



# Gerçek Ve Yapay Yüz İfadelerinin Kalp Hızı Değişkenliği Üzerine Etkisi

## Actual And Artificial Facial Expressions Effect on Heart Rate Variability

Derya YAMAN<sup>1</sup>, Harun ERALP<sup>1</sup>, Kadir GÖK<sup>2</sup>, Ela Naz DÖĞER<sup>1</sup>, İnci BİLGE<sup>2</sup>,  
Övünç POLAT<sup>1</sup>, Ömer Halil ÇOLAK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü  
Akdeniz Üniversitesi

1deryayaman@gmail.com, haruneralp@gmail.com, elanazdoger@gmail.com,  
{ovuncpolat, omercol}@akdeniz.edu.tr

<sup>2</sup>Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Müh. Anabilim dalı,  
Akdeniz Üniversitesi  
gokkadir@gmail.com, incibilge@gmail.com

**Özetçe—** Bu çalışmada, yapay ve gerçek duysal ifadelerin Kalp Hızı Değişkenliği (KHD) üzerinde yarattığı değişiklikler incelenmiştir. Bu amaçla, EKG kayıtları sekiz genç ve sağlıklı gönüllülerden alınmıştır. Kayıt için duysal ifadelerden mutluluk, nefret ve korku seçilmiştir. Kayıt 4 kanallı EKG ile duysal ifadeler boyunca alınmıştır. Kayıt her gönüllü için 2 aşamalı olarak yapılmıştır. İlk aşama gönüllüler yapay yüz ifadelerini uyarımı olmadan gerçekleştirmişlerdir. İkinci aşamada gönüllüler gerçek duysal ifadeleri görsel uyarım (ilgili ifadelerin kısa videoları) ile gerçekleştirilmiştir. Kaydedilen EKG verisinden KHD değerleri elde edilmiş, interpolasyon ve 4Hz'de yeniden örnekleme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, güç spektral yoğunlukları Welch peridogram ile analiz edilmiş ve hareket temelli olarak spektral değişimler ve sempatovagal denge değerleri karşılaştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler —** EKG; Kalp Hızı Değişkenliği; Güç Spektral Yoğunluğu; Duysal İfadeler

**Abstract—** In this study, Heart Rate Variability (HRV) changes, caused by the actual and artificial emotional expressions, were analyzed. In order to evaluate this, EKG recordings have been recorded from eight young and healthy volunteers. Happiness, disgust and fear expression were selected for record. The expressions of emotions have been recorded with surface 4 channel EKG during these emotions. Recording was performed in 2 states by all volunteers. In first stage, volunteers were procured artificial emotional expressions without stimulation. In second stage volunteers were procured actual emotional expressions with visual stimulation (by watched short movies about related expression). Heart Rate Variability (HRV) values calculated from recorded EKG data, then interpolation and 4 Hz re-

sampling processed. Then, power spectral density have been analyzed using Welch Periodogram. Spectral changes and the sempatovagal balance values discussed and interpreted by virtue of expressions.

**Keywords —** ECG; Heart Rate Variability; Power Spectral Density; Emotional Expressions

### I. GİRİŞ

Yüz ifadesi beden dilinin yüz kısmını kapsar ve sözleri desteklemek amacıyla kullanılan duygu bildirimidir. Kişisel iletişimin temelini oluşturan, fakat genelde kendiliğinden oluşan sözsüz iletişimin önemli parçasını oluşturmaktadır [1]. Sosyal koordinasyon içinde başkalarının fikir ve davranışlarını anlamayı sağlayan duysal yüz ifadeleri (notral, korku, mutlu, nefret, şaşırma, kızgın) evrenselidir [2].

