

**T.C.  
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MULTIPLE SCLEROSIS (MS) HASTALIĞININ ERKEN TEŞHİSİ İÇİN MANYETİK  
REZONANS (MR) GÖRÜNTÜLERİNİN OTOMATİK SEGMENTASYONU**

**CAN KİRAZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI  
UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN  
PROF. DR. BÜLENT BAYRAM**

**İSTANBUL, 2015**

T.C.  
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MULTIPLE SCLEROSIS (MS) HASTALIĞININ ERKEN TEŞHİSİ İÇİN MANYETİK  
REZONANS (MR) GÖRÜNTÜLERİNİN OTOMATİK SEGMENTASYONU**

Can KİRAZ tarafından hazırlanan tez çalışması 08.07.2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Tez Danışmanı**

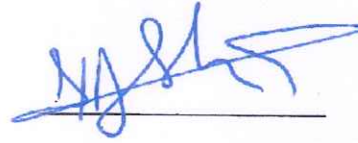
Prof. Dr. Bülent BAYRAM  
Yıldız Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri**

Prof. Dr. Bülent BAYRAM  
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Fatmagül Kılıç  
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Dursun Zafer Şeker  
Yıldız Teknik Üniversitesi



T.C.  
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MULTIPLE SCLEROSIS (MS) HASTALIĞININ ERKEN TEŞHİSİ İÇİN MANYETİK  
REZONANS (MR) GÖRÜNTÜLERİNİN OTOMATİK SEGMENTASYONU**

Can KİRAZ tarafından hazırlanan tez çalışması ....../....../2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Tez Danışmanı**

Prof. Dr. Bülent BAYRAM  
Yıldız Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri**

Prof. Dr. Bülent BAYRAM  
Yıldız Teknik Üniversitesi

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## ÖNSÖZ

---

Tez danışmanım Prof. Dr. Bülent BAYRAM'a, Riga Stradina Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Ana Bilim Dalı, Riga Letonya öğretim üyelerinden Doç. Dr. Ardis PLATKAJIS' e, Yıldız Teknik Üniversitesi Fotogrametri Anabilim Dalı Arş. Gör. Hatice ÇATAL' a, Maltepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Radyoloji uzmanı Doç. Dr. Rahmi ÇUBUK' a ve İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi Onkoloji bölümü Uzm. Dr. Özlem BEŞİKÇİ'ye tezimin hazırlanması sırasında bulundukları katkılardan ve yardımlardan dolayı teşekkür ederim.

Haziran, 2015

Can KİRAZ

## İÇİNDEKİLER

---

|                                                                     |      |
|---------------------------------------------------------------------|------|
| Sayfa                                                               |      |
| SİMGE LİSTESİ.....                                                  | vi   |
| KISALTMA LİSTESİ.....                                               | vii  |
| ŞEKİL LİSTESİ.....                                                  | viii |
| ÇİZELGE LİSTESİ .....                                               | x    |
| ÖZET .....                                                          | xi   |
| ABSTRACT.....                                                       | xiii |
| BÖLÜM 1                                                             |      |
| 1.1 Literatür Özeti .....                                           | 1    |
| 1.2 Tezin Amacı .....                                               | 5    |
| 1.3 Hipotez .....                                                   | 5    |
| BÖLÜM 2                                                             |      |
| 2.1 Tıp Fotogrametrisi .....                                        | 6    |
| 2.1 MS Hastalığı Nedir? .....                                       | 7    |
| 2.2.1 Multipl Sklerozun Tarihçesi .....                             | 7    |
| 2.2.2 Hastalığın Tanımı .....                                       | 7    |
| 2.3 Manyetik Rezonans Görüntüleme Nedir? .....                      | 8    |
| 2.3.1 Manyetik Rezonans Görüntülemesinde Kullanılan Sekanslar ..... | 9    |
| BÖLÜM 3                                                             |      |
| 3.1 Bölütleme .....                                                 | 12   |
| 3.2 Eşik Değer Belirleme .....                                      | 12   |
| 3.3 Maksimum Entropi Otomatik Eşik Yöntemi .....                    | 13   |
| 3.4 Beyin MR' ının Bölütlenmesindeki Zorluklar .....                | 15   |
| BÖLÜM 4                                                             |      |

|                         |                                      |     |
|-------------------------|--------------------------------------|-----|
| 4.1                     | Uygulama .....                       | 17  |
| 4.1.1                   | Kullanılan Donanım Özellikleri ..... | 20  |
| 4.1.2                   | Kullanılan Program Özellikleri ..... | 20  |
| 4.1.3                   | Kullanılan Görüntü Özellikleri ..... | 20  |
| 4.2                     | Uygulama Aşamaları .....             | 21  |
| BÖLÜM 5                 |                                      |     |
| SONUÇ VE BULGULAR.....  |                                      | 29  |
| 5.1                     | Doğruluk Analizi .....               | 29  |
| 5.2                     | Sonuçlar .....                       | 32  |
| 5.2                     | Bulgular ve Tartışma.....            | 36  |
| KAYNAKLAR .....         |                                      | 39  |
| EK-A                    |                                      |     |
| UYGULAMA SONUÇLARI..... |                                      | 43  |
| ÖZGEÇMİŞ .....          |                                      | 228 |

## SİMGE LİSTESİ

---

|                    |                                                       |
|--------------------|-------------------------------------------------------|
| $N$                | Doğal sayı                                            |
| $X$                | Değişken                                              |
| $\hat{\mu}_\alpha$ | Fonksiyonların deneysel beklentileri                  |
| $I$                | Küme                                                  |
| $p$                | Shannon entropisi dağılımı                            |
| $\alpha$           | $I$ Kümesinin elemanı                                 |
| $\phi_\alpha$      | $X \rightarrow \mathbb{R}$ Şeklinde tanımlı fonksiyon |
| $\mathbb{R}$       | Reel sayı                                             |
| $E_p$              | Kısıt kümesi                                          |

## KISALTMA LİSTESİ

---

|      |                                      |
|------|--------------------------------------|
| 2B   | İki boyutlu                          |
| 3B   | Üç boyutlu                           |
| DN   | Doğru negatif                        |
| DP   | Doğru pozitif                        |
| FC   | Fuzzy Connectedness                  |
| MR   | Manyetik rezonans                    |
| MRF  | Markov Random Fields                 |
| MRG  | Manyetik rezonans görüntüsü          |
| MS   | Multipl skleroz                      |
| nA   | A grubuna ait kesit sayısı           |
| nB   | B grubuna ait kesit sayısı           |
| nC   | C grubuna ait kesit sayısı           |
| nD   | D grubuna ait kesit sayısı           |
| SIOX | Simple Interactive Object Extraction |
| YN   | Yanlış negatif                       |
| YP   | Yanlış pozitif                       |

## ŞEKİL LİSTESİ

|            | Sayfa                                                                                                                              |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Şekil 2.1  | T1-ağırlıklı beyin MR görüntüleri düzlemleri .....9                                                                                |
| Şekil 2.2  | T1-ağırlıklı beyin MR görüntüsü (MS hastalıklı) .....10                                                                            |
| Şekil 2.3  | T2-ağırlıklı beyin MR görüntüsü (MS hastalıklı) .....10                                                                            |
| Şekil 2.4  | Aynı MS hastasına ait soldan sağa sıra ile T2, FLAIR, T1 sekansları.....11                                                         |
| Şekil 4.1  | SIOX seçimi ve işlem sonucu .....18                                                                                                |
| Şekil 4.2  | İş akış şeması .....19                                                                                                             |
| Şekil 4.3  | MS hastalıklı T2-ağırlıklı beyin MR görüntüsü (Hasta No:2 / Kesit No:19) ..22                                                      |
| Şekil 4.4  | Görüntü formatı seçimi .....22                                                                                                     |
| Şekil 4.5  | SIOX Segmentation eklentisi .....23                                                                                                |
| Şekil 4.6  | SIOX seçimi .....24                                                                                                                |
| Şekil 4.7  | SIOX maskeleme .....24                                                                                                             |
| Şekil 4.8  | Oluşturulan beyin maskesi .....25                                                                                                  |
| Şekil 4.9  | Maskelenmiş 16-bit MR görüntüsü .....26                                                                                            |
| Şekil 4.10 | Eşik değeri .....26                                                                                                                |
| Şekil 4.11 | Maksimum entropi otomatik eşik yöntemi .....27                                                                                     |
| Şekil 4.12 | MS lezyonları tespit edilmiş MR görüntüsü (Hasta No:2 / Kesit No:19) .....28                                                       |
| Şekil 4.13 | Doktor ile MS lezyonları işaretlenmiş MR görüntüsü (Hasta No:2 / Kesit No:19).....28                                               |
| Şekil 5.1  | Hasta no: 2 / Görüntü kesit no: 18 Doktor tarafından işaretlenmiş görüntü(a) ve uygulama sonucu tespit edilen lezyonlar(b).....33  |
| Şekil 5.2  | Hasta no: 3 / Görüntü kesit no: 21 Doktor tarafından işaretlenmiş görüntü(a) ve uygulama sonucu tespit edilen lezyonlar(b) .....33 |
| Şekil 5.3  | Hasta no: 4 / Görüntü kesit no: 18 Doktor tarafından işaretlenmiş görüntü(a) ve uygulama sonucu tespit edilen lezyonlar(b).....34  |
| Şekil 5.4  | Hasta no: 8 / Görüntü kesit no: 18 Doktor tarafından işaretlenmiş görüntü(a) ve uygulama sonucu tespit edilen lezyonlar(b) .....34 |
| Şekil 5.5  | Hasta no: 1 / Görüntü kesit no: 23 MS lezyonu bulunmayan görüntü(a) ve uygulama sonucu(b) .....35                                  |
| Şekil 5.6  | Hasta no: 1 / Görüntü kesit no: 21 MS lezyonu bulunmayan görüntü(a) ve uygulama sonucu(b) .....36                                  |
| Şekil 5.7  | Hasta no: 2 / Görüntü kesit no: 14 Doktor tarafından işaretlenmiş görüntü(a) ve uygulama sonucu tespit edilen lezyonlar(b) .....37 |

Şekil 5.8 Hasta no: 4 / Görüntü kesit no: 17 Doktor tarafından işaretlenmiş  
görüntü(a) ve uygulama sonucu tespit edilen lezyonlar(b) .....37

## ÇİZELGE LİSTESİ

---

|             | Sayfa                                                                 |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Çizelge 4.1 | Kullanılan MR görüntülerine ait özellikler.....21                     |
| Çizelge 5.1 | Bir tanı testini değerlendirirken karşılaşılabilecek durumlar .....29 |
| Çizelge 5.2 | Tanı testi sonuçları .....31                                          |
| Çizelge 5.3 | Tanı testi değerleri .....31                                          |

## **MULTIPLE SCLEROSIS (MS) HASTALIĞININ ERKEN TEŞHİSİ İÇİN MANYETİK REZONANS (MR) GÖRÜNTÜLERİNİN OTOMATİK SEGMENTASYONU**

Can KİRAZ

Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Bülent BAYRAM

Multiple skleroz (MS), beyni ve omuriliği tutan özbağışıklık hastalığıdır. Kısaca MS olarak anılır. Bağışıklık sistemindeki (immün sistem) savunma amaçlı gözelerin, nedeni daha anlaşılamamış bir şekilde, sinir hücrelerinin (nöronlar) çevresinde bulunan myelin kılıfını (yağlı bir zar katmanı) vücuda yabancı bir bağıştıran olarak algılamasıyla yok etmeye çalışmasıdır. Bu durum da, çeşitli sinir sistemi belirtilerini ortaya çıkarır. Bu belirtiler geçici olup, hastalığın düzeyine göre iz bırakabilir ya da bırakmadan ortadan kaybolabilirler.

MS klinik muayene ile tanısı koyulabilen bir hastalıktır. Hastalığın kesin tanısı için kullanılabilecek bir laboratuvar yöntemi yoktur. Tanı olguların klinik özellikleri, hastalığın gidişi ve yardımcı laboratuvar yöntemleri kullanılarak konulur. Bazı olgularda klinik, muayene ve laboratuvar bulguları ile tanı kolaylıkla konabilir. Bu durumda bile olası diğer sebep olabilecek hastalıklar dışlanmalı ve gerekli laboratuvar incelemeleri yapılmalıdır. Bununla birlikte özellikle erken evredeki olgularda tanı koyma zorlukları sıklıkla yaşanır. Bu dönemde klinik ve radyolojik takip tanıyı kesinleştirmede önemlidir.

MS tanısında erken teşhis son derece önemlidir; çünkü erken teşhisle hastalığın gidişatı değiştirilebilir ve hastalık yavaşlatılabilir. MS hastalığının ilerlemesi demek, hastaların sakat kalması anlamına gelir. Erken tanının bir diğer önemi ise MS teşhisi konulan hastanın kendi hayatını planlarken önemlidir.

Manyetik rezonans görüntüleme (MR) MS teşhisinde en önemli yöntemlerden biridir. Sinir sistemini 3 boyutlu inceleme imkânı vermektedir. Beyaz cevheri çok iyi göstermektedir. MR da değişik büyüklükte beyaz cevherde MS plağı diye tanımlanan görüntüler izlenir. MR hastalık takibinde kullanılır.

Sunulan tezin amacı T2 sekanslı beyin MR görüntüleri üzerinden Multipl skleroz hastalığına ait lezyonların bölütleme yöntemi ile tespiti için yeni bir uygulama geliştirmektir. MR görüntüsü olarak T2 sekanslı görüntülerinin tercih edilmesinin sebebi bu görüntülerde MS lezyonlarının görüntü içerisinde yüksek yansıma değerlerine sahip olmalarıdır. Uygulamada orijinal 16-Bit' lik MR görüntüleri kullanılmıştır. Toplamda 13 ayrı MS hastasına ait 100 adet kesit kullanılmıştır. Bunlardan 8 adet kesit test amacı ile kullanılmış, elde edilen sonuçlar diğer 92 kesitte uygulanmıştır. Uygulama yöntem olarak 2 aşamadan oluşmaktadır. İlk adımda T2 ağırlıklı beyin görüntülerindeki kafatası kemik dokusu MS lezyonları ile çok yakın gri değerlerine sahip olduğundan SIOX algoritması yardımı ile elimine edilir. İkinci adımda ise geriye kalan beyin dokusu içerisinde en yüksek gri değerlerine MS lezyonları sahip oldukları için maksimum entropi eşik değer yöntemi uygulanarak MS lezyonu tespiti sağlanmıştır. Uygulamanın duyarlık değeri 0.918, pozitif tahmin değeri 0.837, doğruluk değeri ise 0.783 olarak hesaplanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Bölütleme, Eşik değeri, Maksimum entropi, Multipl Skleroz, Manyetik Rezonans Görüntüleme

**AUTOMATIC SEGMENTAION OF MULTIPLE SCLEROSIS DISIESE (MS)  
FROM MAGNETIC REZONANS IMAGES (MRI) FOR EARLY DETECTION**

Can KİRAZ

Remote Sensing and GIS Programme

MSc. Thesis

Adviser: Prof. Dr. Bülent BAYRAM

Multiple sclerosis, briefly referred as MS, is an autoimmune disease that holds on brain and spinal cord. As the reason is not known clearly yet, the immune system starts to defense the cells from themselves. The nerve cells (neurons) understands the myelin sheath (this can be defined as a kind of oily skin layer) around themselves as a foreign to the body and works for destroying it. This situation reveals a variety of nervous system symptoms. These symptoms are temporary, depending on the level of sickness, they can leave trace or disappear without leaving trace.

MS is a clinical diagnosis. There have been no laboratory method for definitive diagnosis of the disease. Clinical characteristics of cases diagnosed is defined by how disease goes and by using laboratory methods. In some cases, clinical diagnosis could be easily done by examination and laboratory findings. Even in this case, other possible diseases should be exclude and the necessary laboratory investigations should be carried out. However, particular difficulties have been often experienced in patients who are in the early stage diagnosis. This period is important in the diagnosis of clinical and radiological follow-up commitment.

Early diagnosis of MS is extremely important because with early detection the course of the disease could be changed and disease could be slowed down. The progression of

MS means that the patient will start being disabled. The other importance of an early diagnosis for the patients who were diagnosed with MS is that they could have the chance of planning their own life.

Magnetic resonance imaging (MRI) has been one of the most important method in the diagnosis of MS. MR imaging gives the opportunity of 3D inspection of the nervous system. White matter is shown very well. MR images is used for observing so-called MS plaques of various sizes in the white matter. MR is used for following disease.

The purpose of this thesis is to develop a new application for determining multiple sclerosis lesions on brain T2 sequence magnetic resonance images by using segmentation methods. The reason of the choice of the magnetic resonance image as T2 images is that they are sequenced with high reflectance values for MS lesions in these images. In the thesis, in terms of having wider range of gray color scale 16-bit MR images were used. A total of 13 different MS patients were used in total 100 sections, 8 for testing the method and 92 for results. Application method consists of two stages. The first step is eliminating the skull bone tissue in T2-weighted brain images with the aid of SIOX algorithm, which has a very close reflectance values with MS lesions. The second step is detecting MS lesions which has the highest reflectance values from remaining brain tissue by the process of applying maximum entropy threshold. Implementation has the sensitivity value of 0.918, the positive predictive value of 0.837 and the accuracy value of 0.783 as calculated by the result analysis.

**Keywords:** Segmentation, Threshold, Maximum Entropy, Multiple Sclerosis, Magnetic Resonance Imaging

#### 1.1 Literatür Özeti

Fotogrametri (Photogrammetry) köken olarak Yunanca Photos + Gramma + Metron kelimelerinden oluşmaktadır. Photos kelimesi ışık, gramma kelimesi bir şeyin çizimi ya da yazımı ve metron kelimesi de ölçme anlamına gelmektedir. Bu durumda fotogrametri ışık yardımıyla çizerek ölçme olarak ifade edilebilir. Fotogrametri tekniği ile ölçülmek istenen nesnenin ve yakın çevresinin ya da arazinin fotoğrafları çekilir. Bunların fotoğraf üzerindeki görüntüleri ölçülerek istenilen bilgiler sağlanabilir ya da özel donanım ve yazılımlar kullanılarak bu fotoğrafik görüntüler harita veya plan biçimine dönüştürülür. Bu açıklamalara göre, fotogrametri fotoğraflar üzerinde yapılan ölçümler ile güvenilir bilgiler elde etme bilimi ya da sanatıdır [1].

Fotogrametrinin bir alt çalışma kolu olan yakın resim fotogrametrisi, tıpta görüntü işleme araştırmalarının yanında teşhis ve tedavilerde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem dijital fotogrametrik sistemlerdeki gelişmelere paralel olarak tıp alanında daha yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır [2].

Günümüzde MR özellikle yumuşak dokuları görüntülemeye kullanılır. Merkezi sinir sistemi (beyin ve omurilik) hastalıklarının teşhisinde, sporcu yaralanmalarında, kas iskelet sistemi, özellikle menüsküs, bel fıtığı gibi rahatsızlıkların tespitinin yanı sıra her türlü nörolojik hastalıkların değerlendirmesinde sıkça kullanılmaktadır [3].

Manyetik rezonans görüntüleme (MR) MS teşhisinde en önemli yöntemlerden biridir [4].

Kafatası MR görüntüleri, beyinde oluşan beyaz lezyonların tespitinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Beyinde oluşan bu lezyonlar çeşitli hastalıklar sonucunda ve yaşlanmaya bağlı olarak ortaya çıkabilmektedir. Oluşan bu lezyonlar uzman radyologlar tarafından elle(manuel) tespit edilebilmektedir. Bu işlem hem zaman alıcı, hem de lezyonların hacim veya alanlarının hesaplanmasında yanıltıcı sonuçlara neden olabilmektedir. Bu nedenle, lezyonların tespitinde uzman doktora yardımcı olacak yazılım sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır [5].

MS klinik muayene ile tanısı koyulabilen bir hastalıktır. Hastalığın kesin tanısı için kullanılabilecek bir laboratuvar yöntemi yoktur. Tanı; olguların klinik özellikleri, hastalığın gidişi ve yardımcı laboratuvar yöntemleri kullanılarak konulur [6].

Hastalık çok hızlı ilerlediği için tanı ve takip tedavide büyük önem taşır. MS' in radyolojik tanısının ve takibinin otomatikleştirilmesi uzmanlara zaman kazandırması ve yoğun iş yükü altında oluşabilecek hata ihtimalinin azaltılması açısından önemlidir [7].

MS tanısında erken teşhis son derece önemlidir; çünkü erken teşhisle hastalığın gidişatı değiştirilebilir ve hastalık yavaşlatılabilir [8].

Bilimsel dergilerde birçok sayıda sınıflandırma yöntemleri yayınlansa da, bu yarı-otomatik veya otomatik sistemlerin klinik alanda kullanımı nispeten sınırlıdır. Bu sistemlerin niceliksel doğrulama zorluğu ve geniş veri tabanlarının adaptasyonundan kaynaklıdır [9].

Toker vd. [10] yaptıkları çalışmada bulanık c-ortalamlar kümeleme algoritması kullanılarak sentetik beyin MR görüntüleri MS lezyonlarını sağlıklı dokudan ayırmak amacıyla bölütlenmiş ve sonuçlar bulanık c-ortalamlar algoritması ile karşılaştırılmıştır. T1 ve T2 ağırlıklı görüntülerin gri seviye değerleri kullanıldığında en yüksek kümeleme performansının elde edildiği görülmüştür. Yapılan denemeler sonucunda bulanık c-ortalamlar algoritmasının kümeleme başarısının bulanık c-ortalamlar algoritmasına kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Sertel vd. [11] yaptıkları çalışmada ITK (Insight Registration and Segmentation Toolkit), VTK (Visualization Toolkit) ve MeVisLab (Medical Image Processing and Visualization) programlama ortamları kullanılarak, manyetik rezonans (MR) görüntülerinden beyaz, gri cevherlerin (madde) ve multipl skleroz (MS) hastalığından etkilenmiş dokuların yarı-otomatik bölütlenmesi yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan bölütleme tekniği, görüntü içinde birbirine bağlantılı piksellerin belli bir koşula bağlı kalacak şekilde genişletilmesini içeren bölge büyütme yöntemidir.

Keçeli ve Can [5] beyindeki beyaz cevher lezyonlarının otomatik olarak tespiti için bir yöntem geliştirmişlerdir. Beyinlerinde lezyon bulunan hastalara ait manyetik rezonans görüntüleri üzerinde görüntü işleme teknikleri kullanarak lezyonlu bölgeleri denetimsiz olarak tespit etmeye çalışmışlardır. İlk olarak kafatası beyin dokusundan watershed dönüşümü ve morfolojik işlem kullanarak ayrılmıştır. Daha sonra bulanık-c (fuzzy c-means clustering) algoritması kullanarak belirlenen kaynak noktalar (seed points), alan büyütme (region growing) yöntemine girdi olarak verilmesi lezyonlu bölgeyi belirleyen maske elde edilmiştir.

Özyavru ve Özkurt [7] ise beyin manyetik rezonans (MR) görüntülerinden multipl skleroz (MS) hastalığından etkilenmiş dokuların bölütlenmesi bulanık mantık yöntemlerini kullanmışlardır. Görüntülerin MS bölütlemesi açısından iyileştirilmesi ve beyaz dokunun ayrıştırılması için bulanık çıkarım ve elde edilen görüntülerin kümeleme MS plaklarının bölütlenmesi için de bulanık kümeleme tekniklerinden yararlanılmıştır.

Harmouche vd. [12] multipl skleroz lezyonlarının bölütlenmesi için tam otomatik olasılık yöntemi geliştirmişlerdir. Sağlıklı T1 ve T2 sekanslı görüntüler ile mutlak yansıma değeri fonksiyonu oluşturulmuştur. Uygulama için atlas oluşturulurken beynin anatomik yapısının yer aldıkları bölgeler ve sahip oldukları gri değerleri belirlenmiştir. Bölgesel benzerlik dağılımları kullanılarak dokular sınıflandırılmıştır. Yersel sınıf yumuşatması için voksellerin komşuluk bilgilerinden yararlanılarak Markov rasgele alanları kullanılmıştır.

Xiang vd. [13] ise multi-sekanslı MR görüntülerini kullanarak MS lezyonlarının tespitini otomatik olarak sağlayan bir uygulama geliştirmiştir. Öncelikle PD sekanslı

görüntülerden eş T1 sekanslı görüntüsü çıkartılarak beyin omurilik sıvısı görünümü geliştirilmiştir. Ardından geliştirilen görüntü ve bu görüntüye eş T2 sekanslı görüntü bulanık-c algoritması kullanılarak sırası ile bölütlenerek omurilik sıvısı bölgesi ve MS lezyonu içeren omurilik sıvısı bölgeleri elde edilmiştir. MS lezyonu içeren omurilik sıvısı görüntüsünden omurilik sıvısı görüntüsü çıkartılarak MS lezyonu bölgeleri kabaca elde edilmiştir. Elde edilen görüntüye median filtresi ve ardından eşik değeri yöntemi uygulanarak kesin MS lezyonu bölgeleri tespit edilmiştir.

Llado vd. [9] yaptıkları çalışmaya göre literatürü analiz edecek olursak bunlardan biri tek-sekanslı diğeri ise çok-sekanslı yaklaşımlardır. Örnek olarak bu yaklaşımlarda tek bir görüntüden veya birçok görüntüden elde edilmiş bir kombinasyon kullanılabilir. Tek-sekanslı yaklaşımlar genellikle beyin dokularını bölütlemek için kullanılır. Özellikle beyin dokuları birbirinden farklı olarak özellikle T1 görüntülerinde görülür. T2 ve PD görüntüleri ise MS lezyonun bulunmasında kullanılan klasik görüntülerdir. Tek-sekanslı yaklaşıma başka bir örnek olarak FLAIR görüntüleri üzerinden MS lezyonu buldurmaktır. Multi-sekans yaklaşımlar da T1, T2, PD veya FLAIR görüntülerinde en az iki tanesi kullanılır. Birden fazla MR görüntüsü kullanmanın faydalarından biri de gri değeri aralığının genişletilip, beyin dokuları arasında daha iyi bir ayırım sağlamasıdır. Ayrıca gözlemlenen MS lezyonları cinslerine göre farklı görüntülerde farklı özelliklerde görüntülenebilir. Ayrıca bazı algoritmalarda mekânsal bilgide kullanılmaktadır. Bu genellikle Markov Rastgele Alanları (Markov Random Fields, MRF) kullanılarak komşuluk ilişkileri belirlenir. Kullanılan parametreler doğru ise daha düzgün bir çıkarım yapılacaktır. MRF ye alternatif olarak Bulanık Bağlantılık (Fuzzy Connectedness, FC) bölütleme yöntemleri veya mutlak bir atlas oluşturula bilinir.

Her ayrı beyin dokusunun ayrı gri değerine sahip olduğu varsayılarak lezyon bölütlemesini voksel yoğunluk değerine göre yapmak en genel yöntemdir. Ayrıca dokuların ve lezyonların görünüşleri kullanılan MR görüntüsüne göre değişmektedir. Örnek olarak beyaz madde (white matter) T1-w görüntülerinde en parlak doku olarak gözükürken, T2-w görüntülerinde en koyu, FLAIR görüntülerinde ise gri olarak gözükmemektedir [9].

Sunulan tezde T2 sekanslı görüntülerinin tercih edilmesinin sebebi bu görüntülerde MS lezyonlarının yüksek yansıma değerlerine sahip olmalarıdır.

Günümüzde multipl skleroz (MS) lezyonlarının beyin MR' ından otomatik bölütlenmesi MS teşhisi ve hasta takibi amaçlı kullanılmak için geniş olarak incelenmektedir. Ancak halen birçok algoritma uzman beklentileri karşılayacak durumda değildir [9]. Sunulan tez ile doktorlara MS teşhisi sırasında yardımcı olmak amacı ile yeni bir yarı-otomatik MS lezyonu tespiti uygulaması geliştirilmiştir. Uygulamada doktorun göz ile ayırt etmekte güçlük çektiği MS lezyonlarının tespitinde fayda sağlamak amaçlanmıştır.

## **1.2 Tezin Amacı**

Sunulan tezin amacı T2 sekanslı beyin MR görüntüleri üzerinden Multipl skleroz hastalığına ait lezyonların bölütleme yöntemi ile tespiti için yeni bir uygulama geliştirmektir. Geliştirilen uygulama ile doktorun hastasının görüntülerini inceleme aşaması süresini hızlandırmak, gözle fark edilmesi daha zor kısımlar hakkında daha doğru bilgi edinmesini sağlamak amaçlanmıştır.

## **1.3 Hipotez**

Sunulan tez “MR görüntüleri üzerinden otomatik bölütleme yöntemleri ile MS hastalığı lezyonları tespit edilebilir mi?” hipotezi üzerine kurulmuştur.

### 2.1 Tıp fotogrametrisi

Fotogrametrinin bir alt çalışma kolu olan yakın resim fotogrametrisi, tıpta görüntü işleme araştırmalarının yanında teşhis ve tedavilerde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Fotogrametrinin tıp alanında kullanıldığı yerler başlangıçta sadece yüz, sırt ve gövde olmasına karşılık günümüzde dişçilik, ortopedi, anatomi ve cerrahi alanlarında da yaygın olarak kullanılmaktadır [2].

Otomatikleşen yöntemler, dijital fotogrametrinin klinik alandaki uygunluğunu ayrıca insan sağlığına ilişkin olarak teşhis ve tedavi aşamalarında ve de tıbbi araştırmalarda koşulları sağlayabilmeli, yorumlanabilen bilgiler içerebilmeli ve temel gereksinimlerin herkes tarafından tanınabilecek türden olması gereklidir. Nesnelerin yapılan basit ölçmeler ile tüm gereksinimleri kullanıcılar tarafından yeterli bulunmayabilir. Nadiren bir çizgi çizimi sonrasında dış çerçeveyi oluşturan serilerin veya zaman serilerinin hedef pozisyonları tıp alanındaki uzmanlar tarafından üç boyutlu yapılarak kullanışlı hale getirilebilir. Bu, fotogrametristlerin yüklerinin daha evvel belirledikleri teknolojik planlar doğrultusunda yerine getirebilmelerine ilave olarak kabul edilebilir niteliktedir [14].

Son yıllarda, bilgisayar ve görüntü işleme teknolojilerindeki gelişmeler sonucu hastanelerde ve tıp merkezlerinde MR görüntülerinde organ nakillerinde veya organ üzerinde tümör belirleme çalışmalarında, organların daha kolay incelenmesi için otomatik ve/veya yarı-otomatik bölütleme teknikleri kullanılmaktadır. Bu teknikler

kesit görüntüleri üzerinden iki-boyutlu (2B) ya da hacimsel (üç-boyutlu: 3B) olarak çalışabilmektedir [15].

## **2.2 MS hastalığı nedir?**

Multipl skleroz, beyni ve omuriliği tutan özbağışıklık hastalığıdır. Kısaca MS olarak anılır. Nörotravmanın ardından genç erişkinlerde en sık görülen nörolojik bozukluktur [16].

### **2.2.1 Multipl sklerozun tarihçesi**

1868 yılında, "nörolojinin babası" olarak anılan Paris Üniversitesi nöroloji profesörü Jean-Martin Charcot, daha önce hiç karşılaşmadığı bir titreme (tremor) vakasına tanık olmuştur. Bu duruma, "konuşma bozukluğu" ve olağan dışı göz hareketlerinin (nistagmus) eşlik ettiğini fark etmiştir. Bunun üzerine, gördüğü öbür hastalarıyla karşılaştırmıştır. Hasta öldüğünde, beynini incelemesi üzerine MS' i ayırıcı nitelikteki yarası olan plakları bulmuştur[17].

### **2.2.2 Hastalığın tanımı**

MS, beyni ve omuriliği tutan özbağışıklık hastalığıdır. Bağışıklık sistemindeki (immün sistem) savunma amaçlı gözelerin, nedeni daha anlaşılamamış bir şekilde, sinir hücrelerinin (nöronlar) çevresinde bulunan myelin kılıfını vücuda yabancı bir bağıştıran olarak algılamasıyla yok etmeye çalışmasıdır. Bu durum da, çeşitli sinir sistemi belirtilerini ortaya çıkarır. Bu belirtiler geçici olup, hastalığın düzeyine göre iz bırakabilir ya da bırakmadan ortadan kaybolabilirler [16]. Hastalığın adı iki sözcükten oluşmaktadır:

1. Multiple: Bir ya da daha çok bölgede etkin olup, bir veya daha çok belirti (semptom) vermesi.

2. Skleroz: Vücudun savunma gözelerinin myelin kılıfına saldırması sonucu, bu kılıfı sertleştirerek işlevsiz duruma getirmesi.

Bu skleroz sonucunda plak adı verilen doku bozukluğunun oluşması MS' i oluşturur.

Hastalığın ilerlemesi alevlenmeler ve iyileşmeler biçimindedir. Yine hastalığın düzeyine göre bu döngü süreleri değişiklik gösterir. Hastalığın etkilediği kişiler çoğunlukla 20-40 yaş arası erişkinlerdir. Kadınlarda görülme sıklığı erkeklere oranla iki katıdır. Hastalığın coğrafyası da, ekvatorдан kutuplara doğru gidildikçe genişler. Daha çok Kuzey Avrupa'da yaygındır. Her MS hastasındaki gelişmeler zaman ve belirti olarak ayrılık gösterir [16].

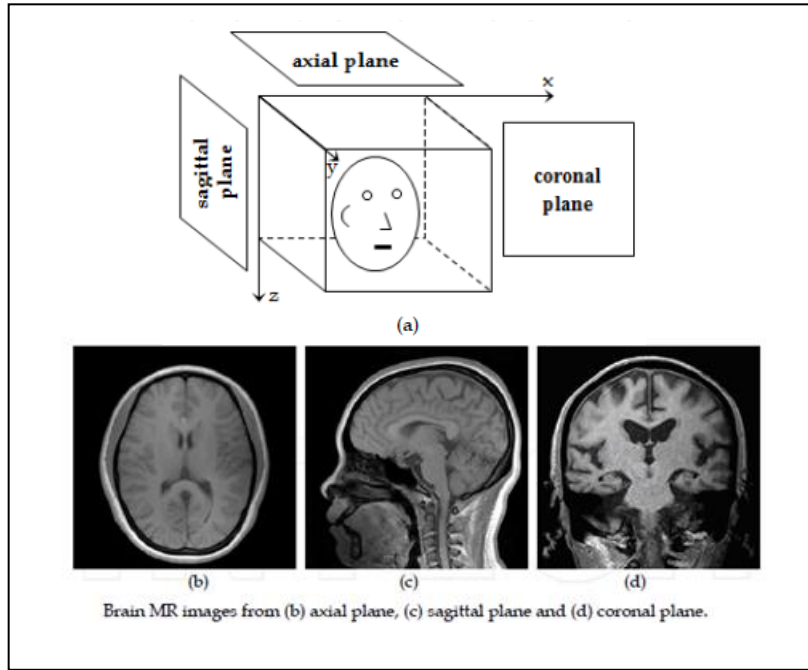
Multipl skleroz (MS) hastalığı toplumumuzda giderek yaygınlaşan ve özellikle gençlerde rastlanan bir beyin doku hastalığıdır. MS'den etkilenen dokular ya da plaklar beyaz doku üzerinde yer alır ve radyolojik yöntemler bu hastalık tanısında önemli bir yer alır [18].

### **2.3 Manyetik Rezonans Görüntüleme Nedir?**

MR görüntüleme 1969 yılında Raymond V. Damadian tarafından icat edilmiş ve ilk olarak bir insan vücudu üzerinde 1977 yılında uygulanmıştır [19]. MR görüntüleme çok güçlü bir mıknatıs ve radyo dalgaları kullanılarak görüntü elde edilmesini sağlayan ve iyonize radyasyon içermeyen kesitsel bir radyolojik inceleme yöntemidir. Hasta sabit bir manyetik alan içine yerleştirildiğinde vücuttaki protonlar mıknatısın vektörü doğrultusunda paralel ve antiparalel dizilim göstererek dönüş (spin) yapar. Daha sonra radyo dalgaları gönderilerek dokulardaki hidrojen atomlarında sapmalar sağlanır. Radyo dalgaları kesildiğinde ise protonlar mıknatıs doğrultusundaki eski konumlarına tekrar geri döner ve dönerken aldığı enerjiyi geri verir. Bir alıcı vasıtasıyla bu enerji sinyale dönüştürülür. Her doku için oluşan sapma farklı olduğundan, eski konumlarına dönme zamanları da farklı olur. Bu sinyal farklılıkları ile görüntüler oluşturulur. Hidrojen atomu su içeren dokularda fazladır. İnsan vücudunda da su ve yağ bol bulunur. Su ve yağ içerisinde hidrojen atomu en fazla bulunan atom olduğu için, MRG özellikle beyin, kas-iskelet sistemi ve batin içi organlar gibi solid organların değerlendirilmesinde etkin şekilde kullanılır [20].

Dokudaki hidrojen atomlarının yoğunluklarına ve hareketlerine göre görüntü oluşturur. MR' da radyasyon kullanılmaz, onun yerine manyetik alanla vücuttaki hidrojen

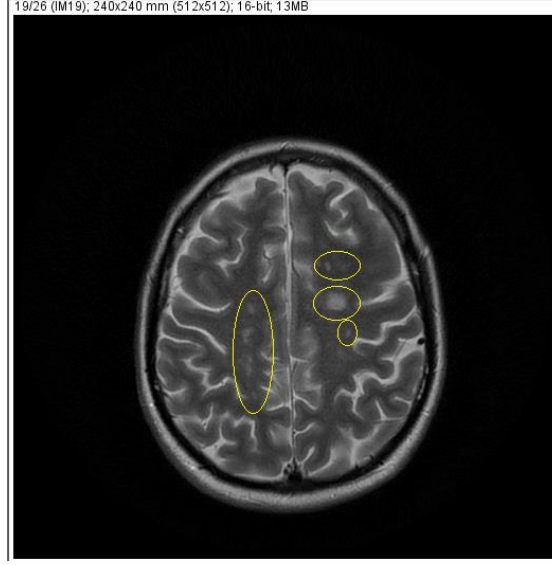
atomlarının çekirdeklerindeki proton uyarılır. Alıcılara ulaşan sinyaller bilgisayar analizleriyle siyah beyaz görüntülere dönüştürülür. Günümüzde MR özellikle yumuşak dokuları görüntülemeye kullanılır. Merkezi sinir sistemi (beyin ve omurilik) hastalıklarının teşhisinde, sporcu yaralanmalarında, kas iskelet sistemi, özellikle menüsküs, bel fıtığı gibi rahatsızlıkların tespitinin yanı sıra her türlü nörolojik hastalıkların değerlendirmesinde sıkça kullanılmaktadır [3]. MR sistemi hastanın MR çekimi sırasında hareket etmesine gerek kalmadan birçok düzlemde görüntü alır (Şekil 2. 1) [21].



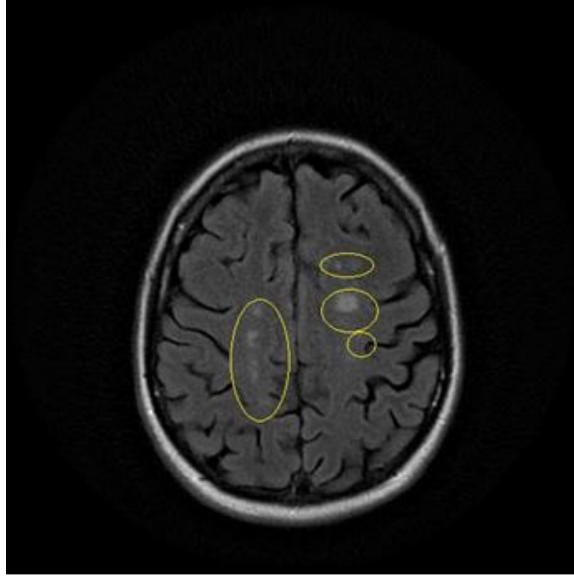
Şekil 2. 1 T1-ağırlıklı beyin MR görüntüleri düzlemleri [22]

### 2.3.1 Manyetik Rezonans Görüntülemesinde Kullanılan Sekanslar

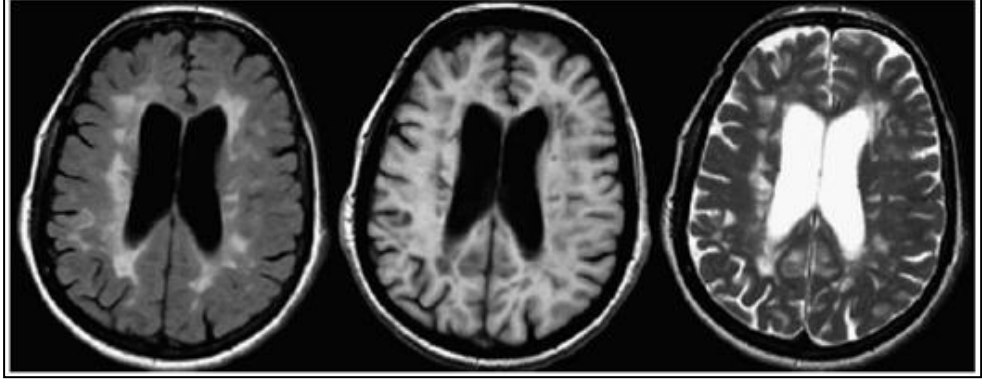
MR görüntülemeye temel olarak T1 ve T2 ağırlıklı iki ana sekans kullanılır (Şekil 2.2, Şekil 2.3). T1 ağırlıklı sekanslar çok iyi yumuşak doku kontrastı ve uzaysal çözünürlük sağlayarak anatomik değerlendirme için olanak sağlar. T2 ağırlıklı sekanslarda ise patolojik sinyal yansıma değişiklikleri ayırt edilir. T1 ve T2 ağırlıklı sekanslarda lezyonların sinyal yansıma özellikleri içeriklerine göre (kan, yağ, sıvı, vb.) değişmektedir [20].



Şekil 2.2 T1-ağırlıklı beyin MR görüntüsü (MS hastalıklı)



Şekil 2.3 T2-ağırlıklı beyin MR görüntüsü (MS hastalıklı)



Şekil 2.4 Aynı MS hastasına ait soldan sağa sıra ile T2, FLAIR, T1 sekansları [23]

Görüldüğü üzere MS hastalığının ilerlediği zamanlarda beyinde biriken su miktarı fazlalaşacağından yansıma değeri artacaktır [23].

### 3.1 Bölütleme

Görüntüyü homojen piksel gruplarına ayırma işlemine bölütleme adı verilir. Bölütlemenin amacı görüntüyü üst üste çakışmayan, yansıma ve doku bakımından homojen bölgelere ayırmaktır [24, 25]. Tüm otomatik görüntü tanıma sistemlerinin çok önemli bir parçasıdır çünkü bugünkü yöntemlerle, tanımlama, tanıma gibi daha fazla değerlendirmelerin yapılması için görüntüden aranılan kümeler elde edilebilmektedir [24].

Bölütleme teknikleri Pham ve ark. , 2000 'e göre 9 katagoriye ayrılmıştır. Bunlar eşik değer yöntemi, bölge genişletme (region growing), kenar çıkarım, sınıflandırıcılar (classifiers), kümeleme yöntemleri (clustering), istatistiksel model, yapay sinir ağları, esneyen (deformable) model, atlas tabanlı yaklaşımlardır [26]. Yapılan uygulamada maksimum entropi eşik değer belirleme yöntemi kullanılmıştır.

### 3.2 Eşik değer belirleme

Eşik değer belirleme görüntü işlemede çokça kullanılan, basit hızlı ve kullanım alanına ve probleme göre uygun çözüm elde edilebilmesine olanak sağlayan basit ve popüler tekniklerden biridir. Bu kategorideki en basit operatör görüntü için eşik değer belirlemektir [27]. Görüntü bölütleme, homojen bir küme içerisinde aynı karakteristiğe sahip alanların arka plandan ayrılarak bölütlenmesi işlemidir [28]. Bu teknikte bir eşik değer seçilir ve görüntü iki gruba ayrılır. Bir grupta seçilen eşik değerden düşük gri

değere sahip pikseller olurken diğer grupta tanımlanan eşik değer aralığının içinde kalan gri değere sahip pikseller kümelenir [22]. Eşik değer belirleme, görüntünün spectral özelliğini dikkate alarak bölütleme işlemidir [29]. Literatürde farklı eşik değer yöntemlerine rastlamak olanaklıdır: Global eşik değer, adaptif eşik değer, optimal global ve adaptif eşik değer, lokal eşik değer ve çeşitli değişkenlere dayanan eşik değer yöntemleri [30]. Doğru eşik değer seçimi başarılı bir görüntü bölütlemesi için gereklidir. Bu seçim etkileşimli veya çeşitli eşik değer tanımlama algoritmalarıyla yapılır. Tüm görüntü için tek bir eşik değer kullanımı nadiren yapılır ki buna global eşikleme denir. Basit görüntülerde bile objeler ve arka plan gri seviye çeşitlilikleri ve çakışmaları söz konusu olabilmektedir. Bundan dolayı sabit bir global eşik değer uygulaması ile karmaşık problemlerin çözümünde verimli sonuçlar üretmek olanaklı olamamaktadır. Bundan dolayı dinamik eşik değer kullanımı zorunlu hale gelebilmektedir. Bu da adaptif eşik değer belirleme olarak adlandırılır [31]. Eşik değer belirleme işlemi, görüntünün birden fazla özelliğini kullanarak bölütleme gerçekleştiren yöntemlere kıyasla daha hızlı sonuç vermektedir. Bu nedenle gerçek zamanlı çalışmayı gerektiren bölütleme uygulamalarında daha çok tercih edilmektedir. Ancak eşik değer belirleme işlemi her görüntü için iyi bir bölütleme sonucu vermeyebilir [29]. Eşik değer yöntemi, görüntüde kontrastı belirgin olan objelerin bölütlenmesi için, basit, hızlı ve uygulanması kolay olan bir yöntemdir. Tipik bir örnek olarak T2 ağırlıklı beyin görüntülerde, beyin omurilik sıvısını ayırmak için kullanılır [32]. Ancak, beyin MR görüntülerindeki gri değer dağılımı genellikle çok karmaşıktır ve bir eşik değeri belirlemek oldukça zordur [33]. Çoğu durumda eşik değer yöntemi diğer yöntemler ile bir arada kullanılır [34].

### **3.3 Maksimum entropi otomatik eşik yöntemi**

Fizikte Entropi, bir sistemin mekanik işe çevrilemeyecek termal enerjisini temsil eden termodinamik terimidir. Çoğunlukla bir sistemdeki rastgelelik ve düzensizlik olarak tanımlanır ve istatistikten teolojiye birçok alanda yararlanır. Termodinamiğin 2. Yasasıdır [35].

N tane bağımsız ve özdeş dağılımlı  $X^1, \dots, X^n$  gözlemi verildiğinde, belirli fonksiyonların deneysel beklentilerinin

$$\hat{\mu}_\alpha = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \phi_\alpha(X^i), \forall \alpha \in I \quad (3.1)$$

şeklinde hesaplandığı varsayalım. Burada bir  $I$  kümesine ait her bir  $\alpha$ , bir  $\phi_\alpha : X \rightarrow \mathbb{R}$  fonksiyonunu indisler.  $I$  boyutlu deneysel beklentiler vektöründe,  $\hat{\mu} = \hat{\mu}_\alpha, \forall \alpha \in I$ , bağlı olarak amacımız,  $X$  rastgele değişkeni üzerinde tam bir olasılık dağılımı çıkarmaktır. Verilen bir  $p$  dağılımı için, eğer  $E_p[\phi_\alpha(X)] = \hat{\mu}_\alpha$  ise,  $p$  dağılımı veri ile uyumludur denir. Burada  $E_p[\phi_\alpha(X)] = \int_x \phi_\alpha(x)p(x)dx, \forall \alpha \in I$ ,  $p$  dağılımı için beklenti fonksiyonudur. Başka bir deyişle,  $p$  dağılımı altında  $E_p[\phi_\alpha(X)]$  beklentileri deneysel dağılım altındaki beklentilere uyum göstermektedir denir. Burada, gözlemlerle uyumlu birçok  $p$  dağılımı arasından seçim yapmak için maksimum entropi prensibi kullanılmaktadır. Bu amaçla öncelikle Shannon entropisi olarak bilinen  $p$  ye ait bir fonksiyon tanımlanacak olursa:

$$H(p) = - \int_x (\log p(x))p(x)dx \quad (3.2)$$

Şeklinde ifade edilir. Buna göre, maksimum entropi prensibi,  $X$  rastgele değişkeni üzerinde tanımlanan veri ile uyumlu  $P$  dağılımları arasından Shannon entropisi en yüksek olan  $p^*$  dağılımını seçmektedir:

$$p^* = \arg \max_{p \in P} H(p) \quad (3.3)$$

Kısıt kümesi  $E_p[\phi_\alpha(X)] = \hat{\mu}_\alpha, \forall \alpha \in I$ . Bu prensibin kullanılmasındaki amaçlardan biri, en yüksek belirsizliğe sahip dağılımı seçerken aynı anda mevcut veriye sadık kalmaktır. Sürekli değişkenler için değişim hesabı, ayrık değişkenler için olağan analiz kullanılarak bulunan en iyi  $p^*$  çözümü şu şekildedir:

$$p_\beta(x) = \frac{1}{Z} \exp \left\{ - \sum_{\alpha \in I} \beta_\alpha \phi_\alpha(X) \right\} \quad (3.4)$$

Burada  $Z$  üstel fonksiyonudur ve  $\beta \in \mathbb{R}^{||}$  dağılımın üstel formunda parametreleridir [36].

Entropi tabanlı eşik değer belirleme genellikle çift seviyeli eşik değer belirlemede kullanılır. Entropi; Shannon tarafından tanımlanan bir görüntüdeki bilginin bir ölçüsüdür. Shannon entropisinin değişkenleri, görüntü bölütlemeye eşik değerlerinin belirlenmesi için etkin bir biçimde kullanılır. Entropi tabanlı eşiklemede, nesne ve arka planın ayrılması için kullanılır [37]. Görüntü işlemede entropi görüntünün sahip olduğu enerji olarak algılanacak olursa, bu görüntüye ait piksellerin enerjisi, yani sahip oldukları yansıma değerleri olarak değerlendirilebilir. MR görüntülerinde MS lezyonlarının yansıma değeri, içerdiği su miktarı daha fazla olduğundan beyin dokusuna göre daha fazladır. Böylelikle maksimum entropi yöntemi ile görüntüdeki en yüksek yansıma değerine sahip pikseller bulunabilir.

### 3.4 Beyin MR' ının Bölütlenmesindeki Zorluklar

MR beyin görüntülerinin bölütlenmesi oldukça zordur çünkü değişken görüntü parametreleri, örtüşen yoğunluklar (overlapping intensities), gürültü (noise), kısmi hacimlik (partial voluming), hareket (motion), yankı (echoes), bulanık kenarlar (blurred edges), normal anatomik çeşitlilikler gibi faktörler bulunmaktadır [9].

Kortikal bölütleme tıbbi araştırma alanında uzun yıllardır geliştirilmesine rağmen, manyetik alandaki heterojenlikler yüzünden otomatik, güvenilir ve yüksek hızlı bir teknik olarak kabul edilmez. Rong Xu' ya göre beyin manyetik rezonans görüntülerinin bölütlenmesindeki zorlukları 3 ana başlık halinde gösterebiliriz [22].

1. Gürültü: MR görüntü sisteminden kaynaklanan rastgele gürültü, Rician dağılımı olarak bilinir [38].

2. Yansıma heterojenliği (ayrıca bias alanı veya gölge kalıntısı olarak bilinir): Veri toplama sırasındaki radyo frekansı alanındaki düzensizlik gölgeleme etkisine neden olur [39].

3. Kısmi hacim etkisi: Eğer birden çok tip sınıf ya da doku görüntüye ait aynı piksel ya da vokselde yer kaplıyorsa buna kısmı hacim etkisi denir. Bu piksel ya da vokseller genellikle miksel olarak adlandırılır [40].

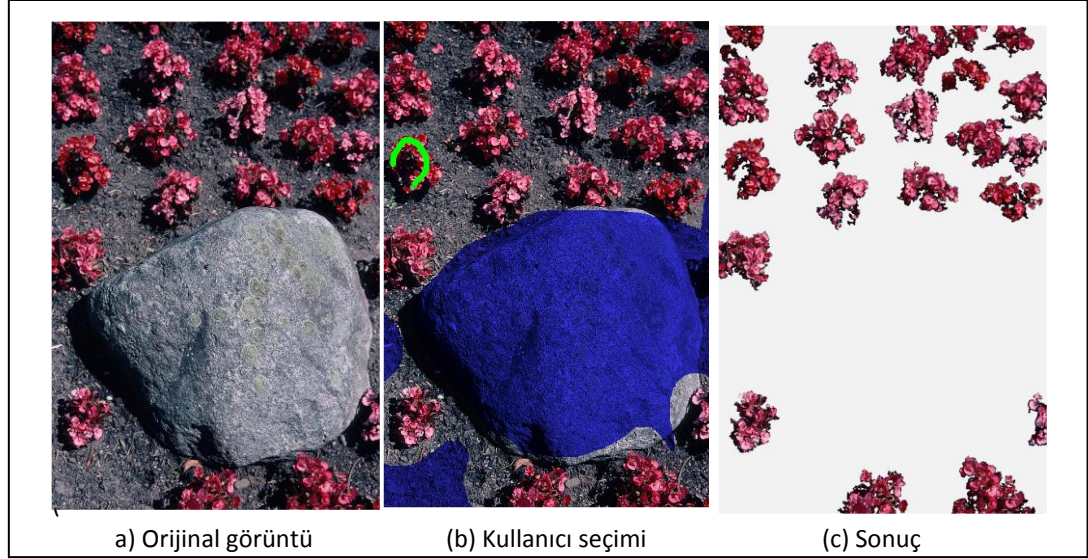
### 4.1 Uygulama

Sunulan tezin amacı beyin MR görüntülerindeki (MRG) multipl skleroz (MS) lezyonlarının teşhisi için yarı-otomatik bir yöntem geliştirmektir. Uygulama iki genel adımdan oluşmaktadır. İlk adım beyin yumuşak dokusu ile beyin kemik dokusunu ayırmak, ikinci adım ise geri kalan yumuşak beyin dokusu içindeki MS lezyonlarını tespit etmektir. Toplamda 13 ayrı MS hastasına ait 100 adet kesit kullanılmıştır. Segmentasyon parametrelerinin belirlenmesi için 8 adet kesit kullanılıp, 92 kesite sonuçlar uygulanmıştır.

İlk adımda, beyin kemik dokusu ile beyin yumuşak dokusunda bulunan MS lezyonlarının gri değerleri eş değer denebilecek kadar çok yakın olduğundan, ikinci adımda eşik değer yöntemini kullanabilmek amacı ile kafatası dokusu, geriye kalan beyin dokusundan ayrılması gerekmektedir. MR görüntüsündeki kafatası dokusu ile geriye kalan beyin dokusunun ayrılmasında SIOX (Simple Interactive Object Extraction) algoritması kullanılmıştır. SIOX algoritması Gerald Friedland, Kristian Jantz, Tobias Lenz ve Raul Rojas tarafından 2006 yılında Image J görüntü işleme programı için yazılmış bir uygulamadır [41].

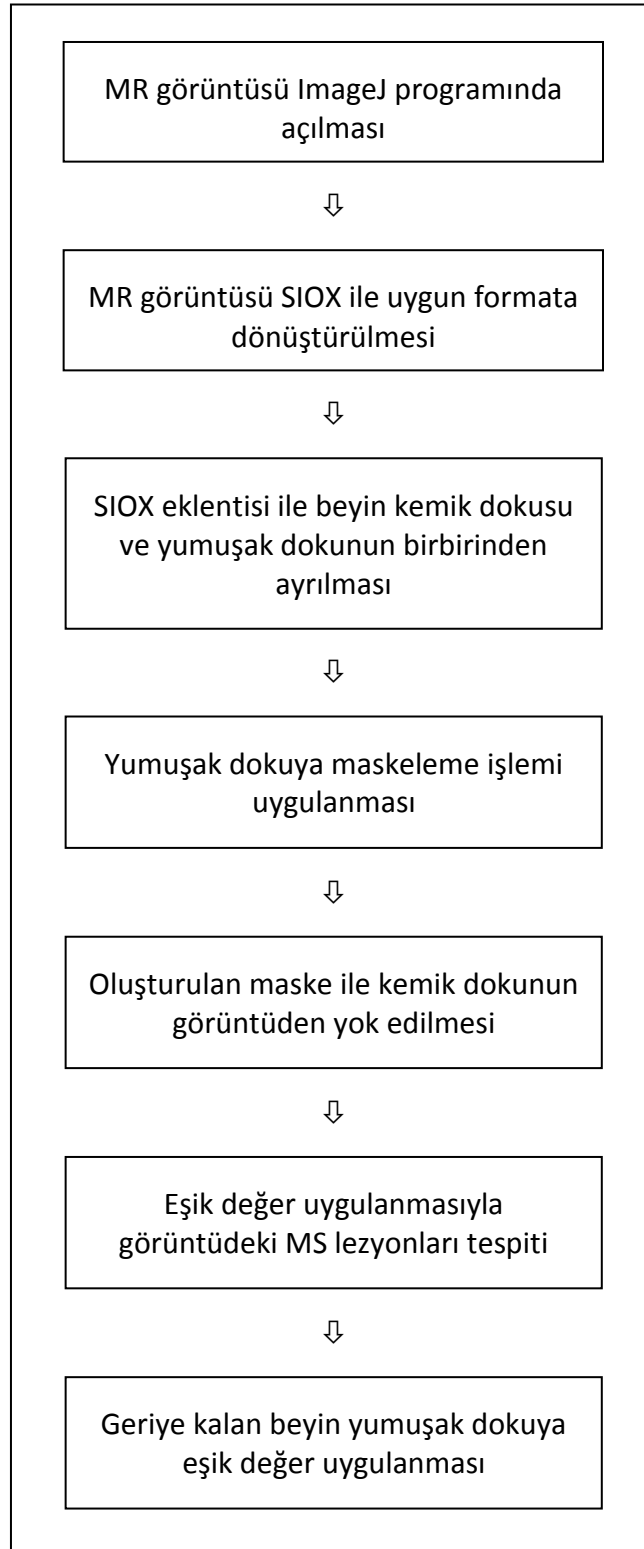
SIOX görüntü üzerindeki nesneleri görüntünün arka planından ayrılmasını sağlar. İstenen objenin ve arka planın seçilmesi kullanıcı tarafından manuel olarak yapılır. Yapılan seçim ile elde edilen gri değer aralığı, en yakın komşuluk yöntemine göre değerlendirilir. İstenen sınıflandırma yakalanana kadar görüntüdeki bulunmak istenen

obje (foreground) ve görüntünün arka kısmı (background) yeniden seçilebilir [41]. Uygulamada kemik doku ile beyin yumuşak dokusu istenilen şekilde birbirinden ayrılana kadar yumuşak ve kemik doku örneklem alımı tekrar edilmiş ve doku ayırma işlemi tamamlanmıştır.



Şekil 4.1 SIOX seçimi ve işlem sonucu [41]

İkinci adım olarak geriye kalan beyin dokusundan MS lezyonlarının sınıflandırılarak bulunması için eşik değer yöntemi uygulanmıştır. MS lezyonlarının bulunduğu bölgelerde dokudaki su miktarının fazla olmasından dolayı yansıma değeri de diğer bölgelere oranla yüksektir. MS lezyonlarının yansıma değeri geriye kalan beyin dokusu içerisindeki en yüksek değerlere sahip olduklarından, tespitlerinde ImageJ programının eşik değer menüsünde bulunan “MaxEntropy” (maksimum entropi otomatik eşik yöntemi) yöntemi ile sağlanmıştır. Maksimum entropi otomatik eşik yöntemi görüntüdeki en yüksek gri değere sahip pikselleri bölütleme yarayan bir bölütleme metodudur. Uygulanan eşik değeri sonrası elde edilen sonuç, görüntüdeki MS hastalığına ait olabilecek bölgeleri göstermektedir. Sunulan tez çalışmasında bölgeler görüntü üzerinde kırmızı olarak işaretlenmiştir. Yapılan uygulamanın iş akış şeması Şekil 4.2’ de gösterilmiştir.



Şekil 4.2 İş akış şeması

#### **4.1.1 Kullanılan donanım özellikleri**

Uygulama için kullanılan bilgisayara ait özellikler:

- Windows 8.1 işletim sistemi
- Intel Core i7-3630Q işlemci
- 16GB DDR3 1600 MHz SDRAM,
- Intel HM76 ana kart,
- 1TB sabit disk,
- NVIDIA GeForce GT 650M 2GB DDR3 VRAM ekran kartı.

#### **4.1.2 Kullanılan yazılım özellikleri**

Uygulama “ImageJ 1.49t”, görüntü işleme programında hazırlanmıştır. ImageJ Java tabanlı, açık kaynaklı bir yazılımdır. Dünyanın en hızlı, saf Java görüntü işleme programıdır. Linux, Mac OS S ve Windows işletim sistemlerinde hem 32-bit hem de 64-bit modda çalışmaktadır. TIFF, GIF, JPEG, BMP, PNG, PGM, FITS, ASCII, DICOM ve daha birçok formattaki görüntüyü açmayı, işlemeyi ve kaydetmeyi desteklemektedir [42].

#### **4.1.3 Kullanılan görüntü özellikleri**

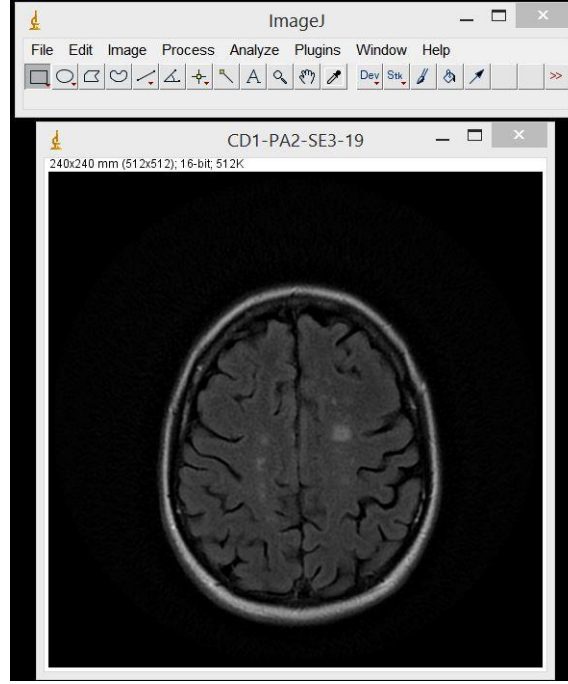
Uygulamada; 13 MS hastasına ait, T2 sekanslı, 16-Bit’ lik DICOM formatlı MR görüntüleri kullanılmıştır. T2 sekanslı görüntülerinin tercih edilmesinin sebebi bu görüntülerde MS lezyonlarının yüksek yansıma değerlerine sahip olmalarıdır. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8 numaralı hastaların MR görüntüleri tez danışmanım Prof. Dr. Bülent Bayram aracılığı ile Doç. Dr. Ardis Platkajis tarafından; 9, 10, 11, 12 ve 13 numaralı hastaların Mr görüntüleri ise İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi Onkoloji bölümü Uzm. Dr. Özlem Beşikçi tarafından sağlanmıştır. MS hastalarına ait MR görüntülerinin özellikleri aşağıdaki Çizelge 4.1 ‘ de gösterilmiştir. Toplamda MS Hastalarına ait 92 adet MR görüntüsü kesiti kullanılmıştır. Bu kesitlerin uzman doktorlar aracılığı ile incelenmesi sayesinde 92 kesitin 74’ ünde MS lezyonuna rastlanıp, geriye kalan 18’ inde ise MS lezyonu bulunmadığı teşhis edilmiştir.

Çizelge 4.1 Kullanılan MR görüntülerine ait özellikler

| Hasta No | Cinsiyet | Yaşı (yıl) | Kilosu (kg) | Piksel boyutu (mm <sup>2</sup> ) | Görüntü boyutu (piksel) | Görüntü boyutu (mm <sup>2</sup> ) | Çözünürlük (mm'deki piksel) | Kesit Kalınlığı (mm) | Sekans | Bit |
|----------|----------|------------|-------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------|--------|-----|
| 1        | E        | 64         | 77          | 0.4688 x 0.4688                  | 512 x 512               | 240 x 240                         | 2.1333                      | 5                    | T2     | 16  |
| 2        | K        | 41         | 75          | 0.4688 x 0.4688                  | 512 x 512               | 240 x 240                         | 2.1333                      | 5                    | T2     | 16  |
| 3        | K        | 60         | 67          | 0.4688 x 0.4688                  | 512 x 512               | 240 x 240                         | 2.1333                      | 5                    | T2     | 16  |
| 4        | K        | 25         | 68          | 0.4688 x 0.4688                  | 512 x 512               | 240 x 240                         | 2.1333                      | 5                    | T2     | 16  |
| 5        | E        | 40         | 88          | 0.4688 x 0.4688                  | 512 x 512               | 240 x 240                         | 2.1333                      | 5                    | T2     | 16  |
| 6        | K        | 29         | 78          | 0.4688 x 0.4688                  | 512 x 512               | 240 x 240                         | 2.1333                      | 5                    | T2     | 16  |
| 7        | K        | 35         | 62          | 0.4688 x 0.4688                  | 512 x 512               | 240 x 240                         | 2.1333                      | 5                    | T2     | 16  |
| 8        | K        | 25         | 76          | 0.4688 x 0.4688                  | 512 x 512               | 240 x 240                         | 2.1333                      | 5                    | T2     | 16  |
| 9        | K        | 30         | 118         | 0.4297 x 0.4297                  | 512 x 512               | 220.0064 x 220.0064               | 2.3272                      | 5                    | T2     | 16  |
| 10       | E        | 35         | 120         | 0.4297 x 0.4297                  | 512 x 512               | 220.0064 x 220.0064               | 2.3272                      | 5.5                  | T2     | 16  |
| 11       | K        | 54         | 90          | 0.4492 x 0.4492                  | 512 x 512               | 229.9904 x 229.9904               | 2.2262                      | 5.5                  | T2     | 16  |
| 12       | K        | 44         | 120         | 0.4297 x 0.4297                  | 512 x 512               | 220.0064 x 220.0064               | 2.3272                      | 5.5                  | T2     | 16  |
| 13       | E        | 24         | 120         | 0.4492 x 0.4492                  | 512 x 512               | 229.9904 x 229.9904               | 2.2262                      | 5.5                  | T2     | 16  |

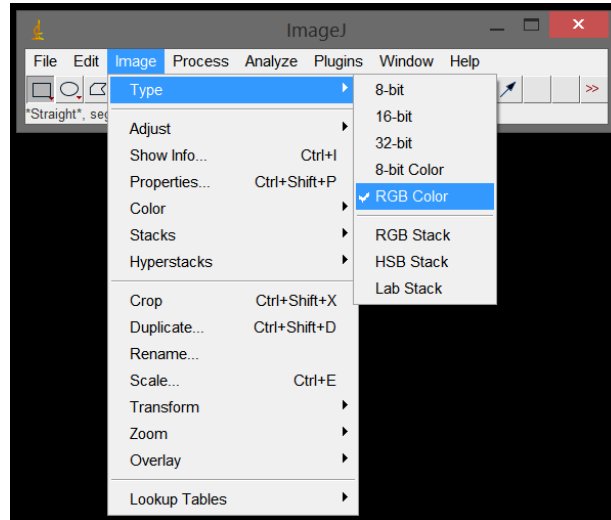
#### 4.2 Uygulama Aşamaları

MS lezyonu belirlenmek istenen MR görüntüsü için ImageJ açık kaynak kodlu görüntü işleme yazılımı kullanılmıştır. Örnek olarak 2 No' lu hastaya ait 19 No ' lu kesitli MR görüntüsü incelenmiştir (Şekil 4.3).



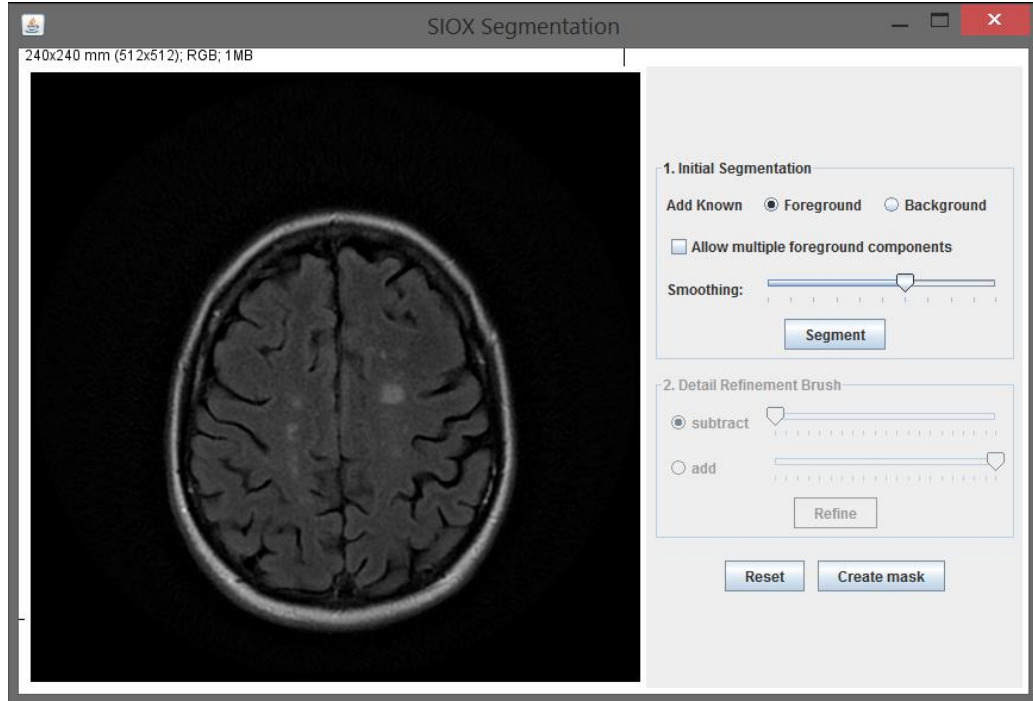
Şekil 4.3 MS hastalıklı T2-ağırlıklı beyin MR görüntüsü (Hasta No:2 / Kesit No:19)

Öncelikli olarak kemik doku yukarıda belirtilen SIOX yöntemi ile beynin yumuşak dokusundan ayrılmıştır. Bu işlem için öncelikle MR görüntüsünün SIOX eklentisinde kullanılabilmesi için görüntünün formatı 16-bit gri değerden 8-bit'lik RGB formatına çevrilerek SIOX eklentisinde işlem yapmaya uygun hale getirilmesi gerekmektedir (Şekil 4.4).



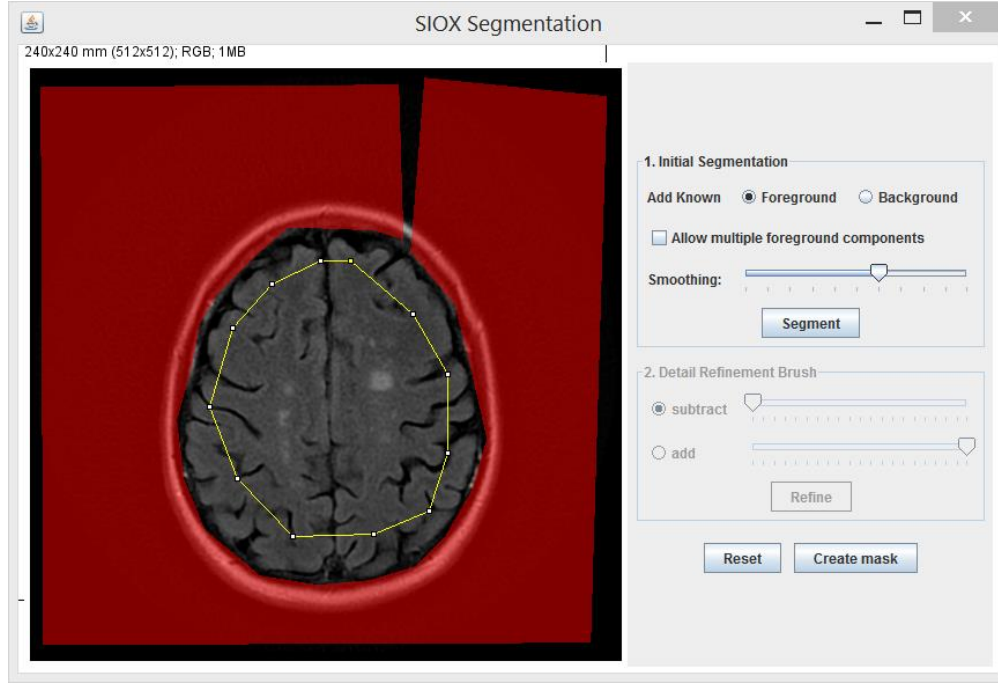
Şekil 4.4 Görüntü formatı seçimi

“RGB Color” formatına çevrilen MR görüntüsü “SIOX” eklentisinde çalıştırılır (Şekil 4.5).



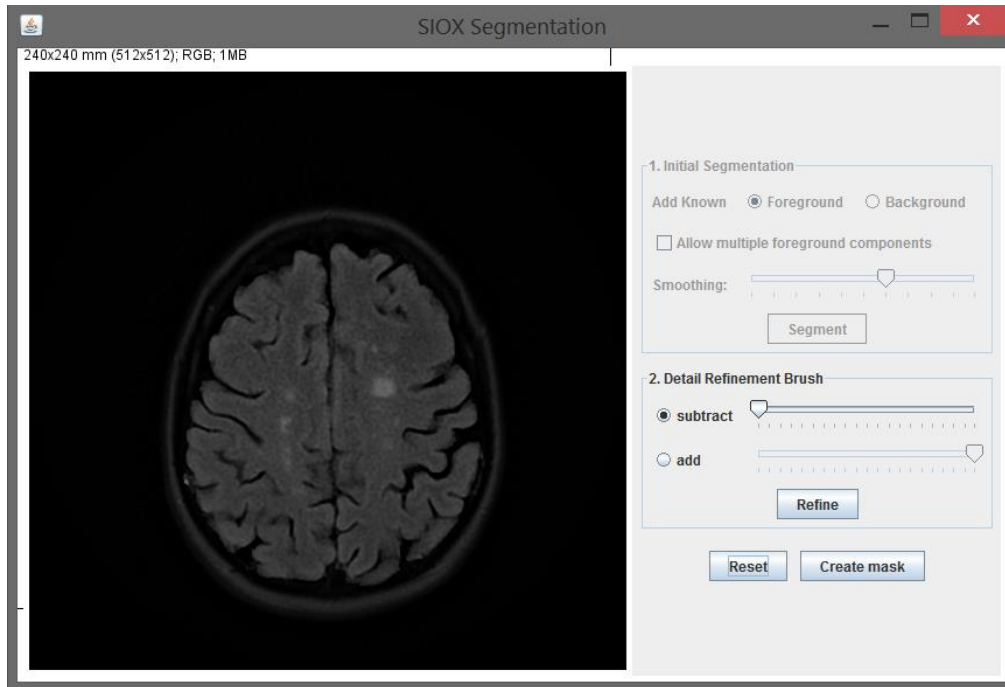
Şekil 4.5 SIOX Segmentation eklentisi

SIOX eklentisi yardımıyla kemik doku ile yumuşak dokunun birbirinden ayrılması için “Foreground” (çıkartılacak nesne) olarak beyin yumuşak dokusundan örneklem alınır. Ardından “Background” (çıkartılacak nesnenin arka planı) belirlenmesi için yumuşak dokunun ayılacağı kemik dokudan ve istenmeyen arka plandan örneklem alınır. Beyin yumuşak dokusu ve beyin kemik dokusu seçimleri elle belirlenir (Şekil 4.6).



