

T. C.  
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
İÇ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI  
KARDİYOLOJİ BİLİM DALI

SAF MİTRAL DARLIĞINDA DOPPLER EKOKARDİYOĞRAFI  
İLE İNVAZİV YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI.

**KARDİYOLOJİ UZMANLIK TEZİ**

Dr. Ahmet ÜNALIR /

ESKİŞEHİR - 1989

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
GİRİŞ VE GENEL BİLGİLER .....	1 - 3
YÖNTEM VE GEREÇLER .....	4 - 6
BULGULAR .....	7 - 8
TARTIŞMA .....	9 -16
SONUÇLAR .....	17
KAYNAKLAR .....	18 -20
APPENDİX .....	21 -22
EKLER .....	23 -35

## GİRİŞ VE GENEL BİLGİLER

Saf mitral darlığında hastalığın şiddetini belirleyen en önemli faktörler basınç gradiyenti ve kapak alan darlığıdır<sup>1,2</sup>. Bu verilere bakarak hastalığın riskli olup olmadığı ve riskli ise ameliyatın zamanı tayin edilir. Mitral kapak alanının (MKA) Gorlin formülü<sup>3</sup> ile tayin edilmesi standart olarak kabul edilmekle birlikte, bu yöntemin bazı ek olarak bulunan kapak hastalıkları ve hemodinamik değişkenlerden etkilenmesi, değerini sınırlandırmaktadır<sup>4</sup>.

M-mode ekokardiyografi son yıllarda mitral kapak darlığı (MKD) tanısına son derece pratik uygulama kolaylığı getirmekle birlikte, bu lezyonun nicel değerlendirilmesi için yeterli olmamaktadır. Bu nedenle sıklıkla kateterizasyon yöntemlerine başvurulmaktaydı<sup>5</sup>. Son zamanlarda "cross-sectional" ekokardiyografi, diğer anlatımı ile iki boyutlu ekokardiyografi (2-DE), (MKD) kesit alanının planimetrik olarak hesaplanmasını sağlayarak büyük bir aşama kaydetmiştir<sup>6</sup>. Bu yöntemin ilk yıllarında bile, MKA'nın en dar bölgesinin kısa eksen üzerinde görüntülenmesinden elde edilen darlığın şiddeti ile, invaziv kateterizasyon yönteminden hesaplanan hemodinamik kapak alanı daralması arasında çok iyi bir korrelasyon olduğu ortaya konulabilmiştir<sup>4</sup>. 2-DE'den elde edilen MKA, genellikle huni şeklinde olan ve diyastolde kubbe manzarası gösteren mitral yapraklarının en uç kısmından geçen bir kesitle ortaya konulmaktadır. Bununla birlikte, romatizmal mitral kapak darlık olgularında şiddetli yaprak deformitesi, kordaların kısalması, yapışmış ve sertleşmiş olmaları dolayısı ile bu kesit alanı hiçbir zaman mitral kapağından geçen kanın gerçekte karşılaştığı huni şeklinde, deforme üç boyutlu darlığı gerçek olarak gösteremeyecektir. Aynı nedenlerden dolayı, komissurotomi yapılan olgularda da MKA'nın doğru ölçümü mümkün değildir. Diyastol fazında kan akımının, daralmış mitral kapakta karşılaştığı anatomik engeller dolayısıyla hızlanması, bu anatomik bozukluğun sonucu olarak meydana gelen hemodinamik darlığı en

iyi gösterse gerektir<sup>5</sup>. İşte, anatomik ve hemodinamik darlık kavramlarının oluşturduğu bu sorunu son yıllarda pulsed ve kontinü Doppler ekokardiyografi yöntemleri ile çözmek mümkün olmuştur. MKD nedeniyle sol atriyum basıncının artması, buna karşılık saf mitral darlığında sol ventrikül diyastolik basınçlarında önemli değişikliklerin bulunmaması dolayısı ile oluşan mitral kapak diyastolik basınç gradiyenti, mitral kapağın normal diyastolik akım şeklinde çok önemli değişiklikler meydana getirir. Normalde 1.3 m/sn'yi aşmayan maksimal hız, mitral darlığında 2-2.5 m/sn'ye varır. Tabii ki akımın maksimal noktasına varması için geçen zaman (akselerasyon) son derece kısaldır. Ayrıca sol atriyum ve ventrikülün diyastol sırasında basınçlarının eşitlenmesi için normal kimselerde çok kısa bir zaman gerekirken, zor boşalan sol atriyumun basıncı ancak uzun süre sonra azalarak normale yaklaşmaktadır. Doppler akım görüntüsündeki bu değişikliklerden yararlanarak hidrodinamik kanunlara paralel bazı bulguları elde etmek mümkündür. Kapak daraldıkça, diyastol başında akımın maksimale daha çabuk varacağı (akselerasyon), basıncın daha geç yarı düzeye ineceği (deselasyon) ve eğrinin çok uzun zaman alacağı beklenen sonuçlardır<sup>4</sup>. Böylece yukarıdaki Doppler verileri yardımı ile mitral kapağın belli bir derinliğindeki tek bir anatomik kesit alanı yerine, anatomik darlığın oluşturduğu fonksiyonel hemodinamik darlık derecesini saptamak mümkün olabilmıştır. Bununla birlikte, mitral darlığına diğer kapak hastalıklarının da eklenmesi hemodinamik ölçümleri oldukça etkilemektedir<sup>1,5,7,9</sup>. Ayrıca kalp debisindeki ve sol ventrikül diyastol basıncındaki değişmelerin de mitral kapaktaki Doppler akım görüntüsünü etkilemesi dolayısıyla sonuçlar beklenenden farklı çıkabilmektedir<sup>1,7,10,12</sup>.

Araştırmayı planladığımız 1987 yılına kadar literatürde Doppler ve 2-DE'den çeşitli ölçümlerle elde edilen MKA'larının birbirleri ile mukayesesini gösteren pek az çalışma mevcut idi. Ayrıca MKD'da 2-DE ile mitral kapak kesit alanı, Doppler ekokardiyografik verilerinden elde edilen MKA ve invaziv

hemodinamik sonuçlarının birlikte karşılaştırıldığı hiçbir çalışmaya rastlamamıştık. Amacımız yeni gelişen Doppler ekokardiyografi yönteminin henüz yaygınlaşmamış bazı ölçümleri ile diğer Doppler verilerini ve kateterizasyonla elde edilen pulmoner kapiller wedge basıncının ilişkisini saptamaktı. Kateterizasyon verilerinin pek çok hata kaynağından etkilendiği bilinmektedir<sup>4</sup>. Özellikle, olgularda tekrarlanan ölçümler büyük farklılıklar gösterebilmektedir. Ayrıca diğer kapak lezyonlarının da bulunması en azından Gorlin'in bilinen mitral kapak hesaplama formülünü son derece etkilemektedir. Bütün bunların sonunda bazı araştırmacılar saf mitral darlığında 2-DE'deki kesit alanının Doppler ekokardiyografiden daha doğru sonuçlar verdiğini iddia etmektedirler<sup>1,2,4,6</sup>. Biz de Doppler verileri ve 2-DE kesit alanı ile sağ kateterizasyonla elde ettiğimiz pulmoner kapiller wedge basıncının paralelliğini ve ilişkilerini inceledik.

## YÖNTEM VE GEREÇLER

2.01.1989 ile 1.09.1989 tarihleri arasında Anadolu Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Bilim Dalı'na başvuran mitral kapak hastaları prospektif olarak önceden hazırlanan protokole göre incelendi. Hipertansiyon, akciğer hastalığı, anemi, mitral yetmezliği ve aort kapak hastalığı eklenmiş olan olgular ile yeterli eko görüntüsü elde edilemeyenler çalışmaya alınmadı. Bazı olgularda önemsiz derecede bulunan mitral yetmezlikleri hemodinamiği etkilemeyecekleri kabul edilerek çalışmaya alındı. Sonuç olarak saf mitral darlığı gösteren 92 olguda çalışıldı.

İki boyutlu ekokardiyografideki mitral kapakta kalınlaşma, mitral yaprakların anormal diyastolik hareketi, kubbe yapmaları ve M-mode ekokardiyografide arka yaprağın yapışık öne hareketi ile kapak alanı  $3 \text{ cm}^2$  nin altında bulunan olgular, mitral darlığı olarak kabul edildi<sup>13</sup>. Kesit alanları iyi görüntü vermeyen, mitral kan akımı Doppler ışın demetine paralel oluşturulamayan olgumuz yoktu. Olguların 19'u erkek, 73'ü kadın ve yaşları 19 ile 66 arasında olup ortalama yaş  $38 \pm 5.3^*$  idi. Olguların 68'i sinus ritminde, 24'ü ise atriyum fibrilasyonunda idi.

Ekokardiyografik incelemeler: Ekokardiyografik incelemeler iki boyutlu ticari (real time), "phase array" sistem ekokardiyografi cihazı (Toshiba SSH 60A) ile yapıldı. Transdüser 2.5 MHz idi. Hastalar sol lateral 45 derecelik dekubitus pozisyonunda yatırıldılar. Sol sternal üçüncü ya da dördüncü interkostal aralıktan uzun aks kalp görüntüsü elde edildikten sonra genellikle sol 3.interkostal aralıkta 90 derecelik transdüser rotasyonu ile sol ventrikül kısa aks kesiti elde edildi<sup>4</sup>. Mitral yapraklarının kordalara en yakın olan ve kubbenin tepe noktasına gelen bir kesitle en küçük mitral orifisi görüntüye alındı. Görüntünün tam diyastol

\* Ortalama  $\pm$  SD

başında olduğunu kesinleştirmek için EKG'nin R dalgası ile tetiklenen kompüterize dondurma sistemi kullanıldı. İki ayrı görüntüde işlem yapılarak donmuş görüntü üzerinden en düşük "gain" ile mitral yapraklarının iç kenarlarından geçirilen çizgi, aletin kompüteri ile planimetrik olarak hesaplandı. Ekokardiyografer, hastanın klinik durumu ve tanısını bilmekle beraber, hemodinamik ve Doppler sonuçlarından habersiz olarak alan ölçümlerini uyguladı. Hareketli elektronik kontrol sisteminin dondurma sisteminde başarılı olmaması halinde, en uygun görüntü için tekrar tekrar kesit arandı.

