

T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

DUAL-ENERJİ BT KOLONOGRAFİ:  
KOLOREKTAL TÜMÖRLERİN DUAL ENERJİ BT ÖZELLİKLERİ

Dr. İlknur ÖZDENİZ

DANIŞMAN:  
Prof. Dr. MUŞTURAY KARÇAALTINCABA

UZMANLIK TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır

ANKARA  
2012

## TEŞEKKÜR

Radyoloji eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşarak eğitimime katkıda bulunan başta Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. O. Macit ARIYÜREK'e ve şahsında bölümün tüm öğretim üyelerine; eğitimim boyunca desteklerini esirgemeyen tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

Radyoloji bilimini bana sevdiren, tez çalışmamın ve uzmanlık eğitimimin her aşamasında öneri, katkı ve yorumlarıyla desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Prof. Dr. Muşturay Karçaaltıncaba'ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmama dahil hasta tetkiklerini gerçekleştirmemde, özveriyle yardımcı olan teknisyenlerimize ve hemşirelerimize teşekkürlerimi sunarım.

Hasta katılımı ile çalışmamıza destek olan Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Gastroenteroloji Anabilim Dalı öğretim üyesi Doç. Dr. Seyfettin Köklü'ye ve Genel Cerrahi Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Erhan Hamaloğlu'na teşekkür ederim.

İstatistiksel verilerin değerlendirilmesinde, tez çalışmamın her aşamasında ve bana her konuda her zaman destek olan kardeşim Burcu Özdeniz'e ve yardımlarını esirgemeyen aileme çok teşekkür ederim.

## ÖZET

**Özdeniz.İ., Dual-enerji BT Kolonografi: Kolorektal Tümörlerin Dual Enerji BT Özellikleri. Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi, Ankara, 2012.** Bu çalışmada kolorektal kanserlerin ve gaytanın dual enerji BT özelliklerinin tanımlanması amaçlandı. Çalışmamıza Haziran 2011-Kasım 2012 tarihleri arasında BT çekilen kolon tümörlü 50 hasta dahil edildi. Hastalardan imzalanmış onam formu alındı. Hastalara evreleme BT'si için rektal yoldan hava verilerek supin pozisyonda çift tüplü BT ile dual-enerji BT kolonografi tetkiki yapıldı. 80kV, 140kV, sanal kontrastsız görüntülerde ve iyot haritasında tümör ve gayta dansiteleri ölçüldü. DLP değerleri ölçüldü. İstatistiksel analizde Kruskal-Wallis, One-way Anova testleri ve Spearmans rho korelasyon katsayısı kullanıldı. Hastaların ortalama yaşı  $60\pm 13$ 'tür. Patolojik tanılar kolon adenokanser (n=47), skuamöz kanser (n=1) ve malign melanomdu (n=2). Ortalama DLP 511 ve tahmini doz  $8.2\text{mSv}$ 'di. Kolon tümörlerinde iyot haritasında ve sanal kontrastsız görüntüde ölçülen dansite 56H (%95 CI : 61 – 51H) ve 32H (%95 CI: 37 – 27H) idi. Gaytadan yapılan ölçümlerde iyot haritasında dansite 40H (%95 CI: 48– 32H), sanal kontrastsız görüntüde dansite -148 H (%95 CI: (-121H) – (-175H)) olarak ölçüldü. Dual-enerji özellikleri ile tümör grade, lokasyon, kalınlığı ve uzunluğu arasında korelasyon saptanmadı. Evreleme BT'sinde saptanan toplam 8 kolon polipin iyot haritasında ortalama dansitesi:  $70\pm 8\text{H}$ ; sanal kontrastsız görüntüde ortalama dansite:  $16\pm 5\text{H}$  idi. Ek bulgu olarak 6 hastada karaciğer metastazı ve 2 hastada RCC saptandı. Çalışma sonuçları kolon tümörünün gaytadan dual enerji özellikleri kullanılarak ayırımının yapılabileceğini göstermektedir. Ayrıca eşlik eden abdominal tümörler ve kolon polipleri saptanabilir.

Anahtar Kelimeler: Dual enerji, kolon kanseri, kolonoskopi

## ABSTRACT

**Özdeniz.İ., Dual-energy CT Colonography: Dual Energy CT Characteristics of Colon and Rectal Tumors: University of Hacettepe, Faculty of Medicine, Thesis in Radiology, Ankara, 2012.** We aimed to define the dual-energy CT characteristics of colorectal cancers and stool. Fifty consecutive patients were included who was referred for staging CT of a colorectal tumor between June 2011 and November 2012. Informed consent were obtained. Dual energy CT was performed by dual-source CT after insufflation of rectal air in supine position. Hounsfield units on 80kV, 140kV and virtual noncontrast images and iodine map were measured. DLP was measured. Statistical analysis was performed by using Kruskal-Wallis, One-way Anova and Spearman's rho correlation tests. Mean age of the patients was  $60\pm 13$  years. Pathologic diagnoses were adenocarcinoma (n=47), squamous carcinoma (n=1), malignant melanoma (n=2). Mean DLP was 511 and estimated dose was 8.2mSv. CT density measurements on iodine map and virtual noncontrast images for tumors and stool were 56H (%95 CI: 61 – 51H), and 32H (%95 CI: 37 – 27) and 40H (%95 CI: 48 – 32H) , -148 H (%95 CI: (-121H) – (-175H)), respectively. Combination of Iodine map and VNC density values allowed differentiation of tumors from stool in all patients. There was no correlation between dual-energy characteristics and tumor grade, location, thickness and length. Eight polyps were detected on staging CT and density on iodine map and virtual noncontrast images were  $70\pm 8$ H and  $16\pm 5$ H. As an additional finding, liver metastases were found in 6 patients and renal cell cancer was detected in 2 patients. In conclusion, stool and tumors can be differentiated by combination of density measurements from iodine map and virtual noncontrast images. Dual-energy CT may allow diagnosis of coexisting polyps and other abdominal tumors.

Keywords: Dual energy, cancer of colon, colonoscopy

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜRLER	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER	viii
RESİMLER	ix
TABLolar	x
GRAFİKLER	xi
GİRİŞ	
1.1. Çalışmanın Amacı	1
GENEL BİLGİLER ve KAVRAMLAR	
2.1. Kolon Anatomisi	3
2.2. Kolon Polipleri ve Kolon Kanserleri	4
2.2.1 Kolon Polipleri	4
2.2.1.1 Adenomatöz Polipler	5
2.2.1.2 Juvenil Polipler	6
2.2.1.3 İnflamatuar Polipler	6
2.2.1.4 Hiperplastik Polipler	6
2.2.2 Kolon Kanserleri	6
2.2.2.1 Patoloji	7
2.2.2.2 Kolon Kanserlerinde Yayılım Şekilleri	7
2.2.2.3 Kolon Kanserlerinde Evrelendirme	8
2.2.2.4 Kolon Hastalıklarının Tanısında Görüntüleme	10
GEREÇ ve YÖNTEM	
3.1. Hastalar	23
3.2. Yöntem	23
3.2.1 Veri Ölçümü	23
3.2.2 İstatistiksel Değerlendirme	24
BULGULAR	
4.1. Ölçümler	25
4.2. Patolojik Değerlendirme	38
4.3. Cerrahi Veri	38
4.4. Ek Patoloji	39
4.5. Kolon Segmentlerinin Distansiyon Dereceleri	39
4.6. Hastaların Kolonoskopi, Cerrahi ve Patoloji Verileri	41
TARTIŞMA ve SONUÇLAR	45
KAYNAKLAR	48
EKLER	
EK 1: Etik Kurul Onay Belgesi	

## SİMGELER VE KISALTMALAR

2B	İki boyutlu
3B	Üç boyutlu
BT	Bilgisayarlı tomografi
ca	Kanser
ÇKBT	Çok kesitli bilgisayarlı tomografi
DEBT	Dual enerji bilgisayarlı tomografi
DLP	“Dose length product”
FOV	“Field of view”
GSI	“Gemstone Spectral Imaging”
H	Hounsfield
iv	İntravenöz
keV	Kiloelektron volt
kV	Kilo volt
mA	Miliamper
MPR	Multiplanar rekonstrüksiyon
mSv	MiliSievert
PET-BT	Pozitron emisyon tomografi – Bilgisayarlı tomografi
ROI	“Region of interest”
SSD	“Shaded Surface display”
tm	Tümör
VNC	Sanal kontrastsız, “Virtual noncontrast”
VRT	Volume rendering teknik
ve ark.	Ve arkadaşları
RCC	“Renal Cell Cancer”

## ŞEKİLLER

Şekil		Sayfa
2.1	Tümörlerin buldukları kolon segmentlerinin sayısal dağılımı	4
4.1	Tümörlerin buldukları kolon segmentlerinin sayısal dağılımı	25
4.12	Kolon segmentlerinin distansiyon derecesi	41

## RESİMLER

Resim		Sayfa
4.1	45 no'lu hastada sigmoid kolonda iyot haritasında (sol alt) parlayan ve VNC görüntüde de belirgin olarak izlenen sirkumferensiyal kitle	27
4.2	29 no'lu hastada transvers kolon orta kesiminde iyot haritasında (sol alt) parlayan ve VNC görüntüde de belirgin olarak izlenen sirkumferensiyal kitle	28
4.3	1 no'lu hastada çıkan kolonda iyot haritasında (sol alt) parlayan ve VNC görüntüde de belirgin olarak izlenen sirkumferensiyal kitle	29
4.4	10 no'lu hastada rektum proksimal kesiminde duvar kalınlaşması şeklinde izlenen tümör	30
4.5	50 no'lu hastada çekumda iyot haritasında (sol alt) ve VNC görüntüde de belirgin olarak izlenmeyen ve rektumda iyot haritasında hafif parlayan ve VNC görüntüde belirgin olarak izlenmeyen gayta ile uyumlu görünüm	31
4.6	17 no'lu hastada rektosigmoid bileşkede iyot haritasında (sol alt) parlayan ancak VNC görüntüde belirgin olarak izlenmeyen gayta	32
4.7	1 no'lu hastada inen kolon distal kesiminde (sol alt) parlayan ancak VNC görüntüde belirgin olarak izlenmeyen psösdolezyon (gayta)	33
4.8	8 no'lu hasta, sigmoid kolonda iyot haritasında ve VNC'de belirgin izlenen, polipoid görünümlü lezyon.	36
4.9	14 no'lu hastada karaciğerde yaygın metastazlar	37
4.10	6 no'lu kolon kanserli hastada sol böbrek orta-alt kesimde iyot haritasında böbreğe göre daha az parlayan ve VNC görüntüde böbrekten belirgin olarak ayırt edilemeyen ve patolojik tanısı RCC olan lezyon	35



## TABLOLAR

Tablo		Sayfa
1.1	Amerikan Kanser Derneği'nin 2008'de Revize Ettiği Kılavuza Göre Kolon Kanseri Belirlemede Kullanılan Testler	2
4.1	Tümörlerin Dual-Enerji Ölçüm Değerleri	26
4.2	Gaytaların Dual-Enerji Ölçüm Değerleri	26
4.3	Poliplerin Dual-Enerji Ölçüm Değerleri	35
4.4	Karaciğer Metastazlarının, Peritoneal Tutulumun, Paraaortik, Parakaval Lenfadenopatilerin Dual-Enerji Ölçüm Değerleri	35
4.5	Tümörün Bulunduğu Kolon Segment Mezosundaki Lenfadenopatilerin Dual-Enerji Ölçüm Değerleri	38
4.6	Hastaların Kolonoskopi, Cerrahi ve Patoloji Sonuçları	42

## GRAFİKLER

Grafik		Sayfa
4.1	Tümör İyot Haritasında, Gayta İyot Haritasında, Tümör VNC ve Gayta VNC Görüntülerinde Ölçülen En Yüksek ve En Düşük Dansite Değerleri	34
4.2	Tümör ve Gaytalardan Ölçülen İyot Haritası ve Sanal Kontrastsız Görüntü Dansiteleri	34

# GİRİŞ

## 1.1 Çalışmanın Amacı

Kolorektal karsinom gelişmiş ülkelerde ciddi morbidite ve mortaliteye yol açan önemli bir hastalıktır. Amerika Birleşik Devletleri'nde en sık görülen üçüncü kanserdir ve kansere bağlı ölümlerde ikinci sırayı almaktadır. Avrupa'da da kansere bağlı ölümlerde ikinci sıradadır (1-2).

Tarama programları ile henüz kansere dönüşmemiş adenomatöz polipleri ve erken dönem lokalize kanserleri saptamak ve tedavi etmek mümkündür. Bu açıdan bakıldığında kolorektal kanserler önlenebilir ve tedavi edilebilir bir hastalık grubudur. Yapılan birçok prospektif çalışma, vaka-kontrol çalışmaları ve prediktif çalışmalarda da çeşitli tarama stratejilerinin ve tarama testlerinin kolorektal kanser mortalitesini azalttığı kanıtlanmıştır (3).

Gaytada gizli kan testi, tek ve çift kontrastlı baryumlu kolon grafileri, sigmoidoskopi ve konvansiyonel kolonoskopi kolorektal kanserlerin erken tanısında kullanılan yöntemlerdir. Ancak bu yöntemlerin hepsinin bazı sınırlamaları bulunmaktadır. Örneğin konvansiyonel kolonoskopi tüm kolonun incelenebildiği, lezyon biyopsisi ve rezeksiyonuna olanak tanıyan bir metod olmasına rağmen, hastaların yaklaşık %5'inde tüm kolonun değerlendirilemediği bildirilmiştir. Ayrıca tüm adenomların yaklaşık %20'si gözden kaçabilmektedir. Tanısal ve terapötik kolonoskopide de komplikasyon riski vardır. Bu komplikasyonlar; perforasyon 1/1000, majör hemoraji 3/1000 ve ölüm 1/30000 olarak bildirilmiştir (4-5).

Bugüne kadar hastalar için emniyetli ve hastalar tarafından kabul gören, düşük fiyata yüksek tanısal doğruluk sağlayan bir tarama testi henüz bulunamamıştır ve bu yönde çalışmalar devam etmektedir (Bkz. Tablo 1).

Biz bu çalışmada konvansiyonel kolonoskopi ile kolon ca tanısı alan hastalarda, dual-enerji BT tetkiki ile tümörün dual-enerji özelliklerini tanımlamayı ve tümörün, gayta ve psödolezyondan ayrımında dual-enerji yönteminin etkinliğini araştırmayı amaçladık.

Tablo 1.1. Amerikan Kanser Derneği'nin 2008'de Revize Ettiği Kılavuza (6) Göre Kolon Kanseri Belirlemede Kullanılan Testler

Adenomatöz Polip ve Kanseri Belirlemede Kullanılan Testler		
Test	Aralık	Karar İçin Önemli Noktalar
Fleksibl sigmoidoskopi	Her 5 yıl	Tam veya kısmi bağırsak hazırlığı gerekli
		Sedasyon genellikle kullanılmaz, bu yüzden prosedür boyunca rahatsızlık hissedilebilir
		Sigmoidoskopinin koruyucu efekti öncelikle kolonun incelenen bölümüyle sınırlıdır
		Hastalar anlamalıdır ki sigmoidoskopideki pozitif bulgu genellikle kolonoskopiye sevk demektir
Kolonoskopi	Her 10 yıl	Tam bağırsak hazırlığı gereklidir
		Birçok merkezde uyanık sedasyon uygulanır; hastalar tüm bir işgünü kaçırmaları ve merkezden ulaşım için bir servise ihtiyaç duyarlar
		Her ne kadar nadir de olsa potansiyel ciddi perforasyon ve kanama riski vardır, genellikle risk polipektomiyle alakalıdır
Çift kontrastlı baryum tetkiki	Her 5 yıl	Tam bağırsak hazırlığı gereklidir
		Eğer hastada bir ya da daha fazla 6mm 'den büyük polip varsa, kolonoskopi önerilecektir; devamında yapılacak kolonoskopi tüm bağırsak hazırlığı gerektirecektir
		Çift kontrastlı baryum tetkikinin riskleri azdır; az olmakla birlikte perforasyon rapor edilmiştir
BT kolonoskopi	Her 5 yıl	Tüm bağırsak hazırlığı gereklidir
		Eğer hastada bir ya da daha fazla 6mm 'den büyük polip varsa, kolonoskopi önerilecektir; eğer aynı gün yapılamazsa devamında yapılacak kolonoskopi tüm bağırsak hazırlığı gerektirecektir
		BT endoskopinin riskleri azdır; az olmakla birlikte perforasyon rapor edilmiştir
		Ekstrakolonik anomaliler BT kolonoskopi ile tanımlanabilir ve daha ileri değerlendirme gerekebilir

## GENEL BİLGİLER ve KAVRAMLAR

### 2.1. Kolon Anatomisi

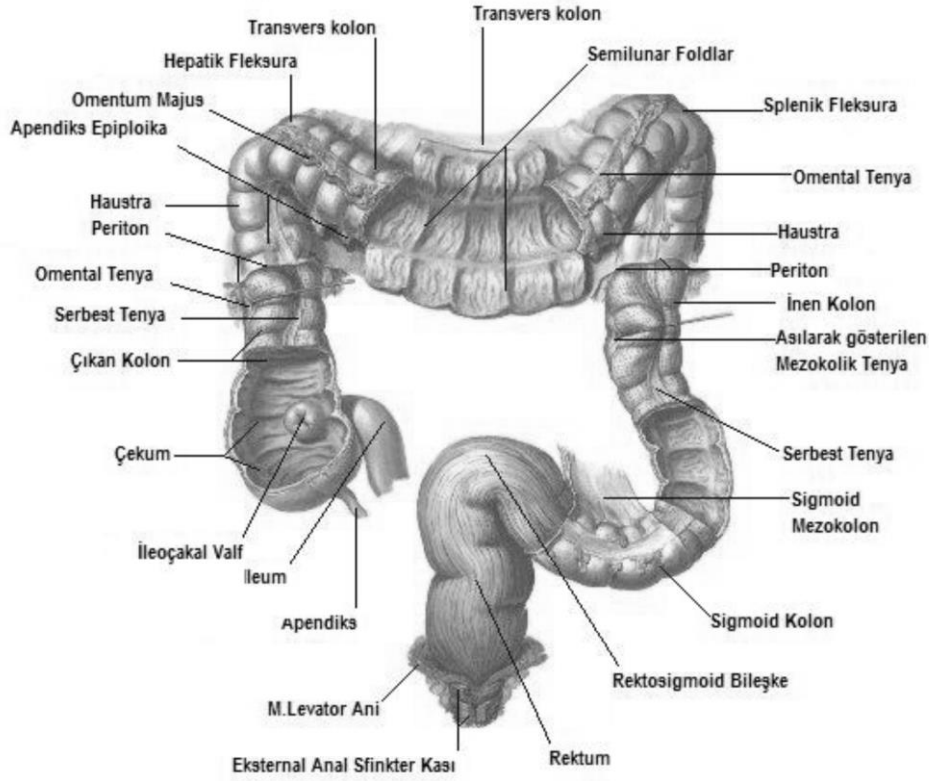
Kalın barsaklar ileoçekal valvden anüse kadar uzanır. Yaklaşık olarak 150 cm (120-200cm) uzunluğundadır.

