

## Ciddi aort darlığı olan hastalarda aort kapak replasmanı sonrası sol ventrikül fonksiyon ve geometrisindeki değişiklikler

*Changes in left ventricular function and geometry after aortic valve replacement in patients with severe aortic stenosis*

Mehmet Çakıcı,<sup>1</sup> Serkan Durdu,<sup>2</sup> Bahadır İnan,<sup>2</sup> Levent Yazıcıoğlu,<sup>2</sup> Mustafa Şırlak,<sup>2</sup> Sadık Eryılmaz,<sup>2</sup>  
Kemalettin Uçanok,<sup>2</sup> Adnan Uysalel,<sup>2</sup> Ümit Özyurda,<sup>2</sup> Ahmet Rüşhan Akar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dışkapı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

**Amaç:** Bu çalışmada, ciddi aort darlığı olan hastalarda, değişik tipte ve ölçekteki kapaklarla yapılan aort kapak replasmanlarının (AKR) sol ventrikül işlevleri ve geometrisi üzerine etkileri değerlendirildi.

**Çalışma planı:** Ciddi aort darlığı tanısı olan 85 hasta üç gruba ayrılarak incelendi [Grup 1, mekanik AKR (n=31); Grup 2, stentsiz biyolojik AKR (n=34); Grup-3, stentli biyolojik AKR (n=20)]. Ameliyat öncesi ve AKR sonrası altıncı ayda sol ventrikül geometrisi ve işlevlerini değerlendirmek üzere transtorasik ekokardiyografi yapıldı. Çalışmanın birincil sonlanım noktası altıncı ayda sol ventrikül kütle indeksi (SVKİ) değişiklikleri ve ikincil sonlanım noktaları NYHA (New York Heart Association) fonksiyonel sınıflaması, transvalvüler gradiyentler, aort kapak alanı, sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (SVEF) ve çapları, septum kalınlığı ve efektif orifis alan indeksi (EOAİ) olarak belirlendi.

**Bulgular:** Altıncı ayda NYHA fonksiyonel sınıfı tüm gruplarda anlamlı düzelleme gösterdi. Altıncı aydaki ekokardiyografik değerlendirmelerde  $\Delta$ SVEF (p=0.52),  $\Delta$ SVDSÇ (p=0.24),  $\Delta$ SVSSÇ (p=0.86),  $\Delta$ septum kalınlığı (p=0.25) açısından gruplar arasında anlamlı bir fark yoktu. Efektif orifis alan indeksi anlamlı olarak stentsiz grupta, diğer gruplara kıyasla, yüksek bulundu (p=0.002).  $\Delta$ SVKİ'nin mekanik ve stentsiz biyolojik kapaklarda, stentli biyolojik AKR'lere oranla daha ileri düzeyde olduğu saptandı (p=0.042). Anulus çapı 25 mm'nin altındaki hastalar değerlendirildiğinde, stentsiz biyolojik AKR'lerde, diğer gruplara kıyasla,  $\Delta$ SVKİ'nin daha da belirgin düzeyde azaldığı gösterildi (p=0.029).

**Sonuç:** Stentsiz biyolojik AKR'lerin implantasyonu için daha uzun iskemi süresi gerekmesine karşın, SVKİ'lerdeki gerileme, özellikle dar aort köktü olan hastalarda, stentli benzerlerine kıyasla, daha belirgindir.

**Anahtar sözcükler:** Aort darlığı; aort kapak replasmanı; sol ventrikül kütle indeksi; stentsiz biyolojik kapak.

**Background:** This study aims to evaluate the effects of different types and sizes of prostheses on the left ventricular function and geometry after aortic valve replacement (AVR) in patients with severe aortic stenosis.

**Methods:** Eighty-five patients with severe aortic stenosis were studied in three groups [Group 1, mechanical AVR (n=31); Group 2, stentless biological AVR (n=34); Group 3, stented biological AVR (n=20)]. Left ventricular geometry and function were assessed by transthoracic echocardiography preoperatively and at six months after AVR. Primary endpoint of the study was the change in the left ventricular mass index (LVMI) at six months while secondary endpoints were the New York Heart Association (NYHA) functional class, transvalvular gradients, aortic valve space, left ventricular ejection fraction (LVEF) and diameters, septal thickness and indexed effective orifice area (IEOA).

**Results:** A significant improvement in the NYHA functional class was seen in all groups at six months. Based on the echocardiographic evaluations at six months, there were no significant differences among the groups in terms of  $\Delta$ LVEF (p=0.52),  $\Delta$ LVEDD (p=0.24),  $\Delta$ LVESD (p=0.86),  $\Delta$ septal thickness (p=0.25). Indexed effective orifice area was significantly higher in stentless group, compared to the other groups (p=0.002).  $\Delta$ LVMI was significantly greater in mechanical and stentless biological valves, compared to the stented biological AVR (p=0.042). When the patients with annulus size smaller than 25 mm were evaluated, it was shown that  $\Delta$ LVMI was further decreased in stentless biological AVR, compared to the other groups (p=0.029).

**Conclusion:** Although implantation of stentless biological AVR requires longer ischemic times, regression in the LVMI is more prominent in stented biological valves, particularly in patients with small aortic root.

**Key words:** Aortic stenosis; aortic valve replacement; left ventricular mass index; stentless biological valve.



Available online at  
www.tgkdc.dergisi.org  
doi: 10.5606/tgkdc.dergisi.2013.6999  
QR (Quick Response) Code

Geliş tarihi: 18 Nisan 2012 Kabul tarihi: 21 Eylül 2012

Yazışma adresi: Dr. Mehmet Çakıcı, Dışkapı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, 06010 Dışkapı, Ankara, Türkiye.

Tel: 0505 - 265 34 71 e-posta: mcakici21@gmail.com

Sol ventrikül geometrisindeki değişiklikler, kronik aort darlığının kaçınılmaz bir sonucudur. Bu durum, aort kapak seviyesindeki gradiyente bağlı gelişen, artmış sol ventrikül sistolik basıncına fizyolojik yanıtın bir sonucudur.<sup>[1]</sup> Kalp, önündeki darlığa karşın yeterli debiyi oluşturmak için duvar kalınlığını artırır ve sol ventrikül kas kitlesi 2-3 katına çıkarken, artmış kollajen içeriğinin bir sonucu olarak diyastolik disfonksiyon gelişir.<sup>[2]</sup> Sistolik disfonksiyon ise artmış ön yük, azalmış kontraktilete veya bunların kombinasyonu sonucu gelişir.<sup>[3]</sup> Böylece yeterli kalp debisi, konsantrik sol ventrikül hipertrofi-siyle (SVH) sağlanmış olur. Sol ventrikül hipertrofi-si gelişimi ise kardiyovasküler mortalitenin bağımsız belirleyicilerindedir. Aort darlığı olgularında, kapak lezyonunun düzeltilmesi, sol ventrikül geometrisindeki değişikliklerin gerilemesini sağlayabilir.<sup>[4,5]</sup> Aort kapak replasmanı (AKR) sonrası SVH'indeki gerileme ve geometrik değişiklikler ameliyat sonrası uzun dönem sağkalım oranlarını önemli ölçüde etkilemektedir.<sup>[6]</sup>

Aort kapak replasmanı için kullanılacak protez kapaklar "mekanik protezler" ve doku kapakları olarak anılan "biyoprotezler" olarak iki grupta toplanabilir. Hastanın yaşı, eşlik eden hastalıkları, ameliyat öncesi atriyal fibrilasyon (AF)'un varlığı, cerrahın tercihi ve deneyimi, antikoagülasyonla ilgili riskler ve aort kapak orifisinin büyüklüğü seçilecek aort kapak protezinin cinsini belirlemektedir. Kapak seçiminde hastaya özgü etkenler göz önünde bulundurulmakla birlikte mekanik ve stentli biyolojik kapakların yerini giderek artan oranlarda daha iyi işlevsel ve hemodinamik sonuçlara sahip olduğu öngörülen stentsiz biyolojik kapaklar almaktadır.<sup>[7]</sup> Özellikle doku koruma yöntemlerinin giderek gelişmesi ile homolog ve heterolog kaynaklı biyolojik kapakların kullanımında belirgin artış göstermiştir.<sup>[8]</sup> Ancak AKR sonrası sol ventrikül geometrisindeki değişikliklerin, farklı protez tipleri ve ölçeklerine göre değerlendirildiği çalışmalar sınırlı sayıdadır.

