

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI PROJE DETAY RAPORU

PROJE KATEGORİSİ: Sosyal İnovasyon

PROJE ADI: Engelsiz Beyin Dili

TAKIM ADI: TheKEY

TAKIM ID: T3-23459-149

TAKIM SEVİYESİ: Üniversite-Mezun

DANIŞMAN ADI: Ersen BEYATLI

İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Engeli bulunan bireylerin yaşamsal faaliyetlerini rahat bir şekilde yerine getirmesi ve topluma kazandırılmaları büyük önem taşımaktadır. Bu projede, Python programlama dili kullanılarak iletişim kurmakta zorluklar yaşayan kişilerin bu zorluğu aşması için beyin sinyalleri temelli bir sistem geliştirilmesi amaçlanmıştır. İlk olarak çeşitli EOG(Elektrookülografi) ve EEG(Elektroensefalografi) sinyallerinin örnekleri incelenmiş ve hastanın iletişim kurabilmesini sağlayacak algoritmalar çıkarılmıştır. Kişiden alınan EEG ve EOG verileri, kişiden kişiye ve aynı kişide günden güne değiştiğinden sistem adaptif olarak tasarlanmıştır. Kalibrasyon işlemi sonrası kaydedilen EEG ve EOG sinyallerinin anlık olarak gelen verilerle karşılaştırılarak eşleşme olup olmadığı regresyon yöntemleri ile kontrol edilmektedir. Bu sayede, kişinin temel iletişim ihtiyacının giderilmesi bunun yanında eğitim ve eğlence ihtiyaçlarında kolaylık sağlayacağı öngörülmektedir.

2. Problem/Sorun:

Engeli bulunan bireyler birçok konuda iletişim kurmakta büyük sıkıntılar yaşamaktadır. Bu bireyler günlük ihtiyaçlarını gidermekte zorluklar çekmekte hatta çeşitli koşullarda (ör. konuşma güçlüğü çeken, kas zayıflığı çeken hastalar) giderememektedir. Örneğin ALS(Amyotrofik Lateral Skleroz) gibi motor nöron hastalıklarında hastalar, beyin faaliyetleri normal olmasına rağmen vücutlarını hareket ettirememektedirler. Bu durumdaki hastalar için konuşma ya da el ve kol hareketlerine ihtiyaç duymadan çevreleri ile iletişim kanalı oluşturabilecek araçlar hayatlarını kolaylaştırmaktadır. Bunun için temelde beyin sinyallerinin kullanıldığı sistemler geliştirilmektedir.

Göz kırpma hareketlerinden kaynaklanan beyin sinyalleri ölçülüp sınıflandırılarak EOG temelli çeşitli çalışmalar literatürde bulunmaktadır. Ancak bu çalışmaların çoğu sadece temel olarak inceleme ve araştırma çalışmaları olup laboratuvar ortamlarında kullanılmakta ancak gerçek hayat uygulamaları pek bulunmamaktadır[1-7].

Yapılan çalışmalar incelendiğinde üretilen çözümlerin uygulanabilirliği ve yaygınlaşa bilirliliği düşük görülmektedir. Nedenleri incelendiğinde yapılan çözümleri birçoğu küçük bir soruna hizmet sunmakta ve yüksek donanımlar kullanılmaktadır. Bu yüzden yüksek üretim adetlerine ulaşmadan çok yüksek üretim maliyetleri ile karşılaşılmaktadır.

3. Çözüm

Projemizde engeli bulunan kişinin iletişim, eğitim ve eğlence ihtiyaçlarının karşılanması için, EEG ve EOG sinyallerinin işlenmesi ile yazılım tabanlı alternatif bir çözüm üretilmiştir. Yazılımımız anlık olarak alınan EEG ve EOG verisi üzerinden örüntüsel çıkarımlar yaparak iletişim engeli bulunan bir bireyin bakıcısı ile temel iletişiminin sağlanmasına yardımcı olmaktadır. Projemizde, sorunun çözümü 3 ana bölümde ele alınacaktır. Bunlar; EEG ve EOG verisinin elde edilip anlamlandırılması, kullanıcı arayüzünün geliştirilmesi ve iletişimin sağlanmasıdır. Projede ilk olarak portatif bir EEG cihazı üzerinden bilgisayara gelen veri geliştireceğimiz algoritmalar ile işlenecektir. İletişim, belirlenen elektriksel aktivitelerinin kombinasyonları sonucu bilgisayar uygulaması üzerinden sağlanacaktır. Geliştireceğimiz yazılım arayüzüyle, engelli bireyler bakıcıları ile iletişime geçebilecek, isteklerini telefona mesaj olarak gönderebileceklerdir. Bununla birlikte engelli bireylerin boş zamanlarında kitap

okuma ve video izleme gibi aktiviteleri, rahatlıkla yapabilecek araçlar da, geliştirilen uygulama içerisinde sunulacaktır. Geliştirilen ürün, sunduğu hizmet ve fiyat dengesi ile rekabetçi bir şekilde engelli bireylerin iletişim sorunlarına çözüm olma yönünde çalışmaktadır.