Doppler çalışması: Doppler ünitesi iki boyutlu, real time, phase array sisteme bağlı olarak çalışmaktaydı. Apikal dört odacık pozisyonunda "cursor line" mitral kapak akımına paralel gelecek şekilde görüntü düzenlendi. "Continuous wave Doppler" transdüseri kullanılarak mitral kan akımının tam ve keskin maksimal velosite sınırları gözlemlendikten sonra ultrason ışın demeti görüntüde ve ses sinyalinde izlemeler sonunda daha ince düzenlemelere gidildi. En üst düzeydeki "peak" velosite elde edilmeye çalışıldı, Görüntü ve hesaplamalar 100 mm/sn hızda yapıldı. Liv Hatle ve ark.<sup>5</sup> mitral darlığı olgularında lineer diyastolik gradiyent azalmasından yararlanarak her olgu için bu basınç azalmasının yarılama zamanı ile kapak açıklığının ilişkisini aradılar. Genellikle "basınç yarılama zamanı" (BYZ)\* 220 milisaniye saptanan olgularda MKA'nın  $1 \text{ cm}^2$  olduğunu gördüler. BYZ ile MKA darlığı ilişkisinin çok iyi bir lineer korrelasyon göstermesi dolayısıyla MKA hesaplanması için  $220/\text{BYZ}$  formülünü kullandılar. J.D.Pearlman ve ark.<sup>15</sup> mitral kapağın diyastolik Doppler örneğinde "E peak" ten itibaren mitral kapak akımına paralel bir çizginin izoelektrik çizgiyi kestiği noktaya kadar olan zaman süresi "basınç azalma zamanı" (BAZ)\*\* 751 m.san.

\* Pressure half time (PHT)

\*\* Depressurization time (DHT)

olduğunda MKA'nın  $1 \text{ cm}^2$  olduğunu gösterdiler. BAZ ile MKA arasındaki bu ilişkiden yararlanarak  $751/BAZ$  formülünü MKA tayininde kullandılar. Mitral kapak diyastolik akım örneğinde ilk ölçülen ölçüm akselerasyon, diğer tabiri ile kan akımının peak akım hızına varırken kazandığı ivme "açılma" olarak isimlendirilir. "Alfa" değeri ise (deselerasyon) E peak velosite değerinin azalma hızı olup  $\text{m/sn}^2$  olarak ifade edilir. Tüm bu değerler cihazımız tarafından otomatik olarak ölçüldü. Mitral akım hızı eğrisi lineer bir azalma eğrisi göstermeyip "ski-slope" görünümünde olduğu zaman, hemen başlangıçtaki hızlı azalma eğimi yerine dominant deselerasyon eğimi BAZ ve BYZ ölçümleri için kullanıldı.<sup>14</sup> Olgularımızda bu tip eğim pek fazla olmadığı için sorun oluşmadı. Sinus ritminde olan hastalarda 5 kalp siklusundaki ölçümlerin ortalaması, atriyum fibrilasyonundaki olgularda ise 10 ölçümün ortalaması alındı.

Kalp kateterizasyonu: Doppler ölçümlerinden 24 saat sonra hastalara sağ kalp kateterizasyonu uygulandı. Genellikle Seldinger yöntemi ile sağ femoral ven kullanıldı. Multipurpose A-1 7F kateter sheath kullanılarak alt vena kava yolu ile pulmoner wedge pozisyonuna getirildi. Daha sonra kateter üç kanallı musluk ile Electronics for Medicine VR6 modeli altı kanallı fizyolojik recorder cihazına bağlandı. sıfır seviyesi için hastanın orta koltuk altı çizgisi kullanıldı. Kalibrasyon sonunda, digital olarak ölçümlerin sabit olduğu sayılar kaydedildi. Kateterizasyon 33 olguya uygulandı.

İstatistik yöntemler: Olgularımıza istatistiki olarak "korrelasyon analizi" ve "t testi" uygulandı.



## BULGULAR

İki boyutlu ekokardiyografi: Kısa eksen kesitinde elde edilen en küçük MKA  $54 \text{ mm}^2$ , en geniş alan ise  $228 \text{ mm}^2$  idi. Bu 92 olgunun ortalaması ise  $124 \pm 5 \text{ mm}^2$  bulundu. Bu ortalama göre olgularımız şiddetli ve kritik mitral darlığı sınırlarında bulunuyordu. Olgularımızın ayrıntılı bulguları Tablo-1 ve Tablo-2' de sunulmuştur. Kateterizasyon yapılan toplam 33 olgunun 12'sinin MKA ölçümleri  $100 \text{ mm}^2$  nin altında bulundu. Bunların ortalama MKA değerleri  $77 \pm 4 \text{ mm}^2$  idi. 16 olguda MKA  $101-150 \text{ mm}^2$  arasında olup, ortalama değeri ise  $123 \pm 5 \text{ mm}^2$  idi. Geriye kalan 5 olguda ise MKA  $150 \text{ mm}^2$  den büyük olup, ortalama  $198 \pm 11 \text{ mm}^2$  idi.

Doppler bulguları: Olgularımızda ölçülen BYZ değeri ortalaması  $177 \pm 6 \text{ m.sn.}$  idi. Doppler ekokardiyografi cihazı kompüteri yardımı ile elde edilen bu BYZ değeri  $220/\text{BYZ}$  formülüne uygulanarak bulunan indirekt MKA, 92 olgumuzda ortalama  $141 \pm 6 \text{ mm}^2$  hesaplandı. Cihazımızda otomatik olarak ölçülen BAZ ortalama değeri 92 olgumuzda  $624 \pm 20 \text{ m.sn.}$  bulundu. Cihazdan elde edilen bu BAZ değeri  $751/\text{BAZ}$  formülüne uygulanarak olgularımızda ortalama MKA  $133 \pm 5 \text{ mm}^2$  olarak bulundu. Olgularımızın tümünden elde edilen açılma ortalama değeri  $40 \pm 2 \text{ m/s}^2$  bulundu. Mitral akım erken diyastolik fazındaki E peak velosite değeri ortalaması  $1.8 \pm 0.04 \text{ m/sn.}$ , E peak gradiyent değeri ortalamasında  $13.3 \pm 1 \text{ mmHg}$  idi. Alfa ortalama değeri de  $3.09 \pm 0.1 \text{ m/s}^2$  bulundu.

Sağ kateterizasyon: Sağ kateterizasyon 92 olgumuzun 33' üne yapıldı. Pulmone kapiller wedge basınç ortalama değeri  $15 \pm 1 \text{ mmHg}$  bulundu. Kateter yapılan olgulardan iki boyutlu ekokardiyografi cihazı ile MKA'ları  $100 \text{ mm}^2$  nin altında bulunan 12 olguda pulmoner kapiller wedge basıncı ortalama değeri  $16 \pm 2 \text{ mmHg}$ , MKA'ları  $101-150 \text{ mm}^2$  arasında olan 16 olguda  $17 \pm 2 \text{ mmHg}$ , ve MKA'ları  $150 \text{ mm}^2$  nin üzerinde bulunan 5 olguda ise  $9 \pm 1 \text{ mmHg}$  bulundu.

Bulguların karşılıklı ilişkisi: Tablo-3 te iki boyutlu

ekokardiyografi, Doppler ekokardiyografi ve kateterizasyon değişkenleri arasındaki ilişki gösterilmiştir. 2-DE'den elde edilen MKA ortalamaları ile BYZ'ndan elde edilen MKA ortalamaları karşılaştırıldığında aralarında iyi bir korrelasyon saptandı ( $r=0.70$ ,  $p<0.001$ ). Yine 2-DE'den elde edilen MKA ile BAZ'ndan elde edilen MKA ortalamaları karşılaştırıldığında aralarında oldukça iyi bir korrelasyon saptandı ( $r=0.75$ ,  $p<0.001$ ). 2-DE'deki MKA ile alfa değeri karşılaştırıldığında zayıf bir ilişki bulundu ( $r=0.45$ ,  $p<0.001$ ). Yine 2-DE'den elde edilen MKA ile açılma karşılaştırıldığında korrelasyon biraz daha iyi idi ( $r=0.50$ ,  $p<0.001$ ). Sağ kalp kateterizasyonu yapılan 33 olgudaki 2-DE ile elde edilmiş MKA değerleri,  $100 \text{ mm}^2$  nin altında,  $101-150 \text{ mm}^2$  arasında ve  $150 \text{ mm}^2$  nin üzerinde bulunanlar, sırası ile pulmoner wedge basıncı ile karşılaştırıldıklarında zayıf bir korrelasyon saptandı (sırasıyla  $r=-0.45$ ,  $p<0.001$ .  $r=-0.42$ ,  $p<0.001$ .  $r=-0.44$ ,  $p<0.001$ ). Grafik 1, 2, 3 ve 4'te pulmoner kapiller wedge basınç ile 2-DE'den elde edilen MKA arasındaki ilişkiler gösterilmiştir. Birbirine çok yakın iki yöntem olan BYZ ve BAZ ortalamaları karşılaştırıldığında çok iyi bir korrelasyon olduğu saptandı ( $r=0.85$ ,  $p<0.001$ ). BYZ'dan bulunan MKA ile pulmoner kapiller wedge basıncının karşılaştırılmasında ilişki zayıf bulundu ( $r=-0.37$ ,  $p<0.01$ ). Buna karşılık BAZ ile pulmoner kapiller wedge basıncı arasındaki korrelasyon biraz daha iyi idi ( $r=-0.41$ ,  $p<0.001$ ). Kateterizasyon yapılan olgulardaki alfa ile wedge basıncı karşılaştırılmasında korrelasyon yoktu, fakat zayıf bir ilişki vardı ( $r=-0.21$ ,  $p<0.05$ ). Bu olgularda açılma ile wedge karşılaştırılmasında bibir ilişki yoktu.

## TARTIŞMA

İki boyutlu ekokardiyografi: Ekokardiyografinin ilk görüntüleyebildiği kapak mitral kapak olmuştur. Halen de üzerinde en çok çalışılan ve eni iyi verilerin elde edildiği kapak yine mitral kapaktır. Yurdumuzda mitral kapak hastalıklarının başında mitral darlığı geldiği için ekokardiyograferler mitral kapak ekokardiyografisi konusunda gelişmiş ülkelerden çok daha büyük deneyime sahiptir. Buna karşılık, yurdumuzda bu konuda yapılan çalışmalar son derecede azdır. Mitral darlığında komissural yapışmalar nedeniyle MKA'nın görüntülenmesinde bazı özellikler bulunur; Kalbin sol parasternal kısa eksen görüntüsünde, tabana yakın, mitral yüzüne paralel, korda seviyesinden geçirilen bir kesit ve bunun hafif kaydırılması ile diyastolde kubbe yapan mitral kapağının oluşturduğu huninin tam ağzından geçirilmesiyle MKA kolaylıkla ortaya konulabilir. Bununla birlikte, kordalardaki şiddetli yapışma, kapaklardaki ileri derecede büzüşme, yaprakların kalsifikasyonu ve bir de buna ek olarak hastaların kadın, şişman, yaşlı ve amfizematö göğüslü olmaları nedeniyle bazı durumlarda mitral diyastolik açıklık ölçümü teknik yönden olanaksızdır. Ölçüm tekrarlanabilirliği oldukça iyidir<sup>13</sup>. Ayrıca observerlar arasında da çok büyük fark olmamaktadır. Bu kesit alanı mitral kapak ve kordaları içine alan çok farklı alanların ancak bir tanesini ortaya koymaktadır. Bu yüzden tek bir kesit alanının tüm mitral aparatını temsil etmesi beklenmemelidir. Yine de, diyastolde kubbeleşen mitral kapak darlığında eğer kesit tam bu tepe noktasından geçirilirse en ağır hemodinamik bozukluğu oluşturan alan elde edilmiş olacaktır. Böylece başka yerlerden ve yeni kesit alınması hemodinamik açıdan çok fazla yararlı olmayacaktır. Hemodinamik alan ile bu alan arasında önemli bir fark yine de beklenmemelidir. Huni yada kubbe şeklinde daralmış olan mitral kapağından diyastolde geçen kan akımının oluşturduğu hemodinamik olaylar temelde en dar olan bu noktada oluşmaktadır. Böylece uzun aksta kubbenin tepesi

