



**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**KARACİĞER TRANSPLANTASYONU SONRASI HEPATİK  
ARTER KOMPLİKASYONLARININ MULTİDEDEKTÖR  
BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİK ANJİOGRAFİ İLE  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**UZMANLIK TEZİ**

**Dr. Cem ERTÜRK**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mehmet TEKŞAM**

**ANKARA- 2005**

Başkent Üniversitesi Rektörü

**Prof. Dr. Mehmet HABERAL'a**

Başkent Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalı Başkanı

**Prof. Dr. Emin Alp NİRON'a**

Tez Danışmanım

**Doç. Dr. Mehmet TEKŞAM'a**

Radyoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri

**Prof. Dr. Muhteşem AĞILDERE'ye**

**Doç. Dr. Mehmet COŞKUN'a**

**Doç. Dr. Fatih BOYVAT'a**

**Doç. Dr. İclal IŞIKLAR'a**

**Doç. Dr. Cüneyt AYTEKİN'e**

**Doç. Dr. N. Çağla TARHAN'a**

**Yrd. Doç. Dr. Nihal Uslu TUTAR'a**

**Uzman doktor ve araştırma görevlilerine**

**Radyoloji teknisyenlerine**

**Radyoloji bölümünün diğer çalışanlarına teşekkür ederim.**

# **İÇİNDEKİLER**

## **Konu Başlığı**

## **Sayfa Numarası**

<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1- Karaciğer transplantasyonu Tarihçesi .....	1
1.2- Karaciğer transplantasyonu Endikasyonları .....	1
1.3-Karaciğer transplantasyonu Kontrendikasyonları .....	2
1.4- Karaciğer transplantasyonu Komplikasyonları .....	2
1.5-Karaciğer allograft rejeksiyonu .....	4
<b>2. GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>7</b>
2.1.Hepatik arterler ve varyasyonel anatomisi.....	7
2.2. Bilgisayarlı Tomografi.....	14
2.2.1. Tarihçesi.....	14
2.2.2. Spiral (Helikal) BT.....	17
2.2.3. Multidedektör BT1.....	20
2.2.4. Multidedektör BT Anjiografi .....	22
2.2.5. Multidedektör BT Anjiografi'nin hepatic arter komplikasyonlarının değerlendirilmesindeki yeri .....	26
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM.....</b>	<b>30</b>
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>31</b>
<b>5. TARTIŞMA .....</b>	<b>36</b>

<b>6. SONUÇ.....</b>	<b>38</b>
<b>7. ÖZET.....</b>	<b>39</b>
<b>8. SUMMARY .....</b>	<b>40</b>
<b>9. KAYNAKLAR .....</b>	<b>41</b>

## 1.GİRİŞ

### 1.1- Karaciğer transplantasyonu tarihçesi

Karaciğer transplantasyonu ile ilgili ilk deneysel çalışma köpekler üzerinde yapılmış ve CS Welch tarafından 1955 yılında yayınlanmıştır.İnsanlarda ilk karaciğer transplantasyonu 1963 yılında T.Starzl tarafından yapıldı.1980'e kadar klinik karaciğer transplantasyonu uygulamalarında fazla ilerleme kaydedilemedi ve 17 yıllık süre içinde tüm dünyada yalnız 330 karaciğer transplantasyonu yapılabildi.Ülkemizde ise Dr.M.Haberal 1970'li yıllarda köpekler üzerinde karaciğer transplantasyonu çalışmalarına başladı ve Türkiye'de ilk kez Aralık 1988'de kadavradan ortotopik karaciğer transplantasyonu ameliyatını gerçekleştirdi.1989 yılında pediatrik hastalar için canlıdan kısmi karaciğer nakli uygulamaları başladı.1990'da Türkiye'de de akrabalar arası kısmi karaciğer nakli programı önce pediatrik daha sonra erişkin hastalar için yine Dr.M.Haberal tarafından başlatıldı.(1)

### 1.2- Karaciğer transplantasyonu endikasyonları

Karaciğer transplantasyonu akut karaciğer yetmezliğinde ve alternatif cerrahi girişim ve medikal tedavilere rağmen düzelmeyen, irreversibl kronik karaciğer hastalıklarında hasta terminal döneme yaklaşıyorsa endikedir.Daha spesifik olarak karaciğer transplantasyonu;1-Son evre karaciğer yetmezliği olan hastanın hayat beklentisi 12 ay ve altında ise ve karaciğer nakli dışında herhangi bir tedavi alternatifi yoksa, 2-Karaciğer hastalığına bağlı mortalite beklentisi karaciğer nakline göre daha yüksek ise, 3-Karaciğer nakli sonrası hastanın daha iyi ve kaliteli hayat beklentisi mümkünse, 4-Hasta ve yakınları ameliyatın faydaları,endikasyonları ve potansiyel risk ve komplikasyonlarını anlayabilecek durumda ise, 5-Hastanın ilaçlarını düzenli kullanacağına ve normal takiplerini yaptıracağına inanılıyorsa yapılmalıdır.(1)

Karaciğer transplantasyonu gerektiren spesifik hastalıklar şunlardır:alkolik karaciğer hastalığı, kronik aktif hepatit (B.C veya Otoimmün), kolestatik karaciğer hastalığı (primer bilier siroz), primer sklerozan kolanjit, sekonder bilier siroz (Caroli

hastalığı,koledok kisti,travma,operatif safra kanalı yaralanmaları,nonalkolik yağlanma ), kriptojenik siroz, fulminan karaciğer yetmezliği (asetaminofen toksisitesi,hepatit,iskemi,ilaç toksisitesi),Budd Chiari sendromu,benign neoplaziler, ekstrahepatik bilier atrezi veya hipoplazi, metabolik hastalıklar, konjenital karaciğer fibrozisi ve kistik fibrozis. Erişkinlerde en sık endikasyon Hepatit C, çocuklarda ise bilier atrezidir (1).

### **1.3- Karaciğer transplantasyonu kontrendikasyonları**

Son zamanlarda kompleks hastalara bile başarılı karaciğer transplantasyonları yapılması ile günümüzde kontrendikasyonlar giderek azalmıştır. Kesin kontrendikasyonlar ilerlemiş ve tedavisi mümkün olmayan pulmoner hipertansiyon vazotrop ilaç ile tedavi gerektirecek kadar düşük kan basınçları, yakın zamanda geçirilen kafa içi kanama, geri dönüşü olmayan nörolojik sekeller, HIV, kontrol edilemeyen sepsis, karaciğer dışı maligniteler, düzenli ilaç kullanmayacağı düşünülen hastalar ve uyuşturucu bağımlılarıdır.(1)

### **1.4- Karaciğer transplantasyonu komplikasyonları**

Karaciğer transplant hastaları da diğer tüm majör abdominal cerrahi geçiren hastalar gibi önemli komplikasyon riski altındadırlar.Ayrıca sadece karaciğer transplantasyonuna özgü çeşitli komplikasyonlar da söz konusudur.

Karaciğerin primer fonksiyon görmemesi posttransplant ilk birkaç günde yüksek INR, düşük fibrinojen ve yüksek amonyak düzeyleri ile karakterizedir. ALT ve AST başlangıçta yükselse de zamanla hepatositlerin kaybına bağlı olarak tipik düşüş gösterir.Hepatik ensefalopati,koma ve hepatorenal sendrom gelişir.Karaciğer safra yapamaz ya da renksiz safra görülür.Acil retransplantasyon tek tedavi seçeneğidir.Greftin başlangıçta iyi fonksiyon görmemesi ise birkaç gün içinde tipik olarak düzelen bir durumdur.

Portal ven trombozu süratli tanı ve cerrahi girişim gerektiren ancak nadir görülen (%3) bir durumdur.Sıklıkla anastomoz hattında görülür.Hastalar asemptomatik olabilmekle birlikte portal hipertansiyon kliniği ile de gelebilirler.Semptomlar akut portal hipertansiyon geliştiğinin göstergesi olan serum amonyak düzeylerinin ani yükselmesi veya varis kanamasıdır. Doppler ultrasonografide portal venöz akım paterninde kayıp görülmesi tanı koydurucudur.Tanı konar konmaz acil olarak trombektomi yapılmak suretiyle portal akım restore edilmelidir.

Hepatik arter trombozu erişkin karaciğer transplantasyonlarında %5 oranında görülür.Pediyatrik olgularda oran biraz daha yüksektir.Hepatik arter trombozu sıklıkla transplantasyon sonrası ilk 2 ay içerisinde görülür.Posttransplant ilk ay içerisinde görülen erken hepatik arter trombozu teknik nedenlere bağılyken, daha geç dönemde genellikle hepatik arteriyel sistemdeki immunolojik hasara bağılıdır. Bilier sistemin beslenmesi hepatik arterlerle sağlandığından arteriyel tromboz safra kanallarında iskemi ve buna bağılı epitel dökülmesi ile sonuçlanır. Bu hücreler safra kanallarında tıkaçlar oluşturarak obstruksiyona yol açar. Eğer bu durum düzeltilmezse biloma oluşumu ve neticede karaciğer absesi ve sepsis gelişir. Hepatik arter trombozu tedavisinde retransplantasyon yada eğer herhangi bir patoloji yaratmamış ise takip önerilmektedir. Ciddi stenozu olan vakalarda retransplantasyon yapılmaz ise mortalite oranı %80'lere çıkar. Ancak çoğu hastada bilier epitel dökülmesi ve striktür ile biloma gelişimi görülür.Bilomalar perkütan drene edilirken, striktürler rezeksiyon ve Roux-en-Y drenaj ile tedavi edilirler(1).

İnferior vena kavanın stenoz yada trombozu çok nadir görülür (%1).Sıklıkla anastomoz hattındaki teknik problemlerle ilişkilidir. Çok nadir olarak sıvı kolleksiyonu veya hematoma ekstrinsik kompresyona sekonder trombüs gelişebilir. Klinik bulgular venöz obstrüksiyonun seviyesine bağılı olarak değışir. Suprahepatik anastomotik stenozlarda Budd-Chiari benzeri semptomlar gelişir. İnfrahepatik anastomotik stenozlarda trunkal ödem görülür.

%25'den fazla hastada bilier drenaj veya perkutan biyopsiye bağılı olarak iatrojenik psödoanevrizma yada arteriovenöz fistül gelişebilir. Genelde asemptomatikler, klinik olarak hemobilia, hemoperitoneum veya gastrointestinal kanama ile

kendilerini gösterebilirler. Çoğu intrahepatik psödoanevrizmalar standart transvasküler kateterizasyon teknikleri ile embolize edilebilirler. Redundan veya tortioz psödoanevrizmalar selektif kateterizasyonu imkansız kılar. Ekstrahepatik hepatic arter psödoanevrizmaları çok nadir bir postoperatif komplikasyondur (%2). Fakat rüptüre olması durumunda mortalite çok yüksektir. En sık anastomoz bölgesinde görülür. Enfeksiyon ve teknik yetersizlik predispozan faktörlerdir.

Safra kaçağı peritonit, sepsis ve greft kaybı ile sonuçlanacağından mutlaka tanı konar konmaz çözümlenmesi gerekir. En sık T tüp çekilmesi sonrası gelişir. Steroid kullanımına bağlı olarak T tüp boyunca fibröz traktus gelişimi oldukça azalmıştır. Tedavi ERCP ile papillotomi ve geçici stentleme yada cerrahi girişimdir (1).

Orijinal hastalığın nüksetmesi bir kısım hastada önemli bir problemdir. Özellikle primer bilier sirozun kronik rejeksiyondan ayrılması oldukça zordur. Hepatit B ve C nin transplante karaciğerde yeniden gelişmesi beklenebilir ancak genelde siroza kadar ilerlemez. Hepatoselüler karsinom yada kolanjiokarsinom transplante karaciğerde nüksedebilir.

Lenfoproliferatif hastalıklar uzun süreli yüksek doz immunsupresyonun yan etkisi olarak gelişirler. Primer tedavisi immunsupresif tedavi dozunun azaltılmasıdır.

### **1.5-Karaciğer allograft rejeksiyonu**

Allograft rejeksiyonu antikorlara bağlı (Humoral) yada hücrel rejeksiyon diye ayrılır. Hiperakut ve akut rejeksiyon antikor bağımlı rejeksiyondur. Hücrel rejeksiyonda akut yada kronik rejeksiyondan sorumludur. Hızlanmış akut rejeksiyon ise hem antikor hem de T hücrelerine bağımlı oluşabilir. Genelde tanı klinik ve laboratuvar bulguları ile konulur. Biyopsi hem tanıyı koydurur hemde rejeksiyonun şiddetini belirler. Biyopsi aynı zamanda greft fonksiyonlarını bozabilecek diğer hastalıklarında (preservasyon hasarı, iskemi, safra yolu tıkanıklığı, tekrarlayan hastalık gibi) teşhisini sağlar (1).