Çalışmamızda, kliniğimizde diğer kapak patolojisi bulunmayan ardışık AKR uygulanan 85 hastanın sonuçları değerlendirildi ve ameliyat sonrası sol ventrikül geometrisindeki değişiklikler ile kullanılan protez tipi ve ölçüğü ilişkisinin gösterilmesi amaçlandı.

## HASTALAR VE YÖNTEMLER

### Hastalar

Çalışmaya, Ocak 2005 - Mart 2009 tarihleri arasında ciddi aort darlığı nedeniyle ameliyat edilen toplam 89 hasta dahil edildi. Ameliyat sonrası erken dönemde dört hasta ciddi sol ventrikül yetmezliği, iki hasta multiorgan disfonksiyonu ve iki hasta akut inme nedeniyle kaybedildi. Çalışmada toplam 85 hastanın verileri değerlendirildi. Hastalar, mekanik kapak kullanımlar

(grup 1), stentsiz biyolojik kapak kullanımlar (grup 2) ve stentli biyolojik kapak kullanımlar (grup 3) olmak üzere üç gruba ayrıldı. Ameliyat öncesi demografik ve klinik verileri toplanan hastaların, ekokardiyografik olarak maksimal aort kapak gradiyenti (MAG) ve ortalama aort kapak gradiyenti (OAG), aort kapak alanı (AKA), sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (SVEF), sol ventrikül diyastol sonu (SVDSÇ) ve sol ventrikül sistol sonu çapları (SVSSÇ), septum kalınlığı (SK) ve modifiye Simpson denklemine göre hesaplanmış sol ventrikül kütle (SVK) ve sol ventrikül kütle indeksi (SVKİ) gibi parametreleri ölçüldü. Ayrıca hastaların ameliyat ile ilgili, kros-klemp ve kardiyopulmoner baypas (KPB), yoğun bakım yatış, hastane yatış süreleri kaydedildi. Ameliyat sonrası 6. ay kontrollerinde hastaların klinik bulguları ve ekokardiyografik verileri tekrar değerlendirildi. Hastalara ait veriler TurkoSCORE projesi dahilinde prospektif olarak kaydedildi.<sup>[9]</sup> Herbir grup için ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası sonuçlar arasında istatistiksel fark olup olmadığı, ameliyat sonrası değişim oranları açısından grup 1, grup 2 ve grup 3 arasında istatistiksel fark olup olmadığı araştırıldı. Ayrıca üç gruptaki 25 no ve altı kapak takılan hastalar ayrı ayrı ameliyat sonrası ekokardiyografik değişim oranları açısından kendi aralarında istatistiksel fark olup olmadığı değerlendirildi.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri; (i) Aort kapak replasmanı ameliyatı kararı verilmiş ciddi aort darlığı olan hastalar, (ii) aort kapak ile eş zamanlı koroner arter cerrahisi uygulanan hastalar, (iii) ameliyat olmayı kabul eden ve çalışmaya katılmayı isteyen, bilgilendirilmiş onam formunu imzalamış hastalar.

Çalışmadan dışlanma kriterleri ise; (i) hastanın yapılacak işlem için yazılı onay vermemesi; (ii) hemodiyaliz veya periton diyalizi gerektiren kronik böbrek yetmezliği olan hastalar; (iii) ciddi aort darlığı ile beraber ameliyat gerektiren diğer kalp kapağı patolojisi olan hastalar; (iv) geçmişinde aort kapak dışında başka bir kapak patolojisi nedeniyle ameliyat edilmiş hastalar; (v) morbid obez hastalar vücut kütle indeksi (VKİ)  $\geq 40$ ; (vi) AF veya flutter gibi sol ventrikül doluşunu etkileyen ritm problemleri; (vii) SVEF  $< \%30$  olan hastalar; (viii) anüler genişletme ameliyatı uygulanan hastalar olarak belirlendi.

### Ameliyat öncesi değerlendirme ve ekokardiyografi

Ekokardiyografik değerlendirmede 3 MHz'lik transduser ile birlikte Toshiba Aplio 80 (Aplio 80, Toshiba Medical Systems Corp, Tokyo, Japan) cihazı kullanıldı. Tüm ölçümler gruplar hakkında bilgi sahibi olmayan (kör) araştırmacılar tarafından ve aynı cihaz ile

yapıldı. Çalışmada, iki boyutlu görüntü esas alınarak elde edilen M-mode, continuous wave Doppler, pulsed wave Doppler ve renkli Doppler yöntemleri kullanıldı. Standart sol parasternal, apikal, subkostal ve suprasternal görüntüler ile ölçümler alındı. Ameliyat öncesi ekokardiyografik değerlendirmede SVDSC, SVSSÇ, SK, MAG, OAG, AKA, SVEF, SVK ve SVKİ sistemati olarak ölçüldü. Sol ventrikül diyastol sonu çapı ve SVSSÇ, SK standartlara uygun olarak, iki boyutlu görüntü esas alınarak elde edilen M-mode ekokardiyografi ile ölçüldü. Aort kapak alanı devamlılık denklemi kullanılarak hesaplandı. Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu, modifiye Simpson yöntemi ile hesaplandı. Sol ventrikül kütle, biplan Simpson yöntemi kullanılarak hesaplandı. Bu yöntemle sol ventrikül epikardiyal ve endokardiyal sınırı ayrı ayrı çizilerek volümleri hesaplandı. Ölçümlerde papiller kaslar endokard sınırı dışında bırakıldı. Sol ventrikül kütle [1,04. (Vepikardiyal-Vendokardiyal)] formülü kullanılarak hesaplandı. Sol ventrikül kütle vücut yüzey alanına oranlanmasıyla SVKİ elde edildi. Çalışmada kullanılan metodoloji ile ölçülen SVKİ normal değerleri erkeklerde <134-143 g/m<sup>2</sup> ve kadınlarda <100-102 g/m<sup>2</sup>'dir<sup>[10]</sup>

### Cerrahi teknik

Tüm ameliyatlar standart mediyan sternotomi ile gerçekleştirildi. Miyokardiyal korunma antegrad soğuk kan kardiyoplejisi (1:4 oranında) ve orta derecede hipotermi ile sağlandı. Sol ventrikül venti sağ superior pulmoner venden konuldu. Aortotomi transvers şekilde, sinotübüler bileşkenin 1-2 cm üzerinden yapıldı. Hastanın BSA'sı da göz önünde bulundurularak, uygun boyuttaki proteze karar verildi. Mekanik aort kapak veya stentli biyolojik kapaklar için implantasyonu yapılacak hastalarda 2-0 Etibond plejitli dikişler kullanılacak şekilde 'horizontal supraanüler matres' dikişler (plejitler subanüler oturacak şekilde) konuldu. Dikişler sırasıyla kapak halkasından geçirildikten sonra kapak oturtuldu ve pozisyon verildi. Stentsiz kapaklar için ise üç adet 4-0 prolene ile devamlı dikiş tekniği ile subkoro-ner implantasyon tekniği uygulandı.

