

**KLİNİK ARAŞTIRMA****KESİTSEL GÖRÜNTÜLERDE DALAK HACMİNİN  
CAVALIERİ YÖNTEMİYLE SAPTANMASI VE  
FORMÜLE DAYALI YÖNTEMLERLE  
KIYASLANMASI**

ESTIMATION OF SPLENIC VOLUME IN CROSS-SECTIONAL IMAGES BY USING  
CAVALIERI METHOD: COMPARISON WITH FORMULA-BASED CALCULATIONS

Gürhan ADAM  
Tuna İMAMOğLU  
Fatma YAŞAR  
Nuri ERDOğAN

**ÖZET**

**AMAÇ:** Cavalieri yöntemiyle elde edilen dalak hacim ölçümlerinin bu yöntemle göre daha kılışsal olduğu varsayılan formüle dayalı iki farklı ölçüm yöntemiyle kıyaslamak.

**GEREÇ VE YÖNTEM:** Çalışma, splenomegalisi veya dalakta yer kaplayıcı lezyonu olmayan 36 kişinin T2 ağırlıklı üst karın aksiyel MR kesitlerinde gerçekleştirildi. MR görüntüleme için Philips Achieva 1.5 Tesla MR cihazı ile alınan 7 mm kesit kalınlığı ve 1,5 mm kesit aralığındaki görüntüler kullanıldı. Dalağın hacmi iki farklı gözlemci tarafından Cavalieri ilkesine dayanan noktalı alan ölçüm yöntemi ve iki farklı yaklaşım içeren ( $A \times B \times C \times k$ , ve  $A \times B \times C + k$ ) formüle dayalı yöntemlerle hesaplandı. Cavalieri yönteminde kesit kalınlığının oluşturduğu olumsuz etkiyi gidermek için hata katsayısı %0.05'in altında olacak şekilde matematiksel düzeltme işlemi gerçekleştirildi. Gözlemciler arası uyum ve yöntemlerin ürettiği sonuçlar arasındaki ilişki istatistiksel olarak değerlendirildi.

**BULGULAR:** Cavalieri yöntemiyle yapılan ölçümlerde gözlemciler arasındaki uyum oldukça yüksekti ( $R = +0,96$ ). Formüle dayanan hesaplamalarda kullanılan çizgisel ölçümler için gözlemciler arası uyumlar da yüksek bulundu ( $R > 0,94$ ). Bununla birlikte formüle dayalı hesaplamaların Cavalieri yöntemiyle yapılan hesaplamalarla ilişkileri orta-iyi derecedeydi ( $R=0,80$ ).

**SONUÇ:** Daha kılışsal olduğu varsayılan formüle dayalı hesaplamaların dalağın büyüklüğünü kaba olarak belirlemede faydası olabilir. Bununla birlikte splenomegali tanısı için arada kalınan olgularda ve büyüklük izleminin duyarlılıkla yapılması gereken durumlarda Cavalieri yönteminin kullanılması daha akılcı bir yaklaşım olacaktır.

**Anahtar Sözcükler:** Cavalieri yöntemi, Dalak hacmi, Manyetik Rezonans Görüntüleme

**SUMMARY**

**AIM:** To correlate splenic volume calculations obtained through 1.Cavalieri method based on point counting; and 2. the formula based approaches, which are presupposed to be more practical.

**MATERIAL AND METHOD:** The study was conducted on T2 weighted axial MR images of upper abdomen in 36 patients with no evidence of splenomegaly and/or mass lesion. MR imaging was performed by Philips Achieva 1.5 Tesla MR equipment with 7 mm slice thickness and 1.5 mm gap. Splenic volume was calculated through Cavalieri method based on point counting and two different formula based approaches ( $A \times B \times C \times k$ , and  $A \times B \times C + k$ ). To eliminate the negative effect of slice thickness in Cavalieri method, a mathematical correction was performed to keep the coefficient of error below 0.05%. Interobserver reliability of the measurements and the final calculations were statistically correlated.

Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Bölümü, 35120-İZMİR  
(Doç. Dr. N. Erdoğan, Lab. Şefi, Uz. Dr. T. İmamoğlu, Uz. Dr. G. Adam, Uz. Dr. F. Yaşar)  
Yazışma: Uz. Dr. T. İmamoğlu

**FINDINGS:** The interobserver correlation in Cavalieri method was significantly high ( $R=+0,96$ ). Although the reproducibility of the linear measurements used in formula based approaches was high ( $R> 0,94$ ), the correlation with the formula and point counting-based calculations was fair-to-good ( $R = 0,80$ ).

