

## Morfolojik Maskeleye Kullanarak Göz Bebeğinde Yansımaların Giderilmesi

İbrahim Gökhan AKSÜREN, Ali Köksal HOCAOĞLU  
Gebze Teknik Üniversitesi  
Elektronik Mühendisliği  
Kocaeli, Türkiye  
[iaksuren@gtu.edu.tr](mailto:iaksuren@gtu.edu.tr), [khocaoglu@gtu.edu.tr](mailto:khocaoglu@gtu.edu.tr)

**Özet:** Bu çalışmada, göz tanıma sistemlerinde iris ve göz bebeği tespitinin doğruluğunun artırılması amacıyla göz bebeği üzerinde yer alan yansımaların giderilmesi için morfolojik maskeleye kullanılarak algoritma geliştirilmiştir. Gürültülü göz görüntülerinin kırmızı, yeşil ve mavi renk kanallarının izgesel çözümlemeyle tespit edilen bölgelere yumuşatılmış kep-üstü dönüşümü uygulayarak göz bebeğinde yer alan yansımalar giderilmiştir. Önerilen yöntem, mevcut yöntemlere göre, görüntü yapısını en düşük düzeyde bozarak yansımaları gidermektedir.

**Abstract:** In this study, an algorithm has been developed using morphological masking to remove reflections on the pupil in order to increase the accuracy of iris and pupil detection in eye recognition systems. By analysing the spectrum of the red, green and blue color channels in the eye region of the noisy eye images, the reflections in the pupil were removed by applying a soft version of gray-level top-hat transformation. The proposed method, compared to the existing methods, eliminates the reflection by minimally distorting the image structure.

### 1. Giriş

İnsanları birbirinden farklı kılan yüz, parmak izi ve göz en önemli ayırt edici kişisel özellikler arasında yer almaktadır. Güvenlik ve sağlık sistemlerinde hızlı ve kolay çözümleme sağlanması nedeniyle göz hareketleri, göz ve yüz tanıma sistemleri her alanda kullanılmaktadır. Doğruluk, etkinliği açısından en yaygın kullanılan dört biyometrinin karşılaştırması Tablo 1'de gösterilmiştir [1].

**Tablo 1.** En geniş kullanılan biyometriklerin karşılaştırılması [1].

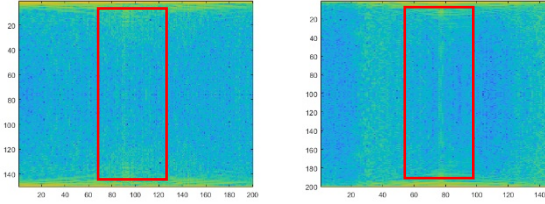
Karşılaştırma Kriteri	En Geniş Kullanılan Biyometriklerin Karşılaştırılması
Doğruluk	İris > Parmak İzi > Yüz > Avuç İçi

Göz tanıma sistemleri için geliştirilen iris, göz bebeği tespiti doğruluğunu arttırmak için speküler yansımaların kaldırılması için literatürde mevcut çalışmalar arasında Kep-altı dönüşümü (Bottom-hat filter) yaklaşımı [2], Kep-üstü dönüşümü (Top-hat filter) [3],[4], morfolojik işlemler ve Laplace denklemi kullanılarak içe doğru interpolasyon [5], görüntü tamamlama yöntemi [6], kullanılan yöntemler arasında yer almaktadır. Ayrıca son yıllarda kullanımı yaygınlaşan sanal gerçeklik uygulamalarının kullanılmaya başlaması OpenEDS'in, göz izleme topluluğu ve daha geniş makine öğrenimi ve bilgisayar hizmeti topluluğundaki araştırmacılar için VR uygulamaları için göz izleme durumunu iletirmek için veri seti sunması önemli çalışmalar arasında yer almaktadır [7].

Bu çalışmada göz bebeği üzerinde bulunan yansımaların görüntü yapısının en az bozulması sağlanarak giderilmesi gerçekleştirilmiştir. Gürültülü göz görüntülerinde göz bölgesi hem yatay hem de dikey yönde oluşturulan izgeler birlikte incelendiğinde enerjinin yoğunlaştığı bölgelerin kesiştiği bölgelerin yansımaların olduğu bölgelerle eşleştiği görülmüştür. Tespit edilen yansıma bölgesi ilgilenilen bölge olarak işaretlenerek, filtreleme işleminin sadece yansıma bölgesine uygulanması ve bunun sonucu olarak da yansıma ortadan kaldırılırken diğer bölgelerde bir değişikliğe yol açmadığından görüntü yapısal bütünlüğünde en az bozulma sağlanması avantajı sağlanmaktadır. Önerilen yöntemin performansı, yaygın olarak kullanılan UBIRIS v1 [8] veri seti kullanılarak test edilmiştir. Performans karşılaştırması için Yapısal Benzerlik İndeksi (SSIM) kullanılmıştır [2]. Bu çalışmada önerilen yumuşatılmış Kep-üstü dönüşümü, literatürde daha önce uygulanmış kep-altı dönüşümü [2] ve kep-üstü dönüşümü kullanan [3] çalışmalara göre SSIM açısından daha iyi bir performans sağlamaktadır. SSIM değeri 0-1 arasında yer almaktadır ve 1 değerine yakın sonuçlar görüntünün yapısal bütünlüğü daha az bozulduğunu ifade etmektedir. Bildirinin devamı şu şekilde düzenlenmiştir. Bölüm 2'de önerilen algoritma açıklanmaktadır. Bölüm 3'te yapılan deneyler ve sonuçlar açıklanmıştır.

