



Duygusal Uyarana Olan Aşinalığın EEG İşaretleri Üzerine Etkisi

Familiarity Effect of Emotional Stimuli onto EEG Signals

Hasan Polat¹, Mehmet Sıraç Özerdem²

¹Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, Muş Alparslan Üniversitesi, Muş, Türkiye
h2.polat@alparslan.edu.tr

²Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır, Türkiye
sozerdem@dicle.edu.tr

Özetçe— Bu çalışmada, duygusal uyarılara olan aşinalığın, EEG işaretleri üzerine olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Katılımcılar tarafından yapılan değerlendirmeler dikkate alınarak, aşına olunan ile aşına olunmayan uyarılar belirlenmiş ve bu uyarılara ilişkin EEG bölütleri analiz edilmiştir. EEG işaretlerinin ilgilenilen frekans aralığını elde etmek için ayrık dalgacık dönüşümü (ADD) kullanılmıştır. ADD yöntemi ile filtrelenen EEG bölütlerine welch metodu uygulanarak güç spektral yoğunlukları (GSY) belirlenmiştir. Elde edilen GSY değerleri dikkate alınarak, aşinalık durumunun EEG üzereine etkisi incelenmiştir. Sonuç olarak, katılımcıların duygusal uyarılara olan aşinalık durumlarına göre EEG işaretlerinin GSY değerlerinin farklı düzeyde seyrettiği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler — EEG; Aşinalık; Ayrık Dalgacık Dönüşümü; Güç Spektral Yoğunluk

Abstract— The aim of this study was to investigate the familiarity effect of emotional stimuli onto EEG signal. Familiar and non familiar stimuli were determined according to participants' rating and EEG segments related to familiar and non familiar stimuli were analyzed. Discrete wavelet transform (DWT) was used as filter to get the interested frequency range of EEG signals. Power spectral density (PSD) of filtered EEG signals was obtained by using Welch method. The power spectrum of EEG signals was considered as familiarity effects of emotional stimulus. As a conclusion, it was observed that different states of familiarities related to emotional stimulus cause different values of PSD over EEG signals.

Keywords— EEG; Familiarity; Discrete Wavelet Transform; Power Spectral Density

I. GİRİŞ

Son yıllarda EEG (Elektroansefalogram) tabanlı duygu tanımaya ilişkin birçok çalışma yapılmaktadır [1, 3]. Bu çalışmalarda genel olarak katılımcılarda farklı duygular uyandırmak için farklı paradigmlar çerçevesinde görsel

ve/veya işitsel uyarılar sunulmaktadır. Sunulan uyarılar sonucu, katılımcılarda oluşan duyguların EEG tabanlı analizi yapılmaktadır. Fakat farklı duygular uyandırmak için paradigmalarda kullanılan uyarılara olan aşinalığın, EEG işareti üzerine olan etkisi önemli olup, bu konuda yapılan çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir [4]. Aşinalık, duygu uyandırmada oldukça önemli bir role sahiptir. Herhangi bir uyarana olan aşinalık, kişide o uyarana karşı oluşacak duygusal tepkiyi değiştirebilmekte ve dolayısıyla bu değişim EEG üzereine yansıyabilmektedir [4, 5]. Bu çalışmada duygusal tabanlı bir paradigma çerçevesinde, aşına olunan (familiar) uyarılar ve aşına olunmayan (non familiar) uyarıların, EEG işareti üzerine olan etkileri incelenmiştir.

EEG işaretleri, beyin içerisindeki aktif sinir hücrelerinin aktiviteleri sonucu kafatası yüzeyinde meydana gelen gerilim değişimlerinin kayıt edilmesiyle elde edilir [6]. EEG işaretinin özellikle frekans bileşenleri, gerçekleştirilen aktiviteler hakkında önemli bilgiler içerdiği düşünülmektedir [7, 8]. İşaretin frekans değişiminin incelenmesi için spektral analiz yöntemleri uygulanır. EEG kapsamındaki spektral değişim, belirli frekans bantlarına göre değerlendirilir. Bu bantlar: delta (δ , 0.5-4Hz), teta (θ , 4-8Hz), alfa (α , 8-13), beta (β , 15-30Hz) ve gama (γ , 30-100Hz) bantlarıdır. Bu çalışmada, temel alt bantlardan olan delta, teta, alfa ve beta bantlarını değerlendirmek için EEG işaretlerinin 0-32Hz frekans aralığı dikkate alınmıştır.

