

T.C  
DİCLE ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
RADYODİAGNOSTİK ANABİLİM DALI  
UZMANLIK TEZİ

**VENA KAVA İNFERİOR ANOMALİLERİNİN  
SAPTANMASINDA ÇKBT'NİN YERİ**

**Dr. Asım SABANCIOĞULLARI**

TEZ DANIŞMANI

Yrd. Doç. Dr. Senem ŞENTÜRK

DİYARBAKIR-2010

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ.....	iii
KISALTMALAR.....	iv
TABLolar.....	v
OLGU ÖRNEKLERİ.....	vi
ÖZET.....	vii
SUMMARY.....	viii
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. VKİ'nin Embriyogenezi.....	2
2.2. Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi (ÇKBT).....	14
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	20
4. BULGULAR.....	21
5. RESİMLERLE OLGU ÖRNEKLERİ.....	25
6. TARTIŞMA.....	37
7. SONUÇLAR.....	41
8. KAYNAKLAR.....	42

## ÖNSÖZ

Uzmanlık tezimin hazırlanmasında ve değerlendirilmesinde yardımcı olan sayın danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Senem ŞENTÜRK'e, radyoloji Ana Bilim Dalı Başkanı sayın Prof. Dr. Aşur UYAR'a, birlikte çalıştığım radyoloji anabilim dalındaki hocalarıma, eğitimim boyunca desteğini gördüğüm sevgili eşim Seda SABANCIOĞULLARI'na ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Asım SABANCIOĞULLARI

## **KISALTMALAR**

BT: Bilgisayarlı tomografi

ÇKBT: Çok kesitli bilgisayarlı tomografi

DAS: Data acquisition system

EBT: Elektron beam tomografi

MPR: Multiplanar reformat

MIP: Maksimum intensite projeksiyon

VKİ: Vena kava inferior

## TABLÖLAR

Tablo 1: Anomali ve varyasyonların dağılımı

Tablo 2: Anomalilerin cinsiyete göre dağılımı

## **OLGU ÖRNEKLERİ**

Olgu 1. Çift vena kava inferior

Olgu 2. İnterrupted vena kava inferior

Olgu 3. Retroaortik sol renal ven

Olgu 4. Retroaortik sol renal ven

Olgu 5. Sol vena kava inferior

Olgu 6. Vena kava inferior azigos devamlılığı

Olgu 7. Sirkümaortik sol renal ven

Olgu 8. Sirkümaortik sol renal ven

## ÖZET

**Amaç:** Herhangi bir sebeble, ileri teknoloji ürünü olan 64 dedektörlü bilgisayarlı tomografi cihazıyla dinamik batin tomografi incelemesi yapılan hastalarda vena kava inferior anomali ve varyasyonlarını incelemek, bu varyasyonların embriyolojik temelleri göz önüne alınarak sıklık oranlarını saptamaktır.

**Gereç ve Yöntem:** Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Radyoloji Ünitesinde Ocak 2008 – Aralık 2009 tarihleri arasında yapılan 528 (267 kadın,216 erkek) erişkin hastanın abdominal bilgisayarlı tomografi incelemeleri çalışmaya alınmıştır. Tüm incelemeler dinamik bilgisayarlı tomografi ve bilgisayarlı tomografi anjiyografi olarak elde edilmiş olup değerlendirme retrospektif olarak venöz faz üzerinden yapılmıştır.

**Bulgular:** Vena kava inferior varyasyon ve anomalileri açısından 528 hasta incelendi. Bu hastaların 267 (% 50.6)'si kadın, 261 (% 49.4)'i erkekti. Toplam 528 hastanın; 478' inde (% 90.5) herhangi bir anomali ve varyasyona rastlanmadı. 50 olguda (%9.5) vena kava inferiorunda anomali veya varyasyon saptandı. En sık rastlanan varyasyon retroaortik sol renal ven varyasyonu olarak izlendi. Sirkümaortik sol renal ven varyasyonu, çift vena kava anomalisi, sol vena kava inferior anomalisi, vena kava inferior azigos devamlılığı ve kesintili (interrupted) vena kava inferior anomalisi diğer saptanan anomali ve varyasyonlar olarak belirlendi.

**Sonuç:** Vena kava inferiorun doğuştan anomali ve varyasyonları çok kesitli bilgisayarlı tomografi ile doğru olarak saptanabilmektedir. Bu anomalilerin bilgisayarlı tomografi görünümünün bilinmesi doğru tanımlanmasını sağlar. Doğru tanımlama ayırıcı tanı açısından önemlidir, ayrıca cerrahi sırasında varyasyonların bilinmesi majör komplikasyonların önlenmesi için de gereklidir..

Anahtar kelimeler: Vena kava inferior, anomali, varyasyon, çok kesitli bilgisayarlı tomografi

## **SUMMARY**

**Purpose:** To investigate anomalies and variations of vena cava inferior in patients who had dynamic abdominal examinations with the high technology 64-detector row computed tomography, for any indication, and to search frequency of variations regarding embriological basis.

**Materials and Methods:** Abdominal computed tomography examinations, performed in the Department of Radiology, Medical School of Dicle University between January 2008 and December 2009, of 528 (267 female, 216 male) adult patients were included in the study. All studies were acquired as dynamic computed tomography and computed tomography angiography, and venous phase of examinations were evaluated retrospectively.

**Results:** Vena cava inferior anomalies and variations were searched in 528 patients. 267 (% 50.6) of these patients were female and, 261 (% 49.4) were male. No anomaly or variation was determined in 478 (% 90.5) of total 528 patients. 50 (%9.5) cases had vena cava inferior anomaly or variation. The most common variation was retroaortic left renal vein variation. Other anomalies and variations included circumaortic left renal vein variation, double vena cava inferior, left vena cava inferior, azygos continuation of vena cava inferior and interrupted vena cava inferior.

**Conclusions:** Anomalies and variations of vena cava inferiorun can be correctly determined by multidetector computed tomography. Knowledge of computed tomography images of these anomalies yields correct diagnosis. Accurate definition is not only important for differential diagnosis, but also necessary for prevention of major complications before surgery.

**Key Words:** Vena cava inferior, anomaly, variation, multidetector computed tomography



## 1.GİRİŞ VE AMAÇ

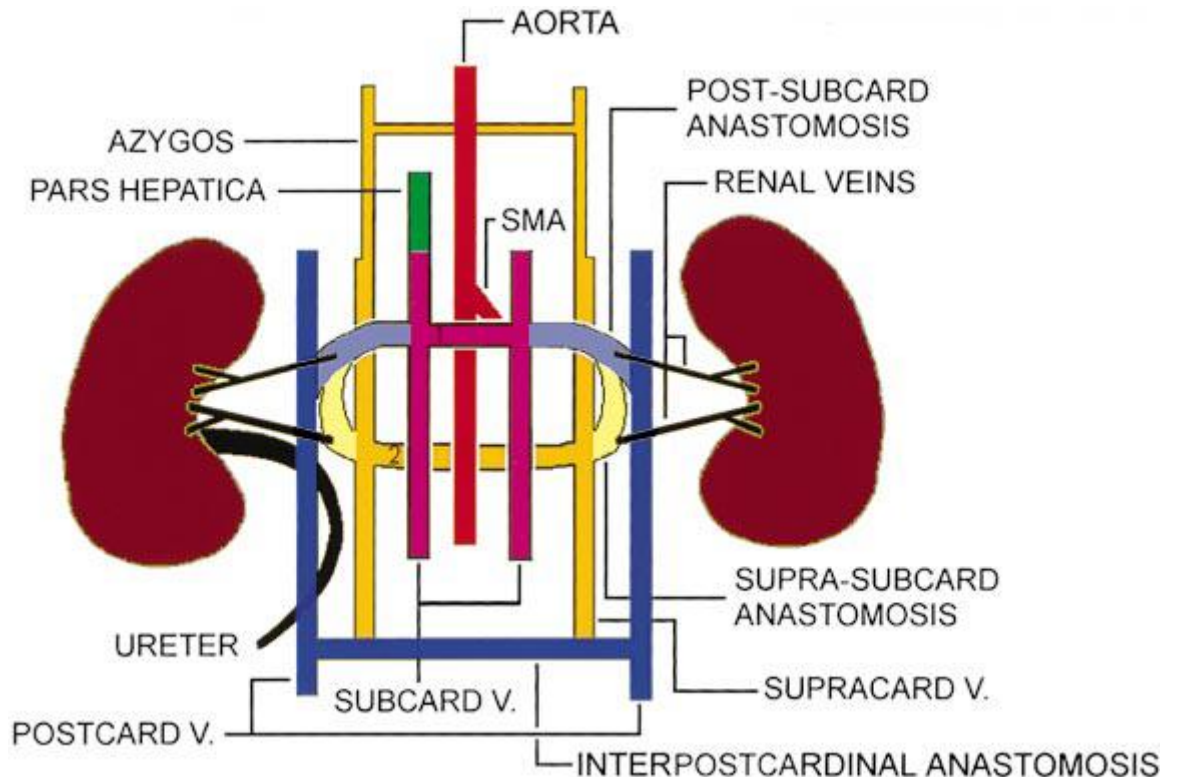
Vena kava inferiorun (VKİ) ve dallarının çoğunlukla semptomsuz hastalarda ortaya çıkan bir çok doğumsal anomalisi bulunmaktadır. Embriyolojik olarak VKİ kompleks bir gelişim süreciyle üç çift embriyolojik venin yaptığı çeşitli anastomozlar sonucu oluşur. Bu kompleks gelişim süreci sonucunda abdominal ve pelvik venöz yapılarda çok sayıda varyasyon gelişebilir(1,2). VKİ ve birlikte bulunan venöz yapılara ait anomaliler çoğunlukla başka bir nedene yönelik yapılan radyolojik incelemelerde (abdominal bilgisayarlı tomografi (BT), vasküler incelemeler) ratlantısal olarak ortaya çıkmaktadır. Bu konuda yapılan çalışmalar genellikle abdominal BT görüntüleme temeline dayanmakta olup değerlendirmeler aksiyel BT kesitlerinde yapılmıştır. Bizim çalışmamızda ise ileri teknolojik yöntemler ( 64 dedektörlü çok kesitli BT (ÇKBT) ) kullanılarak multiplanar görüntüleme, BT anjiyografi ve 3 boyutlu (3B) görüntüleme yapılmıştır.

Bu çalışmamızda amacımız, herhangi bir sebeble, bu ileri teknoloji ürünü olan 64 dedektörlü bilgisayarlı tomografi cihazıyla dinamik batın tomografisi incelemesi yapılan hastalarda vena kava inferior anomali ve varyasyonlarını incelemek, embriyolojik temellerini irdelemek ve sıklık oranlarını saptamaktır.

## 2.GENEL BİLGİLER

### 2.1. VKİ'nin Embriyogenezi

VKİ ve renal ven anomalilerinin etiolojisinin daha iyi anlaşılması için, VKİ'nin embriyogenezinin kısa ve öz bir incelemesine ihtiyaç vardır. Phillips, VKİ embriyogenezinin kapsamlı bir incelemesini yayınlamıştır (3). İntrahepatik VKİ embriyonik yaşamın 6 ve 8. haftaları arasında, üç çift embriyonik venin aralıksız ortaya çıkma ve gerilemesinden meydana gelen birleşik bir yapı olarak gelişir. Ortaya çıkma sırasına göre bunlar, posterior kardinal, subkardinal ve suprakardinal venlerdir (Şekil 1).



Başlangıçta, vücut duvarından tüm kan dönüşü, posterior kardinal venler vasıtasıyla kaudal olarak kalbe doğru ilerler (Şekil 1'deki koyu mor). İç organlardan kan dönüşü, vitellüs kesesini (yolk sak) drene eden vitellin venler (Şekil 1'deki yeşil) tarafından taşınır. Takiben, subkardinal venler (Şekil 1'deki mor-kırmızı)

ventromedialden posterior kardinal venleri ve ventrolateralinden aortayı geliştirir. Aortanın önündeki ve superior mezenterik arterin kaudalindeki subkardinal ven çifti arasında, intersubkardinal anastomoz meydana şekillenir. Posterior kardinal ve subkardinal venler (Şekil 1'deki açık mor) arasındaki anastomozlar, yaklaşık olarak intersubkardinal anastomoz düzeyinde her bir yanda gelişir. Aynı zamanda, sağ subkardinal ven ve vitellin venden şekillenen VKİ'nin hepatik segmenti arasında birleşme meydana gelir. Posterior kardinal venlerin kranial kısımları atrofiye uğramaya başladığından, alt ekstremitelerden kan dönüşü postsubkardinal anastomozdan ve sonrasında subkardinal hepatik anastomozdan VKİ'nin hepatik segmentine şant yapar. Bu süreç, VKİ'nin prerenal bölümünü meydana getirir.

İzleyen ana gelişme, posterior kardinal venlerin dorsomedialinde ve aortanın dorsolateralinde uzanan supkardinal ven çiftinin (Şekil 1'deki altın-sarı) ortaya çıkmasıdır. İlk olarak, posterior ve suprakardinal venler arasında çok sayıda anastomoz şekillenir. Her bir tarafta, birer suprasubkardinal anastomoz (Şekil 1'deki sarı) postsuprakardinal ve postsubkardinal anastomozların kaynaşmasından gelişir. Ek olarak, intersuprakardinal anastomozlar aortanın dorsalinde gelişirler. Suprakardinal venler, sonra kranial (azigos) ve kaudal (lumbar) uçlara ayrılırlar. Bu arada, inferior olarak, iki posterior kardinal ven arasında ve posterior ile lumbar suprakardinal venler arasında anastomozlar gelişir. Posterior kardinal venlerin daha fazla atrofisi ile birlikte, alt ekstremitelerden kan dönüşü, suprakardinal sistem yoluyla suprasubkardinal anastomozla, sonra da VKİ'nin prerenal bölümüne şant olur. Ek olarak, vücudun sol tarafından kan dönüşü, intersuprakardinal ve interpostkardinal anastomozlardan geçerek sağa şant olur. Son olarak, her ne kadar Huntington ve McLure (4) çok sayıda anastomozun kaynaşmasıyla damar sağ suprakardinal venle birleşmiş hale geldiğinden damarın çok fazla atrofiye uğramadığını ifade etmiş olsalar da, sol suprakardinal ven ortadan kaybolacak son venlerden biridir.

