

## GÖZ KIRPMA HAREKETİNİN ALGILAYICILAR YOLUYLA ALGILANMASI

### DETECTION OF EYE-BLINK MOVEMENTS WITH SENSORS

Metin Ayberk Fikirli<sup>1</sup>, Cengiz Polat Uzunoğlu<sup>1</sup>, İskender Alkın Solmaz<sup>2</sup>,  
Mukden Uğur<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü  
İstanbul Üniversitesi

[ayberkfikirliu@gmail.com](mailto:ayberkfikirliu@gmail.com), [polat@istanbul.edu.tr](mailto:polat@istanbul.edu.tr), [mugur@istanbul.edu.tr](mailto:mugur@istanbul.edu.tr)

<sup>2</sup> Dünya Göz Hastanesi  
Etiler, İstanbul  
[iskenderalkin.solmaz@dunyagoz.com](mailto:iskenderalkin.solmaz@dunyagoz.com)

#### Özetçe

Yaşadığımız süre boyunca istemli veya istemsiz olarak en çok gerçekleştirdiğimiz hareketlerden biri göz kırpmadır. Bilimsel alanda yürütülen birçok çalışma, bu eylemi inceleyerek diğer birçok çalışmaya temel veri oluşturmayı amaçlamaktadır. Giyilebilir teknoloji, sürücü uyarı sistemleri gibi birçok alanda, algılanan bu hareket veri haline getirilerek kullanılmaktadır. Bu çalışmada, biyomekanik bir çıkış verisi olan göz kırpmaya hareketinin, biyomedikal alandaki diğer çalışmalarda giriş verisi olarak kullanılması adına önerilerde bulunulması amaçlanmıştır. Çalışmaya temel oluşturan konu, genellikle tek gözde kırpmaya probleminin ortaya çıktığı yüz felci hastalığıdır. Önerilen sistem sağlıklı gözün kırpmaya hareketinin algılanarak eşzamanlı olarak diğer gözün dış uyarıcılarla kırılmasını temel almaktadır. Bu göz kırpmaya verisi, QRD1114 kızılötesi (IR) led ve fototransistör barındıran algılayıcı modülü ile elde edilmektedir ve sistemin ergonomik yapısı sayesinde görüş açısını engellenmeden algılama işi gerçekleştirilmektedir.

**Anahtar Kelimeler** — göz kırpmaya; yüz felci; kızılötesi led, fototransistör.

#### Abstract

During the lifetime, one of the most involuntary or voluntary movements of the human body is blinking eyes. The main purpose of ongoing scientific researches is to obtain a meaningful and fundamental data by observing eye blink movement, which might give some valuable information for other research subjects. Eye blink data is being frequently analyzed and processed for different application fields such as wearable technologies, intelligent driver warning systems, etc. In this study, eye blink data is obtained as biomechanical outcome for application of biomedical purposes in treatment of diseases caused by eye blink complications. The motivation of the study is based on facial paralysis disease, which may be resulted in eye blink difficulty especially in one eye. The proposed treatment system operates by triggering eyelid muscles by an appropriate synchronizing data obtained by

healthy eye blink movements. The synchronizing data is acquired by using QRD1114 sensor module which contains IR led and fototransistör. The proposed system with its ergonomic structure does not block the angle of vision.

**Keywords** — eye blink; facial paralysis; IR led; phototransistor.

#### 1. Giriş

Göz kapağının açma-kapama hareketinin incelenmesi, insanların dış etkilere karşı tepkileri veya otonom sinir sistemine bağlı göz kapağı hareketleri gibi konular üzerine soruların cevaplanabilmesi adına önemli bir model oluşturmaktadır. Örneklemelerin yapılabilmesi için mekanik olarak yapılan göz kapağı hareketinin işlenebilir bir cevap oluşturacak şekilde algılanabilmesi ve kayıt altına alınması gerekmektedir.

Bu çalışmada, çeşitli göz rahatsızlıklarının [1] tedavisine yönelik çalışmaların yapılabilmesi için, göz kırpmaya hareketinin algılanması ve sayısal veri olarak işlenebilir hale gelmesi sağlanmıştır. Yüz felci gibi rahatsızlıklarda özellikle bir gözün sağlıklı kırpmaya yapamadığı durumlar görülür. Bu rahatsızlığın giderilmesi amacıyla sağlıklı gözden alınan eşzamanlı kırpmaya verisi ile sağlıklı gözün uyarılması yoluna gidilir.

