

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**AKUT APANDİSİT BULGULARININ DUAL ENERJİ
BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Çağdaş TOPEL

**UZMANLIK TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır**

**ANKARA
2017**

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**AKUT APANDİSİT BULGULARININ DUAL ENERJİ
BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Çağdaş TOPEL

**UZMANLIK TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır**

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Mehmet Ruhi ONUR**

**ANKARA
2017**

TEŞEKKÜR

Tez danışmanım ve hocam Doç. Dr. Mehmet Ruhi Onur ve Prof. Dr. Erhan Akpınar'a, tezin oluşundaki tüm aşamalarda ayırdıkları zaman, paylaştıkları bilgi ve deneyim, verdikleri sınırsız destek için ve eğitimime olan tüm katkılarının yanısıra bilimsel, akademik ve bireysel kişiliğimin oluşumundaki derin katkılarından dolayı çok teşekkür ederim.

Prof. Dr. Muşturay Karçaaltıncaba ve Doç. Dr. Ali Devrim Karaosmanoğlu'na tezin oluşum safhasında bilgi ve deneyimlerini paylaştıkları için ayrıca teşekkür ederim.

Başta anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. Deniz Akata ve önceki anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. Macit Arıyürek olmak üzere 5 yıllık asistanlık dönemimde bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım tüm hocalarıma, asistanlığım boyunca bilgilerinden yararlandığım uzman hekimlere ve birlikte çalıştığım asistan arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Son olarak beni yetiştirerek bu günlere getiren, destek ve sabrını esirgemeyen aileme ve özellikle de bir Anadolu kadını olan babanneme şükranlarımı sunarım.

Dr. Çağdaş TOPEL

ÖZET

Topel Ç., Akut apandisit bulgularının Dual-Enerji BT ile Değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi, Ankara, 2016. Abdominal radyolojide dual-enerji bilgisayarlı tomografinin (DEBT) artan kullanım alanına rağmen, akut apandisit (AA) tanısındaki yerine ilişkin yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada akut apandisit tanısında DEBT bulgularının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Radyolojik olarak akut apandisit tanısı alan ardışık 30 hasta ile (14 erkek, 16 kadın) apendiksi normal olan 30 hastanın (14 erkek, 16 kadın) DEBT görüntüleri çalışma kapsamında değerlendirilmiştir. Apendiksin maksimum çapı; 80 kVp, 140 kVp, sanal kontrastsız, iyot haritası ve mikst görüntüler ile 40-100 keV enerji düzeylerinde her 10 keV aralığında oluşturulan sanal monokromatik görüntülerdeki dansite ölçülmüştür. AA hastalarında maksimum çap 11.5 ± 2.3 mm, kontrol grubunda ise 5.7 ± 0.5 mm bulunmuştur ($p < 0.001$). 80 kVp, 140 kVp, sanal kontrastsız, iyot haritası ve mikst görüntüler ile 40-100 keV enerji düzeylerinde her 10 keV aralığında oluşturulan sanal monokromatik görüntülerde inflame apendiksin dansitesi, normal apendiks dansitesine göre yüksek bulunmuştur ($p < 0.001$). İnflame apendiksin dansite değerleri 80 kVp, 140 kVp, sanal kontrastsız, iyot haritası ve mikst görüntülerde sırasıyla 101.5 ± 20.1 HU, 59.5 ± 13.7 HU, 20.7 ± 11.7 HU, 50.6 ± 9.7 HU, 71.9 ± 15.9 HU; normal apendiksin dansite değerleri sırasıyla 52.6 ± 12.3 HU, 31.1 ± 13.4 HU, 1.4 ± 16.6 HU, 37.4 ± 13.4 HU, 38.3 ± 11.7 HU olarak saptanmıştır. İnflame apendiksin dansite değerleri 40-100 keV enerji düzeylerinde her 10 keV aralığında oluşturulan sanal monokromatik görüntülerde sırasıyla 204.3 ± 40.2 HU, 136.1 ± 27.4 HU, 103.4 ± 19.2 HU, 79.1 ± 15.5 HU, 64.6 ± 31.6 HU, 55.1 ± 12.6 HU, 48.9 ± 12.9 ; normal apendiksin dansite değerleri sırasıyla 146 ± 49.7 HU, 97.9 ± 30.3 HU, 69.4 ± 20.4 HU, 46.7 ± 10.8 HU, 38.6 ± 10.2 HU, 31.8 ± 12 HU, 26.3 ± 12.5 HU olarak saptanmıştır. Görüntü setlerinde belirlenen eşik değeri dansiteler için sensitivite değerleri %73.3 - 96.7; spesifisite değerleri %73.3 - 96,7 arasında bulunmuştur. Maksimum çapı takiben (AUC=1) en yüksek tanı değerine 80

kVp görüntü setinde ulaşılmıştır (AUC=0.996, $p<0.001$). Sanal monokromatik görüntülerde ise 70 keV ve 80 keV görüntü setinin en yüksek tanı değeri sağladığı görülmüştür (sırasıyla AUC 0.958 ve 0.934, $p<0.001$). Özetle iyot haritası, düşük kVp ve düşük enerji düzeylerinde oluşturulan sanal monokromatik görüntülerde akut apandisit, standart BT' ye göre daha kolay saptanabilir. Bu hastalarda tanıya ulaşmada, 80 kVp görüntü seti ile 70 keV ve 80 keV enerji düzeylerinde oluşturulan sanal monokromatik görüntüler en yüksek etki değerine sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Akut apandisit, dual-enerji, bilgisayarlı tomografi.



ABSTRACT

Topel C. Evaluation of Acute Appendicitis with Dual-Energy CT, Hacettepe University Faculty of Medicine, Thesis in Radiology, Ankara, 2016. Despite the gradual increase of utilization dual-energy computed tomography (DECT) in the field of abdominal radiology, solid studies of acute appendicitis (AA) regarding this imaging technique have yet to be done. We hereby aimed to assess the utility of DECT in the diagnosis of AA. The DECT scans of consecutive 30 patients (14 male, 16 female) with AA and 30 consecutive patients (14 male, 16 female) with normal appendix vermiformis (AV) were recruited to this study. The maximum diameter of AV as well as the density of most compressed and inflamed site of AV at 80 kVp, 140 kVp, virtual non-contrast (VNC), iodine overlay, mixed, and monoenergetic (40,50,60,70,80,90,100,190 keV) images were quantified. The maximum diameter was 11.5 ± 2.3 mm in AA patients and 5.7 ± 0.5 mm in control group ($p<0.001$). The attenuation values of inflamed AVs were higher than that of normal AVs at 80 kVp, 140 kVp, VNC, iodine overlay, mixed images and all virtual monochromatic energy levels ($p<0.001$). The attenuation values of inflamed AVs at 80 kVp, 140 kVp, VNC, iodine overlay, mixed images were 101.5 ± 20.1 HU, 59.5 ± 13.7 HU, 20.7 ± 11.7 HU, 50.6 ± 9.7 HU, 71.9 ± 15.9 HU respectively. The attenuation values of normal AVs at 80 kVp, 140 kVp, VNC, iodine overlay, mixed images were 52.6 ± 12.3 HU, 31.1 ± 13.4 HU, 1.4 ± 16.6 HU, 37.4 ± 13.4 HU, 38.3 ± 11.7 HU respectively. The attenuation values of inflamed AVs at virtual monochromatic images generated from 40 to 100 keV energy levels in 10-keV increments were 204.3 ± 40.2 HU, 136.1 ± 27.4 HU, 103.4 ± 19.2 HU, 79.1 ± 15.5 HU, 64.6 ± 31.6 HU, 55.1 ± 12.6 HU, 48.9 ± 12.9 HU respectively. The attenuation values of normal AVs at virtual monochromatic images generated from 40 to 100 keV energy levels in 10-keV increments were 146 ± 49.7 HU, 97.9 ± 30.3 HU, 69.4 ± 20.4 HU, 46.7 ± 10.8 HU, 38.6 ± 10.2 HU, 31.8 ± 12 HU, 26.3 ± 12.5 HU respectively. The sensitivity and specificity values were calculated for certain cut-off attenuation values as ranging from 73.3% to 96.7% for each. 80 kVp images yielded the highest diagnostic accuracy with

AUC of 0.996 following maximum diameter with AUC of 1 ($p < 0.001$). 70 keV and 80 keV energy levels out of the virtual monochromatic images provided the highest diagnostic accuracies with AUC of 0.958 and 0.934, respectively. In conclusion, AA can be more easily detected in iodine overlay, low kVp and low energy monochromatic images of DECT due to increased attenuation values at certain energy levels. The 80 kVp and virtual energy monochromatic images at 70 keV and 80 keV energy levels yield the highest diagnostic accuracies in the setting of AA.

Keywords: Acute appendicitis, dual-energy, computed tomography.



İÇİNDEKİLER

	Safya
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xii
TABLolar	xiv
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Tarihçe	4
2.2. Embriyoloji, anatomi ve histoloji	5
2.3. Tanım ve fizyopatoloji	6
2.4. Epidemiyoloji	8
2.5. Akut apandisit kliniği	8
2.5.1. Semptomlar	8
2.5.2. Karın ağrısı	9
2.5.2.1. Akut apandisitte ağrının patogenezi	9
2.5.3. İştahsızlık	10
2.5.4. Dışkılama Dürtüsü	11
2.6. Fizik Muayene Bulguları	11
2.7. Laboratuvar bulguları	12
2.8. Alvarado skorlama sistemi	12
2.9. Akut apandisitte görüntüleme	13
2.9.1. Direkt grafi	14
2.9.2. Baryum enema	14
2.9.3. Ultrasonografi	14
2.9.4. Bilgisayarlı tomografi	16
2.9.5. Manyetik rezonans görüntüleme	19

2.10. Ayırıcı Tanı	20
2.11. Akut Apandisit Tedavisi	21
2.11.1. Nonoperatif Tedavi	21
2.11.2. Cerrahi Tedavi	22
2.12. Dual-Enerji BT	22
3. GEREÇ VE YÖNTEM	26
3.1. Hasta popülasyonu	26
3.2. Kontrol grubu	26
3.3. Abdomen BT görüntüleme protokolü	27
3.4. BT Görüntülerinin Analizi	30
3.5. İstatistiksel Değerlendirme	31
4. BULGULAR	37
4.1. Sosyodemografik özelliklerin analizi	37
4.2. Histopatolojik incelemelerin analizi	39
4.3. Maksimum çap ölçümünün analizi	39
4.4. Lenf nodu analizi	41
4.5. Periapendisiyel inflamasyon, komşu barsak duvarında ödem ve serbest sıvı varlığının analizi	41
4.6. Sanal kontrastsız görüntülerin analizi	42
4.7. 80 kVp görüntülerin analizi	44
4.8. 140 kVp görüntülerin analizi	46
4.9. Overlay (iodine content) görüntülerin analizi	48
4.10. Mix (sanal kontrastsız + iodine content) görüntülerin analizi	49
4.11. 40 keV sanal monokromatik görüntülerin analizi	51
4.12. 50 keV sanal monokromatik görüntülerin analizi	52
4.13. 60 keV sanal monokromatik görüntülerin analizi	54
4.14. 70 keV sanal monokromatik görüntülerin analizi	55
4.15. 80 keV sanal monokromatik görüntülerin analizi	57
4.16. 90 keV sanal monokromatik görüntülerin analizi	59
4.17. 100 keV sanal monokromatik görüntülerin analizi	60

4.18. Apandisit tanısında kullanılan parametrelerin etki büyüklüklerinin analizi	63
5. TARTIŞMA	65
6. SONUÇ	77
7. KAYNAKLAR	78
EKLER	
EK 1: Etik kurul onay belgesi	91



SİMGELER VE KISALMALAR

AUC	Area under the curve (Eğri altında kalan alan)
BMI	Body-mass index (Vücut-kitle indeksi)
BT	Bilgisayarlı tomografi
CNR	Contrast to noise ratio (Kontrast-gürültü oranı)
CRP	C-reaktif protein
ÇKBT	Çok kesitli bilgisayarlı tomografi
DEBT	Dual-enerji bilgisayarlı tomografi
ESR	Eritrosit sedimentasyon hızı
EŞ	Eşik değer
GFR	Glomerüler filtrasyon hızı
FOV	Field of view
HU	Hounsfield ünitesi
keV	Kiloelektron volt
kVp	Kilovolt potansiyel
mL	Mililitre
mg	Miligram
MRG	Manyetik rezosans görüntüleme
NPD	Negatif prediktif değer
PPD	Pozitif prediktif değer
ROC	Receiver operating characteristics
ROI	Region of interest
US	Ultrasonografi
SD	Standart sapma
SNR	Signal-noise ratio (Sinyal-gürültü oranı)
SN	Sensitivite
SP	Spesifisite
TD	Tanı değeri
WBC	White blood cell (Beyaz küre)
VNC	Virtual non-contrast (Sanal kontrastsız)
VMA	Vanilmandelik asit

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
3.1. Akut apandisit olgusunda 80kVp (a), 140kVp (b) ve her iki görüntünün birleştirilmesi ile elde olunan füzyon görüntü (c).	28
3.2. Akut apandisit olgusunda farklı enerji düzeylerinde oluşturulan sanal monokromatik görüntüler.	29
3.3. Akut apandisit olgusunda sanal kontrastsız görüntüler ve iyot haritası.	30
3.4. DEBT görüntülerinde apendiksin gerçek aksiyel görüntüsünün elde edilişi.	32
3.5. Apendiksin gerçek aksiyel görüntüsü üzerinden çap, alan, 80 ve 140 kVp değerlerindeki dansite ölçümü.	33
3.6. DEBT'de apendiksin gerçek aksiyel görüntüsü üzerinden sanal kontrastsız ve iyot dansitesi ölçümü.	34
3.7. Apendiksin gerçek aksiyel görüntüsü üzerinden su ve iyot dansitenin toplamı olan mix dansite ölçümü.	35
3.8. DEBT' de apendiksin gerçek aksiyel görüntüsü üzerinden 70keV değerindeki dansitesinin ölçümü.	36
4.1. Hasta ve kontrol grubunda apendiks çapları.	40
4.2. Lenf nodu, periapendisiyel inflamasyon, komşu barsak duvarında ödem ve serbest sıvı varlığının analizi.	42
4.3. Sanal kontrastsız dansite için oluşturulan ROC eğrisi.	43
4.4. 80 kVp dansite için oluşturulan ROC eğrisi.	45
4.5. 140 kVp dansite için oluşturulan ROC eğrisi.	47
4.6. Overlay dansite için oluşturulan ROC eğrisi.	49
4.7. Mix dansite için oluşturulan ROC eğrisi.	50

4.8.	40 keV görüntülerdeki dansite için oluşturulan ROC eğrisi.	52
4.9.	50 keV görüntülerdeki dansite için oluşturulan ROC eğrisi.	53
4.10.	60 keV görüntülerdeki dansite için oluşturulan ROC eğrisi.	55
4.11.	70 keV görüntülerdeki dansite için oluşturulan ROC eğrisi.	56
4.12.	80 keV görüntülerdeki dansite için oluşturulan ROC eğrisi.	58
4.13.	90 keV görüntülerdeki dansite için oluşturulan ROC eğrisi.	60
4.14.	100 keV görüntülerdeki dansite için oluşturulan ROC eğrisi.	61
4.15.	Apandisit tanısında kullanılan parametrelerin etki büyüklüklerinin Analizi.	64

TABLOLAR

Tablo	Sayfa
2.1. Alvarado Skorlaması.	13
4.1. Hasta grubunun yaş dağılımı histogramı.	37
4.2. Kontrol grubunun yaş dağılımı histogramı.	38
4.3. Akut apandisit ve kontrol grubunda yer alan hastaların cinsiyetlerine göre dağılımı.	38
4.4. Histopatolojik incelemeler.	39
4.5. Hasta ve kontrol grubunda apendiks çapları.	40
4.6. Hasta ve kontrol grubunda lenf nodu analizi.	41
4.7. Hasta ve kontrol grubunda sanal kontrastsız görüntülerin analizi.	43
4.8. Dansite eşik değerlerine göre kontrastsız BT'nin apandisit tanısında sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları.	44
4.9. Hasta ve kontrol grubunda 80 kVp görüntülerin analizi.	45
4.10. 70 HU eşik değerine göre 80 kVp görüntülerin apandisit tanısında sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları.	46
4.11. Hasta ve kontrol grubunda 140 kVp görüntülerin analizi.	46
4.12. 45 HU eşik değerine göre 140 kVp görüntülerin apandisit tanısında sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları .	47
4.13. Hasta ve kontrol grubunda overlay görüntülerin analizi.	48
4.14. 45 HU eşik değerine göre overlay görüntülerin apandisit tanısında sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları .	48
4.15. Hasta ve kontrol grubunda mix görüntülerin analizi.	50
4.16. 55 HU eşik değerine göre mix görüntülerin apandisit tanısında sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları.	51

4.17. Hasta ve kontrol grubunda 40 keV görüntülerin analizi.	51
4.18. 170 HU eşik değerine göre 40 keV görüntülerin apandisit tanısında sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları.	52
4.19. Hasta ve kontrol grubunda 50 keV görüntülerin analizi.	53
4.20. 127 HU eşik değerine göre 50 keV görüntülerin apandisit tanısında sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları.	54
4.21. Hasta ve kontrol grubunda 60 keV görüntülerin analizi.	54
4.22. 85 HU eşik değerine göre 60 keV görüntülerin apandisit tanısında sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları.	55
4.23. Hasta ve kontrol grubunda 70 keV görüntülerin analizi.	56
4.24. 65 HU eşik değerine göre 70 keV görüntülerin apandisit tanısında sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları.	57
4.25. Hasta ve kontrol grubunda 80 keV görüntülerin analizi.	57
4.26. 50 HU eşik değerine göre 80 keV görüntülerin apandisit tanısında sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları.	58
4.27. Hasta ve kontrol grubunda 90 keV görüntülerin analizi.	59
4.28. 45 HU eşik değerine göre 90 keV görüntülerin apandisit tanısında sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları.	59
4.29. Hasta ve kontrol grubunda 100 keV görüntülerin analizi.	61
4.30. 40 HU eşik değerine göre 100 keV görüntülerin apandisit tanısında sensitivite, spesifisite, PPD, NPD, tanı doğruluğu oranları.	62
4.31. İki grup için 40-100 keV aralığında apendiks dansiteleri.	63
5.1. Farklı keV enerji düzeylerinde hasta ve kontrol grubu apendiks dansitelerinin karşılaştırılması.	73
5.2. Farklı enerji düzeylerine belirlenen eşik değerlerine göre sensitivite, spesifisite, pozitif ve negatif prediktif değerler, tanı doğruluğu oranları.	75

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Akut apandisit en sık görülen cerrahi acildir. Her yaşta görülebilmeye karşın en sık yaşamın 2. ve 4. dekadları arasında görülür. Son yıllarda akut apandisite bağlı ölümlerde belirgin azalma olmakla birlikte, gelişen teknoloji ve artan tanı yöntemlerine rağmen perforasyon oranı ve negatif apendektomide azalma olmamıştır. Akut apandisit ön tanısı ile yapılan laparatomilerin %25'inde perforasyon görülmektedir, böylece morbidite ve mortalite oranları artmaktadır(12).

Apandisit tanısı koymada birçok radyolojik görüntüleme yöntemi kullanılmaktadır. Ultrasonografi (US) ve BT'nin apandisit olgularında yararlı olduğu gösterilmiştir. Eğer hikaye, fizik muayene ve laboratuvar sonuçlarından tanı netleştirilebiliyorsa, görüntülemeye gidilmeden hemen cerrahi yapılabilir. Bununla birlikte apandisitli hastaların üçte biri atipik klinikte olup bulgular karışıktır ve radyolojik değerlendirme ile sonuca varılabilir. Apandisitte kesin tanının zor konulduğu ve cerrahi müdahalede gecikmeden kaçınıldığı için apandektomiye giden hastaların %15-25'inde normal apendiks bulunur. Bu nedenle apandisit düşünülen hastalarda, görüntüleme yönteminin tanısallık güvenirliliğinin artması ile normal apendiksli hastalarda gereksiz apandektomiler azalacaktır(45).

Ultrasonografi, apandisit tanısında ilk defa 1981'de Deutsch ve Leopold tarafından kullanılmıştır. Radyasyon içermemesi nedeni ile çocuklarda, genç kadınlarda ve gebelikte ilk tercih edilen görüntüleme yöntemidir. Ancak US, kullanıcıya bağımlı olduğundan ve obez hastalarda görüntüleme yetersiz kaldığından, tanısallık duyarlılığı azalmaktadır. Şiddetli karın ağrısı, batın hassasiyeti, yaygın barsak gazı olan olgularda incelemenin başarısı azalır. US enflamasyonun yaygınlığını ve sınırlarını tam olarak göstermez. Ayrıca US ile normal apendiksin görüntülenmesi belirgin derecede düşük olduğundan akut apandisiti ekarte etmek oldukça güçtür.

Akut apandisit tanısı koymada ve evrelemede BT, güvenilir ve etkili bir görüntüleme yöntemidir. BT operatörden bağımsızdır, kolay yapılabilir ve kolay yorumlanabilir sonuçlar verir. Bilgisayarlı tomografinin dezavantajları; pahalı

olması, kontrast madde kullanıldığında alerji yapabilmesi, hastaların radyasyona maruz kalması ve gebelerde kullanılamamasıdır. Akut apandisit tanısında BT'nin kullanımı ile ilgili ilk çalışma 1986'da Baltazar ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada oral ve rektal kontrast kullanılarak helikal BT incelemesi yapılan 38 apandisitli hastanın %92'sinde genişlemiş apendiks ve periapendiksel çizgilenme görülmüştürğü rapor edilmiştir. Birçok çalışmada BT apandisit tanısında yeterli görüntüleme yöntemi olarak görülmekte ancak, optimal BT tekniğinin araştırılması devam etmektedir(70).

Dual enerji bilgisayarlı tomografinin temel prensibi aynı anatomik bölgenin iki ayrı enerji düzeyinde görüntülenmesini yapmak ve dokuların farklı enerji seviyelerindeki farklı davranışlarını ortaya koyarak birbirinden ayırt etmektir. Böylece X-ışını soğurma özellikleri farklılık gösteren yumuşak dokular, iyot ve kalsiyum birbirlerinden ayrılabilir. Buna dayanarak dual enerji BT pek çok farklı klinik alanda kullanılmaktadır. Örnek olarak, sanal kontrastsız görüntüler elde edilebilir. Kalsiyum yumuşak dokulardan ayrılabilir ve çıkartma görüntüler ile sadece kemikler veya yumuşak dokular ayrı ayrı gösterilebilir. Düşük enerjili görüntüler hipervasküler lezyonların daha belirgin görünmesini sağlar. Kontrastla boyanmayı ortaya koymak için iyot haritaları oluşturulabilir ve morfolojik görüntülerle birleştirilebilir. Bunların ve diğer klinik uygulamaların sayısı ve çeşitliliği her geçen gün artmaktadır ve yöntemin kullanılması yaygınlaşmaktadır(92-93).

Dual enerji BT'nin artan kullanımı ve ulaşılabilirliğine karşın akut apandisit üzerine çalışmalar yetersizdir. Bu çalışmada akut apandisit tanısında DEBT'nin rolünün araştırılması amaçlanmıştır. Akut apandisit tanısında kullanılan BT görüntüleme kriterleri apendiksin çapı, apendiks duvarında ödem, kontrastlanma artışı, lümeninde apendikolit varlığı, lümenine oral yoldan verilen kontrast maddenin geçmemesi, periapendiksel yağ dokuda inflamasyona sekonder kirlenme ve periapendiksel yağ dokuda eşlik edebilecek lenf nodlarının varlığından oluşur. Apandisit tanısında apendiks duvarında kontrastlanma artışı çok kesitli BT'de kalitatif olarak değerlendirilmektedir. DEBT'de kullanılan 80 kVp potansiyel iyot materyalinin k-enerji düzeyine yakın olduğu için iyotla kontrastlanan yapıları daha görülür

hale getireceğinden apandisit durumunda DEBT'nin apendiks duvarındaki kontrastlanma artışını daha iyi göstereceği öngörülmüştür. Bu çalışmanın amacı DEBT'nin apandisit tanısında rolünü sorgulamak ve DEBT farklı enerji seviyelerinde görsel değerlendirme ve ölçüm yapabilme imkanı sağladığından hangi enerji seviyesinde apandisit tanısının daha kolay konabileceği sorusuna inflame apendiks duvarındaki kontrastlanmayı ölçerek kantitatif verilerle yanıt bulmaktır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tarihçe

Apendiks vermiformis ilk olarak 1521'de anatomist Berengario Da Capri tarafından tarif edilmiştir(1). Leonardo Da Vinci 1492 yılında yaptığı çizimlerinde apendiksi göstermiş ancak; bu çizim 18. yüzyıla kadar yayımlanmamıştır(2).

Apendisitın öneminden 1711'de ilk olarak Lorenz Heister bahsetmiştir(3). Heister, gangrenöz apandisitın perforasyonla sonuçlandığını düşünmüştür. Akut inflamasyonun kaynağının apendiksın kendisinden kaynaklanabileceğini söylemiş ve post-mortem çalışmalarında apandisiti göstermiştir[3].

Francois Melier yaptığı otopsilerde altı apandisit vakası tanımlamış ve apendiksın cerrahi olarak çıkarılabileceğini ilk olarak dile getirmiştir(3-5). Takip eden yıllarda Bright ve arkadaşları akut apandisitın semptomlarını tanımlayıp, bunun sağ alt kadranda inflamatuvar yanıtı sebep olabileceğini ifade etmiştir(6).

İlk apandisit raporları 18. Yüzyılın başlarında yayımlanmaya başlamış olup Cladius Amyand, ilk apendektomiye 1735 yılında yapmıştır(7). Sağ alt kadranda ağrısının sebebi olarak apandisit düşünölmeye başlanmıştır ancak; Amyand' ın bu başarısına rağmen sonraki bir buçuk asır boyunca apandisitın cerrahi tedavisinde fikir birliğine varılamamıştır.

Harvard Üniversitesi Anatomi profesörü olan Reginald Heber Fitz, 1886'da Washington' da, Association of American Physicians toplantısında "Apendiksın Perforan İnflamasyonu: Erken Tanı ve Tedavi için Özel Referans" başlıklı sunumunda sağ alt kadranda bulunan inflamatuvar hastalıkların çoğuna sebep olarak apendiksi göstermiş ve erken süreçte cerrahi olarak çıkarılmasının öneminden bahsetmiştir(8, 9).

McBurney 1889 yılında apandisitte erken cerrahi girişim yapılmasını önermişve kendi ismiyle anılan kesiyi bulmuştur(10).

2.2. Embriyoloji-Anatomi-Histoloji

Çekumun embriyolojik olarak bir parçası olan apendiks vermiformis, embriyolojik gelişimin 8. haftasında üç tenia kolinin çekum distalinde birleşme yerinde bir kabartı olarak ortaya çıkar. Gerek antenatal gerekse postnatal gelişim esnasında çekumun büyümesi apendiksin büyümesinden çok daha fazla olduğundan dolayı, apendiks mediale ve ileoçekal valve doğru itilir.

Apendiks histolojik olarak çekuma benzer özellikte sirküler ve longitudinal kas katmanları içerir. Submukoza tabakasında yaklaşık 200 adet lenf follikülleri içerir. Lenf follikülleri en yüksek sayıya 10-20 yaş grubunda ulaşır. 30 yaşından itibaren sayısı azalmaya başlar ve 60 yaşından sonra tamamen yok olur. Azalan lenf folikülü sayısı ile orantılı olarak 60 yaş üstü hastalarda apendiks kaynaklı primer apandisit oldukça nadirdir.

Apendiks ileoçekal valvin yaklaşık 2,5 cm kaudalinde çekumdan kaynaklanır. Uzunluğu ortalama 5-10 cm'dir. Genişliği ortalama 0,5-1 cm'dir. Apendiks intraperitoneal yerleşimli olup ince barsak mezenterinin alt bölümünde kendine ait kısa bir mezoya sahiptir. Organın distal 1/3'ü bazen mezosuz olabilir.

Apendiks yerleşimine göre adlandırılır. Sağ parakolik oluk uzanımlı ise parakolik (paraçekal), çekum posterioruna uzanımlı ise retroçekal, terminal ileum anteriorunda ise preileal, terminal ileum posteriorunda ise postileal, apendiks ucu sakral promontorium civarına uzanıyorsa promontorik, pelvis içinde veya pelvise doğru uzanıyorsa pelvik, inferior uzanımlı ise subçekal olarak adlandırılır. Wakeley 10000 vaka üzerinde yaptığı postmortem çalışmasında apendiksin yerleşim sıklığını retroçekal %65,3, pelvik %31, subçekal %2,3, preileal %1 ve sağ parakolik ve postileal %0,4 olarak bildirmiştir(11).

Apendiks ileokolik arterin bir dalı olan apendiküler arter tarafından beslenir. Bu dal mezoapendiks içerisinde seyrederek. Sağ kolik arterin posterior çekal dalından aksesuar apendiküler arter dalı bulunabilir. Apendiks venöz drenajı, superior mezenterik vene boşalan ileokolik ven aracılığı ile gerçekleşir. Mezoapendiks içinde bulunan değişken sayıda lenfatik kanallar ileoçekal lenf

nodlarına drene olur. Apendiksin venöz ve lenfatik drenajı embriyolojik gelişiminden dolayı çekuma benzerdir.

Apendiksin ucu iki durumda sol alt kadranda bulunabilir(12). Birincisi normal anatomik yerleşiminden köken alan ancak normalden uzun apendiksin, abdomen boşluğunu katedip sol alt kadrana uzanımı şeklindedir. Diğeri ise situs inversus varlığındadır. Her iki klinik tabloda apendiks inflamasyonunun oluşturacağı ağrı sol alt kadranda hissedilir. Bu durumda ayırıcı tanı güçleşir.

Apendiksin konjenital anomalilerine baktığımızda agenezisi ve duplikasyonunu görülebilir (13, 14).

2.3. Tanım ve Fizyopatoloji

Akut apandisit, apendiks vermiformisin akut inflamasyonu olarak tanımlanır.(15, 16). Apendiksin akut inflamasyonuna neden olarak lümenin obstrüksiyonu ile birlikte distaldeki sekresyonun, bakteriyel kontaminasyona uğraması gösterilir(17). Vakaların %60'ında lüminal obstrüksiyonun nedeni lenf folliküllerinin hiperplazisidir. Özellikle gençlerde ve genç erişkinlerde söz konusu olan bu etyolojik faktörden sonra ikinci sıklıkla daha ileri yaşlarda ve vakaların %30' unda fekalitler görülür(18). Meyve çekirdekleri, yabancı cisimler, tahıl ve posalı gıdaların daha az tüketilmesi, çekum tümörleri ve kadınlarda meme kanseri metastazları da lüminal obstrüksiyon nedenleri arasındadır(19). Başlıca enterobius vermicularis olmak üzere taenia saginata, ascaris lumbricoides gibi üst solunum yolları enfeksiyonları ile paraziter enfeksiyonlar, enfeksiyöz mononükleoz gibi lenfoid doku reaksiyonu yaratan hastalıklar da etyolojik faktörlerdendir(18-20). Salmonelloz ve şigelloz gibi enterokolitlerin seyrinde de akut apandisit geliştiği bildirilmiştir(18, 21, 22).

