

T.C.  
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
RADYODİAGNOSTİK ANABİLİM DALI

**Koroner Bypass Greftlerin  
Değerlendirilmesinde Kardiyak BT  
Anjiyografinin Etkinliği**

**Uzmanlık Tezi  
Dr. Mustafa Mahmut BARIŞ**

**İzmir-2010**

T.C.  
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
RADYODİAGNOSTİK ANABİLİM DALI

**Koroner Bypass Greftlerin Değerlendirilmesinde  
Kardiyak BT Anjiyografinin Etkinliği**

**Uzmanlık Tezi  
Dr. Mustafa Mahmut BARIŞ**

**Tez Danışmanı  
Prof. Dr. Erkan YILMAZ**

**İzmir-2010**

## TEŞEKKÜR

Tez çalıőmamın her aőamasında büyük emeği geçen, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaőarak yol gösteren tez danıőmanım Prof. Dr. Erkan YILMAZ' a,

Uzmanlık eğitimim ve tez çalıőmam sũresince; yakın ilgi ve deneyimleri ile beni destekleyen bũlũm baőkanım Prof. Dr. Oęuz DICLE' ye,

Uzmanlık eğitimimde kazandığım bilgilerimin ve becerilerimin kaynağı kıymetli hocalarıma,

Tez çalıőmama büyük katkıları bulunan, her aşamada fikrine mũracaat ettiğim değerli insan, kardiyoloji kliniği doktorlarından Doç. Dr. Nezihi BARIŞ' a,

Bugũnlere gelmemde, maddi manevi hiçbir desteği esirgemeyen, canlarını verircesine ȳzenle beni yetiőtiren sevgili anne ve babama,

Zor anlarımda hep yanımda bulunan, moral veren, destek olan sevgili eőim Dr. Mine BARIŞ' a,

Birlikte çalıőmaktan mutluluk duyduğum sevgili asistan arkadaşlarıma,

Ve tũm dostlarıma

Sonsuz teőekkũrlerimi sunarım.

**Dr. Mustafa Mahmut Barış**

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR .....	I
ÖZET.....	V
ABSTRACT .....	VI
KISALTMALAR .....	VII
TABLO LİSTESİ .....	VIII
ŞEKİL LİSTESİ.....	VIII
1.GİRİŞ .....	1
2.AMAÇ .....	3
3.GENEL BİLGİLER .....	4
3.1 KORONER ARTERİYAL ANATOMİ.....	4
3.1.1. SOL KORONER ARTER .....	6
3.1.1.1 SOL ANA KORONER ARTER(LM).....	6
3.1.1.2 SOL ANTERİOR İNEN ARTER(LAD).....	7
3.1.1.3 SOL SİRKUMFLEKS ARTER(LCX) .....	8
3.1.1.4 İNTERMEDİYER KORONER ARTER.....	9
3.1.2. SAĞ KORONER ARTER(RCA).....	10
3.1.3. SEGMENTAL KORONER ANATOMİ.....	11

<b>3.2 KORONER ARTERİYAL DOMİNANSI .....</b>	<b>13</b>
<b>3.3 KONJENİTAL KORONER ARTERİYAL ANOMALİLER .....</b>	<b>13</b>
<b>3.3.1. MİYOKARDİYAL İSKEMİYE YOL AÇABİLEN KORONER ANOMALİLER .</b>	<b>13</b>
<b>3.3.2. MİYOKARDİYAL İSKEMİYE YOL AÇMAYAN KORONER ANOMALİLER .</b>	<b>15</b>
<b>3.4. KORONER BYPASS GREFT ÇEŞİTLERİ .....</b>	<b>16</b>
<b>3.4.1. VENÖZ GREFTLER.....</b>	<b>16</b>
<b>3.4.2. ARTERİYAL GREFTLER.....</b>	<b>17</b>
<b>3.5. KORONER BYPASS OPERASYONU SONRASINDA KARŞILAŞILAN KOMPLİKASYONLAR .....</b>	<b>20</b>
<b>3. 5.1. ERKEN DÖNEM KOMPLİKASYONLAR .....</b>	<b>20</b>
<b>3.5.2. GEÇ DÖNEM KOMPLİKASYONLAR.....</b>	<b>22</b>
<b>3.6. KORONER BYPASS CERRAHİSİNDE TEKNİK.....</b>	<b>23</b>
<b>3.7. ATEROSKLEROZUN PATOGENEZİ .....</b>	<b>24</b>
<b>3.8. MANYETİK REZONANS(MR) GÖRÜNTÜLEME.....</b>	<b>25</b>
<b>3.9. KATATER KORONER ANJİYOĞRAFI .....</b>	<b>26</b>
<b>3.10. KORONER BT ANJİYOĞRAFI VE KARDİYAK BT ENDİKASYONLARI.....</b>	<b>27</b>
<b>3.11. ÇOK KESİTLİ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFI KORONER ANJİYOĞRAFI FİZİĞİ .....</b>	<b>31</b>
<b>3.11.1. ÇÖZÜNÜRLÜK(REZOLÜSYON).....</b>	<b>31</b>
<b>3.11.2. VERİ ALMA TEKNİĞİ (ELEKTROKARDİYOGRAM SENKRONİZASYON ALGORİTMASI) .....</b>	<b>32</b>

<b>3.11.2. ÇOK KESİTLİ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ KORONER ANJİYOĞRAFİ ÇEKİM TEKNİĞİ.....</b>	<b>33</b>
<b>4.GEREÇ VE YÖNTEM .....</b>	<b>38</b>
<b>4.1.HASTA SEÇİMİ.....</b>	<b>38</b>
<b>4.2.HASTA HAZIRLIĞI .....</b>	<b>38</b>
<b>4.3.KARDİYAK BT ANJİYOĞRAFİ ÇEKİM TEKNİĞİ .....</b>	<b>39</b>
<b>4.4.ÇEKİM SONRASI GÖRÜNTÜLERİN OLUŞTURULMASI VE DEĞERLENDİRME İŞLEMLERİ.....</b>	<b>40</b>
<b>4.5.ÇALIŞMA YÖNTEMİ.....</b>	<b>40</b>
<b>4.6.İSTATİSTİK YÖNTEMİ .....</b>	<b>41</b>
<b>5.BULGULAR .....</b>	<b>42</b>
<b>5.1. İSTATİSTİKSEL SONUÇLAR.....</b>	<b>46</b>
<b>6.RESİMLERLE OLGU ÖRNEKLERİ.....</b>	<b>48</b>
<b>7.TARTIŞMA.....</b>	<b>63</b>
<b>8. SONUÇ .....</b>	<b>75</b>
<b>9.KAYNAKLAR.....</b>	<b>76</b>

## ÖZET

### Koroner Bypass Greftlerin Değerlendirilmesinde Kardiyak BT Anjiyografinin Etkinliği

**Amaç:** Çalışmamızda, koroner bypass grefti bulunan ve klinik olarak semptom ya da bulguları sebebiyle greftin görüntülenmesi gereken hastalarda greft patensisini değerlendirmede 64 kesitli BT ile elde olunan kardiyak BT anjiyografinin etkinliğini saptamak amaçlanmıştır.

**Materyal-Metod:** Çalışmaya Aralık 2008 - Mart 2010 tarihleri arasında Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi Radyodiagnostik Anabilim Dalı'nda kardiyak BT anjiyografi incelemeleri yapılan, koroner bypass grefti bulunan 33 hasta dahil edildi. Bu hastaların kardiyak BT anjiyografi tetkik raporları ve görüntüleri, katater koroner anjiyografi incelemeleri, klinik takip bilgileri ve kardiyak BT anjiyografi sonrası yapılan diğer incelemeleri retrospektif olarak değerlendirildi.

**Bulgular:** Çalışmaya toplam 33 hastada 94 greft dahil edildi. Greftlerin 32 tanesi LIMA, 1 tanesi radyal arter grefti, 61'i safen ven greftiydi. 64 kesit BT incelemesinde LIMA greftlerden 8' inde oklüzyon, 2' sinde %50 ve üzeri darlık saptanırken geri kalan 22 greft ise açık olarak değerlendirildi. 61 venöz greftin 16'sı oklüde, 6'sı dar(%50 ve üzeri) ve 39'u açık olarak değerlendirildi. Bir adet radyal arter grefti açık olarak değerlendirildi. Katater koroner anjiyografi incelemesi bulunan hasta grubunda, 64 kesit kardiyak BT incelemesinin duyarlılığı %95.4, seçiciliği %92.3, doğruluğu %93.7, pozitif öngörü değeri %91.3 ve negatif öngörü değeri %96 olarak bulundu. Tüm hasta grubu ele alındığında ise 64 kesit kardiyak BT incelemesinin duyarlılığı %95.4, seçiciliği %84.2, doğruluğu %86.9, pozitif öngörü değeri %65.6, negatif öngörü değeri %98.3 olarak bulunmuştur.

**Sonuç:** Koroner bypass operasyonu sonrasında hastaların greftlerinin görüntülenmesinde 64 kesit BT ile elde olunan kardiyak BT anjiyografi incelemesi yüksek negatif öngörü değerine sahip non invaziv bir yöntemdir.

**Anahtar kelimeler:** Koroner arter bypass, bypass greft, kardiyak BT, 64 kesit BT.

## ABSTRACT

### Effect of Cardiac CT Angiography in Evaluation of Coronary Artery Bypass Grafts

**Objective:** The purpose of this study was assessing the effect of cardiac CT angiography with 64 slice CT in patients with coronary bypass grafts who needed to be evaluated because of their symptoms or clinical findings.

**Material and Mehtods:** Between December 2008 and March 2010, cardiac CT angiography invastigation was performed to 33 patient(who has coronary bypass grafts) in Dokuz Eylul University Radiology department. These 33 patient included to our study and their cardiac CT angiography findings, catatery anjiography results(if performed), other investigations and clinical records were evaluated retrospectively.

**Results:** 33 patients and 94 grafts were evaluated. There were 32 LIMA , 1 radial artery, 61 saphaneus vein grafts. In 64 slice CT evaluation, 8 LIMA grafts were found occluded. Stenosis(%50 and more) were found in 2 LIMA grafts. Other 22 LIMA grafts were patent. 16 of 61 vein grafts were occluded. 6 vein grafts were stenotic(%50 and more) and 39 were patent. 1 radial artery graft was patent. These findings were compaired with cathatery angiography results or clinical follow up. 64 slice cardiac CT investigation has sensitivity of %95.4, specificity of %92.3, accuracy of %93.7, negative predictive value of %96 and positive predictive value of % 91.3 for the patient group who underwent with cathatery angiography. For total patient group, 64 slice cardiac CT investigation has sensitivity of %95.4, specificity of %84.2, accuracy of %86.9, positive predictive value of % 65.6 and negative predictive value of %98.3.

**Conclusion:** 64 slice cardiac CT investigation is a noninvasive imaging technique with high negative predictive value for evaluation of coronary bypass grafts .

**Key words:** Coronary atery bypass, bypass graft, cardiac CT, 64 slice CT.



## KISALTMALAR

**ACC** : American College of Cardiology

**AHA**: American Heart Association

**Ao**: Aorta

**Ao-CX-SVG** : Aort ile LCX arasına uygulanmış safen ven grefti

**Ao-RCA-SVG** : Aort ile RCA arasına uygulanmış safen ven grefti

**BT** : Bilgisayarlı Tomografi

**ÇKBT** : Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi

**EKG** : Elektrokardiyografi

**FOV** : Field of view

**IMA** : İnternal Mamariyan Arter

**KABC** : Koroner Arter Bypass Cerrahisi

**KAH** : Koroner Arter Hastalığı

**KKA** : Katater Koroner Anjiyografi

**kV** : Kilovolt

**LAD** : Sol Anterior Desendan(inen) Arter

**LCX** : Sol Sirkumfleks Arter

**LIMA** : Sol İnternal Mamariyan Arter

**LM** : Sol Ana Koroner Arter

**MI** : Miyokard İnfarktüs

**MIP** : Maximum İntensity Projection

**MPR** : Multiplanar Reformat

**MR** : Magnetik Rezonans

**msn** : Milisaniye

**mSv** : MiliSievert

**OM** : Obtuz Marjinal Arterler

**PDA** : Posterior Desendan Arter

**PL** : Posterolateral Dallar

**RA** : Radyal Arter

**RCA** : Sağ Koroner Arter

**RGEA** : Sağ Gastroepiploik Arter

**RIMA** : Sağ İnternal Mamariyan Arter

**ROI** : Region of interest

**SF** : Serum Fizyolojik

**sn** : Saniye

**SVG** : Safen Venöz Greft

**SVO** : Serebro-vasküler Olay

**TOF** : Time-of-flight

**VR** : Volume-rendering

## TABLO LİSTESİ

**Tablo 1:** Segmental koroner anatomi.

**Tablo 2:** Görüntüleme yöntemlerinin temporal ve uzaysal çözünürlüklerinin karşılaştırılması.

**Tablo 3:** Çalışmaya dahil edilen hastaların özelliklerini belirten tablo.

**Tablo 4:** Çalışmaya dahil edilen hastaların greftlerinin türlerine ve distal anastamozlarına göre dağılımı.

**Tablo 5:** ÇKBT ile KKA karşılaştırılması.

**Tablo 6:** Takip sonuçları veya KKA sonuçlarına göre toplam hasta popülasyonu için ÇKBT bulguları.

## ŞEKİL LİSTESİ

**Şekil 1:** Tüm koroner arterler tek bir ostiumdan çıkmaktadır.

**Şekil 2:** LCX ve LAD ayrı ayrı sol koroner sinüsten orijin almaktadır.

**Şekil 3:** “The American Heart Association” (AHA) ya göre koroner segmenter anatomi ve koroner arter dalları. *RCA*: sağ koroner arter, *RV*: sağ ventriküler dal, *AM*: akut marjinal dal, *PLV*: posterolateral ventriküler dal, *PDA*: posterior inen arter, *LM*:

sol ana koroner arter, *LAD*: sol anterior inen arter, *DIAG 1*: 1. diagonal dal, *DIAG 2*: 2. diagonal dal, *LCx* : sol sirkumfleks arter, *OM* : obtuz marjinal dal (27).

**Şekil 4:** Koroner arterlerin kalp üzerindeki dağılımı.

**Şekil 5:** A: Int: İntermediyer arter, B: Sarı ok ile gösterilen arter intermediyer arter(22).

**Şekil 6:** RCA'nın distal dalları. LA: sol atriyum, RA: sağ atriyum, LV: sol ventrikül, RV: sağ ventrikül, MAc: akut marjinal dal, PL: posterolateral dal, PDA: posterior inen arter(22).

**Şekil 7:** Malign tipte koroner arter anomalisi(38).

**Şekil 8:** Sol internal mamariyan arterin "maximum intensity projection(MIP)" reformat görüntüsü.

**Şekil 9:** Koroner bypass greftlerin şematik çizimi. 3 no'lu şekilde a: Aort ile PDA arasına uygulanmış safen venöz greft(SVG), b: Proksimal anastamozun aortik konektör cihaz(sarı ok) ile yapıldığı bir SVG, c : Distal LAD'ye anastamoze edilmiş sol internal mamariyan arter grefti(49).

**Şekil 10:** Oklüde aorta- LCX-safen venöz greft(SVG).

**Şekil 11:** Satinsky klemp

**Şekil 12:** Mekanik aortik konektör (Symmetry Bypass System connector).(Courtesy of St Jude medical)(49).

**Şekil 13:** Hastanın açık Ao-Diagonal-SVG'i katater koroner anjiyografi(a), MIP(b) ve "volume rendering"(c) görüntülerde benzer şekilde gösterilmiştir. Sadece koroner damarların gösterildiği VR imajda (d) oklüde LIMA grefte ait trase de görünümüne(ok işareti) dahil olmaktadır.

**Şekil 14:** Hastanın Ao-RCA-SVG distal anastamozu düzeyinde izlenen yüksek dereceli darlık/yakın oklüzyon katater anjiyografi(a) ve MPR(b, c) görüntülerde benzer şekilde gösterilmiş olup her iki tetkikin raporunda da %90 üzeri darlık olarak tanımlanmıştır. Volume rendering görüntülerde(d,e) yüksek dereceli darlık daha çok oklüzyon izlenimi vermektedir.

**Şekil 15:** Katater anjiyografide(a,b), brakiosefalik arterden RCA'ya çekilen safen greft proksimal kesimde oluşan bükülmeye bağlı %70 darlık tanımlanmıştır. VR görüntülerde ise bu düzey değişik açılardan bakıldığında anlamlı darlık izlenimi yaratırken(d, e), arkus aorta düzlemine paralel bakıldığında darlık derecesi anlamlı

düzeyde gözükmemektedir. Bu greftteki darlık kardiyak BT incelemesinde katater incelemesi ile uyumsuz olarak %50'nin altında değerlendirilmiştir.

**Şekil 16 :** Hastanın Ao-Diagonal-SVG'i bulunmakta olup hem katater anjiyografi(a) hemde kardiyak BT anjiyografi(b, c, d, e) ile benzer şekilde patent olarak gösterilmiştir.

**Şekil 17:** Aynı olguda bulunan Aorta-Obtuz Marjinal-Radiyal arter grefti her iki incelemede de patent olarak gösterilmiştir. Radiyal arter grefti çevresinde çok sayıda metalik klips bulunmaktadır. Katater anjiyografiye ait görüntü(a) ve kardiyak BT görüntüleri(b, c, d, e) sıralanmıştır.

**Şekil 18:** Katater anjiyografik görüntülerde(a, b), distal anastamoz kesimi de büyütülerek patent LIMA grefti gösterilmiştir. Aynı şekilde ÇKBT ile elde olunan MIP(c, d) ve VR(e) görüntüler de greftin patent olduğunu göstermektedir. Buna ek olarak BT görüntülerinde, distal anastamoz düzeyinde bulunan ve katater anjiyografik incelemede belirgin olmayan stent(ince ok) net olarak izlenmektedir.

**Şekil 19:** Aynı olgunun diğer bir grefti olan Ao-RCA-SVG'de birkaç düzeyde yüksek dereceli darlıklar mevcut olup her iki teknik ile de doğru ve uyumlu bir şekilde gösterilmiştir. Katater anjiyografik incelemeye ait görüntüler(a, b) sol üst köşede ve sağ alt köşede yer almaktadır.

**Şekil 20 :** Aynı olgunun oklüde Ao-CX-SVG'ne ait katater anjiyografik(a), MIP(b) ve VR(c) görüntüler verilmiştir. Katater anjiyografide sadece bir güdük seçilebilirken BT'de oklüde greft trasesi ve oklüzyonun başladığı proksimal kesimde bulunan stent seçilebilmektedir. Greft stent başlangıcından itibaren oklüdedir.

**Şekil 21:** Hastanın Ao-RCA-SVG'nin proksimal kesiminde katater anjiyografi(a) ile %20 düzeyinde darlık olarak değerlendirilen ve anlamlı darlık olarak kabul edilmeyen görünüm BT incelemesinde(b, c, d) %50 düzeyinde darlık olarak tanımlanmıştır.

**Şekil 22:** Hastanın Ao-Diagonal-SVG'inde, distal anastamoz düzeyindeki yüksek dereceli darlık her iki inceleme ile de benzer şekilde tanımlanmıştır. En üst sıradaki iki görüntü katater anjiyografik incelemeye aittir.

**Şekil 23:** Aynı hastanın LIMA grefti değerlendirildiğinde; katater anjiyografik incelemede(a) greft patent olarak belirtilmiş herhangi bir darlık tanımlanmamıştır.

Kardiyak BT anjiyografi incelemesinde(b, c, d) ise distal anastamoz düzeyinde %50 darlık tanımlanmıştır.

**Şekil 24 :** Oklüde LIMA grefte ait katater anjiyografik görüntü(a) sol üstte verilmiştir. Görüntüde metalik klipsler izlenmesine karşın LIMA proksimal-orta kesimde tamamen oklüde olup distal anastamoz ve nativ damarın dallarına ait görünüm mevcut değildir. BT incelemesinde(b, c), LIMA greft orijini kontrast maddenin sol koldan verilmesine ve takip eden SF uygulanmamasına bağlı izlenmemektedir. Ancak bu düzey sonrasında kısa bir segmentte kontrastlanan ve ardından tamamen oklüde olarak sadece trasesinin bir kısmı(oklar) seçilebilen LIMA grefte ait bulgular vardır.

**Şekil 25 :** Katater anjiyografik incelemede(a), distal anastamoz düzeyinde oklüde olmuş LIMA grefte ait görünüm mevcuttur. Kardiyak BT anjiyografi incelemesinde(b, c, d), tüm trasesi boyunca LIMA greft ve çevresinde metalik klipsler izlenmektedir. Bununla birlikte sol alt köşede büyütülmüş resimde(d) greftin distal anastamozu düzeyinde oklüde olduğu nativ damar ile bağlantısının bulunmadığı görülmektedir.

**Şekil 26 :** Aynı olgunun oklüde Ao-OM-SVG greftine ait güdük izlenmektedir. İlk 4 görüntü(a, b, c, d) katater anjiyografiye, görüntü (e) kardiyak BT aksiyel kesitine, (f) ve (g) VR imajlara aittir.

**Şekil 27 :** Aynı olguya ait Ao-RCA-SVG görüntülerinde birçok düzeyde darlıklar izlenmektedir. Katater anjiyografi(a, b) ve MPR(c) görüntülerde ok işareti ile belirtilen düzey anlamlı darlık(%50 ve üzeri) olarak tanımlanmıştır.

## 1.GİRİŞ

Koroner arter hastalığı batı toplumunda yüksek sıklığa sahip bir hastalık olup görülme ihtimali gelişmekte olan ülkelerde de gündün güne artmaktadır. Bu durum koroner arter revaskülarizasyon işlemlerini pahalı ve kompleks olmalarına rağmen en çok uygulanan medikal prosedürlerden biri haline getirmiştir. Dünya çapında yılda yaklaşık 800.000 hastaya koroner bypass operasyonu uygulanmakta ve 1.5 milyonun üzerinde perkütan girişimle tedavi gerçekleştirilmektedir(1). Bu prosedürlerin artan başarısı sonucunda revaskülarizasyon sonrası hastaların uzun dönem takip gerekliliği ortaya çıkmıştır(1).

İnvaziv katater koroner anjiyografi bu amaç için diagnostik standart kabul edilir(2). Ancak bu takip sürecinde rutin olarak görüntülemenin invaziv koroner anjiyografi ile gerçekleştirilmesi birtakım sorunları da beraberinde getirmektedir. İnvaziv girişimin riskleri(ölüm, MI, SVO, aritmi, diseksiyon, tromboz, rüptür, giriş yeri problemleri gibi), hasta açısından konforsuz ve tolerasyonu zor bir işlem olması, hastanede kalış süresi ve masrafları non-invaziv bir görüntüleme tekniğine ihtiyaç oluşturmaktadır(2, 3, 4, 5, 6).

Çok kesitli bilgisayarlı tomografi(ÇKBT) anjiyografi ayaktan hastalara uygulanabilecek non-invaziv bir görüntüleme tekniğidir(2). Dört ve 16 kesit BT cihazları ile bypass greft patensi değerlendirmesinde umut verici sonuçlar elde olunmuştur(7, 8, 9, 10, 11). Birçok çalışma 16 kesit BT'nin komplet greft oklüzyonunu belirlemede yüksek diagnostik tutarlılığı olduğunu göstermektedir(7, 8, 9, 10, 11). Ancak 16 kesit BT cihazları ile yapılan incelemelerde, hastaların %16-23'ünde distal anastamoz düzeyinin ve distal anastamozun yapıldığı hedef damarın değerlendirilmesinde, cerrahi klipslerin ve kardiyak hareketin oluşturduğu artefaktlara bağlı olarak bazı teknik limitasyonlar mevcuttur(1, 7, 8). Zira hareket artefaktları olmadan diyastol fazında kalbin görüntülenebilmesi için temporal rezolüsyonun 250 milisaniye(msn), sistol fazında görüntüleme için ise 50 msn ve altında olması gerekmektedir(12, 13).

2005 yılında 64 kesit BT cihazlarının ortaya çıkışı ile birlikte daha yüksek temporal ve spesiyal rezolüsyon ile görüntüleme yapma imkanı doğmuştur(14). 16 kesit BT ile 105–250 msn düzeyinde olan temporal rezolüsyon 64 kesit BT’de 83–165 milisaniye düzeylerine ve 0.5 x 0.5 x 0.6 mm olan spasiyal rezolüsyon 0.4 x 0.4 x 0.4 mm düzeylerine ulaşmıştır(14, 15). Bu ilerleme greftlerin ve distal anastamozların görüntülenebilirliğini artırdığı gibi özellikle 1,5 mm çapından daha geniş olan damarlarda %50’den fazla olan darlıkların saptanmasında da yüksek tanısal duyarlılık sağlamıştır(16, 17).

2006 yılında çift tüplü 64-kesitli, 2007’de 256-kesitli ve 2008’de 320-kesitli BT’ler klinik kullanıma girmiştir(18, 19, 20, 21). Bu gelişmeler sonucunda bir ya da birkaç kalp atımı ile kardiyak görüntüleme imkanı ortaya çıkmıştır.

## 2.AMAÇ

Dokuz Eylül Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalı kliniğimizde 64 kesit BT cihazı (Philips Brillians 64; Philips Medical Systems, Hollanda) 2008 yılı Aralık ayında kullanıma girmiştir. Bu tarihten sonra rutin olarak kardiyak BT anjiyografi tetkikleri elde olunmaya başlanmıştır. 64 kesit BT cihazı yüksek temporal ve spasiyal rezolüsyonu sayesinde, 16 kesit cihazlara oranla bypass greftleri ve distal anastamoz düzeylerini değerlendirmede belirgin üstünlüğe sahiptir(16, 17).

Çalışmamızda, koroner bypass grefti bulunan ve klinik semptom ya da laboratuvar bulguları sebebiyle greftin görüntülenmesi gereken hastalarda greft patensisini değerlendirmede 64 kesit BT cihazı ile elde olunan kardiyak BT anjiyografinin etkinliğini saptamak amaçlanmıştır.



### 3.GENEL BİLGİLER

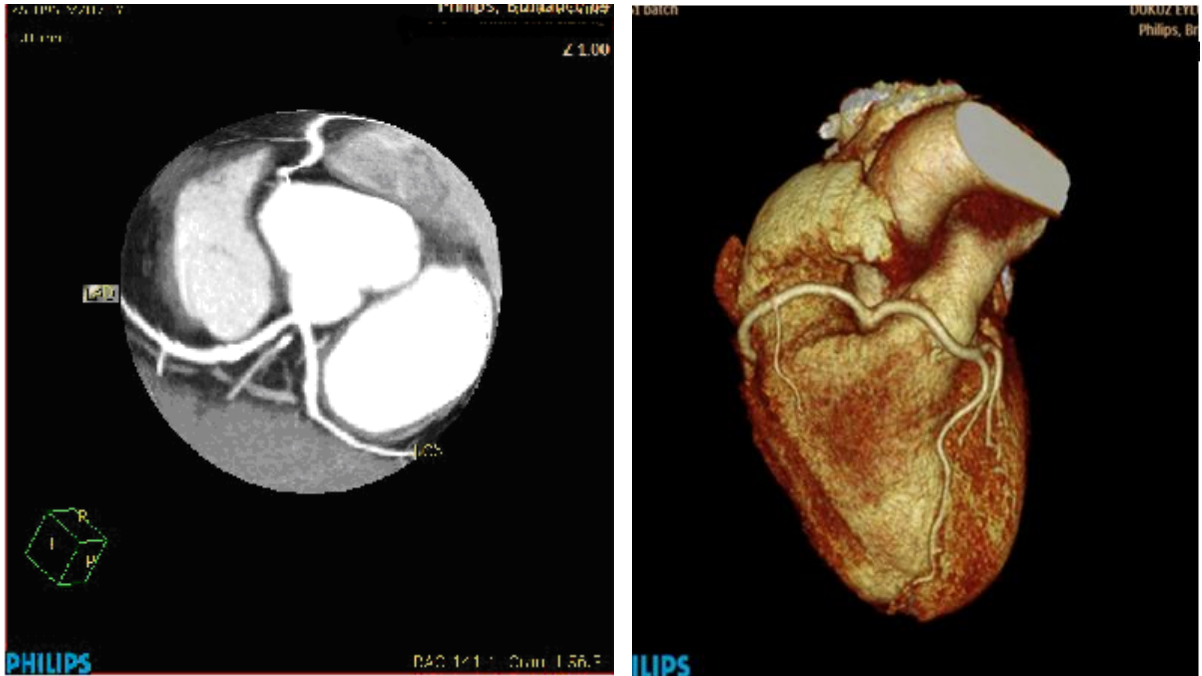
#### 3.1 KORONER ARTERİYAL ANATOMİ

Koroner arterler adlarını Latince “corona: halka, çember” kelimesinden almakta olup kalbin epikardiyal yüzeyinde epikardiyal yağ dokusu içerisine gömülmüş olarak uzanan miyokardı besleyen damarlardır. Kalbi taç şeklinde bir ağ gibi sararlar(22). Özellikle sol ventrikülün tabanı ve apeksi hizasında daha belirgin olmak üzere farklı dalları arasında birçok anastamoz mevcuttur. Aynı arterin farklı bölümleri arasındaki anastamozlar homokollateral dolaşım, farklı arterler arasındaki anastamozlar ise heterokollateral dolaşım adını alır. Fizyolojik olan bu kollateral dolaşım yolları patolojik durumlarda önemli rol oynarlar(23).

Sol koroner arterler olguların %50'sinde sağa oranla daha geniş çaptadır. %20 olguda ise sağ koroner arter daha geniş çapta izlenmektedir. Ayrıca koroner arterlerin dallanması, uzanımı, trasesi ve epikardiyal yüzeye uzaklıkları da kişiden kişiye farklılıklar gösterir(24). Koroner arterler traseleri boyunca kısa segmentte miyokard içerisine hafif penetrasyon gösterebilirler(miyokardiyal köprüleşme)(25). Bu anomali yetişkinlerin yaklaşık 1/3'ünde tanımlanmakla birlikte katater anjiyografik olarak hastaların sadece %5'inde gösterilmiştir(26). Koroner arterler aortadan sinüs valsalva düzeyinden orijin alırlar. Sağ koroner arter sağ(anterior) sinüsten, sol koroner arter ise sol(sol posterior) sinüsten çıkar(23). Genellikle aortadan 2 koroner arter orijin almaktadır. Ancak 3 ya da 4 koroner arterin aortadan orijin aldığı görülebilir. Bu durum söz konusu olduğunda %36 oranında bağımsız olarak aortadan çıkan arterlerden biri sağ koral arterdir(23). Ayrıca %1'den az olguda sol ana koroner arterin ana dalları olan LAD(left anterior descending artery: sol ön inen arter) ve Cx (circumflex artery: sol dönen arter)'in direk aortadan orijin aldığı da görülebilir. Bu durumda sol ana koroner arter bulunmamaktadır(25). Farklı bir varyasyon olarak her iki koroner arterin(sol ve sağ) de tek bir sinüsten ayrı orijinler halinde ya da tek bir orifis olarak çıktığı da görülebilir(23).



Şekil 1: Tüm koroner arterler tek bir ostiumdan çıkmaktadır.



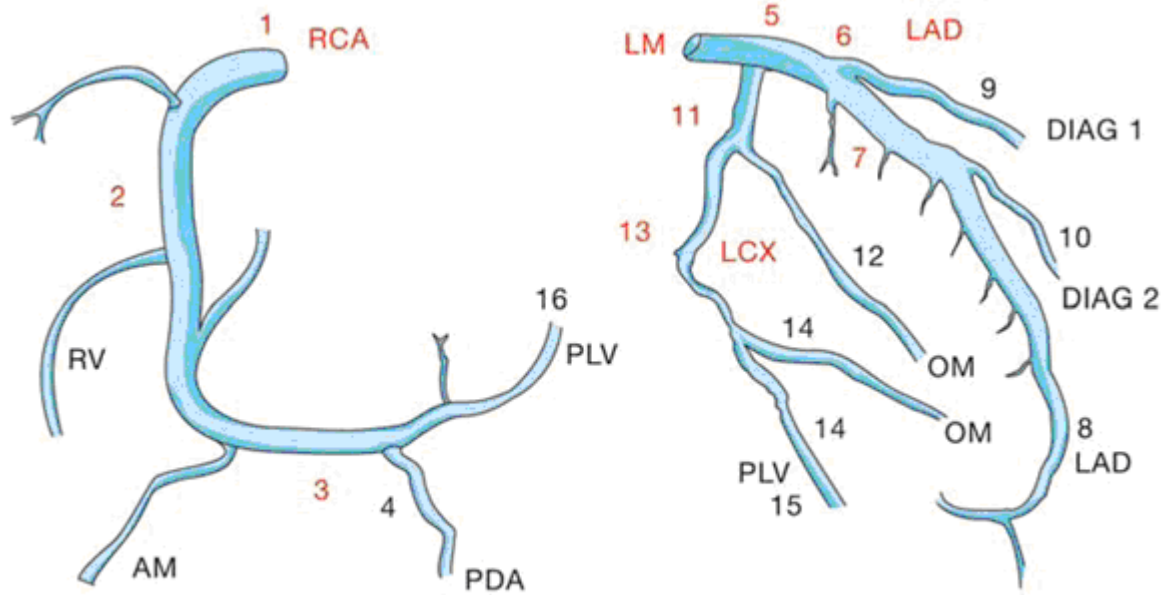
Şekil 2: LCX ve LAD ayrı ayrı sol koroner sinüsten orijin almaktadır.