### **1.5.1-Hiperakut rejeksiyon**

Hiperakut rejeksiyon ilk kez böbrek alıcılarında anti HLA antikorlar ve donör ABO kan grubu antijenlerine karşı oluşan antikorlara bağlı olarak tarif edilmiştir.Vaskülarizasyonu takiben dakikalar yada saatler içinde antikorlar komplemanı aktive eder ve endotel hasarı lökosit,nötrofillerin infiltrasyonu trombosit ve fibrin birikimine bağlı mikrovasküler damarların oklüzyonu takip eder.Damarlar süratle tromboze olur.İmmünfloran incelemelerde damar duvarında IgG ve kompleman (C3) birikimi görülür. Özellikle kalp ve böbrek anti HLA antikorlar ve donör ABO kan grubu antijenlerine karşı oluşan antikorlara bağlı hiperakut rejeksiyona duyarlıdır. Oysa karaciğer antikorlar tarafından uyarılan rejeksiyona daha az duyarlıdır. Eskiden karaciğer alıcılarında hiperakut rejeksiyonun oluşmadığı düşünülür ve kros pozitif hastalarda ve kan grubu geçimsiz olan hastalarda nakil yapılırdı. Fakat günümüzde biliyoruz ki insanlarda anti HLA antikorlar karaciğer alıcılarında hiperakut rejeksiyona sebep olabilirler. Ancak geçen süre daha uzundur (35gün).Muhtemelen bu da karaciğerin yüksek oranda antikorları absorbe etme yeteneğine bağlıdır.Histolojik olarak karaciğerde hiperakut rejeksiyon, santral lobuler PMNL infiltrasyonu, santral ven lümeninde ve duvarında fibrin birikimi ve bunu takiben oluşan hemorajik nekroz ve enfarkt ile karakterizedir. Kesin prospektif çalışmalar olmasada en yakın zamanda yapılan çalışmalarda T hücre krosu pozitif olan hastalarda erken dönemde karaciğer greftinin yaşam oranının azaldığı ve 2 yıl sonunda ise etkinin kaybolduğu gözlenmiştir.

### **1.5.2-Akut rejeksiyon**

Akut hepatik rejeksiyon kullanılan immunsupresif tedaviye bağlı olarak %30-75 oranında görülür.Klinik görüntü safra miktarında azalma, renk ve kıvam değişiklikleri ile seyreder. Karaciğer fonksiyon testlerinde transaminazlar, alkalin fosfataz ve bilirubinlerde izole veya kombine yükselme ile seyreder. Teşhis zor olabilir çünkü viral enfeksiyonlar, preservasyon hasarı, iskemi, bakteriyel kolanjit, safra yolu tıkanıklıkları ile karışabilir. Bu yüzden şüphelenildiği an veya karaciğer fonksiyonları yükseldiği an biyopsi yapılmalıdır. Karaciğer fonksiyon testleri

yükseldiğinde yapılacak diğer testler kolanjiografi,anjiografi ve doppler ultrasonografidir. Akut rejeksiyonda;portal alanda mononükleer hücre ve azda olsa eozinofil ve PMNL infiltrasyonu, safra yollarında epitel hasarı ve lenfosit infiltrasyonu, portal ve hepatik venlerde subendotelyal inflamasyon vardır. Tanı için bunlardan en az iki tanesinin olması gerekir (karışık portal inflamasyon ve safra kanalı hasarı). Eğer inflamatuvar infiltrasyon azsa, hasar safra kanallarının %50'sinden azsa ve endotelitis yoksa bu durum rejeksiyonla uyumlu kabul edilir ancak kesin rejeksiyon denemez. Genelde rejeksiyonun şiddeti ile prognoz ilişkilidir.Orta şiddetteki rejeksiyonların %97'si tedavi ile düzelir. Şiddetli rejeksiyonların %18'i tedaviye cevap vermez ve bu hastalar ya kaybedilir yada yeniden nakil olurlar.

### **1.5.3-Kronik rejeksiyon**

Kronik rejeksiyon yavaş ilerleyen immünolojik bir olaydır. Kolestazis, alkalen fosfataz yüksekliği, glutamil fosfataz yüksekliği veya 5'nükleotidaz yüksekliğini takiben bilirubinlerde yükselme ile seyreder ve karaciğer hastalarının %5 ile 10'unda görülür.

Genellikle damarlarda daralma ve safra yollarının kaybı (Vanishing duct sendromu) yada safra yollarında azalma ile seyreder. Erken döbnemde damarlarda subendotelyal bölgede histiyosit birikimi ve daha sonra subintimal fibrozis ve lümende tıkanma ile seyreder. Akut rejeksiyon atağı sırasında vaskülit gelişen hastalarda kronik rejeksiyon daha kolay gelişir.Risk faktörleri pozitif kross, HLA uyumsuzluğu, akut rejeksiyon sıklığı, uzun iskemi süresi, viral hepatit ve CMV enfeksiyonlarıdır. Genelde 2 aydan önce kronik rejeksiyon oluşmaz ve her zaman geriye dönüşümsüz değildir, safra yolları tekrar rejenere olabilir.

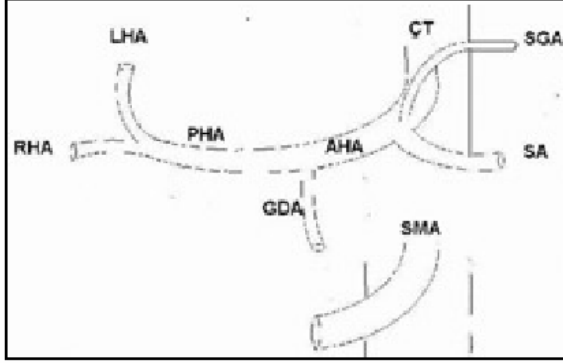
## **2.GENEL BİLGİLER**

### **2.1.Hepatik arterler ve varyasyonel anatomisi**

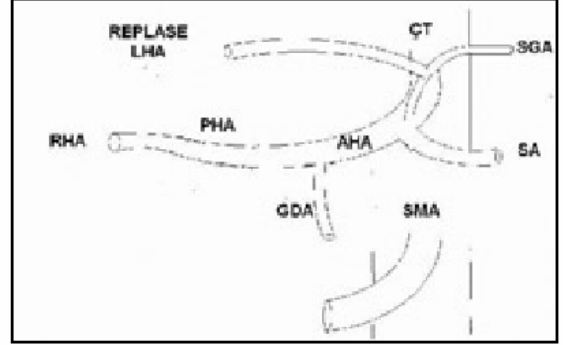
Normal hepatic arter portal ven boyunca seyrederek. Genellikle ana hepatic arter anteriorunda ve portal venin solunda, bilier kanal komşuluğunda izlenir. Hepatoduodenal ligament düzeyinde hepatic arter, portal ven ile safra kanalı arasındadır. Karaciğer içinde ise yine sıklıkla portal ven ile safra kanalı arasında seyrederek. Bununla birlikte %10-15 oranında portal venin anteriorunda, %5-10 arasında ise posteriorunda izlenir.

Hepatic arter anatomisi Michels'in tanımladığı sisteme göre şu şekilde sınıflandırılabilir (2).

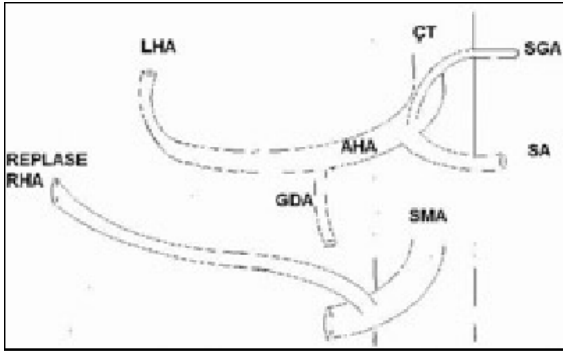
Michels'in sınıflamasına göre tip I olarak adlandırılan konvansiyonel anatomide (Çizim 1) ana hepatic arter, çölyak trunkustan çıkar, gastroduodenal arter ve proper hepatic arteri verir, proper hepatic arter sol hepatic arteri verdikten sonra sağ hepatic arter olarak devam eder ve bu da ön ve arka dallarına ayrılır. Sol hepatic arter segment II ve segment III'ü besleyen dallara ayrılır. Segment IV, sağ, sol veya proper hepatic arterden orijin alan dal veya dallarla beslenir. Sol hepatic arterin sol gastrik arterden kaynaklanması (replase sol hepatic arter) tip II (Çizim 2), sağ hepatic arterin süperior mezenterik arterden kaynaklanması (replase sağ hepatic arter) tip III (Çizim 3) ve her iki durumun birlikte olması tip IV (Çizim 4) olarak adlandırılır. Tip V varyasyonda (Çizim 5) sol lob sol gastrik arterden köken alan aksesuar sol hepatic arterlerde, tip VI varyasyonda (Çizim 6) sağ lob süperior mezenterik arterden köken alan aksesuar sağ hepatic arterlerde beslenmektedir. Tip VII'de (Çizim 7) hem sol hem de sağ aksesuar hepatic arter vardır; tip VIII'de (Çizim 8) replase sağ hepatic arter ve aksesuar sol hepatic arter veya aksesuar sağ hepatic arter ve replase sol hepatic arter; tip IX'da (Çizim 9) süperior mezenterik arter kökenli hepatic trunkus; tip X'da (Çizim 10) sol gastrik arter kaynaklı hepatic trunkus söz konusudur (2,3).



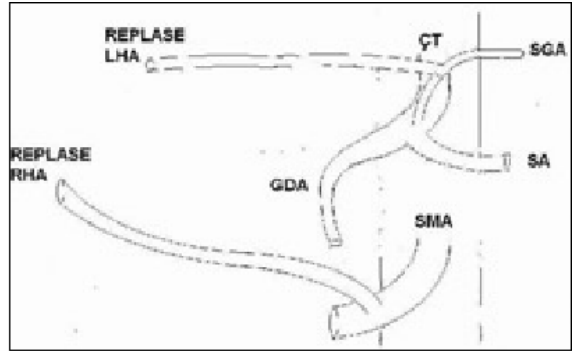
Çizim 1. Tip I (konvansiyonel anatomi). Çölyak trunkustan (ÇT) çıkan ana hepatic arter, gastroduodenal arter (GDA) ve proper hepatic arteri (PHA) verir, proper hepatic arter de sol (LHA) ve sağ hepatic artere (RHA) ayrılır (SGA sol gastrik arter, SA splenik arter, SMA süperior mezenterik arter).



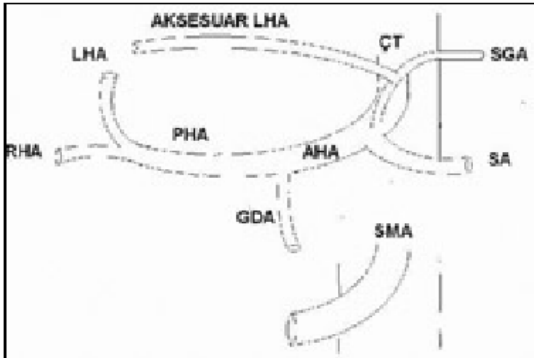
Çizim 2. Tip II (replase sol hepatic arter). Sol hepatic arter, sol gastrik arterden köken alıyor.



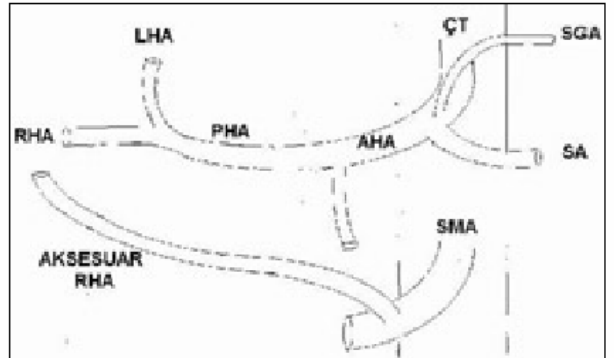
Çizim 3. Tip III (replase sağ hepatic arter). Sağ hepatic arter süperior mezenterik arterden çıkıyor.



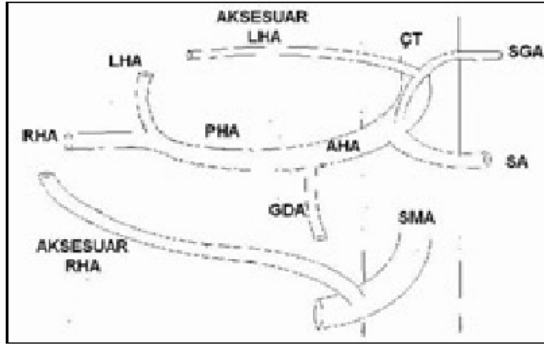
Çizim 4. Tip IV (replase sağ ve replase sol hepatic arter birlikteliği). Süperior mezenterik arter kaynaklı replase sağ hepatic arter ve sol gastrik arter kaynaklı replase sol hepatic arter görülüyor.



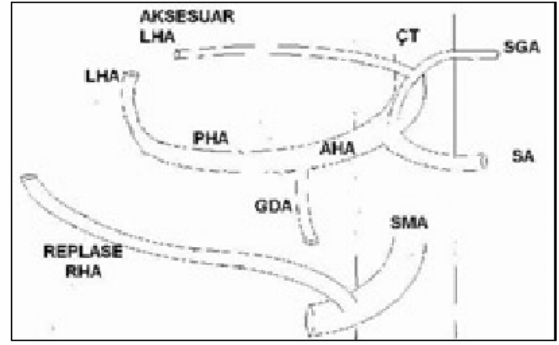
Çizim 5. Tip V (aksesuar sol hepatic arter). Sol lob hem proper hepatic arterden çıkan sol hepatic arterle hem de sol gastrik arterden köken alan aksesuar sol hepatic arterle besleniyor.



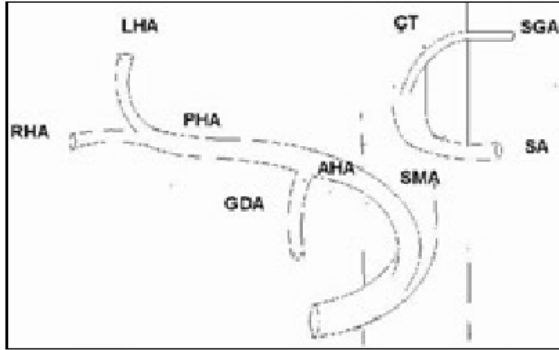
Çizim 6. Tip VI (aksesuar sağ hepatic arter). Sağ lob hem proper hepatic arterden çıkan sağ hepatic arterle hem de süperior mezenterik arterden köken alan aksesuar sağ hepatic arterle besleniyor.



