

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/261026804>

A NOVEL EYE-BLINK BASED EASY COMMUNICATION DEVICE FOR AMYOTROPHIC LATERAL SCLEROSIS PATIENTS: EyePad®

Conference Paper · November 2012

CITATIONS

2

READS

225

4 authors:



Serkan Gurkan

Turkish Land Forces NCO Vocational College

18 PUBLICATIONS 195 CITATIONS

SEE PROFILE



Güray Gürkan

T.C. Istanbul Kultur University

11 PUBLICATIONS 12 CITATIONS

SEE PROFILE



Alper Kaya

ALS/MND Association

15 PUBLICATIONS 2 CITATIONS

SEE PROFILE



Ali Bulent Usakli

KTO Karatay University, Konya, Turkey

30 PUBLICATIONS 317 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Real-time Visible Band Spectrometer [View project](#)



Designing a Portable Data Acquisition System for HumanComputer Interface Applications [View project](#)

AMİYOTROFİK LATERAL SKLEROZ HASTALARI İÇİN GÖZ KIRPMA ESASLI YENİ BİR KOLAY İLETİŞİM CİHAZI: EyePad®

A NOVEL EYE-BLINK BASED EASY COMMUNICATION DEVICE FOR AMYOTROPHIC LATERAL SCLEROSIS PATIENTS: EyePad®

Serkan GÜRKAN¹, Güray GÜRKAN², Alper KAYA³, Ali Bülent UŞAKLI¹

¹ Elektrik ve Elektronik Bölümü

K.K. Astsubay Meslek Yüksek Okulu, Balıkesir, Türkiye

{serkangurkan, abusakli}@mynet.com

² Elektronik Mühendisliği

T.C. İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

g.gurkan@iku.edu.tr

³ ALS MNH Derneği, İzmir, Türkiye

alper.kaya@gmail.com

Özet

Bu bildiride, istemli göz kırpmaya hareketi sonucu oluşan elektrookülogram ve elektromiyogram sinyalleri ve özgün olarak tasarlanan sanal klavye (EyePad®) vasıtasıyla kontrol edilebilen ve amiyotrofik lateral skleroz (ALS) motor nöron hastalarının dış dünya ile kolay iletişimini sağlayabilecek bir sistem sunulmaktadır. Göz kırpmaya sinyalinin sürekli ve rahat bir şekilde alınabilmesi için tasarlanan elektrot yerleştirilmiş gözlük, kullanımı kolaylaştırmıştır. Bu sinyalin varlığı, mobil üniteye bulunan yükselteç, karşılaştırıcı ve radyo frekans verici ile sanal klavyenin bulunduğu bilgisayardaki alıcıya kablosuz olarak gönderilmektedir. Tasarlanan sanal klavye ile 5 harfli bir kelime 15 saniyede yazılabilmektedir.

Abstract

In this paper, we present a system that can be controlled by a novel virtual keyboard (EyePad®) and electrooculogram and electromyogram signals occurring under voluntary eye-blink and enables communication of amyotrophic lateral sclerosis (ALS) patients. The ensure extended and comfortable signal acquisition, we also designed an electrode mounted eye glasses. The existence of eye-blink signal is sent to the virtual keyboard's computer via wireless transmission from the mobile unit that consists of a biopotential amplifier, comparator and a radio-frequency transmitter. The relevant system enables patients to write any 5 letter word in 15 seconds.