görüntülendikten sonra kısa aksta planimetrik olarak bu alanın hesaplanması hemodinamik bozukluğu tayin eden en önemli değişkenin ortaya konulması demektir<sup>1,4</sup>. Normal fizyolojik şartlarda mitral kapaklar akıma pasif bir kanal olarak hizmet eder<sup>11</sup>. Bu çalışmamızda sunduğumuz seri, bu güne kadar Türkiye'de Doppler'le araştırılan en büyük ikinci seri olmaktadır. Lülüci ve arkadaşları<sup>16</sup> 114 mitral darlığı olgusunu incelemişler, Kes ve ark.<sup>17</sup> nin olgu sayısı 22, Kural ve ark.<sup>18</sup> nin ise 26 dır. Frzhrst ve ark.<sup>4</sup> nin saf olmayan MKD olguları 55 iken, Gonzalez ve ark.<sup>6</sup> ise 43 olguda inceleme yapmışlardır. Loperfido ve ark.<sup>20</sup> ları ise 15 saf MKD olgusunda çalıştılar. Çok ayrıntılı bir çalışma sunan Nakatani ve ark.<sup>1</sup> ları ise 20 saf mitral darlığı olgusunu sunmuşlardır. Sagar ve ark.<sup>10</sup> ları da egzersiz yaparak araştırdıkları olgu sayısı ise 10'dur. Hatle<sup>7</sup> 1979 da orjinal çalışması ise 32 mitral darlığını kapsıyordu. Robson'un<sup>21</sup> araştırdığı 25 olgu ve Kraus<sup>22</sup> ise 85 mitral darlığında en büyük seriyi bildirmektedir. Yine de Lüleci ve arkadaşlarının olguları saf mitral darlığı olmaması dolayısı ile bu çalışmada en büyük seriyi sunduğumuzu tahmin ediyoruz. 92 Olguda MKA ortalamaları  $124 \pm 5 \text{ mm}^2$  bulunmuştur. Marino'nun<sup>13</sup> olgu sayısı 37 mitral darlığı olup, ortalama 2-DE'deki mitral kapak alanı  $186 \pm 85 \text{ mm}^2$  bulundu. Lüleci ve arkadaşlarının 197  $\text{mm}^2$  bulunmakla beraber standart hata bilinmemektedir. Kural ve arkadaşları ise MKA'nını bildirmemişlerdir. Kraus ve arkadaşları bu hatayı  $12 \text{ mm}^2$  olarak buldular. Görüldüğü gibi bizim standart hatamız çok daha düşük olmaktadır.

Mitral kapak darlığında kesit alanının atımdan atıma ölçümlerde farklılık gösterdiği bilinmektedir<sup>18</sup>. Bunun nedeni solunumla transdüser altında kalbin yer değiştirmesidir. Marino ve arkadaşları sağlıklı normal kişilerde 13-17  $\text{mm}^2$  lik atımlar arası kapak alan farkını buldular. MD olgularında ise bu sapma 6-8  $\text{mm}^2$  idi. Bizde çalışmamızda hastalar inspirasyon sonu ekspiryum başında nefeslerini tutmasını söyleyerek ölçümleri yaptık<sup>19</sup>. Bu ölçümler iki ayrı siklusda

hesaplandı. Olgularımızda yeterli görüntü alındığından şüphe edilen ve komissurotomili olgular alınmadığı için ölçümlerimizin geçerliliği çok yüksektir. Ayrıca diyastolde mitral açılmasını engelleyen aort yetmezliği olgularımız bulunmadığı için yalancı mitral darlıkları da söz konusu değildir.

Doppler ekokardiyografi: Mitral kan akım hızı en iyi apikal dört odacık görüntüsünden elde edilir. Transdüser arkaya ve hafifçe yukarıya yöneltilir. Mitral darlıklı hastalarda kapaktaki hızın artması ile birlikte ses sinyalinde normal mitral kapak kan akımından farklı yüksek frekanslı sinyaller elde edilir<sup>5</sup>. Bu durumda transdüser, en yüksek frekanslı pozisyon bulununcaya kadar ses sinyali dikkatle dinlenerek hareket ettirilir. Kapağın açılması ile diyastol başında Doppler görüntüsünde hızlı bir kan akıntısı ortaya çıkar. Diyastazis fazında ise akım hızı yavaşlar, diyastol sonundaki atriyum kontraksiyonuyla akım hızı ve ses sinyali şiddetlenir. Egzersiz ya da başka bir nedenle kalp hızı arttığı anda akım hızı da artacağı için yöntem kısmında bahsedildiği şekilde basınç gradiyenti de artar<sup>5,10</sup>. Akım hızına bağımlı olan bu basınç gradiyenti ölçümlerimizde hatadan kaçınmak için nabız ortalaması dakikada 100'ün altında olan günlerde Doppler ölçümleri yapılmıştır. Özellikle atriyum fibrilasyonu kalp hızını çok değiştirdiği için hata payını en aza indirmek için 10 ölçüm ortalaması alınmıştır<sup>10</sup>. Bu gradiyent akım hızından etkilendiği gibi, kalp debisinden de son derece etkilenir. Ayrıca, akım bir defa hızlandıktan sonra kan akışı büyük bir gradiyent olmasa da uzun bir süre atalet dolayısıyla hızlı akmağa devam edecektir. Bu yüzden Doppler ölçümlerinde ortalama gradiyent almak gerçek gradiyenti yansıtmayacağı için biz "peak" değerini kullandık. Olgularımızda peak gradiyent  $13.3 \pm 7$  mmHg idi. Olgularımızda mitral yetmezliği olmadığı için peak gradiyentinin bu olaydan etkilenmediğini söyleyebiliriz. Buna karşılık olgularımızda triküspid yetmezliği ve düşük debinin bulunması dolayısıyla E peak gradiyentinin gerçek mitral gradiyentini yansıtmadığı da bilinmelidir. Normal olgularımızda E peak

gradiyenti  $2.57 \pm 0.77$  bulunmuştur. Tablo-4'de normal sağlıklı olgulardaki Doppler değişkenlerinin ortalama değerleri verilmiştir. Jawad ve ark.<sup>11</sup> ları 25 sinüslü normal hastada ise peak gradiyenti  $1.4 \pm 0.81$  mmHg (0.4-3.6mmHg) bulunmuştur. Løperfido ve ark.<sup>20</sup> saf olmayan mitral darlığında peak gradiyenti 14.7 mmHg olarak bulunmuşlardır. Bizim olgularımızda ise peak gradiyent  $13.3 \pm 7$  mmHg bulundu. Görüldüğü gibi peak gradiyent normal olgulardaki peak gradiyentinin aşağı yukarı 5 katı civarındadır. Bu gradiyent özellikle mitral yetmezliği olmayan taşikardisiz olgularda mitral darlığını nicel olarak gösterecektir. Gradiyent yalnızca kapak darlığı ve taşikardi ile ilgili olmayıp ayrıca sol ventrikül kompliansından da etkilenecektir<sup>23</sup>. Olgularımızda sol ventrikül kompliansını etkileyecek hipertansiyon, hipertrofi, aort kapak darlığı gibi herhangi bir hastalık mevcut değildi. Ayrıca kapak darlığı arttıkça gradiyent de buna paralel olarak artacaktır. Kraus ve ark.<sup>22</sup> Doppler gradiyenti ile kapak alanı arasında beklenmeyen bir paralellik saptadı ( $r=-0.96$ ). Temelde bu kadar büyük korrelasyon her zaman saptanamaz. Diğer taraftan Niederle<sup>24</sup> Doppler gradiyenti ile invaziv ölçülen PKB arasında  $r=0.83$ , Grayburn ve ark.<sup>29</sup>  $r=0.82$ , Özdemir ve ark.<sup>31</sup>  $r=0.89$  buldular. Sagar 10 saf mitral darlığı olgusunda Doppler ekokardiyografik mitral kapak gradiyenti ile kateterizasyondan bulunan gradiyent arasında çok iyi bir korrelasyon elde etti. Bununla beraber, hızlı kalp ritimlerinde (egzersiz) basınç yarılanma zamanı azalması, kalp hızına bağlı diyastolik dolma periyodunun kısalmasına bağlı olabilir. Sagar yukarıdaki nedenlerden dolayı 10 MD olgusunda Doppler'den elde edilen MKA ile kateterle elde edilen MKA arasında iyi bir korrelasyon bulamadı. Bundan dolayı, yüksek kalp frekansı ve akım hızlarında MKA'nın saptanması için BYZ'nin dikkatli kullanılması ve hata şansının yüksek olduğu kanaatine varmıştı. Moro<sup>9</sup> ise ortalama Doppler gradiyenti 15 mmHg, invaziv wedge basıncını ise 10 mmHg buldu ve korrelasyon ise  $r=0.85$  idi. Bizim 33 olgumuzda E peak gradiyenti ile PKB (pulmoner kapiller basınç) arasındaki korrelasyon  $r=0.44$  idi.

