



Obsesif Kompulsif Bozukluklarda EEG Senkronizasyon Değerlerinin Destek Vektör Makinaları Yöntemi ile Sınıflandırılması

Classification of EEG Synchronization Values of Obsessive Compulsive Disorders Patients Using Support Vector Machine Method

Oğuz Tan¹, Mehmet Akif Özçoban², Serap Aydın³

1. Nöropsikiyatri Sağlık, Uygulama ve Araştırma Hastanesi, Üsküdar Üniversitesi, İstanbul, Türkiye
oguz.tan@uskudar.edu.tr
2. Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Bölümü, Gedik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye
mehmet.ozcoban@gedik.edu.tr
3. Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul, Türkiye
serap.aydin@eng.bahcesehir.edu.tr

Özetçe— Obsesif kompulsif bozuklukların (OKB) beyin üzerinde bilinen bir çok bozucu etkisi bulunmaktadır. Bu bozucu etkilerden biriside beyin senkronizasyonundaki azalmadır. Global Alan Senkronizasyonu (GAS) yöntemi ile hesaplanan GAS indisi, EEG senkronizasyon derecesini belirlemektedir. Analiz sonuçlarına göre hasta grup ile sağlıklı gruba ait delta ve teta bandlarındaki GAS indisleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. GAS indisinin OKB tespitindeki başarısını ölçebilmek amacıyla OKB hastalarına ait GAS değerleri ile sağlıklı gruba ait GAS değerlerine Destek Vektör Makineleri sınıflandırma yöntemi ile sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma modelinin performansını artırmak için eğitim ve test datalarının seçilmesi işlemi, Çapraz Geçerlilik Yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma sonuçlarına ait doğruluk oranları; delta bandı için %94.75, teta bandı için %78.048 bulunmuştur. Bu sistem hastalık tespitinde hekimlere yardımcı olabilecektir. Çalışma sonuçları, OKB hastalığının senkronizasyon kaybına ve buna bağlı olarak fonksiyonel bağlılık bozukluğu ve bilişsel işlemlerde bozukluklara neden olduğunu göstermiştir. Sınıflandırma sonuçları, GAS yönteminin OKB teşhisinde başarılı olduğunu ortaya koymuştur.

978-1-5090-2386-8/16/\$31.00 ©2016 IEEE

Anahtar Kelimeler — EEG, .Obsesif Kompulsif Bozukluklar, Destek Vektör Makinaları

Abstract— Obsessive Compulsive Disorders causes disruptive effect on brain oscillations. One of this disruptive effects is loss of synchronization. Global Field Synchronization indice that is calculated by Global Field Synchronization Method can detect degree of synchronization of EEG. According to analysis results, significantly difference was found between Global Field Synchronization Indice of OCD patients and healthy group in theta and delta frequency bands. For the purpose of testing success of GFS method in detecting OCD, GFS values of OCD patients and healthy group classified with Support Vector Machine method. In order to increase the performance of classification model, training and test data was selected by Cross Validation Method. Accuracy rate of classification results was found at 94.75 in delta band and 78.048 percent in theta band. The system can assist the physicians for diagnosing OCD. The classification results has shown that GFS is a successful method for to diagnose OCD.

Keywords — EEG, Obsessive Compulsive Disorders, Support Vector Machines

I. GİRİŞ

Obsesyonlar; zihne zorla giren, strese neden olan imge ve düşünceler şeklinde tanımlanmaktadır. Obsesyonların tetiklediği davranışlar ise kompulsiyon olarak tanımlanmaktadır. Semptomlarında obsesyon ve kompulsiyonların her ikisinin yada herhangi birisinin görüldüğü nöropsikiyatrik hastalıklara Obsesif Kompulsif



Sinyal İşleme 4

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

Bozukluklar (OKB) denilmektedir. Toplum içinde %2 oranında görülmektedir [1, 2].

EEG işaretlerinin spektral analizleri fonksiyonel bağlılık, beyin işlevleri ve bilişsel düzey hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır. Önceki çalışmalarda alfa ritimleri ile dikkat ve hafıza işlemleri arasında, önemli bağlantılar bulunduğu [3], senkronizasyon bozukluğunun fonksiyonel bağlılıkta azalmaya neden olduğu [4], kompleksite artışının, şizofreni hastalarında ön beyin bölgesinde ki beyinsel işlevler arasında koordinasyon kaybına neden olduğu [5] araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir.

