



FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Biyomedikal Mühendisliği Bölümü

BME 512 -BİYOMEDİKAL GÖRÜNTÜ İŞLEME

**PROJE RAPORU: BT Görüntüsünden Göğüs Kafesi
Segmentasyonu**

SENA NUR ACAR

190231002

Dersin Danışmanı: Doç. Dr. Haydar ÖZKAN

1. GİRİŞ: PROJENİN AMACI

Bu projenin amacı gerekli yöntemleri kullanarak BT görüntülerinden kaburga kemiklerinin Segmentasyonu yaparak üç boyutlu hale getirmektir. Projeye başlarken detaylı bir literatür araştırması, yapılan alışmalar incelenmiştir. Ve daha sonrasında referans olarak alınacak makaleler seçilmiştir. Projenin adımların olarak önce referans alınacak makalenin belirlenmesi, makalenin incelenmesi, yöntem seçilmesi, seçilen yöntemin uygulanması ve üç boyutlu hale getirilmesidir.

2. MAKALE SEÇİLMESİ VE İNCELENMESİ

2.1.Makalelerin Seçilmesi

Projede yaparken referans almak için seçilen makaleler sırasıyla řu şekildedir:

- a. Li Zhang , Qingmao Hu , Xiaodong Li ,(2012) Automatic Rib Segmentation in Chest CT Volume Data, 2012 International Conference on Biomedical Engineering and Biotechnology
- b. Hong Li, Jun Li, Shinong Pan, Qiyong Guo, Jiren Liu, Yan Kang, (2010) Automatic Rib Positioning Method in CT Images
- c. Rib Segmentation in CT Scans ,Literature Review Biomedical Image Science 14 October 2013

2.2.Makalelerin İncelenmesi

- 2.2.1. Automatic Rib Segmentation in Chest CT Volume Data (*Göğüs BT Hacim Verilerinden Otomatik Kaburga Segmentasyonu*)

Kullanılan Yöntemler:

Kaburga çıkarma algoritmamız iki ana adımdan oluşmaktadır. İlk olarak, kaburga bölgeleri, bölgeye yakın bir koronal dilime alınır. Göğüsün merkezi (orta koronal dilim). İkinci olarak, orta koronal dilimden posterior ve anterior yönlerde bir takip işlemi gerçekleştirilir. Her bir koronal dilimde segmentasyon, akciğer konturunu bulmayı, ardından radyolojik ve anatomik bilgiyi içeren kaburga bölgelerini belirlemeyi içerir.

Yöntem Adımları:

1. Ön İşleme : Gürültüyü gidermek için medyan filtreden geçirilmesi.

- 2. Akciğer Çevresi Ekstraksiyonu :** HU Dönüşümü yöntemi kullanarak binarizasyon yapılmaktadır. Akciğer BT yoğunluğu değeri -500 ile-900 HU (Hounsfield Unit) arasındadır. Binarizasyon için -500 HU'luk bir eşik seçiyoruz. Akciğer içindeki boşlukları doldurmak için binarize görüntüye, yanda 6 piksellik bir square structuring (SE) ile morfolojik bir yakın operasyon uygulanır. Sonunda, her bir koronal dilim üzerindeki kaburga bölgelerinin bulunmasına yardımcı olan akciğer konturu, bir gradyan büyüklük filtresi ile elde edilir.
- 3. Orta Koronal Dilimin İşlenmesi:** Veri boyutu $512 \times 512 \times 400 \sim 512 \times 512 \times 700$ voksel aralığındadır, bu yüzden genellikle orta koronal dilimi olarak 256. koronal dilimi seçilmiştir. Bu dilim kaburgaların neredeyse tamamı ile kesişir, ancak herhangi bir omurga veya sternum bölgesi içermez. Ve bu koronal dilim üzerindeki kaburgalar, akciğerin en sol ve en sağ sınırları etrafında düzgün bir şekilde yerleşen, şekil eliplere benzer küçük bölgelerdir. Kemik için 110 HU'daki eşik, koronal dilimi ikili hale getirmek için kullanılır ve ön plan bölgeleri, ROI'ler (ilgililenilen bölge) olan ışıık olarak etiketlenir. Boyut kısıtlamaları, kaburga dışı bölgelerin çoğunu elimine etmek için kullanılır. Kaburgalar, her büyük koronal dilim üzerinde, oldukça büyük veya çok küçük boyutlarda olan kaburga olmayan ön planların dışlanması kullanılan oldukça sabit bir boyuta sahiptir. Operasyonel olarak, alt ve üst boyutlar sırasıyla 400 ve 20 piksel olarak ayarlanmıştır. Bu kısıtlama tüm koronal dilimlerde kullanılır. Kaburga bölgelerinin akciğer kontürüne yakın olması gerekir (yatay mesafe operasyonel olarak 20 piksel içinde ayarlanır). Gürültü ve kısmi hacim etkisi nedeniyle, birden fazla bölgede eliptik bir kaburga bölgesi görünebilir. Bu nedenle, başlangıçta bir kaburga bölgesine ait olan küçük bölgeleri birleştirmek için yanlarda 2 piksellik bir kare SE ile yakın bir işlem gerçekleştirilir. Yukarıdaki tüm kuralları uygulayarak tüm kaburga bölgelerini çıkarırız. Ve bu bölgelerin merkez noktaları, takip eden takip prosedürünün başlangıç noktaları olarak $p_{256}(i) = (x_{i256}, 256, z_{i256})$ ile $p_{256}(i)$ dizisi olarak kaydedilir ve gösterilir. BT taramasının kapsamı nedeniyle, izlemenin her iki yönde de yayıldığı 9-11 çift kaburga bölgesi ve karşılık gelen sentroidler elde edilir.

4. Takip: Yukarıdaki adımdan her bir merkez noktadan başlayarak, her iki yönde, göğsün ortasından arka vertebral kolona (256'dan 512'ye kadar) ve ön sternuma (1'den 256'ya kadar) izleme işlemi başlatılır. 255'inci koronal dilimi için, 255'inci koronal dilimi ikili hale getirmek için kemik için aynı eşik kullanılır. Daha sonra, kabarcıklı bölgeler, ikili görüntüde 50 piksel yarıçaplı bir yarıçapa sahip dairesel bir alan içerisinde karşılık gelen noktaların ($x_{i256}, 255, z_{i256}$) etrafından aranır. Bu yönde yayılma, kaburga bölgelerinin, yatay yönde akciğer sınırının 20 piksel içinde olması ile sınırlıdır. Tüm kaburga bölgeleri bulunduğundan sonra, 254. koronal dilimi işlemek için kaburga merkezlerinin $p_{255}(i) = (x_{i255}, 255, z_{i255})$ olarak güncellenmiştir. Bu işlem, 1. koronal dilim işlenene kadar devam eder. Sternum ve yivleri birbirine bağlayan kıkırdak 110 HU'nun altında bir yoğunluğa sahip olduğundan, yivleri bulmak için eşikleme işlemi herhangi bir sternum içermez. 257'nci koronal dilim için birkaç fark var. Bir yandan, 255'inci koronal dilime benzer adımlarla kaburga bölgelerini elde ediyoruz, sadece kaburga aramak için noktalar değiştirildi ($x_{i256}, 257, z_{i256}$). Öte yandan, orta sınırların konturu etrafındaki kaburga bölgelerini ve dikey olarak en alt kaburga çiftinin 100 piksel altında olduğunu araştırıyoruz. Bu ekstra adım 2 senaryoda işler. Birincisi, görüntüler omurga içerdiğinde sol ve sağ akciğer konturu arasındaki kaburga bölgelerinin kaybolmasını önlemektir. 257'nci koronal dilim için birkaç fark var. Bir yandan, 255'inci koronal dilime benzer adımlarla kaburga bölgelerini elde ediyoruz, sadece kaburga aramak için noktalar değiştirildi ($x_{i256}, 257, z_{i256}$). Öte yandan, orta sınırların konturu etrafındaki kaburga bölgelerini ve dikey olarak en alt kaburga çiftinin 100 piksel altında olduğunu araştırıyoruz. Bu ekstra adım 2 senaryoda işler. Birincisi, görüntüler omurga içerdiğinde sol ve sağ akciğer konturu arasındaki kaburga bölgelerinin kaybolmasını önlemektir

