



Ayrık Dalgacık Dönüşümü Kullanarak Video-Okülografi (VOG) Sinyallerinden Diyabetik Retinopati Hastalığının Fizyolojik Etkilerinin Belirlenmesi

Determination of The Physiological Effects of Diabetic Retinopathy Disease From Video-Oculography (VOG) Signals Using Discrete Wavelet Transform

Ceren Kaya¹, Okan ErKaymaz², Orhan Ayar³, Mahmut Özer⁴

¹Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Zonguldak, Türkiye
ceren.kaya@beun.edu.tr

²Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Zonguldak, Türkiye
okan.erkaymaz@beun.edu.tr

³Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Bülent Ecevit Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Zonguldak, Türkiye
orhanayar@gmail.com

⁴Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Zonguldak, Türkiye
mahmutozer2002@yahoo.com

Özetçe— "Diabetes Mellitus (Şeker Hastalığı)", pankreas bezinden salgılanan insülin hormonunun vücutta yeterli oranda bulunmaması veya görevini yapamaması nedeniyle kan şekerinin yükselmesi olarak tanımlanır. Diyabete bağlı olarak meydana gelen göz hastalıkları içinde en sık görülen "Diyabetik Retinopati", gözün arkasında ışığı algılayan retina (ağ) tabakasında yaptığı hasar sonucu damarlarda ortaya çıkan değişikliklerle insanlarda körlük (görme kaybı) yapan nedenlerin başında gelmektedir. Bu çalışmada Metrovision MonPackOne Elektrokülografi cihazındaki iç takip kamerası kullanılarak alınan yatay ve dikey Video-Okülografi (VOG) sinyallerinden gürültüyü süzmek amacıyla dalgacık dönüşümü yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen sinyallerden görülmüştür ki, diyabetik retinopati hastalığına sahip bireylerden alınan VOG sinyalleri, sağlıklı bireylerden elde edilen normal sinyallere göre daha düzensiz ve yüksek genliktir. Kullanılan Daubechies-6 dalgacığının önem arz eden katsayıları olan (A6-D6)'nın her iki grup içinde Daubechies-4 dalgacığının katsayılarına (A4-D4) nazaran daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Dalgacık dönüşümü sonucunda elde edilen veriler gelecekte yapılması öngörülen özellik çıkarımı ve sınıflandırma çalışmalarına ışık tutmaktadır.

Anahtar Kelimeler — Video-Okülografi (VOG); Dalgacık Dönüşümü; Diyabetik Retinopati; Sinyal Analizi; Gürültü Süzme.

Abstract— The insulin hormone secreted from the pancreas gland in the body is not present in sufficient amount, or because they do not fit, which is defined as the elevation of blood glucose "Diabetes Mellitus (Diabetes)". "Diabetic Retinopathy" is the most common in diabetes-related eye diseases. It had done damages in the retina that detect light on behind the eye as a result of changes in the arteries that is one of the reasons that makes blindness (loss of vision) in people. In this study, horizontal and vertical Video-Oculography (VOG) signals captured by using internal tracking camera in Metrovision MonPackOne Electrooculography device. In order to filter the noise from the signals, the wavelet transform method was used. Obtained signals have shown that the signals of diabetic retinopathy patients have higher amplitude and irregular characteristic than the signals obtained from healthy groups. In both groups, significant Daubechies-6 wavelet coefficients (A6-D6) gave better results than Daubechies-4 wavelet coefficients (A4-D4). Obtained data as a result of using



Sinyal İşleme 3

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

wavelet transform sheds light on feature extraction and classification in proposed future works.

Keywords — Video-Oculography (VOG); Wavelet Transform; Diabetic Retinopathy; Signal Processing; Denoising.

I. GİRİŞ

Tıbbi işaret işlemede amaç ham biyolojik işaretleri işleyerek tanı değeri taşıyan bilgiyi bu işaretten elde etmektir. Elde edilen bu işaretler yorumlanabilir veya değişik yöntemler kullanılarak sınıflandırılabilir. Yapılan bu sınıflandırma işlemleri, tıpta karar destek sistemi olarak kullanılabilirler [1].

