

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

Mehmet Akif Özçoban¹, Serap Aydın², Sadık Kara³, Oğuz Tan⁴

¹ İstanbul Gedik Üniversitesi
Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Bölümü
mehmetakifozcoban@gmail.com

² Bahçeşehir Üniversitesi
Biyomedikal Mühendislik Bölümü, İstanbul
drserapaydin@hotmail.com, serap.aydin@eng.bahcesehir.edu.tr

³ Fatih Üniversitesi
Biyomedikal Mühendislik Enstitüsü, İstanbul
s.kara@fatih.edu.tr

⁴ Üsküdar Üniversitesi, Nöropsikiyatri Araştırma ve Uygulama Merkezi, İstanbul
oguz.tan@uskudar.edu.tr

Özetçe

Nöropsikiyatrik bir hastalık olan Obsesif Kompulsif Bozukluğun (OKB), patofizyolojik araştırmalarında EEG analizi kullanılmaktadır. Önceki yıllarda gerçekleştirilen EEG tabanlı OKB araştırmalarında beyin korteksinde anormal fonksiyonlar gözlenmiştir. Kaynak lokalizasyonu amacıyla kullanılan ve konvansiyonel Hızlı Fourier Dönüşümü (HFD) Yöntemine göre daha iyi sonuçlar verdiği bilinen HFD Dipol Yaklaşımı (HFDDY) Yöntemi, EEG senkronizasyon seviyelerinin ölçülmesi amacıyla kullanılabilir. Bu çalışmada; HFDDY yöntemi kullanılarak beyin korteksinde gerçekleşen nöral osilasyonlar arasındaki faz farkları hesaplanmıştır. Uluslararası 10-20 elektrot sistemine göre ölçülen 19 kanal EEG sinyalinin analizi sonucunda OKB hastalarında Theta frekans bandının faz senkronizasyonunda azalma tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler — obsesif kompulsif bozukluklar (OKB); EEG; hızlı fourier dönüşümü dipol yaklaşım yöntemi (HFDDY)

Abstract

EEG analysis has been used in pathophysiological research of Obsessive Compulsive Disorder (OCD) that is one of the neuropsychiatric disease. EEG abnormalities was observed in brain cortex of patients with OCD. Fast Fourier Transform (FFT) Dipol Approximation Method (FFTD), used for source localization and superior to conventional FFT method, has also been used for measurement of the level of EEG synchronization. In this research, phase differences between cortical neural oscillations was computed by using FFTDA.

Then, analysis of 19 channel EEG series, collected with international 10-20 electrode placement system, shows the loss of Theta band phase synchronization in patients with OCD.. -

Keywords — obsessive compulsive disorders (OCD); EEG; FFT Dipol Approximation Method

1. Giriş

Obsesif Kompulsif Bozukluklar (OKB); insanın düşünmek istemediği halde zihnini sürekli meşgul eden düşünce, imge, şüphe ve duyguların kompulsif davranışları tetiklemesi sonucu oluşan nöropsikiyatrik bir hastalıktır. Bu davranışların ritüellerin halinde defalarca tekrar etmesi, depresyona kadar sürükleyen bir anksiyete bozukluğuna neden olmaktadır. Düşünce ve davranış bozukluğu olarak da nitelendirilebilen bu hastalık, toplum genelinde %2-%4 arasında bir “sıklıkta görülmekte iken psikiyatrik hastalıkların içinde 10.sırada yer almaktadır [1]. OKB hastalarının hikayelerinde en fazla şikayet edilen semptomlardan bazılarında; kirlenme kaygısıyla bazı nesnelere dokunamamak (para, kapı kolu vs) veya bıktırıcı derecede tekrarlanan kontroller örnek olarak verilebilir [2]. OKB semptomlarının patofizyolojisini araştırabilmek için bazı nöro-görüntüleme tekniklerinden yararlanılmıştır. Pozitron Emisyon Tomografisi ile yapılan çalışmalarda orbitofrontal korteks bölgesinde anormal hareketlilikler gözlenmiştir[3]. Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme tekniği ile gerçekleştirilen bağıllık analizlerinde farklı beyin bölgeleri arasında konnektivite bozukluğu tespit edilmiştir [4]. Gerçekleştirilen EEG analizlerinde ise bu sonuçları destekleyen, çeşitli beyin bölgelerinde anormallikler tespit edilmiştir [5, 6].

