

RETİNA KAN DAMARLARINI ÇIKARMAK İÇİN EŞİKLEME TEMELLİ MORFOLOJİK BİR YÖNTEM



TAHA KUBİLAY ÖZDOĞAN

ÖZET

Morfolojik işlemlerin uygulandığı fundus görüntüsüne üç farklı eşikleme yöntemi uygulanmıştır. Eşikleme ve Bulanık Kümeleme Tabanlı Eşikleme yöntemleridir. Eşikleme sonucunda bölütlenmiş damar görüntüleri elde edilmiştir. Bu makalede amaç farklı eşikleme algoritmalarının aynı görüntüler üzerindeki performans karşılaştırmasını sağlamaktır.

Tabanlı Eşikleme için 0. Eşikleme için 0.950 ve Çoklu Eşikleme için 0.925 olarak hesaplanmıştır.



GİRİŞ

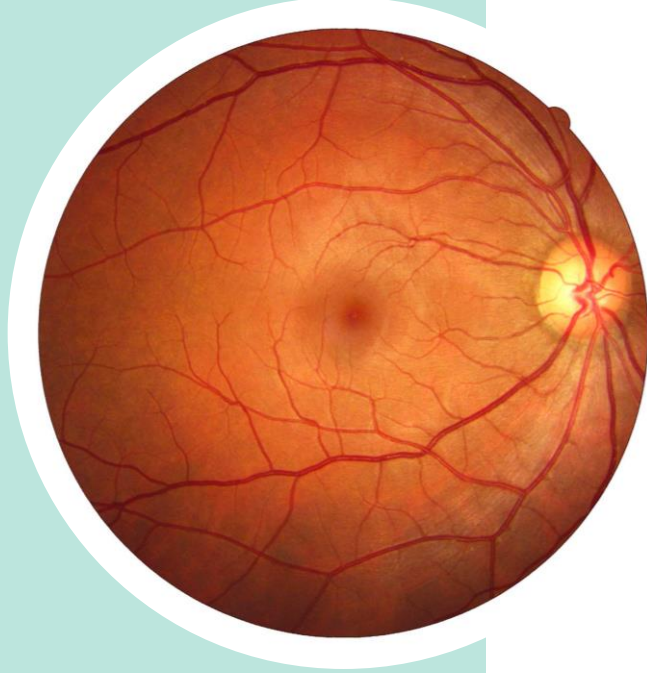
Diyabete bağlı retina bozuklukları kişilerde körlüğe sebep olan ve Diyabetik Retinopati (DR) olarak adlandırılan en önemli hastalıklardan biridir. Bu hastalığın erken teşhis edilmesi, kişilerde görme yetisinin kaybolmaması açısından önemlidir. Retina görüntülerinin tespit edilmesi için bilgisayar destekli sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemler yenilikçi yöntemler kullanarak sürekli geliştirilmektedir.

Literatürde retina damar bölütleme işlemi için geleneksel yöntemler ve son zamanlarda popüler hale gelen derin öğrenme yöntemleri önerilmiştir. Ancak geleneksel yöntemler olarak adlandırılan denetimli/denetimsiz öğrenme yöntemleri, morfolojik yöntemler, uyum süzgeci gibi yöntemler daha hızlı ve daha anlaşılabilir yöntemlerdir.

Diego Marín vd. tarafından fundus görüntüsündeki her pikselden yedi boyutlu bir özellik vektörü çıkarılmıştır. Daha sonra gradyan büyüklüğü ve temel eğrilik kullanılarak özellik çıkarılmıştır. Bu iki özellik damar veya arka plan olarak sınıflandırılması için Bölge Büyütme yaklaşımında kullanılmıştır. Bölütleme aşamasında, bölütleme görüntüsünden çıkarılan özellik vektörü eğitim aşamasında elde edilen sınıflandırıcının girişi olarak kullanılmıştır. Eğitim aşaması için, eğitim görüntüsünün her pikselinden bir özellik vektörü çıkarılmıştır.

Bu makalede, retina damar ağ yapısını otomatik olarak bölütleyen morfolojik tabanlı bir yöntem önerilmiştir. Bu yöntem morfolojik işlemlere dayalı iki farklı yöntemden esinlenerek oluşturulmuştur. Daha sonra, gri ölçekli görüntünün tersi üzerinde üst-şapka, alt-şapka ve morfolojik açma yöntemi uygulanmıştır. Morfolojik üst ve alt şapka yöntemin kullanılması ile retina damalarının belirginleştirilmesi sağlanmıştır.