4. Yöntem

EEG analizi, insan beynindeki elektriksel aktiviteler anlamına gelmektedir. Elektriksel aktiviteyi ölçmek, beyindeki farklı nöronların nasıl hareket ettiğini ve birbirleriyle nasıl iletişim kurduklarını bize yansıtmaktadır. EEG analizinin kullanışlı olmasının sebepleri, Cohen'in 2011 yılında yazmış olduğu makalesinden anlaşılmaktadır [8].

EEG analizi için, bireyin bizzat beyinin içerisine sensör yerleştirmeye gerek yoktur. EEG analizinde kafa yüzeyine yerleştirilen elektrotlar vasıtasıyla da elektriksel veri kaydedilebilir. Kuru elektrotlarla yapılan deneyler daha hızlı sonuçlar vereceği için projemizde bu yöntemle veri toplayan bir cihaz kullanılmıştır.

Araştırmalar, sol frontal bölgelerden EEG için daha fazla veri geldiğini ortaya koymaktadır. Projemizde Şekil 1'deki konumlar kullanılmıştır. Elektrik sinyalleri çok küçük olduğundan ötürü, kaydedilen veri sayısal hale getirilir ve bir yükselticiye (amplifier) gönderilir. Böylece, veri, voltaj değerlerinin zaman serisi olarak gösterilmektedir. Elektrotlardan alınan EEG verisi Şekil 2'de gösterilmektedir. Şekil 3'de Fp1 konumundaki elektrottan alınan EOG verisi gösterilmiş. Şekilden de anlaşılacağı gibi EOG işareti daha kolaylıkla ayrıştırılabilmektedir.

İş paketlerinin bağımsızlığı için ürün temini beklenmeden internet üzerinden bulunan veri setleri üzerinde çalışılmaya başlanmıştır. Bu sayede iş paketleri birbirinden bağımsız olarak çalışabilmektedir. Temel olarak projemizde uygulanacak yöntem 3 iş paketinden oluşmaktadır. Projenin İş-Zaman Çizelgesi Tablo 1'de gösterilmiştir.

1. Aşama: EEG, EOG verilerinin anlamlandırılması

Elde edilen örnek veri seti için, EEG den EOG dönüşümü yapılacaktır. Bunun öncelikli sebebi EOG verisinin daha kesin sonuçlar vermesidir. EOG verisi temin edilirken EEG üzerinde yüksek genlikli göz kırpmaya sinyaline bakılarak ayrıştırılmaktadır. EOG verisinin temininde karşımıza çıkan en büyük problemlerden biri istemli göz kırpma ile istemsizlerin karışması durumudur. Bu durumun önüne geçmek içinde sisteme yazılımsal bir kalibrasyon sistemi eklenmektedir. Kalibrasyon sistemi, her kişi için istemli göz kırpmasının baskın olduğu verilerindeki istemli EOG sinyallerinin örüntüsü kaydedilmektedir. Bu işlem sayesinde sistemin adaptifliği sağlanır. Bu veri kişiye özel olarak program kapayıcaya kadar, canlı gelen EEG verisi ile karşılaştırılmaktadır. Bu karşılaştırma işlemi regresyon çözümlemesine benzerdir. Regresyon çözümlemesinde amaç gerçeğe olabildiğince yakın değerler veren katsayı tahminleri bulmaktır. Regresyon çözümlemesinde en yaygın olarak kullanılan en küçük kareler yöntemi, bazı varsayımlar altında çok aranan istatistiki özelliklere sahip bir yöntemdir. Bu sebeplerle çözümlememiz de en küçük kareler yöntemi kullanılmaktadır [9]. İletişim, karşılaştırmalar sonucu elde edilen eşleşmelerin kombinasyonları kullanılarak bilgisayar uygulaması üzerinden sağlanmaktadır.

