

**Yıldız Teknik Üniversitesi**  
**Fen Bilimleri Enstitüsü**  
**Bilgisayar Mühendisliği Bölümü**

**Bilgisayarla Görme**

**Vize**

**İris Segmentation**

**Selçuk BAŞAK**  
**08501008**

**Not: Ödevi hazırlamak için geliştirdiğim program ve kaynak kodları ektedir.**

## Soru:

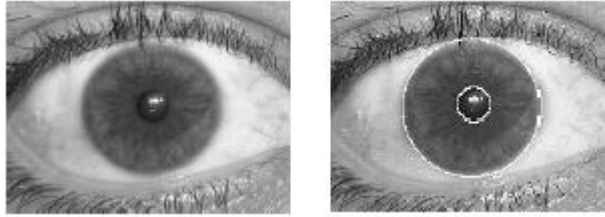
UBIRIS.v1 Iris veri tabanında 241 göz için toplam 1877 adet iris görüntüsü bulunmaktadır. Herbir göz için bir adet görüntü üzerinde test yapmanız istenmektedir. Kullanılan iris görüntülerinde gözbebeği ile irisin sınırlarını, merkezini ve yarıçapını bulmak için Daugman tarafından kullanılan tümleşik-türev yöntemi kullanılacaktır. Görüntülerin birinci türevini kullanarak, istenen geometrik parametrelerin bulunmasını sağlayan tümleşik-türev, aslında Hough dönüşümünün bir başka şeklidir. Aşağıda formülü verilen tümleşik türev operatörünü araştırarak 241 adet görüntü üzerinde test ediniz. Gözbebeği ve iris bölgesini tespit etmek için bu operatörün ayrı ayrı uygulanması gerekmektedir.

Gözbebeği yarıçapının iris yarıçapının 0.1 ile 0.8 aralığında değişim gösterdiği kabul edilmektedir. Bu kabullenme sonucunda irisin girilen bilgileri kullanılarak gözbebeği merkez ve yarıçapı bulunabilir. Kullanılacak tümleşik-türev operatörünü sağlayan fonksiyon aşağıda verilmiştir.

$$\max_{(r, x_0, y_0)} \left| G_{\sigma}(r) * \frac{\partial}{\partial r} \oint_{r, x_0, y_0} \frac{I(x, y)}{2\pi} ds \right|$$

$G(r)$ , Gauss gibi yumuşatma fonksiyonudur.  $I(x, y)$  giriş iris görüntüsüdür ve operatör artan yarıçap ve  $(x_0, y_0)$  merkez noktası için geçerli olan bulanıklaştırılmış kısmi türev işleminin maksimum değerini aramaktadır.

Aşağıdaki şekilde UBIRIS.v1 veritabanına ait bir orjinal görüntü ve bu görüntü üzerinde segmentasyon işlemi sonucu belirlenen gözbebeği ve iris bölgesi işaretlenmiş olarak verilmiştir.



MatLab Görüntü İşleme kütüphanesindeki mevcut fonksiyonları da kullanarak tümleşik türev operatörünü kodlayarak, UBIRIS.v1 iris kütüphanesinde bulunan 241 farklı göz görüntüsü üzerinde göz bebeği ve iris segmentasyonu için uygulayınız, başarılı ve başarısız segmentasyon sonuçlarını yorumlayınız.

## Analiz:

Dougman tarafından kullanılan tümleşik türev yöntemi, dairesel kenar belirlemeyi sağlamaktadır. Yukarıda belirtilen fonksiyonun görüntü üzerinde irisin merkezi olabilecek noktalar üzerinde,  $r$  (yarıçap) değiştirilerek uygulanması sonucu maksimum sonucu veren koordinatlar iris merkezini ve  $r$  de irisin yarıçapını veriyor. Fonksiyonda kullanılan  $G(r)$  fonksiyonu yumuşatma yaparak dairesel kenarın daha esnek olarak belirlenmesini sağlıyor.

