

# Renkli Doppler Ekokardiyografi Yöntemleri İle Mitral Yetersizliği Ciddiyetinin Değerlendirilmesi

Dr.Mehmet Eren, Dr.Bahadır Dağdeviren, Dr.Osman Bolca, Dr. Tuğrul Norgaz  
Dr.Aydın Yıldırım, Dr.Hülya Akhan, Dr.Dilaver Öz, Dr.Hale Yaka, Dr.Nihat Özer, Dr.Tuna Tezel  
Siyami Ersek Göğüs, Kalp ve Damar Cerrahisi Merkezi, Kardiyoloji Bölümü, İstanbul

**Amaç:** Bu çalışma; mitral yetersizliği (MY) ciddiyetini değerlendirmede renkli Doppler yöntemlerinden vena kontrakt (VK), yaklaşan akım bölgesi (PISA) ve jet alanı (JA) ölçümlerinin irdelenmesinin yanısıra bu metodlar ile oluşturulan bir algoritmanın doğruluğunu test etmek için planlandı.

**Yöntem:** Seksenyedi çeşitli derecedeki kronik MY hastası çalışmaya alındı. Hafif MY için  $VK < 0.3$  cm, PISA ile hesaplanan maksimum MY akım hızı ( $Q_{max}$ )  $< 72$  cm<sup>3</sup>/sn ve yetersizlik JA  $< 4$  cm<sup>2</sup> alındı. Ciddi MY için  $VK > 0.5$  cm,  $Q_{max} > 240$  cm<sup>3</sup>/sn ve JA  $> 8$  cm<sup>2</sup> kabul edildi. İki sınır arasındaki değerler ise orta MY olarak sınıflandırıldı. Algoritma ise, birinci basamakta VK çapı ve VK' nın orta değerlerinde ise ikinci basamak olarak santral jetlerde JA ve eksantrik jetlerde ise  $Q_{max}$  elde edilerek oluşturuldu. Referans metod olarak aort ve mitral atım hacimlerine dayanan kantitatif Doppler yöntemi alındı. Bu yöntemle hesaplanan yetersizlik fraksiyonu  $\geq 50\%$  ciddi,  $21-49\%$  orta ve  $\leq 20\%$  hafif MY olarak kabul edildi.

**Bulgular:** Orta ile ciddi MY'ni ayırt etmede VK çapının duyarlılığı azalmaktaydı (% 63). Hesaplanan eksantrik jetlerde yetersizlik volümü PISA ile kantitatif Doppler' e göre daha fazla hesaplanmaktaydı ( $70 \pm 49$  cm<sup>3</sup> e karşın  $59 \pm 29$  cm<sup>3</sup>,  $p=0.04$ ). Eksantrik jetlerde JA benzer yetersizlik fraksiyonuna rağmen (%  $46 \pm 16$  karşın %  $47 \pm 12$ ,  $p=0.93$ ) santral jetlerden düşüktü ( $6.8 \pm 3.2$  cm<sup>2</sup> karşın  $8.5 \pm 3.3$  cm<sup>2</sup>,  $p=0.02$ ). Algoritma ile referans metod arasındaki uyum iyi ve diğer üç metodunkinden fazla idi (Kappa katsayısı 0.89' a karşı sırasıyla VK,  $Q_{max}$  ve JA için 0.65, 0.63 ve 0.45 idi). Algoritmanın orta MY' leri hafiften ve ciddi MY' leri ciddi olmayanlardan ayırmada doğruluğu yüksekti (% 98 ve % 95).

**Sonuç:** VK çapı, PISA ve JA yöntemlerinin birlikte kullanımı ile MY ciddiyetini karmaşık hale getirmeden doğru bir şekilde değerlendirebiliriz. (*Ana Kar Der, 2001; 1: 90-97*)

**Anahtar Kelimeler:** Mitral yetersizliği, renkli Doppler ekokardiyografi, yetersizlik ciddiyeti

## Giriş

Mitral yetersizliği (MY)'nde başarılı mitral kapak replasmanlarından sonra bile sol ventrikül fonksiyon bozukluğunun görülmesi, ameliyat zamanının doğru olarak tespitini zorunlu kılmaktadır. Bu zamanın tayininde ise, MY derecesinin belirlenmesi önemli bir basamaktır (1,2). Bu durumda tek başına geçerliliği ispatlanmış invazif olmayan bir metodun olmaması (3) birden fazla yöntemin bir arada kullanılmasını gerektirmektedir (4-9). Renkli Doppler görüntüleme yöntemlerinden sol atriya giren jetin alanı (10-12), yaklaşan akım bölgesi (PISA) (7,13,14) ve vena kontrakta (VK) (6,15-17) MY ciddiyetini değerlendirmede

önerilmektedir. Ancak jet alanının jet yönünden etkilenebilmesi (4,18), prolabe kapaklarda PISA için açı düzeltilmesine gerek duyulması (13) ve VK' nın orta değerlerinin orta veya ciddi yetersizlikleri içermesi (6) gibi kısıtlamaları vardır.

Bu çalışma, MY ciddiyetini değerlendirmede üç renkli Doppler metodunun irdelenmesinin yanısıra bu metodların beraber kullanımı ile oluşturulabilecek bir algoritmanın doğruluğunu test etmeyi amaçlamaktadır.

## Yöntemler

**Hastalar:** Ekokardiyografi laboratuvarımızda Ocak 1998 ve Mart 2000 tarihleri arasında MY tanısı konulan 126 hasta çalışma için değerlendirildi. Bunlardan 7 hasta orta veya ciddi derecede aort yetersizliği, 9 hasta kapak alanı  $< 1.5$  cm<sup>2</sup> olan mitral darlığı, 2 hasta atriyal septal defekt sahip olduğu, 11 hasta yeterli renkli Doppler ve 10 hastada iki boyutlu ekokardiyografi görüntüsü elde edilemediği için çalışma

(\* Bu Çalışma Avrupa Kardiyoloji Derneği'nin (ESC) Stokholm'de 1-5 Eylül 2001 tarihlerinde yapılacak olan 23. Olağan Kongresi'nde poster bildiri olarak sunulacaktır.

Yazışma Adresi: Dr.Mehmet Eren - İcadiye Mah. Makastar Sok. No:6/6 81200 Üsküdar-İstanbul meseren@hotmail.com

dışı bırakıldı. Böylece kronik MY' li 87 hastanın verileri değerlendirildi. Ayrıca kantitatif Doppler ekokardiyografi bulgularını doğrulamak için 30 normal kişi de çalışmaya dahil edildi.