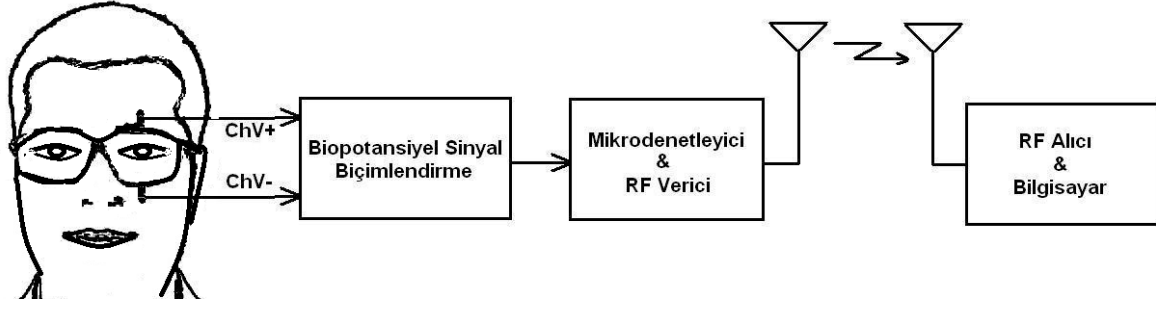
1. Giriş

Göz kırpmaya hareketi, farklı vücut sistemleriyle yönetilebilmektedir. Bunlardan ilki istemsiz (otonom sistem) kontrollüdür ve dakikada 10-15 kez gözün kornea tabakasını ıslatmak için yapılan kırpmaya hareketidir. Burada gözün kornea tabakasının ara katmanlarında bulunan göz kurumasına ve mekanik uyarıya duyarlı sinir liflerinin otonom ve refleks uyarısı sonucunda fasiyal

sinir (*nervus facialis*) yoluyla orbicularis oculi adelesini uyarması sonucu göz kırpmaya hareketi oluşur. İkincisi ise istemli kırpmaya olup kraniyal motor sinirlerden *nervus facialis* yoluyla doğrudan istemli olarak *orbicularis oculi* adelesinin kasılması durumudur. Burada istemli kontrol olduğu için sağ veya sol göz kırpmaya hareketi ayrı ayrı kontrol edilebilir. Göz kırpmaya hareketinin üçüncüsü ise “Bell fenomeni” olarak adlandırılan gözün istemli olarak kırpmaya hareketi ve uyku sırasında gözün yukarı bakış pozisyonuna gelmesidir. Burada elektrookülografik (EOG) potansiyel düzeyi ekseninde değişiklik gösterebilmektedir. Kaş kaldırma hareketi ise istemli ve alın bölgesindeki frontal adalenin (*musculus frontalis*) kasılması ile oluşur ve burada elektromiyografik (EMG) potansiyel elde edilebilir. Sonuç olarak göz kırpmaya sırasında göz çevresinden yüzey elektrotları ile elde edilen aksiyon potansiyelleri hem EMG hem EOG aksiyon potansiyeli özelliği taşımaktadır [1-3].

Beyin bilgisayar arayüzü (BBA) özellikle motor nöron hastalıkları sonucunda istemli hareket yeteneğini kaybeden hastalar için oldukça önemli bir çalışma alanıdır. Bu hastalarda ileriki safhalarda konuşma yeteneği kaybedilse de, görme yeteneği ve göz hareketleri ancak devam etmektedir. Dış ortamdan gelen uyarıların algılanıp herhangi bir fiziksel tepki verme yetisinin kaybedildiği ALS hastalarında göz çevresi kasları, göz kapağı ve göz hareketlerini sağlayan kaslar en son kaybedilen kaslar olmaktadır. İyi bir tıbbî bakım, solunum ve beslenme desteği ile bu ALS hastaları uzun yıllar yaşamlarını sürdürebilmektedir.

Teknolojiyi kullanarak zamanla ilerleyen ALS hastalığının yaşam kalitesini düşürücü etkisinin azaltılması, bu çalışmanın asıl motivasyonunu oluşturmaktadır. Bu çalışmada göz kırpmaya yeteneğini kaybetmemiş hastaların dış dünya ile iletişim kurabilmelerini sağlayan bir sistem geliştirilmiştir. Sistem, ekrandaki sanal bir klavye (EyePad®) üzerinde belirli bir satır ve sütun sırasıyla yanan harflerin hızlı ve yüksek bir doğrulukla sadece göz kırpmaya hareketi ile seçilebilmesine olanak sağlamaktadır.



Şekil 1: Göz kırpma sinyalinin alımı ve sistemin genel görünümü.

