

T.C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
İZZET BAYSAL TIP FAKÜLTESİ
RADYODİAGNOSTİK ANABİLİM DALI

ABDOMEN BT'DE RENAL ARTER VE VEN
VARYASYONLARININ BİRLİKTELİĞİNİN SIKLIĞI

UZMANLIK TEZİ

DR. ÖZLEM YILMAZ

BOLU-2009

T.C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
İZZET BAYSAL TIP FAKÜLTESİ
RADYODİAGNOSTİK ANABİLİM DALI

ABDOMEN BT'DE RENAL ARTER VE VEN
VARYASYONLARININ BİRLİKTELİĞİNİN SIKLIĞI

UZMANLIK TEZİ

DR. ÖZLEM YILMAZ

DANIŞMAN ÖĞRETİM ÜYESİ

Doç. Dr. Safiye GÜREL

BOLU-2009

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım değerli hocalarım; Anabilim Dalı başkanımız Prof. Dr. A. Oktay Işık, tez danışman hocam Doç. Dr. Safiye Gürel, Anabilim Dalı öğretim üyemiz Yrd. Doç. Dr. Öcal Sırmatel ve ayrıca Yrd. Doç. Dr. Kamil Gürel'e,

Kitaplarından yararlanmamı sağlayarak tezime büyük katkı yapan değerli hocam Histoloji ve Embriyoloji Ana Bilim Dalı başkanı Prof. Dr. Aysel Kükner'e,

Tezimin hazırlanmasında emeği geçen değerli hocam Halk Sağlığı Ana Bilim Dalı öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Aysu Kıyan'a,

Yoğun iş tempoları içinde her ihtiyacım olduğunda bana zaman ayırıp, yardım eden biricik kardeşim Öznur Yılmaz Kılıç ve eşi Murat Kılıç'a,

Asistanlık eğitimim süresince desteklerini hep yanımda hissettiğim arkadaşlarım başta Dr. Melike Kalfaoğlu ve Dr. Nazile Doğan olmak üzere, Dr. Sıddıka Sezgin, Dr. Zeliha Coşgun, Dr. Ahmet Büber ve tezimdeki yardımı için Dr. Şeref Vardı'ya,

Asistanlığım boyunca birlikte çalıştığım teknisyen, hemşire, sekreter ve tüm personel arkadaşlarıma,

Tez hazırlama sürecindeki yardımlarından dolayı bilgi işlem ekibinden Çağlar Durusu'ya,

Büyük fedakarlıklarla beni yetiştirip bu günlere getiren canım annem ve babama,

Sonsuz teşekkürlerimle....

Dr. Özlem YILMAZ, Bolu-2009

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİ	viii
ÖZET	ix
İNGİLİZCE ÖZET (ABSTRACT)	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. BT’NİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.2. BT FİZİĞİ	3
2.2.1. BT Ünitesinin Bölümleri	4
2.2.2. Dedektörler ve X ışını Tüpü	5
2.2.3. Çok Dedektörlü (Çok Kesitli) BT	8
2.2.4. Veri Toplama	9
2.2.5. Görüntü Alanı (Field of View-FOV)	10
2.2.6. Zoomlama	10
2.2.7. Görüntü İşleme	11
2.2.8. BT Görüntüsü ve Görüntü Üzerindeki İşlemler	12
2.2.9. Artefaktlar	15
2.2.10. Hastanın aldığı Doz	17
2.3. BT’DE KULLANILAN KONTRAST MADDELER	18
2.4. RENAL ARTERLERİN EMBRİYOLOJİSİ	19
2.5. RENAL ARTERLERİN ANATOMİSİ VE VARYASYONLARI	23
2.6. RENAL VENLERİN EMBRİYOLOJİSİ	26
2.7. RENAL VENLERİN ANATOMİSİ VE VARYASYONLARI	29
2.8. RENAL VENE DRENE OLAN VASKÜLER YAPILAR	33
2.8.1. Lumbar Venler	33
2.8.2. Adrenal Venler	33
2.8.3. Gonadal Venler	33
2.9. İVK’NİN TRANSPOZİSYONU (SOL TARAFLI İVK)	33
2.10. İVK’NİN DUPLİKASYONU (DOUBLE İVK)	34
2.11. RENAL ARTER VE VENLERİN İNCELENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER	35
2.11.1. Doppler Ultrasonografi	35
2.11.2. BT Anjiyografi	36
2.11.3. MR Anjiyografi	37
2.11.4. Anjiyografi	40
2.11.5. Renal Sintigrafi	42
3. GEREÇ VE YÖNTEM	44
4. BULGULAR	46
5. TARTIŞMA	60
6. KAYNAKLAR	64

SİMGELER VE KISALTMALAR

RAS: Renal arter stenozu	mGy: Miligrey
İVP: İntravenöz piyelografi	RAD: Radyasyon absorpsiyon dozu
BT: Bilgisayarlı tomografi	İV: İntravenöz
BTA: Bilgisayarlı tomografi anjiyografi	SMA: Superior mezenterik arter
ATM: Atmosfer	İVK: İnferior vena kava
MJ: Megajoule	T: Torakal
ÇKBT: Çok kesitli bilgisayarlı tomografi	L: Lomber
FOV: Field of view-görüntüleme alanı genişliği	US: Ultrasonografi
HU: Hounsfield üniti	TOF: Time of flight
WL: Window level-pencere seviyesi	RF: Radyofrekans
WW: Window width-pencere genişliği	PC: Faz kontrast
MPR: Multiplanar reformasyon	SE: Spin eko
MIP: Maksimum intensite projeksiyonu	NSF: Nefrojenik sistemik skleroz
MINIP: Minimum intensite projeksiyonu	GFR: Glomerüler filtrasyon hızı
kV: Kilovolt	RVH: Renovasküler hipertansiyon
mA: Miliamper	DSA: Dijital substraksiyon anjiyografi
mA: Miliamper saniye	ACE: Anjiyotensin converting enzim-anjiyotensin dönüştürücü enzim
ROI: Region of interest-ilgilenilen alan	DTPA: Dietilen triamin pentaasetik asit
BTDI: BT doz indeksi	MAG3: Merkaptasetil triglisin
MR: Manyetik rezonans	3D: 3 boyutlu
MRA: Manyetik rezonans anjiyografi	RRV: Sağ renal ven
MRG: Manyetik rezonans görüntüleme	a-Si: Amorf silikon
	p: pitch-kolimatör alanı
	T-mm: BT'de masanın aldığı yol
	C-mm: Kolimatör alanı
	I-131: İyot 131

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil Sıra No		Sayfa No
Şekil 2.1	Piksel ve voksel	4
Şekil 2.2	BT dedektörleri	6
Şekil 2.3	Çok sıralı dedektör sistemleri	6
Şekil 2.4	BT numaraları (Hounsfield ölçeği)	14
Şekil 2.5	Parsiyel volüm etkisi	15
Şekil 2.6	4 mm evresinde aortik arkusların durumu	20
Şekil 2.7	Kalıcı damar şekline değişmeden önce aortik arkların ve dorsal aortaların şeması	21
Şekil 2.8	Embriyo ve fetusta (6-9. haftalar) böbreğin pelvisten abdomene çıkışı ve medial rotasyonunun ventral görünüşünün şematik çizimi	22
Şekil 2.9	Abdominal aortanın lateral dallarının gelişimi	23
Şekil 2.10	Renal arterlerin normal anatomisinin resimle gösterimi	24
Şekil 2.11	4 mm'lik (4. hafta sonu) embriyoda ana intra ve ekstraembriyonik arter ve venlerin şematik görünümü	27
Şekil 2.12	4. ve 5. haftalarda vitellin ve umbilikal venlerin gelişimini gösteren şematik çizim	27
Şekil 2.13	2. ve 3. aylarda vitellin ve umbilikal venlerin gelişimi	28
Şekil 2.14	İnferior vena kava, azigos ven ve süperior vena kavanın gelişimini gösteren şemalar	29
Şekil 2.15	Renal venlerin normal anatomisinin resimle gösterimi	30
Şekil 2.16	Sirkumaortik sol renal venin şematik çizimi	31
Şekil 2.17	Retroaortik sol renal venin şematik çizimi	32
Şekil 2.18	Sol taraflı İVK'nın şematik çizimi	34
Şekil 2.19	Double İVK'nın şematik çizimi	35
Şekil 4.1	Sağda polar aksesuar arter	47
Şekil 4.2	Aynı hastada sağda polar arter ve sağda iki renal ven	48
Şekil 4.3	Aynı hastada sağda polar arter ve sağda iki renal ven	49
Şekil 4.4	Sağda hiler aksesuar arter	50

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil Sıra No**Sayfa No**

Şekil 4.5	Sol ana renal arterde erken bifurkasyon	51
Şekil 4.6	Solda hiler aksesuar arter	52
Şekil 4.7	İki farklı hastada sirkumaortik sol renal ven	54
Şekil 4.8	Retroaortik sol renal ven	55
Şekil 4.9	Aynı hastada solda hiler arter ve sağda iki renal ven	57
Şekil 4.10	Aynı hastada solda hiler arter ve sağda iki renal ven	58

TABLÖLAR DİZİNİ**Tablo Sıra No****Sayfa No**

Tablo 4.1:	Renal arter varyasyonları	51
Tablo 4.2:	Sağ renal ven varyasyonları	53
Tablo 4.3:	Sol renal ven varyasyonları	53
Tablo 4.4:	Renal arter ve ven varyasyonlarının birlikteliği	59

ÖZET

Özlem Yılmaz, Abdomen BT’de Renal Arter ve Ven Varyasyonlarının Birlikteliğinin Sıklığı, Tıpta Uzmanlık Tezi, Bolu, 2009. Bu çalışmanın amacı herhangi bir nedenle abdomen BT tetkiki yapılan kişilerde renal arter ve ven varyasyonlarının birlikteliğinin sıklığının saptanmasıdır.

Çalışmaya 2003-2009 yılları arasında bölümümüzde tetkiki gerçekleştirilen 8-96 yaş arası toplam 505 olgu (217’si kadın, 288’i erkek) dahil edildi. Abdomen BT tetkikleri renal arter varyasyonları [erken bifurkasyon, multipl renal arter (hiler-polar-suplementer arter)], sağ renal ven varyasyonları (multipl sağ renal ven, bölünmüş sağ renal ven, gonadal venin sağ renal vene katılımı) ve sol renal ven varyasyonları (sirkumaortik sol renal ven, retroaortik sol renal ven, multipl sol renal ven) açısından değerlendirildi. Ayrıca tetkikler eşlik eden İVK anomali (duplikasyon ve transpozisyon) bakımından da incelendi.

Renal arter varyasyonlarının oranları; renal arterde tek taraflı erken bifurkasyon %2.97, çift taraflı erken bifurkasyon %0.6, tek taraflı multipl renal arter %12.3, çift taraflı multipl renal arter %2.97 olarak saptandı. Renal ven varyasyonlarının oranları; sağda multipl renal ven %20.4, bölünmüş renal ven %0.2, gonadal venin sağ renal vene katılımı %8.9; solda sirkumaortik renal ven %4.6, retroaortik renal ven %3.96 olarak hesaplandı. Solda multipl renal ven izlenmedi. Ayrıca eşlik eden İVK anomali saptanmadı.

Toplam 38 olguda renal arter ve ven varyasyonu birarada izlendi. Renal arter ve ven varyasyonunun birlikteliğinin oranı %7.5 olarak saptandı. Bu birliktelikte en sık olarak, %1.78 oranı ile (n=9) sol hiler arter ve sağda iki renal ven olduğu saptandı.

Anahtar kelimeler: Renal arter; renal ven; varyasyon; bilgisayarlı tomografi

ABSTRACT

Ozlem Yilmaz, The Frequency of Coexistence of Renal Artery and Vein Variations on Abdominal CT, Medical Speciality Thesis, Bolu 2009. The aim of this study is to determine the frequency of coexistence of renal artery and vein variations in individuals who had abdominal CT examination for any reason.

Between 2003 and 2009, a total of 505 patients aged between 8-96 year-old (217 female and 288 male) that underwent abdominal CT examination in our department were included in the study. Abdominal CT examinations were evaluated for the presence of renal artery variations [early branching, multiple renal arteries (hilar-polar-supplementary artery)], right renal vein variations (multiple right renal vein, split of right renal vein, gonadal vein connected to right renal vein) and left renal vein variations (circumaortic left renal vein, retroaortic left renal vein, multiple left renal vein). Presence of accompanying IVC anomaly (duplication and transposition) was evaluated as well. The frequency of renal artery and vein variations were calculated in percentages.

The frequency of uni- or bilateral early branching of main renal artery were found to be 0.6% and 2.97% whereas uni- or bilateral multiple renal arteries were found to be 12.3% and 2.97% respectively. On the right side the frequency of multiple renal veins, splitted renal vein and gonadal vein draining to renal vein were found to be 20.4%, 0.2%, 8.9% respectively. On the left side the frequency of circumaortic renal vein and retroaortic renal vein were 6% and 3.96% respectively. No left-sided multiple renal veins and accompanying IVC anomaly were detected.

The frequency of coexistence of renal artery and vein variations were found to be 7.5%. Within this group, presence of left hilar artery and double renal vein on the right side in nine (1.78%) of 38 patients were found to be the most frequent coexistent variations.

Keywords: Renal artery; renal vein; variation, computed tomography

1.GİRİŞ

Renal arter ve ven varyasyonlarının varlığının farkında olunması ve sıklığının bilinmesi gerek tanı gerekse tedavi açısından oldukça önemlidir.

Klinik olarak renovasküler hipertansiyon şüphesi bulunan hastalarda renal arter stenozu varlığının araştırılması endikedir. 30 yaşından önce veya 55 yaşından sonra diastolik hipertansiyon gelişen kişilerde, önceden stabil hipertansiyonu bulunup birden hipertansiyonun arttığı kişilerde veya ortaya çıktıktan sonra 6 ay içerisinde hızla malign hipertansiyonun geliştiği durumlarda renovasküler hipertansiyondan şüphelenilir. Hipertansiyonun %2'den azı renovasküler hastalığa bağlıdır. Bu rakam küçük gibi görünse de toplumdaki hipertansiyonlu olguların sayısı göz önüne alındığında, oran küçümsenemeyecek düzeydedir. Renovasküler hipertansiyondan şüphelenildiğinde uygun bir radyolojik inceleme yapılmış olmasına rağmen yalancı-negatif sonuç alınmasına yol açabilecek potansiyel etkenlerden biri aksesuar bir arterin vizualize edilememesidir. Normal popülasyonun %20'sinde görülen aksesuar renal arter, renal arter stenozu (RAS) şüpheli hastaların incelenmesi esnasında bir tuzak oluşturarak yanılgılara neden olabilir. Özellikle ana renal arterin normal olduğu durumlarda aksesuar bir arterin aranması gerekir (1).

Renal arter ve ven varyasyonlarının varlığının bilinmesi renal transplantasyon planlanmasında büyük önem taşır. Transplantasyonda açık ve laparoskopik olmak üzere iki tür cerrahi metod kullanılmaktadır. Laparoskopik metodun düşük morbidite, kısa hastanede kalış süresi, hızlı iyileşme ve daha iyi kozmetik sonuçlar sağlama gibi avantajları vardır. Bununla birlikte operasyon süresi daha uzundur ve ek olarak cerrahlar çok obez veya bilateral kompleks vasküler anatomisi olan hastalarda açık cerrahiyi tercih etmektedirler (2,3). Renal ektopi, at nalı böbrek, ürolitiazis, multipl renal arter, renal arteriyel hastalık, kompleks venöz anatomi (sirkumaortik veya retroaortik sol renal ven), renal neoplazm, hidronefroz, kortikal atrofi, medüller sünger böbrek hastalığı, renal papiller nekroz ve retroperitoneal varisler laparoskopik donör nefrektomiyi dışlayan kriterlerdir (4).

Birçok cerrah transplantasyon için, sol renal venin daha uzun ve anastomozunun daha kolay olması nedeniyle, sol böbreği tercih eder. Bununla birlikte sol böbrekte, örneğin toplayıcı sistem duplikasyonu gibi belirgin bir varyasyon saptanırsa sağ böbrek transplante edilir. Cerrah için renal venöz anatomide

retroaortik lokalizasyon veya sirkumaortik renal ven gibi bir varyasyon olup olmadığını bilmek renal ven kesisini önlemek için mutlak gereklidir. Sol renal ven anomalilerinin varlığının bilinmesi ve retroperitoneal lenfadenopatiler ile ayırıcı tanısının yapılması da yanlış tanılardan kaçınılması yönünden büyük öneme sahiptir . Aksesuar renal arter ise çok sık izlenen bir renal arter varyasyonudur ve cerrahın bunu önceden bilmesi böbreğin kısmi kanlanmasına zarar vermemesi açısından gereklidir. Diğer önemli bir varyasyon renal arter orijininden sonraki 2 cm içinde oluşmuş prehiler dallanmadır, çünkü çoğu cerrah renal transplantasyonda, kanama kontrolünün daha kolay sağlanması ve alıcıya uygun anastomoz yapılabilmesi için renal arter kesisini orijinin 2cm distalinden yapmayı tercih eder. Yukarıda sayılan nedenlerden dolayı cerrah kullanacağı metoda karar verebilmek için, hasta operasyon odasına gelmeden önce böbrek anatomisini ve vasküler varyasyon olup olmadığını bilmek zorundadır (5,6,7).

Potansiyel renal donörlerin değerlendirilmesinde kullanılan geleneksel yöntemler intravenöz piyelografi (İVP) ve anjiyografidir (DSA). Bilgisayarlı tomografi (BT) ve BT anjiyografi (BTA), manyetik rezonans anjiyografi (MRA) bazı kurumlarda ayakta tedavi edilen hastalarda noninvaziv prosedürler olarak İVP ve DSA'nın yerini almıştır (8).

Yukarıda bahsedilen nedenlere bağlı olarak, varlığının ve sıklığının bilinmesi büyük önem taşıyan, renal arter ve ven varyasyonlarının oranları literatürde ayrı ayrı ele alınmıştır. Ancak renal arteryel ve venöz vasküler varyasyonların bir arada görülme sıklığı sınırlı sayıda olguyu içeren sadece bir çalışmada MR anjiyografi bulgusu olarak bahsedilmektedir. Bu araştırmanın amacı, toplumumuzda renal arter ve ven varyasyonlarının birlikteliğinin sıklığının saptanmasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. BT'nin Tarihsel Gelişimi

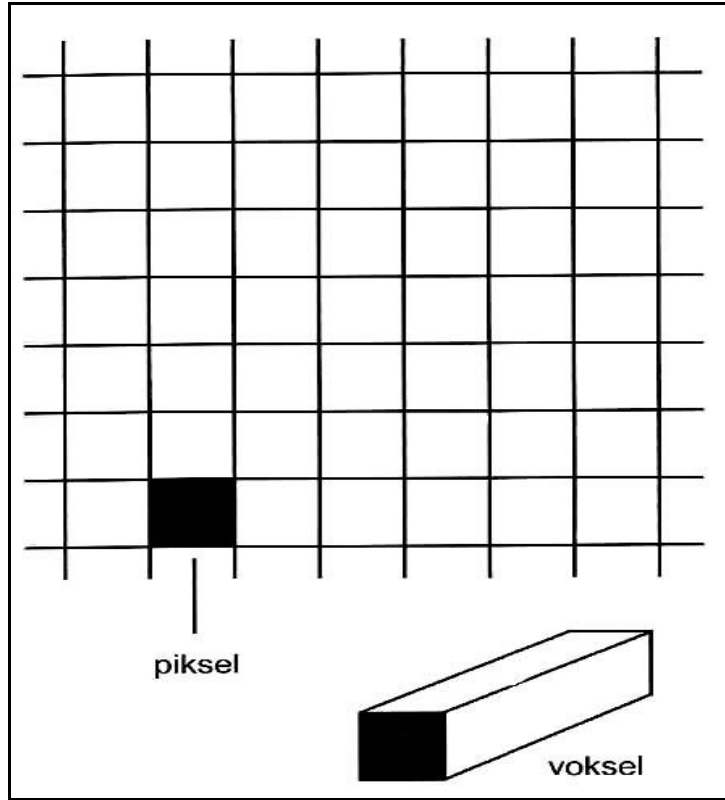
BT 1963 yılında Cormack tarafından teorize edilmiş ve radyolojide yeni bir çığır açmış kesitsel bir görüntüleme yöntemidir. BT ile ilgili ilk başarılı klinik uygulamalar 1967 yılında G. Hounsfield tarafından gerçekleştirilmiş ve 1971 yılında hastane şartlarında uygulamaya başlanmıştır. İlk BT cihazlarında, tek bir kesit oluşturabilmek için gerekli verileri toplamak 5 dakikaya varan sürelerle ihtiyaç gösterdiğinden BT uygulaması sadece beyin incelemelerinden ibaret kalmış; sürenin uzunluğu dolayısı ile solunum, intestinal peristaltizm hareketleri BT'nin toraks, batin gibi uygulama alanlarında kullanılmasını engellemiş ve geciktirmiştir (9).

2.2. BT Fiziği

BT x ışınının kullanıldığı bir görüntüleme yöntemidir. Vücudu kesitler şeklinde görüntüler (tomografi). Röntgenogramlardaki üst üste binme (süperpozisyon) bu inceleme ile ortadan kaldırılmıştır.

BT, x ışınının bilgisayar teknolojisi ile birleşmesinin ürünüdür. Bir BT kesiti oluşturabilmek için, kesit düzlemindeki her noktanın x ışınını zayıflatma değerini bilmek gerekir. Bu amaçla kesit düzleminin çepeçevre her yönünden x ışını geçirilir. Yapılan ölçümler güçlü bilgisayarlarla işlenir. Bulunan sayısal değerler, karşılığı olan gri tonlarla boyanarak kesitsel görüntüleri elde edilir.

BT görüntüsü vücudun bir diliminin, BT numaralarından meydana gelmiş bir haritasıdır. İki boyutlu olan bu resim aslında üç boyutludur. Üçüncü boyutu, dilimin kalınlığı yapar. Röntgenden farklı olarak üçüncü boyut çok incedir (genellikle 1-10 mm) ve resmin her tarafında eşittir. Görüntü resim elemanı (piksel) denilen minik karelerin yan yana dizilimi ile oluşturulur. Pikselin yüzeyinin, kesit kalınlığı ile çarpımıyla ortaya çıkan hacme hacim elemanı anlamına gelen voksel adı verilir (10).



Şekil 2.1: Piksel ve voksel. Tuncel E. (10)'den alınmıştır.

2.2.1 BT Ünitesinin Bölümleri

Bir BT ünitesi başlıca 3 ana bölümden oluşur. Bunlar, hastanın incelendiği oda, bilgisayar ve jeneratörün yer aldığı cihaz odası, çekim ve diagnostik görüntüleme konsollarının yer aldığı operatör odasıdır (9).

İnceleme Odası ve Ekipmanları

İnceleme odası hastanın tetkike alındığı, BT cihazının masa ve tarayıcı (gantry) bölümünün bulunduğu yerdir (9). Gantry açıklığının hemen çevresinde tüp ve dedektör zinciri bulunur. Kesit alma işlemi sırasında tüp ve dedektörler karşılıklı olarak hastanın çevresinde dönerler (11).

Cihaz Odası

Bilgisayarlar, kayıt araçları ve jeneratörün bulunduğu kesimdir. Bazı sistemlerde jeneratör inceleme alanında yer aldığında cihaz odası sadece bilgisayarlar ve kayıt araçlarının bulunduğu bir alan şeklindedir (9).

Operatör Odası

Çekim için gerekli parametrelerin seçildiği, komutların verildiği, çekim sonrası bilgisayarda elde edilen ve sayılardan oluşan verilerin, tek tek gri tonlarda renklendirilerek, siyahtan beyaza kadar değişen noktacıklar şeklinde görüntüye dönüştürüldüğü ve filme aktarıldığı bölümdür (9).

2.2.2 Dedektörler ve X ışını Tüpü

Dedektörler hastayı geçen radyasyonun intensitesini ölçer. Bir BT dedektöründe, gelen radyasyonun intensitesi ile orantılı bir elektrik sinyali oluşur. Bu sinyal dijitalize edilir ve bilgisayarda depolanır (10).

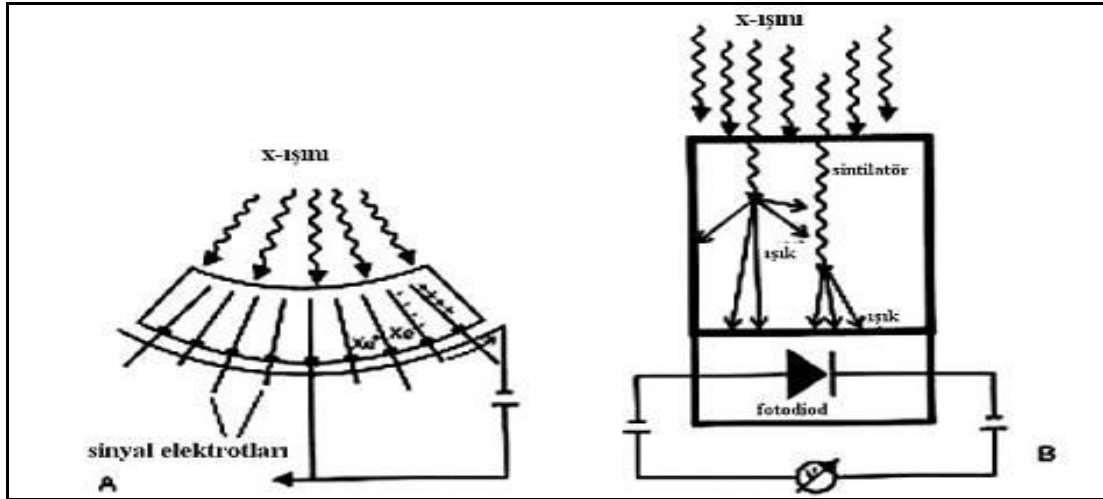
Xenon Dedektörler

X ışını etkinliğini arttırmak için oldukça derin (6 cm derinliğinde) ve yan duvarları ince odacıklardır. İçlerinde 25 atm basınçlı xenon gazı bulunur. Sıkıştırılmış gaz, voltaj uygulanan iki elektrotla çevrelenmiştir. X ışınının oluşturduğu iyonizasyon elektrotlarda toplanır. Saptanan bu voltaj yükseltilir ve dijitalize edilir. Elde edilen değerler dedektöre çarpan x ışının miktarı ile doğru orantılıdır. Gaz dedektörleri günümüzde ucuz BT'lerde kullanılmaktadır (10).

Solid-State Dedektörler

Bir sintilatöre (sintilasyon kristalleri) sıkıca bağlanmış fotodedektörlerden (fotodiod) ibarettir. Sintilasyon kristalleri absorbe ettikleri x ışınına karşılık ışık üretirler. Fotodiodlarda amorf silikon (a-Si) kullanılır. a-Si, ışık fotonlarını intensiteleri ile orantılı elektrik sinyallerine çevirir.

Solid yapıdaki dedektörler 4. kuşak ve yüksek teknolojili cihazlarda kullanılır. 4. kuşak BT'lerde teknik nedenlerle ince dedektöre gereksinim olduğundan, sadece solid-yapı dedektörler kullanılabilir (10).