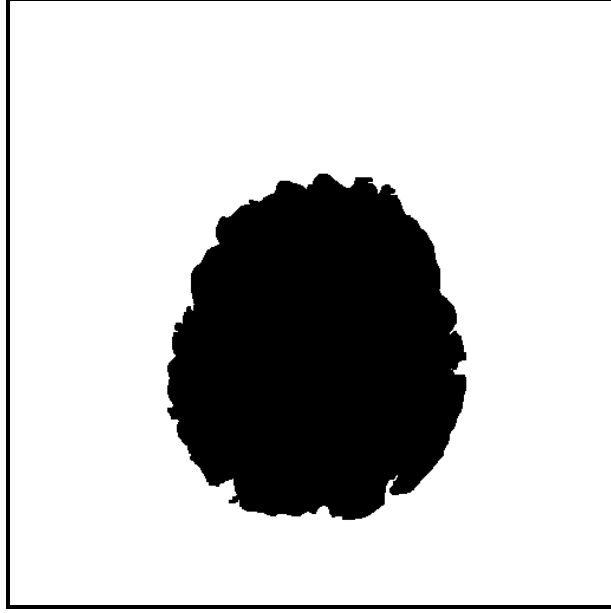
Şekil 4.6 SIOX seçimi

Yumuşak doku ve kemik dokusu seçimlerini belirlemenin ardından SIOX ile bölütleme yapılır. Eklenti tercih edilen seçime göre bölütlemenin sonucunu monitör eder. Ayırıştırma tamamlanıncaya dek işlem iteratif olarak tekrarlanabilmektedir. (Şekil 4.7).



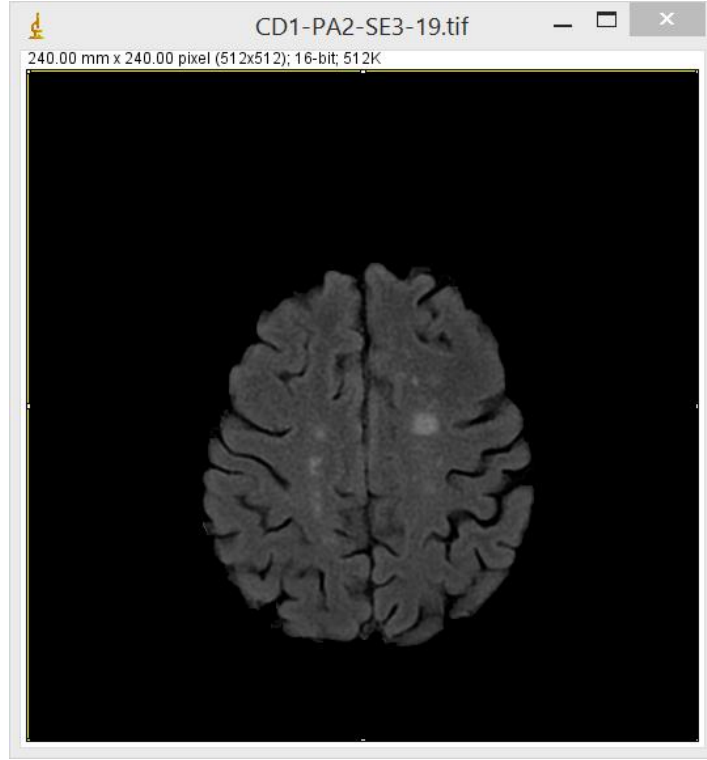
Şekil 4.7 SIOX maskeleme

Kemik doku elimine edildiğinde beynin maskı üretilir (Şekil 4.8).



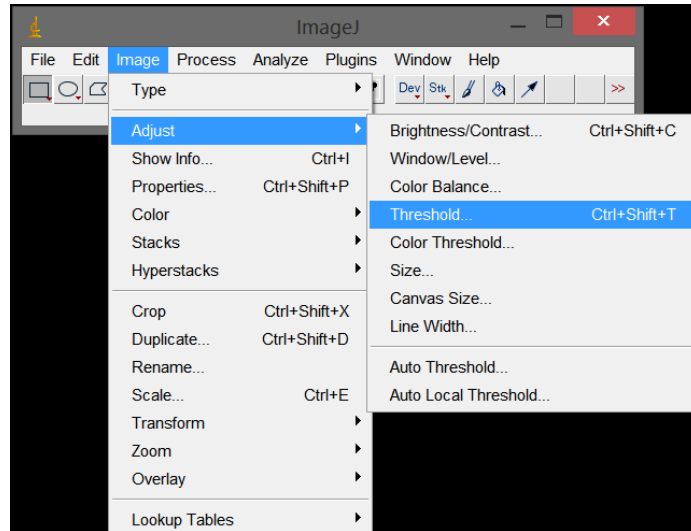
Şekil 4.8 Oluşturulan beyin maskesi

Oluşturulan mask kopyalanır, kopyalanan maske orijinal 16-bit'lik MR görüntüsü ile çakıştırılır. Sonuç görüntünün inversi alınır. Böylelikle maskta beyin yumuşak dokusu dolu, görüntünün geri kalan kısmı boş (saydam) iken, oluşturulmuş maske tersine çevrilerek doku kısmı saydam, geri kalan kısım ise dolu olacak şekilde değiştirilir. Mask ilk görüntü çakıştırıldığı zaman görüntüde geriye sadece beynin yumuşak dokuya sahip kısmı kalmış olur (Şekil 4.9).



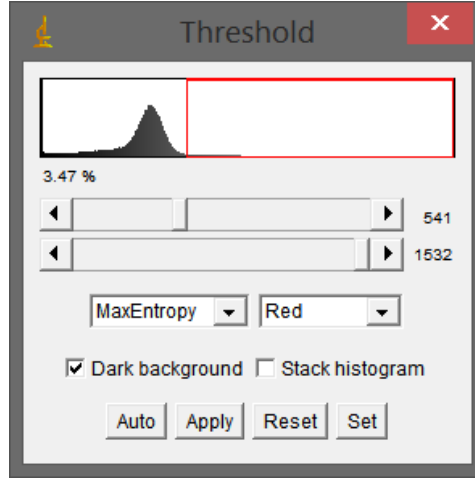
Şekil 4.9 Maskelenmiş 16-bit MR görüntüsü

Elde edilmiş yeni görüntüye yumuşak dokuda yer alan MS lezyonlarının bölütlenmesi amacı ile Maksimum Entropi eşik değeri belirlenmesi yöntemi uygulanır (Şekil 4.10).



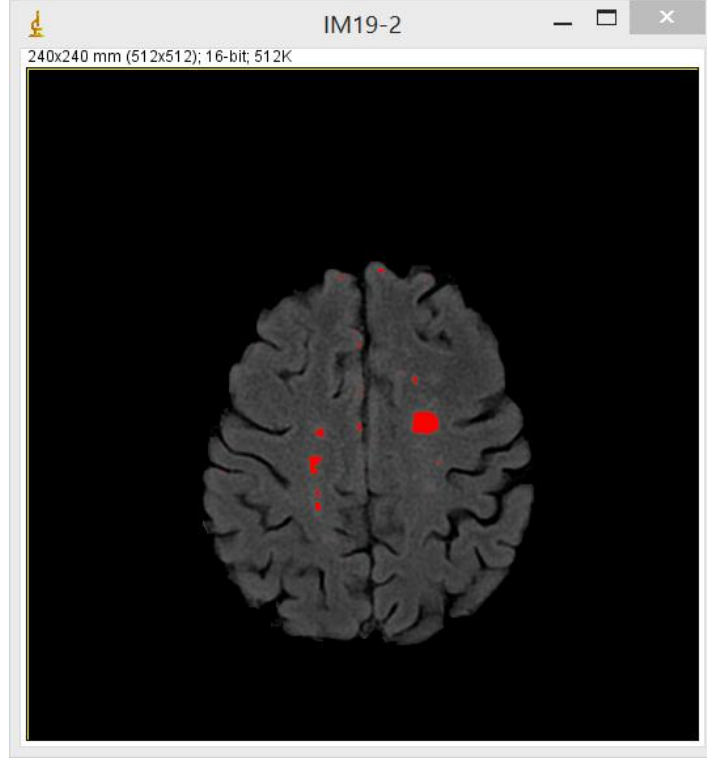
Şekil 4.10 Eşik değeri

Eğer uygulanan eşik değeri sonucu görüntü üzerinde kırmızı olarak işaretli gösterilmek isteniyorsa “Red” seçilir. Görüntünün arka planı karanlık olduğundan “Dark background” seçimi yapılır ve eşikleme işlemi otomatik bir şekilde tamamlanır (Şekil 4.11).

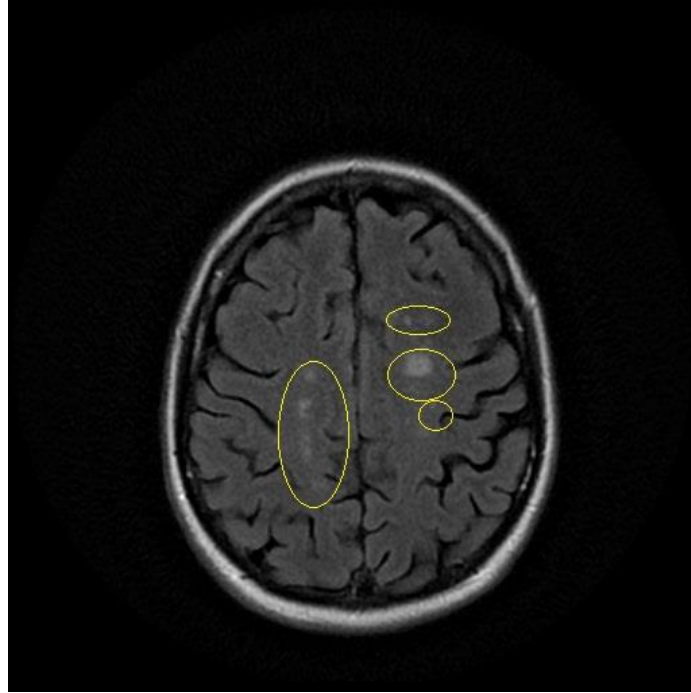


Şekil 4.11 Maksimum entropi otomatik eşik yöntemi

Eşik değeri uygulanan görüntüde MS lezyonu olarak tespit edilen bölgeler kırmızı olarak gösterilmiştir (Şekil 4.12). Kullanılan görüntüdeki MS lezyonlarının doktor tarafından teşhis edilmiş hali Şekil 4.13’te gösterilmiştir. MS lezyonlu bölgeler sarı renkli daire içine alınmıştır. Uygulamada kullanılan 13 hastaya ait 92 adet MR görüntüsü kesitinin hazırlanışı ve sonuçları gösterimleri EK-A’da sunulmuştur.



Şekil 4.12: MS lezyonları tespit edilmiş MR görüntüsü  
(Hasta No:2 / Kesit No:19)



Şekil 4.13 Doktor ile MS lezyonları işaretlenmiş MR görüntüsü  
(Hasta No:2 / Kesit No:19)

## BÖLÜM 5

### SONUÇ VE BULGULAR

#### 5.1 Doğruluk Analizi

Çizelge 5.1’ de doğruluk analizinde kullanılan ölçütler verilmiştir [43, 44].

Çizelge 5.1 Bir tanı testini değerlendirirken karşılaşılabilecek durumlar

|                   | Gerçek Durum (Altın Standart Tanısı) |                 |                      |
|-------------------|--------------------------------------|-----------------|----------------------|
| Tanı Testi Sonucu | Pozitif (Hasta)                      | Negatif(Sağlam) | Toplam               |
| Pozitif (Hasta)   | <b>A (DP)</b>                        | <b>B (YP)</b>   | <b>A + B</b>         |
| Negatif (Sağlam)  | <b>C (YN)</b>                        | <b>D (DN)</b>   | <b>C + D</b>         |
| Toplam            | <b>A + C</b>                         | <b>B + D</b>    | <b>A + B + C + D</b> |

Çizelgede;

**A:** Gerçekte hasta olup, tanı testi sonucuna göre de hasta olarak belirlenen olgulardır (Doğru pozitif, DP, MS var/Lezyon bulundu)

**B:** Gerçekte sağlam oldukları halde testin hatalı olarak hasta dediği olgulardır (Yanlış pozitif, YP, MS yok/Lezyon bulundu)

**C:** Gerçekte hasta olup, tanı testi sonucuna göre sağlam olarak belirlenen olgulardır (Doğru negatif, DN, MS var/Lezyon bulunamadı)

**D:** Gerçek tanı sonucuna uygun olarak testinde sağlam dediği gerçek negatif olgulardır (Doğru negatif, DN, MS yok/Lezyon bulunamadı)

Duyarlılık veya Hassasiyet (Sensitivity): Testin, gerçek hastalar içinden hastaları ayırma yeteneğidir.

$$\text{Duyarlılık} = A / (A + C) = DP / (DP + YN)$$

Özgüllük veya Seçicilik (Specificity): Testin, gerçek sağlamlar içinden sağlamları ayırma yeteneğidir.

$$\text{Özgüllük} = D / (B + D) = DN / (DN + YP)$$

Pozitif Tahmin Değeri: Tanı testinin sonucuna göre belirlenen pozitifler içerisindeki doğru pozitiflerin oranıdır.

$$\text{Pozitif Tahmin Değeri} = A / (A + B) = DP / (DP + YP)$$

Negatif Tahmin Değeri: Tanı testinin sonucuna göre belirlenen negatifler içerisindeki doğru negatiflerin oranıdır.

$$\text{Negatif Tahmin Değeri} = D / (C + D) = DN / (DN + YN)$$

Doğruluk (Accuracy): Tanı testinin sonucuna göre belirlenen doğru pozitif ile doğru negatiflerinin toplamının tüm tanılarının toplamına olan oranıdır.

$$\text{Doğruluk} = (A + D) / (A + B + C + D) \text{ olarak hesaplanmıştır [43, 44].}$$

Her bir kesit doktor tarafından kör okuyucu olarak işaretlenmiştir, doktor tarafından yapılan işaretler ile tezde üretilen sonuçlar karşılaştırılarak doğruluk analizleri yapılmıştır. Toplamda MS Hastalarına ait 92 adet MR görüntüsü kesiti kullanılmıştır. Bu kesitlerin uzman doktorlar aracılığı ile incelenmesi sayesinde 92 kesitin 74'ünde MS lezyonuna rastlanıp, geriye kalan 18' inde ise MS lezyonu bulunmamaktadır denmiştir. Kullanılan MR kesitlerine ait elde edilen uygulama sonuçları Çizelge 5.2' de ayrıntılı gösterilmiştir.

Çizelge 5.2 Tanı testi sonuçları

| Hastalar       | Kullanılan Kesit Adedi | A                              | nA<br>(Kesit adedi) | B          | nB<br>(Kesit adedi) | C          | nC<br>(Kesit adedi) | D          | nD<br>(Kesit adedi) |
|----------------|------------------------|--------------------------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|
| Hasta 1        | 10                     | 14, 18, 19, 20, 21             | 5                   | 15, 16, 22 | 3                   | 17         | 1                   | 23         | 1                   |
| Hasta 2        | 9                      | 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 | 8                   |            | 0                   |            | 0                   | 21         | 1                   |
| Hasta 3        | 8                      | 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 | 8                   |            | 0                   |            | 0                   |            | 0                   |
| Hasta 4        | 6                      | 15, 16, 17, 18                 | 4                   | 13, 14     | 2                   |            | 0                   |            | 0                   |
| Hasta 5        | 7                      | 13, 14, 15, 16, 17             | 5                   |            | 0                   | 12, 18     | 2                   |            | 0                   |
| Hasta 6        | 8                      | 12, 13, 14, 15, 16             | 5                   | 10, 11,    | 2                   |            | 0                   | 17         | 1                   |
| Hasta 7        | 9                      | 15, 16, 17, 18                 | 4                   | 12, 14, 20 | 3                   | 13         | 1                   | 19         | 1                   |
| Hasta 8        | 7                      | 14, 15, 16, 17, 18, 19         | 6                   |            | 0                   |            | 0                   | 20         | 1                   |
| Hasta 9        | 6                      | 11, 12, 13, 14, 15, 16         | 6                   |            | 0                   |            | 0                   |            | 0                   |
| Hasta 10       | 5                      | 15, 16, 17                     | 3                   |            | 0                   | 13, 14     | 2                   |            | 0                   |
| Hasta 11       | 4                      |                                | 0                   | 13, 14, 16 | 3                   | 15         | 1                   |            | 0                   |
| Hasta 12       | 7                      | 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17     | 7                   |            | 0                   |            | 0                   |            | 0                   |
| Hasta 13       | 6                      | 11, 12, 13, 14, 15, 16         | 6                   |            | 0                   |            | 0                   |            | 0                   |
| <b>Toplam=</b> | <b>92</b>              | <b>nA=</b>                     | <b>67</b>           | <b>nB=</b> | <b>13</b>           | <b>nC=</b> | <b>7</b>            | <b>nD=</b> | <b>5</b>            |

Çizelge 5.2’ den elde edilen sonuçlara göre Çizelge 5.3 hazırlanarak değerlendirme testine ait A, B, C ve D değerleri gösterilmiştir.

Çizelge 5.3 Tanı testi değerleri

|                   | Gerçek Durum (Altın Standart Tanısı) |                  |        |
|-------------------|--------------------------------------|------------------|--------|
| Tanı Testi Sonucu | Pozitif (Hasta)                      | Negatif (Sağlam) | Toplam |
| Pozitif (Hasta)   | <b>A = 67</b>                        | <b>B = 13</b>    | 80     |
| Negatif (Sağlam)  | <b>C = 7</b>                         | <b>D = 5</b>     | 12     |
| Toplam            | 74                                   | 18               | 92     |

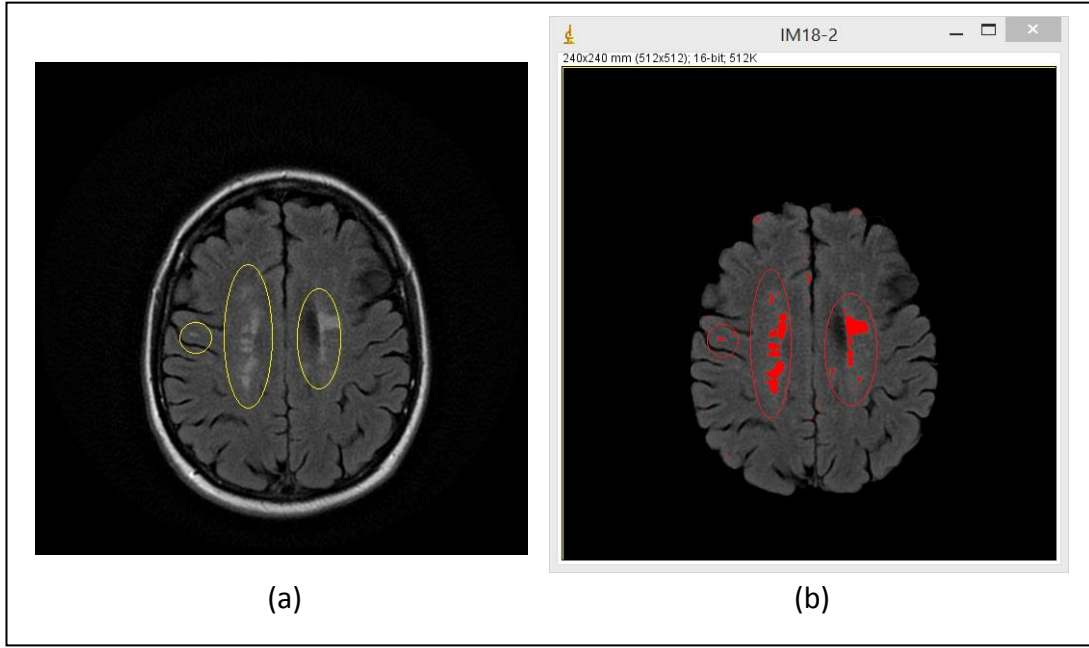
Kullanılan 92 kesit içerisinde; 67 adedinde doktor tarafından MS lezyonunun var olduğu teşhis edilmiş ve uygulamada da aynı lezyonlar bulunmuştur. 13 adedinde doktor tarafından MS lezyonu bulunmadığı söylendiği halde uygulama ile lezyon bulunmuş, 7 adedinde doktor tarafından MS lezyonu teşhis edilmesine rağmen

uygulama tarafından lezyon bulunmamış, 5 adedinde ise doktor ve uygulanan yöntem tarafından MS lezyonu bulunmadığı saptanmıştır.

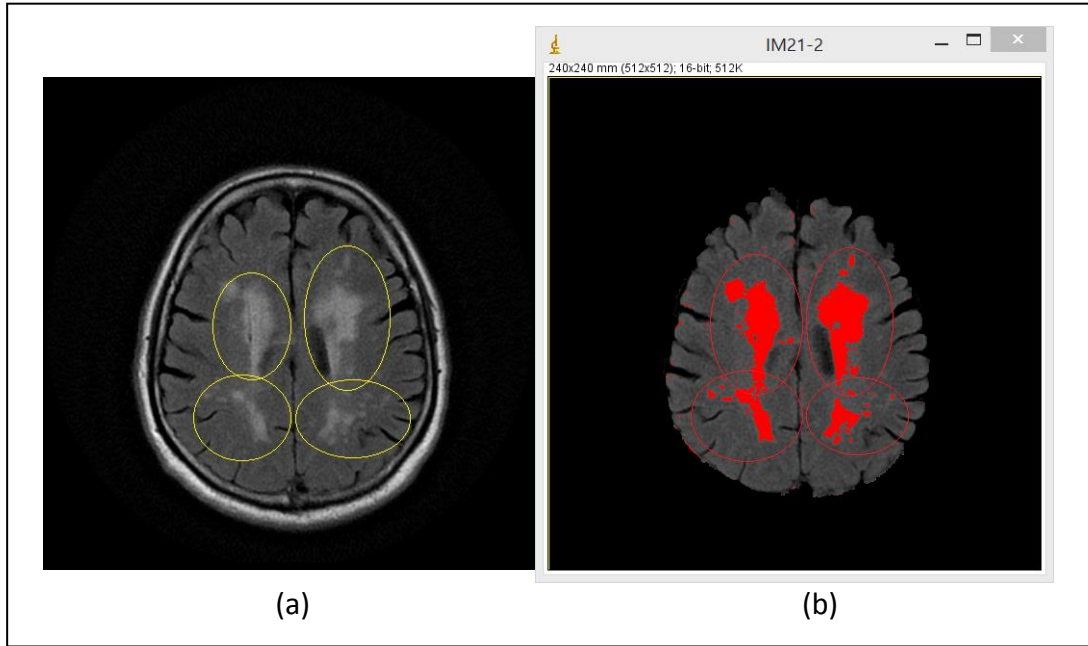
Çizelge 5.3' te gösterilen değerlere göre sonuçların değerlendirilmesi için uygulamaya ait duyarlılık, pozitif tahmin değeri ve doğruluk ölçütleri hesaplanmıştır. Ancak yapılan uygulamada MS hastası olmayan kişilere ait görüntüler kullanılmadığından özgüllük ve negatif tahmin değerleri doğru sonucu tam olarak yansıtmayacağı için hesaplanmamıştır. Uygulamanın duyarlık değeri 0.918, pozitif tahmin değeri 0.837, doğruluk değeri ise 0.783 olarak hesaplanmıştır.

## 5.2 Sonuçlar

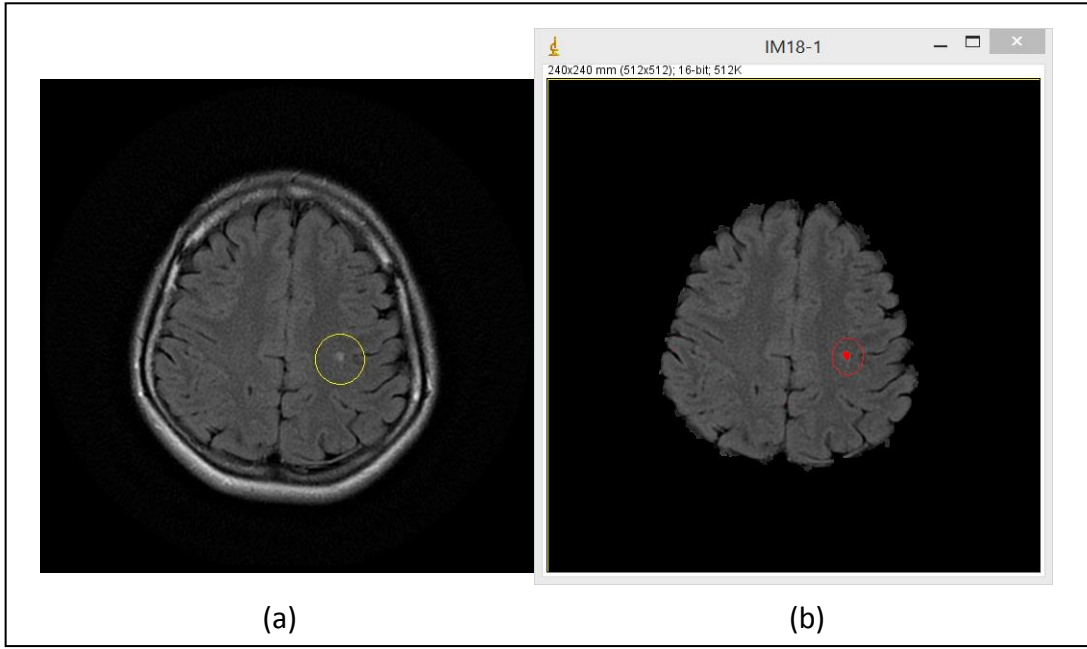
Sunulan tezde toplamda 13 ayrı MS hastalarına ait 92 adet T2 sekanslı 16-bit'lik MR görüntüsü kesiti kullanılmıştır. Bu kesitlerin uzman doktorlar aracılığı ile incelenmesi sayesinde 92 kesitin 74' ünde MS lezyonuna rastlanıp, geriye kalan 18' inde ise MS lezyonu bulunmamaktadır denmiştir. Uygulamada çalışılan 92 kesitten 72'si doktor tanısı ile uyumlu olup 20 adedinde yanlış sonuç üretilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sayesinde uygulamanın duyarlık değeri 0.918, pozitif tahmin değeri 0.837, doğruluk değeri ise 0.783 olarak hesaplanmıştır. Yapılan bölütleme uygulaması sonuçları Maltepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Radyoloji uzmanı Doç. Dr. Rahmi Çubuk ve İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi Onkoloji bölümü Uzm. Dr. Özlem Beşikçi ile birlikte değerlendirilmiş olup uygulamanın MR görüntülerinde bulunan MS lezyonlarının genel olarak başarılı bir şekilde yakalandığı tespit edilmiştir. Böylelikle "MR görüntüleri üzerinden otomatik bölütleme yöntemleri ile MS hastalığı lezyonları tespit edilebileceği" hipotezi ispat edilmiştir. Yakalanan lezyonlar MR görüntüsü üzerinde kırmızı renkli olarak işaretlenmiştir. Sonuçlara örnekler olarak şekil 5.1, şekil 5.2, şekil 5.3 ve şekil 5.4 gösterilmiştir. Tespit edilen lezyonlar kırmızı daire içine alınmıştır.



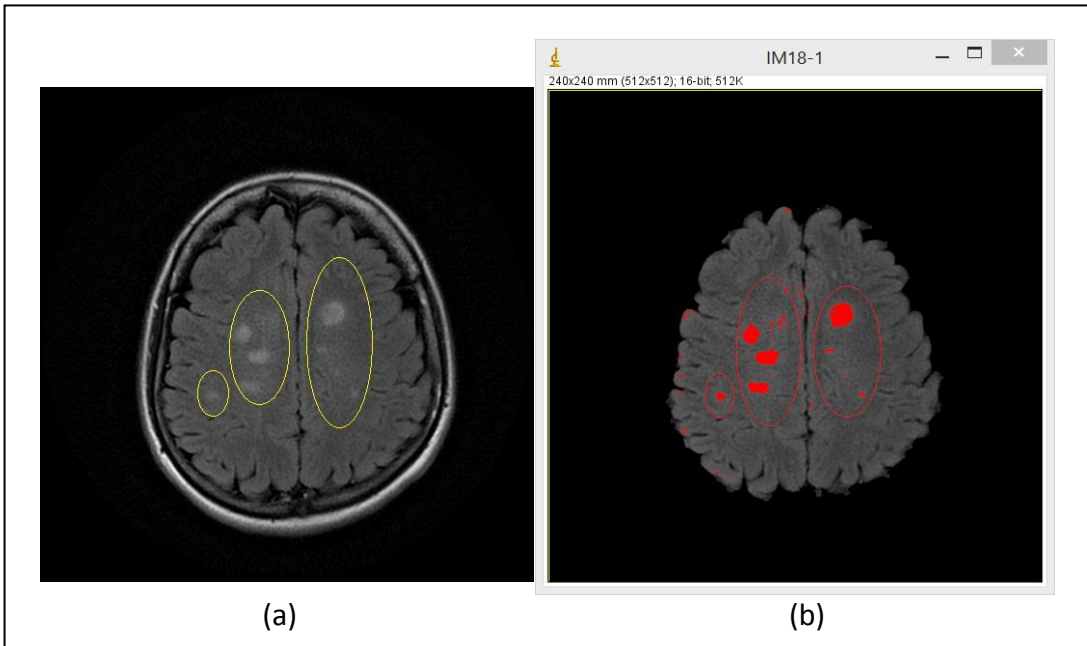
Şekil 5.1 Hasta no: 2 / Görüntü kesit no: 18 Doktor tarafından işaretlenmiş görüntü(a) ve uygulama sonucu tespit edilen lezyonlar(b)



Şekil 5.2 Hasta no: 3 / Görüntü kesit no: 21 Doktor tarafından işaretlenmiş görüntü(a) ve uygulama sonucu tespit edilen lezyonlar(b)



Şekil 5.3 Hasta no: 4 / Görüntü kesit no: 18 Doktor tarafından işaretlenmiş görüntü(a) ve uygulama sonucu tespit edilen lezyonlar(b)

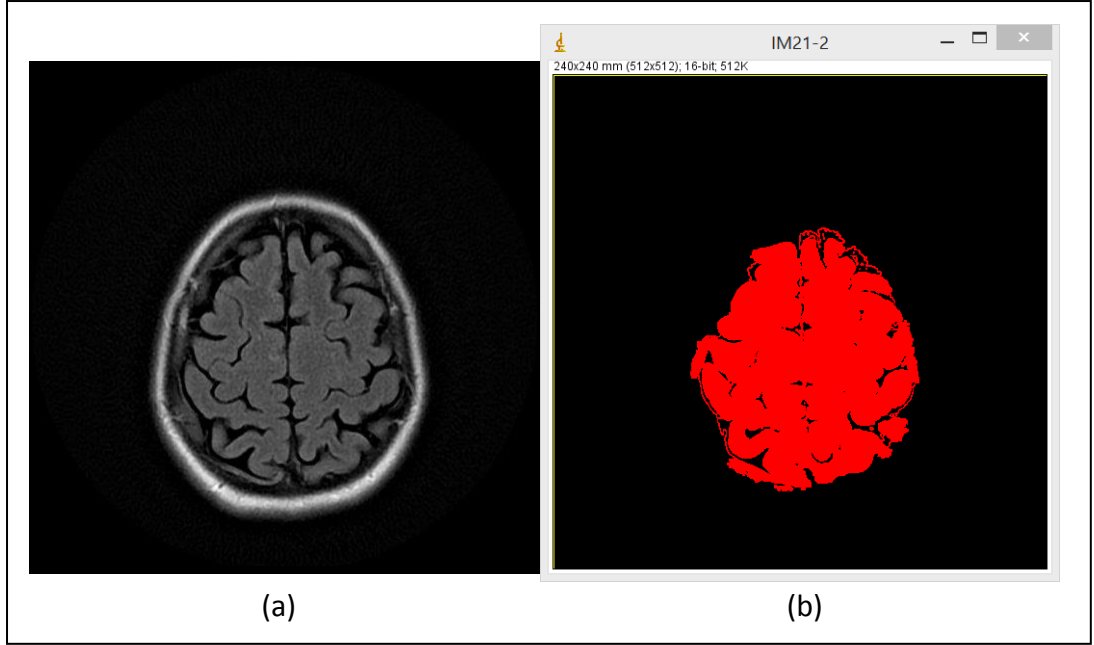


Şekil 5.4 Hasta no: 8 / Görüntü kesit no: 18 Doktor tarafından işaretlenmiş görüntü(a) ve uygulama sonucu tespit edilen lezyonlar(b)

MS lezyonu bulunmayan görüntülerde, görüntünün tamamı kırmızı renkte işaretlenmiştir. Bunun nedeni görüntüde diğer kısımlardan farklı, çok daha yüksek yansıma değerine sahip alanların bulunmamasıdır. Maksimum entropi eşik değeri yönteminde dolayı tüm görüntü yüksek yansıma değerli olarak kabul edilir. Sonuçlara örnekler olarak şekil 5.5 ve şekil 5.6 gösterilmiştir.



Şekil 5.5 Hasta no: 1 / Görüntü kesit no: 23 MS lezyonu bulunmayan görüntü(a) ve uygulama sonucu(b)



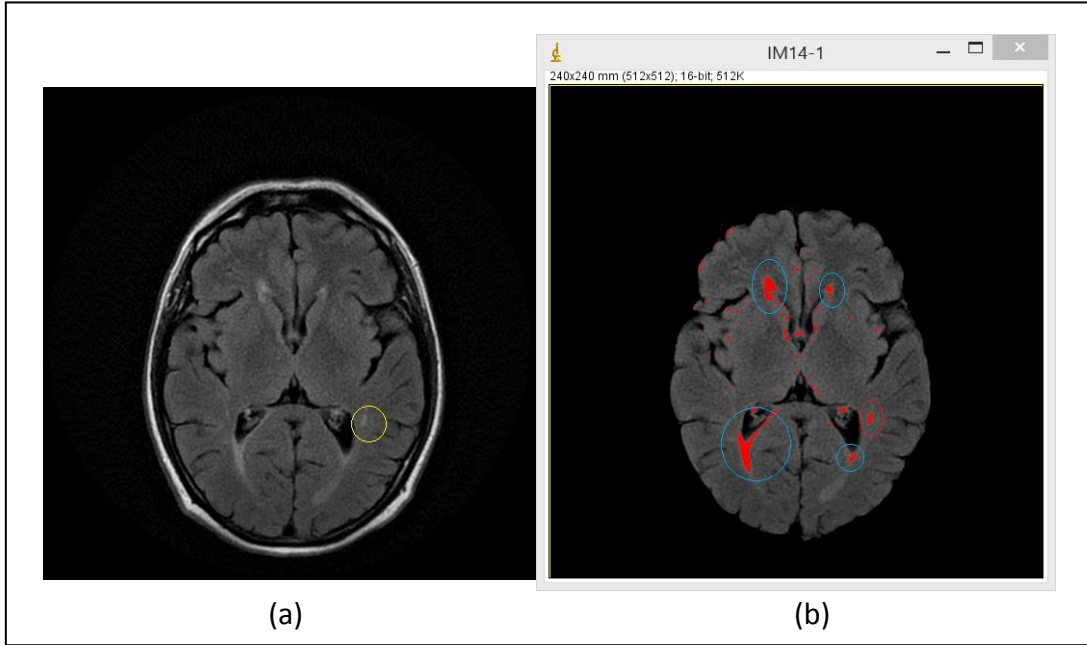
Şekil 5.6 Hasta no: 1 / Görüntü kesit no: 21 MS lezyonu bulunmayan görüntü(a) ve uygulama sonucu(b)

### 5.3 Bulgular ve Tartışma

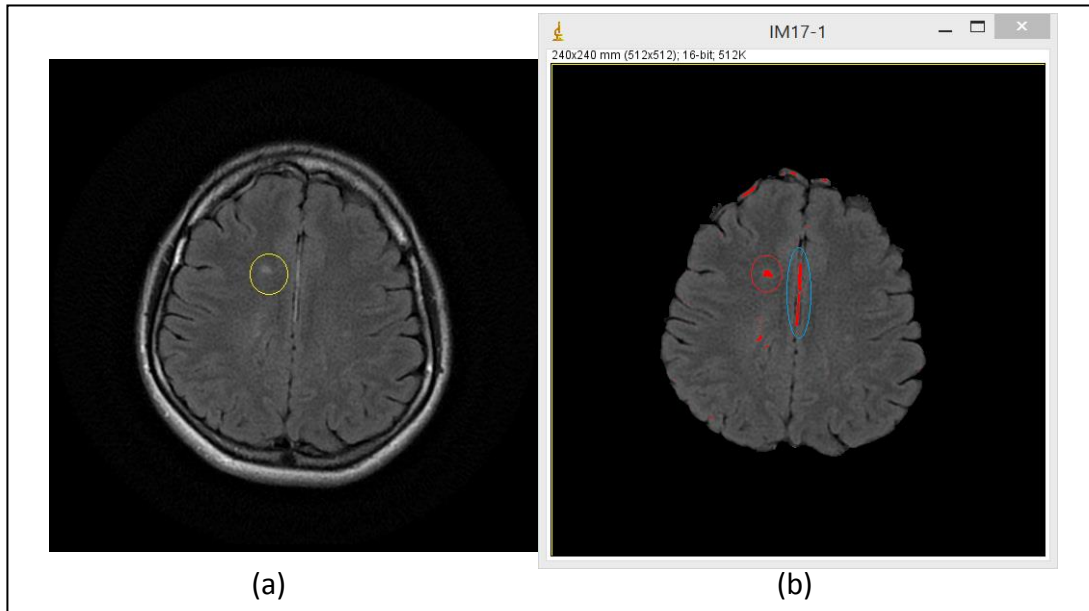
Kullanılan görüntülerin kalitesi ve bu görüntülerde oluşmuş istenmeyen hatalar (MR görüntü çekimi sırasında hastanın hareketi veya MR çekim tekniğinden kaynaklanan gürültü etkisi gibi) bu bölütleme sonucunu olumsuz yönde etkilemektedir. MS lezyonunun tespit edilmesinde kullanılan yöntem orta kısımlarda yer alan kesitler için iyi sonuç üretirken kafatasının en alt ve üst kısımlarına ait kesitlerde hatalı sonuçlar üretebilmektedir. Bunun nedeni üst kesitler için görüntüdeki beyin ve kemik dokusunun iç içe geçmiş olup, alt kesitler için ise MS lezyonu dokusu ile yakın yansıma değerlerine sahip göz ve burun dokularının bulunmasıdır.

Ayrıca beyin yumuşak dokusu içerisinde yer alıp MS lezyonu yansıma değerine yakın yansıma değerine sahip beyin zarı, korpus kallasum, forniks ve omurilik gibi dokular bölütleme hatalarına neden olmaktadır. Bu kısımlar uygulama tarafından MS lezyonu olarak işaretlense bile beyin yapısını bilen bir doktor tarafından incelendiğinde lezyon olmadıkları rahat bir şekilde anlaşılabilir. Bu hataların giderilmesi için beyin yapısına ait kısımların hangi konumlarda olabilecekleri belirlenip incelenerek, uygulanan

maksimum entropi eşik değeri sonrası konum bazlı bir bölütleme yöntemi uygulanarak sonuçlar iyileştirilebileceği sonucuna varılmıştır. Yanlış bölütlenen dokulara ait örnekler olarak şekil 5.7 ve şekil 5.8 gösterilmiştir, yanlış dokular mavi daire içine alınmıştır.



Şekil 5.7 Hasta no: 2 / Görüntü kesit no: 14 Doktor tarafından işaretlenmiş görüntü(a) ve uygulama sonucu tespit edilen lezyonlar(b)



Şekil 5.8 Hasta no: 4 / Görüntü kesit no: 17 Doktor tarafından işaretlenmiş görüntü(a) ve uygulama sonucu tespit edilen lezyonlar(b)

Bu etkenlerin dışında her hastanın beyin dokusundaki yağ ve su gibi değerleri farklıdır. Yağ ve su oranındaki değişimler dokuların yansıma değerlerini değiştirmektedir. Bu etken, farklı kişilerde, aynı dokuların, farklı yansıma değerlerine sahip olmasına neden olur. Kişilerin beyin dokusundaki yapısal farklılıklar herkes için genel geçer bir fonksiyon belirlenmesini zorlaştırmaktadır. Kişinin önceden geçirdiği hastalıklar veya yaşlılık gibi etkenler de beyin dokusunda çeşitli deformasyonların oluşmasına neden olmaktadır. Bu değişimler dokuların yansıma değerlerinde etkili olmakta ve sonucu olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olumsuzlukların giderilmesi için hastanın anatomik yapısının ve hastalık özgeçmişinin incelenmesi ile elde edilen bulguların da dahil edilmesi ile sonuçların doğruluğunun artırılabilceği düşünülmektedir. Sunulan tez çalışmasında söz konusu bilgilere erişilemediği için geliştirilen yönteme dâhil edilememiştir.

Görüntülerde görülen tek piksel olarak işaretlenmiş veya  $2\text{mm}^2$  den küçük alanlar yanlış dokuya ait olabileceği gibi MS başlangıcı olma ihtimalleri de vardır. Bu bölgelerin yok edilmesi için görüntüye çeşitli yumuşatma filtreleri uygulanabilir ancak istenmeyen bir sonuç olarak kullanılan filtre yüzünden görüntü üzerinden ayırt edilmesi zor olan MS lezyonları da elimine edilebilir. Bu nedenle tez çalışmasında herhangi bir gürültü giderme algoritması uygulanmamış, sonuçların hekim tarafından değerlendirilmesi önerilmiştir. Hekimler tarafından kesin sonucun değerlendirilebilmesi için hastaya biyopsi uygulanması önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

---

- [1] Yaşayan, A., (2011). Fotogrametri, 1. Baskı, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.
- [2] Tekgül, A., (1998). Dijital Fotogrametride Nesne Yüzey Modelinin Gri Değerler Yardımı ile Otomatik Olarak Üretilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İTÜ, İstanbul.
- [3] Wikipedia, Manyetik Rezonans Görüntüleme, <http://tr.wikipedia.org/wiki/Manyetikrezonansgörüntüleme>, 5 Haziran 2015.
- [4] Prof. Dr. Ömer Faruk Turan, MS ile Yaşamak, [http://www.farukturan.com/index.php?mod=MS\\_Hakkinda](http://www.farukturan.com/index.php?mod=MS_Hakkinda), 5 Haziran 2015.
- [5] Keçeli, A. ve Can, A., (2009). “Beyaz Cevher Lezyonlarının Otomatik Bölütlenmesi”, Signal Processing and Communications Applications Conference, 9-11 April 2009, Antalya.
- [6] Multipl Skleroz Tanı Ve Tedavi Kılavuzu, (2013), Galenos Yayınevi, İstanbul
- [7] Özyavru, H. ve Özkurt, N., (2008). “MR Görüntülerinden Bulanık Mantık Teknikleri ile MS Plaklarının Bölütlenmesi”, Signal Processing, Communication and Applications Conference, 20-22 April 2008, Aydın.
- [8] HT Hayat, Gizemli Hastalık MS' in Tek Çaresi Erken Teşhis, <http://www.hthayat.com/saglik/haber/659279-gizemli-hastalik-msin-tekcaresi-erken-teshis>, 5 Haziran 2015.
- [9] Llado, X., Oliver, A., Cabezas, M., Freixenet, J., Vilanova, C. B., Quiles, A., Valls, L., Ramió-Torrentà, L. ve Rovira, A., (2011). “Segmentation Of Multiple Sclerosis Lesions In Brain MRI: A Review Of Automated Approaches”, Information Sciences, 186(1): 164-185.
- [10] Toker, İ., Doğan, B. ve Pınar, S., (2015). “Beyin MR Görüntülerinin Tip-2 Bulanık Kümeleme Algoritması ile Bölütlenmesi”, Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 16-19 May 2015, Malatya.

- [11] Sertel, D., Bozdemir Y. Ş. ve Özkurt, N., (2010). "Beyin Manyetik Rezonans İmgelerinin ITK, VTK ve MeVisLab Kullanılarak Bölütlenmesi", Biomedical Engineering Meeting (BIYOMUT), 21-24 April 2010, Antalya.
- [12] Harmouche, R., Subbanna, N. K., Collins, D. L., Arnold, D. L. ve Arbel, T., (2015). "Probabilistic Multiple Sclerosis Lesion Classification Based on Modeling Regional Intensity Variability and Local Neighborhood Information", Transactions On Biomedical Engineering, 62(5): 1281-1292.
- [13] Xiang, Y., He, J. F., Shao, D. G. ve Ma, L., (2013). "Automatic Segmentation of Multiple Sclerosis Lesions in Multispectral MR Images Using Kernel Fuzzy C-Means Clustering", Medical Imaging Physics and Engineering (ICMIPE), 19-20 Oct. 2013, Shenyang.
- [14] Mitchell, H., (1995). "Applications Of Digital Photogrammetry To Medical Investigations", Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 50(30): 27-36.
- [15] Heimann, T., (2009). "Comparison And Evaluation Of Methods For Liver Segmentation From Ct Datasets", Medical Imaging, 28(8): 1251-1265.
- [16] Wikipedia, Multipl skleroz, [http://tr.wikipedia.org/wiki/Multipl skleroz](http://tr.wikipedia.org/wiki/Multipl_skleroz), 5 Haziran 2015.
- [17] National Multiple Sclerosis Society, History of MS, <http://www.nationalmssociety.org/Brochures-HistoryofMS1.asp>, 5 Haziran 2015.
- [18] Clanet, M. ve Berry, I., (1998). "Magnetic Resonance Imaging In Multiple Sclerosis, Current Opinion in Neurology, 11(4): 299-303.
- [19] Damadian, R., Goldsmith, M., Minkoff, L., (1977). "NMR in Cancer: XVI. FONAR Image of the Live Human Body", Physiological Chemistry and Physics, 9(1): 97-100.
- [20] Herek, D. ve Karabulut, N. , (2010). "Manyetik Rezonans Görüntüleme", TTD Toraks Cerrahisi Bülteni, 1(3): 214-222.
- [21] World Health Organization, Magnetic Resonance Imaging, [http://www.who.int/diagnostic\\_imaging/imaging\\_modalities/dim\\_magresimaging/en/index.html](http://www.who.int/diagnostic_imaging/imaging_modalities/dim_magresimaging/en/index.html), 5 Haziran 2015.
- [22] Xu, R., Luo, L. ve Ohya, J., (2012). "Segmentation of Brain MRI", 143-170; Derleyen: Chaudhary V., (2012). Advances in Brain Imaging, InTech.
- [23] García-Lorenzo, D., Francis, S., Narayanan, S., Arnold, D. L. ve Collins, D. L., (2012). "Review Of Automatic Segmentation Methods Of Multiple Sclerosis White Matter Lesions On Conventional Magnetic Resonance Imaging", Medical Image Analysis, 17(1): 1-18.
- [24] Bülent Bayram, Ders Notları, YTÜ, <http://www.yildiz.edu.tr/~bayram/anasayfa.htm>, 5 Haziran 2015.

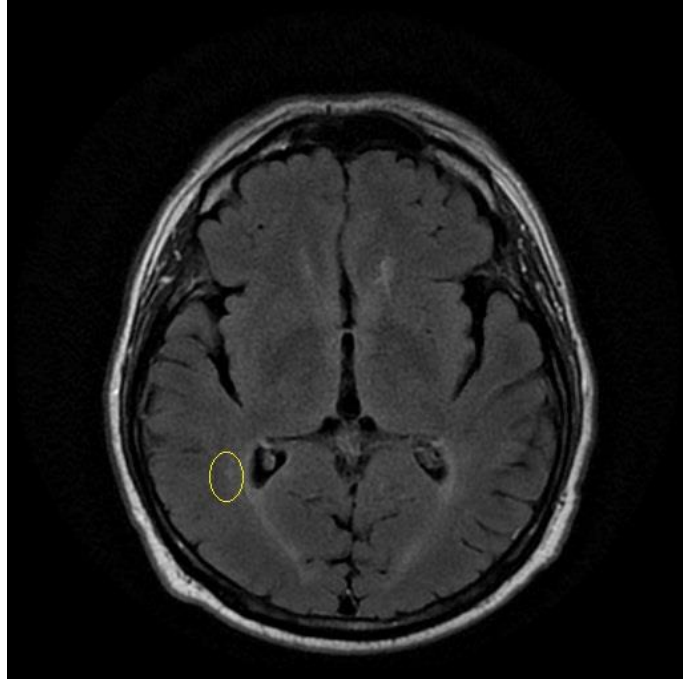
- [25] Gonzalez, R.C. ve Woods, R.E. (1992). Digital Image Processing, 1. Edition, Addison Wisley, Massachusetts.
- [26] Pham, D. L., Xu, C. ve Prince, J. L., (2000). "Current Methods in Medical Image Segmentation", Annual Review of Biomedical Engineering, 2(1): 315-337.
- [27] Pal, N.R. ve Pal, S.K., (1993). "A Review on Image Segmentation Techniques", Pattern Recognition, 26(9): 1277-1294.
- [28] Şengür, A., Türkoğlu, İ. ve İnce, M., (2005). "İki Boyutlu Entropi İle Görüntü Eşikleme Uygulamaları", Signal Processing and Communications Applications Conference, 16-18 May 2005, Kayseri.
- [29] Sezgin, M., (2002). "İmge Eşikleme Yöntemlerinin Başarım Değerlendirmesi Ve Tahribatsız Muayenede Kullanımı", Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İTÜ, İstanbul.
- [30] Bankman, I.N. , (2000). Handbook of Medical Imaging: Processing and Analysis, Academic Press, Maryland.
- [31] Alçı, M. ve Akdemir, S., (2005). "Beynin Mr Görüntülerinin Watershed Algoritması Yardımıyla Bölütlenmesi", Erciyes Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kayseri.
- [32] Saeed, N., (1998). "Magnetic Resonance Image Segmentation Using Pattern Recognition and Applied to Image Registration and Quantitation", NMR in Biomedicine, 11(4-5): 157-167.
- [33] Brummer, M. E., Mersereau, R. M., Eisner, R.L. ve Lewine, R. R. J., (1993). "Automatic Detection of Brain Contours in MRI Data Sets", Medical Imaging, 12(2): 153-166.
- [34] Suzuki, H. ve Toriwaki, J., (1991). "Automatic Segmentation of Head MRI Images by Knowledge Guided Thresholding", Computerized Medical Imaging and Graphics, 15(4): 233-240.
- [35] Wikipedia, Entropi, <http://tr.wikipedia.org/wiki/Entropi>, 5 Haziran 2015.
- [36] Akçay, H. G. , Aksoy, S. , (2013). "A Spatial Data Model For Remote Sensing Image Retrieval", Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 24-26 April 2013, Haspolat.
- [37] Sevik, M. ve İnağ, Y., Segmentasyon, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü.
- [38] Prima, S., Ayache, N., Barrick, T. ve Roberts, N., (2001). "Maximum Likelihood Estimation of the Bias Field in MR Brain Images: Investigating Different Modelings of the Imaging Process", Processings of Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention(MICCAI'2001), 2208: 811-819.
- [39] Li, X., Li, L., Lu, H., Chen, D. ve Liang, Z., (2003). Inhomogeneity Correction for Magnetic Resonance Images with Fuzzy C-Mean Algorithm, Medical Imaging, 5032: 995-1005.

- [40] Ruan, S., Jaggi, C., Xue, J., Fadili, J. ve Bloyet, D., (2000). "Brain Tissue Classification of Magnetic Resonance Images Using Partial Volume Modeling", Medical Imaging, 19(12): 1179-1187.
- [41] Friedland, G. , Jantz, K. , Lenz, T. , Freie R. R. , (2006). "A practical approach to boundary accurate multi-object extraction from still images and videos", International Symposium on Multimedia-ISM, 11-13 Dec. 2006, San Diago.
- [42] ImageJ, ImageJ Features, <http://imagej.nih.gov/ij/features.html>, 5 Haziran 2015.
- [43] Başken Üniversitesi Tıp Fakültesi, Roc (Receiver Operating Characteristic) Eğrisi Yöntemi ile Tanı Testlerinin Performanslarının Değerlendirilmesi, <http://tip.baskent.edu.tr/egitim/mezuniyetoncesi/calismagrp/ogrsmpzsnm12/10.2.pdf>, 5 Haziran 2015.
- [44] Wikipedia, Positive and negative predictive values, [https://en.wikipedia.org/wiki/Positive\\_and\\_negative\\_predictive\\_values](https://en.wikipedia.org/wiki/Positive_and_negative_predictive_values), 5 Haziran 2015.

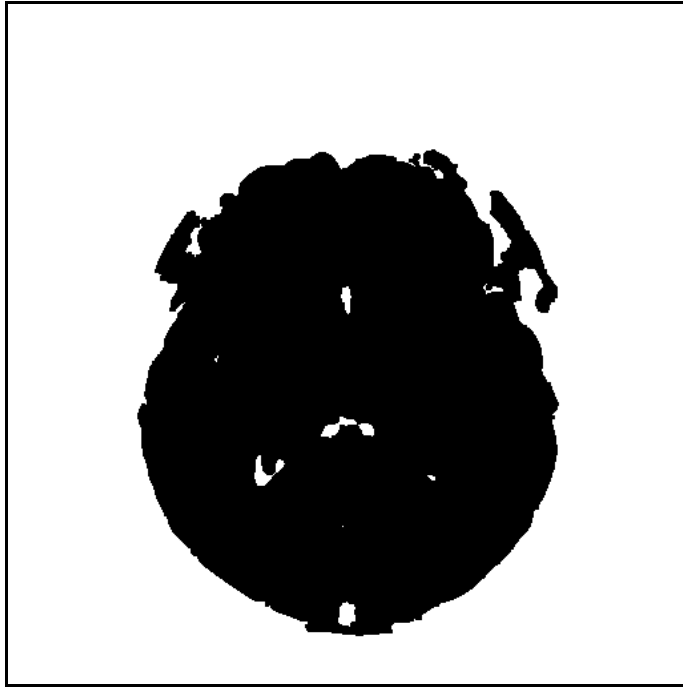
### **UYGULAMA SONUÇLARI**

Sunulan ekte, uygulamada kullanılan 13 MS hastasına ait 92 adet MR görüntüsü kesitinin sonuçları verilmiştir. MR görüntülerinin doktor tarafından MS lezyonları sarı daire içene alarak işaretlenmiş hali, uygulanan eşik değeri ve eşik değeri uygulaması sonucu bulunan MS lezyonları gösterilmiştir. Doktor tarafından daireye alınarak işaretlenmemiş görüntülerde MS lezyonu görülmemiş demektir. Uygulama sonucu bulunan MS lezyonları MR görüntüleri üzerinde kırmızı olarak işaretlenmiştir. Eğer sonuç görüntüdeki beyin dokusunun tamamı kırmızı olarak işaretlenmiş ise bu görüntüde MS lezyonu yok anlamına gelmektedir.

Hasta no: 1 / Görüntü kesit no: 14



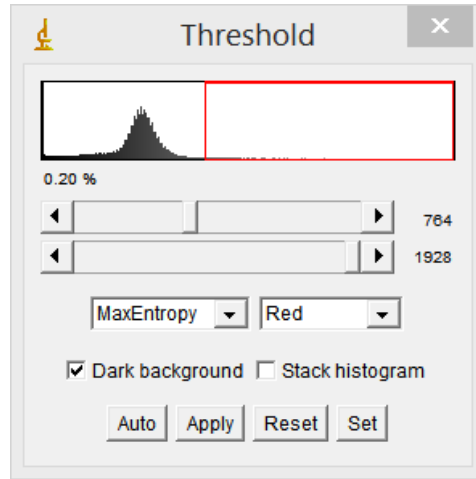
Şekil A.1 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.2 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

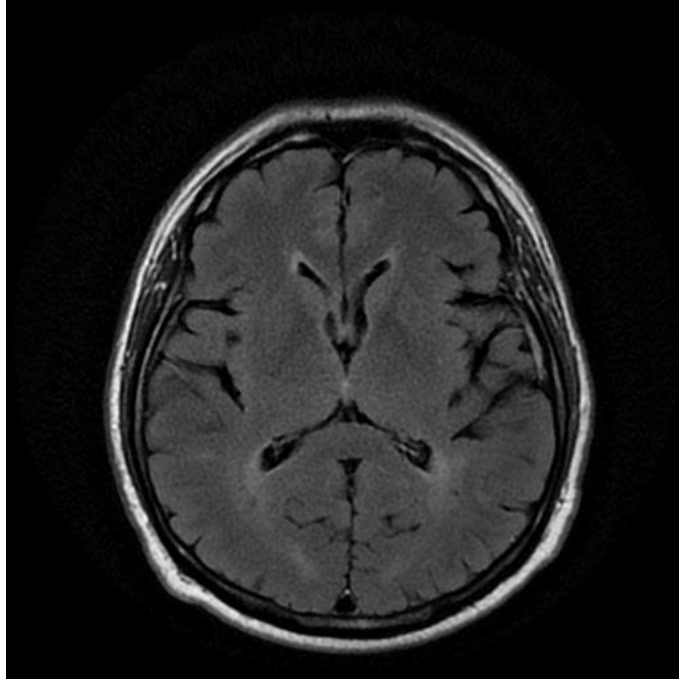


Şekil A.3 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

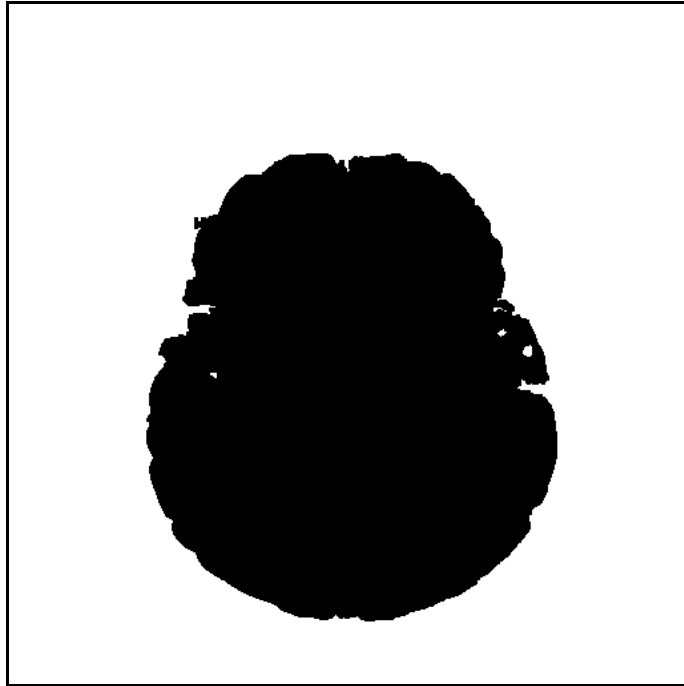


Şekil A.4 Uygulanan eşik değeri

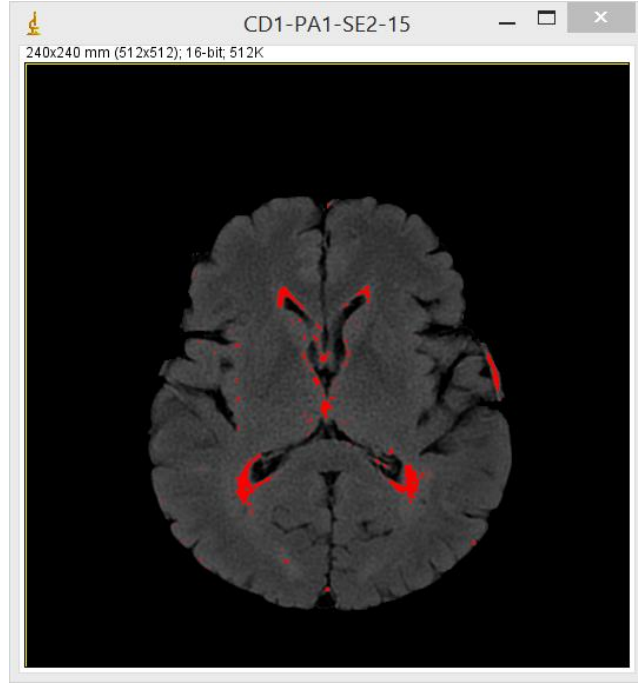
Hasta no: 1 / Görüntü kesit no: 15



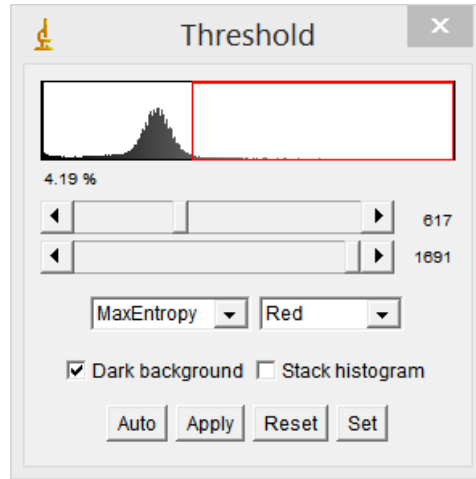
Şekil A.5 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.6 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

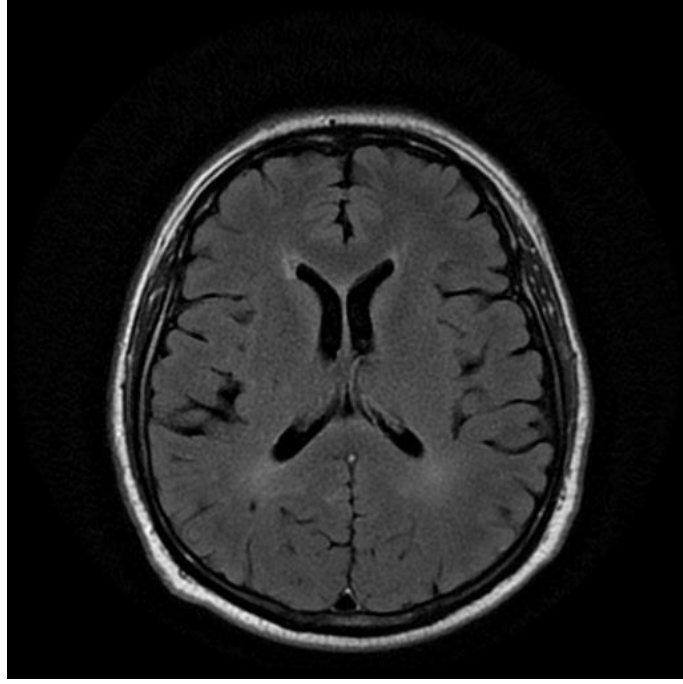


Şekil A.7 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

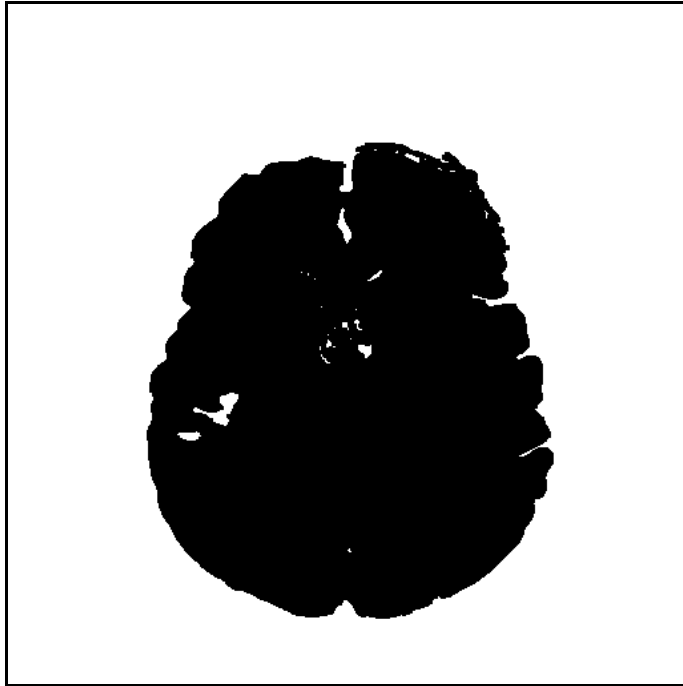


Şekil A.8 Uygulanan eşik değeri

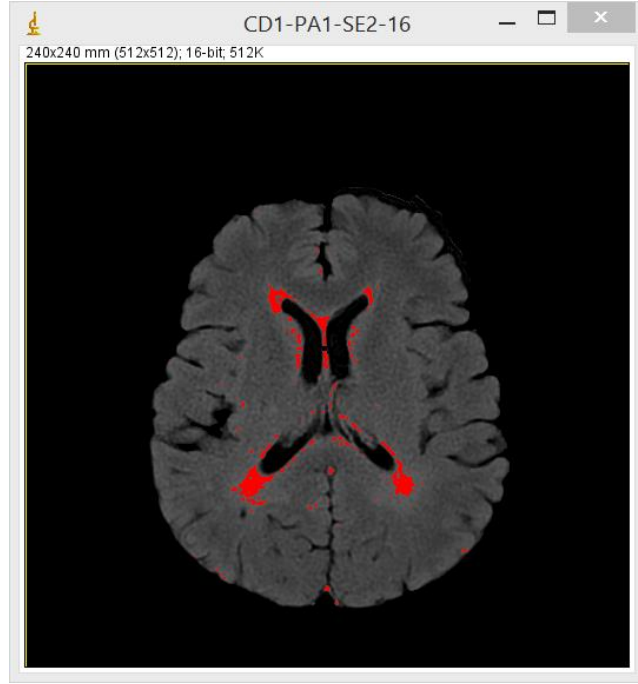
Hasta no: 1 / Görüntü kesit no: 16



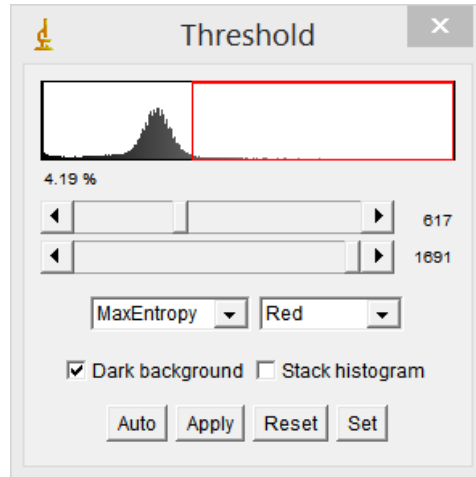
Şekil A.9 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.10 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

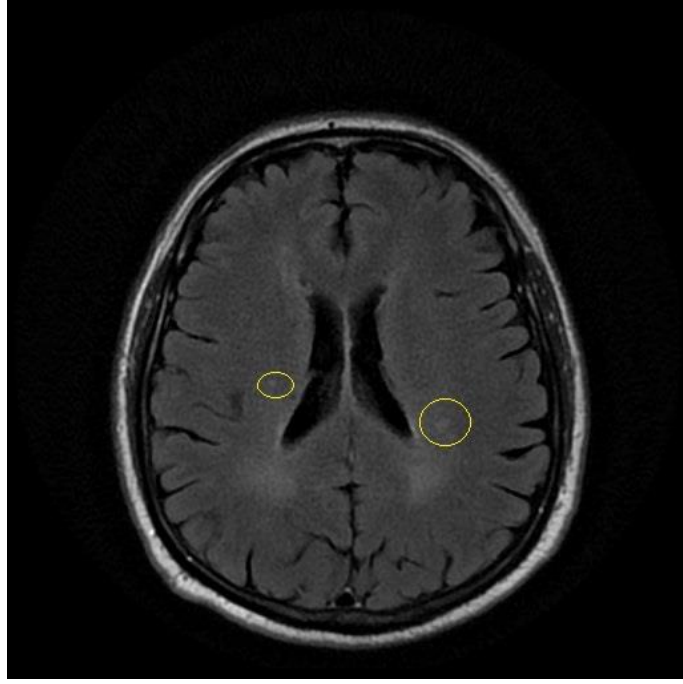


Şekil A.11 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

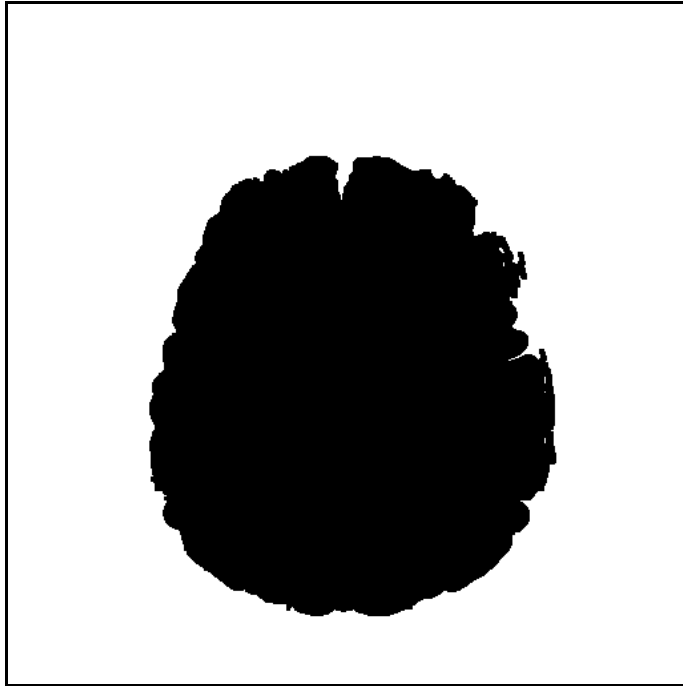


Şekil A.12 Uygulanan eşik değeri

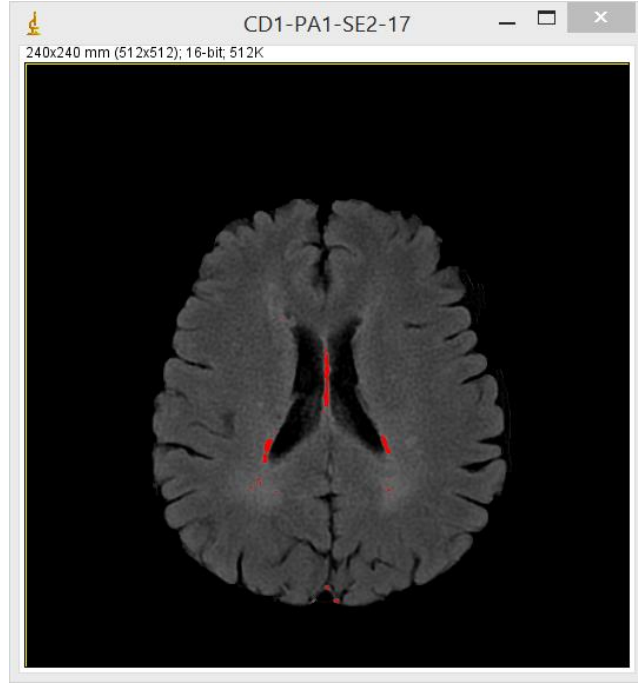
Hasta no: 1 / Görüntü kesit no: 17



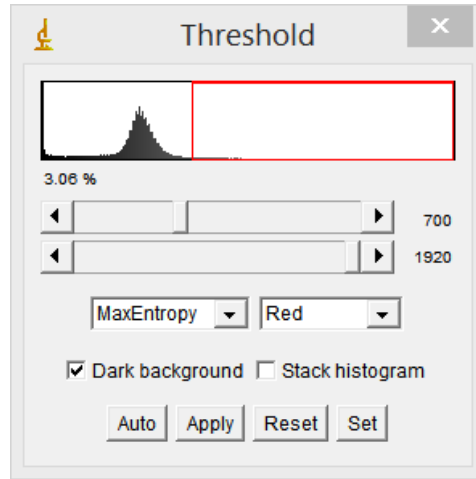
Şekil A.13 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.14 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

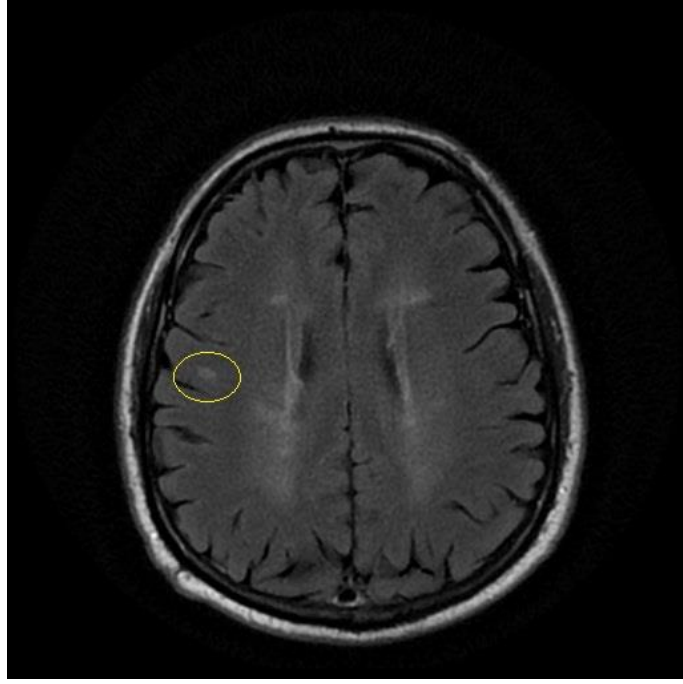


Şekil A.15 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

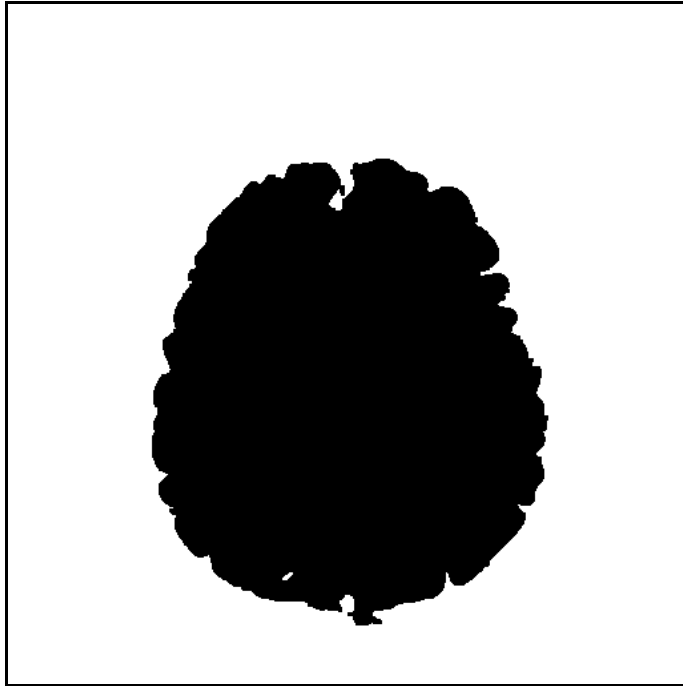


Şekil A.16 Uygulanan eşik değeri

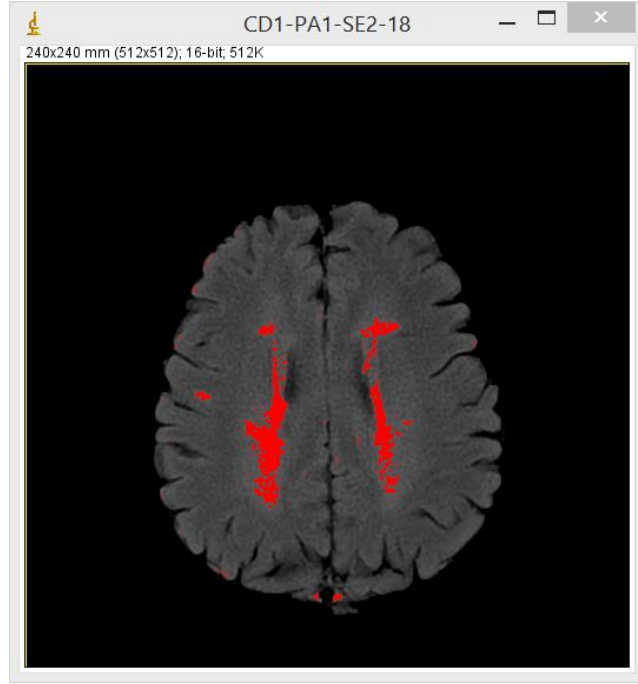
Hasta no: 1 / Görüntü kesit no: 18



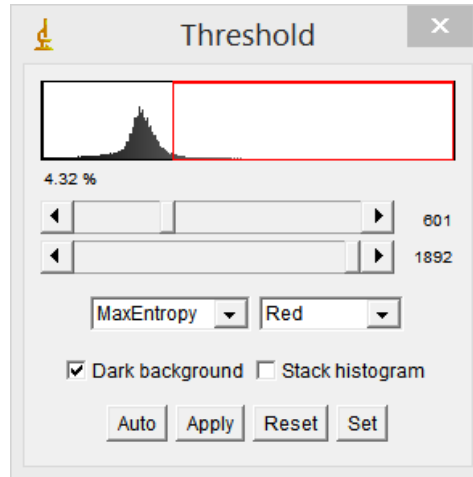
Şekil A.17 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.18 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