Bu korrelasyonun böylesine düşük bulunma nedeni olgularımızın literatürdeki ortalamaların çok altında şiddetli mitral darlığı göstermeleri olabilir. Olgularımızı sinüs ritmi veya atriyum fibrilasyonu olarak ikiye ayırmadık. E peak gradiyenti diyastol süresince giderek azalır. Bu bir lineer azalma şeklinde görülür<sup>6</sup>. Yöntem kısmında da bahsedildiği gibi ampirik olarak yapılan çalışma sonuçları basınç gradiyentinin yarılma zamanı 220 milisaniye olduğunda kapak alanı  $1 \text{ cm}^2$  olarak bulunmuştur. Bu yöntem ilk defa invaziv olarak Libanof ve Rodbard<sup>27</sup> ortaya atmışlar, Hatle<sup>7</sup> ise 1979 da bunu Doppler yöntemi ile ıspatlamıştır. Hatle'nin orjinal makalesinde 20 normal kişide BYZ ortalaması 43 m.san.bulunmuştur. Biz ise normal 37 olguda  $60.38 \pm 17.47$  olarak bulduk. Mitral darlığı olgularında ise BYZ 90-380 m.san. arasında değişiklik gösteriyordu. Bu makalede ortaya atılan 220/BYZ değerine bakılarak iki boyutlu ekokardiyografi deki MKA ile BYZ'dan ölçülen MKA arasında 0.72'lik bir korrelasyon bulundu. Yurt içi çalışmalarda böyle bir korrelasyon araştırması yapılmamıştır. Bizim daha evvelki 59 olguluk araştırmamızda 0.58 korrelasyon bulundu<sup>25</sup>. Loperfido ve ark.<sup>20</sup> kesit alanının  $1.5 \text{ cm}^2$ 'nin altında olan 21 olgunun 20'sinde BYZ' nını doğru olarak 175 m.san. nin altında bulmuşlardır. Buna karşılık 2-DE' deki MKA  $2 \text{ cm}^2$  nin üzerinde olanların % 28' inde BYZ, MKA' nını düşük göstermiştir. Gonzalez ve ark.<sup>6</sup> BYZ ile elde edilen MKA ile kesit alanını karşılaştırmışlar ve r değerini 0.85 olarak bulmuşlardır. Kraus ve ark.<sup>22</sup> BYZ ile kesit alanı arasındaki ilişkiyi 0.96 olarak buldular. Bizim bu iki ölçüm arasındaki ilişki ise  $r=-0.70$  bulunmuştur. Temelde kateterizasyonda Gorlin formülü<sup>3</sup> ile ölçülen kesit alanı ile 2-DE' den ölçülen kesit alanı arasında sık sık farklar ortaya çıkmaktadır. Böyle durumlarda BYZ'nin mitral yetmezliği ve komissurotomili olgularda bile alanı daha doğru gösterdiği bildirilmektedir<sup>6,7</sup>. Yurt içi çalışmalarda bu konu henüz ele alınmamıştır. BYZ ölçümlerinde en önemli sorun bazı durumlarda başlangıçtaki basınç azalmasının lineer olmaması ve böylece çizginin nereden çekileceğinin bilinmemesidir. Bu da bazı araştırmacılar tara-

fından incelenmiş ve başlangıçtaki dar açılı yerine daha sonraki lineer kısmın basınca esas alınması bildirilmiştir<sup>6</sup>. Biz de az olmakla beraber bazı olgularda bu yöntemi kullandık. Basınç yarılama zamanı gerçek hemodinamik darlığı göstermesi dolayısıyla kapak alanı iyi gösterilemeyen olgularda çok yararlı bir yöntem olarak ortaya çıkmaktadır. Buna karşılık E peak gradiyenti ile korrelasyonu pek iyi değildir. ( $r=-0.41$ ). Böylece E peak gradiyentinin mitral kapak darlığının şiddetini gösteren hemodinamik ölçüler içinde pek önemli bir yeri olmadığı anlaşılmaktadır. BYZ'nın özellikle taşikardilerde atriyal dalganın erken gelmesi, PR uzamasının bulunması yada şiddetli darlıklarda basınç yarılama olmadan diyastolün sonlanması gibi nedenlerden dolayı bazı durumlarda ölçülmesi mümkün olmamaktadır<sup>7</sup>. Bunu göz önüne alan Pearlman ve ark.<sup>15</sup> basınç yarılama eğrisinin temel çizgiyi kesinceye kadar geçen zamanı hesaplamışlar ve 751 sabitesini bu rakama bölerek yeni bir mitral kapak hemodinamik alan formülü ortaya koymuşlardır. Bizim bu yöntemle normal olgularda ölçtüğümüz BAZ ise  $281 \pm 117$  m.sn.dir. 92 olgumuzda  $751/BAZ$  formülü uygulanarak elde edilen MKA ortalaması ise  $133 \pm 4$  mm<sup>2</sup> idi. Bu kapak alanı ile E peak gradiyentin karşılaştırılması BYZ karşılaştırılmasına benzer bir sonuç vermiştir. Buna karşılık beklenmedik bir şekilde BAZ'dan elde edilen MKA ile 2-DE'den elde edilen MKA karşılaştırıldığında korrelasyon 0.75 bulunmuş ve BYZ'dan daha iyi bir ilişki göstermiştir. Ayrıca BYZ ve BAZ ilişkisi 0.85 gibi çok yüksek düzeyde saptanmıştır. Bu sonuç bizim için büyük sürpriz olmuştur. Ayrıca bu sonucu mukayese edecek herhangi bir literatür bulunamamıştır. Aletimiz tarafından otomatik olarak ölçülen, normal olgulardaki alfa değeri  $4 \pm 2$  m/sn<sup>2</sup> bulunmuştur. Moran ve ark.<sup>28</sup>  $4.9 \pm 1.3$  m/sn<sup>2</sup>, Spirito ve ark.<sup>30</sup> ise  $5 \pm 1$  m/sn<sup>2</sup> olarak normal olgularda alfa değerini buldular. Kolaylıkla anlaşılacağı gibi bu açı gradiyent yüksek kaldıkça dar olacak, mitral kapağın açılması ile gradiyent süratle düşerse bu açı büyüyecektir. Gerçekten mitral kapak alanı ile alfa açısı arasında az da olsa bir korrelasyon



bulunmuştur(  $r=0.45$ ). Aynı şekilde BYZ ve BAZ ile de orta derecede bir korrelasyon saptanmıştır. Bu şekilde ilk defa ortaya attığımız bu yöntem temelinde hipertrofik myokardların komplians azalmaları için önerilmişse de mitral kapak darlığı olgularında az çok geçerli bir yöntem olmaktadır<sup>23</sup>. E peak gradiyenti ile alfa açısı arasındaki ilişki son derece zayıf bulunmuştur. Literatürde henüz bu konuda bir araştırma yapılmadığı için bulgularımız konusunda daha fazla tartışma olanağına sahip değiliz. Yine sol ventrikül komplians ölçümü olarak çok nadir başvurulan bir yöntem olan akselerasyon "rate" ini açılma terimi olarak kullandık. Mitral kapakta diyastolik gradiyent fazlalaştıkça bu açılma ivmesi de artacaktır. Normal olgulardaki açılma değeri ortalaması  $10 \pm 3 \text{ m/sn}^2$  olarak bulunmuştur. Bunun da gerek BYZ ve gerekse BAZ ve 2-DE ile olan korrelasyonu alfaya yakın bulundu. Buna karşılık E peak gradiyenti ile daha iyi bir korrelasyon gözlemlendi. Kateter yapılan olgularda açılma ile 2-DE arasında korrelasyon da iyi idi ( $r=-0.61$ ).

**Kateterizasyon:** Kateterizasyonla elde edilen bulgular genellikle altın standart olarak kabul edilir. Buna karşılık yöntemin invaziv olması, maliyet, kateter hareketlerinin yaptığı artefaktlar ve çok uzun işlemler gerektirmesi değerini azaltmaktadır. Ayrıca egzersiz sırasındaki mitral kapak alan değişikliği ile kateter sonuçları paralellik göstermedi<sup>10</sup>. Olgularımızın 33'üne sağ kateterizasyon yapılarak indirekt sol atriyum basıncını göstereceği kanısı ile pulmoner arter wedge basıncı alındı. Sol ventrikül kompliansı normal olmak kaydı ile, eğer ilave bir kapak hastalığı da yoksa pulmoner kapiller basıncın gerçekten sol atriyum basıncını göstermesi gerekir. Olgularımızda ortalama pulmoner kapiller basıncı  $15 \pm 1 \text{ mmHg}$  bulundu. PKB ölçümlerinin çoğunda diğer parametrelerle yeterli bir korrelasyon göstermedi. Bunun olgularımızın şiddetli ve eski olmaları sonucu pulmoner sorunların ilave olmasına bağlıyabiliriz. Daha önceden de bahsedildiği gibi PKB'ci en iyi yansıtması gere-

ken E peak gradiyent ile diğer ölçümlerden daha iyi bir korrelasyon ortaya çıkmıştır. Kural ve ark.<sup>18</sup> ortalama Doppler gradiyentini aort yetmezliğinin de ekli olduğu olgularda 20 mmHg bulmuş, hemodinamik gradiyenti ise 17 mmHg olarak saptamışlardır. Kes ve ark.<sup>17</sup> bu korrelasyonu 0.82 buldular. Bizim daha önce yayınladığımız<sup>25</sup> 59 olguda ise korrelasyon 0.73 idi. Literatürde çok daha yüksek korrelasyonlara rastlanmaktadır ( Moro ve ark.<sup>9</sup>  $r=0.85$  ). Bizim sonuçlarımızla ilgili olan bu farklılık olgularımızın saf mitral darlığı olmalarından, olgu sayısının yüksekliğinden kaynaklanabilir. Olgularımızda atriyum fibrilasyonu ve sinüs ritimli ayırımı yapılmadığından literatür bilgileri ile karşılaştırmak şansına sahip değiliz. Olgularımızı kapak açıklıklarına göre sıraladığımızda biraz daha farklı korrelasyon sonuçları elde etmekteyiz. MKA 100 mm<sup>2</sup> nin altında olan 12 olgumuzda kesit alanı ile PKB ilişkisi  $r=-31$ , MKA 101-150 arasında 16 olguda ise PKB ilişkisi  $r=-39$  ve açıklığı 164 ile 228 mm<sup>2</sup> arasında olan 5 olguda ise  $r=-44$  bulunmuştur. Görülüyorki, kapak alanı genişledikçe PKB ile olan korrelasyon daha iyi olmaktadır. Bu da literatürdeki yüksek korrelasyonu açıklayabilir mahiyettedir. Daha önce de belirtildiği gibi bizim olgularımız literatürde belirtilenlere göre daha şiddetli darlıklardan seçilmiştir.

## SONUÇLAR

1. Çalışmamızda yurt içi ve yurt dışı çalışmalara göre en büyük sayıda saf mitral darlığı olguları kullanılmıştır.

2. Mitral kapak kesit alanı açısından olgularımız literatüre göre oldukça şiddetli darlıklardan oluşmaktadır.

3. Kesit alanı ile(2-DE'den) BYZ'den elde edilen MKA iyi bir korrelasyon göstermekle beraber, literatürde saptanmayan BAZ ile ilişkisi çok daha iyi bulunmuştur. Bu yönü ile kapak alanı ölçülemeyen olgularda BYZ yerine kullanılabilir.

4. Ayrıca mitral darlığının nicel değerlendirilmesi için ilk defa ortaya attığımız alfa ve açılma ölçümleri gerek Doppler ve gerekse kesit alanı sonuçları ile orta derecede bir korrelasyon göstermiştir. Böylece BYZ ve BAZ'nın sağlıklı ölçülemediği durumlarda başvurulan bir yöntem olabilir.

5. E peak gradiyentinin diğer değişkenlerle çok iyi bir korrelasyon göstermemesi olgularımızın eski ve şiddetli mitral darlığı, çok düşük debili ve triküspid yetmezlikli olgulardan meydana gelmesine bağlandı.