357'nci koronal dilim için birkaç fark var. Bir yandan, 255'inci koronal dilime benzer adımlarla kaburga bölgeleri (Şekil 2 (d) 'deki sarı elipslerle işaretlenmiştir), ikincisi ise yeni kaburga bölgeleri (Şekil 3'te sarı elipslerle işaretlenmiştir), diğer bir deyişle kaburgaların 10., 11. ve 12. çiftleridir. Şekil 3'te gösterildiği gibi, en alt kuşak çiftinin altında dikey

olarak yerleştirilmiş yeni bölge, küçük boyutlarına bakılmaksızın, art arda üç dilimden az olmamakla birlikte ortaya çıkarsa, ardışık koronal dilimlerde bir kaburga bölgesi olarak kabul edilecektir. Tüm kaburga bölgeleri bulunduğundan sonra, kaburga merkezlerinin 258'inci koronal diliminin işlenmesi için $p_{257}(i) = (x_{i257}, 257, z_{i257})$ olarak güncellenmiştir. Bu işlem 512. koronal dilim işlenene kadar devam eder. Büyük ebatlı ön plan bölgeleri atıldığı için, omurgalı ön plan bölgelerine karşılık gelir, omurga ile bağlantısı kopar. En aşağı kaburga çiftlerinin dikey doğrultusu etrafındaki ek araştırmalar, 12 çift kaburga parçasının bölünmesini ve izlenmesini sağlar.

2.2.2. Automatic Rib Positioning Method in CT Images (*BT Görüntülerinde Otomatik Kaburga Konumlandırma Yöntemi*)

Kullanılan Yöntemler:

Kaburgaların anatomik yerinden yola çıkarak bir başlangıç noktası belirleyerek işlemleri gerçekleştirmişlerdir.

Yöntem Adımları:

- 1. Kemiklerin Çıkarılması:** Kemiğin yoğunluğu diğer dokularınkinden anlamlı olarak daha yüksek olduğu için, önce görüntüleri $T = 100Hu$ eşğine ayrılarak ikili görüntü elde edilmiştir. Kemik dışında yüksek yoğunlukla olan bölgeler de mevcuttur, bunları görüntüden çıkarmışlardır. Kaburga içindeki düşük yoğunluğa bağlı olarak, threshold segmentasyonu genellikle kaburgalarda iç boşluk oluşur. İç boşluğu kaldırmak ve sonuçları düzeltmek için morfolojik yöntemler kullanılmıştır.
- 2. Anahtar Sagital Düzlemini (KSP) Belirlenmesi:** İlk kaburga belirlenmiştir. İlk kaburganın 15- 60 derece arasında eğime sahiptir ve en az 40 mm uzunluğundadır. İlk kaburgayı belirlemek için Hough Dönüşümü kullanılmıştır.
- 3. Kaburgaları Yerleştirme ve İlk Başlangıç noktalarını Tanımlama:** Bu yöntemde, KSP belirlendiğinde, kaburgaları bu düzlemde konumlandırmak kolaydır, çünkü kaburgalar az miktarda girişim ile gösterilmiştir. Dahası, kaburga çevresini çıkarabilir ve takip eden parçalara ayırma için merkez noktasını ilk tohum olarak seçebilir.

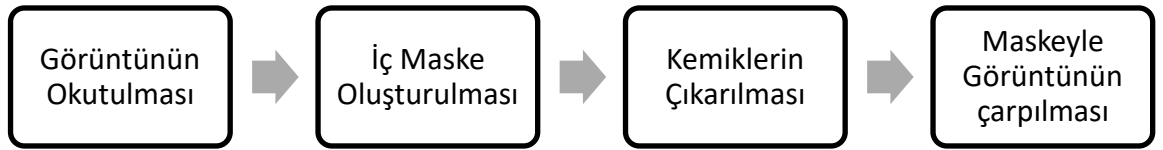
- 4. Tüm kaburgayı Ayıklama:** Her bir kaburganın başlangıç tohum noktası tanımlandığında, tüm kaburgayı elde etmek ve her bir kabuğa tam konum etiketini vermek için izlemeye dayalı segmentasyon yöntemini kullanabiliriz.

3. PROJEDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Projede iki farklı yöntem kullanılarak segmentasyon yapılmıştır.

3.1. I. Yöntem

I.Yöntemde görüntü gray görüntüye çevrilerek işlemler yapılmıştır. Daha sonrasında kemikler haricinde yüksek yoğunluklu gözüken görüntülerin gözükmelerini engellemek için maske oluşturulmuştur. Maskeye iç maske denmiştir. İç maske ile görüntü çarpılarak işlemler devam etmektedir. Aşağıda I. Yöntemin genel akış diyagramı verilmiştir.



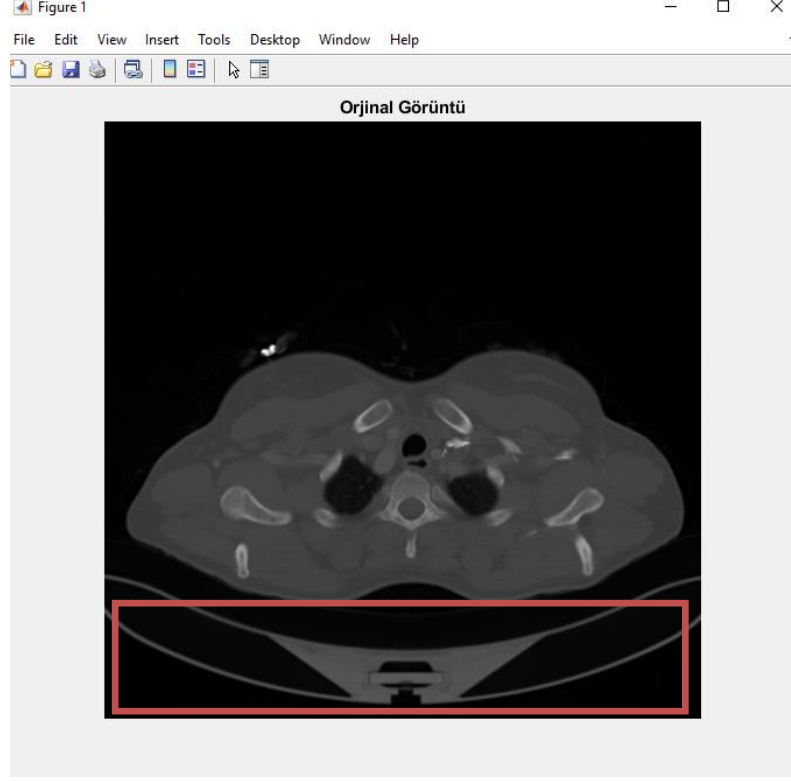
3.1.1. Görüntülerin Okutulması

Elimizde mevcut olan BT görüntüleri sıralı bir şekilde okutulmaktadır. “Strcat” komutu ile dosyadan okutulmaktadır ve sonradan “dicomread” ile görüntüler okunmaktadır.

