

MAKALE HAKKINDA

Geliş : Nisan 2013

Kabul: Ağustos 2013

EKG SİNYALLERİNİN SPECTRAL ANALİZİNDE MODİFİED COVARIANCE YÖNTEMİNİN MODEL DERECESİ HASSASİYETİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION THE SENSITIVITY OF MODİFİED COVARIANCE METHOD İN SPECTRAL ANALYSIS OF EEG SİGNALS

Mustafa ŞEKER^a, Basri YARAŞ^b

ÖZ

Bu çalışmada sağlıklı kişilerden ve migren tanısı konmuş hastalardan kafa yüzeyinden elektrotlarla toplanan EEG kayıtları EEG analizinde daha verimli analiz sağlayan Spektral Analiz metotlarından Modified Covaryans yöntemi ile analiz edilmiştir. Bu yöntem ile gözlemlenen güç dağılım yoğunluğu kestirimleri üzerinde seçilen model derecesinin etkisi incelenerek uzun süreli ve çok örnekli EEG dizilerinin özbağımlı modele uyumluluğu ve güç dağılım yoğunluğu kestiriminde en uygun model derecesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Spektral Analiz, AR, Modified Covariance

ABSTRACT

In this study, healthy individuals and patients diagnosed with migraine head EEG recordings collected from the surface of the electrodes were analyzed by Modified Covariance Method to spectral analysis methods provide a more efficient analysis the analysis of EEG. In this method, the observed power distribution density estimation by examining the long-term effect on the degree of selected model and multi-instance autoregressive EEG series compatibility, and power distribution density estimation model to determine the most appropriate model order.

Key Words: Spectral Analys, AR, Modified Covariance

^aÖğr. Gör., Cumhuriyet Üniversitesi, Divriği Nuri Demirağ Meslek Yüksekokulu, mustafaseker@cumhuriyet.edu.tr

^b Öğr. Gör., Cumhuriyet Üniversitesi, Divriği Nuri Demirağ Meslek Yüksekokulu, byaras@cumhuriyet.edu.tr

GİRİŞ

Migren başağrısı yaygın olarak görülen bir başağrısı çeşididir. Klinik uygulamalarda migren başağrısı ve diğer beyin hastalıklarının tanı/tedavi amacıyla gözlemlenmesi yaygındır[2]. Tanıyı desteklemek ve tıp doktorlarına daha kesin tanı araçları sunmak amacıyla gelişen teknolojiye paralel olarak Manyetik Rezonans (MR), Beyin Tomografisi (BT) ve Elektroansefalografi (EEG) gibi cihazlar kullanılmaktadır. EEG diğer cihazlara göre önemini yitirmiş gibi görünse de nöroloji kliniklerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Şeker, 2010; Şeker 2011).

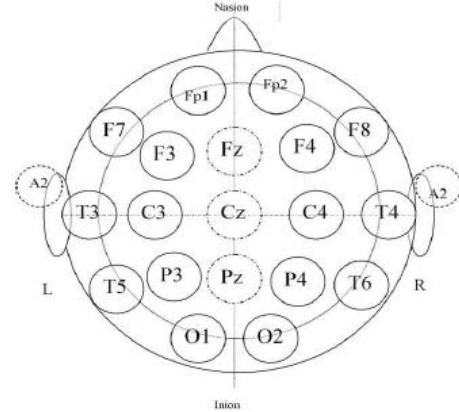
EEG beynin elektriksel aktivitesini ölçmeye yarar. EEG sinyallerinin karmaşık bir yapısı vardır ve yorumlanması da oldukça güçtür. Kafa yüzeyinden elektrotlar yardımıyla ölçülen EEG potansiyelleri, alttaki birçok noktadan ve selebral korteksin oldukça geniş bir bölgesinden gelen potansiyellerin toplamından oluşur (Şeker, 2010; Akın ve ark., 2000). Kafa üzerinden alınan EEG sinyallerinin genliği tepeden tepeye 1-100 μV ve frekans bandı 0,5-100 Hz'dir. EEG sinyallerinin incelenmesinde Modified Covariance metodunun diğer spektral analiz yöntemlerine göre istatistiksel olarak daha anlamlı sonuçlar verdiği bilinmektedir (Şeker 2011). Bu çalışmada sağlıklı kişiler ve migren hastası kişilere ait EEG sinyalleri Modified Covariance yöntemi ile analiz edilmiştir. Bu yöntem ile gözlemlenen güç dağılım yoğunluğu kestirimleri üzerinde seçilen model derecesinin etkisi incelenerek uzun süreli ve çok örnekli EEG dizilerinin özbağımlı modele uyumluluğu ve güç dağılım yoğunluğu kestiriminde en uygun model derecesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Metaryal ve Metot