Yüz ifadelerinin bir elektriksel uyarı sırasında gerçekleştirilmesi temeline dayanan bilişsel rehabilitasyon travma ve nakil hastalarının iyileşme süreçlerinde kullanılmaktadır [3]. Bilişsel rehabilitasyon sırasında kullanılacak hasta uyarım mekanizmalarında hasta psikolojik faktörleri göz önüne alınmaktadır. Duysal uyarım mekanizmalarının otonom sinir sistemi üzerinde yarattığı farklılıkların net olarak ortaya koyulması farklı gruplar için bilişsel rehabilitasyon prosedürü oluşturulması için önemlidir.

## İnteraktif Sunumlar

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

Elektrokardiyografi (EKG) kalp dokusu tarafından oluşturulan elektriksel potansiyellerin kaydedildiği bir grafikdir.[4] Kalp hızındaki değişiklikleri (KHD) yapılacak çalışmanın özelliğine göre farklı yöntemlerle ölçülebilmektedir. Kalp hızındaki değişiklikler genellikle, 24 saatlik holter monitorizasyonu (uzun süreli) veya farklı periyot aralıkları ile 0.5-5 dakika arası süre (kısa süreli) olarak alınmaktadır.[4-10] Denklem 1 ve Denklem 2'de gösterildiği üzere Kalp hızındaki değişiklikler ve QRS komplekslerinde R dalgaları arası mesafe hesaplanır. [11]

Ardışık kalp vuruşları arası zamanın değişimi, kalp atış hızı değişkenliği olarak tanımlanır. Elektrokardiyografi sinyali üzerinde bu her QRS kompleksi arasındaki zaman farkının değişimidir.[12]

Kalp hızındaki değişkenliğinin spektral otonom sinir sistemi dalgalanmaları yanı sıra sinirsel, hormonal ve kalp üzerindeki diğer etkiler tespitini sağlamaktadır. Kalp hızındaki değişkenliğinin dört ana spektral analiz bileşenini (ULF, VLF, LF, HF) kalp hızı değişkenliği analizi ile bulunabilmektedir. Düşük frekans birleşeni (LF) 0.04–0.15 Hz aralığında ve yüksek frekans bileşeni (HF) 0.15–0.4 Hz aralığında tanımlanmaktadır.[13] Bu çalışmada düşük frekans ve yüksek frekans birleşenleri kullanılmıştır

LF ve HF arasındaki etkileşimi gösteren LF/HF'dir. Bu oran sempatovagal dengeyi yansıtmaktadır. [13]

Zaman domeninde analizi için Denklem (1)'de gösterilen,  $t_{RR}(n)$  EKG sinyalindeki QRS kompleksleri arasındaki süreyi temsil etmektedir.

$$t[n] = t_{RR}(n) + t_{RR}(n-1), \quad t(0) = 0 \quad \text{ve} \quad n \in \mathbb{Z}^+ \quad (1)$$

Kalp hızındaki değişiklikler Denklem (2)'de gösterildiği şekilde tanımlanmaktadır.

$$t[n] = [t_{RR}(1), \dots, t_{RR}(n), \dots, t_{RR}(N)], \quad n \in [1, N] \quad t(0) = 0 \quad \text{ve} \quad n \in \mathbb{Z}^+ \quad (2)$$

Fizyolojik bir işaret olan Kalp hızı değişkenliğinin analizi, sağlıklı ve hasta gurupların otonom sinir sisteminde, parasempatik ve sempatik baskınlığı ile ilgili önemli bilgiler sunmaktadır.[12]

Kalp hızındaki değişiklikler ölçümleri sırasında, farklı duyarlar belirli bir fizyolojik tepkiyle kalp atım hızında değişimlere yol açmaktadır [14].

