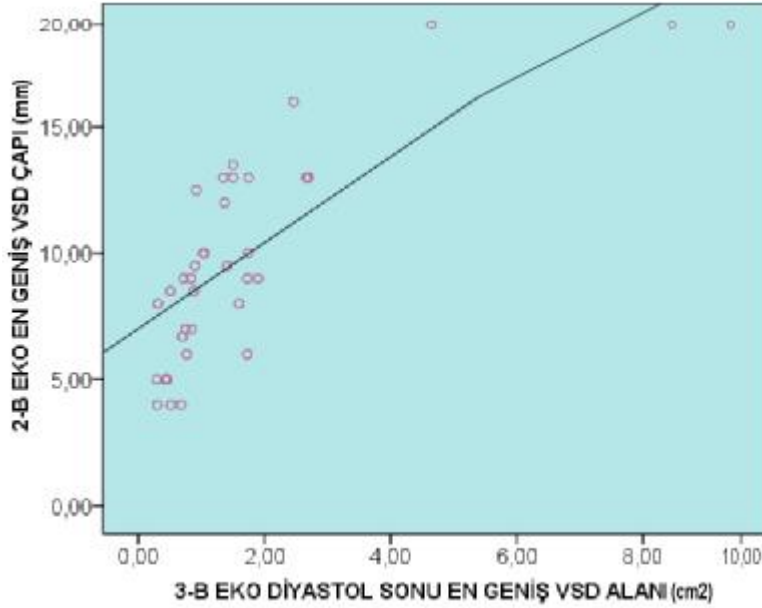
2-B EKO: İki boyutlu ekokardiyografi, ort.: Ortalama, 3-B EKO: Üç boyutlu ekokardiyografi.

VSD'lerin 2-B EKO ve gerçek zamanlı 3-B EKO ile elde edilen diyastol sonu en geniş çap değerleri arasında iyi bir korelasyon olduğu görüldü (Spearman's korelasyon testi, $r:0,79$, $p:<0,001$, $y=-0.309+(1.689 \times 2\text{-B EKO en geniş VSD çapı})$) (Şekil 4.5.5).



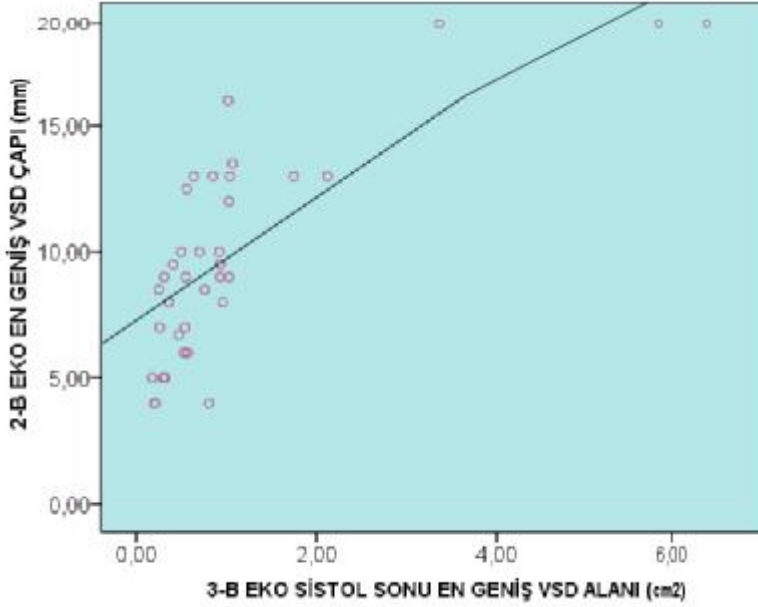
Şekil 4.5.5. 2-B EKO ve 3-B EKO-VSD'lerin diyastol sonu en geniş çap değerlerinin korelasyonu. 2-B EKO: İki boyutlu ekokardiyografi, mm: Milimetre, 3-B EKO: Üç boyutlu ekokardiyografi, VSD: Ventriküler septal defekt.

VSD'lerin 2-B EKO diyastol sonu en geniş çap değerleri ile 3-B EKO diyastol sonu en geniş alan değerleri arasında iyi bir korelasyon olduğu görüldü (Spearman's korelasyon testi, $r:0,80$, $p:<0,001$) (Şekil 4.5.6).



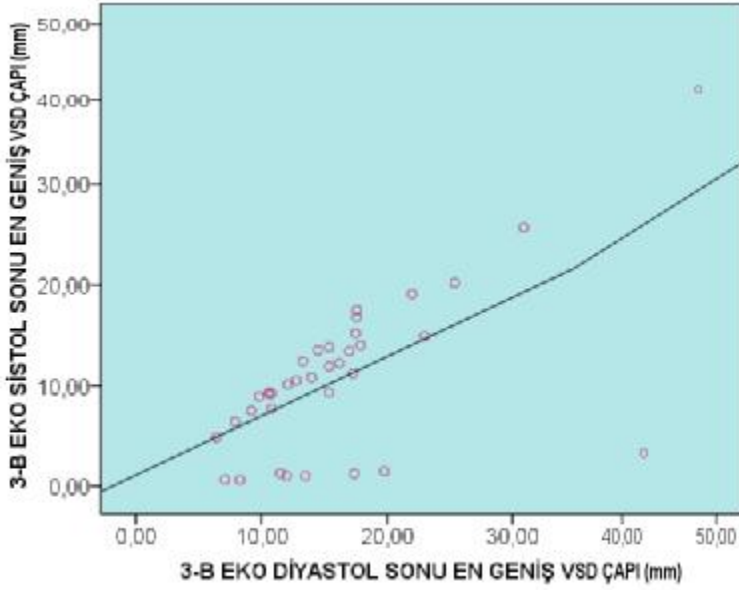
Şekil 4.5.6. 2-B EKO-VSD'lerin diyastol sonu en geniş çap değerleri ile 3-B EKO-VSD'lerin diyastol sonu en geniş alan değerlerinin korelasyonu. cm^2 : Santimetre kare, 2-B EKO: İki boyutlu ekokardiyografi, 3-B EKO: Üç boyutlu ekokardiyografi, VSD: Ventriküler septal defekt.

VSD'lerin 2-B EKO diyastol sonu en geniş çap değerleri ile 3-B EKO sistol sonu en geniş alan değerleri arasında iyi bir korelasyon olduğu görüldü (Spearman's korelasyon testi, $r:0,76$, $p:<0,001$) (Şekil 4.5.7).



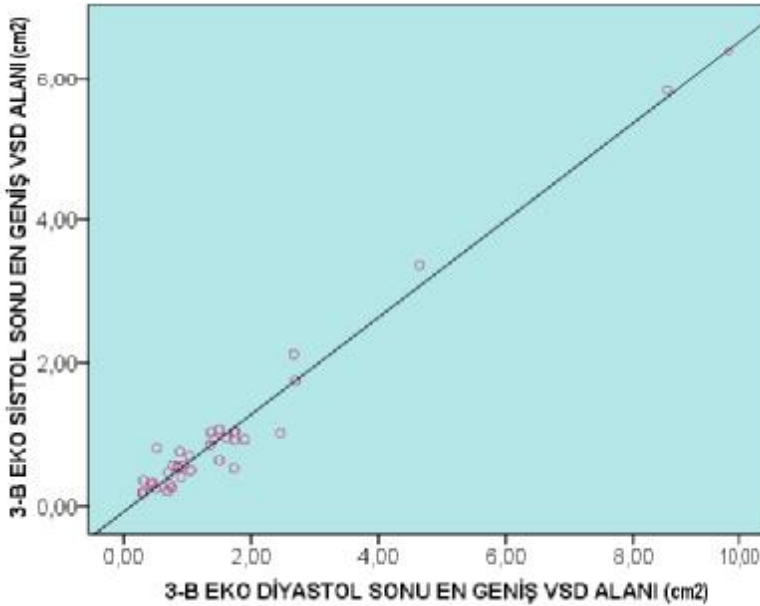
Şekil 4.5.7. 2-B EKO-VSD'lerin diyastol sonu en geniş çap değerleri ile 3-B EKO-VSD'lerin sistol sonu en geniş alan değerlerinin korelasyonu. cm^2 : Santimetre kare, 2-B EKO: İki boyutlu ekokardiyografi, 3-B EKO: Üç boyutlu ekokardiyografi, VSD: Ventriküler septal defekt.

Gerçek zamanlı üç boyutlu EKO ile VSD'lerin sistol sonu ve diyastol sonu en geniş çap değerleri arasında iyi bir korelasyon olduğu görüldü (Spearman's korelasyon testi, $r:0,93$, $p:<0,001$) (Şekil 4.5.8).



Şekil 4.5.8. 3-B EKO-VSD'lerin sistol ve diyastol sonu en geniş çap değerlerinin korelasyonu. *mm: Milimetre, 3-B EKO: Üç boyutlu ekokardiyografi, VSD: Ventriküler septal defekt.*

Gerçek zamanlı üç boyutlu EKO ile VSD'lerin sistol sonu ve diyastol sonu alan değerleri arasında iyi bir korelasyon olduğu görüldü (Spearman's korelasyon testi, $r:0,88$, $p:<0,001$) (Şekil 4.5.9).



Şekil 4.5.9. 3-B EKO-VSD'lerin sistol ve diyastol sonu en geniş alan değerlerinin korelasyonu. *. cm²: Santimetre kare, 3-B EKO: Üç boyutlu ekokardiyografi, VSD: Ventriküler septal defekt.*

Yapılan korelasyon sonuçları tablo 4.5.3'te gösterildi.

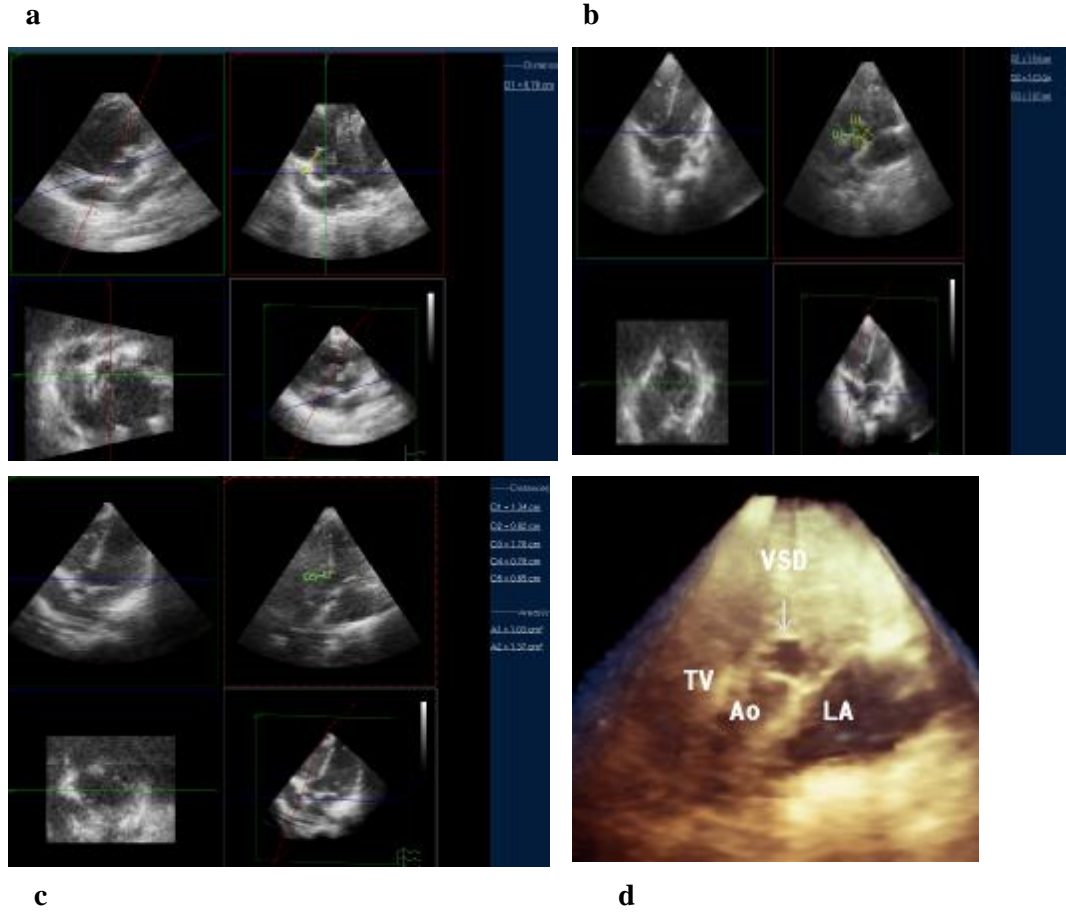
Tablo 4.5.3. 2-B EKO ve 3-B EKO VSD ölçümleri arası korelasyonlar.

