

## Elektrokardiyogram Sinyalinden EDR Sinyalinin Elde Edilmesi İçin Yeni Bir Yöntem

### A New Method for Determination of EDR Signal from ECG Signal

Serkan USLU<sup>2</sup>, Tunca NÜZKET<sup>1</sup>, Süleyman BİLGİN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Müh. Böl.  
Akdeniz Üniversitesi  
{tuncanuzket@gmail.com}, {suleymanbilgin@akdeniz.edu.tr}

<sup>2</sup>Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik A.D.  
Akdeniz Üniversitesi  
{serkanuslu09@akdeniz.edu.tr}

#### Özetçe

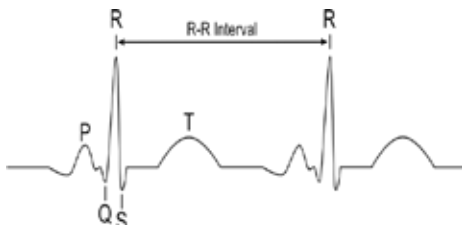
*Solunum sinyalinin elde edilmesi için günümüzde birçok yöntem uygulanmaktadır. EKG sinyalinden türetilmiş solunum sinyali olarak adlandırılan EDR sinyali de yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri olarak yer almaktadır. Bu çalışmada EDR sinyalinin elde edilmesi için R noktalarının genlik değerine bağlı olarak yeni bir algoritma geliştirilmiştir.*

#### Abstract

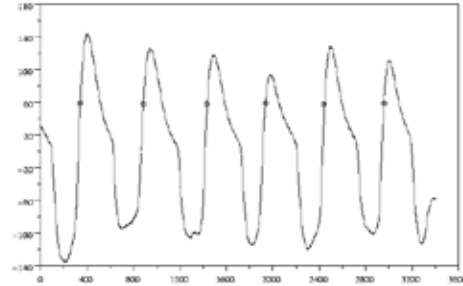
*Numerous methods have been developed for measuring respiration signal. EDR signal which means ECG-Derived Respiration signal is a commonly used method for monitoring respiration signal. In this study a new algorithm has been developed due to amplitude of R waves.*

#### 1. Giriş

İnsan vücudunun çalışma yapısı göz önünde bulundurulduğunda birçok biyolojik olay birbirinin etkisi altında kalarak oluşmaktadır. Şekil 1'de gösterildiği gibi, kalbin elektriksel aktivitesi hakkında bilgi veren elektrokardiyogram (EKG) sinyali, kalbin vücuttaki konumu göz önünde bulundurulduğunda, vücuda alınan oksijenin akciğerlerde yakılıp enerji edilmesinden sonra karbondioksit olarak geri atılması sonucunda göğüs kafesinin hareketinden ve burada ortaya çıkan enerjiden etkilenmektedir [1,2]. Şekil 2'de bir örneği verilen solunum sinyali EKG sinyalinin taşıdığı anlamı veriler arasında etkileşim olarak yer almaktadır [3,4].



Şekil 1: R-R aralığı örneği



Şekil 2: Solunum sinyali örneği

Solunum sinyalini elde etmenin birçok yöntemi mevcuttur. Bu yöntemlerden en yaygın olarak kullanılanı hastabaşı monitörlerde transtorasik empedansın EKG elektrotları ile ölçülmesidir [5]. Diğer bir yöntem ise EKG sinyalinden R noktalarının genliklerinin analiz edilmesiyle solunum sinyalinin elde edilmesidir. Elde edilen bu sinyal, EKG sinyalinden türetilen solunum (EDR-ECG Derived Respiration) olarak adlandırılmaktadır [6].

EDR sinyali, solunumun ölçülmesi için fazladan sensör ya da cihaz kullanımını gerektirmeden EKG sinyalinin ölçülmesi ile solunumun da tespit edilmesini sağlamaktadır. Ayrıca gelişen teknoloji sayesinde EDR sinyalinin verdiği sonuçlar doğrudan elde edilen solunum sinyaline benzer sonuçları verebilmektedir [5]. Ancak EDR sinyalinin tespit edilmesi sırasında EKG sinyalinden faydalandığı için, EKG sinyalinin bileşenlerine mümkün olan en iyi bir şekilde ayrıştırılması gerekmektedir.