### Ameliyat sonrası yaklaşım ve takip

Ameliyat sonrası 1. günden itibaren tüm hastalara subkutan düşük molekül ağırlıklı heparine ek olarak oral antikoagülan tedavi başlandı. Mekanik kapak kullanılan hastalarda ömür boyu, stentsiz veya stentli biyolojik kapak kullanılan hastalarda ise AF/flutter yoksa üç ay oral antikoagülan tedaviye devam edildi. Biyoprotez kapak kullanılmış ve ilk üç ay içerisinde medikal tedaviye yanıt alınamayan AF veya flutter gelişmiş olan hastalara, antikoagülan tedaviye devam edildi. Konkomitan KABG ameliyatı uygulanan hastalara ek

olarak ameliyat sonrası 300 mg asetil salisilat asit (ASA) tedavisi de başlandı. Hastaların altı aylık takiplerinde, ameliyat öncesi toplanan klinik ve ekokardiyografik verileri tekrar değerlendirildi ve değişiklikler gruplar da göz önünde bulundurulacak şekilde istatistiksel olarak analiz edildi.

### İstatistiksel analiz

Kategorik veri haricindeki veri, ortalama ± standart sapma olarak verildi. Parametrik yöntemlerin kullanılabilmesi için gerekli varsayımı sağlayan gruplar arasındaki istatistiksel karşılaştırmalar varyans analizi, bu varsayımı sağlamayanlar arasındaki karşılaştırmalar ise Kolmogorov Smirnov testi ile gerçekleştirildi. Varyans analizinin ardından gerekli olduğu halde, Bonferroni çoklu karşılaştırma yöntemi ile gruplar aralarında ikili olarak karşılaştırıldı ve sonuç çıkarımında bulunuldu. Kolmogorov Smirnov testi'nin ardından, gerekli olduğu halde, Mann-Whitney U testi uygulanarak çoklu karşılaştırmalar gerçekleştirildi. Kategorik özelliklerin gruplar arası homojenliğinin araştırılmasında ki-kare testi kullanıldı. Farklılıklar p<0.05 durumunda anlamlı kabul edildi. İstatistiksel analizler Windows için SPSS (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) 13.0 versiyon programı kullanılarak gerçekleştirildi.

### BULGULAR

#### Ameliyat öncesi ve ameliyata bağlı özellikler açısından grupların karşılaştırılması

Hastaların demografik verileri açısından gruplar karşılaştırıldığında, stentli veya stentsiz biyolojik kapakların mekanik kapaklara kıyasla daha yaşlı hastalarda tercih edildiği görüldü (grup 1: 60.6±14.2; grup 2: 70.8±4.9; grup 3: 71.5±6.5; p<0.001) (Tablo 1). Ancak cinsiyet dağılımı ve diğer demografik özellikler açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmadı. Gruplar arasında ameliyat öncesi ekokardiyografik veriler karşılaştırıldığında, ortalama SVEF (p=0.18) açısından, gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı (Tablo 2). Aort kökü ölçümlerinden, ortalama anülüs çapı açısından mekanik ve stentli biyolojik kapak tercih edilen grupların stentsiz kapaklara göreceli olarak daha geniş aort kökünde tercih edildiği gözlemlendi (grup 1, 26.4±0.2; grup 2, 24.4±0.3; grup 3, 25.2±0.4; p<0.001). Benzer farklılık valsalva sinüs çapı ve sinotübüler bileşke çapları için de geçerliydi (Tablo 2). Gruplar arası diğer ameliyat öncesi ekokardiyografik parametreler karşılaştırıldığında ortalama MAG değeri (p=0.28), OAG değeri (p=0.17), SVDSC değeri (p=0.09), SVSSÇ değeri (p=0.45), SK değeri (p=0.14) ve SVKİ değeri (p=0.71) açısından üç grup arasında anlamlı bir fark saptanmadı.

**Tablo 1. Grupların demografik özellikleri**

	Mekanik protez (grup 1; n=31)			Stentsiz biyolojik kapak (grup 2; n=34)			Stentli biyolojik kapak (grup 3; n=20)			p
	Sayı	Yüzde	Ort.±SS	Sayı	Yüzde	Ort.±SS	Sayı	Yüzde	Ort.±SS	
Yaş (yıl)			60.6±14.2			70.8±4.9			71.5±6.5	<0.001
Cinsiyet										
Kadın	12	38.7		15	44.1		11	55		0.51
Erkek	19	61.3		19	55.9		9	45		0.51
Boy (cm)			163.2±6.7			164.0±9.0			163.4±10.9	0.93
Ağırlık (kg)			70.7±9.9			72.7±11.1			66.6±12.9	0.16
Vücut yüzey alanı (m <sup>2</sup> )			1.8±0.1			1.8±0.2			1.7±0.2	0.31
NYHA sınıf 3-4	22	70.9		25	73.5		13	65		0.90
KOAH	5	16.1		3	8.8		2	10		0.63
Diabetes mellitus	12	38.7		12	35.3		9	45		0.77
Hipertansiyon	20	64.5		29	85.3		14	70		0.14
Sigara	15	48.4		16	47.1		9	45		0.97

Ort.±SS: Ortalama ± standart sapma; NYHA: New York Heart Association; KOAH: Kronik obstrüktif akciğer hastalığı.

Gruplar arasında ameliyat verileri karşılaştırılırken her üç grupta da, izole kapak replasmanı yapılmış olan hastaların verileri değerlendirildi (eş zamanlı KABG ameliyatı yapılan hastalar değerlendirmeye katılmadı) (Tablo 2). Ortalama kros-klemp süresi açısından üç grup arasında anlamlı fark bulundu (p<0.001). Gruplar arasında ikili karşılaştırmalar yapıldığında grup 2'deki hastaların, grup 1 (p<0.001) ve grup 3'deki (p=0.001) hastalara göre kros-klemp süresinin anlamlı olarak daha

uzun olduğu, grup 1 ve grup 3 arasında ise kros-klemp süresi açısından anlamlı fark olmadığı görüldü (p=0.78). Ayrıca ortalama kardiyopulmoner baypas (CPB) süresi açısından da üç grup arasında benzer bir ilişki olduğu görüldü (Tablo 2). Hastaların ameliyat sonrası yoğun bakımda kalış süreleri (p=0.75) ve hastanede yatış süreleri (p=0.51) açısından üç grup arasında anlamlı fark bulunamadı (Tablo 2).