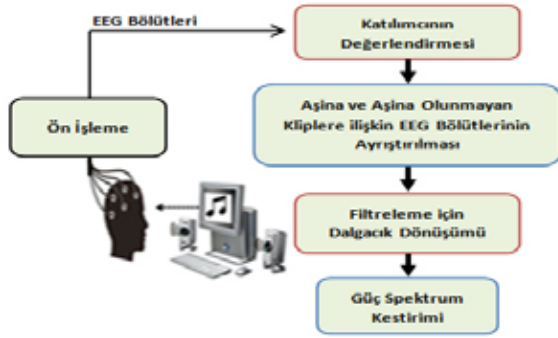
Literatürde, uyarılara olan aşinalığın EEG üzereine olan etkisi konusunda çeşitli çalışmaların yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalarda temel olarak beyin içerisindeki aktivitelerin, herhangi bir duygusal uyarana karşı olan aşinalık ile nasıl etkilendiği incelenmiştir. Yapılan çalışmalara örnek olarak; EEG tabanlı duygu tanımada aşinalığın etkileri [4], beyinde müzik ve duygular; aşinalığın önemi [5], Müzik dinlerken duygusal aktivasyon ve haz arasındaki aşinalığın katkısı [9], adli

Sinyal İşleme 4

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

çalışmalar verilebilir. Yapılan çalışmalarda aşinalığın duygu durumlarını ve duygu tanıma amaçlı önerilen modellerin performansını etkileyebildiği görülmektedir.

Bu çalışmada, duygusal tabanlı bir paradigmada yer alan uyarılara olan aşinalığın, EEG işaretleri üzerine olan etkileri elde edilen veriler ölçüsünde incelenmiştir. Paradigmanın uygulandığı katılımcıların yapmış oldukları değerlendirmeler dikkate alınarak, familiar ve non-familiar olan EEG bölütleri belirlenmiştir. EEG işaretlerinden ilgilenilen frekans aralığını elde etmek için ayrık dalgacık dönüşümü (ADD) kullanılmıştır. ADD yöntemi ile filtrelenen EEG bölütlerine güç spektral yoğunluk (GSY) uygulanarak, aktivitelerin EEG üzerine yansıyan etkileri analiz edilmiştir. Çalışmada uygulanan işlem aşamaları Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Uygulanan işlem aşamaları

II. MATERYAL VE METOT

A. Kullanılan Veri Seti

Bu çalışmada DEAP veri seti kullanılmıştır. DEAP veri seti 32 katılımcıdan kayıt edilen EEG ve fizyolojik işaretleri içermektedir [10]. EEG işaretleri, katılımcılara uygulanan bir paradigma çerçevesinde kayıt edilmiştir. Katılımcılarda farklı duygular uyandırmak için 40 adet müzik videosu, her biri 20 deneme içeren iki bölümde sunulmuştur. Her deneme sırasıyla;

1. 2 saniye ilgili deney numarasını bildiren video
2. 5 saniye çapraz sabitleme (fixation cross)
3. 60 saniye müzik videosu
4. Katılımcının değerlendirmesi

olmak üzere dört aşamadan oluşmaktadır.

Paradigma çerçevesinde kayıt edilen EEG işaretleri, her katılımcı için 32 kanaldan ölçülmüştür. EEG kayıtlarında kullanılan elektrotlar uluslararası 10-20 elektrot yerleşim sistemine göre konumlandırılmıştır. EEG işaretleri, 512 Hz örnekleme hızı olan 24 bit analog sayısal dönüştürücü ile sayısallaştırılmıştır. Ardından, sayısallaştırılan EEG işaretlerinin örnekleme frekansı, aşağı örnekleme yöntemi ile 128 Hz'e indirgenmiştir. Kayıt edilen EEG işaretlerinden görsel ve işitsel uyarıların öncesi ve

sonrasında yer alan bölümler ve EOG artefaktları filtrelenerek, kaldırılmıştır. Dolayısıyla, her müzik videosuna ilişkin bir EEG bölütü elde edilmiştir

Katılımcılar kendilerine sunulan müzik videoları sonunda, o andaki duygu durumlarını ve müziğe olan aşinalıklarını sayısal olarak belirtmişlerdir. Katılımcılar kendilerine sunulan uyarılara olan aşinalıklarını, 1 ile 5 aralığında tamsayı olarak değerlendirmişlerdir. Aşinalık değerlendirmesinde 1 değeri katılımcının müziği ilk kez duyduğu (non familiar), 5 değeri ise çok iyi bildiği, aşına (familiar) olduğu anlamına gelmektedir. Bu çalışmada, 2 erkek (yaşları 23 ve 27) ve 2 kadın (yaşları 24 ve 27) olmak üzere 4 katılımcı için, duygusal tabanlı bir paradigmada yer alan uyarılara olan aşinalığın, EEG işaretleri üzerine olan etkileri incelenmiştir.