EEG Verilerinin Toplanması

Bu çalışmada kullanılan EEG verileri, Cumhuriyet Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Nöroloji Anabilim Dalından yaşları 18 ile 35 arasında değişen bayan hastalardan seçilmiş 17 sağlıklı birey ve

9 migren tanısı konmuş birey olmak üzere iki deney grubundan oluşmaktadır. Kullanılan migrene ait EEG verileri migren tanısı konmuş kişilere ait olup aurasız migren nöbetleri halinde baş ağrısı şikâyeti ile kliniğe başvurmaları sürecinde elde edilmiştir. Analiz için Şekil 1'de görüldüğü gibi mono polar olarak tüm kanallar seçilmiş ve bu işlem için elektrotlar ulusal 10-20 elektrot sistemine göre yerleştirilerek 200 Hz örnekleme frekansı ile örneklenmiştir.



Şekil 1. Uluslararası 10-20 elektrot sistemi

Modified Covariance Metot

P dizisinin (AR(p)) otoregresif parametrelerinin tahmininde kullanılan Modified Covariance metot lineer kestirimlerdeki ileri ve geri tahmin hatalarını minimize etmeyi temel alan en küçük kareler metodu temel alır. Tahmini elde etmek için ileri ve geri lineer tahminlerini ele aldığımızda örnek sayısına bağlı olarak hologran $h(x)$ ifadesi aşağıda belirtilen şekilde elde edilebilir (Badri ve AL-Azzo, 2008).

$$\hat{h}(n) = - \sum_{k=1}^p a(k)h(n-k)$$

$$\hat{h}(n) = - \sum_{k=1}^p a^*(k)h(n+k)$$

Burada $a(k)$, autoregressive (AR) filtre parametresidir. Her iki durumda da minimum güç tahmini hatası sadece τ^2 beyaz gürültü varyansındır. Modified Covariance metot ileri ve geri güç tahmin hatalarının ortalamalarının minimize edilmesi ile AR parametrelerini tahmin eder (Badri ve AL-Azzo, 2008; Übeyli ve Güler, 2004).

$$\hat{p} = \frac{1}{2}(\hat{p}^f + \hat{p}^b)$$

burada N örnekleme sayısı olmak üzere;

$$\hat{p}^f = \frac{1}{N-p} \sum_{n=0}^{N-1} \left| h(n) + \sum_{k=1}^p a(k)h(n-k) \right|^2$$

$$\hat{p}^b = \frac{1}{N-p} \sum_{n=0}^{N-1-p} \left| h(n) + \sum_{k=1}^p a^*(k)h(n+k) \right|^2$$

İfadesi elde edilir. Bu ifadeden en küçük kareler çözümünü minimizasyon için kullanırsak aşağıdaki ifadeyi elde ederiz.

$$\begin{bmatrix} Chh(1,1) & \dots & Chh(1,p) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ Chh(p,1) & \dots & Chh(p,p) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{a}(1) \\ \dots \\ \hat{a}(p) \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} Chh(1,0) \\ \dots \\ Chh(p,0) \end{bmatrix} \quad (6)$$