**CONCLUSION:** Formula based approaches, which are presupposed to be more practical, can roughly estimate the spleen volume. In borderline cases of splenomegaly, or in cases whom the spleen size estimations require more precision, Cavalieri method offers a more rational approach.

**Keywords:** Cavalieri method, Magnetic Resonance Imaging, Splenic volume

## GİRİŞ

Dalağı ilgilendiren birçok hastalığın temel radyolojik bulgusu bu organdaki boyut artışıdır. Boyutsal artışın varlığına karar vermek için toplum genelinde dalak boyutuna ilişkin normal değerlerin doğru olarak saptanması gerekir. Bu durum Hodgkin hastalığı ve karaciğer sirozu gibi hastalıklarda özel bir önem taşır (1, 2). Klinik çalışmalarda bu amaçla en çok kullanılan yöntemler ultrasonografi (US), bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans (MR) görüntüleme ve sintigrafidir (3).

Cavalieri yöntemi, son yıllarda BT ve MR görüntüleme gibi kesitsel görüntüler üzerinde organ büyüklüklerini saptamak için yaygın kullanılan bir ölçüm yöntemidir (4). Bu yöntemde hata kaynaklarına ait etkiler matematiksel olarak tanımlanabilir ve hata oranı belirli sınırlar altında tutulabilir (4, 5). Cavalieri yönteminde organ hacmini hesaplamak için önce her bir kesitte o organa ait olan izdüşümlerin alanı hesaplanır. Alan hesaplaması Noktalı Alan Ölçüm Cetvelleriyle (NAÖC) gerçekleştirilir. Daha sonra bu veriler toplanarak kesit kalınlığı ile çarpılır ve hacim bilgisine ulaşılır (5, 6).

Bu çalışmada MR görüntülemesinde dalak büyüklüğüne yönelik formüle dayalı iki farklı hesaplama yönteminin sonuçları Cavalieri yöntemiyle elde edilen ölçümlerle kıyaslanmıştır. Formüle dayalı yöntemlerde birbirine dik üç farklı düzlemden alınan uzunluk ölçümleri bir katsayı ile çarpılarak ( $A \times B \times C \times k$ ) veya bir katsayı eklenerek ( $A \times B \times C + k$ ) sonuca ulaşılır. Amacımız Cavalieri yöntemine kıyasla daha kılışal (pratik) olduğu varsayılan formüle dayalı hesaplama yöntemlerinin Cavalieri yöntemiyle kıyaslanmasıdır. Referans olarak Cavalieri yönteminin seçilmesinin gerekçesi bu yöntemle elde edilen sonuçlarda matematiksel olarak hata yüzdesinin düzeltilebilmesi ve hata katsayısını %0.05'in altında tutulabilmesidir (4,5).

## GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma hastaları, Eylül 2009 ve Kasım 2009 dönemlerinde Radyoloji Laboratuvarında çeşitli nedenlerle üst karın MR çekilen 36 hastadan oluşmaktadır. Hastaların ortalama yaşı 32'dir (yaş aralığı; 21-40 yıl). Bunların 21'i kadın (%58.3) ve 15'i (%41.6) erkektir. Hastaların hepsi, splenomegali şüphesi olmayan ve MR görüntülemesinde dalak lezyonu saptanmayan kişilerden oluşmaktadır.

Görüntülemeler bölümümüzde bulunan Philips Achieva 1.5 Tesla MR cihazı (Philips Medical Sytems, The Best, Netherlands) ile gerçekleştirildi. Bütün hastalarda T2 ağırlıklı aksiyel görüntüler üzerinde çalışıldı. Bu sekansa ait ölçütler şu şekildedir: TR/TE, 1000/80; 7 mm; kesit kalınlığı, 1.5 mm kesit aralığında; NEX, 2 ve FOV, 400-450. Çalışmada dalağın hacim ölçümleri için iki farklı yaklaşım uygulandı:

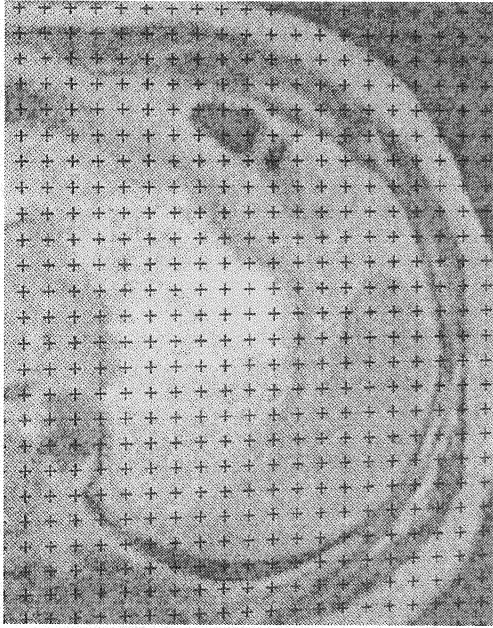
1. Noktalı alan ölçümüne dayalı Cavalieri yöntemi
2. Formüle dayalı ölçümler
  - a. Dalağın geometrik şeklinin dört yüzeyle olduğunu varsayan formül
  - b. Literatürde daha önce Schlesinger ve arkadaşları tarafından lojistik regresyon yöntemiyle elde edilmiş hacim formülü (7).