İlk olarak 1986 yılında Lehmann ve arkadaşları tarafından beyin osilasyonlarının farklı frekans

bandlarındaki eşdeğer kaynaklarının araştırılmasında kullanılan HFDDY Yöntemi [7] daha sonra Alzheimer hastalarında güç spektral analizi için kullanılmış ve geleneksel HFD yöntemine göre daha iyi sonuçlar verdiği gözlenmiştir [8]. Koenig ve arkadaşları tarafından ise HFD yaklaşımı yöntemini kullanarak EEG osilasyonlarının faz açılarını belirlemek suretiyle senkronizasyonu belirlenmesinde kullanılmıştır [9]. Bu çalışmada literatürde HFDDY olarak bilinen yöntem geliştirilerek gözler kapalı çekilen çok-kanallı yüzeysel EEG sinyallerinin analizine uyarlanmış ve OKB hastalığının faz senkronizasyonu açısından oluşturduğu fonksiyon bozuklukları, kontrol grubu ile kıyaslanarak irdelenmiştir. Sonuçlar, Teta frekans bandından faz senkronizasyonu açısından kontrol grubu ile OKB hastaları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermiştir. Elde edilen bulgu OKB hastalarında global beyin senkronizasyonunun düştüğü sonucudur. Uygulanan yöntem ve elde edilen sonuçlar ile yorumlar izleyen bölümlerde tariflenmiştir.

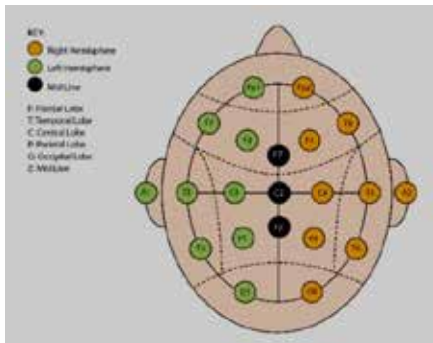
2. Yöntem

Bir çok çalışmada kaynak lokalizasyonu amacıyla kullanılan HFD yöntemi, bu çalışmada; uyanık durumdaki hasta ve kontrol grubundan gözleri kapalı durumda toplanan kısa süreli yüzeysel EEG sinyallerinin arasındaki faz senkronizasyon seviyesinin ölçülmesi amacıyla kullanılmıştır.

Yürütülen çalışmada kullanılan EEG verileri Üsküdar Üniversitesi, Eğitim ve Araştırma Hastanesinde kaydedilmiştir. Araştırmaya dahil edilen 15 hastanın tamamı sağ elini kullanan, sigara içmeyen ve ilaç tedavisi görmemiş hastalardır. Yaş ve cinsiyet açısından hasta grubuna yakın seçilen kontrol grubu ise 15 sağlıklı gönüllüden oluşmaktadır. EEG verilerinin bilgisayar ortamında analiz edilmesi için Üsküdar Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan onay alınmıştır.

2.1. Deneysel Veri: Yüzeysel EEG Ölçümleri

EEG kayıtları, gürültüden ve uyarıcı faktörlerden yalıtılmış bir odada gönüllü kişilerin gözleri kapalı, dinlenme durumunda iken alınmıştır. Kayıtlar Şekil 1'de gösterildiği gibi uluslararası 10-20 elektrot yerleşim sistemine göre 19 adet yüzey elektrotu kullanarak alınmıştır. Her gönüllüden ortalama 3 dk boyunca aralıksız kayıt alınmıştır. Örneklem frekansı 250 Hz dir.