**Tablo 2. Grupların ameliyat öncesi, ameliyat sırası ve sonrası özellikleri**

	Mekanik protez (grup 1; n=31)	Stentsiz biyolojik kapak (grup 2; n=34)	Stentli biyolojik kapak (grup 3; n=20)	p
	Ort.±SS	Ort.±SS	Ort.±SS	
Ameliyat öncesi				
SVEF (%)	57.4±2.1	55.3±1.6	54.7±2.3	0.18
Aort kapak alanı (cm <sup>2</sup> )	0.9±0.1	1.1±0.1	1.1±0.1	0.002
Anülüs (mm)	26.4±0.2	24.4±0.3	25.2±0.4	<0.001
Valsalva sinus çapı (mm)	30.3±0.3	27.6±0.4	27.9±0.5	<0.001
Sinotübüler bileşke çapı (mm)	28.9±0.5	25.4±0.4	25.7±0.5	<0.001
Maksimum aort gradiyent (mmHg)	85.8±4.0	78.4±2.9	83.6±3.8	0.28
Ortalama aort gradiyent (mmHg)	51.2±2.6	45.2±1.9	46.6±3.2	0.17
SVDŞÇ (cm)	5.3±0.2	4.8±0.1	5.0±0.1	0.09
SVSSÇ (cm)	3.4±0.1	3.1±0.1	3.3±0.1	0.45
Septum kalınlığı (cm)	1.3±0.0	1.2±0.0	1.2±0.0	0.14
SVKİ (g/m <sup>2</sup> )	152.8±71.1	136.3±27.8	129.8±35.5	0.71
Ameliyat				
Kros-klemp süresi (dk)	54.6±2.3	74.7±2.6	59.2±3.3	<0.001
CPB süresi (dk)	85.4±3.4	103.3±2.6	82.9±4.5	<0.001
Ameliyat sonrası				
YB yatış süresi (saat)	38.2±2.2	42.0±3.1	47.9±7.5	0.75
Hastanede kalış süresi (gün)	8.3±0.4	8.6±0.7	9.3±0.9	0.51

Ort.±SS: Ortalama ± standart sapma; SVEF: Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu; SVDŞÇ: Sol ventrikül diyastol sonu çap; SVSSÇ: Sol ventrikül sistol sonu çap; SVKİ: Sol ventrikül kütle indeksi; CPB: Kardiyopulmoner baypas süresi.

**Tablo 3. Kullanılan kapak ölçülerinin gruplara göre dağılımı**

	Kapak çapı (mm)																	
	19		20		21		22		23		24		25		27		29	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Mekanik kapak (grup 1)	2	6.5	–	–	12	38.7	–	–	14	45.2	–	–	3	9.7	–	–	–	–
Stentsiz biyolojik kapak (grup 2)	–	–	–	–	4	11	–	–	8	23.5	–	–	13	38.2	8	23.5	1	2.9
Stentli biyolojik kapak (grup 3)	–	–	1	5	7	35	1	5	5	25	3	15	3	15	–	–	–	–

Gruplar arasında, kullanılan kapak ölçülerinin dağılımı Tablo 3’de verilmiştir. Efektif orifis alan indeksi değerleri sırasıyla;  $1.09 \pm 0.11 \text{ cm}^2/\text{m}^2$  (%95 güven aralığı (GA) 1.05-1.13);  $1.19 \pm 0.12 \text{ cm}^2/\text{m}^2$  (%95 GA 1.15-1.24);  $1.10 \pm 0.12 \text{ cm}^2/\text{m}^2$  (%95 GA 1.04-1.16) olarak ölçüldü ve gruplar arasında anlamlı fark olduğu saptandı ( $p=0.002$ ). Yapılan ikili karşılaştırmada farkın grup 2’den kaynaklandığı, grup 1 ve grup 3 arasında EOA indeks değerleri açısından anlamlı fark olmadığı izlendi. Hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası ekokardiyografik ölçümlerindeki değişiklikler Tablo 4’de özetlenmiştir. Buna göre; ejeksiyon fraksiyonu (EF), ameliyat sonrası 6. ayda üç grup için de anlamlı olarak arttı ( $p_1 < 0.001$ ;  $p_2 < 0.001$ ;  $p_3 = 0.003$ ). Ameliyat sonrası 6. ayda, MAG, OAG, SVSSÇ, SVDSÇ, SK, SVMİ parametreleri ise üç grup için de anlamlı olarak azaldı,  $p$  değerleri Tablo 4’de verilmiştir. Her üç grup için MAG değişim oranı Şekil 1e’de gösterilmiştir.

#### Ameliyat sonrası değişim oranlarının gruplar arasında karşılaştırılması

Ejeksiyon fraksiyonu, SVDSÇ, SVSSÇ, SK gibi ekokardiyografik parametrelerinin ameliyat sonrası 6. aydaki değişim oranları açısından, üç grup arasında anlamlı fark bulunamadı,  $p$  değerleri Tablo 5’de verilmiştir (Şekil 1). Ancak  $\Delta\text{SVKİ}$ ’nin mekanik ve stentsiz biyolojik kapaklarda, stentli biyolojik kapaklara oranla

daha ileri düzeyde olduğu saptandı [Grup 1,  $\%20.8 \pm 17.9$  azalma,  $\%95 \text{ GA}$  14.3-27.4; grup 2,  $\%20.2 \pm 6.5$  azalma,  $\%95 \text{ GA}$  18.9-24.0; Grup 3,  $\%15.4 \pm 9.3$  azalma,  $\%95 \text{ GA}$  11.0-19.8;  $p=0.042$ ). Anulus çapı 25 mm’nin altındaki hastalarda, 3 grup arasında ameliyat sonrası 6. ayda ekokardiyografik bulguların değişimlerinin karşılaştırması yapıldığında; SVEF, SVDSÇ, SVSSÇ, SK parametrelerinin ameliyat sonrası 6. aydaki değişim oranı açısından, üç grup arasında anlamlı fark olmadığı gösterilmiş olup  $p$  değerleri Tablo 6’da özetlendiği gibidir.  $\Delta\text{SVKİ}$  değerinde ise stentsiz biyolojik kapaklarda ( $21.5 \pm 6.2$  azalma,  $\%95 \text{ GA}$ ; dağılım 18.9-24.0) diğer gruplara oranla daha belirgin gerileme olduğu gösterildi ( $p=0.029$ ).

#### TARTIŞMA

Protez seçiminin, ciddi aort darlığı olan hastaların cerrahi tedavisinde hasta yaşam oranları ve kalitesi açısından son derece önemli bir yeri olduğu kabul edilmektedir. Aort kapak protez seçiminde hasta ilişkili faktörler (hastanın kişisel tercihi, yaşam beklentisi, düzenli ilaç kullanma alışkanlığı, medikasyona uyumu, yaşam stili, gebelik beklentisi, mesleği gibi) ile cerrahi işlem ilişkili faktörler (dar veya kalsifiye aort kökü, endokardit gibi bir hastalığın tedavisi gibi) önemli rol oynar. Diğer yandan mekanik kapak implantasyonu sonrasında; pannus formasyonu, tromboembolizm, kanama, yapısal sorunlar (strut kırıkları gibi), enfeksiyon, subklinik hemoliz sorunları ön plana çıkarken biyoprotez implantasyonu

**Tablo 4. Gruplardaki ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası altıncı ay ekokardiyografik bulguların değişimi**