Önce kesitler üzerinde nokta sayımına dayalı Cavalieri yöntemi kullanıldı (Resim 1).

Ölçümler için daha önce tanımlanmış çizelgeler kullanılarak hata katsayısı %0.05'i aşmayacak şekilde nokta aralığı 3 mm olan NAÖC seçildi. Bu cetvel saydam bir asetat üzerine bastırıldı ve kağıda bastırılmış MR görüntüleri üzerine rastgele (random) konuldu. Her bir kesitte ilgili yapıların kesit yüzey alanı ile çakışan nokta sayısı hesaplandı. Daha sonra aşağıdaki formül ile dalak hacimleri ölçüldü:

$$V = t \times (a_1 + a_2 + \dots + a_n) \text{ cm}^3$$

Formüldeki ( $a_1 + a_2 + \dots + a_n$ ) n sayıdaki kesitlerin kesit yüzey alanlarının  $\text{cm}^2$  cinsinden, t ise n sayıdaki ardışık kesitlerin  $\text{cm}$  cinsinden kesit kalınlığını ifade



Resim 1. Cavalieri yöntemiyle dalak hacim ölçümü.

etmektedir. Formül basamaklarının hesaplanmasında Microsoft Excel programı kullanılmıştır. Hacim ölçümü her hasta için yaklaşık 10 dakika sürmüştür.

Elde edilen sonuçlar için Şahin ve arkadaşlarının önerdiği “kesit kalınlığına bağlı gerçek hacimden sapma oranını” belirleyen formüle dayanarak düzeltme işlemi uygulanmıştır. Formül şu şekilde tanımlanmıştır (5):

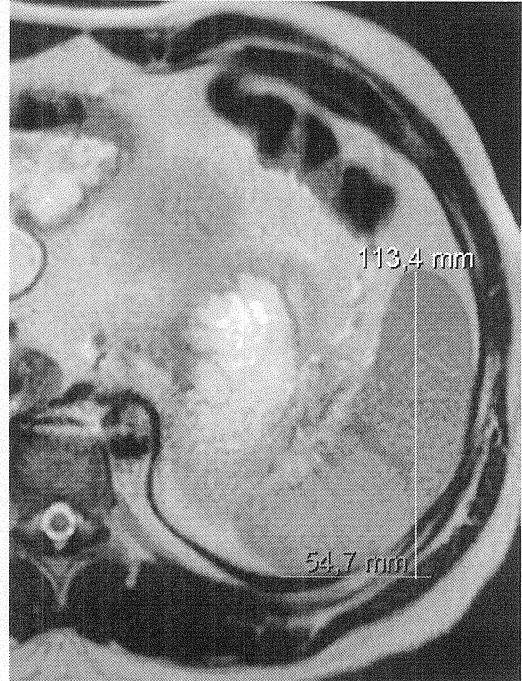
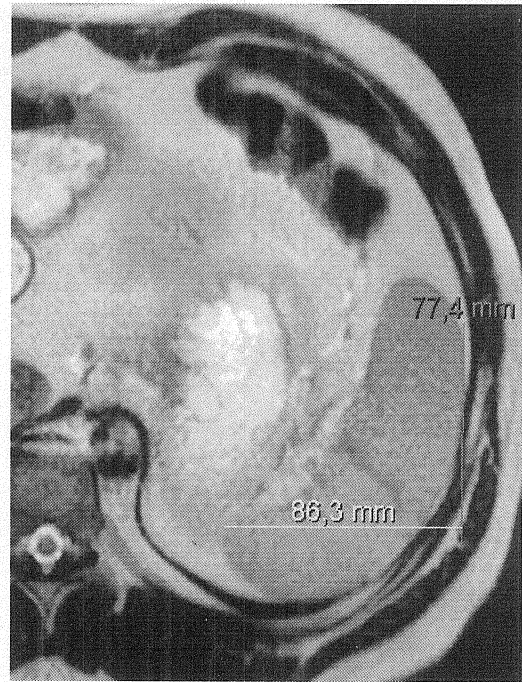
*Gerçek Hacimden Sapma Yüzdesi* =  $-5.77 + 1.48 \times \text{kesit kalınlığı}$

Çalışmamızda kullanılan 7 mm kesit kalınlığı için bu değer  $+4.59\%$ ’dur.

