



T.C.

ERCIYES ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ANATOMİ ANABİLİM DALI

**YENİDOĞAN KADAVRALARINDA DALAK
HACMİNİN VE YÜZEY ALANININ STEREOLOJİK
OLARAK HESAPLANMASI**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Dr. Ayşe SAĞIROĞLU

KAYSERİ-2012



T.C.

ERCIYES ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ANATOMİ ANABİLİM DALI

**YENİDOĞAN KADAVRALARINDA DALAK
HACMİNİN VE YÜZEY ALANININ STEREOLOJİK
OLARAK HESAPLANMASI**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Dr. Ayşe SAĞIROĞLU

Danışman

Doç. Dr. Niyazi ACER

**Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Araştırma Projeleri Birimi tarafından TSU-11-3692
numaralı proje olarak desteklenmiştir.**

KAYSERİ-2012

TEŞEKKÜR

Uzmanlık öğrenimim süresince engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, tez çalışmam boyunca bilgi ve desteğini esirgemeyen sayın Doç. Dr. Niyazi ACER'e teşekkürlerimi sunarım.

Anatomi Anabilim Dalında geçirdiğim süre boyunca yetişmemde büyük emekleri olan anabilim dalımızın değerli hocaları sayın Prof. Dr. Erdoğan UNUR, Prof. Dr. Harun ÜLGER, Prof. Dr. Kenan AYCAN, Yrd. Doç. Dr. Tolga ERTEKİN ve Öğr. Gör. Dr. Mehtap NİSARİ'ye de içtenlikle teşekkür ederim.

Tez çalışmamın radyoloji aşamasında çekimleri yapan ve fikirlerine başvurduğum Pediatrik Radyoloji Bilim Dalı Başkanı sayın Prof. Dr. Abdulhakim COŞKUN'a, görüntülerde yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Afra YILDIRIM'a, radyoloji asistanı Dr. Mehmet AKGÜN'e ve radyoloji teknisyeni Fatma TANRIVER'e de teşekkür ederim.

Tezimin oluşum aşamasında ilgi ve yardımlarını esirgemeyen yüksek lisans öğrencisi Erdal KURTOĞLU'na, doktora öğrencisi Özlem ÖZÇELİK'e ve uzmanlık eğitimim süresince sıcak bir ortamda birlikte çalıştığımız yüksek lisans ve doktora öğrenimini yapan kıymetli tüm arkadaşlarıma, samimi ilgilerini ve içtenliklerini esirgemeyen anatomi personeline de teşekkürlerimi sunarım.

Bugünlere gelmem için fedakârlıklarını hiçbir zaman esirgemeyen ve üzerimde büyük emekleri olan sevgili annem, babam ve kardeşlerime, asistanlığım süresince anlayış ve desteğini esirgemeyen, her türlü zorluğumda hep yanımda olan eşime ve ailesine de sonsuz sevgi ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	x
ABSTRACT	xii
1.GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. DALAĞIN ANATOMİSİ	3
2.1.1. Dalağın Yeri ve Komşulukları.....	3
2.1.2. Dalağın Peritoneum ile İlişkisi	6
2.1.3. Dalağın Arterleri ve Venleri	9
2.1.4. Dalağın Lenf Damarları.....	11
2.1.5. Dalağın Sinirleri	11
2.2. SİNDİRİM SİSTEMİNİN EMBRİYOLOJİSİ	12
2.2.1. Dalağın Gelişimi	14
2.3. DALAĞIN HİSTOLOJİSİ.....	16
2.3.1. Genel Histolojik Yapı.....	16
2.3.2. Dalak Pulpası.....	17
2.3.2.1. Beyaz Pulpa	17

2.3.2.2. Kırmızı Pulpa.....	18
2.4. DALAĞIN FİZYOLOJİSİ VE FİZYOPATOLOJİSİ	19
2.5. STEREOLOJİ.....	23
2.5.1. Hacim Hesaplamalarında Stereolojik Metotlar	24
2.5.2. Hacim Hesaplaması İçin Kesit Yüzey Alanlarının Hesaplanması.....	26
2.5.3. Toplam Hacmin Hesaplanması.....	29
2.5.4. Yüzey Alanı Hesaplaması	30
2.5.5. Hata Katsayısı (HK)	32
3. GEREÇ VE YÖNTEM	35
3.1. USG GÖRÜNTÜLERİNİN ELDE EDİLMESİ	36
3.2. MRG GÖRÜNTÜLERİNİN ELDE EDİLMESİ	37
3.3. HACİM VE HATA KATSAYISI HESAPLAMALARI	39
3.4. YÜZEY ALANI VE HATA KATSAYISI HESAPLAMALARI.....	43
3.5. BOYUT ÖLÇÜMLERİ	46
3.6. İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME	51
4. BULGULAR	52
4.1. DALAK HACİM VERİLERİ	53
4.1.1. USG Çekiminden Elde Edilen Veriler	53
4.1.2. Kumpas Ölçümlerinden Elde Edilen Veriler.....	54
4.1.3. MRG Görüntüleri Üzerinden Elde Edilen Veriler	58
4.1.4. Dilimleme Yöntemi ile Elde Edilen Veriler.....	63
4.2. DALAK YÜZEY ALANI VERİLERİ.....	65
4.3. DALAK HACİM VE YÜZEY ALANI HATA KATSAYILARI	66
4.3.1. Dalak Hacim Hesaplamalarında Hata Katsayısı Verileri	66
4.3.2. Dalak Yüzey Alanı Hesaplamalarında Hata Katsayısı Verileri	67

5. TARTIŞMA	69
6. SONUÇ	80
7. KAYNAKLAR	82
EK 1	95
ONAY SAYFASI	98

KISALTMALAR

MRG	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
USG	: Ultrasonografi
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
ITP	: İdiyopatik Trombositopenik Purpura
PALS	: Periarteriolar Lymphoid Sheath (Periarteriyel Lenfatik Kılıf)
SI	: Splenik İndeks
SRÖ	: Sistematik Rastgele Örnekleme
HK	: Hata Katsayısı
SPSS	: Statistical Package for Social Sciences (Sosyal Bilimler İçin İstatistiksel Paket)
FLASH	: Fast Low Angle Shot (Hızlı Düşük Açılımlı Çekim)
TR	: Time Repetition (Zaman Tekrarı)
TE	: Echo Delay Time (Gecikme Süresi)
FOV	: Field of View (Görüş Alanı)
VOCAL	: Virtual Organ Computer-Aided Analysis (Bilgisayar Destekli Sanal Organ Analizi)
SPECT	: Single Photon Emission Computerized Tomography (Tek Foton Salınlımlı Bilgisayarlı Tomografi)
ROI	: Region Of Interest (İlgilenilen Bölge)

TABLO LİSTESİ

Sayfa no

Tablo 1. Splenomegaliye sebep olan başlıca hastalıklar	21
Tablo 2. Hacim ve hata katsayısı hesaplamalarında kullanılacak değerlerin bulunduğu tablo	34
Tablo 3. C0, C1, C2, C4 sabitlerinin hesaplanması	40
Tablo 4. Ai, Ai2, Ai.Ai+1, Ai.Ai+2 değerlerinin hesaplanması	45
Tablo 5. İncelenen bebeklerde ölçülen parametrelerin minimum-maksimum, aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri	53
Tablo 6. USG ile hesaplanan hacim değerleri ile altın standart hacim değerlerinin karşılaştırılması (cm ³)	54
Tablo 7. Kumpas ile hesaplanan hacim değerleri ile altın standart hacim değerlerinin karşılaştırılması (cm ³)	55
Tablo 8. USG ve kumpas'ta uzunluk-genişlik-kalınlık (cm) ve hacim (cm ³) değerlerinin karşılaştırılması.....	56
Tablo 9. Arşimet prensibi, USG ve kumpas ölçümlerinden elde edilen hacim değerlerinin karşılaştırılması (cm ³).....	57
Tablo 10. Dalak ağırlıklarının gerçek hacim ile karşılaştırılması (cm ³).....	57
Tablo 11. Aksiyal, koronal, sagittal planda bulunan hacim değerleri ve bu planların ortalama hacim değerleri ile altın standart hacim değerlerinin karşılaştırılması (cm ³).....	58
Tablo 12. Aksiyal planda; 1.6 mm'lik kesit kalınlığında alınan görüntüler üzerinde 0.25 cm'lik noktalı alan ölçüm cetveli ile bulunan hacim değerleri ile altın standart hacim değerlerinin karşılaştırılması (cm ³)	59

Tablo 13. Koronal planda; 1.6 mm'lik kesit kalınlığında alınan görüntüler üzerinde 0.25 cm'lik noktalı alan ölçüm cetveli ile bulunan hacim değerleri ile altın standart hacim değerlerinin karşılaştırılması (cm ³)	60
Tablo 14. Sagittal planda; 1.6 mm'lik kesit kalınlığında alınan görüntüler üzerinde 0.25 cm'lik noktalı alan ölçüm cetveli ile bulunan hacim değerleri ile altın standart hacim değerlerinin karşılaştırılması (cm ³)	61
Tablo 15. MRG aksiyal, koronal ve sagittal planlarda elde edilen hacimlerin ortalama hacim değerleri ile altın standart hacim değerlerinin karşılaştırılması (cm ³)	62
Tablo 16. 0.5 cm'lik kesit kalınlığında dilimlenen kesitler üzerinde 0.25 cm'lik noktalı alan ölçüm cetveli ile bulunan hacim değerleri ile altın standart hacim değerlerinin karşılaştırılması (cm ³)	63
Tablo 17. Yenidoğan kadavralarında USG, dilimleme, MRG (aks-kor-sag-ort) yöntemleriyle hesaplanan hacim değerlerinin Arşimet prensibinde ölçülen gerçek hacime göre korelasyon değerleri (Spearman nonparametrik korelasyon testi)	64
Tablo 18. Yenidoğan kadavralarının 4 oryantasyona göre dalak yüzey alanı değerleri (cm ²)	66
Tablo 19. Yenidoğan kadavralarındaki dalaklarda MRG aksiyal, koronal, sagittal planda ve dilimleme yöntemi ile elde edilen hacim hata katsayılarının ortalama ve standart sapma değerleri (%)	67
Tablo 20. Yenidoğan kadavralarındaki dalaklarda MRG aksiyal, koronal, sagittal planda ve dilimleme yöntemi ile elde edilen yüzey alanı hata katsayılarının ortalama ve standart sapma değerleri (%)	68
Tablo 21. Dalak hacim hesaplamalarında farklı teknikler kullanılarak yapılan çalışmalar	79

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1. Dalağın yerleşimi	3
Şekil 2. Dalağın yüzleri	5
Şekil 3. Kontrastlı BT incelemede pelvisi dolduran gezici dalak	7
Şekil 4. Kontrastlı BT incelemede hilum splenicum'da izlenen aksesuar dalak	8
Şekil 5. Truncus coeliacus ve dalları. Dalağın arterleri	9
Şekil 6. Dalağın kan dolaşımının şematik görünümü	10
Şekil 7. 3 mm'lik embriyoda primitif sindirim kanalının oluşumu	12
Şekil 8. Primitif dorsal ve ventral mezenterler	13
Şekil 9. Dalağın embriyolojik rotasyonu ve yerleşimi.....	14
Şekil 10. Önem sırasına göre aksesuar dalağın bulunduğu alanlar	16
Şekil 11. Organın içine trabeküller gönderen kapsülün görüldüğü dalak kesiti	16
Şekil 12. Dalak kesiti	17
Şekil 13. Sıvının yer değiştirmesi yöntemi ile hacim ölçümü	24
Şekil 14. Noktalı alan ölçüm cetveli	27
Şekil 15. Nokta sayımı ile hacim ölçümü yönteminin uygulanması sırasında kullanılabilecek bir nomogram örneği	28
Şekil 16. Skloid sonda	31
Şekil 17. Skloid sondanın kesit üzerine rastgele atılması ve yüzeye denk gelen noktalar... ..	32
Şekil 18. USG çekiminde yenidoğan kadavrasının pozisyonu	36
Şekil 19. Dalağın kalınlık ve genişlik değerlerinin USG ile ölçülmesi.	37
Şekil 20. Yenidoğan kadavra dalaklarının aksiyal plandaki görüntüsü	38

Şekil 21.Yenidoğan kadavra dalaklarının koronal plandaki görüntüsü	38
Şekil 22.Yenidoğan kadavra dalaklarının sagittal plandaki görüntüsü	39
Şekil 23. MRG görüntüleri üzerine noktalı alan ölçüm cetveli atılması.....	43
Şekil 24. MRG görüntüleri üzerine skloid sonda atılması (Koronal planda, d=0.55)	44
Şekil 25. Yenidoğan kadavra dalağının çıkarılması	46
Şekil 26. Karın ön yan duvarının deri ve fascia'larının kaldırılması	47
Şekil 27. Kumpas yardımıyla uzunluk ölçümü	47
Şekil 28. Kumpas yardımıyla genişlik ölçümü	48
Şekil 29. Kumpas yardımıyla kalınlık ölçümü	48
Şekil 30. Arşimet prensibi ile hacim ölçülmesi	49
Şekil 31. Dilimleme aleti ile dalağın kesitlere ayrılması	49
Şekil 32. Dilimlenen kesit üzerine noktalı alan cetvelinin atılması [d(iki nokta arası uzaklık) =0.25cm]	50
Şekil 33. Dilimlenen kesit üzerine skloid sonda atılması [d (sonda aralığı) =0.55cm] .	50

YENİDOĞAN KADAVRALARINDA DALAK HACMİNİN VE YÜZEY ALANININ STEREOLOJİK OLARAK HESAPLANMASI

ÖZET

Amaç: İnsan dalağının boyut ve morfolojisindeki değişikliklerin klinik teşhis ve tedavide önemli bir yeri vardır. Sıtma, kala-azar, kollojen doku hastalıkları ve neoplastik kan hastalıkları gibi birçok patolojide dalakta büyüme (splenomegali) görülmektedir. Dalak büyüklüğü hakkında palpasyon ve perküsyon ile bir fikir edinmek mümkündür. Ancak çoğu zaman bu yöntemler yetersiz kalmaktadır. En iyi sonuç, görüntüleme metodlarıyla (MRG, USG, BT) ortaya konulmaktadır. Literatürde bu görüntüleme teknikleri kullanılarak organ hacimlerinin hesaplandığı pek çok çalışma vardır. Bu çalışmada yenidoğan kadavralarına ait dalaklar üzerinde, USG, MRG, Arşimet prensibi ve dilimleme yöntemleri kullanarak, bu yöntemler arasındaki farklılıkların ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışmada Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı laboratuvarında bulunan 5 yenidoğan kadavrasına ait dalaklar kullanıldı. Bu kadavra dalaklarında, USG ve kumpas yardımıyla boyut ölçümleri, dalakların çekilen MRG görüntüleri ve dilimleme yapılan kesitleri üzerinde ise stereolojik ölçümler yapıldı.

Yenidoğanların MRG görüntüleri üzerinden dalak hacmini hesaplamak için güvenilir bir yöntem olan Cavalieri prensibi kullanıldı. Arşimet prensibine göre (yükselen su hacmine göre) hesaplanan hacim gerçek dalak hacmi olup, bu değer altın standart olarak kabul edildi. Altın standart olan bu ölçümle USG, MRG görüntüleri ve dilimleme yönteminden elde ettiğimiz tahmin değerleri karşılaştırıldı.

Bulgular: Çalışmamızda MRG, USG, dilimleme ve Arşimet prensibiyle hesaplanan dalak hacim ortalamaları sırasıyla $4.66 \pm 3.76 \text{ cm}^3$, $4.70 \pm 3.02 \text{ cm}^3$, $4.45 \pm 3.46 \text{ cm}^3$, $4.82 \pm 3.85 \text{ cm}^3$ olarak hesaplandı. Çalışmamızda skloid sonda kullanılarak dalak yüzey alanı 4 oryantasyonda hesaplandı; sonuçta dilimleme, aksiyal, koronal ve

sagittal planda hesaplanan dalak yüzey alanı ortalamaları sırasıyla $32.3 \pm 20.6 \text{ cm}^2$, $24.9 \pm 14.36 \text{ cm}^2$, $24.3 \pm 12.7 \text{ cm}^2$, $18.5 \pm 5.9 \text{ cm}^2$ olarak tespit edildi.

Sonuç: Alınan MRG kesitlerinden elde edilen sonuçlara göre 1.6 mm kesit kalınlığında koronal planda hesaplanan hacim değerlerinin altın standarda en yakın değerler olduğu tespit edildi.

Dalağın boyut ve morfolojisi ile ilgili ciddi birçok hastalığın klinik değerlendirilmesinde ve splenektominin preoperatif olarak planlanması konusunda kliniğe katkıda bulunabileceğimizi düşünmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: Splenomegali, Dalak hacmi, Yüzey alanı, Stereoloji, Cavalieri prensibi

ESTIMATION OF SPLENIC VOLUME AND SURFACE AREA OF THE NEWBORNS' CADAVERIC SPLEEN USING STEREOLOGICAL METHODS

ABSTRACT

Aim: Changes in human spleen size and morphology take an important place in clinical diagnosis and treatment. Spleen growth (splenomegaly) is observed in many diseases such as malaria, kala-azar, collagen tissue diseases, and neoplastic blood diseases. It is possible to reach an overall idea about the size of the spleen through palpation and percussion. However, these methods may often become inadequate. The best results are obtained by imaging methods (MRI, USG, CT). There are many studies in the literature in which organ volume is calculated using these imaging techniques. In the present study, we aimed to reveal the between these methods, using the USG, MRI, Archimedean principle and slicing methods on the newborns' cadaveric spleen.

Materials and methods: In this study, dimensional measurements were made in five newborns' cadaveric spleens in the laboratory of the Anatomy Department at Erciyes University, Medical Faculty with USG and calipers, and stereological measurements were also made on the images of MR and the sliced spleens.

In this study, Cavalieri principle, a reliable method, was used to measure splenic volume of the newborns with MRI images. The volume which is calculated according to the principle of Archimedes is the actual volume of the spleen and this value was accepted as the gold standard. We compared the estimated values obtained from ultrasound, MRI images and slicing method with this measurement accepted as the gold standard.

Results: We calculated the mean spleen volumes obtained with MRI, USG, slicing method and the gold standard to be $4.66 \pm 3.76 \text{ cm}^3$, $4.70 \pm 3.02 \text{ cm}^3$, $4.45 \pm 3.46 \text{ cm}^3$, and $4.82 \pm 3.85 \text{ cm}^3$, respectively. We calculated the mean spleen surface areas in 4 orientations, using cycloid probe. The results were $32.3 \pm 20.6 \text{ cm}^2$, $24.9 \pm 14.36 \text{ cm}^2$,

24.3±12.7 cm², 18.5±5.9 cm² slicing method, axial, coronal and sagittal planes, respectively.

Conclusion: It was found from the results obtained from MRI slices that the volume values calculated in coronal plane in 1.6 mm slice thickness were the closest values to the gold standard.

In conclusion, we are of the opinion that we can contribute to the clinic about the clinical also about the preoperative clinical evaluation of the splenectomy.

Key words: Splenomegali, Splenic volume, Surface area, Stereology, Cavalieri Principle

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Dalak, hem immunolojik hem hematopoetik fonksiyonları olan önemli bir lenfoid organ olup, sekonder lenfoid organların en büyüğüdür (1, 2). Karın boşluğunun sol üst kısmında yerleşim gösteren dalak, lenfoid bir organ olması sebebiyle dolaşım sistemi organları içerisinde incelenir (3).

Erişkinlerde 12 cm uzunluğunda, 7 cm genişliğinde, 3-4 cm kalınlığında ve 150 cm³ hacmindedir. Dalağın büyüklüğü, hayatın çeşitli dönemlerinde farklılık gösterdiği gibi, farklı şahıslarda ve aynı şahsın farklı durumlarında da farklılık gösterir (3). 0-3 aylık bebeklerde ortalama dalak uzunluğu 4.5 cm (3.3-5.8) olup, bildirilen üst sınır ise 6.8 cm'dir (4). Dalağın ağırlığı ortalama olarak birinci yılda 17 gr veya daha az, 20 yaşında ise 170 gr kadardır. Bu yaştan sonra gittikçe azalarak 76 yaşında 122 gr'a iner (3).

Dalak mononükleer fagositik hücreler için başlıca depo bölgesidir. Lenfositlerin toplam sayısının %25'i ve vücuttaki plateletlerin (trombosit) üçte birini barındırır. Organ partiküllü maddeleri, enfeksiyöz organizmaları, yaşlı ve defektif eritrosileri ve plateletleri alarak kanı filtre eder. Eritrositlerden açığa çıkan hemoglobinden ayrılan demir yeniden kullanıma sokulur. Demir ferritin veya hemosiderin olarak dalakta saklanır (2, 5). Kan yolu ile gelen makromoleküler antiijenlerin temizlenmesinin yanı sıra, antiijen sunumunun gerçekleştiği, immun cevapların başlatıldığı, T ve B lenfosit proliferasyonunun aktive edildiği bir organdır (2). Fetal gelişimin erken dönemlerinde geçici hematopoezden sorumludur. Bu rolü dalaktan sonra karaciğer ve daha sonra da kemik iliği üstlenir. Bununla birlikte, çocuklarda ve yetişkinlerde, şiddetli anemide dalak yeni kan hücreleri üretebilir (2, 5). Çok sayıda fagositik hücre

içermesi ve dolaşımdaki kan hücreleriyle yakın temasta olması nedeniyle dalak, dolaşıma giren tüm mikroorganizmalara karşı önemli bir savunma bölgesidir (6).

Dalağın boyut ve ağırlığı altta yatan patolojiye göre farklılık gösterebilir. Lösemi gibi bazı patolojik durumlarda dalak kan yapımına yeniden başlar. Kan yapımının kemik iliği dışındaki bölgelerde gerçekleşmesiyle dalak myeloid metaplaziye uğrar. Buna bağlı olarak splenomegali gelişir (1). Splenomegali; sıtma, kala-azar gibi birçok enfeksiyon hastalıkları, kollojen doku hastalıkları, akut lösemi, lenfoma gibi neoplastik kan hastalıkları, dalak absesi, kist ve tümörleri gibi ciddi birçok patolojide görülmektedir (7).

Dalak boyutlarının doğru olarak değerlendirilmesi klinik tanı ve tedavide çok önemlidir. Yukarıda bahsettiğimiz gibi birçok hastalıkta dalağın boyut ve morfolojisinde değişiklikler olmaktadır. Dalak büyüklüğü hakkında palpasyon ve perküsyon ile bir fikir edinmek mümkündür. Ancak çoğu zaman bu yöntemler yetersiz kalmaktadır. En iyi sonuç görüntüleme metodlarıyla (MRG, USG, BT) ortaya konulmaktadır. Daha önce yapılan çalışmalarda, bu görüntüleme teknikleri kullanılarak organ hacimlerinin hesaplandığı pek çok çalışma vardır (8-14). Bu çalışmalarda hacim hesaplaması yöntemi olarak stereolojik yöntemlerden Cavalieri prensibi kullanılmıştır (9-12, 15).

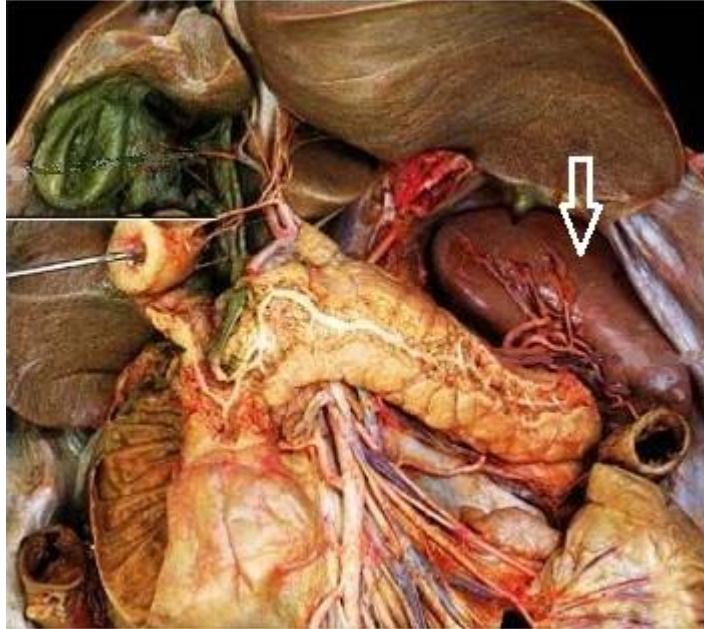
Literatürde yetişkinlerde dalak hacmi ve yüzey alanı hesaplaması ile ilgili çalışmalar mevcuttur fakat yenidoğanlara ilişkin çalışmalar yeterli sayıda bulunmamaktadır. Biz bu çalışmada yenidoğan kadavralarında, USG, MRG, Arşimet prensibi ve dilimleme yöntemlerini kullanarak, yenidoğanlarda dalak hacminin ve yüzey alanının normal değerlerini ortaya çıkarıp, dalakla ilgili ciddi birçok hastalığın klinik değerlendirilmesinde ve splenektominin preoperatif olarak cerrahisinin planlaması durumunda kliniğe katkıda bulunacağımızı düşünüyoruz.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. DALAĞIN ANATOMİSİ

2.1.1. Dalağın Yeri ve Komşulukları

Karın boşluğunda, diaphragma'nın altında, regio hypochondriaca sinistra'da, midenin arkasında, sol böbrek ile flexura coli sinistra'nın üstünde bulunan kırmızı renkli bir organdır (16) (Şekil 1).



Şekil 1. Dalağın yerleşimi (17)

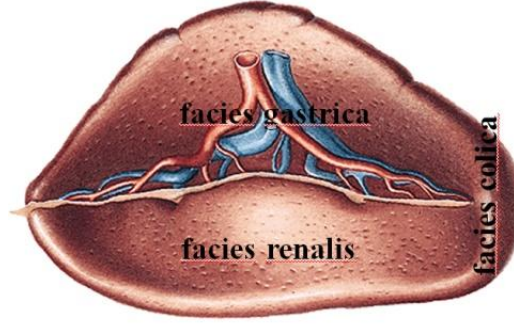
Damardan zengin olan dalak, canlıda koyu kırmızı, kadavrada koyu morumsu kırmızı renkte olup, yumuşak ve kolayca yırtılabilen bir yapıya sahiptir (16). Kama veya dörtgen biçimindeki şekli, komşu organlar ile ilişkisine bağlı olarak değişkenlik gösterir. Dalağın uzun eksenini 9-10. kosta seviyesine kadar uzanır. Arka ucu (extremitas posterior) 10. thoracal vertebra'nın processus spinosus'u hizasında, orta çizgiye 3-4 cm uzaklıktadır. Ön ucu (extremitas anterior) orta axillar çizgiye (linea axillaris media) kadar uzanır (18).

Dalağın büyüklüğü, hayatın çeşitli dönemlerinde bir hayli farklılık gösterdiği gibi, farklı şahıslarda ve aynı şahsın farklı kondisyonlarında da farklılık gösterir. Erişkinlerde 12 cm uzunluğunda, 7 cm genişliğinde ve 3-4 cm kalınlığındadır. Dalağın ağırlığı ortalama olarak birinci yılda 17 gr veya daha az, 20 yaşında ise 170 gr kadardır. Bu yaştan sonra gittikçe azalarak 76 yaşında 122 gr'a iner. Erkeklerde biraz daha ağırdır. Erişkinlerde dalağın ağırlığı normalde 100 ilâ 250 gr arasında olması gerekirken, bazen de 50 ilâ 400 gr arasında da olabilir. Sindirimden sonra dalağın hacmi artar, yine vücudun beslenme durumuna bağlı olarak dalağın büyüklüğü değişir (3, 19).

Dalağın boyut ve ağırlığı altta yatan patolojiye göre de farklılık gösterebilir. Malaria hastalığında dalak fazla büyür. Böyle bir vakada dalağın 9 kg'a kadar çıktığı bildirilmiştir. Dalağın en sık görülen bu patolojisine splenomegali denir. Splenomegalide dalak, aşağıya ve mediale doğru büyür (3, 19).

Cerrahi literatürde, splenomegali ılımlı, büyük ve hiper olarak farklı şekillerde açıklanmıştır ki, bu da araştırmacıların ortak bir kararda birleşmediklerini göstermektedir. Birçok araştırmacı 500 mg'dan büyük ve/veya 15 cm'den uzun dalağın "splenomegali" olduğu konusunda hemfikirdir. Dalağın sol arcus costarum altında palpe edilebilmesi için en az iki kat büyümüş olması gereklidir (19).

Dalağın iki yüzü, iki kenarı ve iki de ucu vardır. Yüzlerinden diaphragma ile komşu olan konveks yüzüne facies diaphragmatica, organlarla komşu olan konkav yüzüne ise facies visceralis denir (Şekil 2) (3, 16, 20).



Şekil 2. Dalağın yüzleri (21)

Facies diaphragmatica, diaphragma'nın alt yüzüne yaslanır ve diaphragma aracılığı ile sol 9.-11. kaburgalarla komşuluk yapar. Bu kaburgalar ile diaphragma arasında sol akciğer ve pleura'nın alt kenarları yer alır. Bu yüzün üst uca yakın olan kısmı, biraz mediale doğru kıvrılmıştır. Facies visceralis'de damar ve sinirlerin geçtiği bir geçit ile organların oturduğu üç yüz bulunur. Damar ve sinirlerin geçtiği yarık şeklindeki geçite hilum splenicum (hilum lienale) denir. Hilum splenicum'un önünde midenin arka yüzü ile komşu olan çukur kısma facies gastrica denir. Hilum splenicum'un arkasında kalan ve sol böbrek ile komşu olan çukurluğa facies renalis denir. Facies visceralis'in alt ucu flexura coli sinistra ile komşuluk yapar ve facies colica denir (3, 20). Cauda pancreatis'in, dalağa kadar uzandığı durumlarda ayrıca facies pancreatica adı verilen bir saha bulunur (16).

Dalağın margo superior ve margo inferior denilen iki kenarı ile extremitas anterior ve extremitas posterior denilen iki ucu vardır (3, 16, 20).

Margo superior, facies diaphragmatica'yı facies gastrica'dan ayırır. Özellikle alt bölümünde çentikli olan bu kenar, öne ve yukarı bakar. Bu kenara çentikli olması nedeniyle margo creneatus, öne ve yukarı bakması nedeniyle de margo anterior da denilmektedir (3, 16, 20).