Yöntemi uygulamak için fonksiyonda belirtilen dairesel integral hesaplanması gerekiyor. Bunun için dairenin formülünden ve simetri özelliklerinden yararlanılabilir. Dairesel kenar belirlerken iris üzerine, göz kapakları ve kaşların olabileceği düşünülerek sadece  $\pm 45$  derece ve 135 ile 225 derece arası yaylar üzerinde çalışmak gerekir. Ancak gözbebeği için tüm çember kullanılabilir. Göz bebeğine oluşan ışık yansımaları ve parlamalar keskin kenar oluşturacağından büyük boyutlarda olmaları gözbebeği belirlemede sorun yaşatabilir.

İris bulunduktan sonra soruda belirtilen boyut aralıklarına göre gözbebeği arama alanı daraltılmalı ve arama yaparken gözbebeği sınırları, iris sınırlarına yaklaşmamalı, aksi halde küçük çapta olan göz bebeği için daha keskin geçişli irisin kenarları maksimum sonucu verebilir. Gözbebeği boyutu da göz önüne alınarak gözbebeği aranırken daha küçük boyutlu bir  $G(r)$  seçilmelidir.

## Yöntem:

Soruda istenenleri alt problemlere bölerek işlemi daha basit olarak çözebiliriz.

### 1- Göz resmi üzerinde iris merkezi olabilecek koordinatların belirlenmesi.

İris ve gözbebeği göz beyaz kısmına göre daha koyu bir gri seviyeye sahiptir. Gri seviye ve yuvarlak şekle sahip olmalarından yararlanarak muhtemel merkez koordinatları belirlemek için öncelikle resme 10 piksel boyutunda yatay 'line' ile dilation morfolojik operatörü uygulayıp paralama ve gürültüleri temizleriz. Sonrasında 15 piksel boyutunda 'disk' erosion morfolojik operatörü uyguluyoruz. Sonuçta elde ettiğimiz gri seviyeli görüntüde en koyu dairesel alanlar irisin bulunabileceği alanlardır. Elde edilen görüntüye koyu bölgeleri ayırt edecek şekilde threshold uygularız. Elde edilen görüntü arama yapılacak koordinatlarda 1 diğerlerinde 0 olarak işaretlenmiş olacak.

### 2- İrisin belirlenen koordinatlar üzerinde belirlenmesi.

$$\max_{(r, x_0, y_0)} \left| G_{\sigma}(r) * \frac{\partial}{\partial r} \oint_{r, x_0, y_0} \frac{I(x, y)}{2\pi r} ds \right|$$

İrisi bulmak için yukarıdaki formülü uygulayacağız. Bu formül dairesel integral, türev ve gauss fonksiyonu ile konvolusyondan oluşmaktadır.

#### a. Dairesel İntegral:

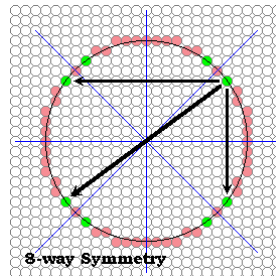
Görüntü üzerinde dairesel integral işlemi ile belirtilen  $x_0, y_0$  merkez koordinatlarına göre  $r$  yarıçapında bir çember üzerindeki gri seviyelerin toplamının çemberin çevresine bölünmesidir. İris belirlerken için bu işlem kısmi olarak yapılacak. Bu işlemi yapmak çember üzerindeki noktaların koordinatlarını belirlemek gerekiyor.

#### Çember Koordinatları:

Çember üzerindeki koordinatları belirlemek için çemberin formülünden yararlanılabilir.

$$(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 = r^2,$$
$$y = y_0 \pm \sqrt{r^2 - (x - x_0)^2}$$

$x_0=0, y_0=0$  için,  $x:0..r$  aralığında  $y \leq x$  için bu fonksiyon tam sayıya yuvarlandığında kesintisizdir. Ancak  $y > x$  için kesintili sonuç verebilir.  $x=y$  olması durumunda maksimum 45 derecelik bir açıya kadar kesintisiz bir yay oluşacaktır. Burada da çemberin simetrik olmasından yararlanılarak  $y = \sqrt{r^2 - x^2}$  kullanılan ve hesaplanan  $x, y$  değerleri çember üzerinde 8 simetriden yararlanılarak tüm çevresi elde edilebilir. Yani  $(x, y), (y, x), (-x, y), (y, -x), (x, -y), (-y, x), (-x, -y), (-y, -x)$  noktaları belirlenir. Sadece  $x=y$  ve  $x=0, y=0$  değerleri için 4 simetri oluşur.