Kızamık seyrinde, viremi sonrasında görülebilecek apendisiyel lenfoid hiperplazi sonucu da apandisit oluşabilir(23, 24). Klasik granülomatöz hastalık seyri göstermeyen ve histopatolojik incelemede sadece apendiksi tutan granülomatöz apandisit vakaları bildirilmiştir(25).

Akut apandisit etyolojisi, coğrafik yerleşime göre farklılık gösterebilir. Şistozomiazisin endemik olduğu Mısır'da, akut apandisit etyolojisinde şistozoma önemli bir faktördür(26). Etki mekanizması henüz netlik kazanmasa

da, travma akut apandisite neden olabilir. Blast mekanizmasıyla gelişen travma sonrası apendiks lüminal basıncındaki artış, bakteriyal translokasyona (sızıntıya), takiben inflamasyonun başlamasına neden olabilir(23, 27).

Lüminal obstrüksiyon sonrasında gelişen olayları obstrüksiyonun derecesi, lüminal içerik, mukus salgısının artması ve apendiks serozasının genişleyebilirliğinin sınırlı olması belirler(18). Lümenin obstrüksiyonu sonucu çekuma drene olamayan mukus, lümen içinde basınç artışına neden olur(17, 18). Biriken mukus, enfeksiyöz etkenlerin, özellikle gram negatif bakterilerin eklenmesi ile iltihap haline dönüşür(17, 18, 20). Sekresyonun devam etmesi basıncın daha da artmasına neden olarak, esnekliği serozası nedeniyle zaten sınırlı olan apendiksin, başlangıçta lenfatik drenajını bozar, böylece ödem gelişir. Bakterilerin lümeden duvar içine sızması mukozada ülserleşmelerle sonuçlanır. Akut apandisit bu aşamasına akut fokal apandisit adı verilir(17, 18).

Lüminal obstrüksiyon ile birlikte başlangıçta kolik karakterde olabilen ağrı, bir süre sonra visseral künt ağrıya dönüşür. Apendiksin gerilmesi reseptörler aracılığı ile ganglionlara iletilir ve ağrı umbilikal dermatomlarda hissedilmeye başlar. Bu nedenle, apendiksin yerleşimi ne olursa olsun hastalığın başlangıcında görülen periumbilikal ağrı hemen her olguda mevcuttur(20). Visseral tipte karın ağrısına, bulantı, iştahsızlık ve bazen de kusma eşlik eder(18). Lenfatik tıkanmayı venöz kompresyon ve tromboz izler. İskeminin gelişmesi ile bakteriyel sızıntı serozaya kadar ulaşır. Apendisit bu aşaması akut süpüratif apandisit(18, 19).

Parietal peritonun uyarılması ile ağrı somatik nitelik kazanır ve organın bulunmuştuğu sağ alt kadrana lokalize olur. Arteriyel dolaşımın en zayıf olduğu yerden, apendiks duvarının anti-mezenterik yüzünün ortasından nekroz ve gangren gelişir, enfarkt alanları ortaya çıkarak gangrenöz apandisit oluşur(18). Bu aşamada apendikte mikroperforasyon alanları bulunmuştuğu kabul edilir. Halen canlılığını korumakta olan mukoza alanlarından salgının devam etmesi ve lüminal basıncın artmasıyla duvarda defektler oluşur. Bu aşamada perfore apandisitten söz edilir(17, 18, 20). Akut apandisit gangrenöz ve perfore formları komplikasyon olarak kabul edilir(18). Bakteriyel

kontaminasyonun periton boşluğuna da yayılması morbidite ve mortaliteyi artırır. Ancak akut apandisit çoğu zaman bu şekilde sonuçlanmaz. Omentum, ince barsak segmentleri, çekum, iltihabi yapışıklıklar ve bantlar perforasyonu sınırlandırarak lokalize peritonit şeklinde kalmasını sağlar(18, 20). Böylece periapendiküler apse ve plastron oluşur(20). Retroçekal apandisitlerde periton irritasyonu görülmeyebilir ve enfeksiyon perinefritik apseye kadar ilerleyebilir(28).

Apendiks perforasyonunda, en sık izole edilen aerobik bakteri %68 oranında E.coli' dir. Apendiks perforasyonu ve peritonitte mortalite ve morbiditeyi arttıran, %70 sıklıkla görülen Bacteroides Fragilis olmak üzere, anaerobik bakterilerdir(20, 29).

2.4. Epidemiyoloji

Akut apandisit cerrahi tedavi gerektiren en sık akut karın ağrısı nedenidir. Yaşam boyunca akut apandisit riski %6-7'dir (30, 31). Apandisit in esas olarak adölesan ve genç erişkinlerde sıklığı artmış olup 2. ve 3. dekatta pik yapar(30, 32-37). 5 yaşın altında ve 50 yaş üzeri yaygın değildir. 70 yaş üzeri apandisit görülme sıklığı 1/100'in altındadır. Gençlerde ve geç yetişkinler arasında erkeklerde kadınlara göre daha sık görülmekte olup erkek kadın oranı 1.3/1'dir. Bu yaş grupların üzerinde erkek kadın dağılımı eşittir(34-36). Apandisit görülme insidansına dair ülkeler ve aynı ülkenin bölgeleri arasında, farklı ırklar ve meslek grupları arasında geniş bir varyasyon olduğu bildirilmiştir(30, 38, 39). Ayrıca görülme sıklığı açısından beslenme alışkanlığındaki farklılıklara dikkat çekilmiştir(40-42). Apandisit, yüksek rafine ve düşük lifli diyet tüketen sanayileşmiş ülkelerde nispeten yaygındır. Apandisit, daha az rafine ve yüksek lifli diyet tüketen gelişmekte olan ülkelerde daha az görülür.

2.5. Akut apandisit kliniği

2.5.1. Semptomlar

Akut apandisitte klinik tablo çeşitlilik göstermektedir. Fakat ana semptomlar genellikle sabittir. Anamnezde iştahsızlık ve bulantıyı takiben

göbek çevresinde ya da tüm karında yaygın ağrısı vardır. Kusma genellikle ağrıdan sonra ortaya çıkar. Ağrı ilk bulgudur ve ağrının başlangıcından 6-8 saat sonra sağ alt kadrana yer değiştirdiği görülür. Vakaların %60'ında tipik anamnez bulgusu bu şekildedir(43).

2.5.2. Karın Ağrısı

Akut apandisit'in temel semptomu karın ağrısıdır. Ağrı başlangıçta epigastrik bölgede veya umbilikal bölgede olup, orta şiddette ve sürekli'dir. 1-12 saat içerisinde sağ alt kadrana lokalize olur. Ağrının yer değiştirmesi genellikle 4-6 saat içinde gerçekleşir. Yer değiştiren ağrı çoğu hastada izlense de bazen ağrı sağ alt kadranda başlayıp aynı bölgede sebat eder (15).

2.5.2.1. Akut Apandisit'te Ağrının Patogenezi

Akut apandisit oluşumunda lüminal obstrüksiyonun ve apendiks salgılarının devam etmesi sonucunda lümen içi basınç artar. Apendikte distansiyon gelişir ve visseral afferent sinir lifi uçları uyarılır. Bu durumda orta karında ve hipogastriumda net lokalize edilemeyen, künt bir ağrı hissedilir. Apendikte oluşan distansiyon peristaltizmi de uyarır, sonuç olarak akut apandisit'in erken fazında visseral ağrıya kramp tarzında kolik ağrı da eşlik edebilir. Apendiks lümeninde izlenen distansiyondaki artışa ikincil refleks bulantı-kusma görülür ve diffüz visseral ağrı daha şiddetli hale gelir. Bu aşamada izlenen ve net lokalize edilemeyen ağrıya birinci tip ağrı denir.

Kısa süre sonra inflamasyona apendiks'in serozası da katılır. Apendiks serozası olaya katıldığında sağ alt kadranda, artık yeri lokalize edilebilen ağrı başlar. İkinci tip ağrı olarak adlandırılan bu ağrı parietal peritonun olaya katılmasına kadar devam eder.

Inflamasyon apendiks serozasını geçip parietal peritonu etkilediğinde üçüncü tip ağrı başlar. Apendiks serozasının etkilenmesi için gerekli süre değişkendir. 8 saat içinde gelişebileceği gibi 72 saate kadar da gelişebilir. Üçüncü tip ağrı periton olaya dahil olduğunda başlar ve çok daha şiddetli bir ağrıdır. Ağrının yeri apendiks peritonu nerede iritasyona uğratmışsa o bölgede hissedilir. Peritoneal ağrı olarak adlandırılan bu ağrı çok şiddetli bir ağrıdır ve

peritonit başlangıcını gösterir. Ağrılı bölgede kaslarda sertlik başlar ve deride aşırı duyarlılık görülür. Bu bulgular ağrılı bölgede hiperestezi, defans ve rebound şeklinde fizik muayene bulgusu verir.

Apendiksin anatomik yerleşiminin varyasyon göstermesi nedeniyle ağrının somatik fazının yeri farklı lokalizasyonlarda olabilir. Örneğin distal ucunda inflamasyon görülen ve sol alt kadrana uzanan apendikse sahip hastalarda ağrı sol inguinal bölgede hissedilir. Retroçekal yerleşimli apendiksi olan hastalarda kasık ya da arkaya vuran ağrıya görülebilir. Pelvik yerleşimli apendiksi olan hastalarda suprapubik ağrı görülür. İleumun arkasına uzanan apendiksi olan hastalarda inflame apendiksin üreteri ve spermatik arteri irrite etmesi nedeniyle testiküler ağrı gelişebilir(15)

Üçüncü ağrı aşamasında apendiks artık gangrene olmuştur ve önlem alınmazsa perforasyon olur. Apendiksin perforasyonu ile birlikte lümeninde gerginlik azalır. Hastanın ağrısı azalır ve rahatlar. Hastada gözle görülür bir iyileşme hali izlenir. Tüm bu olaylardan sonra yaygın peritonit halinin başlamasından önceki bu evreye açık aralık (Lucid interval) ya da tehlikeli durgunluk (Dangerous calm) denilmektedir(44).

Apendiksin perforasyonu ile ağrı sınırları birden bire genişler ve diğer karın bölgelerine yayılır. Karın muayenesi erken dönemde rahattır; ancak başlayan peritonitin belirtileri görülür. Karında şişkinlik, bulantı ve kusma izlenir. Sonrasında sistemik peritonit bulguları olan ateş, taşikardi ve nadir olarak da titreme görülür.

Özetle, ağrı hemen hemen her hastada olmakla birlikte(45, 46), aynı ve klasik şekilde seyretmeyebilir (47)

2.5.3. İştahsızlık

İştahsızlık yeme isteğinin kaybolması veya açlık hali devam ederken besin almayı istememektir. İştahsızlık hastada meydana gelen önemli bir bozukluğun belirtisidir. Akut apandisit hastalarında iştahsızlık hastalık başlamadan birkaç gün öncesinde görülebilir. Hasta bu durumun karışık yeme ve içmelerinden kaynaklandığını ve basit bir hazımsızlık sorunu olduğunu düşünür. Yapılan bir çalışmada akut apandisitinin ilk 6-8 saatlik evresinde

iştahsızlığın %95 oranında görülmüştürğü bildirmiştir. Karın ağrısı ile birlikte iştah kaybı tarifleyen hastalarda ilk düşünülecek tanılardan birisi akut apandisitir(44).

2.5.4. Dışkılama Dürtüsü

Akut apandisitte dışkılama dürtüsünü ilk defa 1886 yılında Fitz bildirmiştir. Keyes, bulantı ve kusma gibi dışkılama dürtüsünün de akut apandisit tanısında yol gösterici olduğunu belirtmiştir(48). Günümüzde akut apandisit ilk 6-8 saat bulguları arasında yerini almış önemli bir parametredir(44). Hasta bu bulguyu tariflerken gaz çıkaramadığını ya da dışkılayamadığını, dışkılayabilse ya da gaz çıkarabilse de rahatlamadığını belirtir.

2.6. Fizik Muayene Bulguları

Akut apandisitte fizik muayene bulguları tipiktir. Sağ alt kadranda hassasiyet, defans ve rebound sıklıkla mevcuttur. Sağ alt kadranda cildinde hiperestezi, rektal muayenede pelvisin sağ tarafında hassasiyet ve daha seyrek olarak da obturator ve psoas bulguları mevcuttur. Oskültasyonda sağ alt kadranda hipoaktif bağırsak sesleri duyulur. Ateş sıklıkla normaldir ve genellikle 38 derecenin altındadır. Perfore olmuş akut apandisitlerde ateş daha sık olarak görülür.

Akut apandisitte saptanan bazı spesifik muayene bulguları; Mcburney noktasında hassasiyet, sağ alt kadranda derin palpasyonda elle basınç uygulandıktan sonra ani olarak basıncın kaldırılması ile ağrı oluşması, palpasyon sırasında karın ön duvarında bulunan kasların palpasyona direnç göstermesi, sol alt kadranda yapılan derin palpasyonda sol kolon gazının sağ kolona doğru yer değiştirmesi nedeniyle sağ alt kadranda ağrının oluşması, öksürme ile sağ alt kadranda ağrı oluşması, ayak parmak uçlarında iyice yükselip aniden topukların üzerine hastanın kendini bırakması ile sağ alt kadranda ağrı oluşmasıdır.

2.7. Laboratuvar bulguları

Akut ve komplike olmamış apandisit vakalarında genellikle 10.500 ile 18.000/mm³ civarında lökositoz vardır. Orta derecede polimorfonükleer lökosit hakimiyeti görülebilir(15). Normal WBC sayısı nadir bir durum değildir ve lökopenik durumlarda da apandisit varlığı raporlanmıştır(49).

Komplikasyon gelişmemiş apandisit vakalarında WBC sayısı 18000/mm³'den genellikle daha azdır. Eğer WBC sayısı 18000/mm³'den fazla ise perforasyon olmuş veya abseleşmiş bir apandisit akla gelmelidir(15).

CRP ve ESR'nin tanıyı koymada veya ekarte etmede sensitivite ve spesifitesi düşüktür. Laboratuvar testlerinin kombinasyonu daha çok faydalıdır. Artmış beyaz küre (WBC) sayısı ve/veya CRP yüksekliği kombinasyonunun sensitivitesi %98'den fazla olabilir ve her ikisinin normal olmasında patolojik olarak doğrulanmış apandisit olasılığı çok düşüktür(50).

Periferik kanda WBC sayısındaki artışın inflamasyonun erken bir belirtisi olduğu ileri sürülmüştür(51). WBC sayısının kullanımını değerlendiren pek çok çalışma olmasına rağmen yararlılığına dair henüz net bir fikir birliği yoktur(47). Bu durum basit ve perforasyon apandisit ayırımında yararlı değildir(52).

Akut apandisitten şüphelenilen tüm hastalarda ayırıcı tanı için üriner analiz yapılmalıdır. İzole mikroskopik hematüri renal kolik tanısına destek olabilir veya piyüri olması piyelonefriti düşündürülebilir. Bununla birlikte akut apandisitte steril piyüri veya hematüri olabilir(49).

Üreme çağındaki kadınlarda ektopik veya heterotopik gebeliği ekarte etmek için negatif gebelik testinin kanıtlanmış olması gerekir. Diğer laboratuvar testleri (fosfolipaz A2, idrarda VMA düzeyi) rutin olarak önerilmemektedir ancak; ayırıcı tanıda yardımcı olabilir(47).

2.8. Alvarado skorlama sistemi

Alvarado skalası; semptomlar, fizik muayene bulguları ve laboratuvar değerlerinden yola çıkılarak yapılan bir skorlama sistemidir. Alfred Alvarado ABD'de 1986 yılında akut apandisit tanısı ile ameliyat edilmiş 305 hastanın semptomlarını ve laboratuvar bulgularını retrospektif olarak taramış ve kayıt altına almıştır. Tanıya en çok yardımcı olan bulguları seçicilik ve duyarlılığına

bu skrolama sistemine dahil ederek kendi adıyla tanınan Alvarado skrolama sistemini oluşturmuştur. Duyarlılığı en yüksek olan sağ alt kadrana hassasiyet ile lökositöz varlığı için puan değerini 2, diğer parametrelerin puan değerini ise 1 olarak belirleyerek toplam puanın 10 olduğu skrolama sistemini oluşturmuştur(53).

Tablo 2.1.Alvarado Skrolaması

Klinik Bulgular	Skor
Ağrının periumbilikal bölgeden sağ alt kadrana yer değiştirmesi	1
İştahsızlık	1
Bulantı/kusma	1
Sağ alt kadranda hassasiyet	2
Rebound ağrı	1
Ateş Yüksekliği	1
Lökositöz	2
Artmış nötrofil yüzdesi oranı	1
Toplam skor	10

Özellikle genç erişkin kadınlarda negatif apendektomi erkeklere oranla daha sıktır(54). Yaşları 15 ile 45 arasında değişen kadınlarda akut apandisit ön tanısı ile yapılan apendektomilerde, apendiksin normal bulunma oranı %32 ile %45 arasında değişmektedir(55). Kadınlarda akut apandisit ile karışan patolojiler sıklıkla over kaynaklı patolojilerdir. Sıklık sırasına göre over kistleri, pelvik enflamatuvar hastalık, over torsiyonu ve ektopik gebelik rüptürü görülmektedir(56).

2.9. Akut apandisitte görüntüleme

Apandisit tanısında çeşitli görüntüleme modaliteleri kullanılmaktadır. US ve BT'nin klinik olarak şüpheli akut apandisit vakalarında kullanımının son

derece yararlı olduğu kanıtlanmıştır. Eğer öykü, fizik muayene ve laboratuvar değerleriyle tanı konursa görüntüleme yöntemleri olmadan yapılan operasyon da doğru bir yaklaşımdır.

2.9.1. Direkt grafi

Direkt grafi 1900'lerden beri gastrointestinal sistem hastalıklarında kullanılmaktadır. Gastrointestinal hastalıklarda değerli olmakla birlikte akut apandisit değerlendirilmesinde fazla bir tanı değeri yoktur. Apendikolit ve nöbetçi ans olmaması durumunda grafi bulguları nonspesifiktir. Apendikolitin, apandisit için spesifik olduğu bildirilmiştir ama tüm vakaların %10-15'inde gösterilebilmiştir(57, 58). Başka çalışmalarda ise %5 ile 8 arasında bulunmuştur (34, 59). Bu yüzden apandisit erken tanısında direkt grafi USG ve BT'ye göre daha az değerlidir.

2.9.2. Baryum enema

Akut apandisit tanısında baryum lavman kullanımı tarihsel önemi vardır. BT'nin akut apandisitte yaygın bir şekilde kullanımından önce baryum lavman kullanımı savunan birçok çalışma mevcuttur. Akut apandisiti düşündüren bulgular; apendiksin inkomplet dolumu, apendikte duvar düzensizliği, çekum ve terminal ileumda kitle etkisi olup en önemlisi apendiksin gösterilememesidir(59, 60). Normal kişilerin %10'unda apendiksin vizualize edilememesi apandisitte baryum kullanımını kısıtlar. Bununla birlikte perfore apandisit durumunda lümenin olduğu ve batın boşluğuna geçtiği de görülmüştür(34). Sonuç olarak baryum lavman kullanımı rahatsızlık verici, zaman alıcı bir durumdur ve diğer invaziv olmayan modalitelere göre tanısal doğruluğu da azdır. Günümüzde apandisit tanısında kullanılmayan bir yöntemdir.

2.9.3.Ultrasonografi

Apendiksin sonografik olarak görüntülenmesi ilk olarak 1981'de Deutsch ve Leopold tarafından tanımlanmıştır(61). Takip eden 10 yılda literatürde yayınlar görülmeye başlanmıştır. Ultrasonografi akut apandisit

radyolojik görüntülemesinde ilk başvuru olan yöntem olup ucuz, tekrarlanabilir, kolay ulaşılabilir olması ve radyasyon içermemesi avantajlarına sahiptir. Fakat uygulayan kişi deneyimine bağımlı olması, batında barsak gazlarının değerlendirmeyi sınırlaması ve retroçekal alanın gösterilebilmesinin zor olması, obez hastalarda değerlendirmenin zor olması sonografik değerlendirmenin dezavantajlarını oluşturmaktadır.

Ultrasonografik değerlendirmenin yapılan çalışmalarda sensitivitesi %75-90, spesifitesi %86-100, doğruluğu %87-96, pozitif prediktif değeri %91-94 ve negatif prediktif değeri % 87-97 olarak rapor edilmiştir (62, 63). Bu kadar geniş aralıkların olması görüntülemeyi etkileyecek cihaz kaynaklı, hasta kaynaklı ve uygulayıcı kaynaklı birçok etkenin bulunması ile açıklanabilir.

Apandisit için sonografik kriterler; çekum tabanından çıkıp kör uçla sonlanan, katmanlar halinde duvar yapısı olan, tubuler yapı şeklinde inflame apandisit görülmesidir. Ayrıca perisitaltizm izlenmemeli ve komprese olmamalıdır. Apandisit için çok önemli kriter olan lümen çapının eşik değeri 6 mm dir (64). Apandisit görüntüleme esnasında tam bu lokalizasyonda en yüksek hassasiyet önemli bulgudur. Doppler US'de inflame duvardaki halkasal vaskülarite artışı apandisiti destekler. Apendikolit, arkasına gölge veren parlak ekojenik alan şeklinde görülür. Apendikolitin görülmemesi tanının olmadığı anlama gelmez. Kalsiyum içermeyen apendikolit de ultrasonografik görüntülerde kalsifiye apendikolit gibi görünür. Duvar bütünlüğünün lokal ya da generalize olarak seçilememesi, perforasyonu, iskemik ve gangrenöz değişiklikleri gösterebilir(65). Gangrenle birlikte doppler US'de kanlanmada azalma olur.

Perforasyondan sonra apendiks distansiyonu sonografik olarak görüntülenemeyebilir. Tanı kriterleri apendiksin görünümü ile ilgili olmasına rağmen sonografik değerlendirmede ilk ve en belirgin bulgu çevre yağlı dokudaki inflamatuvar değişikliklerdir. İnflame yağlı doku US'de ekojenik kitle etkisi şeklinde tanımlanır.

Flegmanöz değişiklik, inflame yağlı dokuda sınırları belirsiz ve zayıf hipoekoik alan şeklinde tanımlanır. Likefaksiyon ve abse formasyonu sıvı

toplanması şeklindedir. Gaza ait ekojeniteler perforasyonu veya gaz üreten organizmaları düşündürür. Doppler US barsaklardaki inflamatuvar patolojilerin değerlendirilmesinde yararlıdır. Normal barsak anslarının duvar kalınlığı ince olup peristaltik aktivite göstermektedir. Duvar kalınlığının ince olması nedeniyle Doppler US ile değerlendirmek zordur. Akut apandisitte ise peristaltizm izlenemeyen, duvar kalınlığı artmış ve komprese edilemeyen barsak segmenti mevcuttur. Bu görünüm Doppler US ile değerlendirilecekse dairesel vaskülarite artışı izlenecektir. Vaskülaritenin şiddeti duvardaki inflamasyonun aktivitesiyle orantılıdır (65, 66). Gri-skala değerlendirmede normal veya inflame apendiks olup olmadığı şüpheli vakalarda Doppler US'nin katkısı belirgindir(67).

2.9.4. Bilgisayarlı tomografi

BT 1972 yılında İngiliz mühendis Godfrey Hounsfield tarafından icat edilmiştir. İlk BT kranyal görüntülemeye yönelik olup, 1976'da tüm vücut görüntülemeye yönelik sistemler mevcuttu. 1980'lerin başında BT yaygın olarak kullanılmaya başlandı. Bilgisayarlı tomografi akut apandisit tanısı koymada etkinliği ve doğruluğu yüksek bir kesitsel görüntüleme tekniğidir (46, 68-76) Bilgisayarlı tomografinin yapılan çalışmalarda sensitivitesi %90-100, spesifisitesi %91-99, pozitif prediktif değeri % 92-98 ve negatif prediktif değeri %95-100 olarak bildirilmiştir(46, 74-76).

BT görüntülemenin apandisit tanısı için uygunluğu kabul edilmekle birlikte, klinik olarak apandisit şüphesi olan olgularda kullanılacak en uygun BT görüntüleme tekniği konusunda tartışmalar devam etmektedir(77). Bu konu ile ilgili 3 temel yaklaşım savunulmaktadır:

Birincisi; en hızlı protokol olarak tanımlanan tüm batın ve pelvisin kontrastsız BT protokolüdür. Oral ve İV kontrast maddenin potansiyel riskinden uzak ve US'ye alternatif protokol olarak sunulmuştur. Ayrıca bu prosedür obez hastalarda doğru tanı açısından çok efektiftir. Bu protokol ile tanıda sensitivite %87, spesifisite %97, pozitif prediktif değer %94, negatif prediktif değer ise %93 olarak bulunmuştur. (72, 73).

İkincisi; en populer yaklaşım olan tüm batın ve pelvisin İV ve oral kontrast madde kullanılarak BT ile taranmasıdır. Bu teknik sayesinde akut apandisit ile birlikte akut karın nedeni olup apandisiti taklit edebilecek inflamatuvar, iskemik ve neoplastik süreçler değerlendirilebilir (78).

Üçüncü teknik hızlı görüntüleme ihtiyacı olan durumlarda rektal yoldan kontrast madde verilmesi ile elde olunur. Sağ alt kadranda apendikse yönelik BT incelemesi yapılır. Oral kontrast maddenin ileoçekal valve ulaşması 45-60 dakika sürebilir. Bu yöntemin oral ve IV kontrast madde verilerek yapılan tetkikler kadar doğru sonuç verdiği kanıtlanmıştır. Bu tekniğin sınırlılığını değerlendiremeyen bölgelerdeki tanıyı gösterememesi oluşturmaktadır. Fakat tetkik sonucu negatif olduğu durumlarda batın ve pelvise yönelik çekime devam edilerek sınırlılık aşılabılır(76)

Son yıllarda yapılan çalışmalarda aynı hasta üzerinde 5 mmlik kesit kalınlığında yapılan değerlendirmenin 10 mm lik kalınlıkta yapılan değerlendirmeye göre anormal apendiksi görüntüleme, apendikoliti göstermede ve periapendiküler inflamasyonu göstermede belirgin üstünlüğü gösterilmiştir(79)

Normal apendiks sağ alt kadranın ince kesit BT ile taranması sonucu % 67-100 oranında görüntülenebilir (46, 74-76, 79, 80). Normal apendiksin gösterilme oranı rektal kontrast madde kullanılan hastalarda daha yüksektir. Görülürse normal apendiks tübüler veya boru şeklinde tamamen kollabe veya lümeni sıvı, kontrast madde veya havayla dolu parsiyel kollabe şeklindedir. Duvar kalınlığı 1-2 mm civarındadır. Periapendiküler bölgede yağlı doku homojen görülmektedir. Akut apandisit tanısı BT' de, anormal apendiks veya kalsifiye apendikolitin periapendiküler yağ dokusundaki inflamasyonla birlikte görülmesiyle konur(68-71).

Anormal apendiksin görünümü hastalık sürecinin aşamasına ve şiddetine göre değişir. Semptomların başlamasından kısa süre sonra perfore olmayan apandisitli olgularda apandiks minimal sıvı ile dolu, tubuler yapıda 5-6 mm çapta, normal homojen mezenterik yağlı doku ile çevrili şekilde görülür. Akut apandisitinin yeni başlayan formu olan bu görünüm olguların yaklaşık %5"inde görülür. Fakat çoğu hastada transmural inflamasyonun

bulgusu olan artmış luminal distansiyon görülür ve inflame apendiks çapı 7-15 mm olarak ölçülür. Duvar kalınlık artışı hemen daima görülür ve en iyi İV kontrastlı tetkikle gösterilir. Duvar homojen kontrastlanır ve hedef işareti görülebilir. Periapendiküler inflamasyon akut apandisitli olguların çoğunda bulunur (76, 79) Mezenter yağlı dokunun kirlenmesi, lokal fasial kalınlaşma perfore olmayan apandisit bulguları olup mikroperfore olgularda da görülebilir. İV kontrastlı BT görüntüleme ile yapılan çalışmada akut apandisit tanısı için karakteristik bulgular tanımlanmıştır. Bu bulgular genişlemiş apendiks (çap 6mm) (sensitivitesi %93, spesifisitesi %92), apendiks duvarında kalınlaşma (sensitivitesi %66, spesifisitesi %96), periapendiküler yağda kirlenme (sensitivitesi %87, spesifisitesi %74), apendiks duvar kontrastlanması (sensitivitesi %75, spesifisitesi %85) dir (77). Ayrıca lümen çapı, duvar değişiklikleri ve çevre yağlı dokuda kirlenme apandisit açısından tanıda kullanılması önerilen en önemli üç bulgu olarak ifade edilmiştir (77).

Perfore apandisite periçekal flegmon veya abse formasyonu eşlik eder. İlişkili bulgular şunlardır; ekstraluminal hava, ileoçekal duvar kalınlık artışı, lokalize lenfadenopati ve ince barsak tıkanıklığıdır. Kontrastlı BT değerlendirme perforasyonlu olgularda fragmente apendiküler kalıntıları göstermede faydalıdır. Eğer anormal apendiks görülmezse perfore apandisit tanısı apendikolit, periapendiküler flegmon ya da abse varlığı ile konabilir. Bu açıdan yeni görüntüleme teknikleri çok yararlı olup ileoçekal BT'nin apendikoliti saptama oranı konvansiyonel BT'ye göre 2 kat fazladır (46, 70, 74-76)

Bilgisayarlı tomografinin gelişen teknoloji ile birlikte tetkik çekiminin kısa süreli ve kolay olması, operatör bağımlı olmaması, perfore apandisiti ve apendiksın anatomik olarak farklı lokalizasyonlarını değerlendirmede belirgin üstünlüğü, özellikle US açısından sınırlılık oluşturan barsak gazı ya da obezite durumlarından etkilenmemesi, multiplanar değerlendirilebilmesi ve akut apandisit ile klinik olarak benzer hastalıklarda ayırıcı tanı olanağı sağlaması avantajlarıdır. Gebelerde ve çocuk hasta gruplarında radyasyon nedeniyle kullanımının sınırlı olması, İV kontrast madde kullanımı dezavantajlarıdır

2.9.5. Manyetik rezonans görüntüleme

MRG yüksek maliyetli olması ve tetkik zamanının uzun olması, hasta hareketlerine duyarlı olması nedeniyle akut apandisit tanısında çok sık kullanılan bir tetkik değildir. Fakat son birkaç yılda hızlı sekansların kullanıma girmesiyle daha kısa tetkik süreleri ve daha az hareket artefaktıyla sonuçlanan görüntülemedeki teknolojik gelişmeler ile MRG daha fazla kullanılmaya başlanmıştır. MRG'nin en önemli avantajı iyonizan radyasyon oluşturmamasıdır. Radyasyonun oluşturabileceği kümülatif etki nedeniyle çocuklarda ve fetüs açısından kontrendikasyon oluşturmaması ve kontrast ajan kullanılmasını gerektirmemesi nedeniyle hamilelerde MRG incelemesi önemli bir avantajdır.