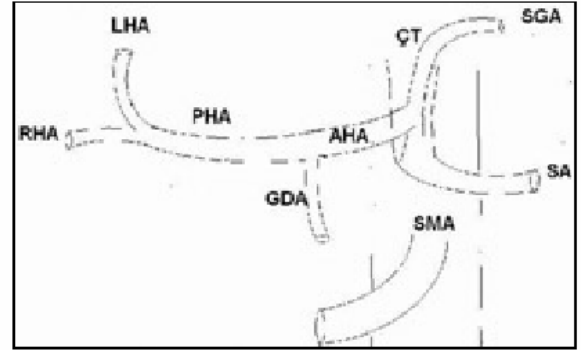
Çizim 7. Tip VII. Proper hepatic arterden çıkan sağ ve sol hepatic arterlerin yanı sıra sol gastrik arterden köken alan aksesuar sol hepatic arter ve süperior mezenterik arterden köken alan aksesuar sağ hepatic arter görülüyor.



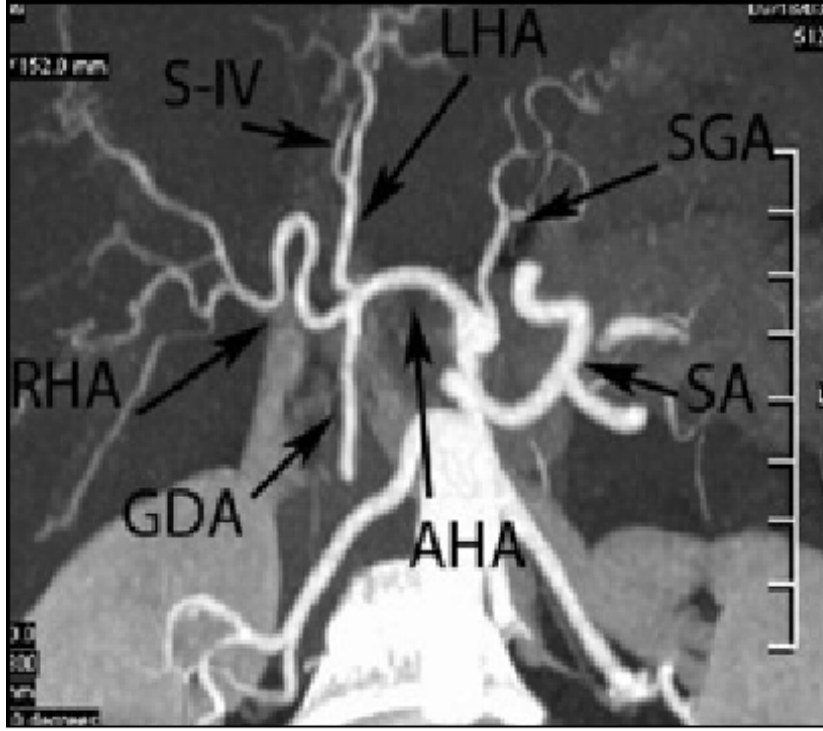
Çizim 8. Tip VIII. Süperior mezenterik arterden kaynaklanan replase sağ hepatic arter ile sol gastrik arterden kaynaklanan aksesuar sol hepatic arter varyasyonu birlikte görülüyor. Bu tipte alternatif olarak replase sol hepatic artere aksesuar sağ hepatic arter eşlik edebilir.



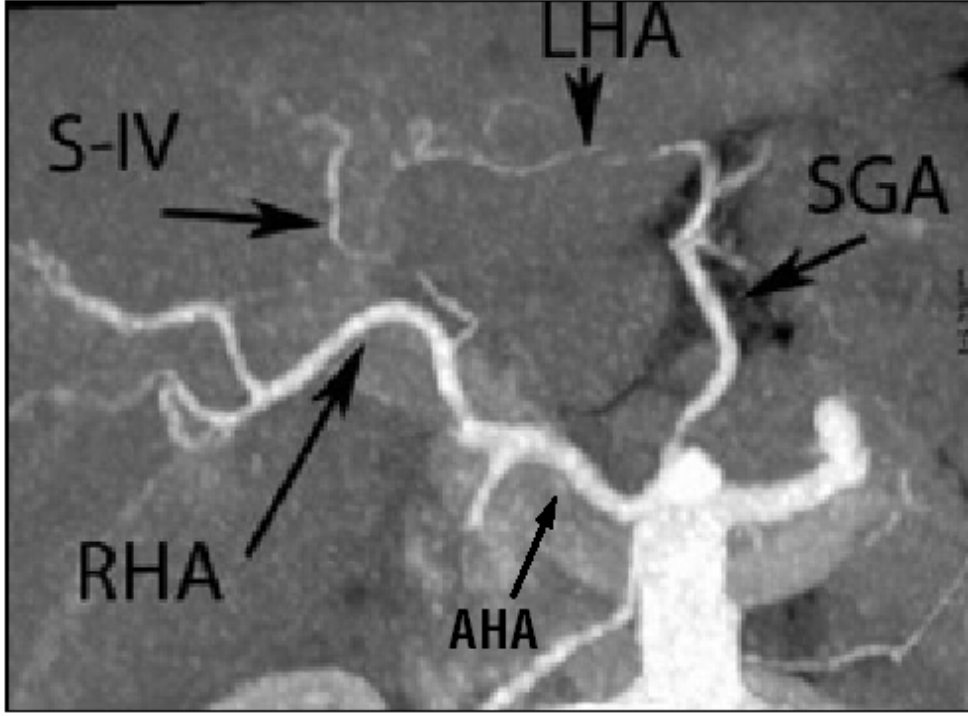
Çizim 9. Tip IX. Ana hepatic arter süperior mezenterik arterden çıkıyor.



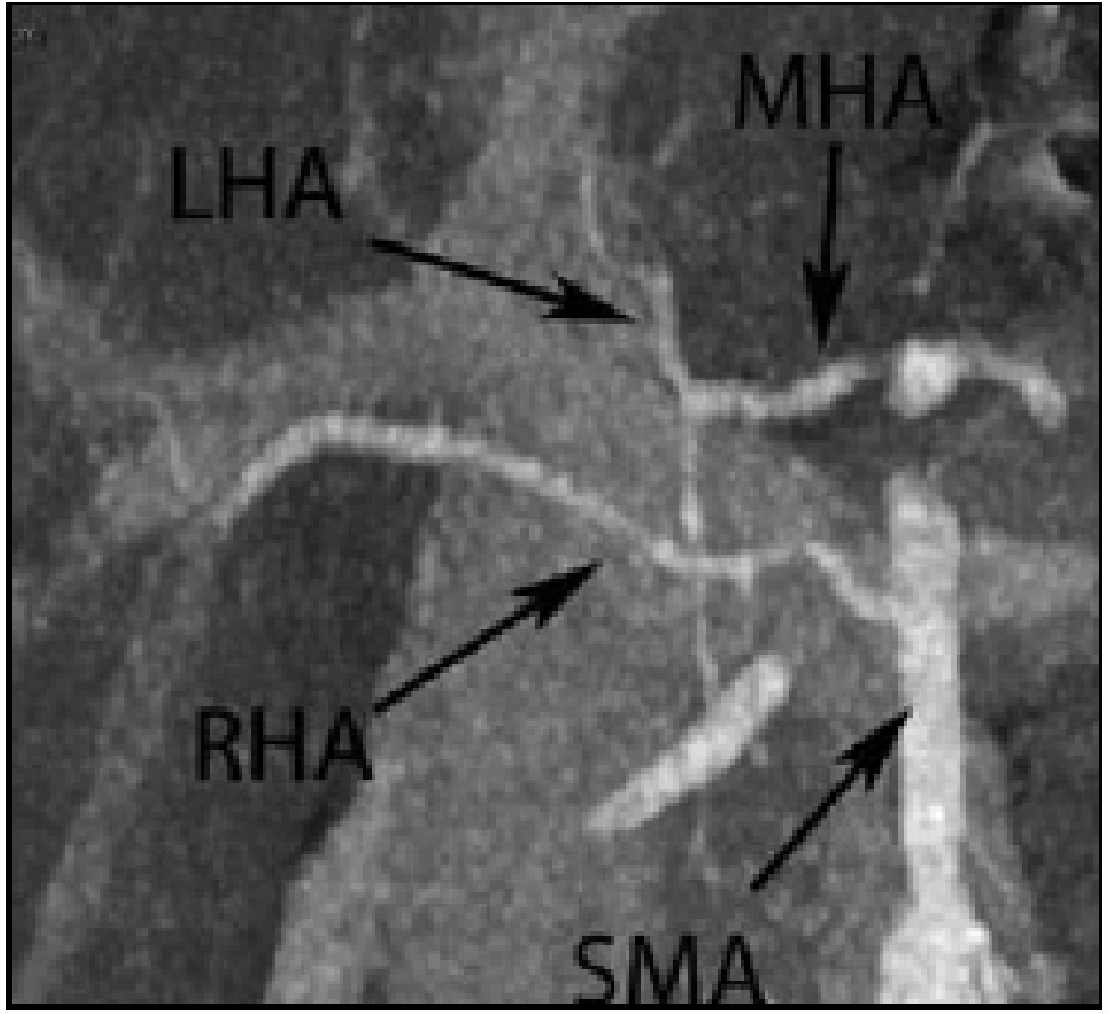
Çizim 10. Tip X. Ana hepatic arter sol gastrik arterden çıkıyor.



Figür 1. Koronal oblik düzlemde MIP görüntü. Çölyak trunkus ve dalları (SA, splenik arter; SGA, sol gastrik arter; AHA, ana hepatik arter) ile hepatik arterin dallanma paterni görülüyor. Ana hepatik arter gastroduodenal artere (GDA), sağ hepatik artere (RHA) ve sol hepatik artere (LHA) ayrılıyor. Segment IV arteri (S-IV) sol hepatik arterden çıkıyor.

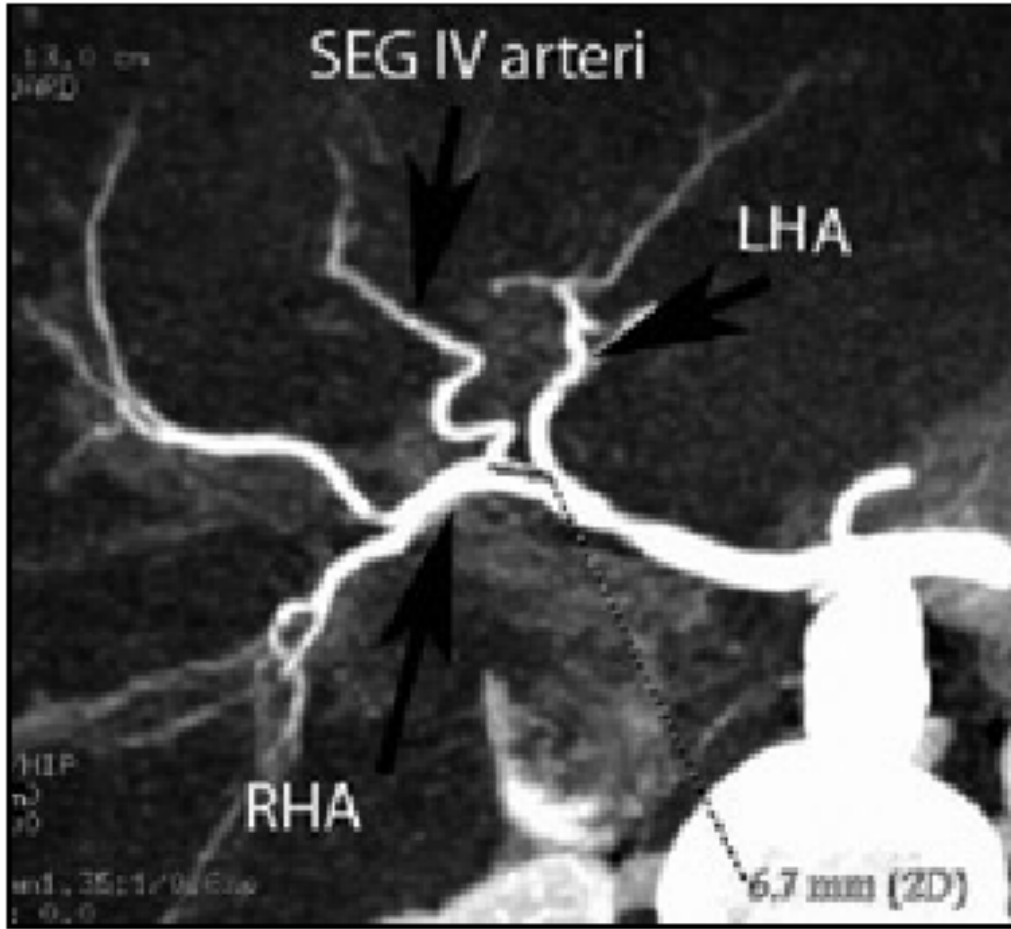


Figür 2. Koronal oblik düzlemde MIP görüntü. Tip II hepatik arter anatomisi. Sol hepatik arter (LHA) sol gastrik arterden (SGA), sağ hepatik arter (RHA) ana hepatik arterden köken alıyor. Segment IV'ün arteri (S-IV) sağ hepatik arterden çıkıyor. Bu varyasyonda, sağ lob transplantasyonunda sağ hepatik arter segment IV arterinin orijininin sonra klemplenmelidir.



Figür 3. Koronal oblik düzlemde MIP görüntü. Tip III hepatik arter anatomisi. Sol hepatik arter (LHA) ana hepatik arterden, sağ hepatik arter (RHA) süperior mezenterik arterden (SMA) köken alıyor.





**Figür 4.** Koronal oblik düzlemde MIP görüntü. Segment IV arteri (SEG-IV) sol hepatik arter (LHA) orifisinin 6.7 mm distalinde sağ hepatik arterden (RHA) köken alıyor.

