

RETİNA KAN DAMARLARINI ÇIKARMAK İÇİN EŞİKLEME TEMELLİ MORFOLOJİK BİR YÖNTEM

HANDE GÜLMEN

02205076013

GİRİŞ

Yapılan bu çalışmada , renkli retina fundus görüntüsü üzerinde retina damarlarını otomatik olarak bölütleyen bir yöntem üzerinde çalışılmıştır. Retina damar ağ yapısını bölütlemek için morfolojik işlemlere dayalı bir yöntem retina görüntüleri üzerine uygulanmıştır.Morfolojik işlemlerin uygulandığı fundus görüntüsüne üç farklı eşikleme yöntemi uygulanmıştır.

1.Çoklu eşikleme

2.Maksimum Entropi Tabanlı Eşikleme

3.Bulanık Kümeleme Tabanlı Eşikleme

Eşikleme sonucunda bölütlenmiş damar görüntüleri elde edilmiş .Maklade açıklanan çalışmada amaç farklı eşikleme algoritmalarının aynı görüntüler üzerindeki performans karşılaştırmasını sağlamaktır.

Deneyisel sonuçlar, önerilen yöntemin doğru bir şekilde tespit edebildiğini göstermiştir. Eşikleme algoritmalarının 40 görüntüden oluşan veri seti üzerindeki doğruluk oranı Bulanık Mantık Tabanlı Eşikleme için 0.952, Maksimum Entropi Tabanlı Eşikleme için 0.950 ve Çoklu Eşikleme için 0.925 olarak hesaplanmış.

- Genellikle retina damar bölütleme işlemi için geleneksel yöntemler ve son zamanlarda popüler hale gelen derin öğrenme yöntemleri önerilmiş. Derin öğrenme yöntemleri ile retina damar bölütleme sistemlerinin geliştirilmesi daha sağlam sonuçlar verir fakat donanım bağıllığı gerektirir. geleneksel yöntemler olarak adlandırılan denetimli/denetimsiz öğrenme yöntemleri , morfolojik yöntemler , uyum süzgeci gibi yöntemler daha hızlı ve daha anlaşılabilir yöntemler olduğu için makalede açıklanan çalışmada geleneksel bir yöntem olan morfolojik tabanlı bir yöntem kullanılmış.
- Retina oksijensiz kalırsa retinada istenmeyen yeni hasas damarlar oluşur. Bu durum DR hastalığının habercisidir. Bu istenmeyen hasas damarları tespit etmek için retina damar ağ yapısının bilinmesi gerekir. Bu makalede, retina damar ağ yapısını otomatik olarak bölütleyen morfolojik tabanlı bir yöntem önerilmiş. Bu yöntem morfolojik işlemlere dayalı iki farklı yöntemden esinlenerek oluşturulmuş. Bu yöntemde, ilk önce RGB renk uzayındaki görüntüler gri ölçekli görüntülere dönüştürülüp sonrasında ise gri ölçekli görüntünün tersi üzerinde üst-şapka, alt-şapka ve morfolojik açma yöntemi uygulanmış.
- Morfolojik üst ve alt şapka yöntemin kullanılması retina damarlarının belirginleştirilmesi sağlar. Belirginleştirilmiş retina görüntülerini bölütlemek için üç farklı eşikleme yöntemi kullanılır. Bunlar;
- Çoklu Eşikleme yöntemi, Maksimum Entropi Tabanlı Eşikleme yöntemi ve Bulanık Kümeleme Tabanlı Eşikleme yöntemi

MATERYAL VE METOT

- 1.MORFOLOJİK İŞLEMLER

Morfolojik işlemler ,görüntüyü basitleştirir ve görüntünün temel özelliklerini korur.Çalışmada kullanılan olan morfolojik işlemlerin amacı üst-şapka ve alt-şapka dönüşümleri kan damarlarına belirginlik kazandırmak için .

Üst şapka dönüşümü, bir giriş görüntüsüne morfolojik açma işlemi uygulandıktan sonra uygulama sonucunun orijinal giriş görüntüsünden çıkarılması işlemidir.

