



## YENİ BİR ALGORİTMA İLE RETİNA GÖRÜNTÜLERİNDE OPTİK DİSK YERİNİN TESPİTİ OPTIC DISC DETECTION IN RETINAL IMAGES VIA A NEW ALGORITHM

Mehmet NERGİZ<sup>1</sup>, Şeyhmus ARI<sup>2</sup>, Mehmet AKIN<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Bilgisayar Mühendisliği Bölümü  
Dicle Üniversitesi  
mnergiz@dicle.edu.tr

<sup>2</sup> Göz Hastalıkları Anabilim Dalı  
Dicle Üniversitesi  
sari@dicle.edu.tr

<sup>3</sup> Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü  
Dicle Üniversitesi  
makin@dicle.edu.tr

### Özetçe

Bu çalışmada, dünyada en çok körlükle sonuçlanan hastalıklardan biri olan Diyabetik Retinopati (DR) hastalığının yazılımsal olarak teşhisine yönelik ilk basamaklardan biri olan Optik Disk (OD) tespitine yönelik bir yöntem geliştirilmiştir.

Göz dibi görüntülerindeki ışık düzensizliğinin, Kontrast Sınırlamalı Adaptif Histogram Eşitlemesi (KSAHE) yöntemiyle azaltılması amaçlanmıştır. Daha sonra, gri skalaya çevrilen görüntülere Morfolojik Kapama İşlemi (MKJ) uygulanarak OD üzerindeki damar görüntüleri kaldırılmıştır. Bir sonraki aşamada ise görüntülerin kenarları Canny Kenar Tespiti (CKT) algoritmasıyla çıkartılarak bu kenarlar üzerindeki çemberimsi örüntüler Çembersel Hough Dönüşümü (ÇHD) yöntemiyle tespit edilmiştir. OD'in sahip olduğu sarı rengin eşik seviyesini, yeşil kanal histogramı üzerinde kestiren özgün bir algoritma geliştirilmiştir. Kestirilen bu sarı renk eşik değeri de kullanılarak çıkartılan iki adet özgün öznitelik Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA)'ya uygulanmış ve %87,5'lik bir başarı oranı elde edilmiştir.

Kullanılan DRIVE retina veri tabanı değişik ışık dağılımlarına sahip, lezyonlu OD'leri de içeren görüntülere sahip olması açısından bir çeşitlilik sunmaktadır. Çalışmada kullanılan görüntü çeşitliliği, geliştirilen algoritmaların özgünlüğü ve elde edilen başarı oranı açısından sonuçlar umut vermektedir.

### Abstract

In this study, a new method has been developed for detection of Optic Disc (OD) which is one of the first steps for

automatic diagnosis of Diabetic Retinopathy (DR) which is one of the diseases mostly end up with blindness in the world.

It has been aimed to decrease the light irregularity in the fundus images via Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE). Afterwards, the vein patterns on OD have been removed by applying Morphological Closing Operation (MCO) to the images which have been converted to grayscale. More and more, the edges of the fundus images been detected using Canny Edge Detection (CED) algorithm and the circular patterns on these edges have been determined via Circular Hough Transform (CHT). A novel algorithm which estimates the threshold of the yellowish color of OD on the green channel histogram has been developed. Two novel features extracted via the estimated threshold of the yellowish color have been applied to the Multi Layer Perceptron (MLP) and the success rate has been acquired as 87,5%.

The DRIVE retinal image archive which has been used in this study supplies a variety in terms of having different light distributions and images with OD lesions. The results are promising related to the image variety of the archive, the novelty of the developed algorithms and the acquired success rate.

### 1. Giriş

Göz dibi görüntüleri bilgisayar bilimciler tarafından özellikle son on yıldan beri çalışılmaya başlanmış göz retinasına ait biyomedikal görüntülerdir. Göz dibi görüntüleri üzerinde çeşitli görüntü işleme teknikleri kullanılarak bazı hastalıkların teşhisi veya evrelerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu hastalıkların en önemlilerinden bir tanesi de Diyabetik Retinopati'dir (DR). DR'nin tedavisinde geç kalınması durumunda %100 görme kaybı ile karşılaşılır. 10 yıl ve daha fazla süreden beri diyabet hastası olanların %80'i DR'ye

## Tıbbi Tanı ve Tedavi Sistemlerinde Sinyal İşleme Uygulamaları

yakalanırlar. 2030 yılında dünya üzerinde 438 milyon insanın diyabet hastası olacağı tahmin edilmektedir [11].

