



# Diyabetik Retinopati Tespiti İçin Yeni Bir Yöntem A New Method to Detect Diabetic Retinopathy

Büşra YAŞAR ve Bartu YEŞİLKAYA  
Biyomedikal Mühendisliği Bölümü  
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi  
İzmir, Türkiye

busra\_yasar@yahoo.com, bartu.yesilkaya@ikc.edu.tr

Özlem KARABİBER CURA ve Aydın AKAN  
Biyomedikal Mühendisliği Bölümü  
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi  
İzmir, Türkiye

{ozlem.karabiber, aydin.akan}@ikc.edu.tr

**Özetçe** —Diyabetik Retinopati, insülin mekanizmasının bozulmasıyla olan diyabet nedeniyle oluşan bir hastalıktır. Retinal kan damarları diyabetik retinopati ile zarar görür ve hemoraji, sert eksuda, neovaskülarizasyon oluşur, bundan dolayı görme kaybı ve görme bozukluğu görülür. Bu hastalığın gelişimi iki aşamada incelenir: Proliferatif ve Non-proliferatif. Erken teşhis tedavi için önemlidir. Sert eksudalar diyabetik retinopati hastalığının erken teşhisi için semptomlardan biridir. Bu çalışma (MATLAB ile diyabetik retinopati teşhisi) retinal fundus fotoğraflarında; Kirsch metodu, sınır tespiti, filtreler, gürültü kaldırma, histogram eşitleme, eşik değeri, optik disk çıkartma, morfolojik sınıflandırma yöntemlerini kullanarak, sert eksudaların teşhisine dayanmaktadır. Doğrulama amacıyla bu yöntem farklı resimlere uygulandı. Sonuç olarak Diyabetik Retinopatinin erken teşhisi için sert eksudalara odaklanılıp, farklı resimlerdeki sert eksudalar işaretlendi.

**Anahtar Kelimeler**—diyabetik retinopati; sert eksuda; matlab; kirsch yöntemi.

**Abstract**—Diabetic retinopathy is a disease which is occur due to diabetes that create by insulin mechanism absent. Retinal blood vessels damaged from diabetic retinopathy disease and hemorrhage, exudate, neovascularization is existed so vision loss or disorder are seen. Improvement of this disease is examined in two stages: proliferative and Non-proliferative stages. Detection in early stage (NPRD) is important for treatment. Hard exudates are the one of symptoms of the diabetic retinopathy for early detection. This paper (A new method to detect diabetic retinopathy) based on detection exudates in retinal fundus images using Kirsch method, edge detection, thresholding, filters, noise removal, histogram equalization, optic disk removing and morphological classification processes. This method is applied on the different images for accuracy. As a result early detection of diabetic retinopathy is aimed by the way focused on hard exudates and hard exudates are marked on different image.

**Keywords**—diabetic retinopathy; hard exudates; matlab; kirsch method.

## I. GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) nün 2014 verilerine göre dünyada yaklaşık 422 milyon insan diabet hastası ve bu rakam artış gösteriyor. Kontrolsüz kan şekeri ise kardiyovasküler hastalık, retinopati, nefropati, nöropati, ayak komplikasyonları gibi hastalıklara sebep olmaktadır. Diyabetik retinopati hastalığı

erken teşhisi sağlanmayıp tedavi edilmezse körlük ve göz kusurları ile sonuçlanmaktadır [1].

### A. Retina

Retina, görmeyi sağlayan ışığa ve renge duyarlı konik ve çomak hücrelerinin bulunduğu, göz küresinin arka duvarına yerleşmiş bir ağ tabakasıdır. Retinanın çalışma prensibi kamera filmine benzemektedir: Objelerden yansıyan ışık öncelikle göz irisi, pupil ve lense girmekte ve retinaya ulaşmaktadır, burada ışığa duyarlı hücreler tarafından sinyallere dönüştürülüp nöronlar aracılığıyla beyne iletilmektedir [2], [3].