Bu çalışmada, genç ve sağlıklı gönüllülerden 3 duysal (mutlu, korku, nefret) ifadenin 2 aşamada yapılması sırasında EKG işaretinin alınması, analizi ve yorumlanmasına dayanmaktadır. Birinci aşama belirlenen ifadenin taklidinin yapılmasıdır. İkinci aşama ise görsel uyarılar ile gerçek ifadenin oluşturulmasıdır. Alınan gönüllüler 17-25 yaş arası 6 kız ve 3 erkek olarak

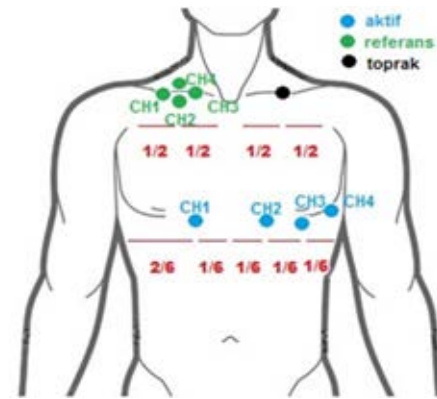
seçilmiştir. Alınan EKG işareti analizi ile kalp hızı değişkenliği saptanmış olup güç spektrumunda yarattığı değişimler detaylı incelenmiş ve sempatovagal denge farklılıkları yorumlanmıştır. Psikolojik ve bilişsel rehabilitasyon değerlendirme süreci yapılırken hastanın psikolojik test skorlarının ve hastalık geçmişinin göz önüne alınarak yapay veya gerçek uyarılardan uygun olanının seçilmesi, rehabilitasyon performansını artırmasına katkı sağlayacaktır.

## II. MATERYAL VE METOD

### A. Veri Tabanının Oluşturulması

Çalışmada mutlu, korku, nefret ifadeleri seçilmiş olup kalp hızı değişiminin araştırılması için, 5 kız ve 3 erkek gönüllü birey çalışmaya katılmıştır. Gönüllüler 23±3 yaş ortalamasına sahip genç ve sağlıklı bireylerdir. Çevresel faktörleri önleyebilmek için laboratuvarında loş ve sessiz bir ortam oluşturulmuştur. Ayrıca ölçüm yapılan elektrotlar bağlandıktan sonra gönüllüler oturur pozisyonda dinlendirilmiştir.

Gönüllülerden gerçek duyu KHD sinyallerini elde etmek için, önceden yapılmış anketlere verdikleri cevaplar doğrultusunda videolar hazırlanmış ve gerçek duysal uyartım için bu videolar izletilmiştir. Kayıtlar Akdeniz Üniversitesi Neuroscience Laboratuvarında 4 kanallı 9 milimetre çaplı bipolar elektrot aracılığıyla 8 kanallı AD Instruments PowerLab 8/35 cihazı kullanılarak kaydedilmiştir. EKG işaretleri, Şekil 1.'de gösterildiği gibi gönüllülerin göğüs çevresine 4 adet yüzey elektrotu yerleştirilerek 2KHz örnekleme frekansıyla kaydedilmiştir.



Şekil 1. Elektrot Yerleşimi

Gönüllülerden deneyin ilk aşamasında otuzar saniyelik yapay duyu, sonraki aşamasında ise ikişer dakikalık gerçek duyu EKG kayıtları alınmıştır. Gerçek duyu EKG sinyali kaydedilirken gönüllülerin yüz ifadelerinin net görülebileceği şekilde EKG kaydı ile eş zamanlı kayda başlayan bir kamera yerleştirilmiştir ve bu sayede gerçek duyu oluşum zamanları belirlenmiştir.

## İnteraktif Sunumlar

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

### B. Metot

Gönüllülerden yapay ve gerçek duyuda alınan her EKG kaydı Şekil 2.'de belirtilen algoritmayla incelenmiştir. Bu algoritmaya göre gönüllülerden alınan EKG kaydından KHD sinyalleri elde edilmiştir. Ardından KHD sinyalleri kübik spline interpolasyonla 4 Hz ile yeniden örneklenmiş ve ortalamaları atılarak Welch peridogram ile güç spectral yoğunluk (GSY) analizleri yapılmıştır.