Bu çalışma da OKB'nin EEG senkronizasyonu üzerine etkileri, Global Alan Senkronizasyonu (GAS) yöntemi ile araştırılmıştır. GAS yöntemi, EEG işaretlerinin frekans bileşenlerini elde ettikten sonra, EEG kanalları arasındaki faz birlikteliğinin gücünü gösteren, GAS değerini hesaplamaktadır [4, 6]. Sağlıklı ve hasta dataları için hesaplanan GAS değerleri sınıflandırılarak, OKB için bir otomatik tanı sistemi üzerinde çalışılmıştır. Sınıflandırma işleminde son yıllarda yaygın olarak kullanılan bir makina öğrenme algoritması olan Destek Vektör Makinalarından (DVM) yararlanılmıştır. DVM modelleme işleminde kullanılacak olan eğitim ve test data girişleri, Çapraz Geçerlilik Yöntemi (ÇGY) ile belirlenmiştir. DVM işlemi bir çok EEG çalışması çıktılarının sınıflandırılmasında kullanılmıştır. Bunların başlıcaları: EEG tabanlı mental yorgunluk izleyici sistem [7], EEG spectral güç sınıflandırması [8], dalgacık dönüşümü katsayılarının sınıflandırılması [9], fraktal özellik çıkarımı çalışmasıdır [10].

Bu çalışmanın amacı OKB ile fonksiyonel bağlılık ve bilişsel süreçler arasında ki ilişki hakkında yeni bilgiler edinilmesini sağlamak ve OKB teşhisinde kullanılabilecek bir model geliştirmektir.

II. MATERYAL VE METOD

A. OKB Hastalarına Ait EEG Dataları

Bu çalışmada kullanılan EEG dataları, Üsküdar Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesinde kaydedilmiştir. Kayıtlar, gönüllüler, koltukta dinlenme durumunda iken gözleri kapalı vaziyette alınmıştır. Veriler; sağ elini kullanan, sigara içmeyen ve henüz herhangi bir tedavi almamış 15 OKB hastası ve 15 sağlıklı gönüllüden alınmıştır. EEG verilerinin her türlü kullanım hakları ve analizi için Üsküdar Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan gerekli izin ve onay alınmıştır.

B. GAS ve EEG Ölçüm Düzeni

GAS yöntemi; zaman domeninde elde edilen EEG datasının frekans domenine dönüştürülerek incelenmesini sağladıktan sonra faz bilgileri ile senkronizasyon tespitine dayalı bir işaret işleme tekniğidir. GAS yönteminin bir dataya uygulanmasının neticesinde kanallar arasında ki faz birlikteliğinin gücünü simgeleyen bir değer bulunmaktadır. Bu değer her frekans noktası için ayrı ayrı hesaplandıktan sonra ortalaması alınarak, tekil bir değer haline gelmektedir. Bu değer 0 ve 1 arasında değişmektedir ve yüksek değerler (1'e yakın) senkronizasyonun güçlü olduğunu göstermektedir. GAS yöntemi için aşağıda ki aşamalar takip edilmektedir.

Kayıt sonrası ham EEG verileri, uzman teknisyenler tarafından çeşitli gürültü ve EOG işaretlerinden temizlenmektedir. Bu işlem sonrası henüz zaman domeninde iken EEG dataları 2sn lik bölütlere parçalanmaktadır. EEG bölütlerine Hızlı Fourier Dönüşümü (HFD) yöntemi uygulanarak, frekans domenine dönüştürülmesinden sonra, edinilen değerlerin reel ve imajiner kısımları kartezyen sisteme yerleştirilmektedir [11]. Kartezyen sistemde ki gösterimden, polar notasyona geçildiğinde, her bir EEG kanalına ait değerler bir vektör ile temsil edilmektedir. Bu vektörlerin dağılım şekli, elektrotlardan alınan sinyallerin faz birliktelik derecesi ile ilgili bilgi vereceği için, kanalları temsil eden noktalara Temel Bileşen Analizi yöntemi (TBA) uygulanmaktadır. Bu işlemin sonucunda her frekans için iki özdeğer elde edilmektedir [4, 6, 12]. Bu özdeğerler $\hat{o}(f)_1$ ve $\hat{o}(f)_2$ notasyonu ile ifade edilmektedir. GAS değeri denklem (1) ile hesaplanmaktadır.