### B. Diyabetik Retinopati

Diyabetik retinopati gözün arka kısmındaki retinadaki kan damarlarının hasara uğramasıyla oluşan tedavi edilebilir bir göz hastalığıdır. Retinal kan damarlarının zayıflaması ile kan damarlarında tıkanma, sızıntı, yeni damar gelişimi gözlemlenir; bu durum görme kusurlarına ve körlüğe neden olabilir [4].

Diyabetik retinopati ilerleyişine bağlı olarak iki evrede incelenmektedir: Non-proliferatif diyabetik retinopati (NPDR), Proliferatif diyabetik retinopati (PDR).

NPDR hastalığın başlangıç evresi olarak tanımlanmaktadır ve bu evrede yüksek kan şekeri nedeniyle retinal damarlar güçsüzleşmekte ve geçirgenliği artmaktadır. Kan sızıntıları ile hemoraj yapıları ve sıvı sızıntıları ile sert eksuda denilen yapılar meydana gelmektedir. Bu evre hastalığın erken evresi olarak tanımlanmakta olup herhangi bir semptom gözlenmemektedir [5], [6].

PDR ise hastalığın ilerlemiş evresi olup, bu evrede yeni damarlar oluşmaktadır ve görme bozukluğu ve körlük bu evrenin sonucudur [7].



Şekil 1: Retinal görüntü [8]

Görselde fundus flöresein anjiyografi kullanılarak elde edilmiş retina görüntüsü bulunmaktadır. Fundus flöresein anjiyografi tekniğinde boyar madde flöresein enjekte edilir ve fotoğraf çekilir. Ayrıca optic disk ve sert eksüde yapıları uzun dalga boyu yaydığı için boyar madde olmadan da çekilebilir. Kan damarlarının çevrelediği optik disk, fovea, damarlar retina görüntüsündeki başlıca unsurlardır [9], [10], [11]. Hastalığın erken evresindeki hemoraj ve eksüdalar da görselde görünmektedir.

## II. YÖNTEM

Bu çalışmadaki amaç retina görüntüsündeki optik disk, fovea ve kan damarlarını tamamen çıkararak hastalıklı alanı elde edip, sert eksüdaları bularak erken teşhisi sağlamaktır. Çalışmada hemorajlar yerine eksüdalar üzerine yoğunlaşılmasının nedeni, eksüdaların yoğunluğunun arka plandan daha kolay ayırt edici olmasıdır.

Şemada Diabetik Retinopatinin MATLAB ile erken teşhisine yönelik akış şeması bulunmaktadır. Öncelikle RGB diabetik retinopati görüntüsü gri seviyeye dönüştürüldü. Kırmızı, mavi ve yeşil bileşenler ayrıldı. Yeşil bileşenlerin (green channel) parlaklık şiddeti(intensity) mavi ve kırmızı bileşenlerden daha fazla olduğu için yeşil bileşen üzerinde çalışıldı. Bu resme iki farklı algoritma uygulandı. İlk algoritmada görüntü iyileştirme teknikleri kullanılarak kan damarları elde edildi. İkinci algoritmada ise Kirsch Metodu kullanılarak tonlama farkı diğer alanlardan daha keskin olan hastalıklı alan üzerine yoğunlaşıldı. Algoritmalar sonucunda elde edilen iki resmi karşılaştırarak hastalıklı alanlar orjinal retina görüntüsü üzerinde gösterildi.



Şekil 2: Akış şeması

### A. Algoritma 1.

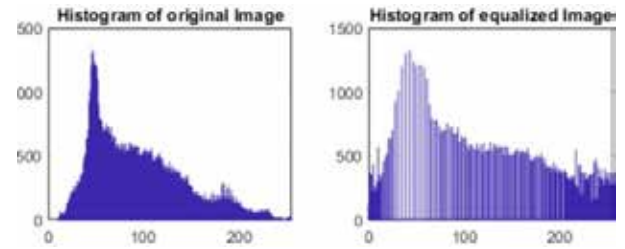
Görüntü iyileştirme teknikleri kullanılarak kan damarları tespit edildi.

1) Ortanca Filtre: Görüntüdeki toplamsal gürültüleri azaltmak amacıyla ortanca filtre uygulanmıştır. Şekil 3'de bu filtrenin çalışma mekanizması görülmektedir [12].



