



**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**NORMAL DALAK HACMİNİN VOLÜMETRİ DIŞINDAKİ
ÖLÇÜMLERLE KORELASYONU**

Dr. Mustafa ÖZDEMİR

TIPTA UZMANLIK TEZİ

**Nisan 2018
KAYSERİ**



**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**NORMAL DALAK HACMİNİN VOLÜMETRİ DIŞINDAKİ
ÖLÇÜMLERLE KORELASYONU**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Dr. Mustafa ÖZDEMİR

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Hakan İMAMOĞLU**

**Nisan 2018
KAYSERİ**

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerini benden esirgemeyen hocalarım Prof. Dr. Nevzat Özcan, Prof. Dr. Mustafa Öztürk, Prof. Dr. Ökkeş İbrahim Karahan, Prof. Dr. Abdulhakim Coşkun, Prof. Dr. Halil Dönmez, Prof. Dr. Nuri Erdoğan, Doç. Dr. Güven Kahriman, Doktor Öğretim Görevlisi Serap Doğan, Doktor Öğretim Görevlisi Süreyya Burcu Görkem'e; birlikte çalıştığım tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma ve tüm radyoloji anabilim dalı çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin tüm aşamalarında desteğini hiç esirgemeyen ve uzmanlık eğitimim boyunca bana bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren tez danışmanım, hocam Doktor Öğretim Görevlisi Hakan İmamoğlu'ya teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. DALAK HAKKINDA TEMELBİLGİLER	2
2.2. DALAK EMBRİYOLOJİSİ	2
2.3. DALAK ANATOMİSİ	3
2.3.1. Dalağın komşu organlarla ilişkileri	3
2.3.2. Splenik ligamanlar	5
2.3.3. Vasküler beslenme ve lenfatik drenaj	6
2.3.3.1. Arterler	7
2.3.3.2. Venler	7
2.3.3.3. Lenfatik drenaj	8
2.3.4. İnnervasyon	8
2.4. DALAK HİSTOLOJİSİ	8
2.4.1. Fibröz iskelet	9
2.4.2. Beyaz pulpa	9
2.4.3. Kırmızı pulpa	9
2.5. DALAK PATOLOJİLERİ	10
2.5.1. Splenomegali	10
2.5.2. Splenozis	11
2.5.3. Konjenital anomaliler	11
2.5.3.1. Aksesuar dalak (splenül)	11
2.5.3.2. Kontür anormallikleri	12
2.5.3.3. Gezici dalak	12
2.5.3.4. Situs ambiguus (polispleni)	13
2.6. TANI VE GÖRÜNTÜLEME	13
2.6.1. Bilgisayarlı Tomografi (BT)	13

2.6.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)	14
2.6.3. Ultrasonografi (US)	15
2.6.4. Sintigrafi	15
2.7. DALAK HACİM ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ	15
2.7.1. İn-vivo yöntemler	15
2.7.1.1. Cavalieri yöntemi.....	15
2.7.1.2. Formüle dayalı ölçümler.....	17
2.7.1.3. Kontür çizme yöntemi	17
2.7.1.4. Volümetrik yöntem.....	18
2.7.2. İn-vitro yöntem.....	19
2.7.2.1. Su yer değiştirme yöntemi	19
2.8. DALAK BÜYÜKLÜĞÜNÜ DEĞERLENDİRMEDE KULLANILAN TEKNİKLERİN TARİHSEL GELİŞİMİ	20
3. GEREÇ (HASTALAR) ve YÖNTEM.....	25
4. BULGULAR	35
5. TARTIŞMA	37
6. SONUÇLAR	41
KAYNAKLAR	42
ONAY	46

KISALTMALAR

BLU	: Böbrek longitudinal uzunluğu
BT	: Bilgisayarlı tomografi
HU	: Hounsfield ünitesi
L	: Dalak kranyokaudal uzunluğu
MRG	: Manyetik rezonans görüntüleme
MSU	: Maksimum sonografik uzunluk
NAÖC	: Noktalı Alan Ölçüm Cetveli
PACS	: Picture archiving and communication system
SVI	: Dalak hacim indeksi
T	: Dalak kalınlığı
Tc-99m	: Teknesyum-99m
US	: Ultrasonografi
W	: Dalak genişliği

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Splenomegali nedenleri.....	11
Tablo 2. BT çekim parametreleri	27
Tablo 3. Tanımlar.....	33
Tablo 4. Ölçümler arasındaki korelasyon tablosu.....	36



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.	Dalak yüzeyleyleri.....	4
Şekil 2.	Dalak ligamanları	6
Şekil 3.	Sirozlu bir hastada splenomegali BT örneği.....	10
Şekil 4.	Kontrastsız, arteryel ve venöz fazda dalağın BT’de görünümü	14
Şekil 5.	Cavalieri yöntemiyle dalak hacmi ölçümü	16
Şekil 6.	Kontür çizme yöntemiyle dalak hacim ölçümü. BT kesitinde dalağın kontürleri tüm kesitlerde çizilmiştir. Daha sonra konturları çizilen dalak, rekonstrüksiyonla üç boyutlu görüntüsü oluşturulmuş ve hacmi hesaplanmıştır.....	18
Şekil 7.	Volümetrik yöntemle hacim ölçümü	19
Şekil 8.	Su yer değiştirme yöntemi. Şekilde 50 ml sıvı içerisine bir cisim atıldığında sıvı seviyesi 75 ml’ye yükseliyorsa cismin hacmi 25 ml’dir.	20
Şekil 9.	Taşıırma kabı	20
Şekil 10.	Volümetri yöntemiyle hacim ölçümü yapılmış dalak örneği	28
Şekil 11.	Midsagittal ve midkoronal düzlemler gösterilmekte	28
Şekil 12.	Medialde vertebral kolona en yakın dalak noktasının midkoronal düzleme ve midsagittal düzleme uzaklığı gösterilmekte	29
Şekil 13.	Kaudalde vertebral kolona en yakın dalak noktasının midkoronal düzleme ve midsagittal düzleme uzaklığı gösterilmekte	29
Şekil 14.	Maksimum sonografik uzunluk (MSU) şematik olarak gösterilmekte	31
Şekil 15.	Dalak kalınlığı (T)	31
Şekil 16.	Dalak genişliğ (W).....	32
Şekil 17.	Böbrek longitudinal aksı.....	32
Şekil 18.	Formüle dayalı dalak hacmi ile volümetrik dalak hacmi arasındaki ilişkinin Passing ve Bablok regresyon analizi	36

NORMAL DALAK HACMİNİN VOLÜMETRİ DIŞINDAKİ ÖLÇÜMLERLE KORELASYONU

ÖZET

Amaç: BT’de dalak hacminin basit lineer ölçümlerle korelasyonunu araştırmaktır.

Gereç ve yöntem: Travma nedeniyle bilgisayarlı tomografi çekilen 147 hastanın görüntüleri retrospektif olarak değerlendirildi. Hastaların 81’i erkek, 66’sı kadındı. Erkek hastaların yaş ortalaması 34, kadın hastaların yaş ortalaması 41 idi. Genel yaş ortalaması 36 olup yaş aralığı 19 ile 70 arasında idi. Her hastada karşılaştırma için volümetrik dalak hacmi hesaplandı. Dalağın uzunluk (L), genişlik (W), kalınlık (T), maksimum sonografik uzunluk (MSU) değerleri ölçüldü. MSU, dalakta ölçülen maksimum sonografik uzunluğun tomografiye uyarlanmış biçimi olarak tanımlandı. Bunun yanında, formüle dayalı dalak hacmi hesaplandı [$V_{\text{formül}}=0.52 \times \text{MSU} \times \text{Kalınlık (T)} \times \text{Genişlik (W)}$]. Sol böbrek longitudinal uzunluğu (BLU) ölçüldü ve MSU/BLU oranı hesaplandı. Yukarıda tariflenen tüm parametrelerin dalak hacmiyle ilişkisi pearson korelasyon analizi ile araştırıldı. Formüle dayalı yöntem ile volümetrik yöntem ilişkisi passing ve bablok regresyon analizi ile değerlendirildi.

Bulgular: Volümetrik olmayan lineer ölçümlerden MSU, dalak hacmiyle en yüksek korelasyon gösteren parametre bulunmuştur ($r=0.81$, $p<0.001$). Dalak hacmiyle en çok formüle dayalı yöntem korelasyon göstermiştir ($r=0.97$, $p<0.001$). MSU/BLU oranıyla volümetrik dalak hacmi arasında yüksek korelasyon bulunmuştur ($r=0.72$, $p<0.001$). Dalak kalınlık (T), uzunluk (L) ve genişliği (W) gibi basit ölçümler volümetrik dalak hacmiyle yüksek korelasyon göstermiştir.

Sonuç: Kolay, yeni ve hızlı ölçümler olan MSU ve MSU/BLU dalak hacmini değerlendirmede kullanılabilir. MSU, dalak kalınlık (T) ve genişliğinin (W) kullanıldığı formüle dayalı yöntem dalak hacmini yüksek doğrulukla tahmin edebilir.

Anahtar kelimeler: dalak, organ hacmi, splenomegali, bilgisayarlı tomografi

CORRELATION OF NORMAL SPLENIC VOLUME WITH NON-VOLUMETRIC MEASUREMENTS

ABSTRACT

Purpose: To investigate the correlation of spleen volume with simple linear measurements on CT.

Materials and methods: The images of 147 patients who underwent computed tomography for trauma were evaluated retrospectively. Eighty-one of the patients were male and 66 were female. The average age of male patients was 34 and the average age of female patients was 41. The average age was 36 and the age range was between 19 and 70. Volumetric spleen volume was calculated for each patient. The length (L), width (W), thickness (T) and maximum sonographic length (MSU) of the spleen were measured. MSU is defined as the tomographic adaptation of the maximum sonographic length measured on the spleen. In addition, the spleen volume based on the formula was calculated [$V = 0.52 \times \text{MSU} \times \text{Thickness (T)} \times \text{Width (W)}$]. The left kidney longitudinal length (BLU) was measured and the MSU / BLU ratio was calculated. The relationship of all parameters described above to spleen volume was investigated by pearson correlation analysis. The volumetric method relation with the formula based method was evaluated by passing and bablok regression analysis.

Findings: Among non-volumetric linear measures, MSU had the highest correlation with spleen volume ($r = 0.81$, $p < 0.001$). The method based on the formula was the most correlated with the spleen volume ($r = 0.97$, $p < 0.001$). There was a high correlation between volumetric spleen volume and MSU/BLU ratio ($r = 0.72$, $p < 0.001$). Simple measurements such as spleen thickness (T), length (L) and width (W) showed a high correlation with volumetric spleen volume.

Conclusion: Easy, new and fast measurements MSU and MSU/BLU can be used to assess spleen volume. The method based on the formula in which MSU, spleen thickness (T) and width (W) are used can estimate the spleen volume with high accuracy.

Key words: spleen, organ volume, splenomegaly, computed tomography

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Dalak hacminin ölçümü klinikte splenomegali tanısı açısından önemlidir. Palpe edilebilen masif splenomegali tanısı basittir ancak, hafif splenomegaliler tanıda sorun oluşturmaktadır (1). Dalağın düzensiz şekli göz önüne alındığında hacim, dalakta zaman içerisindeki değişimleri gösteren en iyi göstergedir (1). Dalağın in vivo hacmini belirlemek için farklı teknikler kullanılarak çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu teknikler; konvansiyonel radyoloji, sintigrafi, ultrasonografi, bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme ve otomatik şekillendirici yazılımlar şeklinde sıralanabilir (2). Bu tekniklerle dalakta lineer ölçümler yapmak mümkündür. Literatürde yapılan çalışmalarda lineer ölçümlerle dalak hacmi ilişkisi araştırılmıştır (2). BT ve MRG gibi kesitsel tekniklerde otomatik şekillendirici yazılımlar (volümetrik yöntem) kullanılabilir (2). Bu yazılımlar %5'ten az hata payı ile dalak hacmini ortaya koyan en iyi tekniktir. Ancak bu yazılımların pahalı olması ve bu yazılımlarla volüm hesabının zaman alıcı olması dezavantajdır (3). Bu çalışmada volümetrik yöntem referans ölçüm olarak ele alınmıştır. Bu çalışmanın amacı BT'de fazla zaman alıcı olmayan basit lineer ölçümlerin dalak hacmi ile ilişkisini ortaya koymaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. DALAK HAKKINDA TEMELBİLGİLER

Dalak batında sol üst kadranda mide fundusu ve diyafram arasında bulunan vasküler ve lenfoid dokudan zengin bir kapsüllü organdır. Esas olarak fagositoz ve immün sistemle ilgilidir. Üç bin yıldır bilinmesine rağmen henüz birçok yönden tam anlaşılamamıştır. Bağışıklık, metabolizma ve kan elemanlarının onarımında önemli rol oynar. Fetüste ayrıca hemopoezin önemli ölçüde yapıldığı bir yerdir ve postnatal olarak bu görevi belli patolojik koşullarda tekrar üstlenebilir. Yine de yaşam için esansiyel değildir, dalağın çıkarılması halinde birçok fonksiyonu karaciğer ve diğer mononükleer fagositik sistem dokuları tarafından yerine getirilebilir (4).

Dalak hastalıklarının en sık klinik bulgusu splenomegali ve hücrel kan elemanlarının sayısında düşüştür (sitopeniler). Diğer klinik bulgular enfeksiyonlar, halsizlik ve karın ağrısıdır. Dalak çıkarılmasının en ciddi uzun dönem sonucu mortal olabilen sepsistir (4).

2.2. DALAK EMBRİYOLOJİSİ

Dalak mezodermal dokudan gelişir. Gestasyonun 5. haftasında, dorsal mezogastriumun yaprakları arasında, gelişmekte olan midenin posteriyöründe kümeleşmiş hücreler olarak ortaya çıkar ve geç fetal hayatta iyi forme olmuş organa

dönüşür. Multilobüle dalağı saran mezogastrium ise daha sonra dalak kapsülü, trabekülleri ve destek yapıları olan splenorenal ve gastrosplenik ligamentleri oluşturur (5).