.Alt-şapka dönüşümü, bir giriş görüntüsüne morfolojik bir kapama işlemi uygulandıktan sonra uygulama sonucunun orijinal giriş görüntüsünden çıkarılması işlemidir.

- 2.Eşikleme yöntemleri
- Görüntü eşikleme sadeliği ve sağlamlığı nedeni ile en sık kullanılan görüntü bölütleme yöntemlerinden biri. Eşikleme işlemi, gri ölçekli bir görünün yoğunluk seviyesine göre sınıflara ayrıldığı bir işlemdir. Bu sınıflandırma işlemi için tanımlanmış kurallara uygun bir eşik değeri seçmek gerekir. çalışmada kullanılan eşikleme yöntemleri ;
- ----Çok seviyeli eşikleme
- Gri ölçekli görüntüyü birkaç farklı bölgeye ayırabilen bir işlemi
- ----Maksimum entropi tabanlı eşikleme
- Araştırmacılar tarafından tercih edilen bir yöntemdir.
- Sınıflar arasındaki varyansı maksimize etmek ya da sınıf içi varyansı minimize etmek yerine sınıflar arası entropi maksimize edilir. Bu yöntemle göre, bir görüntüdeki yoğunluk değerlerinin olasılık dağılımına katkı veren ön ve arka plan görüntüsüne ait entropi değerleri ayrı ayrı hesaplanır ve toplamı maksimize edilir. Ardından, entropinin toplamını maksimize eden bir optimum eşik değeri hesaplanır.
- -----Bulanık mantık tabanlı eşikleme
- Nesnelerin kümelerle olan aitliğini ifade etmek için bir derece kavramı kullanılır. Her nesne için, toplam derece 1'dir. Her pikselin üyelik değerini hesaplamak için se

$$u_{i,j} = \frac{1}{\sum_{k=1}^c \left[\frac{\|x_i - c_j\|}{\|x_i - c_k\|} \right]^{\frac{2}{m-1}}}$$

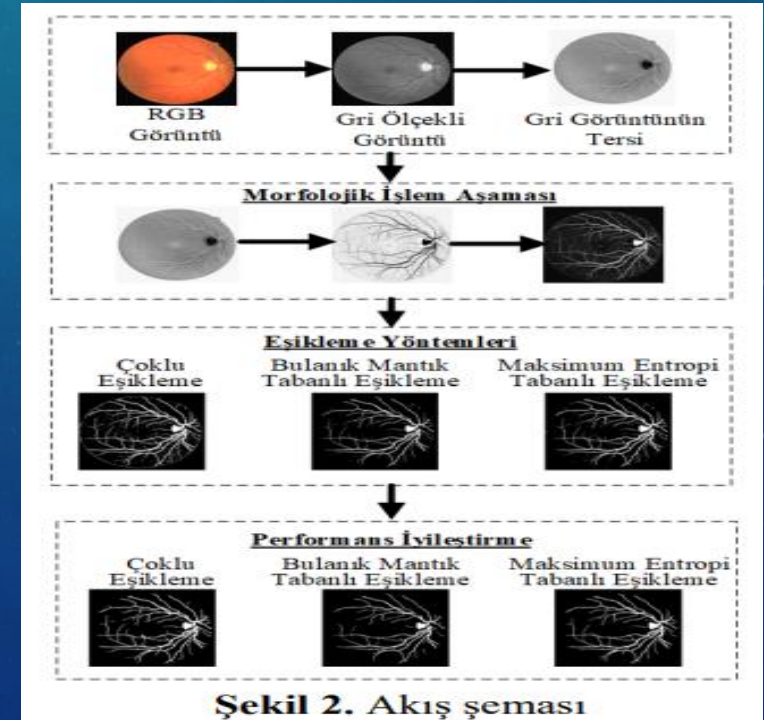
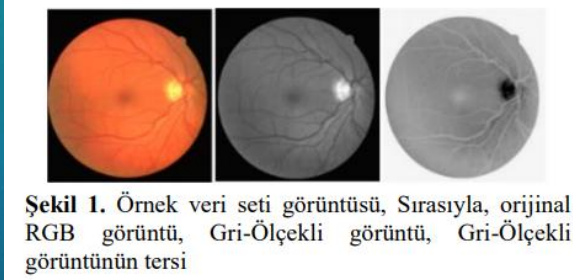
- Bölütleme görüntülerini ikili görüntülere dönüştürmek için kullanılacak eşik hesaplaması ;

$$\text{Seviye 0} = \frac{\max(I(c1 == 1)) + \min(I(c2 == 2))}{2}$$

$$\text{Seviye 1} = \frac{\max(I(c2 == 1)) + \min(I(c3 == 3))}{2}$$

3.Kullanılacak 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.