Karşılaştırılan ölçümler	r	P
2-B ile 3-B EKO diyastol sonu en geniş çap	0,79	p:<0,001
2-B EKO diyastol sonu en geniş çap- 3-B EKO diyastol sonu alan	0,80	p:<0,001
2-B EKO diyastol sonu en geniş çap- 3-B EKO sistol sonu alan	0,76	p:<0,001
3-B EKO sistol sonu- diyastol sonu en geniş çap	0,93	p:<0,001
3-B EKO sistol sonu- diyastol sonu alan	0,88	p:<0,001

2-B EKO: İki boyutlu ekokardiyografi, 3-B EKO: Üç boyutlu ekokardiyografi

4.6. DİĞER BULGULAR:

3-B EKO'da perimembranöz VSD'li 34 hastada triküspit kapak ve aort kapağı ile olan komşuluklara bakıldı. Triküspit kapağın VSD'ye ortalama uzaklığı $7,30\pm 6,40$ mm ve aort kapağının VSD'ye ortalama uzaklığı $5,10\pm 7,90$ mm bulundu (Şekil 4.6.1).

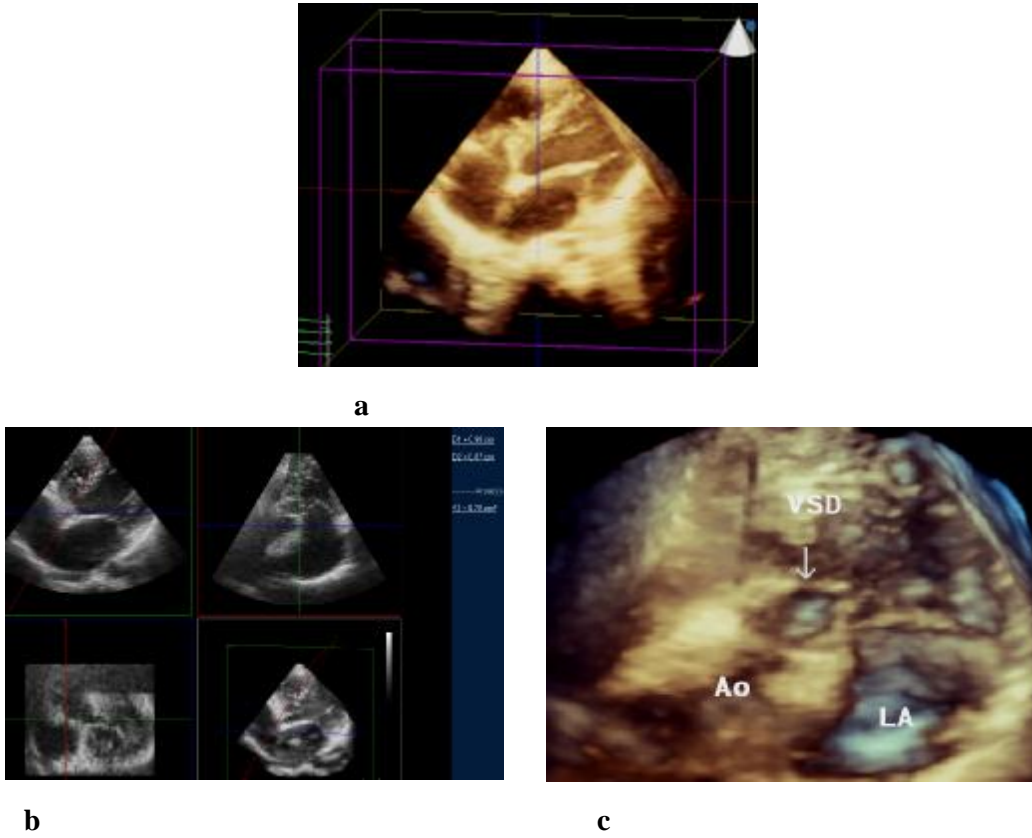


Şekil 4.6.1. 3-B EKO'da VSD'lerin triküspit kapak ve aort kapağı ile komşuluklarının değerlendirilmesi. VSD'lerin triküspit kapak (a,b) ve aort kapağı (c) ile komşuluklarının değerlendirilmesi. Sağ ventrikül tarafından görüntülenen VSD'nin aort kapağı ve triküspit kapak ile ilişkisi (d). a) 31 no'lu olgu, b) 3 no'lu olgu, c) 8 no'lu olgu, d) 3 no'lu olgu. Ao: Aort, LA: Sol atriyum, TV: Triküspit kapak, VSD: Ventriküler septal defekt.

Hastaların 10'unda (%27,77) aort dekstropozisyon gösteriyordu (9,10,11,17,21,23,25,26,27,30 no'lu olgular). İki boyutlu EKO ile yapılan değerlendirmede ortalama dekstropozisyon derecesi $57,50 \pm 8,86$ (ortanca:55, %30-70), üç boyutlu EKO ile yapılan değerlendirmede ortalama dekstropozisyon derecesi $56,66 \pm 13,22$ (ortanca:60, %40-80) bulundu. 2-B EKO ve 3-B EKO ile elde edilen dekstropozisyon dereceleri karşılaştırıldığında arada farkın anlamlı olmadığı görüldü ($p > 0,05$).

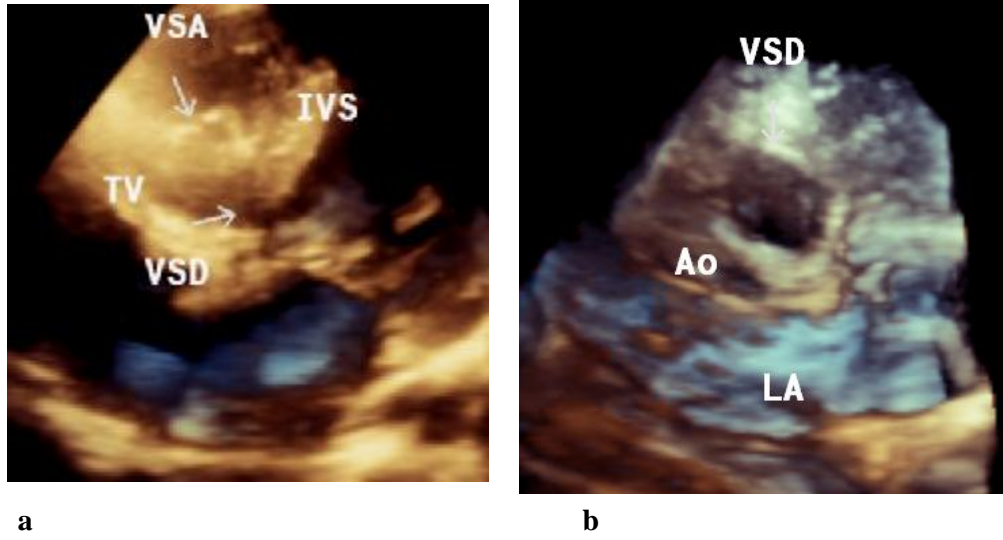
36 hastanın 10'unda (%27,77) VSD'lerin tam veya kısmi olarak triküspit kapağın yaprakçığı ile örtülü olduğu görüldü. Gerçek zamanlı 3-B EKO'da triküspit yaprakçıkları dijital ortamda kesilerek veya bu dokuların olmadığı yeni kesit alanları oluşturularak VSD tümüyle görüntülenebilir hale getirildikten sonra defektin morfolojik yapısı, şekli ve

ventriküler septumdaki uzanımı daha iyi tanımlanabildi, çap ve alan ölçümleri yapıldı (Şekil 4.6.2).



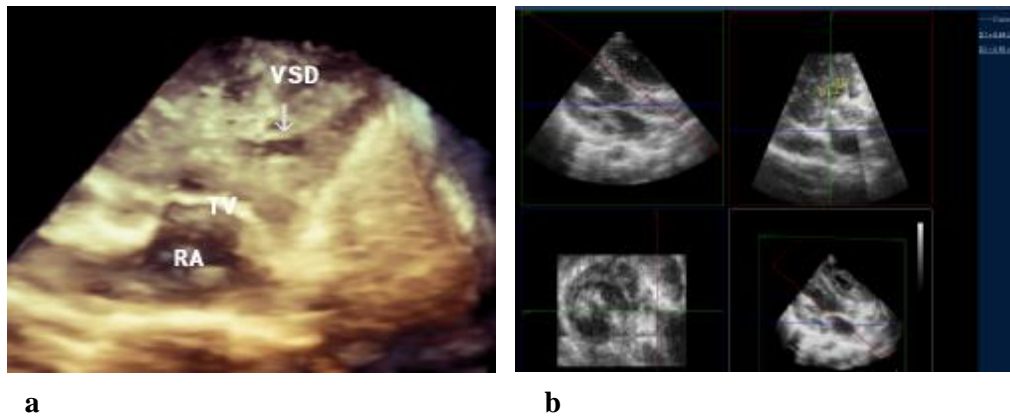
Şekil 4.6.2. Triküspit yaprakçıkları ile örtülü olan VSD'nin, 3-B EKO ile yaprakçık dokuları uzaklaştırıldıktan sonra görüntülenmesi. Triküspit yaprakçıkları ile örtülü VSD (a), aynı hastada VSD'nin Q LAB'ta (b) ve sağ ventrikül tarafından görünüşü (c) (16 no'lu olgu). Ao: Aort, LA: Sol atriyum, VSD: Ventriküler septal defekt.

36 hastanın 3'ünde (%8,3) VSD'lerin ventriküler septal anevrizma oluşturduğu görüldü. Triküspit yaprakçıkları gibi, anevrizma dokusu da dijital ortamda silinerek VSD'nin yerleşimi, şekli daha iyi ortaya çıkarıldı, çapı ve alanı ölçüldü (Şekil 4.6.3).