T2 ağırlıklı aksiyel ve koronal planda görüntüler akut apandisit ile ilişkili inflamasyonu göstermede en doğru sekans olup bu değişiklikleri parlak sinyalde göstermesi nedeniyle T1 ağırlıklı görüntülemeye göre üstündür.

Akut apandisit T2 ağırlıklı görüntülerde bulguları merkezinde belirgin hiperintens intraluminal sıvıyı, duvardaki ödemi gösteren hiperintens yuvarlak görünüm ve çevredeki inflamasyonun veya serbest sıvının neden olduğu hiperintens görünüm şeklindedir(81). İnflame apendiks görülmeden apendiks çevresinde sıvı koleksiyonları, flegmon, pericekeal inflamatuvar değişiklikler görülmesi halinde perfore apandisitten bahsedilebilir.

Yağ baskılı aksiyel sekanslar akut apandisitte inflamasyonun lokalizasyonunu ve serbest sıvı koleksiyonlarını saptamada diğer sekanslara göre daha üstün olup yağ baskısız T1 ve T2 ağırlıklı görüntülere göre uzaysal çözünürlüğü azdır.

Yakın bir zamanda yapılan çalışmada yağ baskılı gadolinyumlu kullanılarak yapılan kontrastlı görüntülemenin apandisit tanısında etkin olduğu bildirilmiştir. Kontrast tutan apendiks duvarı olmaması durumunda akut apandisit bulgusu yok olarak kabul edilir(81).

MRG'nin apandisit tanısındaki yeri sonografi ile karşılaştırıldığında obez hastalarda değerlendirmeye imkan tanınması, apendiks tütün uzunluğunu ile birlikte atipik yerleşimli apendiks gösterebilmesi -ki bu USG'de %10'dur- tanıda ve cerrahi (özellikle laparoskopik cerrahi) yol göstermesi açısından

önemlidir. Fakat sonografik olarak ve BT incelemede saptanabilen apendikolit MRG'de lümen içi gazdan ayırt edilmeyebilir(82).

MRG için hastanın hareketsiz durmasına gereksinim duyulması nedeniyle klostrofobik hastalarda yapılamaması, yüksek maliyetli olması ve normal apendiks ile apendikolitleri gösterememe olasılığı dezavantajlarını oluşturmaktadır.

2.10. Ayırıcı Tanı

Apandisit için ayırıcı tanı listesi oldukça uzundur. Akut karın ağrısıyla gelen bir hastada apandisit en önemli ayırıcı tanılardan birisidir. Genel olarak sağ alt kadranda lokalize veya oraya yönelen tüm inflamatuvar durumlarda apandisit ayırıcı tanıya girer. Bu yüzden hastanın yaşı ve cinsiyetine göre farklı tedavi seçeneklerinin düşünülmesi gerekir.

En sık yapılan hata, bir başka patolojiyi bulmak için preoperatif ön tanı olarak akut apandisit tanısı konulmasıdır; daha az sıklıkla ise başka bir tanı sonrası yapılan operasyonda akut apandisit bulunur. Preoperatif yanlış tanıların yaklaşık %75' ini; akut mezenterik lenfadenit, organik patolojik durum olmayışı, akut pelvik inflamatuvar hastalık, over kist torsiyonu, graf follikülü rüptürü ve akut gastroenteritler oluşturmaktadır(15). Belirli hasta gruplarında bazı tanılar daha muhtemeldir. Örneğin anamnezi ve fizik muayenesi uyum gösteren genç bir erkek hastada akut apandisit en sık sağ alt kadranda ağrısı nedenidir. Meckel divertiküliti benzer belirtilere neden olmakla birlikte nispeten nadir görülür(83). Gastroenterit, apandisite göre belirgin bir şekilde daha fazla olup, karın ağrısından önce bulantı ve kusmanın başlaması veya ishalin en önemli belirtisi olması halinde ilk düşünülecek tanı olmalıdır. Terminal ileumu tutan Crohn hastalığı, başlangıç dönemlerinde apandisite benzer semptomlar gösterebilir, fakat ayrıntılı bir anamnezle hastalığın ateş, kilo kaybı ve subakut ağrı gibi semptomlarla birliktelik gösterdiği saptanabilir.

Orta ve ileri yaş grubunda, peptik veya duodenal ülser, kolesistit ve pankreatit gibi patolojiler göz önünde bulunmuştur olmalıdır. Ayrıca çekal divertikülit de patogenezi ve kliniği açısından akut apandisite oldukça benzerdir. Maligniteler, çekal bir karsinomun perforasyonu veya kitlenin

apandiks lümenini tıkayarak apandisite yol açması gibi nedenler de sağ alt kadranda ağrısı oluşturabilirler.

Apandisit için yanlış tanı oranı en çok doğurganlık çağındaki kadınlarda ortaya çıkar. Jinekolojik problemler yanlışlıkla apandisit olarak algılanır ve genç kadınlardaki yanlış apendektomi oranı %15-40 arasındadır. Salpenjit özellikle apandisite benzer bir tabloyla ortaya çıkar. Salpenjitli hastaların şikayetleri daha uzun süredir mevcuttur ve serviks hareketleriyle ortaya çıkan ağrı tanıyı destekler. Rüptüre ovarian folikül alt kadranda lokalize karın ağrısına sebep olur. Siklus ortasında ortaya çıkması, diğer sistem bulgu ve belirtilerinin olmaması, tekrarlayıcı olması over folikül rüptürü tanısını destekler. Mensle ilişkili olarak ortaya çıkan semptomlar, özellikle diğer sistem belirtileri ve bulguları yoksa endometriozisi düşündürür. Rüptüre ektopik gebelik de akut apandisit ayırıcı tanısında yer alır. Kanamayla uyumlu hemodinamik değişiklikler, pelvik muayenede ağrılı kitle, pozitif gebelik testi bu tanıyı destekler.

2.11. Akut Apandisit Tedavisi

Nonoperatif veya cerrahi tedavi yapılır.

2.11.1. Nonoperatif Tedavi

Preoperatif antibiyotik kullanımındaki gelişmeler sonucunda bazı araştırmacılar apandisite bağlı peritonitin apendektomi yapılmadan önce antibiyoterapi ile düzeldiğini bildirmişlerdir(84, 85). Coldrey 1956'da 471 hastadan oluşan yayınında parenteral antibiyotik tedavisi uygulamış ve apendektomi gerektiren rekkürens oranını %20, interval apendektomi oranını % 16 olarak belirtmiştir(86). Günümüzde ise nonoperatif tedavi daha çok perfore olup, periapendiküler apse gelişen olgularda perkütan drenaj ile uygulanmaktadır. Birçok yayın medikal tedavinin cerrahi tedavi kadar etkili olduğunu ancak rekürens oranlarının yüksek olduğu ve medikal tedavinin cerrahi tedavinin yüksek risk içerdiği olgularda yapılmasının uygun olduğunu vurgulamaktadır (84, 85, 87).

2.11.2. Cerrahi Tedavi

Akut apandisitinin cerrahi tedavisi apendektomidir. Akut, gangrenöz ve perforate apandisit olgularında apendektomi yapılmalıdır. Plastron gelişmiş olgularda apendektomi hemen yapılmayarak ertelenir (interval apendektomi). Apendektomi günümüzde hem konvansiyonel hem de laparoskopik tekniklerle uygulanabilir. İntravenöz antibiyotikler intraabdominal apse varlığında preoperatif başlanmalıdır (88, 89)

2.12. Dual-Enerji BT

Bir soğurucu içerisinde geçen X-ışınlarına ait fotonların enerji spektrumları, element yapıları hakkında bilgi içerir. Bu nedenle doku karakterizasyonu, ışın soğurma özelliklerinin ölçülmesi veya ayırt edilebilir olmasıyla mümkün hale gelebilir. Dual-enerji bilgisayarlı tomografi (DEBT); fotoelektrik ve Compton etkilerini analiz ederek, maddesel farklılaşma sağlayan iki farklı X-ışını spektrumu kullanır. Bu şekilde elementsel dansiteler, üç materyalli ayırıştırma algoritmaları kullanılarak tespit edilir. Klinik uygulamalarda kullanılan DEBT ile karşılaştırıldığında, yakın zamanda geliştirilmiş olan enerji duyarlı foton sayma detektörleri, birden çok enerji seviyesinde ve dar enerji bantları içerisinde atenüasyon eğrileri oluşturur. Bu nedenle DEBT görüntüleme tekniği sayesinde artan ölçüm hassasiyeti ile eş zamanlı olarak bir madde içinde birden fazla materyal tespit edebilir. Materyal dağılımı üzerindeki bu özel veri morfolojik bilgisayarlı tomografinin ötesinde, fonksiyonel görüntüleme imkanı da sağlar. Çok enerjili bilgisayarlı tomografi, materyale uygun görüntülerin elde edilebilmesi için doku farklılıkları ve sınıflandırmalarına ait spektral verilerin kullanılması anlamına gelir(90).

Her maddenin bir atenüasyon eğrisi vardır, bu sebeple X-ışını fotonlarının atenüasyonları enerjilerine bağlıdır, DEBT tekniği atenüasyon farklılıklarından yararlanır.

DEBT'de materyaller iki farklı X-ışını spektrumuna maruz bırakılırlar ya da iki farklı enerji aralığını kullanan dedektör kombinasyonları kullanılır. Materyal farklılaşması ve elementsel dekompozisyon iki farklı X-ışını spektrumu kullanılarak mümkün hale gelir. Dual-enerji bilgi analizi tekniği ile

dokuların iki farklı enerjide X-ışınımına verdiği tepkiye ait bilgi elde edilir. Bu tekniğin dezavantajı, benzer zayıflama eğrilerine sahip materyallerin bu teknik kullanılarak ayırt edilememesidir. DEBT tekniğine ek olarak, çok enerjili bilgisayarlı tomografi, yüksek atom numaralı (Z), birden fazla elementin spektral ayrışımını sağlar.

DEBT ile; iki farklı tüp potansiyeli kullanılarak elde olunan iki farklı X-ışını spektrumundan, iki ayrı veri seti elde edilir. İki 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 kVp kullanılır. İyot, kalsiyum, xenon gibi güçlü fotoelektrik etki sağlayan maddeler DEBT görüntüleme için uygun kontrast özelliği taşır. Bunlardan düşük kVp'da ışın absorpsiyonu en iyi gösterilen materyal iyottur. DEBT ile elde olunan farklı x-ışını spektrumları görüntülerinde iyot miktarı ölçülebilir (91).

DEBT 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 (92). Materyal ölçümüyle iyot içeren kontrast görüntüden çıkarılarak, sanal-kontrastsız görüntüler oluşturulur. Bu yolla standart protokollerdeki kontrastsız görüntünün alınmasına gerek kalmaz ve hastaya uygulanan radyasyon dozu azaltılabilir. Bu tür görüntüleme stratejileri hem radyasyon miktarını azaltarak hem de görüntüdeki kontrastı (80kVp görüntüler kullanılarak) arttırarak, damar, karaciğer veya böbrek görüntülemeye kullanılabilir. Bu şekilde sanal kontrastsız ve iyot haritası görüntüleri elde edilir. 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(93). Genelde vücut ve nöroloji uygulamalarında iyot görüntüden atılarak kontrastsız sanal görüntüler elde edilebilir.

Nöroradyolojik uygulamalarda, karotis ve beyin anjiyografilerinde kemik ve kalsiyumun uzaklaştırılması mümkündür (92). Toraks uygulamaları arasında pulmoner tromboemboli ve başka göğüs hastalıkları bulunan hastalarda akciğer perfüzyonunun görüntülenmesi, ksenon ventilasyon-perfüzyon görüntülemesi ve soliter nodül karakterizasyonu sayılabilir(94).

Kardiyak uygulamalar kardiyak perfüzyon, canlılık ve kardiyak demirin saptanmasını sağlayabilir (95). Vasküler sistemde arterlerden kalsifik plakların atılması, kemiklerin çıkarılması ve aortik stent greftin değerlendirilmesi gerçekleştirilebilir (96).

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) ile böbrek kisti ve kitlelerinin kontrastlanma özelliklerinin ortaya konmasını sağlayabilir (97).

Kas-iskelet sisteminde gut ile psödogutun ayırt edilmesi ve metal artefaktların azaltılması amacıyla kullanılabilir (98).

Vücut kitle indeksi yüksek olan hastalarda gürültü ve radyasyon dozu nedeniyle dual-enerji kullanımı sınırlıdır (99). İteratif rekonstrüksiyon tekniklerinin son zamanlarda kullanıma girmesi DEBT uygulamalarının yaygınlaşmasına neden olabilir.

Günümüzde ise DEBT tekniği kullanılarak birkaç saniye içinde tüm vücut taranabilmekte ve solunum artefaktlarına bağlı çakışmama artefaktlarının önüne geçilebilmektedir. Günümüzde üç farklı BT cihazı (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 kesitli BT -Discovery 750 HD, GE Healthcare; Milwaukee, Wisconsin, ABD) ile tek bir nefes tutma süresinde neredeyse eş zamanlı dual-enerji verilerinin elde edilmesi mümkündür. Siemens tarafından geliştirilen ilk ikili sistemde, iki tüp (tüp A ve B) ile farklı kVp değerleri (80 ve 140 kVp) kullanılmakta, 64-kesitli BT cihazında ise 0.5 milisaniyeden kısa sürede 80 kVp tüp ışınımı 140 kVp ile yer değiştirmektedir. 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 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 görüntü 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.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Hasta popülasyonu

Bu çalışmada Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Acil Tıp Anabilim Dalı Erişkin Acil Servisi'ne Ocak-Eylül 2016 tarihlerinde karın ağrısı şikayeti ile ayaktan başvuran hastalar, acil servis doktorları tarafından değerlendirilmiştir. Fizik muayene ve laboratuvar verileri sonrası akut apandisit ön tanısı ile BT istenen 210 hastanın tetkikleri Dual BT ile gerçekleştirilmiştir. Hastaların aydınlatılmış onamları alınıp hastalar bilgilendirilmiştir. Çalışmaya katılmak istemeyen hastaların çekimleri ise Erişkin Acil Servis Radyoloji Birimini'nde gerçekleştirilmiştir. Çalışma için etik kurul onayı alınmıştır.

3.2. Kontrol grubu

Ocak-Eylül 2016 tarihinde karın ağrısı nedeniyle Erişkin Acil Servisi'ne ya da diğer polikliniklere başvuran 210 hastanın aydınlatılmış onamları alındıktan sonra elde olunan dual BT çekimleri incelenerek, normal apendiks görünümüne sahip hastaların tetkikleri kontrol grubu olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Aşağıda belirtilen kriterlere sahip hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir:

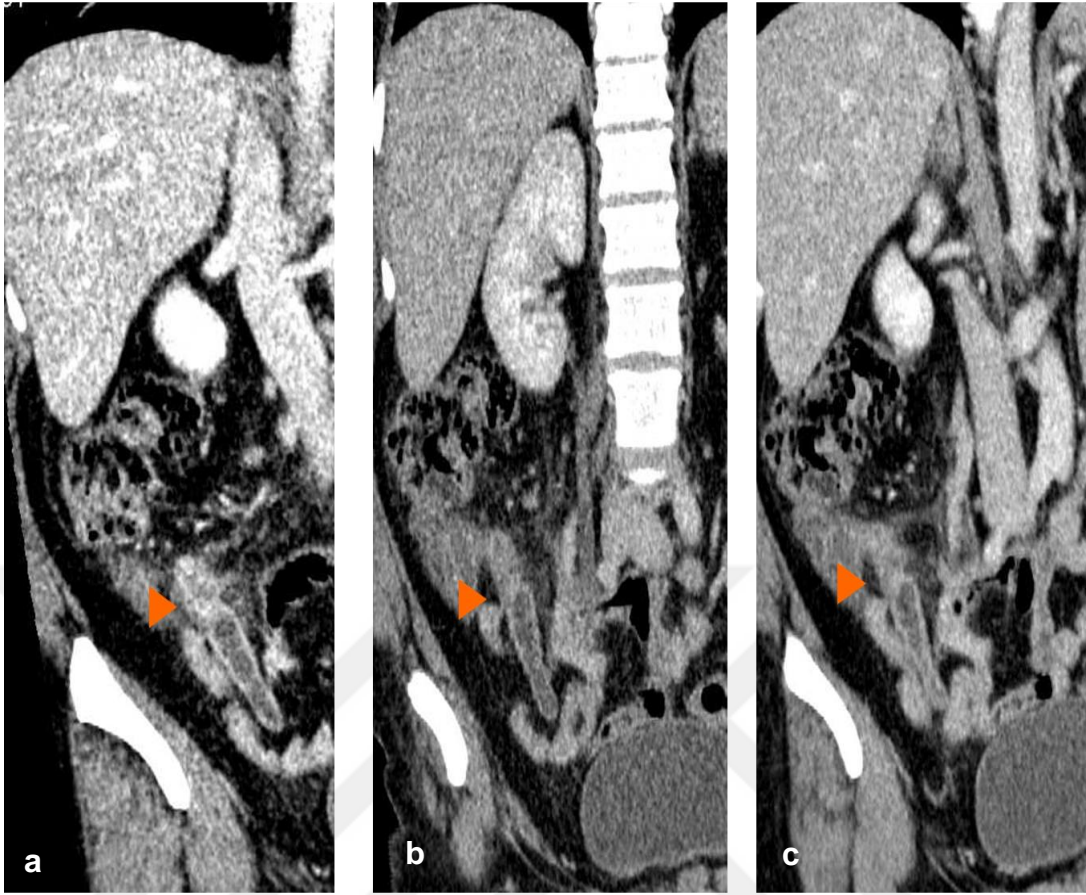
1. Her iki grupta çalışmaya katılmak istemeyen hastaların çekimleri klinik endikasyon nedeniyle standart protokolle gerçekleştirilmiş olup tetkikleri çalışmaya dahil edilmemiştir.
2. Her iki grupta yüksek vücut kitle indeksine sahip hastalar (BMI > 35), düşük sinyal/gürültü oranından dolayı çalışmaya dahil edilmemiş olup tetkikleri standart protokolle gerçekleştirilmiştir.
3. Her iki grupta GFR<60mL/dk/1.73m² olan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.
4. Her iki grupta IV kontrast maddenin vasküler yatakta dolaşımını etkileyebilecek altta yatan şok, hipotansiyon, kalp yetmezliği, asit vb. hastalığı olan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.
5. Kontrol grubunda apendiks dansitesine dolaylı olarak etki edebileceği düşünülen pelvik inflamatuvar hastalık, inflamatuvar

barsak hastalığı, belirgin pelvik sıvı ya da asit, sağ alt kadranda diğer nedenlerden dolayı inflamatuvar değişikliklerin saptanmışlığı hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

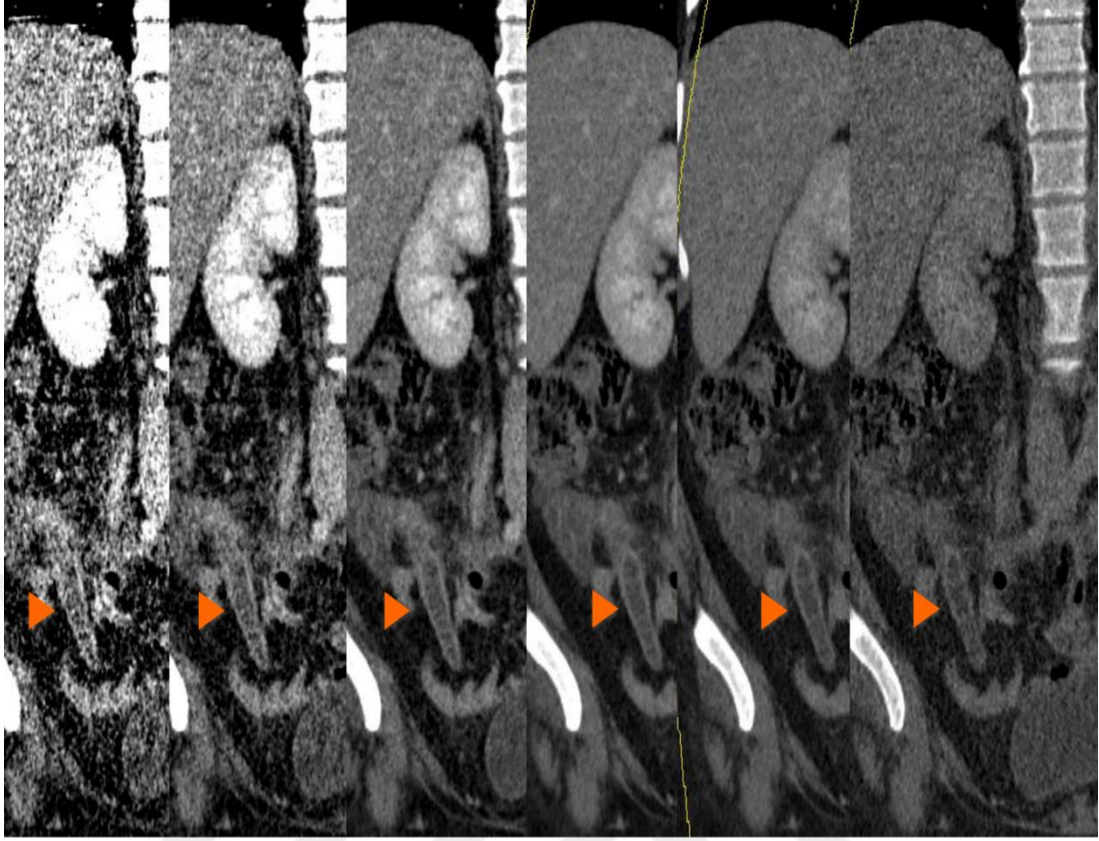
3.3. Abdomen BT görüntüleme protokolü

Hastaların çekimleri dual enerji yöntemiyle 64 kesitli, çift tüplü ÇKBT (Siemens SOMATOM Definition 64, Forchheim Almanya) cihazı kullanılarak aşağıdaki teknik parametrelerle gerçekleştirilmiştir: Tüp potansiyeli; A ve B tüpü için sırasıyla 140/80kVp, tüp akımı; otomatik akım modülasyonu (CAREdose 4D), gantri rotasyon zamanı; 500ms, detektör konfigürasyonu 14x1.2mm, A ve B tüpü için sırasıyla FOV değerleri; 50/26cm, pitch; 0.9. BT tetkiklerinde pozitif oral kontrast madde kullanılmamıştır. Noniyonik iyotlu kontrast madde (300mg/100mL) antekübital venden 1.5mL/kg ve 3mL/sn hızla verilmiştir. Abdominal aortaya konulan *region of interest* (ROI)'in 100 HU değerine ulaşmasının ardından 60 sn gecikme ile venöz fazda tüm abdomen taranmıştır.

DEBT ile 80kVp ve 140kVp potansiyellerinde elde olunan 1mm ve 5mm kesit kalınlığında aksiyal görüntüler B30f filtresinde Siemens Leonardo iş istasyonuna gönderilmiştir (Şekil 3.1) Bu görüntülerden, iyot haritası, sanal kontrastsız (VNC) görüntüler ve mixed görüntüler elde edilmiştir. Ayrıca 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 ve 190 keV değerlerinde sanal monokromatik görüntüler oluşturulmuştur (Şekil 3.2 ve 3.3). Çekimlerdeki radyasyon dozunu tahmin etmek için DLP değerleri kaydedildi.



Şekil 3.1. Akut apandisit olgusunda 80kVp (a), 140kVp (b) ve her iki görüntünün birleştirilmesi ile elde olunan füzyon görüntüde (c) apendiksteki inflamasyona sekonder kontrastlanma artışı (okbaşı) en iyi 80 kVp görüntüde izlenmektedir. Bu bulgunun nedeni iyotun atenuasyonunun maksimuma ulaştığı k kenar enerjisinin 80 kVp'a yakın olmasıdır.



40 keV

50 keV

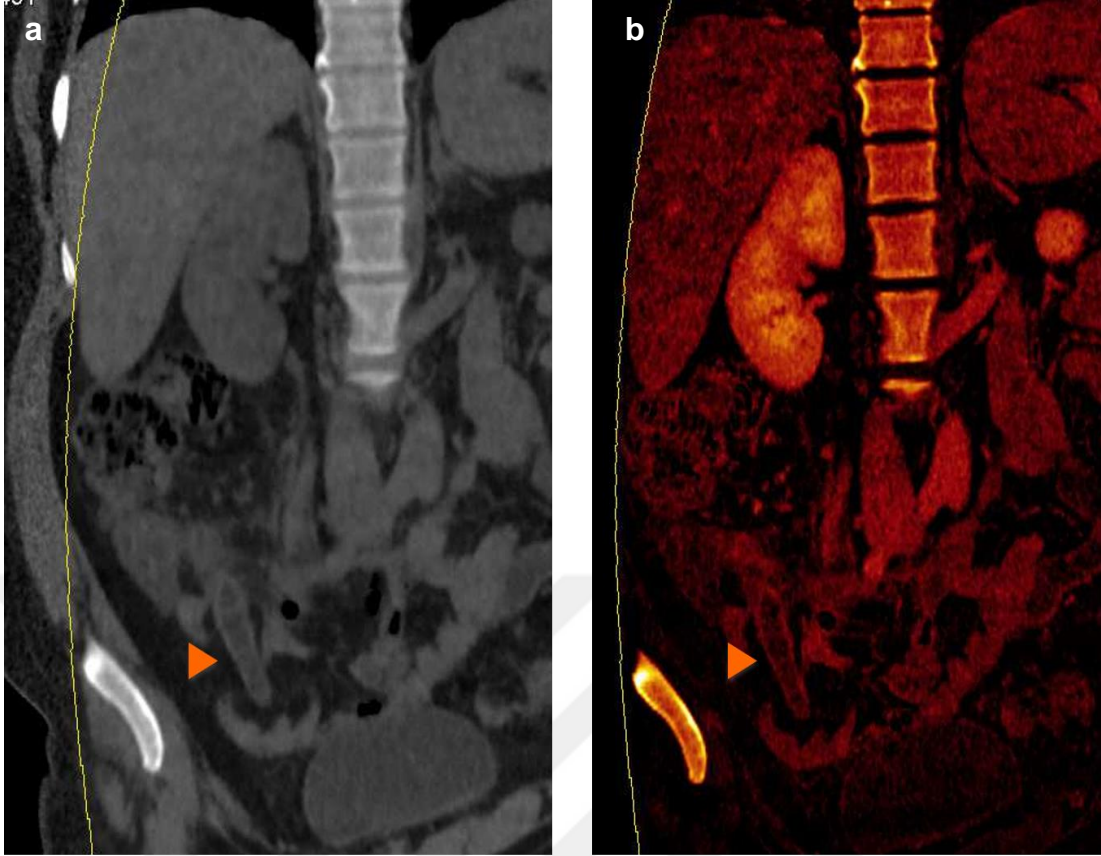
60 keV

70 keV

80 keV

90 keV

Şekil 3.2. Akut apandisit olgusunda DEBT'nin sunduğu geniş ışın potansiyeli spektrumu sayesinde yukarıda belirtilen farklı keV değerlerinde sanal monokromatik görüntüler oluşturulmuştur. Bu görüntülerde düşük keV değerlerinde gürültü sinyalinin fazla olduğu görülmektedir. Apendiks inflamasyonu en iyi 70 ve 80 keV değerlerinde gösterilebilmektedir.



Şekil 3.3. a. Akut apandisit olgusunda koronal planda sanal kontrastsız BT görüntüsü ek çekime gerek kalmadan elde olunabilmekte ve bu yolla radyasyon dozunun düşürülmesi sağlanmaktadır. İnflame apendiksın çapı artmıştır (okbaşı). **b.** Koronal planda elde olunan iyot haritası görüntüsünde apendiks duvarındaki inflamasyon artmış iyot tutulumuna sekonder sinyal artışı (okbaşı) şeklinde izlenmektedir.

3.4. BT Görüntülerinin Analizi

Hasta ve kontrol grubu BT tetkikleri LEONARDO çalışma istasyonunda, Siemens Syngo CT Dual-Energy uygulamasıyla değerlendirilmiştir.

Apendiksın gerçek aksiyel kesitlerinin oluşturulması amacıyla, eksen çizgileri organın uzun aksına iki ortogonal planda paralel olacak şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 3.4). Tüm ölçümler apendiksın gerçek aksiyel görüntüleri üzerinden freehand ROI çizilerek yapılmıştır (Şekil 3.5 ve 3.6). Ölçümlerin hepsi 4. yıl radyoloji asistanı tarafından uygulanmıştır. Apendiksın maksimum çapı, maksimum alanı, periapendisiyel inflamasyon, serbest sıvı, komşu

barsak duvarında kalınlaşma ve lenf nodu varlığı kaydedilmiştir. Apendiksin dansite ölçümü, lüminal içeriğin dansiteye katkısını asgari düzeyde tutmak için, lümenin en kollabe olduğu yerden yapılmıştır. Bu düzeydeki çap ve alan ayrıca kaydedilmiştir.