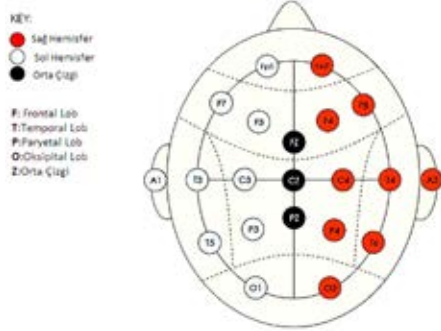
$$GAS(f) = \frac{|\hat{o}(f)_1 - \hat{o}(f)_2|}{\hat{o}(f)_1 + \hat{o}(f)_2} \quad (1)$$

GAS yöntemi; her bir EEG bandı için ayrı ayrı hesaplanmaktadır. Bu çalışmada EEG bandlarını ifade eden frekans aralıkları şu şekilde kullanılmıştır: Delta 1.5-6,0 Hz; Theta:6,5-8 Hz; Alfa1: 8.5 Hz-10 Hz; Alfa2: 10.5 Hz-12 Hz; Beta1: 12.5 Hz-18 Hz; Beta3: 21,5 Hz-30 Hz. [13]

Sinyal İşleme 4

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

Şekil 1'de gösterildiği gibi uluslararası 10-20 elektrot yerleşim sistemine göre 19 adet yüzey elektrotu kullanarak, 250 Hz örnekleme hızıyla kayıtlar alınmıştır.



Şekil 1. Uluslararası 10-20 elektrot sistemine göre elektrot yerleşimi [14] (<http://cogsci.stackexchange.com/questions/1553/do-the-jungian-cognitive-functions-processes-really-exist>)

C. Makina Öğrenme Modeli

Makina öğrenme ve yapay sinir ağı modelleme işinde yaygın kullanılan algoritmalarından biriside DVM'dir [15]. DVM Modelleme işinde ilk önce öznelik çıkarma işlemi yapılmaktadır. Bu çalışma da kullanılan model de sisteme girdi görevi yapacak öznelikler; hasta ve sağlıklı gruba ait EEG bölütlerinin GAS değerleridir. Bu değerler her frekans bandı için hesaplanmıştır. Her grup için yaklaşık 900 adet ve toplamda 1800 adet girdi bulunmaktadır. Bundan sonra ki aşamada eğitim ve test değerlerinin seçimi çok önemli bir rol almaktadır. Sistemin performansını artırmak ve data seçiminde objektiflik sağlayabilmek amacıyla, sisteme girilecek eğitim ve test dataları ÇDS yöntemi kullanılarak belirlenmektedir. Bu sistemde en iyi performans lineer kernel fonksiyonu ve 10 katlı ÇDS kullanılarak elde edilmiştir.

DVM performansı değerlendirilirken bazı parametreler kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda verilmektedir.

$$\text{Duyarlılık} = \frac{DP}{DP+YN} \quad (2)$$

$$\text{Seçicilik} = \frac{DN}{DN+YP} \quad (3)$$

$$\text{Doğruluk} = \frac{DP+DN}{DP+DN+YP+YN} \quad (4)$$

$$\text{Hassasiyet} = \frac{DP}{DP+YP} \quad (5)$$

DP (Doğru Pozitif): Test sonucu pozitif çıkan hasta veri sayısı

DN (Doğru Negatif): Test sonucu negative çıkan sağlıklı veri sayısı

YP (Yanlış Pozitif): Test sonucu pozitif çıkan sağlıklı veri sayısı

YN (Yanlış Negatif): Test sonucu negative çıkan, hastalıklı veri sayısı [9].

Buna göre her iterasyonda 180 adet değer test için ayrılırken, 1620 adet değer eğitim datası olarak belirlenmektedir. Böylelikle her bir değer hem test hem eğitim datası olarak kullanılabilir.

III. SONUÇLAR

15 adet OKB hastası ve 15 adet sağlıklı gönüllüden toplanan EEG kayıtlarına ait GAS indileri bağımsız örnekleme t testi kullanılarak hesaplanmıştır. Analiz sonuçları Tablo 1'de ayrıntılı olarak gösterilmektedir.

