



T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

**RENAL VASKÜLER VARYASYONLARIN ÇOK KESİTLİ BT
ANJİYOĞRAFI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Mahmut Ciner

EYLÜL-2020

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

**RENAL VASKÜLER VARYASYONLARIN ÇOK KESİTLİ BT
ANJİYOĞRAFI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Mahmut Ciner

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Alper Karacan

EYLÜL-2020

BEYAN

Bu çalışma T.C. Sakarya Üniversitesi Girişimsel Olmayan Etik Kurulu'ndan 06/11/2019 tarihinde onay olarak hazırlanmıştır. Bu tezin kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları kaynaklar listesine aldığımı, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

30/06/2020

Mahmut Ciner

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgilerini ve deneyimlerini içtenlikle paylaşan, gelişimimi her zaman destekleyen ve üzerimde çok büyük emekleri olan anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. Mehmet Halil öztürk başta olmak üzere değerli hocalarım Doç. Dr. Yasemin Gündüz, Dr. Öğr. Üyesi Alper Karacan, Dr. Öğr. Üyesi Asım Esenkaya, Dr. Öğr. Üyesi Fuldem Mutlu, Dr. Öğr. Üyesi Onur Taydaş ve Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk Ateş'e;

Uzmanlık eğitimimin ilk 1,5 yıllık dönemi geçirdiğim, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşarak eğitimime büyük katkısı olan Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji AD'ndaki değerli hocalarım Doç. Dr. Nursel Yurttutan, Doç. Dr. Betül Kızıldağ ve Dr. Öğr. Üyesi Murat Baykara'ya;

Tez çalışmamdaki desteklerinden ötürü danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Alper Karacan'a;

Bilgi ve birikimlerini benimle paylaşan, tecrübe ve desteğini esirgemeyen kliniğimiz uzmanlarına;

Birlikte çalışmaktan her zaman zevk aldığım, iyi ve kötü günleri paylaştığımız tüm asistan arkadaşlarıma;

Tüm hayatım boyunca üzerimde sonsuz emeği olan ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen canım annem, amcam Mahmut K. Ciner ve yengem Fatma Ciner'e;

Sevgisini ve desteğini daima hissettiğim, varlığı ile hayatıma anlam ve mutluluk katan biricik eşim Özlem'e ve oğlumuz Toprak' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Dr Mahmut Ciner

İÇİNDEKİLER

BEYAN.....	i
TEŞEKKÜR.....	ii
KISALTMA VE SİMGELER.....	v
ŞEKİLLER.....	vi
TABLOLAR.....	vii
EKLER.....	viii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT.....	xi
1.GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. BT’NİN TARİHSEL GELİŞİMİ.....	4
2.2. BT FİZİĞİ.....	4
2.2.1 BT Ünitesinin Bölümleri.....	5
2.2.2 X Işını Tüpü, BT Cihazı Jenerasyonları ve Dedektörler.....	6
2.2.3 Veri Toplama.....	10
2.2.5 Görüntü İşleme.....	11
2.2.6 BT Görüntüsü ve Görüntü Üzerindeki İşlemleri.....	13
2.2.7 Artefaktlar.....	15
2.2.8 Hastanın Aldığı Doz.....	17
2.3 BT’DE KULLANILAN KONTRAST MADDELER.....	19
2.4 RENAL ARTER EMBRİYOLOJİSİ.....	20
2.5 RENAL ARTER ANATOMİSİ VE VARYASYONLARI.....	21
2.6 RENAL VEN EMBRİYOLOJİSİ.....	23
2.7 RENAL VEN ANATOMİSİ VE VARYASYONLARI.....	24
2.8 RENAL VASKÜLER YAPILARIN İNCELEMESİNDE KULLANILAN RADYOLOJİK YÖNTEMLER.....	25
2.8.1 Dijital Substraksiyon Anjiyografisi (DSA).....	25
2.8.2 Doppler Ultrasonografi.....	26
2.8.3 BT Anjiyografi.....	27
2.8.4 MR Anjiyografi.....	27

3. GEREÇ VE YÖNTEM	29
4. BULGULAR	31
5. OLGU ÖRNEKLERİ	41
6. TARTIŞMA	49
KAYNAKLAR	55
EKLER	59
EK 1. ETİK KURUL ONAYI	59
ÖZGEÇMİŞ	60



KISALTMA VE SİMGELER

DSA:	Dijital substraksiyon anjiyografi
US:	Ultrasonografi
BTA:	Bilgisayarlı tomografi anjiyografi
MRA:	Manyetik rezonans anjiyografi
TOF:	Time of flight
MPR:	Multiplanar reformat
MIP	Maksimum intensite projeksiyonu
MJ:	Megajoule
ÇKBT:	Çok kesitli bilgisayarlı tomografi
SNR:	Sinyal gürültü oranı
mAs:	Miliamper saniye
FOV:	Field of view
HU:	Hounsfield unit
MinIP:	Minimum intensite projeksiyonu
ROI:	Region of interest
kVp:	Kilovolt pik
mGy:	Miligray
IVC:	İnferior vena kava
RA:	Renal arter
RV:	Renal ven
PSV:	Pik sistolik volüm

ŞEKİLLER

Şekil 1: Voksel ve piksel	5
Şekil 2: BT dedektörleri.....	9
Şekil 3: Çok sıralı dedektör sistemleri.....	10
Şekil 4: BT numaraları (Hounsfield Skalası).	15
Şekil 5: Parsiyel volüm etkisi.	16
Şekil 6: Aortu önden ve arkadan çevreleyen sirkumaortik sol renal venin şematik çizimi.....	25
Şekil 7: Sağ aksesuar hiler arter, sol renal arterde erken dallanma.	41
Şekil 8: Bilateral aksesuar polar renal arter.....	41
Şekil 9: Sağ prekaval aksesuar hiler renal arter, sol hiler aksesuar renal arter.....	42
Şekil 10: Bilateral erken dallanan renal arter.	42
Şekil 11: Üç prekaval renal arter, sol hiler aksesuar arter.....	43
Şekil 12: Üç adet sağ renal ven..	44
Şekil 13: Ardışık kesitlerde retroaortik renal ven.....	44
Şekil 14: Sirkumaortik renal ven.	45
Şekil 15: Multipl ve retroaortik sol renal ven.....	45
Şekil 16: Sol iki hiler aksesuar renal arter ve sirkumaortik renal ven.....	46
Şekil 17.1-2: Sağ hiler aksesuar prekaval renal arter, sağ polar aksesuar prekaval renal arter, sol hiler aksesuar renal arter ve sol iki adet retroaortik renal ven bulunan olgu.....	47

TABLÖLAR

Tablo 1: Hastaların yaş ve cinsiyet dağılımı	31
Tablo 2: Renal arter varyasyonlarının hasta üzerinden dağılımı	31
Tablo 3: Renal arter varyasyonlarının lateralite dağılımı.....	32
Tablo 4: Renal arter varyasyon durumlarının dağılımı	33
Tablo 5: Cinsiyete ve yaşa göre arter varyasyon varlığının karşılaştırılması	34
Tablo 6: Renal ven varyasyonlarının hasta üzerinden dağılımı	34
Tablo 7: Renal ven varyasyonlarının lateralite dağılımı	35
Tablo 8: Sağ renal ven varyasyonları.....	35
Tablo 9: Sol renal ven varyasyonları.....	36
Tablo 10: Cinsiyete ve yaşa göre ven varyasyon varlığının karşılaştırılması.....	36
Tablo 11: Renal arter ve ven varyasyonlarının birlikteliği	37
Tablo 12: Renal arter ve renal ven varyasyonlarının cinsiyete göre karşılaştırılması	39
Tablo 13: Arter varyasyonu durumuna göre ven varyasyonunun karşılaştırılması ..	40

EKLER

Ek 1: Etik kurul onayı



ÖZET

GİRİŞ VE AMAÇ: Renal vasküler yapılardaki varyasyonların varlığının bilinmesi, renal donör nefrektomi ve girişimsel endovasküler işlemlerin komplikasyon oranlarını düşürmektedir. Ayrıca etyolojisi saptanamamış, renovasküler hipertansiyon, varikozel ve pelvik varis vakalarında altta yatan sebep olabilmektedir. Çalışmamızın amacı bu varyasyonların sıklığının ve birlikteliklerinin saptanmasıdır.

GEREÇ VE YÖNTEM: Hastanemiz radyoloji biriminde 01.01.2016 – 10.10.2019 tarihleri arasında gerçekleştirilmiş ve hastanemiz PACS sisteminde kayıtlı olan toplam 610 adet abdomen BT tetkiki retrospektif olarak renal arter ve renal ven varyasyonları açısından değerlendirilmiştir. Teknik faktörler veya hastaya bağlı (soliter böbrek, at nalı böbrek, tümör invazyonu, renal transplant gibi) renal vasküler yapıların incelenmesini güçleştiren veya tamamen engelleyen durumlara bağlı 60 hasta çalışma dışı bırakıldı. Çalışmaya 550 hasta (301 erkek, 249 kadın) dahil edildi. Abdomen BT incelemeleri, renal arter varyasyonları (hiler ve polar aksesuar renal arter, erken dallanan renal arter, prekaval sağ renal arter), sol renal ven varyasyonları (retroaortik sol renal ven, sirkumaortik sol renal ven, multipl sol renal ven, geç birleşme), sağ renal ven varyasyonları (multipl sağ renal ven, gonadal venin sağ renal vene katılımı, geç birleşme) açısından tarandı.

BULGULAR: Renal vasküler varyasyon görülme sıklığı %44,2 olarak saptanmıştır. Renal arter varyasyonu %28,3 sıklıkta görülürken renal ven varyasyonları %26,5 sıklıkta görülmektedir. En sık görülen renal arter varyasyonu sağ hiler aksesuar arter (35/550, %6,3) iken en sık görülen renal ven varyasyonu sağ multipl renal vendir (39/550, %7,1). Renal arter ve ven varyasyonlarının birlikte görülme oranı %10,7 olarak saptanmıştır. En sık görülen renal arter ve ven varyasyonu birlikteliklerinin sağ hiler aksesuar renal arter-sağ multipl renal ven ve sağ hiler aksesuar renal arter-sol sirkumaortik renal ven (5/550, %0,09) olduğu saptanmıştır. Renal arter varyasyonu olma durumuna göre renal ven varyasyonu olma durumunda ve renal ven varyasyonu olma durumuna göre renal arter varyasyonu olma durumu arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmıştır ($p<0,001$). Ayrıca erkeklerde sağ hiler aksesuar renal arter, sol polar aksesuar renal arter ve sol renal vende geç birleşme

oranlarının kadınlara göre anlamlı derecede yüksek olduğu saptanmıştır (p: 0,003, p: 0,006, p:0,014).

SONUÇ: Renal vasküler varyasyonlar toplumda %44,2 oranında görülmektedir. Ayrıca arteriyel ve venöz varyasyonların %10,7 gibi azımsanmayacak bir oranda birliktelik gösterdiğinin ve endovasküler girişimsel işlemler ve cerrahi işlemler öncesinde; renovasküler hipertansiyon, pelvik varisler ve varikosel etyolojisinin araştırılması sırasında, varlığının ortaya konmasının son derece önemli olduğu bilinmelidir. ÇKBT bunun değerlendirilmesi için non-invazif ve en uygun yöntemdir.

Anahtar Kelimeler: Renal vasküler varyasyon, renal arter, renal ven, BT anjiyografi



ABSTRACT

Evaluation of Renal Vascular Variations with Multi-Section Ct Angiography

INTRODUCTION AND OBJECTIVE: Knowing the presence of variations in renal vascular structures reduces the complication rates of renal donor nephrectomy and interventional endovascular procedures. Renal vascular variations may be the underlying cause of renovascular hypertension, varicocele and pelvic varicose veins. The aim of our study is to determine the frequency and association of these variations.

MATERIAL AND METHOD: A total of 610 abdominal CT examinations, which were performed in the radiology unit of our hospital between 01.01.2016 and 10.10.2019, were evaluated retrospectively in terms of renal artery and renal vein variations. 60 patients were excluded from the study due to technical factors or situations related to the patient (such as solitary kidney, horseshoe kidney, tumor invasion, renal transplant), which complicated or completely prevented the examination of renal vascular structures. 550 patients (301 men, 249 women) were included in the study. Abdomen CT examinations screened for renal artery variations (hilar and polar accessory renal artery, early branching renal artery, precaval right renal artery), left renal vein variations (retroaortic left renal vein, circumaortic left renal vein, multiple left renal vein, late junction), right renal vein variations (multiple right renal vein, involvement of gonadal vein into right renal vein, late junction).

RESULTS: The frequency of renal vascular variation was 44.2%. Renal artery variation is seen with a frequency of 28.3%, while renal vein variations are seen with a frequency of 26.5%. The most common renal artery variation is the right hilar

accessory renal artery (35/550, 6.3%), while the most common renal vein variation is the right multiple renal vein (39/550, 7.1%). The coexistence of renal artery and vein variations was found to be 10.7%. The most common coexistence of renal artery and vein variation were found to be right hilar accessory renal artery-right multiple renal vein, right hilar accessory renal artery-left circumaortic renal vein (5/550, 0.09%). There was a statistically significant relationship between renal artery variation and renal vein variation ($p < 0,001$). It was found that the rate of right hilar accessory renal artery, left polar accessory renal artery and late junction of left renal vein was significantly higher in men than in women ($p: 0,003$, $p: 0,006$, $p: 0,014$).

CONCLUSION: Renal vascular variations are seen in 44.2% of the population. In addition, the arterial and venous variations show a substantial coexistence, such as 10.7%. It should be known that its presence is extremely important before endovascular interventional procedures and surgical procedures and during the investigation of renovascular hypertension, pelvic varices and varicocele etiology. MDCT is the most appropriate and non-invasive method to evaluate this.

Key Words: Renal vascular variation, renal artery, renal vein, CT angiography

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Renal vasküler yapıların varyasyonlarının ve sıklığının bilinmesi tanı ve tedavi yaklaşımları açısından son derece önemlidir.

Renal transplantasyon donörlerinde, parsiyel nefrektomide, endovasküler renal arter stenozu tedavisinde işlem öncesinde renal vasküler anatomik varyasyonların ortaya konması yapılacak işlemin ve komplikasyonlarının yönetimi açısından kritiktir (Tao et al., 2013). Renal transplantasyon işleminde laparoskopik veya açık metod kullanılabilir. Laparoskopinin kısa yatış süresi, hızlı iyileşme ve daha düşük morbidite gibi avantajları bulunmaktadır. Ancak cerrahi süresi daha uzundur ve bilateral kompleks vasküler yapısı bulunan veya obez bireylerde açık cerrahi metodu kullanılmaktadır (Hussain et al., 2003). At nalı böbrek, multipl renal arter, renal ektopi, retroperitoneal varisler, ürolitiazis, kompleks venöz varyasyonlar (retroaortik veya sirkumaortik renal ven), renal neoplazm, kortikal atrofi ve hidronefroz varlığı laparoskopik donör nefrektomi yapılmasını engelleyen faktörlerdir (Rydberg et al., 2001).

Sol renal venin uzunluğundan dolayı anastomozun daha kolay yapılması nedeniyle transplantasyonlar için genellikle sol böbrek kullanılır. Ancak sol böbrek anatomisinde kompleks varyasyonlar saptanırsa sağ böbrek kullanılır. Cerrahi sırasında renal ven kesilerinin önüne geçilebilmesi için retroaortik, sirkumaortik veya multipl renal ven varlığının bilinmesi gereklidir (Yeşildağ et al., 2004).

Literatürdeki çalışmalara göre renal ven varyasyon insidansı %9.6 ile %14.2 arasındadır (Vazquez et al., 2010).

Renal arter varyasyonu sık görülmektedir. Kadavra çalışmalarında %23 oranında çift renal arter saptanmaktadır (Hazirolan et al., 2011). Aksesuar renal arterin göz ardı edilerek yapıldığı bir operasyon sonrasında böbrekte kısmi kanlanma kaybı olacağından işlem öncesinde dikkatle araştırılması gerekmektedir. Erken renal arter dallanması, aort lateral duvarından itibaren ilk 2 cm içerisinde dallanma olması şeklinde tanımlanmaktadır. Genellikle kanama kontrolünü sağlama ve anastomozun daha kolay yapılabilmesi için renal arter kesisi çıkış noktasının 2 cm distalinden yapılmaktadır. Bu nedenle erken dallanmanın bilinmesi önemlidir (Kawamoto et al.,

2004). Tek renal arter olanlara göre renal arter varyasyonu olan böbreklerde transplantasyon sonrası komplikasyonlar daha sık görülmektedir (Vazquez et al., 2010).

Sekonder hipertansiyon toplumun %5-10'unda görülür. Tedavi edilebilir olduğundan altta yatan sebebi saptamak önemlidir. Hipertansiyon ve eşlik eden hipokalemisi bulunan hastalar primer hiperaldosteronizm yönünden araştırılır. Bununla birlikte azalmış renal perfüzyonun renin-aldosteron sistemini tetiklemesi sonucu sekonder hiperaldosteronizm de sekonder hipertansiyona neden olabilmektedir. Bu tablonun en sık nedeni renal arter stenozudur. Daha az bilinen diğer bir sebep ise aksesuar renal arter varlığıdır. Aksesuar renal arter ana arterden daha dar çaplı olduğundan bu arter tarafından beslenen parenkimde renin üretimi daha fazla olur. Tedaviye dirençli sekonder hipertansiyonu bulunan hastalarda ana renal arter normal olarak saptandığında aksesuar renal arter varlığının değerlendirilmesi gerekmektedir (Chan and Tan, 2018).

Renal vasküler yapıların değerlendirilmesinde; dijital substraksiyon anjiyografi (DSA), doppler ultrasonografi (US) , bilgisayarlı tomografi anjiyografi (BTA) ve manyetik rezonans anjiyografi (MRA) kullanılmaktadır. DSA vasküler yapıları değerlendirmek için gold standart olmasına rağmen invazif bir yöntem olması ve non-invazif yöntemlerdeki teknolojik gelişmeler nedeniyle klinik kullanımı sınırlıdır. Doppler US akım hızları ve akım paterni hakkında bilgi vermesi ve dinamik bir yöntem olmasına rağmen aksesuar arterlerin obezite, gaz artefaktları nedeniyle gözden kaçabileceği ve uygun hastalarda dahi aksesuar arterlerin çok küçük kalibrasyonda olabilmesinden dolayı yetersiz kalabilmektedir. MRA iyotlu kontrast madde allerjisi bulunanlar, pediatrik yaş grubu, gebelik gibi durumlarda kullanılabilen non-invazif bir yöntemdir. Ayrıca renal disfonksiyonu bulunan hastalarda time of flight (TOF) anjiyografi gibi kontrast madde barındırmayan sekansları ile de vasküler yapıları değerlendirmeye imkan sağlamaktadır. BTA renal vasküler varyasyonların değerlendirilmesinde en sık kullanılan yöntemdir. Hızlı çekim süresi, yüksek spasyal rezolüsyona sahip olması, multiplanar reformat (MPR), üç boyutlu reformat, maksimum intensite projeksiyonu (MIP) gibi vasküler

anatominin daha iyi anlaşılmasını sağlayan yöntemlere sahip olması gibi pek çok avantajı vardır (Al-Katib et al., 2017, Nakaura et al., 2018).

Tüm bu literatür bilgileri göz önüne alındığında renal vasküler varyasyonların varlığının, tiplendirmesinin yapılması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı toplumdaki renal vasküler varyasyonların sıklığının ve birlikteliğinin saptanmasıdır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. BT’NİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Tomografi; Yunanca tomos (kesit) ve graphia (görüntü) kelimelerinden oluşmakta ve kesitsel görüntü anlamına gelir. Bilgisayardaki artan teknoloji ile birlikte tomografi de aynı hızla gelişme göstermiştir.

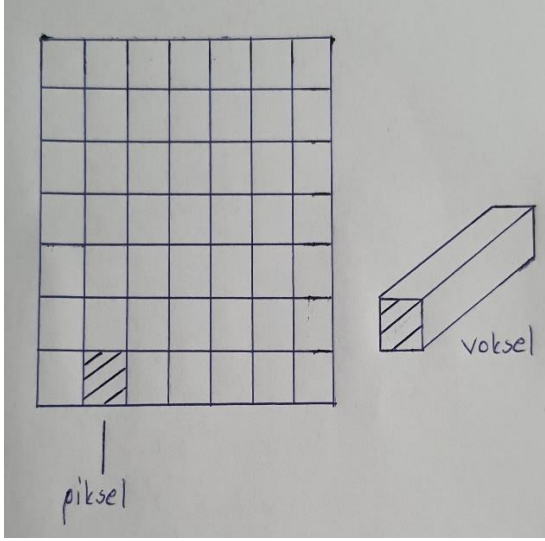
İlk olarak 1963 yılında Amerikalı fizikçi Allan Macleod Cormack (1924-1998) teorik olarak bilgisayarlı tomografiyi (BT) düşünmüştür. İngiliz elektrik mühendisi Sir Godfrey Newhold Hounsfield 1967-1971 yılları arasında prototip BT yaparak kullanıma girmesine öncelik etmiştir. İlk klinik BT cihazı İngiltere’de Atkinson Morley Hastanesinde kullanılmıştır. Bu cihazda beyin görüntüleri elde edilmiş olup kesit tarama süresi 4.5 dakika ve bir kesti için görüntü oluşturma süresi 20 dakika idi.