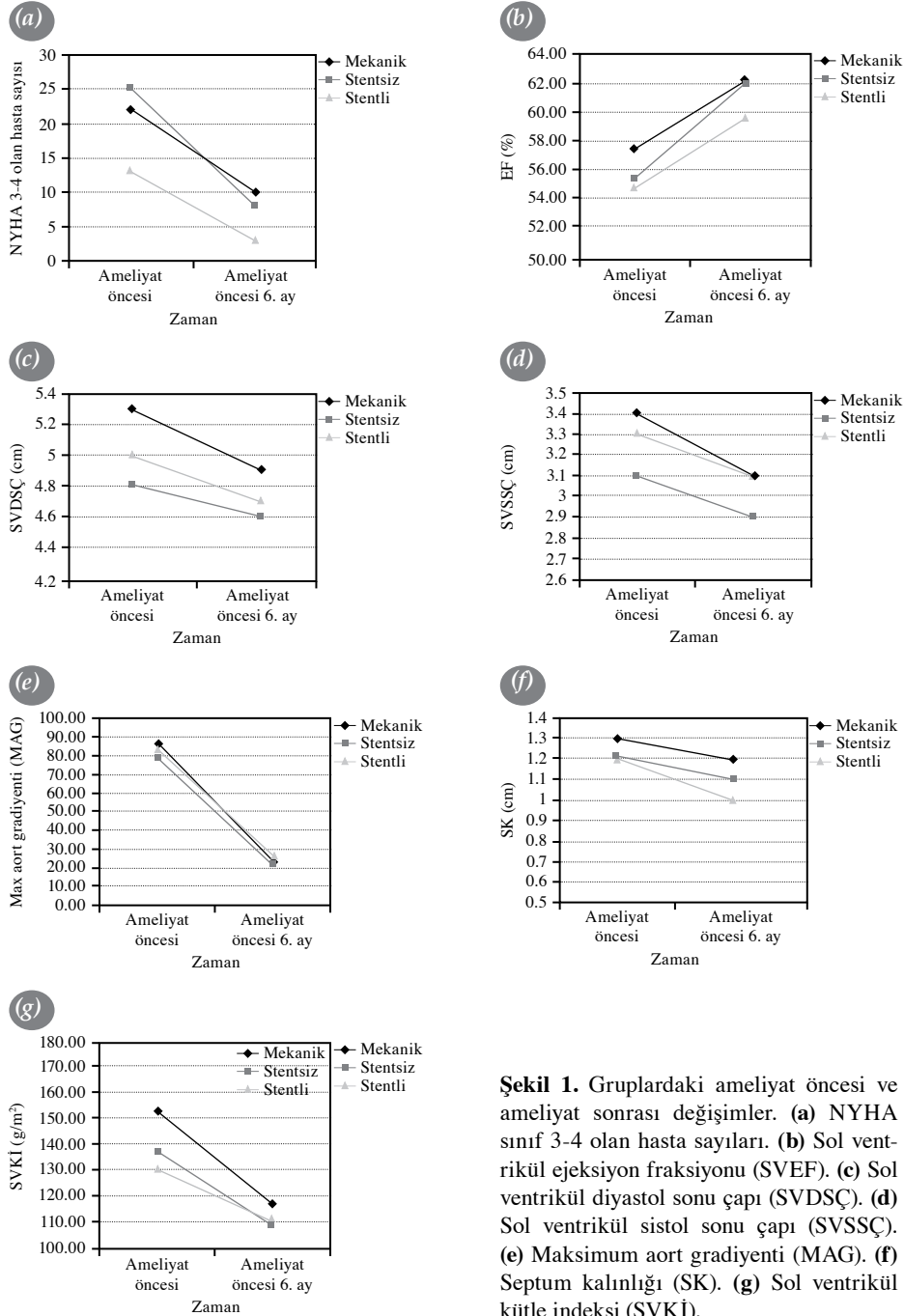
	Mekanik protez (grup 1; n=31)		Stentsiz biyolojik kapak (grup 2; n=34)		Stentli biyolojik kapak (grup 3; n=20)		p1	p2	p3
	Ameliyat öncesi	Ameliyat sonrası 6. ay	Ameliyat öncesi	Ameliyat sonrası 6. ay	Ameliyat öncesi	Ameliyat sonrası 6. ay			
	Ort.±SS	Ort.±SS	Ort.±SS	Ort.±SS	Ort.±SS	Ort.±SS			
EF (%)	57.4±2.1	62.2±1.6	55.3±1.6	61.9±1.5	54.7±2.3	59.6±2.2	<0.001	<0.001	0.003
MAG (mmHg)	85.8±4.0	23.6±1.9	78.4±2.9	21.9±1.2	83.6±3.8	26.1±2.3	<0.001	<0.001	<0.001
OAG (mmHg)	51.2±2.6	12.5±1.1	45.2±1.9	10.7±0.7	46.6±3.2	10.8±1.2	<0.001	<0.001	<0.001
SVSSÇ (cm)	3.4±0.1	3.1±0.1	3.1±0.1	2.9±0.1	3.3±0.1	3.1±0.1	<0.001	0.004	0.017
SVDSÇ (cm)	5.3±0.2	4.9±0.1	4.8±0.1	4.6±0.1	5.0±0.1	4.7±0.1	<0.001	0.032	0.005
SK (cm)	1.3±0.03	1.2±0.02	1.2±0.02	1.1±0.03	1.2±0.04	1.0±0.03	<0.001	<0.001	<0.001
SVKİ (g/m <sup>2</sup> )	152.8±71.1	116.4±49.5	136.3±27.8	108.8±24.8	129.8±35.5	109.6±30.6	<0.001	<0.001	<0.001

EF: Ejeksiyon fraksiyonu; MAG: Maksimal aort gradiyent; OAG: Ortalama aort gradiyent; SVDSÇ: Sol ventrikül diyastol sonu çap; SVSSÇ: Sol ventrikül sistol sonu çap; SK: Septum kalınlığı; SVMİ: Sol ventrikül kütle indeksi.

sonrasında ise yapısal dejenerasyon, tekrar ameliyat riski, tromboembolizm ve yine aynı oranlarda enfeksiyon gündeme gelebilmektedir. Son yıllarda sağlanan teknolojik gelişmeler doğrultusunda, biyolojik kökenli aort kapakları daha iyi hemodinamik performans ve giderek azalan dejenerasyon oranları ile gündeme gelmiştir. Bu çalışmada, son yıllarda üretilen mekanik veya stentli ve stentsiz biyolojik kapakların performanslarını ve klinik sonuçları karşılaştırmayı amaçladık. Etketif

orifis alan indeksi ve SVKİ değerleri yaşam kalitesini doğrudan etkilediği için bu çalışmada sonlanım noktaları olarak seçildi. Bu çalışmada özellikle dar aort kökü olan hastalarda stentsiz AKR sonrası sol ventrikül geometrisindeki olumlu değişiklikler ve SVKİ regresyonunun gösterilmesi cerrahi pratiğimizi etkileyebilecektir.

Aort kapak replasmanı için öncül çalışmalar, 40 yıl önce Harken ve ark.<sup>[11]</sup> ile başlamış ve günümüze



**Şekil 1.** Gruplardaki ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası değişimler. (a) NYHA sınıf 3-4 olan hasta sayıları. (b) Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (SVEF). (c) Sol ventrikül diyastol sonu çapı (SVDSC). (d) Sol ventrikül sistol sonu çapı (SVSSC). (e) Maksimum aort gradiyenti (MAG). (f) Septum kalınlığı (SK). (g) Sol ventrikül kütle indeksi (SVKİ).

**Tablo 5. Ekokardiyografik ölçümlerdeki ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası altıncı ay düzelme oranının gruplar arasında karşılaştırılması**

	Mekanik protez (grup 1; n=31)	Stentsiz biyolojik kapak (grup 2; n=34)	Stentli biyolojik kapak (grup 3; n=20)	<i>p</i>
	Ort.±SS	Ort.±SS	Ort.±SS	
ΔSVEF	+10.7±2.6	+13.2±2.8	+10.0±2.7	0.52
ΔSVDSÇ	-7.3±1.1	-4.1±3.5	-5.6±1.9	0.24
ΔSVSSÇ	-7.5±2.2	-6.4±2.1	-5.6±3.0	0.86
ΔSK oranı	-9.2±1.7	-8.1±2.0	-13.1±2.1	0.25
ΔSVKİ azalma oranı	-20.8±17.9	-20.2±6.5	-15.4±9.3	0.042

Δ: Delta; SVEF: Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu; SVDSÇ: Sol ventrikül diyastol sonu çap; SVSSÇ: Sol ventrikül sistol sonu çap; SK: Septum kalınlığı; SVKİ: Sol ventrikül kütle indeksi.