**Ekokardiyografik Çalışmalar:** Hewlett-Packard Sonos 1500 cihazı ve 2.5-3.5 MHz transdüser kullanılarak, hastalar sol lateral dekübitus pozisyonunda yatar durumda iken transtorasik ekokardiyografik inceleme yapıldı. Her bir değişkenin ölçümü için, birbirini takip eden beş kalp siklusunun ortalaması alındı. M-mode ölçümleri (sol ventrikül diyastolik ve sistolik çapları ve sol atriyum sistolik çapı) (19) ve sistol ve diyastol sonunda biapikal Simpson kuralı kullanılarak, sol ventrikül volümleri (20) Amerikan Ekokardiyografi Cemiyeti (ASE)'nin önerilerine göre elde edildi. Renkli Doppler görüntüleme için kazanç ayarı artefaktların kaybolduğu seviyenin hemen altına, sektör açısı en dar şekline, Nyquist limiti ortalama  $43 \pm 7$  cm/sn (23-54 cm/sn), duvar filtresi en düşük ayarda ve pulse repetition frekansı 2.5-4 kHz olacak şekilde ayarlandı. Hastaların hepsinden renkli Doppler bulgusu olarak; jet alanı, VK çapı, PISA ile yetersizlik akım hızı ve volümü elde edildi. MY ciddiyetini değerlendirmek için referans metod olarak renkli Doppler görüntüleme ile eş zamanlı olarak spektral Doppler ve 2-D ekokardiyografiyi kullanarak yetersizlik volümü ve yetersizlik fraksiyonu hesaplandı.

Yetersizlik jetleri eksantrik ve santral olarak sınıflandırıldı (4). Eksantrik jetler; orifisin hemen arkasında mitral yaprakçıklardan birisi veya sol atriyum duvarları ile yakın temasda olan jetler olarak tarif edildi. Yönü sol atriyum boşluğuna doğru olan jetler ise santral olarak kabul edildi.

**Jet alanının ölçümü:** Sol atriyum içindeki MY jeti apikal dört boşluk kesitinde görüntülendi. Mavi renkteki sol atriyum boşluğu ile çevrili aliasing sinyallerini içeren bölge jet alanı olarak tarif edildi (12). En büyük jet alanının görüntülediği kare seçildi ve trace edilerek bir siklustaki maksimum jet alanı değeri bulundu.

**VK' nın görüntülenmesi:** Apikal dört boşluk ve 9 hastada da parasternal uzun aks kesitinde renkli Doppler ile MY jeti görüntülendi. Aletin büyütme (zoom) fonksiyonu kullanılarak mitral kapağa yaklaşan akım bölgesi ile kapaktan ayrılan jetin birleştiği bölge büyütüldü. Daha önceden tarif edildiği gibi MY akımının yaklaşan akım bölgesi ile jetinin birleştiği en dar bölge VK genişliği olarak ölçüldü (Şekil-1) (6,15).

**PISA' nın görüntülenmesi:** Apikal dört boşluk görüntüsünden daha önceden belirtildiği gibi yetersizliğe yol açan orifise yaklaşan akımın mavidensarıya döndüğü sınır PISA' nın ilk aliasing halkası olarak tespit edildi (7). Bu sınırdan orifisin merkezine olan mesafe, ilk eş-hız halkasının çapı R olarak ölçüldü (Şekil-1). Sistoldeki en büyük R çapı kullanılarak sırasıyla;

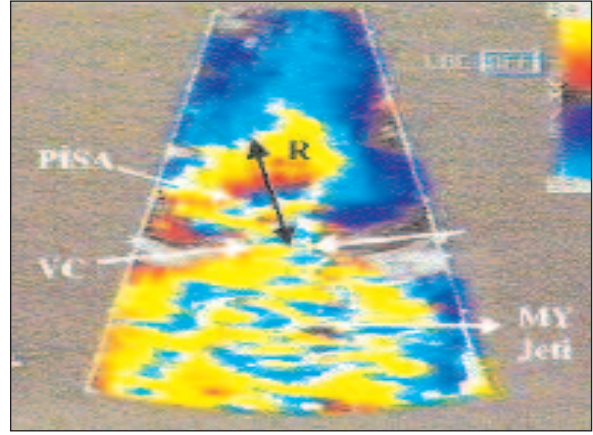
$$PISA = 2\pi R^2 \quad (1)$$

$$\text{Maksimum MY akım hızı } (Q_{\max}) = PISA \times V_a \quad (2)$$

$$\text{Efektif orifis alanı } (EOA) = Q/V_{\max} \quad (3)$$

$$\text{Yetersizlik volümü } (YV) = EOA \times VTI_{MY} \quad (4)$$

parametreleri hesaplandı. Bu formüllerde kullanılan kısaltmalar:  $V_a$ ; ilk eş hız halkasının aliasing hızı (cm/sn),  $V_{\max}$ ; MY jetinin spektral Doppler trasesinin pik hızı (cm/sn),  $VTI_{MY}$ ; aynı trasesinin hız-zaman integrali (cm).



**Şekil-1:** Mitral yetersizliği (MY) olan bir hastada apikal dört boşluk kesitinden yetersizliğe yol açan orifise yaklaşan akım veya PISA bölgesi, sol atriyum içinde orifisten uzaklaşan MY jeti ve jet ile PISA arasında orifisin hemen distalinde yer alan vena kontrakta (VK) bölgesi görülmektedir. PISA' nın R çapı olarak mavi rengin sarıya döndüğü ilk aliasing hattından orifis merkezine olan mesafe alınır. VK çapı da PISA ile MY jetinin birleştiği bölgenin kalınlığı olarak ölçülür.