Burada,

$$Chh(i,j) = \frac{1}{2(N-p)} \left(\sum_{n=p}^{N-1} h^*(n-i)h(n-j) + \sum_{n=0}^{N-p-1} h(n+i)h^*(n+j) \right)$$

Matrisin çözümü bize $k=1,2,\dots,p'$ ye kadar $a(k)$ değerlerini verecektir. Böylece güç spektral yoğunluğu $k=1,2,\dots,p'$ ye kadar olan $a(k)$ değerlerini kullanarak elde edilebilir. Beyaz gürültü varyansının tahmini;

$$\hat{\tau}^2 = Chh(0,0) + \sum_{k=1}^p \hat{a}(k)Chh(0,k) \quad (4)$$

ifadesi ile elde edilir.

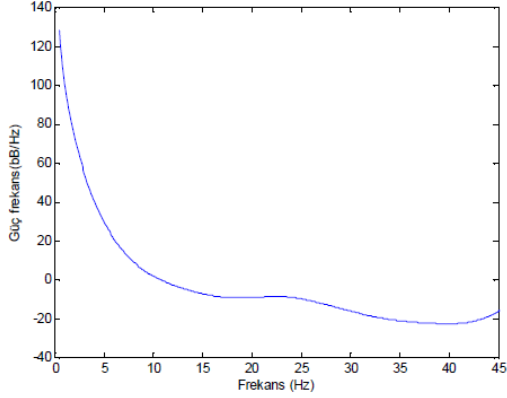
Güç spektral yoğunluğu ise aşağıda belirtilen matematiksel ifade ile elde edilir (Badri ve AL-Azzo, 2008).

$$Phh(f) = \frac{\tau^2}{|1 + \sum_{k=1}^p \hat{a}(k) \cdot e^{-j2\pi f k}|^2} \quad (5)$$

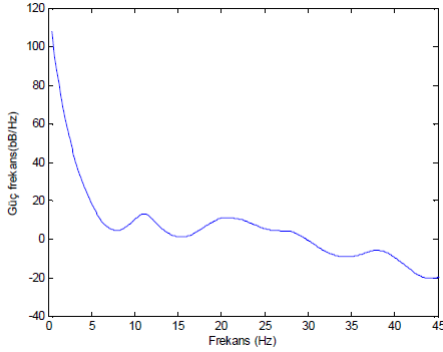
Analiz Sonuçları ve Tartışma

EEG işaretlerinden bir tanıya sahip olabilmek için işaretin frekans spektrumu geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmada analiz için monopolar olarak Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, T3, C3, Cz, C4, T4, T5, P3, Pz, P4, T6, O1 ve O2 olmak üzere 19 kanal seçilmiştir. Modified Covaryans yöntemi ile elde edilen güç spektral yoğunluğu tahminlerinin diğer spektral analiz yöntemlerine göre daha anlamlı sonuçlar verdiği ve migren hastalarında bu yöntem ile yapılan istatistiksel analiz sonuçlarında Fp1, T4 ve Fz kanallarının migren için belirleyici kanallar olduğu bilinmektedir (Şeker, 2011). Bu nedenle, bu çalışmada Fp1 kanalına ait 0-100 Hz aralığındaki güç spektral yoğunlukları elde edilerek sağlıklı ve migren hastası olmak

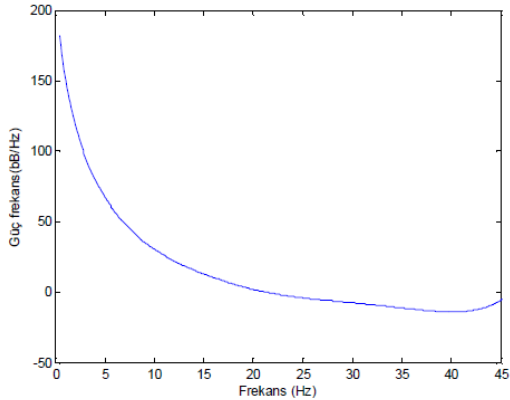
üzere iki grup için verilerin güç spektrum değerlerinin her bir frekans değeri için ortalama değerlerine bağlı olarak güç spektrumları elde edilmiştir. Elde edilen güç spektrum değerleri $p=10'$ dan başlanarak p model derecesini 10 artırımı ile $p=50'$ ye kadar ayrı ayrı hesaplanmış ve güç spektrum grafikleri oluşturularak güç spektrumunda model derecesine bağlı olarak değişimler gözlemlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada analiz



Şekil 2. $p=10$ model derecesi için sağlıklı kişilere ait Fp1 kanalının 0-45 Hz aralığında güç spektral yoğunluğu.