## **2.2. Bilgisayarlı Tomografi**

### **2.2.1. Tarihçesi**

1963 yılında Cormack tarafından teorize edilmiş ve radyolojide kullanımı yeni bir çığır açmış kesitsel bir görüntüleme yöntemidir. BT ile ilgili ilk başarılı klinik uygulamalar 1967 yılında G. Hounsfield tarafından gerçekleştirilmiş ve 1971 yılında hastane şartlarında kullanılmaya başlanmıştır. ABD’de ilk BT ünitesi 1973’te Mayo Klinikte kurulmuştur. Ülkemizde ilk kullanımı Mart 1976’da Hacettepe Üniversitesi’nde gerçekleşmiştir (4).

İlk BT cihazlarında tek bir kesit oluşturabilmek için gerekli verileri toplamak 5 dakikaya varan sürelerle ihtiyaç gösterdiğinden BT uygulaması sadece beyin incelemelerinden ibaret kalmış sürenin uzunluğu nedeniyle BT’nin toraks ve abdomen gibi uygulama alanlarında kullanımını geciktirmiştir (4).

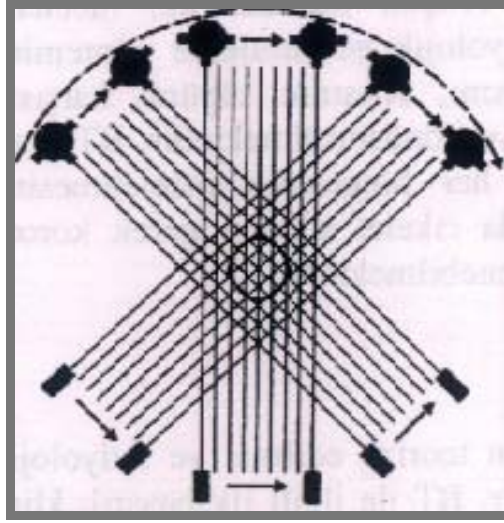
1980’li yıllarda üçüncü ve dördüncü kuşak cihazlar geliştirilmiş tarama süresi 2 saniye düzeyine kadar indirilmiştir. Bu sırada manyetik rezonans görüntülemelemedeki hızlı gelişmeler BT’yi ikinci plana atmış iken, 1988 yılında BT teknolojisinde bir sıçrama olan “slip-ring” teknolojisi ile spiral BT gündeme gelmiştir. Spiral BT tarama zamanını saniye altına indirirken, hacim bilgisi yüksek kalitede üç boyutlu görüntülemelere olanak sağlamış, tarama hızının azalması da kontrast madde kullanımını daha etkinleştirmiştir (4).

1998 yılında ise yeni bir dönüm noktası olan multidedektör BT (MDBT) gündeme gelmiştir. MDBT spiral BT teknolojisinin getirdiği avantajlara ek olarak hızı ve kesit kalınlığındaki inanılmaz iyileşmeler sonucunda yüksek nitelikte anjiyografi uygulamalarına olanak sağlamıştır.

Birinci kuşak BT cihazlarının geliştirilmesinden bu yana en büyük teknik gelişmeler tarama ve rekonstrüksiyon zamanının azaltılmasına yönelik olarak yapılmıştır (5).

## 1. Jenerasyon BT Cihazları

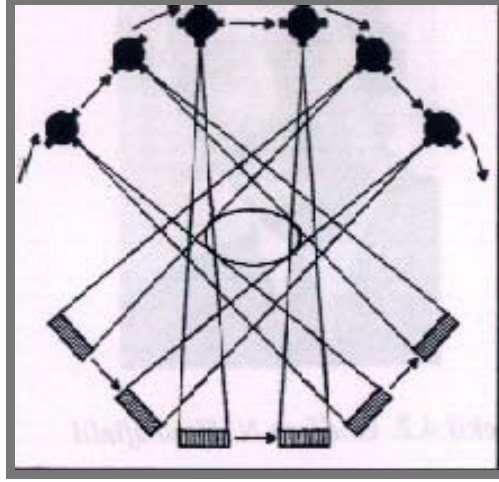
“Pencil-beam” X-ışını ve karşılığında tek bir dedektörün bulunduğu bu tür cihazlar “translate-rotate” prensibi ile çalışmaktadır. İncelenecek olan obje, lineer bir doğrultuda bir uçtan diğerine tarandıktan sonra tüp 1 dereceli açı ile dönüş hareketi yapmakta ve obje tekrar lineer olarak taranmaktadır. Bu tarama ve dönüş hareketleri 180 derecelik bir dönüşe kadar devam ettirilmektedir. İlk jenerasyon cihazlarda kesit alım süresi bu bakımdan oldukça uzundu (4).



**Figür 5:** 1. Jenerasyon BT cihazlarında tüp ve dedektör çalışma prensibi

## 2. Jenerasyon BT Cihazları

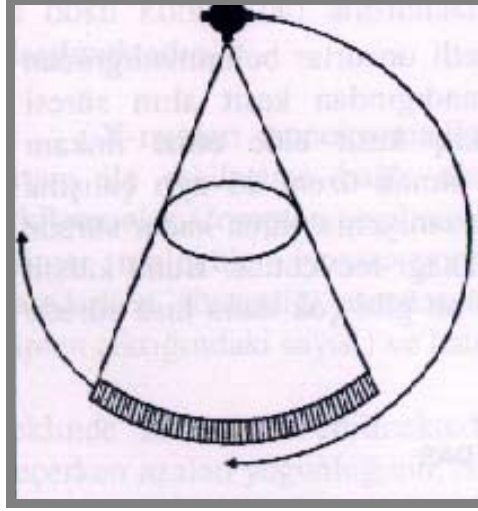
Bu cihazlarda tek dedektör yerine lineer dizilmiş birden fazla dedektör kullanılmış ve X-ışını huzmesi de “pencil-beam” yerine dedektör genişliğine göre yelpaze biçiminde (fan-beam) genişletilmiştir. İkinci jenerasyon cihazlarda 1. jenerasyonda olduğu gibi “translate-rotate” tekniği söz konusudur. Ancak tüp hareketi 10 derecelik açılarla 180 dereceye tamamlanmaktadır (4).



**Figür 6: 2. Jenerasyon BT cihazlarında tüp ve dedektör çalışma prensibi**

### **3. Jenerasyon BT Cihazları**

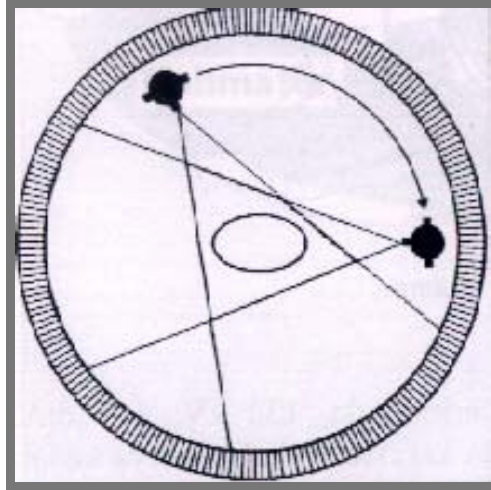
1 ve 2. jenerasyon cihazların ardından “rotate-rotate” prensibi ile çalışan 3. jenerasyon aygıtlar geliştirilmiştir.. Bu cihazlar X-ışını kaynağı ve bu kaynağın karşısına dizilmiş konveks dedektörlerden oluşturulmuştur. X-ışını demeti karşısına denk gelen dedektörlerin tümünü içine alacak şekilde yelpaze biçimindedir. X-ışını tüpü ve dedektörler incelenecek olan obje etrafında birbirleri ile koordine hareket ederek 1. ve 2. jenerasyon cihazlardan farklı olarak 360 derecelik bir dönüş gerçekleştirirler (4).



**Figür 7: 3. Jenerasyon BT cihazlarında tüp ve dedektör çalışma prensibi**

#### **4. Jenerasyon BT Cihazları**

“Rotate-stationary” tekniği olarak da adlandırılan sistemde sadece X-ışını kaynağı hareketlidir. Tek bir X-ışını kaynağı incelenecek obje etrafına 360 derecelik bir dönüş hareketi gerçekleştirirken dedektörler gantri açıklığı boyunca dizilmiş ve sabitlenmiştir. Kesit alım süresi 1-2 saniye düzeylerine indirgenmiştir (4).



**Figür 8: 4. Jenerasyon BT cihazlarında çalışma prensibi**

## 5. Jenerasyon BT Cihazları

Elektron beam tomografi olarak bilinen ultra hızlı BT cihazlarıdır.

### 2.2.2. Spiral (Helikal) BT

BT teknolojisindeki en önemli gelişmelerden biri olarak kabul edilmektedir. Spiral BT'nin ilk kez kullanımı Kalender ve arkadaşları tarafından 1980'lerin sonunda gerçekleşmiştir. Son zamanlarda birçok üretici firma gantriye "slip-ring" teknolojisini ekleyerek X-ışın kaynağı ve dedektörlerin sürekli rotasyonu esnasında hastanın eş zamanlı olarak sabit bir hızda gantri içine doğru hareketini sağlamışlardır. Bunun sonucunda da aynı esnada BT verileri sürekli olarak elde edilebilir hale gelmiştir. Hasta rotasyon yapan gantrinin içine kaydırıldıkça X-ışını kaynağının izlediği yörünge bir spiral veya heliks oluşturmaktadır. Bu heliksin odağı rotasyon planına dik olan rotasyonel merkez içinden geçen çizgi boyunca olur. Kesitler arası bekleme (interscan delay: ISD) olmadığı için bu çizgi boyunca olan kapsama oranı masa hızına eşittir. Böylece kısa sürede gerçek bir hacimsel tarama yapılmış olmaktadır. Bütün bu gelişmeleri arkasında yatan teknik yenilikler "slip-ring" gantrinin geliştirilmesi, artmış dedektör etkinliği ve tüp soğutma kapasitesidir (6).

"Slip-ring" tarayıcılarda sürekli X-ışını oluşması ve sürekli masa hareketi sağlanmıştır. Bunun sonucunda konvansiyonel BT'de problem olarak görülen kesit aralarında masanın ilerlemesi ve tüpün uygun pozisyona getirilmesi için kaybolan zaman azalmıştır. Sürekli rotasyonu engellememesi için gantri komponentlerini yere bağlayan elektrik kabloları kullanılmamıştır. Bu cihazlarda genellikle multipl paralel "slip-ring'ler" kullanılmıştır. Paralel bağlı halkalardan biri tüp ve jeneratöre yüksek voltaj taşır. İkincisi dijital verilerin dedektöre gidiş geliş transportunu sağlar. Üçüncü halkaysa kontrol sistemlerinin operasyonu için rölatif düşük voltaj sağlar (4).

### Spiral BT'nin Konvansiyonel BT'ye Üstünlükleri

Üstüste binmiş kesitlerin oluşturulabilmesi, daha kaliteli üç boyutlu ve/veya multiplanar reforme görüntüler elde edilmesini sağlar. Spiral BT ile lezyon saptanmasının iyileştirilmesi iki ana faktörle ilişkilidir. Solunuma bağlı kesit kaymasının eliminasyonu ve istenilen aralıklarla üst üste binen görüntülerin rekonstrüksiyonudur. Standart BT’de hastanın kesitten kesite inspirasyon ve ekspirasyon derecesinin değişebilmesi nedeniyle küçük lezyonların gözden kaçtığı saptanmıştır. Spiral BT’nin hacimsel veri setinin tek bir nefes tutma ile elde edilmiş olması nedeniyle solunumsal kesit kayması elimine edilmiştir. Çekim kolimasyonundan daha küçük intervallerle görüntülerin rekonstrüke edilebilmesi yeteneği, parsiyel volüm etkisi nedeniyle küçük lezyonların atlanabilmesi olasılığını azaltmaktadır. Spiral BT rekonstrüksiyonları retrospektif olarak yapıldığından üst üste binen görüntüler hasta ek bir radyasyona maruz kalmadan elde edilebilmektedir (4).

İnceleme süresinin oldukça kısa olması nedeniyle arteriyel ve venöz yapılara yönelik BT anjiyografi çalışmaları da konvansiyonel BT’ye göre çok daha üstün bir şekilde gerçekleştirilebilmiştir. Dinamik volümetrik vasküler inceleme yöntemleri ve yüksek rezolüsyonlu üç boyutlu rekonstrüksiyonlar ile başta aorta ve ana dalları olmak üzere boyun, alt ve üst ekstremitte damarları hem daha az kontrast madde kullanılarak hem de artefaktlardan arınmış daha detaylı imajlarla değerlendirilebilmiştir (7).

### **Spiral BT’nin Dezavantajları**

Helikal incelemede en büyük ve tek dezavantaj mAs sınırlamasıdır. Helikal tarama süresi arttıkça mAs’nin kısıtlayıcılığı artmaktadır. Düşük mAs, görüntünün granüler olmasına neden olur. Bu dezavantaj dedektör teknolojisindeki yenilikler ve daha yüksek ısı kapasiteli tüpler ile giderilmeye çalışılmaktadır. Spiral BT’de artmış gürültü, hem interpolasyon işlemi ile hem de X-ışını tüpünün sürekli çekim esnasında gereken kısıtlanmış gücü ile ilişkilidir. Daha yüksek ısı kapasiteli tüplerin yapılması ikinci problemi elimine edecektir. Spiral BT’deki longitudinal çözümlemede azalma kesit duyarlılık profilinin genişlemesine bağlıdır. Sonuçta değişen derecelerde parsiyel volum artefaktları oluşur. Parsiyel volum artefaktları masa hızı ile kolimasyonun eşleştirilmesi sonucu giderilebilir, ancak pitch arttıkça

artış gösterir. Bu etki 180 derece interpolasyon algoritmelerinin kullanımı ile minimize edilmiştir. Konvansiyonel BT ile karşılaştırıldığında spiral BT’de görüntü işleme için daha fazla zamana gereksinim duyulur. Artmış zaman gereksinimi kısmen planar görüntülerin rekonstrükte edilebilmesinden önce veri interpolasyonuna ihtiyaç duymasından kaynaklanır. Ek olarak spiral BT tarafından oluşturulan büyük miktardaki görüntü verileri daha sık olarak arşivlenmeyi gerektirir. Bu durum nedeniyle bazen geçici olarak çekime ara verilebilir. Daha büyük kapasiteli arşivleme cihazları gerektirmesi spiral BT’nin diğer bir dezavantajıdır (4).