### 3.1.1. SOL KORONER ARTER

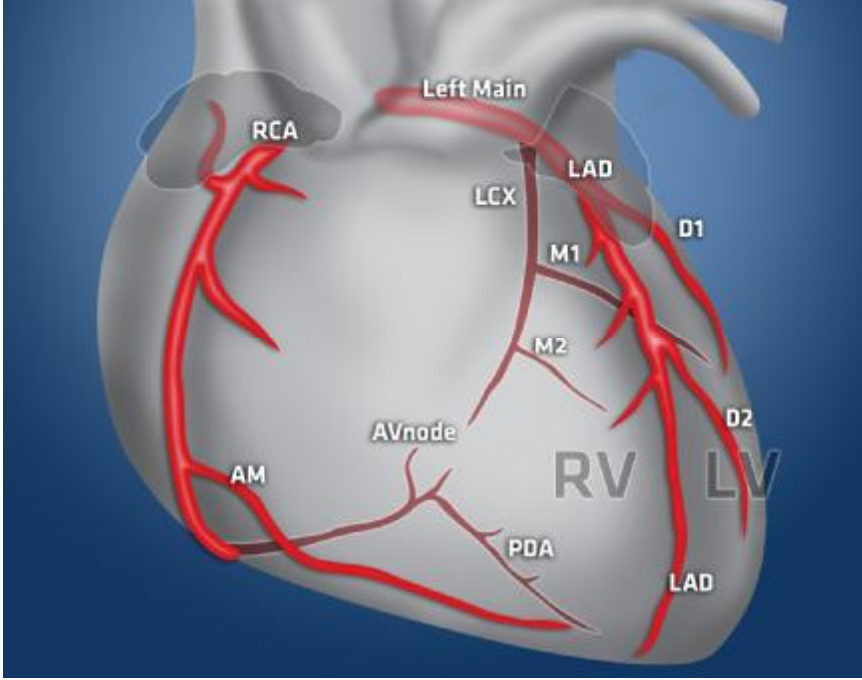
Sol koroner arter orijininde çapı yaklaşık 5 mm'ye ulaşabilen geniş bir arterdir. Sol kalp boşluklarının ve interventriküler septumun büyük kısmına kan taşır.

#### 3.1.1.1 Sol Ana Koroner Arter(LM)

Sol koroner arterin ana başlangıç segmentidir. Uzunluğu kişiden kişiye değişiklik gösterir. Epikardiyal yağlı doku içerisinde ana pulmoner arter ile sol atrial apendiks arasında uzanır. Sol atrioventriküler oluk düzeyinde genellikle LAD ve LCX olmak üzere 2 ana dala ayrılır. %25-%40 olguda ise sol atrioventriküler oluk düzeyinde trifurkasyon söz konusu olup intermediyer arter adını alan diğerlerine göre daha ince olan 3. bir dal mevcuttur(25).



Şekil 3: "The American Heart Association" (AHA) ya göre koroner segmenter anatomi ve koroner arter dalları. *RCA*: sağ koroner arter, *RV*: sağ ventriküler dal, *AM*: akut marjinal dal, *PLV*: posterolateral ventriküler dal, *PDA*: posterior inen arter, *LM*: sol ana koroner arter, *LAD*: sol anterior inen arter, *DIAG 1*: 1. diagonal dal, *DIAG 2*: 2. diagonal dal, *LCx* : sol sirkumfleks arter, *OM* : obtuz marjinal dal (27).



Şekil 4: Koroner arterlerin kalp üzerindeki dağılımı.

### 3.1.1.2 Sol Anterior İnen Arter(LAD)

LAD çapı başlangıç kesiminde 4-5 mm'ye ulaşabilen, anterior interventriküler oluk boyunca kardiyak apekse doğru uzanan ve ana kardiyak ven ile paralel seyreden önemli bir koroner arterdir(22). Çoğunlukla sol ventrikülün apikal kesimine dek uzanır. Olguların 2/3'ünde posterior interventriküler oluğun distal hatta orta kesimine dek ulaşmaktadır(28). Sıklıkla posterior inen arter(PDA) ile anastamoz yapar(22).

LAD proksimal, orta ve distal olarak 3 kesime ayrılabilir. Proksimal ve orta LAD ilk septal dal ya da birinci diagonal arterin orijini tarafından birbirinden ayrılır. İkinci diagonal arter orijini ise orta ve distal LAD ayrımı için belirleyici bir nokta kabul edilir(29).

LAD trasesi boyunca bazı dallar verir:

-- *Sol konal arter*: Proksimal LAD'den orijin alır. Sağ konal arter ile bağlantı yapar. "Vieussens'in arteriyal halkası"nı oluşturarak aort ve ana pulmoner arterin köklerini besleyen vasa vasorum'ları verirler.

-- *Sağ anterior ventriküler dallar:* Sağ ventrikül genellikle sağ koroner arter tarafından beslenir. Ancak bazen LAD'den çıkan değişen sayıda ve çapta ince dallar sağ ventrikül anterior kesimine kan sağlayabilir.

-- *Sol anterior ventriküler dallar(Diagonal arterler):* Sol ventrikülün anterior duvarında çapraz olarak seyrederek bu kesime kan sağlar. Sayıları değişkenlik gösterir. Genelde diagonal arterlerden biri daha geniş olup LAD'ye paralel seyreder. Septal dalların bulunmaması ile LAD'den ayrılır.

-- *Anterior septal dallar:* Bu dallar LAD'den dik açıyla çıkarak interventriküler septum anterior 2/3'ünü beslerler. İlk septal dal genellikle iyi gelişmiştir(22).

### 3.1.1.3 Sol Sirkumfleks Arter(LCX)

Çapı LAD'ye benzeyen geniş bir arterdir. Uzunluğu ve anatomik dağılımı farklılıklar gösterir. Damarın proksimal kesimi sol atrial apendiksin altında yer alır. Sol atrioventriküler oluğun anterior kesiminde uzanarak kalbin obtuz kenarında(kalbin künt kenarı) sonlanır. Bazen sol atrioventriküler oluğun posterior kesiminde koroner venöz sinüsün altında uzanarak krus kordiste sonlanır. Krus kordis kalbin 4 odacığının septa ve duvarlarının birleştiği kalbin çatısı kabul edilen anatomik noktadır. Sol koroner sistem dominansisinden bahsedildiği durumlarda LCX krus kordiks düzeyinde PDA'yı vermektedir.

Proksimal ve distal LCX segmentleri mevcut olup ilk obtuz marjinal dal ile birbirinden ayrılırlar(29).

LCX'in trasesi boyunca verdiği dallar:

-- *Anterior ya da anterolateral ventriküler dallar:* Her zaman izlenmeyebilirler. Bulduklarında proksimal LCX'den çıkıp 1. diagonal trasesine uzanan ince damarlar olarak izlenirler.

-- *Sinüsal ya da sinoatrial dal:* Genellikle sağ koroner arterden çıkmakla birlikte %30-35 olguda LCX arterden orijin alabilir. Sol atrium kenarından uzanarak vena kava superiorun sağ atriuma açıldığı düzeyde bulunan sinüs nodu bölgesine ulaşır.

-- *Atrial arterler:* Sol atrial apendiks ya da sol atriumun posterior kesiminde lokalizedirler.

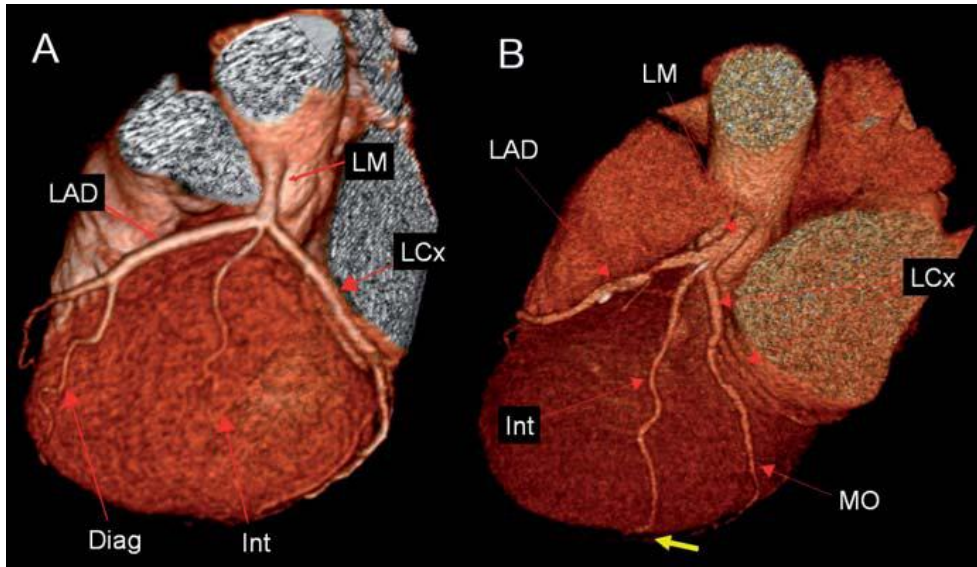
-- *Obtuz marjinal dallar*: Genellikle 1 ya da 2 tanedirler. Orijinleri proksimal ve distal LCX ayrımı için belirleyici kabul edilir. LCX'den orijin alarak kalbin sol kenarı boyunca apekse dek uzanırlar. Bu düzeyde LAD'nin dalları ile anastamoz oluşturabilirler.

-- *Posterior ventriküler dallar*: Sol ventrikülün posterior duvarı PDA tarafından beslenir. Ancak PDA'nın bulunmadığı durumlarda posterior ventriküler dallar bu alanı besler.

-- *Atrioventriküler nodal dal*: Özellikle sol dominansinin söz konusu olduğu %20 olguda LCX'den orijin alır.

### 3.1.1.4 İntermediyer Koroner Arter

Olguların %25-40'ında LM'den ayrılan LAD ve LCX dışında median ya da intermediyer denen üçüncü bir dal mevcuttur. Diğerlerine göre daha ince olup LAD ve LCX ayrımının olduğu açının ortasından çıkar ve bir trifurkasyon oluşmuş olur. Sol ventrikülün anterolateral kesiminde uzanarak anterior papiller kasa giden dallar verebilir. Genellikle kalbin sol obtuz kenarı yakınında sonlanır. İntermediyer arter iyi gelişmiş ve geniş ise diagonal ya da obtuz marjinal dallar ince olabilir.



Şekil 5: A: Int: İntermediyer arter, B: Sarı ok ile gösterilen arter intermediyer arter(22).

### 3.1.2. SAĞ KORONER ARTER(RCA)

Sağ atrium ve sağ ventriküle kan sağlar. Dominant olduğunda ise sol ventrikül posterior kesimini de besler.

Sağ koroner sinüsten orijin alarak sağ atrioventriküler oluğun anterior kesiminde adipoz doku içerisinde uzanır. Kalbin keskin kenarından(akut marjin) dönerek posterior sağ atrioventriküler olukta krus kordise dek uzanır. Bu uzanımda varyasyonlar mevcuttur. %10 olguda kalbin akut kenarında ya da akut kenar ile krus kordis arasında sonlanırken, %60 olguda krus kordisi geçerek sol ventrikülün inferior duvarına ulaşır. % 20 olguda ise sol kalp kenarına ulaşarak LCX'e ait olan alanın bir kısmını besler.

RCA proksimal, orta ve distal olmak üzere 3 segmente ayrılır. Proksimal RCA, kalbin akut marjinine kadar olan segmentin yarısı kabul edilir. Bu noktadan kalbin akut marjinine kadar olan RCA segmenti ise orta RCA'dır. Distal RCA kalbin akut marjiniinden PDA orijinine kadar olan segmenttir(29).

RCA'nın trasesi boyunca verdiği dallar:

-- *Sağ konal arter*: Olguların %36'sında RCA'dan bağımsız olarak direk sağ koroner sinüsten orijin alabilir. Sol konal dal ile birleşerek "Vieussens'in arteriyal halkası"nı oluşturur.

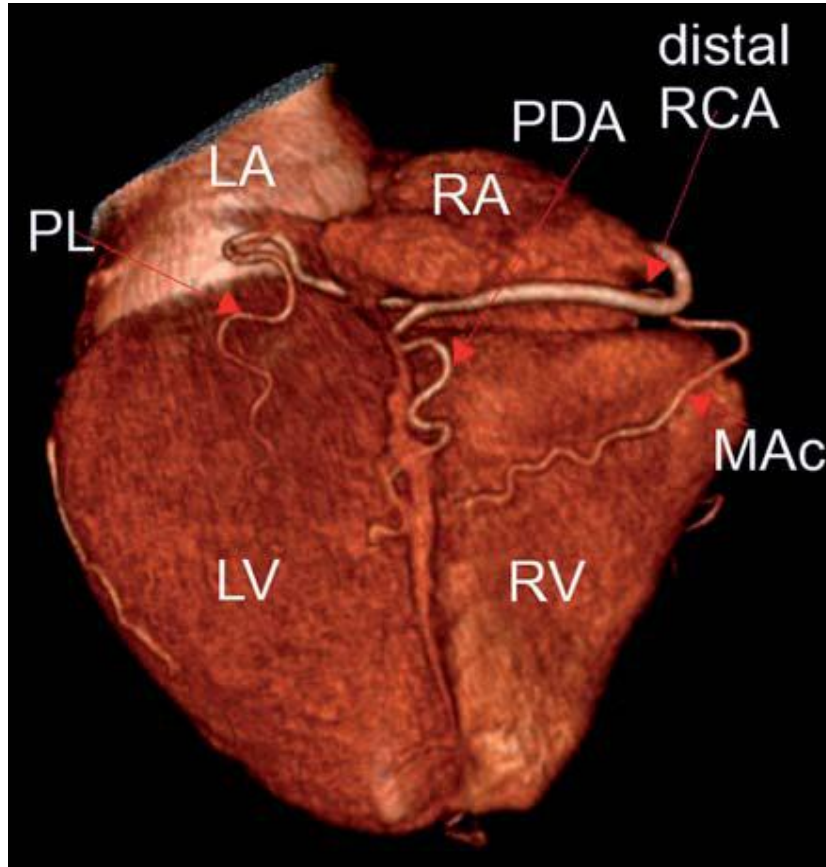
-- *Sinüs nodu dalı*: Olguların %50'sinden fazlasında RCA'dan orijin alır. Sağ atrial apendiks yakınından geçerek vena kava superiorun sağ atriума döküldüğü kesime ulaşır.

-- *Atrial dallar*: Sağ atriumu besleyen dallar verir.

-- *Akut marjinal dal*: Anterior sağ ventriküler duvarda kalbin akut marjinine yakın kesimde uzanır.

-- *İnterventriküler posterior dal ya da sağ posterior descending arter(PDA)*: Çoğunlukla RCA'dan orijin alır ve her iki ventrikülün posterior kesimlerini besler. Posterior interventriküler olukta seyrettiği koşullarda interventriküler septumun 1/3 posterior kesimini besleyen septal dallar verir.

-- *Sağ posterobazal ya da posterolateral dallar(PL)*: Çeşitli sayıda ve farklı trase varyasyonlarında izlenirler. Genellikle sol ventrikül inferior kesiminde uzanırlar.



Şekil 6: RCA' nın distal dalları. LA: sol atrium, RA: sağ atrium, LV: sol ventrikül, RV: sağ ventrikül, MAC: akut marjinal dal, PL: posterolateral dal, PDA: posterior inen arter(22).

### 3.1.3. SEGMENTAL KORONER ANATOMİ

Koronar arterler rapor dilinin standardizasyonu için sıklıkla 15 ya da 17 segmente ayrılırlar. Standart 15 segment modeli AHA(American Heart Assosiation) tarafından 1975 yılında yayınlanmıştır(29).



<b>Koroner Arter</b>	<b>Arter Kesimi/Dalı</b>	<b>Segment</b>
Sağ koroner arter(RCA)	Proksimal	1
	Orta	2
	Distal	3
	Posterior desendan arter(PDA)	4
	Posterolateral dal(PL)*	16*
Sol ana koroner arter(LM)		5
Sol anterior desendan arter(LAD)	Proksimal	6
	Orta	7
	Distal	8
	1. Diagonal arter	9
	2. Diagonal arter	10
İntermediyer arter*(var ise)		17*
Sol sirkumfleks arter(LCX)	Proksimal	11
	Distal	13
	Obtuz marjinal dal	12
	Posterolateral dal	14
(sol dominansi durumunda)	Posterior desendan arter(PDA)(var ise)	15

\* : 15 segmentten oluşan orijinal modelde bulunmamaktadırlar.

**Tablo 1:** Segmental koroner anatomi.

### 3.2 KORONER ARTERİYAL DOMİNANSİ

Klinik olarak “dominant” terimi krus kordise ulaşan ve PDA’yı veren koroner arteri tanımlamak için kullanılır. Yanlış anlaşılmaya yer bırakmamak için belirtilmesi gereken konu ise PDA’yı versin ya da vermesin ventriküler miyokardın çoğunu besleyen koroner arterin normal bir kalpte her zaman için sol koroner arter olduğudur.

Anatomik koroner arter dominansisi 3 grupta tanımlanabilir(Baroldi ve Scomazzoni, 1965):

- Tip 1(%77 oranında): PDA sağ koroner arterden orijin alır. Sağ dominant tip denir.
- Tip 2(%8 oranında): PDA sol sirkumfleks arterin bir dalıdır. Sol dominant tip denir.
- Tip 3(%15 oranında): Bu durum “balans” ya da “ ko-dominant “ tip olarak adlandırılır. Hem RCA’dan hemde LCX’den orijin alan ve posterior interventriküler oluğa paralel olarak uzanan 2 adet PDA söz konusudur(22). Buna ek olarak PL’nin LCX’den, PDA’nın RCA’dan orijin aldığı, interventriküler septumun inferior kesiminin hem RCA hem LCX dalları tarafından beslendiği durumlar da ko-dominansi olarak tanımlanır(30).

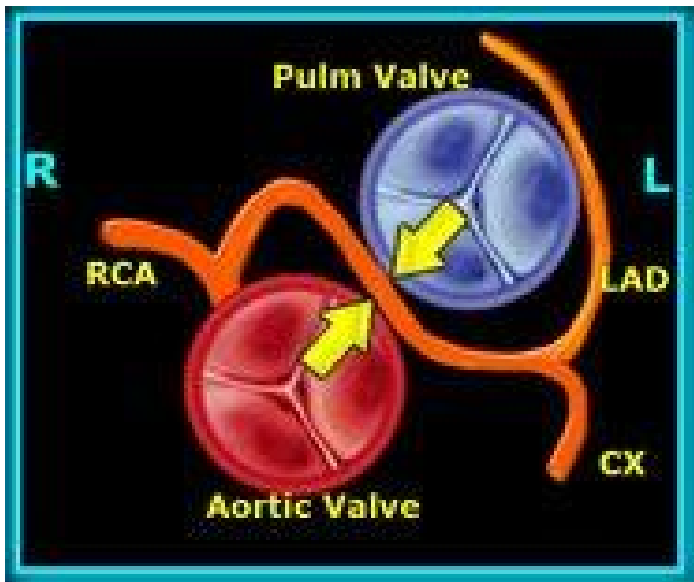
### 3.3 KONJENİTAL KORONER ARTERİYAL ANOMALİLER

#### 3.3.1. Miyokardiyal İskemiye Yol Açabilen Koroner Anomaliler

Bu anomalilerin çoğunda koroner arter segmentlerinden birinin anormal olarak aortik kök duvarı ve pulmoner arter kökü arasında uzandığı izlenmektedir(31, 32). Bu durum egzersiz sırasında büyük damarların genişlemesi sonucu, miyokardiyal iskemiye yol açar. Egzersiz ile miyokardiyal akım artışı ihtiyacı oluşmuştur, ancak iki büyük damar arasında uzanan ve kısmen sıkışan koroner arter segmenti bu ihtiyacı karşılayamamaktadır(33). Benzer şekilde anormal bir trasede pulmoner arterin

anterior kesiminde uzanan koroner arter varlığında da sağ ventrikül çıkım yolunun pulmoner hipertansiyonda olduğu gibi genişlemesine sekonder iskemi görülebilir(34, 35).

Ayrıca koroner arterlerin(sol ya da sağ koroner arter) anormal olarak pulmoner arterden orijin almaları da iskemi nedeni olabilir. Örneğin Bland-White-Garland sendromunda sol koroner arter pulmoner arterden orijin almaktadır(36, 37).



Şekil 7: Malign tipte koroner arter anomalisi(38).

Miyokardiyal iskemiye yol açabilen diğer bir koroner anomali ise koroner arter fistülleridir. Koroner arter fistülleri hemodinamik olarak önemli en sık koroner arter anomalileridir. Koroner arter fistülü bulunan hastaların yarısı asemptomatik olmakla birlikte hastaların diğer yarısı, konjestif kalp yetersizliği, infektif endokardit, miyokardiyal iskemi ya da anevrizma rüptürü ile karşı karşıya kalabilir(33). Koroner arter anomalileri arasında fistüller en sık cerrahi gerektiren anomalidir(39). Tek ya da çok sayıda olabilir. Kaynaklandığı ve drene olduğu yer açısından geniş bir spektruma sahiptirler. Fakat fistüllerin çoğu RCA'dan kaynaklanır ve kalbin sağ tarafındaki boşluklara drene olur.

Klinik tabloyu oluşturan mekanizmalar, soldan sağa şant, koroner çalma ya da yan dal obstrüksiyonuna bağlı miyokardiyal iskemi, koroner ektazi bölgelerinde mural trombüs, anevrizmal duvar dejenerasyonu olan bölgelerde rüptür, endokardit ve proksimal koroner arter anevrizmalarından dolayı ortaya çıkan aort kapak yetersizliğidir. Bununla birlikte özellikle ana pulmoner artere ve sol ventriküle drene olan küçük fistüller genellikle benigndir. Pulmoner akım/sistemik akım oranı 3/2'yi geçerse bu oran girişim için temel kriter olarak kabul edilir. Bununla birlikte anevrizmal dejenerasyon, koroner rüptür ya da yan dal obstrüksiyonu da cerrahi müdahale gerektirebilir(40).

### 3.3.2. Miyokardiyal İskemiye Yol Açmayan Koroner Anomaliler

Bazı konjenital koroner arter anomalileri iskemiye yol açmaz ve insidental olarak fark edilir. Ancak bu anomalilerin bilinmesi iki sebepten önem taşır. Birincisi, non-koroner kardiyak ameliyat söz konusu olduğunda bu aberan koroner arterin istemsiz olarak hasarlanmasını önlemek, ikincisi ise koroner kataterizasyon söz konusu ise bu aberan damarın uygun şekilde kataterizasyonuna yol göstermektir(33, 41, 42, 43).

Bu koroner anomaliler katater anjiyografilerin %0.5-1'inde saptanmakla beraber bu anormal damarların kesin uzanımlarını tariflemek ya da ana damarlar ile ilişkilerini değerlendirmek her zaman mümkün olmamaktadır(44). ÇKBT 3 boyutlu reformat görüntülere izin vererek bu tip anomalilerin değerlendirilmesinde daha iyi bir diagnostik doğruluğa sahiptir(45, 46, 47). Bu grupta en sık görülen koroner anomaliler aşağıda belirtilmiştir :

-- LCX'in sağ koroner sinüs ya da RCA'dan orijin alması: Bu grupta en sık görülen anomalidir.

-- LAD'nin RCA'dan orijin alması: Fallot tetralojisi olan ya da ventriküler septal defektin eşlik ettiği pulmoner atrezi bulunan hastaların %4-5'inde görülebilir(48). Genellikle iskemiye neden olmaz ancak bu hastaların cerrahi düzeltme ameliyatları sırasında büyük önem taşır.

### 3.4. KORONER BYPASS GREFT ÇEŞİTLERİ

Koroner bypass olarak kullanılan greftler venöz ve arteriyal olarak iki ana gruba ayrılabilir(49).

#### 3.4.1. Venöz Greftler

Venöz bypass greftler hala bypass cerrahisinde kullanılan greftlerin çoğunluğunu oluşturmaktadırlar. Ancak anatomi ve kullanılan cerrahi tekniğe bağlı olarak venöz greftlerin patensi oranları internal mamariyan arter greftlere göre düşüktür(50, 51).

Ameliyat sonrası farklı zaman aralıklarında ortaya çıkan 3 çeşit venöz bypass greft dejenerasyon modeli ortaya konmuştur. Cerrahi sonrası saatler ile haftalar arasında değişen bir süreçte, cerrahi teknik farklılıklarına ve trombotik aktivasyona bağlı greftlerin ortalama %5 ila %10'unda erken trombotik oklüzyon ortaya çıkar(1). İlk 1 yılda intimal hiperplazi ve tromboz oklüzyon gelişiminin major mekanizması olup tüm oklüzyonların %10-15'inin sebebidir(1). İlk 1 yıldan sonraki dönemde ise nativ koroner arterlerde olduğu gibi aterosklerotik süreç oklüzyondan sorumludur. İlk 5 yıldan sonra venöz greftlerin patensi oranları giderek düşmektedir. Klasik olarak 10-12 yılda patensi oranlarının %40-%60 düzeylerinde olduğu belirtilmektedir(1).

Venöz bypass greftler tipik olarak nativ epikardiyal koroner arterlerden daha geniş çapa sahiptirler(venöz bypass greftler yaklaşık: 4-10 mm, nativ koronerler: 2-5 mm). Ayrıca kardiyak hareketlerden daha az etkilenirler(1).

#### **Safen Venöz Greftler**

Koroner bypass greft olarak safen ven greftlerinin kullanılmasının birçok avantajı mevcuttur. Elde edilmesi, ulaşılması, çıkarılması kolaydır. Spazma dirençli olup çok yönlü kullanıma uygundur. Diğer yandan düşük patensi oranlarına sahip olması, variköz ya da skleroze hal alabilmesi dezavantajlarıdır(52).

Major safen ven koroner bypass operasyonu için rutin olarak kullanılan vendir. Greftin proksimal anastomozu asendan aortada koroner arterlerin orijinleri ile aortik arkın distalinde kalan alanda uygun olan düzeye yapılır(53). Greftin distal anastomozu ise sıklıkla RCA ya da dallarından birine gerçekleştirilir.

Venöz greftler arteriyallere oranla daha geniş olup çevrelerinde traseleri boyunca eşlik eden birçok klips bulunmaz.

Venöz greftler, distal anastomozları LCX ya da diagonal artere yapıldığında aksial imajlarda horizontal veya hafif oblik seyir göstererek sternum posteriorunda, sağ kalp çıkım yolunun anteriorunda bulunan mediastinel yağlı dokuda yer alırlar(52).

### **3.4.2. Arteriyal Greftler**

Sol IMA arteriyal greftler içerisinde en çok kullanılanıdır(1). Arteriyal greftler venöz greftlere oranla sistemik kan basıncı değerlerine daha iyi adapte olabilmekte ve damar içi stresi daha iyi tolare edebilmektedirler. Bu durum daha yüksek patensi oranlarına sahip olmaları ile ilişkilendirilebilir(50, 51). Goldman ve arkadaşlarının çalışmasında; ameliyat sonrası ilk 1 haftalık süreçte patent olan IMA greftlerin 10 yıllık patensi oranları %88 olarak belirtilmiştir(50). Venöz greftlerde ise distal anastomozun yapıldığı damarın lokalizasyonu ve akım durumu greft survisini etkilemektedir(1). Greftler için en iyi survi oranlarının, LAD'ye anastomoz yapıldıkları ve anastomoz yapılan nativ damar çapının 2 mm ve üstünde olduğu durumlarda söz konusu olduğu belirtilmiştir(50).

Arteriyal greftler venöz greftlere oranla daha az sıklıkta uygulanmaktadırlar. Olasılıkla buna bağlı olarak arteriyal greftler hakkında venöz greftlere oranla daha az veri bulunmaktadır.

Sonuç olarak, ince kalibrasyonlu arteriyal greftlerde iyi görüntü elde etmek zor olsada son çalışmalar bypass greftlerin ÇKBT anjiyografi ile %100 görünür olduklarını belirtmektedir. Buna bağlı olarak greft oklüzyonuna ÇKBT anjiyografi ile tanı koymak olasıdır(1). Ancak distal anastomoz düzeyindeki darlığı saptamada hala güçlükler söz konusudur(1).

### ***İnternal Mamariyan Arter (IMA)***

İnternal mamariyan arterler ateroskleroza dirençli olmaları ve uzun dönem patensi oranlarının yüksekliği ile karakterizedirler. Bu damarların vasa vasorumları bulunmaz ve fenestrasyonsuz internal lamina elastika mevcuttur. Bu özellikler sellüler migrasyona ve intimal hiperplazi gelişimine engel teşkil eder(52). Ayrıca IMA'nın

media tabakası ince ve kas hücrelerinden fakir olup vazoreaktivitesi azdır. Ek olarak IMA endoteli yüksek vazodilatatör(nitrik oksit) ve trombosit agregasyon inhibitörü(prostosiklin) üretimi yapması ile karakterizedir. IMA'nın lipid ve glikozaminoglikan içeriği safen venler ile karşılaştırıldığında daha az aterojeniktir(52).

### **Sol internal mamariyan arter(LIMA)**

LIMA sıklıkla anterior sol ventrikül duvarını beslemek üzere orijin aldığı sol subklaviyan arterden ayrılmadan(*in situ greft*) yerleştirilen greftlerdir. Operasyondan sonra aksiyel kesitlerde LIMA nativ trasesi olan sternumun sol tarafında izlenmez ve anterior mediastende sağ kalp çıkım yolu trasesinde uzanır. Birçok vaka da LAD ya da diagonal arter ile tek bir anastomaz yapılmış şekilde sonlanır. LIMA ile yapılacak olan cerrahi revaskülarizasyon işlemi için sıklıkla longitudinal median sternotomiye ihtiyaç duyulur. LIMA çevresinde ya da LIMA'nın nativ trasesinde izlenen cerrahi klipsler dallarını oklüde etmek ve arteriyal kanamayı önlemek için yerleştirilir. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki LIMA greftlerin uzun dönem(10 yıl) patensi oranları %90'ların üzerindedir(54, 55).



Şekil 8: Sol internal mamariyan arterin “maximum intensity projection(MIP)” reformat görüntüsü.

### ***Sağ internal mamariyan arter(RIMA)***

Nadir olarak orijin aldığı sağ subklaviyan arterden ayrılmadan RCA'nın revaskülarizasyonu amacıyla kullanılır. Ancak sıklıkla aorta-RCA ya da LIMA-CX arasında serbest greft olarak kullanılır. LIMA'da olduğu gibi dallarını kapatmak için cerrahi klipsler yerleştirilir.