Özet olarak, normal VKİ dört segmentten oluşur: hepatik, suprarenal, renal ve infrarenal. Hepatik segment, vitellin venden gelişir. Sağ subkardinal ven, subkardinal-hepatik anastomozların şekillenmesiyle suprarenal segmenti oluşturur. Renal segment, sağ suprasubkardinal ve postsubkardinal anastomozlardan gelişir.

İnfrarenal segmentin sağ suprakardinal venden geliştiği, bu düşünce bir parça tartışmalı olsa da, çoğunlukla kabul görülür (3). Torasik bölgede, suprakardinal venler azigos ve hemiazigos venlerini meydana getirir. Abdomende, postkardinal venler subkardinal ve suprakardinal venler ile tedricen değiştirilir, fakat pelviste ortak iliak venler olarak devam eder.

Embriyonik üreter, posterior kardinal venlerin arkasından ve suprakardinal venin anterolateralinden geçtiği için, inferior olarak postsuprakardinal anastomozun ve böbrek düzeyindeki suprasubkardinal anastomozun oluşumu, bir potansiyel periüreterik venöz halkanın gelişimine izin verir. Renal yakalık, dorsal olarak intersuprakardinal anastomozdan, ventral olarak intersubkardinal anastomoz ve postsubkardinal anastomozdan ve lateral olarak suprasubkardinal anastomozdan şekillenir. Embriyonik böbrekler, başlangıçta ventral ve dorsal dal çiftleri tarafından drene edilir. Normalde, her iki dorsal dal geriler. Sağ tarafta ventral dal, VKİ'nin renal segmentinin lateral duvarı ile birleşir. Sol tarafta ise, ventral dal ve renal yakalığın anterior dalı normal erişkin sol renal veni meydana getirir.

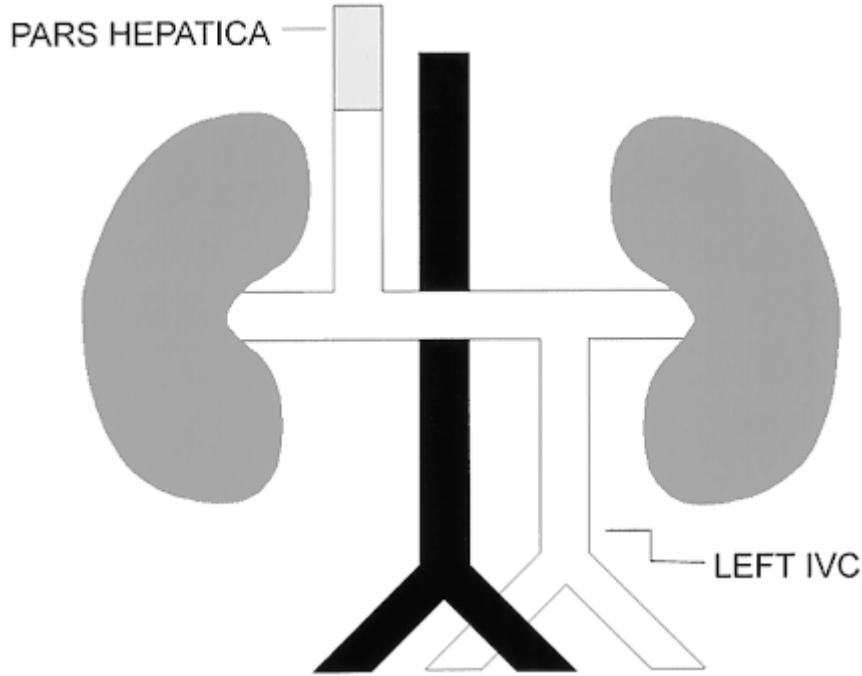
### **2.1.1. VKİ Anatomisindeki Varyasyonlar**

Evcil kedilerdeki (*Felis domestica*) VKİ gelişimi üzerine bir çalışmada, Huntington ve McLure (4), VKİ anomalileri için çeşitli embriyonik venlerin anormal regresyonu veya anormal persistansı temeline dayanan bir sınıflama sistemi önermişlerdir. Bu araştırmacılar, infrarenal VKİ anatomisinde 14 kadar teorik varyasyonlar olabileceğini öne sürdüler. Bu 14 varyantın 11'inin evcil kedilerde veya insanlarda gözlenmiş olduğunu fark ettiler. Ayrıca, bu yazarlar VKİ'nin prerenal bölümünün anormal gelişmesi ve erişkinde renal yakalığın persistansı gibi insanlarda görülen diğer anomalilerin de benzer bir zeminde açıklanabildiğini gözlediler. Bu bölümde VKİ'nin bu anomalisi ve diğer varyasyonları ile renal ven anatomisini şematik resimlerle açıklayan dokuz olgu sunulmaktadır.

#### **2.1.1.a. Sol VKİ**

Sol VKİ, sol suprakardinal venin persistansı ile birlikteki sağ suprakardinal ven regresyonundan kaynaklanır. Prevalans %0.2-0.5'tir (3). Tipik olarak sol VKİ,

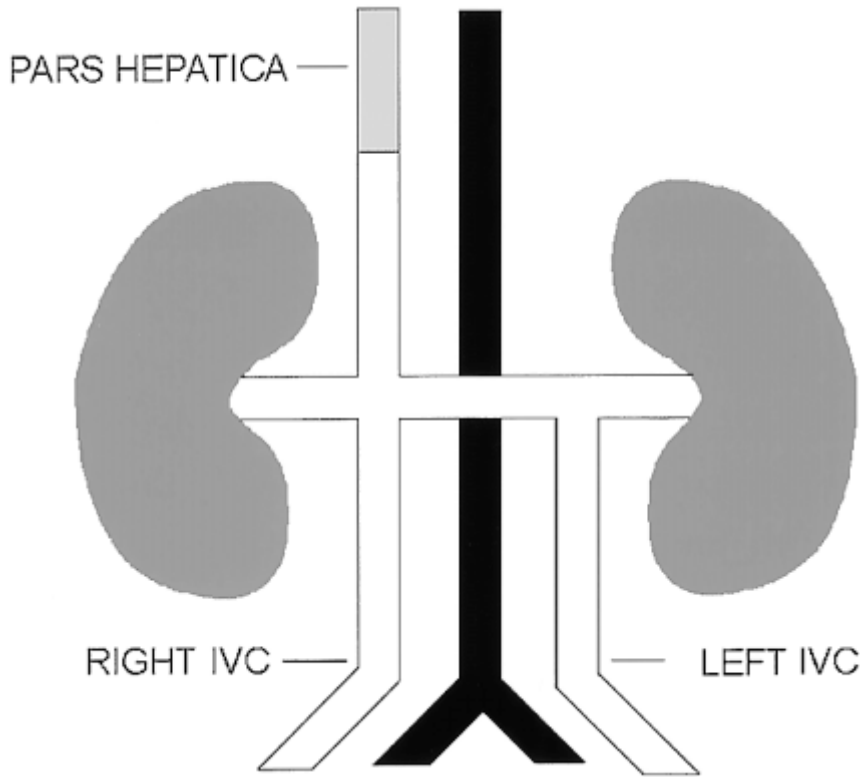
normal bir sağ-tarafli prerenal VKİ meydana getirmek için sağ renal venle birleşerek, normal bir biçimde aortayı önden çaprazlayan sol renal vene katılır (Şekil 2).



Bu anomalinin başlıca klinik önemi, olası bir sol tarafli paraaortik adenopati hatalı tanısıdır (5). Ek olarak, bir abdominal aortik anevrizmanın sol VKİ içine spontan rüptürü bildirilmiştir (6). Bir VKİ filtresi yerleştirilmesi için infrarenal VKİ'ye transjugular erişim güç olabilir.

#### 2.1.1.b. Çift VKİ

VKİ'nin dublikasyonu her iki suprakardinal venin persistansından kaynaklanır. Prevalans %0.2-3'tür (3). Sol VKİ, genel olarak sağ VKİ'ye katılmak için normal bir şekilde aortayı önden çaprazlayan sol renal venle sonlanır (Şekil 3).

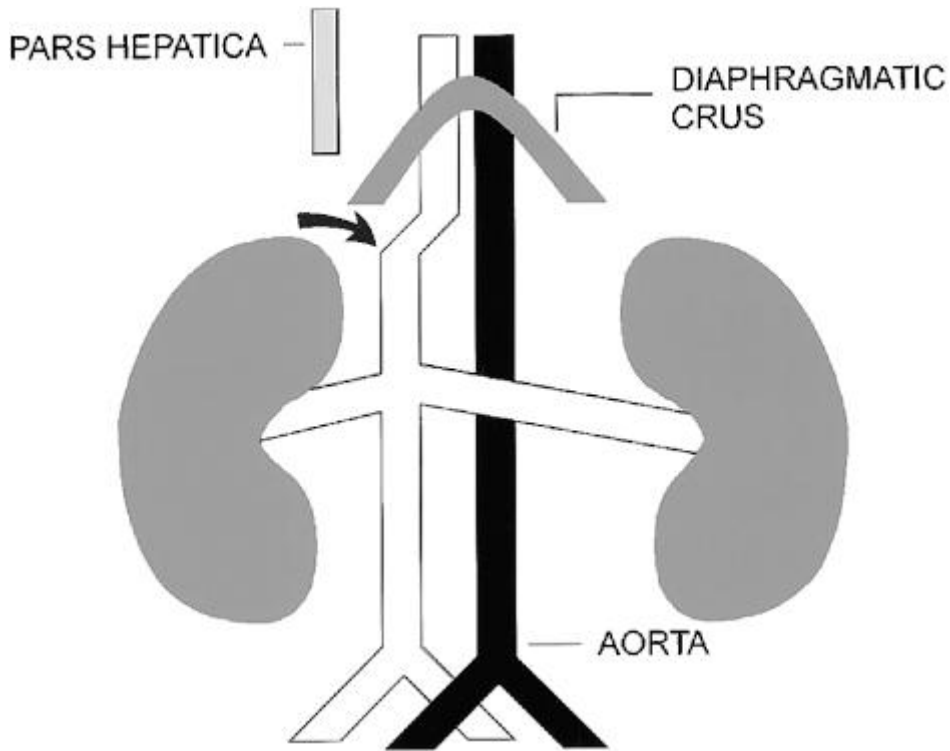


Bununla beraber, bu düzenlemede varyasyonlar olabilir (bakınız, “Retroaortik Sağ Renal Ven Birlikteliğindeki Çift VKİ ve VKİ’nin Hemiazigos Devamlılığı” başlıklı bölüm). Sol ve sağ renal venlerin boyutlarında kayda değer bir asimetri mevcut olabilir. Bir VKİ filtresinin yerleştirilmesini izleyen tekrarlayan pulmoner emboli olgularında çift VKİ’den kuşkulandırılmalıdır (3). Sol VKİ’de olduğu gibi, anormal damarın lenfadenopati şeklindeki hatalı tanısından kaçınılmalıdır.

### 2.1.1.c. VKİ’nin Azigos Devamlılığı

VKİ’nin azigos devamlılığı, *azigos devamlılığı ile birlikte VKİ’nin hepatik segmentinin yokluğu* olarak da adlandırılmıştır (7). Embriyonik olay, sağ subkardinal-hepatik anastomozu meydana getirmede, sağ subkardinal venin atrofisi ile sonuçlanan yetersizlik olarak kuramlaştırılmaktadır. Bu nedenle, kan suprasubkardinal anastomozdan, kısmen sağ suprakardinal venin torasik segmentinden gelişen retrokrural azigos veni aracılığıyla şanta uğrar. Prevalans %0.6’dır (7).

VKİ’nin renal kısmı her iki böbrekten de kan dönüşünü alır ve azigos veni gibi, toraksa girmek için diyafragmatik krusların posteriorundan geçer (Şekil 4).