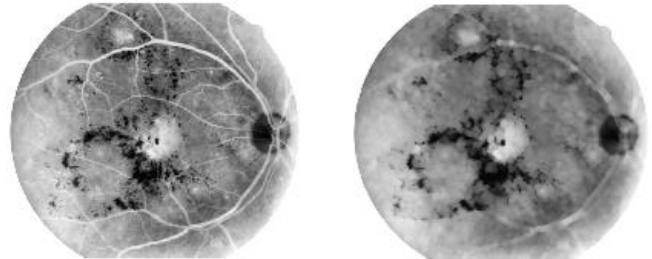
Şekil 3: Ortanca filtrenin çalışma mekanizması [13]

Resim 3 × 3 bloklar halinde taranır. Pksel değerleri büyükten küçüğe sıralanıp ortanca değer merkez pikselin yeni değeri olarak atanır ve bu filtre görüntüdeki tüm piksellere uygulanır. Kontrastı geliştirmek ve histogramda belli bir bölgede yığılmış olan değerleri yaymak için histogram eşitleme uygulanmaktadır. Şekil 4'de histogram eşitleme öncesi ve sonrasındaki histogramlar verilmiştir.



Şekil 4: Orjinal(a) ve histogram eşitlemesi yapılmış(b) resimlerin histogramları [14]

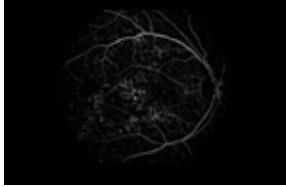
2) Morfolojik İşlemler (Açma ve Aşındırma): Strel komutu kullanarak ball(8,9) maskesi yapıldı. Öncelikle bu maskenin görüntünün tüm piksellerine uygulanması ile görüntüye morfolojik açma(opening) işlemi uygulanmaktadır. Bu komut kullanılarak görüntü üzerindeki maskeden küçük şekiller ve maskenin boyutuyla aynı boyuttaki şekiller, ikili(binary) olan resimden kaldırılmaktadır [15], [16].



Şekil 5: İlk görüntü histogram eşitleme yapılmış resimken(a) diğeri morfolojik açma uygulanmış hali(b)

Daha sonra line (1,1) maskesi oluşturulmaktadır. Resim üzerinde line (1,1) maskesi ile birlikte gezinildiğinde resimlerimiz aşındırılmıştır. Aşındırma(erosion) yöntemi kullanılarak istenmeyen şekiller yok edilmiştir [17].

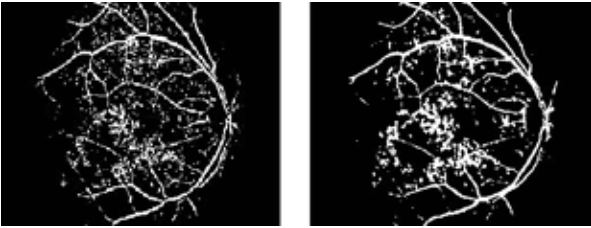
3) Optik Disk Çıkartma: Morfolojik işlemler sonucunda elde ettiğimiz görüntü ile ilk elde ettiğimiz gri seviyedeki resimler arasında karşılaştırma yaparak optik disk kaldırılmaktadır. Elde ettiğimiz görüntüdeki optik diske ait alanın arka planla eşit renkte olduğu görülmektedir.



Şekil 6: Optik disk çıkarılmış görüntü

4) Görüntü İyileştirme ve Arka Plan Ayarı: Elde edilmiş görüntüye ortanca filtre uygulanarak görüntü gürültüden temizlenmektedir. Arka planı tamamen siyaha çevirmek için disk(1,1) maskesi oluşturulmuştur. Daha sonra görüntü ikili(binary) moda çevrilmiştir [18].

5) Morfolojik Operasyon: Piksel sayısı 50 den küçük ve eşit piksel değeri bir olan beyaz objeler ikili(binary) resimden kaldırılmıştır. İlk algoritmamızın sonucu kan damarlarına yoğunlaşmış resim elde edilmiştir.



