



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**KARACİĞER VE BÖBREK VERİCİ ADAYLARINDA
MEZENTERİK ARTER VARYASYONLARININ
BT ANJİYOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Bilgesu ARIKAN ERGÜN

**RADYOLOJİ ANABİLİM DALI
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Yusuf Serdar AKYAR**

ANKARA

2019



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**KARACİĞER VE BÖBREK VERİCİ ADAYLARINDA
MEZENTERİK ARTER VARYASYONLARININ
BT ANJİYOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Bilgesu ARIKAN ERGÜN

**RADYOLOJİ ANABİLİM DALI
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Yusuf Serdar AKYAR**

ANKARA

2019

KABUL VE ONAY

Düzenleme tarihi: 24/12/2014

ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ TEZ SINAVI TUTANAĞI

I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİNİN	
Adı, Soyadı	: Dr. Bilgesu Arıkan Ergün
Anabilim/Bilim Dalı	: Radyoloji Anabilim Dalı
Tez Danışmanı	: Prof. Dr. Serdar AKYAR
Sınav tarihi: 04/11/2014	

II. TEZ İLE İLGİLİ BİLGİLER	
Tezin Başlığı: Karaciğer ve böbrek verici adaylarında mezenterik arter varyasyonlarının BT anjiyografi ile değerlendirilmesi.	
Tezin Niteliği:	<input checked="" type="checkbox"/> Ana Dal Uzmanlık Tezi <input type="checkbox"/> Yan Dal Uzmanlık Tezi
Kaçıncı tez sınavı olduğu:	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3

III. KARAR	
Yapılan tez sınavı sonucunda yukarıda belirtilen tezin "Tıpta Uzmanlık Tezi" olarak	
<input checked="" type="checkbox"/> Kabulüne	
<input type="checkbox"/> Reddine	
<input type="checkbox"/> Düzeltmeler yapıldıktan sonra tekrar değerlendirilmesine	
<input checked="" type="checkbox"/> Oy birliği <input type="checkbox"/> Oy çokluğu ile karar verilmiştir.	

IV. AÇIKLAMALAR	
Lütfen, tezin reddi veya düzeltme istenmesi durumunda gerekçeli açıklamalarınızı buraya yazınız	



Jüri Başkanı
Prof. Dr. Serdar AKYAR
Radyoloji Anabilim Dalı

Jüri Üyesi
Prof. Dr. Erhan Durgut ILGIT
Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi
Radyoloji Anabilim Dalı

Jüri Üyesi
Prof. Dr. Cemil YAĞCI
Radyoloji Anabilim Dalı

ÖNSÖZ

Eğitimim süresince sadece radyoloji değil hayata dair kendisinden çok şey öğrendiğim, hiçbir desteği benden esirgemeyen, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşarak iyi bir radyolog ve daha iyi bir insan olarak yetişmeme katkıda bulunan, bir baba gibi bizleri koruyup kollayan sayın hocam Prof. Dr. Y. Serdar Akyar başta olmak üzere;

Bu uzun ve zorlu yolda bilgi ve tecrübeleriyle yoluma ışık tutan hocalarım Prof. Dr. Umman N. Sanlıdilek'e, Prof. Dr. M. İlhan Erden'e, Prof. Dr. M. Sadık Bilgiç'e, Prof. Dr. Gülden Şahin'e, Prof. Dr. Cemil Yağcı'ya, Prof. Dr. Gül Ayşe Erden'e, Prof. Dr. Ö. Suat Fitoz'a, Prof. Dr. Kıvılcım Yavuz'a, Prof. Dr. Nuray Ünsal Haliloğlu'na, Prof. Dr. Esra Özkavukcu Ünlü'ye, Doç. Dr. Evren Üstüner'e, Doç. Dr. Ebru Düşünceli Atman'a, Doç. Dr. Çağlar Uzun'a, Doç. Dr. Elif Peker'e, Doç. Dr. N. Kemal Altınbaş'a, beraber çalışmaktan mutluluk duyduğum uzman doktorlar Dr. Başak Gülpınar'a, Dr. Zehra Akkaya'ya, Dr. Ayşegül Gürsoy Çoruh'a, Dr. Seray Akçalar'a, Dr. Melahat Kul'a, Dr. Diğdem Kuru Öz'e, Dr. M. Fatih Arslan'a, Dr. Emre C. Çelebioğlu'na, Dr. Metin Yavuz'a, Çocuk Radyolojisi Bilim Dalından sevgili Derya-Berna-Seda-Eda ablalarım, 5 sene boyunca yan yana çalıştığım tüm Ankara Tıp Radyoloji Anabilim Dalı teknisyen, hemşire ve personeline sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Çok sevgili asistan arkadaşlarıma rapor odalarının karanlığını aydınlattıkları, olmayan camlardan ferah bir rüzgar estirdikleri, ihtiyacım olduğunda yaslanacak omuz ve nice kahkaların sebebi oldukları için teşekkür ederim.

“İyi insan” olabilmek konusunda en büyük ilhamım sevgili anneme, çalışkanlık ve alçakgönüllüğü öğreten sevgili babama, beni daima genç tutacak neşe kaynaklarım sevgili kız kardeşlerime varlıkları için teşekkür ederim.

Sayesinde hayatı, taşı-toprağı, suyu, yeşili, hayvanları daha da çok sevebildiğim, bu yolculuğu güzelleştiren yol arkadaşım Ergun'a yanımda olduğu için teşekkür ederim.

Dr. Bilgesu Arıkan Ergün

Ankara, 2019

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
TABLolar DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Arteriyel Sistemin Embriyolojisi	2
2.2. Arteriyel Sistemin Histolojisi	7
2.2.1. Tunika İntima	7
2.2.2. Tunika Medya	8
2.2.3. Tunika Adventisya	8
2.3. Abdominal Aorta ve Visseral Arterlerin Anatomisi	9
2.3.1. Çölyak Trunkus	10
2.3.1.1. Splenik Arter	11
2.3.1.2. Hepatik Arter	12
2.3.1.3. Sol Gastrik Arter	14
2.3.2. Superior Mezenterik Arter	16
2.3.3. İnförior Mezenterik Arter	19
2.3.4. Renal Arterler	20
2.4. Vasküler Görüntüleme Teknikleri	21
2.4.1. Doppler Ultrasonografi	21
2.4.2. Dijital Subtraksiyon Anjiyografi (DSA)	22
2.4.3. Manyetik Rezonans Anjiyografi (MRA)	23
2.4.4. Bilgisayarlı Tomografi (BT) ve Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi (ÇKBT)	24
2.4.4.1. Genel Bilgiler	24
2.4.4.2. Dedektörler	25
2.4.4.3. Kesit Kalınlıkları	25
2.4.4.4. Veri Elde Etme Düzeni (DAS)	26

2.4.4.5. Üç Boyutlu Görüntüler	26
2.4.5. Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi (BTA)	27
2.4.5.1. Genel Bilgiler	27
2.4.5.2. BTA'DA Kontrast Madde Enjeksiyonu Zamanlama Teknikleri	28
2.4.5.2.1. Sabit Gecikme Tekniği	28
2.4.5.2.2. Test Bolus Tekniği	28
2.4.5.2.3. Bolus 'Tracking' Tekniği	28
2.5. Radyasyon Dozu	28
2.6. Kontrast Maddeler	29
2.6.1. Genel Bilgiler	29
2.6.2. Yüksek Osmolariteli Kontrast Maddeler	30
2.6.3. Düşük Osmolariteli Kontrast Maddeler	30
2.6.3.1. Düşük Osmolariteli Noniyonik Kontrast Maddeler	30
2.6.3.2. Düşük Osmolariteli İyonik Kontrast Maddeler	31
2.6.4. Kontrast Madde Reaksiyonları	31
3. GEREÇ VE YÖNTEM	32
3.1. İstatistiksel Yöntem	33
4. BULGULAR	34
4.1. Çölyak Arteriyel Anatomik Varyasyonlar	37
4.2. Hepatik Arteriyel Anatomik Varyasyonlar	37
4.2.1. Replase Sağ Hepatik Arter	38
4.2.2. Replase Sol Hepatik Arter	38
4.2.3. Aksesuar Sağ Hepatik Arter	38
4.2.4. Aksesuar Sol Hepatik Arter	38
4.2.5. Aortadan Köken Alan Ortak Hepatik Arter	39
4.2.6. Aortadan Köken Alan Sağ Hepatik Arter	39
4.2.7. Çölyak Arterden Köken Alan Sağ Hepatik Arter	39
4.2.8. Çölyak Arterden Köken Alan Sol Hepatik Arter	39
4.2.9. SMA'dan Köken Alan Ortak Hepatik Arter (Replase Ortak Hepatik Arter)	40
4.2.10. Gastroduodenal Arterden Köken Alan Sol Hepatik Arter	40

4.3. Hepatik Olmayan Çölyak Arteriyel Varyasyonlar	40
4.3.1. Aksesuar Sol Gastrik Arter	40
4.3.2. Gastroduodenal Arterden Köken Alan Aksesuar Sol Gastrik Arter	41
4.3.3. Aortadan Köken Alan Sol Gastrik Arter	41
4.3.4. Ortak Hepatik Arterden Köken Alan Sol Gastrik Arter	41
4.3.5. Çölyomezenterik Trunkus (Ortak Çölyak ve SMA Trunkusu)	41
4.3.6. Sol Hepatik Arterden Köken Alan Gastroduodenal Arter	42
4.3.7. Çölyak Trunkustan Köken Alan Gastroduodenal Arter	42
4.3.8. Aksesuar Gastroduodenal Arter	42
4.3.9. SMA'dan Köken Alan Gastroduodenal Arter	42
4.3.10. Diğer	43
4.4. Renal Arteriyel Varyasyonlar	43
4.4.1. Çift Renal Arter	43
4.4.2. Üç Renal Arter	43
4.4.3. Dört Renal Arter	44
4.4.4. Diğer	44
5. TARTIŞMA	45
6. SONUÇ	52
ÖZET	53
SUMMARY	54
KAYNAKÇA	55
EKLER: Olgu Örnekleri	60

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

AA	: Abdominal Aorta
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
BTA	: Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi
ÇKBT	: Çok kesitli Bilgisayarlı Tomografi
ÇT	: Çölyak Trunkus
DAS	: Data Acquisition System
DSA	: Dijital Subtraksiyon Anjiyografi
HA	: Hepatik Arter
HU	: Haunsfield Ünitesi
İMA	: İnfirior Mezenterik Arter
kV	: Kilovolt
mAs	: Miliampers
MİP	: Maksimum İntensite Projeksiyon
MPR	: Multiplanar Rekonstrüksiyon
MRA	: Manyetik Rezonans Anjiyografi
mSi	: MiliSievert
PCA	: Faz Kontrast Anjiyografi
RA	: Renal Arter
ROI	: Region of Interest
SA	: Splenik Arter
SGA	: Sol Gastrik Arter
SMA	: Superior Mezenterik Arter
SSD	: Shaded Surface Display
TOF	: Time of Flight
US	: Ultrasonografi
VRT	: Volume Rendering Technique

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	4. gestasyonel haftada dorsal aortadan çıkarak yolk sakı besleyen vitellin arterler	3
Şekil 2.2.	Ventral aorta ve dalları	4
Şekil 2.3.	Mezenterik arterlerin embriyolojik gelişimi	5
Şekil 2.4.	Gelişimleri sırasında böbreklerin karın içerisinde yükselmesi ve bu süreçte aortanın farklı düzeylerinden beslenmeleri	7
Şekil 2.5.	Damar duvarı histolojisi	8
Şekil 2.6.	Abdominal aorta ve dalları	10
Şekil 2.7.	Çölyak trunkus ve dalları	11
Şekil 2.8.	Superior mezenterik arter ve dalları	17
Şekil 2.9.	Çölyak trunkus ve superior mezenterik arter varyasyonlarının şematik görünümleri	18
Şekil 2.10.	İnferior mezenterik arter ve dalları	19
Şekil 2.11.	Renal arterler	21

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Uflacker'in çölyak trunkus sınıflaması	14
Tablo 2.2. Higashi çölyak tripod sınıflaması	15
Tablo 2.3. Adachi çölyak trunkus sınıflaması	15
Tablo 2.4. Morita çölyak trunkus sınıflaması	15
Tablo 2.5. Michels hepatik arter sınıflaması	16
Tablo 2.6. Panagouli çölyak trunkus sınıflaması	16
Tablo 2.7. Efektif doz tablosu	29
Tablo 4.1. Hasta demografik verileri	34
Tablo 4.2. Çölyak trunkus hepatik arter varyasyonları	35
Tablo 4.3. Çölyak trunkus hepatik olmayan arter varyasyonları	36
Tablo 4.4. Renal arter varyasyonları	37
Tablo 5.1. Çölyak trunkus ve hepatik arter sınıflamaları örnekleri	48

1. GİRİŞ

Vasküler yapıların orijinleri ve dallanma paternlerinin bilinmesi, tüm cerrahi ve invaziv vasküler girişimlerin planlama ve uygulamasında önemlidir. Mezenterik arterler ve dalları ile renal arterde karşımıza sık çıkan varyasyonlar, karmaşık vasküler yapıların özellikle transplantasyon, transarteriyel kemoembolizasyon ve radyoembolizasyon öncesi değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır (1).

Çölyak trunkus (ÇT), hepatik arter (HA) ve superior mezenterik arter (SMA) varyasyonlarının varlığının bilinmesi hekime yol gösterici olmakta ve işleme bağlı mortalite ve morbiditenin azalmasını sağlamaktadır (2).

Renal arter (RA) varyasyonları da toplumda sık görülen vasküler varyasyonlardır (3). Özellikle renal transplantasyon, onkolojik ya da onkolojik olmayan ürolojik cerrahiler ve vasküler girişimsel işlemler öncesinde bölgenin vasküler anatomisine hakim olunması cerrahi komplikasyon riskini azaltacaktır (4).

Vasküler yapılar farklı radyolojik modaliteler kullanılarak invaziv ya da noninvaziv olarak görüntülenebilir. Gelişen bilgisayarlı tomografi (BT) teknolojisi vasküler anatominin kısa sürede detaylı bir şekilde değerlendirilmesini sağlar hale gelmiştir (5). Konvansiyonel kateter anjiyografi uzun yıllar vasküler görüntüleme altın standart olarak kabul edilse de invaziv oluşu ve görece yüksek komplikasyon oranları nedeniyle yerini günümüzde yüksek çözünürlüklü, noninvaziv bir yöntem olan çok kesitli bilgisayarlı tomografi (ÇKBT) anjiyografiye bırakmıştır (6). Ayrıca multiplanar rekonstrüksiyon (MPR), 3 boyutlu görüntüleme (volume rendering), maksimum intensite projeksiyon (MIP) gibi işlemlerin de yardımıyla vasküler yapının varyant ve patolojilerinin yanı sıra çevre anatomik yapılarla ilişkisinin gösterilmesinde kolaylık sağlamaktadır (7).

Varyant vasküler yapıların saptanması, doğru tanımlanması, uygun şekilde isimlendirilmesi ve daha karmaşık varyasyon birlikteliklerinin tariflenebilmesi işlem öncesi değerlendirmede önemli yer tutmaktadır (8).

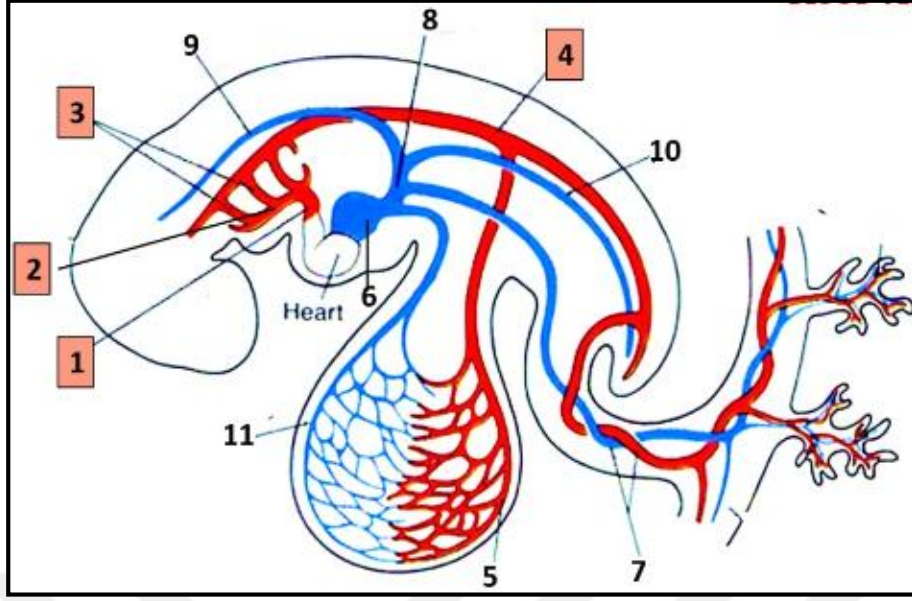
Bu çalışmanın amacı ÇT, HA, SMA, RA anatomisinde görülen varyasyonların sıklığı ve çeşitliliğinin saptanması ile olası birlikteliklerin ortaya konmasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Arteriyel Sistemin Embriyolojisi

Üçüncü gestasyonel haftada endotelial kordon çiftinden anjiyoplastik kordonların ortaya çıkması ile kalp gelişimi başlar. Anjiyoplastik kordonlar endokardiyal kalp tüplerini, endokardiyal kalp tüpleri ise 3. haftanın sonu civarında birleşerek tübüler kalbi oluştururlar. Gestasyonun 22-23. gününde kalp atımı görülmeye başlar. Dördüncü ve 5. haftalar civarında aortik saktan kaynaklanarak dorsal aortada sonlanan farengeal ark arterleri ortaya çıkar. Önce embriyonun dorsalinde uzanan bir çift olarak oluşan aorta sonrasında kaudal kesimde füzyona uğrayarak tek bir torasik-abdominal aortayı meydana getirir (9).

Dorsal aortadan ayrılan ve sayısı yaklaşık 30'u bulan intersegmental arterler somitlerin ve somitlerden farklılaşan yapıların beslenmesinde rol oynar. Dorsal aorta ile birleşen intersegmental arterlerin çoğunun bağlantısı regrese olur. Servikaldeki dorsal intersegmental arterlerin birleşmesiyle vertebral arterler meydana gelir. Torasik düzeydeki dorsal intersegmental arterler interkostal damarlar olarak, abdominal düzeydeki dorsal intersegmental arterlerin çoğu ise lumbal arterler olarak devam eder. Bununla birlikte distalde lomber düzeydeki 5 çift dorsal intersegmental arter ana iliak arterleri oluşturur. Sakral düzeyde ise dorsal intersegmental arterler lateral sakral arterleri meydana getirir (9).



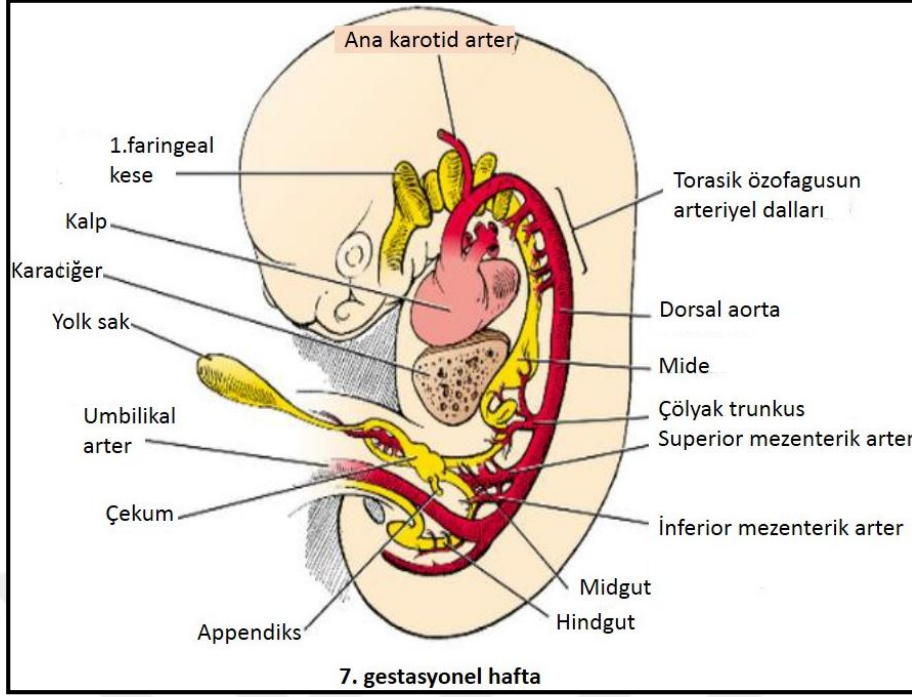
Şekil 2.1. 4. gestasyonel haftada dorsal aortadan çıkarak yolk sakı besleyen vitellin arterler: 4. gestasyonel haftada arteriyel yapılar (1: aortik sak, 2: ventral aort, 3: aortik arklar, 4: dorsal aorta, 5: vitellin arter, 6: sinüs venozus, 7: umbilikal arter ve ven, 8: ortak kardinal ven, 9: anterior kardinal ven, 10: posterior kardinal ven, 11: vitellin ven)

Çoğu embriyoda farklı zaman dilimleri içinde gelişen ve kaybolan 6 çift farengeal ark arteri bulunur. İlk 2 çift arter zaman içerisinde regrese olur. Bu farengeal ark paterni 8. gestasyonel hafta civarı oluşan fetal arteriyel sistemin kökenidir. Farengeal arklardan baş-boyun arterleri ile pulmoner arterin başlangıç kesimi meydana gelir (9).