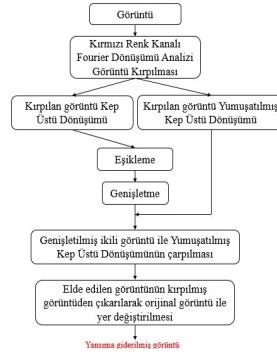
## 2. Yöntem

Bu çalışmada göz tanıma sistemlerinde iris ve göz bebeği tespitinin doğruluğunu arttırmak amacıyla göz bebeği üzerinde bulunan yansımalar giderilmektedir. Gürültülü göz görüntüsünün hem satırlarına hem de sütunların tek boyutlu Fourier dönüşümü uygulanarak hesaplanan enerji izge yoğunluğu incelendiğinde enerjinin yoğun olduğu satır ve sütunların kesiştiği bölgelerin göz bebeğinde yansıma olan bölgelere karşı geldiği gözlemlenecektir. Bunun temel sebebi, yansımanın olduğu bölgede değişimin diğer bölgelere göre daha yüksek olmasıdır. Renkli görüntülerde bu analiz kırmızı, mavi ve yeşil kanallar için ayrı ayrı yapılmış ve kırmızı kanaldaki değişimin diğer iki kanala göre daha belirgin olduğu gözlenmiştir. Şekil 1'de örnek görüntünün kırmızı renk kanalı için satırlara ve sütunlara tek boyutlu Fourier dönüşümü uygulanarak elde edilen enerji güç yoğunluk haritaları gösterilmektedir. Şekilde, enerjinin yoğun olduğu bölgeler el ile eklenen kırmızı çerçevelerle gösterilmektedir. İlgili bölgelerin kesişimi yansıma bölgesini işaret etmektedir. Soldaki haritadan enerjinin maksimum olduğu satır numarası, sağdaki haritadan ise enerjinin maksimum olduğu sütun numarası bulunarak kesişim bölgesi elde edilmektedir.



Şekil 1. Örnek görüntü kırmızı renk uzayı satır (solda) ve sütun (sağda) tek boyutlu Fourier dönüşümü sonucu.

Yansıma bölgesi değişimin büyüklüğü ile orantılı olarak ilgilenilen bölge olarak işaretlenmektedir. Sadece ilgilenilen bölge renk uzayına ayrılarak kırmızı, yeşil ve mavi kanalları üzerinden ayrı ayrı maskeleme işlemi uygulanarak yansıma giderilmektedir. Şekil 2'de önerilen algorithmada uygulanan işlemleri gösteren blok diyagram görülmektedir. Kırpılan görüntüye sırasıyla Kep-üstü dönüşümü, veri setine göre belirlenmiş sabit eşikleme, genişletme uygulanmaktadır. Genişletilmiş ikili görüntü yumuşatılmış kep-üstü dönüşümü ile çarpılıp elde edilen görüntünün orijinalinden çıkarılmasıyla yansıma giderilmesi sağlanmaktadır. Elde edilen yansıma giderilen kırpılmış görüntü orijinal görüntünün ilgilenilen bölgesi ile yer değiştirilerek yansıma giderilmiş görüntü elde edilmektedir.



Şekil 2. Önerilen algoritmanın akış diyagramı.









## 3. Testler ve Analiz

Bu bölümde, önerilen algoritmanın performans değerlendirilmesi verilmektedir. Önerilen algoritma UBIRIS v1 [8] veri seti kullanılarak rastgele seçilen görüntüler üzerinde test edilmiştir. Seçilen görüntülerin SSIM ölçütleri karşılaştırılmıştır. Tablo 4'te UBIRIS v1 [8] veri setinden alınan rastgele seçilen örnek görüntü için önerilen yumuşatılmış kep-üstü dönüşümü (A) ve standart kep-üstü dönüşümü (B) için SSIM değerleri verilmektedir. Yumuşak kep üstü dönüşümünün kep üstü dönüşümüne göre daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Tablo 5'te UBIRIS v1 [8] veri seti 150 rastgele seçilmiş görüntü kullanılarak önerilen yumuşak kep üstü mevcut yöntemlerle karşılaştırılmaktadır. Önerilen yöntem özellikle kep üstü dönüşümünün [3] direkt kullanılmasına göre hem yumuşak kep üstü ve görüntüden çıkarılması sayesinde daha iyi sonuç verdiği görülmektedir.