Göz kapağı açma - kapama hareketinin algılanması adına, 1960'lı yıllardan 90'lı yıllara kadar geçen süreçte klasik yöntemler kullanılmıştır [2-4]. Bu sistemlerde algılama, direkt olarak göz kapağıyla bağlantılı olan bir mini kaldırıcın yer değiştirme hareketinin takip edilmesi ile sağlanmıştır. Bu tip sistemler basit ve ucuz olmalarının yanında, aynı zamanda göz kapağının hareketi konusunda kesin sonuçlar verilemelerine karşın, göz kapağı ile direkt bağlantı kurlmaları ve diğer vücut hareketlerine karşı da hassas olmaları nedeniyle zaman içerisinde tercih sıralamasında gerilere düşmüşlerdir. Elektronik algılama teknolojilerinin gelişmesi ve giderek ucuzlaması sonucunda, günümüzde bu tip sistemlerde daha yaygın olarak elektronik algılayıcılar kullanılmaya başlanmıştır.

Bu çalışmada elektronik algılama sistemi olarak kızılötesi (IR) algılama sisteminin kullanılması önerilmiştir [5-6]. Bu

## Biyomedikal Ölçüm 2

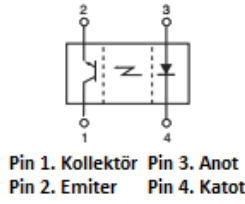
3. Gün / 17 Ekim 2015, Cumartesi

yaklaşımında algılama, yayılan kızılötesi ışığın kornea ve göz kapağından yansımaları ve yansıyan bu ışığın şiddetinin ölçülmesiyle sağlanmaktadır. Bir modül aracılığıyla ve kulağa takılabilen ergonomik bir sistem vasıtasıyla hastanın sağlıklı göz hareketlerinin algılanması önerilmiştir.

### 2. Algılayıcı Modülü

Çalışma kapsamında göz kapağı tarafından yapılan açma-kapama hareketinin sayısal ortamda işlenebilir hale getirilmesi amacıyla, elektronik elemanlar kullanılarak, algılanan hareketin sayısal verilere dönüştürülmesi önerilmektedir.

Algılayıcı sisteminde kullanılacak olan elemanların seçimi sırasında, gözün önüne yerleştirilecek olan algılayıcının gözün görüş açısına müdahale etmemesi amacıyla devre elemanlarının küçük ölçülerde olması ve yine bu elemanlar tarafından kornea üzerine düşürülecek olan kızılötesi ışığın özelliklerinin gözün görme kabiliyetine negatif etki etmeyecek değerlerde olmasına dikkat edilmiştir. Bu seçim kriterleri doğrultusunda, QRD1114 [7] algılayıcı modülü önerilmiştir. Önerilen modülün üzerinde IR LED ve IR Fototransistör bütünlük olarak bulunmaktadır. Modülün IR LED bölümünden yapılan ışık emisyonunun maksimum dalga boyu değeri, 20 mA değerinde yapılan test sonuçlarında, 940 nm olarak verilmiştir [6]. Bu değer ilgili ışığın IR-A sınıfında olduğunu ve retinal bir rahatsızlık ortaya çıkarmayacağını göstermektedir [8].



Şekil 1: QRD1114 İzometrik Görünümü – Devre Şeması

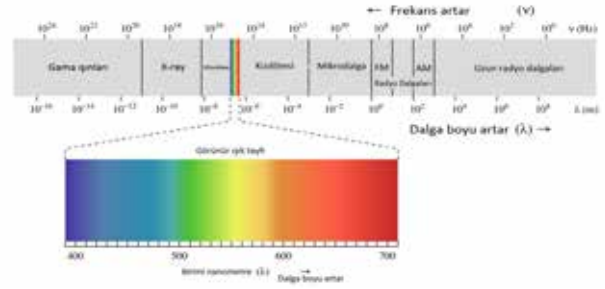
Elemanların Şekil 1’de gösterilen bağlantı noktaları şu şekilde belirtilmiştir;

- Pin 1 : IR Fototransistör’ün kollektör bacağı
- Pin 2 : IR Fototransistör’ün emiter bacağı
- Pin 3 : IR LED’in anot bacağı
- Pin 4 : IR LED’in katot bacağı

IR sistemleri ışık tayfının gözle görülebilir ışıktan daha büyük dalga boyuna sahip bölümünde çalışırlar. Işğın kesilmesi veya temel yansıma prensibine uygun olarak kullanılabilirler. Bu tip uygulamalarda önerilmelerinin sebebi, çevresel ışıktan daha az etkilenmeleri ve gözle görülemez olmalarıdır.

#### 2.1. IR LED

Infrared LED veya diğer adıyla kızılötesi verici, kızılötesi ışık tayfında ışık yayabilen LED’lerdir. Kızılötesi ışık tayfı, insan gözünün algılayabildiği dalga boyunun dışında olduğundan dolayı, kızılötesi ışıkları ancak kızılötesi dalga boylarını algılayabilen fotodiyot veya fototransistör benzeri elektronik komponentler yardımı ile görüntülenebilir. Bu komponentlere örnek olarak, fotodiyot veya fototransistör gösterilebilir. Şekil 2’de ışık frekansı ve ilgili dalga boyları verilmiştir.