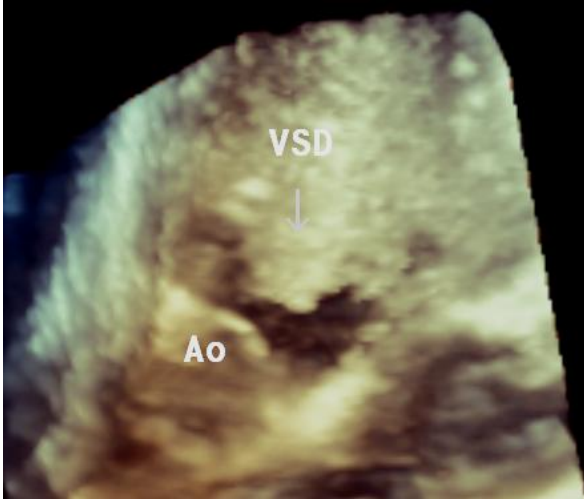
Şekil 4.6.3. Ventriküler septal anevrizması olan VSD'nin 3-B EKO ile görüntülenmesi. Ventriküler septal anevrizmalı VSD (a), anevrizma dokusu dijital ortamda silindikten sonra VSD'nin sağ ventrikül tarafından görünümü (b) (35 no'lu olgu). Ao: Aort, IVS: İnterventriküler septum, LA: Sol atriyum, TV: Triküspit kapak, VSA: Ventriküler septal anevrizma, VSD: Ventriküler septal defekt.

VSD lokalizasyonunun (PM, müsküler), 3-B EKO değerlendirmesini, çap ve alan ölçümlerini etkilemediği görüldü. Şekil 4.6.4'te müsküler bir VSD'de 3-B EKO ölçümleri görülmektedir.



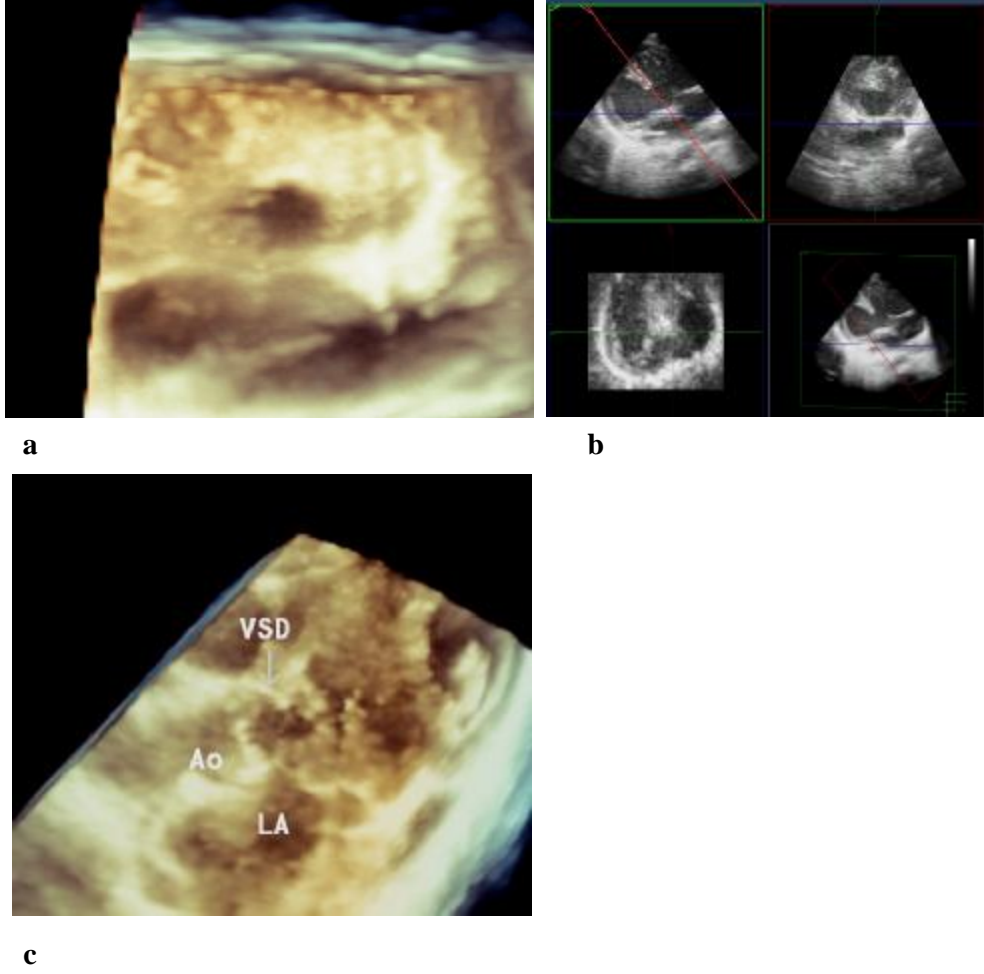
Şekil 4.6.4. Müsküler VSD'nin 3-B EKO ile değerlendirilmesi. VSD'nin sağ ventrikül tarafından görünümü (a), aynı hastada VSD'nin QLAB'taki görünümü ve analizi (b) (13 no'lu olgu). RA: Sağ atriyum, TV: Triküspit kapak, VSD: Ventriküler septal defekt.

İzole olmayıp kompleks konjenital kalp hastalıklarının bir komponenti olarak görülen VSD'lerde de 3-B EKO ile VSD'nin konumu, morfolojisi, VSD-Ao ilişkisi, defekt çapları ve alanı değerlendirilebildi (Şekil 4.6.5). Büyük arterlerin transpozisyonu ve pulmoner stenoz nedeniyle Rastelli operasyonu planlanan 3,5 yaşındaki bir hastada VSD, operasyon öncesi gerçek zamanlı üç boyutlu EKO ile değerlendirildi. VSD-Ao ilişkisi, VSD'nin morfolojisi ve aortun dektopozisyonu analiz edilerek VSD çapı-aort çapı arasındaki uygunluğa bakıldı. VSD'nin aortun hemen altında olduğu, VSD çapının aort çapı ile karşılaştırıldığında sınırdaki bir değere sahip olduğu görüldü. 3-B EKO ile elde edilen bulguların operasyon sırasında elde edilen bulgularla benzerlik gösterdiği saptandı (Şekil 4.6.5).



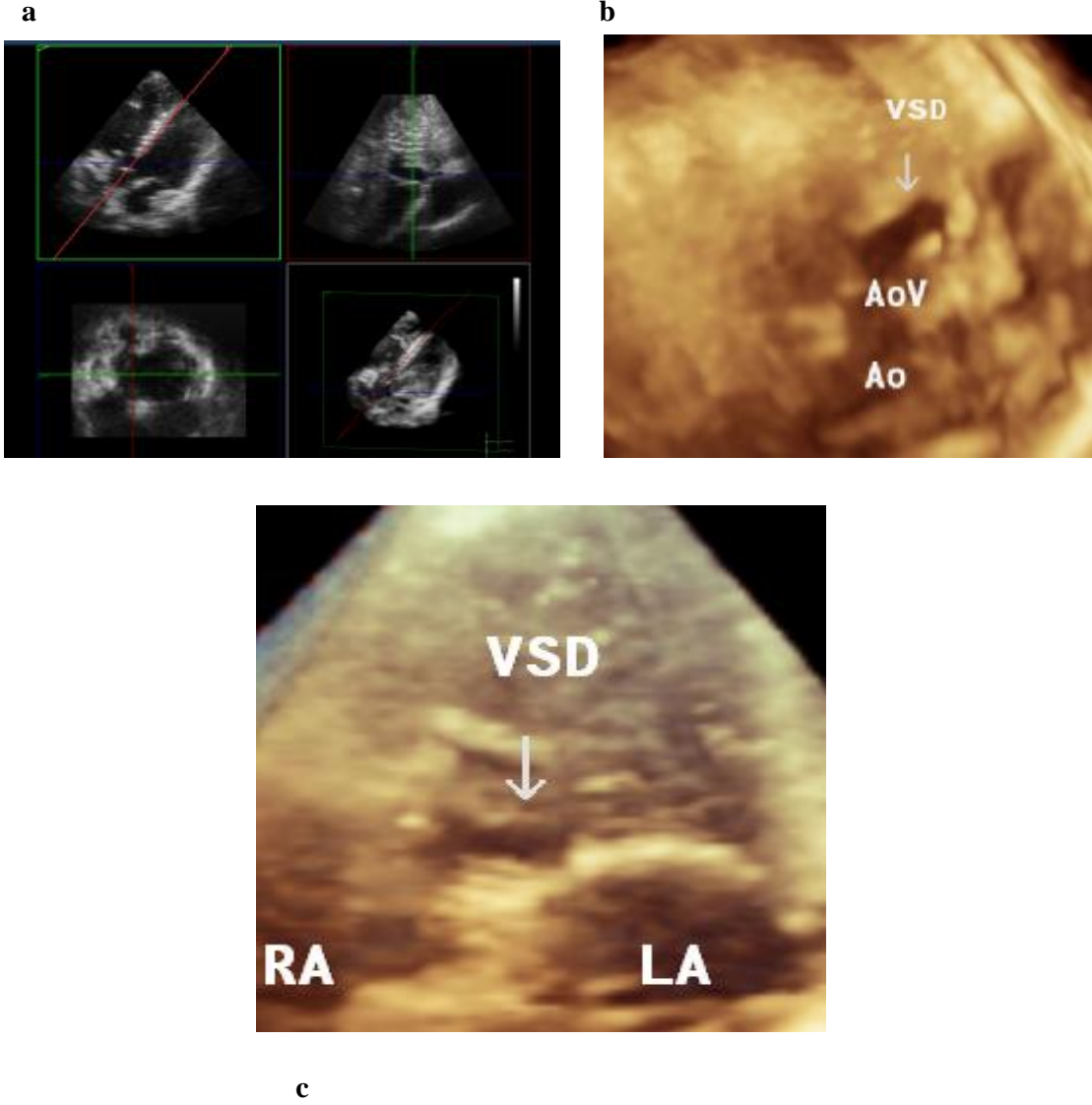
Şekil 4.6.5. Büyük arterlerin transpozisyonu ve pulmoner stenoz nedeniyle Rastelli operasyonu planlanan bir hastada VSD'nin morfolojisi ve VSD-Aort ilişkisi (23 no'lu olgu). Ao: Aort, VSD: Ventriküler septal defekt.

İnterventriküler septumun sağ ventrikül tarafından elde edilen “en face” görüntülerinde VSD'nin şekli 36 hastada değerlendirildi. Hastaların %97,33'ünde (35 hasta) VSD'nin herhangi bir geometrik şekle uymayan irregüler şekilli olduğu, yalnızca bir hastada (12 no'lu olgu) defektin dairesel olduğu görüldü (Şekil 4.6.6).



Şekil 4.6.6. Defekti düzenli bir geometrik şekil gösteren tek hastada (12 no'lu olgu) dairesel VSD'nin görünümü (a,b); düzensiz şekilli VSD'nin (1 no'lu olgu) görünümü (c).
Ao: Aort, LA: Sol atriyum, VSD: Ventriküler septal defekt.

Perimembranöz outlet yerleşimli VSD'lerin ise 3-B EKO'da kendilerine has bir morfoloji (ortası basılmış dikdörtgen) sergiledikleri görüldü (Şekil 4.6.7).