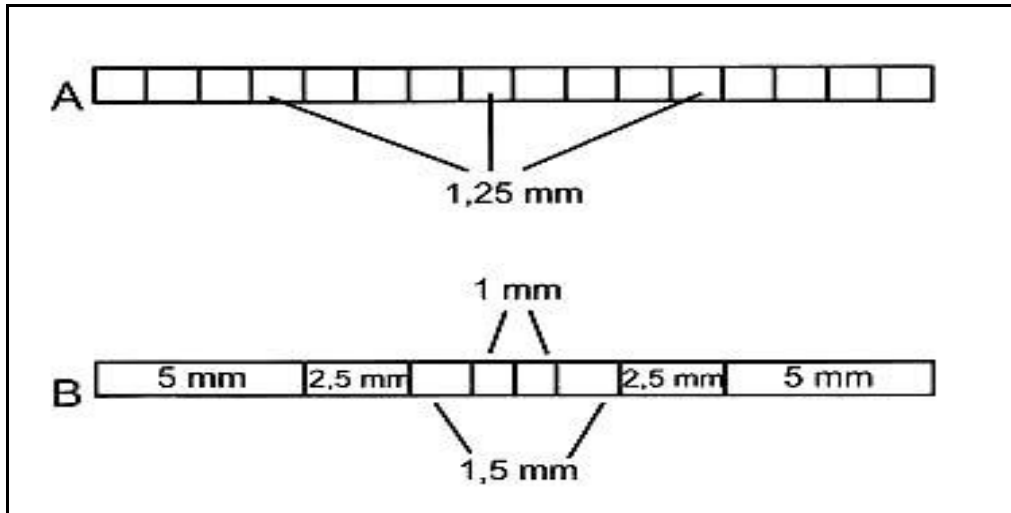


Şekil 2.2: BT dedektörleri. A. Xenon dedektörleri. B. Solid dedektörler. Tuncel E. (10)'den alınmıştır.

Çok Sıralı Dedektörler

Çok sıralı dedektörler sisteminde dedektörlerin enleri dardır (ör: 16 sıralı dedektörlerde 1,25 mm). Dedektör sıraları birbirlerine sıkıca bağlanmışlardır. Kesit sayısını, aygıtın elektroniği tayin eder. Örneğin 16 sıralı sistemlerde aynı anda en fazla 4 kanaldan gelen veri işlenebilir. Bu nedenle en fazla dört kesit alınabilir.

Tek sıra dedektörlü sistemlerde dedektörün eni 15 mm'dir. Kesit kalınlığı 1-13 mm arasındadır ve kesit kalınlığı ışının kolimasyonu ile belirlenir (10).



Şekil 2.3: Çok sıralı dedektör sistemleri A. Üniwersal diziliş; dedektör boyları eşit (izotropik).

B. Dedektör boyları farklı (anizotropik). Tuncel E. (10)'den alınmıştır.

X ışını Tüpü

BT tüplerinin ısı yüklenmesi genellikle yüksektir ve anot ısı kapasitesinin yüksek olması gerekir. Modern aygıtlarda tüpün ısı kapasitesi 3 MJ'den büyüktür ve ısı kaybetme hızı yüksektir. Topuk etkisinden kurtulmak için x ışını tüpleri kesit düzlemine dik yerleştirilir. X ışını sertleşme artefaktını azaltmak için bakır ve aliminyum filtreler kullanılır (10).

Birinci Kuşak cihazlar

Pencil-beam X-ışını ve karşılığında tek bir dedektörün bulunduğu bu tür cihazlar translate-rotate prensibi ile çalışmaktadır. İncelenecek olan obje, çizgisel bir doğrultuda, bir uçtan diğerine tarandıktan sonra tüp 1°'lik bir açı ile dönüş hareketi yapmakta ve obje tekrar çizgisel olarak taranmaktadır. Bu tarama ve dönüş hareketleri 180°'lik bir dönüşe kadar devam ettirilmektedir. İlk kuşak cihazlarda kesit alım süresi bu bakımdan oldukça uzundu (9).

İkinci Kuşak Cihazlar

Bu cihazlarda tek dedektör yerine doğrusal dizilmiş birden fazla dedektör kullanılmış ve X-ışını demeti de pencil-beam yerine dedektör genişliğine göre yelpaze biçiminde (fan-beam) genişletilmiştir. İkinci kuşak cihazlarda 1. kuşakta olduğu gibi translate-rotate tekniği söz konusudur. Ancak tüp hareketi 10°'lik açılarla 180°'ye tamamlanmaktadır (9).

Üçüncü Kuşak Cihazlar

1. ve 2. kuşak cihazların ardından, rotate-rotate prensibi ile çalışan 3. kuşak aygıtlar geliştirilmiştir. Bu cihazlar X-ışını kaynağı ve bu kaynağın karşısına dizilmiş, konveks dedektörlerden oluşturulmuştur. X-ışını demeti, karşısına denk gelen dedektörlerin tümünü içine alacak şekilde yelpaze biçimindedir. X-ışını tüpü ve dedektörler, incelenecek olan obje etrafında birbirleri ile koordine hareket ederek, 1. ve 2. kuşak cihazlardan farklı olarak 360°'lik bir dönüş gerçekleştirirler (9).

Dördüncü Kuşak Cihazlar

Rotate-stationary tekniği olarak da adlandırılan sistemde sadece X-ışını kaynağı hareketlidir. Tek bir X-ışını kaynağı incelenecek obje etrafında 360°'lik bir dönüş hareketi gerçekleştirirken dedektörler gantry açıklığı boyunda dizilmiş ve sabitlenmiştir. Kesit alım süresi 1-2 saniye düzeylerine indirgenmiştir. Hasta, rotasyon yapan gantrinin içine kaydırıldıkça x ışını kaynağının izlediği yörünge bir

spiral veya heliks oluşturmaktadır. Bu heliksin odağı rotasyon planına dik olan rotasyonel izosenter içinden geçen çizgi boyuncadır. Kesitler arası bekleme olmadığı için bu çizgi boyunca olan kapsama oranı masa hızına eşittir. Böylece kısa sürede gerçek bir hacimsel tarama yapılmış olmaktadır. Torakal veya abdominal bölgenin taranması tek bir nefes tutma ile gerçekleştirilebilmektedir (9).

Beşinci Kuşak Cihazlar

Ultrafast BT olarak da tanımlanmaktadır. Spesifik olarak kalp görüntülemesi hedeflenen bu cihazda 4. kuşak cihazlarda olduğu gibi dedektörler ve aynı zamanda X-ışın kaynağı da sabittir. Böylece bu yapıların hareketlerinden kaynaklanabilecek artefaktlar elimine edilmiştir. Dönüş hareketi yapan X-ışını tüpü ve gantry, yerini yüksek güçlü 4 tungsten hedef anodlu elektron ışınına bırakmıştır. Sabit bir kaynaktan çıkan elektron demeti, sistem içerisinde hızlandırılıp ve koiller yardımıyla saptırılarak hasta etrafında dönen tungsten anod üzerine düşürülmektedir. Anoddan yelpaze biçiminde X-ışını elde edilir. Bu sistemde konvansiyonel tomografi cihazlarında ortaya çıkan tüp ısınmasına bağlı çekimin durması, kesitler arası bekleme gibi hızlı çekimi engelleyen faktörler ortadan kaldırılmıştır. Cihazda hareketli unsurlar bulunmadığından ve X-ışını çok odaklı elektron demeti şeklinde uygulandığından kesit alım süresi saniyenin altına indirgenmiş ya da aynı sürede bir kaç kesit elde etme imkanı yaratılmıştır (9).

2.2.3 Çok Dedektörlü (Çok Kesitli) BT

Çok dedektörlü BT (ÇKBT) şu anda BT teknolojisinde ulaşılan son noktadır. ÇKBT sistemlerinde uygulanan çekim prensipleri esasen spiral BT'den farklı değildir. ÇKBT'nin avantajı hastanın longitudinal aksı boyunca (z-ekseni) iki veya daha çok sayıda dedektör dizileri ile donatılmış olması, x-ışın kolimasyonunun genişletilebilmesi ve bunların sonucunda masa hızının arttırılabilmesidir. X-ışın tüpü ve dedektör hasta etrafında 360° birbirleri ile senkronize dönüş yaparlar. Bu dönüş ve veri elde edilişi spiral BT'deki gibi devamlı ve volümetriktir.

Spiral BT'lerde gantry rotasyon zamanının 1 sn ve altına indirilmesi ÇKBT'nin geliştirilmesinde önemli bir basamak olmuştur. Bugün ÇKBT'lerde gantry rotasyon süresi 0.5 sn düzeyindedir. Rotasyon süresindeki bu kısalma hastadan kaynaklanan istemli ya da istemsiz (kalp, barsak vb) hareket artefaktlarını minimuma indirmiş ve aynı zamanda daha geniş bir hacmin taranma şansını

yaratmıştır. Bütün bunların yanında longitüdüal çözünürlüğü de arttırmıştır.

ÇKBT cihazları ile inceleme süresi ve kesit kalınlığında azalma, incelenebilecek alan uzunluğunun artması, sistem performansını muazzam biçimde arttırmaktadır. 1990'lı yılların başında iki dedektörlü, 2000'li yıllarda 8, 12, 16, 24, 32 dedektör dizili cihazlar üretilmiştir (9).

2.2.4 Veri Toplama

Kesit Kalınlığı

Işın demetinde yapılan inceltme ve dedektörlerin genişliği, alınan kesitin kalınlığını belirlemektedir. Kesitler, dilimlenmiş bir ekmek veya salatalık dilimi gibi düşünüldüğünde, az ya da çok bir kesit kalınlığından bahsedilmektedir. Kesit kalınlığı arttıkça üç boyutlu veri detayı azalmaktadır. Kesit kalınlığı azaldıkça detay artmakta, bununla birlikte ilgilenilen alanı incelemek için daha fazla kesite gereksinim olmakta ve teknik faktörlerden dolayı görüntü kalitesi düşmektedir. Çok kesitli BT aygıtlarıyla taramada dedektörlerin üstün özellikleri sayesinde, alınan çok sayıda ince kesitlerde görüntü kalitesi azalması dezavantajı bulunmamaktadır (12).

Kesit Konumu

Tek tek kesit alan konvansiyonel sistemlerde kesitlerin birbirlerine göre konumu, masanın hareketi ile belirlenir. Masa iki kesit arasında kesit kalınlığı kadar hareket ediyorsa kesitler birbirlerine sırt sırta dayanır, aralık veya üst üste binme yoktur. Bu tip taramaya devamlı (continue) tarama adı verilir. Masanın hareketi kesit kalınlığından az ise kesitler üst üste biner. Örneğin kesit kalınlığı 10 mm, masanın hareketi 5 mm ise her kesit bir önceki kesitin yarısını kapsayacak şekilde yapılıyor demektir. Bu tarama şekline üst üste binme (overlapping) şeklinde tarama adı verilir. Masanın hareketi kesit kalınlığından fazla ise arada taranmamış bir kesim kalıyor demektir. Örneğin kesit kalınlığı 10 mm, masanın hareketi 15 mm ise iki kesit arasında 5 mm'lik bir mesafe kalıyor demektir. Bu tarama şekline de aralı tarama denir.

Helikal taramalarda ise kesit konumunu tanımlamak için kolimatör alanı (pitch) faktörü tanımlanmıştır. Kolimatör alanı (p), tüpün 360° dönüşünde masanın aldığı yolun (T-mm), izosenterde kolimatör açıklığına (C-mm) bölünmesiyle elde edilir ($p=T/C$) (10).

2.2.5 Görüntü Alanı (Field Of View)(FOV)

BT görüntüsündeki tüm alan FOV adını alır. İncelenen bölgenin belirli bir bölgesini içerebileceği gibi obje çevresindeki boşluğu da içine alabilir. Operatör tarafından incelemenin amacına yönelik olarak belirlenir. Gantry boşluğu içerisinde, hastayı tüpe yaklaştırıp dedektör zincirinden uzaklaştırırsak incelenecek bölgeyi küçültmüş oluruz. Tam tersi durumda hastanın incelenecek alanı büyüyecektir. Küçük FOV seçilmesi durumunda, görüntü üzerindeki piksel sayısı değişmediğinden, daha küçük bir voksel boyutu görüntü üzerinde temsil edilebilir hale gelecektir. Böylece elde edilen görüntü, hastanın daha küçük bir bölgesini daha yüksek uzaysal rezolüsyonda gösterecektir. İlgili alanının sınırlı olduğu incelemelerde, bu yönteme başvuruluruz uzaysal rezolüsyonun artırılması amaçlanır. Diğer tüm incelemelerde de, rezolüsyonu optimal seviyede tutmak için, incelenecek alanın genişliğine en uygun FOV boyutunun seçilmesi gerekir (11).

2.2.6 Zoomlama

FOV'un küçültülmesi görüntünün büyütülmesi (zoomlama) anlamına gelmektedir. Zoomlama FOV küçültmeden de yapılabilir. Daha büyük bir FOV ile elde edilmiş bir görüntü üzerinden, ilgilendiğimiz bir bölgeyi seçerek daha büyük görebiliriz, ancak bu fotoğrafik bir büyütmeden farklı değildir ve gerçek bir zoomlama için FOV'un küçültülmesi gerekir.

Rekonstrüksiyon zoomlaması işleminde kesit parametreleri büyük FOV koşuluna göre ayarlanmış ve kesit bilgileri elde edilmiş ise ve bilgisayar belleğinde dedektörlerden gelen ham bilgiler duruyorsa yapılabilir. Bu durumda, görüntü üzerinde işaretlenen ilgili bölgenin bilgilerinin yeniden değerlendirilmesi ve haritanın yeniden oluşturulması ile görüntü büyütülür.

İnterpolatif zoomlama bilgisayar belleğinde sadece haritalanmış Hounsfield Üniti (HU) değerleri varken yapılabilir bir görüntü büyütme işlemidir. Büyütülmesi istenilen alan ekran üzerinde işaretlendikten sonra bilgisayar, bu alanın tüm piksellerini genişletirken, komşu piksellerin aralarını da her ikisinin aritmetik ortalamasına eşit yeni piksellerle doldurur (11).

2.2.7 Görüntü İşleme

Hastadan veriler toplanıp kesitsel görüntü rekonstrüksiyonu yapıldıktan sonra, elde edilen görüntünün tanıya yardım etmek amacıyla işlenmesidir (post-processing) (10).

Pencereleme

Normalde 20 gri tonu ayırt edebilen insan gözünün bu yüksek yoğunluk farkı gösteren görüntüleri istenilen ayarda algılayabilmesi için piksellerdeki rakamsal değerler üzerinde oynanarak yapılan ayarlamalar ile görüntü üzerinde yoğunluk farklılıkları istenilen şekilde ortaya konabilmektedir. Bu ayarlamalar windowing ya da pencereleme olarak adlandırılır. Pencerelemede, pencerelemenin merkezi pencere seviyesini (WL: window level) gösterirken, Hounsfield skalasında pencereleme yapılan aralık ise pencere genişliğini (WW: window width) göstermektedir (12).

Değişik Düzlemlerde Yeniden Görüntü Yapma (Multiplanar Reformasyon-MPR)

İnsan vücudundaki aksiyel düzlemin sağdan sola uzanan aksına x, önden arkaya uzanan aksına y, bu iki aksın yaptığı düzleme dik uzanan aksına da z adı verilir. X ve y akslarınca oluşturulan aksiyel kesit voksellerinin x-z akslarında yeniden reforme edilmesi ile koronal, y-z akslarında reforme edilmesi ile de sagittal kesitler elde edilir. Oblik ya da kavisli düzlemlerde de reformasyonlar yapılabilir (10).

Üç Boyutlu Gösterim (Hacimsel Rekonstrüksiyon Teknikleri)

İki yöntemi vardır: hacim hesaplama (volüm rendering) ve reprojeksiyon. Hacim hesaplama tekniğinde önce görüntüde segmentasyon yapılır. Bunun için ilgilenilen objenin HU numarası belirlenir, voksellerde bu değer varsa 1 yoksa 0 kabul edilir. Böylece elimizde sadece ilgilendiğimiz yapının vokselleri kalır. İlgilendiğimiz yapı segmente edildikten sonra bir bilgisayar programı segmente verileri belirlenen açılardan reforme eder. Bu işlem sadece yüzeydeki voksellerle de yapılabilir (yüzey hesaplaması-surface rendering) (10).

Bir dedektör tarafından yapılan bir ölçüm bir ışıdır (ray). Aynı anda ölçülen ışınların tümüne projeksiyon (view) denir. Reprojeksiyon tekniğinde zaman kaybettirici segmentasyon işlemine gerek yoktur. Yöntemde, belirlenen bakış açılarından radyografik projeksiyonlara benzer görüntüler elde edilir. Volüm veri

setinden bakış açısına göre vokseller seçilir ve o yöndeki tüm voksel değerleri toplanır. Genellikle her ‘ray’ın azami BT numarası görüntülenir, bu nedenle bu yönteme maksimum intensite projeksiyonu (MİP) adı verilir. Benzer teknikle düşük BT numarası taşıyan vokseller de görüntülenebilmektedir (minimum intensite projeksiyonu-MİNİP) (10).

Değişik Kesit Kalınlığında İnceleme

Çok sıralı dedektörlü sistemlerde mümkün olan en ince kesitle tarama yapıldığında, elde edilen kesit verileri istenildiği sayıda birleştirilerek kalın kesitler şeklinde incelenebilir. Bu durumda oluşan görüntünün gürültüsü azalır (10).

2.2.8 BT Görüntüsü ve Görüntü Üzerindeki İşlemler

Rezolüsyon genel anlamıyla en küçük farklılıkları ayırd etme yeteneğidir. Üç farklı rezolüsyondan söz edilebilir. Boyutsal rezolüzyon (geometrik-uzamsal rezolüsyon), kontrast rezolüsyon (dansite-yoğunluk rezolüsyonu), zamansal rezolüsyon (temporal rezolüsyon). Zamansal rezolüsyon BT görüntüsü ile ilgili olmadığından, görüntü üzerinde boyutsal ve kontrast rezolüsyondan bahsedilebilir (11).

Boyutsal Rezolüsyon

Birbirine komşu en küçük iki yapının ayırd edilebilme gücünü ifade eder. Piksel boyutlarının küçültülmesi görüntü üzerinde daha çok nokta olmasını sağlayacaktır, diğer taraftan voksel boyutlarının küçültülmesi anlamına da geleceğinden, sonuçta daha küçük oluşumların birbirinden ayırd edilebilmesi söz konusu olacak, yani boyutsal rezolüsyon artacaktır.

Kesit kalınlığını düşürmek, vokselin z eksenindeki boyutunu küçültecek, dolayısı ile boyutsal rezolüsyonu artıracaktır. Bunun yanı sıra dedektör boyutlarının küçültülmesi ve sayısının arttırılması ile daha küçük voksellerden veriler saptanabilecektir. FOV’un küçültülmesi de voksel boyutlarını küçültücü etkisiyle boyutsal rezolüsyonu artırır. X-ışını tüpünde fokal spotun küçültülmesi, penumbra etkilerini azaltarak boyutsal rezolüsyona katkıda bulunur.

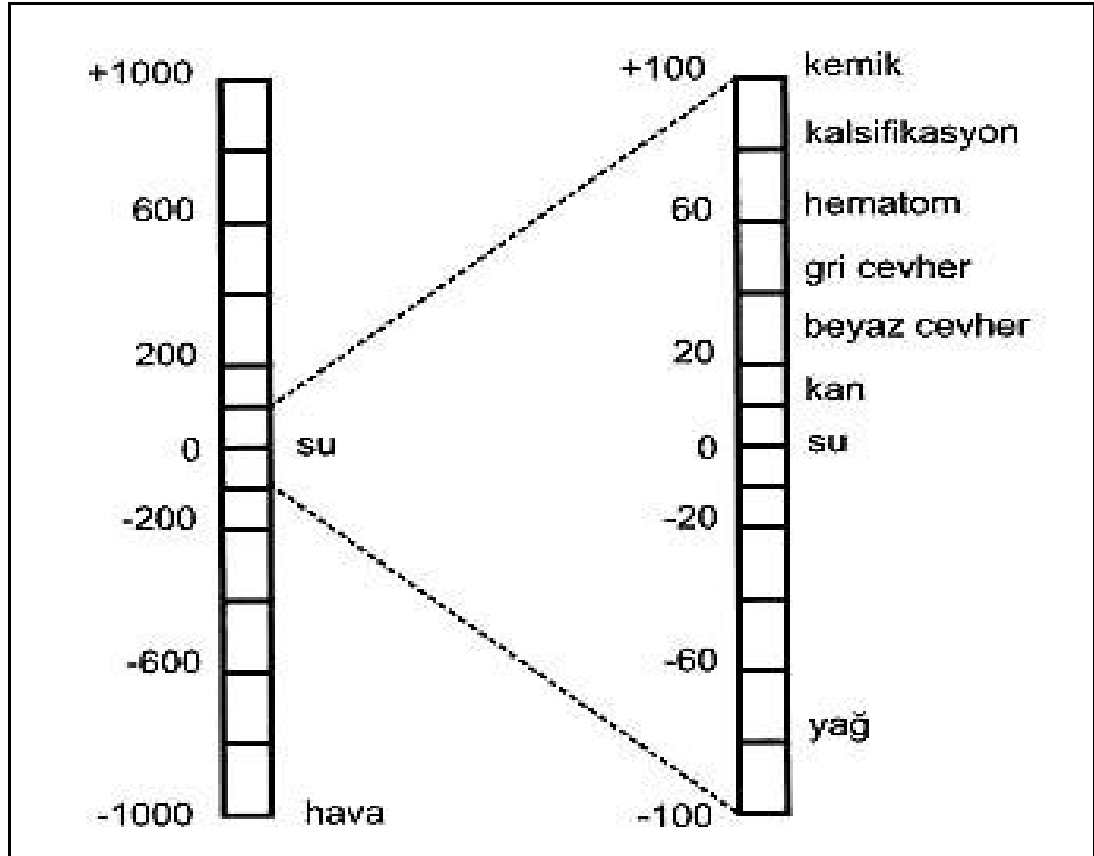
Boyutsal rezolüsyonu arttırmak için göstereceğimiz birçok çaba sonuçta noise adını verdiğimiz diğer bir faktörü gündeme getirmektedir. Noise genel olarak gürültü, parazit, istenmeyen ses anlamındadır (11).

Kontrast Rezolüsyon

Film üzerindeki farklı yoğunlukları ayırt edebilme yeteneğidir. Kontrast çözümleme gücü başlıca x-ışını intensitesi ve dozuna bağlı bir kavramdır. BT sistemlerinde hastaya gönderilecek x-ışını dozu kV, mA değerleri ve ekspozur süresi (sn) ile ayarlanmaktadır. Bir çok sistemde kV değeri genelde sabit olup x-ışını yoğunluğu 150 mA'den başlamak üzere 200, 250, 300, 500'e kadar yükseltilebilen mA seçenekleri ile arttırılabilmektedir. Mevcut x-ışını yoğunluğu, ekspozur süresi uzatılarak da arttırılabilmektedir. Ancak kesit alım süresinin artırılması da hareket artefaktlarını fazlaştırmaktadır (9). Kontrast rezolüsyonu arttırmanın diğer bir yolu noise'u azaltmaktır. Noise x-ışını foton sayısı yani x-ışını dozu yükseltilerek ya da kesit kalınlığı arttırılarak azaltılabilir. Birlikte boyutsal rezolüsyon artışı da isteniyorsa, kesit kalınlığı düşük tutulurken x-ışını dozu yükseltilmelidir (11).

Hounsfield Skalası

Bilgisayarlı tomografide yapıların dansiteleri -1000 ile +1000 arasında değişen rakamlarla temsil edilen ve grinin tonlarından oluşan bir ölçekte ele alınmıştır. Bu ölçek, cihazı geliştiren fizikçi Godfrey Hounsfield'in adıyla anılmaktadır. Hounsfield skalasında saptanan rakamsal veriler Hounsfield Üniti (HU) olarak anılır. Burada yapının yoğunluğunu belirleyen faktör, maddenin x ışınına absorbe etme özelliği ile ilgilidir. X-ışınına fazla absorbe eden kemik ve kalsifikasyon gibi yapılar beyaz görülür ve yüksek HU değerleri verirlerken (80-100), su orta derecede (0 HU), yağ sıfırın altında (-80 HU), hava ise skalanın en altında kalan değerleri (-1000 HU) oluşturmaktadır (12).



Şekil 2.4: BT numaraları (Hounsfield ölçeği). Tuncel E. (10)'den alınmıştır.

Görüntü Üzerindeki İşlemler

Günlük pratik içinde en çok yapılan işlemler boyut ve dansite ölçümleridir. Görüntü üzerinde mesafe ölçümü yapılması istenilen noktalar imleç ile işaretlenerek belirtildikten sonra, bilgisayar gerekli hesaplamaları yaparak mesafe ölçümünü bildirir.

Yoğunluk ölçümü birkaç değişik şekilde yapılabilir. En çok kullanılan şekilde ekran üzerinde ilgilenilen alanı (ROI-region of interest) belirtmek üzere kare-daire biçiminde büyüklüğü ayarlanabilen bir şekil getirilir. Bu şekil yoğunluk ölçümü yapılacak oluşum üzerine oturtulduktan sonra, büyüklüğü oluşumdan daha küçük olacak şekilde ayarlanarak ölçüm yapılır. Cihaz seçilen bölgedeki piksellerin toplam HU değerlerini, piksel sayısına bölerek ortalama yoğunluğu hesaplar ve bize bildirir (11).

2.2.9 Artefaktlar

Artefakt gerçekte olmayan ve görüntü üzerinde gerçek oluşumları etkileyip bozan veya hayali oluşumlara neden olan istenmeyen görüntülerdir (11).

Kısmi Hacim Etkisi

Dilimlenmiş bir objenin kesit yüzeyinde sadece hangi tarafından bakıyor isek o yüzeyindeki oluşumları görürüz. Ancak BT’de durum farklıdır. Bir BT kesitinde kesitin içindeki tüm oluşumlar görüntüye yansımaktadır. Örneğin kesit kalınlığını tamamen doldurmayan bir yapı, kesiti doldurduğu oranda ve yoğunluğu ile orantılı olarak görüntüye yansımaktadır.

Bu nedenle kesiti tam doldurmayan yapılar, görüntüye gerçek yoğunluk değerleriyle yansımazlar. Kısmi hacim etkisi denilen bu durum, daha çok, kesit kalınlığının fazla olduğu durumlarda ortaya çıkar. Örneğin kesit kalınlığının bir yarısını yağ diğer yarısını yumuşak doku dolduruyorsa, görüntüde ortalama su dansitesine uyan görünüm oluşacaktır (12).

vokseller		pikseller	BT numarası
	→		20
	→		0
	→		10
	→		10
	→		15

Şekil 2.5: Parsiyel volüm etkisi. BT kesitlerindeki pikseller, vücuttaki karşılıkları olan voksellerin içini dolduran doku yoğunluklarının ortalamasıdır. Vokselin içerisindeki yapılar ayrı ayrı görüntülenemez. Tuncel E. (10)’den alınmıştır.