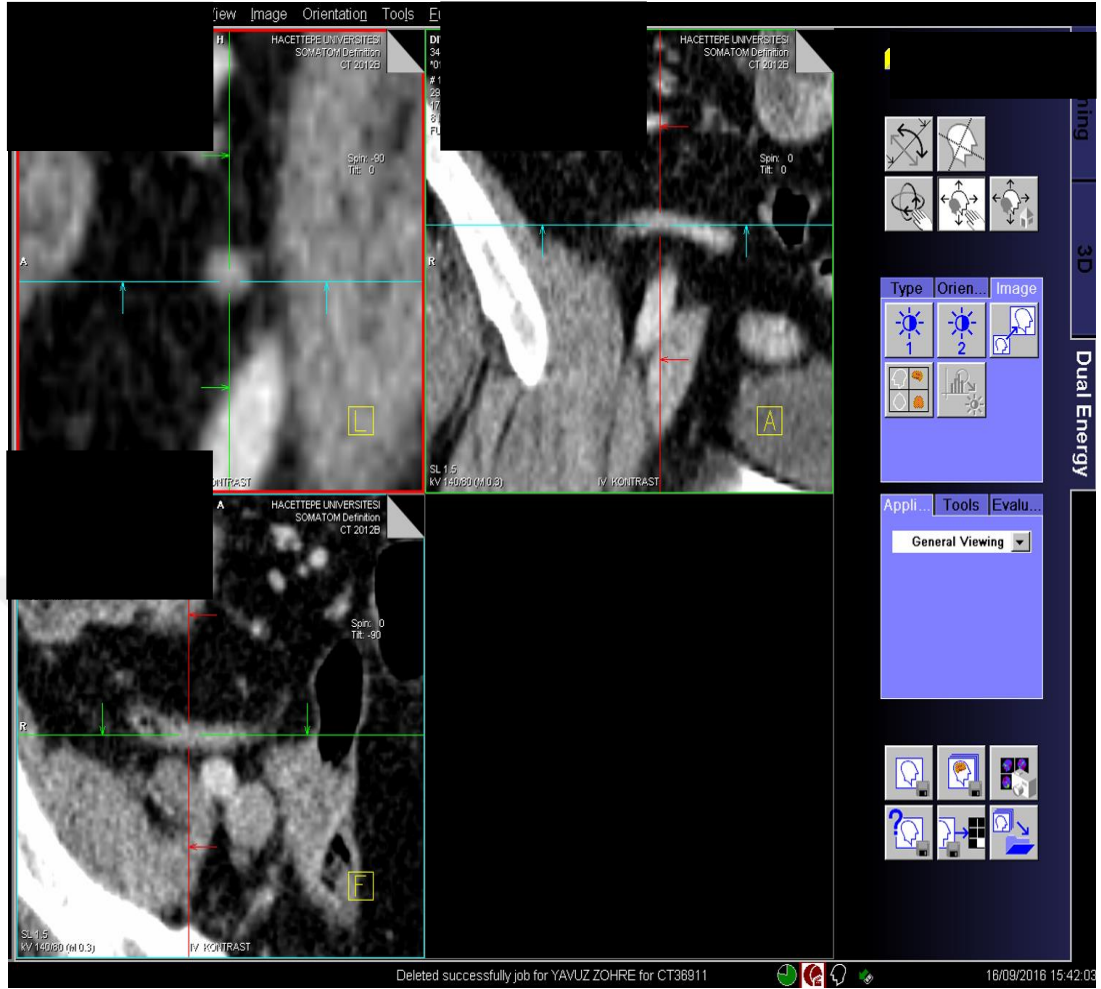
80 ve 140 kVp görüntülerde apendiks dansitesi ölçülmüştür. Ardından iyot haritası, sanal kontrastsız ve mixed görüntüler elde edilerek apendiks dansitesi ölçülmüştür (Şekil 3.5-7). Son olarak 40 ile 100 keV arası her 10 değerinde bir ve 190 keV enerji düzeylerinde sanal monokromatik görüntüler oluşturularak apendiks dansitesi ölçülmüştür (Şekil 3.8).

3.5. İstatistiksel Değerlendirme

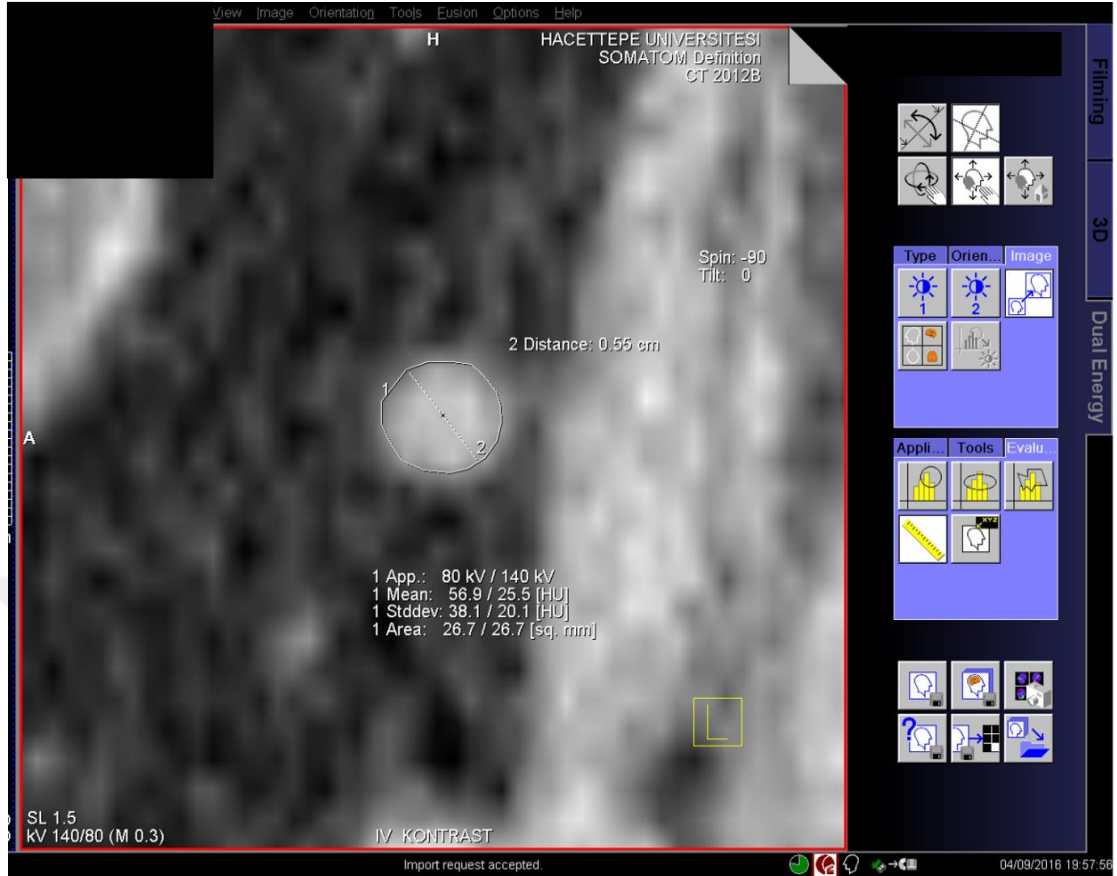
Tüm istatistiksel analizler Windows için SPSS 23.0 (SPSS, Chicago, Illinois) istatistik program paketi ile gerçekleştirilmiştir.

Sürekli değişkenler için veri, ortalama +/- standart deviasyon şeklinde, kategorik değişkenler için ise veri, frekans ve yüzde olarak ifade edilmiştir. Verilerin normallik testi olarak Shapiro-Wilk testi kullanıldı. Farklı hasta gruplarının apendiks dansiteleri arasında istatistiksel anlamlı fark olup olmadığını değerlendirmek için, normal dağılım gösteren sayısal verilerde Student t-testi, normal dağılım göstermeyenlerde ise Mann-Whitney U testi uygulanmıştır. Kategorik değişkenler içinse ki-kare testi yapılmıştır.

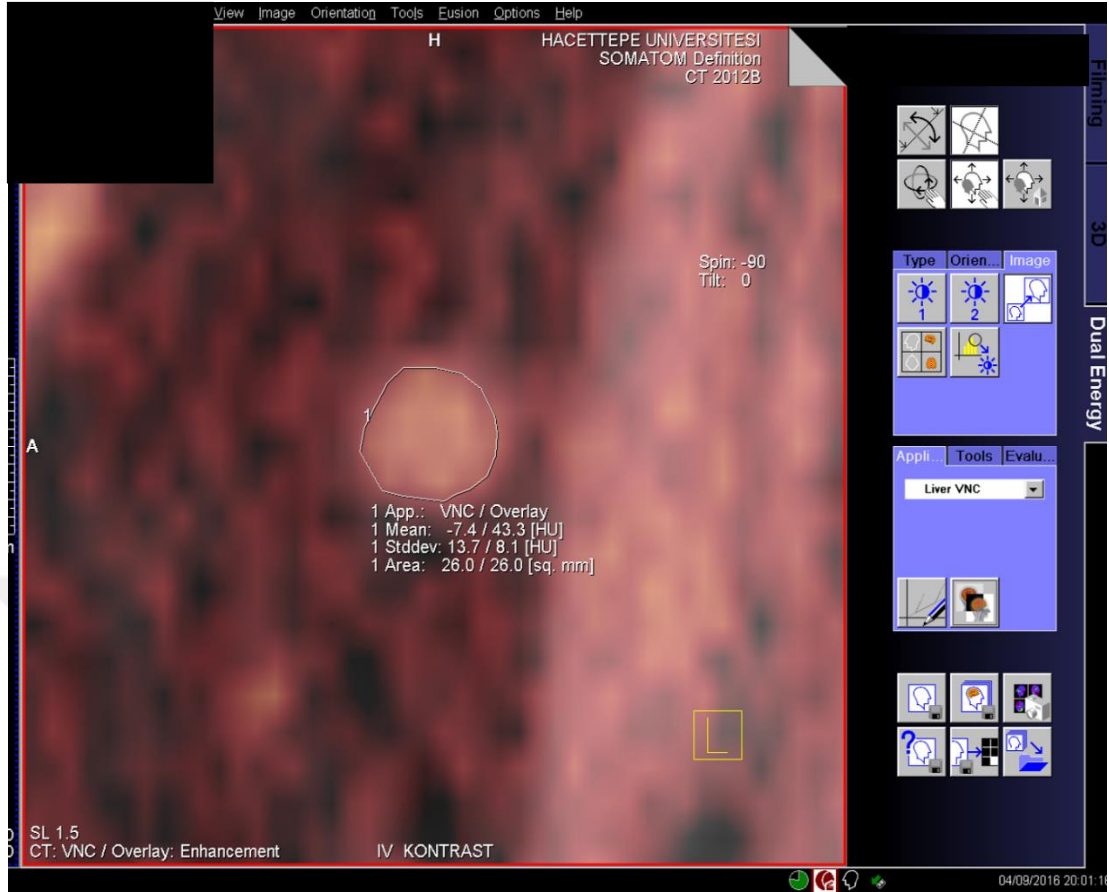
Apandisit tanısında kullanılan farklı değişkenlerin tanı koyma gücünün belirlenmesi amacıyla ROC analizleri yapıp eğri altında kalan alanlar hesaplanmıştır. Yine bu parametrelerin etki gücünü belirlemesi amacıyla Cohen-d analizleri yapılmıştır. p değeri 0.05'ten küçük olduğunda fark istatistiksel olarak anlamlı olarak kabul edilmiştir.



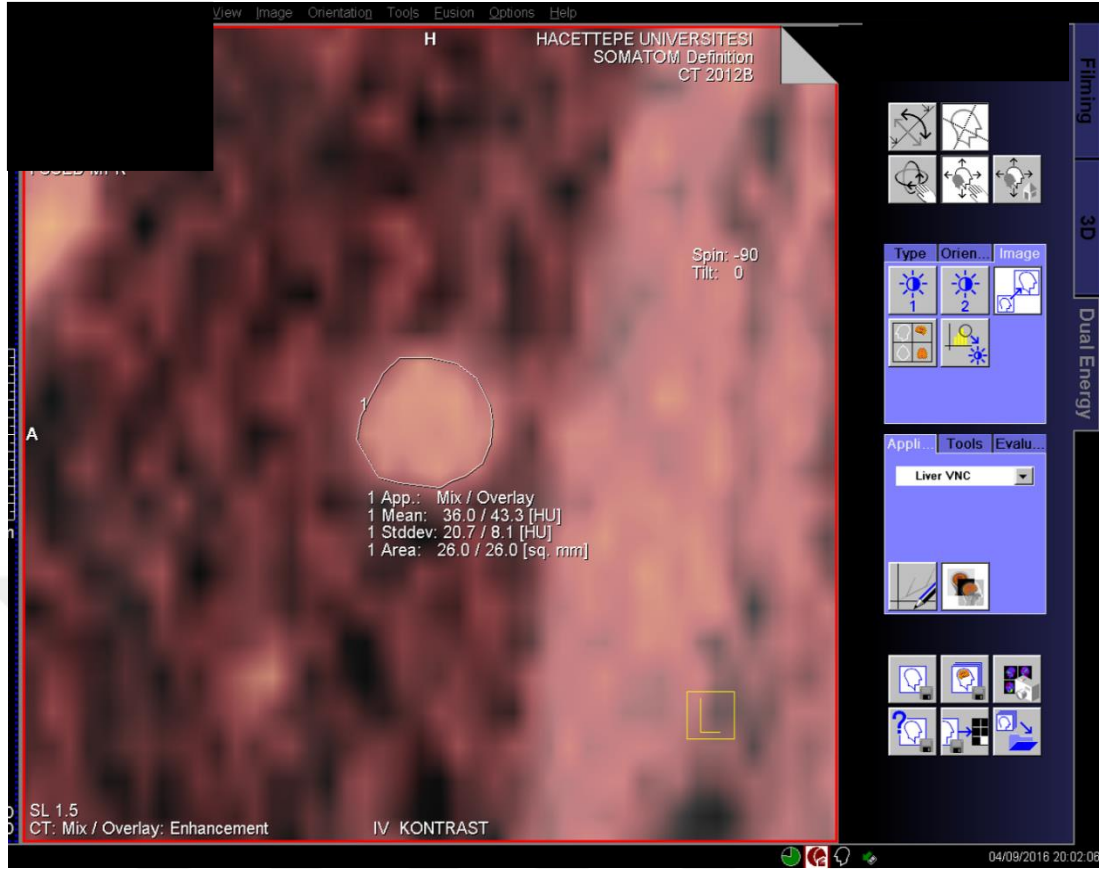
Şekil 3.4. DEBT görüntülerinde iki ortogonal planda klavuz çizgilerin, apendiks uzun eksenine paralel hizalanmasıyla sol üst kadranda apendiksın gerçek aksiyel kesiti oluşturulmuştur.



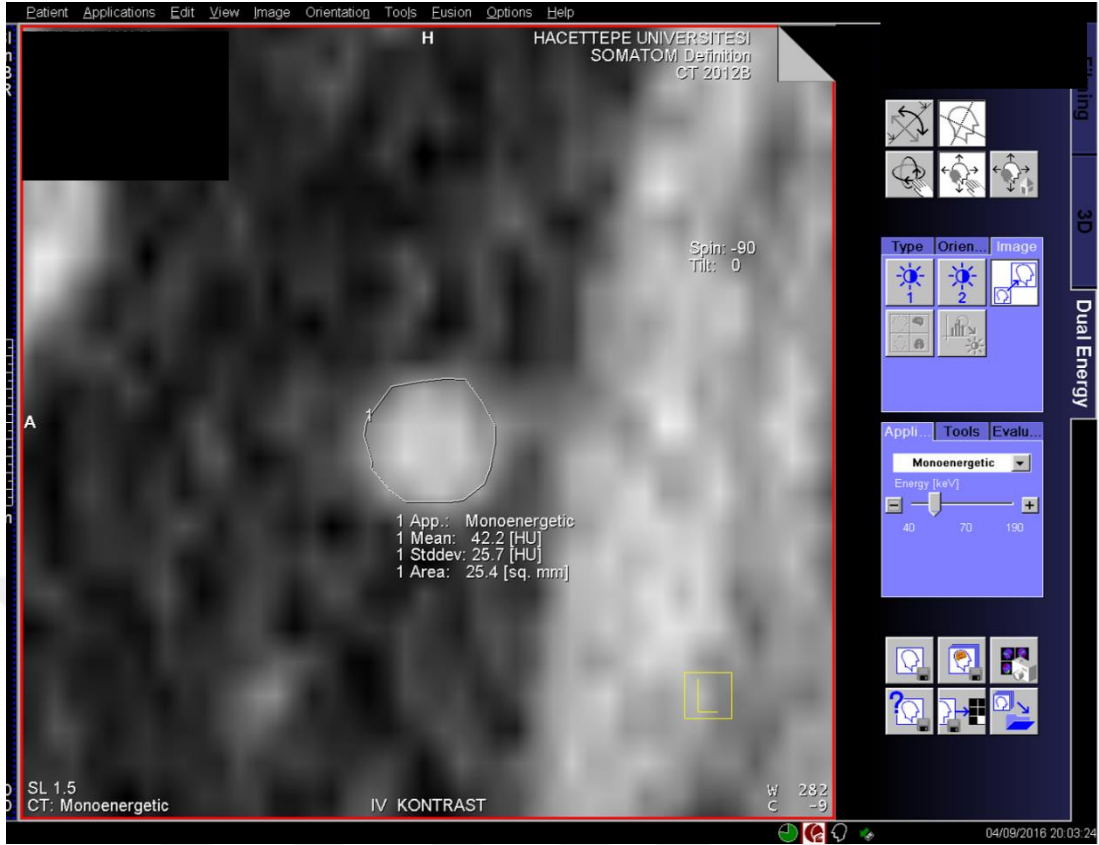
Şekil 3.5. Apendiksin gerçek aksiyel görüntüsü üzerinden çap, alan, 80 ve 140 kVp değerlerindeki dansite ölçümü yapılmıştır.



Şekil 3.6. DEBT' de apendiksin gerçek aksiyel görüntüsü üzerinden sanal kontrastsız ve iyot dansitesi ölçümü yapılmıştır.



Şekil 3.7. Apendiksin gerçek aksiyel görüntüsü üzerinden su ve iyot dansitenin toplamı olan mix dansite ölçümü yapılmıştır.



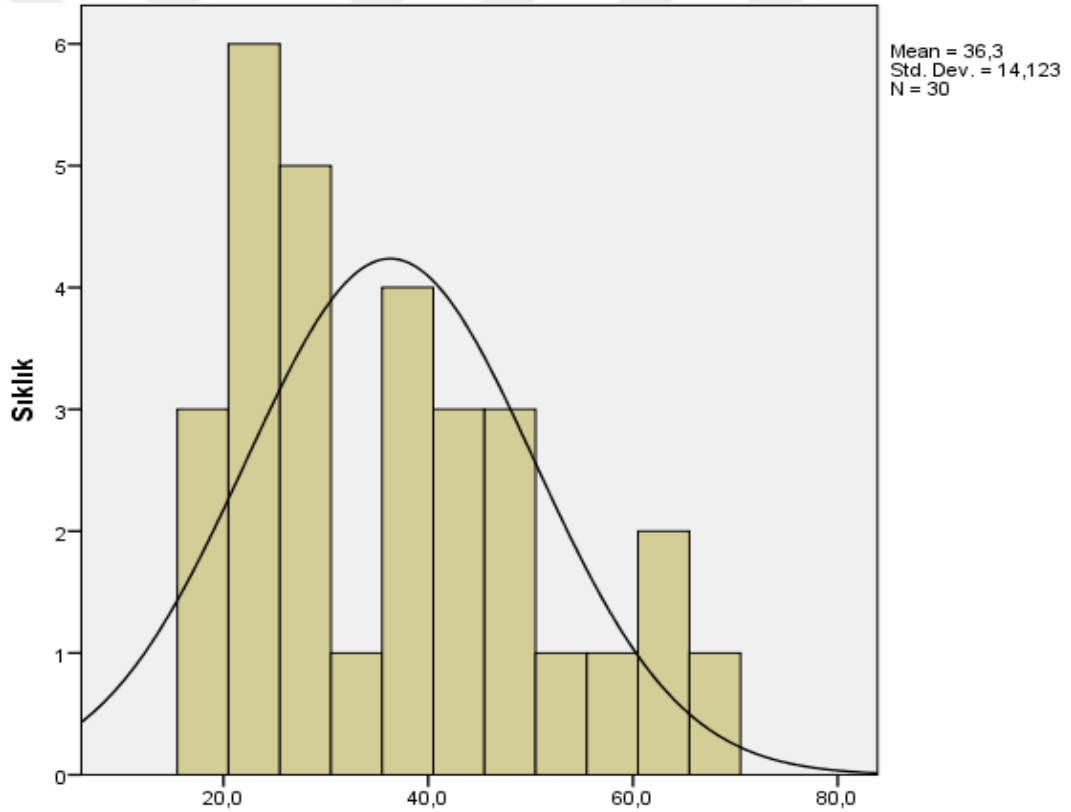
Şekil 3.8. DEBT' de apendiksin gerçek aksiyel görüntüsü üzerinden oluşturulan sanal monokromatik görüntülerde, örnek olarak 70keV değerindeki dansitesinin ölçümü gösterilmektedir.

4. BULGULAR

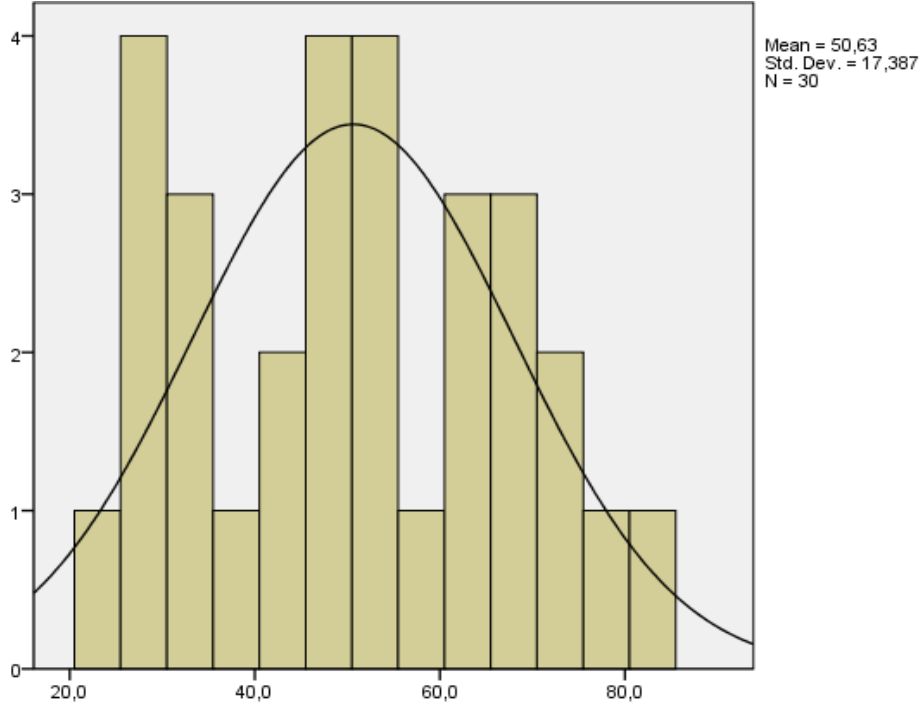
4.1. Sosyodemografik özelliklerin analizi

Çalışmaya ardışık 30 akut apandisit hastası ve akut apandisit olmayan 30 kontrol hastası dahil edilmiştir. Akut apandisit grubunda yer alan hasta grubunun %40'ı erkek (n=12), %60'ı kadındır (n=18). Kadın/erkek oranı 1.5 bulunmuştur. Hasta grubu yaş dağılımı normal dağılım göstermemektedir (Tablo 4.1). Ortanca yaş 35.5 olup çeyreklerarası aralık 22.3'tür. Minimum yaş 18, maksimum yaş ise 66'dır. Hastaların %75'i, 18-45 yaş grubuna dahildir.

Tablo 4.1. Hasta grubunun yaş dağılımı histogramı.



Kontrol grubunun %40'ı erkek (n=12), %60'ı kadındır (n=18). Kadın/erkek oranı 1.5 bulunmuştur. Kontrol grubunun yaş ortalaması 50.6 ± 17.3 , minimum yaş 23, maksimum yaş 85 bulunmuştur. Kontrol grubunun yaş dağılımı normal dağılım göstermektedir ($p > 0.05$). Hastaların yaklaşık %75'i, 33-65 yaş grubuna dahildi.

Tablo 4.2. Kontrol grubunun yaş dağılımı histogramı.

Her iki grubun yaş ortalamaları karşılaştırıldığında fark anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Gruplar arası cinsiyet karşılaştırıldığında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p = 1$) (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Akut apandisit ve kontrol grubunda yer alan hastaların cinsiyetlerine göre dağılımı.

			Grup		Toplam
			Normal	Apandisit	
CİNSİYET	E	Sayı	12	12	24
		Yüzde	40.0%	40.0%	40.0%
	K	Sayı	18	18	36
		Yüzde	60.0%	60.0%	60.0%
Toplam		Sayı	30	30	60
		Yüzde	100.0%	100.0%	100.0%

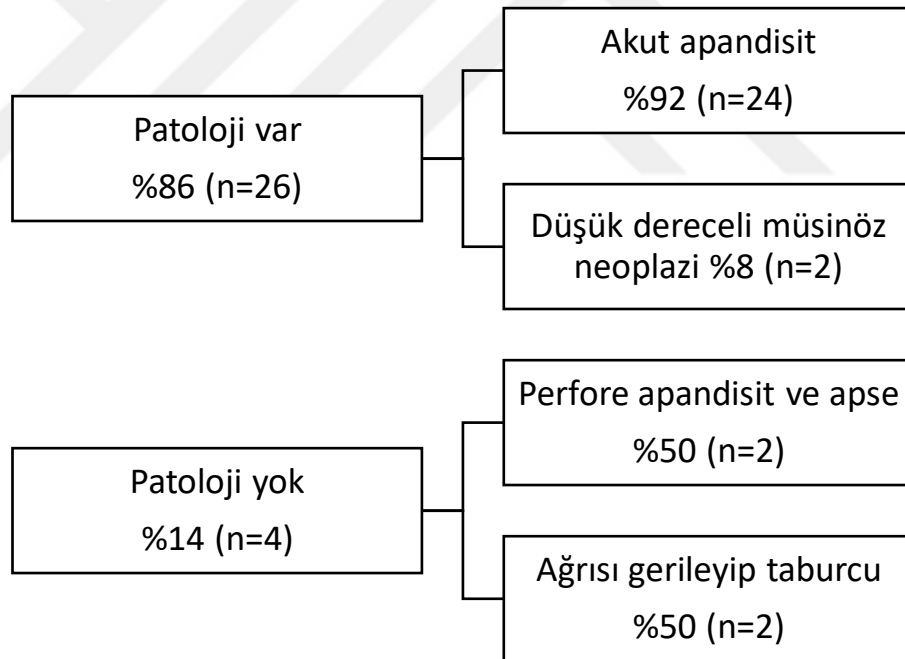
4.2. Histopatolojik incelemelerin analizi

Hasta grubunun %86'sının (n=26) patoloji raporu mevcuttur. Kalan %14 (n=4) hastanın %50'si (n=2) perforate apandisit ve apse tanısı aldığından, girişimsel radyoloji tarafından apse drenajı sonrası medikal olarak tedavi edilmiştir. Diğer %50 (n=2) hasta ise ağrısının gerilemesi üzerine taburcu edilmiştir.

Patoloji raporu mevcut olan 24 hastanın %92'sinde (n=22) BT bulguları akut apandisit olarak raporlanmıştır. Hastaların %8'inde ise (n=2) düşük dereceli müsinöz neoplazi tespit edilmiştir.

Düşük dereceli müsinöz neoplazi (n=2) ve perforate apandisit (n=2) saptanan hastalar, akut apandisit radyolojik kriterlerini taşıdıkları için çalışmaya dahil edilmiştir.

Tablo 4.4. Histopatolojik incelemeler



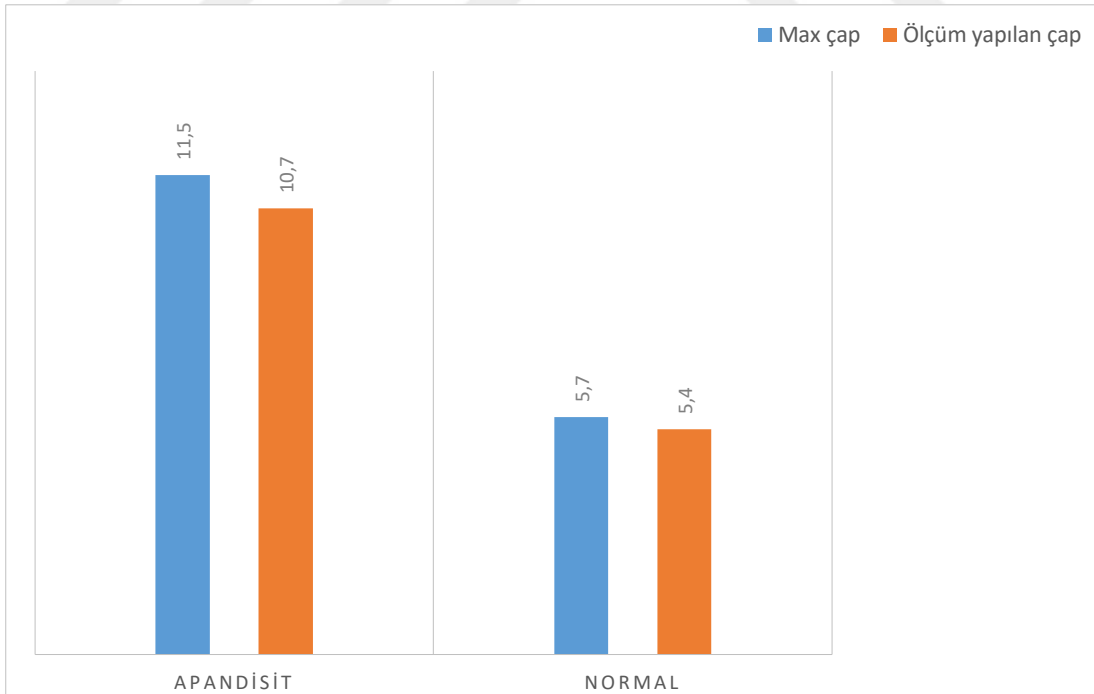
4.3. Maksimum çap ölçümünün analizi

Hasta grubunda ortalama apendiks çapı 11.5 ± 2.3 mm, minimum çap 7.5 mm, maksimum çap 16.8 mm olarak saptanmıştır. Kontrol grubunda ortalama apendiks çapı 5.7 ± 0.5 mm, minimum çap 4.6 mm, maksimum çap 6.8 mm olarak saptanmıştır. İki grup arasındaki apendiks çapı ortalaması istatistiksel

olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$). Dansite ölçümünün yapıldığı düzeyde hasta grubunda ortalama apendiks çapı 10.7 ± 2.7 mm, minimum çap 7.1 mm, maksimum çap 15.3 mm olarak saptanmıştır. Dansite ölçümünün yapıldığı düzeyde kontrol grubunda ortalama apendiks çapı 5.4 ± 0.6 mm, minimum çap 4.3 mm, maksimum çap 6.5 mm olarak saptanmıştır. İki grup arasındaki ölçüm yapılan apendiks çapı ortalaması da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$).