### **2.2.3. Multidedektör BT**

Multidedektör BT şu anda BT teknolojisinde ulaşılan son noktadır. Uygulanan çekim prensipleri spiral BT’den farklı değildir. Avantajı hastanın longitudinal aksı boyunca (Z-ekseni) iki veya daha çok sayıda dedektör dizileri ile donatılmış olması, X-ışın kolimasyonunun genişletilebilmesi ve bunların sonucunda masa hızının arttırılabilmesidir. X-ışın tüpü ve dedektör hasta etrafında 360 derece birbirleri ile senkronize dönüş yaparlar. Bu dönüş ve veri elde edilişi spiral BT’deki gibi devamlı ve volumetrikdir (4).

Helikal taramanın geliştirildiği 1989 yılından sonra 1991’de 1 mm’nin altında kesit alabilen cihazlar üretilmiştir. Aynı yıl bugünkü multidedektör BT teknolojisinin öncüsü ikiz dedektörlü helikal BT’de geliştirilmiştir. 1993’de gerçek zamanlı BT’nin kullanıma girmesiyle BT floroskopi eşliğinde biyopsi işlemlerinin yapılabilmesi, damar yapılar ya da organlar içindeki kontrastlanmanın monitörizasyonu (otomatik bolus yakalama programları) olanaklı hale gelmiştir. Gantri rotasyon zamanının 1 sn’nin altına inmesi 1995 yılında mümkün olmuş, 1998’de bu süre şu an hala geçerli



minimum süre olan 0,5 sn'ye indirilmiştir. 1998 yılında da ilk multidedektör sistemleri kullanıma girmiştir (8) .

Yüksek kalitede hacim bilgisi için, longitudinal düzlemdeki (Z-ekseni) çözünürlüğünün yeterli olması gerekmektedir. Z-ksen çözünürlüğünü belirleyen başlıca etken kesit kalınlığıdır. Dedektör teknolojisindeki iyileştirmelerle minimum kesit kalınlığı giderek düşmektedir. Böylece ulaşılan izotropik voksel geometrisi sayesinde multiplanar reformasyonlar ve üç boyutlu görüntüleme optimal görsel keskinlikle yapılabilmektedir (9).

Multidedektör BT teknolojisinin belkemiği dedektör yapısıdır. Konvansiyonel helikal BT cihazlarında dedektör tek sıra halinde dizilmiş dedektör elemanlarından oluşan tek boyutlu bir yapıdır. Multidedektör BT cihazlarında ise dedektör çok sayıda dedektör sırasından oluşan iki boyutlu bir matriks yapısındadır. Paralel sıralanmış eşit genişlikte dedektör dizilerine **matriks dedektör** denirken, **adaptif dedektörler** santralden periferde doğru genişleyen dedektör dizileri içerir. Matriks ve adaptif dedektör yapılarının bir arada kullanılanlarına **hibrid dedektör** adı verilir. Hibrid dedektörlerde dedektör dizisi santralinde eşit kalınlıkta ince dedektör dizisi kullanılırken kenarlarda eşit kalınlıkta daha geniş dedektör dizileri içerir. Sistemin kesit kalınlığını belirleyen unsur en küçük dedektör elemanının Z-eksenindeki genişliğidir. Bu değer bazı sistemlerde 0,5 mm bazı sistemlerde 0,625 mm'dir (4).

Multidedektör BT sistemlerinde hızın artması esas olarak iki nedene bağlıdır; gantri rotasyon süresinin kısalması (0,5 sn'ye inmesi) ve "pitch faktörünün" ( pitch faktörü= masa hızı/kesit kalınlığı) artmasıdır. Ancak "pitch" değeri arttıkça taranabilecek alan miktarı artmakta görüntü kalitesi azalmaktadır. Bu iki etki birleştirildiğinde; örneğin 4 dedektörlü bir cihaz konvansiyonel spiral cihaza göre 8 kat, 8 dedektörlü bir cihaz 16 kat hızlı tarama yapabilmektedir. Burada bilinmesi gereken bir nokta daha vardır. Tarama hızındaki bu 8 ya da 16 kat artış kesit kalınlığı için geçerli değildir. Düşük kesit kalınlıklarında maksimum hız mümkün olmakta, ancak kesit kalınlığı arttıkça bu şans azalmaktadır (10).

### **Multidedektör BT'nin Avantajları**

Yüksek tarama hızının ince kesit kalınlıkları ile birleştirilmesi BT anjiografide ciğir açmıştır. Willis poligonu damar yapıları değerlendirilebilir hale gelmiş , karaciğer transplantasyonlarında hepatik arteriyel, portal ve hepatik venöz yapıların preoperatif değerlendirilmesi çok daha kolaylaşmıştır. Pulmoner emboliden şüphelenilen hastalarda daha ince segmenter dallardaki trombüsler gösterilmiştir . Aort anevrizması, aort diseksiyonu, ekstremiteler ve renal arterlerin aterosklerotik lezyonları, mezenter iskemisi daha net bir şekilde değerlendirilebilmiştir (11).

Nefes tutma ile yapılan tetkiklerde tetkik süresi çok kısaltıldığından solunum ile ilgili artefaktlar ortadan kalkmıştır. Hızlı tetkik yapılması gereken travma hastalarında tetkik süresi kısaltıldığından kolaylık sağlanmıştır. Kooperasyonu zor olan ve çocuk hastalarda tetkik en az artefaktla tamamlanabilmektedir (12).

Çok fazlı kontrastlı çalışmalara olanak sağlamıştır. Örneğin karaciğerde 2 kez ardına arteriyel faz alınarak özellikle sirozlu hastalarda karaciğer lezyonları daha iyi karakterize edilebilmiştir (13).

Tarama hızının artması özellikle BT anjiografi uygulamalarında kontrast madde dozundan tasarruf edilmesine imkan vermektedir. İnce kesit alınabilmesi isteğe bağlı görüntü planının değiştirilmesine, multiplanar reformasyona ve üç boyutlu görüntülerin optimal görüntü kalitesi ile elde edilmesine olanak sağlar. Parankimal organlarda küçük lezyonların hipo-hipervasküler karakterinin belirlenmesinde, multiplanar reformasyonlarla cerrahi planlamada, organ koruyucu cerrahi uygulamaların belirlenmesinde rol oynar. Artmış tarama hızının solunum ve barsak hareketlerinden kaynaklanan artefaktları azaltması ile birlikte yüksek uzaysal çözünürlükle geniş volumlerin taranabilmesi, sanal endoskopi uygulamalarının temelini oluşturur. Multidedektör BT koroner arterlerde stenoz varlığının belirlenmesinde, plakların görüntülenmesi ve myokardiyal perfüzyonun değerlendirilmesinde noninvaziv bir yöntem olarak umut vericidir. Akut inmeli hastalarda rutin BT incelemelerinde patolojinin belirlenemediği ilk 6 saatlik dönemde, software desteği ile serebral kan akımı, serebral kan volumü ve ortalama geçiş zamanı değerlendirilerek beyin perfüzyonu incelenebilir (11).

### **Multidedektör BT'nin Dezavantajları**

Özellikle izotropiğe yakın görüntüleme tercih edildiğinde elde edilen veri miktarında ileri derecede artış olmaktadır. Elde edilen verileri yorumlamak ve saklamak problem oluşturmaktadır. Görüntülerde gürültü, kesit kalınlığı azaldıkça artmaktadır. Gürültüyü azaltmak için rekonstrükte aksiyel ya da kalın MPR kesitlerin oluşturulması önemlidir. Çok ince kolimasyonlarda cihazın geometrik etkinliği bozulmaktadır. Bu etki 1,25 ve daha düşük kolimasyonlarda izlenirken daha kalın kolimasyonlarda izlenmez. Hasta dozunda artış sadece yüksek kalitede ince kesit görüntü elde edilmek istenildiğinde karşımıza çıkan önemli bir sorundur (4).

#### **2.2.4. Multidedektör BT Anjiyografi**

Koroner arterlerin değerlendirilmesinde primer öneme sahip olan aksiyel imajlar 3 boyutlu görüntüleme yöntemlerinin de temelini oluşturmaktadır. 3 boyutlu görüntülerin oluşturulmasında kullanılan başlıca teknikler “multiplanar reformat” (MPR), ”maksimum intensite projeksiyonu” (MIP), “shaded surface display” (SSD) ve “volume rendering tekniği” (VRT)’dir (14).

### **Multiplanar Reformat (MPR) Tekniği**

3 boyutlu hacimde bir plan seçilir ve bu plandaki görüntüler doğrusal (oblik MPR) ya da eğri planlar (curved MPR) kullanılarak işlenir. MPR imajlar patolojinin longitudinal uzanımı ve hastalığın mural tutulumu hakkında optimal bilgi edinilmesinde önemli rol oynar. İlgili damar boyunca uzanan trombüs, plak ve kalsifikasyonların görüntülenmesine olanak sağlar (15). Eğri planların (curved MPR) kullanıldığı işleme yönteminde damar lümeni içerisinde seçilen bir başlangıç noktasından lümenin santrali esas alınarak, otomatik segmentizasyonla, damar tüm trasesi boyunca görüntülenir. Bu yöntem tortiozite ve elongasyon gösteren arterlerde damarların uzun eksenleri boyunca kesintisiz olarak görüntülenmesini sağlar. Ancak damar lümeninde manuel oryantasyona bağlı olarak yanlış pozitif ve yanlış negatif sonuçlar elde edilebilmektedir. Aynı damarın farklı bakış açılarıyla, MIP ve VRT gibi diğer yöntemlerle kombine edilerek değerlendirilmesi gerekmektedir (16).

## **Maksimum İntensite Projeksiyonu (MIP) Tekniği**

MIP bir volüm işleme türü olup bir imajda tüm piksellerin intensiteleri arasında rastlanan maksimum intensitedir. MIP daima her bir ışının katettiği yol boyunca rastlanan en parlak pikseli yansıtacağından, vasküler yapının önündeki ve arkasındaki kemik dokular tarafından süperpoze olması söz konusudur. Ayrıca kontrast maddenin sadece koroner arterleri değil, tüm vasküler yapıları ve kalbi dolduracağı da göz önüne alındığında, tüm hacim MIP imajlarda koroner arterler diğer vasküler yapılardan izole edilemeyebilir. Bu nedenle kemik ve diğer istenmeyen parlak yapıları elimine etmek için volüm bilgisi bazı tekniklerle işlenir (17).

**Hedef Subvolümler:** Süperpoze olan kemiklerden kurtulmanın en basit yolu MIP öncesi bu yapıların veri grubundan eliminasyonudur. İncelenecek yapıları izole etmek için volüm kesilerek küçültülebilir. Kullanıcı tarafından seçilen bölge uygun bir projeksiyonda işaretlenir, sonra şekiller çizilir veya referans MIP imajda çalışılacak alan işaretlenerek, imaja perpendiküler yönde volüm serisi boyunca işaretli alanın çıkartılmasıyla 3 boyutlu objenin sınırları belirlenir. Bu işlem MIP, SSD dahil tüm 3 boyut algoritmaları tarafından kullanılabilir. Subvolümleri hedef olarak çalışmak, ilgili damarı izole etmekle kalmaz hesaplamayı da hızlandırır (17).

**Otomatik Düzenleme:** Rekonstrükte edilmiş BT kesitlerinin oluşturduğu bir kümeden basit şekiller şeklinde bölerek işlem yapmak, her zaman istenmeyen yapıların eliminasyonu ile sonuçlanmaz. Kalsifiye yapıların eliminasyonu için diğer bir yaklaşım, onların yüksek dansitelerini otomatik olarak suprese etmektir. Basit eşiklendirmede, önceden seçilen bir değeri eşik değeri olarak volüm içindeki tüm pikselleri uygun şekilde düzenlemek etkili olabilir. Ancak her zaman belirlenen eşik değeri vasküler yapıları ön plana çıkaracak şekilde sadece kemik yapıları suprese etmek mümkün olmaz. Eşik değeri yüksek seçilirse kemik yapılar görüntüden elimine edilemez. Tersine eşik değeri düşük tutulursa bazı vasküler yapılar suprese olarak yanlış bir şekilde stenotik olarak değerlendirilebilir ve hatta damarın tamamen silinmesi ile sonuçlanabilir (17).

**Manuel Düzenleme:** Yukarıda konusu geçen yaklaşımlar gerçekte volüm düzenlemenin özel durumlarıdır. Bazı durumlarda ise istenmeyen yapıların görüntü haricinde tutulması bu yaklaşımlarla başarılamaz . Pek çok tarayıcıda ve çalışma konsolunda daha etkin işlem yapan çeşitli opsiyonları olan manuel işleme programları mevcuttur (17).