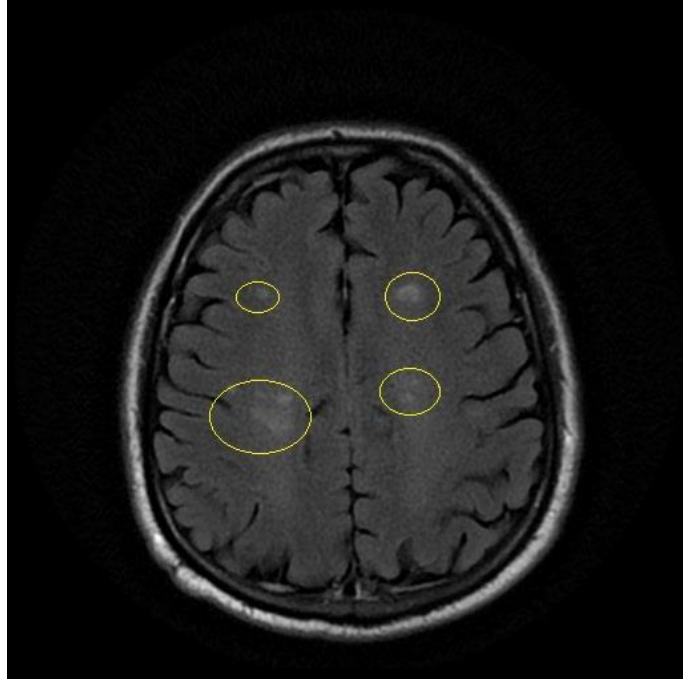


Şekil A.19 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

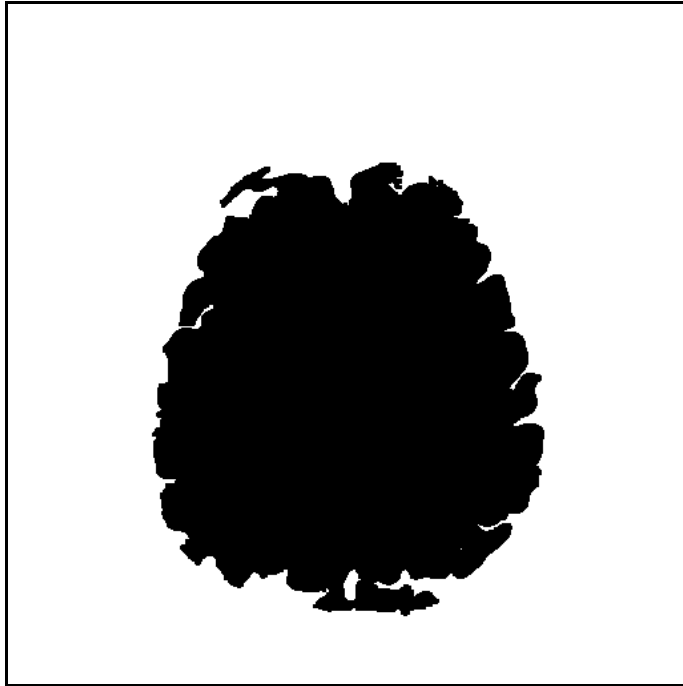


Şekil A.20 Uygulanan eşik değeri

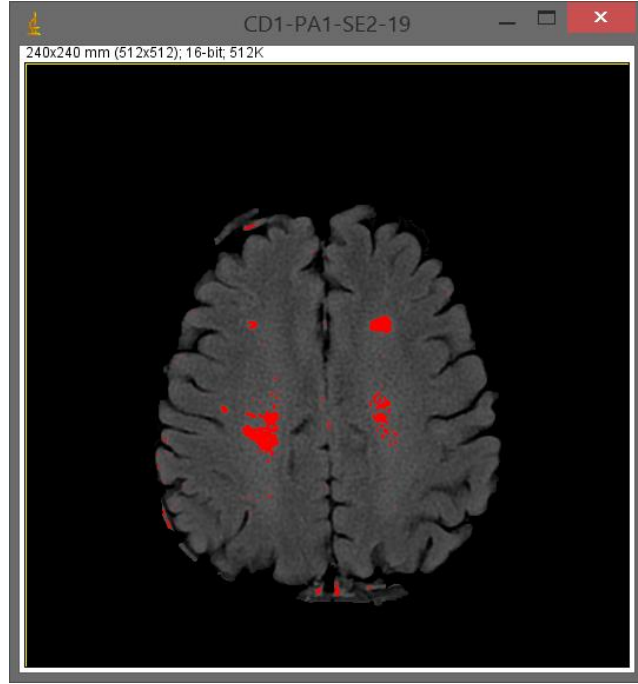
Hasta no: 1 / Görüntü kesit no: 19



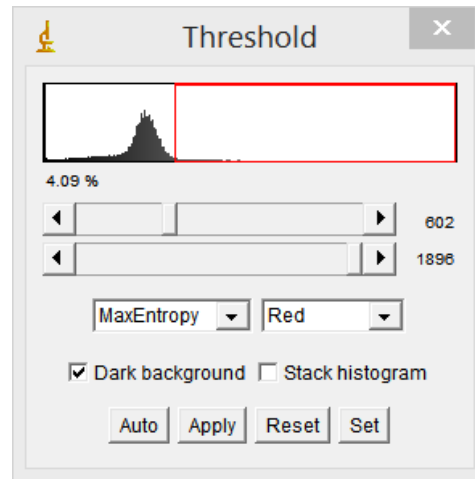
Şekil A.21 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.22 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

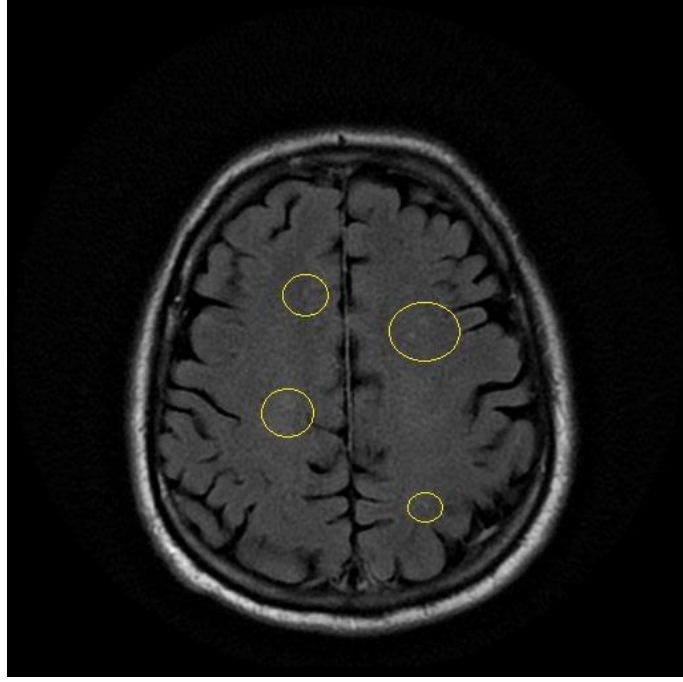


Şekil A.23 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

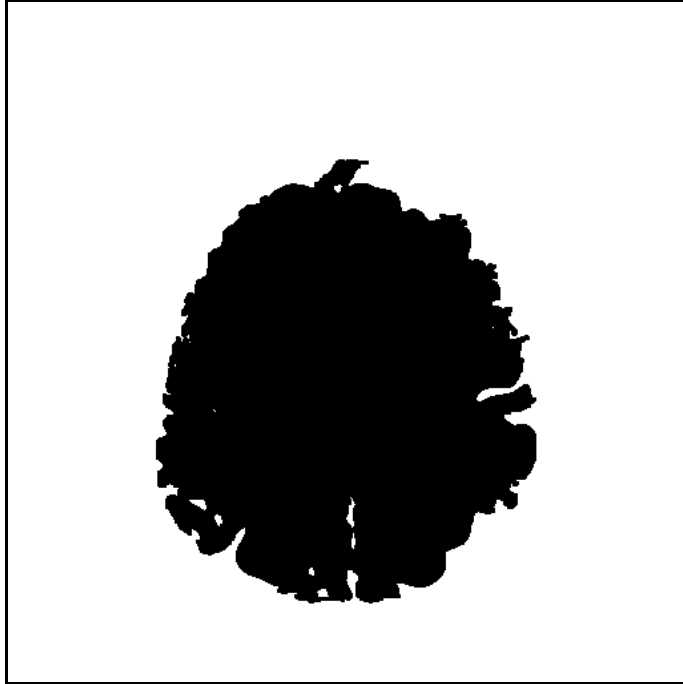


Şekil A.24 Uygulanan eşik değeri

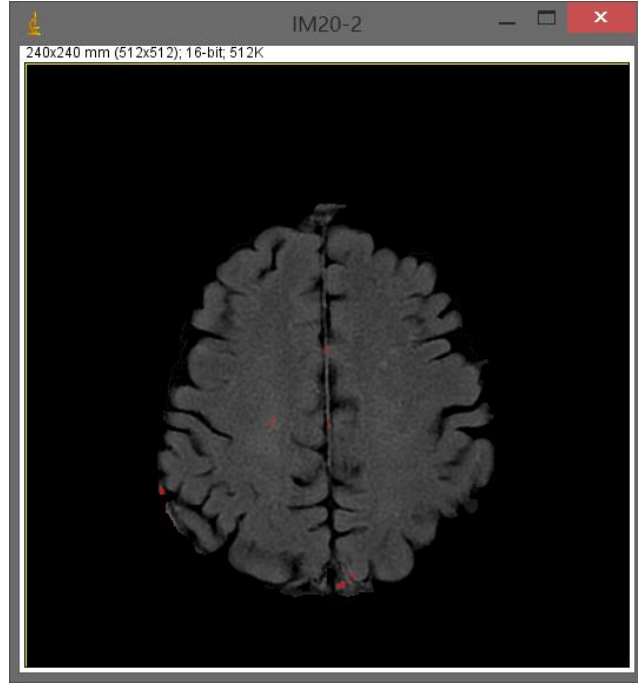
Hasta no: 1 / Görüntü kesit no: 20



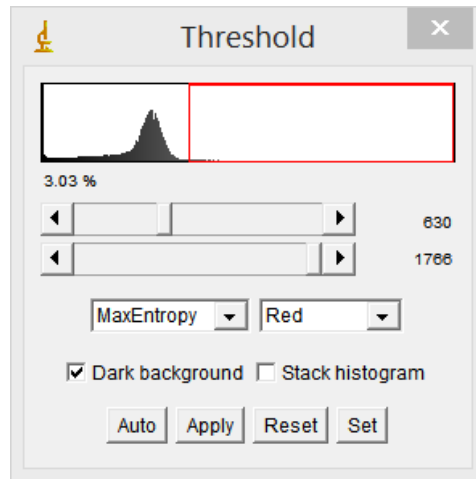
Şekil A.25 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.26 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

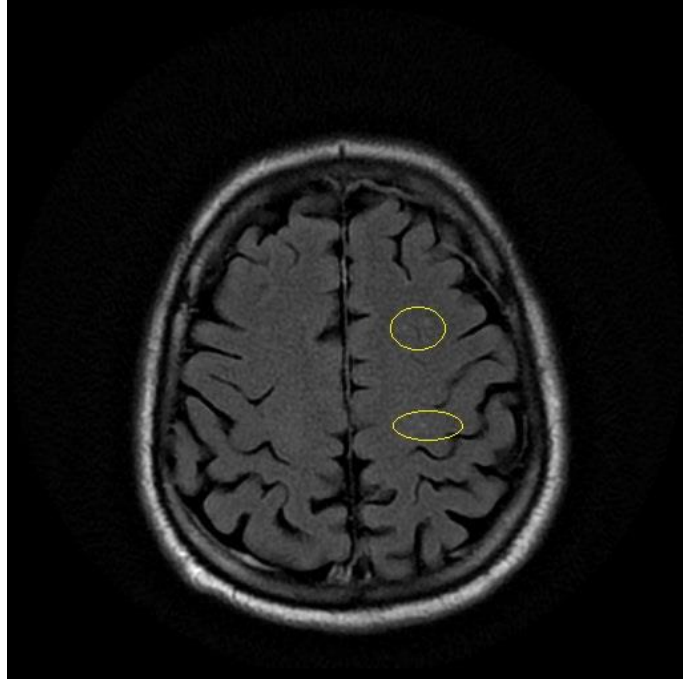


Şekil A.27 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

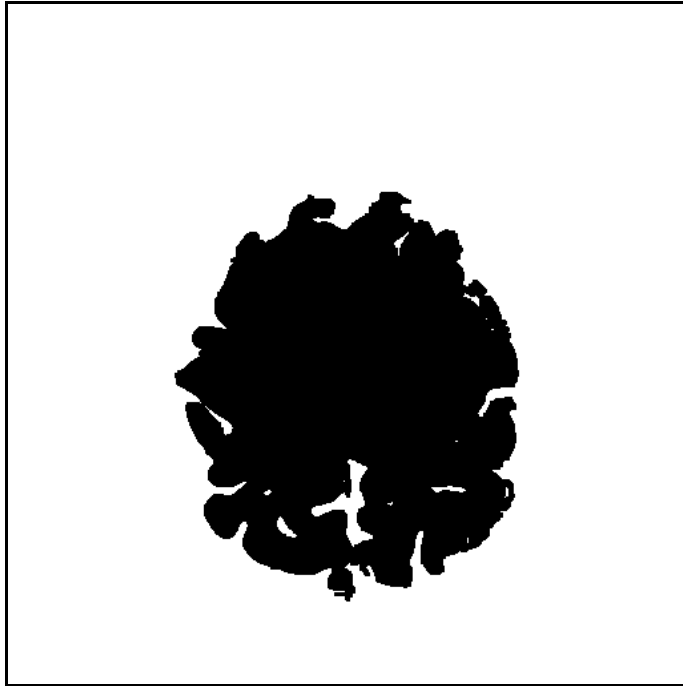


Şekil A.28 Uygulanan eşik değeri

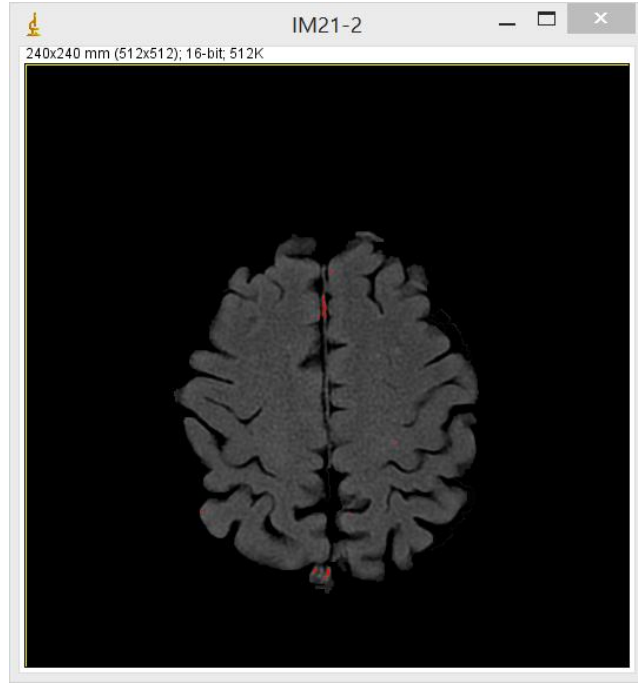
Hasta no: 1 / Görüntü kesit no: 21



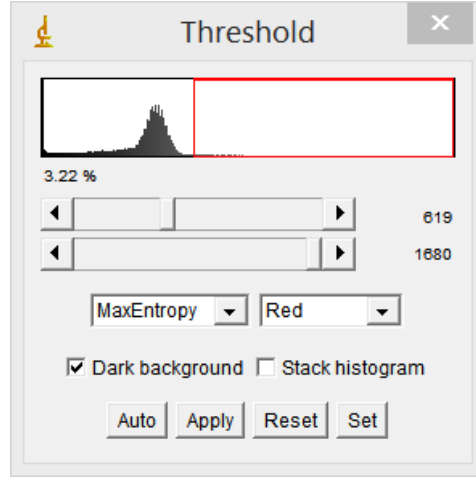
Şekil A.29 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.30 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

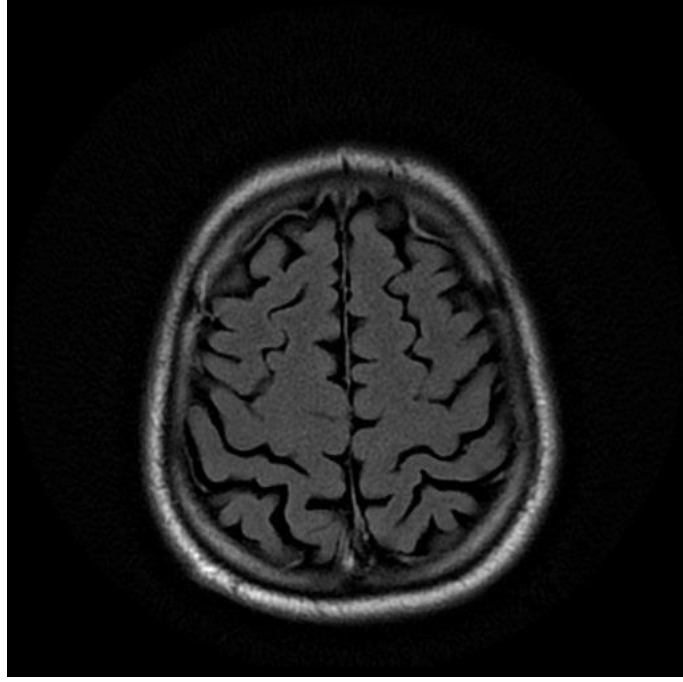


Şekil A.31 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

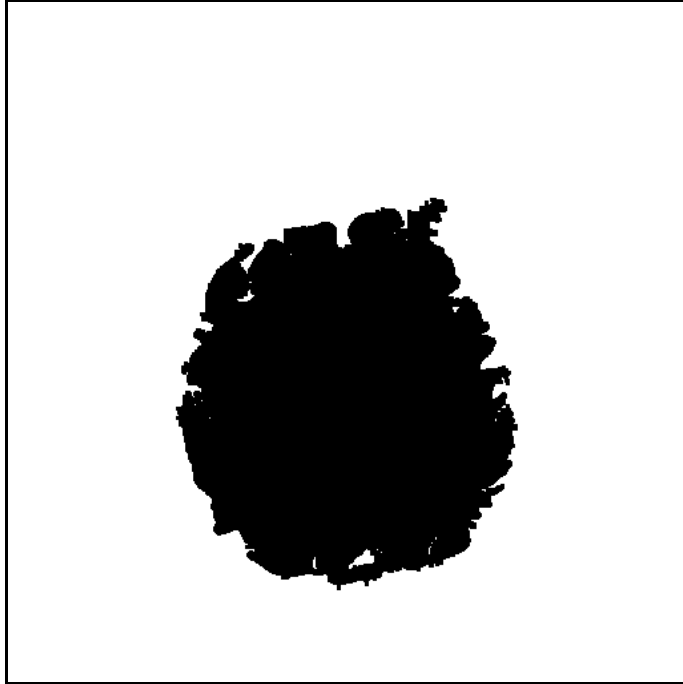


Şekil A.32 Uygulanan eşik değeri

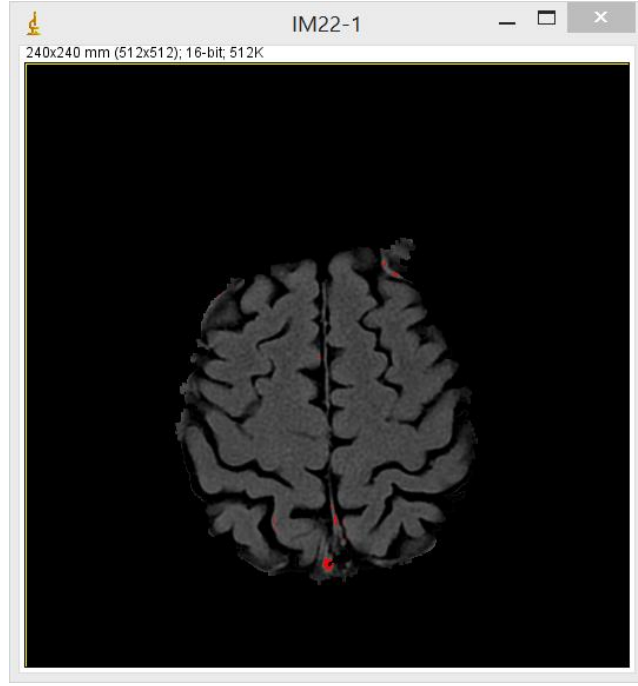
Hasta no: 1 / Görüntü kesit no: 22



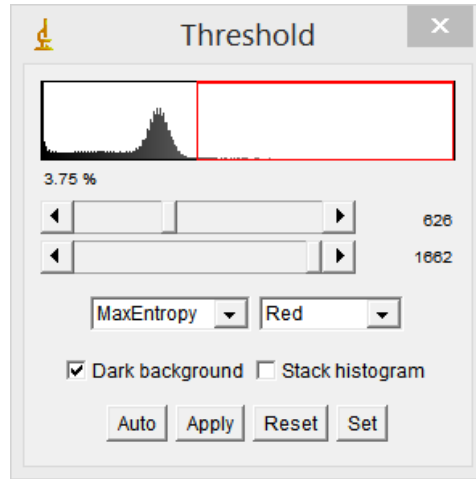
Şekil A.33 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.34 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

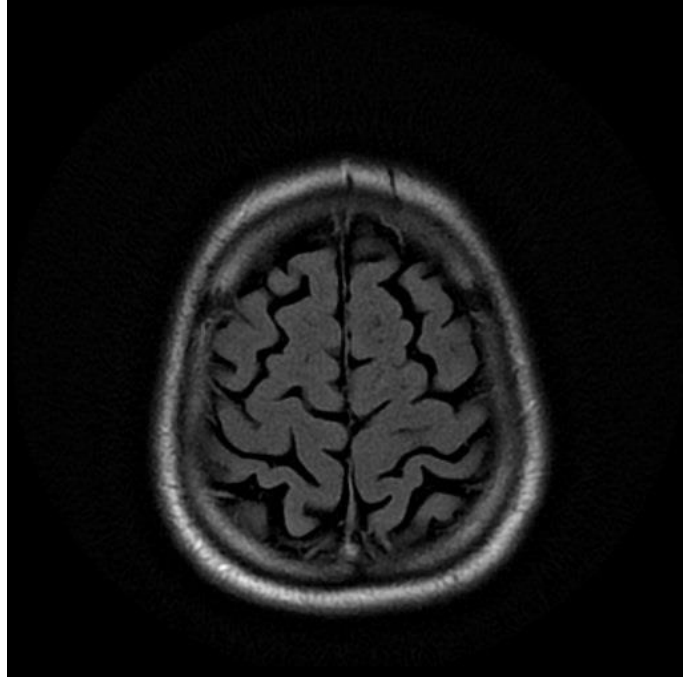


Şekil A.35 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

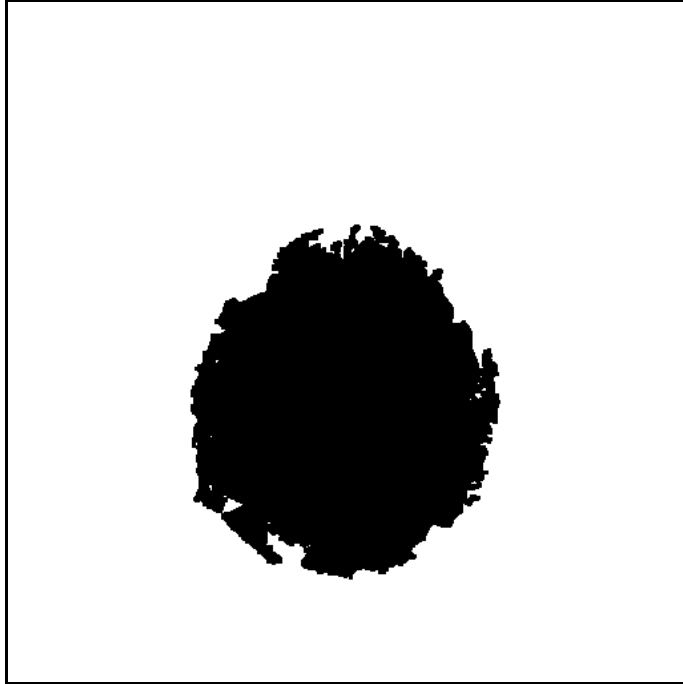


Şekil A.36 Uygulanan eşik değeri

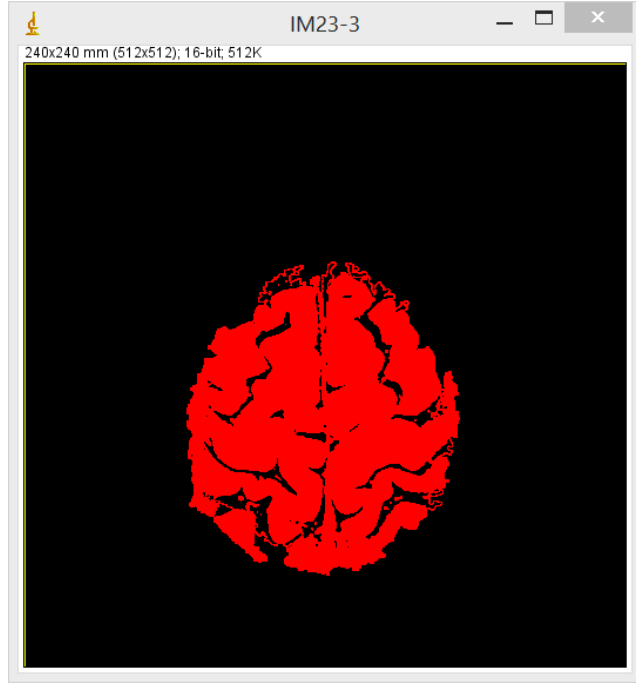
Hasta no: 1 / Görüntü kesit no: 23



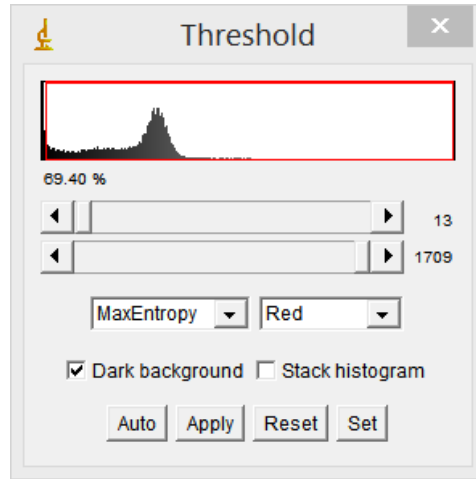
Şekil A.37 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.38 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

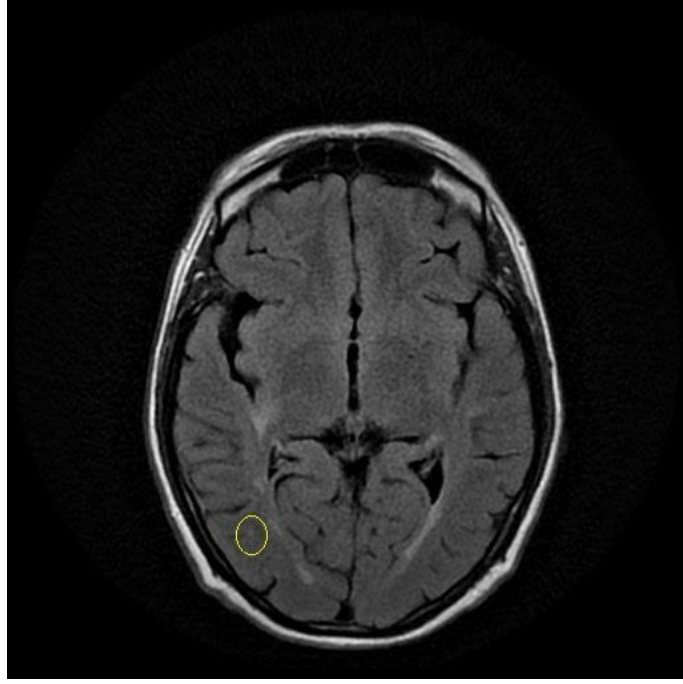


Şekil A.39 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

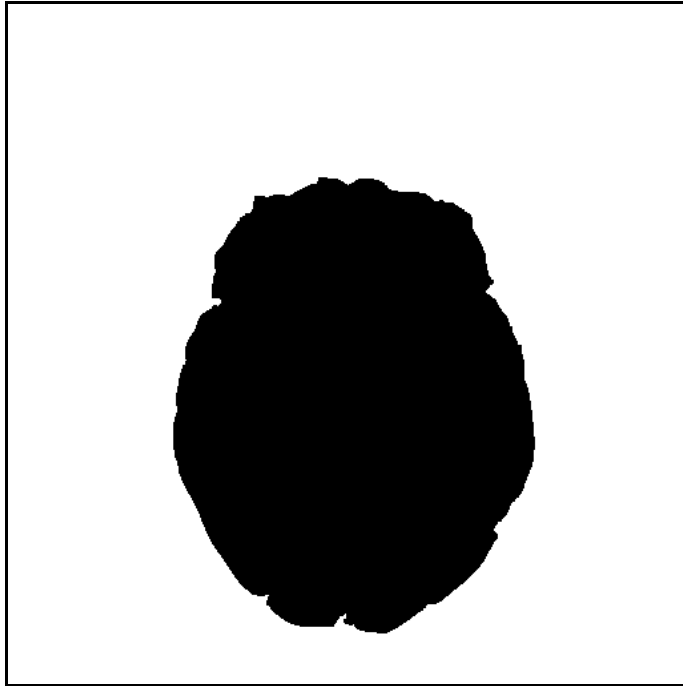


Şekil A.40 Uygulanan eşik değeri

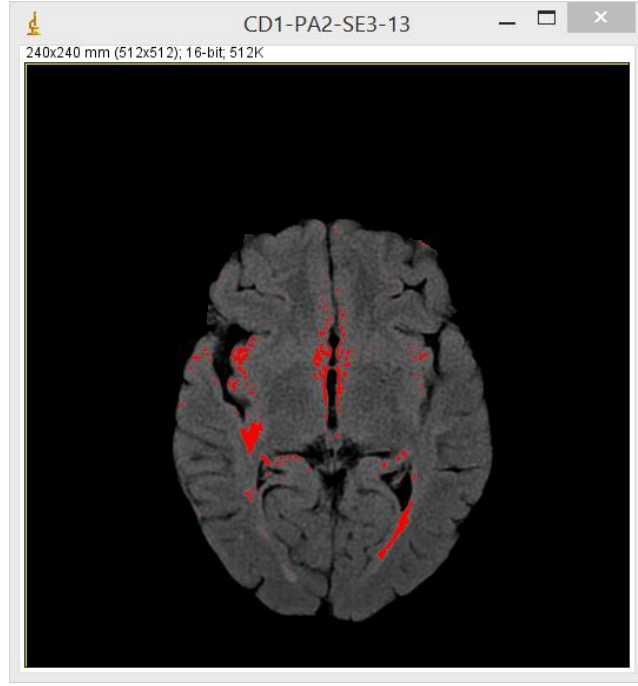
Hasta no: 2 / Görüntü kesit no: 13



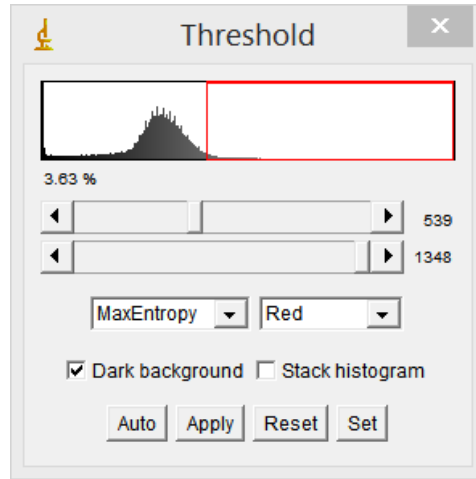
Şekil A.41 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.42 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

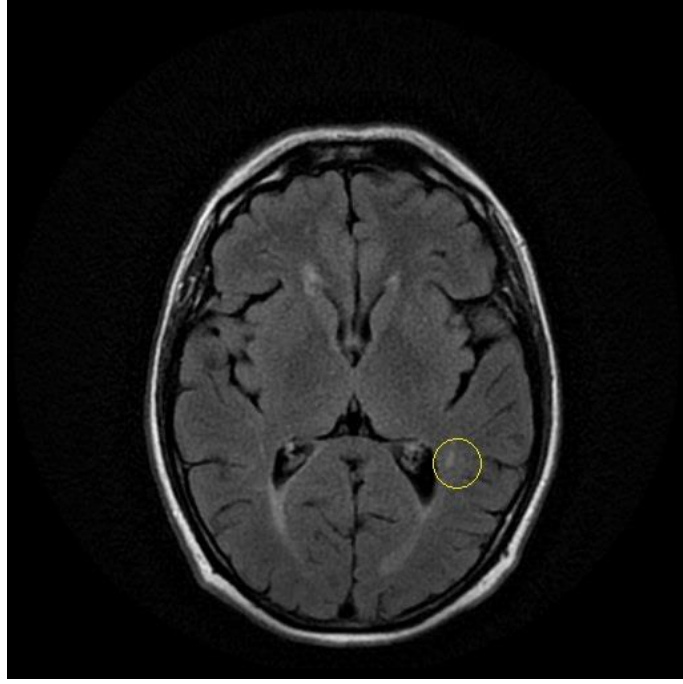


Şekil A.43 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

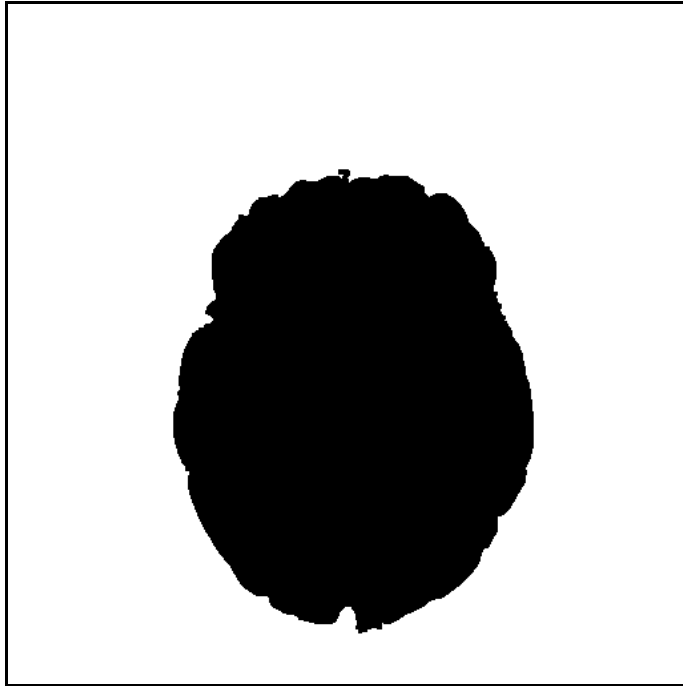


Şekil A.44 Uygulanan eşik değeri

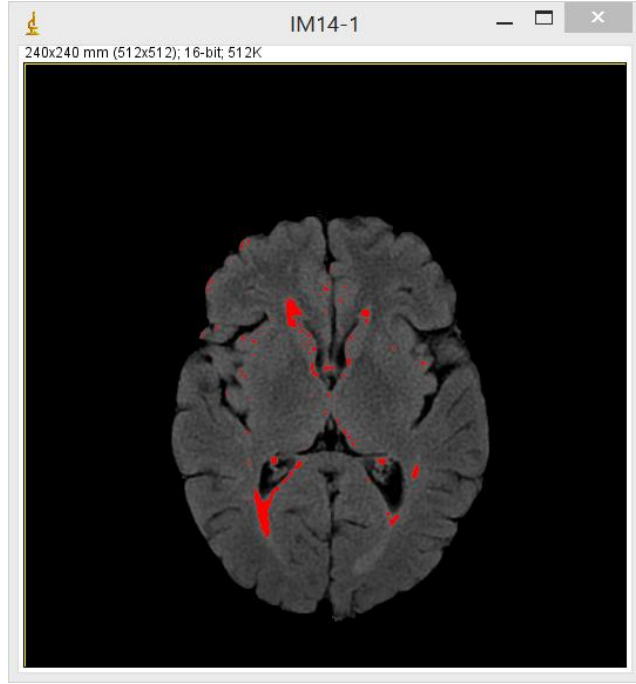
Hasta no: 2 / Görüntü kesit no: 14



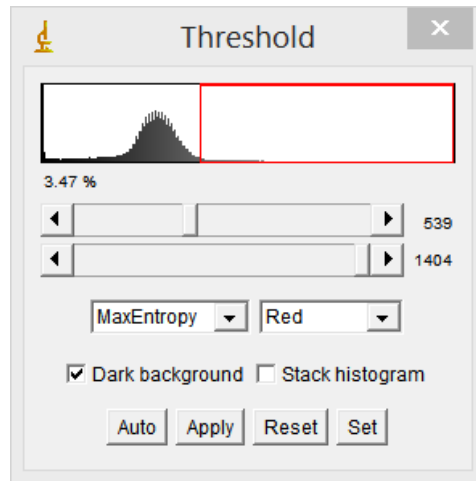
Şekil A.45 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.46 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

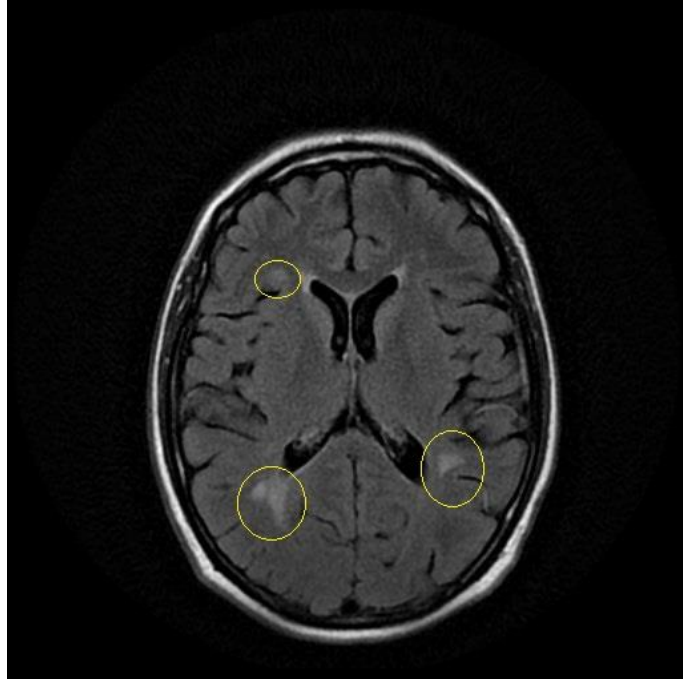


Şekil A.47 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

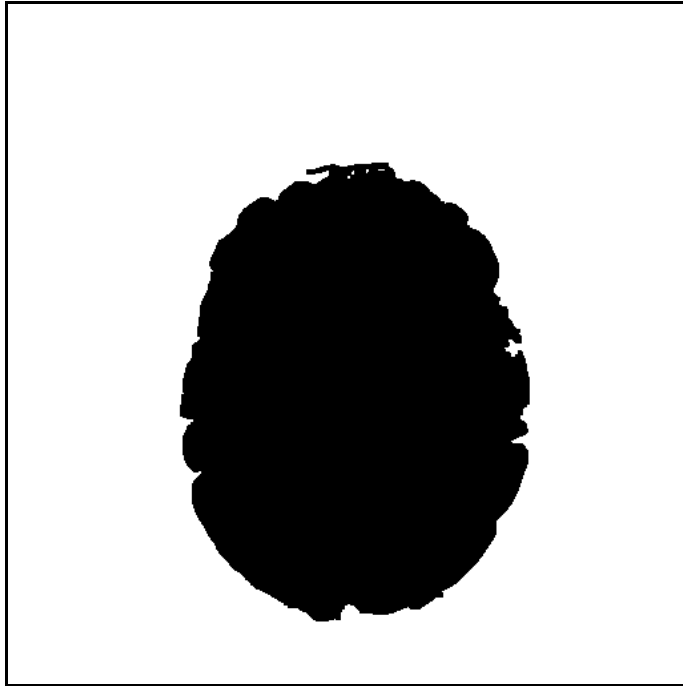


Şekil A.48 Uygulanan eşik değeri

Hasta no: 2 / Görüntü kesit no: 15



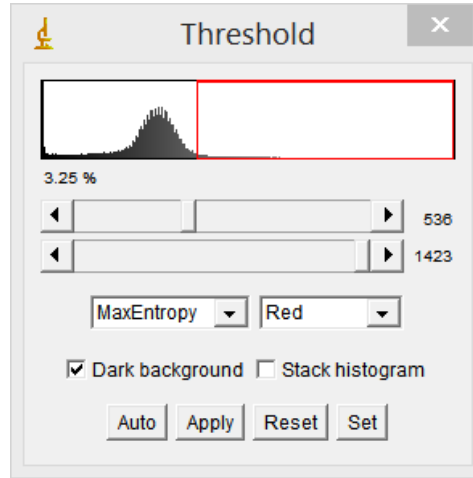
Şekil A.49 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.50 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

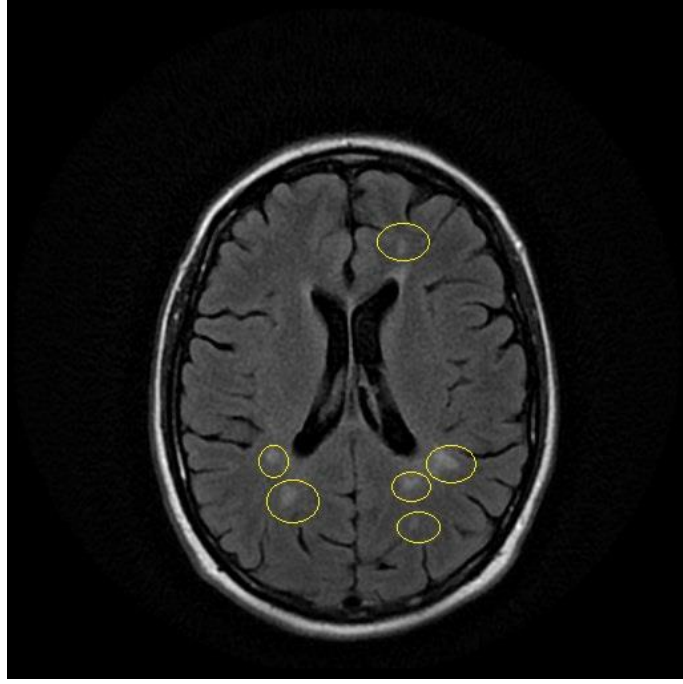


Şekil A.51 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

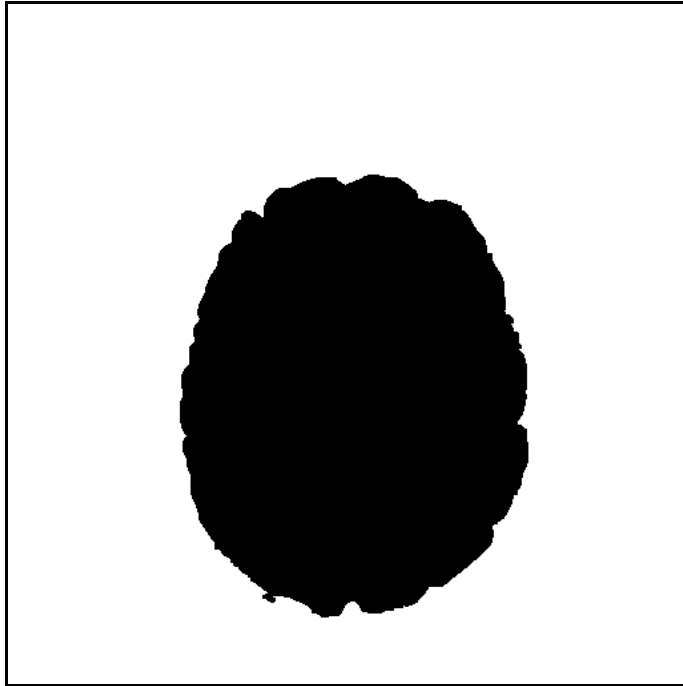


Şekil A.52 Uygulanan eşik değeri

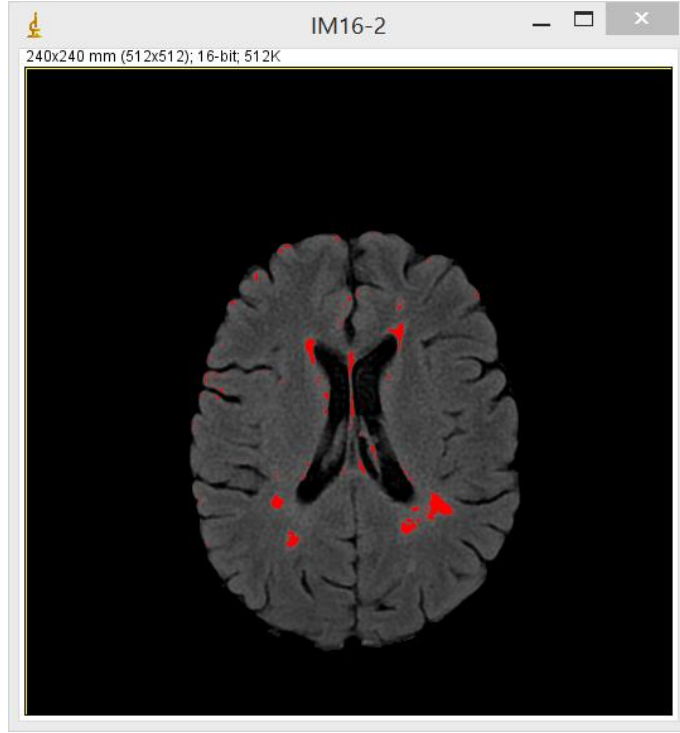
Hasta no: 2 / Görüntü kesit no: 16



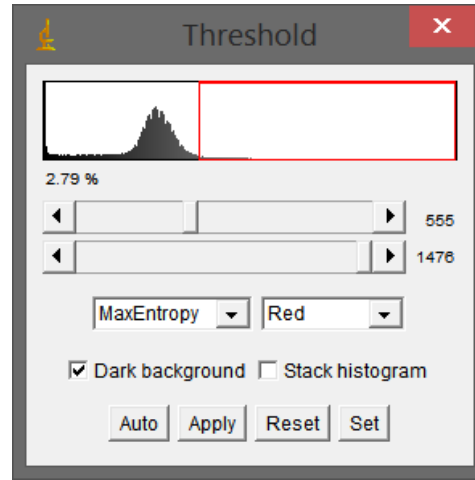
Şekil A.53 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.54 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

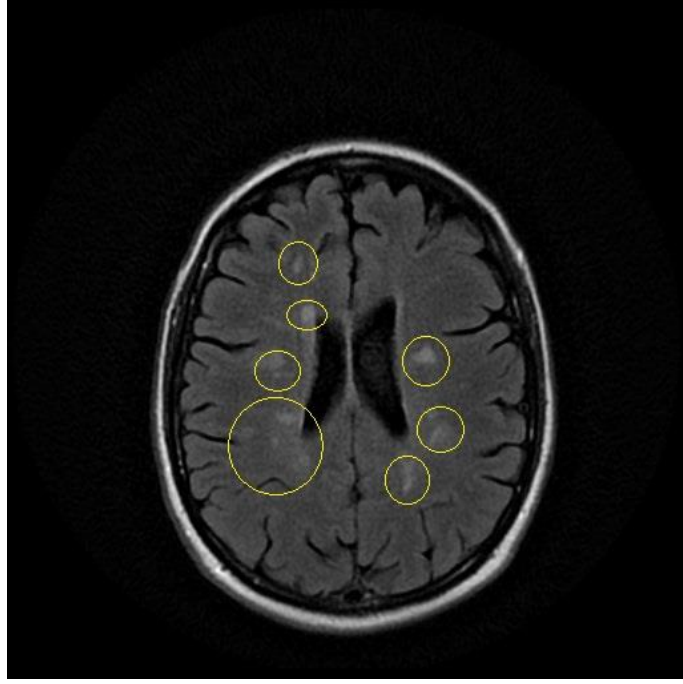


Şekil A.55 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

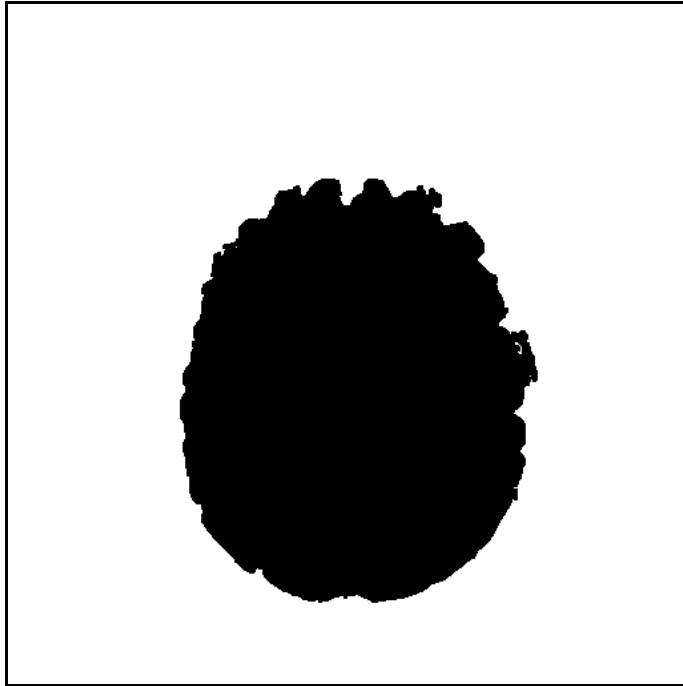


Şekil A.56 Uygulanan eşik değeri

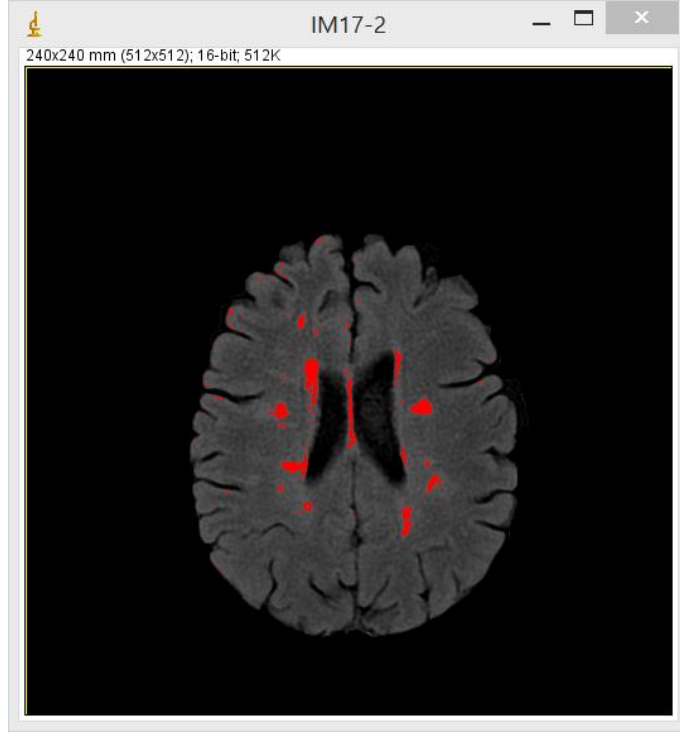
Hasta no: 2 / Görüntü kesit no: 17



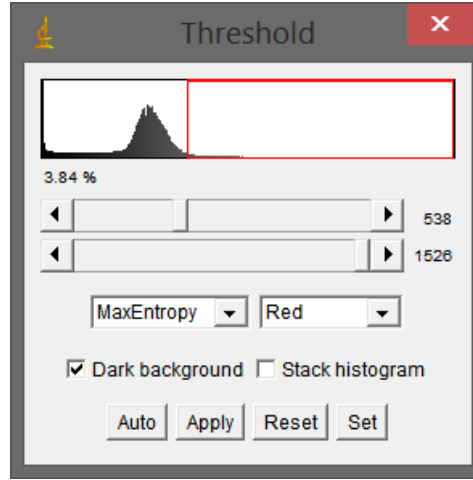
Şekil A.57 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.58 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

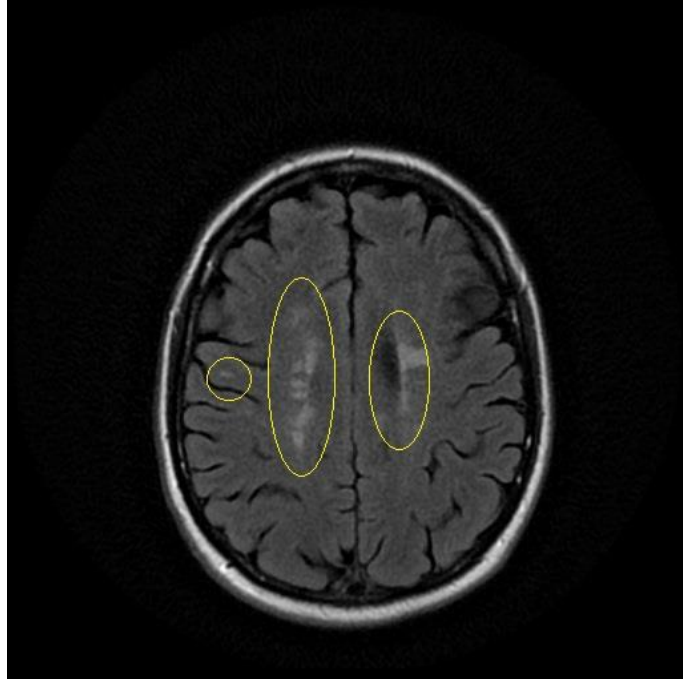


Şekil A.59 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

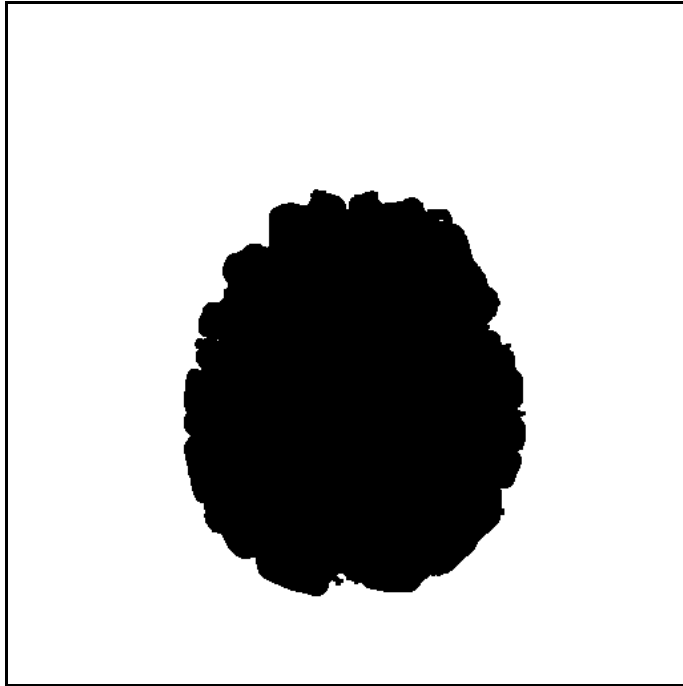


Şekil A.60 Uygulanan eşik değeri

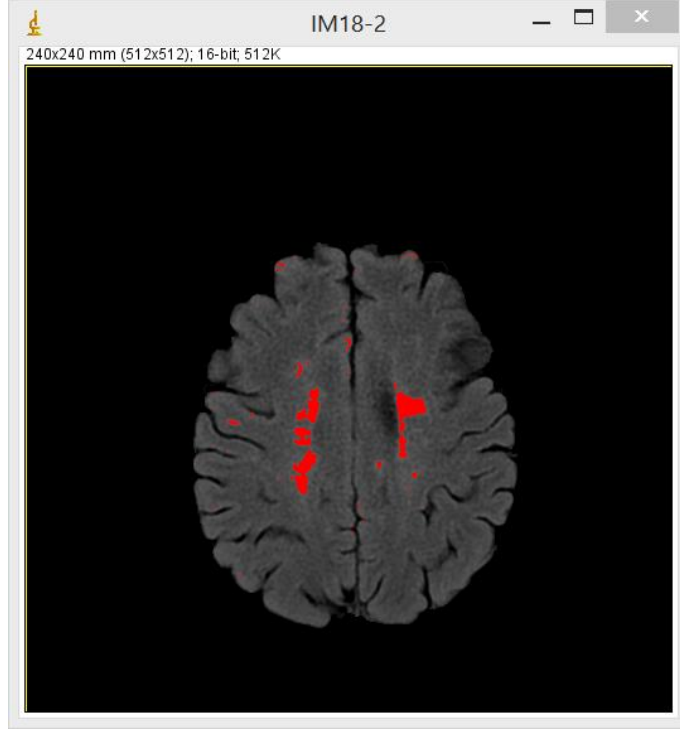
Hasta no: 2 / Görüntü kesit no: 18



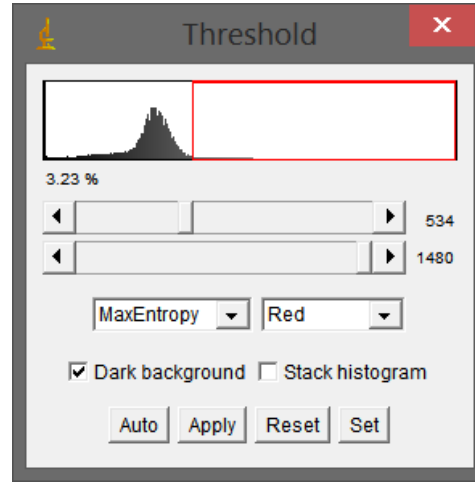
Şekil A.61 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.62 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

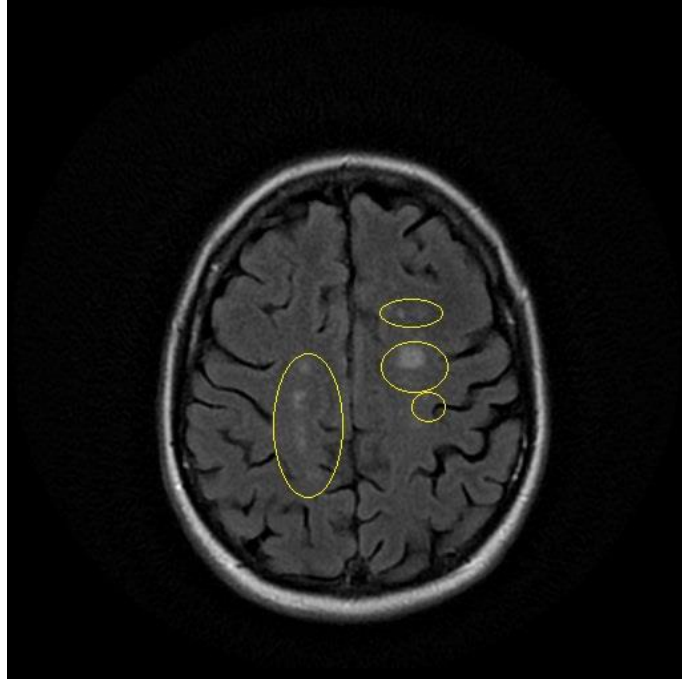


Şekil A.63 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

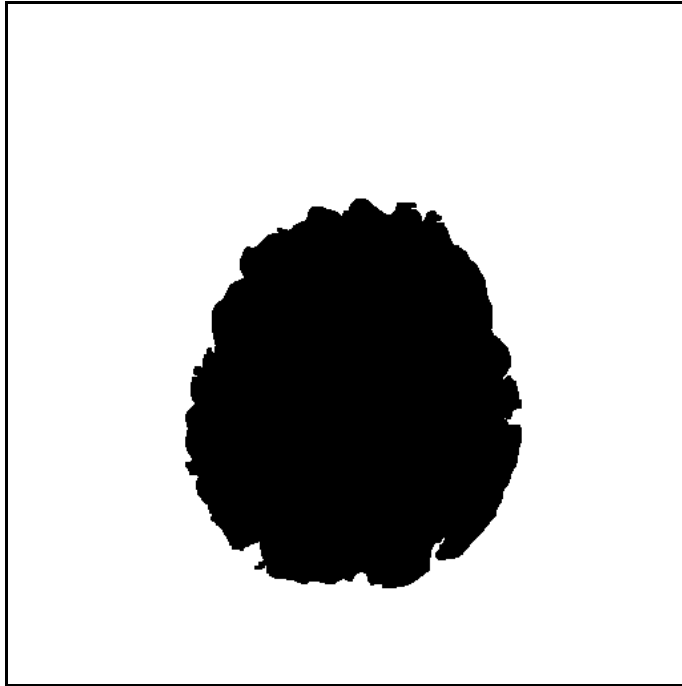


Şekil A.64 Uygulanan eşik değeri

Hasta no: 2 / Görüntü kesit no: 19



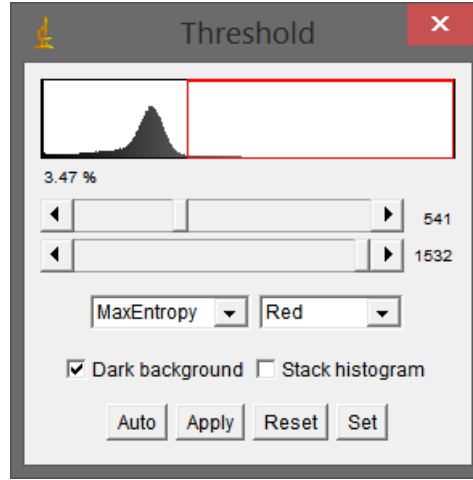
Şekil A.65 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.66 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

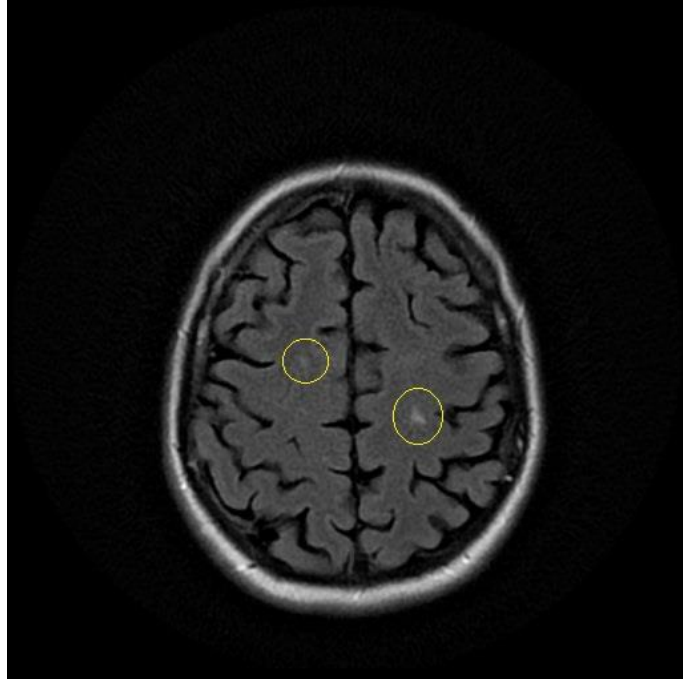


Şekil A.67 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

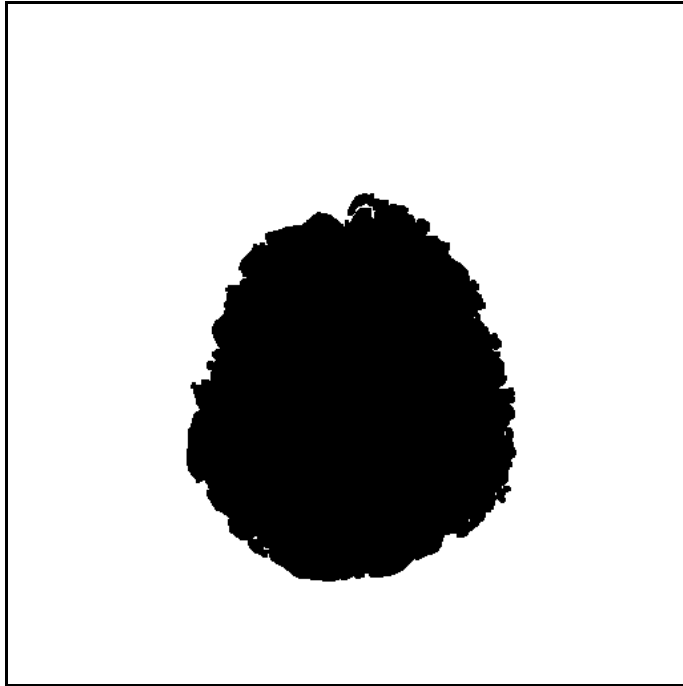


Şekil A.68 Uygulanan eşik değeri

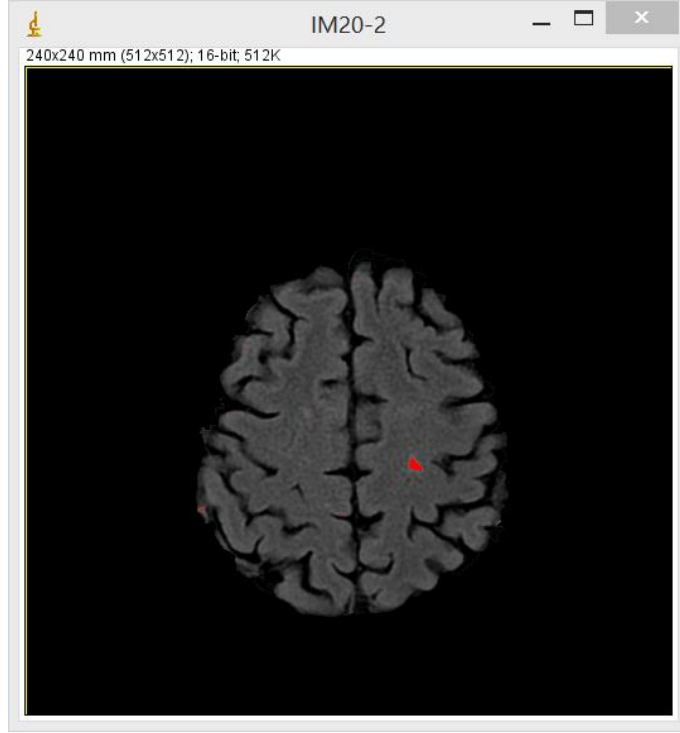
Hasta no: 2 / Görüntü kesit no: 20



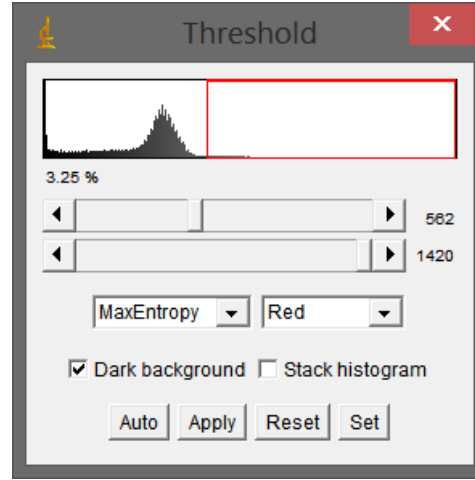
Şekil A.69 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.70 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

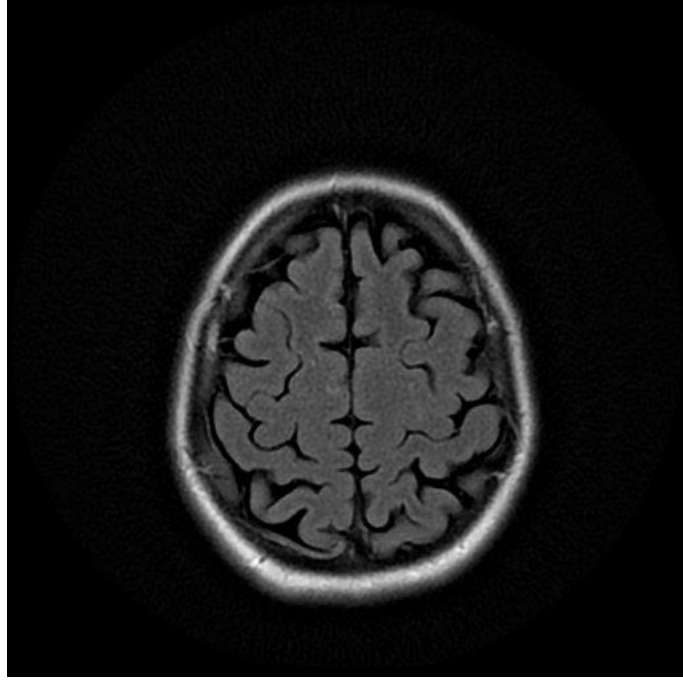


Şekil A.71 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

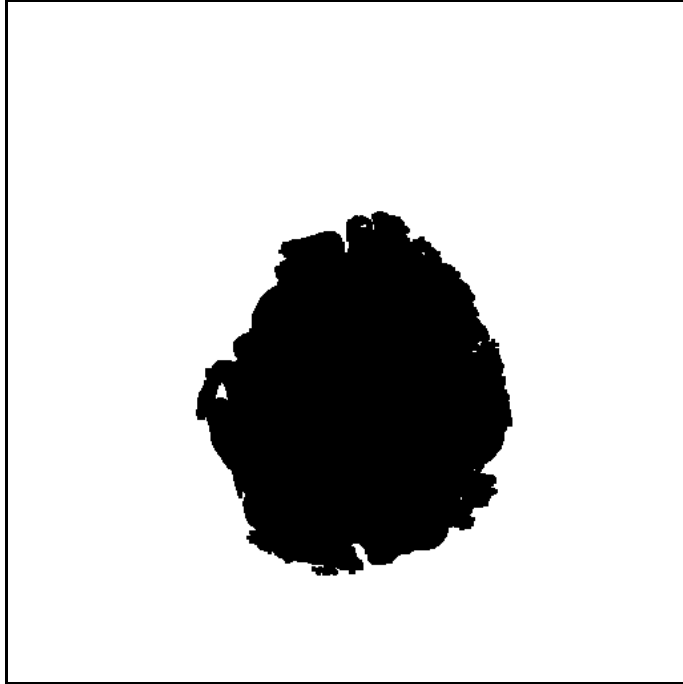


Şekil A.72 Uygulanan eşik değeri

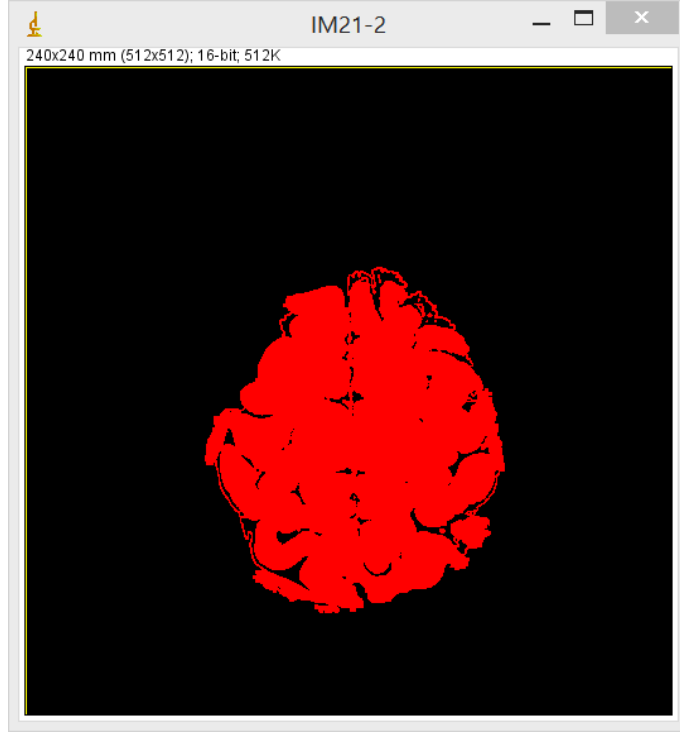
Hasta no: 2 / Görüntü kesit no: 21



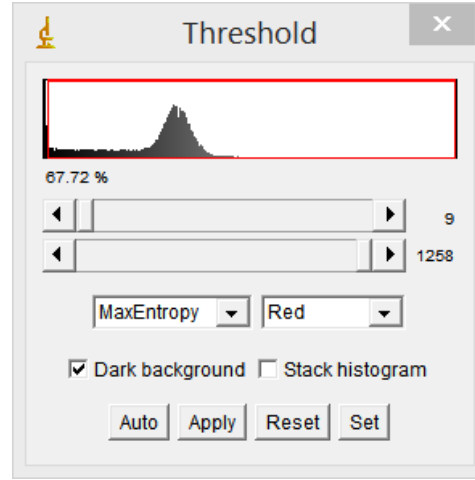
Şekil A.73 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.74 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

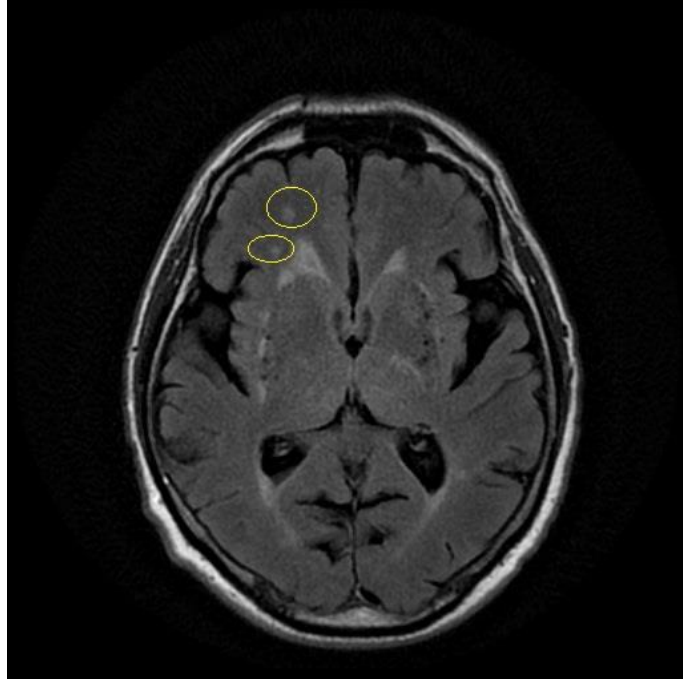


Şekil A.75 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

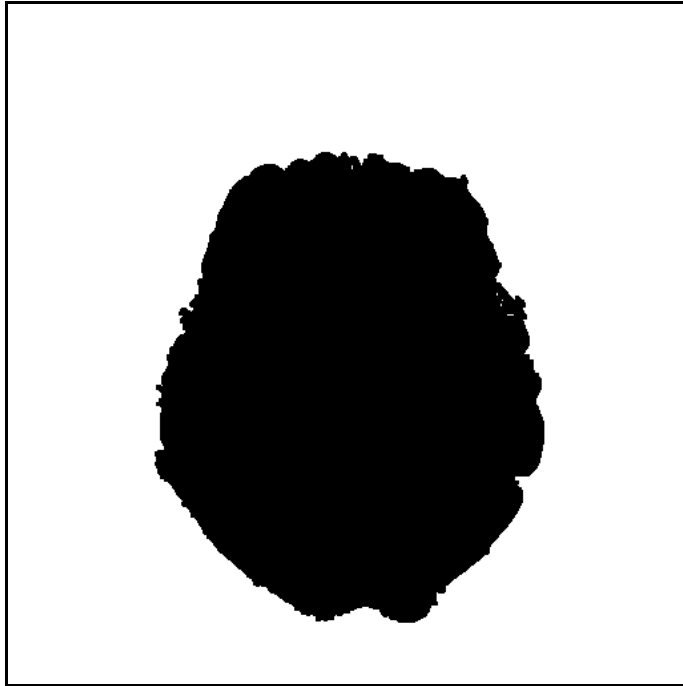


Şekil A.76 Uygulanan eşik değeri

Hasta no: 3 / Görüntü kesit no: 17



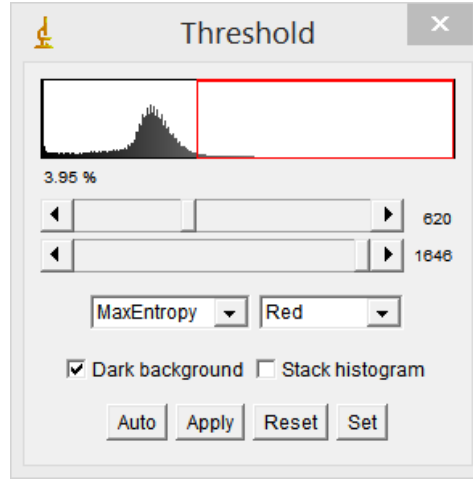
Şekil A.77 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.78 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