Bu çalışmada EDR sinyalinin elde edilmesi için öncelikle EKG sinyalinin gürültülerden filtrelenmesi yapılmıştır. EKG sinyalinin bileşenlerine ayrıştırılması için en uygun hale getirilmesi sonrasında R tepelerinin tespit edilerek EDR sinyalinin oluşturulması sağlanmıştır.

## Sinyal İşleme 3

3. Gün 27 Eylül 2014 Cumartesi (11.45-13.00)

## 2. Materyal ve Yöntem

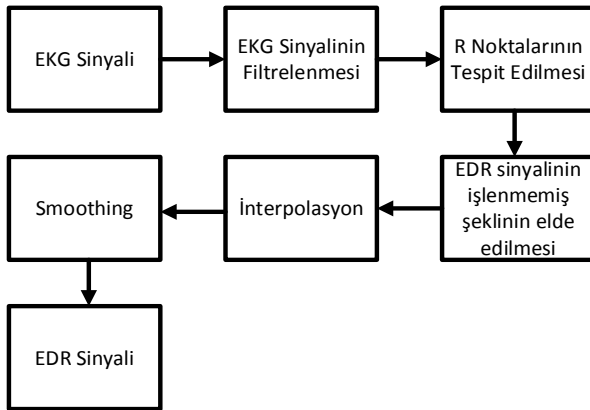
### 2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan EKG sinyalleri physiobank arşivlerinde mevcut olan MIT-BIH Long Term ECG Database kaynağından alınmıştır. Physiobank birçok farklı gruba ait (Normal, Aritmi, Fetal EKG vb.) elektrokardiyogram sinyallerini bulundurmaktadır.

Ayrıca sinyallerin kaynağını, alınış yöntemini, sinyal özelliklerini (örnekleme frekansı vb.) kullanıcıya sunmaktadır. Bu yüzden EKG sinyalleri bu kaynaktan alınmıştır.

### 2.1. Yöntem

Bu çalışmada, EDR sinyalinin elde edilmesi beş ana başlık altında gerçekleştirilmiştir. Bu başlıklar Şekil 3'te gösterildiği gibidir.



Şekil 3: Geliştirilen Algoritma

EKG sinyalinin filtrelenmesi, geliştirilen algoritmanın uygulanabilmesi için en önemli basamaktır. EKG sinyali denklem 1'de gösterildiği gibi matematiksel olarak açıklanabilir.

$$X(t) = \alpha(t) \cdot x + \beta(t); \quad (1)$$

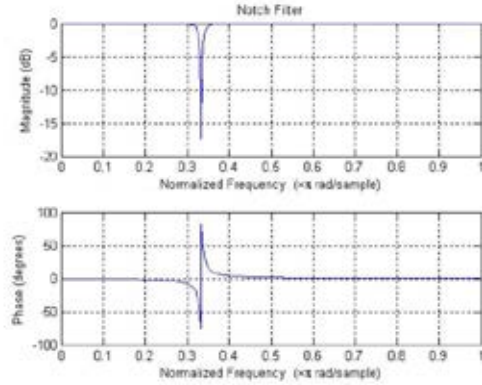
Burada  $X(t)$ , hasta üzerinden alınan EKG sinyali,  $x$ , EKG sinyalinin çevresel ve biyolojik etkilere maruz kalmamış halini ifade etmektedir.  $\alpha$ , göğüs kafesinin hareketinden kaynaklanan solunumun genlik modülasyonunun zamana bağlı olarak EKG sinyali üzerindeki etkisidir.  $\beta$  ise EKG sinyali üzerindeki çevresel ve biyolojik gürültü etkisidir. Bu gürültüler denklem 2'de gösterildiği şekilde açıklanabilir.

$$\beta(t) = \beta g(t) + \beta hf(t) + \beta bw(t) + \beta pl(t); \quad (2)$$

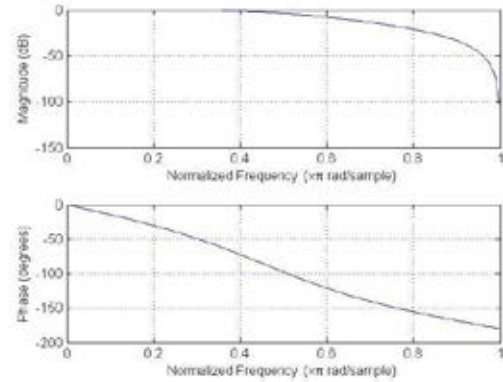
Bu gürültü bileşenleri gaussian etkisi ( $\beta g(t)$ ), yüksek frekanslı kas gürültüsü ( $\beta hf(t)$ ), baseline wander gürültüsü ( $\beta bw(t)$ ), güç hattı gürültüsü ( $\beta pl(t)$ ) şeklinde ayrıştırılmıştır. Bu gürültülerin giderilmesi için sinyale 60