6. PKB ile 2-DE'den elde edilen MKA arasında saptanan orta derecede korrelasyonda, çalışmamızdaki sınırlamalarla birlikte olgu sayısının yüksekliği dolayısı ile hata payımızın az olduğu düşünüldü.

## KAYNAKLAR

1. Satoshi, N., Tohru, M., Kazuhisa, K., Akira, K., Kenshi, F., Take-nobu, K.: Value and limitations of Doppler echocardiography in the quantification of stenotic mitral valve area: comparison of the pressure half-time and the continuity equation methods. *Circulation*, 77:78-85, 1988
2. Jaffe, W.M., Roche, A.H.G.: Doppler echocardiographic assessment of atrial filling fraction in severe mitral stenosis. *Am.J.Cardiol.*, 61:1354-1355, 1988
3. Gorlin, R., Gorlin, S.G.: Hydraulic formula for calculation of area of stenotic mitral valve, other cardiac valves and central circulatory shunts. *Am.Heart J.*, 41:1-29, 1951
4. Friart, A., Vandenbossche, J.L., Kostucki, W., Englert, M.: A study of the correlation between Doppler and cross-sectional echocardiography in the determination of the mitral valve area. *Eur.Heart J.*, 8: 484-489, 1987
5. Hatle, L., Anglesen, B.: Doppler ultrasound in cardiology-physical principles and clinical applications. 2nd edition. Philadelphia: Lea & Febiger, 1985
6. Gonzalez, M.A., Child, J.S., Krivokapich, J.: Comparison of two dimensional and Doppler echocardiography and intracardiac hemodynamics for quantification of mitral stenosis. *Am.J. Cardiol.*, 60: 327-332, 1987
7. Hatle, L., Angelsen, B., Tromsdal, A.: Noninvasive assessment of atrioventricular pressure half-time by Doppler ultrasound. *Circulation*, 60: 1096-1104, 1979
8. Pons, L., Lado, G.: Doppler examination evaluation of mitral valve stenosis. *Rev.Esp.Cardiol.*; 39, 1986 (abstract)
9. Moro, E., Nicolosi, G.L., Burelli, C., Rellini, G.L., Greci, G., Zanuttini, D.: Determination of the transvalvular gradient using continuous wave Doppler in patients with mitral stenosis. Correlation with the hemodynamic method. *G.Ital.Cardiol.* 17: 306-310, 1987 (abstract)
10. Sagar, K.B., Wann, S., Paulson, W.J.H., Lewis, S.: Role of exercise Doppler echocardiography in isolated mitral stenosis. *Chest*, 92: 27-30, 1987
11. Jawad, I.A., Ghali, M.H., Brown, R.L., Sohn, Y.H.: Pressure-flow relations across the normal mitral valve. *Am.J.Cardiol.* 59: 915-918, 1987

12. Miyatake, K., Nimura, Y., Sakakibara, H.: Localisation and direction of mitral regurgitant flow in mitral orifice studied with combined use of ultrasonic pulsed Doppler technique and two dimensional echocardiography. Br.Heart J.,48: 449-58,1982
13. Marino, P., Zanolla, L., Nidasio, G.P., Nicolosi, G.L., Fabbri, A.: Interpretative reproducibility of two-dimensional echocardiographic images. Analysis of intraobserver, interobserver and beat to beat reproducibility of the mitral valve orifice. Eur. Heart J.,4: 733-737, 1983
14. Kuroiwa, N.: Effect of age on left ventricular relaxation: pulsed Doppler echocardiographic evaluation. J. Cardiol., 16: 649-658, 1986
15. Pearlman, J.D., Gibson, R.S.: Doppler measurements of left atrial depressurization and mitral valve area in patients with suspected mitral stenosis: validation of a new method. Am. Heart j.,113: 868-873, 1987
16. Lüleci, C., Sarikol, N.: Kalp hastalıklarında Doppler ekokardiyografinin yeri. Türkiye Klinikleri, 9: 25-31, 1989
17. Kes, S., Oram, A.: Mitral stenozunda diyastolik basınç gradiyentinin değerlendirilmesinde ultrasound: Doppler ekokardiyografi ve kardiyak kateterizasyon bulgularının karşılaştırılması. VI. Ulusal Kardiyoloji Kongresi. Türk Kardiyoloji Derneği Arşivi, Bildiri Özetleri, 23-26 Ekim, No: 26, 1988
18. Kural, T., Çengel, A., Şaşmaz, H., Göksel, S.: Mitral stenozunda basınç gradiyentinin Doppler eko ile tayini ve hemodinamik ölçümle karşılaştırılması. Türk Kardiyoloji Derneği Arşivi, 17: 14-17, 1989
19. Meijboom, E.J., Rijsterborgh, H., Bot, H., De Boo, J.A., Roelandt J.R., Bom, N.: Limits of reproducibility of blood flow measurements by Doppler echocardiography. Am. J. Cardiol., 59: 133-137 1987
20. Loperfido, F., Laurenzi, F., Gimigliano, F., Pennestri, F.: A comparison of the assessment of mitral valve area by continuous wave Doppler and by cross-sectional echocardiography. Br. Heart J., 57: 348-355, 1987
21. Robson, D.J., Flaxman, J.C.: Measurement of the end-diastolic pressure gradient and mitral valve area in mitral stenosis by Doppler ultrasound. Eur. Heart J., 5: 660-667, 1984

22. Kraus, F., Dennig, K., Bosiljanoff, P., Rudolph, W.: Doppler echocardiography determinations of the pressure gradient and valve orifice area in mitral valve stenosis. *Herz*, 11: 323-6, 1986
23. Thomas, S.D., Wilkins, G.T., Choon, C.Y., Abascal, N.M., Palacios, I.F., Blok, P.C., Weyman, A.E.: Inaccuracy of mitral pressure half-time immediately after percutaneous mitral valvotomy. Dependence on transmitral gradient and left atrial and ventricular compliance. *Circulation*, 78: 980-993, 1988
24. Niederle, P., Fevereisl, R., Suchan, V., Michaljanic, T.: The importance of quantitative Doppler in assessment of mitral stenosis. *Cor Vasa*, 28: 451-457, 1986
25. Ünalır, A., Çiftçi, H., Ata, N., Kural, T., Timuralp, B.: Mitral darlığı vakalarında sol atriyum volümü ile invaziv ve noninvaziv hemodinamik değişkenlerin karşılaştırılması. *Türk Kardiyoloji Derneği Arşivi*, 1989 *Kardiyoloji toplantısı*, 4-7 Ekim, Bildiri Özetleri, No: 126
26. Fagard, R., Broeke, W.C., Bielen, E., Wanhess, L., Amery, A.: Assessment of stiffness of the hypertrophied left ventricle of bicyclists using left ventricular inflow Doppler velocimetry. *J.Am.Coll.Cardiol.*, 9: 1250-1254, 1987
27. Libanoff, A.J., Rodbard, S.: Atrioventricular pressure half-time measure of mitral valve orifice area. *Circulation*, 38: 144-150, 1968
28. Moran, B., Spirito, P., Green, K.J., Wesley, Y.E., Bonow, R.O., Afce, J.: Noninvasive assessment of left ventricular diastolic function by pulsed Doppler echocardiography in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *J.Am.Coll.Cardiol.*, 10: 733-742, 1987
29. Grayburn, P.U., Smith, M.D., Gurley, J.C., Booth, D.C., De Maria, A.N.: Effect of aortic regurgitation on the assessment of mitral valve orifice area by Doppler pressure half-time in mitral stenosis. *Am.J.Cardiol.*, 60: 322-326, 1987
30. Spirito, P., et al: noninvasive assessment of left ventricular diastolic function: Comparative analysis of Doppler echocardiographic and radionuclide angiographic techniques. *J.Am.Coll.Cardiol.*, 7: 518, 1986 (abstract)
31. Okay, T., Özdemir, M.: Mitral balon valvotomi sonrası kapak alanı hesaplanmasında invaziv ve noninvaziv yöntemlerin değerlendirilmesi. *Türk Kardiyoloji Derneği Arşivi*, 17: 137-142, 1989

## APPENDIX

Stenotik bir kapakta Doppler ultrasound ile ölçülen velositeler, kapaktaki gradiyent ile  $P = 4V^2$  formülüyle ilişkilidir. Ayrıca stenotik bir mitral kapaktaki basınç azalma zamanı stenozun derecesi ile ters ilişkilidir. "Basınç yarılanma zamanı", diyastolde basınç gradiyentinin diyastol başındaki inisiyal değerinin yarısına kadar inmesi için geçen zaman süresidir ve ( $t_{1/2}$ ) ile gösterilir. Diğer bir deyimle  $t_{1/2}$ , P'nin P/2 olması için gereken zamandır. Bu da  $V^2$ 'nin  $V^2/2$  olması için geçen zamana eşittir. Bunların karekökleri alındığı zaman "basınç yarılanma zamanı"nın V'nin V/2'ye kadar azalması için geçen zamana eşit olduğu ortaya çıkar.

Hatle ve ark.  $MVA=220/t_{1/2}$  formülünü, Libanoff ve ark. tarafından ortaya atılan bir modele dayanarak geliştirmişlerdir. Şekil-1'de görüldüğü gibi (X) zamanında peak değere ulaşılan en yüksek nokta (Y) olsun. (Y') ise (X') zamanında Y/2 noktası olsun. (X) ve (X'), üçgenin tepesi olan ve (0) ile gösterilen nokta ile ilişkili olarak milisaniye ile gösterilirler. Yukarıdaki açıklamalara dayanarak;