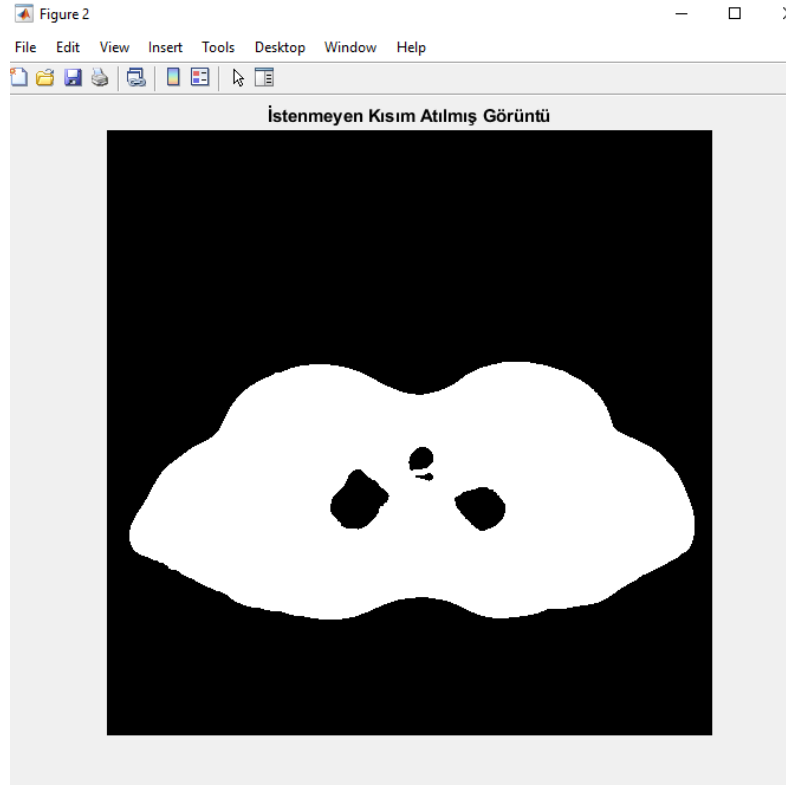
3.1.2. Görüntüde İstenmeyen Kısımın Atılması

Şekil 1 ‘de görüntünün orijinal hali verilmiştir. Bu görüntünün alt kısmında verilen kısmı görüntüden atılması gerekmektedir. Bunu yapmak için kesme yöntemi kullanılabilir. Benim kullandığım yöntemde “bwareaopen” kullanılarak istenmeyen kısmı attım. Öncelikle görüntüyü gray görüntüye çevirdim. Sonrasında görüntüyü treshold ile görüntüyü ikili görüntüye dönüştürdüm. Sonrasında bwareopen komutu ile istenmeyen kısmı attım. Bwareopen, binary modda küçük parçaları(bağlı olmayan) yok eder. Aşındırma işleminin benzeridir. Şekil 7’de görüntünün dönüştürülmüş hali verilmiştir, görüntü iki parça halindedir ve alt kısımdaki küçük olduğu için

onu atmak için piskel alanı boyutunu girerek görüntüden silebiliriz. Bu yöntemi kullanma amacın görüntülerin orijinalleriyle arasında herhangi bir boyut farklı olmadan işlemleri yapılmasını sağlamaktır.