### ***Radiyal Arter(RA)***

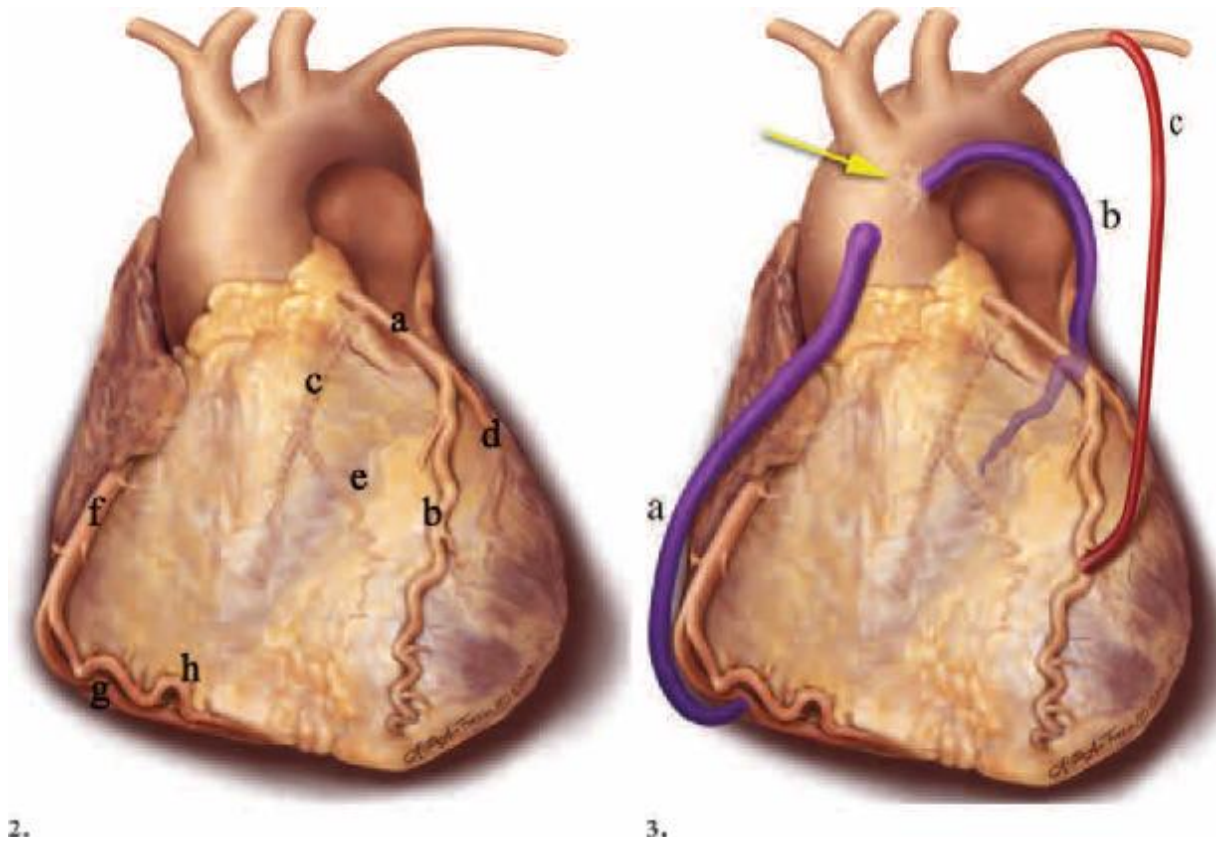
Radiyal arterin koroner revaskülarizasyon amacıyla greft olarak kullanımı ilk olarak Carpentier ve arkadaşları tarafından 1972 yılında tanımlanmıştır. Radiyal arter belirgin media tabakası bulunan ve yüksek vazoreaktivitesi olan bir damardır. Kısa ya da orta dönem patensi oranlarına sahip olduğu bildirilmiştir(52). Genellikle dominant olmayan kolun radiyal arteri kullanılır. Radiyal arter genellikle üçüncü bir arteriyal grefte ihtiyaç olduğunda ya da çeşitli nedenlerle IMA'ların kullanılmadığı ve venöz greft kullanımının uygun olmadığı durumlarda tercih edilir. Sıklıkla sol kalp duvarını beslemek üzere LCX ya da OM'ye anastomoz edilir. LIMA ve RIMA'ya oranla daha fazla sayıda dalı vardır ve daha fazla sayıda cerrahi klips kullanılarak dallarının kapatılması gerekmektedir. Bu durum metalik klipslerin yarattığı artefakta bağlı olarak RA greftlerin noninvaziv ÇKBT ile değerlendirilmesinde bir limitasyon teşkil eder.

### ***Sağ Gastroepiploik Arter(RGEA)***

Kullanımı ilk olarak 1984 yılında Pym ve arkadaşları tarafından tanımlanmıştır. Diğer uygun greftlerin yokluğunda ya da reoperasyon gerektiğinde kullanılabilir. Ayrıca çoklu revaskülarizasyon uygulandığı durumlarda 3. veya 4. arteriyal greft olarak tercih edilir. Biyolojik özellikleri IMA'ya benzer. Ancak başka bir vücut boşluğuna(peritoneal kavite) daha girilmesini gerektirmesi ve uzun cerrahi süresi bu tip greftlerin yaygın olarak kullanımını kısıtlayan faktörlerdir. Gastrik cerrahi ya da mezenterik vasküler yetmezlik bu damarın greft olarak kullanılmasına kontrendikasyon teşkil eder.

RGEA genellikle inferior kardiyak duvarı beslemek üzere in situ greft olarak PDA'ya anastomozlaştırılır.





Şekil 9: Koroner bypass greftlerin şematik çizimi. 3 no'lu şekilde a: Aort ile PDA arasına uygulanmış safen venöz greft(SVG), b: Proksimal anastomozun aortik konektör cihaz(sarı ok) ile yapıldığı bir SVG, c : Distal LAD'ye anastomoz edilmiş sol internal mamaryan arter grefti(49).

### 3.5. KORONER BYPASS OPERASYONU SONRASINDA KARŞILAŞILAN KOMPLİKASYONLAR

#### 3. 5.1. Erken Dönem Komplikasyonlar

##### **Tromboz**

Postoperatif ilk 1 ayda karşılaşılan greft yetmezlik nedeni olan primer mekanizmadır. Cerrahi olarak greftin yerinden çıkarılması ya da yerleştirilmesi sırasında oluşan intimal ve medial hasara sekonder gelişir. Tromboza bağlı greft oklüzyonu ilk postoperatif ayda olguların %10-15'unda görülür(56).



Şekil 10: Oklüde aorta- LCX- safen venöz greft(SVG).

### ***Greft malpozisyonu ya da bükülmesi(kinking)***

Özellikle uzun greftlerde bu durum erken oklüzyon ile sonuçlanabilir(57). Aortik konektör kullanılması gibi teknik faktörler bükülmenin önüne geçebilir(58).

### ***Greft spazmı***

Özellikle radyal arterden hazırlanan greftlerde rastlanır. Önlemek için intraoperatif topikal alfa adrenerjik antagonist solüsyonları (phenoxybenzamine gibi) ya da kalsiyum kanal blokerleri ile farmakolojik profilaksi uygulanabilir(59, 60, 61).

### ***İyatrojenik komplikasyonlar***

Vasküler endotelin herhangi bir şekilde hasarı sonucu oluşabilir.

### ***Perikardial effüzyon***

Operasyon sonrasında sıklıkla rastlanır. Literatürde sıklığı %22 ila %85 arasında belirtilmektedir(62, 63).

### ***Plevral effüzyon***

Operasyon sonrası ilk 1 haftada gelişme sıklığı %90 olarak belirtilmiştir(64). Hastalar genellikle asemptomatik olup effüzyon birkaç hafta içerisinde geriler(65, 66).

### ***Sternal enfeksiyon***

Presternal, sternal, retrosternal kompartmanları ilgilendirmesi üzerine 3 katagoride ele alınabilir(67). Retrosternal derin dokuların enfeksiyonu mediastinit anlamına da gelmekte olup %25 gibi yüksek mortaliteye sahiptir(68, 69). Obezite, diabet, sigara içiciliği ve steroid tedavisi risk faktörleri arasındadır(49).

### ***Pulmoner emboli***

Operasyon sonrası ilk haftada derin ven trombozu ve pulmoner emboli gelişme prevalansı %23 olarak belirtilmekle birlikte bu komplikasyonların klinik olarak tanınma oranı %2 düzeylerindedir. Çünkü bu tabloların kliniğinde belirgin olan dispne, göğüs ağrısı, bacakta ödem, ağrı ve şişme gibi semptomlar postoperatif dönemde operasyon yerlerinin olduğu düzeylerde görülmesi beklenen bulgular olup postoperatif sürecin normal seyri ile karışabilir(70).

## **3.5.2. Geç Dönem Komplikasyonlar**

### ***Geç stenoz ve oklüzyon***

İlk aydan sonraki greft oklüzyonları, sistemik kan basıncına maruz kalan venöz greftlerde gelişen progresif değişikliklere bağlı tromboza sekonder olarak değerlendirilir. Bahsedilen değişiklikler media tabakasının progresif kalınlaşması ve neointimal formasyon gelişimi olup aylar ya da yıllar boyunca devam etmektedir. Bu süreç sonuçta aterosklerotik daralmalara hatta oklüzyonlara neden olabilir. Venöz greftlerin tersine IMA greftler ateroskleroz gelişimine dirençlidir(49).

### ***Greftte anevrizma gelişimi***

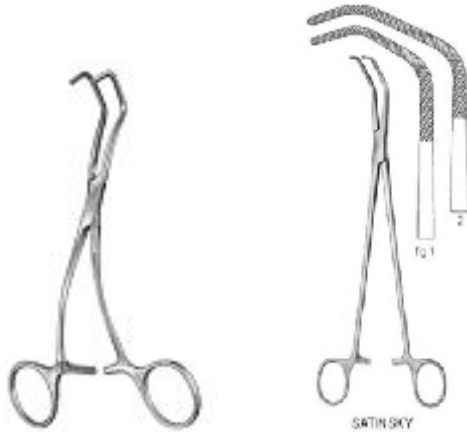
Dominant mekanizmanın artan ateroskleroz olduğu belirtilmektedir. Pseudoanevrizmalar genellikle operasyondan 6 ay sonrasında itibaren gelişmekte iken gerçek anevrizmalar 5 yıllık dönem sonrasında sık görülmeye başlarlar(71, 72).

### 3.6. KORONER BYPASS CERRAHİSİNDE TEKNİK

Intratrakeal genel anestezi altında, supin pozisyonunda, cilt temizliğini takiben cilt insizyonu yapılır. Hastanın durumuna uygun olarak bir ya da daha fazla greft(LIMA , büyük safen veni gibi) hazırlanır. Safen greft için vena safena magna'ya medial malleol seviyesinde derin diseksiyon ile ulaşılır. Proximale doğru diseke ve yan dalları ligate edilerek greft olarak hazırlanır. IMA greft de kullanılacak ise eş zamanlı median sternotomiye takiben internal mamaryan arter greft olarak hazırlanır. Hasta 300 IU/kg dozundan heparinize edilir(73). Perikardiyotomi'yi takiben perikard, ipek sütürler ile askıya alınır. Aort kökü plak açısından palpasyonla değerlendirilerek kanülasyon lokalizasyonu belirlenir. Aortokaval kanülasyonu takiben aortik cross-klomp konularak ekstrakorporal sirkülasyona başlanır. Hasta 32 °C'ye kadar soğutulur. Soğuk kardiyoplejiyi takiben koroner anatomi değerlendirilerek distal anastomozlar için lokalizasyonlar belirlenir. Genellikle 7/0 prolene ile greftlerin nativ damarlara olan distal anastomozları tamamlanır. Bunu takiben kontrol akım ile kanama kontrolü yapılır. Hasta ısıtılmaya başlanır. Aortik cross-klomp kaldırılır. Kalp kontraksiyonları spontan başlamaz ise internal defibrilator ile başlatılır. Asendan aortaya Satinsky klomp(Şekil 11) yerleştirilir. Asendan aorta punch ile proksimal anastomozlar için hazırlanır. Bu aşamada diğer bir yol ise mekanik aortovenöz konektör kullanmak olabilir. Bypass greftin koroner artere ve aortaya anastomozlaştırılması sırasındaki sütür işlemi kritik bir süreçtir. Bu aşamada aortanın klomp ile kapatılması, inme ve diğer embolik komplikasyonların gelişme riskini artırır. Son dönemde mekanik aortovenöz konektörlerdeki gelişmeler aortik klomp ya da sütür kullanmadan daha hızlı bir şekilde venöz greftlerin aortaya bağlanmasını sağlamıştır. Aşağıda resimde(Şekil 12) görülen "Symmetry Bypass System aortic connector(St Jude Medical, St Paul, Minn)" isimli cihaz ile venöz greftler aortaya 90 derece açı ile uç yan anastomoz edilebilirler(49).

Eğer Satinsky klomp kullanıldı ise; proksimal anastomozları takiben iğne ile asendan aortadaki hava alınarak Satinsky klomp kaldırılır. Safen ven greft ve/veya internal mamaryan arter greftteki nabızlar palpasyonla kontrol edilir. Proksimal anastomozlarda kanama kontrolünü takiben pompa akımı tedricen azaltılarak hasta ekstrakorporal sirkülasyondan ayrılır. Heparin, 3mg/kg dozundan protamin ile nötralize edilir(73). Aort kanülü çekilir. Hastanın dekanülasyonunu takiben kanama

kontrolü tekrarlanır. Sternum tellerle sütüre edilerek kapatılır. Fasya, cilt altı ve cilt sütüre edilerek kapatılır. Vena safena manga trasesinin cilt altı ve cilt sütüre edilerek kapatılması ile operasyona son verilir. Postoperatif enfeksiyon riskini azaltmak için antibiyotik tedavisi verilebilir(74).



Şekil 11: Satinsky klemp



Şekil 12: Mekanik aortik konektör (Symmetry Bypass System connector).(Courtesy of St Jude medical)(49).

### 3.7. ATEROSKLEROZUN PATOGENEZİ

Ateroskleroz vücudun birçok damarını etkileyebilen diffüz bir hastalıktır(1,75). Esas olarak elastik arterler(aorta, karotis, iliyaklar gibi) ile büyük ve orta çaplı mükümler arterleri(koroner, popliteal arterler gibi) etkiler(76). Ateroskleroz damar duvarını tutarak plak oluşumuna neden olur. Aterosklerotik plak 3 ana komponentten oluşur: 1) kolesterol, kolesterol esterleri ve fosfolipidler 2) bağ dokusu, ekstrasellüler matriks ve 3) hücreler(düz kas hücreleri, T lenfositler ve monositlerden gelişen makrofajlar). Bu komponentleri değişik oranlarda barındıran değişik plak tiplerinden bahsedilebilir. Örneğin "vulnerable plak" olarak adlandırılan, rüptür ya da erozyona yatkın, akut koroner sendroma yol açabilen plak türü geniş bir lipid çekirdeğe ve ince

bir fibröz cidara sahiptir(1). Vulnarabl plaklarda rüptür söz konusu olduğunda ortaya çıkan trombojenöz değişiklikler sonucunda oluşan pıhtı, kan akımını durdurabilir.

Sonuçta koroner arter söz konusu ise damarın beslediği alandaki miyokard hücrelerine kan ulaşamaz ve miyokardiyal enfarktüs ortaya çıkar(75).

İleri evre aterosklerotik plaklar arter duvarında kalınlaşma sonucu lümen daralmaya ve lümen içi kan akımında azalmaya neden olabilirler(75). Bu evre plakların yapısında genellikle kalsiyum da mevcuttur. Gelişen teknoloji ile koroner arterlerin duvarındaki plakları ve bu plakların kalsiyum yükünü değerlendirmek mümkün olmuştur(75).

### **3.8. MANYETİK REZONANS(MR) GÖRÜNTÜLEME**

Manyetik rezonans(MR) görüntüleme bypass greftlerin takibinde kullanılacak diğer bir noninvaziv yöntemdir. Bir çok araştırmacı koroner bypass greftlerin değerlendirilmesinde "time-of-flight"(TOF) ve faz kontrast(FK) sekansların kullanımını önermektedir(77, 78, 79, 80). Bu iki teknik için de uzun veri toplama zamanı gerekmekte, solunumsal ve kardiyak hareketler sonucu oluşan artefaktlar görüntü kalitesini etkileyerek yöntemlerin kullanılabilirliğini azaltmaktadır.

Solunum artefaktlarını azaltmak için bazı otörler hızlı gradient eko tekniği ile 20 saniyelik birkaç adet nefes tutma periyodunda görüntü elde edilmesini önermektedir. Bu teknik ile venöz bypassların görüntülenmesinde imaj kalitesi artmıştır. Ancak sıklıkla kullanılan IMA greftlerin proksimallerinin görüntülenebilmesi hala problem olmaya devam etmiştir. Kontrast maddelerin kullanıldığı anjiyografik sekanslar ile görüntüleme süresi kısaltılmaktadır(81, 82). Güçlü gradient sistemleri ve kontrastlı nefes tutmalı MR anjiyografi tetkikleri ile IMA greftlerin incelenmesi de mümkün olmaktadır. Ancak EKG tetikleminin kullanılmaması distal anastamoz değerlendirilmesinde kısıtlılıklara yol açmaktadır(83). Son yıllarda greft akımının ölçülerek bir darlığın varlığını hemodinamik olarak değerlendirmeye yönelik MR incelemeleri de uygulanmaktadır(84).

Tüm gelişmelere rağmen bypass greftlerin değerlendirilmesinde MR incelemesinin birçok kısıtlılığı bulunmaktadır. Greftlerin tortiöz seyirli olduğu durumlar

ile greftlerin çevresinde bulunan metalik klipsler görüntüleme güçlüklerine ve stenozun değerlendirilmesinde zorluklara neden olmaktadır(84, 85).

### 3.9. KATATER KORONER ANJİYOĞRAFI

Katater koroner anjiyografi(KKA); radyopak kontrast madde enjeksiyonu sonrasında koroner arterlerin radyografik olarak görüntülenmesidir. Amacı; koroner anatomiye, koroner arter hastalığının yaygınlığını ve derecesini belirlemektir. Koroner arter bypass cerrahisi (KABC) geçirmiş olan hastalarda safen ven grefti veya internal mamaryan arterlerin selektif olarak görüntülenmesi de gereklidir. KKA kalp kataterizasyonunun bir parçasıdır. Hastanın kardiyovasküler durumunun tam analizi için sol ventrikülografi ve basınç kayıtları da alınmalıdır.

#### Girişim Tekniği

-- Giriş yeri olarak sıklıkla femoral arter kullanılır. Radyal arter ve seyrek olarak brakial, aksiler arter bölgesi de giriş yolu olarak kullanılmaktadır.

-- Giriş yöntemi olarak Seldinger yöntemi ile ponksiyon daha sık kullanılmakla birlikte, zorunlu durumlarda ve özellikle brakial arter girişimlerinde "cut-down" yöntemi de kullanılabilir.

-- Arter ponksiyonu ile artere sıklıkla 6 French(F) kanül yerleştirilir. Gerekli olduğunda femoral arterde daha kalın(7F ve üstü) kanül kullanılabilir.

-- Tanısal amaçlı olarak, sıklıkla 6F kalınlığında kataterler kullanılmaktadır. Bu amaçla, değişik uç kıvrım genişliğine sahip, Judkins, Amplatz, greft, pigtail vb kataterler ve 0.032" - 0.038" kılavuz tel kullanılmaktadır.

-- Rutin sol kalp kataterizasyonu ve KKA sırasında aorta içinde sistolik, diyastolik ve ortalama basınç ve ayrıca sol ventrikül sistolik ve diyastol sonu basınçları alınmalıdır.

-- Aort kapağının değerlendirilmesi amacı ile mutlaka sol ventrikül ve aorta arasında sistolik basınç gradiyenti ölçülmelidir.

-- Koroner arter hastalığı dışında; mitral, triküspid veya pulmoner kapak hastalığı, pulmoner hipertansiyon, şant, konjenital defektler gibi sağ kalp ve ilgili damarların

basınçlarının ölçümünü gerektiren durumların bulunduğu biliniyorsa, sağ-sol kalp kataterizasyonu uygulanmalıdır.

-- KKA sırasında geçici pil rutin olarak kullanılmaz. İleri derecede atrioventriküler blok ya da hasta sinüs sendromu gibi, ciddi bradiaritmi riski bulunan olgularda kullanılması gerekebilir.

-- KKA esnasında, yardımcı bilgi edinmek amacı ile çeşitli şekillerde provokasyon uygulanması gerekebilir. Sıvı yüklenerek perikard konstriksiyon veya tamponadı ortaya çıkarılabilir. Hipertrofik kardiyomyopatiye inotropik stimülasyon ile sol ventrikül çıkış yolu üzerindeki veya aort kapağına ait gradiyent belirgin hale getirilebilir. Koroner akım rezervi veya fraksiyone akım rezervi ölçümleri yapılırken koroner vazodilatör ajanlar kullanılır(adenozin, dipiridamol, papaverin vb). Ayrıca spesifik koroner arter hastalıklarının tanısında provokatif ajanlar(metilergonovin, asetilkolin, adenozin, papaverin vb) kullanılmaktadır.

-- Koroner arterlerin, tüm segmentlerinin, açık bir şekilde görüntülenmesi için yeterli pozisyonda kayıtlar alınmalıdır. Standart pozisyonlarla tam olarak saptanamayan darlıkların farklı açılardan ilave pozisyonlarla görüntülenmesi gerekir. Alınan kayıtlar, diğer klinik ve uzmanların izleyip karar verebileceği biçim ve kalitede olmalıdır.

-- Sol ventrikülografi en az 2 karşıt pozisyonda görüntülenmelidir.

-- Kontrast madde olarak non-iyonik ya da isozmolar ajanlar kullanılması tercih edilmelidir(3).

### **3.10. KORONER BT ANJİYOGRAFİ VE KARDİYAK BT ENDİKASYONLARI**

Koroner arter hastalığını değerlendirmede BT kullanımı ile ilgili görüşler hızla gelişen teknolojiye bağlı olarak değişim göstermektedir. ÇKBT'nin klinik endikasyonları üzerine ilk büyük makale "American College of Cardiology (ACC)" ve "American Heart Association(AHA)" tarafından yayınlanmıştır(86, 87). Aşağıdaki listede ACC tarafından kardiyak BT'nin uygun görüldüğü bazı endikasyonlar belirtilmiştir. Ayrıca AHA'nın raporunda, semptomatik hastalardaki obstrüktif hastalığın değerlendirilmesinde, özellikle hastanın semptomları, yaşı, cinsiyeti düşük-



orta olasılıkla hemodinamik olarak anlamlı stenozun varlığını destekliyorsa; BT koroner anjiyografinin uygun olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte her iki rapor da koroner BT'nin aseptomatik hastaların değerlendirilmesinde kullanımını önermemektedir(88).

Kardiyak BT/ Koroner BT anjiyografi'nin kullanımı için uygun endikasyonlar:

Koroner BT anjiyografi:

- Göğüs ağrısı sendromunun değerlendirilmesi
  - Test öncesi orta derecede koroner arter hastalığı olasılığı varlığında, şüpheli ya da net olarak değerlendirilemeyen EKG değişiklikleri varsa ya da hasta efor testi için egzersiz yapamaya uygun değilse,
  - Şüpheli ya da net olarak değerlendirilemeyen stres test(stres eko, egzersiz perfüzyon gibi) sonuçları varlığında,
- Akut göğüs ağrısının değerlendirilmesinde
  - Test öncesi orta derecede koroner arter hastalığı olasılığı varlığında, EKG değişikliği yok ve kardiyak enzimler negatif ise
- Koroner sirkülasyon anomalileri, ana damarların, kalp boşluklarının ve kapaklarının anomalileri dahil olmak üzere kompleks konjenital kalp hastalıklarının değerlendirilmesinde
- Yeni gelişen kalp yetmezliği olan hastalarda, etyolojiyi ortaya koymak için koroner arterlerin değerlendirilmesinde,
- Kardiyak cerrahi revaskülarizasyonun tekrarlanması gereken hastalarda cerrahi öncesinde IMA da dahil olmak üzere noninvaziv koroner arter haritalamasının yapılmasında,

Kardiyak BT:

- Teknik olarak MR görüntüleme ve ekokardiyografi(EKO) ile yetersiz görüntülerin elde olduğu, kardiyak kitlesi olan hastaların değerlendirilmesinde
- Teknik olarak MR görüntüleme ve ekokardiyografi(EKO) ile yetersiz görüntülerin elde olduğu, perikardiyal yapıların değerlendirilmesinde (perikardial kitle, konstrüktif perikardit, kardiyak cerrahi komplikasyonları gibi)

- Atrial fibrilasyona yönelik invaziv radyofrekans ablasyon tedavisi uygulaması öncesinde, pulmoner ven anatomisinin değerlendirilmesinde
- Biventriküler “pacemaker”(kalp pili) yerleştirilmesi öncesinde, non invaziv kardiyak ven haritalamasının yapılmasında(89).

Birçok çalışma ÇKBT'nin koroner bypass greft oklüzyonu ya da patensisini değerlendirmede yüksek doğruluğa sahip olduğunu göstermektedir(18). Bir çok yayında bypass oklüzyonunu saptama başarısının %100 düzeylerine yaklaştığı belirtilmiştir(7, 8, 10, 90, 91, 92).

Bazı durumlarda hastalar bypass öyküsü ile refere edilir, ancak hangi tip greft olduğu ya da hangi damara uygulandığı bilinmeyebilir. Bu durumda katater anjiyografi ile tüm greftleri bulmak ve kataterize edebilmek zorlu ve zaman kaybettirici olabilir. Bu durumda kardiyak BT anjiyografi sadece hangi greftlerin patent olduğunu göstermekle kalmayıp, katater anjiyografi öncesinde kaç adet greft olduğunu, orijinlerini ve anastamoz yerlerini gösteren bir yol haritası gibi yardımcı olabilir(1). Ayrıca bypass greftin uygulandığı düzeyin daha distalindeki nativ damar durumu ve bypass uygulanmamış nativ koroner damarlar hakkında da bilgi vermesi ile hastanın kliniğinin çözümlenmesine katkıda bulunur(1).

Stres testlerindeki anormallik ya da klinik gereklilik sebebiyle invaziv koroner görüntüleme gerekmesine rağmen bazı hastalar invaziv girişimi kabul etmemektedirler. Bu durumdaki hastalara koroner BT anjiyografi uygulandığında ve ciddi koroner arter hastalığı saptandığında, hastalar invaziv kataterizasyon ve girişim işleminin uygulanmasına daha gönüllü olmaktadır(1).

Koroner arter hastalığı bulunan hastaların tanımlanmasında iki ana kategoriden bahsedilebilir; semptomatik ve asemptomatik hastalar.

Asemptomatik hastaların stres testlerinde, akımı kısıtlayan koroner arter hastalığını düşündürecek güçlü kanıtlar olmadığı sürece direk invaziv girişime yönlendirilmeleri tercih edilmez. Semptomatik hastaların ise pozitif fonksiyonel test bulguları olsun ya da olmasın invaziv koroner anjiyografi ile değerlendirilemeleri gerektiği belirtilmektedir(1). Bu aşamada koroner BT anjiyografi normal ya da normale yakın hastaların non invaziv bir yöntemle tanınmasına olanak sağlar. Ayrıca

ciddi koroner arter hastalığı bulunan hastaların erken dönemde, daha belirgin klinik semptomlar oluşmadan saptanma olasılığını arttırmaktadır(1).

Koroner BT anjiyografi, belirgin aile öyküsü olan ya da erken koroner arter hastalığı açısından yüksek riske sahip olan hastaların henüz semptomlar ortaya çıkmadan plak varlığının değerlendirilmesine olanak tanır. Belirgin risk faktörleri bulunan hastalarda aterosklerozis önleyici tedavinin(örn:statinler) primer başlanması maliyet-etkin olmadığını ve tedaviye rağmen riskin tamamen sıfırlanmadığını belirten yayınlar mevcuttur. Hatta bazı araştırmacılar risk faktörü bulunan herkesi tedavi etmektense invaziv katater koroner anjiyografi ile bu hastaları monitörize etmenin ve bu monitörizasyon sonucunda kesin hastalığı bulunan kişilerin tedavisinin daha düşük maliyetli ve daha güvenli olduğunu belirtmektedir(1, 93, 94, 95). Bu durum göz önüne alındığında hastaların plak yükünü belirlemede ve aterosklerozis önleyici ilaç kullanımını değerlendirmede koroner BT anjiyografi büyük kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca ilaç kullanan hastaların tedaviye yanıtlarının değerlendirilmesini de mümkün kılmaktadır(1).

İnvaziv katater koroner anjiyografi uygulanan hastaların %30'unun normal koronerlere sahip olduğu görülmüştür(96, 97). 'Normal' olarak tanımlanan hasta grubunda bile küçük de olsa koroner hastalık geçirme riski mevcuttur(98).

Hiçbir klinisyen normal koroner arterleri bulunan bir hastaya invaziv katater anjiyografi uygulanmasını tercih etmez. Ancak belirgin ve belirgin olmayan koroner ateroskleroz ayırımını sadece hastanın semptomlarına dayalı olarak yapabilmek için uygun bir yol mevcut değildir(99). Bununla birlikte fonksiyonel testler de %100 duyarlı ya da özgül değildir. Koroner BT anjiyografinin en önemli yararlarından biri çok yüksek bir negatif öngörü değerine sahip olmasıdır. Bu özelliği ile hasta için daha ileri incelemeye gerek olup olmadığını belirlemede iyi bir yol gösterici olabilmektedir(1).

"Treadmill testi"nde iyi egzersiz kapasitesine sahip, normal sol ventrikül fonksiyonları olan, ancak egzersizin zirvesinde alınan EKG'de birkaç milimetrelik ST depresyonu bulunan bir hasta grubu vardır ki bu hastaları değerlendirmek her zaman sorun olmuştur. Bazılarında hastanın iyi egzersiz kapasitesine ve normal sol ventrikül fonksiyonlarına bakılarak EKG yalancı pozitif kabul edilir. Bazı hastalar için ise ciddi aile öyküsü ve çoklu risk faktörleri bulunması sebebiyle ileri inceleme olarak invaziv koroner görüntüleme yapılır. Ancak günümüzde bu olguların çoğu için invaziv

koroner görüntüleme yerine koroner BT anjiyografi tetkiki uygulanmaktadır. Hasta koroner BT incelemesi sonucuna göre ya katater anjiyografiye yönlendirilir ya da normal ise hasta değerlendirme algoritminden çıkarılır(1).

Koroner BT anjiyografinin en önemli yararlarından biri de plağın kompozisyonu hakkında önemli bilgiler sunmasıdır. Bu bilgi unstabil koroner sendroma ya da miyokardiyal enfarkta sebep olabilecek unstabil plakları saptamada yardımcı olabilir(1).

### **3.11. ÇOK KESİTLİ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ KORONER ANJİYOĞRAFI FİZİĞİ**

Bilgisayarlı tomografi ile kardiyak görüntülemenin önündeki en önemli güçlük kalp ve solunum hareketlerinin yarattığı artefaktlar ile koroner damarların küçük çaplı olmasıdır. Bunları aşabilmek için cihazın temporal(zamansal) ve uzaysal çözünürlüğünün yüksek olması ve EKG tetiklemesi gerekir(100).

#### **3.11.1. Çözünürlük(Rezolüsyon)**

İdeal olarak kalp siklusunun tüm fazlarında hareketsiz görüntüler alabilmek için temporal çözünürlük süresi(*görüntü rekonstrüksiyonu için gerekli veriyi toplama süresi*) 50 ms civarında olmalıdır(100). Günümüzde kullanılan ÇKBT sistemlerinde temporal rezolüsyon gantri rotasyon zamanı(330-500 msn), EKG senkronizasyon algoritması, rekonstrüksiyon algoritması ve “pitch” faktörüne bağlı değişmekle birlikte, genel olarak tek tüplü sistemlerde gantri rotasyon zamanının yarısı(165-250 msn), çift tüplü sistemlerde ise rotasyon zamanının çeyreği(83 msn) kadardır(100, 101, 102). Katater anjiyografide ise bu değer 1-10 msn arasındadır. Bu nedenle, EKG tetiklemeli ÇKBT anjiyografide görüntüler kalp hareketinin en az olduğu diyastol fazında alınır.

Koroner arterler küçük çaplı(2-4mm) damarlar olup, ayrıntılı olarak gösterilebilmesi için uzaysal rezolüsyonun yüksek olması gerekir. Çok kesitli bilgisayarlı tomografide uzaysal çözünürlüğün belirleyicileri dedektör boyutu(0.5-

0.625 mm), rekonstrüksiyon aralığı(genellikle kesit kalınlığının yarısı) ve masa hareketidir. İdeal olarak her 3 boyutu da aynı olan izotropik voksel(volum elementi) alınabilmelidir. Vokselin x-y eksenindeki boyutunu görüntüleme alanının matrikse oranı ve z-eksenindeki boyutunu kesit kalınlığı belirler. Günümüzde kullanılan 16-kesitli sistemlerde uzaysal çözünürlük 0.5 x 0.5 x 0.6 mm ve 64-kesitli sistemlerde 0.4 x 0.4 x 0.4 mm dolayında iken katater anjiyografide bu değer 0.2 x 0.2 mm'dir(Tablo2) (103, 104).