Daha sonra dalağın dört yüzeyle olduğunu varsayan formüle dayalı basitleştirilmiş ölçüm yöntemi kullanıldı. Bu formül dalağın üç ayrı düzlemde alınan uzunluk ölçümlerinin çarpımının belirli bir katsayı ile çarpılması temeline dayanmaktadır. Yani,

$$V = k \times (a \times b \times c)$$

Formülde a, b ve c sırasıyla dalağın longitudinal, koronal ve sagittal düzlemdeki ölçümlerine karşılık gelmektedir. *k* ise katsayıdır ve dört yüzeyle cisimlerin hacim formülü gereği 1/3 olarak seçilmiştir. Formülde kullanılan boyuna uzunluk; kesit sayısının, kesit kalınlığı ve kesit aralığı toplamı ile çarpılmasıyla elde edilmiştir. Koronal ve sagittal uzunluklar ise adı geçen düzlemlerde dalağın en geniş ölçümleridir (Resim 2).

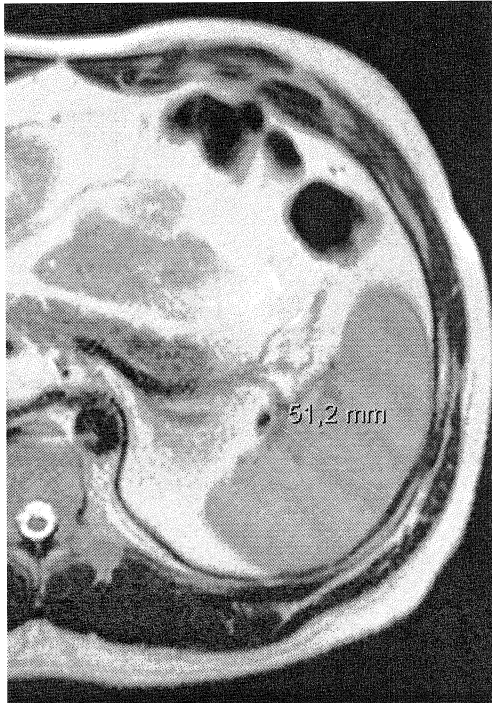
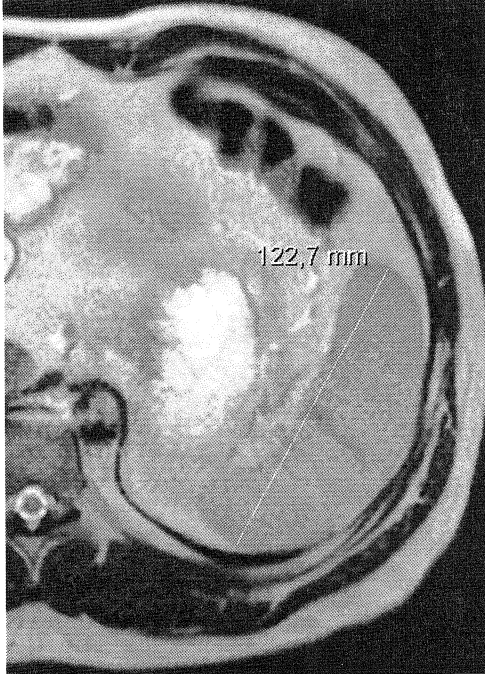


Resim 2. Dalağın belirli bir geometrik şekli olduğunu varsayan formüle dayalı ölçüm yönteminde sagittal ve koronal düzlemlerden alınan ölçümler.

Son olarak Schlesinger ve arkadaşlarının dalak hacim ölçme yöntemiyle ölçüm yapılmıştır (7). Bu yaklaşımda şu formül kullanılmaktadır:

$$\text{Dalak hacmi} = 0.67 [L \times W \times T] + 7.52$$

Formülde L, dalağın boyuna uzunluğuna [aksiyel kesit sayısı  $\times$  (kesit kalınlığı + kesit aralığı)]; W, genişliğine.; ve T, hilus düzeyindeki kalınlığına karşılık gelmektedir (Resim 3).



