

# Diabetik Retinopatinin Otomatik Algılanması Amacıyla

## Göz Görüntüsünden Kan Damarlarının Eşiklenmesi

Vasif NABIYEV<sup>1</sup>, Salih BAHÇEKAPILI<sup>2</sup>

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon

<sup>1</sup>[vasif@ktu.edu.tr](mailto:vasif@ktu.edu.tr)

<sup>2</sup>[salihbahcekapili@yahoo.com](mailto:salihbahcekapili@yahoo.com)

**Anahtar sözcükler:** Görüntü işleme, Diyabetik Retinopati, Otsu Algoritması, Ardıl Eşikleme Yöntemi

### Özetçe

Teknolojinin gelişimiyle mümkün olan erken tıbbi algılama sistemleri gündelik yaşamımızda daha büyük önem kazanmaktadır. Gözdeki kan damarlarında olan değişimlerin, bu damarların çaplarının ve retinadaki örüntülerin görüntü işleme teknikleri ile otomatik algılanması diyabet hastalığının erken teşhisi için yardımcı olabilir. Bu çalışmada diyabetik retinopatinin tespiti için gözdeki damarların eşiklenmesi üzerinde durulmuş ve ardıl eşikleme yöntemi önerilmiştir.

### 1. Giriş

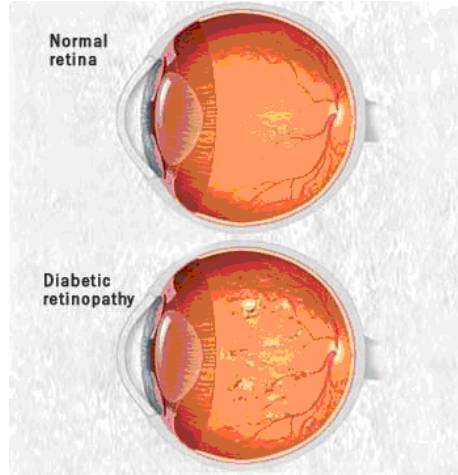
Şeker hastalığının, toplumun en az 3%'ünü etkilediği bildirilmektedir[1,5,6]. Yapılan çalışmalar, bu oranın yıllar içinde giderek arttığını ve 6%'ya kadar çıktığını göstermektedir. Türkiye'de 4-5 milyon arasında şeker hastası olduğu tahmin edilmektedir. Sadece İstanbul ve çevresinde 1 milyon kişide şeker hastalığı ve her üç şeker hastasından birisinin gizli şeker hastası olduğu düşünülürse, erken teşhis yöntemlerinin ne kadar önemli olduğu aşikardır[9].

Şeker hastası olan insanlarda hastalığın seyri ve evresi nedeniyle çeşitli organlarının zarar gördüğü bilinmektedir. Bu organlardan biri de gözdür. Şeker hastalığı olanlarda gözdeki ağ tabakası (retina) ve sarı nokta (makula)'nın etkilenme sıklığı 40%'tır. Bu nedenle Türkiye'de iki milyon kişide şeker hastalığına bağlı ağ tabakası rahatsızlığı (diyabetik retinopati) olduğu düşünülmektedir. Bu oranların yüksekliği, şeker hastalığının çok ciddi bir toplum sağlığı sorununa yol açtığının göstergesidir [Duru]. Bu nedenle kişilerden alınan göz görüntüsü yorumlanarak hastalığın erken teşhisi yapılabilir. Hastanın sürekli kontrollere gitmeden tamamıyla otomatik bir sistem ile göz görüntüsünden varolan değişimleri izleyebilmesi zaman ve hasta psikolojisi açısından da çok önemlidir[1,2]. Çalışmada göz görüntülerinden damarların otomatik bulunması üzerinde durulmuştur. Önce kısaca şeker hastalığının gözü nasıl etkilediği ve bu zararlı etkilerin tespiti açıklanmaktadır. Otomatik diyabetik retinopati teşhisi için göz görüntüsünden damarların elde edilmesi amacıyla çeşitli yöntemler önerilmiş ve sonuçları verilmiştir.

### 2. Diyabetik retinopati nedir ve nasıl tespit edilir?

Şeker hastalarının vücudu, şekeri uygun şekilde kullanamaz ve depolayamaz. Yüksek kan-şeker seviyeleri gözün arkasında bulunan ve görmeyi gerçekleştiren sinir tabakasındaki kan damarlarını hasara uğratabilir. Gözün sinir tabakasında meydana gelen bu tip hasara diyabetik retinopati denir.