$$t_{1/2}=X-X' \text{ ile gösterilebilir.}$$

Üçgenlerin benzerliğinden

$$Y/X=Y'/X' \text{ eşitliği kurulabilir}$$

$$Y'=Y/2^{1/2} \text{ olduğundan}$$

$$Y/X=(Y/2^{1/2})/X' \text{ olur}$$

Her iki tarafı Y ile bölersək

$$X=X' \cdot 2^{1/2} \text{ bulunur. Buradan da;}$$

$$X'=2^{-1/2}X \text{ bulunur.}$$

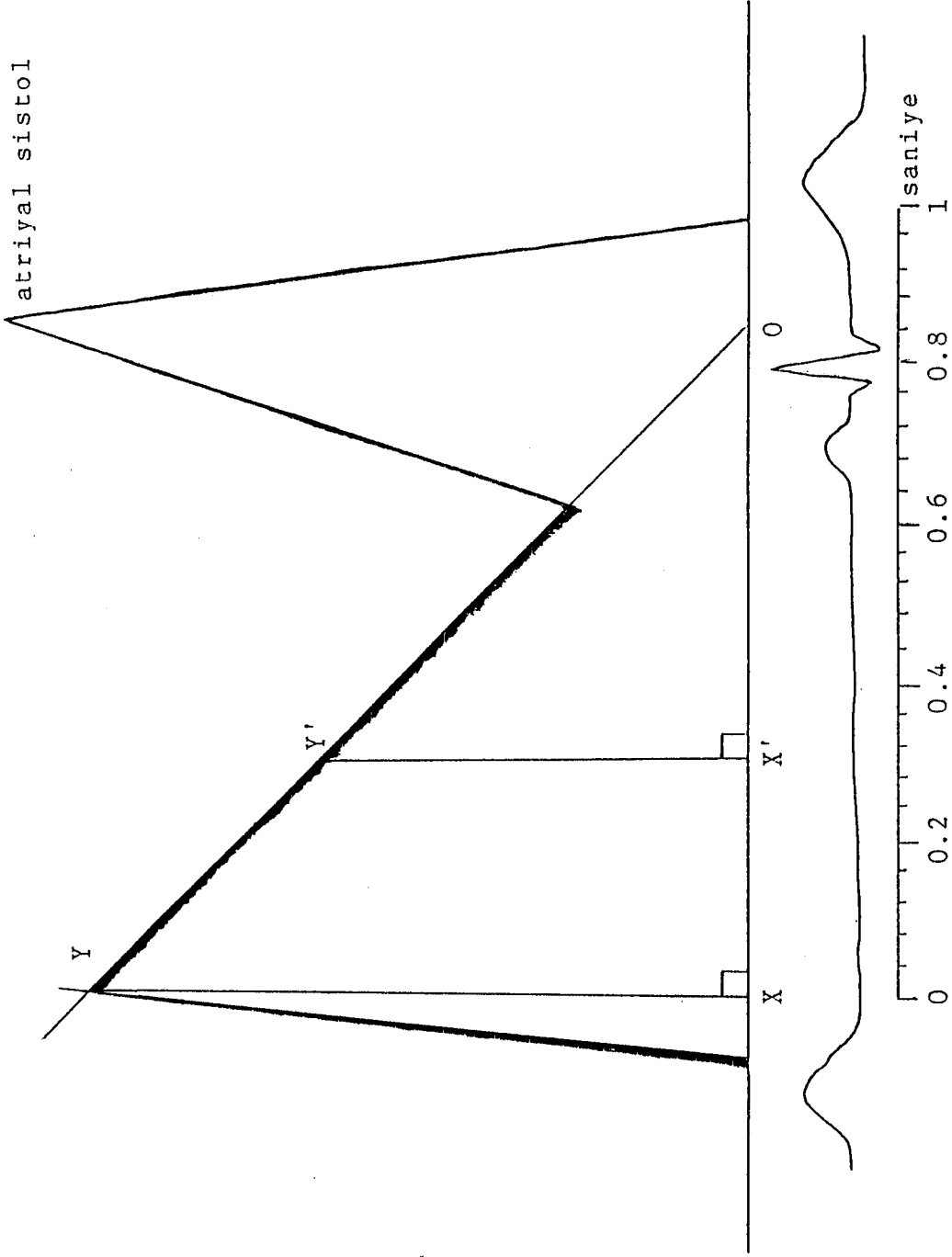
Bunu  $t_{1/2}=X-X'$  formülüne uygularsak;

$$t_{1/2}=X-(2^{-1/2}X)=X(1-2^{-1/2})=0.2929 X \text{ bulunur.}$$

$$MVA=220/t_{1/2}=220/0.2929 X=751/X \text{ olduğu saptanır.}$$

X ile gösterilen "depressurization" zamanı 0.3 ile çarpıldığı zaman "pressure half-time"(basınç yarılanma zamanı-BYZ) basit ve kısa yoldan elde edilebilir. 751 sayısının depressurization zamanına bölünmesi ile mitral kapak alanı  $\text{cm}^2$  olarak hesaplanabilir.





Şekil : 1. Mitral kapağın diyastolik Doppler görünümü

No	Adı Soyadı	Cins Yaş	220/BYZ MKA	751/BAZ MKA	2-DE MKA	E-Peak Velosi.	E-Peak Gradi.	A-Peak Velosi.	Alfa	Açılma	PKB
1	M.U	E-58	1.04	0.93	0.73	2.05	17	AF	2.60	94.3	-
2	E.U	K-60	1.45	1.31	0.86	1.62	10	AF	3.45	43.6	8
3	E.P	K-51	1.83	1.96	1.32	1.42	8	1.27	3.82	28.0	-
4	E.Y	K-30	1.03	0.88	0.48	2.03	16	2.40	2.51	74.5	-
5	N.S	K-26	1.13	0.97	1.00	1.64	11	1.71	2.28	37.0	-
6	R.S	K-56	1.27	1.20	1.20	1.88	11	AF	2.05	50.0	19
7	G.Ç	K-28	0.92	1.10	0.61	1.43	8	1.36	1.61	98.6	14
8	E.M	K-28	0.92	1.03	1.19	1.77	13	1.88	2.20	42.6	-
9	H.B	K-24	2.05	1.89	1.24	1.40	8	1.42	3.42	33.6	8
10	R.A	K-33	2.97	2.58	2.06	1.38	8	0.93	4.37	35.5	9
11	S.K	E-32	1.10	1.29	0.97	1.62	10	2.06	2.98	35.1	-
12	Y.T	K-19	1.59	1.24	0.73	2.38	23	2.05	3.88	70.4	-
13	E.C	K-33	1.67	1.69	1.78	1.62	11	1.94	3.71	26.2	-
14	E.Ö	K-36	2.75	2.68	2.17	1.06	5	1.30	3.99	13.1	-
15	R.B	K-21	1.68	1.64	1.50	1.97	16	2.61	4.51	56.8	8
16	F.K	K-41	0.75	0.92	0.86	1.49	9	1.90	5.33	54.6	12
17	N.O	K-50	1.47	1.27	0.92	2.72	30	AF	5.13	32.8	-
18	O.Ü	E-48	0.87	0.80	0.78	1.86	14	1.64	2.65	32.8	-

Tablo :1. Olgularımızın 2-DE,Doppler ve kateter değişkenleri

No	Adı Soyadı	Cins Yaş	220/BYZ MKA	751/BAZ MKA	2-DE MKA	E-Peak Velosi..	E-Peak Gradi.	A-Peak Velosi.	Alfa	Açılma	PKB
19	E.M	K-41	1.03	1.09	0.96	1.66	11	1.58	2.44	32.2	-
20	K.M	K-25	0.89	0.75	1.90	2.53	26	2.57	2.33	44.6	-
21	A.G	E-40	1.18	0.98	0.59	2.09	17	1.84	2.68	54.4	13
22	N.G	K-66	1.34	1.00	0.96	1.53	9	AF	2.06	30.6	-
23	M.E	E-38	1.25	1.15	1.00	1.60	10	1.90	2.76	32.3	-
24	Ş.E	K-29	2.01	1.69	2.04	1.23	6	1.64	2.88	35.2	5
25	H.A	K-51	1.47	1.48	1.28	1.66	11	AF	3.55	25.3	-
26	G.B	K-50	1.10	1.38	0.85	1.21	6	1.21	2.41	20.9	-
27	M.K	K-26	1.28	2.18	2.11	2.24	20	2.01	3.92	46.4	-
28	F.A	K-40	1.98	1.80	1.95	1.12	5	1.40	3.00	25.9	-
29	K.K	K-44	2.01	1.40	1.16	1.83	13	2.12	3.40	35.1	11
30	K.Ş	K-32	1.02	0.99	1.09	1.64	11	1.71	1.66	25.5	-
31	A.U	E-55	0.94	0.83	0.67	1.79	13	AF	1.43	40.4	15
32	E.A	K-43	1.43	1.74	1.84	2.31	21	2.27	3.90	44.1	-
33	Z.T	K-38	0.88	1.01	1.01	1.79	13	1.71	2.27	50.8	15
34	A.M	K-23	2.13	1.79	1.43	1.49	9	1.34	3.64	23.2	-
35	S.E	E-48	0.72	0.80	1.02	2.01	16	AF	2.19	43.7	18
36	H.K	K-36	1.64	1.50	1.11	2.31	21	2.12	4.18	41.0	-
37	F.A	K-23	1.15	1.05	1.89	2.12	18	1.71	2.84	51.9	-
38	S.B	K-47	1.01	1.15	1.55	2.20	19	AF	3.22	56.8	-

Tablo : 1.

(devam)

No	Adı Sovadı	Cins Yaş	220/BYZ MKA	751/BAZ MKA	2-DE MKA	E-Peak Velosi.	E-Peak Gradi.	A-Peak Velosi.	Alfa	Açılma	PKB
39	E.Ö	K-41	1.34	1.65	1.33	1.56	10	1.83	3.55	34.0	-
40	D.K	E-48	0.80	0.81	1.16	1.30	7	1.29	1.25	15.2	-
41	Y.A	E-49	1.49	1.22	1.69	1.77	13	1.45	2.91	27.0	-
42	S.E	K-28	1.81	2.13	1.64	1.30	7	2.01	4.25	22.2	-
43	H.T	K-40	2.89	1.71	2.28	1.01	4	1.34	2.55	10.2	9
44	H.İ	K-20	0.89	0.88	1.12	2.50	25	2.24	2.97	38.3	-
45	Ş.Ş	K-49	0.98	0.97	1.10	1.75	12	1.64	2.31	37.3	-
46	C.B	K-56	2.89	2.26	1.62	1.04	4	1.34	3.59	17.8	-
47	T.Z	E-50	1.66	1.60	0.96	1.70	11	AF	2.74	44.2	14
48	N.S	K-31	0.72	0.94	0.94	1.77	13	1.49	1.78	25.9	-
49	N.K	K-32	0.94	1.06	0.54	1.88	14	1.86	2.33	55.9	-
50	S.T	K-30	1.43	1.14	1.14	1.60	10	1.68	2.44	25.8	-
51	M.K	K-31	0.95	0.81	0.91	1.90	14	1.86	2.31	54.0	14
52	M.T	E-31	0.80	0.79	0.77	2.25	20	AF	2.29	56.8	22
53	S.A	K-51	1.34	0.98	0.91	1.30	7	AF	1.76	38.9	-
54	Ş.S	K-35	1.28	0.87	0.70	3.06	37	3.13	3.85	56.9	24
55	S.A	K-41	2.17	2.17	2.11	1.60	10	1.83	4.78	25.9	-
56	A.K	E-46	2.09	2.08	1.64	1.04	4	1.49	2.58	25.4	-
57	T.B	K-36	2.55	2.22	1.29	1.01	4	1.04	3.36	12.4	-
58	K.D	K-31	1.64	1.50	1.24	1.90	14	1.90	2.99	17.2	9

Tablo : 1.