Belirginleştirilmiş retina görüntülerini bölütlemek için üç farklı eşikleme yöntemi kullanılmıştır. Kullanılan eşikleme yöntemleri Çoklu Eşikleme yöntemi, Maksimum Entropi Tabanlı Eşikleme yöntemi ve Bulanık Kümeleme Tabanlı Eşikleme yöntemidir.



2. MATERİYAL VE METOT

Bu bölüm, önerilen yöntemin arkasındaki ilgili teorik materyal ve metotların kısa bir incelemesini içerir. İlgili her çalışma sonraki alt bölümlerde detaylandırılmıştır.

2.1 Morfolojik işlemler

Bu çalışmada, üst-şapka ve alt-şapka dönüşümleri kan damarlarına belirginlik kazandırmak için kullanılır. Alt-şapka dönüşümü, bir giriş görüntüsüne morfolojik bir kapama işlemi uygulandıktan sonra uygulama sonucunun orijinal giriş görüntüsünden çıkarılması işlemidir.

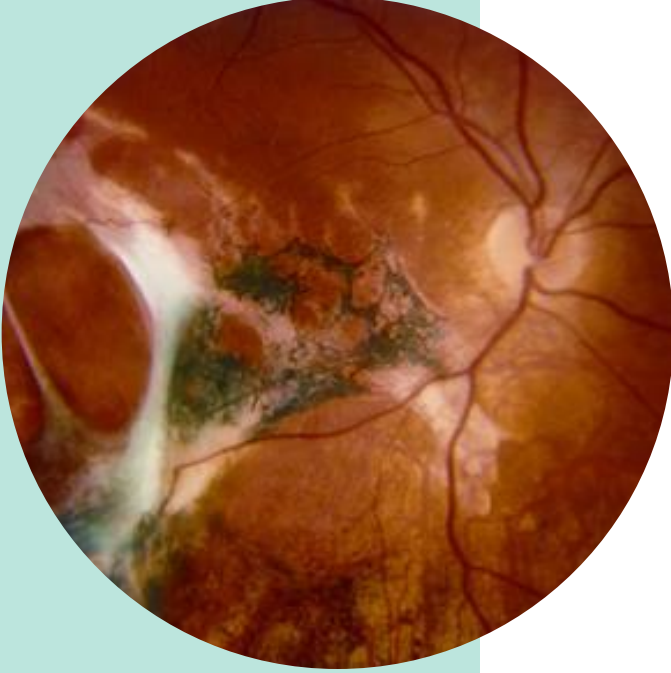
$$T_{hat}(g) = g - (g \circ SE)$$

$$B_{hat}(g) = (g \bullet SE) - g$$



2. MATERİYAL VE METOT

Denklem (1) 'e göre, açma operatörü görüntünün arka planına etki ettiğinden, üst-şapka dönüşümünün görüntünün arka planını çıkarması beklenir. Bu dönüşüm, yüksek geçirgen bir filtre gibi davranır ve görüntünün maskeden daha küçük olan parlak alanlarını çıkarır. Denklem (2) 'ye göre, alt-şapka dönüşümü görüntünün arka planını etkiler ve görüntünün arka plandaki maskeden daha küçük olan bazı karanlık alanları üzerinde etkili olur. Parlak alanları (açma operatörünün sonuçları) görüntüye eklemek ve karanlık alanları (kapama operatörünün sonuçları) görüntüden çıkarmak mümkündür. Sonuç olarak, aydınlık ve karanlık alanlar arasındaki kontrastta bir iyileşme olacaktır.