İleumun kalın barsağa açıldığı kısımda ileoçekal valv vardır. Bunun açıldığı düzeyin altında kalan barsak parçasına çekum, üstünde kalan kısmına çıkan kolon denir. İleoçekal valv yarım ay biçiminde alt ve üst dudaklardan oluşur. Bunlar ön ve arka frenula ile birleşirler. Çekum gaz ile şiştiği zaman bunlar gerilerek birbirine yaklaşır. Böylelikle, çekum içeriğinin ince barsağa geri dönmesini çoğu kez önlerler. Çekum kalın barsağın en geniş aynı zamanda duvarları en ince yeridir. Çıkan kolon 12.5-20 cm uzunluğundadır. Ön, iç ve dış yüzleri periton ile örtülüdür. Arka yüzü karın arka duvarı ve sağ böbreğin alt kutbu ile temas halindedir. Hepatik fleksura düzeyinde, çıkan kolon karaciğerin altına gelince keskin bir köşe ile sola aşağıya öne doğru döner. Arkada sağ böbreğin alt kutbunun ön yüzü ile komşudur.

Transvers kolon, 40-50 cm uzunluğundadır. İlk 10-12 cm'lik kısmında ön yüzünü periton örter. Arka tarafta sırasıyla, sağ böbrek, duodenumun inen parçası ve pankreas başına gevşek bağ dokusu ile yapışmış haldedir. Bundan sonraki kısımda transvers kolonun her yanı periton ile sarılır. Splenik fleksura, bu sağ köşeye göre daha dar bir açı yapar ve daha yukarıdadır. Ön yüzü periton ile örtülüdür. Arkada, sol böbreğin ön yüzü ile direkt temas halindedir. Frenikokolik ligament ile diyaframa bağlıdır.

İnen kolon aşağıya ve içe doğru inerek sol krista iliaka hizasına kadar gelir. Burada sigmoid kolon adını alır ve ön, iç ve dış yüzleri karın arka duvarından gelen periton ile örtülüdür. Arka yüzü sol böbrek, kuadratus lumborum kası ve transversus abdominis kası ile komşudur. Sigmoid kolon, inen kolon ile rektum arasındaki kolon segmentidir. Sol krista iliaka kenarından başlayıp 3. sakral vertebra hizasına kadar uzanır, ilyak ve pelvik kısımlara ayrılır. Uzunluğu 15-60 cm arasında değişir. Sakrumun 3.parçası önünde rektum ile birleşir. Periton sigmoid kolonun her tarafını sarar, ortada

bir mezokolon oluşturur. Kolonun bölümleri ve anatomik detayları Şekil 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Kolon Anatomisi (7)

## 2.2. Kolon Polipleri ve Kolon Kanserleri

### 2.2.1 Kolon Polipleri

Mukozadan başlayarak barsak lümeni içerisine doğru büyüyen sınırlı herhangi bir kitleye polip adı verilir. Bu terim benign veya malign, sesil veya pediküllü, mukozal, submukozal veya musküler tabakada yerleşimli olabilecek heterojen bir grubu kapsar. Bu nedenle morfolojik bir terimdir. Kolorektal poliplerin genel popülasyonda görülme oranı %9-60 arasındadır. Barsak içine doğru büyümüş bu kitleler değişik histopatolojik tipte olabilirler. Buna göre polipleri aşağıdaki şekilde sınıflandırmak mümkündür:

## I- Neoplastik

### 1- Adenom

- a- Tübüler adenom
- b- Tübülovillöz adenom
- c- Villöz adenom

### 2- Karsinom

## II- Hamartom

### 1- Juvenil Polip

### 2- Peutz-Jeghers Polip

## III- İnflamatuvar

### 1- İnflamatuvar Polip

### 2- Benign Lenfoid Polip

## IV- Klasifiye Edilemeyen

### 1-Hiperplastik Polip

## V- Diğerleri

### 1- Lipom

### 2-Leyomyom

### 3- Karsinoid

### **2.2.1.1 Adenomatöz Polipler**

Epitelden köken alan benign karakterli neoplastik yapılardır. Konvansiyonel kolonoskopi yapılan asemptomatik yetişkinlerin %25'inde adenomatöz polip izlenmektedir. Popülasyonda 6. dekatta adenom prevalansı %30, 7. dekatta %40, 8. dekatta %50 ve 9. dekatta %55 olarak bildirilmiştir. Ailevi polipozis sendromları hariç kolorektal adenomlar 40 yaş altında ender görülürler. Histolojik yapısına göre tübüler, villöz veya tübülovillöz olarak ayrılırlar. Adenomatöz poliplerde malignite riski polipin histolojik tipi ve büyüklüğüne bağlıdır. Malignite riski tübüler adenomda %5, tübülovillöz adenomda %22 ve villöz adenomda %40'dır. 1 cm'nin altındaki poliplerde kanser insidansı %1, 1-2 cm boyutundaki adenomlarda %10 ve 2 cm'nin üzerindeki adenomlarda %45'lere ulaşabilmektedir. Sesil lezyonların, pedinküllü lezyonlara oranla maligniteye dönüşme eğilimi daha fazladır.

Adenomatöz poliplerin büyük çoğunluğu tübüler adenomdur. Cinsiyet ayrımı göstermezler. Çapları genelde 2 cm'den daha küçüktür. Parmaksı çıkıntı şeklinde olup, etraf mukozaya göre daha koyu renklidirler.

Kolon poliplerinin yaklaşık %10'u villöz adenomlardır. Erkeklerde daha sıktır. Sesil, yumuşak kadifemsi bir yüzeye sahip, iyi sınırlanmayan kabarıklıklardır.

Tübülovillöz adenomlarda hem tübüler, hem de villöz komponentler bir arada bulunur.

#### **2.2.1.2 Juvenil Polipler**

Juvenil polipler inflamatuvar debri ve mukus dolu kistik dilate bez yapıları içeren hamartamöz epitelyal lezyonlardır. Sıklıkla 10 yaş altındaki çocuklarda görülür. Genelde çocuk 4-5 yaşlarında iken tanı konulur. Olguların %70'inde tek bir polip vardır. Erkek/kız oranı 3/2'dir. Juvenil polipler kırmızı renkli, düzgün yüzeyli ve çoğunlukla saplıdır. Çapları 1-2 mm'den 2 cm'ye kadar değişir.

#### **2.2.1.3 İnflamatuvar Polipler**

İnflamatuvar polipler ülseratif kolit ve crohn hastalıkları ile birlikte görülürler. Hasta dokular arasında sağlam olarak kalan veya rejenere olmuş mukoza adacıklarından ibarettirler. Malignite riskleri yoktur.

#### **2.2.1.4 Hiperplastik Polipler**

Barsak kriptlerinde mukoza hücrelerinin doğal yenilenmeleri sırasında, kript tabanında bulunan hücreler normal mitotik aktivitelerini sürdürürken kriptin üst kısmındaki hücrelerin matürasyonu ve migrasyonu gecikir ve o bölgede aşırı bir hücre artışı sonucu hiperplastik polipler meydana gelir. Bunlara metaplastik polipler adı da verilir. Yaşla birlikte görülme sıklıkları artar. Genelde 1 cm'den küçük sesil yapıda poliplerdir. Malignite riskleri yoktur.

### **2.2.1 Kolon Kanserleri**

Kolon kanseri ABD'de akciğer kanserinden sonra en sık karşılaşılan kanserdir. Patolojik olarak %95'i adenokarsinomdur. Görülme sıklığı yaşla



birlikte, özellikle 50 yaşından sonra, artar. Sağ kolon kanseri kadınlarda, rektum kanseri ise erkeklerde daha sık görülür. Çoklu senkronize kolon kanserinin görülme oranı literatürde %5 olarak bildirilmiştir (8).

Olguların küçük bir kısmında villöz polipler, ailevi polipozis, ülseratif kolit, Gardner sendromu gibi prekanseröz hastalıkların etkisi vardır. Genetik faktörlerin de kolon kanseri gelişmesinde etkisi olduğu ortaya konmuştur. 'Hereditary site-specific colon cancer (HSSCC)' ve 'Cancer Family Syndrome' veya 'Lynch Syndrome' ailevi özellik gösteren kolon kanserleridir. Kolon kanseri etyolojisinde özellikle diyete bağlı faktörler üzerinde de durulmaktadır. Posa bırakmayan ve hayvani yağlardan zengin diyetle beslenen batı toplumlarında kolon kanserine daha sık rastlanmaktadır.

### 2.2.2.1 Patoloji

Kolon kanserlerinin %95'i adenokanser tipindedir. Kolon kanserleri makroskopik görünümüne göre 4 gruba ayrılır.

**a- Polipoid:** Lümen içine büyürler, gelişmeleri yavaştır.

**b- Ülseratif:** Hızlı bir gelişim gösterirler, bu nedenle prognoz kötüdür.

**c- İnfiltratif**

**d- Linitis plastika:** Kolonun geniş bir segmentini tutar ve lümen daralmasına neden olur.

Kolon kanserlerinin diferansiyasyon derecesinin prognostik önemi vardır ve histopatolojik olarak "grade" ile belirtilir. Patolojik olarak ; grade 1: iyi diferansiye, grade 2: orta diferansiye, grade 3: az diferansiye, grade 4 : undiferansiye olmak üzere dörde ayrılır (9).

### 2.2.2.2 Kolon Kanserlerinde Yayılım Şekilleri

Kolon kanserleri temel olarak 5 şekilde yayılım gösterirler.

**a- Barsak Duvarına Direkt Yayılım:** Bu yayılım daha çok submukozada olur. Genelde bu tür yayılım tümörün makroskopik sınırlarından itibaren 2 cm'yi geçemez. Bir tümörün barsak duvarının  $\frac{3}{4}$ 'ünü tutabilmesi için yaklaşık bir yıllık süre geçmesi gerekir.

**b- Lenfatik Yayılım:** En sık lenfatik yayılım görülür. Eğer tümör muskularis mukoza tabakasını tutmuşsa, olguların yaklaşık yarısında

lenf nodu tutulumu da vardır. Tümörün muskularis mukoza tabakasını tutmadığı olgularda bile %15 oranında lenf nodu tutulumuna rastlanır. Bazen tümöre en yakın olan lenf nodları tutulmadan, paraaortik lenf nodları tutulabilir. Normal lenf akımının tümör metastazları ile tıkanıdığı hallerde geriye doğru akımla daha aşağıda seviyelerdeki lenf nodları da tutulur. Rektum kanserlerinde bu mekanizma ile inguinal lenf nodları tutulabilir.

- c- Hematojen Yayılım:** Uzak metastaz kan akımına karışan tümör hücreleri ile oluşur. Sıklıkla karaciğere metastaz yapar. Tümör hücreleri kolonik venleri invaze eder ve portal ven kan akımı ile karaciğere ulaşır. Overlere metastaz da sıklıkla hematojen yolla olur. Kolorektal kanserli hastaların yaklaşık %4'ünde over metastazı bulunur.
- d- Komşuluk Yoluyla:** Kanser serozaya ulaştıktan sonra komşuluk yoluyla diğer organlara ve peritona yayılır. Radial olarak büyüyen tümör komşu yapılara uzanım gösterebilir; karaciğer, mide büyük kurvatur, duodenum, ince barsak, pankreas, dalak, mesane, vajina, prostat, böbrekler, üreterler ve karın duvarı infiltrasyonları izlenebilir.
- e- Ekilim (İmplantasyon):** Tümör serozaya uzanır ve tümör hücreleri periton boşluğuna geçerse, lokal veya yaygın abdominal implantlar görülebilir. Ayrıca ameliyat sırasında gerekli korumaya dikkat edilmezse anastomoz hattı veya karın kesisi üzerinde tümör hücrelerinin bu bölgelere ekilmesi sonucu metastazlara rastlanabilir (8).

### 2.2.2.3 Kolon Kanserlerinde Evrelendirme

Kolon kanserlerinde prognoz hastalığın evresine bağlıdır.

Klinik sınıflama hastalığın preoperatif bulgularına, laboratuvar ve radyolojik tetkik sonuçlarına dayanır. Ancak gerçek bir sınıflama, çıkarılan parçanın histopatolojik tetkikine ve lenf bezlerinin tutulumuna bakılarak yapılabilir. Klinikte patolojik derecelendirmeden (grade) daha çok evreleme önem taşır.

En sık kullanılan sınıflamalar TNM ve DUKES evrelemeleridir. Bu evrelemelerin detayları aşağıdaki şekildedir:

### **TNM SINIFLAMASI**

#### **PRİMER TÜMÖR (T)**

Tx: Primer tümörü bilinmeyen

T0: Primer tümörü olmayan

Tis: Karsinoma in situ

T1: Tümör submukozayı tutmuş

T2: Tümör muskularis propriayı tutmuş

T3: Tümör serozaya kadar tüm barsak duvarlarını tutmuş

T4: Tümör serozayı da aşarak komşu organları tutmuş

#### **BÖLGESEL LENF NODU (N)**

Nx: Lenf nodu değerlendirilemeyen

N0: Lenf nodu olmayan

N1: 1-3 lenf nodu tutulumu

N2: 4'den fazla lenf nodu tutulumu

N3: Bölgeyi besleyen damar boyunca lenf nodu tutulumu

#### **UZAK METASTAZ (M)**

Mx: Uzak metastazı değerlendirilemeyen

M0: Uzak metastazı olmayan

M1: Uzak metastaz varlığı

### **TNM EVRELEMESİ**

**Evre 0** Tis N0 M0

**Evre I** T1 N0 M0

T2 N0 M0

**Evre II** T3 N0 M0

T4 N0 M0

**Evre III** Tx N1 M0

Tx N2-3 M0

**Evre IV** Tx Nx M1

### **DUKES EVRELEMESİ**

A

A

B

B

C

C

D

#### 2.2.2.4 Kolon Hastalıklarının Tanısında Görüntüleme

Kolon hastalıklarının tanısında kullanılan görüntüleme yöntemleri endoskopik yöntemler, BT Kolonoskopi, tarama amaçlı sanal BT kolonoskopi ve Dual-Enerji BT ve Dual-Enerji BT Kolonoskopi olmak üzere dört ana başlıkta incelenecektir.

##### a- Endoskopik Yöntemler

**Anoskopi:** Anal kanalın ve rektumun distal bir kaç cm'sinin incelenmesine izin verir. Hemoroid, fissür, kitle gibi anal kanal lezyonlarının değerlendirilmesini sağlar.

**Rektoskopi:** Rektoskopi yaklaşık 25-30 cm uzunluğunda rijit bir alet ile yapılır. Rektum ve sigmoid kolon distalini değerlendirmekte kullanılır.

**Sigmoidoskopi:** Sigmoidoskoplar yaklaşık 65 cm uzunluğunda kısa kolonoskoplardır. Fleksibl sigmoidoskoplar ise %80 olguda inen kolona ulaşabilmektedir. Sigmoidoskopi için sedasyon gerekmez. Lezyonlardan biyopsi alınabilir veya özel snare (kement) ile polipektomiler yapılabilir.

**Kolonoskopi:** Boyutları 120-180 cm arasında değişir. Kolonoskopi için hasta hazırlığı komplikedir; 1-2 gün sıvı ağırlıklı yumuşak gıda alımını takiben kuvvetli katartikler ve enemalar verilir. Kolonoskopi uzun ve rahatsızlık verici bir işlem olduğundan hastalara işlemden önce midazolam, meperidin veya fentanil ile premedikasyon uygulanmasını önerenler çoğunluktadır. Kolonoskopide en sık uygulanan işlemler, lezyonlardan biyopsi alınması ve polipektomilerdir.

Kolonik hastalıkların tanısı için altın standart yöntemdir. Kolonoskopi tüm kolonun incelenmesine imkan veren bir yöntem olarak bilinmesine rağmen, hastaların %5'inde tüm kolonun değerlendirilemediği bildirilmektedir (10-11).

Kolonoskopinin tanı ve tedavi amaçlı başlıca endikasyonları şöyledir:

1- Tanı amaçlı: İnflamatuar barsak hastalıkları, kronik karın ağrısı, gastrointestinal malignite şüphesi, obstrüktif sarılık, barsak alışkanlığında değişiklikler, kronik diyare, melena, hematokezya gibi patolojilerde kullanılır.

2- Tedavi amaçlı: Polipektomi, kanama tedavisi, kolon darlıkları, tüp yerleştirilmesi, volvulusların düzeltilmesi ve tümörlerin destrüksiyonu gibi patolojiler başlıca tedavi endikasyonlarıdır.

Kolonoskopinin başlıca kontrendikasyonları ise pulmoner aspirasyon, kardiyak aritmiler, şiddetli inflamatuvar barsak sendromu, toksik megakolon, kanama, ilaç reaksiyonları, vazovagal reaksiyonlar, hipotansiyon, perforasyon riski, akut divertikülit, fulminan kolit ve benzeri durumlardır.

Kolonoskopinin başlıca komplikasyonları; kanama ve perforasyondur. Çift kontrastlı kolon grafilerinde perforasyon riski %0.02-0.2 arasında, kolonoskopide ise %0.1-0.9 arasında değişir (12-13).

### **b- BT Kolonoskopi**

Sanal BT kolonoskopi 1994 yılından beri kullanılmaktadır. 2008 yılında Amerikan Kanser Derneği tarafından kolon kanseri taramasında kullanılabileceği belirtilmiştir (6). BT kolonoskopinin kolon kanserlerinin saptanmasında tanısal güvenilirliği yakın zamanda yapılan bir meta-analizde %96 olarak bulunmuştur (14). Polipte malign transformasyon gerçekleşmeden gaytada gizli kan ve diğer tümör tarama testleri pozitif olmamaktadır. Bu durumda sanal BT kolonoskopi polip aşamasında da prekanseröz lezyonlara tanı koyabilmektedir. Ancak verilen radyasyon dozu, katartik kullanılması ve deneyim gerektirmesi yöntemin dezavantajlarındandır.