(devam)

No	Adı Soyadı	Cins Yaş	220/BYZ MKA	751/BAZ MKA	2-DE MKA	E-Peak Velosi.	E-Peak Gradi.	A-Peak Velosi.	Alfa	Açılma	PKB
59	K.K	K-40	1.78	1.26	0.88	2.38	23	AF	4.29	45.1	-
60	S.K	K-22	1.92	1.83	1.98	1.90	14	1.30	3.60	37.3	-
61	M.G	E-28	1.08	0.91	1.14	1.90	14	1.49	1.62	15.2	20
62	H.Y	E-35	1.47	0.94	1.82	2.05	17	1.23	4.48	37.2	-
63	N.D	K-49	2.05	1.67	1.29	1.97	16	AF	4.65	28.6	-
64	H.Ç	K-35	1.57	1.04	1.67	1.62	10	1.70	2.28	25.2	-
65	F.Ç	K-47	1.47	1.84	1.50	1.68	11	AF	4.57	43.8	16
66	H.P	K-35	1.15	1.46	1.40	1.53	9	1.10	3.06	27.1	8
67	H.B	K-29	1.57	1.38	1.20	1.75	12	2.05	3.24	29.2	-
68	H.C	E-44	1.04	0.83	0.94	1.19	6	AF	1.16	14.3	-
69	Ş.A	K-52	1.61	1.19	1.04	1.53	9	1.23	2.39	25.3	39
70	H.U	K-23	1.15	1.05	0.79	1.97	16	2.01	2.52	27.8	-
71	S.D	K-40	1.00	1.33	1.01	2.01	16	1.83	3.60	41.0	-
72	İ.C	E-60	1.40	1.56	1.39	2.27	21	AF	4.83	32.7	30
73	Ş.E	K-29	1.59	1.60	1.92	1.45	8	1.97	2.95	33.7	-
74	S.U	K-50	1.66	1.30	1.00	1.56	10	AF	2.79	34.9	-
75	H.A	K-55	1.19	1.06	1.50	2.35	22	AF	5.00	35.5	-
76	A.A	E-37	2.22	2.55	1.89	1.12	5	1.94	3.93	26.7	9
77	Y.A	E-49	1.77	1.55	1.43	1.68	11	1.75	3.80	55.0	7
78	R.C	E-23	1.38	1.36	1.37	1.71	12	1.45	3.53	27.3	14

Tablo : 1.

(devam)

No	Adı Soyadı	Cins Yaş	220/BYZ MKA	751/BAZ MKA	2-DE MKA	E-Peak Velosi.	E-Peak Gradi.	A-Peak Velosi.	Alfa	Açılma	PKB
79	K.Ö	K-37	1.41	1.49	1.27	2.50	25	AF	5.13	35.0	-
80	H.G	K-57	0.88	0.95	0.69	1.56	10	AF	1.37	95.3	18
81	S.Y	K-23	1.06	1.12	1.05	1.75	12	1.97	2.28	29.8	31
82	Y.T	K-20	0.74	0.89	0.85	2.61	27	2.56	2.96	64.3	21
83	K.E	K-30	2.01	1.80	1.75	1.75	12	1.71	4.40	37.3	-
84	S.Y	E-43	2.19	2.00	1.90	1.79	13	2.24	5.08	32.7	-
85	G.Ç	K-27	1.69	1.32	1.64	1.79	13	1.97	2.29	45.6	11
86	E.U	K-46	0.77	0.98	0.80	2.01	16	AF	2.83	74.5	-
87	N.Ö	K-39	0.95	0.98	1.00	1.79	13	AF	2.50	61.2	11
88	H.Y	K-61	1.07	1.05	0.79	1.50	9	AF	2.14	48.4	-
89	A.C	K-56	0.61	0.67	0.47	2.53	26	AF	2.79	89.4	22
90	F.S	K-26	1.17	0.98	0.78	1.94	15	2.16	2.56	39.6	-
91	Z.K	K-24	0.82	0.84	0.79	2.27	21	2.24	2.60	47.1	-
92	G.U	K-32	0.99	0.92	1.05	1.83	13	2.30	2.25	45.9	-

Tablo : 1.

(devam)

Olgu Sayısı	Mitral Kapak Alanları	Ortalama Değer
37	100 mm <sup>2</sup> den az	83.05 ± 14.37 mm <sup>2</sup>
31	101-150 mm <sup>2</sup> arası	122.67 ± 15.53 mm <sup>2</sup>
24	150 mm <sup>2</sup> den fazla	186.41 ± 19.95 mm <sup>2</sup>
92	Tüm olguların	123.36 ± 44.52 mm <sup>2</sup>

Tablo: 2. Olgularımızın iki boyutlu ekokardiyografi ile planimetrik mitral kapak alanları

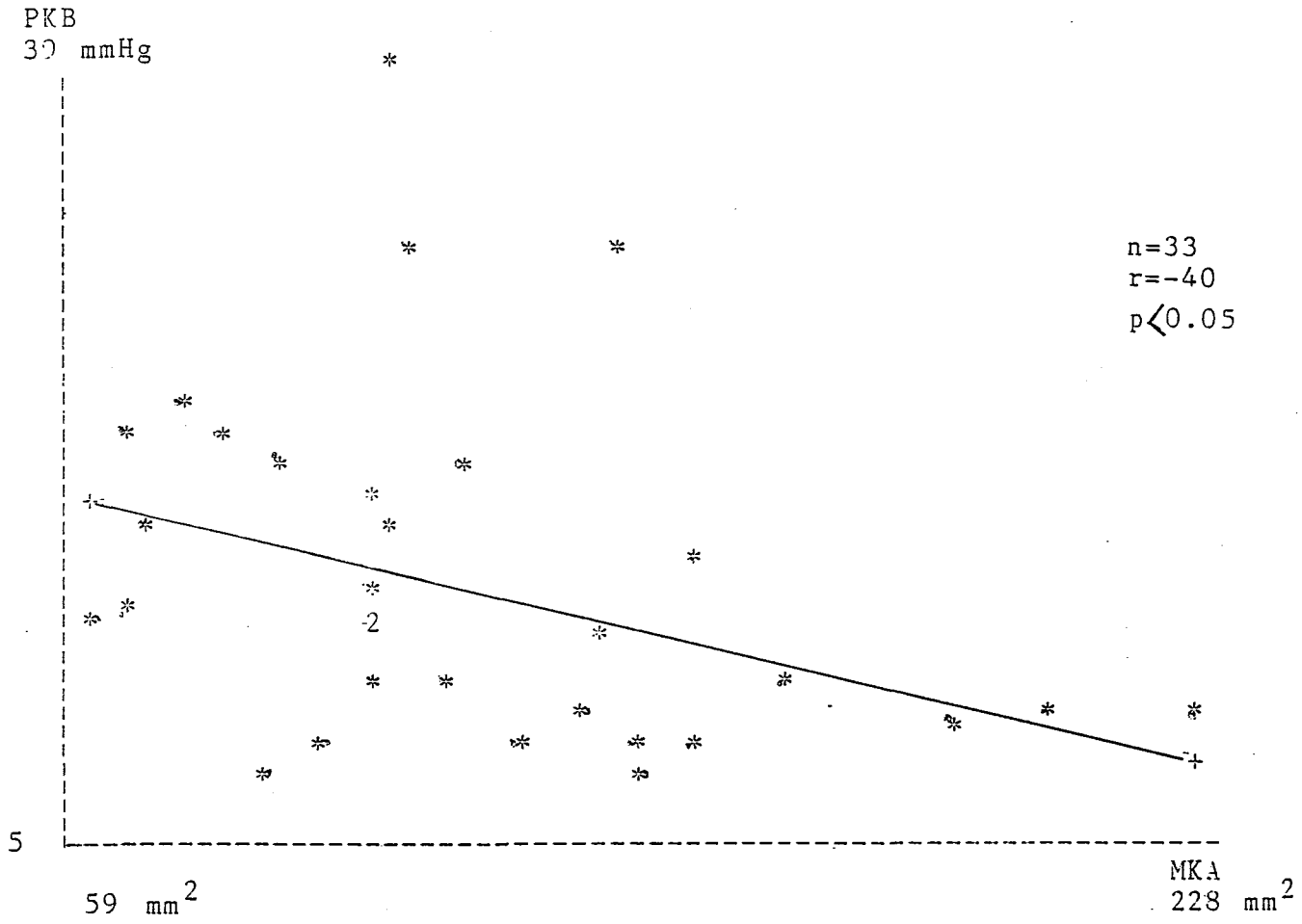
Değişkenler	220/BYZ MKA	751/BAZ MKA	2-DE MKA	Alfa	Açılma	PKB	PKB +, -	E-peak Gradiyent
220/BYZ MKA	1.000							
751/BAZ MKA	0.853	1.000						
2-DE MKA	0.705	0.747	1.000					
Alfa	0.461	0.549	0.447	1.000				
Açılma	-0.468	-0.414	-0.500	-0.094	1.000			
PKB	-0.153	-0.185	-0.215	-0.132	0.215	1.000		
PKB +, -	-0.025	-0.064	-0.105	-0.080	0.233	0.844	1.000	
E-peak Gradiyent	-0.413	-0.417	-0.324	0.247	0.476	0.157	0.007	1.000

Tablo: 3. Mitral kapağın iki boyutlu, Doppler ekokardiyografi ve PKB değişkenleri-  
nin karşılaştırılması. Açıklama için metne bakınız. Olgularımızın 33'üne sağ kateter  
yapıldı.