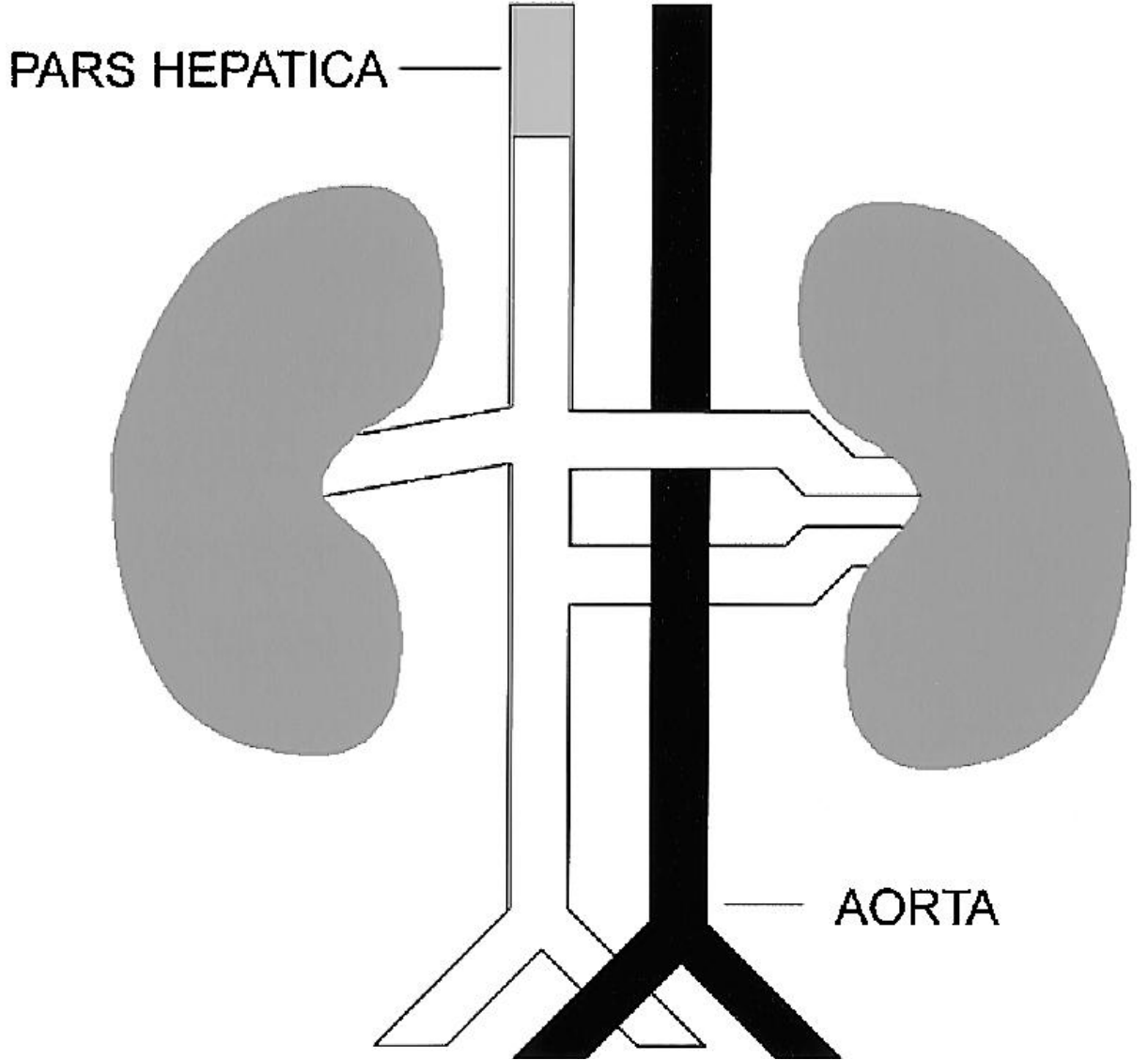


Azigos veni sağ paratrakeal boşluktaki normal konumunda superior vena cava ile birleşir. Hepatik segment (sıklıkla *posthepatik segment* denen) normalde gerçekten yok değildir; daha ziyade, doğrudan sağ atrium içine boşalır. Postsubkardinal anastomoz VKİ'nin meydana gelmesine katkıda bulunmadığından, her bir gonadal ven aynı taraftaki renal vene boşalır (4).

Önceleri çoğunlukla ağır konjenital kalp hastalığı ve aspleni veya polispleni sendromlarıyla ilgili olduğu düşünülen VKİ'nin azigos devamlılığı, kesitsel görüntülemenin ortaya çıkışından beri tam tersine asemptomatik hastalarda giderek daha fazla fark edilir olmuştur (8). Genişlemiş azigos venini superior vena cava ile birleşme yerinde ve retrokrural aralıkta tanımak, sağ-tarafli paratrakeal kitle veya retrokrural adenopati hatalı tanısından kaçınmak için önemlidir (7,8). Preoperatif anatomik bilgi, kardiyopulmoner by-pass planlamasında ve kalp kateterizasyonundaki zorluklardan kaçınmak için önemli olabilir (8,9)

#### 2.1.1.d. Sirkumaortik Sol Renal Ven

Sirkumaortik sol renal ven, embriyonik sol renal venin dorsal dalının ve renal yakalığın dorsal kavsinin (intersuprakardinal anastomoz) persistansından kaynaklanır. Prevalans %8.7 kadar yüksek olabilir. İki sol renal ven bulunur. Superior renal ven, sol adrenal veni alır ve aortayı önden çaprazlar. İnférieur renal ven, sol gonadal veni alır ve normal anterior venin yaklaşık 1–2 cm altında aortayı arkadan çaprazlar (Şekil 5).

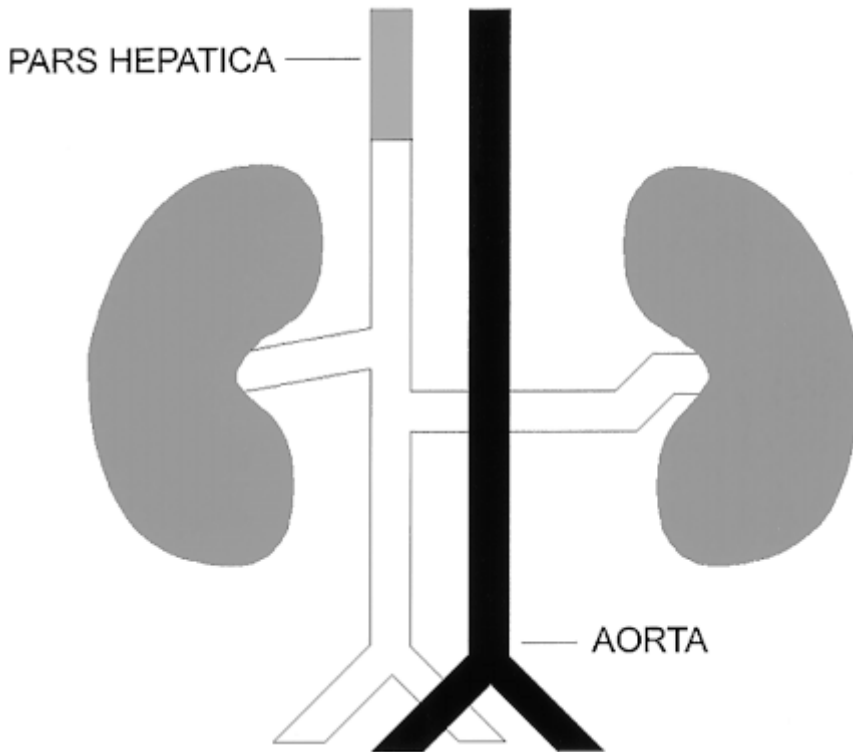


Başlıca klinik önem, nefrektomi öncesi preoperatif planlama ve venöz örnekleme için renal ven kateterizasyondadır. Retroperitoneal adenopati şeklindeki hatalı tanıdan kaçınılmalıdır.



### 2.1.1.e. Retroaortik Sol Renal Ven

Sirkumaortik sol renal vendeki gibi, retroaortik sol renal ven, renal yakalığın dorsal kavsinin persistansından kaynaklanır. Bununla beraber, bu varyasyonda ventral kavis (intersubkardinal anastomoz) regrese olur ki bu nedenle tek bir renal ven aortanın posterioruna geçer (Şekil 6).

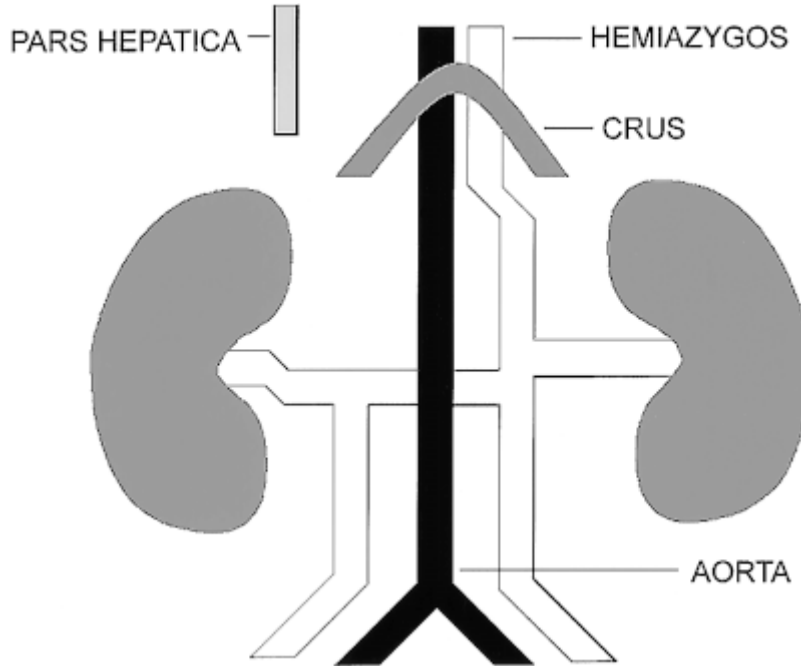


Prevalans %2.1'dir (3). Klinik önem, anomalinin preoperatif fark edilmesidir.

### 2.1.1.f. Retroaortik Sağ Renal Ven Birlikteliğindeki Çift VKİ ve VKİ'nin Hemiazigos Devamlılığı

Birden fazla anomali bir hastada birlikte bulunabilir. Retroaortik bir sağ renal ven ile birlikteki çift VKİ ve VKİ'nin hemiazigos devamlılığı olgusunda embriyolojik temel, sağ subkardinal-hepatik anastomoz oluşumunun başarısızlığı ile birlikteki sol lumbar ve torasik suprakardinal ven ve sol suprasubkardinal anastomozun persistansıdır. Ek olarak, sol VKİ ile birleşmek ve baş kısmına doğru

hemiazigos veni olarak devam etmek için sağ renal ven ve sağ VKİ karşılaşır ve aortayı arkada çaprazlarlar (Şekil 7).



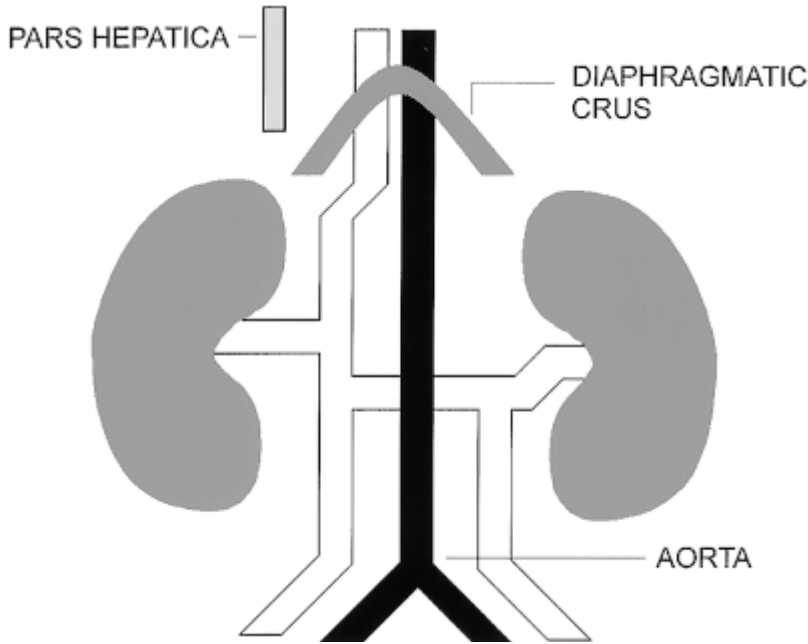
Nitekim renal yakalığın dorsal dalının persistansı ve ventral dalın regresyonu da mevcuttur. Toraksta, rudimenter azigos venine katılmak için hemiazigos veni aortayı yaklaşık olarak T8 veya T9 düzeyinde arkada çaprazlar. Hemiazigos veni için alternatif kollateral seyir yolları, (a) persistan bir sol superior vena kava yoluyla kalbin koroner venine katılmak için başa doğru devam etme ve (b) sol brakiosefalik vene aksesuar hemiazigos devamını içerir (9,10).

Bu her iki alternatif yolda da, anormal damar bir sol mediastinal kitleyi taklit edebilir (9,10). Ek olarak, aksesuar hemiazigos devamlılığı ile birlikte, aberan damar aortik bir diseksiyona benzeyebilir (10,11). Daha önemlisi, torasik cerrahi sırasında sol VKİ'nin hemiazigostan-azigosa devamlılığının yanlışlıkla ligasyonunu takiben perioperatif ölüm bildirilmiştir (11,12). "VKİ'nin Azigos Devamlılığı" başlıklı bölümde tartışıldığı gibi, subkardinal-hepatik anastomoz oluşumu başarısız olduğu zaman, VKİ'nin hepatik segmenti normal olarak serbestçe doğrudan sağ atrium içine boşalır. Bununla beraber, karaciğerden sistemik venöz drenajın büyük kısmının sağ renal ven yoluyla sol VKİ'nin hemiazigos devamlılığına olduğu, Budd-Chiari sendromlu bir hasta hakkında tek bir olgu sunumu bulunmuştur (13). Damarların

kitle şeklindeki hatalı tanısı, aberan venöz yapılarda akım boşluklarının veya akım ile ilişkili artışların varlığından dolayı, MR görüntüleme ile daha az olası olabilir.

### 2.1.1.g. Retroaortik Sol Renal Ven Birlikteliğindeki Çift VKİ ve VKİ'nin Azigos Devamlılığı

Retroaortik sol renal ven ile birlikteki çift VKİ ve VKİ'nin azigos devamlılığı ilgi çekici bir kombinasyondur. Sol suprakardinal ven ve ventral dalın regresyonu ile birlikte renal yakalığın dorsal dalının persistansından kaynaklanır. Ek olarak, subkardinal-hepatik anastomoz oluşamaz (Şekil 8).