Dorsal aortanın çiftlenmeyen ventral dalları umbilikal vezikül, allantois ve koryonu besler.

Vitellin sistem arter ve venleri yolk sak duvarından köken alan damarların farklılaşması ile oluşur. Vitellin pleksuslar embriyo katlanırken birleşir ve dorsal aorta ile bağırsakları meydana getirecek yapı arasında uzanan büyük birkaç arteri oluşturur.

Zaman içerisinde yolk sak ile bağlantısı yok olan bu arterler sindirim kanalını besleyen arterler haline gelir (10).



Şekil 2.2. Ventral aorta ve dalları: Dorsal aorta 4. gestasyonel haftanın sonunda füzyone olur. Oluşan vitellin arterlerin bir kısmı regrese olur ve geriye çölyak trunkus, superior ve inferior mezenterik arterler olmak üzere üç adet arter kalır.

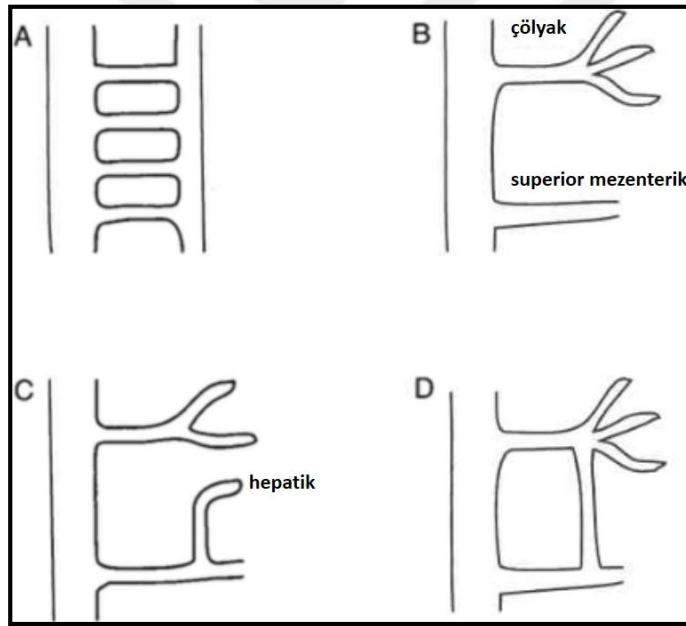
Sindirim kanalını oluşturan 3 parça foregut (ön bağırsak), midgut (orta bağırsak) ve hindgut (son bağırsak) olarak adlandırılır. Vitellin arterler umbilikal vezikül ve primordiyal bağırsaklar arasında uzanır. Yalnızca 3 vitellin arter türevi kalacak şekilde diğerleri regrese olur. Bunlar foregut'a uzanan ÇT, midgut'a uzanan SMA ve hindgut'a uzanan İMA'dır.

Vitellin arterlerin ilkinden C7 düzeyinde dorsal aorta ile ilişkilenen ÇT meydana gelir. Zaman içerisinde T12 düzeyine dek iner. ÇT özofagus distal parçasından duodenuma kadar sindirim kanalını, foregut'tan köken alan karaciğer, pankreas ve safra kesesini ve bunların yanı sıra dalağı besler. Vitellin arterlerin ikincisinden SMA meydana gelir. SMA önce T2 düzeyinde dorsal aorta ile ilişkilendirilen zamanla L1 düzeyine dek iner. Bu arter duodenumun 2. kıtasından transvers kolonun distaline dek sindirim kanalının uzun bir segmentini besler. Vitellin arterlerin üçüncüsünden ise İMA meydana gelir. Başlangıçta T12 düzeyine dorsal aortaya bağlanırken ilerleyen

dönemde L3 düzeyine dek inferiora migre olur. İMA transvers kolonun distal kesimini, sigmoid kolon ve rektumun superior kesimini besler (9,10).

Vasküler anatomideki çoğu varyasyon primitif damarların persistansı ya da inkomplet regresyonu sonucu oluşur (11).

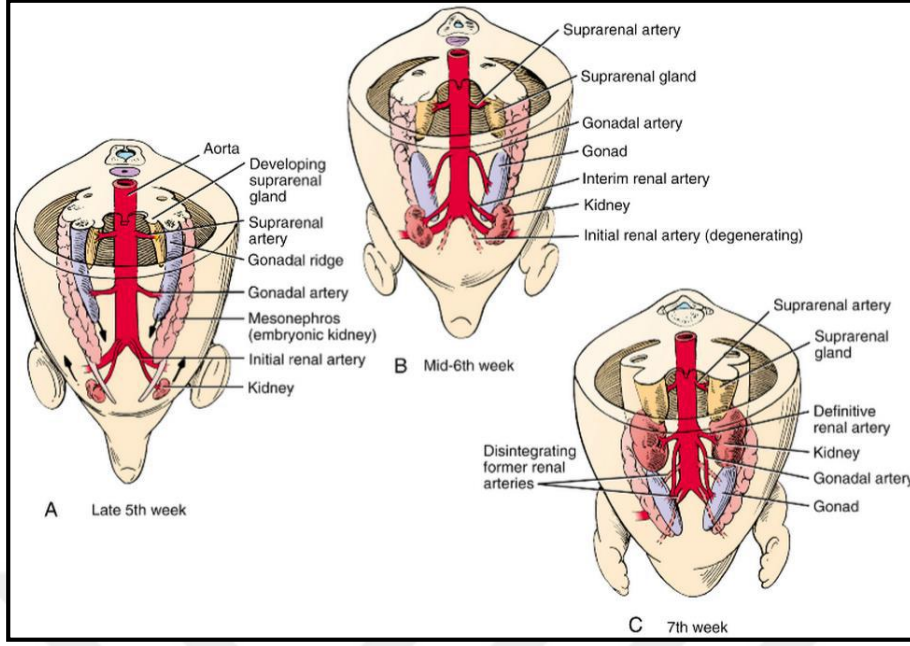
Primitif damarlardan omfalomezenterik arterin 4 kökü arasında longitudinal anastomozlar mevcuttur. Zaman içerisinde santralde yer alan 2 kök involüsyona uğrarken, 1. ve 4. kökler longitudinal anastomoz ile birleşir. Bu anastomozdan hepatik, splenik ve sol gastrik arter (SGA) oluşur, SMA ise bu anastomozun kaudalinden ayrılan 4. kökten orijin alır. Bahsi geçen ayrılma daha kranial bir düzeyden gerçekleşirse ÇT dallarından bir veya birkaçı SMA kökenli hale gelir. Birinci ya da 4. köklerden biri regresyona uğrarsa bu durumda çölyakomezenterik trunkus oluşur (1).



Şekil 2.3. Mezenterik arterlerin embriyolojik gelişimi: Embriyolojik gelişimleri sırasında mezenterik arterler: A) Dorsal aorta (solda) ve ventralde uzanan vitellin arterler, B) Normal anatomi, C) Anastomozların bir bölümünün yetersiz regresyonuna bağlı, SMA'dan çıkan replase ana hepatik arter, D) Ventral anastomozun regrese olmamasına bağlı ÇT ve SMA arasında direkt anastomoz (Buehler arki).

Sürrenal bezler, böbrekler ve gonadlar inen aortanın yan dallarından arteriyel beslenme sağlar. Sürrenal bezler başlıca üst lomber bölgedeki lateral dallardan beslenmekle birlikte RA ve inferior frenik arterden de beslenme sağlar. Gonadlar kranial kesimde oluşup gelişim sürecinde kaudale iner; benzer şekilde gonadları besleyen gonadal arterler T12 düzeyinde oluşup zaman içerisinde L3-L4 düzeyine dek iner (10).

Başlangıçta böbrekler pelviste, sakrumun önünde birbirine yakın şekilde oluşur. Pelvis ve abdomen büyüdükçe yukarı doğru ve birbirlerinden uzağa doğru yer değiştirir, fetal periyodun başında erişkindeki yerleşimlerine ulaşırlar. Önceleri damarlar, sinirler ve üreterin yer aldığı böbrek hilusları öne doğru bakarken böbrekler yer değiştirdikçe yaklaşık 90 derecelik bir dönüş göstererek anteromediale bakar hale gelir. Sonunda 9. gestasyonel hafta civarında böbrekler sürrenal bezlerle temas halinde, retroperitoneal yapılar haline gelmiştir. Böbreklerin yerleşimindeki bu değişiklikler sürerken böbrekler kendilerine en yakın vasküler yapılardan beslenir. Başlangıçta RA'ler ana iliak arterlerin dalıdır, sonra böbrekler distal AA'dan beslenir hale gelir. Daha yukarı yer değiştirdikçe ise aortadan yeni dallarla beslenmeye başlar. Böbrekler en kranialdeki arteriyel dallarını AA'dan alır, bunlar kalıcı renal arterler haline gelir. Normalde renal damarların kaudal olanları involüsyona uğrayarak yok olur, involüsyonun tam olmadığı durumlarda fazla sayıda RA kalır (10).



Şekil 2.4. Gelişimleri sırasında böbreklerin karın içerisinde yükselmesi ve bu süreçte aortanın farklı düzeylerinden beslenmeleri. A ve B) 6. gestasyonel haftada böbrekler yükselmeye başlar (oklar), yükselirken aortadan farklı seviyelerden arterler aracılığıyla beslenir, yükselme devam ederken kaudalde kalan arterler regresyona gider. C) 7. gestasyonel hafta civarında böbrekler yerine yerleşir.

2.2. Arteriyel Sistemin Histolojisi

Arterlerin duvarları tunika adı verilen 3 tabakadan oluşur. Bunlar içten dış doğru tunika intima, tunika medya ve tunika adventisya olarak sıralanır (12).

2.2.1. Tunika İntima

Arterin en iç tabakasıdır; 3 komponenti vardır: Tek tabaka halinde yassı epitel hücrelerinden oluşan endotel, endotel hücrelerinin bazal laminası ve gevşek bağ dokudan oluşan subendotelyal tabaka. Arterlerde subendotelyal tabakada internal elastik membran adı verilen ve fenestralı elastik materyalden oluşan bir katman

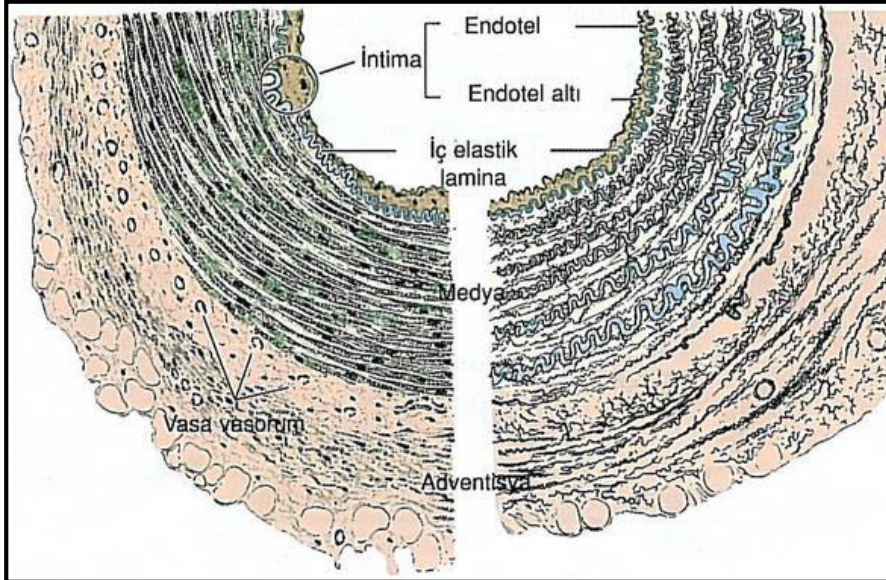
bulunmaktadır. Fenestrasyon, maddelerin tabakalardan kolayca difüzyonunu ve damar duvarının derinlerindeki hücrelere dek ulaşmasını sağlar.

2.2.2. Tunika Medya

Dairesel, konsantrik yapıda dizilmiş düz kas hücreleri tabakasından oluşmaktadır. Arterlerde bu tabaka kalındır ve internal elastik membrandan eksternal elastik membrana dek uzanmaktadır. Eksternal elastik membran ise medya ve adventisya tunikalarını ayıran elastin tabakasıdır. Tunika medyadaki düz kas hücreleri arasında elastin, retiküler lifler ve proteoglikanlar bulunmaktadır. Bu katmandaki tüm ekstraselüler komponent düz kas hücreleri tarafından üretilmektedir.

2.2.3. Tunika Adventisya

Başlıca longitudinal düzenlenmiş kollajenöz dokudan ve az miktarda elastik liflerden oluşmaktadır. Bu bağ dokusu elemanları damarları çevreleyen gevşek bağ dokusu ile kademeli olarak birleşir.



Şekil 2.5. Damar duvarı histolojisi: Arterlerin duvarları içten dışa doğru tunika intima, tunika medya ve tunika adventisya tabakalarından oluşur.

Geleneksel olarak arterler boyutları ve tunika medyalarının özellikleri temel alınarak 3 tip olarak sınıflandırılmaktadır: büyük arterler (elastik arterler), orta boy arterler (musküler arterler) ve küçük arterler (arteriyoller). Abdominal aortanın (AA) visseral dalları musküler arterler olarak değerlendirilir. Musküler arterlerin medyası neredeyse tamamen düz kaslardan ve az miktardaki elastik materyalden oluşmaktadır. İnternal elastik membranları belirgindir. Ayrıca tunika adventisyalı nispeten kalındır ve sıklıkla tunika medyadan belirgin bir elastik membranla ayrılmıştır (12).

2.3. Abdominal Aorta ve Visseral Arterlerin Anatomisi

Desendan aorta T12'nin alt kenarı hizasında diyafragmatik hiatustan geçtikten sonra AA adını alır, orta hatta ilerleyerek L4 gövdesi hizasında terminal dallarına ayrılır. AA'nın çapı, verdiği her kalın daldan sonra azalır.

AA'nın dalları

Visseral dalları:

- ÇT
- SMA
- Medial suprarenal arter
- RA
- Testiküler / ovaryan arter
- İnterior mezenterik arter (İMA)

Parietal dalları

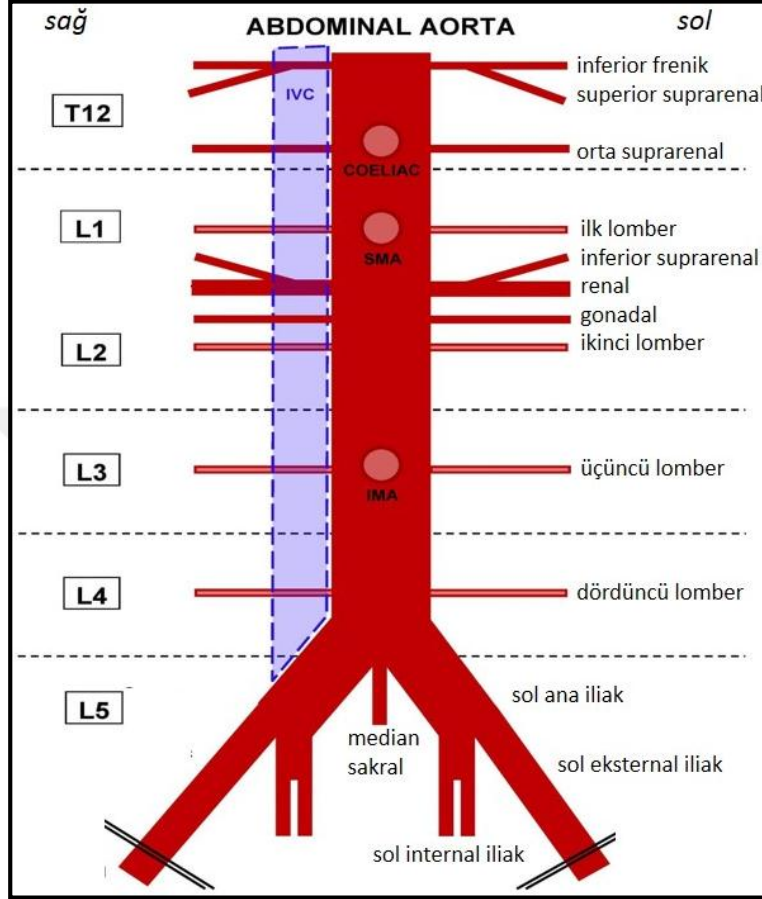
- İnterior frenik arter
- Lumbal arterler
- Median sakral arter

Terminal dalları

- Ana iliak arterler

ÇT'nin hemen kranialinden inferior frenik arter çıkmaktadır. Sürenal bezin arterleri SMA seviyesinde aortanın lateral yüzünden ayrılmaktadır. RA'lar ise SMA'nın hemen kaudalinden çıkmaktadır. Gonadal arterler renal arterlerin kaudalinden köken almaktadır. Lumbal arterlerin sayısı değişken olmakla birlikte sıklıkla her iki tarafta 4 adettir ve aortanın posterolateral yüzünden ayrılır. Median

sakral arter aortanın posterior yüzünden, bifurkasyonun hemen öncesinde ayrılmaktadır (13).



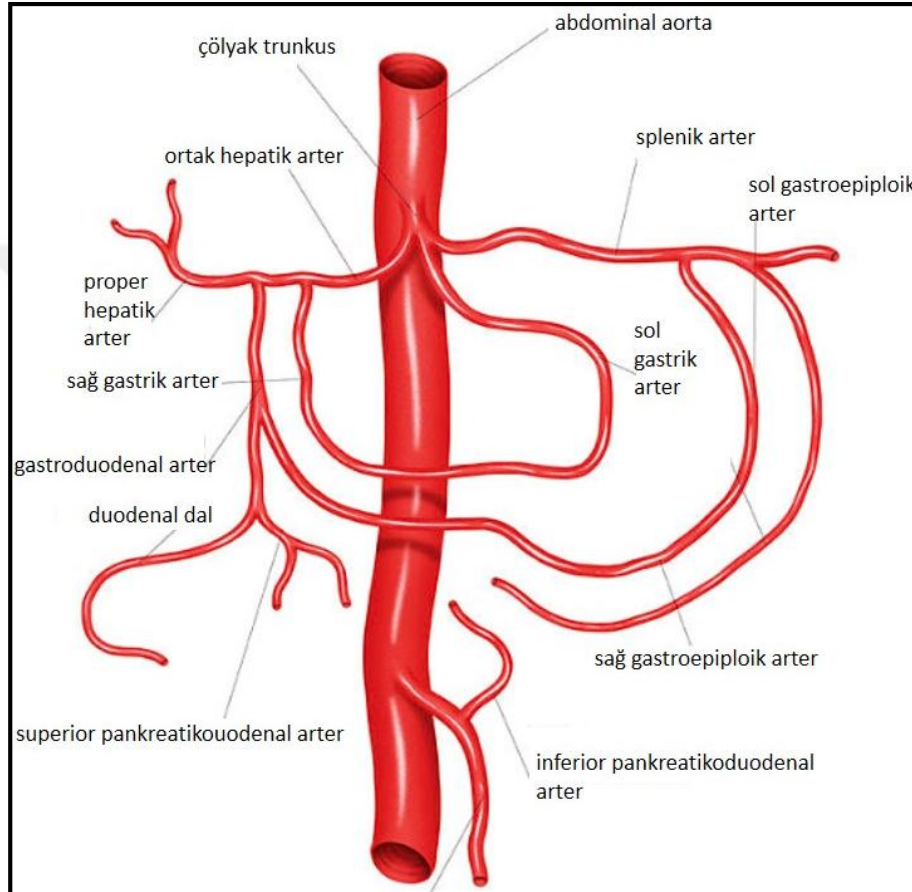
Şekil 2.6. Abdominal aorta ve dalları

2.3.1. Çölyak Trunkus

T12 ya da L1 vertebra korpusu seviyesinde aortanın ön yüzünden ayrılan, kısa (ortalama 1.2 cm) ve kalın (7-20 mm) bir damardır. Komşu yapılar anteriorda mide küçük kurvaturu ve pankreas, sol yanda mide küçük kurvaturu, sağ yanda vena kava inferior, karaciğerin sol lobu ve kaudat lobdur. Sıklıkla T harfine benzer bir konfigürasyondadır. Aortadan çıktıktan sonra genellikle anterior ve hafif inferiora doğru 1-2 cm seyrettikten sonra ortak hepatik, SA ve SGA dallanır. İlk olarak Haller tarafından 1756'da tanımlanan bu klasik dallanma paterni insanların %65-75'inde gözlenir (1). İnsanların %25'inde bu 3 arterin trifurkasyonu, %1'inden azında ise

çölyakomezenterik trunkus adı verilen çölyak ve superior mezenterik dalların ortak çıkışı söz konusudur. Bazen inferior frenik arter ve dorsal pankreatik arter ÇT'den direkt çıkmaktadır (14).

ÇT'nin üç ana dalından en kalını SA iken, çocukluk çağında en kalın dal olarak HA izlenir (15).



Şekil 2.7. Çölyak trunkus ve dalları

2.3.1.1. Splenik Arter

ÇT'nin 3 ana dalından biri ve erişkinde en geniş olanıdır. SA'nın nadir aberran orijinleri arasında direkt aortadan, SMA'dan, SGA'dan ya da hepatik arterlerden çıkışı sayılabilir. Klasik olarak ÇT orijininin 1-2 cm sonra ayrılarak sola doğru kıvrımlı bir yol izler ve splenik hiluma girmeden önce çok sayıda terminal dal verir. Seyri boyunca splenik vene eşlik eder.