Retina tabakasındaki damar yapısının bozulmasıyla ortaya çıkan diyabetik retinopati diyabete bağlı göz hastalıkları içerisinde en sık görülenidir ve yetişkinlerde önemli bir körlük sebebidir. Hastalık ilerledikçe, retina yüzeyinde anormal yeni damar oluşumları meydana gelmektedir. Diyabetik retinopatisi olan hastaların başlangıçta görmelerinde bazı değişiklikler ortaya çıkabilir. Diyabetin süresiyle diyabetik retinopatinin ortaya çıkma ve görme kaybına gidebilecek ciddi retina problemlerinin görülme olasılığı artmaktadır. Diyabetik retinopati genellikle her iki gözü birlikte etkilemektedir. Şekil 1 bu hastalığın gözde etkisini göstermektedir.



Şekil 1 : Normal retina ve normal olmayan retina

Diyabetik retinopati hastalığı gözde aşağıdaki etkiler araştırılarak tespit edilir.

1) Kolaylıkla kanayan anormal kan damarları gelişebilir ve bunların göz içine kanaması sonucu görmede bulanıklık ortaya çıkar. Bu olay hastalığın en ileri ve dördüncü evresi olan proliferatif retinopati evresinde gerçekleşmektedir.

2) Diyabet hastalığı nedeniyle bozulan kan damarı duvarlarından kanın sıvı kısmı keskin ve merkezi görmenin gerçekleştiği makulanın (sarı nokta, görme merkezi) merkezine sızabilir. Sızan sıvı makula'da şişme ve görmede bulanıklaşmaya neden olur. Bu durum makula ödemi olarak adlandırılmaktadır. Makula ödeminin ortaya çıkma riski her ne kadar hastalık ilerledikçe artsa da hastalığın herhangi bir evresinde görülebilmektedir. Proliferatif diyabetik retinopatisi olan hastaların yaklaşık olarak yarısında da aynı zamanda makula ödemi bulunmaktadır.

Dolayısıyla hastalığın erken teşhisi için göz görüntüsü yorumlanarak damarların yapılarının ve görüntüde bulunan değişimlerin araştırılması önem taşımaktadır. Bu amaçla elde edilen görüntüden ilk önce damarların çıkarılması gerekmektedir.

### 3. Göz Görüntüsünde Bulunan Damarların Belirlenmesi

Diabetik retinopati hastalığının algılanması için öncelikle hastaların göz dibi resimlerinin çekilmesi gerekir. Bunun için çeşitli cihazlar bulunmaktadır.



Şekil 2 : Göz dibi resminin alınması

Bu görüntülerden otomatik olarak damar verisinin bulunması için görüntü ilk olarak 8 bitlik gri yapıya dönüştürülür. Damarların ikili görüntüsünü elde etmek için, oluşturulan gri görüntünün histogramı çıkarılır. Histogram dağılımından hesaplanan eşik değeri yardımıyla gri görüntüden ikili görüntüye geçilir.

#### 3.1. Dinamik Eşikleme (Otsu algoritması)

Çalışmada eşik değerinin seçiminde ilk önce Otsu algoritması kullanılmıştır [4]. Otsu algoritması, görüntüdeki piksel değerlerinin dağılımlarına göre bu piksellerin kümelendirilmesini sağlamaktadır. Görüntünün piksel değerleri  $L$  ( $[1,2,...L]$ ) gri seviye ile temsil edilirse,  $i$ . seviyedeki piksel sayısı  $n_i$  olduğunda toplam piksel sayısı aşağıdaki şekildedir.

$$N = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_i + \dots + n_L \quad (1)$$

İki seviyeli eşik değeri seçiminde pikseller  $[1,2,...t]$  ve  $[t+1,...L]$  gri seviye değerlerini içeren  $C_1, C_2$  gibi iki sınıfa ayırmaktadır.

$$P_i = n_i / N \quad (2)$$

olarak gösterilirse  $C_i$  kümeleri aşağıdaki gibi verilebilir.

$$C_1: P_1/\omega_1(t), P_2/\omega_1(t) \dots P_t/\omega_1(t) \quad (3)$$

$$C_2: P_{t+1}/\omega_2(t), P_{t+2}/\omega_2(t) \dots P_L/\omega_2(t) \quad (4)$$

Burada;

$$\omega_1(t) = \sum_{i=1}^t P_i, \omega_2(t) = \sum_{i=t+1}^L P_i \quad (5)$$

olarak alınır. Otsu algoritması, sınıflar arası dağılımı ( $\sigma_B^2$ ) maksimum yapacak optimum  $t^*$  eşik değerini belirlemektedir.