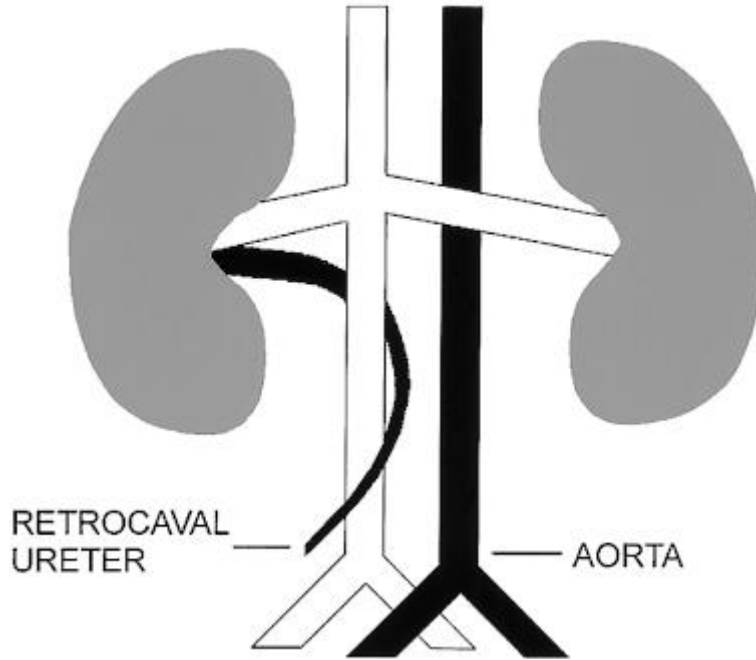


Yakın tarihli bir çalışma (14), sağ renal arterin VKİ'yi normal olmayarak önden çaprazladığının saptanması yoluyla, VKİ'nin azigos devamlılığının ultrasonografi ile tahmin edilebileceğini göstermiştir.

### 2.1.1.h. Sirkumkaval Üreter

Sirkumkaval üreter, *retrokaval üreter* olarak da adlandırılır. Sağ posterior kardinal ven persiste olurken, sağ suprakardinal sistem gelişemez. Bildirilmiş olan

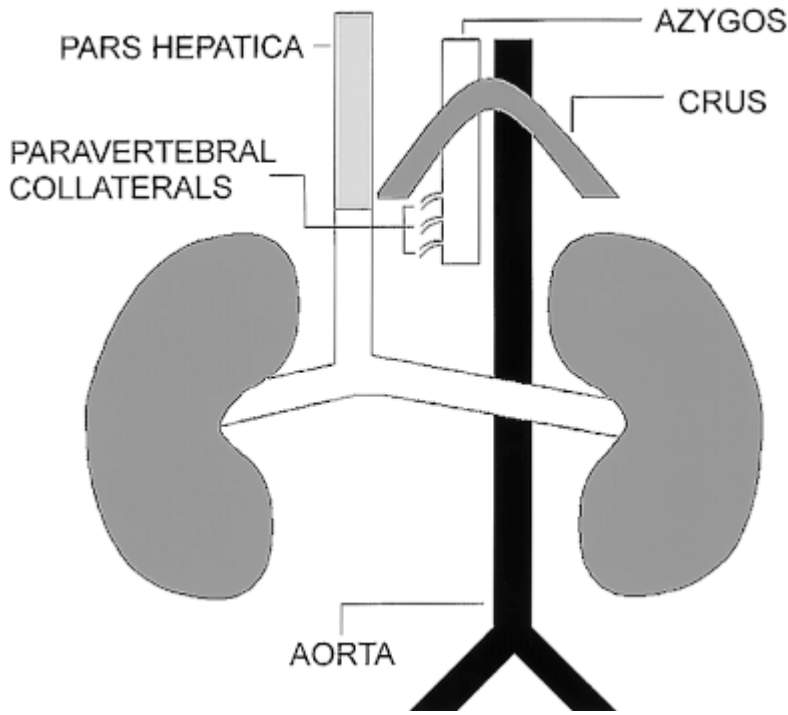
tek bir istisna dışında (15), anomali, daima sağ tarafta meydana gelir. Proksimal üreter VKİ'nin arkasında seyrederek, sonra sağ ilyak damarların önünde uzanmak için aortanın sağında belirir (Şekil 9).



Bu anomali olan hastalarda kısmi sağ üreter obstrüksiyonu veya tekrarlayan üriner sistem enfeksiyonları gelişebilir. Tedavi seçenekleri, kavanın önündeki üreterin cerrahi olarak yerinin değiştirilmesini kapsar (3).

#### **2.1.1.i. Suprarenal Segmentin Korunması ile Birlikteki İnfarenal VKİ Yokluğu**

Çeşitli yayınlar, bütün VKİ'nin yokluğunu (16-17) veya beraberinde suprarenal segmentin korunduğu infarenal VKİ'nin olmamasını tarif etmişlerdir (Şekil 10)



(18,19). Posthepatik VKİ'nin tamamen bulunmaması, üç çift venöz sistemin hepsinin uygun şekilde gelişmekte başarısız olduğunu düşündürür. İnfrarenal VKİ'nin olmaması, posterior kardinal ve suprakardinal venlerin gelişmesinde yetersizlik anlamına gelir. Bu senaryolardan herhangi birine yol açabilen tek bir embriyonik olayı belirlemek zor olduğundan, bu durumların gerçek embriyonik anomaliler veya perinatal VKİ trombozlarının sonucu olup olmadıkları üzerinde anlaşmazlık vardır (15,18,19). Burada sunulan olguda (Şekil 10), ortak ilyak venler de yoktur. Eksternal ve internal ilyak venler, alt ekstremitelerden dönen kanı anterior paravertebral kollateral venler aracılığıyla azygos ve hemiazigos venlerine taşıyan genişlemiş asendan lumbar venleri oluşturmak için birleşirler. Normal bir suprarenal VKİ, renal venlerin birleşmesi ile meydana getirilir. VKİ'si olmayan hastalar, alt ekstremitte venöz yetmezliği (20-18) veya idiyopatik derin venöz tromboz (19-21) semptomları ile gelebilirler. Kollateral dolaşım, paraspinal bir kitleyi taklit edebilir (15).

## 2.2. ÇOK KESİTLİ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ (ÇKBT)

### 2.2.1. Kısa tarihçe

Bilgisayarlı tomografi kullanımında yeni bir dönemin kapılarını açan bir gelişme olan BT'nin bugünkü durumuna ulaşması BT teknolojisinde bazı öncü gelişmelerle gerçekleşmiştir. Helikal taramanın geliştirildiği 1989 yılından sonra takip eden çalışmalarla 1991 yılında 1 mm'nin altında kesit alabilen cihazlar türetilmiştir. Aynı yıl bugünkü ÇKBT teknolojisinin öncüsü ikiz dedektörlü helikal BT de geliştirilmiştir. 1993'te gerçek zamanlı BT'nin kullnıma sokulmasıyla BT floroskopi altında biopsi işlemlerinin yapılabilmesi, damar yapıları ya da organlar içindeki kontrastlanmanın monitorizasyonu (otomatik bolus yakalama programları) olanaklı hale gelmiştir. Gantry rotasyon zamanlarının 1 sn'nin altına inmesi 1995'te mümkün olmuştur. 1998 yılından itibaren de ilk ÇKBT sistemleri kullanılmaya başlamıştır(22). Çok kesitli bilgisayarlı tomografi (ÇKBT) 1998 yılında klinik kullanıma girmiş olup, literatürde “multislice CT”, “multidetector CT” ve “multidetector row CT” gibi isimler ile anılmaktadır (48). Tüpün hasta etrafında bir dönüşünde tek kesit alabildiği önceki helikal (spiral) bilgisayarlı tomografi (BT) sistemlerinden farklı olarak, ÇKBT'de bir rotasyonda 4 veya daha fazla sayıda (8, 16, 32, 40, 64, 256, 320) kesit almasına olanak veren z ekseni (hasta masası yönü) boyunca dizilmiş çok sıralı dedektör sistemi vardır (48, 49). İki bin bir yılında 8-kesitli, 2002 yılında 16-kesitli, 2004 yılında 64-kesitli, 2006'da çift tüplü 64-kesitli, 2007'de 256-kesitli ve 2008'de 320-kesitli BT'ler klinik kullanıma girmiştir (48,49-50). Çok kesitli bilgisayarlı tomografi teknolojisindeki gelişmeler uzun mesafeleri kısa sürede ve ince çözünürlükte görüntülemeyi mümkün kıldığından, ÇKBT anjiyografi 1998'den beri koroner arter sistemi dışındaki vasküler yapıların görüntülenmesinde kullanılmaktadır.

### 2.2.2. FİZİK ÖZELLİKLER

#### 2.2.2.1. Gantry Rotasyon Süresi (22)

Bir saniyenin altında sürede tarama yapabilmeyi başaran ilk BT tarayıcıları elektron beam tomografi (EBT) cihazları olmuştur. Kısa zaman içinde helikal cihazlarda da rotasyon süreleri 1 sn'nin altına indirilmiştir. Bugün itibariyle ulaşılabilmiş en kısa süre 0,33-0,40 saniyedir( 320 MDCT: Toshiba Aquilion ONE:0,35)(50).Gantry rotasyon süresinin bu denli kısılması hareket artefaktlarını belirgin olarak azalttığı gibi aynı süre içinde daha geniş anatomik bölgelerin taranabilmesi olanağını sağlamış ve longitudinal (z eksen) çözünürlüğünde artırmıştır.

Tarama zamanının 1 sn'nin altına indirilmesi için gantry çiziminde (design), gantry motorunda, veri ileti düzeninde (data transmission system-DAS) ve X- ışını tüpünde bazı değişikliklerin yapılması gerekmiştir(22). Tarama zamanındaki kısalma gantriye etkileyen merkezkaç kuvvetinde artış oluşturmaktadır. Gantrinin bu kuvvet artışını karşılamak üzere yeniden biçimlendirilmesi gerekmektedir. Yine, tarama zamanı kısaldıkça birim zamanında ölçülen veri miktarı artmaktadır. Bu miktardaki verinin iletimi düşük voltajlı slip-ring yönteminden farklı, daha yüksek hacimli ve hızlı veri iletim sistemlerine ihtiyaç doğurmuştur. Tarama zamanının kısalması tüpe uygulanan merkezkaç kuvvetini artırdığı gibi tüpün ürettiği X-ışını miktarının artmasını ve dolayısıyla tüpün soğutma yeteneğinin iyileştirilmesini de gerektirmiştir(23).

#### **2.2.2.2İnce Kesit Kalınlıkları**

ÇKBT cihazları bu alışılmamış hızları sayesinde, konvansiyonel helikal cihazlardan farklı olarak, klasik kesit taramasından çok, bir anlamda ‘‘hacim taraması’’ yapmaktadır. Yüksek kalitede hacim bilgisi için longitudinal düzlemdeki (Z eksenindeki) çözünürlüğün yeterli olması gerekmektedir. Z eksen çözünürlüğünü belirleyen başlıca etken kesit kalınlığıdır. Dedektör teknolojisindeki iyileştirmelerle minimum kesit kalınlığı giderek düşürülmektedir. Böylece ulaşılan izotropik voksel geometrisi sayesinde multiplanar reformasyonlar ve üç boyutlu görüntüleme optimal görsel keskinlikle yapılabilmektedir.

#### **2.2.2.3. Çok Sayıda Dedektör**

Çok kesitli BT teknolojisinin temel taşı, dedektör yapısıdır. Konvansiyonel helikal BT cihazlarında dedektör tek sıra halinde dizilmiş dedektör elemanlarından oluşan tek boyutlu bir yapıdır. Çok kesitli BT cihazlarında ise dedektör, çok sayıda dedektör sırasından oluşan iki boyutlu bir matriks yapısındadır. Bu şekilde farklı kalınlıkta dedektör elemanları içeren asimetric dedektör dizaynlarının yanısıra bazı sistemlerde dedektör matriksi simetrik yapıdadır. Bu dedektör sıralarının farklı kombinasyonlarının seçilmesi ile değişik kesit kalınlıklarında multislice incelemeler yapılmaktadır(8)22. Sistemin minimum kesit kalınlığını belirleyen unsur, en küçük dedektör elemanının Z eksenindeki genişliğidir. Bu değer bazı sistemlerde 0.5 mm, bazı sistemlerde 0.625 mm'dir.

#### **2.2.2.4. DAS (Data Acquisition System: Veri Elde Etme Düzeni)**

Dedektör sıralarından veya bunların kombinasyonlarından alınan kesit bilgileri daha sonra DAS'lara aktarılmaktadır. DAS'lara gelen analog veriler dijital verilere dönüştürülmektedir. DAS sayısının artması elektronik devre gereksinimini de artırmaktadır. Fazla miktardaki elektronik devrenin yer ihtiyacı bunların yüksek yoğunlukta monte edilmesi ile çözümlenmiştir(24)

#### **2.2.2.5. Görüntü Rekonstrüksiyonu**

Çok noktalı rekonstrüksiyon algoritması ve optimal veri örnekleme

Dedektör sisteminden başka, ÇKBT cihazlarında, konvansiyonel helikal cihazlardan farklı görüntü rekonstrüksiyon algoritmaları kullanılmaktadır. ÇKBT cihazlarında dedektör iki boyutlu olduğundan tüpten çıkan X-ışını hüzmesi de iki boyutludur, yani koni şeklindedir. Konvansiyonel rekonstrüksiyon yöntemlerinin kullanılması durumunda, koni içinde belli bir açıyla dedektör elemanlarına gelen X-ışınları artefaktlara yol açabilir. Bu artefaktların giderilebilmesi için, ÇKBT cihazlarında, konvansiyonel helikal cihazlarda kullanılan 180 derece lineer interpolasyon algoritması değil, çok noktalı (multipoint) interpolasyon ile görüntüler rekonstrükte edilmektedir(24). Bu şekilde konvansiyonel helikal tekniğe göre daha yüksek kalitede görüntü kalitesi elde edilebilmektedir. Multipoint rekonstrüksiyon algoritmasında verilerin örnekleme de optimize edilmiştir. Optimize edilmiş örnekleme adı verilen bu yöntemin amacı longitudinal yönde veri örnekleme



miktarını arttırmak, yani daha fazla ölçüm bilgisi elde etmek ve böylece sinyal/gürültü oranını artırmaktır(22).