Türkiye’de ilk BT 1976 yılında Hacettepe Üniversitesi’nde kurulmuş ve sadece beyin görüntüleri için kullanılabilmiştir. Sadece beyin BT şeklinde kullanıma giren BT cihazı günümüzde 640 kesitli baştan ayağa çok hızlı iki ve üç boyutlu görüntüler oluşturabilir hale gelmiştir. Başlangıçta bir kesit 25 dakikada çekilirken günümüzde tüm vücut saniyeler içerisinde görüntülenebilmektedir (Balcı and Pabuşçu, 2008).

2.2. BT FİZİĞİ

BT, bilgisayar teknolojisi ve x ışının birleşmesiyle ortaya çıkmıştır. Bir kesit BT görüntüsü oluşması için kesit düzlemi içerisindeki her noktanın x ışınını ne kadar zayıflattığının bilinmesi gerekir. Bu nedenle kesit düzleminin 360 derece tüm çevresinden x ışını geçirilir.

Alınan değerler bilgisayarlar tarafından işlenir. Hesaplanan sayısal değerler, gri tonlara çevrilerek görüntü oluşturulur. Görüntü vücudun bir diliminin, BT numaraları ile meydana getirilmiş iki boyutlu olan ama aslında üç boyutlu olan bir haritasıdır. Dilimin kalınlığı üçüncü boyutu oluşturur. Piksel denilen minik resim elemanı karelerin yan yana dizilimi ile görüntü oluşturulur. Voksel denilen hacim elemanlarının boyutu, piksellerin yüzey alanının kesit kalınlığı ile çarpılmasıyla hesaplanır (Tuncel, 2008).



Şekil 1: Voksel ve piksel

2.2.1 BT Ünitesinin Bölümleri

BT ünitesi 3 bölümden oluşur: Bilgisayar ve jeneratörün bulunduğu cihaz odası, hastanın incelendiği oda ve operatör odasıdır (Kaya et al., 2016).

2.2.1.1 Cihaz odası

Kayıt araçları, bilgisayar ve jeneratörün bulunduğu kısımdır. Jeneratörün inceleme odasında yer aldığı sistemlerde cihaz odasında sadece kayıt araçları ve bilgisayar bulunur (Kaya et al., 2016).

2.2.1.2 İnceleme odası

BT cihazının masa ve tarayıcı (gantry) bölümünün bulunduğu, hastaların tetkike alındığı kısımdır. Gantry açıklığının çevresinde tüp ve dedektörler bulunur. Çekim işlemi sırasında dedektörler ve tüp hastanın çevresinde dönerler (Kaya et al., 2016).

2.2.1.3 Operatör odası

Çekim için uygun parametrelerin girildiği, hastaya uygun komutların verildiği, elde edilen görüntülerin rekonstrükte edildiği kısımdır (Kaya et al., 2016).

2.2.2 X Işını Tüpü, BT Cihazı Jenerasyonları ve Dedektörler

2.2.2.1 X ışını tüpü

Yüksek voltajlı elektrik gücünü x ışınına çevirir. Negatif yüklü olan katot elektron kaynağıdır. Pozitif yüklü anot x ışını üreten hedeftir.

BT tüplerinde yüksek ısı yüklenmesi olduğundan anodun ısı kapasitesi yüksek malzemedен yapılmış olması gerekir. Modern aygıtlarda tüpün ısı kaybetme hızı yüksektir ve ısı kapasitesi 3 MJ (megajoule)'den büyüktür.

Elektronların gaz moleküllerine çarpmaması için tüpün havası boşaltılmıştır. Anotta oluşan x ışını her yöne saçılır. Çevreye saçılmayı önlemek için tüp, haube adı verilen kurşun bir zarfın içerisine yerleştirilir.

Topuk etkisini azaltmak için x ışını tüpleri kesit düzlemine dik olacak şekilde yerleştirilir. Sertleşme artefaktını azaltmak için bakır ve alüminyum filtreler kullanılır (Tuncel, 2008).

2.2.2.2 BT cihazı jenerasyonları

2.2.2.2.1 Birinci kuşak cihazlar

“Pencil-beam” x-ışını ve tek bir dedektörün bulunduğu bu cihazlar “translate-rotate” prensibi ile çalışmaktadır. İncelenecek olan obje, bir uçtan diğerine çizgisel bir doğrultuda tarandıktan sonra tüp 1°'lik bir açı ile dönüş hareketi yapar ve bu dönüşü 180°'e kadar tamamlar. Bu işlem her kesit için tekrarlanır. Kesit alım süresi oldukça uzundu ve sadece beyin incelemelerinde kullanıldı (Tuncel, 2008).

2.2.2.2.2 İkinci kuşak cihazlar

Tarama teknolojisi değişmemiş birinci jenerasyon gibi “translate-rotate” prensibiyle çalışmaktadır. Fark ışın geometrisi ve dedektör sayısında olmuştur. Işın demeti 10°'lik bir yelpaze şeklindedir ve karşısında 30 adet dedektör bulunmaktadır. Tüp hareketi 10°'lik açılarla 180°'e tamamlandığından çekimler birinci jenerasyona göre daha hızlıdır (Tuncel, 2008).

2.2.2.2.3 Üçüncü kuşak cihazlar

Tarama teknolojisi değişmiş, ışın yelpazesi genişlemiş, dedektör sayısı artmıştır. Tüp ve ona bağlı 800 dedektör hastanın çevresinde 360° dönerek veri toplar (rotate-rotate). X ışını yelpazesi tüm görüntü alanını kapsayacak kadar genişlemiş tarama (translation) ortadan kalkmıştır.

2.2.2.2.4 Dördüncü kuşak cihazlar

Bu sistemde yaklaşık 4800 dedektör gantry açıklığı çevresinde bir halka şeklinde sabit olarak yerleştirilmiştir. Tüp hareketli dedektörler sabit olduğundan bu teknolojiye “rotate-stationary” denilmektedir. Yüksek voltaj kabloları tüpün rahat dönüşünü sınırlar. Bu bağlantı nedeniyle tüp her tarama sonrası başa dönmek zorundadır. Bu sorun “slip-ring” teknolojisi ile çözülmüştür. Tüpü besleyen kablolar ortadan kaldırılmıştır. Yüksek voltaj tüpün üzerinden kaydığı bir halkadan sağlanır. Bundan dolayı bu tip cihazlar hızlıdır, bir tek nefes tutmada birçok kesit alabilirler (Tuncel, 2008).

2.2.2.2.5 Beşinci kuşak cihazlar

Kardiyak çalışmalar için geliştirilmiştir. X ışını tüpü yoktur. Bir elektron tabancasından çıkan elektronlar hasta çevresindeki halka şeklinde sabit olarak yerleştirilmiş tungsten anoda çarptırılarak x ışını üretilir. Tarama süresi 50 milisaniyeye düşürülmüştür ve kalbi çalışırken canlı olarak izlemek mümkündür (sine-BT). Hareket eden bir parça olmadığından bu teknoloji “stationary-stationary” olarak adlandırılır (Tuncel, 2008).

2.2.2.2.6 Altıncı kuşak cihazlar (helikal BT)

Helikal BT “slip-ring” teknolojisini kullanır. Tüpün devamlı dönmesi sürecinde hasta masası kayar. Tüp tam dairesel döner, ancak hasta masası devamlı kaydığı için x-ışınının incelenen vücut bloğunda izlediği yol helikaldir. Tarama süresi çok kısalmıştır. Tüm abdomen bir nefes tutma sırasında 30 saniyede taranır. Bu hız hareket artefaktını ve verilen kontrast madde miktarını azaltır (Tuncel, 2008).

2.2.2.2.7 Yedinci kuşak cihazlar (çok kesitli BT)

Bir önceki jenerasyondan farkı birden çok dedektör sırası kullanılmasıdır. Yönteme ÇKBT (çok kesitli BT) adı verilir. Aynı anda çok sayıda kesit alınır. Bu sistemde kesit kalınlığını, x ışını kolimasyonu değil dedektör açıklığı belirler. Tüpten çıkan x ışını, kalınlığı kullanılan dedektör sırasınca belirlenen kalın bir yelpaze şeklindedir. Bu ışın şekline açık ışın geometrisi (“open beam geometry”) denir. Tüpten çıkan ışının en yüksek oranda kullanıldığı geometri budur. Tüp dönüş hızı 0.5 saniyenin, kesit kalınlığı 1 mm'nin altına düşmüştür.

ÇKBT ile z-aksında (longitudinal aks) çözümleme artmış, incelenen hacim artmış, inceleme süresi kısalmıştır (Tuncel, 2008).

2.2.2.9 Dedektörler

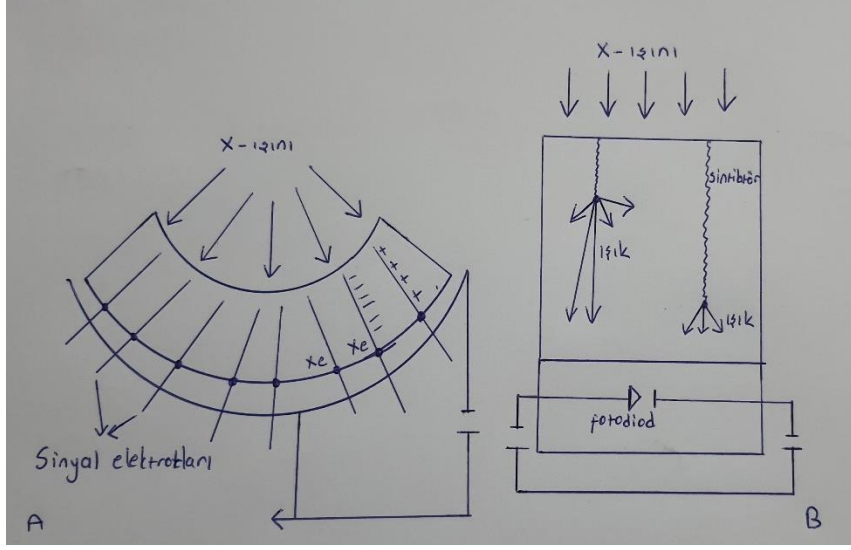
Dedektörler ile hastadan geçen radyasyonun yoğunluğu ölçülür. Gelen x ışını yoğunluğu ile orantılı elektrik sinyali oluşturulur. Oluşan sinyal dijitalize edilerek bilgisayarda depolanır (Tuncel, 2008).

2.2.2.9.1 Xenon dedektörler

İçerisinde 25 atm basınçlı xenon gazı bulunan x ışını etkinliğini arttırmak için oldukça derin ve yan duvarları ince yapıda odacıklardır. Sıkıştırılmış gaz çevresinde voltaj uygulanan iki elektrot bulunur. X ışını tarafından oluşturulan iyonizasyon elektrotlarda toplanır. Elde edilen voltaj yükseltilerek dijitalize edilir. Dedektöre çarpan x ışını miktarı ile doğru orantılı değerler elde edilir (Tuncel, 2008).

2.2.2.9.2 Solid-State dedektörler

Sintilatöre bağlanmış fotodedektörlerden oluşur. Sintilatör absorbe ettiği x ışını miktarı ile orantılı ışık üretir. Fotodiodlarda, ışık fotonlarının yoğunluğu ile orantılı elektrik sinyali üreten amorf silikon kullanılır. Dansiteleri ve atom numaraları xenondan daha yüksektir. Bu nedenle daha iyi x ışını soğururlar (Tuncel, 2008).

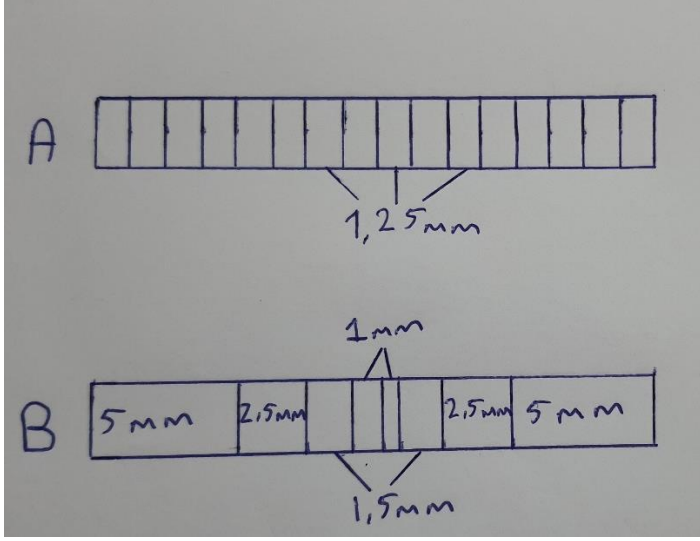


Şekil 2: BT dedektörleri. A. Xenon dedektörler. B. Solid dedektörler.

2.2.2.9.3 Çok sıralı dedektörler

Enleri dar olan (örn: 64 sıralı dedektörlerde 1 mm'nin altında) çok sıralı dizilmiş dedektörlerden oluşur. Kesit sayısını aygıtın elektroniği ve yazılımı tayin eder. Örneğin 16 sıralı sistemde aynı anda 4 kanaldan gelen veri işlenebilir. Bundan dolayı en fazla dört kesit alınabilir. Kesit kalınlıklarını entegre edilen dedektör sayısı belirler. Örneğin 16 dedektör sıralı olan bir sistemde, 4 kesit alınıyorsa, kesit kalınlıklarını oluşturan dedektör sayıları 4x1, 4x2, 4x3 veya 4x4 olabilir. Bu kesitlerin kalınlıkları her bir kesiti oluşturan dedektörlerin enlerinin toplamına eşittir. En ince kesitin kalınlığı, bir dedektör boyutu kadar olabilir.

Sıralarda kullanılan dedektörlerin boyutları eşit olabileceği gibi (izotropik) farklı (anizotropik) da olabilir. Üiversal dizilişte tüm dedektörlerin boyutları eşittir. Bu diziliş tipinde dedektörler arası septaların fazla olması, deteksiyonu azaltan bir dezavantajdır. Progresif diziliş şeklinde ise, merkezde daha küçük perifere gittikçe genişleyen dedektörler kullanılır (Tuncel, 2008).



Şekil 3: Çok sıralı dedektör sistemleri A. Ünlversal dizilim; dedektör boyları eşit (izotropik) B. Progresif dizilim; dedektör boyları farklı (anizotropik).

2.2.3 Veri Toplama

2.2.3.1 Kesit kalınlığı

Tek sıra dedektörlerde kesit kalınlığı ışın demetinin kolimasyonu ile belirlenir. Kesit kalınlığı arttıkça kesite düşen foton miktarı da artar, dolayısıyla SNR ("sinyal-noise ratio") ve kontrast artar. Ancak uzaysal çözümleme düşer. Bu nedenle kesit kalınlığı inceldikçe kontrastı devam ettirebilmek için ekspozur faktörleri (mAs) artırılır.

Dedektörlerin birleştirilerek tek dedektör gibi fonksiyone edilebildiği çok sıralı dedektör sistemlerinde, kesit kalınlığını dedektör grubunun genişliği belirler (Tuncel, 2008).

2.2.3.2 Kesit konumu

Kesitlerin birbirine göre konumu, tek tek kesit alan sistemlerde masanın hareketi ile belirlenir. Masa kesitler arasında kesit kalınlığı kadar hareket ettirilirse kesitlerde üst üste binme veya aralık oluşmaz. Bu şekilde yapılan taramalarda devamlı ("continue") tarama denir. Masa hareketinin kesit kalınlığından az olduğu taramalarda; örneğin kesit kalınlığı 8 mm , masa hareketi 4 mm ise her kesit bir önceki kesitin yarısını barındıracak şekilde tarama yapılıyor, kesitler arasında üst üste binme ("overlapping") oluyor demektir. Masa hareketinin kesit kalınlığında fazla olduğu durumda arada taranmamış kısımlar kalır. Örneğin kesit kalınlığı 8 mm olan ve masa

hareketinin 12 mm olduğu bir taramada kesitler arasında 4 mm'lik taranmamış alanlar kalır. Bu tarama şekline aralı tarama denir.

Helikal sistemlerde kesit konumunu tanımlamak için kolimatör alanı faktörü (pitch) tanımlanmıştır. Kolimatör alanı (p), tüpün 360° dönüşünde masanın aldığı yolun (T-mm), izosenterde kolimatör açıklığına (C-mm) bölünmesiyle hesaplanır ($p=T/C$) (Tuncel, 2008).

2.2.4 Görüntü Alanı (Field of View-FOV)

BT görüntüsündeki tüm alana FOV denir. İncelenen obje dışında çevresindeki boşluğu da içerebilir. Yapılacak incelemeye göre operatör tarafından belirlenir. Hasta tüpe yaklaştırılıp detektörden uzaklaştırılırsa FOV küçülür. Görüntü alanındaki piksel sayısı değişmediğinden, FOV küçültülürse voksellerin boyutları da küçülür. Voksel boyutunun küçülmesi daha yüksek çözünürlükte görüntü elde edilmesini sağlar. İncelenecek alana göre uygun boyutta FOV seçilmesi tetkikin optimal olabilmesi için önemli bir faktördür (Kaya et al., 2016).

2.2.5 Görüntü İşleme

Hastadan toplanan veriler ile kesit görüntü rekonstrüksiyonu yapıldıktan sonra, elde edilen görüntülerin işlenmesidir ("post-processing"). Post-processing işlemleri tanıya yardımcı olmak amacıyla yapılır (Tuncel, 2008).

2.2.5.1 Pencereleme

Bir BT görüntüsü 12 bit (4096 gri ton) gri ölçek değerine sahiptir. Tarama sonucunda pikselin aldığı BT numarasının karşılığı bu 4096 tondan biridir. Hounsfield ölçeği -1000 ile +3095 arasında değişir ve her bir HU değeri bir gri tona karşılık gelir. İnsan gözü 30-90 gri tonu ayırt edebilir. Bundan dolayı 40 piksel farklı tonda olmasına rağmen aynı görülür ve birbirinden ayırt edilemez. Bu sorunu çözmek için ilgilenilen alan belirlenerek gri tonların tümü o bölgede kullanılır. Böylece incelenen bölgedeki dokular arasındaki kontrast artırılmış olur. Gri ölçeği dağıtmak için seçilen bölgeye pencere, üst ve alt sınırları arasındaki mesafeye pencere genişliği, alanın tam ortasındaki değere de pencere merkezi denir. Pencere genişliği daraldıkça incelenen

kesimin kontrastı artar. Pencere değerinin dışındaki yapılar arasında kontrast farkı kalmaz (Tuncel, 2008).

2.2.5.2 Değişik düzlemlerde yeniden 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 akslarınınca oluşturulan aksiyel kesit voksellerinin x-z akslarınınca yeniden reforme edilmesi ile koronal, y-z akslarında reforme edilmesi ile de sagittal kesitler elde edilir. Kavisli ya da oblik düzlemlerde de reformasyon yapılabilir.

2.2.5.3 Üç boyutlu gösterim (hacim rekonstrüksiyon teknikleri)

İki yöntemi vardır: reprojeksiyon ve hacim hesaplama (“volume rendering”). Hacim hesaplamada görüntüde segmentasyon yapılır. Bunu yapmak için ilgilenilen dokunun HU numarası alınır, vokselde bu değer varsa 1 yoksa 0 kabul edilir. Elimizde sadece ilgilenilen dokunun vokselleri kalır. Bilgisayar segmente edilen verileri belirlenen açılardan reforme eder. BT görüntülerinin SNR’lerinin sınırlı olması nedeniyle bazı segmentasyon işlemlerinde zaman kaybettirici müdahalelere gereksinim duyulur. Bu nedenle daha çok reprojeksiyon yöntemi kullanılmaktadır (Tuncel, 2008).

Tek bir dedektörün yaptığı ölçüm bir ışıdır (ray). Aynı anda bütün dedektörlerin yaptığı ölçümün tümüne projeksiyon (view) denir. Reprojeksiyon yöntemi zaman kaybettiren segmentasyon işlemine gerek duymaz. Belirlenen açılardan radyografik projeksiyonlara benzer görüntüler elde edilir. Volüm veri setinden bakış açısına göre vokseller seçilir ve o yöndeki tüm voksel değerleri toplanır. Her “ray” in azami BT numarası görüntülenir. Bundan dolayı bu yöntem maksimum intensite projeksiyonu (MIP) adı verilir. Düşük BT numaralı voksellerde de benzer teknikle görüntü oluşturulabilmektedir (minimum intensite projeksiyonu- MinIP) (Tuncel, 2008).