2.3. DALAK ANATOMİSİ

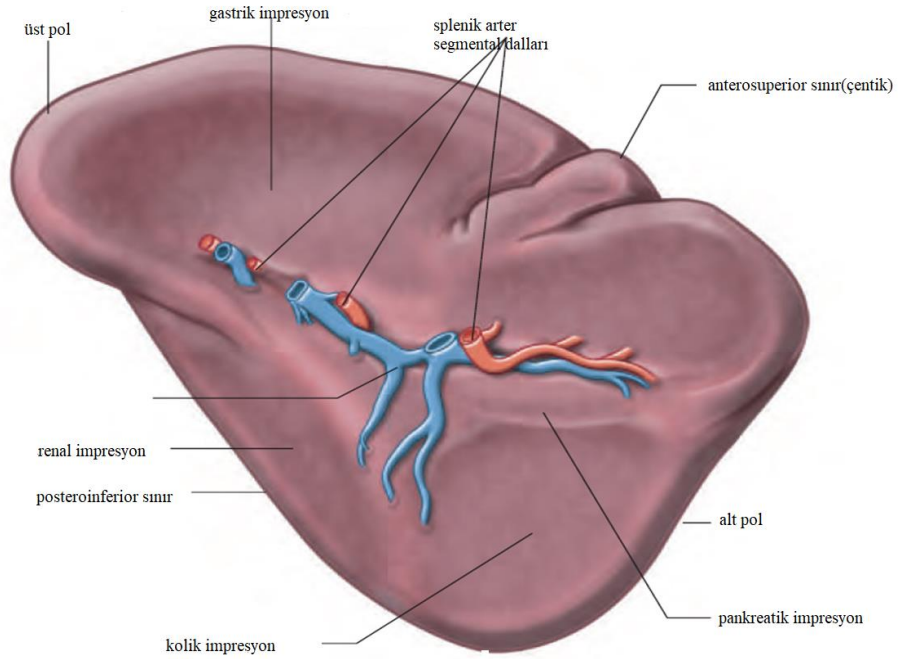
Dalağın boyutu ve ağırlığı yaş ve cinsiyete göre değişebilir ve hatta aynı kişide farklı koşullarda farklılık gösterebilir. Yetişkin dalağı genellikle 9-14 cm uzunluğunda, 6-8 cm genişliğinde ve 3-5 cm kalınlığındadır. Pubertede en geniş boyutlarına ulaşır ve sonra küçülür. Yetişkinde ortalama ağırlığı içerdiği kana bağlı olarak değişir. İn vivo ağırlığı 150-350 gr iken, kanı boşaltıldığında 70-120 gr'dır (4).

Dalağın şekli çeşitlilik gösterir ve çoğunlukla gelişim sürecinde komşu yapılarla ilişkisine göre belirlenir. Hafif kavisli kama şeklinde görünür. Süperolateral yüzeyi sol hemidiyafram kubbesi tarafından, inferomedial yüzeyi ise komşu mide, sol böbrek ve splenik kolon fleksurası tarafından şekillenir. Fetüste dalak lobüledir, yetişkinde sadece anterior yüzeyde bir çentik kalır. Bazen ek yüzeyel çentikler devam edebilir (4).

Gelişim aşamasında dalak ile birleşemeyen bir dalak lobülü aksesuar dalak olarak devam eder. Bu tamamıyla fonksiyonel dalak doku adası yetişkinlerin %10'unda bulunur ve batının herhangi bir yerinde görülebilir fakat, genellikle dalak hilusuna yakın gastrosplenik ligamanda ve büyük omentumda yerleşir (4).

2.3.1. Dalağın komşu organlarla ilişkileri

Dalağın süperolateral, diyafragmatik ve inferomedial visseral yüzeyleri, anterosüperiyor ve posteroinferior kenarları, süperior ve inferior poliği vardır. Konveks diyafragmatik yüzey çoğunlukla süperiora ve laterale bakar. Diyafragmatik yüzey sol hemidiyafram ile sol plevral kostofrenik reses, sol akciğer alt lob ve 10-12'inci kotlardan ayrılır. Dalak enflamasyonu veya cerrahisi, sol taraflı bazal plevral effüzyon ve sol alt lob atelektazisine yol açabilir (4).



Şekil 1. Dalak yüzeyleri (4)

Visseral yüzey düzensizdir, inferomediale ve abdominal kaviteye bakar. Üzerinde gastrik, renal ve kolik impresyonlar bulunur. Gastrik impresyon mide üst korpus, büyük kurvatur ve fundus posterior yüzeyi boyunca uzanıp anteromediale bakar, geniş ve konkavdır. Mideden gastrosplenik ligaman tarafından sınırlanan peritoneal reses ile ayrılır. Renal impresyon hafif konkav olup viseral yüzeyin posteroinferiorunda uzanır, gastrik impresyondan bir dalak çıkıntısı ve hilus ile ayrılır. Inferomediale ve hafif posteriyora bakar ve sol böbrek üst anterolateral yüzeyi ile ilişkilidir. Kolik impresyon genelde yassıdır, dalağın inferiyor polündedir ve kolon splenik fleksurası ve frenikokolik ligaman ile ilişkilidir. Dalak hilusu splenik damarlar, sinirler ve lenfatiklerle delinen uzun bir fissürdür. Posteroinferiora yakın visseral yüzeyde uzanır (4).

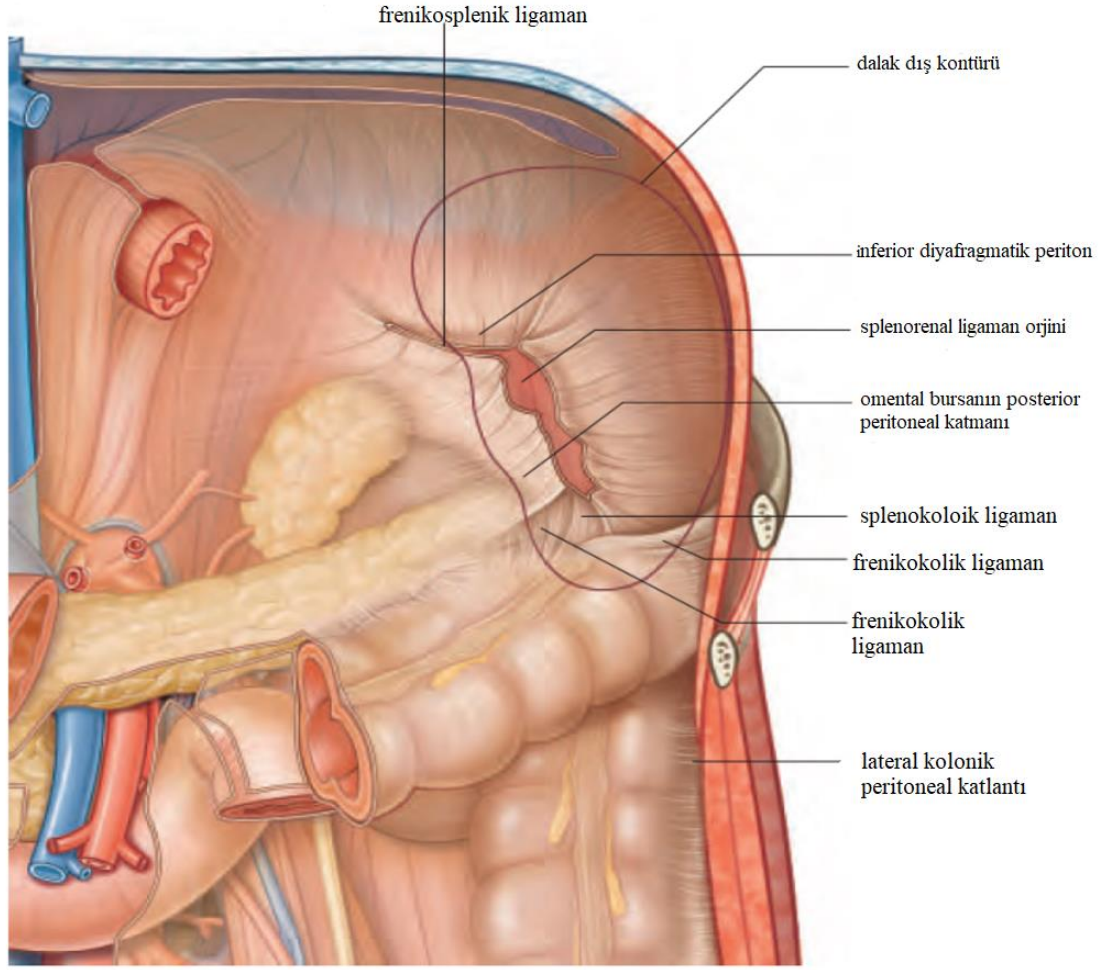
Anterosüperior kenar diyafragmatik yüzeyi gastrik impresyondan ayırır ve çoğunlukla konvekstir. İnferiorda erken fetal hayat lobüle form dalağından persiste olan bir veya iki çentik bulunabilir veya bulunmayabilir. Bu nedenle bu çentikler klinik muayenede dalağın belirlenmesinde güvenilir bir rehber değildir. Posteroinferiyor kenar renal impresyon ile diyafragmatik yüzeyi birbirinden ayırır ve anterosüperiyor kenara göre daha yuvarlaktır. Üst pol posterior uca denk gelir ve vertebral kolona bakar. Alt pol üst pole göre daha uzun ve daha az açılıdır. Alt pol anterosüperiyor ve posteroinferiyor kenarları

anteriyorda birleştirir, kolik impresyonla işkilidir ve splenik fleksura ile frenikokolik ligamana komşudur (4).

Dalak alt polü künt karın travmalarında veya mide, pankreas kuyruğu, sol böbrek, sol sürrenal ve sol kolona yönelik cerrahilerde risk altındadır. Mide, transvers kolon ve büyük omentumun aşırı traksiyonu splenik kapsül ve yüzeysel parenkimi peritoneal bağlantılarından yırtarak kontrolü zor kanamalara yol açabilir (4).

2.3.2. Splenik ligamanlar

Dalak, dorsal mezogastriyumun iki yaprağı arasında gelişir, böylece kapsülüne sıkıca yapışık viseral periton tarafından kuşatılmıştır. Dorsal mezogastrik bağlantılar peritoneal ligamanlar olarak persiste olur. Dalağın üst polü mideye gastrosplenik ligaman, posteriyor batın duvarına frenikosplenik ligaman vasıtasıyla bağlanır. Dalağın alt polü splenorenal ligaman vasıtasıyla posteriyor abdominal duvara ve kolon splenik fleksurasına bağlanır. Frenikokolik ligaman alt pol hemen inferiorunda uzanır. Bu ligamanların herbiri sinir, yağ, kan ve lenfatik damar içeren iki periton yaprağından oluşmuştur. Frenikosplenik ligaman diyafram alt yüzündeki periton ile dalak arasında seyreder. Splenorenal ligamanın anterior yaprağı omental bursanın posterior duvar peritonu ile ve hilus seviyesinde ise gastrosplenik ligamanın posterior yaprağı ile devamlılık gösterir. Splenorenal ligamanın posterior yaprağı diyafram alt yüz ve sol böbrek anterior yüzey peritonu ile devamlılık gösterir. Splenik arter ve venin terminal kısımları ve daha inferiorda pankreas kuyruğu splenorenal ligamanın iki peritoneal yaprağı arasındadır. Pankreas kuyruğu splenik damarların disseksiyon ve ligasyonu esnasında kanama, lokal pankreatit ve pankratik fistül ile sonuçlanacak şekilde yaralanabilir (4).



Şekil 2. Dalak ligamanları (4)

Gastrosplenik ligaman; frenikosplenik ligaman, splenik kapsül, gastrik seroza ve büyük omentum ile devamlılık gösterir ve splenik arterden köken alan kısa gastrik ve superiyor polar arterler ile gastroepiploik arterler içerir. Splenektomi veya mide fundus serbestleştirilmesi esnasında kısa gastrik arterler lokal gastrik nekroz ve perforasyon riski nedeniyle mideye çok yakın bağlanmamalıdır (4).

Frenikokolik ligaman kolon splenik fleksurasını diyaframa bağlar ve dalak alt polü infero-lateralinden seyrederek. Pankreatik kuyruk düzeyinde transvers mezokolon, hilus düzeyinde splenorenal ligaman ile devamlılık gösterir (4).

2.3.3. Vasküler beslenme ve lenfatik drenaj

2.3.3.1. Arterler

Dalak vücuttaki en tortiyoz arterlerden biri olan splenik arter tarafından beslenir. Yaşla beraber daha belirginleşen tortiyozitenin patofizyolojisi anlaşılammıştır. Hemen daima splenik arter çölyak trunkustan köken alır. Bazen ana hepatik arter, sol gastrik arter ve nadiren direk aortadan da köken alabilir (4).

Orijininden kısa mesafe inferiora seyrederek daha sonra mide posterioruna döner ve pankreas gövde ve kuyruk süperoposterior sınırında horizontal seyrederek. Pankreas süperior sınırında çoklu sarmallar yapar. Sol böbrek ve sürrenal bez anteriorunda splenorenal ligaman içinde pankreatik kuyruk posterior veya süperiorunda seyrederek. Splenik arter seyri sırasında pankreasa birçok dal verir, bitişe yakın kısa gastrik arterler ve sol gastroepiploik dalı verir. Bazı bireylerde posterior gastrik arter ve retroperitoneal dallar da verir (4).

Splenik arter uzunluğu 8-30 cm arasında değişir ve kalibrasyonu 3-12 mm arasında olmakla beraber genellikle ana hepatik arter ve sol gastrik arteri geçer. Splenik arter kan akımı yaklaşık 3 ml/dak/100gr olup kardiyak output'un %7'sine denk gelir (4).

Splenik arter hiluma girmeden önce iki ve bazen üç dala ayrılır. Süperior ve inferior polar arterler olarak da bilinen süperior ve inferior dallar hiluma girdikten sonra her biri 4-5 segmental dallara ayrılır. Segmentler arasında nispeten zayıf kollateral dolaşım olması nedeniyle bir segmental dalın oklüzyonu dalağın o kısmında infarkt oluşturur. Segmental arterler splenik trabeküla içinde dallanır ve beyaz pulpanın kalın lenfoid dokusuyla çevrelenmiş folliküler arteriyol dallarını verir. Folliküler arterler kırmızı pulpanın sinüzoidlerini besler ve arasında önemli oranda bağlantılar mevcuttur (4).

Dalağın süperior polü splenik hiler damarların yanı sıra gastrosplenik ligamandaki kısa gastrik arterlerden de beslenir. Bu damarlar dalağın süperior polünün mide fundusu ile bağlantısını sağlar ve splenik pedikül ligasyonundan sonra bu bölgenin canlılığını sürdürür (4).