#### **2.2.2.6. Z filtre rekonstrüksiyonu:**

ÇKBT’de görüntü rekonstrüksiyonunda çok noktalı interpolasyon algoritması dışında Z filtre rekonstrüksiyon algoritması adı verilen bir teknik de kullanılmaktadır. Z filtre rekonstrüksiyonunda uygun Z kernelleri seçilerek, tek bir helikal veri kümesinden farklı kesit kalınlıklarında çok sayıda görüntü serisi oluşturulabilmektedir. Buradaki ilke standart veya akciğer kernelleri ile yapılan görüntü rekonstrüksiyonuna benzemektedir. Nasıl bu kernellerde düzlem içi (inplane) frekans yanıtı değiştirilerek standart veya akciğer algoritmasında görüntüler oluşturuluyorsa, Z kernelleriyle de kabaca benzer bir biçimde Z eksenindeki frekans yanıtı değiştirilmekte ve bu şekilde farklı kesit kalınlıklarında görüntüler oluşturulabilmektedir.

### **2.2.3. ÇKBT’DEKİ YENİLİKLERİN TARAMA PARAMETRELERİNE ETKİSİ**

#### **2.2.3.1 Tarama Hızında Artış:**

ÇKBT sistemlerinde hızın artması esas olarak iki nedene bağlıdır: Gantri rotasyon süresinin kısalması (0.33-0.40 sn’ye inmesi) ve pitch faktörünün artması. ÇKBT cihazlarının kullanıma girmesiyle pitch kavramı iki farklı şekilde tanımlanır olmuştur. Pitch 360 derece rotasyon süresince olan masa hareket miktarının tek kesit kalınlığına oranı olarak hesaplanabileceği gibi, 360 derece rotasyon süresince olan masa hareket miktarının toplam ışın demeti genişliğine oranı şeklinde de hesaplanabilir(25).

İkinci yöntemde, örneğin 3 ve 6 gibi pitch değerleri kullanılmaktadır. Bu sistemlerde pitch’in 3 olarak kullanıldığı tarama modları yüksek kalite, pitch’in 6 olarak kullanıldığı tarama modları hızlı olarak tanımlanmaktadır. Uzaysal çözünürlüğün önemli olduğu klinik durumlarda 3 pitch’in, yüksek hacimlerin kısa zamanda taranmasının gerekli olduğu durumlarda 6 pitch’in kullanılması önerilmektedir. Bazı üreticiler konvansiyonel helikal cihazlarda kullanılan pitch

kavramıyla örtüşmesi amacıyla pitch'i yukarıda belirtilen ikinci formülle, yani rotasyon süresince olan masa hareketini toplam ışın demeti genişliğine bölerek hesaplamakta ve beam pitch olarak adlandırılmaktadırlar. Tarama hızının konvansiyonel helikal cihazlara göre ÇKBT sisteminde artması daha geniş hacimlerin daha kısa sürelerde taranması olanağını getirmiştir. Buna bağlı avantajlar şöyle sıralanabilir:

1.İncelemelerin daha kısa sürelerde (nefes tutma süresinde) bitirilmesi solunum yetmezliğinden kaynaklanan artefaktları gidermiştir. Örneğin 30 cm genişliğindeki toraks incelemesi konvansiyonel helikal bir cihazda 30 sn sürerken çok kesitli cihazlarda daha ince kesit kalınlıkları ile 5–9 sn arasında tamamlanabilmektedir.

2.Hızlı tarama yeteneği travma hastalarının incelenmesinde vazgeçilmez bir avantajdır. Bu hastalarda çok kısa sürelerde tüm vücut taraması yapılabilmektedir.

3.Çocuk yaş grubunda ve kooperasyon sağlayamayan hastalarda ÇKBT son derece hızlı bir biçimde incelemenin tamamlanabilmesini sağlamaktadır.

4.Çok kesitli BT'nin geliştirilmesi BT anjiyografi uygulamalarında çığır açmıştır. Pulmoner emboli hastalarında önceleri mümkün olmayan subsegmental düzeydeki embolilerin değerlendirilmesi ÇKBT cihazları ile olabilmektedir. Aort diseksiyonu, aort anevrizması, ekstremiteler arterlerinin aterosklerotik lezyonları, renal arter patolojileri, mesenter iskemisi, pankreas, bilier ağaç, karaciğer ve böbrek neoplazmlarında arteriyel/venöz tutulumun araştırılması, karaciğer transplantasyonlarında hepatik arteriyel, portal ve hepatik venöz anatomisinin preoperatif değerlendirilmesi gibi birçok uygulama çok kesitli cihazlarla daha yüksek longitudinal rezolüsyonla yapılabilmekte, longitudinal çözünürlüğün artmasıyla daha kaliteli 3 boyutlu uygulamalar mümkün olmaktadır. Yüksek tarama hızının ince kesit kalınlıklarıyla birleştirilmesi sayesinde Willis poligonu damar yapıları ÇKBT anjiyografi ile de değerlendirilebilir hale gelmiştir.

5.Çok kesitli BT sistemleri çok fazlı kontrastlı çalışmalara olanak sağlamaktadır. Örneğin karaciğerde üst üste iki kere arteriyel faz taraması yapılabilmektedir. Bu şekilde siroz hastalarında daha çok sayıda erken evre karaciğer kanseri yakalandığını gösteren çalışmalar mevcuttur.

6. Tarama hızının artması özellikle ÇKBT anjiyografi uygulamalarında kontrast madde dozundan tasarruf edilmesine imkan vermektedir. Örneğin pulmoner arter

ÇKBT anjiyografide daha önceleri 140–160 mL arasında değişen kontrast madde gereksinimi yeni cihazlarda 100 mL'nin altına indirilmiştir(22).

### **2.2.3.2. Kesit Kalınlığında Azalma:**

ÇKBT teknolojisindeki gelişim minimum kesit kalınlığında azalmayla paralel seyretmiştir. Günümüzde ÇKBT cihazlarında minimum kesit kalınlığı 0.5–0.62 mm arasında değişmektedir. Daha ince kesit kalınlıkları uzaysal çözünürlüğü artırmakta ve kısmi hacim etkisini azaltmaktadır. Çok kesitli dedektörler sayesinde bu denli ince kesit kalınlıkları ile birçok anatomik bölge taranabilmekte, elde olunan izotropik görüntülerle yüksek kalitede reformat, multiprojesiyon, volüm reformat ve 3 boyutlu rekonstrüksiyonlar yapılabilmektedir(22).

### **2.2.3.3. X-Işınından Yararlanma Faktöründe ( X-Ray Utilisation Faktör) Artış:**

ÇKBT sistemlerinde X-ışını daha ekonomik olarak kullanılmaktadır; bir başka ifadeyle bu sistemlerin X-ışını istifade faktörü konvansiyonel helikal cihazlara göre daha yüksektir. Bunun nedeni şöyle açıklanabilir: ÇKBT'de X-ışını demetinin longitudinal yöndeki toplam kalınlığı konvansiyonel helikal cihazlara göre daha fazladır. Böylece konvansiyonel helikal cihazlarda kullanılmayan, bir anlamda ziyan edilen X-ışınları çok kesitli sistemlerde veri eldesi amacıyla kullanılmaktadır. X-ışını istifade faktöründeki bu artış tüp yüklenmesini azaltmakta, helikal taramanın tüp soğuması için bekleme süresi olmaksızın daha uzun süreler devam edebilmesine olanak tanımaktadır. X-ışını yararlanma faktörünün artması nedeniyle tüp ömrü de belirgin olarak uzamaktadır (24)

### **2.2.3.4. Radyasyon Riski**

Radyasyon dozu ÇKBT için zorlayıcı bir konudur. Rutin bir göğüs BT tetkikinde 4–6 mSv arasında doza maruz kalma söz konusudur. Bugünkü tahminler 5 mSv (500 mRem) efektif bir dozun her 10.000 kişide 2.5 fatal kanser gelişimi riskine tekabül ettiği şeklindedir. ÇKBT'nin tek dedektörlü BT'ye göre hastaya daha fazla radyasyon dozu verip vermediğini araştırmak için birçok çalışma yapılmaktadır. İlk çalışmalarda 4 dedektörlü BT'lerde, tek dedektörlü BT'lere göre belirgin bir doz artışı olduğu bildirilmiştir. Ancak bu sonuç radyasyon ışın profiline aktif dedektör

enine göre daha geniş tutulması sonucu ortaya çıkan doz verimsizliğine bağlanmıştır. Bu durum kolimasyon optimizasyonu ile birlikte fokal spot izlemi için daha iyi yazılım (software) geliştirilmesi sonucu değişmiştir. Yeni cihazlarda dedektör sayısı arttıkça X-ışını daha verimli kullanılmaktadır. Ancak daha yüksek rezolüsyonda görüntü elde etmek için daha ince kesitler ve daha küçük pitch'ler kullanılması gerekmektedir. Bu hastaya verilen dozu artırmak demektir. Yeni cihazlarda buna bir miktar çözüm için pitch düşürülürse kendiliğinden tüp akım miktarı düşürülmekte ya da vücut kalınlığı ile orantılı olarak doz ayarlanması yapılmaktadır. Ekspozur faktörü (mAs/slice)= tüp akımı (mA) x gantri dönüşü (sn)/pitch/kesit başına şeklinde hesaplanabilir. Bu değerlerdeki yapılan değişiklikler hastanın alacağı doz miktarında farklılıklara yol açacaktır(26).

### 3.GEREÇ VE YÖNTEM

Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Radyoloji Ünitesinde Ocak 2008 – Aralık 2009 tarihleri arasında yapılan 528 (267 kadın,216 erkek) erişkin hastanın abdominal BT incelemeleri çalışmaya alınmıştır. Çalışmaya dahil edilen 528 vakanın yaş ortalaması  $49.78 \pm 15.55$  (15–88 yaş) olup, 267 (% 50.6) kadın, 261 (% 49.4) erkek olgu incelendi. Kadınların yaş ortalaması  $48.07 \pm 16.16$  erkeklerin yaş ortalaması  $51.53 \pm 14.73$  idi. Tüm incelemeler dinamik BT ve BT anjiyografi olarak elde edilmiş olup değerlendirme retrospektif olarak venöz faz üzerinden yapılmıştır. Kliniğimizde rutin abdominal BT incelemelerinde kontrast madde elle verildiğinden bu tetkiklerde standardizasyon tam olarak sağlanamamaktadır. Bu nedenle rutin abdominal BT incelemeleri çalışma dışı bırakılmıştır. Çalışmamızda, kontrast maddenin belli miktarda pompa ile verildiği, venöz fazı içeren dinamik BT'ler incelenmiştir. Dinamik BT'ler genellikle, ya renal hücreli, adrenokortikal veya hepatosellüler karsinoma gibi vena kava inferiora yayılabilen tümörlerin evrenmesi için ya da nonspesifik abdominal semptomları olan hastaları değerlendirmek için çekilmişti. Dinamik BT'lerde çalışma dışı bırakılan inceleme mevcut değildi.

BT anjiyografi ve dinamik BT incelemeleri 64 dedektörlü BT (Brilliance BT cihazı, Philips Medical Systems, Cleveland, Ohio) ile yapılmıştır. Çekim öncesi tüm hastalara ön kol veninden 18–20 G bir kateter aracılığı ile damar yolu açılmıştır. Damar yolundan otomatik enjektör (Ulrich medizin teknik versiyon 7) aracılığı ile

100 mL non-iyonik kontrast madde 4 mL/sn hız ile verilmiştir. Kontrast madde enjeksiyonu sonrası abdominal aortada kontrast yoğunluğu 120 Hounsfield Ünitesi (HÜ) değere ulaştığında 5–10. saniyede kesitler alınmaya başlanmıştır. Arteriyel faz bitiminden itibaren 25-30 sn gecikme süresi sonunda portal venöz faz ve 180 sn sonra da geç faz görüntüleri elde edildi. Anjiyografi (arteriyel faz) incelemeleri distal torasik aorta düzeyinden iliak arter bifürkasyonu distali seviyesine kadar yapılmıştır. Venöz fazda diyafram kubbelerinden simfisiz pubise kadar olan tüm abdominal bölge incelemeye dahil edilmiştir. Rotasyon süresi 0.75 sn, doz 120 kV ve 250 mAs, kolimasyon 64x0.625, pitch değeri 1.11 ve kesit kalınlığı 0.90 mm olacak şekilde görüntüler elde edilmiştir. Alınan görüntüler iş istasyonunda (Philips Extented Brilliance Workspace Philips Medical Systems, Best The Netherlands) değerlendirilmiştir.

Çalışmamız arşiv sistemine kayıtlı hastalar üzerinden retrospektif olarak yapılmıştır. Değerlendirmeye aksiyel kesitlerden başlanmış olup, koronal, sagittal ve oblik planlarda da görüntüler elde edilerek vena kava inferior normal anatomisi, varsa varyasyonları araştırılmıştır. Varyasyonların sıklığı ve cinsiyetler arası dağılımı belirlenmiştir. Ki-kare testi ile cinsiyetler arasında varyasyon görülme sıklığı açısından farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Elde edilen veriler SPSS 16.0 istatistik programında değerlendirilmiştir. P değeri 0.05'ten küçük sonuçlar anlamlı kabul edilmiştir.

