

Psikofizyolojik ve Paradoksal Uyku Bozukluğunda Tekil Dağılım Analizi

Serap AYDIN^{a, 1}

^a *Elektrik-Elektronik Müh. Böl., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun*

Abstract. In the present study, it is shown the Singular Spectrum Analysis (SSA) is a useful method to discriminate the specified sleep disorders such as psycho-physiological insomnia and paradoxical insomnia since the SSA can provide the different spectra depending on the different healthy conditions. In tests, four sleep stages such as awake, REM, stage1 and stage2, are investigated. In particular, each sleep stage meets a different singular spectrum. Then, the SSA can be proposed for sleep EEG analysis for other types of sleep disorders.

Keywords. Sleep EEG, Insomnia, Singular Spectrum Analysis

Singular Spectrum Analysis in Psychophysiological and Paradoxical Insomnia

Abstract. Bu çalışmada, psiko-fizyolojik insomnia ve paradoksal insomnia olarak bilinen iki tipik uyku hastalığının tanınmasında, farklı sağlık durumunda farklı tekil dağılım elde edilebildiği için, Tekil Dağılım Analizi (TDA) yaklaşımının kullanışlı bir yöntem olduğu gösterilmiştir. Testlerde uyanık, REM, stage1 ve stage2 olmak üzere dört uyku dönemi değerlendirildi. Ayrıca, her bir uyku dönemi de farklı tekil dağılımla karşılaştı. Sonuçlara göre TDA yöntemi diğer uyku hastalıklarının EEG analizi için de önerilebilir.

Anahtar Kelimeler. Uyku bozukluğu, EEG, İnsomnia, Tekil Dağılım Analizi

Giriş

Gece uykusu sırasında kesintisiz (sürekli) EEG kaydının alınması ve daha sonra bilgisayarda analiz edilmesi, nörolojik ve psiko-fizyolojik anormalliklerin anlaşılmasında sıklıkla kullanılır [1]. Uyanıklık veya uyku derinliği olarak da adlandırdığımız uyku dönemleri, genellikle PoliSomnoGraphy (PSG) kullanılarak kayıt sisteminde ayrıştırılır [2]. Bu çalışmada, psikofizyolojik insomnia ve paradoksal insomnia hastalıklarının karakterizasyonu ve normal kayıtlardan ayırt edilmesinde Tekil Dağılım Analizi (TDA) kullanılarak literatüre bir yenilik getirilmiştir. Analiz edilen uyku dönemleri klinik tabanlı bir uzman PSG sistemi ile elde edilmiştir.

TDA yöntemi doğrusal olmayan bir sinyal analiz tekniğidir. Bu yaklaşım, analiz edilen sinyalin az sayıda ve birbirinden bağımsız bileşenlerin toplamından oluştuğunu

¹ Sorumlu Yazar: Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fak. EE M.Böl. 55139 Kurupelit SAMSUN; E-posta: saydin@omu.edu.tr, drserapaydin@hotmail.com.

varsayar. Sinyalin en önemli karakteristik özelliğini ise en büyük genliktteki tekil değer taşır [3]. Literatüre baktığımızda, TDA uygulamasının sara ataklarının tespitinde [4] sıklıkla kullanılmasına karşın uyku çalışmalarında henüz yer olmadığını görürüz. Yanı sıra, epileptik EEG kayıtlarının zaman ve frekans düzlemindeki tekil dağılımlarından özellik elde etmede kullanılmasına da rastlıyoruz [5]. Ayrıca, TDA yönteminin uyarlanmış biçimi, bir ön işlem olarak, beynin işitsel uyarana bağlı ürettiği Uyarılmış Potansiyel bilgisini elde etmede geri-plan EEG gürültüsünün azaltılması amacıyla da kullanılmıştır [6,7].

Sunulan bu çalışmada ise TDA yöntemi bir yenilik olarak iki tipik uyku bozukluğunda gece uykusu sırasında kaydedilmiş EEG serilerine uygulanmıştır. Bu iki hastalığının birbiri ile ve kontrol grubuyla kıyaslanmasının yanı sıra, farklı uyku dönemlerine ait tekil dağılımları da irdelenmiştir. Tıpta insomnia olarak bilinen uyku hastalığı uyku kalitesinin düştüğü anlamına gelir. İnsomnia hastaları derin uykuya geçmede veya uykuda kalmada ve uyanmakta güçlükler yaşar [8]. Son yıllarda gittikçe önem kazanan kantitatif EEG analizleri, insomnia hastalığı tanısında en önemli araçtır [8]. Genellikle, uyku hastalıkları EEG sinyallerinin bandlarına ait güç dağılım yoğunlukları ile karakterize edilir. Bu çalışmada ise farklılık olarak uyku kayıtlarına TDA yöntemi uygulanmış ve zaman düzleminde doğrusal olmayan tekil dağılımlar gözlenmiştir.