Literatürde gözlerin hareketlerine bağlı olarak değişen Elektrokülografi (EOG) ve Video-Okülografi (VOG) sinyalleri ile ilgili çeşitli çalışmalar mevcuttur. İnsan vücudunun dış dünyaya açılan organı olan gözden çeşitli sinyallerin alındığı ve birçok tıbbi alanda hastalık teşhisinde kullanıldığı gözlemlenmektedir [2-3]. Bu bağlamda, gözden alınan EOG sinyali ile yön kontrolü yapılması üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda, deneklerden alınan EOG sinyalleri karar destek sistemlerini oluşturmak amacıyla kullanılmıştır [4-5]. Bu noktadan hareketle, EOG sinyali kullanılarak insan-bilgisayar arası arabirim devresi tasarlanan bir çalışmada felçli hastaların göz hareketlerine göre söylemek istediği kelimeyi ekrana yazdıran bir model önerilmiştir [6]. Bunlarında dışında EOG üzerinden oluşturulan karar sistemleri, EOG tabanlı bir hastane alarm sistemi olarak karşımıza çıkabilmektedir. Bu alarm sistemi hastanede yatan felçli hastanın göz hareketlerine göre başka bir odada bulunan doktoru çağırabilmesini amaçlamaktadır [7-8]. EOG sinyal özelliklerinin diğer vücut sinyalleri içerisinde kodlanışının bulunduğu vurgusu yapılarak EEG sinyali içerisinde EOG sinyal özellikleri çıkartılarak göz hareket özellikleri gösterilmiştir [9]. EOG sinyal özellikleri tespit edildiğinde hangi özelliğin hangi harekete karşılık geldiği dalgacık dönüşümü metodu ile özel bir yöntem geliştirilerek sınıflandırılmıştır [10-11]. Bu analizler incelendiğinde göz kırpmasının karar destek sistemlerinde, önem verilen bir göz hareketi olduğu belirtilmiştir [12-13]. Bu bağlamda, göz kırpması hareketlerinden kaynaklanan sinyaller ölçülerek yatay ve dikey göz hareketlerine ek olarak, iki, üç defa göz kırpması işlevini de bir göz hareketi olarak tanımlanmış ve robot kontrolünde kullanmıştır [14-15].

Diyabetik Retinopati ciddi görme kaybına neden olabilen bir hastalıktır ve diyabetik hastalarda körlüğün en önemli nedenidir. Diyabetik Retinopati'nin çeşitli evreleri vardır. Başlangıçta küçük damarlarda değişiklikler meydana gelir. Bu değişikliklerin neticesinde retinada kanamalar başlar, damarlar sızması gereken maddeleri damar dışına sızdırır ve bu sızıntı retina katmanlarında sıvı toplanmasına (ödem) yol açar. Ayrıca küçük damarlarda tıkanıklıklar olur, tıkanan damarlar dokulara gerekli oksijeni ve besini götüremez. Sonuç olarak yeni damarlar ortaya çıkar, ancak

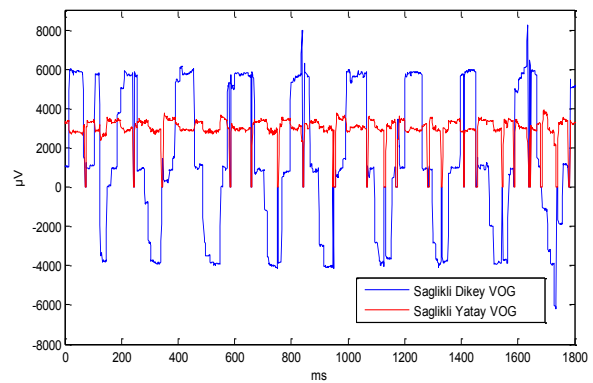
oluşan yeni damarlar anormal yapıda olduğundan kolayca kanar, şiddetli göz içi kanamalarına ve görme kaybına yol açarlar [16].