2. Aşama: Arayüz tasarımı ve İletişim sağlanması

İletişimi sağlayan sistemin kullandığı ana kanallar görsel ve elektronik mesajlardır. Görsel iletişim, sistem içerisindeki bilgisayar ekranı üzerindeki arayüz ile sağlanmaktadır.

Elektronik mesaj ise ilk versiyon için WhatsApp üzerinden sağlanmaktadır. Bilgisayar uygulaması için tasarlanacak olan arayüz; ana menü, iletişim sekmesi, eğitim sekmesi ve eğlence sekmesinden oluşacaktır. Ana menüde sinyal gücü, eşleşme sayıları diğer sekmeleri açacak ikonlar bulunacaktır. İletişim sekmesinde WhatsApp ikonu bulunacaktır bu ikon yardımıyla önceden kullanıcının belirlediği ‘susadım’, ‘acıktım’, ‘acil durum’ gibi mesajlar bakıcıya WhatsApp üzerinden gönderilebilecektir. Eğitim sekmesinde kitap okuma ve video eğitim ikonu bulunacaktır. Eşleşme kitap okuma ikonu için sağlandığında, sisteme öncesinde yüklenen kitap açılarak, gerekli eşleşme kombinasyonlarıyla sayfa değiştirilebilecektir. Eşleşme video eğitim ikonu için sağlandığında, öncesinde belirlenen bir eğitim platformu açılarak, kişi eşleşme kombinasyonlarıyla video seçimi, değişimi gibi işlemleri yapabilecektir. Eğlence sekmesinde gerekli eşleşme kombinasyonlarıyla video izleme ve müzik dinleme imkânları sunulacaktır. Bu arayüz Şekil 4’de gösterilmektedir ve Python programlama dilinin Tkinter Kütüphanesi yardımıyla tasarlanmıştır.

3.Aşama: Cihazın kurulumu ve kullanımı.

Bu aşamada, piyasada rahatlıkla bulunabilen portatif bir EEG cihazı olan Neurosky firmasının Mindwave 2 modeli ürünü kullanılacaktır. Bu ürün içerisinde yer alan analog dijital çevirici sayesinde, alın bölgesine değen elektrot ve kulağa tutturulan elektrot arasındaki potansiyel farkı ölçerek mili volt cinsinden bir saniyede 512 kez genlik değeri göndermektedir. Gönderim işlemi, Python üzerinden açılan sokete Bluetooth üzerinden aktarılan ‘json’ formatında ki verilerle gerçekleştirilmektedir. Bu şekilde EEG cihazının bilgisayar ile iletişimin sağlanıp EEG ve EOG işaretleri elde edilecektir. Cihaz üzerinden alınan verideki değerler kişiden kişiye hatta aynı kişide günden güne değişmektedir. Bu durum kullanımı etkileyebilmektedir, fakat EEG, EOG verilerinin anlamlandırılması bölümünde eklediğimiz kalibrasyon sistemi bu duruma da çözüm sunmaktadır.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

EEG ve EOG tıp ve psikoloji alanında aktif kullanılmaktadır. Geliştirdiğimiz algoritma ve yazılım; beyin sinyallerinin anlık analizini yaparak engeli bulunan bireylerin günlük hayatını idare ettirmesini kolaylaştırma, iletişim becerilerini artırma ve kendisini geliştirme imkânı sağlamaktadır. Oluşturulacak ürünün, engeli bulunan bireylere yönelik geliştirilen diğer iletişim cihazlarından ayrıştığı nokta; diğer cihazlar engelin durumuna göre özelleşmiş olup kısıtlı bir alana hizmet sağlamakta iken gerçekleştireceğimiz bu prototip, adaptifliği sayesinde birçok engel türüne ve hastalığa sahip insanların iletişim, eğitim ve eğlence gibi sorunlarına çözüm sunmaktadır. Piyasada, eğlence amaçlı satılan uygun fiyatlı bir EEG cihazı; geliştirdiğimiz algoritma sayesinde engelli bireylerin hayatını kolaylaştıracak şekilde kullanılabilecektir. Bu özgünlükleri sayesinde yaygın olarak kullanılabilir, engelleri kaldıracak yerli bir çözüm üretilecektir.