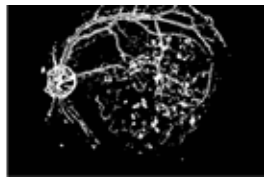
Şekil 7: İlk resim optik disk çıkarılmış resim(a) ve resme morfolojik operasyon uygulanarak elde edilmiş resim(b)

### B. Algoritma 2.

Kirsch yöntemi kullanılarak tonlama farkı diğer alanlardan daha keskin olan hastalıklı alan üzerine yoğunlaşmıştır.

1) Kirsch Yöntemi: Görüntüdeki süreksizlikleri ve keskin (hızlı) tonlama değişikliklerini bulma işlemi ile sınır belirleme (edge detection) işlemi için Kirsch yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntem, orjinal resimden elde edilen gri resmin yeşil bileşenleri(green channel) ile ilk algoritmada morfolojik açma erosyonu sonucu elde edilen resmin arasındaki fark alınarak elde edilmiş görüntüye uygulanmıştır.

M0	M1	M2	M3
5 5 5	5 5 -3	5 -3 -3	-3 -3 -3
-3 0 -3	5 0 -3	5 0 -3	5 0 -3
-3 -3 -3	-3 -3 -3	5 -3 -3	5 5 -3
M4	M5	M6	M7
-3 -3 -3	-3 -3 -3	-3 -3 5	-3 5 5
-3 0 -3	-3 0 5	-3 0 5	-3 0 5
5 5 5	-3 5 5	-3 -3 5	-3 -3 -3

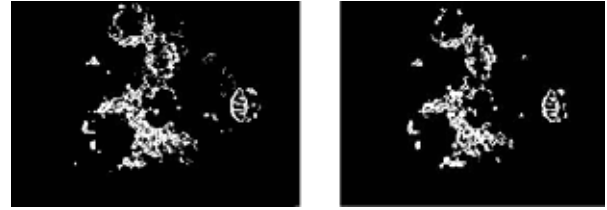


Şekil 8: Kirsch filtresi(a) ve Kirsch sonucu elde edilmiş görüntü(b) [19]

Matriksler 45 derecelik açılarla döndürülerek 8 kernel matrisi elde edilmektedir. Bu kernel matrisleri kullanarak sınır belirleme yapılmaktadır. Denklemin (1)'de sınırların bulunması formülize edilmiştir. 'g' ifadesi ile sekiz piksel değeri gösterilmekte olup; 'f' ile yoğunluk simgelenmiştir. Sekiz kernel matrisi sırasıyla tüm piksellere uygulanır ve sekiz çıkıştan maksimum değere sahip olan piksel değeri kullanılmaktadır. Böylelikle yoğunluk farkının en fazla olduğu pikseller sınır kabul edilmektedir.

$$\max_{z=1..8} \sum_{i=-1}^1 \sum_{j=-1}^1 g_{ij}^{(z)} \cdot f_{n+i, m+j} = h_{nm} \quad (1)$$

2) Morfolojik Operasyon: Piksel sayısı 40 dan küçük ve eşit objeler resimden kaldırılmıştır. Böylece resimdeki gürültü azaltılmıştır. Görüntü üzerindeki tüm piksel değerlerini düzenleme amaçlı ikileştirme işlemi uygulanmıştır. Piksel değerleri bir ve sıfıra döndürülerek hastalıklı alanın beyaz renkli olması sağlanmıştır.



Şekil 9: Kirsch sonucu elde edilmiş resim(a) ve morfolojik işlem yapılmış şeklini gösteren resim(b)

2. algoritmada Kirsch yönteminin sonucu olarak bir miktar gürültüyle birlikte hastalıklı alan odaklanmış görüntü elde edilmiştir. Birinci algoritmadaki değerleri ikinci algoritmada sıfır piksel değerine eşitlenmiştir. Böylece hastalıklı alan elde edilmiştir.