Hareket Artefaktları

Tarama zamanının uzun olmasına bağlıdır. Bu süreçteki istemli ya da istemsiz (kalp gibi) hareketler kenar bulanıklığına neden olarak sorun oluştururlar (10). Kesitlerin alımı esnasında, objenin hareketi, incelenen anatomik bölgeyi değiştirerek, elde edilen veriler arasında bir devamsızlık ve tutarsızlığın ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Veriler arasındaki bu tutarsızlık, rekonstrüksiyon sonrasında görüntü üzerinde, hareket yönü doğrultusunda birbirine paralel çizgiler şeklinde görülmektedir (9).

Işın Sertleşmesi (Beam Hardening) Artefaktı

X-ışınının polikromatik yapısından kaynaklanır (beam hardening) (10). Tüpten çıkan x-ışınları enerji düzeyi açısından homojen bir düzey göstermezler. BT cihazında tüm x-ışını fotonlarının eşit enerji düzeyinde olduğu kabul edilir. Oysa düşük enerji düzeyindeki fotonlar organizmadan geçerken kolayca absorbe edilirken, yüksek enerjili fotonların absorpsiyon oranı çok düşüktür. Bu durumda hastayı geçip dedektöre ulaşan x-ışını demetinin ortalama enerji düzeyi, tüpten çıktıktan hemen sonraki haline oranla artacaktır. Yani x-ışını sertleşmiş olacaktır. Organizmadaki oluşumların yoğunlukları da homojen olmadığı için, ışın demeti farklı oluşumlardan geçerken farklı oranda sertleşecektir. Bu durumda özellikle kalın ve yoğun (kemik gibi) oluşumlardan geçerken, yüksek enerjili fotonların daha az absorbe olması nedeniyle, ışın demeti olması gerekenden daha az zayıflama, dolayısı ile çok daha belirgin sertleşme gösterecektir. Bu da, özellikle iki yoğun oluşum arasındaki düşük yoğunluklu dokuların voksel değerlerinin, olması gerekenden daha düşük hesaplanmasına yol açar.

Bu artefakt, özellikle kraniumda posterior fossadan geçen kesitlerde belirgin siyah çizgilenmeler şeklinde görülmekte, beyin sapı ve serebellum incelemesini zorlaştırmaktadır. Işın sertleşmesine bağlı artefaktlar kesit kalınlığının düşürülmesi ve mAs'ın arttırılması ile azaltılabilmektedir (11).

Yıldız Artefaktları

Metal implantlar gibi yüksek dansiteli yapılardan ışın geçemeyeceği için dedektör hiçbirşey kaydetmez. Filtreli geriye projeksiyon sakatlanır ve sonuçta yıldız artefaktı ortaya çıkar. Bu durumda rekonstrüksiyon algoritmi yüksek dansiteli yapılardan çevreye doğru çizgiler ortaya çıkarır (10).

Ring Artefaktı

Dedektör dengesizlikleri ve bozukluklarının oluşturduğu artefaktır. BT’de x-ışını yoğunluğundaki küçük oynamalar, dedektörlerin kalibrasyonu yeterli hassasiyette yapılmamışsa algılanamaz. Bu durumda dedektörler, radyasyon sinyali olmadığı halde varmış gibi ya da yüksek x-ışını yoğunluğundan doyararak artmakta olan intensiteye yanıt vermemek gibi yanlışlıklara düşmektedir. Bu türden artefaktlar genellikle 3. kuşak cihazlarda ve dedektörlerdeki yapılmayan veya hatalı olarak yapılan kalibrasyona bağlı olarak gelişmekte ve elde olunan görüntülerde halka şeklinde izlenmektedir (13).

2.2.10 Hastanın Aldığı Doz

Doz Ölçümü

Saçılma nedeniyle, BT kesitinin doz profili mükemmel bir dikdörtgen değildir ve kesit kenarlarının dışına taşar. Kesitin dışındaki dokular da ekspoz olduğundan kesit sayısı arttıkça doz da artar.

Aygıt üreticileri, BT dozlarını BT doz indeksi (BT dose index-BTDI) ile belirlemişlerdir. Burada tek bir BT kesitinin aksiyel doz profilinin integrali kesit kalınlığına bölünür. BTDI, başı (16 cm çapında akrilik) ve vücudu (32 cm çapında akrilik) temsil eden fantomların içine kalem tipi iyonizasyon odaları konarak ölçülebilir. Bu ölçümler yüzeyden (BTDI periferel) ve derinden (BTDI santral) yapılır. Periferel ölçümün 2/3’ü, santral ölçümün 1/3’ü toplanarak BTDI_w değeri bulunur. X-ışını vücutta daha fazla zayıfladığı için vücut taramasındaki BTDI değerleri kranial taramadakinden düşüktür (10).

Organ Dozları

Tipik bir kranial BT incelemesinde (120 kVp, 300 mAs) hastanın yüksek doz alan herhangi bir bölgesinin aldığı miktar 40 mGy’dir (4 rad). Vücutta ise 120 kVp, 250 mAs değerlerinde bu miktar 20 mGy’dir (2 rad). BT-fluoroskopi işleminde 20 mAs kullanılır. Bu normal bir kesitte verilen dozun (200 mAs) 1/10’udur.

Lensin aldığı doz 40 mGy’dir (4 rad). Bu değer katarakt dozunun (2 Gy, 200 rad) çok altındadır. Deri dozu 20–40 mGy’dir (2–4 rad) ve eritem seviyesinin çok altındadır. Fetüs doğrudan ekspoz olursa, 120 kVp-250 mAs değerlerinde embriyo dozu 15 mGy (1.5 rad) olur. Embriyo doğrudan ışın geçen bölgeden 8 cm uzakta ise bu dozun en çok %10’unu alır (10).

Etkin Dozlar

BT'deki etkin dozlar konvansiyonel radyografidekinin çok üstündedir. Teknik değiştirilmeden uygulandığında çocukların aldığı etkin doz yetişkinlerinkine göre kranial BT'de 4 kat, vücut BT'de 2 kat daha fazladır. Bunun nedeni dozun birim kütleye yüklenen enerji, olması ve çocuk yapılarının küçük olmasıdır. Pediatrik ve zayıf olgularda düşük doz BT yapılmalıdır (10).

Hastanın Dozları

Hastanın etkin dozu (ve riski) hastaya yüklenen total enerji miktarı ile doğru orantılıdır. Dolayısıyla tüp akımı ve tarama zamanı ile artar. Etkin doz kesit kalınlığının kesit sayısı ile çarpımı ile bulunur.

Helikal BT'de pitch 1.0 olduğunda radyasyon dozu konvansiyonel BT'deki aralıksız taramaya eşittir. Hasta dozu pitch değeri ile ters orantılıdır; 1.5 pitch, 1.0'e göre dozu %67 azaltır, 2.0 ise yarı yarıya azaltır. Çok dedektör sıralı BT'de hasta dozu, ekspozur değerleri ve tarama uzunluğu (kesit kalınlığı x kesit sayısı) aynı kalmak koşuluyla helikal BT'dekine eşittir. Çok sıralı dedektör teknolojisinde doz hesaplanırken dedektör alan değerini değil kolimatör alan değerini kullanmak gerekir.

Doz (helikal)=Doz (aksiyel-BTDI) x (1/kolimatör alan değeri)

Bazı aygıt üreticileri "dose length product" oluşturmak için ağırlıklı BTDI'yi total tarama uzunluğu (kesit kalınlığı x kesit sayısı) ile çarparlar. Bu "dose length product" hastaya yüklenen total doz (enerji) ile doğru orantılıdır ve BT'de görece risk endikatörü gibi kullanılabilir (10).

2.3. BT'de Kullanılan Kontrast Maddeler

Hem röntgen hemde BT x-ışını ile görüntüleme yapan yöntemler olduğundan, her iki yöntemde de aynı fiziksel prensipler geçerli olduğu için röntgende kullanılan pozitif kontrast maddelerden iyotlu kontrast maddeler BT'de de kullanılmaktadır. Ayrıca röntgende kullandığımız hava da, negatif kontrast özelliği ile BT'de eklem incelemelerinde ya da bazı vücut boşluklarına verilerek kullanılabilir. BT'de kontrast duyarlılığının yüksek olması nedeniyle, incelenen alandaki kontrast yoğunluğunun düşük olması gerekmektedir. Baryum, aşırı yoğunluğa bağlı artefaktlara neden olduğundan BT'de kullanılmaz (12).

Kontrast maddeler bazı organ ve oluşumları birbirlerinden daha iyi ayırd edilebilir hale getirmek amacıyla intravenöz (iv) ve/veya oral yolla ya da vücut boşlukları içerisine verilerek kullanılır. İV kullanımdan amaç damarsal oluşumları, parankimal organları ya da kontrast madde tutulumu gösterebilen patolojik yapıları daha iyi ayırd edilebilir hale getirmektir. Kontrast maddenin doğru kullanımı ve uygulaması çok önemlidir. Özellikle abdominal incelemelerde iyi yapılamayan bir uygulama, karaciğer ve böbrek gibi organlarda yer kaplayan lezyonların gizlenmesine yol açabileceğinden bu gibi koşullarda kontrast madde kullanmadan çalışmak daha yararlı olabilmektedir. İV kontrast ilaç uygulanacak hastalarda kontrast ilaca bağlı olarak gelişebilecek bulantı ve kusma gibi şikayetleri önlemek açısından hastanın birkaç saat öncesinden aç kalması yararlı olacaktır. İV kontrast ilaç kullanımlarında, hastanın daha önce aynı ilacı kullanıp kullanmadığı ve ilaç reaksiyonunun olup olmadığının öğrenilmesinde yarar vardır.

Abdominopelvik incelemelerde, içi boş organların diğer organlardan, yer kaplayan lezyonlardan ve orta hatta yerleşmiş olabilecek lenfadenomegalilerden ayırd edilmesi için opasifiye edilmesi gerekir. Bu nedenle, hastalara seyreltilmiş kontrast madde içirilir.

Kontrast maddelerin diğer bir uygulama yolu eklem, peritoneal boşluklar ve subaraknoid mesafe içerisine verilmesidir. Bu şekilde sözü geçen boşluklar ve bu boşluklara ait patolojiler daha iyi değerlendirilebilir (11).

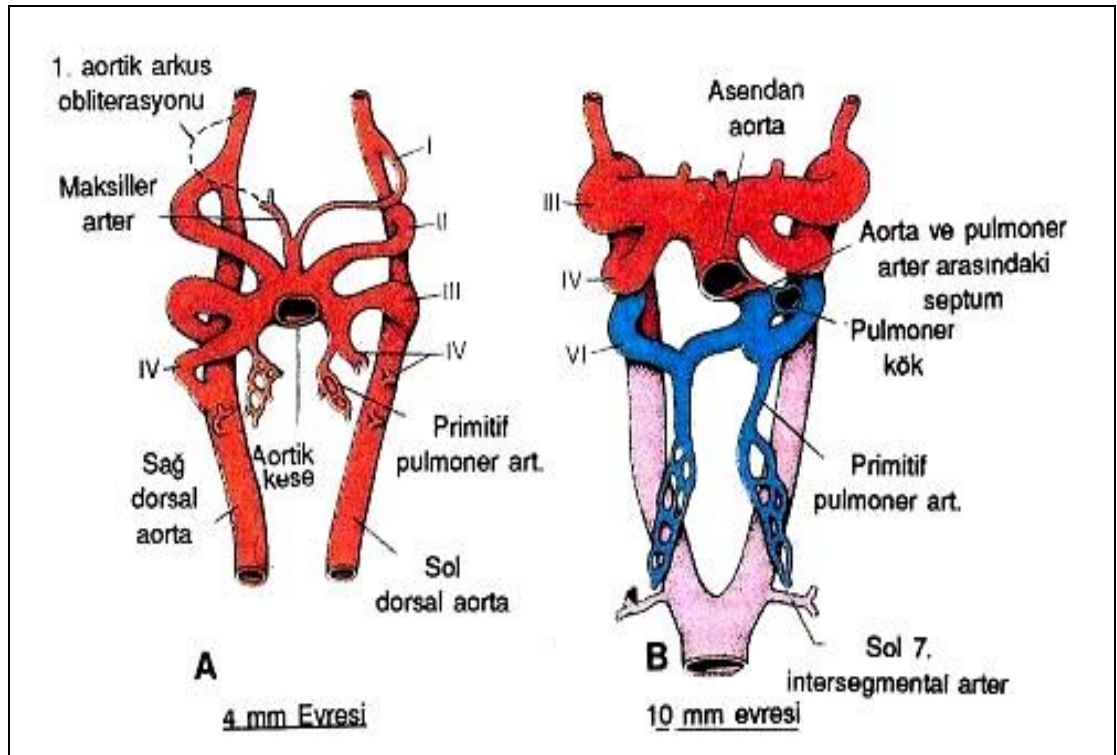
2.4. Renal Arterlerin Embriyolojisi

Brankial arkuslar gelişimin 4.-5. haftaları sırasında oluşurken, her arkus kendi kranial sinirini ve arterini alır. Bu arterler aortik arkuslar olarak bilinir ve trunkus arteriozusun en distal kısmı olan aortik keseden gelişirler. Aortik arkuslar brankial arkus mezenşimi içine gömülü durumdadır ve dorsal aortada sonlanırlar. Diğer brankial arkusların oluşumuyla aortik kese her yeni arkusa bir dal vererek, sonuçta toplam 6 çift arter meydana getirir. Gelişimin daha ileri evrelerinde, bu arteriyel modelde büyük ölçüde değişiklikler olur ve bazı damarlar tümüyle ortadan kalkar.

Trunkus arteriozusun aortikopulmoner septum tarafından bölünmesi, kalbin akım çıkış kanalını ventral aorta ve pulmoner arter olarak ikiye ayırır. Bundan sonra aortik kese sırasıyla, brakiosefalik arter ve aortik arkusun proksimal segmentini meydana getiren sağ ve sol boynuzları oluşturur.

4 mm'lik bir embriyoda 1. aortik arkus büyük ölçüde kaybolmuştur. Benzer şekilde 2. aortik arkus da kısa süre içinde kaybolacaktır.

10 mm'lik bir embriyoda, ilk iki aortik arkus kaybolmuştur. 3., 4. ve 6. arkuslar geniştir. Trunkoaortik kese, 6. arkus pulmoner trunkus ile devamlılık gösterecek şekilde bölünmüştür. Gelişimin ileri dönemlerinde aortik arkus sistemi yavaş yavaş başlangıçtaki simetrik yapısını kaybeder.



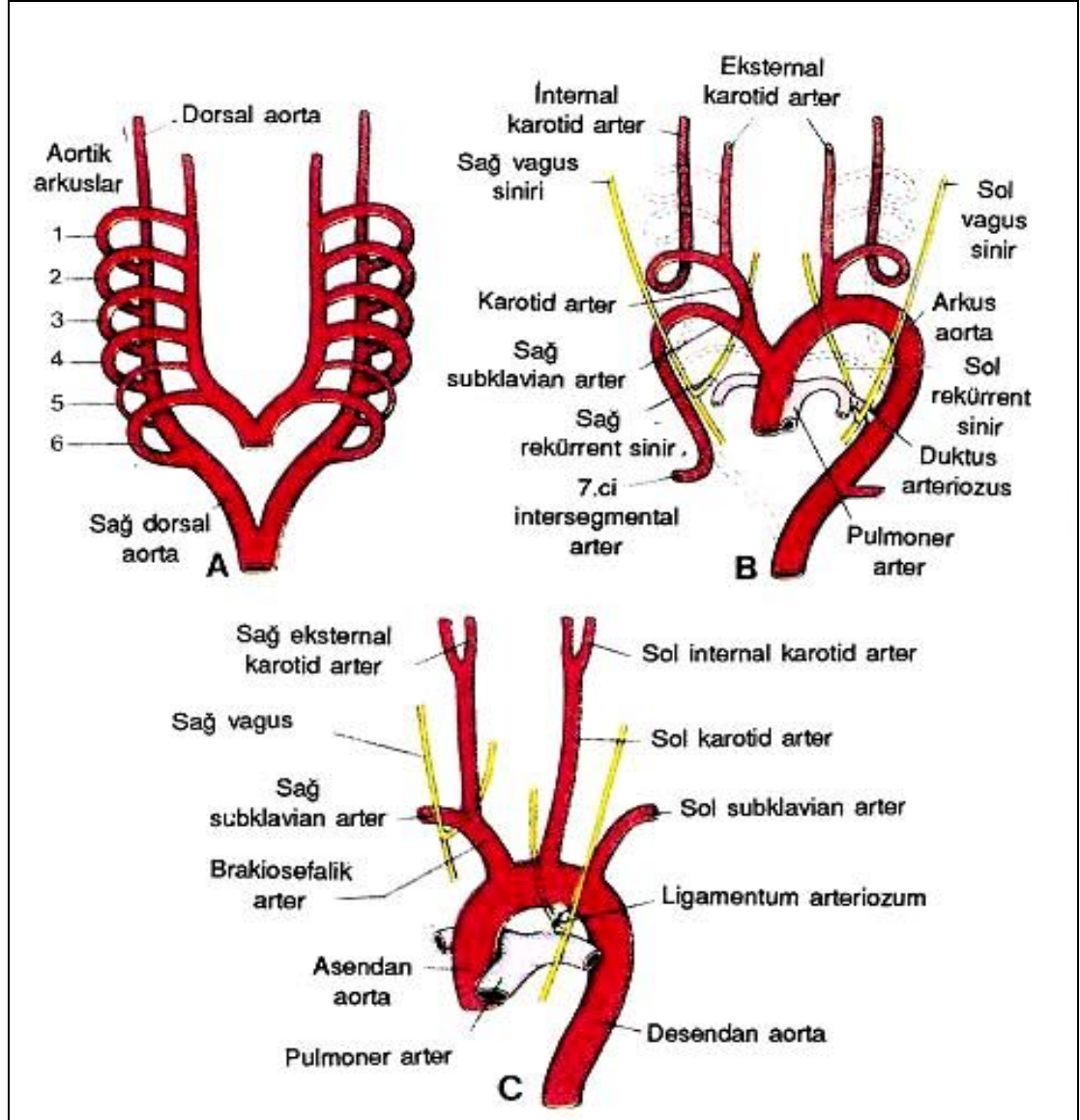
Şekil 2.6: A. 4 mm evresinde aortik arkusların durumu. Birinci aortik arkus, 6. tümüyle oluşmadan oblitere olur. B. 10 mm evresinde aortik arkus sistemi. Sadler TW. (14)'ten alınmıştır.

3. aortik arkus ortak karotid arteri ve internal karotid arterin birinci kısmını oluşturur. İnternal karotid arterin geri kalan kısmı dorsal aortanın kranial parçasından meydana gelir. Eksternal karotid arter 3. aortik arkusun bir dalıdır.

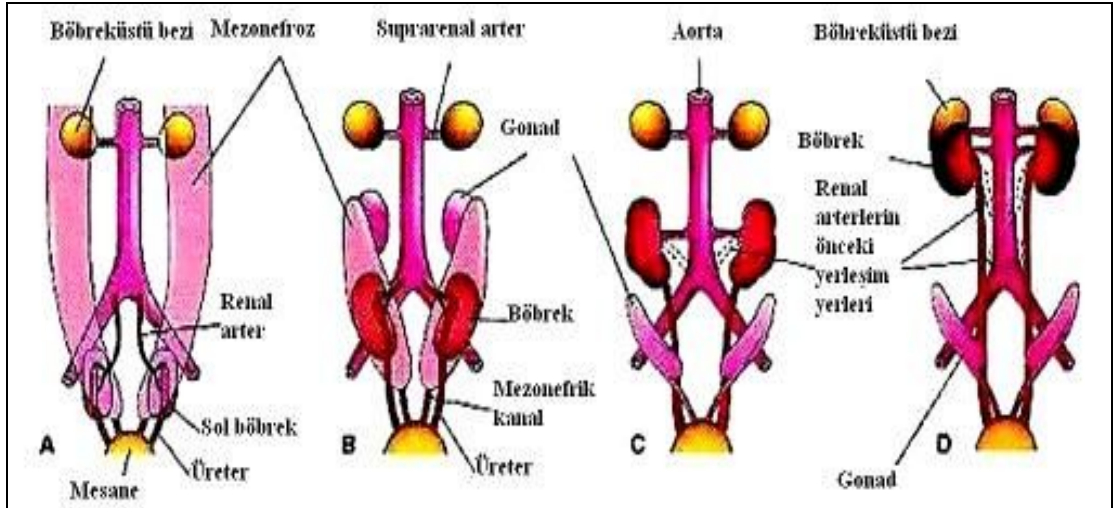
4. aortik arkus her iki tarafta da sebat ederse de, gelişimi sağ ve sol taraflarda farklıdır. Solda, sol ortak karotid ile sol subklavian arter arasında kalan arkus aorta kısmını oluşturur. Sağda, distal kısmı sağ dorsal aortanın bir kısmı ve 7. intersegmental arter tarafından oluşturulan sağ subklavian arterin en proksimal segmentini meydana getirir.

5. aortik arkus geçicidir ve hiçbir zaman tam gelişmez.

Pulmoner arkus olarak da bilinen 6. aortik arkus, gelişmekte olan akciğer tomurcu una doğru büyüyen önemli bir dal verir. Sa  tarafta, proksimal kısım, sa  pulmoner arterin proksimal segmenti haline dönüşür. Bu arkusun distal kısmı dorsal aorta ile ilişkisini kaybederek yok olur. Sol tarafta, distal kısım intrauterin yaşam boyunda duktus arteriozus olarak kalır (14).

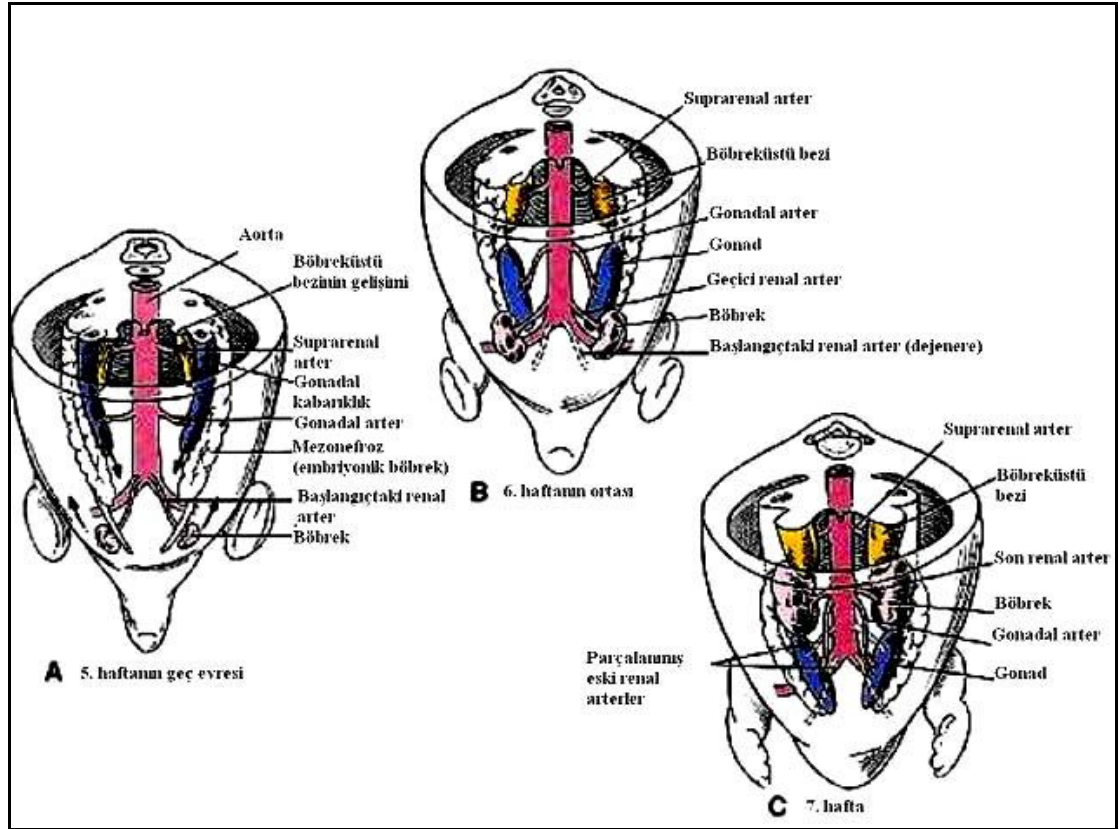


Şekil 2.7: A. Kalıcı damar şekline de i meden  once aortik arkların ve dorsal aortaların  eması. B. De i imden sonra aortik arkların ve dorsal aortaların  eması. C. Yetişkin insandaki büyük arterler. Sadler TW. (14)'ten alınmıştır.



Şekil 2.8: Embriyo ve fetusta (6-9. haftalar) böbreğin pelvisten abdomene çıkışı ve medial rotasyonunun ventral görünüşünün şematik çizimi. Moore K.L., Persaud T.V.N. (28)'den alınmıştır.

Sürrenal glandlar, gonadlar ve böbrekler desenden aortanın lateral dalları ile vaskülarize olurlar. Böbreklerin son hali sakral bölgeden köken alır ve suprarenal glandların hemen altına lumbar bölgeye migre olur. Progresif olarak birbirini takip eden daha üst seviyelerden köken alan geçici aortik dallarla vaskülarize olurlar. Bu arterler yükselen böbrekle birlikte uzamazlar. Fakat dejenere olurlar ve yeri başka vasküler yapılarla replase edilir. Sonunda bir çift arter üst lumbar seviyeden köken alır ve kalıcı renal arterleri oluşturur. Bazen kalıcı renal arterlerin daha inferior kesiminde persiste olan arterler aksesuar renal arterleri oluşturur (15).



Şekil 2.9: Abdominal aortanın lateral dallarının gelişimi. Larsen W.J. (15)'den alınmıştır.

2.7. Renal Arterlerin Anatomisi ve Varyasyonları

Ana renal arterler tipik olarak 2. lumbar vertebra korpusunun üst marjini hizasından, SMA'nın 1 cm aşağısından orijin alırlar. Sağ renal arter genellikle sol renal arterden biraz daha yukarıdan çıkar. Her ikisi de genellikle aortanın anterolateral kısmından köken alır. Renal arter orijini çok nadiren T11 seviyesinde olabilir. Tek renal arterin kalibrasyonu yetişkin hastalarda 5 mm ile 10 mm arasında değişir. Sol renal arter horizontal seyir gösterir ve sağ renal arterden daha kısadır. Sağ renal arterin normal seyri İVK ve sağ renal venin arkasıdır (16,17).