**Kantitatif Doppler Ölçümleri:** Mitral atım hacmi Ascah ve ark önerdiği metodla hesaplandı (21). Bu metoda göre mitral anulusu elips kabul edilerek apikal dört ve iki boşluk görüntülerinden ölçülen mitral anulus çaplarından bu eliptik şeklin alanı hesaplandı. Bu alan ile anulusdan alınan pulsed Doppler trasesinin zaman-hız integralinin (TVI-time-velocity integral) çarpımından mitral atım hacmi elde edildi. Benzer şekilde sol ventrikül çıkış yolu alanı ile aort anulus seviyedeki pulsed Doppler trasesinin TVI çarpılarak aort atım hacmi hesaplandı (22). Aşağıdaki kantitatif MY parametreleri ilgili formüller kullanılarak hesaplandı:

Mitral yetersizlik hacmi (YHKD);

$$YHKD \text{ (cm}^3\text{)} = (\text{Mitral atım hacmi}) - (\text{Aort atım hacmi}) \quad (5)$$

Yetersizlik fraksiyonu (YFKD);

$$YFKD \text{ (\%)} = (YHKD / \text{Mitral atım hacmi}) \times 100 \quad (6)$$

$YFKD \geq \% 50$  olan hastalar ciddi,  $\% 21-49$  arasında olanlar orta ve  $\leq \% 20$  olan hastalar hafif MY olarak sınıflandırıldılar (23).

**Algoritma:** Şekil-2' de VK, PISA ve jet alanı metodları ile oluşturulan algoritma görülmektedir.

**Kalp Kateterizasyonu:** Hastaların 53 tanesine ekokardiyografik çalışmadan sonraki 1 ay içinde kateterizasyon uygulandı. 7F 'pig tail' kateteri kullanılarak, sağ oblik  $30^\circ$  de sol ventrikülografi uygulandı.

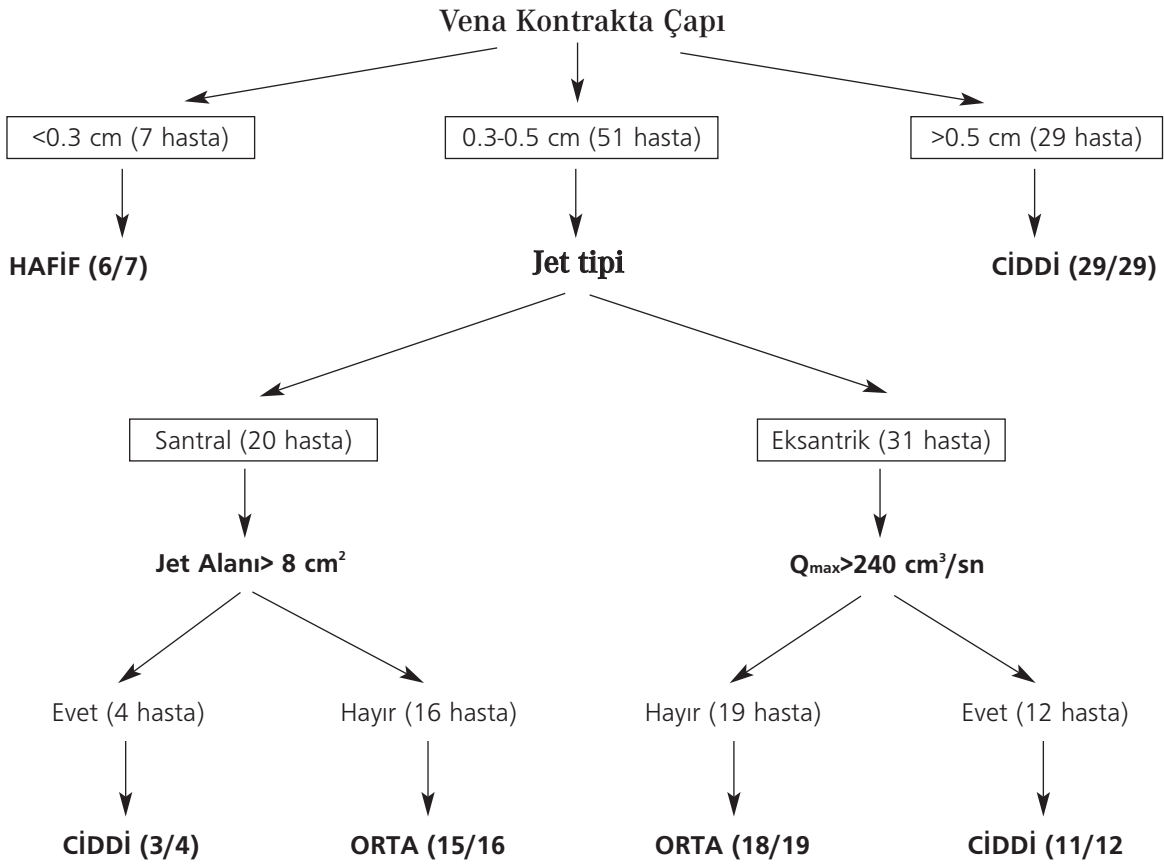
Opak madde 14 cc/sn hızla 35-40 cc olarak pompa ile verildi. Sellers ve ark'ın kullandıkları metoda göre MY, 1-4 (+) olarak derecelendirildi (24). Buna göre 1 (+) hafif, 2 (+) orta ve 3-4 (+) ciddi MY olarak isimlendirildi.

**İstatistik:** Sayısal değişkenler ortalama  $\pm$  1 standart sapma ve sayısal olmayan değişkenler yüzde (%) şeklinde verildi. Renkli Doppler bulguları ile YFKD arasındaki ilişkiler basit lineer regresyon analizi ile araştırıldı. Üç renkli Doppler yönteminin ve oluşturulan algoritmanın MY sınıflarını ayırt etmedeki duyarlılık, özgüllük ve doğruluk değerleri hesaplandı. Aynı yöntemlerle ve algoritma ile yapılan MY sınıflamasının YFKD ile oluşturulan MY sınıflaması ile uyumluluğu için Kappa istatistiği uygulandı. Kateter bulguları ile yapılan sınıflama ile algoritma arasındaki uyumluluk için de Kappa istatistiği yapıldı. Diğer benzer değişkenlerin karşılaştırılmasında lineer regresyon ve Bland-Altman analizleri kullanıldı. Bütün istatistik işlemler bilgisayar ortamında "SPSS 7.5 for Windows" istatistik programı kullanılarak gerçekleştirildi. İstatistik anlamlılık için  $p < 0.05$  kabul edildi.