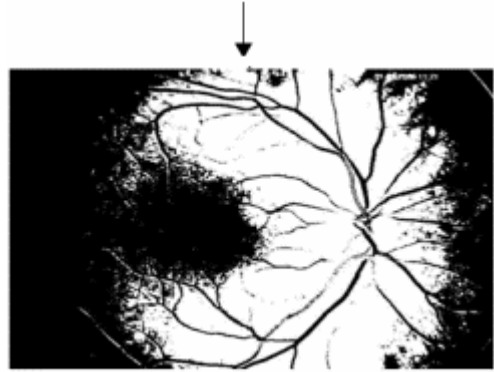
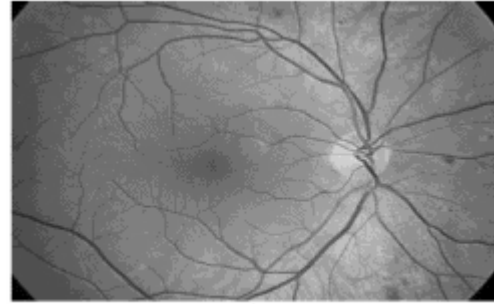
$$\sigma_B^2 = \omega_1 \omega_2 (\mu_2 - \mu_1)^2 \quad (6)$$

$$\mu_1 = \sum_{i=1}^t i P_i / \omega_1(t) \quad (7)$$

$$\mu_2 = \sum_{i=t+1}^L i P_i / \omega_2(t) \quad (8)$$

$$t^* = \underset{1 \leq t \leq L}{\text{ArgMax}} \{ \sigma_B^2(t) \} \quad (9)$$

Otsu algoritmasının herhangi bir damar verisine sahip göz görüntüsüne uygulanması sonucu Şekil 3'te gösterilmiştir.



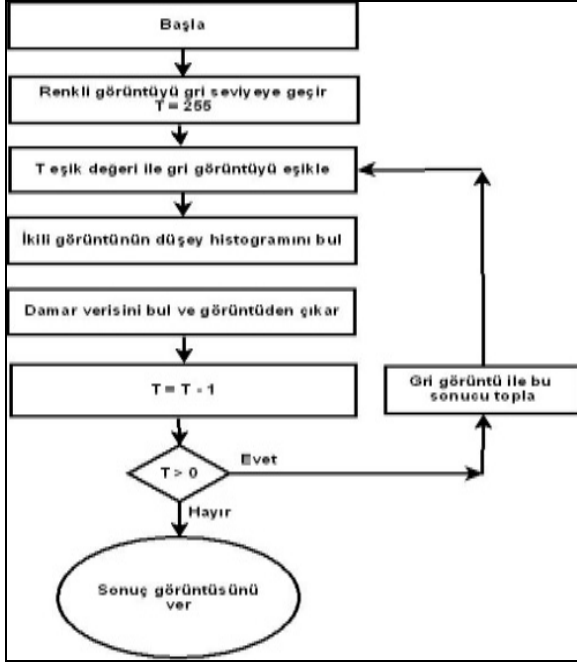
Şekil 3: Damar verisine sahip gri görüntü ve bu görüntüye Otsu algoritmasının uygulanması sonucu

Şekil 2'den anlaşıldığı üzere bu ve benzeri verilere sahip görüntülerden damarların bulunmasında sıradan yöntemler etkisiz kalmaktadır. Bundan dolayı özel yöntemlerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır.

#### 3.2. Ardıl Eşikleme Yöntemi

Çalışmada görüntüden damarların çıkarılması amacıyla iteratif şekilde çalışan *ardıl eşikleme yöntemi* önerilmektedir. Yöntemi kısaca aşağıdaki şekilde açıklayabiliriz. Gri biçime dönüştürülen resmin ilk önce histogramı bulunur. Sonra ise Otsu algoritmasından farklı

olarak (piksel değerlerinin dağılımlarına göre bu piksellerin kümelendirilmesi yerine) ilk histogram artışının olduğu değer tespit edilir. Bu değerden itibaren kümelendirme gerçekleştirilir. Her iterasyonda değerlendirme yapılarak, resimden damar verisi çıkarılır ve geriye kalan görüntüde tekrar damar verisi bulmaya çalışılıyor. Bu işlemler en basit anlamda eşik değeri 255'ten başlayarak sıfırdan küçük kalana tek veya tüm görüntü işlenene kadar devam ediyor. Dolayısıyla elde edilen ardıl eşiklenmiş görüntüler üst üste konularak eşiklenmiş resim elde edilir. Bu yöntemin akış diyagramı Şekil 4'te verilmiştir.