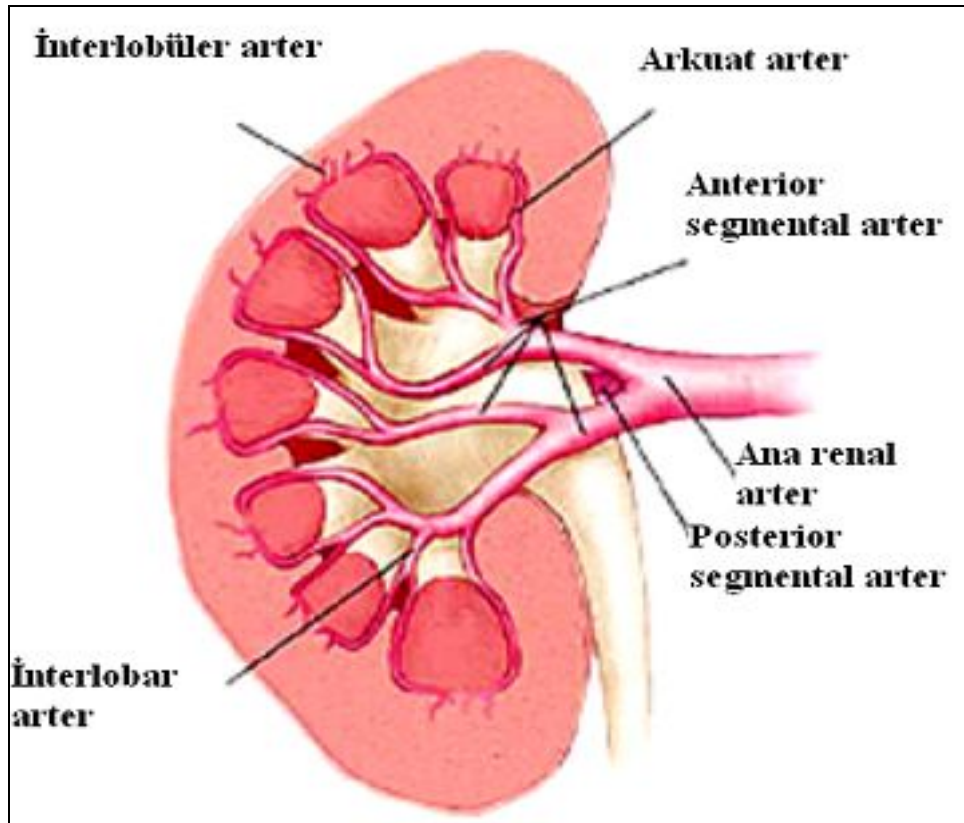
Arterler renal hilusa girmeden önce inferior suprarenal arter ve üreteral dallarını verirler. Hilusun hemen başlangıcında renal arter 5 segmental dala ayrılır. Segmental renal arterlerin her biri bir vasküler böbrek segmentine giderler. 1. Süperior segmental arter, 2. Anterior süperior segmental arter, 3. Anterior inferior segmental arter, 4. İnferior segmental arter, 5. Posterior segmental arter (pelvisin arkasında)

Her bir segmental arter, böbrek dokusuna girmeden önce 2-3 adet interlobar artere ayrılır. Bunlar renal piramidlere yakın olarak, Bertini kolonlarının her iki kenarında seyrederek. Parankime hiç dal vermezler. Kortikomedüller birleşme bölgesinde, medullar piramidin tabanı boyunca seyreden arkuat arter dallarına ayrılırlar.

Komşu interlobar arter ve üst arkuat arterler birbirleri ile anastomoz yapmazlar. Arkuat arterler kortekste radyal tarzda, yüzeye kadar çıkan bağımsız interlobuler arterlere ayrılırlar. İnterlobuler arterlerden renal glomerüllere afferent arteriyoller çıkar.

Afferent arteriyoller aralarında anastomoz olmayan glomerül yumağını yaparlar. Bu yumaktan sonunda bir efferent arteriyol çıkar.

İnterlobuler arterler renal kapsüle doğru dikey olarak seyrederek, uçları kapsülün altında stellar arter adıyla, yıldız biçiminde sonlanır (18).



Şekil 2.10: Renal arterlerin normal anatomisinin resimle gösterimi. Urban ve ark. (19)'dan alınmıştır.

Genel popülasyonun yaklaşık %70'inde bilateral tek renal arter bulunur (16). Aksesuar renal arter klinik olarak önemli renal vasküler varyasyonlardan en sık görülenidir. Anjiyografik çalışmalarda unilateral multipl renal arterin hastaların yaklaşık %30'unda, bilateral multipl renal arterin yaklaşık %10'unda görüldüğü rapor edilmiştir (20,21). Kadavra çalışmalarında %23 oranında iki renal arter, %4 oranında üç renal arter ve %1 oranında dört renal arter görüldüğü bildirilmiştir. Ayrıca yine kadavra çalışmalarında multipl renal arterin sağ tarafta %23-29, sol tarafta %26-32 oranında izlendiği belirtilmiştir (22,23). Multipl renal arter özellikle malrote ve ektopik böbreklerle ilişkilidir. Özellikle at nalı böbreği olan hastalarda yaygındır (24). Embriyonik böbrekler pelvis içinde oluşurlar ve normal yerlerine yavaş yavaş yükselirler. 9. fetal haftanın başında yerlerini alırlar. Böbrek bu yükselişi sırasında kan damarlarını daima daha üst arterlerden alır. Daha doğrusu böbrek yükseldikçe alt arterler dejenere olur ve yeni üst arterler oluşur. Alt arterlerdeki bu dejenerasyonun yetersizliği sonucu multipl renal arterler oluşabilir (18). Aksesuar arterler sıklıkla küçük kalibrededir. Çapları 3-4 mm arasında değişir (7). Aksesuar dal direk parankime giderse genellikle **polar veya aberan arter** olarak adlandırılırken, hilus boyunca ilerlerse **hiler arter** olarak adlandırılır (25). Aksesuar renal arter genellikle T11-L4 seviyesinden aorta veya iliak arterden orijin alır. Nadiren alt torasik aorta, lumbar veya mezenterik arterden orijin alabilirler. Aksesuar polar arter genellikle aksesuar hiler arterden daha küçüktür (19). Polar arterler direk aortadan veya hiler dallardan köken alabilir. Diseksiyon serilerinde süperior polar arterle daha sık karşılaşılır. Aortik süperior polar arter vakaların %7'sinde, inferior polar arter %5,5'inde izlenir. Hiler arterlerden köken alan üst ve alt pol polar arterleri %12 ve %1,4 oranında görülür (26). Anjiyografik serilerde ekstrahiler inferior polar arter %9 oranında görülür ve aorta veya iliak arterlerden orijin alır. Diğer bir yaygın ekstra arter **suplementer arter** olarak adlandırılır, hilusu geçerek alt pole gider (27). Suplementer arterin büyük bir kısmı (%72) ana renal arter orijini yakınından aortadan çıkar ve alt polü besler. Suplementer arterin iliak, süperior ve inferior mezenterik, çöliak, orta kolik, lumbar, orta sakral ve karşı taraf renal arterinden orijin alabileceği rapor edilmiştir (16). Bu damar klinik açıdan önemlidir. Çünkü genellikle üreteropelvik bileşkeyi anteriordan çaprazlar ve üriner akımın obstrüksiyonuna yol açabilir (25). Aksesuar renal arterler böbreğin bir kısmının beslenmesini sağladığı

için, bu bölgeye yönelik yapılan operasyonlarda bu arterlerin hasarlanması veya ligasyonu sonucu, aksesuar arter tarafından beslenen parankim büyük ihtimalle iskemiye gidecektir. Bu nedenle bu varyasyonun farkında olunması önemlidir (28).

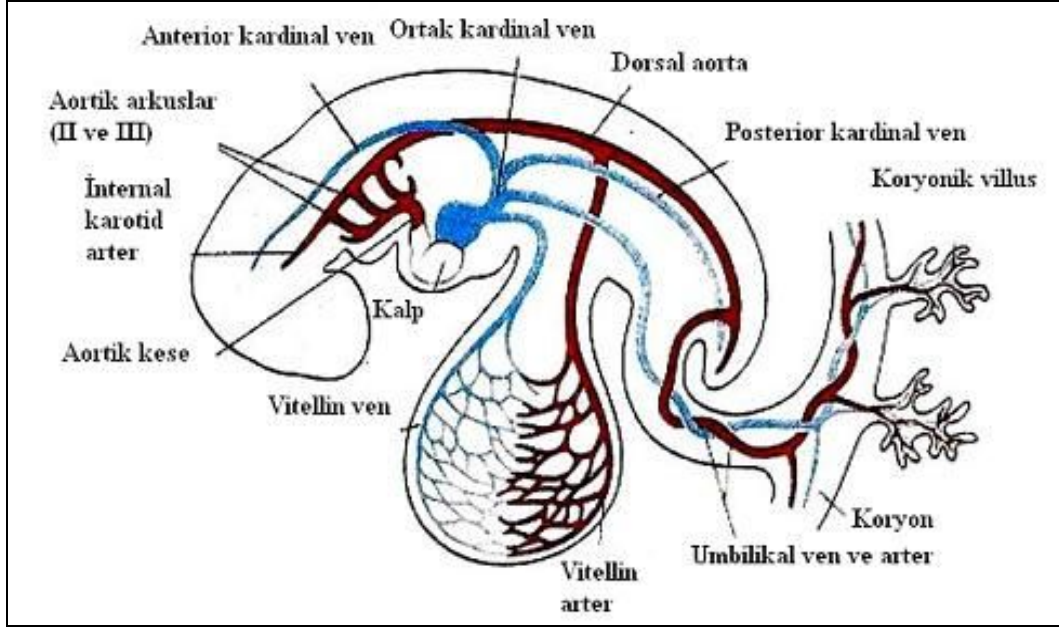
Ekstrahiler dallanma ana renal arterin hilusa ulaşmadan önce dallara ayrılmasıdır. Ana renal arter yaklaşık beşte bir oranında orijininden sonraki 2 cm içinde dallara ayrılır ve **erken dallanma** adını alır. Erken dallanmanın tespiti renal transplantasyon planmasında önemlidir çünkü kanama kontrolünün kolay sağlanması ve alıcıya uygun anastomoz yapılabilmesi için, orijinine 1.5-2 cm uzaklıktan renal arter kesisi yapılmalıdır. Sağ ana renal arter tipik olarak İVK'nın posteriorundan geçer, fakat prekaval arter hastaların %5'inde izlenebilir (8,16).

Kapsüler arterler renal kapsülü perfüze eden minik damarlardır. Ana renal arterden, renal arter dallarından veya retroperitoneal damarlardan (örn; lumbar arterler) orijin alabilir. Bu arterler ana renal arterden orijin aldığı zaman polar arterden ayrımı güç olabilir. Kapsüler arter polar artere göre daha küçüktür ve polar arter gibi direk parankime gitmektense renal marjine teğet seyir gösterir (16).

2.6. Renal Venlerin Embriyolojisi

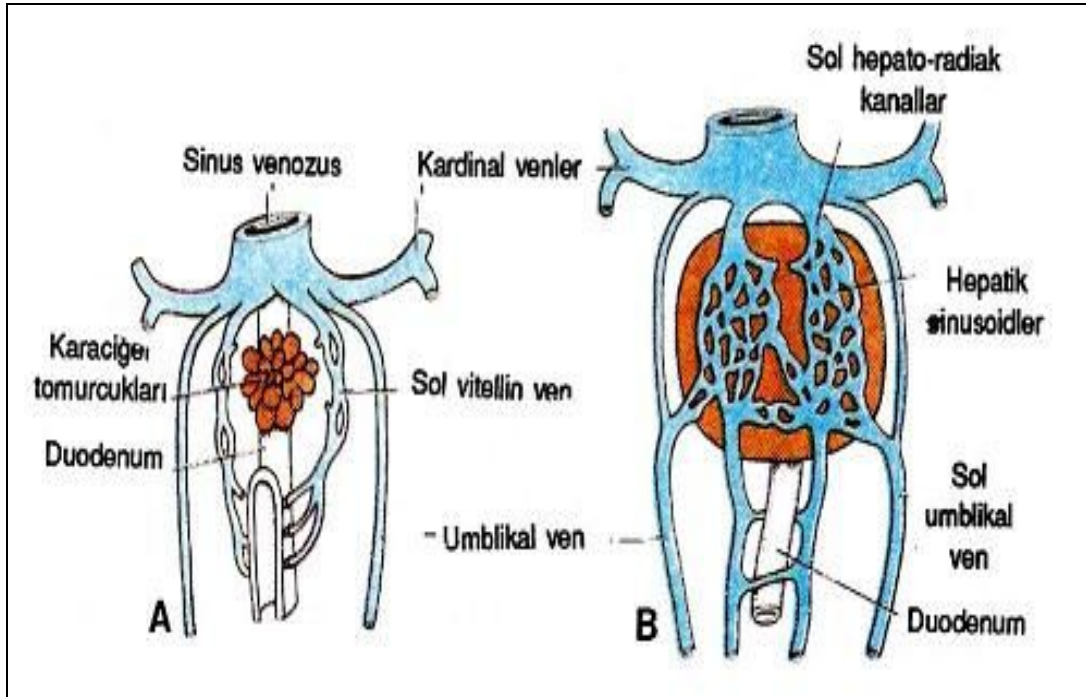
5. Haftada 3 çift ana ven tanımlanabilir; (a) kanı yolk kesesinden sinüs venozusa taşıyan vitellin veya omfalomezenterik venler; (b) koryonik villuslardan köken alan ve oksijenlenmiş kanı embriyoya taşıyan umbilikal venler; (c) embriyonun vücut kısmını drene eden kardinal venler.

Başlangıçta, kardinal venler embriyonun ana venöz drenaj sistemini oluştururlar. Bu sistem, embriyonun sefalik kısmını drene eden anterior kardinal venler ve embriyonun vücudunun geri kalan kısmını drene eden posterior kardinal venlerden oluşur. Anterior ve posterior sinüs boynuzuna girmeden önce birleşerek kısa ortak kardinal venleri oluştururlar. 4. hafta sırasında, kardinal venler simetrik bir sistem haline gelir.

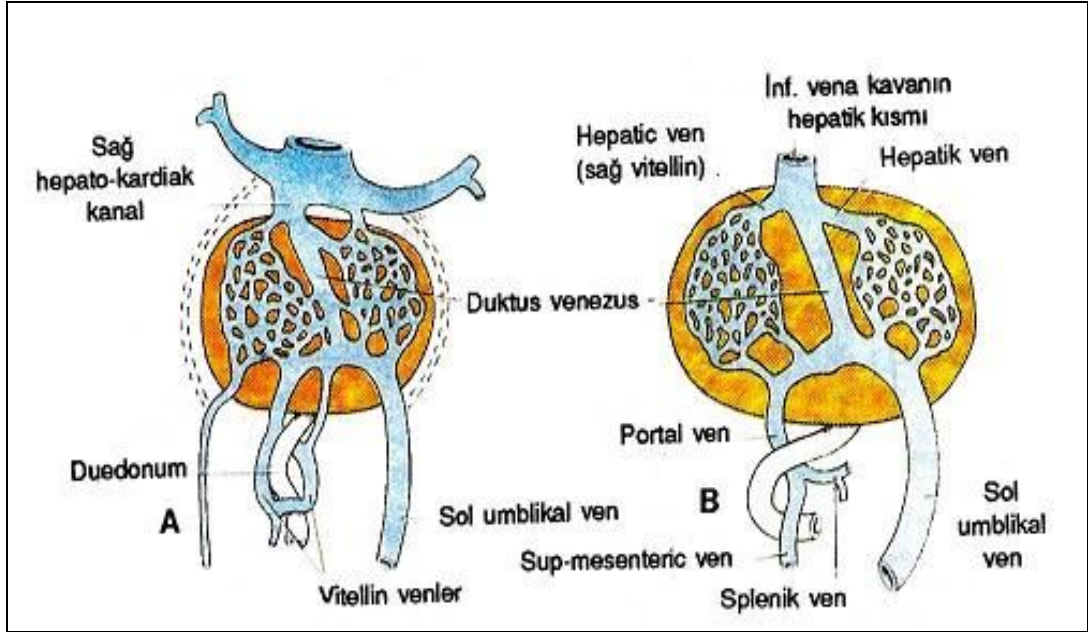


Şekil 2.11: 4 mm'lik (4. hafta sonu) embriyoda ana intra ve ekstraembriyonik arter ve venlerin şematik görünümü. Sadler TW. (14)'ten alınmıştır.

5.-7. haftalar sırasında, bir dizi ek ven daha oluşur: (a) esas olarak böbrekleri drene eden subkardinal venler, (b) alt ekstremiteleri drene eden sakrokardinal venler, (c) interkostal venler aracılığı ile vücut duvarını drene ederek, posterior kardinal venlerin görevini üstlenen suprakardinal venler (14).

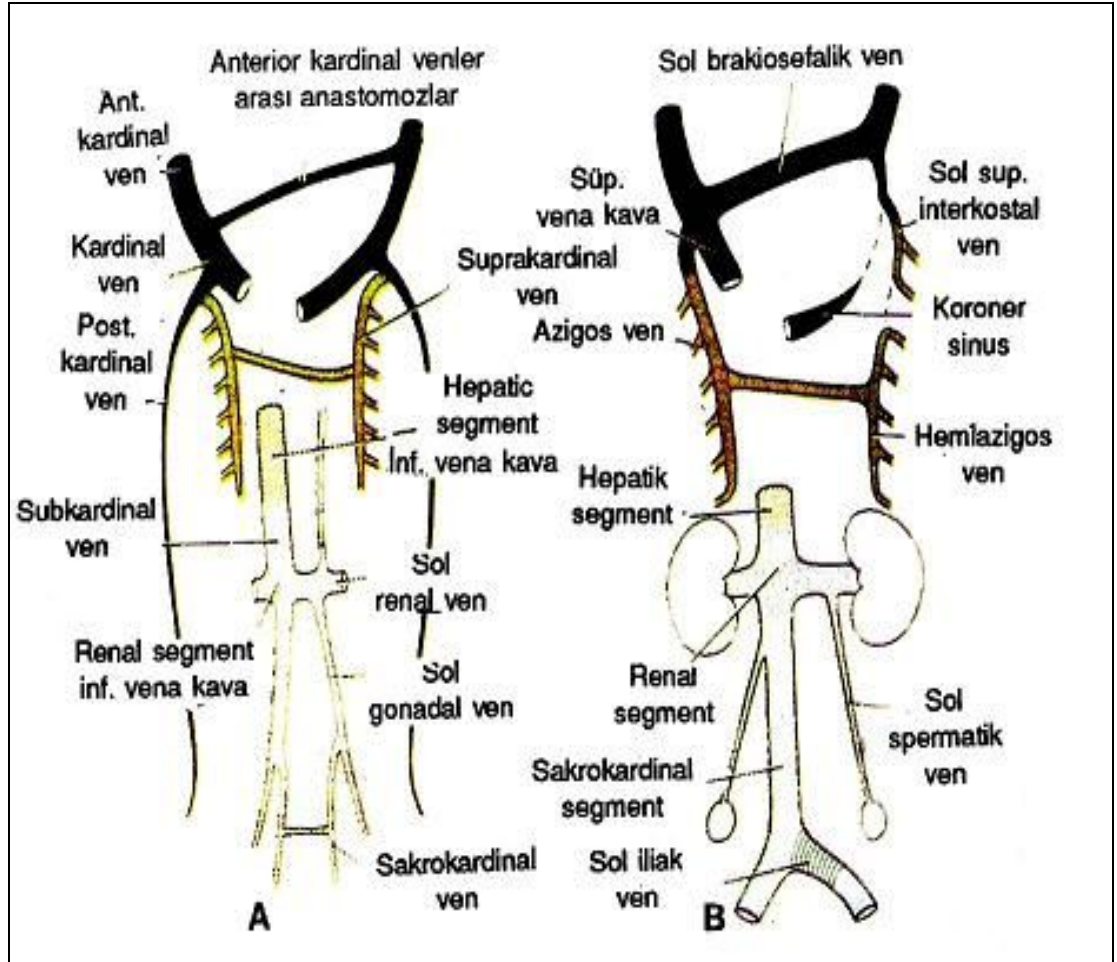


Şekil 2.12: 4. (A) ve 5. (B) haftalarda vitellin ve umbilikal venlerin gelişimini gösteren şematik çizim. Sadler TW. (14)'ten alınmıştır.



Şekil 2.13: 2. (A) ve 3. (B) aylarda vitellin ve umbilikal venlerin gelişimi. Sadler TW. (14)'ten alınmıştır.

Bilateral simetrik kardinal sistem unilateral sağ yerleşimli İVK'ya dönüşürken, sağ sub-suprakardinal anastomoz sağ renal ven olarak şekillenmektedir. Bu dönüşümde sirkumaortik venöz halkanın sol parçasının ventral ve dorsal olmak üzere iki komponenti mevcuttur. Normal gelişim sürecinde dorsal kol atrofiye uğrarken, ventral kol gelişimi devam ederek preaortik seyirli normal sol renal ven şekillenir. Şayet ventral bölüm atrofiye uğrar, dorsal kol devam ederse bu durumda retroaortik renal ven anomalisi ortaya çıkar. Retroaortik renal ven aşağı doğru oblik seyirle İVK'ya dökülür. Bazen de bu kolların hiçbirisi atrofiye uğramaz ve aortun içerisinde geçtiği sirkumaortik sol renal ven anomalisi olarak devam eder (5).



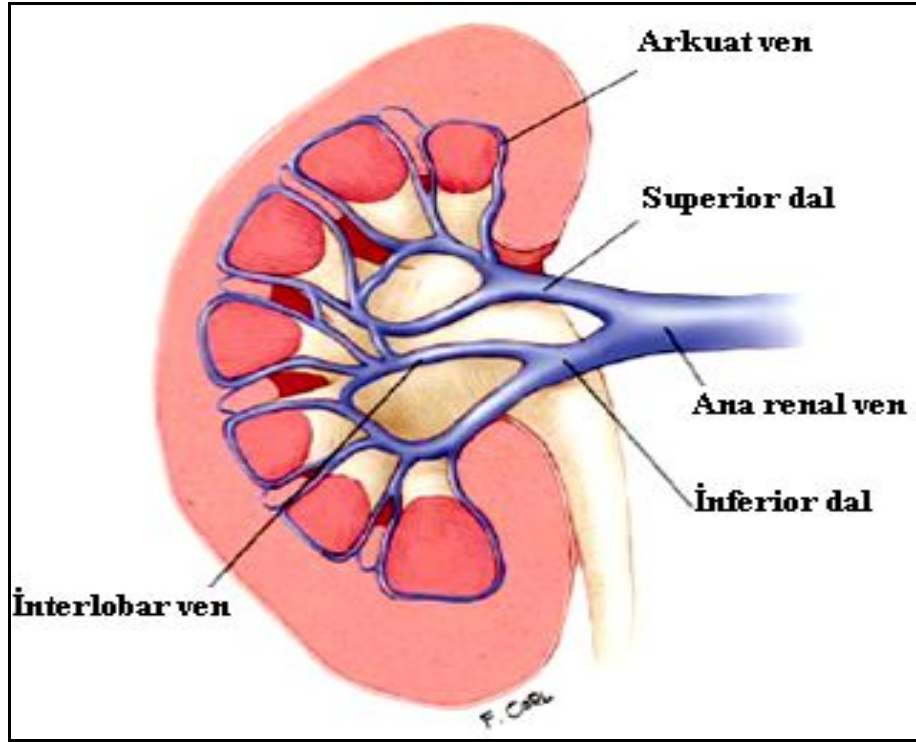
Şekil 2.14: İnförör vena kava, azigos ven ve süperör vena kavanın gelişimini gösteren şemalar.

A. 7. haftada subkardinaller, suprakardinaller, sakrokardinaller ve anterior kardinaller arasında oluşan anastomozlar. B. Doğumda venöz sistem. Sadler TW. (14)'ten alınmıştır.

2.9. Renal Venlerin Anatomisi ve Varyasyonları

Dış kortekste ve böbrek kapsülündeki kapillerler interlobuler venlere boşalan yıldızsı venlere dönüşürler (29). İnterlobuler venler arkuat venlere, onlar da interlobar venlere dökülürler. İnterlobar venler renal hilusta segmental venleri, segmental venler de birleşerek renal venleri yaparlar.

Sol renal ven (arterin tersine) sağdan daha uzundur. Aorta ön yüzü ile superior mezenterik arter kökü ve arka yüzü arasından geçer. Her iki renal ven hemen hemen dik bir açıyla inferior vena kavaya birleşirler (18).



Şekil 2.15: Renal venlerin normal anatomisinin resimle gösterimi. Urban ve ark. (19)'dan alınmıştır.

Sağ renal venin uzunluğu 20-45 mm arasında değişir. Ortalama 32 mm'dir. Sağ renal arterin anterior ve süperiorunda seyrederek. Popülasyonun %85'inde tek ven vardır (30).

Sol renal ven sağdan daha uzundur. Uzunluğu 60 ile 120 mm arasında değişir. Ortalama 84 mm'dir. Aortayı anteriordan çaprazladıktan sonra 90° civarında bir açıyla İVK'ya katılır. Posteriorunda duodenum 3. kısmı ve pankreas ile komşudur. Popülasyonun %86'sında tek preaortik sol renal ven bulunur (30).

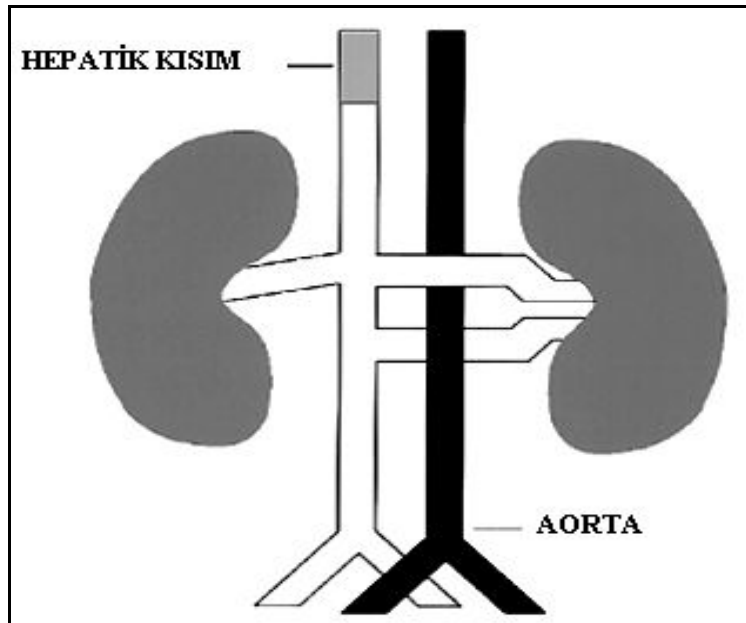
Sağ renal venin radyografik anatomisi: Sağ renal venin ortalama uzunluğu 26 mm'dir (4-51 mm arasında değişebilir). Ortalama çapı 14 mm'dir (17-23 mm arasında değişebilir). Sağ renal ven İVK'ya L1'in alt 1/3 hizasında katılır (T12 orta 1/3 ile L2-L3 aralığında değişebilir) ve infrarenal İVK ile 59°'lik bir açı oluşturur (20-120° arasında değişebilir) (30).

Sol renal venin radyografik anatomisi: Sol renal venin ortalama uzunluğu 68 mm'dir (35-100 mm arasında değişebilir). Preaortik kısmının ortalama çapı 19 mm'dir (11-25 mm) ve hiler kısmı 13 mm'dir (7-16 mm). İVK'ya tipik olarak L2-L3 aralığında katılır (T12 orta 1/3 ile L3 üst 1/3 arasında olabilir). İnfrarenal İVK ile 74°

açı oluşturur (25-105° arasında değişebilir) (30).