Tablo 4.5. Hasta ve kontrol grubunda apendiks çapları.

	Grup		p değeri
	Normal	Apendisit	
Maksimum apendiks çapı (mm)	5.7 ± 0.5	11.5 ± 2.3	<0.001
Dansite ölçümü yapılan apendiks çapı (mm)	5.4 ± 0.6	10.7 ± 2.7	<0.001



Şekil 4.1. Hasta ve kontrol grubunda apendiks çapları.

Apendiks çapının, akut apandisit tanısında etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla oluşturulan ROC eğrisinde, tanı değeri en yüksek olan parametre olduğu görülmektedir (AUC=1.0 $p<0.001$.)

4.4. Lenf nodu analizi

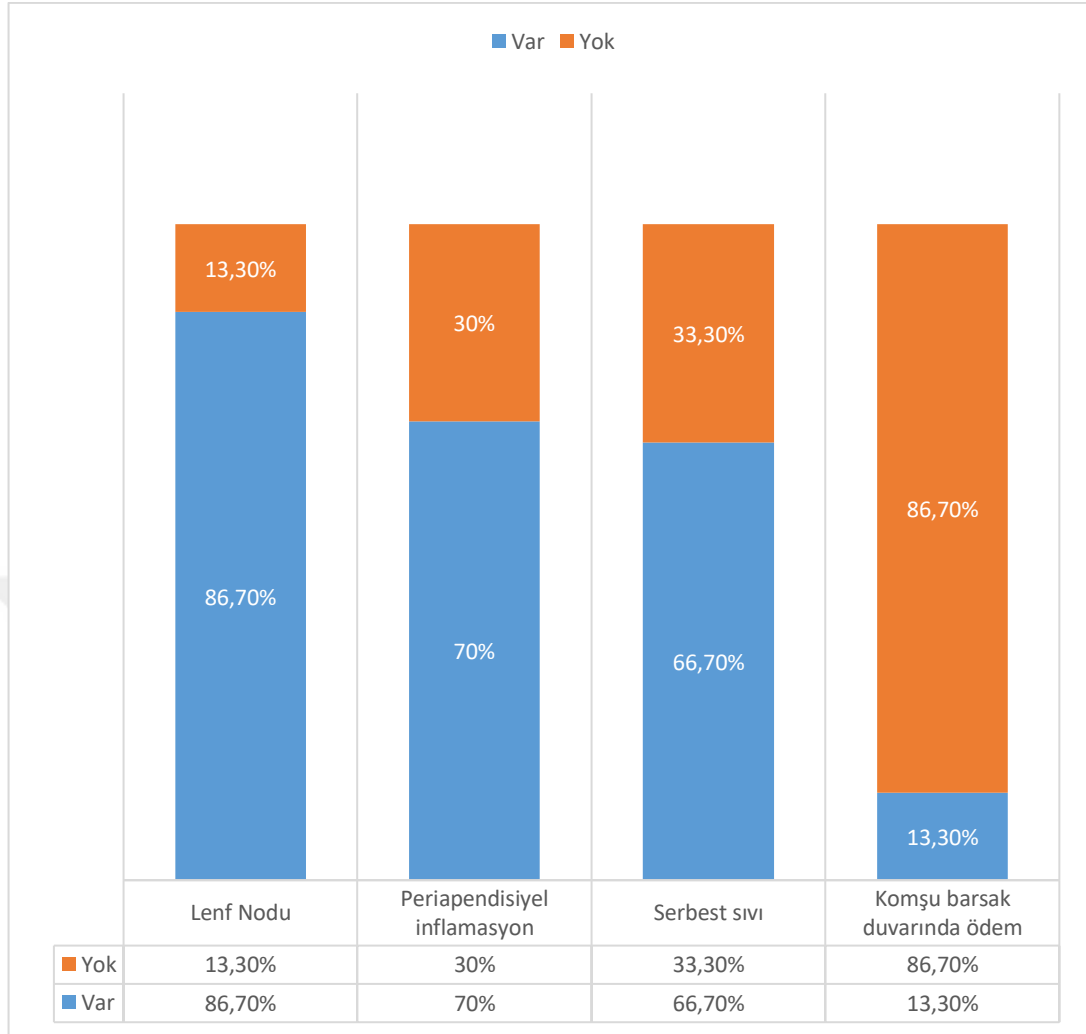
Her iki grupta sağ alt kadranda yer alan lenf nodları boyutuna bakılmaksızın var ya da yok olarak değerlendirilmiştir. Hasta grubunda, akut apandisite eşlik eden lenf nodu görülme oranı %86.7 (n=26), kontrol grubunda ise %50 (n=15) bulunmuştur. İki grup arasında lenf nodu görülme oranı istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).

Tablo 4.6. Hasta ve kontrol grubunda lenf nodu analizi

			Grup		Toplam
			Normal	Apandisit	
Lenf Nodu	Yok	Sayı	15	4	19
		Yüzde	50.0%	13.3%	31.7%
	Var	Sayı	15	26	41
		Yüzde	50.0%	86.7%	68.3%
Total		Sayı	30	30	60
		Yüzde	100.0%	100.0%	100.0%

4.5. Periapendisiyel inflamasyon, komşu barsak duvarında ödem ve serbest sıvı varlığının analizi

Hasta grubunun %70 (n=21)'inde periapendisiyel inflamasyon, %33.3 (n=10)'ünde serbest sıvı, %13.3 (n=4) 'ünde komşu barsak duvarında ödem saptanmıştır. Komşu barsak duvarında ödem saptanan hastaların %50 (n=2)'sinde perfore apandisite eşlik eden apse izlenmiştir.



Şekil 4.2. Lenf nodu, periapendisiyel inflamasyon, komşu barsak duvarında ödem ve serbest sıvı varlığının analizi

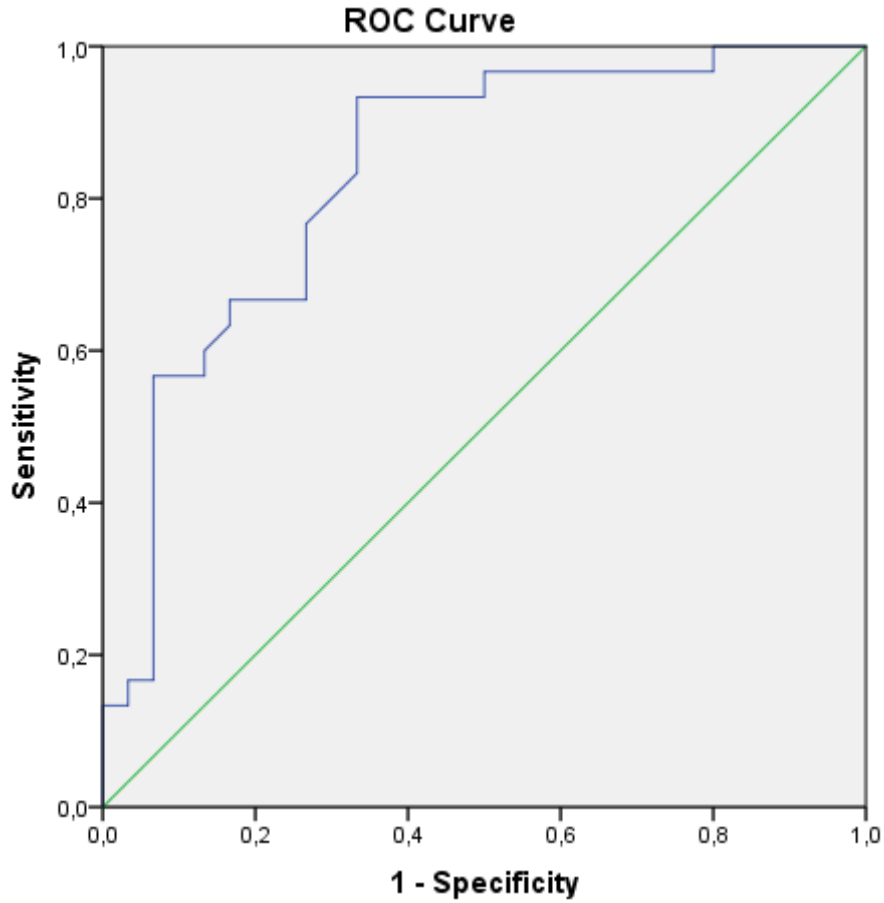
4.6. Sanal kontrastsız görüntülerin analizi

Hasta grubunda sanal kontrastsız görüntülerde ölçülen ortalama dansite 20.7 ± 11.7 HU, minimum dansite -10.1 HU, maksimum dansite 46.3 HU olarak saptanmıştır. Kontrol grubunda ortalama sanal kontrastsız dansite 1.4 ± 16.6 HU, minimum dansite -50.9 HU, maksimum dansite 16.9 HU olarak saptanmıştır. İki grup arasındaki ortalama sanal kontrastsız dansite farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.001$).

Tablo 4.7. Hasta ve kontrol grubunda sanal kontrastsız görüntülerin analizi

	Ortalama (\pm SD) HU	Min / Max HU	
Normal	1.4 \pm 16.6	-50.9 / 16.9	p<0.001
Apandisit	20.7 \pm 11.7	-10.1 / 46.3	

Sanal kontrastsız dansitenin, akut apandisit tanısında etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla oluşturulan ROC eğrisinde, tanı değerinin yüksek olduğu görülmüştür (AUC=0.834 p<0.001.) (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Sanal kontrastsız dansite için oluşturulan ROC eğrisi

Eşik değeri 5 HU alındığında, >5 HU değeri için sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları sırasıyla %93.3, %60, %70, %90, %76

hesaplanmıştır. Eşik değeri 10 HU alındığında, >10 HU değeri için sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları sırasıyla %90, %66.7, %73, %87, %78 hesaplanmıştır. Eşik değeri 15 HU alındığında, >15 HU değeri için sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları sırasıyla %66.7, %73.3, %71.4 %66.8, %70 hesaplanmıştır. Eşik değeri 20 HU alındığında, >20 HU değeri için sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları sırasıyla %46.7, %93.3, %87.5 %63.6, %70 hesaplanmıştır (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. Dansite eşik değerlerine göre kontrastsız BT'nin apandisit tanısında sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları

AUC	p	ED HU	SN %	SP %	PPD %	NPD %	TD %
0,834	<0,001	5	93,3	60	70	90	76
		10	90	66,7	73	87	78
		15	66,7	73,3	71,4	66,8	70
		20	46,7	93,3	87,5	63,6	70

AUC: Eğri Altında Kalan Alan, ED: Eşik Değeri, SN: Sensitivite, SP: Spesifisite, PPD: Pozitif Prediktif Değer, NPD: Negatif Prediktif Değer, TD: Tanı Değeri HU: Hounsfield Ünitesi

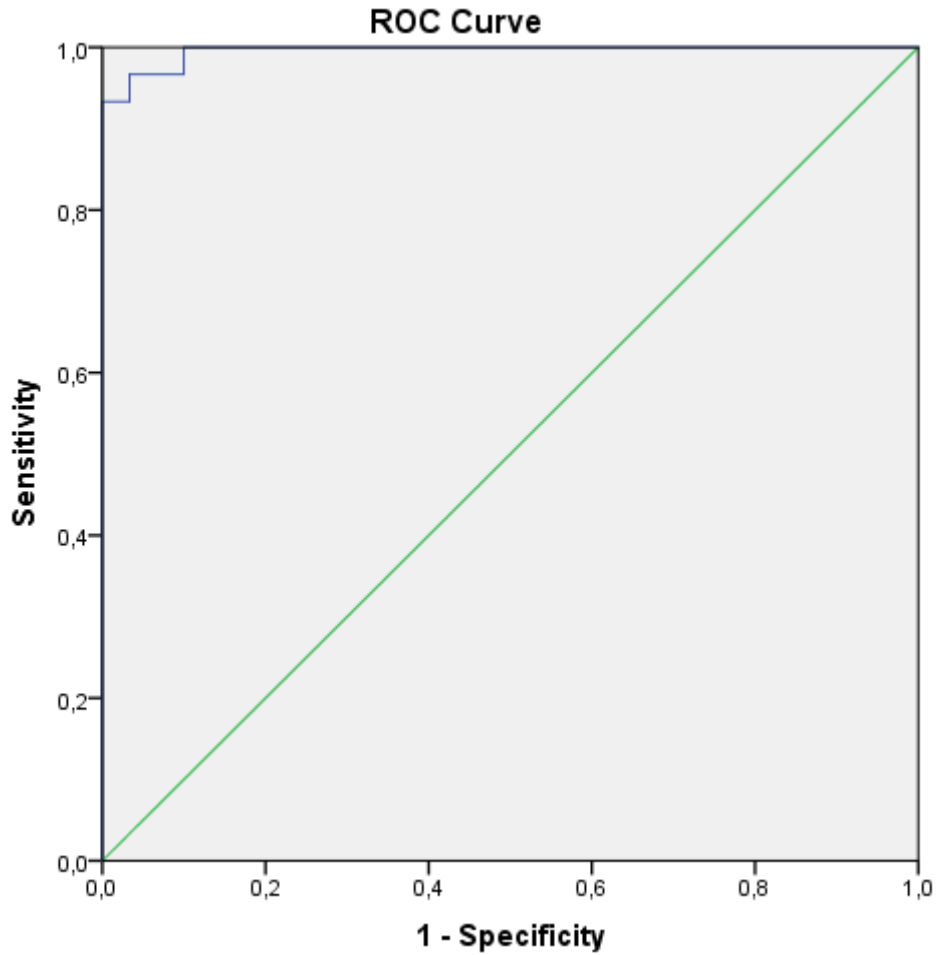
4.7. 80 kVp görüntülerin analizi

Hasta grubunda 80kVp görüntülerde ölçülen ortalama dansite 101.5 ± 20.1 HU, minimum dansite 67.5 HU, maksimum dansite 146.3 HU olarak saptanmıştır. Kontrol grubunda 80kVp görüntülerde ölçülen ortalama dansite 52.6 ± 12.3 HU, minimum dansite 23.1 HU, maksimum dansite 73.3 HU olarak saptanmıştır. 80kVp görüntülerde iki grup arasındaki ortalama dansite farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.001$).

Tablo 4.9. Hasta ve kontrol grubunda 80 kVp görüntülerin analizi

	Ortalama (\pm SD) HU	Min / Max HU	
Normal	52.6 \pm 12.3	23.1 / 73.3	p<0.001
Apandisit	101.5 \pm 20.1	67.5 / 146.3	

80kVp görüntülerde ölçülen dansitenin, akut apandisit tanısında etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla oluşturulan ROC eğrisinde, tanı değerinin çok yüksek olduğu görülmüştür (AUC=0.996 p<0.001.)

**Şekil 4.4.** 80 kVp dansite için oluşturulan ROC eğrisi

Eşik değeri 70 HU alındığında, >70 HU değeri için sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları Tablo 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.10. 70 HU eşik değerine göre 80 kVp görüntülerin apandisit tanısında sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları

AUC	p	ED HU	SN %	SP %	PPD %	NPD %	TD %
0,996	<0,001	70	96,7	96,7	96,7	96,7	96,6

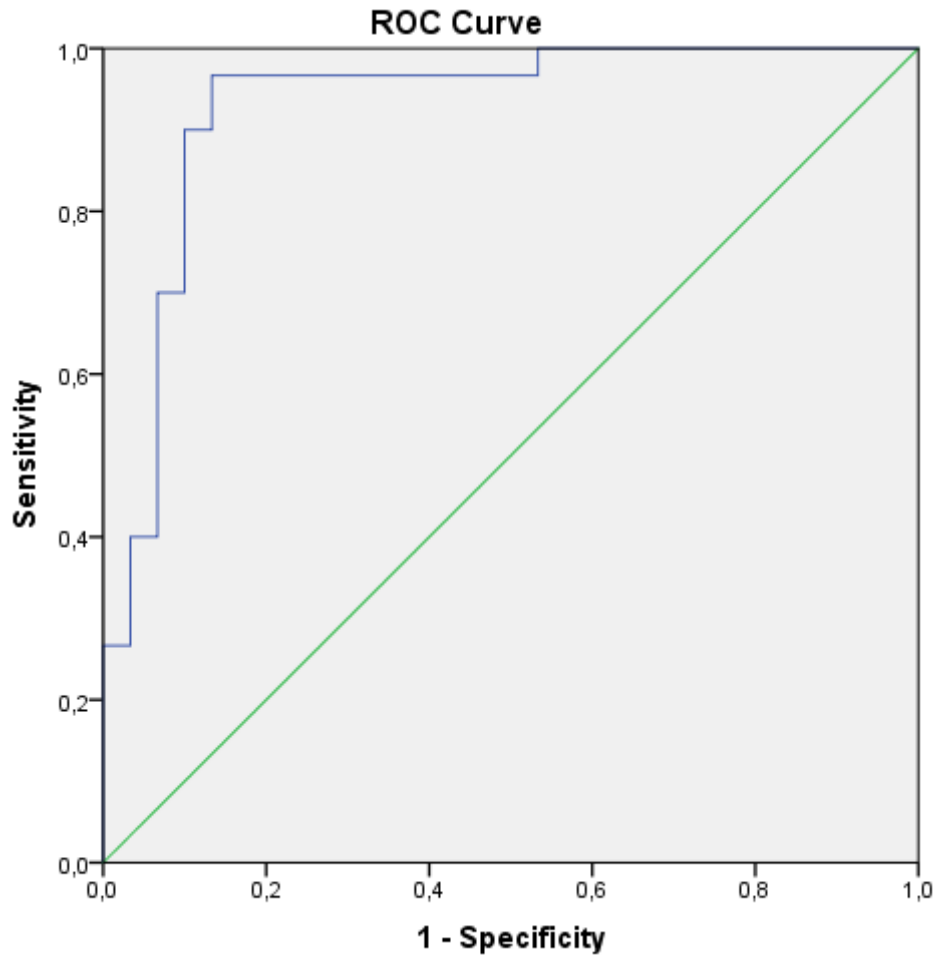
4.8. 140 kVp görüntülerin analizi

Hasta grubunda 140kVp görüntülerde ölçülen ortalama dansite 59.5 ± 13.7 HU, minimum dansite 28.2 HU, maksimum dansite 86.6 HU olarak saptanmıştır. Kontrol grubunda ortalama dansite 31.1 ± 13.4 HU, minimum dansite 7.4 HU, maksimum dansite 66.8 HU olarak saptanmıştır. 140kVp görüntülerde iki grup arasındaki ortalama dansite farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.001$).

Tablo 4.11. Hasta ve kontrol grubunda 140 kVp görüntülerin analizi

	Ortalama (\pm SD) HU	Min / Max HU	
Normal	31.1 ± 13.4	7.4 / 66.8	$p < 0.001$
Apandisit	59.5 ± 13.7	28.2 / 86.6	

140 kVp görüntülerde ölçülen dansitenin, akut apandisit tanısında etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla oluşturulan ROC eğrisinde, tanı değerinin çok yüksek olduğu görülmüştür ($AUC=0.929$ $p < 0.001$.)



Şekil 4.5. 140 kVp dansite için oluşturulan ROC eğrisi

140 kVp'da eşik değeri 45 HU alındığında, >45 HU değeri için sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları Tablo 4.12'de verilmiştir.

Tablo 4.12. 45 HU eşik değerine göre 140 kVp görüntülerin apandisit tanısında sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları

AUC	P	ED HU	SN %	SP %	PPD %	NPD %	TD %
0,929	<0,001	45	86,7	90	89,7	87,1	88

4.9 Overlay (iodine content) görüntülerin analizi

Hasta grubunda overlay görüntülerde ölçülen ortalama dansite 48,9 HU, çeyreklerarası aralık 13.7 HU, minimum dansite 34.1 HU, maksimum dansite 78.3 HU olarak saptanmıştır. Kontrol grubunda ortalama dansite 37.3 HU, çeyreklerarası aralık 10 HU, minimum dansite 9.8 HU, maksimum dansite 85.8 HU olarak saptanmıştır. Overlay görüntülerde iki grup arasındaki ortalama dansite farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$).

Tablo 4.13. Hasta ve kontrol grubunda overlay görüntülerin analizi

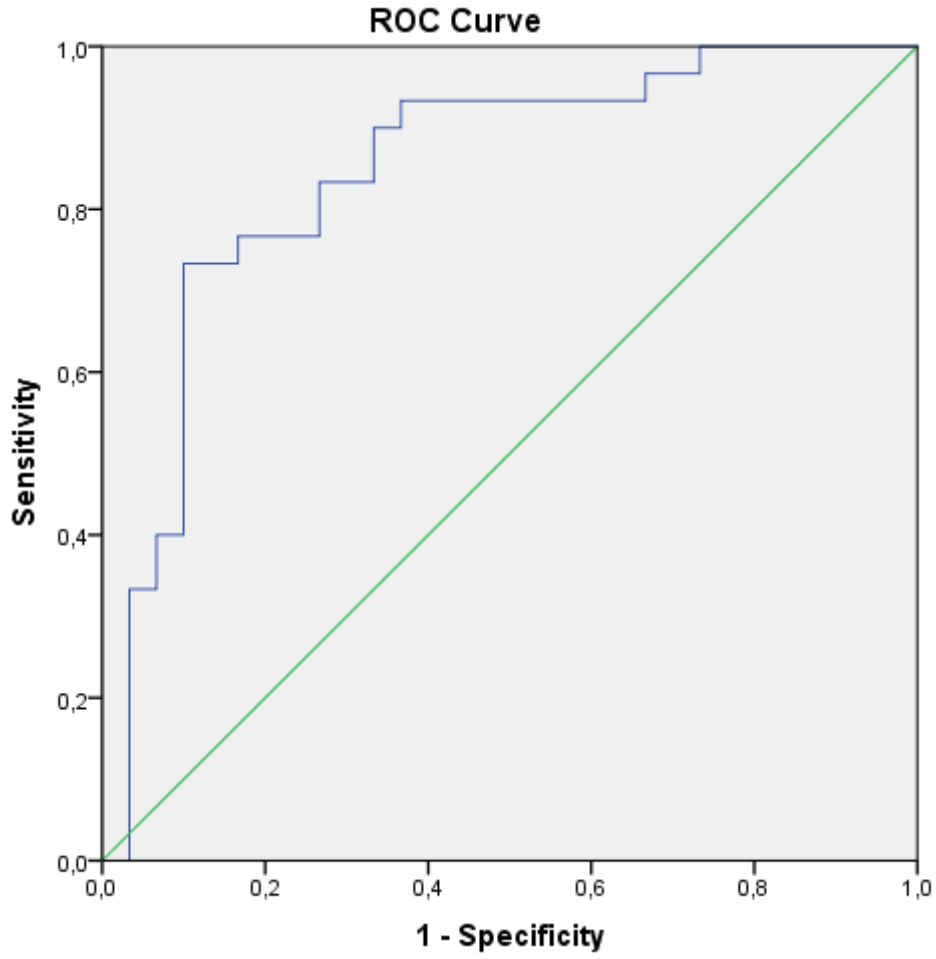
	Ortanca (çeyreklerarası aralık) HU	Min / Max HU	
Normal	37.3 (10)	9.8 / 85.8	$p<0.001$
Apendisit	48.9 (13.7)	34.1 / 78.3	

Overlay görüntülerde ölçülen dansitenin, akut apandisit tanısında etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla oluşturulan ROC eğrisinde, tanı değerinin yüksek olduğu görülmüştür ($AUC=0.847$ $p<0.001$).

Eşik değeri 45 HU alındığında, >45 HU değeri için sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları Tablo 4.14'de verilmiştir.

Tablo 4.14. 45 HU eşik değerine göre overlay görüntülerin apandisit tanısında sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları

AUC	p	ED HU	SN %	SP %	PPD %	NPD %	TD %
0,847	<0,001	45	73,3	90	88	77,1	81



Şekil 4.5. Overlay dansite için oluşturulan ROC eğrisi

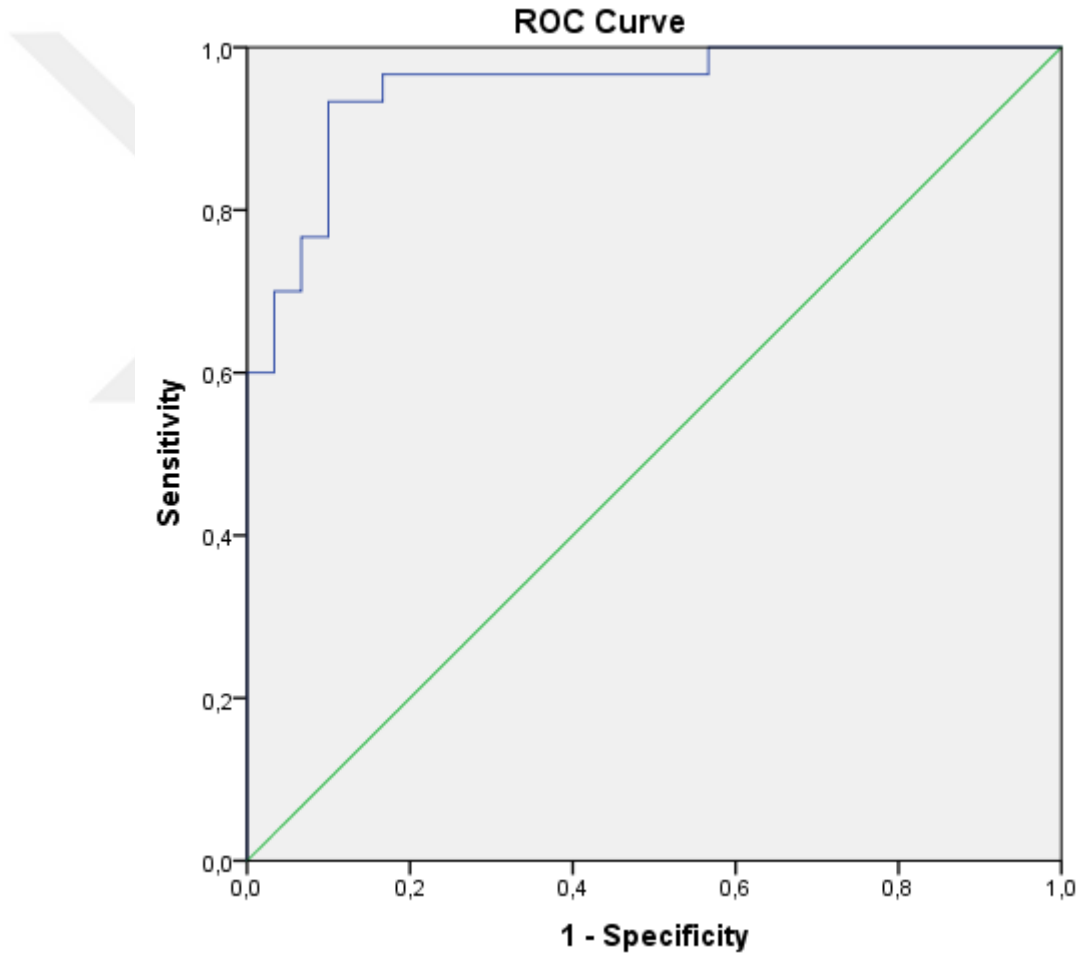
4.10 Mix (sanal kontrastsız + iodine content) görüntülerin analizi

Hasta grubunda mix görüntülerde ölçülen ortalama dansite 71.9 ± 15.9 HU, minimum dansite 36.5 HU, maksimum dansite 107.9 HU olarak saptanmıştır. Kontrol grubunda ortalama dansite 38.3 ± 11.7 HU, minimum dansite 17.8 HU, maksimum dansite 66.6 HU olarak saptanmıştır. Mix görüntülerde iki grup arasındaki ortalama dansite farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.001$).

Tablo 4.15. Hasta ve kontrol grubunda mix görüntülerin analizi

	Ortalama (\pm SD) HU	Min / Max HU	
Normal	38.3 \pm 11.7	17.9 / 64.6	p<0.001
Apandisit	71.9 \pm 15.9	36.5 / 107.9	

Mix görüntülerde ölçülen dansitenin, akut apandisit tanısında etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla oluşturulan ROC eğrisinde, tanı değerinin çok yüksek olduğu görülmüştür (AUC=0.951 p<0.001).

**Şekil 4.6.** Mix dansite için oluşturulan ROC eğrisi

Eşik değeri 55 HU alındığında, >55 HU değeri için sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları Tablo 4.16'da verilmiştir.

Tablo 4.16. 55 HU eşik değerine göre mix görüntülerin apandisit tanısında sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları

AUC	ρ	ED HU	SN %	SP %	PPD %	NPD %	TD %
0,951	<0,001	55	93,3	90	90,3	91,6	81

4.11. 40 keV sanal monokromatik görüntülerin analizi

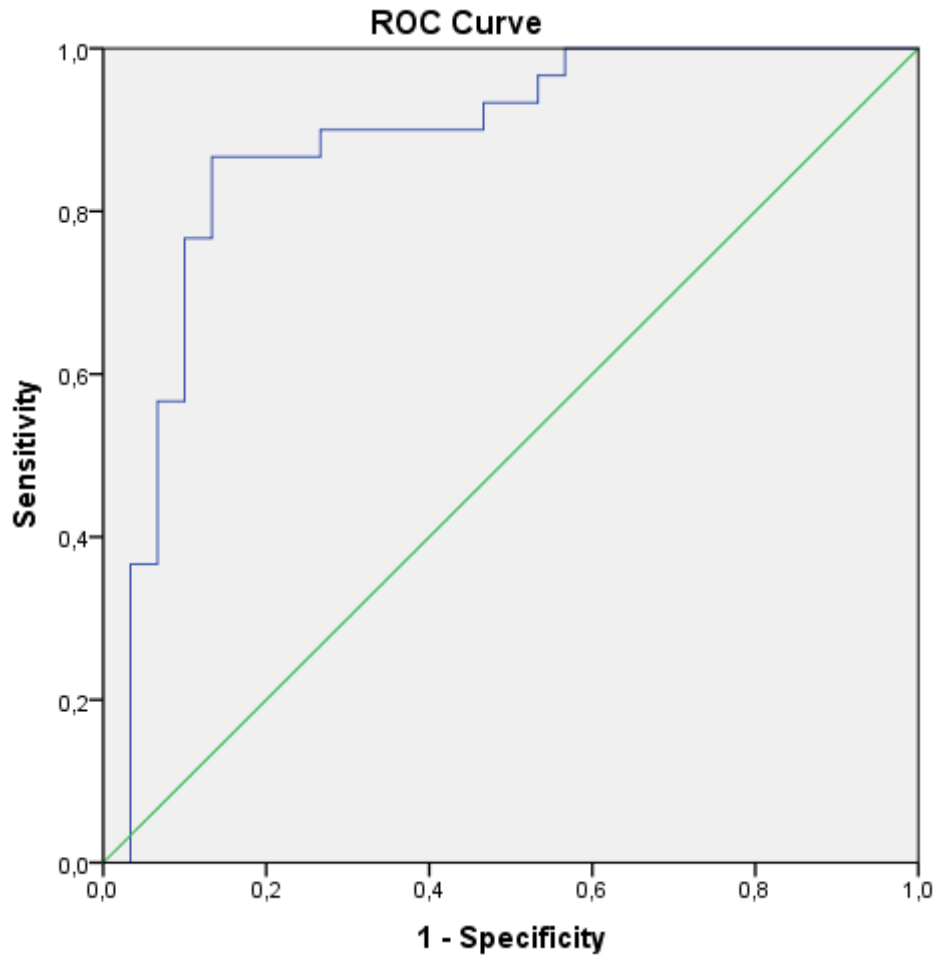
Hasta grubunda 40 keV sanal monokromatik görüntülerde ölçülen ortalama dansite 196.3 HU, çeyreklerarası aralık 50.4 minimum dansite 139 HU, maksimum dansite 306.2 HU olarak saptanmıştır. Kontrol grubunda ortalama dansite 146 HU, çeyrekler arası aralık 39.5 HU, minimum dansite 64.7 HU, maksimum dansite 348 HU olarak saptanmıştır. 40 keV sanal monokromatik görüntülerde iki grup arasındaki ortalama dansite farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$).