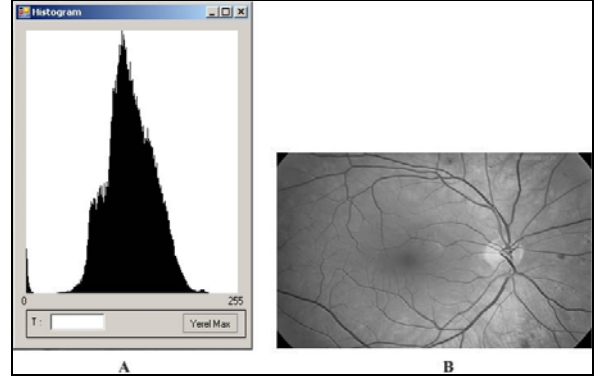


Şekil 4. Etkili yöntemin akış diyagramı

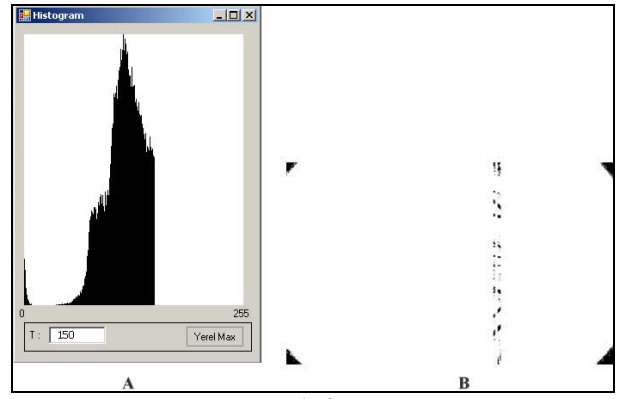
Önerilen yöntemin çeşitli aşamalarında görüntüde bulunan damar verileri yandaki şekillerde gösterilmiştir, (Şekil 5). Şekilde soldaki kısım (A), bir önceki resimden damar verisinin gri görüntüden çıkarılması sonucu görüntünün histogramını ifade etmektedir. B ise o andaki eşik için görüntüde bulunan damar verisidir. T=150, 120, 90 ve 60 eşik değerleri için bulunan sonuçlar birbirine eklenecek sonuç ikili görüntü elde edilmektedir. Akış diyagramındaki iki resmin toplamını ifade eden kod kısmı aşağıda verilmiştir.

```

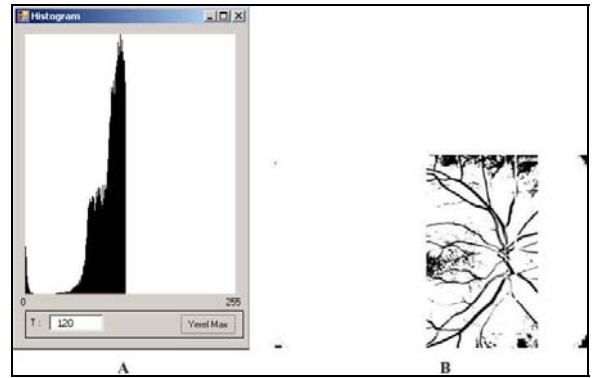
for (int i = 0; i < yükseklik; i++)
{
  for (int j = 0; j < genişlik; j++)
  {
    if ( ! Resimİslenmiş[i, j] )
    {
      deger = resim[i,j] + gray[i,j];
      if ( deger > 255 )
      {
        deger = 255; }
      resim[i,j] = deger;
    }
  }
}
  
```



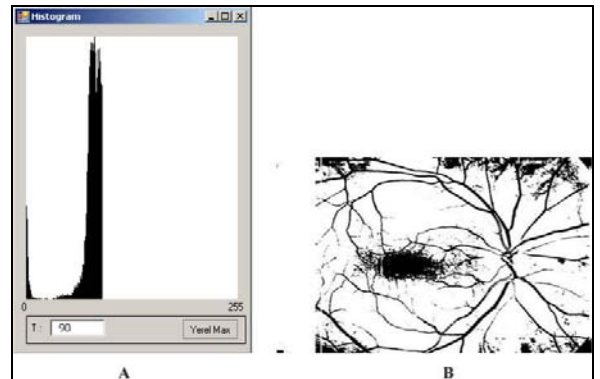
Şekil 5: Orijinal görüntü (B) ve histogramı (A)