Bu tekniklerin en önemli klinik uygulaması anjiyografilerdir. BTA’da kontrastlı damar kesitlerinden MIP yöntemi ile anjiyografik görüntüler elde edilmektedir (Tuncel, 2008).

2.2.5.4 Değişik kesit kalınlığında inceleme

Kalın kesitler, çok sıralı dedektör sistemlerinde ince kesitle tarama yapılarak, kesit verilerinin istenilen sayıda birleştirilmesiyle elde edilebilir. Böylece oluşan görüntüde gürültü oranı düşer. Birleştirilmiş görüntü aynı kalınlıktaki tek kesit görüntüden daha kalitelidir (Tuncel, 2008).

Yöntem akciğer kanseri taraması gibi incelemelerde önemli yararlar sağlar. İnce kesitlerin geometrik çözümü yüksektir, lezyonların saptanabilirliği ve hacim ölçümlerinin doğruluk oranı artar. Birleştirilmiş görüntüdeki şüpheli bir lezyon, ince kesitlere dönülerek ayrıntılı olarak incelenebilir (Tuncel, 2008).

2.2.6 BT Görüntüsü ve Görüntü Üzerindeki İşlemleri

BT'de rezolüsyon, en küçük farklılıkları ayırt edebilme olarak tanımlanır. BT'nin uzaysal çözümü düşük, kontrast çözümü yüksektir. Uzaysal çözümü radyografide 7 çç/mm, dijital radyografide 5 çç/mm be BT'de 1 çç/mm'dir. Kontrast çözümü yeteneği en yüksek yöntem BT'dir. Kontrast çözümü değeri radyografide %5, BT'de %0.5'tir (Tuncel, 2008).

2.2.6.1 Uzaysal rezolüsyon

Komşu yapıları ayırabilme yeteneğidir ve voksel boyutunun bir fonksiyonudur. Piksel minik bir kare şeklindedir ve bu karenin boyutunu görüntü alanının (FOV) ve matrisin boyutu belirler. Pikselin boyutu görüntü alanının matris boyutuna bölünmesi ile elde edilir. Örneğin FOV'u 25 cm ve matris boyutu 512x512 olan bir kranial kesitte piksel boyutu 0.5 mm'dir. Bir çizgi çifti 2 pikselden oluştuğundan uzaysal çözümü 1 çç/mm'dir. BT aygıtlarında azami matris değeri ile çalışılır, matris boyutu arttırılmaz. Piksel boyutu ancak FOV küçültülerek düşürülebilir (Tuncel, 2008).

Vokselin hacmini kesit kalınlığı belirler. Kesit kalınlığını da z aksındaki dedektör açıklığı belirler. Kesit kalınlığı arttıkça voksel boyutu artar uzaysal çözümü düşer (Tuncel, 2008).

Uzaysal rezolüsyonun diğeri bir bileşeni kenar bulanıklığıdır. Bunu etkileyen asıl faktör fokal spot boyutudur. Fokla spot küçüldükçe kenar bulanıklığı azalır ve uzaysal çözümü artar. Çekim sırasında hastadaki hareketler de kenar bulanıklığını etkiler ve artmasına neden olur (Tuncel, 2008).

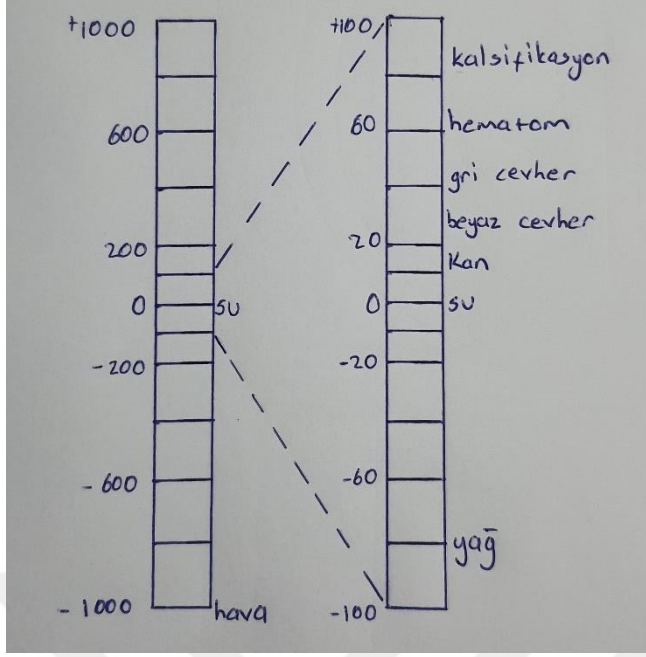
Işın ve projeksiyon sayısı da uzaysal rezolüsyonu etkiler. FOV'u değiştirmemek kaydıyla ışın sayısını arttırmak uzaysal çözümü arttırır. Projeksiyon sayısının artması ile de artefaktsız, çözümü artmış görüntüler elde edilir (Tuncel, 2008).

2.2.6.2 Kontrast rezolüsyon

BT görüntüsündeki kontrast, dokular arasındaki BT numarası (HU) farklılığıdır. Kontrastı etkileyen en önemli faktör gürültüdür. Voksele gelen foton sayısı arttıkça gürültü azalır. Foton sayısını arttırmak için mAs arttırılır. Voksel hacmi arttıkça voksele düşen foton sayısı artar, SNR yükselir. Gantrinin dönüş hızı arttıkça gelen foton sayısı düşer, kontrast azalır. Pencere genişliği daraldıkça kontrast artar, fakat gürültü de artar (Tuncel, 2008).

2.2.6.3 Hounsfield skalası

BT'de dokuların dansitesi grinin tonlarından oluşan bir ölçek ile -1000 ile +1000 arasında değişen sayılarla temsil edilir. Hounsfield skalasında saptanan sayılar Hounsfield Üniti (HU) olarak adlandırılır. Yapının yoğunluğunu belirleyen etmen, maddenin x ışınını absorbe etme özelliğidir. Kemik ve kalsifikasyon gibi x ışınını fazla absorbe eden dokular beyaz görülür, yüksek HU değerlerine sahiptirler (100HU). Su 0 HU değeri ile skalanın ortasındadır. Yağ sıfırın altında değerler alır (-70HU). Hava skalanın en altındadır (-1000) (T., 2008).



Şekil 4: BT numaraları (Hounsfield Skalası).

2.2.6.4 Görüntü üzerindeki işlemler

En çok kullanılan işlemler dansite ve boyut ölçümleridir. Uzunluk ölçümü yapılmak istendiğinde istenilen noktalar işaretlenir ve bilgisayar mesafeyi hesaplar.

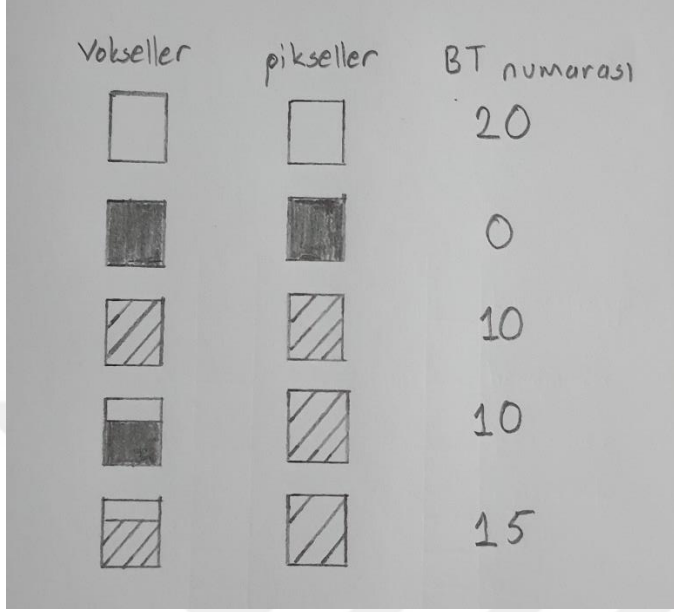
Yoğunluk ölçümünde istenilen bölgeye daire veya kare şekilli ROI (“region of interest”) yerleştirilir. ROI büyüklüğü ölçüm yapılacak alandan daha küçük olmalı ve bu alan dışına taşmamalıdır. Bilgisayar tarafından seçilen alandaki piksellerin HU değerleri alınıp piksel sayısına bölünür. Bu şekilde ortalama yoğunluk hesaplanmış olur (Kaya et al., 2016).

2.2.7 Artefaktlar

2.2.7.1 Parsiyel hacim ortalaması artefaktı

Her pikselde BT numarası o pikselin vokselinin ortalama HU değeri ile orantılıdır. Vokselde tek bir doku yerine belirgin farklı HU değerine sahip yapılar olduğunda bilgisayar buradaki tüm dokuların ortalama HU değerinin gri tonlamasını görüntüye aktarır. Böylece bu alanda birden fazla doku olmasına rağmen tek bir doku varmış

gibi görüntü oluşur. Kesit kalınlığını azaltarak parsiyel hacim etkisi azaltılır (Tuncel, 2008).



Şekil 5: Parsiyel volüm etkisi. BT kesitlerindeki pikseller, vücuttaki karşılıkları olan voksellerin içeriğini dolduran doku yoğunluklarının ortalamasıdır. Vokselin içerisindeki yapılar ayrı ayrı görüntülenemez.

2.2.7.2 Hareket artefaktları

Tarama zamanının uzun olması ve bu süre içinde hastada hareket olmasında dolayı olur. Belirgin hareket veri toplama aşamasında verilerin bir vokselde diğerine kaymasına rekonstrüksiyon sırasında görüntüde yanlışlıklar olmasına neden olur. Verilerdeki bu tutarsızlık, hareket yönü doğrultusunda çizgilenmelere neden olur (Tuncel, 2008).

2.2.7.3 Yıldız artefaktı

Metal cisimler gibi çok yüksek dansiteli maddelerden x ışını geçemeyeceğinden dedektör hiçbir şey kaydedemez. Filtreli geri projeksiyon bozulur bundan dolayı artefakt oluşur. Rekonstrüksiyon algoritması yüksek dansiteli maddelerden çevreye doğru çizgiler ortaya çıkarır (Tuncel, 2008).

2.2.7.4 Işın sertleşmesi artefaktı

X ışını demetinin polikromatik yapıda olmasından kaynaklanır. Düşük enerjili fotonlar öncelikle absorbe olduğundan ışın demeti içerisindeki yüksek enerjili foton oranı artmış olur. Bu artefaktı gidermek için değişik yazılımlar geliştirilmiştir. Belirgin olarak yüksek kontrast farkı olan yüzeylerde ortaya çıkar; örneğin dens kemik ve beyin yüzeyi gibi. En sık posterior fossada petroz kemikler arasında görülür (Tuncel, 2008).

2.2.8 Hastanın Aldığı Doz

2.2.8.1 Doz ölçümü

Saçılma olmasından dolayı, BT kesitinin doz profili tam bir dikdörtgen değildir ve kesit kenarlarından dışarı taşar. Kesit sayısı arttıkça doz artar çünkü kesitin dışındaki dokular da ekspozel olur.

Cihaz üreticileri, BT dozlarını BT doz indeksi ("CT dose index"-CTDI) ile belirlerler. Tek bir BT kesitinin aksiyel doz profilinin integrali kesit kalınlığına bölünür. CTDI, başı (16 cm çapında akrilik) ve vücudu (32 cm çapında akrilik) temsil eden fantomların içine kalem tipi iyonizasyon odaları konularak ölçülebilir. Bu ölçümler yüzeyden (CTDI periferel) ve derinden (CTDI santral) yapılır. Periferel ölçümün 2/3'ü santral ölçümün 1/3'ü toplanarak CTDI_w değeri bulunur. X ışını vücutta daha fazla zayıfladığı için vücut taramasındaki CTDI değerleri kranial taramadakinden düşüktür (Tuncel, 2008).

2.2.8.2 Organ dozları

Kranial BT incelemesinde (120 kVp, 300mAs) hastanın en yüksek doz alan herhangi bir bölgesinin aldığı miktar 40 mGy'dir. Vücut çekimleri 120 kVp , 250 mAs değerlerinde bu miktar 20 mGy'dir. BT floroskopide, floroskopi süresi ve seçilen tekniğe bağlı olarak yüksek deri dozu alınma ihtimali vardır. BT floroskopide 20 mAs kullanılır. Normal bir kesitte verilen dozun 1/10'dur.

Deriden alınan doz 20-40 mGy'dir ve eritem seviyesinin çok altındadır. Lensin aldığı doz 40 mGy olup katarakt dozunun çok altındadır. Fetüs doğrudan ekspozel olursa, 120 kVp-250 mAs değerlerinde embriyo dozu 15 mGy olur. Embriyo, doğrudan ışın geçen bölgeden 8cm uzakta ise bu dozun %10'unu alır (Tuncel, 2008).

2.2.8.3 Etkin dozlar

Hastadaki kanser riski, doza ve ekspozel olan organların ışına duyarlılıklarına bağlıdır ve en iyi etkin doz ölçütleri ile belirlenir. BT'deki etkin doz konvansiyonel radyografiye göre oldukça yüksektir. Teknik parametreler değiştirilmeden yapılan çekimlerde çocukların aldığı etkin doz erişkinlerinkine göre beyin BT'de 4 kat, batin BT'de 2 kat daha fazladır. Bunun sebebi çocukların vücut yapısının daha küçük olması ve dozun birim kütleyle yüklenen enerji olmasıdır. Pediatrik yaş grubu hastalarda daha düşük doz BT yapılmalıdır (Tuncel, 2008).

2.2.8.4 Hastanın dozları

Hastanın etkin dozu hastaya yüklenen total enerji miktarı ile orantılıdır. Bundan dolayı tarama zamanı ve tüp akımı ile artar. Tüp voltajı 80'den 140'a çıkarıldığında hastanın aldığı doz 5 kat artar. Kesit kalınlığını kesit sayısı ile çarpımıyla etkin doz 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 göre dozu %67 azaltır. Çok dedektör sıralı BT'de hasta dozu, ekspozel değerleri ve tarama uzunluğu aynı kalmak koşuluyla helikal BT'dekine eşittir. Çok sıralı dedektörlerde doz hesaplanırken dedektör alan değerini değil kolimatör alan değerini kullanmak gerekir:

$$\text{Doz(helikel)} = \text{Doz (aksiyal -CTDI)} \times (1/\text{kolimatör alan değeri})$$

Bazı cihaz üreticileri "dose length product" oluşturmak için ağırlıklı CTDI'yı total tarama uzunluğu (kesit kalınlığı x kesit sayısı) ile çarparlar. Bu "dose length product"

hastaya yüklenen total doz ile doğru orantılıdır ve BT’de görece risk indikatörü olarak kullanılabilir (Tuncel, 2008).

2.3 BT’DE KULLANILAN KONTRAST MADDELER

BT incelemelerinde iyotlu kontrast maddeler kullanılır. Kontrastlanma çekim anında dokuda bulunan iyot miktarına ve x ışının enerjisine (kV) bağlı olarak değişir. 1 mililitre kandaki veya 1 santimetrekare solid dokudaki her 1 miligramlık iyot miktarı HU değerini 25 arttırır. Kontrast ajan içerisindeki iyot harici diğer maddeler kontrastlanmaya katkı sağlamaz ancak iyot için taşıyıcı görevi görürler ve sıvılarda çözünmeyi sağlarlar. Kontrast ajanlar suda çözünürlüğe göre iyonik ve non-iyonik özellik gösterirler. İyonik kontrast maddeler negatif ve pozitif iyonlar içerdiğinden suda çözünürler. Non-iyonik kontrast maddeler suda çözünmezler. İyonik kontrast maddelerin toksisitesi yüksek olduğundan artık pek kullanılmamaktadır (Caschera et al., 2016).

Kontrast ajanlar bazı organ ve oluşumları birbirinden daha iyi ayırt etmek için IV, oral yolla veya vücut boşlukları içerisine verilerek kullanılır. BT’nin kontrast duyarlılığının yüksek olmasında dolayı incelenen alanda artefaktlar oluşmaması için kontrast yoğunluğunun optimal seviyede olması gerekir. Damarsal oluşumların ve parankimal organların yapılarının incelenmesi veya kontrast tutulumu gösteren patolojik yapıların ayırt edilebilmesi için IV kontrast kullanılır. Kontrast maddeler doğru ve uygun kullanıldığında efektif olabilmektedirler. Örneğin abdominal incelemelerde, kontrastlanmanın optimal sağlanamaması karaciğer, böbrek ve pankreas gibi organlardaki patolojilerin gizlenmesine ve saptanamamasına neden olabilir. IV kontrast kullanılırken hastanın kontrast maddeler, diğer ilaçlar ve antijenlere karşı allerji öyküsü sorgulanmalıdır.

İçi boş organların, yer kaplayan lezyonlar veya batında orta hatta yerleşmiş lenfadenomegalilerden ayırt edilebilmesi, anastomoz yapılmış cerrahiler sonrası anastomoz kaçaklarının değerlendirilebilmesi için hastalara seyreltilmiş kontrast madde içilerek inceleme yapılır.

Kontrast ajanların bir diğ er kullanım alanı, peritoneal boşluk ve subaraknoid mesafe gibi bölgelere verilmesidir. Bu şekilde vücut boşluklarının yapısı ve bu boşluklarda bulunan patolojiler değ erlendirilebilir (Kaya et al., 2016).

2.4 RENAL ARTER EMBRİYOLOJİSİ

Dört haftalık fetüste faringeal arkuslar geliştikçe aortik keseden gelen faringeal arkus arterleri tarafından beslenirler. Genellikle 6 çift faringeal arkus arteri gelişmesine rağmen hepsi aynı zamanda bir arada bulunmaz. Zaman ilerledikçe 3 çift faringeal arkus arteri kalır, diğ erleri kaybolur. Sekizinci hafta civarında primordiyal faringeal arkus arter seyirleri erişkindeki düzene büyük oranda dönüşmüş olur.

5 mm'lik bir embriyoda birinci ve ikinci faringeal arklar kaybolmuştur. Bundan sonra üçüncü, dördüncü ve altıncı faringeal arkuslar belirgin genişlerler.

Üçüncü faringeal arkus arterlerinden ortak karotid arter ve internal karotid arterin proksimali gelişir. İnternal karotis arterin distal kısmı dorsal aortanın kranial parçasından gelişir.

Dördüncü faringeal arkusun arterlerinin gelişimi sağda ve solda farklı ilerler. Sol taraftaki arkus aortanın sol ortak karotid arter ile sol subklavian arter arasındaki kısmını oluşturur. Arterin proksimal kısmı; aortik keseden, distal kısmı sol dorsal aorttan farklıdır. Sağ taraftakinden, distali dorsal aorta ve yedinci İntersegmental arter tarafından oluşturulan sağ subklavian arterin en proksimal kısmı gelişir.

Beşinci faringeal arkus arteri ya hiç gelişmez ya da gelişip regrese olur.

Altıncı faringeal arkus (pulmoner arkus) gelişmekte olan akciğ er tomurcuğ una doğru uzanan önemli bir dal verir. Sol arkus arterlerinin proksimal kısmından sol pulmoner arterin proksimali gelişir. Distal kısmı duktus arteriyozusu oluşturur. Sağ taraftaki altıncı faringeal arkus arterlerinin proksimalinden sağ pulmoner arter proksimali gelişir. Distali dejenere olarak kaybolur (Sadler, 2017, Moore and Persaud, 2008).

Başlangıçta metanefrik böbrekler (primordiyal kalıcı böbrekler) sakrumun ventralinde, birbirlerine yakın halde, pelvis içerisinde yerleşmişlerdir. Karnın ve

pelvisin büyümesi ile böbrekler yavaş yavaş yukarı çıkmaya başlarlar. Dokuzuncu haftada yetişkindeki pozisyonlarına ulaşırlar (Moore and Persaud, 2008).

Fetüste ilk başta pelviste yerleşen böbrekler, vasküler desteğini bu bölgedeki yakın damarlardan sağlar. Başlangıçta renal arterler ana iliyak arterden köken alırlar. Daha sonra renal vaskülarizasyon aortun distalinden olur. Böbrekler daha üst seviyeye ulaştıklarında aortanın lateral dallarıyla beslenirler. Normalde kaudalde oluşan bu arteriyel yapılar involüsyona uğrar ve kaybolurlar. Böbrekler en kranial dallarını aortadan alırlar ve bu dallar kalıcı renal arterleri oluşturur (Moore and Persaud, 2008).

2.5 RENAL ARTER ANATOMİSİ VE VARYASYONLARI

Renal arterler normalde aortadan, L-2 vertebra seviyesinde, süperior mezenterik arter seviyesinin daha aşağısından çıkarlar (Urban et al., 2001). Ana renal arter genellikle 4-6 cm uzunluğunda 5-6 mm çapındadır. Sağ renal arter daha uzundur ve genellikle sol renal artere göre orjin noktası hafif süperiordadır. Sağ renal arter inferior vena kavanın (İVC) posteriorunda seyir gösteren tek önemli vasküler yapıdır (Standring S, 2008).