SA'nın ilk dalı genellikle pankreasın posterior ve dorsal yüzlerini besleyen dorsal pankreatik arterdir. Dorsal pankreatik arter de pankreasın gövde ve kuyruğunu besleyen transvers pankreatik arter dalını oluşturur. Dorsal pankreatik arter aynı zamanda antero-superior pankreatikoduodenal ve gastroduodenal arterler ile anastomozlar yapar. Nadiren orta kolik arter ve SMA ile de ilişkilene gösterebilir. Terminal dalları oluşturmadan hemen önce sol gastroepiploik arter dalı ayrılarak omentum içerisinde seyrederek ve sol epiploik arter dalını verir. Sol epiploik arter sağ gastroepiploik arterden köken alan sağ epiploik arter ile anastomoz yaparak Barkow arkını meydana getirir. Distal SA'dan çıkan çok sayıda kısa gastrik arter mide fundusunu besler (16).

2.3.1.2. Hepatik Arter

Çoğu insanda HA ÇT'nin bir dalıdır, erişkinde SA'dan ince, SGA'dan kalındır. Ortak HA ÇT'dan ayrıldıktan sonra pankreas başının üst-ön komşuluğunda gastroduodenal arter dalını verir. Gastroduodenal arter çıktıktan sonra ortak HA, proper HA adını alır ve karaciğer hilusu düzeyine dek portal veni takip eder. Sağ ve sol HA ayrımı ortak HA'nın ÇT'dan ayrıldığı noktadan portal hilusa dek herhangi bir düzeyden olabilir. Bu ayrılma gastroduodenal arter çıkımı ile aynı seviyede veya daha proksimalde olursa, 'proper' HA oluşmaz (15). Bununla birlikte olguların %10-18'inde sağ HA SMA kökenlidir; bu durum "replase sağ HA" olarak adlandırılır. Olguların %2,5'inde karaciğerin tüm beslenmesi SMA'dandır ("replase ortak HA"), %2'sinde ise HA direkt aortadan köken alır. Replase HA varyasyonlarına ek olarak herhangi bir lobun bir kısmını besleyen aksesuar dallar da izlenebilir. Bununla beraber replase dalların yanında sıklıkla ÇT kökenli ayrı bir dal daha bulunur. İntrahepatik dallar düzeyinde çok değişken varyasyonlar söz konusudur. Sağ HA karaciğerin sağ lobunu ve genellikle kaudat lobu besler. Bazen üçüncü bir dal olarak izlenen orta HA kuadrat lobu (karaciğer segment 4'ü) besler. Sol lobun beslenmesi sol ve orta HA tarafından sağlanır. Sol HA olguların %26'ya kadar bir kısmında SGA'dan köken alabilir ("replase sol HA") ya da aksesuar dallara sahip olabilir (16).

Gastroduodenal arter insanların yaklaşık %75'inde ortak hepatic arterin ilk dalıdır. Daha az sıklıkla sağ HA'dan (%7-10), sol HA'dan (%10-12) ve nadiren replase

ortak HA aracılığıyla SMA'dan köken alır. Terminal dalları sağ gastroepiploik arter ve antero- ve posterosuperior pankreatikoduodenal arterdir. Sağ gastroepiploik arter olguların %90'ında SA kökenli sol gastroepiploik arter ile anastomoz yapar. Retroduodenal arter olarak da bilinen posterosuperior pankreatikoduodenal arter ortak ya da sağ hepatik arterden köken alabilir. Supraduodenal arter ise retroduodenal arterden (%50) ya da gastroduodenal arterden (%25) çıkar ve proksimal duodenumu besler. Antero- ve posterosuperior pankreatikoduodenal arterler SMA kökenli karşı antero- ve posterosuperior pankreatikoduodenal arterler ile anastomoz gösterirler.

Sistik arter olguların %45-50'sinde sağ HA'dan çıkmakla birlikte daha az sıklıkla SMA kökenli replase sağ hepatik arterden (%10), sol ya da ortak hepatik arterden (%10), daha nadir olarak ise gastroduodenal arterden (<%2) çıkar. Olguların %20-25'inde tek ya da iki ayrı sağ HA dalından köken alan duplike sistik arter bulunabilir.

Pek çok varyanta sahip olan HA anatomisi üzerine temel çalışma Michels'in 200 olguluk 1966 tarihli çalışmasıdır. Michels'in bu çalışma sonucu ortaya koyduğu sınıflandırma günümüzde hala HA varyasyonlarını tanımlamada kullanılmaktadır (17).

Bu sınıflamaya göre ÇT'den çıkan ortak HA gastroduodenal arter ve proper HA dallarını verdikten sonra proper hepatik arterin sol HA dalını vererek sağ HA olarak devam ettiği "normal" anatomi tip I olarak değerlendirilir. Tip II'de sol HA SGA'dan çıkmaktadır ("replase sol HA"). Tip III'te sağ HA SMA'dan çıkmaktadır ("replase sağ HA"). Tip IV'te replase sağ ve sol HA birlikte bulunmaktadır. Tip V'te SGA kökenli aksesuar SGA mevcuttur. Tip VI'da SMA'dan köken alan aksesuar sağ HA vardır. Tip VII'de SGA kökenli aksesuar sol HA ve SMA kökenli aksesuar sağ HA birliktedir. Tip VIII'de sağ veya sol hepatik arterin biri replase özellikteyken diğerinin aksesuarı mevcuttur. Tip IX'da SMA kaynaklı ortak HA, tip X'da SGA kaynaklı ortak HA izlenmektedir. Tanımlanan varyantların dışında kalan olgular "sınıflandırılmayan" olarak farklı bir gruba konur. Aortadan direkt çıkan ortak HA, çölyak trunkustan çıkan sağ HA, gastroduodenal arterden köken alan aksesuar sağ HA, gastroduodenal arterden önce ortak hepatik arterden ayrılan sağ ya da sol HA gibi varyasyonlar bu sınıfta yer almaktadır. Michels sınıflamasına göre en sık karşılaşılan tipler I, II, III; en az karşılaşılan tipler ise tip IV, VII, X olarak bildirilmiştir (17).

Tablo 2.1. Michels'in hepatic arter sınıflaması

Tip 1	Çölyak trifurkasyonu
Tip 2	Sol hepatic arter sol gastrik arterden çıkar
Tip 3	Sağ hepatic arter superior mezenterik arterden çıkar
Tip 4	Sol hepatic arter sol gastrik arterden, sağ hepatic arter superior mezenterik arterden çıkar
Tip 5	Sol gastrik arter kökenli aksesuar sol gastrik arter
Tip 6	Superior mezenterik arterden köken alan aksesuar sağ hepatic arter
Tip 7	Sol gastrik arter kökenli aksesuar sol hepatic arter ve superior mezenterik arter kökenli aksesuar sağ hepatic arter
Tip 8	Sol gastrik arter kaynaklı aksesuar sol hepatic arter ve superior mezenterik arter kaynaklı sağ hepatic arter
Tip 9	Superior mezenterik arter kaynaklı ortak hepatic arter
Tip 10	Sol gastrik arter kaynaklı ortak hepatic arter

2.3.1.3. Sol Gastrik Arter

Çölyak arterin üçüncü ana dalıdır. İnsanların %90'ında ÇT'den köken alırken %3-4'ünde direkt aortadan çıkar. Mide kardiya kesimine doğru yukarı seyrederek fundus ve distal özofagusu besleyen dallara ayrılır. Posterior dalı midenin küçük kurvaturu boyunca seyrederek sağ gastrik arterle anastomoz yapar. Aksesuar sol gastrik dallar ÇT ya da SA'dan köken alabilir. Olguların %12'sinde sol HA SGA'dan çıkar ("replase sol HA"), %12-14'ünde ise SG'dan çıkan aksesuar bir sol HA mevcuttur (16).

ÇT varyasyonları çok çeşitlilik gösterir. Bugüne dek bu varyasyonları ortaya koymak için çeşitli sınıflamalar yapılmıştır (18).

Tablo 2.2. Uflacker'in çölyak trunkus sınıflaması

Tip 1	Klasik çölyak trunkus
Tip 2	Hepatosplenik trunkus
Tip 3	Hepatogastrik trunkus
Tip 4	Hepatosplenomezenterik trunkus
Tip 5	Gastrosplenik trunkus
Tip 6	Çölyak-mezenterik trunkus
Tip 7	Çölyak-kolik trunkus
Tip 8	Çölyak trunkus yokluğu

Tablo 2.3. Higashi çölyak tripod sınıflaması

Tip 1	Çölyak trunkustan ilk dal olarak sol gastrik arter çıkar
Tip 2	Çölyak trunkustan ortak hepatik arter, sol gastrik arter ve splenik arter aynı düzeyden çıkar
Tip 3	Çölyak trunkustan ilk dal olarak ortak hepatik arter çıkar
Tip 4	Çölyak trunkustan ilk dal olarak splenik arter çıkar

Tablo 2.4. Adachi çölyak trunkus sınıflaması

Tip 1	Çölyak trunkus trifurkasyonu
Tip 2	Hepatosplenik trunkus, abdominal aorta kaynaklı sol gastrik arter
Tip 3	Hepatosplenomezenterik trunkus, abdominal aorta kaynaklı sol gastrik arter
Tip 4	Çölyomezenterik trunkus
Tip 5	Gastrosplenik trunkus ve hepatomezenterik trunkus
Tip 6	Gastrosplenik trunkus, SMA kaynaklı ortak hepatik arter

Tablo 2.5. Morita çölyak trunkus sınıflaması

Tip 1	Çölyak trunkus trifurkasyonu
Tip 2	Hepatosplenik trunkus, abdominal aorta kaynaklı sol gastrik arter
Tip 3	Splenogastrik trunkus, abdominal aorta kaynaklı ortak hepatik arter
Tip 4	Hepatogastrik trunkus, abdominal aorta kaynaklı splenik arter
Tip 5	Çölyak trunkus yokluğu

Tablo 2.6. Panagouli çölyak trunkus sınıflaması

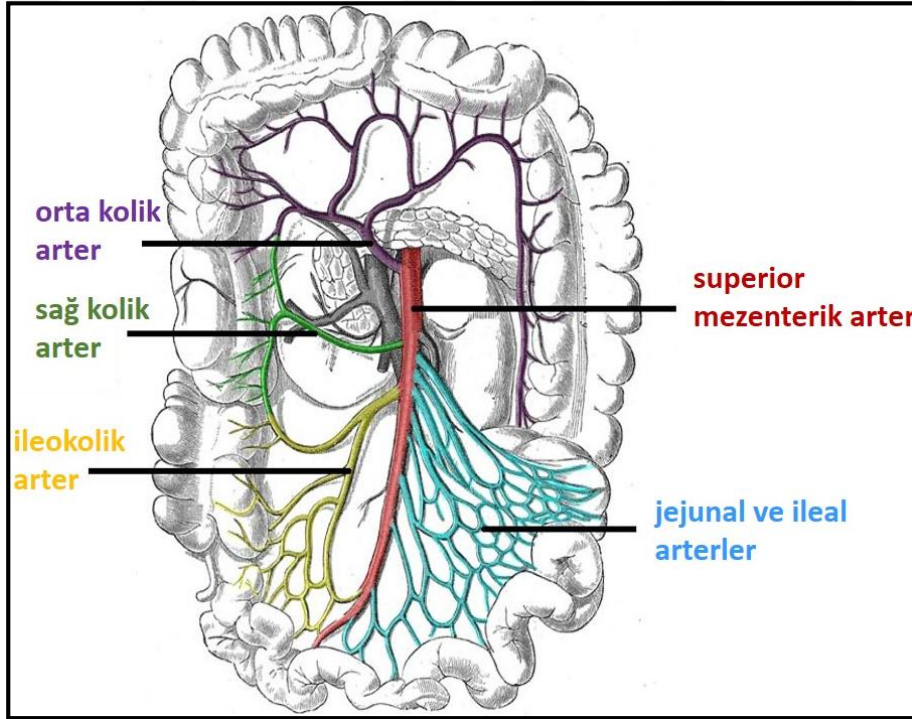
Tip 1	Normal trifurkasyon (ortak hepatik, sol gastrik ve splenik arterler çölyak trunkustan köken alırlar)
Tip 2	Çölyak trunkusun üç dalından ikisinin tek gövde yapıp (bifurkasyon) 3. dal başka arteryel yapıdan köken alır)
Tip 3	Çölyak trunkus yoktur (çölyak trunkusun normal üç dalı abdominal aorta ya da başka bir arterden direkt çıkar)
Tip 4	Çölyak trunkus ve superior mezenterik arter tek kök olarak çıkar
Tip 5	Sol gastrik arter abdominal aortadan direkt çıkar, ortak hepatik arter-splenik arter-superior mezenterik arter tek gövde olarak çıkar
Tip 6	Çölyak trunkusa ait bahsedilen gruplara girmeyen diğer varyasyonlar bu grubu oluşturur

2.3.2. Superior Mezenterik Arter

SMA çölyak arterin yaklaşık 1 cm kaudalinden, genellikle L1 gövdesi düzeyinde aortanın ön yüzünden çıkar. Sağa ve inferiora devam ederek çekuma doğru ileokolik arter olarak sonlanır. Duodenum distal kesiminde transvers kolonun ortasına dek ince-kalın bağırsakları besler. SMA'nın ana dalları inferior pankreatikoduodenal arter, orta kolik arter, sağ kolik arter, 4-6 adet jejunal ve 9-13 adet ileal dal ile ileokolik arterdir.

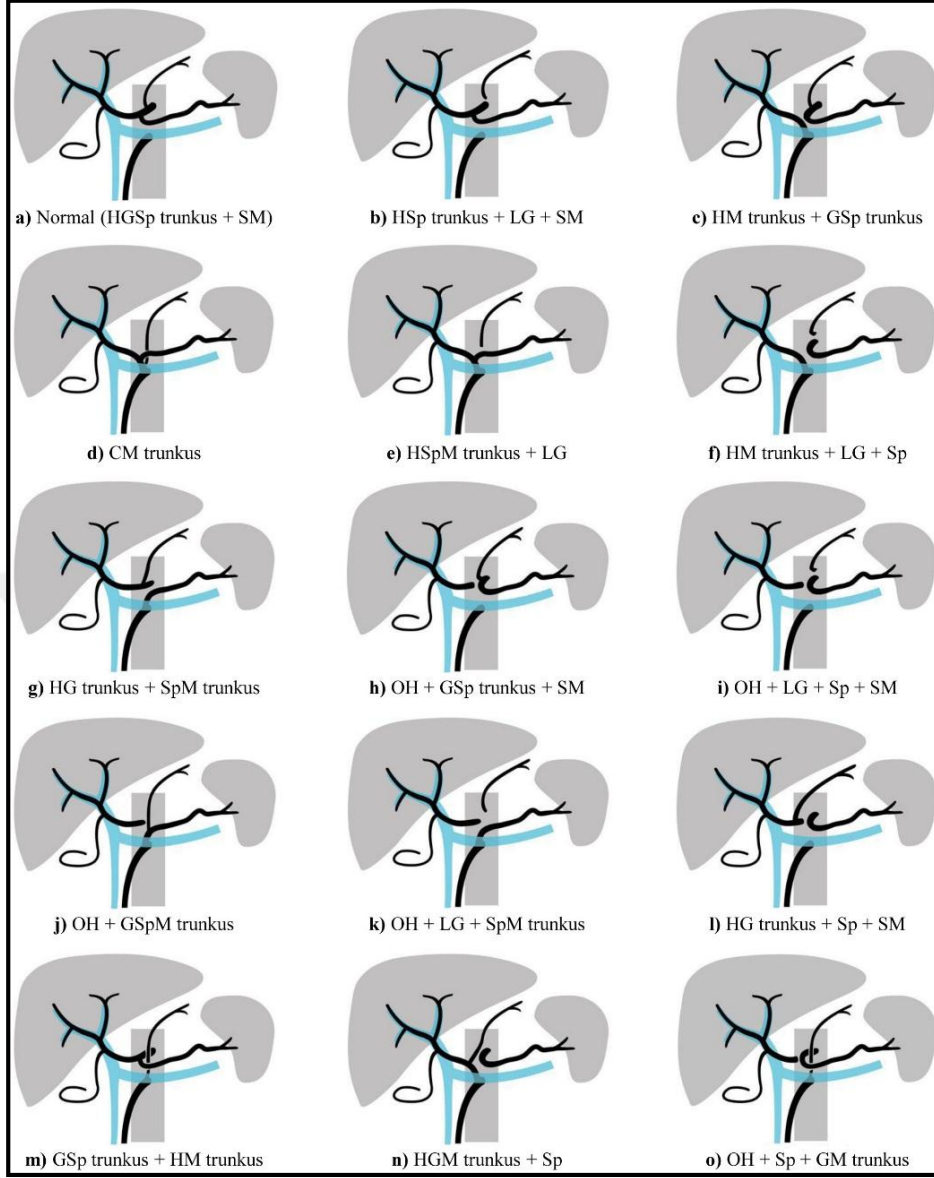
İnferior pankreatikoduodenal arter SMA'nın ilk dallarından biridir. İnsanların %60'ında iki ayrı dal, %40'ında tek bir gövde olarak çıkar, antero- ve posteroinferior pankreatikoduodenal arterlere ayrılarak çölyak trunkustan buna karşılık gelen superior dallarla anastomoz yapar. İnce bağırsağın proksimal kısımlarına göre distal kısımlarına uzanan genellikle daha çok sayıda SMA dalı vardır. Orta kolik arter

SMA'nın proksimalinden ayrılarak transvers kolonu besler ve İMA dallarıyla anastomoz yapar. Çölyak, superior mezenterik, ortak hepatic ve SA orijinleri dahil olmak üzere çok sayıda orta kolik arter çıkış varyasyonu bildirilmiştir. Orta kolik arter SMA'dan replase sağ veya ortak HA ya da gastroduodenal arter aracılığıyla köken alabilir. Olguların %50'sinde sağ kolik arter orta kolik arter ile birlikte ortak bir kök şeklinde çıkar, sık görülen diğer varyant ise %40 oranında SMA'dan ayrı ayrı çıkmalarıdır. İleokolik arter SMA'nın terminal dalı olup distal ileum, çekum ve çıkan kolonu besler. Sağ ve orta kolik arterler kolonun mezenterik kenarında seyreden Drummond'un marjinal arterini oluşturur ve kolonun beslenmesini sağlayan terminal vaza rektaları verir (16).



Şekil 2.8. Superior mezenterik arter ve dalları

Vitellin arterlerin gerekli regresyona uğramaması veya aralarındaki primitif ventral bağlantıların devam etmesine bağlı olarak literatürde 15 farklı tip ÇT ve SMA varyasyonu tanımlanmıştır (19).

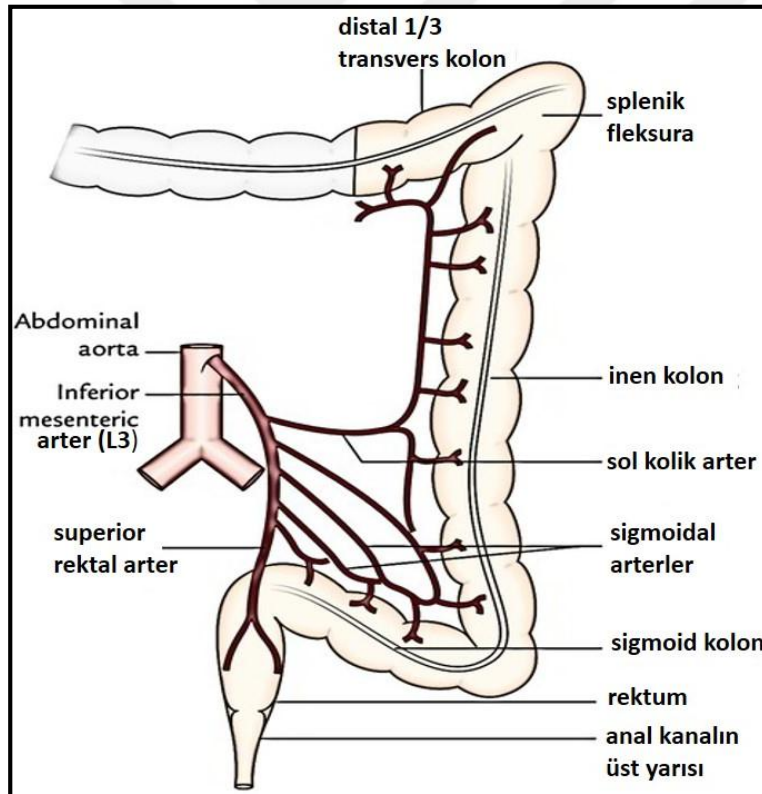


Şekil 2.9. Çölyak trunkus ve superior mezenterik arter varyasyonlarının şematik görünümleri. (OH: ortak hepatik arter, CM trunkus: çölyomezenterik trunkus, GM trunkus: gastromezenterik trunkus, GSpM trunk: gastrosplenomezenterik trunkus, HG trunkus: hepatogastrik trunkus, HGM trunkus: hepatogastromezenterik trunkus, HGSp trunkus: hepatogastrosplenik trunkus (normal anatomi), HM trunkus: hepatomezenterik trunkus, HSp trunkus: hepatosplenik trunkus, HSpM trunkus: hepatosplenomezenterik trunkus, LG: sol gastrik arter, superior mezenterik arter: SMA, SpM trunkus: splenomezenterik trunkus, Sp: splenik arter) (19).