#### **4.BULGULAR**

Vena kava inferior varyasyon ve anomalileri açısından 528 hasta incelendi. Bu hastaların 267 (% 50.6)'si kadın, 261 (% 49.4)'i erkekti. Kadınların yaş ortalaması  $48.07 \pm 16.16$  erkeklerin yaş ortalaması  $51.53 \pm 14.73$  idi. İncelediğimiz 267 kadın hastanın 243'ünde (% 91.0) herhangi bir anomali ve varyasyon izlenmedi. İncelediğimiz 261 erkek hastanın 235'inde (% 90.0) herhangi bir anomali ve varyasyon izlenmedi. Toplam 528 hastanın; 478' inde (% 90.5) herhangi bir anomali ve varyasyona rastlanmadı.

Elli olguda (%9.5) vena kava inferiorda anomali veya varyasyon saptandı. En sık rastlanan varyasyon retroaortik sol renal ven varyasyonu olarak izlendi. Yirmi kadın,

14 erkek olmak üzere 34 olguda (%6.4) retroaortik sol renal ven varyasyonu saptandı.

Sirkümaortik sol renal ven varyasyonu 4'ü kadın, 6'sı erkek 10 (% 1.9) olguda saptandı.

İki erkek olguda (% 0.4) çift vena kava anomalisi saptandı. Kadın olgularda çift vena kava varyasyonuna rastlanmadı.

İki erkek olguda (% 0.4) sol vena kava inferior anomalisi saptandı. Kadın olgularda sol vena kava varyasyonuna rastlanmadı.

Vena kava inferior azigos devamlılığı 1 erkek olguda (% 0.2) saptandı. Bu varyasyona retroaortik sol renal ven eşlik etmekteydi.

Bir erkek olguda (% 0.2) kesintili (interrupted) vena kava inferior anomalisi saptanmıştır. Kadın olgularda bu anomali izlenmedi.

Tablo 1'de saptanan varyasyon ve anomalilerin sayısı ve yüzdeleri verilmiştir.

**Tablo 1: Anomali ve varyasyonların dağılımı**

<b>Varyasyon ve Anomali <u>Tipleri</u></b>	<b>Sayı</b>	<b>%</b>
Normal	478	90,5
Retroaortik Sol Renal Ven	34	6,4
Sirkümaortik Sol Renal Ven	10	1,9
Double VKİ	2	0,4
Sol VKİ	2	0,4
İnterrupted VKİ	1	0,2
VKİ Azigos devamlılığı	1	0,2
<b>Toplam</b>	<b>528</b>	<b>100.0</b>

**Tablo 2: Anomalilerin cinsiyete göre dağılımı**

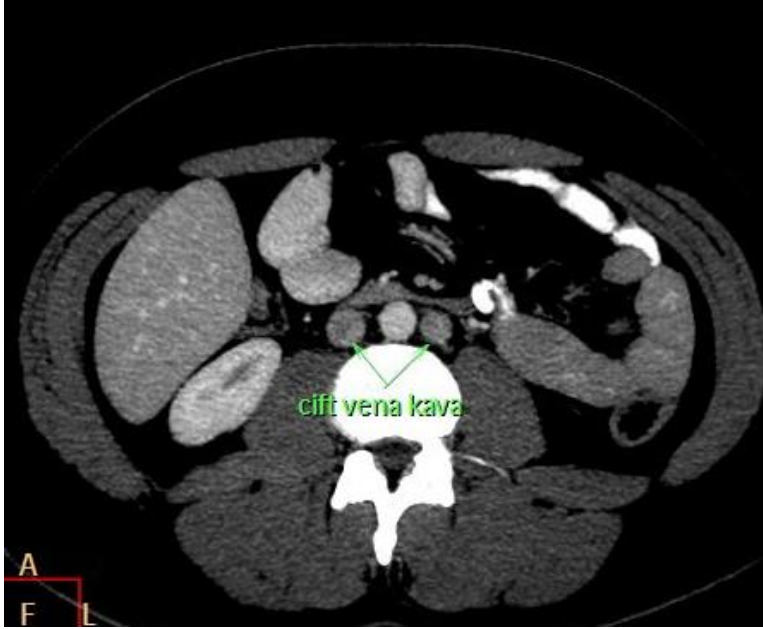
Anomali ya da varyasyon	Kadın Sayı	Kadın Yüzde	Erkek Sayı	Erkek Yüzde	Toplam Sayı	Toplam Yüzde
Retroaortik Sol Renal Ven	<b>20</b>	7,5	14	5,4	<b>34</b>	<b>6.4</b>
Sirkümaortik Sol Renal Ven	4	1,5	6	2,3	<b>10</b>	<b>1.9</b>
Double VKİ	0	0,0	2	0,8	2	0,4
Sol VKİ	0	0,0	2	0,8	2	0,4
İnterrupted VKİ	0	0,0	1	0,4	1	0,2
VKİ Azigos devamlılığı	0	0,0	1	0,4	1	0,2
Normal anatomi	243	91,0	235	90,0	<b>478</b>	<b>90.5</b>

Ki-kare testi ile cinsiyetler arasında varyasyon görülme sıklığı açısından farklılık olup olmadığı araştırıldı.  $P>0.05$  olarak bulunmuş olup; kadın ve erkekler arasında anomali görülme sıklığı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı.

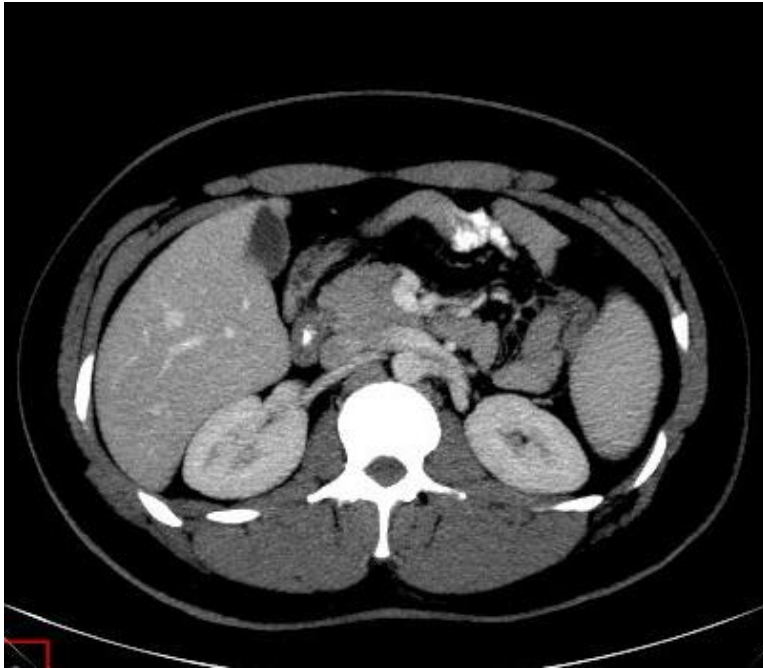


## 5.RESİMLERLE OLGU ÖRNEKLERİ

Olgu 1. Çift vena kava inferior



Resim 1a: Transvers BT kesitinde Çift VKİ



Resim 1b: Resim 1a'nın daha üst düzeyinden geçen kesitte iki vena kavının birleştiği görülmektedir



Resim 1c: Aynı hastanın koronal görüntüsü

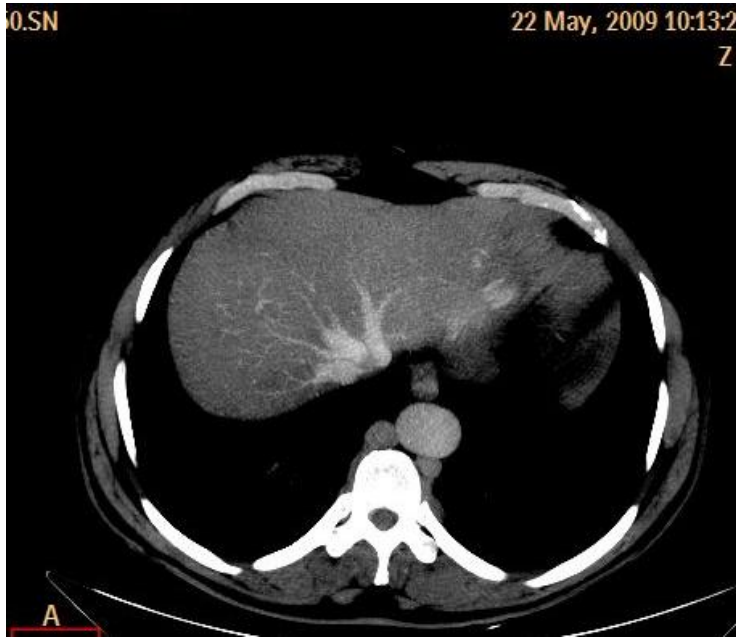


Resim 1d: Aynı hastanın koronal oblik MİP görüntüsü

Olgu 2. İnterrupted vena kava inferior



Resim 2a: Koronal MİP görüntüde interrupted VKİ (Vena kava inferiorun intrahepatik kesimi izlenmemektedir )



Resim 2b: Transvers MİP görüntüde dilate azigos ve hemiazigos venler

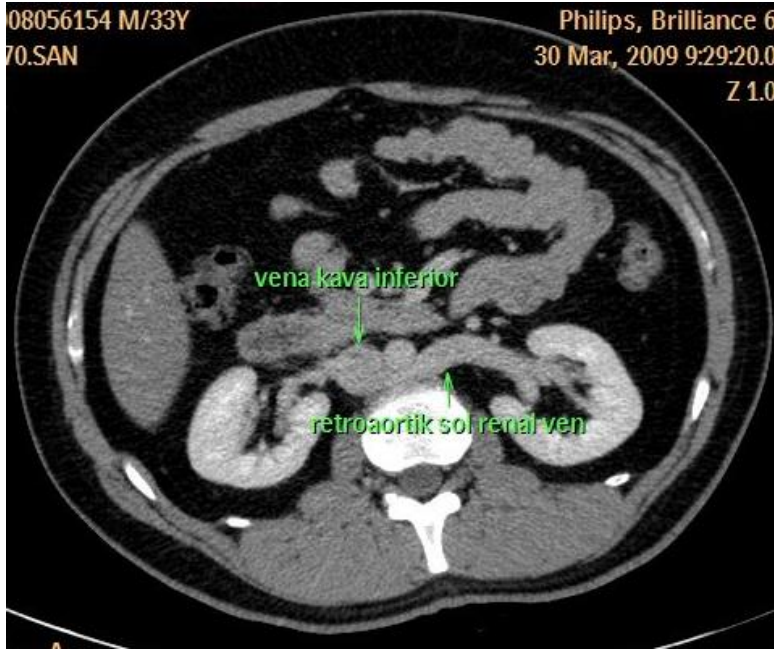


Resim 2c: Koronal MİP görüntüde vena kava inferiorun azigos ven devamlılığı



Resim 2d: İnfrenal vena kavadan lumbar venlere uzanan kollateral

Olgu 3. Retroaortik sol renal ven



Resim 3. Transvers kesitte retroaortik sol renal ven



Olgu 4. Retroaortik sol renal ven



Resim 4a: Transvers kesitte retroaortik sol renal ven

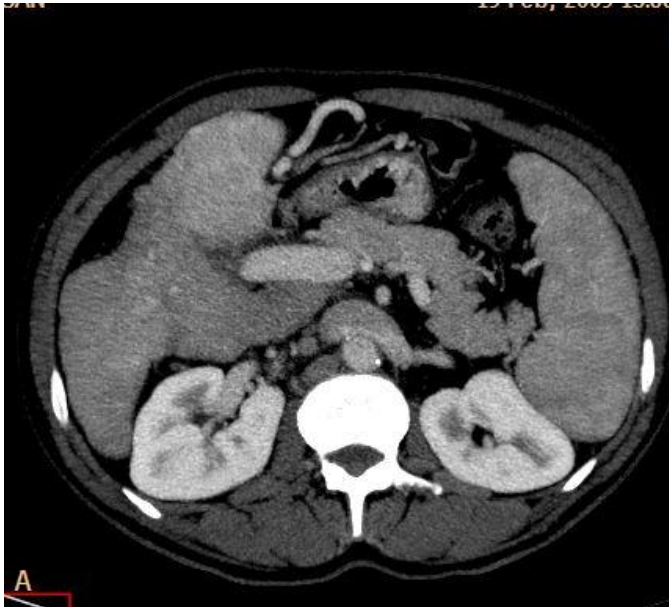


Resim 4b: Aynı olgunun sagittal MİP görüntüsü

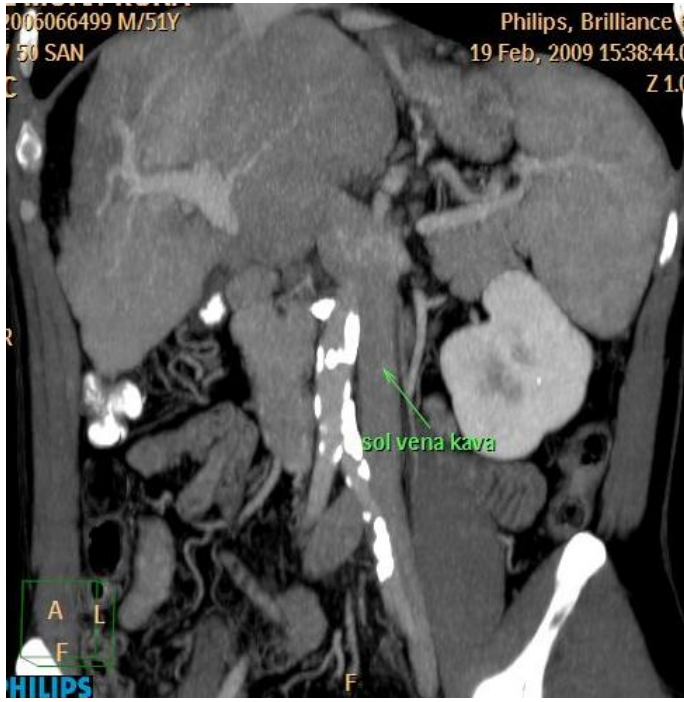
Olgu 5. Sol vena kava inferior



Resim 5a: Transver BT kesitinde sol VKİ



Resim 5b: Resim 5a'nın daha üst düzeyinden geçen kesitte vana kavanın sağı doğru yer değiştirdiği izlenmektedir