2.3.3.2. Venler

Dalak parankimindeki kan trabeküler venler ile toplanır. Herbiri bir segmenti drene eden segmental venleri oluşturmak üzere birleşirler. Genelde intrasegmental venler arasında

anastomoz bulunmaz. Segmental venler birleşerek iki (superiyor, inferiyor) veya üç (süperior, orta ve inferior) lobar veni oluştururlar. Lobar venler hilus düzeyinde görünür ve birleşerek splenorenal ligaman içinde splenik ven olarak seyrederek (4).

Splenik ven pankreas gövde ve kuyruğu posteriorunda splenik arterin altında seyrederek. Pankreas boynu posteriorunda portal veni oluşturmak üzere süperior mezenterik vene döküldüğü yerde biter. Seyri boyunca kısa gastrik venler, sol gastroepiploik ven, retroperitoneal venler, pankreatik venler posterior gastrik ven, sol gastrik ven ve inferiyor mezenterik venleri drene eder (4).

2.3.3.3. Lenfatik drenaj

Lenfatik drenaj beyaz pulpadan başlar. Lenfatikler kan damarlarını takip ederek lenfatik subkapsüler pleksusa ve daha geniş lenfatik kanallarla splenik hilus ve pankreatik kuyruk çevresindeki lenf nodlarına drene olur. Daha sonra drenaj sırayla suprapankreatik, infrapankreatik omental lenf nodları, çölyak nodları ve sisterna şili yolunu takip eder (4).

2.3.4. İnnervasyon

Dalak sempatik komponent daha baskın olmak üzere otonom sistemin iki komponenti tarafından da innerve olur. Çölyak trunkusun postgangliyonik sempatik sinirleri ve vagal trunkusun parasempatik sinirleri splenik damarlara eşlik eder. Sempatik lifler trabekula düzeyine kadar arterleri innerve ederek dalakta kan akımını etkileme potansiyeli taşır. Bazı hayvanlardakinin aksine insan dalak kapsülü motor innervasyonu körelmiştir, az miktarda düz kas içerir bu nedenle kontrakte olmaz. Ancak kapsül ve parenkimin ağrı duyusunu taşıyan duyu lifleriyle innervasyonu mevcuttur. Hafif veya orta derecede splenomegali çoğunlukla ağrısızdır fakat enfeksiyon ve enfarkt (orak hücreli anemi, emboli) sonucu oluşan enflamasyon, kapsülün ani gerilmesi (hematom) durumlarında ciddi ağrı oluşur. Splenik pulpa kaynaklı ağrı epigastriyumda zayıf olarak lokalize edilebilir (4).

2.4. DALAK HİSTOLOJİSİ

Dalak vücutta dolaşım sistemiyle direk devamlılık gösteren en büyük lenfoid doku kitlesidir. Dalak parankimi taze dalak kesitinin görünümüne göre isimlendirilmiş kırmızı pulpa ve beyaz pulpa diye iki temel bölgeye ayrılır (4).

2.4.1. Fibröz iskelet

Peritonun seroza tabakası hilum ve peritoneal ligamanların yapıştığı yerler hariç tüm dalağı kaplar. Serozal tabakanın derininde bulunan bağ doku kapsülü yaklaşık 1,5 mm kalınlığında olup bol tip 1 kollajen lifleri ve biraz elastin lifleri içerir. Bir iç ve dış laminadan oluşur, her laminadaki kollajen liflerinin yöneliminin farklı olması mukavemeti artırır. Çok sayıda trabeküla kapsülden santrale uzanır ve dallanarak bağ doku için bir iskelet oluşturur. En büyük trabeküla splenik hilum düzeyinde girerek splenik pulpada dallara ayrılır, damar ve sinirlere yol açar. Dalak içerisinde bu dallar, kırmızı ve beyaz pulpaya yayılan ince bir tip 3 kollajen lifi ağı ile devamlılık gösterir (4).

2.4.2. Beyaz pulpa

Yetişkinde beyaz pulpa dalak dokusunun %5-20'sini oluşturur. Splenik arter dalları hilus düzeyinde parenkime ışınal dallar verir ve trabeküla düzeyinde dal budak salar. Terminal birkaç milimetresi düzeyinde bağ doku adventisyası bir T lenfosit örtüsüyle devam eder [PALS (Periarteriolar lymphoid sheaths)]. Bu tabaka B lenfosit agregatlarının 0,25-1 mm ölçülerinde oluşturduğu lenfoid folliküler düzeyinde genişler ve taze dalak kesitinde kırmızı pulpa içerisinde semiopak bir nokta şeklinde gözükür. Folliküller; arteriyollerin terminal dallarına yakın, damarın bir tarafına protrüde olarak eksentrik yerleşirler. Arteriyoller folliküllerin içerisine birbirine paralel terminal arteriyol dalı verirler (4).

Folliküler de PALS gibi lenfosit agregasyon ve proliferasyon merkezidir. Antijenik stimülasyondan sonra lenf nodlarındakine benzer şekilde germinal merkez geliştiren yoğun B-hücre proliferasyon alanı haline gelir. Germinal merkez, stimülasyonun azalmasıyla küçülür. Folliküller yaşla atrofiye uğrar ve çoğu yaşlıda bulunmayabilir. (4).

2.4.3. Kırmızı pulpa

Kırmızı pulpa dalak volümünün yaklaşık %90'ını oluşturan, dalağı perfüze eden kan içerisindeki partiküllerden temizleyen eşsiz bir filtrasyon cihazıdır. Kırmızı pulpa nihayetinde splenik vene drene olan birçok venöz sinüzoid içerir. Sinüzoidler kollajen lifleri, retikulum, birçok fibroblast ve makrofajlardan oluşan bir fibrosetüller ağı ile birbirlerinden ayrılmıştır (4).

2.5. DALAK PATOLOJİLERİ

Dalak patolojileri, konjenital anomali ve fokal lezyonlar dışında çoğunlukla splenomegali olarak ortaya çıkar.

2.5.1. Splenomegali

Dalakta boyut artışını ifade eder. Dalak volümü ve ağırlığı dolaşımdaki kan miktarına bağlı olarak değişebilir. Erişkinde normal dalak kraniokaudal boyutu ortalama 10-12 cm'dir (6). Splenomegali, dalak uzunluk veya genişliği 12-14 cm'nin üzerinde olduğunda düşünülür (7). Dalağın karaciğere temas etmesi bazı radyologlar tarafından splenomegali kriteri olarak kullanılmaktadır (6). Splenik indeks üç boyutun çarpımı ile elde edilir ve dalak volümü ile korelasyon gösterir. BT ve MRG gibi kesitsel incelemelerle abdominal organlarda volüm hesabı yapmak mümkündür. Dalağın düzensiz şekli göz önüne alındığında hacim, zaman içerisinde dalak takibinden en güvenilir belirteçtir. Hacim ölçümü yapılarak splenomegali tanısının konulması, tedaviye yanıtın değerlendirilmesi ve takibi yapılabilir (7).



Şekil 3. Sirozlu bir hastada splenomegali BT örneği

Tablo 1. Splenomegali nedenleri (7, 8).

Splenomegali Nedenleri	
Portal konjesyon	Portal hipertansiyon, Siroz
	Portal/Splenik ven trombozu
	Sağ kalp yetmezliği
Neoplazmlar	Lösemi, Lenfoma
	Metastaz, Primer neoplazmlar
Enfeksiyon	Ekinokok, Malarya, Mononükleoz, Bruselloz, Tüberküloz, Sfiliz
Diğer	Sarkoidoz, Depo hastalıkları, Hemolitik anemiler, Ekstramedüller hematopoez, Kollajen doku hastalıkları

2.5.2. Splenozis

Travma veya splenektomi sonrası dalak dokusunun peritoneal kavitede veya ekstrapitoneal lokalizasyonda implantasyonuna bağlı gelişir. İmplantasyon sıklıkla yerçekimi etkisiyle Morrison poşu, perihepatik boşluk, parakolik olukta gerçekleşir. İmplantasyon çok sayıda ve değişik boyutlarda olabilir. Splenik travmaya sol diyafragmatik yaralanma eşlik ederse toraksta splenozis görülebilir. Splenozis çevre damarlardan beslenir, neoplastik dokuyu taklit edebilir. Tanıda Tc99m sülfür kolloid kullanılır (7, 8).

2.5.3. Konjenital anomaliler

2.5.3.1. Aksesuar dalak (splenül)

Aksesuar dalak en sık dalak hilusuna yakın gastrosplenik ligamanda yerleşir. Bunların dışında büyük omentum, splenorenal ligaman, pankreas kuyruğu, mide ve kolon duvarı, pelvis ve mezenterde de yerleşebilir. Aksesuar dalak boyutu sıklıkla 1 cm olup insidental saptanır. Bilgisayarlı tomografi ve MRG'de kontrastlanma paterninin dalak ile aynı olmasıyla tanınır ve lenfadenopatiden ayırt edilir. Aksesuar dalak torsiyon, spontan rüptür, hemoraji ve kist oluşumuna bağlı olarak semptomatik olabilir. Pankreas

kuyruğundaki aksesuar dalak adacık hücreli tümör, solid psödopapiller tümör, hipervasküler metastaz ve duktal adenokarsinomla karışabilir. Bilgisayarlı tomografide arteriyel fazda dalakla aynı, zebra şeklinde kırmızı ve beyaz pulpaya bağlı heterojen kontraslanma gösterir. Adacık hücre tümörleri de arteriyel fazda hipervaskülerdir ancak venöz fazda izo-hipodens hale gelirler. İntrapankreatik aksesuar dalak ise uzamış kontraslanması nedeniyle adacık hücre tümörlerinden ayrılabilir. Manyetik rezonans görüntüleme intrapancreatik aksesuar dalak pankreas dokusuna göre T1 ağırlıklı görüntülerde hipointens, T2 ağırlıklı görüntülerde hiperintensdir. Sinyal intensitesi tüm sekanslarda dalak ile eşitir. Ancak intrapancreatik aksesuar dalağın kırmızı- beyaz pulpa oranının değişmiş olması T2 ağırlıklı görüntülerde dalağa göre biraz daha parlak görünmesine neden olabilir (7, 8).

2.5.3.2. Kontür anormallikleri

Fetal hayatta dalak kontürleri lobüledir. Lobülasyon doğum öncesi kaybolur ancak bazen devam edip dalak medial kontüründe lobülasyon görülebilir. Splenik klefler ise diyafragmatik yüzde görülür ve yaralanmayı taklit edebildiğinden tanınması önemlidir (4).

2.5.3.3. Gezici dalak

Dalağın normal lokalizasyonu yerine, vasküler pedikülün izin verdiği ölçüde batında herhangi bir yerde görülmesidir. Sebebi, dalağın destekleyici ligamanları olan gastrosplenik veya splenorenal ligamanların gelişiminde bozukluk veya laksitedir. Çocukluk çağında veya 20-40 yaşlar arasındaki kadınlarda bulunur. Tc99m sülfür kolloid tarama ile tanı desteklenir. Bilgisayarlı tomografide dalak normal lojunda izlenmez ve batın ya da pelviste herhangi bir lokalizasyonda görülür. Gezici dalağın en önemli komplikasyonu, anormal mobilite nedeniyle akut, aralıklı veya kronik torsiyone olmasıdır. Vasküler pedikülde torsiyon, akut batın gibi klinik verebilir. Torsiyon ve spontan detorsiyon nedeniyle aralıklı karın ağrısı şeklinde de semptom verebilir. Tanıda doppler US veya BT kullanılır. Torsiyonda, BT'de girdap bulgusu tipiktir, dalakta kontraslanmada azalma mevcuttur. Bilgisayarlı tomografide ayrıca vasküler pedikülde dönme ve splenik damarlarda taze trombus nedeniyle kontrastsız incelemede hiperdens görünüm izlenebilir. Torsiyon sonucu enfarkt gelişmişse tedavi splenektomi, enfarkt gelişmemişse splenopeksidir (7, 8, 9).

2.5.3.4. Situs ambiguus (polispleni)

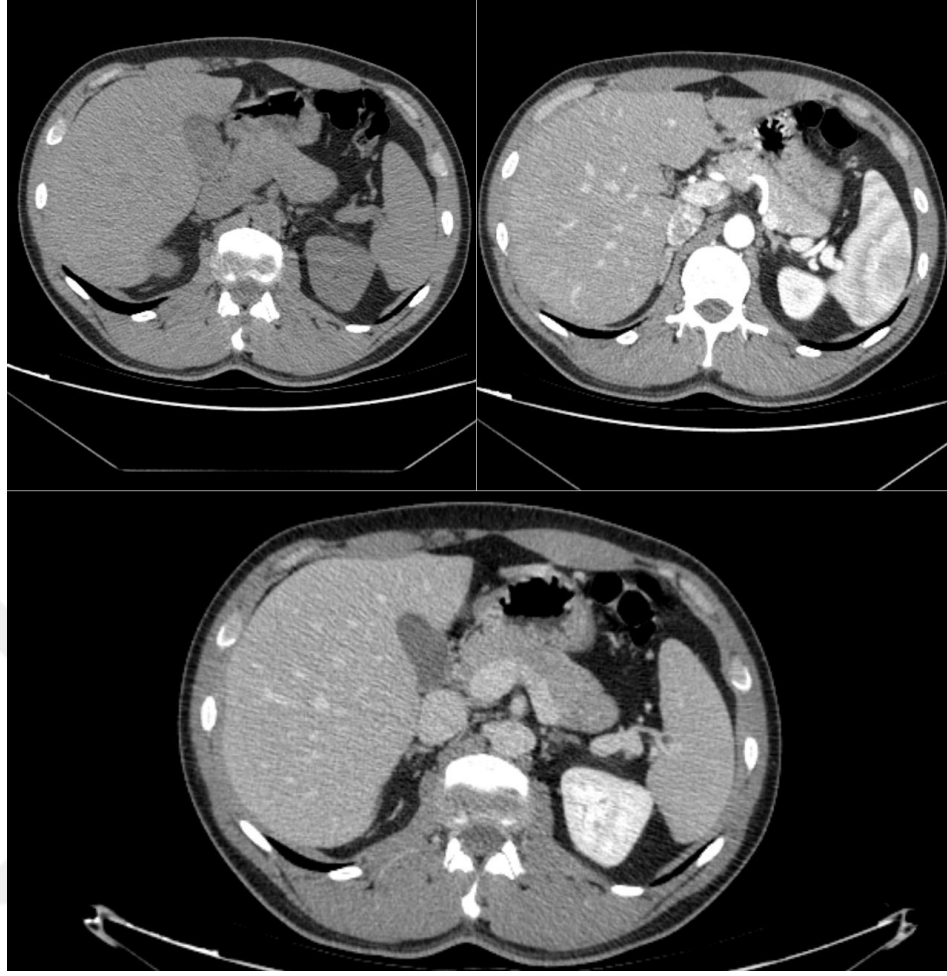
Sol izomerizm olup dalak dokusu yaklaşık eş boyutlarda çok sayıda, boyutu 1-6 cm arasında değişen splenüllere ayrılmıştır. Splenüller sol veya sağ hipokondriyumda veya mide büyük kurvatur komşuluğunda bulunabilir. Kadınlarda sık görülür. Kardiyovasküler ve visseral anomaliler eşlik eder. Mide sağda, karaciğer orta hattadır. Safra kesesi yoktur. İnferior vena kava anomalileri, intestinal malrotasyon ve kısa pankreas mevcuttur (7).

