



**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
KARDİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**PERKÜTAN YOLLA ATRİAL SEPTAL DEFEKT
KAPATILMASININ RENKLİ DOKU DOPPLER
EKOKARDİYOĞRAFI İLE DEĞERLENDİRİLEN
MİYOKARD FONKSİYONLARI ÜZERİNE ETKİSİ**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Dr. Muharrem Said COŞGUN

KAYSERİ-2015



**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
KARDİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**PERKÜTAN YOLLA ATRİAL SEPTAL DEFEKT
KAPATILMASININ RENKLİ DOKU DOPPLER
EKOKARDİYOĞRAFI İLE DEĞERLENDİRİLEN
MİYOKARD FONKSİYONLARI ÜZERİNE ETKİSİ**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Dr. Muharrem Said COŞGUN

Danışman

Doç. Dr. Mehmet Güngör KAYA

KAYSERİ – 2015

TEŞEKKÜR

Kardiyoloji eğitimime katkısı olan başta Kardiyoloji Anabilim Dalı başkanı Prof. Dr. Abdurrahman OĞUZHAN'a, tez danışmanım Doç. Dr. Mehmet Güngör KAYA'ya ve tüm saygı değer hocalarıma,

Tüm asistan arkadaşlarıma,

Annem ve Babama,

Desteğini ve sevgisini benden hiçbir zaman esirgemeyen eşim Fzt. Cansu COŞGUN'a sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	xi
1.GİRİŞ VE AMAÇ	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1.ATRİAL SEPTAL DEFEKT	3
2.1.1.Tanım	3
2.1.2.Anatomi ve Embriyoloji	3
2.1.3.Etiyoloji	4
2.1.4.Epidemiyoloji	4
2.1.5.Defekt Tipleri	5
2.1.5.1.Ostium Sekundum Defektler	6
2.1.5.2.Ostium Primum Defektler	6
2.1.5.3.Sinüs Venozus Defektler	7
2.1.5.4.Koroner Sinüs Tipi Defektler	7
2.1.5.5.Patent Foramen Ovale	7
2.1.5.6.Atrial Septal Anevrizma	8
2.1.6.Patofizyoloji	8
2.1.7.Klinik	9
2.1.7.1.Semptomlar	9
2.1.7.2.Fizik Muayene	10
2.1.7.2.1.İnspeksiyon	10
2.1.7.2.2.Palpasyon	10

2.1.7.2.3.Oskültasyon.....	10
2.1.8.Tanı.....	11
2.1.8.1.Elektrokardiyografi.....	11
2.1.8.2.Telekardiyografi.....	12
2.1.8.3.Ekokardiyografi.....	13
2.1.8.3.1.Transtorasik Ekokardiyografi.....	13
2.1.8.3.2.Transözefageal Ekokardiyografi.....	14
2.1.8.3.3.Kontrast Ekokardiyografi.....	15
2.1.8.3.4.Üç Boyutlu Ekokardiyografi.....	15
2.1.8.4.Kateterizasyon.....	16
2.1.8.5.Bilgisayarlı Tomografi ve Manyetik Rezonans Görüntüleme.....	16
2.1.9.Doğal seyir.....	16
2.1.10.Tedavi.....	17
2.1.10.1.Medikal Tedavi.....	18
2.1.10.2.Cerrahi Tedavi.....	19
2.1.10.3.Perkütan Tedavi.....	20
2.2.SAĞ VENTRİKÜL.....	21
2.2.1.Anatomi.....	21
2.2.2.Fizyoloji.....	21
2.2.3.Değerlendirme.....	22
2.2.3.1.Ekokardiyografi.....	23
2.2.3.1.1.M-Mod Ekokardiyografi.....	23
2.2.3.1.2.İki Boyutlu Ekokardiyografi.....	24
2.2.3.1.3.Üç Boyutlu Ekokardiyografi.....	25
2.2.3.1.4.Doppler Ekokardiyografi.....	25
2.2.3.2.Manyetik Rezonans Görüntüleme.....	27
2.2.3.3.Radyonükleid Görüntüleme.....	27
2.3.DOKU DOPPLER EKOKARDİYOĞRAFI.....	28

2.3.1.Tanım.....	28
2.3.1.1.Doku Doppler Ekokardiyografinin Avantajları	28
2.3.1.2.Doku Doppler Ekokardiyografinin Dezavantajları.....	29
2.3.2.Doku Doppler Ekokardiyografi Çeşitleri	29
2.3.2.1.Pulsed Wave Doku Doppler.....	29
2.3.2.2.Renkli doku Doppler.....	31
2.3.2.3.Strain	32
2.3.2.4.Strain Rate.....	34
3.MATERYAL VE METOD.....	39
3.1.HASTA VE KONTROL GRUBU POPÜLASYONU	39
3.1.1.Çalışmaya dahil edilme kriterleri	39
3.1.2.Çalışmadan dışlanma kriterleri	40
3.2.BİYOKİMYASAL PARAMETRELER	40
3.3.KONVANSİYONEL EKOKARDİYOĞRAFI.....	40
3.4.DOKU DOPPLER EKOKARDİYOĞRAFI.....	41
3.5.ATRİAL SEPTAL DEFEKT KAPATMA İŞLEMİ	42
3.6.İSTATİKSEL ANALİZ	42
4.BULGULAR	43
5.TARTIŞMA	60
6.SONUÇ.....	68
7.KAYNAKLAR	69
TEZ ONAY SAYFASI.....	79

KISALTMALAR

A	: Geç diyastolik doluş pik velosite
a	: atrium sistol dalgası
ASD	: Atrial septal defekt
Cm	: Santimetre
cm³	: Santimetre küp
dk	: Dakika
dL	: Desilitre
E	: Erken diyastolik doluş pik velosite
EZ	: Ejeksiyon zamanı
IU	: İnternasyonel ünite
İGZ	: İzovolümetrik gevşeme zamanı
İKZ	: İzovolümetrik kasılma zamanı
kg	: kilogram
L	: Litre
Lo	: Orijinal uzunluk
L₁	: deformasyon sonrası uzunluk
MHz	: Megahertz
m	: Metre
m²	: Metrekare
mg	: Miligram
ml	: mililitre
mm	: Milimetre
mm/Hg	: Milimetre civa
MPI	: Miyokard performans indeksi
ng	: nanogram
nm	: Nanometre
NT-proBNP	: N-Terminal probrain natriüretik peptid

P	: Atrium sistol dalgası
pg	: pikogram
Qp	: Pulmoner kan akımı
Qs	: Sistemik kan akımı
R	: Ventrikül sistol dalgası
RA	: Sağ atrium
RV	: Sağ ventrikül
S	: Sistolik pik velosite
s	: Strain
sn	: Saniye
sr	: strain rate
u	: Ünite
v	: Venöz dönüş dalgası
V1	: Birinci göğüs derivasyonu
ΔL	: Deformasyon ile olan uzunluk değişimi
Δt	: Birim zaman
ϵ	: Strain
$\dot{\epsilon}$	: Strain rate
μL	: Mikrolitre

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.	Atrial septal defekt tedavisiyle ilgili Avrupa Kardiyoloji Derneği kılavuz önerileri	18
Tablo 2.	Triküspid anuler plan sistolik hareket ile sağ ventrikül ejeksiyon fraksiyonu korelasyonu.	24
Tablo 3.	M-mod ekokardiyografi kullanılarak vena kava inferior çapı ve solunum ile olan.....	24
Tablo 4.	Bazal karakteristik özelliklerin gruplar arası karşılaştırılması.	43
Tablo 5.	Hemodinamik parametrelerin gruplar arası karşılaştırılması.	44
Tablo 6.	Laboratuvar parametrelerin gruplar arası karşılaştırılması.	44
Tablo 7.	Konvansiyonel ekokardiyografi parametrelerin gruplar arası karşılaştırılması.	46
Tablo 8.	Konvansiyonel ekokardiyografi parametrelerin atrial septal defekt grubu içerisinde karşılaştırılması.	48
Tablo 9.	Doku Doppler ekokardiyografi parametrelerin gruplar arası karşılaştırılması.	49
Tablo 10.	Doku Doppler ekokardiyografi parametrelerin atrial septal defekt grubu içerisinde karşılaştırılması.	49
Tablo 11.	Strain ekokardiyografi parametrelerinin gruplar arası karşılaştırılması..	50
Tablo 12.	Strain ekokardiyografi parametrelerinin atrial septal defekt grubu içerisinde karşılaştırılması.	52
Tablo 13.	Strain rate ekokardiyografi parametrelerinin gruplar arası karşılaştırılması.	55
Tablo 14.	Strain rate ekokardiyografi parametrelerinin atrial septal defekt grubu içerisinde karşılaştırılması.	58

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.	İnteratriyal septumun embriyolojik gelişim süreci.....	4
Şekil 2.	Atriyal septal defekt tipleri.....	6
Şekil 3.	Sekundum tip atrial septal defekti bulunan hasta elektrokardiyografisi ..	11
Şekil 4.	Atrial septal defekti olan hastanın telekardiyografisi.....	12
Şekil 5.	Transtorasik ekokardiyografide genişlemiş sağ kalp boşlukları ve atrial septal defekt.....	14
Şekil 6.	Transözefageal ekokardiyografide ASD görüntüsü	15
Şekil 7.	Perkütan yolla kapatılmış atrial septal defekt.....	20
Şekil 8.	Triküspid anüler plan sistolik excursion'un sağ ventrikül anulüsünün serbest kenarından M-mod ekokardiyografi ile ölçümü.....	23
Şekil 9.	Miyokard performans indeksinin (Tei indeksi) hesaplanması.	26
Şekil 10.	Doku Doppler ekokardiyografide dalgalar.....	30
Şekil 11.	Renkli doku Doppler ekokardiyografi ile post-processing sol ventrikül bazaline yönelik segmental inceleme	32
Şekil 12.	Strain hesaplanması	33
Şekil 13.	Sol ventrikülün bazal segmentinden elde edilen strain dalgası.....	34
Şekil 14.	Strain rate hesaplanması.....	35
Şekil 15.	Sol ventrikülün bazal segmentinden elde edilen strain rate dalgaları.	36
Şekil 16.	Strain ekokardiyografi parametrelerinin gruplar arası karşılaştırılması... ..	51
Şekil 17.	Strain ekokardiyografi parametrelerinin atrial septal defekt grubu içerisinde karşılaştırılması.....	53
Şekil 18.	Strain rate ekokardiyografi parametrelerinin gruplar arası karşılaştırılması.	56
Şekil 19.	Strain rate ekokardiyografi parametrelerinin atrial septal defekt grubu içerisinde karşılaştırılması.....	59

PERKÜTAN YOLLA ATRİAL SEPTAL DEFEKT KAPATILAN HASTALARDA STRAIN VE STRAIN RATE EKOKARDİYOĞRAFI İLE MİYOKARD FONKSİYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Amaç: Konjenital kalp hastalıklarında tedaviye yanıtın değerlendirilmesinde miyokard fonksiyonları çok önemlidir. Ancak sağ ventrikülün karmaşık yapısı ve fizyolojisi nedeniyle değerlendirilmesi zordur. Günümüzde miyokard fonksiyonlarının değerlendirilmesinde strain ve strain rate ekokardiyografi ümit verici bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada atrial septal defekt (ASD) kapatılan hastalarda miyokard fonksiyonlarının strain ve strain rate ekokardiyografi ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve metod: Çalışmaya ASD'li 31 hasta ve klinik özellikleri benzer 31 kişilik kontrol grubu dahil edildi. Tüm hastalarının defektleri 'ASD Occluder' cihazı kullanılarak kapatıldı. Tüm hastalara işlem öncesinde ve kapatılma işlemi sonrasında transtorasik ekokardiyografi işlemi yapıldı. Hasta ve kontrol grubunda konvansiyonel ekokardiyografi parametrelerine ilave olarak strain ve strain rate ekokardiyografi parametreleri bakıldı.

ASD hasta grubu verileri işlem öncesi, işlem sonrası birinci ve altıncı ay olmak üzere üç guruba ayrıldı. Bu veriler hem kontrol gurubu ile hem de kendi içerisinde karşılaştırıldı.

Bulgular: Hastalarda ASD kapatıldıktan 6 ay sonra, strain ve strain rate ekokardiyografi değerleri bazal değerler ile karşılaştırıldığında sağ ventrikül mid segment (strain: $-32,8 \pm 1,1 / -30,1 \pm 2,5$ P:<0,001 ve strain rate: $-2,90 \pm 0,38 / -2,52 \pm 0,38$ P:<0,001), sağ ventrikül bazal segment (strain: $-34,7 \pm 1,2 / -31,4 \pm 1,2$ P:<0,001 ve strain rate: $-3,09 \pm 0,23 / -2,63 \pm 0,42$ P:<0,001) ve sağ atriumda (strain: $43,6 \pm 0,9 / 40,0 \pm 2,5$ P:<0,001 ve strain rate: $3,47 \pm 0,24 / 3,00 \pm 0,47$ P:<0,001) istatistiksel olarak anlamlı seviyede düzeldi ve kontrol grubu değerlerine yaklaştı.

Sonuç: Strain ve strain rate ekokardiyografi ASD hastalarında tedaviye yanıtın değeriendirilmesinde ve hastaların takibinde kullanılabilir.

Anahtar kelimeler: Atrial septal defekt, doku Doppler ekokardiyografi, strain ekokardiyografi, strain rate ekokardiyografi.

EVALUATION OF MYOCARDIAL FUNCTIONS WITH COLOUR TISSUE DOPPLER ECHOCARDIOGRAPHY IN ATRIAL SEPTAL DEFECT PATIENTS WITH PERCUTANEOUS CLOSURE

ABSTRACT

Aim: In this study we aimed to evaluate myocardial functions of patients with atrial septal defect (ASD) by strain and strain rate echocardiography. Because, evaluate of myocardial functions is very important for management of responsive to treatment in congenital heart disease. However, due to complex structure and physiology is difficult to evaluate right ventricle. Recently strain and strain rate echocardiography have been introduced as an encouraging method to evaluate myocardial functions.

Materials and methods: 31 patients with ASD and 31 control subjects with similar characteristics were included in the study. All patients defect were closed with 'ASD Occluder' device. In control and patients strain and strain rate echocardiography measurements were calculated additional to conventional echocardiographic parameters.

Patients with ASD data were divided into three groups; pre-process, post-process first and sixth month. Data were obtained compared with control group and also among themselves.

Results: After ASD closure procedure strain and strain rate echocardiography values at right ventricular mid segment ($-27,2 \pm 1,6 / -32,8 \pm 1,1$ $P < 0,001$ and $-2,10 \pm 0,36 / -2,90 \pm 0,29$ $P < 0,001$), right ventricular basal segment ($-29,4 \pm 1,3 / -34,7 \pm 1,2$ $P < 0,001$ and $-2,20 \pm 0,28 / -3,09 \pm 0,23$ $P < 0,001$) and right atrium ($37,4 \pm 1,6 / 43,6 \pm 0,9$ $P < 0,001$ and $2,60 \pm 0,47 / 3,47 \pm 0,24$ $P < 0,001$) was improved.

Conclusion: Strain and strain rate echocardiography can be use for response to treatment and follow up for ASD patients.

Key words: Atrial septal defect, strain echocardiography, strain rate echocardiography, tissue Doppler echocardiography.

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Atrial septal defekt (ASD) erişkin yaşlarda görülen en sık doğumsal kalp hastalığıdır ve kalp içerisinde oksijenize ve deoksijenize kanın karışmasına sebep olur. Bu hastalarda zamanla kalp fonksiyonlarında bozulma (sağ kalp yetersizliği) ve ritim bozuklukları (hasta sinüs sendromu, atrial fibrilasyon veya atrial flutter) meydana gelebilir. ASD kapatıldıktan sonra kalp fonksiyonlarında düzelme ve aritmilerde azalma görülmektedir (1-3).

Mevcut konvansiyonel ekokardiyografi yöntemleri ile kalp fonksiyonlarını özellikle de kompleks anatomiye sahip sağ ventrikülü değerlendirmek zordur ve subjektiftir (4). Yeni geliştirilen doku Doppler ekokardiyografi yöntemleri ile elde edilen strain ve strain rate değerleri ile sağ kalp fonksiyonları daha detaylı ve objektif olarak değerlendirilebilir. Ayrıca elde edilen net sayısal veriler ile istatistiksel karşılaştırma yapılabilir (5).

Doku Doppler ekokardiyografi pulsed wave Doppler ekokardiyografinin geliştirilmiş yeni bir versiyonudur. Pulsed wave Doppler ekokardiyografi yüksek frekanslı ve düşük amplütüdlü kan hücrelerinin hızını ölçerken, doku Doppler ekokardiyografi ise düşük frekanslı ve yüksek amplütüdlü miyokard hücrelerinin hızını ölçer. Doku Doppler ekokardiyografi yöntemiyle miyokardın hem sistolik hemde diyastolik fonksiyonları hakkında global olarak bilgi elde edilebilir (5).

Sağ ventrikül fonksiyonlarını değerlendirebilmek için; apikal dört boşluk pencere ile longitudinal miyokard hareketleri, parasternal pencereden uzun ve kısa

aks ile radial miyokard hareketleri değerlendirilmelidir. Bu teknikle yeterli değerlendirme yapabilmek için triküspid kapak anulüsünden; izovolümetrik kontraksiyon velositesi, sistolik pik velosite (S), izovolümetrik relaksasyon velositesi, erken diyastolik doluş pik velosite (E) ve geç diyastolik doluş pik velosite (A) ölçülmelidir.

Sağ ventrikülün doku Doppler ekokardiyografi ile değerlendirilmesi hem sistolik hem de diyastolik fonksiyonlar açısından çok önemli bilgiler verebilir. Ancak bazı önemli kısıtlamaları bulunmaktadır. Bu kısıtlamaların en önemlisi aritmilerdir (atrial aritmiler ve atrioventriküler bloklar). Ayrıca triküspid kapakla ilgili hastalıklar da (darlık, yetersizlik, kalsifikasyon ve anuloplasti) doku Doppler ekokardiyografi ile değerlendirmeyi ciddi şekilde etkiler (5).

Strain kalp kası üzerine uygulanan net kuvvetin, kasın birim hacmini (0,6 cm³) ne kadar gerebileceğini gösterir. En önemli avantajı segmental fonksiyonları değerlendirebilmesi ve komşu segmentlerden etkilenmemesidir. Strain ve strain rate ekokardiyografinin diğer bir avantajı ise kalp hızı ve volüm durumundan da etkilenmemesidir (6).

Bu çalışmada perkütan yolla ASD'si kapatılan hastalarda miyokard fonksiyonlarının konvansiyonel ekokardiyografi yöntemlerine ilave olarak doku Doppler ekokardiyografi yöntemleri ile elde edilen strain ve strain rate değerleri ile daha detaylı ve objektif olarak değerlendirilmesini amaçlamaktayız.

2.GENEL BİLGİLER

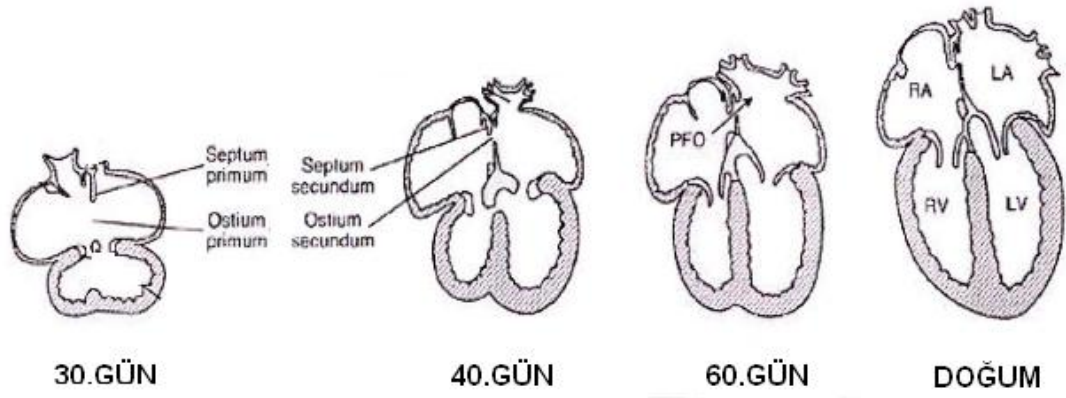
2.1.ATRİAL SEPTAL DEFEKT

2.1.1.Tanım

Atrial septal defekt sağ atrium ve sol atrium arasında kalıcı geçiş olması şeklinde tanımlanır. Çocukluk dönemindeki konjenital kalp hastalıklarının %5-10'luk kısmını oluşturur. Erişkin popülasyonda ise konjenital kalp hastalıklarının %30'u ASD'dir. Erişkin dönemde biküspid aort ve mitral kapak prolapsusu hariç tutulursa en sık görülen konjenital kalp hastalığıdır. Ayrıca erişkinlerde görülen en sık asiyanotik şanlı defektir (9,10).

2.1.2.Anatomi ve Embriyoloji

Primitif olan tek odacıklı fetüs atriumu, dördüncü haftadan itibaren sağ ve sol atriuma septum primum denilen ince ve hilal şeklindeki zar ile ayrılır. Bu zar primitif atriumun çatısından endokardiyal yastıkçıklara doğru uzanır. Biatrinal ilişki bu dönemde septum primum ve endokardiyal yastıkçıkların arasında kalan foramen primum ile persiste eder. Zamanla septum primum endokardiyal yastıkçıklarla kaynaşarak foramen primumu kapatır, bu esnada septum primum üzerinde foramen sekundumu oluşturacak fenastrasyonlar şekillenmeye başlar. Daha sonra septum primumun sağından septum sekundum denilen zar, primitif atriumun çatısından endokardiyal yastıkçıklara doğru foramen sekundumu da kapatacak şekilde uzanır. (Şekil-1).



Şekil 1. İnteratriyal septumun embriyolojik gelişim süreci.

Doğumdan önce foramen ovale, vena kava inferior'dan sağ atriuma gelen oksijenize kanın büyük kısmının sol atriuma geçmesine izin verir ve kanın ters yöne akımını önler çünkü septum primum daha sert olan septum sekundumu kapatır. Doğumdan sonra foramen ovale normal olarak kapanır ve foramen ovale'nin kapağı septum primum ile birleşir. Septum primumun endokardiyal yastıkçıkla tam kaynaşamayıp foramen primumu kapatamaması durumunda primum tip ASD meydana gelir. Sekundum septumun ise primum septum üzerindeki foramen sekundum ismindeki fenestrasyonları tam kapatamamasına sekundum tip ASD denir. Ayrıca bu hastalık konjenital gelişim defekti olduğu için diğer bir çok konjenital defekte eşlik edebilir (11).

2.1.3.Etiyoloji

ASD'lerin kesin nedeni tam olarak bilinmemekle birlikte hem çevresel etkenlerin hem de ailesel yatkınlığın etiyolojide rol oynadığı kabul edilmektedir. ASD'ler genellikle sporadik olarak oluşsa da ailevi olarak da görülebilir. Ailevi geçişin en iyi bilinen örneği Holt-Oram sendromudur. Bu sendrom Holt ve Oram tarafından 1960 yılında tanımlanmıştır. En sık üst ekstremité anomalileri (radius aplazisi veya hipoplazisi) ve iletim anomalileri (sağ dal bloğu veya 1.derece atrioventriküler blok) gibi patolojiler ASD'ye eşlik edebilir (12).

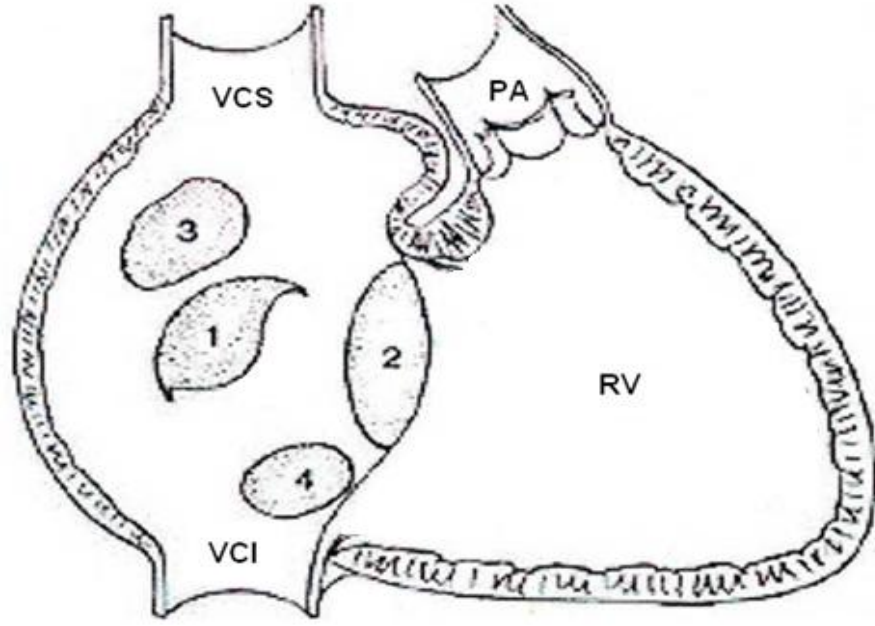
2.1.4.Epidemiyoloji

Çocuklarda ASD sıklığı birçok kaynağa göre değişmekle birlikte tüm doğumsal kalp anomalilerinin %5-10'unu oluşturmaktadır. Çocuklarda ve

erişkinlerde ASD'nin kadınlarda erkeklere oranla 2 kat daha fazla görüldüğü bilinmektedir. Ancak bunun nedeni henüz açıklanamamıştır (13). İnsidansı 1500 canlı doğumda birdir (14). Ancak renkli Doppler ekokardiyografi ile yapılan yeni çalışmalarda insidansın daha da yüksek olduğu (%0,2) bildirilmektedir (15). Erişkinlerin %25'inde tünel tipi patent foramen ovalenin varlığı bilinmektedir. Gerçek ASD ise erişkinlerde en sık rastlanan doğumsal kalp anomalisidir. Bunun nedeni hastaların çoğunda ciddi semptom olmadığından, hastalığın erişkin yaşa kadar asemptomatik gelerek gözden kaçmasıdır.