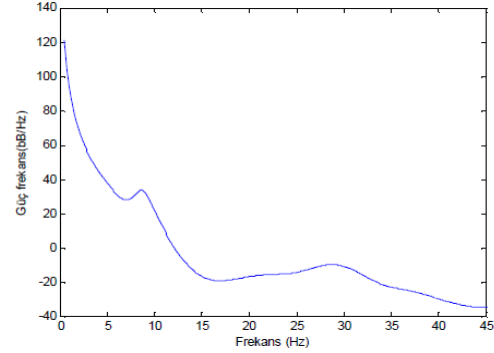


Şekil 3. $p=20$ model derecesi için sağlıklı kişilere ait Fp1 kanalının 0-45 Hz aralığında güç spektral yoğunluğu.

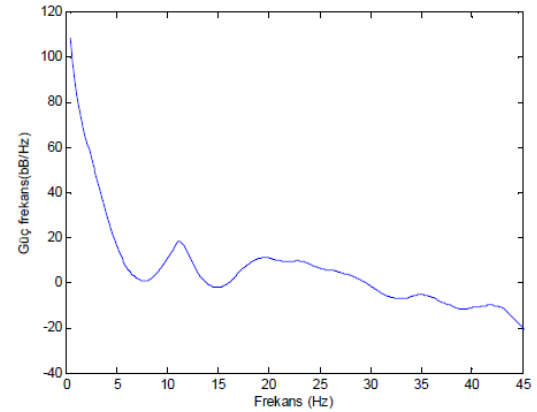


için Matlab2008 yazılımı programı kullanılmıştır. Analizde kullanılan Fp1 kanalına ait sağlıklı ve migren hastası olan kişilere ait EEG işaretleri $p=10$, $p=20$, $p=30$, $p=40$ ve $p=50$ model dereceleri için elde edilen güç spektrumları EEG analizi için anlamlı frekans aralığı olan 0- 45 Hz frekans bandı aralığı için aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

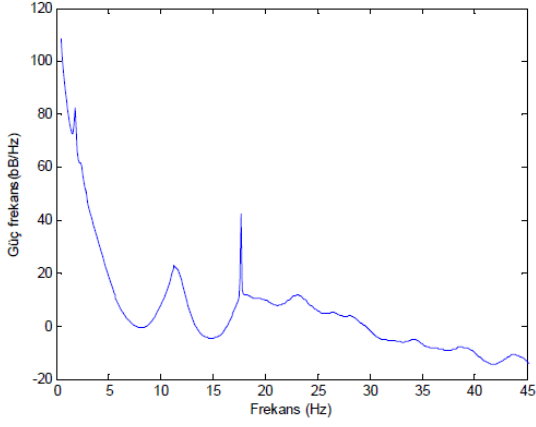
Şekil 4. $p=10$ model derecesi için migren hastası kişilere ait Fp1 kanalının 0-45 Hz aralığında güç spektral yoğunluğu.