kadar gelmiştir. Günümüzde AKR için kullanılabilir alternatifler arasında mekanik protezler, stentli ve stentsiz biyolojik kapaklar, homogreft ve otogreftler bulunmaktadır.<sup>[12,13]</sup> Nativ kapağa benzerlikleri homogreftler ve stentsiz biyoprotezler için önemli avantajlar olarak kabul edilmektedir. Aortik anülüse implante edilen stentli biyolojik kapakların fizyolojik olmayan bir akım paterni ile birlikte, stent halkası nedeniyle obstrüktif bir doğası vardır ve rezidüel basınç gradientine neden olabilmektedir. Bu nedenle günümüzde kullanılan stentli biyolojik kapakların genellikle supraanüler bir konfigürasyonu bulunmaktadır. Supraanüler dikiş tekniği daha kolay ve güvenli olmasının yanı sıra, kapağın anülüsün üzerine oturmasını ve cerrahi dikiş halkasının kapağın altında kalmasını sağlayarak hastaya daha büyük kapak implantasyonuna ve daha iyi hemodinamik sonuçlara olanak sağlar. Aort kapak replasmanından sonra transvalvüler gradientler amaçlandığı düzeylerde düşürülemediği takdirde SVH'nin de istenen düzeylerde gerilemediği gözlenmiştir.<sup>[14]</sup> Aort kapak replasmanı için kullanılan protezler içinde transvalvüler gradient açısından en avantajlı olanlar benzer hemodinamik özellikleri nedeniyle otogreft, homogreft ve stentsiz biyolojik kapaklardır. Stentsiz biyoprotezlerin etkin kapak alanı stentli biyolojik kapaklardan daha geniştir çünkü kapak alanını daraltan bir tutunma

halkası barındırmazlar<sup>[14]</sup> Kliniğimizde çalışma süresi boyunca izole aort darlığı nedeniyle ameliyat edilen hastalardan mekanik kapak grubunda iki, stentli biyolojik kapak grubunda ise bir hastada ameliyat sonrası 6. ay kontrollerinde yüksek gradient tespit edildi, bu durum, hasta-protez uyumsuzluğu lehine yorumlanarak bu hastalara tekrar ameliyat uygulandı. Ancak bu hastalar düşük EF olması nedeniyle çalışma gruplarına dahil edilmedi. Özellikle aort kökünü yenileme amacıyla yerleştirilen stentsiz kapaklar sistolde yaprakçıkları dışa doğru iterek Valsalva sinüslerinin genişlemesine olanak tanır. Stentsiz kapakların bu özelliği etkili kapak alanının daha da genişlemesine yardımcı olabilir. Ameliyat sonrası dönemde, stentsiz biyolojik kapakla bu optimum hemodinamik etkinliği nedeniyle daha fazla SVK gerilemesine neden olabildikleri yakın geçmişte gösterilmiştir.<sup>[15,16]</sup>

Aort kapak replasmanı sonrasında hastaların semptomları iyileşir, yaşam kaliteleri ve yaşam süreleri artar.<sup>[17]</sup> Harpole ve Jones<sup>[18]</sup> aort darlığı olgularında AKR sonrası erken ve geç dönem olmak üzere sol ventrikül volüm indekslerinin azaldığını, istirahat ventrikül performansının düzeldiğini, maksimum efor kapasitesi elde edildiğini ve bütün bu değişikliklerin AKR sonrası dinamik engelin kalkmasına bağlı olduğunu

**Tablo 6. Yirmi beş no ve altı kapak takılan hastalarda gruplar arasında ekokardiyografik bulguların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası altıncı ayda değişim oranının karşılaştırılması**

	Mekanik protez (grup 1; n=31)	Stentsiz biyolojik kapak (grup 2; n=25)	Stentli biyolojik kapak (grup 3; n=20)	<i>p</i>
	Ort.±SS	Ort.±SS	Ort.±SS	
ΔEF (%)	10.7±2.6	10.3±1.4	10.0±2.7	0.69
ΔSVDSÇ (%)	-7.3±1.1	-4.7±0.2	-5.6±1.9	0.28
ΔSVSSÇ (%)	-7.5±2.2	-8.1±1.1	-5.6±3.0	0.57
ΔSK (%)	-9.2±1.7	-13.6±2.8	-13.1±2.1	0.18
ΔSVKİ (%)	-20.8±17.9	-21.4±6.2	-15.4±9.3	0.029

Δ: Delta; SVEF: Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu; SVDSÇ: Sol ventrikül diyastol sonu çap; SVSSÇ: Sol ventrikül sistol sonu çap; SK: Septum kalınlığı; SVKİ: Sol ventrikül kütle indeksi.

bildirmişlerdir. Kühl ve ark.<sup>[19]</sup> ise AKR yapılan 30 hastanın ameliyat sonrası 1. yılda yapılan ekokardiyografik ve klinik verilerini değerlendirdikleri çalışmada ameliyat öncesi ortalama  $2.9 \pm 0.5$  olan NYHA (New York Heart Association) fonksiyonel sınıflandırmasının ameliyat sonrası  $1.4 \pm 0.5$  olacak şekilde anlamlı bir düzelme gösterdiği vurgulanmıştır. Aort kapak replasmanı sonrası SVEF değerlerinde ortalama %6-8 artış olduğunu savunan yayınlar olduğu gibi<sup>[20-23]</sup> ameliyat sonrası EF değerlerinde minimal artış olan veya artış gözlenmeyen çalışmalar da vardır.<sup>[24-26]</sup>

Aort kapak hastalıklarında miyokardın hacim ve basınç yüküne verdiği yanıt SVH'dir. Hipertrofi, sistolik duvar stresi ve EF arasındaki ilişkiyi korumak için kas kütlelerinde konsantrik artışla karakterizedir. Aort darlığı durumunda majör ventrikül uyum mekanizması kas kitlesinin kavite içi çapta artış olmadan artmasıdır.<sup>[27]</sup> Araştırmalar göstermiştir ki, orta seviyede SVH olan hastalarda dahi çeşitli nedenlerle (yaş, cinsiyet, koroner arter hastalığı ve hipertansiyon için ayarlanmış halde bile) ölüm riskleri daha fazladır.<sup>[28]</sup> Aort kapak replasmanından sonra görülen geç ölümler genellikle ani kardiyak ölüm, aritmiler ve konjestif kalp yetmezliği nedeniyle meydana gelmektedir.<sup>[29]</sup> Hastanın yaşı, cinsiyeti, hipertansiyon, diyabet, koroner arter hastalığı ve AF varlığı ve sol ventrikül işlevi gibi birçok etken de SVH'deki gerilemeyi etkileyen nedenlerdir. Protez kapak üzerindeki gradientin düşük olması SVK'deki gerilemenin en önemli nedenidir.<sup>[30]</sup>

Farklı yayınlarda AKR sonrasında SVH'de belirgin gerileme olduğu bildirilmiştir.<sup>[31-33]</sup> Aort kapak replasmanından sonra SVK'nin gerilemesinin zaman açısından seyri bilinmemektedir. Sol ventrikül kütledeki gerileme büyük oranda ilk altı ayda, daha düşük oranda da 12 aydan sonra meydana gelir ve bu gerileme hem diyastolik işlevlerinde hem de hastanın fonksiyonel kapasitesinde düzelme ile sonuçlanır. Erken dönemdeki benzer SVK gerileme oranları AKR'den sonra kapaktaki rezidü gradientin göreceli olarak daha düşük olmasından değil ard yükteki azalma nedeniyle ortaya çıkmaktadır.<sup>[32,34]</sup> Kurnik ve ark.,<sup>[35]</sup> bilgisayarlı tomografi ile SVK gerilemesinin AKR'den dört ay sonra %27, sekiz ay sonra ise %36 oranında olduğunu bildirmişlerdir. Panidis ve ark.,<sup>[36]</sup> ise farklı olarak ekokardiyografik olarak altı aydan önce %10'luk önemsiz seviyede gerileme elde ederlerken, altı aydan sonra %34'lük anlamlı gerileme elde etmişlerdir. Aort kapak replasmanı sonrası SV geometrisindeki değişiklikler, anülüs boyutuna, kapak tipine ve aorttaki lezyona göre karşılaştırılmalıdır. Küçük aort köküne sahip hastalarda SVK gerilemesi, büyük kapakları olan hastalarla farklılık gösterebilir.