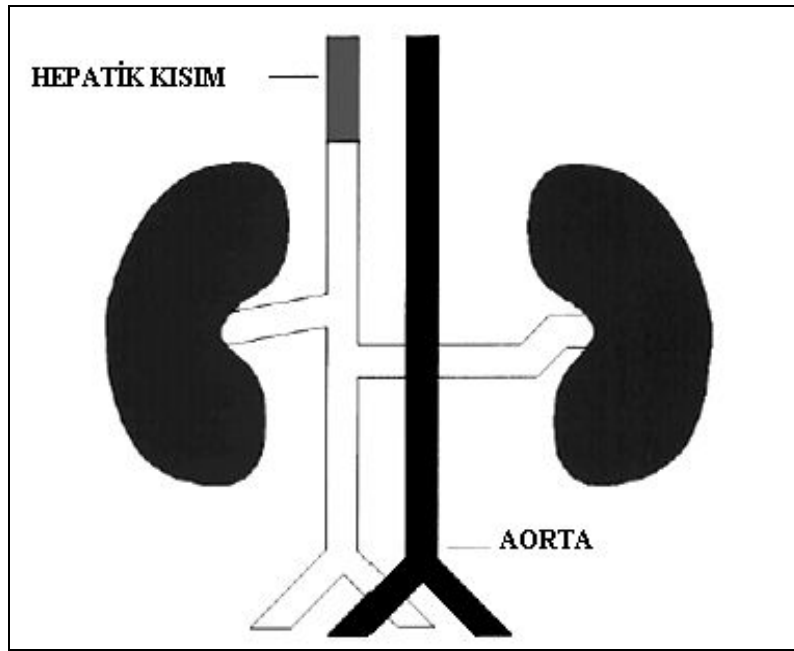
Popülasyonun yaklaşık %85'inde tek sağ renal ven izlenir. Yaklaşık %86 oranında preaortik sol renal ven vardır. Sağ renal venin aksine sol renal ven tipik olarak ekstrarenal dallanmalar gösterir (16). Renal venöz anatomide en yaygın sağ taraflı varyasyon multipl sağ renal vendir (31). Multipl sağ renal ven %30 oranında görülür (19). %4 oranında tek sağ renal ven İVK ile birleşmeden önce bölünür. %6 oranında sağ gonadal ven İVK'ya katılmaktansa sağ renal vene katılır. %31 oranında sağ renal ven aksesuar adrenal venle birleşir (16).

Sol renal venin en sık varyantı sirkumaortik konfigürasyondur. %5-7 oranında görülür (16). Sirkumaortik sol renal ven embriyonik sol renal venin dorsal dalının persistansı sonucu oluşur. 2 tane sol renal ven bulunur. Süperior renal ven sol adrenal veni alır ve aortayı anteriordan çaprazlar. İnferior renal ven sol gonadal veni alır ve aortayı normal anterior venin 1-2 cm inferiorundan, posteriordan çaprazlar (32). İnferior kısmı genelde daha küçüktür. Bu varyasyonun varlığında gonadal ven retroaortik kısma, adrenal ven preaortik kısma katılır (19). Sirkumaortik sol renal venin klinik önemi nefrektomi planlaması ve venöz örneklemede renal ven kateterizasyonu sırasında ortaya çıkar (32).



Şekil 2.16: Sirkumaortik sol renal venin şematik çizimi. Bass ve ark. (32)'dan alınmıştır.

Tek retroaortik sol renal ven %2-3 oranında görülür (16). Retroaortik sol renal ven dorsal arkın persistansı sonucu meydana gelir. Ventral ark regrese olur ve aortayı posteriordan çaprazlayan tek renal ven vardır (32). Tek sol renal ven aortayı posteriorundan seyreterek İVK'nın alt lumbar kısmına drene olur. Alternatif olarak retroaortik renal ven iliak vene de drene olabilir (19). Retroaortik sol renal ven ya normal sol renal ven seviyesinde ya da daha kaudal pozisyonda görülebilir (33).



Şekil 2.17: Retroaortik sol renal venin şematik çizimi. Bass ve ark. (32)'dan alınmıştır.

Multipl sol renal ven renal hiler orijinde parçalara ayrılma ve İVK'ya katılımından önce parçalara ayrılma şeklindedir ve nadir görülür (vakaların %1'i) (16).

Renal venöz anomalili hastalarda muhtemelen artmış venöz basınca bağlı daha yüksek sıklıkla hematüri rapor edilmiştir. Fakat bu bulguların önemi tartışmalıdır (34,35).

Sağ renal arter ve ven multiplanar reformat BT görüntülerinde Z aksisi etrafında koronal plandan saat yönünün tersine rotasyon yaptırılarak görülebilir. Sol renal arter ve ven sıklıkla koronal planda saat yönünde hafifçe rotasyon yaptırılarak gösterilebilir (36).

2.8. Renal Vene Drene Olan Vasküler Yapılar

2.8.1 Lumbar venler:

Popülasyonun %75'inde retroperitoneal venler (lumbar, asendan lumbar, hemiazigos) aortanın hemen lateralinden sol renal vene katılır. %3 oranında retroperitoneal venler sağ renal vene dökülür. Sol lumbar ven tipik olarak L1'in anterioru boyunca seyrederek. Asendan lumbar venin seyri hemiazigosun seyri gibidir (16).

2.8.2 Adrenal Venler:

Adrenal glandların venöz drenajı çoğunlukla iki taraflı adrenal venlerle sağlanır. Sağda adrenal ven direk olarak İVK'nın orta-arka duvarına açılır. Adrenal ven iki ya da üç adet olabilir. Multipl venin bazıları inferior firenik veya sağ renal vene drene olabilir. %69 oranında tek sağ adrenal ven direk İVK'ya drene olur. %31 oranında aksesuar sağ adrenal ven sağ renal vene drene olur. Sol adrenal ven ve inferior firenik ven ortak trunkusla sol renal vene katılır. Nadiren sol renal vene ayrı ayrı katılırlar (%1). Stack ve arkadaşları sol adrenal venin direk İVK'ya açılabilirdiğini tespit etmişlerdir. Kadavra çalışmalarında sağ adrenal ven 1-15 mm uzunlukta ve ortalama 3.5-5 mm kalibrasyonda izlenmiştir. Sol adrenal ven inferior firenik konfluense kadar 1-4 cm, buradan sol renal vene kadar 1-3 cm ölçülmüştür ve genellikle 4-5 mm kalibrasyondadır (16,37).

2.8.3 Gonadal Venler:

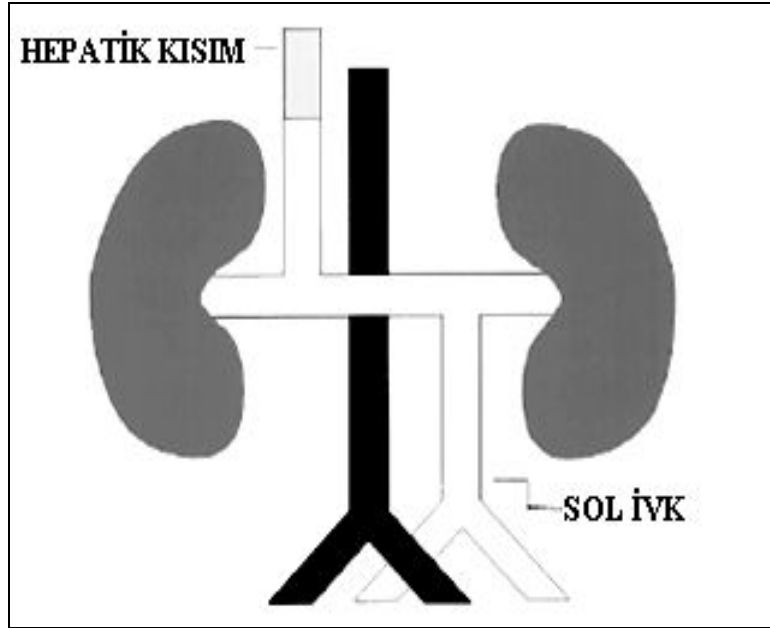
Popülasyonun %93'ünde sağ gonadal ven renal venlerin inferiorundan direk İVK'ya drene olur. %7 oranında sağ renal vene inferior kesimden drene olur. Vakaların hemen hemen hepsinde sol gonadal ven sol renal vene aşağıdan ve sol adrenal venin lateralinden katılır. Multipl (genellikle 2) sol gonadal ven insanların %15'i civarında görülür. Multipl gonadal ven adenopati ile karıştırılmamalıdır. Nadiren duplike veya sol taraflı İVK varlığında sol gonadal ven direk İVK'ya katılır. Gonadal ven normalde 2-3 mm çapındadır (7,16,38).

2.9. İVK'nın Transpozisyonu (Sol Taraflı İVK)

Sol taraflı İVK sağ suprakardinal venin regresyonu ve sol suprakardinal venin persistansı sonucu oluşur. Prevelansı %0.2–0.5'tir. İnfrarenal bölgede anomalili damar solda lokalizedir. Tipik olarak sol İVK sol renal vene katılır. Renal venler seviyesinde aortanın anterioru ya da posteriorundan sağa geçer. Sağ renal ven normal

sağ taraflı İVK ile birleşir. Eğer sol taraflı İVK'dan şüphelenilirse, sol ayak veninden kontrast madde verilip BT taraması tekrar edilerek tanı doğrulanabilir (32,34).

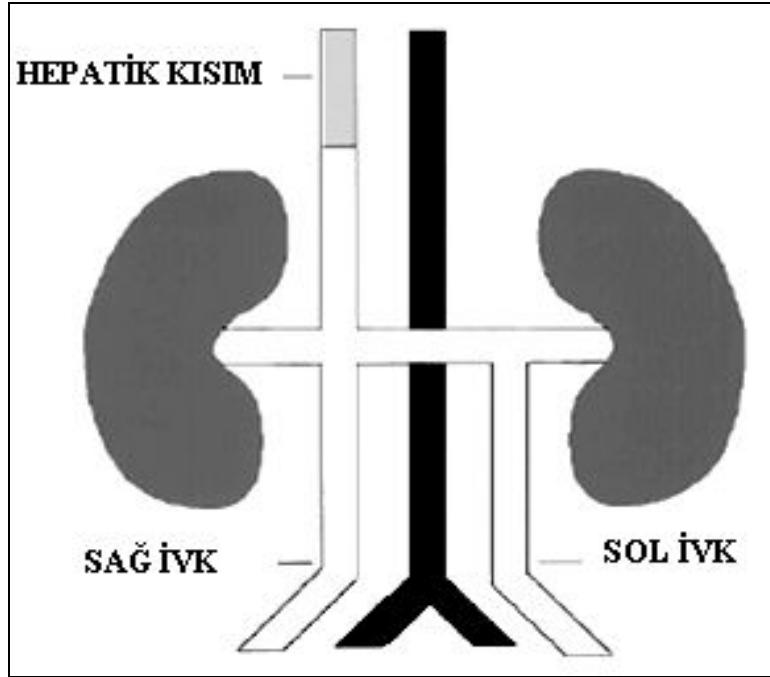
Bu anomalinin major klinik önemi sol taraflı paraaortik adenopati yanlış teşhisine yol açabilmesidir. Ek olarak, sol taraflı İVK içine spontan aortik anevrizma rüptürü rapor edilmiştir (32).



Şekil 2.18: Sol taraflı İVK'nın şematik çizimi. Bass ve ark. (32)'dan alınmıştır.

2.10. İVK'nın Duplikasyonu (Double İVK)

İVK'nın duplikasyonu suprakardinal venin her ikisinin persistansı sonucu oluşur. Sol İVK tipik olarak sol renal vende sonlanır. Aortayı anteriordan çaprazlar, sağ İVK'ya katılarak normal biçimini alır. İVK filtresi yerleştirilmesinin ardından rekürren pulmoner emboli durumunda double İVK'dan şüphelenilmelidir. Aberran damarın lenfadenopati gibi yanlış teşhisinden kaçınılmalıdır (32). Prevalansı % 0.2-3'tür (39).



Şekil 2.19: Double İVK'nın şematik çizimi. Bass ve ark. (32)'dan alınmıştır.

2.11. Renal Arter ve Venlerin İncelenmesinde Kullanılan Yöntemler

2.11.1 Doppler Ultrasonografi

Abdominal aortanın US ile değerlendirilebilen dalları, çıkış sırasıyla çölyak trunkus, süperior mezenterik arter, renal arterler ve inferior mezenterik arterdir. Nativ renal damarların dupleks ultrasonla değerlendirilmesi teknik olarak zor bir muayenedir. Dupleks ultrasonla yetersiz inceleme oranı %6-18.5 olarak bildirilmekle birlikte, %10-20 olduğunu bildiren çalışmalar da vardır. Diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında Doppler ultrason ucuz, noninvaziv ve kontrast madde gerektirmeyen bir inceleme yöntemidir. Doppler ultrason anatomik bilgi yanında aynı zamanda fizyolojik bilgiler de sağlar. Bu yüzden Doppler bir lezyonun hemodinamiğini saptar ve müdahale gerekliliğini değerlendirebilir. Doppler aynı zamanda BTA ve MRA'yı tamamlayıcı rol oynar ve BT ya da MR görüntülemeye tanımlanamayan veya şüpheli durumları açıklığa kavuşturabilir (40,41,42).

Başarılı Doppler muayenesinin birkaç anahtar noktası vardır. Ultrason dalgalarını dağıtan ve değerini düşüren barsak gazlarının miktarını azaltmak için hastanın yeterli derecede hazırlanması önemlidir. Hastanın muayeneden önce 12 saat aç kalması önerilir ve vasküler yapıların daha iyi değerlendirilmesi için sabah

kahvaltıdan önce muayene tercih edilir. Herhangi bir medikal hazırlık verilmez. Muayenenin teknik başarısı yapan kişinin tecrübesinden etkilenir (41).

Zayıf hastalarda ve çocuklarda inceleme daha kolay ve sonuçları daha doğrudur. Obesite, aort anevrizması, intestinal gaz, damar duvarındaki kalsifikasyonlar ve cerrahiye bağlı skar dokuları renal arterlerin orijinlerinin incelenmesini engelleyebilir (42).

Çocuklarda özellikle renal arterlerin Doppler incelemesi kullanıcının tecrübesi ile oldukça ilişkilidir. Küçük çocuklarda kooperasyonun zorluğu nedeni ile renal arterlerin Doppler incelemesi ile değerlendirilmesi oldukça zordur. Bununla birlikte hipertansiyonlu çocuklarda invaziv olmayan inceleme yöntemlerine ihtiyaç olduğu için ultrasonografik inceleme öncelikle tercih edilmektedir (43).

Aksesuar renal arterlerin veya ana renal arterin stenozu veya oklüzyonu renin-anjiotensin mekanizmasını tetikleyen ve hipertansiyona yol açan renal iskemiye neden olabilir. Ne yazık ki multipl renal arterlerin dupleks ultrasonla (renkli akım görüntülemesi dahil) tespit edilmesi zordur. Normal bir renal arter sonografi ile kolayca görülebilmekle birlikte, renal iskemi ve hipertansiyonun asıl kaynağı olan ikinci bir stenotik renal arterin gözden kaçma ihtimali yüksektir (41).

Renal arter muayenesine eşlik eden teknik zorluklar kan damarlarının görünebilirliğini büyük ölçüde arttıran ultrason kontrast ajanlarının kullanımıyla kolaylaştırılabilir. Ek olarak bu ajanların kullanımıyla multipl renal arter ve hiler dalların görünebilirliği artar ve muayene zamanı kısalmır (41).

2.11.2 BT Anjiyografi

Spiral ve çok dedektörlü BT cihazlarının yanısıra çok kısa sürede kontrast madde verilmesini sağlayan otomatik enjektörlerin kullanıma girmesiyle, intravenöz enjeksiyondan sonra zaman kaybı olmadan, optimal kontrast opasifikasyonunun bulunduğu anda renal vasküler yapılara yönelik ince kesitler elde edilebilmektedir. Ayrıca tanıyı kolaylaştırmak amacıyla görüntüler koronal ve sagittal planlarda reformatlanabilmektedir. Bu yöntemin hemodinamik olarak anlamlı (>%50) darlıklarda, duyarlılığının %88–96, özgüllüğünün %77–98 olduğu gösterilmiştir. Normal sonuçlar renal arter stenozunu ekarte ettirir. BTA ile renal donörler incelenebilir, renal stentlerin açık olup olmadıkları kontrol edilebilir. Bu tetkikle manyetik rezonans anjiyografi’de olduğu gibi proksimal darlıklar daha iyi

görüntülenir. Kateter anjiyografi muayenede altın standart olarak kabul edilmekle birlikte invaziv olduğundan, hastayı iyotlu kontrast maddeye ve radyasyona maruz bırakmasından dolayı kullanımı sınırlanmıştır. Multidedektör bilgisayarlı anjiyografi ve kontrastlı manyetik rezonans anjiyografi daha az invaziv olan alternatifleridir. Her iki tekniğin renal arter hastalıklarının görüntülenmesinde değerli olduğu ispatlanmıştır. BTA, MRA'dan daha yüksek rezolüsyona sahiptir ancak iyotlu kontrast madde gerektirir ve böbrek yetmezliği olan hastalarda kontrendikedir. MRA ise intravenöz kontrast enjeksiyonu gerektirir, ek olarak pahalıdır ve kapalı alan korkusu olan hastalarda kullanılamaz. BTA ve MRA ile sadece anatomik bilgi elde edilirken kateter anjiyografi ile ek olarak tansiyon (basınç) ölçümleri de yapılabilir. BTA'nın en önemli dezavantajlarından bir diğeri de konvansiyonel anjiyografi ile karşılaştırıldığında küçük damarları görüntülemeye sensitivitesinin düşük olmasıdır (41,42,44).

2.11.3 MR Anjiyografi

Manyetik rezonans anjiyografi (MRA) hareket eden (ya da intravasküler) doku ile durağan doku arasında oluşan intensite farklılığından yararlanır. Zemindeki durağan dokuyu baskılayıp yalnızca yüksek sinyalli akan kana odaklanıldığında, yalnızca vasküler yapıları gösteren veri kümesi elde edilebilir. Ardışık kesitler ya da üç boyutlu volümetrik çekimler ile birlikte kullanıldığında, intrakranial dolaşım, servikal damarlar ve/veya büyük damarların aortadan çıkışlarını gösterebilen, her yöne doğru döndürülebilen çok ince kesitli MR anjiyogramlar oluşturulabilir.

İki tip MRA puls sekansı geliştirilmiştir. Time-of-flight (TOF) adı verilen birinci yöntem görüntülenene kesite giren hareketli satüre olmamış protonlar (yüksek sinyalli) ile kesit içindeki, RF pulsları ile satüre olmuş (düşük sinyalli) durağan protonların longitudinal manyetizasyonu arasındaki farktan yararlanır. Akıma bağlı parlaklaşma adı verilen bu etki gradient eko görüntülerde kesit düzlemine giren kanın neden parlak olduğunu açıklar. Kaynak görüntüler daha sonra birçok değişik algoritma ile işleminden geçirilebilir. En sık kullanılan algoritma, görüntüye yalnızca en parlak pikselleri (akan kan) yansıtan maksimum intensite piksel (MIP) yöntemidir. MIP görüntüler vasküler anatomiye farklı açılardan gösterecek şekilde istenen planda döndürülebilir (45).

İkinci MRA tekniği faz kontrast (PC) görüntülemesidir. PC MRA, hareketli protonların, bipolar gradient pulsları tarafından oluşturulan, gradient şiddetindeki değişiklikler ile karşılaştıklarında ortaya çıkan transvers manyetizasyon farklılıklarından (faz shift) yararlanır. İlk uyarım ile sinyal okuma pulsu arasında dokuya bipolar akım kodlayıcı gradient pulsu uygulandığında, hareketli protonlarda faz shifti oluşurken durağan dokularda faz değişikliği izlenmez. Akım kodlayıcı pulsu birbirine göre ters tarafta olan iki çekim yapılır. Bu iki çekim birbirinden çıkarıldığında, zemindeki durağan protonların sinyali sıfırlanırken hareketli protonların faz shifti birbirine eklenir. Çıkarma işlemi zemin sinyalini tamamen sıfırladığı için PC'nin zemin baskılaması, TOF MRA'dan daha üstündür (45).

Abdominal aorta MRA incelemesi başlıca aorta anevrizması, diseksiyon, aortik oklüzyon, aortik dallarda özellikle renal arterde stenoz ön tanıları ile gerçekleştirilir. Nefes tutarak elde edilen Gadolinyum kontrastlı MRA tüm bu klinik durumlarda yapılır. Bu incelemede görüntü planı genellikle koronal ya da oblik koronal planda olup nadiren sagittal planda çalışma yapılır. MRA öncesinde T1 ve T2 ağırlıklı hızlı SE aksiyel görüntülerin elde edilmesi aorta çapının, duvarının ve viseral organların ilk planda değerlendirilmesi açısından gereklidir (46).

Kontrastlı 3D MRA her zaman erken-geç arteriyel fazı içermelidir. Toplam 20–30 ml kontrast maddenin 2 ml/sn'de enjeksiyonu abdominal aortayı iyi bir şekilde görüntüler. Renal MRA 'de tek doz 20 ml kontrast maddenin yeterli olduğu bildirilmekle birlikte geniş abdominal arter anevrizması durumunda 30 ml (ya da 0,2 mmol/kg) kullanılması önerilmektedir (46).

Kontrastlı MRA aortik hastalığın değerlendirilmesinde güncel bir görüntüleme modalitesidir. MRG'nin diğer invaziv olmayan görüntüleme yöntemlerine göre multiplanar görüntüleme yapabilmesi, intrinsik yüksek yumuşak doku çözünürlüğü, akım sensitivitesi ve hem aortik lümeni hem de aort duvarını değerlendirebilme gibi birçok avantajı vardır. MR'da intravenöz kontrast madde olarak kullanılan, Gadolinyum şelatların iyotlu kontrastlara göre daha az renal toksisitesi ve daha iyi hasta toleransı mevcuttur. Ancak son yıllarda standart veya yüksek doz gadolinyum içeren kontrast maddelerin kullanımı ile ilişkili olduğu gösterilen ve "Nefrojenik sistemik fibrozis (NSF)" olarak adlandırılan sistemik bir hastalık tanımlanmıştır. NSF, glomerüler filtrasyon hızının (GFR) 30 mL/dakika/1.73

m²'nin altında olduğu akut veya kronik böbrek hastalıklarında, hepatorenal sendrom nedeni ile veya perioperatif karaciğer transplantasyonu döneminde herhangi bir nedenle gelişen tüm akut böbrek yetmezliklerinde görülebilen yaygın doku fibrozisi ile karakterizedir bir hastalıktır. İskelet kası, özefagus, akciğerler, miyokard ve böbrekte sistemik fibrozis ve kalsifikasyon görülmektedir. Ayrıca akut simetrik eritematöz papüller, ciltte kalınlaşma, ekstremitelerin distalinde kalınlaşma ve nodüller izlenir. NSF'in tam mekanizması henüz bilinmemektedir. Ümit vaat eden bir spekülasyon "kemik iliğinden köken alan ve dolaşımında bulunan fibrositlerin" aralarında derinin de bulunduğu çeşitli vücut bölgelerine "muhtemelen endotel hasarı tarafından tetiklenen veya kötüleştirilen bir süreç ile aberan olarak yönlendirildiği" görüşüdür. Gadolinyum içeren kontrast ajanların bu istenmeyen etkisinden korunmak için radyologlar, özellikle böbrek hastalarında bu ajanları kullanırken dikkatli ve sağduyulu bir yaklaşım içinde olmalıdırlar. NSF'ten korunma önlemleri GFR'ı 30/mL/dakika/1.73m²'nin altında olan hastalarda gadodiamid kullanımından kaçınılması ve gadolinyumlu MR görüntülemenin kar/zarar oranının dikkatlice gözden geçirilmesini içermektedir. Gadolinyum kullanımı kaçınılmaz olduğunda ise mümkün olan en az dozda gadolinyum içeren kontrast ajan kullanılmalı ve bir hafta içinde doz tekrarından kaçınılmalıdır. Gadolinyum içeren kontrast ajanın renal atılımının desteklenmesi için hidrasyon tedavisi önerilmektedir. Evre 4 ve 5 kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda gadolinyum verilmesinden sonra kontrast ajanın atılması için hemodiyaliz tedavisi göz önünde bulundurulmalıdır (47,48,49,50,51).

Konvansiyonel anjiyografi ile karşılaştırıldığında %50'yi geçen renal arter stenozlarında MRA'nın duyarlılık ve özgüllüğü %90'ı aşar (duyarlılığı %88-100, özgüllüğü %71-100). Yüksek çözümleme ve küçük FOV ile, sadece renal arterler değil, aksesuar arterler de boylu boyunca görüntülenebilir (42).

Manyetik rezonans görüntüleme ve MR anjiyografi veya bilgisayarlı tomografi ve BT anjiyografi renal damarların sayı ve konumlarının belirlenebilmeleri için tek başına yeterli olabildiği gibi anastomozda ve kanama kontrolünde güçlüğe yol açan renal arterin erken dallanması, laparoskopik operasyonda önem taşıyan retroaortik renal ven, üreter anastomozu için önemli olabilecek toplayıcı sistemin duplikasyonu gibi bulgular da bu yöntemlerle ortaya konabilmektedir (52).

Maliyeti, ulaşılabilirliği, klostrofobide uygulanım güçlüğü ve pacemaker gibi MR uyumsuz implantları olan hastaların incelemeye alınamaması MRG'nin dezavantajlarıdır (53).

2.11.4 Anjiyografi

Konvansiyonel anjiyografi halen "altın standart" yöntem olarak kabul edilmektedir. Ancak yöntemin invaziv olması renovasküler hipertansiyon (RVH) açısından klinik şüphesi bulunan hastalara uygulanmasını sınırlamaktadır. Renal arter ve dallarında stenozun saptanmasında, lokalize edilmesinde ve oranının belirlenmesinde kesin sonuç vermesi, multipl/aksesuar renal arterlerin değerlendirilmesine olanak sağlaması anjiyografinin önemli avantajlarıdır. Aynı zamanda revaskularizasyon işlemlerinin planlanmasına da yardımcı olur. Renal ven renin çalışmalarının, sintigrafi sonuçlarının, MRA ve diğer çalışmaların sonuçlarının anormal olması anjiyografi endikasyonu koydurur (44).

Renal arteriogram ana femoral arter yolu ile renal arter orifisinin kateterizasyonu ile sağlanır. Sonrasında kontrast madde kateter yolu ile enjekte edilir, hızlı dijital veya konvansiyonel görüntüler alınır. Renal arterler nefrografik faz boyunca ve venöz drenaj boyunca iyi görüntülenir. Geç dönemde renal toplayıcı sistemi görmek için görüntüler elde edilebilir. Eğer femoral yaklaşım kullanılmıyorsa örneğin iliak oklüziv bir hastalık söz konusu ise aksiller veya brakial yol kullanılabilir. Eğer stenoz saptanırsa, diseksiyon veya oklüzyon riskini en aza indirmek amacıyla selektif renal kateterizasyon yapılmaz. Eğer ana renal arterde stenoz saptanmazsa, distal veya küçük dalların görüntülenmesi amacıyla selektif kateterizasyon gereklidir. Multipl veya aksesuar renal arterler stenoz açısından dikkatle değerlendirilmelidir (44,53).