2.1.5.Defekt Tipleri

Sınıflandırma anatomik lokalizasyona göre yapılır ve sıklık sırasına göre ostium sekundum, ostium primum, sinüs venozus ve koroner sinüs olmak üzere dört tip ASD mevcuttur (Şekil-2). Ayrıca patent foramen ovale ve atrial septal anevrizmalarda diğer interatrial septum defektlerine örnektir. Defektin yeri genelde hemodinamik değişikliğe neden olmamasına rağmen eşlik eden anomalilerin sıklığının farklı oranlarda olması sebebiyle netleştirilmelidir. Hastalığın seyri, gelişebilecek komplikasyonlar ve tedavi şeklindeki farklılıklar nedeni ile ASD'nin tiplendirilmesi önemlidir (16).



Şekil 2. Atriyal septal defekt tipleri;

1: Sekundum tip, 2: Primum tip, 3: Koroner sinüs tip, 4: Sinüs venozus tip. (VCS: Vena kava superior, VCI: Vena kava inferior, RV: Sağ ventrikül, PA: Pulmoner arter)

2.1.5.1. Ostium Sekundum Defektler

ASD'lerin %70-80'lik kısmını oluşturan sekundum tipi ASD'ler, fossa ovalis bölgesinde interatrial septumun ortasında yer alırlar. Fossa ovalisin yokluğu veya perforasyonu şeklinde düşünülebilir ve gerçek tip atriyal septal defektidir. Defekt; yetersiz septum primum veya anormal düzeyde büyük foramen sekundum sonucu oluşmaktadır (16). Tek veya çoklu (multifenestreli veya multiple) defekt olabilir. Bu tip ASD'ler kadın cinsiyette iki kat daha sık görülmektedir ancak bu durumun sebebi net olarak aydınlatılamamıştır. Ostium sekundum defektler mitral kapak prolapsusuna veya romatizmal mitral kapak hastalıklarına eşlik edebilir. Mitral darlığıyla beraber görülen sekundum tip ASD'lere Lutembacher sendromu denir. Bu sendrom mitral darlığı olmasına rağmen pulmoner konjesyon bulguları olmadan direkt periferik konjesyon semptomları ile karakterizedir (17).

2.1.5.2. Ostium Primum Defektler

Primum tipi defektler (parsiyel atriyoventriküler septal defekt) interatrial septumun inferior ve anterior kısmında, kalbin endokardiyal yastık bölgesine yakın

bölgede oluşan ASD'lere verilen isimdir ve gerçek tip atriyal septal defektidir. Tüm ASD'lerin %10-15'ini oluşturur. Ayrıca bu hastalarda mitral kapak anterior leaflet kleft'ine bağlı olarak mitral yetersizliği de gelişebilir (17). Tam formuna Down sendromu veya atrioventriküler kanal defekti (endokardiyal yastıkçık defekti) eşlik edebilir. Ostium primum tipi ASD'ler ventriküler septal defekt ve ortak atrioventriküler kapak şeklinde de prezente olabilir (16).

2.1.5.3.Sinüs Venozus Defektler

Sinüs venozus tipi defektler (sinoseptal defektler) ise vena kava süperior veya vena kava inferior orifislerine komşu bölgededir. Posterior yerleşimli defektler olup, tüm ASD'lerin %10-15'ini oluştururlar. Bu defektler primum ve sekundum defektler gibi gerçek yapıları ASD'ler değildirler. Yani interatrial septumun sinüs venozus bölgesinden gelişen defektler oldukları için doğrudan kalıcı biatrial komunikasyon içermezler. Tipine göre vena kava süperiorun veya vena kava inferiorun her iki atriuma birden drenajı mevcuttur. Süperior tip sinüs venozus defektler inferior tip sinüs venozus defektlerden daha sık görülür ve sağ üst pulmoner venin anormal venöz dönüşü ile birlikte görülebilir (11,18).

2.1.5.4.Koroner Sinüs Tipi Defektler

ASD'lerin en nadir görülen formudur. Un-roofed (çatısız) koroner sinüs tipi ASD olarak adlandırılır. Bu defektler genelde fossa ovalisin inferior ve anterior kısmında bulunur. Defekte koroner sinüs yokluğu veya sol atriuma açılan persistan sol vena kava süperior eşlik edebilir (16). Bu durumun varlığı sol üst ekstremité venlerinden verilen ajite salının doğrudan sol atriuma geçişi ile kolayca doğrulanabilir. Bu defektler de doğrudan kalıcı biatrial komunikasyon içermedikleri için primum ve sekundum tip ASD'ler gibi gerçek yapıları ASD değildirler.

2.1.5.5.Patent Foramen Ovale

İntrauterin dönemde hayatın devamlılığını sağlayan foramen ovale doğumdan hemen sonra sol atrium basıncının sağ atrium basıncına göre artmasıyla fonksiyonel olarak kapanır. Fetal hayatta sağ atriumdan sol atriuma doğru kan akışına izin veren fossa ovalisin kapağı, sol atriumda basıncın yükselmesi ile limbusa yaslanır ve fonksiyonel bir kapanma sağlar. Yaşamın ilk yılı boyunca limbus ile kapak arasında

fibröz bir adezyon oluşur ve kalıcı anatomik kapanma oluşur. Bu aşamadan sonra atrial septum artık intakttır. Atrial septumun intakt hale gelemediği kişilerin oranı %25 olup anatomik kapanmanın oluşmadığı bu durum patent foramen ovale olarak adlandırılır (11,18).

2.1.5.6.Atrial Septal Anevrizma

Fossa ovalis kapağının dokuca fazlalığı nedeniyle meydana gelir. Atrial septumun sağ veya sol atrium içine doğru 10 mm'den fazla hareket etmesidir. Atrial septal anevrizmaların sekundum ASD'lerin kapanması sonucunda oluştuğu ileri sürülmektedir. Atrial septal anevrizmalar zamanla gerilemeye eğilimlidir ve bu nedenle infantlarda daha siktir. Patent foramen ovale, sekundum ASD ve mitral valf prolapsusu ile birlikte sık görülür (19,20).

2.1.6.Patofizyoloji

ASD'ler, sol atriumdan sağ atriuma doğru olan kan akımı nedeniyle sağ kalp boşlukları ve pulmoner vasküler yatakta volüm artışı ve basınç yüklenmesine sebep olur. Bu geçiş sağ ventrikül ve sağ atrium kompliyansının sol kalp boşluklarına göre daha fazla olması nedeniyle olur. Hastalığın şiddeti direkt olarak şantın miktarına ve yönüne bağlıdır. Miyokard iskemisi, sistemik arteriyal hipertansiyon, aort kapak hastalıkları ve mitral kapak darlığı gibi patolojiler varlığında soldan sağa olan şant miktarı artar. Pulmoner arteriyal hipertansiyon, pulmoner kapak darlığı ve triküspid kapak darlığı gibi durumlarda ise soldan sağa şant miktarı azalır veya sağdan sola olan şant miktarı artar.

Erken yaşlarda bu durum iyi tolere edilebilir ancak yıllar geçtikçe oluşan şantın etkileri ortaya çıkar. Zamanla sağ kalp yetersizliği, triküspid kapak yetersizliği (anulüs genişlemesine sekonder), pulmoner arter genişlemesi, atrial aritmiler (hasta sinüs sendromu, atrial fibrilasyon veya atrial flutter), pulmoner arteriyal hipertansiyon ve şantın ters dönmesiyle (sağdan sola) karakterize Eisenmenger sendromu gelişebilir. Sağ ventrikül genişledikçe interventriküler septum gerilir, aşırı genişlediği zaman interventriküler septum sola doğru bombeleşir ve enine kesitlerde kalbin şekli değişir. Bunun sonucunda kalbin enine kesitlerinde paradoks olarak sağ ventrikül sirküler, sol ventrikül ise yarım ay şeklini alır.

ASD'den geçen şantın yönünü sol atriumun ve sağ atriumun rölatif basınçları belirler. Atrial basınçları ise ilgili oldukları ventriküllerin doluşa karşı direnci ve esnekliği ile belirlenir. Böylece oluşan şantın düzeyi defektin büyüklüğünden ziyade, sol ve sağ ventrikülün göreceli esnekliğine bağlıdır (21,22). Defektin çapı şant miktarını belirlemede ikinci planda rol oynar. Klasik olarak defekt çapının şant miktarı ile ilişkisi olmadığı kabul edilse de defekt çapı ve defekt alanı ile pulmoner akımın sistemik akıma oranı arasında anlamlı korelasyon olduğu gösteren çalışmalar da mevcuttur (23). ASD'ler genellikle oval yapıda oldukları için çaplarının ölçülmesi zordur ancak 10 mm'den küçük olan defektlerin anlamlı soldan sağa şant yapma ihtimali düşüktür.

Çapı 10 mm'nin altında olan, pulmoner akımın sistemik akıma oranı 1.5'in altında olan, sağ ventrikül yüklenmesi olmayan, interventriküler septum hareketleri normal olan ve sistolik pulmoner arter basıncı 30 mm/Hg'nin altında olan izole defektler küçük ASD; çapı 10 mm'den büyük, pulmoner akımın sistemik akıma oranı 1.5'in üzerinde olan ve sağ ventrikül yüklenmesi olan defektler orta-geniş ASD olarak nitelendirilirler (24). Erişkin dönem hastaların üçte birinde pulmoner arteriyal hipertansiyon mevcuttur (25). 50-60 yaş arası hastaların yarısında ciddi atrial aritmi saptanır. Çok nadiren familyal vakalarda kalp blokları eşlik edebilir. İlave olarak mitral kapakta anterior leaflet kleftine bağlı %15 oranında mitral yetersizlik ortaya çıkabilir.

2.1.7.Klinik

2.1.7.1.Semptomlar

Çocukluk çağında hastalar genellikle asemptomatiktir ve sinsi seyir tipiktir. Bu dönemlerde ASD'ler sıklıkla başka nedenlerle yapılan tetkikler sırasında rastlantısal olarak saptanır. Örneğin muayene esnasında üfürüm duyulması veya akciğer grafisinde anomali saptanması ile şüphelenilir.

Bu durumun aksine erişkin dönemde ASD'lerin büyük kısmı semptomatiktir. Örneğin 40 yaş üzerinde olan ve ASD'si bulunan hastaların %95'i semptomatiktir. En sık semptomlar ise efor dispnesi ve çarpıntıdır (hasta sinüs sendromu, atrial fibrilasyon veya atrial flutter). Diğer semptomlar ise yorgunluk, efor intoleransı,

nefes darlığı ve çocukken sık respiratuar enfeksiyon geçirme öyküsü şeklinde olabilir. Efor intoleransı ve dispne 3.dekatta %30 oranında görülürken, 5.dekatta %75 oranında görülür. Nadiren ilk semptom paradoksal emboliye bağlı iskemik inme veya geçici iskemik atak olabilir. Ayrıca gebelik şantı arttıran bir fizyolojiye sahip olduğu için semptomları agreve eden bir durumdur.

2.1.7.2.Fizik Muayene

Fizik muayenede inspeksiyon, palpasyon ve oskültasyonda kıymetli bilgiler elde edilebilir.

2.1.7.2.1.İnspeksiyon

Artmış juguler venöz basınca bağlı juguler venöz dolgunluk ve basınç eğrisinde a ve v dalgalarında belirginleşme görülür. Şantın ters döndüğü (sağdan sola) Eisenmenger sendromunda hem deride hem de mukozalarda oluşan santral siyanoz görülür. Ayrıca gelişmiş Eustachian valf veya Chiari network nedeniyle vena kava inferiordan gelen kan direkt olarak sol atriuma geçebilir ve Eisenmenger sendromu henüz gelişmeden santral siyanoz yapabilir. Şant mevcudiyetinden dolayı oluşan santral siyanoz oksijene yanıtsızdır.

2.1.7.2.2.Palpasyon

Hiperdinamik kalp atımı sık görülür. Buna bağlı olarak apikal vuruda kuvvetlenme tespit edilebilir. Ayrıca büyük şanta bağlı sağ kalp boşluklarında genişleme olursa apikal vuru laterale ve yukarıya doğru kayabilir.

2.1.7.2.3.Oskültasyon

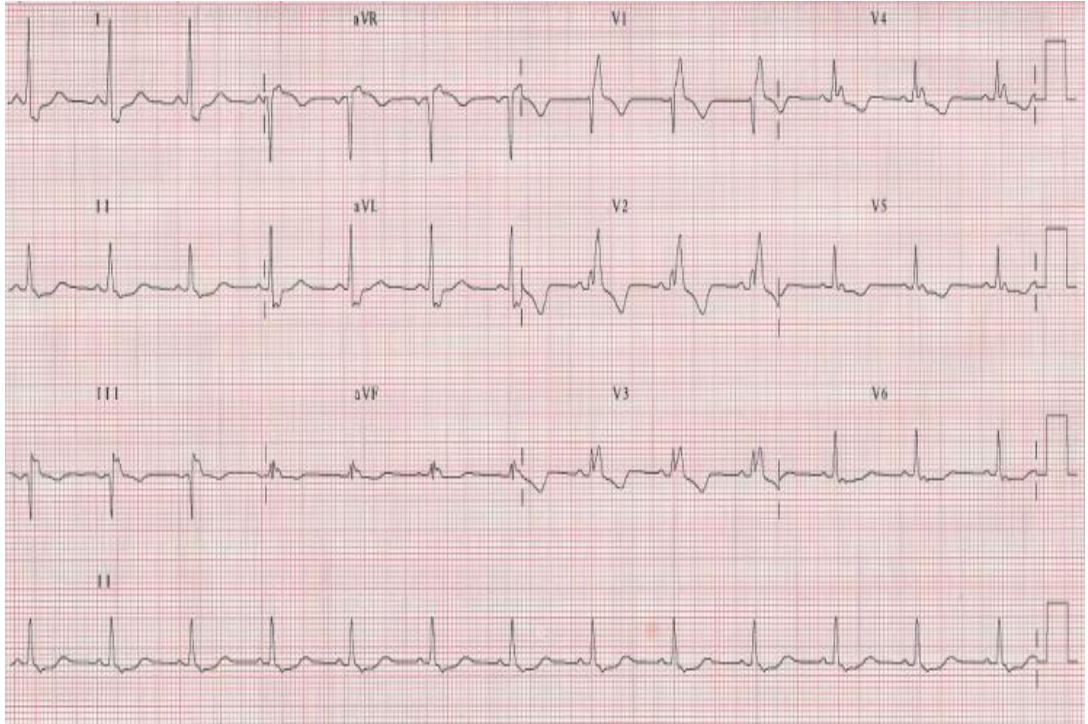
Genişlemiş, sert vasıfta ve sabit çiftleşmiş (solunumla değişmez) ikinci kalp sesi ve buna eşlik eden parasternal sol ikinci interkostal aralıkta yumuşak vasıfta sistolik pulmoner ejeksiyon üfürümü (rölatif pulmoner kapak darlığına sekonder) duyulabilir (16). Fonksiyonel bir üfürüm olduğu için genellikle tril yoktur. Soldan sağa şant ileri derecede olup pulmoner kan akımının sistemik kan akımına oranı (Q_p/Q_s) 2.5'i geçerse; parasternal sol beşinci interkostal aralıkta middiyastolik (rölatif triküspid kapak darlığına sekonder) üfürüm duyulabilir ve bu üfürüm

inspiryum ile şiddetlenmez. Eğer primum tip ASD var ise eşlik eden anterior mitral leaflet kleftine bağlı olarak mitral kapak yetersizliği ve apekten koltuk altına doğru yayılan pansistolik üfürüm duyulabilir (25).

2.1.8.Tanı

2.1.8.1.Elektrokardiyografi

Ritim normal sinüs, atrial fibrilasyon veya atrial flutter olabilir. Holter takiplerinde supraventriküler taşikardi atakları sık izlenir. Hasta sinüs sendromu görülmesi nadir değildir. V1 derivasyonunda yüksek voltajlı R dalgası veya R' dalgası pulmoner hipertansiyona ve sağ ventrikül yüklenmesine işaret eder. Olguların %80'inde inkomplet (tam olmayan) sağ dal bloğu, %10'unda ise komplet (tam) sağ dal bloğu bulunur. Sekundum tip ASD'lerde sağ aks deviasyonu, P pulmonaleye bağlı inferior derivasyonlarda sivri P dalgaları, birinci derece atrioventriküler blok ve inkomplet sağ dal bloğu sıktır. Primum tip ASD'lerde ise elektrokardiyografide sol aks deviasyonu ve birinci derece atrioventriküler blok saptanabilir. Koroner sinüs tipi defektlerde ise eksik veya işlev görmeyen sinüs noduna bağlı olarak inferior derivasyonlarda ters P dalgaları görülebilir (Şekil-3).



Şekil 3. Sekundum tip atrial septal defekti bulunan hasta elektrokardiyografisi.
(Sağ ventrikül yüklenmesine bağlı yüksek voltajlı R dalgası ve sağ dal bloğu)

2.1.8.2.Telekardiyografi

Akciğer grafisinde sağ kalp boşluklarındaki genişlemeye bağlı kardiyotorasik indekste artma (kalp gölgesinin toraks genişliğine oranı $1/2$ 'yi geçer) ve santral pulmoner vasküler yapılarda (akciğer hilusunda) dolgunluk saptanır. Süperior tip sinüs venozus ASD'ye sağ üst pulmoner venin anormal venöz dönüşü eşlik ederse veya koroner sinüs tipi ASD'ye persistan sol vena kava süperior eşlik ederse mediastinal genişleme saptanabilir. Eğer şiddetli pulmoner arteriyal hipertansiyon mevcut ise periferik oligemik vasküler akciğer alanlarıyla karakterize “budanmış damar (vascular pruning) veya budanmış ağaç” görüntüsü saptanabilir. Kan akımı artışına bağlı olarak pulmoner konusta belirginleşme olurken, kan akımı azalmasına bağlı olarak aortik konusta silinme görülebilir (Şekil-4).



Şekil 4. Atrial septal defekti olan hastanın telekardiyografisi.

(Kardiyotorasik indekste artma ve santral pulmoner vasküler yapılarda dolgunluk)

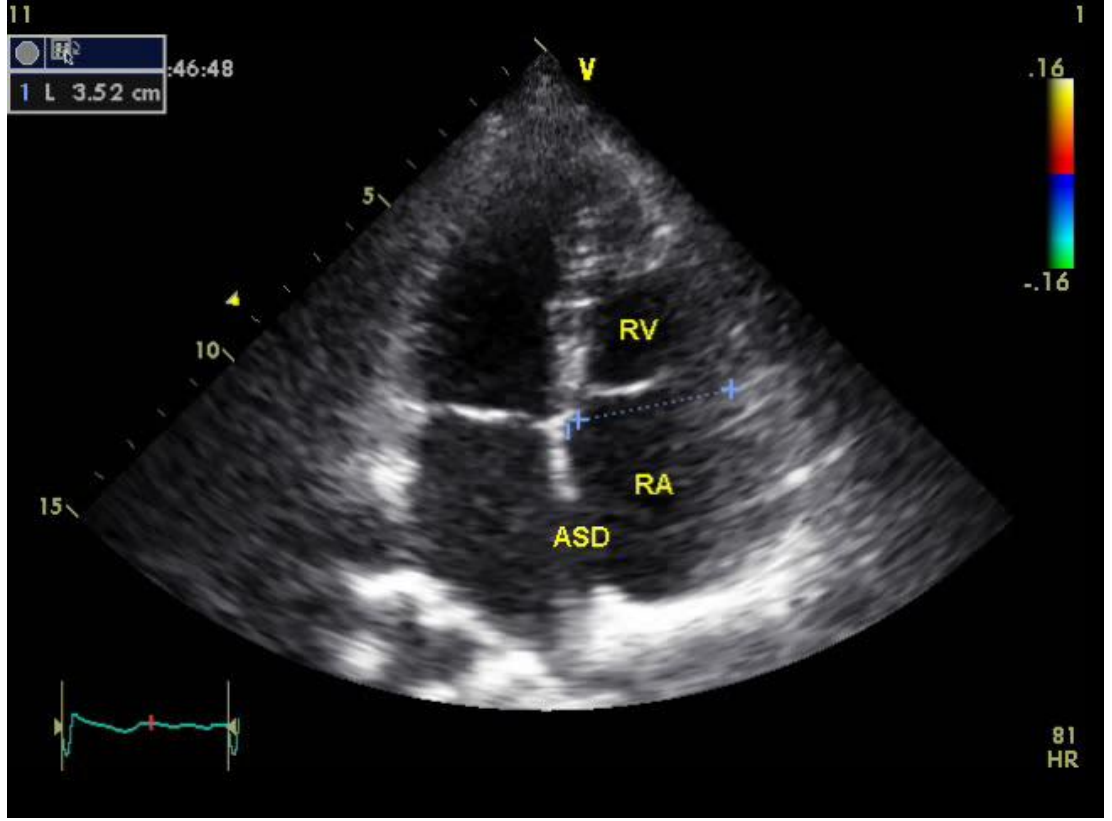
2.1.8.3.Ekokardiyografi

Tanıda en önemli araç ekokardiyografidir. Çocuklarda konvansiyonel transtorasik ekokardiyografi ile ASD'lerin; çapı, kan akım paterni, sayısı, yerleşim yeri ve nadirde olsa pulmoner venlerin lokalizasyonu ile ilgili yeterli bilgiler elde edilebilir. Ancak sinüs venozus ve koroner sinüs tipi ASD'lerde transtorasik ekokardiyografi tanıda yeterince yardımcı olamaz ve transözefageal ekokardiyografi gerekir. Erişkin dönemde ise transtorasik ekokardiyografi daha az tanısaldır. Tanıyı doğrulamak için ajite salin ile yapılan kontrastlı transtorasik ekokardiyografi veya transözefageal ekokardiyografi çoğu zaman gereklidir.

Konvansiyonel ekokardiyografi yöntemleri dışında miyokard fonksiyonlarını daha detaylı, objektif ve kantitatif olarak değerlendirebilen Doppler ekokardiyografi yöntemleri de (pulsed wave ve color) tedavi edilen hastaların takibinde kullanılabilir. Yakın zamanda kullanıma giren doku Doppler ekokardiyografi, üç boyutlu ekokardiyografi ve intrakardiyak ekokardiyografi ise daha detaylı inceleme yapılmak ve özellikle perkütan tedavi esnasında yardım almak için kullanılmaktadır.

2.1.8.3.1.Transtorasik Ekokardiyografi

Parasternal (kısa ve uzun aks), apikal (dört ve beş boşluk) ve subkostal (koronal ve sagittal) pencerelerden detaylı incelemeler yapılmalıdır. Sağ atrium ve sağ ventrikül büyümesi defektin fonksiyonel önemine işaret eder. Sağ ventrikül basıncı ve pulmoner arteriyal basınç triküspid yetersizlik jeti üzerinden continuous wave Doppler ekokardiyografi vasıtasıyla ölçülmelidir. İnteratrial septumun yapısı ve interventriküler septumun kasılma paterni hem sistolde hemde diyastolde (paradoks septal hareket açısından) değerlendirilmelidir (Şekil-5).



Şekil 5. Transtorasik ekokardiyografide genişlemiş sağ kalp boşlukları ve atrial septal defekt.

(RV: Sağ ventrikül, RA: Sağ atrium, ASD: Atrial septal defekt)

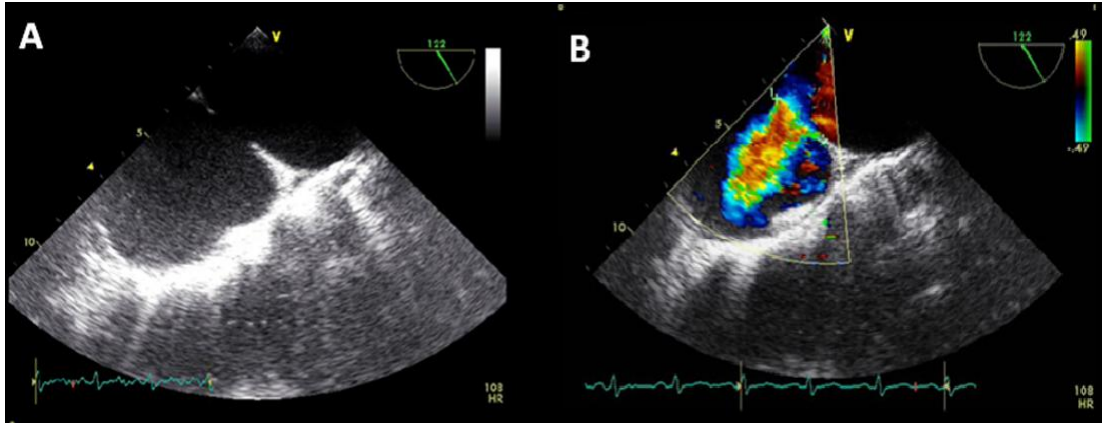
Continuous wave Doppler ekokardiyografi ile pulmoner kan dolaşımının sistemik kan dolaşımına oranı (Q_p/Q_s) hesaplanmalıdır. Renkli Doppler ekokardiyografi ile şantın varlığı ve yönü belirlenmelidir. Periferik venlerden ajite salin ile yapılan kontrast ekokardiyografi tanıyı doğrulamada faydalı olabilir (26,27).

Tüm bu konvansiyonel ekokardiyografi parametrelerinin yanısıra sağ ventrikül ve sol ventrikül fonksiyonları daha detaylı incelenmek ve subklinik sistolik disfonksiyonlar tespit edilmek istenirse son dönemlerde klinik uygulamaya giren doku Doppler ekokardiyografi yöntemi ile strain ve strain rate hesaplanabilir ve bu sayede daha detaylı, objektif ve kantitatif veriler elde edilebilir.

2.1.8.3.2. Transözefageal Ekokardiyografi

ASD şüphesi varsa ancak transtorasik ekokardiyografi yeterli bilgi vermiyorsa transözefageal ekokardiyografi yapılmalıdır. Detaylı olarak interatrial septumun araştırılması perkütan tedavi planlanan hastalar için gereklidir. Ayrıca pulmoner venlerin anatomisini incelemek için de (sinüs venozus tipi ASD varlığında)

transözefageal ekokardiyografi gereklidir (27). Periferik venlerden verilen ajite salin ile kontrast ekokardiyografi yapılarak tanı doğrulanabilir. Perkütan yolla kapatılan ASD’lerde hangi cihaz tercih edilirse edilsin gerek preoperatif gerekse peroperatif çok kıymetli bilgiler verir. Özellikle defektin normal veya balon ile gerilmiş çapı ve tüm rimler hakkında detaylı bilgi verir. Ayrıca defektin koroner sinüse, pulmoner venlere, vena kava süperior ve inferiora olan mesafesinin belirlenmesini sağlar. Aynı zamanda defektin kapaklarla olan ilişkisini ortaya koyar (Şekil-6).