Hilus yakınında ana renal arter segmental dallarına ayrılır. Bu dallar, apikal, süperior, orta, inferior ve posterior segment olmak üzere böbreğin 5 arteriyel segmentini beslerler (Standring S, 2008). Böbreği besleyen arterler endarterdir. Yani birbiri ile anastomoz yapmazlar. Segmental arterler her biri kendi piramidini besleyen lobar arterlere ayrılır. Lobar arterler de interlobar arterler olarak kortekse dik olarak seyrederek. Daha sonra kortikomedüller bileşkede kortekse paralel seyreden arkuat arterler olarak devam ederler. Arkuat arterlerden interlobüler arterler çıkar ve afferent glomerüler arteriyolunu beslerler (Al-Katib et al., 2017).

Aksesuar arterler toplumda %30 oranında görülür ve %10 oranında da bilateraldir (Standring S, 2008). Renal arter anomalileri, renal füzyon veya pozisyon anomalisi olan bireylerde daha sık görülür. Örneğin at nalı böbrek görülen hastaların %60'ında, aortadan, iliyak arterlerden hatta inferior mezenterik arterden köken alan multipl renal arterler bulunur (Natsis et al., 2014). Aynı şekilde kros (çapraz) ektopik böbrek

bulunan hastalarda da renal vasküler yapılarda değişik varyasyonlar görülebilir (Glodny et al., 2009).

Aksesuar renal arterler T11-L4 vertebra seviyeleri arasında, aorta ve iliak arterlerin herhangi bir kısmından çıkabilir. Nadiren torasik aortanın inferior kesimlerinden çıkan aksesuar renal arterler görülür. Aksesuar arterler genellikle ana renal arterin daha aşağısından çıkarlar ve bu olduğunda da üreteri anteriordan çaprazlarlar. Bu durum obstrüksiyon ve hidronefroz oluşması için risk oluşturur (Standring S, 2008). Aksesuar renal arterler, böbreğe hilustan giriyorsa hiler arter, böbreğe kapsülünden giriyorsa polar (aberran) arter olarak isimlendirilir (Al-Katib et al., 2017).

Renal arterin, hilusa gelmeden, orjin noktasından ilk 2 cm içerisinde dal vermesine erken dallanma adı verilir. Özellikle böbrek donörlerinde erken dallanma olup olmadığı araştırılmalıdır. Çünkü erken dallanmanın işlem öncesi varlığının ortaya konmadığı durumlarda cerrahi komplikasyon riski artmaktadır (Falesch and Foley, 2016).

Her iki böbrekte tek renal arter oranı literatürde %69-78 arasında değişmektedir (Ozkan et al., 2006a, Cinar and Turkvatan, 2016, Lauder et al., 2018, Tardo et al., 2017). En sık görülen renal vasküler varyasyon aksesuar renal arterdir (%24) (Cinar and Turkvatan, 2016, Tardo et al., 2017, Özkan et al., 2006). Aksesuar renal arter saptanan hastalarda sadece sağda görülme oranı %16, sadece solda bulunma oranı %13, bilateral bulunma oranı %5 olarak bildirilmektedir. Bunlar içerisinde tek bir aksesuar renal arter görülme oranı %83, iki tane görülme oranı %15, üç tane görülme oranı %1, dört tane görülme oranı %0.2'dir (Özkan et al., 2006, Tardo et al., 2017). En sık orjin noktası aorta ve en sık böbreğe giriş noktası hilumdur. Giriş noktasına göre değerlendirildiğinde hiler aksesuar arter oranı %85, polar aksesuar arter oranı %15'tir. Aksesuar renal arter varyasyonu erkeklerde daha sık görülür. Erkeklerde görülme oranı %27, kadınlarda %15'tir. Aksesuar renal arter görülme oranı kadavra serilerinde (%46) BTA'dan (%24) daha yüksektir (Tardo et al., 2017, Cinar and Turkvatan, 2016).

Renal arterlerde erken dallanma oranı literatürde %8 olarak bildirilmektedir. Sağda görülme oranı %2.6, solda görülme oranı %3.7, bilateral görülme oranı ise %0.2'dir (Cinar and Turkvatan, 2016, Özkan et al., 2006).

2.6 RENAL VEN EMBRİYOLOJİSİ

İnferior vena kava (İVC) ve dalları fetal hayatın 6. haftasında gelişmeye başlarlar. Gelişim 8. haftada tamamlanır. Postkardinal, subkardinal ve suprakardinal olmak üzere 3 çift kardinal ven, İVC ve dallarının oluşumuna katılır (Mayo et al., 1983, Eldefrawy et al., 2011).

İlk önce vücudun kaudal kısmını drene eden postkardinal venler gelişir. Postkardinal venler, ana kardinal venlere onlar da sinüs venozusa drene olurlar. Postkardinal venlerin medialinden subkardinal venler gelişir. Her iki tarafta subkardinal venler arasında ve subkardinal venler ile postkardinal venler arasında çok sayıda anastomoz vardır. Post kardinal venlerin regrese olmaya başlaması ile birlikte vücudun kaudal kısmının drenajı subkardinal venlere kayar. Daha sonra subkardinal venlerin dejenere olması ile bu görevi suprakardinal venler üstlenirler. Suprakardinal venler ile postkardinal venler arasında anastomozlar gelişir ve sağ subkardinal ven dominant olur (Eldefrawy et al., 2011, Bass et al., 2000, Mathews et al., 1999).

İVC ve dalları nihai şeklini alırken; sağ tarafta subkardinal ve suprakardinal venler arasındaki anastomozlar sağ renal veni oluştururken sol renal venin oluşumu oldukça komplekstir. Solda subkardinal ve suprakardinal venler arasındaki anastomozlar aortu ventralden ve dorsalden çepeçevre saran sirkumaortik venöz halkayı oluşturur. İntersubkardinal anastomozlar ventral yarım halkayı, subkardinal-suprakardinal venler arasındaki anastomozlar ise dorsal yarım halkayı oluşturur. Normal gelişim sürecinde dorsal parça regrese olur ve sadece ventral parça kalır. Bunun sonucunda normal seyirli preaortik sol renal ven oluşmuş olur (Eldefrawy et al., 2011, Bass et al., 2000, Mathews et al., 1999).

2.7 RENAL VEN ANATOMİSİ VE VARYASYONLARI

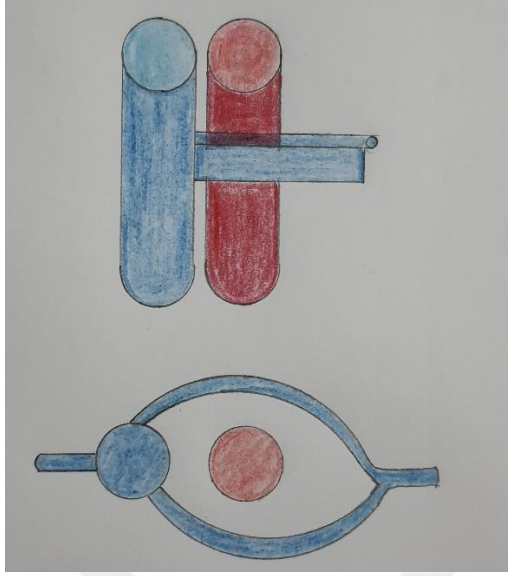
Renal venöz yapılar kan akış sırasına göre kapillerler sonrası stellar, arkuat, interlober venler şeklindedir. Daha sonra lobar venler hilusta birleşerek ana renal veni oluştururlar. Renal arterlerin aksine venler intrarenal bölgede segmental dallara ayrılmazlar ve birbirleriyle anastomoz yaparlar. Bu anastomozlar her seviyede vardır. Renal venler genellikle hilumda renal arterin anteriorunda yer alır.

Sağ renal ven 2-2.5 cm uzunluğunda olup anterosüperiora seyir gösterir ve L-1 vertebra seviyesinde İVC'a girer. Sağ renal vene ekstrarenal venöz katılım görülmez.

Sol renal ven ortalama 8.5 cm uzunluğundadır. Transvers ve ventral seyri boyunca süperior mezenterik arter ve abdominal aorta arasından geçerek L2-3 vertebralar seviyesinde İVC'a açılır. Sağ renal venin aksine sol renal vene katılan venler vardır. Bunlar sol adrenal ven, sol gonadal ven, inferior frenik ven ve lumbar venler (Urban et al., 2001, Arevalo Perez et al., 2013).

Multipl renal ven genel olarak en sık görülen venöz varyasyondur ve görülme sıklığı %15-30'dur (Urban et al., 2001, Arevalo Perez et al., 2013). Sağ multipl renal ven görülme sıklığı %30'dur ve genellikle hilustan köken alan 2-4 arasında ven vardır. Bazen tek devam eden ven %4 sıklıkta İVC'ye girmeden önce bölünür. Sağ gonadal ven %6 sıklıkta İVC yerine sağ renal vene açılır (Arevalo Perez et al., 2013, Pozniak et al., 1998).

Sol renal vende en sık görülen varyasyon %17 oranla sirkumaortik ven varyasyonudur. Sol renal ven gelişirken önce sirkumaortik venöz halka oluşur. Normal gelişim sürecinde sirkumaortik venöz halkanın dorsal parçası kaybolur, ventral parçası renal veni oluşturur. Dorsal parça regrese olmaz ise sirkumaortik sol renal ven varyasyonu ortaya çıkar. İki şekilde görülebilir. Birincisinde hilumdan tek bir renal ven çıkar, hemen aortanın çevresinde bölünerek aortu sarar (%75). Daha az görülen tipte ise venler hilustan ayrı ayrı çıkarlar. Tipik olarak sirkumaortik varyasyonda sol gonadal ven ventral parçaya, adrenal ven dorsal parçaya açılır (Beckmann and Abrams, 1979, Arevalo Perez et al., 2013).



Şekil 6: Aortu önden ve arkadan çevreleyen sirkumaortik sol renal venin şematik çizimi.

Retroaortik sol renal ven varyasyonu embriyolojik dönemde sirkumaortik venöz halkanın ventral parçasının regrese olup dorsal parçasının persistansı ile oluşur. Sirkumaortik renal ven varyasyonuna göre daha nadir görülür. Literatürde %3 sıklıkta saptandığı bildirilmiştir. Genellikle İVC'nin alt lumbar bölümüne direne olur. Daha az sıklıkla iliyak venlere açılır (Eldefrawy et al., 2011, Arevalo Perez et al., 2013).

2.8 RENAL VASKÜLER YAPILARIN İNCELEMESİNDE KULLANILAN RADYOLOJİK YÖNTEMLER

2.8.1 Dijital Substraksiyon Anjiyografisi (DSA)

Uzun bir dönem boyunca DSA renal arter değerlendirmesinde altın standart olarak kullanılmıştır. İntravasküler olarak basınç ölçümüne, arterdeki stenozların ve endovasküler tedavilerin fizyolojik etkilerinin değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

DSA invazif bir yöntemdir ve uygulayıcı bağımlı olması objektivitesini azaltmaktadır. Diğer görüntüleme yöntemlerindeki (doppler US, BTA, MRA) teknolojik ilerleme renal vasküler yapıların non-invazif olarak değerlendirilmesine

olanak sağlamakta ve DSA'nın uygulama alanını revaskülarizasyon tedavisi öncesi planlama ve tedavi sırasında kullanımı ile sınırlandırmaktadır.

2.8.2 Doppler Ultrasonografi

Ultrasonografi (US) ucuz, tekrarlanabilir olması, iyonizan radyasyon içermemesi, kolay ulaşılabilir olması ve anatomik yapının yanında fizyoloji hakkında da bilgi vermesi nedeniyle üriner sistemde ilk tercih edilen ve en sık kullanılan görüntüleme yöntemidir (Sancak, 2015). Ana renal arter pik sistolik volümü (PSV) 60-100 cm/sn arasında olmalıdır. Akselerasyon zamanı, sistol başlangıcından pik sistole kadar geçen süredir. Ana renal arter akselerasyon zamanı 70 milisaniyenin altında olmalıdır. Rezistif indeks pik sistolik volüm end-diyastolik volüm farkının pik sistolik volüme bölünmesiyle hesaplanır. Arkuat arterler seviyesinde rezistif indeks 0.6-0.7'nin altında olmalıdır. Renal venlerin spektral incelemesinde solunuma bağlı fluktuasyon izlenir (Al-Katib et al., 2017). Renal vasküler yapıların doppler ultrasonografi ile değerlendirilmesi teknik bilgi ve deneyim gerektiren bir işlemdir. Zayıf hastalar ve çocuklarda inceleme daha kolay yapılırken; obezite, intestinal gaz, damar duvarı kalsifikasyonları ve cerrahiye bağlı skarlar renal arterlerin ve çıkış noktalarının değerlendirilmesini zorlaştırır. Yetersiz inceleme oranı literatürde %6-18 olarak bildirilmektedir (Tuncel, 2008).

Renal vasküler doppler incelemede 5.0 mHz konveks transdüserler kullanılır. Hastanın 12 saat süreyle aç kalması barsak gaz süperpozisyonunun engellenmesini sağlar. İnceleme sabah erken saatlerde yapılır. Supin veya incelenecek taraf yukarda olacak şekilde dekübit pozisyonda ve derin inspirasyon sırasında inceleme yapılır. Supin pozisyonda ana renal arter, dekübit pozisyonda ana renal arter ve intraparenkimal arterler ile venler değerlendirilir (Tuncel, 2008, Granata et al., 2009).

Ana renal arter veya varsa aksesuar renal arterlerdeki bir darlık renin-anjiyotensin-aldosteron sistemini tetikleyerek hipertansiyona neden olabilmektedir. Aksesuar arterlerin doppler ultrasonografi ile değerlendirilmesi genellikle çok küçük çaplı olmaları ve çok farklı yerlerden böbreğe giriş yapmaları nedeniyle oldukça zordur. Buda renovasküler hipertansiyon bulunan hastalarda etyolojinin doppler ultrasonografi ile tespit edilmesini güçleştirmektedir (Zwiebel WJ, 2006).

2.8.3 BT Anjiyografi

Çok kesitli BT anjiyografi yüksek kontrast rezolüsyonu ve tek nefeste düşük radyasyon dozu ile görüntüleme imkanı vermektedir. Optimal arteriyel opasite için bolus kontrast enjeksiyonu yöntemi kullanılır. Renal arterlerin değerlendirilmesinin yanında diğer viseral arterler, böbrek boyutları, kortikal kalınlık ve diğer renal parenkimal patolojilerin tek bir çalışmada değerlendirilebilmesine olanak sağlaması BTA kullanımının avantajıdır. Renal vasküler hastalıkların değerlendirmesinde yüksek sensitivite (%88-96) ve spesifiteye (%83-99) sahiptir (Tuncel, 2008).

BT ile erken arteriyel faz (15-25 saniye), kortikomedüller faz (30-60 saniye), nefrogram fazı (80-120saniye) ve geç faz (3-10 dakika) görüntüler alınabilir. Renal arterler erken arteriyel fazda, renal venler nefrogram fazında değerlendirilir (E., 2011).

Multiplanar reformat (MPR), maksimum intensite projeksiyonu (MIP), 3 boyutlu rekonstrüksiyon gibi çekim sonrası işlemler kullanılarak vasküler anatomi daha ayrıntılı incelenebilir (Al-Katib et al., 2017).

Normal olması renal arter stenozu gibi hastalıkları ekarte ettirir. Renal donörler ve renal stentlerin açık olup olmadıkları da BTA ile incelenir (Tuncel, 2008).

2.8.4 MR Anjiyografi

Manyetik rezonans anjiyografi (MRA) hareket eden dokular ile durağan dokular arasındaki intensite farklılığını kullanarak görüntü oluşturur. Durağan dokuyu baskılayıp yalnızca yüksek sinyalli hareket eden dokuya (kana) odaklanarak vasküler yapıları gösteren veri elde edilebilir. Ardışık kesitler ya da üç boyutlu volümetrik çekimler ile birlikte kullanıldığında, büyük damarların aortadan çıkışlarını gösterebilen, çok ince kesitli MR anjiyografi görüntüleri oluşturulabilir.

İki tip kontrast verilmeksizin gerçekleştirilebilen MRA sekans tekniği vardır. Time-of-flight (TOF) olarak adlandırılan yöntemde; kesite giren hareketli, satüre olmamış protonlar (hiperintens) ile kesitteki RF pulsusu ile satüre olmuş protonların

(hipointens) longitudinal manyetizasyon farkı kullanılır. Gradient eko görüntülerde kesite giren kanın parlak olması bu mekanizmaya bağlıdır. Elde edilen veriler daha sonra pek çok algoritmalar ile işleminden geçirilebilir. Bunlardan en sık kullanılanı, görüntüde yalnızca en parlak pikselleri (akan kan) ön plana çıkaran maksimum intensite projeksiyonudur(MIP).

İkinci MRA tekniği faz kontrast (PC) görüntülemesidir. Hareketli protonların, bipolar gradient pulsları tarafından oluşturulan, gradient şiddetindeki değişiklikler ile karşılaştıklarında ortaya çıkan transvers manyetizasyon farklılıklarından (faz şifti) yararlanır. İlk uyarım ile sinyal okuma pulsu arasında dokuya bipolar akım kodlayıcı gradient pulsu uygulandığında, hareketli protonlarda faz şifti 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 şifti birbirine eklenir. Çıkarma işlemi zemin sinyalini tamamen sıfırladığı için PC'nin zemin baskılaması, TOF'dan daha üstündür (Leung et al., 2002).

Kontrastlı 3D MRA tekniğinde gadolinyum içeren kontrast maddeler kullanılır. İlk önce nefes tutturularak T1ağırlıklı gradient eko kontrastsız in faz ve out faz görüntüler alınır. Daha sonra nefes tutturularak hızlı spin eko yağ baskılı T2 ağırlıklı sekans çekimi yapılır. Kontrast verilmeden önce ve verildikten sonra dinamik olarak yağ baskılı gradient eko T1 ağırlıklı sekanslar alınır

Hamilelerde ve BT'nin iyotlu kontrast maddesini tolere edemeyecek olan böbrek yetmezliği bulunan hastalarda kullanılabilmesi ve radyasyon içermemesi MRA'nın avantajlarıdır. Maliyeti, pacemaker gibi MR uyumsuz implantları bulunan ve klostrofobisi olan hastalarda kullanılamaması ise dezavantajlarıdır (E., 2011).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada Sakarya Üniversitesi Tıp Fakültesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilmiş ve hastanemiz PACS sisteminde kayıtlı olan toplam 610 adet abdomen BT tetkiki retrospektif olarak renal arter ve ven varyasyonları açısından değerlendirilmiştir. Teknik faktörler veya hastaya bağlı (soliter böbrek, at nalı böbrek, tümör invazyonu, renal transplant gibi) renal vasküler yapıların incelenmesini güçleştiren veya tamamen engelleyen durumlara bağlı 60 hasta çalışma dışı bırakıldı.

Tüm incelemeler 64 kesitli multidedektör BT cihazı (Aquilion; Toshiba Medikal Sistemleri, Tokyo, Japonya) ile gerçekleştirilmiştir. İşlem sırasında 80-100 ml iyotlu kontrast madde, otomatik enjektör ile 4-5 ml/sn hızda verildi. Tarama arteriyel fazda aort lümeni dansitesi 180 HU olduğunda otomatik olarak başlatıldı. Hastaların aldığı radyasyon dozunu düşürmek için otomatik tüp akım modülasyonu ve adaptif iteratif doz düşürücü rekonstrüksiyon kullanıldı. ÇKBT tarama parametreleri şu şekilde ayarlandı; tüp voltajı: 120 kV, tüp akımı: 200-440 mAs, kolimasyon: 64x0.5 mm, gantry rotasyon süresi: 400 msn, kesit kalınlığı: 1 mm, kesit aralığı: 1 mm.

Elde edilen görüntüler ileri inceleme ve analiz için workstation'a aktarıldı (Aquarius; Tera Recon, Durham, İngiltere).

Her iki tarafta tek renal arter (RA) normal olarak kabul edildi. Birden fazla RA olması durumunda "aksesuar RA" veya "multipl RA" olarak isimlendirildi. Aorttan ayrı ostiumlar ile ayrılan birden fazla RA varlığında en geniş çaplı olan ana RA daha küçük çaplı olanlar aksesuar RA olarak değerlendirildi. Aksesuar arterler, "hiler" ve "polar" olarak katagorize edildi. Böbreğe hilustan giriş yapanlar hiler aksesuar arter, hilus dışı bölgelerden böbrek kapsülünü geçerek girenler polar aksesuar arter olarak değerlendirildi. Sol tarafta aorta duvarından ilk 2 cm içerisindeki mesafede dallananlar ve sağ tarafta retrokaval bölgede dallananlar "erken dallanan RA" olarak isimlendirildi.