Kontrast anjiyografi ile yalnızca major damarlar; örneğin hepatik arterler veya renal arterler değil ana arterlerin tüm dalları örneğin lumbar arterler en ince ayrıntısına kadar tanınabilmektedir. Aterosklerotik değişiklikler, stenoz bölgeleri de kolayca değerlendirilebilmektedir. Stenoz alanının tanınmasını takiben balonlu kateter stenoz alanına ilerletilip stenoz dilate edilebilmektedir (54).

Anjiyografinin tanısal rolü vasküler sistemi değerlendirmede noninvaziv tekniklerin etkinliğinin artması ile azalmakla birlikte uzaysal rezolüsyonunun yüksek olması nedeni ile vaskulit ve fibromuskuler displazi gibi küçük damar hastalıklarının

tanısında hala önemli role sahiptir. Renal parankimin değerlendirilmesinde ise tanısal rolü kesitsel görüntüleme modalitelerine kıyasla daha azdır. Anjiografinin günümüzde temel kullanım amacı stent uygulamaları gibi girişimsel tekniklerdir(53).

Dijital substraksiyon anjiyografi (DSA): Amaç konvansiyonel anjiyografide anatomik (yapısal) gürültü nedeni olan zemindeki yapıları görüntüden silerek damarları daha net olarak göstermektir. DSA'da fluoroskopik olarak alınan dijital maske görüntü (kontrastsız) daha sonra alınan kontrastlı görüntülerden çıkarılır. Kalan veriler sadece kontrastlı damarları gösterir. Substraksiyon sonucu görüntüdeki gürültü artar. Fakat yapısal gürültünün neden olduğu üst üste binme ortadan kalktığı için küçük damarlar daha iyi görülür. Dijital veriler kantitatif bilgiler de sağlar; kontrastın damar içindeki ortalama hızı veya damarın darlık derecesi ölçülebilir.

DSA ile periferik anjiyografi yapılırken, tek bir enjeksiyonla tüm ekstremitayı inceleyebilmek amacıyla ya masa ya da tüp-kayıt gereci (gantry) hareket ettirilir. Her iki yöntemde de görüntü verilerinin toplanması ile kontrast madde bolusunun hareketinin zamanlaması çok önemlidir. Her basamakta önce kontrastsız görüntü alınır ve bu görüntü daha sonra alınan kontrastlı görüntülerden çıkarılır.

DSA ile düşük kontrastlı objeler saptanabilir. Bu nedenle kontrast madde daha az verilebilir. DSA %1'den az transmisyon farkını görüntüleyebilir, halbuki ekran-film sisteminde %2-3'lük fark, sıklıkla saptanamaz. Bu duyarlılığa rağmen DSA'da venöz yolla arteriyografi yapılmamalıdır; kontrast dilüe olduğundan arterlerin görüntüsü tanı için yetersiz olur.

DSA'nın temporal substraksiyon teknikleri genel olarak hastanın istemli ya da istemsiz hareketlerine çok duyarlıdır. Maske görüntüden sonra gelen kontrastlı görüntüler alınırken hasta hareket ederse görüntü kalitesi bozulur. Bu hareket hafızadaki görüntü kayıtları üzerinden düzeltilmeye çalışılır. Bunun için sık kullanılan bir yöntem, maske görüntünün uzaysal kaymasını düzeltmek (piksel kaydırma); diğer yöntem ise daha sonraki bir çerçeveyi maske olarak seçmektir (remasking).

DSA'da elde edilen görüntüler hızlıdır ve bir çerçevede tüm damar opak madde ile dolmayabilir. Bu durumda ardından gelen birkaç çerçeve görüntüleri birleştirilerek tüm damar kontrastla dolu bir şekilde görüntülenebilir (55).

2.11.5 Renal Sintigrafi

Renal sintigrafik inceleme noninvaziv, emniyetli bir yöntemdir ve renal yetmezlikli olgularda bile kullanılabilir. Sintigrafinin renal arter stenozundaki duyarlılığı ACE-inhibitörleri kullanılarak artırılır.

Renovasküler hipertansiyona neden olan hemodinamik olarak önemli derecedeki stenoz, glomerüle kan getiren afferent arteriyoldeki basıncın düşmesine neden olur. Basıncın düşmesi glomerül filtrasyonunun da düşmesi demektir. Bu düşüşü engellemek için glomerülden çıkan arteriyol (efferent arteriyol) daralmalıdır. Bunu sağlayabilmek için jukstakortikal cisimciklerden salgılanan renin, lokal olarak anjiotensin I'in II'ye çevrilmesini sağlar. Anjiotensin II de efferent arteriyollerde konstrüksiyona neden olur. Böylece renal arter stenozunun oluşturduğu düşük glomerül basıncı kompanse edilerek böbreğin normal fonksiyon görmesi sağlanmış olur.

Bu kompanse mekanizmasının derecesine bağlı olarak renovasküler hipertansiyonlu olgularda sintigrafik renogram ya normaldir ya da stenoz olan böbrekte hafif azalmıştır. Böyle bir olguda ACE-inhibitörleri verildikten sonra renogram tekrar edilirse, bu kompanse mekanizması bloke olacağı için, stenoz olan tarafta renal fonksiyon belirgin şekilde düşer; normal böbrekte bir değişiklik olmaz.

ACE-inhibitör renografi, I-131 Hippuran, DTPA ve TC-99m MAG3 ile yapılabilir. DTPA glomeruler filtrasyonla atılır, diğerleri başlıca renal tubuluslerden ekskrete edilir. Belirli bir standardizasyon olmamasına karşın son yıllarda standart çalışmalarda Hippuran önerilmemektedir. MAG3 ile yapılan çalışmalarda uzamış pik zamanı ve temizlenme süresinin uzaması renovasküler hipertansiyonu gösteren bulgulardır.

Sintigrafinin duyarlılığı yaklaşık %80-100 arasındadır, özgüllüğü de yüksektir. Tübüler sekresyonla atılan radyofarmasötiklerle yapılan çalışmalar daha duyarlıdır. Cerrahiden veya girişimden yararlanacak hastaların belirlenmesinde de yöntemin duyarlılığı yüksektir. Normal çalışma sonuçlarında renovasküler hipertansiyon olasılığı çok düşüktür. İlaçsız yapılan incelemede anormal olan sintigramın ilaçtan sonra düzelmesi hipertansiyonun renal nedenli olmadığını gösterir. Renal yetmezlikli olgularda yöntemin duyarlılığı düşer (42).

Noninvaziv olması, kontrast gereksinimi olmaması ve böbrek yetmezliği olan hastalarda bile kullanılabiliyor olması renal sintigrafinin en önemli avantajlarıdır. Bilateral RAS'ı olan hastalarda veya multipl renal arterlerden birinin etkilendiği durumlarda sensitivite ve spesifitesinin düşük olması ise dezavantajları arasında sayılabilir. Birçok yazar kaptopril renal sintigrafinin RVH şüphesi bulunan hastalarda iyi bir tarama yöntemi olduğunu düşünmektedir, normal bir çalışmanın negatif prediktif değeri yüksektir. Pozitif sonucu olan hastalarda ise MRA gibi noninvaziv tetkiklerin yanı sıra kesin tanı ve tedavi için anjiyografi yapılmalıdır (44).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada Abant İzzet Baysal Üniversitesi, İzzet Baysal Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalında Ocak 2003-Şubat 2009 tarihleri arasında gerçekleştirilmiş olan toplam 592 abdomen BT tetkiki renal arter ve ven varyasyonları açısından retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Teknik faktörlere ya da hastaya ait nedenlere (nefrektomi, renal agenezi, değerlendirmeyi güçleştiren renal kitle gibi) bağlı renal arter ve venlerin değerlendirilmesinin mümkün olmadığı 87 abdomen BT tetkiki çalışma dışı bırakılmıştır. Çalışma kapsamında kalan toplam 505 abdomen BT incelemesinde olguların 217'si kadın, 288'i erkek olup, olguların ortalama yaşı kadınların 51.96, erkeklerin 57.04 olarak saptanmıştır. Tüm BT çalışmaları iki dedektörlü BT cihazı (Siemens Somatom Emotion Duo) ile rutin tüm abdomen protokolü, dinamik tüm abdomen protokolü ve BT anjiyografi protokolü kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Rutin abdomen protokolünde ve dinamik tüm abdomen protokolünde hastalara kilogram başına 1 ml intravenöz (iv) noniyonik iyotlu kontrast madde otomatik enjektör ile 2-2.5 ml/sn hızla verilmiştir. Rutin tüm abdomen protokollerin hepsine ve çalışılan organa göre dinamik tüm abdomen tetkiklerinin bir kısmına barsakların opasifikasyonu için oral kontrast madde verilmiştir. Rutin abdomen protokolünde iv kontrast madde verilmesinden sonra venöz fazda (60. sn) tüm abdomen 5 mm'lik kesitlerle taranmıştır. Dinamik tüm abdomen protokolünde kontrastsız ve arteryel fazda (20. sn) çalışılan organa yönelik 3 mm'lik, venöz fazda (60. sn) tüm abdomene yönelik 5 mm'lik kesitler alınmıştır. BT anjiyografi tetkikinde önce kontrastsız 8 mm'lik kesitlerle tüm abdomen taranmış, iv kontrast madde enjeksiyonundan sonra arteryel fazda abdomen 2 mm'lik kesitlerle taranmıştır. Bu tetkikte hastalara kilogramdan bağımsız olarak ortalama 100 ml iv kontrast 2.5-3 ml/sn hızla verilmiş, oral kontrast madde kullanılmamıştır. İncelemenin özelliğine göre kullanılan parametreler: rutin tüm abdomen BT'de kV 130, mAs 80; dinamik abdomen BT'lerde kV 110-130, mAs 70-80; BT anjiyografide kV 110, mAs 40-60'tır. Değerlendirilen toplam 505 tetkikten 323'ü rutin tüm abdomen, 150'si dinamik karaciğer/böbrek/pankreas protokollü tüm abdomen ve 32'si BT anjiyografi tetkikidir.

Ardışık aksiyel BT kesitleri ve farklı planlardaki 2 (MIP, MPR) ve 3 boyutlu (3D) reformat görüntüler sağ-sol renal arter ve ven varyasyonları açısından değerlendirilmiş, varyasyonların oranları, arter ve ven varyasyonlarının birlikteliğinin sıklığı yüzde olarak hesaplanmıştır. Renal arterlerde bilateral tek renal arter normal olarak kabul edilmiştir. Birden fazla sayıda arter "aksesuar renal arter" ya da "multipl renal arter" olarak adlandırılmıştır. Aksesuar renal arter direk parankime gidiyorsa "polar arter", hilus boyunca ilerliyorsa "hiler arter", aksesuar arter hilusu çaprazlayarak parankime ilerliyorsa "suplementer arter", ana renal arter orijininin sonraki 2 cm içinde dallara ayrılıyorsa "erken bifurkasyon" olarak isimlendirilmiştir. Sağ ana renal arterin tipik seyri İVK'nın posteriorudur. Sağ ana renal arter İVK'nın anteriorunda seyrediyorsa "prekaval arter" olarak adlandırılmıştır.

Sağ renal vende tek sağ renal ven normal olarak kabul edilmiştir. Birden fazla sağ renal ven varsa "multipl sağ renal ven", sağ renal ven İVK'ya dökülmeden önce parçalara ayrılıyorsa "bölünmüş sağ renal ven" olarak isimlendirilmiştir. Sağ gonadal venin İVK'ya dökülmesi normal kabul edilirken, sağ renal vene katılması varyasyon olarak değerlendirilmiştir. Aort önünden geçerek İVK'ya dökülen sol renal ven normal preaortik seyir olarak kabul edilirken, aortu arkadan çaprazlayarak İVK'ya dökülen ven, "retroaortik renal ven" olarak tanımlanmıştır. Aortu hem önden hem de arkadan çaprazlayarak venöz bir halka oluşturan ve farklı seviyelerden İVK'ya açılan ven kompleksi ise "sirkumaortik renal ven" olarak tanımlanmıştır. Sol renal venin renal hiler orijin ve İVK'ya katılımından önce parçalara ayrılması "multipl sol renal ven" olarak tanımlanmıştır.

Bu anomaliler dışında İVK da olası anomaliler açısından değerlendirilmiştir. Sağ taraflı İVK normal kabul edilirken, sol suprakardinal venin persistansı sonucu oluşan, solda seyrederek sol renal vene katılan ve aortayı anteriordan çaprazlayarak normal şeklini alan İVK "persistan sol taraflı İVK" olarak tanımlanmıştır. Sol gonadal venin sol renal vene katılması normal olarak kabul edilirken, sol taraflı İVK varlığında bu vene dökülmesi varyasyon olarak değerlendirilmiştir.

İstatistiksel değerlendirmede; tanımlayıcı istatistik ve "ki-kare testi" kullanılmıştır. $p < 0.05$ olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. İstatistiksel değerlendirme SPSS 13.0 bilgisayar paket programında yapılmıştır.

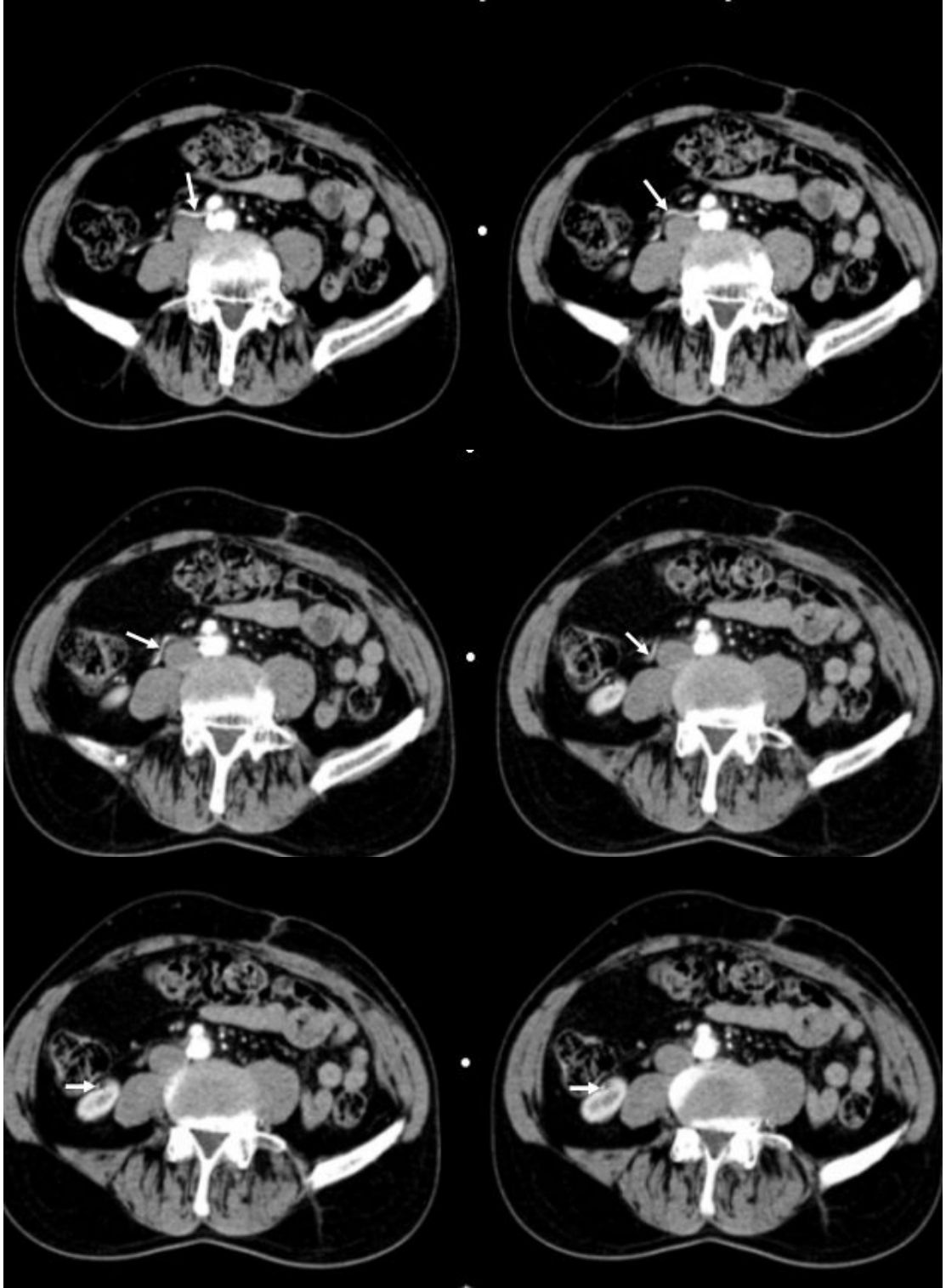
4. BULGULAR

Aksesuar arter 505 olgunun 77 tanesinde (kadın=31, erkek=46) saptanmıştır ve sıklığı %15.2'dir. Tek taraflı aksesuar arter 62 olguda (%12.3) (kadın=22, erkek=40) izlenmiştir. Çift taraflı aksesuar arter ise olguların 15 tanesinde (kadın=9, erkek=6) izlenmiş ve sıklığı %2.97 olarak saptanmıştır.

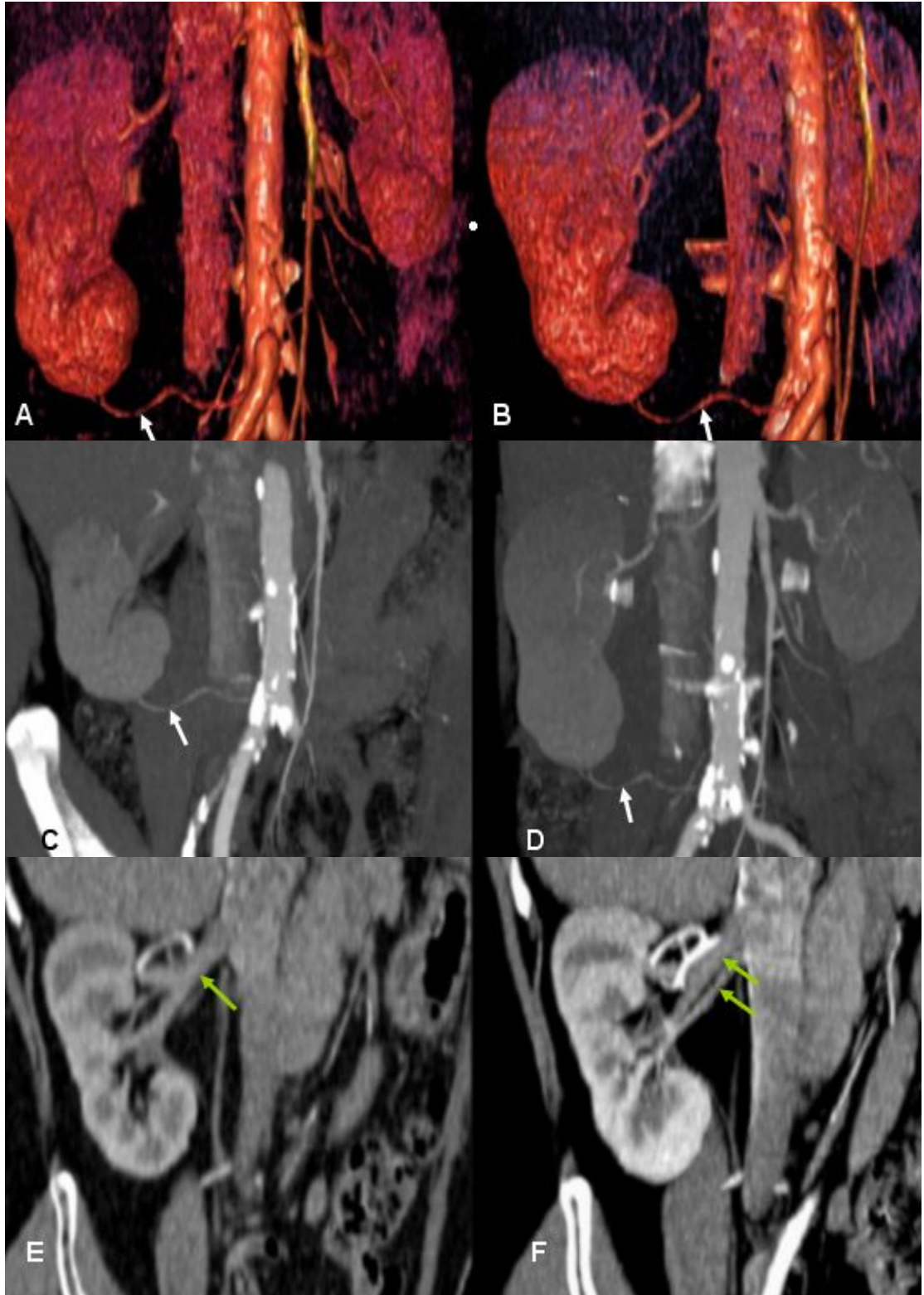
Hiler arter 61 olguda (%12.0) saptanmıştır. Bunların 53'ünde (%10.4) tek taraflı hiler arter izlenmiştir. Tek taraflı hiler arterlerin sadece bir tanesinin sol eksternal iliak arterden orijin aldığı, diğerlerinin aortadan orijin aldığı izlenmiştir. Tek taraflı hiler arterlerin 18 tanesi sağ tarafta, 35 tanesi sol tarafta izlenmiştir. Tek taraflı hiler arterlerin 1 tanesinde sol tarafta 2 tane hiler arter olduğu görülmüştür. Çift taraflı hiler arter olguların 8 tanesinde saptanmış olup sıklığı %1.6 olarak belirlenmiştir. Çift taraflı hiler arterlerin tamamının aortadan orijin aldığı görülmüştür.

Polar arter 24 olguda (%4.75) izlenmiştir. Tek taraflı polar arter olguların 23 tanesinde izlenmiş olup sıklığı %4.5 olarak hesaplanmıştır. Bu polar arterlerin 2 tanesinin sağ ana iliak arterden, 2 tanesinin sağ ve sol ana renal arterden, diğerlerinin ise aortadan köken aldığı izlenmiştir. Tek taraflı polar arterlerin 17 tanesinin sağ tarafta, 6 tanesinin ise sol tarafta olduğu görülmüştür. Çift taraflı polar arter sadece 1 (%0.2) olguda izlenmiştir. Bu olguda her iki polar arterin de aortadan orijin aldığı izlenmiştir. Sağda izlenen polar arterin İVK'nın anteriorundan seyreterek böbrek parankimine ulaştığı görülmüştür.

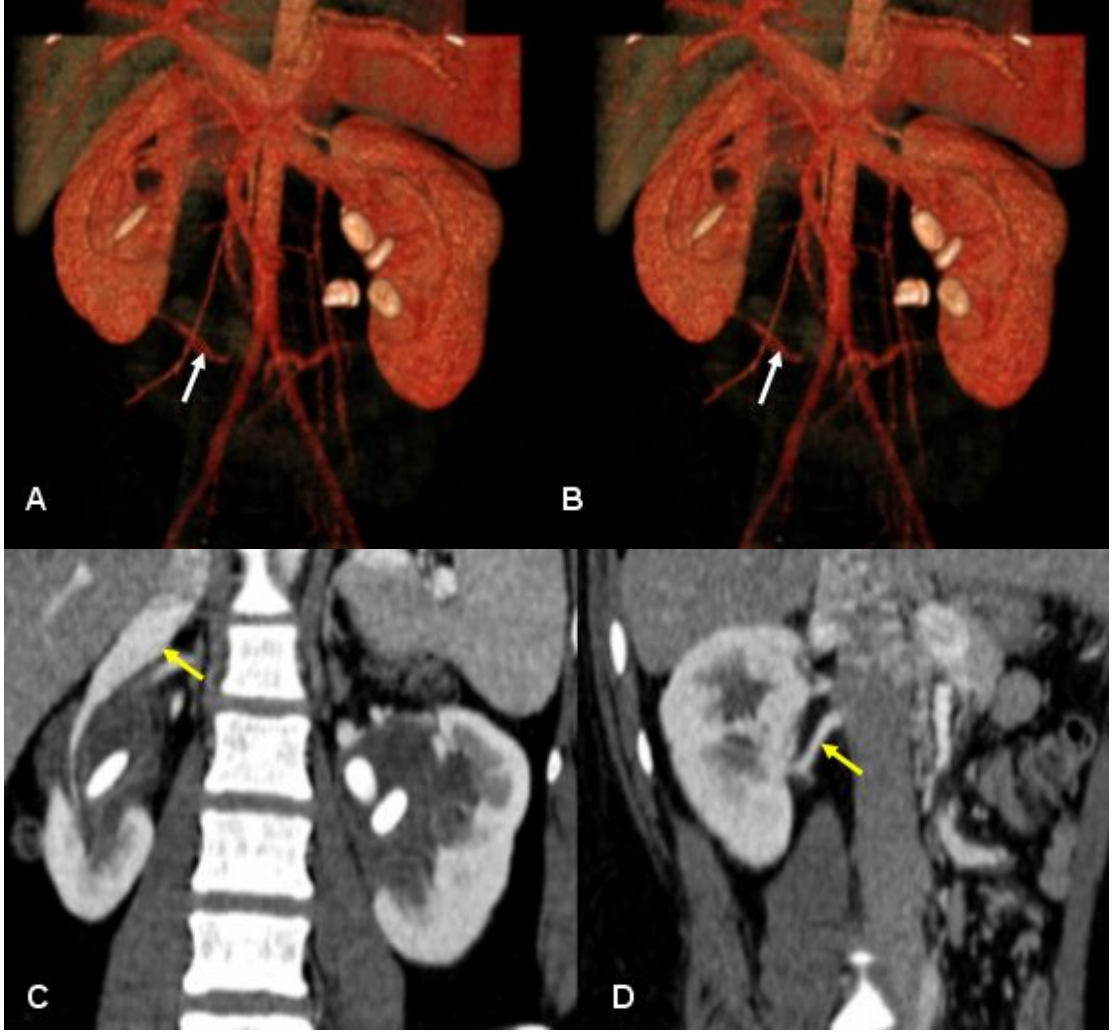
Suplementer arter 1 olguda (%0.2) ve sol tarafta izlenmiş olup aortadan orijin alarak, hilusu çaprazlayıp böbrek alt polüne ulaştığı saptanmıştır.