## Bulgular

**Hastaların Klinik Özellikleri:** Hastaların 55 (%63) tanesi bayan ve yaşlarının ortalaması  $36 \pm 18$  yıl (aralık 8 ile 74 yıl) idi. MY sebebi olarak; 30 (%34) hastada romatizmal kalp hastalığı, 25 (%29) hastada mitral kapak prolapsusu, 13 (%15) hastada flail mitral kapak, 11 (%13) hastada idiyopatik dilate kardiomyopati ve 8 (%9) hastada infektif endokardit saptandı. Elli altı (%64) hasta eksantrik MY jetine ve 27 (%31) hasta atriyal fibrilasyona sahipti. YFKD değerine göre 6 (%7) hasta hafif, 35 (%40) hasta orta ve 46 (%53) hasta ciddi MY sınıfına girmektedir. Tablo-1'de bu çalışmada ölçülen ekokardiyografik değişkenler verilmektedir.

**Renkli Doppler Bulguları ve Kantitatif MY Ciddiyeti ile İlişkileri:** Renkli Doppler görüntüsü alınamayan 11 hastanın 9 tanesinde yaklaşan akım bölgesi ve 8 tanesinde de VK görüntülenemedi. Böylece yaklaşan akım bölgesi hastaların %91 (87/96)'inde ve VK ise %92 (87/95)'inde görüntüledi. Sol atriyum içindeki jet bütün hastalarda görüntüledi.



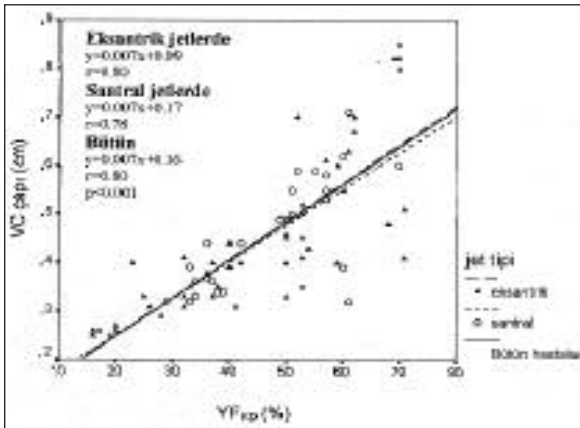
**Şekil-2:** Vena kontrakta çapı, jet alanı ve PISA yöntemi ile hesaplanan yetersizlik akım hızı (Qmax) değerleri kullanılarak mitral yetersizliğini değerlendirmek üzere önerdiğimiz algoritma görülmektedir. Bu algoritma hastaların % 94 (82/87)' ünü doğru olarak sınıflayabilmektedir.

Tablo-1: Hastaların Ekokardiyografik Değişkenleri

Değişkenler	Ortalama ± SS	Sınır
Yaş (yıl)	36±18	8-74
Kalp hızı (atım/dk)	90±12	63-118
SVDÇ (cm)	6.01±0.8	4.5-8.3
SVSÇ (cm)	3.93±0.78	2.7-5.9
SDSV (cm <sup>3</sup> )	187±49	92-276
SSSV (cm <sup>3</sup> )	74±32	25-208
EF (%)	60±12	24-78
SAÇ (cm)	5.4±1.4	3-8.5
V <sub>a</sub> (cm/sn)	43±7	23-54
V <sub>max</sub> (cm/sn)	509±51	394-623
V <sub>a</sub> /V <sub>max</sub> (%)	8.5±1.6	5.4-11.6
VK çapı (cm)	0.46±0.15	0.25-0.85
Q <sub>max</sub> (cm <sup>3</sup> /sn)	222±112	64-564
JA (cm <sup>2</sup> )	7.4±3.4	2-18.5
YV <sub>PISA</sub> (cm <sup>3</sup> )	64±41	18-225
YV <sub>KD</sub> (cm <sup>3</sup> )	57±29	15-125
YFKD (%)	46±15	16-71

**Kısaltmalar:** EF; sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu, JA; jet alanı, Q<sub>max</sub>; PISA yöntemi ile bulunan maksimum yetersizlik akım hızı, SAÇ; sol atriyum çapı, SDSV; sol ventrikül diyastol sonu volümü, SSSV; sol ventrikül sistol sonu volümü, SVDÇ; sol ventrikül diyastolik çapı, SVSÇ; sol ventrikül sistolik çapı, V<sub>a</sub>; aliasing hızı, V<sub>max</sub>; mitral yetersizlik jetinin maksimum hızı, VK; vena kontrakta, YFKD; kantitatif Doppler ile hesaplanan yetersizlik fraksiyonu, YV<sub>KD</sub>; kantitatif Doppler ile hesaplanan yetersizlik volümü, YV<sub>PISA</sub>; PISA yöntemi ile bulunan yetersizlik volümü.

VK ile YFKD arasında anlamlı bir korelasyon vardı (r=0.79, p<0.001). Bu ilişki, eksantrik (r=0.80, p<0.001) ve santral (r=0.78, p<0.001) jete sahip hasta alt gruplarında benzerlik göstermekteydi (Şekil-3). VK ≥ 0.5 cm için ciddi MY göstermedeki doğruluğu % 79 idi (Tablo-2).



**Şekil-3:** Vena kontrakta (VK) çapı değerleri ile kantitatif Doppler ile hesaplanan yetersizlik fraksiyonu (YFKD) arasındaki ilişkinin bütünlükte ve jet tipine göre yapılan alt gruplardaki lineer regresyon eğrileri görülmektedir. Alt gruplardaki eğrilerin eğimleri birbirine ve bütünlükte hastalarınkine benzemektedir.

PISA ile hesaplanan maksimum MY akım hızı 222 ± 112 cm<sup>3</sup>/sn idi ve YFKD ile anlamlı bir korelasyona sahipti (r=0.76, p<0.001). Bu ilişki jet tipine göre yapılan alt gruplarda da benzerlik göstermekteydi (Şekil-4). 240 cm<sup>3</sup>/sn üzerindeki akım hızlarının ciddi MY göstermedeki doğruluğu % 87 idi (Tablo-2). PISA ile hesaplanan yetersizlik volümü santral jetlerde kantitatif Doppler ile bulunanla benzerlik gösterirken (50 ± 21 cm<sup>3</sup> e karşın 52 ± 27 cm<sup>3</sup>, p=0.3), eksantrik jetlerde daha fazla idi (70 ± 49 cm<sup>3</sup> e karşın 59 ± 29 cm<sup>3</sup>, p=0.04).