2. MATERİYAL VE METOT

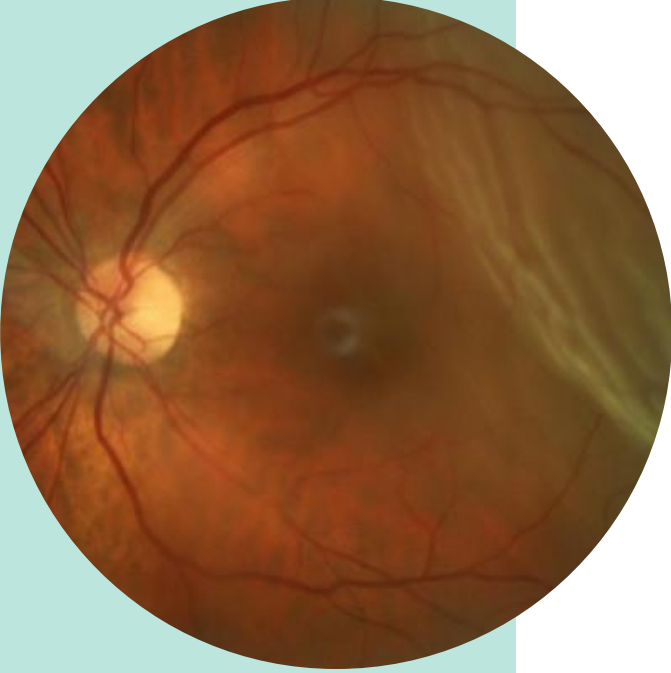
2.2 Eşikleme yöntemleri

Görüntü eşikleme sadeliği ve sağlamlığı nedeni ile en sık kullanılan görüntü bölütleme yöntemlerinden biridir. Eşikleme işlemi, gri ölçekli bir görünümün yoğunluk seviyesine göre sınıflara ayrıldığı bir işlemdir. Bu sınıflandırma işlemi için tanımlanmış kurallara uygun bir eşik değeri seçmek gerekir. Bu çalışmada kullanılan eşikleme yöntemleri şöyledir;

2.2.1 Çok seviyeli eşikleme

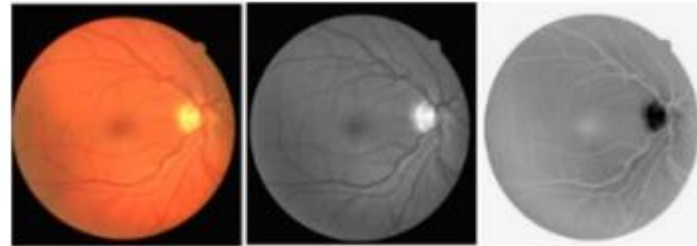
2.2.2 Maksimum entropi tabanlı eşikleme

2.2.3 Bulanık mantık tabanlı eşikleme

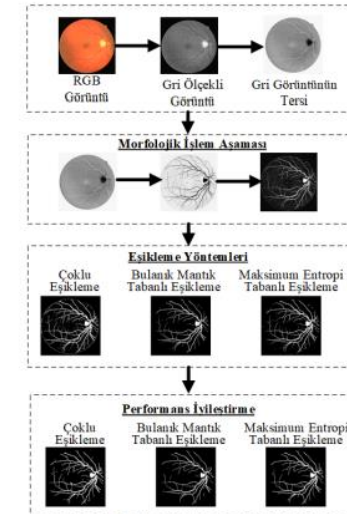


3. KULLANILAN YÖNTEM

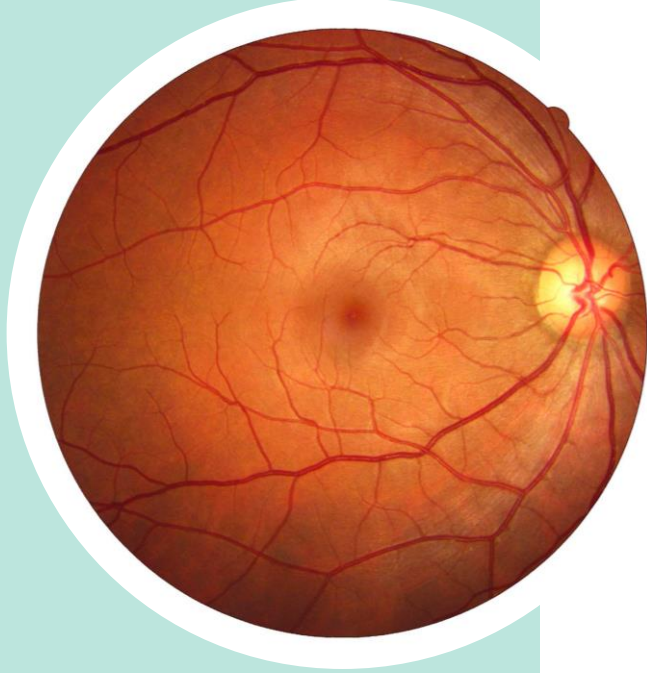
Önerilen yöntemde, veri setinde bulunan fundus görüntülerine ait damarların bölütlenmesi sağlanmıştır. Öncelikle, veri setinde bulunan görüntüler RGB renk uzayından gri ölçekli görüntülere dönüştürülür. Gri ölçekli görüntülerin tersi üzerinde önerilen sistem uygulanır. Şekil 1’de veri setine ait bir görüntü ve bu görüntüye ait gri ölçekli görüntü ile gri ölçekli görüntünün tersi verilmiştir. Önerilen sistemin genel yapısı ise Şekil 2’de verildiği gibidir.