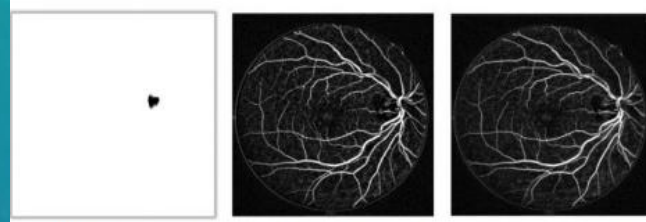


- 3.1 Veri seti
- Önerilen yöntem diğer yöntemlerle kıyaslanabilir olması açısından halka açık olarak sunulan DRIVE veri seti üzerinde test edilmiştir. DRIVE veri setindeki görüntüler 45° görüş alanında Canon 3CCD ile çekilmiştir. Görüntülerin her biri 565×584 piksel boyutunda 20 eğitim ve 20 test görüntüsünden 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
- Retina kan damarları, retina arka planına göre daha koyu görünür bazı durumlarda ise kan damarlarının merkez çizgisi bölgesinde parlaklık görünür. Bu durumu ortadan kaldırmak için morfolojik açma işlemi uygulanır. Morfolojik açma işlemi yarıçapı 21 olan bir disk oluşturup oluşturulan bu disk gri ölçekli görüntünün tersine uygulanarak morfolojik açma işlemi yapılır. Sonrasındaysa uzunluğu 21 olan bir çizgisel yapı elemanı oluşturulup, oluşturulan bu çizgisel yapı elemanı gri ölçekli görüntünün tersine uygulanarak üst-şapka ve alt-şapka dönüşümleri tamamlanmış olur.



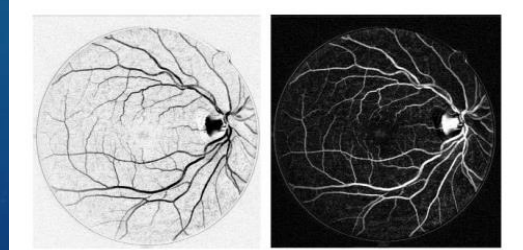
Şekil 3. Morfoljik işlemler. Sırası ile morfolojik açma, üst şapka ve alt şapka işlemleri

- Yapılandırma elemanı dikey yönlelere sahip olduğunda ve yapılandırma elemanı damar genişliğinden daha büyük olduğu durumlarda :fundus içerisinde tutulamadığında bir damarı veya damarın bir kısmını yok olması problemleri ortaya çıkabilir. Aslında yapılandırma elemanının yönü ile damar paralel olduğunda bir yok olma olayı meydana gelmeyecektir. M. Fraz vd. , bu probleme çözüm olması için 21 piksel uzunluğunda bir çizgisel yapılandırma elemanı belirlemiştir. Bu yapısal elemanı 22.5°'lik açılarla döndermiş ve en büyük çapa sahip damarı çıkarmak için bir toplam üst şapka dönüşümü kullanmıştır. M. Fraz çalışma görüntüleri;



Şekil 4. Morfolojik işlem döngü sonucu. Sırasıyla morfolojik açma, üst-şapka ve alt-şapka sonuçları. (Bkz.