Renal ven (RV) anatomisi sayısal ve anastomoz paterni açısından değerlendirildi. Her iki tarafta bir adet RV normal olarak değerlendirildi. Birden fazla RV olması durumu “aksesuar RV” veya “multipl RV” olarak isimlendirildi. Sol renal venin aortun önünden geçerek inferior vena kavaya girmesi normal seyri olarak değerlendirildi. Aortun arkasından geçerek inferior vena kavaya katılması “retroaortik sol RV” olarak isimlendirildi. Sol renal venin dorsal ve ventral 2 parçaya ayrılarak aortu önden ve arkadan sararak inferior vena kavaya dökülmesi “sirkumaortik sol RV” olarak isimlendirildi. Sol tarafta abdominal aort duvarına 2cm mesafe içerisinde, sağ tarafta vena kava inferiora 2 cm mesafe içerisinde birleşen RV dalları olması durumu “geç birleşen RV” olarak değerlendirildi.

İstatistiksel analiz SPSS (Statistical Package For Social Sciences for Windows v.25,0, SPSS Inc. Chicago, IL) aracılığıyla bilgisayar ortamına yüklenmiş ve değerlendirilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler ortalama (\pm) standart sapma, ortanca (min-maks), frekans dağılımı ve yüzde olarak sunulmuştur. Tanımlayıcı istatistiklerin yanı sıra kategorik değişkenlerin karşılaştırılmasında ki-kare testi ve Fisher’in kesin testi uygulanmıştır. En az bir değişkenin kategori sayısı 2’den fazla olan karşılaştırmalarda (2x2 dışındaki karşılaştırmalarda) anlamlı fark saptandığında farkın kaynağını saptayabilmek için gruplar ikişerli olarak karşılaştırılmıştır ve anlamlılık düzeyi bonferroni düzeltmesine göre belirlenmiştir. Bonferroni düzeltmesi sonrasında arasında fark çıkan gruplar farkın kaynağı olarak kabul edilmiştir. Bağımlı gruplarda kategorik değişkenlerin karşılaştırılmasında McNemar ki-kare testi uygulanmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Araştırma kapsamında hastanemiz radyoloji biriminde abdominal bilgisayarlı tomografi çekilen toplam 550 hasta incelendi. Hastaların %54,7'si (n=301) erkek iken, %45,3'ü (n=249) kadındır. Katılımcıların yaş ortalaması $57,7 \pm 14,3$, ortancası 59,0 (min19-maks86)'dır. En sık dağılım olguların %27,3'ü (n=150) ile 60-69 yaş grubundadır. İncelenen hastaların bazı tanımlayıcı ve klinik özellikleri **Tablo 1**'de sunulmuştur.

Tablo 1: Hastaların yaş ve cinsiyet dağılımı

		(n=550)
Yaş (yıl), ort±SD (min-maks)		57.7±14.3 (19-86)
Cinsiyet, n (%)		
Erkek		301 (45,3)
Kadın		249 (54,7)
Yaş Grupları		
18-29		17 (3,1)
30-39		46 (8,4)
40-49		100 (18,2)
50-59		116 (21,1)
60-69		150 (27,3)
70-79		94 (17,1)
80-89		27 (4,9)

n: Hasta sayısı; %: Yüzde; ort: Ortalama; SD: Standart sapma;

550 olgunun %28,3'ünde (n=156) unilateral veya bilateral renal arter varyasyonu bulunmaktadır. En sık görülen arter varyasyonları %22,4 ile sağ hiler aksesuar arter ve %21,2 ile sol hiler aksesuar arter olarak saptanmıştır (**Tablo 2**).

Tablo 2: Renal arter varyasyonlarının hasta üzerinden dağılımı

	n	%
Sağ erken dallanma	15	9,6
Bilateral erken dallanma	2	1,3
Sağ erken dallanma, sol hiler	1	0,6
Sağ hiler	35	22,4
Sağ hiler, sağ erken dallanma	2	1,3
Bilateral hiler, sağ polar	2	1,3

Bilateral hiler, bilateral polar	2	1,3
Sağ hiler, bilateral polar	1	0,6
Sağ hiler, sağ prekaval	1	0,6
Bilateral hiler, sağ prekaval	2	1,3
Sağ hiler, sol erken dallanma	6	3,8
Bilateral hiler	7	4,5
Bilateral hiler, sol polar	1	0,6
Sağ hiler, sol polar	3	1,9
Sağ polar	12	7,7
Sağ polar, sağ erken dallanma	1	0,6
Sağ polar, sol erken dallanma	2	1,3
Sağ polar, sol hiler	2	1,3
Bilateral polar	3	1,9
Bilateral polar, sol erken dallanma	1	0,6
Sol erken dallanma	12	7,7
Sol hiler	33	21,2
Sol hiler, sol erken dallanma	1	0,6
Sol hiler, sol polar	2	1,3
Sol polar	7	4,5
Toplam	156	100,0

Hastalarda hiler arter %13,9 , polar arter %18,0 , erken dallanma %4,7 oranda bilateral olarak saptanmıştır (**Tablo 3**).

Tablo 3: Renal arter varyasyonlarının lateralite dağılımı

(n=186)	Unilateral		Bilateral	
	n	%	n	%
Hiler arter	87	86,1	14	13,9
Polar arter	32	82,0	7	18,0
Erken dallanma	41	95,3	2	4,7
Prekaval	3	100,0	-	

Olguların %11,2'sinde (n=62) sağ aksesuar hiler arter izlenmiş olup bunların 58'inde 1 adet, 3'ünde 2 adet ve 1 hastada da 4 adet saptanmıştır. Sağ aksesuar polar arter oranı %4,7'dir (n=26). Bunların 25'inde 1 adet izlenmişken 1 hastada 2 adet saptanmıştır. Olguların %3,8'inde (n=21) sağ renal arterde erken dallanma bulunmaktadır. Prekaval renal arter %0,6 (n=3) hastada izlenmiş olup 2 hastada 1

adet, 1 hastada 3 adet izlenmiştir. Olguların %9,6'sında (n=53) sol aksesuar hiler arter izlenmiş olup bunların 50'sinde 1 adet, 3'ünde 2 adet saptanmıştır. Sol aksesuar polar arter görülme sıklığı %3,7 (n=20)'dir. Bunların 19'unda 1 adet, 1 hastada da 2 adet sol aksesuar polar arter izlenmiştir. Sol renal arterde erken dallanma %4,4 (n=24), sağ renal arterde erken dallanma %3,8 (n=21) sıklıkta izlenmiştir (**Tablo 4**).

Tablo 4: Renal arter varyasyon durumlarının dağılımı

(n=550)	n	%
Sağ aksesuar hiler arter		
Yok	488	88,7
1	58	10,5
2	3	0,5
4	1	0,2
Sağ aksesuar polar arter		
Yok	524	95,3
1	25	4,5
2	1	0,2
Sağ renal arter erken dallanma		
Yok	529	96,2
1	21	3,8
Sağ prekaval arter		
Yok	547	99,5
1	2	0,4
3	1	0,2
Sol aksesuar hiler arter		
Yok	497	90,4
1	50	9,1
2	3	0,5
Sol aksesuar polar arter		
Yok	530	96,4
1	19	3,5
2	1	0,2
Sol renal arter erken dallanma		
Yok	526	95,6
1	24	4,4

Cinsiyete ve yaş gruplarına göre renal arterde en az bir varyasyon olma durumu arasında anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0,05$) (**Tablo 5**).

Tablo 5: Cinsiyete ve yaşa göre arter varyasyon varlığının karşılaştırılması

	Renal Arter Varyasyon				p
	Yok		En Az Bir Tane Var		
	n	%	n	%	
Cinsiyet (n=550)					
Erkek	202	67,1	99	32,9	0,100
Kadın	192	77,1	57	22,9	
Yaş Grupları (n=550)					
18-29	13	76,5	4	23,5	0,622
30-39	35	76,1	11	23,9	
40-49	70	70,0	30	30,0	
50-59	83	71,6	33	28,4	
60-69	113	75,3	37	24,7	
70-79	64	68,1	30	31,9	
80-89	16	59,3	11	40,7	

550 olguların %26,5'inde (n=146) unilateral veya bilateral renal ven varyasyonu bulunmaktadır. En sık görülen ven varyasyonları %26,7 ile sağ multipl renal ven ve %15,1 ile sağ gonadal venin sağ renal vene açılması olarak saptanmıştır (**Tablo 6**).

Tablo 6: Renal ven varyasyonlarının hasta üzerinden dağılımı

	n	%
Sol ven geç birleşme	18	12,3
Sağ gonadal venin sağ renal vene açılması	22	15,1
Sağ gonadal venin sağ renal vene açılması, sağ ven geç birleşme	1	0,7
Sağ ven geç birleşme	7	4,8
Sağ ven geç birleşme,sol ven geç birleşme	1	0,7
Sağ ven multipl	39	26,7
Sağ ven multiple,sağ gonadal venin sağ renal vene açılması	3	2,1
Sağ multipl ven,sağ gonadal venin sağ renal vene açılması,sol sirkumaortik ven	1	0,7
Sağ multipl ven,sol retroartik ven	3	2,1
Sağ multipl ven,sol ven geç birleşme	4	2,7
Bilateral multipl ven	1	0,7
Sağ multipl ven, sol sirkumaortik ven	3	2,1
Sol retroartik ven	21	14,4
Sol multipl ven	1	0,7
Sol multipl ven,sol retroartik ven	1	0,7
Sol multipl ven,sol ven geç birleşme	1	0,7
Sol sirkumaortik ven	19	13,0
Toplam	146	100,0

Hastalarda multiple renal ven %1,8 (n=1) ve renal vende geç birleşme %3,1 (n=1) oranda bilateral olarak saptanmıştır (**Tablo 7**).

Tablo 7: Renal ven varyasyonlarının lateralite dağılımı

	Unilateral		Bilateral	
	n	%	n	%
Multipl renal ven	56	98,2	1	1,8
Renal vende geç birleşme	31	96,9	1	3,1

Olguların %9,8'inde (n=54) multipl sağ renal ven varyasyonu izlenmiş olup bunların 51'inde 1 adet, 3'ünde 2 adet saptanmıştır. Hastaların %4,9'unda (n=27) sağ gonadal venin sağ renal vene katılımı izlenmiştir. Sağ renal vende geç birleşme oranı %1,8 (n=10) olarak saptanmıştır (**Tablo 8**).

Tablo 8: Sağ renal ven varyasyonları

(n=550)	n	%
Multipl sağ renal ven		
Yok	496	90,2
1	51	9,3
2	3	0,5
Gonadal venin sağ renal vene katılımı		
Yok	523	95,1
1	27	4,9
Sağ renal venin geç birleşmesi		
Yok	540	98,2
1	10	1,8

Olguların %0,7'sinde (n=4) multiple sol renal ven, %4,6'sında (n=25) retroaortik sol renal ven, %4,2'sinde (n=23) sirkumaortik sol renal ven, %4,4'ünde (n=24) sol renal venin geç birleşmesi saptanmıştır (**Tablo 9**).

Tablo 9: Sol renal ven varyasyonları

(n=550)	n	%
Multipl sol renal ven		
Yok	546	99,3
1	4	0,7
Retroaortik sol renal ven		
Yok	525	99,4
1	25	4,6
Sirkumaortik sol renal ven		
Yok	527	95,8
1	23	4,2
Sol renal vende geç birleşme		
Yok	526	95,6
1	24	4,4

Cinsiyete ve yaş gruplarına göre renal vende en az bir varyasyon olma durumu arasında anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0,05$) (**Tablo 10**).

Tablo 10: Cinsiyete ve yaşa göre ven varyasyon varlığının karşılaştırılması

	Renal Ven Varyasyon				p*
	Yok		En Az Bir Tane Var		
	n	%	n	%	
Cinsiyet (n=550)					
Erkek	215	71,4	86	28,6	0,237
Kadın	189	75,9	60	24,1	
Yaş Grupları (n=550)					
18-29	13	76,5	4	23,5	0,959
30-39	34	73,9	12	26,1	
40-49	75	75,0	25	25,0	
50-59	85	73,3	31	26,7	
60-69	107	71,3	43	28,7	
70-79	68	72,3	26	27,7	
80-89	22	81,5	5	18,5	

*:Pearson Ki kare uygulanmıştır.

550 olgunun %44,2'sinde (n=243) renal arterinde veya veninde tek taraflı veya çift taraflı arter varvasyonu bulunmaktadır. Genel olarak tüm vasküler varyasyonlara bakıldığında; en sık %11,2 (n=62) oranla sağ aksesuar hiler renal arter, ikinci sıklıkta %9,8 (n=54) sağ multipl renal ven saptanmıştır. Arter ve ven

varyasyonlarının birlikteliğine bakıldığında en sık saptanan varyasyon kombinasyonları %2,1 (n=5) oranla sağ hiler aksesuar renal arter-sağ multipl renal ven birlikteliği ve sağ hiler aksesuar renal arter-sol sirkumaortik renal ven birlikteliği olduğu görülmüştür. Bunun haricinde bazı hastalarda çok sayıda varyasyon bir arada görülmüştür. Örnek olarak: bir hastada sağ ve sol hiler aksesuar renal arter, sağ polar aksesuar renal arter, sağ multipl renal ven ve sol retroaortik renal ven varyasyonları bir arada görülmüştür. Diğer çoklu varyasyonları da içeren **Tablo 11** aşağıda sunulmuştur.

Tablo 11: Renal arter ve ven varyasyonlarının birlikteliği

	n	%
Sol ven geç birleşme	4	1,6
Sağ arter erken dallanma	12	4,9
Sağ arter erken dallanma,sol ven geç birleşme	1	0,4
Sağ arter erken dallanma, sağ gonadal venin sağ renal vene açılması	2	0,8
Sağ arter erken dallanma, sol erken dallanma	2	0,8
Sağ arter erken dallanma, sol hiler arter	1	0,4
Sağ gonadal venin sağ renal vene açılması	12	4,9
Sağ gonadal venin sağ renal vene açılması, sağ ven geç birleşme	1	0,4
Sağ hiler arter	17	7,0
Sağ hiler arter ,sol ven geç birleşme	3	1,2
Sağ hiler arter, sağ gonadal venin sağ renal vene açılması	1	0,4
Sağ hiler arter, sağ ven geç birleşme	2	0,8
Sağ hiler arter, sağ multipl ven	5	2,1
Sağ hiler arter, sağ multipl ven, sol multipl ven	1	0,4
Sağ hiler arter, sol retroartik ven	1	0,4
Sağ hiler arter, sol sirkumaortik ven	5	2,1
Sağ hiler arter, sağ erken dallanma	2	0,8
Bilateral hiler arter, sağ polar arter	1	0,4
Sağ hiler arter, sağ polar arter, sol hiler arter, sağ multipl ven ,sol retroartik ven	1	0,4
Bilateral hiler arter, bilateral polar arter	1	0,4
Bilateral hiler arter, bilateral polar arter, sol ven geç birleşme	1	0,4
Sağ hiler arter, sağ polar arter ,sol polar arter	1	0,4
Sağ hiler arter, sağ prekaval arter ,sol ven geç birleşme	1	0,4
Bilateral hiler arter, sağ prekaval arter, sol hiler arter	2	0,8
Sağ hiler, sol arter erken dallanma	5	2,1
Sağ hiler arter ,sol erken dallanma, sağ gonadal venin sağ renal vene açılması	1	0,4
Bilateral hiler arter	6	2,5
Sağ hiler arter, sol hiler arter, sol ven geç birleşme	1	0,4
Sağ hiler arter, sol hiler arter, sol polar arter, sol ven geç birleşme	1	0,4
Sağ hiler arter, sol polar arter	3	1,2
Sağ polar arter	10	4,1
Sağ polar arter, sağ gonadal venin sağ renal vene açılması	1	0,4
Sağ polar arter, sağ multipl ven	1	0,4

Sağ polar arter, sağ arter erken dallanma	1	0,4
Sağ polar arter, sol arter erken dallanma	1	0,4
Sağ polar arter, sol arter erken dallanma, sağ gonadal venin sağ renal vene açılması	1	0,4
Sağ polar arter, sol hiler arter	1	0,4
Sağ polar arter, sol hiler arter, sağ multipl ven, sağ gonadal venin sağ renal vene açılması, sol sirkumaortik ven	1	0,4
Bilateral polar arter	3	1,2
Sağ polar arter, sol polar arter, sol arter erken dallanma, sol sirkumaortik ven	1	0,4
Sağ ven geç birleşme	5	2,1
Sağ ven geç birleşme, sol ven geç birleşme	1	0,4
Sağ multipl ven	28	11,5
Sağ multipl ven, sağ gonadal venin sağ renal vene açılması	1	0,4
Sağ multipl ven, sol retroartik ven	2	0,8
Sağ multipl ven, sol ven geç birleşme	3	1,2
Sağ multipl ven, sol sirkumaortik ven	2	0,8
Sol arter erken dallanma	6	2,5
Sol arter erken dallanma, sol ven geç birleşme	1	0,4
Sol arter erken dallanma, sağ gonadal venin sağ renal vene katılması	1	0,4
Sol arter erken dallanma, sağ multipl ven	2	0,8
Sol arter erken dallanma, sol sirkumaortik ven	2	0,8
Sol hiler arter	19	7,8
Sol hiler arter, sol ven geç birleşme	2	0,8
Sol hiler arter, sağ gonadal venin sağ renal vene açılması	3	1,2
Sol hiler arter, sağ multipl ven	2	0,8
Sol hiler arter, sağ multipl ven, sağ gonadal venin sağ renal vene açılması	2	0,8
Sol hiler arter, sağ multipl ven, sol ven geç birleşme	1	0,4
Sol hiler arter, sol retroartik ven	1	0,4
Sol hiler arter, sol sirkumaortik ven	3	1,2
Sol hiler arter, sol arter erken dallanma, sağ multipl ven, sol sirkumaortik ven	1	0,4
Sol hiler arter, sol polar arter	1	0,4
Sol hiler arter, sol polar arter, sol ven geç birleşme	1	0,4
Sol polar arter	2	0,8
Sol polar arter, sol ven geç birleşme	2	0,8
Sol polar arter, sağ multipl ven	1	0,4
Sol polar arter, sol multipl ven, sol ven geç birleşme	1	0,4
Sol polar arter, sol sirkumaortik ven	1	0,4
Sol retroartik ven	19	7,8
Sol multipl ven	1	0,4
Sol multipl ven, sol retroartik ven	1	0,4
Sol sirkumaortik ven	7	2,9
Toplam	243	1,6

Cinsiyete göre sağ hiler aksesuar renal arter, sol polar aksesuar renal arter ve sol renal vendede geç birleşme olma durumu arasında anlamlı fark saptanmıştır ($p<0,05$). Sağ hiler aksesuar renal arter erkeklerde %15,0 ve kadınlarda %6,8

sıklıkla görülmüştür ve erkeklerde anlamlı şekilde daha yüksektir (p=0,003). Sol polar aksesuar renal arter erkeklerde %5,6 ve kadınlarda %1,2 sıklıkla görülmüştür ve yine erkeklerde anlamlı şekilde daha yüksektir (p=0,006). Sol renal vende geç birleşme erkeklerde %6,3 ve kadınlarda %2,0 sıklıkla görülmüştür ve yine erkeklerde anlamlı şekilde daha yüksektir (p=0,014). Diğer karşılaştırmalarda anlamlı fark saptanmamıştır (p>0,05) (**Tablo 12**).

Tablo 12: Renal arter ve renal ven varyasyonlarının cinsiyete göre karşılaştırılması

	Cinsiyet				p*
	Erkek		Kadın		
	n	%	n	%	
Sağ Renal Hiler Arter (AA)					
Yok	256	85,0	232	93,2	0,003
Var	45	15,0	17	6,8	
Sağ Renal Polar Arter (AA)					
Yok	285	94,7	239	96,0	0,475
Var	16	5,3	10	4,0	
Sağ Renal Arter Erken Dallanma					
Yok	288	95,7	241	96,8	0,500
Var	13	4,3	8	3,2	
Sağ Renal Arter Prekaval					
Yok	300	99,7	247	99,2	0,455
Var	1	0,3	2	0,8	
Sol Renal Hiler Arter (AA)					
Yok	267	88,7	230	92,4	0,147
Var	34	11,3	19	7,6	
Sol Renal Polar Arter (AA)					
Yok	284	94,4	246	98,8	0,006
Var	17	5,6	3	1,2	
Sol Renal Arter Erken Dallanma					
Yok	285	94,7	241	96,8	0,230
Var	16	5,3	8	3,2	
Sağ Renal Ven Multiple					
Yok	271	90,0	225	90,4	0,898
Var	30	10,0	24	9,6	
Sağ Gonadal Venin Sağ Renal Vene Açılması					
Yok	283	94,0	240	96,4	0,201
Var	18	6,0	9	3,6	
Sağ Renal Ven Geç Birleşme					
Yok	294	98,0	246	98,8	0,465
Var	6	2,0	3	1,2	
Sol Renal Ven Multipl					
Yok	299	99,3	247	99,2	1,000 ¶
Var	2	0,7	2	0,8	
Sol Renal Ven Retroaortik					

Yok	291	96,7	233	94,0	0,127
Var	10	3,3	15	6,0	
Sol Renal Ven Sirkumaortik					
Yok	285	94,7	242	97,2	0,144
Var	16	5,3	7	2,8	
Sol Renal Ven Geç Birleşme					
Yok	282	93,7	244	98,0	0,014
Var	19	6,3	5	2,0	

%.Kolon yüzdesi; AA:Aksesuar Arter; *:Pearson Ki kare uygulanmıştır.¶:Fisherin Kesin Testi kullanılmıştır.