Şekilde yeşil noktalar 8 simetrik koordinatı gösteriyor.

İris aranırken dairesel integral kısmi olarak yapılır.

**b. Türev**

İrisin merkezi olarak aranacak her bir merkez nokta için  $r$  yarı çapı arttırılarak dairesel integral hesaplanır. Bir  $r$  yarıçapı için hesaplanan dairesel integral bir önceki  $r-1$  yarıçapı için hesaplanan dairesel integral sonucundan çıkarılarak her bir  $r$  yarıçapı için türev hesaplanır.

**c. Gaus Konvolüsyonu**

Elde edilen türev vektörüne, hesaplanan bir gaussian window ile 1-D konvolüsyon işlemi uygulanır.

**d. Maksimum Belirlenmesi.**

İki aşamada yapılır. Konvolüsyon sonucu her bir merkez nokta için maksimum sonucu veren  $r$  değeri belirlenir ve saklanır. Sonrasında tüm merkez olabilecek noktalar arasında bu saklanan değerler arasında en büyük olan nokta, merkez ve onun yarıçapı da iris yarıçapı olarak belirlenir.

İris belirlemede bir sorun gözbebeği ile irisin karışması olabilir gibi düşünülebilir. Ancak gözbebeğine göre irisin kenar geçişi çok daha farklı olduğundan böyle bir problemle karşılaşılıyor.

**3- Gözbebeğinin, İrisin belirlenen koordinatlarına göre aranması**

Gözbebeği araması yapılmadan önce gözbebeğindeki yansıma ve parlamaları temizlemek başarıyı arttıracaktır. Bu nedenle iris bulunduktan sonra gözbebeği içinde irisin aranacağı bölgedeki parlamaları temizlemek için bir ön işlem yapılmıştır. Ön işlemde irisin aranacağı alan içindeki en parlak belli sayıda piksel belirlenip komşularının ortalama seviyesine getirilmiştir. Burada kullanılan yöntemde daha önce taranan yani soldaki ve bir önceki satırdaki piksellerin ortalaması kullanılmıştır. Böylece resim fazla bozulmadan aşırı büyük parlamalar dışındaki parlamalardan kaynaklanabilecek hatalı sonuçlar engellebilir.

Görüntülerde gözbebeğinin orta noktası ile irisin orta noktası aynı olmayabiliyor. Bu nedenle göz bebeğinin araması irisin içinde irisin çapının %10 ve %70 arasında ve merkezi iris merkezinden iris çapının %15'i kadar mesafe içindeki bir alanda aranmıştır.

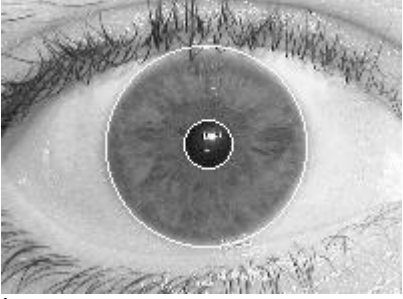
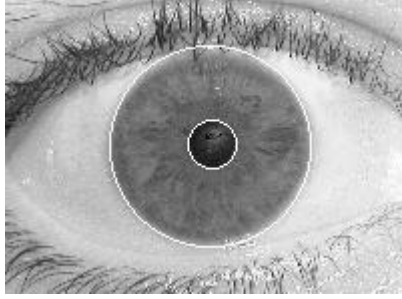
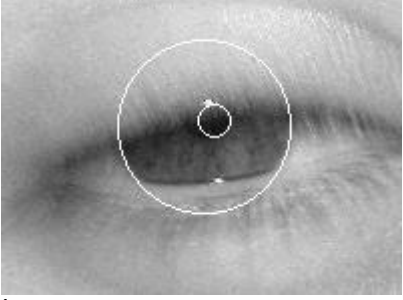
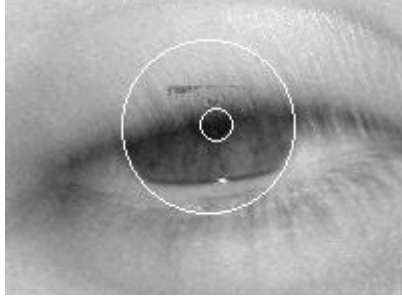
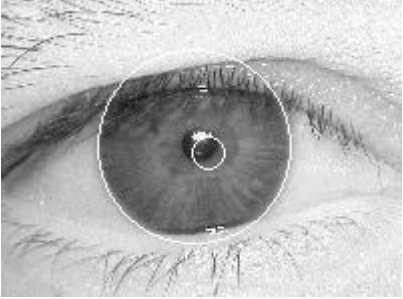
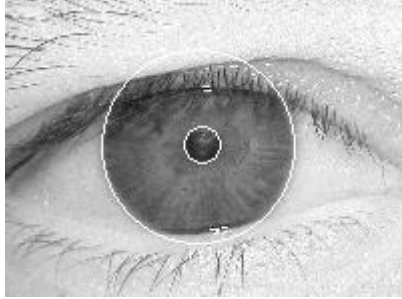
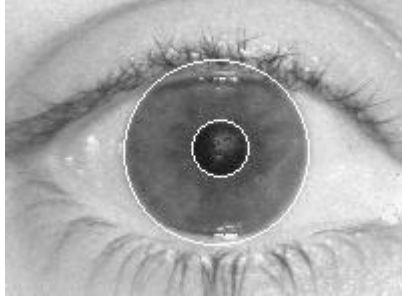
Göz bebeği aranırken dairesel integral tam olarak uygulamak daha iyi sonuç verir.