Şekil 4.6.7. Perimembranöz-outlet VSD'nin görünümü. a) 27 no'lu olgu, b) 9 no'lu olgu, c) 31 no'lu olgu (Farklı hastalar olmasına rağmen, VSD görünümlerinin birbirine çok benzediğine dikkat edin). *Ao: Aort, AoV: Aort kapağı, LA: Sol atriyum, RA: Sağ atriyum, VSD: Ventriküler septal defekt.*

5. TARTIŞMA:

Günümüzde 2-B EKO konjenital kalp defektlerinin saptanmasında, saptanan defektlerin morfolojik-hemodinamik özelliklerinin değerlendirilmesinde en güvenilir noninvaziv tanı yöntemidir (3). Noninvaziv olması, zaman ve maliyet açısından uygun oluşu, ameliyathanede ve yoğun bakımda yatak başı kullanılabilmesi gibi büyük avantajları olmasına rağmen, tanısal anlamda bazı yetersizlikler taşımaktadır (3).

VSD'nin ekokardiyografik değerlendirmesi sadece septumda deliğin varlığını göstermeyi içermez. İdeal değerlendirme defektin kesin lokalizasyonunu, morfolojisini, çapını ve kalbin içindeki dokularla ilişkisini (örneğin triküspit kapak ve aort kapağı) içermelidir (4,5,6). Ancak 2-B ekokardiyografik değerlendirmede kalpteki kesit sayısının sınırlı olması nedeniyle (7,8,9,10), VSD'nin uzaysal özelliklerini belirlemek zordur (11).

Bu konuda önemli bir gelişme 3-B EKO'nun klinik kullanıma girişi olmuştur (13). Zor ve zaman alıcı görüntü elde edebilme özelliği, artefaktlara bağlı kötü görüntü kalitesi ve elde edilen görüntüleri üç boyutlu veri seti haline getirme aşamaları nedeniyle başlangıçta yavaş bir gelişme göstermiştir (13). Gerçek zamanlı tekniğin mevcut olmaması ve değerlendirme (analiz) süresinin uzun olması bu tekniğin kullanımını sınırlandırmış (11), çocuklardaki küçük kalp yapısı ve yüksek kalp hızı da görüntü elde edilmesini zorlaştıran bir faktör olmuştur (14).

Gerçek zamanlı 3-B EKO'nun en büyük avantajı, VSD'yi karşıdan ("en face") görüntüleme imkanını sunmasıdır. Bu görünüm, VSD'nin spesifik özelliklerini belirlememizi sağlar, değişik defektlerdeki değişik anatomiyi gösterir (18,19,20). Defektin morfolojisi, komşulukları ve uzaysal oryantasyonunu göstermede kesintisiz sunum sağlar (14). Cerrahi yaklaşımla, VSD sağ atriyal veya sağ ventriküler yaklaşımla kapatıldığı için üç boyutlu EKO ile elde edilen bu veriler önemli olup, 2-B EKO ile yapılan değerlendirmede sağ ventrikül tarafından interventriküler septumun bu önemli görüntüsünü elde etmek mümkün değildir (48).

Son zamanlarda VSD'lerin transkateter yolla kapatılmaya başlanması (22,23,24) nedeniyle hasta seçiminde, özellikle farklı açılardan defektin morfolojisi, çapı ve komşu dokularla ilişkisinin değerlendirilmesi daha da önem kazanmaya başlamıştır. Gerçek zamanlı 3-B EKO'nun VSD'nin anatomik özellikleri ile komşu dokularla ilişkisini iyi bir çözünürlükte derinlik algısı ile daha net göstermesi preoperatif ayrıntılı tanımlama ve girişimsel tedavide hasta seçimi ve uygulama alanlarında kullanımını arttırmıştır

(22,23,24,26). 3-B EKO ile elde edilen verilerin cerrahi bulgularla karşılaştırıldığında, 2-B EKO ile elde edilen verilere göre daha korele olduğu görülmüş, septal defektleri göstermede üç boyutlu EKO'nun iki boyutlu EKO'ya göre daha üstün olduğu belirtilmiştir (26,27).

Bu çalışma, bu yönde yapılmış az sayıda araştırmanın varlığı, bu tür çalışmalarda kullanılan yöntem ve teknolojilerin henüz gelişim aşamasında olması nedeniyle yapılmıştır. Gerçek zamanlı üç boyutlu ekokardiyografik değerlendirme ile VSD'lerde kantitatif analiz uygulanabileceği ve çeşitli tiplerdeki VSD'lerin şekil, boyut ve konumlarının daha doğru bir şekilde tanımlanabileceği, görüntü elde etme ve değerlendirme aşamalarında gerekli olan sürenin klinik uygulamalar için kabul edilebilir düzeylere yaklaştığı gösterilmek istenmiştir. Elde edilen veriler, 2-B EKO bulguları ile karşılaştırılarak, 3-B EKO'nun VSD'nin tanı, tedavi (cerrahi/transkateter) ve izlem aşamalarında yapacağı katkıların neler olabileceği araştırılmıştır (14).

Üç boyutlu veri setinde VSD'nin kesit görüntüleri oluşturularak (59), elde edilen bu görüntüler üzerinden kantitatif analizler yapılmıştır. Analizler için daha çok apikal dört ve beş boşluk kullanılmış olup, Tantengco ve arkadaşlarının 19 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada da analiz için daha çok bu kesitlerin kullanıldığı belirtilmiştir (4). VSD'lerin lokalizasyonları açısından ayrıca parasternal kısa eksen de kullanılmış olup, aortun dekstropozisyonu da parasternal uzun eksen görüntülerinde değerlendirilmiştir. VSD'lerin karşıdan "en face" görünümünün parasternal kısa eksen kesitlerinde optimal oluşturulamadığı görülmüştür.

Çalışma grubumuzdaki hastaların yaşları 1 ay-16,5 yaş (ortalama: $3,27 \pm 3,87$ yaş, ortanca: 1,5 yaş) olup, 16 hasta (% 44,4) bir yaşından küçüktür. 3-B EKO çekimi sırasında ortalama kalp hızı $122,24 \pm 22,32$ /dk (78-150/ dk) saptanmıştır. Hastaların 29'unda 3-B görüntülerin elde edilme zamanı kaydedilmiş, bu 29 hastada üç boyutlu görüntülerin elde edilme zamanı ortalama $4,09 \pm 1,49$ (aralık: 2,15-10) dakika bulunmuştur. Hastaların üç boyutlu görüntülerinin elde edilme süreleri kalp hızları ve yaşları ile karşılaştırıldığında, bu sürenin kalp hızından (Mann-Whitney U testi, $p:0,629$) ve yaştan (Mann-Whitney U testi, $p:0,50$) etkilenmediği görülmüştür. Bosch ve ark.larının yaptığı çalışmada ortalama 3-B görüntü elde etme süresinin 6 ± 2 dk ve bir yaşın altındaki 26 hasta (%76,4) bu sürenin $3 \pm 1,5$ dk olduğu, 3-B görüntülerin elde edilme sürelerinin, çalışmamızda olduğu gibi, yaştan etkilenmediği gösterilmiştir (14). Bu bulgu önceki deneysel 3-B EKO teknik ve donanımlarına göre çalışmada kullanılan teknolojinin, yeterli görüntü elde etmede daha üstün olmasına bağlanmış (14), bizim çalışmamızda da benzer yargıya varılmıştır.

Son iki dekadda 3-B EKO ile ilgili teknolojik açıdan büyük gelişmeler olmuştur (13). Gerçek zamanlı 3-B EKO'da, matriks dizili transdüser kullanımı (15,16) ve üç boyutlu probun küçültülmesi ile daha iyi görüntü elde edilmesi sağlanıp eko cihazı üzerinde "online" ölçümün de zamanla oluşturulması (17) bu tekniğin kullanılabilirliğini arttırmıştır. Klinik incelemeler ve araştırmalar, görüntü kaydında ve bilgisayar işleme teknolojisindeki büyük ilerlemeler ile sınırlılıkların üstesinden gelinmeye çalışılmıştır (13). Bosch ve arkadaşlarının çalışmasında gerçek zamanlı 3-B EKO, 34 hastanın 30'unda (%88) uygulanmış, 2 hastada (2.5 y, 15 y) fakir akustik pencere, 2 hastada (2 ay, 1 y) persistan solunum artefaktları nedeniyle yeterli üç boyutlu görüntü elde edilememiş, bu 4 hastada sağ ventrikül tarafından VSD'nin görüntüsü değerlendirilememiştir (14). Cheng ve arkadaşlarının çalışmasında ise 52 hastanın 12'sinde (%27) optimal görüntü elde edilemediği görülmüştür (12). Çalışmamızda gerçek zamanlı 3-B EKO, 37 hastanın 36'sına (% 97,29) uygulanmıştır. Bir hasta (12 yaş, kız), obesiteye bağlı fakir akustik pencere nedeniyle, yeterli üç boyutlu ekokardiyografik görüntü elde edilemediği için çalışma dışı bırakılmış, 2-B EKO görüntüleri de yetersiz olan bu hastaya izlemde kalp kateterizasyonu ve anjiyografik değerlendirme yapılmıştır. Çalışmamızda hastaların %44,4'ü bir yaşın altında olmasına rağmen, persistan solunumsal ve kardiyak artefaktlar nedeniyle yetersiz üç boyutlu görüntü elde edilen hasta olmadığı görülmüştür. Çalışmada erişkin yaşta hasta olmamasının, kullanılan sistemin gelişmiş olmasının optimal görüntü elde etme oranını arttırmış olabileceği düşünülmüştür.

Çalışmamızda üç boyutlu görüntülerin ortalama değerlendirme zamanının $20,13 \pm 10,46$ dk (7-60 dk) olduğu, değerlendirilen ilk hastada bu sürenin 60 dk, son hastada 14 dk olduğu görülmüştür. Hastaların %86,1'inde (31 hasta) üç boyutlu ekokardiyografik değerlendirme süresi 24 dakikanın altındadır. Öğrenme süreci (ilk 5 hasta) çıkarıldığında bu sürenin $16,54 \pm 3,94$ dakikaya gerilediği, çalışma ilerledikçe değerlendirme süresinin belirgin olarak kısaldığı görülmüştür (Spearman's korelasyon testi, $r: -0,78$, $p: <0,001$). Ancak belirli bir noktadan sonra, artan deneyime rağmen değerlendirme süresinin 12 dk'nın altına inmediği tespit edilmiştir. Bosch ve arkadaşlarının çalışmasında üç boyutlu görüntülerin ortalama değerlendirme zamanının 23 ± 14 dk olduğu, değerlendirilen ilk hastada bu sürenin 45 dk, son hastada 8 dk olduğu görülmüş, çalışma ilerledikçe analiz süresinin kısaldığı belirtilmiştir (14). Tantengco ve arkadaşlarının 19 hasta üzerinde yaptığı çalışmada 3-B EKO değerlendirme süresinin 15-20 dk (4), Mehmood ve arkadaşlarının 12 hasta üzerinde yaptığı çalışmada ise bu sürenin 10-15 dk arasında olduğu görülmüştür (51). Çalışmamızda, öğrenme sürecindeki hastalar çalışmanın dışında tutulduğunda uygulama

süresinin kabul edilebilir seviyelere yaklaşmış olduğu (16,54±3,94 dk) görülmüştür. 3-B EKO görüntülerinde defektin sağ ventrikül tarafından görünüşünün elde edilerek morfolojisine ve komşu dokularla olan ilişkisine bakılma (Q LAB'da ölçüm aşaması hariç) işleminin ise 4 dakikayı geçmediği görülmüş olup, 3-B EKO ile kalitatif analiz açısından bu sürenin oldukça kısa olduğu düşünülmüştür.