6. Uygulanabilirlik

Engelsiz Beyin Dili Projesi belirtilen ürün ve yazılım temini yapan tüm fiziksel engelli vatandaşlar tarafından rahatlıkla kullanılabilir. Ürünün temini ve yazılımı tarafımızca yapıp set halinde pazarlaması yapılacaktır. Uygulama hususunda piyasada bulunan mevcut ürün üzerinde yazılımsal olarak ek yapılacağından ekstra risk oluşturmamaktadır. Bunun yanı sıra geliştirilen algoritmaların hazır veri setleri üzerindeki testleri projenin olabirliğini destekler

niteliktedir. Kullanılan ürün mevcut piyasada bulunduğundan tedariki kolay, konforlu ve fiyat konusunda oldukça rekabetçi olması kullanılabilirliği arttırmaktadır. Geliştirilecek yazılımın yerli olması, Windows ve Linux tabanlı işletim sistemleriyle uyumlu şekilde çalışması ürünün yaygınlaşmasını ve ticarileşmesini hızlandıracakları öngörülmektedir. İş paketleri için ayrı olarak uygulanabilirlik ve risk durumu sırasıyla incelenmiştir ve risk durumu Tablo 3’de gösterilmiştir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Engelsiz Beyin Dili Proje maliyetleri hesaplanırken iki ayrı bölümde incelenmiştir. Bunlar, yazılım ve donanım maliyetleridir. Kullanılacak olan yazılım, yerli imkânlarla tarafımızca geliştirilmektedir. Yazılımın açık kaynaklı kütüphanelerin kullanılmasıyla extra bir maliyet oluşturulması beklenmemektedir. Donanım maliyetleri ele alındığında ise sistemin donanımı iki ana parçadan oluşmaktadır. Bunlardan birincisi portatif bir EEG cihazıdır ikincisi ise Arayüz ve İletişim modülüdür. Arayüz ve iletişim modülü; Bluetooth donanımı bulunan bir bilgisayar üzerinde, geliştirdiğimiz bilgisayar uygulamasının çalışması ile oluşmaktadır. Bilgisayar donanımının temini ve satışı projeye dahil olmadığından maliyet olarak sunulmamıştır. Uygulamamızın son kullanıcı tarafında herhangi bir bilgisayar ile kullanılabilmesi ve maliyetin düşürülmesi için uygulamanın birçok işletim sistemiyle uyumluluğu yazılım kısmında sağlanacaktır. Donanım maliyetlerindeki diğer bir kısım ise portatif EEG cihazıdır. Burada izlenen stratejide piyasada bulunabilen en düşük fiyatlı cihazlardan biri seçilmiştir. Eğlence amaçlı kullanılan bu düşük maliyetli ürün, geliştireceğimiz yazılım tarafındaki özelleştirmeler ile projemizde kullanılacak yeterlilikleri karşılayacaktır. Projemizde kullanılan portatif EEG cihazı adet fiyatları; yurtiçi perakendecilerinde 160\$ + KDV, yurtdışı perakendecilerinde 99\$ olarak bulunabilmektedir.

Projenin zaman planlaması tasarlanırken çözüm yöntemi parçalara ayrılarak grup üyeleri içerisinde paylaşımı sağlanmıştır. Projenin İş-Zaman Çizelgesi Tablo 1’de gösterilmiştir. Her parçanın kendi içinde test ve simülasyonu ayrı olarak sağlanabilmesiyle işleyişin sürekliliği sağlanmış riskler minimize edilmiştir.

Tablo 1 Proje İş-Zaman Çizelgesi.

İş paketleri	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
EEG, EOG verilerinin anlamlandırılması				
İletişimin ve Arayüz kullanımının sağlanması				
EEG Cihazının temini ve kullanılmaya başlanması				

İş paketli için kullanılacak malzemeler ve maliyetleri Tablo 2 ‘de gösterilmiştir.

Tablo 2 Malzeme Listesi.

Malzemeler	Kullanıldığı İş Paketi	Kullanılacak Dönem	Maliyet
Bluetooth özellikli bir bilgisayar	EEG, EOG verilerinin anlamlandırılması, İletişimin ve Arayüz kullanımının sağlanması, EEG Cihazının temini ve kullanılmaya başlanması	Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül	Belirtilmemiş
2xPortatif EEG cihazı	İletişimin ve Arayüz kullanımının sağlanması, EEG Cihazının temini ve kullanılmaya başlanması	Ağustos, Eylül	320\$+KDV
Toplam Maliyet			320\$+KDV