**Resim 3.** Lojistik regresyon yöntemiyle elde edilmiş dalak hacmi hesaplamasına ait ölçümler (genişlik ve kalınlık).

İstatistiksel analiz için;

1. Yukarıda tanımlanan bütün ölçümler (Cavalieri yöntemiyle elde edilen hacim ölçümleri ve formüllerin gerektirdiği çizgisel uzunluk ölçümlerinin tümü) iki ayrı gözlemci tarafından birbirinden bağımsız olarak tekrarlandı, elde edilen ölçümlere Spearman'ın korelasyon analizi ile gözlemciler arası güvenilirlik değerlendirilmesi uygulandı.
2. Formüle dayalı yöntemlerden her birinin ürettiği sonuçlar Spearman'ın korelasyon analizi kullanılarak Cavalieri yöntemine dayanan sonuçlarla kıyaslandı.

## BULGULAR

Çalışmamızda elde edilen istatistiksel verileri aşağıdaki gibi özetleyebiliriz:

1. Cavalieri yöntemiyle yapılan dalak hacim ölçümlerinde birinci gözlemci dalak hacmini  $250, 2 \pm 89, 0 \text{ cm}^3$ , ikinci gözlemci ise  $248, 5 \pm 87, 8 \text{ cm}^3$  olarak bulmuştur
2. Bu yöntemle ölçülen dalak hacimlerinin her iki gözlemci arasındaki ölçüm güvenilirliğini belirleyen ilişki katsayısı (R)  $+0,98$  olarak bulundu (ileri derecede uyumluluk).
3. Dalağın dört yüzeyle olduğunu varsayan formüle dayalı ölçüm yöntemiyle her iki gözlemci tarafından yapılan boyuna (L), koronal (K) ve sagittal (S) ölçümler ve ölçümler arasındaki gözlemciler arası güvenilirliği belirleyen ilişki katsayıları (R) Tablo 1'de sunulmuştur. Her üç düzlemde yapılan ölçümlerde gözlemciler arasında ileri derecede uyum vardır.

**Tablo 1.** Dalağın longitudinal, koronal ve sagittal uzunluklarına yönelik gözlemciler tarafından yapılan ölçümler

	Boyuna ölçüm (cm)	Koronal ölçüm(cm)	Sagittal ölçüm (cm)
1. Gözlemci	91, 3 $\pm$ 21, 2	87, 3 $\pm$ 10, 7	90, 4 $\pm$ 13, 6
2. Gözlemci	87, 4 $\pm$ 17, 1	85, 3 $\pm$ 11, 9	86 $\pm$ 16, 8
Gözlemciler Arası Güvenilirlik (R)	+1	+0, 98	+0, 96

4. Dalağın dört yüzeyle olduğunu varsayan formülün ürettiği sonuçlar Cavalieri yöntemiyle elde edilen hacim değerleri ile kıyaslandığında katsayı (R)  $+0,82$  olarak bulundu (İyi derecede uyumluluk).
5. Schlesinger ve arkadaşları tarafından önerilen formülde kullanılan ölçümler (longitudinal, genişlik

ve kalınlık) ve ölçümler arasındaki gözlemciler arası güvenilirliği belirleyen ilişki katsayıları (R) Tablo 2'de sunulmuştur. Her üç düzlemde yapılan ölçümlerde gözlemciler arasında ileri derecede uyum vardır.

**Tablo 2.** Schlesinger ve arkadaşları tarafından bildirilen hesaplama formülünde dalağın longitudinal boyutu, genişlik ve kalınlığına yönelik gözlemciler tarafından yapılan ölçümler

	Boyuna Ölçüm(cm)	En (cm)	Kalınlık (cm)
1. Gözlemci	87, 5 ± 19, 3	101, 4 ± 13, 7	40, 7 ± 7, 8
2. Gözlemci	86, 1 ± 18, 3	99, 8 ± 12, 2	39, 4 ± 8, 1
Gözlemciler Arası Güvenilirlik (R)	+1	+0, 96	+0, 94

6. Schlesinger ve arkadaşlarının önerdikleri formülle elde edilen hacim değerleri ile Cavalieri yöntemi ile elde edilen hacim değerleri arasındaki ilişki katsayısı (R) +0,80 olarak bulunmuştur (İyi derecede uyumluluk).

## TARTIŞMA

Dalak büyüklüğünün doğru olarak saptanması, splenomegali varlığını belirlemek için vazgeçilmez bir koşuldur. Splenomegaliye yol açan pek çok etken hastalık vardır, ancak Hodgkin hastalığı özel bir önem taşır. Bu hastalıkta dalak boyutunun doğru olarak saptanıyor olması tedavi protokollerini ve sağkalımı etkiler (1, 8-11). Benzer bir durum karaciğer sirozu için de geçerlidir. Liu ve arkadaşları, karaciğer/dalak hacmi oranlarının ilerlemiş karaciğer fibrozisinin tanısında önemli bir gösterge olabileceğini belirttiktedirler (2).