Çalışmamızda kullanılan gerçek zamanlı üç boyutlu EKO sistemi eski üç boyutlu sistemlere göre hem optimal görüntü elde etme oranı, hem kabul edilebilir seviyelere yaklaşmış analiz süresi ile daha ileri olup, verilerin değerlendirilmesi için hala belirli bir sürenin gerekli olması, çekim anında analiz yapılamaması ve buna bağlı olarak iş akışının bozulabilmesi nedeniyle 3-B EKO'nun rutin klinik kullanımdaki sınırlılıklarının belirli oranlarda devam ettiği görülmüştür (17).

Bosch ve arkadaşlarının çalışmasında gerçek zamanlı 3-B EKO ile, 30 hastada 30 VSD tespit edilmiş, 29'unun (%96,7) perimembranöz yerleşimli olduğu görülmüş, müsküler VSD tespit edilmemiştir (10). Çalışmamızda, 2-B EKO ve gerçek zamanlı 3-B EKO ile yapılan değerlendirmede 36 hastada 36 VSD tespit edilmiş olup, VSD'lerin 34 (%94,44) hastada perimembranöz, 2 (%5,56) hastada müsküler yerleşimli olduğu görülmüştür. Defektlerin lokalizasyonu (perimembranöz, müsküler, "doubly committed") açısından 2-B ve 3-B EKO arasında fark olmadığı görülmüştür. Chen ve arkadaşlarının 38 hasta üzerinde yaptığı çalışmada da, 2-B EKO ile gerçek zamanlı 3-B EKO karşılaştırıldığında, çalışmamıza benzer bir şekilde, VSD'lerin lokalizasyonu açısından eşit derecede bilgi elde edildiği belirtilmiştir (25).

Çalışmamızda üç ortogonal eksen dışında, görüntüyü istenilen oblik bir açıda dilimlememize izin veren dördüncü bir eksen kullanılmıştır. Bu özellik, spesifik kardiyak yapıları göstermek için seçici dilimlemeyi sağlayarak, 3-B EKO'nun kabul edilebilirliğini ve uygulanabilirliğini arttırmıştır (17). Bu yöntemlerle 36 hastada, sağ ventrikül tarafından VSD görüntülenerek defektin morfolojik yapısı, şekli ve ventriküler septumun neresine doğru uzandığı tanımlanarak, sağ ventrikülotomiyle elde edilecek cerrahi görüntü üretilmiştir. Çalışmamızda 3-B EKO ile elde edilen veriler, 2-B EKO dışında başka yöntemlerle (cerrahi ve kateterizasyon) karşılaştırılmamıştır. Ancak yapılan diğer çalışmalarda 3-B EKO ile elde edilen verilerin, cerrahi bulgularla korelasyonunun, 2-B EKO ile elde edilen verilere göre daha iyi olduğu gösterilmiş, septal defektleri göstermede üç boyutlu EKO'nun iki boyutlu EKO'ya göre daha üstün olduğu belirtilmiştir (26,27).

Çalışmamızda 36 hastada 2-B EKO ile bazal değerlendirme ve VSD'nin diyastol sonu en geniş çap ölçümü yapıldıktan sonra, 3-B EKO ile de VSD'nin diyastol sonu en geniş

çap ölçümü yapılmıştır. 2-B ve 3-B EKO ile ölçülen, VSD'lerin ortalama en geniş çap değerleri sırasıyla $9,9\pm 4,35$ mm (ortanca: 9, aralık: 4-20 mm) ve $16,3\pm 8,7$ mm (ortanca: 14,9, aralık: 6,4-48 mm) saptanmıştır. Ortalamalar arasında yapılan karşılaştırmada aradaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür (Mann-Whitney U testi, $p<0,001$). 2-B EKO ve gerçek zamanlı 3-B EKO ile elde edilen VSD'lerin diyastol sonu en geniş çap değerleri arasındaki korelasyona bakıldığında, aradaki korelasyonun (Spearman's korelasyon testi, $r:0,80$, $p:<0,001$) iyi olduğu tespit edilmiştir. Bosch ve arkadaşlarının çalışmasında VSD'lerin ortalama en geniş çap değerleri 3-B EKO ile $11,9\pm 4,2$ mm (5-21 mm) ve 2-B EKO ile $11,6\pm 4,5$ mm (5-20) olarak ölçülmüş ($p>0,05$), aradaki korelasyonun iyi olduğu belirtilmiştir (14). Bizim çalışmamızda 2-B ve 3-B EKO arasında daha geniş fark olduğu görülmektedir (Mann-Withney U testi, $p:<0,05$). Cheng ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise 2-B EKO ve gerçek zamanlı 3-B EKO ile elde edilen VSD'lerin en geniş çap değerleri arasındaki korelasyon katsayısı 0,74'tür (12).

Çalışmamızda, gerçek zamanlı üç boyutlu EKO ile ölçülen en geniş VSD çap değerinin 48 mm, 2-B EKO ile ölçülen en geniş VSD çap değerinin ise 20 mm olduğu saptanmıştır (aynı hasta). Bu hasta üzerinde ikinci bir gözlemci tarafından yapılan değerlendirmede de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu durumun özellikle geniş VSD'lerde, 2-B EKO ile VSD'nin uzun eksenine tam olarak düşülememesinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür. VSD'lerin 2-B EKO ile elde edilen en geniş çap değerlerine bakıldığında ortalamaya göre yapılan karşılaştırmada ise uç değerlerin bulunmadığı; 3-B EKO ile elde edilen en geniş çap değerlerine bakıldığında ise ortalamaya göre yapılan karşılaştırmada 18, 26 ve 29 numaralı hastaların uç değerlerde olduğu görülmüştür. 3-B EKO'da ortalamadan çok uzak değerleri olan bu 3 hasta çalışmadan çıkarıldığında, 2-B ve 3-B EKO ile ölçülen VSD en geniş çap değerleri ortalaması sırasıyla $8,99\pm 3,21$ mm (ortanca: 9, ortanca: 4-16 mm) ve $14,24\pm 4,60$ mm (ortanca: 14, ortanca: 6,4-25,4 mm) bulunmuştur. Ortalama değerler arasındaki fark, 3 hasta çıkarılmadan elde edilmiş değerler arasındaki farka göre azalmış olsa da ortanca değerler değişmediği için istatistiksel olarak değişiklik gözlenmemiştir (Mann-Whitney U testi, $p:<0,05$). Bu bulgularla geniş VSD'lerde, 2-B EKO ile VSD'yi daire veya elips gibi kabul ederek yapılan ölçümün, 3-B EKO ile defekti karşımıza alarak yapılan ölçüme göre güvenilirliğinin daha düşük olabileceği düşünülmüş, ancak cerrahi karşılaştırma yapılamadığı için kesin bir yargıya varılamamıştır.

VSD'nin dinamik alan değişimi istatistiksel olarak anlamlıdır (18,19,20). Bu bulgu daha fazla araştırma ve değerlendirme gerektirse de, VSD için önerilen transkateter kapama yöntemi için önemli bir veri olabilir (14). Çalışmamızda 3-B ekokardiyografik

değerlendirmede, VSD'lerin dinamik özelliğini göstermek açısından, sistol sonu en geniş çapı ölçülerek, sistol ve diyastol sonu alanları hesaplanmıştır. VSD'lerin gerçek zamanlı 3-B EKO ile ölçülen ortalama sistol sonu en geniş çap değeri $13,38 \pm 7,32$ mm (4,8-41,4 mm) bulunmuştur. VSD'lerin sistol sonu ve diyastol sonu alan değerleri sırasıyla 0,18-6,521 (ortalama: $07 \pm 1,39$ cm², ortanca:0,67 cm²) cm², 0,29-9,78 (ortalama: $1,70 \pm 2,03$ cm², ortanca:1,04 cm²) cm² saptanmıştır. Yapılan karşılaştırmada aradaki farkın anlamlı olduğu görülerek (Mann-Whitney U testi, p:0,011), VSD'lerde kalp siklusu boyunca oluşan morfolojik değişikliğin anlamlı olduğu gösterilmiştir. Cheng ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada da üç boyutlu EKO ile yapılan değerlendirmede, VSD'lerin sistolik ve diyastolik alan değerleri arasındaki farkın anlamlı olduğu görülerek (p<0,05) (12), VSD'lerin değerlendirilmesinde, dinamik süreçteki değişikliğin göz önünde bulundurulması gerektiği belirtilmiştir.

Ayrıca çalışmamızda VSD'lerin 2-B EKO diyastol sonu en geniş çap değerleri ile 3-B EKO diyastol sonu en geniş alan değerleri (Spearman's korelasyon testi, r:0,80, p:<0,001), VSD'lerin 2-B EKO diyastol sonu en geniş çap değerleri ile 3-B EKO sistol sonu en geniş alan değerleri (Spearman's korelasyon testi, r:0,76, p:<0,001) karşılaştırılmış, arada iyi bir korelasyon olduğu görülmüştür. Gerçek zamanlı üç boyutlu EKO ile VSD'lerin sistol sonu ve diyastol sonu en geniş çap değerleri (Spearman's korelasyon testi, r:0,93, p:<0,001) ile sistol sonu ve diyastol sonu alan değerleri (Spearman's korelasyon testi, r:0,88, p:<0,001) arasında da yapılan karşılaştırmada iyi bir korelasyon olduğu görülmüştür.

Tüm bu bulgularla 3-B ekokardiyografik değerlendirme ile defektin karşıdan görünüşünün değerlendirilmesi yanında, gerçek morfolojik şekli üzerinden dinamik süreci de göz önünde bulundurarak, 2-B EKO ile VSD'yi daire veya elips gibi kabul ederek yapılan ölçüme göre, daha optimal ölçümlerin yapılabildiği gösterilmiştir.

Perimembranöz bölge sağ ventrikülde triküspit kapağın septal yaprakçığına, sol ventrikülde aort kapağına komşudur. Transkateter kapama işlemi öncesi her perimembranöz VSD'de defektin aort kapağına ve AV kapaklara uzaklığı iyi değerlendirilmelidir (28). VSD'lerde defekt kenarı ile aort kapağı arası uzaklık çok önemlidir, en az 2 mm olmalıdır. Özellikle küçük kalplerde bu durum sorun yaratabilir (28). Perimembranöz inlet VSD'lerin AV kapaklara yakınlığı, perimembranöz outlet VSD'lerin aort kapağına yakınlığı önemlidir (44). Perimembranöz VSD'nin transkateter yola kapatılabilmesi için, AV iletim dokusu, aort, triküspit ve mitral kapaklardan yeterince uzak olmalıdır (44). Özellikle perimembranöz inlet VSD'lerin triküspit septal yaprakçığının hemen altında olması, septal yaprakçığın defekti bir perde gibi örtmesi

nedeniyle bu ölçümler cerrahi açıdan da önemlidir (44). 3-B EKO VSD'lerin konum, şekil ve boyutlarını, özellikle komşu yapılarla ilişkilerini en iyi değerlendirebilen yöntem olup transkateter yolla kapatılacak VSD'lerin işlem öncesi incelenmesinde değerlidir (44). Bu amaçla çalışmada perimembranöz VSD'lerin triküspit kapak ve aort kapağı ile olan komşuluklarına bakılmıştır. Triküspit kapağın ve aort kapağının perimembranöz VSD'ye ortalama uzaklığı sırası ile $7,30\pm6,40$ mm ve $5,10\pm7,90$ mm saptanmıştır. Chen ve arkadaşlarının çalışmasında da triküspit kapağın VSD'ye ortalama uzaklığı 8.8 ± 7.2 (6.2-11.4) mm, aort kapağının VSD'ye uzaklığı 3.9 ± 7.2 mm bulunmuş, bizim çalışmamızda olduğu gibi VSD'nin komşu dokularla ilişkisinin değerlendirilebildiği gösterilmiştir (25). Çalışmamızda triküspit kapak ile VSD arası mesafenin ölçümü sırasında triküspit kapak kenarı, cerrahi bakış açısı ile septal yaprakçığın septuma yapışma yeri olarak belirlenmesi nedeniyle bu ölçümün özellikle perimembranöz VSD'lerde cerrahi öncesi önemli olabileceği düşünülmüştür. Ayrıca aort kapağına uzaklık 3-B EKO ile daha iyi değerlendirilebilmekte, bunun da özellikle transkateter kapama açısından çok değerli bir bulgu olduğu bilinmektedir.