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Engelsiz Beyin Dili Projesi zihinsel aktiviteleri devam eden ancak fiziksel engelleri bulunan bireyleri hedef almaktadır. Bu engellerinden dolayı zaruri ihtiyaçlarını dahi karşılayamayan tüm bireylere hitap etmektedir. Bunların başında felçli bireyler, ALS hastaları, kaza sonucu konuşma yetisini kaybetmiş fiziksel engelli bulunan bireyler gelmektedir. Örneğin, ALS ilerleyici bir sinir sistemi hastalığıdır. Hastalık motor sinirleri etkiler ve kas hareketlerine engel olur. Hastalığın ileri evrelerinde felç gelişir fakat genellikle akli yetenekler etkilenmez. Kişinin zihni yetenekleri normaldir. Hastalık özellikle kol ve bacaklarda kas güçsüzlüğü olarak başlar. Konuşma, çiğneme ve nefes alma etkilenir. Yutmanın bozulması sonucu, ağızda tükürük birikmesi de konuşmayı zorlaştırır. Üreteceğimiz bu sistemle bu bireylerin sorunlarına alternatif bir çözüm sunulabileceği öngörülmektedir.

9. Riskler

Kullanıcıların cihaz ve uygulamanın kullanımını öğrenememesi durumunda öğrenimi kolaylaştıracak teknik destek verilebilir. Hastadan alınan EOG sinyallerinin yorumlanmasında hastanın rutin göz kırpma sinyali ile iletişim kurması için gereken göz kırpma sinyali karışabilir bu durum basit bir yazılımsal filtre ve kalibrasyon sistemi ile çözülecektir. EEG cihazının tedarikinde talep yoğunluğuna bağlı olarak aksaklık veya yetersizlik oluşması durumunda bu soruna karşın kısa sürede daha uygun maliyete yeni cihaz üretilebilir. Cihazın veya bağlı olduğu Arayüz ve İletişim modülünün arızalanması ve pil bitmesi gibi durumlar anlık iletişimde sorun teşkil etmektedir. Bu sorunu şarj ve arıza uyarı sesi/işığı ile bildirilerek sorun giderilebilir. Uygulamanın doğru çalışmaması durumunda ana makineye hata bildirilerek yazılım güncellenmesi istenebilir. Sinyalin yanlış yorumlanması sorununu daha fazla örnekle öznitelik çıkarılarak güncellemeler yapıp giderilebilecektir. Sık bağlantı kopması durumunda otomatik tekrar bağlanma ayarları yapılabilir. Cihazın kişiye fiziksel olarak uymaması halinde kişinin kafa yapısında uygun üretim yapılabilir. Risklerin olasılık ve etki matrisi Tablo 3'te verilmiştir. Ek olarak: Zaman planlamasında iş paketleri, iş tanımları ve süreçlerine 7. bölüm de yer alan Tablo 1'de yer verilmiştir. Malzeme fiyatlarına ve üretim yöntemlerinde açıklanan malzemelerin fiyatları toplanarak 7. bölüm de yer alan Tablo 12'de yer verilmiştir.

Tablo 3 Olasılık etki matrisi.

O L A S I L I K	Bağlantı sorunu (cihaz-bilgisayar)	Bireyin programı kullanımını öğrenme	Çok sayıda cihaz temin sorunu
	Rutin göz kırpma ve gürültü sinyalinin mesaj sinyaline etkisi	Sinyalin yanlış yorumlanması	Uygulamanın doğru çalışmaması
	Cihaz pilinin bitmesi	Donanım birey uyumsuzluğu	Cihaz arızası
	→ ETKİ		

10. Proje Ekibi

Tablo 4 Proje ekibi.