Son yıllarda radyolojik tetkiklerden elde edilen görüntüler üzerinde nokta sayımına dayalı Cavalieri ilkesine dayalı hacim hesaplama yöntemi yansız ve etkin bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (4, 12-18). Cavalieri yöntemiyle elde edilen ölçümlerde iki boyutlu bir kesitin alanı kesit kalınlığı ile çarpılarak bulunmaktadır (5, 19). Bunun için ön koşul kesitlerin birbirine paralel olması ve sayımın gelişigüzel olarak başlatılmasıdır. Alan ölçümü için eşit aralıkta (+) işaretlerinin dizilimi ile elde edilen saydam bir asetatin üzerine bastırılmış NAÖC kullanılır. NAÖC ilgilenilen görüntü üzerine rastgele olarak konulduktan sonra ilgilenilen kesit yüzey alanı ile çakışan noktalar sayılır. Her bir nokta belirli bir alana karşılık gelmektedir. Bu yöntem üç boyutlu olan yapılar hakkında iki bo-

yuatlı kesit görüntülerinden yola çıkarak bilgi edinilmesini sağlayan tarafsızlığı ve etkinliği kanıtlanmış bir yaklaşımdır (4-19). Nokta sayımı, organ sınırlarını saptama yeteneği olan özel geliştirilmiş bilgisayar programları ve bu konuda deneyim kazanmış teknik personele gereksinim duyulmaması nedeniyle ek bir gidere de yol açmaz. Gündelik çekimlerde elde edilen BT ya da MR görüntülerinin basıldığı filmler üzerinde ilgilenilen yapı ya da organın hacmini hesaplamak mümkündür (18).

Cavalieri yöntemiyle elde edilen ölçümlerde yanlış kaynaklarını değerlendirmek için iki etkeni göz önünde bulundurmanız gerekir:

1. Kesitlerde nokta sayısının sıklığı ve kesit sayısına dayanan hata katsayısı (coefficient of error). Bu katsayının %0.05 veya düşük olması hedeflenir (4, 13, 18). Çalışmamızda nokta sayısı hata katsayısı %0.05'in altında olacak şekilde ayarlanmıştır.
2. Kesitsel görüntüleme yöntemlerinde kullanılan kesit kalınlığının yarattığı sapma. Şahin ve Ergür'ün yaptıkları bir çalışmada kadavra karaciğerlerinde MR görüntüleme kullanarak değişik kesit kalınlıklarında görüntüler alınmıştır (5). Çalışmanın amacı farklı kesit kalınlıklarının planimetrik (bir yazılım aracılığıyla organ çevresini elle çizme) ve nokta sayımına dayalı ölçümlere etkisini araştırmaktır. Her iki yöntemle yapılan ölçümler gerçek hacimle kıyaslandığında bir miktar sapma göstermektedir. Bu rakam çalışmamız için hesaplanmış ve ölçüm olduğumuz hacim değerinden düşülerek düzeltme yapılmıştır.

Yukarıdaki bilgilerden yola çıkarak çalışmamızda elde edilen bulguları şöyle yorumlayabiliriz:

Cavalieri yöntemiyle yapılan dalak hacim ölçümlerinde elde edilen değerlerin standart sapması ortalama ile kıyaslandığında göreceli olarak büyüktür. Bu durum dalak büyüklüğünün çok geniş bir aralıkta seyrettiğini gösterir. Ancak bu çalışmanın amacı toplum için kabul edilebilir alt ve üst sınır değerleri belirlemek değil, farklı yöntemlerin birbirine kıyasla etkinliğini araştırmaktır. Çalışmamızda kullanılan hasta sayısı alt ve üst sınır değerler üretmek için yeterlidir.

Cavalieri yöntemiyle ölçülen dalak hacimlerinin her iki gözlemci arasındaki yüksek uyumu (R=+0, 98) bu yöntemin tarafsız ve tekrarlanabilirliğinin yüksek olduğunu göstermiştir. Buna ek olarak, Cavalieri yöntemiyle yapılan hacim ölçümleri yaklaşık 10 dakika zaman almak-

tadır. Ölçümler konusunda deneyim arttıkça bu sürenin kısalmasını bekleyebiliriz.

Çalışmamızda Cavalieri yöntemine seçenek oluşturabilecek formüle dayalı iki farklı yöntemin etkinliği sınanmıştır. Bu çalışma düzeneği literatürde daha önce gerçekleştirilmiş değildir. Formüle dayalı yöntemlerden birincisi dalağın dört yüzeyli olduğunu varsayan ve buna dayalı olarak üç düzlemde (boyuna, koronal ve sagittal) elde edilen uzunluk ölçümlerini kullanarak hacim ölçümü yapan yaklaşımdır. İkincisi ise daha önce literatürde Schlesinger ve arkadaşları tarafından önerilen ve lojistik regresyon yöntemiyle elde edilmiş bir formülü kullanan yaklaşımdır (7). Bu çalışma Schlesinger ve arkadaşlarının yönteminin geçerliliğini dışarıdan sorgulayan bir araştırma olarak değerlendirilebilir.