Şekil 6. Transözefageal ekokardiyografide ASD görüntüsü.

(A: Defektin iki boyutlu görüntüsü, B: Defektden renkli Doppler ile geçiş)

2.1.8.3.3.Kontrast Ekokardiyografi

Periferik venlerden verilen ajite salin ile yapılan ekokardiyografi türüdür. Bu işlem hem transtorasik hemde transözefageal ekokardiyografi sırasında yapılabilir. Özellikle persistan sol vena kava süperiordan şüphelenilen hastalarda sol üst ekstremitte venlerinden verilen ajite salin ayırıcı tanıda faydalı olur (26,27). Persistan sol vena kava süperior bulunan hastalarda ajite salin sağ atrium yerine direkt olarak sol atrium veya koroner sinüse drene olur.

2.1.8.3.4.Üç Boyutlu Ekokardiyografi

ASD üç boyutlu ve dinamik bir yapıdır. Kardiyak siklus boyunca şekil ve boyut değiştirir (ventriküler sistolde maksimum, atrial sistolde minimum çapa ulaşır). Üç boyutlu ekokardiyografi ASD’nin interatrial septumdaki pozisyonunu, şeklini, boyutunu, kardiyak siklus boyunca çap değişimini ve komşu yapılarla ilişkisini en iyi ve detaylı gösteren yöntemdir.

2.1.8.4.Kateterizasyon

Kardiyak kateterizasyon sadece tanıda şüphe olan, pulmoner vasküler rezistans ölçülmesi gereken ve transkateter yolla tedavi yapılacak olan hastalara önerilmektedir. Hastalara sağ kalp boşluklarının da basınçlarını içeren ve oksimetre çalışmasının da yapıldığı detaylı kateterizasyon yapılmalıdır. Cerrahi tedavi planlanan hastalar eğer 40 yaş ve üzeri ise kardiyak kateterizasyon ile beraber koroner anjiyografi de planlanmalıdır.

2.1.8.5.Bilgisayarlı Tomografi ve Manyetik Rezonans Görüntüleme

Bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme transtorasik ekokardiyografi ve transözefageal ekokardiyografi ile yeterli bilgi toplanamamışsa ve kontrast ekokardiyografiye rağmen ilave kardiyovasküler anomaliler net olarak değerlendirilememişse endikedir. Kontrast madde kullanımına bağlı olarak allerjik ve nefrotoksik olaylara karşı dikkatli olunmalıdır. Ayrıca tekrarlanmasındaki kısıtlılıkların yanında maliyet ve yorumlamada tecrübe gerekliliği diğer dezavantajlarıdır. Net görüntü elde edebilmek amacıyla kalp hızının 60 atım/dakikanın altında olma şartı özellikle pediatrik yaş grubu hastalarda önemli bir kısıtlılıktır.

2.1.9.Doğal seyir

Sekundum tip ASD'ler 3mm'den küçük ise büyük ihtimalle spontan olarak kapanır. Eğer defekt çapı 3 mm ile 8 mm arasında ise 3 yaşından önce spontan kapanma olasılığı %40'a yakındır. Bu spontan kapanma oranı sekundum tip ASD'lerde hayatın ilk dekadında %20-30'u bulur. Primum ve sinüs venozus tipi ASD'ler ise neredeyse hiçbir zaman spontan olarak kapanmazlar (28).

ASD'ler tiplerinden bağımsız olarak sağ ventrükül yüklenmesine sebep oluyorsa; çocukluk döneminde okul çağına gelmeden, erişkin dönemde ise saptandığı andan itibaren uygun yöntemle kapatılmalıdır.

Onarılmamış ASD'ler mortalite ve morbiditede ciddi artışa neden olmaktadır. 40 yaş üzeri kapatılmamış ASD'si bulunan hastaların sağkalımı %50'nin altında iken 60 yaşın üzerinde sağkalım %10'lara kadar düşebilir. Mortalite ve morbiditedeki bu

artışın sebebi atrial aritmiler (atrial fibrilasyon veya atrial flutter), pulmoner arteriyal hipertansiyon, sağ kalp yetersizliği, sol ventrikül fonksiyon ve geometrisinde bozulmadır. Çocukluk çağında uygun tedavi gören ASD hastalarının sağkalımını inceleyen bir çalışmada 30 yıllık sağkalım normal popülasyon ile aynıdır (%97) (29,30).

Eisenmenger sendromu da ASD'nin nadir görülebilen ve uzun dönem bir komplikasyonudur. Aslında Eisenmenger sendromu klasik olarak ventriküler septal defektin uzun dönem klinik sonuçlarını tarif etmek için kullanılır. Soldan sağa şantı bulunan konjenital kalp defektlerinde zamanla pulmoner vasküler rezistansta artma meydana gelir ve mevcut şant ters döner. Bu süreç ventriküler septal defekt hastalarında hızlı ilerlerken ASD hastalarında çok yavaş ilerler ve hatta çoğu zaman gelişmez. Eisenmenger sendromunda klinik seyir değişken olabilmekle beraber genelde başlangıçtan itibaren survey 30 yıl olabilmektedir (31).

Bir başka çalışmada 10 yıllık hayatta kalma oranı cerrahi tedaviyle %95 iken medikal tedavi ile %84'dür (operatif mortalite %1). Erişkinlerde ise tedavi başarısı çocuklar kadar iyi değildir. Farklı yaş gruplarında yapılan çalışmalarda bu durum net olarak ortaya konmuştur. 25-40 yaş arasında tedavi edilen ASD hastalarının 27 yıllık hayatta kalma oranları %84 iken (normal popülasyonda %91), 40 yaşından sonra tedavi edilen ASD hastalarında 27 yıllık hayatta kalma oranları %40'dır (normal popülasyonda %59). Uygun tedaviden sonra hastaların semptomları dramatik şekilde düzelmeye başlar. Sağ atrium ve sağ ventrikül hacimlerindeki düzelme bir gün içerisinde başlar ve bu süreç bir yıl kadar sürebilir (32).

2.1.10.Tedavi

Önemli ölçüde sağdan sola şantı bulunan ve sağ kalp boşluklarında volüm yüklenmesi olan tüm hastalarda şiddetli pulmoner arteriyal hipertansiyon yoksa yani pulmoner vasküler rezistans 5 Woods ünitenin altında ise girişim önerilmelidir. Eğer pulmoner vasküler rezistans 5-8 Woods ünite arasında ise pulmoner atreryal sistolik basınç ile sistemik arteriyal sistolik basınç oranlanır. Oran 2/3'den küçük ise yine girişim önerilmelidir. Bir başka girişim endikasyonu ise pardoksal embolizme sebep olduğu düşünülen ASD'lerdir (diğer olası sebeplerin dışlanması şartı ile) (33) (Tablo-1).

ASD’lerin kapatılmaması gereken durumlar ise hemodinamik olarak anlamsız defekt boyutu olması (10 mm’den küçük defekt varlığı ve Qp/Qs’in 1,5’den küçük olması), ciddi pulmoner arteriyal hipertansiyon bulunması (pulmoner vasküler rezistansın 8 Woods üniteden büyük veya pulmoner atreriyal sistolik basınç ile sistemik arteriyal sistolik basınç oranının 2/3’den büyük olması), Eisenmenger sendromu gelişmesi (sağdan sola yani ters dönmüş şant varlığı) (33) (Tablo-1), ciddi sol ventrikül sistolik disfonksiyonu (ASD sol ventrikül için için “pop-off” yani kapak-sibop görevi yapar) ve gebelikle beraber postpartum 6.ay içerisinde bulunulmasıdır (34).

Tablo 1. Atrial septal defekt tedavisiyle ilgili Avrupa Kardiyoloji Derneği kılavuz önerileri (2010).

Endikasyonlar	Öneri sınıfı	Kanıt düzey
Önemli şant (aşırı RV hacim yüklenmesi belirtileri) bulunan ve PVR <5WU olan hastalara semptomlardan bağımsız olarak ASD kapaması uygulanmalıdır	I	B
Uygulanabilir olduğunda sekonder ASD için cihazla kapama tercih edilen yöntemdir	I	C
Paradoksal emboli şüphesi olan (diğer nedenler dışlanmış) hastalarda tüm ASD’ler için büyüklüğünden bağımsız olarak girişim düşünülmelidir	IIa	C
PVR ≥5WU ancak <2/3 SVR yada PAB <2/3 sistemik basınç (başlangıçta yada tercihen nitrik oksit olmak üzere vazodilatatörler yüklendiğinde yada hedefli PAH tedavisinden sonra) ve net sol-sağ şant (Qp:Qs >1,5) bulunan hastalarda girişim düşünülebilir	IIb	C
Eisenmenger fizyolojisi bulunan hastalarda ASD kapamasından kaçınılmalıdır	III	C

2.1.10.1. Medikal Tedavi

Asemptomatik dönemde medikal tedaviye ihtiyaç yoktur. Konjesyon semptomları varsa standart diüretik ajanlarla tedavi edilebilir. Atrial aritmiler (atrial fibrilasyon veya flutter) gelişirse hız ve ritim kontrolünü sağlayan ilaçlara ilave olarak uygun antikoagülasyon yapılmalıdır. İnfektif endokardit profilaksisi izole ASD olgularında gerekmez. Cerrahi veya perkütan yolla ASD tedavisi yapılan hastalara ise 6 ay boyunca yani endotelizasyon sağlanana kadar infektif endokardit profilaksisi

yapılmalıdır. Cerrahi veya perkütan yolla kapatılan ASD hastalarında eğer rezidüel şant saptanırsa infektif endokardit profilaksisi şant giderildikten 6 ay sonrasına kadar, eğer şant giderilemez ise ömür boyu devam etmelidir.

2.1.10.2.Cerrahi Tedavi

Daha önceleri tüm ASD tiplerinde standart tedavi yöntemi cerrahi tedaviydi. Cerrahi tedavinin bu alanda 50 yılı aşkın tecrübesi bulunmaktadır. Ancak günümüzde perkütan tedavilerdeki gelişmeler sayesinde çoğu ASD için artık cerrahi tedavi gerekmemektedir. Sekundum tip ASD'ler dışındaki ASD tiplerinde ve ilave kardiyovasküler anomali varlığında girişim endikasyonu varsa tercih edilecek tedavi yöntemi cerrahi tedavi olmalıdır. Aynı zamanda ek başka bir hastalık nedeniyle torakotomi gerekecekse ve ASD için girişim endikasyonu varsa bu durumda da cerrahi tedavi tercih edilmelidir.

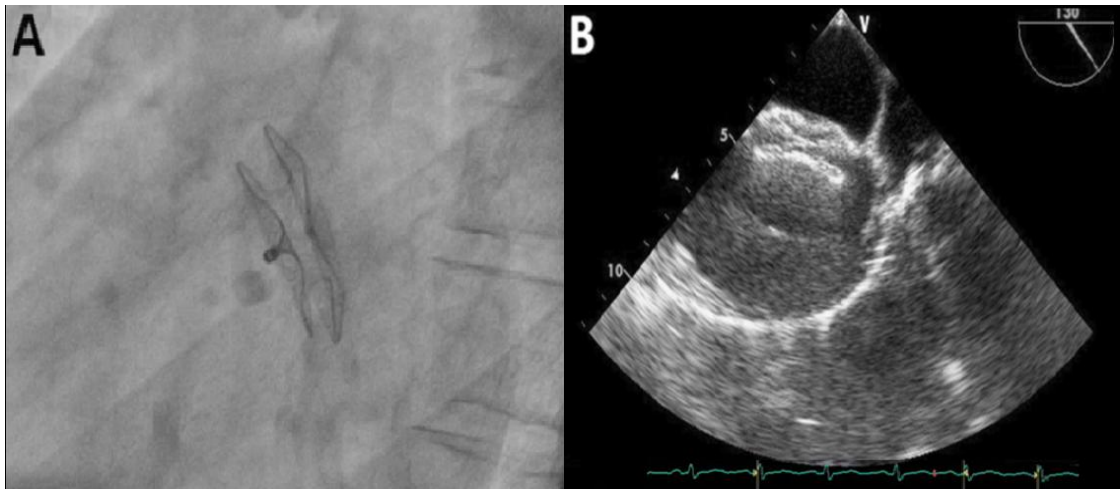
Sekundum tip ASD'lerde ise ancak perkütan tedavi teknik olarak uygun değilse cerrahi tedavi uygulanır. 38 mm'den büyük defekt olması veya aortik rim haricindeki rimlerin 5mm'den küçük olması durumunda teknik nedenlerden dolayı perkütan tedavi uygulanamaz ve bu nedenle cerrahi tedavi tercih edilir. Cerrahi tedavinin mortalite oranı çocukluk çağlarında nerdeyse %0'a yakındır. Bu oran beşinci dekada %1,6 iken altıncı dekat ve sonrasında ise %5-10'u bulmaktadır. Bu nedenle tedavinin erken yapılması hem sağkalım ve prognoz hem de operatif mortalite ve morbidite açısından önemlidir.

Zamanla cerrahi yöntemlerde de gelişmeler olmuş ve minimal invazif (limited access) cerrahi yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin başarısı standart cerrahi yöntemle aynıdır. Avantajları ise daha iyi kozmetik sonuç, daha az enfeksiyon, daha az postoperatif ağrı ve daha az anestetik komplikasyondur. Bu amaçla femoral kardiyopulmoner bypass ile birlikte sağ anterior torakotomi, sağ anterolateral submamarian torakotomi, bilateral anterolateral submamarian torakotomi, mini sternotomi (superior, mid veya inferior) veya subksifoid yaklaşımlar uygulanabilir. Postoperatif gelişebilecek diğer komplikasyonlar ise atrial aritmiler (atrial fibrilasyon veya flutter), atrioventriküler bloklar, perikardiyal efüzyon ve postperikardiyektomi sendromudur (Dressler sendromu).

2.1.10.3.Perkütan Tedavi

İlk başarılı transkatater ASD kapatılması 1974 yılında uygulanmıştır. Ancak bu alandaki gelişmeler son 10-15 yılda hız kazanmıştır. Bu işlemler için çok sayıda device geliştirilmiştir (Amplatzer, Angel Wing, Asdos, Buttoned, Cardio Seal, Cera, Helex ve Occlutech). Perkütan yolla tedavinin ortalama başarısı %90-95 civarındadır. Ortalama komplikasyon oranları ise %5'i geçmemektedir (atrial aritmiler, cihaz embolizasyonu, kardiyak rüptür ve tamponad). İşlem esnasında floroskopiye ilave olarak transtorasik ekokardiyografi, transözefageal ekokardiyografi, 3 boyutlu ekokardiyografi veya intrakardiyak ekokardiyografi kullanılabilir.

Perkütan tedavi, teknik olarak uygun olan hastalarda günümüzde artık standart tedavi modalitesi halini almıştır ve bu durum tüm ASD hastalarının yaklaşık %80'i için geçerlidir (35,36). Cerrahi nedenli oluşan kozmetik sorunların, enfeksiyonun, postoperatif ağrının, anestetik komplikasyonların ve perikard ile ilgili komplikasyonların görülmemesi avantajlarıdır. Aynı zamanda yoğun bakım takibi gereksinimi olmaması ve kısa süreli hastane yatışı büyük oranda avantaj sağlamaktadır. Başarı oranı olarak ise cerrahi tedaviden hemen hemen hiçbir fark bulunmamaktadır (35,37). İşlem sonrası altı aylık süre boyunca antitrombosit (asetilsalisilik asit ve klopidoğrel) tedavi verilmelidir. Tedavi için endikasyonu bulunan ve sekundum tip ASD'si olan hastalarda defekt çapı 38mm'nin altında ise ve aortik rim hariç diğer rimler 5 mm'den büyük ise perkütan yolla tedavi standart olarak tercih edilmelidir (Şekil-7).



Şekil 7. Perkütan yolla kapatılmış atrial septal defekt.
(A: Skopi görüntüsü, B: Transözefageal ekokardiyografi görüntüsü)

2.2.SAĞ VENTRİKÜL

Sağ ventrikül yapısal ve fonksiyonel olarak kompleks bir kalp boşluğudur. Konjenital kalp hastalıklarında fonksiyonu önemli prognostik değere sahiptir.

2.2.1.Anatomi

Sağ ventrikül anatomik olarak sternumun hemen arkasında yer alır ve en önde bulunan kalp boşluğudur. Telekardiyografide kalbin alt konturunu oluşturur. Sol ventriküle göre ince bir duvar yapısına sahiptir (3-4 mm). Yuvarlak olan sol ventrikül etrafını hilal-muz şeklinde çevreler (38). Bu özel körük şeklindeki yapısı sayesinde geniş bir yüzey alanı ve büyük bir hacim oluşturur. Bu sayede kas kütlesi sol ventrikülün 1/6'sı kadar olmasına rağmen sol ventrikülden daha geniş ve büyük bir yapıya sahiptir (39). Medial duvarını interventriküler septum, lateral duvarını ise sağ ventrikül serbest duvarı oluşturur (40,41). Giriş bölümüne inlet, çıkış bölümüne outlet, orta bölümüne trabekül adı verilir. Outlet'den önceki genişlemeye ise infundibulum adı verilir (42).

2.2.2.Fizyoloji

Sağ ventrikülün kontraksiyonu kompleks bir fizyolojiye sahiptir. Körük etkisi sayesinde sağ ventrikül serbest duvarının interventriküler septuma doğru çekilmesi sağ ventrikül kontraksiyonunun en önemli komponentidir (4,40,43). Triküspid kapak ise apekse doğru çekilir. Sol ventrikül kontraksiyonu sonucu interventriküler septumda da kalınlaşma meydana gelir. Tüm bu mekanizmalar sayesinde sağ ventrikül kontraksiyonu sağlanmış olur. Sağ ventrikül düşük basınçlı pulmoner vasküler yatağa karşı çalıştığından dolayı enerji gereksinimi düşüktür ve bu gereksinim sol ventrikülün 1/5'i kadardır (39). Gerek kompleks anatomisi gerekse kompleks fizyolojisi nedeniyle sağ ventrikül fonksiyonlarını objektif olarak değerlendirmek çok zordur.

Sağ ventrikülün doluşu 4 aşamada gerçekleşmektedir:

- 1-İzovolümetrik relaksasyon
- 2-Hızlı doluş

3-Yavaş doluş

4-Atrial kontraksiyon

Sağ ventrikülün doluşu sol ventrikülden önce başlar ve sonra biter, diyastolik faz tam anlamıyla preload (önyük) bağımlıdır. Aynı zamanda ejeksiyon paterni de sol ventrikülden farklıdır. Ejeksiyon yavaş yavaş hızlanır, geç pik yapar ve yavaş yavaş sonlanır. (35).

İnterventriküler septum her iki ventrikülün de ortak komponenti olduğu için ventriküller arası etkileşim mevcuttur. Sağ ventrikülün kontraksiyon basıncının ve outflow (atım) hacminin yaklaşık olarak %30'u sol ventrikül bağımlıdır (39).

2.2.3.Değerlendirme

Sağ ventrikülün değerlendirilmesinde ekokardiyografi standart bir yöntemdir. Diğer yöntemlere göre uygulanabilirlik ve çok yönlülük bakımından üstündür (33). Ancak sağ ventrikül yapı ve fonksiyonlarını inceleyen altın standart yöntem halen manyetik rezonans görüntülemedir. Ancak vücutta yabancı cisim olarak metal varsa manyetik rezonans görüntülemeden kaçınılmalıdır. Ayrıca net görüntü elde edebilmek amacıyla kalp hızının 60 atım/dakikanın altında olma şartı özellikle pediatrik yaş grubu hastalarında bir kısıtlılıktır. Pahalı oluşu nedeniyle sık tekrarlanamaması, yorum için tecrübe gerektirmesi ve kontrast maddeye bağlı allerjik komplikasyonlar ise bu yöntemin diğer dezavantajlarıdır.

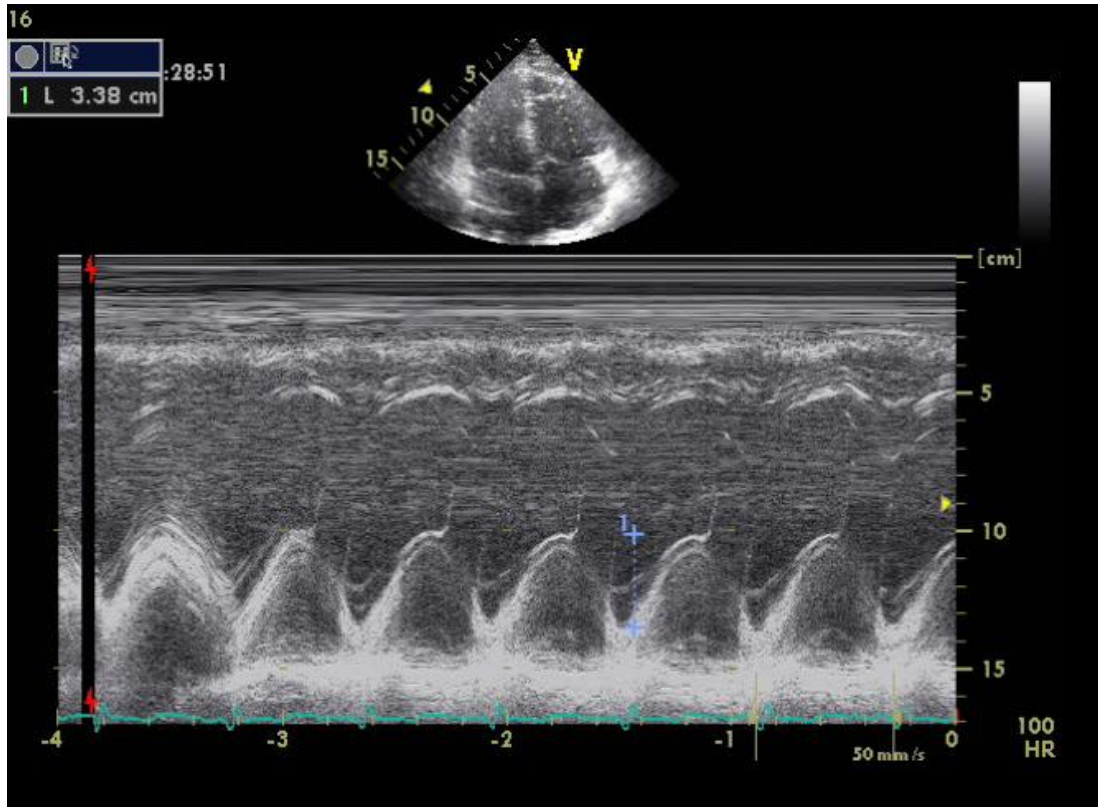
Kardiyak görüntüleme yöntemlerindeki önemli teknolojik gelişmelere rağmen sağ ventrikülün anatomisini ve fonksiyonlarını değerlendirmek halen çok zordur. Bu zorluklar; sağ ventrikülün kompleks geometrisi, sağ ventrikül içindeki yaygın miyokardiyal trabekülasyonlar, sağ ventrikülün retrosternal pozisyonda yerleşmesi ve sağ ventrikül fonksiyon göstergelerinin yük-volüm bağımlı olması gibi nedenlere bağlıdır (39).

2.2.3.1.Ekokardiyografi

2.2.3.1.1.M-Mod Ekokardiyografi

Hem sağ ventrikül serbest duvarının bazal segmenti, hem de interventriküler septumun bazal seğmenti M-mod ekokardiyografi ile longitudinal fonksiyonlar açısından değerlendirilebilir. Elde edilen veriler ise sintigrafik çalışmalar ile elde edilen sağ ventrikül ejeksiyon fraksiyonu değerleri ile yakın korelasyon gösterir. Ancak elde edilen veriler sadece sağ ventrikülün inflow segmenti ile yakın ilişkilidir, outflow segmenti ile korelasyon daha zayıftır (44).

Triküspid anüler plan sistolik excursion (TAPSE) sağ ventrikülün sistolik fonksiyonları hakkında kantitatif bilgiler veren bir parametredir. Apikal dört boşluktan sağ ventrikül anulusunun serbest kenarına M-mod ekokardiyografi uygulanarak veriler elde edilebilir (45). Bu sayede sağ ventrikül serbest duvarının longitudinal hareketi ile oluşan anülüs hareketliliği ölçülmüş olur (Şekil-8).



Şekil 8. Triküspid anüler plan sistolik excursion'un sağ ventrikül anulusunun serbest kenarından M-mod ekokardiyografi ile ölçümü.

Elde edilen değerler sağ ventrikülün radyonükleid görüntülerle elde edilen sağ ventrikül ejeksiyon fraksiyonu ile orta derecede korelasyon gösterir (39). TAPSE değeri 2 cm'den küçük ise sağ ventrikülde fonksiyon bozukluğu olduğuna işaret eder (Tablo-2) (46).

Tablo 2. Triküspid anüler plan sistolik hareket ile sağ ventrikül ejeksiyon fraksiyonu korelasyonu.

Triküspid Anüler Plan Sistolik Hareket	Sağ Ventrikül Ejeksiyon Fraksiyonu
0,5cm	%20
1,0cm	%30
1,5cm	%40
2,0cm	%50

M-mod ekokardiyografi ile pulmoner arter basıncının hesaplanmasında gerekli olan sağ atrium basıncı tahmin edilebilir. Vena kava inferiorun çapı ve solunum ile olan çap değişikliği ile bu tahmin yapılabilir (Tablo-3) (47,48)

Tablo 3. M-mod ekokardiyografi kullanılarak vena kava inferior çapı ve solunum ile olan değişikliği kullanılarak sağ atrium basıncının tahmini olarak hesaplanması.