Margo inferior, facies diaphragmatica'yı facies renalis'ten ayırır. Aşağı ve arkaya bakan bu kenar, üst kenara oranla daha düz ve kütündür. Bu nedenle margo posterior veya margo obtusus da denilmektedir. Diaphragma ve sol böbrek arasında uzanan bu kenar, 11. kostanın seyrine uyar (3, 16, 20).

2.1.2. Dalağın Peritoneum İle İlişkisi

Dalağın hilum splenicum dışında kalan bütün yüzü peritoneum'la örtülüdür. Bu bakımdan dalak, intraperitoneal bir organdır. Peritoneum; hilum splenicum'dan arkada diaphragma'ya lig. phrenicosplenicum, ön tarafta mideye lig. gastrosplenicum (lig. gastrolienale) olarak bağlanır. Peritoneum, sol böbreğe atlayarak lig. splenorenale'yi (lig. lienorenale) oluşturur. Lig. splenorenale'nin iki yaprağı arasında a.v. lienalis, cauda pancreatis; lig. gastrosplenicum'un iki yaprağı arasında ise aa. ve vv. gastricae breves ile a.v. gastromentalis (a.v. gastroepiploica) sinistra bulunur. Dalak en lateralde lig. phrenicocolicum ile komşuluk yapar (3, 16, 22).

Dalak, yukarıda bahsettiğimiz ligamentlere ilaveten lig. pancreaticosplenicum ve intraabdominal basıncın etkisiyle yerinde durmaktadır. Dalağın abdomen içerisinde aşağı doğru yer değiştirmesi (mobil dalak), dalağın büyümesi (splenomegali), karında asit birikmesi ve aşırı zayıflama gibi durumlarda dalağı yerinde tutan bağların gevşemesiyle birlikte normal yerini az veya çok değiştirebilir. Bu gibi durumlarda dalak sapı torsiyonu, tromboz ve dalak nekrozu gibi komplikasyonlar görülebilmektedir (23).

Normalde regio hypochondriaca sinistra'nın derininde bulunan dalak, palpasyonla hissedilemez. Göğsün yan tarafında, linea axillaris mediana'nın hemen arkasında ve 9-11. kaburgalar arasında perküsyonla muayene edilebilir. Ancak dalak büyüdüğü zaman midenin ön yüzü ile diaphragma arasından geçerek Traube alanına girer. Bu alan midenin, sol tarafta kemik ve kırıldak kaburgalar üzerindeki iz düşümü olarak bilinir. Normal bir fizik muayenede, bu alandan perküsyonla timpan ses alınırken, mide fundusuna ait olan bu ses, dalağın büyüdüğü durumlarda bu alanı dolduracağından kaba bir ses olarak değişir (3, 16).

Dalak ponksiyonları 9. veya 10. kaburgalar arası aralıktan yapılır. Pleura ve akciğerin alt kenarı üzerine geldiği için üst sınırı tam belli değildir (24).

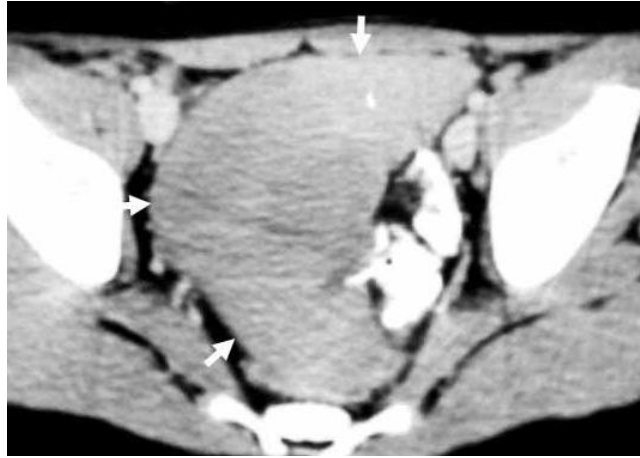
Dalak, 9-12. kaburgalar tarafından iyi korunmasına rağmen, sol tarafa komşu olduğu bir veya daha fazla kaburganın şiddetli bir darbeye maruz kalması durumunda, karındaki en sık zarar gören organdır. Karnın diğer bölümlerine yapılacak keskin olmayan, künt bir darbe intraabdominal basınçta ani, belirgin bir artışa sebep olur ve aynı zamanda dalak yırtılmasına sebep olabilir. Dalak yırtılmasında, dalak kapsülü

ince ve parankimi yumuşak olduğu için, şiddetli intraperitoneal kanamaya ve şoka sebep olur (5).

Dalak yaralanmaları, önceleri “splenektomi” ile tedavi edilirken, splenektomi sonrası sepsis sorununun tanınması ile “dalak koruyucu cerrahi teknikler“, son yıllarda ise, gerekli şartları taşıyan klinikler tarafından “konservatif yaklaşım” ile tedavi edilmekte, zorunlu haller dışında splenektomi uygulanmamaktadır. Immunolojik rolü ve splenektomi sonrası sepsis sorunu nedeniyle özellikle çocukluk çağında, dalak koruyucu cerrahi girişim teknikleri veya konservatif yaklaşım uygulanmalıdır (25).

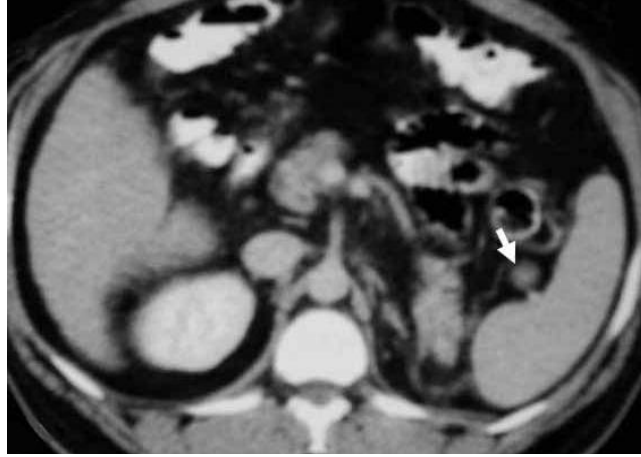
Gezici dalak (Şekil 3) ve aksesuar dalak (Şekil 4) oldukça sık görülen dalak anomalileridir (26). Bu anomaliler, dalakla eş dansite veya sinyal karakteristiğine sahip olmaları ile tanınırlar (27).

Gezici dalak (mobil dalak), splenik ligament gevşekliği nedeniyle oluşmakta ve karında yumuşak doku kitlesi şeklinde bulgu vermektedir (Şekil 3) (27).



Şekil 3. Kontrastlı BT incelemede pelvisi dolduran gezici dalak (27)

Genellikle lig. gastrosplenicum ve omentum majus’da nodül şeklinde küçük dalak parçaları bulunabilir. Bu küçük dalakçıklar esas dalaktan ayrı olabildiği gibi, ince bantlarla da bağlı olabilir. Bunlara splen accessorius denir. Bu aksesuar dalakların büyüklükleri bir bezelyeden erik büyüklüğüne kadar değişebilir (3) (Şekil 4).



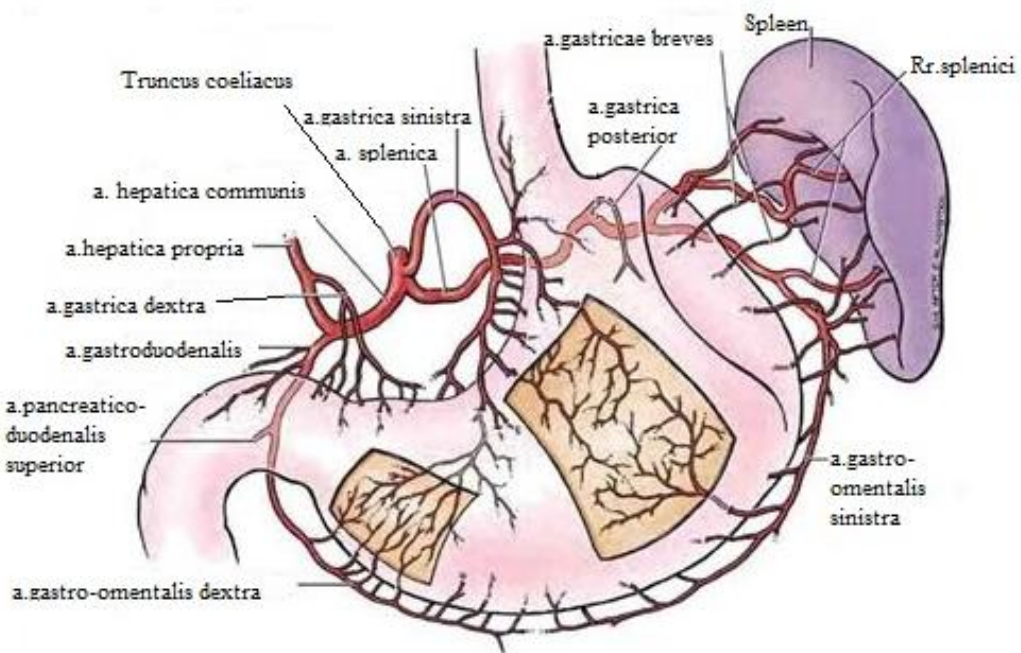
Şekil 4. Kontrastlı BT incelemede hilum splenicum'da izlenen aksesuar dalak (27)

Normal populasyonun %10'undan fazlasında görülebilen aksesuar dalak, ortalama 1 (0.2-10) cm çapa sahiptir. Genellikle bir tanedir ve hilum splenicum'da ya da cauda pancreatis'e yakın olarak ligamentum splenorenale içinde bulunabilir. Lig. gastrosplenicum'da ya da omentum majus'ta da bulunabilir. Klinik açıdan, spontan veya travmalar sonucu oluşan rüptürleri, nadir de olsa torsiyonları ve immuntrombositopenik purpura, kronik lenfositik lösemi, hereditör sferositoz gibi kan hastalıkları nedeniyle yapılan splenektomiler sonrası aktive olarak büyüdükleri geçmişte rapor edilmiştir. Splenektomi endikasyonlarında (rüptür, torsiyon, hipersplenizm vs.) operasyon sonrası semptomların devam etmemesi için, cerrahlar aksesuar dalak varlığına çok dikkat etmelidirler (27).

Dalak anomalileri anatomik ve fizyolojik olarak sınıflandırılır. Anatomik sınıflamada, yukarıda bahsettiğimiz aksesuar dalak ve gezici dalak dışında; aspleni (dalağın konjenital yokluğu), polispleni (birden fazla dalak olması) ve splenogonadal füzyon yer alır. Polispleni olguları; safra yolu atrezisi, vena cava inferior yokluğu, aort kalp defektleri ile birlikte olabilir. Fonksiyonel sınıflama içinde; portal hipertansiyon ve parazitozlarda oluşan hipersplenizm, splenektomi, sarkoidoz ve radyoterapi sonrası ise hiposplenizm söz konusudur. Hipersplenizm varlığında splenomegali ile beraber pansitopeni söz konusudur. Bu gibi durumlar kitle etkisi ile hareket, beslenme ve solunum güçlüğüne yol açmakta, travma ile kolayca yaralanabilmenin yanı sıra anemi, lökopeni ve trombositopeni ile ciddi kanama ve enfeksiyon riskini ortaya çıkarmaktadır (25).

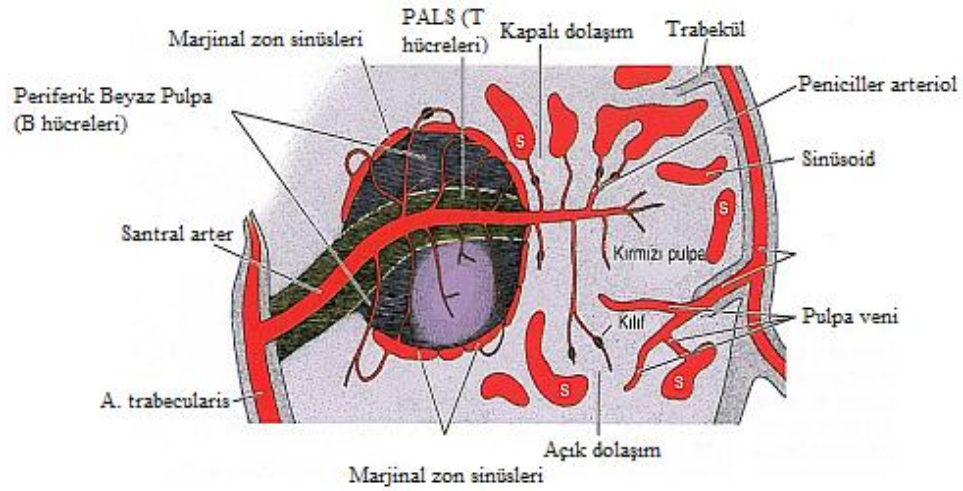
2.1.3. Dalağın Arterleri ve Venleri

Dalak, *truncus coeliacus*'un üç dalından biri olan *a. lienalis* (*a. splenica*) tarafından beslenir (Şekil 5). Çok kalın bir damar olan *a.lienalis*, kıvrıntılı bir seyirle, *bursa omentalis*'in arkasında ve *pancreas*'ın arka yüzünün üst kenarına yakın olarak dalağa uzanır. *Lig. splenorenale* içinde, dalağa girmeden önce 5-8 dala ayrılan *a. lienalis*, dalağı saran *tunica fibrosa*'dan gelen uzantılarla kılıflanmış bir şekilde dalağa girer ve dalak içinde birçok dala ayrılır. Dalağı besleyen arterler sadece belirli bir bölgede dağılırarak diğer bölge damarlarıyla anastomoz yapmazlar (3, 16, 20).



Şekil 5. Truncus coeliacus ve dalları. Dalağın arterleri (28)

A.lienialis, öncelikle trabeculae splenicae içerisinde a. trabecularis olarak seyreder. Bu dallardan ayrılan ince dallar (rr. splenici), trabeküllerden çıkarak parankima ihtiva eden küçük aralıklara girerler (29). Trabeküler arterler bağ dokusunu terkedip parankimaya girince damarın çevresi, T lenfositlerden oluşmuş periarteriyel lenfatik kılıf (PALS) adlı bir kılıfla sarılır. Bu damarlar, santral arterler ya da beyaz pulpa arterleri olarak bilinir (Şekil 6). Santral arter, beyaz pulpa içindeki seyri boyunca, çevredeki lenfoid dokuyu besleyen ışınal düzenlenmiş yan dallar verir (Şekil 6) (6, 30).



Şekil 6. Dalağın kan dolaşımının şematik görünümü* (30)

*Açık ve kapalı dolaşım teorileri şematize edilmiştir. Dalak sinüsleri (S) belirtilmiştir. PALS: Periarteriyel lenfatik kılıf

Beyaz pulpayı terkeden santral arter dallanarak, düz penisiller arteriollerini oluşturur. Kan, bu dalların sinüsoidlere açıldığı duvarda bulunan küçük deliklerden geçerek retikulumdaki venlere dökülür (16). Bazı penisiller arterioller sonlanmalarına yakın bölümde, retiküler hücreler, lenfoid hücreler ve makrofajlardan oluşan bir kılıfla sarılmışlardır (30).

Kılıfı geçtikten sonra penisiller arterioller kanı sinüsoidlere (kırmızı pulpa sinüslerine) taşıyan kapiller damarlar olarak devam ederler. Bu sinüsoidler kırmızı pulpa kordonları arasında bulunan alanı doldurur. Kırmızı pulpanın kapiller damarlarından sinüsoidlerin içine doğru olan kan akımının ne şekilde gerçekleştiği henüz tam olarak açıklığa kavuşmamıştır. Bazı araştırmacılar kapiller damarların doğrudan sinüsoidlere açıldığını iddia ederlerken, diğerleri kanın önce kırmızı pulpa kordonlarındaki hücreler arasındaki boşluklardan süzülüp sinüsoidlerde toplandığını ileri sürmektedir. Birinci görüş kapalı dolaşım olarak bilinir; yani kan daima damarların içinde seyreder. İkinci görüş açık dolaşımı savunur. Bu görüşe göre dolaşım kırmızı pulpa parankiması (Billroth kordonları) içine açılır ve kan sinüsoidlere ulaşmak için hücreler arasındaki boşluktan geçer. Bugünkü bilgiler insan dalağında dolaşımın açık türden olduğunu destekler yöndedir (1, 30).

Kan sinüsoidlerden kırmızı pulpa venlerine doğru ilerler. Kırmızı pulpa venleri birbiriyle birleşerek parankimayı terk edip trabeküllerin bağ dokusu içine girer ve trabeküler venleri oluştururlar (Şekil 6). Trabeküler venlerin duvarında kendilerine ait bir kas tabakası yoktur, duvarları trabeküler dokudan oluşmuştur. Bunlar trabeküler bağ dokusu içinde yerleşmiş endotelle döşeli kanallar olarak düşünülebilirler. Trabeküler venlerin birleşmesiyle oluşan V. lienalis, hilum splenicum'dan organı terk eder (30). V. lienalis daha sonra vv. gastricae breves ve v. gastromentalis (v. gastroepiploica) sinistra ile birleşir. Lig. splenorenale içinde, a. lienalis ile birlikte cauda pancreatis ve corpus pancreatis'in arkasında seyrederek Collum pancreatis'in arkasında v. lienalis, v. mesenterica superior ile birleşerek v. portae hepatis'i oluşturur (16).

2.1.4. Dalağın Lenf Damarları

Dalağın lenf damarları periarteriel lenfatik doku ile Malpighi cisimciklerinden başlar ve kapsülün altında bir ağ oluşturur. Hilustan çıkan lenf damarları nodi lymphatici splenici (lienales) ve nodi lymphatici coeliaci'ye açılır. Buradan da pankreasın lenf nodüllerine açılırlar (3, 16, 20).

2.1.5. Dalağın Sinirleri

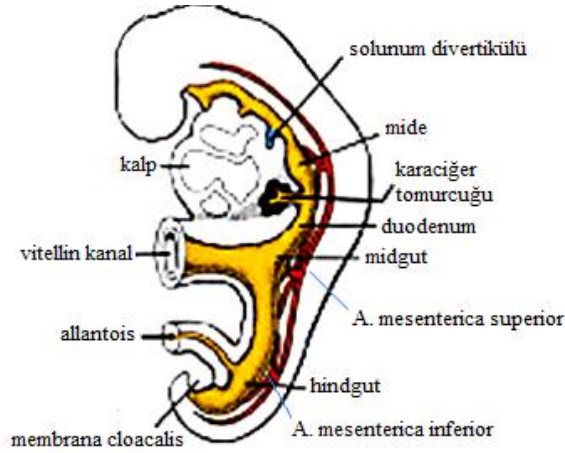
Dalağın sinirleri plexus coeliacus aracılığı ile arterin çevresinde gelirler. Parasempatik lifler n. vagus, sempatik lifleri n. splanchnicus'tan gelir. Sempatik liflerin uyartısı dalakta bulunan düz kas liflerini kasar ve dalaktan kanın boşaltılmasını sağlar. Parasempatiklerin etkisi ise, kanın depo edilmesini sağlar ve limfatik dokunun faaliyetini artırır (3, 29).

Dalak, dolaşım sistemine ait bir organ olmasına rağmen karın içerisinde yer almaktadır. Bu yüzden sindirim organları ile yakın komşuluğu bulunmaktadır. Dalağın embriyolojik gelişimi esnasında karın boşluğunun sol tarafına yerleşmesi sindirim sisteminin rotasyonu ile birlikte olmaktadır (3). Bu nedenle dalağın embriyolojik gelişimini anlayabilmek için sindirim sistemi embriyolojisinden kısaca bahsetmek gerekir.

2.2. SİNDİRİM SİSTEMİNİN EMBRİYOLOJİSİ

İnsanda primitif bağırsak gelişimin 4. haftasında ortaya çıkar. Primitif bağırsak endoderminden sindirim sistemini döşeyen epitel ve sindirim sistemi ile ilgili bezlerin parankiması gelişir. Sindirim kanalının kranial bölümü stomodeum'un (primitif ağız) ektoderminden, kaudal son bölümü ise proctodeum'un (anal açıklık) ektoderminden köken alır. Sindirim kanalının duvarına katılan kas, bağ dokusu ve diğer tabakalar primitif bağırsağın endodermini çevreleyen splanknik mezenkim'den gelişir (31, 32).

Primitif bağırsak, embriyonun sefalik ve kaudal kısımlarında, sırasıyla ön bağırsak (foregut) ve son bağırsak (hindgut) adı verilen kör bir şekilde sonlanan bir tüp oluşturur. Bu tüpün orta kısmı, orta bağırsak (midgut) ise, vitellin kanal yoluyla, vitellus kesesiyle ilişkisini geçici olarak sürdürmeye devam eder (Şekil 7). Vitellus kesesi 2. aydan itibaren körelmeye başlar ve vitellin kanal kapanır. Ancak bazen erişkinlerde ileum üzerinde Meckel divertikülü adını alan bir kalıntı halinde görülebilir (26, 31).



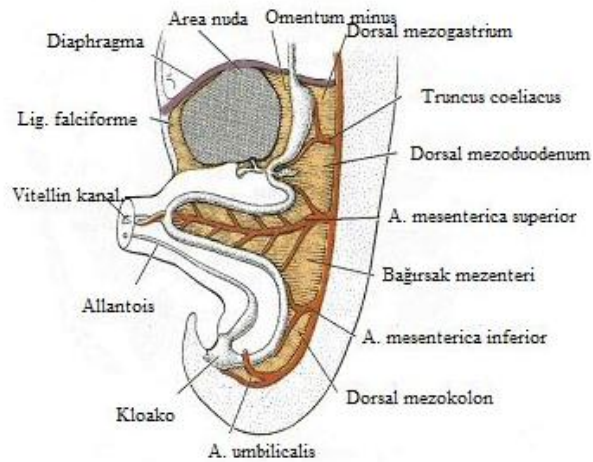
Şekil 7. 3 mm'lik embriyoda primitif sindirim kanalının oluşumu (26)

Primitif bağırsağın ön ve arkadaki kör endodermal sonlanmalarına karşılık dışarıdan ektodermal iki girinti meydana gelir. Bunlardan öndeki girintiye stomodeum, arkadakine proctodeum adı verilir. Stomodeum ve proctodeumun dip kısımları, aralarında mezenkim dokusu bulunmayan, dıştan ektoderm ve içten endoderm ile döşeli epitelyal membranlarla kapatılmıştır. Bunlardan baş taraftakine membrana

buccopharyngea, kuyruk tarafındakine ise membrana cloacalis adı verilir. Membranların endoderm ve ektoderm epiteli arasında mezenkim dokusu bulunmadığından kendilerini besleyecek damarlar gelişmez. Beslenmeyen zarlar atrofiye olup yırtılırlar. Membrana buccopharyngea 3. haftada, membrana cloacalis ise 3. aydan önce (yaklaşık 9. haftada) yırtılır ve sonradan tamamen kaybolurlar. Membranların yırtılması ile dış ortamla ilişki kuran primitif sindirim kanalı ağızdan anüse kadar foregut (önbağırsak), midgut (orta bağırsak) ve hindgut (son bağırsak) olmak üzere üç bölüme ayrılır (31, 32).

Başlangıçta ön bağırsak, orta bağırsak ve son bağırsak karın arka duvarı mezenkimi ile geniş tabanlı bir ilişki içindedir. Ancak 5. haftada, kaudal parçası, orta bağırsak ve son bağırsağın önemli bir parçası, karın arka duvarına ilişkiyi sağlayan doku köprüsü daralır ve önbağırsağın kaudal parçası, orta bağırsak ve son bağırsağın önemli bir parçası, karın arka duvarına dorsal mezenter ile asılı hale gelir. Dorsal mezenter oesophagus'un alt ucundan son bağırsağın kloakal bölgesine kadar uzanır. Bu mezenter, mide bölgesinde dorsal mezogastrium veya omentum majus; duodenumda dorsal mezoduodenum ve kolonda da dorsal mezokolon adını alır (26).

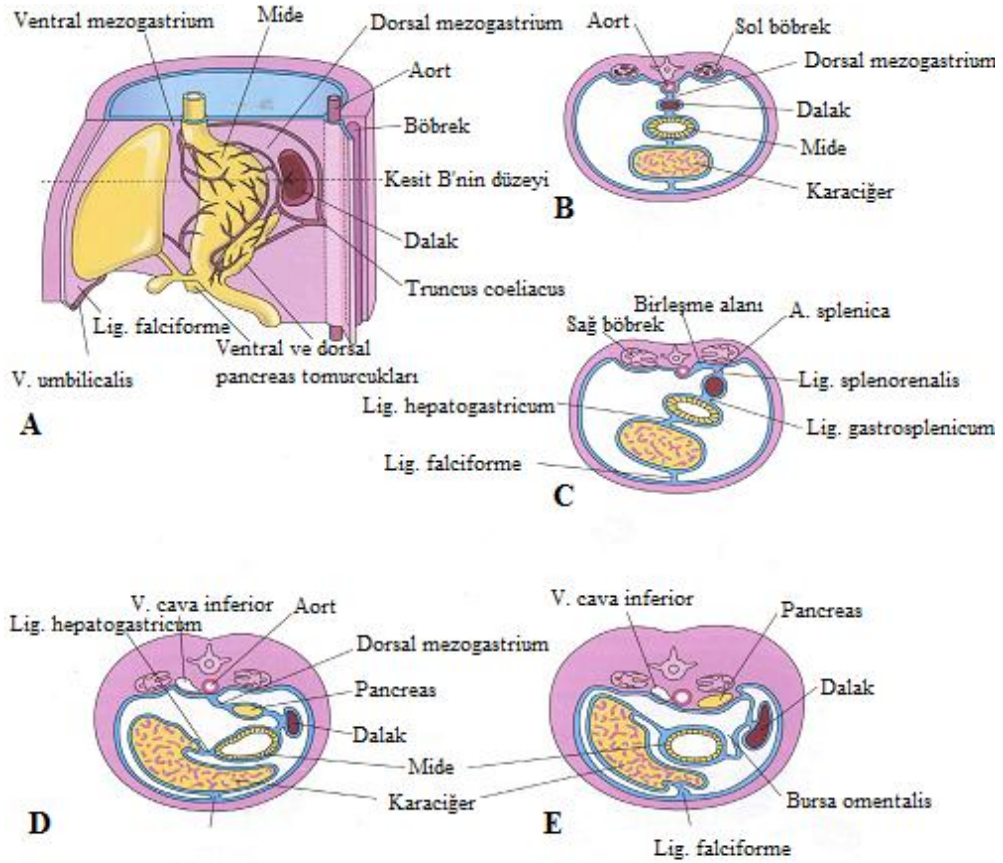
Ventral mezenter, sadece oesophagus'un terminal parçası, mide ve duodenumun üst kısmında mevcuttur (Şekil 8) ve septum transversumdan köken almıştır. Karaciğerin septum transversum mezenkimi içine doğru büyümesi, ventral mezenter; oesophagus'un alt kısmı, mide ve duodenumun üst kısmından karaciğere uzanan omentum minus'a ve karaciğerden karın ön duvarına uzanan lig. falciforme'ye böler (26).



Şekil 8. Primitif dorsal ve ventral mezenterler (26)

2.2.1. Dalağın Gelişimi

Dalak, dorsal mezogastrium yaprakları arasındaki mezenkimal hücre kitlesinden köken aldığı için bu organın gelişimi sindirim sistemi ile birlikte anlatılmaktadır (Şekil 9). Dalak, vasküler lenfatik bir organ olup 5. haftada gelişmeye başlar fakat erken fetal döneme kadar karakteristik şeklini kazanmaz (33).



Şekil 9. Dalağın embriyolojik rotasyonu ve yerleşimi* (33)

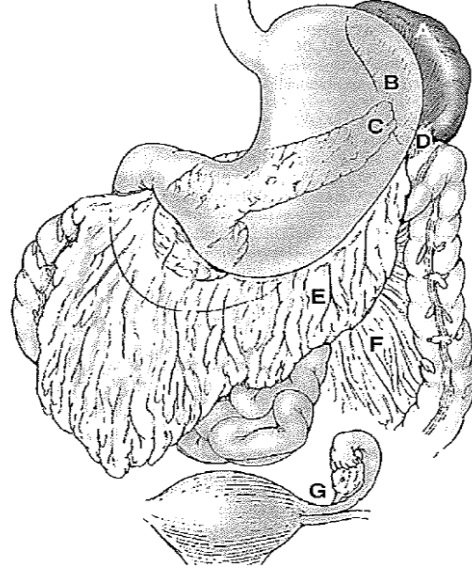
*A. 5.haftanın sonunda dalağın dorsal mezogastrium yaprakları arasındaki konumu ve mide ile ilgili yapıların sol tarafı izlenmektedir. B. A'daki seviyede dalağın transvers kesiti. Dalağın dorsal ve ventral mezenterlerle ilişkisi izlenmektedir. C. Dorsal mezogastrium'un karın arka duvarındaki peritona yapışmasını gösteren transvers bir fetus kesiti. D. Midenin rotasyonu ve karaciğerin sağa hareketini gösteren benzer kesit. E. Dalağın intraperitoneal olarak yerleşim gösterdiği izlenmektedir (33).

Dalak taslağı, 1. ayda mezogastrium dorsale'nin sol tarafında veya bursa omentalis'in arka duvarında bir mezenkim kalınlaşması ile ortaya çıkar. Dalak taslağı sol tarafa doğru kabarak 2. aydan itibaren bursa omentalisin dorsal duvarı ile olan ilişkisini kaybeder. Bundan sonra hilum splenicum'unda bulunan lig. gastrolienale ile bursa omentalis duvarında asılı kalır. Dalak taslağını oluşturan mezenkim hücreleri lenf düğümlerinde olduğu gibi retikulum hücrelerini meydana getirdikten sonra kısmen lenfositlere dönüşür. Lenfositler a. centralis'lerin adventitia'larına infiltre olur (34).

Yapılan gen hedefli deneyler, bir basic helix loop transkripsiyon faktörü olan capsulin ile NKx2-5, Hox11 ve Bapx1 homebox genlerinin, dalak gelişimini düzenlediğini göstermektedir (33).

Dalak, fetusta lobüllüdür ancak normalde doğumdan önce lobüller kaybolur. Erişkin dalağının üst sınırındaki çentikler, fetal lobülleri ayıran olukların kalıntılarıdır. Midenin rotasyonu sırasında mezogastriumun sol yüzü sol böbrek üzerini örten peritonla birleşir. Bu birleşme, lig. splenorenale'nin dorsal bağlantısını ve a. lienalis'in neden truncus coeliacus'un en geniş dalı olduğunu ve bursa omentalisin arkasında, sol böbreğin önünde kıvrımlı bir yol izlediğini açıklamaktadır (Şekil 6C) (33).