Tablo 4.17. Hasta ve kontrol grubunda 40 keV görüntülerin analizi

	Ortanca (çeyreklerarası aralık) HU	Min / Max HU	
Normal	146 (39.5)	64.7 / 348	$p<0.001$
Apandisit	196.3 (50.4)	139 / 306.2	

40 keV sanal monokromatik görüntülerde ölçülen dansitenin, akut apandisit tanısında etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla oluşturulan ROC eğrisinde, tanı değerinin yüksek olduğu görülmüştür ($AUC=0.880$ $p<0.001$).

Eşik değeri 170 HU alındığında, >170 HU değeri için sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları Tablo 4.18'de verilmiştir.



Şekil 4.7. 40 keV görüntülerdeki dansite için oluşturulan ROC eğrisi

Tablo 4.18. 170 HU eşik değerine göre 40 keV görüntülerin apandisit tanısında sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları

AUC	p	ED HU	SN %	SP %	PPD %	NPD %	TD %
0.880	<0,001	170	86,7	86,7	86,7	86,7	86,6

4.12. 50 keV sanal monokromatik görüntülerin analizi

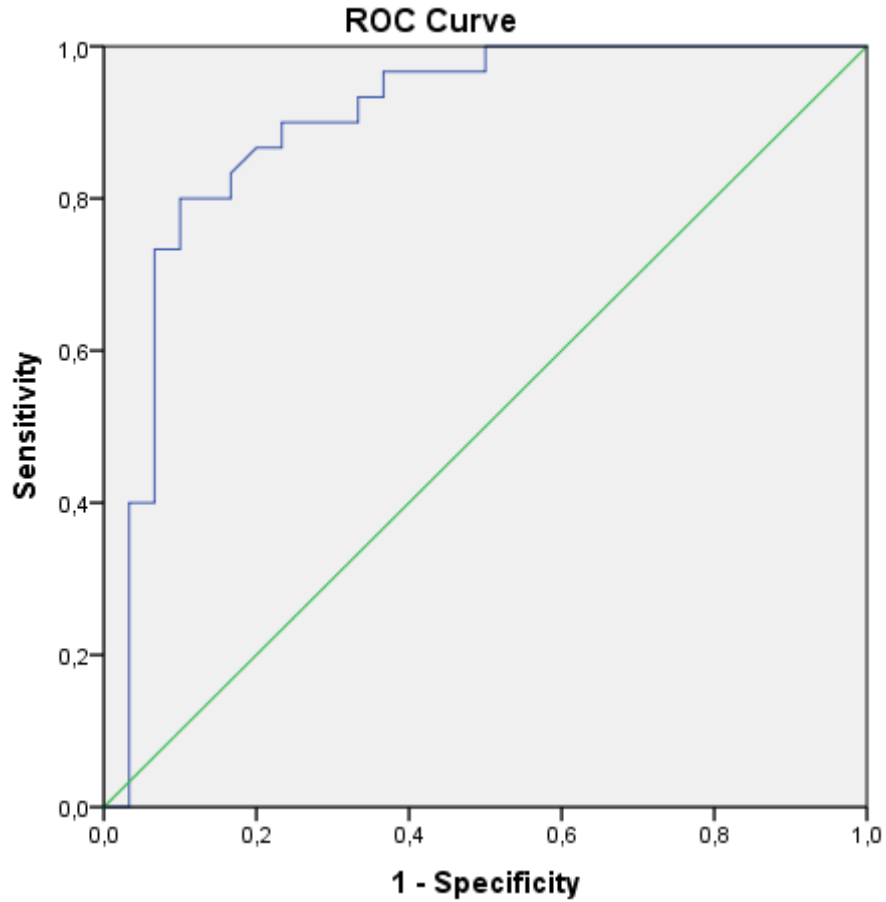
Hasta grubunda 50 keV sanal monokromatik görüntülerde ölçülen ortalama dansite 136.1 HU, çeyreklerarası aralık 28.5 HU, minimum dansite 99 HU, maksimum dansite 213.4 HU olarak saptanmıştır. Kontrol grubunda ortalama dansite 97.9 HU, çeyreklerarası aralık 22.6, minimum dansite 51.2 HU,

maksimum dansite 218 HU olarak saptanmıştır. 50 keV sanal monokromatik görüntülerde iki grup arasındaki ortalama dansite farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$).

Tablo 4.19. Hasta ve kontrol grubunda 50 keV görüntülerin analizi

	Ortanca (çeyreklerarası aralık) HU	Min / Max HU	
Normal	97.9 (22.6)	51.1 / 218	$p<0,001$
Apendisit	136,1 (28.5)	51.2 / 218	

50 keV sanal monokromatik görüntülerde ölçülen dansitenin, akut apandisit tanısında etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla oluşturulan ROC eğrisinde, tanı değerinin yüksek olduğu görülmüştür ($AUC=0.898$ $p<0.001$).



Şekil 4.8. 50 keV görüntülerdeki dansite için oluşturulan ROC eğrisi

Eşik değeri 127 HU alındığında, >127 HU değeri için sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları Tablo 4.20'de verilmiştir.

Tablo 4.20. 127 HU eşik değerine göre 50 keV görüntülerin apandisit tanısında sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları

AUC	p	ED HU	SN %	SP %	PPD %	NPD %	TD %
0,898	<0,001	127	89	86,7	85,7	81,3	83,3

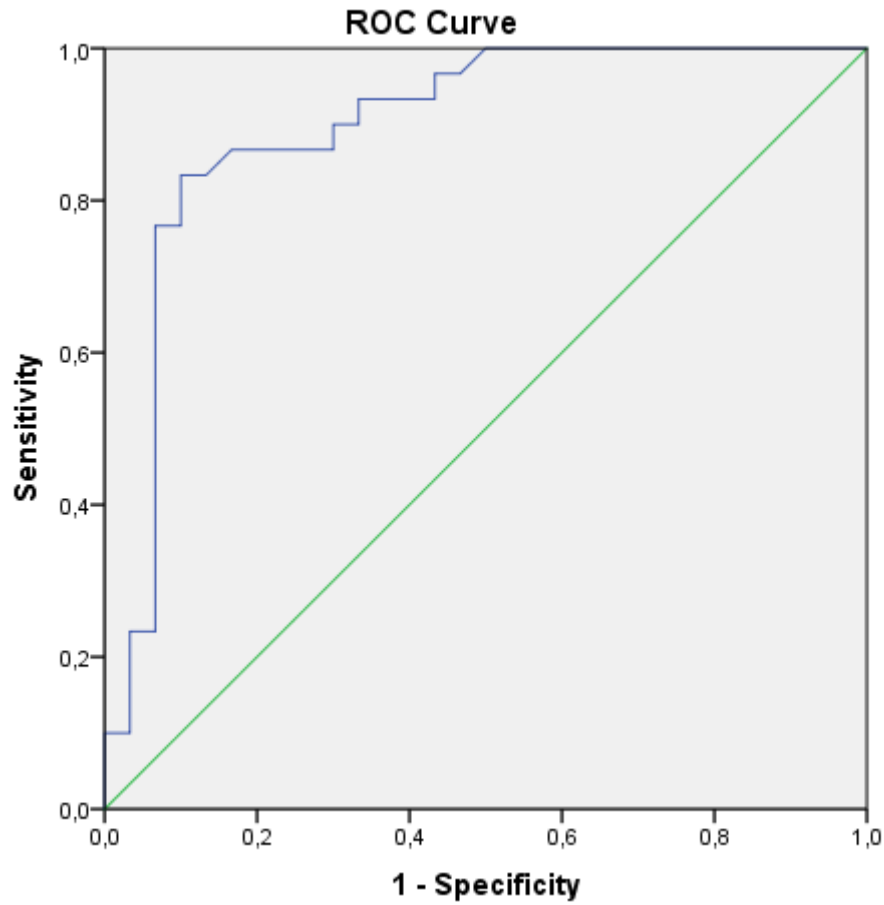
4.13. 60 keV sanal monokromatik görüntülerin analizi

Hasta grubunda 60 keV sanal monokromatik görüntülerde ölçülen ortalama dansite 103.4 ± 19.2 HU, minimum dansite 68.5 HU, maksimum dansite 151.3 HU olarak saptanmıştır. Kontrol grubunda ortalama dansite 69.4 ± 20.4 HU, minimum dansite 34.2 HU, maksimum dansite 129 HU olarak saptanmıştır. 60 keV sanal monokromatik görüntülerde iki grup arasındaki ortalama dansite farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.001$).

Tablo 4.21. Hasta ve kontrol grubunda 60 keV görüntülerin analizi

	Ortalama (\pm SD) HU	Min / Max HU	
Normal	69.4 ± 20.4	34.2 / 129	$p < 0.001$
Apandisit	103.4 ± 19.2	68.5 / 151.3	

60 keV sanal monokromatik görüntülerde ölçülen dansitenin, akut apandisit tanısında etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla oluşturulan ROC eğrisinde, tanı değerinin yüksek olduğu görülmüştür ($AUC = 0.897$ $p < 0.001$).



Şekil 4.9. 60 keV görüntülerdeki dansite için oluşturulan ROC eğrisi

Eşik değeri 85 HU alındığında, >85 HU değeri için sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları Tablo 4.22'de verilmiştir.

Tablo 4.22. 85 HU eşik değerine göre 60 keV görüntülerin apandisit tanısında sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları

AUC	p	ED HU	SN %	SP %	PPD %	NPD %	TD %
0,897	<0,001	85	86,7	83,3	83,9	86,2	85

4.14. 70 keV sanal monokromatik görüntülerin analizi

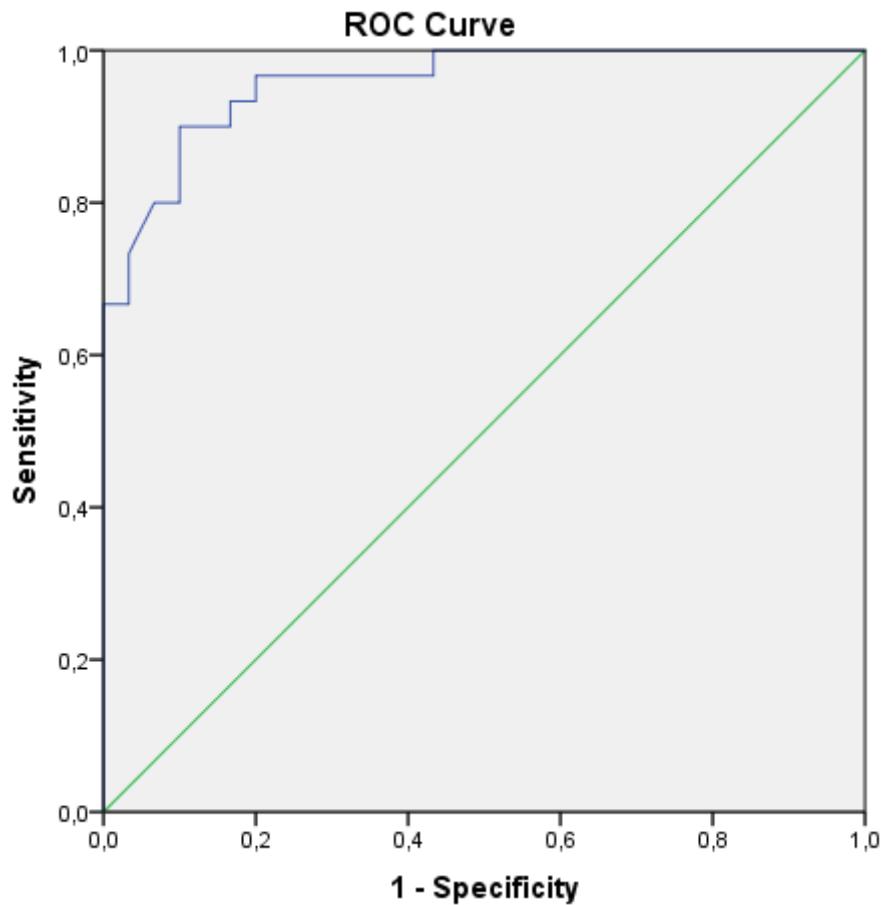
Hasta grubunda 70 keV sanal monokromatik görüntülerde ölçülen ortalama dansite 79.1 ± 15.5 HU, minimum dansite 47.3 HU, maksimum dansite 117.9 HU olarak saptanmıştır. Kontrol grubunda ortalama dansite 47.6 ± 10.8

HU, minimum dansite 29.2 HU, maksimum dansite 70.9 HU olarak saptanmıştır. 70 keV sanal monokromatik görüntülerde iki grup arasındaki ortalama dansite farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$).

Tablo 4.23. Hasta ve kontrol grubunda 70 keV görüntülerin analizi

	Ortalama (\pm SD) HU	Min / Max HU	
Normal	46.7 \pm 10.8	29.2 / 70.9	$p<0,001$
Apendisit	79.1 \pm 15.5)	47.3 / 117.9	

70 keV sanal monokromatik görüntülerde ölçülen dansitenin, akut apandisit tanısında etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla oluşturulan ROC eğrisinde, tanı değerinin çok yüksek olduğu görülmüştür (AUC=0.958 $p<0.001$.)



Şekil 4.10. 70 keV görüntülerdeki dansite için oluşturulan ROC eğrisi

Eşik değeri 65 HU alındığında, >65 HU değeri için sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları Tablo 4.24'de verilmiştir.

Tablo 4.24. 65 HU eşik değerine göre 70 keV görüntülerin apandisit tanısında sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları

AUC	p	ED HU	SN %	SP %	PPD %	NPD %	TD %
0,958	<0,001	65	86,7	90	89,7	87,1	88

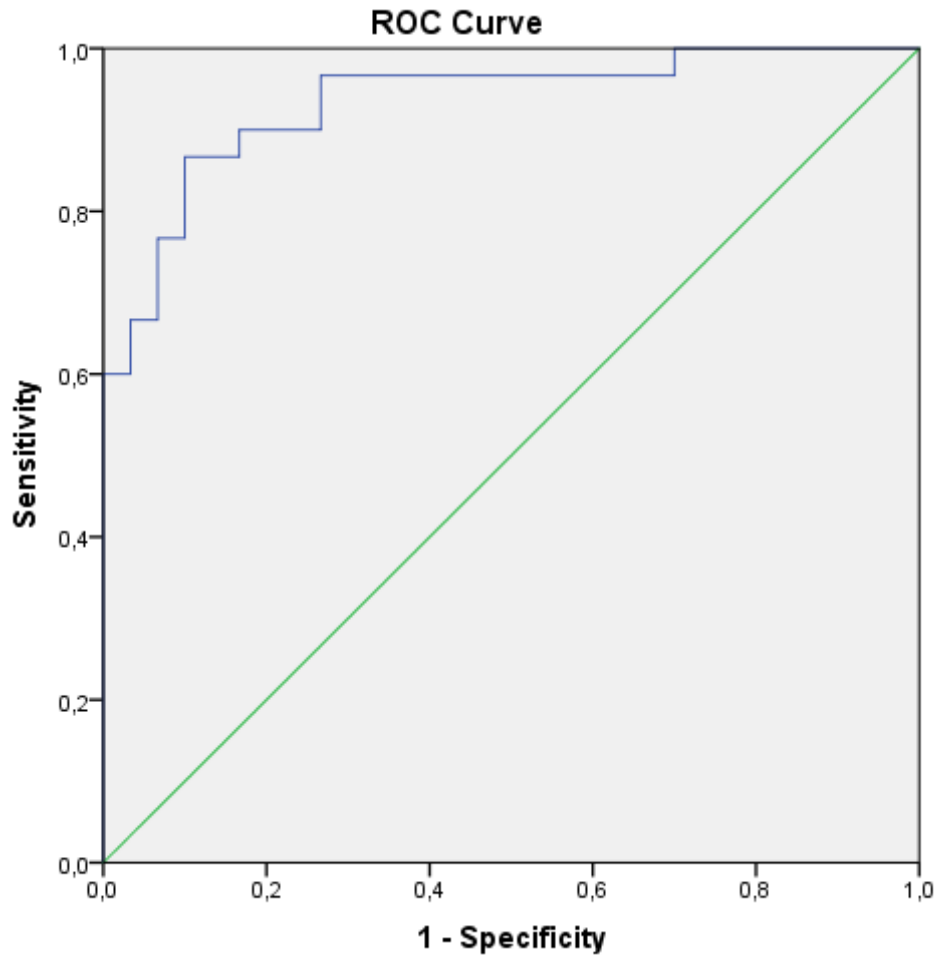
4.15. 80 keV sanal monokromatik görüntülerin analizi

Hasta grubunda 80 keV sanal monokromatik görüntülerde ölçülen ortalama dansite 64.6 ± 14 HU, minimum dansite 31.6 HU, maksimum dansite 92.5 HU olarak saptanmıştır. Kontrol grubunda ortalama dansite 38.6 ± 10.2 , minimum dansite 23.8 HU, maksimum dansite 61 HU olarak saptanmıştır. 80 keV sanal monokromatik görüntülerde iki grup arasındaki ortalama dansite farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.001$).

Tablo 4.25. Hasta ve kontrol grubunda 80 keV görüntülerin analizi

	Ortalama (\pm SD) HU	Min / Max HU	
Normal	38.6 ± 10.2	23.8 / 61	$p < 0.001$
Apandisit	64.6 ± 31.6	31.6 / 92.5	

80 keV sanal monokromatik görüntülerde ölçülen dansitenin, akut apandisit tanısında etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla oluşturulan ROC eğrisinde, tanı değerinin çok yüksek olduğu görülmüştür ($AUC = 0.934$ $p < 0.001$)



Şekil 4.11. 80 keV görüntülerdeki dansite için oluşturulan ROC eğrisi

Eşik değeri 50 HU alındığında, >50 HU değeri için sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları Tablo 4.26'da verilmiştir.

Tablo 4.26. 50 HU eşik değerine göre 80 keV görüntülerin apandisit tanısında sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları

AUC	p	ED HU	SN %	SP %	PPD %	NPD %	TD %
0,934	<0,001	50	90	80	81,8	88,9	85

4.16. 90 keV sanal monokromatik görüntülerin analizi

Hasta grubunda 90 keV sanal monokromatik görüntülerde ölçülen ortalama dansite 55.1 ± 12.6 HU, minimum dansite 22.4 HU, maksimum dansite 86.3 HU olarak saptanmıştır. Kontrol grubunda ortalama dansite 31.8 ± 12 HU, minimum dansite 10 HU, maksimum dansite 54.2 HU olarak saptanmıştır. 90 keV sanal monokromatik görüntülerde iki grup arasındaki ortalama dansite farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.001$).

Tablo 4.27. Hasta ve kontrol grubunda 90 keV görüntülerin analizi

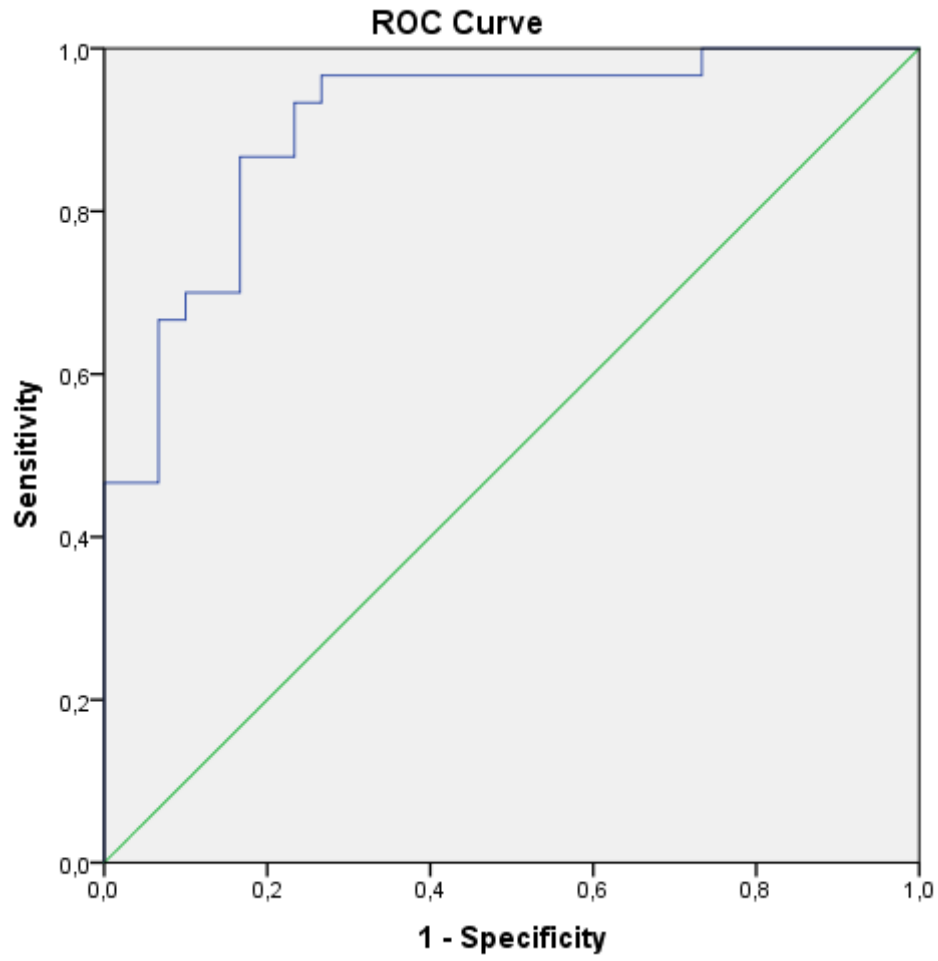
	Ortalama (\pm SD) HU	Min / Max HU	
Normal	31,8 (\pm 12)	10 / 54,2	$p < 0,001$
Apandisit	55,1 (\pm 12,6)	22,4 / 86,3	

90 keV sanal monokromatik görüntülerde ölçülen dansitenin, akut apandisit tanısında etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla oluşturulan ROC eğrisinde, tanı değerinin çok iyi olduğu görülmüştür ($AUC=0.907$ $p < 0.001$).

Eşik değeri 45 HU alındığında, >45 HU değeri için sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları Tablo 4.28'de verilmiştir.

Tablo 4.28. 45 HU eşik değerine göre 90 keV görüntülerin apandisit tanısında sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları

AUC	p	ED HU	SN %	SP %	PPD %	NPD %	TD %
0,907	$<0,001$	45	86,7	83,3	83,9	86,2	85



Şekil 4.12. 90 keV görüntülerdeki dansite için oluşturulan ROC eğrisi

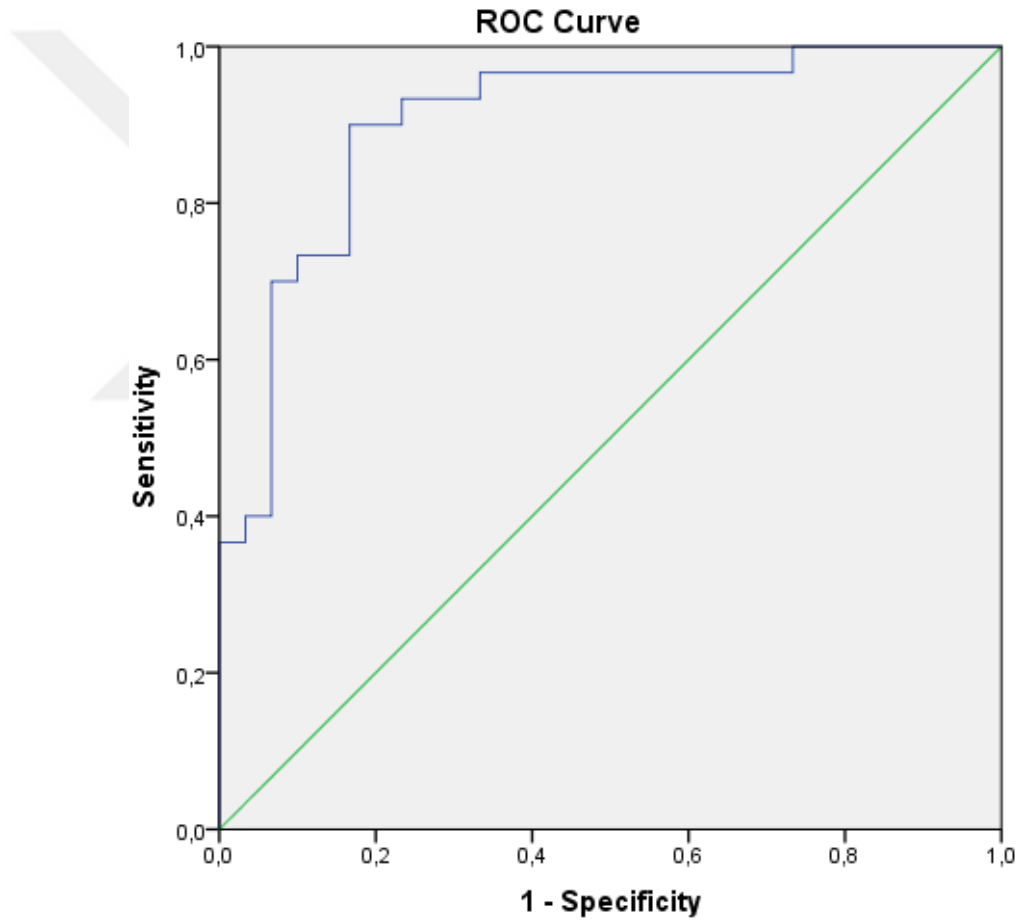
4.17. 100 keV sanal monokromatik görüntülerin analizi

Hasta grubunda 100 keV sanal monokromatik görüntülerde ölçülen ortalama dansite 48.9 ± 12.9 HU, minimum dansite 17.3 HU, maksimum dansite 88.6 HU olarak saptanmıştır. Kontrol grubunda ortalama dansite 26.3 ± 12.5 HU, minimum dansite 2.5 HU, maksimum dansite 51.4 HU olarak saptanmıştır. 100 keV sanal monokromatik görüntülerde iki grup arasındaki ortalama dansite farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.001$).

Tablo 4.29. Hasta ve kontrol grubunda 100 keV görüntülerin analizi

	Ortalama (\pm SD) HU	Min / Max HU	
Normal	26.3 \pm 12.5	2.5 / 51.4	p<0.001
Apandisit	48.9 \pm 12.9	17.3 / 88.6	

100 keV sanal monokromatik görüntülerde ölçülen dansitenin, akut apandisit tanısında etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla oluşturulan ROC eğrisinde, tanı değerinin yüksek olduğu görülmüştür (AUC=0.904 p<0.001).

**Şekil 4.13.** 100 keV görüntülerdeki dansite için oluşturulan ROC eğrisi

Eşik değeri 40 HU alındığında, >40 HU değeri için sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları Tablo 4.30'da verilmiştir.

Tablo 4.30. 40 HU eşik değerine göre 100 keV görüntülerin apandisit tanısında sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları

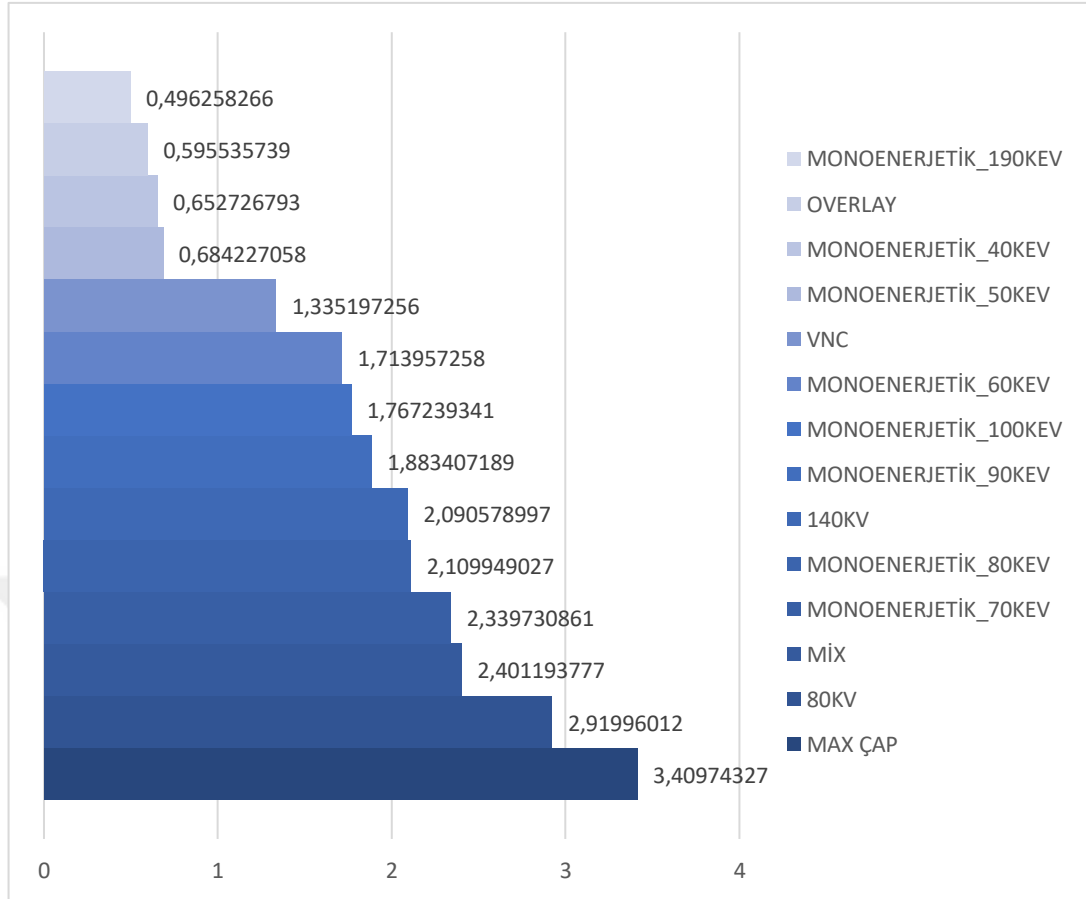
AUC	p	ED HU	SN %	SP %	PPD %	NPD %	TD %
0,904	<0,001	40	76,7	83,3	82,1	78,1	80

Tablo 4.31. 40-100 keV aralığında apendiks dansiteleri iki grup için verilmiştir.