Şekil 1. Örnek veri seti görüntüsü, Sırasıyla, orijinal RGB görüntü, Gri-Ölçekli görüntü, Gri-Ölçekli görüntünün tersi



Şekil 2. Akış şeması



3. KULLANILAN YÖNTEM

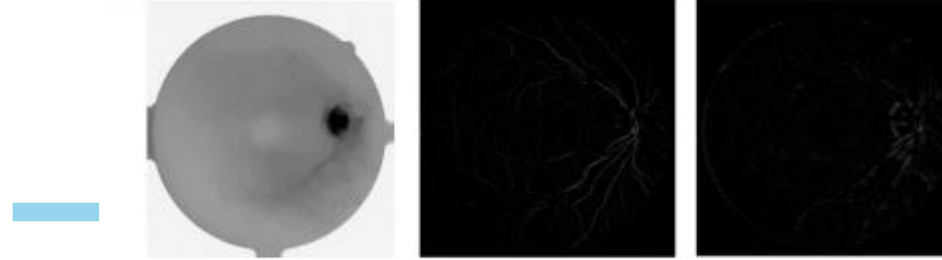
3.1 Veri seti

Önerilen yöntem diğer yöntemlerle kıyaslanabilir olması açısından halka açık olarak sunulan DRIVE veri seti üzerinde test edilmiştir. DRIVE veri setindeki görüntüler 45° görüş alanında Canon 3CCD ile çekilmiştir. Görüntülerin her biri 565 × 584 piksel boyutunda 20 eğitim ve 20 test görüntüsünden oluşmaktadır. Veri setindeki damar pikselleri, deneyimli bir göz doktoru tarafından eğitilmiş üç gözlemci tarafından manuel olarak bölümlere ayrılmıştır. Test seti iki farklı gözlemci tarafından iki kez bölütlendirilmiş görüntülerden oluşur.

3.2 Morfolojik işlemler

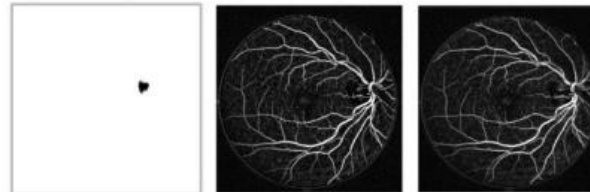
Bu durumu ortadan kaldırmak için ilk önce morfolojik açma işlemi uygulanır. Morfolojik açma işlemi için yarıçapı 21 olan bir disk oluşturulur. Oluşturulan bu disk gri ölçekli görüntünün tersine uygulanarak morfolojik açma işlemi yapılmış olur.

3. KULLANILAN YÖNTEM

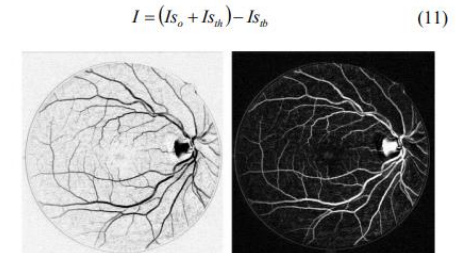


Şekil 3. Morfoljik işlemler. Sırası ile morfoljik açma, üst şapka ve alt şapka işlemleri

Bu yapısal elemanı 22.5° 'lik açılarla döndermiş ve en büyük çapa sahip damarı çıkarmak için bir toplam üst şapka dönüşümü kullanmıştır. tarafından önerilen toplam üst şapka dönüşümünden esinlenerek her biri 21 piksel uzunluğunda bir çizgiyi temsil eden ve her 22.5° 'de döndürülen bir çizgi yapılandırma elemanı sadece üst şapkaya değil ayrıca alt şapka ve morfoljik açma işlemine uygulanmıştır. Denklem 'da toplam üst şapka işlemine dahil edilen toplam alt şapka ve toplam morfoljik açma işlemi matematiksel olarak ifade edilmiştir.



