

# AMİYOTROFİK LATERAL SKLEROZ HASTALARI İÇİN EOG TABANLI KABLOSUZ İLETİŞİM CİHAZININ TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

## DESIGN AND REALIZATION OF AN EOG-BASED WIRELESS COMMUNICATION DEVICE FOR AMYOTROPHIC LATERAL SCLEROSIS PATIENTS

Serkan GÜRKAN<sup>1</sup>, Güray GÜRKAN<sup>2</sup>, Alper KAYA<sup>3</sup>, Ali Bülent UŞAKLI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Elektronik Haberleşme Teknolojileri Bölümü  
KK Astsubay Meslek Yüksek Okulu, Balıkesir, Türkiye  
{serkangurkan, abusakli}@mynet.com

<sup>2</sup> Elektronik Mühendisliği  
T.C. İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul, Türkiye  
g.gurkan@iku.edu.tr

### Özet

*Bu bildiri, elektrookülografi (EOG) sinyalleri kullanılarak amiyotrofik lateral skleroz (ALS) motor nöron hastalarının dış dünya ile olan iletişimini sağlayacak bir cihaz sunulmaktadır. Sadece göz hareketleri vasıtasıyla istendiğinde hasta tarafından aktif hale getirilebilen cihaz, istenildiğinde yazılım yoluyla artırılabilen 10 farklı durumu iletebilmektedir. Bu durumlar hastanın kendisi ile ilgili bildirim (iyiyim, kötüyüm, açım, susadım gibi) ya da isteğin (gel, git gibi) seçilebilmesine olanak sağlamaktadır. Cihazın ilk kısmını oluşturan ana birim, EOG sinyalini hasta üzerindeki elektrotlardan alıp yorumlar ve radyo frekans vericisi vasıtasıyla hasta tarafından yapılan seçimi ikinci birimi oluşturan uydu cihaza gönderir. Hasta seçimi hem ana hem de uydu cihazdan sesli olarak duyulabilmektedir. Uydu cihaz sesli ve ışıklı gösterge vasıtası ile hastanın seçimini aktarabilmektedir. Tasarlanan cihaz 2 ALS hastası üzerinde denenmiş ve başarılı sonuçlar alınmıştır.*

### Abstract

*In this paper, a device that enables communication of Amyotrophic Lateral Sclerosis (ALS) patients by means of electrooculography (EOG) signals is presented. The relevant multi-unit device that can be activated by patients using eye movement is capable of transmitting 10 different commands/states of which number can also be increased by microcontroller codes. These commands/states enable patients to choose their current state (i.e. I'm fine, I feel bad, I'm hungry, I'm thirsty and etc.) or commands (i.e. come, go and etc.). The first (main) unit of the device acquires the EOG signal from the patient, interprets the movements as specific commands/states and transmits these commands/states to the second (receiver) unit using radio frequency transmitter that is*

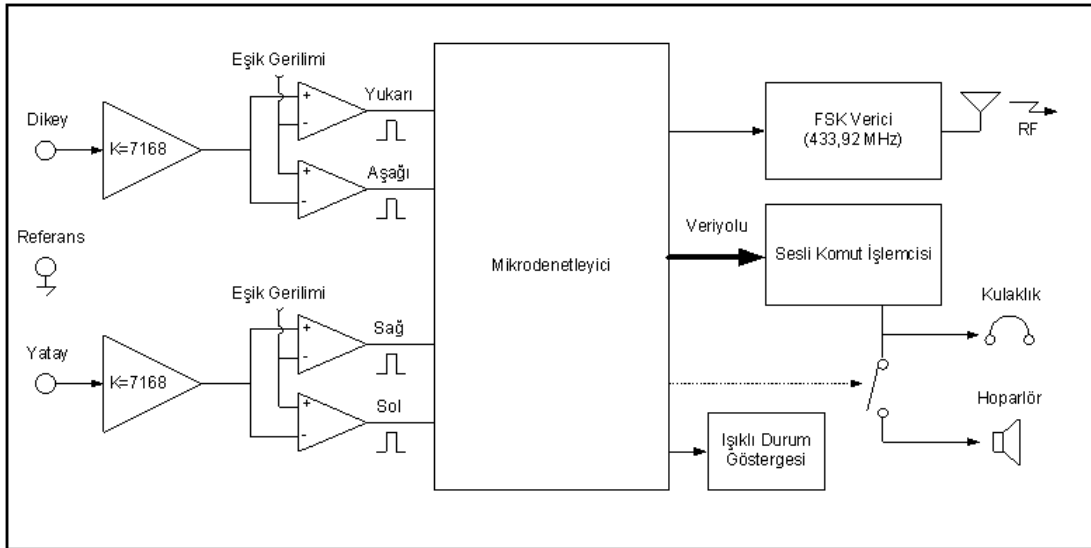
*also located on the main unit. The relevant command/state can be heard from both main and receiver unit speakers. The wireless receiver unit is capable of notifying patient's command by auditory (buzzer) and visual (LED) indicators. The realized device was tested by 2 ALS patients and confirmed to be successful.*