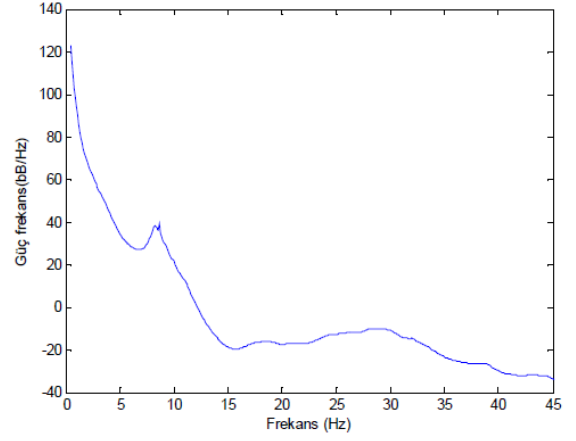
Şekil 5. $p=20$ model derecesi için migren hastası kişilere ait Fp1 kanalının 0-45 Hz aralığında güç spektral yoğunluğu.



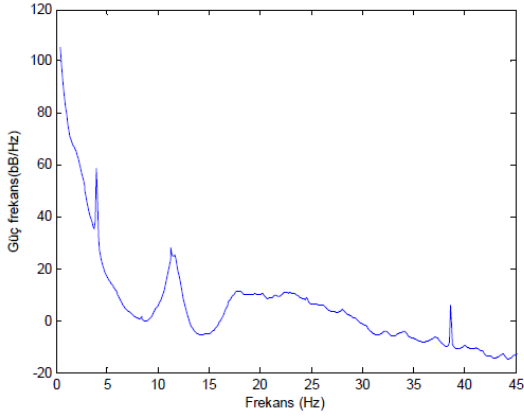
Şekil 6. $p=30$ model derecesi için sağlıklı kişilere ait Fp1 kanalının 0-45 Hz aralığında güç spektral yoğunluğu.



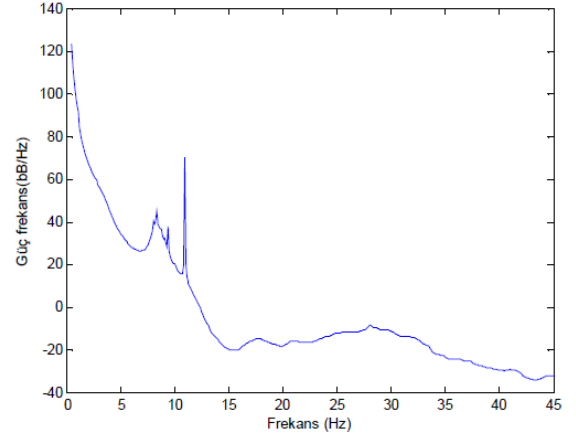
Şekil 7. $p=40$ model derecesi için sağlıklı kişilere ait Fp1 kanalının 0-45 Hz aralığında güç spektral yoğunluğu.



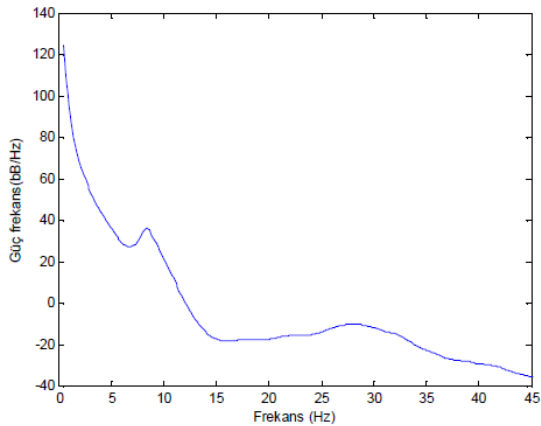
Şekil 10. $p=40$ model derecesi için migren hastası kişilere ait Fp1 kanalının 0-45 Hz aralığında güç spektral yoğunluğu.



Şekil 8. $p=20$ model derecesi için sağlıklı kişilere ait Fp1 kanalının 0-45 Hz aralığında güç spektral yoğunluğu.



Şekil 11. $p=10$ model derecesi için migren hastası kişilere ait Fp1 kanalının 0-45 Hz aralığında güç spektral yoğunluğu.



Şekil 9. $p=30$ model derecesi için migren hastası kişilere ait Fp1 kanalının 0-45 Hz aralığında güç spektral yoğunluğu.