GRUP		ORTALAMA HU	SD	MİNİMUM HU	MAKSİMUM HU
40KEV	Normal	146,953	49,7625	64,7	348,0
	Apandisit	204,397	40,2609	139,0	306,2
50KEV	Normal	100,243	30,3549	51,2	218,0
	Apandisit	142,253	27,4378	99,0	213,4
60KEV	Normal	69,400	20,4061	34,2	129,0
	Apandisit	103,420	19,2754	68,5	151,3
70KEV	Normal	47,697	10,8134	29,2	70,9
	Apandisit	79,100	15,5997	47,3	117,9
80KEV	Normal	38,667	10,2464	23,8	61,0
	Apandisit	64,660	14,0904	31,6	92,5
90KEV	Normal	31,880	12,0599	10,0	54,2
	Apandisit	55,157	12,6510	22,4	86,3
100KEV	Normal	26,343	12,5904	2,5	51,4
	Apandisit	48,917	12,9542	17,3	88,6

4.18. Apandisit tanısında kullanılan parametrelerin etki büyüklüklerinin analizi

Araştırılan parametrelerin klinik öneminin belirlenmesi için Cohen d formülü uygulanmıştır. Buna göre klinik önemi en büyük olan parametrenin maksimum çap ölçümü olduğu anlaşılmıştır. Daha sonra sırasıyla 80 kVp, mix dansite, 70 keV ve 80 keV sanal monokromatik görüntülerdeki dansite ölçümü gelmektedir.



Şekil 4.15. Apandisit tanısında kullanılan parametrelerin etki büyüklüklerinin analizi

5. TARTIŞMA

Akut apandisit, acil servise karın ağrısı nedeniyle ayaktan başvuran hastalarda, en sık laparotomi gerektiren nedendir (100). Akut apandisitli hastaların yaklaşık %50'sinde laboratuvar testleri ve klinik muayene bulguları tanı koymada yetersiz olup radyolojik görüntülemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Üstelik doğurganlık çağındaki kadınlarda %35-45'e varan negatif laparotomi oranları bildirilmektedir (100). Bununla birlikte US ve BT'nin yaygın kullanımını sonrası negatif apandektomi oranı %4'e kadar düşmüştür (101).

Akut apandisitinin erken tanısında günümüzde sıklıkla kullanılan görüntüleme yöntemleri US ve BT'dir. MRG'nin akut apandisitte kullanımı henüz yaygınlaşmamış olup, gebe ve çocuklar gibi seçilmiş hasta gruplarında kullanılabilir (82). Direkt grafi ve baryumlu incelemelerin hem tanıdaki yetersizliği hem de hasta konforu açısından kullanımı giderek azalmıştır (58, 60). Tanıda US, yaygın ve güvenilir şekilde kullanılmaktadır. Fakat uygulayan kişi deneyimine bağımlı olması, batında barsak gazlarının değerlendirmeyi sınırlaması ve retroçekal alanın gösterilebilmesinin zor olması, obez hastalarda değerlendirmenin zor olması sonografik değerlendirmenin dezantajlarını oluşturmaktadır. Ultrasonografik değerlendirmenin yapılan çalışmalarda sensitivitesi %75-90, spesifitesi %86-100, doğruluğu %87-96, pozitif prediktif değeri %91-94 ve negatif prediktif değeri % 87-97 olarak rapor edilmiştir (62, 63).

Helikal BT ise, US ile karşılaştırıldığında uygulayıcıdan bağımsız standart görüntülerin elde edilmesi, normal apendiksin görüntülenmesine ve dolayısıyla akut apandisit tanısının dışlanmasına olanak sağlaması nedeniyle giderek artan sıklıkta kullanılmaktadır. Akut apandisit teşhisi için BT incelemesi genellikle intravenöz (IV) ve oral ve/veya rektal kontrast maddelerin kombinasyonları kullanılarak yapılmaktadır. Bununla birlikte, akut apandisit tanısında birçok inceleme protokolünün tanısal etkinliğinin araştırıldığı yayın sayısı azımsanmayacak kadar çoktur. Bu protokoller; kontrast madde verilmeden tüm abdomene ya da sadece pelvik bölgeye yönelik tarama; intravenöz ve oral yoldan kontrast madde verilerek elde olunan abdominal

tarama; rektal ve intravenöz yoldan kontrast madde verilerek, tüm abdomen ya da sadece pelvise yönelik tarama; oral ve rektal yoldan kontrast madde verilerek pelvise yönelik tarama; rektal, oral ve intravenöz yollardan kontrast madde verilerek elde olunan tarama; sadece oral yoldan kontrast madde verilerek elde olunan tarama; sadece intravenöz yoldan kontrast verilerek elde olunan tarama; sadece rektal yoldan kontrast madde verilerek pelvik bölgeye yönelik elde olunan tarama şeklinde olabilir (70, 75, 101-110). Bu çalışmalarda akut apandisitte BT'nin sensitivitesi %88-100, spesifitesi %91-99, pozitif prediktif değer %92-98, negatif prediktif değer %95-100, tanı doğruluğu ise %94-98 olarak bildirilmektedir (46, 74, 76, 111).

Akut apandisit her yaş grubunda saptanabilmekle birlikte sıklıkla birinci ve üçüncü dekatlar arasında görülmektedir (15). Özkan ve ark. yaş ortalamasını 36 ± 17.78 , Karaaslan ve ark. 35.95 ± 14.75 olarak bildirmişlerdir (112, 113). Çalışmamıza ardışık olarak dahil edilen hastaların %75'i, 18-45 yaş aralığındadır. Hastaların yaş ortalaması 36.3 ± 14.1 olup literatür ile uyumludur. Hasta grubu yaş ortalaması ile kontrol grubu yaş ortalamasını - $50,6 \pm 17.3$ - ele aldığımızda anlamlı fark olduğu görülmektedir ($p < 0,05$). Normal apendiks ölçümü için çalışmaya dahil edilen kontrol grubu yaş ortalamasının anlamlı düzeyde yüksek çıkması, periapendisiyel yağ dokusu içerisinde dansite ölçümü için daha uygun olan apendiksin, ölçümü gerçekleştiren tarafından öncelikle tercih edilmesine bağlı olabilir.

Akut apandisit erkeklerde hafifçe daha yüksek oranlarda görüldüğü belirtilmekte olup erkek/kadın oranı ise 1,4:1 olarak bildirilmektedir (114). Çalışmamızda ise erkek/kadın oranı 0,7 olup kadınlarda daha sık görüldüğü izlenimini vermektedir. Bu verinin apandisit şüphesi için BT çekilen hastalardan elde edildiği göz önüne alındığında, kadın hastalarda ayırıcı tanının çeşitliliğinden dolayı, radyolojik görüntülemeye daha fazla gereksinim duyulduğu sonucu çıkarılabilir. Saptanan bu oran, toplumda akut apandisit cinsiyete bağlı görülme oranını yansıtmamaktadır.

Erişkinlerde normal apendiksin BT görünümünü araştıran bir çalışmada apendikslerin %42'sinde çap 6 mm'den fazla bulunmuştur (105). Lüminal içeriğin görüntülenemediği ve periapendisiyel yağ dokuda inflamasyonun eşlik

etmediği vakalarda normal apendiks çapı için önerilen üst sınır 10 mm'dir (115-117). Çalışmamızda hiçbir normal apendiks çapı 10 mm'yi geçmediğinden, bu yazarların bulgularıyla benzerdir. Keyzer ve ark. akut apandisit şüphesi olan hastalarda US ve kontrastsız BT'yi karşılatırdıkları çalışmalarında ortalama apendiks çapını, normal hastalarda 6.3 ± 0.3 mm olarak bildirilmiştir (118). Jan ve arkadaşları tarafından normal apendiksın değerlendirildiği çalışmalarında apendiks ortalama dış transvers çapını 5.6 ± 1.3 mm olarak ölçülmüştür (119). Çalışmamıza dahil edilen normal hastalarda apendiksın ortalama dış çapı $5,7 \pm 0.5$ mm olup literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir. Dansite ölçümü yapılan düzeyde ise normal apendiks çap ortalaması 5.4 ± 0.6 mm'dir. İnflame apendiksın ise genellikle 7-15 mm ölçüldüğü bilinmektedir. Keyzer ve ark. tarafından yapılan çalışmada inflame apendiks çapı 11.7 ± 0.2 mm olarak bildirilmiş olup çalışmamızda 11.5 ± 2.3 mm bulunmuştur. Dansite ölçümü yapılan düzeyde ise inflame apendiks çap ortalaması 10.7 ± 2.7 mm'dir. Çalışmamızda normal ile inflame apendiks grupları arasında apendiks çap ortalaması istatistiksel olarak farklıdır ($p < 0.05$). Ayrıca ROC eğrisinde diğer parametreler ile karşılaştırıldığında maksimal çap ölçümünün tanı değerinin, literatür ile uyumlu bir şekilde, çok yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır ($AUC=1.0$ $p < 0.001$) (120).

Apandisit tanısında en önemli kriter olan apendiks çapının yanında, periapendisiyel inflamasyon, serbest sıvı, komşu barsak duvarında ödem ve eşlik eden lenf nodu da tanıya katkı sağlar(121). Çalışmamızda eşlik eden lenf nodu %86,7, periapendisiyel inflamasyon %70, serbest sıvı %33, komşu barsak duvarı ödemi %13,3 olarak saptanmıştır. Komşu barsak duvarı ödemi bulunan %13,3 hastaya aynı zamanda periapendisiyel apse/flegmon eşlik etmekteydi. Bu nedenle komşu barsak duvarı ödemi, apendiksteki inflamasyon şiddetini yansıtan bir bulgu olarak ele alınabilir. Apandisit hastalarında sağ alt kadranda ve özellikle ileokoik arter ve süperior mezenterik arter distali etrafında büyümüş lenf nodu %86,7 olarak izlenirken, normal grupta ise oran %13,3 düzeyinde kalmakta olup bu fark anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$).

Dual-enerji bilgisayarlı tomografi (DEBT), eş zamanlı uygulanan yüksek ve düşük enerji düzeylerine sahip X ışını demetinin, materyal bağımlı olarak

absorbsiyon davranışı prensibine dayanan bir teknik olup günümüzde geniş bir kullanım alanına sahiptir (93). Yüksek ve düşük enerjiye sahip X ışını demetinin farklı materyaller tarafından farklı derecelerde absorpsiyona uğratılmasıyla, konvansiyonel “single” enerji bilgisayarlı tomografi tekniğine göre daha iyi materyal karakterizasyonuna olanak sağlar. X ışını kilovolt piki azaldıkça özellikle de iyot ve kalsiyum, daha yüksek Hounsfield Ünitesinde (HU) absorpsiyona neden olur (122). Yüksek ve düşük kV enerji piklerine sahip X ışını absorpsiyonu verileri kullanılarak sanal kontrastsız görüntüler, iyot haritası, mikst ya da karıştırılmış (blended) görüntüler elde edilebilir; 40-190 keV enerji aralığında sanal monokromatik görüntüler oluşturulabilir.

DEBT'nin birçok uygulaması arasında abdominal ve üriner uygulamalarına baktığımızda; karaciğer ve pankreas kitlelerinin saptanması ve özelliklerinin belirlenmesi, yağlanma ve demir birikiminin belirlenmesi, DEBT kolonoskopi ve DEBT kolanjiyografi, taş özelliklerinin belirlenmesi (ürik asit taşı veya diğer kalsiyum içeren taşlar), böbrek kisti ve kitlelerinin kontrastlanma özelliklerinin ortaya konmasıdır (97).

Konvansiyonel, kontrastlı abdominopelvik BT, gastrointestinal sistemin değerlendirilmesinde önemli bilgiler sağlar. Barsak duvarı kalınlaşması ve kontrastlanması sayesinde normal ile anormal barsak segmenti ayrılabilir(123). Simetrik ya da asimetric duvar kalınlaşması, kısa ya da uzun segment tutulumu; infeksiyöz, inflamatuvar ve neoplastik süreçler açısından ayırıcı tanıya katkı sağlar (124). DEBT; konvansiyonel BT'de farkedilmesi güç parlaklaşma farklılıklarını, iyot haritası ya da düşük keV enerji düzeylerinde oluşturulan görüntüler yardımıyla daha çarpıcı hale getirir (125). Böylece infeksiyöz, inflamatuvar ya da neoplastik süreçler sonucu artan kontrast tutulumunda olduğu gibi iskemik ya da ödematöz süreçler gibi azalmış kontrast tutulumu ile sonuçlanan patolojiler daha iyi fark edilir. Üstelik, iyot haritası üzerinden barsak duvarı kontrastlanmasının kantitatif olarak değerlendirilmesine olanak sağlayan “iodine content” miktarı ölçülebilir; barsak duvar kontrastlanması etkileyen patolojilerin tanısında radyoloğun başarısını arttırabilir. Bununla birlikte DEBT'nin barsak duvarını etkileyen patolojilerde kantitatif kullanımının tanıya katkısının sağlamaştırılması için, uygun eşik

değerlerinin araştırılması gerekmektedir. Barsak duvarı kontrastlanması; kontrast maddenin konsantrasyonu, verilmiş hızı ve hacmi, kardiyak output, kan havuzu ve doku sıvı dağılımı gibi faktörlerden etkileneceğinden, mutlak dansite değerleri için eşik değerlerin belirlenmesinden ziyade normal barsak duvarı ya da vasküler yapı dansitesiyle yapılan karşılaştırmalar daha doğru sonuçlar verebilir (126); ancak bu önerenin araştırılması gerekmektedir. Normal barsak duvar kalınlığının ROI ile ölçüm yapılmasını güçleştirecek düzeyde ince oluşu da aşılması gereken diğer bir zorluk olarak görünmektedir.

DEBT ile barsak duvarına dair yapılan çalışmaları incelediğimizde, daha çok iskemik ya da neoplazik süreçlerde yoğunlaştığı göze çarpmaktadır. DEBT'nin artan bu kullanımına karşın, akut apandisit ile ilgili çalışmalar ise yetersizdir. Wortman ve arkadaşları tarafından yayınlanan "DEBT'nin barsak duvarını etkileyen patolojilerdeki yeri" başlıklı derleme şeklindeki makalelerinden başka, İngilizce literatürde konuya ilişkin araştırma bulunmamaktadır (126).

DEBT'de oluşan mix görüntülerden iyodun atenüasyonu çıkartılarak sanal kontrastsız görüntüler elde edilir. Wortmann ve ark. tarafından yayınlanan derlemede barsak duvarının inflamatuvar patolojilerinde sanal kontrastsız görüntülerin tanıya katkı sağlamadığı belirtilmektedir (126). Buna karşın çalışmamızda sanal kontrastsız görüntülerde, inflame apendikslerin ortalama dansitesi 20.7 ± 11.7 HU, normal apendikslerin ortalama dansitesi 1.4 ± 16.6 HU olarak saptanmış olup iki grup arası fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.001$). Barsak iskemisine bağlı duvardaki atenüasyon değişikliklerinin değerlendirildiği bir çalışmada, hiperemi, hiperperfüzyon, intramural kanama ve enfarkt sonucu duvarda hiperatenüasyon görülebileceği bildirilmiştir (127). İnflame apendisitlerde sanal kontrastsız görüntülerde saptanan görece yüksek dansite, apendiks duvarındaki hiperemi, intramural kanamaya bağlı olabileceği gibi; apendiks lümenindeki fekaloid içeriğin oluşturduğu kontaminasyona da bağlanabilir. Sanal kontrastsız görüntülerde eşik dansite değeri 5 HU alındığında, >5 HU değeri için apandisit tanısında DEBT'nin sensitivite, spesifite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları sırasıyla %93,3, %60, %70, %90, %76 hesaplanmıştır. Eşik değer 20 HU

alındığında, >20 HU değeri için sensitivite, spesifite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları sırasıyla %46,7, %93,3, %87,5 %63,6, %70 hesaplanmıştır. Görüldüğü üzere dansite değeri arttıkça sensitivite azalmakta birlikte spesifite artmaktadır. ROC eğrisinde eğri altında kalan alan değeri de sanal kontrastsız görüntülerde ölçülen dansitenin tanı değerinin yüksek olduğunu göstermektedir (AUC=0,834 p<0,001). Sanal kontrastsız görüntülerde, pozitif oral opak içerek apendiks lümenine opağın geçtiği, bu nedenle olası fekaloidlerin seçilemediği vakalarda, apendiks lümeni fekaloid açısından değerlendirilerek tanıya olan katkısı artırılabilir.

Dual-enerjinin temel prensibi aynı anatomik bölgenin farklı kVp değerleri ile iki veri setinin elde edilmesidir. Çalışmamızda kullanılan BT cihazında bu 80 ve 140 kVp değerleri ile mümkündür. Hasta grubunda 80kVp görüntülerde ölçülen ortalama dansite 101.5 ± 20.1 , kontrol grubunda ortalama dansite 52.6 ± 12.3 olarak saptandı. 80kVp görüntülerde iki grup arasındaki ortalama dansite farkı istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p<0.001). Hasta grubunda 140kVp görüntülerde ölçülen ortalama dansite 59.5 ± 13.7 HU, kontrol grubunda ortalama dansite 31.1 ± 13.4 HU olarak saptandı. 140 kVp görüntülerde de iki grup arasındaki ortalama dansite farkı istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p<0,001). Düşük enerji düzeyinde, yüksek atom numarasına sahip iyodun, fotoelektrik etkileşimine bağlı olarak atenüasyonda artış izlenir (128). Bu bilgi ışığında hasta grubunda 80 kVp görüntülerde ölçülen dansite de 140 kVp görüntülerde ölçülenden anlamlı olarak yüksektir (p<0,001). İki grup görüntü seti için oluşturulan ROC eğrileri incelendiğinde eğri altında kalan alan 80 kVp için 0,996 iken, 140 kVp görüntülerde 0,929'dur (p<0,001). Her iki enerji düzeyindeki dansite ölçümünün tanıya katkısı 80 kVp'de daha fazla olmakla birlikte çok yüksektir. 80 kVp görüntülerde eşik dansite değeri 70 HU alındığında, >70 HU değeri için sensitivite, spesifite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları sırasıyla %96,7, %96,7, %96,7 %96,7, %96,6; 140 kVp görüntülerde eşik dansite değeri 45 HU alındığında, >45 HU değeri için sensitivite, spesifite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları sırasıyla %86,7, %90, %89,7 %87,1, %88 hesaplanmıştır.

İyodun düşük ve yüksek kVp değerlerindeki karakteristik absorpsiyon davranışı nedeniyle kontrastlı görüntülerde elde olunan HU değeri, iyot ve sanal kontrastsız komponentlerine ayrıştırılabilir. Bu sayede, dual enerji post proses teknikleriyle iyodun çıkartıldığı sanal kontrastsız görüntüler, iyot içeriğini yansıtan pür iyot haritaları, sanal kontrastsız ya da kontrastlı görüntülerin üzerine iyot haritası füzyonuyla overlay görüntüler oluşturulabilir. Çalışmamızda, sanal kontrastsız görüntülerin üzerine iyot haritası füzyonuyla oluşan overlay görüntüler iyot içeriğini yansıtmaktadır. Hasta grubunda overlay görüntülerde ölçülen ortanca dansite 48.9 ± 9.7 HU, kontrol grubunda ortanca dansite 37.3 ± 13.4 HU olarak saptanmıştır. Overlay görüntülerde iki grup arasındaki ortanca dansite farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p < 0,001$). Böylelikle, inflame apendiksin kontrast tutulumunun daha fazla olduğu sonucu çıkmaktadır. Çalışmamızda analiz edilen mix görüntüler ise overlay görüntülerin aksine sanal kontrastsız veri üzerine değil kontrastlı veri üzerine iyot haritası füzyonuyla oluşturulmaktadır. Hasta grubunda mix görüntülerde ölçülen ortalama dansite 71.9 ± 15.9 HU, kontrol grubunda ortalama dansite 38.3 ± 11.7 HU, olarak saptanmıştır. Mix görüntülerde de iki grup arasındaki ortalama dansite farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$). İnflame apendiklerin overlay görüntülerde ortalama dansitesi 37.3 ± 13.4 HU, mix görüntülerdeki ortalama dansitesi 71.9 ± 15.9 HU olup, mix görüntülerdeki yaklaşık 2 kata varan dansite artışı istatistiksel olarak anlamlı olup ($p < 0,001$) apandisit tanısında bu veri setinin kullanımını öne çıkarmaktadır. Öte yandan ROC eğrisi analizi de bu hipotezi desteklemekte olup overlay görüntüler için AUC: 0,847 iken, mix görüntüler için AUC: 0,951 olarak hesaplanmıştır. Mix görüntülerin tanıdaki etkisinin çok yüksek olduğu sonucu çıkmaktadır. Overlay görüntülerde eşik değer 45 HU alındığında, >45 HU değeri için sensitivite, spesifite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları sırasıyla %73,3, %90, %88, %77,1, %81; mix görüntülerde eşik değeri 55 HU alındığında, >55 HU değeri için sensitivite, spesifite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları sırasıyla %93,3, %90, %90,3, %93,1, %91,6 hesaplanmıştır.

Düşük ve yüksek kVp piklerinde, materyalin X ışınına karşı göstermiş olduğu farklı absorpsiyon derecelerinden faydalanılarak sanal monokromatik (diğer adıyla monoenerjetik) görüntüler oluşturulabilir. Böylece polikromatik X ışını demeti yerine, pratik olarak tek enerji düzeyine sahip X ışını demetiyle etkileşime girdiğinde oluşabilecek Hounsfield Ünitesi hesaplanır. Farklı kiloelektron volt (keV) değerlerinde oluşturulan görüntüler, dokular arası kontrastı maksimize etmede, ya da doku içindeki iyodun daha iyi ortaya konması amacıyla kullanılabilir. Çalışmamızda 40 ile 100 keV arası her 10 değerinde bir normal ve inflame apendiks dansitesi ölçülmüş, gruplar arası farklar ortaya konmuş ve enerji düzeyinin tanı etkinlikleri araştırılmıştır. Buna göre 40 ile 100 keV arası ölçüm yaptığımız tüm değerlerde inflame apendiks ile normal apendiks dansitesi arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,001$). Bu değerler aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Monokromatik görüntülerde enerji düzeyi 60-70 keV spektrumundan uzaklaştıkça (60 keV'den küçük ya da 70 keV'den büyük enerji düzeylerinde), imaj gürültüsü progresif olarak artış gösterir. Bununla birlikte yüksek keV enerji düzeylerinde ışın sertleşmesi artefaktı azalırken, iyodun yaklaşık 33 keV olan k tabakası değerinden dolayı düşük keV enerji düzeylerinde ise kontrastın maksimizasyonu gözlenir(129). Düşük enerji düzeylerinde iyodun kontrast maksimizasyonu izlenmesine rağmen, artan gürültüden dolayı görüntü kalitesinin düşüklüğü mevcut rekonstrüksiyon algoritmalarıyla sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (130).

Çalışmamızla kullanılan 40 ve 50 keV görüntüleri analiz ettiğimizde, düşük enerji düzeylerinde iyodun artmış fotoelektrik etkileşiminden dolayı en yüksek dansite değerleri ölçülmektedir. Hasta grubunda 40 keV sanal monokromatik görüntülerde ölçülen ortalama dansite 196,3 HU, kontrol grubunda ortalama dansite 146 HU olarak saptanmıştır. Hasta grubunda 50 keV sanal monokromatik görüntülerde ölçülen ortalama dansite 136,1 HU, kontrol grubunda ortalama dansite 97,9 HU olarak saptanmıştır. Her iki enerji düzeyinde de inflame apendiks ile normal apendiks dansiteleri arasındaki fark

Tablo 5.1. Farklı keV enerji düzeylerinde hasta ve kontrol grubu apandiks dansitelerinin karşılaştırılması.

Grup		Ortalama	SD	Minimum	Maksimum	AUC
40KEV	Normal	146,953	49,7625	64,7	348,0	
	Apandisit	204,397	40,2609	139,0	306,2	
						0,880
50KEV	Normal	100,243	30,3549	51,2	218,0	
	Apandisit	142,253	27,4378	99,0	213,4	
						0,898
60KEV	Normal	69,400	20,4061	34,2	129,0	
	Apandisit	103,420	19,2754	68,5	151,3	
						0,897
70KEV	Normal	47,697	10,8134	29,2	70,9	
	Apandisit	79,100	15,5997	47,3	117,9	
						0,958
80KEV	Normal	38,667	10,2464	23,8	61,0	
	Apandisit	64,660	14,0904	31,6	92,5	
						0,934
90KEV	Normal	31,880	12,0599	10,0	54,2	
	Apandisit	55,157	12,6510	22,4	86,3	
						0,907
100KEV	Normal	26,343	12,5904	2,5	51,4	
	Apandisit	48,917	12,9542	17,3	88,6	
						0,904

anlamlıdır ($p < 0,001$). Bu enerji düzeylerinin tanı değerini belirlemek amacıyla çizilen ROC eğrisinde ise; 40 ve 50 keV görüntülerin AUC'leri sırasıyla 0,880 ve 0,898 hesaplanmıştır ($p < 0,001$). İnflame apandiks dansitesinin en yüksek ölçüldüğü bu enerji düzeylerinin tanı değeri, daha yüksek enerji düzeylerinden

düşük olarak hesaplanmaktadır. İyodun artmış atenüasyonuna rağmen, görüntülerdeki azalmış sinyal-gürültü oranının, tanı değerini azalttığı düşünülmektedir(131).

Çalışmamızdaki 60 – 100 keV görüntülerin analizinde, tanı değeri en yüksek enerji düzeyinin 70 keV olduğunu görülmektedir. Tanı değeri 70 keV düzeyinde en yüksek düzeyine ulaşmakta, daha sonra giderek azalma göstermektedir. Darras ve ark. nın barsak obstrüksiyonlarında sanal monokromatik görüntülerin etkinliği değerlendirdiği çalışmalarında optimum sinyal-gürültü (SNR) ve kontrast-gürültü (CNR) düzeyini sağlayan enerji düzeyi 70 keV olarak belirtilmiştir(132). Yapılan diğer çalışmalarda da yumuşak doku değerlendirilmesi için optimum enerji düzeyinin 60 – 77 keV aralığı olduğu belirtilmiştir(131). Hasta grubunda 70 keV sanal monokromatik görüntülerde ölçülen ortalama dansite 79.1 ± 15.5 HU, kontrol grubunda ortalama dansite $47,6 \pm 10.8$ HU saptanmış olup ROC eğrisinde $AUC=0,958$ olup ($p<0,001$) tanı değeri en yüksek sanal monokromatik görüntü setidir. 70 keV görüntülerde eşik değeri 65 HU alındığında, >65 HU değeri için sensitivite, spesifite, PPD, NPD ve tanı doğruluğu oranları sırasıyla %86,7, %90, %89,7, %87,1, %88 hesaplanmıştır. Aşağıdaki tabloda monokromatik görüntüler için belirlenen eşik değerlerinde sensitivite, spesifite, PPD, NPD ve tanı doğruluk oranları verilmiştir.

Akut karın nedeniyle cerrahiye giden hastalarda en sık saptanan patoloji akut apandisit olmakla birlikte apendiksin karsinoid tümörü, müsinöz neoplazisi ve daha düşük oranlarda kolonik tip adenokarsinomu %1-2 oranda görülmektedir(133). Bu durumlarda BT bulguları, apendiksin kistik dilatasyonu, apendiks duvarında asimetric kalınlaşma, %50 hastada görülebilen mural kalsifikasyonlar olabilir. Ancak apendiks çapı, periapendisiel inflamasyon, serbest sıvı varlığı nonspesifik olup benign-malign ayırımında katkı sağlamamaktadır(134). Çalışmamıza dahil edilen hastalardan ikisinin patolojisi düşük dereceli neoplazi olarak raporlanmıştır. Bu hastaların dual BT görüntülerini incelediğimizde hastalardan birinde, akut apandisit tanısını koymada yardımcı bulgular olan periapendisiel inflamasyon ve serbest sıvı eşlik etmektedir. Ancak diğer hastada bu yardımcı bulgular bulunmamaktadır.

Bu apendikslerin ölçümlerini incelediğimizde sanal kontrastsız dansiteleri sırasıyla 26 HU ve 43 HU, 80 kV görüntülerde 122 HU ve 129 HU, 70 keV görüntülerde 91 HU ve 99 HU ölçülmekte olup normal apendiks için ölçülen ortalama değerlerden yüksek olduğu görülmektedir. Her ne kadar hasta sayısı oldukça yetersiz de olsa, özellikle akut apandisit tanısında yardımcı olan BT bulguları yokluğunda ya da asemptomatik hastalarda, apendiks duvarı kontrastlanma düzeyi, tümöral lezyonların tanısında fayda sağlayabilir.

Tablo 5.2. Farklı enerji düzeylerine belirlenen eşik değerlerine göre sensitivite, spesifisite, pozitif ve negatif prediktif değerler, tanı doğruluğu oranları

ENERJİ DÜZEYİ	EŞİK DEĞER (HU)	SN %	SP %	PPD %	NPD %	TD %
40 KEV	170	86,7	86,7	86,7	86,7	86,6
50 KEV	127	89	86,7	85,7	81,3	83,3
60 KEV	85	85	86,7	83,3	83,9	86,2
70 KEV	65	86,7	90	89,7	87,1	88
80 KEV	50	90	80	81,8	88,9	85
90 KEV	45	86,7	83,3	83,9	86,2	85
100 KEV	40	76,7	83,3	82,1	78,1	80

Çalışmamızda bir takım kısıtlamalar vardır. Bunlar:

1. Bu çalışmada ölçümler yapılmadan önce ölçümü yapan gözlemci hangi hastaların apandisit hangi hastaların kontrol grubunda olduğunu bilmekte idi.
2. Ölçümlerin sadece bir okuyucu tarafından yapılması bunlardan en önemlisidir. Sanal monokromatik görüntülerde özellikle 40 ve 50 keV düzeylerinde azalan SNR'dan dolayı apendiks sınırlarının seçilebilirliğindeki kayıp, ölçümlerin tutarlılığı ve elverişliliği bakımından

değerlendirilmeli, ayrıca tüm parametrelerde ölçümler arası gözlemci içi ve gözlemciler arası tutarlılık belirlenmelidir.