2.6. TANI VE GÖRÜNTÜLEME

2.6.1. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

Dalak, sınırlarının belirgin ve düzgün olması ve çevreleyen yağlı doku ile kontrastından ötürü BT’de iyi görüntülenir. Dalak kontrastsız BT’de homojendir ve dansitesi karaciğere eşit veya hafifçe düşük olup 55-65 HU (hounsfield ünitesi) arasındadır. Postkontrast erken görüntülerde dalgalı heterojen kontrastlanma izlenir. Portal venöz fazdan itibaren alınan görüntülerde kontrast dağılımı homojendir. Bu durum dalağın kendine özgü kanlanma özelliğini oluşturur. Erken heterojenite ayrıca kontrast madde enjeksiyon hızıyla, yaşla ve splenomegaliyle ilişkilidir ve fokal anomaliler ile karıştırılabilir. Dalak parankiminin kontrastlanmasında iyonik ve noniyonik kontrast madde kullanımı arasında önemli farklılık yoktur. Kontrast madde kullanımı sonrası dalak parankim dansitesi 75-95 HU arasında değişir. Portal venöz fazda (60-70. saniye) dalak homojen boyanır (9).

Splenik damarlar kontrastsız BT’de de ayırtedilebilir. Splenik ven düz bir hat izlerken, arter özellikle yaşlılarda tortiyöze görünümündedir. Bu durum ince kesit görüntülerde dizi seklinde yuvarlak kitleler seklinde görünmesine yol açar. Splenik hiler bölge ve pankreas kaynaklı lezyonlar ile bu vasküler yapıların ayırımı kontrastlı fazlarda yapılabilir (9).



Şekil 4. Kontrastsız, arteryel ve venöz fazda dalağın BT’de görünümü

2.6.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

Dalağın T1 ve T2 relaksasyon zamanı rölatif olarak uzundur. T1 ağırlıklı görüntülerde sinyal intensitesi karaciğerden düşük, böbrek korteksine benzer olup koyu izlenir. T2 ağırlıklı görüntülerde serbest su içeriğinin yüksek olmasına bağlı olarak karaciğerden yüksek sinyal intensitesine sahiptir ve daha parlak izlenir. T2 ağırlıklı görüntülerde, kırmızı pulpa kan içeren sinüzoid varlığına bağlı düşük sinyal intensitesine, beyaz pulpa yüksek su içeren lenfoid dokuya bağlı sinyal artışına katkıda bulunur. Dalak dokusunun ve dalak tümörlerinin relaksasyon zamanları benzer olduğu için intravenöz kontrast madde kullanımı önemlidir. Gadolinyum içeren kontrast maddeler kullanılır ve kendine özgü kanlanma özelliğinden ötürü, erken dönemde heterojen, 60-90 saniye sonra homojen kontrastlanma izlenir.

Süperparamanyetik demir oksit partikülleri içeren kontrast maddeler retiküloendotelyal sistem hücreleri için doku spesifitesi gösterir. Dalakta T2 veya T2* ağırlıklı görüntülerde sinyal yoğunluğunda azalmaya neden olur (8).

2.6.3. Ultrasonografi (US)

Ultrasonografide dalak; düzgün yüzeyli, karaciğere göre biraz daha ekojen özellikte olup homojen görünümde bir organdır (10).

2.6.4. Sintigrafi

Tc-99m sülfür kolloid, Tc-99m ısı hasarlı eritrositler ve İndium-111 ile işaretlenmiş trombositler gibi retiküloendotelyal sistem (karaciğer, dalak, kemik iliği) içinde dağılan sintigrafik ajanlar kullanılır. Daha iyi sinyal zemin oranı göstermeleri ve dalak dokusu için özgün olmalarından dolayı Tc-99m ısı hasarlı eritrositler bu dokunun saptanmasında Tc-99m sülfür kolloide göre daha duyarlıdır. Tc-99m işaretli ısı hasarlı eritrosit sintigrafisinde otolog eritrositler işaretlenip sert sferositlere dönüştürülüp hastaya enjekte edilir. Bu hasarlı eritrositler dalak dokusu tarafından tutulup parçalanır ve dalak dokusu görünür hale gelir (11, 12, 13, 14).

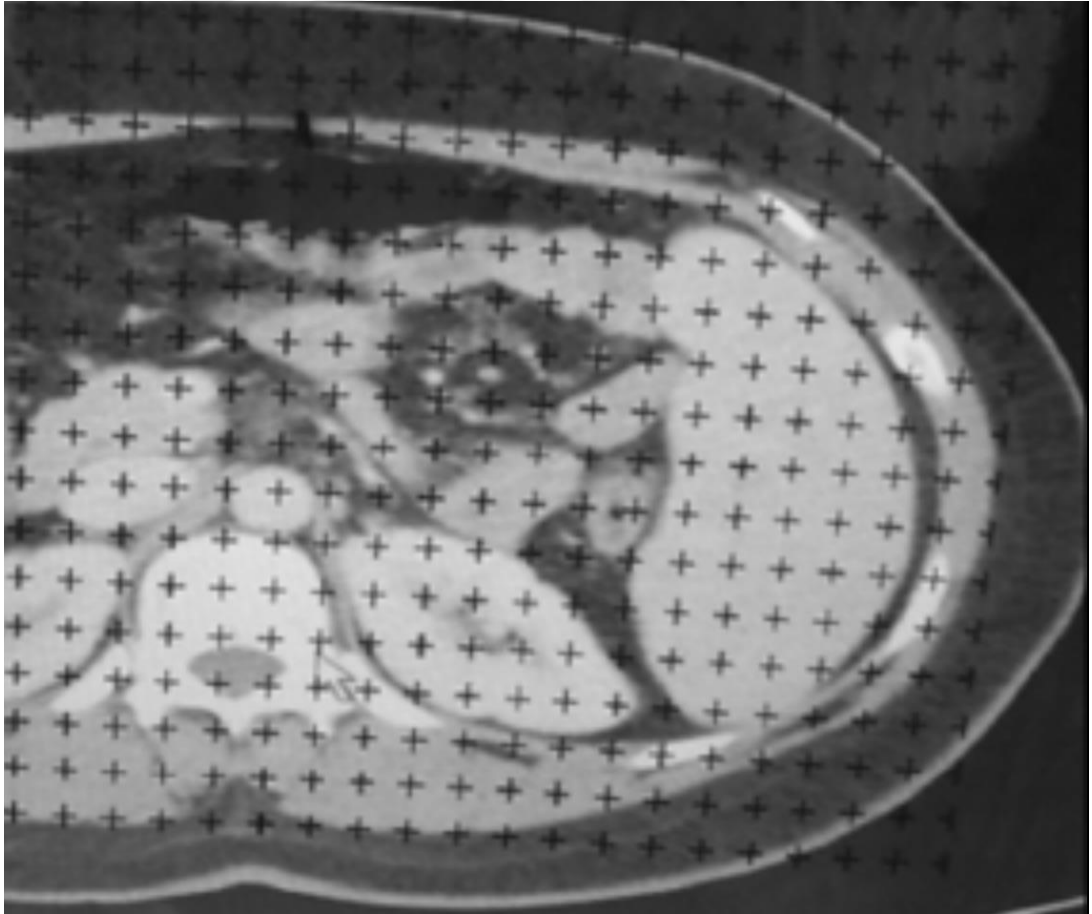
2.7. DALAK HACİM ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

2.7.1. İn-vivo yöntemler

2.7.1.1. Cavalieri yöntemi

Cavalieri yöntemi, PACS (Picture archiving and communication system) sisteminden önce BT ve MRG gibi kesitsel görüntüler üzerinde organ büyüklüklerini saptamak için yaygın kullanılan bir ölçüm yöntemi idi. Bu yöntemde hacim hesabı basılı filmler üzerinde çalışılarak yapılır. Cavalieri yönteminde organ hacmini hesaplamak için önce her bir kesitte o organa ait olan izdüşümlerin alanı hesaplanır. Daha sonra iki boyutlu bir kesitin alanı kesit kalınlığı ile çarpılarak her bir kesitin hacmi ayrı ayrı hesaplanır. Bunun için önkoşul kesitlerin birbirine paralel olması ve sayımın gelişigüzel olarak başlatılmasıdır. Alan ölçümü için eşit aralıkta (+) işaretlerinin dizilimi ile elde edilen saydam bir asetatin üzerine bastırılmış Noktalı Alan Ölçüm Cetveli (NAÖC) kullanılır.

NAÖC ilgilenilen görüntü üzerine rastgele konulduktan sonra ilgilenilen kesit yüzey alanı (örneğin dalak) ile çakışan noktalar sayılır. Her bir nokta belirli bir alana karşılık gelmektedir. Bu yöntemle tüm kesitlerde dalak izdüşümünün karşılık geldiği alanlar hesaplanır ve kesit kalınlığı ile çarpılır. Hata kaynaklarına etkiler matematiksel olarak tanımlanabilir ve hata oranı belirli sınırlar altında tutulabilir. Bu yöntem üç boyutlu yapılar hakkında iki boyutlu kesit görüntülerinden yola çıkarak bilgi edinilmesini sağlayan tarafsızlığı ve etkinliği kanıtlanmış bir yaklaşımdır. Cavalieri yöntemi, organ sınırlarını saptama yeteneği olan özel geliştirilmiş bilgisayar programları ve bu konuda deneyim kazanmış teknik personele gereksinim duyulmaması nedeniyle ek bir gidere de yol açmaz. Bu yöntemle gündelik çekimlerde elde edilen BT ve MR görüntülerin basıldığı filmler üzerinde ilgilenilen yapı veya organın hacmini hesaplamak mümkündür. $V=t.(a_1+a_2+\dots+a_n)$ cm^3 şeklinde formüle edilir (15,16).



Şekil 5. Cavalieri yöntemiyle dalak hacmi ölçümü (16)

2.7.1.2. Formüle dayalı ölçümler

a) Dalağın geometrik şeklinin dört yüzeyle olduğunu varsayan formül şu şekildedir:

$$V=k.(a.b.c)$$

Bu formül dalağın üç ayrı düzlemde alınan uzunluk ölçümlerinin çarpımının belirli bir katsayı ile çarpılması temeline dayanmaktadır. Yani formülde a, b, c sırasıyla dalağın longitudinal, koronal ve sagittal düzlemdeki ölçümlerine karşılık gelmektedir. *k* ise katsayıdır ve dört yüzeyle cisimlerin hacim formülü gereği 1/3 olarak seçilmiştir. Formülde kullanılan boyuna uzunluk; kesit sayısının, kesit kalınlığı ve kesit aralığı toplamı ile çarpılmasıyla elde edilmiştir. Koronal ve sagittal uzunluklar ise adı geçen düzlemlerde dalağın en geniş ölçümleridir (16).

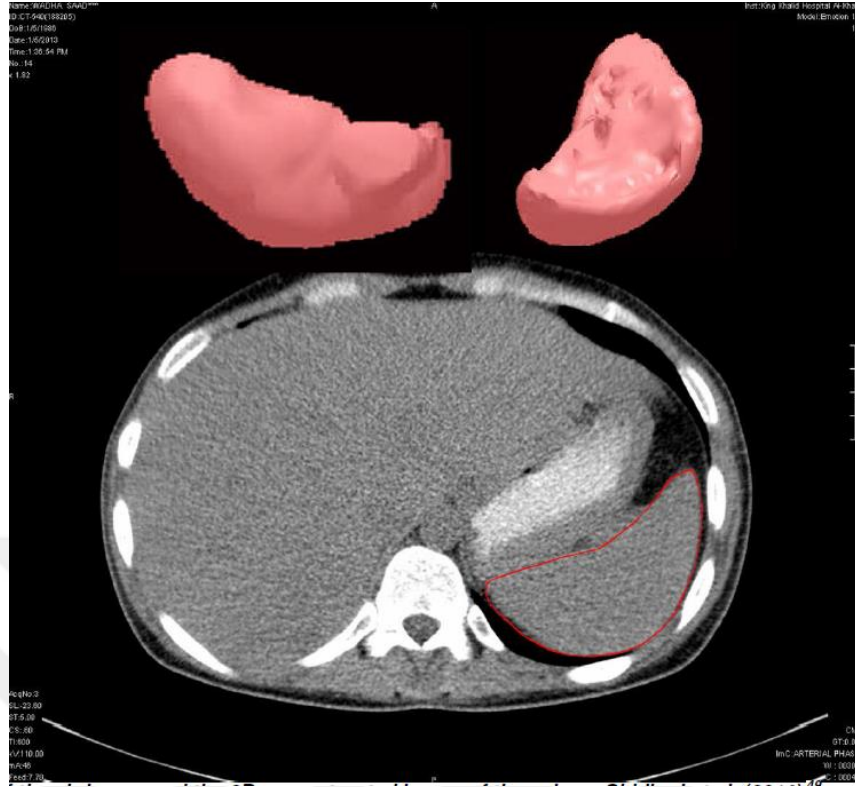
b) Literatürde daha önce Sclesinger ve arkadaşları tarafından lojistik regresyon yöntemiyle elde edilmiş hacim formülü şu şekildedir:

$$V=0,67*(L*W*T) + 7,52 \text{ (17, 18)}$$

Literatürde buna benzer sonografik tomografik veya MR görüntülemeye spleniks indeksi temel alan formüller türetilmiştir (15).

2.7.1.3. Kontür çizme yöntemi

Kesitsel görüntülerde bir organın kontürlerinin her bir kesitte çizilerek hesaplanan alanların toplamının kesit kalınlığı ile çarpılması sonucu o organın hacminin hesaplanmasına dayanan bir yöntemdir. Kontür çizme yönteminde kontürü çizilen kesitlerin bilgisayar programı aracılığıyla üç boyutlu rekonstrüksiyonu yapılabilir veya manuel olarak tüm kesitlerin alanları ayrı ayrı hesaplanabilir (19, 20, 21, 22).