De Paulis ve ark.<sup>[37]</sup> aort stenozu nedeniyle ameliyat ettikleri olgularda, stentli biyolojik kapaklarda %28 ve mekanik protezlerde ise %36 oranında SVH'de azalma saptamışlardır. Ali ve ark.nın<sup>[38]</sup> yayınladıkları çalışmada ise AKR uygulanan toplam 161 hasta değerlendirilmiş ve stentsiz kapak kullanılan 60 hasta ile stentli kapak kullanılan 61 hasta, ameliyat sonrası bir yıl takiplerindeki SVK regresyonu ve hemodinamik düzelme açısından iki grup arasında anlamlı fark görülmezken, EF değerleri stentsiz kapak takılan hastalarda daha belirgin bir artış göstermiştir. Bech-Hanssen ve ark.nın<sup>[39]</sup> yapmış oldukları; 95 mekanik protez, 42 stentli protez kullanılarak AKR uygulanan hastaların sonuçlarını değerlendirdikleri çalışmada ise; stentli protez kullanılan grupta ameliyat sonrası SV basınçlarının, benzer ölçekli mekanik protez kullanılan gruba göre daha yüksek olduğunu ve bunun bir sonucu olarak mekanik protez kullanılan hastalardaki SVKİ regresyonunun daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca aynı çalışmada, 21 No mekanik ve 23 No biyoprotez kapak kullanılan hastalar, hemodinamik düzelme ve SVK regresyonu açısından karşılaştırılmış ve iki grup arasında anlamlı fark bulunamamıştır.

Bizim çalışmamızda ise ameliyat sonrası SVKİ azalma oranları (%), mekanik protez kullanılan grupta  $20.8 \pm 17.9$ , stentsiz protez kullanılan grupta  $20.2 \pm 6.5$  ve stentli protez kullanılan grupta  $15.4 \pm 9.3$  olarak ölçüldü ve mekanik ve stentsiz biyolojik kapak implante edilen hastalarda, stentli biyolojik kapak kullanılan hastalara oranla anlamlı fark olduğu görüldü. Ejeksiyon fraksiyonu artış oranı, SV çaplarındaki azalma oranı ve SK azalma oranı açısından ise üç grup arasında anlamlı fark bulunamadı. Yirmi beş no ve daha küçük ölçekli protez kullanılan hastalarda yapılan altgrup analizi sonuçlarına göre ise üç grup arasında EF artış oranı, SV çaplarındaki azalma oranı ve SK azalma oranı açısından anlamlı fark bulunamadı ancak SVKİ değişim oranı açısından stentsiz kapak takılan grupta anlamlı fark olduğu görüldü. Literatürde birçok çalışmada, stentsiz biyolojik kapakların mekanik ve stentli biyolojik kapaklara kıyasla daha iyi bir hemodinamik performans ve SVKİ gerilemesi sağladığı vurgulanmıştır.<sup>[14-16]</sup> Bizim çalışmamızda, bu çalışmalarla istatistiksel olarak benzer sonuçlar elde edilememiş olmasının, hasta sayısının gruplar arasında homojen bir dağılım göstermemiş olmasından kaynaklı olduğunu düşünmekteyiz. Ancak yapılan altgrup analizinde dar aort kökü olan hastalarda stentsiz kapaklar SVKİ gerilemesi açısından istatistiksel olarak farklı çıkmış olup, özellikle bu hasta grubunda daha iyi klinik sonuçlar için stentsiz kapak tercihini önermekteyiz.

Sonuç olarak, çalışmamızda AKR sonrası hastaların semptomlarındaki belirgin düzelme NYHA fonksiyonel



sınıflarındaki gerilemelerle gösterildi. Sol ventrikül işlevlerinde ve geometrisindeki düzeltilmeler ise ameliyat sonrası ilk altı ayda değerlendirildi. Mekanik, stentsiz ve stentli biyolojik kapak kullanılan hastaların sonuçları karşılaştırıldığında ise; her üç grupta da AKR'den sonraki ilk altı ayda sol ventrikül çapları ve işlev parametreleri istatistiksel olarak anlamlı derecede düzeldi. Özellikle EF, SVSSÇ, SVDSÇ ve SK gibi parametrelerde ameliyat sonrası değişim oranları açısından gruplar karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık tespit edilemedi. Sol ventrikül kütle indeksinin değişim oranları incelendiğinde ise, mekanik ve stentsiz kapak gruplarının stentli biyolojik kapak grubuna göre daha belirgin gerileme ile birlikte olduğu tespit edildi. Aynı analiz, dar aort kökü olan altgrupta yapıldığında stentsiz kapak grubunda SVKİ'nin daha belirgin gerilediği saptandı. Elde ettiğimiz bulgular ulusal perspektifte geniş ölçekli prospektif randomize bir çalışmanın gerekliliğini ortaya koymaktadır.

#### Çıkar çakışması beyanı

Yazarlar bu yazının hazırlanması ve yayınlanması aşamasında herhangi bir çıkar çakışması olmadığını beyan etmişlerdir.

#### Finansman

Yazarlar bu yazının araştırma ve yazarlık sürecinde herhangi bir finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

#### KAYNAKLAR

1. Grossman W. Cardiac hypertrophy: useful adaptation or pathologic process? *Am J Med* 1980;69:576-84.
2. Hess OM, Ritter M, Schneider J, Grimm J, Turina M, Krayenbuehl HP. Diastolic stiffness and myocardial structure in aortic valve disease before and after valve replacement. *Circulation* 1984;69:855-65.
3. Huber D, Grimm J, Koch R, Krayenbuehl HP. Determinants of ejection performance in aortic stenosis. *Circulation* 1981;64:126-34.
4. Monrad ES, Hess OM, Murakami T, Nonogi H, Corin WJ, Krayenbuehl HP. Time course of regression of left ventricular hypertrophy after aortic valve replacement. *Circulation* 1988;77:1345-55.
5. Pantely G, Morton M, Rahimtoola SH. Effects of successful, uncomplicated valve replacement on ventricular hypertrophy, volume, and performance in aortic stenosis and in aortic incompetence. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1978;75:383-91.
6. Ali A, Patel A, Ali Z, Abu-Omar Y, Saeed A, Athanasiou T, et al. Enhanced left ventricular mass regression after aortic valve replacement in patients with aortic stenosis is associated with improved long-term survival. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011;142:285-91. doi: 10.1016/j.jtcvs.2010.08.084.
7. Kobayashi J. Stentless aortic valve replacement: an update. *Vasc Health Risk Manag* 2011;7:345-51. doi: 10.2147/VHRM.S11253.