MIP imajlar vasküler kalsifikasyonların mevcudiyeti ve yaygınlığı konusunda en iyi bilgiyi sağlarlar. Algoritmin hızlı ve kolay uygulanabilir olması, damar ve evre dokunun ayırımının yapılabilmesi diğer avantajlarıdır. MIP görüntülerde stenoz derecelerinin tespiti çok güvenli olmayıp stenozlar olduğundan fazlaymış gibi değerlendirilebilir. Ayrıca 2 mm'den küçük arterler g r nt lenemeyebilirler. MIP görüntülerde bazı segmentlerde parsiyel volum etkisi ve yeniden  rneklemeye bağlı gelişen merdiven basamağı artefaktı sonuçların istenilen kalitede olmasını engellemekle birlikte aksiyel kesitlerden faydalanıldığında problem giderilebilmektedir. Kesit planına paralel seyreden damarlar parsiyel volum etkisinden daha fazla etkilenir, ancak kolimasyon değerinin aşağı “pitch” değerinin yukarı çekilmesi ile bu etkinin olabildiğince azaltılması mümkündür. Taramanın ve rekonstrüksiyonun daha ince bir gridle yapılması yeniden örnekleme ile gelişen MIP artefaktlarını minimale indirecektir (18,19).

### **Shaded Surface Display (SSD)**

SSD kompleks üç boyutlu yapıların demonstrasyonu için geliştirilmiş basit bir tekniktir. Seçilen eşik değerin uygunluğuna belirgin şekilde bağlı olup, uygun olmayan eşik değerleri seçildiğinde, küçük çaplı damarlarda stenotik damar segmenti yanlış olarak oklüde ya da tamamen normal olarak değerlendirilebilir. Tek eşik değer kullanılması ile SSD kalsifikasyon ile damar lümenini birbirinden ayıramayabilir. Bu sebeple özellikle kalsifiye stenozların değerlendirilmesinde güvenilirliği düşüktür. Aksesuar arterler gibi küçük kalibrasyonlu arterlerin değerlendirilmesinde MIP için söylendiği gibi dikkatli olunmalıdır (20,21).

### **Volume Rendering Görüntüleme Tekniği (VRT)**

VRT ile güçlendirilen spiral BTA konvansiyonel kateter anjiyografiye iyi bir alternatif olma yolundadır. VRT, damarlar ile çevrelerindeki yapıların optimum opak veya semi-transparent gösterilmesini sağlayan bir modalitedir. Her voksel için doku miktarının sistematik olarak ihtimal dahilinde hesaplanması ile olur. Bu teknikle dansiteler vasküler ve/veya perivasküler anatomik yapılara göre değişen derecelerde seçilmek suretiyle, süperpozisyonlara bağlı gelişen yorum zorluklarının önlenmesi mümkün olup, bu yöntem diğer 3 boyutlu tekniklerin çoğuna üstünlük sağlamıştır (22,23). Aynı anda hem kalsifik plakların hem de damar lümeninin vizualizasyonu mümkün olup MIP ve SSD'nin her ikisine de üstündür. Damar boyut ve oryantasyonundan daha az etkilenir (20,24). Bu yöntemle hem renkli "color-coded" hem de gri skala rekonstrüksiyonlar yapmak mümkündür. Renkli rekonstrüksiyonların gri skala rekonstrüksiyonlar ile karşılaştırıldığında, dansitede yeterli farklılık varsa, bulguların gösterilmesinde daha gerçek sonuçlar verdiği görülmüştür. VRT'nin kullanımı ile diğer yöntemler konvansiyonel vizualizasyon teknikleri olarak kabul edilmeye başlanmıştır (25).

### **Thin-Slab Rendering Görüntüleme Tekniği**

Thin –slab MIP veya multiplanar volume rendering (MPVR) gibi yeni geliştirilmiş olup 5-20 mm arası genişlikte uygulanarak standart MPR görüntülere göre daha uzun damar segmentlerinin görüntülenmesini mümkün kılmaktadır (20).

Aksiyel, MIP, "curved MPR", SSD, ve VRT imajların stenozların değerlendirilmesindeki doğrulukları açısından fantom üzerinde in-vitro yapılan bir çalışmada 4 mm'den büyük çaplı damarlarda beş tekniğin de hata payı % 2,5'den az iken, 4 mm veya daha küçük çaplı damarlarda ilk dört tekniğin doğruluk derecesinin azaldığı, 2-4 mm çaplı damarlarda hatta 0,5-1 mm çaplı damarlarda VRT'nin daha başarılı olduğu gözlenmiştir. (14).

### **2.2.5 Multidedektör BT Anjiyografi'nin hepatic arter komplikasyonlarının değerlendirilmesindeki yeri**

Hepatik arteri ilgilendiren cerrahi komplikasyonlar, Ortotopik Karaciğer Transplantasyonu (OKT) sonrasındaki erken veya geç postoperatif dönemin en ciddi durumları arasında yer alır. Azalmış hepatic arteriyel akımın sonucu olarak genellikle greft iskemisi, safra kanalı hasarı ve allograft başarısızlığı görülebilir. Hepatic arteriyel komplikasyonların klinik prezentasyonu, hafif yükselmiş karaciğer fonksiyon testlerinden fulminan hepatic yetmezliğe kadar değişen bir yelpazede görülebilir.

Posttransplant dönemde hepatic arteri değerlendirmedeki primer modalite doppler USG'dir.(26) Doppler USG ile hepatic arter stenozunun değerlendirilmesinde, fazla miktarda arteriyel kolateral gelişimi sonucunda patent arter tanısı koyduracak şekilde arteriyel sinyal oluşması nedeniyle yanlış negatif sonuçlar elde edilebilir. Bu yanlış negatif sonuçlar ayrıca masif hepatic nekroz veya sistemik hipotansiyona bağlı olarakta görülebilir.

MR anjiyografi Ortotopik Karaciğer Transplantasyonu sonrası vasküler komplikasyonların incelenmesi açısından sınanmış ve konvansiyonel anjiyografi ile iyi bir korelasyon göstermiştir.(27) Ancak yine de Glockner ve arkadaşları DSA olan 19 hastanın 3'ünde yanlış pozitif sonuçlar görmüşlerdir.(28)

Konvansiyonel anjiyografi bu bağlamda uzun süredir gold standart olarak görülmüştür, ancak yüksek maliyet, invaziv olması, potansiyel riskler ve komplikasyonlar nedeniyle ideal bir tarama yöntemi değildir. Bu nedenle abdominal damarları görüntülemek için noninvaziv testlere ihtiyaç vardır ve her mümkün olduğunda DSA'dan kaçınılmalıdır.

Üç boyutlu tekniğinin kullanıldığı helikal BT, x-ışını tüpünün sürekli dönmesi ve eşzamanlı olarak masanın ilerlemesi ve tüm anatomik verilerin hızlı bir şekilde elde edilmesine bağlıdır. 3D-BTA, stenozun varlığı ve derecesinin belirlenmesinde gayet tutarlı olan anjiyografik görüntüler üretir. Son zamanlara kadar abdominal damarların anatomisi hakkında bilgi edinebilmek için en sık olarak kullanılan iki yöntem maksimum yoğunluklu projeksiyon (MIP) ve gölgelendirilmiş yüzey görüntüleme

(SSD) teknikleri idi (29,30). Grafik yazılım ve çalışma istasyonlarının ortaya çıkışından sonra tercih edilen 3D metodu VRT haline gelmiştir. Bunun nedeni tüm BT verilerinin 3D görüntülerine yansıtılabilmesidir.

VRT 3D BTA, güvenilir ve doğru bir şekilde damarsal anomalileri tespit edebildiği gibi diğer parankimal veya bilier anormallikleri de tespit edebilir. 3D BTA, noninvazif bir tarama testi olarak oldukça tatmin edici sonuçlar vermiştir.

Bazı otörler DSA'yı altın standart olarak kullanarak karaciğer transplant vakalarında vasküler komplikasyonların tespitinde BT'nin performansını 3D BTA verileriyle karşılaştırmışlardır. Vogl ve arkadaşları 24 karaciğer transplant vakasında hepatik arter trombozunun tespitinde DSA ve BT'yi karşılaştırmışlar ve BT'nin %89 sensitif, %100 spesifik olduğunu ortaya koymuşlardır.(31) Ancak Vogl ve arkadaşlarının sonuçları, oklüde damarların direkt görüntülenmesinden ziyade, trombozun karaciğer parankimi üzerinde oluşturduğu etkilerin tespiti ile ortaya çıkarılmıştı. Legmann ve arkadaşları hepatik arter trombozunun tespitinde maksimum yoğunluklu projeksiyonlar ile BTA sensitivitesini %100 olarak tespit etmişlerdi ancak 30 hastanın sadece 5'inde tromboz mevcuttu (32).

Brancatelli ve arkadaşları 3D BTA ile 35 karaciğer transplant vakasını incelemişler ve bunun şüpheli hepatik arter trombozu veya stenozu ve diğer vasküler ve nonvasküler komplikasyonların değerlendirilmesinde faydalı olduğunu görmüşler.(33) Ayrıca aksiyel görüntülerin analizi biliomalar ve abse gibi iskemi ile ilişkili bilier komplikasyonların görülebilmesine olanak tanır ve bu görüntüler konvansiyonel anjiyografi ile görülemediğinden BT'yi bu hastaların değerlendirilmesinde önemli kılmaktadır.

Çoğu enstitüde karaciğer transplantasyonu sonrasında vasküler komplikasyonların değerlendirilmesinde VRT 3D BTA, konvansiyonel anjiyografinin yerine geçerek standart olmuştur. Ayrıca bu teknik karaciğer donörlerinin preoperatif olarak hepatik vaskülarizasyonunun normal ve anatomik varyasyonlarının görüntülenmesinde değer kazanmıştır ve cerrahların tümörlere yönelik olarak arteriyel kemoterapi



verebilmeleri için hepatik arter pompası yerleştirmelerinde bir kılavuz haline gelmiştir. DSA'ya karşın 3D BTA herhangi bir oryantasyondaki damarların tek bir kontrast madde enjeksiyonu ile görüntülenmesine olanak tanır.

VRT 3D BTA'nın kullanımı DSA ile karşılaştırıldığında hastaya bazı avantajlar sunmaktadır. Hastalar femoral kateterizasyona maruz kalmamakta, bununla ilişkili olarak da immobilizasyon ve ilişkili potansiyel komplikasyonlardan korunmaktadırlar. VRT 3D BTA herhangi bir hazırlık gerektirmemekte, 20 dk.da tamamlanmakta ve sadece kontrast maddenin intravenöz enjeksiyonuna ihtiyaç duyulmaktadır. Abdominal damarların VRT görüntülerini alabilmek için gerekli olan tek Őey helikal BT veya daha iyisi klinik kullanıma yakın zamanda giren bir multidedektör row (multikesit) BT tarayıcı'dır. Bu yeni tarayıcının gücü z-aks kaplama hızıdır. Bu hız tek bir dedektör-row helikal BT'nin 2 ile 6 katı bir hızdır ve görüntü kalitesi de karşılaştırılabilir olarak iyidir. Multikesit helikal BT tarayıcı tek bir nefes tutum süresinde karaciğerden daha ince aksiyel kesitler alabilmekte (1 ila 2.5 mm) ve bu kesitler z-aksında daha yüksek çözünürlük sağlamaktadır. Ayrıca sonuçta elde edilen 3D vasküler görüntüler daha detaylı olmakta ve tek dedektörlü helikal tarayıcı ile elde edilenlerden daha göz alıcı olmaktadır.

Sonuç olarak, BT güvenli, noninvaziv, tutarlı ve güvenilir bir metoddur ve karaciğer transplantasyonu yapılan hastalarda hepatik arterin patensisini, stenozunu veya trombozunu gösterebilir ve bunların karaciğer parankiminde oluşturdukları hasarın varlığını ve boyutlarını değerlendirebilir.

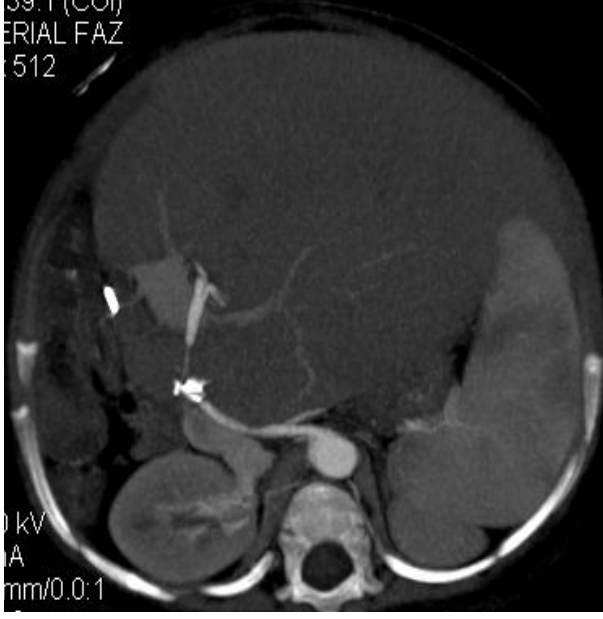
### 3.GEREÇ VE YÖNTEM

Temmuz 2001 ile Mayıs 2005 arasında 76 hastaya karaciğer transplantasyonu yapılmıştır. Bu hastaların 37'si (25 kadın, 12 erkek) MDBT anjiyografi ile değerlendirildi. Hastaların tümü ortotopik karaciğer transplantasyonlu hastalardı. Hastaların yaşları 1 ile 57 arasında değişiyordu. Hastaların ortalama yaşları 27 idi. Hepatik arter komplikasyonu olan hastaların tümü erken (ortotopik karaciğer transplantasyonu sonrası <15 gün) veya geç (ortotopik karaciğer transplantasyonu sonrası >15 gün) dönem hepatic arter komplikasyonu olarak sınıflandırıldı.