Öncelikli kullanım amacı; konvansiyonel kolonoskopi ile tanımlanamayan; kolonik tortiyozite, divertikülozis, dolikokolon, hasta kooperasyon eksikliği gibi sebepler sonrası kolon segmentlerini ve tıkaçıcı kolon kanserlerinde proksimal kolonu değerlendirmektir. Temel amaç kolonun polipoid lezyonlarını ve tümörlerini saptamaktır. Sanal BT kolonoskopi, preoperatif tümör lokasyonu ve evrelendirmesinde de değerli bir yöntemdir. Ayrıca konvansiyonel kolonoskopi yapılmasının zor olabileceği pelvik cerrahi ve radyoterapi alan hastalarda tarama testi olarak kullanılabileceği öne sürülmektedir (15).

Meta-analiz sonuçlarına göre BT kolonoskopi ve optik kolonoskopinin kolon kanserlerini saptamadaki toplam duyarlılığı %95-96'dır. Pickhardt ve arkadaşlarının çalışması optik kolonoskopi ile BT kolonoskopinin klinik olarak denkliliğini destekler niteliktedir (14).

Kullanılan spesifik tekniğe bakılmaksızın BT kolonoskopi kolon kanserini saptamada güvenilir bir methodur. İnvaziv kanserlerin çoğu 2B görüntülerde saptanır. 3B görüntüler polip saptamada daha yüksek duyarlılığa sahiptir. BT kolonoskopi artık günümüzde evrensel bir metod olarak kabul görmektedir. Tarama amaçlı yapılan BT kolonoskopide daha çok rektosigmoid bölge tümörleri gözden kaçmaktadır. Optik kolonoskopide gözden kaçan kanserlerin çoğu sağ hemikolon kanserleridir ve BT kolonoskopi bu açıdan tamamlayıcıdır. 11.151 hasta üzerinde yapılan çalışmada BT kolonoskopinin lezyon saptama duyarlılığı %96'dır (14). 9223 hasta üzerinde yapılan çalışmada optik kolonoskopinin kolon kanseri saptama duyarlılığı %94.7'dir (14). Pickhardt ve arkadaşları son çalışmalarında BT kolonoskopi uygulanan hastaların deneyimleri ve tetkikle ilgili memnuniyetlerini optik kolonoskopi ile karşılaştırmayı hedeflemişlerdir (16). Sonuçlar BT kolonoskopi yapılan hastaların tetkikten memnun kaldıklarını, hem BT kolonoskopi hem optik kolonoskopi yapılan hastaların, BT kolonoskopiye tercih ettiklerini göstermiştir. Hastaların BT kolonoskopiye seçmelerindeki en büyük etken noninvaziv olmasıdır (%68). İkinci etken ise sedasyon ve anestezi madde gerektirmemesidir. Bunların dışında hastanın tetkik sonrası hemen mobilize olabilmesi ve optik kolonoskopinin risklerinden korunması BT kolonoskopi seçimindeki diğer etkenlerdir (16).

BT kolonoskopi, ince kesit BT ile yüksek çözünürlüklü iki boyutlu (2B) aksiyel görüntülerin oluşturulması esasına dayanan bir görüntüleme yöntemidir. Bu incelemeyle BT ile elde edilen dijital bilgi değişik bilgisayar yazılımları ile rekonstrükte edilerek kolonun konvansiyonel kolonoskopiye benzer üç boyutlu (3B) görüntüleri oluşturulur. BT kolonoskopi genel anlamda 2B ve 3B teknikleri kullanarak, kolorektal polipler ve/veya kanserler açısından kolon duvarının değerlendirilmesidir. Kolon mukoza yüzeyinin bilgisayar yardımıyla üç boyutlu endoskopik görüntülenmesine ise 'sanal BT

kolonoskopi' adı verilmektedir. Çok kesitli BT (ÇKBT) cihazlarıyla yapılan çalışmalarda, hızlı çekim süresi ve sağladığı uzaysal rezolüsyon sonucu 3 mm'den küçük poliplerin dahi saptanabileceği kalitede sanal rekonstrüksiyonlar yapılabilmektedir (17).

Kolonoskopi kolon kanseri taramasında halen altın standart olmakla birlikte, BT kolonoskopi barsak duvarının distansiyonu sonrasında barsak mukozasının ve duvarının detaylı incelenebilmesi ve lümen çapının ölçülebilmesine olanak sağlar. BT Kolonoskopi terimi kolon incelemesinde iki BT tekniğini kapsar. Her ikisinde de kolon distansiyonu gereklidir. Ancak her birinin ayrı tekniği ve endikasyonları vardır. Birinci teknikte kolon su veya kontrast madde ile doldurulur ve iv kontrast madde verilir. Karaciğer metastazlarının BT ile ilk değerlendirilmesinde ya da kolon kanserinin evrelemesinde kullanılabilir. İkinci teknik gaz lavman metodudur ve sanal BT kolonoskopi olarak da adlandırılır. Bu yöntem tanısal veya tarama amaçla yapılabilir ve pron ve supin olarak iki görüntü alınır. Tarama için yapılan durumda kolon hava ya da CO<sub>2</sub> ile şişirilir ve iv kontrast madde verilmez. Amaç prekanseröz dönemde polipleri saptamaktır. Tanısal BT kolonoskopide ise rektal hava verildikten sonra iv kontrast madde verilir ve genellikle kolon kanseri tanısı almış hastalarda endoskopik yöntemlerle distale geçilemiyorsa veya evreleme amaçlı kullanılır.

### **c- Tarama Amaçlı Sanal BT Kolonoskopi**

Amacı polipleri ve sonrasında rezeksiyon gerektirecek prekanseröz oluşumları saptamaktır. İyi bir kolon temizliği gereklidir. Düşük lifli diet, 1 gün öncesinden laksatif ve işlem sabahı dulcolax verilir. Rektal yolla hava ya da CO<sub>2</sub> verilir. CO<sub>2</sub> daha ağrısız distansiyon yapar ve işlem sonrası daha çabuk deflasyonu sağlar. Distansiyonun çekuma kadar ulaşması hedeflenir. Bir pron ve bir supin pozisyonda görüntüler elde olunur (rezidü gaytaları mobilize etmek ve tümörden ayırt etmek için). İv kontrast verilmez. Gerekirse antispazmodikler verilebilir. Kontrendikasyonları; intestinal obstrüksiyon, akut karın, yeni geçirilmiş abdominal cerrahi ve gebeliktir. Değerlendirmede özel yazılımlar kullanılır. 6mm altındaki poliplerde duyarlılık 45-97%,

özgüllük 26-97% ; 6mm-1cm arası poliplerde duyarlılık %86, özgüllük 55-100% arasındadır. 1cm üstü poliplerde ise duyarlılık %93, özgüllük %97'dir (18-19).

Supin ve pron pozisyonlarda tarama yapılması polip saptama duyarlılığını arttırmakla birlikte hastanın aldığı radyasyon dozunu da arttırmaktadır. Ancak tüm eksperler arasında, rezidü gayta gibi yanılı nedenlerinin ekartasyonu ve kollabe segmentlerin değerlendirilmesi için supin ve pron pozisyonlarda inceleme yapılması gerekliliği konusunda fikir birliği vardır (15-20) .

Değerlendirmede; supin ve pron pozisyonlarda 1mm kalınlığında elde edilen aksiyel görüntüler, ağ bağlantısı aracılığıyla iş istasyonuna gönderilir. İlk olarak supin ve pron pozisyonlardaki aksiyel görüntüler değerlendirilir. Daha sonra iki pozisyonda da koronal ve sagittal MPR görüntüler değerlendirilir. Kolonik distansiyonun en iyi olduğu pozisyon seçilip, VRT yöntemi adı verilen bilgisayar programı ve SSD adı verilen bilgisayar programı ile sanal kolonoskopi yapıp endoluminal görüntüler dikkatlice incelenir. Kolorektal polip ya da kitlelerin, yerleşimleri ve morfolojik özellikleri, kolonu 6 segmente ( çekum, çıkan kolon, transvers kolon, inen kolon, sigmoid kolon ve rektum) ya da 8 segmente (çekum, çıkan kolon, hepatik fleksura, transvers kolon, splenik fleksura, inen kolon, sigmoid kolon ve rektum) ayırarak değerlendirilir. Anormal bir bulgu izlendiğinde (gaz baloncuğu, yüksek dansite, heterojen veya homojen dansite) pencere genişliği ve pencere seviyesi değerleri değiştirilir, pre- ve postkontrast görüntüler de lezyonun kontrast tutulumu açısından tekrar değerlendirilir. Ayrıca gayta artıklarını veya bulböz foldları poliplerden ayırabilmek için, izlenen anormal bulgunun morfolojik özellikleri multiplanar 2B reformat ve 3B endoluminal BT görüntüleri ile tekrar değerlendirilir. Lezyonların geometrik morfolojik özellikleri (keskin kenar, düzensiz kenar); polip, gayta ayrımında dikkate alınır. Lineer (fold ile uyumlu) ve yuvarlak morfolojik (polipler ile uyumlu) özelliklerin ayrımında 2B ve 3B görüntüler dikkatle incelenir (21).

Sanal BT kolonoskopi daha az invaziv olma özelliğiyle endoskopik kolonoskopiye alternatif metod olmaya başlamıştır. Endoskopik kolonoskopi;



barsak perforasyonu, sedasyona karşı reaksiyonlar ve işlem sırasında medikasyon gerektirmesi, barsak lümeni dışındaki yapılarla ilgili bilgi vermemesi, tümöre bağlı stenozun geçilememesi, işlemden sonra ve işlem sırasında abdominal ağrı ve hastanın rahatsızlığı gibi potansiyel riskler taşımaktadır. BT kolonoskopi görüntüleme ve tanısal amaçlar için kullanılabilir ancak, lezyon saptandığı takdirde biyopsi yapılamaması önemli bir dezavantajdır.

#### **d- Dual-Enerji BT**

Bir soğurucu içerisinden geçen X-ışınlarına ait fotonların enerji spektrumları, element yapıları hakkında bilgi içerir. Bu nedenle, doku karakterizasyonu, soğurma özelliklerinin ölçülmesi veya ayırt edilebilir olmasıyla mümkün hale gelebilir. Dual-enerji bilgisayarlı tomografi; malzemeye bağlı olarak, fotoelektrik ve Compton etkilerini analiz ederek, maddesel farklılaşma sağlayan iki farklı X-ışını spektrumu kullanır. Bu şekilde elementsel dansiteler, üç materyalli ayrıştırma algoritmaları kullanılarak tespit edilir. Klinik uygulamalarda kullanılan dual-enerji bilgisayarlı tomografi ile karşılaştırıldığında, yakın zamanda geliştirilmiş olan enerji duyarlı foton sayma dedektörleri, birden çok enerji seviyesinde ve dar enerji bantları içerisinde malzemeye uygun atenüasyon eğrileri örnekler, ayrıca ikinci olarak elemente özgü foto-elektrik kesiti, k-kenar süreksizliklerini algılamayı sağlar. Bu nedenle dual-enerji bilgisayarlı tomografi görüntüleme tekniği sayesinde artan ölçüm hassasiyeti ile eş zamanlı olarak birden fazla materyal tespit edebilir. Materyal dağılımı üzerindeki bu özel veri morfolojik bilgisayarlı tomografinin ötesinde, fonksiyonel görüntüleme yaklaşımına da bilgi sağlar. Çok enerjili bilgisayarlı tomografi, materyale uygun görüntülerin elde edilebilmesi için doku farklılıkları ve sınıflandırmalarına ait spektral verilerin kullanılması anlamına gelir. Her maddenin bir atenüasyon eğrisi vardır, bu sebeple X-ışınımı fotonlarının atenüasyonları enerjilerine bağlıdır, bu teknik bu bağımlılık nedeniyle mümkündür.

Dual-enerji bilgisayarlı tomografilerde, materyaller iki farklı X-ışını spektrumuna maruz bırakılırlar ya da iki farklı enerji aralığını kullanan

dedektör kombinasyonları kullanılır. Dual-enerji bilgi analizi tekniği ile, dokuların iki farklı enerjide X-ışınımına verdiği tepkiye ait bilgi elde edilir. Materyal farklılaşması ve elementsel dekompozisyon iki farklı X-ışınımı spektrumu kullanılarak mümkün hale gelir. Bu tekniğin dezavantajı, benzer zayıflama eğrilerine sahip materyallerin bu teknik kullanılarak ayırt edilememesidir. Çok enerjili görüntüleme, enerji duyarlı foton sayma cihazları kullanılarak atenüasyon eğrileri hakkında ek niceliksel bilgi ortaya koymaktadır. Dual-enerji bilgisayarlı tomografi tekniğine ek olarak, çok enerjili bilgisayarlı tomografi, yüksek atom numaralı (Z), birden fazla elementin spektral ayrışımını sağlar.

Dual enerji BT ile; iki farklı tüp potansiyeli kullanılarak elde olunan iki farklı X-ışını spektrumundan, iki ayrı veri seti elde edilir. Günümüz klinik uygulamasında; iki farklı X-ışını spektrumu ya bir tüpteki voltajın değiştirilmesiyle ya da iki tüpün farklı voltajlarda çalıştırılmasıyla sağlanır. Maksimum kontrast farkı yarattığı ve görüntülerin çakışmasını minimuma indirdiği için günümüzde en çok 80 ve 140 kV kullanılır. İyot, kalsiyum, xenon gibi güçlü fotoelektrik etki sağlayan maddeler dual enerji BT görüntüleme için optimum özellik taşır. Bunlardan düşük kV'da tutulumu en iyi gösterilen materyal iyottur. Dual enerji BT ile elde olunan farklı x-ışını spektrumları görüntülerdeki iyotu saptamak ve ölçmek için kullanılır. Günümüzde avantajları ve dezavantajları olan 3 ayrı dual enerji BT tekniği kullanılmaktadır. En yaygın kullanılan dual enerji BT' de farklı voltajda çalışan iki X ışını tüpü ve bunlara denk gelen detektörler ortogonal biçimde bir gantride yerleşmiş olarak bulunmaktadır. Dual enerji BT bu şekilde, farklı X ışını spektrumlarındaki bilgiden yararlanarak, tanısal amaçlar için kullanılır ( 22).

Dual-enerji bilgisayarlı tomografi tekniği kullanılarak materyallerin ölçümü veya farklılığına dayalı birçok klinik uygulama tanımlanmıştır. Materyal farklılaşmasıyla düşük ve yüksek atom numaralı materyallerin ayırt edilmesi, kemik çıkarılması sonrası işleme teknikleri (kalsiyum ve iyot farklılığı gibi) veya üriner sistem taşlarının analizi (üriner taşlar ve diğer taşların ürik asit farkı gibi) gibi durumlar çözülebilmektedir (23).

Materyal ölçümüyle iyot içeren kontrast görüntüden çıkarılarak, sanal-kontrastsız görüntüler oluşturulur. Kontrastsız görüntüler ile sanal kontrastsız görüntülerin yer değiştirilmesi ile standart protokollerdeki kontrastsız görüntünün alınmasına gerek kalmaz ve bu şekilde hastaya uygulanan radyasyon dozu azaltılabilir. Bu tür görüntüleme stratejileri hem radyasyon miktarını azaltarak hem de görüntüdeki kontrastı (80kV görüntüler kullanılarak) arttırarak, damar, karaciğer veya böbrek görüntülemeye kullanılabilir. Bu şekilde sanal kontrastsız ve iyot haritası görüntüleri elde edilir.

Materyal dağılımı ve dansitesi üzerine elde edilen veriler, morfolojik bilgisayarlı tomografi için bilgi sağladığı gibi, bunun ötesinde onu tamamlayıcı bilgiler de sağlar.

Dual-enerji bilgisayarlı tomografi (DEBT) 1970'li yıllarda ortaya konmasına rağmen geniş kullanım alanı bulamamıştır. Günümüzde iki X-ışını tüpü ve hızlı kVp geçişi (gemstone görüntüleme) ile çok kesitli BT kullanılarak eş zamanlı volümetrik dual-enerji verilerinin elde edilmesi mümkün hale gelmiştir. Günümüzde kullanılan dual-enerji bilgisayarlı tomografinin başlıca iki avantajı; farklı kVp değerlerinde iki görüntü seti elde edilerek, tanı için materyal dekompozisyon özelliğinden faydalanılması ve çakışmama artefaktlarının eliminasyonudur. DEBT ile yapılan Hounsfield ünitesi ölçümleri mutlak değildir ve kullanılan kVp değerine göre değişiklik gösterebilir. DEBT için tipik olarak 80/140 kVp değerleri kullanılır, ancak 100/140 kVp değerleri de kalp görüntülemeye tercih edilebilir (21). Genelde vücut ve nöroloji uygulamalarında iyot görüntüden atılarak kontrastsız sanal görüntüler elde edilebilir. Nöroradyolojik uygulamalarda, karotis ve beyin anjiyografilerinde kemik ve kalsiyumun uzaklaştırılması mümkündür (23). Toraks uygulamaları arasında pulmoner tromboemboli ve başka göğüs hastalıkları bulunan hastalarda akciğer perfüzyonunun görüntülenmesi, ksenon ventilasyon-perfüzyon görüntülemesi ve soliter nodül karakterizasyonu sayılabilir (24). Kardiyak uygulamalar; kardiyak perfüzyon, canlılık ve kardiyak demir saptanmasıdır (25). Vasküler sistemde arterlerden kalsifik plakların atılması, kemiklerin çıkarılması ve aortik stent greftin değerlendirilmesi

gerçekleştirilebilir (26). Abdominal uygulamalar arasında karaciğer ve pankreas kitlelerinin saptanması ve özelliklerinin belirlenmesi, yağlanma ve demir birikiminin belirlenmesi, DEBT kolonoskopi ve DEBT kolanjiyografi yer alır. Üriner sistem uygulamaları taş özelliklerinin belirlenmesi (ürik asit taşı veya diğer kalsiyum içeren taşlar), böbrek kisti ve kitlelerinin kontrastlanma özelliklerinin ortaya konmasıdır (27). Kas-iskelet sisteminde gut ile psödogutun ayırt edilmesi ve metal artefaktların azaltılması amacıyla kullanılabilir (28).

Vücut kitle indeksi yüksek olan hastalarda gürültü ve radyasyon dozu nedeniyle dual-enerji kullanımı sınırlıdır (29). İteratif rekonstrüksiyon tekniklerinin son zamanlarda kullanıma girmesi DEBT uygulamalarının yaygınlaşmasına neden olabilir.