2. Sistem Yapısı

a. Ana Ünite

EOG sinyali, Şekil 1’de gösterildiği gibi, kullanım kolaylığı için tasarlanan gözlük üzerine yerleştirilmiş elektrotlar ile alınan göz kırpma sinyali enstrümantasyon yükseltmesine uygulanmaktadır. Şekil 3’te tüm sistemin blok diyagramı gösterilmiştir. Buna göre, enstrümantasyon yükseltici ile yükseltilecek sinyal önce alçak geçiren filtreden geçirilmektedir ve DC bileşen filtrelenecek, yükseltilecek sinyalden çıkarılmaktadır. Sonraki yükseltme işlemini şebeke frekansından kaynaklanan 50 Hz’lik gürültüyü bastıran çentik filtre takip etmektedir. Ana ünite, Şekil 3’te gösterilen tüm filtreleme ve yükseltme işlemleriyle 88,5 dB’lik ($K \sim 26440$) yükseltme işlemi yapılmaktadır.

Ana ünitenin, devamlı göz hareketlerinin yapıldığı bir durumda sadece kırpma hareketi için tetikleme sinyalini üretebilmesi sistemin doğru çalışması için gereken bir koşuldur. Daha önceki çalışmalarımızda [4-6] da gösterildiği gibi, yukarı/aşağı bakış ile kırpma hareketleri EOG sinyalinin düşey bileşenlerini, sağa ve sola bakış hareketleri de yatay bileşenlerini oluşturmaktadır.

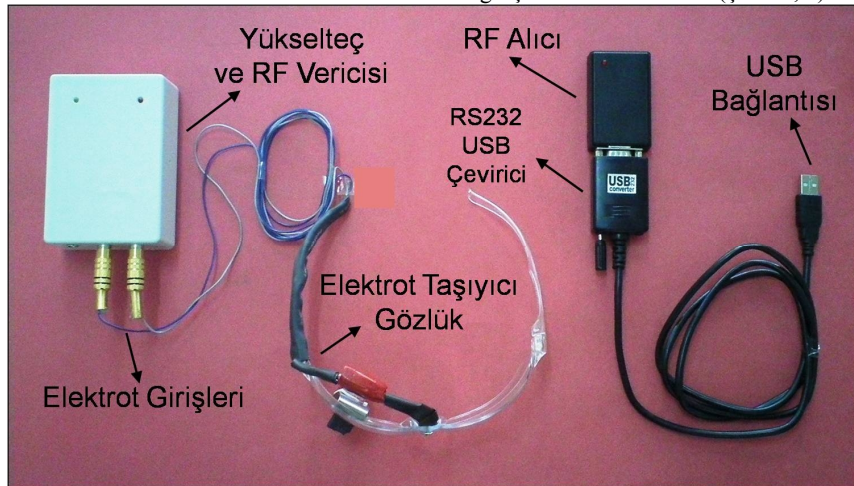
Gözlük (Şekil 1, 2, 4) vasıtası ile düşey olarak konumlandırılan elektrot çifti ile sağa ve sola bakış hareketleri sonucunda oluşan EOG sinyali alınmamaktadır. Buna ek olarak, sanal klavyeye bakış esnasında satırlar arası göz gezdirilmesinden oluşan

düşey hareket genlikleri, kırpma sinyaline kıyasla oldukça düşüktür (Şekil 6). Bu durum, kırpma sonucu oluşan sinyali eşik gerilimi ayarlanabilen ($V_{EŞİK}$) basit bir karşılaştırıcı ile ayırt edilebilmesini mümkün kılmaktadır. Yükseltme ve filtreleme işlemlerinden geçen sinyal, eşik seviyesinin cihaz dışından ayarlanabildiği karşılaştırma devresine uygulanarak göz kırpma hareketi ayırt edilebilmektedir. Göz kırpma hareketi ile oluşan eşik seviyesinin geçilmesi durumu, cihaz üzerindeki sarı renkteki LED’in yanması ile de görülebilmektedir. PIC® mikrodenetleyici, karşılaştırma devresinden gelen kırpma bilgisine göre, ardışık olarak bağlanmış olan RF vericisine “START1STOP” dizisini iletmektedir. Seri haberleşme parametreleri Tablo 1’de verilmiştir.