Diyabetik retinopati erken tanı ve müdahale önem arz etmektedir. Bu amaçla göz hastalıkları kliniklerinde optik koherens tomografi, fundus flöresein anjiyografi gibi yardımcı cihazlar kullanılmaktadır. Fakat bu cihazlar ancak hastalıkla ilgili komplikasyonlar oluştuğunda bilgi vermektedir. Bu komplikasyonlar oluşmadan önce retinal dokuda ultrastrüktürel değişiklikler oluşabilmektedir. Bu değişiklikleri tespit edebilen bir yöntem geliştirildiği takdirde komplikasyon oluşmamış, gözlerde hastalık derecelendirilebilmesi sağlanabilecek ve hastalığa daha erken müdahale şansı doğabilecektir [17].

Bu çalışmada diyabetik retinopati rahatsızlığında Video-Okülografi (VOG) sinyallerinden gürültüyü süzmek ve ilerleyen aşamalarda özellik çıkarımı ile sınıflandırma yapmak amacıyla dalgacık dönüşümü yöntemi kullanılması hedeflenmiştir.

II. VOG SİNYAL ÖLÇÜMÜ

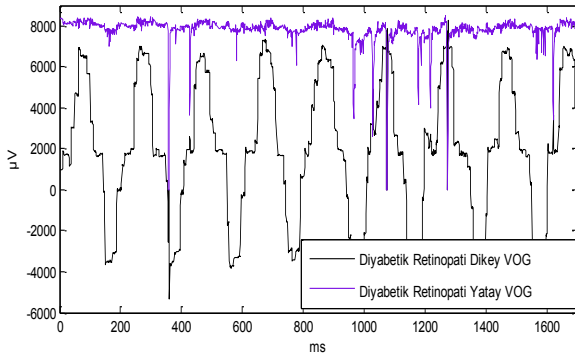
Bülent Ecevit Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projesi (BAP) desteği ile temin edilen Metrovision MonPackOne Elektrokülografi cihazında mevcut 200 Hz'lik iç takip kamerası kullanılarak, yaşları 30-65 arasında değişen 4'ü sağlıklı, 6'sı diyabetik retinopati rahatsızlığına sahip olan 10 gönüllü katılımcıdan Bülent Ecevit Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu'nun izniyle aldığımız Video-Okülografi (VOG) sinyallerinden gürültüyü süzmek ve özellik çıkarımı ile sınıflandırma yapmak amacıyla dalgacık dönüşümü yöntemi kullanılmıştır. MonPackOne cihazı ile yatay ve dikey kanaldan sağlıklı ve diyabetik retinopati grubuna ait elde edilen sinyaller Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Sağlıklı kontrol grubundan alınan dikey ve yatay VOG sinyalleri

Sinyal İşleme 3

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma



Şekil 2. Diyabetik retinopati grubundan alınan dikey ve yatay VOG sinyalleri

III. DALGACIK DÖNÜŞÜMÜ

Ölçek tabanlı Dalgacık dönüşümü, frekans tabanlı Fourier dönüşümünün durağan olmayan sinyallerdeki eksiklerini gidermek için geliştirilmiş farklı bir dönüşüm yöntemidir. Bu analiz yöntemi gürültüye karşı daha az hassasiyet göstermektedir ve durağan olmayan sinyallere rahatlıkla uygulanabilme imkanı sunmaktadır.

Dalgacık dönüşümü matematiksel olarak “Denklem (1)”de belirtilmiştir.

$$\psi_{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad (1)$$

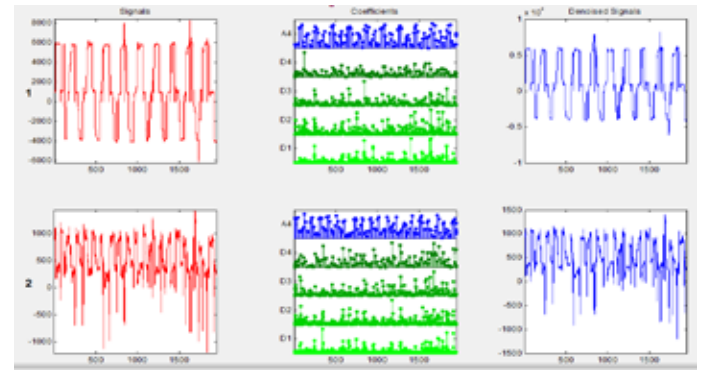
Bu denklemde $a > 0$, $b \in \mathcal{R}$ olmak üzere a ölçekleme parametresini; b dönüşüm parametresini; $x(t)$ işareti; ψ , dalgacık fonksiyonunu (ana dalgacığı) belirtir [18].