DR hastalığının habercisi olan sert eksüdalar ile yumuşak eksüdalar Optik Disk (OD) ile benzer sarımsı renklere sahiptir. Bu bakımdan OD'in yerinin kestirilmesi, eksüdaların ve dolayısı ile DR belirtilerinin retinanın geriye kalan alanlarında tespit edilmesi açısından temel bir adım oluşturmaktadır.

OD şekli yuvarlağa yakın ve rengi sarımsı olmak üzere içinden kan damarları geçen ve hiç ışık algılayıcısı taşımayan retina üzerinde bir bölgedir. Ortalama çözünürlüğe sahip bir retina görüntüsünde OD'in çapı yaklaşık olarak 80-100 piksel kadardır [5].

Göz dibi görüntüleri işlenirken en sık karşılaşılan problemlerden biri görüntüleme anında oluşan ışık dağılımındaki düzensizliktir. Bu ışık düzensizliği sebebiyle bazı görüntülerde retina kırmızı renkli iken başka resimlerde yeşilimsi bir görüntüye sahip olabilmektedir. OD in rengi de aynı şekilde sarının değişik tonlarında görüntülenmekle beraber kimi zaman OD'in kenar sınırları tam olarak belirlenemeyebilmektedir. Tüm bunlara ek olarak OD üzerinde çeşitli lezyonların olması da problemin basit mantık ile çözülmesini engellemektedir.

Bu konuda yapılan çalışmalar genellendiği zaman temel olarak ya sadece OD'in yerinin kestirildiği ya da OD'in kenar segmentasyonunun yapıldığı görülmektedir [8]. OD yerinin kestirimi kimi çalışmalarda sadece OD'in üzerinde herhangi bir noktanın tespit edilmesi iken kimi çalışmalarda ise OD'in kenar görüntüsünü yaklaşık olarak kapsayan bir çembersel bölgenin belirlenmesi şeklindedir. OD yer kestirimini yapan çalışmaların önemli bir kısmı retina görüntülerindeki damarların kesişim noktasını tespit ederek OD üzerinde herhangi bir noktayı kestirmeye çalışmışlardır [1,4,10,14]. OD yer kestirimi ile ilgilenen diğer çalışmalarda ise OD'in parlak, sarımsı ve çemberimsi olma özelliklerinden faydalanılmıştır [3,13]. OD kenar segmentasyonunu da kapsayan çalışmalarda ise Snake algoritmaları [7], Şablon Eşleştirme [6] ve Watershed Yöntemleri [8] kullanılmıştır.

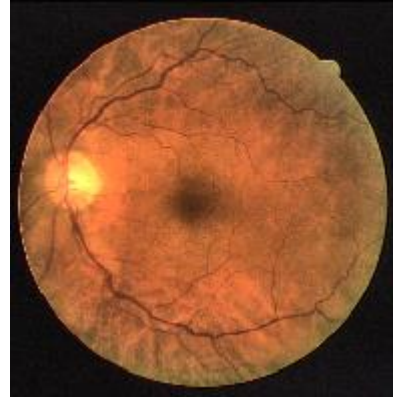
Bu çalışmada ise DRIVE veri tabanındaki retinal görüntüleri uygulanan ışık şiddeti eşitleme, morfolojik kapama, kenar tespiti ve özgün öznelikler çıkarma işlemlerinden sonra çıkarılan öznelikler Çok Katmanlı Algılayıcıya (ÇKA) uygulanarak bu görüntüler üzerinde OD yer kestirimi yapılması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

Bu çalışmada 20 tanesi eğitim, 20 tanesi de test için kullanılan toplam 40 adet göz dibi görüntüsü DRIVE retina veri tabanından alınmıştır [12]. Görüntüler Hollanda'daki bir DR görüntüleme programından rastgele alınmıştır. Görüntüler 45 derecelik görüntü alanı ile Canon CR5 non-mydiatic 3CCD kamera kullanılarak çekilmiştir. Her bir görüntü 565x584 boyutlarında ve JPEG formatındadır. Görüntüler değişik ışık tonlarına sahip olmakla beraber bazı görüntülerde