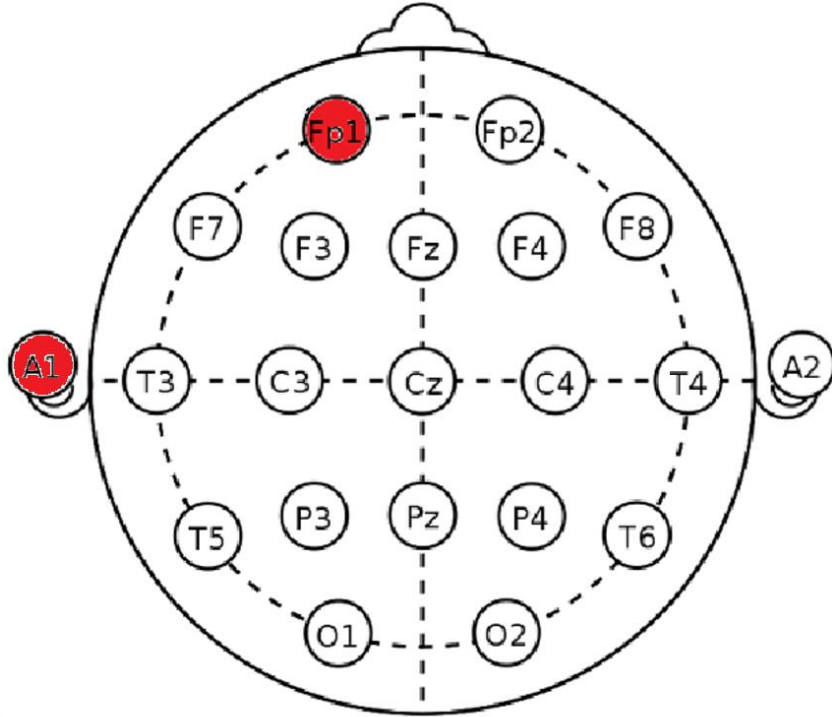
Adı Soyadı	Projedeki Görevi	Okul / Bölüm / Sınıf	Projeyle veya problemle ilgili tecrübesi
Muhammet Sergen YILMAZ*	Arayüz tasarımı	RTEÜ Elektrik-Elektronik Müh. 3. Sınıf	KTÜ Beyin Bilgisayar Arayüzü Yarışması 2 Üçüncülük
Adnan KOCATÜRK	Cihazın kurulumu ve EEG, EOG verilerinin anlamlandırılması	RTEÜ Elektrik-Elektronik Müh. 3. Sınıf	KTÜ Beyin Bilgisayar Arayüzü Yarışması 2 Üçüncülük
Ömer ERGİN	İletişim sağlanması	RTEÜ Elektrik-Elektronik Müh. 3. Sınıf	KTÜ Beyin Bilgisayar Arayüzü Yarışması 2 Üçüncülük

Takım Lideri(*)

11. Kaynakça

- [1] K. Youngmin ve L. N., «Robust Discrimination Method Of The Electrooculogram Signals For Human-Computer Interaction Controlling,» *Intelligent Automation And Soft Computing*, pp. 319-336, 2007.
- [2] L. Zhao ve L. X., «Implementation of the EOG-Based Human Computer Interface System. 2188-2191,» *The 2nd International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering*, 2004.
- [3] C. Kyoung ve M. S., «Mobile Robot Control by Neural Network EOG Gesture Recognition. 206-201,» *Proceedings of 8th International Conference on Neural Information Processing*, 2001.
- [4] Y. Newman, «A human-robot interface based on electrooculography. 243-248,» *Robotics and Automation, 2004. Proceedings. ICRA '04. 2004 IEEE International Conference*, 2004.
- [5] D. Kumar ve E. P., «Classification of EOG for Human Computer Interface. 64-67,» *Proceedings of the Second Joint EMBS/BMES Conference Houston*, Houston, 2002.
- [6] R. Barae ve L. B., « System for AssitedMobility Using Eye Movements Based on Electrooculography,» *IEEE Transaction on Neural*, cilt 10, no. 4, 2002.
- [7] A. R.Teixeira ve A. M., «Nonlinear Projective Techniques to Extract Artifacts in Biomedical Signals 116-120,» *European Signal Processing Conference EUSIPCO*, 2006.
- [8] S. Baron-Cohen ve A. C., «Clinical Neurophysiology,» *Elsevier*, pp. 2375-2383, 2011.
- [9] D. A. Freedman, « Statistical Models: Theory and Practice,» *Cambridge University Press*, 2009.

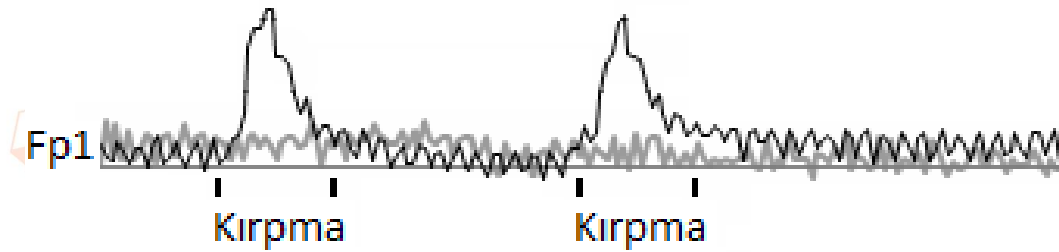
Ekler:



Şekil 1 Projede kullanılacak elektrotların bağlantı noktaları.



Şekil 2 Fp1 elektrotundan alınan örnek bir EEG verisi.



Şekil 3 Fp1 elektrotundan alınan EOG verisi.



Şekil 4: Uygulama Arayüzü