1. Gereç ve Yöntem

Uyku bozuklukları, klinik uygulamalarda dinlendirici olmayan uyku olarak tanımlanır. İnsomniaa hastaları uykuya başlamada, uykusunu sürdürmede ve uyanmada güçlük yaşadığını anlatır. Tanı amacıyla; uyku süresinin 30 dk üstünde olması ve uyku derinliğinin %85 olması gibi nicelikler kullanılsa da bu ölçütlerin klinik uygulamada hatalı değerlendirmelere neden olabildiği rapor edilir [9,10]. Bu yüzden hastaların gece uykusuna ait EEG kayıtları detaylı analiz edilerek betimleyici özelliklerin elde edilmesi araştırma konusudur. Elektrofizyolojik araştırmalarda en objektif sonuçları Polisomnografi verir. Bu çalışmada, polisomnografik EEG serilerine, daha önce uyku bozukluklarının analizinde uygulanmamış bir yaklaşım olan TDA yöntemi uygulanarak kontrol grubuna göre insomnia durumunun yarattığı tekil dağılım farklılığı gözlenerek yorumlanmıştır.

1.1. Veri Toplama ve Kayıt Özellikleri

Bu çalışmada analiz edilen uyku kayıtları, Gülhane Askeri Tıp Akademisi (GATA) Psikiyatri Ana-Bilim-Dalına ait Uyku Laboratuvarında toplanmıştır. Kontrol grubunu oluşturan tüm gönüllülerden ve kesin uyku hastası klinik tanısı alan hasta gruplarında iki kez gece uykusu kaydı alınmıştır. Uyku Laboratuvarının kayıt odasına ve kayıt sistemine bağlı uyku durumunun yaratabileceği olası değişimlerden kaçınmak amacıyla, bu çalışmada analiz edilen kayıtların tümü ikinci kez toplanan uyku kayıtlarından seçilmiştir. Klinik bulgulara göre oluşturulan üç grup aşağıdaki özellikleri taşır:

- Grup-1: İki erkek, sekizi kadın olan psikofizyolojik insomniaa hastaları.
- Grup-2: Yedisi erkek, üçü kadın olan paradoksal insomniaa hastaları.
- Grup-3: Altısı erkek, dördü kadın olan sağlıklı gönüllüler.

Kayıtlar sırasında kişilere uzman PSG sisteminden den gelen 6 kanala ait elektrot bağlantısı yapıldı (F3 ve F4, C3 ve C4, O1 ve O2). Referans olarak karşıt yan mastoid seçilmiştir. Elektrotlar uluslararası 10-20 sistemine göre bağlanmıştır. Kayıt sistemi tarafından otomatik olarak skorlanan EEG serilerinin örnekleme frekansı 256 Hz dir. Her bir kayıt diliminin süresi 30 saniyedir. Avrupa veri formatıyla depolanan veriler 0,1-50 Hz aralığında band geçiren filtre ile filtrelenmiştir. Bu çalışmada sadece C3-A2 derivasyonu ile elde edilen uyku dönemleri analiz edilmiştir.

1.2. Tekil Dağılım Analizi

TDA yöntemi parametrik olmayan dağılımsal bir kestirimdir. Vektör boyu M olan ve $x(t)$ ile simgelenen bir sinyalin sınırlı ve uygun bir gömülü boyutta durağan olduğu varsayılır. Bu serinin kovaryans matrisinin (C_x) elemanları aşağıda verilen eşitlikle hesaplanabilir,

$$c_{ij} = \frac{1}{N - |i - j|} \sum_{t=1}^{N - |i - j|} x(t)x(t + |i - j|)$$

Burada t değişkeni zamanı gösterir. Ek olarak aynı matris, $N = N - M + 1$ olmak üzere $N \times M$ boyutuyla da hesaplanabilir. Alternatif yaklaşımda $N = N - M + 1$ alınmalıdır. Bu durumda, M -uzantılı-kaydırılmış serinin yeni kovaryans matrisi,