B. Filtreleme için Dalgacık Dönüşümü

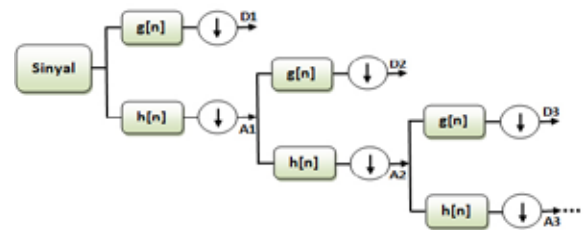
Dalgacık dönüşümü, EEG gibi durağan olmayan özellikler barındıran işaretlerin spektral analizinde sık kullanılan yöntemlerden biridir [11-12]. Dalgacık dönüşümünün diğer spektral yöntemlere göre en belirgin üstünlüğü, alçak frekans bölgesinde geniş, yüksek frekans bölgesinde ise dar pencereler olabilecek şekilde değişebilen pencereler kullanmasıdır [11-13].

Dalgacık dönüşümü sürekli ve ayrık dalgacık dönüşümü (ADD) olmak üzere ikiye ayrılır. Bu çalışmada, işaretin ilgili alt bantlarını elde etmek için ADD yöntemi kullanılmıştır. ADD yöntemi, işaretin zaman alanında alçak geçiren ($h[n]$) ve yüksek geçiren ($g[n]$) süzgeçlerle filtreleyerek alt bantlara ayırır. Sonuç olarak işaretin A1 yaklaşım ve D1 detay alt bantları elde edilir. Denklem 1 ve 2'de A1 yaklaşım ve D1 detay alt bantlarına ilişkin matematiksel ifade gösterilmiştir.

$$A_1 = x[n] * h[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \cdot h[2n - k] \quad (1)$$

$$D_1 = x[n] * g[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \cdot g[2n - k] \quad (2)$$

ADD yöntemi ile istenilen frekans aralığına ulaşabilmek için A1 yaklaşım bantı tekrar ayrıştırılır ve işlemler istenilen frekans aralığına ulaşmaya dek, devam ettirilir. Şekil 2'de ADD yönteminde uygulanan işlem akışı gösterilmiştir.



Şekil 2. ADD yönteminde uygulanan işlem akışı

Sinyal İşleme 4

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

C. Güç Spektral Yoğunluğu için Welch Yöntemi

Güç spektral analiz yöntemlerinde parametrik ve parametrik olmayan yöntemler olmak üzere iki temel yaklaşım vardır [14]. Bu çalışmada, aşına (familiar) ve aşına olunmayan (non familiar) olarak ayrıştırılan EEG bölütlerinin Güç spektral yoğunluklarının (GSY) belirlenmesi için parametrik olmayan yöntemlerden Welch metodu uygulanmıştır.

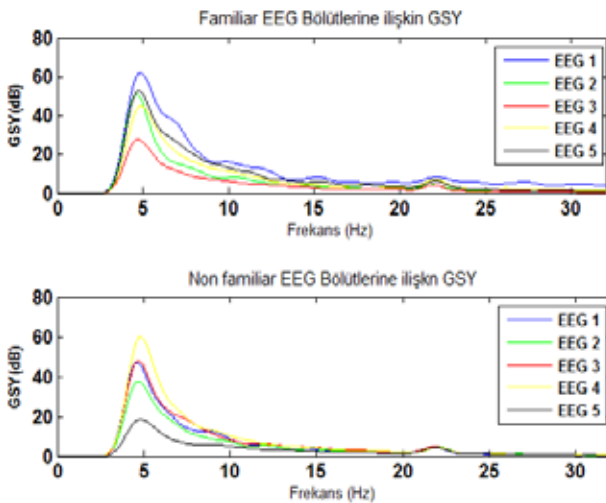
Welch metodu, periodogramın iyileştirilmiş yapısı olarak önerilmiştir. Bu yöntemde işaret üst üste (overlap) çakışabilecek bölümlere ayrılır. Ardından, işlem sonucu elde edilen her bölümün iyileştirilmiş periodogramı alınarak, bu bölümlere ait periodogramların ortalaması alınır [15]. Denklem 3'de welch metodunun matematikse gösterimi verilmiştir.