## Uygulama:

241 kişinin birinci göz resimleri üzerinde çalışılmıştır. Yapılan çalışmada irisi belirlemek için kullanılan gaus window'unun boyutu 11, iris için gaus window'unun boyutu 7 olarak seçildiğinde en iyi sonuç elde edilmiştir. İris aramada gözdeki yansımalar bir sıkıntı oluşmamıştır. Ancak gözbebeği aranırken yansıma ve parlamalar giderilmediğinde başarıyı oldukça fazla düşürdüğü gözlemlendiğinden bir ön işlem uygulanarak bu yansıma ve parlamalar temizlenmiştir.

Sonuçlar BMP formatında result1 ve results2 klasörlerine konulmuştur. Results1 klasörü, parlama giderme kullanılmadan oluşturulmuştur. Results2 ise gözbebeği belirlemeden önce yansıma ve parlamalar giderilmiştir. Bulunan iris ve gözbebekleri sonuç resimler üzerinde çizilmiştir.

|                             | İris Yeri Belirleme |        | Gözbebeği Yeri Belirleme |              |
|-----------------------------|---------------------|--------|--------------------------|--------------|
|                             | Doğru               | Hatalı | Doğru                    | Hatalı       |
| Yansıma Önleme Yapılmayınca | 241 (%100)          | 0 (%)  | 129 (%53,52)             | 112 (%46,48) |
| Yansıma Önleme Yapıldığında | 241(%100)           | 0 (%)  | 229 (%95,03)             | 12 (%4,97)   |

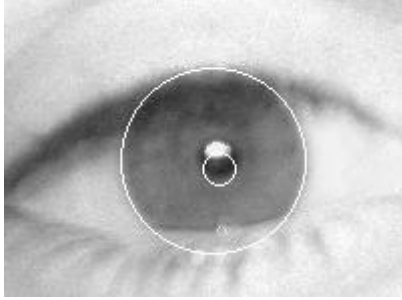
| Sonuçlar (Yansıma&Parlalama Giderilmeden)                                                                                                                                                                                                                                                                  | Sonuçlar (Yansıma&Parlama Önleme Yapılmış)                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>İris: Başarılı. Gözbebeği: Başarılı.<br/>Resim net, iris ile gözbebeği çok farklı gri seviyesinde.<br/>Başarı beklenildiği gibi iyi.</p>                                                                              |  <p>Sonuç aynı.</p>                                                                                |
|  <p>İris: Başarılı ,Gözbebeği: Başarılı (!),<br/>Resimde göz nerdeyse kapalı olmasına rağmen iris bulunabilmesi yöntemin etkinliğini kanıtlıyor. Çokta belli olmayan gözbebeği 1 piksellik bir kayma ile belirlenmiş.</p> |  <p>Sonuç aynı.</p>                                                                                |
|  <p>İris: Başarılı ,Gözbebeği: Hatalı,<br/>Resim net, iris ile gözbebeği çok farklı gri seviyesinde.<br/>Ancak gözbebeğindeki parlama nedeniyle hatalı segmentasyon yapılmış.</p>                                       |  <p>Göz bebeğindeki parlama giderilince gözbebeğinin segmentasyonu başarılı olarak yapılmış.</p> |
|  <p>İris: Başarılı ,Gözbebeği: Hatalı,<br/>Resim net, iris ile gözbebeği çok farklı gri seviyesinde.<br/>Ancak gözbebeğindeki parlama nedeniyle hatalı segmentasyon yapılmış.</p>                                       |  <p>Göz bebeğindeki parlama giderilince gözbebeğinin segmentasyonu başarılı olarak yapılmış.</p> |