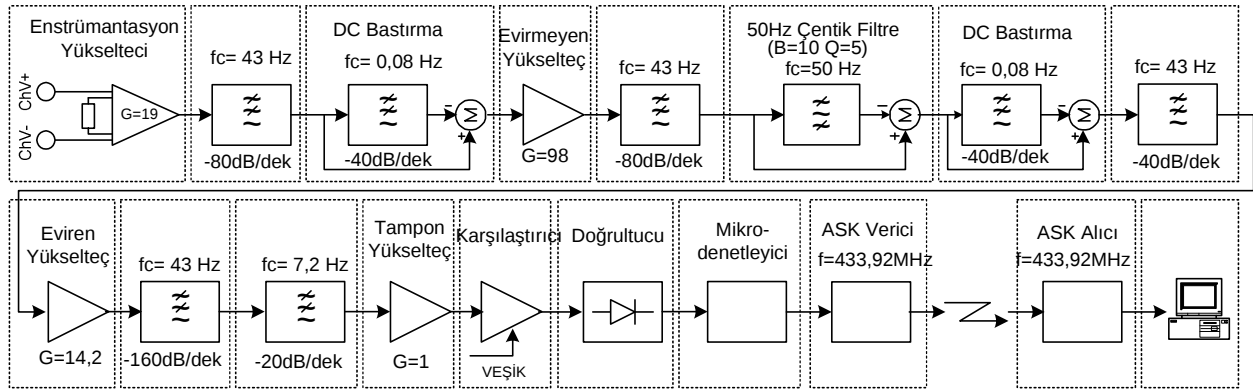
Veri, radyo frekans (RF) verici, 433 MHz frekansındaki ASK (*Amplitude Shift Keying – Genlik Kaydırmalı Anahtarlama*) modülasyon ile bilgisayarda bulunan alıcı üniteye gönderilmektedir. Elektronik gürültüye karşı hassas olan ASK’nın cihaz performansını olumsuz etkilemediği görülmüştür.

b. Alıcı Ünite

Ana ünite, bulunan RF vericisi ile tek yönlü olarak veri iletimi sağlanmaktadır. Alıcıda, kırpma bilgisinin olması durumunda vericiden gelen mesaj, ASK demodülasyonunun ardından mikrodenetleyicide RS232 biçimine dönüştürülmektedir. Daha sonra RS232-USB çevirici ile sanal klavyenin çalıştırıldığı bilgisayara USB girişi ile aktarılmaktadır (Şekil 1, 2).



Şekil 2 : Tasarlanan sistemin bileşenleri.



Şekil 3: Tasarlanan sisteme ait blok diyagramı.

Tablo 1: Seri haberleşme parametreleri

Veri Hızı	: 2400 bit/s
Veri biti sayısı	: 8 bit
Eşlik biti sayısı	: 0
Dur biti sayısı	: 1

3. Sanal Klavye: EyePad®

Sistemin, sinyalverisini alan ve bilgisayara kablosuz olarak ileten donanım kısmının yanında, kullanıcının doğrudan iletişim hâlinde olduğu sanal klavye, kullanım kolaylığı açısından önemli bir bileşendir. Delphi 6.0 programlama dili kullanılarak gerçekleştirilen sanal klavye **EyePad®**, 7 satır ve 6 sütunluk bir hücre yapısındadır (Şekil 5) görünüm olarak Donchin ve arkadaşları tarafından P300 tabanlı beyin bilgisayar birimleri için önerilen ekran değiştirilerek kullanılmıştır [8]. Yazılımın mevcut sürümünde İngiliz alfabesine ait harfler, 1-9 arası rakamlar ve 4 adet yazım komutuna ek olarak açma ve kapama fonksiyonları da bulunmaktadır.

Sadece göz kırpması ile harflerin ve komutların seçimine olanak sağlayan EyePad® sanal klavyesinin aktif hâle getirilmesi ardışık olarak yapılan 3 göz kırpması hareketi ile gerçekleştirilmektedir. İlk göz kırpması sonucu sarı renge dönen “ON” sekmesi 300 ms bekleyip tekrar ikinci göz kırpması gelmesi durumunda yeşil renge dönmekte ve son olarak teyid için üçüncü göz kırpması gelmesi durumunda da sanal klavyeyi aktif hâle getirmektedir. Göz kırpmaları arasındaki süre yeteri kadar kısa değilse, “ON” sekmesi tekrar ilk durumu olan kırmızı renge dönmektedir.