DEBT, PET-BT uygulamalarına iyi bir alternatif oluşturabilir. İyot haritası görüntüleri iyot tutulumunun miktarının belirlenmesini sağlar. Bu yaklaşım solid bir kitlenin tanısı için hem kontrastlı, hem de kontrastsız görüntüler elde etmekten daha etkilidir. Bilgisayar yardımı ile gerçekleştirilen tanı algoritmalarının daha etkin bir şekilde kullanılması mümkün olabilir.

Dual-enerjinin temel prensibi aynı anatomik bölgenin farklı kVp değerleri (genellikle 80 ve 140 kVp) ile iki veri setinin elde edilmesidir. Bilgisayarlı tomografinin erken dönemlerinde dual enerji yönteminde farklı kVp değerleri ile ardışık tek kesitler elde edilmiş, ancak bu yöntemde solunum ve kısmi hacim artefaktları sorunu ile karşılaşmıştır. Günümüzde ise DEBT tekniği kullanılarak birkaç saniye içinde tüm vücut taranabilmekte ve solunum artefaktlarına bağlı çakışmama artefaktlarının önüne geçilebilmektedir. Günümüzde üç farklı BT cihazı ile tek bir nefes tutma süresinde neredeyse eş zamanlı dual-enerji verilerinin elde edilmesi mümkündür; 64-kesitli çift-tüplü BT (Definition, Siemens Medical Systems; Erlangen, Almanya), 128-kesitli çift-tüplü BT (Definition Flash, Siemens Medical Systems) ve high definition 64 ÇKBT (Discovery 750 HD, GE Healthcare; Milwaukee, Wisconsin, ABD). Siemens tarafından geliştirilen ilk ikili sistemde, iki tüp (tüp A ve B) ile farklı kVp değerleri (89 ve 140 kVp) kullanılmakta, 64-ÇKBT cihazında ise 0.5 milisaniyeden kısa sürede 80 kVp 140 kVp ile yer değiştirmektedir. Çift-tüplü

BT sistemlerinde dual-enerji verilerinin elde edilmesi sırasında tüp A ve tüp B arasında zaman farkı bulunduğundan (75 veya 83 ms) kalp hareketlerine duyarlılık söz konusudur, ancak çift-tüplü BT ve 64-ÇKBT bu konu ile ilgili karşılaştırılmamıştır. Her iki sistemle elde edilen DEBT verileri kontrast maddenin görüntüden uzaklaştırılarak sanal kontrastsız görüntü (su görüntüsü) ve iyot haritalarının elde edilmesini sağlayan dual-enerji yazılımı bulunan çalışma istasyonunda değerlendirilir. Çift-tüplü BT kullanılarak 80 ve 140 kVp ile elde edilen iki veri seti çalışma istasyonuna aktarılır ve sanal kontrastsız, iyot haritası ve karışık (80 ve 140 kVp verilerinin değişik oranlarda harmanlandığı) görüntüler elde edilir. Hızlı kVp geçişli 64-ÇKBT kullanılarak GSI veri seti çalışma istasyonuna aktarılır ve 40-140 keV arasında istenen kiloelektron voltajında spektral verilere ek olarak, su (sanal kontrastsız), iyot ve monokromatik görüntüler elde edilebilir. Çift-tüplü BT kullanılırken 0.625 mm yerine 1 mm kolimasyon seçilerek gürültü düzeyi azaltılabilir. Ayrıca 140/80 kVp bileşimi yerine 140/100 kVp bileşimi tercih edilebilir. İkinci nesil çift-tüplü BT cihazlarında (128 kesitli BT) veri elde edilen alan daha geniştir (FOV 26 cm yerine 33 cm) ve ayrıca görüntü kontrastını arttırmak ve yüksek enerjili spektrumu süzmek için bir filtre kullanılmaktadır. Her iki BT sistemi de z-uçan fokus teknolojisini kullanmaktadır. Çift-tüplü BT'nin esas avantajı çakışmama artefaktlarının olmamasıdır. Çift-tüplü BT sanal BT kolonoskopide kontrastsız pron görüntü alınmasını önleyebilir. Ancak önemli bir kısıtlılık B tüpünün FOV genişliğinin limitli olmasıdır (30).

Dual-enerji BT ve Dual-enerji BT kolonoskopi, çeşitli alanlardaki patolojilerin tanınması amacıyla kullanılabilir.

**1- Gastrointestinal ve Abdominal Uygulamalar:** Dual-enerji kullanıldığında 80 kVp ile elde edilen görüntülerin kontrastı 140 kVp ile elde edilenlerden daha iyidir. Bu durum hepatoselüler karsinom ve hipervasküler karaciğer metastazları gibi arteryal fazda kontrastlanan lezyonların değerlendirilmesinde yarar sağlar. Marin ve ark. in vitro ve in vivo olarak hipervasküler lezyonların saptanmasında 80 kVp ile 140 kVp görüntüleri karşılaştırmış ve yüksek mA ile birlikte 80 kVp kullanıldığında daha fazla

sayıda lezyonun görülebildiğini bulmuşlardır. Robinson ve ark. 80 kVp görüntülerin metastazlarla normal karaciğer dokusunun ayırt edilmesinde daha üstün olduğunu bildirmiştir. 80 kVp görüntülerde gürültü oranını azaltmaya yönelik alternatif rekonstrüksiyon teknikleri vardır. Kim ve ark. karışık görüntüler için değişik bir ağırlık faktörü (0,5) kullanmış ve düşük düzey ile yüksek genişliğin harmanlanmasının hepatoselüler karsinomun saptanması için en fazla yarar sağladığını göstermiştir (31). Kontrastsız BT görüntülerine gerek duyulmaması DEBT yönteminin bir avantajı olabilir. Zhang ve ark. çok fazlı bir BT protokolünde kontrastsız görüntülerden kaçınılmasının radyasyon dozunu azaltabileceğini ileri sürmüştür (32). De Cocco ve ark. da benzer bulgular elde etmekle birlikte, optimal sanal kontrastsız görüntülerin ancak vücut kitle indeksi düşük olan hastalarda elde edilebildiğini vurgulamışlardır (33).

DEBT birbirine tam ters spektral eğriye sahip olan karaciğerdeki demir ve yağın gösterilmesi için kullanılmıştır. Karaciğerde demir fazlalığı olduğunda kVp ve KeV azalırken karaciğerin ölçülen dansitesi artar; buna karşın yağlanmada kVp ve keV azalırken karaciğerin dansitesi azalır. Safra kanallarının saptanmasını ve biliyer segment boyutlarının ölçülmesini kolaylaştırabilecek dual-enerji kolanjiyografi tanımlanmıştır (34-35). Safra kesesi taşlarının dual-enerji özelliklerini ortaya koymak için in vitro çalışmalar yapılmıştır ve benzer protokol biliyer dilatasyonu bulunan ve koledok taşından şüphelenilen hastalarda da kullanılabilir (34-35-36). DEBT ile elde edilen 80 kVp verileri kitle belirginliğini arttırarak pankreas adenokarsinomlarının komşu normal parankimden daha iyi ayırt edilmesini sağlayabilir.

**2- Üriner Uygulamalar:** Üriner sistem uygulamaları arasında ürik asit ve sistin taşlarına tanı konması, kontrastlı BT çalışmalarında üriner taşların saptanması ve renal kitleler ile kistlerin özelliklerinin belirlenmesi sayılabilir. Dual-enerji verileri üriner taşların özelliklerinin belirlenmesi için kullanılabilir. Birçok çalışmada ürik asit taşlarının kalsiyum taşlarından in vitro ve in vivo olarak ayırt edilebilmesine ilişkin umut vaat eden sonuçlar elde edilmiştir (37-38). Ancak bu tekniğin önemli bir dezavantajı standart

protokole göre daha fazla düzeyde radyasyon verilmesidir. Bu nedenle bu teknik taş saptandıktan sonra karakterizasyon için kullanılabilir. Bu bağlamda, taşların saptanması için standart protokol kullanılmalı, gerek olursa taşın saptandığı bölgede dual-enerji modunda sınırlı tarama yapılarak hastanın ek radyasyon yüküne maruz kalması önlenmelidir. Dual-enerji teknikleri sanal kontrastsız görüntüler kullanılarak BT pyelografi üzerinden böbrek taşlarına tanı konması için kullanılmıştır; ancak bu yöntemle küçük (<2 mm) taşların tanısı zordur. Graser ve ark. dual-enerji tekniği ile böbrek taşlarının özelliklerinin saptanmasında ilk ve ikinci nesil cihazları kullandıkları iki çalışma yayınlamışlardır. Birinci çalışmada radyasyon dozu kontrastsız BT aşamasının atlanması ile ilk nesil cihazlarda %35, ikinci nesil cihazlarda %50 azalmıştır. İkinci çalışmada böbrek kitlesinin iki aşamalı BT protokolünde %96 olan saptanabilirlik oranının, tek aşamalı DEBT protokolü ile %95 düzeyinde olduğu bildirilmiştir (39-40). Leschka ve ark. ile Brown ve ark. da benzer sonuçlara ulaşmıştır (40). Yakın bir gelecekte protein, kan ve iyot içeren oluşumların da ayırt edilmesi mümkün olabilecektir.

**3- Böbrek Üstü Bezi Uygulamaları:** Gupta ve ark. adrenal nodüllerin ayırt edilmesinde DEBT uygulaması ile ilgili çalışmasında 80 kVp görüntülerde atenüasyondaki azalma için %50 duyarlılık, %100 özgüllük, %100 pozitif öngörü değeri ve %28 negatif öngörü değeri saptamıştır (41).

Birçok farklı sistemdeki hastalıkların tanısında yol gösterici olmakla birlikte bu yöntemin sınırlılıkları da mevcuttur. Dual enerji bilgisayarlı tomografinin başlıca sınırlılıkları FOV'un küçük olması (çift tüplü BT ile), yüksek radyasyon dozu, 80 kVp görüntülerdeki gürültü ve yüksek vücut kitle indeksine sahip hastaların değerlendirilmesindeki güçlülüdür. FOV'un 26 cm olduğu çift tüplü BT çalışmalarında tek enerjili çekime göre daha fazla (<%30) radyasyon dozu gerekmiştir. Schenzle ve ark. filtre eklenmiş çift tüplü BT ile yapılan dual-enerji çekiminin, tek tüplü BT'den daha fazla radyasyon vermediğini bildirmiştir (42). Ancak bu bulgular ileri çalışmalarla doğrulanmalıdır. Ho ve ark. abdominal görüntüleme protokolleri kullanarak hızlı kVp değişimli dual-enerji ile tek enerji ÇKBT yöntemlerindeki radyasyon

dozlarını ölçmüştür (43) ve etkin doz DEBT için 22.5–36.4 mSv, tek enerji BT için 9.4–13.8 mSv arasında değişmiştir. Radyasyon dozundaki artış kontrastsız görüntülerin elimine edilmesi ile dengelenebilir. Süperior vena kavadaki yoğun kontrast nedeniyle toraks perfüzyon DEBT incelemesinde emboliyi andıran ışın sertleşme artefaktları görülebilir. Bu artefaktlar salin enjeksiyonu yapılarak ve taramayı aşağıdan yukarıya doğru gerçekleştirerek minimize edilebilir.

#### **e- Dual-Enerji BT Kolonoskopi**

DEBT kolonoskopi yöntemi ilk kez Karçaaltıncaba ve ark. tarafından tanısal BT kolonoskopi protokollerinde kullanılan kontrastsız görüntülerin çekilmemesini sağlayabilecek potansiyeli bulunan bir teknik olarak tarif edilmiştir (29). Kolon kanserlerinin ve poliplerinin en önemli özelliği iyotlu kontrast madde ile boyanmalarıdır. Kolon polipleri ve kitleleri kontrast sonrası görüntülerde yaklaşık 40–50 HU düzeyinde kontrast tutar (17). DEBT ile elde edilen iyot haritası görüntüleri kullanılarak kolon kitlelerinin kontrastlanması gaytadan ayırt edilebilir ve özellikle yaşlılarda laksatif kullanılmasına gerek kalmayabilir. DEBT hafif laksatif rejim kullanılan BT kolonoskopi tetkikinde spektral elektronik temizleme yapma amacı ile de kullanılabilir (44).

DEBT kolonoskopi yöntemi sanal BT kolonoskopiden farklı olarak pron görüntü almayı gerektirmeyebilir. DEBT kolonoskopi tekniğindeki en büyük sınırlama 23 cm çaplı tüp B'nin sınırlı görüntüleme alanı ve obez hastalardaki azalmış uygulanabilirliğidir. Bu olumsuzluk ikinci nesil geniş dedektörlü ve FOV'lu çift-tüplü BT ile giderilebilir. İkinci nesil çift-tüplü BT cihazlarında (128 kesitli BT) görüntüleme alanı daha geniştir (FOV 26 cm yerine 33 cm) ve görüntü kontrastını arttırmak ve yüksek enerjili spektrumu süzmek için bir filtre kullanılmaktadır (45-46). Bu filtrenin eklenmesiyle DEBT ile tek enerjili BT kadar doz kullanılarak çekim yapılabileceği öne sürülmüştür (42).



## GEREÇ VE YÖNTEM

### 3.1. Hastalar

Haziran 2011-Kasım 2012 tarihleri arasında ünitemizde Dual-enerji BT ile kolonoskopi yapılan 50 hasta çalışmaya alındı. Çalışmaya alınma ölçütleri;

1) Kolonoskopi ve/veya klinik öykü ve muayene ile kolon kanseri tanısı konulmuş olması,

2) Vücut ağırlığı 118kg'ın altında olması, ya da bel çevresi 90cm'yi geçmemesi olarak belirlendi. (Hastaların kilo ortalaması 75,9kg)

Hastalarla ilgili veriler Hacettepe hastane bilgi sisteminden toplandı. Bu çalışma Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu tarafından onay almıştır ve hastalara onam formu imzalatıldı.

### 3.2. Yöntem

Bu çalışmadaki görüntüler, dual enerji yöntemiyle 64-kesitli çift tüplü ÇKBT (Definition, Siemens Medical Systems) kullanılarak elde edildi. Görüntüler hastaya barsak temizliği yapılmaksızın, 1 saat öncesinden opaksız su içirilerek, rektal yoldan hava verildikten sonra, supin pozisyonunda elde edildi. 350mg/ml 120ml iyotlu kontrast madde 3ml/sn hızda otomatik enjektörle verildi. Kesitler 70.sn'de alındı. Teknik parametreler detektör konfigürasyonu, 2x2x32; detektör kalınlığı, 1.2mm; kesit kalınlığı, 1.5mm; pitch 1 olarak kullanıldı. Alınan aksiyel görüntüler 1.5mm ve 5mm olarak DE filtresinde Siemens Leonardo iş istasyonuna gönderildi ve dual-enerji programı kullanılarak, 80kV ve 140kV görüntüler yüklendi. Bu görüntülerden, iyot haritası, sanal kontrastsız (VNC) görüntüleri ve mixed görüntüler elde edildi. Çekimlerdeki radyasyon dozunu tahmin etmek için DLP değerleri kaydedildi.

#### 3.2.1 Veri Ölçümü

Sanal kontrastsız, iyot haritası ve karışık (80 ve 140 kVp verilerinin değişik oranlarda harmanlandığı) görüntüler elde edildikten sonra; her hasta için, öncelikle 80 ve 140 kV verisi içeren karışık görüntüde, tümör üzerine yerleştirilen dairesel ROI ile tek kişi tarafından ölçümler yapıldı. İkinci

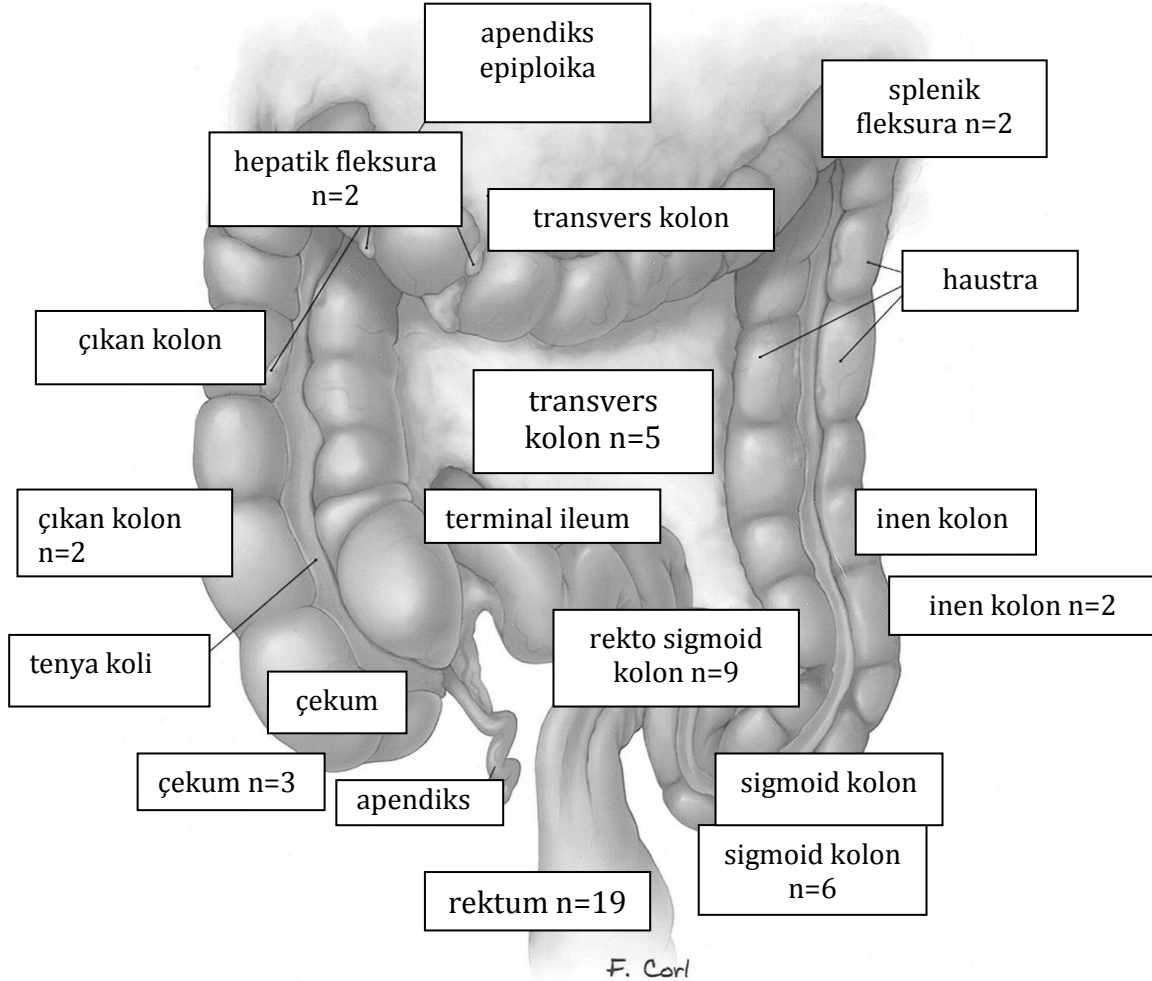
aşamada dairesel ROI ölçümleri sanal kontrastsız görüntü (VNC) ve iyot haritaları üzerinde tekrarlandı. Ayrıca rektal hava verilmesi sonrasında kolon segmentlerinin distansiyon düzeyi iyi, orta ve az derece olarak değerlendirildi.