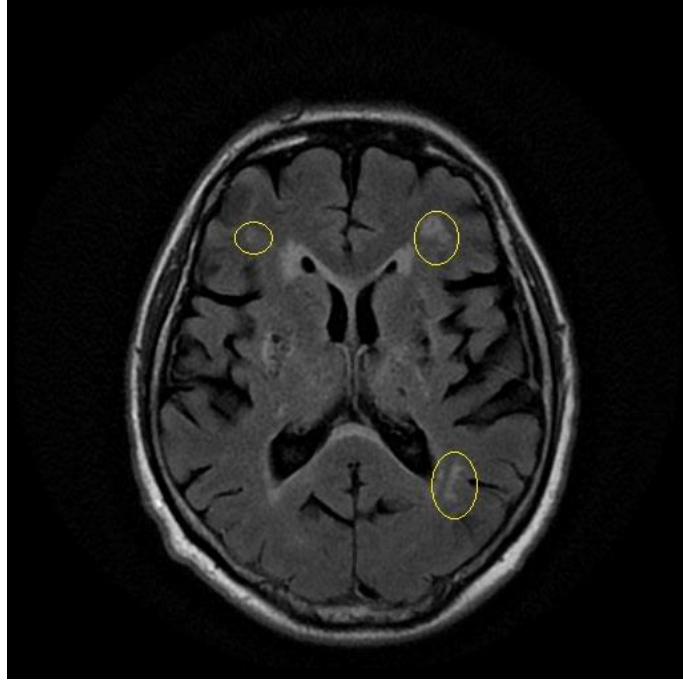


Şekil A.79 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

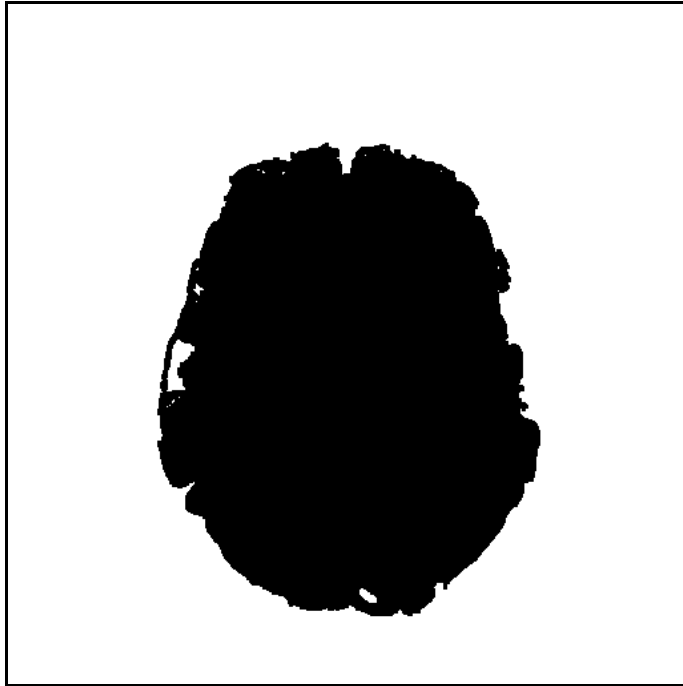


Şekil A.80 Uygulanan eşik değeri

Hasta no: 3 / Görüntü kesit no: 18



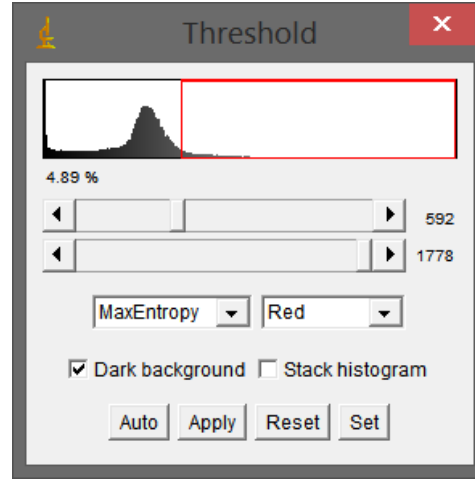
Şekil A.81 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.82 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

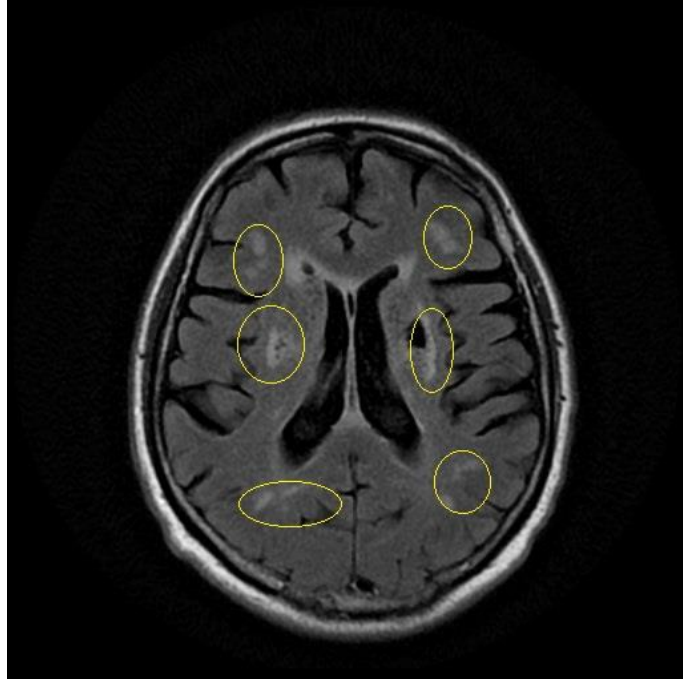


Şekil A.83 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

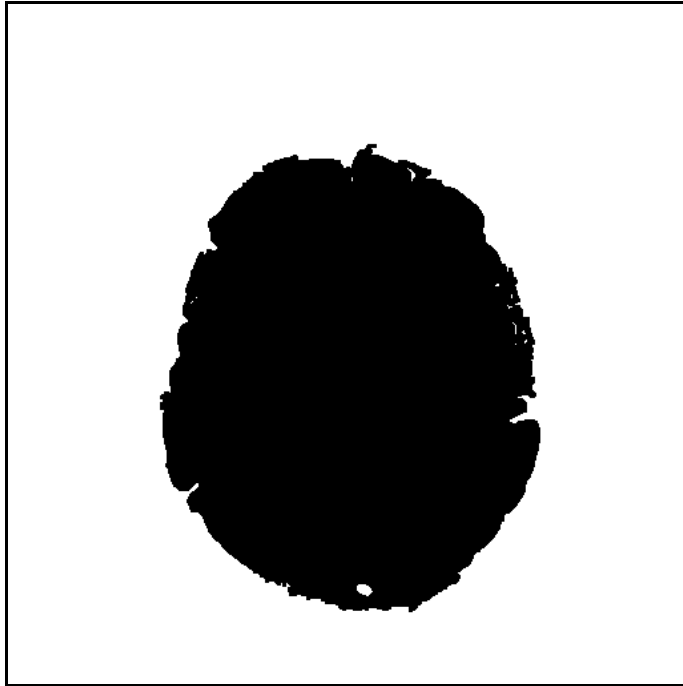


Şekil A.84 Uygulanan eşik değeri

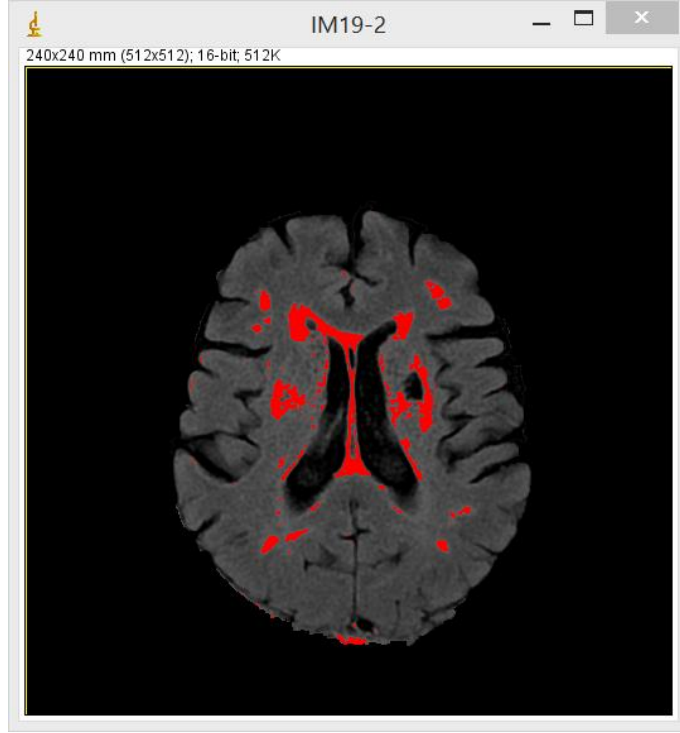
Hasta no: 3 / Görüntü kesit no: 19



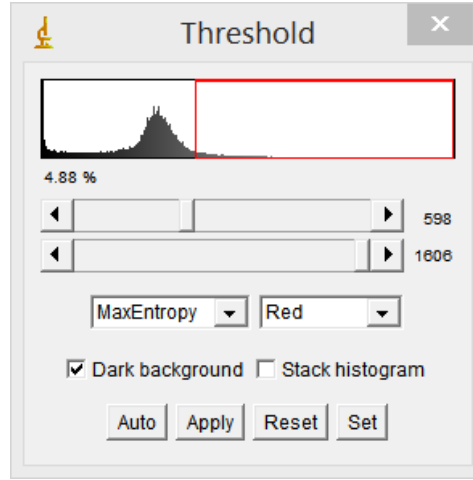
Şekil A.85 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



ŞekilA.86 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

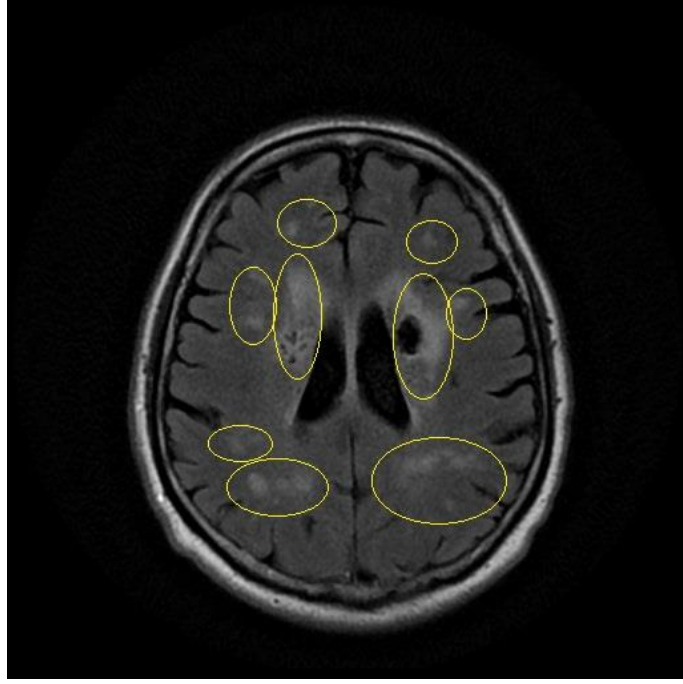


Şekil A.87 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

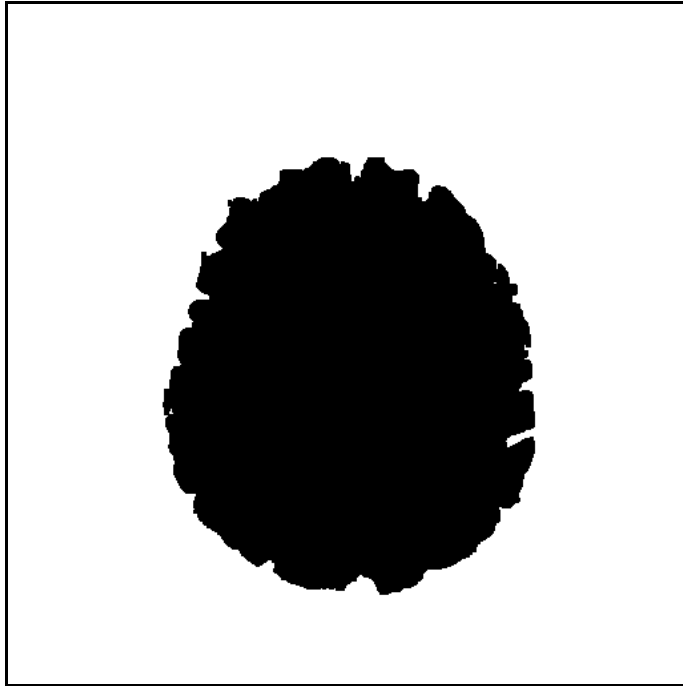


Şekil A.88 Uygulanan eşik değeri

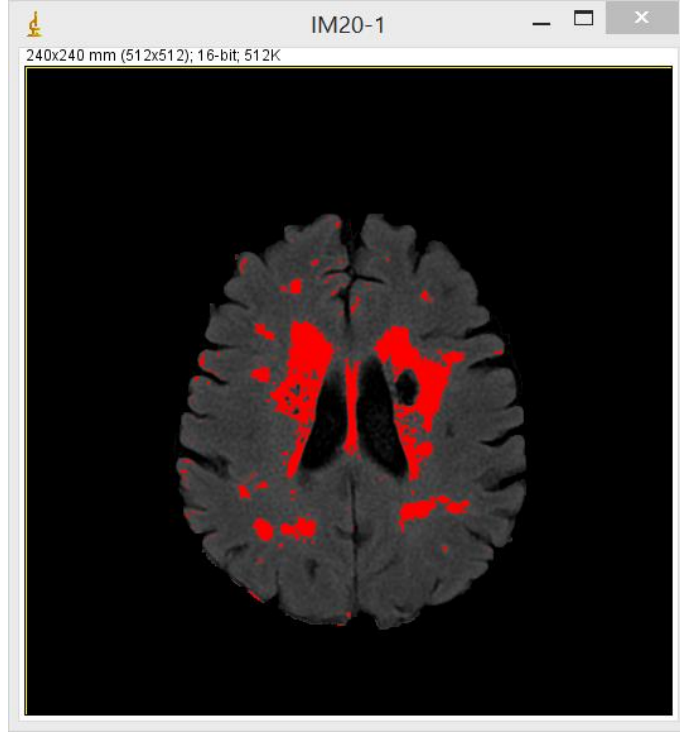
Hasta no: 3 / Görüntü kesit no: 20



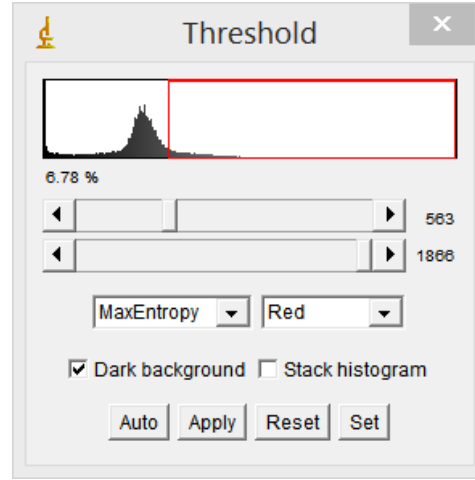
Şekil A.89 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.90 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

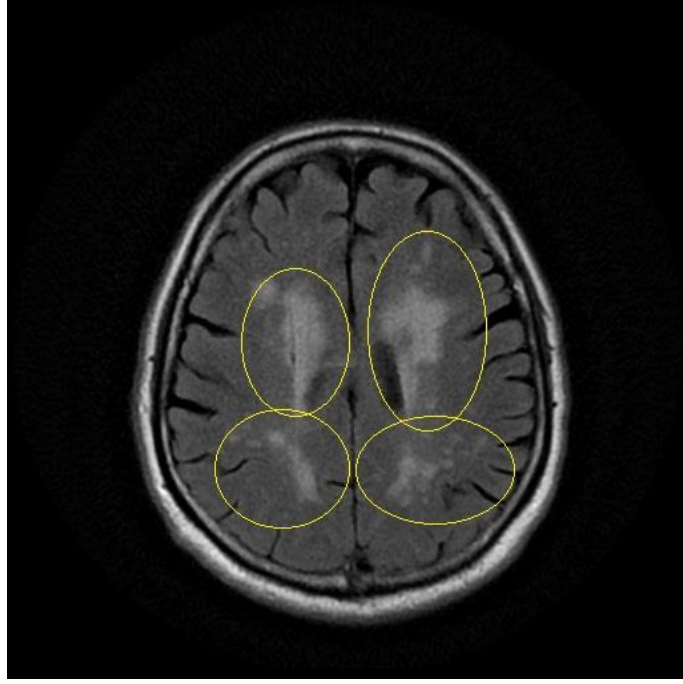


Şekil A.91 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

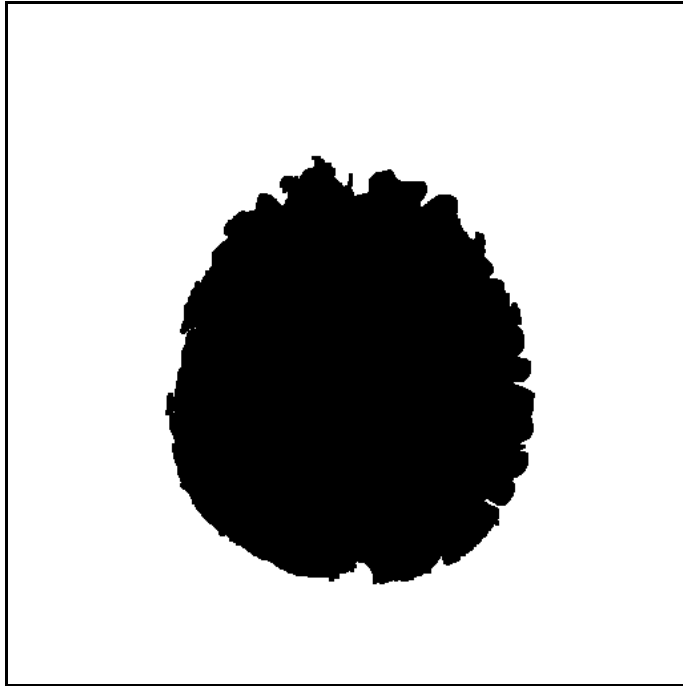


Şekil A.92 Uygulanan eşik değeri

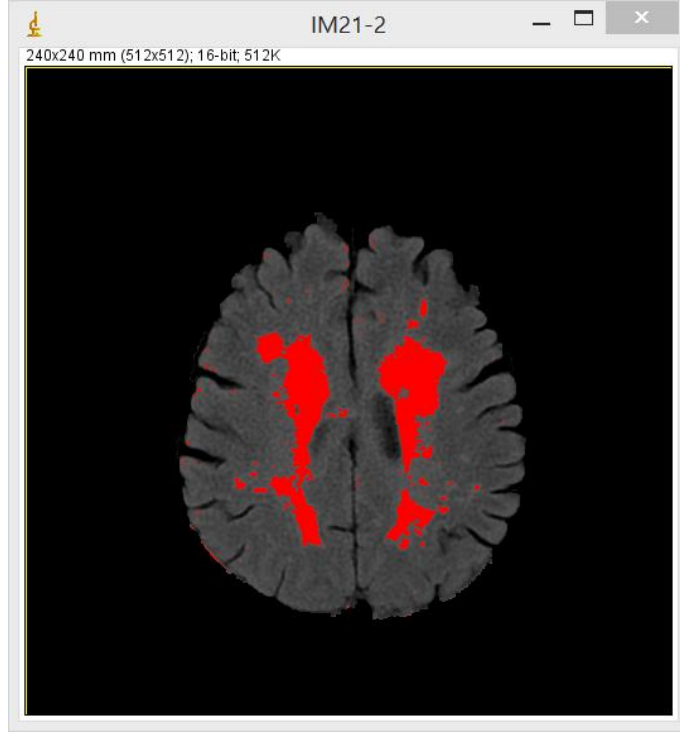
Hasta no: 3 / Görüntü kesit no: 21



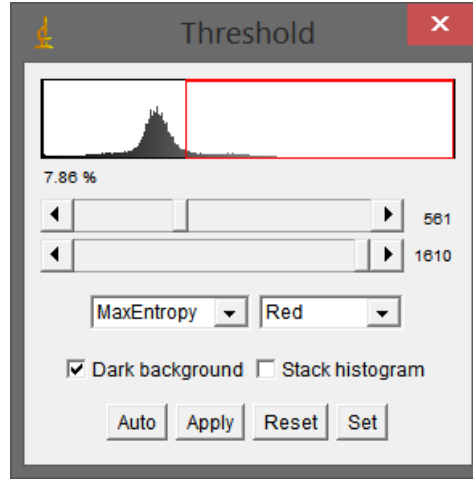
Şekil A.93 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.94 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

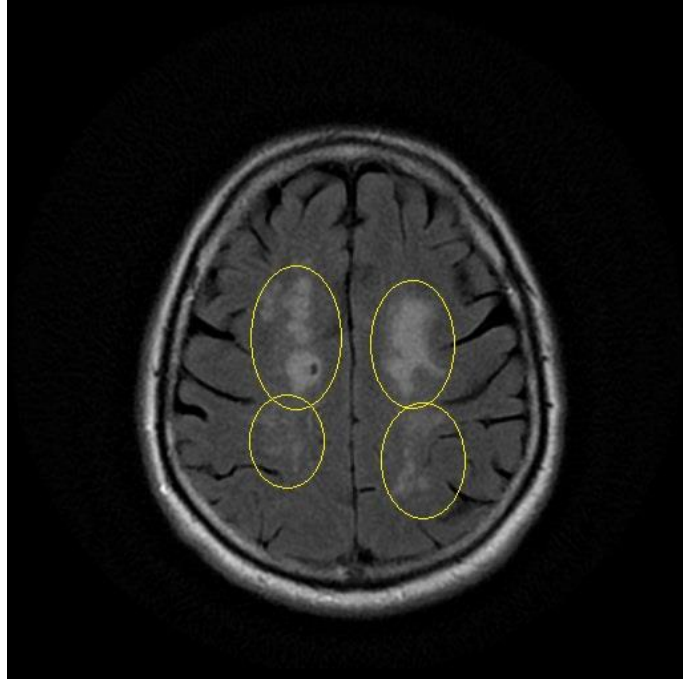


Şekil A.95 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

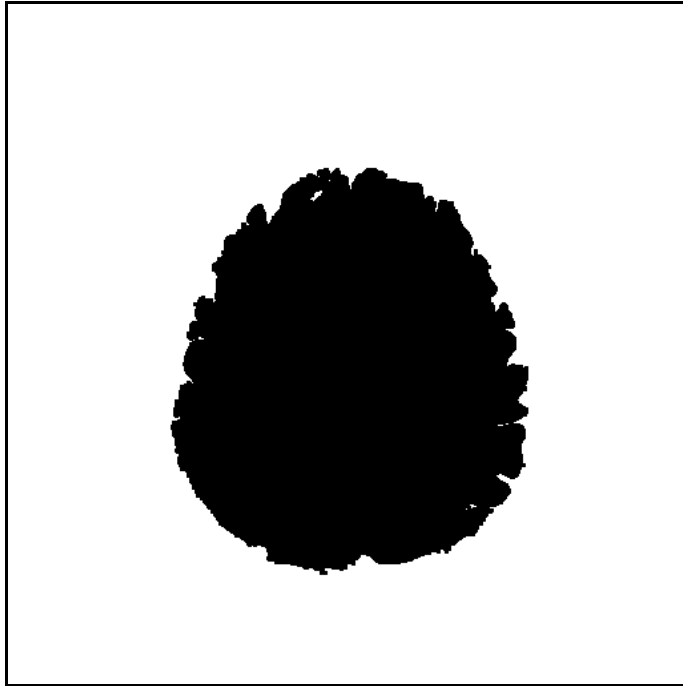


Şekil A.96 Uygulanan eşik değeri

Hasta no: 3 / Görüntü kesit no: 22



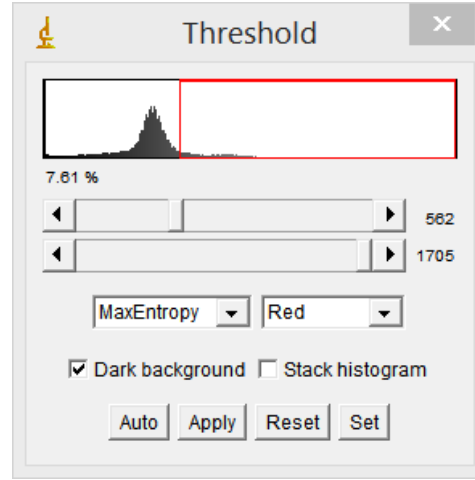
Şekil A.97 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.98 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

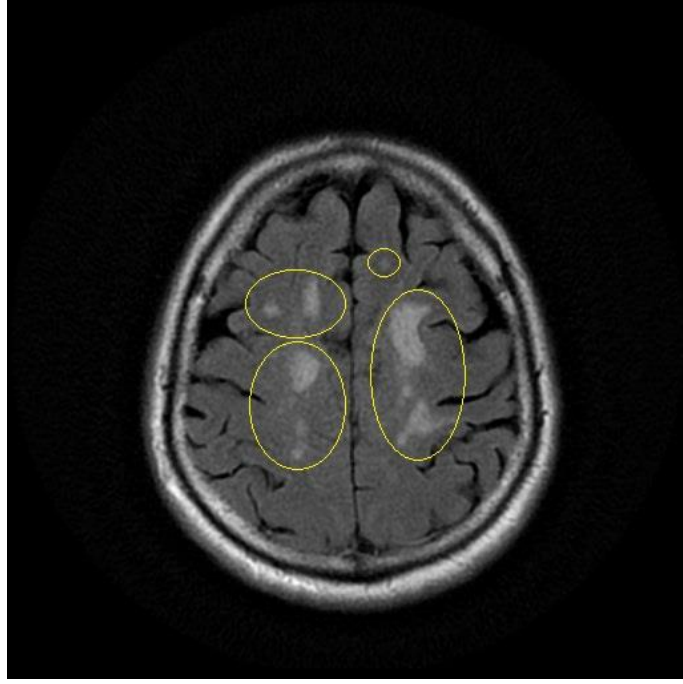


Şekil A.99 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

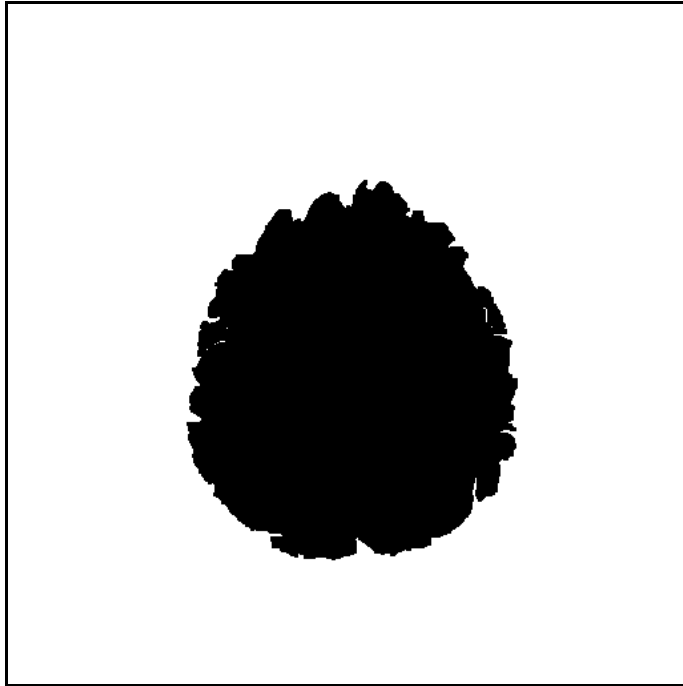


Şekil A.100 Uygulanan eşik değeri

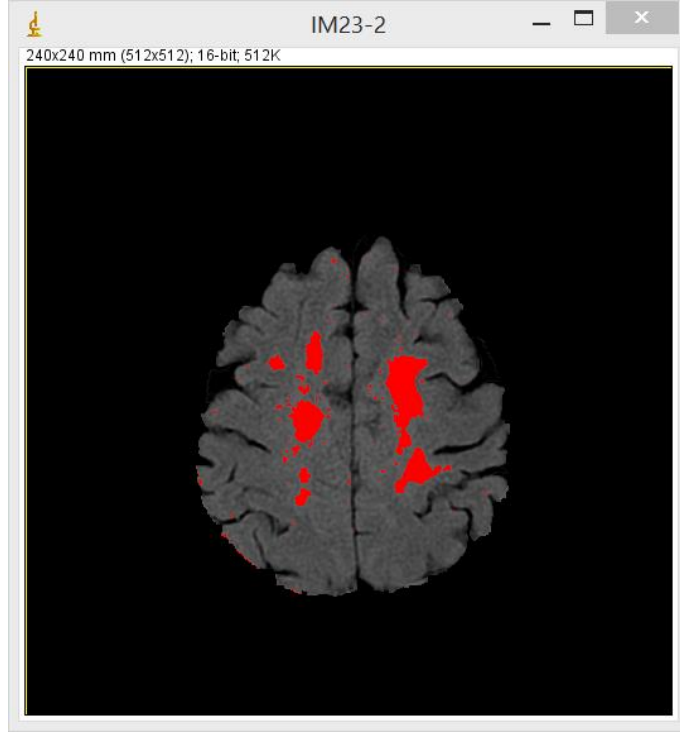
Hasta no: 3 / Görüntü kesit no: 23



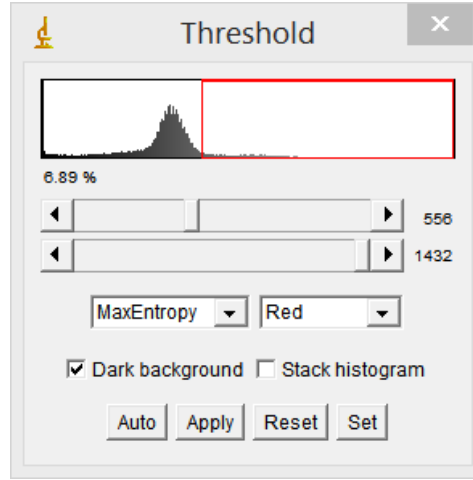
Şekil A.101 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.102 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

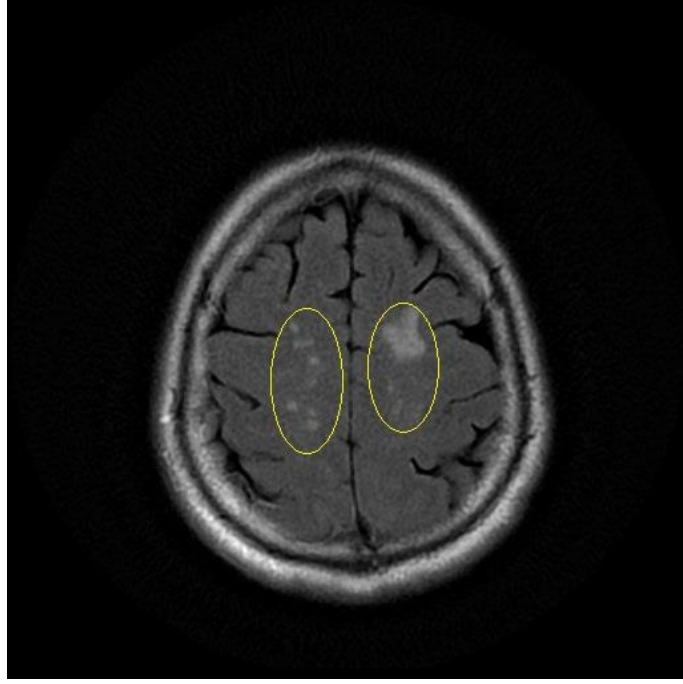


Şekil A.103 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

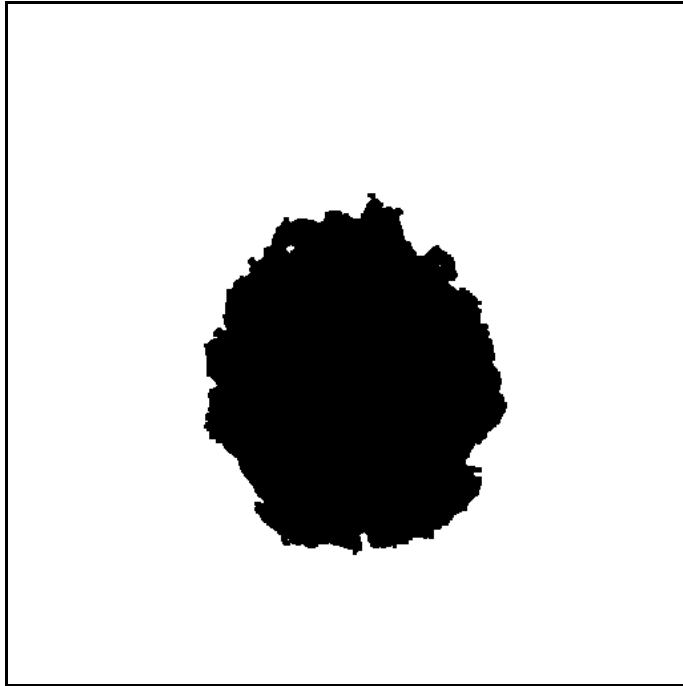


Şekil A.104 Uygulanan eşik değeri

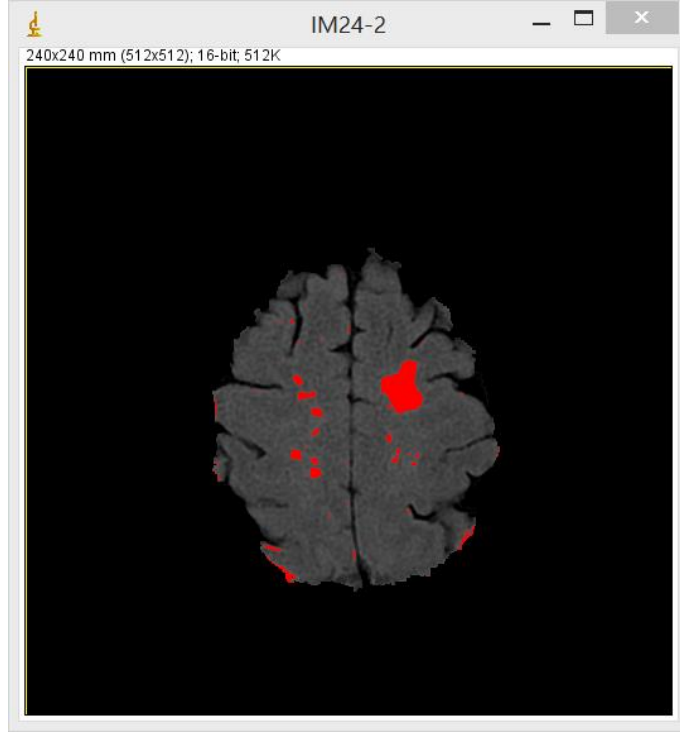
Hasta no: 3 / Görüntü kesit no: 24



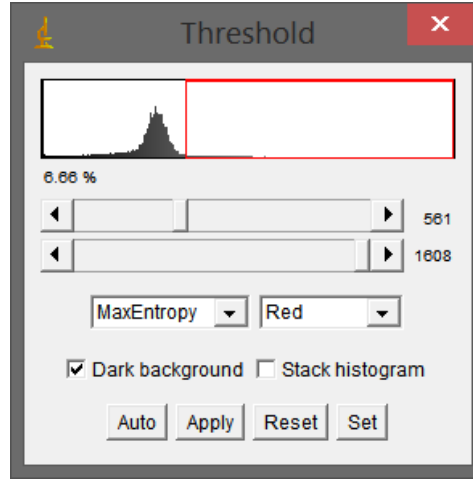
Şekil A.105 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.106 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

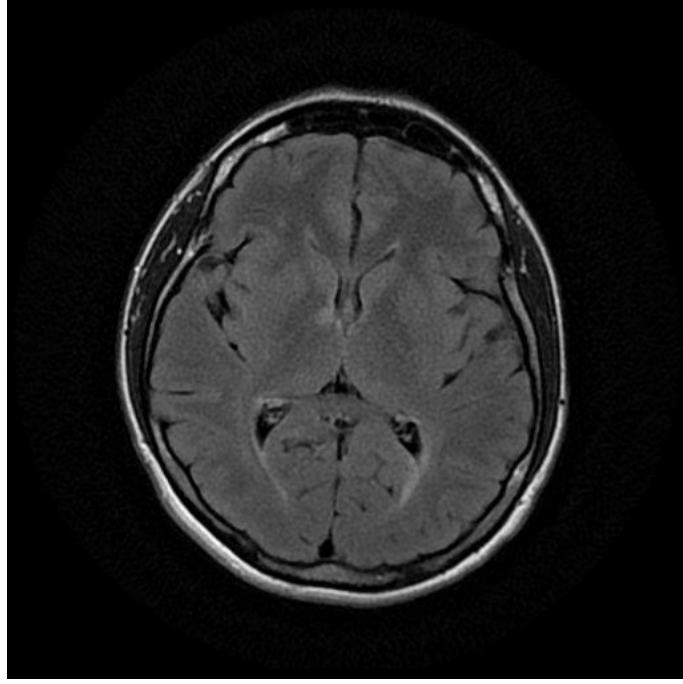


Şekil A.107 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

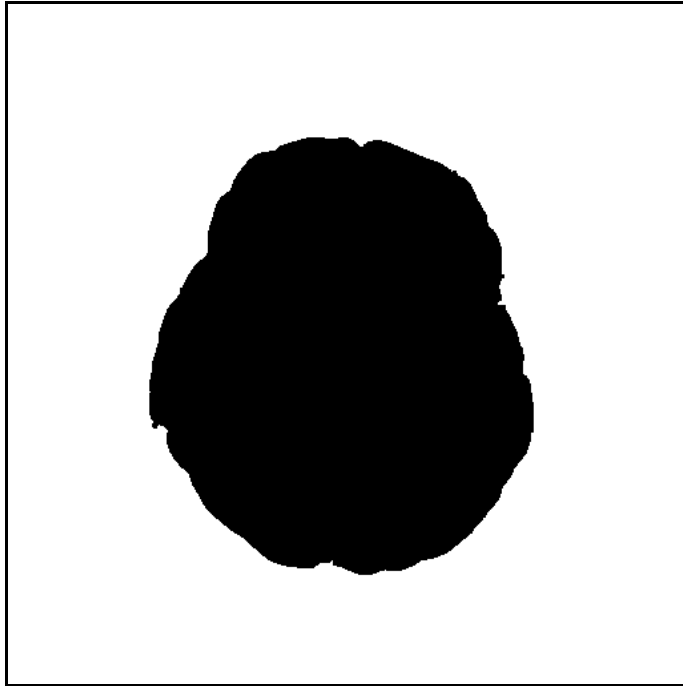


Şekil A.108 Uygulanan eşik değeri

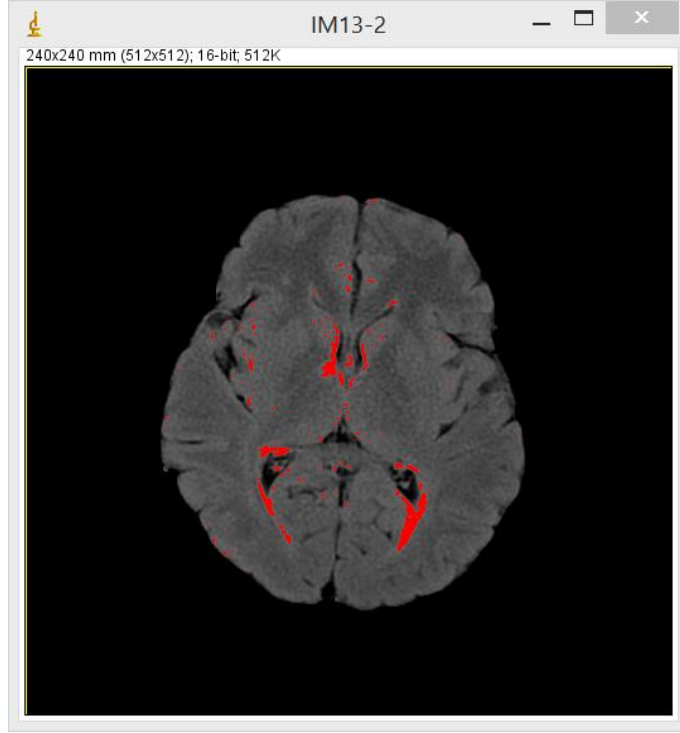
Hasta no: 4 / Görüntü kesit no: 13



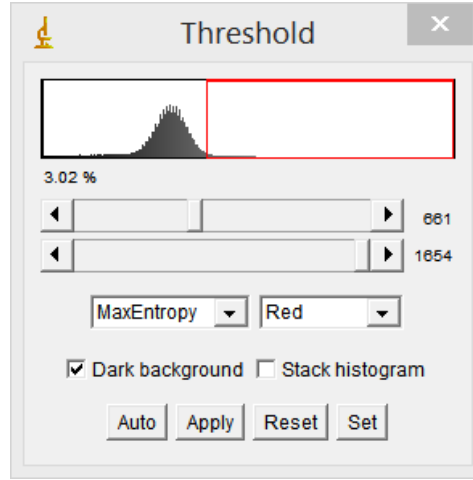
Şekil A.109 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.110 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

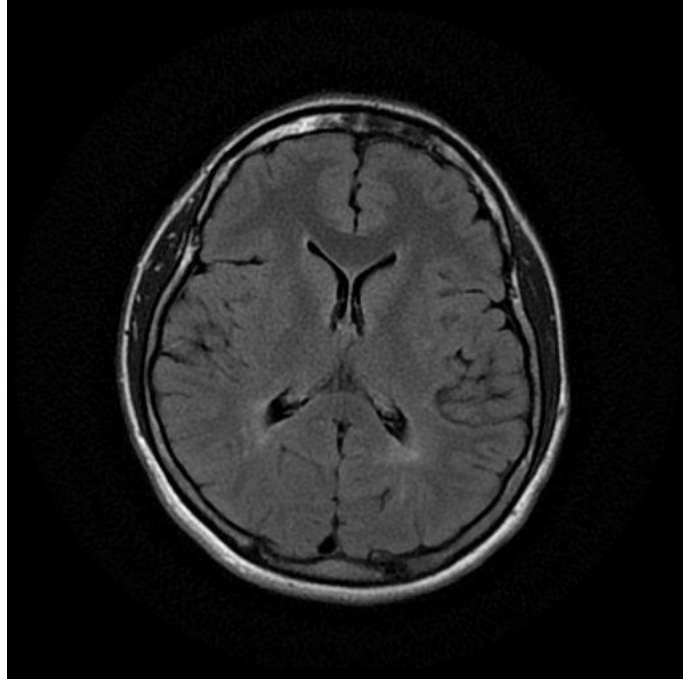


Şekil A.111 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

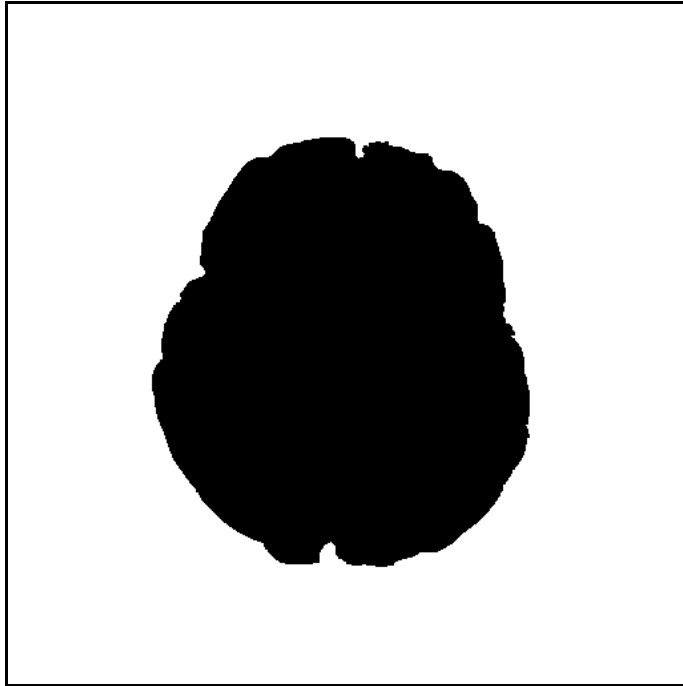


Şekil A.112 Uygulanan eşik değeri

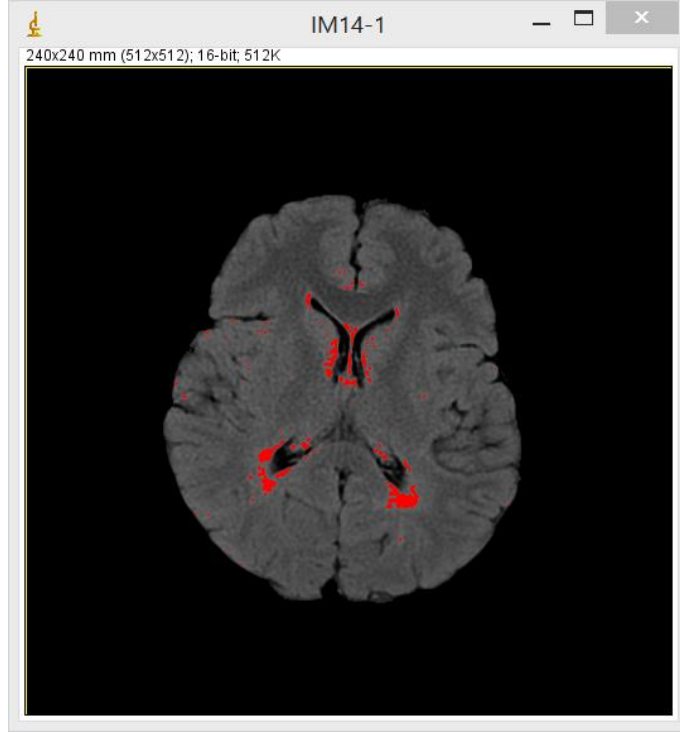
Hasta no: 4 / Görüntü kesit no: 14



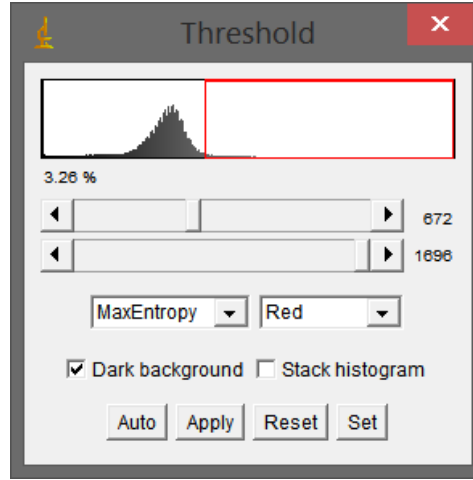
Şekil A.113 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.114 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

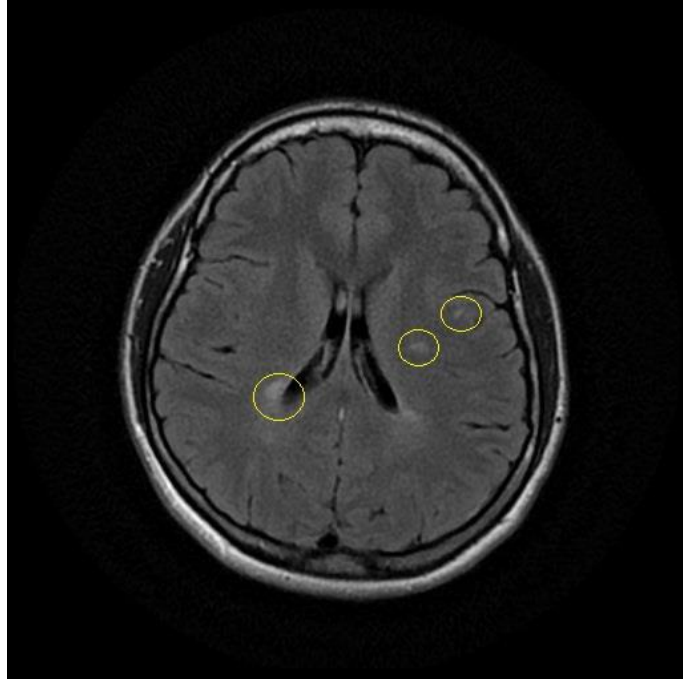


Şekil A.115 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

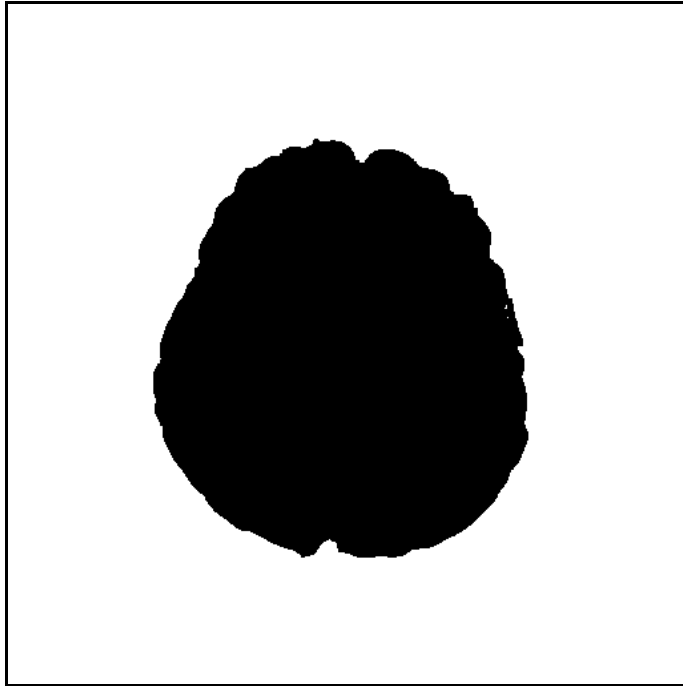


Şekil A.116 Uygulanan eşik değeri

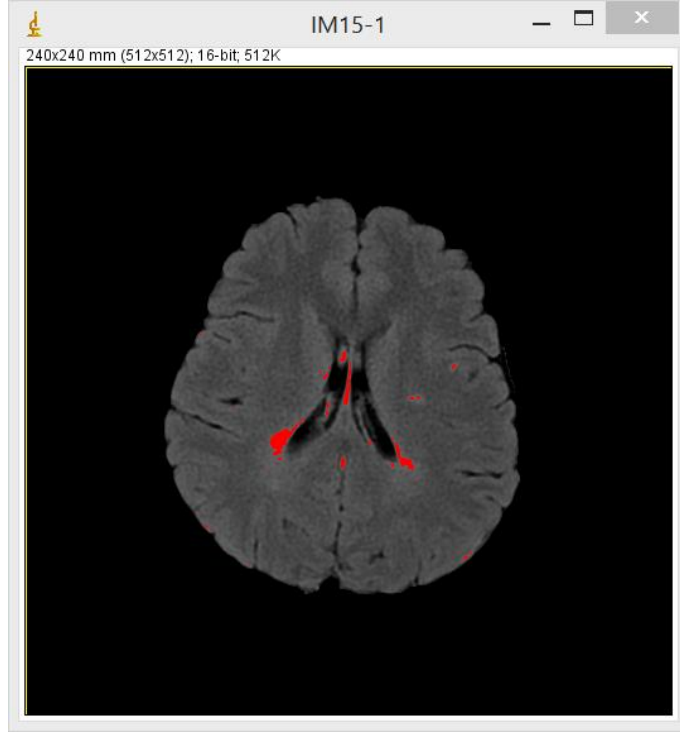
Hasta no: 4 / Görüntü kesit no: 15



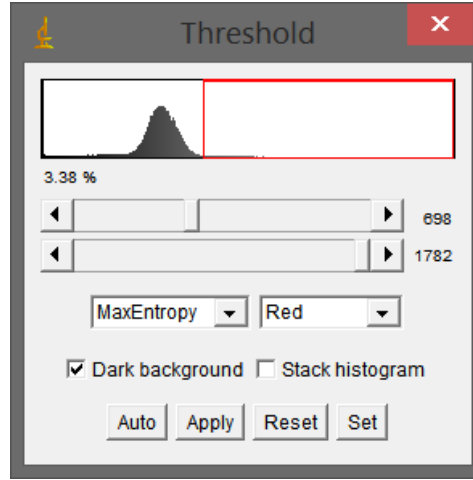
Şekil A.117 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.118 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

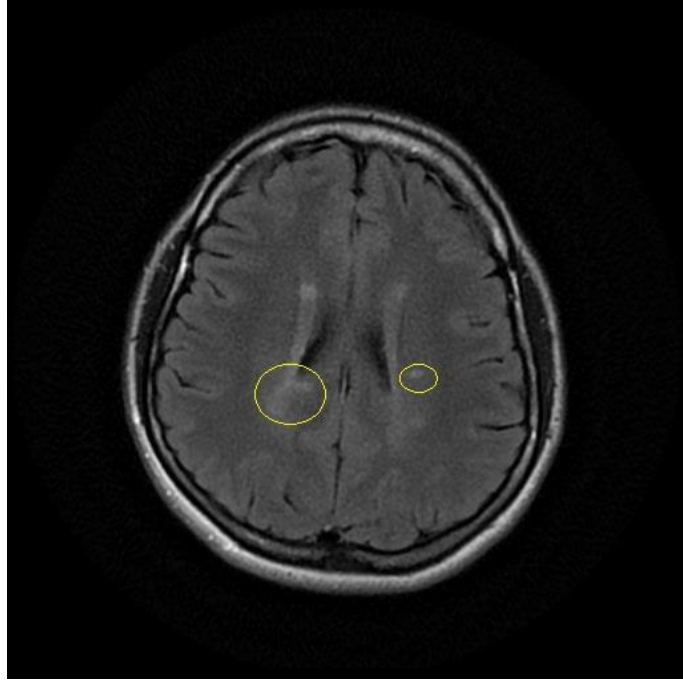


Şekil A.119 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

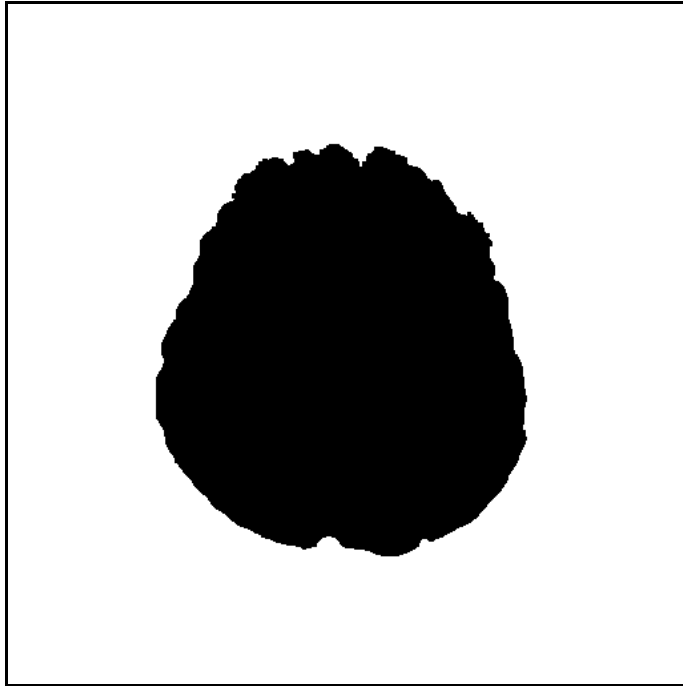


Şekil A.120 Uygulanan eşik değeri

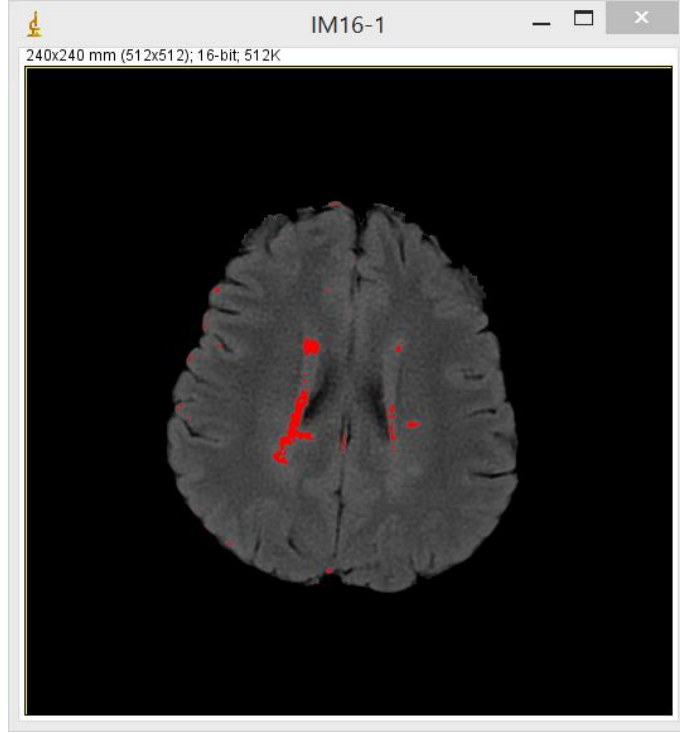
Hasta no: 4 / Görüntü kesit no: 16



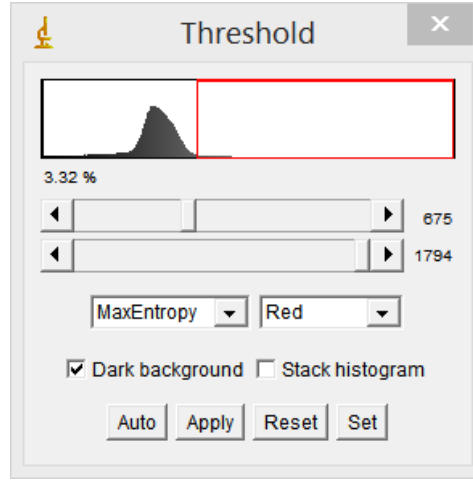
Şekil A.121 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.122 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

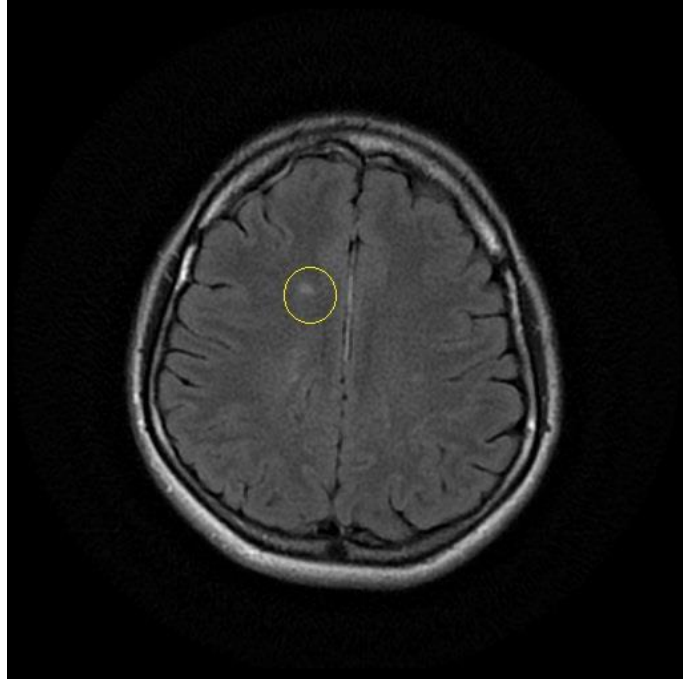


Şekil A.123 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

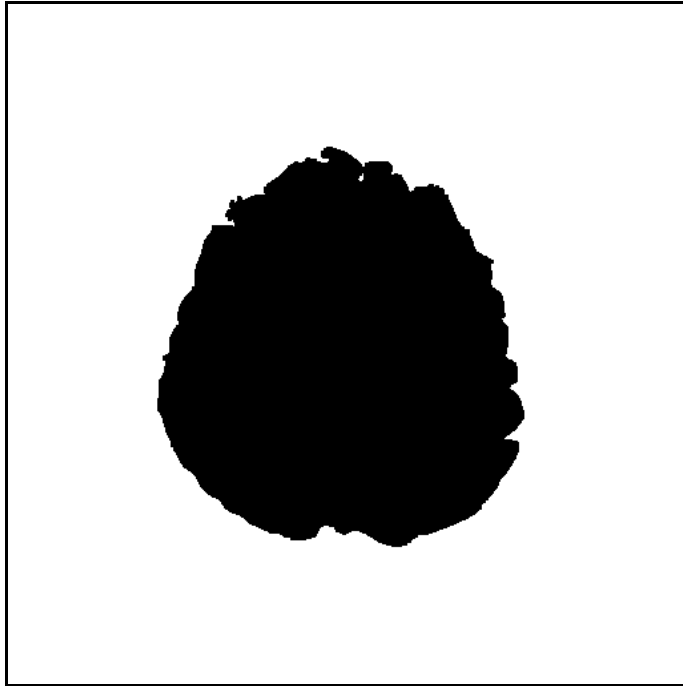


Şekil A.124 Uygulanan eşik değeri

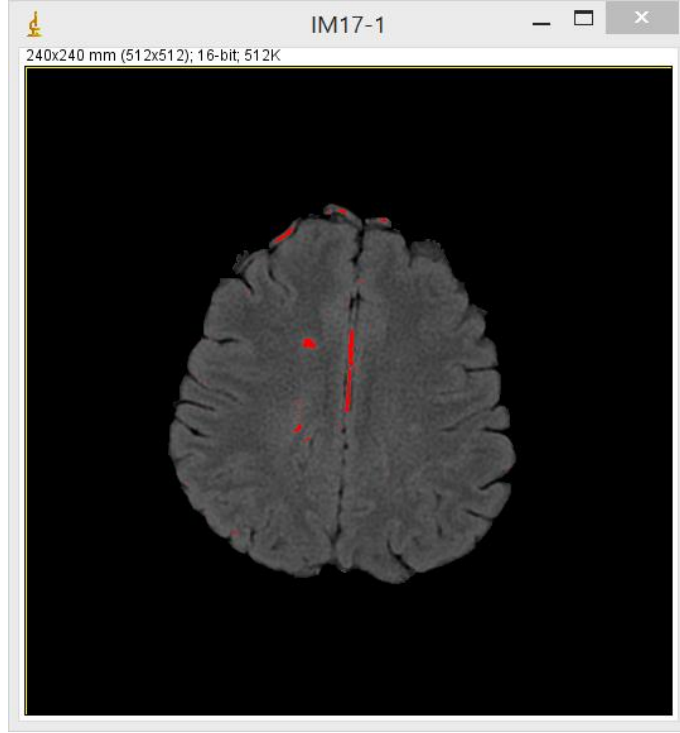
Hasta no: 4 / Görüntü kesit no: 17



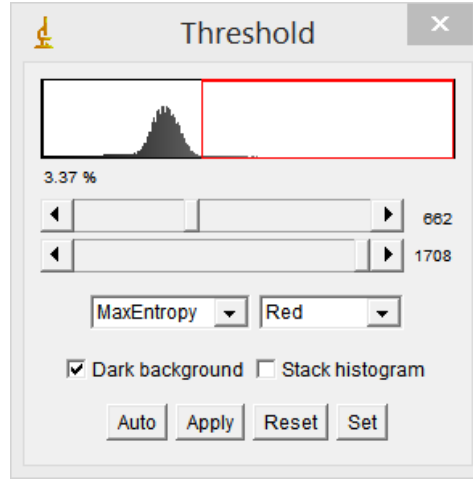
Şekil A.125 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.126 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

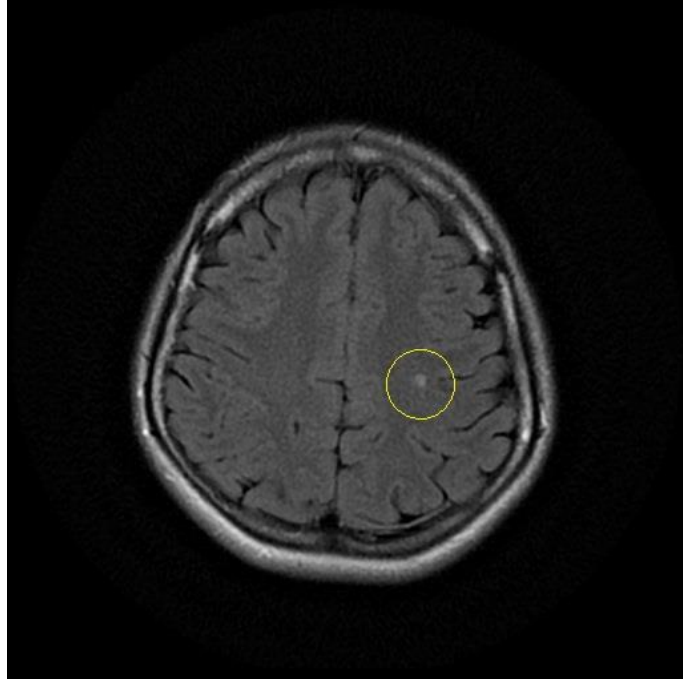


Şekil A.127 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

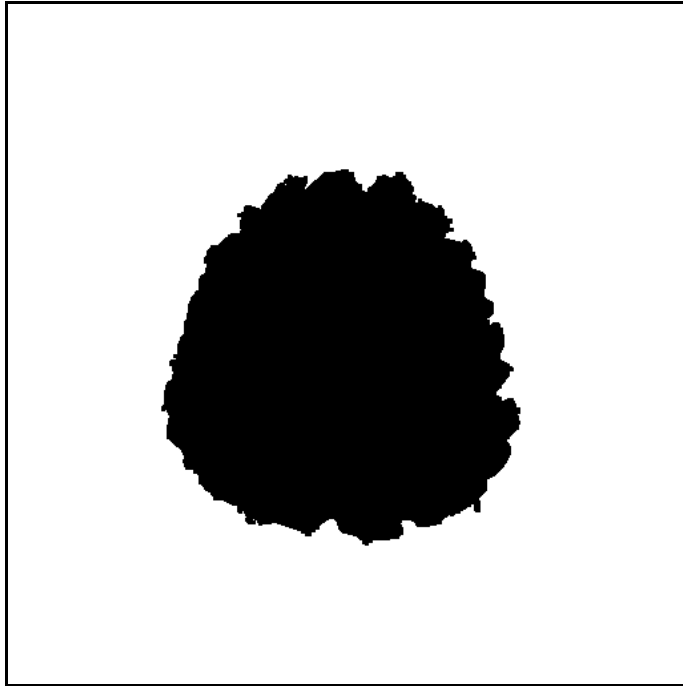


Şekil A.128 Uygulanan eşik değeri

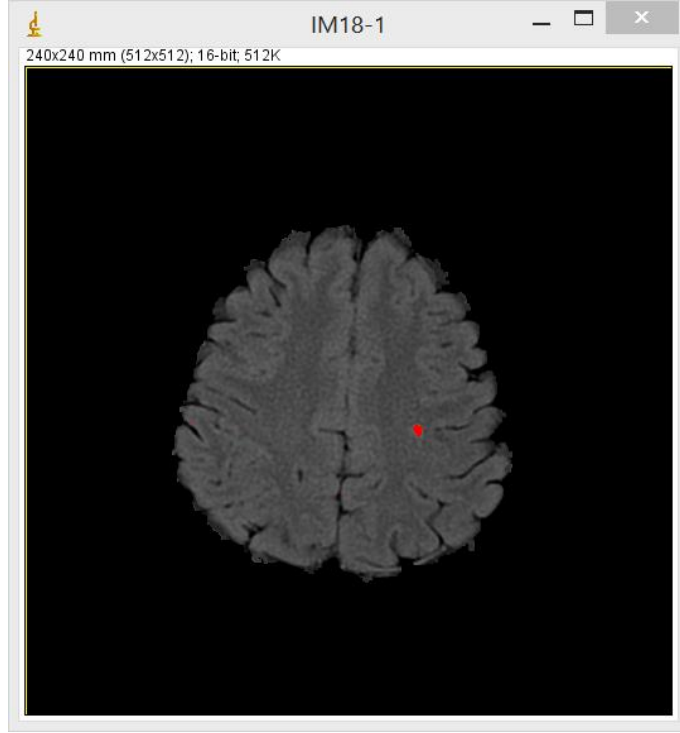
Hasta no: 4 / Görüntü kesit no: 18



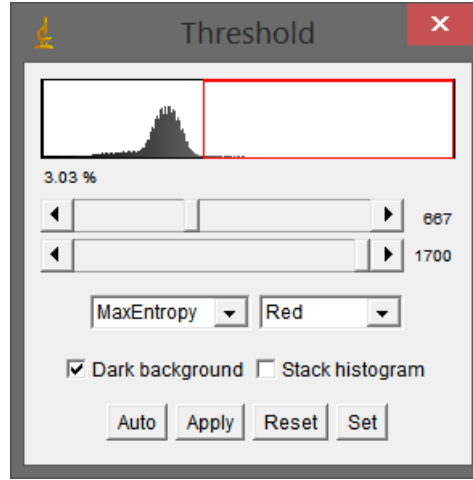
Şekil A.129 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.130 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

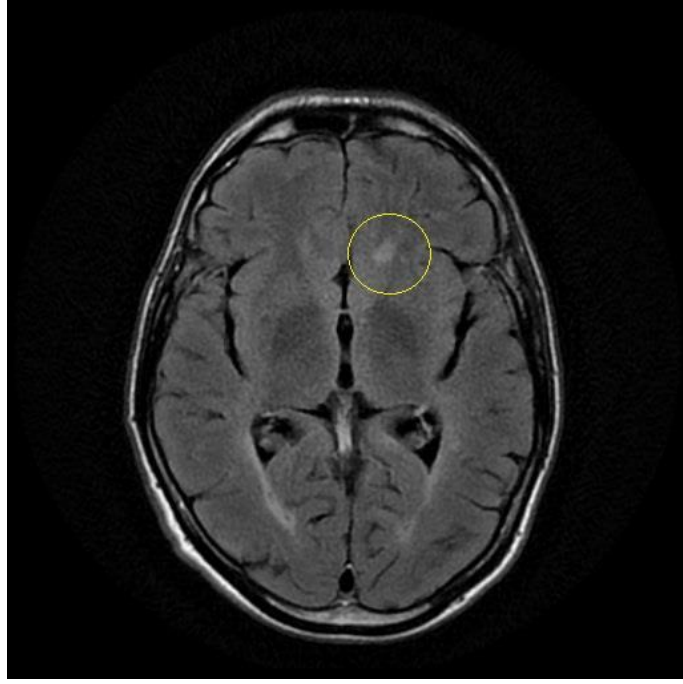


Şekil A.131 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

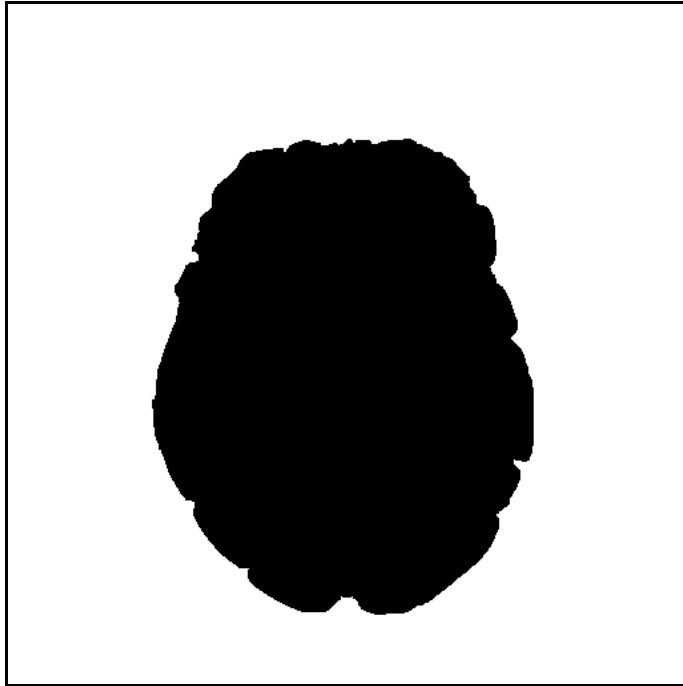


Şekil A.132 Uygulanan eşik değeri

Hasta no: 5 / Görüntü kesit no: 12



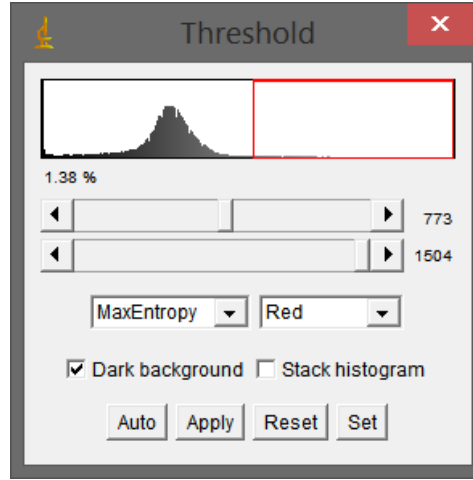
Şekil A.133 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.134 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