Şekil 2: Işığın frekans ve dalga boyu skalası

Bu algılama sisteminde kullanılmak üzere ise fototransistör önerilmiştir.

#### 2.2. IR Fototransistör

Fototransistörler, elektrik akımını ışık ile kontrol eden devre elemanlarıdır. Fototransistörlerde bazı etkiler göz önüne alınarak diğer transistörlerden farklı bir tasarım tekniği kullanılmıştır.

Fototransistörün üzerinden ışık miktarı ile orantılı bir elektrik akımı geçer, dolayısıyla önerilen sistemde, ölçülen bu elektrik akımı, göz kapağının kapalı olduğu ve açık olduğu durumlarda farklı seviyelerdedir. Bu farklılık göz kapağının kırılması ile ilgili bilgi vermektedir.

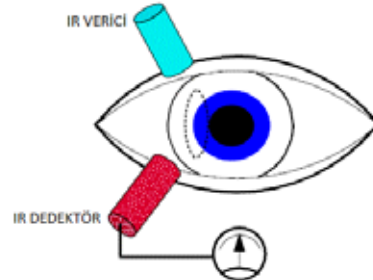
### 3. Önerilen Algılama Sistemi

Önerilen sistemin özellikle yüz felci geçirmiş hastalarda kullanılması planlanmaktadır. Yüz felci rahatsızlığına ait göz ve göz çevresi görünümü Şekil 3’te verilmiştir.

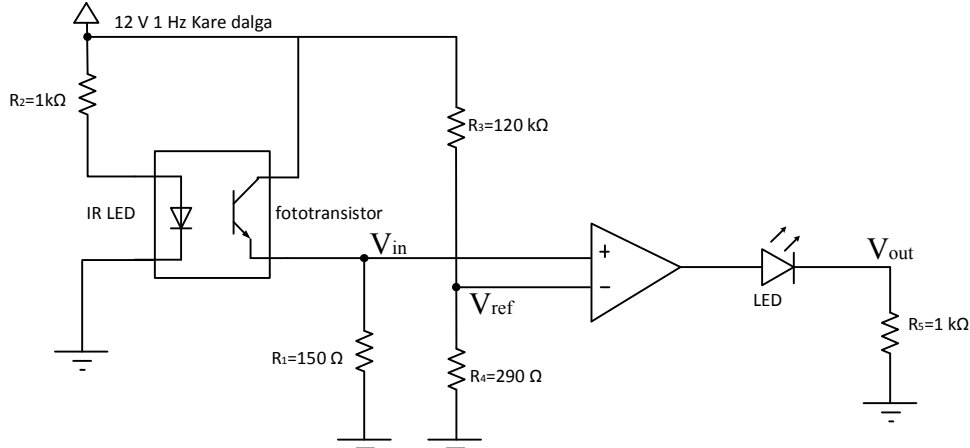


Şekil 3: Yüz felci rahatsızlığına sahip bir hastanın gözünün ve göz çevresinin görünümü

Sistemin hastayı rahatsız etmeden göz hareketlerini algılaması ve sayısal veri haline getirmesi önemlidir. Tipik bir IR göz kapağı hareketi algılayıcısı, göz merceğini veya göz kapağını aydınlatan bir kızılötesi LED ve onunla eşzamanlı çalışan ve yansıyan kızılötesi ışığı algılayan bir kızılötesi fotodiyot veya fototransistörden oluşmaktadır.



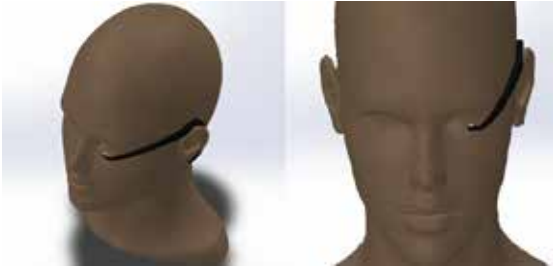
Şekil 4: IR Algılama Sisteminin Temsili Gösterimi



Şekil 5: Algılama devresi

Hareketin algılanma sürecince, kızılötesi LED'den gelen ışık gözü aydınlatır ve yansıyan kızılötesi ışık kızılötesi algılayıcıda bir elektrik akımı indükler. Göz kapağı kapandığında, daha fazla kızılötesi ışık yansır. Bunun nedeni göz kapağının üzerindeki epidermis tabakasının kızılötesi ışığı korneadan daha fazla yansıtmasıdır. Algılama sistemi Şekil 4'te verilmiştir.