Vena kava inferior çapı	Solunumsal değişiklik	Sağ atrium basıncı (Tahmini)
<2cm	>%50	5mm/Hg
<2cm	<%50	10mm/Hg
>2cm	<%50	15mm/Hg
>2cm	Yok	20mm/Hg

2.2.3.1.2.İki Boyutlu Ekokardiyografi

İki boyutlu ekokardiyografi ile sağ ventrikülün şekli, boyutları, hacmi ve duvar kalınlığı incelenebilir. Operatörler arası değişkenlik gösterdiğinden dolayı bu yöntemin güvenilirliği düşüktür. Ayrıca sağ ventrikül serbest duvarı ile interventriküler septumun hareket senkronizasyonu da bu yöntemle rahatça gözlemlenebilir (4).

Sağ ventrikül boyutlarını değerlendirmede en uygun açı apikal 4 boşluk penceresidir. Buradan hem sağ ventrikülün uzunluğu hem de sağ ventrikülün genişliği ölçülebilir. Sağ ventrikül genişliğinden kastedilen triküspid kapak anulusunun çapıdır. Normalde sağ ventrikül çapının sol ventrikül çapına oranı 2/3'den küçüktür.

Eğer bu oran $\frac{2}{3}$ ile 1 arasında ise hafif derecede sağ boşluklarda genişlemeden söz edilebilir. Eğer oran 1 ise orta derecede sağ boşluklarda genişleme mevcuttur. Oran 1'den büyük ve kalbin apeksini sağ ventrikül oluşturuyorsa ileri derecede sağ boşluklarda genişleme söz konusudur (49). Aynı şekilde sağ ventrikül serbest duvar kalınlığında 0,5cm üzerinde olması sağ ventrikül hipertrofisine işarettir (50).

Ayrıca sağ ventrikülün volüm hesaplanması da iki boyutlu ekokardiyografi ile yapılabilir. Ancak kompleks yapı ve düzensiz sınırlı endokard yüzeyi nedeniyle doğruluğu ve kullanılabilirliği çok düşüktür. Bu amaçla; tek plan ölçümü, simpson yöntemi, kresentrik metod ve alan-uzunluk metodu gibi yöntemler tanımlanmıştır (49). Bu yöntemlerle hesaplanan sağ ventrikülün diyastol sonu ve sistol sonu hacimleri kullanılarak, sağ ventrikülün sistolik fonksiyonlarının iyi bir göstergesi olan sağ ventrikül ejeksiyon fraksiyonu hesaplanabilir. Normal sağ ventrikül ejeksiyon fraksiyon değeri %40 ile %76 arasındadır (39).

Sağ ventrikül alan değişim miktarı hesaplanarak sağ ventrikülün ejeksiyon fraksiyonu hakkında indirekt olsa da bilgi elde edilebilir. Sağ ventrikül alan değişimi; sağ ventrikülün diyastolik alanı ile sistolik alanının farkının sağ ventrikülün diyastolik alanına oranlanması ile hesaplanabilir. Ancak endokardiyal sınırın net olarak gözlemlenememesi bu yöntemin en büyük kısıtlılığıdır (39).

2.2.3.1.3.Üç Boyutlu Ekokardiyografi

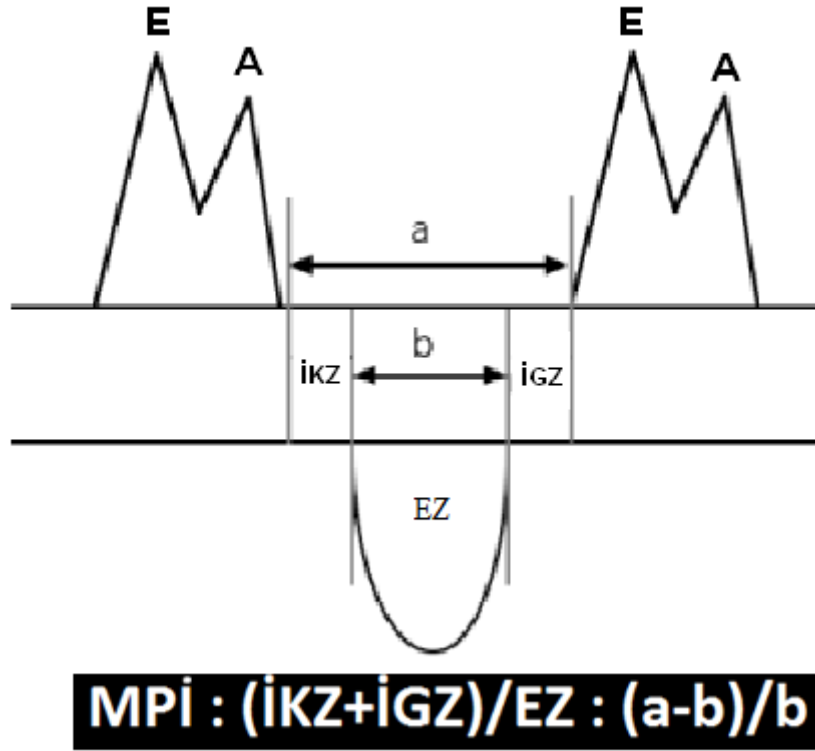
Üç boyutlu ekokardiyografik inceleme ile kompleks sağ ventrikül yapısı net bir şekilde değerlendirilebilir. Ayrıca net elde edilen görüntüler sayesinde endokard sınırlarını da düzgün bir biçimde inceleme fırsatı elde edilir. Görüntülerin kalitesi manyetik rezonans görüntüleme ile elde edilen görüntü kalitesine yakındır (4).

2.2.3.1.4.Doppler Ekokardiyografi

İki boyutlu ekokardiyografi görüntülerinin üzerine eşzamanlı olarak Doppler sinyalleri gönderilmesi ile elde edilir. Bu sayede ekojeniteden bağımsız olarak kantitatif veriler elde edilebilir. Doppler ekokardiyografi yöntemiyle hem atriumların fonksiyonları hem de ventriküllerin diyastolik fonksiyonları üzerinde bilgi sahibi olunabilir. Mitral ve triküspid kapaklardan geçen akım velositeleri sayesinde bu

veriler kantitatif olarak elde edilir. Sistolik pik velosite (S), erken diyastolik doluş pik velosite (E) ve atrial kontraksiyona bağlı oluşan geç diyastolik doluş pik velosite (A) bu parametrelerin başlıcalarıdır (4).

Bu yöntemle elde edilen verilerden bir diğeri de miyokard performans indeksidir. İlk kez Tei tarafından tanımlandığı için Tei indeksi olarak da adlandırılabilir. Bu indeks global olarak sağ veya sol ventrikül hakkında; hem sistolik hem de diyastolik fonksiyonlar ile ilgili bilgi verir. Miyokard performans indeksi izovolümetrik kasılma zamanı ve izovolümetrik gevşeme zamanının toplamının ejeksiyon zamanına oranlanması ile hesaplanabilir (Şekil-9)



Şekil 9. Miyokard performans indeksinin (Tei indeksi) hesaplanması.
(MPI: Miyokard performans indeksi, İKZ: İzovolümetrik kasılma zaman,
İGZ: İzovolümetrik gevşeme zamanı, EZ: Ejeksiyon zamanı)

Sağ ventrikülün miyokard performans indeksini hesaplamak için pulmoner ve triküspid kapak akım paternleri üzerinden hesap yapılır. Sol ventrikülün miyokard performans indeksini hesaplamak için ise aort ve mitral kapak akım paterni üzerinden hesap yapmak gerekir. Sağ ventrikül için normal miyokard performans

indeksi değeri $0,28 \pm 0,04$ 'dür. Sol ventrikül için normal miyokard performans indeks değeri ise $0,39 \pm 0,05$ 'dir (51).

Doppler ekokardiyografinin bir diğer faydası ise triküspid kapaktaki kaçak akım üzerinden sistolik pulmoner arter basıncının hesaplanabilmesidir, çünkü sağ ventrikülün sistolik basıncı normal şartlarda pulmoner arter basıncına eşittir. Sistolik pulmoner arter basıncının üst sınırı 35 mm/Hg, diyastolik pulmoner arter basıncının üst sınırı 15 mm/Hg ve ortalama pulmoner arter basıncının üst sınırı 20 mm/Hg'dır (52,53).

Sistolik pulmoner arter basıncı triküspid kapaktaki kaçak akım üzerinden modifiye Bernoulli formülü olarak bilinen; $[4 \times (\text{Trikuspid yetersizlik akım velositesi})^2] + \text{sağ atriyal basınç}$ denklemi ile hesaplanabilir. Bu formülde trikuspid yetersizlik akım velositesi 3,2 m/saniyeyi geçerse pulmoner hipertansiyon kabul edilir (46). Eğer triküspid kapakta kaçak akım yoksa pulmoner arter üzerinden elde edilen Doppler verileriyle Mahan denklemi vasıtasıyla ortalama pulmoner arteriyal basınç hesaplanabilir. Mahan denkleminde ortalama pulmoner arter basıncı; $79 - (0,45 \times \text{Pulmoner arter akselerasyon zamanı})$ formülü ile hesaplanabilir (54).

2.2.3.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme

Günümüzde sağ ventrikül ile ilgili en detaylı bilgilere altın standart olarak manyetik rezonans görüntüleme sayesinde ulaşılabiliyoruz. Bu sayede sağ ventrikül şekil, boyut, hacim, fonksiyon ve kas yapısı ile ilgili tüm bilgiler elde edilebilir. Vücutta yabancı cisim olarak metal varsa tetkikten kaçınılmalıdır. Ayrıca net görüntü elde edebilmek amacıyla kalp hızının 60 atım/dakikanın altında olma şartı özellikle pediatrik yaş grubu hastalarında bir kısıtlılıktır. En büyük dezavantajları ise yorumlamada tecrübe gerekliliği, takip amaçlı tekrarlayan uygulamalardaki zorluklar, kontrast maddeye bağlı allerjik reaksiyonlar ve maliyettir (4).

2.2.3.3. Radyonükleid Görüntüleme

Radyonükleid görüntüleme, ekokardiyografi ve manyetik rezonans görüntülemeyi karşılaştıran çok sayıda çalışma vardır. Ancak hiçbir zaman radyonükleid görüntüleme ekokardiyografiye tam olarak üstünlük sağlayamamıştır. Tam tersine uygulamalardaki ve yorumlamalardaki zorluklar nedeniyle

ekokardiyografiye göre radyonükleid görüntüleme günlük klinik pratikte çok geride kalmıştır.

2.3.DOKU DOPPLER EKOKARDİYOĞRAFI

2.3.1.Tanım

İlk kez 1989 yılında İsaaz ve arkadaşları tarafından sol ventrikül posteriyor duvarının hareketlerinin değerlendirilmesi için kullanılmıştır (55). Doku Doppler ekokardiyografi ile ventrikülün global ve bölgesel, sistolik ve diyastolik fonksiyonları kantitatif olarak değerlendirilebilir (5). Konvansiyonel Doppler ekokardiyografi tekniğinde kalp içerisinde yüksek hız ve düşük amplitüd ile hareket eden kanın akım hızı elde edilirken düşük hız ve yüksek amplitüdü olan duvar hareketleri filtre edilir. Doku Doppler ekokardiyografi ile bu filtrasyon en alt düzeye indirilerek miyokarda ait olan yüksek amplitüdü ve düşük hızlı hareketler görüntülenmektedir. Bu yolla doku Doppler ekokardiyografi tekniği miyokardiyal hız analizi yaparak kardiyak fonksiyonlar hakkında bilgi verir (56). Doku Doppler ekokardiyografi ile görüntüleme göğüs duvarı atenüasyonundan daha az etkilendiğinden ölçümler suboptimal ekojenitede bile gerçekleştirilebilir (57).

2.3.1.1.Doku Doppler Ekokardiyografinin Avantajları

- Transduser ile incelenen bölge arasındaki dokulardan minimal etkilendiği için kötü görüntü ekojenitesine rağmen iyi doku Doppler sinyalleri alınabilir.
- Hareket halindeki bir dokunun üç dinamiği olan hız, ivme ve yer değiştirme doku Doppler ekokardiyografi ile kantitatif olarak ölçülebilir.
- Pulsed wave doku Doppler ekokardiyografinin yüksek zamansal rezolüsyonu nedeniyle hem sistolik hem de diyastolik hemodinamik olaylar kantitatif olarak analiz edilebilir.
- Miyokardın hem global hemde segmenter sistolik ve diyastolik fonksiyonları kantitatif olarak değerlendirilebilir.
- Preload değişikliklerinden etkilenmez (57,58).

2.3.1.2.Doku Doppler Ekokardiyografinin Dezavantajları

- Farklı ticari marka cihazlar ile farklı kalitede Doppler sinyalleri alınır.
- Miyokardiyal Doppler hızları kalbin kendi çevresindeki hareketinden ve komşu segmentlerin itme çekme etkisinden etkilenebilir.
- Kalbin rotasyon hareketinden etkilenmektedir.
- Transduserin açısına bağlıdır (57,59).

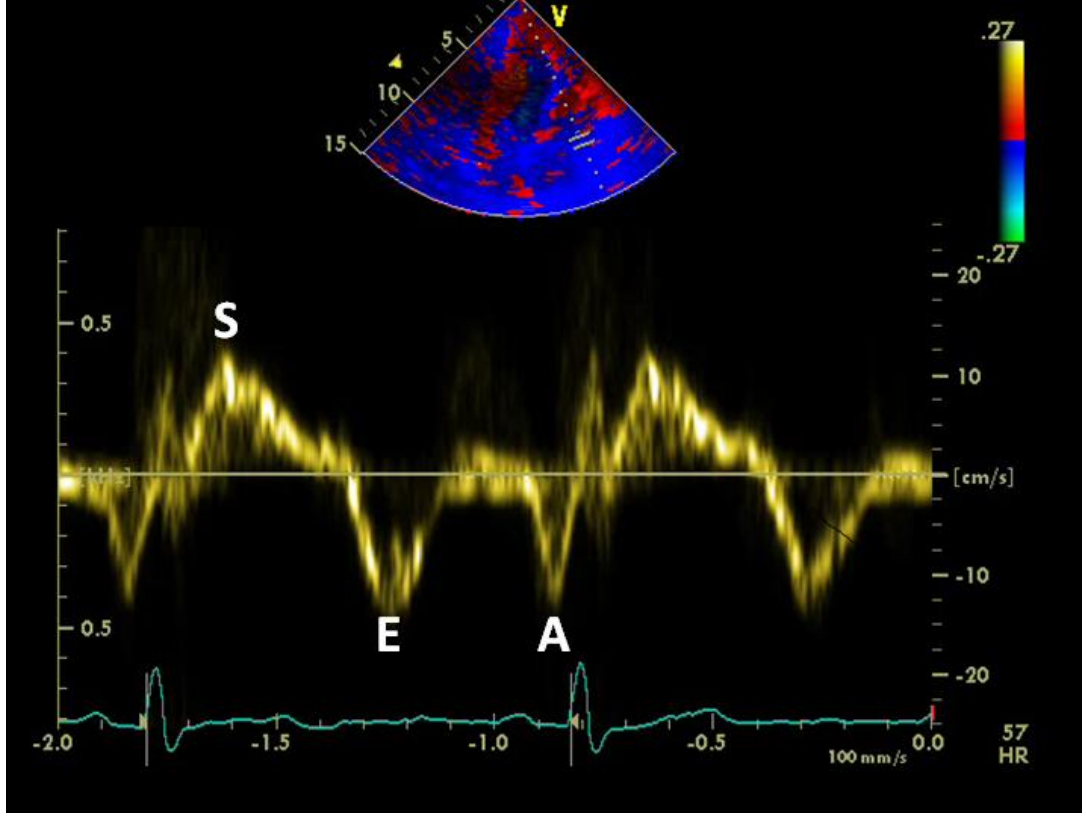
2.3.2.Doku Doppler Ekokardiyografi Çeşitleri

Genel olarak dört çeşit doku Doppler ekokardiyografi metodu vardır.

- 1-Pulsed wave doku Doppler
- 2-Renkli doku Doppler
- 3-Strain
- 4-Strain rate

2.3.2.1.Pulsed Wave Doku Doppler

Ölçümler için örneklem volümü kullanılır. Endokardiyal ve epikardiyal tabakaların hızlarının ayrı ayrı ölçülememesi bir dezavantajdır. Apikal görüntülemelerde longitudinal harekete ait, parasternal kısa eksen görüntülemelerde ise radyal harekete ait sistolik ve diyastolik hızlar bölgesel olarak ölçülür (60). Doppler prensibine göre transdusere doğru olan hareket pozitif, transduserden uzaklaşan hareket ise negatif bir dalga oluşturmaktadır. Buna göre sistolik dalga S, erken diyastolik dalga E ve geç diyastolik-atriyal kontraksiyon evresine ait dalga A dalgası olarak adlandırılır. Longitudinal planda sistolde miyokardiyal ve anuler segmentler transdusere yaklaştığı için S dalgası pozitif, diyastolde ise transduserden uzaklaştığı için E ve A dalgaları negatiftir. Ayrıca izovolümetrik relaksasyon ve kontraksiyon zamanlarına denk gelen evrelerde zayıf amplitüdlü dalgalar olarak görülebilir (Şekil-10).



Şekil 10. Doku Doppler ekokardiyografide dalgalar.

(S: Sistolik dalga, E: Erken diyastolik dalga, A: Geç diyastolik dalga)

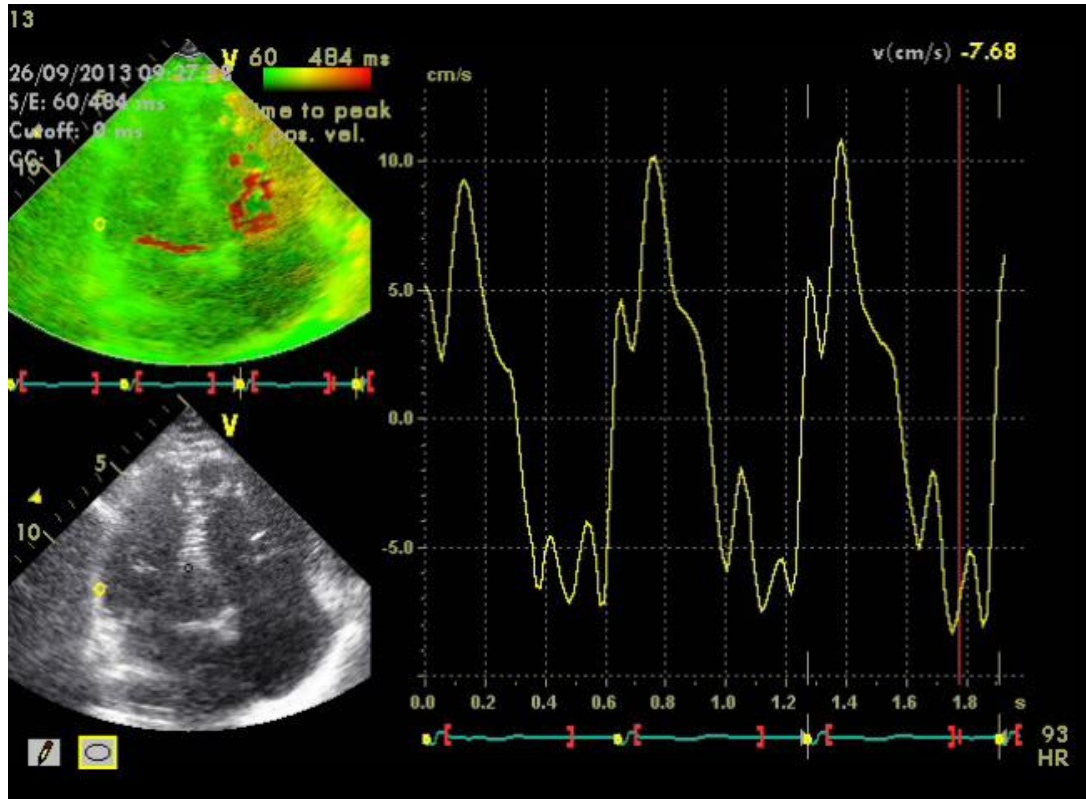
Diğer Doppler tekniklerinde olduğu gibi incelenen hareketin yönüyle Doppler kursorü birbirine paralel olmalıdır. Aralarındaki açı 20°'nin üzerine çıkarsa ölçülen değerler normalden az bulunur. Kalp siklusu boyunca apeks göreceli olarak sabit olup kalp uzun ekseninde hafif rotasyon ile birlikte apikale doğru hareket eder. Bu nedenle sistolik ve diyastolik miyokardiyal velositeler bazal ve lateral segmentlerde en yüksektir (61-63). Miyokardiyal segment velositeleri bölgesel ventriküler kontraktilite hakkında bilgi verirken mitral anuler velosite ölçümü ile global longitudinal fonksiyon değerlendirebilir (64). Bu sebeple mitral anuler sistolik hız global ventriküler fonksiyonun göstergesi olarak kullanılabilir. Ortalama sistolik mitral anuler hız >7.5 cm/sn ise sol ventrikul sistolik fonksiyonları normal ve sol ventrikül EF $>50\%$ 'dir (65). Mitral anuler kalsifikasyon, prostetik halka ve prostetik kapak anuler hızın sağlıklı ölçülmesini engeller (66). Yaşla birlikte sol ventriküle ait sistolik ve erken diyastolik longitudinal hızları azalır. Geç diyastolik hızda ise yaşla birlikte kompensatuvar bir artış izlenir. Kadınlarda erkeklere nazaran daha düşük longitudinal hızlar ölçülür (67). Bu tekniğin bir sınırlaması da itme çekme etkisiyle komşu segmentlerin birbirini etkilemesidir. Akinetik bir segment komşu normal

segmentin çekmesiyle hareket edebilir, normal segment ise komşu akinetik segment nedeniyle yavaşlayabilir.

2.3.2.2. Renkli doku Doppler

Renkli doku Doppler ilk defa McDicken ve arkadaşları tarafından tanımlanmıştır (68). Renkli M-mod ve renkli iki boyutlu olmak üzere iki şekilde doku Doppler kullanılmaktadır. Bu teknikte duvar hareketleri hız ve yönleri göre farklı renklerde kodlanır. Geleneksel renkli Doppler tekniğinde olduğu gibi transdusere doğru hareket eden kardiyak dokular kırmızı, transduserden uzaklaşan kardiyak yapılar ise mavi renkte kodlanır. Apikal incelemede longitudinal planda sistolde miyokardiyal segmentler transdusere yaklaştığından kırmızı, diyastolde ise transduserden uzaklaştığı için mavi renkte kodlanır.

Renkli M-mod doku Doppler inceleme özellikle epikardiyal ve endokardiyal hızların farklılığını göstermede kullanım alanı bulmuştur. Bu teknik klasik M-mod tekniği gibi açı bağımlıdır (69). Normalde endokard epikarddan daha hızlı hareket ettiği için endokard ve epikard arasında fizyolojik bir gradiyent vardır. Konumsal çözünürlüğü yüksek olan renkli doku Doppler ekokardiyografi ile miyokardiyal hız gradiyenti ölçülebilmektedir (70). İki boyutlu renkli doku Doppler ekokardiyografi ile görsel olarak duvar hareketleri anında değerlendirilebileceği gibi iki boyutlu görüntüler hafızaya alınarak post-processing tekniği ile doku hızları kantitatif olarak değerlendirilebilmektedir. Yeniden şekillendirilmiş spectral pulsed wave doku Doppler adı verilen bu yöntem ile ölçülen sistolik ve diyastolik hızlar olduğundan %14 daha düşüktür. Spectral pulsed wave doku Dopplerden farklı olarak tek bir görüntü üstünden birden fazla segmente ait ölçümler yapılabilir (Şekil-11).



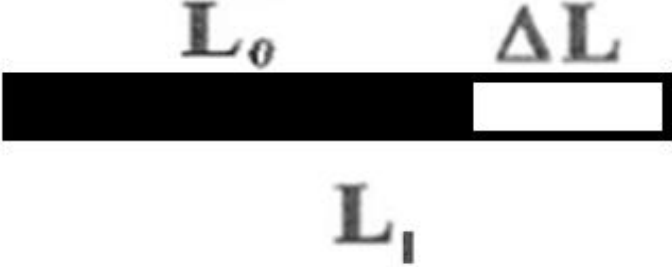
Şekil 11. Renkli doku Doppler ekokardiyografi ile post-processing sol ventrikül bazaline yönelik segmental inceleme

2.3.2.3.Strain

Strain ve strain rate ekokardiyografi, doku Doppler prensibine dayalı kardiyak görüntüleme metodudur. İlk kez Mirsky ve Parmley miyokardın mekanik özelliklerini değerlendirmek amacıyla miyokardiyal strain'i tanımlamışlardır (71). Heimdal ve arkadaşları ise ilk kez 1982'de doku Doppler metodu ile longitudinal gerçek zamanlı strain ve strain rate ölçümlerini tanımlamışlardır (72). Doku Doppler ekokardiyografinin dezavantajları olan, aktif doku hareketiyle pasif hareketinin birbirinden ayırt edilememesi (Tethering etkisi) ve longitudinal hareketin rotasyonel etkilemesi gibi nedenlerden dolayı doku Doppler ekokardiyografinin modifikasyonu sonucu strain ekokardiyografi geliştirilmiştir (73). Strain ve strain rate ekokardiyografi 1990'lı yılların sonunda ventriküler performansı ölçen birer metod olarak hayata geçmiştir (74).