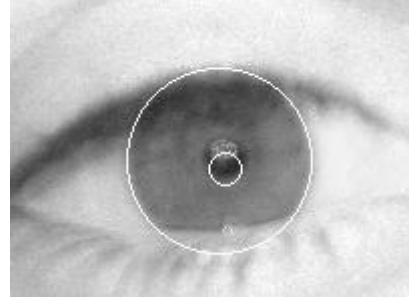
İris: Başarılı ,Gözbebeği: Hatalı,  
Resim net, iris ile gözbebeği çok farklı gri seviyesinde.  
Ancak gözbebeğindeki parlama nedeniyle hatalı  
segmentasyon yapılmış.



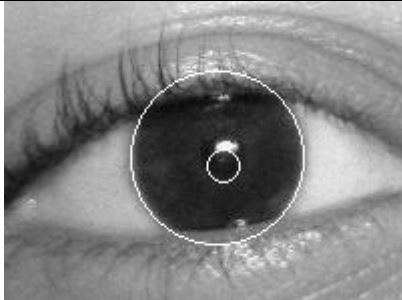
Göz bebeğindeki parlama giderilince  
gözbebeğinin segmentasyonu başarılı olarak  
yapılmış.



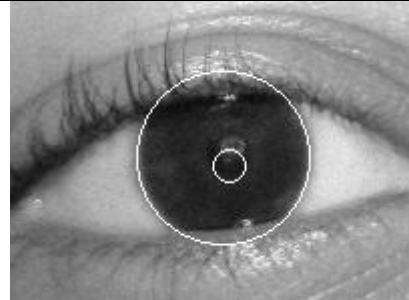
İris: Başarılı ,Gözbebeği: Hatalı.  
Resim bulanık, iris ile gözbebeği farklı gri seviyesinde.  
Ancak gözbebeğindeki parlama çok büyük, bu nedenle  
hatalı segmentasyon yapılmış.



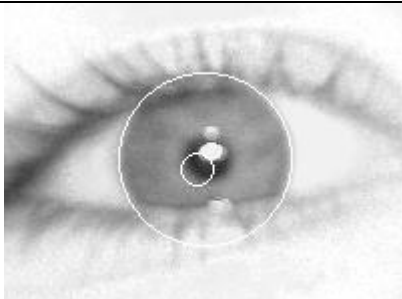
Parlama çok fazla olduğundan ve parlama  
giderme etkin olamamış. Aynı zamanda resmin  
bulanık olmasında başarısız göz bebeği  
segmentasyonuna neden olmuş.



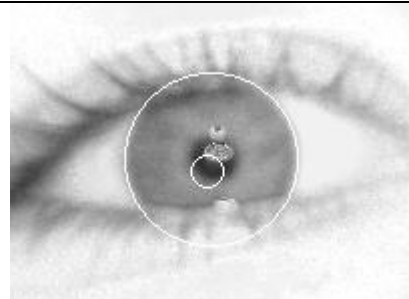
İris: Başarılı ,Gözbebeği: Hatalı,  
Resim net, iris ile gözbebeği yakın gri seviyelerinde.  
Gözbebeğindeki parlama ve koyu iris nedeniyle hatalı  
segmentasyon yapılmış.



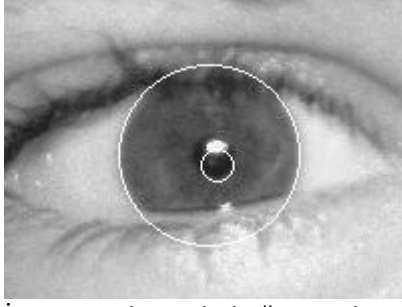
Parlama çok fazla olduğundan ve parlama  
giderme etkin olamamış. Aynı zamanda irisin  
çok koyu olması da başarısız göz bebeği  
segmentasyonuna neden olmuş.