Şekil 1: Uluslararası 10-20 elektrot sistemine göre elektrot yerleşimi [10]

2.2. Hızlı Fourier Dönüşümü Dipol Yaklaşımı

HDFDY yönteminin EEG kayıtlarına uygulanmasından önce izlenen ilk adım, kayıt süresi 3 dk olan tek kanal ölçümlerinin 2 saniyelik dilimlerle pencerelemesi işlemidir. HDFDY algoritması, 2 saniyelik bölütlenmiş 19-kanal EEG kayıtlarına uygulanmıştır. EEG sinyali Delta (0-4 Hz), Theta (4-8 Hz), Alpha (8-16 Hz), Beta (16-20 Hz) ve Gamma (20-32 Hz) alt frekans bantlarına ayrılır. HDFDY uygulanan her bir kısa süreli EEG bölütünün tüm kafa üzerindeki beş frekans bandına ait faz senkronizasyonunu ölçen bir ölçüt elde edilmektedir. Gerçek ve sanal bileşenleri olan bu ölçütün uygulanmasında, bu bileşenleri temsil eden sinüs ve kosinüs fonksiyonlarının katsayıları, Sinus-Cosinus diyagramı adı verilen 2-Boyutlu (2-B) kartezyen sisteme yerleştirilmektedir. Sinus-Cosinus katsayıları her bir elektrot yerleşim bölgesini temsilen 2-B bir nokta ile gösterilmekte iken, referans elektrot ise sistemin orjin noktasıdır [7, 11]. Kayıtlar bütün beyin bölgeleri için 19 kanallı EEG sisteminden alındığı için Sinus-Cosinus diyagramında 19 nokta yer alacaktır. Bu 19 noktanın sisteme yerleşim şekli bize, beyin osilasyonlarına hakim olan faz açıları hakkında bilgi sağlamaktadır. Noktalar eliptik şekilde dağılmış ise osilasyonlarda hakim olan ortak bir fazdan söz edilmez, ancak noktalar yatay bir çizgiye ne kadar benzeşirse ortak fazlılıktan söz edilebilmektedir. Sinus-Cosinus diyagramında bulunan noktaların saçılım durumunu matematiksel olarak ifade ederek istatistiksel test uygulayabilmek için, noktaların dikey konumdan sapmalarını tespiti yarayan y eksenine göre aldığı değerler toplanarak kanal sayısına bölünür (ortalamaları alınır). Bu değere 'saçılım değeri (SD)' adı verilerek yeni bir parametre oluşturulmuştur.

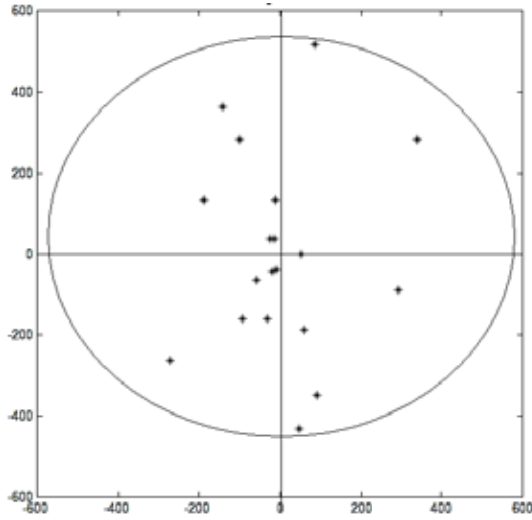
$$SD = \frac{|\sum sanal\ degerler|}{19} \quad (1)$$

3. Sonuçlar

Beyin faaliyetleri sırasında ortaya çıkan osilasyonlar, EEG işareti şeklinde görüntülenebilmektedir ve bu işaretlerin faz açıları incelendiğinde bir baskın fazlılık bulunması sağlıklı bir beyin özellikleri arasında değerlendirilmektedir. Beyin bölgelerini etkileyen önemli bir hastalık olan OKB'nin incelendiği çalışmamızda, faz açılarını karşılaştırabilmek için HFDDY yönteminden yararlanılmıştır. Bu yöntem de her bir elektrot bağlı bulunduğu beyin bölgesinin işaretlerine ait bilgileri taşıy ve sinüs-kosinüs diyagramında tek bir nokta ile gösterilir.