$$\hat{P}_{Welch}(f) = \frac{1}{L} \sum_{i=0}^{L-1} \hat{S}_{xx}^{(i)}(f) \quad (3)$$

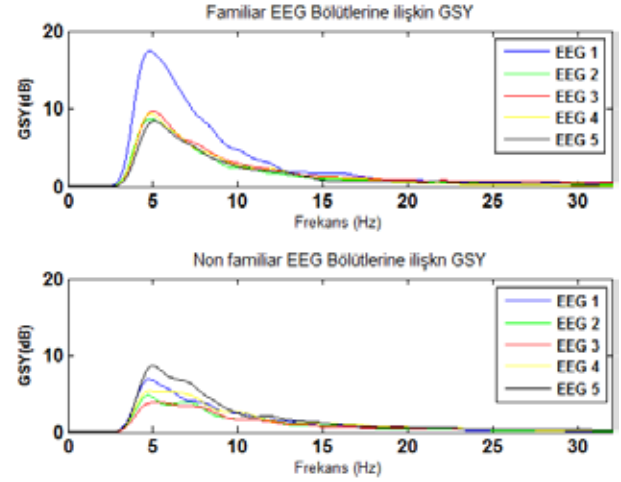
Denklem 3'de L zaman seri dizisi ve $S_{xx}(f)$ ise i'. iyileştirilmiş periyodogramı temsil etmektedir.

III. BULGULAR

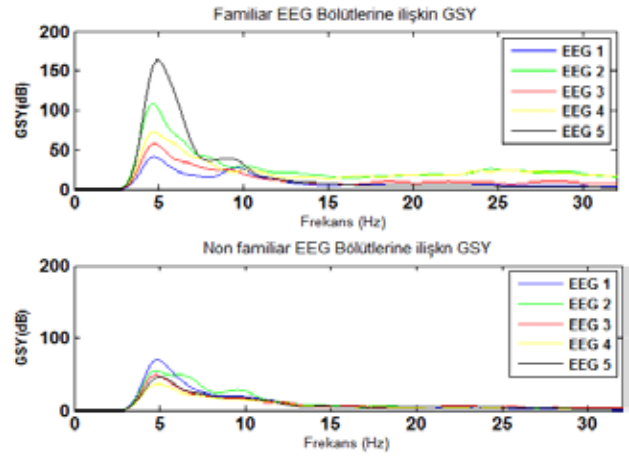
Bu çalışmada, 2 erkek (yaşları 23 ve 27) ve 2 kadın (yaşları 24 ve 27) olmak üzere 4 katılımcı için, duygusal tabanlı bir paradigmda yer alan uyarılara olan aşinalığın, EEG işaretleri üzerine olan etkileri incelenmiştir. Paradigma kapsamında katılımcılara 40 adet müzik videosu izletirilmiş ancak bu çalışmada sadece katılımcının değerlendirmesinde belirttiği aşına ve aşına olunmayan kayıtlardan beşer tanesi bu çalışmaya dahil edilmiştir. Dolayısıyla, her katılımcıya ait 10 adet EEG (5 adet aşına ve 5 adet aşına olunmayan) bölütü bu çalışmada değerlendirmeye alınmıştır. EEG bölütlerinin 0 – 32 Hz aralığında GSY değerleri monitörize edilmiş ve EEG işaretinin önemli alt bantları olan teta, alfa ve beta bantlarındaki değişimler değerlendirilmeye çalışılmıştır.