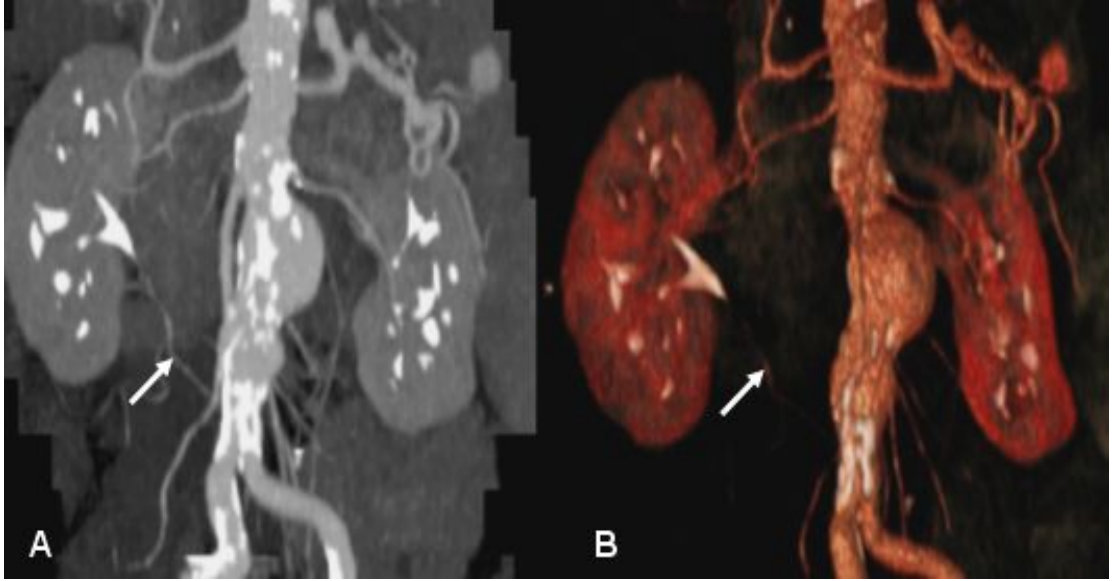
Şekil 4.1: Ardışık aksiyel kesitlerde sağda aortik bifurkasyondan orijin alarak böbrek alt polüne ulaşan polar arter (beyaz ok). Hasta arşivimizden alınmıştır.



Şekil 4.2 (A-F): Aynı hastada sağda polar arter ve sağda 2 renal ven. VRT görüntülerde aortik bifurkasyondan orijin alarak sağ böbrek alt polüne ulaşan polar arter (A-B; beyaz ok); Koronal kalın MIP görüntülerde polar arter (C-D; beyaz ok); Koronal kalın MIP görüntülerde; sağ böbrek üst kesimini drene eden renal ven (E;yeşil ok), her iki renal ven (F;yeşil oklar).Hasta arşivimizden alınmıştır.



Şekil 4.3 (A-D): Aynı hastada sağda polar arter ve sağda 2 renal ven. VRT görüntülerde sağ ana iliak arterden orijin alarak böbrek alt polüne ulaşan polar arter (A-B;beyaz ok); Koronal kalın MIP görüntülerde; sağ böbrek üst-orta kesimini drene eden renal ven (C; sarı ok), sağ böbrek alt kesimini drene eden diğer renal ven (D; sarı ok). Hasta arşivimizden alınmıştır.

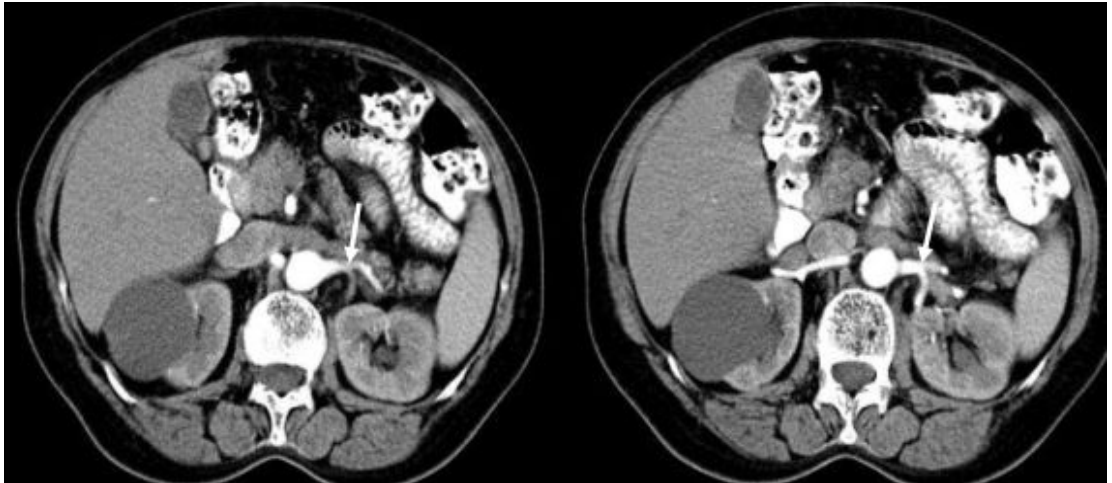


Şekil 4.4(A-B): Sağda aorttan orijin alarak böbrek hilusuna ulaşan hiler arter (beyaz ok). Hasta arşivimizden alınmıştır.

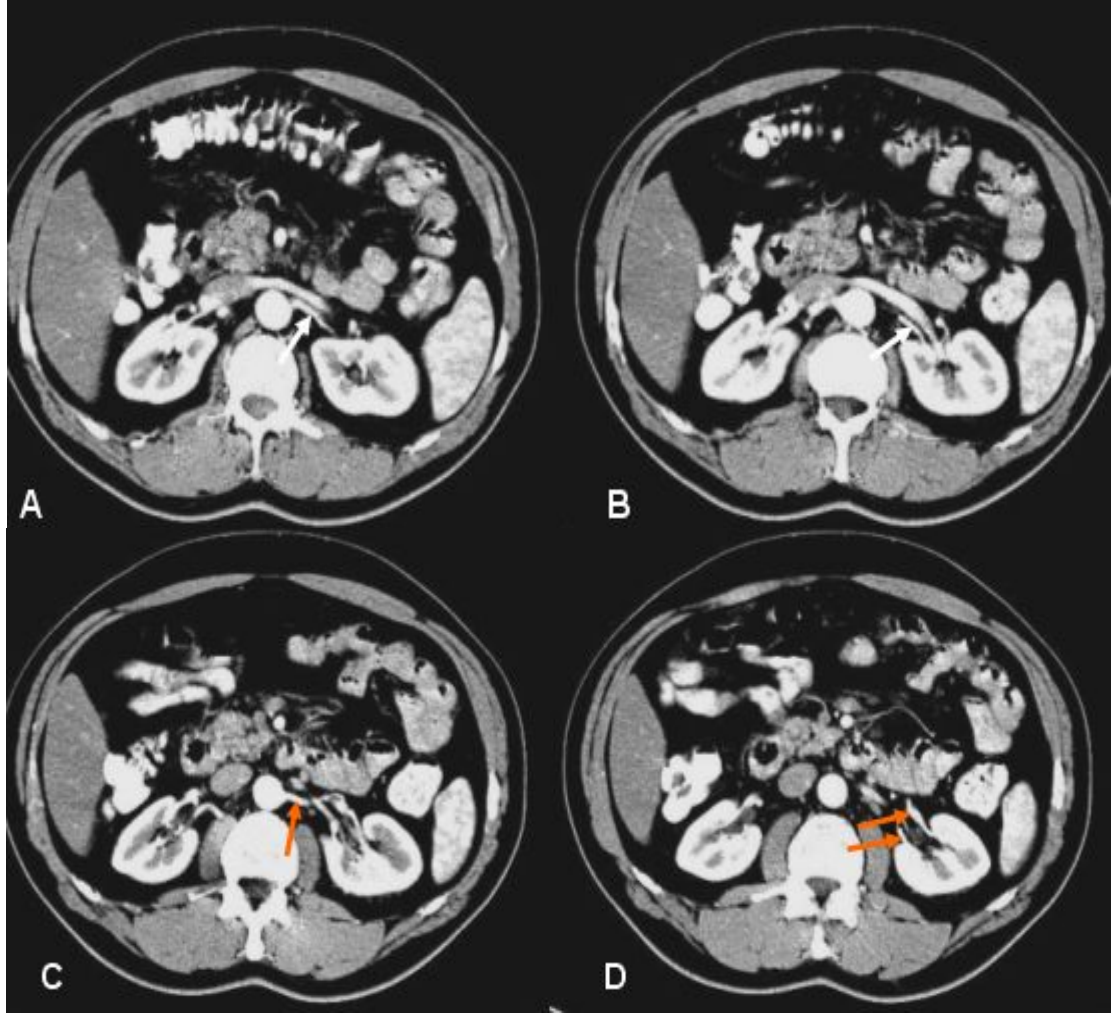
Ana renal arterde erken bifurkasyon 18 olguda (%3.56) izlenmiştir. Tek taraflı erken bifurkasyon 15 olguda (kadın=6, erkek=9) izlenmiş olup sıklığı %2.97 olarak hesaplanmıştır. Çift taraflı erken bifurkasyon ise 3 olguda (kadın=2, erkek=1) izlenmiş olup sıklığı %0.6 olarak hesaplanmıştır. Bir olguda bilateral tek ana renal arter izlenmekle birlikte sağ ana renal arterin İVK'nın anteriorundan seyrettiği görülmüştür (prekaval renal arter) ve sıklığı %0.2'dir.

Tablo: 4.1 Renal Arter Varyasyonları

		Tek taraflı (Olgu sayısı)	Sıklık	Çift taraflı (Olgu sayısı)	Sıklık	Toplam Olgu sayısı (sıklık)
Aksesuar arter	Hiler	53	% 10.4	8	% 1.6	61 (%12.0)
	Polar	23	% 4.5	1	% 0.2	24 (%4.75)
	Suplementer	1	% 0.2	-	-	1 (%0.2)
Erken bifurkasyon		15	% 2.97	3	% 0.6	18 (%3.56)
Prekaval arter		1	% 0.2	-	-	1 (%0.2)
Toplam		93	% 18.4	12	% 2.4	105 (%20.8)



Şekil 4.5: Ardışık aksiyel kesitlerde sol ana renal arterde erken bifurkasyon (beyaz ok). Hasta arşivimizden alınmıştır.



Şekil 4.6 (A-D): Ardışık aksiyel kesitlerde; sol ana renal arter (A-B; beyaz ok); daha inferior kesitlerde solda aorttan orijin alarak böbrek hilusuna ulaşan hiler arter (C-D; turuncu ok). Hasta arşivimizden alınmıştır.

Tek sağ renal ven 376 hastada tespit edilmiştir ve sıklığı %74.5 olarak saptanmıştır. Multipl sağ renal ven 103 hastada (kadın=43, erkek=60) izlenmiş olup sıklığı %20.4 olarak hesaplanmıştır. Bu hastalardan 5 tanesinde sağda 3 adet renal ven, 98 tanesinde 2 adet renal ven tespit edilmiştir. Bölünmüş sağ renal ven sadece 1 hastada izlenmiş olup sağ renal venin ikiye ayrılarak İVK'ya döküldüğü görülmüştür. Gonadal venin sağ renal vene katılımı ise 45 hastada saptanmış olup sıklığı %8.9 olarak hesaplanmıştır.

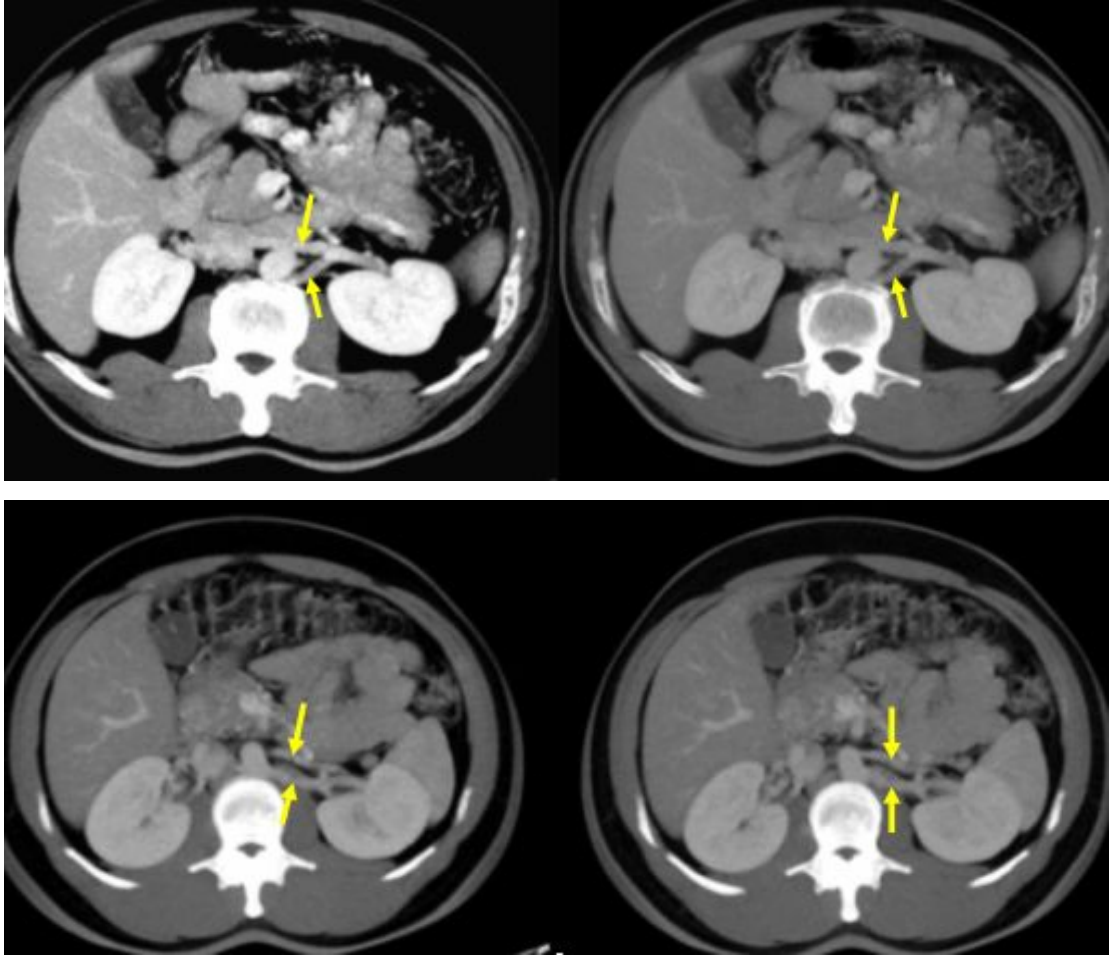
Tablo: 4.2 Sağ Renal Ven Varyasyonları

	Olgu Sayısı	Sıklık
Multipl Sağ Renal Ven	103	% 20.4
Bölünmüş Sağ Renal Ven	1	% 0.2
Gonadal Venin Sağ Renal Vene Katılımı	45	% 8.9
Toplam	149	% 29.5

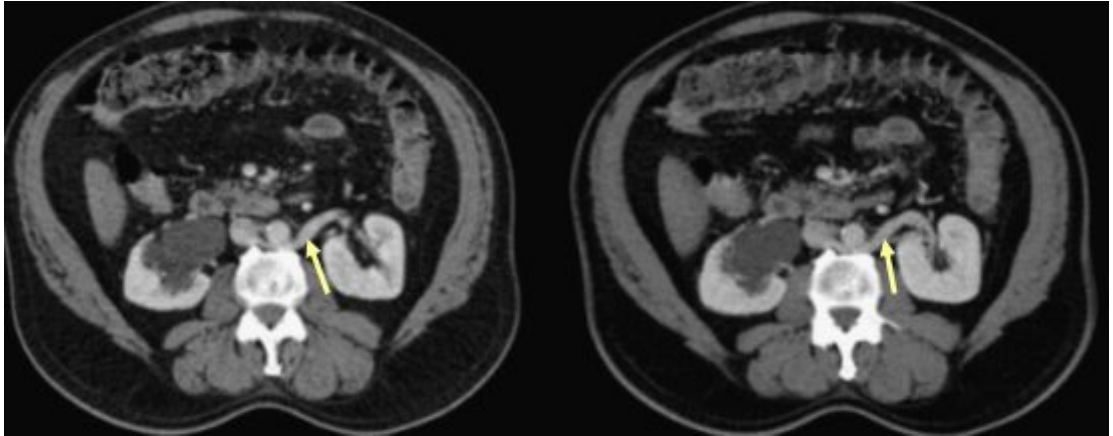
Tek preaortik sol renal ven 465 hastada görülmüş ve sıklığı %92.1 olarak bulunmuştur. Sirkumaortik sol renal ven 23 hastada (kadın=13, erkek=10) tespit edilmiş olup sıklığı %4.6 olarak hesaplanmıştır. Retroaortik sol renal ven 20 hastada (kadın=11, erkek=9) izlenmiş olup sıklığı %3.96 olarak saptanmıştır. Solda multipl renal ven bu çalışmada izlenmemiştir. Ayrıca sol renal ven anomalisi saptanmış olan olgularda eşlik eden İVK (duplikasyon ve transpozisyon gibi) ve sol gonadal venin sol taraflı İVK'ya drene olması anomalisi gözlenmemiştir.

Tablo: 4.3 Sol Renal Ven Varyasyonları

	Olgu Sayısı	Sıklık
Sirkumaortik Sol Renal Ven	23	% 4.6
Retroaortik Sol Renal Ven	20	% 3.96
Multipl sol renal ven	-	-
Toplam	43	% 8.5



Şekil 4.7: İki farklı hastada aksiyel kalın MIP ve MPR görüntülerde sirkumaortik sol renal ven (sarı oklar). Hasta arşivimizden alınmıştır.



Şekil 4.8: Aksiyel kalın MIP görüntülerde retroaortik sol renal ven (sarı ok). Hasta arşivimizden alınmıştır.

Bu çalışmada renal arter ve ven varyasyonunun birlikte izlendiği toplam 38 olgu (kadın=15, erkek=23) tespit edilmiştir, sıklığı %7.5'tir. Bu olgulardan 1 tanesinde (%0.2) sağda polar arter, sol ana renal arterde erken bifurkasyon ve sağda 2 tane renal ven izlenmiştir. Olgulardan 3 tanesinde (%0.6) solda hiler arter ve sirkumaortik sol renal ven, 3 tanesinde (%0.6) sol ana renal arterde erken bifurkasyon ve sağda 2 renal ven görülmüştür. Olgulardan 3 tanesinde (%0.6) sağda hiler arter ve sağda 2 tane renal ven, 2 tanesinde (%0.4) sağda polar arter ve sağda 2 tane renal ven izlenmiştir. 9 olguda (%1.78) solda hiler arter ve sağda 2 tane renal ven, 1 olguda (%0.2) bilateral hiler arter, sağda 2 renal ven ve sağ gonadal venin renal vene katılımı saptanmıştır. 1 olguda (%0.2) solda erken bifurkasyon ve sirkumaortik renal ven, 1 olguda (%0.2) sağda hiler arter ve gonadal venin renal vene katılımı, 2 olguda (%0.4) sağda polar arter, solda hiler arter ve sağda 2 renal ven gözlenmiştir. 1 olguda (%0.2) solda hiler arter, sağda 2 renal ven ve solda sirkumaortik renal ven, 2 olguda (%0.4) solda hiler arter ve retroaortik renal ven, 1 olguda (%0.2) sağda hiler, solda polar arter ve sağda 2 renal ven izlenmiştir. 1 olguda (%0.2) solda hiler arter ve sağ gonadal venin renal vene katılımı, 1 olguda (%0.2) bilateral hiler arter, sağ polar arter ve sağda 3 renal ven saptanmıştır. 1 olguda (%0.2) sol polar arter ve sağda 2 renal ven, 1 olguda (%0.2) sağ hiler arter, solda erken bifurkasyon ve retroaortik renal ven, 1 olguda (%0.2) sağda erken bifurkasyon, sol hiler arter ve sağda bölünmüş renal ven izlenmiştir. 1 olguda (%0.2) sağda hiler arter

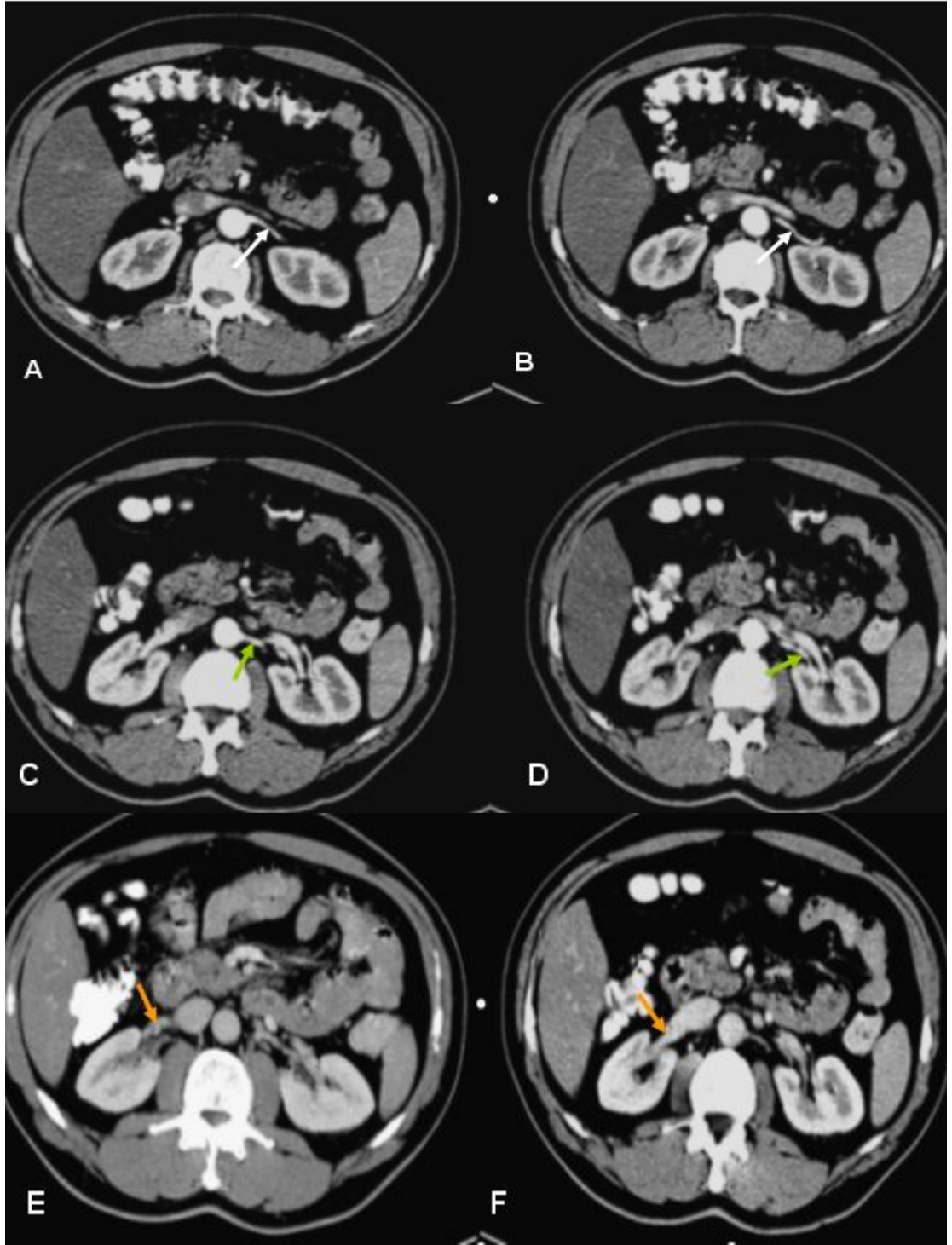
ve sirkumaortik renal ven, 1 olguda (%0.2) bilateral polar arter, sağda 2 renal ven ve gonadal venin renal vene katılımı saptanmıştır.

Bizim çalışmamızda renal arter ve ven varyasyonunun birlikte görülme sıklığı %7.5 olarak bulunmuş ve bunlar içinde %1.78 oranı ile en çok sol hiler arter ve sağda 2 renal ven birlikteliği olduğu saptanmıştır.

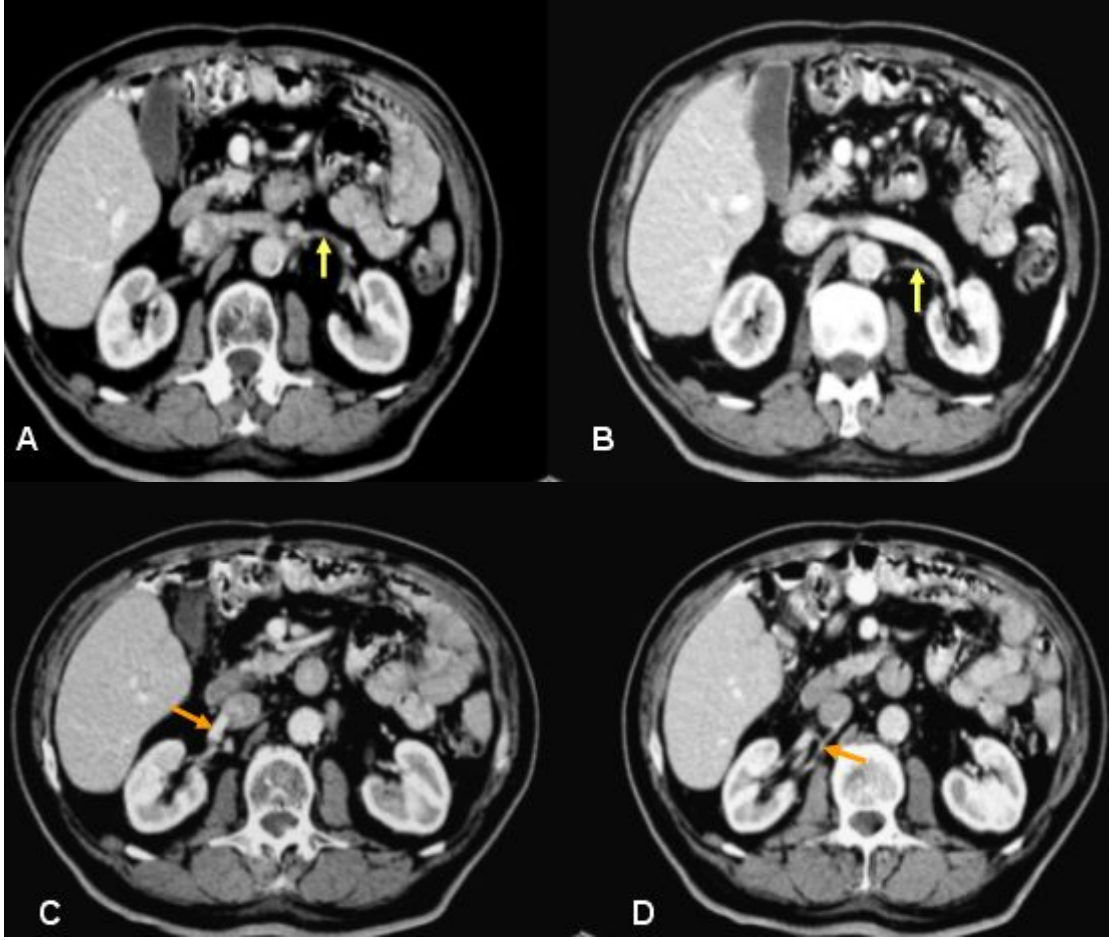
Ki-kare testine göre sağ renal arterde varyasyon varlığının, sol renal arterde de varyasyon görülme olasılığını arttırdığı bulunmuştur. Bunun tersi de geçerli olup, sol renal arterde varyasyon olması durumunda sağ renal arterde varyasyon görülme olasılığı da artmaktadır ($p < 0,0001$).

Sol renal arterde varyasyon varlığında sağ renal vende ($p < 0.041$) ve sol renal vende varyasyon olma olasılığını artmaktadır ($p < 0.023$). Fakat sağ renal arter-sağ renal ven, sağ renal arter-sol renal ven ve sağ renal ven-sol renal ven arasında böyle bir ilişki saptanmamıştır.