Dalak embriyolojisinin en sık anomalisi aksesuar dalaktır. Toplumda %20 olan aksesuar dalak, hematolojik hastaların %30'unda bir veya daha fazla olabilir. Aksesuar dalak, %80 oranında hilum splenicum ve damar (a.lienalis) pedikülünde bulunur. Aksesuar dalağın azalan sıklıkta bulunduğu diğer lokalizasyonlar ise; lig. gastrocolicum, cauda pancreatis, omentum majus, midenin curvatura gastrica major'u, lig. splenocolicum, ince bağırsak ve kalın bağırsak mezenterisi, kadında sol lig. latum uteri (broad ligaman) ve erkekte sol funiculus spermaticus'tur. Şekil 10'da aksesuar dalağın en sık görüldüğü yerler ve yüzde dağılımı verilmektedir (19).

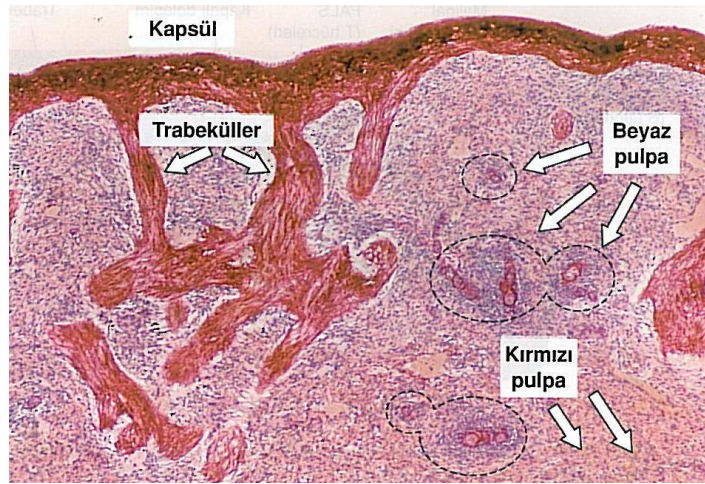


Şekil 10. Önem sırasına göre aksesuar dalağın bulunduğu alanlar: A. Hilum splenicum, %54 B. Pedikül, %25 C. Cauda pancreatis, %6 D. Lig. splenocolicum, %2 E. Omentum majus, %12 F. Mezenter, %0.5 G. Sol over, %0.5 (19)

2.3. DALAĞIN HİSTOLOJİSİ

2.3.1. Genel Histolojik Yapısı

Dalak sıkı bağ dokusu yapısında, parankimi ya da dalak pulpasını birbiriyle devamlılık gösteren bölümlere ayıran trabeküllerin uzandığı bir kapsülle sarılıdır (6) (Şekil 11).

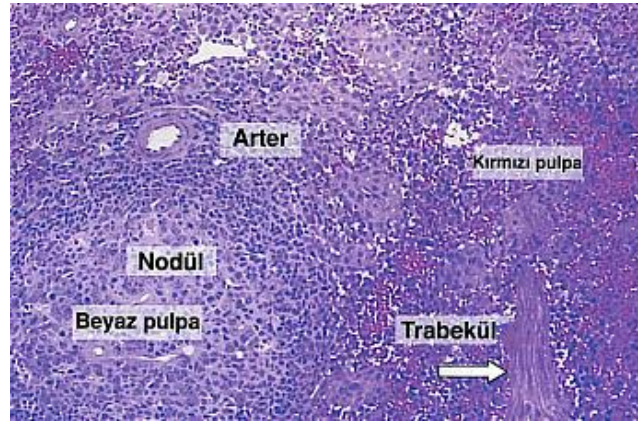


Şekil 11. Organın içine trabeküller gönderen kapsülün görüldüğü dalak kesiti (30)

Dalağın orta çizgi hizasındaki hilumda kapsül, dalak pulpasına sinirleri ve arterleri taşıyan çok sayıda trabekül oluşturur. Parankimada oluşan venler ve trabeküllerin bağ dokusu içinden başlayan lenfatik damarlar, hilum splenicum'dan organı terk ederler. Dalak pulpasında lenf damarı bulunmaz. İnsan dalağında, kapsül ve trabeküllerin bağ dokusu içinde sadece birkaç düz kas hücresi bulunur. Dalak diğer tüm lenfoid dokular gibi retiküler dokudan oluşan bir ağ içine yerleşmiş lenfoid hücreler, makrofajlar ve antijen sunan hücrelerden oluşmuştur (6).

2.3.2. Dalak Pulpası

Tespit edilmemiş taze dalağın kesit yüzeyinde parankima içinde beyaz noktalar görülür. Bu bölgeler lenfoid nodüllerdir. Dalağın beyaz pulpasının bir bölümünü oluştururlar. Lenf nodülleri, koyu kırmızı renkte, kanla dolu bir doku olan kırmızı pulpa ile çevrelenmiştir (Şekil 11, 12). Mikroskop altında, kırmızı pulpanın dalak kordonları (Billroth kordonları) denilen, uzun lenfoid doku bölgeleriyle bunların arasına yerleşmiş sinusoidlerden oluştuğu görülür (1, 30).



Şekil 12. Dalak kesiti* (30)

*Solda arteriyol ve bir nodül içeren beyaz pulpa vardır. Sağda ise kırmızı pulpa ve bağ dokusu bölmesi (trabekül) görülmektedir. PT boyası. Küçük büyütme.

2.3.2.1. Beyaz Pulpa

Beyaz pulpa, santral arteri içermesinin dışında lenf düğümlerinde bulunan nodüler lenfatik dokuya eşittir. Bir T hücre kılıfı tarafından çevrelenmiş (PALS) santral arteri

ve B hücreleri içeren lenf foliküllerini içeren beyaz pulpada antijen sunucu hücreler ve makrofajlarda bulunur (6).

Beyaz ve kırmızı pulpa arasında, sinüslerin bol bulunduğu gevşek bir lenfoid doku uzanır. Bu bölge marjinal zon olarak bilinir. Burada bol miktarda aktif makrofaj ve az sayıda lenfosit bulunur. Kandaki antijenlerin yoğunlaştığı bu bölge dalağın immünolojik aktivitesinde önemli bir role sahiptir (30).

Marjinal bölge sadece antijenlerin ortadan kaldırıldığı bir bölge olmayıp, sirkülasyondaki T ve B lenfositlerin, dalak parankimasına girdiği bölgedir. Marjinal bölgeye gelen T ve B lenfositler beyaz pulpaya doğru göç ederlerken, dendritik, retiküler hücrelerle karşılaşır. Burada uygun T, B hücreleri ve uygun antijen mevcutsa immün yanıt başlar. Uyarılmış B lenfositler beyaz pulpa lenf foliküllerinin merkezine göç ederek plazma hücrelerini ve bellek B lenfositlerini oluştururlar. Plazma hücreleri kırmızı pulpa kordonlarına geçerler ve venöz sinüsler içindeki kana antikorlarını salgırlar (1).

Dalakta B lenfositler, germinal merkezlerde ve marjinal zonda, T lenfositler periarteriyel lenfoid kılıfta yerleşirler (2).

2.3.2.2. Kırmızı Pulpa

Trabeküler ve beyaz pulpa dışındaki bütün alanları kaplayan kırmızı pulpa, yassı endotel hücreleriyle döşeli dalak sinüsoidleri ve bunlar arasında uzanan Billroth kordonları adı verilen hücre kordonlarından oluşur (2, 6).

Dalak kordonları, retiküler hücre ve liflerden oluşan bir stroma tarafından desteklenen plazma hücreleri, makrofajlar ve kan hücreleri içerir. Bu kordonlar insanlarda lenf folikülü içermezler. Makrofajların stoplazmik uzantıları sinüsoidlere komşudur. Parçacıklı maddeleri yakalamak üzere interendotelyal yarıklardan sinüsoid lümenine doğru da uzanabilir (6, 30).

Dalakta sinüsoidler, uzun eksenleri sinüsoidlerin uzun eksenine paralel yerleşmiş yassı endotel hücreleriyle döşelidir. Endotel hücrelerinin ince uçlarında bağlantı kompleksleri bulunabilir. Bu hücreler dıştan tıpkı bir fiçinin kasnakları gibi enine düzenlenmiş retiküler liflerle sarılmıştır. Enine ve uzunlamasına lifler birleşerek ağısı bir yapı oluşturarak komşu endotel hücreleri arasındaki boşlukları dolduran makrofajları ve sinüsoid hücrelerini çevreleyip sararlar. Sinüsoidin çevresinde kesintili bir bazal lamina vardır (6, 30).

Sinüsoidleri döşeyen hücreler arasındaki aralıklar 2-3 mikrometre çapında ya da daha dar olduğundan ancak esnek hücresel elemanlar, kırmızı pulpadan sinüsoid lümenine geçebilir (30).

Dalak sinüsoidlerini çevreleyen makrofajlar, dolaşımdaki parçacıkları ve hücresel artıkları alma ve ortadan kaldırmada rol alırlar. Dalak sinüsoidinin ana görevi, kanın süzülmesidir. Karaciğer sinüsoidlerindeki Kupffer hücrelerine benzer bir biçimde görevlenmiştir (6).

Canlı hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalar sinüsoidlerin bazen daraldığını, bazen de genişlediğini göstermiştir. Simpatik sistemin uyartısı sonucunda kapsül ve trabeküllerde bulunan düz kas liflerinin kasıldığı, dalağın küçüldüğü ve depo edilen kanın boşaltıldığı deneylerle ispat edilmiştir. Düz kas liflerinin fazla ve sürekli kasılması ağrıya sebep olur. Fazla koştuğumuz zaman dalak bölgesinde duyduğumuz ağrı, kapsül ve trabeküllerde bulunan düz kas liflerinin fazla kasılmasının sonucudur. Koşarken kaslarımızın fazla oksijene ihtiyacı vardır. Bu artan ihtiyacı karşılamak maksadıyla, akciğerlerden dokulara oksijen iletiminde en önemli rol oynayan eritrositlerin sayısının artırılması lazımdır. Bunu sağlamak için, dalakta depo edilen ve eritrositlerden zengin olan kan genel dolaşıma katılmış olur (29).

2.4. DALAĞIN FİZYOLOJİSİ VE FİZYOPATOLOJİSİ

Dalak 1-2 mm kalınlığında bir kapsül ile sarılmıştır. İnsanlarda bu kapsül, kollojen liflerden zengindir ve elastin lifler de içerir. Memelilerin çoğu, otonomik uyarıyla kasıldığında sistemik dolaşıma büyük miktarda kanın göçmesini sağlayan yoğun düz kas hücreleri içeren dalak kapsül ve trabeküllerine sahip olup bu tip dalaklara depo dalak adı verilir. İnsanda ise dalak kapsülü ve trabekülü çok az düz kas hücresi içerir veya hiç içermez ki, bunlarda dalağın fonksiyonu genelde immunolojik korumadır. Bu nedenle savunma dalağı olarak tanımlanmıştır (19).

Dalağın filtrasyon ve immünolojik fonksiyonları yetişkin insanlarda en önemli ve en baskın fonksiyonlarıdır (18). Dalakta kanın depolandığı iki ayrı bölge; venöz sinüsler ve pulpadır. Sinüsler venöz sistemin herhangi bir yerindeki venlerde olduğu gibi aynı şekilde genişleyebilirler ve kan depolarlar (35).

Splenik kan akımı yaklaşık 250-300 ml/dk'dır. Kan giderek incelen arterler yoluyla arteriollere akar, beyaz pulpanın içinden geçer, marjinal zonu katedip kırmızı

pulpaya ulaşır. Bu noktada dalak akımı büyük oranda değişiklik gösterebilir. İzotopik işaretlenme ile dalaktan kanın geçiş zamanını gösteren hayvan çalışmaları, üç farklı akım hızını ortaya çıkarmıştır. İnsanda ise, kanın arteriollerden direk venöz sisteme geçtiği kapalı dolaşım ve açık dolaşımın bulunduğu kabul edilmektedir. Dalağın filtrasyon fonksiyonunun çoğunluğu açık dolaşım ile yapılır. Açık dolaşımında kan, retiküler boşluktan ve splenik korddan süzülerek açıklıklar yardımı ile veya endoteli yararlanarak sinüse ulaşır. Kanın venöz sinüslere giriş çıkışı bu geçişler ile olur. Böylece kan, splenik makrofajlarla geniş çapta temas halinde kalır. Bu temas sırasında patolojik kan hücreleri ve hücresel atıklar da uzaklaştırılır (19).

Kronik hemolitik bozukluğu olan hastalarda, dalak dokusu kalıcı olarak hipertrofiye olabilir. Kırmızı pulpanın retiküler aralıkları bazen eritrosit yıkım ürünleri ile dolmuş makrofajlar nedeniyle genişler. Sonuçta dalak aşırı miktarda büyüyebilir (19). Splenomegaliye neden olan temel fizyopatolojik mekanizmalar şunlardır: retiküloendotelyal sistem hiperplazisi, splenik kan akımının bozulması sonucu malign tümörlerin infiltrasyonuna bağlı olarak, myeloid metaplazi ve diğer myelofitizik sendromlar gibi dalakta ekstramedüller hematopoeze neden olan durumlarda, Amiloidoz ve Gaucher hastalığında olduğu gibi anormal maddelerle dalağın infiltrasyonu gibi dalakta yer işgal eden lezyonlara bağlı olarak görülebilir (36). Splenomegaliye yol açan hastalıklar Tablo 1’de yer almaktadır (7).

Tablo 1. Splenomegaliye sebep olan başlıca hastalıklar

1- İnfeksiyon Hastalıkları ve İmmunolojik Nedenler	
A. Akut ve Subakut İnfeksiyonlar	(Tifo ve diğer salmonella infeksiyonları, İnfeksiyöz mononükleoz, Sitomegalovirüs infeksiyonları, Toksoplazmozis, bakteri sepsisleri, subakut bakteriyel endokardit)
B. Kronik İnfeksiyonlar	(Sıtma, Bruselloz, Kala-Azar, Histoplazmozis, Tripanozomiazis, Dalak tüberkülozu, Dalak sifilizi)
C. Kollojen Doku Hastalıkları	(Sistemik Lupus Eritematozus, Romatoid artrit, Juvenil romatoid artrit)
D. Sarkoidozis	
2- Kan Hastalıklarında Görülen Splenomegali	
A. Neoplastik Kan Hastalıkları	a) Myeloproliferatif Hastalıklar b) Lenfoproliferatif Hastalıklar c) Akut Lösemiler d) Lenfomalar
B. Neoplastik olmayan kan hastalıkları	(Hemolitik ve diğer anemiler)
3- Konjestif Splenomegaliler	(Portal Hipertansiyon)
4-Metabolik İnfiltratif Splenomegaliler	(Amiloidoz, Lipid depo hastalıkları)
5- Dalağın İzole Hastalıkları	(Dalak absesi, kistleri ve tümörleri, Splenik arter anevrizması)
6- Diğer Nedenler	(İdiyopatik splenomegali, Tirotoksikoz, Hashimoto troiditi)

Klinikte en çok karşılaşılan splenomegaliler portal hipertansiyon (sirozlar), kan hastalıkları ve çeşitli enfeksiyonlara bağlı olanlardır. Splenomegalinin derecesi, neden olan hastalığa göre değişiklik gösterir. Hafif derecede splenomegali (arcus costarum'u 2 cm'den az geçen); akut sıtma, tifo, romatoid artrit, talasemi minör, sistemik lupus eritematozus gibi hastalıklarda, orta derecede splenomegali (arcus costarum'u 2-8 cm arasında geçen); siroz, hepatit, lenfomalar, dalak abseleri, hemolitik anemiler ve amiloidozda, ileri derecede splenomegali (arcus costarum'u 8

cm'den fazla geçen) ise konjenital sifiliz, sarkoidoz, Gaucher, Niemann-Pick hastalıkları, leishmaniasis ve bazı portal ven obstrüksiyonlarında görülür (36).

Splenomegalinin varlığı palpasyon ve perküsyon muayeneleri yapılarak ortaya konulmaya çalışılır. Normal boyutlarda ve normal pozisyonunda olduğu zaman, dalak palpasyonla ele gelmez. Yenidoğanların %15'inde, çocukların %10'unda ve adolesanların da %5'inde palpe edilebilir (37). Perküsyonla orta koltuk çizgisi (linea axillaris media) üzerinde dalak matitesinin 9 ve 11. kosta aralıklarının dışına taşması ve ön koltuk altı çizgisini (linea axillaris anterior) öne doğru geçmesi, splenomegaliyi destekler. Karın palpasyonu sırasında ileri derecede büyümüş bir dalağı atlamamak için palpasyona mutlaka sol inguinal bölgeden başlayarak yavaş yavaş sol üst kadrana doğru çıkılmalıdır (36).

Özellikle obez hastalarda, fizik muayene ile hafif ve orta derecede dalak büyümelerinin ortaya konması bazen zor olabilir. Böyle durumlarda görüntüleme yöntemlerinden yararlanılmalıdır (36).

Dalağın görüntülenmesi elektif splenektomi öncesi büyüklüğünü değerlendirme ve varsa splenomegalinin boyutunu saptamada önemli bir yere sahiptir. Ayrıca sol üst kadrana ağrısının araştırılması, dalağın kist veya tümörlerinin ortaya konması, dalak abselerinin karakterizasyonu ve dalağa uygulanan perkütanöz prosedürlere rehberlik etmesi bakımından da dalağın görüntülenmesi önemlidir. Splenomegalinin teşhisinde ve hastaların terapötik yönetiminin geliştirilmesinde dalak hacminin doğru olarak hesaplanması gerekir (38). USG, rutin elektif splenektomi için ekonomik görüntüleme yöntemidir. Bu hızlı, uygulaması kolay ve hastayı iyonize radyasyona maruz bırakmayan bir yöntemdir. BT dalağın detaylı ve yüksek çözünürlük derecesinde görüntülenmesini sağlar. Splenomegalinin değerlendirilmesi, dalak lezyonlarının tanımlanması ve perkütan rehberlik için kullanışlıdır. İyotlu kontrast madde kullanımı dalağın tomografik görüntülenmesine tanısal açıklık getirmektedir. USG ve BT incelemeye ilaveten, düz radyografi, MRG ve radyosintigrafi de dalağı görüntülemek için kullanılır. MRG, BT inceleme veya USG'ye göre daha pahalı olup, dalağın anatomik anormalliklerini tanımlamada avantaj sağlamaz. Tc 99m-sülfür kolloid ile radyosintigrafi dalağın lokalizasyonu ve boyutunu gösterir. Özellikle ITP nedeniyle yapılmış başarısız splenektomilerde aksesuar dalağı lokalize etmede yardımcıdır (19).

Splenik indeks (SI), ilk kez Cools tarafından tanımlanan, dalağın ml olarak hacmini ifade eden kullanışlı bir kavramdır. SI, dalağın güvenilir bir görüntüleme modalitesi ile uzunluk, genişlik ve yüksekliğinin çarpılması ile elde edilir. SI'nın normal değerleri 120-480 ml arasındadır. 20 yaşından büyük hastalar için, dalağın boyutu ile yaş, cinsiyet ve vücut durumu arasında korelasyon gösterilmemiştir. Araştırmacılar sirozlu hastalarda artmış SI'sin özefageal varis kanamaları ile ilişkili olduğunu düşünmektedir (19).

2.5. STEREOLOJİ

Stereoloji, üç boyutlu örneklerin iki boyutlu kesitlerinden yararlanılarak, onların gerçekteki üç boyutlu özellikleri ile ilgili yorumlar yapılmasını sağlayan bilim dalıdır (39).

Stereoloji, etkin (daha kısa zamanda daha az hatalı iş yapmayı sağlayan) ve tarafsız (gerçek değerden sistematik bir sapmaya sebep olmayan) metotları ile problemleri ortadan kaldırmak üzere geliştirilmiş kurallar bütünüdür (40, 41).

Stereolojik metotlar tarafsız (unbiased) metotlardır. Bunun anlamı; stereolojik metotlar kurallarına uygun bir biçimde uygulandığında, sistematik hatadan bağımsız sonuçlar elde edilmesini sağlar ve örnekleme sayısı arttırıldıkça gerçek değere daha fazla ihtimalle yaklaşmak mümkün olur (42, 43).

Stereolojik metotların temelini “Sistematik Rastgele Örnekleme” (SRÖ) stratejisi oluşturmaktadır. Bu örnekleme biçiminin temel özelliği, çalışılacak olan yapıdan örnekler almanın gerekli olduğu durumlarda, yapının her noktasının eşit örneklenme şansına sahip olmasını sağlamasıdır (15, 44). SRÖ, önceden belirlenmiş sabit bir örnekleme aralığı boyunca, ilk aralık içinden rastgele bir noktadan başlanmak suretiyle, ilgilenilen yapının tamamının örneklenmesini içerir. Önceden belirlenen örnekleme aralığı (örneğin, her onuncu kesiti veya parçayı seçmeye karar verildiğinde ilk on kesitlik seri), örneklemin sistematik kısmını, ilk aralık içinde rastgele bir noktadan başlanması (örneğin, ilk on kesit içinden herhangi birinin başlangıç olarak seçilerek, bu kesitten sonra gelen her onuncu kesitin örnek olarak seçilmesi) ise, örneklemin rastgelelik özelliğini sağlar. İstatistiksel bakış açısıyla, bu tip bir örnekleme, ne kadar çok örnek üzerinde uygulanırsa, yapının her noktasına eşit örnekleme şansı tanıdığı için, homojen ve verimli bir örnekleme elde etme şansı

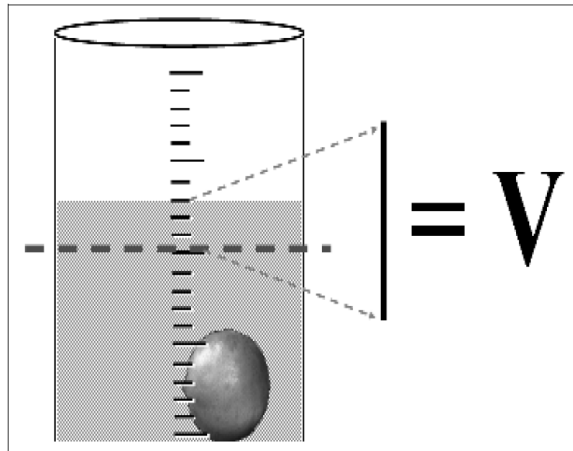
da o kadar artar (45). Stereolojik metotlarda kullanılan yöntem ve prensiplerin büyük bir kısmı, SRÖ mantığının çeşitlemeleri olarak düşünülebilir. Tanecik sayımı, alan hesaplamaları, alan ve hacim oranları gibi hesaplamalarda ilk şart, çalışılan yapının her aşamada (parçaların seçimi, kesitlerin örneklenmesi, sayım alanlarının ve alan örneklerinin belirlenmesi vb.) sistematik ve rastgele bir tarzda örneklenmesidir (15, 44, 46).

Stereolojik yöntemler kullanılarak hacim, yüzey alanı, sayı ve uzunluk gibi birçok önemli sayısal değere ulaşılabilmektedir (47).

2.5.1. Hacim Hesaplamalarında Stereolojik Metotlar

Morfometrik çalışmalarda, bir organın veya organ bileşeninin hacmi, bir yapıdaki değişik bileşenlerin hacimleri ve bu bileşenlerin birbirlerine veya yapının tamamına göre hacim oranları sıklıkla kullanılan önemli parametreler olarak karşımıza çıkmaktadır. Belli bir bileşenin birim hacmindeki sayısından (sayısal yoğunluk) o bileşenin toplam sayısına ulaşmak istenen çalışmalarda da toplam hacmin bilinmesi gerekmektedir. Organ veya yapıların toplam hacimlerinin hesaplanmasında kullanılan birçok farklı yöntem vardır (42, 48-50).

Hacim tahminlemesinde bulunacağımız organ dalak, karaciğer, akciğer gibi çevresindeki diğer organ veya yapılardan izole edilebilecek makroskobik bir yapılanmaya sahipse, bunun hacmi hesaplanmak yerine doğrudan ölçülebilir. Bu gibi durumlarda sık kullanılan bir yöntem, yapıyı içi su ile dolu dereceli silindir içine atarak, artan su miktarını ölçmektir (42, 49-53). Bu yöntem Arşimet prensibi olarak bilinmektedir (Şekil 13).



Şekil 13. Sıvının yer değiştirmesi yöntemi ile hacim ölçümü (54)

Bu yöntem ile akciğer gibi içinde boşluk bulunan organların hacimlerini ölçmeden önce organın boşluklarının girişleri su geçirmeyecek bir biçimde tıkandıktan sonra hacim ölçümü yapılmalıdır. Böylece organın boşluklarına su dolması engellenmiş olup, hacim gerçek hacim değerinden daha küçük olarak ölçülmemiş olacaktır. Fakat çoğu kez ilgilendiğimiz yapılar, çevresindeki bileşenlerden izole edilemez. Örneğin, dalaktaki beyaz pulpa, kemik iliği, akciğer kesecikleri gibi yapılar çevresindeki diğer yapılarla iç içe bir ilişki içerisinde dirler ve böyle yapıları izole ederek doğrudan bir hacim ölçümü yapılması çoğu kez olanaksızdır. Bu durumda, Cavalieri prensibi olarak bilinen ve ilk kez İtalyan Matematikçi Boneventura Cavalieri tarafından XVII. yüzyılda ortaya konmuş olan prensip uygulanabilir. Cavalieri prensibi, stereolojik yöntemlerden en sık kullanılan hacim hesaplama yoludur (9-11, 45, 52).

Cavalieri prensibinin esas fikir babası, devrimsel çalışmalarıyla tanınan ünlü astronom Johannes Kepler'dir. Kepler, "Şarap Fıçılarına Dair Yeni Ölçümler" adlı teorik çalışmada, şarap fıçılarının hacmini hesaplamak için basit bir yol önermiştir. Buna göre, fıçıları belli sayıda dilime ayrılıp, bu dilimlerin her birinin hacimlerinin ayrı ayrı hesaplanmasından sonra bu dilim hacimlerinin toplamalarının alınması, fıçının toplam hacim değerini verecektir. Daha sonra, İtalyan matematikçi Cavalieri, bu prensibi genelleştirerek, bugün bildiğimiz matematiksel prensibi ortaya koymuştur (42, 45, 52).

Cavalieri yöntemi ile yapılan hacim hesaplamalarında ilgilenilen yapıdan bir dizi birbirine paralel kesitler veya kesit görüntüleri alınır. Yöntemin uygulanmasında tarafsız olmak için ilk kesit veya kesit görüntüsü rastgele ve sabit bir kalınlık aralığında (t) alınmalıdır. Örneğin, objenin sağ ucunun 1 cm iç kısmından itibaren kesit veya kesit görüntüsü alınmaya başlanmasına önceden karar verilmesi durumunda genellikle çalışmanın sonucunu nasıl etkileyeceği bilinmeyen bir taraflılığa neden olur. Bu şekilde bir yaklaşımla elde edilen sonuçlar çalışmanın başlangıcında yapılan ön kabulden dolayı gerçek değerden sistematik olarak sapma gösterecektir. Bu nedenden dolayı her bir örnek için belirlenen kesit aralığında rastgele bir başlangıç yapılmalıdır. Rastgele başlangıç yapılarak alınmaya başlanan kesitler yapının tümünü kapsayacak şekilde baştan sona kadar belli bir mesafe aralığında (t) alınmalıdır. Bu yaklaşım ilgilenilen yapının her tarafına eşit olasılıkla örneklenme alınmasını sağlar. Kesit alma yönü ise tarafsızlığı etkilememekle birlikte gerçek değeri bulmada önemli bir faktördür (55). Bu sebepten dolayı ilgilenilen

yapının belli bir yönde kesitleri alınarak hacim hesabı daima aynı tarafa bakan yüzeylerinde yapılmalıdır.

Cavalieri yöntemi tarafsız bir hacim hesabı yapabilmek için yapı boyunca elde edilen dilim veya kesitlerin kesit yüzey alanlarının toplamı, kesitlerin arasındaki mesafe ile yani kesit kalınlığı ile çarpılır. Bu işlem aşağıdaki formül ile ifade edilir.

$$V = t \times (a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n) \text{ cm}^3 \quad (2.1)$$

Bu formülde $(a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n)$ kesit alanlarını cm^2 olarak, (t) ise n sayıdaki ardışık kesitlerin kesit kalınlığı ortalamasını cm olarak göstermektedir (56).

Cavalieri Prensibi'ni, birbirine paralel ardışık kesitleri alınabilen her nesnenin hacminin hesaplanmasında kullanılabileceği gibi aralarında bilinen bir mesafe bulunan, birbirine paralel görüntüleri alınabilen radyolojik tetkikler için de uygulamak mümkündür. MRG ve BT görüntüleri üzerinde sınırları yeterli kesinlikte ayırt edilebilen sert, yumuşak doku ve yapıların sınırladığı boşlukların tamamı içinde rahatlıkla uygulanabilmektedir (56).

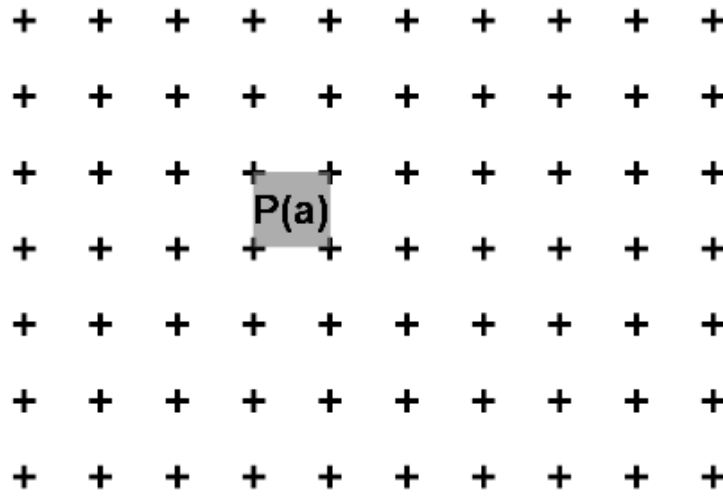
Son yıllarda yaygın hale gelen bu yöntem kullanılarak, görüntü analiz sistemleriyle birbirine paralel görüntüleri alınabilen, gerçekte 3 boyutlu olan her yapının tarafsız ve etkin bir biçimde hacminin hesaplanabileceği ve 2 boyutlu görüntülerden kaynaklanabilecek hatalardan uzak bir değerlendirmenin yapılabilmesi gösterilmiştir (40, 56-61).