2-B EKO görüntüleri, VSD'nin konturlarını ve şeklini göstermede kısıtlı bir yeteneğe sahiptir (25). Yapılan çalışmalarda, VSD'nin sağ ventrikül tarafından elde edilen kesintisiz üç boyutlu ekokardiyografik görüntüleri ile yapılan değerlendirmesinde, 2-B EKO'ya göre, 3-B EKO ile daha değerli ek bilgilerin elde edildiği görülmüştür (7,8). Cerrahi tedavi planlanan VSD'li hastalarda defektin çapı, şekli, lokalizasyonu ve komşulukları önemlidir (51). Son zamanlarda VSD'lerin transkateter yolla da kapatılmaya başlanması (22,23,24) nedeniyle hasta seçiminde, özellikle farklı açılardan defektin morfolojisi, çapı ve komşu dokularla ilişkilerinin değerlendirilmesi daha da önem kazanmaya başlamıştır. İki boyutlu transtorasik ekokardiyografi (TTE) ve transösefajiyal ekokardiyografi (TÖE) ile VSD'nin tanısı konularak gerekli ölçümler yapılabilir. Ancak 2-B EKO ile defekt cepheden görüntülenemez, çevre dokularla ilişkileri ve morfolojisi 3-B EKO ile yapılan değerlendirme kadar ayrıntılı belirlenemez (51). Bu noktada gerçek zamanlı 3-B EKO, defektin anatomisini ve boyutlarını, uzaysal ilişkilerini daha net ortaya koyarak, VSD'li hastalarda tedavi (cerrahi ya da transkateter) aşamalarında optimal planlamayı sağlayabilir (14). Bu parametrelerin önemi bilinerek yapılan transtorasik hem 2-B hem de 3-B EKO ile elde edilen verilerle, girişimsel tedavi uygulanacak hastaların seçilebileceği Acar ve ark. tarafından da belirtilmiştir (52,53). Çalışmamızda sağ ventrikül tarafından elde edilen görüntülerde VSD'lerin morfolojisi (pozisyon, boyut ve görünüş) ayrıntılı olarak tanımlanabilmiştir. Elde edilen bulgularla (defektin karşıdan görünüşü-şekli, en geniş çap

ve alan ölçümü, dinamik değişikliği, komşu dokularla ilişkisi) transkateter kapama uygulanacak hastaların 3-B EKO ile seçilebileceği, 3-B EKO'nun cerrahi veya girişimsel tedavi aşamalarında da faydalı olabileceği düşünülmüştür. Bosch ve arkadaşlarının çalışmasında da 3-B EKO ile defektin morfolojisi ve uzaysal oryantasyonu hakkında önemli veriler elde edildiği görülmüş (14), transkateter yolla kapama işlemine uygun hastaları seçmede büyük faydasının olabileceği (56,57,58), cerrahi veya kateter yaklaşımda işlem sırasında da kullanılabilmesi belirtilmiştir (14).

2-B EKO ile tanı koyduğumuz defektlerin şekli değişken olup, 2-B EKO görüntüleriyle elde edilen boyut ve morfoloji, gerçek anatomik boyut ve morfolojiden farklı olabileceği için septal defektin şekli ve yapısı doğru olarak değerlendirilemeyebilir (12). Çalışmamızda 3-B EKO ile VSD'lerin sağ ventrikül tarafından şekilleri değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmede, 35 (%97,2) hastada, VSD şekillerinin çok değişken olduğu görülmüş, yalnızca bir hastada VSD'nin daire şeklinde olduğu saptanmıştır. Transkateter kapama öncesi yapılacak değerlendirmelerde bu bulgunun önemli olabileceği düşünülmüştür.

Bazı VSD'lerde triküspit kapağın bazen kalınlaştığı, hareketsiz hale geldiği görülmektedir (58). Özellikle perimembranöz VSD'ler triküspit yaprakçıkları ve/veya ventriküler septal anevrizma dokuları ile saklanmış olabilir. Bu durumda VSD'lerin sağ ventrikül tarafından görüntülenmesi zor olabilir (59). VSA formasyonu olanlarda ekokardiyografi ile defekt çapı ölçümü de daha güçtür. Özellikle transkateter yolla kapama öncesi anevrizmanın birden fazla deliği olup olmadığı iyi incelenmeli, multipl delikli ise her birinin konumu ve çapı saptanmalıdır, bu durumda TÖE görüntüleri daha ayrıntılı inceleme sunmakla birlikte (44) 3-B EKO'nun da yararlı olabileceği düşünülmektedir. 3-B EKO ile yapılan değerlendirme sırasında sağ ventrikülün serbest duvarı gibi, triküspit yaprakçıkları ve ventriküler septal anevrizma dokusu da, dijital ortamda kesilerek veya bu dokuların olmadığı yeni kesit alanları oluşturularak VSD tümüyle görüntülenebilir, sağ ventrikülotomiyle elde edilecek cerrahi görüntü elde edilebilir. Bu şekilde defektin morfolojik yapısı, şekli ve ventriküler septumdaki uzanımı daha ayrıntılı tanımlanabilir (25). Çalışmamızda VSD'lerin 36 hastanın 10'unda (%27,8) tam veya kısmi olarak triküspit yaprakçıkları ile, 36 hastanın 3'ünde (%8,3) ventriküler septal anevrizma dokusu ile örtülü olduğu görülmüştür. Yapılan 3-B ekokardiyografik değerlendirme ile triküspit yaprakçıkları ve anevrizma dokusu dijital ortamda silinerek, bu tür hastalarda morfolojik yapıların açıkça ortaya konabildiği gösterilmiştir. Bosch ve arkadaşlarının çalışmasında da 30 hastada VSD'nin tam veya kısmi olarak triküspit kapağın yaprakçıkları ile kaplı olduğu

görülmüş, bizim çalışmamızda olduğu gibi, üç boyutlu görüntülerde triküspit kapak dijital ortamda silinerek VSD'nin gerçek görüntüsünün oluşturulabildiği ortaya konmuştur (14).

Gerçek zamanlı 3-B EKO ile kardiyak siklus boyunca, septal defektin dinamik yapısı görüntülenerek, septal defektin doğası daha ayrıntılı değerlendirilebilir (18,21). Elde edilen morfolojik bilgi, 2-B EKO ile elde edilen hemodinamik ölçümler ile birlikte kullanılabilir (14). 3-B EKO'da, tam hacimli veri setleri üzerinden yapılan incelemelerle doğumsal anomalilerin tanısal sürecindeki duyarlılığın arttığı (49,50), elde edilen ölçüm değerlerinin cerrahi bulgular ile korele olduğu gösterilmiştir (12). Bu nedenle 3-B EKO'nun VSD'lerde kardiyak kateterizasyon gereksinimini daha da azaltabileceği düşünülmektedir. Çalışmamızda büyük arterlerin transpozisyonu ve pulmoner stenoz nedeniyle Rastelli operasyonu planlanan 3,5 yaşındaki bir hastada (23 no'lu olgu) VSD, operasyon öncesi gerçek zamanlı üç boyutlu EKO ile değerlendirilmiştir. VSD-Ao ilişkisi, VSD'nin morfolojisi analiz edilerek VSD çapı-aort çapı arasındaki uygunluğa, aortun dekstropozisyonuna bakılmıştır. VSD'nin aortanın hemen altında olduğu ve VSD çapının aorta çapı ile karşılaştırıldığında sınırdaki bir değere sahip olduğu görülerek, 3-B EKO ile elde edilen bulguların operasyon sırasında elde edilen bulgularla benzerlik gösterdiği saptanmıştır. Bu nedenle konjenital kalp hastalıklarında, tedavi öncesi yeterli tanısal bilgi elde etme konusunda üç boyutlu ekokardiyografik değerlendirmenin önemli katkılar sağlayabileceği düşünülmüştür.

VSD, koarktasyon veya pulmoner stenoz gibi farklı lezyonlarla beraber olursa ölçüm yapmak zor olabilir (25). Ancak Tantengco ve arkadaşlarının 19 hasta üzerinde yaptığı çalışmada 12 hastada (%63,2) eşlik eden lezyonlarla birlikte olan VSD'de gerçek zamanlı 3-B EKO ile analiz yapılabildiği görülmüştür (4). Çalışmamızda 36 hastanın 14'ünde (%38,8) VSD'nin konjenital kalp hastalığının komponenti olduğu, 12 hastada (%33,3) ise asosiye defektlerle birlikte olduğu görülmüştür. Ayrıca bir hastada (12 no'lu olgu) dekstrokardi izlenmiş olup, dekstrokardili hastaların VSD'lerinde ve eşlik eden lezyonlarla birlikte olan VSD'de 3-B ekokardiyografik değerlendirmenin yapılabileceği gösterilmiştir.

Bu çalışma, ülkemizde ilk kez konjenital kalp hastalıklarında uygulanan 3-B EKO çalışmasıdır. Çalışmamızın bir limitasyonu cerrahi kıyaslama olmamasıdır. Bu çalışmada gerçek zamanlı üç boyutlu ekokardiyografik değerlendirme ile VSD'lerde kantitatif analiz uygulanabileceği ve çeşitli tiplerdeki VSD'lerin şekil, boyut ve pozisyonlarının doğru bir şekilde tanımlanabileceği, ayrıca görüntü elde etme ve değerlendirme aşamalarında gerekli olan sürenin klinik uygulamalar için kabul edilebilir düzeylere yaklaştığı, üç boyutlu görüntü elde edebilme oranının arttığı ve görüntü kalitesinin iyileştiği gösterilmiştir.