### **3.2.2 İstatistiksel Değerlendirme**

Çalışmaya alınan tüm hastaların verileri istatistiksel değerlendirmeye alındı. İstatiksel veriler IBM-SPSS istatistik programı ile elde edildi. Adenokanser diferansiyasyon derecesi, her hastadaki tümör uzunluğu, kalınlığı ve her hastadaki tümör lokalizasyonuna göre; sanal kontrastsız görüntü, 80kV ve 140kV'daki iyot tutulum ölçümleri arasındaki ilişki; Kruskal-Wallis, One-way Anova testleri ve Spearmans rho korelasyon katsayısı ile değerlendirildi.

## BULGULAR

Bu çalışmada dual-enerji BT ile görüntülemesi yapılmış 50 hastanın (Erkek/Kadın:35/15) ortalama yaşı  $60 \pm 13$  yılı. Tümörlerin yerleşim yerleri Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Tümörlerin buldukları kolon segmentlerinin sayısal dağılımı

### 4.1 Ölçümler

80/140 kV enerji düzeylerinde, iyot haritasında ve sanal kontrastsız (VNC) görüntülerde 50 hastada saptanan; tümör ve gayta (n=50), polip (n=8), karaciğer metastazı (n=6) ve ek patolojilerde dansite ölçümleri yapıldı.

50 hastada saptanan tümörlerin dual-enerji ölçüm değerleri ortalaması tablo 4.1'de belirtilmiştir.

Tablo 4.1. Tümörlerin dual-enerji ölçüm değerleri ortalaması

Görüntü	Tümör
80kV	107±28H
140kV	81±23H
VNC	32±8H
İyot	56±10H

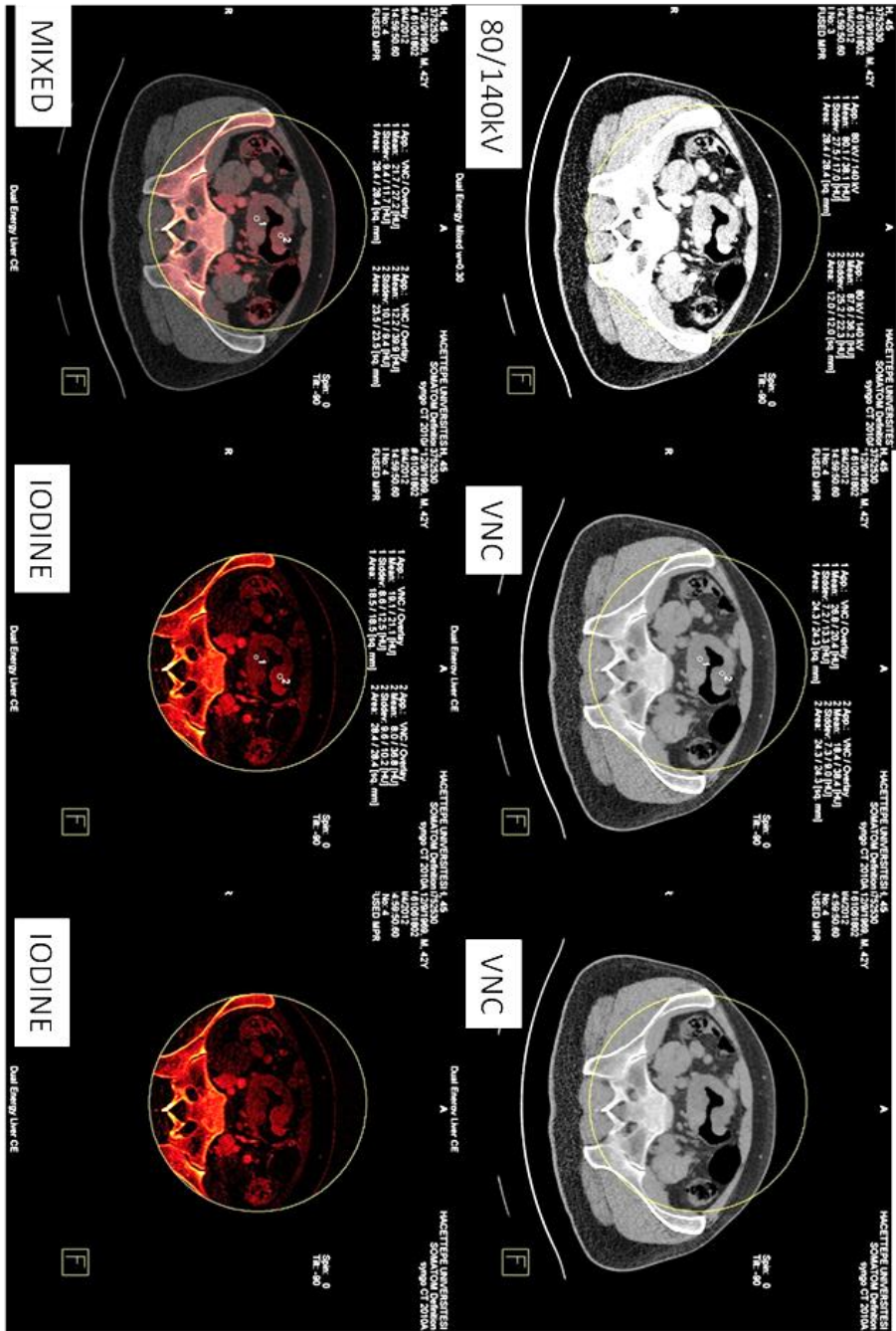
Dört hastadaki tümörlerden elde olunan çeşitli radyolojik görüntüler Resim 4.1-4.4'da örnek olarak gösterilmiştir.

50 hastada saptanan gaytaların dual-enerji ölçüm değerleri ortalaması tablo 4.2'de belirtilmiştir.

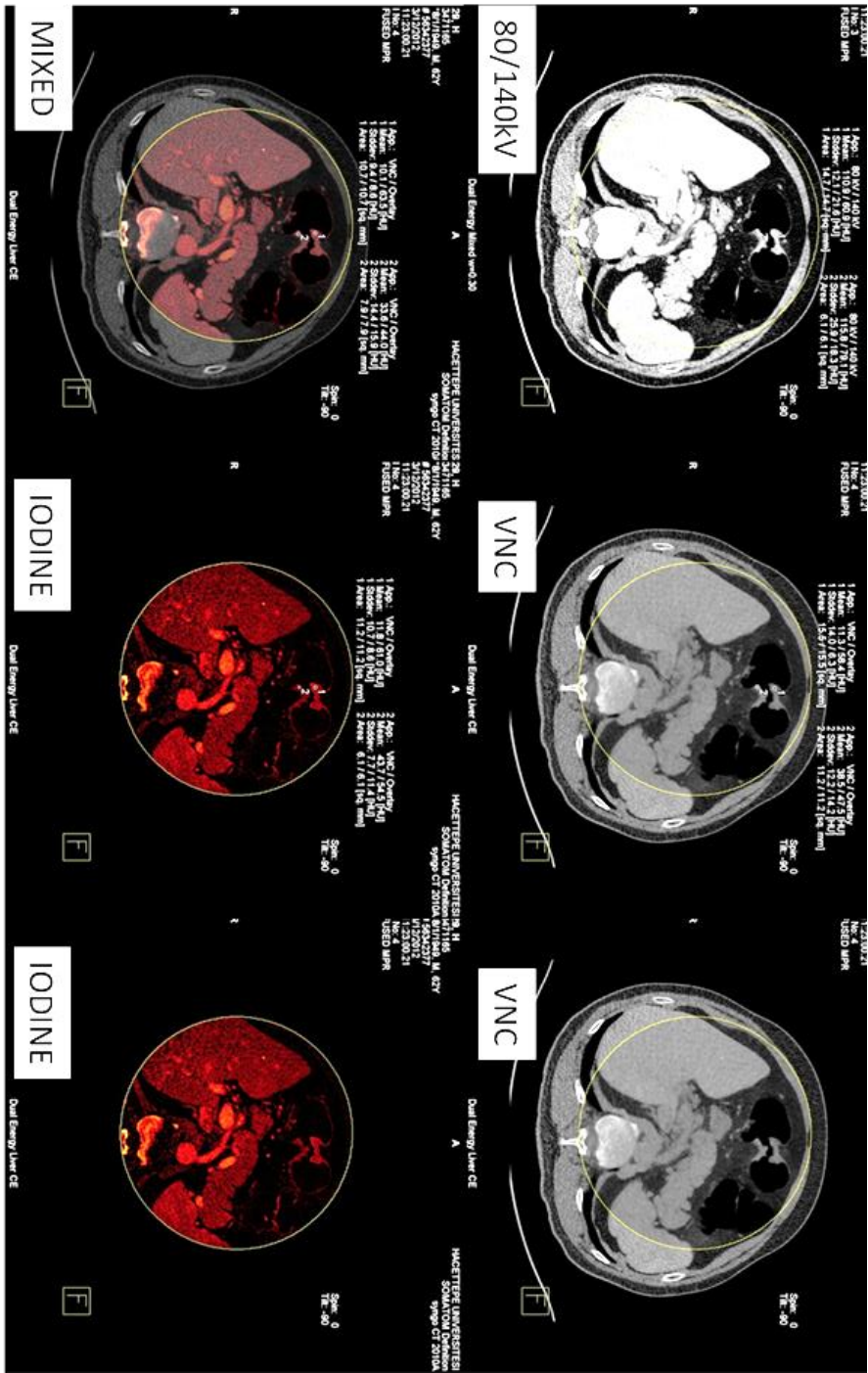
Tablo 4.2. Gaytaların dual-enerji ölçüm değerleri ortalaması

Görüntü	Gayta
80kV	-96,67±61,23H
140kV	-117,6±62,43H
VNC	-148±51,74H
İyot	40,36±21,04H

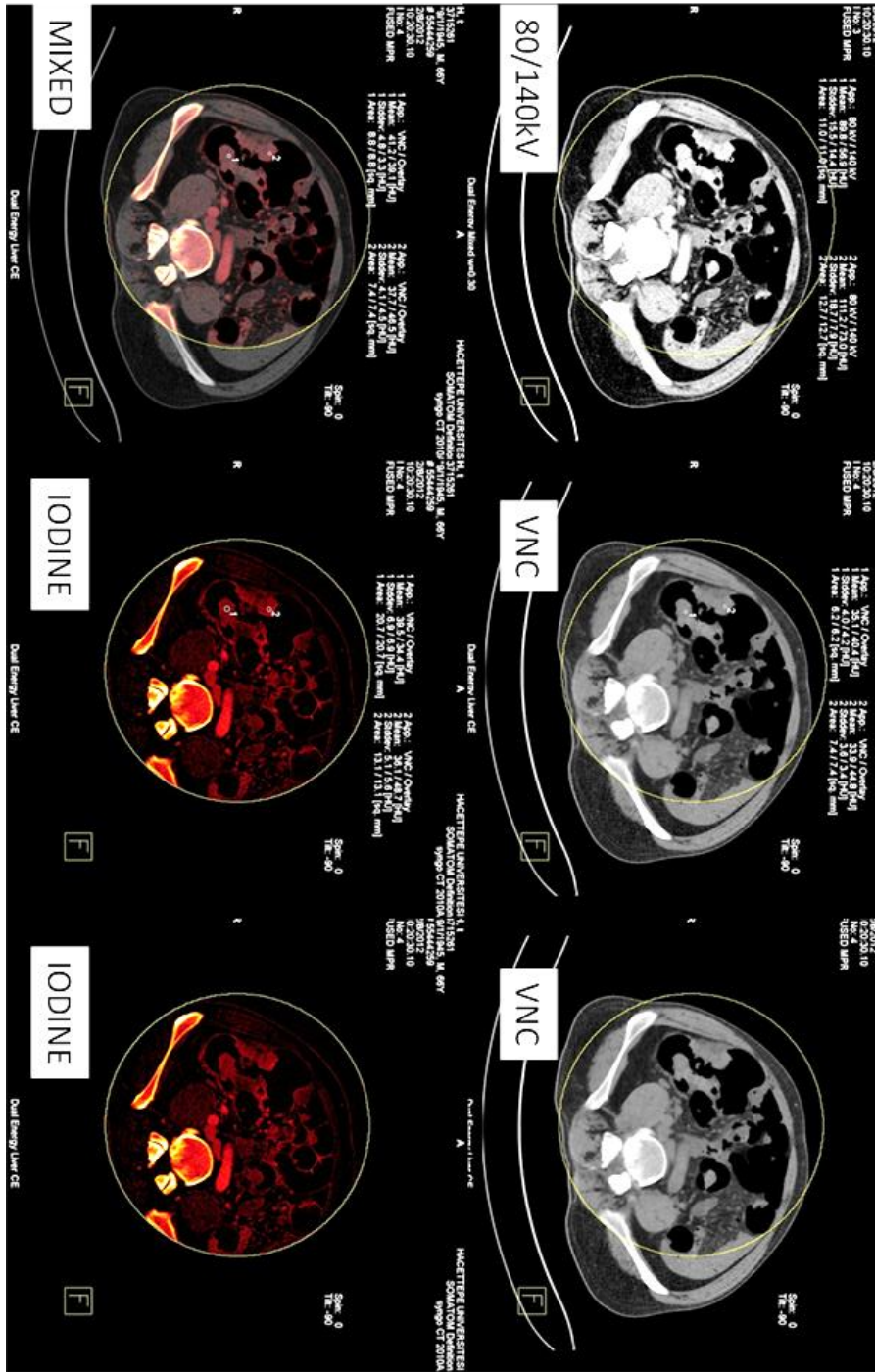
Üç hastadan elde olunan ve özellikleri gayta ile uyumlu olan çeşitli radyolojik görüntüler Resim 4.5-4.7'de örnek olarak gösterilmiştir.



Resim 4.1. 45 no'lu hastada sigmoid kolonda iyot haritasında parlayan ve VNC görüntüde de belirgin olarak izlenen sirkumferensiyal kitle izleniyor. Dansite ölçümlerinde sırasıyla 80kV, 140kV, iyot haritası ve VNC değerleri 88H, 36H, 21H, 19H bulundu.



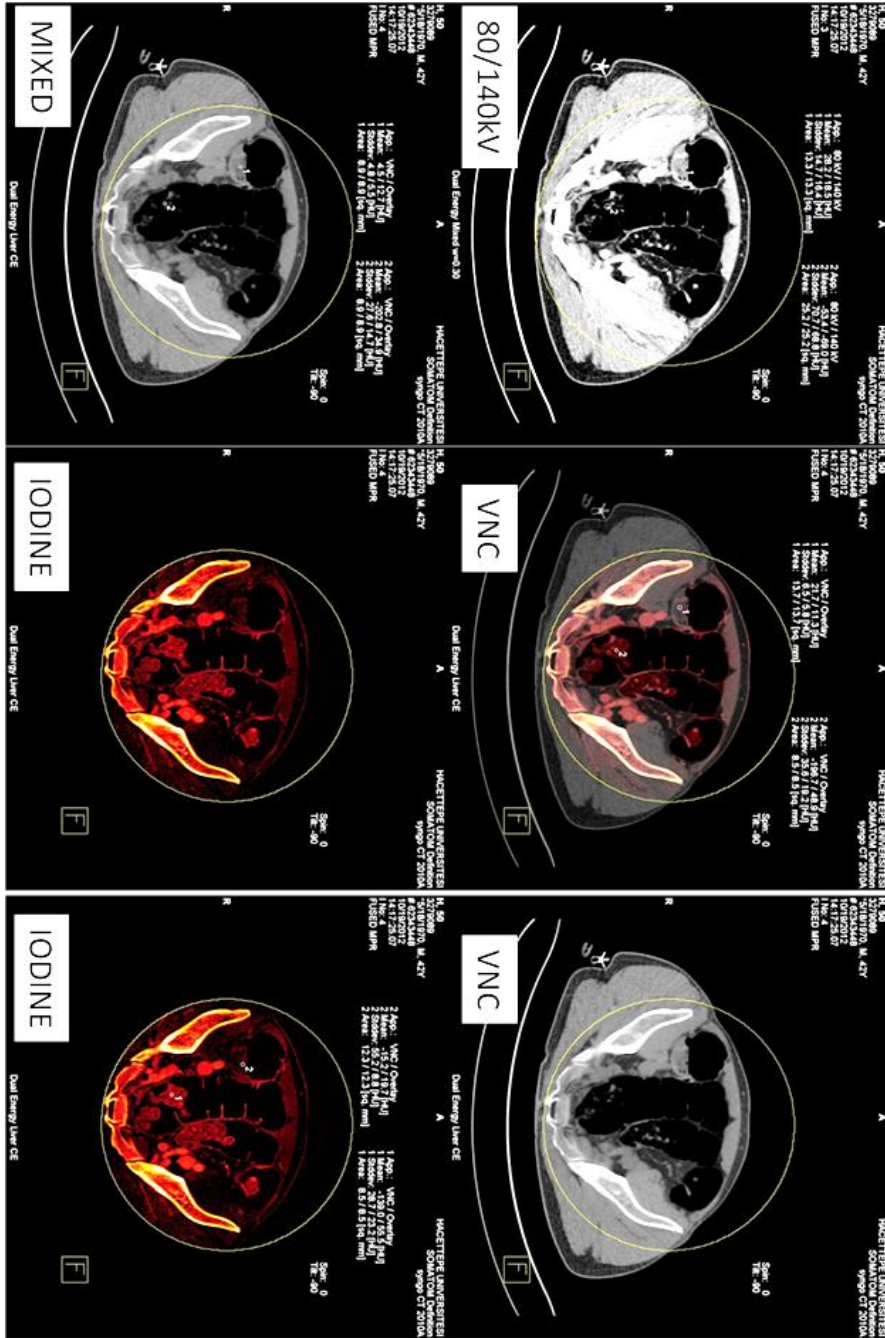
Resim 4.2. 29 no'lu hastada transvers kolon orta kesiminde iyot haritasında parlayan ve VNC görüntüde de belirgin olarak izlenen sirkumferensiyal kitle izleniyor. Dansite ölçümlerinde sırasıyla 80kV, 140kV, iyot haritası ve VNC değerleri 111H, 61H, 61H, 11H bulundu.