2.5.2. Hacim Hesaplaması İçin Kesit Yüzey Alanlarının Hesaplanması

Mikroskobik kesitler veya makroskobik dilimler üzerinde uygulayabileceğimiz Cavalieri hacim hesaplama yöntemi için ilk aşama, ilgilendiğimiz bölgenin izdüşümlerinin (kesitlerdeki görüntülerinin) alanlarını hesaplamaktır. Bunun için ilk akla gelen bilgisayar destekli görüntü analiz cihazları aracılığıyla, planimetrik olarak izdüşümü alanlarını doğrudan ölçmektir. Bilgisayar yazılımı ile sınırlandırılan herhangi bir bölgenin yüzey alanı ölçülebilir. Yöntem oldukça hızlı ve güvenilir olmasına rağmen, birçok durumda, özellikle bu cihazların yüksek maliyetlerine bağlı olarak, böyle bir sistem hazır olarak bulunmayabilir (54). Ayrıca birçok çalışma, nokta sayım tekniğinin, planimetrik tekniklere göre daha kısa sürede ve daha güvenilir sonuçlar verdiğini göstermiştir (62, 63). Kesitlerin yüzey alanını hesaplamak için noktalı alan ölçüm cetvelleri kullanılmaktadır (64-67). Alan ölçüm

cetvelleri birbirinden eşit aralıklarla ayrılmış noktalardan oluşan sistematik nokta dizgeleridir. Böyle bir dizgede, her bir artı işaretlerinin orta noktası, cetveldeki bir noktayı temsil eder (Şekil 14). Bu noktalardan her biri ise, dört adet noktanın arasında kalan bir birim cetvel alanını temsil etmektedir. Aralarındaki sabit mesafesi bilinen böyle bir noktalı alan ölçüm cetveli, alanı hesaplanmak istenen herhangi bir kesit görüntüsü üzerine rastgele biçimde atılırsa, yapının kesitteki izdüşümü üzerine isabet edecek noktaların sayısı, bu izdüşümün kesitte temsil ettiği alan miktarıyla doğru orantılı olacaktır. Yani, izdüşümü ne kadar büyükse, içine o kadar fazla sayıda nokta isabet edecektir. Bu noktaların her biri belli bir birim alanı $[P(a)]$ temsil ettiğinden, ilgilendiğimiz izdüşümün sınırları içine düşen toplam nokta sayısının (P_i) bu birim alan değeriyle çarpımı, bize o kesitteki izdüşümün toplam alanının (A_i) tarafsız bir hesaplamasını verecektir (42, 45, 48-52, 68, 69).

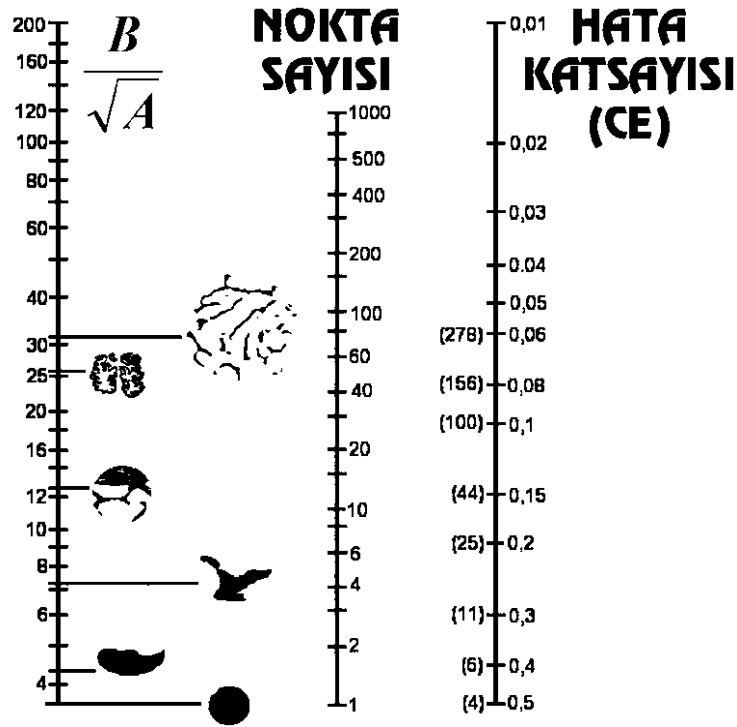
$$A_i = \sum P_i.P(a) \quad (2.2)$$



Şekil 14. Noktalı alan ölçüm cetveli (54)

Bu şekilde yapılan bir alan ölçümü hem basit bir uygulama ile gerçekleştirilen, hem de güvenilir istatistiksel sonuçlar veren bir çözümdür. Noktalı alan ölçüm cetvelleri ile yapılan alan hesaplamalarının, uygun sıklıkta noktalar içeren cetveller kullanıldığında, görüntü analiz sistemleriyle yapılan hesaplamalar kadar güvenilir ve doğru sonuçlar verdiği ortaya konmuştur. Genellikle sınırları karmaşık bir yapılanma gösteren iç içe izdüşümleri için daha sık yerleşimli noktalar kullanmak gerekirken,

düzgün sınırlara sahip yumuşak hatlı yapılar için daha seyrek noktalar yeterli olmaktadır. Nokta sıklığını artırmak, hesaplamaların daha doğru olmasını sağlasa da, belli bir hata payı dahilinde, mümkün olan seyrek nokta dizgesini kullanarak bu ölçümleri gerçekleştirmek daha etkili bir yaklaşım olacaktır. Çalışacağımız yapıya uygun bir noktalı alan ölçüm cetveli seçimi için Gundersen ve Jensen tarafından önerilen bir nomogram yardımcı olmaktadır (Şekil 15) (45, 54, 70-73).



Şekil 15. Nokta sayımı ile hacim ölçümü yönteminin uygulanması sırasında kullanılabilecek bir nomogram örneği (45)

Bu nomogramda, sol taraftaki ölçüt çizgisi, ilgilendiğimiz yapının $b/\sqrt{a}$ ile ifade edilen ve izdüşümlerin sınır düzgünlüğünün bir ölçüsü olan değerlerden oluşmaktadır. Bu değer dilimlere ayrılan örneğin kesit görüntülerinde ortaya çıkan ortalama izdüşüm şeklinin sınır karmaşıklığını göstermektedir. Bu değer incelenecek yapının kesitlerde ortaya çıkan kenar uzunluğunun yüzey alanının kareköküne bölünmesiyle elde edilir. İlgilendiğimiz yapı, eğer yuvarlak kenar hatlarına sahipse, eksen üzerinde seçeceğimiz nokta daha aşağılarda yer almalıdır. Fakat karmaşık bir yapının kesitleri üzerinde çalışırken, nomogramın sol taraftaki ekseninde belirleyeceğimiz değer daha yüksekte olmalıdır. Bu değeri belirlerken, doğrudan

$b/\sqrt{a}$ ifadesi ile bir hesaplama yapabileceğimiz gibi, zor olan bu yolun yerine çoğu zaman göz kararıyla bir belirleme yapılması bizim için yeterli olacaktır. Nomogramın en sağındaki eksen ise, çalışmamız için istediğimiz hata katsayısını göstermektedir. Genellikle, kabul edilebilir düzeydeki istatistiksel hata katsayısı 0.05 veya bundan daha düşük değerlerdir. Daha kesin bir alan ölçümü için, daha düşük hata katsayısı değerleri bu eksenden seçilmelidir. Bu iki değer belirlendikten sonra ise, bu değerlerin ilgili eksendeki noktaları düz bir çizgi ile birleştirilir. Bu çizginin ortadaki ekseni kestiği noktaya karşılık gelen değer, alan hesaplaması amacıyla örneklediğimiz tüm kesitlerde saymamız gereken toplam nokta sayısını bize vermektedir. Böylece, yapacağımız bir ön çalışmada, noktalı alan cetvelimizin nokta sıklığını, tüm kesitlerde, bu nomogramda bulduğumuz kadar toplam nokta sayacak şekilde ayarladıktan sonra, belirlediğimiz hata oranlarına uygun alan ölçüm sonuçları elde edebiliriz (42, 45).

2.5.3. Toplam Hacmin Hesaplanması

Kesitlerde ilgilendiğimiz bölgenin izdüşümlerinin toplam alanını hesapladıktan sonra, toplam hacim elde edilir (54). Bunun için, elde edilen nokta sayısı, her bir noktanın küçültme ve büyültme oranı da hesaba katılarak elde edilen temsil alanı ve kesit kalınlığı aşağıdaki formülde yerine yazılarak ilgilenilen yapının toplam hacmi hesaplanır.

$$V = t \times a/p \times (P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n) \text{ cm}^3 \quad (2.3)$$

Formüldeki $(P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n)$ her bir kesit izdüşüm alanı için sayılan toplam nokta sayısını, (a/p) ise her bir noktanın gerçekte temsil ettiği alanı göstermektedir (56, 74).

(2.3)'deki formülde (a/p) 'nin noktalı alan ölçüm cetvelindeki her bir noktanın, görüntünün küçültme ve büyültme oranı yardımı ile elde edilen ve gerçekte temsil ettiği alanı ifade ettiği bildirilmişti. İlgilenilen yapının hacim hesaplamasında büyültme ve küçültme oranları da göz önünde bulundurulduğu formül aşağıda belirtilmiştir (74).

$$V = t \times [((SU) \times d) / SL]^2 \times \Sigma P \text{ cm}^3 \quad (2.4)$$

Formüldeki (t) ortalama kesit kalınlığını, (SU) görüntü büyütmesini gösteren skalanın temsil ettiği uzunluğu, (d) noktalı alan ölçüm cetvelindeki iki nokta arasındaki mesafeyi, (SL) görüntüdeki skalanın cetvel ya da kumpas ile ölçülen

uzunluğunu, ΣP ise her bir kesit izdüşüm alanı için sayılan toplam nokta sayısını ifade etmektedir. Bu formül kullanılırken, formüle girilecek uzunluk mesafelerinin aynı birimden olması gerektiği gözden kaçırılmamalıdır (74). Diğer bir önemli konu da alan hesaplaması yapılan kesit yüzeyleridir. Dilimlere ayrılan kesitlerin Cavalieri yöntemi ile hacimlerinin hesaplanabilmesi için, tüm kesitlerin hep aynı yöne bakan yüzeylerinde yüzey alanı ölçümleri gerçekleştirilmelidir. Yoksa hesaplamalarda yanlış sonuçlar elde edilebilir (54).

2.5.4. Yüzey Alanı Hesaplaması

Yüzey alanı ile ilgili fonksiyonların incelenmesinde yüzey alanı önemli bir veri olarak karşımıza çıkabilmektedir. Bu nedenle herhangi bir organın yüzey alanını hesaplamak durumunda kalınabilir. Düzgün yüzeyli olmayan biyolojik yapılarda yüzey alanını tarafsız olarak hesaplayabilmek için ilgilenilen yapının yüzeyi, üç boyutlu uzayda eşit olasılıkla, yani izotropik olarak örneklemek gerekmektedir. İzotropik bir yüzey örneklemesi yapabilmek için temel şart, yapının örneklenen tüm parçalarını bilinen sabit bir eksen etrafında döndürerek kesmektir. Stereolojik olarak yüzey alanı dikey tekdüze rastgele kesit (vertical uniform random section) ve izotropik tekdüze rastgele (isotropic uniform random) şeklinde hesaplanabilmektedir (75). Vertical section tekniğinde skloid sonda kullanılarak yüzey alanı hesaplaması tarafsız olarak yapılabilmektedir. Bu teknikte önemli olan kesitlerin rastgele başlamasıdır (76). Bu yöntem ilk olarak Baddeley tarafından 1986 yılında teorik olarak yapılabileceği ispatlanarak ortaya atılmıştır. Bu metodun Cavalieri prensibi ile birlikte yapılabileceği söylenmektedir (77).

Dikey kesit alma yöntemi, izotropik tekdüze rastgele kesitlere göre daha kolay bir yöntem olduğu için daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde, daha önceden belirlenen horizontal düzleme dik olarak kesme işlemi sistematik rastgele bir biçimde yapılır. Bu şekilde alınmış kesitlere stereolojide dikey tekdüze rastgele kesit denir. Dikey kesit alma işleminin sonunda ise elde edilen kesitlerde hesaplanacak yüzey alanı artık kesilme sonucunda tek boyutlu bir çizgi olarak görülür. Bu yüzeylerin tek boyutlu sondalar ile kesişmesi sonucunda kesişim noktaları sayılarak birim hacimdeki yüzey alanının yoğunluğu (S_v) hesaplanır. Bu işlemde kullanılan sondanın skloid eğrilerden oluşması gerekmektedir. Çünkü dikey kesitler izotropik olmadıklarından bu durumu bertaraf etmek için sinüs ağırlıklı skloid sondaların kullanılması gerekmektedir. Bu sondalardaki çizgiler kısa

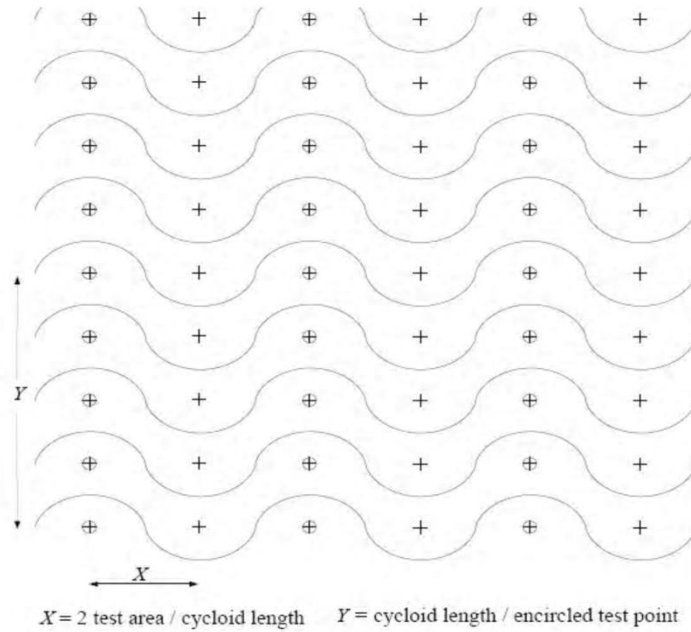
eksenlerinin iki misli uzunluktadır. Dikey kesitlerde ve sonda ile kesişmede dikkat edilmesi gereken en önemli nokta skloiddeki dikey ekseni gösteren okun dokudaki dikey eksene paralel olması ve bu yönelimin her zaman korunarak takip edilmesidir (74).

Rastgele bir oryantasyonla başlayıp dilimlere ayrılarak elde edilen yapının kesitleri üzerine skloid sonda rastgele şekilde atılır (Şekil 16).

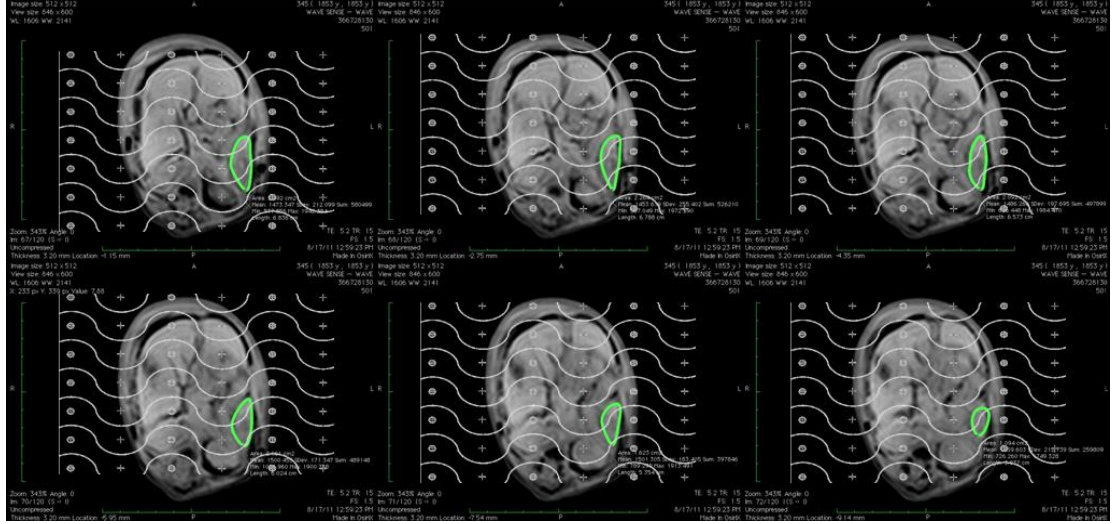
Skloid sondanın yapının yüzeyine denk gelen noktaları sayılır (Şekil 17). Her bir kesit için bu işlem tekrarlanır ve elde edilen değerler yüzey alanı hesaplamada kullanılan formülde yerlerine yazılır.

Yüzey alanı formülünde (2.5), T kesit kalınlığını, a/I skloid sondada iki nokta arası mesafeyi, SL görüntüdeki skalanın cetvel ya da kumpas ile ölçülen uzunluğunu, SU görüntü büyütmesini gösteren skalanın temsil ettiği uzunluğu ve $\sum I$ ise kesit üzerinde kesişen nokta sayısını ifade etmektedir. Bu değerlerin çarpımı yüzey alanını verir (52).

$$S = 2T \times \left(\frac{a/I \times SU}{SL} \right) \times \sum I \quad (2.5)$$



Şekil 16. Skloid sonda (52)



Şekil 17. Skloid sondanın kesit üzerine rastgele atılması ve yüzeye denk gelen noktalar

2.5.5. Hata Katsayısı

Cavalieri yönteminde araştırmacı, kesit almak ve nokta saymak sureti ile hesaplamış olduğu hacim değerinin doğruluğunu, elde edilen kesit sayısını veya kullanılan nokta sıklığının yeterli olup olmadığını sorgulamak amacıyla verilen Hata Katsayısını (HK) hesaplar. Hata katsayısı hesaplamaları için birçok yöntem kullanılmaktadır. Gundersen ve Jensen (1987) tarafından geliştirilen, Şahin ve arkadaşları'nın (2003), çalışmasında kullanılan formül yardımı ile hata katsayısı hesaplanmaktadır (74). Çalışmalarda rapor edilen %5'lik hata katsayısının Cavalieri prensibine dayanan birçok organ ölçümünde yeterli olduğu desteklenmektedir (45). Mayhew ve Olsen'in yapmış olduğu çalışmada hata katsayısı %5'in altında bulunmuştur (45). Literatürde bir organla ilgili en az 6-7 kesit alınması ve tüm kesitlere denk gelen toplam nokta sayısının da 100-200'den az olmaması gerektiği bildirilmektedir. Bu uygulama sonucu hata katsayısının %5'in altına düşmesi beklenmektedir (73, 78). Hacim hesaplamalarındaki hata katsayısı aşağıdaki sıra izlenerek bulunur;

Cavalieri yöntemiyle hesaplanan hacim değerinin doğruluğunu sorgulamak amacıyla hata katsayısı (HK) aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır.

$$\hat{v} = 0.0724 \cdot (b / \sqrt{a}) \times \sqrt{n \cdot \sum P_i} \quad (2.6)$$

Formülde n değeri, incelenen kesit sayısını; $\sum P$ değeri ise, tüm kesitlerde ilgili alan üzerine isabet edip sayılan toplam nokta sayısını; kullanılan $b/\sqrt{a}$ değeri ise; ilgilenilen yapının kesitlerde ortaya çıkan izdüşüm karmaşıklığını gösterir. Bu birim, incelenen yapının kesitlerde ortaya çıkan kenar uzunluğunun yüzey alanının karaköküne bölünmesi ile elde edilen bir değerdir (74, 79).

C0, C1, C2, C4 sayıları Tablo 2'den alınarak, bir önceki formülde (2.6) hesaplanan v değeri de aşağıdaki formülde (2.7) yerine konularak q değeri hesaplanmaktadır (14, 80, 81).

$$q = \max \left\{ 0, \frac{1}{2 \log(2)} \times \log \left(\frac{3(C_0 - \hat{v}) - 4C_2 + C_4}{3(C_0 - \hat{v}) - 4C_1 + C_2} \right) - \frac{1}{2} \right\} \quad (2.7)$$

Formül (2.8)'de q değeri yerine yazılınca Γ (gama) ve ζ (zeta) için elde edilen değerler ilgili internet adresindeki formül çubuğunda yerine yazılarak elde edilmektedir (14, 80, 81).

$$a(0) = \frac{\Gamma(2q_i + 2) \times \zeta(2q_i + 2) \times \cos(\tau q_i)}{(2\tau)^{2q_i+2} \times (1 - 2^{2q_i-1})} \quad (2.8)$$

Daha sonra önceden elde edilen v değeri ile toplam nokta sayısının -2. kuvveti alınıp, diğer değerlerle çarpılarak hacim hata katsayısı hesaplanmaktadır (3.5).

$$HK^2(\hat{V}) = a(q) \times (3(C_0 - \hat{v}) - 4C_1 + C_2) \times (\sum Pi)^{-2} \quad (2.9)$$

Son olarak aşağıda yapılan işlemde nokta sayımı için hata katsayısı hesaplanır (2.10).

$$HK_{NS}^2(\hat{V}) = \hat{v} \times (\sum Pi)^{-2} \quad (2.10)$$

Önceki formüllerde (2.9, 2.10) elde edilen $HK^2(\hat{V})$ ile $HK_{NS}^2(\hat{V})$ değerleri toplanır.

Bu toplam değer ve $HK^2(\hat{V})$ ile $HK_{NS}^2(\hat{V})$ değerlerinin karakökleri alınarak 100 ile çarpılarak son değer elde edilmektedir (2.11).

$$HK^2(\tilde{V}) = h k^2(\hat{V}) + h k_{NS}^2(\hat{V}) \quad (2.11)$$

Elde edilen HK değeri hesaplamanın son verisi olup, 0.05 civarında veya ondan küçük olduğu takdirde, çalışmada kullanılan örnekleme yeterli olarak kabul edilmektedir (45, 54, 73, 74, 82).

Bulunan hata katsayısı değerinin yüksek çıkması durumunda ise elde edilen kesit sayısı ya da noktalı alan ölçüm cetvelinin nokta sıklığı değiştirilmektedir (67, 78, 79, 83, 84).

Tablo 2. Hacim ve hata katsayısı hesaplamalarında kullanılacak değerlerin bulunduğu tablo

Kesit (i)	Σi	P_i^2	$P_i.P_{i+1}$	$P_i.P_{i+2}$	$P_i.P_{i+4}$
1	7	49	98	133	140
2	14	196	266	280	434
3	19	361	380	589	627
4	20	400	620	660	640
5	31	961	1023	992	1054
Total	91	1967	2387	2654	2895
		C₀	C₁	C₂	C₄

Yüzey alanı hesaplamalarındaki hata katsayısı ise aşağıdaki formüle göre bulunmaktadır.

$$HK = \left(\sum_{i=1}^n A_i \right)^{-1} \times \left[\frac{1}{12} \left(3 \sum_{i=1}^n A_i^2 + \sum_{i=1}^{n-2} A_i A_{i+2} - 4 \sum_{i=1}^{n-1} A_i A_{i+1} \right) \right]^{1/2} \quad (2.12)$$

Literatürde bu formülleri kullanarak hata katsayısı hesaplamaları yapan çalışmalar bulunmaktadır (14, 52, 80, 81, 85, 86).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı laboratuvarında bulunan ve eğitim amacıyla kullanılan toplam 5 yenidoğan kadavrası kullanıldı. Çalışmaya başlamadan önce Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul’undan onay alındı. Çalışmamıza morfolojik olarak dalakla ilgili herhangi bir defekti ve patolojisi olmayan yenidoğan kadavraları dahil edildi. Yenidoğan kadavralarına ait dalakları görüntülemek için, tüm abdomen ultrasound (US) ve üst abdomen MRG çekimleri yapıldı. USG çekimlerinde uzunluk-genişlik-kalınlık ölçümleri yapıldı. MRG görüntüleri üzerinde Cavalieri prensibi içerisinde nokta sayımı yöntemi ile hacim ve yüzey alanı hesaplamaları yapıldı. Bunun için bilgisayar ortamında Hipax Patient CD Viewer V.1.6.6 programı kullanıldı. Daha sonra diseksiyonla çıkarılan bu dalaklar Arşimet prensibine göre su içerisine daldırılıp hacim hesaplaması yapıldı. Altın standart olan bu ölçüm ile bilgisayar ortamında yapılan tahmin değerleri karşılaştırıldı. Son olarak 0,5 cm’lik aralıklı özel dilimleme aleti ile dalaklar dilimlere ayrıldı ve dalak kesitleri üzerinde çalışılarak, her bir kesit için skloid sonda ve noktalı alan ölçüm cetveli (Cavalieri prensibine göre nokta sayımı yöntemi) kullanılarak hacim ve yüzey alanı hesaplaması yapıldı.

3.1. USG GÖRÜNTÜLERİNİN ELDE EDİLMESİ

USG çekimleri aşağıdaki protokole göre yapıldı:

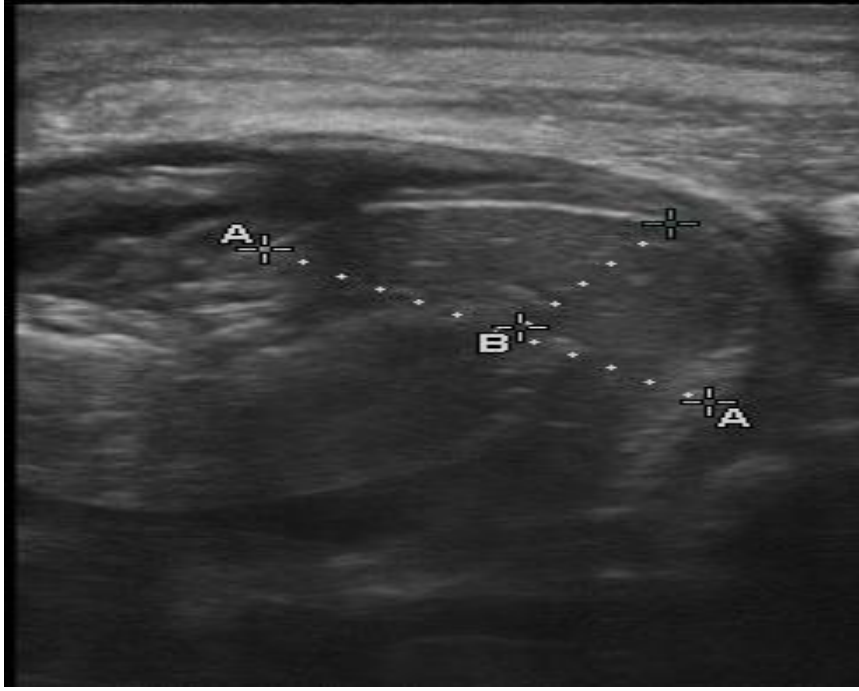
USG protokolü: Sonosite M-Turbo portable USG cihazında, HFL 38x/13-6 MHz linear transducer veya C60x/5-2 MHz konveks transducer problemleri kullanılarak ölçümler yapıldı.

Dalak boyutları sırtüstü veya hafif sağ lateral dekübitüs pozisyonunda iken, hilum splenicum'u içine alan koronal planda ölçüldü (Şekil 18).



Şekil 18. USG çekiminde yenidoğan kadavrasının pozisyonu

Dalak kubbesi ve ucu arasındaki (extramitas posterior ve extramitas anterior arasındaki) en büyük longitudinal uzaklık ölçüldü. Bu değer uzunluk ölçüsü olarak kabul edildi. Koronal planda gösterilen kesitsel görüntü alanında anterior-posterior arası (facies visceralis ve facies diaphragmatica) ve medial-lateral (margo inferior ve margo superior) arası dalak mesafeleri ölçüldü. Bu değerlerde sırasıyla kalınlık ve genişlik olarak kabul edildi (Şekil 19).



Şekil 19. Dalanın kalınlık ve genişlik değerlerinin USG ile ölçülmesi

Son olarak yenidoğan kadavralarının dalaklarında ölçtüğümüz bu değerler kullanılarak, aşağıda gösterilen elipsoid formüle göre dalak hacimleri hesaplandı.

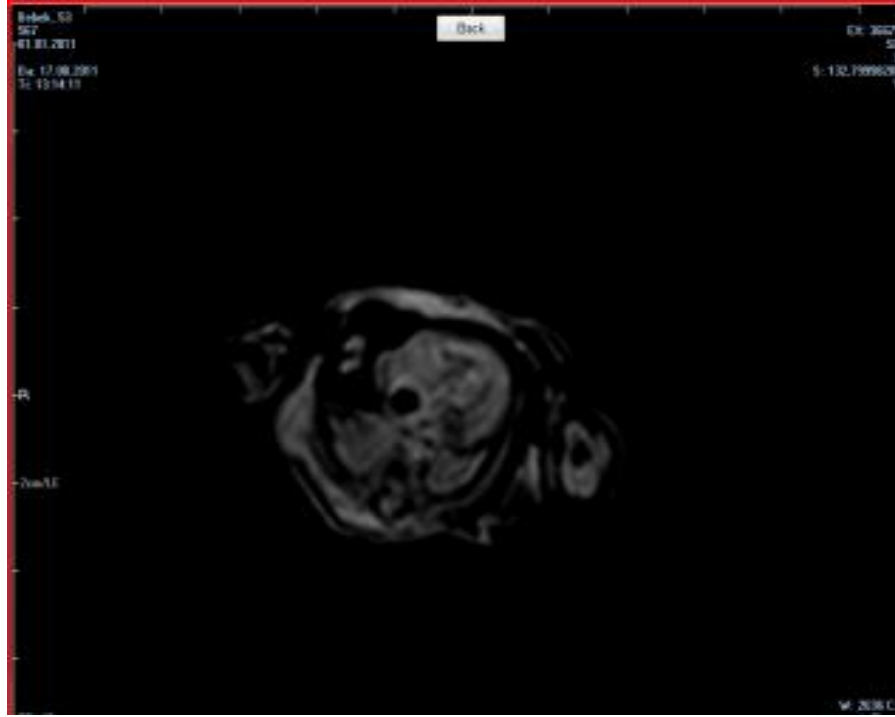
$$\text{Hacim} = \text{Uzunluk} \times \text{Genişlik} \times \text{Kalınlık} \times 1/2$$

3.2. MRG GÖRÜNTÜLERİNİN ELDE EDİLMESİ

MRG çekimleri ise aşağıdaki protokole göre yapıldı:

MRG protokolü: MRG görüntüleme işlemi, 1,5T Magnet (Philips, Interna, Bes) cihazı kullanılarak yapıldı. T1 ağırlıklı axial planda alan ölçümü için 2D FLASH (Fast Low Angle Shot) sekans alındı ve şu teknik faktörler uygulandı: TR (repetition time) = 168 msn, TE (echo delay time)= 4.1 msn, FOV (field of view) = 25 cm, matriks= 128*256, flip açısı 90 derece ve kesit aralığı= 8 mm, Image voxelleri 8×8×8 mm ve hacim için kesit kalınlığı= 1.6 mm, gap= 0 olarak belirlendi.