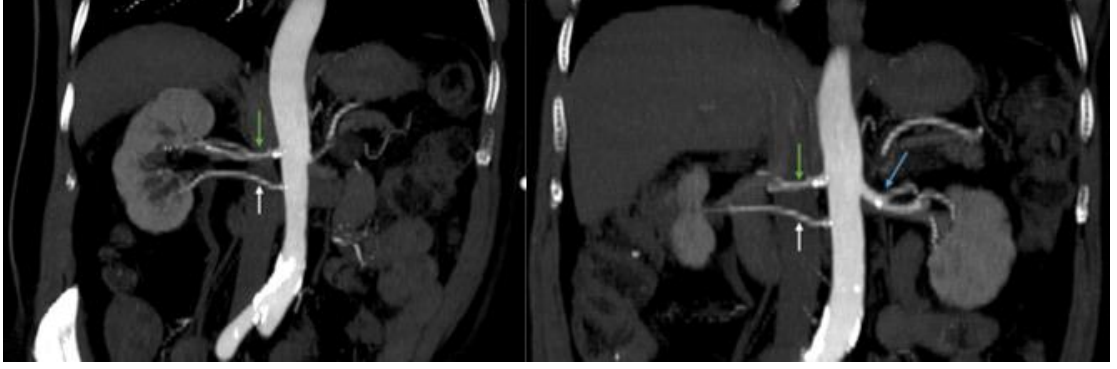
Arter varyasyonu olanların %37,8'inde en az bir tane ven varyasyonu varken, ven varyasyonu olanların %40,4'ünde en az bir arter varyasyonu vardır. Arter varyasyonu olma durumuna göre ven varyasyonu olma durumunda ve ven varyasyonu olma durumuna göre arter varyasyonu olma durumu arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmıştır (p<0,001) (**Tablo 13**).

Tablo 13: Arter varyasyonu durumuna göre ven varyasyonunun karşılaştırılması

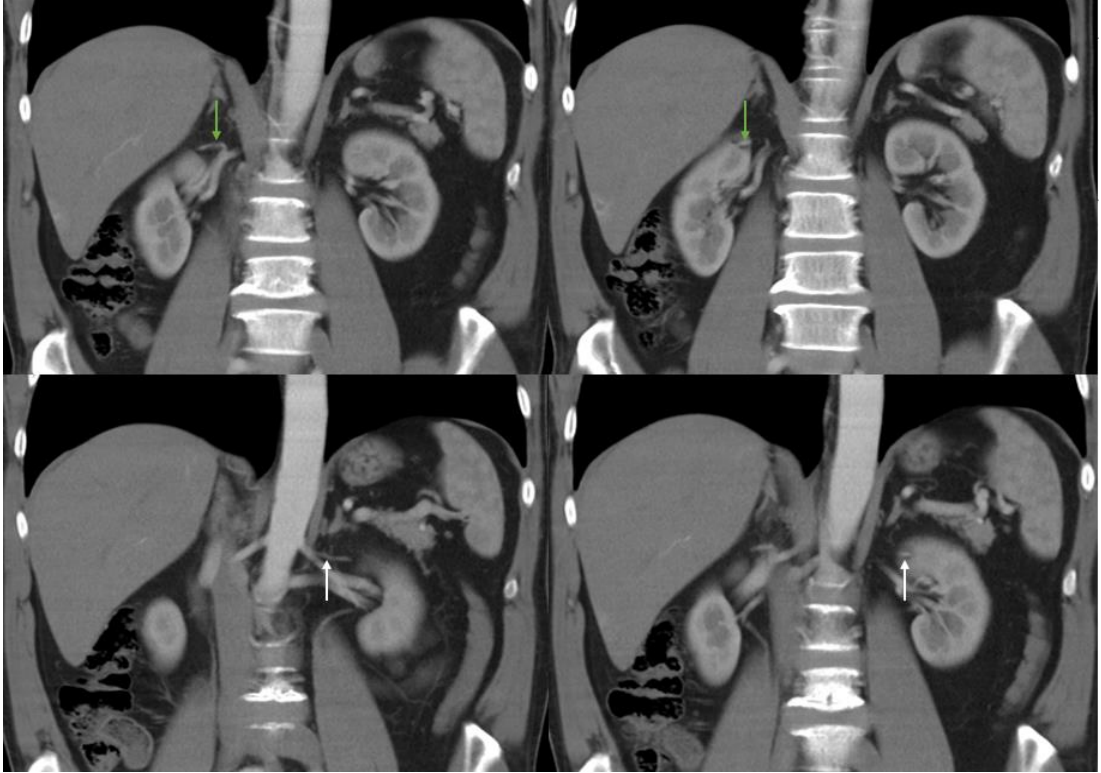
(n=550)	Ven Varyasyonu				p*
	Yok		En az bir tane var		
	n	%	n	%	
Arter varyasyonu					
Yok	307	77,9	87	22,1	<0,001
En az bir tane var	97	62,2	59	37,8	

*: Mc nemar Ki Kare uygulanmıştır

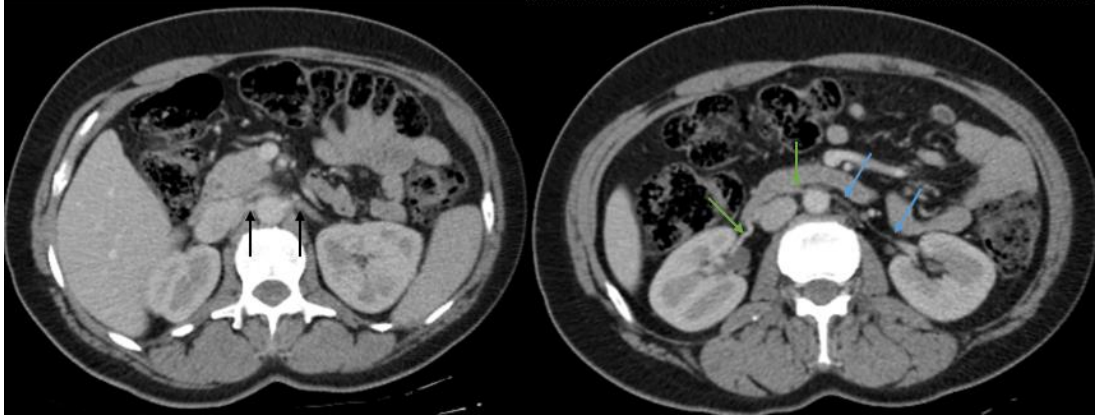
5. OLGU ÖRNEKLERİ



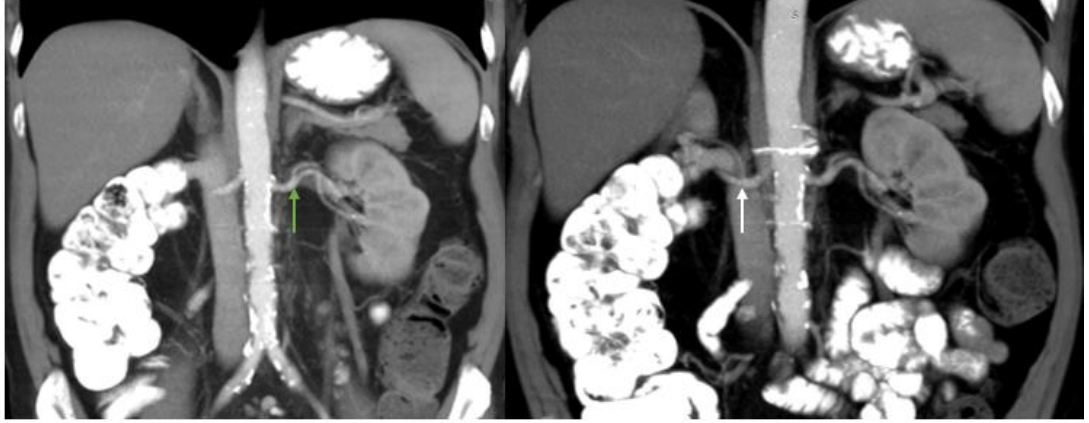
Şekil 7: Sağ aksesuar hiler arter, sol renal arterde erken dallanma. Sağ ana renal arter (yeşil ok), sağ aksesuar hiler arter (beyaz ok), sol renal arterde erken dallanma (mavi ok)



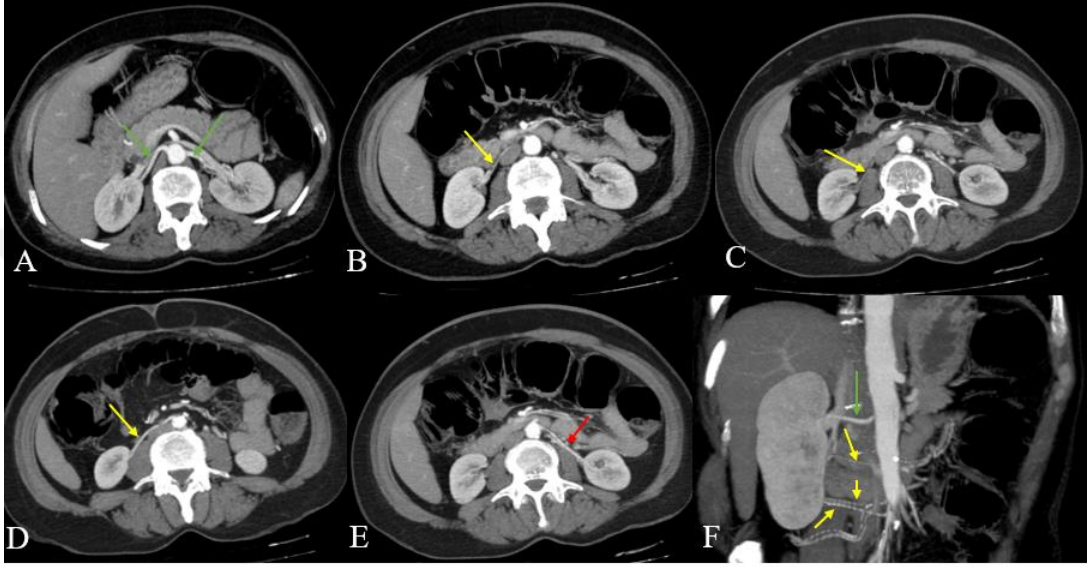
Şekil 8: Bilateral aksesuar polar renal arter. Sağ aksesuar polar renal arter (yeşil ok). Sol aksesuar polar renal arter (beyaz ok).



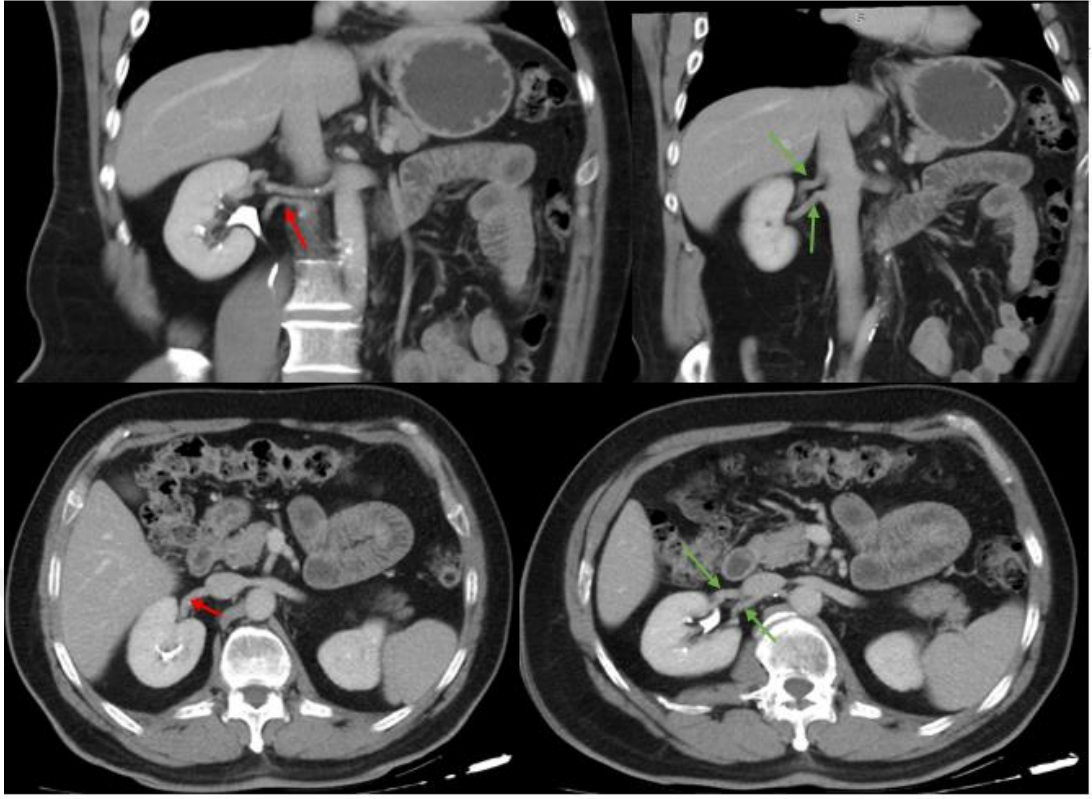
Şekil 9: Sağ prekaval aksesuar hiler renal arter, sol hiler aksesuar renal arter. Bilateral ana renal arterler (siyah oklar). Sağ prekaval aksesuar hiler renal arter (yeşil oklar). Sol hiler aksesuar renal arter (mavi oklar).



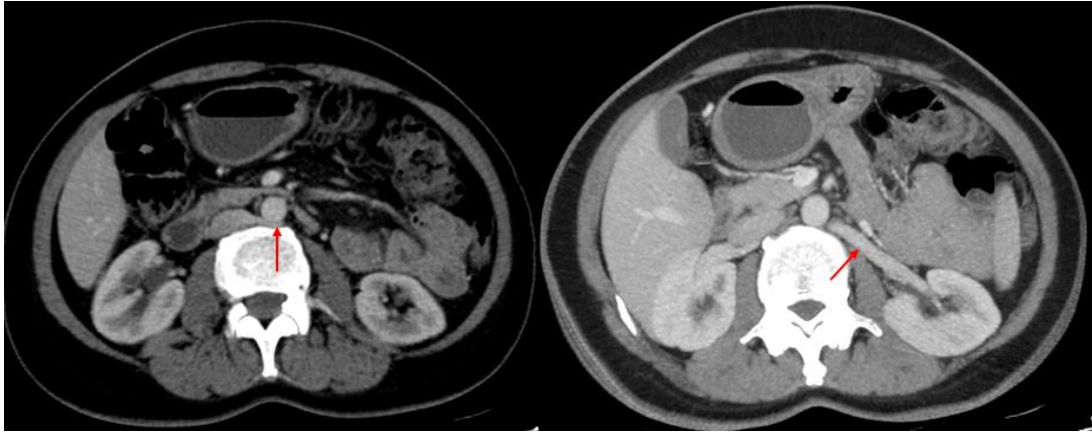
Şekil 10: Bilateral erken dallanan renal arter. Sol renal arterde erken dallanma (yeşil ok). Sağ renal arterde erken dallanma (beyaz ok).



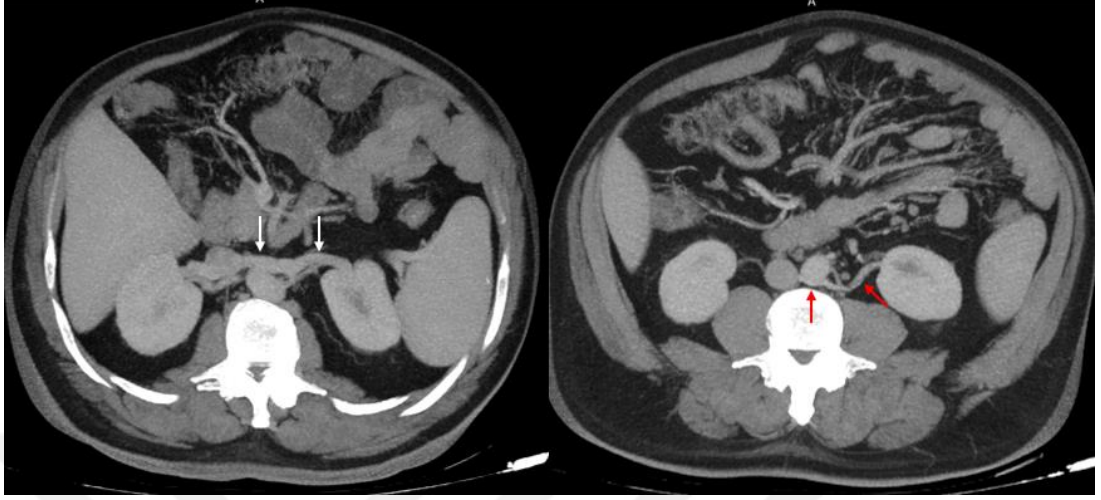
Şekil 11: Üç prekaval renal arter, sol hiler aksesuar arter. **A:** Her iki ana renal arter (yeşil oklar). **B, C, D:** Prekaval renal arterler (sarı oklar). **E:** sol hiler aksesuar renal arter. **F:** Sağ ana renal arter (yeşil ok) ve prekaval renal arterler (sarı oklar).



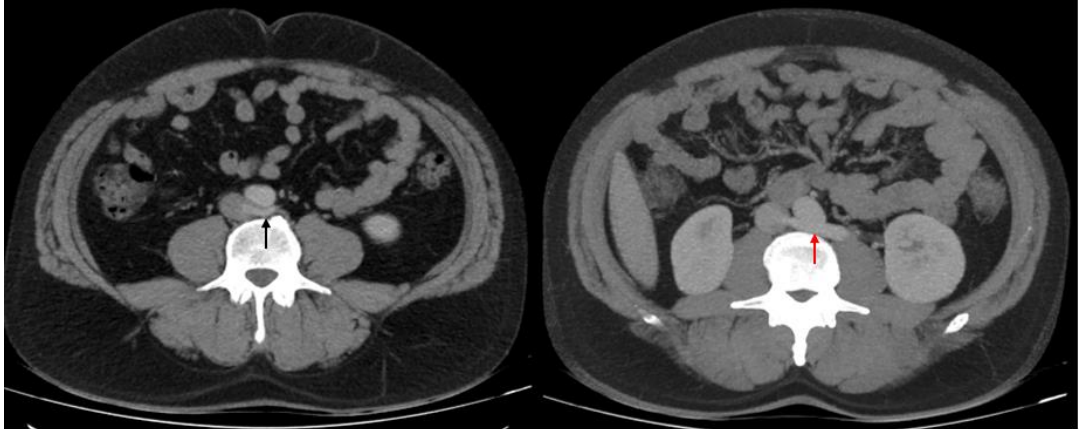
Şekil 12: Üç adet sağ renal ven. Birinci sağ renal ven (kırmızı ok). İkinci ve üçüncü sağ renal venler (yeşil oklar).