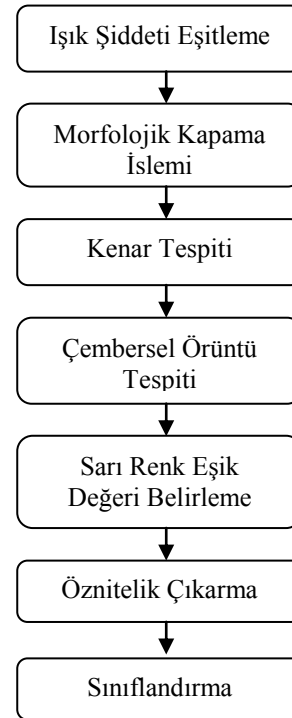
OD üzerinde çeşitli lezyonlar gözlenmektedir. Veri tabanından alınan örnek bir görüntü Şekil 1'deki gibidir.



Şekil 1: DRIVE retina veri tabanından örnek bir görüntü

### 2.2. Metot

Bu çalışmada uygulanan algoritma ve yöntemler Şekil 2'deki gibi adım adım gösterilmiştir [9].



Şekil 2: Uygulanan yöntem ve algoritmaların adım adım gösterimi

#### 2.2.1. Işık Şiddeti Eşitleme

Göz dibi görüntülerindeki görüntüleme aşamasından kalan ışık düzensizliğini gidermek amacıyla görüntüler Kırmızı Yeşil Mavi (RGB) renk uzayından Ton Doğunluk Şiddet (HSI) renk uzayına çevrilerek Şiddet renk kanalına Kontrast Sınırlamalı Adaptif Histogram Eşitlemesi (KSAHE)

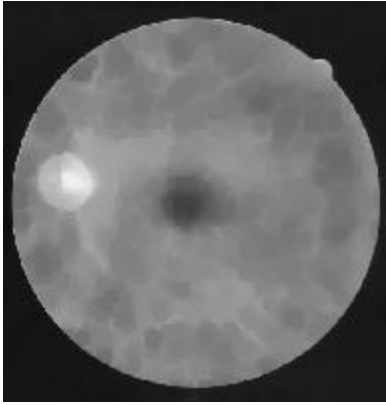
## Tıbbi Tanı ve Tedavi Sistemlerinde Sinyal İşleme Uygulamaları

2. Gün 26 Eylül 2014 Cuma (14.45-16.15)

algoritması uygulanmıştır. Görüntüler daha sonra HSI renk uzayından RGB renk uzayına dönüştürülmüştür [ Park ].

### 2.2.2. Morfolojik Kapama İşlemi (MKİ)

OD'ın üzerindeki damarlardan kurtulmak için görüntüler RGB renk uzayından gri skalaya dönüştürülerek disk şeklinde bir yapısal eleman ile MKİ uygulanmıştır. MKİ uygulanmış bir görüntünün son hali Şekil 3'teki gibidir.



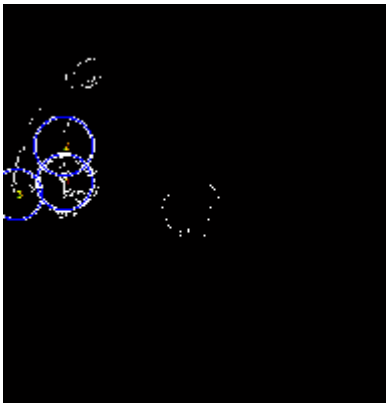
Şekil 3: MKİ uygulanmış bir görüntünün son hali

### 2.2.3. Kenar Tespiti

Canny Kenar Tespiti (CKT) algoritması kullanılarak görüntülerin kenarları tespit edilir [2]. Bu aşamada bazı görüntülerin OD kenar izlerinin kopuk olarak elde edilmesinin bir sonraki aşamada çembersel örüntü olarak algılanamaması sorununa engel olmak amacıyla tespit edilen kenarlara disk şeklinde bir yapısal eleman ile MKİ uygulanmıştır.