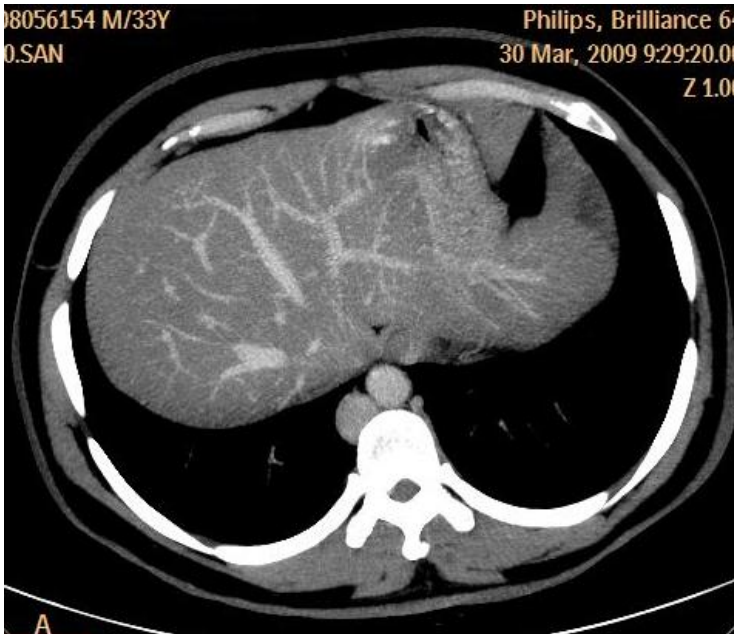
Resim 5c: Aynı hastanın koronal MİP görüntüsü



Olgu 6. Vena kava inferior azigos devamlılığı



Resim 6a: Sagittal oblik kesitte vena kava inferior azigos devamlılığı

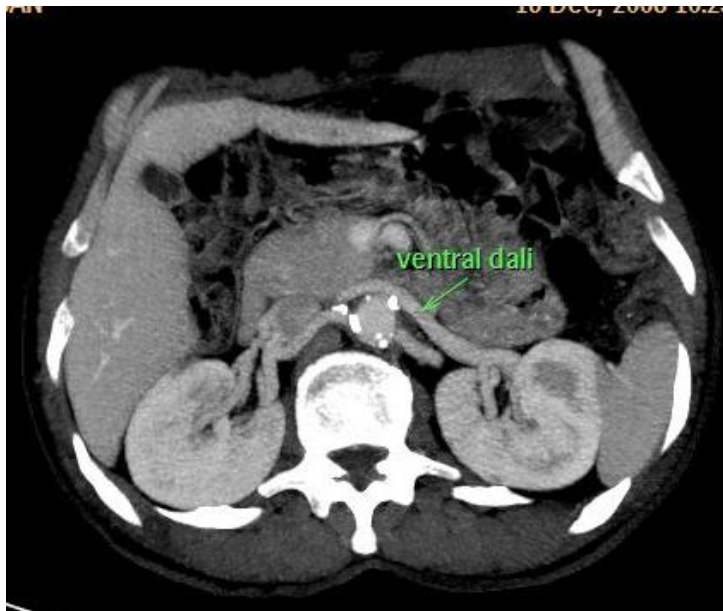


Resim 6b: Transvers MİP kesitte intrahepatik vena kava inferior izlenmemekte olup, azigos ven belirgin dilatedir

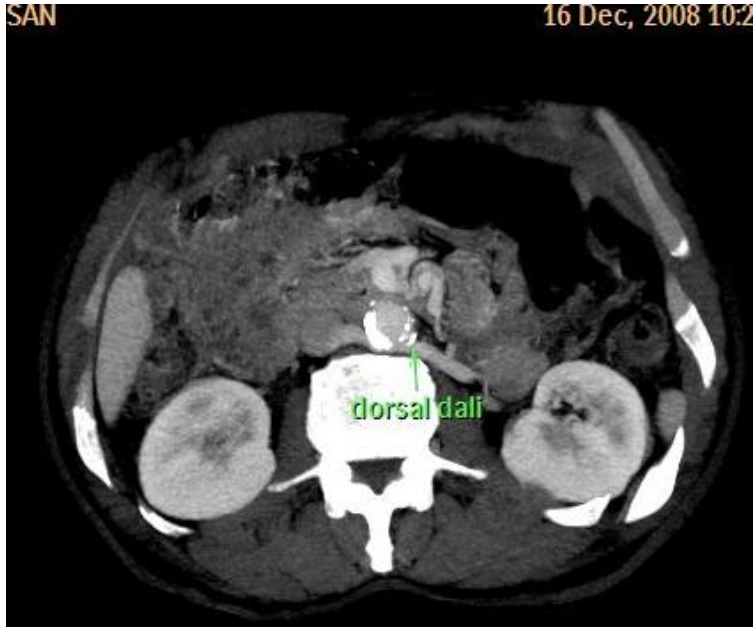


Resim 6c: Koronal MİP kesitte suprahepatik düzeyde vena kava inferior hepatic venlerle rekonstrükte olmaktadır

Olgu 7. Sirkümaortik sol renal ven



Resim 7a: Transvers MİP kesitte sirkümaortik sol renal venin preaortik ventral dali



Resim 7b: Resim 7a'nın daha üst düzeyinden geçen transvers kesitte sirkümaortik sol renal venin retroaortik dorsal dali



Resim 7c: Aynı olgunun koronal oblik MİP görüntüsü

Olgu 8. Sirkümaortik sol renal ven



Resim 8a: Sirkümaortik sol renal ven koronal oblik MIP görüntü

## 6.TARTIŞMA

VKİ üç çift embriyolojik venin kompleks anastomozları sonucu oluşmaktadır. Bu anastomozlar oluşurken meydana gelen değişiklikler anomali ve varyasyonlara yol açabilir. VKİ'yi oluşturan embriyolojik ven çiftleri posterior kardinal, subkardinal ve suprakardinal venlerdir (1).

Sol renal ven, sağa göre daha uzun ve daha karmaşık bir embriyolojik gelişime sahiptir. VKİ'nin gelişim sürecinde (intrauterin 6–10 hafta) posterior kardinal, subkardinal ve suprakardinal venöz kanal çiftleri rol oynamaktadır. Bu venöz kanallar arasında anastomotik bağlantılar vardır. Bu bağlantılar (sub-suprakardinal kanallar ile intersubkardinal ve intersuprakardinal anastomozlar) arasında aortun içerisinden geçtiği sirkumaortik venöz bir halka oluşturur. Bilateral simetrik kardinal sistem unilateral sağ yerleşimli VKİ'ye dönüşürken sağ sub-suprakardinal anastomoz sağ renal ven olarak şekillenmektedir. Bu dönüşümde sirkumaortik venöz halkanın sol parçasının ventral ve dorsal olmak üzere iki komponenti mevcuttur. Normal gelişim sürecinde dorsal kol atrofiye uğrarken, ventral kol gelişimi devam ederek preaortik seyirli normal sol renal ven şekillenir. Şayet ventral bölüm atrofiye uğrar, dorsal kol devam ederse bu durumda retroaortik renal ven anomalisi ortaya çıkar. Retroaortik renal ven aşağı doğru oblik seyirle VKİ'ye dökülür. Bazen de bu kolların hiçbirisi atrofiye uğramaz ve aortun içerisinden geçtiği sirkumaortik sol renal ven anomalisi olarak devam eder (27-28).

Sol renal ven anomalileri genelde tesadüfen saptanır. Klinik olarak semptom vermese de literatürlerde intermitan hematüri, künt yan ağrısı ile başvurup herhangi bir patoloji saptanmayan birkaç hastada renal ven anomalisinin varlığı dikkat çekmiştir (29-30).

Değişik çalışmalarda sol renal ven anomalileri değişik oranlarda bildirilmektedir. Reed ve arkadaşlarının yapmış oldukları bir BT çalışmasında 433 olgu incelenerek retroaortik sol renal ven anomalisi %1.8, sirkumaortik sol renal ven anomalisi ise %4.4 oranında bulunmuştur (31). Bin on dört olguyu içeren başka bir

BT çalışmasında ise retroaortik sol renal ven %3.7 ve sirkumaortik sol renal ven anomalisi %6.3 olarak saptanmıştır (32). Otopsi serilerinin incelendiği bir çalışmada ise retroaortik renal ven anomalisi %1.5-3.4 ve sirkumaortik renal ven anomalisi %1.8-16.8 oranlarında rapor edilmiştir (33). Satyapal ve arkadaşları kadavra ve klinik çalışmaları içeren karma serilerinde toplam 1008 olguyu incelemişler ve %0.5 oranında retroaortik sol renal ven anomalisi ve %0.3 oranında sirkumaortik sol renal ven anomalisi bildirmişlerdir (34).

Çalışmamızda en sık retroaortik sol renal ven varyasyonu saptanmıştır. İncelediğimiz 528 hastanın 34'ünde (% 6.4) retroaortik sol renal ven varyasyonu; 10'unda (% 1.9) sirkümaortik sol renal ven varyasyonu saptanmıştır. Bu çalışmada retroaortik renal ven anomalisi literatüre göre daha sık, sirkumaortik renal ven anomalisi ise daha az saptanmış olmakla birlikte, bulgularımız yaklaşık olarak benzer olup literatür verileri ile uyumludur.

Renal ven anomalilerinin bilinmesi retroperitoneal cerrahide değerli bir bilgidir. Retroperitoneal cerrahide bu durumun bilinmemesi kanama, nefrektomi ve hatta ölümlerle sonuçlanabilecek komplikasyonlara neden olabilir (34,35). Renal transplant donörlerinde, sol renal ven uzun olduğundan dolayı sol taraf tercih edilir. Bu nedenle sol renal venin normal preaortik seyirli olup olmadığının bilinmesi önemlidir. Renal venden renin örnekleme yapılacağı durumlarda da bu anomalilerin varlığı önemlidir. Bunlardan başka testiküler ve renal neoplazileri olan hastalarda retroperitoneal lenf nodu ile karışabileceğinden ayırıcı tanısının dikkatli yapılması gereklidir (36).

VKİ'nin duplikasyonu her iki suprakardinal venin persistansından kaynaklanır. Prevalans % 0.2-3'tür (3). Çalışmamızda literatüre benzer oranda, iki olguda (% 0.4) çift vena kava varyasyonu saptanmıştır. Sol VKİ, genel olarak sağ VKİ'ye katılmak için normal bir şekilde aortayı önden çaprazlayan sol renal venle sonlanır. Bir VKİ filtresinin yerleştirilmesini izleyen tekrarlayan pulmoner emboli olgularında çift VKİ'den kuşulanılmalıdır (3). VKİ dublikasyonu veya transpozisyonu varlığında renal ven anomalileri de sık olarak bulunabilir (37)37. Kloakal ekstrofi ve at nalı böbrek ile birlikte olabileceği tanımlanmıştır (38).

VKİ dublikasyonu genelde asemptomatiktir ve laparotomi veya radyolojik işlemler sırasında tesadüfen tanınır (39). BT’de aortanın her iki tarafında yerleşmiş yuvarlak yapıların sol renal venden 4. lomber vertebraya kadar devamının izlenmesi önemlidir (40). Otopsi serilerinde daha yüksek oranda bulunurken BT çalışmalarında %0.3-1 arasında izlenmektedir (41). Bu da BT incelemelerde vena kava inferior dublikasyonunun yanlış değerlendirilerek atlanabileceğini göstermektedir. Abdomen BT’de dublike olmuş VKİ varlığı retroperitoneal adenopati ile karıştırılabilir. Nitekim literatürdeki iki olguda BT görüntüsü metastatik testiküler karsinoma olarak düşünülüp eksplorasyona alınmıştır (42). Radyolojik olarak VKİ dublikasyonu sakküler aort anevrizması, sol pyeloureterik dilatasyon, retroperitoneal kist ve ince bağırsak segmenti olarak da değerlendirilebilir (43) Sol inferior vena kava gonadal ven şeklinde de yorumlanabilir. Gonadal venin gonadlardan doğup inguinal kanaldan geçmesi ve sol vena kavanın ortak ilyak venin devamı olması bu iki ven yapısının ayırt edilmesinde önemlidir (38).

Dublike VKİ varlığı sol nefrektomi, adrenaektomi, sempatektomi, abdominal aort anevrizması ve üreter cerrahisi sırasında komplikasyonlara yol açabilir (37).

VKİ’nin belli bir segmentinin (genellikle intrahepatik segment) yokluğu kesintili (interrupted) VKİ olarak adlandırılmaktadır. Bu anomalide VKİ genellikle azigos venle devamlılık göstermektedir. İnférieur vena kavanın azigos ile devamlılığının diğer bir adı ‘azigos ile devamlılığı bulunan inferior vena kava ile hepatik segment yokluğu’ olup prevalansı %0,6’dır (44). Embriyolojik olarak sağ subkardinal-hepatik anastomozların oluşumundaki hata ve sağ subkardinal ven atrofsi ile karakterizedir. Kısmen sağ suprakardinal venin torasik segmentinden gelen ve suprakardinal anastomozlardan gelen kan sol azigos vene açılır. Bu anomalide renal düzey inferiorunda vena kava inferior diafragmatik krusların posteriorundan geçerek azigos venle birleşir. Bu çalışmada bir olguda (%0,2) bu anomali saptanmıştır. Bu varyasyonun klinik önemi sağ paratrakeal ve retrokrural lenf bezi ile ayırıcı tanısının yapılmasıdır (45,46).