Sağ-sol renal arter ve ven varyasyonlarının ayrı ayrı ya da birlikte olarak kadın ve erkeklerde bulunma sıklıkları arasında anlamlı farklılık olmadığı saptanmıştır ($p=0.909, 0.892, 0.746, 0.053, 0,651$).



Şekil 4.9 (A-F): Ardışık aksiyel kesitlerde aynı hastada solda hiler arter ve sağda 2 renal ven. Solda ana renal arter (A-B; beyaz oklar); daha inferior kesitlerde solda aorttan orijin alarak böbrek hilusuna ulaşan hiler arter (C-D; yeşil oklar); sağda süperiorda izlenen renal ven (E; turuncu ok); daha inferior kesitte izlenen diğer renal ven (F; turuncu ok). Hasta arşivimizden alınmıştır.



Şekil 4.10 (A-D): Ardışık aksiyel kesitlerde aynı hastada solda hiler arter ve sağda 2 renal ven. Sol ana renal arter (A;sarı ok); solda aorttan orijin alarak böbrek hilusuna ulaşan hiler arter (B;sarı ok); sağda süperiorda izlenen renal ven (C;turuncu ok); daha inferior kesitlerde izlenen diğer renal ven (D;turuncu ok). Hasta arşivimizden alınmıştır.

Tablo: 4.4 Renal Arter ve Ven Varyasyonlarının Birlikteliği

Renal arter-ven varyasyonu birlikteliği	Olgu sayısı	Sıklık
Sağ polar arter, solda erken bifurkasyon, sağda 2 renal ven	1	%0.2
Sol hiler arter, sirkumaortik sol renal ven	3	%0.6
Solda erken bifurkasyon, sağda 2 renal ven	3	%0.6
Sağ hiler arter, sağda 2 renal ven	3	%0.6
Sağ polar arter, sağda 2 renal ven	2	%0.4
Sol hiler arter, sağda 2 renal ven	9	%1.78
Bilateral hiler arter, sağda 2 renal ven, gonadal venin RRV'e katılımı	1	%0.2
Solda erken bifurkasyon, sirkumaortik sol renal ven	1	%0.2
Sağ polar arter, sol hiler arter, sirkumaortik sol renal ven	1	%0.2
Sağ hiler arter, gonadal venin RRV'e katılımı	1	%0.2
Sağ polar arter, sol hiler arter, sağda 2 renal ven	2	%0.4
Sol hiler arter, sağda 2 renal ven, sirkumaortik sol renal ven	1	%0.2
Sol hiler arter, retroaortik sol renal ven	2	%0.4
Sağ hiler arter, sol polar arter, sağda 2 renal ven	1	%0.2
Sol hiler arter, gonadal venin RRV'e katılımı	1	%0.2
Bilateral hiler arter, sağ polar arter, sağda 3 renal ven	1	%0.2
Sol polar arter, sağda 2 renal ven	1	%0.2
Sağ hiler arter, solda erken bifurkasyon, retroaortik sol renal ven	1	%0.2
Sağda erken bifurkasyon, solda hiler arter, sağda parçalı renal ven	1	%0.2
Sağda hiler arter, sirkumaortik sol renal ven	1	%0.2
Bilateral polar arter, sağda 2 renal ven, gonadal venin RRV'e katılımı	1	%0.2
TOPLAM	38	%7.5

5. TARTIŞMA

Renal arter ve ven varyasyonları gerek bazı patolojilerin tanısı gerekse spesifik tedavi amaçlı işlemlerde komplikasyon riskini azaltmak için farkında olunması ve saptanması gereken oluşumlardır. Literatürde arter ya da ven varyasyonlarının görülme oranları ayrı ayrı verilmişken, ikisinin bir arada görülme sıklığı hakkında yeterli veri yoktur.

Renal arter ve venlerin görüntülenmesinde Doppler ultrasonografi, BT anjiyografi, MR anjiyografi, konvansiyonel anjiyografi-DSA ve renal sintigrafi gibi yöntemler kullanılmaktadır. Anjiyografi (DSA) halen "altın standart" yöntem olarak kabul edilmekle birlikte invaziv olması uygulanabilirliğini sınırlamaktadır. Doppler ultrasonografi ucuz, invaziv olmayan, iyonizan radyasyon içermeyen, kontrast madde gerektirmeyen, anatomik bilgi yanında fizyolojik bilgi de sağlayan bir yöntem olmakla birlikte, teknik olarak zor bir muayenedir ve başarısı yapan kişinin tecrübesine bağlıdır. Gelişen teknoloji sayesinde renal arter ve venlerin gösteriminde minimal invaziv olan BT ve MR anjiyografi günümüzde sıklıkla kullanılır olmuş ve büyük oranda DSA'nın yerini almışlardır. BTA iyonizan radyasyon içermesi dışında MRA'dan daha yüksek rezolüsyona sahip olması, vasküler kalsifikasyonları tespit edebilmesi, MRA'ya göre daha ucuz ve kolay ulaşılabilir olması ve kapalı alan korkusu olan hastalarda da kullanılabilmesi yönünden MRA'ya göre daha avantajlıdır (41,44). Renal donörlerin spiral ya da çok kesitli teknoloji ile yapılmış BT anjiyografi incelemelerinin cerrahi sonuçları ile karşılaştırmalarını içeren çalışmalarda bulgular arasında %95-100 arasında uyum olduğu görülmüş, duyarlık ve özgüllük ana renal arterler için %99.6 ve %99.6, polar arterler için %76.9 ve %,89.9, renal venler için %98.7 ve % 95.5 olarak bildirilmiştir (56,57,58). Biz de çalışmamızda renal arter ve ven varyasyonlarının gösteriminde uygulanım kolaylığı, yüksek duyarlık ve özgüllüğü nedeniyle çok kesitli BT teknolojisini kullandık.

Renal donörlerin BT anjiyografi ile incelenmesine dayanan farklı çalışmalarda ve kadavra çalışmalarında aksesuar renal arter sıklığı %23-48 oranlarında bildirilmektedir (4,16,59,60,61). Kadavra ve renal allograft ile yapılan çalışmalarda ise bu oranlar %15.7-28 arasında değişmektedir (7,62). Biz çalışmamızda toplam 77 olguda aksesuar renal arter tespit ettik ve sıklığını %15.2 olarak hesapladık. Bunların %12.7'si tek, %2.97 çift taraflı aksesuar arteri içermekte olup %12.0'ı

hiler, %4.75'i polar, %0.2'si suplementer arterlerden oluşuyordu. Bilgilerimize göre konvansiyonel anjiyografi dışındaki radyolojik görüntüleme yöntemleri ile çalışılmış hiler, polar ve suplementer arter sıklığını bildiren çalışma yoktur (16,27). Literatürde ana renal arterde bildirilen erken dallanma oranı %4.3-13 arasında değişmektedir (4,57,59,60,63,64). Bizim serimizde ise bu oran %3.56'dır. Çalışmamızda saptadığımız aksesuar renal arter oranı literatürde bildirilen oranların alt sınırına yakın, erken dallanma oranı ise düşüktür. Bu durum literatürdeki çalışmaların olgu sayıları arasındaki anlamlı farka, bizim serimizde rutin abdomen protokolü ile yapılan inceleme sayısının anjiyografi ya da dinamik organ protokolü ile yapılan incelemelerden daha fazla olmasına ya da popülasyonlar arasındaki farklılığa ait olabilir.

Renal arterlerin yanı sıra renal ven anomalilerinin bilinmesi retroperitoneal cerrahide ve spermatik kord embolizasyonu, renal venden renin örnekleme yapılması gibi girişimsel radyolojik işlemlerde değerli bir bilgidir (5,8,65). Çalışmamızda sağda 143, solda 43 toplamda olmak üzere %38 oranında renal ven varyasyonu saptadık. Rutin abdominal BT incelemeleri ile yapılan farklı çalışmalarda sirkumaortik sol renal ven sıklığı %0.9- %6.3, retroaortik sol renal ven sıklığı %1.8-3.7 arasında değişen oranlarda bildirilmişlerdir (5,66,67). BT anjiyografi incelemelerinde sirkumaortik sol renal ven %8.9, retroaortik sol renal ven %2.3 sıklıkta bildirilmişlerdir (16). Otopsi serilerinin incelendiği çalışmalarda ise retroaortik renal ven anomalisi %1.5-3.4 ve sirkumaortik renal ven anomalisi %1.8-16.8 arasında değişen oranlarda rapor edilmiştir (68). Karazincir ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada varikoselli 140 hastadan 13'ünde (%9.3) ve 137 kontrol grubu olgusundan 3'ünde (%2.2) retroaortik sol renal ven tespit edilmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında varikoselli hastalarda retroaortik sol renal ven sıklığının anlamlı derecede yüksek olduğu bulunmuştur. Bunun sonucunda retroaortik sol renal venin varikozel gelişiminde rol oynayan etyolojik faktörlerden biri olabileceği düşünülmüştür (69). Bizim serimizde saptadığımız %4.6'lık sirkumaortik sol renal ven ve %3.96'lık retroaortik sol renal ven oranı literatürde daha önce tanımlanmış oranlar arasındadır.

Pozniak ve ark. yaptıkları çalışmada, multipl sağ renal ven sıklığı %13.2 olarak bildirilmiştir (16). Bizim serimizde ise multipl sağ renal ven %20.4 oranında saptandı. Rydberg ve ark. çalışmalarında 52 olgudan birinde sağ aksesuar renal ven tanımlamışlardır (4). Sağda bölünmüş renal ven ve gonadal venin renal vene katılımının sıklığı sadece anatomik literatür olarak tanımlanmış olup yüzde aralıkları sırasıyla %1.6-10 ve %3-15 arasında değişmektedir (70,71,72). Bizim çalışmamızda ise sağda bölünmüş renal ven %0.2 ve gonadal venin sağ renal vene katılımı ise %8.9 oranında izlenmiştir.

Renal arter ve venlerin embriyolojik gelişimi eşzamanlı seyretmektedir. Bu nedenle herhangi bir tarafta arteriyel ya da venöz varyasyona neden olabilecek bir durumun aynı ya da karşı tarafta da varyasyona neden olabileceği öngörülebilir. Renal arter ve ven varyasyonlarının bir arada görülme sıklığı literatürde şimdiye kadar bildirilmemiştir. Biz çalışmamızda renal arter ve ven varyasyonlarının %7.5 oranında birlikte görüldüğünü saptadık. Bu açıdan çalışmamız, literatürde geniş bir hasta serisinde renal arter ve ven varyasyonu birlikteliğinin sıklığının tanımlandığı ilk çalışmadır. Bu birliktelik içinde en fazla görüleni ise, 9 vakada (%1.78) izlediğimiz, solda hiler aksesuar arter ve sağda 2 renal ven birlikteliğidir. Hem renal arter hem de renal ven varyasyonunun birlikte izlendiği olgular içinde, bu birlikteliğin sıklığı %23.7 gibi küçümsenemeyecek bir orandır.

Ki-kare testine göre sağ renal arterde varyasyon varlığının, sol renal arterde de varyasyon görülme olasılığını arttırdığı bulunmuştur. Bunun tersi de geçerli olup, sol renal arterde varyasyon olması durumunda sağ renal arterde varyasyon görülme olasılığı da artmaktadır ($p < 0,0001$).

Sol renal arterde varyasyon varlığında sağ renal vende ($p < 0.041$) ve sol renal vende ($p < 0.023$) varyasyon olma olasılığı artmaktadır. Fakat sağ renal arter-sağ renal ven, sağ renal arter-sol renal ven ve sağ renal ven-sol renal ven arasında böyle bir ilişki saptanmamıştır.

Çalışmamızdaki sınırlayıcı faktör bütün BT incelemelerinin aynı protokole sahip olmayışıdır. Ancak bu durum özellikle rutin abdomen BT protokolünde ince kesit rekonstrüksiyonları ve bunlardan yapılmış farklı kalınlıklardaki MİP ve MPR görüntülerinin incelenmesi ile büyük oranda aşılmıştır.

Sonuç olarak renal arter ve ven varyasyonlarının bir arada görülme sıklığı %7.5 olup küçümsenemeyecek bir orandadır. Renal arter ve ven varyasyonlarının birlikteliğinin yüksek olduğunun bilinmesi ve ortaya konması girişimsel işlemler, cerrahi girişimler, renovasküler hipertansiyon tanısında, sol varikozel etiyolojisinde ve bunlarla karışabilecek durumların ayırıcı tanısının yapılmasında önem taşımaktadır. Bu nedenle BT’de renal arteryel varyasyon tespit edildiğinde renal venlerin de varyasyon açısından dikkatle incelenmesi zorunludur ve renal arter-ven varyasyonlarının abdomen BT’de titiz bir inceleme ile tanınması mümkündür.

6. KAYNAKLAR

1. Dogra V, Ruben DJ. Renal Arter Doppler Ultrasonografisi. Tunacı A (çeviri editörü), Salmaslıoğlu A (çeviren). Ultrason Sırları. 1. Baskı, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, 2008: 376-378
2. Hussain SM, Kock MCJM, Ijzerman JNM ve ark. MR Imaging: A "One-Stop Shop" Modality for Peroperative Evaluation of Potential Living Kidney Donors. Radiographics 2003; 23: 505-520
3. Lind MY, Ijzerman JNM, Bonjer HJ. Open vs Laparoscopic Donor Nephrectomy in Renal Transplantation. BJV Int 2002; 89: 162-168
4. Rydberg J, Kopecky KK, Tann M ve ark. Evaluation of Prospective Living Renal Donor for Laparoscopic Nephrectomy with Multisection CT: The Marriage of Minimally Invasive Imaging with Minimally Invasive Surgery. Radiographics 2001; 21: S223-S236
5. Yeşildağ A, Adanır E, Köroğlu M ve ark. Rutin Abdomen BT'de Sol Renal Ven Anomalilerinin Görülme Sıklığı. Tanısal ve Girişimsel Radyoloji 2002; 10: 140-143
6. Katz DS, Math KR, Groskin SA. Renal Transplant Görüntülenmesi. Oğuz M, Aksungur E, Bıçakçı K ve ark. (çevirenler). Radyoloji Sırları. 1. Baskı, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, 2001: 199-203
7. Kawamoto S, Montgomery RA, Lawler LP, Horton KM, Fishman EK. Multi-Detector Row CT Evaluation of Living Renal Donors Prior to Laparoscopic Nephrectomy. Radiographics 2004; 24: 453-466
8. Lee JKT, Sagel SS, Stanley RJ, Heiken JP. The Kidney and Ureter. Lee JKT, Sagel SS, Stanley RJ, Heiken JP (editors). Computed Body Tomography with MRI Correlation. 4. Baskı, Lippincott: Williams & Wilkins, 2006: 1233-1310
9. Oyar O. BT Fiziği. Oyar O, Gülsoy UK (editörler). Tıbbi Görüntüleme Fiziği. 1. Baskı, SDÜ Tıp Fakültesi, Isparta 2003: 235-276
10. Tuncel E. Bilgisayarlı Tomografi. Klinik Radyoloji. 2. Baskı, Bursa: Nobel- Güneş Tıp Kitabevi, 2008: 87-105
11. Kaya T, Özkan R, Adapınar B. BT Fiziği. Kaya T (editör). Temel Radyoloji Tekniği. 3. Baskı, İstanbul: Nobel- Güneş Tıp Kitabevleri, 1997: 315-332
12. Kaya T. Bilgisayarlı Tomografi. Kas İskelet Yumuşak Doku Radyolojisi. 1. Baskı, Bursa: Nobel- Güneş Tıp Kitabevleri, 2008: 24-28
13. Oyar O. Bilgisayarlı Tomografi Fiziği. Oyar O, Gülsoy UK (editörler). Tıbbi Görüntüleme Fiziği. 1. Baskı, SDÜ Tıp Fakültesi, Isparta 2003: 147
14. Sadler TW. Langman's Medikal Embriyoloji. Başaklar C (çeviri editörü). 6. Baskı, Ankara: Palme Yayıncılık, 1993: 198-207
15. Larsen WJ. Human Embryology. 2. Baskı, Hong Kong: Churchill Livingstone, 1997: 200
16. Pozniak MA, Balison DJ, Lee FT ve ark. CT Angiography of Potential Renal Transplant Donors. Radiographics 1998; 18: 565-587
17. Abrams HL. Renal angiography; Anatomic and Physiologic Considerations. Abrams HL (editor). Vascular and Interventional Radiology. 3. Baskı, Boston: Brown and Company, 1983: 1107-1120

18. Dere F. Abdominopelvik Organlar: Anatomi Atlası ve Ders Kitabı. 5. Baskı, İstanbul: Nobel tıp kitabevleri, 1999: 968-969
19. Urban BA, Ratner LE, Fishman EK. Three-dimensional Volume-rendered CT Angiography of the Renal Arteries and Veins: Normal Anatomy, Variants and Clinical Applications. *Radiographics* 2001; 21: 373-386
20. Kadir S. Angiography of the kidneys. In: Kadir S, ed. *Diagnostic Angiography*. Philadelphia, Pa: Saunders, 1986;445-495
21. Spring DB, Salvatierra O Jr, Palubinskas AJ ve ark. Results and significance of angiography in potential kidney donors. *Radiology* 1979;133:45-47
22. Pollak R, Prusak BF, Mozes MF. Anatomic abnormalities of kadaver kidneys procured for purposes of transplantation. *Am Surg* 1986;52:233-235
23. Satyapal KS, Haffejee AA, Singh B, Ramsaroop L, Robbs JV, Kalideen JM. Additional renal arteries: incidence of morphometry. *Surg Radiol Anat.* 2001;23:33-38
24. Dong Q, Schoenberg SO, Carlos RC ve ark. Diagnosis of Renal Vascular Disease with MR Angiography. *Radiographics* 1999; 19: 1535-1554
25. Abrams HL. Renal angiography; Anomalies and Malformations. Abrams HL (editor). *Vascular and Interventional Radiology*. 3. Baskı, Boston: Brown and Company, 1983: 1217-1221
26. Merklin RJ, Michels NA. The variant renal and suprarenal blood supply with data on the inferior phrenic, ureteral and gonadal arteries. *J. İnt. Coll. Surg.* 29:41, 1958.
27. Boijesen E. Angiographic studies of the anatomy of single and multiple renal arteries. *Acta Radiol. [Suppl.] (Stockh.)* 183:1959
28. Moore KL, Persaud TVN, *The Developind Human: Clinically Oriented Embryology*. 6. Baskı, Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1998: 311
29. Junqueira LC, Carneiro J, Kelley RO. *Temel Histoloji*. Aytekin Y (çeviri editörü). 7. Baskı, İstanbul: Barış Kitabevi, 1993: 452
30. Abrams HL. Renal Angiography; Renal venography. Abrams HL (editor). *Vascular and Interventional Radiology*. 3. Baskı, Boston: Brown and Company, 1983: 1329-1339
31. Smith PA, Ratner LE, Lynch FC ve ark. Role of CT Angiography in the Preoperative Evaluation for Laparoscopic Nephrectomy. *Radiographics* 1998; 18: 589-601
32. Bass JE, Redwine MD, Kramer LA, Huynh PT, Harris JH. Spectrum of Congenital Anomalies of the Inferior Vena Cava: Cross-sectional Imaging Findings. *Radiographics* 2000; 20: 639-652
33. Lee JKT, Sagel SS, Stanley RJ, Heiken JP. Retroperitoneum. Lee JKT, Sagel SS, Stanley RJ, Heiken JP (editors). *Computed Body Tomography with MRI Correlaton*. 4. Baskı, Lippincott: Williams & Wilkins, 2006: 1155-1232
34. Gay SP, Armistead JP, Weber ME, Williamson BRJ. Left Infrarenal Region: Anatomic Variants, Pathologic Conditions and Diagnostic Pitfalls. *Radiographics* 1991; 11: 549-570
35. Beckman CF, Abrams HL. Idiopathic Renal Vein Varices: incidence and significance. *Radiology* 1982; 143: 649-652

36. Ibukuro K, Charnsangavej C, Chasen MH ve ark. Helical CT Angiography with Multiplanar Reformation: Techniques and Clinical Applications. Radiographics 1995; 15: 671-682
37. Daunt N. Adrenal Vein Sampling: How to Make It Quick, Easy and Successful. Radiographics 2005; 25: S143- S158
38. Stallard DJ, Tu RK, Gould MJ, Pozniak MA, Petterson JC. Minor Vascular Anatomy of the Abdomen and Pelvis: A CT Atlas. Radiographics 1994; 14: 493-513
39. Keliman GM, Alpern MB, Sandler MA, Craig BM. Computed Tomography of Vena Caval Anomalies with Embryologic Correlation. Radiographics May 1988, Volume8, Number3
40. Seçil M. Temel Ultrasonografi ve Doppler. 1. Baskı, İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, 2008: 463
41. Zwiebel WJ, Pellerito JS. Renal Allograftların ve Nativ Renal Damarların Ultrason Değerlendirmesi. Mihmanlı İ (editör). Vasküler Ultrasona Giriş. 1. Baskı, İstanbul: İstanbul Medikal Yayıncılık, 2006: 611-636
42. Tuncel E. Boşaltım ve Üreme Sistemi; Böbrekler, Renovasküler Hastalıklar. Klinik Radyoloji. 2. Baskı, Bursa: Nobel-Güneş Tıp Kitabevi, 2008: 571-575
43. Bruyn R. Üriner Sistem. Tunacı A, Yekeler E (çeviri editörleri). Pediatrik Ultrason. 1. Baskı, İstanbul: İstanbul Medikal Yayıncılık, 2007: 90-93
44. Katz DS, Math KR, Groskin SA. Renovasküler Hipertansiyon. Oğuz M, Aksungur E, Bıçakçı K ve ark. (çevirenler). Radyoloji Sırları. 1. Baskı, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, 2001: 178-186
45. Grossman RI, Yousen DM. Nöroradyolojide Teknikler. Gelal F, Yünter N (çeviri editörleri). Nöroradyoloji. 2. Baskı, İzmir; İzmir Güven Kitabevi, 2009: 1-36
46. Erden İ. Gövde Manyetik Rezonans. Erden İ (editör). 1. Baskı, Ankara: Miki Matbaacılık, 2005:123-124
47. Siegelman ES. Aortanın MR Görüntülemesi ve MR Arteriografi. Olgun DÇ (editör). Tüm Vücut MRG. 1. Baskı, İstanbul: İstanbul Medikal Yayıncılık, 2008: 481-508
48. Altun E, Semelka RC. Nefrojenik Sistemik Fibroz ve Radyolojik Yaklaşım. Türkiye Klinikleri J Radiol-Special Topics 2008;(2):27-33
49. Aşar RE, Aşar B. Nefrojenik Sistemik Fibrozis. Türkiye Klinikleri J Nephrol 2009;(1):24-32
50. Cowper SE, Robin HS, Steinberg SM ve ark. Scleromyxoedema-like cutaneous diseases in renal-dialysis patients [research letter]. Lancet 2000;356:1000-1001
51. Aydınöz U. Radyologların Nefrojenik Sistemik Fibrozisin Farkında Olmalarının Gerekliliği. Diagn Invert Radiol 2006;12:161-161
52. Dogra V, Ruben DJ. Renal ve Pankreas Transplantasyonu. Tunacı A (çeviri editörü), Salmalıoğlu A (çeviren). Ultrasonun Sırları. 1. Baskı, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, 2008: 231-249
53. Chen MYM, Pope TL, Ott DJ. Üriner Sistem Radyolojisi. Tunacı A (çeviri editörü), Tiryaki B (çeviren). Temel Radyoloji. 1. Baskı, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, 2007: 223-245
54. Mettler FA. Kardiyovasküler Sistem. Güney Ş (çeviri editörü). Radyolojinin Esasları. 1. Baskı, İstanbul: İstanbul Medikal Yayıncılık, 2008: 123-156
55. Tuncel E. Giriş. Klinik Radyoloji. 2. Baskı, Bursa: Nobel-Güneş Tıp Kitabevi, 2008: 3-14

56. Rubin GD, Alfrey EJ, Dake MD ve ark. Assessment of Living Renal Donors with Spiral CT. *Radiology* 1995; 195: 457-462
57. Platt JF, Ellis JH, Korobkin M, Reige K. Helical CT Evaluation of Potential Kidney Donors: Findings in 154 Subjects. *AJR* 1997; 169: 1325-1330
58. Sahani DV, Rastogl N, Greenfield AC ve ark. Multi-Dedector Row CT in Evalution of 94 Living Renal Donors by Readers with Varied Experience. *Radiology* 2005; 235: 905-910
59. Holden A, Smith A, Dukes P, Pilmore H, Yasutomi M. Assessment of 100 Live Potential Renal Domors for Laparoscopis Nephrectomy with Multi-Dedector Row Helical CT. *Radiology* 2005; 237: 973- 980
60. Cochran ST, Krasny RM, Danovitch GM ve ark. Helical CT Angiography for Examination of Living Renal Donors. *AJR* 1997; 168: 1569-1573
61. Del Pizzo JJ, Sklar GN, You-Cheong JW ve ark. Helical Computerized Tomography Arteriography for Evaluation of the Live Renal Donors Undergoing Laparoscopic Nephrectomy. *J Urol.* 1999 Jul; 162(1):31-34
62. Berber İ, Tellioglu G, Kara M ve ark. Böbrek Allogreftinde Birden Çok Arter Varlığında Cerrahi Yaklaşım ve Sonuçlar. *Türk Üroloji Dergisi*; 33 (3): 345-350, 2007
63. Dachman AH, Newmark GM, Mitchell MT, Woodle ES. Helical CT Examination of Potential Kidney Donors. *AJR* 1998; 171: 193-200
64. Kim JK, Park SY, Kim HJ. Living Donor Kidneys: Usefulness of Multi-Dedector Row CT for Comprehensive Evaluaition. *Radiology* 2003; 229: 869-876
65. Turner RJ, Young SW, Castellino RA. Dynamic Continuous Computed Tomography: Study of Retroaortic Left Renal Vein. *J Comput Assist Tomogr.* 1980 Feb; 4 (1): 109-111
66. Reed MD, Friedman AC, Nealey P. Anomalies of the Left Renal Vein. *J Comput Assist Tomogr.* 1982 Dec; 6 (6): 1124-1126
67. Trigaux JP, Vandroogenbroek S, De Wispelaere JF, Lacrosse M, Jamart J. Conjenital Anomalies of the Inferior Vena Cava and Left Renal Vein: Evaluation with Spiral CT. *J Vasc Intery Radiol.* 1998 Mar-Apr; 9 (2): 339-345
68. Davis CJ Jr, Lundberg GD. Retroaortic left renal vein. A relatively frequent anomaly. *Am J Clin Pathol* 1968; 500:700-703
69. Karazincir S, Balci A, Gorur S, Sumbas H, Kiper AN. Incidence of the Retroaortic Renal Vein in Patients With Varicocele. *J Ultrasound Med*, 2007; 26: 601-604
70. Ahlberg NE, Bartley O, Chidekel N. Occurrence of valves in the main trunk of the renal vein. *Acta Radiol [Diagn.] (Stockh.)* 1968; 7:431
71. Pick JW, Anson BJ. The renal vascular pedicle. *J. Urol.* 1940; 44:411
72. Reis RH, Esenther G. Variations in the pattern of renal vessels and their relation to the type of posterior vena cava in man. *Am. J. Anat.* 1959; 104:295