### 2.2.4. Çembersel Örüntü Tespiti

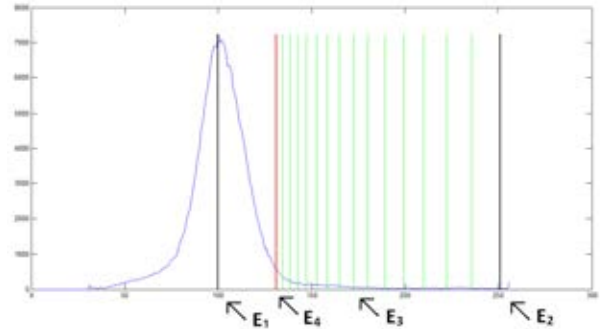
Çembersel Hough Dönüşümü (ÇHD) kullanılarak bir OD büyüklüğüne sahip olabilecek bütün çembersel örüntüler tespit edilir. Şekil 4'te tespit edilen kenarlar üzerinde belirlenen çembersel örüntüler gösterilmektedir.



Şekil 4: Örnek bir görüntü üzerinde tespit edilen belirli bir çap aralığına sahip çemberimsi örüntüler

### 2.2.5. Sarı Renk Eşik Değeri Belirleme

Her ne kadar görüntülerin ışık şiddeti eşitlenmiş olsa da kimi görüntüler parlak kimileri de mat olabildiğinden dolayı farklı parlaklıklardaki OD renkleri sarının farklı tonlarına sahip olabilmektedirler. Kaur ve Sinha, OD'e ait sarı renk eşik değerini bulabilmek için yinelemeli bir algoritma geliştirmiştir [5]. Bu çalışmada da özgün olarak OD'e ait piksel verilerinin yeşil renk kanal histogramının en yüksek değerli yirmide birini kaplayan bölge tarafından temsil edildiği gözlemine dayalı olarak yinelemeli bir algoritma geliştirilmiştir [9]. Bu algoritma girdi yeşil renk kanal histogramının en yüksek değeri ile en düşük değerini girdi olarak alıp yinelemeli olarak bir eşik değeri hesaplar. Şekil 5'te algoritmanın çalışma şekli gösterilmektedir.  $E_1$  ve  $E_2$  algoritmanın girdilerini,  $E_3$  hesaplama sırasındaki ara değerleri,  $E_4$  ise son olarak hesaplanan sarı renk eşik değerini temsil etmektedir.



Şekil 5: Yeşil kanal histogramı üzerinde yinelemeli algoritmanın çalışma şekli

### 2.2.6. Öznitelik Çıkarma

Bu çalışmada iki adet özgün öznitelik çıkarılmıştır. Bu özniteliklerden ilki tespit edilen her bir çembersel örüntünün tekabül ettiği maskelenmiş alandaki piksellerin yüzde kaçının, hesaplanmış olan sarı renk eşik değerinden daha fazla olduğunu belirten değerdir [9]. İkinci öznitelik ise her bir retina görüntüsünde, en yüksek ilk öznitelik değerine sahip çembersel örüntü için 1, geriye kalan diğer çembersel örüntüler içinse 0 olarak atanır.

### 2.2.7. Sınıflandırma

Bu çalışmada sınıflandırıcı olarak ÇKA kullanılmıştır. Her çembersel örüntüden çıkarılan iki adet öznitelik ÇKA'ya girdi olarak verilirken çıktı olarak bu örüntünün OD olup olmadığı sonucu alınır. 20 adet göz dibi görüntüsüne ait tespit edilen çemberimsi örüntüler eğitim için kullanılırken diğer 20 adet göz dibi görüntüsüne ait tespit edilen çemberimsi örüntüler de test için kullanılmıştır. Kullanılan ÇKA'ya ait yapılandırma değerleri Tablo 1'deki gibidir. Çalışmada kullanılan ara katman sayısı ise Tablo 2'de gösterilmekte olan sonuçlar değerlendirilerek 6 olarak belirlenmiştir.