Sol vena kava inferior, aortanın sol yanında aortaya paralel seyrederek. Kranialde sol renal vene açılır. Görülme sıklığı %0.2-0.5 oranındadır(45). Çalışmamızda iki

olguda sol vena kava inferior saptandı. Klinik açıdan önemi para-aortakaval lenf beziyle ayırım yapılmasıdır.

Bilgisayarlı tomografiyle kontrastlı kesitlerde vena kava inferior varyasyonları kolayca tanınabilir. Kontrast madde kullanımının kontrendike olduğu durumlarda manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile vasküler yapıların sinyal void görünümü veya akıma bağlı intensitesi ayırıcı tanıda etkilidir.(1,5,9)

VKİ anomalilerinin tanısı için tarihsel altın standart olan klasik venografi, yerini venöz hastalıkların tanısı için invazif olmayan görüntüleme tekniklerine bırakmıştır ve günümüzde yalnızca tedavi girişimleri için yeri vardır. Yakın zamana kadar, MRG ve daha az olarak renkli Doppler sonografi çoklu düzlemlerle kapasiteleri nedeniyle VKİ'yi değerlendirmek için tercih edilen yöntemlerdi(1).

Çok kesitli bilgisayarlı tomografi (ÇKBT) cihazının 3 boyutlu görüntüleme yeteneği, ayrıca sahip olduğu MİP ve volüme görüntüleme yeteneği ile beraber kontrast madde kullanımı vasküler yapıları en ince ayrıntısına kadar inceleme imkanı verir. Bu özellikleri ile ÇKBT, VKİ'yi etkileyen patolojik durumları çok hassas bir şekilde gösterebilir ve MRG'ye mükemmel bir alternatif sunar. ÇKBT'nin avantajları, daha iyi uzaysal rezolüsyon; çok hızlı görüntü elde etme ve VKİ'yi tutan tümörü olan hastalarda çok önemli olan tek bir görüntüleme tekniği ile yakın ve uzak organların değerlendirilmesini kapsar. İzotropik veri elde etme, tanı ve cerrahi planlama için gerekli olan herhangi bir düzlemde mükemmel rezolüsyon sağlar. Radyolog için başlıca sorun, radyasyona maruziyeti en aza indirmek için incelemeyi adapte etmek ve optimal görüntüleme sekanslarını seçmektir(1).

Bununla beraber, VKİ'nin değerlendirilmesi için MRG mükemmel bir görüntüleme tekniği olarak durmaktadır ve iyodize kontrast madde alamayan hastalardaki tek seçenektir. BT'ye kıyasla daha üstün doku kontrast rezolüsyonu ile MRG, intrakaval trombusu intravenöz kontrast verilmeksizin bile gösterebilir ve büyük bir retroperitoneal tümör tarafından ciddi olarak komprese edilmiş olduğunda bile VKİ'yi gösterebilir (47). MRG'nin bir diğer önemli avantajı, özellikle çocuklar ve genç erişkinlerde, iyonizan radyasyon olmamasıdır. Her iki teknik de aynı derecede etkili olduğundan, VKİ'nin değerlendirilmesi için primer görüntüleme



tekniki olarak ÇKBT ve MRG arasındaki seçim öncelikle ulaşılabilirlik, radyoloğun bireysel hüneri ve tercihi, hastanın altta yatan durumu ve hastanın yaşına dayanmaktadır

## **7.SONUÇLAR**

Vena kava inferior anomali ve varyasyonları radyoloji pratiğinde nadiren karşılaştığımız, olguların çoğunluğu herhangi diğer bir hastalık nedeniyle çekilen abdomen tomografi incelemeleri sırasında tesadüfen saptadığımız olgulardır.

İncelediğimiz 528 hastanın 478' inde (% 90.5) herhangi bir anomali ve varyasyon izlenmedi. 50 hastada vena kava inferior ile ilgili anomali ve varyasyon izlendi. En sık izlenen varyasyon 34 hastada (%6.4) görülen retroaortik sol renal ven varyasyonu olarak saptandı.

Sonuç olarak, ileri teknoloji ürünü olan çok kesitli BT ile vena kava inferior anomali ve varyasyonlarını saptamak mümkün olmakta olup, tanısal amaçlı invaziv anjiyografi yapılmasına gerek kalmamaktadır.

## 8.KAYNAKLAR

1. Bass JE, Redwine MD, Kramer LA. Et al. Spectrum of congenital anomalies of the inferior vena cava: cross-sectional imaging findings. *Radiographics* 2000;20:639-52.
2. Ovalı GY, Örgüç S, Serter S. Et al. Bilgisayarlı tomografide vena kava inferior anomalileri. *Turkish J Thorac Cardiovasc Surg* 2006;14(2):169-171
3. Phillips E. Embryology, normal anatomy, and anomalies. In: Ferris EJ, Hipona FA, Kahn PC, Phillips E, Shapiro JH, eds. *Venography of the inferior vena cava and its branches*. Baltimore, Md: Williams & Wilkins, 1969; 1–32.
4. Huntington GS, McLure CFW. The development of the veins in the domestic cat (*felis domestica*) with especial reference, 1) to the share taken by the supracardinal vein in the development of the postcava and azygous vein and 2) to the interpretation of the variant conditions of the postcava and its tributaries, as found in the adult. *Anat Rec* 1920; 20:1–29.
5. Siegfried MS, Rochester D, Bernstein JR, Milner JW. Diagnosis of inferior vena cava anomalies by computerized tomography. *Comput Radiol* 1983; 7:119–123.
6. Davachi AA. Acute spontaneous rupture of an arteriosclerotic aneurysm into an isolated left sided inferior vena cava. *Am J Cardiol* 1965; 15:416.
7. Ginaldi S, Chuang VP, Wallace S. Absence of hepatic segment of the inferior vena cava with azygous continuation. *J Comput Assist Tomogr* 1980; 4:112–114.
8. Schultz CL, Morrison S, Bryan PJ. Azygous continuation of the inferior vena cava: demonstration by NMR imaging. *J Comput Assist Tomogr* 1984; 8:774–776.

9. Mazzucco A, Bortolotti U, Stellin G, Galucci V. Anomalies of the systemic venous return: a review. *J Card Surg* 1990; 5:122–133.
10. Haswell DM, Berrigan TJ Jr. Anomalous inferior vena cava with accessory hemiazygos continuation. *Radiology* 1976; 119:51–54.
11. Cohen MI, Gore RM, Vogelzang RL, et al. Accessory hemiazygous continuation of left inferior vena cava: CT demonstration. *J Comput Assist Tomogr* 1984; 8:777–779.
12. Effler DB, Greer AE, Sifers EC. Anomaly of the vena cava inferior: report of fatality after ligation. *JAMA* 1951; 146:1321–1322.
13. Sakamoto N, Koizumi K, Asahina Y, et al. Primary Budd-Chiari syndrome due to complex venous anomalies. *Abdom Imaging* 1997; 22:499–501.
14. Geley TE, Unsinn KM, Auckenthaller TM, Fink CJ, Gassner I. Azygos continuation of the inferior vena cava in pediatric patients: sonographic demonstration of the renal artery ventral to the azygos vein as a clue to diagnosis. *AJR Am J Roentgenol* 1999; 172:1659–1662.
15. Gladstone RJ. An acardiac foetus. *J Anat Physiol* 1905; 40:71.
16. Milner LB, Marchan R. Complete absence of the inferior vena cava presenting as a paraspinal mass. *Thorax* 1980; 35:798–800.
17. Debing E, Tielemans Y, Jolie E, Van den Brande P. Congenital absence of inferior vena cava. *Eur J Vasc Surg* 1993; 7:201–203.
18. d'Archambeau O, Verguts L, Myle J. Congenital absence of the inferior vena cava. *J Belge Radiol* 1990; 73:516–517.
19. Bass JE, Redwine MD, Kramer LA, Harris JH Jr. Absence of the infrarenal inferior vena cava with preservation of the suprarenal segment as

revealed by CT and MR venography. *AJR Am J Roentgenol* 1999; 172:1610–1612.

20. Dougherty MJ, Calligaro KD, DeLaurentis DA. Congenitally absent inferior vena cava presenting in adulthood with venous stasis and ulceration: a surgically treated case. *J Vasc Surg* 1996; 23:141–146.

21. Monreal M, Lafoz E, Casals A, et al. Occult cancer in patients with deep venous thrombosis. *Cancer* 1991; 67:541–545.

22. Katada K. Half-second, half millimeter real time multislice helical CT: CT diagnosis using Aquillon. *Medical Review* 68: 1- 8.

23. Grenier PA, Beigelman-Aubry C, Fetita C, Preteux F, Brauner MW, Lenoir S. New frontiers in CT imaging of airway disease. *Eur Radiol* 2002; 12: 1022-1044

24. Saito Y. Multislice CT scanner .*Medical Review* 66: 1-8.

25. Mahesh M. Search for isotropic resolution in CT from conventional through multiple-row detector. *Radiographics* 2002; 22: 949-962.

26. Kaya T, Adapınar B, Özkan R, Temel radyoloji tekniği, 3. Baskı, İstanbul, Nobel yayınları 1997: 6-7

27. Chuang VP, Mena CE, Hoskins PA. Congenital anomalies of the left renal vein: angiographic consideration. *Br J Radiol* 1974; 47:214-218.

28. Aljabri B, MacDonald PS, Satin R, Stein LS, Obrand DI, Steinmetz OK. Incidence of major venous and renal anomalies relevant to aortoiliac surgery as demonstrated by computed tomography. *Ann Vasc Surg* 2001; 15:615-618.

29. Lee CM, Ng SH, Ko SF, Tsai CH, Tsai CC. Circumaortic left renal vein: report of a case. *J Formos Med Assoc* 1992; 91:356-358.

30. Gibo M, Onitsuka H. Retroaortic left renal vein with renal vein hypertension causing hematuria. *Clin Imaging* 1998; 22:422-424.
31. Reed MD, Friedman AC, Nealey P. Anomalies of the left renal vein: analysis of 433 CT scans. *J Comput Assist Tomogr* 1982; 6:1124-1126.
32. Trigaux JP, Vandrogenbroek S, De Wispelaere JF, Lacrosse M, Jamart J. Congenital anomalies of the inferior vena cava and left renal vein: evaluation with spiral CT. *J Vasc Interv Radiol* 1998; 9:339-345.
33. Davis CJ Jr, Lundberg GD. Retroaortic left renal vein. A relatively frequent anomaly. *Am J Clin Pathol* 1968; 50:700-703.
34. Satyapal KS, Kalideen JM, Haffejee AA, Singh B, Robbs JV. Left renal vein variations. *Surg Radiol Anat* 1999; 21:77-81.
35. Mitty HA. Circumaortic renal collar. A potentially hazardous anomaly of the left renal vein. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med* 1975; 125:307-310.
36. Turner RJ, Young SW, Castellino RA. Dynamic continuous computed tomography: study of retroaortic left renal vein. *J Comput Assist Tomogr* 1980; 4:109-111.
37. Shingleton WB, Hutton M, Resnick MI. Duplication of inferior vena cava: its importance in retroperitoneal surgery. *Urology*. 1994; 43: 113-115.
38. Friedland GW, de Vries PA, Murcia MN. Congenital anomalies of the inferior vena cava: embryogenesis and MR features. *Urologic Radiology*. 1992; 13:237-248.
39. Giordano JM, Trout HH. Anomalies of the inferior vena cava. *J Vasc Surg* 1986; 3: 924-928.

40. Chuang VP, Mena CE, Hoskins PA. Congenital anomalies of the inferior vena cava. review of embryogenesis and presentation of a simplified classification. *Br J Radiol* 1974; 47: 206.
41. Mayo J, et al. Anomalies of the inferior vena cava. *AJR* 1983; 140: 339.
42. Habuchi T, Okagaki T, Arai K. Renal cell carcinoma extending into left side of double inferior vena cava. *Urology* 1993; 41:181-184.
43. Tisnado J, Amendola MA, Vines FS. Computed tomography of a double inferior vena cava: the "double cava" sign. *Comput Radiol.* 1979; 3:195
44. Ginaldi S, Chuang VP, Wallace S. Absence of hepatic segment of the inferior vena cava with azygous continuation. *J Comput Assist Tomogr* 1980; 4:112–114.
45. Killi R, Özbek S. Abdominal aorta ve vena kava inferior. In: Killi R, Özbek S, editörler. *Abdomende Doppler ultrasonografi.* 1 .Baskı. İzmir: Güven Kitapevi; 2004. s. 228-32.
46. Schultz CL, Morrison S, Bryan PJ. Azygous continuation of the inferior vena cava: demonstration by NMR imaging. *J Comput Assist Tomogr* 1984;8:774–776.
47. Cuevas C, Raske M, Bush WH, et al. Imaging primary and secondary tumor thrombus of the inferior vena cava: multi-detector computed tomography and magnetic resonance imaging. *Curr Probl Diagn Radiol* 2006; 35:90 –101
48. Hu H, He HD, Foley WD, Fox SH. Four multidetector-row helical CT: image quality and volume coverage speed. *Radiology* 2000; 215: 55-62.
49. Achenbach S, Ropers D, Hoffmann U. Assessment of coronary remodeling in stenotic and nonstenotic coronary atherosclerotic lesions by

multidetector spiral computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 2004; 43: 842-7.

50. Dewey M, Zimmermann E, Laule M, Rutsch W, Hamm B. Three-vessel coronary artery disease examined with 320-slice computed tomography coronary angiography. *Eur Heart J* 2008 Feb 7. [Epub ahead of print].