Çekimler 3 planda (aksiyal, koronal, sagittal) yapıldı (Şekil 20, Şekil 21, Şekil 22).



Şekil 20. Yenidoğan kadavra dalaklarının aksiyal plandaki görüntüsü



Şekil 21. Yenidoğan kadavra dalaklarının koronal plandaki görüntüsü



Şekil 22. Yenidoğan kadavra dalaklarının sagittal plandaki görüntüsü

Yüzey alanı için ise kesit kalınlığı ve diğer değerler aynı kalarak, çekimler aksiyal, koronal ve sagittal planda alındı.

3.3. HACİM VE HATA KATSAYISI HESAPLAMALARI

Stereolojik çalışmalarda hacim hesaplaması Cavalieri prensibine göre yapılmaktadır. Bunun için birbirine paralel olan seri kesitler (her kesit arası eşit mesafede olacak) ve bu kesitlerin üzerine noktalar atılarak sayılmaktadır ($\Sigma i=7$ birinci kesitteki noktayı gösteriyor). Bunu en uygun MRG ve BT görüntüleri üzerinde ilgilendiğimiz organları görerek yapabilmekteyiz.

Tablo 3'te, P_i olarak gördüğümüz değer organın üzerine denk gelen noktaları temsil etmektedir. Buna göre, P_i^2 her kesitte elde edilen noktaların karesi, $P_i.P_{i+1}$ ilk sıradaki ile ikinci sıradakinin çarpımı ($7 \times 7=49$, $7 \times 14=98$, $7 \times 19=133$, $7 \times 20=140$) $P_i.P_{i+2}$ benzer 2 ilerisi, $P_i.P_{i+4}$ ise, dört ilerisindeki sayıların çarpımıyla elde edilen rakamlardır. C_0 değeri, her bir kesit için elde ettiğimiz P_i^2 değerlerinin toplamıdır. C_1 değeri her bir kesit için elde ettiğimiz $P_i.P_{i+1}$ değerlerinin toplamıdır. Aynı şekilde C_2 ve C_4 de sırasıyla, her bir kesit için hesapladığımız $P_i.P_{i+2}$ ve $P_i.P_{i+4}$ 'deki değerlerin toplamıdır.

Tablo 3. C0, C1, C2, C4 sabitlerinin hesaplanması

Kesit (i)	Σi	P_i^2	$P_i \cdot P_{i+1}$	$P_i \cdot P_{i+2}$	$P_i \cdot P_{i+4}$
1	7	49	98	133	140
2	14	196	266	280	434
3	19	361	380	589	627
4	20	400	620	660	640
5	31	961	1023	992	1054
6	33	1089	1056	1122	1485
7	32	1024	1088	1440	832
8	34	1156	1530	884	0
9	45	2025	1170	0	0
10	26	676	0	0	0
Total	261	7937	7231	6100	5212
		C₀	C₁	C₂	C₄

Elde edilen bu değerler ile aşağıdaki formülü kullanarak hacim hesaplaması yapılabilmektedir.

Aşağıdaki formülde (3.1) t kesit kalınlığını yani yukarıda bahsettiğimiz iki kesit arasındaki mesafeyi, d iki nokta arasındaki mesafeyi, SL görüntüdeki skalanın cetvel ya da kumpas ile ölçülen uzunluğunu, SU görüntü büyütmesini gösteren skalanın temsil ettiği uzunluğu ve $\sum P$ de tüm kesitlerden elde edilen nokta sayılarının toplamını ifade etmektedir. Bunların çarpımı hacmi vermektedir.

$$\begin{aligned}
 V &= tx \left[((SU) \times d) / SL \right]^2 \times \sum P \\
 V &= 0.5 \times [1 \times 0.25 / 1]^2 \times 261 \\
 V &= 8.16 \text{ cm}^3
 \end{aligned}
 \tag{3.1}$$

Cavalieri yöntemiyle hesaplamış olduğumuz hacim değerinin doğruluğunu sorgulamak amacıyla hata katsayısı (HK) hesaplanır. Hata katsayısı hesaplaması için

öncelikle karmaşıklık (noise) değerinin bulunması gerekmektedir. Bu değer aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır.

$$\begin{aligned}\hat{v} &= 0.0724 \cdot (\bar{B} / \sqrt{\bar{A}}) \times \sqrt{n} \times \sum P_i \\ \hat{v} &= 0.0724 \times 5 \times \sqrt{10} \times 261 \\ \hat{v} &= 18.49\end{aligned}\tag{3.2}$$

Formül (3.2)'deki 0.0724 sabit sayıyı; n kesit sayısını; $\sum P_i$ tüm kesitlerde sayılan toplam nokta sayısını göstermektedir. $B/\sqrt{A}$ ise dilimlere ayrılan örneğin kesit görüntülerinde ortaya çıkan ortalama izdüşüm şeklinin sınır karmaşıklığını gösteren bir değerdir. Bu değer incelenecek yapının kesitlerde ortaya çıkan kenar uzunluğunun yüzey alanının kareköküne bölünmesiyle elde edilir. Daha sonra q değeri hesaplanır (14, 80, 81).

C0, C1, C2, C4 sayılarını Tablo 3'den alıp, bir önceki formülde (3.2) 18.49 olarak hesaplanan $\hat{v}$ değeri de aşağıdaki formülde (3.3) yerine konularak q değeri hesaplandı.

$$q = \max \left\{ 0, \frac{1}{2 \log(2)} \times \log \left(\frac{3(C_0 - \hat{v}) - 4C_2 + C_4}{3(C_0 - \hat{v}) - 4C_1 + C_2} \right) - \frac{1}{2} \right\},\tag{3.3}$$

$$q = \max \left\{ 0, \frac{1}{2 \log(2)} \times \log \left(\frac{3(7937 - 18.49) - 4 \times 6100 + 5212}{3(7937 - 18.49) - 4 \times 7231 + 6100} \right) - \frac{1}{2} \right\} = 0.43$$

Daha sonra formül (3.4)'te, q değeri yerine yazılınca Γ (gama) ve ζ (zeta) için elde edilen değerler ilgili internet adresindeki formül çubuğunda yerine yazılarak elde edildi.

$$\begin{aligned}a(0.43) &= \frac{\Gamma(2q_i + 2) \times \zeta(2q_i + 2) \times \cos(\tau q_i)}{(2\tau)^{2q_i + 2} \times (1 - 2^{2q_i - 1})} \\ a(0.43) &= \frac{\Gamma(2.8) \times \zeta(2.8) \times \cos(1.256)}{171,59 \times -1.319} \\ a(0.43) &= \frac{1.676 \times 1.2458 \times 0.3096}{171.59 \times -1.319} \\ a(0.43) &= 0.02\end{aligned}\tag{3.4}$$

Yapılan ilk işlemde önceden elde edilen $v = 18.49$ sayısı ile toplam nokta sayısının - 2. kuvveti alınarak çarpıldı. Sonuçta hacim hata katsayısı 0.000273 olarak hesaplandı (3.5).

$$\begin{aligned} HK^2(\hat{V}) &= a(q) \times (3(C_0 - \hat{v}) - 4C_1 + C_2) \times (\sum Pi)^{-2} \\ HK^2(\hat{V}) &= 0.02 \times (3(7937 - 18.49) - 4 \times 7231 + 6100) \times 261^{-2} \\ HK^2(\hat{V}) &= 0.000273 \end{aligned} \quad (3.5)$$

Son olarak aşağıda yapılan işlemde nokta sayımı için hata katsayısı hesaplandı ve 0.000271 olarak bulundu (3.6).

$$\begin{aligned} HK_{NS}^2(\hat{V}) &= \hat{v} \times (\sum Pi)^{-2} \\ HK_{NS}^2(\hat{V}) &= 18.49 \times 261^{-2} = 0.000271 \end{aligned} \quad (3.6)$$

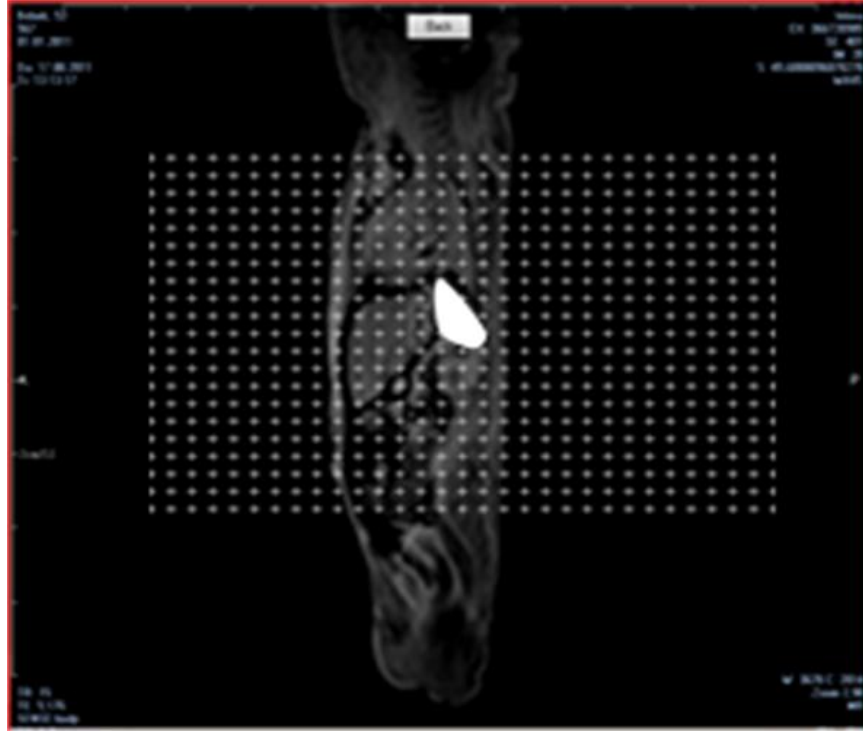
Önceki formüllerde (3.5, 3.6) elde edilen $HK_{NS}^2(\hat{V})$ ile $HK^2(\hat{V})$ toplandı (3.7) ve 0.000544 sayısının karekökü alınıp 100 ile çarpılarak son değer elde edildi (3.8).

$$\begin{aligned} HK^2(\tilde{V}) &= HK^2(\hat{V}) + HK_{NS}^2(\hat{V}) \\ HK^2(\tilde{V}) &= 0.000273 + 0.000271 = 0.000544 \end{aligned} \quad (3.7)$$

$$\begin{aligned} HK^2(\tilde{V}) &= \sqrt{0.000273} \times 100 = 1.65\% \\ HK_{NS}^2(\tilde{V}) &= \sqrt{0.000271} \times 100 = 1.64\% \\ HK(\tilde{V}) &= \left(\sqrt{0.000544} \right) \times 100 = 2.5\% \end{aligned} \quad (3.8)$$

Bulunan bu değerler R programında teyit edildi ve aynı sonuçlar elde edildi. R programı komutları ekte sunulmuştur (Ek 1).

Elde edilen görüntüler bilgisayar ortamında Hipax Patient CD Viewer V.1.6.6 programı ile açıldı. Aksiyal, koronal ve sagittal olmak üzere üç planda, 1.6 mm'lik kesit kalınlığında çekilen MRG görüntüleri tek tek incelendi. Hacim tahminlemesi yapılırken, her bir kesit üzerine 0.25 cm'lik noktalı alan cetveli 3'er kez atılarak dalak üzerine denk gelen noktalar sayıldı ve bu sayıların ortalaması alındı (Şekil 23).



Şekil 23. MRG görüntüleri üzerine noktalı alan ölçüm cetveli atılması

3.4. YÜZEY ALANI VE HATA KATSAYISI HESAPLAMALARI

Yenidoğan kadvralarının dalak yüzey alanı hesaplaması aşağıdaki formüle göre yapıldı:

$$S = \frac{2}{n} \times T \times \left(\frac{\frac{a}{l} \times SU}{SL} \right) \times \sum I \quad (3.9)$$

Bu formülde T kesit kalınlığını, a/l skloid probda iki nokta arası mesafeyi, SL görüntüdeki skalanın cetvel ya da kumpas ile ölçülen uzunluğunu, SU görüntü büyütmesini gösteren skalanın temsil ettiği uzunluğu ve $\sum I$ ise kesit üzerinde kesişen nokta sayısını ifade etmektedir. Bu değerlerin çarpımı yüzey alanını verir.

Dalak yüzey alanı hesaplamaları; 3 planda (aksiyal, koronal ve sagittal) çekilen görüntüler ve dilimlenen dalak kesitleri üzerinde gerçekleştirildi. Toplam dört oryantasyonla elde edilen görüntüler ve kesit üzerine skloid sonda atıldı. Sondanın dalak yüzeyi ile kesişen kısımları sayıldı ve toplam nokta sayısı formülde yerine yazılarak yüzey alanı hesaplandı (Şekil 24).

Farklı oryantasyonlarda alınan kesitlerin sonuçları birleştirilerek yüzey alanı hesaplaması yapılacaksa, kesit kalınlığı eşit olmak şartıyla T sayısı oryantasyon sayısına bölünür ve $\sum I$ sayıları toplanır.

$$(\sum I_1 + I_2 + I_3 + \dots)$$

$$S = \frac{2T}{3} \times \left(\frac{\frac{a}{l} \times SU}{SL} \right) \times \sum I_1 + I_2 + I_3 \quad (3.10)$$

Yukarıdaki formülde (3.10) yenidoğan kadavrasının, aksiyal, koronal ve sagittal planlarda alınan görüntülerinden elde edilen kesişim nokta sayıları kullanıldı (Şekil 24). Nokta sayıları toplamı formüldeki yerine yazıldı ve yüzey alanı hesaplandı.



Şekil 24. MRG görüntüleri üzerine skloid sonda atılması (Koronal planda, d=0.55)

Tablo 4. A_i , A_i^2 , $A_i.A_{i+1}$, $A_i.A_{i+2}$ değerlerinin hesaplanması

Kesit no (i)	ΣA_i	A_i^2	$A_i.A_{i+1}$	$A_i.A_{i+2}$
1	3	9	12	21
2	4	16	28	24
3	7	49	42	42
4	6	36	36	42
5	6	36	42	30
6	7	49	35	35
7	5	25	25	35
8	5	25	35	30
9	7	49	42	42
10	6	36	36	18
11	6	36	18	18
12	3	9	9	9
13	3	9	9	9
14	3	9	9	9
15	3	9	9	6
16	3	9	6	0
17	2	4	0	0
Total	80	415	393	370

$$HK = \left(\sum_{i=1}^n A_i \right)^{-1} \times \left[\frac{1}{12} \left(3 \sum_{i=1}^n A_i^2 + \sum_{i=1}^{n-2} A_i A_{i+2} - 4 \sum_{i=1}^{n-1} A_i A_{i+1} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$
$$HK = \left(\frac{1}{80} \right) \times \left[\frac{1}{12} (3 \times 415 + 370 - 4 \times 393) \right]^{\frac{1}{2}} = 0.023962 = 2.39\% \quad (3.11)$$

Formül (3.11)'de A_i ; skloid sondanın dalak yüzeyi ile kesiştiği toplam nokta sayısını, A_i^2 her kesitte elde edilen noktaların karesini, $A_i.A_{i+1}$ ilk sıradaki ile ikinci sıranın çarpımını ($3 \times 4 = 12$, $4 \times 7 = 28$, $7 \times 6 = 42 \dots$ gibi) diğerleri de benzer 2 ilerisindeki sayıların çarpımıyla elde edilen rakamlardır. Formülde değerler yerine konulduktan sonra 100 ile çarpılarak, koronal kesitlerdeki yüzey alanı hata katsayısı hesaplandı.

3.5. BOYUT ÖLÇÜMLERİ

USG ve MRG çekimlerinden hemen sonra dalaklar bistüri, pens ve makas kullanılarak uygun diseksiyon tekniğiyle yenidoğan kadavralarının dalakları çıkarıldı (Şekil 25).



Şekil 25. Yenidoğan kadavra dalağının çıkarılması

Diseksiyon Tekniği

İlk önce, karın ön-yan duvarının derisi kaldırıldı. Bunun için 4 farklı kesi yapıldı.

1. Kesi: Sternumun alt ucundan başlayıp arcus costarum'u takibedip bu kenarın koltuk orta çizgisi ile kesiştiği yerde biter.
2. Kesi: Yine sternumun alt ucundan başlayan ve symphysis pubise giden kesittir. Bu kesi göbeğin etrafını dolanarak yoluna devam eder.
3. Kesi: Spina iliaca anterior superior ile tuberculum pubicum arasında yapılır.
4. Kesi: Symphysis pubis ile tuberculum pubicum arasında yapılacak kısa kesittir.

Bu kesilerden sonra, sırasıyla deri, deri altı yağ dokusu, fascialar ve kas tabakaları geçilerek, proc. xiphoideus'dan başlayıp, arcus costarum'ları takip ederek buranın en aşağı noktalarına kadar gelindi ve burdan itibaren spina iliaca anterior superior'a

kadar dikey bir kesi yapıldı. Dalağın yeri tespit edildikten sonra yavaşça çıkarıldı (87) (Şekil 26).

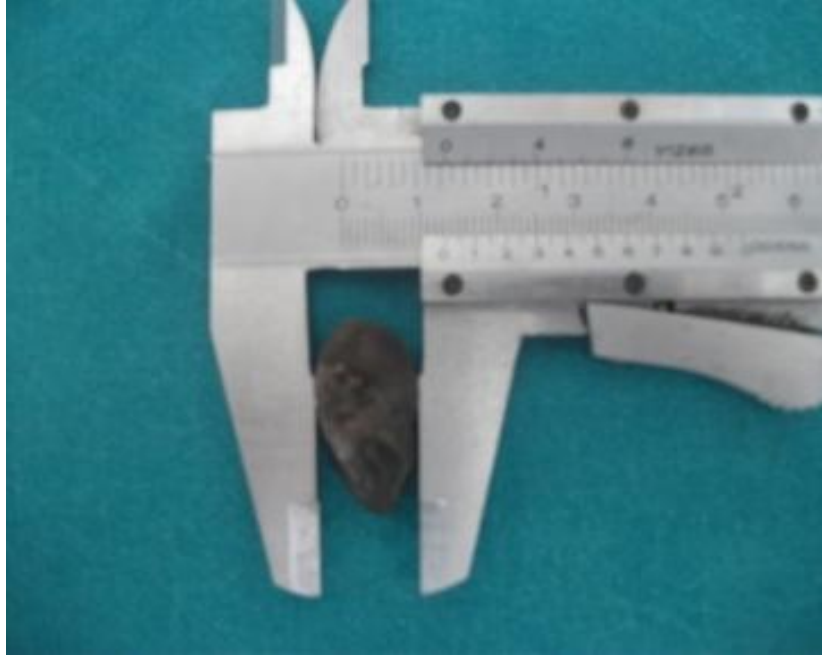


Şekil 26. Karın ön yan duvarının deri ve fascia'larının kaldırılması

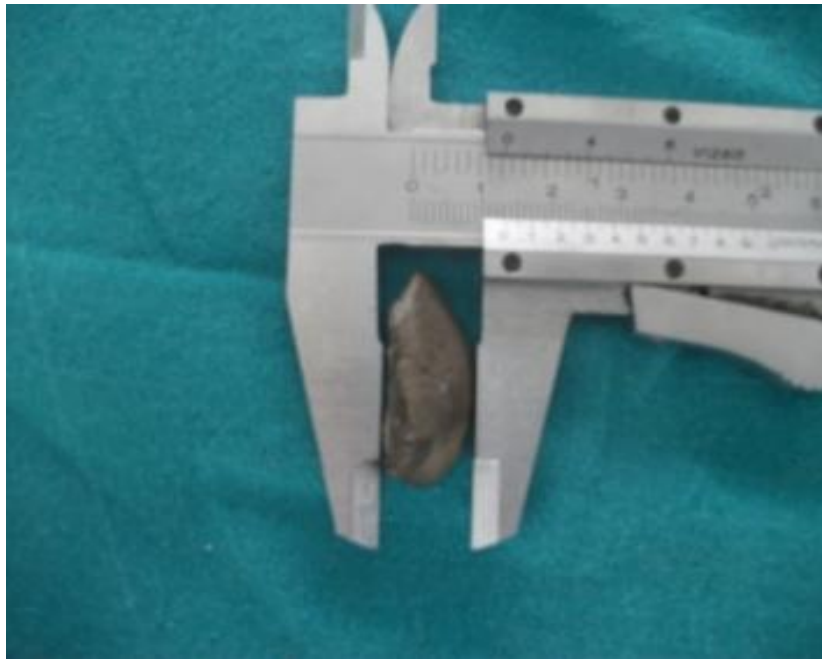
Diseksiyondan sonra, çıkarılan dalaklarda kumpas yardımı ile uzunluk, genişlik ve kalınlık ölçümleri yapıldı (Şekil 27, Şekil 28, Şekil 29).



Şekil 27. Kumpas yardımıyla uzunluk ölçümü



Şekil 28. Kumpas yardımıyla genişlik ölçümü



Şekil 29. Kumpas yardımıyla kalınlık ölçümü

Bu ölçümlerden sonra dalaklar hassas terazide tartılarak, gerçek ağırlıkları hesaplandı. Hesaplanan ağırlık ve hacim değerleri karşılaştırıldı. Daha sonra içerisinde belirli bir miktar su bulunan beher içerisine sırayla atılarak, Arşimet

prensibine göre (yükselen su hacmine göre) gerçek dalak hacimleri hesaplandı (Şekil 30).



Şekil 30. Arşimet prensibi ile hacim ölçülmesi

Altın standart olan bu ölçümle USG, MRG görüntüleri ve dilimleme yönteminden elde ettiğimiz tahmin değerleri karşılaştırıldı.

Son olarak 0,5 cm'lik aralıklı özel dilimleme aleti ile dalaklar dilimlere ayrıldı (Şekil 31).

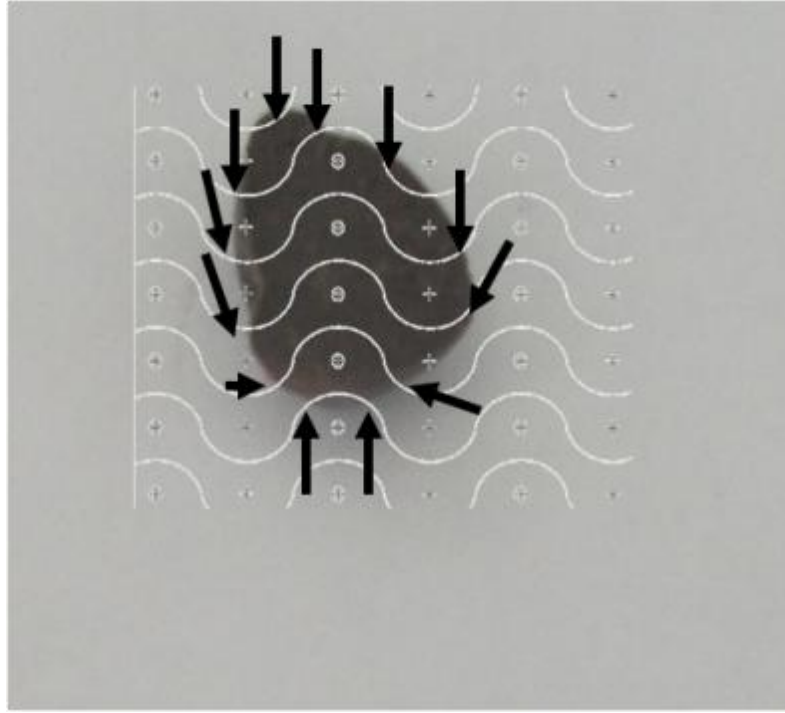


Şekil 31. Dilimleme aleti ile dalağın kesitlere ayrılması

Dalak kesitleri üzerinde çalışılarak, her bir kesit için noktalı alan ölçüm cetveli ve skloid sonda kullanılarak hacim ve yüzey alanı hesaplamaları yapıldı (Şekil 32, Şekil 33).



Şekil 32. Dilimlenen kesit üzerine noktalı alan cetvelinin atılması
[d(iki nokta arası uzaklık) =0.25cm]



Şekil 33. Dilimlenen kesit üzerine skloid sonda atılması [d (sonda aralığı) =0.55cm]

3.6. İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME

5 yenidoğan kadavrasının dalaklarında USG ve kumpas ile ölçtüğümüz uzunluk, kalınlık, genişlik değerleri; ağırlıkları, Arşimet prensibi, MRG ile USG ve kumpas yardımıyla ölçtüğümüz değerlerden manuel olarak hesapladığımız hacim değerleri SPSS 15.0 istatistik paket programına girilerek aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri elde edildi. Elde edilen MRG görüntüleri üzerinde yapılan hacim ve yüzey alanı hesaplamaları ve sonrasında diseksiyonla çıkarılan dalakların dilimlenen kesitlerinden elde ettiğimiz hacim değerleri ve hesapladığımız yüzey alanı ortalama ve standart sapma değerleri elde edildi. Aynı zamanda altın standart olarak değerlendirilen dalak hacim değerleri (Arşimet prensibi) de aritmetik ortalama ve standart sapma olarak elde edildi. Elde edilen her üç yöntemin hacim değerleri birbirleriyle karşılaştırıldı. Bu yöntemlerdeki hesaplanan hacim değerleri arasında ve ağırlıkla Spearman korelasyon testi yapıldı. $P<0.05$ altı anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Bu çalışmada yenidoğan kadavralarında USG ve kumpas yardımıyla boyut ölçümleri, MRG görüntüleri ve dilimlenen kesitler üzerinde ise stereolojik ölçümler yapıldı. Yenidoğan kadavralarında diseksiyon yapılmadan önce USG ile dalakların uzunluk, kalınlık ve genişlik ölçümleri yapılarak hacim hesaplaması yapıldı. USG çekilen yenidoğan kadavralarının dalak uzunluk ortalaması **3.29±1.09 cm**, kalınlık ortalaması **1.15±0.21 cm**, genişlik ortalaması **2.32±0.82 cm** olarak ölçüldü. Bu ölçüm sonuçlarına göre yenidoğan kadavralarının USG’de hesaplanan hacimlerinin minimum-maksimum değerleri **2.19-9.31 cm³** arasında, ortalama hacmi ise **4.70±3.02 cm³** olarak hesaplandı. Diseksiyondan sonra çıkarılan dalaklar üzerinde kumpas yardımıyla ölçtüğümüz ortalama dalak uzunluğu **3.42±1.19 cm**, ortalama dalak genişliği **1.42±0.35 cm**, ortalama dalak kalınlığı **2.16±0.81 cm** olarak ölçüldü. Bu ölçümler esnasında dalak hacimlerinin minimum-maksimum değerleri **2.11-13.2 cm³** arasında, ortalama değeri ise **5.99±4.58 cm³** olarak bulundu. Bu ölçümlerden sonra tartılan dalaklarda ağırlıkların minimum-maksimum değerleri **1.58-8.90 gr** arasında, ortalama ağırlık değeri ise **4.53±3.49 gr** olarak bulundu. Altın standart olarak kabul edilen Arşimet prensibiyle ölçülen ortalama hacim değeri ise **4.82±3.85 cm³** olarak hesaplandı (Tablo 5).

Tablo 5. İncelenen bebeklerde ölçülen parametrelerin minimum-maksimum, aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri

		Minimum-Maksimum	Art.Ort±SS
Uzunluk	USG	2.31-4.74 cm	3.29±1.09 cm
	Kumpas	2.40-5.20 cm	3.42±1.19 cm
Genişlik	USG	0.95-3.06 cm	2.32±0.82 cm
	Kumpas	1.30-3.10 cm	2.16±0.81 cm
Kalınlık	USG	0.98 -1.49 cm	1.15±0.21 cm
	Kumpas	1.10-2.00 cm	1.42±0.35 cm
Ağırlık		1.58-8.90 gr	4.53±3.49 gr
USG Hacim		2.19- 9.31 cm ³	4.70±3.02 cm ³
Arşimet Hacim		1.60- 9.00 cm ³	4.82±3.85 cm ³
Kumpas Hacim		2.11-13.22 cm ³	5.99±4.58 cm ³

4.1. DALAK HACİM VERİLERİ

Dalak hacimleri, USG ve kumpas yardımıyla elipsoid formüle göre hesaplanan değerlerle, MRG görüntüleri kullanılarak ve dilimleme sonucu yaptığımız kesitler üzerinde yapılan hesaplamalarla hacim verileri elde edilmiştir.

4.1.1. USG Çekiminden Elde Edilen Veriler

Yenidoğan kadavralarının dalaklarında ölçtüğümüz uzunluk, kalınlık ve genişlik ölçümleri sonucunda, elipsoid formüle göre bu değerler kullanılarak dalak hacimleri hesaplandı. Elipsoid formül ile hacim hesaplama, detayları ile gereç ve yöntemler kısmında belirtilmiştir.

Bu formüle göre hesaplanan dalak hacimlerinin minimum-maksimum değerleri **2.19-9.31 cm³**, ortalama hacim ise **4.70±3.02 cm³** olarak hesaplandı. USG’de hesaplanan ortalama hacim değeri, altın standart olan Arşimet prensibinde ölçülen gerçek hacim değerine göre kıyaslandığında, iki hacim değeri arasında ortalama **-0.31±1.97 cm³**’lük bir fark olduğu tespit edildi. Yüzde olarak ise, ortalama **% 29.9** oranında bir fark bulunmuştur. Tablo 6’da her bir bebek için USG ile hesapladığımız hacim

değerleri ile altın standart olarak kabul ettiğimiz Arşimet prensibiyle ölçülen hacim değeri ve bu değerler arasındaki farklar izlenmektedir.