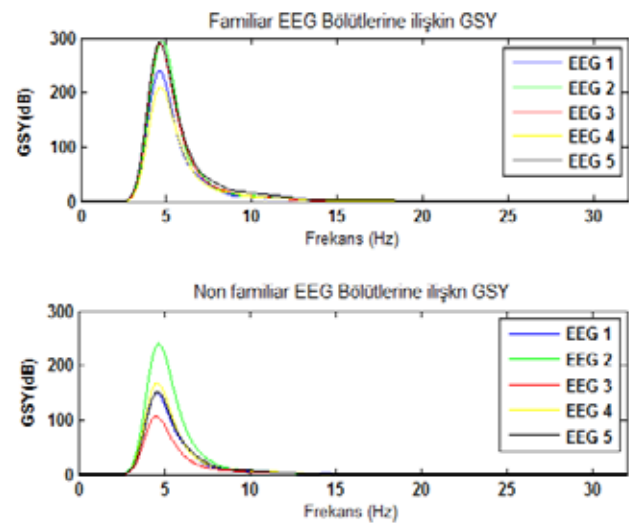
Şekil 3. Birinci katılımcı için GSY değerleri (1. Kadın)



Şekil 4. İkinci katılımcı için GSY değerleri (2. Kadın)



Şekil 5. Üçüncü katılımcı için GSY değerleri (1. Erkek)

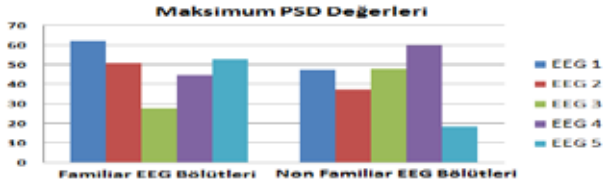


Şekil 6. Dördüncü katılımcı için GSY değerleri (2. Erkek)

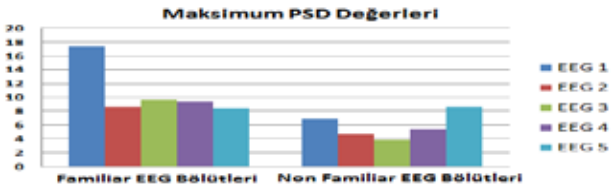
Şekil 3, 4, 5 ve 6'da gösterilen her EEG bölütüne ilişkin PSD değerlerine ait maksimum değerler sırasıyla Şekil 7, 8, 9 ve 10'da gösterilmiştir.

Sinyal İşleme 4

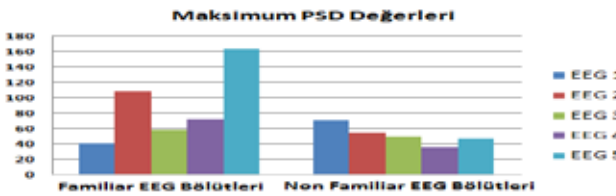
2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma



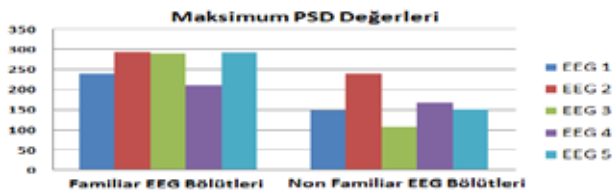
Şekil 7. Birinci katılımcı için Maksimum PSD Değerleri



Şekil 8. İkinci katılımcı için Maksimum PSD Değerleri



Şekil 9. Üçüncü katılımcı için Maksimum PSD Değerleri



Şekil 10. Dördüncü katılımcı için Maksimum PSD Değerleri

IV. TARTIŞMA VE SONUÇ

2 kadın ve 2 erkek olmak üzere toplam 4 katılımcı için duygusal uyaranlara olan aşinalıklarının EEG üzerine etkisi incelenmeye çalışılmıştır. AF3 kanalı kullanılarak, frontal bölgenin aktivitesi gözlemlenmiştir. Aktivite değişimi, GSY üzerinden değerlendirilmiştir. Gözlemler aşağıda listelenmiştir.

a) Her katılımcı için elde edilen sonuçlara bakıldığında, katılımcıların duygusal uyaranlara olan aşinalıkların, EEG işareti üzerine farklı düzeylerde yansıdığı gözlemlenmiştir.

b) Frontal bölgede, katılımcıların aşına oldukları uyaranlara ilişkin EEG işaretlerinin GSY değerleri, aşına olunmayan uyaranlara kıyasla daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

c) Çalışmada dikkate alınan frontal bölgedeki aktivitenin düşük frekanslara yansıdığı görülmüştür. Diğer bir deyişle, AF3 kanalı dikkate alınan frontal bölgedeki aktivitenin daha çok teta bandında olduğu görülmektedir.

d) Kadın ve erkeklerin kendi içinde karşılaştırılması durumunda ise, erkeklerde gözlemlenen aktivitenin kadınlara kıyasla daha fazla olduğu gözlemlenmiştir.