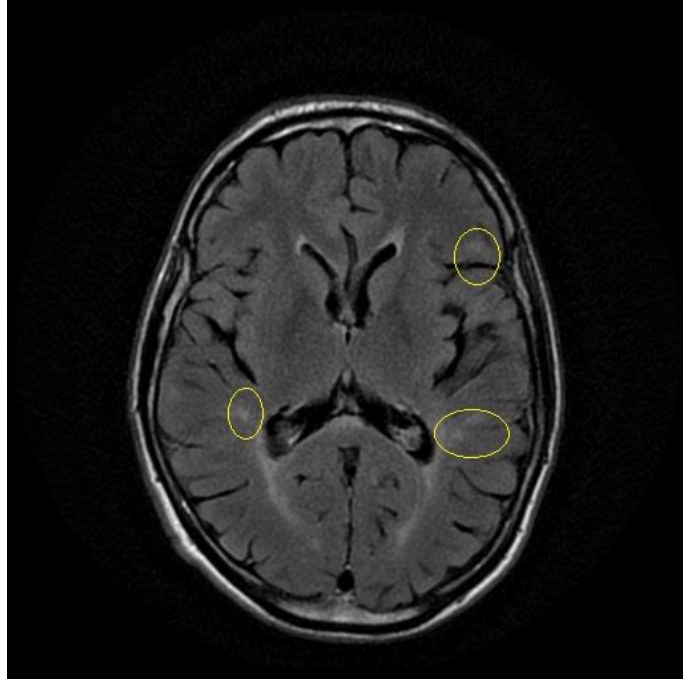


Şekil A.135 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

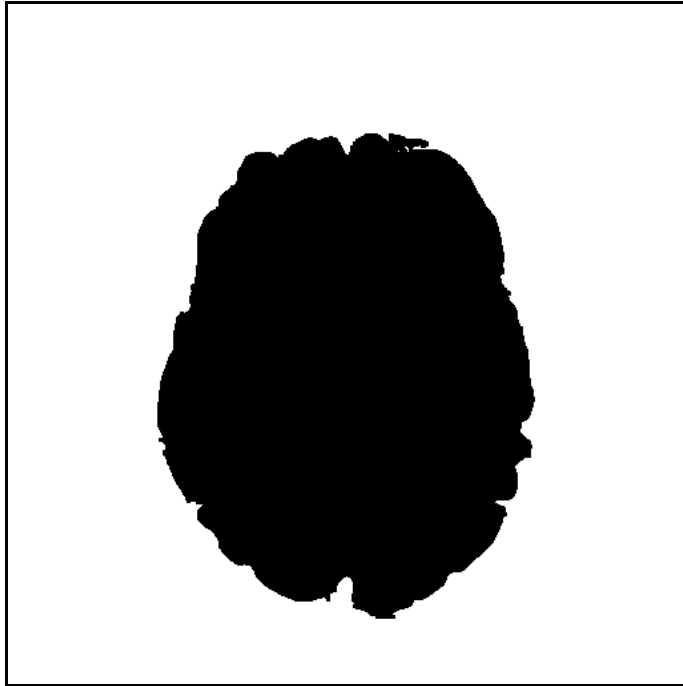


Şekil A.136 Uygulanan eşik değeri

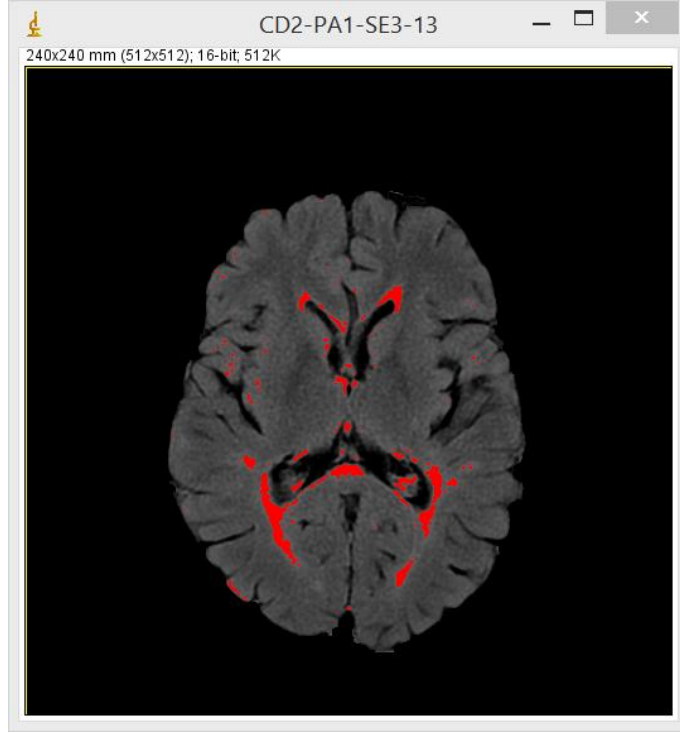
Hasta no: 5 / Görüntü kesit no: 13



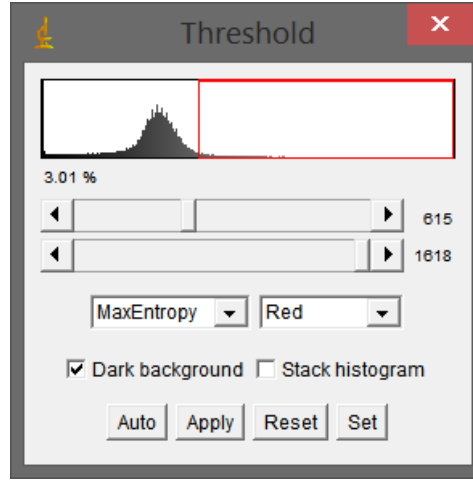
Şekil A.137 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.138 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

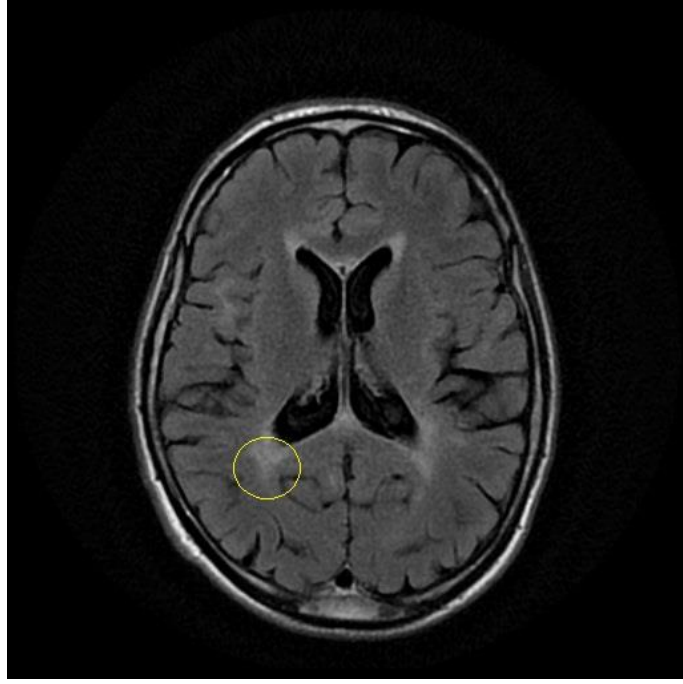


Şekil A.139 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

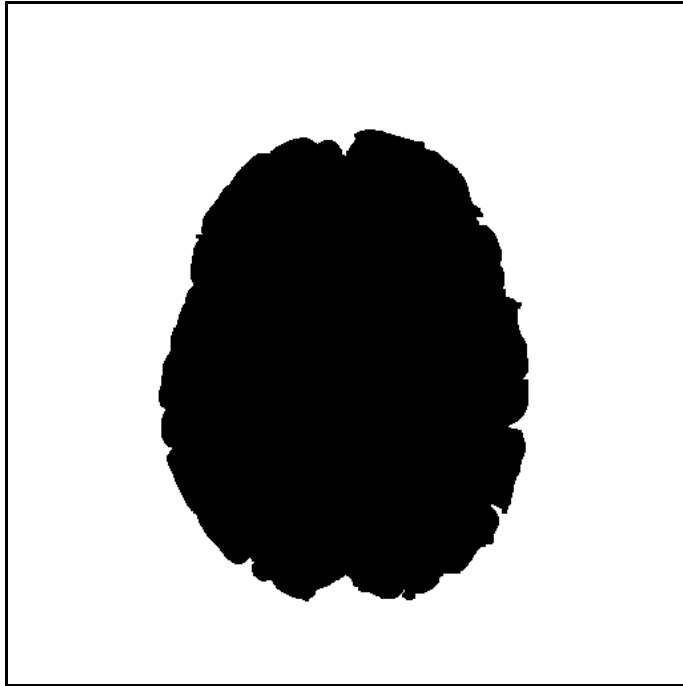


Şekil A.140 Uygulanan eşik değeri

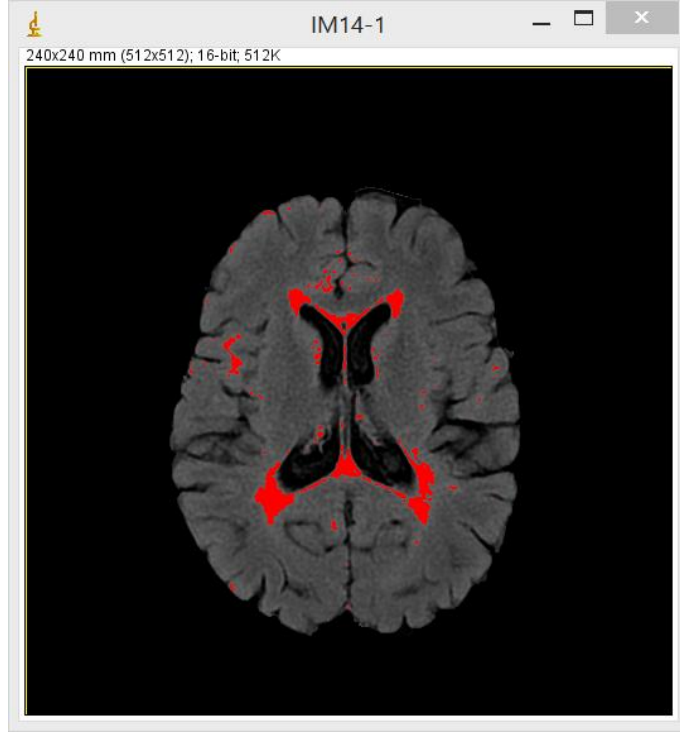
Hasta no: 5 / Görüntü kesit no: 14



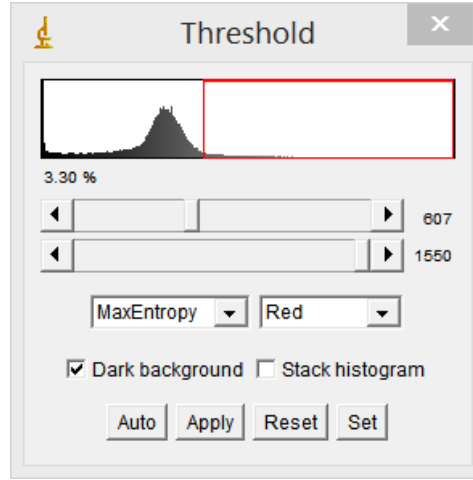
Şekil A.141 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.142 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

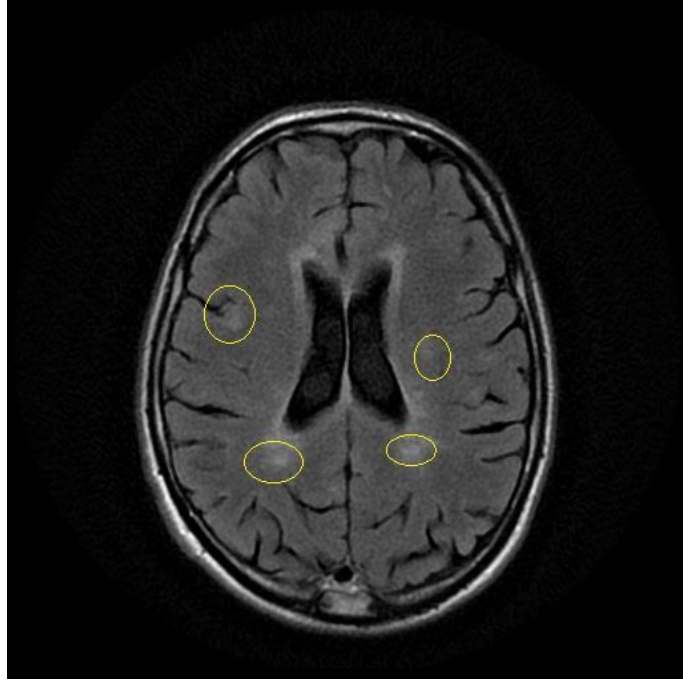


Şekil A.143 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

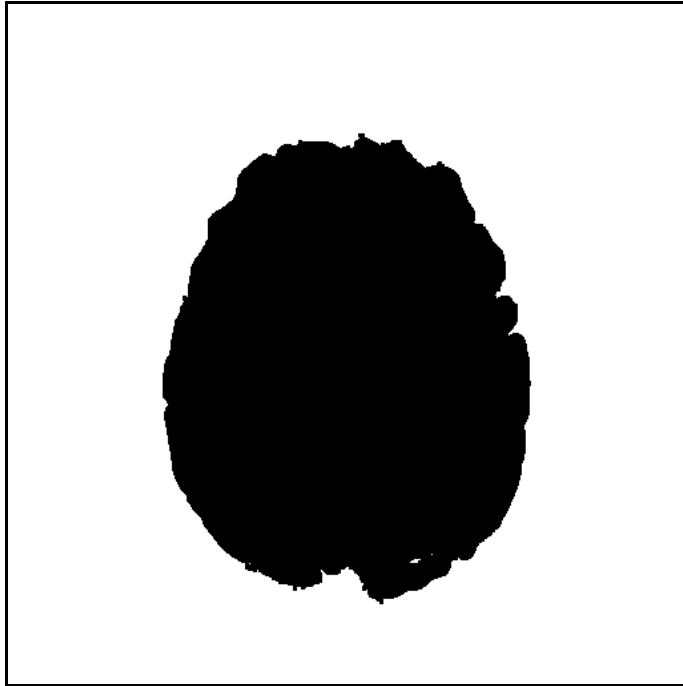


Şekil A.144 Uygulanan eşik değeri

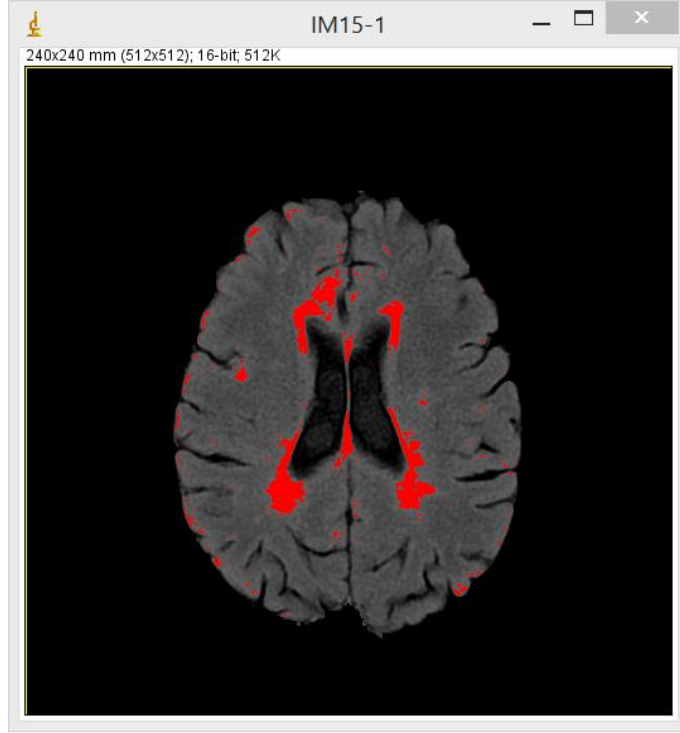
Hasta no: 5 / Görüntü kesit no: 15



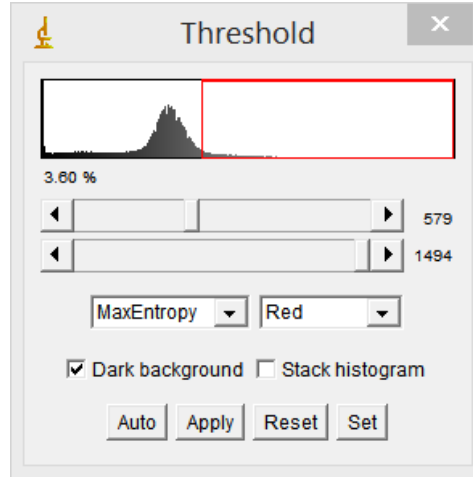
Şekil A.145 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.146 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

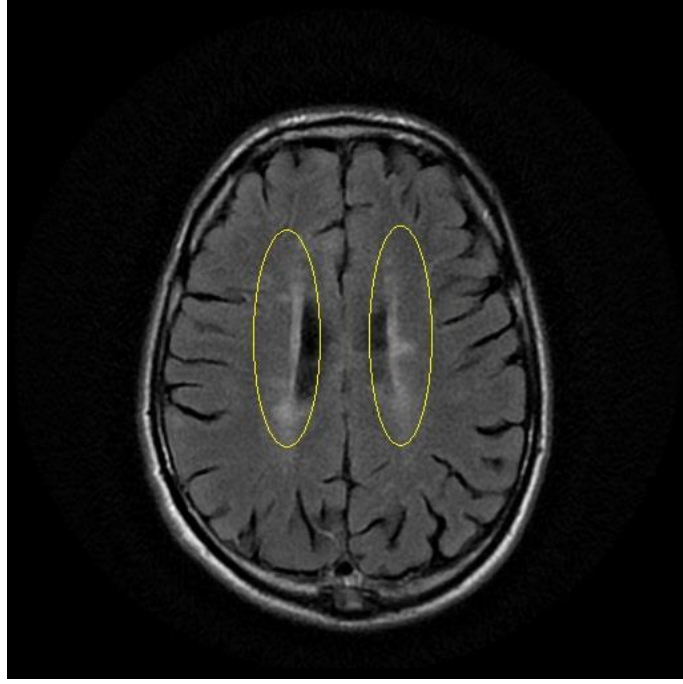


Şekil A.147 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

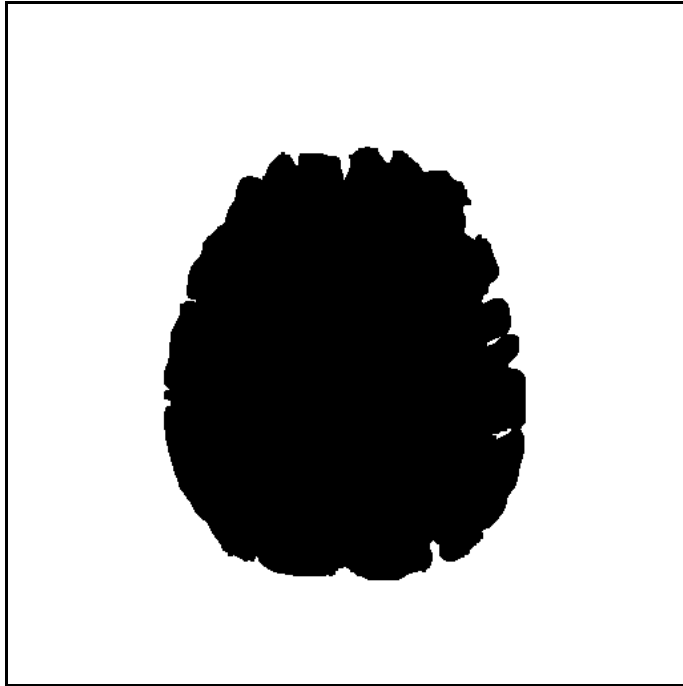


Şekil A.148 Uygulanan eşik değeri

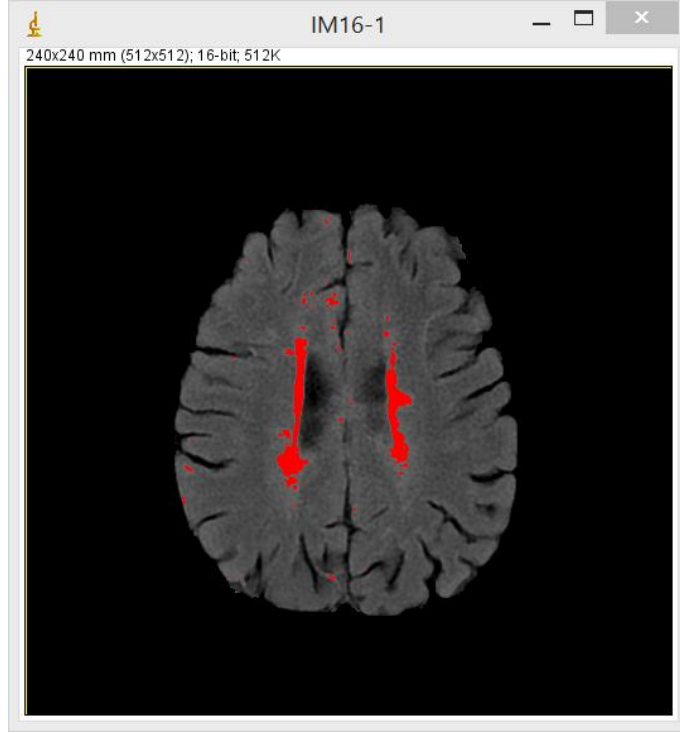
Hasta no: 5 / Görüntü kesit no: 16



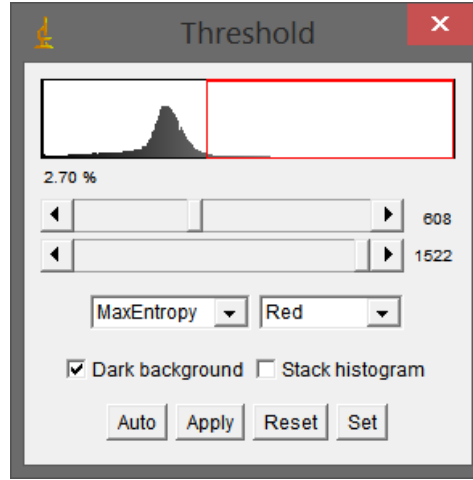
Şekil A.149 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.150 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

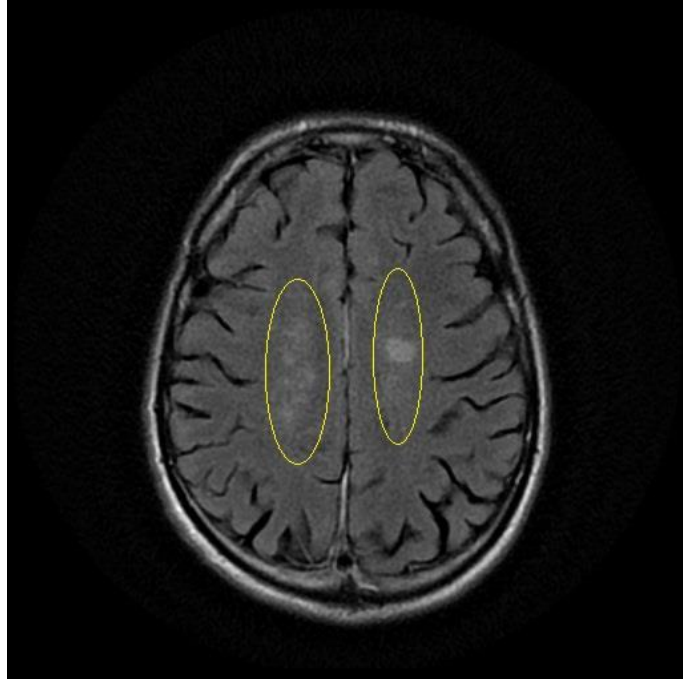


Şekil A.151 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

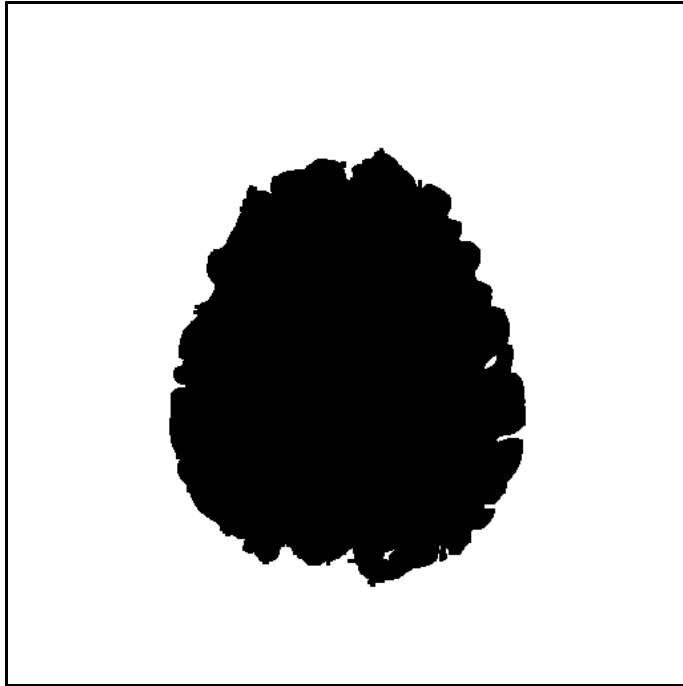


Şekil A.152 Uygulanan eşik değeri

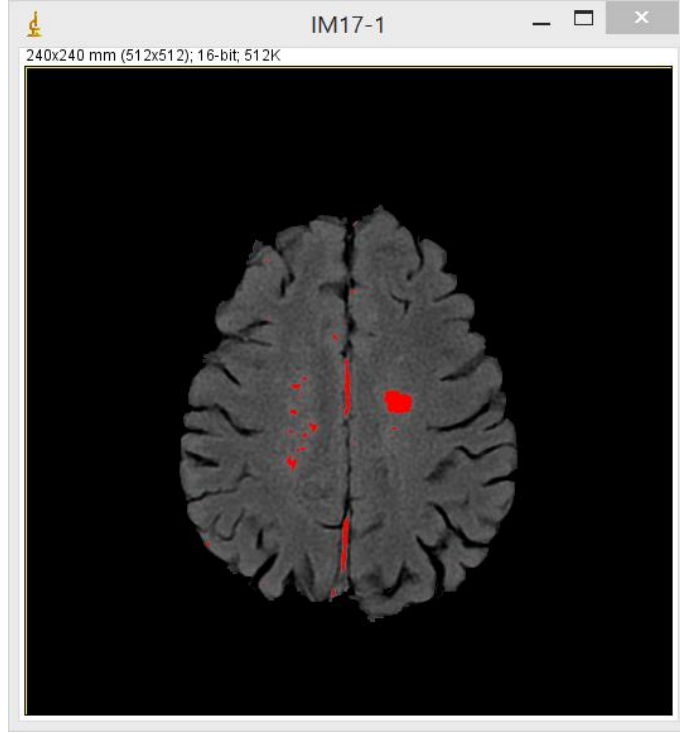
Hasta no: 5 / Görüntü kesit no: 17



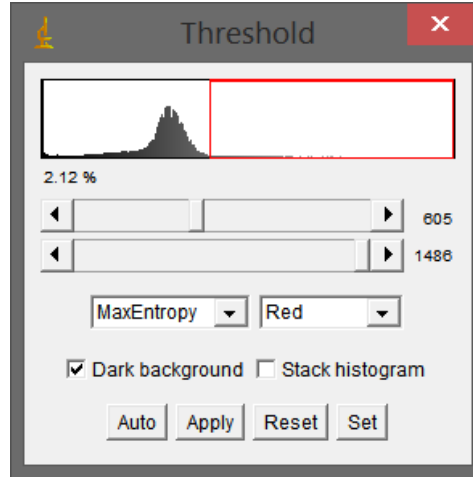
Şekil A.153 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.154 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

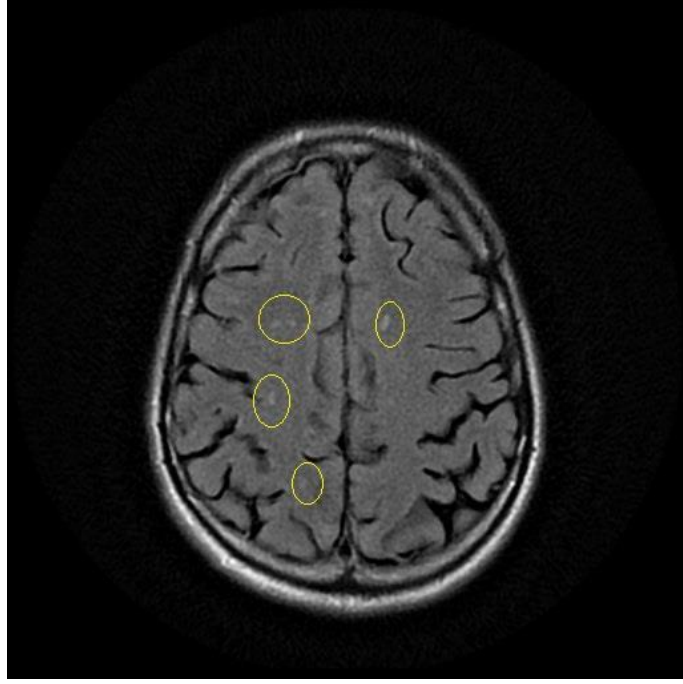


Şekil A.155 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

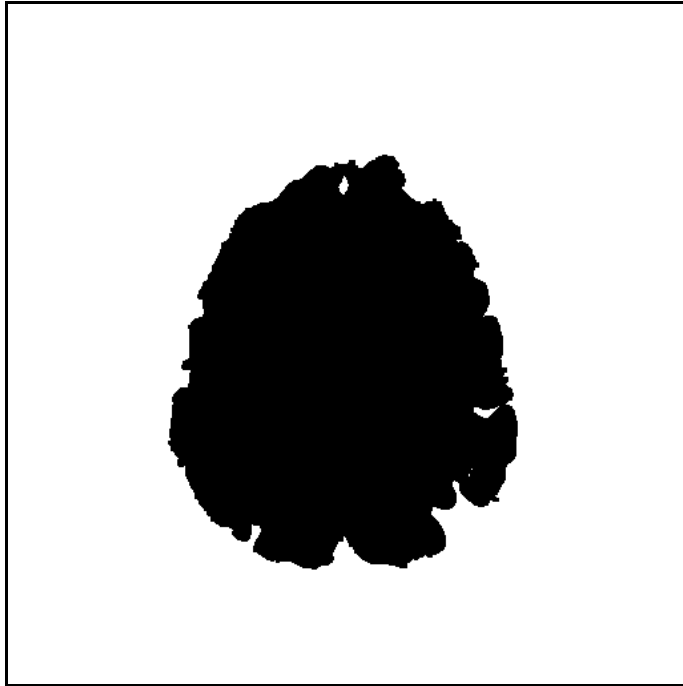


Şekil A.156 Uygulanan eşik değeri

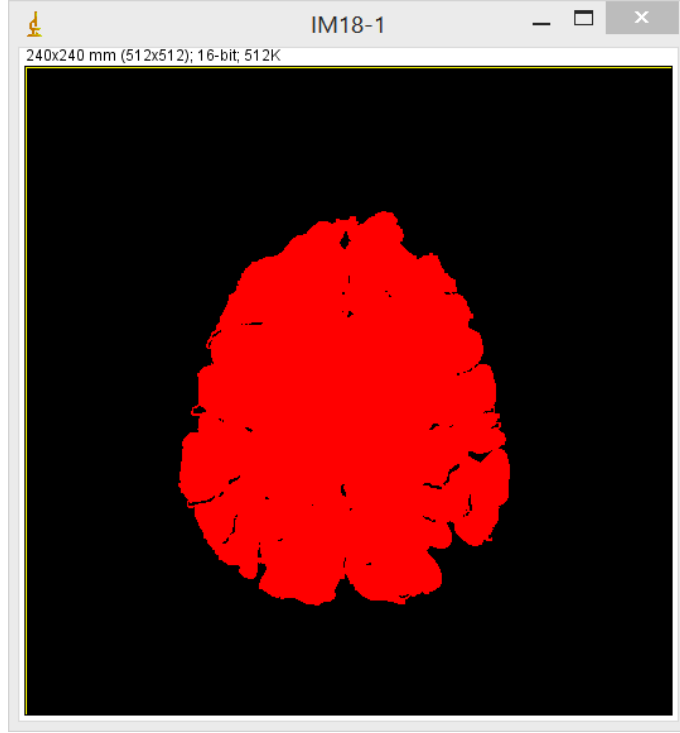
Hasta no: 5 / Görüntü kesit no: 18



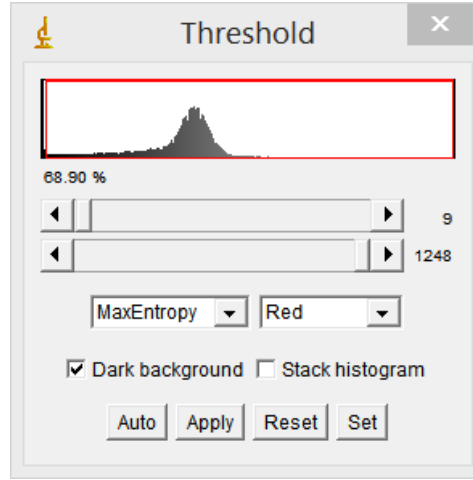
Şekil A.157 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.158 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

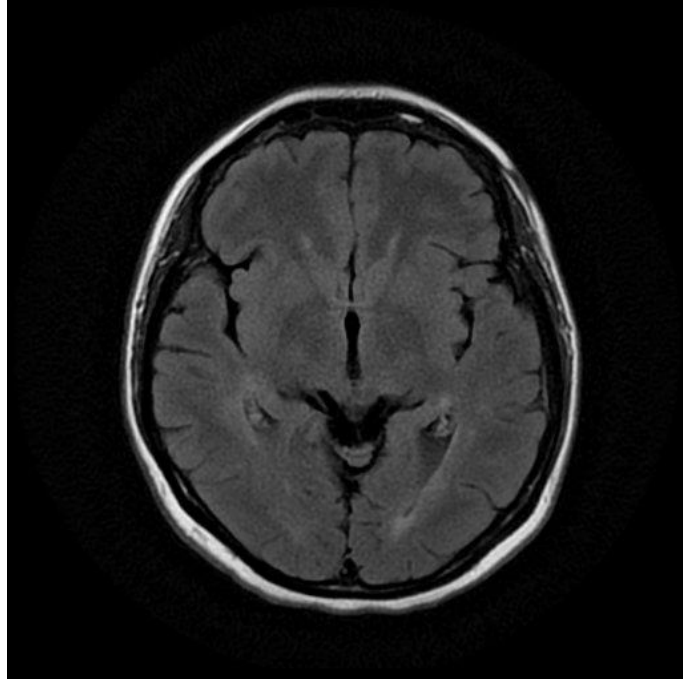


Şekil A.159 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

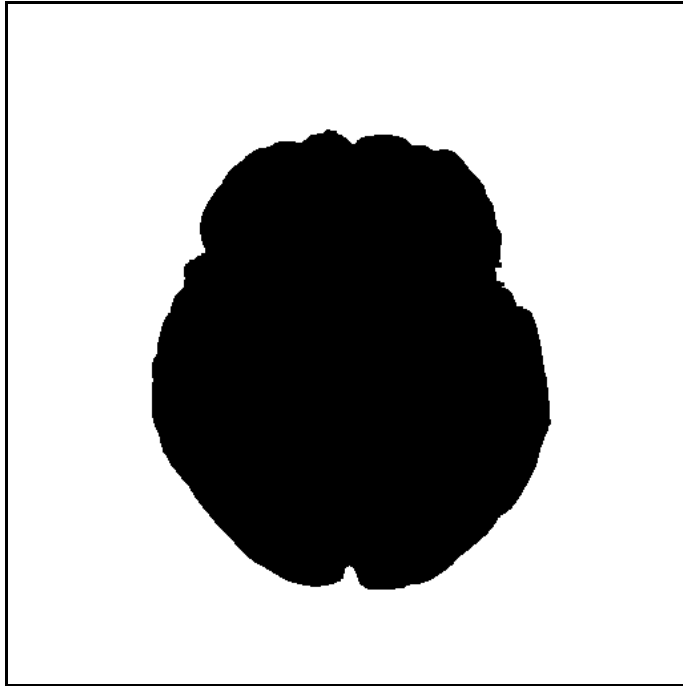


Şekil A.160 Uygulanan eşik değeri

Hasta no: 6 / Görüntü kesit no: 10



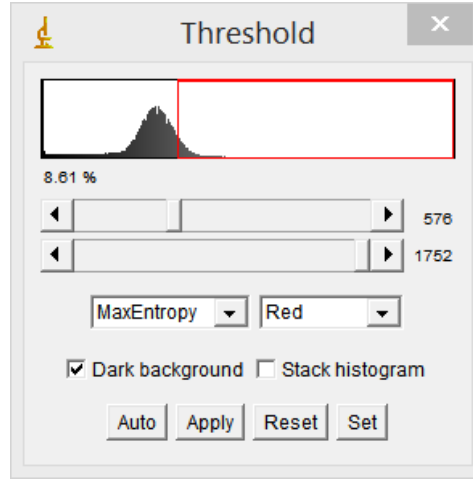
Şekil A.161 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.162 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

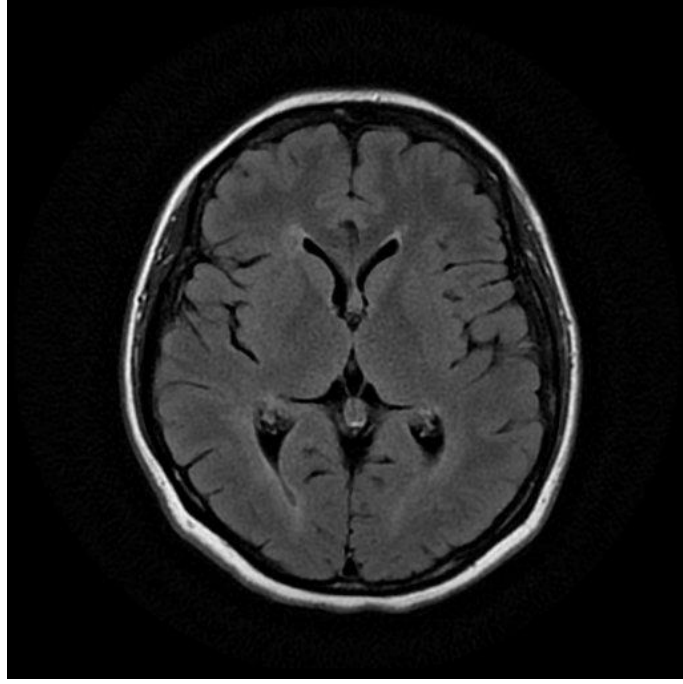


Şekil A.163 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

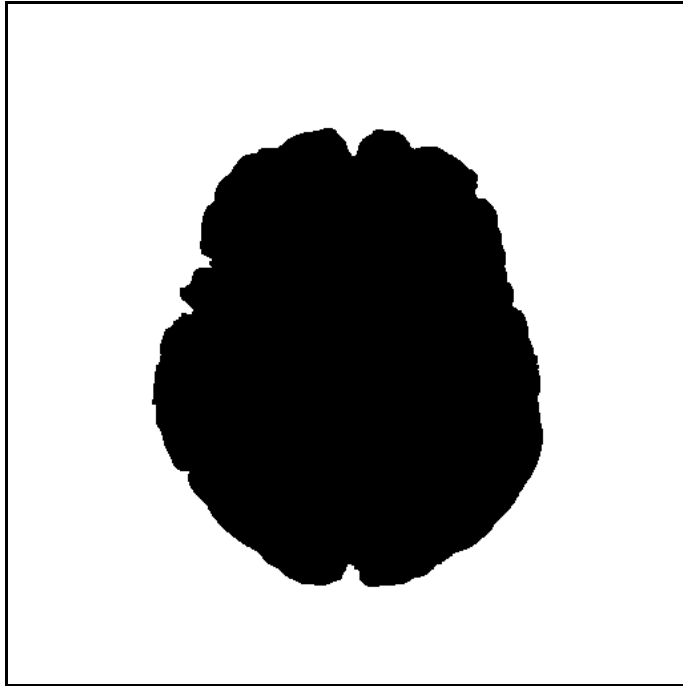


Şekil A.164 Uygulanan eşik değeri

Hasta no: 6 / Görüntü kesit no: 11



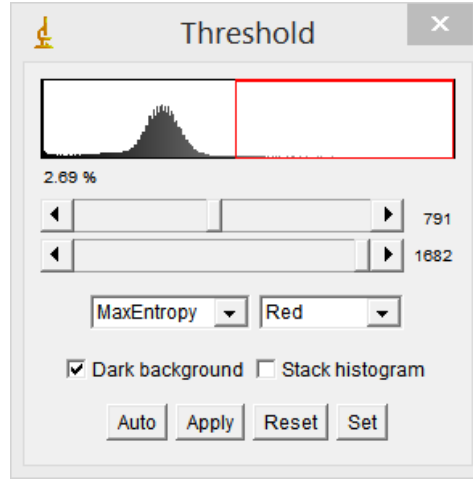
Şekil A.165 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.166 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

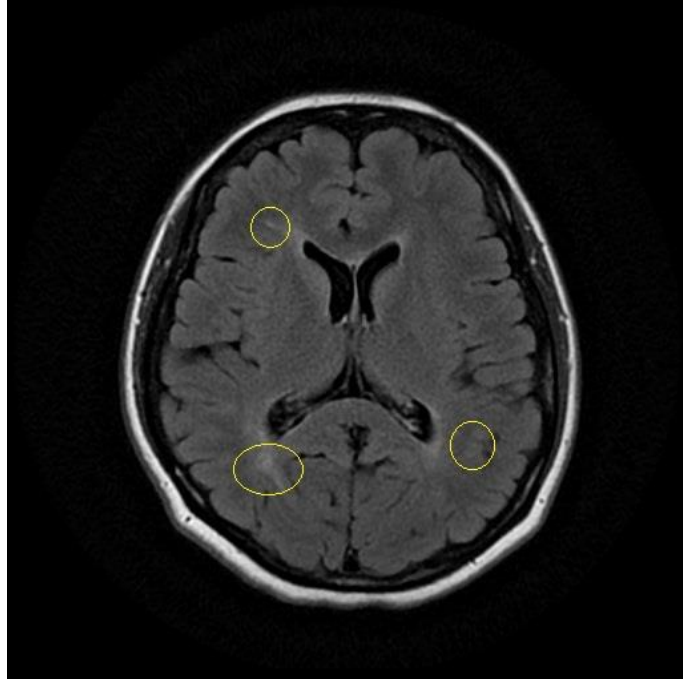


Şekil A.167 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

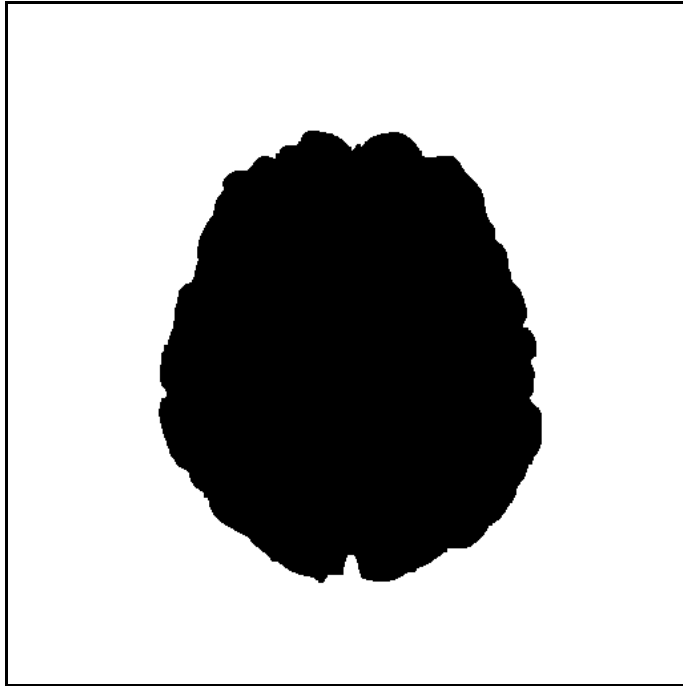


Şekil A.168 Uygulanan eşik değeri

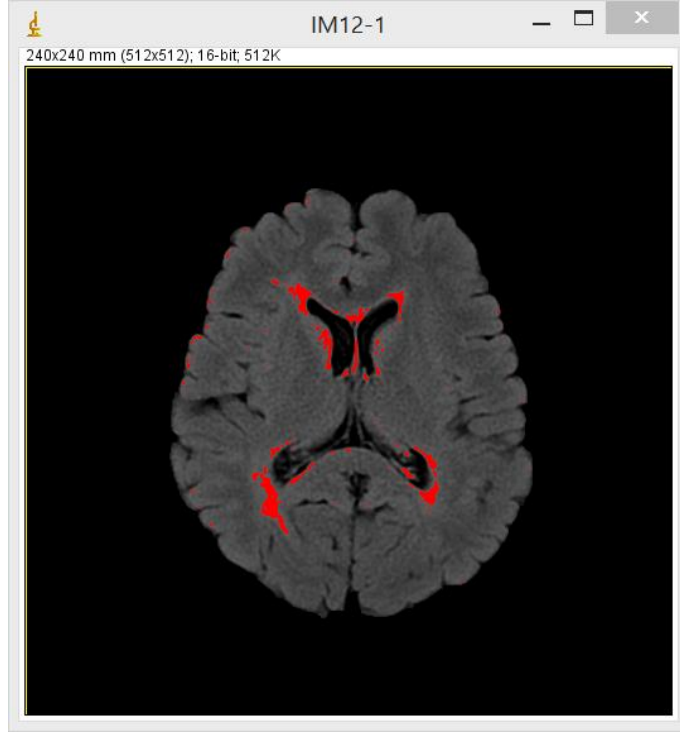
Hasta no: 6 / Görüntü kesit no: 12



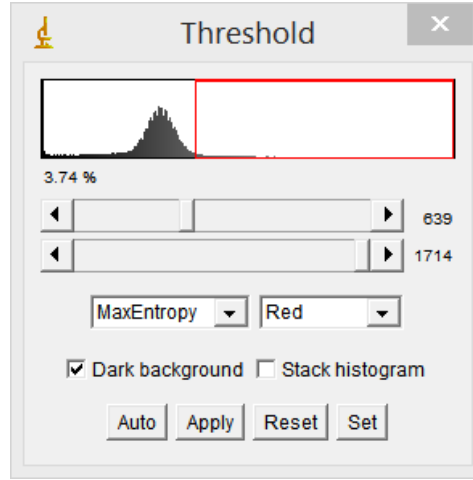
Şekil A.169 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.170 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

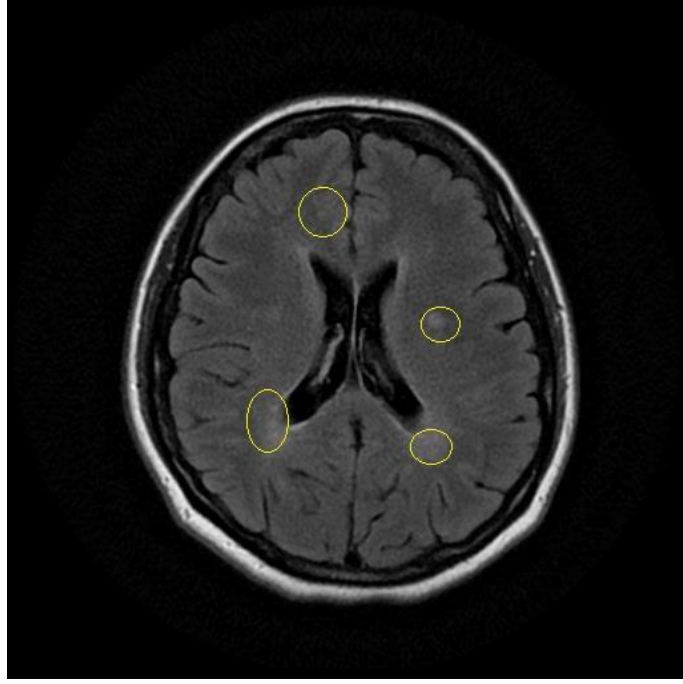


Şekil A.171 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

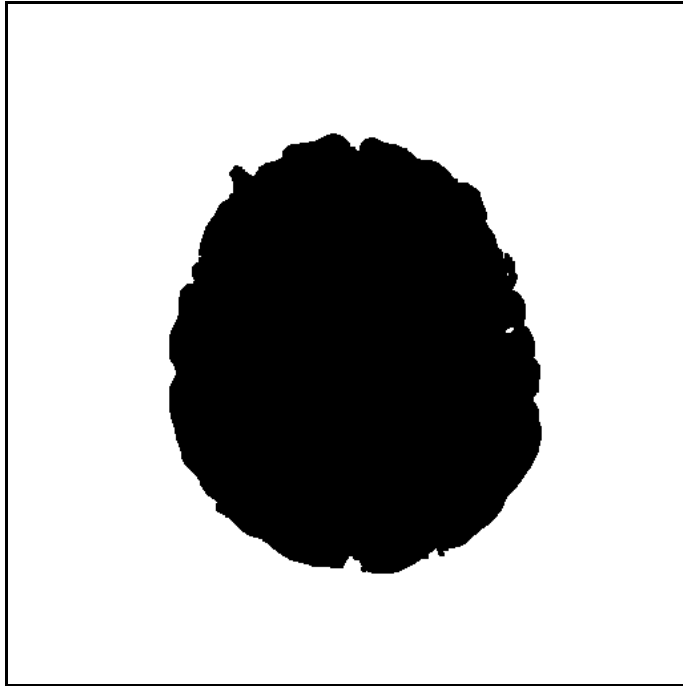


Şekil A.172 Uygulanan eşik değeri

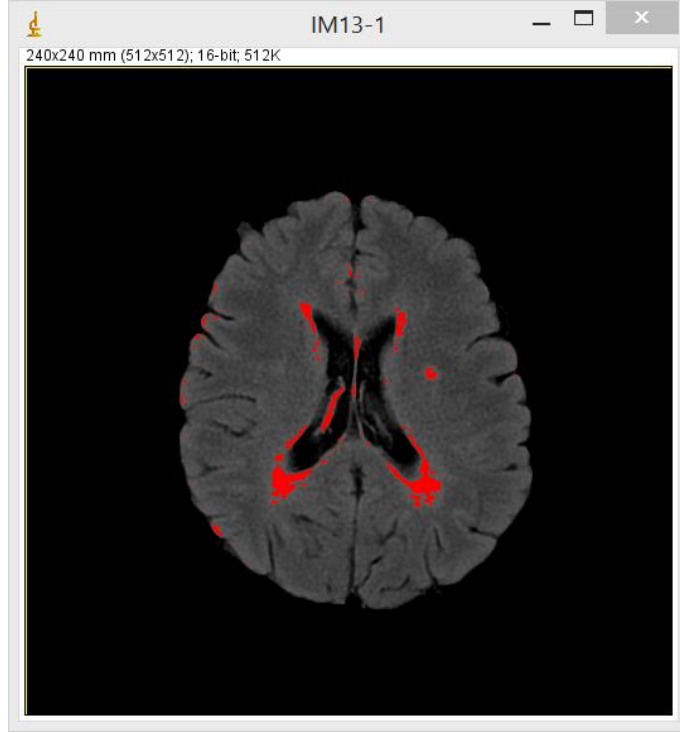
Hasta no: 6 / Görüntü kesit no: 13



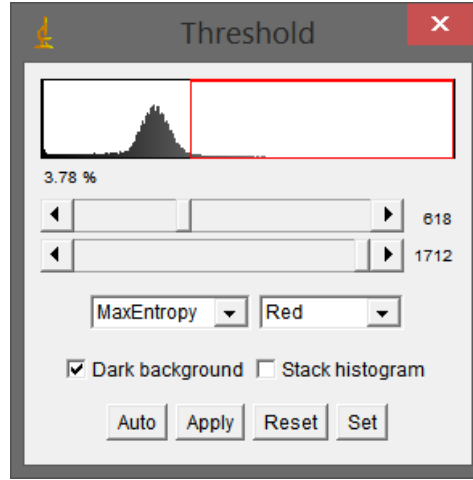
Şekil A.173 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.174 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

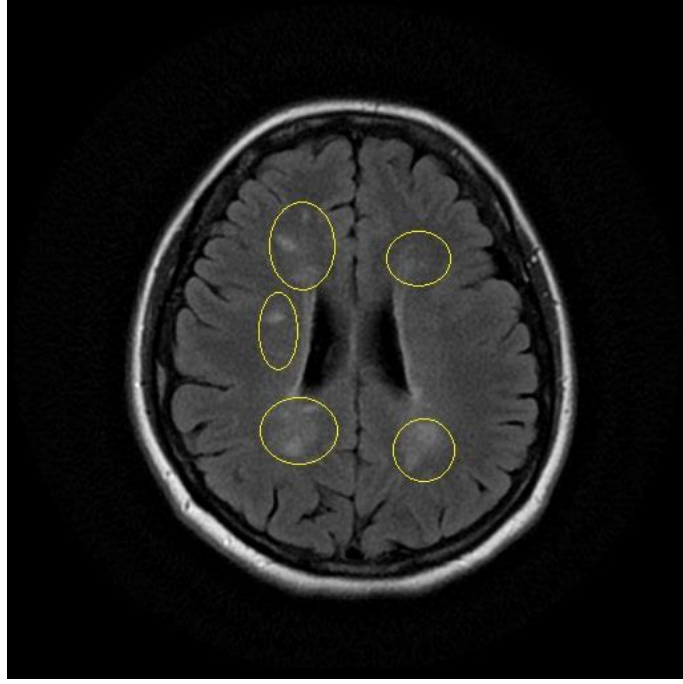


Şekil A.175 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

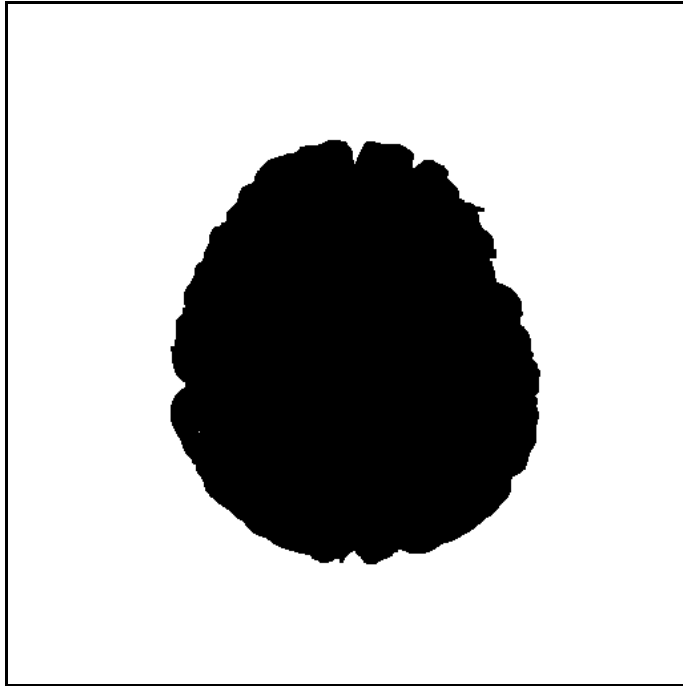


Şekil A.176 Uygulanan eşik değeri

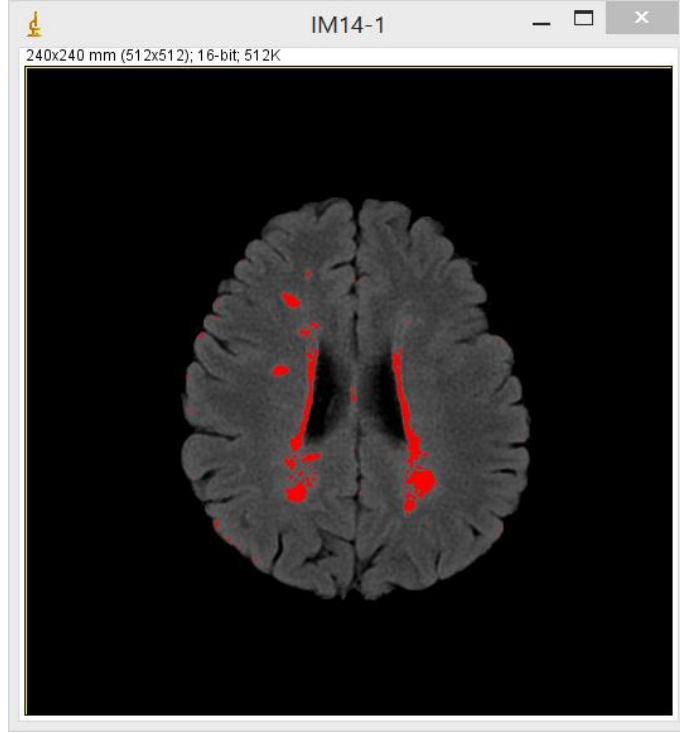
Hasta no: 6 / Görüntü kesit no: 14



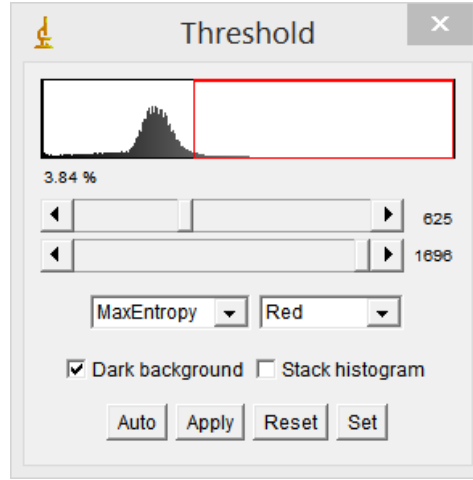
Şekil A.177 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.178 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

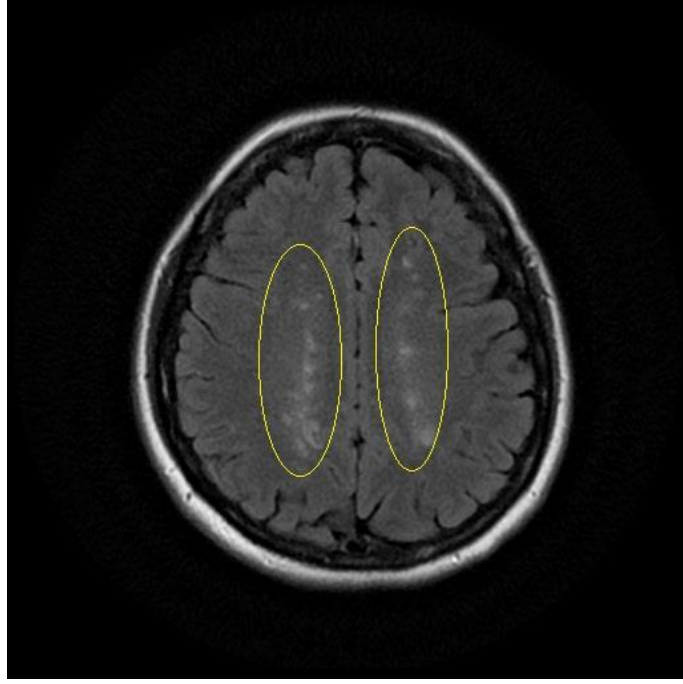


Şekil A.179 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

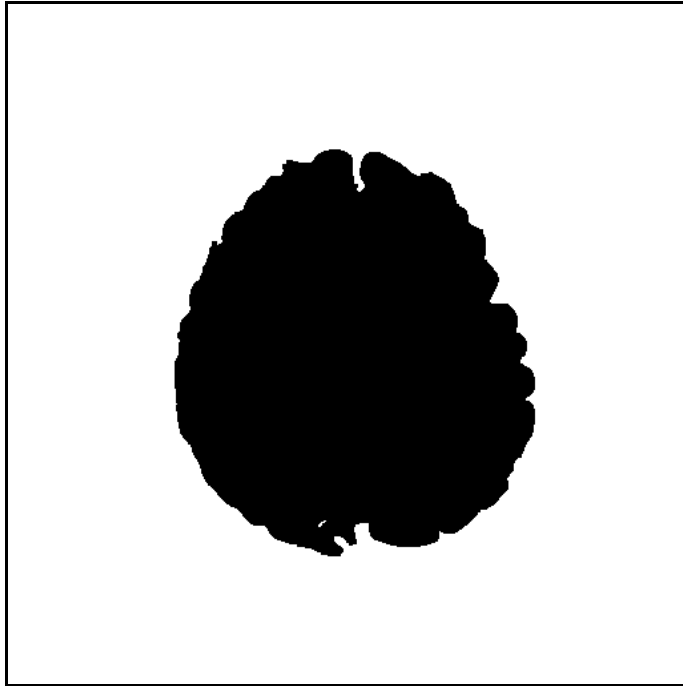


Şekil A.180 Uygulanan eşik değeri

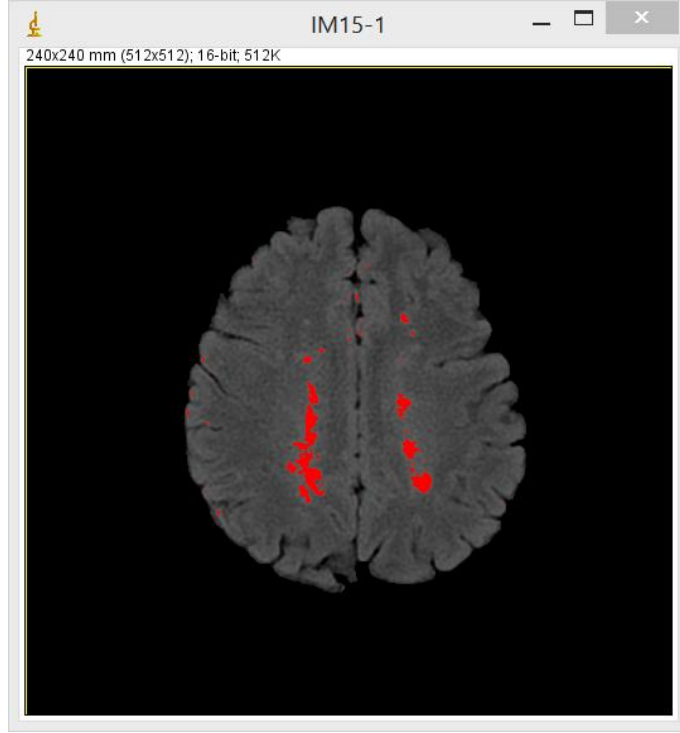
Hasta no: 6 / Görüntü kesit no: 15



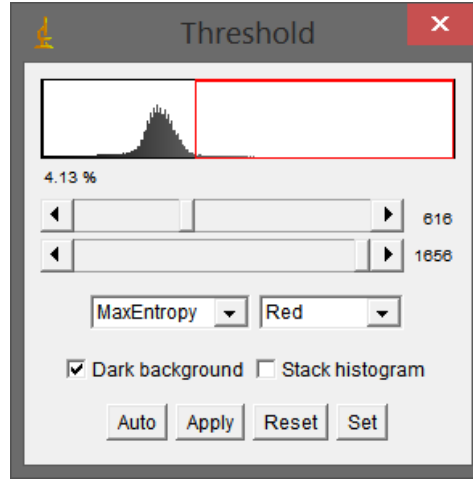
Şekil A.181 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.182 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

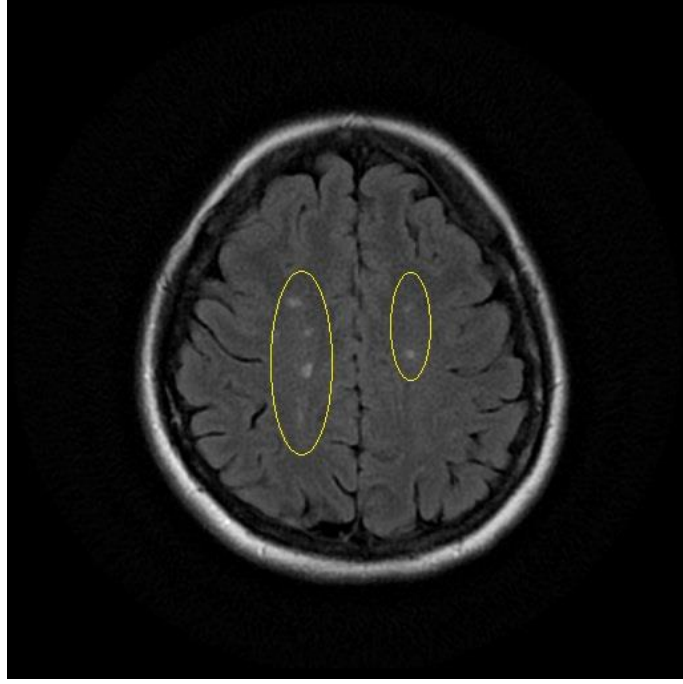


Şekil A.183 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

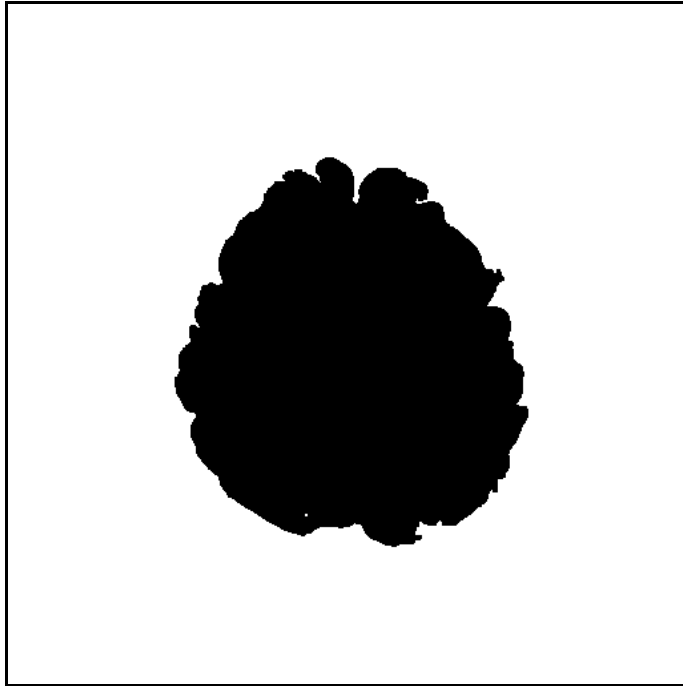


Şekil A.184 Uygulanan eşik değeri

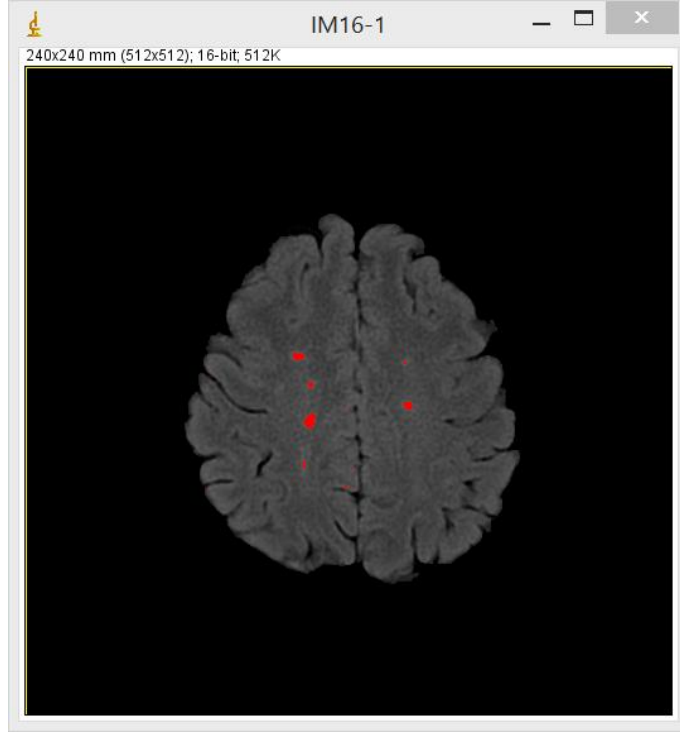
Hasta no: 6 / Görüntü kesit no: 16



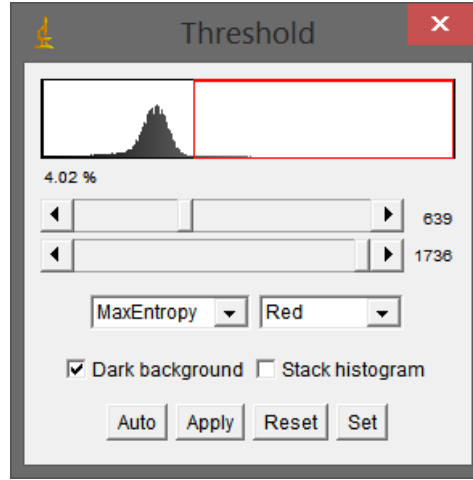
Şekil A.185 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.186 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

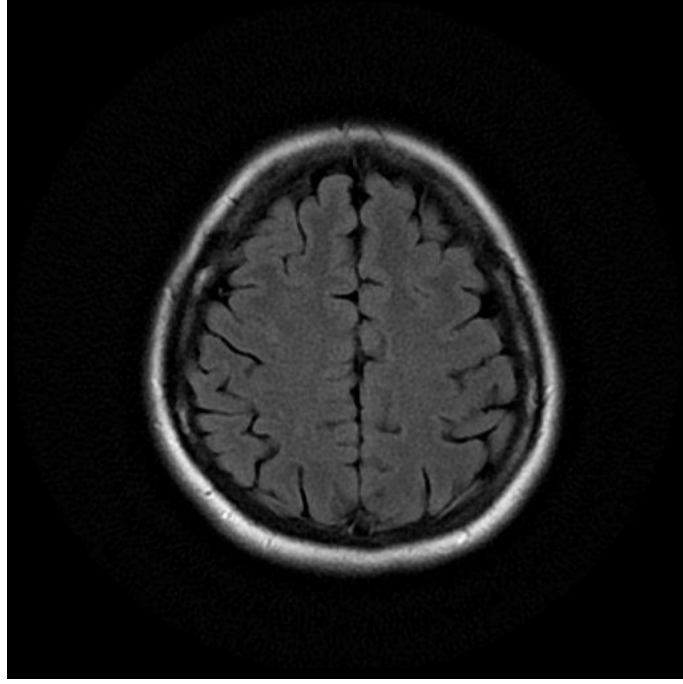


Şekil A.187 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

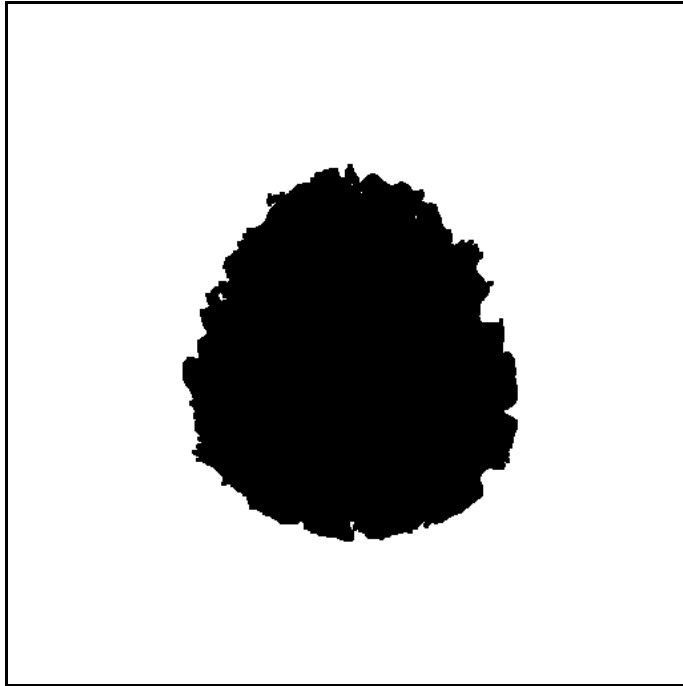


Şekil A.188 Uygulanan eşik değeri

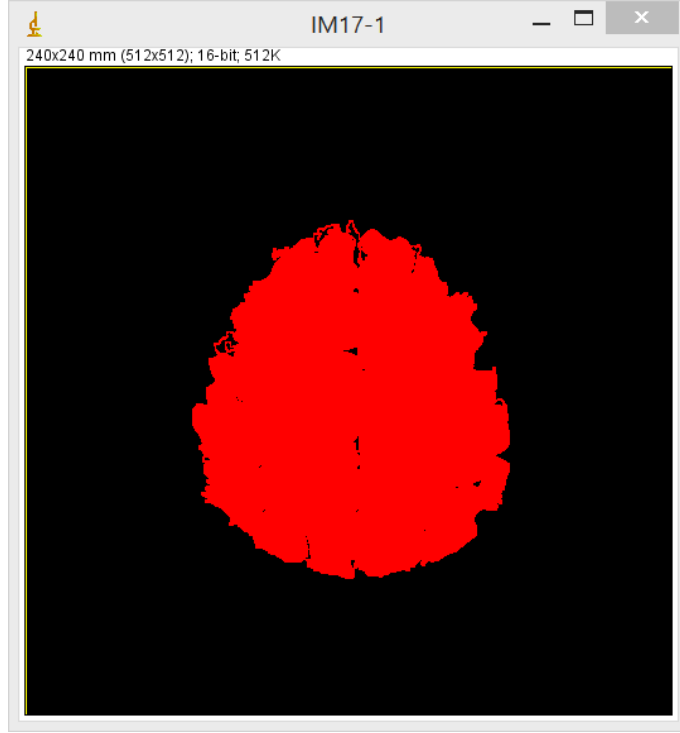
Hasta no: 6 / Görüntü kesit no: 17



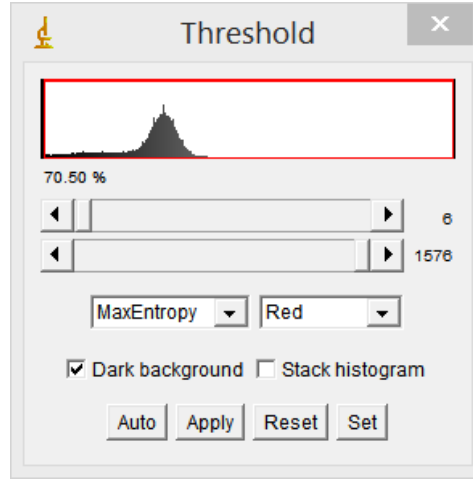
Şekil A.189 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.190 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

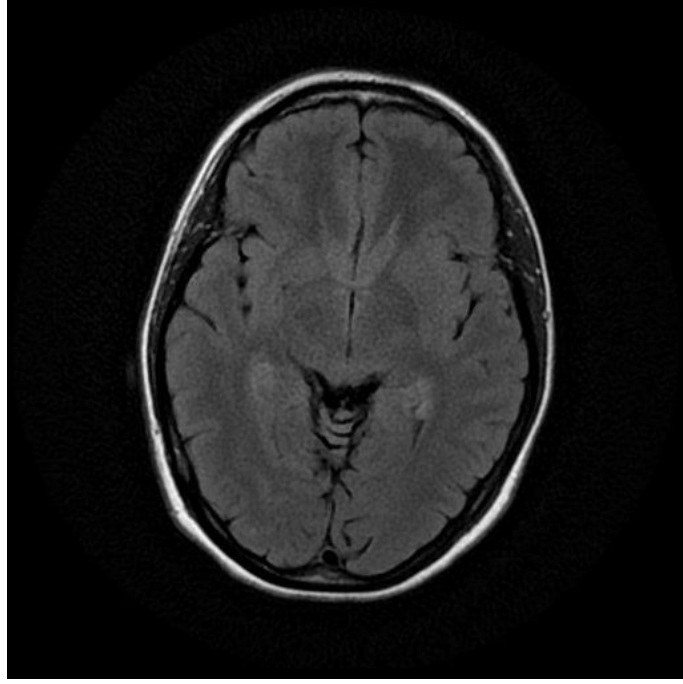


Şekil A.191 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

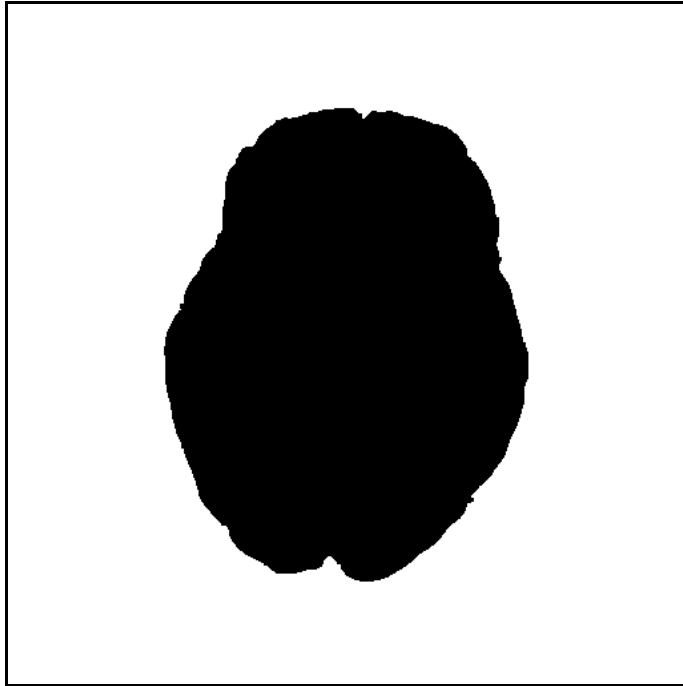


Şekil A.192 Uygulanan eşik değeri

Hasta no: 7 / Görüntü kesit no: 12



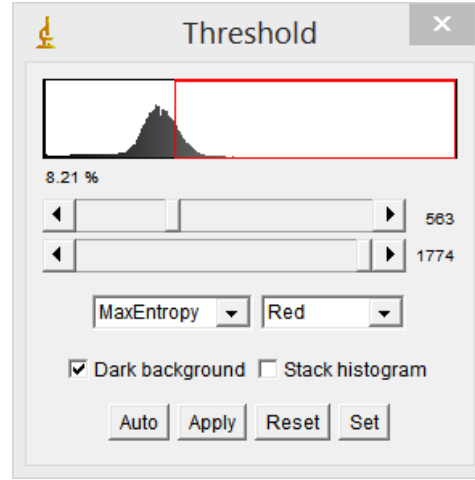
Şekil A.193 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.194 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