	Uzaysal çözünürlük(mm)	Temporal çözünürlük(ms)
İnvaziv katater anjiyografi	0.2	5-20
Elektron beam BT	>0.6	33-100
16- kesit BT	0.5	200
64- kesit BT	0.4	165
Çift tüplü 2 x 64-kesit BT	0.4	83
Manyetik Rezonans Anjiyografi	0.7	20

**Tablo 2:** Görüntüleme yöntemlerinin temporal ve uzaysal çözünürlüklerinin karşılaştırılması(89).

### 3.11.2. Veri Alma Tekniği (Elektrokardiyogram Senkronizasyon Algoritması)

Koroner arterler hareket eden kas yapılarına yakın seyir gösterdiklerinden en iyi görüntü kalp hareketinin en az olduğu diyastol fazında alınır. Bu nedenle, prospektif veya retrospektif elektrokardiyogram(EKG) tetiklemesi kullanılır.

Prospektif EKG tetiklemede; sadece önceden belirlenen kalp fazında(örneğin R-R aralığının %70'i) aksiyal görüntü alındığı için parsiyel görüntüleme de denir(13). Konvansiyonel BT'deki gibi, bir görüntü alındıktan sonra masa sonraki pozisyona ilerler ve bir sonraki görüntü alınır. Bu döngü 10-15 cm'lik kalp mesafesi boyunca

tekrarlanır. Parsiyel görüntüleme yapıldığından radyasyon dozu düşüktür(1-3 mSv). Rutinde BT ile koroner kalsiyum skorlamada kullanılan bu yöntem, çift tüplü BT sistemlerinde koroner anjiyografide de tercih edilebilir(13).

Retrospektif EKG tetiklemede ise; kalp siklusunun tüm fazları boyunca helikal görüntüler alınır ve daha sonra istenilen fazlardan rekonstrüksiyon yapılır. Rutin ÇKBT koroner anjiyografide kullanılan bu yöntemde radyasyon dozu fazladır. Kullanılan protokole bağlı değişmekle birlikte, BT koroner anjiyografideki efektif radyasyon dozu 7-13 mSv dolayındadır. Tüp akım modülasyonu, faz-spesifik görüntüleme ve yüksek "pitch" değeri kullanarak radyasyon dozu azaltılabilir. Tüp akım modülasyonunda, kalp siklusunun hareketli fazlarında(sistol) tüp akımı azaltılır. Bu yöntemle radyasyon dozu %50 azaltılabilir. Johnson ve arkadaşları(102), prospektif EKG tetikleme ve tüp akım modülasyonu kullanarak yaptıkları çift tüplü ÇKBT koroner anjiyografide efektif dozu 4.6-7.5 mSv hesaplamışlardır. Bu değer 320-kesitli BT'de 5 mSv'nin altında olduğu bildirilmiştir(13, 105).

### **3.11.2. Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi Koroner Anjiyografi Çekim Tekniği**

#### ***Hasta Hazırlığı***

İyi kalitede, artefaktan arınmış bir görüntü için hasta hazırlığı çok önemlidir. Tetkik öncesi hasta en az 4 saat katı gıda almamalıdır. Bu durum kontrast madde enjeksiyonunu takiben oluşabilecek bulantıyı azaltır. Hastaların dehidrate kalmaması için sıvı alımı kısıtlanmamalıdır. Ancak, kalp hızını artırmaması için kafeinli gıda almaması önerilir. Hastanın rahatlatılıp anksiyetesini azaltmak, tetkik sırasında kooperasyonu sağlamak için çekim öncesi hasta teknik hakkında bilgilendirilmeli, kontrast madde enjeksiyonu sonrası sıcaklık hissi olabileceği, tetkik sırasında hareket etmemesi ve iyi nefes tutması gerektiği net olarak anlatılmalıdır. Tetkik öncesi hastaya 20-25 sn süreyle nefes tutma egzersizi yaptırmak yararlıdır. Ayrıca, tetkik sırasında hastanın rahatlığı için işlem öncesi mesanesini boşaltması önerilir. Enjeksiyon için antekübital vene 18-20 G intraket yerleştirilir. Koroner arterlerin BT anjiyografi incelemesinde BT veri kaydını EKG ile senkronize eden EKG tetikleme kullanılır. İyi kalitede görüntü elde edebilmek için kalp hızının 65-70 atım/dakikadan

az olması gerekir. Çünkü, diyastol süresi kalp hızı ile ters orantılıdır. Kalp hızı >70 atım/dakika olan hastalarda beta-bloker ilaçlarla kalp hızının düşürülmesi gerekir. Bu amaçla, her 3-5 dakikada 5 mg metoprolol kalp hızı <70 atım/dakika (toplam doz 20-25 mg) oluncaya kadar intravenöz yoldan verilir. Buna rağmen kalp hızı 70-90 atım/dakika arasında olan hastalara BT anjiyografi yapılabilir. Ancak, kalp hızı >90 atım/dakika ise özellikle 16-kesitli BT'lerde anjiyografi yapılması efektif olmaz. Beta-blokerin kontrendike olduğu hastalarda kalsiyum kanal blokerleri de kullanılabilir. Çift tüplü 64-kesitli BT sisteminde ise, kalp hızı yüksek veya aritmik hastalarda beta-bloker kullanmadan yüksek doğrulukta anjiyografik görüntüler elde etmek mümkündür. Koroner arter lümenini genişleteceğinden, tetkikten 2-4 dakika önce dil altı kısa etkili nitrogliserin verilmesi yararlıdır. Kontrast madde alerjisi varlığı ve gebelik BT anjiyografinin kesin kontrendikasyonlarıdır. Relatif kontrendikasyonlar ise nefes tutamama, düzensiz veya hızlı(>90) kalp ritmi ve böbrek yetmezliğidir. Diğer önemli bir sorun koroner damarlarda yaygın kalsifikasyon olmasıdır. Eğer anjiyografi öncesi kalsiyum skorlama yapılmış ve yoğun ve yaygın koroner kalsifikasyon saptanmışsa, görüntüler artefaktlı olacağından, BT anjiyografi yapılmamalıdır. Morbid obez hastalarda görüntüler çok gürültülü olacağı için BT yerine diğer tanı yöntemleri tercih edilmelidir(13).

### ***Veri (görüntü) kaydı***

Koroner BT anjiyografi çekimi 3 veya 4 aşamada yapılır. İlk aşamada toraksın topogramı(skenogram) alınarak inceleme alanının sınırları belirlenir. Genel olarak karina düzeyi ile kalp apeksi arasındaki mesafe taranır. Ancak bypass greft değerlendirilmesinde toraks giriminden ya da arkus aortadan başlanarak diyaframa dek incelenmelidir. İkinci aşamada, eğer hasta 40 yaşın üzerinde ve KAH açısından risk taşıyorsa, koroner kalsiyum skorlaması yapılır. Üçüncü aşamada, test enjeksiyonu veya bolus izleme yöntemi kullanılarak aort kökünden ölçüm yapılır ve maksimum kontrastlanma zamanı bulunur. Bu süreye 5 sn eklenerek koroner arterlerin optimum kontrastlanması için gecikme zamanı hesaplanır. Dördüncü aşamada ise, intravenöz kontrast madde enjeksiyonunu takiben, uygun gecikme zamanı sonrasında aort kökünden kalp kaidesine kadar 10-15 cm'lik mesafeyi tarayacak şekilde BT anjiyografik görüntüler alınır. Verilecek kontrast madde miktarı cihaza ve hastanın ağırlığına göre değişir. Genel olarak, 16-kesitli koroner BT

anjiyografide 100 ml kontrast madde 4-5 ml/sn hızla verilirken, 64-kesitli ve çift tüplü sistemlerde 70-80 ml kontrast madde 5-6 ml/sn hızla verilir. Sağ ventriküldeki kontrastı yıkamak için, kontrast enjeksiyonunu takiben 2-3 ml/sn hızla 40-50 ml serum fizyolojik verilmesi önerilir. "Pitch" değeri genellikle kalp hızına göre cihaz tarafından otomatik olarak belirlenir ve 0.2-0.4 arasındadır. Kesit kalınlığı olarak cihaz tarafından sağlanan en düşük kesit kalınlığı(0.5-1 mm aralığında) kullanılmalı ve rekonstrüksiyon aralığı kesit kalınlığının yarısı olacak şekilde seçilmelidir. Görüntü rekonstrüksiyonu kalp hızına göre değişir. Düşük hızlarda tek bir kalp siklusundan rekonstrüksiyon(parsiyel görüntü rekonstrüksiyonu) yapılırken, yüksek kalp hızlarında temporal rezolüsyonu artırmak için birden fazla sayıda kardiyak siklustan rekonstrüksiyon(çok segmentli rekonstrüksiyon) yapılır. Veri alma süresi 16-kesitli koroner BT anjiyografide 20-25 sn iken 64-kesitli ve çift tüplü sistemlerde 6-10 sn, 256-kesitli sistemde ise 1.5 sn düzeyindedir(13). Gelişen teknolojiyle birlikte veri alma süresinin kısalması uzun süre nefes tutamayan hastaların görüntülenmesine de olanak sağlamaktadır(13).

### ***Koroner bypass greftlerinin değerlendirilmesi***

Koroner bypass greftleri kalp hareketinden daha az etkilendiklerinden ve çapları daha büyük olduğundan ÇKBT anjiyografi ile değerlendirilmesi daha kolaydır. Ayrıca 16-kesitli ve daha ileri sistemlerin kullanıma girmesiyle hem greftlerin hem de nativ koroner arterlerin değerlendirilebilmesi mümkün olmuştur(13). BT anjiyografinin bypass greft tıkanıklığını tanımadaki duyarlılık ve özgüllüğü %95-99 arasındadır(13). Yüksek dereceli greft stenozunu değerlendirmede katater anjiyografi ile karşılaştırıldığında, 16-kesitli BT'nin duyarlılığı %96 ve özgüllüğü %100 bulunmuştur(13). Bilgisayarlı tomografi ayrıca ikinci kez bypass yapılacak hastalarda eski greftlerin yerlerini, kalp boşlukları ve sternuma yakınlıklarını, tıkalı olup olmadıklarını ve çıkan aortanın durumunu göstererek cerrahi öncesi planlamada önemli bilgiler sağlar. Ancak, özellikle internal mamariyan arter greftlerinde cerrahi sırasında kullanılan metalik klipsler greftlerin değerlendirilmesini zorlaştırabilmektedir.

Sol internal mamariyan arter eğer çapı 1 mm'nin üzerinde ise ve cerrahi klipsler yok ya da az sayıda ise kolaylıkla değerlendirilebilir(1). Ancak damar çapı küçük ve çok sayıda metalik klips var ise lümen değerlendirmesi güçleşmektedir.



Çünkü metalik yüksek dansitedeki metalik klipsler artefakta neden olmakta ve LIMA greft lümeni içerisindeki kontrast dansitesini ve lümen sınırlarını seçmeyi zorlaştırmakta bazen ise imkansız kılmaktadır. Bu durumda volume rendering (VR) ve MIP imajlardan yardım alınabilir(1). Metalik klipsler genellikle ekstralüminal yerleşimli olup internal mamariyan arterin yan dallarını kapatmak amacı ile yerleştirilmişlerdir. Yani volume rendering ve MIP imajlar oluşturularak görüntü her düzlemde 360 derece döndürülerek uygun açıdan bakıldığında lümen üzerine süperpozisyonları engellenebilir(1).

Safen venöz greftler ise çok az ya da hiç kalsifikasyon bulunmaması (kalsifikasyon da metalik klipsler gibi yüksek dansitesi sebebiyle değerlendirme güçlüğüne neden olur) sebebiyle bu metodlar kullanılarak oldukça iyi görüntülenebilir(1).

### **Artefakt ve sınırlılıklar**

Doğru bir değerlendirme için görüntülerin yüksek kalitede ve artefaktsız olması gerekir. Koroner BT anjiyografide görüntüyü olumsuz etkileyen en önemli faktörler hareket artefaktları (aritmi, yüksek kalp hızı, solunum ve hasta hareketi) ve metalik klips, stent, kalsifikasyon ve diğer yoğunluğu yüksek yapılardan kaynaklanan çiçeklenme (blooming) artefaktıdır. Hareket artefaktları görüntüde bant şeklinde basamaklanmaya yol açar. Artefakt kalp hareketine bağlı ise basamaklanma yalnız kalp görüntüsü üzerinde oluşurken, solunum ve hasta hareketine bağlı artefaktlarda basamaklanma göğüs duvarına da uzanır. Koroner damarlar içinde en hareketlisi sağ koroner arter olup bunu sirkumfleks arter, sol ana koroner arter ve sol ön inen (LAD) arter izler(13). Bunun nedeni, sağ koroner arter ve sirkumfleks arterin atriya yakın seyretmesi nedeniyle atrial kontraksiyondan daha fazla etkilenmesidir. Her bir koroner arter kalp döngüsünün farklı zamanlarında harekete daha duyarlı olduğundan, değişik fazları içeren rekonstrüksiyon yapılması önemlidir. Yapılan çalışmalarda sağ koroner arterin %40 fazında, sirkumfleks arterin %50 fazında, LAD'nin ise %60-70 fazında en iyi görüldüğü gösterilmiştir(106). Kalpten kaynaklanan hareket artefaktlarını engellemek için hastaya beta-bloker verilir. Solunum hareketini önlemek için ise, hastaya nefes tutmanın önemi anlatılarak nefes tutma egzersizi yaptırılmalıdır. Yoğun ve yaygın kalsifikasyon, stent ve klips gibi metalik dansiteler

diğer önemli bir artefakt kaynağı olup, bu oluşumlar ışın güçlenmesi ve kısmi hacim etkisi artefaktlarına yol açarak görüntüyü olumsuz etkilerler. Yüksek atenuasyonlu bu yapılar görüntü üzerinde olduklarından daha büyük görülür ve lümen stenozunu abartılı gösterirler. Bu yanılgıdan sakınmak için aksiyel kaynak görüntüler gözden geçirilmelidir. Kontrast madde zamanlamasının veya hızının uygun olmaması da koroner damarların değerlendirilmesini zorlaştırır. Bu nedenle, test enjeksiyonu veya bolus izleme yöntemi kullanarak uygun gecikme zamanı hesaplanmalı ve görüntüler buna göre alınmalıdır. Obezite ise gürültü miktarını arttırarak görüntü kalitesini olumsuz etkiler. Bu yüzden morbid obez olgularda BT yerine diğer tanı yöntemleri tercih edilmelidir(13).

## 4.GEREÇ VE YÖNTEM

### 4.1.HASTA SEÇİMİ

Çalışmaya Aralık 2008 - Mart 2010 tarihleri arasında Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi Radyodiagnostik Anabilim Dalı'nda Kardiyak BT Anjiyografi incelemeleri yapılan, koroner bypass grefti bulunan 33 hasta dahil edildi. Tümü kardiyak BT anjiyografi ile birlikte katater koroner anjiyografi incelemesi bulunan ya da BT incelemesi sonrasında klinik olarak takip edilen hastalardı. Bu hastaların Kardiyak BT anjiyografi tetkik raporları ve görüntüleri, katater koroner anjiyografi incelemeleri, klinik takip bilgileri ve kardiyak BT anjiyografi sonrası yapılan diğer incelemeleri retrospektif olarak değerlendirildi.

### 4.2.HASTA HAZIRLIĞI

Tüm hastaların 6 saatlik açlık(katı gıdalara yönelik) ile tetkike gelmeleri istendi. Soyunma kabininde belden yukarı kesimlerindeki giysileri çıkarmaları ve beyaz önlük giymeleri ardından hastalar hazırlık odasına alındı. 16 Gauge(G) branül(gri renkli) ya da 18 G branül(yeşil renkli) ile antekübital bölgeden yaklaşılarak venöz damar yolu açıldı. Bu düzeyden damar yolu açılmayanlarda el sırtı ve bilek gibi uygun olan diğer venöz damarlar kullanıldı. Bir müddet bekleyen ve dinlenen hastalar BT odasına alınarak masaya oturtuldu. Sırta ve sol mid aksiler hata kardiyak tetikleme için kullanılacak elektrotların yapıştırılması ardından, hastayı monitörize etmek için Philips IntelliVue MP5(Philips Medizin Systeme, Boeblingen,Germany) mönitörün alıcıları hastaya bağlandı. Hasta supin pozisyonunda ayaklar önce gantriye girecek şekilde masaya yatırıldı. İki yönlü skenogramların elde olunması ardından toraks giriminden kalbin bitimine kadar ve tarama kranio-kaudal yönde olacak şekilde inceleme alanı seçildi. "Bolus tracking" yöntemi ile çekim yapılmak üzere desendan aortun başlagıç düzeyine ROI(region of interest) yerleştirildi. Bu aşamada kalp ritmi ve nabız değerlendirildi. Kalp ritmi 75 vuru/dakika'nın üzerinde olan ve astım, KOAH gibi beta bloker kontrendikasyonu bulunmayan hastalardan gerekli görülenlerine 5 mg/mL Beloc (Metoprolol tartrat, Astra Zeneca-Eczacıbaşı Sağlık Ürünleri A.Ş.), %0,9 luk serum fizyolojik(SF) ile 10 cc'ye tamamlanacak şekilde sulandırılarak ve

enjeksiyon 1 dakikadan uzun sürede tamamlanacak şekilde yavaş hızda intravenöz(IV) olarak uygulandı. Beta bloker uygulamasının hemen ardından aynı damar yolu kullanılarak 10 cc SF puse olarak verildi. Hastaların çoğu bypass operasyonu sonrasında medikal tedavi altındaydı. Hastaların yarısına beta bloker uygulama gereği duyulmadı. Beta bloker uygulanan hiçbir hastada 3 seferden fazla yani toplam 15 mg'dan fazla metoprolol verilmedi. Üç kez yani toplam 15 mg beta bloker uyguladığımız sadece bir hasta mevcuttu.

#### **4.3.KARDİYAK BT ANJİYOĞRAFI ÇEKİM TEKNİĞİ**

Kardiyak BT anjiyografi değerlendirmeleri 64 kesitli BT cihazı (Philips Brillians 64; Philips Medical Systems, Hollanda) ile gerçekleştirildi. Tetkik sırasında kullanılan kolimasyon değeri = 64 x 0.625 mm, masa pitch = değeri 0.2, gantri rotasyon zamanı = 0.4 saniye, FOV("field of view") değeri = 220 mm, çekim filtresi = Xres Standard(XCB) ve matriks = 512 x 512 olarak belirlendi. Nativ koronerlerinde ya da bypass greftinde stenti bulunan hastalar için çekim filtresi işlem öncesinde ya da işlem sonrası yüzdelik faz reformatlarının oluşturulması sırasında Xres Detailed Stent(XCD) olarak değiştirildi. Kesit kalınlığı 0.9 mm, kesit aralığı 0.45 mm, tüp çıkım değerleri 120 kilovolt(kV) ve 800 miliampersaniye(mAs)/kesit olarak belirlendi. Obez hastalarda mAs değerleri 900 ya da 1000 değerlerine, tüp voltajı ise 140 kV'a çıkarıldı. Desendan aorta yerleştirilen ROI'de kontrast yoğunluğu 120 HU değerine ulaşınca tarama hastanın nefes tutmasını söyleyen komutun ardından toplam 5 sn gecikme ile otomatik olarak başlatıldı. Hastalara 90-120 mL non-iyonik iyotlu kontrast madde enjeksiyonu ve hemen ardından 40 mL içerisine %20 oranında kontrast madde karıştırılmış olan SF enjeksiyonu Medrad Stellant(Medrad Inc., 100 Global View Drive Warrendale PA15086, USA) marka otomatik enjektör ile uygulandı. Kontrast madde olarak Ultravist-370(İopromid, Bayer Schering Pharma A.G., Almanya) ya da İmeron 400(İomeprol, Bracco S.p.A.-Gürel İlaç Tic. A.S.) kullanıldı. Kontrast madde enjeksiyon hızı saniyede 6 mL olacak şekilde ayarlandı.

#### **4.4.ÇEKİM SONRASI GÖRÜNTÜLERİN OLUŞTURULMASI VE DEĞERLENDİRME İŞLEMLERİ**

Çekim sonrasında elde olunan standart %75 fazlık görüntüler üzerinden R-R intervalinin değişik yüzdelerdeki reformatları(%80, %70, %45, %40, %35 gibi) elde edildi. Farklı fazlardaki tüm görüntüler Philips Extended Brilliance TM iş istasyonunda(Philips Extended Brilliance TM, V3.5.0.2254, 19-Aug-2007, Koninklijke Philips Electronics N.V.2004) kardiyak BT konusunda deneyimli iki radyolog tarafından ayrı ayrı değerlendirildi. Aksiyel kaynak görüntülerin yanı sıra multiplanar rekonstrüksiyon görüntüler, körvi-planar reformasyonlar, maksimum intensite projeksiyon imajları ve 3 boyutlu volume rendering görüntülerden de yararlanılarak tüm greftler tek tek incelendi. Arteriyel ya da venöz greftler oklüzyon, darlık ya da patensi yönünden değerlendirilerek rapor düzenlendi. Greftten kontrast geçişi yok ise oklüde, damar çapında %50 veya daha fazla daralma varsa(darlık hemen öncesi veya sonrası normal greft çapına göre) darlık ve greft normal çapta ya da normale oranla %50'den az daralma varsa patent olarak kabul edildi. Radyologlar arasında uyumsuz raporlar bir araya gelinerek konsensusla tekrar değerlendirildi.

#### **4.5.ÇALIŞMA YÖNTEMİ**

Koroner bypass grefti bulunan 33 hastadan 18'inin katater koroner anjiyografi(KKA) tetkiki mevcuttu. Bu 18 hastanın dosyaları taranarak katater koroner anjiyografi sonuçlarına ulaşıldı. Katater koroner anjiyografi sonuçları kardiyak BT anjiyografi sonuçları ile karşılaştırıldı. Katater koroner anjiyografi incelemesi bulunmayan 15 hastanın dosyaları incelenerek kardiyak BT incelemesini takip eden dönemdeki sintigrafi ve/veya klinik değerlendirme ve/veya takip sonuçlarına göre değerlendirildi. Klinik muayene, laboratuvar ve takip sonuçlarına göre, katater anjiyografi gerekli görülmeyen hastaların greftleri patent kabul edilerek kardiyak BT anjiyografi sonuçları ile karşılaştırıldı.

#### 4.6. İSTATİSTİK YÖNTEMİ

İstatistiksel analiz Windows için SPSS(versiyon15.0) istatistik yazılımı ile yapıldı. Kardiyak BT anjiyografi-katater koroner anjiyografi ve kardiyak BT anjiyografi –tüm grup(takip sonuçları ve katater koroner anjiyografi sonuçları) bulgularının ayrı ayrı karşılaştırılması ile duyarlılık, seçicilik, doğruluk, pozitif öngörü ve negatif öngörü değerleri saptandı. Yine kardiyak BT anjiyografi-katater koroner anjiyografi ve kardiyak BT anjiyografi-tüm grup sonuçları arasında istatistiksel farklılık, uyumluluk ve güvenilirlik varlığını araştırmak için McNemar, Kappa ve Korelasyon testleri uygulandı(McNemar testi için  $p < 0.05$  anlamlı kabul edildi).

## 5.BULGULAR

Kardiyak BT anjiyografi incelemesi sırasında hastaların hiçbirinde ciddi bir komplikasyon gelişmedi. Çalışmaya toplam 33 hastada 94 greft dahil edildi. Katater koroner anjiyografi incelemesi bulunan 18 hastanın 50 greftinden 2'si kataterize edilemediği ve görüntülenemediği için istatistiksel değerlendirmeye dahil edilmedi. İstatistiksel değerlendirmesi yapılan toplam 92 greft mevcuttu. Bunlardan 48 greftin katater anjiyografi korelasyonu varken 44 greft takip sonuçları ile değerlendirildi.

Hastalara ait demografik veriler değerlendirildiğinde(Tablo 3) 33 hastanın 6'sının kadın 27'sinin ise erkek olduğu görüldü. Ortalama hasta yaşı 62 olarak bulundu. En genç hasta 42 yaşında iken en yaşlı hasta 76 yaşındaydı. Hastaların koroner bypass operasyonundan kardiyak BT tetkikine kadar olan süre değerlendirildiğinde; en uzun sürenin 21 yıl en kısa sürenin ise 10 ay olduğu görüldü. Operasyon sonrası kardiyak BT çekimine dek olan ortalama süre yaklaşık 6 yıl bulundu.

33 hastadan 18'inde katater koroner anjiyografi tetkiki de uygulanmıştı. Kardiyak BT anjiyografi ile katater koroner anjiyografi incelemeleri arasındaki süre 2 hasta dışında 1 ayı geçmemekteydi. En uzun süre yaklaşık 10 ay ve en kısa süre 1 gün idi. İki inceleme arasındaki ortalama süre 44 gün olarak bulundu. İncelemeleri arasında uzun zaman dilimi bulunan 2 hasta göz ardı edildiğinde ise iki tetkik arasındaki ortalama süre 14 güne gerilemekteydi.

Çalışmada 1 bypass grefti bulunan 1 hasta(%3.03), 2 grefti bulunan 10 hasta(%30.30), 3 grefti bulunan 15 hasta(%45.45) ve 4 grefti bulunan 7(%21.21) hasta vardı. Greftlerin 33 tanesi arteriyal(%35,10) ve 61 tanesi(%64,89) venöz greft idi. Arteriyal greftlerin 32 tanesi LIMA ve 1 tanesi radyal arter grefti idi. Venöz greftlerin hepsi ise safen ven greftiydi. LIMA arteriyal greftlerin 31 tanesi LAD'ye, 1 tanesi diagonal artere anastomozlaştırılmıştı. Bir adet radyal arter grefti ise obtuz marjinal dala çekilmişti. 61 venöz greftin 21'inin distal anastomozu RCA'ya, 20'sinin obtuz marjinal dallara, 14'ünün diagonal dallara, 5'inin LCX'e ve birinin LAD'ye yapılmıştı(Tablo 4). Distal anostamozu RCA'ya yapılan greftlerden 1'inin proksimal anastomozu, assendan aortun diffüz ve ileri derecede aterosklerotik değişiklikler göstermesi sebebiyle innominat artere gerçekleştirilmişti. Distal anastomozu RCA'

nın dalı olan akut marjinal artere yapılan bir greft de 21 aorta-RCA greftin içinde değerlendirilmiştir.

**Tablo 3:** Çalışmaya dahil edilen hastaların özelliklerini belirten tablo.

HASTA ÖZELLİKLERİ	DEĞER
YAŞ(yıl)	
Ortalama	62
Dağılım	(42-76)
CİNSİYET	
Kadın	6
Erkek	27
KKA-ÇKBT arasındaki süre	
Maksimum	10 ay
Minimum	1 gün
Ortalama*	44 gün
BYPASS CERRAHİSİ İLE ÇKBT ARASINDAKİ SÜRE	
En uzun süre	21 yıl
En kısa süre	10 ay
Ortalama	6 yıl**

\* : Katater koroner anjiyografi ile kardiyak BT incelemesi arasındaki süre 1 ayın üstünde olan 2 hasta çıkarıldığında ortalama süre 14 güne gerilemektedir.

\*\* : Cerrahi ile ÇKBT arasındaki ortalama süre 5,96 yıl olup yaklaşık 6 yıl olarak belirtilmiştir.



**Tablo 4:** Çalışmaya dahil edilen hastaların greftlerinin türlerine ve distal anastamozlarına göre dağılımı.

Distal Anastamozun Yapıldığı Damar	Safen Ven Grefti	Arteriyal Greft(LIMA, RA)
LAD	1	31
Diagonal arter	14	1
LCX	5	--
Obtuz Marjinal arter	20	1*
RCA	20	--
Akut marjinal arter	1	--
TOPLAM	61	33

\*: Radyal arter(RA) greftini belirtmektedir.

Kardiyak BT anjiyografide LIMA greftlerden 8'inde(%25) oklüzyon, 2'sinde %50 ve üzeri darlık saptanırken geri kalan 22 greft(%69) ise patent olarak değerlendirildi. BT'de %50 darlık tariflenen bir LIMA greft katater anjiyografide patent olarak tanımlanmıştı. BT'de patent olarak tanımlanan bir adet LIMA greft ise katater anjiyografide kataterize edilemediği ve görüntülenemediği için istatistik verilere dahil edilmedi. 61 venöz greftin 16'sı(%26.2) oklüde, 6'sı dar(%50 ve üzeri darlıklar) ve 39'u(%63.9) patent olarak değerlendirildi. Kardiyak BT anjiyografide dar olarak tanımlanan venöz greftlerden 1'inde katater anjiyografide anlamlı darlık saptanmazken, BT'nin anlamlı darlık olarak değerlendirmeyerek patent olarak belirttiği bir greftte ise katater anjiyografide %70 darlık tanımlandı. BT'de patent olarak görülen bir safen greft katater anjiyografide kataterize edilemediği ve görüntülenemediği için istatistik verilere dahil edilmedi. Bir radyal arter grefti ise patent olarak değerlendirildi.

İstatistiksel analiz yapılırken %50 ve üzeri darlıklar ile oklüzyonlar beraber aynı grupta değerlendirildi. Kataterize edilemeyen toplam 2 greft(1 LIMA,1 safen) ise istatistiksel değerlendirmeye dahil edilmedi.

Katater koroner anjiyografisi bulunan 18 hastanın 48 grefti kardiyak BT anjiyografi sonuçları katater anjiyografi sonuçları ile karşılaştırılarak kendi içerisinde değerlendirildiğinde; katater koroner anjiyografi incelemesinde anlamlı dar ya da oklüde olarak belirtilen 22 damarın 21'i(%95.4) kardiyak BT anjiyografide de anlamlı dar/oklüde olarak izlendi(Olgu örnekleri 1)(Tablo 5). Katater anjiyografide %70 darlık tanımlanan bir greftin darlığı BT'de anlamlı düzeyde bulunmadı ve bu nedenle patent olarak değerlendirildi(Olgu örnekleri 2). Katater anjiyografide patent olarak tanımlanan 26 greftin 24'ü(%92.3) kardiyak BT anjiyografide de patent olarak tanımlandı. Ancak kardiyak BT anjiyografide %50 düzeyinde dar olarak izlenen 2 greft katater görüntülemeye patent olarak değerlendirildi. İki greft(LIMA ve Ao-Diagonal–SVG) katater anjiyografi ile kataterize edilemediğinden görüntülenememiş ve bu nedenle istatistiksel verilere dahil edilmemiş olmakla birlikte kardiyak BT anjiyografi ile patent olarak izlendi. Bir hastada ise katater anjiyografide oklüde RCA-SVG grefte ait olduğu düşünülen görünüm tanımlanmış ancak kardiyak BT anjiyografide benzer bulgu saptanmamıştır. Bunun üzerine katater anjiyografi görüntüleri deneyimli bir kardiyolog tarafından tekrar değerlendirilerek RCA güdüğü bulunmadığına karar verildi. Katater anjiyografide toplam 6 adet greftte anlamlı olarak kabul edilen %50 ve üzeri darlıktan kardiyak BT anjiyografi ile 5'inde benzer darlık dereceleri belirtilerek anlamlı darlık olarak değerlendirildi. Ancak bir darlık BT'de %50'nin altında bulundu ve patent olarak yorumlandı(Olgu örnekleri 2). Bir darlık ise BT'de %70 katater anjiyografide %90 olarak tanımlanmakla birlikte her iki incelemede anlamlı darlık katagorisinde yer aldı.

Tüm hasta grubu ele alındığında; toplam 92 greftten 32'si oklüde ve 60'i patent olarak değerlendirildi. Klinik olarak takip edilen 15 hastanın toplam 9 grefti kardiyak BT anjiyografide oklüde ya da ileri stenotik olarak izlendi. Ancak bu 9 greft, hastaların katater anjiyografi korelasyonu bulunmayıp klinik takip ile değerlendirilmesi sebebiyle istatistiksel incelemede patent olarak kabul edildi. Klinik takip sürecinde hastalar göğüs ağrısının olup olmamasına, LIMA greftlerinin patensisine, en az bir adet patent greftlerinin bulunup bulunmadığına, maksimum medikal tedaviye verdikleri yanıtı, elektrokardiografi(EKG) değişikliklerine ve miyokard perfüzyon sintigrafisi bulgularına göre değerlendirilmiştir. Kardiyak BT anjiyografi tetkikinde oklüde olarak tanımlanmasına karşın bazı greftler için verilen takip kararı klinisyen tarafından

yukarıdaki verilerin sonuçlarına göre AHA ve ACC kılavuzlarında belirtilen bilgiler doğrultusunda alınmıştır. En uzun takip süresi 10 ay en kısa takip süresi ise 2 ay olarak bulunmuştur.