2.3.3. İnferior Mezenterik Arter

Genellikle en ince mezenterik arterdir ve SMA'nın 6-7 cm kaudalinde L3 düzeyinde aortun ön yüzünden çıkar. Distal transvers, inen ve sigmoid kolon ile rektumu besler. İMA'nın ana dalları sol kolik, sigmoid ve hemoroidal arterlerdir.

İMA'nın asendan dalı, yani sol kolik arterin marjinal arter aracılığıyla SMA ile anastomozları vardır. Bu asendan dal olguların %80-85'inde splenik fleksuraya dek uzanırken %15-20'sinde transvers kolonun ortasına dek uzanır. Sigmoid kolonu besleyen damarlar İMA'nın asendan, orta ya da desendan dallarından olabilir. İMA'nın terminal dalı superior rektal arterdir. Bu arter genellikle ikiye ayrılır ve daha büyük olan sağ dal rektumun dorsal ve lateral kesimlerini beslerken sol dal genellikle rektumun ventral kesimini besler.



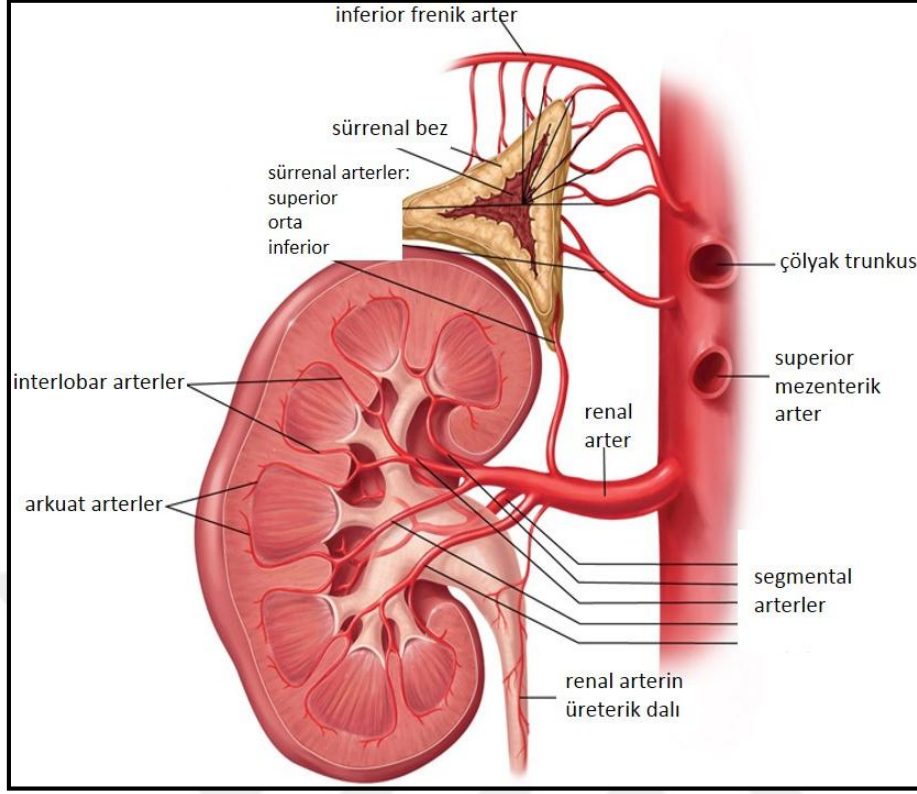
Şekil 2.10. İnferior mezenterik arter ve dalları

2.3.4. Renal Arterler

Fetal hayatta böbrekler önce pelvis içerisinde ve median sakral arter, ana iliak arter gibi komşu arterlerden beslenmelerini sağlarlar. Zaman içerisinde sürrenal bezler, gonadlar ve böbrekler gibi mezonefrik çıkıntından köken alan yapıları aortanın splanknik dalları beslemeye başlar. Kaudaldeki primitif dalların yetersiz involüsyonu sonucu RA'larda sayı ve orijin varyasyonları oluşur.

RA'lar, L1-L2 vertebralar düzeyinde AA'nın lateral yüzünden çıkarlar. Sağ RA orijini genellikle sol RA orijinine göre kranialde yerleşimlidir. Sağ RA sağ renal venin ve vena kava inferiorun arkasından geçerek sağ böbrek hilusuna uzanır. Sol RA ise sol renal venin hemen altından sol böbrek hilusuna doğru seyrederek. RA'ların proksimal kesiminden kapsüler, inferior sürrenal ve üreterik dallar çıkar, bu dallar oldukça incedir. RA'lar böbrek hilusları düzeyinde dorsal ve ventral dallarına ayrılır. Bu dallar segmental ve lobar dallara ayrılır. Daha sonra sırasıyla interlobar, arkuat ve interlobüler arterler ayrılır. Renal korteks düzeyine gelindiğinde interlobüler arterler glomerülü besleyen afferent arteriyolları oluşturur (3).

Birden fazla RA görülme sıklığı toplumda %25-35 oranında bildirilmiştir. Ekstrarenal arterler aortadan suprarenal düzeyden iliak arterlere dek herhangi bir yerden çıkabilir (20). Sıklıkla böbrek alt polünü besler. RA'ların sayı ve orijin anomalileri rotasyon, füzyon ve pozisyon anomalileri ile birliktelik göstermektedir. Atnalı böbrek anomalisi varlığında aorta, iliak arterler ya da her ikisinden birden köken alan 3 veya daha fazla RA beslenmeyi sağlamaktadır (14).



Şekil 2.11. Renal arter ve diğer mezenterik arterler ile ilişkisi

2.4. Vasküler Görüntüleme Teknikleri

Vasküler yapıların görüntülenmesinde kullanılan yöntemler Doppler ultrasonografi (US), dijital subtraksiyon anjiyografi (DSA), BT anjiyografi (BTA) ve manyetik rezonans anjiyografi (MRA)'dir.

2.4.1. Doppler Ultrasonografi

Sabit frekanslı bir ses kaynağının yaklaştıkça tiz (yüksek frekanslı), uzaklaştıkça pes (düşük frekanslı) duyulması olarak bilinen "Doppler kayması" 1842 yılında Avusturyalı fizikçi Johan Christian Doppler tarafından ortaya konulmuş bir gözlemdir. Günümüzde sık kullanılan, kan akımının nitelik ve niceliğini belirlemede temel yöntemlerden biri olan Doppler US bu fizik kurala dayalıdır.

Pratikte en sık kullanılan formu renkli Doppler US (RDUS) görüntüleme, aslında hareketli yapılardan kaynaklanan frekans kaymalarından oluşturulmuş bir çeşit

renk haritasıdır. Akım bilgisi çok sayıda örnekleme ile elde edilir, transdüserine göre akımın yönü ve hızı renklendirilerek damarın gri skala görüntüsü üzerine yerleştirilir. Bu yöntem akımla ilgili niteliksel bilgi sahibi olunmasını sağlar, bu nedenle pratikte genellikle niceliksel bilgiyi grafik şeklinde veren Doppler spektrum ile birlikte kullanılır. Bu iki yöntemin birlikte kullanılmasına “renkli dupleks Doppler görüntüleme” adı verilir. Proba yaklaşan ve uzaklaşan akımın yönü genellikle kırmızı ve mavi renklerde gösterilir. Faz şifti akımın rengini, frekans şifti yani akım hızı ise renk tonunu, parlaklığı belirler (21). Bir başka form olan power Doppler görüntülemesinde Doppler sinyalinin amplitüdü kullanılır, akım varlığı ya da yokluğu belirlenir. Bu teknikte frekans ve faz bilgisi kullanılmadığı için akımın hızı ve yönü hakkında bilgi sahibi olunamaz. En yararlı olduğu alan RDUS ile zor gösterilen akımların varlığının değerlendirilmesidir.

Görüntüleme aracı olarak ses dalgalarını kullanan Doppler US yöntemi iyonizan radyasyon içermez ve kolay uygulanabilir. Günlük pratikte boyun, ekstremiteler ve batındaki vasküler yapıların değerlendirilmesinde kullanılır.

2.4.2. Dijital Subtraksiyon Anjiyografi (DSA)

DSA floroskopi kullanılan bir yöntemdir. Veriler dijitalize edilir ve zeminde bulunan, anatomik gürültü nedeni olan yapılar silinerek vasküler yapılar daha iyi gösterilir. Bu yöntemde floroskopik elde edilen kontrastsız görüntü sonra gelen kontrastlı görüntülerden çıkarılır, böylece elde edilen veriler sadece kontrastlı vasküler yapıyı gösterir. Çıkarma işlemi görüntüdeki gürültünün artmasına neden olur, ancak yapısal gürültü ve süperpozisyonlar ortadan kalktığı için küçük damarlar daha iyi görünür hale gelir. Bu yöntemle kontrastın damar içerisindeki hızı ve darlık derecesi ölçülerek kantitatif bilgiler elde edilebilir. DSA hareketlere oldukça duyarlı bir yöntemdir. Hastanın istemli ya da istemsiz hareketleri görüntü kalitesinde bozulmaya neden olur. Tek çerçevede tüm vasküler yapılar opak madde ile dolmadığında ard ara elde olunan çerçeve görüntüleri birleştirilerek tüm damarın opakla dolu hali gösterilebilir.

DSA’da görüntüleme aracı olarak x-ışını kullanılması ve invaziv bir teknik olması yöntemin dezavantajlarıdır. Bunun yanında tanı ile birlikte tedaviye olanak

sağlaması ise en büyük avantajıdır. Vasküler oklüzyon ve stenoz, anevrizma, vasküler malformasyonların tanı ve tedavisinde, kemo ve radyoembolizasyon gibi işlemlerde kullanılabilir. İnvaziv bir teknik olduğundan günümüzde tanısıl amaçla kullanımı yerini BTA'ya bırakmıştır (22).

2.4.3. Manyetik Rezonans Anjiyografi (MRA)

MR görüntülemenin harekete duyarlı bir yöntem oluşu sayesinde akıma bağlı sinyal farklılıklarından anjiyografik görüntüler elde edilebilir. Beyin-omurilik sıvısı ve kan gibi hareket halindeki sıvıların sekanslardaki görünümü akım hızı, laminer veya türbülant akım şekli, damarın kesite göre durumu gibi ölçütlerin yanı sıra seçilen puls sekansı ve verilerin toplanma yöntemine bağlı olarak değişir. Sonuç olarak akım incelemede düşük veya yüksek sinyal intensitesinde izlenebilir (22).

MRA'nın 'time of flight' (TOF) anjiyografi ve faz kontrast anjiyografi (PCA) olmak üzere iki esas yöntemi vardır. Bu yöntemler akımı kontrastsız görüntüler. Kontrastlı MR anjiyografi de uygulanan yöntemler arasındadır. Siyah akım tekniği genellikle kalp ve büyük damarların incelenmesi için kullanılır.

TOF anjiyografi tekniğinde veriler ince kesitlerden, belli bir hacimden veya kalın doku bloklarından elde edilebilir. Hacimden elde edilen verilerle yapılan anjiyografide distale gidilince satürasyon artar ve kontrast azalır. Bu yöntemde sinyal/gürültü oranının yüksek oluşu sayesinde küçük damarlar daha iyi incelenebilir, ancak satürasyon sorunu nedeniyle yavaş akımı görüntülemek zordur, en iyi hızlı akım görüntülenebilir. Periferik damarlara yönelik incelemeler bu teknikte uzun sürer (22).

PCA tekniğinde akımın stabil dokuya göre daha çabuk defaze olması fizik kuralından faydalanılır ve görüntü stabil doku ile akım arasındaki faz farkına dayanarak oluşturulur. Akımın neden olduğu faz değişikliğinin yönü ile akım yönü, miktarı ile akım hızı belirlenir. TOF ve PCA tekniklerinde türbülant akım sinyal kaybına yol açar, bu da stenozların olduğundan daha şiddetli ve uzun segment olarak değerlendirilmesine yol açabilir.

Konvansiyonel anjiyografiye en çok benzeyen kontrastlı MRA'dır. Bu teknikte stenotik ya da tortüoze bölgeler soruna neden olmaz. Görüntüler istenilen herhangi

bir düzlemde elde edilebilir. MRA’da kullanılan kontrast madde nefrotoksik özellikte değildir.

Kalp ve büyük damarların görüntülenmesinde kullanılan siyah kan görüntülemesinde kanın sinyalsiz izlendiği hızlı sekanslar kullanılır (22).

MRA’nın dezavantajları olarak stenozları olduğundan fazla göstermesi, şiddetli stenozları total oklüzyon olarak göstermesi, kanama sahasındaki methemoglobini akım olarak kodlaması sayılabilir. Bununla birlikte teknolojik gelişmeler sonucu MR görüntülemesinde görüntü kalitesi artmış ve görüntüleme süresi kısalmıştır. MRA’da kontrast madde kullanım zorunluluğunun olmayışı, kullanılan kontrast maddenin nefrotoksik özellik göstermeyişi ve yöntemin iyonizan radyasyon içermeyişi ise bu yöntemi DSA ve BTA’ya karşı avantajlı konuma getirir.

2.4.4. Bilgisayarlı Tomografi (BT) ve Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi (ÇKBT)

2.4.4.1. Genel Bilgiler

Röntgen ışınının keşfi sonrası gittikçe gelişen anatomik görüntüleme kesit görüntülerin elde edilebilmesiyle yeni bir kulvar kazanmıştır. Günümüzde BT aygıtları X ışını tüpü ve dedektör bloğunun devamlı dönüşü sırasında hasta masasının kaydırılarak veri toplandığı gelişmiş aygıtlardır. Bu aygıtlar çok sıralı dedektör bloğuna sahiptir ve 7. jenerasyon olarak isimlendirilir. Çok kesitli dedektörler ilk olarak 4x1 mm kesitli olarak 1998 yılında geliştirilmiştir, günümüzde 320 ve üzeri kesitli BT’ler kullanımdadır.

Spiral BT ve çok kesitli BT’nin çekim prensipleri benzerdir. Bununla birlikte longitudinal aks (z aksı) boyunca iki veya daha fazla dedektör dizilimi olması ve ışın kolimasyonunun genişletilebilmesi ÇKBT’yi spiral BT’den ayırır. Veriler x-ışını ve dedektörün birbiriyle senkronize şekilde hasta etrafında 360 derece dönüşüyle elde edilir. Aynı anda birden fazla kesit alınabilmesi bu sistemin esas avantajıdır. Bu sistemde kesit kalınlığını belirleyen faktör dedektör açıklığıdır. Kullanılan dedektör sayısı tüpten çıkan x-ışını kalınlığı belirler. X-ışını kalın bir yelpaze şeklindedir, bu şekle ‘open beam geometry’ yani açık ışın geometrisi adı verilmiştir. Bu yöntemin

avantajları longitudinal akstaki çözünürlüğün artması, inceleme süresinin kısalması, incelenen hacmin artması ve üretilen x-ışınından yararlanma oranının artmasıdır (22).

Vasküler yapıların noninvaziv anjiyografisi günümüzde çok kesitli BT ile yapılabilmektedir (23). ÇKBT vasküler anatomi ve hastalıkların görüntülenmesinde oldukça önemlidir; normal vasküler anatomi, varyasyon ve patolojik durumların hepsini gösterebilir. Bu nedenle günümüzde konvansiyonel anjiyografinin noninvaziv alternatifini olarak rutinde kullanılmaktadır. Aynı zamanda cerrahi planlanan hastalarda preoperatif detaylı bilgi edinmeyi sağlar (24).

2.4.4.2. Dedektörler

BT aygıtında kullanılan dedektörlerin görevi hastayı geçen radyasyonun intensitesini ölçmektir. ÇKBT tekniğinin konvansiyonel spiral BT'den esas farkı çok sayıda dedektör sırasından oluşan iki boyutlu matriks yapısındaki dedektörleridir. Bu dedektörlerin enleri dardır ve birbirlerine sıkıca bağlanmışlardır. Kesit kalınlığını esasen entegre edilen dedektör sayısı belirler ve en ince kesit kalınlığı bir dedektör boyutu kadardır. Kesit sayısı ise aygıtın elektroniği ve yazılımı ile belirlenir. Entegre edilen dedektörler tek bir dedektör gibi davranır. Dedektör sıralarının boyutları birbirine eşit (izotropik) ya da farklı (anizotropik) olabilir. Tüm dedektörlerinin boyutlarının eşit olduğu diziliş şekline “üniversal diziliş”, merkezden perifer genişleyen boyutta dedektörlerin dizilişine “progresif diziliş” adı verilir. 16 veya daha fazla sıralı sistemlerde ise “melez diziliş” adı verilen ve merkezdeki küçük boyutta dedektör grubunu çevreleyen daha büyük, eşit boyutlu dedektörlerden oluşan diziliş kullanılır. Gelişen elektronik ve yazılım teknoloji sayesinde günümüzde dedektör boyutları 1 mm'nin altına düşmüştür (22).

2.4.4.3. Kesit Kalınlıkları

X-ışını tüpünün rotasyon süresinin oldukça kısa olması ve rotasyon boyunca masa hareketinin devamlı olması sayesinde ÇKBT aygıtlarında hacimsel görüntüleme mümkündür. Hacim bilgisinin yüksek kalitede olması için longitudinal düzlemdeki çözünürlüğün yüksek olması gerekir, bunu belirleyen esas faktör ise kesit kalınlığı ve

dolayısıyla dedektör boyutlarıdır. Günümüzde ÇKBT aygıtlarında dedektör kalınlığı 0,5-0,625 mm arasındadır. İnce dedektörler ve ince kesit kalınlığı ile uzaysal çözünürlük artmakta ve kısmi hacim etkisi azalmaktadır. Oldukça ince kesit kalınlıkları sayesinde elde olunan yüksek çözünürlüklü izotropik görüntüler ile yüksek kalitede reformat, volum reformat ve 3 boyutlu rekonstrüksiyonlar yapabilmek mümkündür (25).

2.4.4.4. Veri Elde Etme Düzeni (DAS)

Hastayı geçip dedektöre ulaşan x-ışını intensitesi ile dedektörden analog bir sinyal üretilir ve bu analog veriler DAS aracılığı ile dijital verilere dönüştürülür.

2.4.4.5. Üç Boyutlu Görüntüler

Elde olunan aksiyel plan görüntülerin bütünüyle her olguda mutlaka değerlendirilmesi gerekmektedir. Mevcut imajlardan 'postprocessing' ile 3 boyutlu görüntüler MPR (multiplanar reformat), MIP (maksimum intensity projection), SSD (shaded surface display) ve VRT (volume rendering technique) yöntemleri ile elde edilebilir. Tanının güvenilirliğini artırmak için 3 boyutlu görüntülerde saptanan patolojilerin aksiyel görüntüler üzerinden doğrulanması gereklidir.

Seçilen yapının yüzeyinin 3 boyutlu görünümünün elde edilmesini sağlayan SSD tekniğidir. Bu teknikte obje arka plan yapılarından kontrastına bağlı olarak ayrılır, bu nedenle obje kontrastı önemlidir. Seçilen dansite eşik değeri ile bu değere sahip kontrast madde sütunu ayrılır. Seçilen eşik değere göre görüntü değiştiğinden küçük çaplı, ince damarların görüntülenmesi zor olabilir, bu da yalancı stenoz veya oklüzyon tanılarında neden olabilir (26).

VRT'de ilgilenilen objenin yoğunluğu Hounsfield ünitesi (HU) olarak belirlenir ve voksellerde bu değer varlığı/yokluğu üzerinden segmentasyon yapılır. Sonuçta yalnızca ilgilenilen objenin vokselleri elde edilir. Segmentasyondan sonra yazılım aracılığıyla segmente veriler reforme edilir. Reforme görüntüler boyama, gölgeleme gibi işlemlere tabi tutulabilir. Bu yöntem diğerlerine göre daha uzun sürebilir.

Yöntemler arasında en kolay alternatif görüntüleme tekniği MPR'dir. Bu yöntem sayesinde aksiyel görüntülerden hızlıca koronal, sagittal veya oblik görüntüler elde edilebilir. Longitudinal aksın (z aksı) çözümü kesit kalınlığı ile sınırlı olduğundan bu yöntemin uzaysal çözümü gücü düşüktür. Kesit kalınlığı ne kadar ince ise MPR'nin rezolüsyonu o kadar yüksektir (22).

Reprojeksiyon tekniğinde segmentasyon işlemine gerek kalmaksızın farklı açılardan radyografik projeksiyonlara benzer imajlar elde olunur. Belirlenen açıya göre hacim veri setinden vokseller seçilir ve o yöndeki voksel değerleri birbirine eklenir. En yüksek BT numarasının görüntülediği yöntem MIP (maksimum intensity projection), düşük BT numarası taşıyan voksellerin görüntülediği yöntem MinIP (minimum intensity projection) olarak adlandırılır. Değişik açılardan ele edilmiş görüntülerin gösterildiği bu teknik esasında gerçek bir 3 boyutlu görüntüleme yöntemi değildir. MIP yönteminin pratikte en önemli uygulama alanı BTA'dir, kontrastlı damar kesitlerinden anjiyografik görüntüler elde edilir (22).

2.4.5. Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi (BTA)

2.4.5.1. Genel Bilgiler

Klinik uygulamada oldukça geniş bir yere sahip olan BTA'da hastaya intravenöz yoldan kontrast madde verildikten sonra görüntülenmek istenen vasküler yapıya (arter, sistemik ven, portal ven) yönelik arteriyel, portal ve/veya venöz fazda çekim yapılır. Çekim süresi oldukça kısadır, bu sayede solunuma bağlı istemsiz hareket artefaktları azalmıştır. BTA ile pulmoner emboli varlığı, aort anevrizması, aort diseksiyonu, mezenter iskemisi değerlendirilebilir, periferik arterler, intrakraniyal arterler, koroner arter ve RA patolojileri tanımlanabilir, karaciğer ve böbrek transplantasyonu hazırlığında cerrahi öncesi vasküler anatomi incelenebilir. Hacimsel görüntüleme sayesinde multiplanar rekonstrüksiyonlar ve 3 boyutlu reformat görüntüler oluşturularak komşu anatomik yapılarla damarın ilişkisi değerlendirilebilir.