## 4. Sonuç

Çalışma kapsamında göz bebeği üzerinde bulunan yansımanın giderilmesi gerçekleştirilmiştir. Yapılan testler ile algoritma yansıma bölgesinde morfolojik maskeleme kullanarak görüntü yapısal bütünlüğünde bozulma en aza indirilmiştir. Görüntü yapısal bütünlüğü performansı için SSIM ölçütleri diğer çalışmalar ile karşılaştırılmıştır.

**Tablo 4.** Kep üstü ve önerilen yumuşak kep üstü SSIM sonuçları.

Veri Seti	Önerilen Yöntem		SSIM
	Orijinal Örnek Görüntü	Yansımaya Giderilmiş Sonuç Görüntüsü	
UBIRISv1[8] Img_24_1_1 A			0.9929
UBIRISv1[8] Img_24_1_1 B			0.9916
UBIRISv1[8] Img1163_1_2 A			0.9931
UBIRISv1[8] Img1163_1_2 B			0.9916

**Tablo 5.** Mevcut yöntemlerle karşılaştırma sonuçları.

Sıra No	Mevcut Yöntemler	
	Method	SSIM
1	Tsai vd. [3]	0.8170
2	Jamaludin vd. [2]	0.9298
3	Radman vd. [6]	0.9515
4	Kumar vd. [5]	0.9962
5	Önerilen Yöntem	0.9921

Morfolojik maskeleye işlemi gerçekleştirilmeden önce görüntülerin satır ve sütunları tek boyutlu Fourier dönüşümleri analiz edilerek yansımaya bölgeleri tespit edilmiştir.  $[M \times N]$  boyutunda örnek görüntülerin tamamının Fourier analizi yerine sadece göz bölgesinin Fourier analizi yapılması durumunda algoritmanın daha yüksek SSIM değeri performansı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Yumuşak kep üstü dönüşümü alınmış görüntünün orijinal görüntüden çıkarılması sonucu elde edilen yansımaya giderilmiş görüntü ile Kep üstü dönüşümünün [3] direkt kullanılmasından göre %21 oranında daha iyi performans verdiği görülmüştür.

## Kaynaklar

- [1]. A. K. Jain, A. Ross, ve S. Pankanti, "Biometrics: A Tool for Information Security", IEEE Trans.Inform.Forensic Secur., c. 1, sy 2, ss. 125-143, Haziran 2006.
- [2]. S. Jamaludin ve N. Zainal, "The Removal of Specular Reflection in Noisy Iris Image", J. Telecommun. Electron. Comput. Eng., c. 8, sy 4, s. 7, 2016.
- [3]. Chung-Chih Tsai, Heng-Yi Lin, J. Taur, ve Chin-Wang Tao, "Iris Recognition Using Possibilistic Fuzzy Matching on Local Features", IEEE Trans. Syst., Man, Cybern. B, c. 42, sy 1, ss. 150-162, Şubat 2012.
- [4]. I. Ahmed B.K., G. Ahmed, A. Saleem, ve S. Ahmed, "Enhancement of the Iris-Texture by Removal of Specular Reflections for an accurate Iris Segmentation", içinde 2020 Second International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA), Coimbatore, Hindistan, Temmuz 2020.
- [5]. S. V. M. Kumar, R. Nishanth, N. Sani, A. J. Joseph, ve A. Martin, "Specular Reflection Removal Using Morphological Filtering for Accurate Iris Recognition", içinde 2019 International Conference on Smart Structures and Systems (ICSSS), Chennai, Hindistan, Mart 2019.
- [6]. A. Radman, K. Jumari, ve N. Zainal, "Fast and reliable iris segmentation algorithm", Image Processing, IET, c. 7, ss. 42-49, Şubat 2013.
- [7]. S. J. Garbin, Y. Shen, I. Schuetz, R. Cavin, G. Hughes, ve S. S. Talathi, "OpenEDS: Open Eye Dataset", arXiv:1905.03702, Mayıs 2019.
- [8]. Proença,H. and L. A. Alexandre, "{UBIRIS}: A noisy iris image database Image Analysis and Processing. September 6-8, 2005. 970-977.", 2005. <http://iris.di.ubi.pt/ubiris1.html> (erişim Şubat 2021).