Şekil 6. Kontür çizme yöntemiyle dalak hacim ölçümü. BT kesitinde dalağın kontürleri tüm kesitlerde çizilmiştir. Daha sonra konturları çizilen dalak, rekonstrüksiyonla üç boyutlu görüntüsü oluşturulmuş ve hacmi hesaplanmıştır (2).

2.7.1.4. Volümetrik yöntem

Bir veri işleme yazılımıyla BT görüntülerinden dalağın üç boyutlu şekli çıkarılarak çevre dokulardan ayrıştırılabilir ve hacmi ölçülebilir. Bu yöntemde bilgisayar programı dalağın homojen ve belli bir Hounsfield ünitesi (HU) dansite aralığında olduğu varsayımıyla işlem görür (1, 23, 24).



Şekil 7. Volümetrik yöntemle hacim ölçümü

2.7.2. İn-vitro yöntem

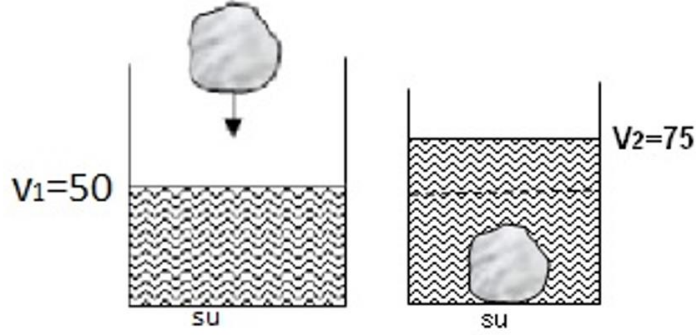
İn vitro dalak hacmi su yer değiştirme yöntemi ile ölçülür. Kadavradan dalak çıkarılarak boyutlarının ultrasonografi, bilgisayarlı tomografi ve cetvelle ölçüldüğü ve hacminin de ölçülerek bunlar arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmalar mevcuttur. Ancak dalak vücut dışına çıkarıldığında içindeki kanı boşaldığı için hacmi in vivo değerinden küçük ölçülür (25, 26, 27).

2.7.2.1. Su yer değiştirme yöntemi

Splenektomi materyalinin veya otopside çıkarılan bir dalağın hacmi bu yöntemle ölçülebilir. Dalak düzgün geometrik şekli olmayan bir organdır. Düzgün geometrik şekli olmayan cisimlerin hacimleri su yer değiştirme yöntemi ile iki şekilde ölçülebilir

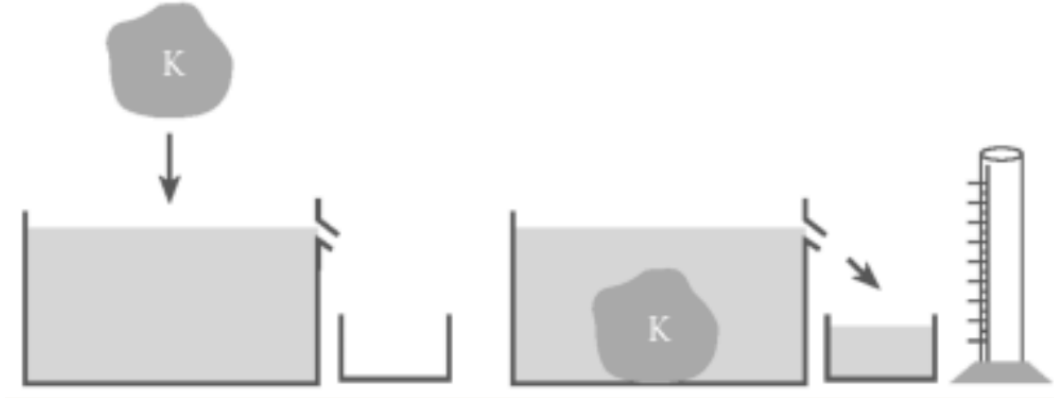
Dereceli silindirle ölçme: Önce dereceli silindirdeki sıvı seviyesi okunur (V1). Daha sonra cismi sıvıya bıraktıktan sonraki sıvı seviyesi okunur(V2). Aşağıdaki formülle hesaplama yapılır.

$$V_{\text{cisim}}=V_2-V_1$$



Şekil 8. Su yer değiştirme yöntemi. Şekilde 50 ml sıvı içerisinde bir cisim atıldığında sıvı seviyesi 75 ml'ye yükseliyorsa cismin hacmi 25 ml'dir.

Taşıma kabı yöntemi: Bir cisim ağzına kadar dolu taşıma kabına bırakılırsa taşan sıvının hacmi cismin hacmine eşittir. Doğru ölçüm yapabilmek için kap ağzına kadar dolu olmalı ve cismin tamamı sıvının içerisinde olmalıdır.



Şekil 9. Taşıma kabı

2.8. DALAK BÜYÜKLÜĞÜNÜ DEĞERLENDİRMEDE KULLANILAN TEKNİKLERİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Dalak büyüklüğünün in situ değerlendirilmesi, farklı hastalıklara tanı koymada ve prognozu belirlemede önemlidir. Gros bir splenomegalinin teşhisi herhangi bir problem oluşturmamaktadır. Bununla birlikte, hafif splenomegali klinik olarak palpe edilemeyebilir ve bazı görüntüleme teknikleri kullanılmasını gerektirebilir (2).

Dalağın in vivo hacmini belirlemek için farklı teknikler kullanılarak çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu teknikler konvansiyonel radyoloji, sintigrafi, ultrasonografi, bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme ve otomatik şekillendirici yazılımlar şeklinde sıralanabilir (2).

Konvansiyonel radyoloji ilk olarak 60'lı yıllarda in vivo organ boyutunu belirlemek için kullanılmıştır (28, 29). Yöntemin, bununla birlikte, organın konturlarını açıkça tanımlayamaması ve dolayısıyla doğruluğunun düşük olması gibi dezavantajları bulunmaktadır (28, 29). Aynı zamanda radyasyona maruz kalma riski de vardır (25, 28, 29).

Dalak görüntüleri elde etmek ve boyutlarının ölçümü için 60'lı yılların başında sintigrafi yöntemi kullanıldı. Zhang ve Lewis (1987) dalak görüntüsünü yapay olarak hasar gören kırmızı kan hücreleri kullanarak elde etti ve splenik hacmin belirlenmesi için kullandı (30). Marksiz (1987), dalak görüntüsünü elde etmek ve hacmini ölçmek için sülfür kolloidi kullandı (31). Revesz (1993), esansiyel trombositemi ve reaktif trombositoz olan bazı hastalarda dalak boyutunun belirlenmesinde gama kamera görüntüleme yöntemini kullandı (32). Sintigrafi radyasyona maruz kalmayı da gerektiriyordu. Bu tür görüntüleme teknikleri, örneğin konvansiyonel radyoloji veya sintigrafi, radyasyona maruz kalma yüzünden rutin tanı yöntemleri olarak uygun sayılmamaktadır (30, 31, 32).

Daha sonra dalak boyut ölçümlerini ve matematiksel hesaplamalarla dalak hacmini elde etmek için ultrasonografi kullanıldı. O zamandan beri noninvaziv olduğu ve radyasyon riski taşımadığı için en yaygın uygulama olmuştur. Boyutlarının ölçümü için genellikle dalağın hilusunu içeren koronal görüntüsü alınır. Bu düzeyde dalağın kubbesi ile alt ucu arasındaki longitudinal mesafe dalağın 'uzunluğu'dur. Dalağın genişlik ölçümü hilus düzeyinde transvers planda yapılır. Ultrasonografi seri ölçümler için kullanılabilen, güvenli, invaziv olmayan ve nispeten ucuz bir tekniktir (2). Dittrich (1983), sonografi ile dalak boyutunu belirlemek için bir nomogram oluşturmuş ve bu araştırma tekniğine kontrendikasyon bulunmadığını ve çalışma endikasyonunun rutin bir şekilde oluşturulabileceğini savundu (33). Pietri ve Boscaini (1984), 45 normal yetişkin denekte ultrasonografi ile elde edilen dalak boyutlarından dalak hacim indeksi (SVI) geliştirmiştir. Uzunluk, genişlik ve kalınlık çarpımı 27'ye bölünmüştür. Deneklerin %95'inde SVI'nın 8 ila 34 arasında olduğunu tespit etmiştir (34). Rosenberg ve

arkadaşları (1991) splenik uzunluk ölçümünün dalak büyüklüğüne kılavuz olarak kullanılabileceğini bildirmiştir (35).

Ishibashi ve arkadaşları (1991) ve Al-Imam ve arkadaşları (2000), ultrasonografinin palpe edilemeyen dalakları değerlendirmede en faydalı teknik olduğunu bildirmiştir (36, 37). Rohani (2000), ultrasonografinin her yaştaki hastada patolojik olarak büyümüş veya küçülmüş organları ayırt etmek için yararlı bir teknik olduğunu bildirmiştir (38). Ishibashi ve arkadaşları (1991) ve Rohani (2000), kesitsel sonografik görüntüde maksimum transvers ve vertikal çapları çarparak bir splenik indeks geliştirdiler (36, 38). Ishibashi ve arkadaşları (1991), 204 sağlıklı erişkinde $19.8 \pm 12.3 \text{ cm}^2$ normal bir splenik indeks bildirmiştir (36).

Loftus ve arkadaşları (1999), otopside elde edilen gerçek ölçümlerle dalak sonografik ölçümleri arasında ilişki bulmaya çalıştı. Sonografik ve gerçek dalak boyutları arasında çok iyi bir lineer korelasyon bulmuşlardır. Ortalama sonografik maksimum uzunluk $9.3 \pm 2.1 \text{ cm}$ ve gerçek ortalama dalak uzunluğu $10.5 \pm 3.02 \text{ cm}$ olarak bulundu (39). Loftus (1999), ultrasonografi ile ölçülen dalak uzunluğunun dalak büyüklüğünü değerlendirmek için objektif ve güvenilir bir yol olduğunu bildirmiştir (39). Capaccioli (2000), ultrasonografiyle alınan doğrusal ölçümler ile BT ile değerlendirilen hacim arasında yüksek bir korelasyon bulunduğunu ileri sürmüştür (40).

Asghar ve arkadaşları (2011); dalağın değişken, düzensiz kontur ve dış hattının kemik, bağırsak gazı veya sol böbrek ile çakışması nedeniyle, iki boyutlu ultrasonografiyle volüm belirlenmesinin yanlış olabileceğini savunmuştur. Ayrıca, çözünürlükteki fiziksel sınırlamalar, teknik sınırlamalar, tarama tekniğindeki hatalar ve yorumlamadaki hatalar gibi sonografik ölçümde potansiyel hata olasılık kaynaklarını tespit ettiler. Hacimsel ölçümlerin en doğru şekilde bilgisayarlı tomografi veya manyetik rezonans görüntüleme ile elde edilebileceğini öne sürdüler (23). Breiman ve arkadaşları (1982), BT'nin in vivo organ/tümör hacmi tahminlerinde en doğru invaziv olmayan araç olduğunu belirtmiştir (25). Bezzera ve arkadaşları (2005) BT'nin zaman içinde değişen dalak hacmini en yüksek duyarlılık ve özgüllük ile tanımlayabileceğini bildirmiştir (6). Çağlar ve arkadaşları (2014), BT'nin dalak ve diğer intra-abdominal organların hacim ve boyutlarını değerlendirmek için güvenilir ve doğru bir yöntem olduğunu bildirmiştir (16). Breiman ve arkadaşları (1982), insan dalaklarını ardışık 1 cm kesit kalınlıkta görüntüledi

ve her bölümün kesit alanlarını hesapladı. Dalağın hacmi daha sonra matematiksel entegrasyon ile belirlendi. Elde edilen dalağın hacmi, daha sonra, su yer değiştirmesiyle saptanan gerçek hacmiyle karşılaştırıldı. Belirlenen splenik hacim gerçek hacimle iyi korelasyon gösterdi (25).

Bezerra ve arkadaşları (2005) 249 kişide, Çağlar ve arkadaşları (2014) 212 kişide ve Prassopoulos ve arkadaşları (1994) 153 kişide BT görüntülerinden dalak boyutlarını belirledi ve çoklu ardışık kesitlerin hacimlerini toplamak suretiyle dalak hacmini hesapladı (6,16,20). Prassopoulos ve arkadaşları (1994), normal dalak için 314.5 cm^3 'lük bir üst sınır hacmi bulmuştur (20). Çağlar ve arkadaşları (2014), dalak görüntüsünün üzerine kare bir ızgara sistemi (0.5 cm'lik bir mesafe ile) yerleştirerek ve görüntüyle çakışan noktaları sayarak dalağın her transvers BT bölümünün alanını hesapladı (cavalieri yöntemi). Ortalama dalak hacim değerleri, toplam çalışma popülasyonu için $198 \pm 88 \text{ cm}^3$ bulundu (16). Bezerra ve arkadaşları (2005) dalak boyutlarını hacmiyle karşılaştırmış ve dalak kranyokaudal uzunluğunun BT hacmiyle iyi korele olduğunu bulmuştur. Ayrıca 9.76 cm'lik dalak uzunluğunun normal olarak alınabileceğini ve rutin klinik uygulamada çok zaman alan hacim hesaplamalarının yerine geçebileceğini önermişlerdir (6).

Lamb ve arkadaşları (2002) ve Yetter ve arkadaşları (2003), yetişkin hastaların ultrasonografi incelemesiyle dalak boyutlarını ölçmüş ve bunları üç boyutlu BT hacim değerlendirmeleri ile korele etmiştir (41, 42). Lamb ve arkadaşları (2002), sağ yan dekübitüs pozisyonunda alınan sonografik genişlik ve uzunluk ölçümlerinin BT ile değerlendirilen hacim arasında iyi korelasyon olduğunu bildirmişlerdir (41). Yetter ve arkadaşları (2003) ayrıca standart elipsoid ve lineer regresyon formüllerini de geliştirdiler. Standart elipsoid formülüyle hesaplanan dalak hacmi, BT ile belirlenen hacim ile iyi korelasyon gösterdi. Yazarlar bu nedenle, $0.524 \times W \times T \times (ML + CCL) / 2$ formülüyle dalak hacmini hesaplamının dalak hacminin doğru bir şekilde belirlenmesini sağlayacağına inanmaktadır (42). Schlesinger (1994), aksiyel BT görüntülerden dalak boyutlarını ölçmüş ve yazılım programı kullanarak dalak hacmini elde etmiştir (17).