Radyografiye göre BT'nin uzaysal çözümü düşüktür. Buna karşılık kontrast çözümü en yüksek x-ışını görüntüleme yöntemi BT'dir.

İnvaziv natürde olmayışı, kısa inceleme süresi, vasküler yapıların yanı sıra komşu anatomik yapıların ve eşlik eden patolojilerin değerlendirilebilmesi tanısal vasküler görüntülemelerde BTA'yı DSA'nın önüne taşımaktadır.

2.4.5.2. BTA'DA Kontrast Madde Enjeksiyonu Zamanlama Teknikleri

1. Sabit Gecikme Tekniği
2. Test Bolus Tekniği
3. Bolus '*Tracking*' Tekniği

2.4.5.2.1. Sabit Gecikme Tekniği

Kontrast madde enjeksiyonu tamamlandıktan sonra, serum fizyolojik enjeksiyonu ile eş zamanlı olarak görüntüleme başlar. Gecikme yaklaşık 25 saniyedir.

2.4.5.2.2. Test Bolus Tekniği

Çıkan aortada sabit bir seviye görüntülenirken az miktarda (test dozunda) kontrast madde verilir, kontrast dansitesinin artış ve azalış eğrisi değerlendirilir. Esas volümde kontrastın test dozu ile benzer davranış göstereceği farz edilerek eğrideki pik dansite değerine göre çekim zamanı belirlenir.

2.4.5.2.3. Bolus '*Tracking*' Tekniği

İnen torakal aorta ya da arkus aortaya ROI (region of interest) yerleştirilir. Kontrast madde önceden belirlenen eşik HU değerine ulaştığına görüntülemeye başlanır.

2.5. Radyasyon Dozu

Radyasyon maruziyeti, x-ışını fotonlarının hastanın vücudunda meydana getirdiği iyonizasyon olarak tanımlanmıştır. Üretilen x-ışını fotonu sayısı tüpün

voltajına (kV) ve miliamper değerine (mAs) bağlıdır. Işınlara atenuasyonu ise hastanın vücut hacmi ve kesitin kalınlığına göre değişir. Obez hastalarda görüntü kalitesini bozmadan ince kesitlerle inceleme yapmak için tüpten çıkan foton sayısı, yani kV ve mAs artırılmalıdır, bu da hastanın aldığı dozda artışa neden olur.

Gelişen teknoloji sayesinde inceleme süresindeki kısaltmalar ve anjiyografi çalışmalarının yaygınlaşmasının insanlarda x-ışını maruziyeti ve radyasyon dozlarında artışa neden olduğu tartışmaları doğmuştur. Bununla birlikte tüm vücut incelemelerinde ÇKBT anjiyografinin klasik anjiyografiye göre daha az radyasyon dozuna neden olduğu gösterilmiştir (27). Efektif dozun sinyal intensitesi birimi miliSieverttir (mSv).

Tablo 2.7. Efektif doz tablosu

İnceleme	Ortalama efektif doz (mSv)	Doz eşdeğeri (PAAG karşılığı)
Dental çekim	0,005-0,01	0,25-0,5
PAAG	0,02	1
Mamografi	0,4	20
BT	2-16	100-800
Nükleer Tıp	0,2-41	10-2050
Girişimsel işlemler	5-70	250-3500

2.6. Kontrast Maddeler

2.6.1. Genel Bilgiler

Yoğunluğu ve/veya atom numarası çevre dokudan farklı olan maddeler, normalde kontrast madde ile çevrelenmemiş ve görülmesi zor organ ve dokuların ya da çevrelerinin kontrastını x-ışını soğurulma katsayısını değiştirmek suretiyle artırarak görülemeyen bu yapıları izlenir hale getirir. Kontrast maddeler organizmaya zarar vermemeli, inert olmalıdır. Kontrast maddeler yoğunlukları ve atom numaraları baz alınarak iki gruba ayrılır: radyolusen ve radyoopak kontrast maddeler. Hava ve karbondioksit gibi gazlar radyolusen kontrast maddeler arasındadır. Radyoopak

kontrast maddeler ise atom numaraları ve yoğunlukları yüksek maddelerdir. Günümüzde 3 iyot atomu bağlanmış benzoik asit molekülleri iyotlu kontrast maddeler olarak kullanılmaktadır. Bunlar yüksek osmolariteli (iyonik) ve düşük osmolariteli (iyonik, noniyonik) olmak üzere iki gruba ayrılır (22).

2.6.2. Yüksek Osmolariteli Kontrast Maddeler

Osmolaritenin solüsyondaki partikül boyutu ile ilişkisi yoktur, partikül sayısına bağlıdır. Yüksek osmolariteli kontrast maddeler meglumin veya sodyum tuzlarının değişik oranda karışımı şeklindedir. Bu maddelerin iyot/partikül oranı 3/2'dir. Meglumin tuzları sodyum tuzlarına göre daha viskoz fakat daha az toksiktir. Güçlü diüretik etkiye sahiptir. Kontrast maddelerin viskozitesi ısı ile yakından ilişkili olduğundan bu maddeler ısıları vücut ısısına yükseltildikten sonra kullanılmalıdır (22).

2.6.3. Düşük Osmolariteli Kontrast Maddeler

İdeal bir kontrast madde düşük osmolariteli ve yüksek radyoopasiyete sahip olmalıdır. Kontrast maddeyi değerlendirirken temel ölçüt moleküldeki iyot atomu sayısının solüsyondaki partikül sayısına oranıdır. Kontrast maddenin iyot/partikül oranı artırılarak osmolaritesi ve toksisitesi azalabilir. Bu oranı artırmanın bir yolu konvansiyonel monomerik iyonik tuzların noniyonik türevlerinin oluşturulması, diğer yolu ise moleküldeki iyot miktarının artırılmasıdır (22).

2.6.3.1. Düşük Osmolariteli Noniyonik Kontrast Maddeler

Konvansiyonel monomerik iyonik tuzların noniyonik türevlerinin oluşturulmasıyla elde edilmişlerdir. Karboksil grubu molekül yapısından uzaklaştırılmış, eriyebilirlik yan zincirlere bağlanan hidroksil grubu ile sağlanmıştır. Bu sayede iyot/partikül oranı yükselmiştir. Noniyonik kontrast maddeler elektrik yükü içermez, katyon barındırmaz, daha hidrofildir. Proteinlere bağlanma ve biyolojik membran fonksiyonunu etkileme özellikleri daha azdır ancak osmolaritesi yüksek olduğundan hipertonsite nedeniyle daha fazla yan etkiye neden olurlar. Anjiyografik

incelemelerde tercih edilirler. Nöral toleransı yüksek olduğundan myelografik kullanım için de uygundur (28).

2.6.3.2. Düşük Osmolariteli İyonik Kontrast Maddeler

Moleküldeki iyot miktarı artırılarak iyot/partikül oranı artırılmış kontrast maddelerdir. İyot miktarı 3 iyot bağlı benzen halkasından 2 ya da 3 tanesini bir molekül şeklinde bağlayarak veya konvansiyonel monomerik iyot tuzlarının katyonları yerine anyonları yapısına 3 iyotlu benzen halkası taşıyan sentetik organik katyonlar yerleştirilerek artırılabilir. Bu şekilde oluşturulan kontrast maddelerde iyot/partikül oranı 6/2'dir. Konvansiyonel kontrast maddelere göre daha fazla iyot içeren bu maddeler noniyonik özellikte değildir (28).

2.6.4. Kontrast Madde Reaksiyonları

Çoğu alerjik tipte olan reaksiyonların nedeni tam olarak bilinmemekle birlikte kontrast maddenin doğrudan uyarısı sonucu mast hücreleri ve bazofillerden histamin salınımı ile geliştiği düşünülmektedir. Alerjik reaksiyonlar multisistemiktir. Kemotaktik reaksiyonlar ise kontrast maddenin osmolaritesi, kalsiyum bağlama kapasitesi ve katyon konsantrasyonu gibi fizikokimyasal özelliklerine bağlıdır ve kontrast madde enjeksiyonu yapılan damarda ve hedef organda etkilere neden olur. Yan etkilerin tümü kontrast maddenin enjeksiyon yeri ve hızı, dozu, konsantrasyonu ile ilişkilidir. Yan etkiler düşük osmolariteli kontrast maddelerin tercih edilmesi ile azaltılabilir (28).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Etik Kurulunun 12.09.2019 tarihli, İ3-98-19 karar numaralı izni ile gerçekleştirilmiştir.

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda, Temmuz 2011 ile Ekim 2018 tarihleri arasında, karaciğer veya böbrek canlı donör adayları olarak diğer klinik birimlerin istemi doğrultusunda abdominal BTA tetkiki gerçekleştirilmiş olgular çalışmaya dahil edildi. Olgular hastanemizin kullanmakta olduğu Centricity PACS (GE Healthcare, Milwaukee, ABD) sisteminden yararlanılarak retrospektif olarak değerlendirildi. Verilerinin bilimsel çalışmalarda kullanılmasına onay vermeyen hastalar, incelemede hareket artefaktı olduğu veya kontrast fazı uygun olmadığı için optimal değerlendirme yapılamayan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Donör adayları abdominal BTA istemi ile başvuran olgularda, 64-dedektörlü (Aquilion 64, Toshiba, Japonya) ÇKBT ile çekimler gerçekleştirildi. Anteroposterior 'scout' görüntüleri alınarak çekimin yapılacağı bölgenin alt ve üst sınırları belirlendi. Karaciğer donör adaylarında kontrastsız görüntüleri alındıktan sonra erken arteriyel fazda (20-30. saniye), portal fazda (1. dakika) ve geç venöz fazlarda (2. dakika) çekimler gerçekleştirildi. Böbrek donör adaylarında ise erken arteriyel (20-30. saniye) ve pyelografik fazda (6. dakika) çekim gerçekleştirildi. Çalışmada kontrast enjeksiyon zamanlaması için test bolus ve bolus 'tracking' teknikleri kullanıldı. Sol veya sağ antekübital venden otomatik enjektör ile iyot konsantrasyonu 350 mgI/mL olan 100 mL noniyonik kontrast madde 3,5-4 mL/sn hızla bolus tarzında verildikten sonra 100 mL serum fizyolojik 3,5-4 mL/sn hızla verildi. İncelemeler 32 mm (64x0,5) kolimasyon, pitch değeri 0,828 (helikal pitch 53) ile, 120 kV ve otomatik (10-350) miliamper (mA) kullanılarak, 0,5 mm kalınlıkta dedektör ve 0.5 mm rekonstrüksiyon intervali ile gerçekleştirildi. Arteriyel görüntüleri hastaya nefes tutturularak ortalama 20-30. saniyelerde alındı.

Elde edilen dinamik görüntüleri iş istasyonuna gönderilerek ince kesitli aksiyel görüntüleri koronal ve sagittal planlarda rekonstrükte edildi. Çalışmaya dahil edilen olguların ÇKBT anjiyografi görüntüleri geriye dönük olarak değerlendirilerek çölyak arter, HA, SMA ve İMA anatomisinde görülen varyasyonlarının prevalansları ve

birbirleri ile ilişkileri araştırıldı. Vasküler yapıların ayrıntılı değerlendirilmesinde VR, MIP ve MPR teknikleri ile elde edilen 3 boyutlu görüntüler yardımcı oldu.

ÇT ve SMA varyasyonları için tanımlanan çeşitli sınıflamalar da göz önünde bulundurularak varyantlar her olguda ayrıntılı olarak değerlendirildi. Çölyak arteriyel varyasyonlar hepatik ve hepatik olmayan varyasyonlar olarak iki grupta incelendi. Renal arterler değerlendirilirken her iki tarafta RA sayısı ve ekstrarenal arter varlığı göz önünde bulunduruldu. Aberan ya da aksesuar renal arterler sayı anomalisi olarak kaydedildi.

3.1. İstatistiksel Yöntem

Çalışmanın istatistiksel analizi Statistical Package for Social Sciences Version 8 (SPSS Inc, Chicago, IL, ABD) programı kullanılarak gerçekleştirildi. Tanımlayıcı istatistik için kategorik veriler “sayı ve yüzde oranları” olarak belirlendi. İncelenen tüm arterlerde varyasyon sıklıkları, cinsiyetler arasındaki varyasyon oranları arasındaki kategorik verilerin karşılaştırılmasında Ki Kare testi kullanıldı. P değeri 0,05’in altında olduğunda sonuç istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışmada değerlendirilen 857 hastadan %47,5'i kadın (n=407), %52,5'i erkekti (n=450). Hastaların 460 tanesinde çölyak ya da renal arteriyel sistemde toplam 671 varyasyon saptandı. Varyasyon saptanan hastaların %47,2'si kadın (n= 217), %52,8'i erkekti (n=243). Hastaların yaş ortalamaları 40 idi (18-79). Hasta demografik verileri Tablo 4.1'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Hasta demografik verileri

	Değerlendirilen hasta sayısı	Varyasyon saptanan hasta (%)	Saptanan varyasyon sayısı	Yaş ortalaması
Kadın	407	53,3 (n=217)	316	41 (18-79)
Erkek	450	54 (n=243)	355	40 (18-73)
Total	857	53,7 (n=460)	671	40 (18-79)

Çölyak arteriyel sistemde varyasyon saptanan toplam 319 hastadan 227'sinde sadece 1 varyasyon saptanırken 92 hastada 2 veya daha fazla arteriyel varyasyon saptandı. En sık izlenen çölyak varyasyonlar arasında ilk 3 sırada sırasıyla replase sağ HA (%12; n=103), aksesuar sol HA (%8,3; n=71) ve replase sol HA (%6,9; n=59) bulunuyordu.

Renal arteriyel sistemde varyasyon saptanan toplam 240 hastadan 229'unda sadece 1 varyasyon izlenmişken 11'inde 2 veya daha fazla anatomik varyasyon saptandı. En sık izlenen renal varyasyon %25,4 ile çift renal arterdi (n=218) (Tablo 4.2, 4.3, 4.4).

Tablo 4.2. Çölyak trunkus-hepatik arter varyasyonları

	Replase sağ HA	Replase sol HA	Aksesuar sağ HA	Aksesuar sol HA	Aortadan köken alan ortak HA	Aortadan köken alan sağ HA	ÇT'den köken alan sağ HA	ÇT'den köken alan sol HA	SMA'dan köken alan ortak HA	Gastroduodenal arterden köken alan sol HA
Kadın	53	27	10	43	3	2	10	1	4	2
Erkek	50	32	9	28	4	2	6	0	11	0
Toplam	103	59	19	71	7	4	16	1	15	2
Varyasyonlar içindeki sıklık (%)	22,4	12,8	4,1	15,4	1,5	0,9	3,5	0,2	3,3	0,4
Popülasyondaki sıklık (%)	12	6,9	2,2	8,3	0,8	0,5	1,9	0,1	1,8	0,2

Tablo 4.3. Çölyak trunkus-hepatik olmayan arter varyasyonları

	Aksesuar sol gastrik arter	Gastroduodenal arterden köken alan aksesuar sol gastrik arter	Aksesuar sağ gastrik arter	Aortadan köken alan sol gastrik arter	Ortak HA'dan köken alan sol gastrik arter	Gastroduodenal arterden köken alan sol gastrik arter	Çölyomezenterik trunkus	Çölyak trunkus yokluğu (3 ayrı kök halinde OH-SA-SGA)
Kadın	23	2	0	11	1	0	0	0
Erkek	32	5	1	16	1	1	5	1
Toplam	55	7	1	27	2	1	5	1
Varyasyonlar içindeki sıklık (%)	12	1,5	0,2	5,9	0,4	0,2	1,1	0,2
Popülasyondaki sıklık (%)	6,4	0,8	0,1	3,2	0,2	0,1	0,6	0,1

	SA'dan köken alan gastroduodenal arter	Sol HA'dan köken alan gastroduodenal arter	ÇT'den köken alan gastroduodenal arter	Aksesuar gastroduodenal arter	SMA'dan köken alan gastroduodenal arter	Sağ HA'dan köken alan gastroduodenal arter	SMA-SGA-SA ortak kök	Aortadan direkt çıkan SA
Kadın	0	2	2	6	2	0	1	0
Erkek	1	1	1	6	0	1	0	1
Toplam	1	3	3	12	2	1	1	1
Varyasyonlar içindeki sıklık (%)	0,2	0,7	0,7	2,6	0,4	0,2	0,2	0,2
Popülasyondaki sıklık (%)	0,1	0,4	0,4	1,4	0,2	0,1	0,1	0,1

Tablo 4.4. Renal arter varyasyonları

	Çift RA	3 RA	4 RA	RA torasik aortadan	Diğer (6 RA + at nalı böbrek)	Toplam
Kadın	98	11	1	1	0	111
Erkek	120	17	2	0	1	140
Toplam	218	28	3	1	1	251
Varyasyonlar içindeki sıklık (%)	47,4	6,1	0,7	0,2	0,2	
Popülasyondaki sıklık (%)	25,4	3,3	0,4	0,1	0,1	29,3

4.1. Çölyak Arteriyel Anatomik Varyasyonlar

Çölyak arteriyel sistemde varyasyon saptanan toplam 319 hastadan 227 kişide sadece 1 varyasyon saptanırken 92 hastada 2 veya daha fazla arteriyel varyasyon saptandı. 231 hastada toplam 297 hepatik arteriyel varyasyon ve 123 hastada toplam 189 hastada hepatik olmayan arteriyel varyasyon izlendi. En sık rastlanan çölyak arteriyel varyasyonlar sırası ile replase sağ HA (%12; n=103), aksesuar sol HA (%8,3; n=71) ve replase sol HA (%6,9; n=59) idi. Çölyak arteriyel varyasyonlar ile renal arteriyel varyasyonlar karşılaştırıldığında aralarında birliktelik açısından anlamlı bir ilişki saptanmadı ($p>0,05$).

4.2. Hepatik Arteriyel Anatomik Varyasyonlar

Çalışmada 231 hastada toplam 297 hepatik arteriyel varyasyon saptandı. Hastaların 188'inde sadece 1 hepatik arteriyel varyasyon izlenirken 43 hastada 2 veya daha fazla varyasyon kaydedildi. En sık rastlanan hepatik arteriyel varyasyonlar sırası ile replase sağ HA (%12; n=103), aksesuar sol HA (%8,3; n=71) ve replase sol HA (%6,9; n=59) idi. Çalışmada hepatik arteriyel varyasyonlar cinsiyetlere göre karşılaştırıldığında aksesuar sol hepatik arterin kadın cinsiyette daha sık görüldüğü ($p=0,014$) dikkati çekti. Diğer varyasyonların görülme sıklıkları açısından kadın ve erkek cinsiyetler arasında fark saptanmadı ($p>0,05$). Hepatik arteriyel varyasyonların

diğer çölyak trunkus varyasyonları ile ilişkileri değerlendirildiğinde replase sağ HA varyasyonu izlenen hastalarda replase sol HA varyasyonu ve aksesuar sol HA varyasyonu görülme sıklığının arttığı bulundu (sırasıyla $p<0,001$ ve $p=0,001$).

4.2.1. Replase Sağ Hepatik Arter

Replase sağ HA çalışma popülasyonunda %12 sıklıkla en sık görülen çölyak arteriyel varyasyondur ($n=103$). Varyasyon saptanan hastalarda cinsiyet açısından fark görülmedi ($p>0,05$). Replase sağ HA varyasyonu ile diğer varyasyonların birbirleri ile ilişkileri incelendiğinde replase sağ HA varyasyonu görülen hastalarda replase sol HA varyasyonu ve aksesuar sol HA varyasyonu görülme sıklığının arttığı bulundu (sırasıyla $p<0,001$ ve $p=0,01$).

4.2.2. Replase Sol Hepatik Arter

Replase sol HA çalışma popülasyonunda %6,9 sıklıkta görüldü ($n=59$). Varyasyon saptanan hastalarda cinsiyet açısından fark görülmedi ($p>0,05$). Replase sağ HA varyasyonu ile diğer varyasyonların birbirleri ile ilişkileri incelendiğinde replase sağ HA varyasyonu görülen hastalarda replase sol HA varyasyonu görülme sıklığının arttığı bulundu ($p<0,001$).

4.2.3. Aksesuar Sağ Hepatik Arter

Aksesuar sol HA çalışma popülasyonunda %2,2 sıklıkta görüldü ($n=19$). Varyasyon saptanan hastalarda cinsiyet açısından fark görülmedi ($p>0,05$). Aksesuar sağ HA varyasyonu ile diğer varyasyonların birbirleri ile ilişkileri incelendiğinde anlamlı bir ilişki görülmedi.

4.2.4. Aksesuar Sol Hepatik Arter

Aksesuar sol HA çalışma popülasyonunda %8,3 sıklıkta görüldü ($n=71$). Varyasyon saptanan hastalarda aksesuar sol hepatik arterin kadın cinsiyette daha sık

görüldüğü ($p=0,014$) dikkati çekti. Aksesuar sol HA varyasyonu ile diğer varyasyonların birbirleri ile ilişkileri incelendiğinde replase sağ HA varyasyonu görülen hastalarda aksesuar sol HA varyasyonu görülme sıklığının arttığı bulundu ($p=0,001$).