### 1. Giriş

Son yıllarda beyin bilgisayar arayüzü (BBA) ile ilgili çalışmalar oldukça ilgi görmeye başlamıştır. Bu cihazlar özellikle motor nöron hastalıkları sonucunda istemli hareket yeteneğini kaybeden hastaların yaşam kalitelerini artırmaya yönelik olarak tasarlanmaktadır. Bu sistemlerde hastalığın ileri aşamasında konuşma yeteneği de kaybedildiğinden, sadece beyin sinyalleri kullanılabilir. Beyinde sadece düşünsel olarak niyetlenen bir motor hareketin, fiziksel olarak el/ kol hareketlerinde görülmesi tepki süresi ve harcanan enerji bakımından daha yüksek değerlere sahiptir. Bunun yanında, bu hareketlere rehberlik ve/veya eşlik eden göz hareketleri ise hem tepki süresi, hem de harcanan enerji bakımından kas hareketlerinin daha yüksek elektriksel sinyal üretmesinden dolayı daha etkin durumdadır.

Fiziksel hareketlerin yanında, kimi bilişsel tepkilerin de göz hareketleri vasıtası ile iletilmesi mümkündür. Bu duruma en iyi örneği, dış ortamdan gelen uyaranların algılanıp herhangi bir fiziksel tepki verme yetisinin kaybedildiği ALS hastalarında görmek mümkündür. Hastalığın ileri safhasında hastalar tüm istemli motor hareket kabiliyetlerini kaybetmektedirler. Bu hastalarda göz çevresi kasları, göz kapağı ve göz hareketlerini sağlayan kaslar ise en son kaybedilen kaslar olmaktadır.

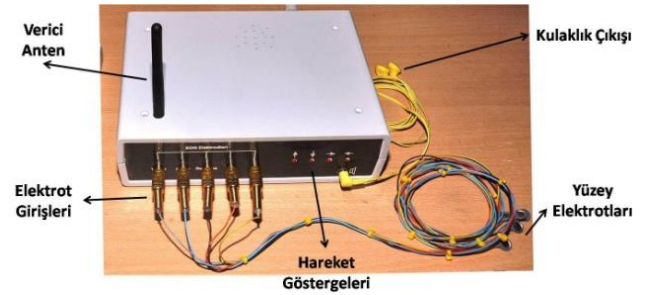
Günümüzde iyi bir tıbbi bakım, solunum ve beslenme desteği verilen bazı ALS hastalarının; 3-5 yıl olarak bilinen yaşam süresine oranla uzun yıllar yaşadığı bilinmektedir. Zamanla ilerleyen hastalığın yaşam



Şekil 1 : Ana Ünite Blok Şeması

kalitesini düşürücü etkisinin azaltılması bu çalışmanın asıl motivasyonunu oluşturmaktadır

Bu çalışmada göz hareket yeteneğini kaybetmemiş hastaların dış dünya ile iletişim kurabilmelerini sağlayan bir sistem geliştirilmiştir. Yeni sistem, konuşarak ya da el/kol hareketleriyle gerçekleştirilebilen bir takım fiziksel kontrollerin ve verilmek istenen mesajların göz hareketleriyle yapılmasını sağlamaktadır. EOG tabanlı bu sistem, ALS hastasının durumunu ve isteklerini (seçerek) bildirmesine olanak sağlayan ve mobil olarak uzaktaki bir yere RF vasıtası ile iletip sesli/ışıklı uyarın sağlayabilmektedir.



Şekil 2 : Ana Ünite

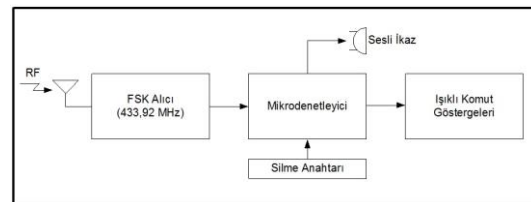
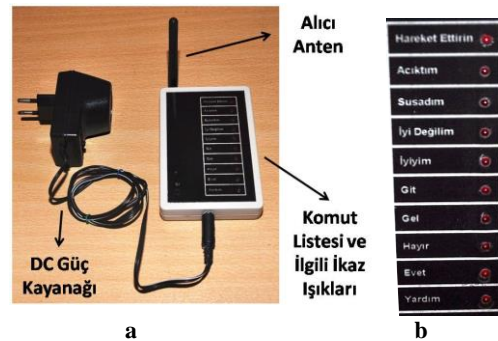
## 2. Cihaz Yapısı