Ancak bu karşılaştırmanın daha sağlıklı yapılabilmesi için daha fazla katılımcının çalışmaya dahil edilmesi açıktır.

Literatürde EEG tabanlı duygu tanıma yönelik birçok çalışma yapılmıştır [1-3]. Yapılan bu çalışmalarda, katılımcılarda farklı duygular uyandırmak için genel olarak görsel ve/veya işitsel uyaranlar kullanılmıştır. Fakat uyaranlara olan aşinalığın EEG üzerine olan etkisine ilişkin çalışmaların, sınırlı sayıda olduğu görülmektedir. Bu çalışmada da aşinalık durumunun EEG işaretlerini etkilediğini ve görsel ve/veya işitsel tabanlı duygu tanıma amaçlı yapılan çalışmalarda dikkate alınması gerektiğini göstermiştir.

KAYNAKÇA

- [1] Schaaff, K., Schultz, T. "Toward Emotion Recognition from Electroencephalographic Signals". *3th International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction and Workshop*, Netherlands, 1-6, 2009.
- [2] Lin, Y. P., Wang, C. H., Jung, T. P., Wu, T. L., Jeng, S. K., Duann, J. R., Chen, J. H. "EEG-Based Emotion Recognition in Music Listening". *IEEE Transaction on Biomedical Engineering*, 57 (7): 1798-1806, 2010
- [3] Wang, X. W., Nie, D., Lu, B. L. "Emotional state classification from EEG data using machine learning approach". *Neurocomputing*, 129: 94-106, 2014.
- [4] Thammason, N., Moriyama, K., Fukui, K., Numao, M., "Familiarity effects in EEG-based emotion recognition". *Brain Informatics*. Pp: 1-12, 2016.
- [5] Pereira CS, Teixeira J, Figueiredo P, Xavier J, Castro SL, Brattico E (2011) Music and emotions in the brain: familiarity matters. *PLoS One* 6(11):e27241. doi:10.1371/journal.pone.0027241
- [6] Sanei, S., Chambers, J. A. "EEG Signal Processing". *John Wiley and Sons Ltd*, 289, United Kingdom. 2007.
- [7] Başar, E., Eroglu C., Karaka, S., Schurmann, M., "Brain oscillations in perception and memory", *International Journal of Psychophysiology*, 2000, 35, pp. 95-124.
- [8] Crespel, A., Gélisse, P., Bureau M. and Genton, P., "Atlas of Electroencephalography", *Third ed., J Libbey Eurotext*, Paris, 2006.
- [9] Van Den Bosch I, Salimpoor V, Zatorre RJ. "Familiarity mediates the relationship between emotional arousal and pleasure during music listening". *Front Hum Neurosci*. 7(534):1-10. 2013.
- [10] Koelstra, S., Mühl, C., Soleymani, M., Lee, J., Yazdani, A., Ebrahimi, T., Pun, T., Nijholt, A., Patras, I. "DEAP: A Database for Emotion Analysis using Physiological Signals". *IEEE Transactions on Affective Computing*, 3 (1): 18-31, 2012.
- [11] Subaşı, A. Signal Classification using Wavelet Feature Extraction and A Mixture of Expert Model. *Expert System with Applications*, 32: 1084-1093, 2007.
- [12] Ocak, H. "Optimal classification of epileptic seizures in EEG using wavelet analysis and genetic algorithm". *Signal Processing*, 88: 1858-1867, 2008.
- [13] Übeyli, E. D., Güler, İ., "Dalgacık Dönüşümü ile EEG İşaretlerinden Çıkarılan Öznitelik Vektörleri Üzerine İstatistiksel İşlemlerin Gerçekleştirilmesi", *Elektrik Elektronik- Bilgisayar Sempozyumu*, Bursa, pp. 230-234, 2004.
- [14] Zahran, O., Kasban, H., Abd El-Saimie, F. E., El-Kordy, M., "Power density spectrum for the identification of residence time distribution signals", *Applied Radiation and Isotopes*. Vol 70, Iss 11, pp. 2638-2645, 2012.
- [15] Alkan A., Yılmaz S. A., "Kapasitör Anahtarlama Sonucu Oluşan Geçici Salınımın Frekans ve Zaman Frekans Domeninde Analizi", *Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği 12. Ulusal Kongresi Ve Fuarı Bildirileri*, 2007.