4.2.5. Aortadan Köken Alan Ortak Hepatik Arter

Aortadan köken alan ortak HA varyasyonu çalışma popülasyonunda %0,8 sıklıkta görüldü ($n=7$). Varyasyon saptanan hastalarda cinsiyet açısından fark görülmedi ($p>0,05$). Aortadan çıkan ortak HA varyasyonu ile diğer varyasyonların birbirleri ile ilişkileri incelendiğinde anlamlı bir ilişki görülmedi.

4.2.6. Aortadan Köken Alan Sağ Hepatik Arter

Aortadan köken alan sağ HA varyasyonu çalışma popülasyonunda %0,5 sıklıkta görüldü ($n=4$). Varyasyon saptanan hastalarda cinsiyet açısından fark görülmedi ($p>0,05$). Aortadan köken alan sağ HA varyasyonu ile diğer varyasyonların birbirleri ile ilişkileri incelendiğinde anlamlı bir ilişki görülmedi.

4.2.7. Çölyak Arterden Köken Alan Sağ Hepatik Arter

Çölyak arterden köken alan sağ HA varyasyonu çalışma popülasyonunda %1,9 sıklıkta görüldü ($n=16$). Varyasyon saptanan hastalarda cinsiyet açısından fark görülmedi ($p>0,05$). Çölyak arterden köken alan sağ HA varyasyonu ile diğer varyasyonların birbirleri ile ilişkileri incelendiğinde anlamlı bir ilişki görülmedi.

4.2.8. Çölyak Arterden Köken Alan Sol Hepatik Arter

Çölyak arterden köken alan sol HA varyasyonu çalışma popülasyonunda %0,1 sıklıkta görüldü ($n=1$).

4.2.9. SMA'dan Köken Alan Ortak Hepatik Arter (Replase Ortak Hepatik Arter)

SMA'dan köken alan ortak HA varyasyonu çalışma popülasyonunda %1,8 sıklıkta görüldü (n=15). Varyasyon saptanan hastalarda cinsiyet açısından fark görülmedi ($p>0,05$). SMA'dan köken alan ortak HA varyasyonu ile diğer varyasyonların birbirleri ile ilişkileri incelendiğinde anlamlı bir ilişki görülmedi.

4.2.10. Gastroduodenal Arterden Köken Alan Sol Hepatik Arter

Gastroduodenal arterden köken alan sol HA varyasyonu çalışma popülasyonunda %0,2 sıklıkta görüldü (n=2). Varyasyon saptanan hastalarda cinsiyet açısından fark görülmedi ($p>0,05$). Gastroduodenal arterden köken alan sol HA varyasyonu ile diğer varyasyonların birbirleri ile ilişkileri incelendiğinde anlamlı bir ilişki görülmedi.

4.3. Hepatik Olmayan Çölyak Arteriyel Varyasyonlar

Çalışma popülasyonunda 123 hastada toplam 189 hastada hepatik olmayan arteriyel varyasyon izlendi. Hastalardan 111'inde hepatik olmayan arteriyel varyasyon tek başına görülürken 78 hastada ise hepatik ve hepatik olmayan arteriyel varyasyonlar bir arada gözlemlendi. En sık gözlenen hepatik olmayan çölyak arteriyel varyasyonlar aksesuar SGA %6,9; n=55) ve aortadan köken alan SGA (%3,2; n=27) idi. Hepatik olmayan çölyak arteriyel varyasyon saptanan hastalardan 50'si kadın 73'ü erkekti ($p>0,05$). Hepatik olmayan çölyak arteriyel varyasyonların hepatik çölyak arteriyel varyasyonlar ve renal arteriyel varyasyonlar ile olan ilişkisi değerlendirildiğinde anlamlı bir ilişki saptanmadı ($p>0,05$).

4.3.1. Aksesuar Sol Gastrik Arter

Aksesuar SGA varyasyonu çalışma popülasyonunda %6,4 sıklıkta görüldü ve hepatik olmayan çölyak arteriyel varyasyonlar arasında en sık rastlanan varyasyondur (n=55). Varyasyon saptanan hastalarda cinsiyet açısından fark görülmedi ($p>0,05$).

Aksesuar SGA varyasyonu ile diğer varyasyonların birbirleri ile ilişkileri incelendiğinde anlamlı bir ilişki görülmedi.

4.3.2. Gastroduodenal Arterden Köken Alan Aksesuar Sol Gastrik Arter

Gastroduodenal arterden köken alan aksesuar SGA varyasyonu çalışma popülasyonunda %0,8 sıklıkta görüldü (n=7). Varyasyon saptanan hastalarda cinsiyet açısından fark görülmedi ($p>0,05$). Gastroduodenal arterden köken alan aksesuar SGA varyasyonu ile diğer varyasyonların birbirleri ile ilişkileri incelendiğinde anlamlı bir ilişki görülmedi.

4.3.3. Aortadan Köken Alan Sol Gastrik Arter

Aortadan köken alan SGA varyasyonu çalışma popülasyonunda %3,2 sıklıkta görüldü (n=27). Varyasyon saptanan hastalarda cinsiyet açısından fark görülmedi ($p>0,05$). Aortadan köken alan SGA varyasyonu ile diğer varyasyonların birbirleri ile ilişkileri incelendiğinde anlamlı bir ilişki görülmedi.

4.3.4. Ortak Hepatik Arterden Köken Alan Sol Gastrik Arter

Ortak hepatic arterden köken alan SGA varyasyonu çalışma popülasyonunda %0,2 sıklıkta görüldü (n=2). Varyasyon saptanan hastalarda cinsiyet açısından fark görülmedi ($p>0,05$).

4.3.5. Çölyomezenterik Trunkus (Ortak Çölyak ve SMA Trunkusu)

Ortak çölyak ve SMA trunkusu varyasyonu çalışma popülasyonunda %0,6 sıklıkta görüldü (n=5). Varyasyon saptanan hastalarda cinsiyet açısından fark görülmedi ($p>0,05$). Ortak çölyak ve SMA trunkusu varyasyonu ile diğer varyasyonların birbirleri ile ilişkileri incelendiğinde anlamlı bir ilişki görülmedi.

4.3.6. Sol Hepatik Arterden Köken Alan Gastroduodenal Arter

Sol hepatik arterden köken alan gastroduodenal arter varyasyonu çalışma popülasyonunda %0,4 sıklıkta görüldü (n=3). Varyasyon saptanan hastalarda cinsiyet açısından fark görülmedi ($p>0,05$). Sol hepatik arterden köken alan gastroduodenal arter varyasyonu ile diğer varyasyonların birbirleri ile ilişkileri incelendiğinde anlamlı bir ilişki görülmedi.

4.3.7. Çölyak Trunkustan Köken Alan Gastroduodenal Arter

Çölyak trunkustan köken alan gastroduodenal arter varyasyonu çalışma popülasyonunda %0,4 sıklıkta görüldü (n=3). Varyasyon saptanan hastalarda cinsiyet açısından fark görülmedi ($p>0,05$). Çölyak trunkustan köken alan gastroduodenal arter varyasyonu ile diğer varyasyonların birbirleri ile ilişkileri incelendiğinde anlamlı bir ilişki görülmedi.

4.3.8. Aksesuar Gastroduodenal Arter

Aksesuar gastroduodenal arter varyasyonu çalışma popülasyonunda %1,4 sıklıkta görüldü (n=12). Varyasyon saptanan hastalarda cinsiyet açısından fark görülmedi ($p>0,05$). Aksesuar gastroduodenal arter varyasyonu ile diğer varyasyonların birbirleri ile ilişkileri incelendiğinde anlamlı bir ilişki görülmedi.

4.3.9. SMA'dan Köken Alan Gastroduodenal Arter

SMA'dan köken alan gastroduodenal arter varyasyonu çalışma popülasyonunda %0,2 sıklıkta görüldü (n=2). Varyasyon saptanan hastalarda cinsiyet açısından fark görülmedi ($p>0,05$).

4.3.10. Diğer

Aksesuar sağ gastrik arter, gastroduodenal arterden köken alan SGA, ÇT yokluğu (3 ayrı kök halinde OH-SA-SGA), SA'dan köken alan gastroduodenal arter, sağ hepatik arterden köken alan gastroduodenal arter, ortak kök halinde çıkan SMA-SGA ve SA, aortadan köken alan SA varyasyonları çalışma popülasyonunda %0,1 sıklıkta görüldüler (n=1).

4.4. Renal Arteriyel Varyasyonlar

Renal arteriyel sistemde varyasyon saptanan toplam 240 hastadan 229'unda sadece 1 varyasyon izlenirken 11'inde 2 veya daha fazla anatomik varyasyon saptandı. En sık izlenen renal varyasyon %25,4 ile çift renal arterdi (n=218). Varyasyonların görülme sıklıklarında kadın ve erkek cinsiyetler arasında fark saptanmadı (p>0,05). RA varyasyonları ile hepatik arteriyel, hepatik olmayan arteriyel ve tüm çölyak arteriyel varyasyonlar birbirleri ile ilişkileri bakımından incelendiğinde anlamlı bir ilişki saptanmadı (p>0,05).

4.4.1. Çift Renal Arter

Çift RA varyasyonu çalışma popülasyonunda %25,4 sıklıkta görüldü (n=218). Varyasyon saptanan hastalarda cinsiyet açısından fark görülmedi (p>0,05). Renal varyasyonlar kendi arasında ilişkileri bakımından incelendiğinde çift RA varyasyonu ile diğer renal arteriyel varyasyonlar arasında anlamlı ilişki saptanmadı (p>0,05).

4.4.2. Üç Renal Arter

Üç RA varyasyonu çalışma popülasyonunda %3,3 sıklıkta görüldü (n=28). Varyasyon saptanan hastalarda cinsiyet açısından fark görülmedi (p>0,05). Renal varyasyonlar kendi arasında ilişkileri bakımından incelendiğinde üç RA varyasyonu ile diğer renal arteriyel varyasyonlar arasında anlamlı ilişki saptanmadı (p>0,05).

4.4.3. Dört Renal Arter

Dört RA varyasyonu çalışma popülasyonunda %0,4 sıklıkta görüldü (n=3). Varyasyon saptanan hastalarda cinsiyet açısından fark görülmedi ($p>0,05$). Renal varyasyonlar kendi arasında ilişkileri bakımından incelendiğinde dört RA varyasyonu ile diğer renal arteriyel varyasyonlar arasında anlamlı ilişki saptanmadı ($p>0,05$).

4.4.4. Diğer

Torasik aortadan köken alan RA ve 6 RA ile birlikte at nalı böbrek çalışma popülasyonunda %0,1 sıklıkta görüldüler (n=1).

5. TARTIŞMA

ÇT, HA ve RA varyasyonları sık görülen ve asemptomatik seyreden durumlardır (29). Bu varyasyonların önceden bilinmesi ilgili organların cerrahi planlamasında önemlidir. Ön ve orta bağırsak cerrahisi, karaciğer ve böbreğin benign ya da malign hastalıklarının cerrahisi ve özellikle solid organ nakilleri öncesinde bahsedilen varyasyonların önceden tespit edilmesi komplikasyon riskini azaltır ve ameliyat süresini kısaltır (29). Yine ilgili arterlere yapılması planlanan vasküler cerrahi ve girişimsel radyolojik işlemlerden önce bu yapıların eğer varsa varyasyonlarını öncesinde tespit etmek işlem başarısını artıracaktır.

Vasküler anatomi ve varyasyonları göstermede altın standart görüntüleme yöntemi konvansiyel anjiyografidir (30). Fakat günümüzde gelişen teknoloji ve minimal invaziv işlemlerin daha sık kullanılmaya başlaması ile konvansiyonel anjiyografinin yerini ÇKBT almıştır (30-32). 3 boyutlu görüntülerin de elde edilebilmesi sayesinde görüntü kalitesi artırılmıştır (22). BT'nin en büyük dezavantajı olan radyasyon maruziyeti de gelişen teknoloji sayesinde azaltılmış ve günümüzde ÇKBT uygulanan hastaların radyasyon maruziyetleri konvansiyonel anjiyografidekinin altına düşürülmüştür (27). Belki de en önemlisi konvansiyonel anjiyografi gibi invaziv ve komplikasyon riski yüksek olan bir yöntem yerine daha az invaziv ve kısa süren bir yöntem kullanılmaktadır (33,34).

ÇKBT dışında vasküler anatomi incelemek için kullanılan yöntemler RDUS ve MRA'dır. RDUS radyasyon içermemesi ve invaziv olmaması nedeni ile avantajlı gibi görünmekle beraber uygulayıcı bağımlı olması, obezite, meteorizm ve hasta uyumunda yetersizlik nedeniyle optimal inceleme koşullarının her zaman sağlanamaması incelemenin dezavantajlarıdır. Ayrıca bu teknikte vasküler yapılar bir bütün olarak görüntülenemez ve distal dallar-küçük vasküler yapılar ayrıntılı olarak incelenemez. 3 boyutlu görüntülerin elde edilememesi de diğer hacimsel görüntüleme yöntemlerine göre RDUS'nin eksiğidir.

Uzun işlem süresi, uzaysal çözünürlüğün daha az olması, pahalı bir işlem olması MR'nin ÇKBT anjiyografiye göre dezavantajlarıdır. Her ne kadar radyasyon içermeyen bir inceleme tekniği olsa da söz edilen avantajları sebebi ile karaciğer ve böbrek transplantasyonu öncesinde özellikle olmak üzere vasküler yapının ve olası

varyasyonlarının belirlenmesi için günümüzde en sık tercih edilen altın standart yöntem MDBT'dir.

Literatürde ÇT, HA ve RA varyasyonları farklı sıklıklarda bildirilmiştir. ÇT varyasyonları %4,1-15, HA varyasyonları %25-45, renal arteriyel varyasyon sıklığı ise %3,1-12 arasında bildirilmiştir (18,35-42). Çalışmamızda ise ÇT varyasyon sıklığı %38,8; RA varyasyon sıklığı ise %28,1 olarak kaydedilmiştir. Literatürde de kadavralar üzerinde yapılan çalışmalarda ÇT varyasyon oranı %46'ya kadar çıkabilmektedir (18). Varyasyon sıklığı değerlendirilirken yapılan çalışmaların metodunun yanısıra çalışmanın yapıldığı coğrafya da önemlidir (18). Bu nedenle ameliyat öncesi arteriyel anatomik varyasyonların değerlendirilmesinde coğrafi ve ırksal farkların olacağı bilinmeli, hastalar değerlendirilirken bu açıdan da dikkatli olunmalıdır.

ÇT ve SMA varyasyonları embriyolojik olarak vitellin arter ve ventral anastomozların regresyonunda yetersizlik sonucu geliştiğinden bu varyasyonlar genelde beraber değerlendirilir. Çölyak trunkusun normal anatomisi, von Haller tarafından 18. yüzyılda tanımlanmıştır ve "tripus Halleri" olarak adlandırılır (43). Bahsedilen 3 ana dal; ortak HA, SA ve SGA'dır. Otopsi çalışmalarının yaygınlaşması ve özellikle kesitsel görüntüleme yöntemlerinin gelişmesi bahsedilen arterlerin asemptomatik varyasyonlarını ortaya koymayı kolaylaştırmış ve farklı çalışmalarda farklı sıklıklarda da olsa azımsanmayacak oranlarda varyasyonlar tespit edilmiştir. Bu varyasyonlar birçok farklı biçimde görülmüş ve sınıflandırılmaya çalışılmıştır (17,18,43-45). ÇT'nin normal dallanma gösterdiği olguların oranı literatürde geniş bir yelpazede izlenmektedir (%54-98,3) (18). Fakat bahsi geçen bu çalışmalarda ÇT'nin yalnızca proksimal kesimi dikkate alınmıştır. Fakat cerrahi açıdan distal dalların da önem arz ettiği akılda tutulmalıdır. Bu nedenle çalışmamızda ÇT'nin distal dalları da incelemeye alınmış ve ÇT anatomisi eğer en distal dallara kadar herhangi bir varyasyon saptanmadı ise normal kabul edilmiştir. Bu şekilde yapılan değerlendirmede normal ÇT anatomisi %62,8 olarak bulunmuştur. Görüntüleme yöntemlerindeki gelişmelere bağlı olarak günümüzde en distal dalların bile değerlendirilebilmesi ve 3 boyutlu görüntülerin elde edilebilmesi son yıllardaki çalışmalarda varyasyon saptanan olgu sayısının artmasına katkıda bulunmuş olabilir. ÇT'nin trunkus düzeyindeki varyasyonlarına ait birçok çalışma yapılmış ve farklı sınıflandırmalar literatüre

girmiştir (17,43-48). Bu sınıflandırmaların bazı farklılıkları olmasına rağmen temelde benzerdirler (Tablo 5.1). Fakat olgu sayıları ve coğrafi özellikler bu sınıflamaların tüm olası varyasyonları kapsamasını imkansız hale getirmektedir. Mevcut çalışmadan farkları ise distal dalları değerlendirmeye almamalarıdır. Kuşkusuz ameliyat öncesi planlamada ÇT'nin ana dallarının anatomik varyasyonları büyük önem taşımaktadır fakat çalışmamızda bu ana dalların yanı sıra distal dalların da değerlendirilmiş olması daha ayrıntılı bir değerlendirme imkânı sunmaktadır.

Çalışmamızda değerlendirilen 857 olgu arasında ÇT ve dallarına ait varyasyon barındıran hasta oranı %38,2 idi (n=319). Literatür ile karşılaştırıldığında bu oranın birçok çalışmadakinden yüksek bulunduğu dikkati çekmiştir (17-19). Daha önce de bahsedildiği gibi bu oranın yüksekliğinin ÇT'nin distal dallarının değerlendirmeye alınmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Michels'in çalışmasında ÇT varyasyon oranı %11 olarak saptanmıştır (17). 200 olgunun değerlendirilmesi ile yapılan bu çalışmada yapılan sınıflandırma günümüzde hala kullanılmaktadır. Fakat olgu sayısının azlığı ve çalışmanın yürütüldüğü zamanki görüntüleme teknikleri dikkate alındığında bu sınıflamanın dışında kalan varyasyonların saptanması kabul edilebilir bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır (17). Mevcut çalışmada Michels'inki de dahil olmak üzere herhangi bir sınıflama sistemi ile karşılaştırma yapılmaması ya da sonuçların bu sınıflamalardan bir ya da birkaçına göre gruplanmamasının iki sebebi vardır. Birincisi, sonuçlarımızın büyük bir kısmını kapsayacak bir sınıflama sistemi olmaması ikincisi de metodolojik olarak bu sınıflamalar ile mevcut çalışmanın farklı olması; distal dalları ilgilendiren varyantların da ÇT varyasyonu olarak değerlendirilmesidir.

Tablo 5.1. Çölyak trunkus ve hepatik arter sınıflamaları örnekleri

Higashi'nin çölyak tripod sınıflaması	
Tip 1	ÇT'den ilk dal olarak SGA çıkar
Tip 2	ÇT'den ortak HA, SGA ve SA aynı düzeyden çıkar
Tip 3	ÇT'den ilk dal olarak ortak HA çıkar
Tip 4	ÇT'den ilk dal olarak SA çıkar
Lipshutz'un ÇT sınıflaması	
Tip 1	ÇT trifurkasyonu (<i>tripus Halleri</i>)
Tip 2	Hepatosplenik trunkus; SGA AA'dan direkt çıkar
Tip 3	Hepatogastrik trunkus; SA AA'dan direkt çıkar
Tip 4	Splenogastrik trunkus; ortak HA AA'dan direkt çıkar
Adachi'nin ÇT sınıflaması	
Tip 1	ÇT trifurkasyonu (<i>tripus Halleri</i>)
Tip 2	Hepatosplenik trunkus; SGA AA'dan direkt çıkar
Tip 3	Hepatosplenomezenterik trunkus; SGA AA'dan direkt çıkar
Tip 4	Çölyomezenterik trunkus
Tip 5	Gastrosplenik ve hepatomezenterik trunkus
Tip 6	Gastrosplenik trunkus; ortak HA SMA'dan çıkar
Morita'nın ÇT sınıflaması	
Tip 1	ÇT trifurkasyonu (<i>tripus Halleri</i>)
Tip 2	Hepatosplenik trunkus; SGA AA'dan direkt çıkar
Tip 3	Splenogastrik trunkus; ortak HA AA'dan direkt çıkar
Tip 4	Hepatogastrik trunkus; SA AA'dan direkt çıkar
Tip 5	ÇT yokluğu
Michels'in ÇT sınıflaması	
Tip 1	ÇT trifurkasyonu (<i>tripus Halleri</i>)
Tip 2	Hepatosplenik trunkus; SGA AA, SA ya da ortak HA'dan çıkar
Tip 3	Hepatosplenomezenterik trunkus; SGA AA'dan direkt çıkar
Tip 4	Hepatogastrik trunkus; SA SMA'dan çıkar
Tip 5	Splenogastrik trunkus; ortak HA SMA'dan (ya da başka bir arterden) çıkar
Tip 6	Çölyomezenterik trunkus

Çalışmada ÇT varyasyonu saptanan toplam 319 hastadan %26,4'ünde (n=227) 1 varyasyon saptanırken %10,7'sinde (n=92) 2 veya daha fazla ÇT arteriyel varyasyonu saptandı. Olguların %26,9'unda (n=231) toplam 297 hepatik arteriyel varyasyon ve %14,3'ünde (n=123) toplam 189 hepatik olmayan arteriyel varyasyon izlendi. En sık rastlanan çölyak arteriyel varyasyonlar sırası ile replase sağ HA %12 (n=103), aksesuar sol HA %8,3 (n=71) ve replase sol HA %6,9 (n=59) idi. Çölyak arteriyel varyasyonlar renal arteriyel varyasyonlar ile karşılaştırıldığında aralarında anlamlı bir ilişki saptanmadı ($p>0,05$). Michels ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada olguların %11'inde replase sağ HA, %10'unda SGA'dan köken alan replase sol HA %9 oranında SGA'dan köken alan aksesuar sol HA varyasyonu izlenmiştir (17). Literatürdeki farklı çalışmalarda da sık görülen arteriyel varyasyonlar arasında replase sağ HA, SGA'dan köken alan aksesuar sol HA ve replase sol HA bulunmaktadır (17,36,49). En sık replase sağ HA %6-%15.5 oranında, replase sol HA %2,5-10 oranında görülmüştür (37,50,51). Bu konuda yapılan bir başka çalışmada Uğurel ve arkadaşları ÇKBT anjiyografi ile varyasyonları araştırmış ve toplam 100 hastada Michels sınıflamasında yer almayan nadir varyasyonlar tanımlamışlardır (52).