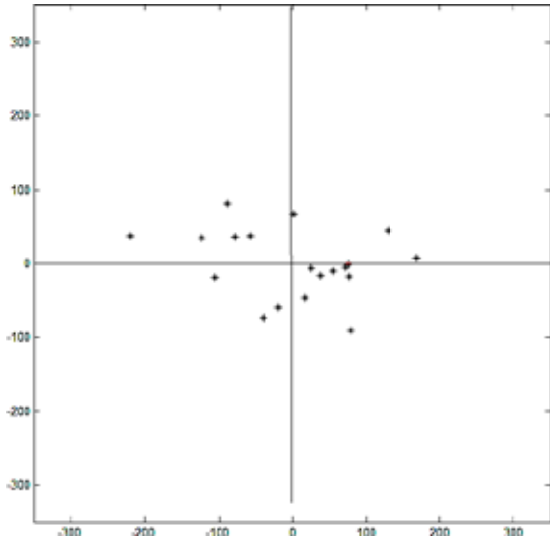
Sinyal İşleme 4

2. Gün / 16 Ekim 2015, Cuma



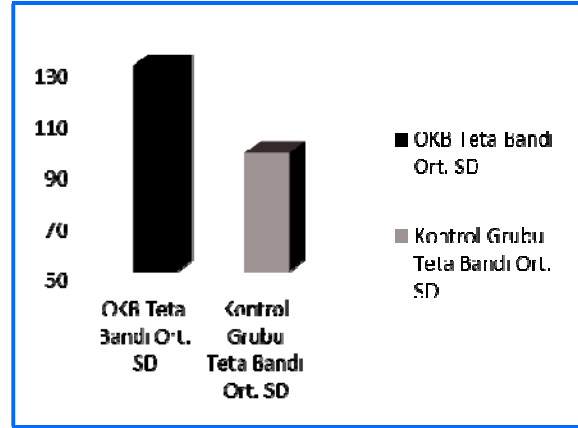
Şekil 2: Hasta grubunun Sinus-Cosinus diyagramı

Şekil 2’de OKB datusının HFDDY yöntemine göre analizi gösterilmektedir. Noktalar çok dağınık ve eliptik bir yörüngede dağıldığı için SD parametresi çok yüksek bulunmuştur. Bu sonuç senkronizasyon kaybı olarak değerlendirilecektir.



Şekil 3: Kontrol grubunun Sinus-Cosinus diyagramı

Şekil-3’de ise sağlıklı bir beyine ait EEG analizi gösterilmiştir. Noktalar yataya yakın açılarla yerleştiğinden dolayı SD değeri düşük bulunmuştur. Bu data için bir eşfazlıktan söz edilebilmektedir.



Şekil 4: Hasta ve kontrol grubunun analiz sonuçları

Şekil 4’ de 15 kontrol ve 15 OKB hastasında alınan veriler bütün beyin bölgeleri için analiz edilmiştir. SD değerlerinden oluşan sonuçlar bağımsız örnek (independent sample t-test) ile analiz edildiğinde Theta frekans bandında hastalara ait SD ile sağlıklı kontrol grubuna ait SD arasında 0.001 önemlilik derecesinde anlamlı bir fark bulunmuştur.

4. Tartışma ve Yorum

Tıbbi görüntüleme teknolojisinde ki gelişmelere paralel olarak elektrofizyolojik ve patofizyolojik araştırma olanağı sağlayan EEG tekniği, fonksiyonel ve kognitif konularda da geniş bilgi sağlamaktadır [12]. Yürütülen çalışmada OKB hastalarına ait EEG dataları bir ortak fazlılık kriteri olarak bulunan SD parametresi açısından, sağlıklı datalarla karşılaştırılmış ve teta frekans bandı için anlamlı bir fark gözlemlenmiştir. EEG dalgalarında görülen senkronizasyon kaybı, fonksiyonel bağlantı düşüşü şeklinde yorumlanabilmektedir [13-15]. Teta frekans bölgesi ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda, teta frekansının kısa süreli hafıza ile ilgili çok önemli bilgiler verdiğini göstermiştir[16]. Buna ek olarak teta frekansında global senkronizasyon azalışı, kısa süreli hafıza fonksiyonunda bozulma olduğu şeklinde yorumlanmıştır [9]. Çalışmamızdaki bulgular gelecekte başka senkronizasyon yöntemleri ile karşılaştırılarak daha da güçlendirilebilecektir.