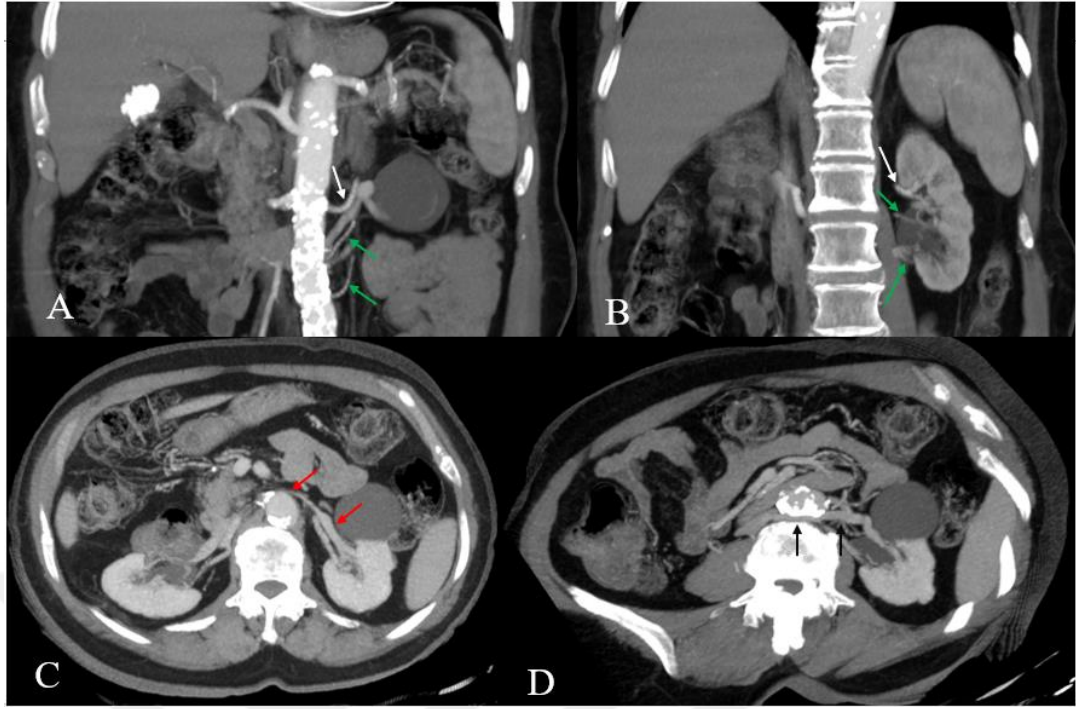
Şekil 13: Ardışık kesitlerde retroaortik renal ven. Sol retroaortik renal ven (kırmızı ok).



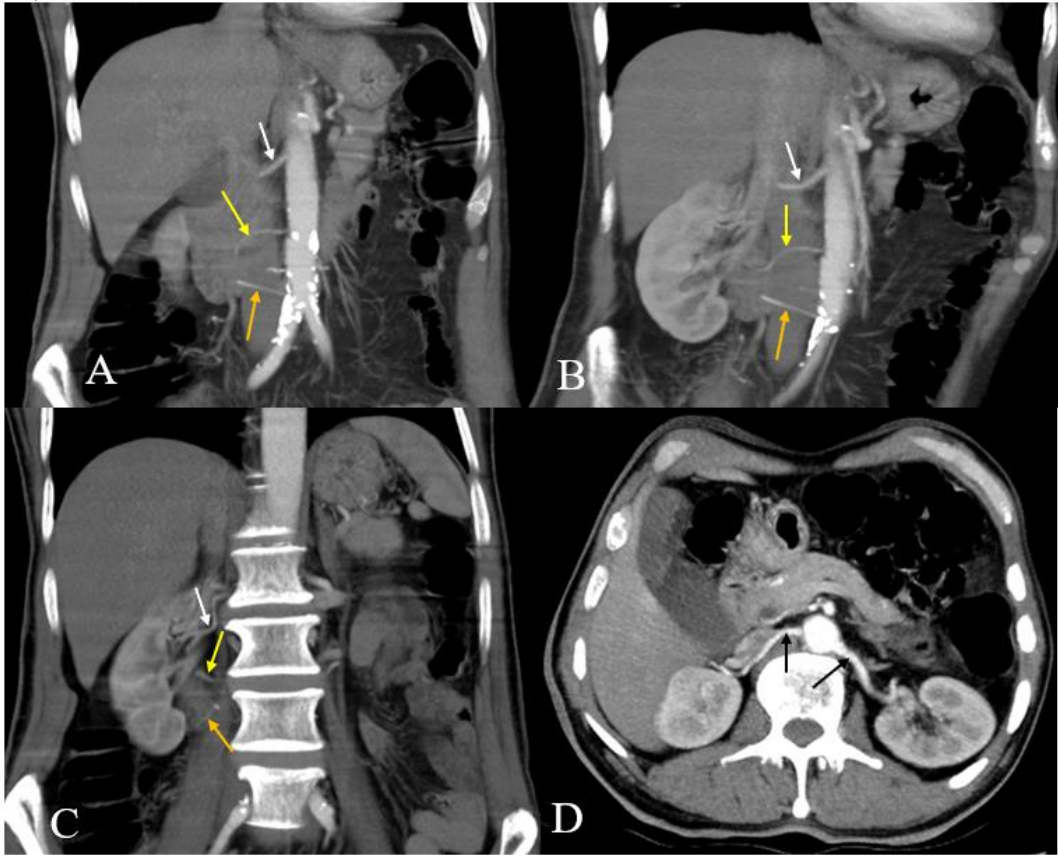
Şekil 14: Sirkumaortik renal ven. Aortun anteriorundan geçen renal ven (beyaz oklar). Aortun posteriorundan geçen renal ven (kırmızı oklar).



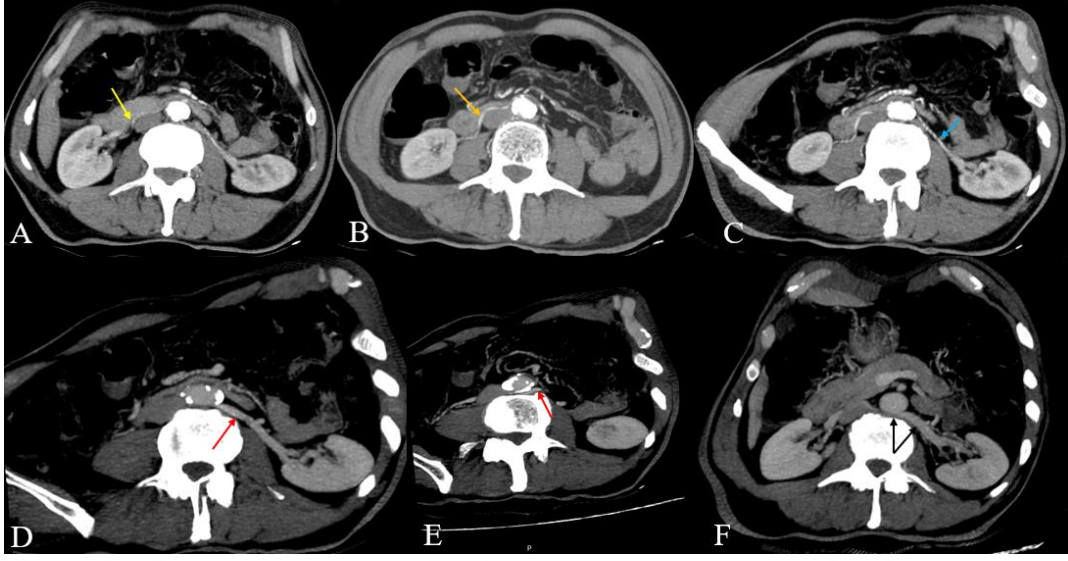
Şekil 15: Multipl ve retroaortik sol renal ven. Birinci retroaortik sol renal ven (siyah ok). İkinci retroaortik sol renal ven (kırmızı ok).



Şekil 16: Sol iki hiler aksesuar renal arter ve sirkumaortik renal ven. **A, B:** Ana renal arter (beyaz ok), hiler aksesuar renal arterler (yeşil oklar). **C, D:** Sirkumaortik renal ven. Aortun anteriorundan geçen renal ven (kırmızı oklar), aortun posteriorundan geçen renal ven (siyah oklar).



Şekil 17.1: Sağ hiler aksesuar prekaval renal arter, sağ polar aksesuar prekaval renal arter, sol hiler aksesuar renal arter ve sol iki adet retroaortik renal ven bulunan olgu. **A, B, C:** Ana renal arter (beyaz ok), sağ aksesuar hiler prekaval arter (sarı ok), sağ aksesuar polar prekaval arter (turuncu ok). **D:** Bilateral ana renal arterler (siyah oklar).



Şekil 17.2: Sağ hiler aksesuar prekaval renal arter, sağ polar aksesuar prekaval renal arter, sol hiler aksesuar renal arter ve sol iki adet retroaortik renal ven bulunan olgu. **A:** Sağ prekaval hiler aksesuar renal arter(sarı ok). **B:** Sağ aksesuar prekaval polar aksesuar arter (turuncu ok). **C:** Sol hiler aksesuar renal arter (mavi ok). **D, E:** Birinci retroaortik renal ven (kırmızı ok). **F:** İkinci retroaortik renal ven (siyah oklar).

6. TARTIŞMA

Renal transplantasyon, stent yerleştirilmesi gibi endovasküler işlemler, abdominal aort anevrizması rekonstrüksiyon cerrahileri gibi işlemler öncesinde ve renovasküler hipertansiyon etyolojisinin araştırılmasında renal vasküler anatomisinin ortaya konması ve varyasyonların saptanması büyük önem arz etmektedir (Hänninen et al., 2005). Ayrıca transplantasyon sonrasında rejeksiyon oranlarının aksesuar arter bulunmayan böbreklerde daha düşük olduğu bilinmektedir (Budhiraja et al., 2010).

Böbrekler embriyolojik dönemde pelviste yerleşirler. Renal vasküler yapılar böbreklerin bulunduğu seviyeden köken alırlar. Böbrekler pelvisteyken ilk başta renal vasküler yapılar ana iliyak vaskülerlerden köken alırlar. Böbrekler yukarıya çıktıkça beslenmesini önce distal aortadan, nihai pozisyonlarına geldiklerinde ise aortadan gelişen kalıcı renal vaskülerlerden sağlarlar. Daha öncesinde gelişmiş olan renal vasküler yapılar involüsyona uğrarlar. Renal vasküler yapılarda çok sayıda varyasyon gelişmesi bu embriyolojik gelişime bağlıdır (Moore and Persaud, 2008).

Çalışmamızda değerlendirdiğimiz 550 hastadan 243'ünde (%44,2) en az bir arter veya ven varyasyonu bulunduğu tespit edilmiştir. Bunlardan 97'sinde sadece arter varyasyonu, 87'sinde sadece ven varyasyonu izlenmişken 59'unda da hem arter hem ven varyasyonu saptanmıştır.

Aksesuar renal arter sıklığı literatürde %9-76 arasında değişmekte, anatomik ve kadavra çalışmalarında sıklıkla %28-30 arasında olduğu bildirilmektedir (Ozkan et al., 2006b, Khamanarong et al., 2004, Satyapal et al., 2001). Özkan ve ark. tarafından yapılan çalışmada bu oran %24, Çınar C. ve Türkvatan A. tarafından yapılan çalışmada %31,3 olarak saptanmış (Ozkan et al., 2006b, Çınar and Türkvatan, 2016). Bizim çalışmamızda aksesuar renal arter sıklığını %29,3 olarak saptadık. Saptadığımız prevelans literatürde bildirilen aralıklardadır. Aksesuar arterler en sık aortadan orjin almaktadır (Dhar and Lal, 2005). Ancak literatürde ana iliyak arterler ve inferior mezenterik arter orjinli aksesuar renal arter vakaları bildiren çalışmalar mevcuttur (Le Dorze et al., 2012). Bizim çalışmamızdaki aksesuar arterlerin tamamı abdominal aorttan orjin almaktadır. Aksesuar renal arter, sağ tarafta 88/550 (%16) sol tarafta 73/550 (%13,2) oranında saptanmıştır. Özkan U. ve ark., Holden ve ark.,

Uğurel ve ark. tarafından yapılan çalışmalarda olduğu gibi bizim çalışmamızda da aksesuar renal arter varyasyonun sağ tarafta daha fazla olduğu saptanmıştır (Ozkan et al., 2006b, Holden et al., 2005, Ugurel et al., 2010). Özkan U. ve ark. çalışmasında sağda %16, solda %13 oranında saptanmıştır (Ozkan et al., 2006b).

Khamanarong ve ark. polar arter sayısını hiler arter sayısından fazla saptamasına rağmen bizim çalışmamızda hiler arter sayısı daha fazladır (Khamanarong et al., 2004). Aksesuar renal arter saptanan 161 hastamızdan 115'inde (%71,4) hiler arter, 46'sında (%28,6) polar arter izlenmiştir. Çınar C. ve Türkvatan A. tarafından yapılan çalışmada hiler arter oranı %84,5, polar arter oranı %15,5 olarak saptanmıştır (Çınar and Türkvatan, 2016). Hiler aksesuar arter saptanan 115 hastadan 108'inde 1 adet, 6'sında 2 adet ve 1 hastada da 4 adet saptanmıştır. Polar aksesuar arter izlenen 46 hastanın 44'ünde 1 adet 2'sinde 2 adet saptanmıştır. Çalışmamızda, hiler arter %12,2 (14/115) sıklıkta, polar arter %15,2 (7/46) sıklıkta bilateral izlenmektedir.

Renal transplantasyon operasyonlarında, hemoraji kontrolünün daha kolay yapılabilmesi ve alıcı için daha uygun anastomoz hattı oluşturabilmek amacıyla renal arteriyel diseksiyon aortun 1,5-2cm distalinden yapılır. Bu işlem esnasında komplikasyon yaşanmaması için renal arterlerde erken dallanma varlığı bilinmelidir. Literatürde renal arterde erken dallanma sıklığı %4,3-13 arasında değişmektedir (Holden et al., 2005, Rydberg et al., 2001, Kim et al., 2003). Bizim çalışmamızda prevelans %8,2 olarak saptanmıştır. Raman ve ark. çalışmasında sağda %15, solda %21 oranında olduğu belirtilmişken bizim çalışmamızda sağda %3,8, solda %4,4 oranında saptanmıştır (Raman et al., 2007). Çalışmamızdaki oranlar Holden ve ark., Raman ve ark. ve Özkan ve ark. tarafından yapılan çalışmalardakine göre düşüktür. Bunun nedeni bizim çalışmamızda erken dallanma, renal arter aorttan ayrıldıktan sonraki ilk 2 cm içerisinde dallanmaya başlaması olarak kabul edilmişken; bu çalışmalarda erken dallanmanın, renal arterin hilusa girmeden önce herhangi bir noktada dallanamaya başlaması olarak kabul edilmesi olabilir (Raman et al., 2007, Holden et al., 2005, Ozkan et al., 2006b). Bizim çalışmamızda olduğu gibi erken dallanmanın, renal arterin aort orjinindeki ilk 2 cm içerisinde dallanması olarak kabul edildiği Çınar C. ve Türkvatan A.'nın çalışmasında; renal arterde erken dallanma oranı %6,5 (sağda %2,6 solda %3,7) olarak saptanmıştır (Çınar and Türkvatan,

2016). Bu değerler bizim alışmamızdakilerle paralellik göstermektedir. Renal arterde erken dallanma bulunan 43 hastamızdan 41’inde (%95,3) unilateral, 2’sinde (%4,7) bilateral izlenmiştir. Bu oran ınar C. ve Türkvatan A.’nın çalışmasında %97(32/33) unilateral, %3(1/33) bilateral olarak saptanmıştır (ınar and Türkvatan, 2016).

Normal sağ renal arter İVC’nin posteriorundan geçer. Ancak prekaval renal arter varyasyonu da görülebilmektedir. Yapılmış olan az sayıda çalışmada prevalans %0,8-5 arasında bildirilmiştir (Petit et al., 1997, Yeh et al., 2004). Bizim alışmamızdaki sıklığı %0,6 (3/550)’dir. Bu hastalardan 2’sinde 1 adet prekaval renal arter izlenmişken nc hastada 3 adet prekaval renal arter mevcuttur. Maxwell ve ark. tarafından yapılan çalışmada prekaval renal arter varyasyonuna; böbrek boyut artışı, çift toplayıcı sistem, ’’crossed-fused’’ renal ektopi ve diğer renal arter varyasyonlarının eşlik ettiği bildirilmiştir (Meng et al., 2002). Bizim alışmamızda prekaval renal arter varyasyonu saptanan 3 hastadan, birinde eşlik eden sağ hiler aksesuar arter, diğer ikisinde ise eşlik eden bilateral hiler aksesuar arter varyasyonu saptanmıştır.

Kompleks renal venöz varyasyonların olması genellikle laparoskopik donör nefrektomi için kontraendikasyon oluşturmazlar (Kawamoto et al., 2004, Koc et al., 2007a). Buna rağmen renal venöz varyasyonların varlığının bilinmesi son derece önemlidir. Özellikle sirkumaortik ve retroaortik renal ven varyasyonlarında operasyon esnasında renal ven diseksiyon riski yüksektir. Bunların yanında VCI filtresi takılacak olan ve renin örnekleme yapılacak olan hastalardaki varyasyonların işlem öncesi bilinmesi işlemdeki başarı oranını arttırmaktadır (Kawamoto et al., 2004).

Literatürdeki pek çok çalışmada olduğu gibi bizim çalışmamızda da en sık izlenen renal ven varyasyonu sağ multipl renal ven olarak saptanmıştır (Holden et al., 2005, Raman et al., 2007, Kawamoto et al., 2004, Koc et al., 2007a). Yaptıkları alışmalarda Koc ve ark. %14,3, Raman ve ark. %24, ınar C. ve Türkvatan A. %21,6 oranında sağ multipl renal ven bildirmişlerdir (ınar and Türkvatan, 2016, Raman et al., 2007, Koc et al., 2007a). Bizim alışmamızda bu oran literatüre göre belirgin düşük çıkmış olup %9,8’dir. Multipl sağ renal ven saptanan 54 hastadan

51'inde (%94,4) 2 renal ven, 3'ünde (%5,6) ise 3 renal ven izlenmiştir. Çınar C. ve Türkvatan A. tarafından yapılan çalışmada %88,8'inde 2, %10,2'sinde 3, %1'inde 4 renal ven izlenmiştir (Çınar and Türkvatan, 2016).

Sol renal venin embriyolojik gelişimi oldukça komplekstir. Sol renal ven oluşumu esnasında öncelikle sirkumaortik venöz halka gelişir. Daha sonra dorsal yarım halka regrese olur ve ventral (preaortik) yarım halka kalıcı sol renal veni oluşturur (Eldefrawy et al., 2011, Bass et al., 2000, Mathews et al., 1999). Sol renal ven varyasyonları genellikle dorsal parçanın regrese olmaması sonu ortaya çıktığından sol renal vende daha çok sirkumaortik ve retroaortik renal ven varyasyonları izlenir (Holden et al., 2005, Raman et al., 2007, Kawamoto et al., 2004, Koc et al., 2007b). Bizim çalışmamızda retroaortik renal ven %4,6 (25/550), sirkumaortik renal ven %4,2 (23/550) oranında izlenmiştir. Koc ve ark. tarafından yapılan ve 1120 hastalık çalışmada retroaortik renal ven %4,6 oranında, sirkumaortik renal ven %5,5 oranında izlenmiştir (Koc et al., 2007b). Raman ve ark. tarafından yapılan ve 126 renal donörde yapılan çalışmada ise retroaortik renal ven %2 oranında, sirkumaortik renal ven %8 oranında izlenmiştir (Raman et al., 2007). Çalışmamızdaki oranlar literatür ile paralellik göstermektedir. Sağda en sık multipl renal ven izlenirken solda en sık izlenen venöz varyasyon sirkumaortik renal vendir (Holden et al., 2005, Raman et al., 2007, Kawamoto et al., 2004, Koc et al., 2007b). Bizim çalışmamızda çok küçük farkla da olsa solda en sık görülen renal venöz varyasyon retroaortik renal ven, ikinci sıklıkta ise sirkumaortik renal ven olarak tespit edilmiştir.

Birçok çalışmada pelvik varisler ve varikoselin retroaortik ve sirkumaortik renal venler ile ilişkili olduğu yönünde veriler bulunmaktadır (Koc et al., 2007a, Karazincir et al., 2007). Karazincir ve ark. tarafından 140 varikosel hastası ile yapılan çalışmada varikosel bulunan hastaların 13'ünde (%9,3) ve 137 hastalık kontrol grubunda ise 3 (% 2,2) olguda retroaortik sol renal ven izlenmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında varikosel hastası grubunda sol retroaortik renal ven sıklığının istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğunu tespit etmişlerdir (Karazincir et al., 2007).

Renal vasküler yapılarıdaki varyasyonlarla ilgili yapılan birçok çalışmada renal venlerdeki geç birleşme tanımlanmamıştır. Literatürde bulunan iki çalışmada sağ

renal vende geç birleşme oranı %4-10, sol renal vende geç birleşme oranı %3,2-17 olarak bildirilmiştir (Çınar and Türkvatan, 2016, Raman et al., 2007). Bizim çalışmamızda bu oran sağda %1,8, solda %4,4 olarak tespit edilmiştir. Renal vende geç birleşme saptanan 32 hastadan 31'inde (%96,9) unilateral 1'inde (%3,1) bilateral olarak bulunduğu görülmektedir.

Sağ gonadal venin sağ renal vene katılım oranı literatürde %1,3-22 olarak bildirilmektedir (Asala et al., 2001, Pick and Anson, 1940, Anson et al., 1948, Biswas et al., 2006, Gupta et al., 2015). Bizim çalışmamızda görülme sıklığı %4,9 olarak saptanmış olup literatürde bildirilen aralıklardadır.