## 5.1. İSTATİSTİKSEL SONUÇLAR

Katater koroner anjiyografi tetkiki bulunan 18 hastada toplam 48 greft ve tüm hasta grubunu oluşturan 33 hastada toplam 92 greft ayrı ayrı istatistiksel olarak değerlendirildi. Yöntemler arasında istatistiksel anlam varlığının araştırılmasında McNemar ve Kappa testleri uygulandı. İki yöntem arasındaki korelasyon analizi ise Spearman korelasyon testi ile yapıldı.

Katater koroner anjiyografi sonuçları ile karşılaştırıldığında greftlerdeki %50 ve üzeri darlıklar ile oklüzyonu saptamada kardiyak BT anjiyografinin duyarlılığı %95.4, seçiciliği %92.3 , doğruluğu %93.7, pozitif öngörü değeri %91.3 ve negatif öngörü değeri %96 olarak bulundu. İki yöntem arasında  $p > 0.05$  bulunmuş olup iki yöntem arasında anlamlı fark saptanmadı. İki yöntem arasında  $\kappa$ : 0.87 bulunmuş olup mükemmel yakın uyum ve tutarlılık olarak değerlendirildi. Korelasyon testinde  $r$ : 0.875 bulunmuş olup mükemmel ilişki olarak değerlendirilmiştir. Korelasyon katsayısının gücü ile ilgili tanımlamalar aşağıdaki şekliyle kabul edilmiştir; 0.00 - 0.40 zayıf ilişki, 0.41 - 0.60 orta ilişki, 0.61 - 0.80 iyi ilişki, 0.81 - 1.0 mükemmel ilişki.

Tüm hasta grubu ele alındığında; kardiyak BT anjiyografinin %50 ve üzeri darlıklar ile oklüzyonu saptamadaki duyarlılığı %95.4, seçiciliği %84.2, doğruluğu %86.9, pozitif öngörü değeri %65.6, negatif öngörü değeri %98.3 olarak bulunmuştur. Korelasyon testinde  $r$ : 0.714 bulunmuş olup iyi ilişki olarak değerlendirilmiştir.

**Tablo 5:** ÇKBT ile KKA karşılaştırılması.

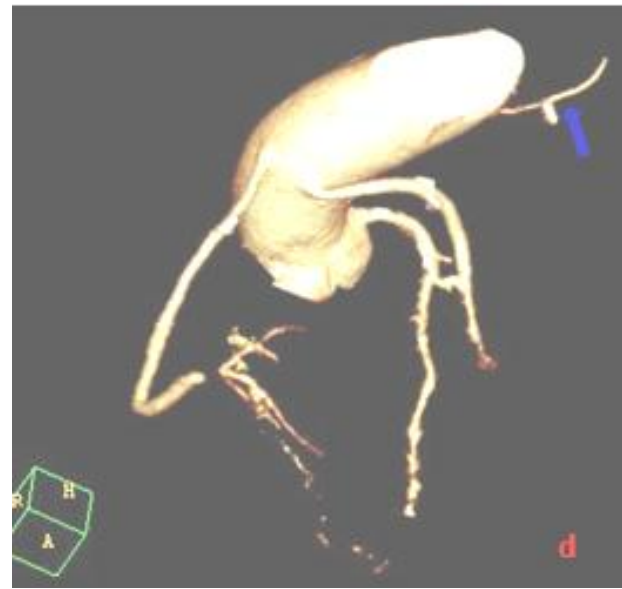
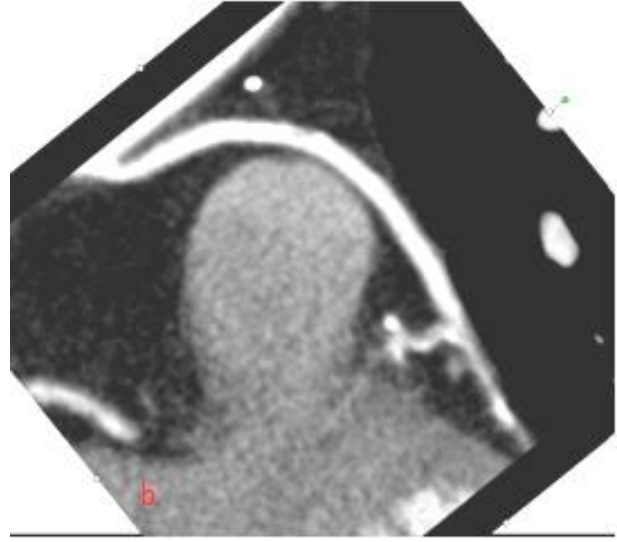
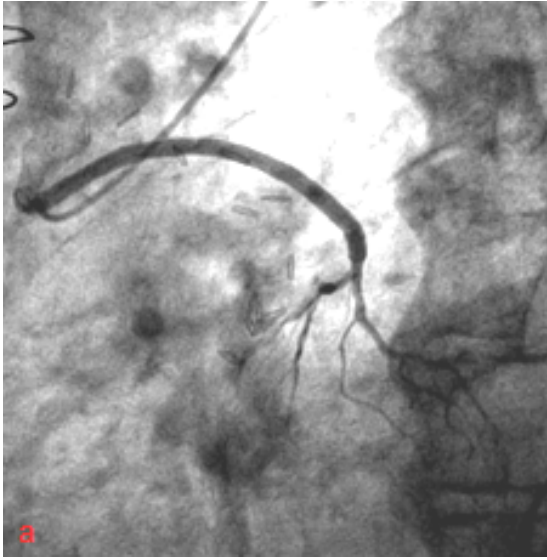
			KKA		Toplam
			oklüde	patent	oklüde
BT	oklüde	Sayı	21	2	23
		BT'nin %' si	91,3%	8,7%	100,0%
	patent	Sayı	1	24	25
		BT'nin %' si	4,0%	96,0%	100,0%
Toplam		Sayı	22	26	48
		BT'nin %' si	45,8%	54,2%	100,0%

**Tablo 6:** Takip sonuçları veya KKA sonuçlarına göre toplam hasta popülasyonu için ÇKBT bulguları.

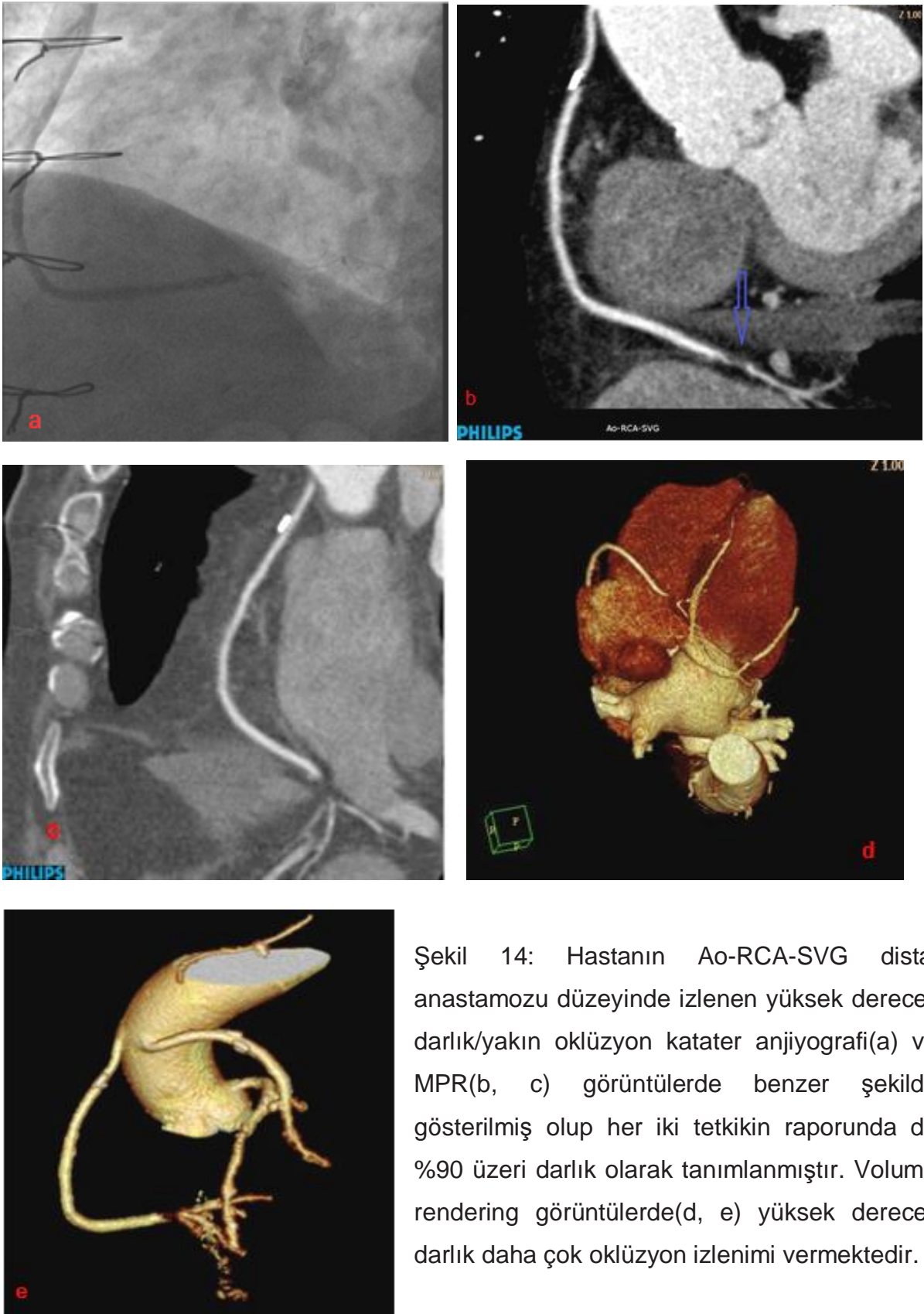
			KKA veya Takip sonuçlarına göre		Toplam
			oklüde	patent	oklüde
BT	oklüde	Sayı	21	11	32
		BT'nin %' si	65,6%	34,4%	100,0%
	patent	Sayı	1	59	60
		BT'nin %' si	1,6%	98,4%	100,0%
Toplam		Sayı	22	70	92
		BT'nin %' si	23,9%	76,1%	100,0%

## 6.RESİMLERLE OLGU ÖRNEKLERİ

**Olgu 1:** 60 yaşında erkek hasta, 3 damar bypass greft operasyonu mevcut.

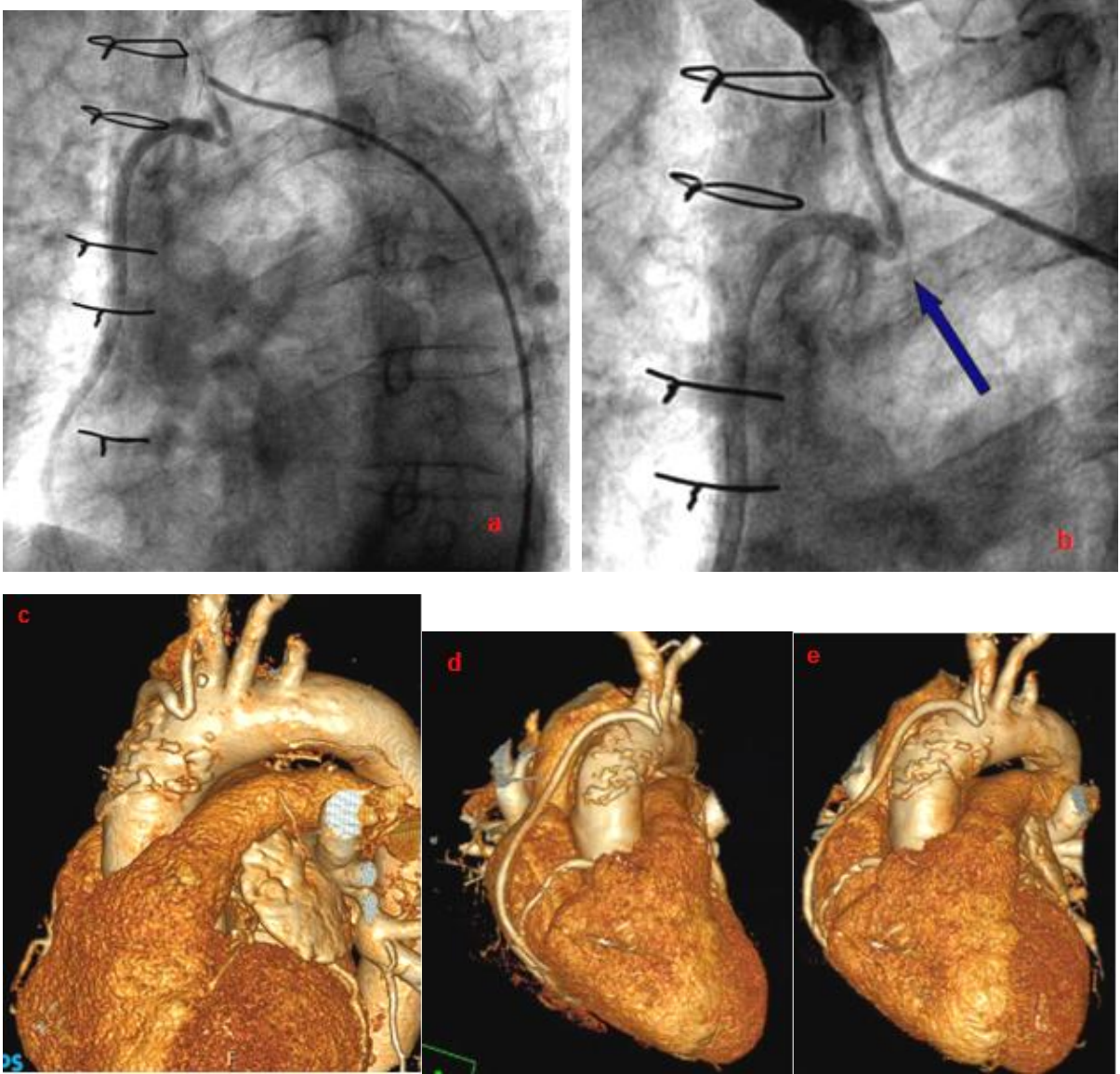


Şekil 13: Hastanın patent Ao-Diagonal-SVG'i katater koroner anjiyografi(a), MIP(b) ve "volume rendering"(c) görüntülerde benzer şekilde gösterilmiştir. Sadece koroner damarların gösterildiği VR imajda (d) oklûde LIMA grefte ait trase de görünümüne(ok işareti) dahil olmaktadır.



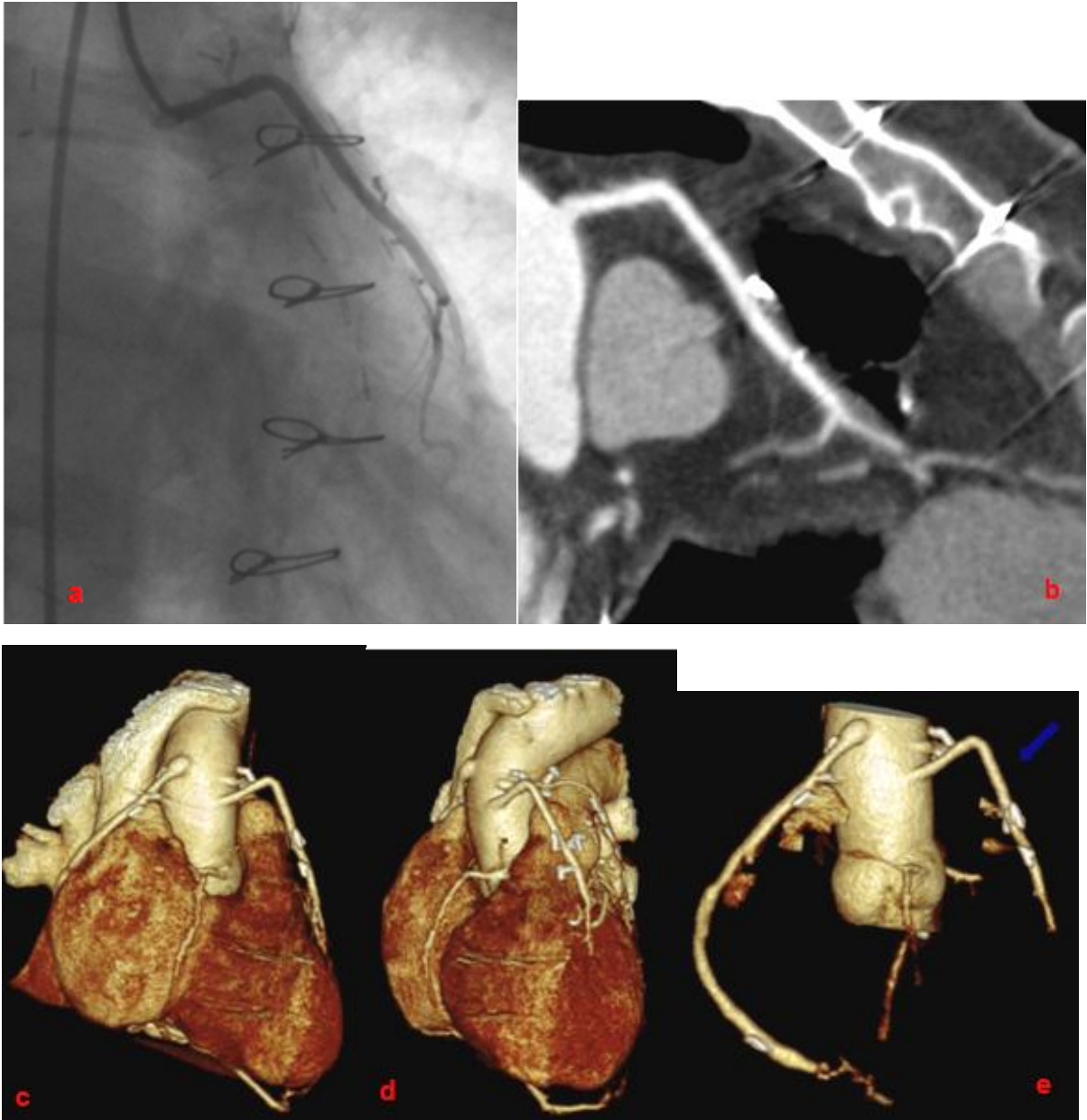
Şekil 14: Hastanın Ao-RCA-SVG distal anastomozu düzeyinde izlenen yüksek dereceli darlık/yakın oklüzyon katater anjiyografi(a) ve MPR(b, c) görüntülerde benzer şekilde gösterilmiş olup her iki tetkikin raporunda da %90 üzeri darlık olarak tanımlanmıştır. Volume rendering görüntülerde(d, e) yüksek dereceli darlık daha çok oklüzyon izlenimi vermektedir.

**Olgu 2:** 68 yaşında erkek hasta, 2 damar bypass greft operasyonu mevcut.



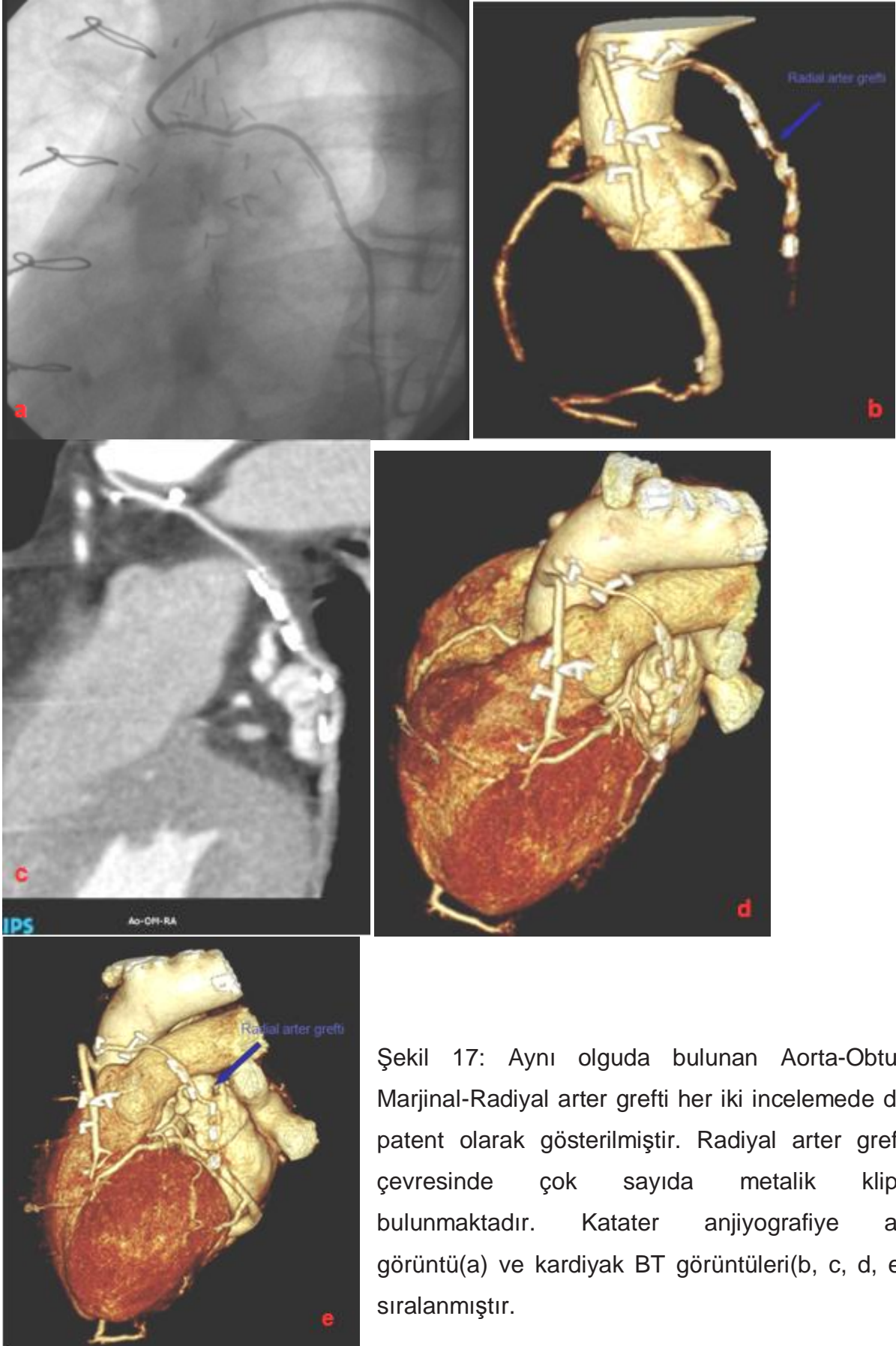
Şekil 15: Katater anjiyografide(a,b), brakiosefalik arterden RCA'ya çekilen safen greft proksimal kesimde oluşan bükülmeye bağlı %70 darlık tanımlanmıştır. VR görüntülerde ise bu düzey değişik açılardan bakıldığında anlamlı darlık izlenimi yaratırken(d, e), arkus aorta düzlemine paralel bakıldığında(c) darlık derecesi anlamlı düzeyde gözükmemektedir. Bu greftteki darlık kardiyak BT incelemesinde katater incelemesi ile uyumsuz olarak %50'nin altında değerlendirilmiştir.

**Olgu 3** : 56 yaşında erkek hasta, 4 damar bypass greft operasyonu mevcut.



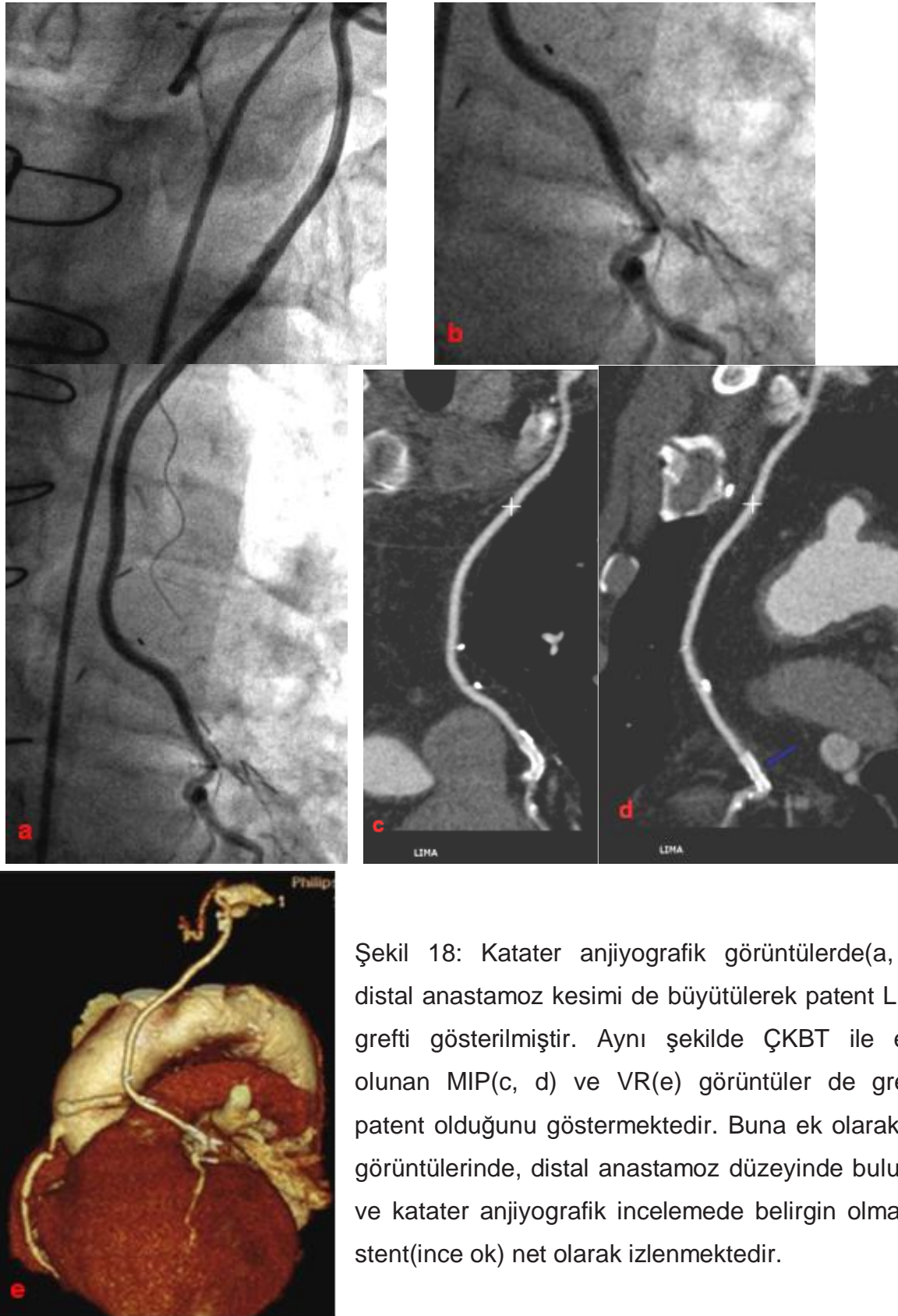
Şekil 16 : Hastanın Ao-Diagonal-SVG'i bulunmakta olup hem katater anjiyografi(a) hemde kardiyak BT anjiyografi(b, c, d, e) ile benzer şekilde patent olarak gösterilmiştir.



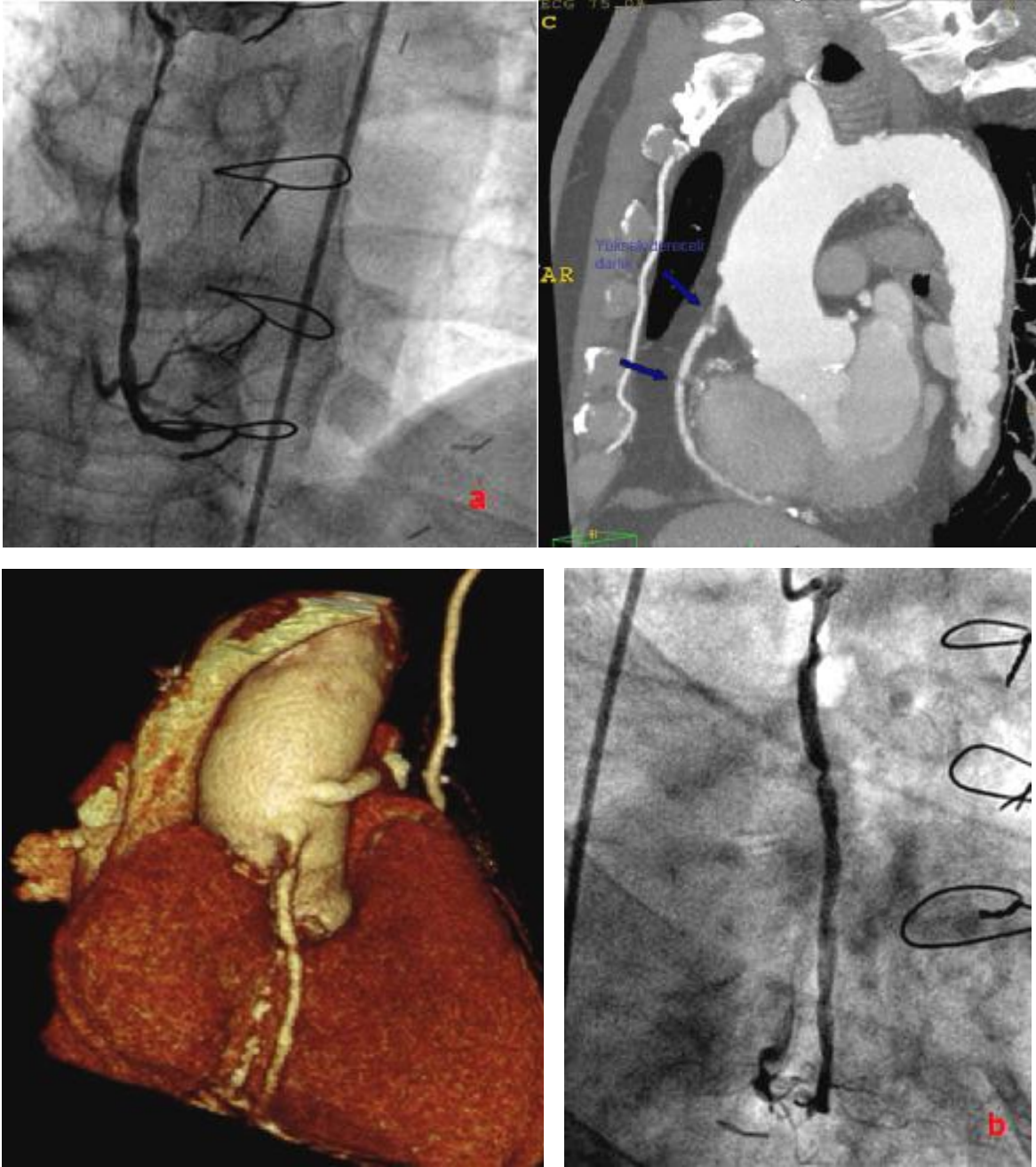


Şekil 17: Aynı olguda bulunan Aorta-Obtuz Marjinal-Radiyal arter grefti her iki incelemede de patent olarak gösterilmiştir. Radiyal arter grefti çevresinde çok sayıda metalik klips bulunmaktadır. Katater anjiyografiye ait görüntü(a) ve kardiyak BT görüntüleri(b, c, d, e) sıralanmıştır.