Tablo 6. USG ile hesaplanan hacim değerleri ile altın standart hacim değerlerinin karşılaştırılması (cm³)

Bebek no	Arşimet Hacim	USG Hacim	Fark
51	9.00	9.31	+0.31 (%3.4)
53	1.60	2.19	+0.59 (%37.0)
56	2.90	2.95	+0.05 (%2.0)
57	1.60	2.82	+1.22 (%76.5)
60	9,00	6.24	-3.76 (%30.6)
Ort±SS	4.82±3.85	4.70±3.02	-0.31±1.97 (%29.9)

60 nolu bebek kadavra hariç diğer tüm bebek kadavralarda USG ile hesaplanan dalak hacimleri gerçek hacim değerlerine göre daha yüksek oranda hesaplanmış olup (**% 2.0-% 76.5**), bu bebek kadavra için hesaplanan hacim değeri ise, gerçek hacim değerine göre **% 30.6** oranında daha düşük hesaplanmıştır. Gerçek hacim değerine en yakın hacim değeri ise, 56 nolu bebek kadavrada bulunmuş olup, Arşimet prensibiyle ölçülen hacim değeri **2.90 cm³** iken, USG’de hesaplanan hacim değeri ise **2.95 cm³**’tür. Hacimler arası fark **0.05 cm³** olup, bu değer yüzde olarak **% 2.0** ‘lık bir fark oluşturmaktadır (Tablo 6).

4.1.2. Kumpas Ölçümlerinden Elde Edilen Veriler

USG çekimlerinden hemen sonra diseksiyonla çıkarılan dalaklar üzerinde kumpas yardımıyla uzunluk-genişlik-kalınlık ölçümleri yapılarak, elipsoid formüle göre hacim hesaplaması yapıldı.

Hesaplamalar sonucunda elde edilen verilere göre, dalak hacimlerinin minimum-maksimum değerleri **2.10-13.2 cm³**, ortalama hacim ise **5.99±4.58 cm³** olarak hesaplandı. Kumpas ile yapılan ölçümlerden hesaplanan ortalama hacim değeri, altın

standart olan Arşimet prensibinde ölçülen gerçek hacim değerine göre kıyaslandığında, iki hacim değeri arasında ortalama $-1.17 \pm 1.97 \text{ cm}^3$ 'lük bir fark bulunmaktadır. Yüzde olarak ise, ortalama **% 36.3** oranında bir fark bulunmuştur. Tablo 7’de her bir bebek için kumpas ile yapılan ölçümlerden hesapladığımız hacim değerleri ile altın standart olarak kabul ettiğimiz Arşimet prensibiyle ölçülen hacim değeri ve bu değerler arasındaki farklar izlenmektedir.

Tablo 7. Kumpas ile hesaplanan hacim değerleri ile altın standart hacim değerlerinin karşılaştırılması (cm^3)

Bebek no	Arşimet Hacim	Kumpas hacim	Fark
51	9.00	7.73	-1.26 (%14.0)
53	1.60	2.10	+0.50 (%31.8)
56	2.90	4.05	+1.15 (%39.8)
57	1.60	2.83	+1.23 (%77.4)
60	9,00	13.2	+4.21 (%46.8)
Ort±SS	4.82 ± 3.85	5.99 ± 4.58	$-1.17 \pm 1.97 (\%36.3)$

51 nolu bebek kadavra hariç diğer tüm bebek kadvralarında kumpas ile hesaplanan dalak hacimleri gerçek hacim değerlerine göre daha yüksek oranda hesaplanmış olup (**% 31.8-% 77.4**), bu bebek kadavra için hesaplanan hacim değeri ise, gerçek hacim değerine göre **%14** oranında daha düşük hesaplanmıştır. Gerçek hacim değerine en yakın hacim değeri ise, 53 nolu bebek kadvrada bulunmuş olup, Arşimet prensibiyle ölçülen hacim değeri **1.60 cm^3** iken, USG’de hesaplanan hacim değeri ise **2.10 cm^3** ’tür. Hacimler arası fark **0.50 cm^3** olup, bu değer yüzde olarak **% 31.8** ‘lik bir fark oluşturmaktadır (Tablo 7).

Tablo 8’de her bir bebek kadavra için USG çekimlerinde ve diseksiyon sonrası çıkarılan dalaklarda kumpas yardımıyla ölçülen uzunluk-genişlik-kalınlık ölçümleri ve bu ölçüm değerlerinden hesaplanan hacim değerleri birlikte gösterilmiştir.

Tablo 8. USG ve kumpas'ta uzunluk-genişlik-kalınlık (cm) ve hacim değerlerinin (cm³) karşılaştırılması

	Uzunluk		Genişlik		Kalınlık		Hacim	
Bebek no	USG	Kumpas	USG	Kumpas	USG	Kumpas	USG	Kumpas
51	4.74	5.20	3.06	1.10	1.23	2.60	9.31	7.73
53	2.99	2.40	0.95	1.30	1.48	1.20	2.19	1.60
56	2.31	2.60	2.38	2.50	1.03	1.20	2.95	2.90
57	2.31	2.80	2.40	1.50	0.98	1.30	2.82	1.60
60	4.14	4.10	2.83	3.10	1.02	2.00	6.24	13.2
Ort±SS	3.29±1.09	3.42±1.19	2.32±0.82	2.16±0.81	1.15±0.21	1.42±0.35	4.70±3.02	5.99±4.58

USG çekimlerinden hesaplanan ortalama hacim değeri **4.70±3.02 cm³** iken, kumpas ile yapılan ölçümlerden elde edilen ortalama hacim değeri **5.99±4.58 cm³**'tür. Arşimet prensibinde ölçülen ortalama gerçek hacim değeri ise, **4.82±3.85 cm³**'tür. USG ile hesaplanan ortalama hacim değeri, ortalama gerçek hacim değerine daha yakın olarak bulunmuştur (Tablo 9).

USG ve kumpas ölçümleri sonucu elde edilen hacim değerlerinden sonra, tartılan dalakların ağırlıkları ile altın standart olarak kabul ettiğimiz Arşimet prensibiyle ölçülen gerçek hacim değeri arasındaki ilişki ise Tablo 10'da gösterilmektedir.

Tablo 9. Arşimet prensibi, USG ve kumpas ölçümlerinden elde edilen hacim değerlerinin karşılaştırılması (cm³)

Bebek no	Arşimet Hacim	USG Hacim	Kumpas hacim
51	9.00	9.31	7.73
53	1.60	2.19	2.10
56	2.90	2.95	4.05
57	1.60	2.82	2.83
60	9,00	6.24	13.2
Ort±SS	4.82±3.85	4.70±3.02	5.99±4.58

Tablo 10. Dalak ağırlıklarının gerçek hacim ile karşılaştırılması (cm³)

Bebek no	Arşimet Hacim	Ağırlık
51	9.00	7.73
53	1.60	1.90
56	2.90	2.56
57	1.60	1.58
60	9,00	8.90
Ort±SS	4.82±3.85	4.53±3.49

Bebek kadavralarının ortalama ağırlık değeri **4.53±3.49 gr**, ortalama gerçek hacim değeri ise **4.82±3.85 cm³** olup, ağırlık ve gerçek hacim arasında yakın bir değer görülmektedir. Bu değerlerin birbirine en yakın olduğu durumu 57 nolu bebek kadavrasında görmekte olup, dalak ağırlığı **1.58 gr** iken, gerçek hacim değeri ise **1.60 cm³** 'tür (Tablo 10).

4.1.3. MRG Görüntüleri Üzerinden Elde Edilen Veriler

Yenidoğan kadavralarındaki dalaklardan, aksiyal, koronal ve sagittal olmak üzere üç planda, 1.6 mm'lik kesit kalınlığında alınan MRG görüntüleri üzerine 0,25 cm'lik noktalı alan ölçüm cetveli atılarak Cavalieri prensibine göre hacim hesaplaması yapıldı. Elde edilen verilere göre hesaplanan dalak hacimlerinin minimum-maksimum değerleri; aksiyal planda **1.80-7.78 cm³**, koronal planda **1.70-10.1 cm³** ve sagittal planda **0.63-10.5 cm³** olarak, ortalama hacim değerleri ise; aksiyal planda **4.14±2.85 cm³**, koronal planda **5.26±4.41 cm³** ve sagittal planda **4.57±4.16 cm³** olarak bulundu. Her 3 planda alınan hacim değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak hesaplanan hacim değerinin minimum-maksimum değerleri ve ortalama hacim değeri ise, sırasıyla; **1.54-9.44 cm³**, **4.66±3.76 cm³** olarak bulunmuştur. Bulunan bu ortalama hacim değeri, her 3 planda ayrı ayrı bulunan ortalama hacim değerlerine göre gerçek hacim değeri ortalamasına daha yakın olarak bulunmuştur. Her bir bebek kadavra için aksiyal, koronal ve sagittal planda tahmin edilen hacim değerleri ile her bir planda tahmin edilen hacim değerlerinin ortalama hacim değerleri Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Aksiyal, koronal, sagittal planda bulunan hacim değerleri ve bu planların ortalama hacim değerleri ile altın standart hacim değerlerinin karşılaştırılması (cm³)

Bebek no	Arşimet Hacim	MRG (aksiyal) Hacim	MRG(koronal) Hacim	MRG (sagittal) Hacim	MRG (ort) Hacim
51	9.00	6.69	10.1	7.22	8.02
53	1.60	1.80	1.88	1.60	1.76
56	2.90	2.13	2.58	2.91	2.54
57	1.60	2.30	1.70	0,63	1.54
60	9,00	7.78	10.0	10.5	9.44
Ort±SS	4.82±3.85	4.14±2.85	5.26±4.41	4.57±4.16	4.66±3.76

Aksiyal planda 1.6 mm'lik kesit kalınlığında alınan görüntülerden elde edilen ortalama hacim değeri $4.14 \pm 2.85 \text{ cm}^3$ olarak tahmin edildi. Bu değer, altın standart olan Arşimet prensibinde ölçülen gerçek hacim değerine göre kıyaslandığında, iki hacim değeri arasında ortalama $-0.68 \pm 1.18 \text{ cm}^3$ 'lük bir fark bulunmaktadır. Yüzde olarak ise, ortalama % 24.3 oranında bir fark bulunmuştur (Tablo 12).

Tablo 12. Aksiyal planda; 1.6 mm'lik kesit kalınlığında alınan görüntüler üzerinde 0.25 cm'lik noktalı alan ölçüm cetveli ile bulunan hacim değerleri ile altın standart hacim değerlerinin karşılaştırılması (cm^3)

Bebek no	Arşimet Hacim	MRG (aksiyal) Hacim	Fark (%)
51	9.00	6.69	-2.31 (25.6)
53	1.60	1.80	+0.77 (26.5)
56	2.90	2.13	- 0.20 (12.5)
57	1.60	2.30	+ 0.70 (43.7)
60	9,00	7.78	-1.22 (13.5)
Ort±SS	4.82 ± 3.85	4.14 ± 2.85	-0.68 ± 1.18 (24.3)

57 nolu bebek kadavrada tahmin edilen hacim değeri ile gerçek hacim değeri arasında 0.70 cm^3 değerinde bir fark bulunmaktadır. Yüzde olarak ise, % 43.7 daha yüksek bir oranda hesaplanmış olup, diğer bebek kadvraları arasında bulunan yüzde olarak en yüksek fark değerini oluşturmaktadır. Tahmin edilen hacim değeri, gerçek hacim değerine göre en yakın oranda hesaplanan bebek ise 56 nolu bebek kadavra olup, % 12.5 oranında daha düşük olarak hesaplanmıştır (Tablo 12).

Koronal planda 1.6 mm'lik kesit kalınlığında alınan görüntülerden elde edilen ortalama hacim değeri $5.26 \pm 4.41 \text{ cm}^3$ olarak tahmin edildi. Bu değer, altın standart olan Arşimet prensibinde ölçülen gerçek hacim değerine göre kıyaslandığında, iki hacim değeri arasında ortalama $0.44 \pm 0.62 \text{ cm}^3$ 'lük bir fark bulunmaktadır. Yüzde

olarak ise, ortalama % **11.7** oranında bir fark bulunmuş olup, koronal planda ölçülen hacim değerinin altın standart olarak belirlediğimiz hacim değerine daha yakın sonuç verdiği ve gerçek hacim değerine en yakın plan olduğu görüldü (Tablo 13).

Tablo 13. Koronal planda; 1.6 mm’lik kesit kalınlığında alınan görüntüler üzerinde 0.25 cm’lik noktalı alan ölçüm cetveli ile bulunan hacim değerleri ile altın standart hacim değerlerinin karşılaştırılması (cm³)

Bebek no	Arşimet Hacim	MRG (koronal) Hacim	Fark (%)
51	9.00	10.1	+1.15 (12.7)
53	1.60	2.58	+0.28 (17.5)
56	2.90	1.88	-0.32 (11.0)
57	1.60	1.70	+0.10 (6.2)
60	9,00	10.0	+1.02 (11.0)
Ort±SS	4.82±3.85	5.26±4.41	0.44±0.62 (11.7)

53 nolu bebek kadavrada tahmin edilen hacim değeri ile gerçek hacim değeri arasında **0.28 cm³** değerinde bir fark bulunmaktadır. Yüzde olarak ise, % **17.5** daha yüksek bir oranda hesaplanmış olup, diğer bebek kadvraları arasında bulunan yüzde olarak en yüksek fark değerini oluşturmaktadır. Tahmin edilen hacim değeri, gerçek hacim değerine göre en yakın oranda hesaplanan bebek ise 57 nolu bebek kadvra olup, % **6.2** oranında daha yüksek olarak hesaplanmıştır (Tablo 13).

Sagittal planda 1.6 mm’lik kesit kalınlığında alınan görüntülerden elde edilen ortalama hacim değeri **4.57±4.16 cm³** olarak tahmin edildi. Bu değer, altın standart olan Arşimet prensibinde ölçülen gerçek hacim değeriyle karşılaştırıldığında, iki hacim değeri arasında ortalama **-0.24±1.23 cm³** ‘lük bir fark bulunmaktadır. Yüzde olarak ise, ortalama % **19.4** oranında bir fark bulunmuştur (Tablo 14).

Tablo 14. Sagittal planda; 1.6 mm'lik kesit kalınlığında alınan görüntüler üzerinde 0.25 cm'lik noktalı alan ölçüm cetveli ile bulunan hacim değerleri ile altın standart hacim değerlerinin karşılaştırılması (cm³)

Bebek no	Arşimet Hacim	MRG (sagittal) Hacim	Fark (%)
51	9.00	7.22	-1.78 (%19.7)
53	1.60	1.60	0.00 (%0.0)
56	2.90	2.91	+0.01 (%0.3)
57	1.60	0.63	-0.97 (%60.6)
60	9,00	10.5	+1.52 (%16.8)
Ort±SS	4.82±3.85	4.57±4.16	-0.24±1.23 (%19.4)

57 nolu bebek kadavrasında tahmin edilen hacim değeri ile gerçek hacim değeri arasında **0.97 cm³** değerinde bir fark bulunmaktadır. Yüzde olarak ise, **% 60.6** daha yüksek bir oranda hesaplanmış olup, diğer bebek kadavraları arasında bulunan en yüksek fark yüzde değerini oluşturmaktadır. Tahmin edilen hacim değeri, gerçek hacim değerine göre en yakın oranda hesaplanan bebek ise 53 nolu bebek kadavra olup, hacimler arasında fark görülmemiştir (**% 0**). 56 nolu bebek kadavrasında da hacimler arasında düşük bir fark gözlenmiştir (**% 0.3**) (Tablo 14).

Sagittal planda ölçülen hacim değerinin altın standart olarak belirlediğimiz hacim değerinden daha uzak sonuç verdiği ve gerçek hacime ulaşmak için uygun bir plan olmadığı görüldü. Aslında sagittal planda hesaplanan hacim değerinin gerçek hacim değerine yakınlığı, aksiyal ve koronal planda hesaplanan hacim değerinden daha fazla olarak görülmektedir. 53 ve 56 nolu bebek kadavralarında bunu birebir uyumlu olarak görmekteyiz. İki bebekte de sagittal planda ölçülen hacim değeriyle gerçek hacim değeri arasında (Arşimet prensibine göre) fark bulunmamaktadır (fark % 0-0.3). Fakat 57 nolu bebek kadavrası diğer bebeklere göre daha düşük doğum ağırlığında ve ay olarak daha küçük yaşta (prematür) olduğu için, 53 ve 56 nolu

bebeklerle karşılaştırıldığında aradaki fark fazla olmamasına rağmen, yüzde olarak daha yüksek bir değer olarak karşımıza çıkmaktadır (Tablo 14).

MRG aksiyal, koronal ve sagittal planlarında alınan görüntülerden elde edilen hacim değerlerinin ortalaması alınarak elde edilen MRG ortalama hacim değerinin minimum-maksimum değeri **1.54-9.44 cm³**, ortalama hacim değeri ise **4.66±3.76 cm³** 'tür. MRG görüntülerindeki ortalama hacim değeri ile altın standart olan Arşimet prensibinde ölçülen gerçek hacim değeri kıyaslandığında, iki hacim değeri arasında ortalama **-0.16±0.54 cm³** 'lük bir fark bulunmaktadır. Yüzde olarak ise, ortalama **% 8.4** oranında bir fark bulunmuş olup, MRG ortalama hacim değeri, her 3 planda ayrı ayrı tahmin edilen ortalama hacim değerlerine göre gerçek hacim değeri ortalamasına daha yakın olarak bulunmuştur. MRG aksiyal, koronal ve sagittal planlarda tahmin edilen hacim değerlerinin ortalama değerleri alınarak elde edilen ortalama hacim değerleri ise Tablo 15'de verilmiştir.

Tablo 15. MRG aksiyal, koronal ve sagittal planlarda elde edilen hacimlerin ortalama hacim değerleri ile altın standart hacim değerlerinin karşılaştırılması (cm³)

Bebek no	Arşimet Hacim	MRG (ort) Hacim	Fark (%)
51	9.00	8.02	-0.98 (%11)
53	1.60	1.76	+0.16 (%10)
56	2.90	2.54	-0.36 (%12)
57	1.60	1,54	-0.06 (%4)
60	9,00	9,44	+0.44 (%5)
Ort±SS	4.82±3.85	4.66±3.76	-0.16±0.54 (% 8.4)

56 nolu bebek kadavrada tahmin edilen hacim değeri ile gerçek hacim değeri arasında **0.36 cm³** değerinde bir fark bulunmaktadır. Yüzde olarak ise, **% 12** daha yüksek bir oranda hesaplanmış olup, diğer bebek kadvraları arasında yüzde olarak bulunan en yüksek fark değerini oluşturmaktadır. Tahmin edilen hacim değeri, gerçek hacim değerine göre en yakın oranda hesaplanan bebek ise 57 nolu bebek kadavra olup, **% 4** oranında bir fark görülmektedir (Tablo 15).

4.1.4. Dilimleme Yöntemi ile Elde Edilen Veriler

Yenidoğan kadvralarında diseksiyonla çıkarılan dalaklardan, 0.5 cm'lik aralıklarla dilimlenen kesitler üzerine 0,25 cm'lik noktalı alan ölçüm cetveli atılarak Cavalieri prensibine göre hacim hesaplaması yapıldı. Elde edilen verilere göre hesaplanan dalak hacimlerinin minimum-maksimum değeri **1.71±8.31 cm³** olarak, ortalama hacim değeri ise, **4.45±3.46 cm³** olarak tahmin edildi. Yüzde olarak ise, ortalama **% 10** oranında bir fark bulunmuştur (Tablo 16).

Tablo 16. 0.5 cm'lik kesit kalınlığında dilimlenen kesitler üzerinde 0.25 cm'lik noktalı alan ölçüm cetveli ile bulunan hacim değerleri ile altın standart hacim değerlerinin karşılaştırılması (cm³)

Bebek no	Arşimet Hacim	Dilimleme Hacim	Fark (%)
51	9.00	8.16	-0.84 (%9)
53	1.60	1.71	+0.11(%7)
56	2.90	2.36	- 0.54(%19)
57	1.60	1.71	+0.11(%7)
60	9,00	8.31	-0,69(%8)
Ort±SS	4.82±3.85	4.45±3.46	-0.37±11.8 (%10)

56 nolu bebek kadavrasında dilimleme sonucu elde edilen hacim değeri ile gerçek hacim değeri arasında **0.54 cm³** değerinde bir fark bulunmaktadır. Yüzde olarak ise, **% 19** daha düşük bir oranda hesaplanmış olup, diğer bebek kadavraları arasında yüzde olarak bulunan en yüksek fark değerini oluşturmaktadır. Tahmin edilen hacim değeri, gerçek hacim değerine göre en yakın oranda hesaplanan bebek ise 53 ve 57 nolu bebek kadavralar olup, hacimler arasında % 7 oranında fark görülmüştür (Tablo 16).

Yenidoğan kadavralarında dalak hacim hesaplamalarında kullanılan yöntemler arasındaki korelasyon değerleri Tablo 17’de görülmektedir.

Tablo 17. Yenidoğan kadavralarında USG, dilimleme, MRG (aks-kor-sag-ort) yöntemleriyle hesaplanan hacim değerlerinin Aarşimet prensibinde ölçülen gerçek hacime göre korelasyon değerleri (Spearman nonparametrik korelasyon testi)

		Arşimet	USG	Dilimleme	MRG (aksiyal)	MRG (koronal)	MRG (sagittal)	MRG (Ort)	Ağırlık
Arşimet	r	1	0.949*	0.973**	0.791	0.949*	0.949*	0.949*	0.949*
	p		0.014	0.005	0.111	0.014	0.014	0.014	0.014
USG	r	0.949*	1	0.872	0.800	0.900*	0.800	0.800	0.800
	p	0.014		0.054	0.104	0.037	0.104	0.104	0.104
Dilimleme	r	0.973**	0.872	1	0.821	0.872	0.975**	0.975**	0.975**
	p	0.005	0.054		0.089	0.054	0.005	0.005	0.005
MRG (aksiyal)	r	0.791	0.800	0.821	1	0.600	0.700	0.700	0.700
	p	0.111	0.104	0.089		0.285	0.188	0.188	0.188
MRG (koronal)	r	0.949*	0.900*	0.872	0.600	1	0.900*	0.900*	0.900*
	p	0.014	0.037	0.054	0.285		0.037	0.037	0.037
MRG (sagittal)	r	0.949*	0.800	0.975**	0.700	0.900*	1	1.000**	1.000**
	p	0.014	0.104	0.005	0.188	0.037	-	-	-
MRG (Ort)	r	0.949*	0.800	0.975**	0.700	0.900*	1.000**	1	1.000**
	p	0.014	0.104	0.005	0.188	0.037	-	-	-
Ağırlık	r	0.949*	0.800	0.975**	0.700	0.900*	1.000**	1.000**	1
	p	0.014	0.104	0.005	0.188	0.037	-	-	-

*korelasyon

** kuvvetli korelasyon

Spearman nonparametrik korelasyon testinin sonuçlarına göre diğer yöntemler arasında gerçek hacim değerine en yakın olan korelasyonu dilimleme yöntemi ile elde edilen hacim değeri göstermektedir. USG, MRG koronal, MRG sagittal ve MRG ort'daki hacimlerin benzer bir korelasyon gösterdiği tespit edildi ($p<0.05$) Dalak ağırlık ve hacim arasında da kuvvetli bir korelasyon görülmektedir (Tablo 17).

4.2. DALAK YÜZEY ALANI VERİLERİ

Yenidoğan kadavra dalaklarına ait MRG çekimlerinde aksiyal, koronal ve sagittal planlarda alınan kesitler ve diseksiyonla çıkarılan dalakların dilimlenen kesitleri üzerine 0.55 cm aralıklı skloid sonda 3'er kez atılarak yüzey alanı ölçümleri yapıldı. MRG kesitleri üzerinde hesaplanan ortalama yüzey alanı değerleri; aksiyal planda **24.9±14.36 cm²**, koronal planda **24,3±12.7 cm²**, sagittal planda **18.5±5.9 cm²** ve her 3 planda toplam olarak hesaplanan ortalama yüzey alanı **22,6±10.5 cm²** olarak hesaplanmıştır. Dilimlenen kesitler üzerinde hesaplanan ortalama yüzey alanı değeri ise **32,3±20.6 cm²**'dir. Bu verilere göre aksiyal ve koronal planlarda alınan kesitlerde hesaplanan yüzey alanı değeri birbirine daha yakın olup, sagittal planda alınan kesitlerde hesaplanan değer ise bu değerlere göre biraz daha düşük olduğu görülmektedir. Dilimleme ile elde ettiğimiz kesitlerde hesaplanan yüzey alanı değeri ise diğer oryantasyonlara göre daha yüksek olarak bulunmuştur. 51 ve 56 nolu bebek kadavralarında her bir oryantasyonda hesaplanan yüzey alanı değerlerinin birbirlerine daha yakın olduğu görülmektedir (Tablo 18).

Tablo 18. Yenidoğan kadavralarının 4 oryantasyona göre dalak yüzey alanı değerleri (cm²)

Bebek no	Dilimleme Yüzey Alanı	MRG(aksiyal) Yüzey Alanı	MRG (koronal) Yüzey Alanı	MRG (sagittal) Yüzey Alanı	MRG (aks-kor-sag) Yüzey Alanı
51	13.24	10.50	10.77	11.32	10.86
56	16.69	15.19	16.30	14.36	15.56
53	22.45	16.02	19.89	18.51	19.34
57	52.96	40.61	33.15	22.93	33.15
60	56.41	42.27	41.72	25.69	34.17
Ort±SS	32.3±20.6	24.9±14.36	24.3±12.7	18.5±5.9	22.6±10.5

4.3. DALAK HACİM VE YÜZEY ALANI HATA KATSAYILARI

4.3.1. Dalak Hacim Hesaplamalarında Hata Katsayısı Verileri

Yenidoğan kadavralarında MRG görüntüleri ve dilimlenen kesitler üzerinde hacim hesaplamaları yapıldıktan sonra, hacim hata katsayıları hesaplandı.

Tablo 19’da HK (Cavalieri) olarak gösterilen değer Cavalieri prensibine göre hesaplanan hacim hata katsayısını, HK (Nokta sayısı) ile gösterilen değer nokta sayımı ile hesaplanan hacim hata katsayısını, HK total ise Cavalieri ve Nokta sayısı yöntemindeki değerlerin toplamı olan hata katsayısını ifade etmektedir. Çalışmamızda hata katsayısı değeri % 5 ‘in altında hesaplanmıştır.

Tablo 19. Yenidoğan kadavralarındaki dalaklarda MRG aksiyal, koronal, sagittal planda ve dilimleme yöntemi ile elde edilen hacim hata katsayılarının ortalama ve standart sapma değerleri (%)

	HK (Cavalieri)	HK (Nokta sayısı)	HK total
Aksiyal	2.57±2.13	2.57±1.18	3.76±2.20
Koronal	1.59±0.98	2.71±0.44	3.17±1.86
Sagittal	1.83±1.62	2.51±0.32	3.30±1.55
Dilimleme	1.73±0.16	3.12±0.04	3.64±1.22

Hacim hata katsayısının ortalama değerleri arasında en düşük oran 1.59±0.98 olup, koronal planda yapılan hacim tahminlemesinin daha düşük oranda hata katsayısı ile hesaplandığını göstermektedir. Nokta sayımı ile hesaplanan hacim hata katsayısının ortalama değerleri arasında en düşük oran 2.51±0.32 olup, bu yöntemde hesaplanan hacim hata katsayısının sagittal planda en düşük oranda olduğunu göstermektedir. Toplam hacim hata katsayısının ortalama değerleri arasında görülen en düşük oran ise yine koronal planda izlenmektedir. Koronal planda yapılan hacim hesaplamalarında daha düşük oranda hataya rastlanmıştır (Tablo 19).

4.3.2. Dalak Yüzey Alanı Hesaplamalarında Hata Katsayısı Verileri

Tablo 20’de yenidoğan kadavralarında aksiyal, koronal, sagittal planlar ile dilimleme yöntemlerinde yüzey alanı hesaplamalarından sonra elde edilen yüzey alanı hata katsayıları oranları görülmektedir.

Tablo 20. Yenidoğan kadavralarındaki dalaklarda MRG aksiyal, koronal, sagittal planda ve dilimleme yöntemi ile elde edilen yüzey alanı hata katsayılarının ortalama ve standart sapma değerleri (%)

Bebek no	Aksiyal	Koronal	Sagittal	Aks-Kor-Sag	Dilimleme
51	2.20	2.36	1.93	1.27	3.80
53	3.79	6.00	3.60	3.34	5.75
56	4.16	3.90	2.30	2.30	6.36
57	3.10	2.39	4.80	1.88	6.75
60	1.49	1.16	4.43	1.13	2.90
Ort±SS	2.94±0.50	3.16±0.84	3.41±1.76	1.98±0.09	5.11±0.63

MRG aksiyal, koronal ve sagittal planlardaki değerlerin ortalamaları alınarak yapılan yüzey alanı tahminlemesinde hata katsayısı oranı % **1.98±0.09** olarak hesaplandı. Bu değer diğer ortalama hata katsayısı oranları arasında en düşük oranı oluşturmaktadır. Dilimleme yönteminde elde edilen ortalama hata katsayısı ise en yüksek oranı oluşturmaktadır. Bu durum bize, dilimleme yönteminde yapılan yüzey alanı hesaplamalarında hata katsayısının daha yüksek değerde olduğunu göstermektedir.

5. TARTIŞMA

Klinikte hastalıkların teşhis ve takibinde organ hacim ölçümlerinin önemli bir yeri vardır. Birçok hastalıkta organların boyut ve morfolojilerinde değişiklikler olmaktadır. Bu nedenle organlara ait normal parametrelerin saptanması bu değişikliklerin doğru değerlendirilmesi açısından önemli bir yere sahiptir (88). Ancak, bazı durumlarda organ hacimlerinin tahmin edilmesinde fiziksel uygulamalara bağlı olarak hatalı sonuçlar elde edilebilir. Bu nedenle organ hacim hesaplamalarında güvenilirliği ve doğruluğu yüksek olduğu kadar hastalara daha az hasar veren, ucuz ve hızlı bir uygulama metoduna ihtiyaç vardır (89).

Siroza bağlı portal hipertansiyonla birlikte yaygın olarak görülen dalak büyüklüğü, ayrıca hematolojik maligniteler, glikojen depo hastalıkları, enfeksiyon hastalıkları gibi diğer pek çok hastalıkta da beraber görülebilmektedir. Bu hastalıkların teşhisinde dalak boyutlarının çoğu zaman palpasyonla değerlendirilmesi doğru sonuç vermemektedir. Çünkü dalağın büyüklüğü, boyutlarının 2-3 kat daha fazlasına ulaşmadan palpasyonla fark edilebilmesi zordur. Bu nedenle klinik uygulamalarda dalak boyutlarının doğru olarak değerlendirilmesi önemlidir (90, 91).