Şekil 4. Morfoljik işlem döngü sonucu. Sırasıyla morfoljik açma, üst-şapka ve alt-şapka sonuçları. (Bkz. Denklem (10))

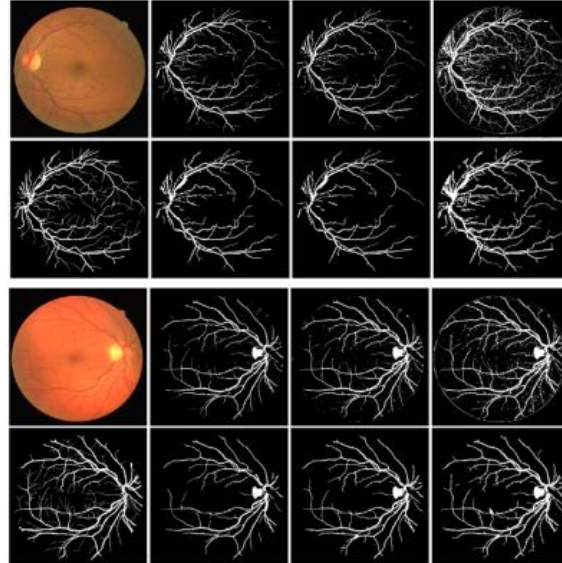


Şekil 5. Önerilen yöntem sonucu. İlk görüntü Denklem (11) sonucu, ikinci görüntü ilk görüntünün tersi alınmış halidir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Bölütleme sonuçları

Üç farklı eşikleme algoritması iyileştirilmiş fundus görüntüleri üzerinde uygulanarak damar piksellerinin bölütlenmesi sağlanmıştır. İyileştirilmiş görüntüler eşikleme işlemine tabi tutulduktan sonra çıktı görüntüleri üzerinde performans iyileştirilmesi yapılmıştır. Şekil 6'da eşikleme algoritmalarının performans iyileştirme sonuçları görsel olarak sunulmuştur. Eşikleme yöntem sonuçları gösterilmiştir.



Şekil 6. Performans İyileştirme Sonuçları. Birinci satırlar eşikleme sonuçlarını, ikinci satırlar iyileştirme sonuçlarını göstermektedir. Orijinal görüntünün altındaki görüntüler 1.manuel bölütlenmiş gerçek zemin görüntüleridir.

Uygulanan yöntemin başarı ölçütünü hesaplamak için Doğruluk Oranı ölçüsü kullanılmıştır. Denklem (12)'de Doğruluk Oranı ölçütünün matematiksel ifadesi verilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tablo 1. Eşikleme yöntemlerinin doğruluk oran sonuçları

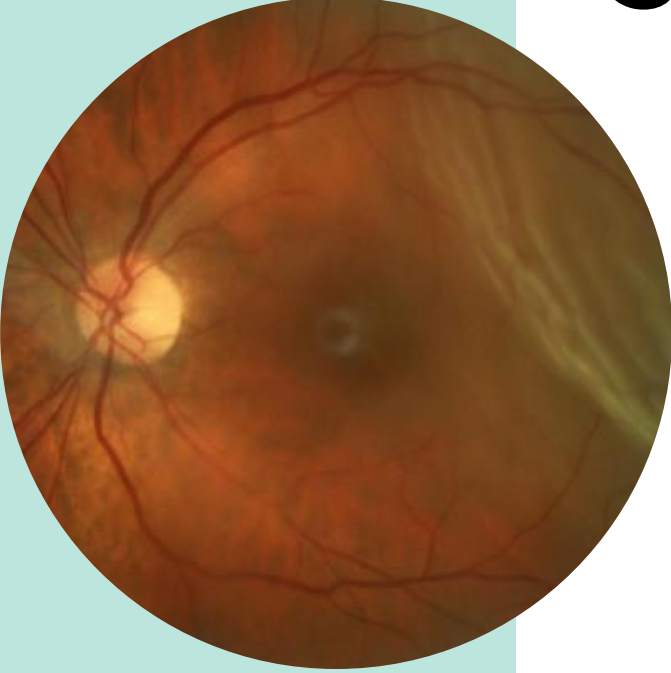
Görüntü ismi	Bulanık Mantık Tabanlı Eşikleme	Maksimum Entropi Tabanlı Eşikleme	Çoklu Eşikleme Yöntemi
01_test	0.9610	0.95864	0.9550
02_test	0.9511	0.95653	0.9579
03_test	0.9522	0.93426	0.9301
04_test	0.9491	0.95705	0.9570
05_test	0.9526	0.94855	0.9450
06_test	0.9485	0.94221	0.9136
07_test	0.9505	0.94895	0.9444
08_test	0.9510	0.94043	0.9148
09_test	0.9530	0.94627	0.9345
10_test	0.9586	0.95376	0.9518
11_test	0.9494	0.94976	0.9479
12_test	0.9550	0.95244	0.9072
13_test	0.9500	0.94601	0.9460
14_test	0.9617	0.95821	0.9344
15_test	0.9636	0.96398	0.9493
16_test	0.9562	0.95520	0.9536
17_test	0.9574	0.95023	0.9290
18_test	0.9569	0.95723	0.9454
19_test	0.9713	0.96701	0.9561
20_test	0.9582	0.95505	0.9110
21_training	0.9582	0.95968	0.9630
22_training	0.9533	0.95464	0.9524
23_training	0.9173	0.95349	0.8338
24_training	0.9382	0.94285	0.9435
25_training	0.9459	0.92455	0.9161
26_training	0.9545	0.94524	0.8448
27_training	0.9479	0.95131	0.9504
28_training	0.9493	0.95311	0.9523
29_training	0.9589	0.95624	0.9478
30_training	0.9447	0.93437	0.5305
31_training	0.9464	0.94877	0.9505
32_training	0.9609	0.95895	0.9602
33_training	0.9588	0.95740	0.9563
34_training	0.9213	0.92242	0.8836
35_training	0.9574	0.95969	0.9567
36_training	0.9400	0.93858	0.9420
37_training	0.9542	0.95534	0.9527
38_training	0.9524	0.94959	0.9481
39_training	0.9507	0.94576	0.9114