Ölçmek ve sonucu sayısal olarak ifade edebilmek doğru değerlendirmenin birincil şartıdır. Konvansiyonel iki boyutlu görüntüler üzerinden yapılan segmenter duvar hareket değerlendirmesinin operatör bağımlı, subjektif ve yarı kantitatif

olmasından kaynaklanan kısıtlamalar parametrik görüntüleme teknikleri ile hız, hareket, deformasyon ve deformasyon hızı gibi ölçümleri sayısal olarak ifade ederek giderilmeye çalışılmıştır. Deformasyonun kelime anlamı şekil değişimidir, strain ise gerilmedir. Fizik terimi olarak tanımı ise elastik bir cisme uygulanan bir yük neticesinde cismin orijinal boyutuna göre meydana gelen göreceli deformasyonun miktarı olarak ifade edilir. ϵ ya da s şeklinde sembolize edilir. ϵ veya s ; $(L_1-L_0)/L_0$; $\Delta L/L_0$ formülü ile hesaplanır (Şekil-12).



$$\epsilon = \frac{L_1 - L_0}{L_0} = \frac{\Delta L}{L_0}$$

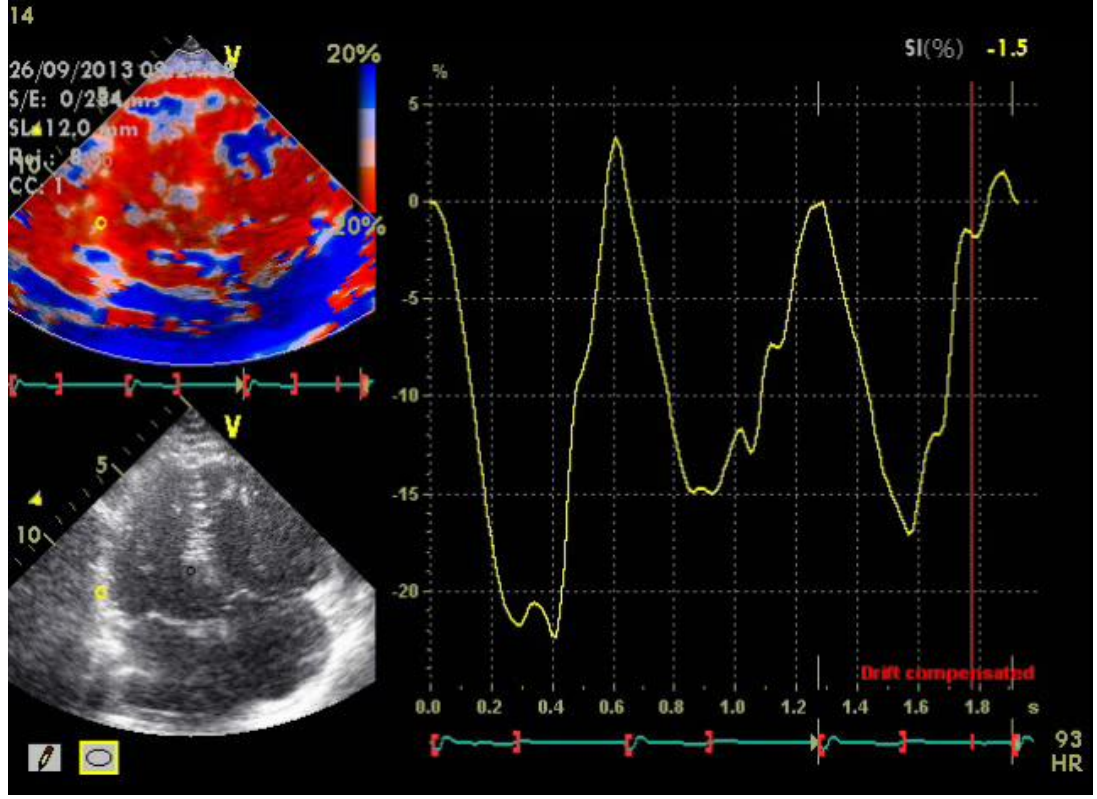
Şekil 12. Strain hesaplanması.

(ϵ : Strain, L_1 : deformasyon sonrası uzunluk, L_0 : Orijinal uzunluk, ΔL : Deformasyon ile olan uzunluk değişimi)

Formülden de anlaşılacağı gibi deformasyon miktarı boyuttan bağımsız ve göreceli bir ölçüt olup birimi yüzde (%) olarak ifade edilir. Pozitif strain değerleri uzama ve kalınlaşma, negatif strain değerleri ise kısılma ve incelme şeklinde olan deformasyonu gösterir. Sol ventrikül duvar hareketlerinin komşu segmentlerde farklı hız ve miktarlarda oluşu sol ventrikülün kasılıp gevşerken deforme olduğunu göstermektedir.

Normal sol ventrikül miyokardında sistolik bir siklus boyunca üç düzlemde deformasyon oluşur. Longitudinal ekseninde sistolde kısılma ve diyastolde uzama, transvers ekseninde (radyal ekseninde) sistolde kalınlaşma ve diyastolde incelme, sirküferansiyel ekseninde ise sistolde kalınlaşma ve diyastolde uzama olur (75). Yani

sol ventrikül sistolü ile longitudinal deformasyon sonucu negatif strain değerleri, radyal deformasyonu sonucu ise pozitif strain değerleri elde edilir (Şekil-13).

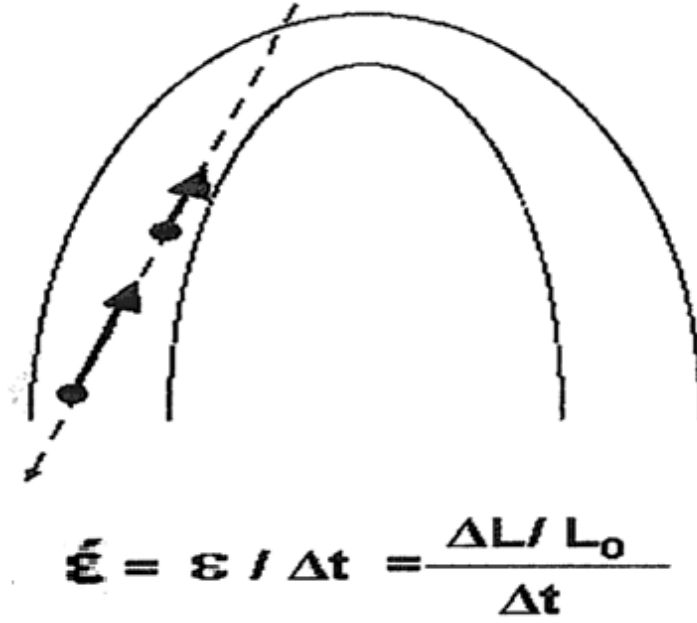


Şekil 13. Sol ventrikülün bazal segmentinden elde edilen strain dalgası.

Bir kuvvete maruz kalan maddenin deformasyon öncesi ve sonrası boyutu bilinmiyorsa, anlık strainden bahsedilir. Anlık deformasyon başlangıç uzunluğa göre rölatif olarak ifade edilirse Langrangian strain olarak adlandırılır. Ancak anlık strain için referans değerleri sabit değildir. Anlık strain deformasyon sırasında, zaman aralığında değişir ve bu doğal strain olarak adlandırılır.

2.3.2.4.Strain Rate

Strain rate ise deformasyonun hızı olup birim zamanda oluşan strain değişimine eşittir. $\dot{\epsilon}$ veya $\dot{\gamma}$ olarak sembolize edilir ve birimi 1/s'dir. Strain rate ayrıca deforme olan cismin iki uç noktasının hız farklarının (velosite gradiyenti) aradaki mesafeye bölünmesi ile de hesaplanabilir (Şekil-14).

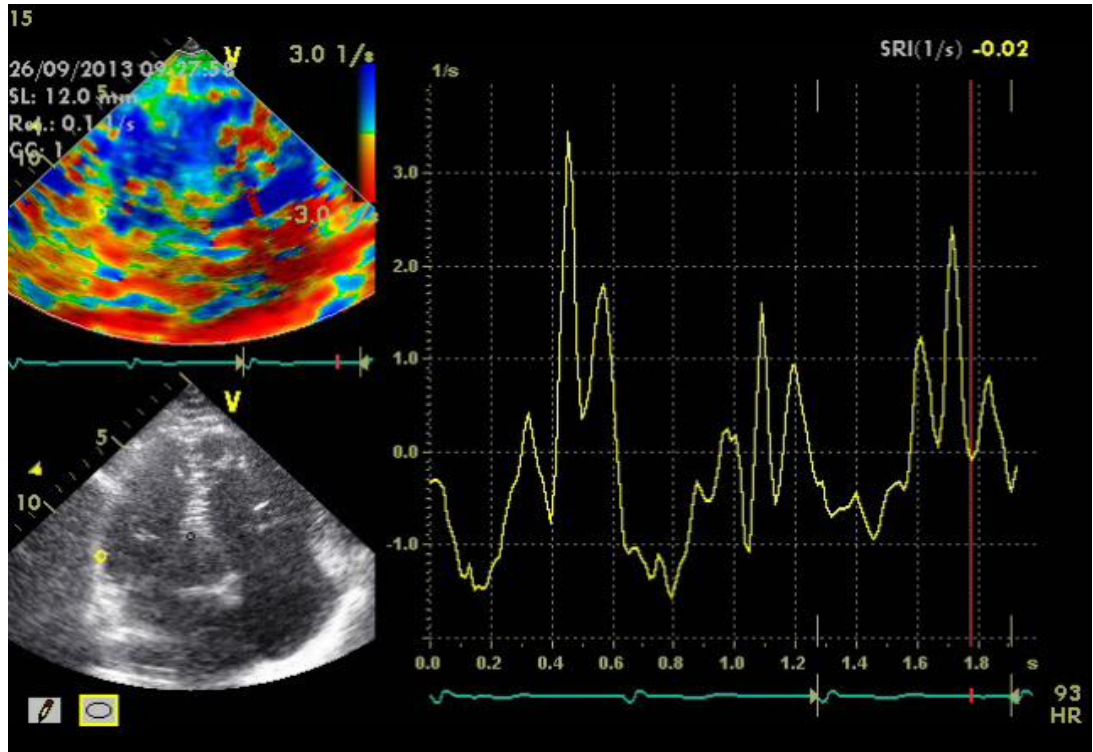


Şekil 14. Strain rate hesaplanması.

(ϵ : Strain, $\dot{\epsilon}$: Strain rate, Δt : Birim zaman, ΔL : Deformasyon ile olan uzunluk değişimi, L_0 : Orijinal uzunluk)

Ancak kalp döngüsü boyunca miyokardiyal segmentin başlangıç ve anlık uzunluğu bilinemeyebilir. Bu durumda strain rate, lokal değerleri için renkli Doppler ekokardiyografide ultrason ışını paralelindeki sabit mesafede iki noktanın uzaysal velosite gradiyentinden faydalanılarak hesaplanır. Strain rate miyokardiyal kontraktile ile doğrusal bir ilişki içindedir ve inotropik (dobutamin vb.) sitümlasyonu ile artış gösterir. Tersine strain düşük doz dobutamin ile artar ve yüksek doz dobutamin ile azalır (76). Strain preload ve kalp hızı gibi parametrelerden etkilenirken, strain rate ise yüklenme koşullarından bağımsız olarak inotropik durum ve kontraktile ile paralellik gösterir.

Strain ve strain rate kullanılarak doku Doppler ekokardiyografi ile elde edilenlere benzer dalga formları elde edilir. Strain eğrilerinde pik sistolik strain oluşan ana dalgadır ve değerlendirmede bu dalga incelenir. Minimal derecede oluşan diyastolik dalgalar ihmal edilir. Strain rate için sistolik ve diyastolik E ve A dalgaları negatif ve pozitif olabilir. Sırasıyla pik sistolik S ve diyastolik E ve diyastolik A dalgaları oluşur (77) (Şekil-15).



Şekil 15. Sol ventrikülün bazal segmentinden elde edilen strain rate dalgaları.

İki cismin deformasyon miktarı yani strain'i eşit olup strain rate'leri farklı olabilir. Örneğin başlangıç uzunluğu 8cm olan ve uygulanan kuvvetle 10 cm'ye uzatılan iki cismin de strain değeri eşit olup %25'dir. Ancak cisimlerde biri bir saniyede diğeri ise iki saniyede bu boyuta erişmiş kabul edilir ise, ilkinin strain rate değeri 0.25 1/s iken ikincisinin strain rate değeri 0.125 1/s'dir. Yani ilk cisim birim saniyede %25, ikinci cisim ise %12.5 uzamıştır. Strain ve strain rate komşu miyokardiyal segmentlerden etkilenmeden segmenter duvar hareketleri hakkında kantitatif ve objektif veriler sağlar.

Her biri aynı renkli doku Doppler verilerinden türetilmiş olsa bile hız, hareket, strain ve strain rate görüntüleme modaliteleri ile hareketin farklı şekilde ifadeleridir. Bu nedenle normal kasılma paterni gösteren bir sol ventrikülün longitudinal eksen boyunca apikal, mid ve bazal segmentlerindeki hız, hareket, strain ve strain rate eğrileri birbirinden farklıdır. Sistol boyunca sol ventrikül apeksi göreceli olarak sabit kaldığı ve bazaldan apekse doğru longitudinal ekseninde miyokard segmentler kısalarak deforme olduğu için bazaldan apekse doğru miyokard segmentlerin hız ve hareket miktarları azalırken deformasyon hızları (strain rate) ve miktarları (strain) ise göreceli olarak sabittir. Bu farklılık sayesinde strain rate

yöntemi daha objektif bölgesel analiz imkanı sunarak klinik kullanımda doku Dopplere göre önemli avantaj sağlar (77,78).

Doku Doppler ekokardiyografi doku hareket hızını gösterirken, strain rate görüntüleme deformasyon hızını gösterir. Özellikle sol ventrikül segmenter duvar hareket bozukluğu olan durumlarda, kasılmayan segmentler komşu normal segmentlerin çekme etkisi ile pasif olarak hareket etmeye devam edebilir. Bu durumda aktif kasılan segmentler pasif çekilen segmentleri de hareket ettirdiği için doku Dopplerde birbirine benzer renk haritası ile gözlenir. Strain rate görüntülemede ise pasif çekilen segmentler aktif kasılan segmentlere göre deforme olmadığından dolayı patolojinin hangi segmentte olduğu daha belirgin olarak ortaya konur (75,78). Temelde doku Doppler yöntemi olan strain ve strain rate ekokardiyografi kardiyak resenkronizasyon tedavisinin yönlendirilmesinde, diyastolik işlevlerin değerlendirilmesinde, miyokardiyal iskemi ve canlılığın belirlenmesinde, erken evre (subklinik) miyokardiyal işlev bozukluğunun ve infarktli segmentlerin belirlenmesinde klinik kullanım alanı bulmuştur (79,80).

Longitudinal kasılmanın değerlendirilmesi için görüntüler apikal dört ve iki boşluktan, radyal kasılmanın değerlendirilmesi için parasternal kısa akstan alınır. Düzenli ritimler için en az ardışık üç siklus, aritmi varsa en az ardışık altı siklus halinde kaydedilir. Kalbin solunuma ait hareketinin ekarte edebilmek için görüntüler ekspiryum sonunda alınmalıdır. Örnek volüm araştırılan segmentin büyüklüğün göre 2-20 mm arasında seçilebilir. Büyük boyutlu örneklem ile sinyal/görüntü oranı artırılabilirken, küçük boyutlu örneklem seçildiğinde uzaysal çözünürlük artırılır. Bu şekilde elde edilen veriler pik sistolik strain, pik sistolik strain rate ve bu pik değerlere ulaşma zamanıdır (76,78,81).

İdeal strain ve strain rate ölçümleri için miyokardiyal duvarlar çok net belirlenmeli ve miyokard çevre yapılardan iyi ayırt edilmelidir. Transduserin eksenini ile hedef miyokard duvarının paralel olması doğru sonuç elde etmek için önemlidir. Strain ve strain rate ölçümlerinin en yüksek frame rate değerlerinde alınması optimal sonuç için gereklidir. Ölçümlerde tavsiye edilen minimum frame sayısı 70 frame/saniye olup sıklıkla 200 frame/saniye kullanılmaktadır. Görüntü penceresinin daraltılması bu frame sayısına ulaşmaya yardımcı olur. İnsanlarda normal sol ventrikül sistolik longitudinal strain ve normal sistolik longitudinal strain rate

değerleri sırasıyla $\%-19\pm6$ ve -1.27 ± 0.39 1/s'dir. Normal sol ventrikülde sistolik radyal strain ve sistolik radyal strain rate değerleri ise $\%41\pm4.4$ ve 2.3 ± 0.3 1/s'dir (86). Strain ve strain rate ölçümleri için operatörler arasında farklılıklar bulunabilir. Yapılan araştırmalarda bu oran ortalama $\%15$ 'den az bulunmuştur.

3.MATERYAL VE METOD

3.1.HASTA VE KONTROL GRUBU POPÜLASYONU

Bu çalışma randomize ve tek merkezli olarak yapıldı. Çalışma öncesinde Helsinki deklarasyonuna ve etik kurallara uygunluğu açısından ‘Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu’ tarafından (06/12/2013 tarihinde 2013/687 karar numarası ile) onaylandı. Çalışmamıza Kasım 2013 – Mayıs 2014 tarihleri arasında Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi ‘Yılmaz ve Mehmet Öztaşkın Kalp Hastanesine’ sekundum tip ASD tanısıyla başvuran ve perkütan yolla başarılı tedavi edilen 31 gönüllü hasta ve 31 gönüllü sağlıklı kontrol grubu alındı.

Çalışmaya alınan sekundum tip ASD hastalarının ASD’leri ‘ASD Occluder’ cihazı kullanılarak transkateter yolla femoral girişimle perkütan olarak kapatıldı. Tüm hastalara işlem öncesinde ve kapatılma işlemi sonrasında birinci ve altıncı aylarda transtorasik ekokardiyografi işlemi yapıldı ve biyokimyasal değerler için gerekli miktarda kan alındı.

3.1.1.Çalışmaya dahil edilme kriterleri

- Sekundum tipinde ASD’nin bulunması.
- ASD’nin perkütan yolla tedaviye uygun olması.
- Hastaların 18-80 yaş arasında olması.

3.1.2.Çalışmadan dışlanma kriterleri

- ASD'nin sekundum tipinde olmaması.
- ASD'nin perkütan yolla tedaviye uygun olmaması.
- Pulmoner, renal veya endokrin patoloji bulunması.
- Koroner arter hastalığının bulunması.
- Hastaların 18 yaşından küçük veya 80 yaşından büyük olması.
- Atrial fibrilasyon veya kalp bloğu gibi aritmilerin bulunması.
- Kan değerlerini etkileyebilecek hematolojik, immünolojik veya enfektif bir durumun bulunması.

3.2.BİYOKİMYASAL PARAMETRELER

Hastalara hemoglobin, platelet, beyaz küre ve sedimentasyon değerini içeren tam kan sayımı yapıldı. Hastaların kan şekeri, böbrek fonksiyon testleri ve karaciğer fonksiyon testlerininide içerir kan tahlilleri bazal, 1.ay ve 6.ay'da çalışıldı.

3.3.KONVANSİYONEL EKOKARDİYOĞRAFI

Çalışmaya alınan hastalara ve kontrol grubuna monitörize vaziyette transtorasik ekokardiyografik inceleme yapıldı. İşlem öncesi yapılan ekokardiyografik ölçümler, işlem sonrası birinci ve altıncı aydaki ölçümlerle karşılaştırıldı. Transtorasik ekokardiyografik inceleme, Vivid 7 ekokardiyografi cihazı (GE-Vingmed Ultrasound, Horten, Norveç) ile 2.5MHz transduser kullanılarak, Amerikan Ekokardiyografi Derneği'nin önerdiği ölçütlere göre yapıldı (82). Hastalar sol yan yatar pozisyonda iken, parasternal ve apikal görüntülerden M-mod ve ikiboyutlu ekokardiyografik parametreler elde edildi.

Parasternal uzun eksenin M-mod ekokardiyografi ile sol ventrikülün diyastolik ve sistolik çapları ölçüldü. Yine aynı açıdan sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu Teichholz formülüyle hesaplandı (83) ve Qp/Qs hesaplayabilmek için sol ventrikül çıkış yolu çapı ölçüldü.

Parasternal kısa eksenin Qp/Qs hesaplayabilmek için sağ ventrikül çıkış yolu çapı ve continous wave Doppler ile pulmoner velosite ölçüldü. Ayrıca pulmoner

arterden elde edilen continous wave Doppler trasesi kullanılarak pulmoner vasküler rezistans ve Mahan denklemi ile ortalama pulmoner arteriyal basınç hesaplandı.

Apikal dört boşluk görüntülemeye sağ ventrikül ve sol ventrikül apikal çapları ölçülerek birbirine oranlandı. Triküspid kapak üzerine renkli Doppler konularak triküspid kapak yetersizlik derecesi belirlendi. Ayrıca triküspid yetersizliği üzerinden elde edilen continous wave Doppler trasesi kullanılarak sistolik pulmoner arteriyal basınç hesaplandı (84). Sağ ventrikülün ve sol ventrikülün sistolik performanslarını değerlendirmek amacıyla sırasıyla triküspid kapak anülüsü ve mitral kapak anülüsü üzerinden, anuler planın apekse doğru sistolik hareketi ölçüldü (85).

Apikal beş boşluk görüntülemeye continous wave Doppler ile aort velositesi elde edildi ve Qp/Qs hesaplamasında kullanıldı.

3.4.DOKU DOPPLER EKOKARDİYOĞRAFI

Renkli doku Doppler görüntüler 90 frame/s'nin üstünde olacak şekilde apikal dört boşluk görüntülerden alındı. Kayıtlar ekspiryum sonunda ve ardışık üç siklusu içerecek şekilde Vivid 7 ekokardiyografi cihazı (General Electric, Vingmed Ultrasound, Horten, Norveç) ile 2.5 MHz transduser kullanılarak kayıt edildi.

Apikal dört boşluk görüntüler üzerinden doku Doppler ile sol ventrikül, interventriküler septum ve sağ ventriküle ait S, E ve A dalgaları ölçüldü ve bu görüntüler üzerinden sağ ve sol ventriküle ait miyokard performans indeksleri hesaplandı. Post-processing teknik ile elde edilen renkli doku Doppler görüntüler Q analiz ile değerlendirildi ve program sayesinde önce segmentlerin strain değerleri hesaplandı ve bu değerler üzerinden gene program vasıtasıyla segmentlerin strain rate değerleri elde edildi. Sol ventrikül, interventriküler septum ve sağ ventrikül üçer segmente bölünerek (apikal, mid ve bazal) ayrı ayrı incelendi. Her iki atriumun ise serbest duvarları tek segment halinde incelendi. Ventriküllere ait dokuz adet ve atriumlara ait iki adet olmak üzere toplam onbir segmentin peak sistolik strain ve strain rate değerleri hesaplandı.

3.5.ATRİAL SEPTAL DEFEKT KAPATMA İŞLEMİ

Hastaların hepsinden işlem öncesinde ‘Türk Kardiyoloji Derneğinin’ önerdiği gönüllü onay formu alındı. Tüm işlemler lokal anestezi ve hafif sedasyon altında lokal saha temizliği uygulanarak femoral girişimle yapıldı. İşlem boyunca gerekli hallerde transözefageal ekokardiyografi ve floroskopi desteği alındı. Tüm hastalarda işlem öncesinde transözefageal ekokardiyografi ve floroskopi eşliğinde, uygun ASD kapatma cihazı seçimi yapıldı. ASD kapatma cihazı floroskopi ve transözefageal ekokardiyografi eşliğinde sağ femoral venden ponksiyon yapılarak perkütan yolla yerleştirildi. İşlem sonrasında transözefageal ekokardiyografi ile; rezidü şant olup olmadığı kontrol edildi. Ayrıca cihazı tam olarak bırakmadan önce vena kava superior, vena kava inferior, pulmoner venler ve koroner sinüs akımında azalma, mitral ve triküspid kapaklarda ise yetersizlik olup olmadığı kontrol edildi.

Taşıyıcı kateterin çok yavaş ileri ve geri hareketi ile yapılan Minnesota hareketiyle cihazın yerinde stabil olup olmadığı tüm hastalarda kontrol edildi. Transözefageal ekokardiyografi ve floroskopi ile yapılan kontrolde, cihazın uygun yerleştirildiğinin, kaçak olmadığının veya önemsiz derecede kaçak varlığının gözlenmesiyle, cihaz ucundaki taşıyıcı kılavuz, saatin tersi yönünde çevrilerek serbestleştirildi (37). Tüm hastalara işlem sırasında intravenöz 100 IU/kg heparin, işlem öncesi infektif endokardit profilaksisi için 1 gr sefazolin verildi ve işlem sonrasında en az altı ay kullanmak üzere 300 mg asetilsalisilik asit ve 75 mg klopidoğrel ile antitombosit tedavi önerildi.

3.6.İSTATİKSEL ANALİZ

İstatistiksel analizler için SPSS 15.0 for Windows programı kullanıldı. ASD hasta gurubu verileri işlem öncesi, işlem sonrası birinci ay ve işlem sonrası altıncı ay olmak üzere üç guruba ayrıldı. Bu veriler hem kontrol gurubu ile hem de kendi içerisinde karşılaştırmak için Student T dağılımı kullanıldı. Gruplar arasındaki karşılaştırmalar için ise Paired-Samples T-testi kullanıldı. $P<0.05$ değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Sayılabilen verilerin normal dağılıma uygunluğuna Kolmogorov-Smirnov testiyle doğrulandı. Normal dağılıma uyan değişkenler ortalama±standart sapma şeklinde ifade edildi.

4.BULGULAR

Çalışmaya sekundum tip ASD'si olan ve perkütan yolla başarılı biçimde tedavi edilen 31 olgu (5 erkek / 26 kadın) ve 31 sağlıklı gönüllü kontrol grubu (10 erkek / 21 kadın) alındı. Çalışmaya dahil edilen her iki gruptaki bütün hastalar ve gönüllüler dahil edilme ve dışlanma kriterlerine uygun olacak şekilde seçildi.

Her iki grup arasında bazal karakteristik özellikler; yaş, cinsiyet, kilo, boy ve kilo-boy indeksi parametreleri açısından işlem öncesi karşılaştırıldı. Her iki grup arasında; yaş, cinsiyet, kilo, boy ve kilo-boy indeksi açısından işlem öncesi istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (Tablo-4).

Tablo 4. Bazal karakteristik özelliklerin gruplar arası karşılaştırılması.

	Kontrol (n:31)	ASD (n:31)	P değeri
Yaş (yıl)	39 ± 14	40 ± 19	0,727
Cinsiyet (erkek / kadın)	10 erkek / 21 kadın	5 erkek / 26 kadın	0,096
Kilo (kg)	64 ± 9	62 ± 7	0,145
Boy (m)	1,68 ± 0,07	1,67 ± 0,07	0,270
Kilo-boy indeksi (kg/m ²)	23,0 ± 1,8	22,0 ± 1,5	0,259
Defekt çapı (mm)	-	20 ± 6	-
Cihaz çapı (mm)	-	25 ± 6	-

Her iki grup hemodinamik anlamda; kalp hızı ve tansiyon değerleri açısından işlem öncesi karşılaştırıldı. Sistolik ve diyastolik tansiyon ölçümleri açısından her iki grup arasında işlem öncesi istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu. Kalp hızı ise istatistiksel

olarak anlamlı olacak şekilde işlem öncesinde ASD'si bulunan hasta grubunda daha yüksek tespit edildi (Tablo-5).