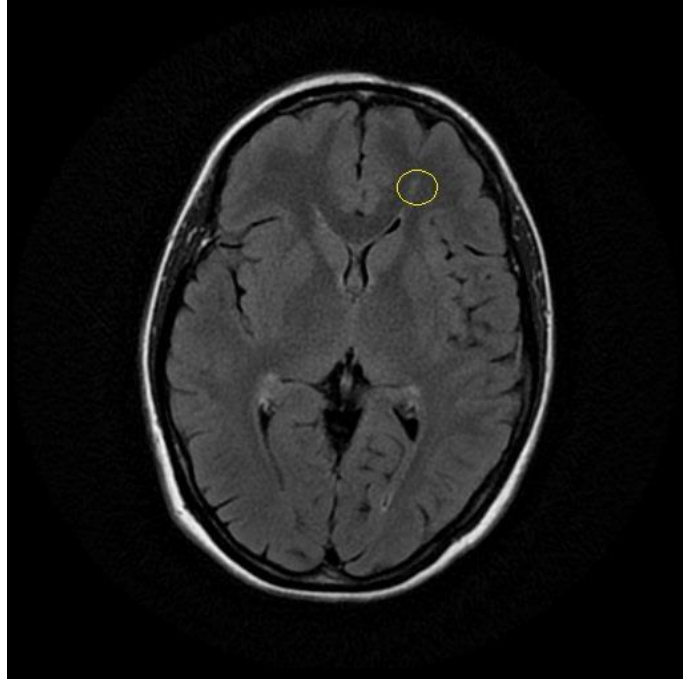


Şekil A.195 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

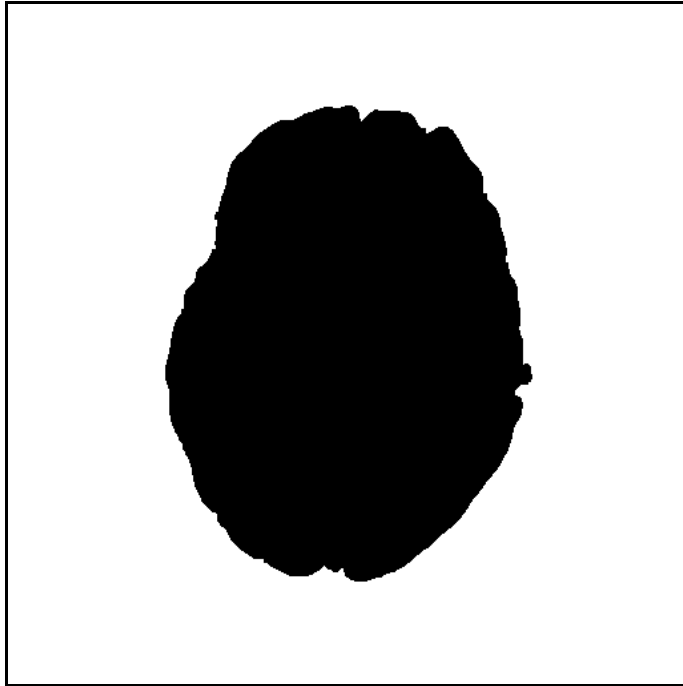


Şekil A.196 Uygulanan eşik değeri

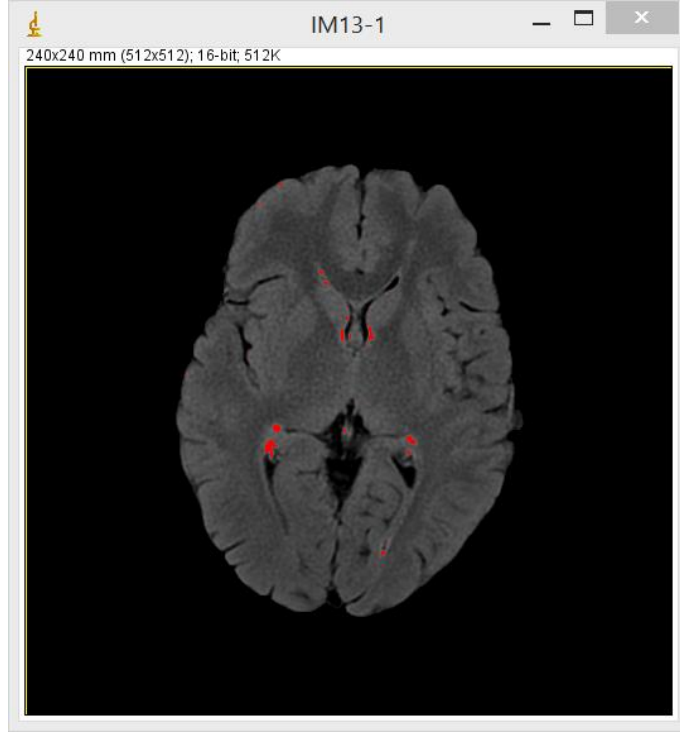
Hasta no: 7 / Görüntü kesit no: 13



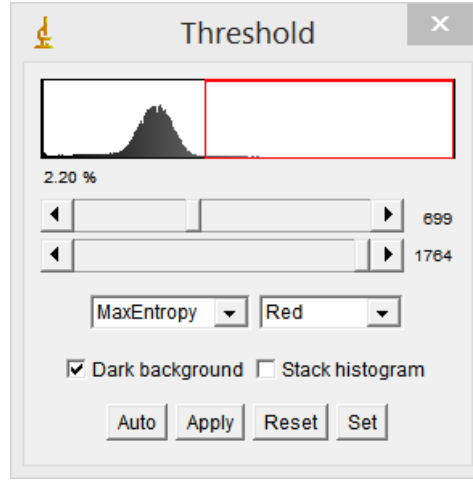
Şekil A.197 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.198 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

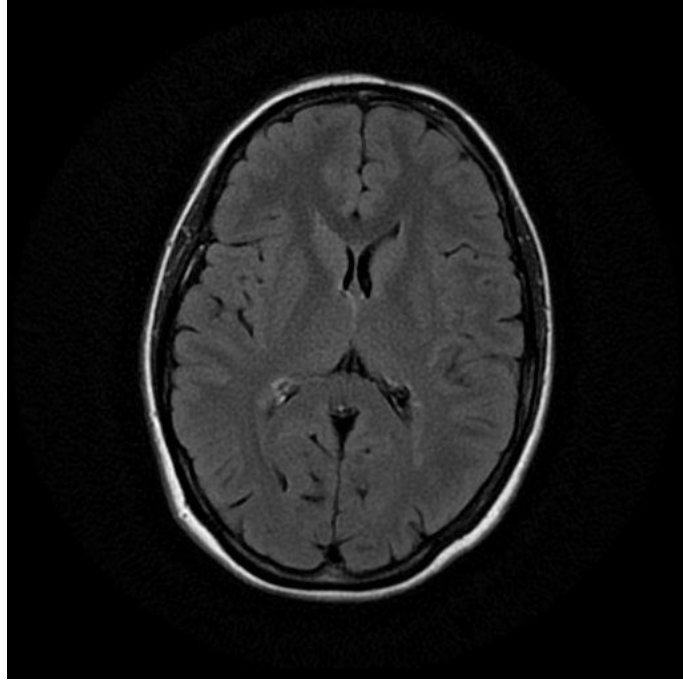


Şekil A.199 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

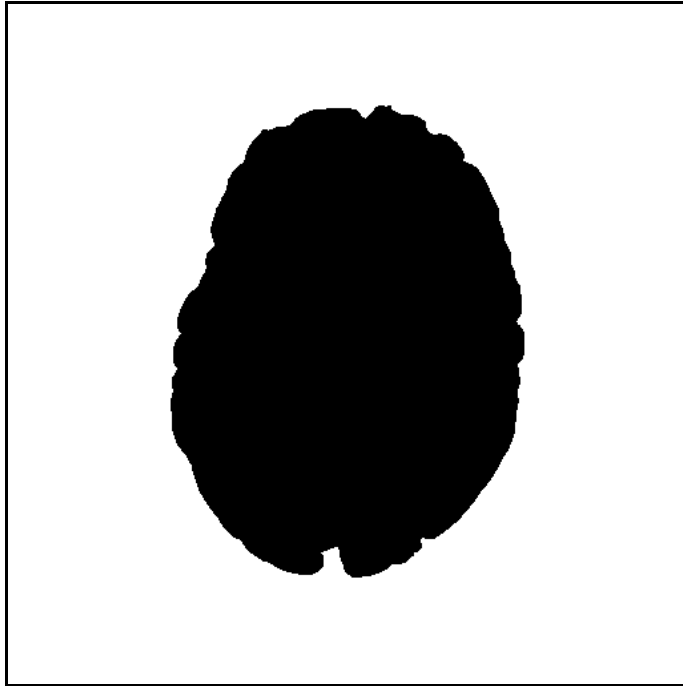


Şekil A.200 Uygulanan eşik değeri

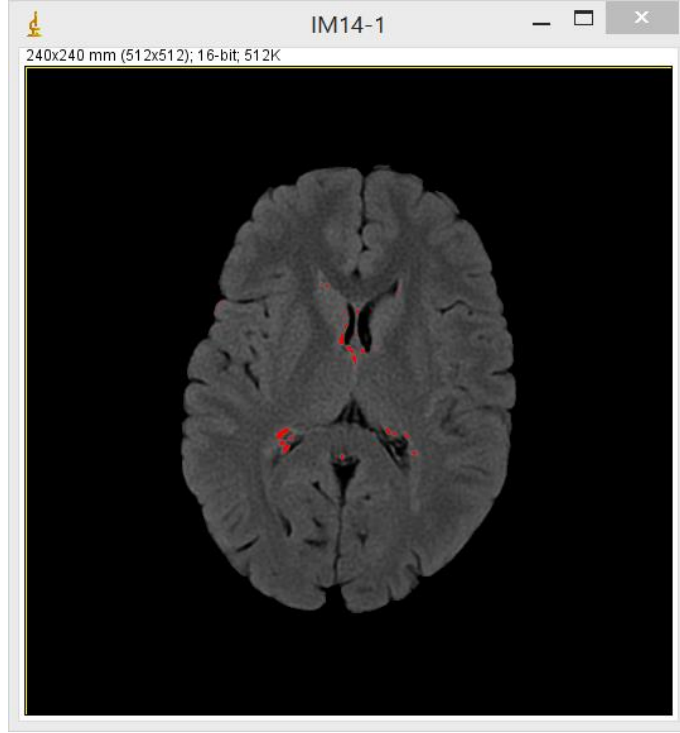
Hasta no: 7 / Görüntü kesit no: 14



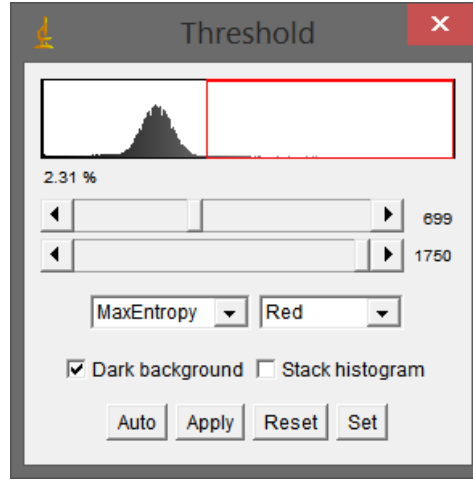
Şekil A.201 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.202 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

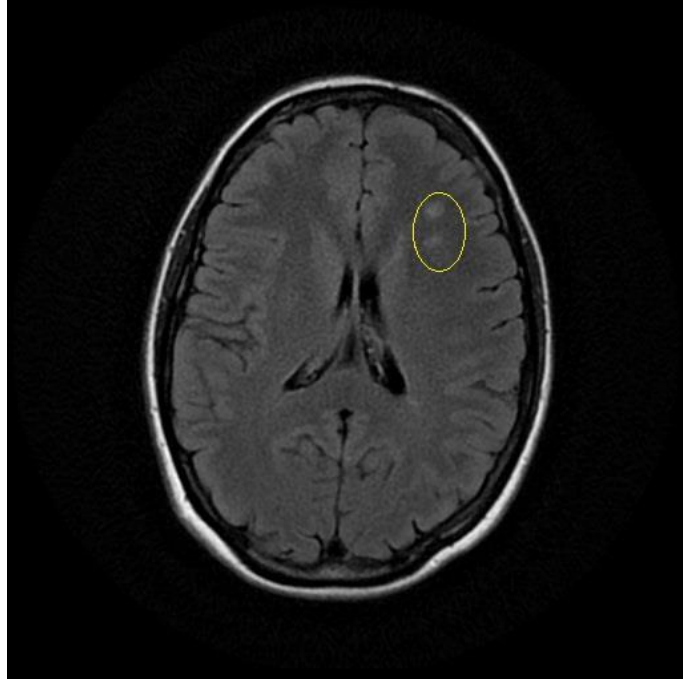


Şekil A.203 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

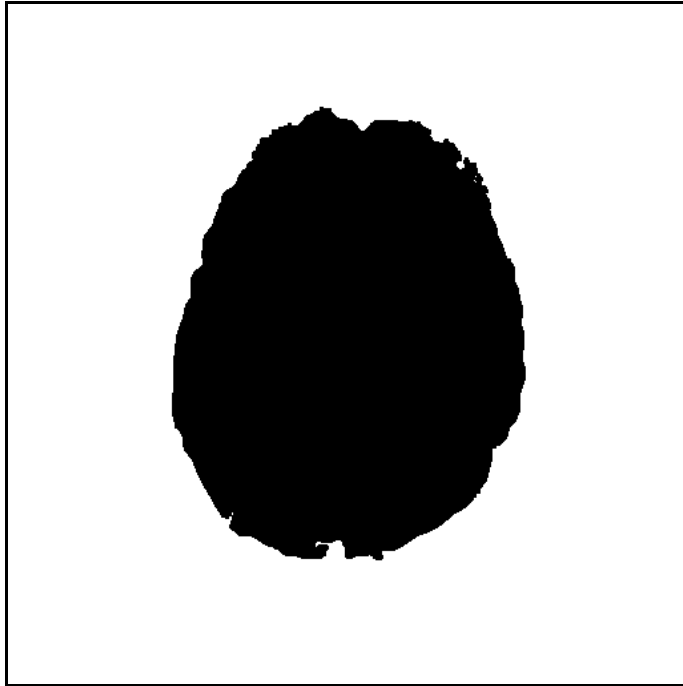


Şekil A.204 Uygulanan eşik değeri

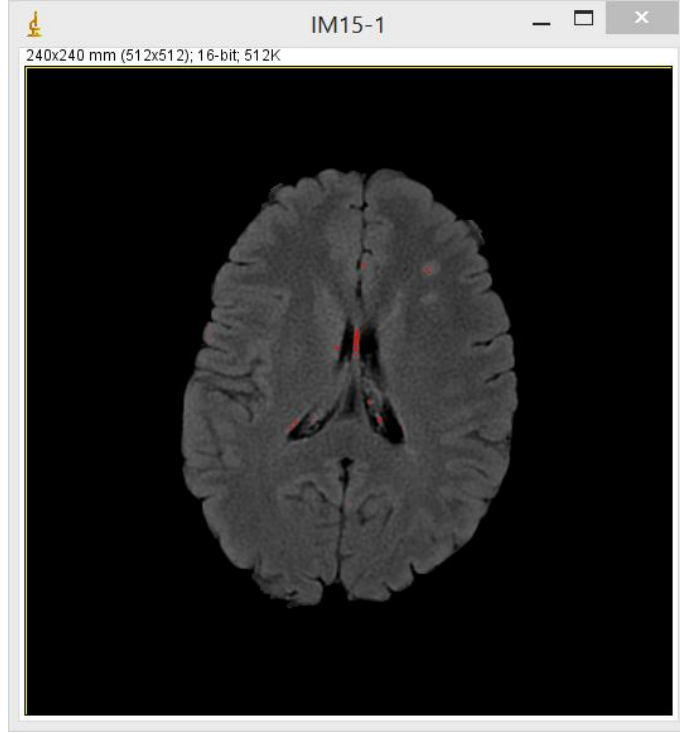
Hasta no: 7 / Görüntü kesit no: 15



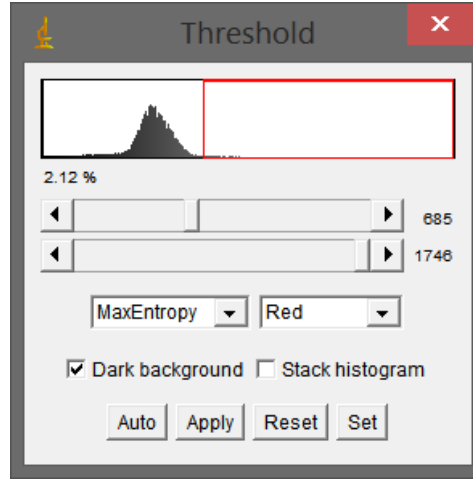
Şekil A.205 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.206 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

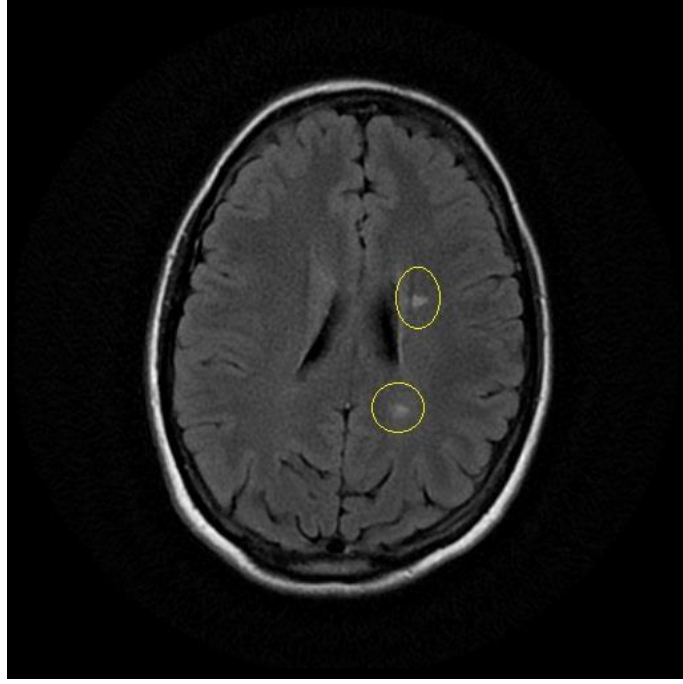


Şekil A.207 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

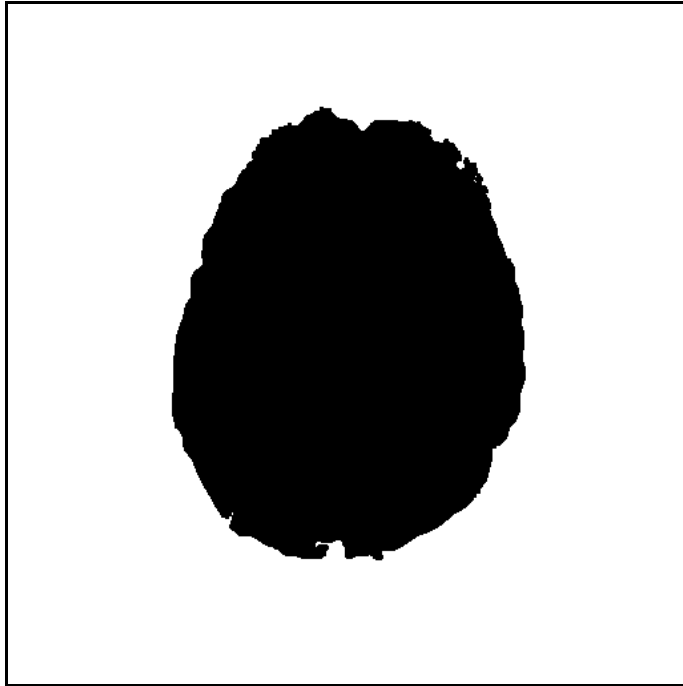


Şekil A.208 Uygulanan eşik değeri

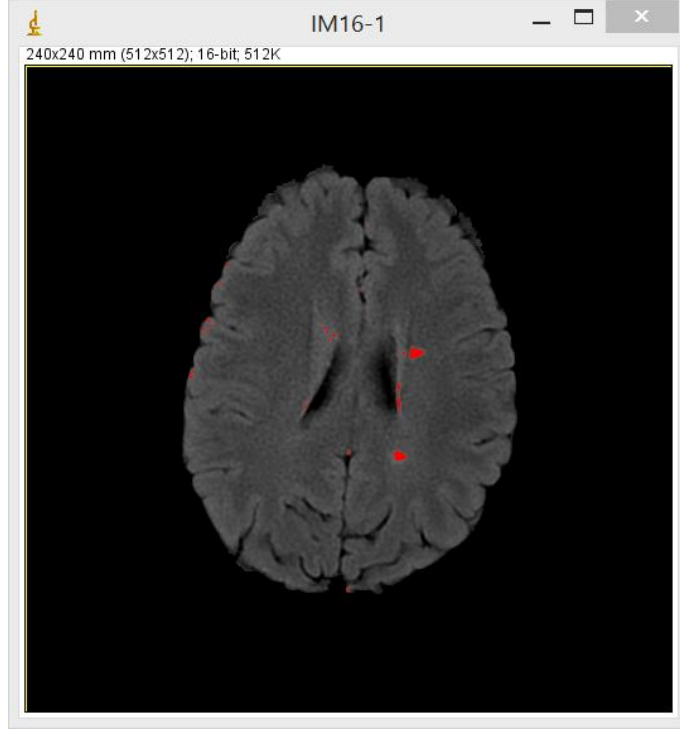
Hasta no: 7 / Görüntü kesit no: 16



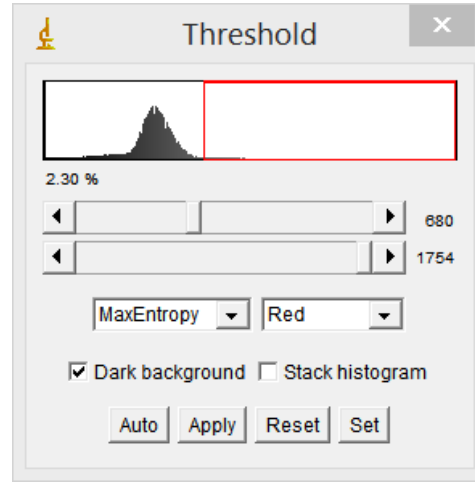
Şekil A.209 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.210 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

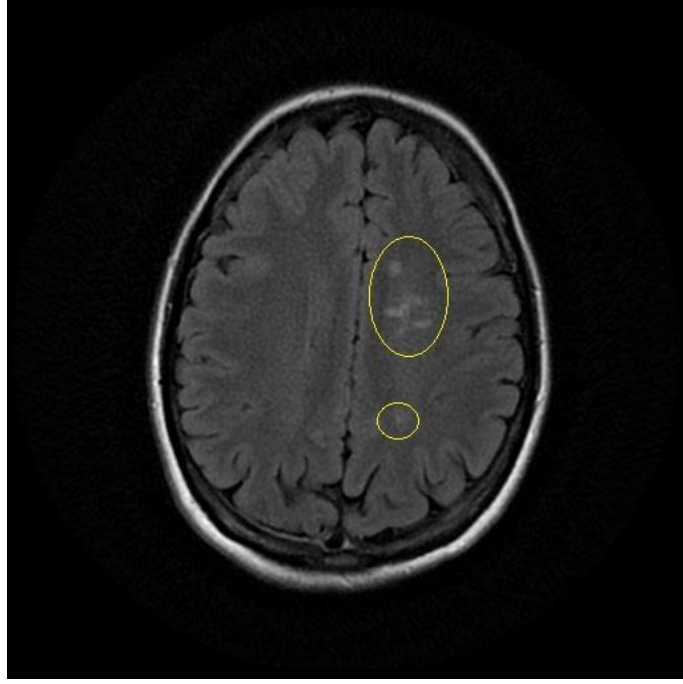


Şekil A.211 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

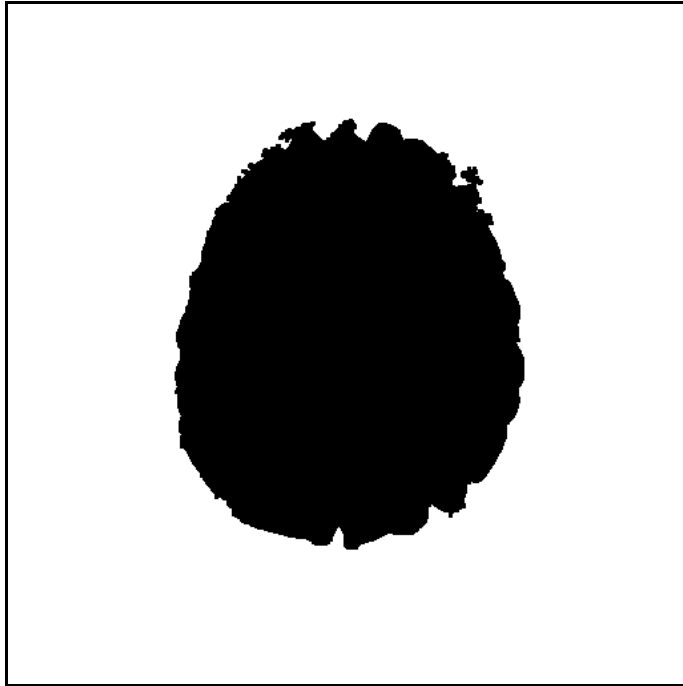


Şekil A.212 Uygulanan eşik değeri

Hasta no: 7 / Görüntü kesit no: 17



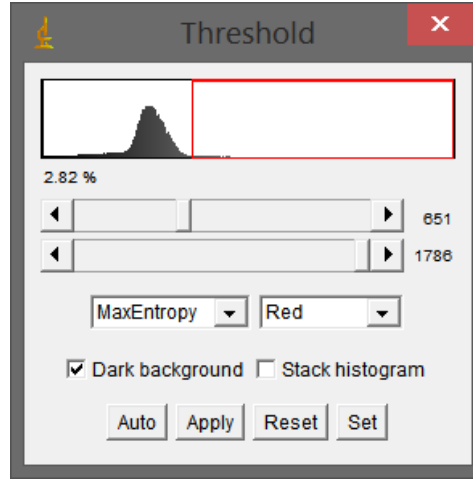
Şekil A.213 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.214 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

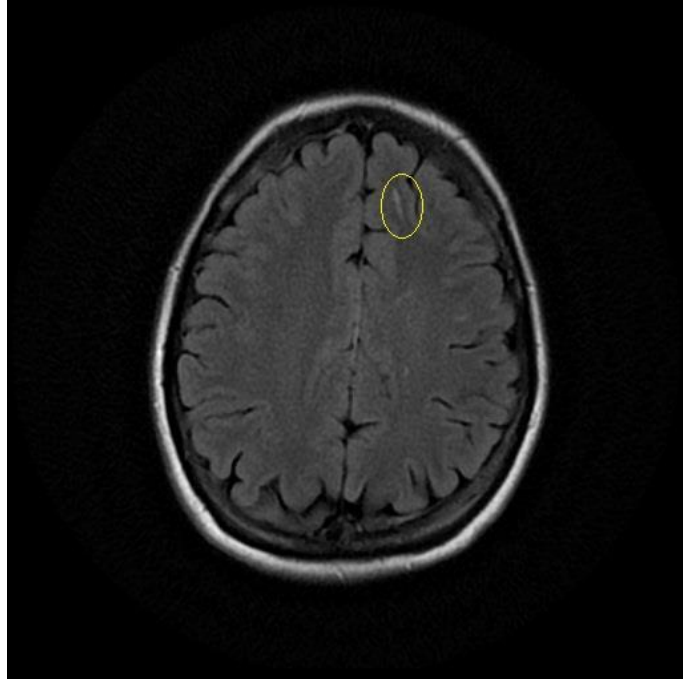


Şekil A.215 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

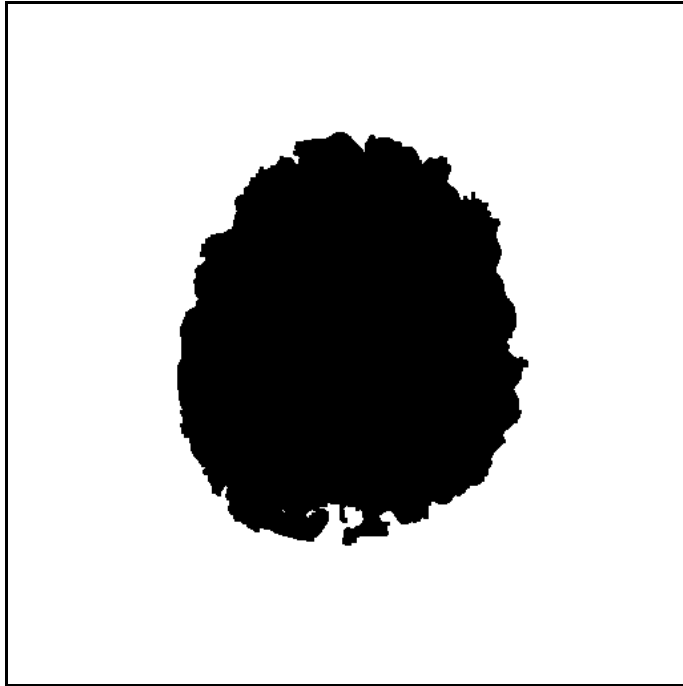


Şekil A.216 Uygulanan eşik değeri

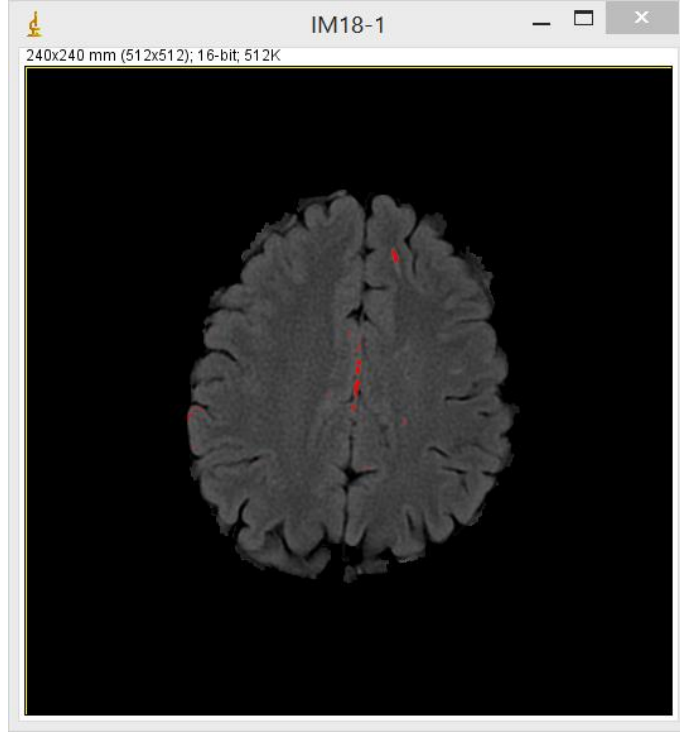
Hasta no: 7 / Görüntü kesit no: 18



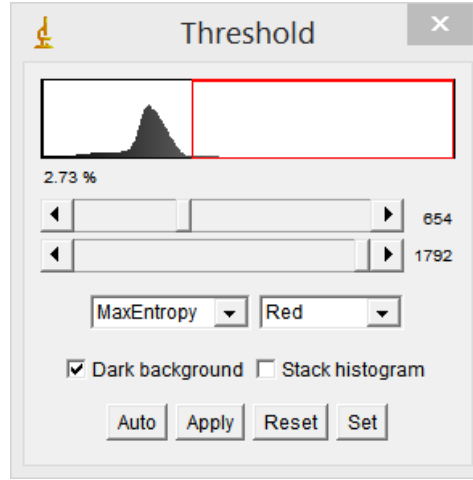
Şekil A.217 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.218 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

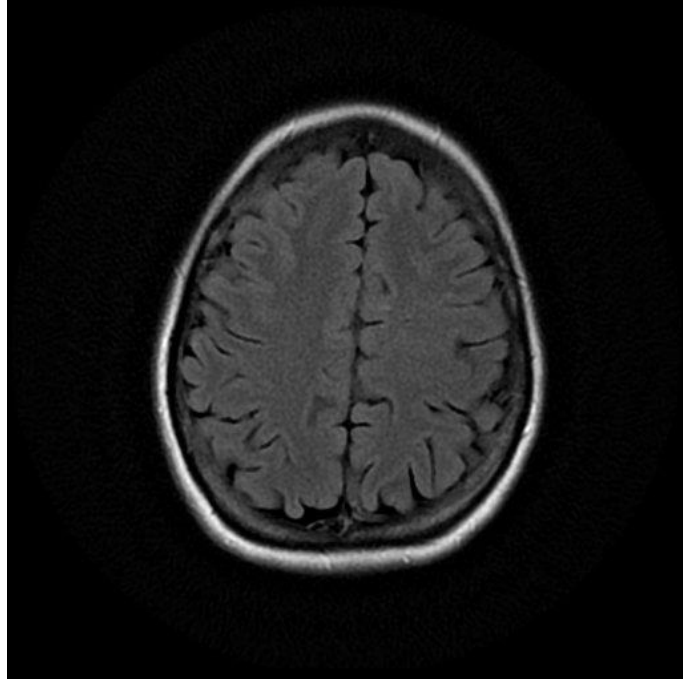


Şekil A.219 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

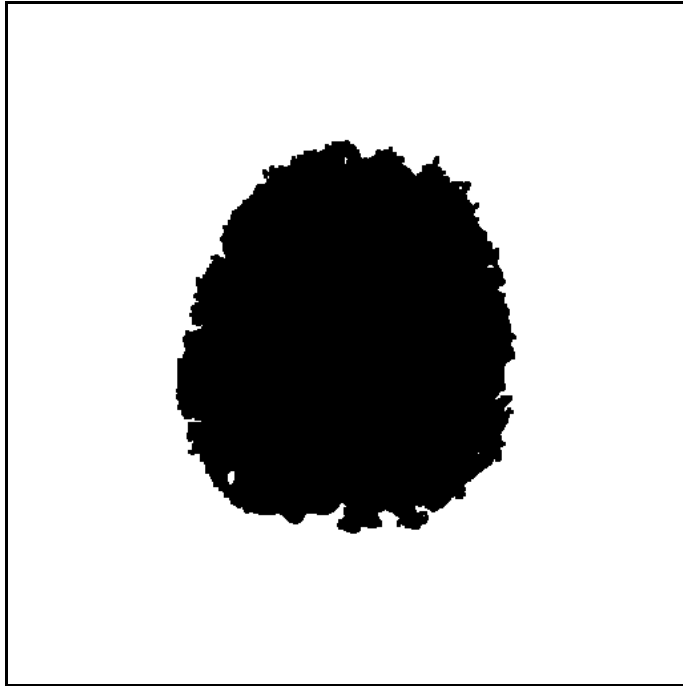


Şekil A.220 Uygulanan eşik değeri

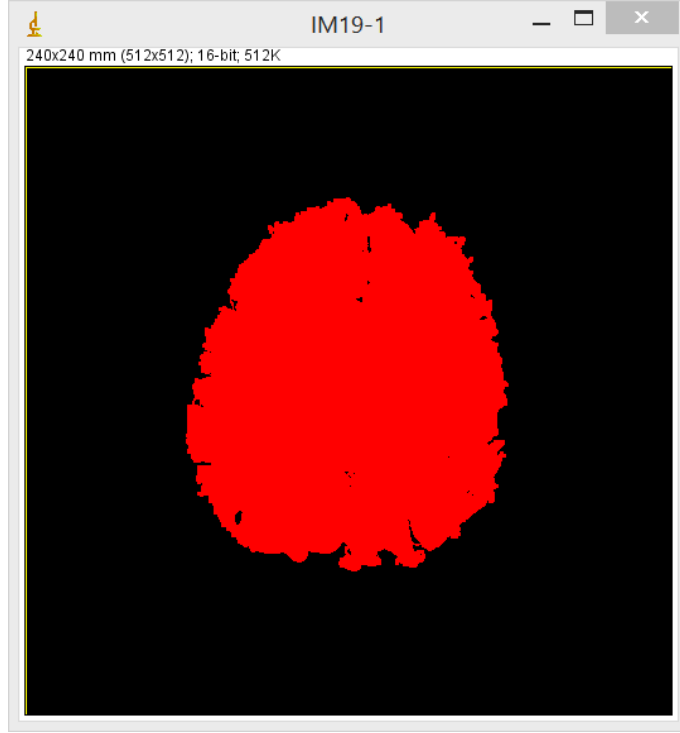
Hasta no: 7 / Görüntü kesit no: 19



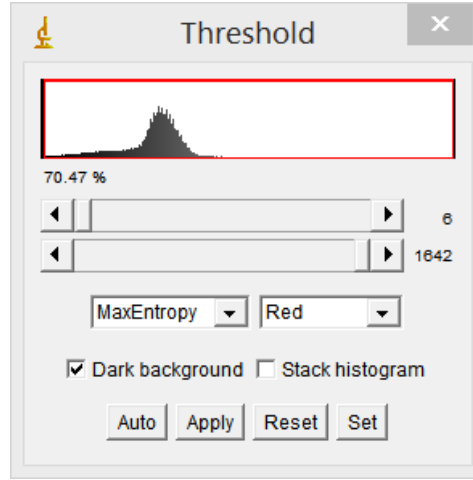
Şekil A.221 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.222 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

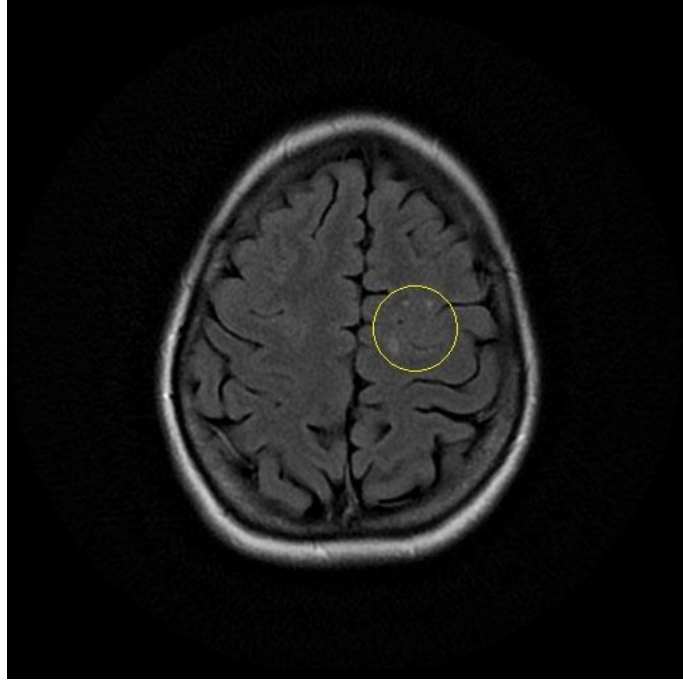


Şekil A.223 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

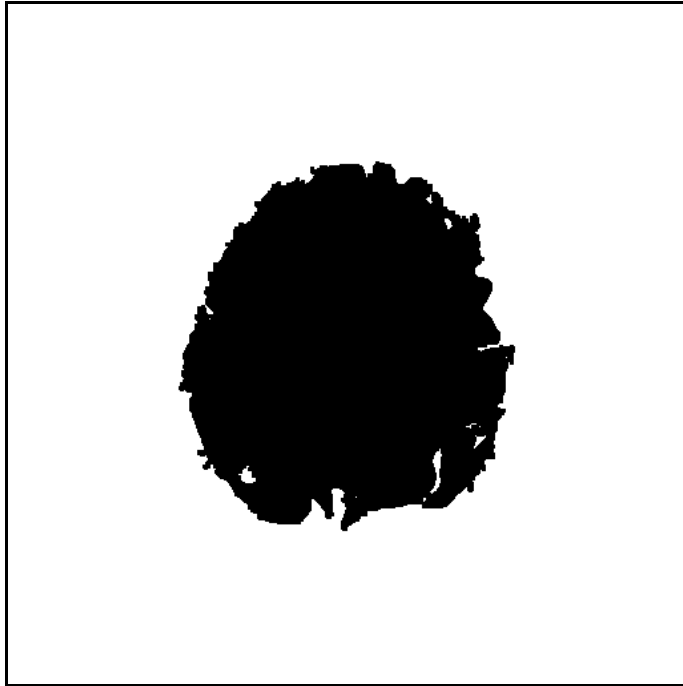


Şekil A.224 Uygulanan eşik değeri

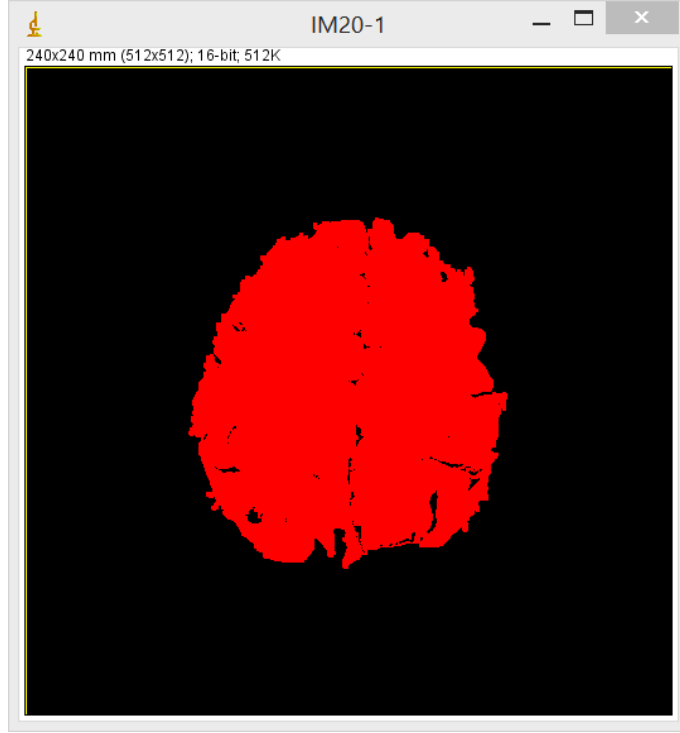
Hasta no: 7 / Görüntü kesit no: 20



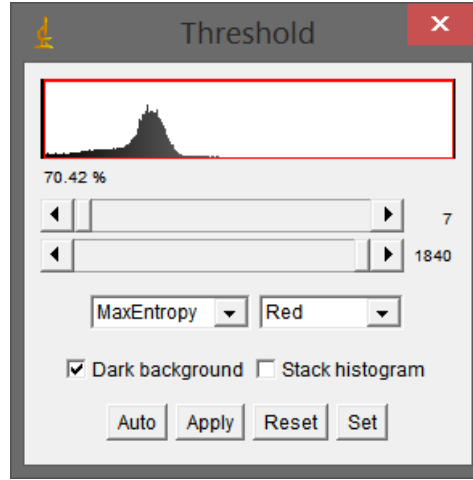
Şekil A.225 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.226 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

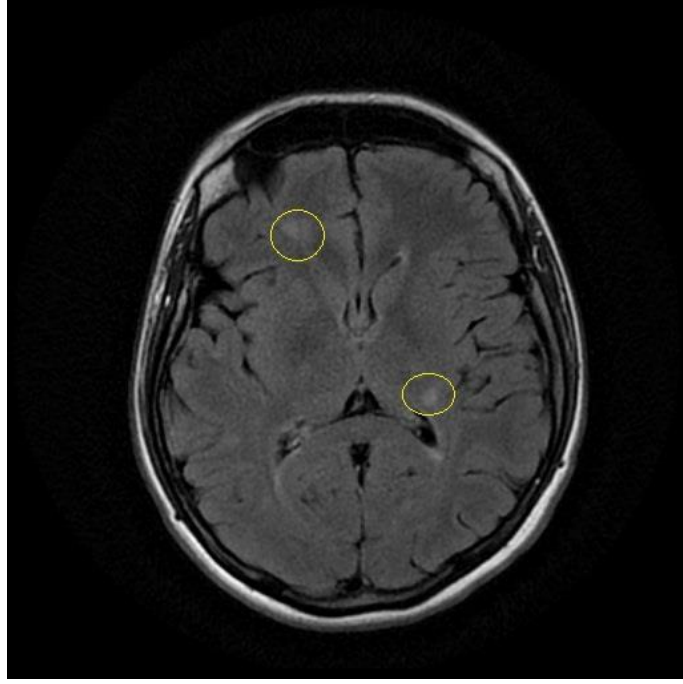


Şekil A.227 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

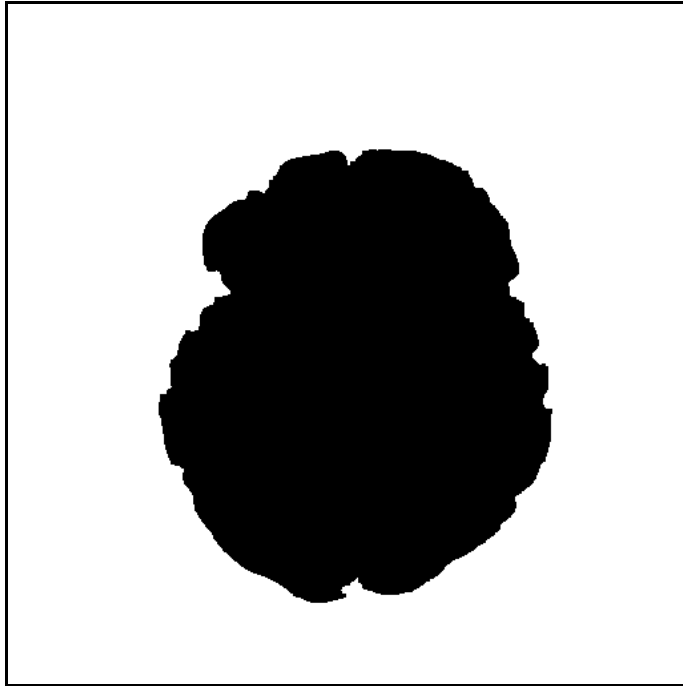


Şekil A.228 Uygulanan eşik değeri

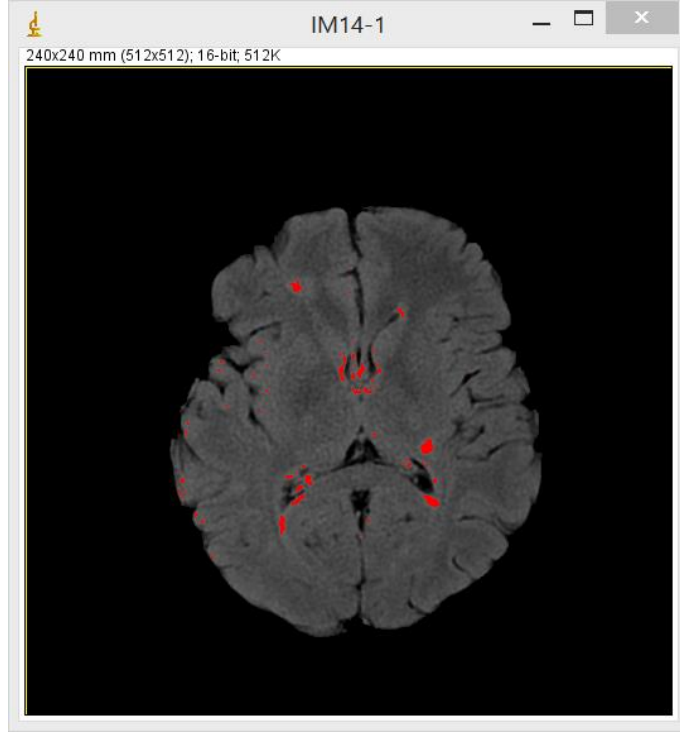
Hasta no: 8 / Görüntü kesit no: 14



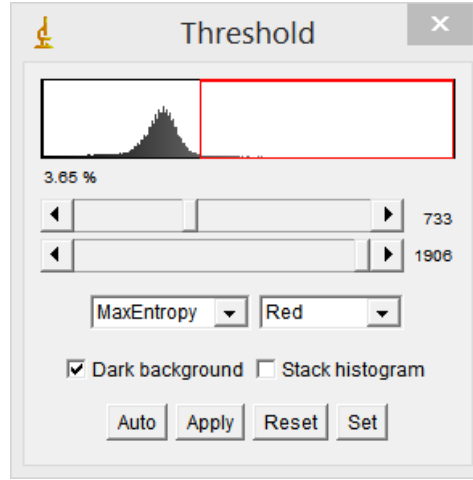
Şekil A.229 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.230 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

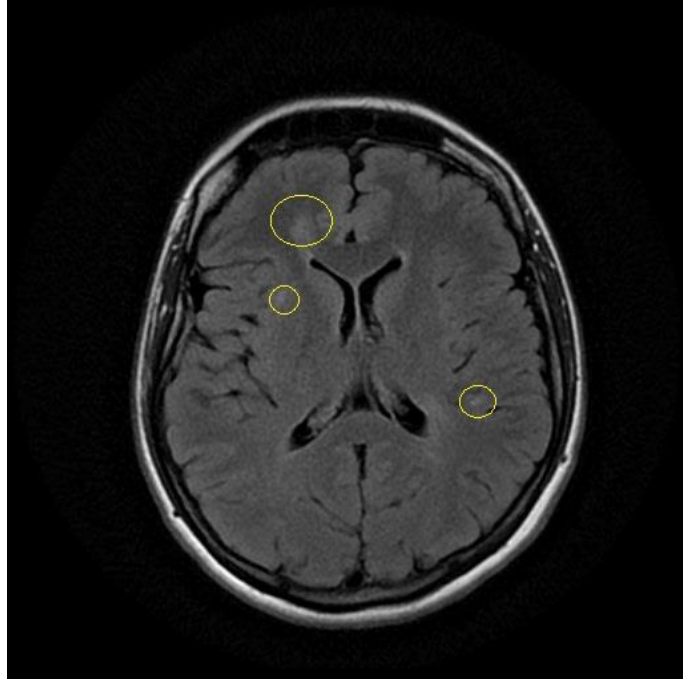


Şekil A.231 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

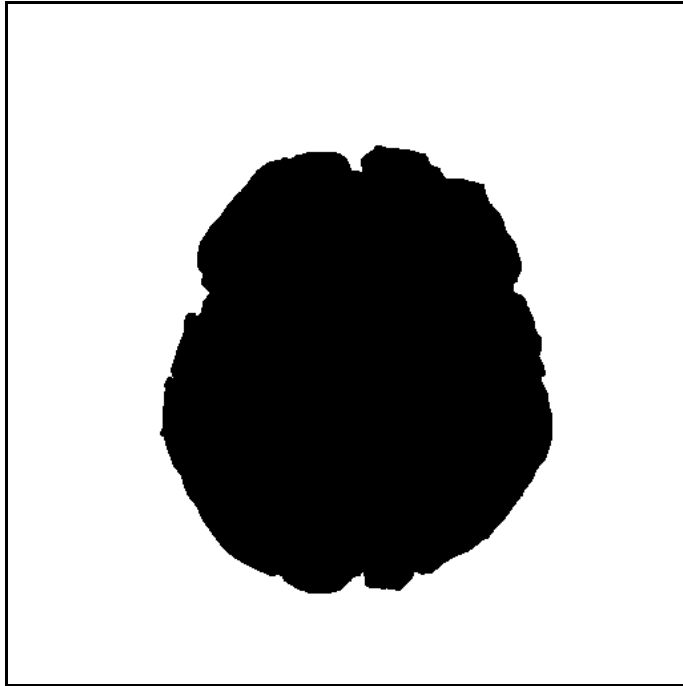


Şekil A.232 Uygulanan eşik değeri

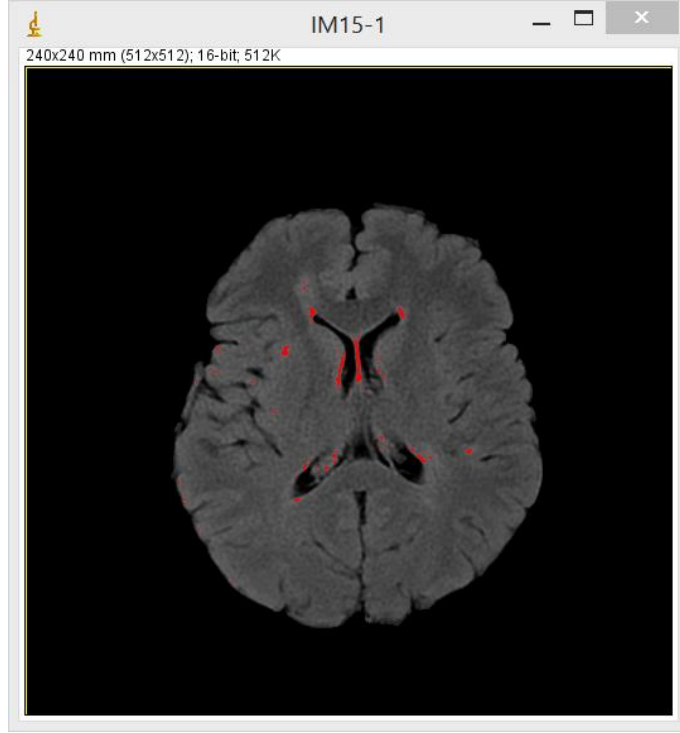
Hasta no: 8 / Görüntü kesit no: 15



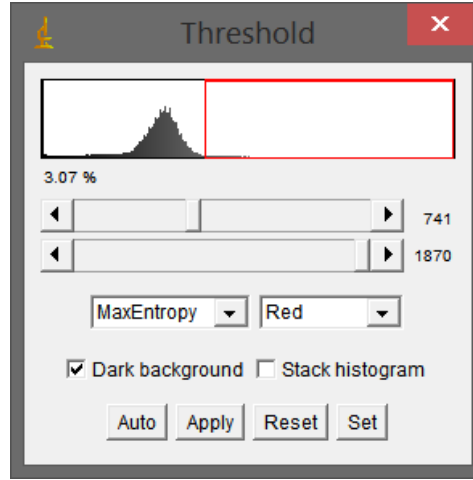
Şekil A.233 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.234 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

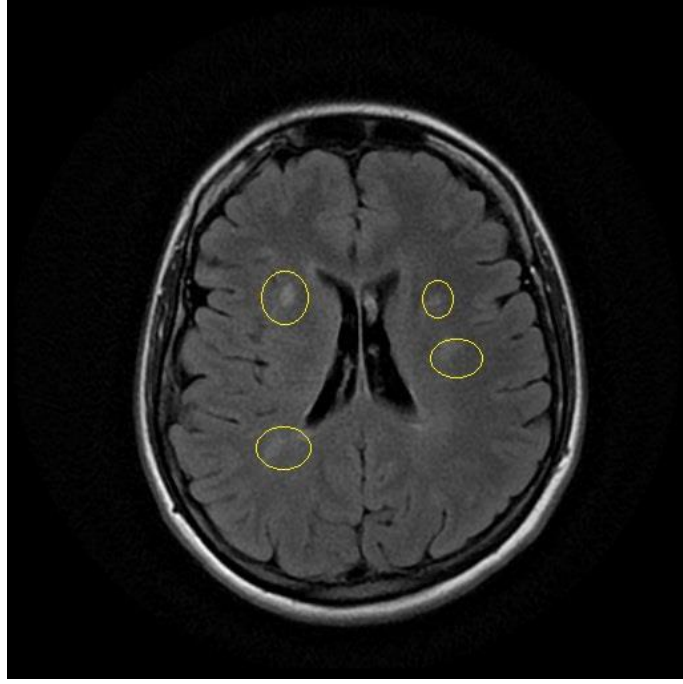


Şekil A.235 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

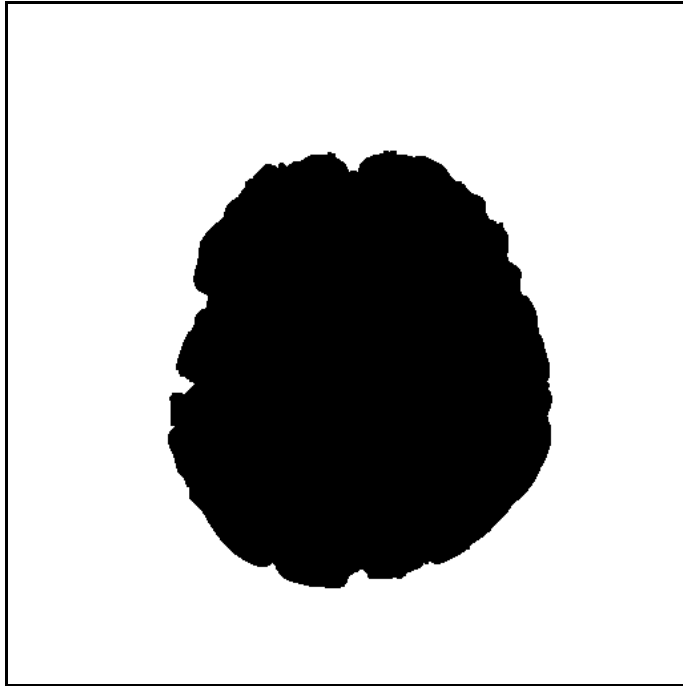


Şekil A.236 Uygulanan eşik değeri

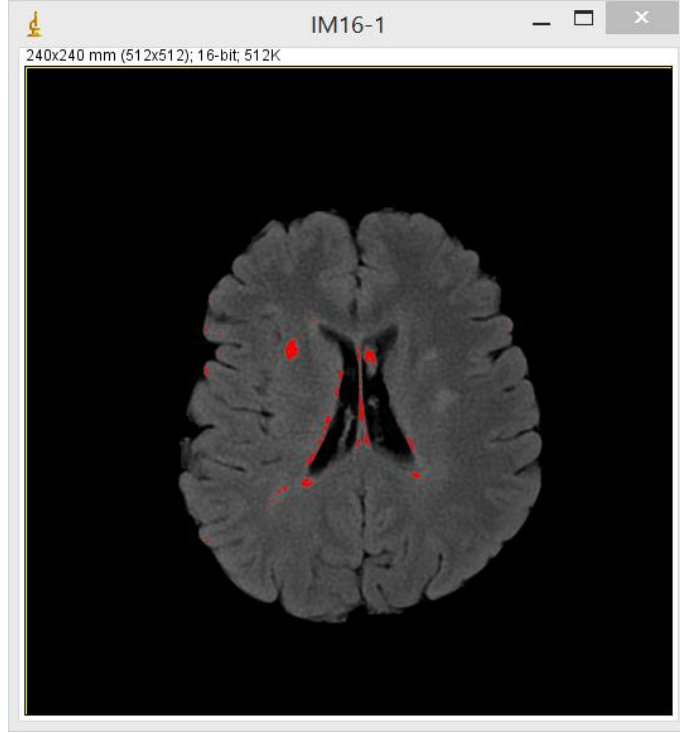
Hasta no: 8 / Görüntü kesit no: 16



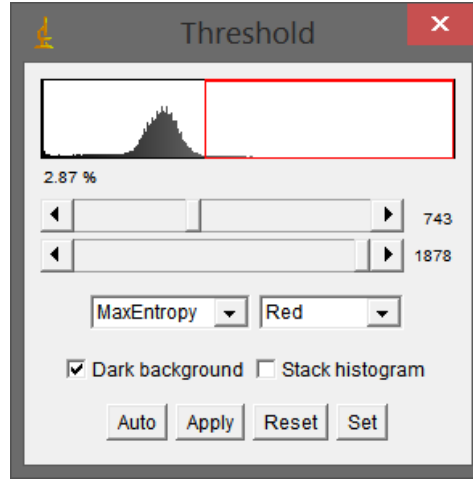
Şekil A.237 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.238 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

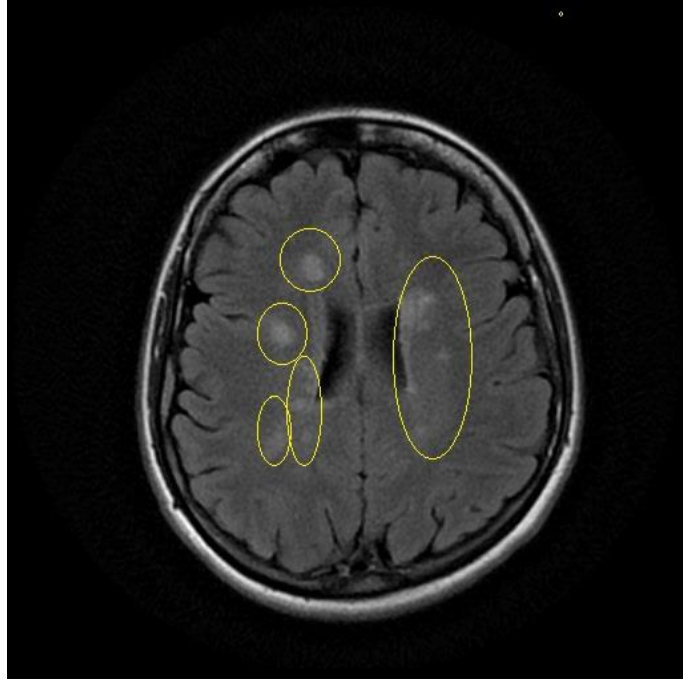


Şekil A.239 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

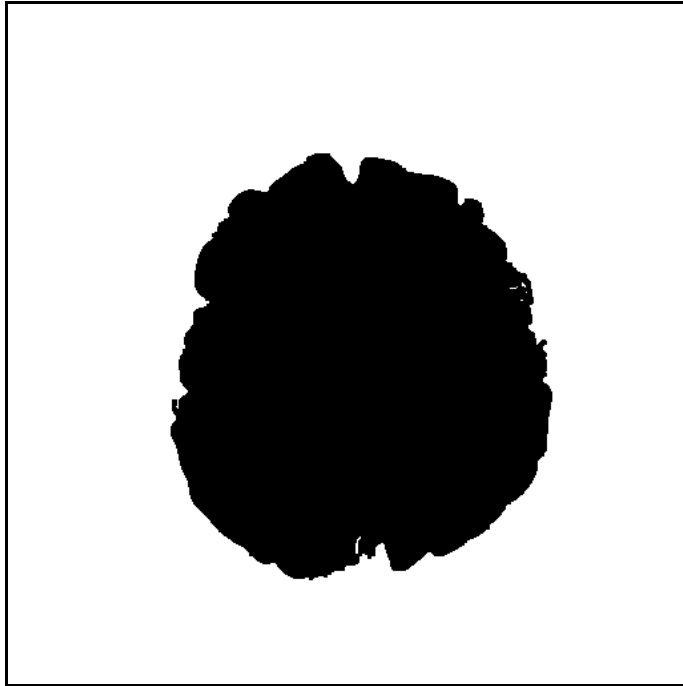


Şekil A.240 Uygulanan eşik değeri

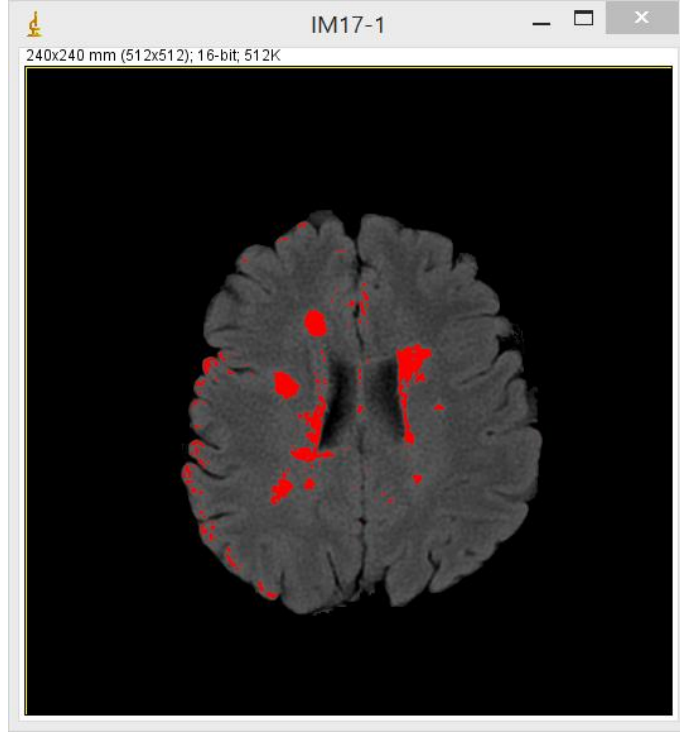
Hasta no: 8 / Görüntü kesit no: 17



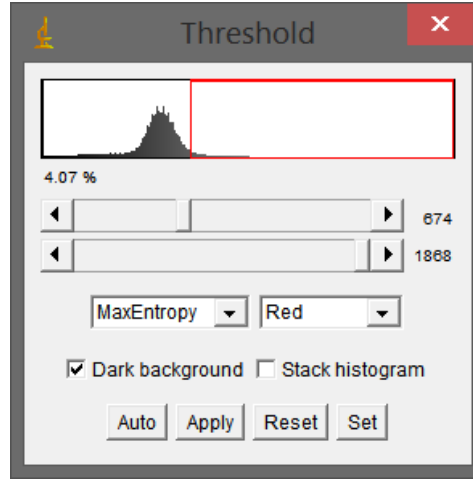
Şekil A.241 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.242 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

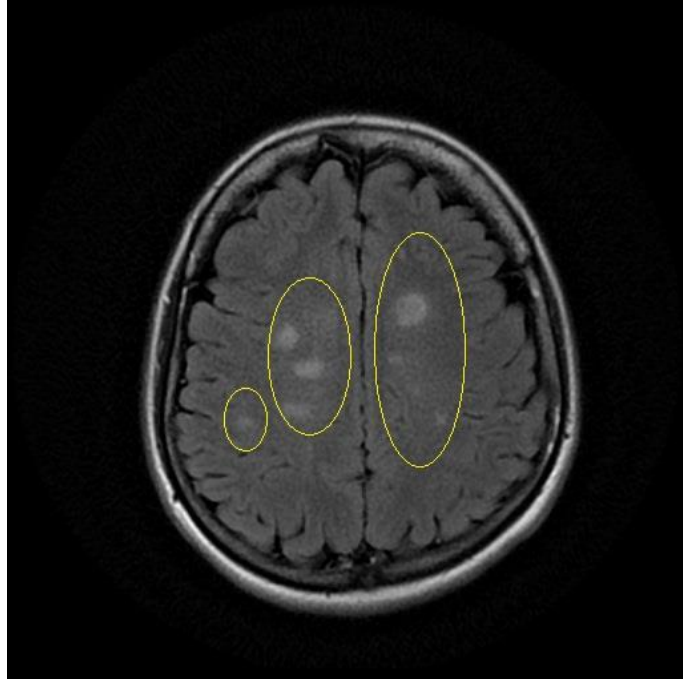


Şekil A.243 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

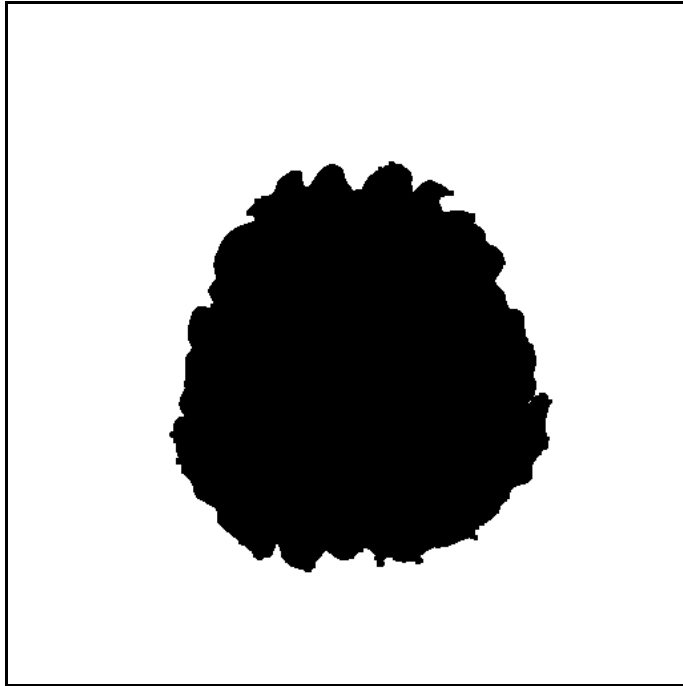


Şekil A.244 Uygulanan eşik değeri

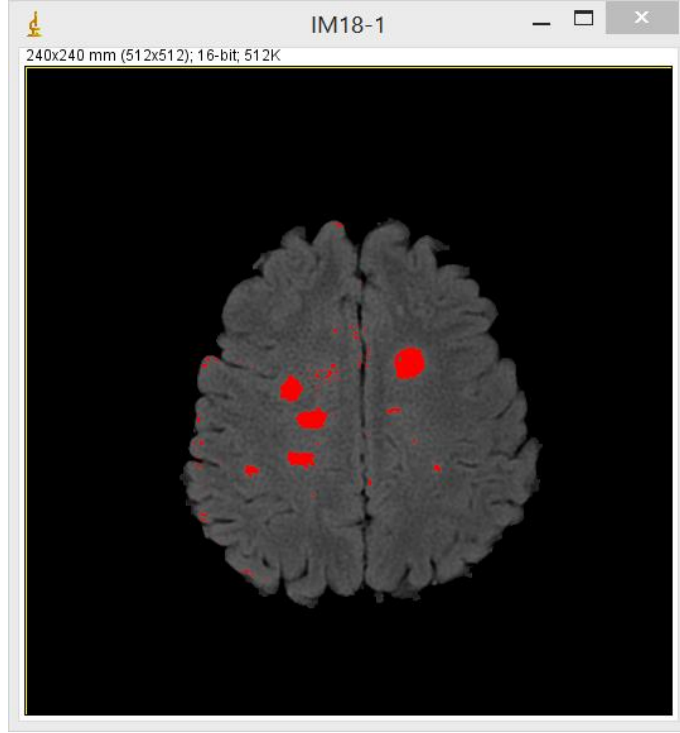
Hasta no: 8 / Görüntü kesit no: 18



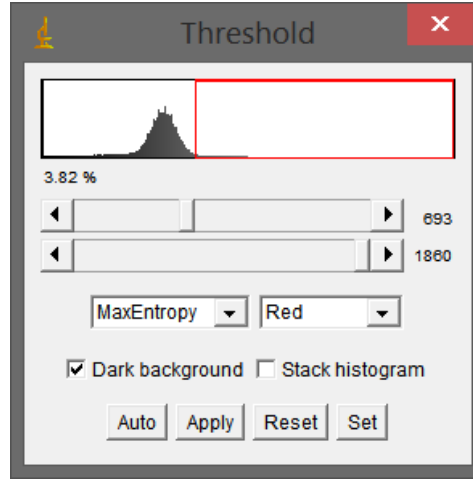
Şekil A.245 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.246 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

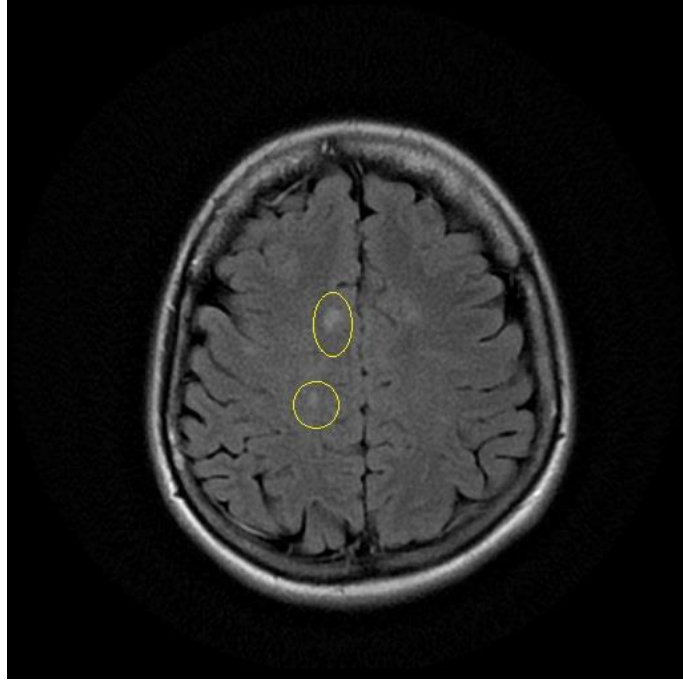


Şekil A.247 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

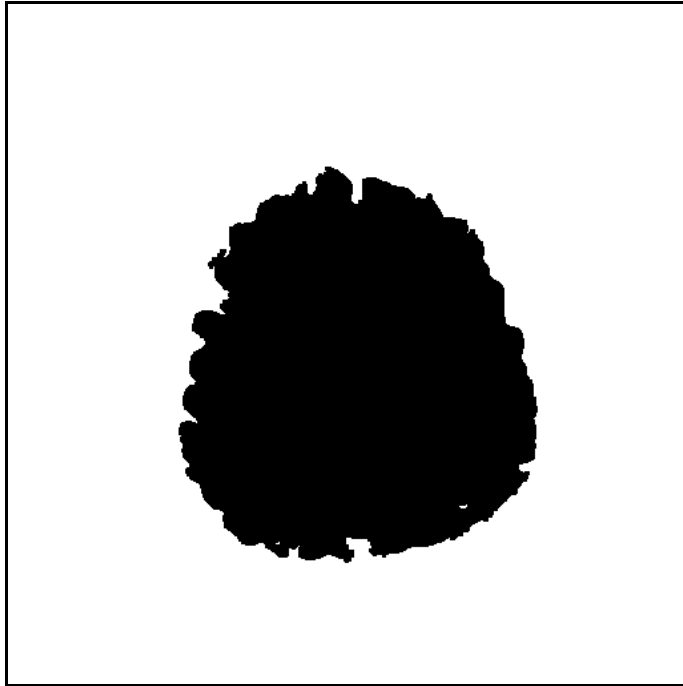


Şekil A.248 Uygulanan eşik değeri

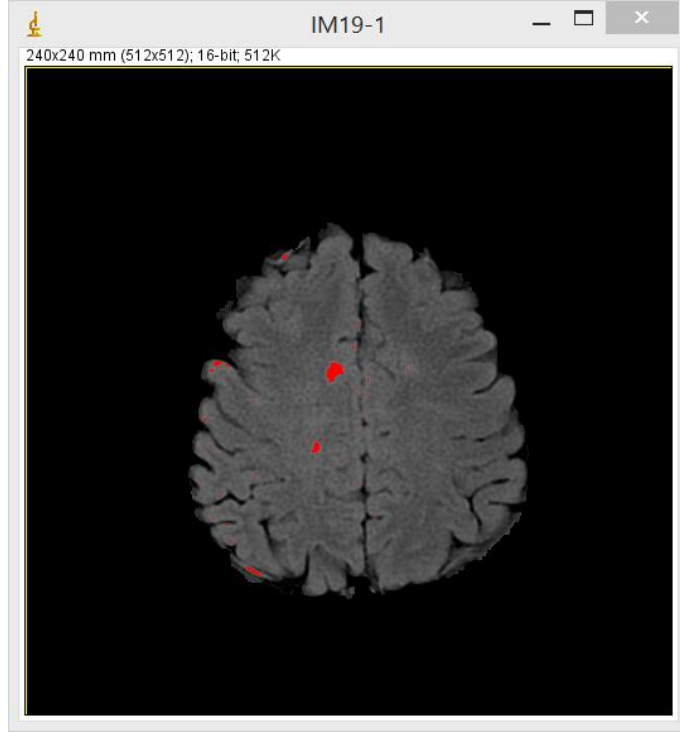
Hasta no: 8 / Görüntü kesit no: 19



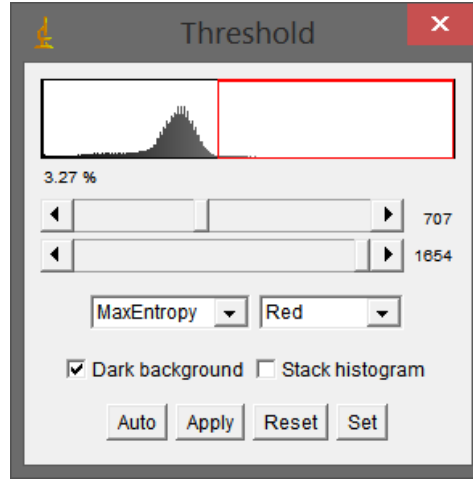
Şekil A.249 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.250 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