Ölçülen jet alanı ortalama 7.4 ± 3.4 cm<sup>2</sup> idi ve YFKD ile orta derecede anlamlı korelasyon göstermekteydi (r=0.61, p<0.001). Bu ilişki eksantrik jetlerde kötüleşirken (r= 0.56, p<0.001), santral jetlerde artmaktaydı (r= 0.81, p<0.001) (Şekil-5). Eksantrik jetlerde jet alanı benzer YFKD rağmen (% 46 ± 16 karşın % 47 ± 12, p=0.93) santral jetlerden düşüktü (6.8 ± 3.2 cm<sup>2</sup> karşın 8.5 ± 3.3 cm<sup>2</sup>, p=0.02).

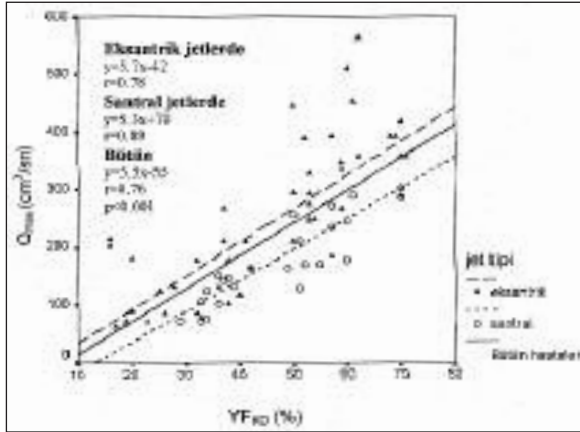
**Kateterizasyon Bulguları:** kalp kateterizasyonu yapılan 53 (%61) hastanın 1 tanesinde 1(+), 18 hastada 2 (+), 16 hastada 3 (+) ve 18 hastada da 4 (+) MY vardı. Bu gruplarla algoritma arasında anlamlı derecede pozitif bir uyum vardı (Kappa katsayısı 0.64, p< 0.001) (Tablo-3).

**Algoritma:** Şekil-2' de gösterilen algoritma hastaların % 94' ünde MY derecelerini doğru olarak sınıflayabilmekteydi ve YFKD değerlerine göre yapılan

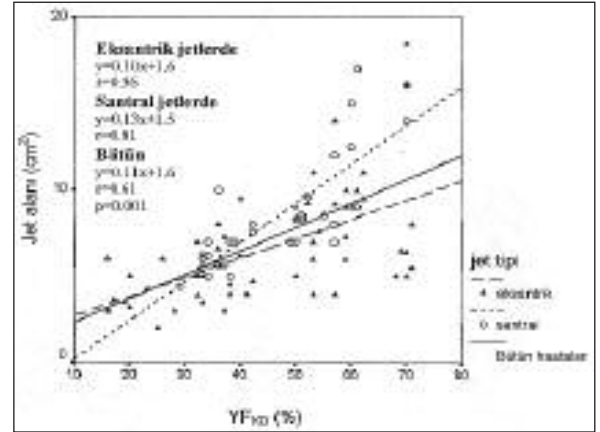
**Tablo-2: Renkli Doppler bulgularının ve algoritmanın MY gruplarını ayırmadaki doğrulukları**

		VK (cm)	Qmax (cm <sup>3</sup> /sn)	JA (cm <sup>2</sup> )	Algoritma
Doğru sınıflama oranı (%)		79	79	68	94
Kappa katsayısı (p<0.001)		0.65	0.63	0.45	0.89
Hafif-orta MY için sınır		0.3	72	4	-
Orta-ciddi MY için sınır		0.5	240	8	-
Hafif-Orta MY	Duyarlılık (%)	97	91	84	97
	Özgüllük (%)	100	33	67	100
	Doğruluk (%)	98	83	81	98
Orta-Ciddi MY	Duyarlılık (%)	63	78	63	96
	Özgüllük (%)	100	97	87	94
	Doğruluk (%)	79	86	72	95
Ciddi olmayan -Ciddi	Duyarlılık (%)	70	78	63	96
	Özgüllük (%)	100	98	90	95
	Doğruluk (%)	79	87	76	95

**Kısaltmalar** için Tablo-1' e bakınız.



Şekil-4: PISA yöntemi ile hesaplanan maksimum mitral yetersizliği akım hızı (Qmax) değerleri ile kantitatif Doppler ile hesaplanan yetersizlik fraksiyonu (YFKD) arasındaki ilişkinin bütün hastalarda ve jet tipine göre yapılan alt gruplardaki lineer regresyon eğrileri görülmektedir. Görüldüğü gibi eksantrik jetli hastalarda Qmax sistematik bir şekilde daha büyüktür.



Şekil-5: Jet alanı değerleri ile kantitatif Doppler ile hesaplanan yetersizlik fraksiyonu (YFKD) arasındaki ilişkinin bütün hastalarda ve jet tipine göre yapılan alt gruplardaki lineer regresyon eğrileri görülmektedir. Eksantrik jetlerde jet alanları daha küçük değerler göstermektedir. Ayrıca santral jetlerde jet alanı ile YFKD arasında daha iyi bir korelasyon gözlenmektedir.

**Tablo-3: Algoritma ile yapılan MY derecelerinin kateter bulgularına göre yapılan sınıflandırma ile karşılaştırması. İki sınıflama arasındaki anlamlı derecedeki uyumun Kappa katsayısı 0.65'dir**

Kateterizasyona göre MY sınıfları					
Algoritmaya göre MY sınıflamaları		Hafif	Orta	Ciddi	Toplam
	Hafif			1	1 (%2)
	Orta	1	15	4	20 (%38)
	Ciddi		3	29	32 (%60)
	Toplam	1 (%2)	19 (%36)	33 (62)	53

MY grupları ile aralarındaki uyumluluğun Kappa katsayısı 0.89 idi ( $p < 0.001$ ). Bu değer üç renkli Doppler yöntemi ile yapılan sınıflamalarından oldukça yüksekti (sırasıyla VK, PISA ve jet alanı için 0.65, 0.63 ve 0.45). Algoritmanın hafif MY' leri ortadan, orta MY' leri ciddi ve ciddi MY' leri ciddi olmayanlardan ayırmada doğruluğu yüksekti (Tablo-2).