Resim 4.3. 1 no'lu hastada çıkan kolonda iyot haritasında parlayan ve VNC görüntüde de belirgin olarak izlenen sirkumferensiyal kitle izleniyor. Dansite ölçümlerinde sırasıyla 80kV, 140kV, iyot haritası ve VNC değerleri 89H, 57H, 35H, 35H bulundu.

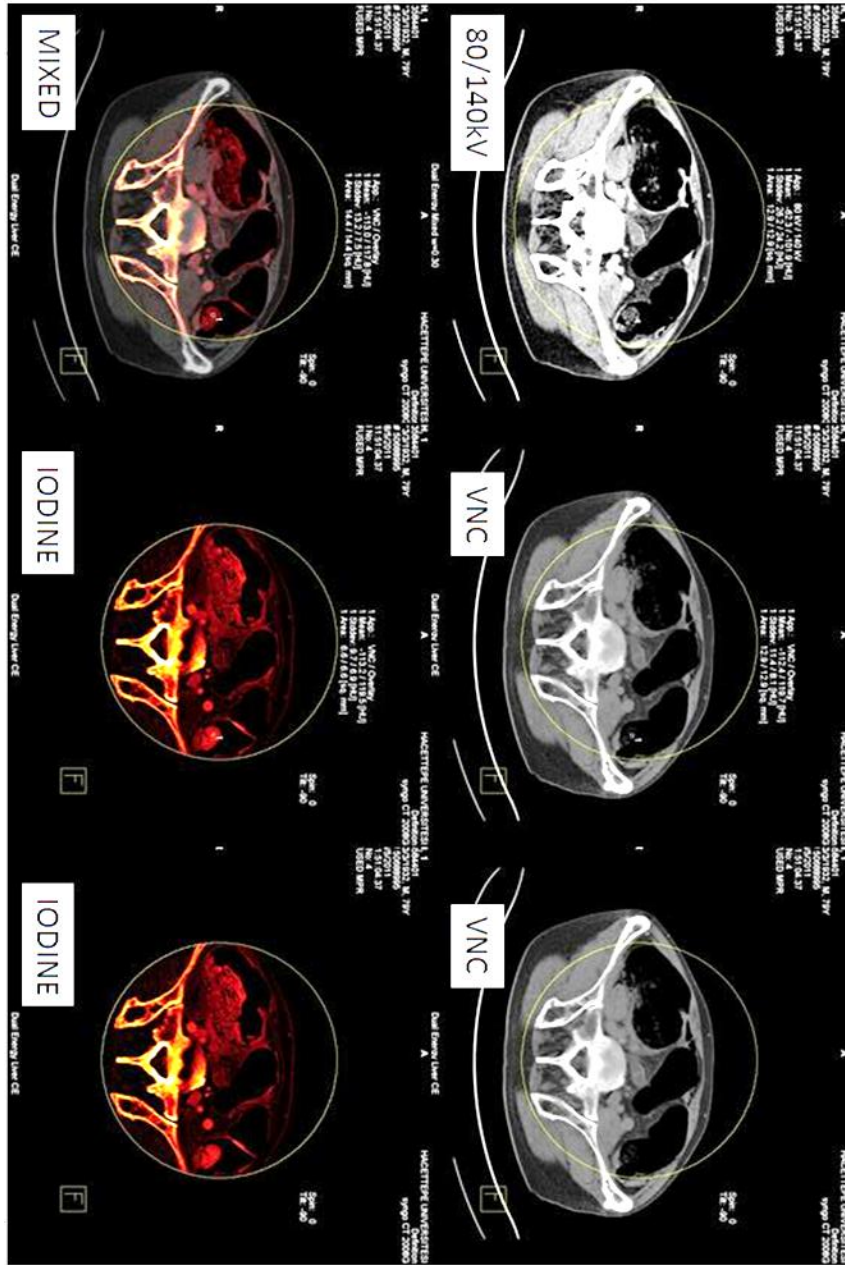






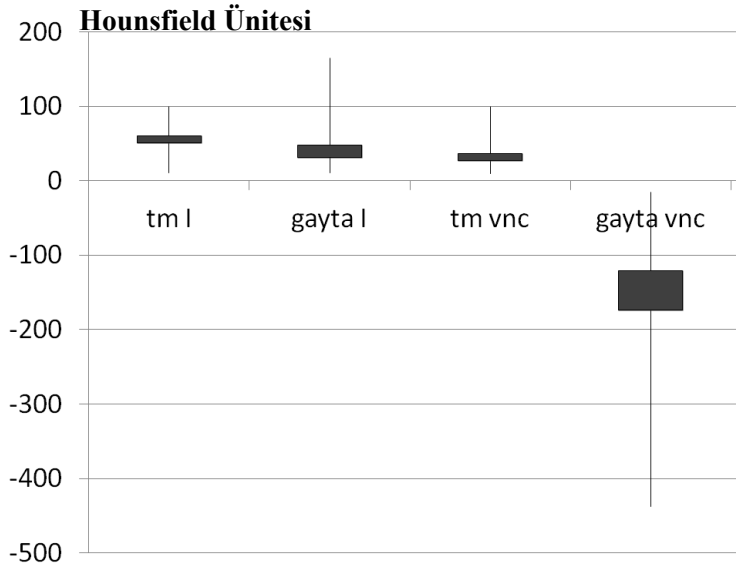
Resim 4.5. 50 no'lu hastada çekumda iyot haritasında ve VNC görüntüde de belirgin olarak izlenmeyen ve rektumda iyot haritasında hafif parlayan ve VNC görüntüde belirgin olarak izlenmeyen gayta ile uyumlu görünüm izleniyor. Dansite ölçümlerinde (çekum/rektum) sırasıyla 80kV, 140kV, iyot haritası ve VNC değerleri -25H/-87H, -37H/-108H, 13H/48H, -53H/-113H bulundu.



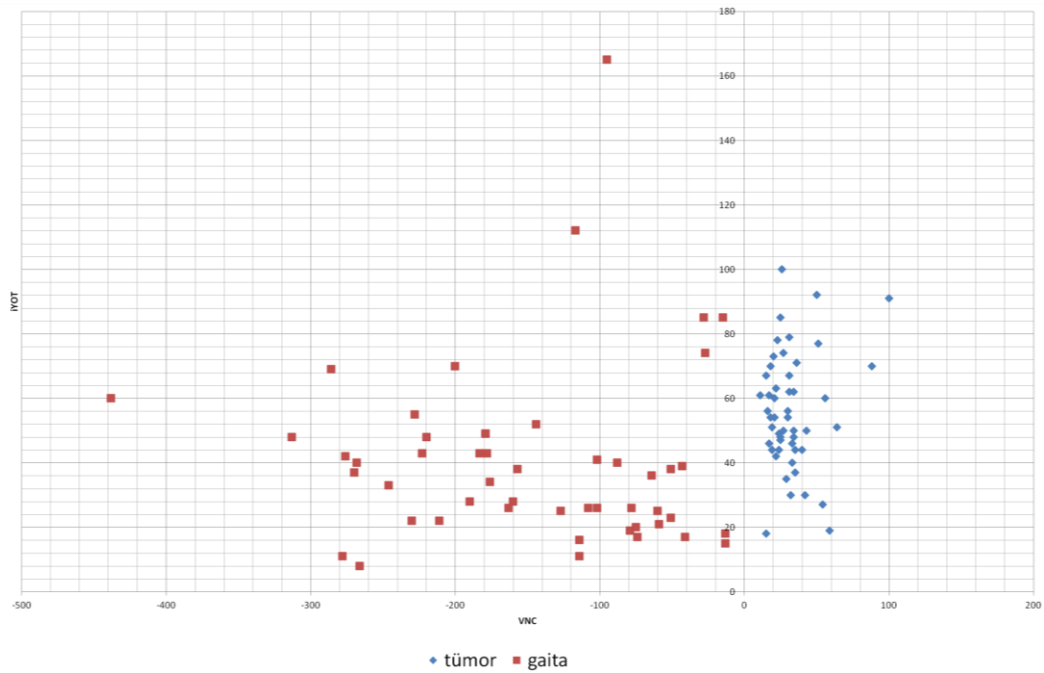


Resim 4.7. 1 no'lu hastada inen kolon distal kesiminde iyot haritasında (sol alt) parlayan ancak VNC görüntüde belirgin olarak izlenmeyen psödolezyon (gayta) izleniyor. Dansite ölçümlerinde sırasıyla 80kV, 140kV, iyot haritası ve VNC değerleri -62,3H, -101,9H, 119,5H, -112,4H bulundu.

Tümör ve gaytalardan yapılan iyot haritası ve sanal kontrastsız görüntülerdeki dansite ölçümlerinin kombinasyonu kullanılarak tüm hastalarda tümörleri gaytadan ayırt edebilmek mümkün oldu (Grafik 4.1-4.2).



Grafik 4.1. Tümör iyot (tm I) haritasında, gayta iyot (gayta I) haritasında, tümör VNC (tm VNC) ve gayta VNC görüntülerinde ölçülen dansite değerleri, en yüksek ve düşük değerler ve %95CI aralıkları (siyah dikdörtgenler) olarak grafikte belirtildi. 50 hastanın tümör ve gayta iyot haritasında ve tümör ve gayta VNC görüntülerdeki ortalama dansite değerleri sırasıyla 56H, 40H, 32H, -148H'dir.



Grafik 4.2. 50 hastadaki tümör ve gaytalardan ölçülen iyot haritası ve sanal kontrastsız görüntü dansiteleri aynı grafikte gösterilmektedir. Kırmızı noktalar gayta dansite değerlerini ve mavi noktalar tümör dansite değerlerini temsil etmektedir (X-aksı, iyot haritası dansiteleri. Y-aksı, sanal kontrastsız görüntü dansiteleri). Değerler her iki aksda Hounsfield ünitesi olarak belirtildi.

6 hastada saptanan, poliplerin (n=8) dual-enerji ölçüm değerleri tablo 4.3'te belirtilmiştir. Polipoid görünümlü lezyonu olan bir hastanın çeşitli radyolojik görüntüleri Resim 4.8'da örnek olarak gösterilmiştir.

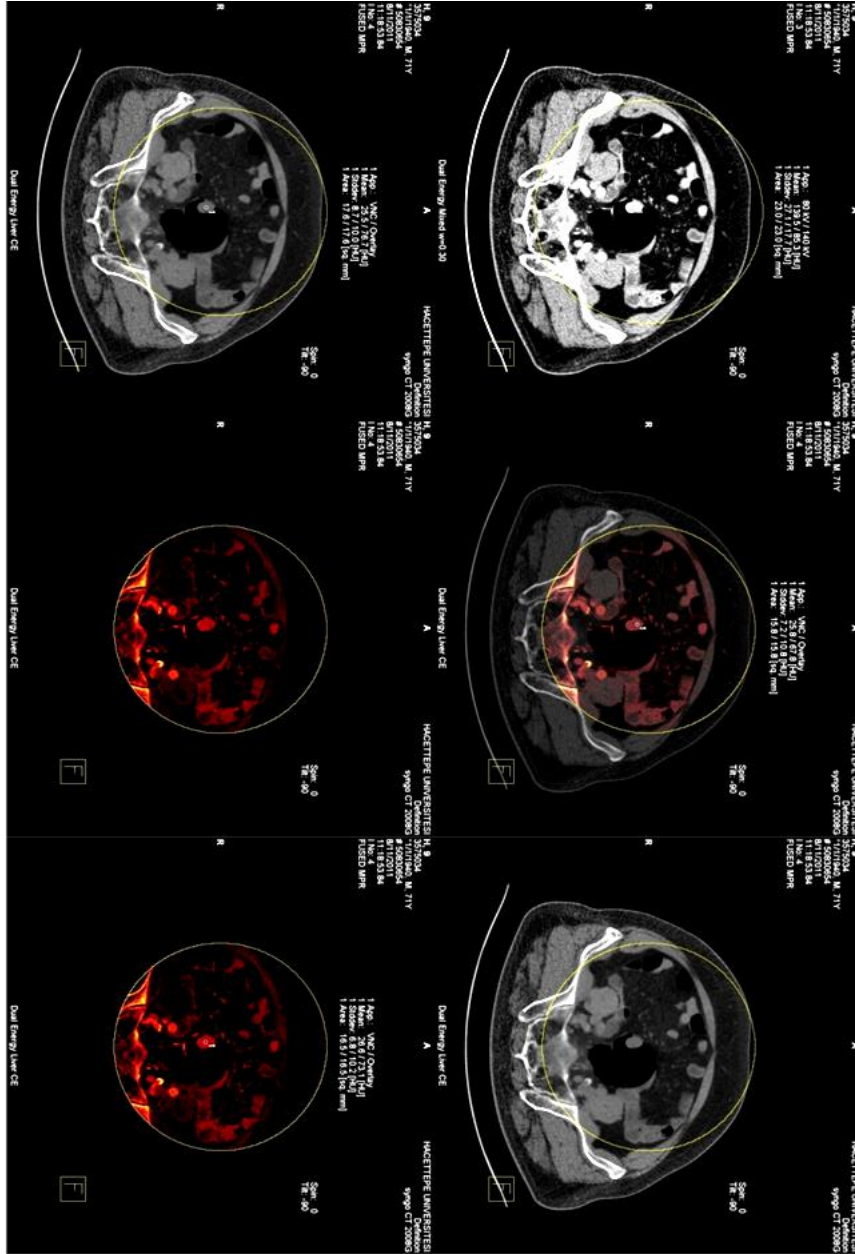
Tablo 4.3. Poliplerin dual-enerji ölçüm değerleri ortalaması

Görüntü	Polip
80kV	126±23H
140kV	76±14H
VNC	16±5H
İyot	70±8H

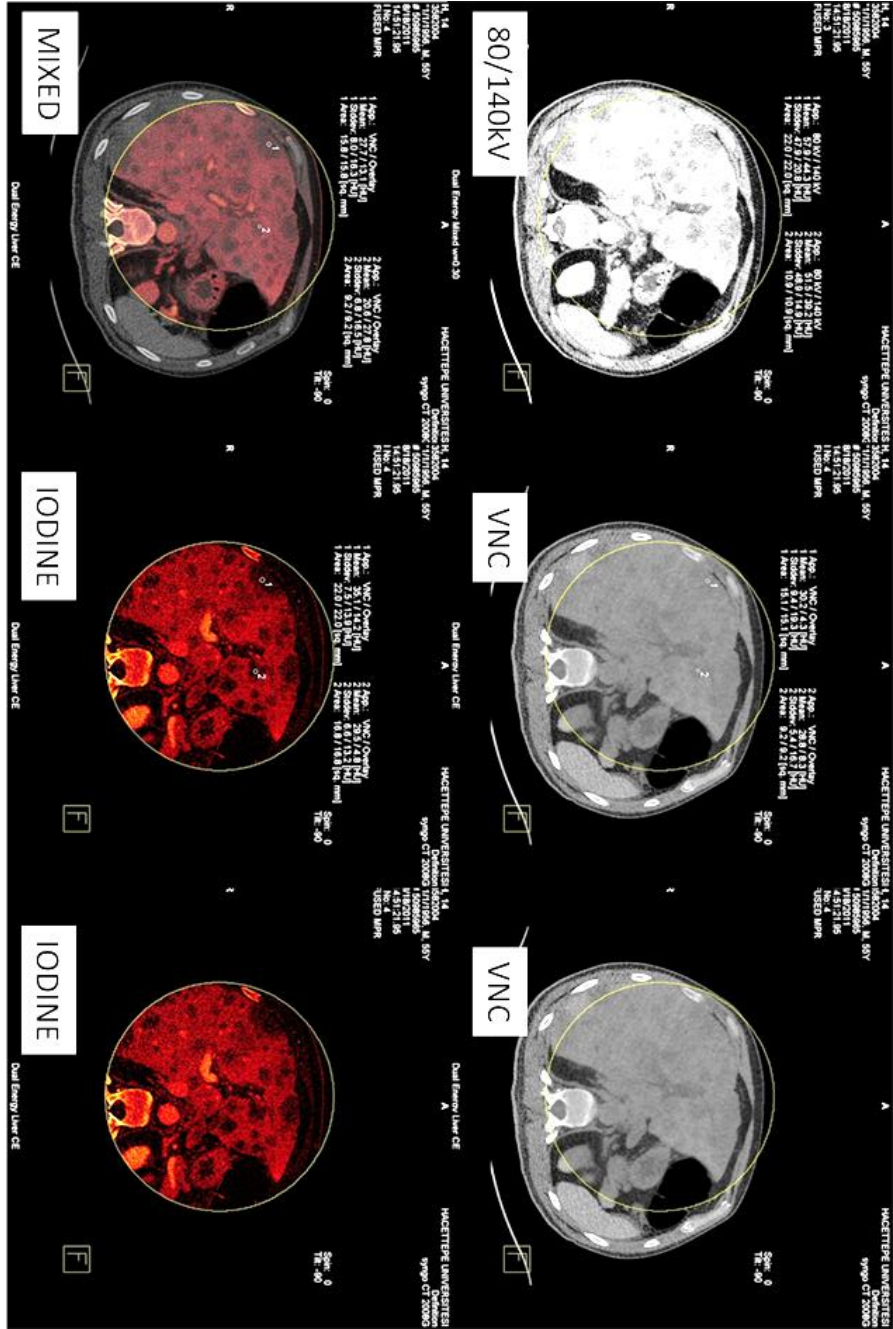
6 hastada saptanan karaciğer metastazlarının, 2 hastada saptanan peritoneal tutulumun, 7 hastada saptanan paraaortik ve parakaval lenfadenopatilerin dual-enerji ölçüm değerleri tablo 4.4'te belirtilmiş ve örnek bir hastanın çeşitli radyografik görüntüleri Resim 4.9'da gösterilmiştir.

Tablo 4.4. Karaciğer metastazlarının, peritoneal tutulumun, paraaortik, parakaval lenfadenopatilerin dual-enerji ölçüm değerleri ortalaması

Görüntü	KC metastaz	LAP	Periton yayılımı
80kV	46±24H	76±45H	100±22H
140kV	35±15H	40±20H	93±21H
VNC	15±10 H	30±5H	30±4H
İyot	26±7 H	38±14H	73±11H



Resim 4.8. 8 no'lu hasta, sigmoid kolonda iyot haritasında ve VNC'de belirgin izlenen, polipoid görünümlü lezyon. Dansite ölçümlerinde sırasıyla 80kV, 140kV, iyot haritası ve VNC değerleri 140H, 85H, 68H, 26H bulundu.