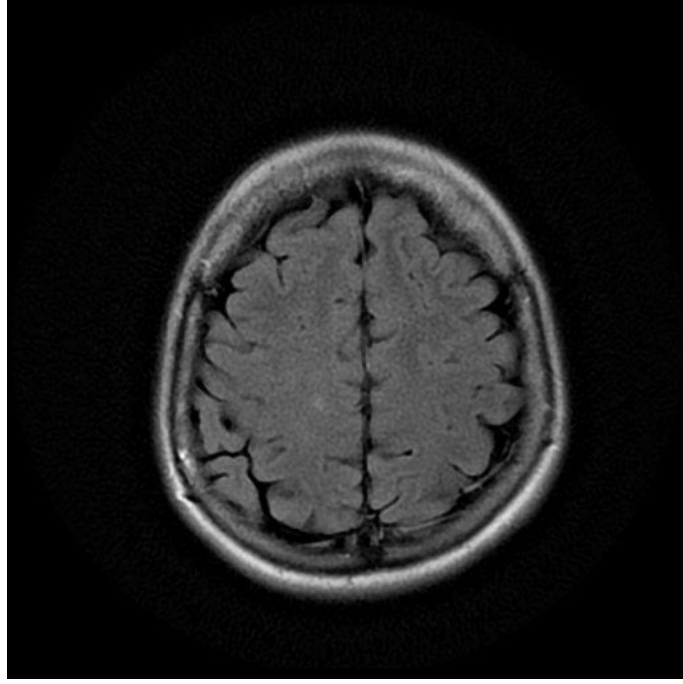


Şekil A.251 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

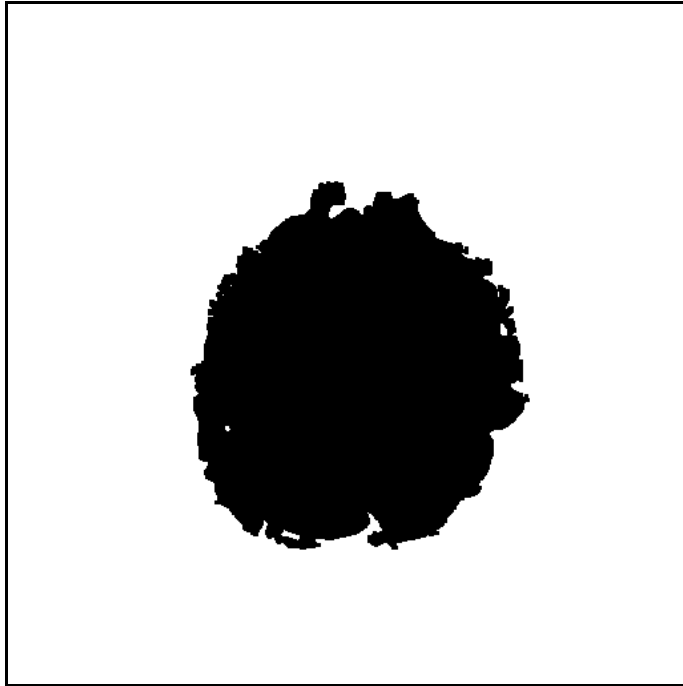


Şekil A.252 Uygulanan eşik değeri

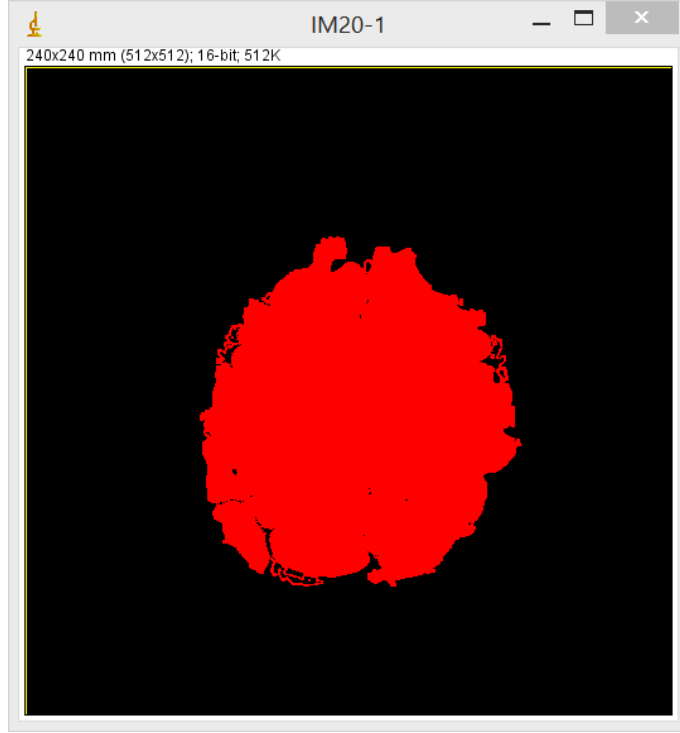
Hasta no: 8 / Görüntü kesit no: 20



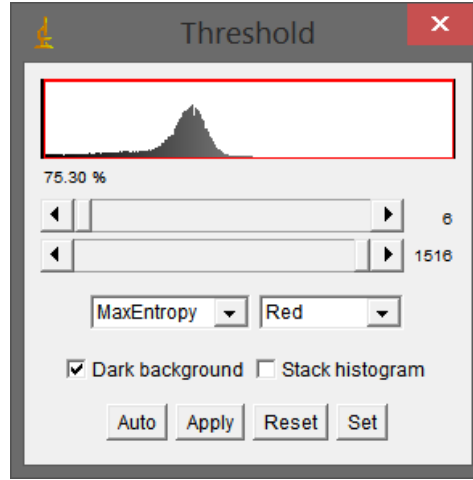
Şekil A.253 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.254 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

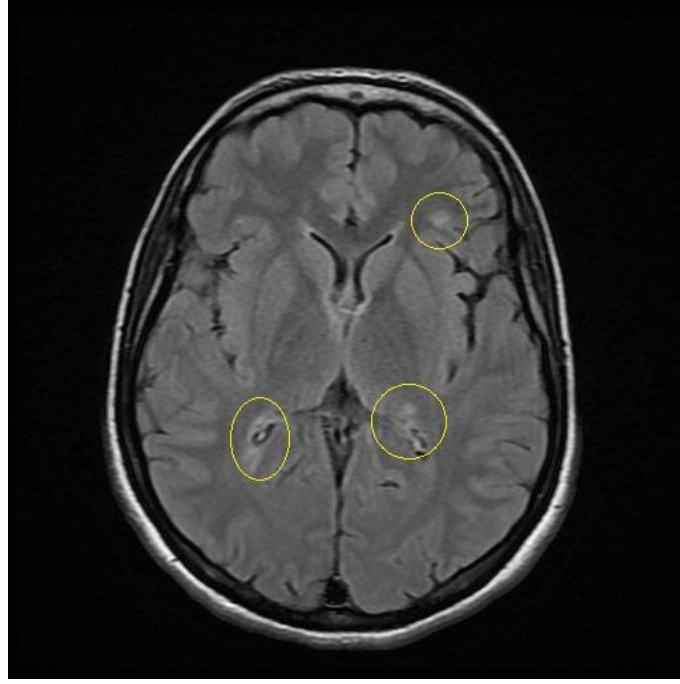


Şekil A.255 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

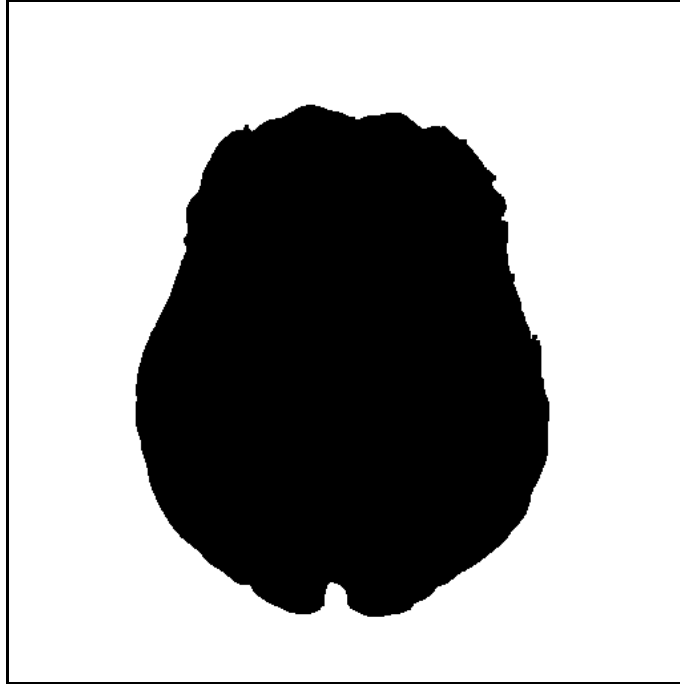


Şekil A.256 Uygulanan eşik değeri

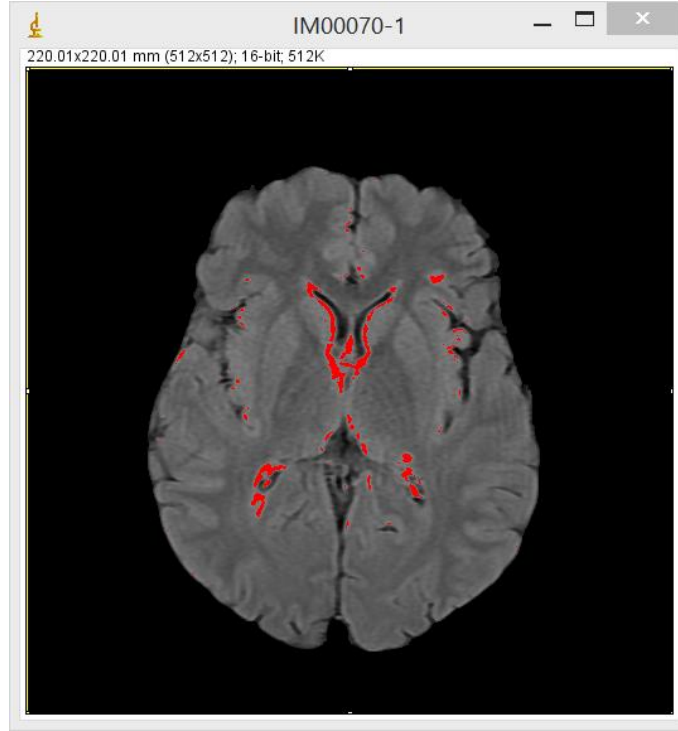
Hasta no: 9 / Görüntü kesit no: 11



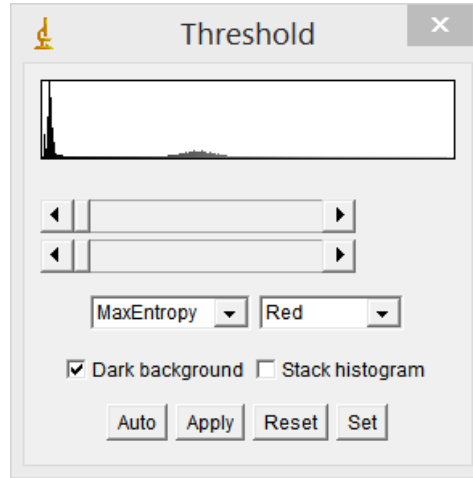
Şekil A.257 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.258 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

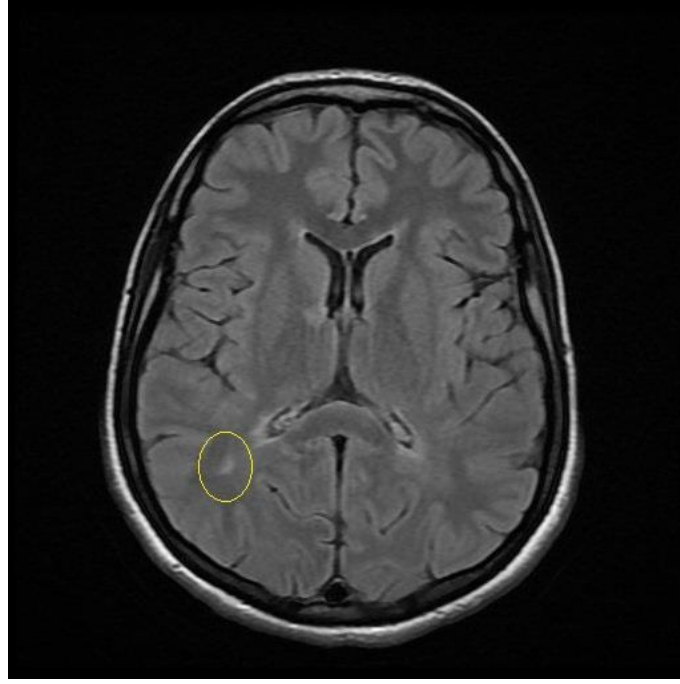


Şekil A.259 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

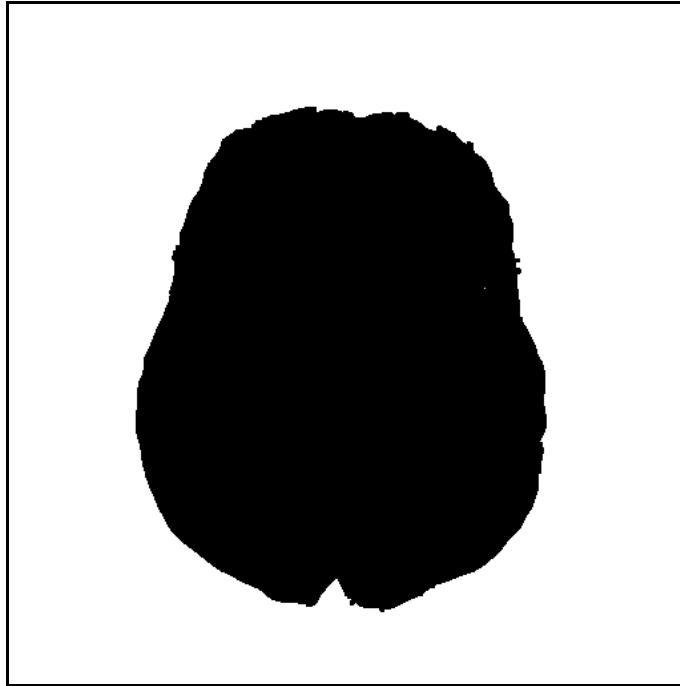


Şekil A.260 Uygulanan eşik değeri

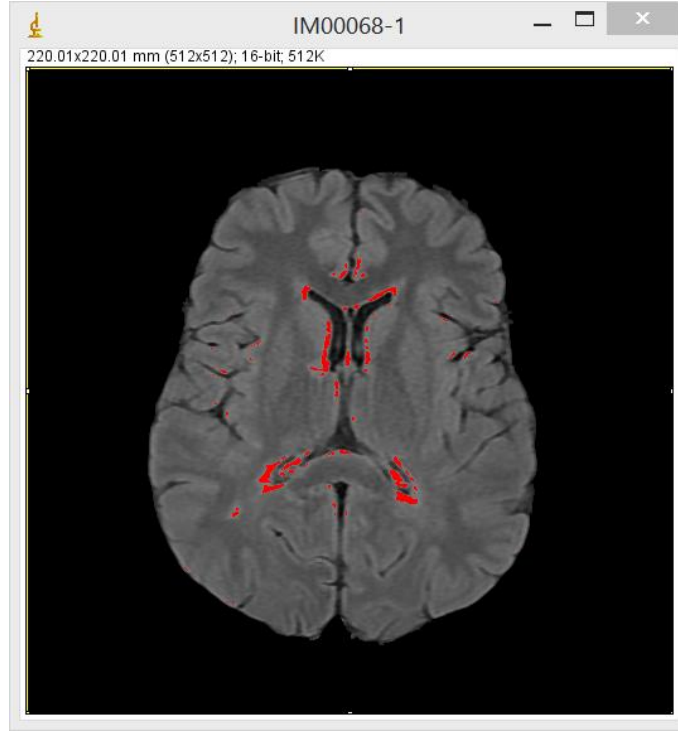
Hasta no: 9 / Görüntü kesit no: 12



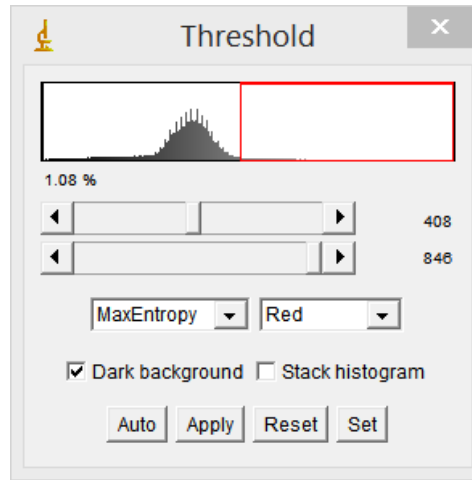
Şekil A.261 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.262 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

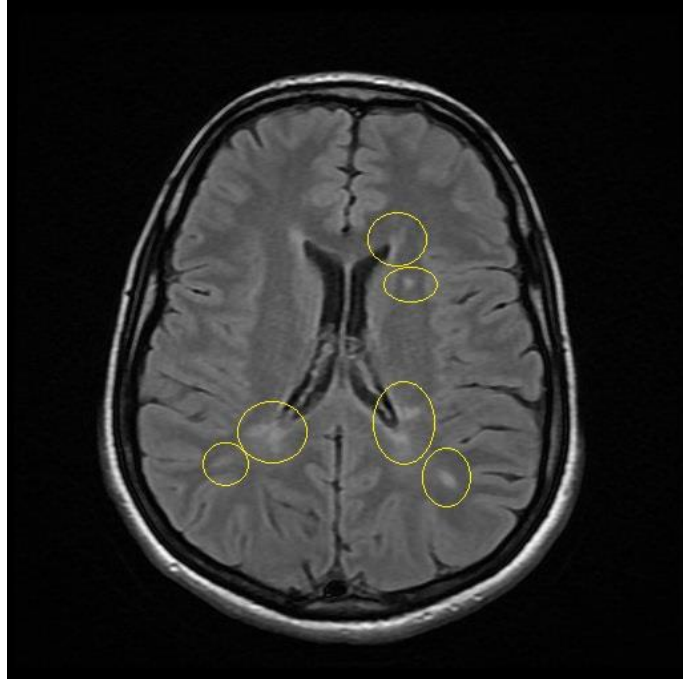


Şekil A.263 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

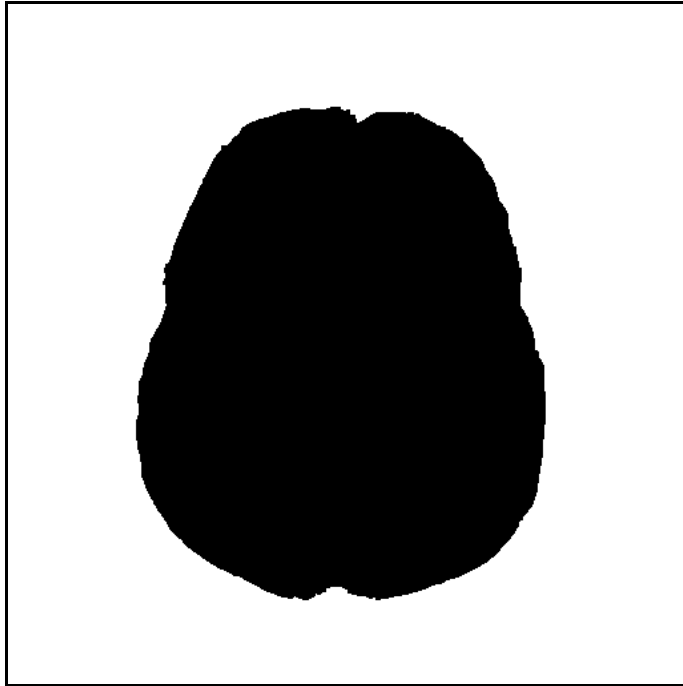


Şekil A.264 Uygulanan eşik değeri

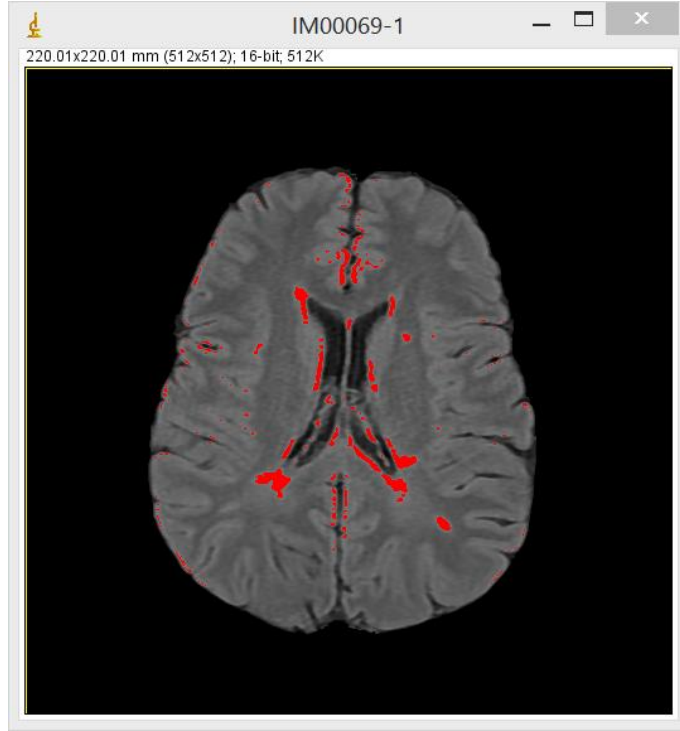
Hasta no: 9 / Görüntü kesit no: 13



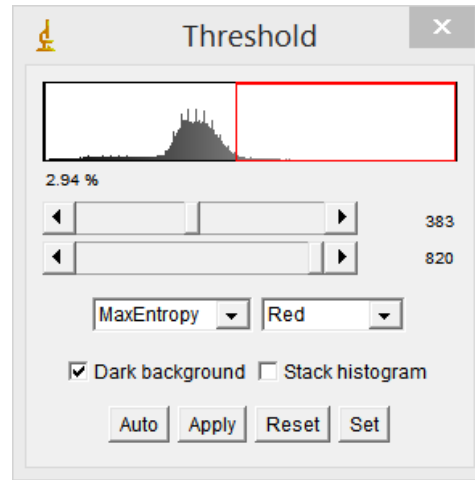
Şekil A.265 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.266 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

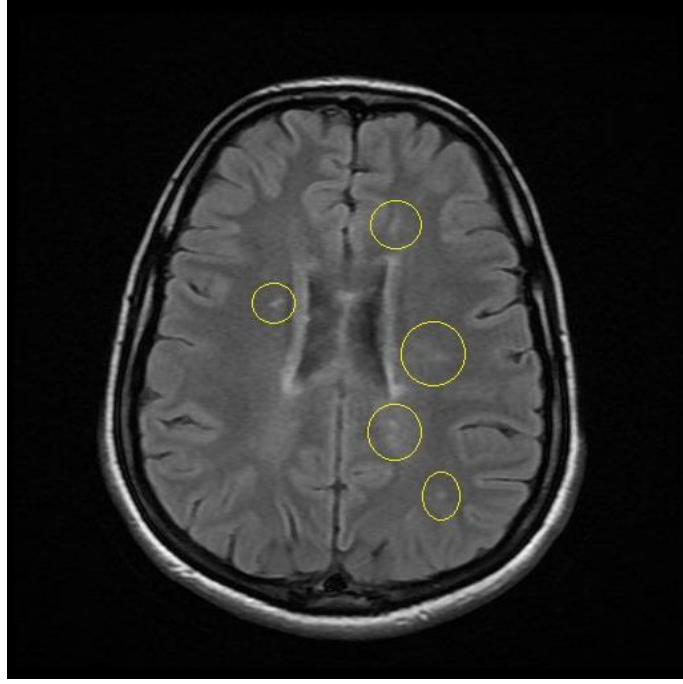


Şekil A.267 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

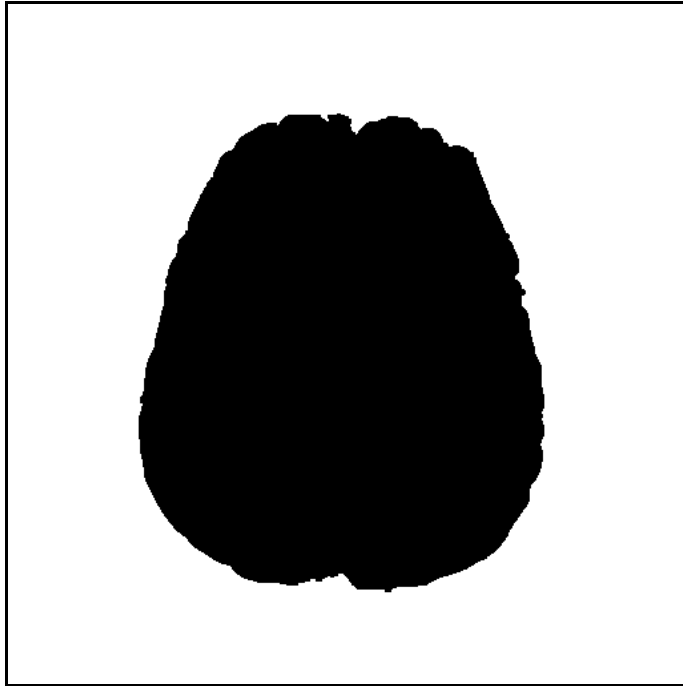


Şekil A.268 Uygulanan eşik değeri

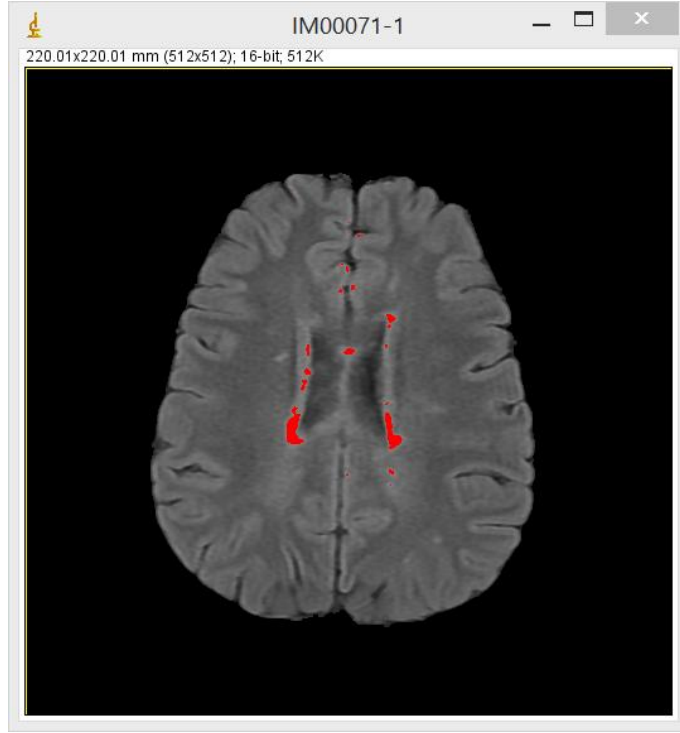
Hasta no: 9 / Görüntü kesit no: 14



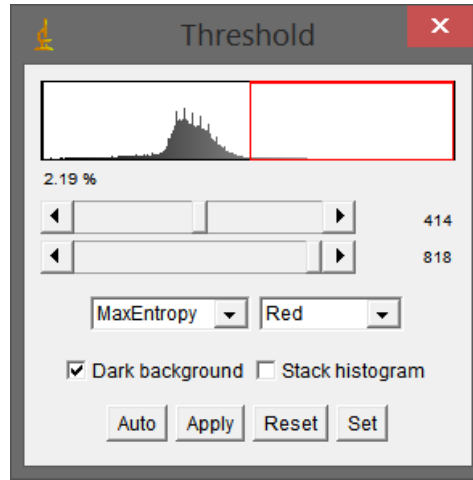
Şekil A.269 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.270 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

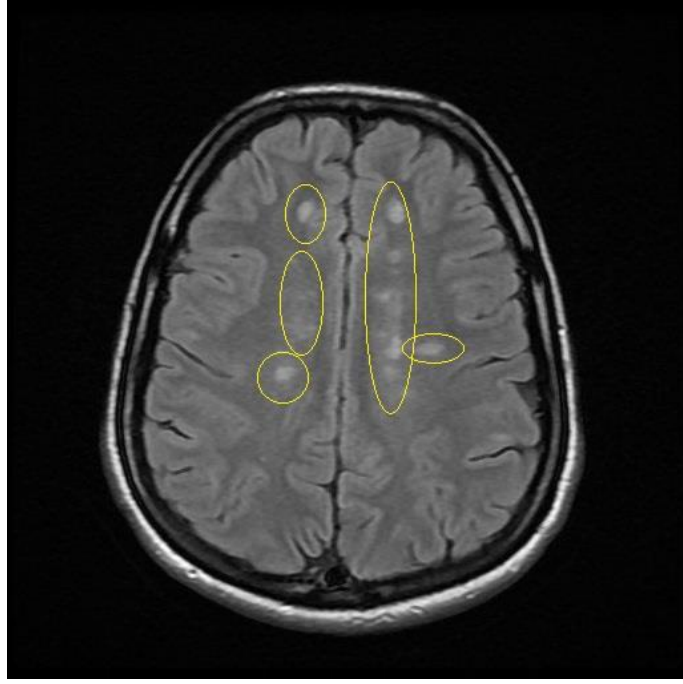


Şekil A.271 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

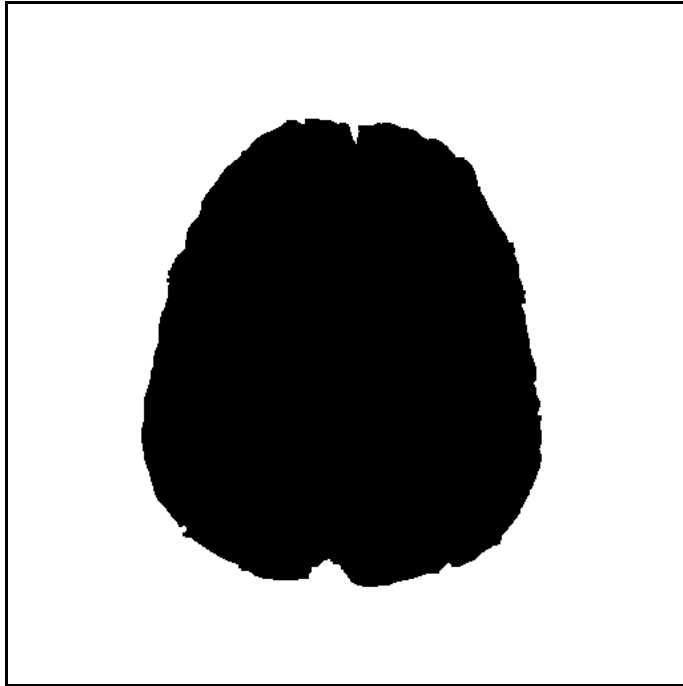


Şekil A.272 Uygulanan eşik değeri

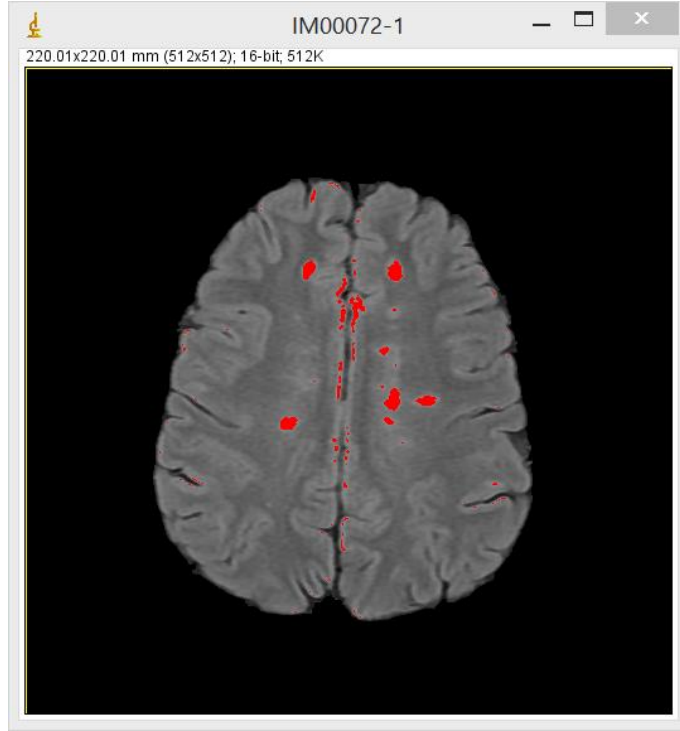
Hasta no: 9 / Görüntü kesit no: 15



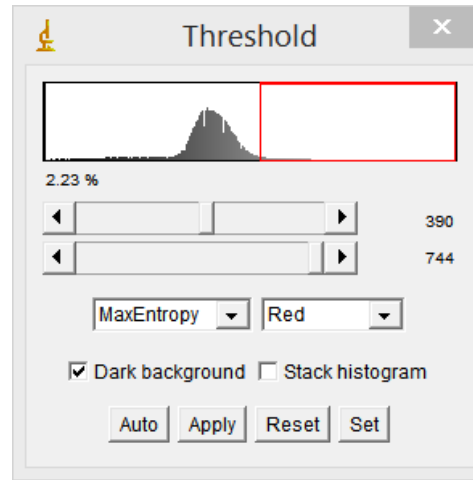
Şekil A.273 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.274 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

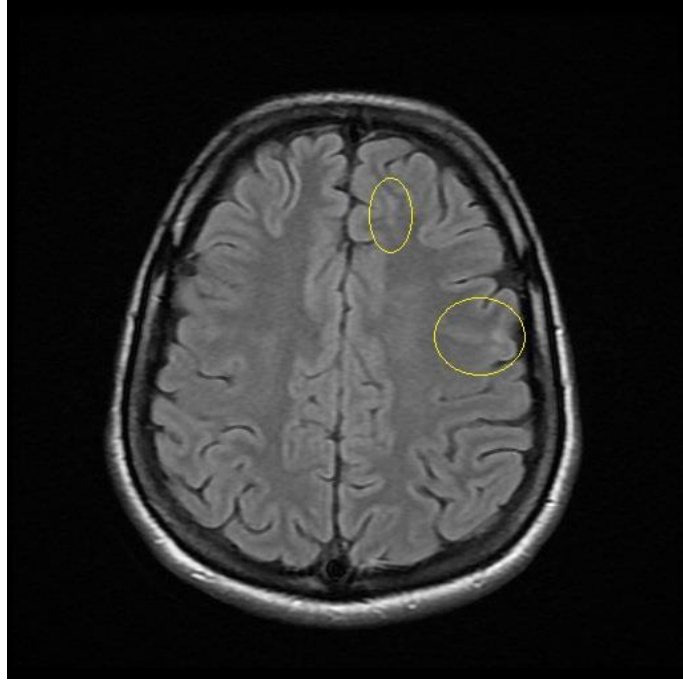


Şekil A.275 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

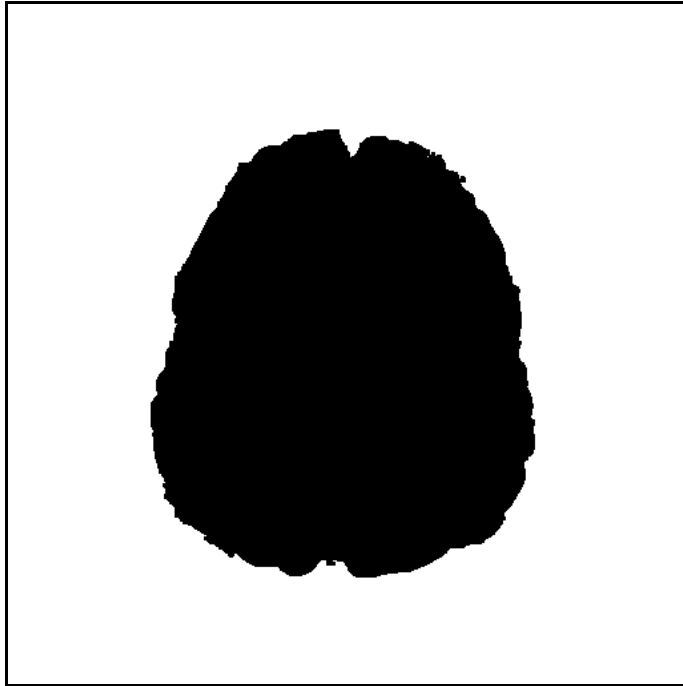


Şekil A.276 Uygulanan eşik değeri

Hasta no: 9 / Görüntü kesit no: 16



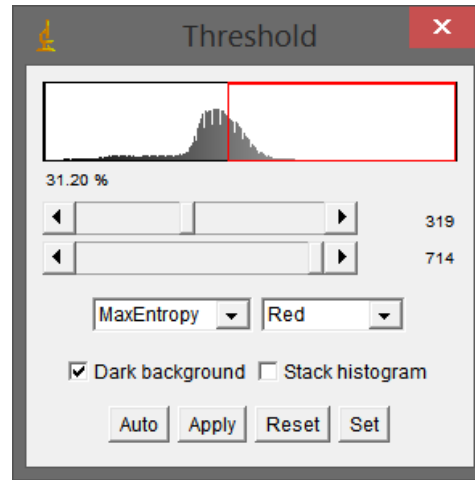
Şekil A.277 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.278 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

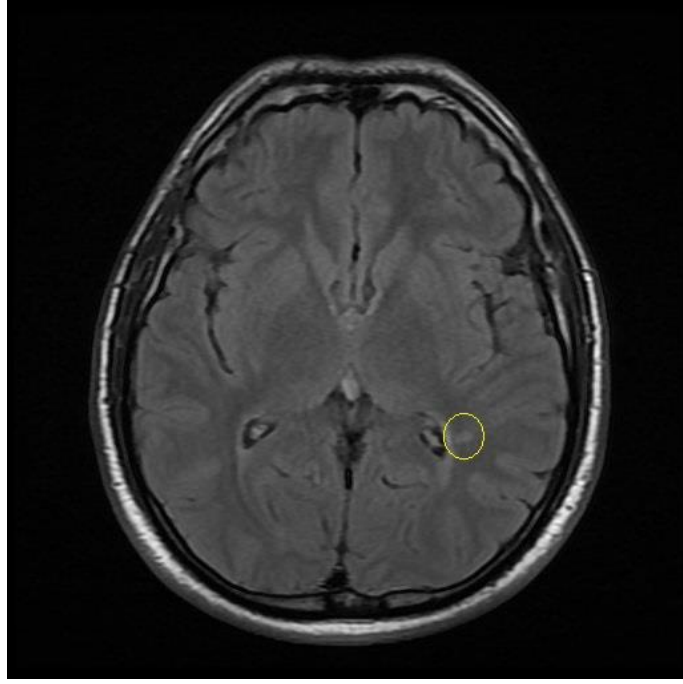


Şekil A.279 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

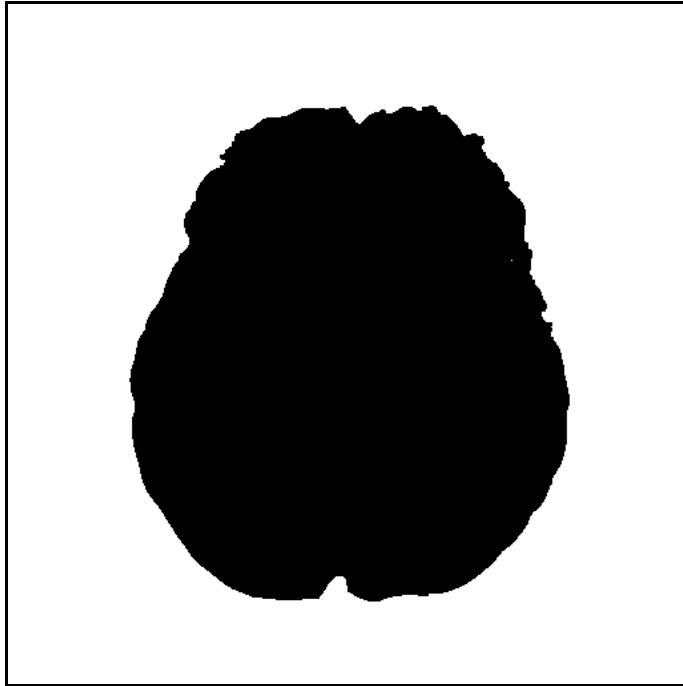


Şekil A.280 Uygulanan eşik değeri

Hasta no: 10 / Görüntü kesit no: 13



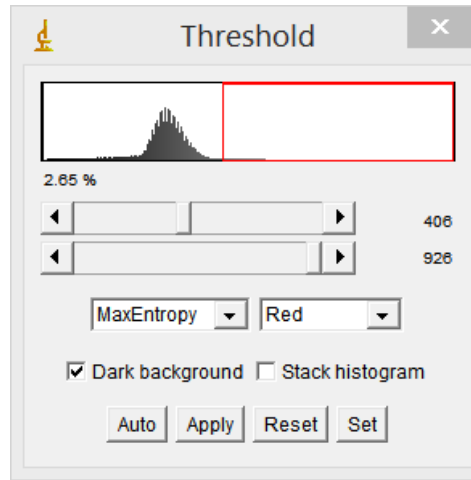
Şekil A.281 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.282 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

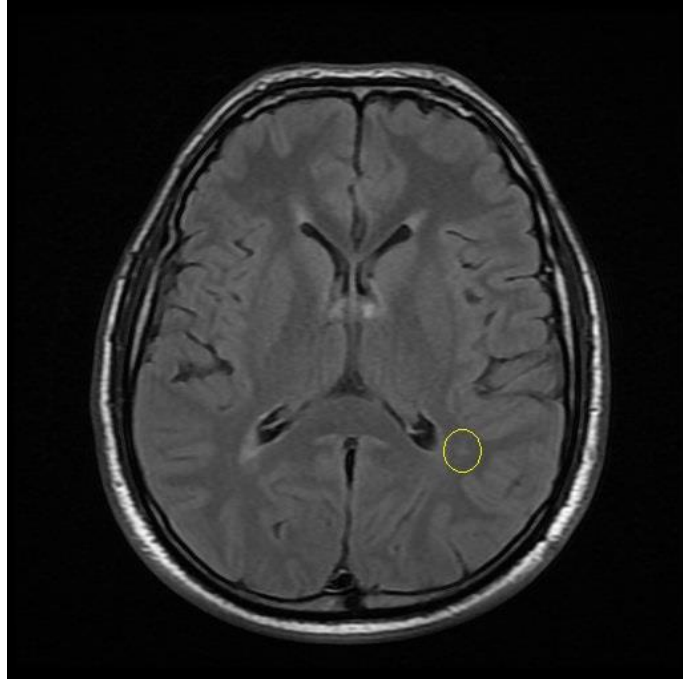


Şekil A.283 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

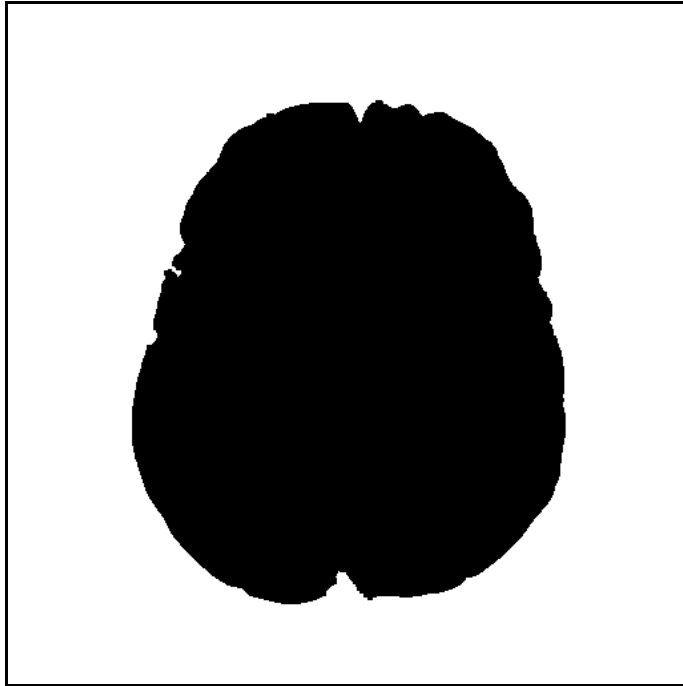


Şekil A.284 Uygulanan eşik değeri

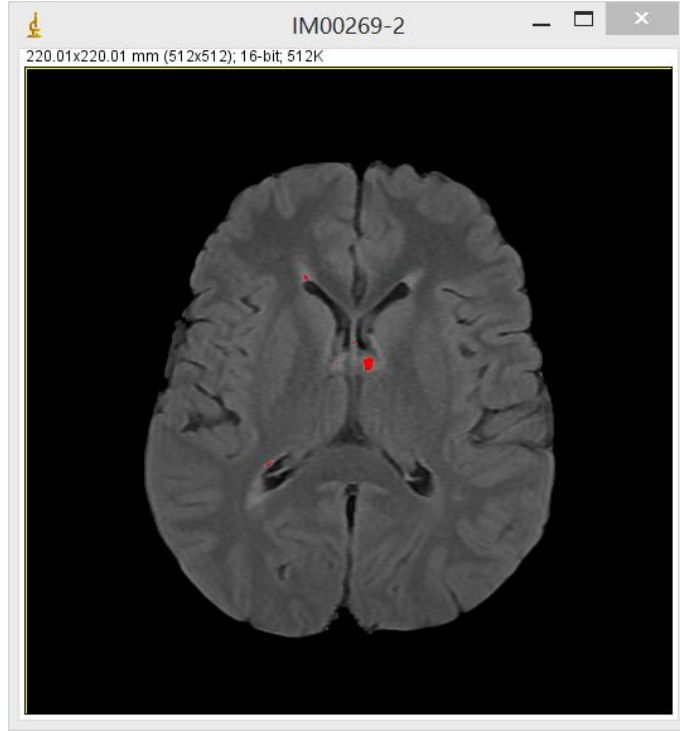
Hasta no: 10 / Görüntü kesit no: 14



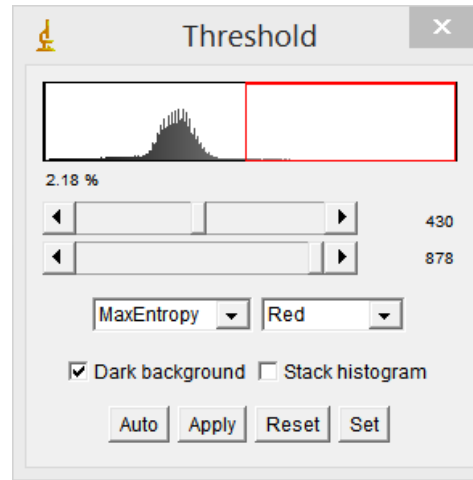
Şekil A.285 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.286 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

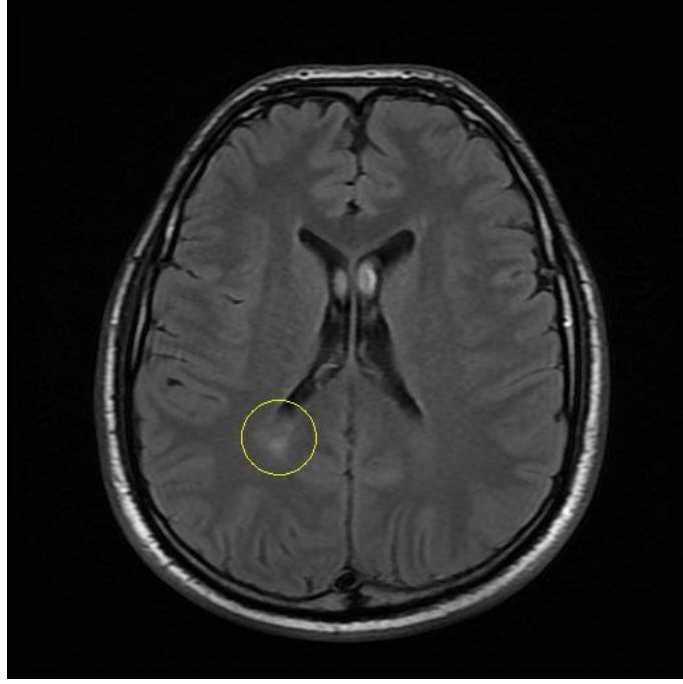


Şekil A.287 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

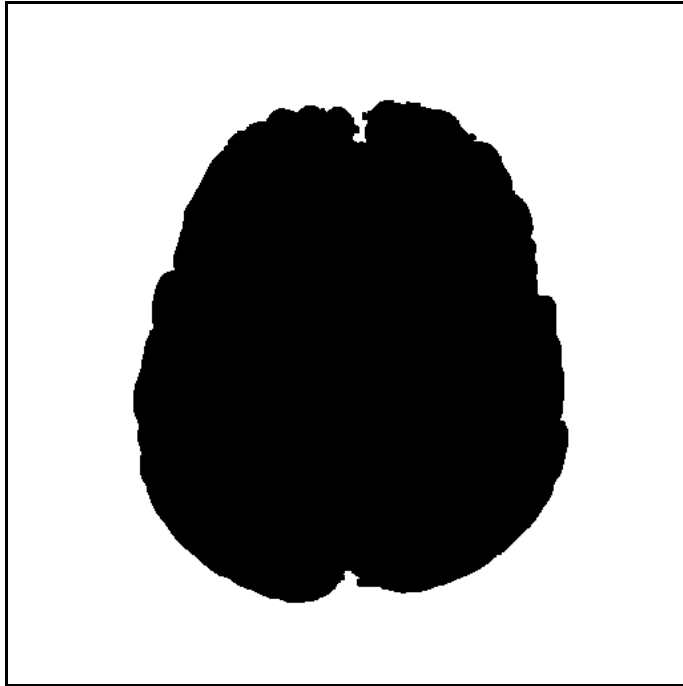


Şekil A.288 Uygulanan eşik değeri

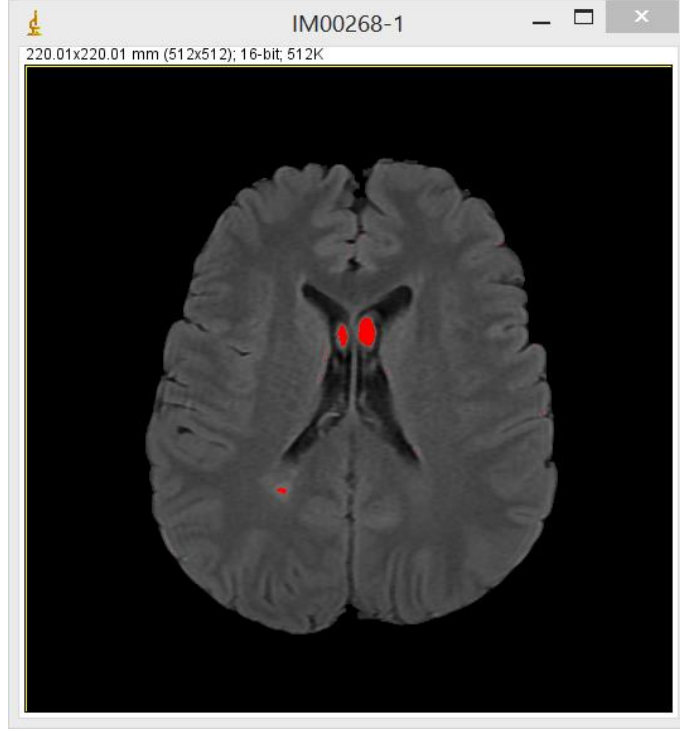
Hasta no: 10 / Görüntü kesit no: 15



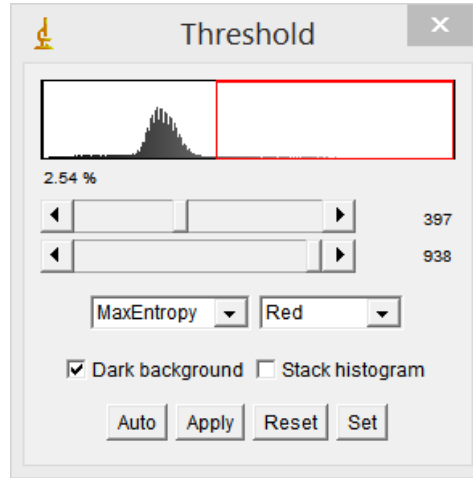
Şekil A.289 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.290 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

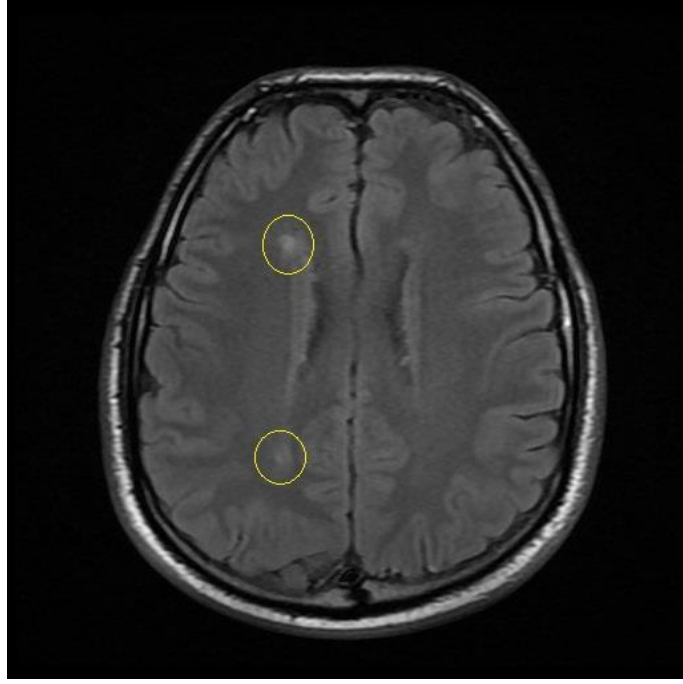


Şekil A.291 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

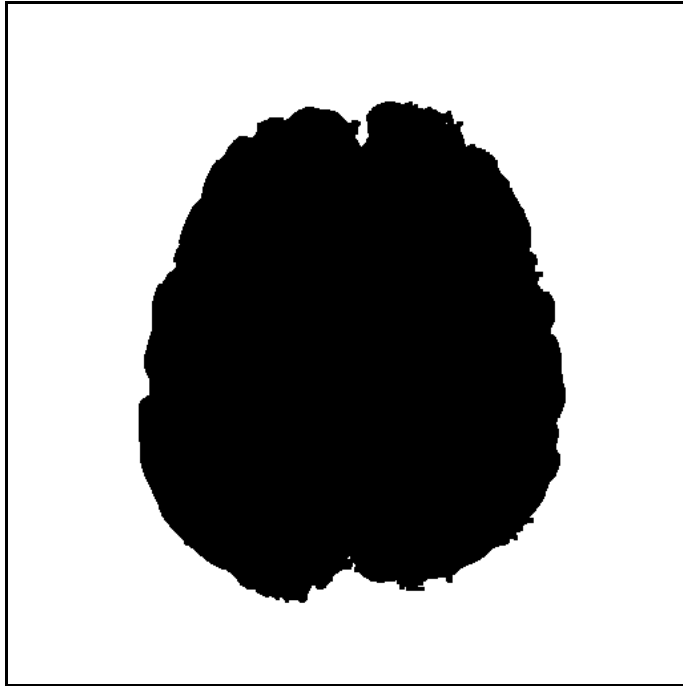


Şekil A.292 Uygulanan eşik değeri

Hasta no: 10 / Görüntü kesit no: 16



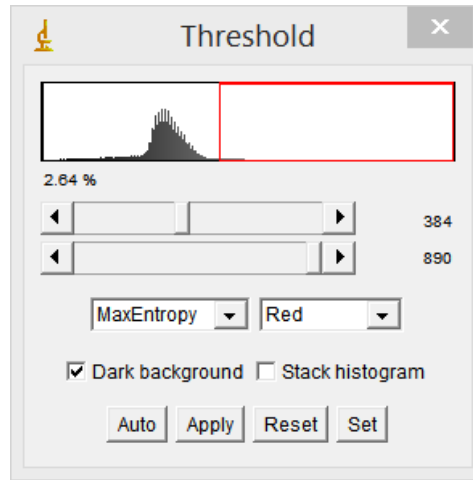
Şekil A.293 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.294 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

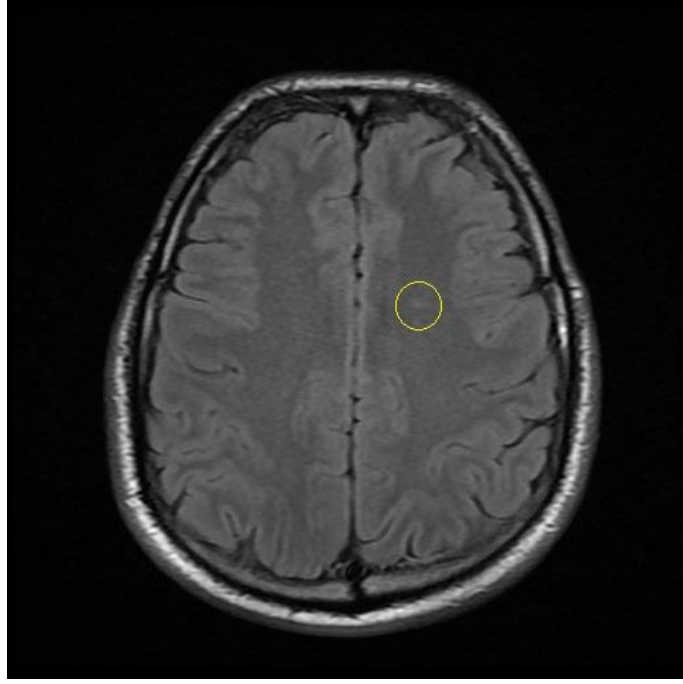


Şekil A.295 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

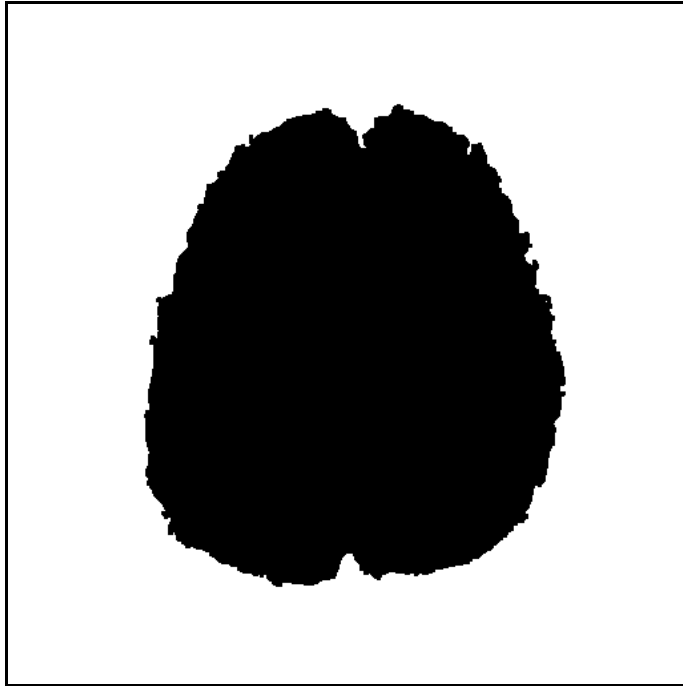


Şekil A.296 Uygulanan eşik değeri

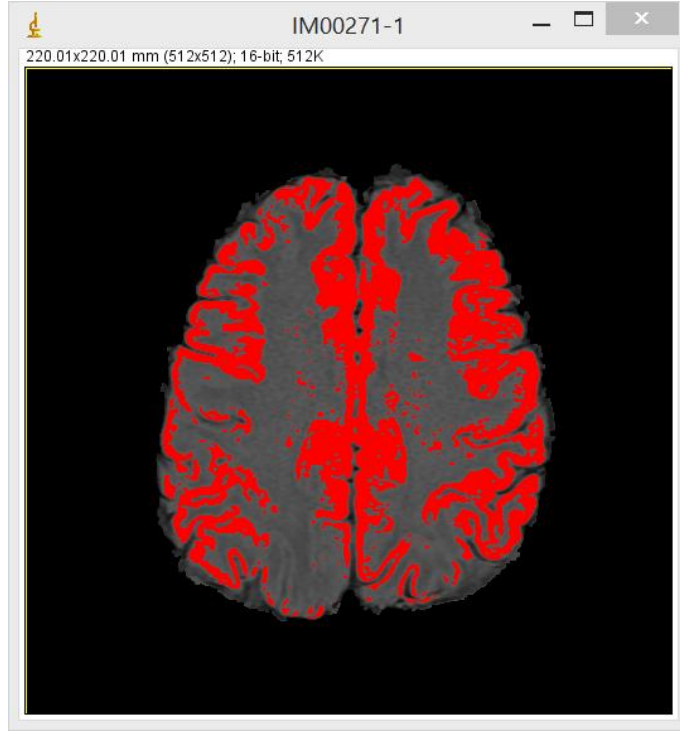
Hasta no: 10 / Görüntü kesit no: 17



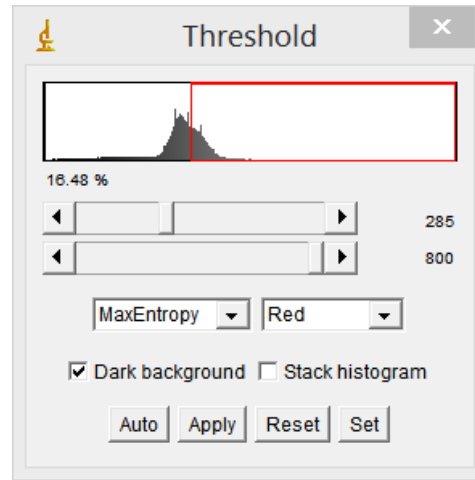
Şekil A.297 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.298 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

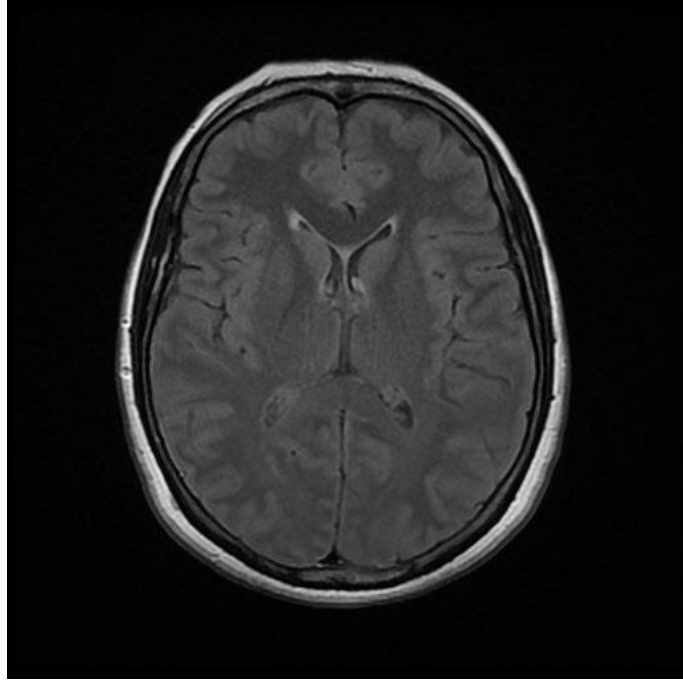


Şekil A.299 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

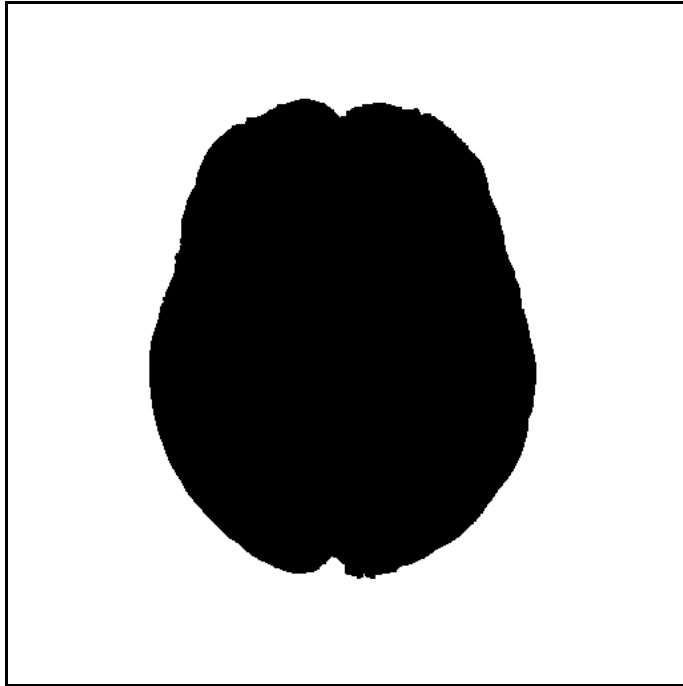


Şekil A.300 Uygulanan eşik değeri

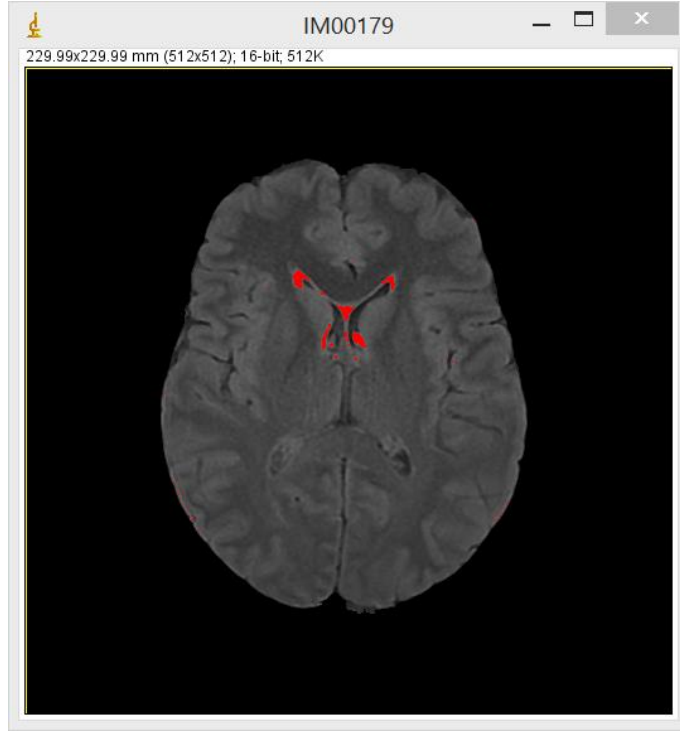
Hasta no: 11 / Görüntü kesit no: 13



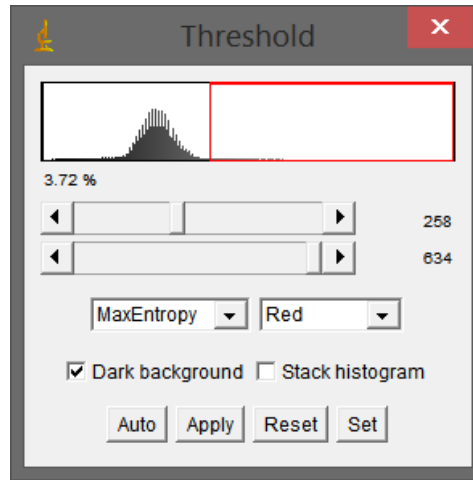
Şekil A.301 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.302 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

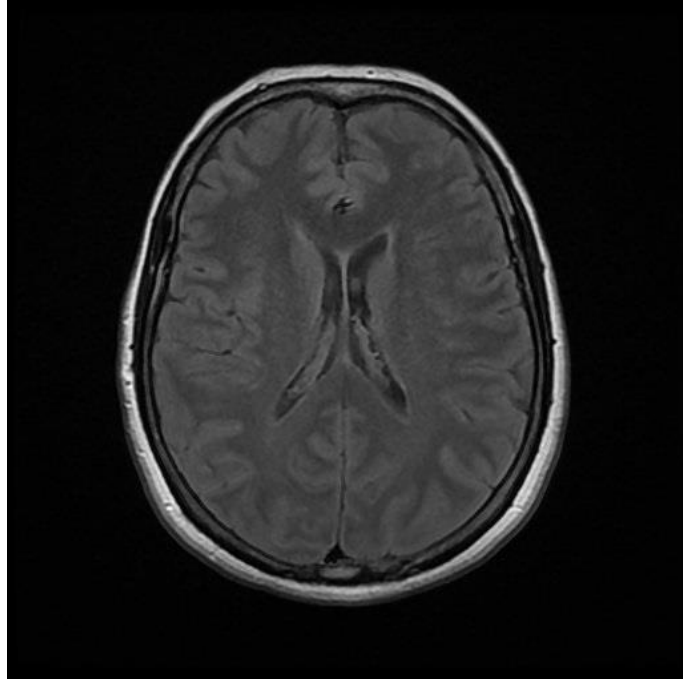


Şekil A.303 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

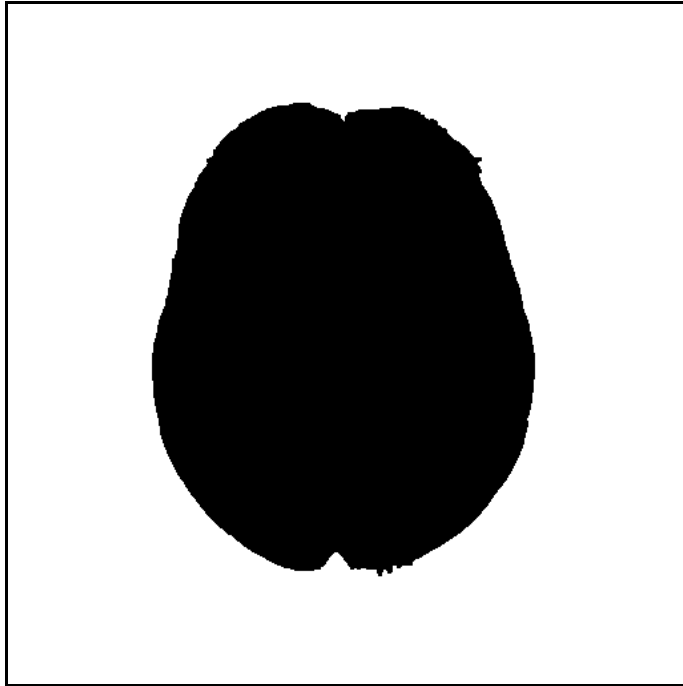


Şekil A.304 Uygulanan eşik değeri

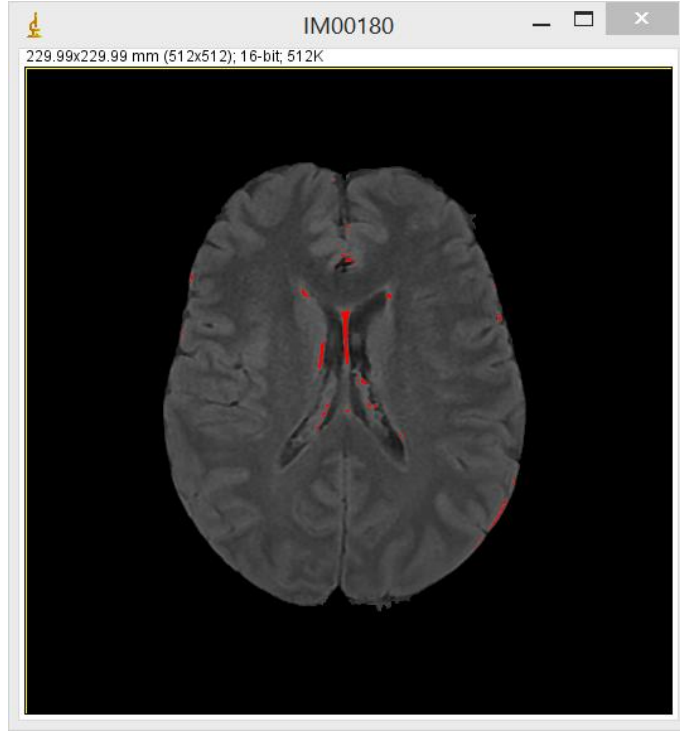
Hasta no: 11 / Görüntü kesit no: 14



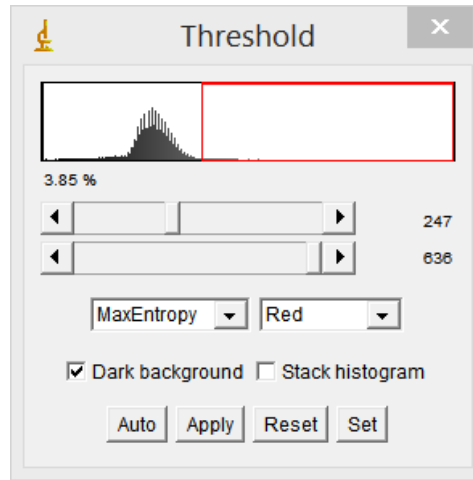
Şekil A.305 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.306 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

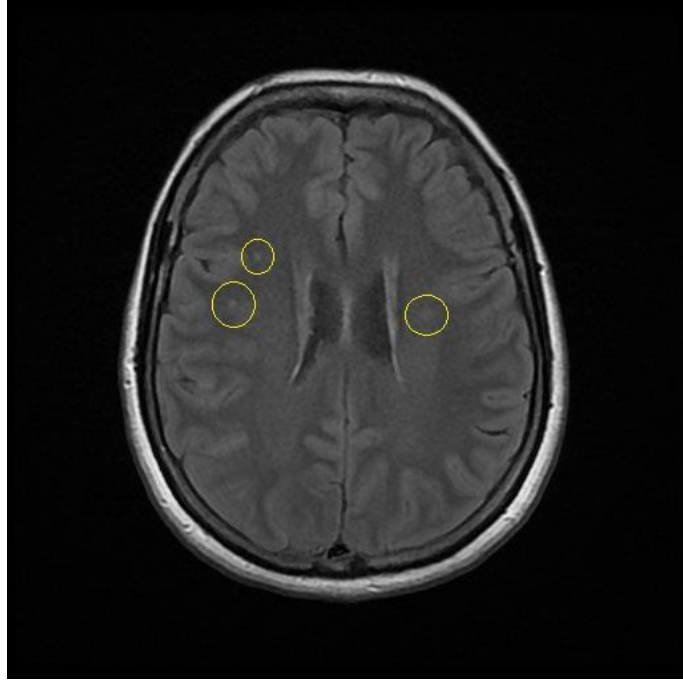


Şekil A.307 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

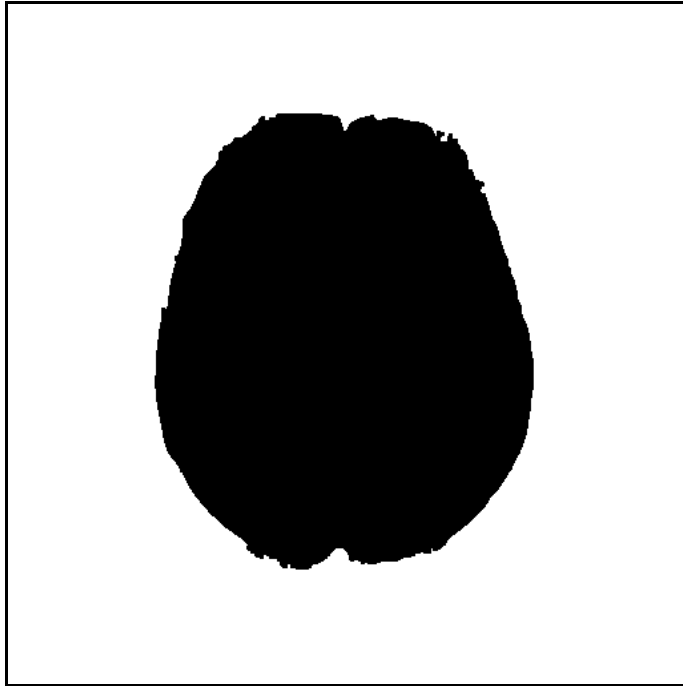


Şekil A.308 Uygulanan eşik değeri

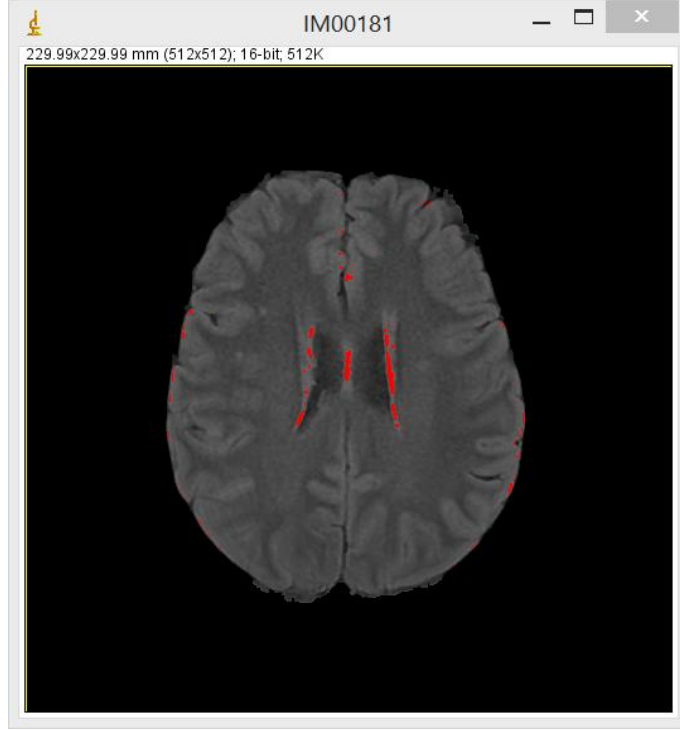
Hasta no: 11 / Görüntü kesit no: 15



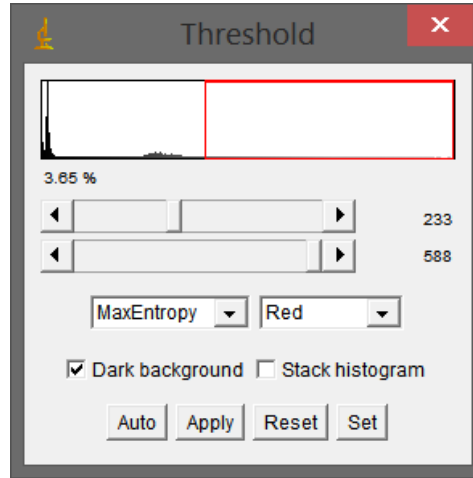
Şekil A.309 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.310 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