Şekil 1 Orjinal CT Görüntüsü

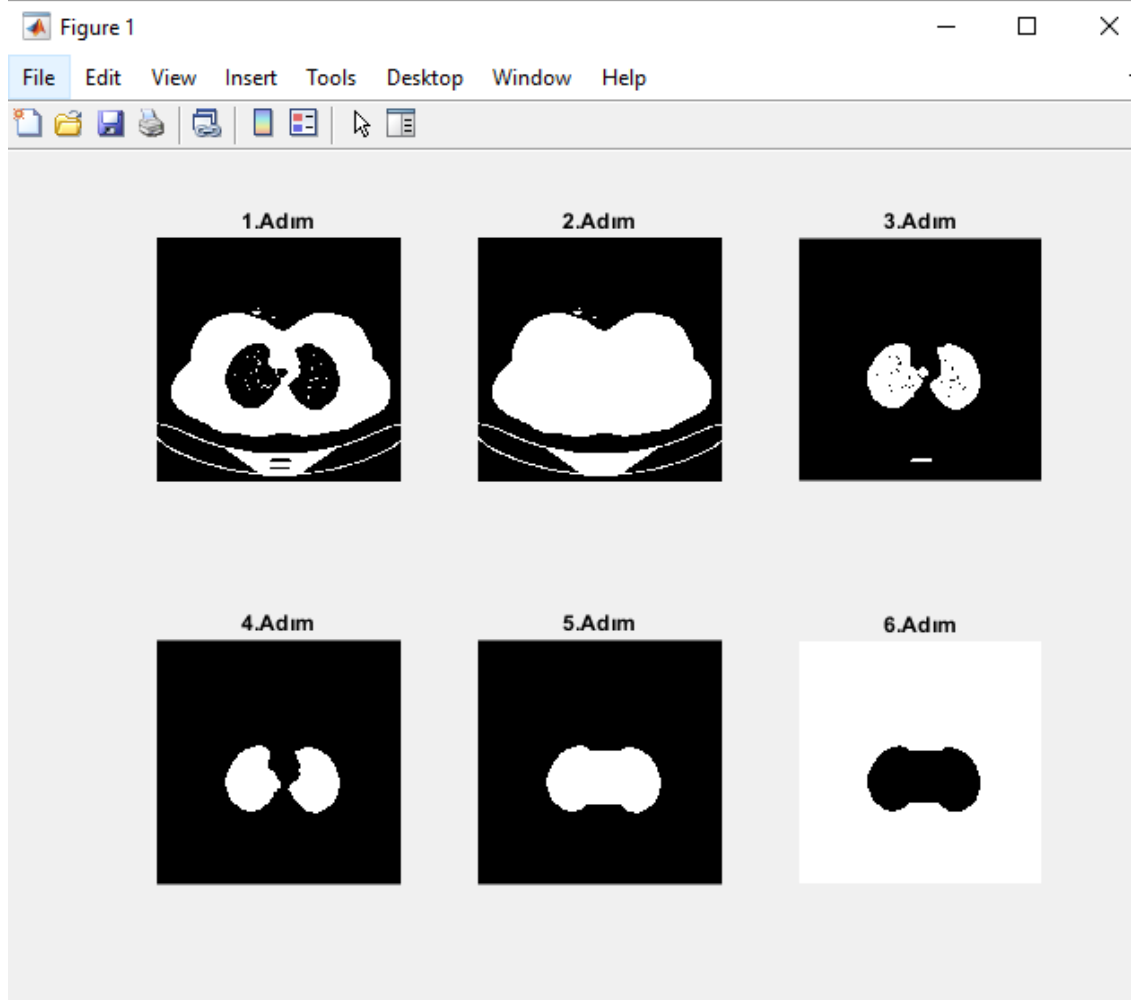


Şekil 2 İstenmeyen Kısım Çıkarıldığı görüntü

3.1.3. İç Maske Oluşturulması

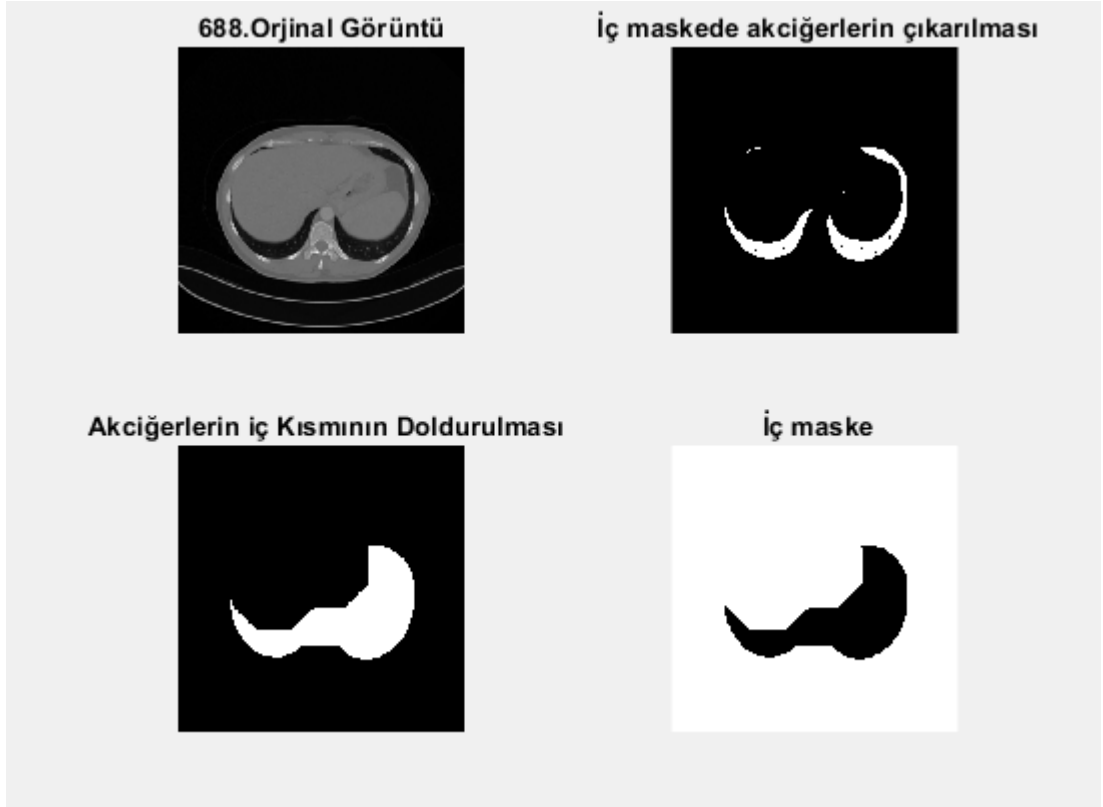
Kemiklerin segmentasyonu sırasında kaburga içinde kalan yüksek yoğunluklu dokularda kemikle beraber gözüküğü için bu sorunu önlemek için oluşturulmuştur. Maske akciğerlerin görüntüsü ortasının doldurulması ile elde edilmiştir.

1. Adımdan “graytresh” ile görüntünün tresholdu alınmıştır.
2. Adımda “imfill ” ile görüntünün içi doldurulmuştur.
3. 2. Adımdaki görüntüden 1. Adımdaki görüntü çıkarılmıştır.
4. Adım “imfill” ile görüntüdeki boşlukların doldurulmuştur.
5. Adımda “imclose” komutu ile akciğerlerin ortasındaki boşluk doldurulmuştur.
6. Adımda maskenin “imcomplement” komutu ile tersi alınmıştır.



Şekil 3 İç maske oluşturma

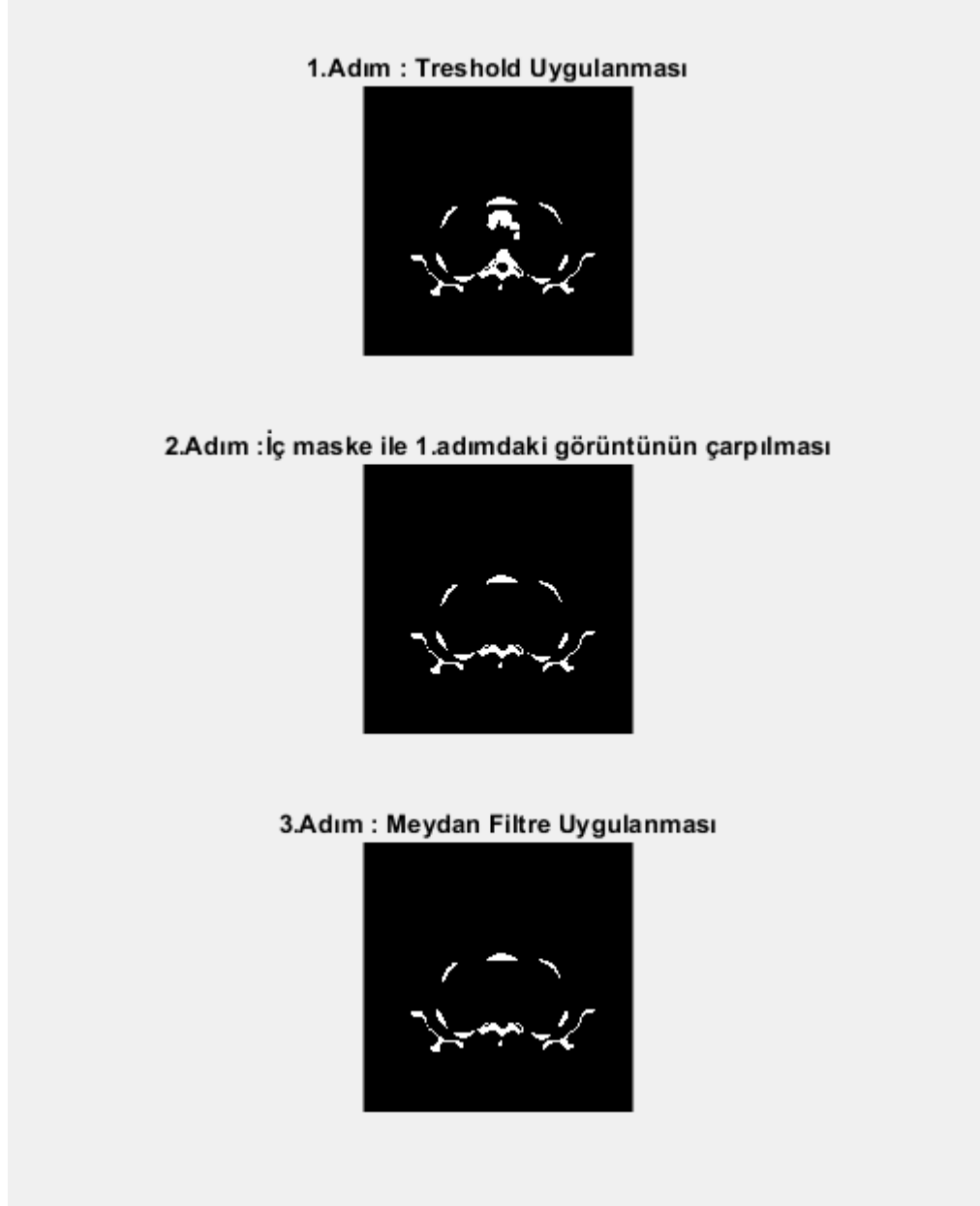
İç maske oluşturulduğunda her seferinde iç maske isimli üç boyutlu bir görüntüde tutulmaktadır. Bunun amacı, göğüs kafesinin anatomik yapısından dolayı bir süre sonra kesit ilerledikçe akciğerler gözükmemeye başlamaktadır ve iç maske oluşamaz. Bu durumda iç maskede kayıtlı kalan sabit bir maske ile çarpılmaya edilir. Şekil 4 'de iç maske oluşurken karşılaşılan problem gösterilmiştir. Bu sebepten dolayı iç maske olarak 673. Görüntüden sonra iç maske sabit olarak kalmaktadır. Maske olarak 25. Görüntünün maskesi olan iç maske kabul edilmektedir. Son beş görüntüde göğüs kafesinin alanı daraldığı için de 20. Görüntünün iç maskesi maske olarak kullanılmaktadır.