Resim 4.9. 14 no'lu hastada karaciğerde yaygın metastazlar izleniyor. Dansite ölçümlerinde sırasıyla 80kV, 140kV, iyot haritası ve VNC değerleri 58H, 44H, 30H, 14H bulundu.

15 hastada saptanan tümörün bulunduğu kolon segmenti mezosundaki lenfadenopatilerin dual-enerji ölçüm değerleri tablo 4.5'te belirtilmiştir.

Tablo 4.5. Tümörün bulunduğu kolon segmenti mezosundaki lenfadenopatilerin dual-enerji ölçüm değerleri ortalaması

Görüntü	Mezorektal LAP
180kV	126±23H
140kV	63±8H
VNC	22±7H
İyot	64±11H

#### 4.2 Patolojik Değerlendirme

Hastaların %94'ünün (47 hasta), tümör biyopsi örneklerinde adenokanser saptandı. Bunlardan %76'sı (36/47 hasta) orta diferansiye adenokanser, %15'i (7/47 hasta) iyi diferansiye adenokanser, %9'u (4/47 hasta) az diferansiye adenokanser idi. Biyopsi örneklerinin %4'ünde (2/50 hasta) malign melanom, %2'sinde (1/50 hasta) skuamöz hücreli kanser saptandı. Hastaların %12'sinde (6/50 hasta), karaciğer metastazı saptandı. %4'ünde (2/50 hasta), senkron tümör olarak renal hücreli karsinom vardı.

#### 4.3 Cerrahi Veriler

Hastaların %20'sine (10/50 hasta) anterior rezeksiyon yapıldı. %34'üne (17/50 hasta) aşağı anterior rezeksiyon, %20'sine (10/50 hasta) sağ hemikolektomi, %2'sine (1/50 hasta) sol hemikolektomi, %4'üne (2/50 hasta) inoperable olmaları nedeniyle sadece loop kolostomi ve loop ileostomi açıldı. %8'ine (4/50 hasta) subtotal kolektomi yapıldı. Hastaların %12'si (6/50 hasta) çeşitli nedenlerle opere edilmedi.

Adenokanser diferansiyasyon derecesi, her hastadaki tümör uzunluğu, kalınlığı ve her hastadaki tümör lokalizasyonuna göre; sanal kontrastsız görüntü, 80kV ve 140kV'daki iyot tutulum ölçümleri arasındaki ilişki Kruskal-



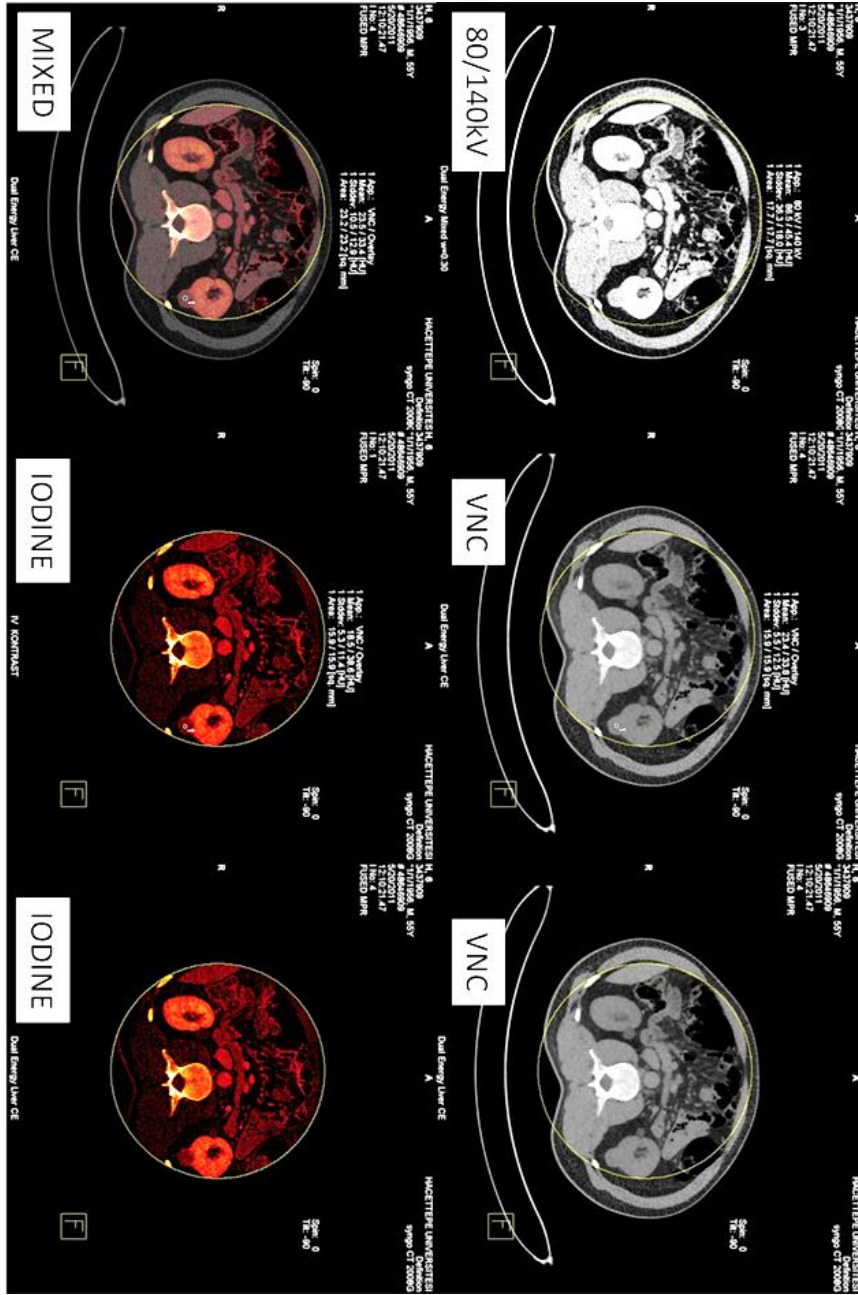
Wallis, One-way Anova testleri ve Spearmans rho korelasyon katsayısı ile değerlendirildi ve aralarında korelasyon saptanmadı.

#### **4.4 Ek Patolojiler**

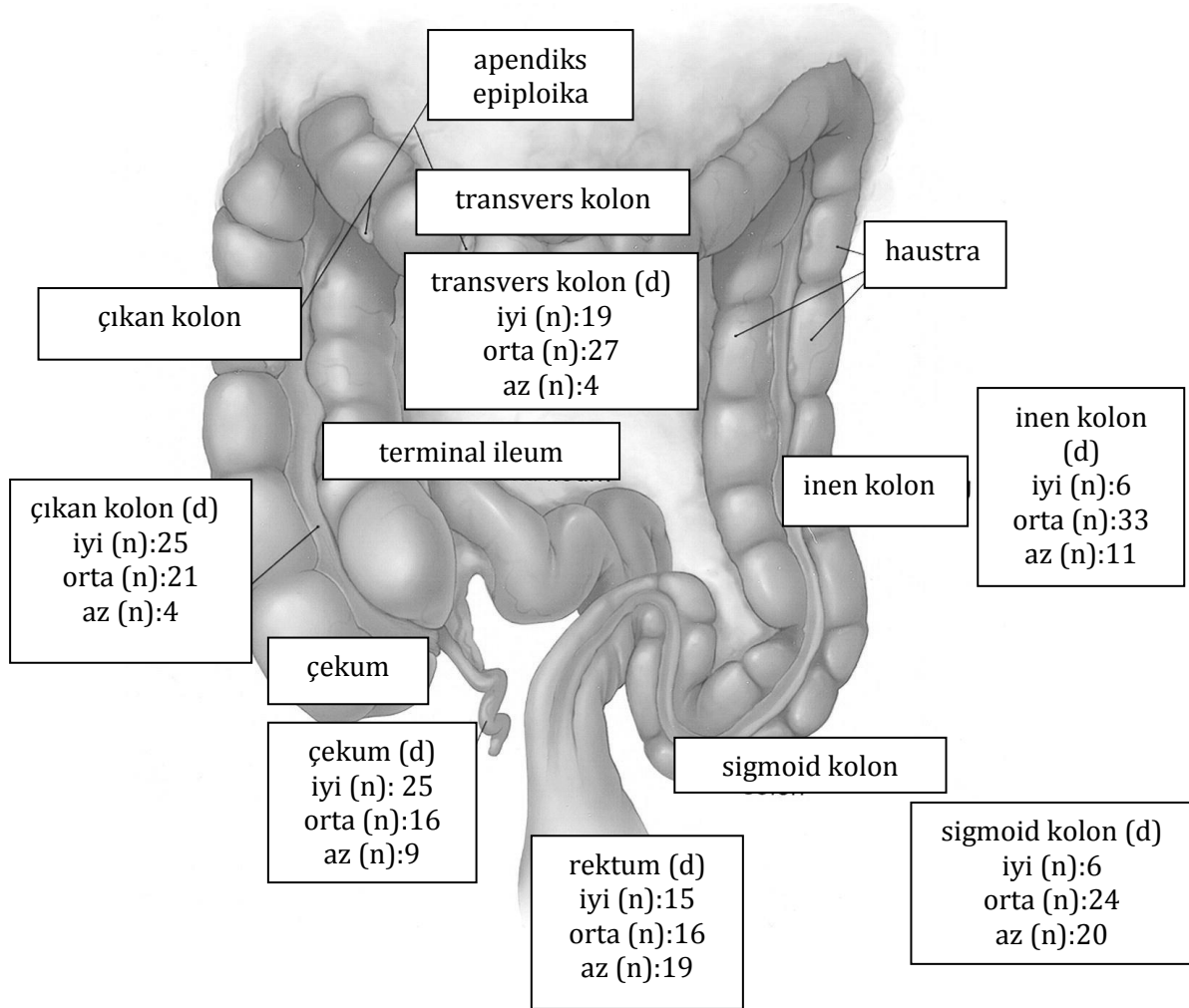
Çalışmaya dahil edilen 50 hastanın %4'ünde (2/50 hasta); senkron tümör olarak RCC saptandı (Bkz. Şekil 4.2). %12'sinde (6/50 hasta) yaygın karaciğer metastazları var idi. %4'ünde (2/50 hasta) peritoneal tutulum izlendi. %8'inde (4/50 hasta) tümör lokal serozal yayılım göstermekteydi. %30'unda (15/50 hasta) komşu mezokolonda lenfadenopatiler saptandı. 1 hastada tümör inferiyor mezenterik vene, 1 hastada da mesaneye invazyon göstermekteydi.

#### **4.5 Kolon Segmentlerinin Distansiyon Dereceleri**

Kolon segmentlerinin distansiyon dereceleri Resim 4.12'de belirtilmiştir. Tüm hastalarda orta ve iyi distansiyon derecesi ortalaması %77 olup, hastalarında çoğunda yeterli distansiyon saptandı.



Resim 4.10. 6 no'lu kolon kanserli hastada sol böbrek orta-alt kesimde iyot haritasında böbreğe göre daha az parlayan ve VNC görüntüde böbrekten belirgin olarak ayırt edilemeyen ve patolojik tanısı RCC olan lezyon izleniyor. Dansite ölçümlerinde sırasıyla 80kV, 140kV, iyot haritası ve vnc değerleri 87H, 45H, 23H, 39H bulundu.



Şekil 4.2. Kolon segmentlerinin distansiyon dereceleri (d: distansiyon, n: hasta sayısı)

#### 4.6 Hastaların Kolonoskopi, Cerrahi ve Patoloji Verileri

Çalışmaya dahil edilen 50 hastanın kolonoskopi, cerrahi ve patoloji sonuçları Tablo 4.6'da gösterilmiştir.

Tablo 4.6. Hastaların Kolonoskopi, Cerrahi ve Patoloji Sonuçları

Hasta No	Optik Kolonoskopi Sonuçları (anüsten uzaklık)	Cerrahi Veriler	Patoloji
H1	Kolon 11.cm'de kitle	Hepatik fleksura düzeyinde loop kolostomi açılması	Orta diferansiye adenokanser
H2	Kolon 12-15.cm'de kitle	Anterior rezeksiyon	Orta diferansiye adenokanser
H3	Kolon 25.cm'de, rektumda kitle	Anterior rezeksiyon	İyi diferansiye adenokanser
H4	Kolon 80.cm'de kitle	Sağ hemikolektomi	Orta diferansiye adenokanser
H5	Kolon 10.cm'de kitle	-	Orta diferansiye adenokanser
H6	Kolon 25-30.cm'de kitle	Anterior rezeksiyon	Orta diferansiye adenokanser
H7	Kolon 30-40. cm'de kitle	Subtotal kolektomi, ileoproktostomi	Orta diferansiye adenokanser
H8	Kolon 18-20.cm'de kitle	Anterior rezeksiyon	Orta diferansiye adenokanser
H9	Kolon 25.cm'de kitle	Sol hemikolektomi	Orta diferansiye adenokanser
H10	Kolon 85-90.cm'de kitle	Sağ hemikolektomi	Orta diferansiye adenokanser
H11	Kolon 10.cm'de kitle	Aşağı anterior rezeksiyon	Orta diferansiye adenokanser
H12	Kolon 10.cm'de kitle	Aşağı anterior rezeksiyon	İyi diferansiye adenokanser
H13	Kolon 8.cm'de kitle	-	Malign melanom
H14	Kolon 5.cm'de kitle	-	Orta diferansiye adenokanser
H15	Kolon 10-15cm'de kitle	Aşağı anterior rezeksiyon	Orta diferansiye adenokanser
H16	Kolon 20.cm'de kitle	Aşağı anterior rezeksiyon	Orta diferansiye adenokanser
H17	Kolon 40.cm'de kitle	Segmental sol kolon rezeksiyonu	İyi diferansiye adenokanser
H18	Kolon 8-12cm'de kitle	Aşağı anterior rezeksiyon ve loop kolostomi	İyi diferansiye adenokanser
H19	Kolon 10.cm'de kitle	Aşağı anterior rezeksiyon	Orta diferansiye adenokanser
H20	Kolon 3.cm'de kitle	-	İyi diferansiye adenokanser

H21	Kolon 10cm'de, kitle	Abdominoperineal rezeksiyon	Orta diferansiye adenokanser
H22	Kolon 10-18 cm'de kitle	Aşağı anterior rezeksiyon	Skvamoz hücreli neoplazm
H23	Kolon 85.cm'de kitle	Sağ hemikolektomi, koloileal anostomoz	Orta diferansiye adenokanser
H24	Kolon 90.cm'de kitle	sağ hemikolektomi, uç-yan anostomoz	İyi diferansiye adenokanser
H25	Kolon 28.cm'de kitle	-	Malign melanom
H26	Kolon 4.cm'de kitle	Aşağı anterior rezeksiyon	Orta diferansiye adenokanser
H27	Kolon 12.cm'de kitle	-	Orta derece adenokanser
H28	Kolon 95.cm'de kitle,	Sağ hemikolektomi	Orta diferansiye adenokanser
H29	Kolon 65.cm'de kitle	Genişletilmiş sağ hemikolektomi	Orta diferansiye adenokanser
H30	Kolon 20.cm'de kitle	Anterior rezeksiyon	Orta diferansiye adenokanser
H31	Kolon 30.cm'de kitle	Aşağı anterior rezeksiyon	Orta diferansiye adenokanser
H32	Kolon 9.cm'de kitle	Aşağı anterior rezeksiyon	Orta diferansiye adenokanser
H33	Kolon 40.cm'de kitle	Subtotal kolektomi, ileproktostomi, omentektomi	Orta diferansiye adenokanser
H34	Kolon 4-5.cm'de kitle	Aşağı anterior rezeksiyon	Orta diferansiye adenokanser
H35	Kolon 80.cm'de kitle	Sağ hemikolektomi	Az diferansiye adenokanser
H36	Kolon 15-20.cm'de kitle	Aşağı anterior rezeksiyon	Orta diferansiye adenokanser
H37	Kolon 50.cm'de kitle	Sağ hemikolektomi, omentektomi, segmenter İB rezeksiyonu	Orta diferansiye adenokanser
H38	Kolon 75.cm'de kitle	Aşağı anterior rezeksiyon, İB, sağ over	İyi diferansiye adenokanser
H39	Kolon 8-10.cm'de kitle	Aşağı anterior rezeksiyon	Az diferansiye adenokanser
H40	Kolon 15.cm kitle	Aşağı anterior rezeksiyon	Az diferansiye adenokanser

H41	Kolon 5.cm'de kitle	Abdominoperineal rezeksiyon	Orta diferansiye adenokanser
H42	Kolon 45.cm'de kitle	Anteriyor rezeksiyon	Orta diferansiye adenokanser
H43	Kolon 25.cm'de kitle	Aşağı anteriyor rezeksiyon	Orta diferansiye adenokanser
H44	Kolon 13.cm'de kitle	Aşağı anteriyor rezeksiyon	Orta diferansiye adenokanser
H45	Kolon 20-25.cm'de kitle	Anteriyor rezeksiyon	Orta diferansiye adenokanser
H46	Kolon 20-25.cm'de kitle	Anteriyor rezeksiyon	Az diferansiye adenokanser
H47	Kolon 25.cm'de kitle	Sağ hemikolektomi	Orta diferansiye adenokanser
H48	Kolon 20.cm'de kitle	Inoperabl—Loop ileostomi	Orta diferansiye adenokanser
H49	Kolon 80.cm'de kitle	Subtotal kolektomi	Orta diferansiye adenokanser
H50	Kolon 50.cm'de kitle	Subtotal kolektomi	Orta diferansiye adenokanser

## **TARTIŞMA ve SONUÇLAR**

Bu çalışmada dual-enerji BT kolonoskopi yöntemi ile evreleme BT'si yapılan tüm hastalarda kolon tümörü dual-enerji görüntülerde saptandı. Hastalara laksatif verilmeden ve rektal hava verilerek sadece supin pozisyonda görüntüleme yapılan tüm hastalarda tümör ve gayta ayırımı iyot haritası ve sanal kontrastsız görüntüdeki dansite ölçümleri kullanılarak yapılabildi. Tümör ve gaytalarda yapılan iyot haritası ölçümlerinde örtüşme olmakla birlikte, tümör ve gaytalarda yapılan sanal kontrastsız görüntüdeki dansite ölçümlerinde örtüşme saptanmadı.