## Tıbbi Tanı ve Tedavi Sistemlerinde Sinyal İşleme Uygulamaları

2. Gün 26 Eylül 2014 Cuma (14.45-16.15)

Tablo 1: Kullanılan ÇKA'ya ait yapılandırma değerleri

Yapılandırma Adı	Yapılandırma Değeri
Transfer Fonksiyonları	tansig ve logsig
Eğitim Fonksiyonu	traingdm
Öğrenme Fonksiyonu	learn_gdm
Öğrenme Oranı	0,96
Döngü Sayısı	10000
Performans Hedefi	0,001

Tablo 2: Değişik ara katman sayılarındaki ÇKA'lara başarı oranları

Ara Katman Sayısı	Başarı Oranı	RMS
1	82,5	0,4183
2	77,5	0,4743
6	87,5	0,3536
12	85,0	0,3873
20	77,5	0,4743

### 3. Sonuçlar

Bu çalışmada DRIVE retina veri tabanındaki 40 adet görüntü kullanılarak, DR teşhisinde önemli bir basamağı oluşturan OD tespiti aşamasına yönelik olarak, bazı mevcut yöntemlerin kullanılmasıyla beraber çalışmaya bir karakteristik kazandıran bir takım özgün algoritmalar da geliştirilmiştir. Sınıflandırıcı olarak kullanılan ÇKA'dan elde edilen sonuçlara göre %87,5'lik bir başarı oranı elde edilmiştir [9]. Bu çalışmada kullanılan özgün yöntemlerle edilen sonuçlar umut vadetmektedir.

### 4. Kaynakça

- [1] Abramoff, M. D., Niemeijer M., "The automatic detection of the optic disc location in retinal images using optic disc location regression" *2006 International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 2006, 1, 4432-4435.
- [2] Canny, J.F., "A computational approach to edge detection", *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 8(6), 679-698, 1986.
- [3] Chaichana, T., Yoowattana, S., Sun, Z., Tangjitkusolmun, S., Sookpotharom, S., Sangworasil, M., "Edge detection of the optic disc in retinal images based on identification of a round shape", *Communications and Information Technologies, ISCIT 2008 International Symposium*, 670-674, 2008.

- [4] Foracchia, M., Grisan, E., Ruggeri, A., "Detection of optic disc in retinal images by means of a geometrical model of vessel structure", *Medical Imaging*, 23(10), 1189-95, 2004.
- [5] Kaur, J., Sinha, H.P., "Automated localisation of optic disc and macula from fundus images", *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 2(4), 2012.
- [6] Lalonde, M., Beaulieu, M., Gagnon, L., "Fast and robust optic disc detection using pyramidal decomposition and hausdorff-based template matching", *Medical Imaging*, 20(11), 1193-1200, 2001.
- [7] Liu, S., Chen, J., "Detection of the optic disc on retinal fluorescein angiograms", *Journal of Medical and Biological Engineering*, 31(6), 405-412, 2010.
- [8] Morales, S., Naranjo, V., Perez, D., Navea, A., Alcaniz, M., "Automatic detection of optic disc based on PCA and Stochastic Watershed", *Signal Processing Conference (EUSIPCO)*, 2605-2609, 2012.
- [9] Nergiz, M., Arı, Ş., Akın, M., "Diyabetik Retinopati tespitinde yeni bir algoritma kullanılarak optik disk yerinin kestirimi", *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 4(2), 109-120, 2013.
- [10] Niemeijer, M., Staal, J.J., van Ginneken, B., Loog, M., Abramoff, M.D., "Comparative study of retinal vessel segmentation methods on a new publicly available database", *SPIE Medical Imaging*, 5370, 648-656, 2004.
- [11] Poddar, S., Jha, B. K., Chakraborty, C., "Quantitative clinical marker extraction from colour fundus images for non-proliferative diabetic retinopathy grading", *International Conference on Image Information Processing (ICIIP 2011)*, 1-6, 2011.
- [12] Staal, J.J., Abramoff, M.D., Niemeijer, M., Viergever, M.A., van Ginneken, B., "Ridge based vessel segmentation in color images of the retina", *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 23(4), 501-509, 2004.
- [13] Yavuz, Z., İkibaş, C., Şevik, U., Köse, C., "A method for automatic optic disc extraction in retinal fundus images", *5th International Advanced Technologies Symposium*, 93-98, 2009.
- [14] Youssif, A. A. A., Ghalwash, A. Z., Ghoneim, A. A. S. A., "Optic disc detection from normalized digital fundus images by means of a vessels' direction matched filter", *IEEE Trans Med Imaging*, 27(1), 11-18, 2008.