MDBT anjiyografi, 16 dedektörlü spiral bilgisayarlı tomografi ile gerçekleştirildi (Sensation 16 Siemens-Germany). MDBT anjiyografi için esas endikasyonlar doppler USG'de tespit edilen şüpheli vasküler veya bilier komplikasyonlar, serum karaciğer enzimlerinin yükselmesi, bakteriyemi ve/veya fokal intrahepatik sıvı kolleksiyonları idi. Arteriyel faz görüntüleri 150 mL kontrast maddenin 4 mL/sn hızla intravenöz injeksiyonundan sonra ve (0.75 mm kolimasyon, 1 mm kesit kalınlığı, masa hızı gantry rotasyon başına 7.8 mm) bolus tetikleme tekniği ile elde edildi. Daha sonra portal ve geç fazda görüntüler elde edildi. Görüntüler diyafram kubbesinden pelvise kadar alındı. Daha sonra aksiyel ve koronal planda maksimum intensite projeksiyonlar (MIP) ve volume rendered görüntüler (VRT) alındı. Aksiyel ve rekonstrükte edilen görüntüler abdominal radyolojide uzman olan bir kişi tarafından değerlendirildi. Tüm vasküler komplikasyonlar not edildi. Stenoz derecesi çapa göre ciddi (>%75), orta (>%50) veya hafif (<%50) olarak tanımlandı. BT tetkikinde saptanan karaciğer parankiminde nekroz, perihepatik hematoma veya sıvı kolleksiyonları not edildi. 37 hastanın 17'sine korelatif kateter anjiyografi yapıldı. 8 hastada perkütan tedavi yapıldı.

## 4.BULGULAR

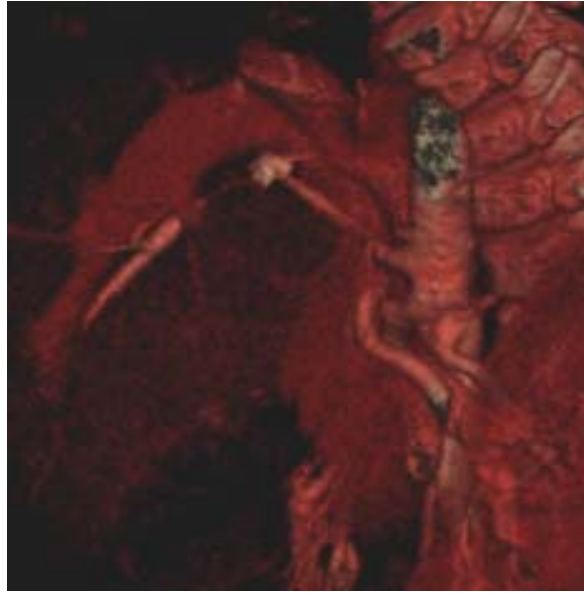
Karaciğer transplantasyonu yapılan 37 hastaya şüpheli vasküler veya bilier komplikasyonlar nedeniyle multislice helikal BT anjiyografi yapıldı. BT ile 20 hastada hepatic arter komplikasyonu tespit edildi. MDBT anjiyografi ile 9 hastada hepatic arter stenozu (4 hafif, 2 orta, 3 ciddi) ve 6 hastada hepatic arter trombozu saptandı. 1 hastada hepatic arterde hem hafif hem orta derecede stenoz vardı (Olgu 1). Bir hastada hepatic arterde iki anastomoz mevcuttu, biri çölyak trunkus ile olan ve oklüde olan, diğeri superior mezenterik arter ile olan ve ciddi stenozu olan hasta idi. İki hastada hepatic arterin intrahepatik segmentinde psödoanevrizma tespit edildi (Olgu 2). Bizim çalışmamızda 13 hastada erken hepatic arter komplikasyonları (ortalama süre: 7 gün), 7 hastada ise geç hepatic arter komplikasyonları (ortalama süre: 51 gün) mevcuttu (Tablo 1). 17 hastanın birisi haricinde BT bulguları BT anjiyografi ile doğrulandı. DSA'da bir seviyede stenozu olan hastada, MDBT anjiyografi ile bir arterin tortiozitesi nedeni ile iki seviyede stenoz (hafif, orta) izlendi. Hepatic arter komplikasyonlarının tespitinden sonra sekiz hasta DSA ile tedavi edildi. 3 hastada hepatic arterin erken dönem oklüzyonları perkütan translüminal anjioplasti (PTA) ve stent yerleştirilmesi ile tedavi edildi (Olgu 3). Ciddi stenozu olan 3 hasta ve orta derecede stenozu olan bir hasta PTA ve stent yerleştirilmesi ile tedavi edilirken, ciddi stenozu olan bir hasta sadece PTA ile tedavi edildi. İki intrahepatik psödoanevrizma, safra kaçağı veya hemorajinin olmaması nedeniyle DSA sırasında tedavi edilmedi ancak elektif koşullarda tedavi planlandı.



A

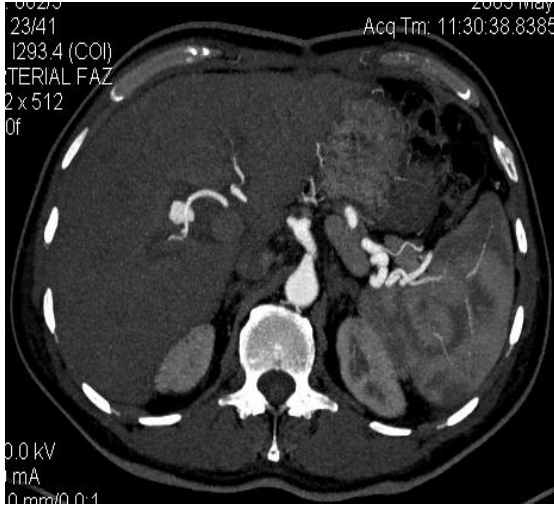


B



C

**Olgu 1.** 2 yaşındaki çocukta Aksiyel MIP ve VRT görüntülerde hepatik arterde proksimalde minimal ve distalde ciddi stenoz izlendi (A, B, C).



**A**

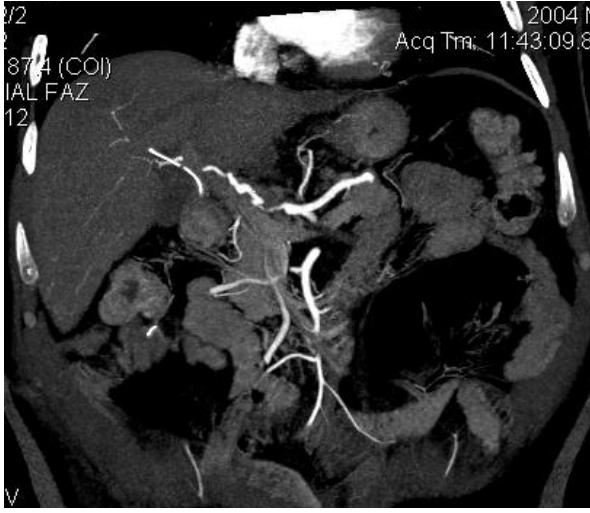


**B**

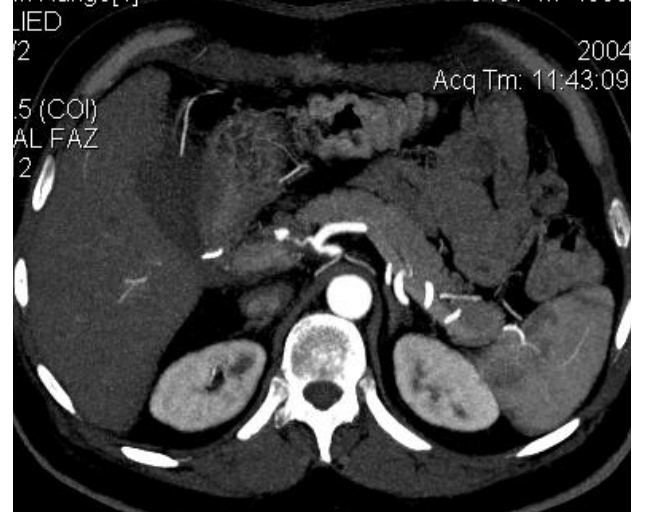


**C**

**Olgu 2.** 57 yaşındaki erkek hastada aksiyel ve koronal MIP görüntülerde hepatik arter distal kesiminde psödoanevrizma izlendi (A, B). Konvansiyonel anjiyografi ile BT anjiyografi bulguları doğrulandı (C).



A



B



C



D

**Olgu 3.** 49 yaşında erkek hastada aksiyel ve koronal MIP görüntülerde hepatik arter proksimalinde ciddi stenoz izlendi (A,B). Konvansiyonel anjiyografide BT anjiyografi ile hepatik arterin anastomoz tarafında ciddi stenozun varlığı doğrulandı (C). Balon anjioplasti ve stent yerleştirilmesinden sonra hepatik arterin anastomoz düzeyinde patent olduğu izleniyor (D).

<b>Tablo 1. Erken ve geç dönem hepatik arter komplikasyonları</b>		
	<b><i>ERKEN</i></b> (Transplantasyon sonrası <15 gün)	<b><i>GEÇ</i></b> (Transplantasyon sonrası >15 gün)
<b>Stenoz</b>	<b>7</b>	<b>4</b>
<b>Oklüzyon</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
<b>Stenoz+Oklüzyon</b>	<b>1</b>	
<b>Psödoanevrizma</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Toplam Hasta Sayısı</b>	<b>13</b>	<b>7</b>

MDBT anjiyografi ile 11 hastada karaciğer parankiminde infarkt, 13 hastada perihepatik sıvı kolleksiyonu, 4 hastada perihepatik hematoma saptandı. Enfarktlar 5 hastada karaciğer parankiminin medialinde insizyon hattına yakındı. MDBT anjiyografi ile hepatik arter oklüzyonu olan 3 hastada karaciğerin anteriorunda, hepatik arterde ciddi stenozu olan bir hastada karaciğerin anteroinferiorunda, total hepatik arter oklüzyonu olan bir hastada ise sağ lob anterior segment ve sol lob lateral segmentinde enfarktlar saptandı.

## 5.TARTIŞMA

Hepatik arter trombozu erken greft rejeksiyonun en sık saptanan nedenidir ve genellikle yeniden transplantasyonu gerektirir (36). Hepatik arter tromboz insidansı %4 ile %25 arasında ve hepatic arter stenoz insidansı ise %4.8 ile %11 arasında bildirilmektedir (34). Tanıda altın standart konvansiyonel anjiografidir ancak yüksek maliyet, invaziv bir yöntem olması ve potansiyel komplikasyonları nedeniyle ideal bir tarama testi değildir. Bu çalışmada amaç ortotopik karaciğer transplantasyonları (OKT) sonrasında hepatic arter komplikasyonlarının tespitinde multidedektör bilgisayarlı tomografik anjiografinin (MDBT anjiografi) doğruluğunu değerlendirmektir.

MIP ile birlikte multidedektör BT anjiografi ve VRT görüntüleri ortotopik karaciğer transplantasyonu sonrasında arteriyel anatomiye hızlı ve doğru bir şekilde görüntülemekte, arteriyel stenoz ve trombozun doğru tespitine olanak sağlamaktadır. Mükemmel uzaysal çözünürlük ve multi kesit tarayıcı ile hızlı tarama zamanları, BT anjiografinin küçük damarları görüntüleyebilmesine olanak sağlamaktadır. MIP ve VRT görüntüleri BT görüntülemenin tanısallık doğruluğunu artırmaktadır. BT anjiografi, kateter anjiografi ile karşılaştırıldığında noninvazif ve cost-efektif bir tekniktir. Brancatelli'nin çalışmasında 35 hastada, 10 hepatic arter stenozu, 6 hepatic arter trombozu, 2 hepatic arter psödoanevrizması, 2 portal ven stenozu ve 4 redundan hepatic arter tespit etmişlerdir. Vasküler lezyonların tespitinde CT sensitivitesi %100, spesifitesi %89, doğruluğu %95, pozitif tahmin değeri %92 ve negatif tahmin değeri %100 olarak bulunmuştur (33). Cheng ve arkadaşları 20 çocukta 2 hepatic arter stenozu, 1 hepatic arter trombozu, 5 hepatic ven stenozu, 4 portal ven oklüzyonu ve 1 portal ven stenozu tespit etmişlerdir. Sensitivite ve spesifite %86.7 ve %100 olarak bulunmuştur. Negatif ve pozitif tahmin değerleri ise %100 ve %71.4 olarak tespit edilmiştir (37).



Hepatik arterin erken komplikasyonları genellikle teknik nedenlerden kaynaklanmaktadır. Hepatik arterin geç komplikasyonları ise genellikle hiperkoagülabilité durumu, cerrahi sırasında platelet ve taze donmuş plazmanın aşırı transfüzyonu, ciddi rejeksiyon ve safra kaçağı ile ilişkilidir. Anatomik varyasyonlar, hepatic arterin çapı ve uzunluğu, arterin uzamış klemplenme süresi, uzun bir arterin kink yapması ve donör ile alıcı arteryel damarlarının uygunsuzluğu preoperatif ve postoperatif olarak dikkatlice değerlendirilmelidir (38). Bizim çalışmamızda erken hepatic arteryel komplikasyonlar geç hepatic arter komplikasyonlarına göre daha sık olarak saptanmıştır.

MDBT anjiografi, anjiografik olarak veya cerrahi ile tedavi edilecek hastaların seçiminde noninvazif bir modalitedir. Çalışmamızda BT ile hepatic arter komplikasyonlarının tespitinden sonra DSA sırasında sekiz hastada hepatic artere balon anjioplasti yaptık ve tatmin edici sonuçlar aldık, herhangi bir acil komplikasyon yaşamadık.