**Kantitatif Doppler Bulgularının Doğrulanması:** Normal 30 kişiden hesaplanan mitral ( $69 \pm 21 \text{ cm}^3$ ) ve aort atım hacimleri ( $67 \pm 19 \text{ cm}^3$ ) arasında yüksek derecede korelasyon vardı ( $r = 0.98$ ,  $p < 0.001$ ) ve mitral atım hacmi biraz fazla olmaya meyilli olsa da atım hacimleri arasındaki fark oldukça küçüktü (ortalama fark  $1.44 \pm 4.78 \text{ cm}^3$ , SEE  $0.96 \text{ cm}^3$ ,  $p = 0.15$ ). İki atım hacminden hesaplanan yalancı MY fraksiyonu ortalama  $\%1.5 \pm 7.4$  (sınır  $\% -13$  ile  $\%15$  arasında) idi.

**Gözlemci-içi ve Gözlemciler Arası Değişkenliğin Değerlendirilmesi:** Rastgele seçilen 10 hastanın video kaset görüntülerinden aynı gözlemci ve başka bir gözlemci tarafından VK çapı, PISA' nın R çapı ve jet alanları ölçüldü. Bu üç parametre içinde sadece jet alanı ölçümünün gözlemciler arası değişkenliği fazla idi ( $r = 0.97$ ,  $p < 0.001$ ; ortalama fark  $-1.19 \pm 1.12 \text{ cm}^2$ , SEE  $= 0.35 \text{ cm}^2$  ve  $p < 0.008$ ). Diğer parametrelerin gözlemci-içi ve gözlemciler arası değişkenliği küçüktü (Tablo-4).

**Tablo-4: Rasgele seçilen 10 hastada vena kontrakta (VK) çapı, PISA' nın R çapı ve jet alanı ölçümleri için gözlemci-içi ve gözlemciler arası değişkenlikler.**

			VK çapı (cm)	R çapı (cm)	Jet alanı (cm <sup>2</sup> )
Gözlemci-içi	Lineer Regresyon	r katsayısı	0.99	0.99	0.98
		p değeri	<0.001	<0.001	<0.001
	Bland-Altman	Ortalama fark	$-0.06 \pm 0.02$	$0.01 \pm 0.03$	$-0.52 \pm 0.95$
		SEE	0.007	0.01	0.3
		p değeri	AD	AD	AD
	Gözlemciler arası	Lineer Regresyon	r katsayısı	0.97	0.97
p değeri			<0.001	<0.001	<0.001
Bland-Altman		Ortalama fark	$-0.02 \pm 0.03$	$-0.01 \pm 0.07$	$-1.2 \pm 1.1$
		SEE	0.01	0.02	0.35
		p değeri	AD	AD	0.008

AD -  $p > 0.05$ .

## Tartışma

Çalışmamızdaki hastaların  $\% 93'$  ü orta ve ciddi MY' ne,  $\%64'$  ü eksenrik MY jetine ve bu hastaların  $\% 68'$  i de prolabe veya flail mitral kapağına sahiptiler. Mevcut çalışmanın sonuçları; orta MY' i hafif MY' den ayırmada PISA yönteminin özgüllüğünün ve ciddi MY' i orta MY' den ayırmada VK çapı ve jet alanının duyarlılıklarının düşük olduğunu göstermekte-

dir. Önerilen algoritma referans metotla anlamlı derecede uyum sağlarken bütün MY sınıflarının birbirinden ayrılmasında yüksek doğruluğa sahipti.

**Renkli Doppler Bulgularının Güvenilirliği:** Çalışmamızda VK çapı 0.3 cm ile 0.5 cm arasındaki hastaların  $\% 67$  (34/51)' inde orta MY ve  $\% 33$  (17/51)' ünde ciddi MY olduğu görüldü. Dolayısıyla ciddi MY' i orta MY' den ayırmada VK çapının duyarlılığı düşük bulundu. Benzer bulguları Hall ve ark da bildirmişlerdir (6). Bu durum EOA ile yetersizlik fraksiyonunun birbirini tamamlayıcı olması ile açıklanabilir (25). Yetersizlik fraksiyonu ile EOA arasındaki ilişki, yetersizlik fraksiyonu  $\%40'$  a kadar lineer iken bu değer üzerinde artan EOA' na rağmen düzleşme göstermektedir (25). Dolayısıyla ciddi MY sınırına kadar yetersizlik fraksiyonu ile EOA ciddiyeti göstermede birlikte çalışırken, bu sınırın üzerinde EOA ön plana geçmektedir. Böylece belirtilen aralıkta VK değerine sahip hastalarda, yetersizliği değerlendirmek için başka yöntemlere de başvurulmalıdır.

Sunulan çalışmada; orta MY' leri hafif MY' lerden ayırmada PISA yönteminin özgüllüğü düşük bulunmuş ve eksenrik jetli hastalarda yetersizlik volümü PISA ile kantitatif Doppler yöntemine göre daha fazla hesaplanmıştır. PISA yönteminin hemisferik formülle doğruluğu daha önceki çalışmalarda gösterilmiştir

(7,26). Ancak çalışmaların bir kısmında hemisferik formül kullanılarak PISA yöntemi ile yetersizlik volümünün var olandan daha büyük hesaplanabileceği bildirilmiştir (13,27). Bu durum iki şekilde açıklanabilir: Birincisi, yetersizliğe yol açan orifisten uzaklaştıkça PISA şeklinin hemisferoidal hale dönüşmesi ve hemisferik formülün gerçek PISA' yı daha fazla olarak hesaplamasıdır (27). Aliasing hızının orifisteki hızın  $\% 5-10'$  u arasında seçilen PISA şekillerinin hemisferik ol-

duğu gösterilmiştir (28). Çalışmamızda bu oranın tavsiye edilen sınırlar içinde olması, volümün fazla olarak hesaplanmasında seçilen aliasing hızının sorumlu olmayacağını aklı getirmektedir. İkinci olarak, flail veya prolabe kapaklarda zemin düz olmadığı için açı düzeltmesi yapılmadığı takdirde volüm daha fazla hesaplanmaktadır (13). Bu çalışmada eksantrik jetlerin büyük bir çoğunluğunun flail veya prolabe mitral kapaktan kaynaklanması, bu jetlerdeki yetersizlik volümünün fazla bulunmasını açıklayabilir. PISA yönteminin orta MY' leri ayırmadaki düşük özgüllüğünün sebebi, flail veya prolabe kapaklı hafif MY' li hastaların akım hızlarının açı düzeltmesi yapılmaksızın yapılan hesaplamada fazla bulunması olabilir. Benzer problem orta MY' leri ciddiye ayırmada da yaşanabilir.