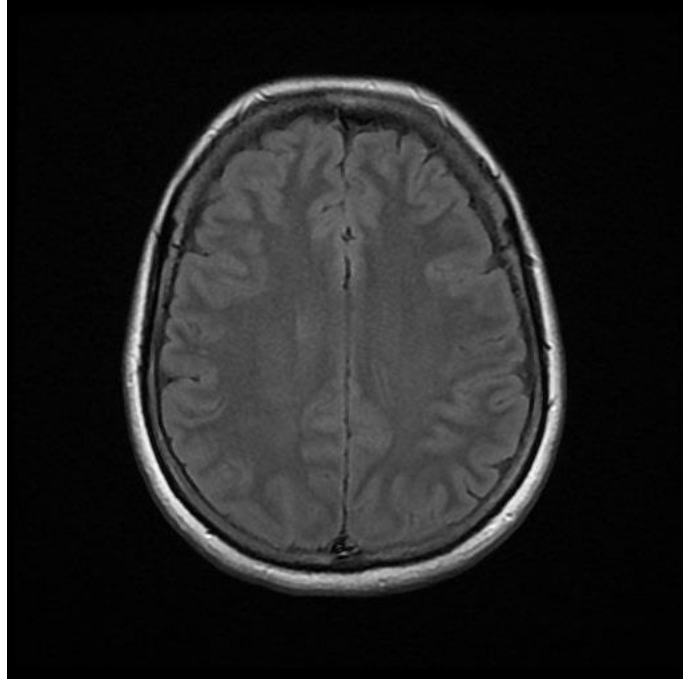


Şekil A.311 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

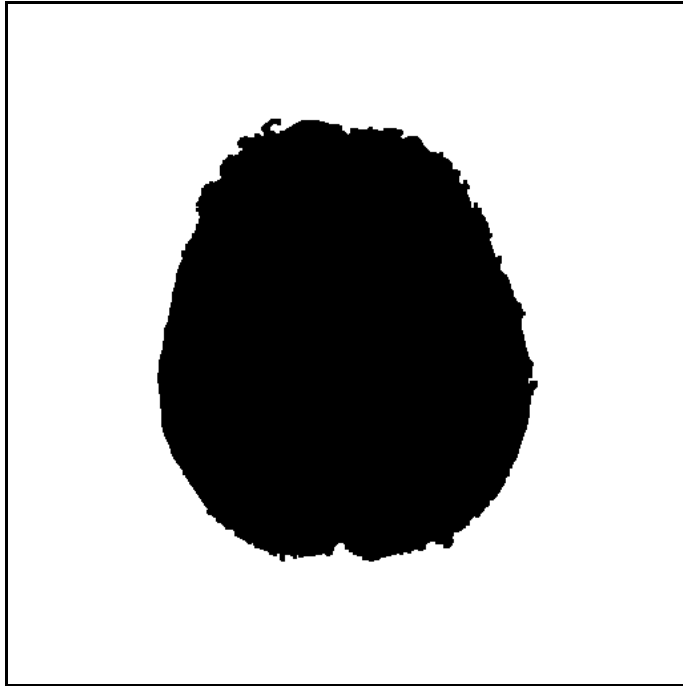


Şekil A.312 Uygulanan eşik değeri

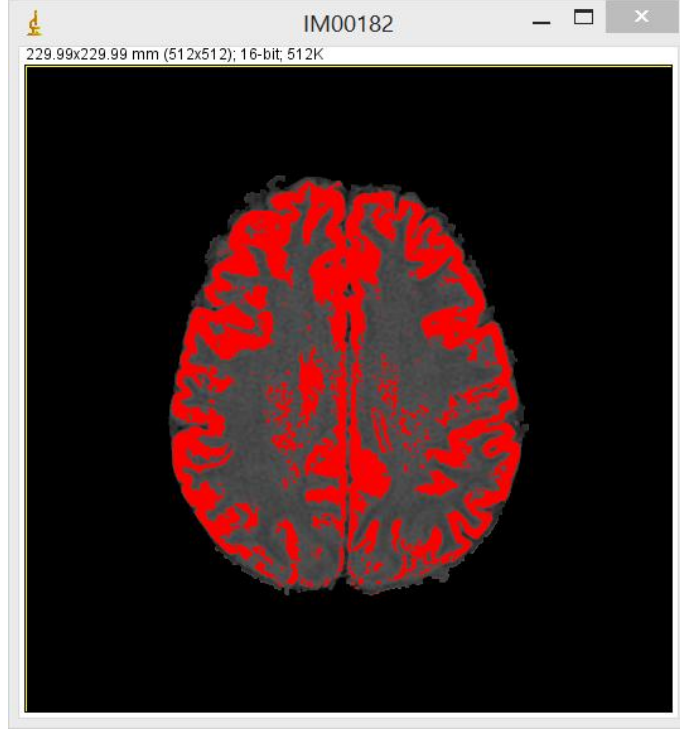
Hasta no: 11 / Görüntü kesit no: 16



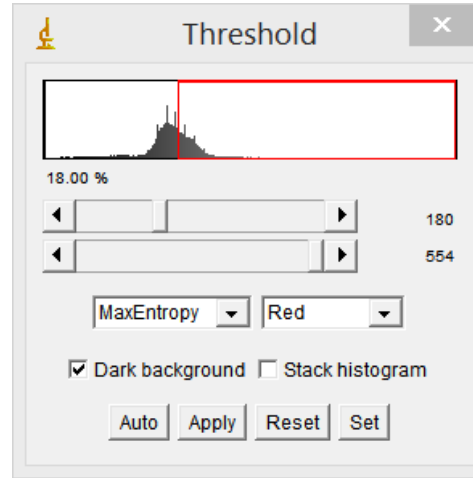
Şekil A.313 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.314 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

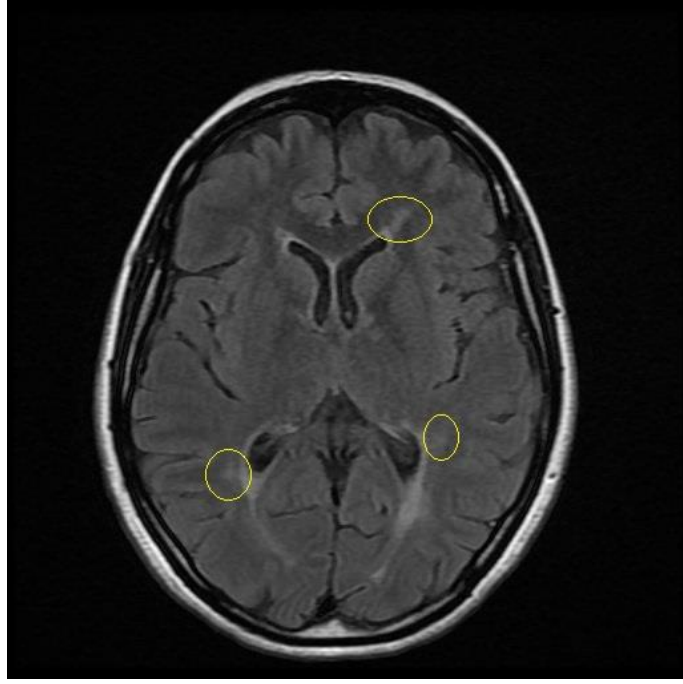


Şekil A.315 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

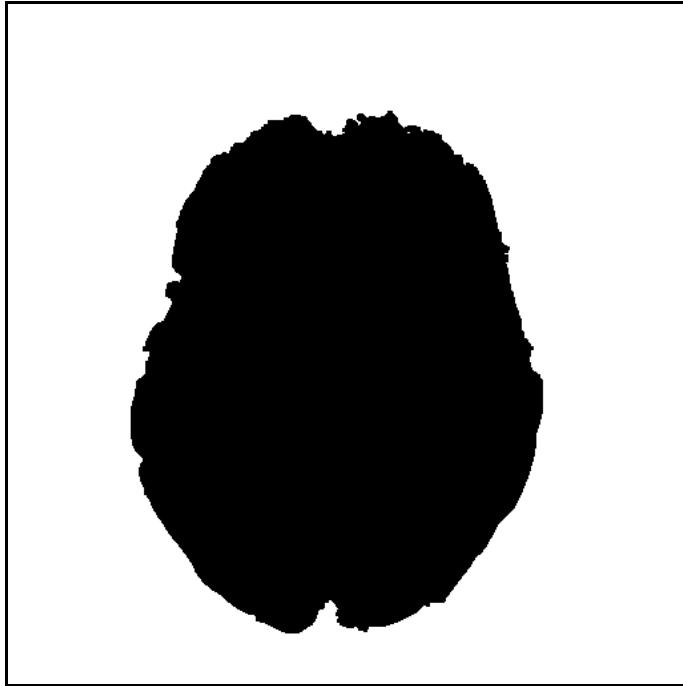


Şekil A.316 Uygulanan eşik değeri

Hasta no: 12 / Görüntü kesit no: 11



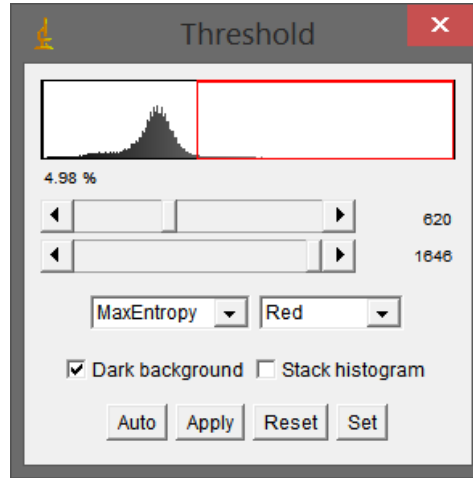
Şekil A.317 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.318 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

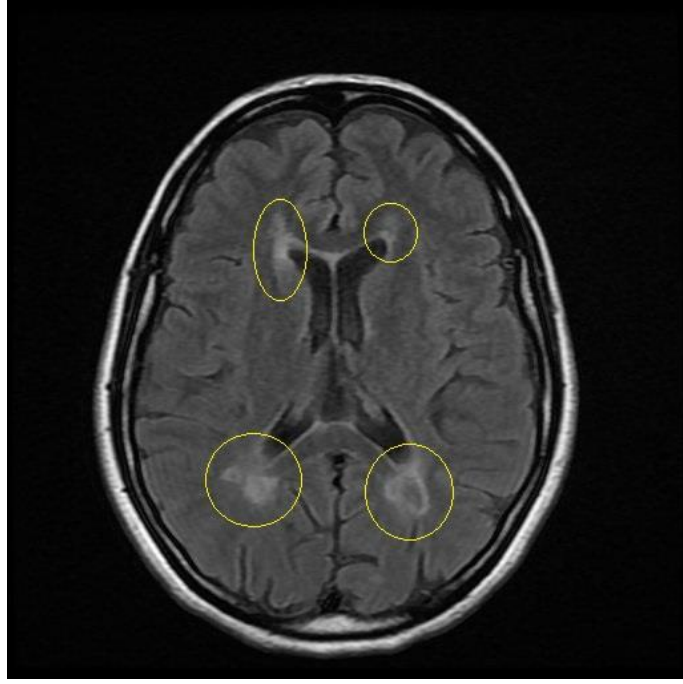


Şekil A.319 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

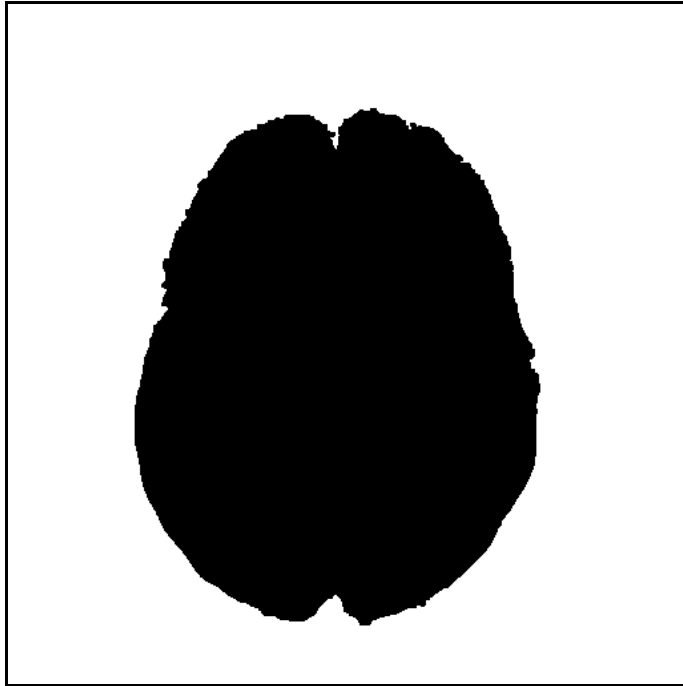


Şekil A.320 Uygulanan eşik değeri

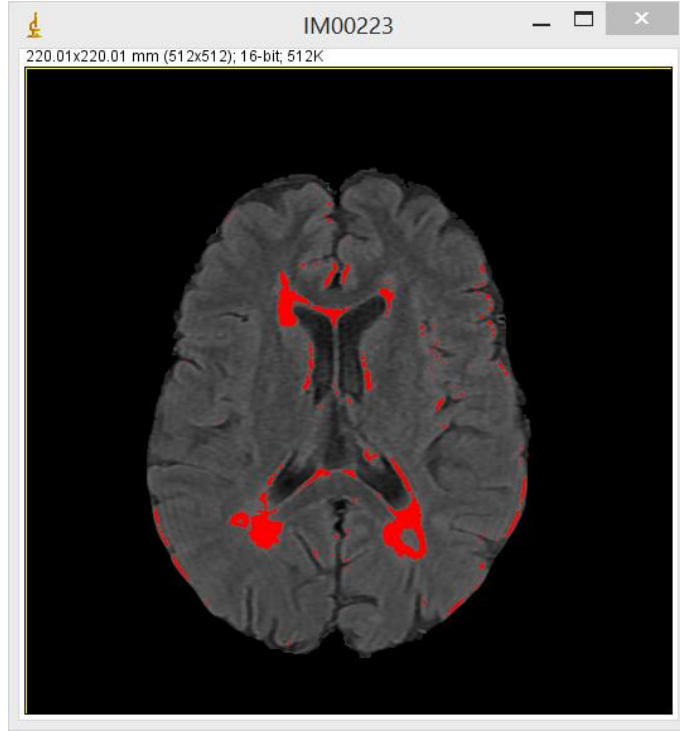
Hasta no: 12 / Görüntü kesit no: 12



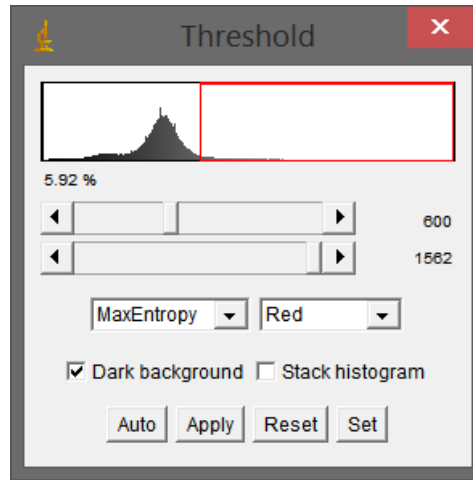
Şekil A.321 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.322 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

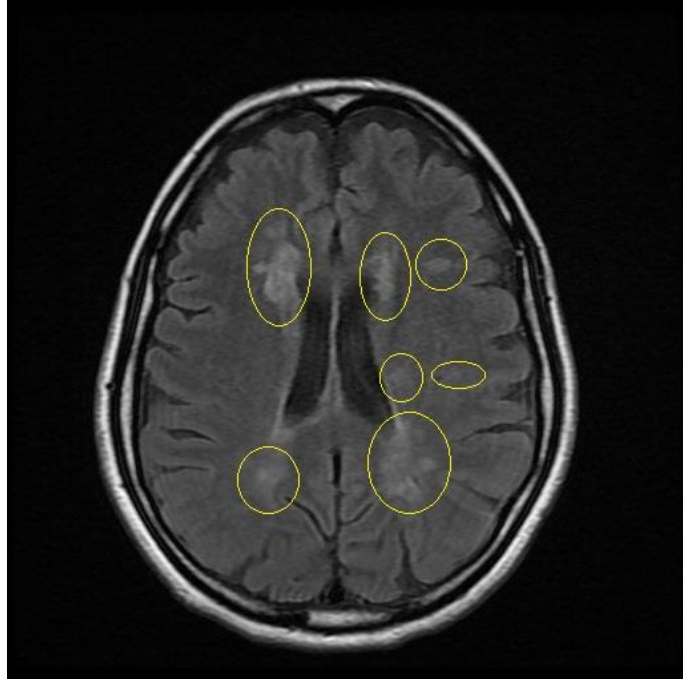


Şekil A.323 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

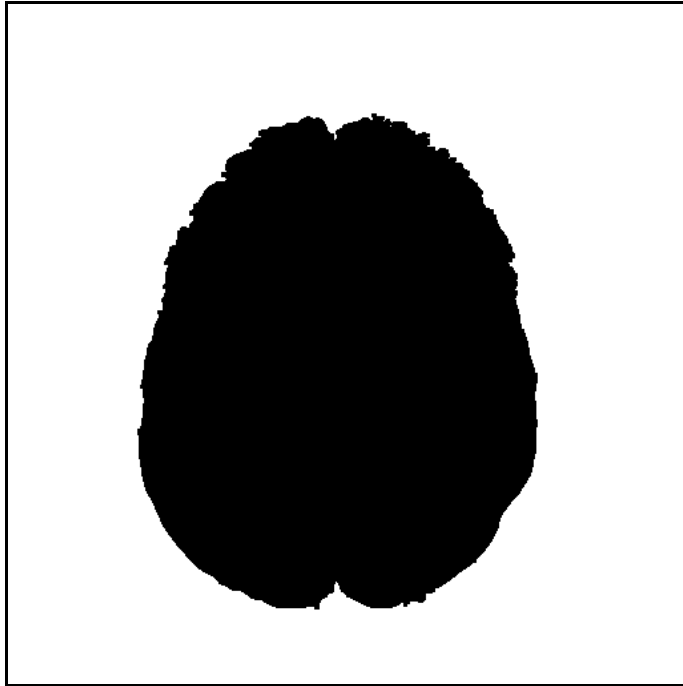


Şekil A.324 Uygulanan eşik değeri

Hasta no: 12 / Görüntü kesit no: 13



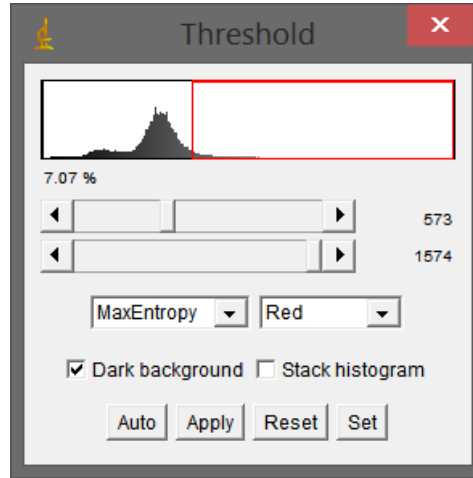
Şekil A.325 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.326 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

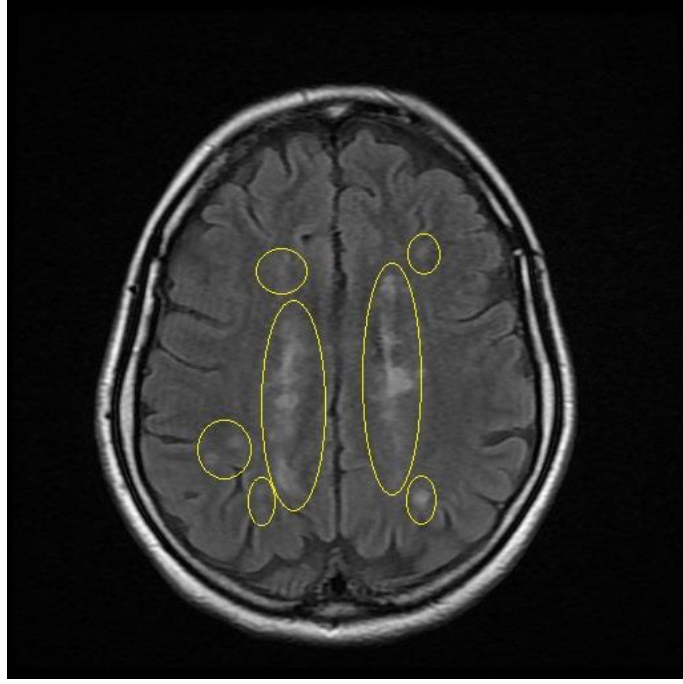


Şekil A.327 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

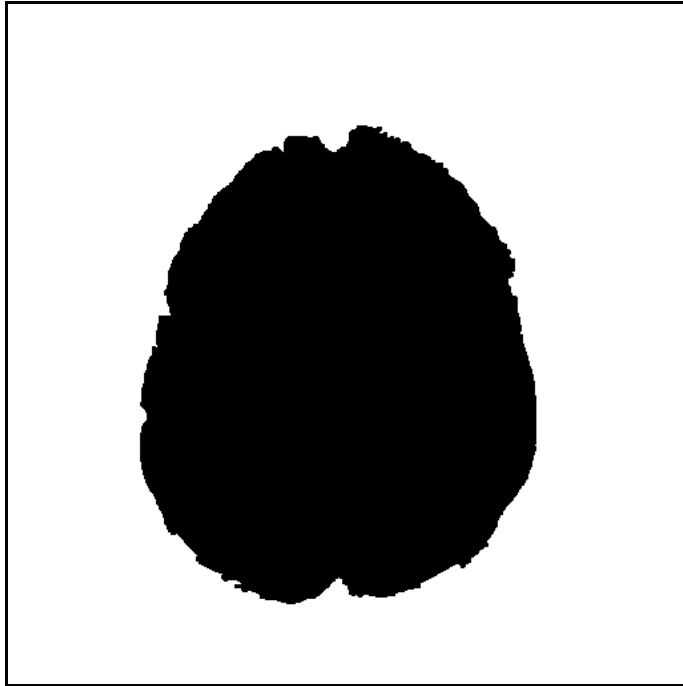


Şekil A.328 Uygulanan eşik değeri

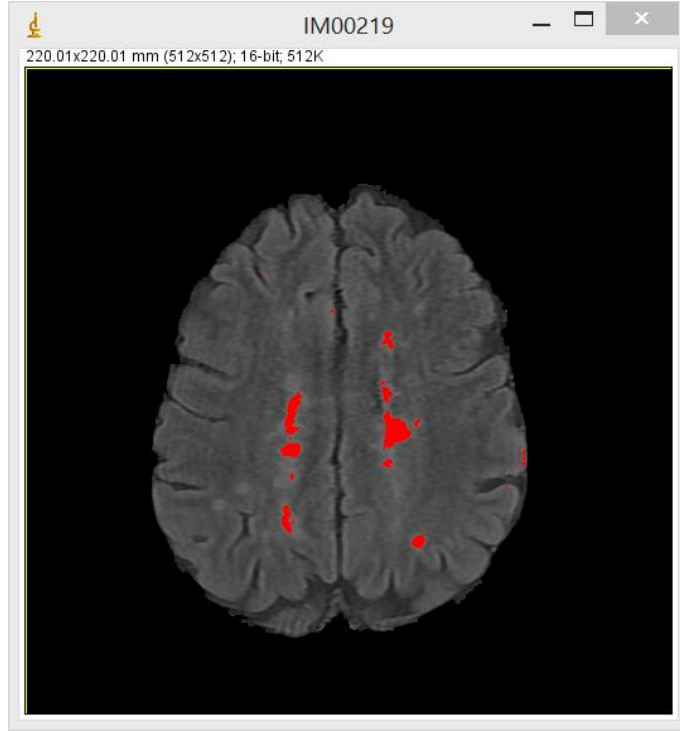
Hasta no: 12 / Görüntü kesit no: 14



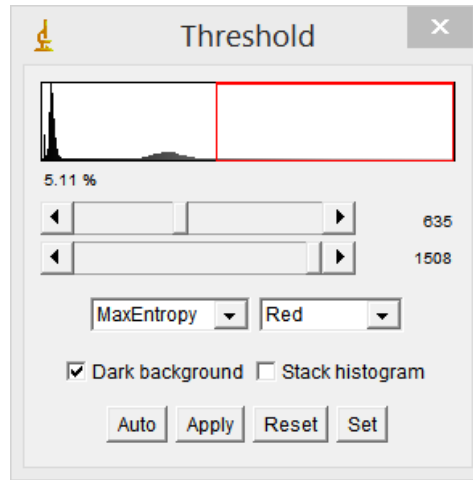
Şekil A.329 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.330 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

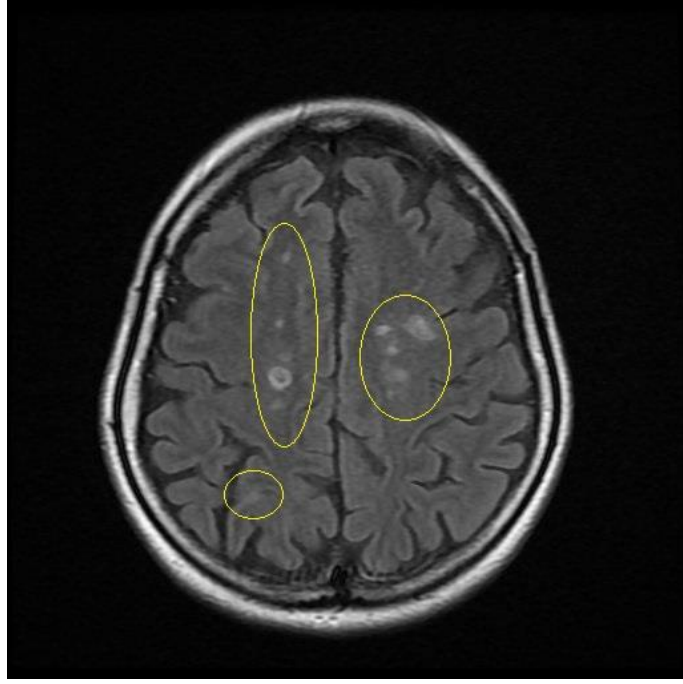


Şekil A.331 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

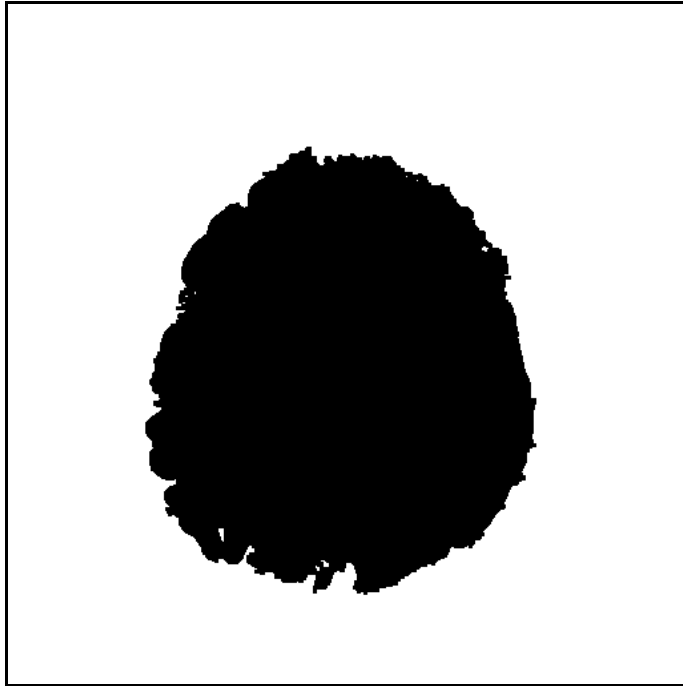


Şekil A.332 Uygulanan eşik değeri

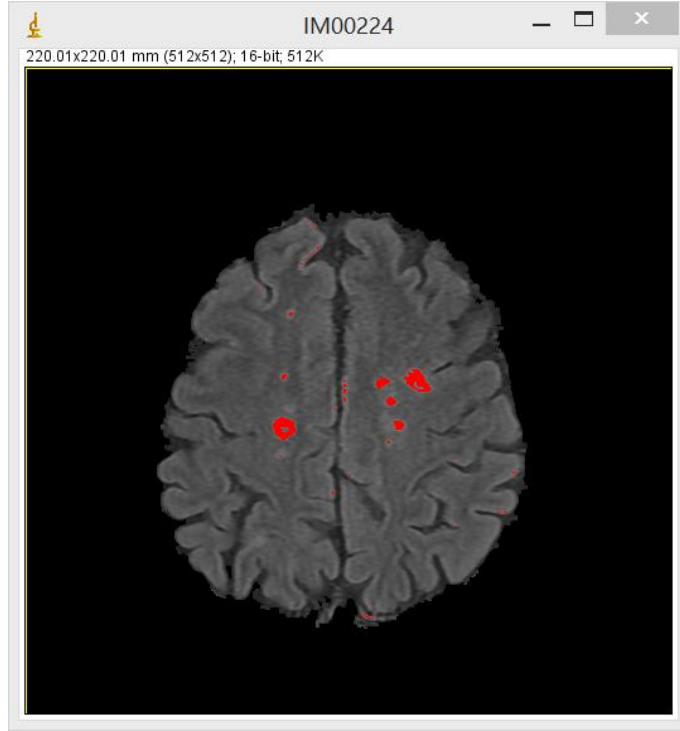
Hasta no: 12 / Görüntü kesit no: 15



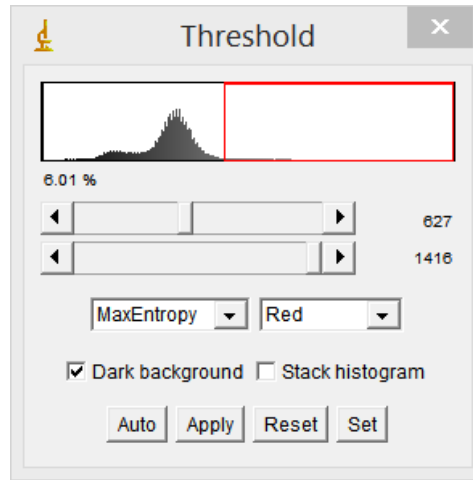
Şekil A.333 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.334 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

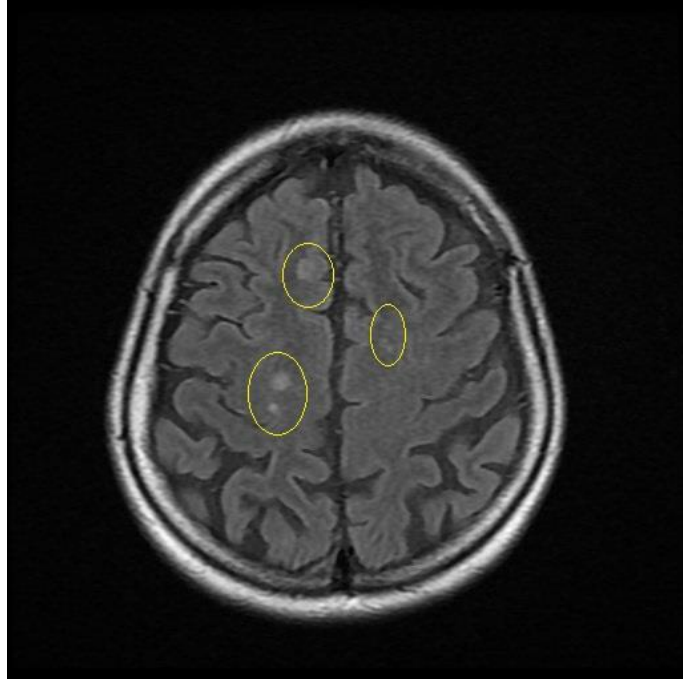


Şekil A.335 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

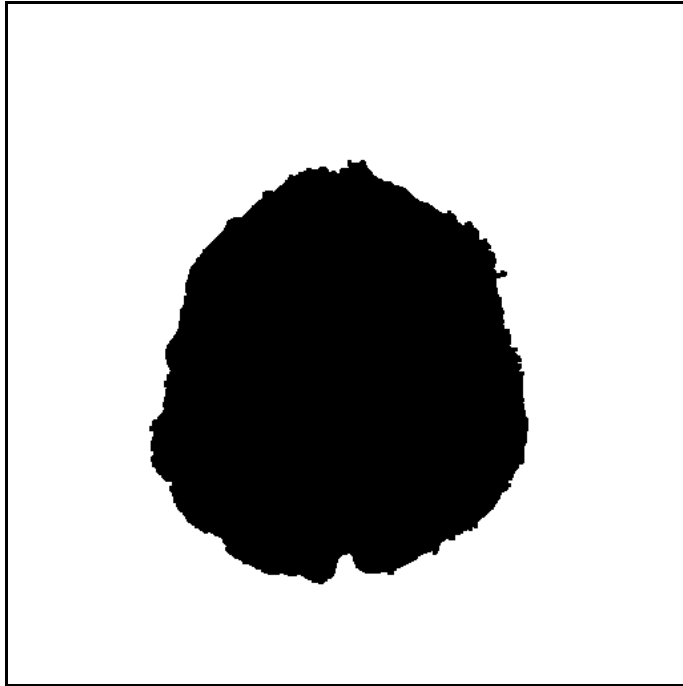


Şekil A.336 Uygulanan eşik değeri

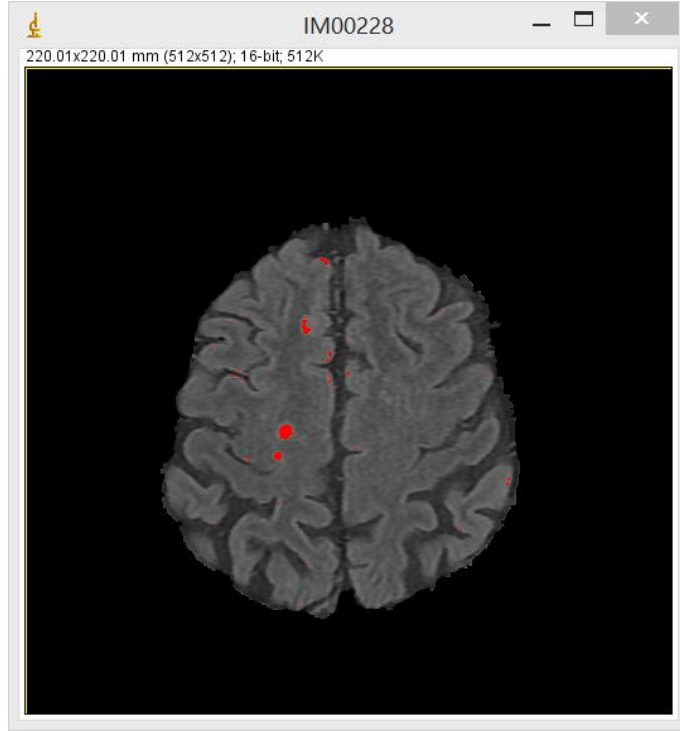
Hasta no: 12 / Görüntü kesit no: 16



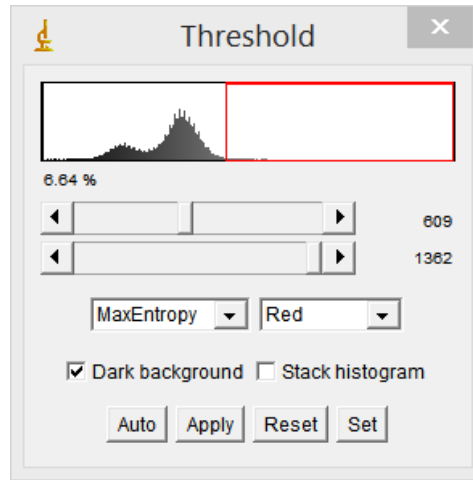
Şekil A.337 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.338 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

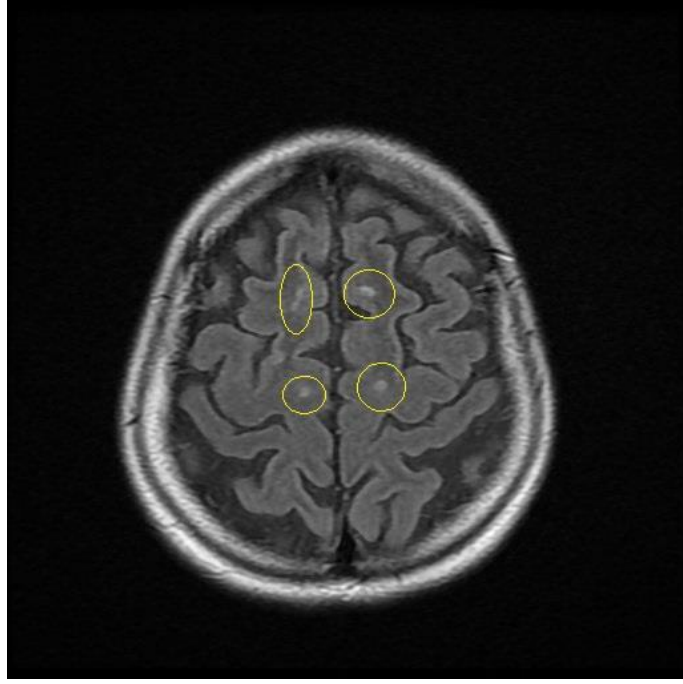


Şekil A.339 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

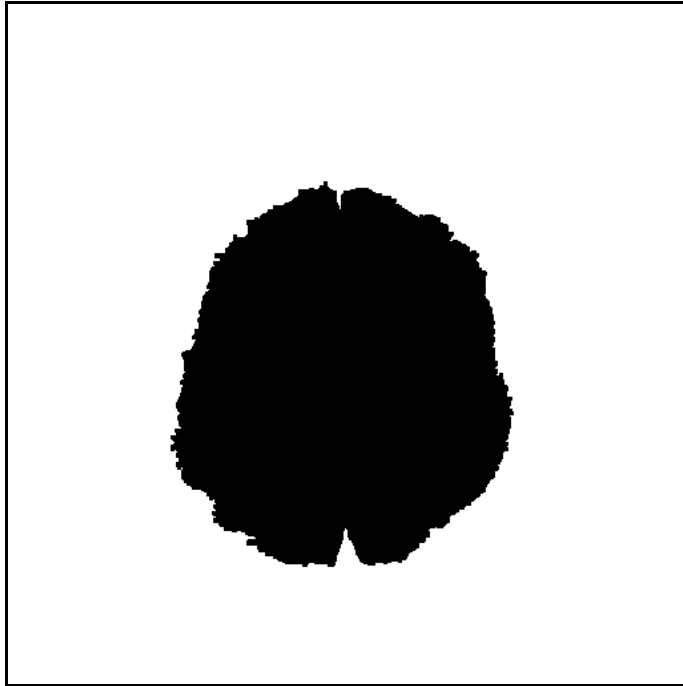


Şekil A.340 Uygulanan eşik değeri

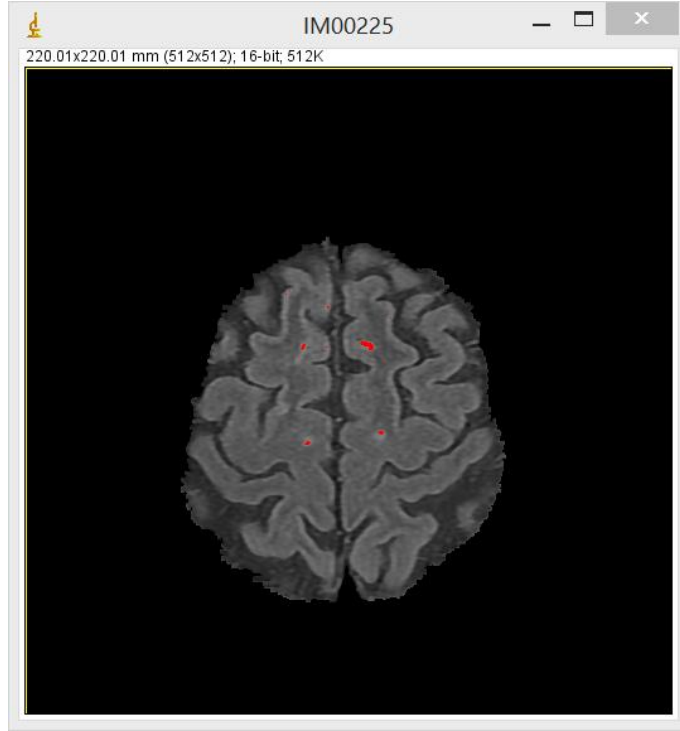
Hasta no: 12 / Görüntü kesit no: 17



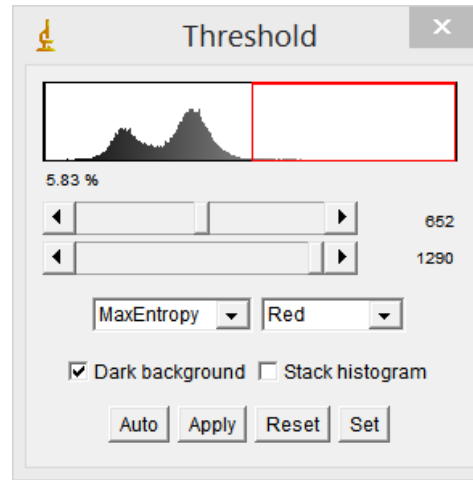
Şekil A.341 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.342 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

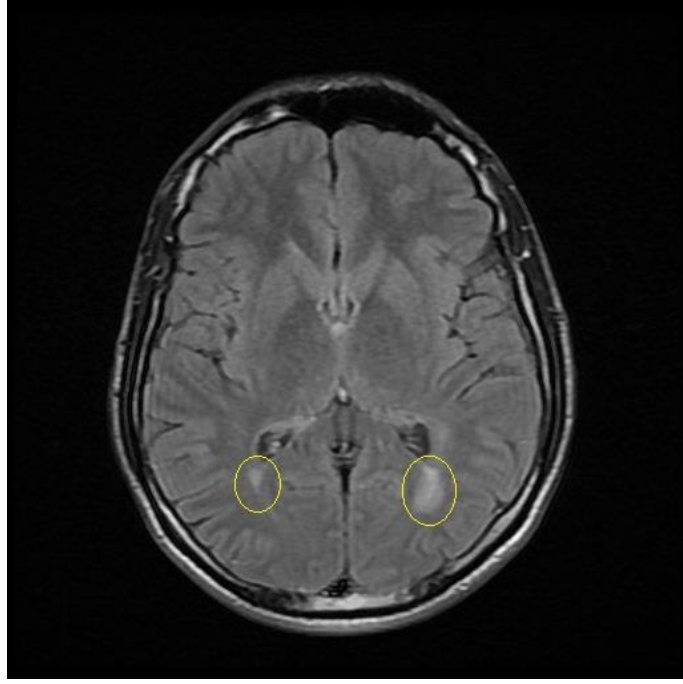


Şekil A.343 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

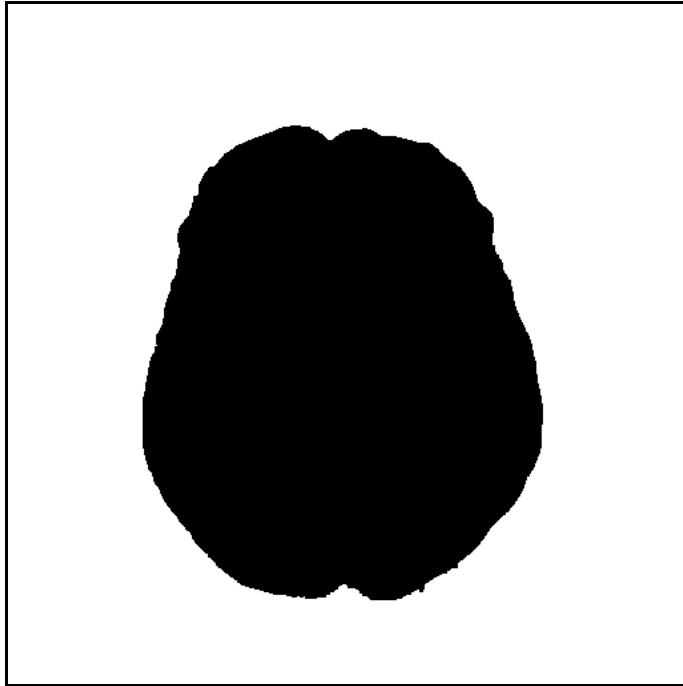


Şekil A.344 Uygulanan eşik değeri

Hasta no: 13 / Görüntü kesit no: 11



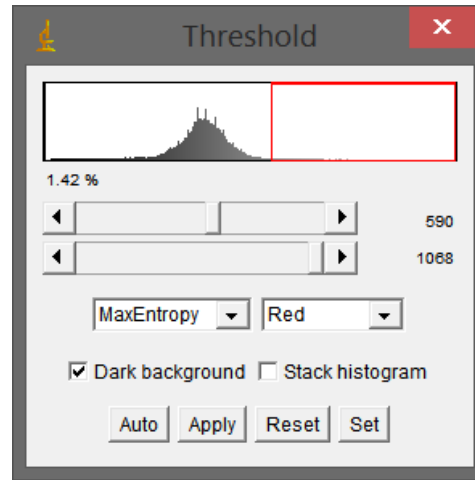
Şekil A.345 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.346 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

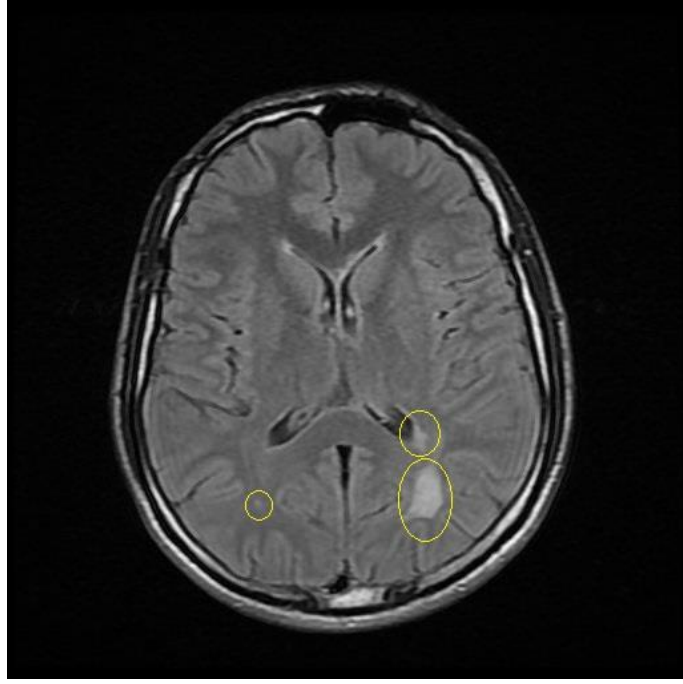


Şekil A.347 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

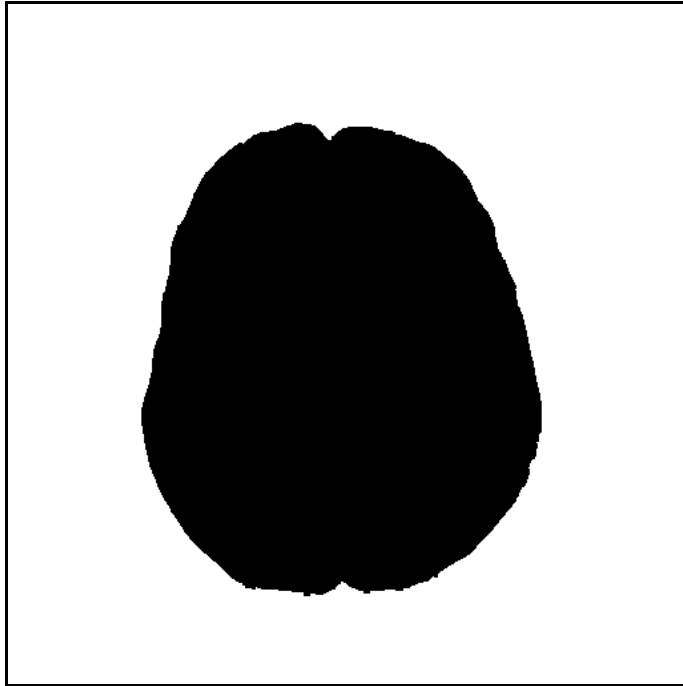


Şekil A.348 Uygulanan eşik değeri

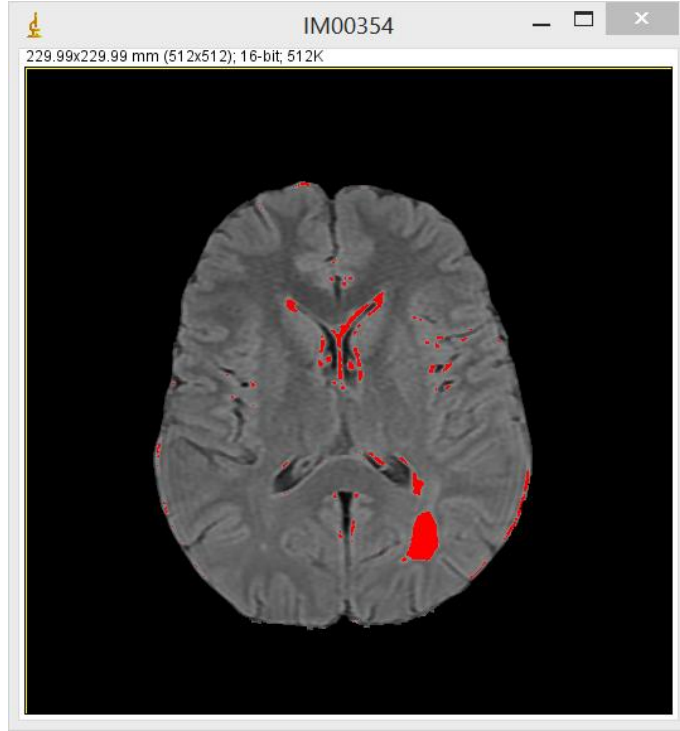
Hasta no: 13 / Görüntü kesit no: 12



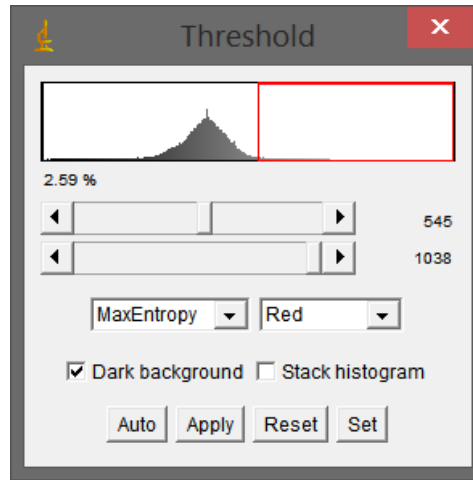
Şekil A.349 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.350 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

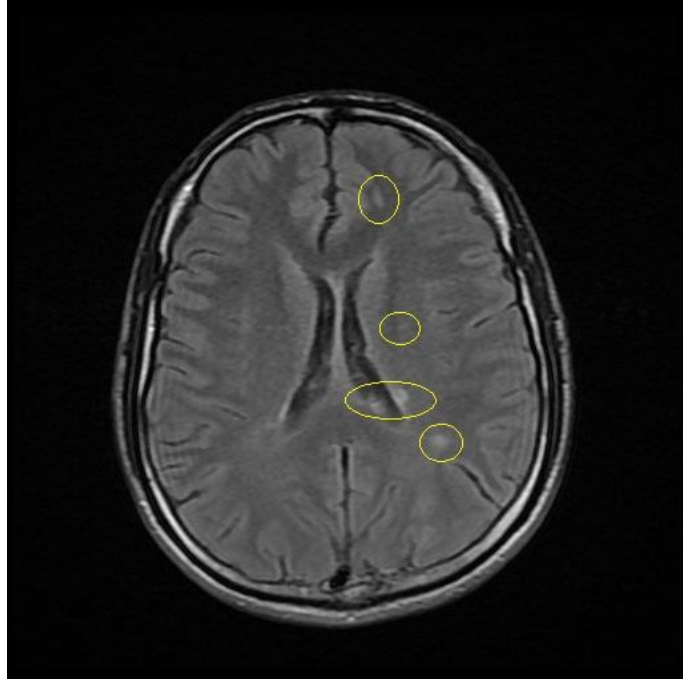


Şekil A.351 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

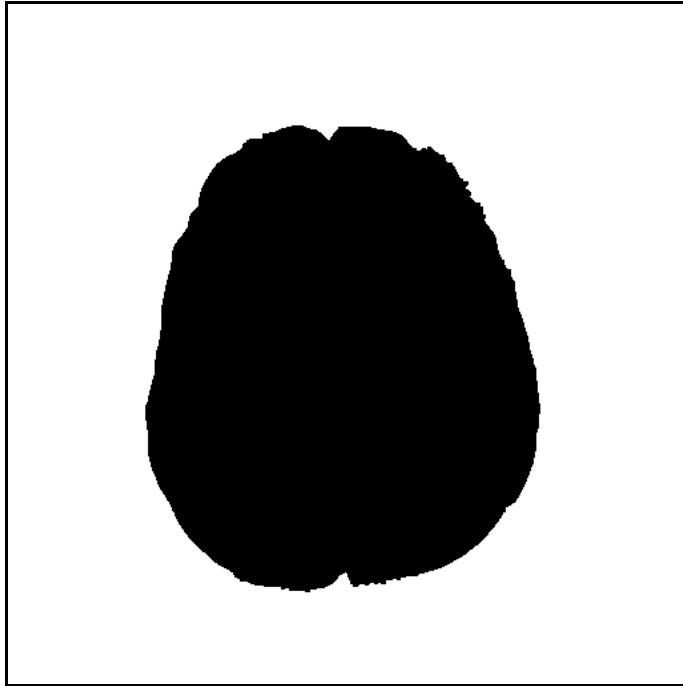


Şekil A.352 Uygulanan eşik değeri

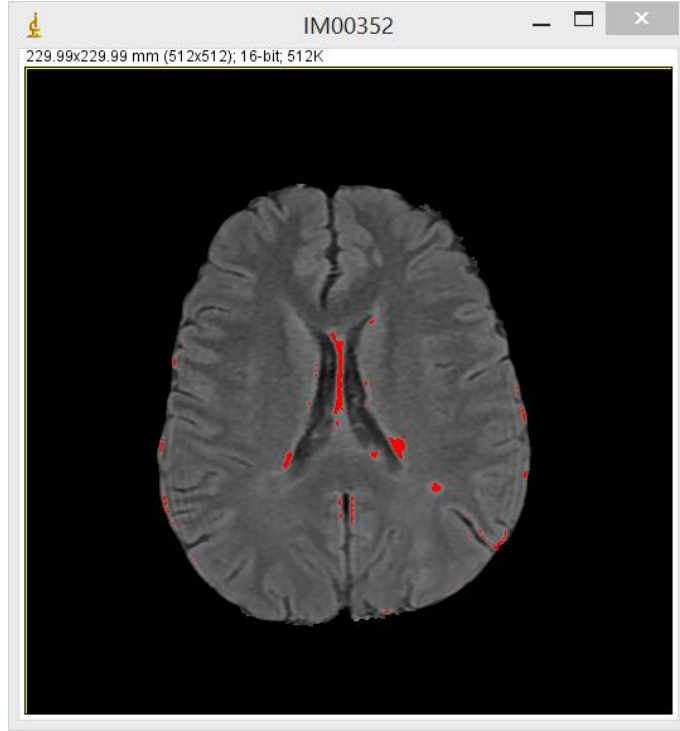
Hasta no: 13 / Görüntü kesit no: 13



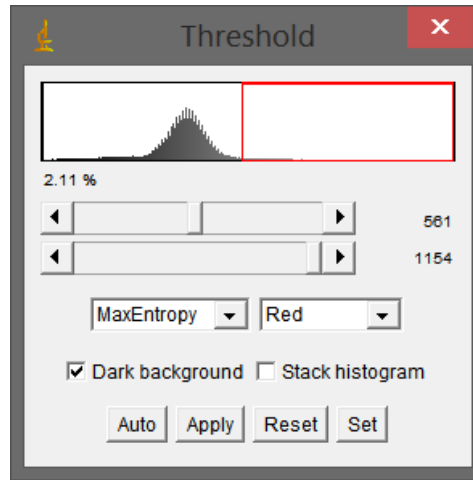
Şekil A.353 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.354 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

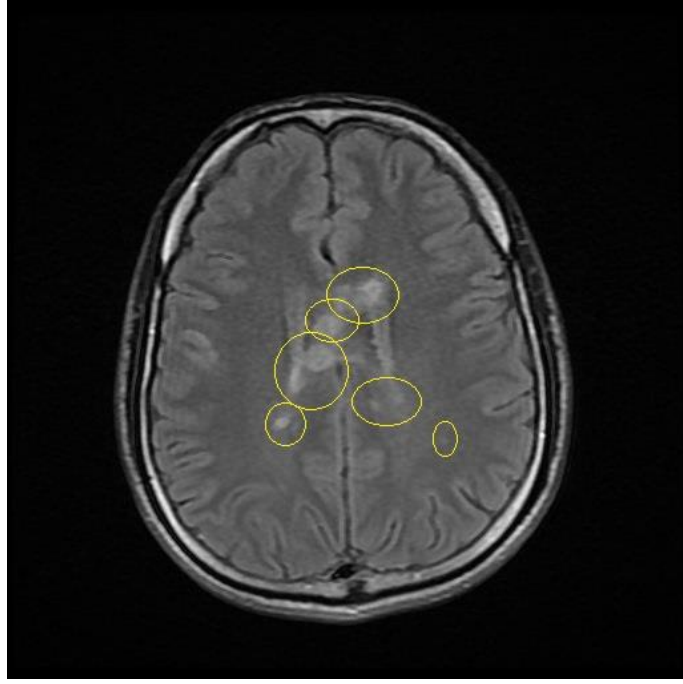


Şekil A.355 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

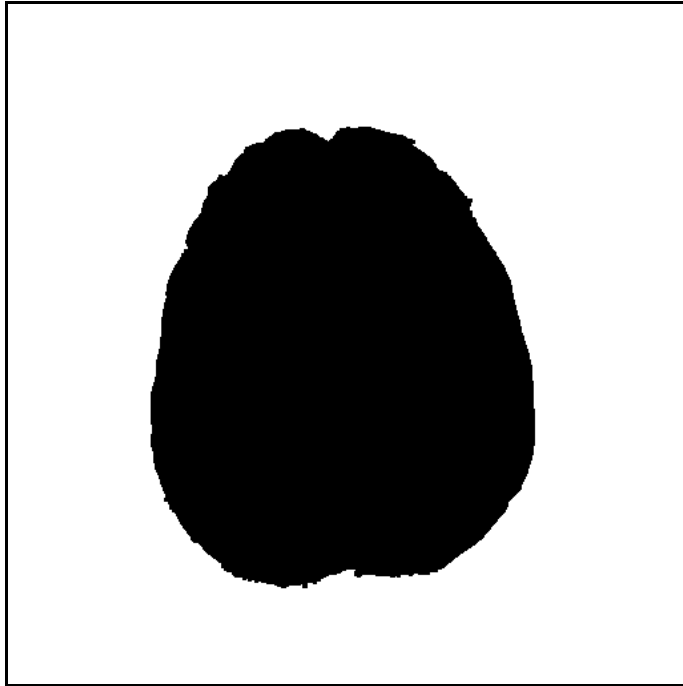


Şekil A.356 Uygulanan eşik değeri

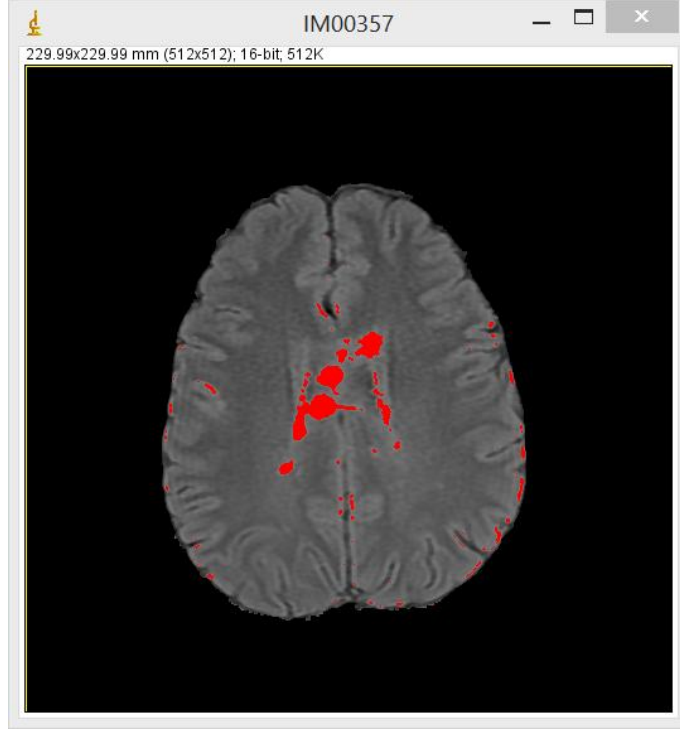
Hasta no: 13 / Görüntü kesit no: 14



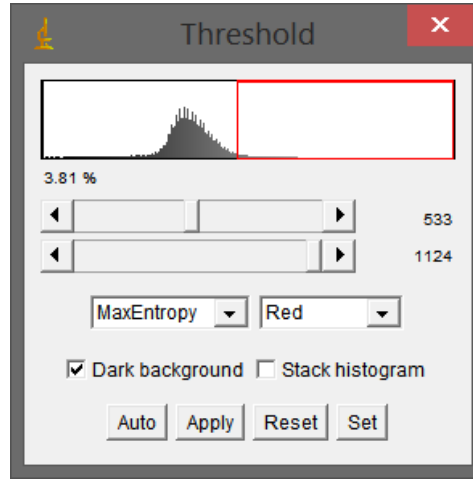
Şekil A.357 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.358 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

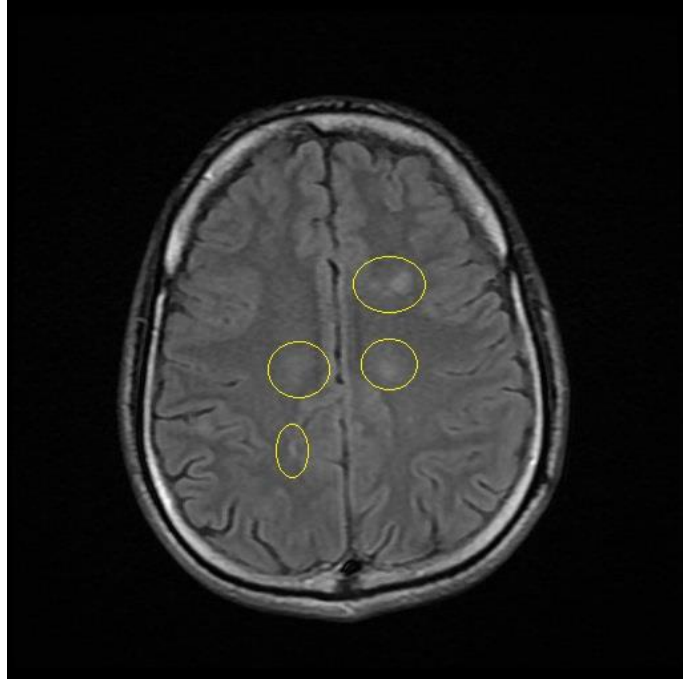


Şekil A.359 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

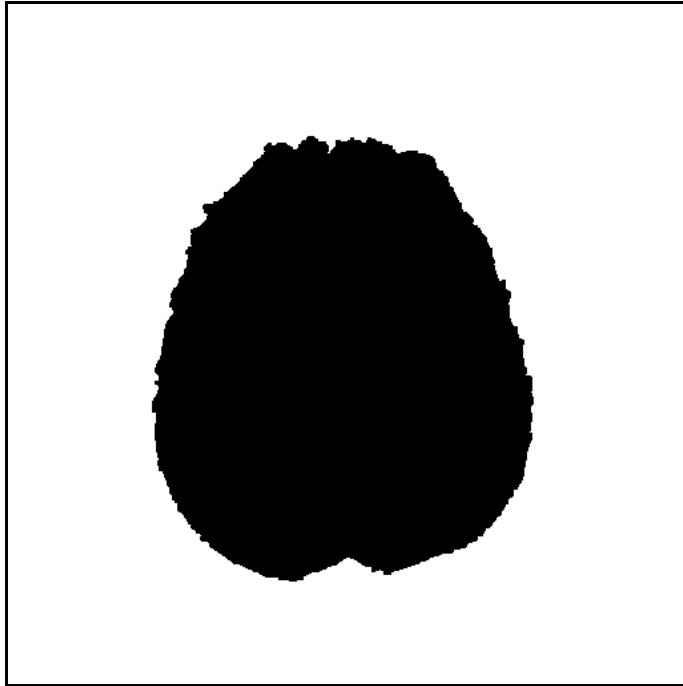


Şekil A.360 Uygulanan eşik değeri

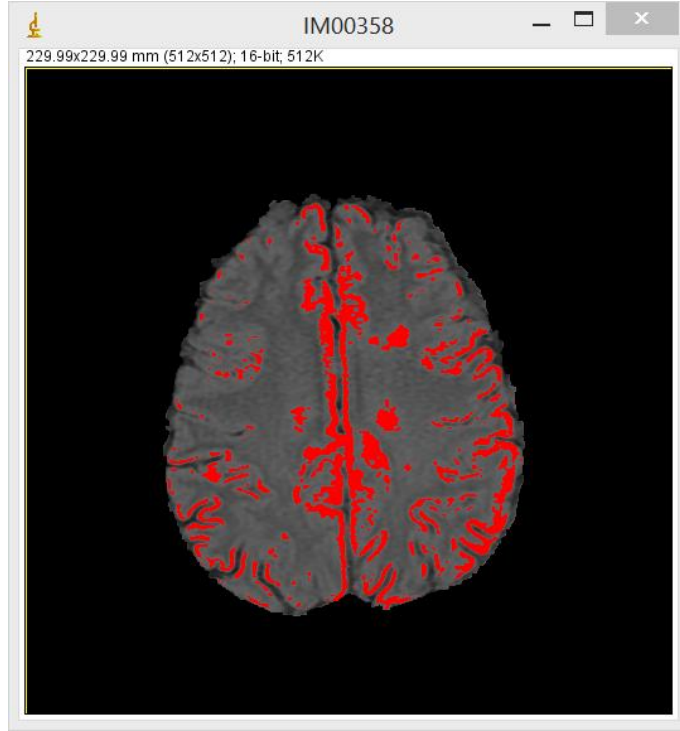
Hasta no: 13 / Görüntü kesit no: 15



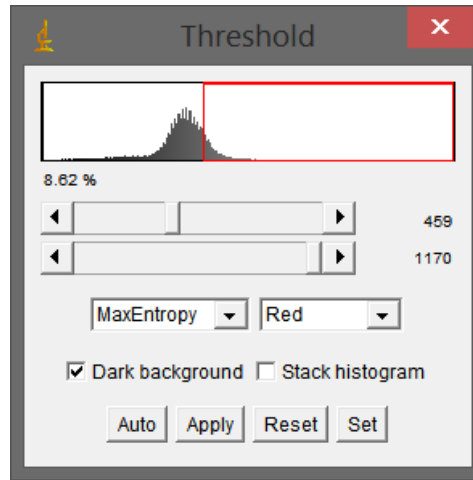
Şekil A.361 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.362 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi

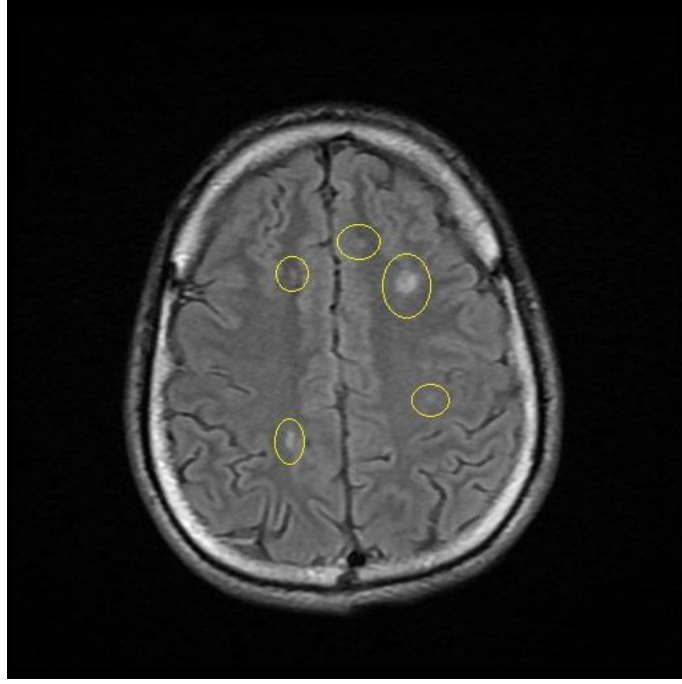


Şekil A.363 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar

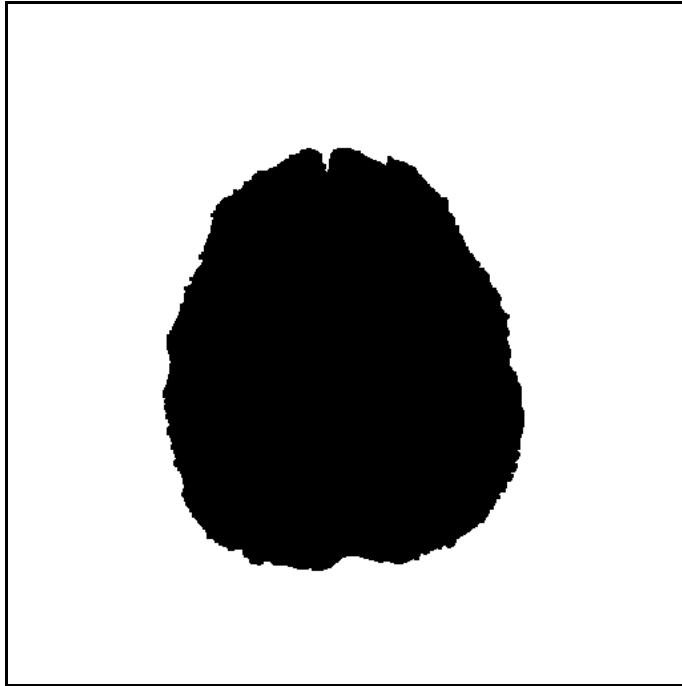


Şekil A.364 Uygulanan eşik değeri

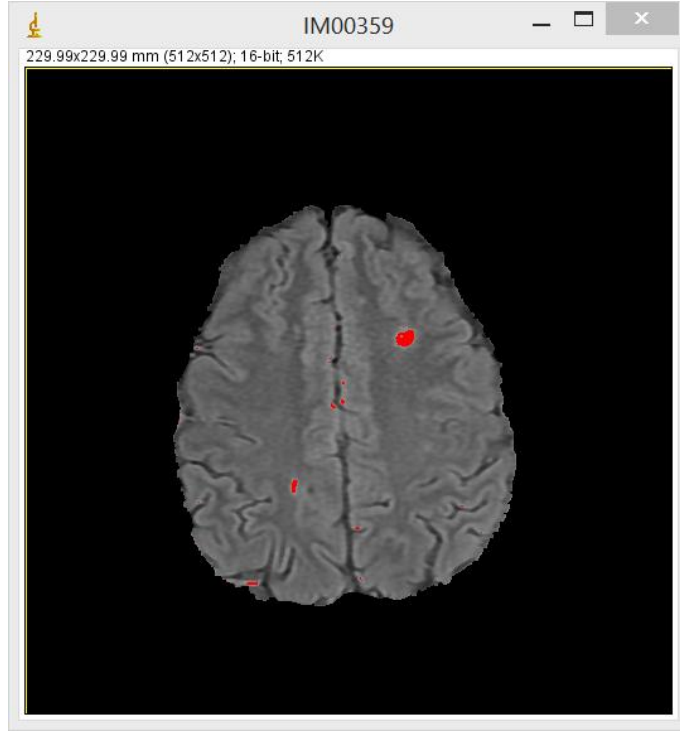
Hasta no: 13 / Görüntü kesit no: 16



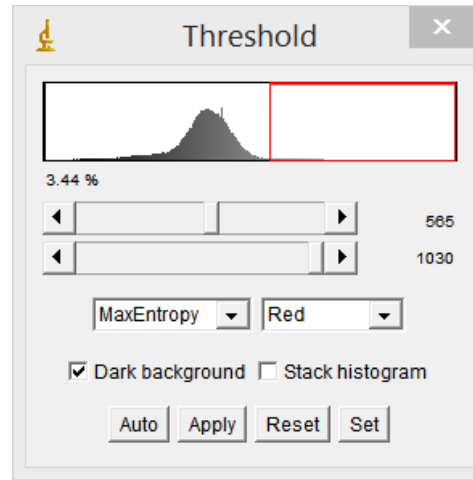
Şekil A.365 MS lezyonları doktor tarafından işaretlenmiş görüntü



Şekil A.366 SIOX eklentisi ile oluşturulmuş beyin maskesi



Şekil A.367 Uygulama sonucu tespit edilmiş lezyonlar



Şekil A.368 Uygulanan eşik değeri

## ÖZGEÇMİŞ

---

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Can KİRAZ  
**Doğum Tarihi ve Yeri** : 11.08.1988 / İstanbul  
**Yabancı Dili** : İngilizce  
**E-posta** : can.kiraz@outlook.com

### ÖĞRENİM DURUMU

| Derece | Alan               | Okul/Üniversite            | Mezuniyet Yılı |
|--------|--------------------|----------------------------|----------------|
| Lisans | Harita Mühensiliği | Yıldız Teknik Üniversitesi | 2011           |
| Lise   | FM                 | Bahçeşehir Koleji          | 2005           |

### İŞ TECRÜBESİ

| Yıl  | Firma/Kurum        | Görevi           |
|------|--------------------|------------------|
| 2014 | Survey Mühendislik | Harita Mühendisi |