Tablo 5. Hemodinamik parametrelerin gruplar arası karşılaştırılması.

	Kontrol (n:31)	ASD (n:31)	P değeri
Kalp hızı (atım/dk)	80 ± 8	84 ± 6	0,005
Sistolik tansiyon (mm/Hg)	122 ± 16	126 ± 18	0,539
Diyastolik tansiyon (mm/Hg)	80 ± 10	82 ± 12	0,649

İşlem öncesi hem ASD grubundan hem de sağlıklı kontrol grubundan; kan şekeri, kan üre nitrojeni, kreatin, ürik asit, total bilirubin, direk bilirubin, aspartat transaminaz, alanin transaminaz, total protein, albümin, beyaz küre, hemoglobin, trombosit ve sedimentasyon değerleri çalışıldı. Laboratuvar parametreleri arasında işlem öncesinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı (Tablo-6).

Tablo 6. Laboratuvar parametrelerin gruplar arası karşılaştırılması.

	Kontrol grubu (n:31)	ASD grubu (n:31)	P değeri
Kan şekeri (mg/dL)	81 ± 11	81 ± 12	0,694
Kan üre nitrojeni (mg/dL)	12 ± 3	12 ± 3	0,767
Kreatin (mg/dL)	0,70 ± 0,08	0,70 ± 0,09	0,541
Ürik asit (mg/dL)	4,5 ± 1,0	4,6 ± 1,2	0,839
Total bilirubin (mg/dL)	0,60 ± 0,26	0,50 ± 0,15	0,285
Direk bilirubin (mg/dL)	0,20 ± 0,01	0,30 ± 0,15	0,024
Aspartat transaminaz (u/L)	22 ± 6	23 ± 12	0,572
Alanin transaminaz (u/L)	21 ± 9	21 ± 18	0,991
Total protein(g/dL)	7,5 ± 0,5	7,5 ± 1,0	0,861
Albümin (g/dL)	4,0 ± 0,5	4,0 ± 0,9	0,087
Beyaz küre (10 ³ /μL)	7.15 ± 1,00	6.95 ± 1.42	0,420
Hemoglobin (g/dL)	14,0 ± 1,1	13 ± 1,3	0,460
Trombosit (10 ³ /μL)	269 ± 37	264 ± 56	0,626
Sedimentasyon (mm/saat)	12 ± 7	12 ± 9	0,587

Hastaların ASD kapatılmadan önceki ve kapatıldıktan altı ay sonraki konvansiyonel ekokardiyografi bulguları kontrol grubu ile karşılaştırıldı. Kontrol grubuna göre bazalde istatistiksel olarak anlamlı derecede küçük olan sol ventrikül diyastol sonu çapı ve sol ventrikül sistol sonu çapı normal değerlere ulaşırken,

bununla korele olarak istatistiksel olarakda anlamlı derecede yüksek olan sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonunda normal değerlere geriledi (Tablo-7).

İstatistiksel olarak anlamlı derecede büyük olan sağ ventrikül diyastol sonu çapı ve sağ ventrikül diyastolik çapının sol ventrikül diyastolik çapına oranı, ASD kapatılmasından altı ay sonra normal değerlere döndü (Tablo-7).

İstatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olan pulmoner arteriyal basınç da, ASD kapatılma işleminden fayda gördü ve normal sınırlara ulaştı (Tablo-7).

Mitral anüler plan sistolik harekette kontrol grubuna göre hem bazalde, hem de ASD kapatıldıktan altı ay sonrasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. TAPSE ise kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu ve ASD kapatıldıktan altı ay sonra anlamlı derecede düzeldi (Tablo-7).

Sol ventrikül miyokard performans indeksi işlem öncesi istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük iken, sağ ventrikül miyokard performans indeksi ise işlem öncesi istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksekti. Her iki parametre de işlem sonrası altıncı ayda normal değerlerine yaklaştı (Tablo-7).

Qp/Qs'de işlem öncesi istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek iken, ASD kapatılması işlemi sonrası altıncı ayda normalleşti (Tablo-7).

Tablo 7. Konvansiyonel ekokardiyografi parametrelerin gruplar arası karşılaştırılması.

	Kontrol grubu (n:31)	ASD grubu (n:31)		P değeri	
		Bazal	6.ay	Kontrol / Bazal	Kontrol / 6.ay
Sol ventrikül diyastol sonu çapı (cm)	4,5 ± 0,4	4,1 ± 0,3	4,6 ± 0,6	0,008	0,123
Sol ventrikül sistol sonu çapı (cm)	2,8 ± 0,2	2,5 ± 0,2	3,0 ± 0,3	0,012	0,065
Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (%)	64 ± 8	68 ± 10	62 ± 6	<0,001	0,075
Sağ ventrikül diyastol sonu çapı (cm)	3,3 ± 0,5	4,4 ± 0,8	3,6 ± 0,5	<0,001	0,068
Sağ ventrikül diyastolik çap / Sol ventrikül diyastolik çap	0,80 ± 0,03	1,1 ± 0,1	0,80 ± 0,04	<0,001	0,489
Pulmoner arteriyel basınç (mm/Hg)	18 ± 4	29 ± 9	18 ± 5	<0,001	0,639
Mitral anüler plan sistolik hareket (mm)	16 ± 3	17 ± 3	17 ± 3	0,051	0,051
Triküspid anüler plan sistolik hareket (mm)	22 ± 5	27 ± 8	22 ± 4	<0,001	0,854
Sol ventrikül miyokard performans indeksi (Tei indeksi)	0,38 ± 0,08	0,35 ± 0,04	0,37 ± 0,06	0,003	0,080
Sağ ventrikül miyokard performans indeksi (Tei indeksi)	0,30 ± 0,04	0,38 ± 0,06	0,32 ± 0,05	<0,001	0,092
Pulmoner kan akımı/Sistemik kan akımı	1,0 ± 0,1	2,1 ± 0,9	1,10 ± 0,02	<0,001	0,128

Hastaların ASD kapatılmadan önceki, ASD kapatıldıktan sonraki birinci ay ve ASD kapatıldıktan sonraki altıncı aydaki konvansiyonel ekokardiyografi parametreleri de kendi içerisinde karşılaştırıldı. Sol ventrikül diyastol sonu çapı ve sol ventrikül sistol sonu çapı ASD kapatılması ile istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde genişlerken, bununla korele olacak şekilde sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu ise ASD kapatılması neticesinde istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde düştü (Tablo-8).

Sağ ventrikül diyastol sonu çapı ve sağ ventrikül diyastolik çapının sol ventrikül diyastolik çapına oranı, ASD kapatılmasıyla beraber istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde düştü (Tablo-8).

Yüksek olan pulmoner arteriyel basınçta defektin kapatılmasıyla beraber istatistiksel olarakta anlamlı olacak şekilde normal olan değerlerine doğru geriledi (Tablo-8).

ASD kapatılmasının mitral anüler plan sistolik hareket üzerine herhangi bir etkisi olmadı ancak TAPSE üzerine olumlu etkisi oldu ve istatistiksel olarak da anlamlı olacak şekilde düşme sağlandı (Tablo-8).

Sol ventrikül miyokard performans indeksi ASD'nin kapatılmasıyla beraber zamanla artarken, sağ ventrikül miyokard performans indeksi ise ASD'nin kapatılmasıyla beraber zamanla azaldı. Her iki değişimde istatistiksel olarak anlamlı ve normal değerlere doğru olan değişimdi (Tablo-8).

Qp/Qs'de işlem ile beraber düzelmeye başladı ve istatistiksel olarakta anlamlı olacak şekilde normale döndü (Tablo-8).

Tablo 8. Konvansiyonel ekokardiyografi parametrelerin atrial septal defekt grubu içerisinde karşılaştırılması.

	ASD grubu (n:31)			P değeri	
	Bazal	1.ay	6.ay	Bazal / 1.ay	Bazal / 6.ay
Sol ventrikül diyastol sonu çapı (cm)	4,1 ± 0,3	4,4 ± 0,5	4,6 ± 0,6	<0,001	<0,001
Sol ventrikül sistol sonu çapı (cm)	2,5 ± 0,2	2,9 ± 0,3	3,0 ± 0,3	<0,001	<0,001
Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (%)	68 ± 10	63 ± 8	62 ± 6	<0,001	<0,001
Sağ ventrikül diyastol sonu çapı (cm)	4,4 ± 0,8	4,0 ± 0,6	3,6 ± 0,5	<0,001	<0,001
Sağ ventrikül diyastolik çap / Sol ventrikül diyastolik çap	1,1 ± 0,1	0,90 ± 0,09	0,80 ± 0,04	<0,001	<0,001
Pulmoner arteriyal basınç (mm/Hg)	29 ± 9	22 ± 7	18 ± 5	<0,001	<0,001
Mitral anüler plan sistolik hareket (mm)	17 ± 3	17 ± 3	17 ± 3	0,523	0,458
Triküspid anüler plan sistolik hareket (mm)	27 ± 8	23 ± 6	22 ± 4	<0,001	<0,001
Sol ventrikül miyokard performans indeksi (Tei indeksi)	0,35 ± 0,04	0,36 ± 0,05	0,37 ± 0,06	<0,001	<0,001
Sağ ventrikül miyokard performans indeksi (Tei indeksi)	0,38 ± 0,06	0,33 ± 0,05	0,32 ± 0,05	<0,001	<0,001
Pulmoner kan akımı/ Sistemik kan akımı	2,1 ± 0,9	1,40 ± 0,18	1,10 ± 0,02	<0,001	<0,001

Hastaların ASD kapatılmadan önceki ve kapatıldıktan altı ay sonraki doku Doppler ekokardiyografi bulguları kontrol grubu ile karşılaştırıldı. Sol ventrikül, septum ve sağ ventrikülün S, E ve A dalgaları arasında; işlem öncesi, işlem sonrası birinci ayda ve işlem sonrası altıncı ayda istatistiksel olarak anlamlı değişiklik izlenmedi (Tablo-9).

Tablo 9. Doku Doppler ekokardiyografi parametrelerin gruplar arası karşılaştırılması.

	Kontrol grubu (n:31)	ASD grubu (n:31)		P değeri	
		Bazal	6.ay	Kontrol / Bazal	Kontrol / 6.ay
Sol ventrikül S (cm/sn)	0,07 ± 0,02	0,07 ± 0,02	0,07 ± 0,02	0,470	0,857
Sol ventrikül E (cm/sn)	-0,18 ± 0,04	-0,17 ± 0,03	-0,19 ± 0,05	0,264	0,392
Sol ventrikül A (cm/sn)	-0,13 ± 0,03	-0,11 ± 0,02	-0,12 ± 0,03	0,107	0,324
Septal S (cm/sn)	0,07 ± 0,02	0,08 ± 0,02	0,07 ± 0,02	0,122	0,195
Septal E (cm/sn)	-0,11 ± 0,03	-0,12 ± 0,03	-0,11 ± 0,03	0,348	0,621
Septal A (cm/sn)	-0,08 ± 0,02	-0,07 ± 0,02	-0,07 ± 0,02	0,202	0,157
Sağ ventrikül S (cm/sn)	0,13 ± 0,03	0,13 ± 0,03	0,13 ± 0,03	0,919	0,440
Sağ ventrikül E (cm/sn)	-0,14 ± 0,04	-0,14 ± 0,04	-0,13 ± 0,03	0,772	0,071
Sağ ventrikül A (cm/sn)	-0,12 ± 0,03	-0,11 ± 0,03	-0,13 ± 0,04	0,151	0,320

Hastaların ASD kapatılmadan önceki, ASD kapatıldıktan sonraki birinci ay ve ASD kapatıldıktan sonraki altıncı aydaki doku Doppler ekokardiyografi bulguları kendi içerisinde karşılaştırıldı. Sol ventrikül, septum ve sağ ventrikülün S, E ve A dalgaları arasında; işlem öncesi, işlem sonrası birinci ay ve işlem sonrası altıncı ayda istatistiksel olarak anlamlı değişiklik izlenmedi (Tablo-10).

Tablo 10. Doku Doppler ekokardiyografi parametrelerin atrial septal defekt grubu içerisinde karşılaştırılması.

	ASD grubu (n:31)			P değeri	
	Bazal	1.ay	6.ay	Bazal / 1.ay	Bazal / 6.ay
Sol ventrikül S (cm/sn)	0,07 ± 0,02	0,08 ± 0,02	0,07 ± 0,02	0,187	0,526
Sol ventrikül E (cm/sn)	-0,17 ± 0,03	-0,19 ± 0,05	-0,19 ± 0,05	0,065	0,065
Sol ventrikül A (cm/sn)	-0,11 ± 0,02	-0,12 ± 0,03	-0,12 ± 0,03	0,162	0,162
Septal S (cm/sn)	0,08 ± 0,02	0,09 ± 0,03	0,07 ± 0,02	0,643	0,876
Septal E (cm/sn)	-0,12 ± 0,03	-0,13 ± 0,03	-0,11 ± 0,03	0,367	0,467
Septal A (cm/sn)	-0,07 ± 0,02	-0,06 ± 0,02	-0,07 ± 0,02	0,246	0,853
Sağ ventrikül S (cm/sn)	0,13 ± 0,03	0,13 ± 0,04	0,13 ± 0,03	0,385	0,385
Sağ ventrikül E (cm/sn)	-0,14 ± 0,04	-0,15 ± 0,04	-0,13 ± 0,03	0,627	0,532
Sağ ventrikül A (cm/sn)	-0,11 ± 0,03	-0,11 ± 0,03	-0,13 ± 0,04	0,712	0,055

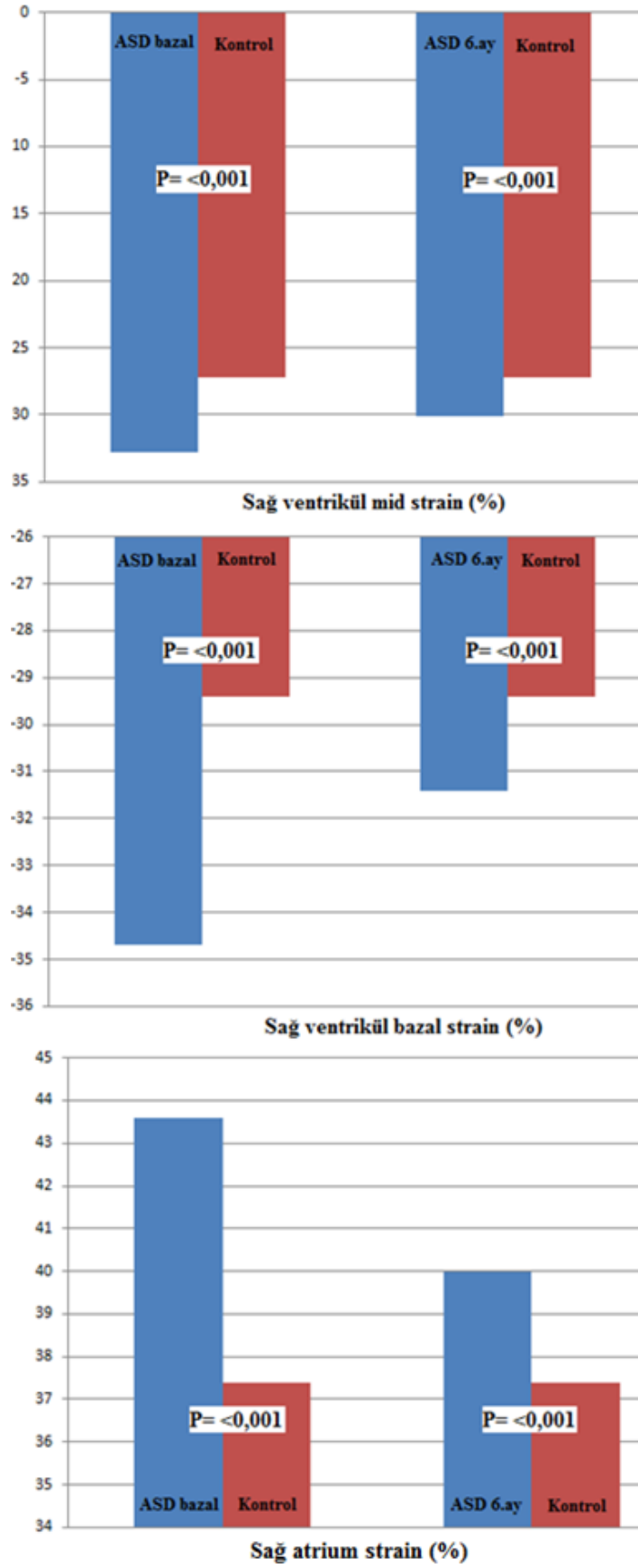
Hastaların ASD kapatılmadan önceki ve kapatıldıktan altı ay sonraki strain ekokardiyografi bulguları kontrol grubu ile karşılaştırıldı. Sol ventrikül apikal strain,

sol ventrikül mid strain, sol ventrikül bazal strain, septal apikal strain, septal mid strain, septal bazal strain, sağ ventrikül apikal strain ve sol atrium strain değerleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; hasta grubunda ASD kapatılmadan önce ve ASD kapatıldıktan altı ay sonra istatistiksel olarak anlamlı değişiklik saptanmadı (Tablo-11).

Sağ ventrikül mid strain, sağ ventrikül bazal strain ve sağ atrium strain değerlerinde ise istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değişiklik tespit edildi ve strain değerleri ASD kapatıldıktan sonra normal değerlere yaklaştı (Tablo-11 ve Şekil-16).

Tablo 11. Strain ekokardiyografi parametrelerinin gruplar arası karşılaştırılması.

	Kontrol grubu (n:31)	ASD grubu (n:31)		P değeri	
		Bazal	6.ay	Kontrol / Bazal	Kontrol / 6.ay
Sol ventrikül apikal strain (%)	-15,2 ± 1,9	-15,7 ± 0,5	-15,7 ± 0,6	0,193	0,208
Sol ventrikül mid strain (%)	-17,4 ± 1,8	-17,5 ± 0,6	-17,2 ± 0,4	0,944	0,587
Sol ventrikül bazal strain (%)	-20,2 ± 1,8	-20,5 ± 0,6	-20,4 ± 0,5	0,382	0,570
Septal apikal strain (%)	-20,6 ± 1,7	-21,2 ± 1,5	-20,7 ± 1,4	0,183	0,718
Septal mid strain (%)	-23,4 ± 2,0	-23,3 ± 1,0	-23,4 ± 0,8	0,908	0,975
Septal bazal strain (%)	-25,2 ± 1,7	-25,5 ± 0,9	-25,4 ± 0,8	0,416	0,626
Sağ ventrikül apikal strain (%)	-25,2 ± 1,6	-25,5 ± 0,9	-25,4 ± 0,8	0,312	0,507
Sağ ventrikül mid strain (%)	-27,2 ± 1,6	-32,8 ± 1,1	-30,1 ± 2,5	<0,001	<0,001
Sağ ventrikül bazal strain (%)	-29,4 ± 1,3	-34,7 ± 1,2	-31,4 ± 2,7	<0,001	<0,001
Sol atrium strain (%)	34,6 ± 2,2	34,6 ± 0,6	34,5 ± 0,5	0,744	0,832
Sağ atrium strain (%)	37,4 ± 1,6	43,6 ± 0,9	40,0 ± 2,5	<0,001	<0,001



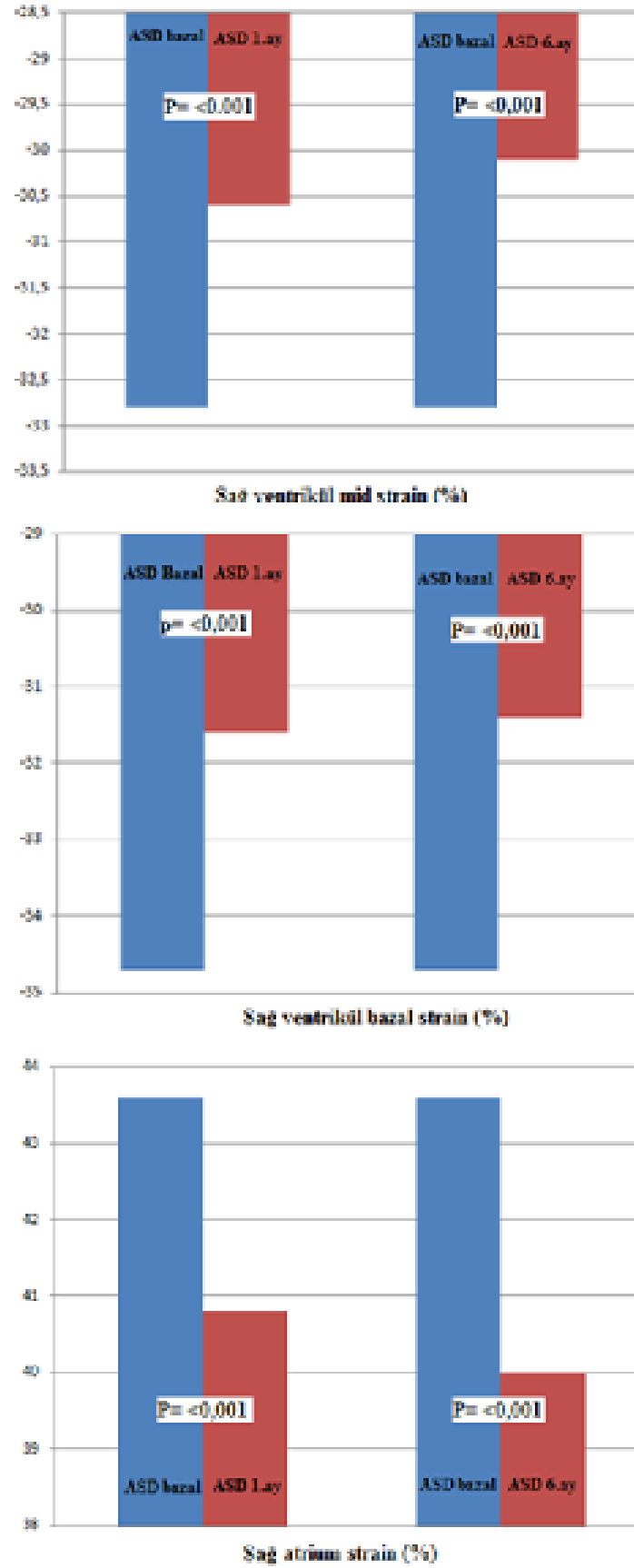
Şekil 16. Strain ekokardiyografi parametrelerinin gruplar arası karşılaştırılması.

Hastaların ASD kapatılmadan önceki, ASD kapatıldıktan sonraki birinci ay ve ASD kapatıldıktan sonraki altıncı aydaki strain ekokardiyografi bulguları kendi içerisinde karşılaştırıldı. Sol ventrikül apikal strain, sol ventrikül mid strain, sol ventrikül bazal strain, septal apikal strain, septal mid strain, septal bazal strain, sağ ventrikül apikal strain ve sol atrium strain değerleri açısından; ASD kapatılmadan önce ve ASD kapatıldıktan sonraki birinci ve altıncı aylarda anlamlı değişiklik saptanmadı (Tablo-12).

Sağ ventrikül mid strain, sağ ventrikül bazal strain ve sağ atrium strain değerlerinde ise istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değişiklik tespit edildi ve ASD kapatıldıktan sonra yüksek olan strain değerleri normale yaklaştı (Tablo-12 ve Şekil-17).

Tablo 12. Strain ekokardiyografi parametrelerinin atrial septal defekt grubu içerisinde karşılaştırılması.

	ASD grubu (n:31)			P değeri	
	Bazal	1.ay	6.ay	Bazal / 1.ay	Bazal / 6.ay
Sol ventrikül apikal strain (%)	-15,7 ± 0,5	-15,4 ± 0,3	-15,7 ± 0,6	0,325	0,595
Sol ventrikül mid strain (%)	-17,5 ± 0,6	-17,3 ± 0,5	-17,2 ± 0,4	0,313	0,143
Sol ventrikül bazal strain (%)	-20,5 ± 0,6	-20,3 ± 0,6	-20,4 ± 0,5	0,124	0,076
Septal apikal strain (%)	-21,2 ± 1,5	-21,0 ± 1,2	-20,7 ± 1,4	0,447	0,082
Septal mid strain (%)	-23,3 ± 1,0	-23,3 ± 0,8	-23,4 ± 0,8	0,766	0,540
Septal bazal strain (%)	-25,5 ± 0,9	-25,5 ± 0,8	-25,4 ± 0,8	0,543	0,095
Sağ ventrikül apikal strain (%)	-25,5 ± 0,9	-25,5 ± 0,9	-25,4 ± 0,8	0,579	0,354
Sağ ventrikül mid strain (%)	-32,8 ± 1,1	-30,6 ± 2,1	-30,1 ± 2,5	<0,001	<0,001
Sağ ventrikül bazal strain (%)	-34,7 ± 1,2	-31,6 ± 2,1	-31,4 ± 2,7	<0,001	<0,001
Sol atrium strain (%)	34,6 ± 0,6	34,9 ± 0,7	34,5 ± 0,5	0,386	0,147
Sağ atrium strain (%)	43,6 ± 0,9	40,8 ± 2,0	40,0 ± 2,5	<0,001	<0,001



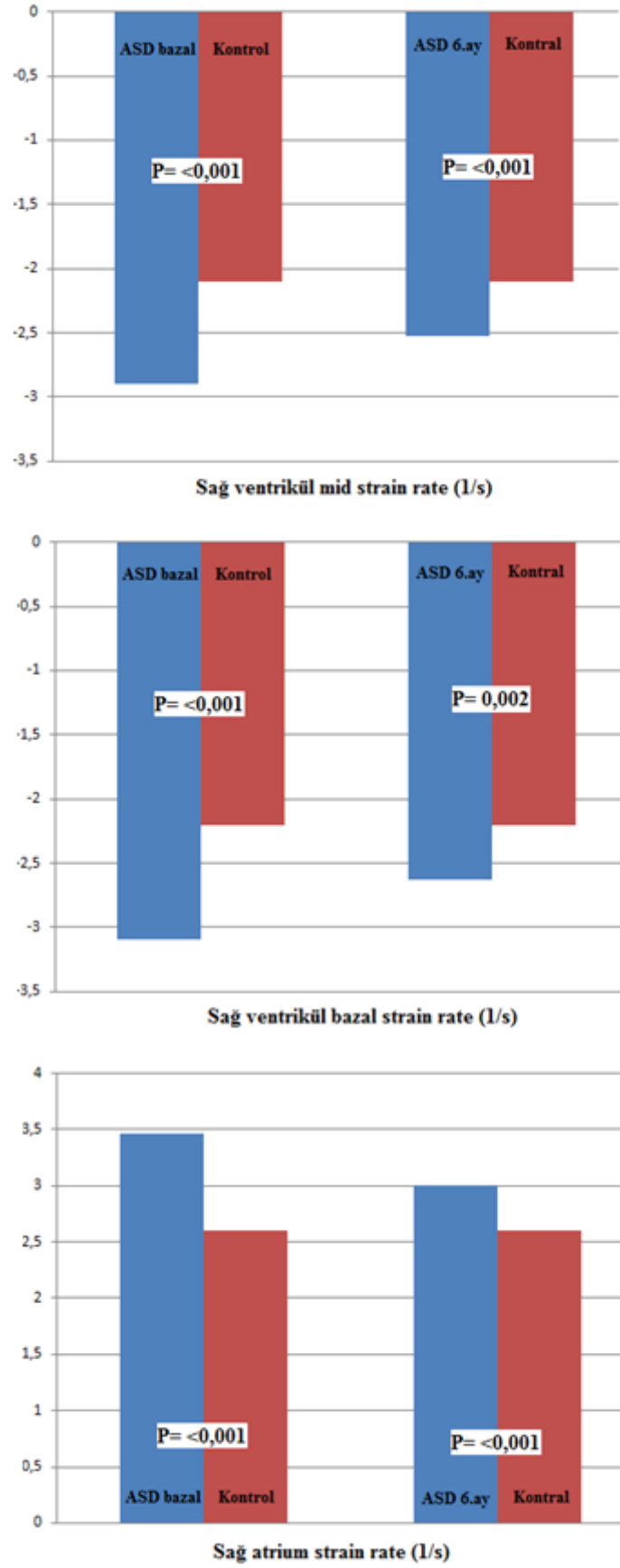
Şekil 17. Strain ekokardiyografi parametrelerinin atrial septal defekt grubu içerisinde karşılaştırılması.