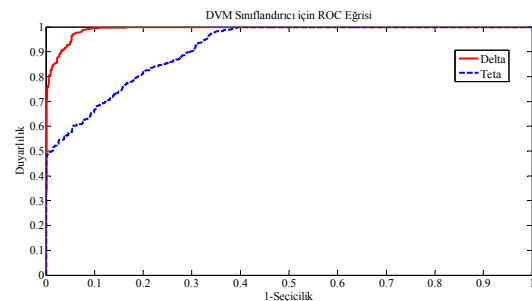
EEG Bandları	Delta	Teta	Alfa 1	Alfa 2	Beta 1	Beta 2	Gamma
Frekans Aralıkları	1.5-6.0	6.5-8.0	8.5-10.0	10.5-12.0	12.5-18.0	18.5-21.0	21.5-30.0
OKB grubuna ait ortalama GAS değerleri	0.4225	0.4698	0.551	0.5720	0.4678	0.5052	0.4322
Sağlıklı gruba ait ortalama GAS değerleri	0.5532	0.5153	0.575	0.5662	0.4763	0.5077	0.4420
p değeri (2-kuyruklu t testi)	0.002	0.004	0.577	0.489	0.221	0.541	0.272
p değeri (1-kuyruklu t testi)	0.0001	0.002	0.288	0.244	0.110	0.270	0.136

Tablo 1. Frekans bandlarına göre GAS değerleri ve istatistiksel analiz sonuçları

Analizlerin ikinci aşamasında ise her bir EEG bölütüne ait GAS değerleri kullanılarak otomatik tanı sistemi modelleme üzerine çalışılmıştır. DVM ile yapılan sınıflandırma Sonuçları Tablo 2'de gösterilmiştir.

EEG Bandı	Duyarlılık	Seçicilik	Hassasiyet	Doğruluk
Delta	90.361	98.701	98.68	94.750
Teta	75.00	81.57	82.5	78.048

Tablo 2. Sınıflandırıcı modeli için performans parametreleri



Şekil 2. DVM Sınıflandırıcı için ROC eğrisi

Sınıflandırıcı sistemlerin performansını grafiksel olarak ifade edebilmek amacıyla (2) ve (3) numaralı denklemlerin hesaplanmasıyla şekil 2'de gösterilen ROC



Sinyal İşleme 4

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

eğrisi çizdirilmiş ve ROC eğrisi altında kalan alan olarak ifade edilen AUC değeri hesaplanmıştır. Her iki frekans bandı içinde AUC değeri 0.5'in üzerinde bulunmuştur. Bu da sonuçların istatistiksel olarak anlamlı olduğu şeklinde yorumlanmaktadır.

IV-TARTIŞMA

Yapılan çalışmanın ilk aşamasında uzman hekimler tarafından kaydedilen EEG dataları faz açıları yönünden incelenmiş ve senkronizasyon gücünü gösteren bir değer hesaplanmıştır. OKB hastalarına ait değerler ile sağlıklı datalara ait değerler arasında düşük frekans bandlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Sağlıklı grubun değerlerinin daha yüksek çıkması; OKB'nin beyin osilasyonları üzerinde bozucu bir etkiye sahip olduğu gözlenmiştir. Bulgular nörogörüntüleme sistemleri ile yapılan çalışmalarla da tutarlılık göstermektedir [16]. Senkronizasyon kaybı, fonksiyonel bağlılıkta ve bilişsel işlevlerde azalış olduğu şeklinde yorumlanabilmektedir [17, 18]. Daha önce düşük frekans bandlarının kısa süreli hafıza işlemlerinde ortaya çıktığına yönelik çalışmalara dayanılarak OKB'nin hafıza işlemleri üzerindeki olumsuz etkileri olduğu çıkarılabilmektedir [19].