Şekil 4 İç Maskede oluşan problemler

3.1.4. Kemiklerin Çıkarılması (Segmentasyonu)

İç maske oluşturulduktan sonra segmentasyon işlemine geçilir. Kemiklerin çıkartılması için önce görüntü “mat2gray” ile gray resme dönüştürülmüştü. Öncelikle “histeq” komutu ile görüntünün daha parlak hala gelmesi sağlanır. Kemik dokuları görüntü de tamamen parlar ve değerleri piksel değerleri 1 olur. Daha sonra treshold uygulanır. Treshold için sınır değeri 0.98 alınmıştır. Treshold uygulanan görüntü iç maske ile çarpılır ve gürültüleri temizlemek için meydan filtre uygulanır. İşlem adımları şekil 5 ‘de verilmiştir.



Şekil 5 Kemik Segmentasyonu

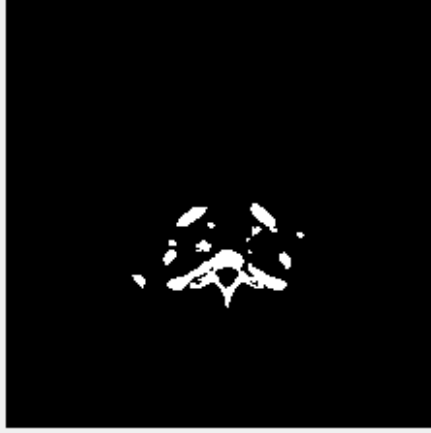
3.1.5. Dış Maske Oluşturulması

Dış maske ilk görüntülerden istenmeyen kısımların atılması için yapılmıştır. İlk 10 görüntüde kaburganın başlangıç noktasıdır ve görüntüde kemik dışında yoğunluğu yüksek olan dokular mevcuttur. İstenmeyen kısımlar görüntünün orta noktaları alınarak yapılan bir daire maske sayesinde atılmıştır.

1.Adım :Meydan Filtre Sonucunda Elde edilen Görüntü



2.Adım :Dış Maske ile görüntünün çarpılması

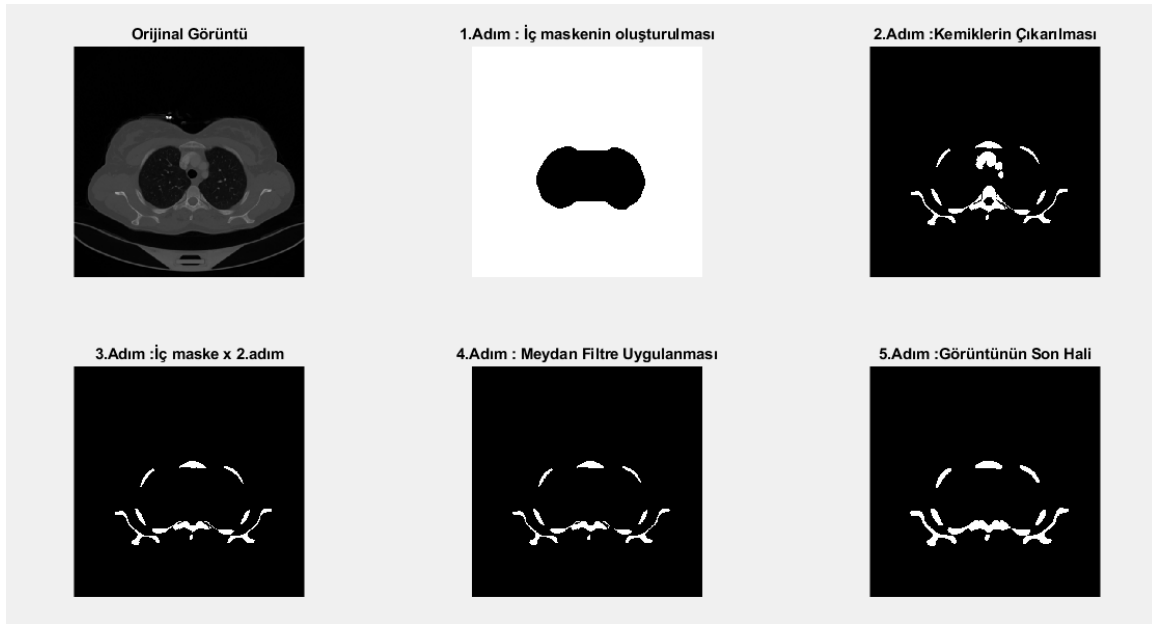


Şekil 6 Dış Maskenin uygulanması

3.1.6. Görüntünün İyileştirilmesi için Morfolojik İşlemler Uygulanması

Bu adımda görüntüdeki istenmeyen kısımların silinmiştir, boşlukların doldurulmuştur. Kullanılan kodlar ; “imfill” , “imdilate”, “imclearborder” .

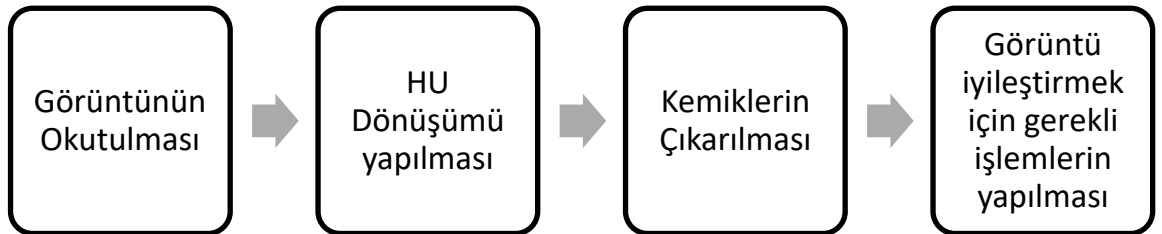
3.1.7. Proje Adımlarının Görüntülenmesi:



Şekil 7 Projenin Genel olarak Adımları

3.2.II. Yöntem

II. Yöntemde Hounsfield Unit dönüşümü yöntemi kullanıldıktan sonra treshold uygulanmıştır. Aşağıdaki şekilde II. Yöntemin genel akış diyagramı verilmiştir.