Harris (2010), Asghar (2011) ve Siddiqui ve arkadaşları (2014), dalak hacmini tahmin etmek için yeni bir teknik kullandı. Dalağın BT görüntülerini kullanarak üç boyutlu şeklini ortaya çıkaran ve hızla hacmini hesaplayan yazılım kullandılar. Dalakla ilgili

olmayan patolojiler için batın BT taramaları yapılan sırayla 230, 21 ve 34 hastada dalak hacmini hesapladılar. Ölçülen hacim daha sonra hastaların boy, kilo, vücut kitle indeksi ve yüzey alanı ile korele edildi. Harris ve arkadaşları, dalak hacminin ağırlık ile en çok ilişkili olduğunu bildirirken Asghar ve arkadaşları ise dalak hacminin kranyokaudal uzunluk ile doğrusal bir korelasyon gösterdiğini bildirdiler (22, 23, 24). Mazonakis ve arkadaşları (2000), MRG’de dalak hacmini tahmin etmiş ve hızlı dalak hacmi tahminleri için oldukça doğru ve tekrarlanabilir olan bu tekniğin kullanılabileceği sonucuna varmıştır (44).



3. GEREÇ (HASTALAR) ve YÖNTEM

Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Klinik Araştırmaları Etik Kurulu (2016/325, Kayseri) onayı ile gerçekleştirilmiştir.

Eylül 2015-Eylül 2016 tarihleri arasında Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Acil birimine travma nedeniyle başvuran hastaların BT görüntüleri retrospektif olarak değerlendirildi. Çalışmada radyoloji arşivinden ve hastane kayıtlarından faydalanıldı.

Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri aşağıda belirtilmiştir.

Görüntü özelliklerine göre dışlama kriterleri:

1. Artefaktif görüntüleri olan olgular (solunum artefaktı, hasta üzerindeki eşyalara bağlı metalik artefakt, hastaya pozisyon verilememesine bağlı oluşan artefaktlar),
2. Sol hemitoraksta kot kırığı ve/veya hemopnömotoraks nedeniyle sol taraf akciğerin solunuma parsiyel katıldığı, sol hemidiyaframın eleve olduğu olgular,
3. Dalakta homojen kontrastlanma izlenmeyen olgular,
4. Batında travmaya bağlı serbest mayi veya gaz görülen olgular,
5. Kronik karaciğer hastalığı ve/veya portal hipertansiyon bulgusu olan olgular,

6. Batın içi organlarda insidental fokal lezyon (böbrek kisti, sürrenal adenom, karaciğer kisti, karaciğer hemanjiyomu, aksesuar dalak gibi) saptanan olgular çalışmaya dahil edilmedi.

Hastane kayıt sistemindeki bilgilere göre dışlama kriterleri:

1. Biyokimyasal laboratuvar değerleri normalden yüksek veya düşük olan,
2. Beyaz küre değeri normal laboratuvar referans değerinden yüksek veya düşük olan,
3. Hemoglobin değeri normalden düşük veya yüksek olan, ortalama eritrosit hacmi değeri düşük olan,
4. Hastane kayıtlarında daha önceden herhangi bir hastalık için takip edilen veya araştırılan hastalar,
5. 18 yaş ve daha küçük yaşta olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi.
6. BT çekilen hastaların kreatinin ve glomerüler filtrasyon oranı değeri normaldi. Glomerüler filtrasyon oranı 90'nın altında olan veya kreatinin değeri o yaş için normalin üstünde olup batın BT çekimi yapılmış hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

Çalışmaya alınan 147 hastanın 81'i erkek 66'sı kadındı. Erkek hastaların yaş ortalaması 34, kadın hastaların yaş ortalaması 41 idi. Genel yaş ortalaması 36 olup yaş aralığı 19 ile 70 arasında idi.

İnceleme grubundaki hastaların batın BT çekimleri 16 kesitli Lightspeed (GE, Wisconsin, ABD) ve 320 kesitli Aquilion ONE (Toshiba, Nasushiobara, Japonya) cihazlarıyla yapıldı.

Bilgisayarlı tomografi çekim protokolü şöyledir:

Hastalara antekübital ven düzeyinde 18 gauch veya daha kalın damar yolu kontrast madde verilmek üzere açıldı. Her hastaya 1-1.5 mililitre/kilogram kontrast madde otomatik enjektörle 2,5 mililitre/saniye hızda verildi. Batına yönelik görüntüler 60-65. saniyede portal venöz fazda alındı.

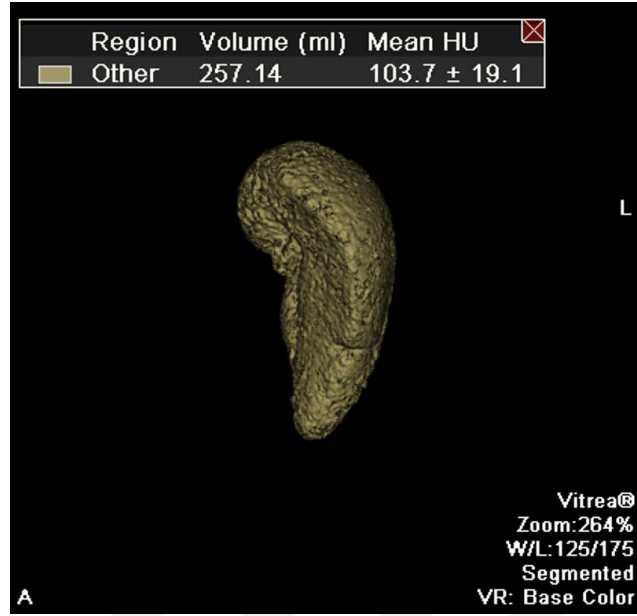
Fov (field of view) değeri 400 olarak alındı. Kesit kalınlığı Toshiba ve GE cihazında 1 mm idi. Kesit intervali Toshiba cihazında 1 mm, GE cihazında 1,25 mm idi. Standart olarak kV (kilovolt) değeri 120 idi. Toshiba cihazında miliamper (mA) değeri 50-550 arası, GE cihazında 50-450 arası olmak üzere cihaz tarafından vücut kalınlığına göre otomatik ayarlı idi. Batın BT çekim süresi Toshiba cihazında 7-10 saniye, GE cihazında 20-23 saniye idi. Bilgisayarlı tomografi çekim protokolü Tablo 2' de özetlenmiştir.

Tablo 2. BT çekim parametreleri

BT parametreleri /cihaz	Toshiba	GE
Matriks	512*512	512*512
Kolimasyon	80*0,5	16*1,25
Pitch faktör/ helikal faktör	0,813/65	1,375/65
Kesit kalınlığı	1 mm	1,25 mm
Kesit intervali	1 mm	1,25 mm
Rotasyon süresi	0,5 sn	0,8 sn
FOV	400(L)	50(L)
kV	120	120
mA	Otomatik (50-550)	Otomatik (80-380)
Filtre	FC18	Standart

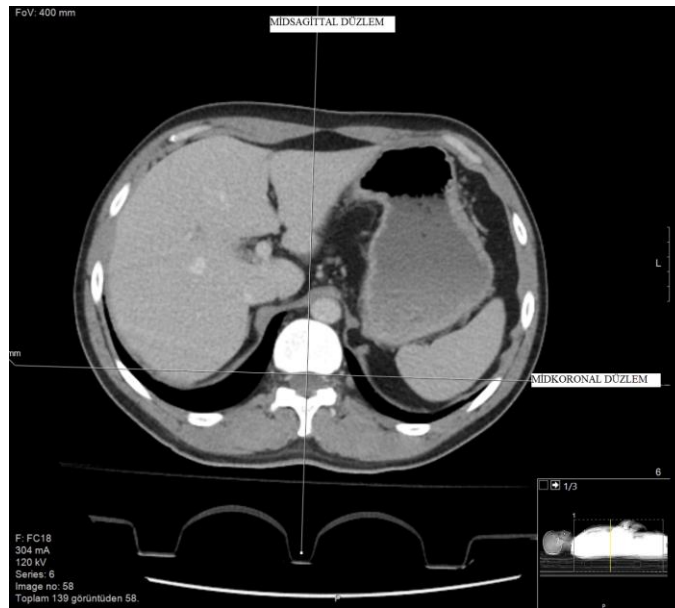
Çalışmaya dahil edilen hastaların batın BT görüntüleri iki ayrı iş istasyonunda çalışıldı (Sectra Workstation IDS7, sürüm 17.3.10.1945 ©2015 Sectra AB) ve (Vitrea Workstation LT, sürüm 4.1.51, Toshiba Medical Systems Corporation, Japan).

Bilgisayarlı tomografi görüntüleri Vitrea iş istasyonuna aktarılıp dalak hacmi volümetrik ölçüldü. Çevre dokulardan dalağa yakın dansitede olabilen barsak, böbrek ve karın duvarının program tarafından ayırt edilememesi durumunda bu kısımlar manuel olarak çıkarıldı. Bir hastada volümetri yöntemiyle hacim ölçümü ortalama 15 dakika sürdü.

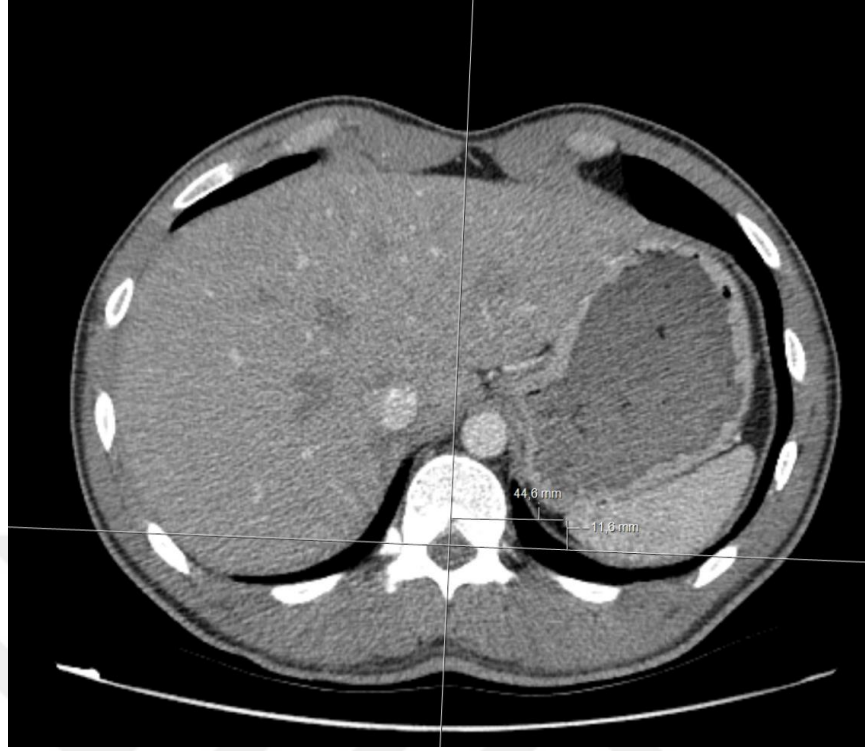


Şekil 10. Volümetri yöntemiyle hacim ölçümü yapılmış dalak örneği

Daha sonra BT görüntüler Sectra iş istasyonunda çalışıldı. Dalak üzerinde aksiyel kesitlerde ölçümler yapıldı. Midsagittal düzlem spinöz prosesten geçen ve vertebra korpusunu sağ-sol diye iki eşit parçaya ayıran düzlem olarak ele alındı. Midkoronal düzlem ise vertebra korpus posteriyoruna teğet geçen düzlem olarak ele alındı. Medyalde vertebral kolona en yakın dalak noktasının midsagittal ve midkoronal düzleme olan uzaklığı ölçüldü. Yine benzer şekilde kaudalde dalağın en son görüldüğü noktanın midsagittal ve midkoronal düzleme uzaklığı ölçüldü.



Şekil 11. Midsagittal ve midkoronal düzlemler gösterilmekte



Şekil 12. Medialde vertebral kolona en yakın dalak noktasının midkoronal düzleme ve midsagittal düzleme uzaklığı gösterilmekte



Şekil 13. Kaudalde vertebral kolona en yakın dalak noktasının midkoronal düzleme ve midsagittal düzleme uzaklığı gösterilmekte

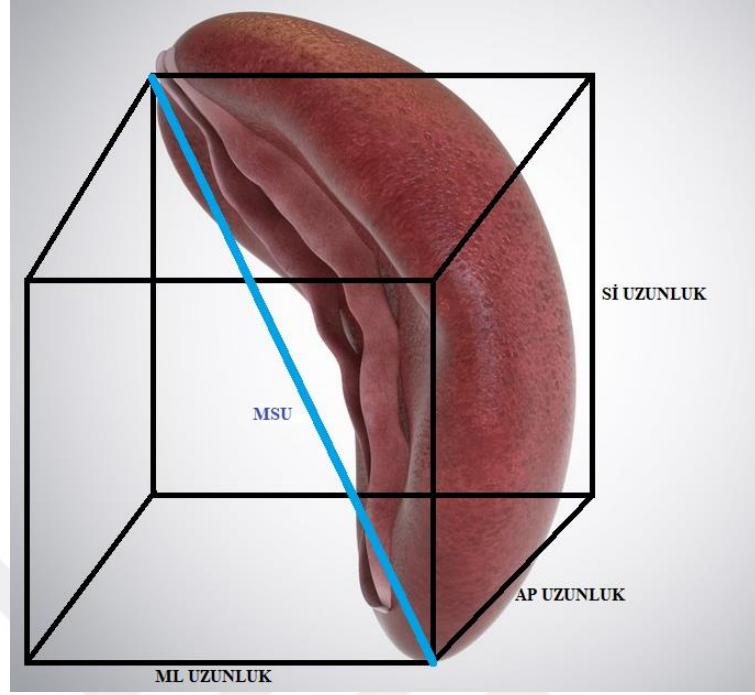
Bu ölçümlerden yararlanarak maksimum sonografik uzunluk (MSU) hesaplandı. Bu uzunluk ultrasonografide oblik sagittal planda kraniokaudal ölçülen birimin BT'ye uyarlanmasıyla türetildi.