Sanal klavyenin aktif hâle gelmesi ile en üst satırdan başlamak üzere tek tek satırların seçilebilme kipi (satır seçim kipi) başlanmaktadır. Satırlar arası otomatik geçişin 500 ms olduğu bu durumda, ilgili satıra gelindiğinde gerçekleşen göz kırpması ile sütunlardaki harf ya da komutlar seçilebilmektedir (sütun seçim kipi). Sütunlar arası geçiş yine 500 ms aralıklarla gerçekleşmektedir. Herhangi bir harf, seçildikten sonra ekranın yukarısında bulunan metin kısmına yazılmakta ve ardından satır-sütun seçim işlemi bir sonraki satırdan devam etmektedir.

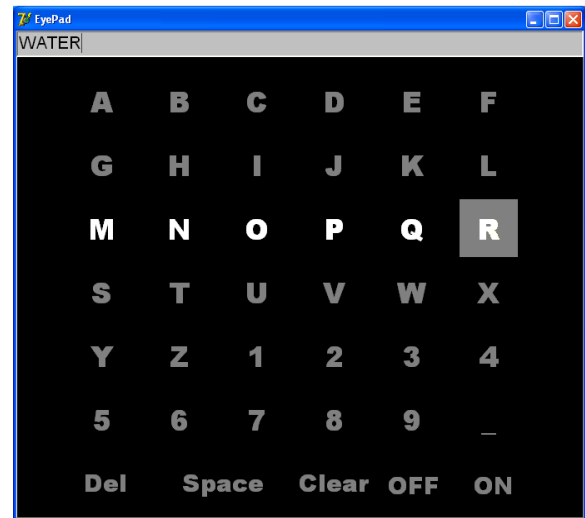
Sanal klavyenin kapatılması harf seçiminde olduğu gibi “OFF” sekmesinin seçilmesi ile yapılabilmektedir.

4. Test ve Bulgular

Sistemin testinde, kişiden kişiye değişen kırpması eşik geriliminin ayarlanması önemli bir noktayı oluşturmaktadır. Göz hareketleri sonucu herhangi bir tetikleme üretmeyecek şekilde eşik değerin ayarlanabilmesi, sistemin ya da kullanıcının eğitimine ihtiyaç duyulmaması açısından bir avantaj olmaktadır.



Şekil 4: Geliştirilen gözlüğün yüz üzerindeki görünümü.



Şekil 5 : EyePad® sanal klavyesi. “WATER” kelimesi 15 saniyede yazılabilmektedir. Bu sanal klavye [8]’den değiştirilerek kullanılmıştır.

Sistemin hız testi için daha önceki çalışmamızda [4] da kullanılan kelimelerden biri olan “WATER” kelimesi kullanılmıştır. Tasarlanan yeni sistem 3 farklı bireyde denenmiş ve daha önce 25 saniyede tamamlanan

kelimenin yazım süresi 15 saniyeye düşürülmüştür. Şekil 6'da bu uygulama esnasında alınan zaman serisi göz kırpması sinyallerinden bir örnek gösterilmiştir.