$$C_x = \frac{1}{N} D' D$$

olarak bulunur. Burada D matrisi, $x(t)$ serisinin yörünge (trajectory) matrisidir. Böylece M adet özvektör elde edilebilir ki bu vektörler aslında C_x matrisinin zaman düzlemine ait deneysel birimdik (orthogonal) fonksiyonlarıdır. Dolayısıyla, elde edilen özdeğerlerin toplamı, $x(t)$ serisinin toplam varyansını verir. Literatürde dinamik sistemlerin yapısını irdeleyen sinyal işleme yaklaşımlarına gömülü boyut tespit edilmesini önerir [11]. Bu yüzden sunulan çalışmada deneysel olarak gömülü boyut belirlenmiştir. Analiz edilen veriler için en iyi gömülü boyut değeri 10 dur.

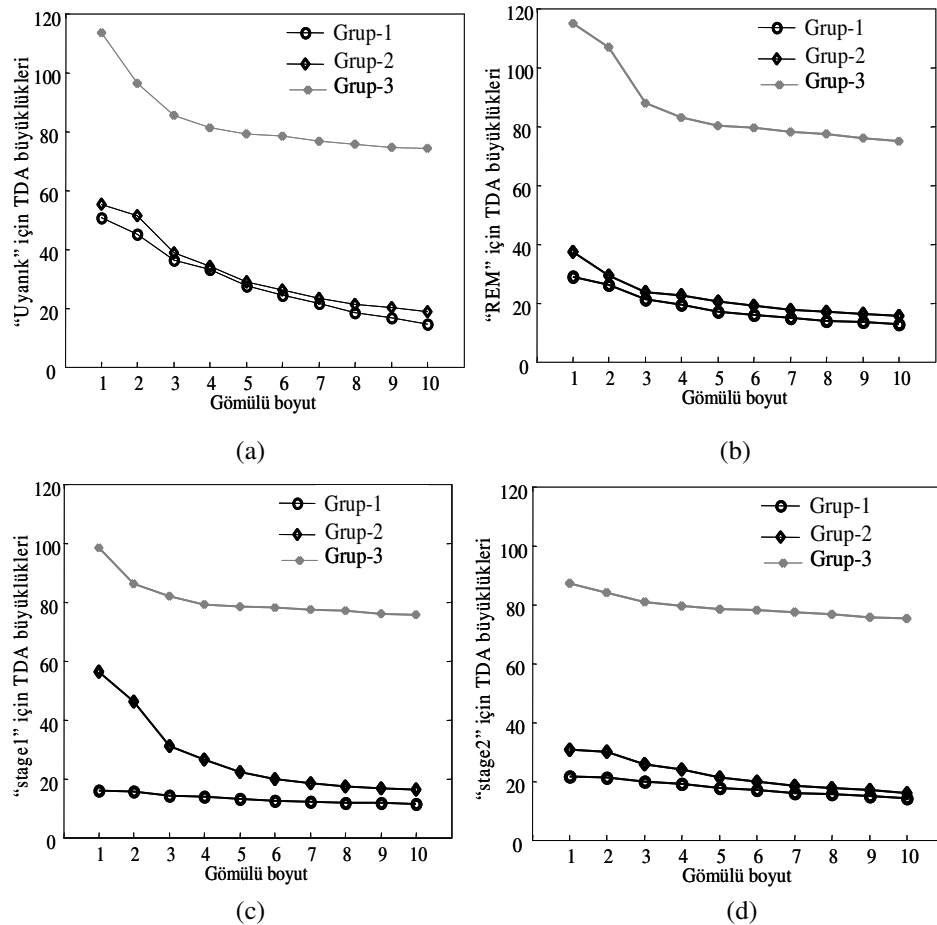
2. Bulgular

Üç grupta irdelenen uyku kayıtlarının tekil değer dağılımları Matlab7.0 paket programı kullanılarak elde edilmiştir. Her gruptan 10 ar kişinin her bir uyku dönemine ait EEG serilerinin analiz sonucu Şekil 1'de sunulmuştur. Dört uyku dönemine ait dağılımlarda görüldüğü gibi kontrol grubu olan Grup-3 kayıtlarının tekil dağılımları, diğer iki hastalık grubundan oldukça farklıdır. Gözlenen dağılım farkı, klinik tanı desteği olarak değerlendirilebilir. Yanı sıra, Grup-1 ve Grup-2 ile tanımlanan uykusuzluk hastalıkları uyanıklık, REM ve stage2 dönemleri için benzer tekil dağılımlar sağlamıştır. Stage1 dönemine ait dağılımlara bakıldığında ise psikofizyolojik insomnia ile paradoksal insomnia hastalıklarının farklı tekil dağılım ürettiği söylenebilir. Yanı sıra, tüm uyku