Hz IIR Notch filtresi ve 60 Hz Butterworth alçak geçiren filtre uygulanmıştır [7,8,9].

Uygulanan filtrelerin faz ve genlik tepkileri Şekil 4,5 te gösterildiği gibidir.

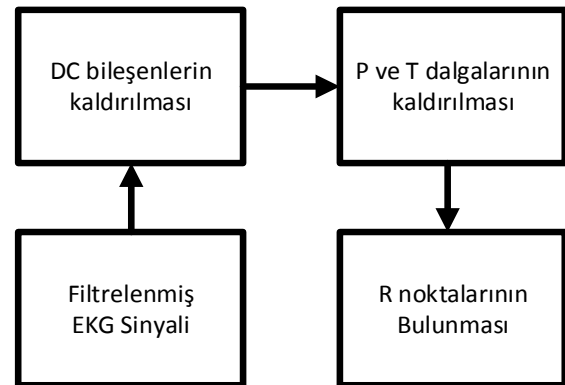


Şekil 4: Notch Filtre Genlik ve Faz tepkileri



Şekil 5: Butterworth Filtre Genlik ve Faz tepkileri

Belirtilen filtreleme işlemlerinin tamamlanmasının ardından R noktalarının tespit edilmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlem Şekil 6 da gösterilen şekilde yapılmıştır [10].



Şekil 6: R noktalarının bulunması

## Sinyal İşleme 3

3. Gün 27 Eylül 2014 Cumartesi (11.45-13.00)

R noktalarının bulunmasının ardından, R noktalarının genliğinden faydalanarak elde edilen solunum sinyali denklem 3 de gösterilmiştir.

$$\alpha(t) = \frac{R_n(t)}{R_n(t)}; \quad (3)$$

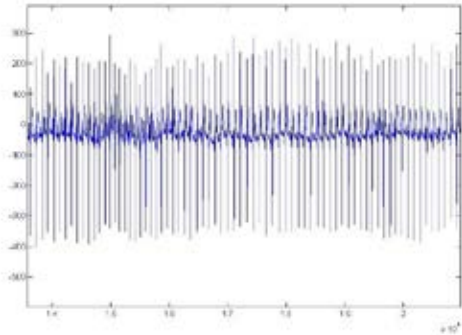
Burada  $R_n(t)$  t anındaki R noktasının genliğini gösterirken  $\overline{R_n(t)}$  ise t anına kadar bulunana R noktalarının genliklerinin ortalamasıdır.

Bu işlemlerin tamamlanmasının ardından EDR sinyali ham olarak elde edilmiştir. Elde edilen EDR sinyalinden yüksek frekanslı gürültülerin giderilmesi için eliptik filtreleme işlemi yapılmıştır. Ancak filtreleme işleminin daha sağlıklı olabilmesi için öncelikle sinyale interpolasyon işlemi yapılmıştır.

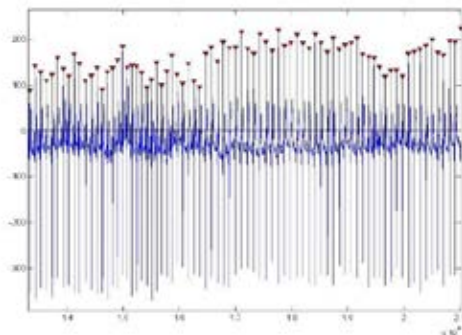
Tüm bu işlemlerin tamamlanmasıyla birlikte EKG sinyalinden EDR sinyali elde edilmiştir.