Şekil 2. Proje Aşamaları

KHD kısa dönem spektral analizlerinde kullanılan GSY bulma yöntemleri genel olarak parametrik olmayan yöntemler, parametrik yöntemler ve alt uzay yöntemleri şeklinde üçe ayrılır. Bunlardan ilk ikisi KHD analizleri ile ilgili çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır [4,6,8,15].

Welch metodu güç spektrumunun yaygın ve güçlü bir yakınsaması olarak bilinen periyodogramın bir versiyonudur [16-17]. Bu metot, datanın zaman serisinde dağılımın muhtemel örtüşen her segmentin geliştirilmiş periyodogram ile gerçekleştirilerek sonrasında güç spektral yoğunluğu ortalamasının yakınsamasıdır.

Denklem (3)'de gösterilen, 'i' segmentlerin sayısı, 'L' segmentlerin uzunluğu, 'n' segmentlerin indeksi ve 'D' ikinci segmentlerin başlangıç noktasını temsil etmektedir.

$$x_i(n) = x(n + (i-1)D) \quad i = 1, 2, \dots, K$$

$$n = 0, 1, \dots, L-1$$

(3)

Modifiye edilmiş periyodogram ise Denklem (4) de gösterilmektedir.

$$\hat{P}_{xx}(f) = \frac{1}{UL} \sum_{i=0}^{L-1} x_i(n)w(n)e^{-2kjnf_n}$$

(4)

Denklem (2)'de gösterilen 'w' pencere fonksiyonunu, 'U' pencere fonksiyonundaki güç değerinin normalizasyon faktörünü göstermektedir. Spektral yakınsama ise bu

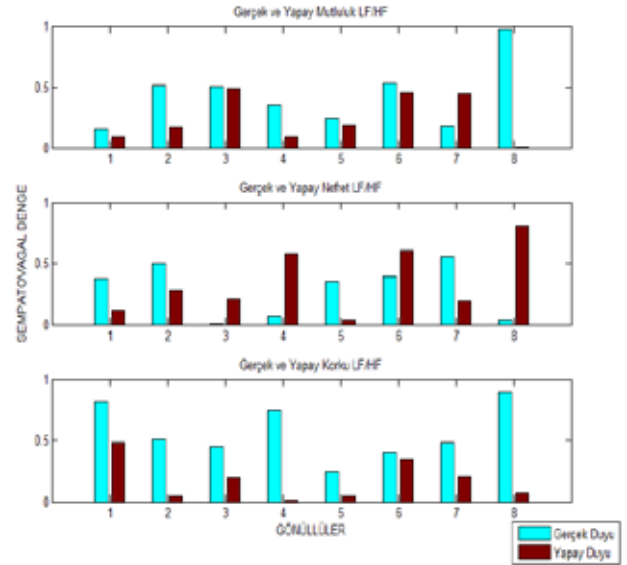
periyodogramların ortalama değeridir. Bu değer hesaplanması Denklem (5)'de gösterilmektedir.

$$\hat{P}^w(f_n) = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \hat{P}_{xx}(f)$$

(5)

## III. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapay ve gerçek yüz ifadeleri için elde edilen sempatovagal denge değerleri Şekil 3.'de gösterilmiştir. Mutlu yüz ifadesinde, tüm gönüllülerde yapay yüz ifadesi sonucu elde edilen SD (sempatovagal denge) değerlerinin gerçek yüz ifadesi ile elde edilen sempatovagal denge değerlerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Nefret ve korku ifadesinde 2 gönüllü daha düşük sempatovagal denge değerlerine sahiptir.



Şekil 3. Sempatovagal Denge Analiz sonuçları  
(cyan : Gerçek Duyu, koyu kırmızı : Yapay Duyu)

Sonuçlar incelendiğinde sempatovagal dengede gerçek yüz ifadelerinde tüm duyularda yükselme göz çarpmaktadır. Bilişsel rehabilitasyon amacı için değerlendirme yapılırken hastanın psikolojik test skorlarının ve hastalık geçmişinin göz önüne alınarak yapay veya gerçek uyarılardan uygun olanının seçilmesi rehabilitasyon performansını artıracaktır.