Maksimum sonografik uzunluk (MSU): Bu uzunluk antero-posterior, medio-lateral ve süpero-inferior düzlemlerin tümünde oblik bir yönelime sahiptir. Bu nedenle bahsedilen düzlemlerdeki izdüşümleri ayrı ayrı hesaplandı:

1. Antero-posterior düzlemdeki izdüşümü (AP uzunluk): Medialde vertebral kolona en yakın dalak kenarının midkoronal düzleme uzaklığından kaudalde dalağın en son görüldüğü noktanın midkoronal düzleme uzaklığı çıkarılarak hesaplandı.
2. Medio-lateral düzlemdeki izdüşümü (ML uzunluk): Medialde vertebral kolona en yakın dalak kenarının midsagittal düzleme uzaklığından kaudalde dalağın en son görüldüğü noktanın midsagittal düzleme uzaklığı çıkarılarak hesaplandı.
3. Süpero-inferior düzlemdeki izdüşümü (SI uzunluk): Medialde vertebral kolona en yakın dalak kenarının sedye değerinden kaudalde dalağın en son görüldüğü noktanın sedye değeri çıkarılarak hesaplandı.

MSU, dikdörtgen prizmanın cisim köşegeni gibi düşünülebilir. MSU'yu hesaplamak için aşağıdaki formül kullanıldı:

$$MSU (mm) = \sqrt{AP^2 + SI^2 + ML^2}$$



Şekil 14. Maksimum sonografik uzunluk (MSU) şematik olarak gösterilmekte
Yanı sıra şu ölçümler yapılmıştır:

Dalak kalınlığı (T): Hilus düzeyinin dalak sırtına uzaklığı ölçüldü.



Şekil 15. Dalak kalınlığı (T)

Dalak genişliği (W): Aksiyel kesitlerde dalağın medial ve lateral uçları arasında ölçülebilen en geniş uzaklıktır.



Şekil 16. Dalak genişliği (W)

Böbreğin longitudinal uzunluğu (BLU): Reformat görüntülerde böbrek kutupları arasındaki dikey uzaklıktır.



Şekil 17.Böbrek longitudinal aksı

Dalak uzunluğu (L): Aksiyel görüntülerde dalağın kraniyalde görüldüğü ilk noktanın sedye değerinden kaudalde görülen en son noktanın sedye değeri çıkarılarak hesaplandı.

Tanımlanan ölçümler kullanılarak aşağıdaki hesaplamalar yapıldı:

1. **Formüle dayalı dalak kesit alanı:** Aşağıdaki formül kullanıldı:

$$\text{Dalak kesit alanı (mm}^2\text{)} = 0.52 \times \text{MSU (mm)} \times \text{Dalak kalınlığı (mm)}$$

2. **Formüle dayalı dalak hacmi:** Aşağıdaki formül kullanıldı:

$$\text{Dalak hacmi (mm}^3\text{)} = 0.52 \times \text{MSU (mm)} \times \text{Dalak kalınlığı (mm)} \times \text{Dalak genişliği (mm)}$$

Formüle dayalı yöntemle dalak hacim ölçümü ortalama 5 dakika sürdü.

3. **Dalağın maksimum sonografik uzunluğu/Böbreğin longitudinal uzunluğu:**

Aşağıdaki formül kullandı:

$$\text{MSU/BLU} = \text{MSU (mm)} / \text{BLU (mm)}$$

Ölçümler ve hesaplamalar sonucunda elde edilen değerler ile yazılım aracılığıyla ölçülen volümetrik dalak hacmi arasındaki korelasyon araştırıldı. Kullanılan terimler ve kısa tanımları Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Tanımlar

Terim	Tanım
Midsagittal düzlem	Spinöz prosten vertebra korpus anterioruna doğru geçen, vertebra korpusu ve spinal kanalı iki eş parçaya ayıran düzlem
Midkoronal düzlem	Vertebra korpus posteriyor sınırına teğet geçen düzlem
Maksimum süpero-inferior uzunluk (SI)	Dalağın mediyal ve inferiyor uçlarının sedye değerleri arasındaki fark
Maksimum mediolateral uzunluk (ML)	Dalağın mediyal ve inferiyor uçlarının midsagittal plana uzaklıklarının farkı
Maksimum anteroposterior uzunluk (AP)	Dalağın medyal ve inferiyor uçlarının koronal plana uzaklıklarının farkı
Dalağın Maximum Sonografik Uzunluğu (MSU)	$\sqrt{SI^2 + ML^2 + AP^2}$
Dalak kalınlığı (T)	Dalak hilusundan dalak sırtına olan uzaklık
Dalağın maksimum sonografik kesitsel alanı	$MSU \times \text{Kalınlık} \times 0.52$
Dalak genişliği (W)	Aksiyel kesitlerde dalağın medial ve lateral uçları arasında ölçülebilen en geniş uzaklıktır
Dalak uzunluğu (L)	Dalağın kranyal ve kaudal uçlarının sedye değerleri arasındaki fark
Formüle dayalı hacim ölçümü	$MSU \times \text{Kalınlık}(T) \times \text{Genişlik}(W) \times 0.52$

Volümetrik dalak hacmi ile lineer ölçümler arası ilişki pearson korelasyon analizi ile değerlendirildi. Bu istatistiksel yöntemle her bir ölçümün diğer ölçümlerle korelasyonu da değerlendirildi. Ayrıca formüle dayalı yöntem ile volümetrik yöntem ilişkisi Passing ve bablok regresyon analizi ile değerlendirildi. İstatistiksel değerlendirme için SPSS 14.0 versiyonu ve Microsoft Excel 2016 yazılımları kullanıldı. Değerlendirmede p değeri 0.001'in altında ise istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.



4. BULGULAR

Çalışmaya alınan 147 hastanın 81'i erkek 66'sı kadındı. Erkek hastaların yaş ortalaması 34, kadın hastaların yaş ortalaması 41 idi. Genel yaş ortalaması 36 olup yaş aralığı 19 ile 70 arasında idi.

MSU ve volümetri yöntemiyle ölçülen dalak hacmi arasında çok güçlü korelasyon saptandı ($r=0.81$, $p<0.001$).

Maksimum sonografik uzunluğun böbrek longitudinal uzunluğuna oranı (MSU/BLU) volümetrik dalak hacmiyle güçlü korelasyon gösterdi ($r=0.72$, $p<0.001$).

Formüle dayalı dalak kesiti ile volümetri yöntemiyle ölçülen dalak hacmi arasında güçlü korelasyon bulundu ($r=0.93$, $p<0.001$).

Volümetri yöntemiyle ölçülen dalak hacmi ile formüle dayalı dalak hacmi arasında çok güçlü korelasyon bulundu ($r=0.97$, $p<0.001$). Formüle dayalı dalak hacmi ile volümetrik dalak hacmi arasındaki ilişkinin Passing ve Bablok regresyon analizi Şekil 18'de gösterilmiştir.

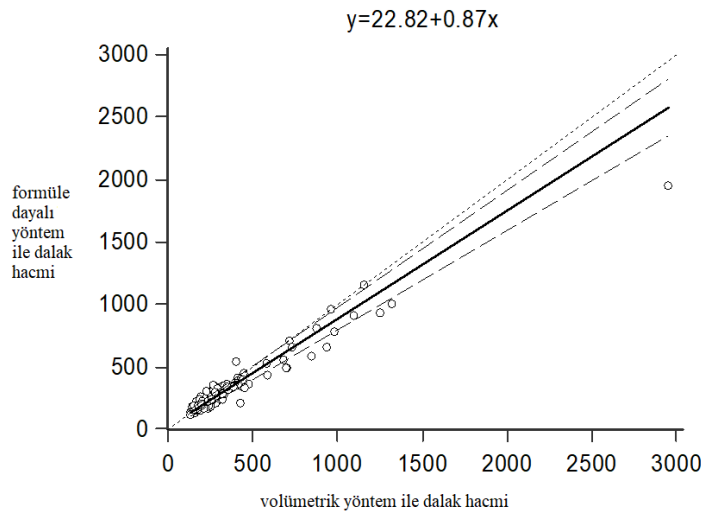
Dalak kalınlığı (T) ile volümetrik dalak hacmi arasında güçlü korelasyon saptandı ($r=0.80$, $p<0.001$).

Dalak genişliği (W) ile volümetrik dalak hacmi arasında güçlü korelasyon saptandı ($r=0.78$, $p<0.001$).

Dalak kranyokaudal uzunluğu (L) ile volümetrik dalak hacmi arasında güçlü korelasyon saptandı ($r=0.78$, $p<0.001$).

Tablo 4. Ölçümler arasındaki korelasyon tablosu

Değişkenler	MSU	Kalınlık(T)	Dalak kesiti	MSU/BLU	Genişlik(W)	Formüle dayalı hacim ölçümü	Volümetrik yöntemle hacim ölçümü
MSU	1						
Kalınlık(T)	0.70	1					
Dalak kesit alanı	0.91	0.91	1				
MSU/BLU	0.89	0.60	0.80	1			
Genişlik(W)	0.64	0.71	0.74	0.53	1		
Formüle dayalı hacim ölçümü	0.85	0.88	0.97	0.74	0.83	1	
Volümetrik yöntemle hacim ölçümü	0.81	0.80	0.93	0.72	0.78	0.97	1



Şekil 18. Formüle dayalı dalak hacmi ile volümetrik dalak hacmi arasındaki ilişkinin Passing ve Bablok regresyon analizi

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada basit lineer ölçümlerin volümetrik dalak hacmiyle ilişkisi araştırıldı. Daha önce BT görüntülerinde literatürde tanımlanmamış olan maksimum sonografik uzunluk (MSU) tanımlandı. MSU ile volümetrik dalak hacmi arasında çok güçlü korelasyon saptandı ($r=0.81$, $p<0.001$). Volümetrik olmayan tek lineer ölçümlerden dalak hacmiyle en çok korelasyon gösteren parametre MSU idi.

Bu çalışmada, dalak hacmini ortaya koymak için volümetrik yöntem altın standart kabul edilmiştir. Bilgisayar programı aracılığıyla bir organın volümetrik hacim ölçümü otomatik ve manuel olmak üzere iki ayrı şekilde yapılabilir. Bu çalışmada otomatik volümetrik yöntem kullanıldı. Bu yöntemde dalağa komşu dalağa yakın dansitede olan bağırsak, mide, göğüs-karın duvarı ve vasküler yapılar hatalara yol açabilir. Otomatik volümetrik ölçümün doğruluğunu artırmak için bu doku ve organları manuel olarak çıkarıldı. Hammon ve arkadaşları, 15 lenfoma hastasını temel alan bir çalışmada dalağın bilgisayar programı aracılığıyla yapılan otomatik ve manuel ölçümü arasında 0.99 korelasyon bildirmişlerdir (3).

Bu çalışmada volümetrik dalak hacmiyle MSU arasında saptanan yüksek korelasyon, Loftus ve arkadaşlarının 30 kadavrada ultrasonografi kullanarak yaptığı çalışma ile uyumluluk göstermektedir (33). Loftus ve arkadaşları, bu kadavra çalışmasında maksimum sonografik uzunluk ile dalak hacmi arasında çok güçlü korelasyon bulmuştur ($r=0.83$, $p<0.001$) (39).

Yeni bir parametre olarak BT’de maksimum sonografik uzunluğun, böbrek longitudinal uzunluğuna oranının (MSU/BLU) volümetrik dalak hacmiyle ilişkisi araştırıldı. MSU/BLU oranının volmetrik dalak hacmiyle güçlü korelasyon gösterdiği saptandı ($r=0.72$, $p=0.001$). Her ne kadar MSU/BLU oranı volümetrik dalak hacmiyle güçlü korelasyon gösterse de tek başına MSU’nun dalak hacmiyle korelasyon katsayısı daha yüksektir. Bu çalışmada MSU/BLU oranı ortalamasını 1,01 bulundu. Al-İmam ve arkadaşları 184 çocuk hastada ultrasonografi ile MSU/BLU oranı ve bunun dalak hacmiyle ilişkisini araştırmıştır (37). MSU/BLU oranı ortalamasını 1 bulmuş, bu oran 1.25’ten büyük olduğunda splenomegaliyle yakından ilişkili olduğunu bildirmiştir (37).

Volümetrik olmayan lineer ölçümlerden dalak hacmiyle MSU’dan sonra en çok korelasyon gösteren parametre dalak kalınlığı (T) olarak bulundu ($r=0.80$, $p<0.001$). Bezerra ve arkadaşları, 249 hastanın BT görüntüleri üzerinde yaptığı çalışmada dalak kalınlığı ile volümetrik dalak hacmi arasında güçlü ilişki bulmuştur (6). Dalak kalınlığını çeşitli birkaç yerden ölçmüş olup, korelasyon katsayısını ölçüm yerine göre $r=0.64$, $r=0.65$, $r=0.78$ bulmuştur (6). Prassopoulos ve arkadaşları 140 hastanın BT görüntülerinde yaptığı çalışmada maksimum dalak kalınlığı ile volümetrik dalak hacmi arasında güçlü ilişki bulmuştur ($r=0.68$) (20). Çağlar ve arkadaşları, 212 hastanın BT görüntüleri üzerinde yaptığı çalışmada dalak hacmiyle dalak kalınlığı arasında güçlü ilişki bulmuştur ($r=0.75$) (16). Srisajjakul ve arkadaşları, 426 hastanın BT görüntülerinde yaptığı çalışmada dalak hacmiyle dalak kalınlığı arasında iyi korelasyon bulduklarını bildirmişlerdir ancak korelasyon katsayısından bahsedilmemiştir (47). Bu çalışmada, dalak kalınlık ölçümü dalak hilusu düzeyinden periferine dik çizilen düzlemde yapıldı. Literatürde dalak hacmiyle dalak kalınlığı arasında güçlü korelasyon bulunsa da korelasyon katsayısı $r=0.64$ ’ten $r=0.78$ ’e kadar olan değişken değerler saptanmıştır. Bu çalışmada dalak kalınlık ve dalak hacmi arasında literatürde geçen değerlerden daha iyi korelasyon saptandı. Literatürde dalak hacmiyle dalak kalınlığı arası korelasyonda saptanan çeşitlilik, kalınlık ölçümü yapılan dalak düzeyi ile yakından ilişkilidir. Yanı sıra, dalak şekli ve pozisyonundan kaynaklanan varyasyonların bunda etkili olduğu düşünüldü.