Her iki formülün kılıgısal değerini araştırabilmek için farklı düzlemlerdeki uzunluk ölçümlerinin gözlemciler arası tekrarlanabilirliğinin yüksek olması gerekir. Çalışmamızda alınan ölçümlerin (boyuna, koronal, sagittal, genişlik ve kalınlık) gözlemciler arası güvenilirliğini belirleyen ilişki katsayıları oldukça yüksektir ( $R>+0.9$ ) (Tablo 2). Başka bir deyişle ölçümlerde gözlemciler arasında ileri derecede uyum vardır.

Buna dayanarak, formüle dayalı hesaplamaların Cavalieri yöntemi ile ilişkisinin iyi derecede olduğu söylenebilir (Dalağın dört yüzeyli olduğunu varsayan yaklaşımda  $R=+0,82$ , Schlesinger ve arkadaşlarının önerdiği yaklaşımda ise  $R = +0,80$ 'dir). Bu durum yukarıda tanımlanan formüllerin *kaba bir yaklaşım gerektiği durumlarda* kullanılabileceğini gösterir. Aynı hastadan ölçümlerin tekrarlanması gerektiği izlem çalışmalarında veya küçük değişikliklerin klinik yaklaşımı değiştirebileceği durumlarda formüle dayanan yöntemler yetersiz kalabilir. Böyle durumlarda, hata ölçümlerinin daha önceden saptanmış matematiksel ilkelerle belirlendiği ve daha kesinlik içeren Cavalieri yöntemiyle yapılacak ölçümler yeğlenebilir. Formüle dayalı uzunluk ölçümlerinin BT ve MR görüntülerinde farklılık gösterdiğine dair elimizde veri yoktur. Buna rağmen sonuçların gözlemciler arası güvenilirliğinin ve her iki yöntemle elde edilen tekrarlanabilirliğin yüksek olacağını varsayıyoruz.

Bu çalışmanın en önemli sınırlılığı iki yöntemin sonuçlarını kıyaslıyor olması, başka bir deyişle kıyaslama için bir altın standardın bulunamamasıdır. Cavalieri yönteminde hata yüzdeleri matematiksel ilkelerle belirlenmektedir (4). Aynı şekilde kesitsel

görüntüleme yöntemlerinde kullanılan kesit kalınlılığının etkisi de matematiksel formüllerle tanımlanabilir (5). Başka bir deyişle esas ölçüt olarak Cavalieri yönteminin seçilmesinin gerekçesi bu yöntemle elde edilen sonuçlarda matematiksel olarak yanılığ yüzdesinin düzeltilebilmesi ve yanılığ katsayısını %0.05'in altında tutulabilmesidir (4, 5). Bu yöntemin bir seçeneği, son yıllarda geliştiren mühendislik yazılımları ile organ sınırlarını otomatik olarak saptayan bölümlenme teknolojisidir (20). Bu yöntem, alan bilgisini çok hızlı üretmekle birlikte özel yazılımlar gerektirmekte ve başka merkezlerin aynı ölçümleri tekrarlayabilmesi için görüntülerin sayısal ortamlara da taşınması gerektirmektedir.

Sonuç olarak; Cavalieri yöntemiyle gerçekleştirilen dalak hacim ölçümlerindeki gözlemciler arasındaki yüksek uyum nedeniyle, Cavalieri yönteminin yansız ve tekrarlanabilirliği yüksek olduğu söylenebilir. Bu yöntemin basılı filmler üzerinde gerçekleştirilebildiği ve başka merkezlerde de tekrarlanabildiği göz önüne çeşitli düzlemlerdeki uzunluk ölçümlerinin bir formül içinde kullanılmasına dayanan hacim ölçümleri kaba bir yaklaşım gerektiği durumlarda kullanılabilirse de, daha duyarlı ölçümler için daha fazla bilimsel kesinliğe sahip olan Cavalieri yöntemi tercih edilmelidir.