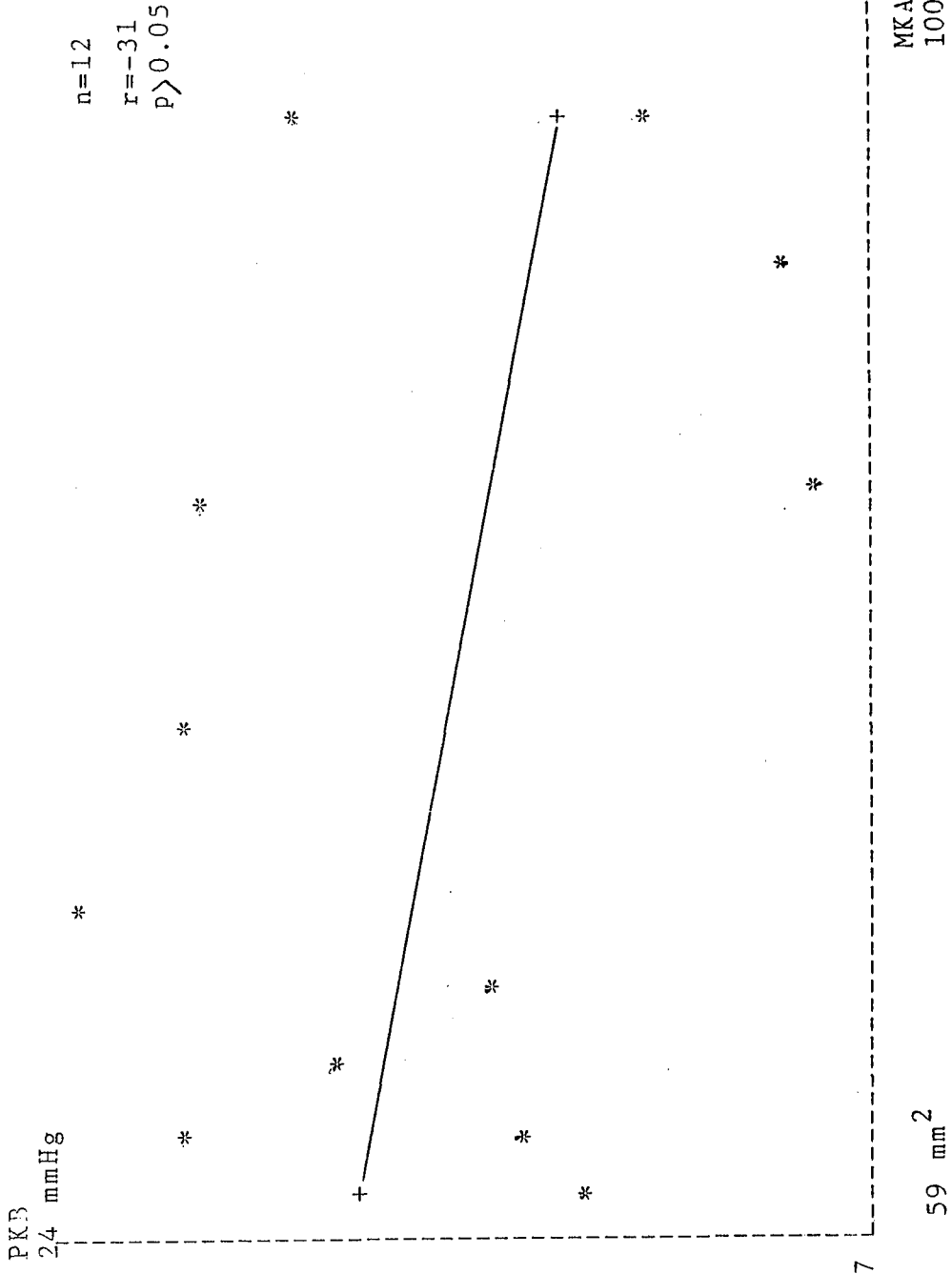


Değişkenler	Ortalamalar	Olgu Sayısı (n)
Yaş	35.69 ± 12.34	37
E-peak grad.	2.57 ± 0.77 mmHg	37
E-peak Vel.	0.81 ± 0.11 m/sn	37
A-peak vel.	0.60 ± 0.12 m/sn	37
A-peak grad.	1.56 ± 0.72 mmHg	37
BYZ	60.38 ± 17.47 m.sn	37
BAZ	281.48 ± 117.50 m.sn	21
Alfa	4.02 ± 2.26 m/sn <sup>2</sup>	37
Açılma	10.46 ± 3.18 m/sn <sup>2</sup>	37

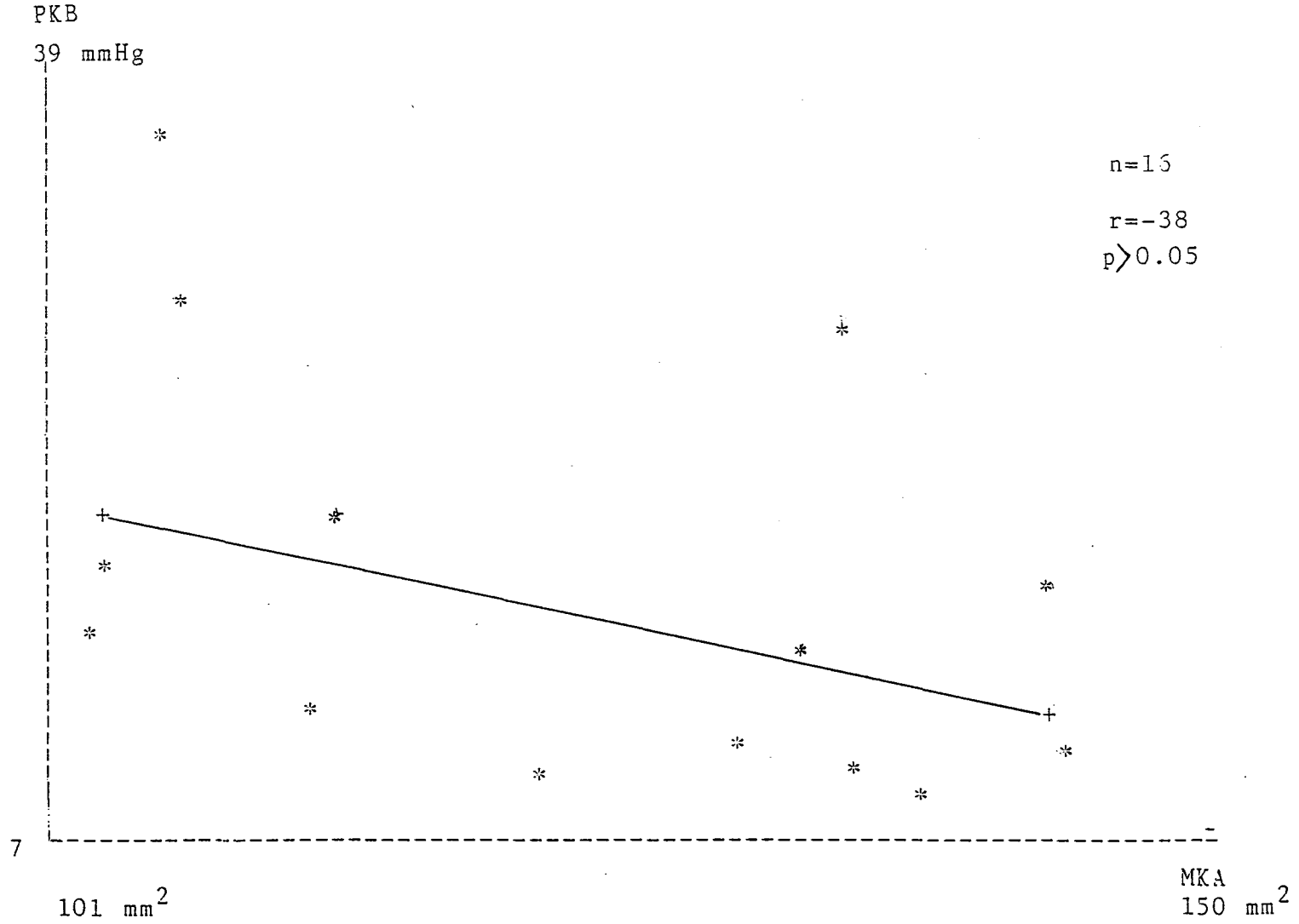
Tablo: 4. Kontrol grubu ekokardiyografik Doppler çalışma ortalamaları.



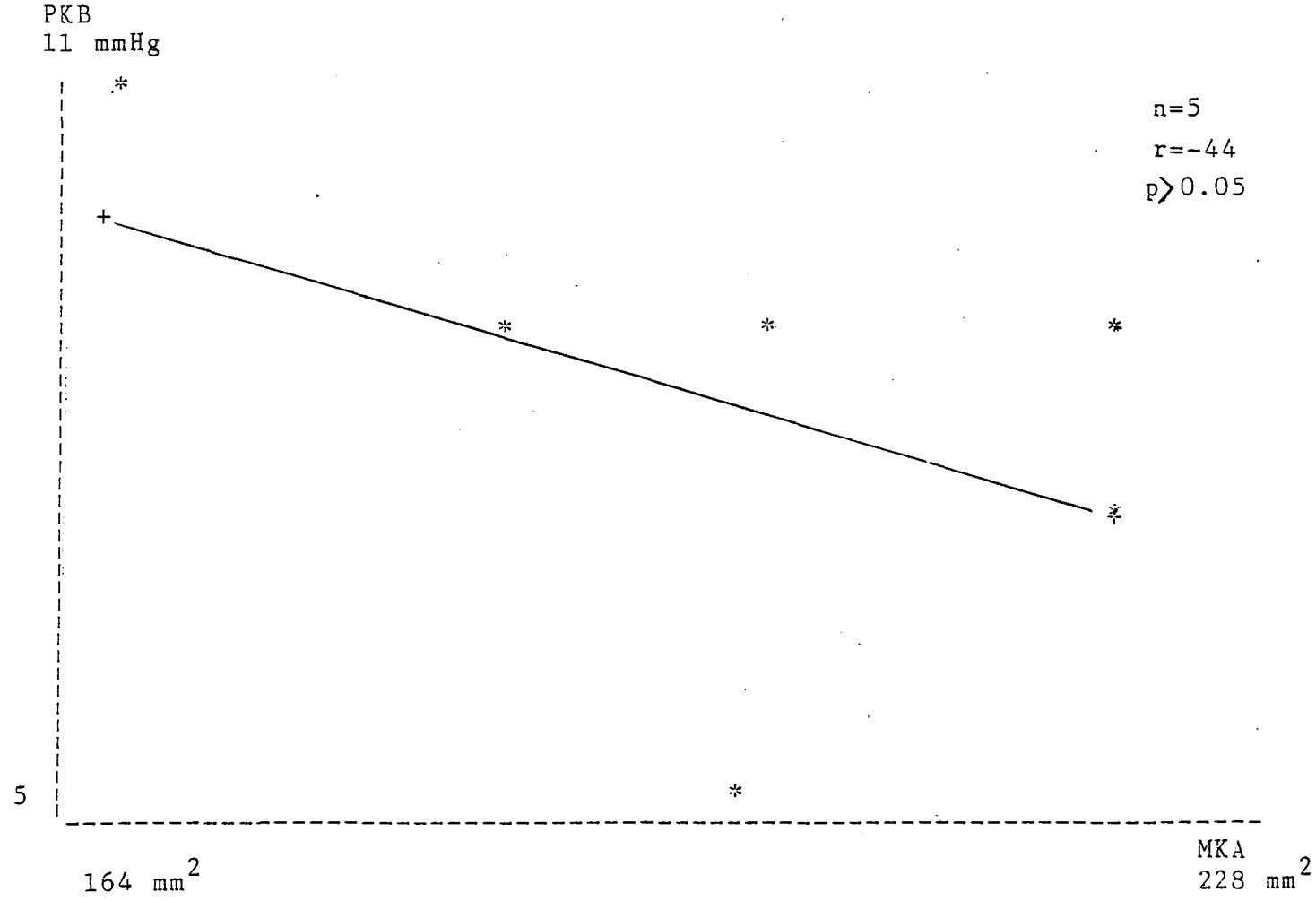
Grafik: 1. Kateter yapılan tüm olgularda MKA ile PKB ilişkisi



Grafik: 2. MKA'nın 100 mm<sup>2</sup> nin altında olduğu olgularda MKA ile PKB ilişkisi



Grafik: 3. MKA'nın 101-150 mm<sup>2</sup> arasında olduğu olgularda MKA ile PKB ilişkisi



Grafik: 4. PKB ile MKA arasındaki ilişki  
MKA 150 mm<sup>2</sup> den büyük