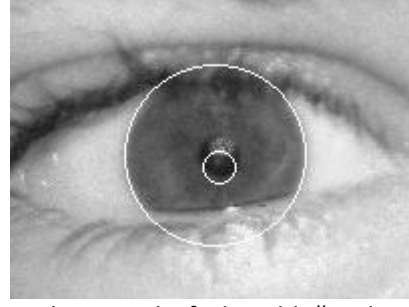
İris: Başarılı ,Gözbebeği: Hatalı,  
Resim bulanık, iris ile gözbebeği farklı gri seviyesinde.  
Ancak gözbebeğindeki parlama çok büyük ve resim  
çok bulanık, bu nedenle hatalı segmentasyon  
yapılmış.



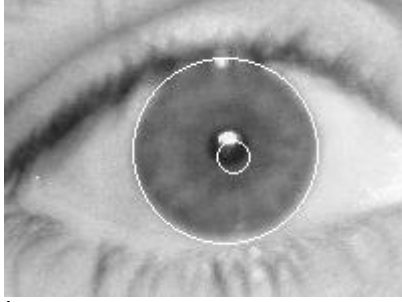
Parlama çok fazla olduğundan ve parlama  
giderme etkin olamamış. Aynı zamanda resmin  
çok bulanık olması da başarısız göz bebeği  
segmentasyonuna neden olmuş.



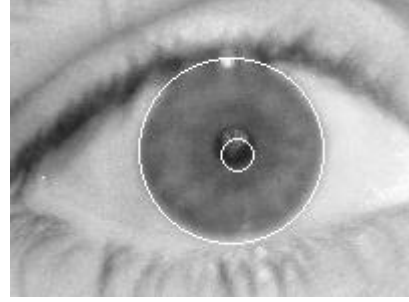
İris: Başarılı ,Gözbebeği: Hatalı,  
Resim net, iris ile gözbebeği yakın gri seviyesinde.  
Ancak gözbebeğindeki aşırı parlama nedeniyle hatalı  
segmentasyon yapılmış.



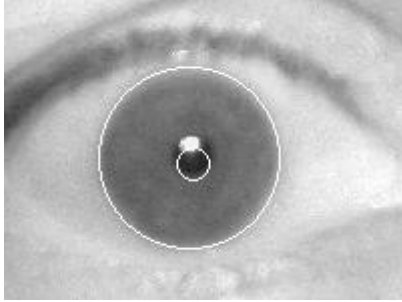
Parlama çok fazla olduğundan ve parlama  
giderme etkin olamamış ve sonuç nerdeyse  
aynı kalmış.



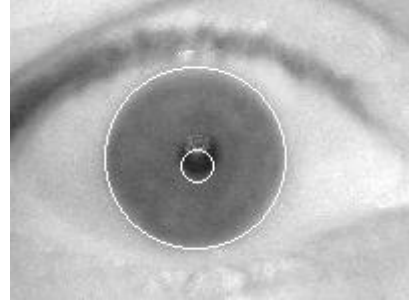
İris: Başarılı ,Gözbebeği: Hatalı,  
Resim net, iris ile gözbebeği farklı gri seviyesinde.  
Ancak gözbebeğindeki aşırı parlama nedeniyle hatalı  
segmentasyon yapılmış.



Parlama çok fazla olduğundan ve parlama  
giderme etkin olamamış ve sonuç nerdeyse  
aynı kalmış.



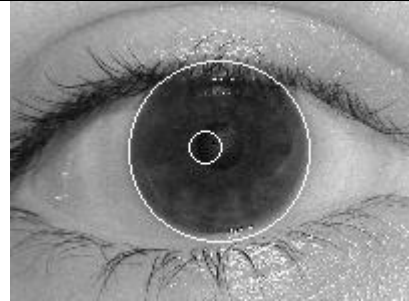
İris: Başarılı ,Gözbebeği: Hatalı,  
Resim çok net değil, iris ile gözbebeği farklı gri  
seviyesinde. Ancak gözbebeğindeki parlama çok  
büyük ve resim bulanık, bu nedenle hatalı  
segmentasyon yapılmış.