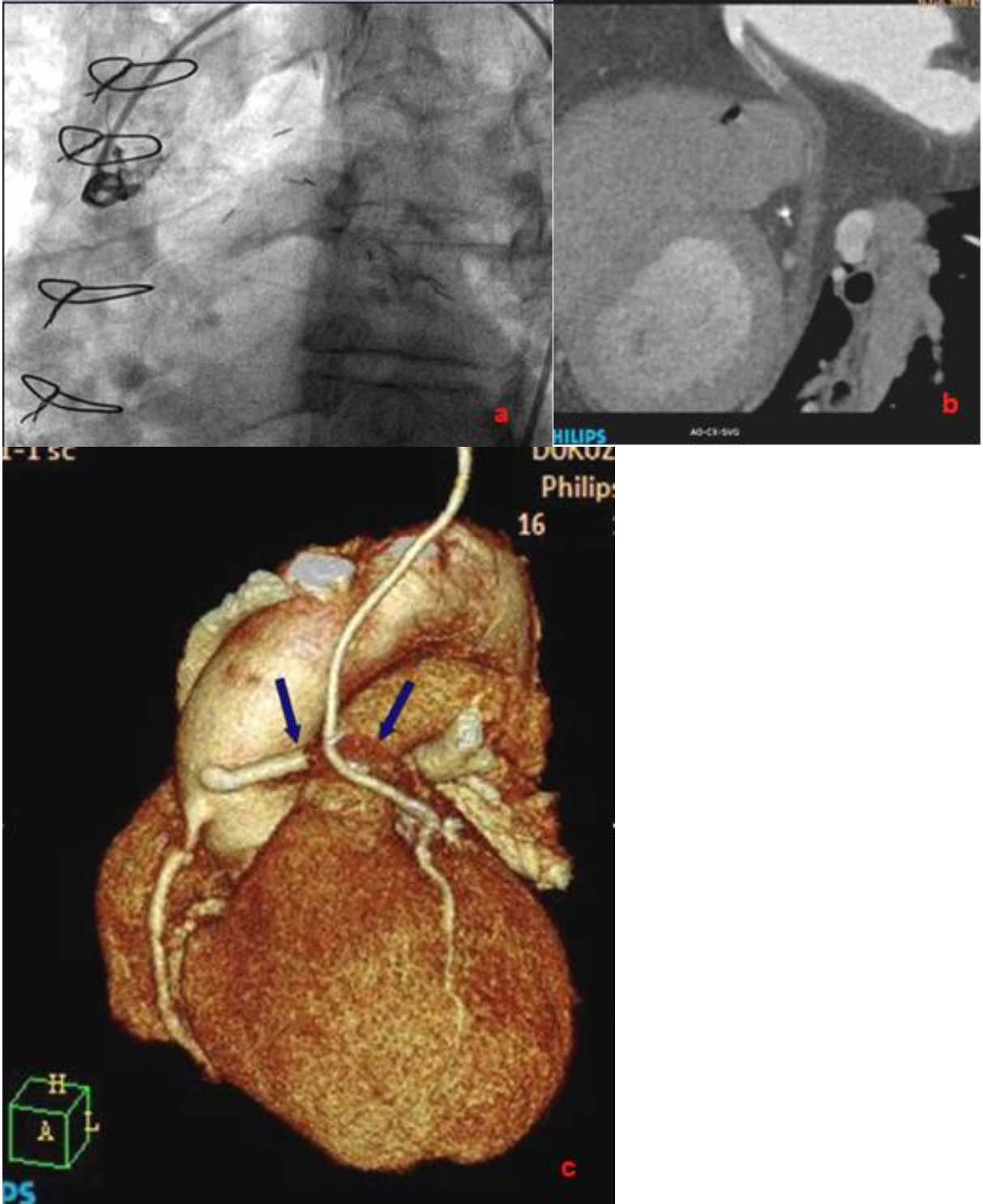
**Olgu 4 :** 60 yaşında erkek hasta, 3 damar bypass greft operasyonu mevcut.



Şekil 18: Katater anjiyografik görüntülerde(a, b), distal anastomoz kesimi de büyütülerek patent LIMA grefti gösterilmiştir. Aynı şekilde ÇKBT ile elde olunan MIP(c, d) ve VR(e) görüntüler de greftin patent olduğunu göstermektedir. Buna ek olarak BT görüntülerinde, distal anastomoz düzeyinde bulunan ve katater anjiyografik incelemede belirgin olmayan stent(ince ok) net olarak izlenmektedir.

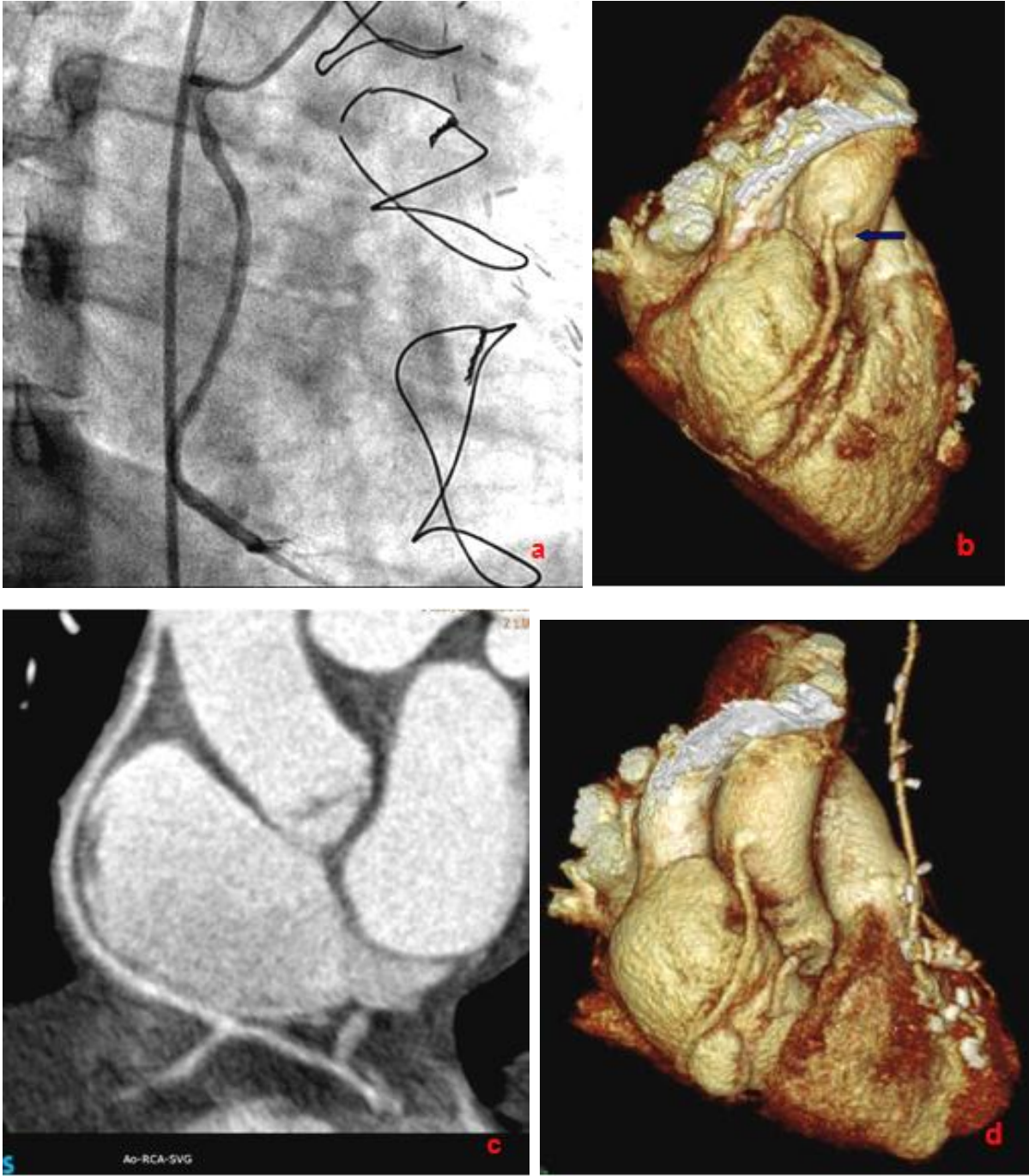


Şekil 19: Aynı olgunun diğer bir grefti olan Ao-RCA-SVG'de birkaç düzeyde yüksek dereceli darlıklar mevcut olup her iki teknik ile de doğru ve uyumlu bir şekilde gösterilmiştir. Katater anjiyografik incelemeye ait görüntüler(a, b) sol üst köşede ve sağ alt köşede yer almaktadır.



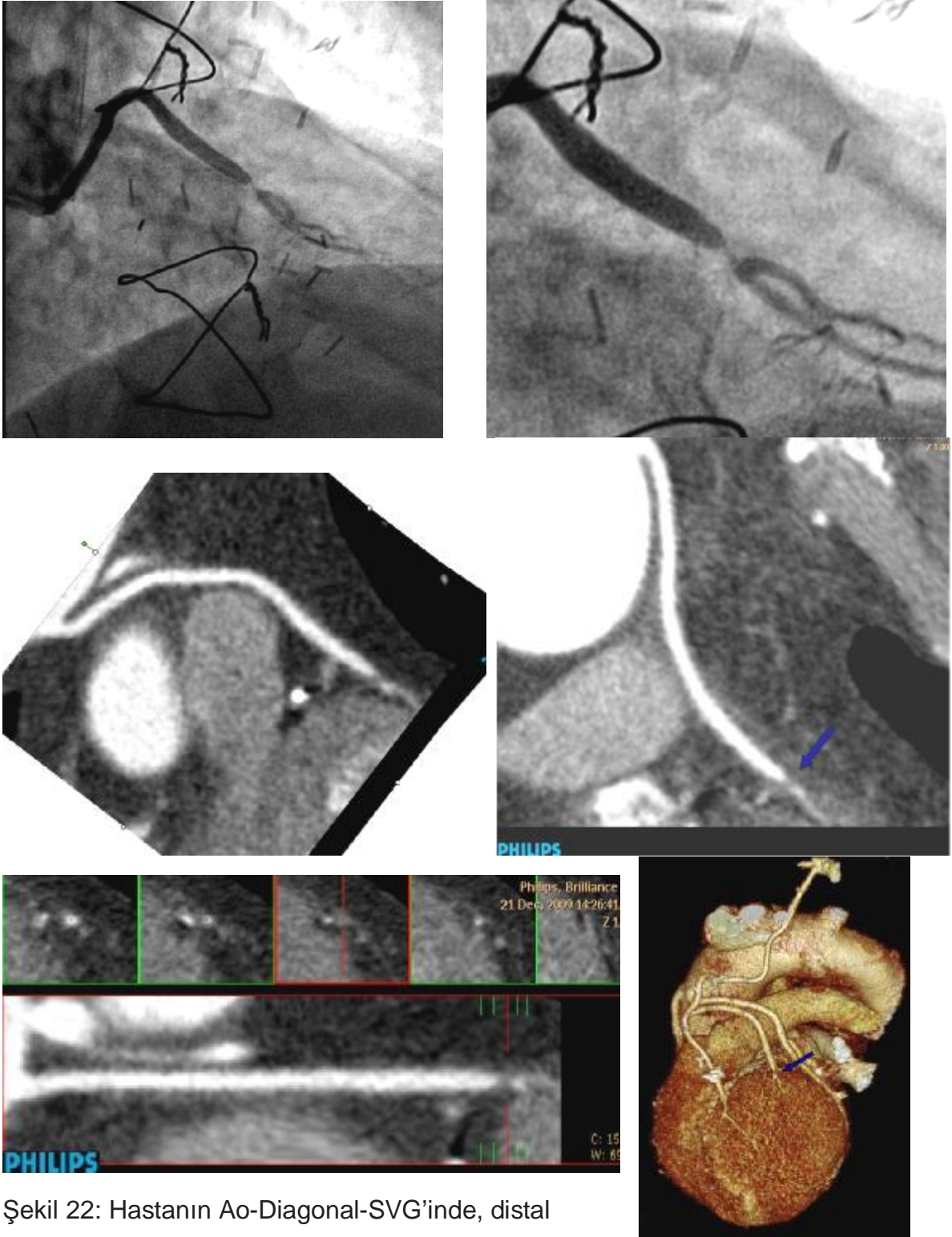
Şekil 20 : Aynı olgunun oklüde Ao-CX-SVG'ne ait katater anjiyografik(a), MIP(b) ve VR(c) görüntüleri verilmiştir. Katater anjiyografide sadece bir güdük seçilebilirken BT'de oklüde greft trasesi ve oklüzyonun başladığı proksimal kesimde bulunan stent seçilebilmektedir. Greft stent başlangıcından itibaren oklüdedir.

**Olgu 5 :** 57 yaşında kadın hasta, 2 damar bypass greft operasyonu mevcut.

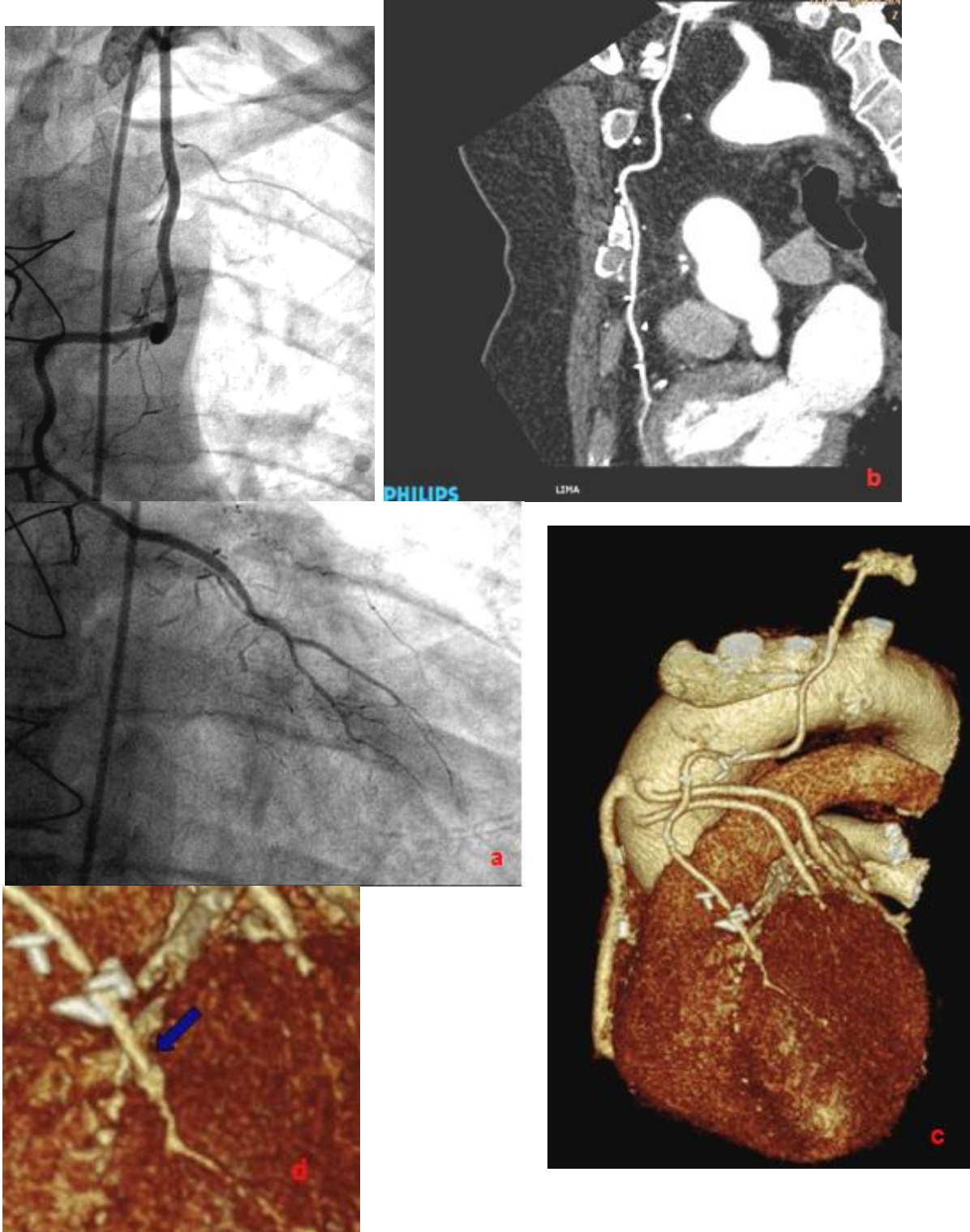


Şekil 21: Hastanın Ao-RCA-SVG'nin proksimal kesiminde katater anjiyografi(a) ile %20 düzeyinde darlık olarak değerlendirilen ve anlamlı darlık olarak kabul edilmeyen görünüm BT incelemesinde(b, c, d) %50 düzeyinde darlık olarak tanımlanmıştır.

**Olgu 6:** 57 yaşında erkek hasta, 4 damar bypass greft operasyonu mevcut.

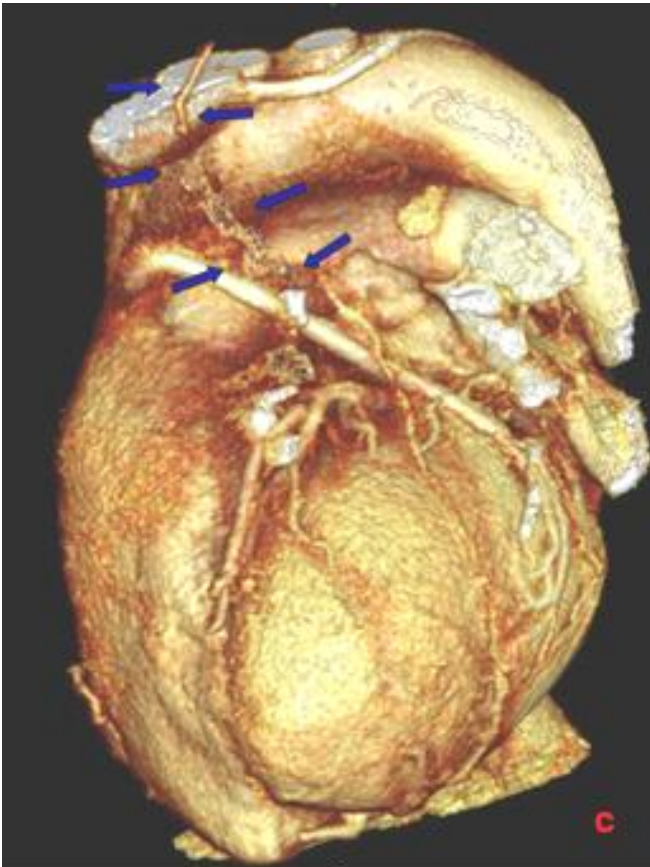
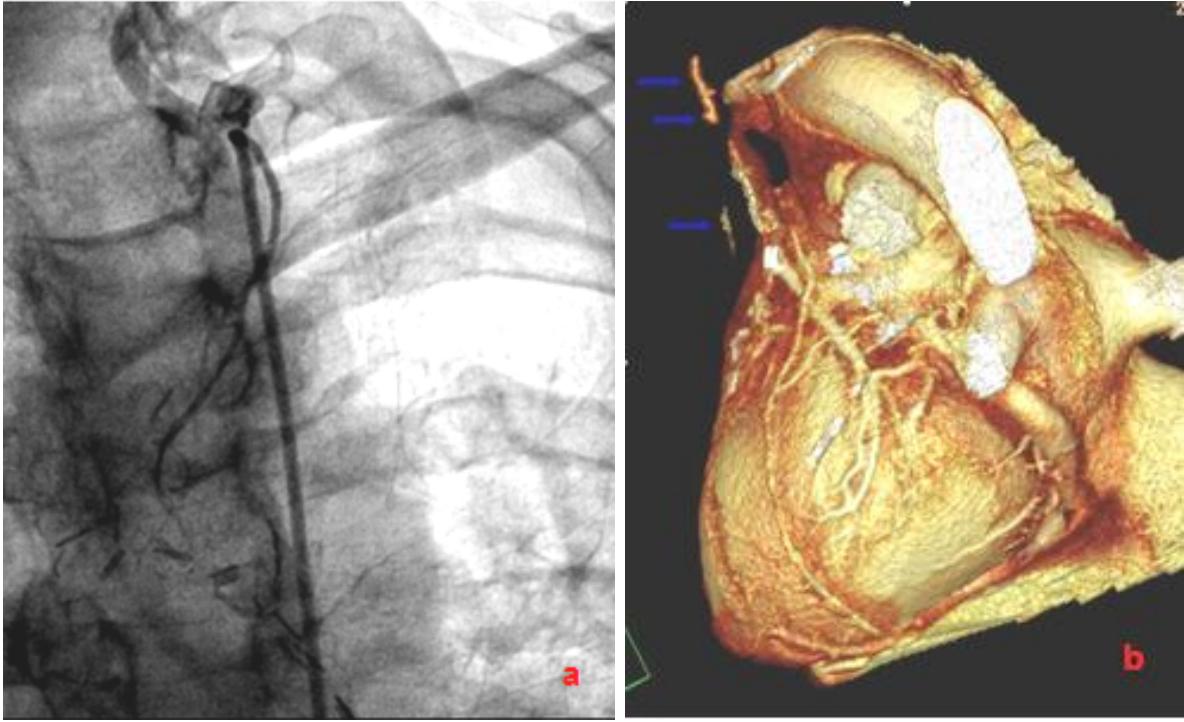


Şekil 22: Hastanın Ao-Diagonal-SVG'inde, distal anastomoz düzeyindeki yüksek dereceli darlık her iki inceleme ile de benzer şekilde tanımlanmıştır. En üst sıradaki iki görüntü kateter anjiyografik incelemeye aittir.



Şekil 23: Aynı hastanın LIMA grefti değerlendirildiğinde; katater anjiyografik incelemede(a) greft patent olarak belirtilmiş herhangi bir darlık tanımlanmamıştır. Kardiyak BT anjiyografi incelemesinde(b, c, d) ise distal anastomoz düzeyinde %50 darlık tanımlanmıştır.

**Olgu 7 :** 49 yaşında erkek hasta, 3 damar bypass greft operasyonu mevcut.

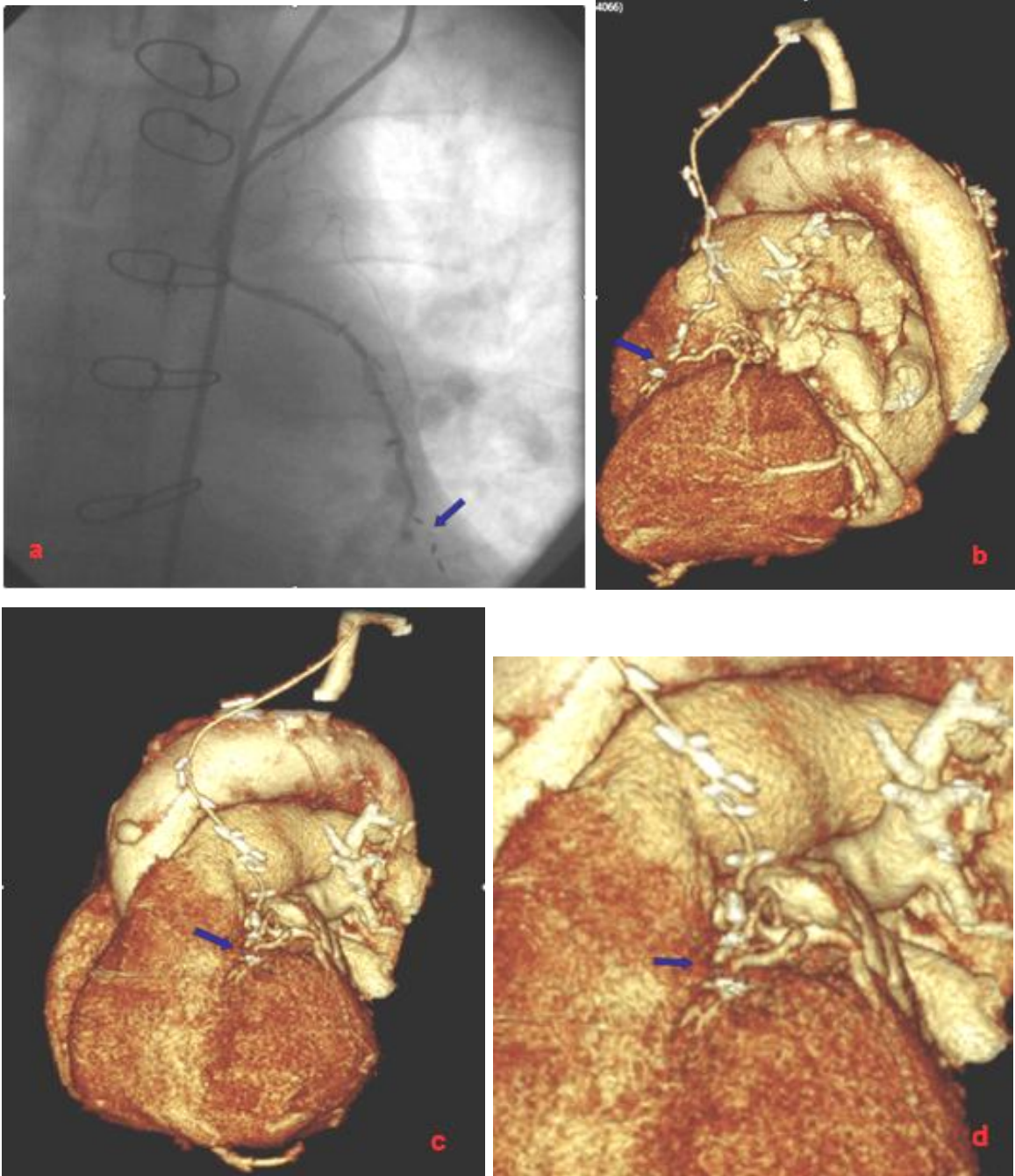


Şekil 24 : Oklüde LIMA grefte ait katater anjiyografik görüntü(a) sol üstte verilmiştir. Görüntüde metalik klipsler izlenmesine karşın LIMA proksimal-orta kesimde tamamen oklüde olup distal anastamoz ve nativ damarın dallarına ait görünüm mevcut değildir. BT incelemesinde(b, c), LIMA greft orijini kontrast maddenin sol koldan verilmesine ve takip eden SF uygulanmamasına bağlı izlenmemektedir. Ancak bu düzey sonrasında kısa bir segmentte kontrastlanan ve ardından tamamen oklüde olarak sadece trasesinin bir

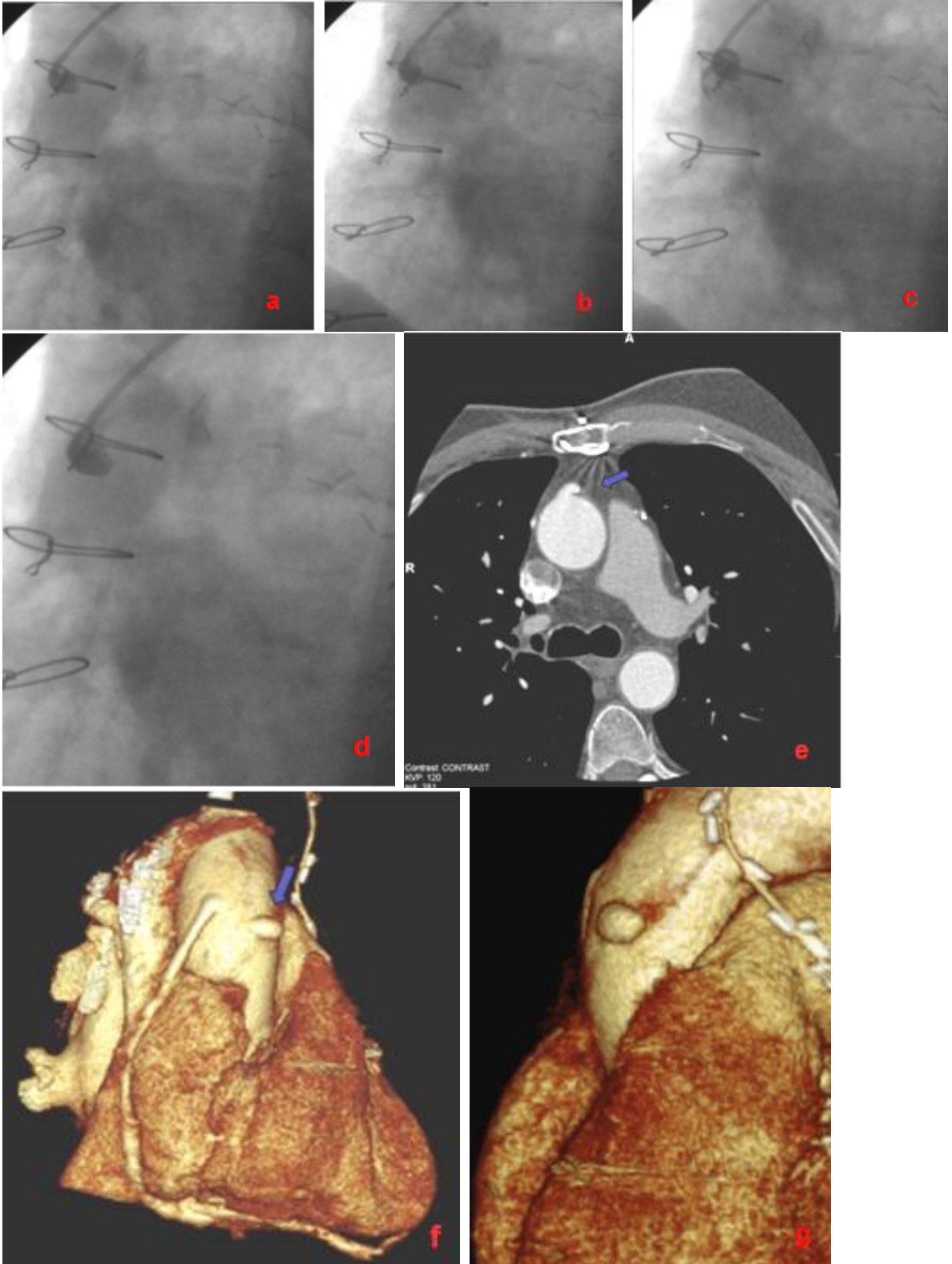
kısmı(oklar) seçilebilen LIMA grefte ait bulgular vardır.



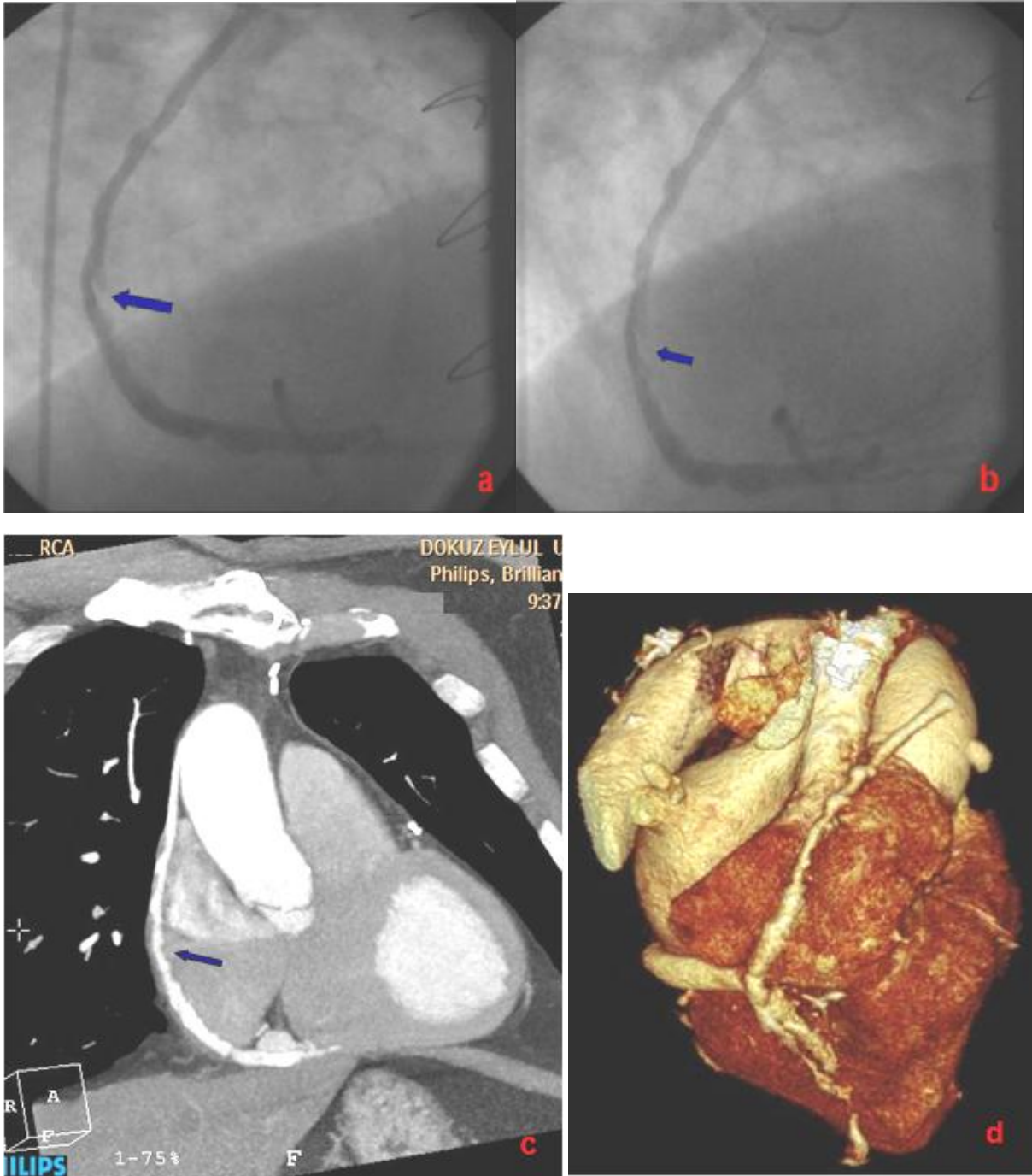
**Olgu 8** : 55 yaşında erkek hasta, 3 damar bypass greft operasyonu mevcut.