6. SONUÇLAR:

1. Gerçek zamanlı 3-B EKO ile 37 hastanın 36'sında (% 97,29) yeterli üç boyutlu ekokardiyografik görüntü elde edilerek, günümüzde görüntü elde edilme aşamasındaki sınırlılıkların üstesinden gelindiği gösterildi.
2. 3-B EKO ile görüntüleme zamanı ortalama $4,09 \pm 1,49$ dk (2,15-10 dk) saptanarak, görüntü elde etme süresinin kısa olduğu gösterildi.
3. Değerlendirme süresi birinci hastada 60 dk, son hastada 14 dk saptandı. Çalışma ilerledikçe değerlendirme süresinin belirgin olarak kısaldığı (Spearman's korelasyon testi, $r:-0,78$, $p:<0,001$), yöntemin belirli bir öğrenme sürecinin olduğu gösterildi.
4. 3-B görüntülerin değerlendirme zamanı ortalama $20,13 \pm 10,46$ dk (7-60 dk) saptandı. Öğrenme süreci (değerlendirme sırasına göre ilk 5 hasta) çıkarıldığında ortalama analiz süresi $16,54 \pm 3,94$ dk (7-24) tespit edilerek, değerlendirme süresinin kabul edilebilir seviyelere yaklaştığı gösterildi.
5. Çalışma grubundaki hastaların % 44,4'ü (16 hasta) bir yaşından küçük, 3-B EKO çekimi sırasında ortalama kalp hızı $122,24 \pm 22,32$ /dk (78-150/ dk) idi. Yaşın ve yüksek kalp hızının üç boyutlu EKO görüntülerinin elde edilme süresini etkilemediği gösterildi (Mann-Whitney U testi, $p:0,50$, $p:0,629$).
6. 3-B EKO görüntülerinde defektin sağ ventrikül tarafından görünüşünün elde edilerek morfolojisine ve komşu dokularla olan ilişkisine bakılma (Q LAB'da ölçüm aşaması hariç) işleminin ise 4 dakikayı geçmediği görülerek, kalitatif analiz açısından değerlendirme süresinin oldukça kısalandırabileceği gösterildi.
7. 3-B EKO ile sağ ventrikül tarafından VSD'lerin karşıdan görünüşlerinin ("en face") değerlendirilebildiği gösterildi.
8. VSD'lerin çoğunlukla düzensiz bir geometrik şekle sahip oldukları görüldü.
9. Perimembranöz-outlet yerleşimli VSD'lerin kendilerine özgü bir şekle sahip oldukları görüldü.
10. VSD'lerin sağ ventrikül tarafından elde edilen görüntülerinde kantitatif analiz yapılabildiği gösterildi.
11. 2-B ve 3-B EKO ile ölçülen, VSD'lerin ortalama en geniş çap değerleri sırasıyla $9,9 \pm 4,35$ mm (ortanca: 9, aralık: 4-20 mm) ve $16,3 \pm 8,7$ mm (ortanca: 14,9, aralık: 6,4-48 mm) bulundu. 2-B ve 3-B EKO ölçümleri arasında geniş fark olduğu görülmekle (Mann-

Whitney U testi, $p:<0,05$) birlikte aradaki korelasyonun (Spearmen's korelasyon testi, $r:0,80$, $p:<0,001$) iyi olduğu saptandı.

12. VSD'lerin 3-B EKO ile sistol sonu ve diyastol sonu alan değerleri sırasıyla $0,18-6,521$ cm^2 (ortalama: $07\pm1,39$ cm^2 , ortanca: $0,67$ cm^2), $0,29-9,78$ cm^2 (ortalama: $1,70\pm2,03$ cm^2 , ortanca: $1,04$ cm^2) bulundu. Yapılan karşılaştırmada, VSD'lerde kalp siklusu boyunca oluşan morfolojik değişikliğin anlamlı olduğu gösterildi (Mann-Whitney U testi, $p:0,011$).

13. Gerçek zamanlı üç boyutlu EKO ile VSD'lerin sistol sonu ve diyastol sonu en geniş çap değerleri (Spearmen's korelasyon testi, $r:0,93$, $p:<0,001$) ile sistol sonu ve diyastol sonu alan değerleri arasında (Spearmen's korelasyon testi, $r:0,88$, $p:<0,001$) iyi bir korelasyon olduğu görüldü.

14. VSD'lerin 2-B EKO diyastol sonu en geniş çap değerleri ile 3-B EKO diyastol sonu en geniş alan değerleri (Spearmen's korelasyon testi, $r:0,80$, $p:<0,001$), VSD'lerin 2-B EKO diyastol sonu en geniş çap değerleri ile 3-B EKO sistol sonu en geniş alan değerleri (Spearmen's korelasyon testi, $r:0,76$, $p:<0,001$) arasında iyi bir korelasyon olduğu görüldü.

15. Gerçek zamanlı üç boyutlu EKO ile VSD'lerin komşu dokularla (triküspit kapak ve aort kapağı ile komşuluğu, aortun dekstropozisyonu) olan ilişkilerinin değerlendirilebildiği gösterildi.

16. Triküspit yaprakçıkları ve anevrizma dokusu ile örtüldü olan VSD'lerde, bu dokuların üç boyutlu görüntülerde silinmesi ile morfolojik yapının açıkça ortaya konabildiği gösterildi.

17. Kompleks kalp hastalığının bir parçası olan VSD'lerde de gerçek zamanlı 3-B EKO ile analiz yapılabildiği gösterildi.

18. Konjenital kalp hastalıklarında, üç boyutlu ekokardiyografik değerlendirmenin tedavi öncesi yeterli tanısal bilgi elde etme konusunda önemli katkılar sağlayabileceği gösterildi.

7. KAYNAKLAR:

1. Sağın Saylam G. Ventriküler septal defektlerde ekokardiyografik değerlendirme. Türk Kardiyol Dern Arş 2006; 34:110-125.
2. Paytoncu Ş, Sağın Saylam G. Ventriküler septal defekt: sınıflandırma, tanı, uzun süreli izlem ve tedavi. Türkiye Klinikleri J Cardiol-Special Topics 2008;1(4):30-42.
3. Magee AG, Boutin C, McCrindle BW, et al. Echocardiography and cardiac catheterization in the preoperative assessment of ventricular septal defect in infancy. Am Heart J 1998;135:907-13.
4. Tantengco MV, Bates JR, Ryan T, Caldwell R, Darragh R, Ensing GJ. Dynamic three-dimensional echocardiographic reconstruction of congenital cardiac septation defects. Pediatr Cardiol 1997;18:184-90.
5. Chan KL, Liu X, Ascah KJ, Beauchesne LM, Burwash IG. Comparison of RT-3DE with conventional 2-dimensional echocardiography in the assessment of structural heart disease. J Am Soc Echocardiogr 2004;17:976-80.
6. Espinola-Zavaleta N, Munoz-Castellanos L, Attie F, et al. Anatomic three-dimensional echocardiographic correlation of bicuspid aortic valve. J Am Soc Echocardiogr 2003;16:46-53.
7. Sutherland GR, Godman MJ, Smallhorn JF, Guiterras P, Anderson RH, Hunter S. Ventricular septal defects: two dimensional echocardiographic and morphological correlations. Br Heart J 1982;47:316-28.
8. Dall'Agata A, Cromme-Dijkhuis AH, Meijboom FJ, et al. Three-dimensional echocardiography enhances the assessment of ventricular septal defect. Am J Cardiol 1999;83:1576-9.

9. Rivera JM, Siu SC, Handschumacher MD, et al. Three-dimensional reconstruction of ventricular septal defects: validation studies and in vivo feasibility. *J Am Coll Cardiol* 1994;23:201-8.
10. Ishii M, Hashino K, Eto G et al. Quantitative assessment of severity of ventricular septal defect by three-dimensional reconstruction of color Doppler-imaged vena contracta and flow convergence region. *Circulation* 2001;103:664-9.
11. Vogel M, Losch S. Dynamic three-dimensional echocardiography with a computed tomography imaging probe: initial clinical experience with transthoracic application in infants and children with congenital heart defects. *Br Heart J* 1994;71:462-7.
12. Cheng TO, Xie MX, Wang XF, Wang Y, Lu Q. Real-time 3-dimensional echocardiography in assessing atrial and ventricular septal defects: an echocardiographic-surgical correlative study. *Am Heart J* 2004; 148:1091-5.
13. Kleijn SA, Kamp O. Clinical application of three-dimensional echocardiography: past, present and future. *Neth Heart J* 2009; 17: 18–24.
14. Van Den Bosch A, Harkel DT, McGhie JS, et al. Feasibility and Accuracy of Real-time 3-Dimensional Echocardiographic Assessment of Ventricular Septal Defects. *J of the American Society of Echocardiography* 2006:19:7-13.
15. Balestrini L, Fleishman C, Lanzoni L, et al. RT-3DE evaluation of congenital heart disease. *J Am Soc Echocardiogr* 2000;13:171-6.
16. Lange A, Palka P, Burstow DJ, Godman MJ. Three-dimensional echocardiography: historical development and current applications. *J Am Soc Echocardiogr* 2001;14:403-12.
17. Chan K.L, Liu X, Ascah KJ, et al. Comparison of Real-time 3-Dimensional Echocardiography with Conventional 2-Dimensional Echocardiography in the Assessment of Structural Heart Disease. *J Am Soc Echocardiogr* 2004;9: 976-80.

18. Handke M, Schafer DM, Muller G, Schochlin A, Magosaki E, Geibel A. Dynamic changes of atrial septal defect area: new insights by three-dimensional volume-rendered echocardiography with high temporal resolution. *Eur J Echocardiogr* 2001;2:46-51.
19. Franke A, Kuhl HP, Rulands D, et al. Quantitative analysis of the morphology of secundum-type atrial septal defects and their dynamic change using transesophageal three-dimensional echocardiography. *Circulation* 1997;96:II323-7.
20. Hofmann T, Franzen O, Koschyk DH, Von Kodolitsch Y, Goldmann B, Meinertz T. Three-dimensional color Doppler echocardiography for assessing shunt volume in atrial septal defects. *J Am Soc Echocardiogr* 2004;17:1173-8.
21. Maeno YV, Benson LN, McLaughlin PR, et al. Dynamic morphology of the secundum atrial septal defect evaluated by three dimensional transoesophageal echocardiography. *Heart* 2000;83:673-7.
22. Hijazi ZM. Device closure of ventricular septal defects. *Catheter Cardiovasc Interv* 2003;60:107-114.
23. Chessa M, Carminati M, Cao QL, et al: Transcatheter closure of congenital and acquired muscular ventricular septal defects using the Amplatzer device. *J Invasive Cardiol* 2002;14:322-327.
24. Thanopoulos BD, Tsaousis GS, Karanasuios E, et al: Transcatheter closure of perimembranous ventricular septal defects with the Amplatzer asymmetric ventricular septal defect occluder: Preliminary experience in children. *Heart* 2003;89:918-922.
25. Chen FL, Hsiung MC, Nanda N, Hsieh KS, Chou MC. Real time three-dimensional echocardiography in assessing ventricular septal defects: an echocardiographic-surgical correlative study. *Echocardiography*. 2006 Aug;23(7):562-8.