### 3. Sonuçlar

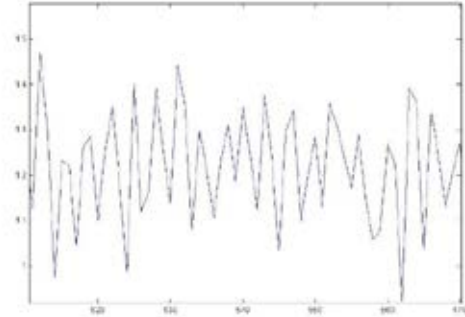
Yapılan çalışma sonucunda hasta üzerinden alınan EKG sinyalinden, EDR sinyali olarak adlandırılan solunum sinyali elde edilmiştir. Bu sinyalin elde edilebilmesi için filtreleme işlemleri ile birlikte yeni bir algoritma ortaya çıkartılmıştır. EDR sinyalinin elde edilmesi için kullanılan EKG sinyali ve belirtilen algoritmanın bu sinyale uygulanması sonucu oluşan EDR sinyali, algoritmanın tüm basamaklarında sinyale yapılan işlemlere göre Şekil 7' de gösterilmiştir.



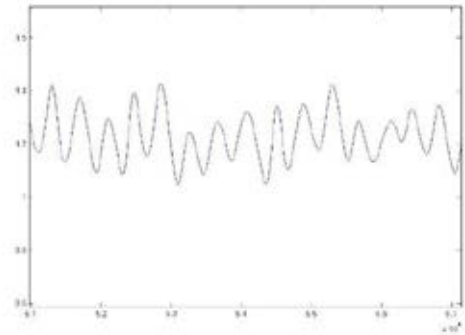
Şekil 7.a: EKG sinyali



Şekil 7.b: Bulunan R noktaları



Şekil 7.c: Elde edilen yüksek frekans gürültü içeren EDR sinyali



Şekil 7.d: Elde edilen EDR sinyali

### 4. Kaynakça

- [1] Raphisak, P., Schuckers, S. C., Curry, A. D. J., "An Algorithm For EMG Noise Detection in Large ECG Data", *Computers in Cardiology*, 31, 369-372, 2004.
- [2] C. H., Chang, Ko, H. J., Chang, K. M., "Cancellation of High-Frequency Noise in ECG Signals Using Adaptive Filter without External Reference", *3rd International conference on Biomedical Engineering and Informatics*, Vol.2, 787-790, 2010.
- [3] Arunachalam, S. P., Brown, L. F., "Real-Time Estimation of the ECG-Derived Respiration (EDR) Signal using a New Algorithm for Baseline Wander Noise Removal", *31st Annual International Conference of the IEEE EMBS USA*, 5681-5684, 2009.
- [4] Pan, J., Tompkins, W., "A Real Time QRS Detection Algorithm", *IEEE Transactions on Biomedical Eng.*, BME-32, No.3, 230-236, 1985.
- [5] Hall, J. H., Guyton, A. C., *Textbook of Medical Physiology*, 12th Edition, Saunders Elsevier, Philadelphia, 2011.
- [6] Huang, T. C., Chen, H. Y., Fang, W. C., "Real-Time Obstructive Sleep Apnea Detection Based on ECG Derived Respiration Signal", *Circuits and Systems (ISCAS)*, 341-344, 2012.



### Sinyal İşleme 3

3. Gün 27 Eylül 2014 Cumartesi (11.45-13.00)

[7] Nimunkar, A. J., Tompkins, W. J., “R-peak Detection and Signal Averaging for Simulated Stress ECG using EMD”, *29th Annual International Conference of the IEEE EMBS*, 1261-1264, 2007.

[8] Tanrıverdi, V., “*Removal Of Baseline Wandering From The Electrocardiogram*”, ODTÜ Tez, 2006.

[9] Rhou, B., Sawan, M., Désilets, T., Bellemare, F., “Real-time filtering technique to remove ECG interference from recorded esophageal EMG”, *Biomedical Circuits and Systems Conference*, 21-24, 2008.

[10] Uslu, S., Usluer, M., Nüzket, T., Bilgin, G., Bilgin, S., “RR Interval Variability And Heart Rate Calculation”, *International Scientific Conference on Engineering: Manufacturing and Advanced Technologies*, 2012

#### Bilgilendirme

Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Destekleme Birimi ve Endüstriyel ve Medikal Araştırmalar Uygulama ve Mikrodalga Araştırma Merkezi (EMUMAM) tarafından desteklenmektedir.