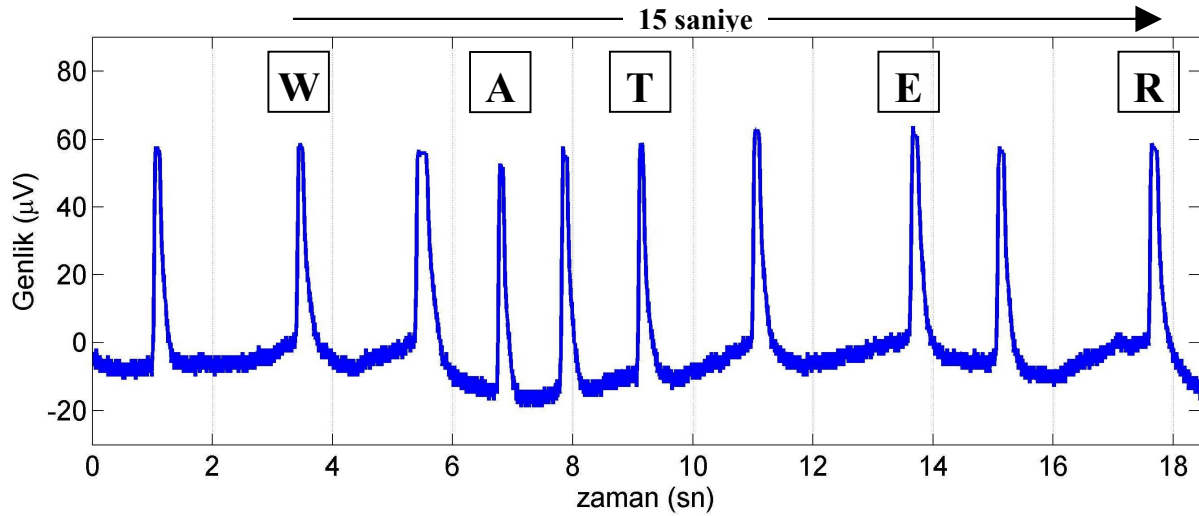
5. Sonuç

Çalışmada, ALS hastaları için hız ve doğru hedef sayısı bakımından oldukça yüksek başarıma sahip, kullanımı kolay bir sistem gerçekleştirilmiştir. Sadece göz kırpması hareketinin kullanılması ile sağlanan mesaj yazımı, göz hareketlerinin de dâhil edildiği diğer sanal klavye çalışmalarına göre çok daha doğru ve hızlı bir şekilde yapılabilmektedir. Ayrıca tasarlanan gözlük ile sistemin, 6 saat boyunca herhangi bir müdahale gerektirmeden kullanılabildiği gözlemlenmiştir.

EyePad® sanal klavye ile oluşturulan mesaj metni, bir metin okuyucu yazılımla sese dönüştürülmesi gelecek çalışmamız olacak ve böylece konuşma yeteneğini kaybeden ALS hastaları için oldukça kullanışlı bir sesli iletişim imkânı sunulabilmektedir.

6. Kaynakça

- [1] Sambo CF, Liang M, Cruccu G, Iannetti GD. Defensive peripersonal space: the blink reflex evoked by hand stimulation is increased when the hand is near the face", *J Neurophysiol.*, Feb 2012, 107(3):880-9.
- [2] Waters AM, Ornitz EM, "When the orbicularis oculi response to a startling stimulus is zero, the vertical EOG may reveal that a blink has occurred", *Clin. Neurophysiol.*, 116(9):2110-20.
- [3] Gola R. , "The forehead cutaneo-musculo-aponeurotic unit and aging of the forehead. Anatomico-physiological considerations and surgical implications", *Ann Chir Plast Esthet*, 44(1):89-102, 1999.
- [4] Usakli, A.B., Gurkan, S., Aloise, F., Vecchiato, F., Babiloni, F., "An Hybrid Platform Based on EOG and EEG Signals to Restore Communication for Patients Afflicted by Progressive Motor Neurons Diseases, Engineering The Future of the Biomedicine" *IEEE EMBC 2009 Conference, Minneapolis USA*, 3-6, Sept. 2009 pp.543 – 546, doi: 10.1109/IEMBS.2009.5333742.
- [5] Usakli, A.B., "Human Computer Interactions for Amyotrophic Lateral Sclerosis Patients", *Amyotrophic Lateral Sclerosis*, Editor: Martin H. Maurer, pp. 683-702, Intech, Rijeka, ISBN 979-953-307-199-1, 2012.
- [6] Usakli, A.B., and Gurkan S., "Design of a Novel Efficient Human Computer Interface: An Electrooculogram Based Virtual Keyboard", *IEEE Transactions on Instrument and Measurement.*, 59, 2009.
- [7] ALS MNH Derneği, <http://www.als.org.tr>
- [8] E. Donchin, K. M. Spencer, and R. Wijesinghe, "The mental prosthesis: Assessing the speed of a P300-based brain-computer interface," *IEEE Trans. Rehabil. Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 174–179, Jun. 2000.



Şekil 6 : "WATER" kelimesinin yazımı süresince oluşan göz kırpması sinyalleri. DC seviyesindeki kayma, aşağı/yukarı göz hareketlerinden kaynaklanmaktadır.