dönemleri için Grup-1 verilerinin sağladığı tekil dağılım boyunun Grup-2 verilerinin sağladığı tekil dağılım boyundan her zaman daha küçük olduğu açıktır.

3. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada uyku analizi alanında yeni bir yöntem uygulanarak sonuçlar irdelenmiştir. Sonuçlara göre, TDA yaklaşımı uyku analizinde kullanışlı ve elverişli bulunmuştur. Uyku bozuklukları taşıyan EEG serilerinin tekil dağılımları normal/sağlıklı uyku kayıtlarının tekil dağılımlarından önemli derecede farklıdır. Özellikle stage1 uyku dönemi analiz edildiğinde psikofizyolojik ve paradoksal insomnia hastalıklarının birbirinden ayırt edilebildiği gözlenmiştir. Özet olarak TDA yöntemi, uyku hastalıklarının tanı ve tedavi takibinde kullanışlı bir yaklaşım olarak önerilebilir. Sonuçlar, TDA yöntemi ile uyku kayıtlarının karakterize edilebileceğini göstermiştir. Ayrıca, farklı uyku dönemlerinin farklı tekil dağılım göstermesi de TDA yönteminin uyku analizinde elverişli olduğunu destekler.



Şekil 1. Özel uyku dönemlerine ait tekil dağılımlar: a) "Uyanık", b) "REM", c) "stage1", d) "stage2".

Teşekkür

Sunulan çalışmada analiz edilen uyku kayıtları, Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Ruh Sağlığı ve Hastalıkları AD bünyesindeki Uyku Laboratuvarında Prof Dr Fuat ÖZGEN'in katkılarıyla kaydedilmiştir. Verilerin toplanması ve temini konusundaki katkılarından dolayı Prof Dr Fuat ÖZGEN'e teşekkür ederiz.

Kaynakça

- [1] Bronzino JD, *The Biomedical Engineering Handbook*, 3rd ed, CRC Pres, 2006; p. 26.1-26.5.
- [2] Kryger MH, Roth T, Dement WC (2005). *Principles and Practice of Sleep Medicine* (4th ed.). Philadelphia: Elsevier Saunders.
- [3] Venkatachalam V, Aravena J.L., Nonstationary signal classification using pseudo power signatures: The matrix SVD approach, *IEEE Trans on Circuits and Systems II: Analog and Digital Sig Proc*, 1999: 46(12).
- [4] Celka P, Colditz P, A Computer-aided detection of EEG seizures in infants: A singular-spectrum approach and performance comparison, *IEEE Trans on BME*, 2002: 49(5) , p.455.
- [5] Hassanpour H, Mesbah M, Boashash B, Time-Frequency Feature Extraction of Newborn EEG Seizure Using SVD-Based Techniques, *EURASIP J. on Applied Sig Proc*, 2004: 16,p. 2544–2554.
- [6] Aydın S, A New Combination: Scale-Space filtering of projected brain activities, *Medical & Biological Engineering and Computing*, 2009: 47(4), p. 435-440.
- [7] Aydın S, Comparison of Basic Linear Filters in Extracting Auditory Evoked Potentials, *Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 2008: 16(1), p.111-123.
- [8] Marzano C, Ferrara M, Sforza E, De Gennaro L. Quantitative EEG in insomnia: a new window on pathophysiological mechanisms, *Curr Pharm Des*,2008: 14(32), p.3446-55.
- [9] Chokroverty S., *Sleep Disorders Medicine*, second edition, Butterworth-Heinemann,1999.
- [10] Kryger MH., Roth T., Dement WC., *Principles And Practice Of Sleep Medicine*, 3rd ed, WB Saunders Company, 2000.
- [11] Broomhead, D.S. and King, G.P., Extracting qualitative dynamics from experimental data. *Physica D*, 1986: 20, p.217-236.