## KAYNAKÇA

- [1] Batty, Magali, and Margot J. Taylor. "Early processing of the six basic facial emotional expressions." *Cognitive Brain Research* 17.3 (2003): 613-620.



## İnteraktif Sunumlar

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

- [2] Ekman, Paul, and Wallace V. Friesen. "Constants across cultures in the face and emotion." *Journal of personality and social psychology* 17.2 (1971): 124.
- [3] Ç. Topçu. "Yüz ve kol transplantasyon ve travma hastarında fonksiyonel gelişimin doğrusal olmayan metotlarla analizi" Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye, 2016.
- [4] Sztajzel, J., Heart rate variability: a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system, *SWISS MED WKLY*, 134 : 514–522, 2004.
- [5] Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Societ of Pacing and Electrophysiology (Membership of the Task Force listed in the Appendix), Heart rate Variability, *European Heart Journal*, 17:354-381, 1996.
- [6] Pumprla J, Howorka, K, Groves, D, Chester, M, Nolan, J, Functional assessment of heart rate variability : physiological basis and practical applications, *International Journal of Cardiology*, 84 : 1–14, 2002.
- [7] Clifford, Gari D, *Signal Processing Methods For Heart Rate Variability Analysis*, Doctor of Physiology, St Cross College, 2002.
- [8] Masek, Ondrej, *Heart Rate Variability Analysis*, Czech Technical University in Prague, Faculty of ELectrical Engineering, Department of Cybernetics, 2009.
- [9] Satya, A Paritala, *Effects of Physical and Mental Tasks on Heart Rate Variability*, MSc Thesis, Louisiana State University, The Department of Construction Management & Industrial Engineering, 2009.
- [10] Akselrod, S, Gordon, D, Ubel, A, Shannon, D, Barger, A, Cohen R, Power spectrum analysis of heart rate fluctuation : a quantitative probe of beat to beat cardiovascular control, *Science, New series*, ,vol 213 No: 4504 220-222, 1981.
- [11] Bilgin S., Arslan E., Elmas O., Yıldız S., Çolak Ö.H., Bilgin G., et al., "Investigation of the relationship between anxiety and heart rate variability in fibromyalgia: A new quantitative approach to evaluate anxiety level in fibromyalgia syndrome", *Computers In Biology And Medicine*, vol.67, pp.126-135, 2015
- [12] Bilgin, Suleyman, Ovunc Polat, and Omer H. Colak. "The impact of Daubechies Wavelet performances on Ventricular Tachyarrhythmia Patients for determination of dominant frequency bands in HRV." *Biomedical Engineering Meeting, 2009. BIYOMUT 2009. 14th National. IEEE*, 2009.
- [13] Bilgin S., Çolak Ö.H., Polat Ö., Köklükaya E., "Determination Of Sympathovagal Balance In Ventricular Tachiaffythmia Patients With Implanted Cardioverter Defibrillators Using Wavelet Transform And Mlpnn", *Digital Signal Processing*, vol.19, pp.330-339, 2009
- [14] Goldberger, JJ, *Sympathovagal balance: how should wee measure it?*, *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 276:1273-1280,1999.
- [15] Parati, G, Saul, J P, Rienzo, M D, Mancia, G., *Spectral Analysis of Blood Pressure and Heart Rate Variability in Evaluating Cardiovascular Regulation*, *Hypertension*, 25 : 1276-1286, 1995.
- [16] P. D. Welch, *The Use of Fast Fourier Transform for Estimation of Power Spectr: Amethod Based on Time Averaging Over Short, Modified Periodograms*, *IEEE Transactions on Audio and Electroacoustics*, Volç Au-15, No.2, June 1967
- [17] Mitra, Sanjit Kumar, and Yonghong Kuo. *Digital signal processing: a computer-based approach*. Vol. 2. New York: McGraw-Hill, 2006.