26. Suematsu Y, Takamoto S, Kaneko Y, et al: Beating atrial septal defect closure monitored by epicardial real-time three-dimensional echocardiography without cardiopulmonary bypass. *Circulation* 2003;107:785–790.
27. Downing SW, Herzog WR Jr, McElroy MC, et al. Feasibility of off-pump ASD closure using real-time 3-D echocardiography. *Heart Surg Forum* 2002;5:96–9.
28. Sağın Saylam G. Kardiyovasküler sistemin değerlendirilmesi, Ekokardiyografi. Türkiye Milli Pediatri Derneği Temel Pediatri. Hasanoğlu E., Düşünsel R., Bideci A (eds). Güneş Tıp Kitapevleri Ltd. Şti., 2010, 678-696.
29. Tajik AJ, Seward JB, Hagler DJ, et al. : Two-dimensional real-time ultrasonic imaging of the heart and great vessels. Technique, image orientation, structure identification, and validation. *Mayo Clin Proc* 1978, 53: 271– 303.
30. Shirali GS. Three-Dimensional echocardiography in congenital heart disease. *Current Cardiovascular Imaging Reports*. Volume 1, Number 1, 16-24.
31. Dekker DL, Piziali RL, Dong E Jr. A system for ultrasonically imaging the human heart in three dimensions. *Comput Biomed Res* 1974;7:544-53.
32. Mannaerts H, Li Y, Kamp O, et al. Quantitative assessment of mechanical prosthetic valve area by 3-dimensional transesophageal echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2001;14:723-31.
33. Langerveld J, Valocik G, Plokker HW, et al. Additional value of three-dimensional transesophageal echocardiography for patients with mitral valve stenosis undergoing balloon valvuloplasty. *J Am Soc Echocardiogr* 2003;16:841-9.
34. Valocik G, Kamp O, Mannaerts HF, Visser CA. New quantitative three dimensional echocardiographic indices of mitral valve stenosis: new 3D indices of mitral stenosis. *Int J Cardiovasc Imaging* 2007;23:707-16.

35. Sugeng L, Spencer KT, Mor-Avi V, et al. Dynamic three-dimensional color flow Doppler: an improved technique for the assessment of mitral regurgitation. *Echocardiography* 2003;20:265-73.
36. Von Romm OT, Smith SW. Real-time volumetric ultrasound imaging system. *J Digit Imaging* 1990;3:261-6.
37. Kisslo J, Firek B, Ota T, et al. Real-time volumetric echocardiography: the technology and the possibilities. *Echocardiography* 2000; 17:773–9.
38. Ota T, Kisslo J, von Ramm OT, et al. Real-time, volumetric echocardiography: usefulness of volumetric scanning for the assessment of cardiac volume and function. *J Cardiol* 2001;37(Suppl 1):93– 101.
39. Ota T, Fleishman CE, Strub M, et al. Real-time, three-dimensional echocardiography: feasibility of dynamic right ventricular volume measurement with saline contrast. *Am Heart J* 1999;137:958–66.
40. Nanda NC, Kisslo J, Lang R, et al. Examination protocol for three-dimensional echocardiography. *Echocardiography* 2004;21:763-8.
41. McDaniel NL, Gutgesell HP. Ventricular Septal Defect. Allen HD, Driscoll DJ, Shaddy RE, Feltes TF, eds. *Moss and Adams' Heart Disease in Infants, Children, and Adolescents 7th Edition*. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2008; 668-682.
42. Ventricular Septal Defect. Park M.K. *Pediatric Cardiology for Practitioners 5th Edition*. Philadelphia: Mosby;2008; 166-175.
43. Sağın Saylam G, Sarioğlu A, Batmaz G, ve arkadaşları. Ventriküler septal defektlerin ekokardiyografi ile ölçülen defekt çapına göre sınıflandırılması. *Türkiye Klinikleri J Cardiol* 1995;8(4):219-25.

44. Sağın Saylam G. Girişimsel tedavi ve ekokardiyografi. Konjenital kalp hastalıklarında girişimsel tanı ve tedavi. Çeliker A. Erkem Tıbbi Yayıcılık, 2008, 35-73.
45. Anderson RH, Wilcox BR: The surgical anatomy of ventricular septal defects associated with overriding valvar orifices. *J Card Surg* 1993;8:130–142.
46. Anderson RH, Wilcox BR: The surgical anatomy of ventricular septal defect. *J Card Surg* 1992;7:17–35.
47. Baran T, Küükoğlu S. Ekokardiyografinin yeni yüzü; ü boyutlu ekokardiyografi. *Türkiye Klinikleri J Cardiol-Special 102 Topics* 2008;1(3): 102-113.
48. Schwartz SL, Cao QL, Azevedo J, Pandian NG. Simulation of intraoperative visualization of cardiac structures and study of dynamic surgical anatomy with real-time three-dimensional echocardiography. *Am J Cardiol* 1994;73:501-7.
49. Balestrini EL, Fleischman C, Lanzoni L, et al. Real-time 3 dimensional echocardiography evaluation of congenital heart disease. *J Am Soc Echocardiography* 2000;13:171-6.
50. Seliem MA, Fedec A, Cohen MS, et al. Real-time 3 dimensional echocardiographic imaging of congenital heart disease using matrix array technology: free hand real-time scanning adds instant morphologic details not well delineated by conventional 2 dimensional imaging. *J Am Soc Echocardiography* 2006;19:121-9.
51. Mehmood F, Miller AP, Nanda NC, et al, Pacifico AD. Usefulness of live/real time three-dimensional transthoracic echocardiography in the characterization of ventricular septal defects in adults. *Echocardiography* 2006 May;23(5):421-7.
52. Acar P, Roux D, Dulac Y, et al. Transthoracic three-dimensional echocardiography prior to closure of atrial septal defects in children. *Cardiol Young* 2003;13:58–63.

53. Acar P, Dulac Y, Roux D, et al. Comparison of transthoracic and transesophageal three-dimensional echocardiography for assessment of atrial septal defect diameter in children. *Am J Cardiol* 2003;91:500–2.
54. Mizelle KM, Rice MJ, Sahn DJ. Clinical use of real-time three-dimensional echocardiography in pediatric cardiology. *Echocardiography* 2000;17:787–90.
55. Chessa M, Carminati M, Cao QL, Butera G, Giusti S, Bini RM, et al. Transcatheter closure of congenital and acquired muscular ventricular septal defects using the Amplatzer device. *J Invasive Cardiol* 2002;14:322-7.
56. Bol-Raap G, Weerheim J, Kappetein AP, Witsenburg M, Bogers AJ. Follow-up after surgical closure of congenital ventricular septal defect. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003;24:511-5.
57. Holzer R, Balzer D, Cao QL, Lock K, Hijazi ZM. Device closure of muscular ventricular septal defects using the Amplatzer muscular ventricular septal defect occluder: immediate and mid-term results of a US registry. *J Am Coll Cardiol* 2004;43:1257-63.
58. Kardon R, Richard E, Cao QL, et al: New insights and observations in three-dimensional echocardiographic visualization of ventricular septal defects: experimental and clinical studies. *Circulation* 1998;98:1307–1314.
59. Soto B, Ceballos R, Kirklin JW. Ventricular septal defects: a surgical viewpoint. *J Am Coll Cardiol* 1989;14:1291-7.
60. Dall Agata A, Cromme-Dijkhuis AH, Meijboom FJ, et al: Three-dimensional echocardiography enhances the assessment of ventricular septal defect. *Am J Cardiol* 1999;83:1576–1579.
61. Acar P, Abdel-Massih T, Douste-Blazy MY, et al: Assesment of muscular ventricular septal defect closure by transcatheter or surgical approach: A three dimensional echocardiographic study. *Eur J Echocardiogr* 2002;3:185–191.

- 62.** Henry WL, Demaria A, Gramiak R, et al: Report of the American Society of Echocardiography Committee on nomenclature and standards in two-dimensional echocardiography. *Circulation* 1980; 62:212-215.

Tablo 8.1 Çalışmadaki hastaların verileri

Hasta no	Cinsiyet	Yaş (ay)	2-B EKO Tamsı	VSD Tipi	2-B EKO Diyastol sonu en geniş çap (mm)	3-B EKO Diyastol sonu en geniş çap (mm)	3-B EKO Sistol sonu en geniş çap (mm)	3-B EKO Diyastol sonu en geniş alan (cm ²)	3-B EKO Sistol sonu en geniş alan (cm ²)	3-B EKO Analiz Süresi (dk)
1	K	8	VSD	Perimembranöz	6	12,8	10,5	0,77	0,59	19
2	K	72	VSD	Müsküler	4	6,4	4,8	0,30	0,20	7
3	K	60	AVSD (Komplet), PH	İnlet	9	15,4	13,8	1,73	1,03	18
4	E	2,5	VSD	Perimembranöz	6	15,4	9,3	1,73	0,53	16
5	K	73	VSD	Perimembranöz	5	12,1	10,1	0,46	0,32	14
6	K	3	DORV, AVSD	İnlet	13	25,4	20,2	2,67	2,12	20
7	K	8,5	VSD, PS	Perimembranöz	9	10,8	9,2	0,84	0,55	17
8	K	31,5	VSD, PH	Perimembranöz	12	17	13,4	1,37	1,03	12
9	K	7	TOF	Perimembranöz-outlet	9	14,5	13,5	0,72	0,31	14
10	E	12	TOF	Perimembranöz-outlet	13,50	17,50	15,2	1,50	1,07	24
11	E	1	TOF	Perimembranöz-outlet	12,50	13,3	12,4	0,92	0,56	16
12	K	2	Dekstrokardi, ,c-TGA, VSD, PA	İnlet	10	17,3	11,2	1,74	0,92	16
13	E	35	VSD, Geçirilmiş pulmoner arter bantlama operasyonu	Müsküler	8	7,9	6,4	0,31	0,36	14
14	E	3	VSD	Perimembranöz	7	10,6	9,2	0,75	0,26	13
15	K	4,5	VSD, PS	Perimembranöz	8,5	10,8	7,7	0,51	0,25	14
16	K	47	VSD, VSA, PS	Perimembranöz	6,7	9,8	8,9	0,70	0,47	14
17	K	18	VSD, PA	Perimembranöz-outlet	16	17,6	17,5	2,46	1,02	15
18	K	172	VSD(Perimembranöz-inlet	20	48,1	41,4	9,78	6,52	13
19	K	18	VSD, Geçirilmiş pulmoner arter bantlama operasyonu, Opere AK	Perimembranöz	10	14	10,8	1,03	0,70	15
20	K	96	VSD	Perimembranöz	5	9,2	7,5	0,29	0,18	12
21	E	27	DORV, PS	Perimembranöz-outlet	13	23	14,9	2,70	1,75	18
22	K	90	VSD, PH	Perimembranöz	13	17,9	14	1,75	1,04	32
23	E	36	TGA, VSD, PA	Perimembranöz	8	17,6	16,8	1,60	0,96	60
24	E	12	VSD, PS	Perimembranöz	7	15,4	11,9	0,85	0,54	20
25	K	17	TOF	Perimembranöz-outlet	13	16,2	12,2	1,50	0,64	21
26	E	198	VSD, PA	Perimembranöz-outlet	20	30,9	25,7	4,65	3,36	17
27	E	65,5	TOF	Perimembranöz-outlet	9	22	19,1	1,90	0,93	17
28	E	6	VSD, PH	Perimembranöz	9,5	10,6	9,3	0,90	0,41	24
29	E	42	DORV, VSD, PA	Perimembranöz-inlet	20	42,3	33	8,54	5,81	45
30	K	12	TOF	Perimembranöz-outlet	13	19,8	14,6	1,35	0,85	17
31	E	9	VSD, ASD, PDA	Perimembranöz	5	7,1	6,3	0,43	0,30	15
32	E	44	VSD, VSA	Perimembranöz	4	12	10,1	0,52	0,81	40
33	E	68	VSD	Perimembranöz	4	8,3	6	0,68	0,21	35
34	E	3	VSD, ASD, PH	Perimembranöz	8,5	11,5	12,7	0,88	0,76	14
35	E	96	VSD, VSA, PS	Perimembranöz	10	13,5	9,9	1,05	0,50	23
36	E	2,5	VSD, PDA, PH	Perimembranöz	9,5	17,4	12,4	1,41	0,93	24