Dalak hacim hesaplanmasında kullanılan çok sayıda görüntüleme yöntemi vardır. Bu yöntemler arasında; USG (4, 92), BT (93, 94), MRG (38), nükleer sintigrafi (95) ve konvansiyonel radyografi (96) yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin çoğunda doğru hacim tahminlemesi yapılmasının yanı sıra belirli dezavantajlar da bulunmaktadır. Radyografi ve sintigrafi dalağın geometrik şeklini düzenli olarak kabul edip, sadece lineer ölçümleri gösterebilmektedir. Ancak, dalak bireyler

arasında yaygın değişiklikler gösterebilen düzensiz bir şekilde karakterize bir organdır (38). Dolayısıyla organın şekli küresel ya da elipsoid değilse sonuç matematiksel formüllerle doğrulansa bile ön kabul içerdiğinden gerçek değerden sapma gösterecektir (56). Bununla birlikte sonografik olarak yapılan dalak hacim ölçümlerinde ya organın sınırlarının tam olarak tespit edilememesi ya da organın üzerinde yer alan yapılardan dolayı genellikle tam olarak görüntülenememektedir. BT'nin dalağın görüntülenmesinde ve hacim tahminlemesinde kullanılan güvenilir bir yöntem olduğu düşünülmektedir. Ancak, iyonize radyasyon riski taşıması ve yumuşak dokulara daha spesifik olması açısından MRG görüntülemenin BT'ye göre avantajları daha fazladır. MRG görüntülemesinde yapılan dalak hacim tahminlemesi, kesitlerdeki kalınlığa, çekilen oryantasyona ve görüntülemenin sekansına bağıdır (38).

USG, noninvaziv, ucuz ve interaktif olarak görüntüleme ve ölçüm yapılmasına izin veren güvenli bir uygulamadır. 2 boyutlu USG, organ hacim hesaplamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Fakat organların geometrik şekillerine bağı olarak doğru sonuçlar veremeyebilir. Yapılan çalışmalar 3 boyutlu USG'nin daha güvenilir ve hata oranının daha düşük olduğunu vurgulamaktadır (89). Hidaka ve arkadaşları'nın (97) yapmış olduğu bir çalışmada dalak hacim hesaplamasında kullanılan 3 boyutlu USG'nin güvenilirlik oranının yüksek ve kliniğe katkıda bulunan değerli bir uygulama olduğu vurgulanmıştır.

Dalağın sonografik olarak ölçümlerini değerlendiren çok sayıda çalışma vardır. Bu çalışmalardan Konuş ve arkadaşları (95) ile Rosenberg ve arkadaşları'nın (4) yapmış oldukları çalışmalarda sağlıklı çocuklarda sonografik olarak dalak boyutlarını değerlendirmişlerdir. Bununla birlikte Loftus ve arkadaşları (96), Downey ve arkadaşları (98), Rodrigues ve arkadaşları'nın (99) yapmış oldukları çalışmalarda da kadavra dalaklarında çeşitli metotlar kullanarak sonografik olarak yapılan dalak ölçümlerini değerlendirmişlerdir. Ishibashi ve arkadaşları (100), 2 lineer sonografik ölçümde splenik indeks oluşturarak, çıkarılan dalakların hacimleri ile bu indeks arasında bir korelasyon olduğunu göstermişlerdir (101).

Dalak boyutlarının değerlendirilmesinde kullanılan tekniklerden biri olan planimetri tekniğinde, dalağın seri kesitleri ölçülmekte ve alınan her kesitin değerleri eklenerek hacim hesaplaması yapılabilmektedir (92, 94, 102-104). Bilgisayar teknolojisindeki ilerlemeler planimetrik yöntemlerin kullanılmasını artırmakla birlikte, kullanılan

yöntemlerin ve programların bir kısım ön kabuller içermesi, elde edilen sonuçların taraflı olmasına yol açmaktadır (56). Ayrıca bu tekniklerin uygulanacağı sistemlerin pahalı olmasından dolayı yaygın olarak kullanılmamaktadır. Cavalieri prensibindeki nokta sayım tekniğini organ hacim ölçümlerinde kullanan çalışmaların çoğunda nokta sayım tekniğinin planimetrik tekniğe göre daha üstün ve daha güvenilir olduğu vurgulanmaktadır (62, 63, 67, 105, 106). Aynı zamanda verilerin nokta sayım tekniği ile planimetrik yöntemle göre daha hızlı elde edildiğini bildiren çok sayıda araştırma bulunmaktadır (9, 68). Buna ek olarak planimetrik yöntemler ile yapılan ölçümlerde ilgilenilen organın sınırlarının belirlenmesinde ve çizilmesinde ölçüm yapacak kişinin iyi bir anatomi bilgisine sahip olması gerekmekte ve çizim sırasında da el titremesi gibi dezavantajları olmaktadır (11, 12).

Vücuttaki tüm diğer yapılarda olduğu gibi, yapılan ölçümlerde, normal değerlerin üst sınırlarını belirlemek ölçümler için yararlı olur. Dalağın kompleks olan üç boyutlu şeklinden dolayı sonografik ölçümlerde normal değerleri yakalamak zordur. Kilolu veya astenik bireylerde tahmin edilen değerlerin üstünde veya altında değer elde edilmesini önlemek için koronal planda anteroposterior ölçümlerinde eklenmesi gerekir (107, 108). Çalışmamızda bu ölçüm kalınlık olarak değerlendirildi. Rosenberg ve arkadaşları'nın (4) yapmış oldukları çalışmada bebeklerde ve çocuklarda dalak boyutlarının sonografik olarak değerlendirilmesinde koronal planda hilumu da içine alan en büyük longitudinal mesafeyi kullanarak dalak uzunluğunu ölçmüşlerdir. Çalışmamızda da bu longitudinal mesafe uzunluk olarak ifade edildi.

Deland (109), 440 erişkin otopsi vakasında dalak ağırlığının, cinsiyet ve yaş ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte dalak ağırlığının; 20-29 yaş arasında ve 60 yaşın üzerindeki yaşlarda bir azalma gösterdiğini, ancak 30-59 arasındaki yaş gruplarında ise herhangi bir değişiklik göstermediğini ve bütün yaş gruplarında dalak ağırlığının erkeklerde, kadınlardan daha yüksek olduğunu vurgulamıştır.

Saraç ve arkadaşları'nın (108) yapmış olduğu çalışmada yaşları 7 ila 12 arasında değişen 358 sağlıklı çocukta (188 erkek, 170 kız) USG'de dalaklarının uzunluk ve genişlikleri ölçülerek, çocukların yaş, boy, ağırlık, vücut yüzey alanları değerleriyle karşılaştırıldı. Buna göre, dalakların uzunluğu ve vücut yüzey alanları arasında yüksek bir korelasyon olduğu, kız çocuklarındaki dalak boyutlarında ise, 8-9 yaş arasında önemli bir artma ve 10 yaşından sonra da azalma gösterdiğini

belirtmişlerdir. Çalışmamızda ise, dalakların ağırlıkları ve hacimleri arasında yüksek bir korelasyon olduğu görülmüştür.

Rosenberg ve arkadaşları (4), USG kullanarak 230 infant ve çocukta dalak uzunluğunu hesaplamışlardır. Buna göre 0-3 aylık yaş grubunda (n=28) ortalama dalak uzunluğu 4.5 cm olup, belirlenen üst sınır 6 cm olarak bulunmuştur. Dalak boyutları arasında 15 yaşına kadar her iki cins arasında anlamlı bir farkın olmadığını, ancak 15 yaş sonrası erkeklerde dalağın biraz daha büyük olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızdaki ortalama dalak uzunlukları ise şöyledir: USG'deki uzunluk ortalaması 3.29 ± 1.09 cm, diseksiyonla çıkarılan dalaklar üzerinde kumpas yardımıyla ölçtüğümüz ortalama dalak uzunluğu $3,42 \pm 1,19$ cm dir. Çalışmamızdaki ortalama uzunluk değerlerinin bu çalışmaya göre düşük çıkmasının sebebi vaka sayımızın az olması veya vakalarımızın yaşlarının bu çalışmadaki vakalara göre daha düşük olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Konuş ve arkadaşları'nın (95) yapmış olduğu çalışmada 0-16 yaş arasındaki toplam 307 çocukta (169 kız, 138 erkek) USG ile dalak boyutlarının normal oranını belirlemişlerdir. Dalak boyutlarında her iki cinsiyet arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Longitudinal ölçümlerin yaş, boy, vücut ağırlığı ve vücut yüzey alanı arasında en iyi korelasyonu sağladığı görülmüştür. Bu değerler arasında da en güçlü korelasyonu ise boy ölçümleri göstermektedir. 1-3 arası yaş gruplarında ve boyları 48-64 cm arasında değişen çocuklarda dalaklarının ortalama longitudinal ölçüm değeri 5.30 ± 0.78 cm olarak bulunmuştur. Çalışmamızda ise longitudinal değer, uzunluk olarak kabul edilip, ölçülen dalakların ortalama uzunluk değeri ise 3.29 ± 1.09 cm olarak bulunmuştur. Çalışmamızdaki ortalama uzunluk değerlerinin bu çalışmaya göre düşük çıkmasının sebebi vakalarımızın yaşlarının bu çalışmadaki vakalara göre daha düşük olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Literatürde organ hacimlerinin BT ve MRG ile hesaplandığına dair çok sayıda araştırma vardır (8-14). Bu çalışmalarda hacim hesaplaması yöntemi olarak stereolojik yöntemlerden Cavalieri prensibi kullanılmıştır (9-12, 15). MRG görüntülemesinde Cavalieri prensibi kullanarak, beyin (110), fetus (67), safra kesesi (97), kalp (111), meme (95), prostat (12) gibi organların hacimleri hesaplanmıştır (79).

Schlesinger ve arkadaşları'nın (102) yapmış olduğu bir çalışmada 48 çocukta BT ile dalak hacimleri hesaplandı. Bu çalışmaya göre dalak hacminin yaştan daha ziyade vücut ağırlığı ile korele olduğu bildirilmiştir.

Hidaka ve arkadaşları (97), 30 sağlıklı gönüllü ve 30 sirozlu hasta gruplarında yaptıkları çalışmada 3 boyutlu USG ve BT kullanarak dalak hacim tahminlemesi yapmışlardır. USG ölçümleri, tecrübeli 2 radyolog tarafından yapıp, bilgisayar destekli sanal organ analizi (VOCAL tekniği) kullanılarak hacim tahminlemesi yapılmıştır. Bu teknik, sabit bir eksen etrafında apeksten tabana doğru alınan her bir kesitten 30 derecelik rotasyon ile toplam 6 kesit oluşturan bir sekansta yapılmıştır. USG'de bu teknik kullanılarak elde edilen ortalama dalak hacim değeri, gönüllülerde 104 cm^3 , sirozlu hastalarda ise 283.5 cm^3 olarak tespit edilmiştir. USG'den elde edilen hacim değerleri, BT'den elde edilen sonuçlara yakın olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada VOCAL tekniği kullanılarak yapılan 3 boyutlu USG ölçümlerinin, dalak hacim hesaplamalarında kullanılan güvenilir, hızlı ve geçerli bir yöntem olduğu vurgulanmıştır.

Prassopoulos ve arkadaşları (93), erişkinlerde aksiyal BT hacim ölçümleriyle, lineer BT hacim ölçümlerini karşılaştırarak dalak hacimlerini hesaplamışlar ve hacim hesaplamalarında elipsoid formülü kullanmışlardır ($\text{Hacim}=0.524 \times \text{uzunluk} \times \text{genişlik} \times \text{kalınlık}$). Bu formülün faydalı olduğu ancak hacim tahminlemesinin yaklaşık 5-10 dakika sürdüğü belirtilmiştir. Bu tekniğin, kısmi splenik embolizasyon sonrası bozulan dalak sınırlarında olduğu gibi düzensiz şekilli organlar için faydalı olmadığı belirtilmiştir (97).

Görüntüleme yöntemlerinden USG, MRG, BT ve SPECT karaciğer-dalak taramasında sınır belirleme tekniği ile dalak hacim hesaplamaları yapılabilmektedir (90). Bu teknikler ile yapılan hacim hesaplamalarında görüntülerin üzerinde sınır belirleme tekniği ile organ diğer yapılardan ayrıştırılır ve ROI (ilgilenilen bölge) kullanılarak hacim hesaplanır. Bu tekniğin kullanılması bazı yazılımlar gerektirmekte ya da Matlab gibi programlar ile organın sınırlarının belirlenmesi bazı güçlükler ortaya çıkarmaktadır. Bunun için sınır belirleme algoritmalarının oluşturulmasında mühendislik ve matematiksel işlemlerin yoğunluğundan dolayı bazı sınırlamalar mevcuttur. Aynı zamanda hesaplanan hacim değerlerinin hata katsayısının hesaplanmaması da bu yöntemin ne kadar doğru olduğu konusunda bize yeterli bilgi vermemektedir.

Hoefs ve arkadaşları (90), SPECT ile yapılan karaciğer-dalak taramasında bir teknik kullanarak, fonksiyonel dalak hacim hasaplaması yapmıştır. Bu çalışma bir fantom çalışması olup, çalışmaya kronik karaciğer hastalığı olan 216 hasta ve 11 sağlıklı gönüllü dahil olmak üzere 443 hasta katılmıştır. Bu teknik, organın hacmini tek bir çerçevede temsili bir voksel konsantrasyonu ile bölerek, SPECT ile toplam dalak sayımının yapılmasına dayanır. Bu teknikle elde edilen dalak hacimlerinin, otopsi veya splenektomi sonrası çıkarılan dalak hacimleriyle korele olduğu görülmüştür. Kronik karaciğer hastalığı olan hastalarda, dalak hacim yüzdelerinde bir artış görülmüştür. Dalak hacmi ile trombosit sayımı arasında da yüksek bir korelasyon olduğu bildirilmiştir.

Yetter ve arkadaşları (101), 142 karaciğer hastasında, helikal BT ve USG ile dalak hacim tahminlemesi yapmıştır. Sonografik ölçümlerde maksimum uzunluk, genişlik, kalınlık ve kraniokaudal uzunluk ölçümleri yapmışlardır. Elipsoid formülde ölçülen ortalama uzunluk, kalınlık ve genişlik değerleri, 0.52 değeriyle çarpılarak hacim hesaplamaları yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, sonografik olarak yapılan ölçümlerde elipsoid formül kullanılarak yapılan dalak hacim tahminlemelerinin güvenilirliğinin daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Downey ve arkadaşları (98), Rodriques ve arkadaşları da (99) dalakların hacim tahminlemesinde elipsoid formülü kullanmıştır. Çalışmamızda da USG ölçümlerinde elipsoid formül kullanılarak hacim tahminlemesi yapılmıştır.

Megremis ve arkadaşları (112), yaşları 0-17 yaş arasında değişen 512 sağlıklı çocukta (274 kız, 238 erkek) USG ile ölçülen dalak uzunluklarının yaş, cinsiyet ve somatometrik parametrelerle olan ilişkisini değerlendirmiştir. İstatistiksel olarak yapılan regresyon analizleri sonucunda dalak uzunluklarının yaş, boy, ağırlık, ve vücut yüzey alanları parametreleriyle korele olduğu, bu parametrelerden de en yüksek korelasyonu boy parametresi ile gösterdiği ve cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı gösterilmiştir. 0-3 aylık yaş grubunda dalakların ortalama uzunluk değeri 4.40 ± 0.50 cm olarak bulunmuştur. Çalışmamızda ise USG’de ölçülen dalak uzunluk ortalaması 3.29 ± 1.09 cm, diseksiyondan sonra çıkarılan dalaklar üzerinde kumpas yardımıyla ölçtüğümüz ortalama dalak uzunluğu 3.42 ± 1.19 cm olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda değerlerin düşük çıkması vaka sayısının az olması veya vakalarımızın yaşlarının bu çalışmadaki vakalara göre daha düşük olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Capaccioli ve arkadaşları'nın (113) 2000 yılında yapmış olduğu bir çalışmada, 0-12 yaş grubundaki 230 sağlıklı çocukta 3 boyutlu USG ile dalakların uzunluk, genişlik ve kalınlık değerleri ortalama olarak hesaplanmıştır. Dalak boyutlarının erkeklerde özellikle 5-6 yaş üzerindeki grublarda belirgin olarak daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Ancak cinsiyetler arası farklılıkların önemi tam olarak vurgulanmamıştır.

Corkill ve arkadaşları (114), Papua Yeni Gine'nin sıtma bulunan ve bulunmayan bölgelerindeki yenidoğanlarda USG ile ölçülen dalak boyutlarını ve hesaplanan dalak hacimlerini karşılaştırmışlardır. Dalak hacimleri elipsoid formüle göre hesaplanmış ve sıtmanın yaygın olduğu bölgede bulunan yenidoğan dalak hacimleri, sıtma olmayan bölgedeki yenidoğan dalak hacimlerine göre daha düşük tespit edilmiştir. Dalak hacimleri arasındaki bu farkın nedeninin fetusun intrauterin dönemde maternal kaynaklı sıtma antijenlerine maruz kalması ve yüksek oranda hasara uğramış eritrositlerin fetusa geçmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

BT ile dalak hacim hesaplamaları, ilk kez 1979 yılında yapılmıştır. Dalak hacminin hesaplanmasında BT'nin önemini vurgulayan çalışmalar vardır. Ancak visseral organların parankimal ve vasküler yapılarının iyi görüntülenememesinden dolayı bu organlarda BT ile yapılan volümetrik değerlendirmeler tartışmalıdır (115-118).

Napoli ve arkadaşları (115), laparoskopik splenektomi yapılan 22 hastada preoperatif olarak dalağın hacmi, vasküler yapıları, aksesuar dalak ve parankimal lezyonların varlığı 2 ayrı gözlemci tarafından çok detektörlü BT anjiyografi yapılarak değerlendirilmiştir. 2 ayrı gözlemci tarafından 2 farklı kenar çizme yöntemi kullanılarak ortalama dalak hacimleri hesaplanmıştır. 1. yöntemde portal venin anjiyografik olarak görüntülenmesi aşamasında elde edilen her biri 1.25 mm kalınlığındaki transvers kesitler üzerinde manuel olarak dalak sınırları çizilerek, 2. teknikte ise otomatik olarak hacim hesaplamaları yapılmıştır. 2 ayrı gözlemci tarafından her kesit düzenlenerek (1. teknikte) hesaplanan ortalama dalak hacimleri sırasıyla, 1.050 ve 1.046 ml, (2. teknikte) mesafeler düzenlenerek 2 ayrı gözlemci tarafından hesaplanan ortalama dalak hacimleri ise sırasıyla 1.067 ml ve 1.068 ml olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada laparoskopik splenektomi cerrahisinde dalağın hacminin, vasküler anatomisinin ve parankimal lezyonlarının preoperatif olarak doğru bir şekilde değerlendirilmesinde çok detektörlü BT 'nin kullanışlı bir yöntem olabileceği vurgulanmıştır.

Lamb ve arkadaşları (119) da 50 erişkin hastada (28 erkek, 22 kadın) yapmış oldukları çalışmada, USG’de sağ lateral dekübitis ve supin pozisyonlarında ölçülen lineer dalak boyutları ile BT görüntülerinde 3 boyutlu rekonstrüksiyon metodu ile hesaplanan dalak hacim değerleri arasında yüksek bir korelasyon olduğu gösterilmiştir. En yüksek korelasyon değeri ise, sağ lateral dekübitis pozisyonunda USG’de ölçülen dalak genişliği ile BT’de longitudinal kesitte hesaplanan hacim değerleri arasında bulunmuştur.

Liu ve arkadaşları (120), histopatolojik olarak farklı evrelerde olan 85 hepatik fibrozisli hastada çok detektörlü BT kullanarak karaciğer ve dalak hacmindeki değişiklikleri incelemiştir. Sağlıklı 15 kişiden oluşan kontrol grubu ile birlikte hepatik fibrozisin derecesine göre ayrılan toplam 5 farklı grup oluşturulmuştur. Bu çalışmayla birlikte benzer çalışmalarda da dalak hacimlerinde fibrozisin derecesine göre bir artma ve ileri derecede fibrozisi olan hastalarda da dalak büyüklüğünün daha çok belirgin olduğu gözlenmiştir (90, 120, 121, 122). Gruplar arasında istatistiksel olarak da anlamlı bir fark izlenmiştir. Bu çalışmada noninvaziv bir metod olarak kullanılan çok detektörlü BT, hem karaciğer fibrozisindeki morfolojik değişikliklerin izlenmesinde, hem de kronik karaciğer hastalığının teşhis ve tedavisinde kliniğe katkıda bulunmaktadır.

Jackowski ve arkadaşları (123), 44 erişkin kadavrada MRG ve BT görüntülerinde noninvaziv olarak dalak ağırlık tahminlemesi yapmışlardır. Bu çalışmada, her iki görüntülemeye de yapılan hacim tahminlemelerinde yüksek bir korelasyon olduğu gösterilmiştir.

Thayyil ve arkadaşları’nın (124) yapmış olduğu çalışmada, fetus, yenidoğan ve çocuklarda post-mortem MRG çekimleri yapılarak, noninvaziv olarak yarı otomatik 3 boyutlu hacim rekonstrüksiyon metodu kullanılarak iç organların ağırlık tahminlemesi yapılmıştır. Buna göre, çalışma 2 fazda gerçekleştirilmiştir. Faz 1: Kontrol grubu (36 hayvan organı (kalp, karaciğer, böbrek) kullanılmıştır). Bu grup, hacim rekonstrüksiyon metodunun doğruluğunu göstermek için oluşturulmuştur. Arşimet prensibiyle elde edilen hacim değeri, gerçek hacim olarak kabul edilmiştir. Faz 2: 65 (30 fetus, 5 yenidoğan, 30 çocuk) post-mortem grupta 3 boyutlu olarak T2 ağırlıklı sekansta MRG görüntülemesi yapılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda, Faz1’de (hayvan organlarının çalışıldığı grupta) hesaplanan organ hacimlerinde gerçek hacime göre ortalama -0,76 ml’lik bir sapma bulunmuştur. Faz 2’de (post-

mortem grupta) ise, dalağın MRG’de hesaplanan ağırlığıyla gerçek ağırlığı arasında ortalama -5.1 ± 1.2 gr fark bulunmuştur. Organların gerçek ağırlıklarıyla tahmin edilen ağırlığı arasında kuvvetli bir korelasyon bulunmuştur. 20 haftanın altındaki ve 300 gr’ın altındaki fetuslerde yapılan tahminlemelerde doğruluk oranının azaldığı görülmüştür. Bu çalışmada yarı otomatik 3 boyutlu hacim rekonstruksiyon metodunun, solid iç organların ağırlık tahminlemesinde kullanılan doğru, hızlı ve tekrarlanabilir bir yöntem olduğu vurgulanmıştır.

Dalak hacim tahminlemesinde MRG görüntülemenin kullanıldığı çok sayıda çalışma vardır. Bu çalışmaların çoğunda da, manuel planimetri tekniği kullanılmıştır (38, 125-127).

Mazonakis ve arkadaşları (38), MRG görüntülerinde rastgele işaretleme tekniğini kullanarak dalak hacim tahminlemesi yapmıştır. Çalışmaya dalakla ilgili herhangi bir patolojisi olmayan 16 erişkin hasta (10 erkek, 6 kadın) dahil edilmiştir. Bilgisayar ortamına aktarılan görüntüler üzerinde rastgele işaretleme ve manuel planimetri teknikleri kullanılarak, birbirinden bağımsız iki gözlemci tarafından hacim tahminlemeleri yapılmıştır. Rastgele işaretleme tekniğinde ilgilenilen organın her bir kesiti üzerinde işaretlenmiş olan vokseller otomatik olarak bilgisayar ortamında sayılır. Organ üzerindeki işaretli voksellerin (Porg), 3 boyutlu dizideki işaretlenmiş voksellerin toplam sayısına (Pt) oranı organın tahmini hacmini belirler. ($V_v = V_{org}/V_t = \sim P_{org}/Pt$) . Bu teknik kullanılarak yapılan hacim tahminlemelerinde hata katsayısı %5 olarak kabul edilmektedir (38). Bu çalışmanın sonucunda her iki teknik kullanılarak yapılan hacim tahminlemeleri arasında yüksek bir korelasyon bulunmuştur. Rastgele işaretleme tekniğinin, manuel planimetri yöntemine göre 2 kat daha hızlı olduğu bildirilmektedir. MRG görüntüleme ile dalak hacim tahminlemesinde kullanılan rastgele işaretleme tekniğinin doğruluğu yüksek, tekrar edilebilen ve hızlı bir teknik olduğu vurgulanmıştır.

Bracoud ve arkadaşları (128), Gaucher hastalığının tedavisinde yapılan faz 3 klinik çalışmasında, MRG görüntüleri üzerinde farklı bir yöntem kullanarak dalak ve karaciğerin hacimlerini hesaplamıştır. Çekilen MRG görüntüleri üzerinde yarı-otomatik olarak organların sınırları tespit edildikten sonra otomatik bir segmentasyon yazılımı yöntemi ve manuel doğrulama ile organların sınırları netleştirildikten sonra hacim hesaplamaları yapılmıştır. Bu yöntemle elde edilen hacim sonuçlarının klasik manuel yöntemlerden daha az bir değişkenlik gösterdiği ve organların zaman

içindeki değişikliklerinin izlenmesinde daha hassas bir yöntem olduğu vurgulanmaktadır.

Ashgar ve arkadaşları (129), yaşları 20-70 arasında değişen dalakla ilgili herhangi bir patolojisi olmayan 21 hastanın çekilen abdominal BT'lerinde 3 boyutlu rekonstrüksiyon kullanarak Kuzey Hint yetişkin nüfusunda dalağın standart hacim değerlerini oluşturmuştur. Çalışmada hacim sunum tekniği ve elipsoid formül kullanılarak hacim hesaplamaları ve yüzey sunucu tekniği kullanılarak da yüzey alanı hesaplamaları yapılmıştır. Her iki teknikte de elde edilen hacim değerlerinin standart hacim değerleriyle korele olduğu görülmüştür. Dalak hacmi ile boy uzunluğu arasında da lineer bir korelasyon izlenmiştir. Dalağın normal standart hacmini oluşturmak için elipsoid formül kullanılmıştır.

Acer ve arkadaşları (12) radikal prostatektomi sonrası elde ettikleri 5 adet yetişkin prostat bezlerinde fiziksel parçalama, USG ve Arşimet prensibine göre hacim hesaplamaları yapmışlardır. Sonuçta Arşimet prensibini altın standart olarak ele almışlar ve USG ile elde edilen değerlerin % 25 daha az hesaplandığını tespit etmişlerdir. USG ile hacim hesaplamasında elipsoid formülü kullanmışlardır.

Yine Acer ve arkadaşlarının (10) yaptıkları başka bir araştırmada kafataslarında orbita hacmini ölçmüşlerdir. Önce orbita içerisine su doldurarak ne kadarlık bir hacime sahip olduğunu tespit etmişler ve sonra aynı kafataslarının BT çekimlerini yapmışlardır. Sonuçta elde edilen değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığını tespit etmişlerdir.

Literatürde farklı populasyonlarda farklı teknikler kullanılarak yapılan dalak hacim hesaplamaları Tablo 21 'de gösterilmiştir (129).

Tablo 21. Dalak hacim hesaplamalarında farklı teknikler kullanılarak yapılan çalışmalar

Çalışmalar	Teknikler	Populasyon
Liu ve ark.(120)	Çok detektörlü BT tarama	Çin
Prassopoulos ve ark. (93)	Toplam-alan tekniği (BT tarama)	Avrupa
Mazonakis ve ark. (38)	MRG görüntülemeye rastgele işaretleme	Avrupa
	MRG görüntülemeye manuel planimetri	
Hidaka ve ark. (97)	3 boyutlu USG	Japonya
Zhang ve ark. (130)	Radyonüklid tarama	-
Hoefs ve ark. (90)	Karaciğer-dalak tarama	Avrupa
Henderson ve ark. (103)	BT tarama- toplam alan	Avrupa
Picardi ve ark. (131)	USG	Avrupa
Loftus ve ark. (96)	Arşimet prensibi	Avrupa
Lamb ve ark. (119)	USG&BT-elipsoid formül	Avrupa
Spielmann ve ark. (132)	USG-elipsoid formül	Amerika

6. SONUÇ

Bu çalışmada yenidoğan kadavralarının dalaklarında USG ve kumpas yardımıyla boyut ölçümleri, çekilen MRG görüntüleri ve dilimlenen dalaklar üzerinde ise stereolojik ölçümler yapıldı. Yenidoğanların MRG görüntüleri üzerinden dalak hacmini hesaplamak için güvenilir bir yöntem olan Cavalieri prensibi kullanıldı. Arşimet prensibine göre (yükselen su hacmine göre) hesaplanan hacim gerçek dalak hacmi olup, bu değer altın standart olarak kabul edildi. Altın standart olan bu ölçümle USG, MRG görüntüleri ve dilimleme yönteminden elde ettiğimiz tahmin değerleri karşılaştırıldı.

Çalışmamızda MRG, USG, dilimleme ve Arşimet prensibiyle hesaplanan dalak hacim ortalamaları sırasıyla $4.66 \pm 3.76 \text{ cm}^3$, $4.70 \pm 3.02 \text{ cm}^3$, $4.45 \pm 3.46 \text{ cm}^3$, $4.82 \pm 3.85 \text{ cm}^3$ olarak hesaplandı.

Çalışmamızda skloid sonda kullanılarak dalak yüzey alanı 4 oryantasyonda hesaplandı; sonuçta dilimleme, aksiyal, koronal ve sagittal planda hesaplanan dalak yüzey alanı ortalamaları sırasıyla $32.3 \pm 20.6 \text{ cm}^2$, $24.9 \pm 14.36 \text{ cm}^2$, $24.3 \pm 12.7 \text{ cm}^2$, $18.5 \pm 5.9 \text{ cm}^2$ olarak tespit edildi. Alınan MRG kesitlerinden elde edilen sonuçlara göre 1.6 mm kesit kalınlığında koronal planda hesaplanan hacim değerlerinin altın standarda en yakın değerler olduğu tespit edildi.