### 2.1 Ana Ünite

Cihazın kuvvetlendirici ve yorumlayıcı kısmını oluşturan ana ünite (Şekil 1 ve Şekil 2), daha önceki çalışmamızda [3] tasarlanan 2 kanallı EOG kuvvetlendiricinin temel yapısını içinde bulundurmaktadır. Biyopotansiyel enstrüman-tasyon kuvvetlendirici aracılığı ile kuvvetlendirilen ( $K \sim 7168$ ) yatay ve dikey EOG sinyali, eşik geriliminin ayarlanabildiği karşılaştırıcıların ardından PIC (16F877) merkezli mikrodenetleyici devresine aktarılmaktadır (Şekil 1). Karşılaştırıcı vasıtası ile ikili kipe çevrilen kanal genlikleri yazılan algoritma doğrultusunda göz hareketleri ile komut seçiminde kullanılmaktadır. Seçilen komut hem ana ünitenin hoparlörüne, hem de radyo frekans vasıtası ile alıcı üniteye iletilmektedir.

### 2.2 Alıcı Ünite

Sistemin alıcı kısmını oluşturan uydu cihaz ise ana cihaz tarafından gönderilen sesli ikaz komutlarının 50-60 m alan içinde kablosuz yayını alan ve sesli/ışıklı uyarı veren ünite (Şekil 3). Üzerinde, ilk üniteye seslendirilen komutların ışıklı uyarın ışıklı diyotları (LED) ve Silme anahtarı bulunmaktadır.



Şekil 3 : a) Alıcı Ünite, b) Menü ve İkaz Işıklarının Detaylı Görünümü, c) Alıcı Ünite Blok Şeması

### 3. Komutlar ve Cihazın Kullanımı

Kulaklık takılıp cihazın açma düğmesine basılıp, 10-15 saniye beklenir. Cihazın üzerindeki sağ, sol, yukarı ve aşağı ışıklarının hepsi göz hareketlerine yanıt veriyor duruma geldiğinde cihaz kullanıma hazır hâle gelmektedir. Şekil algoritmada da gösterildiği gibi, 3 kez sola ve karşıya bakarak cihaz devreye alınır. Benzer şekilde cihazı başlatmak ve gerektiğinde durdurmak için 3 kez sola-karşıya bakılması yeterli olmaktadır. Cihaz çalışmaya başladığında kullanıcıdaki kulaklıktan yine kullanıcının göz kırpmasıyla veya yukarı/aşağı göz hareketiyle sırayla değişen Tablo 1'deki komutlar sesli olarak okunmaya başlanmaktadır.

Kullanım kolaylığına göre komutların geçişi “göz kırpması”, “yukarı-orta” veya “aşağı-ortaya” bakarak sağlanabilmektedir. İstenilen komutu işittiğinde kullanıcı sağ tarafa bakarak seçim yapabilmektedir. Bu durumda seçilen komut ana ünitenin hoparlörlerinden duyulmaktadır. Aynı anda, alıcı tarafta ise ilgili komut hizasındaki LED yanmaktadır. Bu şekilde hasta bakıcı veya yardımcı, ikaz kutusunda yanan ışığa bakarak hastanın ihtiyacını görebilmektedir. Komut hasta bakıcı tarafından fark edildiğinde Silme anahtarına basılarak hastanın başka bir komutu vermesi mümkün kılınır. Anahtara 5 dakika basılmadığı takdirde belirli süre aralıklarla alıcı ünite; mesajın fark edilmesi için sesli ikaz vermektedir.

Tablo 1 : İştilen Sesli Komutlar ve Sıraları

Sıra	Komut
1	Yardım
2	Evet
3	Hayır
4	Gel
5	Git
6	İyiyim
7	İyi Değilim
8	Susadım
9	Acıktım
10	Hareket Ettirin

### 4. Test ve Bulgular

Tasarlanan cihaz, 2 ALS hastası tarafından denenmiştir. Her iki hasta erkek, göz hastalıkları uzmanı ve aynı zamanda bu çalışmanın bir yazarı olan A.K. 51, kulak burun boğaz uzmanı olan Y.K. 64 yaşındadır. Elektrotlar bir kez bağlanarak en az altı saat aralıksız kullanılabilir (Şekil 4). Yapılan gözlemler hastanın başarılı bir şekilde isteklerini ilettiğini göstermiştir. Bunun yanında göz hareketleriyle mesaj

gönderilirken vücudun özellikle de kafanın hareket ettirilmesi, başarımı olumsuz etkilediği gözlemlenmiştir.