Sonuçlar

Sonuçlar incelendiğinde düşük model derecelerinde hassas dağılımlar elde edilemediği görülmektedir. En kaba dağılım kestirimi düşük model derecesinde elde edilmiştir. Bu da uzun EEG kayıtlarının gerçekte öz-bağlanımlı bir modele tam uymadığını göstermektedir. Ayrıca grafikler incelendiğinde yüksek dereceli Modified Covariance yönteminin EEG analizi için kullanılabileceğini göstermektedir. Fakat model derecesi yüksek seçildiğinde yanıltıcı tepe değerleri oluşabilir bu nedenle mümkün olduğu kadar yeterince büyük bir model derecesi tanımlanmalıdır. Bu durum göz önüne alındığında model derecesinin belirlenmesinde kullanılan bazı kriterlere (Akaike kriteri gibi...) dikkat etmek gerekmektedir. Bu nedenle yanıltıcı tepe değerlerini önlemek için p değeri 20 ile 30 aralığında seçilmesi daha uygun olacaktır.

Referanslar

Şeker, M., 2011, "Examining EEG Signals with Parametric and Non- Parametric Analyses Methods in Migraine Patients and Migraine Patients during Pregnancy", 2nd International Symposium on Computing in Science and Engineering, Kuşadası-Izmir, 1-4 June

Şeker, M., Tokmakçı, M., Asyalı M.H., Seğmen, H., 2010, Examining EEG Signals with Parametric and Non- Parametric analyses Methods in Migraine Patients during Pregnancy, Biyomut, Antalya, Turkey

Akın, M., Kıymık, M.K., Arserim, M.A., Türkoğlu, İ., 2000, Separation of Brain Signals Using FFT and Neural Networks, Biyomut, İstanbul, Turkey

Dahlöf, C., Linde M., 2001, One-year prevalence of migraine in sweden: a population- based study in adult. Cephalalgia; 664-671

Lüleci, A., 2004, Maltepe İlçesi Doğurganlık Çağındaki Kadınlarda Migren Prevalansının araştırılması,TC Sağlık Bakanlığı Dr Lütfi Kırdar

Kartal Eğitim Ve Araştırma Hastanesi Nöroloji Kliniği , Uzmanlık Tezi., İstanbul

Proakis, J.G., Manolakis, D.G., 1996, Digital Signal Processing Principles, Algorithms, and Applications , Prentice-Hall, New Jersey.

Übeyli, E. D., Güler, İ., 2004, Selection of optimal AR spectral estimation method for internal carotid arterial Doppler signals using Cramer-Rao bound. Comput. Electr. Eng, 30,491-508

Übeyli, E. D, Güler İ., 2003, Atardamarlardaki Daralma ve Tıkanıklığın Maksimum Olabilirlik Kestiriminin AR metodu ile İncelenmesi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 375-385,

Übeyli, E. D, Güler İ., 2004, "AR ve ARMA Metotlarının Kullanımı ile Teşhis Sistemleri için Öznitelik Çıkarma: Oftalmik Atardamar Doppler İşaretlerinin Durum Analizi", Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi cilt 19, No 4, 405-413

Badri, L., AL-Azzo, M., 2008, "Modelling of Long Wavelength Detection of Object Using Elman Network Modified Covariance Combination", The International Arab Journal of Information Technology, Vol. 5, No. 3, July

Zhenmei Li, Jin Shen, Bouxe Tan, Liju Yin, 2008, Power System Interharmonic Monitoring Based on Wavelet Transform and AR Model, IEEE Pasific- Asia Workshop on Computational Intelligence and Industrial Application

Alkan, A., Subaşı, A., Kıymık, M.K., 2005, Epilepsi Tanısında MUSIC ve AR Yöntemlerinin Karşılaştırılması, IEEE 13. Sinyal İşleme Uygulamaları Kurultayı(SIU'05), Kayseri, Türkiye

Bronzino J. D., 1996., The Biomedical Engineering handbook, IEEE Pres, 3erd edition