Mitral yetersizliğinde sol atriyum içindeki jetin alanı alet ayarlarından (29), hemodinamik değişikliklerden (30) ve eksantrik jetlerde sol atriyum duvarlarının kısıtlamasından etkilenmektedir (4,18) Sunduğumuz çalışmada) da literatürle uyumlu olarak eksantrik jetlerde benzer yetersizlik fraksiyonuna rağmen jet alanı değerleri ve yetersizlik fraksiyonu ile korelasyonları santral jetlerden düşük bulunmuştur (12). Çalışmamızda alet ayarlarına dikkat edilmesi ve jet alanı ile kantitatif Doppler ölçümlerinin eş zamanlı olarak yapılması, eksantrik jetlerdeki bulguların sol atriyum duvarlarının kısıtlayıcı etkisinden kaynaklandığını düşündürmektedir. Böylece eksantrik jetlerde jet alanı ölçüm metodu MY derecesini olduğundan düşük gösterdiği için, bu MY alt grubunda tercih edilecek bir yöntem değildir. Oysa santral jetlerde bu metodun ciddi MY' yi ayırmada güvenilir olduğu gerek bu çalışmada ve gerekse daha önceki çalışmalarda görülmektedir (10,12).

**Referans Metodun Doğruluğu:** Referans olarak kullandığımız metod bir takım varsayımlar içerse de geçerliliği daha önceki çalışmalarda gösterilmiştir (14,22). Çalışmamızda yetersizliği olmayan hastalardaki aort ve mitral atım hacimleri birbiri ile iyi bir uyum göstermekte olup, yalancı yetersizlik fraksiyonu kabul edilebilir derecededir. Üstelik renkli Doppler ölçümleri ile eş zamanlı olarak uygulanması da çalışma sonuçlarının doğruluğunu artırmaktadır.

**Algoritmanın Klinik Kullanımı:** MY ciddiyetini tayin etmede tek başına geçerli bir metodun olmayışı bir kaç metodun bir arada kullanılmasını gerektirmektedir. Klinikte renkli Doppler yöntemi olarak VK çapı, PISA ve jet alanı MY ciddiyetini tayin etmede sıklıkla kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin olumsuzluklarını gidermek için önerdiğimiz algoritma, referans metodla yüksek derecede uyum göstermiş olup algoritmada kullanılan üç renkli Doppler metodunun tek başlarına gösterdikleri uyumdan daha fazla bulunmuştur. Üstelik kullanılan renkli Doppler bulgularının elde edilmesi kolay ve az zaman gerektirir. PISA yönteminin tatbiki her ne kadar karışık ve zaman alıcı gibi görünse de, ekokardiyografi cihazına eklenecek basit bir bilgisayar programı ile tek ölçüme dayalı hale getirilebilir.

Ciddi MY sahip hastalarda cerrahi tedavinin gerekliliği MY ciddiyet tayininde kullanılan yöntemleri bu grup yetersizliği ayırt etmeye yönlendirmiştir. Bizim önerdiğimiz algoritma, ciddi MY' li hastaları ayırt edebildiği gibi balon valvuloplastinin yapılmadığı orta derece MY' nin eşlik ettiği mitral darlıklı hastaların hafif MY' lerden ayırt edilmesinde de faydalı olabilir.

Algoritmanın semi-kantitatif oluşu bir kısıtlama oluştursa da, bu tür sınıflama pratikte çok hesap ve zaman gerektiren kantitatif yöntemlere tercih edilebilir. PISA yöntemi flail veya prolabe kapaklarda açı düzeltmesi gerektirdiği için, algoritmada VK çapının 0.3 ile 0.5 cm arasında olduğu eksantrik jetli hastalarda bu yöntemin tercih edilmesi bir kısıtlama gibi görünebilir. Ancak ciddi derecedeki eksantrik MY jetine sahip hastaların çoğunun flail veya prolabe kapağa sahip olduğunun gerek bu çalışmada görülmesi ve gerekse daha önceden bildirilmesi 31 ve bu hastalarda PISA ile akım hızının sistematik bir şekilde büyük bulunması semi-kantitatif bir sınıflama için yöntemin bir kısıtlama oluşturmayacağını aklı getirmektedir. Diğer yandan küçük bir ihtimalde olsa, flail veya prolapsus harici sebeplere bağlı ciddi MY' lere akım hızı için önerdiğimiz 240 cm<sup>3</sup>/sn' lik sınır değeri ciddi MY için oldukça büyük olabilir.

**Sonuç olarak:** Vena kontrakta çapının 0.3-0.5 cm arasındaki değerleri hem orta ve hem de ciddi mitral yetersizliklerini içermektedir. Eksantrik jetlerde, yetersizlik PISA yöntemi ile daha büyük ve jet alanı ölçüm metodu ile daha az olarak ölçülmektedir. Bunlara rağmen, bu üç renkli Doppler metodu ile oluşturulabilecek algoritma mitral yetersizliğinin daha doğru, basit ve semikantitatif olarak değerlendirilmesine imkan sağlayacak yapıda olduğu görülmektedir.

## Kaynaklar

1. Scott W, Miller D, Haverich A, et al. Operative risk of mitral valve replacement: discriminant analysis of 1329 procedures. *Circulation* 1985; 72 (Suppl II): II 108-19.
2. Thomas J. How leaky is that mitral valve? Simplified Doppler methods to measure regurgitant orifice area. *Circulation* 1997; 95: 548-50.
3. Slater J, Gindea AJ, Freedberg RS, et al. Comparison of cardiac catheterization and Doppler echocardiography in the decision to operate in aortic and mitral valve disease. *J Am Coll Cardiol* 1991; 17: 1026-36.
4. Enriquez-Sarano M, Tajik AJ, Bailey KR, Seward JB. Color flow imaging compared with quantitative Doppler assessment of severity of mitral regurgitation: influence of eccentricity of jet and mechanism of regurgitation. *J Am Coll Cardiol* 1993; 2: 1211-9.
5. Smith MD, Grayburn PA, Spain MG, DeMaria AN. Observer variability in the quantitation of Doppler color flow jet areas for mitral and aortic regurgitation. *J Am Coll Cardiol* 1988; 11: 579-84.