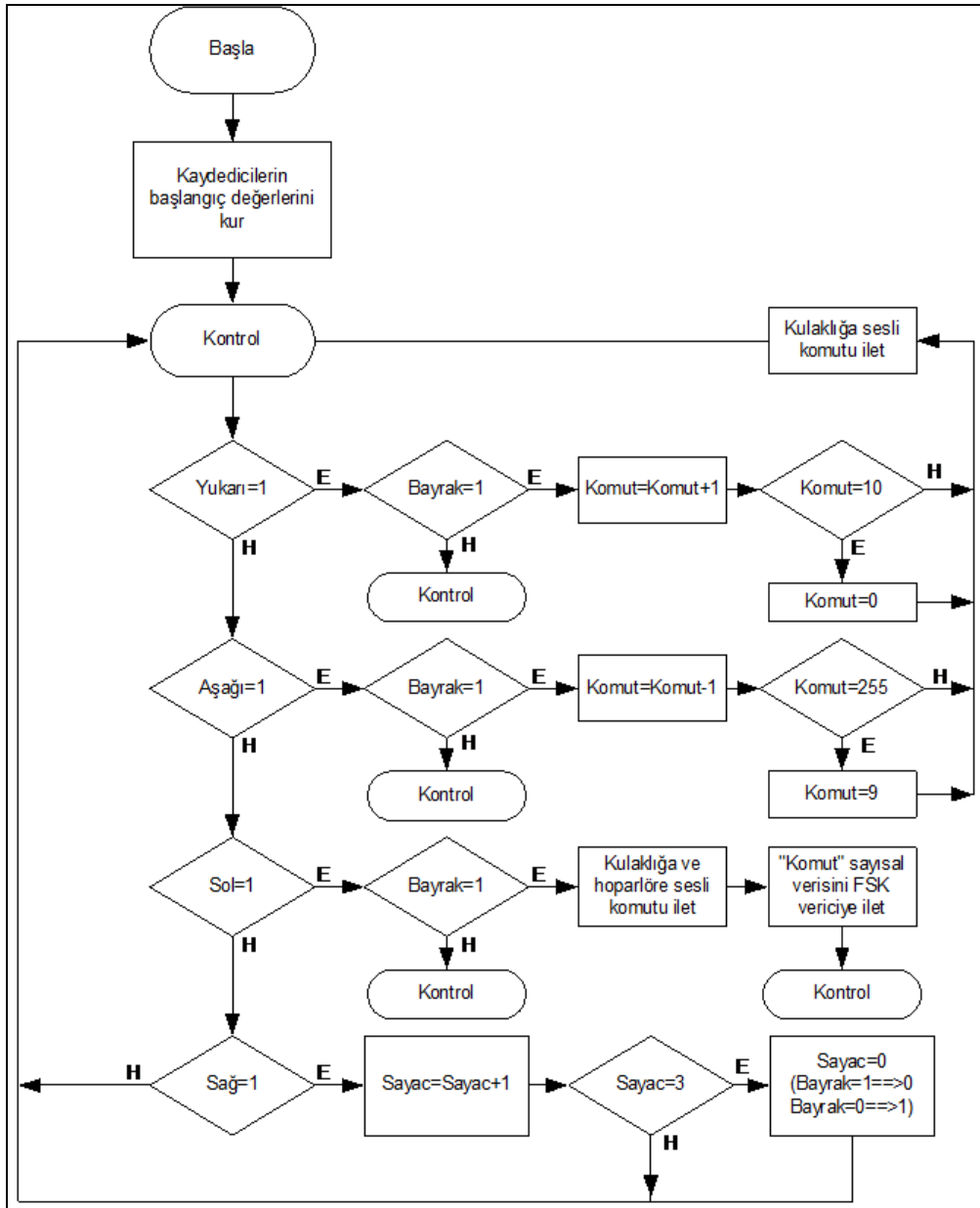
Şekil 4 : Test Aşaması (A.K.).

### 5. Sonuç

Çalışmada, ALS hastaları için oldukça yüksek başarıma sahip, kullanımı basit ve pratik bir cihaz tasarlanarak gerçekleştirilmiştir. ALS hastaları tarafından test edilen cihazın, %90'ın üzerinde başarımı gözlemlenmiştir. Grubumuzca yapılacak gelecek çalışma, daha rahat kullanımı için EOG elektrotlarının deriye olan montajların daha pratik hâle getirilmesi ve hızlı, yüksek başarımın sağlanmasına yönelik olacaktır. Geliştirilen cihazın bilgisayar kullanmaya yönelik çözümler arasında yeni bir yaklaşım getireceği düşünülmektedir.

### 6. Kaynakça

- [1] 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.
- [2] 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
- [3] 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
- [4] ALS MNH Derneği, <http://www.als.org.tr/>



Şekil 5 : Komut Seçim Algoritması.