Parlama çok fazla olduğundan ve parlama  
giderme etkin olamamış ve sonuç nerdeyse  
aynı kalmış.



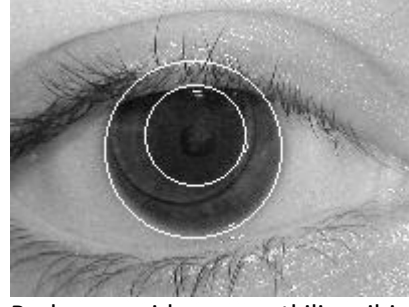
İris: Başarılı ,Gözbebeği: Hatalı,  
Resim net, iris ile gözbebeği yakın gri seviyelerinde.  
Gözbebeğindeki parlama ve koyu iris nedeniyle hatalı  
segmentasyon yapılmış.



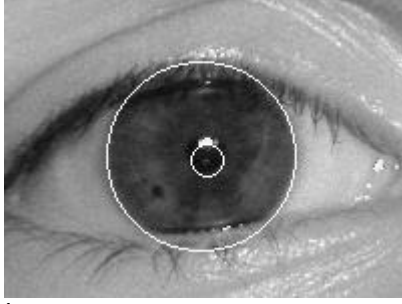
Parlama çok fazla olduğundan ve parlama  
giderme etkin olamamış. Aynı zamanda irisin  
çok koyu olması da başarısız göz bebeği  
segmentasyonuna neden olmuş.



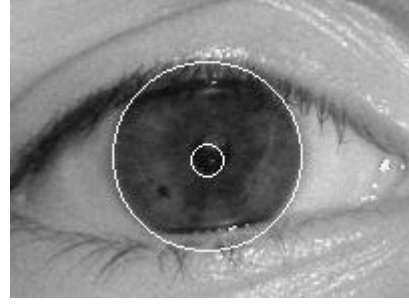
İris: Başarılı ,Gözbebeği: Hatalı,  
Resim net, iris ile gözbebeği yakın gri seviyelerinde.  
Gözbebeğindeki parlama ve koyu iris nedeniyle hatalı  
segmentasyon yapılmış. Arama yapılan çapın küçük  
olmasıda parlamanın sonucu etkisini arttırıyor.



Parlama giderme etkili gibi ancak yan  
etkisinden ve göz kapağından dolayı hatalı  
sonuçlanmış.



İris: Başarılı ,Gözbebeği: Hatalı,  
Resim net, iris ile gözbebeği farklı gri seviyelerinde.  
Gözbebeğindeki parlama nedeniyle hatalı  
segmentasyon yapılmış. Arama yapılan çapın küçük  
olmasıda parlamanın sonucu etkisini arttırıyor.



Parlama giderme etkili gibi ancak yan  
etkisinden ve göz kapağından dolayı hatalı  
sonuçlanmış.

Parlama giderilen diğer tüm resimlerde başarılı sonuç elde edilmesi hatalı gözbebeği  
segmentasyonun başlıca nedeninin yansıma ve parlamadan kaynaklığını gösteriyor.

Parlaklığı gidermede farklı parametre ve yöntemler ile deneme yapılarak hatalı göz bebeği sayısı 1'e  
kadar düşürülebildiği görüldü.

## Sonuç:

İris belirleme tüm örneklerde başarılı olmuştur. Göz bebeği belirlemede ise başarısız olan segmentasyonlar çoğunlukla yansıma ve parlamalardan kaynaklanmıştır. Yansıma ve parlamalar ne kadar iyi yok edilirse başarı o kadar artmaktadır. Çok koyu irisler de gözbebeği ile arasında pek ton farkı olmadığından problem yaşanabilmektedir. Aynı zamanda kaş ve kirpiklerde hatalı segmentasyona neden olabilmektedir.

## Kaynaklar:

- 1- John Daugman, "How Iris Recognition Works", ,IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS FOR VIDEO TECHNOLOGY, VOL. 14, NO. 1, JANUARY 2004
- 2- Iris Database v.1, <http://iris.di.ubi.pt/>
- 3- <http://www.cs.unc.edu/~mcmillan/comp136/Lecture7/circle.html>