Teşekkür

Zürich Üniversitesi Öğretim Üyelerinden Prof. Dr. Dietrich Lehmann ve Bern Psikiyatri Üniversitesi, Psikiyatrik Nörofizyoloji Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Thomas Koenig'e önerileri ve yorumları ile sağladığı katkılardan dolayı teşekkür ederiz.



Kaynakça

- [1] Saxena, S., and Rauch, S.L.: 'Functional neuroimaging and the neuroanatomy of obsessive-compulsive disorder', *Psychiatric Clinics of North America* 23, (3), pp. 563-586, 2000
- [2] Tan, O.: 'Takıntılar' Sistem matbaacılık, İstanbul, 1994.
- [3] Stein, D.J., Arya, M., Pietrini, P., Rapoport, J.L., and Swedo, S.E.: 'Neurocircuitry of disgust and anxiety in obsessive-compulsive disorder: a positron emission tomography study', *Metabolic brain disease*, 21, (2-3), pp. 255-265, 2006.
- [4] Cocchi, L., Harrison, B.J., Pujol, J., Harding, I.H., Fornito, A., Pantelis, C., and Yücel, M.: 'Functional alterations of large-scale brain networks related to cognitive control in obsessive-compulsive disorder', *Human brain mapping*, 33, (5), pp. 1089-1106, 2012
- [5] Aydin, S., Arica, N., Ergul, E., and Tan, O.: 'Classification of Obsessive Compulsive Disorder by EEG Complexity and Hemispheric Dependency Measurements', *International journal of neural systems*, 25, (03), pp. 1550010, 2015.
- [6] Olbrich, S., Olbrich, H., Adamaszek, M., Jahn, I., Hegerl, U., and Stengler, K.: 'Altered EEG lagged coherence during rest in obsessive-compulsive disorder', *Clinical Neurophysiology*, 124, (12), pp. 2421-2430, 2013.
- [7] Lehmann, D., Ozaki, H., and Pal, I.: 'Averaging of spectral power and phase via vector diagram best fits without reference electrode or reference channel', *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 64, (4), pp. 350-363, 1986.
- [8] Dierks, T., Ihl, R., Frölich, L., and Maurer, K.: 'Dementia of the Alzheimer type: effects on the spontaneous EEG described by dipole sources', *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 50, (3), pp. 151-162, 1993.
- [9] Koenig, T., Lehmann, D., Saito, N., Kuginuki, T., and Kinoshita, T.: 'Decreased functional connectivity of EEG theta-frequency activity in first-episode, neuroleptic-naive patients with schizophrenia: preliminary results', *Schizophr Research*, 50, pp. 55-60, 2001.
- [10] <http://cogsci.stackexchange.com/questions/1553/do-the-jungian-cognitive-functions-processes-really-exist>
- [11] Michel, C.M., Lehmann, D., and Henggeler, B.: 'Localization of the sources of EEG delta, theta, alpha and beta frequency bands using the FFT dipole approximation', *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 82 pp. 38-44, 1992.
- [12] Sauseng, P., and Klimesch, W.: 'What does phase information of oscillatory brain activity tell us about cognitive processes?', *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 32, (5), pp. 1001-1013, 2008.
- [13] Friston, K.J., and Frith, C.D.: 'Schizophrenia: a disconnection syndrome', *Clin Neuroscience*, 3, (2), pp. 89-97, 1995.
- [14] Liddle, P.F.: 'Functional imaging—schizophrenia', *British medical bulletin*, 52, (3), pp. 486-494, 1996.
- [15] Andreasen, N.C.: 'Linking mind and brain in the study of mental illnesses: a project for a scientific psychopathology', *Science*, 275, (5306), pp. 1586-1593, 1997.
- [16] Klimesch, W., Freunberger, R., Sauseng, P., and Gruber, W.: 'A short review of slow phase synchronization and memory: evidence for control

processes in different memory systems?', *Brain research*, 1235, pp. 31-44, 2008.