Tablo 2. Eşikleme yöntemlerinin değerleri

Görüntü ismi	Bulanık Mantık Tabanlı Eşikleme	Maksimum Entropi Tabanlı Eşikleme	Çoklu Eşikleme Yöntemi
01_test	78	84	81
02_test	96	81	96
03_test	61	90	64
04_test	103	74	102
05_test	66	80	72
06_test	60	84	64
07_test	78	84	84
08_test	56	83	64
09_test	60	85	65
10_test	69	85	75
11_test	101	79	101
12_test	61	86	67
13_test	76	85	80
14_test	69	87	73
15_test	81	86	87
16_test	83	84	87
17_test	65	87	68
18_test	74	84	79
19_test	71	83	75
20_test	57	88	62
21_training	90	84	93
22_training	86	80	88
23_training	67	104	71
24_training	92	82	93
25_training	48	91	62
26_training	52	88	59
27_training	91	81	94
28_training	94	81	95
29_training	68	79	75
30_training	39	98	44
31_training	114	71	112
32_training	75	80	80
33_training	82	85	86
34_training	85	86	88
35_training	92	82	94
36_training	84	86	87
37_training	96	80	98
38_training	74	83	79
39_training	61	91	64
40_training	63	79	67

Tablo 3. Diğer yöntemlerle performans karşılaştırması

Literatürdeki Yöntemler	Doğruluk Oranı
BenjunYin vd. [22]	0.943
B.Barkana vd. [23]	0.950
Peter Bankhead vd. [24]	0.937
M.M. Fraza vd. [11]	0.947
J.Zhang vd. [17]	0.943
Önerilen Yöntem	
Bulanık Mantık Tabanlı Doğruluk Oranı	0.952
Maksimum Entropi Tabanlı Doğruluk Oranı	0.950
Eşikleme Tabanlı Doğruluk Oranı	0.925



5 SONUÇLAR

Bu makalede, paylaşıma açık olarak sunulan DRIVE veri seti üzerinde morfolojik işlemlere dayalı bir damar iyileştirme yöntemi kullanılmıştır. Eşikleme yöntemleri, doğası ne olursa olsun tüm veriler üzerinde kullanılabilir. Ancak, farklı eşikleme yöntemlerinin aynı iyileştirilmiş görüntü üzerinde farklı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. İleriki çalışmalarımızda, bu makalede elde ettiğimiz eşikleme yöntemleri tecrübelerimizi kullanarak popüler algoritmalar ile görüntü eşikleme üzerinde çalışmayı hedeflemekteyiz.



TEŞEKKÜRLER

TAHA KUBİLAY ÖZDOĞAN
02205076007