Song ve arkadaşlarının yaptığı 5002 olguluk çalışmada diğer sınıflamalardan daha fazla grup tanımlanmış ve toplamda 15 farklı varyasyon olasılığından bahsedilmiştir (19). Bu çalışmada en sık rastlanan varyasyonlar hepatosplenik trunkus, hepatomezenterik ve gastrosplenik trunkus olmuştur. Song ve arkadaşlarının daha önceden literatürde bahsedilmeyen varyasyonlarından birisine mevcut çalışmada 1 kadın hastada rastlanmıştır. Bu varyasyonda gastrosplenomezenterik trunkus izlenmiştir ve ortak HA'nın ayrı olarak aortadan köken aldığı kaydedilmiştir (19).

Mevcut çalışmada cinsiyetler arasında karşılaştırma yapıldığında tek farklı varyasyonun kadınlarda daha sık rastlanan aksesuar sol HA varyasyonu olduğu görüldü ($p=0,014$). Michels ve arkadaşlarının çalışmasında kadın ve erkekler arasında anlamlı fark saptanmazken Song ve arkadaşlarının çalışmasında cinsiyetler arasında farktan bahsedilmemektedir (17,19).

Yapılan literatür taramasında birçok çalışmada söz edilen varyasyonlar tanımlanmış ve sıklıkları bildirilmiş olmasına rağmen varyasyonların birbirleri ile ilişkilerinden bahsedilmemektedir. İstatistiksel olarak bir varyasyonun varlığında bir diğesinin de olma ihtimali üzerine yorum yapılabilmesi için olgu sayısının da fazla

olması gerektiğini düşünmekteyiz. Çalışmamızda varyasyon saptanan 460 hasta arasında yapılan istatistiksel analiz sonucunda replase sağ HA varyasyonu izlenen hastalarda replase sol HA ve aksesuar sol HA varyasyonu görülme sıklığının arttığı bulundu (sırasıyla $p < 0,001$ ve $p = 0,001$). Birlikte görülen tüm varyasyonların birbirleri ile ilişkisinin araştırılmasına rağmen diğer varyasyonlarda anlamlı bir ilişki saptanmadı. ÇKBT her ne kadar ultrasonografik yöntemlere göre objektif kabul edilse de hiçbir görüntüleme yöntem değerlendirilmesinin güvenilirliği %100 değildir. Her ne kadar görüntüleme yöntemleri çok gelişmiş ve teknoloji üst seviyelere çıkmış olsa da, bazı noktalar radyolog ve cerrahın gözünden kaçabilir. Ayrıntılı olarak incelense de benzer anatomik yapılar karışabilir ve ameliyat esnasında cerrahı ve hastayı zor durumlarda bırakabilir. Bu nedenle sık görülen varyasyonların bilincinde olmanın yanında bazı varyasyonların görülmesi halinde ek varyasyon olasılığını artırdığını ve bu varyasyonların hangileri olduğunu bilmek ameliyat öncesi değerlendirmede ilgili kısımların daha ayrıntılı olarak incelenmesine imkan verecek, hem radyolog ve cerrah tarafından preoperatif değerlendirmenin daha dikkatli yapılmasını sağlayacak hem de ameliyat esnasında komplikasyon riskini azaltacaktır. Çalışmamız böyle bir ilişkiyi literatürde ilk defa tanımlaması açısından önem taşımaktadır.

Normal renal arteriyel anatomi hastaların %71,9'unda ($n=617$) saptandı. Varyasyon saptanan hastalar popülasyonun %28,1'ini ($n=240$) oluşturmaktaydı. Bu 240 hastanın %95,4'ünde sadece 1 RA varyasyonu izlenirken ($n=229$) %4,6'sında ($n=11$) 2 veya daha fazla varyasyon bir arada izlendi. Literatür ile uyumlu olarak en sık izlenen renal varyasyon popülasyonda %25,4 oranında görülen çift renal arterdi ($n=218$). Pollak ve arkadaşları 400 kadavra üzerinde yaptıkları çalışmada çift RA oranını %23 ve üç RA varyasyonunu %4 oranında bulmuşlardır (53). Mevcut çalışmada bu oranlar sırası ile %25,4 ve %3,3 oranındadır. Literatürde kadın ve erkek arasında varyasyon sıklığı açısından farklı sonuç veren ender çalışmalardan bir tanesi Famurewa ve arkadaşlarının 200 hastada yaptığı çalışmadır (54). Bu çalışmada çift RA varyasyonu sıklığı %23 olarak bulunmuş ve erkeklerde anlamlı olarak daha sık izlenmiştir ($p=0,000075$). Çalışmamızda ise varyasyonların görülme sıklıkları açısından kadın ve erkek cinsiyetler arasında fark saptanmadı ($p > 0,05$). Bu sonuç olgu sayılarındaki farklılıklardan kaynaklanabileceği gibi; coğrafi ve irksal farklılıklar da sonuç üzerinde etkili olmuş olabilir. Yine farklı çalışmalarda çift RA sıklığı %17-44

arasında bulunmuştur (53,55-57). Ayrıca çalışmamızda %0,4 sıklığında 4 RA (n=3), %0,1 sıklığında torasik aortadan köken alan RA (n=1) ve yine %0,1 sıklığında (n=1) at nalı böbrek anomalisi olan bir hastada 6 RA anomalisi izlendi.

RA varyasyonları ile hepatik arteriyel, hepatik olmayan arteriyel ve tüm çölyak arteriyel varyasyonlar birbirleri ile ilişkileri bakımından incelendiğinde anlamlı bir ilişki saptanmadı ($p>0,05$). Sistemik dolaşımdan gelişen RA ile omfalomezenterik sistemden gelişen mezenterik arterlerin embriyolojik gelişim farklılıkları göz önünde bulundurulduğunda bu durum anlamlandırılabilir.



6. SONUÇ

Mezenterik arterler ve dalları ile renal arterlerde varyasyonlar sıkça karşımıza çıkabilir. Bu varyasyonların bilinmesi özellikle transplantasyon gibi büyük cerrahilerde daha önemli yer tutar.

ÇT, HA, SMA ve RA varyasyonlarının varlığının bilinmesi hekime yol gösterici olmakta ve işleme bağlı mortalite ve morbiditenin azalmasını sağlamaktadır.

ÇKBT teknolojisi vasküler anatominin kısa sürede detaylı bir şekilde değerlendirilmesini sağlar hale gelmiştir.

Mevcut çalışmada bahsedilen arteriyel yapıların distal dallarındaki varyasyonlar da ortaya konmuş ve birbirleri ile ilişkileri araştırılmıştır. Çalışmada hepatik arteriyel varyasyonlar cinsiyetlere göre karşılaştırıldığında aksesuar sol hepatik arterin kadın cinsiyette daha sık görüldüğü, hepatik arteriyel varyasyonların diğer çölyak trunkus varyasyonları ile ilişkileri değerlendirildiğinde replase sağ HA varyasyonu izlenen hastalarda replase sol HA varyasyonu ve aksesuar sol HA varyasyonu görülme sıklığının arttığı bulundu.

ÇT ve RA varyasyonlarının sıklıklarını bildiren çalışmalar mevcut olmakla birlikte birbirleriyle ilişkilerini bildiren çalışmaya literatür taramamızda rastlanmamıştır. Bu ilişkilerin daha iyi ortaya konması için hasta sayısının artırılması ve ayrıntılı analiz edilmesi gerekmektedir.

ÖZET

Karaciğer ve Böbrek Verici Adaylarında Mezenterik Arter Varyasyonlarının BT Anjiyografi ile Değerlendirilmesi

Amaç: Vasküler yapıların orijinleri ve dallanma paternlerinin bilinmesi, tüm cerrahi ve invaziv vasküler girişimlerin planlama ve uygulamasında önemlidir. Mezenterik arterler ve dalları ile renal arterde karşımıza sık çıkan varyasyonlar, karmaşık vasküler yapıların özellikle transplantasyon, transarteriyel kemoembolizasyon ve radyoembolizasyon öncesi değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. ÇT, HA, SMA ve RA varyasyonlarının varlığının bilinmesi hekime yol gösterici olmakta ve işleme bağlı mortalite ve morbiditenin azalmasını sağlamaktadır. Bu çalışmanın amacı ÇT, HA, SMA, RA anatomisinde görülen varyasyonların sıklığı ve çeşitliliğinin saptanması ile olası birlikteliklerin ortaya konmasıdır.

Gereç ve yöntem: Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda, Temmuz 2011 ile Ekim 2018 tarihleri arasında, karaciğer veya böbrek canlı donör adayı olarak diğer klinik birimlerin istemi doğrultusunda abdominal BTA tetkiki gerçekleştirilmiş olgular retrospektif olarak değerlendirildi. ÇT ve SMA varyasyonları için tanımlanan çeşitli sınıflamalar da göz önünde bulundurularak varyantlar her olguda ayrıntılı olarak değerlendirildi. İncelenen tüm arterlerde varyasyon sıklıkları, cinsiyetler arasındaki varyasyon oranları arasındaki kategorik verilerin karşılaştırılmasında Ki Kare testi kullanıldı. P değeri 0,05'in altında olduğunda sonuç istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular: Çalışmada değerlendirilen 857 hastadan %47,5'i kadın (n=407), %52,5'i erkekti (n=450). Hastaların 460 tanesinde çölyak ya da renal arteriyel sistemde toplam 671 varyasyon saptandı. Varyasyon saptanan hastaların %47,2'si kadın (n= 217), %52,8'i erkekti (n=243). Hastaların yaş ortalamaları 40 idi (18-79). En sık izlenen çölyak varyasyonlar arasında ilk 3 sırada sırasıyla replase sağ HA (%12; n=103), aksesuar sol HA (%8,3; n=71) ve replase sol HA (%6,9; n=59) bulunuyordu. En sık izlenen renal varyasyon %25,4 ile çift renal arterdi (n=218).

Çalışmada hepatik arteriyel varyasyonlar cinsiyetlere göre karşılaştırıldığında aksesuar sol hepatik arterin kadın cinsiyette daha sık görüldüğü, hepatik arteriyel varyasyonların diğer çölyak trunkus varyasyonları ile ilişkileri değerlendirildiğinde replase sağ HA varyasyonu izlenen hastalarda replase sol HA varyasyonu ve aksesuar sol HA varyasyonu görülme sıklığının arttığı bulundu.

Tartışma: Embriyolojik olarak karmaşık bir süreci olan ÇT ve RA gelişimi, sık izlenen varyasyonları nedeni ile cerrahi girişimler ya da vasküler işlemler sırasında hekim ve hasta açısından komplikasyon riskinin artmasına neden olabilir. Bu nedenle bu varyasyonların işlem öncesinde bilinmesi daha güvenlidir. ÇKBT bu varyasyonların değerlendirilmesinde altın standart yöntemdir. Yüksek hasta sayılı çalışmalar bu varyasyonların sıklıkları ve çeşitli varyasyonların birbirleri ile ilişkileri açısından daha ayrıntılı bilgi verecektir.

Anahtar Sözcükler: BT anjiyografi; hepatik arter; mezenterik arter; renal arter; varyasyon.

SUMMARY

Evaluation of Mesenteric Artery Variations in Liver and Kidney Donor Candidates by CT Angiography

Objective: Knowledge of the origin and branching patterns of vascular structures is important in the planning and implementation of all surgical and invasive vascular interventions. Frequent variations in the mesenteric arteries and their branches and renal arteries require the evaluation of complex vascular structures, especially before transplantation, transarterial chemoembolization and radioembolization. Recognition of the presence of variations of CT, HA, SMA and RA provides guidance to the physician and leads to a reduction in procedural mortality and morbidity. The aim of this study was to determine the frequency and diversity of variations in the anatomy of CT, HA, SMA, RA and to identify possible associations.

Materials and methods: Patients who underwent abdominal CTA at the Ankara University Medical Faculty Hospital between July 2011 and October 2018 were evaluated retrospectively. Variants were evaluated in detail in each case, taking into account the various classifications defined for CT and SMA variations. Chi-square test was used to compare categorical data between the frequencies of variation in all arteries examined and variation rates between genders. When the p value was less than 0.05, the result was considered statistically significant.

Results: Of the 857 patients evaluated, 47.5% were female (n=407) and 52.5% were male (n=450). A total of 671 variations in the celiac or renal arterial system were detected in 460 patients. Of the patients with variation, 47.2% were female (n=217) and 52.8% were male (n=243). The mean age of the patients was 40 years (18-79 years). Among the most common celiac variations, the replaced right HA (12%, n=103), accessory left HA (8.3%, n=71), and the replaced left HA (6.9%, n=59) were the first three. The most common renal variation was double renal artery with 25.4% (n=218).

When hepatic arterial variations were compared according to gender, accessory left hepatic artery was seen more frequently in female gender. When the relationship between hepatic arterial variations and other celiac truncus variations were evaluated, it was found that the frequency of replaced left HA variation and accessory left HA variation increased in patients with replaced right HA variation.

Discussion: The development of CT and RA, which is an embryologically complex process, may increase the risk of complications during surgery or vascular procedures due to its frequent variations. Therefore, it is safer to know these variations before the procedure. MDCT is the gold standard method for evaluating these variations. Studies involving a high number of patients will provide more detailed information about the frequency of these variations and the relationship between the various variations.

Keywords: BT angiography; hepatic artery; mesenteric artery; renal artery; variation

KAYNAKÇA

1. Vandamme JP, Bonte J. *Vascular anatomy in abdominal surgery*. Thieme Medical Publishers, 1990.
2. Kamel IR, Kruskal JB, Pomfret EA, Keogan MT, Warmbrand G, Raptopoulos V. Impact of multidetector CT on donor selection and surgical planning before living adult right lobe liver transplantation. *Am J Roentgenol*. 2001; 176(1): 193-200.
3. Khamanarong K, Prachaney P, Utraravichien A, Tong-Un T, Sripaoraya K. Anatomy of renal arterial supply. *Clinical Anatomy: The Official Journal of the American Association of Clinical Anatomists and the British Association of Clinical Anatomists* 2004; 17(4): 334-336.
4. Aristotle S, Sundarapandian CF. Anatomical study of variations in the blood supply of kidneys. *J Clin Diagn Res (JCDR)*. 2013; 7(8): 1555.
5. Duddalwar VA. Multislice CT angiography: a practical guide to CT angiography in vascular imaging and intervention. *Br J Radiol*. 2004; 77(Suppl 1): S27-S38.
6. Güven K, Acunaş B. Multidetector computed tomography angiography of the abdomen. *Eur J Radiol*. 2004; 52(1): 44-55.
7. Fishman EK. From the RSNA refresher courses: CT angiography: clinical applications in the abdomen. *Radiographics* 2001; 21(Suppl 1): S3-S16.
8. Nghiem HV, Dimas CT, McVicar JP, Perkins JD, Luna JA, Winter III TC, Freeny PC. Impact of double helical CT and three-dimensional CT arteriography on surgical planning for hepatic transplantation. *Abdom Imaging* 1999; 24(3): 278-284.
9. Moore KL, Persaud TVN, Torchia MG. *The Developing Human-E-Book: Clinically Oriented Embryology*. Elsevier Health Sciences, 2018.
10. Langman J. *Medical embryology*. Baltimore, MD: Williams and Wilkins, 1977.
11. Kornblith PL, Boley SJ, Whitehouse BS. Anatomy of the splanchnic circulation. *Surg Clin North Am*. 1992; 72(1): 1-30.
12. Ross MH, Pawlina W. *Histology*. Lippincott Williams & Wilkins, 2006.

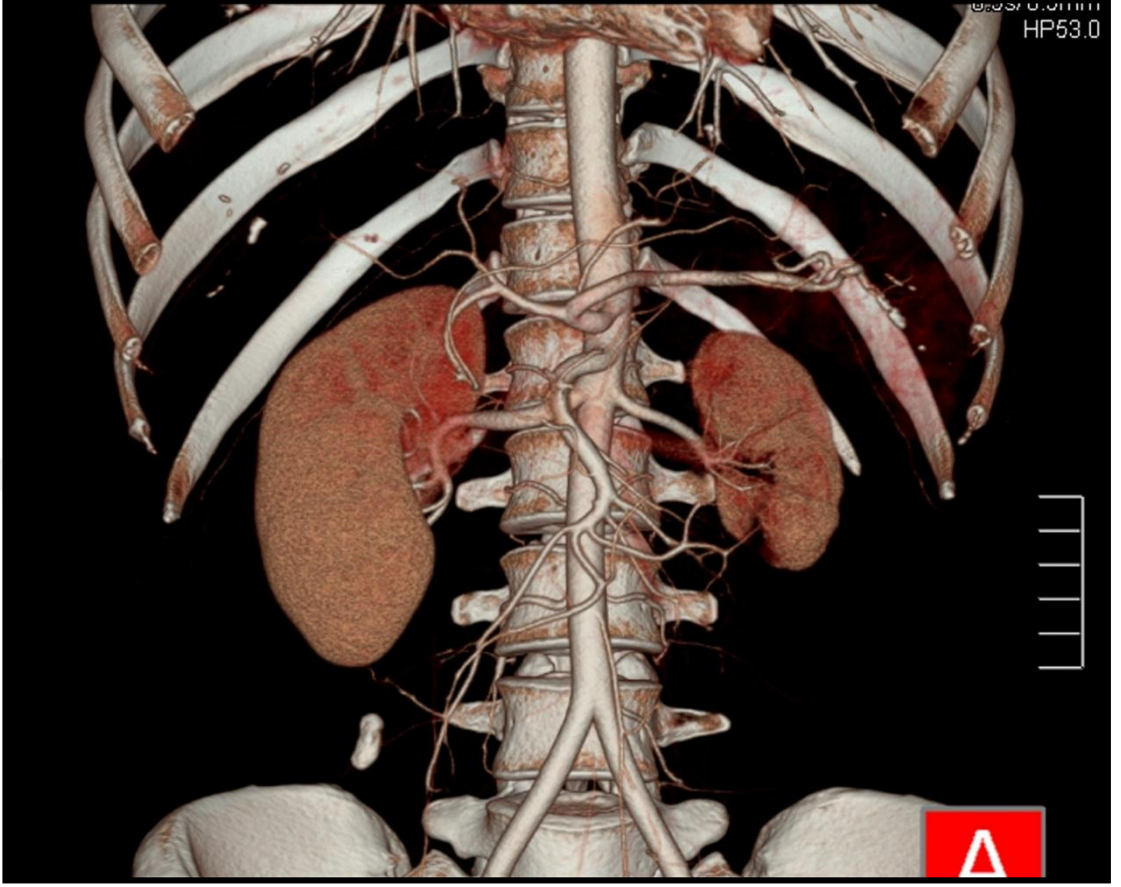
13. Songür A, Toktaş M, Alkoç O, Acar T, Uzun İ, Baş O, Özen OA. Abdominal aorta and its branches: morphometry. Variations in autopsy cases. *Eur J Gen Med.* 2010; 7(3): 321-325.
14. Valji K. *Vascular and interventional radiology.* Philadelphia: Saunders Elsevier, 2006.
15. Vandamme JPJ, Bonte J, Van der Schueren G. A revaluation of hepatic anil cystic arteries the importance of the aberrant hepatic branches. *Acta Anat (Basel).* 1969; 73(2): 192-209.
16. Rosenblum JD, Boyle CM, Schwartz LB. The mesenteric circulation: anatomy and physiology. *Surg Clin.* 1997; 77(2): 289-306.
17. Michels NA. Newer anatomy of the liver and its variant blood supply and collateral circulation. *Am J Surg.* 1966; 112(3): 337-347.
18. Panagouli E, Venieratos D, Lolis E, Skandalakis P. Variations in the anatomy of the celiac trunk: a systematic review and clinical implications. *Ann Anat.* 2013; 195(6): 501-511.
19. Song SY, Chung JW, Yin YH, Jae HJ, Kim HC, Jeon UB, Park JH. Celiac axis and common hepatic artery variations in 5002 patients: systematic analysis with spiral CT and DSA. *Radiology* 2010; 255(1): 278-288.
20. Platt JF, Ellis JH, Korobkin M, Reige KA, Konnak JW, Leichtman AB. Potential renal donors: comparison of conventional imaging with helical CT. *Radiology* 1996; 198(2): 419-423.
21. Seçil M. *Temel Ultrasonografi ve Doppler.* İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, 2008.
22. Tuncel E. *Klinik Radyoloji.* Genişletilmiş 2. baskı. Bursa: Nobel & Güneş Tıp Kitabevi, 2008, 601.
23. Sahani D, Saini S, Pena C, Nichols S, Prasad SR, Hahn PF, Mueller PR. Using multidetector CT for preoperative vascular evaluation of liver neoplasms: technique and results. *Am J Roentgenol.* 2002; 179(1): 53-59.
24. Stemmler BJ, Paulson EK, Thornton FJ, Winters SR, Nelson RC, Clary BM. Dual-phase 3D MDCT angiography for evaluation of the liver before hepatic resection. *Am J Roentgenol.* 2004; 183(6): 1551-1557.