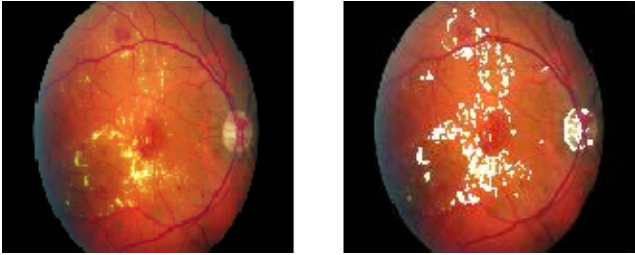
Şekil 10: Birinci algoritma(a) ve ikinci algoritma(b) sonucu elde edilen resimler

Daha sonra hastalıklı alanlar orjinal resimde beyaz renkle işaretlenmiştir. Ayrıca hastalıklı alanların piksel sayısı hesaplanmıştır. Hastalığın derecesi hakkında tahmin yürütmek için tüm resme oranı bulunmuştur.

### III. SONUÇ

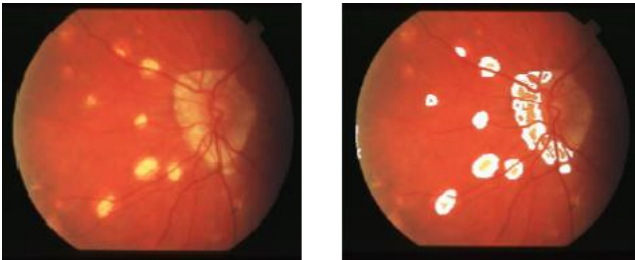
Görsellerde programın farklı resimlere uygulanmasıyla elde edilen veriler gösterilmektedir. Şekil 9 da görüldüğü üzere sert eksuda denilen sarımtırak yapılar retinal görüntü üzerinde görülmektedir. Programın orjinal retina görüntüsüne uygulanmasıyla sert eksudalar beyaz renkle işaretlenmiştir. Beyaz renkli piksellerin saydırılması ile hastalığa sahip 13108 piksel

elde edilmiştir. Bu ise 1310,8 mm'ye eşittir. Hastalıklı piksel sayısının toplam piksel sayısına bölerek 4,615 yüzdelik oranı elde edilmiştir.



Şekil 11: Orjinal retina görüntüsü(a) ve sert eksudaların işaretlendiği resim(b), 13108 piksel sert eksuda; 4,6150 % hastalık oranı

Şekil 12 de ise programın bir diğer resme uygulandığı resim ve sonucu görünmektedir. 4375 piksel sert eksuda olarak retinal görüntü üzerinde işaretlenmiştir.



Şekil 12: Orjinal retina görüntüsü(a) ve sert eksudaların işaretlendiği resim(b), 4375 piksel sert eksuda; 4,1254 % hastalık oranı [11]

Program Şekil 11 ve 12 ile birlikte toplam 20 resme uygulanmıştır.

#### IV. DEĞERLENDİRME

Diabetik Retinopati diabet hastalığının ciddi bir komplikasyonudur. Körlük ve görüntü bozukluğuna sebep olabilir. Bu yüzden erken teşhis sağlanıp önlem alınmalıdır. Diabetik Retinopatinin evreleri olan Non-proliferatif Diabetik Retinopati (NPDR), Proliferatif Diabetik Retinopati (PDR) evreleri incelendi ve bu evrelerde oluşan yapılar saptandı. Bu çalışmada Diabetik Retinopati hastalığının erken teşhisi amaçlandığından hastalığın ilk evresinde oluşan sert eksuda denilen yapıya yoğunlaşıldı. Çünkü teşhisin doğruluğu açısından hemoraj yapılarının hatalı sonuç verme olasılığı daha fazlaydı. Hemoraj denilen kan sızıntıları arka planla daha yakın piksel değerine sahip olduğundan ayırt etmek daha zor olacaktı. Çalışmada fundus tekniği ile elde edilmiş retina görüntüleri kullanıldı ve MATLAB ile görüntü işleme yapılarak retinal görüntü üzerindeki kandamarları, fovea, optic disk yapılarının sert eksudalardan ayrılması hedeflendi. İki algoritma geliştirildi ve ilkinde kan damarlarına odaklanırken ikincisinde hastalıklara odaklanıldı ve sert eksuda yapıları bulundu. Çalışma doğruluğunun tespiti için 20 resme uygulandı ve 15 inde iyi sonuç elde edildi. Son resimde elde edilen beyaz renkli

pikseller hastalıklı alanı ifade etmekteydi. Hastalığın ilerleyişi hakkında fikir sahibi olabilmek için beyaz(1) piksellerin sayısı tespit edildi ve tüm resme oranı bulundu. Projenin bir üst basamağı olarak optik diski görüntüden çıkartmada hatalar tamamen giderilmesi amaçlanmaktadır. Böylelikle hastalıklı alanın doğruluğu kesinleşecektir.