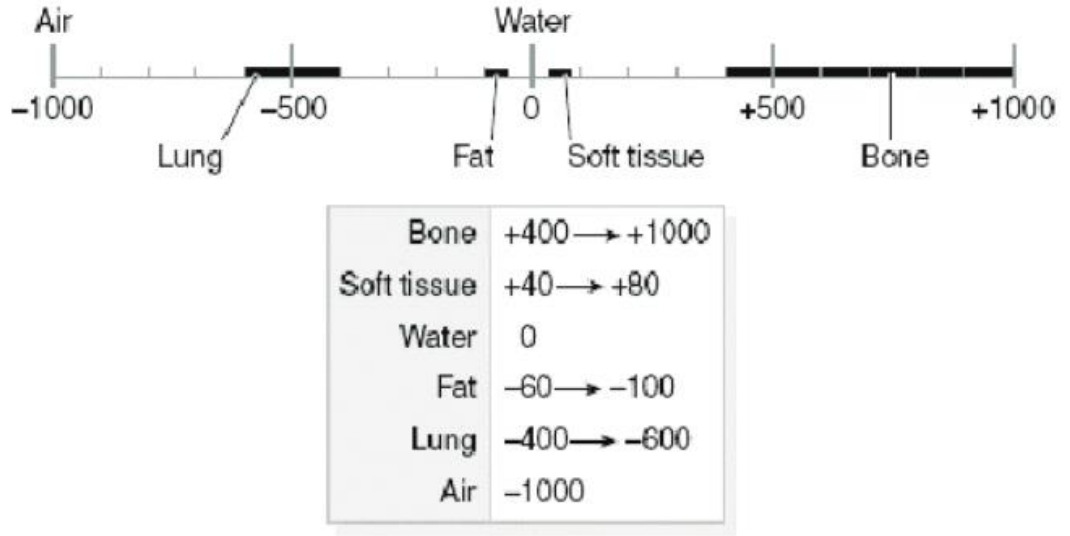


3.2.1. Hounsfield Unit

Hounsfield ölçeği, radyo yoğunluğunu tanımlamak için nicel bir ölçektir. BT taramalarında sıklıkla kullanılır, burada değeri CT numarası olarak da adlandırılır. Hounsfield ünitesi (HU) ölçeği, orijinal doğrusal zayıflama katsayısı ölçümünün standart basınç ve sıcaklıkta (STP) damıtılmış suyun radyojenitesinin sıfır Hounsfield birimi (HU) olarak tanımlandığı, lineer zayıflama katsayısı ölçümünün doğrusal bir dönüşümüdür. STP'de -1000 HU olarak tanımlanır. Ortalama doğrusal zayıflama katsayısı μ mu olan bir vokselde, karşılık gelen HU değeri şu şekilde verilir:

$$HU = 1000 \times \frac{\mu - \mu_{\text{water}}}{\mu_{\text{water}} - \mu_{\text{air}}}$$

Bu nedenle, bir Hounsfield birimindeki (HU) bir değişiklik, suyun zayıflatma katsayısının yaklaşık% 0.1 olması nedeniyle suyun zayıflama katsayısında% 0.1'lik bir değişikliği temsil eder. Suya referansla kalibre edilen CT tarayıcıların tanımıdır. Hounsfield ölçeği tıbbi sınıf BT taramaları için geçerlidir. [1]



Şekil 8 HU Skalası [2]

HU Formülü:

HU değeri= Piksel Değeri * RescaleSlope + RescaleIntercept (Formül 2)

RescaleSlope: Rescale tarafından belirtilen denklemde m Kesişme (0028,1052).

RescaleIntercept =Kayıtlı değerler (SV) ve çıkış birimleri arasındaki ilişki b değeri.

Çıkış birimleri = m * SV + b [3]

Kodda kullanılan formül dicom standartından gelmektedir.

if (x <= c - 0.5 - (w-1) /2), then y = y_{min}

else if (x > c - 0.5 + (w-1) /2), then y = y_{max}

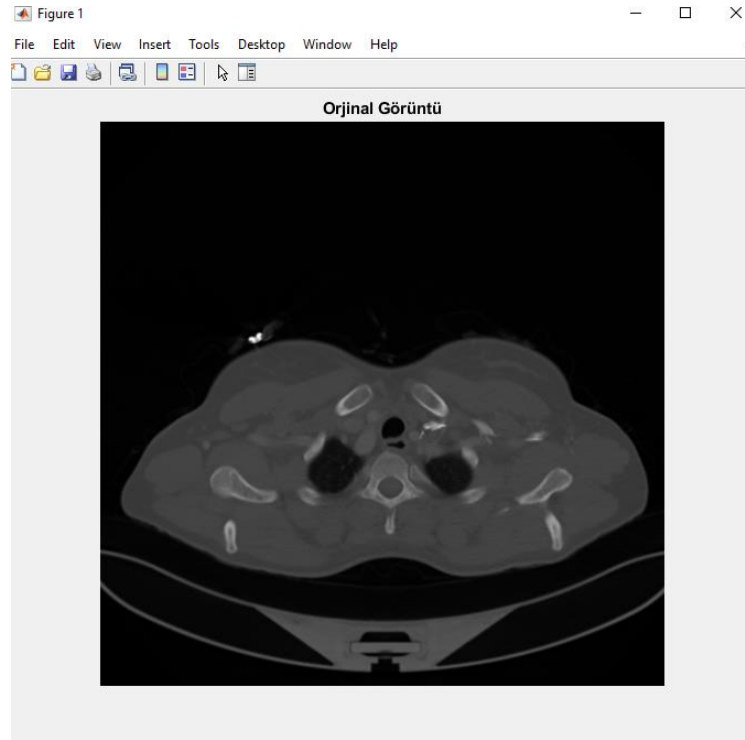
else y = ((x - (c - 0.5)) / (w-1) + 0.5) * (y_{max} - y_{min}) + y_{min} [4]

3.2.2. Dosyadan Görüntülerin Okutulması

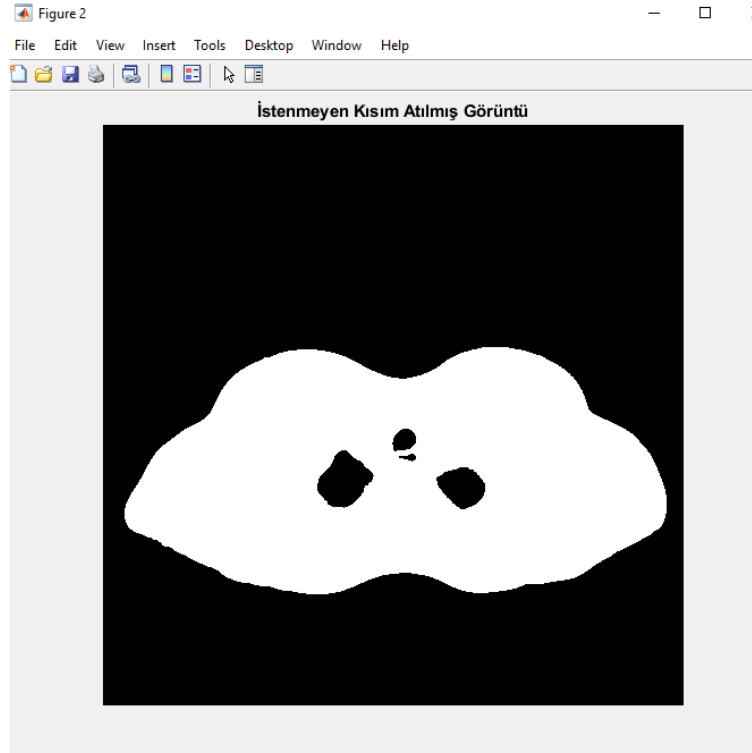
Bu yöntemde de I.yöntemde olduğu dosyadan görüntüler sırayla okutulmuştur.