Hastaların ASD kapatılmadan önceki ve ASD kapatıldıktan altı ay sonraki strain rate ekokardiyografi bulguları kontrol grubu ile karşılaştırıldı. Sol ventrikül apikal strain rate, sol ventrikül mid strain rate, sol ventrikül bazal strain rate, septal apikal strain rate, septal mid strain rate, septal bazal strain rate, sağ ventrikül apikal strain rate ve sol atrium strain rate değerleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; ASD kapatılmadan önce ve ASD kapatıldıktan altı ay sonra istatistiksel olarak anlamlı değişiklik saptanmadı (Tablo-13).

Sağ ventrikül mid strain rate, sağ ventrikül bazal strain rate ve sağ atrium strain rate değerlerinde ise istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değişiklik tespit edildi ve strain rate değerleri ASD kapatıldıktan sonra normal değerlere yaklaştı (Tablo-13 ve Şekil-18).

Tablo 13. Strain rate ekokardiyografi parametrelerinin gruplar arası karşılaştırılması.

	Kontrol grubu (n:31)	ASD grubu (n:31)		P değeri	
		Bazal	6.ay	Kontrol / Bazal	Kontrol / 6.ay
Sol ventrikül apikal strain rate (1/s)	-1,30 ± 0,19	-1,37 ± 0,11	-1,38 ± 0,10	0,193	0,208
Sol ventrikül mid strain rate (1/s)	-1,50 ± 0,21	-1,50 ± 0,11	-1,40 ± 0,10	0,944	0,587
Sol ventrikül bazal strain rate (1/s)	-1,60 ± 0,27	-1,75 ± 0,11	-1,73 ± 0,09	0,382	0,570
Septal apikal strain rate (1/s)	-1,72 ± 0,26	-1,74 ± 0,22	-1,73 ± 0,19	0,183	0,718
Septal mid strain rate (1/s)	-1,86 ± 0,42	-1,85 ± 0,25	-1,99 ± 0,21	0,908	0,975
Septal bazal strain rate (1/s)	-2,01 ± 0,20	-1,98 ± 0,20	-1,91 ± 0,20	0,416	0,626
Sağ ventrikül apikal strain rate (1/s)	-2,01 ± 0,19	-2,01 ± 0,26	-1,91 ± 0,22	0,312	0,507
Sağ ventrikül mid strain rate (1/s)	-2,10 ± 0,36	-2,90 ± 0,38	-2,52 ± 0,38	<0,001	<0,001
Sağ ventrikül bazal strain rate (1/s)	-2,20 ± 0,28	-3,09 ± 0,23	-2,63 ± 0,42	<0,001	0,002
Sol atrium strain rate (1/s)	2,40 ± 0,24	2,36 ± 0,11	2,34 ± 0,10	1,000	0,832
Sağ atrium strain rate (1/s)	2,60 ± 0,47	3,47 ± 0,24	3,00 ± 0,47	<0,001	<0,001



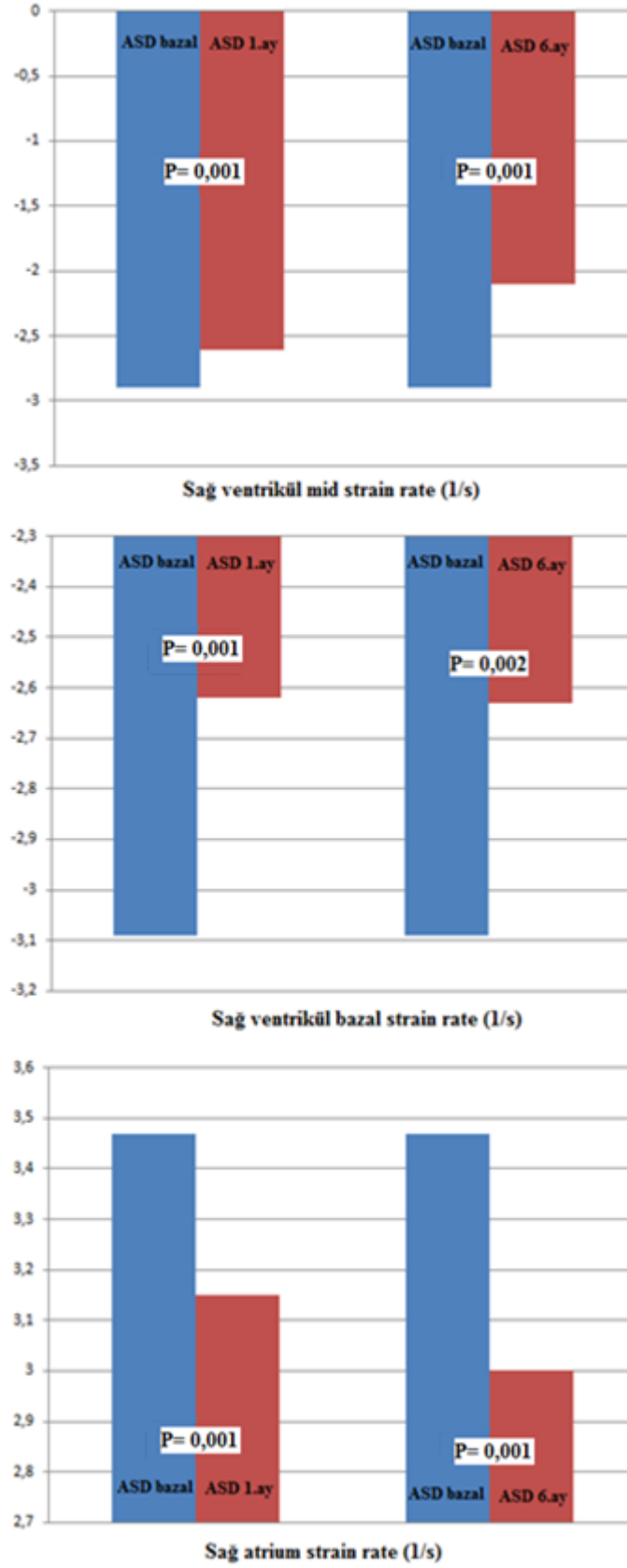
Şekil 18. Strain rate ekokardiyografi parametrelerinin gruplar arası karşılaştırılması.

Hastaların ASD kapatılmadan önceki, ASD kapatıldıktan sonraki birinci ay ve ASD kapatıldıktan sonraki altıncı aydaki strain rate ekokardiyografi bulguları kendi içerisinde karşılaştırıldı. Sol ventrikül apikal strain rate, sol ventrikül mid strain rate, sol ventrikül bazal strain rate, septal apikal strain rate, septal mid strain rate, septal bazal strain rate, sağ ventrikül apikal strain rate ve sol atrium strain rate değerleri açısından; hasta grubunda ASD kapatılmadan önce ve ASD kapatıldıktan sonraki birinci ve altıncı aylarda anlamlı değişiklik saptanmadı (Tablo-14).

Sağ ventrikül mid strain rate, sağ ventrikül bazal strain rate ve sağ atrium strain rate değerlerinde ise istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değişiklik tespit edildi ve ASD kapatıldıktan sonra yüksek olan strain rate değerleri normale yaklaştı (Tablo-14 ve Şekil-19).

Tablo 14. Strain rate ekokardiyografi parametrelerinin atrial septal defekt grubu içerisinde karşılaştırılması.

	ASD grubu (n:31)			P değeri	
	Bazal	1.ay	6.ay	Bazal / 1.ay	Bazal / 6.ay
Sol ventrikül apikal strain rate (1/s)	-1,37 ± 0,11	-1,33 ± 0,07	-1,38 ± 0,10	0,193	0,208
Sol ventrikül mid strain rate (1/s)	-1,50 ± 0,11	-1,49 ± 0,10	-1,40 ± 0,10	0,944	0,587
Sol ventrikül bazal strain rate (1/s)	-1,75 ± 0,11	-1,71 ± 0,12	-1,73 ± 0,09	0,382	0,570
Septal apikal strain rate (1/s)	-1,74 ± 0,22	-1,66 ± 0,20	-1,73 ± 0,19	0,183	0,718
Septal mid strain rate (1/s)	-1,85 ± 0,25	-1,85 ± 0,22	-1,99 ± 0,21	0,908	0,975
Septal bazal strain rate (1/s)	-1,98 ± 0,20	-1,93 ± 0,20	-1,91 ± 0,20	0,416	0,626
Sağ ventrikül apikal strain rate (1/s)	-2,01 ± 0,26	-1,99 ± 0,20	-1,91 ± 0,22	0,312	0,507
Sağ ventrikül mid strain rate (1/s)	-2,90 ± 0,38	-2,61 ± 0,29	-2,10 ± 0,38	<0,001	<0,001
Sağ ventrikül bazal strain rate (1/s)	-3,09 ± 0,23	-2,62 ± 0,36	-2,63 ± 0,42	<0,001	0,002
Sol atrium strain rate (1/s)	2,36 ± 0,11	2,43 ± 0,16	2,34 ± 0,10	1,000	0,832
Sağ atrium strain rate (1/s)	3,47 ± 0,24	3,15 ± 0,35	3,00 ± 0,47	<0,001	<0,001



Şekil 19. Strain rate ekokardiyografi parametrelerinin atrial septal defekt grubu içerisinde karşılaştırılması.

5.TARTIşMA

Atrial septal defekt, biküspid aort kapak ve mitral kapak prolapsusundan sonra yetişkinlerde en sık görülen konjenital kalp hastalığıdır. Sol atrium ve sağ atriyum arasındaki kalıcı bağlantı sonucu oluşan şant sağ ventrikül volüm yüklenmesine ve pulmoner kan akımı artışına sebep olur (86). Uzun süre sağ ventrikülün artan volüm yüküne karşı çalışması da sağ ventrikül fonksiyon bozukluğuna, trikuspid kapak yetersizliğine ve pulmoner hipertansiyona yol açar (87).

Günümüzde unutulmuş ventrikül olarak adlandırılan sağ ventrikül birçok kardiyak hastalıkta önemli rol oynar. Ek olarak sağ ventrikül fonksiyonları konjenital kalp hastalıkları, kronik obstruktif akciğer hastalığı ve pulmoner arteriyel hipertansiyonda prognostik değer taşır (88). Sağ ventrikül fonksiyonlarının kaybı konjenital kalp hastalıklarında egzersiz intoleransının ana sebebidir. Suchon ve arkadaşları yapmış oldukları bir çalışmada 52 ASD'li hastalda sağ atrium ve sağ ventrikül fonksiyonlarının kardiyopulmoner kapasiteyi belirleyen faktörler olduğunu göstermişlerdir. Kardiyopulmoner egzersiz testi ve pik oksijen tüketimi ile en iyi korelasyonun sağ ventrikül sistolik basıncı olduğu belirtilmiştir ($r:-0,7$ ve $P<0,001$) (89).

Sağ ventrikül yapısal ve fonksiyonel olarak kompleks bir kalp boşluğu olduğundan dolayı değerlendirilmesi zordur. Bu amaçla kullanılan yöntemler ventrikülografi gibi invazif yöntemler, nükleer görüntüleme metodları gibi

hastaların radyasyona maruz kaldığı yöntemler veya manyetik rezonans görüntüleme gibi pahalı ve uygulanması zor metodlardır. Günümüzde sağ ventrikül fonksiyonlarını değerlendirmede kullanılan ekokardiyografi girişimsel olmaması, ucuz olması ve gerektiğinde yatak başı kolaylıkla uygulanabilmesi nedeniyle ilk basamak tetkik olarak giderek önem kazanmaktadır.

Sağ ventrikül fonksiyonları değerlendirilirken; sağ ventrikül diyastol sonu çapı, sağ ventrikül diyastol sonu çapının sol ventrikül diyastol sonu çapına oranı, pulmoner arteriyal basınç, TAPSE, miyokard performans indeksi ve Qp/Qs gibi çeşitli ekokardiyografik yöntemler kullanılmaktadır. Sağ ventrikül ejeksiyon fraksiyonunun iki boyutlu ekokardiyografi ile değerlendirilmesi sağ ventrikülün yaygın trabeküler yapısı ve kompleks anatomisi nedeniyle zordur. Miyokard performans indeksi ise kalp blokları, aritmiler ve kapak hastalıklarında kullanışlı değildir (4).

TAPSE ve tüm bu diğer yöntemler sağ ventrikülün global fonksiyonları hakkında bilgi vermektedir. Ancak sağ ventrikül fonksiyonu değerlendirilirken kullanılan yöntemlerin faydalı olabilmesi için sadece global ventrikül fonksiyonlarını değil aynı zamanda bölgesel ventrikül fonksiyonların da değerlendirebilmesi gerekmektedir. Tüm bu kısıtlamalar nedeniyle yeni ekokardiyografik yöntemlere gereksinim duyulmuştur.

Nispeten yeni ekokardiyografik görüntüleme yöntemleri olan doku Doppler ekokardiyografi, strain ve strain rate ekokardiyografi sağ ventrikül fonksiyonlarının kantitatif olarak değerlendirilmesine olanak sağlar. Geride bıraktığımız kısa zaman içerisinde bu yöntemler ile kardiyak fonksiyonların değerlendirmesi giderek yaygınlaşmıştır. Biz de bu çalışmamızda yukarıda bahsedilen kısıtlılıklardan dolayı perkütan yolla ASD'si kapatılan hastaların sağ ventrikül fonksiyonlarını strain ve strain rate ekokardiyografi ile değerlendirmeyi amaçladık.

Doku Doppler görüntüleme tüm kardiyak siklus boyunca miyokard hareket hızını ölçülebilmesi sayesinde sistolik ve diyastolik işlevlerin sayısal olarak değerlendirilmesine olanak verir. Klinik veriler sınırlı olsa da özellikle son zamanlarda yapılan çalışmalar sağ ventrikül işlevlerinin değerlendirilmesinde bu yöntemin güvenilirliğini ortaya koymuştur. Meluzin ve arkadaşları 44 kalp

yetersizlikli hastada trikuspid kapak anulüsünden elde edilen doku Doppler pik sistolik velosite ile radyonükleid ventrikülografiyle değerlendirilen sağ ventrikül ejeksiyon fraksiyonunun korelasyon gösterdiğini bildirmişlerdir ($r:0,648$ ve $P:<0,001$) (90). Tuller ve arkadaşları ise triküspid kapak anulüsünden elde edilen doku Doppler pik sistolik velosite ile manyetik rezonans görüntüleme ile hesaplanan sağ ventrikül ejeksiyon fraksiyonunun korele olduğunu göstermişlerdir ($RVEF \text{ Echo}=RVEF \text{ MRI}+1.6$; $r:0,569$ $P:<0,001$) (91). Ancak biz çalışmamızda triküspid kapaktan doku Doppler ile elde edilen pik sistolik velositede kontrol grubuna göre hem işlem öncesinde hemde işlem sonrası 6.ayda fark bulamadık (kontrol/bazal $P:0,919$ ve kontrol/6.ay $P:0,440$) (Tablo-9). Ayrıca ASD kapatılması öncesi ile sonrasındaki hem 1.ayda ve 6.ayda fark bulamadık (bazal/1.ay $P:0,385$ ve bazal/6.ay $P:0,385$) (Tablo-10). Bu durumun sebebi muhtemelen çalışmaya dahil edilen hastaların hafif-orta şiddetli pulmoner hipertansiyonu bulunması ve şiddetli pulmoner hipertansiyonun dışlanması nedeniyle sağ ventrikül ejeksiyon fraksiyonunun etkilenmemiş olamasıdır.

Doku Doppler görüntülemeye değerlendirilen segmentteki lokal hızlar komşu miyokardiyal hızlardan etkilenebilir. Bu kısıtlılıktan yola çıkarak bölgesel deformasyonu saptamada strain ve strain rate kavramları geliştirilmiştir. Temel olarak strain deformasyon miktarını ifade eder. Strain rate ise deformasyon hızını ifade eder. Sağ ventrikül fonksiyonlarının değerlendirilmesinde strain ve strain rate ekokardiyografi günümüz pratiğinde çok fazla kullanılmamakla birlikte pek çok potansiyel kullanım alanları mevcuttur. Urheim ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada sağ ventrikül stroke volümünün pik sistolik strain ve TAPSE ile korele olduğu göstermişlerdir ($RV \text{ stroke volume/peak systolic strain}$ $r:0,48$ $P:0,002$ ve $RV \text{ stroke volume/TAPSE}$ $r:0,63$ $P:<0,001$) (92). Biz de çalışmamızda TAPSE'nin ASD kapatıldıktan sonra normal değerlerine döndüğünü tespit ettik. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında TAPSE değeri işlem öncesinde anlamlı derecede yüksek iken ASD kapatıldıktan 6 ay sonra normal değerlerine döndü (kontrol/bazal; $22\pm5/27\pm8$ $P:<0,001$ ve kontrol/6.ay; $22\pm5/22\pm4$ $P:0,854$) (Tablo-7). İlave olarak bazal değerlerle karşılaştırıldığında işlem sonrası hem 1.ayda hemde 6.ayda TAPSE değerleri anlamlı düzeyde normal değerlerine geriledi (bazal/1.ay; $27\pm8/23\pm6$ $P:<0,001$ ve bazal/6.ay; $27\pm8/22\pm4$ $P:<0,001$) (Tablo-8)

Farklı hasta gruplarında doku Doppler ekokardiyografi ile yapılan klinik çalışmalarda umut verici sonuçlar elde edilmiştir. Oğuzhan ve arkadaşları 35 hasta ile yapmış oldukları çalışmada 14 inferior+sağ ventrikül enfarktüsli hastayı 21 izole inferior miyokard enfarktüsli hastayla karşılaştırmıştır. Triküspid kapaktan elde edilen sistolik velositeler sağ ventrikül enfarktüsli hastalarada anlamlı olarak düşük bulunmuştur ($7,8\pm1/10\pm1$ ve $P:<0,002$) (93).

Donald ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu %45'in altında olan 19 kronik sol kalp yetersizlikli hastada sağ ventrikül strain değerleri kardiyopulmoner egzersiz testleri ile karşılaştırılmıştır. Kardiyopulmoner egzersiz kapasiteleri düşük ve strain değerleri normale göre düşük olan hastalarda 6 aylık klinik takip sonrası istenmeyen başlıca kardiyak olayların daha sık olduğu gösterilmiştir. Ayrıca sağ ventrikül pik sistolik strain değerleri ile kardiyopulmoner egzersiz testi esnasında tüketilen pik oksijen miktarı arasında korelasyon bulunmuştur ($r:0,46$ ve $P:0,04$) (94).

Huez ve arkadaşlarının ciddi primer pulmoner arteriyal hipertansiyonlu hastalarda yaptıkları bir çalışmada kontrol grubu ile karşılaştırıldığında strain rate değerleri sol ventrikülde korunurken sağ ventrikül midbazal ($-1,7\pm0,6/-2,2\pm0,5$ $P:0,02$) ve midapikal ($-0,9\pm0,9/-2,3\pm0,7$ $P:<0,001$) segmentlerinde daha belirgin olmak üzere azalmıştır. Ayrıca ortalama pulmoner arter basıncı ile bu segmentlerin strain ve strain rate değerleri arasında korelasyon gösterilmiştir (95). Ancak biz çalışmamızda ciddi pulmoner hipertansiyonlu hastaları dahil etmediğimizden dolayı bu korelasyonu değerlendiremedik.

Kronik obstruktif akciğer hastalığında sağ ventrikül disfonksiyonu varlığı prognostik öneme sahiptir. Vitarelli ve arkadaşları 39 kronik obstruktif akciğer hastalığı olan hastada strain ratenin pulmoner hastalık derecesi ile ilişkili olduğu göstermiştir (96).

Pulmoner embolide sağ ventrikül mid segmentin radyal sistolik hareketi apikal segmentten bağımsız olarak azalır ve bu durum McConnell bulgusu olarak adlandırılır. Ancak pulmoner embolili hastalarda sağ ventrikül yetmezliğini McConnell yöntemiyle değerlendirmek zaman alıcı ve zordur. Kjaergaard ve arkadaşları sağ ventrikül serbest duvarının mid segmentinin disfonksiyonunu

strain rate ekokardiyografi yöntemiyle rahatlıkla belirlenebileceğini göstermişlerdir (midbazal:-1,7±0,6/-2,2±0,5 P:0,02 ve midapikal:-0,9±0,9/-2,3±0,7 P:<0,001). 2 aylık takip sonrasında strain rate değerlerinin normale döndüğünü de tespit etmişlerdir. Böylece pulmoner embolili hastalarda zaman alıcı ve zor yöntemlerin yerine strain rate ekokardiyografinin geçebileceğini belirtmişlerdir (97).

Literatürde konjenital kalp hastalıklarında strain ve strain rate kullanımına ait verilerde mevcuttur. Sağ ventrikül disfonksiyonu fallot tetralojili hastalarda postoperatif önemli bir problemdir. Sağ ventrikül disfonksiyonu primer veya rezidüel ventriküler septal defekt, sağ ventrikül çıkış yolu stenozu ve en önemlisi pulmoner yetersizliğe sekonder oluşabilir. Solarz ve arkadaşları sağ ventrikül ejeksiyon fraksiyonu değerleri arasında anlamlı fark bulunmayan 15 opere fallot tetralojili hastala ile yaptıkları çalışmada sağ ventrikül serbest duvarında kontrol grubuna göre anlamlı düşük strain değerleri olduğunu göstermişlerdir ve bu yöntemlerin fallot tetralojili hastaların takibinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir (98).

Senning operasyonu büyük arterlerin transpozisyonunun cerrahi tedavisinde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir ve postoperatif %7 ile %50 oranında sağ ventrikül disfonksiyonu gelişme ihtimali bulunur. Yapılan bir çalışmada Senning operasyonu uygulanan 20 asemptomatik hastada sağ ventrikül serbest duvar ve interventriküler septumdaki strain ve strain rate değerleri normale göre düşük bulunmuştur. Bu hastaların uzun süreli takibinde strain ve strain rate'nin sağ ventrikül fonksiyonlarını değerlendirmek için kullanılabilir olduğu Eyskens ve arkadaşları tarafından vurgulanmıştır (99).

Cerrahi ve perkütan yolla ASD kapatılan hastalarda işlem öncesi ve işlem sonrası strain ve strain rate ekokardiyografi bazı araştırmacılar tarafından çalışılmıştır (Jategaonkar ve arkadaşları, Schroh ve arkadaşları) (100,101).

Jategaonkar ve arkadaşları 33 ASD'si bulunan hastanın strain ve strain rate değerlerini patent foramen ovalesi bulunan grupla karşılaştırmıştır. Sonuç olarak sağ ventrikül apikal, sağ ventrikül mid ve septal apikal segmentlerin strain ve strain rate değerlerini kontrol grubuna göre yüksek bulunmuş (100). Bu çalışmada patent foramen ovalesi bulunan hastalar şant mevcut olmadılarından dolayı normal olarak

kabul edilmiştir. Biz ise çalışmamızda sağ atrium ($37,4 \pm 1,6 / 43,6 \pm 0,9$ $P < 0,001$ ve $2,60 \pm 0,47 / 3,47 \pm 0,24$ $P < 0,001$), sağ ventrikül mid ($-27,2 \pm 1,6 / -32,8 \pm 1,1$ $P < 0,001$ ve $-2,10 \pm 0,36 / -2,90 \pm 0,29$ $P < 0,001$) ve sağ ventrikül bazal ($-29,4 \pm 1,3 / -34,7 \pm 1,2$ $P < 0,001$ ve $-2,20 \pm 0,28 / -3,09 \pm 0,23$ $P < 0,001$) segmentlerinde strain ve strain rate değerlerini kontrol grubuna göre yüksek bulduk (Tablo-11,13) (Şekil-16,18).