8. Davis EA, Greene PS, Cameron DE, Gott VI, Laschinger JC, Stuart RS, et al. Bioprosthetic versus mechanical prostheses for aortic valve replacement in the elderly. *Circulation* 1996;94:III121-5.
9. Akar AR, Kurtcephe M, Sener E, Alhan C, Durdu S, Kunt AG, et al. Validation of the EuroSCORE risk models in Turkish adult cardiac surgical population. *Eur J Cardiothorac Surg* 2011;40:730-5. doi: 10.1016/j.ejcts.2011.01.002.
10. El-Husseini AA, Sheashaa HA, Hassan NA, El-Demerdash FM, Sobh MA, Ghoneim MA. Echocardiographic changes and risk factors for left ventricular hypertrophy in children and adolescents after renal transplantation. *Pediatr Transplant* 2004;8:249-54.
11. Harken DE, Soroff HS, Taylor WJ, Lefemine AA, Gupta SK, Lunzer S. Partial and complete prostheses in aortic insufficiency. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1960;40:744-62.
12. Bach DS, Goldman B, Verrier E, Petracek M, Wood J, Goldman S, et al. Eight-year hemodynamic follow-up after aortic valve replacement with the Toronto SPV stentless aortic valve. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2001;13:173-9.
13. Dagenais F, Cartier P, Dumesnil JG, Pibarot P, Lemieux M, Raymond G, et al. A single center experience with the freestyle bioprosthesis: midterm results at the Québec Heart Institute. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2001;13:156-62.
14. Akar AR, Szafranek A, Alexiou C, Janas R, Jasinski MJ, Swanevelter J, et al. Use of stentless xenografts in the aortic position: determinants of early and late outcome. *Ann Thorac Surg* 2002;74:1450-7.
15. David TE, Feindel CM, Bos J, Sun Z, Scully HE, Rakowski H. Aortic valve replacement with a stentless porcine aortic valve. A six-year experience. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994;108:1030-6.
16. Casabona R, De Paulis R, Zattera GF, di Summa M, Bottone W, Stacchino C, et al. Stentless porcine and pericardial valve in aortic position. *Ann Thorac Surg* 1992;54:681-4.
17. Gaudino M, Alessandrini F, Glioca F, Luciani N, Cellini C, Pragliola C, et al. Survival after aortic valve replacement for aortic stenosis: does left ventricular mass regression have a clinical correlate? *Eur Heart J* 2005;26:51-7.
18. Harpole DH, Jones RH. Serial assessment of ventricular performance after valve replacement for aortic stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990;99:645-50.
19. Kühl HP, Franke A, Puschmann D, Schöndube FA, Hoffmann R, Hanrath P. Regression of left ventricular mass one year after aortic valve replacement for pure severe aortic stenosis. *Am J Cardiol* 2002;89:408-13.
20. Rajappan K, Melina G, Bellenger NG, Amrani M, Khaghani A, Pennell DJ, et al. Evaluation of left ventricular function and mass after Medtronic Freestyle versus homograft aortic root replacement using cardiovascular magnetic resonance. *J Heart Valve Dis* 2002;11:60-5.
21. Sandstede JJ, Beer M, Hofmann S, Lipke C, Harre K, Pabst T, et al. Changes in left and right ventricular cardiac function after valve replacement for aortic stenosis determined by cine MR imaging. *J Magn Reson Imaging* 2000;12:240-6.
22. Gelsomino S, Frassani R, Morocutti G, Nucifora R, Da Col P, Minen G, et al. Time course of left ventricular remodeling after stentless aortic valve replacement. *Am*

- Heart J 2001;142:556-62.
23. Lund O, Emmertsen K, Dørup I, Jensen FT, Flø C. Regression of left ventricular hypertrophy during 10 years after valve replacement for aortic stenosis is related to the preoperative risk profile. *Eur Heart J* 2003;24:1437-46.
  24. Waszyrowski T, Kasprzak JD, Krzeminska-Pakuła M, Drozd J, Dziatkowiak A, Zasłonka J. Regression of left ventricular dilatation and hypertrophy after aortic valve replacement. *Int J Cardiol* 1996;57:217-25.
  25. Zussa C, Polesel E, Rigo F, Guarracino F. Left ventricular remodeling after aortic valve replacement with the Toronto-SPV prosthesis. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 1999;11:103-6.
  26. Villari B, Sossalla S, Ciampi Q, Petruzzello B, Turina J, Schneider J, et al. Persistent diastolic dysfunction late after valve replacement in severe aortic regurgitation. *Circulation* 2009;120:2386-92. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.812685.
  27. Carabello BA, Zile MR, Tanaka R, Cooper G 4th. Left ventricular hypertrophy due to volume overload versus pressure overload. *Am J Physiol* 1992;263:H1137-44.
  28. Jin XY, Pillai R, Westaby S. Medium-term determinants of left ventricular mass index after stentless aortic valve replacement. *Ann Thorac Surg* 1999;67:411-6.
  29. Christakis GT, Joyner CD, Morgan CD, Femes SE, Buth KJ, Sever JY, et al. Left ventricular mass regression early after aortic valve replacement. *Ann Thorac Surg* 1996;62:1084-9.
  30. Krayenbuehl HP, Hess OM, Monrad ES, Schneider J, Mall G, Turina M. Left ventricular myocardial structure in aortic valve disease before, intermediate, and late after aortic valve replacement. *Circulation* 1989;79:744-55.
  31. González-Juanatey JR, García-Acuña JM, Vega Fernandez M, Amaro Cendón A, Castelo Fuentes V, García-Bengoechea JB, et al. Influence of the size of aortic valve prostheses on hemodynamics and change in left ventricular mass: implications for the surgical management of aortic stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996;112:273-80.
  32. Biederman RW, Magovern JA, Grant SB, Williams RB, Yamrozik JA, Vido DA, et al. LV reverse remodeling imparted by aortic valve replacement for severe aortic stenosis; is it durable? A cardiovascular MRI study sponsored by the American Heart Association. *J Cardiothorac Surg* 2011;6:53. doi: 10.1186/1749-8090-6-53.
  33. Brown ML, Schaff HV, Suri RM, Li Z, Sundt TM, Dearani JA, et al. Regression in left ventricular mass after aortic valve replacement for chronic aortic regurgitation is unrelated to prosthetic valve size. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011;142:e5-9. doi: 10.1016/j.jtcvs.2010.08.043.
  34. Sutton M, Plappert T, Spiegel A, Raichlen J, Douglas P, Reichel N, et al. Early postoperative changes in left ventricular chamber size, architecture, and function in aortic stenosis and aortic regurgitation and their relation to intraoperative changes in afterload: a prospective two-dimensional echocardiographic study. *Circulation* 1987;76:77-89.
  35. Kurnik PB, Innerfield M, Wachspress JD, Eldredge WJ, Waxman HL. Left ventricular mass regression after aortic valve replacement measured by ultrafast computed tomography. *Am Heart J* 1990;120:919-27.
  36. Panidis IP, Kotler MN, Ren JF, Mintz GS, Ross J, Kalman P. Development and regression of left ventricular hypertrophy. *J Am Coll Cardiol* 1984;3:1309-20.
  37. De Paulis R, Sommariva L, Colagrande L, De Matteis GM, Fratini S, Tomai F, et al. Regression of left ventricular hypertrophy after aortic valve replacement for aortic stenosis with different valve substitutes. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998;116:590-8.
  38. Ali A, Halstead JC, Cafferty F, Sharples L, Rose F, Coulden R, et al. Are stentless valves superior to modern stented valves? A prospective randomized trial. *Circulation* 2006;114:I535-40.
  39. Bech-Hanssen O, Caidahl K, Wall B, Mykén P, Larsson S, Wallentin I. Influence of aortic valve replacement, prosthesis type, and size on functional outcome and ventricular mass in patients with aortic stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;118:57-65.