Literatürdeki çalışmalarda cinsiyete göre renal arter ve ven varyasyonu prevalansında anlamlı fark saptanmamıştır (Ozkan et al., 2006b, Çınar and Türkvatan, 2016, Kawamoto et al., 2004, Koc et al., 2007b). Genel olarak tüm renal vasküler varyasyonlara cinsiyete göre bakıldığında renal arter ve ven varyasyonu görülme sıklığında bizim çalışmamızda da anlamlı fark saptanmamıştır (arter; $p=0,1$, ven; $p=0,237$). Literatürde her bir renal vasküler varyasyonun özelinde cinsiyete göre karşılaştırılmasının yapılmadığı görülmüştür. Bizim çalışmamızda varyasyonları tek tek değerlendirdiğimizde erkeklerde sağ hiler aksesuar arter, sol polar aksesuar arter ve sol renal vende geç birleşme görülme sıklığının kadınlara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğunu tespit ettik (p değerleri sırası ile; $p=0,003$, $p=0,006$, $p=0,014$). Elde ettiğimiz veriler literatürde bu konuda bir ilk olma özelliğine sahiptir.

Renal arter ve venlerin gelişimi, böbrekler pelvisten nihai konumlarına çıkarken eş zamanlı olarak olmaktadır. Bundan dolayı herhangi bir tarafta arteriyel veya venöz varyasyon varlığının aynı veya karşı tarafta da arteriyel veya venöz varyasyon gelişmesine neden olabilmesi öngörülebilir bir durumdur. Ancak literatürde renal arteriyel ve venöz varyasyonların birlikteliğini gösteren çalışma mevcut değildir. Bizim çalışmamızda arter veya ven varyasyonu bulunan 243 hastanın 59'unda (%24,3) arter ve ven varyasyonlarının bir arada olduğu görülmüştür. Genel olarak bakıldığında ise arter ve ven varyasyonlarının birlikte görülme oranı %10,7 gibi azımsanmayacak bir oranda saptanmıştır. Bunlar içerisinde en sık görülenler ise beşer (%0,09) hasta ile sağ hiler aksesuar arter-sağ multipl renal ven birlikteliği ile

sağ hiler aksesuar arter-sol sirkumaortik renal ven birlikteliğidir. Bunların renal arter ve ven varyasyonlarının birlikte görüldüğü olgular içerisindeki oranı ise %17'dir. Renal arter varyasyonu olma durumuna göre renal ven varyasyonu olma durumunda ve renal ven varyasyonu olma durumunda göre renal arter varyasyonu olma durumu arasında McNemar ki-kare testine göre istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmıştır ($p<0,001$).

Sonuç olarak bakıldığında renal vasküler varyasyonlar toplumda %44,2 oranında görülmektedir. Ayrıca arteriyel ve venöz varyasyonların %10,7 gibi azımsanmayacak bir oranda birliktelik gösterdiğinin ve endovasküler girişimsel işlemler ve cerrahi işlemler öncesinde; renovasküler hipertansiyon, pelvik varisler ve varikozel etyolojisinin araştırılması sırasında varlığının ortaya konmasının son derece önemli olduğu bilinmelidir. ÇKBT bunun değerlendirilmesi için non-invazif ve en uygun yöntemdir.

KAYNAKLAR

- AL-KATIB, S., SHETTY, M., JAFRI, S. M. & JAFRI, S. Z. 2017. Radiologic Assessment of Native Renal Vasculature: A Multimodality Review. *Radiographics*, 37, 136-156.
- ANSON, B. J., CAULDWELL, E. W., PICK, J. W. & BEATON, L. E. 1948. The anatomy of the pararenal system of veins, with comments on the renal arteries. *The Journal of urology*, 60, 714-737.
- AREVALO PEREZ, J., GRAGERA TORRES, F., MARIN TORIBIO, A., KOREN FERNANDEZ, L., HAYOUN, C. & DAIMIEL NARANJO, I. 2013. Angio CT assessment of anatomical variants in renal vasculature: its importance in the living donor. *Insights Imaging*, 4, 199-211.
- ASALA, S., CHAUDHARY, S. C., MASUMBUKO-KAHAMBA, N. & BIDMOS, M. 2001. Anatomical variations in the human testicular blood vessels. *Ann Anat*, 183, 545-9.
- BALCI, P. & PABUŞÇU, Y. 2008. Temel Radyoloji Fiziği *Türk Radyoloji Derneği İzmir Şubesi*, genişletilmiş II. baskı.
- BASS, J. E., REDWINE, M. D., KRAMER, L. A., HUYNH, P. T. & HARRIS, J. H., JR. 2000. Spectrum of congenital anomalies of the inferior vena cava: cross-sectional imaging findings. *Radiographics*, 20, 639-52.
- BECKMANN, C. F. & ABRAMS, H. L. 1979. Circumaortic venous ring: incidence and significance. *AJR Am J Roentgenol*, 132, 561-5.
- BISWAS, S., CHATTOPADHYAY, J., PANICKER, H., ANBALAGAN, J. & GHOSH, S. 2006. Variations in renal and testicular veins-a case report. *J Anat Soc India*, 55, 69-71.
- BUDHIRAJA, V., RASTOGI, R. & ASTHANA, A. K. 2010. Renal artery variations: embryological basis and surgical correlation. *Rom J Morphol Embryol*, 51, 533-6.
- CASCHERA, L., LAZZARA, A., PIERGALLINI, L., RICCI, D., TUSCANO, B. & VANZULLI, A. 2016. Contrast agents in diagnostic imaging: Present and future. *Pharmacol Res*, 110, 65-75.
- CHAN, P. L. & TAN, F. H. S. 2018. Renin dependent hypertension caused by accessory renal arteries. *Clin Hypertens*, 24, 15.
- CINAR, C. & TURKVATAN, A. 2016. Prevalence of renal vascular variations: Evaluation with MDCT angiography. *Diagn Interv Imaging*, 97, 891-7.
- ÇINAR, C. & TÜRKVATAN, A. 2016. Prevalence of renal vascular variations: Evaluation with MDCT angiography. *Diagn Interv Imaging*, 97, 891-7.
- DHAR, P. & LAL, K. 2005. Main and accessory renal arteries--a morphological study. *Ital J Anat Embryol*, 110, 101-10.
- E., S. D. V. S. A. 2011. Abdominal imaging. *Saunders Elsevier Maryland, Missouri USA*, 2.
- ELDEFRAWY, A., ARIANAYAGAM, M., KANAGARAJAH, P., ACOSTA, K. & MANOHARAN, M. 2011. Anomalies of the inferior vena cava and renal veins and implications for renal surgery. *Cent European J Urol*, 64, 4-8.
- FALESCH, L. A. & FOLEY, W. D. 2016. Computed Tomography Angiography of the Renal Circulation. *Radiol Clin North Am*, 54, 71-86.
- GLODNY, B., PETERSEN, J., HOFMANN, K. J., SCHENK, C., HERWIG, R., TRIEB, T., KOPPELSTAETTER, C., STEINGRUBER, I. & REHDER, P. 2009. Kidney fusion anomalies revisited: clinical and radiological analysis of 209 cases of crossed fused ectopia and horseshoe kidney. *BJU Int*, 103, 224-35.

- GRANATA, A., FIORINI, F., ANDRULLI, S., LOGIAS, F., GALLIENI, M., ROMANO, G., SICUREZZA, E. & FIORE, C. E. 2009. Doppler ultrasound and renal artery stenosis: An overview. *J Ultrasound*, 12, 133-43.
- GUPTA, R., GUPTA, A. & AGGARWAL, N. 2015. Variations of gonadal veins: embryological prospective and clinical significance. *J Clin Diagn Res*, 9, Ac08-10.
- HÄNNINEN, E. L., DENECKE, T., STELTER, L., PECH, M., PODRABSKY, P., PRATSCHKE, J., RICKE, J., SCHINDLER, R., NEUHAUS, P., FELIX, R. & TULLIUS, S. G. 2005. Preoperative evaluation of living kidney donors using multirow detector computed tomography: comparison with digital subtraction angiography and intraoperative findings. *Transpl Int*, 18, 1134-41.
- HAZIROLAN, T., OZ, M., TURKBAY, B., KARAOŞMANOĞLU, A. D., OGUZ, B. S. & CANYIGIT, M. 2011. CT angiography of the renal arteries and veins: normal anatomy and variants. *Diagn Interv Radiol*, 17, 67-73.
- HOLDEN, A., SMITH, A., DUKES, P., PILMORE, H. & YASUTOMI, M. 2005. Assessment of 100 live potential renal donors for laparoscopic nephrectomy with multi-detector row helical CT. *Radiology*, 237, 973-80.
- HUSSAIN, S. M., KOCK, M. C., JN, I. J., PATTYNAMA, P. M., HUNINK, M. G. & KRESTIN, G. P. 2003. MR imaging: a "one-stop shop" modality for preoperative evaluation of potential living kidney donors. *Radiographics*, 23, 505-20.
- KARAZINCIR, S., BALCI, A., GÖRÜR, S., SUMBAS, H. & KIPER, A. N. 2007. Incidence of the retroaortic left renal vein in patients with varicocele. *J Ultrasound Med*, 26, 601-4.
- KAWAMOTO, S., MONTGOMERY, R. A., LAWLER, L. P., HORTON, K. M. & FISHMAN, E. K. 2004. Multi-detector row CT evaluation of living renal donors prior to laparoscopic nephrectomy. *Radiographics*, 24, 453-66.
- KAYA, T., ÖZKAN, R. & ADAPINAR, B. 2016. Temel Radyoloji Tekniği. *Nobel Tıp Kitabevleri*, 5. Baskı.
- KHAMANARONG, K., PRACHANEY, P., UTRARAVICHIEEN, A., TONG-UN, T. & SRIPAORAYA, K. 2004. Anatomy of renal arterial supply. *Clin Anat*, 17, 334-6.
- KIM, J. K., PARK, S. Y., KIM, H. J., KIM, C. S., AHN, H. J., AHN, T. Y. & CHO, K. S. 2003. Living donor kidneys: usefulness of multi-detector row CT for comprehensive evaluation. *Radiology*, 229, 869-76.
- KOC, Z., ULUSAN, S. & OGUZKURT, L. 2007a. Association of left renal vein variations and pelvic varices in abdominal MDCT. *Eur Radiol*, 17, 1267-74.
- KOC, Z., ULUSAN, S., OGUZKURT, L. & TOKMAK, N. 2007b. Venous variants and anomalies on routine abdominal multi-detector row CT. *Eur J Radiol*, 61, 267-78.
- LAUDER, L., EWEN, S., TZAFRIRI, A. R., EDELMAN, E. R., LUSCHER, T. F., BLANKENSTIJN, P. J., DORR, O., SCHLAICH, M., SHARIF, F., VOSKUIL, M., ZELLER, T., UKENA, C., SCHELLER, B., BOHM, M. & MAHFOUD, F. 2018. Renal artery anatomy assessed by quantitative analysis of selective renal angiography in 1,000 patients with hypertension. *EuroIntervention*, 14, 121-128.
- LE DORZE, M., BOUGLÉ, A., DERUDDRE, S. & DURANTEAU, J. 2012. Renal Doppler ultrasound: a new tool to assess renal perfusion in critical illness. *Shock*, 37, 360-5.
- LEUNG, D. A., HAGSPIEL, K. D., ANGLE, J. F., SPINOSA, D. J., MATSUMOTO, A. H. & BUTTY, S. 2002. MR angiography of the renal arteries. *Radiologic clinics of North America*, 40, 847-865.
- MATHEWS, R., SMITH, P. A., FISHMAN, E. K. & MARSHALL, F. F. 1999. Anomalies of the inferior vena cava and renal veins: embryologic and surgical considerations. *Urology*, 53, 873-80.
- MAYO, J., GRAY, R., ST LOUIS, E., GROSMAN, H., MCLOUGHLIN, M. & WISE, D. 1983. Anomalies of the inferior vena cava. *AJR Am J Roentgenol*, 140, 339-45.

- MENG, M. V., YEY, B. M., BREIMAN, R. S., SCHWARTZ, B. F., COAKLEY, F. V. & STOLLER, M. L. 2002. Precaval right renal artery: description and embryologic origin. *Urology*, 60, 402-405.
- MOORE, K. L. & PERSAUD, T. V. N. 2008. Klinik Yönleriyle İnsan Embriyolojisi. *Nobel Tıp Kitabevleri*, 2. Baskı.
- NAKAURA, T., ODA, S., UTSUNOMIYA, D., TOKUYASU, S. & YAMASHITA, Y. 2018. Dual-Layer Computed Tomography in Cardiovascular Imaging. *Cardiovascular Imaging Asia*, 2, 49.
- NATSIK, K., PIAGKOU, M., SKOTSIMARA, A., PROTOGEROU, V., TSITOURIDIS, I. & SKANDALAKIS, P. 2014. Horseshoe kidney: a review of anatomy and pathology. *Surg Radiol Anat*, 36, 517-26.
- OZKAN, U., OGUZKURT, L., TERCAN, F., KIZILKILIC, O., KOC, Z. & KOCA, N. 2006a. Renal artery origins and variations: angiographic evaluation of 855 consecutive patients. *Diagn Interv Radiol*, 12, 183-6.
- OZKAN, U., OGUZKURT, L., TERCAN, F., KIZILKILIÇ, O., KOÇ, Z. & KOCA, N. 2006b. Renal artery origins and variations: angiographic evaluation of 855 consecutive patients. *Diagn Interv Radiol*, 12, 183-6.
- ÖZKAN, U., OGUZKURT, L., TERCAN, F., KIZILKILIÇ, O., KOÇ, Z. & KOCA, N. 2006. Renal artery origins and variations: angiographic evaluation of 855 consecutive patients. *Diagnostic and interventional Radiology*, 12, 183.
- PETIT, P., CHAGNAUD, C., CHAMPSAUR, P. & FAURE, F. 1997. Precaval right renal artery: have you seen this? *AJR Am J Roentgenol*, 169, 317-8.
- PICK, J. W. & ANSON, B. J. 1940. The renal vascular pedicle: an anatomical study of 430 body-halves. *The Journal of Urology*, 44, 411-434.
- POZNIAK, M. A., BALISON, D. J., LEE, F. T., JR., TAMBEAUX, R. H., UEHLING, D. T. & MOON, T. D. 1998. CT angiography of potential renal transplant donors. *Radiographics*, 18, 565-87.
- RAMAN, S. S., POJCHAMARNWIPUTH, S., MUANGSOMBOON, K., SCHULAM, P. G., GRITSCH, H. A. & LU, D. S. 2007. Surgically relevant normal and variant renal parenchymal and vascular anatomy in preoperative 16-MDCT evaluation of potential laparoscopic renal donors. *American Journal of Roentgenology*, 188, 105-114.
- RYDBERG, J., KOPECKY, K. K., TANN, M., PERSOHN, S. A., LEAPMAN, S. B., FILO, R. S. & SHALHAV, A. L. 2001. Evaluation of prospective living renal donors for laparoscopic nephrectomy with multisection CT: the marriage of minimally invasive imaging with minimally invasive surgery. *Radiographics*, 21 Spec No, S223-36.
- SADLER, T. W. 2017. Langman's Medikal Embriyoloji. *Başaklar C (Çeviri Editörü) Ankara: Palme Yayıncılık*, 13. Baskı.
- SANCAK, İ. T. 2015. Temel Radyoloji. *Güneş Tıp Kitabevleri*.
- SATYAPAL, K. S., HAFJEJEE, A. A., SINGH, B., RAMSAROOP, L., ROBBS, J. V. & KALIDEEN, J. M. 2001. Additional renal arteries: incidence and morphometry. *Surg Radiol Anat*, 23, 33-8.
- STANDRING S, G. H. 2008. Gray' s anatomy: the anatomical basis of clinical practice. *Scotland: Churchill Livingstone*, 40th ed.
- T., K. 2008. Bilgisayarlı Tomografi. Kas İskelet Yumuşak Doku Radyolojisi. *Bursa: Nobel-Güneş Tıp Kitabevleri*, 1. Baskı.
- TAO, X. F., ZHU, J. Q., WU, Y. W., TANG, G. Y., SHI, Y. Z., ZHANG, L., LIN, Y. & WANG, Z. Q. 2013. Dual-energy computed tomography angiography for evaluating the renal vascular variants. *Chin Med J (Engl)*, 126, 650-4.

- TARDO, D. T., BRIGGS, C., AHERN, G., PITMAN, A. & SINHA, S. 2017. Anatomical variations of the renal arterial vasculature: An Australian perspective. *J Med Imaging Radiat Oncol*, 61, 643-649.
- TUNCEL, E. 2008. Klinik Radyoloji. *Nobel-Güneş Tıp Kitabevi*, 2. Baskı.
- UGUREL, M. S., BATTAL, B., BOZLAR, U., NURAL, M. S., TASAR, M., ORS, F., SAGLAM, M. & KARADEMİR, I. 2010. Anatomical variations of hepatic arterial system, coeliac trunk and renal arteries: an analysis with multidetector CT angiography. *Br J Radiol*, 83, 661-7.
- URBAN, B. A., RATNER, L. E. & FISHMAN, E. K. 2001. Three-dimensional volume-rendered CT angiography of the renal arteries and veins: normal anatomy, variants, and clinical applications. *Radiographics*, 21, 373-86; questionnaire 549-55.
- VAZQUEZ, R., GARCIA, L., MORALES-BUENROSTRO, L., GABILONDO, B., ALBERU, J. & VILATOBA, M. 2010. Renal grafts with multiple arteries: a relative contraindication for a renal transplant? *Transplant Proc*, 42, 2369-71.
- YEH, B. M., COAKLEY, F. V., MENG, M. V., BREIMAN, R. S. & STOLLER, M. L. 2004. Precaval right renal arteries: prevalence and morphologic associations at spiral CT. *Radiology*, 230, 429-33.
- YEŞİLDAĞ, A., ADANIR, E., KÖROĞLU, M., BAYKAL, B., OYAR, O. & GÜLSOY, U. K. 2004. Rutin abdomen BT'de sol renal ven anomalilerinin görülme sıklığı. *Tanıs ve Girişimsel Radyoloji*, 10, 140-3.
- ZWIEBEL WJ, P. J. 2006. Vasküler Ultrasona Giriş. *İstanbul Medikal Yayıncılık*, 1. Baskı.

EKLER

EK 1. ETİK KURUL ONAYI

Evrak Tarih ve Sayısı: 06/11/2019-E.13956



T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Tıp Fakültesi Dekanlığı

Sayı :71522473/050.01.04/165
Konu :Girişimsel Olmayan Etik Kurul
Başvuru Dosyası Hk.

Sayın Dr. Öğr. Üyesi Alper KARACAN
Sağlık Bakanlığı Sakarya Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Radyoloji Anabilim Dalı

İlgi : 11.10.2019 tarihli 345 sayılı başvurunuz.

Destekleyicisi olduğunuz "**Renal Vasküler Varyasyonların Çok Kesitli BT Anjiyografi ile Değerlendirilmesi**" isimli çalışmanın ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup; çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen şekilde etik ve bilimsel açıdan sakınca bulunmadığına etik kurul üyelerince karar verilmiştir.
Bilgilerinize rica ederim.

Prof. Dr. Hasan Çetin EKERBİÇER
Etik Kurulu Başkanı

Yücel DEMİR
Etik Kurulu Sekr.

Güvenli Elektronik
İmza ile Aynıdır.
06.11.2019.

Evrakı Doğrulamak İçin : <http://193.140.253.232/envision.Sorgula/BelgeDogrulama.aspx?V=BEL9BLCS4>

Fakülte Girişimsel Olmayan Etik Kurulu Sakarya Üniversitesi Tıp Fakültesi
Dekanlığı, Korucuk Kampüsü, Korucuk, Adapazarı/Sakarya
Tel:264 295 6630 Faks:264 295 6629
E-Posta :tip@sakarya.edu.tr Elektronik Ağ :www.tip.sakarya.edu.tr



ÖZGEÇMİŞ

I- Bireysel Bilgiler

Adı-Soyadı: Mahmut CİNER
Doğum yeri ve tarihi: 21/07/1988
Uyruğu: TC
Medeni durumu: Evli
İletişim adresi ve telefonu: mahmutciner@gmail.com
Yabancı dili: İngilizce

II- Eğitimi (tarih sırasına göre yeniden eskiye doğru)

Sakarya Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji AD Uzmanlık Eğitimi 2017-2020

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji AD Uzmanlık eğitimi
2015-2017

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi 2007-2014

Zonguldak Fen Lisesi 2002-2006

Bahçelievler İlköğretim Okulu 1994-2002

III- Ünvanları (tarih sırasına göre eskiden yeniye doğru)

Pratisyen Hekim: 2014-2015

Asistan Doktor: 2015-2020

IV- Mesleki Deneyimi

Zonguldak Merkez Toplum Sağlığı Merkezi, Pratisyen hekim

Sakarya Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji AD, Asistan doktor

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji AD, Asistan doktor