Bu çalışmada volümetrik olmayan lineer ölçümlerden dalak genişliği (W) ile volümetrik dalak hacmi arasında güçlü korelasyon bulundu ($r=0.78$, $p<0.001$). Bezerra ve arkadaşları, yaptığı çalışmada dalak genişliği ve volümetrik dalak hacmi arasında güçlü

korelasyon bulmuştur ($r=0.78$) (6). Bu çalışmada, dalak hacmiyle dalak genişliği arasında Bezerra ve arkadaşlarının bulduğuyla benzer korelasyon saptandı. Çağlar ve arkadaşları dalak hacmiyle genişliği arasında yüksek korelasyon bulmuştur ($r=0.68$) (16). Prassopoulos ve arkadaşlarının çalışmasında, dalak genişliği ile volümetrik dalak hacmi arasında güçlü korelasyon bulunmuştur ($r=0,64$) (20). Bu çalışmada, dalak hacmiyle dalak genişliği arasında Prassopoulos ve arkadaşları ile Çağlar ve arkadaşlarının bulduğundan daha yüksek korelasyon saptanmıştır (16,20). Korelasyon katsayılarında izlenen bu çeşitliliğin ölçüm yapılan dalak düzeyi ve ölçüm tekniği ile ilişkili olduğu düşünülmüştür. Ayrıca hasta sayısı, örneklenen hasta grubu ve dalağın şekil ve pozisyonundaki varyasyonlar bu duruma katkı sağlayabilir.

Bu çalışmada kranyo-kaudal dalak uzunluğuyla (L) dalak hacmi arasında güçlü korelasyon bulunmuştur ($r=0.78$, $p<0.001$). Bezerra ve arkadaşları, Prassopoulos ve arkadaşları ve Srisajjakul ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmalarda dalak hacmiyle kranyokaudal dalak uzunluğu arasında çok güçlü korelasyon bulunmuştur. Korelasyon katsayısını sırasıyla $r=0.81$, $r=0.81$, $r=?$ (belirtilmemiş) buldular. (6, 20, 45). Bu üç çalışmada da volümetrik olmayan tek lineer ölçümlerden kranyokaudal dalak uzunluğu (L), volümetrik dalak hacmiyle en ilişkili parametre tespit edilmiştir. Çağlar ve arkadaşları kranyokaudal dalak uzunluğuyla dalak hacmi arasında güçlü korelasyon bulmuştur ($r=0.73$) (16). Bu çalışmada kranyokaudal dalak uzunluğu ile volümetrik dalak hacmi arasında bulunan korelasyon literatür ile uyumluluk göstermektedir.

Yapılan tüm ölçümler içerisinde volümetrik dalak hacmiyle en çok formüle dayalı yöntem korelasyon gösterdi ($r=0.97$, $p<0.001$). Literatürde, dalak lineer ölçümlerinin çarpılmasıyla ortaya çıkan 'splenik indeks' ve splenik indeksten türetilen formüllerin dalak hacmiyle ilişkisi araştırılmıştır. Bu formüllerde genellikle dalak kalınlık (T), genişlik (W) ve kranyokaudal uzunluğu (L) ölçümlerinin çarpımı ($L*T*W$) kullanılmıştır. Bu çalışmada formüle dayalı dalak hacim ölçümü için şu formül kullanılmıştır: $V(\text{formül})=0.52 \times MSU \times \text{Kalınlık}(T) \times \text{Genişlik}(W)$. Bu formülde kranyokaudal dalak uzunluğu yerine MSU kullanıldı. Srisajjakul ve arkadaşları, 426 hastanın BT görüntülerinde yaptığı çalışmada volümetrik dalak hacmiyle splenik indeks arasında yüksek korelasyon bulmuştur ($r=0.78$) (45). Prassopoulos ve arkadaşlarının 140 hastanın BT görüntülerinde yaptığı çalışmada, volümetrik dalak hacmi ve geliştirdikleri formüle dayalı yöntem arasında çok güçlü korelasyon bulmuştur ($r=0.94$, $p<0.001$) (20).

Bezerra ve arkadaşları, 249 hastanın BT görüntülerinde yaptığı çalışmada volümetrik dalak hacmiyle splenik indeks arasında çok güçlü korelasyon bulmuştur (6). Schlesinger ve arkadaşları 50 çocuk hastanın BT görüntülerinde yaptığı çalışmada splenik indeks ile dalak hacmi arasında çok güçlü korelasyon tespit etmiştir($r=0.95$) (18). İshibashi ve arkadaşları yaptığı çalışmada ultrasonografi ile hesapladıkları splenik indeks ile splenektomi materyalinin hacmi arasında güçlü korelasyon bulduklarını bildirmiştir (36). Bu çalışmada, geliştirilen formüle dayalı yöntem ile volümetrik dalak hacmi arasında çok güçlü korelasyon tespit edildi. Geliştirilen formüle dayalı yöntem ile volümetrik dalak hacmi arasında, literatürdeki çalışmalardan elde edilen değerlerden daha iyi korelasyon saptandı. Formülde kranyokaudal uzunluk yerine kullanılan MSU lineer ölçümü, korelasyon katsayısını yükseltmede katkı sağlamış olabilir.

Bu çalışmanın ana kısıtlılığı BT’de hesaplanan maksimum sonografik uzunluk (MSU) değerinin eş zamanlı ölçülmüş ultrasonografi (US) karşılığının bulunmayışıdır. Maksimum sonografik uzunluk temel alınarak türetilen formüle dayalı yöntem ve yazılımla ölçülen volümetrik yöntem arasındaki korelasyonun MSU ölçümü ultrasonografi ile yapıldığında ne derece olacağı bilinmemektedir. Ölçümler sadece bir gözlemci tarafından gerçekleştirilmiş olup gözlemciler arası güvenilirlik değerlendirilememiştir. Hasta sayısının nispeten az olması ve tek merkezli çalışma olması bu çalışmanın diğer kısıtlılıklarını oluşturmaktadır.

6. SONUÇLAR

Kolay, yeni ve hızlı ölçümler olan MSU ve MSU/BLU oranı dalak hacmini değerlendirmede kullanılabilir. MSU, dalak kalınlık (T) ve genişliğinin (W) kullanıldığı formüle dayalı yöntem dalak hacmini yüksek doğrulukla tahmin edebilir.

KAYNAKLAR

1. Linguraru MG, Sandberg JK, Jones EC. Assessing splenomegaly: automated volumetric analysis of the spleen. *Acad Radiol*, 2013 Jun;20(6):675-84.
2. Siddiqui MA, Ali AHA. Assesment of Normal spleen size. *Int J Pharm Bio Sci* 2015 July;6(3.):(B)46–57.
3. Hammon, M, Dankerl, P, Kramer M et al. Automated detection and volumetric segmentation of the spleen in CT scans. *Rofo*, 2012;184:734–739.
4. Spleen [editorial]. Susan Standring, *Gray's Anatomy: The anatomical basis of clinical practice* (41th ed) Elsevier, 2016, pp. 1118-93.
5. Alimentary System [editorial]. Moore KL, *Clinically Oriented Embryology* (9th ed) Elsevier, 2013, pp. 225.
6. Bezerra AS, D'Ippolito G, Faintuch S, Szejnfeld J, Ahmed M. Determination of splenomegaly by CT: is there a place for a single measurement? *Am J Roentgenol*, 2005;184(5):1510-3.
7. Karakoç E. *Abdominal Radyoloji* (1. baskı), Dünya tıp kitabevi, 2014.
8. Ersan A, Jorge E, Young K, Semelka R. Spleen. Semelka R, *Abdominal- Pelvic MRI* (4th ed) Wiley Blackwell, New Jersey 2016, pp. 677-723.
9. Brant W. Spleen. Webb R, *Fundamental of body CT* (4th ed) Elsevier Philadelphia 2015, pp. 241-249.
10. Seçil M. Dalak. Seçil M, *Temel Ultrasonografi ve Doppler* (2nd ed), İzmir 2013, pp. 239.
11. Hepatobiliary System [editorial]. Harvey A Ziessman, Janis P O'Malley, James H Thrall. *Nuclear medicine: The Requisites* (4th ed) Elsevier, Philadelphia 2015, pp. 163-67.
12. Zhang B, Lewis SM. Use of radionuclide scanning to estimate size of spleen in vivo. *J Clin Path*, 1987;40: 508-11.
13. Markisz JA, Treves ST, Davis RT. Normal hepatic and splenic size in children: scintigraphic determination. *Pediatr Radiol*, 1987;17(4):273-6.

14. Revesz P, Carneskog J, Wadenvik H, Jarneborn L, Kutti J. Measurement of spleen size using Gamma camera scintigraphy in essential thrombocythemia. *Eur J Haematol*, 1993;51(3):141-3.
15. Erdogan N, Yasar F, İmamoglu T, Adam G. Kesitsel görüntülerde dalak hacminin cavalieri yöntemiyle saptanması ve formüle dayalı yöntemlerle kıyaslanması. *Tepecik Eğitim Hast Derg* 2010;20(2):63-69.
16. Caglar V, Alkoc OA, Uygur R, Serdaroglu O, Ozen OA. Determination of normal splenic volume in relation to age, gender and body habitus: a stereological study on computed tomography. *Folia Morphol (Warsz)*, 2014;73(3):331-8.
17. 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. *Am J Roentgenol*, 1993 May;160(5):1107-9.
18. Schlesinger AE, Hildebolt CF, Siegel MJ, Pilgrim TK. Splenic volume in children: simplified estimation at CT. *Radiology*, 1994;193(2):578-80.
19. Henderson JM, Heymsfield SB, Horowitz J, Kutner MH. Measurement of liver and spleen volume by computed tomography. *Radiology*, 1981;141(2):525-7.
20. Prassopoulos P, Daskalogiannaki M, Rasissaki 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.
21. Prassopoulos P, Cavouras D. CT assessment of normal splenic size in children. *ActaRadiol*, 1993;35(2):152-4.
22. Harris A, Kamishima T, Hao HY, Kato F, Omatsu T, Onodera Y et al. Splenic volume measurements on computed tomography utilizing automatically contouring software and its relationship with age, gender, and anthropometric parameters. *Eur J Radiol*, 2010;75(1):97101.
23. Asghar A, Agrawal D, Yunus SM, Sharma PK, Zaidi SH, Sinha A. Standard splenic volume estimation in north indian adult population: Using 3D reconstruction of abdominal CT scan images. *Anat Res Int*, 2011:707325

24. Siddiqui MA, Ali AHA, Bedewi MA, Serhan OO. Estimation of standard splenic volume in Saudi Arabian adult population: Using 3D reconstruction of abdominal CT scan images. *Open Journal of Internal Medicine*, 2014;4: 7-12.
25. Breiman RS, Beck JW, Korobkin M. Volume determinations using computed tomography. *American Journal of Roentgenology*, 1982;138:329-333.
26. Rodrigues Junior AJ., Rodrigues CJ, Germano MA., Rasera Junior I, Cerri G G. Sonographic assessment of normal spleen volume. *Clinical Anatomy*, 1995;8:252-255.
27. Loftus WK, Chow LT, Metreweli C. Sonographic measurement of splenic length: correlation with measurement at autopsy. *J Clin Ultrasound*, 1999;27(2):71–74.
28. Blendis LM, Williams R, Kreel L. Radiological determination of spleen size. *Gut*, 1969;10(6):433-5.
29. Deligeorgis D, Yannakos D, Panayotou P, Doxiadis S. The normal borders of the liver in infancy and childhood: Clinical and x-ray study. *Arch Dis Child*, 1970;45(243):702-4.
30. Zhang B, Lewis SM. Use of radionuclide scanning to estimate size of spleen in vivo. *J Clin Path*, 1987;40: 508-11.
31. Markisz JA, Treves ST, Davis RT. Normal hepatic and splenic size in children: scintigraphic determination. *Pediatr Radiol*, 1987;17(4):273-6.
32. Revesz P, Carneskog J, Wadenvik H, Jarneborn L, Kutti J. Measurement of spleen size using Gamma camera scintigraphy. *Eur J Haematol*, 1993 Sep;51(3):141-3.
33. Dittrich M, Milde S, Dinkel E, Baumann W, Weitzel D. Sonographic biometry of liver and spleen size in childhood. *Pediatric Radiol*, 1983;13(4), 206-211.
34. Pietri H, Boscaini M. Determination of a splenic volumetric index by ultrasonic scanning. *J Ultrasound Med*, 1984;3(1):19-23.
35. Rosenberg HK, Markowitz RI, Kolberg H, Park C, Hubbard A, Bellah RD. Normal splenic size in infants and children: sonographic Measurements. *AJR Am J Roentgenol*, 1991;157(1):119-21.

36. Ishibashi H, Higuchi N, Shimamura R, Hirata Y, Kudo J, Niho Y. Sonographic assessment and grading of spleen size. *J Clin Ultrasound*, 1991;19(1):21-5.
37. Al-Imam O, Suleiman A, Khuleifat S. Ultrasound assessment of normal splenic length and spleen-to-kidney ratio in children. *East Mediterr Health J*, 2000;6(2-3):514-6.
38. Rohani N, Alipur A. Sonographic assessment and grading of spleen index in various diseases. *Tehran University Medical Journal*, 2000;58: 19-22.
39. Loftus WK, Chow LT, Metreweli C. Sonographic measurement of splenic length: correlation with measurement at autopsy. *J Clin Ultrasound*, 1999;27(2):71-74.
40. Capaccioli L, Stecco A, Vanzi E, Brizzi E. Ultrasonographic study on the growth and dimensions of healthy children and adult organs. *Ital J Anat Embryol*, 2000;105(1):1-50.
41. Lamb 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? *Br J Radiol*, 2002;75(895):573-7.
42. Yetter EM, Acosta KB, Olson MC, Blundell K. Estimating Splenic Volume: sonographic measurements correlated with helical CT determination. *Am J Roentgenol*, 2003;181(6):1615-20.
43. Harris A, Kamishima T, Hao HY, Kato F, Omatsu T, Onodera Y, Terae S. Splenic volume measurements on computed tomography utilizing automatically contouring software and its relationship with age, gender, and anthropometric parameters. *Eur J Radiol*, 2010;75(1):97101.
44. Mazonakis M, Damilakis J, Maris T, Prassopoulos P, Gourtsoyiannis N. Estimation of spleen volume using MR imaging and a random marking technique. *Eur Radiol*, 2000;10(12):1899-903.
45. Srisajjakul S, Prapaisilp P, Laorattkul N. Normal Splenic Volume Assessment on CT in 426 Adults. *Siriraj Med J*, 2012;64:43-46


T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI'NA

Dr. Mustafa Özdemir'e ait "Normal Dalak Hacminin Volümetri Dışındaki Ölçümlerle Korelasyonu" adlı çalışma, jürimiz tarafından Radyoloji Anabilim Dalı'nda Tıpta Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tarih: 09/04/2018

İmza

Başkan..... Prof. Dr. Nevzat Özcan 

Üye..... Prof. Dr. Nuri ERDOĞAN 
Radyoloji Anabilim Dalı
Dip No: 90AB142
Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastaneleri

Üye..... Doç. Dr. Ahmet SAURANLAR 