Şekil 5'te verilen algılama devresi gözün açık veya kapalı olduğu durumu algılamak için kullanılmaktadır. Gözün açık olduğu durumda giriş direnci üzerinde 200mV(p-p) gerilimi kapalı olduğu durumda ise 400mV(p-p) gerilimi okunmaktadır. Gerilimin iki katı değişimi bir kuvvetlendirici üzerinden ölçülerek göz kırpm hareketinin doğru bir şekilde algılanmasına olanak vermektedir.



Şekil 6: Önerilen Algılama Sisteminin Modelinin Görüntüsü

Önerilen sistemde, kullanılan aparatın gözün görüş açısına minimum etki göstermesi planlanmaktadır. Modelin kullanımı sırasında sabit durması amacıyla rahatsızlığın etki gösterdiği gözün bulunduğu taraftaki kulağa tutunması sağlanmıştır (Şekil 6). Kulaktaki herhangi bir rahatsızlık ya da farklı aksi bir durum oluşması durumunda, sistem antialerjik bantlar ile cilde tutturulabilir.

Kullanılan elektronik komponentlerin beslemesi ve kontrolü için kullanılacak olan batarya ve kontrol devresi gibi elemanlar, kulak arkasındaki bölümde bulunabilir.

## 4. Sonuçlar

İnsan vücudunda göz kırpm hareketi çok sık olarak gerçekleşir. Geçirilen çeşitli rahatsızlıklar sonucu bu yetinin bir veya her iki gözde kaybolması, insan hayatını olumsuz yönde etkiler. Bu çalışmada değinilen yüz felci rahatsızlığı, tek gözde göz kırpm yetisinin kaybedilebileceği durumlardan birine örnek gösterilebilir. Göz kaslarının uyarılması ve yüz felci sonucu yetisini kaybetmiş gözün kırpm hareketini

gerçekleştirmesine yönelik olarak birçok çalışma yapılmıştır. Ancak bu tür çalışmalar temelde, göz kırpm verisine ihtiyaç duyarlar. Bu çalışmada önerilen sistem, içindeki algılayıcı modül ile göz kırpm hareketinin algılanması işlemini IR LED ve IR fototransistör vasıtasıyla gerçekleştirir. Kornea ve göz kapağından yansıyan ışığın şiddetinin farklı seviyelerde olması, bu algılayıcı sisteminin çalışmasının temel prensibidir. Önerilen sistem, ergonomik yapısıyla diğer sistemlerden farklı olarak, doğrudan gözün karşısında değil, farklı bir açıyla ve kullanıcıyı rahatsız etmeyecek şekilde çalışmaktadır. Ayrıca önerilen sistem göz ile direk teması olmadan ve göze zarar vermeden istenen kırpm verisini sayısal olarak elde etmeye imkân vermektedir. Bu veriler hem eşzamanlı hem de istatistiki olarak göz kırpm rahatsızlığına sahip hastalarda göz kapağını uyarmak için kullanılabilir.

## 5. Kaynakça

- [1] Somnia N., Zonnevjlle E., Stremel R., Maldonado C., Gossman M., Barker J., "Multi-channel orbicularis oculi stimulation to restore eye-blink function in facial paralysis". *Microsurgery*, vol. 21, pp.264-270, 2001.
- [2] Gormezano I., 'Classical conditioning', In: Sidowski JB, editor. *Experimental methods and instrumentation in psychology*, New York: McGraw-Hill, 1966.
- [3] Yuille A., Hallinan P., Cohen D., "Feature extraction from faces using deformable templates", *International Journal of Computer Vision*, vol. 8, no. 2, pp.99-111, 1992.
- [4] Perrett S., Mauk D., 'Extinction of conditioned eyelid responses requires the anterior lobe of cerebellar cortex.', *Neurosci*, vo.15, pp.2074-2080, 1995.
- [5] Ryan S. B., Detweiler K. L., Holland K. H., Hord M. A., V. Bracha, "A long-range, wide field-of-view infrared eyeblink detector", *Journal of Neuroscience Methods*, vol.152, pp.74-82, 2006.
- [6] Aleksandra K., Strumiłło P. "Eye-blink detection system for human-computer interaction." *Universal Access in the Information Society*, vol.11, pp.409-419, 2012.
- [7] QRD-1114 Sensor Module Datasheet Retrieved from <https://www.fairchildsemi.com/datasheets/QR/QRD1114.pdf>
- [8] Sliney D.H., "Ocular Hazards of Light" International Lighting in Controlled Environments Workshop, "Infrared Radiation Hazards to the Eye", T.W.Tibbitts (editor), NASA-CP-95-3309, 1994.