3.2.3. Görüntüde İstenmeyen Kısımın Atılması

CT görüntüsünün orijinal hali Şekil 8’de görüntünün orijinal hali verilmiştir. Bu görüntünün alt kısmında verilen kısmı görüntüden atılması gerekmektedir. Bunu yapmak için kesme yöntemi kullanılabilir. Benim kullandığım yöntemde “bwareaopen” kullanılarak istenmeyen kısmı attım. Öncelikle görüntüyü gray görüntüye çevirdim. Sonrasında görüntüyü treshold ile görüntüyü ikili görüntüye dönüştürdüm. Sonrasında bwareopen komutu ile istenmeyen kısmı attım. Bwareopen, binary modda küçük parçaları(bağlı olmayan) yok eder. Aşındırma işleminin benzeridir. Şekil 10’de görüntünün dönüştürülmüş hali verilmiştir, görüntü iki parça halindedir ve alt kısımdaki küçük olduğu için onu atmak için piskel alanı boyutunu girerek görüntüden sileriz. Bu yöntemi kullanma amacın görüntülerin orijinalleriyle arasında herhangi bir boyut farklı olmadan işlemleri yapılmasını sağlamaktır.



Şekil 9 Orjinal CT Görüntüsü



Şekil 10 İstenmeyen Kısım Çıkarıldığı görüntü

3.2.4. Hounsfield Unit Dönüşümünün Yapılması

Görüntü üzerinde Hounsfield Unit Dönüşümü yapmak için 3.2.1. bölümdeki formül 2 uygularız. Hounsfield unit dönüşümü sonucunda görüntünün HU değerleri çıkar ve dokuların belirli HU değerleri mevcuttur. Genel olarak kemikler 300 – 700 HU değerine sahiptir. Dicom görüntülerde “dicominfo” komutunu kullanarak dicom görüntünün bilgilerine ulaşmamız mümkündür. HU dönüşümü sonrasında istediğimiz aralıktaki görüntüleri göstermemiz gerekmektedir.

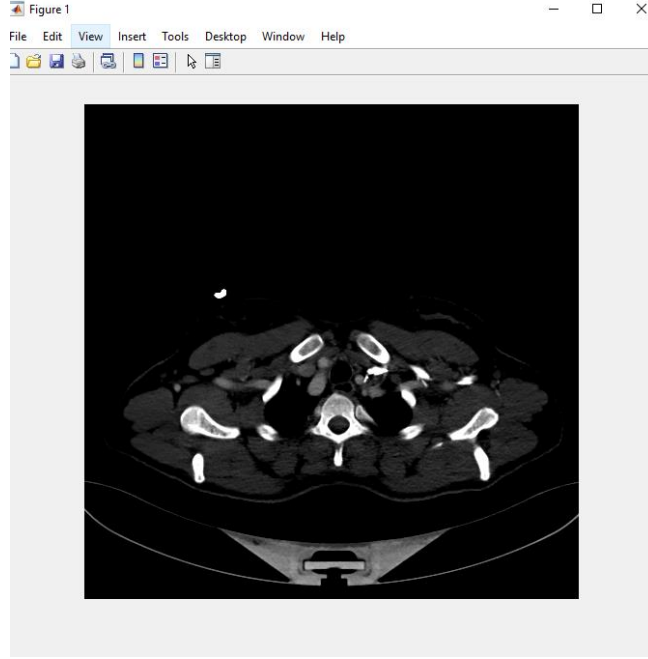
```

21 %% display image with soft tissue window
22 - WC=40;
23 - WW=400;
24 - figure, imshow(img,[WC-WW/2,WC+WW/2],'border','tight')
25
26 %% display image with bone window
27 - WC=300;
28 - WW=1500;
29 - figure, imshow(img,[WC-WW/2,WC+WW/2],'border','tight')
30

```

Şekil 11 HU Dönüşümünde belli aralıkta görüntüyü gösterme

HU dönüşüm görüntüye uygulanıp 300-700 HU değeri arasını gösterdiğimizde şekil 12'deki görüntüyü elde ederiz.



Şekil 12 HU Dönüşümü sonucunda kemiğin elde edilmesi

İncelediğim makalelerin ikisinde de kaburgaları elde etmek için 100 HU göre treshold işlemi yaptırmaktaydı. Bu işlemi görüntüme uyguladığımda daha iyi bir sonuç elde edildiğini gördüm. Şekil 13'de sonucu verilmiştir.



Şekil 13 Makalede belirtilen HU değeri alındığında elde edilen sonuç

Kalp dokusunun HU değerine yakın olduğu ve gözükmediği için içerideki kısmı silmek için ayrı işlem yapamamak için hem kemiğin gözükmesi hem de kalp dokusunun

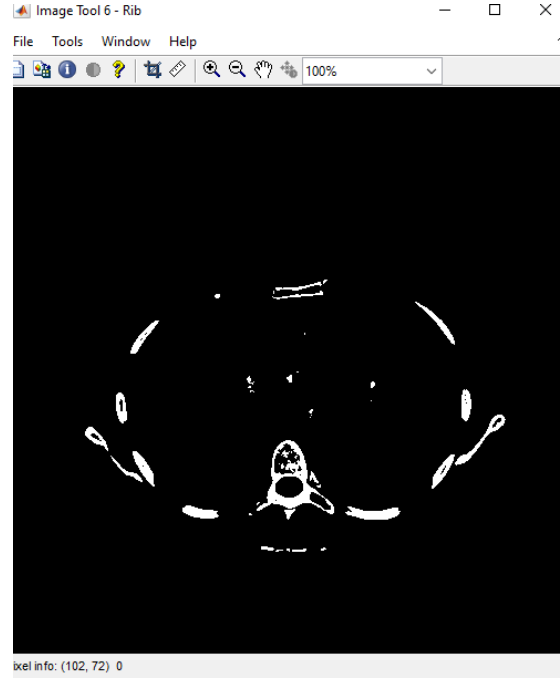
gözükmeyeceği değeri belirledim. Hu değerini 150-200 arasında alarak işlemi uyguladım.(Şekil 14)



Şekil 14 HU için yeni değerler ile elde edilen sonuç (150 - 200 HU)