Şekil 25 : Katater anjiyografik incelemede(a), distal anastamoz düzeyinde oklüde olmuş LIMA grefte ait görünüm mevcuttur. Kardiyak BT anjiyografi incelemesinde(b, c, d), tüm trasesi boyunca LIMA greft ve çevresinde metalik klipsler izlenmektedir. Bununla birlikte sol alt köşede büyütülmüş resimde(d) greftin distal anastamozu düzeyinde oklüde olduğu nativ damar ile bağlantısının bulunmadığı görülmektedir.



Şekil 26 : Aynı olgunun oklüde Ao-OM-SVG greftine ait güdük izlenmektedir. İlk 4 görüntü(a, b, c, d) katater anjiyografiye, görüntü (e) kardiyak BT aksiyel kesitine, (f) ve (g) VR imajlara aittir.



Şekil 27 : Aynı olguya ait Ao-RCA-SVG görüntülerinde birçok düzeyde darlıklar izlenmektedir. Katater anjiyografi(a, b) ve MPR(c) görüntülerde ok işareti ile belirtilen düzey anlamlı darlık(%50 ve üzeri) olarak tanımlanmıştır.

## 7.TARTIŞMA

Koroner arter bypass cerrahisi(KABC), semptomları rahatlatmak ve beklenen hayat süresini uzatmak amacıyla gerçekleştirilmektedir. Uzayan yaşam süresi, bu operasyonların günlük hayatı kısıtlayan semptomların giderilmesinde önemli bir araç haline gelmesini sağlamıştır. Yapılan geniş çaplı çalışmalar KABC'nin göğüs ağrısı semptomunu geçirmede ve antianjinal tedaviye olan ihtiyacı azaltmadaki etkinliğinin perkütan translüminal koroner anjioplastiye oranla daha yüksek olduğunu göstermektedir(74).

Başlıca KABC endikasyonlarından bahsetmek gerekirse:

A)Asemptomatik ya da hafif derecede göğüs ağrısı olan hastalarda:

Sınıf I

- Anlamlı sol ana koroner arter darlığı
- Sol ana koroner eşdeğeri darlık(proksimal LAD ve proksimal LCX'de %70 ve üzeri darlık var ise)
- 3 damar hastalığı

Sınıf IIa

- 1 ya da 2 damar hastalığının eşlik ettiği proksimal LAD darlığı(bu durum noninvaziv testlerle kanıtlanmış yaygın iskemi bulgusu varsa ya da sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu %50'nin altında ise sınıf I halini alır)

Sınıf IIb

- Proksimal LAD'yi ilgilendirmeyen 1 ya da 2 damar hastalığı var ise(noninvaziv testlerle geniş "viable" miyokard alanı ve yüksek risk faktörlerinin varlığı saptanmış ise sınıf I halini alır)

B)Stabil anjinası bulunan hastalarda:

Sınıf I

- Anlamlı sol ana koroner arter darlığı
- Sol ana koroner eşdeğeri darlık(proksimal LAD ve proksimal LCX'de %70 ve üzeri darlık var ise)
- 3 damar hastalığı

- 2 damar hastalığının eşlik ettiği proksimal LAD darlığı var ve noninvaziv testlerle gösterilebilen iskemi bulgusu var ya da sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu %50'nin altında
- Proksimal LAD'de anlamlı darlığın olmadığı 1 ya da 2 damar hastalığı var ve noninvaziv testlerle geniş "viable" miyokard alanı ve yüksek risk faktörlerinin varlığı saptanmış
- Maksimum noninvaziv tedaviye rağmen kısıtlılık yaratan anjina var(anjina tipik değilse iskeminin objektif kanıtı bulunmalıdır)

#### Sınıf IIa

- 1 damar hastalığının eşlik ettiği proksimal LAD darlığı(bu durum noninvaziv testlerle kanıtlanmış yaygın iskemi bulgusu ya da sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu %50'nin altında ise sınıf I halini alır)
- Proksimal LAD'de anlamlı darlığın olmadığı 1 ya da 2 damar hastalığı olan ama noninvaziv testlerde gösterilebilen iskemi bulgusu ya da orta derecede "viable" miyokard alanı

#### Sınıf III(KABC önerilmez)

- Proksimal LAD'yi ilgilendirmeyen 1 ya da 2 damar hastalığı, ya da miyokard iskemisine benzemeyen hafif semptomları olan hastalar ya da uygun medikal tedavi almamış hastalar
- Sol ana koroner dışı damarlarda %60-70 gibi sınırdaki darlıkları olan ve non invaziv testlerde gösterilebilen iskemi bulgusu olmayan hastalar
- Anlamlı dereceye ulaşmayan(%50'den az çap daralması) koroner arter darlığı olan hastalar

Sınıf I terimi; bu gruptaki hastalara uygulanacak olan tedavinin faydalı, yararlı ve etkin olacağına dair kanıt varlığı ya da genel görüş birliği olduğunu ifade eder. Sınıf II terimi; bu gruptaki hastalara uygulanacak olan tedavinin etkinliği/faydası hakkında şüpheli kanıtlar ya da görüş ayrılıkları olduğunu belirtir. Sınıf IIa, kanıt ve görüşlerin tedavinin uygulanmasından yana olduğunu, Sınıf IIb ise tedavinin etkinliği/faydasına yönelik daha az kanıt ya da fikir birliği olduğunu belirtir. Sınıf III terimi; tedavi ya da prosedürün faydalı olmadığı hatta bazı durumlarda zararlı olabileceğine ait kanıt ya da fikir birliğinin varlığını ifade eder(74). Yukarıda

tanımlananların dışında bir çok spesifik klinik durum için KABC endikasyonları AHA kılavuzunda ayrıntılı olarak belirtilmiştir.

Koroner bypass operasyonu sonrasında ilk 1 yılda hastaların %24'ünde, 6 yıllık dönemde ise %40'ında anjina pectoris yakınması tekrar ortaya çıkmaktadır(10). Fitzgibbon ve arkadaşlarının verilerine göre operasyon sonrası 5 yıllık dönemde greftlerin %25'inin oklüde olduğu belirtilmiştir(56).

Venöz greftlerde erken greft oklüzyonu ilk planda operasyon sırasında gerçekleşen vasküler hasarlanmaya ikincil olarak gelişir(49). Daha sonraki aşamalarda ise greftin sistemik kan basıncına maruz kalmasına bağlı olarak gelişen damar duvar değişiklikleri oklüzyon için öncül sebep olabilir. Fitzgibbon ve arkadaşlarının koroner arter bypass greftler(%91 venöz ve %9 arteriyal) üzerine yaptığı geniş bir seri içeren çalışmada; perioperatif dönemde greftlerin %88'inde duvar hastalığı saptanırken, takip eden 1 yılda %81'inin patent kaldığı, 5 yıllık dönemde patensinin %75 düzeyinde olduğu ve 15 yıl ile daha uzun bir zaman diliminde ise patensinin %50 düzeyine düştüğü belirtilmiştir(56).

Goldman ve arkadaşları'nın(50) 2004 yılında yayınlanan, 10 yıllık dönemde, 1074 hastada safen ven greft patensisini ve 457 hastada LIMA greft patensisini katater anjiyografik olarak değerlendirdikleri çalışmada; postoperatif 1 haftalık patensi oranları safen ven greftleri için %95 ve LIMA greftler için ise %99 olarak belirtilmiştir. Aynı çalışmada 1. haftada patent olan safen greftler için 10 yıllık patensi şansı %68 ve LIMA greftler için ise %88 olarak bildirilmiştir.

Diğer yandan Motwani ve ark.(54) ile Loop ve arkadaşları(55) IMA greftlerin safen ven greftlerine olan üstünlüklerini azalmış postoperatif mortalite, kardiyak olay olmaksızın artmış sağkalım oranları ve uzun dönem patensi olarak belirtmiş olup 10 yıllık patensiyi %90 üzeri olarak bildirmişlerdir.

Bizim çalışmamızda katater anjiyografi incelemesi bulunan gruptaki hastaların greftleri değerlendirildiğinde; ilk beş yılındaki 13 arteriyal greftten 5'i oklüde(%38) ve 8'i patent (%62) olarak saptanmıştır. Yine ilk 5 yıldaki 20 venöz greftten 9'u oklüde(%45) ve 11'i ise patent(%55) olarak bulunmuştur. Çalışmamızdaki hedefler arasında yıllara göre greft patensisini değerlendirmek bulunmamaktadır. Ancak elimizdeki veri değerlendirildiğinde, arteriyal ve venöz greftlerdeki bu patensi oranları beklenenin tersine hem birbirine yakın, hemde yukarıda bahsettiğimiz çalışmalarda

tanımlanan yüzdeler ile kıyaslandığında oldukça düşüktür. Bu durum birkaç sebeple açıklanabilir; öncelikle ilk beş yılındaki greft sayımız az olup greftlerin yıllara göre dağılımı homojen değildir. Ayrıca çalışmamızdaki hasta grubu göğüs ağrısı ya da efor pozitifliği gibi bir takım klinik septomları ya da muayene bulguları sebebiyle kardiyak BT anjiyografiye yönlendirilmiş ve greft hastalığı olma olasılığı yüksek hastalardan oluşmaktadır.

Radiyal arteri koroner bypass greft olarak kullanma çabaları başlangıçta sık greft oklüzyonu gelişmesi sebebiyle oldukça güç olmuştur. Ancak son dönemlerde radiyal arterin nativ yerinden alınarak greft oluşturulmasında uygulanan yenilikler, gelişen cerrahi teknik ve greft spazmını önlemek için postoperatif dönemde kalsiyum kanal blokerlerinin kullanımı radiyal arteri de iyi alternatif koroner arter greftleri arasına sokmuştur. Motwani ve arkadaşlarının 1998'de(54), Possati ve ark.'nın 2003'de(107) yaptıkları çalışmalarda radiyal arter greftlerinin de IMA greftlerdekine benzer şekilde patensi oranlarına sahip oldukları ve patensinin postoperatif 12 haftalık dönemde %95.7 ve 10 yıllık dönemde ise %91.6 olduğu bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda greft olarak sadece 1 radiyal arter bulunmaktadır. Bu radiyal arter operasyon sonrası 4. yılında olup, bu aşamada patent olarak izlenmiştir. Ancak bu veriler radiyal arter patensisini tartışmak için yetersizdir.

Selektif katater anjiyografi koroner arter bypass greftlerin değerlendirilmesinde standart referans yöntem olarak kabul edilmesine rağmen, az da olsa ciddi major komplikasyon gelişme riski taşıyan invaziv bir metoddur(102). ÇKBT'de son yıllarda ortaya çıkan gelişmeler, koroner arter bypass greftlerin değerlendirilmesinde bu tetkikin katater anjiyografiye alternatif, minimal invaziv bir yöntem olduğunu göstermektedir. Dört ve 8 kesitli ilk jenerasyon cihazlar ile patensi değerlendirmesinde gelecek vadeden sonuçlar elde olunmuştur(108). Ancak, hareket artefaktları, cerrahi materyallerin varlığı ve ciddi kalsifikasyonlar gibi sebeplerle değerlendirilemeyen çok sayıda greftin olması bu jenerasyon cihazların kullanımını sınırlamıştır. Ropers ve ark.'nın 2001 yılında yayınlanan 4 kesit BT ile yaptıkları çalışmada(91), greftlerin %38'inin kötü görüntü kalitesi sebebiyle değerlendirilemez olduğu bildirilmiştir. 16 kesit sistemlerde değerlendirilemeyen greft oranı %26 düzeylerine gerilemiştir(7). 64 kesitli sistemlerin geliştirilmesi ile değerlendirilemeyen greft sayısı belirgin olarak düşmüş ve ÇKBT'nin greft hastalığını saptamadaki

duyarlılığı artmıştır. Ropers ve arkadaşlarının 2006 yılında 64 kesit BT ile yaptıkları(109) ve Feuchtner ve ark.'nın 2007'de yayınlanan yine 64 kesit BT ile yaptıkları çalışmalarında(2) bildirdikleri gibi, bizim çalışmamızda da hiçbir greft kötü görüntü kalitesi sebebiyle çalışma dışında bırakılmamıştır. Bununla birlikte Pache ve ark.'nın 64 kesit BT ile yaptıkları çalışmada(110) 96 greftin tümünde proksimal kesim ve greft gövdesi görüntülenebilirken 3 greftin distal anastomozu değerlendirilemez bulunmuştur. Bu 3 distal anastomozun değerlendirilemez bulunmasında sebep olarak metalik klips artefaktı belirtilmiştir.

64 kesit BT, koroner arter bypass greftlerin değerlendirilmesinde umut veren bir tekniktir. Greftlerin %16–23'ünün artefaktlar(hareket, metal gibi) sebebiyle değerlendirme dışı bırakıldığı 16 kesit BT ile yapılan önceki çalışmaların(7, 8) aksine, 64 kesit ile yapılan çalışmalarda artefaktlar gibi teknik sınırlılıklar sebebiyle değerlendirme dışı bırakılan greft olmamıştır(2). Greft görünürlüğündeki bu artış, 64 kesitli BT'nin daha yüksek temporal, spasiyal çözünürlüğü ve bazı cihazlardaki “z-axis uçan fokus” tekniğinin kullanımı ile açıklanmıştır(14).

Koroner bypass greftlerin değerlendirildiği çalışmalarda hasta yaşı ortalamaları genellikle 6.-7. dekadlardadır. Çalışmamızda ortalama hasta yaşı 62 olarak bulunmuş olup Martuscelli ve ark.'nın 2004 yılında, Burgsthaler ve ark.'nın 2006 yılında 16 dedektörlü cihazlar ile yaptıkları çalışmalardaki hasta yaş grupları ile benzerdir(108).

Feuchtner ve ark. 41 hasta üzerinde, 70 grefti değerlendirerek yaptıkları ve 2007 yılında AJR'de yayınlanan çalışmalarında(2), 64 kesitli BT'nin koroner arter bypass greftlerin %50 üzeri darlık ve oklüzyonunu saptamadaki duyarlılığını %85 ve seçiciliğini %95 olarak bulmuşlardır. Biz de bu çalışmada olduğu şekliyle %50 ve üzeri darlık gösteren ve oklüde greftleri bir arada değerlendirdik. Çalışmamızın hasta sayısı 33 olup, Feuchtner ve ark.'nın çalışmasındaki hasta sayısından az olmakla beraber değerlendirdiğimiz toplam greft sayısı(92 greft) daha fazladır. Ancak Feuchtner ve ark.'nın çalışmasında tüm greftler katater koroner anjiyografi sonuçları ile değerlendirilmiştir. Çalışmamızda ise katater koroner anjiyografi incelemesi bulunan sadece 48 greft vardır. Bununla birlikte biz duyarlılığı %95.4 ve seçiciliği %92.3 bulduk. Duyarlılığımız diğer çalışmaya göre daha yüksekti. Diğer yandan Ropers ve arkadaşları 2006 yılında Circulation'da yayınlanan 138 grefti



değerlendirdikleri çalışmalarında(109), %50 ve üzeri darlıkları saptamada 64 kesit BT'nin duyarlılığını %100 ve seçiciliğini ise %94 olarak belirtmişlerdir. Çalışmamızda bulunan duyarlılık ve seçicilik değerleri bu iki çalışmada belirtilen değerlerin arasında yer almaktadır. Bu iki çalışma ile birlikte bizim sonuçlarımızı değerlendirdiğimizde, çalışmalardaki greft sayısı arttıkça duyarlılığın yükseldiği görülmektedir. Ropers ve arkadaşlarının çalışmasında nativ koroner damarlarda ve bypass greftlerde stent bulunanlar çalışmadan çıkartılmıştır. Ayrıca Ropers ve arkadaşlarının çalışmasındaki hastaların %84'üne(50 hastanın 42'si) uzun dönem beta bloker verilmiştir. Buna ek olarak kalp ritmi dakikada 60 vurunun üzerinde olan hastalara işlemden 1 saat önce 100 mg atenolol oral olarak verilmiş ve gereklilik halinde ÇKBT çekiminden hemen önce 4 doza kadar 5 mg'lık metoprolol uygulanarak kalp ritmi dakikada 60 vurunun altında tutulmuştur. Bu uygulamalar kardiyak BT anjiyografi incelemesinde artefakt ve buna bağlı değerlendirme güçlüğü oluşma ihtimalini oldukça düşürmektedir. Biz stent bulunan greftleri çalışmadan çıkartmadık ve kalp hızı 70 vuru/dakika'nın altında olan hastalarda tetkiki gerçekleştirdik. Hasta grubumuzda maksimum 3 x 5 mg metoprolol IV olarak uygulanmıştır. Ayrıca hiçbir hastaya klinik takibini yapan kardiyoloji hekiminin tavsiye ettiği ve hastanın buna uygun şekilde kullandığı beta bloker dışında oral beta bloker ya da kalp ritmini düşüren başka bir oral ilaç uygulanmamıştır. Duyarlılık ve seçiciliğimizin Ropers ve ark.'nın sonuçlarına göre bir miktar daha düşük olması bu farklılıklar ile açıklanabilir.

Feuchtner ve ark.'nın bu çalışmasında(2) tüm hastalara katater koroner anjiyografi de uygulanmış olup, ÇKBT ile katater koroner anjiyografi arasında en fazla 2 hafta olduğu belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda katater koroner anjiyografi incelemesi bulunan hastalar için, iki inceleme arasındaki süre ortalama 44 gündü. Ancak ortalama sürenin yüksek olmasına neden olan 2 hasta(300 ve 252 gün) çıkarıldığında ortalama süre 14 gün olmaktadır. Kardiyak BT anjiyografi incelemesi ile katater koroner anjiyografi inceleme arasındaki süre 10 ay olan hastanın sadece 1 grefti mevcut olup her iki incelemede de oklüde olarak tanımlanmaktadır. Diğer hastanın ise 2 adet grefti mevcut olup her iki incelemede de patent olarak tanımlanmışlardır. Bu sebeple her iki hastada da incelemeler arasında göreceli uzun bir zaman dilimi bulunmasına rağmen bu durumun bias oluşturmadığını düşünmekteyiz.

Gregor Pache ve ark.'nın 2006 yılında yayınladıkları çalışmalarında(110), 2 venöz greftin katater anjiyografide atlandığı ve 1 arteriyal greftin ise değerlendirilemediği belirtilmiştir. Benzer şekilde çalışmamızda, ÇKBT ile patent olarak belirtilen bir aorta-diagonal safen venöz greft katater koroner anjiyografide görüntülenememiş ve yine ÇKBT de patent bulunan 1 LIMA greft ise kataterize edilememiştir. Bu greftler çalışmamızda istatistiksel verilere dahil edilmemiştir. Başka bir hastada katater koroner anjiyografide oklüde RCA güdüğü olarak raporlanan KKA görüntüleri kardiyak BT anjiyografi sonuçlarına göre tekrar değerlendirildi. Kardiyoloji hekimi ile beraber KKA ve BT görüntüleri tekrar incelendiğinde hastanın patent olan bir greftinin, aortaya yapılan anastamoz sahasındaki geniş bir alandan çıktığı ve bu görünümün hatalı değerlendirmeye neden olduğu sonucuna varıldı. Böyle olgularda kardiyak BT anjiyografi, greftleri komşu anatomik yapılarla birlikte bir bütün olarak değerlendirebilme avantajı ile sadece lüminal görüntüleme olanağı sağlayan ve komşu yapıları değerlendirmede güçlüklerin bulunduğu katater koroner anjiyografiye üstünlük sağlamaktadır. Ayrıca karmaşık greft anatomisinin bulunduğu durumlarda, kardiyak BT ile elde edilen bilgiler greft değerlendirmesinin yanında, ardından yapılacak katater koroner anjiyografi incelemesinde kardiyoloğa yol gösterici bir harita özelliği taşımaktadır(110). Böylece katater anjiyoplasti daha kısa zamanda, daha az kontrast kullanılarak ve hasta dozu azaltılarak yapılabilmektedir. Malagutti ve arkadaşları(111) çalışmalarında, hastanın geçirdiği cerrahiye ait yeterli bilgi olmadığında, önceden yapılacak kardiyak BT anjiyografinin uygulanan greftleri ve distal anastamozları saptayarak katater anjiyografiye yol gösterebileceğini belirtmişlerdir. Gregor Pache ve ark.'nın çalışmasında, bizimkine yakın sayılarda, 31 hastada 96 greft değerlendirilmiş ve duyarlılık %97.8, seçicilik %89.3, pozitif öngörü değeri %90 ve negatif öngörü değeri %97.7 olarak bulunmuştur. Yine aynı çalışmada 7 segmental greft mevcut olup bu greftler de diğerleri gibi patensi ve oklüzyon yönünden rutin olarak değerlendirilmiştir. Çalışmamızda bir adet segmental greft mevcut olup, bu greft değerlendirmeye dahil edilmedi.

Patrizia Malagutti ve arkadaşlarının 2007 yılında yayınlanan 64 kesit BT ile yaptıkları çalışmalarında(111), greftleri segment-segment değerlendirmişler ve 109 greftin 182 segmentini incelemişlerdir. ÇKBT'nin greft hastalığını saptamadaki duyarlılığını %99 ve seçiciliğini %96 olarak bulmuşlardır.

Ha ve arkadaşları çalışmalarında(112), sağ koroner artere yapılan greftlerin oklüzyonunu saptamanın diğerlerine oranla daha zor olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde bizde de katater anjiyografiye göre yalancı patent ya da yalancı oklüde olarak değerlendirilen 3 greftten 2'si RCA grefti idi.

Enzweiler ve arkadaşları'nın(113) oklüde venöz bypass greftde oklüzyonun akut veya kronik olduğunu belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmada, oklüzyonun yaşı ile greft çapı arasında ilişki bulmuşlardır. Akut oklüzyonlarda ortalama greft çapı kronik oklüzyonlara oranla belirgin olarak geniş bulunmuştur. Akut oklüzyon grubunda sınır değer 4.5 mm iken kronik oklüzyon grubunda sınır değer 1 mm olarak belirtilmiştir. Çalışmamızın hedefleri arasında bu ayırım yer almamakta olup buna yönelik veri toplanmamıştır. Ancak kardiyak BT de uzanım hattı seçilebilen ve katater anjiyografi ile oklüde olduğu komfirme edilen 6 adet oklüde venöz greftten 3'ünün çapı diğerlerine oranla belirgin geniş izlenmiş olup 5 mm'nin üzerinde ölçülmüştür.

Koroner arter bypass greftli hastalarda tekrar koroner arter bypass cerrahisi(KABC) uygulama endikasyonları şunlardır:

#### Sınıf I

- Hastanın maksimum/optimum cerrahi dışı tedaviye rağmen maluliyet yaratan göğüs ağrısı(eğer anjina tipik değilse iskeminin objektif kanıtı elde olunmalıdır)
- Patent greft bulunmuyor ve nativ koroner arterler için geçerli olan sınıf I cerrahi endikasyon varsa(anlamli sol ana koroner/sol ana koroner eşdeğeri damar darlığı ya da 3 damar hastalığı)

#### Sınıf IIa

- Tehdid altında bulunan geniş miyokardiyum ve noninvaziv testlerde tanımlanmış bypass yapılabilecek distal damar varlığı
- LAD'ye ya da geniş bir miyokard alanına kan sağlayan venöz greftte %50'den fazla darlık yaratan aterosklerotik değişiklikler(74, 114, 115).

Geçirilmiş KABC bulunan hastaların re-operasyon sonrası mortalitesi üç kat daha fazladır. Bu sebeple yukarıda da özetlendiği gibi hastanın maksimum medikal tedaviden yarar görmeyen ve hayatını kısıtlayan göğüs ağrısı bulunması koşulu aranmaktadır. Ya da potansiyel olarak hayatı tehdit edecek düzeyde geniş bir

miyokard alanının risk altında olduğu objektif olarak noninvaziv testler ile ortaya konmalıdır. Re-operasyon için aranan diğer bir koşul ise LAD'yi ya da miyokardiumda geniş bir anatomik alanı besleyen ve en az 5 yaşındaki bir venöz greftte %50 ve üzeri darlık olmasıdır.

Geçirilmiş KABC bulunan hastalarda nativ damarların darlığını ya da ven greftlerin erken dönem darlıklarını tedavi etmede perkütan yöntemler etkili gözükmemektedir. Bununla birlikte venöz greftlerdeki geç dönem aterosklerotik darlıkların tedavisinde perkütan teknikler daha az başarılı bulunmuştur. LAD'ye anastomozlaştırılmış fonksiyonel bir IMA greft varlığında, ancak kalbin diğer alanlarında tekrarlayan iskemi görülüyor ise, bu greftin kaybı reoperasyon gerektirir. Ancak bu reoperasyon hastanın uzun dönem tedavi süreci açısından negatif bir risk faktörü olarak kabul edilir(74).

Bizim çalışmamızda katater koroner anjiyografi incelemesi bulunmayan 15 hastanın 44 grefti klinik takip sonucuna göre değerlendirilmiştir. Katater anjiyografi ile korelasyonu bulunmayan 14 LIMA greftten 2'si oklüde biri ileri stenotik olarak saptanmıştır. Bu 3 hastadan birinde RCA, LCX ve Diagonal arterlere anastomoz edilmiş ve patent olarak izlenen 3 greft, diğerinde Diagonal artere çekilmiş patent olarak izlenen bir greft ve sonucunda da Obtuz marjinal artere çekilmiş patent olarak izlenen bir greft bulunmaktaydı. Bu sebeple, yukarıdaki kriterleri karşılamadıkları için hastalar hakkında klinik takip kararı alındığı düşünülmüştür. Katater koroner anjiyografi incelemesi bulunmayan hastalarımızın tümünde en az bir patent greft bulunmaktaydı. Çalışmamızda klinik olarak takip edilen 15 hastanın toplam 9 grefti kardiyak BT anjiyografide oklüde ya da ileri stenotik olarak izlenmişti. Ancak bu 9 greft, hastaların katater anjiyografi korelasyonu bulunmayıp klinik takip ile değerlendirilmesi sebebiyle istatistiksel incelemede patent olarak kabul edildi. Bu sebeple toplam grubun istatistiksel incelemesi sonucunda seçicilik ve pozitif öngörü değerleri katater anjiyografi uygulanan gruba oranla düşük bulunmuştur.

Mannacio ve arkadaşları(116) 2009 yılında Texas Heart Institute Journal'da yayınlanan ve 64 kesitli BT ile yaptıkları çalışmada, tüp voltajını 120 kV ve tüp akımını 500 mA olarak belirlemişlerdir. Operasyondan sonra 4-6 aylık dönemde şikayeti olmayan 25 hastanın toplam 73 greftini incelemişlerdir. İki greft değerlendirme güçlüğü sebebiyle çalışma dışı bırakılmıştır. Değerlendirilen 71 greftin

70'i patent olarak saptanmıştır. Çalışmalarında ÇKBT bulgularının katater koroner anjiyografi ile korelasyonu bulunmamaktadır. Erken greft işlev bozukluğunu değerlendirmek için postoperatif dönemdeki klinik gidişat, kardiyak spesifik biyobelirteçler ve hemodinamik inceleme sonuçlarını incelemiştir. Bu veriler ışığında bypass greft stenoz ve oklüzyonunu saptamadaki duyarlılık ve seçiciliklerinin, "The American Heart Association Committee"nin 2008 yılında Circulation'da yayınlanan bilimsel bildirgesinde belirtilen ile benzer(sırasıyla %93 ve %96) olduğunu söylemişlerdir. 2009 yılında yapılmış olan güncel bu çalışmada ÇKBT verilerinin doğrulanması için katater anjiyografik inceleme uygulanmamış olması, birçok çalışma ile 64 kesit BT'nin koroner bypass greft patensisini saptamadaki yüksek doğruluğunun kanıtlanmış olmasına bağlanabilir.

Hosseinali Bassri ve ark.'nın 2009 yılında yayınlanan(117) 16 kesit BT ile operasyon sonrası ilk haftadaki 366 grefti(250 venöz, 116 arterial) değerlendirdikleri geniş bir seride, arteriyal greftlerin %95'ini ve venöz greftlerin %89.6'sını patent olarak bulmuşlardır. 116 arterial greftin 110'u LIMA, 4'ü RA ve 2'si RIMA grefti olarak belirtilmiştir. Patensi oranlarının greftlere göre dağılımı ise LIMA greftler için %97.3, RA greftler için %50 ve RIMA greftler için ise %50 olarak belirtilmiştir. Bu çalışmada da yukarıda belirttiğimiz gibi katater koroner anjiyografi ile korelasyon bulunmamaktadır. 16 kesit BT ile yapılmasına karşın ortalama kalp ritmi 63 vuru/dakika düzeylerinde tutulmuş ve 366 greftten oluşan oldukça geniş bir seri değerlendirilmiştir.

Koroner bypass greft değerlendirmesiyle ilgili bir çok yayın, ÇKBT ile greft stenozunu değerlendirmede en önemli limitasyonların solunumsal ve kardiyak hareketler olduğunu belirtmiştir(7, 118). 16 kesit BT'lerin kullanıma girmesi ile gantri rotasyon süresi ve hastanın nefes tutma süresi kısalmış, görüntü kalitesi artmıştır(110). Ancak bu sistemlerde de optimum performansı alabilmek için kalp hızının 70 vuru/dakika'nın altında olması gerekliliği mevcuttu. Yine bu sistemlerde distal anastamozları ve non oklüziv greftleri değerlendirme yetersizliği bulunmaktaydı(7). 64 kesit cihazların gelişimi ile görüntü kalitesi artmış, hastanın nefes tutma süresi daha da kısalmış, buna bağlı olarak greftlerin ve distal anastamozların değerlendirilebilirliği artmıştır(16,17).

Bizim çalışmamızda artefaktlar sebebiyle değerlendirme dışında bırakılan greft mevcut değildi. Çalışmamızın en büyük limitasyonu katater koroner anjiyografik olarak korelasyonu bulunmayan 15 hasta(44 greft)'nin klinik takip sonuçlarına göre değerlendirilmesidir. Ancak yukarıda da belirttiğimiz gibi, yüksek duyarlılık ve seçicilik oranlarına sahip olması sebebiyle, 64 kesit BT ile son dönemde yapılan bazı çalışmalarda katater anjiyografi korelasyonu bulunmamaktadır. Katater anjiyografi korelasyonu bulunmayan hasta grubumuz için klinik takip kararı, AHA ve ACC kılavuzlarında açıklanan veriler ışığında kardiyoloji hekimleri tarafından alınmıştır.

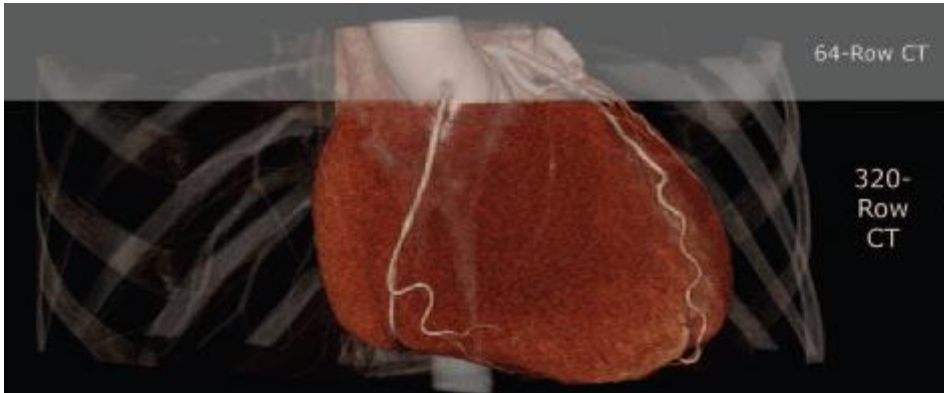
Diğer bir limitasyonumuz çalışmamızın retrospektif olarak gerçekleştirilmiş olmasıdır. Bu sebeple standart çekim parametresi ve tetkik kalitesi oluşturulamamıştır. 64 kesit BT ile kardiyak inceleme deneyimimizin başladığı ilk aylarda beta bloker kullanımı standardize edilememiştir. Bypass grefti bulunan bazı hastalara hiç beta bloker uygulanmadığı görülmüştür. Ancak genellikle kalp hızı 75 vuru/dakika düzeyinde ve altında tutulmaya çalışılmıştır. Son dönemde gerçekleştirilen incelemelerde ise kalp hızı uygun düzeye(<70 vuru) inene kadar beta bloker uygulanmış, ancak 3 x 5 mg(toplamda 15 mg) IV doz aşılmamıştır. 64 kesit teknolojisinde artmış temporal ve spasiyal çözünürlük bulunmasına rağmen beta bloker kullanımı hala gerekli görülmektedir(119). Yine başlangıçta teknisyenlerin deneyimlerinin yetersiz olması sonucunda istenilen tüm yüzdesel fazların elde edilememesi ya da elde edilen tüm verilerin sistemde tutulmamasına bağlı eksiklikler oluşmuştur. Bu sebeple bazı hastaların tek faz görüntüleri ile ve rapor sonuçları dikkate alınarak değerlendirilmesi gerekmiştir.