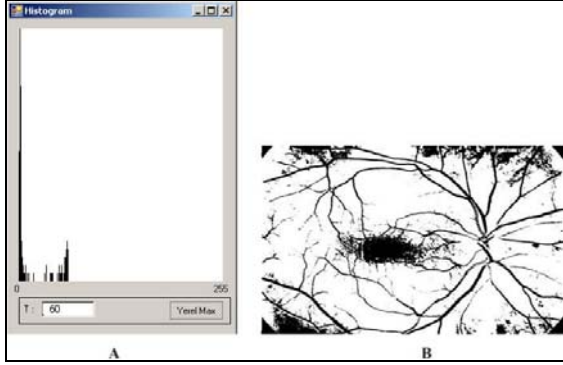
T = 150



T = 120



T = 90



T = 60

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada diyabetik retonopatinin erken teşhisi amacıyla göz görüntüsünden damar bilgilerinin çıkarılması üzerinde durulmuştur. Bu amaçla ardıl eşikleme yöntemi önerilmektedir. Diğer klasik yöntemlerle kıyaslandığında önerilen yönteme göre damar verisinin etkili bir biçimde bulunduğu görülmektedir. Görüntü alanının küresel yapıda olması ve bu nedenle ışığın görüntü üzerine eşit dağılması ikili bilgilerin çıkarılmasında ardıl eşikleme yardımıyla giderilebilir. Öte yandan piksel dağılımına göre elde edilen ikili resimden makulanın yeri kolaylıkla belirlenebilir. Bulunan ikili damar görüntüleri, çeşitli melez yöntemlerle güçlendirilerek gürültülerden daha da arındırılabilir. Elde edilen bu damar yapıları incelenerek *Diyabetik Retinopatiye* ilişkin otomatik karara varılması mümkündür. Yöntemde ilk eşikleme değeri 5 piksellik yığılmalar olan kısımlardan başlamaktadır. Ekte çeşitli görüntüler için sonuçlar verilmiştir. A giriş görüntü B ise sonuç görüntüyü temsil etmektedir. B görüntüsündeki siyah pikseller damar verisini beyaz pikseller de arka planı göstermektedir.

#### 5. Kaynakça

- [1] Ch. Sinthanayothin, V. Kongbunkiat, S. Phoojaruenchanachai, A. Singalavanija, "Automated Screening System for Diabetic Retinopathy", Proceedings of the 3rd International Symposium on Image and Signal Processing and Analysis, 2003
- [2] Leandro J. J. G., Soares J. V. B., Cesar R. M. Jr., & Jelinek H. F. (2003), *Blood vessel segmentation of nonmydriatic images using wavelets and statistical classifiers*, In Proceedings of the Brazilian Conference on Computer Graphics, Image Processing and Vision (Sibgrapi03), Sao Paulo, Brazil, IEEE Computer Society Press: 262-269.
- [3] C. Sinthanayothin, J. F. Boyce, T. H. Williamson, H. L. Cook, E. Mensah, S. Lal and D. Usher, "Automated detection of diabetic retinopathy on digital fundus images", 2002 Diabetes UK. *Diabetic Medicine*, 19, 105-112
- [4] Otsu, N., A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms. IEEE, Transactions on System Man, and Cybernetics, Vol. 9, No. 1, 62-66, 1979.
- [5] [http://www.biruni.com.tr/TR/NEWS/bul\\_diyabet.asp](http://www.biruni.com.tr/TR/NEWS/bul_diyabet.asp)
- [6] <http://www.turkdiab.org/index.php?id=45&kind=page>
- [7] [www.yeditepegoz.com/gh\\_diyabetik\\_retinopati.as](http://www.yeditepegoz.com/gh_diyabetik_retinopati.as)
- [8] [www.icaen.uiowa.edu/~dip/LECTURE/lecture.html](http://www.icaen.uiowa.edu/~dip/LECTURE/lecture.html)
- [9] <http://durlu.com/wsn/page11.html/> Retina ve Makul Hastalıkları



## Ekler

Not : A Orjinal görüntü ve B de A görüntüsüne **Ardıl Eşikleme Yöntemi** uygulanması sonucunda oluşan görüntüdür.