3.2.5. Görüntüden Kemikleri Çıkarılması

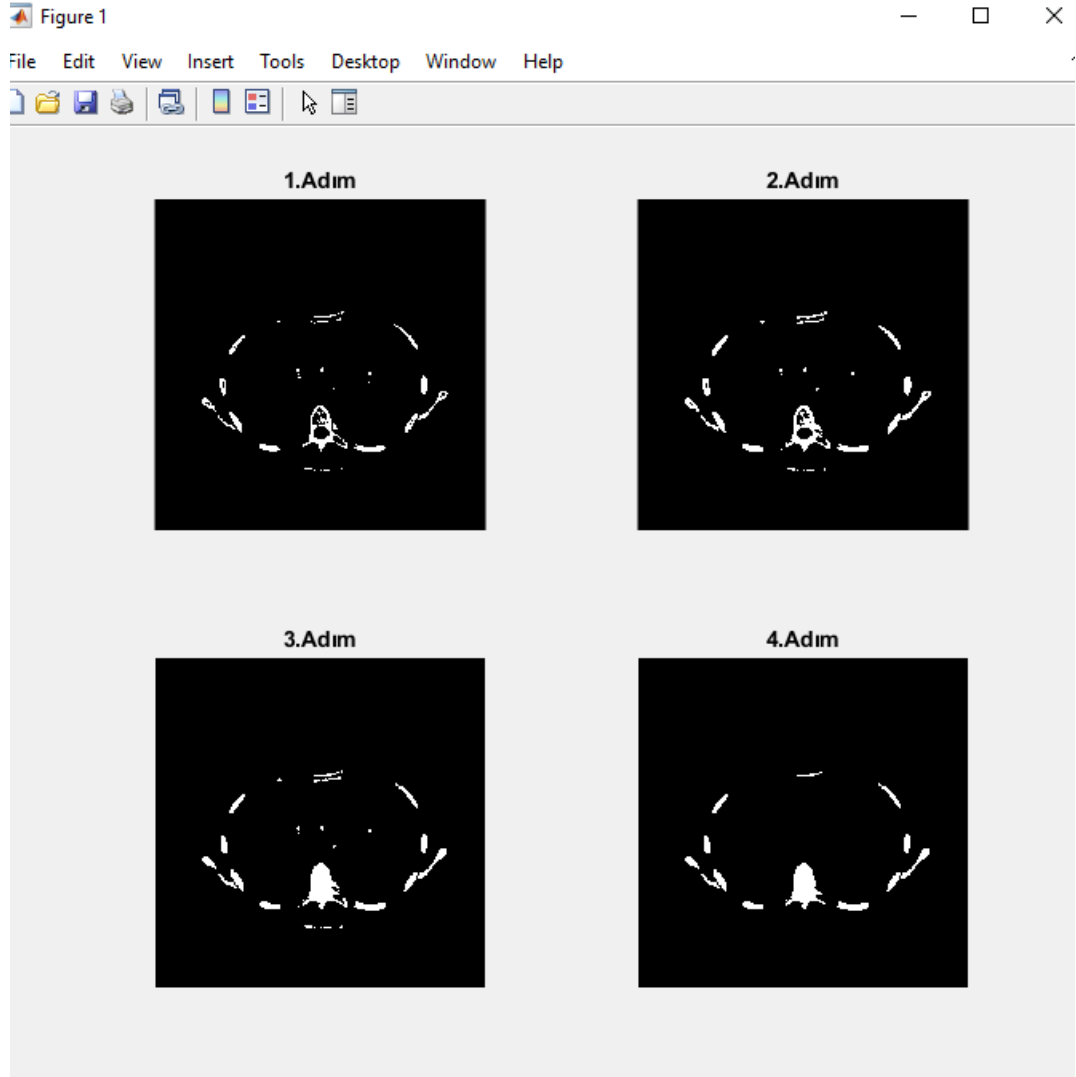
Son elde edilen görüntü Şekil 9’da verilmiştir. Son görüntü double bir görüntüdür, bunu ikili görüntüye çevirip treshold uygulayarak sadece kemiklerin olduğu görüntüyü elde etmemiz mümkündür.(Şekil 15)



Şekil 15 Kemiklerin Çıkarılması

Şekil 15’de görüntüde boşluklar, kenarlarda noktalar mevcuttur. Bunlardan kurtulmak için morfolojik işlemleri uygulayabilir. Böylelikle daha iyi sonuç elde etmemiz mümkündür.Öncelikle “imdilate” komutu ile görüntüyü 2 piksellik bir kare SE ile genişletilir. Daha sonrasında boşlukları doldurmak için imfill kullanılır. Şekil 11’de işlem adımları verilmiştir.İşlem adımları sırasıyla:

1. Adım Treshold ile kemikleri çıkarılması
2. Adım İmdilate ile görüntünün genişletilmesi
3. Adım imfill ile boşlukların doldurulması
4. Adım bwareopen ile küçük beyaz noktaların temizlenmesi



Şekil 16 Görüntüden istenmeyen kısımların atılması

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

4.1. I. Yöntem ve II. Yöntemin Karşılaştırılması

4.1.1. I.Yöntem Avantajları:

- Farklı görüntülerde bazı düzeltmeler gerekse de çalışmaktadır.
- Bilinmeyen karmaşık bir kodlama yoktur.

4.1.2. I.Yöntem Dezavantajları:

- II. Yönteme göre karmaşık ve uzun
- İç maskede oluşan problem nedeniyle birçok “if koşulu” vardır.
- Kemik dışındaki piksel değerleri kemiğe yakın olan dokuların görülmesi problemle neden olmuştur. Birçoğu iç veya dış maske ile minimize edilmiştir. Fakat bazı noktalarda sıkıntılar vardır.

- Oluşturulan iç maske omurga kemiğinin uç kısmının da silinmesine neden olmaktadır.
- Manuel girilmiş yarıçapın bulunması.
- Orijinal görüntüden kaynaklı bazı kemiklerin gözükmemesi

4.1.3. II.Yöntem Avantajları:

- Daha kısa olması.
- Başka görüntüde mevcut sorunlar dışında sıkıntısın çalışması.
- Maske kullanılmaya gerek kalınmamıştır.
- Daha başarılı sonuç elde edilmiştir.
- Manuel olarak herhangi bir değer girilmemiştir.

4.1.4. II.Yöntem Dezavantajları:

- HU hesaplamasının karışık olması.
- Bazı yerlerde istenmeyen kısımların gözükmesi
- Orijinal görüntüden kaynaklı bazı kemiklerin gözükmemesi

4.2.Genel Değerlendirme

Makalede kullanılan ve iki farklı yöntemle yapılan segmentasyon sonucunda ikinci yöntem daha başarılıdır ve ikinci yöntem makalede kullanılan yöntemler temel alınmıştır. Önce görüntünün HU dönüşümünün alınması sonrasında 100HU ‘ya göre threshold uygulanması işlemlerinde benzerlik göstermektedir. Makaleler bu işlemlerden sonra kemiklerin eğimini ve konumlarını kullanarak kemikleri elde etmiştir. Ben bu aşamadan sonra sadece morfolojik işlemler uyguladım ve sonuçları elde ettim. Kodda morfolojik işlemleri uygularken “imdilate” komutuyla “Strel” olarak kare yöntem seçmiş ve iki birim uygulamıştır. Bu yöntemi denediğimde diğerlerinde daha düzgün bir sonuç elde ettiğimi gördüm. İyileştirilmesi gerek bazı noktalar mevcut olsa da kod genel anlamda düzgün şekilde çalışmaktadır. Kodlar başka görüntüler üzerinde uygulandığında da çalışmaktadır, fakat birkaç iyileştirme yapılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- [1]https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:uPV5BSyEPosJ:https://en.wikipedia.org/wiki/Hounsfield_scale+%26cd=10&hl=tr&ct=clnk&gl=tr&client=opera
- [2]https://www.researchgate.net/figure/The-Hounsfield-scale-of-CT-numbers_fig2_306033192
- [3]https://books.google.com.tr/books?id=0NFfDwAAQBAJ&pg=PT91&lpg=PT91&dq=matlab+RescaleSlope+%2B+RescaleIntercept&source=bl&ots=-EvQLqTbCC&sig=ACfU3U3Vs68UPj_kolYdH-fu8JnlLkG7Iw&hl=tr&sa=X&ved=2ahUKEwje2bedsvzmAhXm0qYKHZzHDL8Q6AEwBnoECAkQAQ#v=onepage&q=matlab%20RescaleSlope%20%2B%20RescaleIntercept&f=false
- [4] <https://dicom.innolitics.com/ciods/ct-image/voi-lut/00281050>