MDBT anjiografi, karaciğer transplantasyonu sonrasındaki çeşitli vasküler komplikasyonları doğru olarak gösterebilir. Yüksek doğruluğu, noninvazif olması ve rekonstrükte görüntülerle hızlı değerlendirme yapılabilmesi MDBT anjiografi'nin DSA'ya olan üstünlükleridir. Ayrıca BT ile vasküler komplikasyonların yanısıra aynı zamanda karaciğer nekrozu, intraabdominal sıvı kolleksiyonu, hematom, abse, safra kaçağı gibi posttransplantasyon komplikasyonlar da tespit edilebilmektedir. Bizce karaciğer transplantasyonlu hastalarda eğer doppler US ile herhangi bir vasküler komplikasyondan şüphelenilirse MDBT anjiografi yapılmalı ve bunun sonrasında MDBT anjiografi incelemesinin yüksek duyarlılığı nedeniyle yalnızca orta/ciddi stenoz saptanan hastalarda PTA ve/veya stent yerleştirme tedavisi için DSA yapılmalıdır.

## 6.SONUÇ

Hepatik arter trombozu ve stenozu karaciğer transplantasyonu sonrasında görülen morbidite

ve mortalitesi yüksek komplikasyonlardır ve bilier nekroz ile greft rejeksiyonuna neden olabilir. Vasküler komplikasyonların erken ve doğru tanısı greft ömrünü uzatmak için mutlaka gereklidir. Çünkü stenoz ve tromboz durumları çoğu çeşitli tedavilerle düzeltilebilmektedir (2). Bugün için MDBT anjiyografi incelemeleri pek çok alanda konvansiyonel anjiyografi tetkiklerinin yerini almış durumdadır. Vasküler komplikasyondan şüphelenilirse MDBT anjiyografi yapılmalı ve bunun sonrasında MDBT anjiyografi incelemesinin yüksek duyarlılığı nedeniyle yalnızca orta-ciddi stenoz saptanan hastalarda PTA ve/veya stent yerleştirme tedavisi için DSA yapılmalıdır. Hepatik arter komplikasyonlarının tanısında altın standart dijital substraksiyon anjiyografidir (DSA).

## 7. ÖZET

**AMAÇ:**Bu çalışmanın amacı ortotopik karaciğer transplantasyonları (OKT) sonrasında hepatik arter komplikasyonlarının tespitinde multidedektör bilgisayarlı tomografik anjiografinin (MDBT) doğruluğunu değerlendirmektir.

**GEREÇ VE YÖNTEM:** Temmuz 2001 ile Mayıs 2005 arasında 76 hastaya karaciğer transplantasyonu yapılmıştır. Bu hastaların 37'si (25 kadın, 12 erkek) MDBT anjiografi ile değerlendirildi. Hastaların tümü ortotopik karaciğer transplantasyonlu hastalardı. Hastaların yaşları 1 ile 57 arasında değişiyordu. Hastaların ortalama yaşları 27 idi. Hepatik arter komplikasyonu olan hastaların tümü erken (ortotopik karaciğer transplantasyonu sonrası <15 gün) veya geç (ortotopik karaciğer transplantasyonu sonrası >15 gün) dönem hepatik arter komplikasyonu olarak sınıflandırıldı.

**BULGULAR:** Karaciğer transplantasyonu yapılan 37 hastaya şüpheli vasküler veya bilier komplikasyonlar nedeniyle multislice helikal BT anjiografi yapıldı. BT ile 20 hastada hepatik arter komplikasyonu tespit edildi. MDBT anjiografi ile 9 hastada hepatik arter stenozu (4 hafif, 2 orta, 3 ciddi) ve 6 hastada hepatik arter trombozu saptandı. İki hastada hepatik arterin intrahepatik segmentinde psödoanevrizma tespit edildi . Bizim çalışmamızda 13 hastada erken hepatik arter komplikasyonları (ortalama süre: 7 gün), 7 hastada ise geç hepatik arter komplikasyonları (ortalama süre: 51 gün) mevcuttu.

**SONUÇ:** Hepatik arter trombozu erken greft rejeksiyonun en sık saptanan nedenidir ve genellikle yeniden transplantasyonu gerektirir. Tanıda altın standart konvansiyonel anjiografidir ancak yüksek maliyet, invaziv bir yöntem olması ve potansiyel komplikasyonları nedeniyle ideal bir tarama testi değildir. MDBT anjiografi, anjiografik olarak veya cerrahi ile tedavi edilecek hastaların seçiminde noninvazif bir modalitedir. MDBT anjiografi, karaciğer transplantasyonu sonrasındaki çeşitli vasküler komplikasyonları doğru olarak gösterebilir. Yüksek doğruluğu, noninvazif

olması ve rekonstrükte görüntülerle hızlı değerlendirme yapılabilmesi MDBT anjiyografi'nin DSA'ya olan üstünlükleridir.

## **8. SUMMARY**

**PURPOSE:** The aim of this study to evaluate the accuracy of multidetector computed tomographic angiography (MDCTA) in detecting hepatic artery complications after orthotopic liver transplantation (OLT).

**MATERIALS & METHODS:** Between July 2001 to May 2005, 76 patients (25 female, 12 male) had liver transplantation. 37 of them underwent MDCTA. All of them had OLT. The age range of the patients was between 1 to 57 years old. The mean age of the patients was 27 years old. All patients with hepatic artery complications were categorised as early (<15 days after OLT) or late (>15 days after OLT) hepatic artery complications.

**RESULTS:** Thirty-seven liver transplantation patients underwent multislice helical CT angiography of the transplanted hepatic vasculature because of suspected vascular or biliary complications. Hepatic artery complications were present in 20 patients. MDCTA revealed hepatic artery stenosis in 9 patients (4 mild, 2 moderate, and 3 severe) and hepatic artery thrombosis in 6 patients. . Two patient had pseudoaneurysm in intrahepatic segment of hepatic artery. In our study early hepatic artery complication was detected in 13 patients (mean time: 7 days), and late hepatic artery complication was detected in 7 patients (mean time: 51 days)

**CONCLUSION:** Hepatic artery thrombosis is the most common cause of early graft failure that usually necessitates re-transplantation . Conventional angiography is the gold standart in diagnosis, but it is not an ideal screening test because of the high cost and invasive nature of the procedure with the associated risks and potential complications. MDCTA is noninvasive important modality for selecting patients that must be treated with angiographic intervention or surgery. MDCTA accurately show a variety of vascular complications after liver transplantation. The high accuracy, noninvasiveness, and fast interpretation with reconstruction images are advantages of MDCTA over DSA.

## 9.KAYNAKLAR

1. Haberal M,Emiroglu R,Gülay H.Karaciğer transplantasyonu,Temel ve sistematik cerrahi;2004:711-736.
2. Michels NA. Blood Supply and Anatomy of the Upper Abdominal Organs with a Descriptive Atlas. Philadelphia: Lippincott, 1955
3. Winter TC, Freeny PC, Nghiem HV, Hommeyer SC, Barr D, Croghan AM, Coldwell DM. Hepatic arterial anatomy in transplantation candidates: evaluation with three-dimensional CT arteriography. Radiology 1995; 195:363-370.
4. Prof. Dr. Orhan Oyar, Prof. Dr. Ufuk K. Gülsay ve ark. Tıbbi Görüntüleme Fiziği, Nobel Tıp Kitapevleri 1998, Syf. 237.
5. Akyar S. Konvansiyonel BT'den multidedektör BT'ye. 23. Ulusal Radyoloji Kongresi. 5-8 Kasım 2002; 1-5.
6. Brink JA. Technical aspects of helical (spiral) CT. Radiol Clin Nort Am 1995; 33:825-41.
7. Dillon EH, van Leewen MS, Arancha Fernandez M, Eikelboom BC, Mali WPTM. CT angiography: application to the evaluation of carotid artery stenosis. Radiology 1993; 189:211-19.
8. Katada K. Half-second, half milimeter real time multislice helical CT: CT diagnosis using Aquillon. Medical Review 2000; 68:1-8.

9. Grenier PA, Beigelman-Aubry C, Fetita C, Preteux F, Brauner MW; Lenoir S. New frontiers in CT imaging of airway disease. *Eur Radiol* 2002; 12:1022-44.
10. Mahesh M. Search for isotropic resolution in CT from conventional through multiple-row detector. *Radiographics* 2002; 22:949-62.
11. Kato Y, Nair S, Sano H, Sanjaykumar MS, Katada K, Hayakawa M, Kano T. Multi-slice 3D-CTA an improvement over single slice helical CTA for cerebral aneurysms. *Acta Neurochi* 2002; 144:715-22.
12. Wintermark M, Poletti PA, Becker CD, Schnyder P. Traumatic injuries: organization and ergonomics of imaging in the emergency environment. *Eur Radiol* 2002; 12:959-68
13. Murakami T, Kim T, Takamura M, Hori M, Takahashi S, Federle MP, Tsuda K, Osuga K, Kawata S, Nakamura H, Kudo M. Hypervascular hepatocellular carcinoma detection with double arterial phase multi-detector row helical CT. *Radiology* 2001; 218(3):763-7.
14. Addis KA, Hopper KD, Iyriboz TA, Liu Y, Wise, SW, Kasales CJ, Blebea JS, Mauger DT. CT angiography: in vitro comparison of five reconstruction methods. *AJR* 2001; 177(5):1171-76.
15. Rubin GD, Napel S. Helical CT angiography of renal artery stenosis. *AJR* 1997; 168:1109-11.
16. Nakanashi T, Ito K, Imazu M, Yamakido M. Evaluation of coronary artery stenoses using electron-beam CT and multiplanar reformation. *J Comput Assist Tomogr* 1997; 21:121-127.

17. Prokop M, Shin HO, Schanz A, Schaefer-Prokop CM. Use of maximum intensity projections in CT angiography: a basic review. *Radiographics* 1997; 17:435-51.
18. Heath DG, Soyer PA, Kuszyk BS, et al. Three dimensional spiral CT during arterial portography: comparison of three rendering techniques. *Radiographics* 1995;15:1001-11.
19. Anderson CM, Saloner D, Tsuruda JS, Shapeero LG, Lee RE. Artifacts in maximum intensity projection display of MR angiograms. *AJR* 1990; 154:623-629.
20. Prokop M. Protocols and future directions in imaging of renal artery stenosis: CT angiography. *J Comput Assist Tomogr* 1999; 23(suppl 1):101-10.
21. Rubin GD, Dake MD, Napel S, et al. Spiral CT of renal artery stenosis: comparison of three-dimensional rendering techniques. *Radiology* 1994; 190:181-89.
22. Prokop M. Multislice CT angiography. *European J Radiol* 2000; 36:86-96
23. Scatarige JC, Urban BA, Hellmann DB, Fishman EK. Three-dimensional volume-rendering CT angiography in vasculitis: spectrum of diseases and clinical utility 2001; 25(4):598-603.
24. Smith PA, Fishman EK. Three-dimensional CT angiography: renal applications. *Semin Ultrasound CT MR* 1998; 19:413-24.
25. Rieker D, Mildenerger P, Thelen M. Color-coded volume reconstruction for 3-dimensional presentation of CT data. *Roto Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildgeb Verfahr* 1999; 170(1):109-11.

26. Dodd GD III, Mernel DS, Zajko AB, Baron RL, Santaguida LA. Hepatic artery stenosis and thrombosis in transplant recipients: Doppler diagnosis with resistive index and systolic acceleration time. *Radiology* 1994;192:657.
27. Stafford-Johnson DB, Hamilton BH, Dong Q, et al. Vascular complications of liver transplantation: evaluation with gadolinium-enhanced MR angiography. *Radiology* 1998;207:153
28. Glockner JF, Forauer AR, Solomon H, Varma CR, Perman WH. Three-dimensional gadolinium-enhanced MR angiography of vascular complications after liver transplantation. *AJR Am J Roentgenol* 2000;174:1447
29. Winter TC, Freeny PC, Nghiem HV, et al. Hepatic arterial anatomy in transplantation 7 candidates: evaluation with three-dimensional CT arteriography. *Radiology* 1995;195:363.
30. Nghiem HV, Dimas CT, Mc Vicar JD, et al. Impact of double helical CT and three-dimensional CT arteriography on surgical planning for hepatic transplantation. *Abdom Imaging* 1999;24:278.
31. Vogl TJ, Hanninen EL, Bechstein WO, Neuhaus P, Schumacher G, Felix R. Biphasic spiral computed tomography versus digital subtraction angiography for evaluation of arterial thrombosis after orthotopic liver transplantation. *Invest Radiol* 1998;33:136.
32. Legmann P, Costes V, Tudoret L, Girardot C, et al. Hepatic artery thrombosis after liver transplantation: diagnosis with spiral CT. *AJR Am J Roentgenol* 1995;164:97.
33. Brancatelli G, Katyal S, Federle MP, Fontes P. Three-dimensional multislice helical CT with the VTR in the detection of vascular complications after liver transplantation. *2002 ;73:237-242.*



34. Orons PD,Zajko AB:Radiol Clin North Am 33:541,1995.
35. Kim BS,Kim TK,Jung DJ et al.Vascular complications after living related liver transplantation:Evaluation with gadolinium-enhanced three-dimensional MR angiography.AJR 2003;181:467-474.
36. Dalgic A,Dalgic B,Demirogulları B,et al.Clinical approach to graft hepatic artery thrombosis following living related liver transplantation.Pediatr Transplant 2003;7:149-152.
37. Cheng YF,Chen CL,Huang TL,et al.3DCT angiography for detection of vascular complications in pediatric liver transplantation.Liver transplantation??2003;9:6:605-611.
38. Zhan JC,Lu SC,Yan LN et al.Incidence and treatment of hepatic artery complications after orthotopic liver transplantation.World J Gastroenterol 2003;9(12):2853-2855.Laudon DA, Vukov LF, Bren JF, et al. Use of electron beam computed tomography in the evaluation of chest pain patients in the emergency department. ANN Emerg Med 1999; 33:15-21.