Şu anda klinik kullanımda olan ve Amerikan kanser derneği tarafından önerilen BT kolonoskopi tekniğinde laksatif verilmesi ve supin ve pron olmak üzere 2 defa görüntü alınması yönteminin en önemli dezavantajlarıdır (6). Ayrıca tarama için hastaya BT çekilmesinin önerilmesi de tarama programlarına katılımı olumsuz şekilde etkilemektedir. Bizim çalışmamızda tümörlerin tümü iyot haritasında ve sanal kontrastsız görüntülerde görüntülendi. Ayrıca 50 hastada 8 polip saptandı ve bu polipler iyot haritasında görüntülendi. Çalışma poliplerin saptanmasına yönelik olmamakla birlikte poliplerin dual-enerji özelliklerinin kolon tümörüyle benzer olması bu yöntemin polip saptanmasında da yararlı olacağını düşündürmektedir ve en önemli avantajı BT çekilmek için gelecek tüm hastalara önerilebilecek olmasıdır. Dolayısıyla herhangi bir nedenle BT çekilecek hastalara sadece rektal hava verilerek tarama amaçlı BT çekilmesi mümkün olabilir.

Dual-enerji BT Kolonografi yapılan 50 hastanın 6'sında metastaz ve 2'sinde renal hücreli kanser saptandı. Renal hücreli kanser tanısı için renal BT protokülü gerekli iken, dual-enerji yöntemi sayesinde kontrastsız görüntü alınmadan bu 2 hastada tanı konulabilmesi mümkün oldu.

Rektal hava verilmesi sonucunda tüm kolon segmentlerinde ortalama %77 oranında iyi-orta düzeyde distansiyon elde edildi. Distansiyon derecesinin yeterli olması çoğu hastada sanal kolonoskopi görüntülerinin kullanılmasına da olanak sağladı.

Dual-enerji BT yönteminin en önemli avantajı laksatif verilmeden tümörlerin görüntülenmiş olmasıdır ve bu özellik yaşlı hastalarda önemli

olabilir. Normal BT çekimindeki dansite ölçümlerinde verilen iyotun neden olduğu dansite yükselmesini hesaplamak için mutlaka kontrastsız görüntü alınması gereklidir. Ancak dual-enerji BT yöntemi ile tümörün ne kadar kontrast tuttuğu otomatik olarak (kontrastsız görüntü alınmadan) hesaplanabilmektedir. Bu yöntem kullanılarak kemoterapi ve radyoterapi sonrasındaki tedaviye yanıtın değerlendirilebilmesi mümkündür ve dual-enerji yöntemi bu amaçla kullanılabilir.

Sanal BT kolonoskopide kullanılan bilgisayar yardımcı tanı algoritmaları sadece lezyonların şekillerine göre ayrılmasını ve tanınmasını göz önüne almaktadır. Ancak dual-enerji BT kolonografi yönteminde tümörlerin dansite özellikleri hesaplanabilmektedir ve bu değerler bilgisayar yardımcı tanıda dansite ölçümü bazlı yeni algortimaların oluşturulabilmesine yol açabilir (47).

Dual-enerji BT kolonografi yönteminin en önemli dezavantajları çekim için dual-enerji BT çekim yapabilme özelliği olan BT gerektirmesi, FOV kısıtlılığı ve normal BT'ye göre yaklaşık %10 daha fazla radyasyon verilmesidir (29). Ancak dual-enerji BT özelliği olan BT cihazlarının kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır ve önemli merkezlerin çoğunda bulunmaktadır. Yeni nesil dual-enerji BT'lerde FOV sorunu büyük oranda çözülmüştür ve daha obez hastaların çekilebilmesi mümkündür (30). Radyasyon dozu ile ilgili olarak da, dual-enerji yönteminde kontrastsız görüntü alınmamasının toplamda bakıldığında hastaya verilen radyasyon dozunu %45 azaltma potansiyeli vardır, çünkü pron ve supin görüntülerde 100'er birim radyasyon verildiği düşünülürse toplam 200 birim radyasyon sanal BT kolonoskopide verilmektedir. Buna karşılık dual-enerji BT kolonografide doz yaklaşık 110 birim olmaktadır.

Dual-enerji BT kolonografi yönteminin etkinliği tümör saptamada bu çalışmada gösterilmiş olmasına rağmen, polip saptamadaki etkinlik ve küçük psödolezyonların poliplerden ayırt edilmesindeki etkinliğin araştırılması gerekmektedir. Bu yöntem kolon kanserli hastaların takibinde önem kazanabilir, çünkü kolon kanserli hastalara takip amacıyla 6 ayda bir BT



çekilmektedir ve bu BT'lerin dual-enerji yöntemi ile çekilmesi nüks veya metakron tümörlerin erken saptanmasını sağlayabilir.

Sonuç olarak bu çalışmada kolon tümörlerinin dual-enerji özellikleri tanımlanmış olup, iyot haritası ve sanal kontrastsız görüntüler kullanılarak tüm hastalarda tümör ve gayta ayırımının yapılabileceği gösterildi. Bu yöntemle yeni bilgisayar yardımcı tanı algoritmalarının oluşturulabilmesi mümkündür. Ayrıca eşlik eden sekonder tümörler ve kolon polipleri saptanabilmektedir. Polip saptanmasındaki etkinliğinin saptanabilmesi için ileri çalışma yapılması gereklidir.

## KAYNAKLAR

- 1-Ransohoff DF, Sandler RS. Clinical practice: screening for colorectal cancer. N Engl J Med 2002; 346:40-44.
- 2-Jemal A, Tiwari RC, Murray T, et al. Cancer statistics, 2004. CA Cancer J Clin 2004;54:8-29.
- 3-Winawer SJ, Fletcher RH, Miller L, et al. Colorectal cancer screening: clinical guidelines and rationale. Gastroenterology 1997; 112:594-601
- 4-Anderson ML, Heigh RI, McCoy GA, et al. Accuracy of assessment of the extent of examination by experienced colonoscopists. Gastrointest Endosc 1992; 38:560-563.
- 5-Detsky AS. Screening for colon cancer:can we afford colonoscopy?(editorial). N Engl J Med 2001; 345:607-608.
- 6- Levin B, Lieberman DA, McFarland B, Smith RA, Brooks D, Andrews KS, Dash C, Giardiello FM, Glick S, Levin TR, Pickhardt P, Rex DK, Thorson A, Winawer SJ; American Cancer Society Colorectal Cancer Advisory Group; US Multi-Society Task Force; American College of Radiology Colon Cancer Committee. Screening and surveillance for the early detection of colorectal cancer and adenomatous polyps, 2008: a joint guideline from the American Cancer Society, the US Multi-Society Task Force on Colorectal Cancer, and the American College of Radiology. CA Cancer J Clin. 2008 May-Jun;58(3):130-60.
- 7- Netter FH. Atlas of Human Anatomy. In: Collacino S, editör.1th. Japan: Ciba-Geigy Corporation; 1989
- 8- Lawrance W, Gerard MD: Current Surgical Diagnosis and Treatment, Lange Medical Publications, 11th ed. (2003), pp: 705
- 9- Compton CC, Greene FL. The staging of colorectal cancer: 2004 and beyond. CA Cancer J Clin. 2004 ;54(6):295-308.
- 10- Kıyıcı M. Gastroenterolojide kullanılan tanı ve tedavi amaçlı işlemler. In: Memik F, ed. Klinik gastroenteroloji. 1. baskı . Nobel & güneş Tıp kitap evi Bursa; 2004. p. 392-400.
- 11 -Waye JD, Bashkoff E. Total colonoscopy; is it always possible? Gastrointest Endosc 1991; 37:152-154.
- 12- Gedebou TM, Wong RA, Raport WD, Jaffe Pi Kahsai D, Hunter GC. Clinical Presentation and management of iatrogenic colon perforations. Am J Surg 1996; 172:454-8.
- 13- McMahan PM. Gazelle GS. Colorectal cancer screening issues: role for CT colonography? Abdom Imag 2002; 27: 235-43.
- 14 -Pickhardt PJ, Hassan C, Halligan S, Marmo R. Colorectal cancer: CT colonography and colonoscopy for detection--systematic review and meta-analysis. Radiology 2011 ;259(2):393-405.

- 15- Bakır B. MDBT Kolonografi (Sanal Kolonoskopi). Radyolojide Yeni Teknolojiler. Türk Radyoloji Derneği 27. Ulusal Radyoloji Kongresi. 2006; 161-168.
- 16- Cash BD, Riddle MS, Bhattacharya I, Barlow D, Jensen D, del Pino NM, Pickhardt PJ. CT colonography of a Medicare-aged population: outcomes observed in an analysis of more than 1400 patients. *AJR Am J Roentgenol.* 2012 ;199(1):W27-34.
- 17- Oto A, Değer A, Koçer I, et al. Kolorektal poliplerin ve kitlelerin saptanmasında spiral BT kolonografinin tanısasal etkinliği. *Tani Girişim Radiol* 2001; 4:541-552.
- 18-Macari M, Bini E, Xue X. Colorectal neoplazms: prospective comparison of thin section low dose multidetector row CT colonography and conventional colonoscopy for detection. *Radiology* 2002;224:383-392.
- 19-Hara AK, Johnson JD, Reed JE, et al. Colorectal polyps detection with CT colonography: two-versus three-dimensional techniques: work in progress. *Radiology* 1996;200:49-54.
- 20-Bakır B, Yekeler E, Tunacı M, ve ark. Kolorektal tümörlerin tanısında çokkesitli BT kolonografinin konvansiyonel kolonoskopi ile karşılaştırılması. *Türk Tanısal ve Girişimsel Radyoloji Dergisi* 2004; 10: 284-290.
- 21- Johnson TR. Dual-Energy CT: General Principles. *AJR Am J Roentgenol.* 2012 ;199(5 Suppl):S3-8. doi: 10.2214/AJR.12.9116.
- 22- Fornaro J, Leschka S, Hibbeln D, Butler A, Anderson N, Pache G, Scheffel H, Wildermuth S, Alkadhi H, Stolzmann P. Dual- and multi-energy CT: approach to functional imaging. 2011 ;2(2):149-159.
- 23-Postma AA, Hofman PA, Stadler AA, van Oostenbrugge RJ, Tijssen MP, Wildberger JE. Dual-Energy CT of the Brain and Intracranial Vessels. *AJR Am J Roentgenol.* 2012 ;199(5 Suppl):S26-33.
- 24- Lu GM, Zhao YE, Zhang LJ and Schoep JU Review: Dual-Energy CT of the Lung *AJR* 2012 199:S40-S53; doi:10.2214/AJR.12.9112
- 25- Vliegenthart R, Pelgrim GJ, Ebersberger U, Rowe GW, Oudkerk M, and Schoepf UJ Review: Dual-Energy CT of the Heart *AJR* 2012 199:S54-S63; doi:10.2214/AJR.12.9208
- 26- Vlahos I, Chung R, Nair A and Morgan R Review: Dual-Energy CT: Vascular Applications *AJR* 2012 199:S87-S97; doi:10.2214/AJR.12.9114
- 27- Heye T, Nelson RC, Ho LM, Marin D and Boll DT Review: Dual-Energy CT Applications in the Abdomen *AJR* 2012 199:S64-S70; doi:10.2214/AJR.12.9196
- 28- Nicolaou S, Liang T, Murphy DT, Korzan JR, Ouellette H and Munk P Review: Dual-Energy CT: A Promising New Technique for Assessment of the Musculoskeletal System *AJR* ;2012 199:S78-S86; doi:10.2214/AJR.12.9117
- 29 -Karcaaltincaba M, Karaosmanoglu D, Akata D, Sentürk S, Ozmen M, Alibek S. Dual energy virtual CT colonoscopy with dual source computed tomography:

initial experience. 2009 ;181(9):859-62. doi: 10.1055/s-0028-1109569. Epub ROFO. 2009 Jul 21.

30- Karcaaltincaba M, Aktaş A. Dual-energy CT revisited with multidetector CT: review of principles and clinical applications. *Diagn Interv Radiol*. 2011;17(3):181-94. doi: 10.4261/1305-3825.DIR.3860-10.0. Epub 2010 Nov 14.

31-Kim KS, Lee JM, Kim SH, et al. Image fusion in dual energy computed tomography for detection of hypervascular liver hepatocellular carcinoma: phantom and preliminary studies. *Invest Radiol* 2010; 45:149–157.

32-Zhang LJ, Peng J, Wu SY, et al. Liver virtual non-enhanced CT with dual-source, dual-energy CT: a preliminary study. *Eur Radiol* 2010; 20:2257–2264.

33-De Cecco CN, Buffa V, Fedeli S, et al. Dual energy CT (DECT) of the liver: conventional versus virtual unenhanced images. *Eur Radiol* 2010; 20:2870-2875.

34-Yeh BM, Shepherd JA, Wang ZJ, Teh HS, Hartman RP, Prevrhal S. Dual-energy and low-kVp CT in the abdomen. *AJR Am J Roentgenol* 2009; 193:47–54.

35-Sommer CM, Schwarzwaelder CB, Stiller W, et al. Dual-energy computed-tomography cholangiography in potential donors for living-related liver transplantation: initial experience. *Invest Radiol* 2010; 45:406–412.

36-Voit H, Krauss B, Heinrich MC, et al. Dual-source CT: in vitro characterization of gallstones using dual energy analysis. *Rofo* 2009; 181:367–373.

37-Vrtiska TJ, Takahashi N, Fletcher JG, Hartman RP, Yu L, Kawashima A. Genitourinary applications of dualenergy CT. *AJR Am J Roentgenol* 2010; 194:1434–1442.

38-Takahashi N, Hartman RP, Vrtiska TJ, et al. Dual-energy CT iodine-subtraction virtual unenhanced technique to detect urinary stones in an iodine-filled collecting system: a phantom study. *AJR Am J Roentgenol* 2008; 190:1169–1173.

39-Graser A, Becker CR, Staehler M, et al. Single-phase dual-energy CT allows for characterization of renal masses as benign or malignant. *Invest Radiol* 2010; 45:399–405.

40-Leschka S, Stolzmann P, Baumüller S, et al. Performance of dual-energy CT with tin filter technology for the discrimination of renal cysts and enhancing masses. *Acad Radiol* 2010; 17:526–534.

41-Nicolaou S, Yong-Hing CJ, Galea-Soler S, Hou DJ, Louis L, Munk P. Dual-energy CT as a potential new diagnostic tool in the management of gout in the acute setting. *AJR Am J Roentgenol* 2010; 194:1072–1078.

42-Schenzle JC, Sommer WH, Neumaier K, et al. Dual energy CT of the chest: how about the dose? *Invest Radiol* 2010; 45:347–353.

43-Ho LM, Yoshizumi TT, Hurwitz LM, Nelson RC, Marin D, Toncheva G, Schindera ST. Dual energy versus single energy MDCT: measurement of radiation dose using adult abdominal imaging protocols. *Acad Radiol* 2009; 16:1400–1407.

44-Eliahou R, Azraq Y, Carmi R, Mahgerefteh SY, Sosna J. Dual-energy based spectral electronic cleansing in non-cathartic computed tomography colonography: an emerging novel technique. *Semin Ultrasound CT MR* 2010; 31:309–314.

45-Petersilka M, Bruder H, Krauss B, Stierstorfer K, Flohr TG. Technical principles of dual source CT. *Eur J Radiol* 2008; 68:362–368.

46-Primak AN, Ramirez Giraldo JC, Liu X, Yu L, McCollough CH. Improved dualenergy material discrimination for dualsource CT by means of additional spectral filtration. *Med Phys* 2009; 36:1359–1369.

47. Naeppi, JJ.; Kim, SH; Yoshida, H. Automated detection of colorectal lesions with dual-energy CT colonography. Conference: Conference on Medical Imaging - Computer-Aided Diagnosis Location: San Diego, CA Date: FEB 07-09, 2012 Source: MEDICAL IMAGING 2012: COMPUTER-AIDED DIAGNOSIS Book Series: Proceedings of SPIE Volume: 8315 Article Number: 83150Y DOI: 10.1117/12.911708 Published: 2012

## EK 1. Etik Kurul Onay Belgesi



**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR**  
**DEĞERLENDİRME KOMİSYONU**

Tıp Fakültesi Dekanlığı 06100 Sıhhiye-Ankara  
Telefon: 0 (312) 305 1062 • Faks: 0 (312) 310 0590  
E-posta: selma@hacettepe.edu.tr  
www.etikkurui.hacettepe.edu.tr

Sayı: B.30.2.HAC.0.20.05.04/ 1034

21 Eylül 2011

**ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU**

**Toplantı Tarihi** : 15 EYLÜL 2011 PERŞEMBE  
**Toplantı No** : 2011/10  
**Proje No** : LUT 11/41 (Değerlendirme Tarihi 11.08.2011)  
**Karar No** :LUT 11/41-1

Üniversitemiz Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı. öğretim üyelerinden Prof. Dr. Muşturay Karçaaltıncaba'nın sorumlu araştırmacısı olduğu Prof. Dr. Erhan Hamaloğlu ile birlikte çalışacakları Dr. İlnur Özdeniz'in tezi olan LUT 11/41 kayıt numaralı ve "**Dual Enerji BT Kolonoskopinin Kolon Kanseri Tanısı, Preoperatif Değerlendirmesi ve Postoperatif Takibinde Kullanımı**" başlıklı proje önerisi Komisyonumuzda değerlendirilmiş olup, uygun bulunmuştur

- |                                     |          |           |
|-------------------------------------|----------|-----------|
| 1. Prof. Dr. Rüştü Onur             | (Başkan) |           |
| 2. Prof. Dr. Murat Yurdakök         | (Üye)    |           |
| 3. Prof. Dr. İbrahim Haznedaroğlu   | (Üye)    |           |
| 4. Prof. Dr. Arzu Topeli İskit      | (Üye)    |           |
| 5. Prof. Dr. İnci Erdemli           | (Üye)    | KATILMADI |
| 6. Prof. Dr. Haydar A. Demirel      | (Üye)    | İZANLI    |
| 7. Prof. Dr. Zafer Çehreli          | (Üye)    | KATILMADI |
| 8. Prof. Dr. Osman Abbasoğlu        | (Üye)    | KATILMADI |
| 9. Prof. Dr. Nurten Akarsu          | (Üye)    |           |
| 10. Prof. Dr. Nüket Örnek Büken     | (Üye)    | KATILMADI |
| 11. Prof. Dr. Alev Türker           | (Üye)    |           |
| 12. Prof. Dr. Nilgün Sayınalp       | (Üye)    |           |
| 13. Prof. Dr. S. Mehmet Mercanlıgil | (Üye)    | KATILMADI |
| 14. Doç. Dr. Mutlu Hayran           | (Üye)    |           |
| 15. Av. Meltem Onurlu               | (Üye)    |           |