3. Hasta semptomunun başlama süresi ile BT çekimine kadar geçen süre kayıt edilmediğinden, bu sürenin apendiks dansitesi üzerine etkisi araştırılmamıştır.
4. Çekimlerde kullanılan kontrast madde miktarı her ne kadar hasta kilosuna göre standardize edilmeye çalışılsa da, hasta vücut-kitle indeksinin dansite üzerine etkisine bakılmamıştır.
5. Apendiks dansitesinin doğrudan ölçümü yerine, dansite düzeyi daha az çeşitlilik gösteren (aort gibi) referans anatomik nokta belirlenerek, oransal dansite ölçümü daha sağlıklı sonuçlar sağlayabilir.
6. Hasta vücut-kitle indeksinin ya da karın çevresinin sinyal-gürültü ya da kontrast-gürültü oranlarına etkisi bakılmamıştır.

6. SONUÇ

Akut apandisit tanısında, apendiks çapı hala en yüksek tanısal değere sahip parametredir. Bununla birlikte dual enerji BT'nin sağladığı görüntü setlerinde belirlediğimiz eşik dansite değerleri ile apendiks inflamasyonu hakkında yüksek tanı doğruluğu sağlanmaktadır. Dual enerji BT'nin bu özelliği sayesinde apendikte inflamasyonun belirteci olan kontrast tutulumunun kalitatif değerlendirmesinin yanısıra kantitatif değerlendirilmesi yapılabilir. Eşlik eden diğer bulguların yokluğunda iyot haritası ya da sanal monokromatik görüntülerle, apendiks duvarındaki inflamasyon konvansiyonel BT'ye göre daha erken tespit edilebilir. Dual BT inceleme parametreleri ile özellikle asemptomatik hastalarda apendiks tümörü saptama oranı artırılabilir.

7. KAYNAKLAR

1. Deaver JBP. Appendicitis. JAMA. 1928;90(21):1679-1683.
2. McMurrich, J. Playfair. Leonardo Da Vinci, the Anatomist (1452-1519). Baltimore: Pub. for Carnegie institution of Washington by the Williams & Wilkins Company, 1930.
3. Fernel J: *Universa Medicina* 1554. In Major R: *Classic Description of Disease*. Springfield, Charles C Thomas, p 614, 1932
4. De Moulin D. Historical notes on appendicitis. *Archivum chirurgicum Neerlandicum*. 1975;27(2):97.
5. Meade RH. The evolution of surgery for appendicitis. *Surgery*. 1964;55(5):741-52.
6. Bright R, Addison T. *Elements of the Practice of Medicine*. London: Longmans, Green & Co, Inc; 1839.
7. Shepherd J. Acute appendicitis: A historical survey. *The Lancet*. 1954;264(6833):299-302.
8. Fitz RH. Perforating inflammation of the vermiform appendix: with special reference to its early diagnosis and treatment. *American Journal of Medicine Science* 1886;92: 321-46.
9. Williams GR. Presidential Address: A history of appendicitis. With anecdotes illustrating its importance. *Annals of surgery*. 1983;197(5):495.
10. McBurney C. The incision made in the abdominal wall in cases of appendicitis, with a description of a new method of operation. *Annals of Surgery* 1894; 20: 38-43.
11. Wakeley CP. The position of the vermiform appendix as ascertained by an analysis of 10,000 cases. *Journal of anatomy*. 1933;67(Pt 2):277.
12. Schwartz S and Ellis H. Appendix. In: Schwartz S and Ellis H eN, Connecticut: *Maingot's Abdominal Operations*. 9th ed. Norwalk, CT: Appleton & Lange; 1990, pp 953-77.
13. Robinson J. Congenital absence of vermiform appendix. *British Journal of Surgery*. 1952;39(156):344-5.

14. Kothari AA, Yagnik K, Hathila V. Duplication of vermiform appendix. *Journal of postgraduate medicine*. 2004;50(4):285.
15. Jaffe BM, Berger DH. The appendix. *Schwartz Principles of Surgery*, 8th ed, Schwartz SI, Brunickardi CF (Eds) Mc Graw-Hill Health Pub Division, New York. 2005. 1383-1395.
16. Smink D, Soybel D. Appendix. In: Zinner MJ, Ashley SW eds. *Maingot's Abdominal Operations 11 th Edition*. Boston: The McGraw-Hill Companies, 2007; 589-590.
17. Spencer S, F. D. Galloway. Appendix *Principles of Surgery 7. edition* 1999;1383-94.
18. Cev M, Bozfakioğlu Y. Apendiks hastalıkları. Değerli Ü (editör). *Cerrahi gastroenteroloji*. 2. Baskı, İstanbul: Nobel Tıp Kitapevi, 1989:258-273
19. Adamidis D, Roma-Giannikou E, Karamolegou K, et al. Fiber intake and childhood appendicitis. *Int J Food Sci Nutr* 2000; 51: 153-157.
20. Başaklar C. Çocuklarda travma ve akut karın.I. Baskı, Ankara: Palme Yayıncılık, 1994:217-225.
21. Gotohda N, Itano S, Okada Y, Horiki S, Endo A, Terada N, et al. Acute appendicitis caused by amebiasis. *Journal of gastroenterology*. 2000;35(11):861-3.
22. Murch SH. Diarrhoea, diagnostic delay, and appendicitis. *The Lancet*. 2000;356(9232):787.
23. Anderson KD, Parry RL: Appendicitis. O'Neill JA, Rowe MI, Grosfeld JL, Fonkalsrud EW, Coran AG. (editors). *Pediatric Surgery*. 5. Baskı, Missouri: Mosby-Year Book, 1998: 1369-1379.
24. Paik SY, Oh JT, Choi YJ, et al. Measles-related appendicitis. *Arch Pathol Lab Med* 2002; 126:82-84.
25. Richards ML, Aberger FJ, Landercasper J. Granulomatous appendicitis: Crohn's disease, atypical Crohn's, or not Crohn's at all? *Journal of the American College of Surgeons*. 1997;185(1):13-7.
26. Kham GM, Grillo IA, Abu-Eshy SA, et al. Pathology of the appendix. *J NatlMed Assoc* 2000; 92: 535-535.

27. Ramsook C. Traumatic appendicitis: fact or fiction? *Pediatric emergency care*. 2001;17(4):264-6.
28. Kao C-T, Tsai J-D, Lee H-C, Wang N-L, Shih S-L, Lin C-C, et al. Right perinephric abscess: a rare presentation of ruptured retrocecal appendicitis. *Pediatric nephrology*. 2002;17(3):177-80.
29. Gofrit ON, Abu-Dalu K. Perforated appendicitis in the child: Contemporary experience. *Isr Med Assoc J* 2001; 3:262-265.
30. Addiss DG, Shaffer N, Fowler BS, Tauxe RV. The epidemiology of appendicitis and appendectomy in the United States. *Am J Epidemiol* 1990; 132:910–925.
31. Blewett CJ, Krummel TM, editors. *Perforated appendicitis: past and future controversies*. Seminars in pediatric surgery; 1995.
32. Graffeo CS, Counselman FL. Appendicitis. *Emerg Med Clin North Am* 1996;14:653-71.
33. Luckman R. Incidence and case fatality rates for acute appendicitis in California. *American Journal of Epidemiol* 1989;129:905-18.
34. Berry Jr J, Malt RA. Appendicitis near its centenary. *Annals of surgery*. 1984;200(5):567.
35. Pieper R, Kager L, Näsman P. Acute appendicitis: a clinical study of 1018 cases of emergency appendectomy. *Acta Chirurgica Scandinavica*. 1982;148(1):51-62.
36. Ricci M, Trevisani M, Beck W. Acute appendicitis. A 5-year review. *The American surgeon*. 1991;57(5):301-5.
37. Silberman VA. Appendectomy in a large metropolitan hospital: retrospective analysis of 1,013 cases. *The American Journal of Surgery*. 1981;142(5):615-8.
38. Barker D, Morris J, Nelson M. Vegetable consumption and acute appendicitis in 59 areas in England and Wales. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1986;292(6525):927-30.
39. Lichtner S, Pflanz M. Appendectomy in the Federal Republic of Germany: epidemiology and medical care patterns. *Medical care*. 1971;9(4):311-30.

40. Burkitt DP. The aetiology of appendicitis. *Br J Surg* 1971;58:695-9.
41. Basta M, Morton N, Mulvihill J, Radovanović Z, Radojčić C, Marinković D. Inheritance of acute appendicitis: familial aggregation and evidence of polygenic transmission. *American journal of human genetics*. 1990;46(2):377.
42. Walker A, Walker B. Appendectomy in South African inter-ethnic school pupils. *American Journal of Gastroenterology*. 1987;82(3).
43. Incesu L TC, DiPiro PJ, Coombs BD, Schmiedl UP, Krasny RM, Lin EU. Appendicitis. 2002. [http:// www.emedicine.com/radio/topic47. html](http://www.emedicine.com/radio/topic47.html).
44. Akın H. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları, Sayı:318. Cerrahi Ders Kitabı Ankara Üniversitesi Yayınları 1975. Ana Çizgileriyle Akut Karın S:381-428
45. Lee SL, Walsh AJ, Ho HS. Computed tomography and ultrasonography do not improve and may delay the diagnosis and treatment of acute appendicitis. *Archives of surgery*. 2001;136(5):556-62.
46. Rao P, Rhea J, Novelline R, McCabe C, Lawrason J, Berger D, et al. Helical CT technique for the diagnosis of appendicitis: prospective evaluation of a focused appendix CT examination. *Radiology*. 1997;202(1):139-44.
47. Hung OL, Nelson L. *Tintinalli's emergency medicine: a comprehensive study guide*: McGraw-Hill New York; 2004.
48. Keyes E. A new method for the early diagnosis of acute appendicitis in the absence of localization. *The Surgical clinics of North America*. 1950;30(5):1447-56.
49. Feng Y-Y, Lai Y-C, Su Y-J, Chang W-H. Acute perforated appendicitis with leukopenic presentation. *The American journal of emergency medicine*. 2008;26(6):735. e3-. e4.
50. Zielke A, Hasse C, Sitter H, Rothmund M. Influence of ultrasound on clinical decision making in acute appendicitis: a prospective study. *The European journal of surgery*. 1998;164(3):201-9.
51. Tarjan M ME, Winternitz T, Kiss I, Kalman A. The value of ultrasonic diagnosis in acute appendicitis. *Orv Hetil*. 1995;136 (14):713-7.

52. Taviloglu K. Akut apandisit ve apandiks hastalıkları. edt Kalaycı G, Genel Cerrahi cilt 1 Nobel Tıp (Kitapevi.2002;259-268 Emerg Med. 1991;20:45-50.
53. Howell JM, Eddy OL, Lukens TW, Thiessen ME, Weingart SD, Decker WW. Clinical policy: critical issues in the evaluation and management of emergency department patients with suspected appendicitis. *Annals of emergency medicine*. 2010;55(1):71-116.
54. Pisano G, Erdas E, Parodo G, Martinasco L, Pomata M, Daniele G. [Acute abdomen due to rupture of mesenteric cysts. Observations on a clinical case and review of the literature]. *Minerva chirurgica*. 2004;59(4):405-11.
55. Soper DE. Pelvic inflammatory disease. *Obstetrics & Gynecology*. 2010;116(2, Part 1):419-28.
56. Stephens SC, Bernstein KT, Kohn RP, Klausner JD, Philip SS. Can case reports be used to identify trends in pelvic inflammatory disease? San Francisco, 2004–2009. *Sexually transmitted diseases*. 2011;38(1):8-11.
57. Joffe N. Radiology of acute appendicitis and its complications. *CRC critical reviews in clinical radiology and nuclear medicine*. 1975;7(2):97.
58. Lee P. The plain X-ray in the acute abdomen: A surgeon's evaluation. *British Journal of Surgery*. 1976;63(10):763-6.
59. Graffeo CS, Counselman FL. Appendicitis. *Emergency medicine clinics of North America*. 1996;14(4):653-71.
60. El Ferzli G, Ozuner G, Davidson P, Isenberg J, Redmond P, Worth Jr M. Barium enema in the diagnosis of acute appendicitis. *Surgery, gynecology & obstetrics*. 1990;171(1):40-2.
61. Deutsch A, Leopold G. Ultrasonic demonstration of the inflamed appendix: case report. *Radiology*. 1981;140(1):163-4.
62. Puylaert JB, Rutgers PH, Lalisang RI, de Vries BC, van der Werf SD, Dörr JP, et al. A prospective study of ultrasonography in the diagnosis of appendicitis. *New England Journal of Medicine*. 1987;317(11):666-9.

63. Abu-Yousef MM, Bleicher JJ, Maher JW, Urdaneta LF, Franken Jr E, Metcalf A. High-resolution sonography of acute appendicitis. *American Journal of Roentgenology*. 1987;149(1):53-8.
64. Jeffrey Jr R, Laing FC, Townsend RR. Acute appendicitis: sonographic criteria based on 250 cases. *Radiology*. 1988;167(2):327-9.
65. Borushok KF, Jeffrey Jr RB, Laing FC, Townsend RR. Sonographic diagnosis of perforation in patients with acute appendicitis. *AJR American journal of roentgenology*. 1990;154(2):275-8.
66. Birnbaum BA, Wilson SR. Appendicitis at the millennium 1. *Radiology*. 2000;215(2):337-48.
67. Quillin SP, Siegel MJ. Appendicitis: efficacy of color Doppler sonography. *Radiology*. 1994;191(2):557-60.
68. Birnbaum BA, Jeffrey Jr RB. CT and sonographic evaluation of acute right lower quadrant abdominal pain. *AJR American journal of roentgenology*. 1998;170(2):361-71.
69. Birnbaum BA, Balthazar EJ. CT of appendicitis and diverticulitis. *Radiologic Clinics of North America*. 1994;32(5):885.
70. Balthazar E, Megibow A, Siegel S, Birnbaum B. Appendicitis: prospective evaluation with high-resolution CT. *Radiology*. 1991;180(1):21-4.
71. Balthazar EJ, Birnbaum BA, Yee J, Megibow AJ, Roshkow J, Gray C. Acute appendicitis: CT and US correlation in 100 patients. *Radiology*. 1994;190(1):31-5.
72. Balthazar EJ, Rofsky NM, Zucker R. Appendicitis: the impact of computed tomography imaging on negative appendectomy and perforation rates. *The American journal of gastroenterology*. 1998;93(5):768-71.
73. Malone Jr AJ, Wolf CR, Malmed AS, Melliore BF. Diagnosis of acute appendicitis: value of unenhanced CT. *AJR American journal of roentgenology*. 1993;160(4):763-6.

74. Lane MJ, Katz DS, Ross BA, Clautice-Engle TL, Mindelzun RE, Jeffrey Jr RB. Unenhanced helical CT for suspected acute appendicitis. *AJR American journal of roentgenology*. 1997;168(2):405-9.
75. Schuler JG, Shortsleeve MJ, Goldenson RS, Perez-Rossello JM, Perlmutter RA, Thorsen A. Is there a role for abdominal computed tomographic scans in appendicitis? *Archives of surgery*. 1998;133(4):373-7.
76. Rao PM, Rhea JT, Novelline RA, Mostafavi AA, Lawrason JN, McCabe CJ. Helical CT combined with contrast material administered only through the colon for imaging of suspected appendicitis. *AJR American journal of roentgenology*. 1997;169(5):1275-80.
77. Choi D, Park H, Lee Y, Kook SH, Kim S, Kwag H, et al. The Most Useful Findings for Diagnosing Acute Appendicitis on Contrast-Enhanced Helical Ct. *Acta radiologica*. 2003;44(6):574-82.
78. Federle MP. Focused appendix CT technique: a commentary. *Radiology*. 1997;202(1):20-1.
79. Weltman, D. I., Yu, J., Krumenaker, J., Huang, S. M., & Moh, P. P. Comparison of 5mm and 10mm CT sections in the same patient in the diagnosis of acute appendicitis. *Radiology*. 1998;209:368-368.
80. Stillman C, Katz D, Lane M. The normal appendix: evaluation with unenhanced helical CT (abstr). *AJR Am J Roentgenol*. 1999;172:58.
81. Cobben L, Groot I, Kingma L, Coerkamp E, Puylaert J, Blickman J. A simple MRI protocol in patients with clinically suspected appendicitis: results in 138 patients and effect on outcome of appendectomy. *European radiology*. 2009;19(5):1175-83.
82. Herliczek TW, Swenson DW, Mayo-Smith WW. Utility of MRI after inconclusive ultrasound in pediatric patients with suspected appendicitis: retrospective review of 60 consecutive patients. *American Journal of Roentgenology*. 2013;200(5):969-73.
83. Cullen JJ, Kelly KA, Moir CR, Hodge DO, Zinsmeister AR, Melton 3rd L. Surgical management of Meckel's diverticulum. An epidemiologic, population-based study. *Annals of surgery*. 1994;220(4):564.

84. Turhan AN KS, Kütükçü E, Yiğitbaş H, Aygün E. Akut Apandisitte Nonoperatif Takip ve Tedavi. Bakırköy Tıp Dergisi 2006; 2(4): 134-136.
85. Turhan AN, Kapan S, Kutukcu E, Yigitbas H, Hatipoglu S, Aygun E. Comparison of operative and non operative management of acute appendicitis. Ulus Travma Acil Cerrahi Derg. 2009;15(5):459-62.
86. Coldrey E. Treatment of acute appendicitis. British medical journal. 1956;2(5007):1458.
87. Zinner J,Ashley W. İnce Bağırsak ve Kolon- Apendisit ve Apendektomi Ed: Andincan A, Maingot Abdominal Operasyonlar, I. Baskı, Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul, 2008; 589-612.
88. Kalaycı G AK, Demirkol K. Akut Apandisit ve Apandisit Hastalıkları. Ed: Kalaycı G. Genel Cerrahi. I. Baskı. Nobel Tıp Kitabevleri. İstanbul; 2002: 259-270.
89. Zollinger MR. Apendektomi. Eds: Özmen MM, Sayek İ. Zollinger'in Cerrahi Atlası. Sekizinci Baskı.Güneş Kitabevi. Ankara; 2003: 116-118.
90. Johnson TR, Krauss B, Sedlmair M, Grasruck M, Bruder H, Morhard D, et al. Material differentiation by dual energy CT: initial experience. European radiology. 2007;17(6):1510-7.
91. Graser A, Johnson TR, Chandarana H, Macari M. Dual energy CT: preliminary observations and potential clinical applications in the abdomen. European radiology. 2009;19(1):13-23.
92. Postma AA, Hofman PA, Stadler AA, van Oostenbrugge RJ, Tijssen MP, Wildberger JE. Dual-energy CT of the brain and intracranial vessels. American Journal of Roentgenology. 2012;199:S26-S33.
93. Johnson TR. Dual-energy CT: general principles. American Journal of Roentgenology. 2012;199:S3-S8.
94. Lu GM, Zhao YE, Zhang LJ, Schoepf UJ. Dual-energy CT of the lung. American Journal of Roentgenology. 2012;199:S40-S53.
95. Vliegenthart R, Pelgrim GJ, Ebersberger U, Rowe GW, Oudkerk M, Schoepf UJ. Dual-energy CT of the heart. American Journal of Roentgenology. 2012;199:S54-S63.

96. Vlahos I, Chung R, Nair A, Morgan R. Dual-energy CT: vascular applications. *American Journal of Roentgenology*. 2012;199:S87-S97.
97. Heye T, Nelson RC, Ho LM, Marin D, Boll DT. Dual-energy CT applications in the abdomen. *American Journal of Roentgenology*. 2012;199:S64-S70.
98. Nicolaou S, Liang T, Murphy DT, Korzan JR, Ouellette H, Munk P. Dual-energy CT: a promising new technique for assessment of the musculoskeletal system. *American Journal of Roentgenology*. 2012;199:S78-S86.
99. Karcaaltincaba, M., Karaosmanoglu, D., Akata, D., Sentürk, S., Özmen, M., & Alibek, S. (2009, September). Dual energy virtual CT colonoscopy with dual source computed tomography: initial experience. In *RöFo-Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren* (Vol. 181, No. 09, pp. 859-862).
100. Rhea JT, Halpern EF, Ptak T, Lawrason JN, Sacknoff R, Novelline RA. The status of appendiceal CT in an urban medical center 5 years after its introduction: experience with 753 patients. *American Journal of Roentgenology*. 2005;184(6):1802-8.
101. Benjaminov O, Atri M, Hamilton P, Rappaport D. Frequency of Visualization and Thickness of Normal Appendix at Nonenhanced Helical CT Radiology. 2002;225(2):400-6.
102. Ege G, Akman H, Sahin A, Bugra D, Kuzucu K. Diagnostic value of unenhanced helical CT in adult patients with suspected acute appendicitis. *The British journal of radiology*. 2002;75(897):721-5.
103. Kamel IR, Goldberg SN, Keogan MT, Rosen MP, Raptopoulos V. Right Lower Quadrant Pain and Suspected Appendicitis: Nonfocused Appendiceal CT-Review of 100 Cases 1. *Radiology*. 2000;217(1):159-63.
104. Hershko DD, Awad N, Fischer D, Mahajna A, Guralnik L, Israelit SH, et al. Focused helical CT using rectal contrast material only as the preferred technique for the diagnosis of suspected acute appendicitis:

- a prospective, randomized, controlled study comparing three different techniques. *Diseases of the colon & rectum*. 2007;50(8):1223-9.
105. Tamburrini S, Brunetti A, Brown M, Sirlin CB, Casola G. CT appearance of the normal appendix in adults. *European radiology*. 2005;15(10):2096-103.
 106. Naffaa LN, Ishak GE, Haddad MC. The value of contrast-enhanced helical CT scan with rectal contrast enema in the diagnosis of acute appendicitis. *Clinical imaging*. 2005;29(4):255-8.
 107. Kharbanda AB, Taylor GA, Bachur RG. Suspected Appendicitis in Children: Rectal and Intravenous Contrast-enhanced versus Intravenous Contrast-enhanced CT 1. *Radiology*. 2007;243(2):520-6.
 108. Walker S, Haun W, Clark J, McMillin K, Zeren F, Gilliland T. The value of limited computed tomography with rectal contrast in the diagnosis of acute appendicitis. *The American journal of surgery*. 2000;180(6):450-5.
 109. Jacobs JE, Birnbaum BA, Macari M, Megibow AJ, Israel G, Maki DD, et al. Acute Appendicitis: Comparison of Helical CT Diagnosis—Focused Technique with Oral Contrast Material versus Nonfocused Technique with Oral and Intravenous Contrast Material 1. *Radiology*. 2001;220(3):683-90.
 110. Mun S, Ernst RD, Chen K, Oto A, Shah S, Mileski WJ. Rapid CT diagnosis of acute appendicitis with IV contrast material. *Emergency radiology*. 2006;12(3):99-102.
 111. Lane MJ, Liu DM, Huynh MD, Jeffrey Jr RB, Mindelzun RE, Katz DS. Suspected Acute Appendicitis: Nonenhanced Helical CT in 300 Consecutive Patients 1. *Radiology*. 1999;213(2):341-6.
 112. Ozkan S, Duman A, Durukan P, Yildirim A, Ozbakan O. The accuracy rate of Alvarado score, ultrasonography, and computerized tomography scan in the diagnosis of acute appendicitis in our center. *Nigerian journal of clinical practice*. 2014;17(4):413-8.
 113. Ayrik C, Karaaslan U, Dağ A, Bozkurt S, Toker İ, Demir F. Predictive Value of Leucocyte Count, Neutrophil Percent and C-Reactive Protein

- Concentration "Cut-Off Value" On The Diagnose Of Appendicitis. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2016;22(1):76-83.
114. Eskelinen M, Ikonen J, Lipponen P. Sex-specific diagnostic scores for acute appendicitis. *Scandinavian journal of gastroenterology.* 1994;29(1):59-66.
 115. Grosskreutz S, Goff WB, 2nd, Balsara Z, Burkhard TK. CT of the normal appendix. *J Comput Assist Tomogr.* 1991;15(4):575-7.
 116. Lane MJ, Liu DM, Huynh MD, Jeffrey RB, Jr., Mindelzun RE, Katz DS. Suspected acute appendicitis: nonenhanced helical CT in 300 consecutive patients. *Radiology.* 1999;213(2):341-6.
 117. Jan YT, Yang FS, Huang JK. Visualization rate and pattern of normal appendix on multidetector computed tomography by using multiplanar reformation display. *J Comput Assist Tomogr.* 2005;29(4):446-51.
 118. Keyzer C, Zalcmann M, De Maertelaer V, Coppens E, Bali MA, Gevenois PA, et al. Comparison of US and unenhanced multi-detector row CT in patients suspected of having acute appendicitis. *Radiology.* 2005;236(2):527-34.
 119. Jan Y-T, Yang F-S, Huang J-K. Visualization rate and pattern of normal appendix on multidetector computed tomography by using multiplanar reformation display. *Journal of computer assisted tomography.* 2005;29(4):446-51.
 120. Rettenbacher T, Hollerweger A, Macheiner P, Rettenbacher L, Tomaselli F, Schneider B, et al. Outer Diameter of the Vermiform Appendix as a Sign of Acute Appendicitis: Evaluation at US. *Radiology.* 2001;218(3):757-62.
 121. Balthazar EJ, Megibow AJ, Hulnick D, Gordon RB, Naidich DP, Beranbaum ER. CT of appendicitis. *American Journal of Roentgenology.* 1986;147(4):705-10.
 122. Toepker M, Moritz T, Krauss B, Weber M, Euller G, Mang T, et al. Virtual non-contrast in second-generation, dual-energy computed tomography: reliability of attenuation values. *European journal of radiology.* 2012;81(3):e398-e405.

123. Macari M, Balthazar EJ. CT of bowel wall thickening: significance and pitfalls of interpretation. *American Journal of Roentgenology*. 2001;176(5):1105-16.
124. Wittenberg J, Harisinghani MG, Jhaveri K, Varghese J, Mueller PR. Algorithmic approach to ct diagnosis of the abnormal bowel wall 1. *Radiographics*. 2002;22(5):1093-107.
125. Karçaaltincaba M, Aktas A. Dual-energy CT revisited with multidetector CT: review of principles and clinical applications. *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2011;17(3):181.
126. Wortman JR, Sodickson AD. Use of Dual-Energy CT and Iodine Maps in Evaluation of Bowel Disease 1. 2016.
127. Wiesner W, Khurana B, Ji H, Ros PR. CT of Acute Bowel Ischemia. *Radiology*. 2003;226(3):635-50.
128. Yeh BM, Shepherd JA, Wang ZJ, Teh HS, Hartman R, Prevrhal S. Dual energy and low kVp CT in the abdomen. *AJR American journal of roentgenology*. 2009;193(1):47.
129. Yu L, Christner JA, Leng S, Wang J, Fletcher JG, McCollough CH. Virtual monochromatic imaging in dual-source dual-energy CT: radiation dose and image quality. *Medical physics*. 2011;38(12):6371-9.
130. Matsumoto K, Jinzaki M, Tanami Y, Ueno A, Yamada M, Kuribayashi S. Virtual monochromatic spectral imaging with fast kilovoltage switching: improved image quality as compared with that obtained with conventional 120-kVp CT. *Radiology*. 2011;259(1):257-62.
131. Yu L, Christner JA, Leng S, Wang J, Fletcher JG, McCollough CH. Virtual monochromatic imaging in dual-source dual-energy CT: radiation dose and image quality. *Medical physics*. 2011;38(12):6371-9.
132. Darras KE, McLaughlin PD, Kang H, Black B, Walshe T, Chang SD, et al. Virtual monoenergetic reconstruction of contrast-enhanced dual energy CT at 70keV maximizes mural enhancement in acute small bowel obstruction. *European journal of radiology*. 2016;85(5):950-6.

133. Schmutzer KJ, Bayar M, Zaki AE, Regan JF, Poletti JB. Tumors of the appendix. *Diseases of the colon and rectum*. 1975;18(4):324-31.
134. Wang H, Chen Y-Q, Wei R, Wang Q-B, Song B, Wang C-Y, et al. Appendiceal Mucocele: A Diagnostic Dilemma in Differentiating Malignant From Benign Lesions With CT. *American Journal of Roentgenology*. 2013;201(4):W590-W5.



EK 1: Etik Kurul Onay Belgesi

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557 -576

Konu :

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 31.05.2016 SALI
Toplantı No : 2016/12
Proje No : GO 16/250 (Değerlendirme Tarihi : 19.04.2016)
Karar No : GO 16/250 – 08

Üniversitemiz Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Doç. Dr. Mehmet Ruhi ONUR'un sorumlu araştırmacı olduğu, Prof. Dr. Erhan AKPINAR ve Doç. Dr. Nalan Metin Aksu ile birlikte çalışacakları, Dr. Çağdaş TOPEL'in tezi olan, GO 16/250 kayıt numaralı ve "*Akut Apandisit Bulgularının Multidedektör Dual Bilgisayarlı Tomografi İle Değerlendirilmesi*" başlıklı proje önerisi araştırmannın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

- | | |
|--|--|
| 1. Prof. Dr. Sevda F. MÜFTÜOĞLU (Başkan) | 10 Prof. Dr. Oya Nuran EMİROĞLU (Üye) |
| 2. Prof. Dr. Nurten AKARSU (Üye) | 11 Yrd. Doç. Dr. Özay GÖKÖZ (Üye) |
| 3. Prof. Dr. M. Yıldırım SARA (Üye) | 12. Doç. Dr. Gözde GİRGİN (Üye) |
| 4. Prof. Dr. Necdet SAĞLAM (Üye) | İZİNLİ |
| 5. Prof. Dr. Hatice Doğan BUZOĞLU (Üye) | 13. Doç. Dr. Fatma Visal OKUR (Üye) |
| 6. Prof. Dr. R. Köksal ÖZGÜL (Üye) | 14. Yrd. Doç. Dr. Can Ebru KURT (Üye) |
| 7. Prof. Dr. Ayşe Lale DOĞAN (Üye) | İZİNLİ |
| 8. Prof. Dr. Elmas Ebru ALCIN (Üye) | 15. Yrd. Doç. Dr. H. Hüsrev TURNAGÖL (Üye) |
| 9. Prof. Dr. Mintaze Kerem GÜNEL (Üye) | 16. Öğr. Gör. Dr. Müge DEMİR (Üye) |
| | 17. Öğr. Gör. Meltem ŞENGELEN (Üye) |
| | 18. Av. Meltem ONURLU (Üye) |