25. Mahesh M. Search for isotropic resolution in CT from conventional through multiple-row detector. *Radiographics* 2002; 22(4): 949-962.
26. Leung AN, Jeffrey RB, Napel S. Computed Tomographic Angiography: Historical Perspective and New State—of—the—Art Using Multi Detector-row Helical Computed Tomography. *J Comput Assist Tomogr.* 1999; 23: 2883-2890.
27. Singh S, Kalra MK, Do S, Thibault JB, Pien H, Connor OO, Blake MA. Comparison of hybrid and pure iterative reconstruction techniques with conventional filtered back projection: dose reduction potential in the abdomen. *J Comput Assist Tomogr.* 2012; 36(3): 347-353.
28. Oyar O, Gülsoy UK. *Tıbbi Görüntüleme Fiziği*. Ankara: Atölye Kitabevi, 2003.
29. Osman AM, Abdrabou A. Celiac trunk and hepatic artery variants: A retrospective preliminary MSCT report among Egyptian patients. *Egypt J Radiol Nucl Med.* 2016; 47(4): 1451-1458.
30. Zajko AB, Bron KM, Starzl TE, Van Thiel DH, Gartner JC, Iwatsuki S, Urbach AH. Angiography of liver transplantation patients. *Radiology* 1985; 157(2): 305-311.
31. Horton KM, Fishman EK. 3D CT angiography of the celiac and superior mesenteric arteries with multidetector CT data sets: preliminary observations. *Abdom Imaging* 2000; 25(5): 523-525.
32. Rubin GD, Shiau MC, Leung AN, Kee ST, Logan LJ, Sofilos MC. Aorta and iliac arteries: single versus multiple detector-row helical CT angiography. *Radiology* 2000; 215(3): 670-676.
33. Adriaansen ME, Kock MC, Stijnen T, van Sambeek MR, van Urk H, Pattynama PM, Myriam Hunink MG. Peripheral arterial disease: therapeutic confidence of CT versus digital subtraction angiography and effects on additional imaging recommendations. *Radiology* 2004; 233(2): 385-391.
34. Lee JK, Sagel SS, Stanley RJ. *Computed body tomography with MRI correlation*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2003.
35. Schoenwolf GC, Bleyl SB, Brauer PR, Francis-West PH. *Larsen's Human Embryology E-book*. Elsevier Health Sciences, 2014.
36. Hiatt JR, Gabbay J, Busuttil RW. Surgical anatomy of the hepatic arteries in 1000 cases. *Ann Surg.* 1994; 220(1): 50.

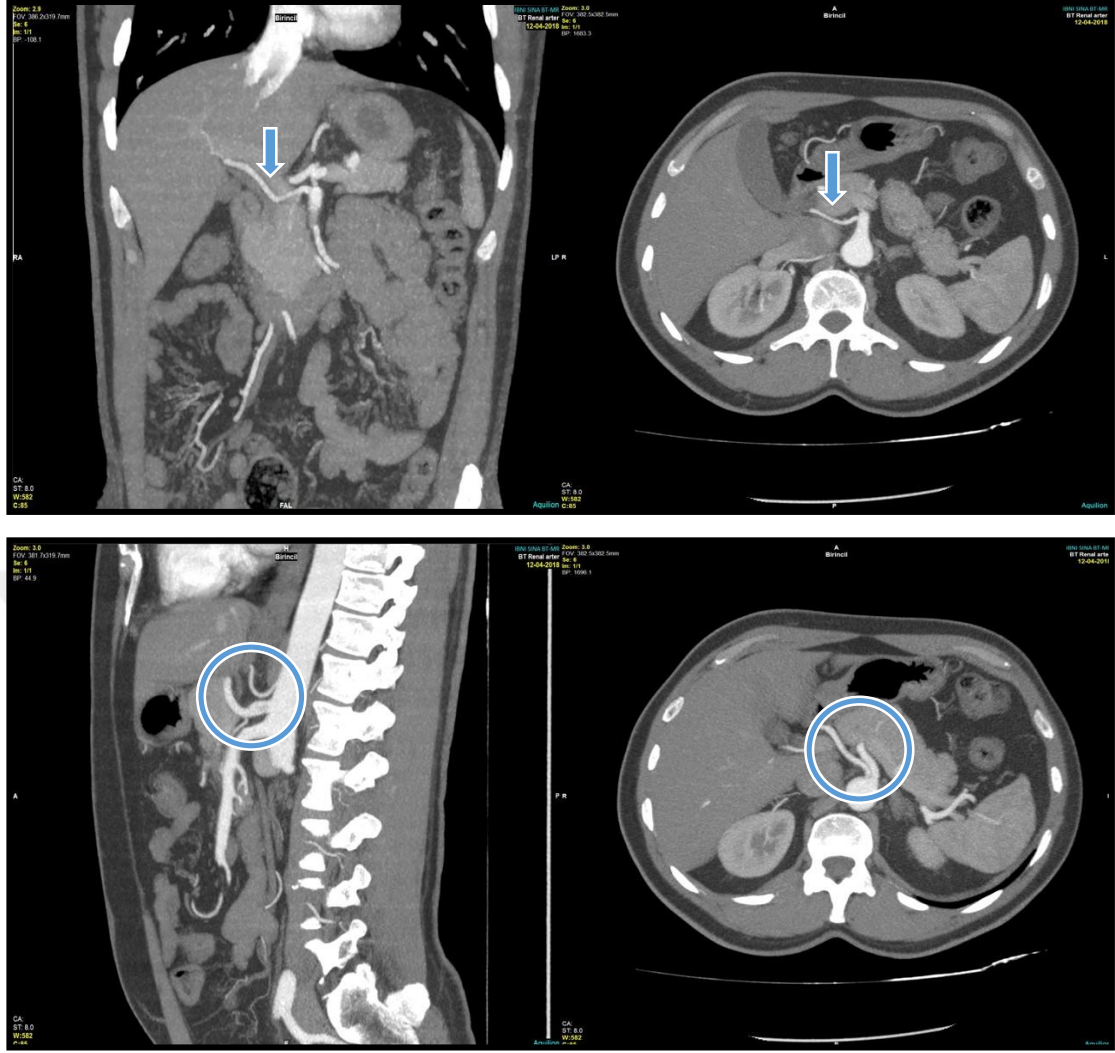
37. Koops A, Wojciechowski B, Broering DC, Adam G, Krupski-Berdien G. Anatomic variations of the hepatic arteries in 604 selective celiac and superior mesenteric angiographies. *Surg Radiol Anat.* 2004; 26(3): 239-244.
38. Abdullah SS, Mabrut JY, Garbit V, De La Roche E, Olagne E, Rode A, Ducerf C. Anatomical variations of the hepatic artery: study of 932 cases in liver transplantation. *Surg Radiol Anat.* 2006; 28(5): 468-473.
39. Kornafel O, Baran B, Pawlikowska I, Laszczyński P, Guziński M, Sasiadek M. Analysis of anatomical variations of the main arteries branching from the abdominal aorta, with 64-detector computed tomography. *Pol J Radiol.* 2010; 75(2): 38-45.
40. Kurcz J, Nienartowicz E, Slonina J, Garcarek J, Moron K. The Usefulness of CT-angiography in Detecting of Anatomical Variants of Arteries Arising from the Abdominal Aorta and Aortic Arch. *Adv Clin Exp Med.* 2007; 16(6): 751-760.
41. Tarzamni MK, Nezami N, Rashid RJ, Argani H, Hajealioghli P, Ghorashi S. Anatomical differences in the right and left renal arterial patterns. *Folia Morphol.* 2008; 67(2): 104-110.
42. Spring DB, Satvatierra Jr O, Palubinskas AJ, Amend Jr WJ, Vincenti FG, Feduska NJ. Results and significance of angiography in potential kidney donors. *Radiology* 1979; 133(1): 45-47.
43. Higashi N, Shimada H, Simamura E, Hatta T. Branching patterns of the celiac artery as the hepato-gastro-splenic trunk. *Kaibogaku Zasshi. J Anat.* 2009; 84(1): 7-10.
44. Uflacker R. *Atlas of Vascular Anatomy. An Angiographic Approach.* Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 1997.
45. Lipshutz B. A composite study of the coeliac axis artery. *Ann Surg.* 1917; 65(2): 159-169.
46. Petrella S, de Sousa Rodriguez CF, Sgrott EA, Fernandes GJM, Marques SR, Prates JC. Anatomy and Variations of the Celiac Trunk. *Int J Morphol.* 2007; 25(2): 249-257.
47. Iezzi R, Cotroneo AR, Giancristofaro D, Santoro M, Storto ML. Multidetector-row CT angiographic imaging of the celiac trunk: anatomy and normal variants. *Surg Radiol Anat.* 2008; 30(4): 303-310.

48. Mburu KS, Alexander OOJ, Hassan S, Bernard NU. Variations in the branching pattern of the celiac trunk in a Kenyan population. *Int J Morphol*. 2010; 28(1): 199-204.
49. Gruttadauria S, Scotti Foglieni C, Doria C, Luca A, Lauro A, Marino IR. The hepatic artery in liver transplantation and surgery: vascular anomalies in 701 cases. *Clin Transplant*. 2001; 15(5): 359-363.
50. Daly JM, Kemeny N, Oderman P, Botet J. Long-term hepatic arterial infusion chemotherapy: anatomic considerations, operative technique, and treatment morbidity. *Arch Surg*. 1984; 119(8): 936-941.
51. De Santis M, Ariosi P, Calo GF, Romagnoli R. Anatomia vascolare arteriosa epatica e sue varianti. *Radiol Med*. 2000; 100: 145-151.
52. Ugurel MS, Battal B, Bozlar U, Nural MS, Tasar M, Ors F, Saglam M, Karademir I. Anatomical variations of hepatic arterial system, coeliac trunk and renal arteries: an analysis with multidetector CT angiography. *Br J Radiol*. 2010; 83(992): 661-667.
53. Pollak R, Prusak BF, Mozes MF. Anatomic abnormalities of cadaver kidneys procured for purposes of transplantation. *Am Surg*. 1986; 52(5): 233-235.
54. Famurewa OC, Asaleye CM, Ibitoye BO, Ayoola OO, Aderibigbe AS, Badmus TA. Variations of renal vascular anatomy in a Nigerian population: A computerized tomography study. *Niger J Clin Pract*. 2018; 21(7): 840-846.
55. Bordei P, Şapte E, Iliescu D. Double renal arteries originating from the aorta. *Surg Radiol Anat*. 2004; 26(6): 474-479.
56. Khamanarong K, Prachaney P, Utraravichien A, Tong-Un T, Sriporaya K. Anatomy of renal arterial supply. *Clin Anat*. 2004; 17(4): 334-336.
57. Ayuso JR, Openheimer F, Ayuso C, Alvarez-Vijande R, Gutiérrez R, Lacy A, Alcaraz A, Nicolau C. Living donor kidney transplantation: helical CT evaluation of candidates. *Actas Urol Esp*. 2006; 30(2): 145-151.

EKLER: Olgu Örnekleri



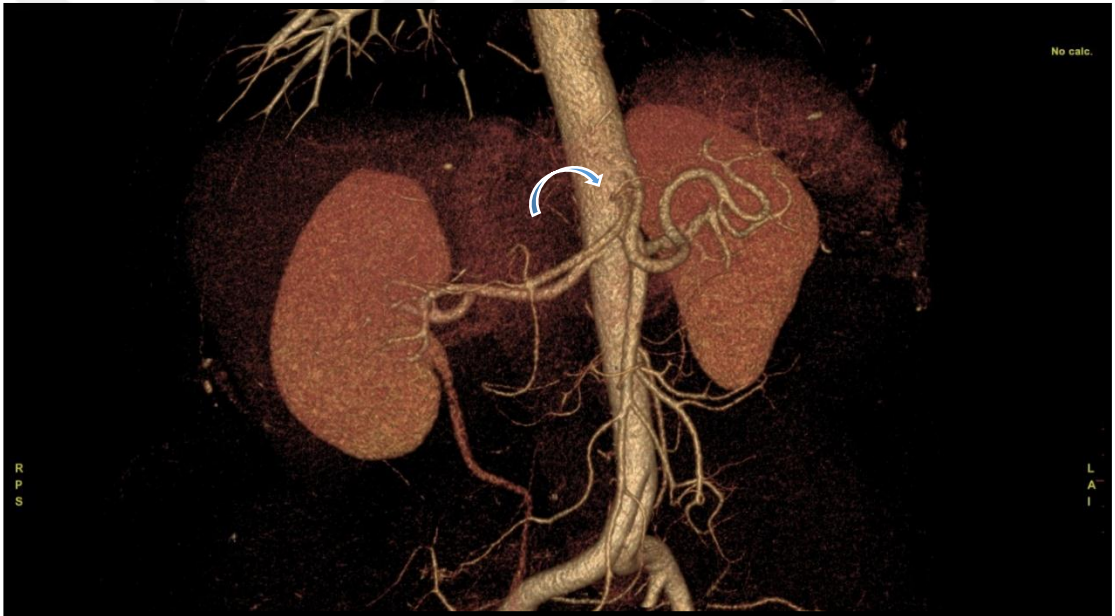
Olgu 1. Böbrek donör adayı olguda normal mezenterik arter ve renal arter anatomisi mevcut. Hastanın sol böbreği hipoplazik.



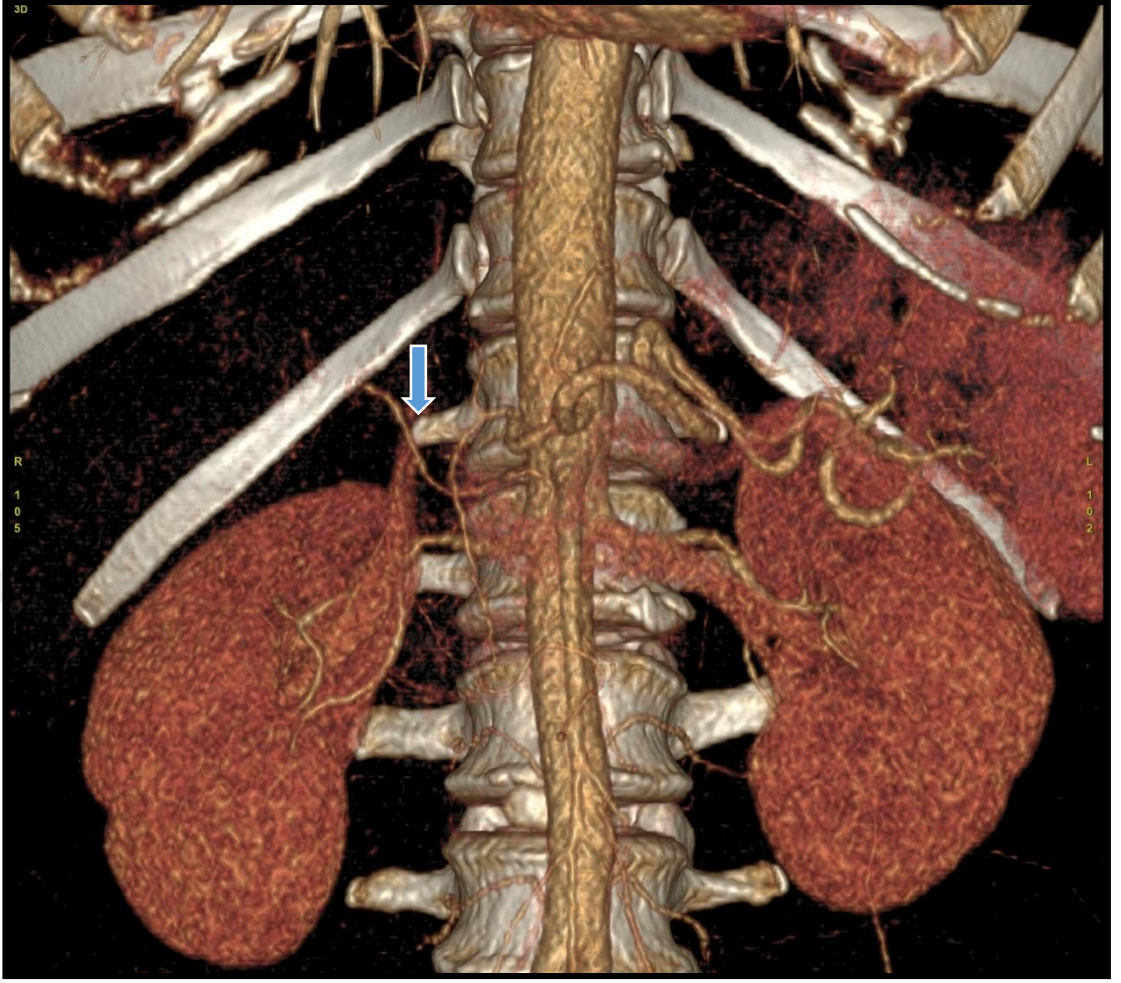
Olgu 2. Karaciğer donör adayı olguda replase sağ HA varyasyonu (mavi ok) yanı sıra çölyak trunkus yokluğu mevcut. SGA, SA ve HA ayrı kökler halinde abdominal aortadan çıkıyor (mavi çember).



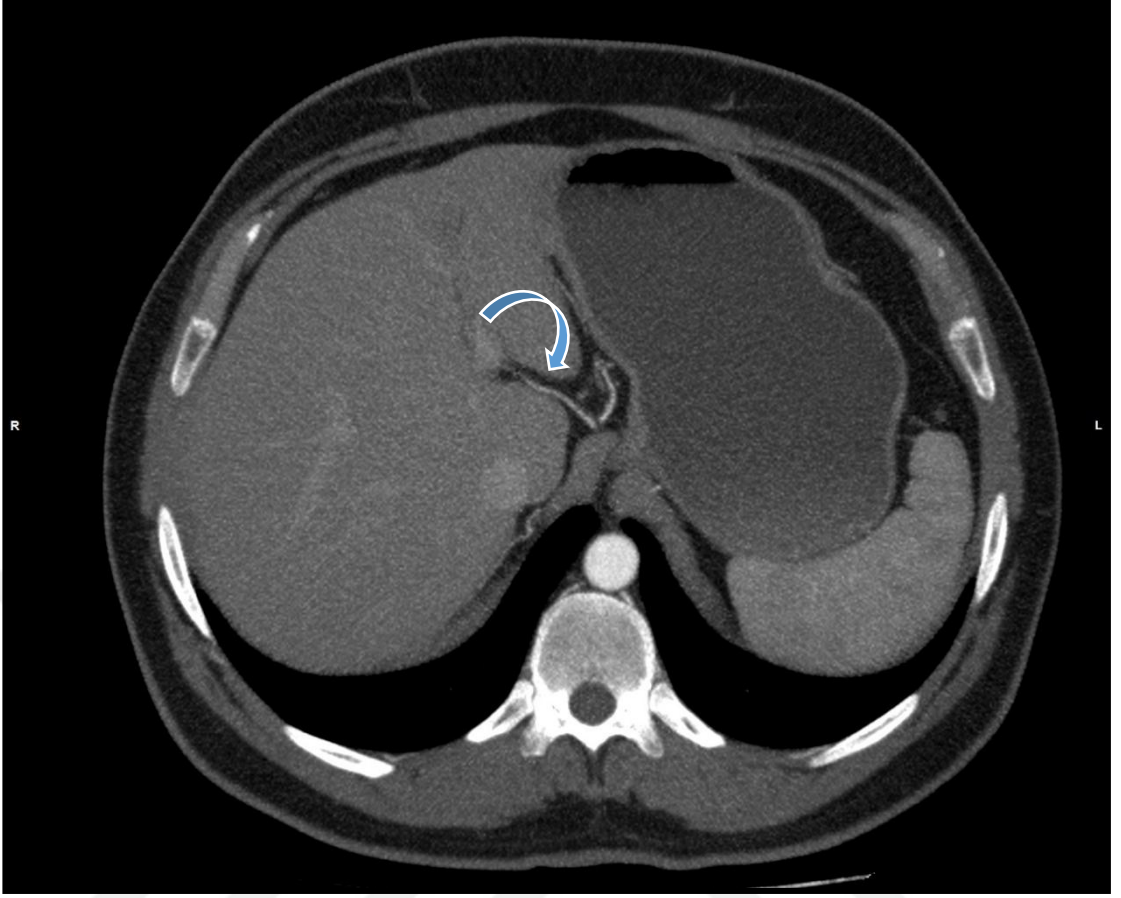
Olgu 3. Böbrek donör adayı olguda solda biri daha ince kalibreli olmak üzere 3 adet renal arter izleniyor.



Olgu 4. Böbrek donör adayı olguda ortak HA'nın aortadan ayrı olarak çıktığı izleniyor.



Olgu 5. Böbrek donör adayı olguda replase sağ HA varyasyonu mevcut (mavi ok).



Olgu 6. Karaciğer donör adayı olguda aksiyel MIP görüntüde SGA'dan ayrılan replase sol HA varyasyonu izleniyor.