## KAYNAKLAR

1. Hancock SL, Scidmore NS, Hopkins KL, Cox RS, Bergin CJ. Computed tomography assessment of splenic size as a predictor of splenic weight and disease involvement in laparotomy staged Hodgkin's disease. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1994; 28: 93-9.
2. Peng Liu, Peng Li, Wen He, Li-Qin Zhao. Liver and spleen volume variations in patients with hepatic fibrosis. *World J Gastroenterol* 2009; 15(26): 3298-302.
3. Adam A, Dixon AK. Grainger & Allison's Diagnostic Radiology. 5th ed. Philadelphia: Churchill Livingstone, 2008; Chapter 73 (e-book).
4. Canan S, Şahin B, Odacı E, Ünal B, Aslan H, Bilgiç S, ve ark. Toplam hacim, hacim yoğunluğu ve hacim oranlarının hesaplanmasında kullanılan bir stereolojik yöntem: Cavalieri İlkesi. *T Klin Tıp Bilimleri* 2002; 22(S): 7-14.
5. Şahin B, Ergür H. Assessment of the optimum section thickness for the estimation of liver volume using magnetic resonance images: a stereological gold standard study. *Eur J Radiol* 2006; 57(1): 96-101.
6. Diab KM, Ollmar S, Sevastik JA, Willers U, Svensson A. Volumetric determination of normal and scoliotic vertebral bodies. *Eur Spine J* 1998; 7: 282-8.
7. Schlesinger AE, Hildebolt CF, Siegel MJ, Pilgrim TK. Splenic volume in children: simplified estimation at CT. *Radiology* 1994; 193: 578-80.

8. Strijk SP, Wagener DJ, Bogman MJ, de Pauw BE, Wobbes T. The spleen in Hodgkin disease: diagnostic value of CT. *Radiology* 1985; 154(3): 753-7.
9. Arya LS, Dinand V, Bakhshi S, Thavaraj V, Singh R, Dawar R. Significance of splenomegaly in childhood Hodgkin disease. *J Pediatr Hematol Oncol* 2004; 26(12): 807-12.
10. Daskalogiannaki M; Prassopoulos P; Katrinakis G; Tritou I; Eliopoulos G; Gourtsoyannis N. Splenic involvement in lymphomas: evaluation on serial CT examinations. *Acta Radiol* 2001;42(3): 326-32.
11. Rueffer U, Sieber M, Stemberg M, Gossmann A, Josting A, Koch T, et al; German Hodgkin's Lymphoma Study Group (GHSG). Spleen involvement in Hodgkin's lymphoma: assessment and risk profile. *Ann Hematol* 2003; 82: 390-6.
12. Royet JP. Stereology: a method for analysing images. *Progress Neurobiol* 1991; 37: 433-74.
13. Şahin B, Emirzeoglu M, Uzun A, İncesu I, Bek Y, Bilgiç S, Kaplan S. Unbiased estimation of the liver volume by the Cavalieri principle using magnetic resonance images. *Eur J Radiol* 2003; 47: 164-70.
14. Gundersen HJG, Boysen M, Reith A. Comparison of semiautomatic digitizer-tablet and simple point counting performance in morphometry. *Virchows Arch B Cell Pathol Incl. Mol Pathol* 1981; 37: 317-25.
15. Mackay CE, Pakkenberg B, Roberts N. Comparison of compartment volumes estimated from MR images and physical sections of formalin fixed cerebral hemispheres. *Acta Stereol* 1999; 18: 149-59.
16. Clatterbuck RE, Sipos EP. The efficient calculation of neurosurgically relevant volumes from computed tomographic scans using Cavalieri's direct estimator. *Neurosurgery* 1997; 40: 339-42.
17. Şahin B, Aslan H, Ünal B, Canan S, Bilgiç S, Kaplan S, et al. Brain volumes of the lamb, rat and bird do not show hemispheric asymmetry: a stereological study. *Image Anal Stereol* 2001; 20: 9-13.
18. Odacı E, Bahadır A, Yıldırım Ş, Şahin B, Canan S, Baş O, ve ark. Cavalieri ilkesi kullanılarak BT ve MR görüntüleri üzerinden hacim hesaplanması ve klinik önemi. *T Klin Tıp Bilimleri Dergisi* 2005; 25: 421-8.
19. Roberts N, Puddephat MJ, McNulty V. The benefit of stereology for quantitative radiology. *BJR* 2000; 73:679-97.
20. Farrarher SW, Jara H, Chang KJ, Hou A, Soto JA. Liver and spleen volumetry with quantitative MR imaging and dual-space clustering segmentation. *Radiology*. 2005; 237(1): 322-8.

#### İLETİŞİM

Uz. Dr. T. İmamoğlu  
Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi  
Radyoloji Bölümü, 35120 İZMİR  
Tel: 0232 469 69 69 / 1781-1775  
e-posta: akturlu@mynet.com

Başvuru : 13.08.2010  
Kabul : 02.11.2010