Çalışmalarda rapor edilen %5'lik hata katsayısının Cavalieri prensibine dayanan birçok organ ölçümünde yeterli olduğunu desteklemektedir (99). Literatürde bir organla ilgili en az 6-7 kesit alınması ve tüm kesitlere denk gelen toplam nokta sayısının da 100-200'den az olmaması gerektiği bildirilmektedir. Bu uygulama

sonucu hata katsayısının %5'in altına düşmesi beklenmektedir. (73, 78). Bu şekilde çalışılarak hata katsayısının istenen düzeyde hatta biraz daha altında olması sağlanmaktadır (79). Çalışmamızda hacim ve yüzey alanları hesaplamalarında hesaplanan hata katsayısı değerleri %5'in altında bulunmuştur.

Literatürde yenidoğan kadavralarında USG ve MRG görüntüleri üzerinde, dalak hacimlerinin stereolojik yöntemlerle hesaplanmasıyla ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır.

Çalışmamızda yenidoğan kadavra dalakları USG, MRG, Arşimet ve dilimleme yöntemleri ile hacim hesaplaması yapılmıştır. Bu yöntemlerin karşılaştırılması sonucu MRG koronal planda 1.6 mm kesit kalınlığı yapılarak dalak hacimlerinin doğru bir şekilde hesaplanabileceği ortaya çıkmıştır. Sonuçta dalak boyutlarını etkileyecek hastalıkların klinik değerlendirilmesinde ve preoperatif olarak cerrahisinin planlanması durumunda kliniğe katkıda bulunacağımızı düşünüyoruz.

7. KAYNAKLAR

1. Junqueira LC, Carneiro J, Kelley RO. Basic Histology (7 th ed). Aytekin Y (çev.ed). Temel Histoloji (çev.), Barış Kitabevi, 1993; 327-334.
2. Eşrefoğlu M. Özel Histoloji. Medipres matbaacılık, Malatya 2009, ss 43-47.
3. Arıncı K, Elhan A. Anatomi, 1. cilt, 4. baskı, Güneş Kitabevi, Ankara 2005 (2): 104-105.
4. Rosenberg HK, Markowitz RI, Kolberg H, Park C, Hubbard A, Bellah RD. Normal splenic size in infants and children: sonographic measurements. AJR 1991; 157: 119–121.
5. Ovalle WK, Nahirney PC. Netter Temel Histoloji. Müftüoğlu S, Kaymaz F, Atilla P (çev.ed). Güneş Tıp Kitabevleri, 2009, ss 209-212.
6. Demir R, Histoloji ve Hücre Biyolojisi. Palme Yayıncılık, Ankara 2006, ss 290-298.
7. Büyüköztürk K, Atamer T, Dilmener M, Erzen F, Kaysı A, Ökten A. İç Hastalıkları, 1. cilt, Nobel Tıp Kitabevleri, 2007.
8. Sahin B, Ergur 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: 96–101.

9. Acer N, Sahin B, Usanmaz M, Tatolu H, Irmak Z. Comparison of point counting and planimetry methods for the assessment of cerebellar volume in human using magnetic resonance imaging: A stereological study. *Surg Radiol Anat* 2008; 30: 335–339.
10. Acer N, Sahin B, Ucar T, Usanmaz M. Unbiased estimation of the eyeball volume using the Cavalieri principle on computed tomography images. *J Craniofac Surg* 2009; 20(1): 233-237.
11. Acer N, Uğurlu N, Uysal DD, Unur E, Turgut M, Camurdanoğlu M. Comparison of two volumetric techniques for estimating volume of intracerebral ventricles using magnetic resonance imaging: a stereological study. *Anat Sci Int* 2010; 85(3): 131-139.
12. Acer N, Sofikerim M, Ertekin T, Unur E, Cay M, Oztürk F. Assessment of in vivo calculation with ultrasonography compared to physical sections in vitro: a stereological study of prostate volumes. *Anat Sci Int* 2011; 86(2): 78-85.
13. Ekinci N, Acer N, Akkaya A, Sankur Ş, Kabadayi T, Sahin B. Volumetric evaluation of the relations among the cerebrum, cerebellum and brain stem in young subjects: a combination of stereology and magnetic resonance imaging. *Surg Radiol Anat* 2008; 30(6): 489-494.
14. Ertekin T, Acer N, Turgut AT, Aycan K, Özçelik O, Turgut M. Comparison of three methods for the estimation of the pituitary gland volume using magnetic resonance imaging: a stereological study. *Pituitary* 2011; 14(1): 31-38.
15. Emirzeoğlu M, Sahin B, Selcuk MB, Kaplan S. The effects of section thickness on the estimation of liver volume by the cavalieri principle using computed tomography images. *Eur. Radiol* 2005; 56: 391–397.
16. Gökmen FG, SistematiK Anatomi. İzmir Güven Kitabevi, 2008, ss 400-402.
17. Vilensky JA. Rohen's Photographic Anatomy Flash Cards (1 st ed). Lippincott Williams & Wilkins 2009.
18. Sancak B, Cumhuri M. Fonksiyonel Anatomi Baş-Boyun ve İç Organlar, ODTÜ Yayıncılık, 2008, ss 240-243.

19. Park AE, McKinlay R. Schwartz's Principles of Surgery. Peker Y, Kaymakçioğlu N (çev.ed), Schwartz Cerrahinin İlkeleri (çev.). 2007, ss 1341-1358.
20. Williams PL, Bannister LH, Berry MM. Gray's Anatomy (38 th ed), 1995, pp 1437-1443.
21. Putz R, Pabst R. Sobotta (20 th ed). Arıncı K (çev.ed). İnsan Anatomisi Atlası (çev.), Beta Basın Yayın Dağıtım, İstanbul 1993.
22. Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM. Gray's Anatomy for Students. Yıldırım M (çev.ed). Tıp fakültesi öğrencileri için Gray's Anatomi (çev.). Güneş Kitabevi, 2007, ss 291-293.
23. Akkın SM, Marur T (çev.ed). Schumacher / Aumüller Klinik Temelli Topoğrafik İnsan Anatomisi, Deomed Medikal Yayıncılık, Mayıs 2010, ss 246-247.
24. Yalçın B, Tuğcu H, Kocabıyık N, Kılınç C, Ozan H. Aksesuar dalak, Gülhane Tıp Dergisi 2004; 46 (4) : 351-352.
25. Şenyüz OF. Cerrahi dalak hastalıkları, Türk Pediatri Arşivi 2010; 45 Özel Sayı: 53-4.
26. Sadler TW. Langman's Medical Embryology. Başaklar AC (çev.ed). Langman's Medikal Embriyoloji (çev.) (9. Baskı). Palme Yayıncılık, Ankara 2005, ss 277-311.
27. Karakaş HM, Tunçbilek N, Ökten ÖÖ. Dalak patolojilerinin kesitsel görüntülerine genel bir bakış. Diagn Interv Radiol 2005; 11: 152-158.
28. Agur AMR, Dalley AF. Grant's Atlas of Anatomy (12th ed), 2009.
29. Odar İV. Anatomi Ders Kitabı. Hacettepe-Taş Kitapçılık, Ankara, Cilt:2, ss 151-157.
30. Junqueira LC, Carneiro J. Basic Histology (7 th ed). Aytekin Y, Solakoğlu S (çev.ed). Temel Histoloji (çev.), Nobel Kitabevi, 2006, ss 284-288.
31. Özdamar S, Sorkun HÇ, Sindirim Sisteminin Gelişimi, Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları, Kayseri 2002, ss 2-6.
32. Gürsoy E, Koptagel E. Embriyoloji Atlası. 1997, ss 110-111.

33. Moore KL, Persaund TVN. Human Embriology. Dalçık H, Yıldırım M (çev.ed). Klinik Yönleriyle İnsan Embriyolojisi (çev). Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul 2008, ss 211-242.
34. Petorak İ, Medikal Embriyoloji, Beta Basım Yayım Dağıtım, İstanbul 1984, s 166.
35. Guyton AC, Hall JE. Medical Physiology (11th ed). Çavuşoğlu H, Yeğen B, Aydın Z, Alican İ (çev.ed). Tıbbi Fizyoloji (çev.). Nobel Tıp Kitabevleri, 2007, ss 179-180.
36. Kaysı A, Karan A, Koçyiğit E, Meriç M. İç Hastalıkları (Semioloji) (4. baskı), 2007, ss 897-905.
37. Neyzi O, Ertuğrul T (çev.ed), Pediatri cilt 1 (3.baskı). Nobel Tıp Kitabevleri, 2002, ss 1096-1097.
38. Mazonakis M, Damilakis J, Maris T, Prassopoulos P, Gourtsoyiannis N. Estimation of spleen volume using MR imaging a random marking technique. Eur Radiol 2000; 10: 1899-1903.
39. Rhyu IJ, Cho TH, Lee NJ, Uhm CS, Kim H, Suh YS. Magnetic resonance image-based cerebellar volumetry in healthy Korean adults. Neurosci Lett 1999; 270(3): 149–152.
40. Roberts N, Puddephat MJ, McNulty V The benefit of stereology for quantitative radiology. Br J Radiol 2000; 73: 679–697.
41. Mazonakis M, Karampekios S, Damilakis J, Voloudaki A, Gourtsoyiannis N. Stereological estimation of total intracranial volume on CT images. Eur Radiol 2004; 14: 1285–1290.
42. Mayhew TM, Gundersen HJ. If you assume, you can make an ass out of u and me: A decade of the disector for stereological counting of particles in 3D space. J Anat 1996; 188: 1–15.
43. Mayhew TM, Olsen DR. Magnetic resonance imaging (MRI) and model-free estimates of brain volume determined using the Cavalieri principle. J Anat 1991; 178: 133–144.
44. Kalkan E, Cander B, Gul M, Girisgin S, Karabagli H, Sahin B. Prediction of prognosis in patients with epidural hematoma by a new stereological method. Tohoku J Exp Med. 2007; 211(3): 235–242

45. Gundersen, H.J.G, Jensen, E.B. The efficiency of systematic sampling in stereology and its prediction. *J. Microscopy* 1987; 147: 229-263.
46. Mayhew T.M, Review article: The new stereological methods for interpreting functional morphology from slices of cells and organs. *Experimental Physiology* 1991; 76: 639-665.
47. Odacı E, Yıldırım Ş, Bahadır A, ve ark. Yeni Stereolojik Yöntemlerin Olası Hata Kaynakları ve Çözüm Yolları. *T Klin Tıp Bilimleri* 2004; 24: 78-87.
48. Gundersen, HJG. Stereology of arbitrary particles. A review of unbiased number and size estimators and the presentation of some new ones in memory of William R Thomson. *J Microsc* 1986; 143: 3-45.
49. Gundersen, H.J.G., Bendtsen, T.F., Korbo, L, et al. Some new, simple, and efficient stereological methods and their use in pathological research and diagnosis. *APMIS* 1988; 96: 379-394.
50. Gundersen, HJG, Bagger P, Bendtsen TF, et al. The new stereological tools: Disector, fractionator, nucleator, and point sampled intercepts and their use in pathological research and diagnosis. *APMIS* 1988; 96: 857-881.
51. Weibel ER. Stereological principles for morphometry in electron microscopic cytology. *Int Rev Cytol* 1969; 26: 235-302.
52. Howard CV, Reed MG. Unbiased Stereology: Three-dimensional measurement in microscopy, Oxford, Bios Scientific Publishers, (2 nd ed) 2005.
53. Acer N, Bayar B, Başaloğlu H, Öner E, Bayar K, Sankur S. Unbiased estimation of the calcaneus volume using the Cavalieri principle on computed tomography images, *Annals of Anatomy. Ann Anat.* 2008; 190(5): 452-460.
54. Canan S, Şahin B, Odacı E, ve ark. Toplam hacim, Hacim Yoğunluğu ve Hacim Oranlarının Hesaplanmasında Kullanılan Bir Stereolojik Yöntem: Cavalieri prensibi. *T Klin Tıp Bilimleri* 2002; 22: 7–14.
55. Mackey CE, Pakkenberg B, Roberts N. Comparison of compartment volumes estimated from MR images and Physical sections of formalin fixed cerebral hemispheres. *Acta Sterol* 1999; 18: 149-159.

56. Odacı E, Bahadır A, Yıldırım S, ve ark. Cavalieri Prensibi Kullanılarak Bilgisayarlı Tomografi ve Manyetik Rezonans Görüntüleri Üzerinden Hacim Hesaplaması ve Klinik Kullanımı. *Türkiye Klinikleri J Med Sci* 2005; 25: 421-428.
57. Webb J, Guimond A, Eldridge P, et al. Automatic detection of hippocampal atrophy on magnetic resonance images. *Magn Reson Imaging* 1999; 17: 1149-1161.
58. Calmon G, Roberts N. Automatic measurement of changes in brain volume on consecutive 3D MR images by segmentation propagation. *Magn Reson Imaging* 2000; 18: 439-453.
59. Mazonakis M, Damilakis J, Varveris H. Bladder and rectum volume estimations using CT and stereology. *Comput Med Imaging Graph* 1998; 22: 195-201.
60. Liu C, Edwards S, Gong Q, Roberts N, Blumhardt LD. Three dimensional MRI estimates of brain and spinal cord atrophy in multiple sclerosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1999; 66: 323-330.
61. Vaithianathar L, Tench CR, Morgan PS, Lin X, Blumhardt LD. White matter T(1) relaxation time histograms and cerebral atrophy in multiple sclerosis. *J Neurol Sci* 2002; 197: 45-50.
62. 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: 317-325.
63. Mathieu O, Cruz-Orive LM, Hoppeler H, Weibel ER. Measuring error and sampling variation in stereology: comparison of the efficiency of various methods of planar image analysis. *J Microsc* 1981; 121: 75-88.
64. 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: 149-159.
65. Sahin B, Aslan H, Unal B, 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.

66. Clatterbuck RE, Sipos EP. The efficient calculation of neurosurgically relevant volumes from computed tomographic scans using Cavalieri's direct estimator. *Neurosurgery* 1997; 40: 339-342.
67. Roberts N, Garden AS, Cruz-Orive LM, Whitehouse GH, Edwards RH. Estimation of fetal volume by magnetic resonance imaging and stereology. *Br J Radiol* 1994; 67: 1067-1077.
68. Acer N, Şahin B, Baş O, Ertekin T, Sarsılmaz M. Comparison of Three Methods for the Estimation of Total Intracranial Volume: Stereologic, Planimetric, and Anthropometric Approaches. *Ann Plast Surg* 2007; 58(1): 48-53.
69. Sahin B, Acer N, Sonmez O F, Emirzeoglu M, Basaloglu H, Uzun A, Bilgic S. Comparison of the four methods for the estimation of intracranial volume: a gold standard study, *Clin. Anat* 2007; 20: 766-773.
70. Akdoğan I. Penisilin ile deneysel epilepsi oluşturulan sıçanlarda hippocampus nöron sayılarının optik parçalama yöntemiyle hesaplanması. Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2000, Eskişehir.
71. Royet JP. Stereology: A method for analysing images. *Progress Neurobiol* 1991; 37: 433-474.
72. Mayhew TM, A review of recent advances in stereology for quantifying neural structure. *J Neurocytol* 1992; 21: 313-328.
73. Gundersen HJG, Jensen EBV, Kieu K, Nielsen J. The efficiency of systematic sampling in stereology-reconsidered. *J Microsc* 1999; 193: 199-211.
74. Klinik ve Deneysel Çalışmalarda Stereolojik Yöntemler Kursu, 27-29 Haziran 2006, Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi ve Stereoloji Derneği.
75. Baddeley AJ, Gundersen HJ, Cruz-Orive LM. Estimation of surface area from vertical sections. *J Microsc.* 1986 Jun; 142(Pt 3): 259-276.
76. Acer N, Sahin B, Ekinci N, Ergür H, Basaloglu H. Relation between intracranial volume and the surface area of the foramen magnum. *J Craniofac Surg* 2006; 17(2): 326-330.

77. Mayhew TM, Mwamengele GL, Dantzer V. Comparative morphometry of the mammalian brain: estimates of cerebral volumes and cortical surface areas obtained from macroscopic slices. *J Anat* 1990; 172: 191–200.
78. Roberts N, Cruz-Orive LM, Reid NM, Brodie DA, Bourne M, Edwards RH. Unbiased estimation of human body composition by the Cavalieri method using magnetic resonance imaging. *J Microsc* 1993; 171: 239–253.
79. Yalçın M. Uzun süreli fenitoin ve karbamazepin kullanan epilepsi hastalarında manyetik rezonans görüntüleme eşliğinde Cavalieri prensibi ile beyin-beyincik hacim ve hacim oranları hesaplamaları. Uzmanlık Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi, 2005, Isparta.
80. Garcí'a-Finãana M, Cruz-Orive LM. Improved variance prediction for systematic on R. *Statistics* 2004; 38: 243–272.
81. Garcí'a-Finãana M, Cruz-Orive LM, Mackay CE, Pakkenberg B, Roberts N. Comparison of MR imaging against physical sectioning to estimate the volume of human cerebral compartments. *Neuroimage* 2003; 18: 505–516.
82. Gökçe F. Beyinde çinkonun sebep olduğu hücre ölümüne nitrik oksit sentaz inhibitörü aminoguanidinin etkisi. Uzmanlık Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi 1999, Samsun.
83. 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. *EJR* 2003; 47: 164-170.
84. Sahin B, Alper T, Kokcu A, Malatyalioglu E, Kosif R. Estimation of the amniotic fluid volume using the Cavalieri method on ultrasound images. *Int J Gynecol Obstet* 2003; 82: 25-30.
85. Ronan L, Doherty CP, Delanty N, Thornton J, Fitzsimons M. Quantitative MRI: a reliable protocol for measurement of cerebral gyrification using stereology. *Magn Reson Imaging*. 2006; 24(3): 265–72.
86. Haas LL. Roentgenological skull measurements and their diagnostic applications. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med*. 1952; 67(2): 197-209.
87. N Fazıl. Anatomide Disseksion. Sermet Matbaası, İstanbul 1975, ss 449-467.

88. Doğan TH, Başak M, Karatağ O, Değirmenci H, Özkurt H. 0-14 yaş arası sağlıklı çocuklarda karaciğer, dalak ve böbrek boyutlarının sonografik olarak değerlendirilmesi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi* 2004; 47: 107-113.
89. Gilja OH, Hausken T, Berstad A and Qdegaard S. Measurements of organ volume by ultrasonography. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: J. Eng. Med* 1999; 213: 247.
90. Hoefs JC, Wang FW, Lilien DL, Walker B and Kanel G. A Novel, Simple Method of Functional Spleen Volume Calculation by Liver-Spleen Scan. *J Nucl Med* 1999; 40: 1745-1755.
91. Koga T, Morikoya W. Ultrasonographic determination of the splenic size and its usefulness in various liver diseases. *Radiology* 1975; 115: 157-161.
92. Breiman RS, Beck JW, Korokin M, et al. Volume determinations using computed tomography. *AJR* 1982; 138: 329-333.
93. Prassopoulos P, Daskalogiannaki M, Raissaki M, Hatjidakis A, Gourtsoyiannis N. Determination of normal splenic volume on computed tomography in relation to age, gender and body habitus. *Eur Radiol* 1997; 7: 246-248.
94. Markisz JA, Treves ST, Davis RT. Normal hepatic and splenic size in children. *Scintigraphic determination. Pediatr Radiol* 1987; 17: 273-276.
95. Konuş ÖL, Özdemir A, Akkaya A, Erbaş G, Çelik H, Işık S. Normal Liver, Spleen, and Kidney Dimensions in Neonates, Infants, and Children: Evaluation with Sonography. *AJR* 1998; 171: 1693-1698.
96. Loftus WK, Chow LTC, Metreweli C. Sonographic measurement of splenic length: correlation with measurement at autopsy. *J Clin Ultrasound* 1999; 27: 71-74.
97. Hidaka H, Nakazawa T, Wang G, et al. Reliability and validity of splenic volume measurement by 3-D ultrasound. *Hepatology Research*. 2010; 40: 979-988.
98. Downey MT. Estimation of splenic weight from ultrasonographic measurements. *Can Assoc Radiol J* 1992; 43: 273-277.

99. Rodrigues AJ, Rodrigues CJ, Germano MA, Rasera I, Cerri GG. Sonographic assessment of normal spleen volume. *Clin Anat* 1995; 8: 252–255.
100. Ishibashi H, Higuchi N, Shimamura R, Hirata Y, Kudo J, Niho Y. Sonographic assessment and grading of spleen size. *J Clin Ultrasound* 1991; 19: 21–25
101. Yetter EM, Acosta KB, Olson MC, Blundell K. Estimating Splenic Volume: Sonographic Measurements Correlated with Helical CT Determination. *AJR* 2003; 181: 1615-1620.
102. Schlesinger AE, Edgar KA, Boxer LA. Volume of the spleen in children as measured on CT scans: normal standards as a function of body weight. *AJR* 1993; 160: 1107-1109.
103. Henderson JM, Heymsfield SB, Horowitz J, Kutner MH. Measurement of liver and spleen volume by computed tomography. *Radiology* 1981; 141: 525-527.
104. Dittrich M, Milde S, Dinkel E, Baumann W, Weitzel D. Sonographic biometry of liver and spleen size in childhood. *Pediatr Radiol* 1983; 13: 206-211.
105. Light K, Roberts N, Whitehouse GH, Edwards RHT. Unbiased and efficient estimation of bladder volume with MR imaging. *J Magn Reson Imaging* 1995; 5: 33-41.
106. Hussain Z, Roberts N, Whithouse GH, Garcia-Finana M, Percy D. Estimation of breast volume and its variation during the menstrual cycle using MRI and stereology. *Br J Radiol* 1999; 72: 236-245.
107. Mathieson JR, Cooperberg PL. The spleen. *Diagnostic ultrasound* (Eds. Rumack CM, Wilson SR and Charboneau JW). Mosby, St Louis 1991; 87-105.
108. Saraç K, Kutlu R, Yakıncı C, Durmaz Y, Baysal T, Özgen Ü. Sonographic Evaluation of Liver and Spleen Size in School-Age Children *Turk J Med Sci* 2000; 30: 187–190.
109. DeLand FH. Normal spleen size. *Radiology* 1970; 97: 589-592.

110. Roberts N, Barbosa S, Blumhardt CS, Kawoski RA, Edwarda RHT. Stereological estimation of the total volume of MR visible brain lesions in patients with multiple sclerosis. *MAGMA* 1994; 2: 1-4.
111. Roberts N, Cruz-Orive LM, Bourne M, Herfkens RJ, Karwoski RA, Whitehouse GH. Analysis of cardiac function by MRI and stereology. *J Microsc* 1997; 187: 31-42.
112. Megremis SD, Vlachonikolis IG, Tsilimigaki AM, Spleen Length in childhood with US: Normal Values Based on Age, Sex, and Somatometric Parameters. *Radiology* 2004; 231: 129-134.
113. Capaccioli L, Stecco A, Vanzi E, Brizzi E. Ultrasonographic study on the growth and dimensions of healthy children and adults organs. *Ital J Anat Embryol* 2000; 105:1–50.
114. Corkill JA, Brabin BJ, Macgregor DF, Alpers MP and Milner RD. Newborn splenic volumes vary under different malaria endemic conditions. *Arch Dis Child* 1989; 64: 541-545.
115. Napoli A, Catalano C, Silecchia G, Fabiano P, Fraioli, Pediconi F, Venditti F, Basso N, Passariello R. Laparoscopic Splenectomy: Multi-Detector Row CT for Preoperative Evaluation. *Radiology* 2004; 232: 361-367.
116. Heymsfield SB, Fulenwider T, Nordlinger B, Barlow R, Sones P, Kutner M. Accurate measurement of liver, kidney, and spleen volume and mass by computerized axial tomography. *Ann Intern Med* 1979; 90: 185–187.
117. Cools L, Osteaux M, Divano L, Jeanmart L. Prediction of splenic volume by a simple CT measurement: a statistical study. *J Comput Assist Tomogr* 1983; 7: 426–430.
118. Henderson JM, Heymsfield SB, Horowitz J, Kutner MH. Measurement of liver and spleen volume by computed tomography: assessment of reproducibility and changes found following a selective distal splenorenal shunt. *Radiology* 1981; 141: 525–527.
119. Lamp PM, Lund A, Kanagasabay RR, Martin A, Webb JAW, Reznick RH. Spleen size: how well do linear ultrasound measurements correlate with three-dimensional CT volume assessments? *BJR* 2002; 75: 573-577.

120. Liu P, Li P, He W,Zhao LQ. Liver and spleen volume variations in patients with hepatic fibrosis. *World J Gastroenterol* 2009; 15 (26): 3298-3302.
121. Tarao K, Hoshino H, Motohashi I, et al. Changes in liver and spleen volume in alcoholic liver fibrosis of man. *Hepatology* 1989; 9: 589-593.
122. Ding K, Huang ZK, Long LL, Lin SC, Li CL, Sun LW. Correlation of CT measurement of spleen size with histopathological stage of chronic hepatic fibrosis and cirrhosis. *Shijie Huaren Xiaohua Zazhi* 2007; 15: 3535-3539.
123. Jackowski C, Thali MJ, Buck U, et al. Noninvasive estimation of organ weights by postmortem magnetic resonance imaging and multislice computed tomography. *Invest Radiol* 2006; 41(7): 572–580.
124. Thayyil S, Schievano S, Robertson NJ, et al. MaRIAS (Magnetic Resonance Imaging Autopsy Study) Collaborative group. A semi-automated method for non-invasive internal organ weight estimation by post-mortem magnetic resonance imaging in fetuses, newborns and children. *Eur. Radiol* 2009; 72: 321–326.
125. Kaplan KR, Mitchell DG, Steiner RM, et al. Polycythemia vera and myelofibrosis: correlation of MR imaging, clinical, and laboratory findings. *Radiology* 1992; 183: 329-334.
126. Rosenthal DI, Barton NW, McKusick KA, et al. Quantitative imaging of Gaucher disease. *Radiology* 1992; 185: 841-845.
127. Terk MR, Esplin J, Lee K, Magre G, Colleti PM. MR imaging of patients with type 1 Gaucher disease: relationship between bone and visceral changes. *AJR* 1995; 165: 599-604.
128. Bracoud L, Ahmad H, Brill-Almon E, Chertkoff R. Improving the accuracy of MRI spleen and liver volume measurements: A phase III Gaucher disease clinical trial setting as a model. *Blood Cells Mol Dis* 2011; 46: 47-52.
129. Asghar A, Agrawal D, Yunus SM, Sharma PK, Zaidi SHH, Sinha A. Standard Splenic Volume Estimation in North Indian Adult Population: Using 3D Reconstruction of Abdominal CT Scan Images. *Anat Res Int Vol.* 2011 pp.5 Article ID 707325.

130. B. Zhang, Lewis SM, "Use of radionuclide scanning to estimate size of spleen in vivo," JCP 1987; 40(5): 508–511.
131. Picardi M, Martinelli V, Ciancia R, et al. "Measurement of spleen volume by ultrasound scanning in patients with thrombocytosis: a prospective study," Blood 2002; 99(11): 4228–4230.
132. Spielmann AL, DeLong DM, Kliewer MA. Sonographic evaluation of spleen size in tall healthy athletes. AJR 2005; 184(1): 45–49.

EK 1:

HATA KATSAYISI HESAPLAMADA R KOMUTLARI

```
# Riemann's Zeta Fonksiyonu icin oncelikle bir kutuphaneye baglanmamiz
# gerekiyor (www. rproject.org).

install.packages("VGAM") # cikan pencerede Turkiyeye coğrafik olarak yakin
# bir ulkeyi sectikten sonra OK'e basin.

library(VGAM)

# Asagidaki fonksiyonu R penceresine kopyalayin (End of Function'a kadar.)
est.ce<-function(sample,shapecoeff) {

n<-length(sample)

cat('n',n,fill=T)

# Ck'larin hesabi (Garcia-Finana et al. (2003), Denklem (3.9))

C0<-sum(sample*sample)

C=NULL

for(k in 1:(n-1))

C[k]=sum(sample[1:(n-k)]*sample[(k+1):n])

cat('C',c(C0,C),fill=T)

####

# vhat'in hesabi (Denklem (3.10))

ss=sum(sample)

cat('sum of Pi',ss,fill=T)

Nugg<-0.0724*shapecoeff*sqrt(n*ss)

cat('vhat',Nugg,fill=T)

###

if(n<5) {

ans=readline("Is it a regular object? Type y or n")
```

```

if(ans=="y") q=1

if(ans=="y") alphaq=1/240

if(ans=="n") q=0

if(ans=="n") alphaq=1/12

}

# qhat'in hesabi (Denklem (3.8))

# bu 1'den buyuk degerlerin elde edilmesine neden oldu:

#if(n>=5) q=max(0,log((3*(C0-Nugg)-4*C[2]+C[4])/(3*(C0-Nugg)-
4*C[1]+C[2]))/(2*log(2))-0.5)

# Cruze-Orive (2006) makalesinin Denklem (5.5)'i:

if(n>=5) q=max(0,log((3*C0-4*C[2]+C[4])/(3*C0-4*C[1]+C[2]))/(2*log(2))-0.5)

cat('q',q,fill=T)

###

# alpha(q)'nun hesabi (Denklem (3.7))

if(n>=5) alphaq=(gamma(2*q+2)*zeta(2*q+2)*cos(pi*q))/(((2*pi)^(2*q+2))*(1-
2^(2*q-1)))

cat('alphaq',alphaq,fill=T)

#CE karelerin hesabi (Denklem 3.6)

cev=alphaq*(3*(C0-Nugg)-4*C[1]+C[2])/ss^2

sqrtcevp=sqrt(cev)*100

cat('sqrt of cev*100',sqrtcevp,fill=T)

cePC=Nugg/ss^2

sqrtcePCp=sqrt(cePC)*100

cat('sqrt of cePC*100',sqrtcePCp,fill=T)

ce=cev+cePC

sqrtcep=sqrt(ce)*100

cat('sqrt of ce*100',sqrtcep,fill=T)

```

```
}  
  
# ikinci veri  
  
sample=c(2,8,12,17,20,19,21,19,19,19,22,17,18,19,20,14,13,12,4,3)  
  
shapecoeff=5  
  
est.ce(sample,shapecoeff)
```

T. C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI'NA

Dr. Ayşe SAĞIROĞLU'NA ait “Yenidoğan Kadavralarında Dalak Hacminin ve Yüzey Alanının Stereolojik Olarak Hesaplanması” adlı çalışma, jürimiz tarafından Anatomi Anabilim Dalı'nda Tıpta Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tarih : 14.06.2012

Başkan... Prof. Dr. Kenan AYCANİmza 

Üye... Prof. Dr. Abdulkahrim Coşkunİmza 

Üye... Prof. Dr. Harun Ülgerİmza 

Üye... Prof. Dr. Edilgen BİLİRİmza 

Üye... Doç. Dr. Niyazi ACELİmza 