6. Hall SA, Brickner ME, Willett DL, Irani WN, Afridi I, Grayburn PA. Assessment of mitral regurgitation severity by Doppler color flow mapping of the vena contracta. *Circulation* 1997; 95: 636-42.
7. Recusani F, Bargiggia GS, Yoganathan AP, et al. A new method for quantification of regurgitant flow rate using color Doppler flow imaging of the flow convergence region proximal to a discrete orifice. An in vitro study. *Circulation* 1991; 83: 594-604.
8. Jenni R, Ritter M, Eberli F, Grimm J, Krayenbuehl HP. Quantification of mitral regurgitation with amplitude-weighted mean velocity from continuous wave Doppler spectra. *Circulation* 1989; 79: 1294-9.
9. Thomas JD, Liu CM, Flachskampf FA, O'Shea JP, Davidoff R, Weyman AE. Quantification of jet flow by momentum analysis. An in vitro color Doppler flow study. *Circulation* 1990; 81: 247-59.
10. Miyatake K, Izumi S, Okamoto M, et al. Semiquantitative grading of severity of mitral regurgitation by real-time two-dimensional Doppler flow imaging technique. *J Am Coll Cardiol* 1986; 7: 82-8.
11. Helmcke F, Nanda NC, Hsiung MC, et al. Color Doppler assessment of mitral regurgitation with orthogonal planes. *Circulation* 1987; 75: 175-83.
12. Spain MG, Smith MD, Grayburn PA, Harlamert EA, DeMaria AN. Quantitative assessment of mitral regurgitation by Doppler color flow imaging: angiographic and hemodynamic correlations. *J Am Coll Cardiol* 1989; 13: 585-90.
13. Pu M, Vandervoort PM, Griffin BP, et al. Quantification of mitral regurgitation by the proximal convergence method using transesophageal echocardiography. Clinical validation of a geometric correction for proximal flow constraint. *Circulation* 1995; 92: 2169-77.
14. Enriquez-Sarano M, Miller FA Jr, Hayes SN, Bailey KR, Tajik AJ, Seward JB. Effective mitral regurgitant orifice area: clinical use and pitfalls of the proximal isovelocity surface area method. *J Am Coll Cardiol* 1995; 25: 703-9.
15. Fehske W, Omran H, Manz M, Kohler J, Hagendorff A, Luderitz B. Color-coded Doppler imaging of the vena contracta as a basis for quantification of pure mitral regurgitation. *Am J Cardiol* 1994; 73: 268-74.
16. Zhou X, Jones M, Shiota T, Yamada I, Teien D, Sahn DJ. Vena contracta imaged by Doppler color flow mapping predicts the severity of eccentric mitral regurgitation better than color jet area: a chronic animal study. *J Am Coll Cardiol* 1997; 30: 1393-8.
17. Heinle SK, Hall SA, Brickner ME, Willett DL, Grayburn PA. Comparison of vena contracta width by multiplane transesophageal echocardiography with quantitative Doppler assessment of mitral regurgitation. *Am J Cardiol* 1998; 81: 175-9.
18. Chen CG, Thomas JD, Anconina J, et al. Impact of impinging wall jet on color Doppler quantification of mitral regurgitation. *Circulation* 1991; 84: 712-20.
19. Sahn D, DeMaria A, Kisslo J, Weyman A. Recommendations regarding quantification in M-mode echocardiography: results of a survey of echocardiographic measurements. *Circulation* 1978; 58: 1072-83.
20. Schiller NB, Shah PM, Crawford M, et al. Recommendations for quantitation of the left ventricle by two-dimensional echocardiography. American Society of Echocardiography committee on standards, subcommittee on quantitation of two-dimensional echocardiograms. *J Am Soc Echocardiogr* 1989; 2: 358-67.
21. Ascah KJ, Stewart WJ, Gillam LD, Triulzi MO, Newell JB, Weyman AE. Calculation of transmitral flow by Doppler echocardiography: a comparison of methods in a canine model. *Am Heart J* 1989; 117: 402-11.
22. Enriquez-Sarano M, Bailey KR, Seward JB, Tajik AJ, Krohn MJ, Mays JM. Quantitative Doppler assessment of valvular regurgitation. *Circulation* 1993; 87: 841-8.
23. Dujardin KS, Enriquez-Sarano M, Bailey KR, Nishimura RA, Seward JB, Tajik AJ. Grading of mitral regurgitation by quantitative Doppler echocardiography: calibration by left ventricular angiography in routine clinical practice. *Circulation* 1997; 96: 3409-15.
24. Sellers RD, Levy MJ, Amplatz K, Lillehei CW. Left retrograde cardioangiography in acquired cardiac disease: technical indications and interpretation in 700 cases. *Am J Cardiol* 1964; 14: 437-47.
25. Enriquez-Sarano M, Seward JB, Bailey KR, Tajik AJ. Effective regurgitant orifice area: a noninvasive Doppler development of an old hemodynamic concept. *J Am Coll Cardiol* 1994; 23: 443-51.
26. Bargiggia GS, Tronconi L, Sahn DJ, et al. A new method for quantitation of mitral regurgitation based on color flow Doppler imaging of flow convergence proximal to regurgitant orifice. *Circulation* 1991; 84: 148-9.
27. Chen C, Koschyk D, Brockhoff C, et al. Noninvasive estimation of regurgitant flow rate and volume in patients with mitral regurgitation by Doppler color mapping of accelerating flow field. *J Am Coll Cardiol* 1993; 21: 374-83.
28. Vandervoort PM, Thoreau DH, Rivera JM, Levine RA, Weyman AE, Thomas JD. Automated flow rate calculations based on digital analysis of flow convergence proximal to regurgitant orifices. *J Am Coll Cardiol* 1993; 22: 535-41.
29. Sahn DJ. Instrumentation and physical factors related to visualization of stenotic and regurgitant jets by Doppler color flow mapping. *J Am Coll Cardiol* 1988; 12: 1354-65.
30. Switzer DF, Yoganathan AP, Nanda NC, Woo YR, Ridgway AJ. Calibration of color Doppler flow mapping during extreme hemodynamic conditions in vitro: a foundation for a reliable quantitative grading system for aortic incompetence. *Circulation* 1987; 75: 837-46.
31. Olson LJ, Subramanian R, Ackermann DM, Orszulak TA, Edwards WD. Surgical pathology of the mitral valve: a study of 712 cases spanning 21 years. *Mayo Clin Proc* 1987; 62: 22-34.