DVM ile yapılan çalışmalarda, senkronizasyonu belirleyen GAS yönteminin çok başarılı olduğu gözlenmiştir. Bu sonuçların OKB hastalıklarını EEG sistemi ile tanı ve teşhis koymaya yönelik çalışmalara hız kazandırabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] O. Tan, *Takıntılar*. İstanbul, 2013.
- [2] S. Saxena and S. L. Rauch, "Functional neuroimaging and the neuroanatomy of obsessive-compulsive disorder," *Psychiatric Clinics of North America*, vol. 23, pp. 563-586, 2000.
- [3] W. Klimesch, "Memory processes, brain oscillations and EEG synchronization," *International Journal of Psychophysiology*, vol. 24, pp. 61-100, 1996.
- [4] T. Koenig, D. Lehmann, N. Saito, T. Kuginuki, and T. Kinoshita, "Decreased functional connectivity of EEG theta-frequency activity in first-episode, neuroleptic-naive patients with schizophrenia: preliminary results," *Schizophr Research*, vol. 50, pp. 55-60, 2001.
- [5] N. Saito, T. Kuginuki, T. Yagyu, T. Kinoshita, T. Koenig, R. D. Pascual-Marqui, *et al.*, "Global, regional, and local measures of complexity of multichannel electroencephalography in acute, neuroleptic-naive, first-break schizophrenics," *Biological psychiatry*, vol. 43, pp. 794-802, 1998.
- [6] T. Koenig, L. Prichep, T. Dierks, D. Hubl, L. O. Wahlund, E. R. John, *et al.*, "Decreased EEG synchronization in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment," *Neurobiol Aging*, vol. 26, pp. 165-71, Feb 2005.

- [7] K.-Q. Shen, X.-P. Li, C.-J. Ong, S.-Y. Shao, and E. P. Wilder-Smith, "EEG-based mental fatigue measurement using multi-class support vector machines with confidence estimate," *Clinical Neurophysiology*, vol. 119, pp. 1524-1533, 2008.
- [8] Y.-P. Lin, C.-H. Wang, T.-L. Wu, S.-K. Jeng, and J.-H. Chen, "Support vector machine for EEG signal classification during listening to emotional music," in *Multimedia Signal Processing, 2008 IEEE 10th Workshop on*, 2008, pp. 127-130.
- [9] A. Subasi and M. I. Gursory, "EEG signal classification using PCA, ICA, LDA and support vector machines," *Expert Systems with Applications*, vol. 37, pp. 8659-8666, 2010.
- [10] Y. Wang, W. Zhou, Q. Yuan, X. Li, Q. Meng, X. Zhao, *et al.*, "Comparison of ictal and interictal EEG signals using fractal features," *International journal of neural systems*, vol. 23, p. 1350028, 2013.
- [11] M. A. Özçoban, S. Aydın, S. Kara, and O. Tan, "Obsesif Kompulsif Bozukluğun EEG Ölçümüne Dayalı Fourier Dipol Yaklaşımı Yöntemi ile İncelenmesi Investigation of Obsessive Compulsive Disorder with FFT Dipol Approximation by Means of EEG," *Vogue*, vol. 15, 2015.
- [12] M. A. Ozcoban, S. Kara, O. Tan, and S. Aydin, "Investigation the level of neural synchronization by using global field synchronization method in Obsessive Compulsive Disorder," in *Biomedical Engineering Meeting (BIYOMUT), 2014 18th National*, 2014, pp. 1-3.
- [13] S. Kubicki, W. Herrmann, K. Fichte, and G. Freund, "Reflections on the topics: EEG frequency bands and regulation of vigilance," *Pharmakopsychiatrie, Neuro-Psychopharmakologie*, vol. 12, pp. 237-245, 1979.
- [14] *web.* Available: <http://cogsci.stackexchange.com/questions/1553/do-the-jungian-cognitive-functions-processes-really-exist>
- [15] Z. B. Zileli, M. Aslan, and N. Kılıç, "Bireysel ve Topluluk Sınıflandırıcıları ile Kardiyak Aritmilerin Tespit Edilmesi Detection of Cardiac Arrhythmias Using Individual and Ensemble Classifiers," *Vogue*, vol. 15, 2015.
- [16] J. H. Jang, J.-H. Kim, W. H. Jung, J.-S. Choi, M. H. Jung, J.-M. Lee, *et al.*, "Functional connectivity in fronto-subcortical circuitry during the resting state in obsessive-compulsive disorder," *Neuroscience letters*, vol. 474, pp. 158-162, 2010.
- [17] R. Purcell, P. Maruff, M. Kyrios, and C. Pantelis, "Cognitive deficits in obsessive-compulsive disorder on tests of frontal-striatal function," *Biological psychiatry*, vol. 43, pp. 348-357, 1998.
- [18] C. Stam, "Brain dynamics in theta and alpha frequency bands and working memory performance in humans," *Neuroscience letters*, vol. 286, pp. 115-118, 2000.
- [19] W. Klimesch, R. Freunberger, P. Sauseng, and W. Gruber, "A short review of slow phase synchronization and memory: evidence for control processes in different memory systems?," *Brain research*, vol. 1235, pp. 31-44, 2008.