#### KAYNAKÇA

- [1] <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>.
- [2] Helga Kolb, "Simple Anatomy of the Retina", May 1, 2005; Last Update: January 31, 2012.
- [3] Dao-Yi Yu, Paula K. Yu, Stephen J. Cringle, Min H. Kang, Er-Ning Su, "Functional and morphological characteristics of the retinal and choroidal vasculature", 28 February 2014
- [4] Duh, Elia J., Jennifer K. Sun, and Alan W. Stitt. "Diabetic Retinopathy: Current Understanding, Mechanisms, and Treatment Strategies.", JCI Insight 2.14 (2017): e93751. PMC. Web., 17 Aug. 2018.
- [5] "Nonproliferative Diabetic Retinopathy (Includes Macular Edema)". Retrieved November 23, 2017.
- [6] Abdulrahman A. Alghadyan, "Diabetic Retinopathy – An Update", Saudi Journal of Ophthalmology 25.2 (2011): 99–111. PMC. Web., 17 Aug. 2018.
- [7] Joan W. Miller, Anthony P. Adamis, Lloyd Paul Aiello, "Vascular Endothelial Growth Factor in Ocular Neovascularization and Proliferative Diabetic Retinopathy", First published: 04 December 1999
- [8] <https://www.pantechsolutions.net/image-processing-projects/matlab-code-for-diabetic-retinopathy-using-hsv-and-fuzzy>
- [9] Amit B. Jain, Vadivelu Jaya Prakash and Muna Bhende, "Techniques of Fundus Imaging", Sci J Med & Vis Res Foun, volume XXXIII, number 2, May 2015
- [10] James Kang Hao Goh BSc, Carol Y. Cheung, PhD, Shaun Sebastian Sim, "Retinal Imaging Techniques for Diabetic Retinopathy Screening", Journal of Diabetes Science and Technology, 2016
- [11] Defne Kalaycı, "Fundus Fluorescein Angiography", Current Retina, 2016.
- [12] G.A. Baxes., "Digital Image Processing. Principles & Applications", Wiley & Sons (1994).
- [13] Kwame Osei Boateng, Benjamin Weyori Asubam and David Sanka Laar, "Improving the Effectiveness of the Median Filter", International Journal of Electronics and Communication Engineering. ISSN 0974-2166 Volume 5, Number 1 (2012), pp. 85-97, January 2012
- [14] TU Freiberg, "V. Morphology operation (1.5h)", 2D Signal Processing, 25-30.09.2017
- [15] Butler, Jason M. et al. "SDF-1 Is Both Necessary and Sufficient to Promote Proliferative Retinopathy." Journal of Clinical
- [16] Luc Vincent, "Morphological Area Openings and Closings for Greyscale Images", Xerox Imaging Systems, 9 Centennial Drive, Peabody MA 01960.
- [17] Mazen A. Hamdan, Ziad A. Alqadi, Bassam M. Subaih, "A Methodology to Analyze Objects in Digital Image using Matlab "Albalqa Applied University Jordan, Faculty of Engineering Technology Department of Computer Engineering.
- [18] Yao Wang, "Contrast Enhancement", Polytechnic University University, Brooklyn Brooklyn, NY 11201 With contribution from Zhu Liu, Onur Guleryuz, and Gonzalez/Woods, Digital Image Processing, 2ed
- [19] Ping Gao, Xiangju Sun, Wei - Jyun Wang, "Moving object detection based on kirsch operator combined with Optical Flow", 2010
- [20] Tzu-Heng Henry Lee, "Edge Detection Analysis", IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 5, Issue 6, No 1, September 2012.