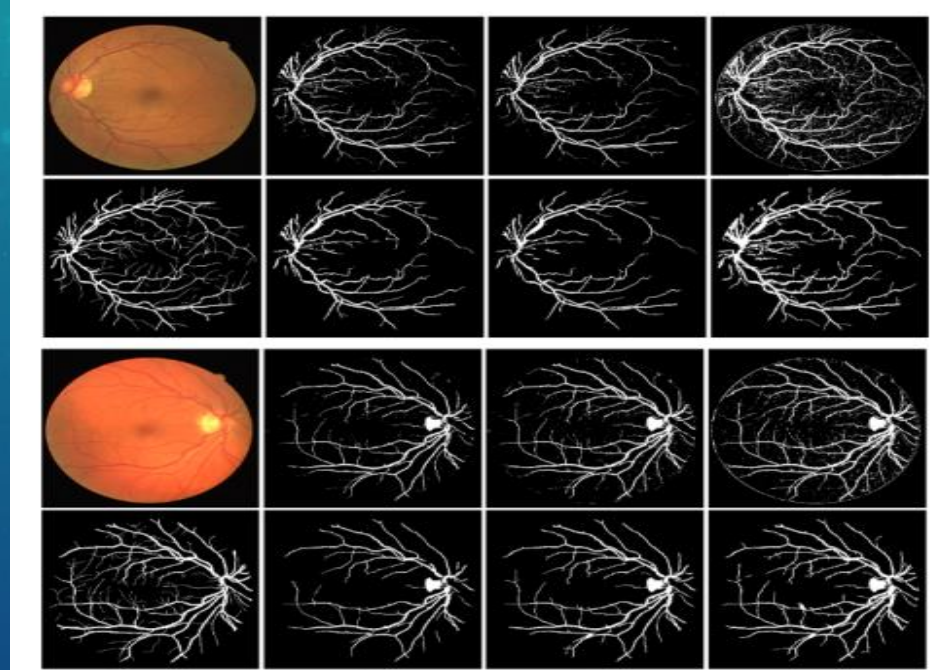
- M. D. Saleh vd. tarafından önerilen matematiksel ifade kullanılmış ve denklemden elde edilen sonuçlar bu matematiksel ifadeye göre nihai sonuca ulaşmıştır. M. D. Saleh vd. matematiksel ifadede morfolojik açma işleminin üzerine üst-şapka sonucu eklenerek elde edilen sonuç alt-şapka sonucundan çıkarılır. Uzunluğu 21 piksel olan ve 22.5°'lik açılarla dönerek her açı için oluşturulan toplam morfolojik açma işlemi toplam üst şapka dönüşümüne eklenmiş ve elde edilen sonuç toplam alt şapka dönüşümünden çıkarılmıştır. Bu aşamaya ait görsel sonuçların görüntüleri;



Şekil 5. Önerilen yöntem sonucu. İlk görüntü Denklemler (11) sonucunu, İkinci görüntü ilk görüntünün tersi alınmış halidir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

- Üç farklı eşikleme algoritması iyileştirilmiş fundus görüntüleri üzerinde uygulanarak damar piksellerinin bölütlenmesi sağlanmış. İyileştirilmiş görüntüler eşikleme işlemine tabi tutulduktan sonra çıktı görüntüleri üzerinde performans iyileştirilmesi yapıp performans iyileştirme yönteminde damara ait olmayan damar benzeri görüntüler morfolojik işlemler kullanılarak yok edilmiş.



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

- Doğruluk oranı ölçüsü kullanarak uygulanan yöntemin başarı ölçütünü hesaplanmıştır;

$$ACC = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN}$$

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

SONUÇLAR

- Paylaşımaya açık olarak sunulan DRIVE veri seti üzerinde morfolojik işlemlere dayalı bir damar iyileştirme yöntemi kullanılmıştır. Damar iyileştirme aşamasından sonra Çoklu Eşikleme, Bulanık Mantık Tabanlı Eşikleme ve Maksimum Eşikleme yöntemleri kullanılarak damar bölütlemesi yapılmıştır. Bu yöntem temelde morfolojik işlemlere dayanmış olsa da asıl amaç eşikleme algoritmalarının yöntem üzerindeki performanslarının karşılaştırılmasıdır. Bu makalede, Bulanık Mantık Tabanlı Eşikleme yönteminin ortalama doğruluk oranı 0.952 olarak hesaplanmış ve diğer iki eşikleme yönteminden daha yüksek bir değere sahip olmuş.
- Elde edilen deneysel sonuçlar tatmin edici bir seviyede.
- Önerilen yöntem geliştirilmeye açık.
- Halka açık bir veri seti kullanıldığı için karşılaştırılabilir ve doğruluğu test edilebilir.