Schroh ve arkadaşları 111 ASD'si bulunan çocuk ile 47 sağlıklı çocuğu doku Doppler ekokardiyografi yöntemleri ile karşılaştırmıştır. Sol ventrikülde her iki grup arasında strain ve strain rate değerleri arasında fark bulamamıştır (101). Mevcut çalışma sadece sol ventrikülün strain ve strain rate değerlerini değerlendirmek üzere dizayn edilmiş ve sağ ventrikül strain ve strain rate değerleri ile ilgili veriler bulunmamaktadır. Biz de çalışmamızda ASD hastaları ve kontrol grubu arasında sol ventrikül strain ve strain rate değerleri açısından fark bulamadık (Tablo-11,13).

Strain ve strain rate değerlerinin yükselmesiyle ilgili ortak kanaat Frank Starling yasası olarak bilinen volüm ve basınç yüküyle beraber artışa geçen miyokardiyal mikrofiberlerin diyastol sonundaki uzunluğudur. Artmış olan mikrofiber uzunluğuna bağlı olarak, sağ ventrikül miyokard kontraktilesinde artış meydana gelir (100,101).

Tüm bu bilgiler ışığında sağ ventrikül disfonksiyonuna neden sağ ventrikül enfarktüsü, kronik kalp yetersizliği, primer pulmoner arteriyal hipertansiyon, kronik obstruktif akciğer hastalığı, pulmoner emboli, fallot tetralojisi ve büyük arterlerin transpozisyonunu gibi ciddi pulmoner hipertansiyon ile seyreden hastalıklarda sağ ventrikül strain ve strain rate değerlerinde düşüş olmaktadır. Ancak ASD gibi orta derecede pulmoner hipertansiyon ile seyreden hastalıklarda sağ ventrikül mikrofiberlerin end-diyastolik uzunluğundaki artışa bağlı olarak (Frank Starling yasası) sağ ventrikül miyokard kontraktilesinde artışa sekonder strain ve strain rate değerlerinde artma tespit edilmektedir.

Bizim çalışmamıza bazal karakteristik özellikleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmayan 31 adet sağlıklı gönüllü kontrol grubu ve 31 adet perkütan yolla ASD'si kapatılan gönüllü hasta alındı.

Yapılan konvansiyonel ekokardiyografide sol ventrikül diyastol sonu çapı, sol ventrikül sistol sonu çapı, sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu, sağ ventrikül diyastol sonu çapı, sağ ventrikül diyastolik çapının sol ventrikül diyastolik çapına oranı, pulmoner arteriyal basınç, TAPSE, sağ ventrikül miyokard performans indeksi ve Qp/Qs istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde ASD hastalarında yüksek bulundu. Mitral anüler plan sistolik hareket iki grup arasında benzer olarak ölçüldü. Sol ventrikül miyokard performans indeksi ise ASD grubu hastalarında istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde düşük saptandı (Tablo-7,8).

ASD ve kontrol grubu arasında doku Doppler ekokardiyografi parametreleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark izlenmedi (Tablo-9,10). Diyastolojinin bozulmamasının sebebi hasta popülasyonunun genç olması ve şiddetli pulmoner hipertansiyonu hastaların dışlanması nedeniyle olduğunu düşünüyoruz.

Yapılan strain ekokardiyografide sol ventrikül apikal strain, sol ventrikül mid strain, sol ventrikül bazal strain, septal apikal strain, septal mid strain, septal bazal strain, sağ ventrikül apikal strain ve sol atrium strain değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. Sağ ventrikül mid strain, sağ ventrikül bazal strain ve sağ atrium strain değerleri ise istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde ASD grubunda yüksek bulundu. ASD kapatıldıktan sonra ise strain ekokardiyografi parametreleri istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde normal değerlerine yaklaştı ve kontrol grubu ile olan istatistiksel olarak anlamlı fark kapandı (Tablo-11,12) (Şekil-16,17).

Yapılan strain rate ekokardiyografide ise sol ventrikül apikal strain rate, sol ventrikül mid strain rate, sol ventrikül bazal strain rate, septal apikal strain rate, septal mid strain rate, septal bazal strain rate, sağ ventrikül apikal strain rate ve sol atrium strain rate değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. Sağ ventrikül mid strain rate, sağ ventrikül bazal strain rate ve sağ atrium strain rate değerleri ise istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde ASD grubunda yüksek bulundu. ASD kapatıldıktan sonra ise strain rate ekokardiyografi parametreleri istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde normal değerlerine yaklaştı ve kontrol grubu ile olan istatistiksel olarak anlamlı fark kapandı (Tablo-13,14) (Şekil-18,19).

Çalışmamızın en önemli kısıtlılıklar hasta sayısındaki yetersizlik ve ciddi pulmoner hipertansiyonu olan hastaların çalışmada bulunmamasıdır. Hasta sayısının

arttırılarak yapılacak olan yeni çalışmaların daha anlamlı olacağı kanaatindeyiz. Ayrıca homojen bir grup içerisinde orta düzeyde pulmoner hipertansiyonu bulunan ve ciddi pulmoner hipertansiyonu bulunan hastaların karşılaştırılması ile strain ve strain rate ekokardiyografinin öneminin daha ön plana çıkacağını düşünöyoruz.

6.SONUÇ

Atrial septal defekti bulunan hastalarda volüm ve basınç yüküyle beraber artışa geçen miyokardiyal mikrofiberlerin end-diyastolik uzunluğundaki artışa bağlı olarak (Frank Starling yasası); sağ ventrikül miyokard kontraktilitesinde artış meydana gelir. Kontraktilitedeki artış nedeniyle sağ ventrikül strain ve strain rate değerlerinde artış meydana gelir.

Ancak ciddi pulmoner hipertansiyon ve sağ ventrikül disfoksiyonu ile seyreden hastalıklarda (sağ ventrikül enfarktüsü, kronik kalp yetersizliği, primer pulmoner arteriyel hipertansiyon, kronik obstruktif akciğer hastalığı, pulmoner emboli, fallot tetralojisi, büyük arterlerin transpozisyonunu vb.) sağ ventrikül miyokard kontraktilitesinde azalmaya bağlı olarak sağ ventrikül strain ve strain rate değerlerinde azalama meydana gelmektedir.

Bu sebepten dolayı biz bu çalışmada; sağ ventrikül mid-bazal strain, sağ ventrikül mid-bazal strain rate ve sağ atrium strain ve strain rate değerlerini yüksek bulduk. ASD kapatıldıktan sonra ise bu değerlerde normalleşme izlendi.

Sonuç olarak kanaatimiz; strain ekokardiyografi ve strain rate ekokardiyografi ASD gibi erişkinlerde en sık görülen konjenital kalp hastalıklarında tedaviye yanıtın değerlendirilmesinde ve hastaların takibinde kullanılabilir.

7.KAYNAKLAR

1-Therrien J, Webb GD. Congenital heart disease in adults. In: Braunwald E, Zipes DP, Libby P, editors. Braunwald's heart disease: a textbook of cardiovascular medicine. 6th ed. Philadelphia: W. B. Saunders; 2001. p. 1592-621.

2-Gatzoulis MA, Redington AN, Somerville J, et al. Should atrial septal defects in adults be closed? Ann Thorac Surg 1996;61:657-9.

3-Pascotto M, Santoro G, Cerrato F, et al. Time-course of cardiac remodeling following transcatheter closure of atrial septal defect. Int J Cardiol 2006;112:348-52.

4-Burgess MI, Bright-Thomas RJ, Ray SG. Echocardiographic evaluation of right ventricular function. Eur J Echocardiography 2002; 3: 252-262.

5-Oğuzhan A, Abacı A, Çetin S. Doku Doppler ekokardiyografi 2000;2:35

6-Heimdal A, Stoylen A, Torp H, et al. Real-time strain rate imaging of the left ventricle by ultrasound. JAm Soc Echocardiogr 1998;11:1013-1019.

7-Armstrong SE, Bell DR. Measurement of high-molecular-weight hyaluronan in solid tissue using agarose gel electrophoresis. Anal Biochem, 308(2), 255-64, (2002).

8-Stern R, Asari AA, Sugahara KN. Hyaluronan fragments: an information-rich system. Eur J Cell Biol, 85(8), 699-715, (2006).

9-Fyler DC. Atrial septal defect sekundum. Pediatric Cardiology, Third edition, Philadelphia, W.B. Saunders. 1972:513-524.

10-Allen HD, Driscoll DJ, Shaddy RE, et al. Atrial Septal Defects. In: Moss and Adam's Heart Disease in Infants, Children and adolescent deluding the fetus and young adults Seventh Ed. Edit by Allen HD 2008 pp:632-644.

11-Porter CJ, Feldt RH, Edwards WD, et al. Atrial Septal Defects. "Moss and Adams Heart Disease in infants, children, and adolescent including the fetus and young adult" (Ed. Allen HD), Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia 2001,s.687-703.

12-Holt M, Oram S. Familial heart disease with skeletal malformations. Br Heart J 1960;22: 236- 242.

13-Campbell M. Natural history of atrial septal defect. Br Heart J. 1970;32:820-826.

14-Glenn WWL. Thoracic and cardiovascular surgery. Fourth edition. Appleton-Century-Crofte. Norwalk-Connecticut 1983.

15-Garne E. Atrial and ventricular septal defects-epidemiology and spontaneous closure. The Journal of Maternal-Fetal and Neonatal Medicine. 2006;19:271-276.

16-Vick GW, Titus JL. Defects of the atrial septum including the atrioventricular canal. In: Garson A, Bricker JT, McNamara DG. The science and practice of pediatric cardiology. Pennsylvania: Lea&Febiger, 1990:1023- 54.

17-Feldt RH, Edwards WD, Porter CJ, et al. In: Allen HD. "Moss and Adams Heart Disease in infants, children, and adolecents: including the fetus and young adult". Philadelphia:Lippincott Williams& Wilkins, 2001:618.

18-Sağın SG, Kır M. ASD derleme. Türkiye Klinikleri Kardioloji Dergisi Özel Sayı 2008; 4:13-29.

19-Kernt EK, Norfleet WT, Plotnick GD, at all. Patent foramen ovale: a review of associated conditions and the impact of physiologycal size. J Am Coll Cardiol 2001;38:613.

- 20-Mahoney LT, Truesdell SC, Krzmarzick RM, et al. Atrial septal defects that present in infancy. *Am J Dis Child*. 1986;140:1115-1118.
- 21-Beerman JB, Zuberbuhler JR. Atrial septal defect. Anderson R.H (ed). *Pediatric Cardiology*, New York, Churchill Livingstone Section 4. 1987;1:541-562.
- 22-Porter JC, Feldt RH, Edwards WD, et al. Atrial septal defects. Emmanouilides, GC (ed). "Moss and Adams Heart Disease in infants, children, adolescents" Fifth edition, Baltimore, Williams&Wilkins. 1995;1:687-703.
- 23-Steele PM, Fuster V, Cohen M, et al. Isolated atrial septal defect with pulmonary vascular obstructive disease: long term follow up and prediction of outcome after surgical correction. *Circulation* 1987;76:1037-42.
- 24-Fyler DC. Atrial septal defect secundum. In: Nadas *Pediatric Cardiology*. Philadelphia: Hanley & Belfus, 1992:513-524.
- 25-Anderson RH. Simplifying the understanding of congenital malformation of the heart. *Int J of Cardiol* 1991;32:131- 142.
- 26-Vandervaart PMK, Weyman AE. interatrial and interventricular septal defects. Weyman AE (ed). *Principles and Practise of Echocardiography*, Second Edition, Lea&Febiger, Pennsylvania, 1994,922-954.
- 27-Morimoto K, Matsuzaki M, Tohma Y, et al. Diagnosis and quantitaive evalution of secundum type atrial septal defect by transesophageal Doppler echocardiography. *Am J Cardiol* 1990;66:85-91.
- 28-Merk Manual Pediatrics, Congenital cardiovascular anomalies, Atrial septal defect / Treatment.
- 29-Murphy JG, Gersh BJ, McGoon MD, et al, Long-term outcome after surgical repair of isolated atrial septal defect. Follow-up at 27 to 32 years. *N Engl J Med* 1990;323:1645-1650.
- 30-Roos-Hesselink JW, Meijboom FJ, Spitaels SE, et al. Excellent survival and low et al incidence of arrhythmias, stroke and heart failure long-term after surgical ASD

closure at young age. A prospective follow-up study of 21-33 years. Eur Heart J 2003;24:190-197.

31-Griffin BP, Manuel of Cardiovascular medicine Lippincott Williams & Wilkins, Dördüncü baskı. 2014:555.

32-Attie F, Rosas M, Granados N, et al. Surgical treatment for secundum atrial septal defects in patients. 40 years old. A randomized clinical trial. J Am Coll Cardiol 2001;38:2035-2042.

33- European Society of Cardiology, Erişkinlerdeki doğumsal kalp hastalığının tedavisi için ESC kılavuzları, 2010:75,76.

34-Griffin BP, Manuel of Cardiovascular medicine Lippincott Williams & Wilkins, Dördüncü baskı. 2014:516.

35-Butera G, Carminati M, Chessa M, et al. Percutaneous versus surgical closure of sekundum atrial septal defect: comparison of early results and complications. Am Heart J 2006;151:228-234.

36-Fischer G, Stieh J, Uebing A, et al. Experience with transcatheter closure of sekundum atrial septal defects using the Amplatzer septal occluder: a single centre study in 236 consecutive patients. Heart 2003;89:199-204.

37-Du ZD, Hijazi ZM, Kleinman CS, et al . Comparison between transcatheter and surgical closure of sekundum atrial septal defect in children and adults: results of a multicenter nonrandomized trial. J Am Coll Cardiol 2002;39:1836-1844.

38-Foale R, Nihoyannopolus P, Mckenna W, et al. Echo measurement of the normal adult right ventricle. Br Heart J 1986;56:33-44.

39-Haddad F, Hunt SA, Rosenthal DN, et al. Right ventricular function in cardiovascular disease, Part 1: Anatomy, physiology, aging and functional assessment of the right ventricle. Circulation 2008;117:1436-1448.

40-Weyman AE, Jiang L, Wieggers S. Principle and Practice of Echocardiography. Philadelphia:Lea & Febiger,1994:901-919.

- 41- Otto M. The Practice of Echocardiography. Philadelphia:Saunders, 2002:739-757.
- 42-Malouf JF, Edwards WD, Tajik AJ, et al. Functional anatomy of the heart. In Fuster V (ed). The Heart.USA:McGraw- Hill,2004:65.
- 43-Camm AJ, Lüscher TF, Serruys PW. The ESC Textbook of Cardiovascular Medicine. Kardiyovasküler hastalıklar, İstanbul:CSA Global,2007:56-57.
- 44-Lindqvist P, Calcuttea A , Henein M. Echocardiography in the assessment of right heart function. European Journal of Echocardiography 2008; 9(2):225-234.
- 45-Rushmer RF, Crystal DK, Wagner C. The functional anatomy of ventricular contraction. Circ Res 1953;1(2):162-170.
- 46-Kaul S, Tei C, Hopkins JM, et al. Assessment of right ventricular function using two dimensional echocardiography. Am Heart J 1984 Mar;107:526 -531.
- 47-Nash PJ, Lin S, Armstrong G. Transthoracic echocardiography in manual of cardiovascular medicine.Philedelphia:Lippincott Williams &Wilkins, 2004;780-799.
- 48-Aessopos A, Farmakis D, Taktikou H, et al. Doppler- determined peak systolic tricuspid pressure gradient in persons with normal pulmonary function and tricuspid regurgitation. J Am Soc Echocardiography 2000;13(7):643-649.
- 49-Jiang L, Levine RA, Weyman AE. Echocardiographic assessment of right ventricular volume and function. Echocardiography 1997 Mar;14(2):189-206.
- 50-Ryding A. Essential Echocardiography. Churchill Livingstone: Edinburgh, NewYork, 2008: 48-49.
- 51-Eidem BW, Tei C, O'Leary PW, et al. Nongeometric quantitative assessment of right and left ventricular function: myocardial performance index in normal children and patients with Ebstein anomaly. J Am Soc Echocardiogr. 1998 Sep;11:849 856.

- 52-Sorrell VL, Reeves WC. Noninvasive right and left heart catheterization: Taking the echo lab beyond an image-only laboratory echocardiography 2001;18(1):31-41.
- 53-Pyxaras SA, Pinamonti B, Barbati G, et al. Echocardiographic evaluation of systolic pulmonary artery pressure in the follow-up of patients with pulmonary hypertension. Eur J Echocardiogr. 2011 Sep;696-701
- 54- Dabestani A, Mahan G, Gardin JM, et al. Evaluation of pulmonary artery pressure and resistance by pulsed Doppler echocardiography. Am J Cardiol. 1987 Mar 1;59(6):662-8.
- 55-Isaaz K, Thompson A, Ethevenot G, et al. Doppler echocardiographic measurement of low velocity motion of left ventricular posterior wall. Am J Cardiol. 1989;64:66
- 56-Sutherland GR, Stewart MJ, Groundstream KW, et al. Color doppler myocardial imaging: a new technique for the assesment of myocardial function. J Am Soc Echocardiogr 1994;7:441-458
- 57-Sutherland GR, Hatle L. Pulsed doppler myocardial imaging: a new approach to regional longitudinal function. Eur J Echocardiogr 2000;1:81
- 58-Isaaz K. What are we actually measuring by doppler tissue imaging. J Am Coll Cardiol 2000;36(3):897-9
- 59-Pai RG, Gill KS. Amplitudes, durations and timings of apically directed left ventricular myocardial velocities: Their normal patter and coupling to ventricular filling and ejection. J Am Soc Echocardiogr. 1998;112:105-11
- 60-Garcia MJ, Thomas JD, Klein AL. New doppler echocardiatic application for the study of diastolik function.J Am Coll Cardiol 1998;32:4:865-845
- 61-Dağdeviren B. Diyastolik fonksiyonların değerklenmesinde yeni ekokardiyografik yöntemler. Tezel T (Ed). Diyastolik fonksiyonların değerklendirilmesi. İstanbul A Ajans Ltd. şti. 2000:53-67

62-Okı T, Tabata T, Mishiro Y, et al. Pulsed tissue Doppler imaging of left ventricular systolic and diastolic wall motion velocities to evaluate differences between long and short axes in healthy subjects. J Am Soc Echocardiogr 1999;125:308-13

63-Dağdeviren B, Bolca O, Eren M, ve ark. Görünürde sağlıklı bireylerde ve koroner arter hastalarında nabızlı doku Doppler ile sol ventrikül fonksiyonlarının bölgesel analizi. Türk kardiyoloji Derneği arşivi 1998;26:469-74

64-Tekten T, Onbasili A, Ceyhan C, et al. Novel approach to measure myocardial performance index: Pulsed wave tissue Doppler echocardiography 2003;206:503-10

65-Alam M, Wardelle J, Anderson E, et al. Effects of first myocardial infarction on left ventricular systolic and diastolic function with the use of mitral annular velocity determined by pulsed wave Doppler tissue imaging. J Am Soc Echocar 2002;13:343-52

66-Soeki T, Fukuda N, Shirohara H, et al. Mitral inflow and mitral annular motion velocities in patients with mitral annular calcification: evaluation by pulsed Doppler tissue imaging. Eur J Echocardiogr 2002;32:128-34

67-Nikitin NP, Witte KA, Trackay SD, et al. Longitudinal ventricular function: normal values of atrioventricular annular and myocardial velocities measured with quantitative two dimensional color Doppler tissue imaging J Am Soc Echocardiogr 2003;16:906

68-Mc Diken WN, Sutherland GR, Moran CM, et al. Color Doppler velocity imaging of the myocardium. Ultrasound Med Biol 1992;18:651-4

69-Kaya MG, Oğuzhan A. Doku Doppler, strain ve strain rate temel prensipler: Türkiye Klinikleri: J Cardiol Special Topics 2008;1(3):1-7

70-Fleming A, Xia X, McDicken WN, et al. Myocardial velocity gradients detected by Doppler imaging. Br J Radiol 1994;67:679-88

71-Mirsky I, Parmley WW. Assessment of passive elastic stiffness for isolated heart muscle and the intact heart. Circ Res 1973;33:233-43

72-D'hooge J, Heimdal A, Jamal F, et al. Regional strain and strain rate measurements by cardiac ultrasound principles, implementations and limitations. Eur J Echocardiogr 2000;1:154-170

73-Ergelen M, Uyarel H, Soylu, ve ark. Pulmoner hipertansiyonlu hastalarda digoksinin sağ ventrikül kontraktıl fonksiyonlarına etkisi; Doku Doppler ve strain çalışması. Ümraniye Tıp Dergisi 2009;2:1-5

74-Gilman G, Khandheria BK, Hagen ME, et al. Strain rate and strain: A step by step approach to image and data acquisition. J Am Soc Echocardiogr 2004;17:1011-1021

75-Stoylen A, Heimdal A, Bjornstad K, et al. Strain rate imaging by ultrasound in the diagnosis of coronary artery disease. J Am Soc Echocardiogr 2000;312:1053-64

76-D'hooge J, Rodemakers F. Myocardial motion deformation principles; Doppler myocardial imaging. Leuven University Pres. Leuven, Belgium 2002;9:22

77-Goebel B, Arnold R, Koletzki E, et al. Exercise tissue Doppler echocardiography with strain rate imaging in healthy young individuals: Feasibility normal values and reproducibility. Int J Cardiovase imaging 2007;23:149-55

78-Nurkalem Z, Orhan AL, Eren M. Strain ve strain rate görüntüleme: Temel ve klinik kullanım MN Kardiyoloji 2007;146:424-31

79-Yu CM, Fung JW, Zhang Q, et al. Tissue doppler imaging and postsystolik shortening on the prediction of reverse remodelling in both iskemik and non iskemik heart failure after cardiac resynchronization therapy. Circulation 2004;110:66-73

80-Jamal F, Kukulski T, Sutherland GR, et al. Can changes in systolic longitudinal deformation quantify regional myocardial function after an acute infarction. An ultrasonic strain rate and strain study. J Am Soc Echocardiogr 2002;15:723-30

81-Voight JU, Flachskammpf FA. Strain and strain rate, new and clinically relevant echo parameters of regional myocardial function. Z Kardiol 2004;93:249-258

82-Sahn DJ, De Maria A, Kisslo J, et al. Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography: results of a survey of echocardiographic measurements. *Circulation* 1978;58:1072-83.

83-Teichholz LE, Kreulen T, Herman MV, et al. Problems in echocardiographic volume determinations: echocardiographic-angiographic correlations in the presence of absence of asynergy. *Am J Cardiol* 1976;37:7-11.]

84-Feigenbaum H. Hemodynamic information derived from echocardiography. In: *Echocardiography*. 5th ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 1994. p. 181-215

85-Forfia PR, Fisher MR, Mathai SC, et al. Tricuspid annular displacement predicts survival in pulmonary hypertension. *Am J Respir Crit Care Med* 2006; 174: 1034-41.

86-Warnes CA, Williams RG, Bashore TM, et al. ACC/AHH guidelines for the management of adults with congenital heart disease. *Circulation*. 2008;118:e 714-e 833.

87-Erol Ç. *Klinik kardioloji*. Ankara MN Medikal/Nobel 2004;467-468.

88-Gondi S, Dokainish H. Right Ventricular Tissue Doppler and Strain imaging: Ready for Clinical Use?. *Echocardiography: A journal. of CV Ultrasound and Allied Tech*. 2007;24(5):521-531.

89-Suchon E, Tracz W, Podolec P, et al. Cardiopulmonary capacity and hemodynamic changes in adults with atrial septal defect. *Przeql Lek*. 2008;65(4):177-9

90-Meluzin J, Spinarova L, Bakala J, et al. Pulsed Doppler tissue imaging of the velocity of tricuspid annular systolic motion. A new, rapid, and non invasive method of evaluating right ventricular systolic function. *Eur Heart J* 2001;22:340-348.

91-Tuller D, Steiner M, Wahl A, et al. Systolic right ventricular function

assessment by pulsed wave tissue Doppler imaging of the tricuspid annulus. *Swiss Med Wkly* 2005;135:461-468.

92-Urheim S, Cauduro S, Frantz R, et al. Relation of tissue displacement and strain to invasively determined right ventricular stroke volume. *Am J. Cardiol* 2005;96:1173-1178.

93-Oguzhan A, Abaci A, Eryol NK, et al. *Cardiology*. 2003;100(1):41-6.

94-Donal E, Roulaud M, Raud-Raynier P, et al. Echocardiographic right ventricular strain analysis in chronic heart failure. *Eur J. Echocardiography* 2007;8:449-456.

95-Huez S, Vachiery JL, Unger P, et al. Tissue Doppler imaging evaluation of cardiac adaptation to severe pulmonary hypertension. *Am J Cardiol* 2007;100:1473-1478.

96-Vitarelli A, Conde Y, Cimino E, et al. Assessment of right ventricular function by strain rate imaging in chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J*. 2006;27:268-275.

97-Kjaergaard J, Sogaard P, Hassager C. Right ventricular strain in pulmonary embolism by Doppler tissue echocardiography. *J Am Soc Echocardiography* 2004;17:1210-1212.

98-Solarz DE, Witt SA, Glascock BJ, et al. Right ventricular strain rate and strain analysis in patients with repaired tetralogy of fallot: Possible interventricular septal compensation. *J Am Soc Echocardiogr* 2004;17:338-344.

99-Eyskens B, Weidemann F, Kowalski M, et al. Regional right and left ventricular function after the Senning operation: an ultrasonic study of strain rate and strain. *Cardiol Young* 2004;14:255-264.

100-Jategaonkar SR, Scholtz W, Butz T, et al. Two-dimensional strain and strain rate imaging of the right ventricle in adult patients before and after percutaneous closure of atrial septal defects. *European Journal of Echocardiography* 2009;10:499-502.

101-Schroh AM, Laghezza LB, Dominguez PJ, et al. Echocardiographic Doppler evaluation of left ventricular function in children with an atrial septal defect; Rev Esp Cardiol 2008;61(6):595-601.

**TC.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI'NA**

Muharrem Said Coşgun'a ait 'Perkütan Yolla Atrial Septal Defekt Kapatılmasının Renkli Doku Doppler Eko İle Değerlendirilen Miyokard Fonksiyonları Üzerine Etkisi' adlı çalışma, jürimiz tarafından Kardiyoloji Anabilim Dalı'nda Tıpta Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tarih:

İmza

Başkan

Üye.....

Üye.....