Yine çalışmamızın retrospektif tarama yöntemi ile gerçekleştirilmiş olmasına ve bazı hasta verilerindeki eksikliklere bağlı olarak radyasyon dozu hesaplaması yapılamamıştır. Hastalarımızdan sadece birkaçında doz hesabı yapmamızı sağlayabilecek veri sistemimizde mevcuttu ve bu hastalar için hesaplanan doz değerleri 64 kesit cihazlar için literatürde belirtilen rakamlara yakın bulundu.

Diğer bir önemli limitasyonumuz ise toplam greft sayımızın özellikle de katater anjiyografi korelasyonu olan greft sayımızın az oluşuydu. Literatürde Meyer ve arkadaşlarının(120) 2007 yılında yayınlanan ve 138 hastada 406 grefti değerlendirdikleri çalışmaları gibi geniş seriler bulunmaktadır.

Bilgisayarlı tomografi teknolojisi son yıllarda hızlı bir gelişim göstermiştir. 2006 yılında çift tüplü 64-kesitli, 2007 yılında 256-kesitli ve 2008 yılında 320-kesitli BT cihazları klinik kullanıma girmiştir(18, 19 ,20 ,21 ,100). Bu gelişmeler sonucunda bir ya da birkaç kalp atımı ile kardiyak görüntüleme imkanı ortaya çıkmıştır.

Marc Dewey ve arkadaşlarının 2009 yılında yayınlanan, 320 kesit BT ile yaptıkları çalışmalarında(105), 30 hastanın koroner arterleri değerlendirilmiş ve hastalara aynı gün içerisinde katater koroner anjiyografi incelemesi uygulanmıştır. Bu çalışmada 320 kesit BT'nin duyarlılığı %100 seçiciliği ise % 94 olarak belirtilmiştir. BT ile KKA dozları ve işlem sırasında kullanılan kontrast madde miktarları da karşılaştırılmıştır. 320 kesit BT'deki ortalama efektif radyasyon dozu 4.2 mSv, KKA'daki ortalama doz 8.5 mSv, olarak hesaplanırken, BT'de kullanılan ortalama kontrast miktarı 80 ml ve KKA'de ortalama 111 ml olarak bulunmuştur. Çalışmada hastaların %87'sinin gelecekte tekrar koroner damarların incelenmesi gerekse BT'yi tercih edecekleri hasta görüşü olarak vurgulanmıştır.



**Şekil 28:** 64 ve 320 kesit BT'nin z aksında kapsadıkları alanı gösteren bir şekil. 320 kesit BT tüm kalbi kapsamakta(z aksında 16 cm) olup masa hareketine gerek olmadan(pitch: 0) çekim yapılabilmektedir(105).

Konvansiyonel koroner anjiyografi sırasında terapötik girişimsel işlemlerin yapılabilmesi mümkün olduğu halde, S. Windecker ve arkadaşlarının çalışması gerçekleştirilen konvansiyonel koroner anjiyografi tetkiklerinin yaklaşık %40'ında herhangi bir terapötik girişimsel ya da cerrahi prosedürün yapılmadığını, tetkiklerin sadece koroner arter hastalığı varlığının saptanması amacıyla uygulandığını

göstermektedir(121). Bu durumda yukarıda bahsedilen yenilikler de göz önüne alınırsa yakın gelecekte sadece tanısal amaçlı katater görüntülemenin belki de hiç uygulanmayacağını düşünmek yanlış olmaz.

## **8. SONUÇ**

Koroner bypass operasyonu sonrasında greftlerin görüntülenmesinde 64 kesit kardiyak BT incelemesi yüksek negatif öngörü değerine sahip, non invaziv bir yöntemdir. Çalışmamızda Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi'nde incelemeleri yapılan hasta grubunda, bypass patensisini saptamada 64 kesit BT ile kardiyak koroner anjiyografi tetkikinin, literatür ile uyumlu şekilde, yüksek duyarlılık ve seçicilik oranlarına sahip olduğu gösterilmiştir.

Sonuç olarak bu yöntemin, bypass greftlerin değerlendirilmesinde günümüzde hâlâ altın standart kabul edilen katater anjiyografiye güçlü bir alternatif olduğunu düşünmekteyiz.



## 9.KAYNAKLAR

1. Budoff M, Shinbane J. Cardiac CT imaging – Diagnosis of cardiovascular disease. 1<sup>st</sup> ed. Springer-Verlag London, 2006; 55-57,135-178.
2. Feuchtner GM, Schachner T, Bonatti J, Friedrich GJ, Soegner P, Klauser A, Neden D. Diagnostic performance of 64-slice computed tomography in evaluation of coronary artery bypass grafts. AJR 2007 ; 189:574–580.
3. Vedat AYTEKİN ve ark. Türk kardioloji derneği girişimsel kardiolojide yetkinlik kılavuzu. Türk kardiol dern arş 2005; 33:0-0 URL: [http://www.tkd.org.tr/kilavuz/girisimsel\\_kilavuz.htm](http://www.tkd.org.tr/kilavuz/girisimsel_kilavuz.htm) .
4. Scanlon PJ, Faxon DP, Audet AM, Carabello B, Dehmer GJ, Eagle KA ve ark. ACC/AHA guidelines for coronary angiography. A report of the American College of Cardiology/ American Heart Association Task Force on practice guidelines (Committee on Coronary Angiography). Developed in collaboration with the Society for Cardiac Angiography and Interventions. J Am Coll Cardiol 1999;33(6):1756-824.
5. Wyman RM, Safian RD, Portway V, Skillman JJ, McKay RG, Baim DS. Current complications of diagnostic and therapeutic cardiac catheterization. J Am Coll Cardiol 1988;12(6): 1400-6.
6. Fine JJ, Hopkins CB, Ruff N, Newton FC. Comparison of accuracy of 64-slice cardiovascular computed tomography with coronary angiography in patients with suspected coronary artery disease. Am J Cardiol 2006;97(2):173-4.
7. Schlosser T, Konorza T, Hunold P, Kuhl H, Schmermund A, Barkhausen J. Non-invasive visualization of coronary artery bypass grafts using 16-detector row computed tomography. J Am Coll Cardiol 2004;15: 1224–1229.
8. Martuscelli E, Romagnoli A, D’Eliseo A, Tomassini M, Razzini C, Sperandio M, Simonetti G, Romeo F, Mehta J. Evaluation of venous and arterial conduit patency by 16-slice spiral computed tomography. Circulation. 2004;110:3234–3238.
9. Chiurlia E, Menozzi M, Ratti C, Romagnoli R, Modena MG. Follow-up of coronary artery bypass graft patency by multislice computed tomography. Am J Cardiol 2005; 95:1094–1097.
10. Nieman K, Pattynama PMT, Rensing BJ, Van Geuns RJM, Feyter PJ. Evaluation of patients after coronary artery bypass surgery: CT angiographic assessment of grafts and coronary arteries. Radiology 2003; 229:749–756.

11. Schachner T, Feuchtner G, Bonatti J ve ark. Evaluation of robotic coronary surgery with intraoperative graft angiography and postoperative multislice computed tomography. *Ann Thorac Surg* 2007; 83:1361–1367.
12. Desjardins B, Kazerooni EA. ECG-gated cardiac CT. *AJR* 2004;182:993–1010.
13. Karabulut N. Çok kesitli bilgisayarlı tomografi koroner anjiyografi: Genel ilkeler, teknik ve klinik uygulamalar. *Anadolu Kardiyol Derg* 2008; 8: Özel Sayı 1; 29-37.
14. Flohr T, Stierstorfer K, Raupach R ve ark. Performance evaluation of a 64-slice CT system with z-flying focal spot. *Rofo* 2004; 176:1803–1810.
15. Flohr T, Bruder H, Stierstorfer K ve ark. New technical developments in multislice CT. Part 2. Submillimeter 16-slice scanning and increased gantry rotation speed for cardiac imaging. *Rofo* 2002; 174:1023–1027.
16. Mollet N, Cademartiri F, Miegheem C ve ark. Highresolution spiral computed tomography coronary angiography in patients referred for diagnostic conventional coronary angiography. *Circulation* 2005; 112:2318–2323.
17. Raff GL, Gallagher MJ, O'Neill WW ve ark. Diagnostic accuracy of noninvasive coronary angiography using 64-slice spiral computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 2005; 46:552–557.
18. Hu H, He HD, Foley WD, Fox SH. Four multidetector-row helical CT: image quality and volume coverage speed. *Radiology* 2000; 215: 55-62.
19. 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.
20. Hamon M, Morello R, Riddell JW, Hamon M. Coronary arteries: diagnostic performance of 16- versus 64-section spiral CT compared with invasive coronary angiography-meta-analysis. *Radiology* 2007; 245: 720-31.
21. Dewey M, Zimmermann E, Laule M, Rutsch W, Hamm B. Threevessel coronary artery disease examined with 320-slice computed tomography coronary angiography. *Eur Heart J* 2008.
22. Pons-Lladó G, Leta-Petracca R. Atlas of Non-Invasive Coronary Angiography by Multidetector Computed Tomography. Springer Science+Business Media, LLC, 2006; 15-41, 100-110.

23. Gray H, Bannister LH, Berry MM, Williams PL. *Gray's Anatomy*, 38th ed. New York: Churchill Livingstone, 1995.
24. Petit M, Reig J, *Arterias Coronarias: Aspectos Anatomico-clínicos*, 1st ed. Barcelona: Masson Salvat, 1993.
25. Reig, J. Anatomical variations of the coronary arteries: I. The most frequent variations. *Eur J Anat*, 2003, 7 (Suppl 1), 29–41.
26. Mohlenkamp S ve ark. Update on myocardial bridging. *Circulation*, 2002, 106, 2616–22.
27. Pavone P, Fioranelli M, Dowe DA. *CT Evaluation of Coronary Artery Disease*. Springer-Verlag Italia, 2009; 1-1.
28. Perlmutter LM, Jay ME, Levin DC. Variations in the blood supply of the left ventricular apex. *Invest Radiol*, 1983, 18, 138–40.
29. Abbara S, Walker TG, Imbesi SG, Perry P. Ng, Roberts A. *Diagnostic Imaging- Cardiovascular*. Amirsys Inc. Utah. First edition. 2008; 16 2-16 3.
30. Kim SY, Seo JB, Do KH, Heo JN, Lee JS, Song JW, Choe YH, Kim TH, Yong HS, Choi S, Song KS, Lim TH. Coronary artery anomalies: Classification and ECG-gated Multi-Detector Row CT findings with angiographic correlation. *RadioGraphics* 2006; 26:317–334.
31. Kragel AH, Roberts WC. Anomalous origin of either the right or left main coronary artery from the aorta with subsequent coursing between aorta and pulmonary trunk: Analysis of 32 necropsy cases. *Am J Cardiol*, 1988, 62, 771-7.
32. Libberthson RR, Dinsmore RE, Fallon JT. Aberrant coronary artery origin from the aorta: Report of 18 patients, review of literature and delineation of natural history and management. *Circulation*, 1979, 59, 748–54.
33. Braunwald E, Zipes DP, Libby P. *Heart Disease: a textbook of cardiovascular Medicine*, 6th ed. Philadelphia: WB Saunders, 2001.
34. Kimbiris D ve ark. Anomalous aortic origin of coronary arteries. *Circulation*, 1978, 58, 606–15.
35. Schoepf UJ. *CT of the heart*. New Jersey: Humana Press, 2005.
36. Tyrrell MJ ve ark. Anomalous left coronary artery from the pulmonary artery: effect of coronary anatomy on clinical course. *Angiology*, 1987, 38, 833–40.

37. Pfannschmidt J, Ruskowski H, Vivie ER. Bland-White-Garland syndrome. Clinical aspects, diagnosis, therapy. *Klin Padiatr*, 1992, 204, 328–34.
38. URL: <http://www.radiologyassistant.nl>
39. Reul RM, Cooley DA, Hallman GL, Reul GJ. Surgical treatment of coronary artery anomalies report of a 37.5- year experience at the Texas Heart Institute. *Tex Heart Inst J* 2002; 29: 299-307.
40. Okur A, Kantarcı M. MDBT Koroner Anjiyografi. *Aktif yayınevi* 2006; 63-89.
41. Gil-Jaurena JM. Patología del corazón izquierdo. Anomalías coronarias (aspectos quirúrgicos). *Anales de Cirugía Cardíaca y Vascul*, 2003, 9, 194–6.
42. Kirklin JW, Barratt-Boyes BG. Congenital anomalies of the coronary arteries in *Cardiac Surgery*, 2nd ed. New York: Churchill Livingstone, 1992.
43. Topaz O ve ark. Anomalous coronary arteries: angiographic findings in 80 patients. *Int J Cardiol*, 1992, 34, 129–38.
44. Deibler AR ve ark. Imaging of congenital coronary anomalies with multislice computed tomography. *Mayo Clin Proc*, 2004, 79, 1017–23.
45. Van Ooijen PM ve ark. Detection, visualization and evaluation of anomalous coronary anatomy on 16-slice multidetector-row CT. *Eur Radiol*, 2004, 14, 2163–71.
46. Schmid M ve ark. Visualization of coronary artery anomalies by contrast-enhanced multi-detector row spiral computed tomography. *Int J Cardiol*, 2005 (article in press) doi: 00.1016/j.ijcard. 2005.08.027.
47. Memisoglu E ve ark. Congenital coronary anomalies in adults: comparison of anatomic course visualization by catheter angiography and electron beam CT. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2005, 66, 34–42.
48. Brotons C. Anomalías coronarias en edad pediátrica. *Anales de Cirugía Cardíaca y Vascul*, 2003, 9, 190–2.
49. Frazier AA, Qureshi F, Read KM, Gilkeson RC, Poston RS, White CS. Coronary artery bypass grafts: Assessment with multidetector CT in the early and late postoperative settings. *RadioGraphics* 2005; 25:881–896.

50. Goldman S, Zadina K, Moritz T, Ovitt T, Sethi G, Copeland JG, Thottapurathu L, Krasnicka B, Ellis N, Anderson RJ, Henderson W, for the VA Cooperative Study Group: Long-term patency of saphenous vein and left internal mammary artery grafts after coronary artery bypass surgery: results from a Department of Veterans Affairs Cooperative Study. *J Am Coll Cardiol* 2004; 44:2149-56.
51. Schwartz L, Kip KE, Frye RL, Alderman EL, Schaff HV, Detre KM; Bypass Angioplasty Revascularization Investigation. Coronary bypass graft patency in patients with diabetes in the Bypass Angioplasty Revascularization Investigation (BARI). *Circulation* 2002; 106:2652-2658
52. Marano R, Storto ML, Merlino B, Maddestra N, Giammarco GD, Bonomo L. A pictorial review of coronary artery bypass grafts at multidetector row CT. *Chest* 2005; 127:1371-1377.
53. Enzweiler CN, Kivelitz DE, Wiese TH ve ark. Coronary artery bypass grafts: improved electron-beam tomography by prolonging breath holds with preoxygenation. *Radiology* 2000; 217:278–283; 1998; 97:916–931.
54. Motwani JG, Topol EJ. Aortocoronary saphenous vein graft disease: pathogenesis, predisposition, and prevention. *Circulation* 1998; 97:916–931.
55. Loop F, Lytle B, Cosgrove D ve ark. Influence of the internal mammary artery graft on 10-year survival and other cardiac events. *N Engl J Med* 1986; 314:1–6.
56. Fitzgibbon GM, Kafka HP, Leach AJ, Keon WJ, Hooper GD, Burton JR. Coronary bypass graft fate and patient outcome: angiographic follow-up of 5,065 grafts related to survival and reoperation in 1,388 patients during 25 years. *J Am Coll Cardiol* 1996; 28:616–626.
57. Ricci M, Karamanoukian L, D’Ancona G ve ark. Reoperative “off-pump” circumflex revascularization via left thoracotomy: how to prevent graft kinking. *Ann Thorac Surg* 2000; 70:309–310.
58. Traverse JH, Mooney MR, Pedersen WR ve ark. Clinical, angiographic, and interventional follow-up of patients with aortic-saphenous vein graft connectors. *Circulation* 2003; 108:452–456.
59. Locker C, Mohr R, Paz Y ve ark. Pretreatment with alpha- adrenergic blockers for prevention of radial artery spasm. *Ann Thorac Surg* 2002; 74:1368–1370.
60. Conant AR, Shackcloth MJ, Oo AY, Chester MR, Simpson AW, Dihmis WC. Phenoxybenzamine treatment is insufficient to prevent spasm in the radial artery: the effect of other vasodilators. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 126:448–454.

61. Myers MG, Fremes SE. Prevention of radial artery graft spasm: a survey of Canadian surgical centres. *Can J Cardiol* 2003; 19:677–681.
62. Pepi M, Muratori M, Barbier P ve ark. Pericardial effusion after cardiac surgery: incidence, site, size, and haemodynamic consequences. *Br Heart J* 1994; 72:327–331.
63. Meurin P, Weber H, Renaud N, et al. Evolution of the postoperative pericardial effusion after day 15: the problem of the late tamponade. *Chest* 2004; 125: 2182–2187.
64. Vargas F, Cukier A, Hueb W ve ark. Relationship between pleural effusion and pericardial involvement after myocardial revascularization. *Chest* 1994; 105: 1748–1752.
65. Hurlbut D, Myers ML, Lefcoe M ve ark. Pleuropulmonary morbidity: internal thoracic artery versus saphenous vein graft. *Ann Thorac Surg* 1990; 50:959–964.
66. Peng MJ, Vargas FS, Culier A ve ark. Postoperative pleural changes after coronary revascularization. *Chest* 1992; 01:327–330.
67. Li AE, Fishman EK. Evaluation of complications after sternotomy using single- and multidetector CT with three-dimensional volume rendering. *AJR Am J Roentgenol* 2003; 181:1065–1070.
68. Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM ve ark. J. Maxwell Chamberlain memorial paper: sternal wound complications after isolated coronary artery bypass grafting— early and late mortality, morbidity, and cost of care. *Ann Thorac Surg* 1990; 49:179–186.
69. Sarr MG, Gott VL, Townsend TR. Mediastinal infection following sternotomy. *Ann Thorac Surg* 1984; 38:415–423.
70. Shammass NW. Pulmonary embolus after coronary artery bypass surgery: a review of the literature. *Clin Cardiol* 2000; 23:637–644.
71. Mohara J, Konishi H, Kato M ve ark. Saphenous vein graft pseudoaneurysm rupture after coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1998; 65:831–832.
72. Dubois CL, Vandervoort PM. Aneurysms and pseudoaneurysms of coronary arteries and saphenous vein coronary artery grafts: a case report and literature review. *Acta Cardiol* 2001; 56:263–276.

73. Widimsky P, Straka Z, Stros P, Jirasek K, Dvorak J, Votava J, Lisa L, Budesinsky T, Kolesar M, Vanek T, Brucek P. One-year coronary bypass graft patency: A randomized comparison between off-pump and on-pump surgery angiographic results of the PRAGUE-4 trial. *Circulation* 2004;110:3418-3423.
74. Eagle KA, Guyton RA, Davidoff R, Edwards FH, Ewy GA, Gardner TJ, Hart JC, Herrmann HC, Hillis LD, Hutter AM, Lytle BW, Marlow RA, Nugent WC, Orszulak TA. ACC/AHA 2004 Guideline Update for Coronary Arter Bypass Graft Surgery. A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1999 Guidelines for Coronary Artery Bypass Graft Surgery). *Journal of the American College of Cardiology* September 1, 2004.
75. Hoffmann U, Brady TJ, Muller J. Use of new imaging techniques to screen for coronary artery disease. *Circulation* 2003;108:e50-e53.
76. Kumar V, Cotran RS, Robbins SL. Robbins Temel Patoloji. 7. baskı. Nobel Tıp Kitabevleri, 2003; 328-338.
77. Aurigemma GP, Reichek N, Axel L ve ark. Noninvasive determination of coronary artery graft patency by cine magnetic resonance imaging. *Circulation* 1989; 80: 1595–1602.
78. Gomes AS, Lois JF, Drinkwater DC ve ark. Coronary artery bypass grafts: visualization with MR imaging. *Radiology* 1987; 162: 175–179.
79. White RD, Pflugfelder PW, Lipton MJ ve ark. Coronary artery bypass grafts: evaluation of patency with cine MR imaging. *Am J Roentgenol* 1988; 150: 1271–1274.
80. Wittlinger T, Voigtlander T, Kreitner KF, Kalden P, Thelen M, Meyer J. Non-invasive magnetic resonance imaging of coronary bypass grafts. Comparison of the haste- and navigator techniques with conventional coronary angiography. *The International Journal of Cardiovascular Imaging* ,2002;18: 469–477.
81. Prince MR. Gadolinium-enhanced MR aortography. *Radiology* 1994; 191(1): 155–164.
82. Prince MR, Yucel EK, Kaufman JA ve ark. Dynamic Gadolinium- enhanced three dimensional MR arteriography. *J Magn Reson Imaging* 1993; 3(6): 877–881.

83. Wintersberger BJ, Von Smekal A, Engelmann MG ve ark. Kontrastmittelverstärkte Magnetresonanzangiographie zur Überprüfung der Durchgängigkeit koronarer Bypasses. *Fortschr Röntgen Str* 1997; 167(6): 572–578.
84. Ishida N, Sakuma H, Cruz BP, Shimono T, Tokui T, Yada I, Takeda K, Higgins CB. MR flow measurement in the internal mammary artery-to-coronary artery bypass graft: Comparison with graft stenosis at radiographic angiography. *Radiology* 2001; 220:441–447.
85. Engelmann MG. Non-invasive coronary bypass graft imaging. *Radiography* 2000; 6, 55–62.
86. Hendel RC, Patel MR, Kramer CM, Poon M. ACCF/ACR/SCCT/SCMR/ASNC/NASCI/SCAI/SIR 2006 Appropriateness Criteria for Cardiac Computed Tomography and Cardiac Magnetic Resonance Imaging. *Journal of the American College of Cardiology* Vol. 48, No. 7, 2006.
87. Budoff MJ, Achenbach S, Blumenthal RS, Carr JJ, Goldin JG, Greenland P, Guerci AD, Lima JAC, Rader DJ, Rubin GD, Shaw LJ, Wiegers SE. Assessment of coronary artery disease by cardiac computed tomography: a scientific statement from the American Heart Association Committee on Cardiovascular Imaging and Intervention, Council on Cardiovascular Radiology and Intervention, and Committee on Cardiac Imaging, Council on Clinical Cardiology. *Circulation* 2006;114;1761-1791.
88. Russo V, Gostoli V, Lovato L ve ark. Clinical value of multidetector CT coronary angiography as a preoperative screening test before non-coronary cardiac surgery. *Heart* 2007;93:1591–8.
89. Roberts WT, Bax JJ, Davies LC. Cardiac CT and CT coronary angiography: technology and application. *Heart* 2008;94;781-792.
90. Gurevitch J, Gaspar T, Orlov B, Amar R, Dvir D, Peled N, Aravot DJ. Noninvasive evaluation of arterial grafts with newly released multidetector computed tomography. *Ann Thorac Surg.* 2003;76:1523–1527.
91. Ropers D, Ulzheimer S, Wenkel E, Baum U, Giesler T, Derlien H, Moshage W, Bautz WA, Daniel WG, Kalender WA, Achenbach S. Investigation of aortocoronary bypass grafts by multislice spiral computed tomography with electrocardiographic-gated image reconstruction. *Am J Cardiol.* 2001;88:792–795.



92. Anders K, Baum U, Schmid M, Ropers D, Schmid A, Pohle K, Daniel WG, Bautz W, Achenbach S. Coronary artery bypass graft (CABG) patency: assessment with high-resolution submillimeter 16-slice multidetector-row computed tomography (MDCT) versus coronary angiography. *Eur J Radiol.* 2006;57:336–344.
93. Gandelman G, Bodenheimer MM. Screening coronary arteriography in the primary prevention of coronary artery disease. *Heart Dis.* 2003;5(5):335-344.
94. Johannesson M. At what coronary risk level is it cost-effective to initiate cholesterol lowering drug treatment in primary prevention? *Eur Heart J* 2001;22(11):919-925.
95. Brandle M, Davidson MB, Schriger DL, Lorber B, Herman WH. Cost effectiveness of statin therapy for the primary prevention of major coronary events in individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2003;26(6):1796-1801.
96. Ethevenod G, Westphal JC, Massin N ve ark. Normal coronary angiography. Have the indications changed during the 1980s? *Arch Mal Coeur Vaiss* 1997; 90(7):905-910.
97. Christiaens L, Allal J, Martin Landragin I. Normal coronary angiography. Survival and functional status at 6 years. *Arch Mal Coeur Vaiss* 2000;93(12): 1515-1519.
98. Papanicolaou MN, Califf RM, Hlatki MA . Prognostic implications of angiographically normal and insignificantly narrowed coronary arteries. *Am J Cardiol.* 1986;58(13): 1181-1187.
99. Mukerji V, Alpert MA, Hewett JE, Parker BM. Can patients with chest pain and normal coronary arteries be discriminated from those with coronary artery disease prior to coronary angiography? *Angiology* 1989; 40(4 Pt 1) : 276-282.
100. Mahesh M, Cody DD. Physics of cardiac imaging with multiplerow detector CT. *Radiographics* 2007; 27: 1495-509.
101. Oncel D, Oncel G, Tastan A. Effectiveness of dual-source CT coronary angiography for the evaluation of coronary artery disease in patients with atrial fibrillation: initial experience. *Radiology* 2007; 245: 703-11.
102. Johnson TRC, Nikolaou K, Busch S, Leber AW, Becker A, Wintersperger BJ, Rist C, Knez A, Reiser MF, Becker CR. Diagnostic accuracy of Dual-Source Computed Tomography in the diagnosis of coronary artery disease. *Invest Radiol* 2007;42: 684–691.

103. Pannu HK, Flohr TG, Corl FM, Fishman EK. Current concepts in multi-detector row CT evaluation of the coronary arteries: principles, techniques, and anatomy. *Radiographics* 2003; 23 Spec No: S111-25.
104. De Feyter PJ, Meijboom WB, Weustink A, Van Mieghem C, Mollet NR, Vourvouri E ve ark. Spiral multislice computed tomography coronary angiography: a current status report. *Clin Cardiol* 2007; 30: 437-42.
105. Dewey M, Zimmermann E, Deissenrieder F, Laule M, Dübel HP, Schlattmann P, Knebel F, Rutsch W, Hamm B. Noninvasive Coronary Angiography by 320-Row Computed Tomography With Lower Radiation Exposure and Maintained Diagnostic Accuracy. *Circulation* 2009;120;867-875.
106. Kopp AF, Schroeder S, Kuettner A, Heuschmid M, Georg C, Ohnesorge B, Kuzo R, Claussen CD. Coronary arteries: retrospectively ECG-gated multi-detector row CT angiography with selective optimization of the image reconstruction window. *Radiology* 2007 Jul;244(1):319.
107. Possati G, Gaudino M, Prati F ve ark. Long-term results of the radial artery used for myocardial revascularization. *Circulation* 2003; 108:1350–1354.
108. Hamon M, Lepage O, Malagutti P, Riddell JW, Morello R, Agostini D, Hamon M. Diagnostic performance of 16- and 64-section spiral CT for coronary artery bypass graft assessment: meta-analysis. *Radiology*: Volume 247: Number 3—June 2008 \_ RSNA, 2008.
109. Ropers D, Pohle FK, Kuettner A, Pflederer T, Anders K, Daniel WG, Bautz W, Baum U, Achenbach S. Diagnostic accuracy of noninvasive coronary angiography in patients after bypass surgery using 64-slice spiral computed tomography with 330-ms gantry rotation. *Circulation* 2006;114;2334-2341.
110. Pache G, Saueressig U, Frydrychowicz A, Foell D, Ghanem N, Kotter E, Zehender AG, Bode C, Langer M, Bley T. Initial experience with 64-slice cardiac CT: non-invasive visualization of coronary artery bypass grafts. *European Heart Journal* (2006) 27, 976–980.
111. Malagutti P, Nieman K, Meijboom WB, Van Mieghem CG, Pugliese F, Cademartiri F, Mollet NR, Boersma E, Jaegere PP, Feyter PJ. Use of 64-slice CT in symptomatic patients after coronary bypass surgery: evaluation of grafts and coronary arteries. *European Heart Journal* (2007) 28, 1879–1885.

112. Ha JW, Cho SY, Shim WH ve ark. Evaluation of coronary artery bypass graft patency using three-dimensional angiography obtained with contrast-enhanced electron beam CT. *AJR Am J Roentgenol* 1999; 172: 1055-1059.
113. Enzweiler CN, Wiese TH, Petersein J, Lembcke AE, Borges AC, Dohmen P, Hoffmann U, Hamm B. Diameter changes of occluded venous coronary artery bypass grafts in electron beam tomography: preliminary findings. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003;23:347–353.
114. Eagle KA, Guyton RA, Davidoff R, Ewy GA, Fonger J, Gardner TJ, Gott JP, Herrmann HC, Marlow RA, Nugent W, O'Connor GT, Orszulak TA, Rieselbach RE, Winters WL, Yusuf S, Gibbons RJ, Alpert JS, Garson A, Gregoratos G, Russell RO, Ryan TJ, Smith SC. ACC/AHA Guidelines for coronary artery bypass graft surgery: executive summary and recommendations : a report of the American College of Cardiology/American Heart Association task force on practice guidelines (committee to revise the 1991 guidelines for coronary artery bypass graft surgery). *Circulation* 1999;100:1464-1480.
115. Eagle KA, Guyton RA, Davidoff R, Edwards FH, Ewy GA, Gardner TJ, Hart JC, Herrmann HC, Hillis D, Hutter AM, Lytle BW, Marlow RA, Nugent WC, Orszulak TA. ACCAHA Pocket Guideline A Report of the American College of Cardiology American Heart Association Task Force on Practice Guidelines Coronary Artery Bypass Graft Surgery . March 2005 ; adapted from the ACC/AHA Guideline Update for Coronary Artery Bypass Graft Surgery (*Journal of the American College of Cardiology* 2004;44:1146- 54 and *Circulation* 2004:110:1168-1176).
116. Mannacio VA, Imbriaco M, Iesu S, Giordano AM, Tommaso L, Vosa C. 64-Slice Multidetector Computed Tomographic Evaluation of Arterial Conduit Patency after Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting. *Tex Heart Inst J* 2009;36(5):409-15.
117. Bassri H, Salari F, Noohi F, Motevali M, Abdi S, Givtaj N, Raisi K, Haghjoo M. Evaluation of early coronary graft patency after coronary artery bypass graft surgery using multislice computed tomography angiography. *BMC Cardiovascular Disorders* 2009, 9:53 doi:10.1186/1471-2261-9-53.
118. Feyter PJ, Nieman K. Non-invasive multi-slice computed tomography coronary angiography: an emerging clinical modality. *J Am Coll Cardiol* 2004;15:1238–1240.
119. Achenbach S, Daniel WG. Computed tomography of the coronary arteries more than meets the (angiographic) eye. *J Am Coll Cardiol* 2005;46:155–157.

120. Meyer TS, Martinoff S, Hadamitzky M ve ark. Improved non-invasive assessment of coronary artery bypass grafts with 64-slice computed tomographic angiography in an unselected patient population. *J Am Coll Cardiol* 2007;49:946–950.
121. Windecker S, Maier-Rudolph W, Bonzel T, Heyndrickx G, Lablanche JM, Morice MC, Muhlberger V, Neuhaus KL, Piscione F, Van den Brand M, Wijns W, Meier B. Interventional cardiology in Europe 1995. *European Heart Journal* 1999; 20, 484–495.