Ayrık Dalgacık Dönüşümünü elde etmek için ayrık işarete iterasyon yoluyla alçak geçiren ile yüksek geçiren filtreler uygulanmaktadır. Bu dönüşümde öteleme ve ölçeklerin ikili kuvvetleri alınarak yüksek frekans bileşenlerinden ayrıntılar (details), düşük frekans kısmından ise özler (approximations) katsayıları elde edilir.

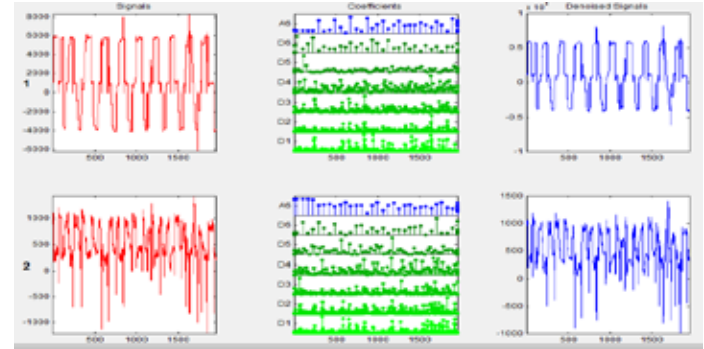
Mühendislik uygulamalarında en fazla kullanılan dalgacık ailesi olan Daubechies dalgacık ailesi, ortogonalite ve biortogonalite özelliklerini sağlarken hem sürekli dalgacık dönüşümü hem de ayrık dalgacık dönüşümü için kullanım özelliği taşımaktadır.

Bu çalışmada gönüllü katılımcılardan alınan Video-Okülografi (VOG) sinyalleri Matlab programı kullanılarak dalgacık dönüşümüne tabi tutulmuştur. Dalgacık olarak Daubechies-4 (4. Seviye) ve Daubechies-6 (6. Seviye) kullanılmıştır. Bu dönüşüm sonucu elde edilen katsayılar yardımı ile gürültü süzme işlemi gerçekleştirilerek özellik çıkarımı ve sınıflandırma çalışmaları için istenilen sinyaller elde edilmiştir.

Sağlıklı kontrol ve diyabetik retinopati grubundan elde edilen gürültüden arındırılmış VOG sinyalleri Şekil 3'te ve Şekil 4'te gösterilmiştir. Daubechies-6 dalgacığının önem arz eden katsayıları olan (A6-D6)'nın her iki grup içinde Daubechies-4 dalgacığının katsayılarına (A4-D4) nazaran daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Sağlıklı kontrol grubunun sinyallerine dalgacık dönüşümü uygulanması sonucunda oluşan katsayılar, diyabetik retinopati grubundaki katsayılarla göre daha belirgin kümelenebilir.

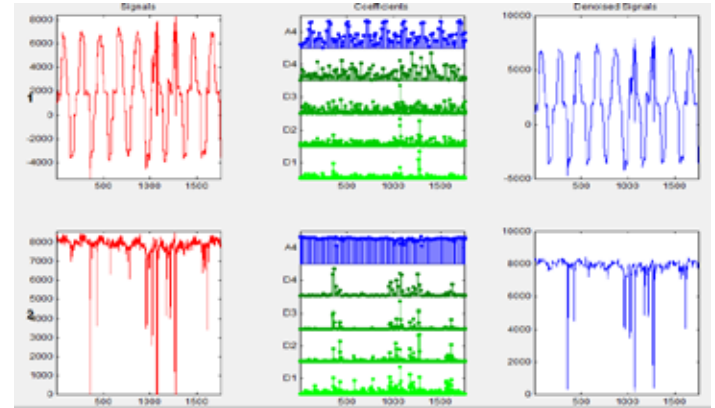


a)



b)

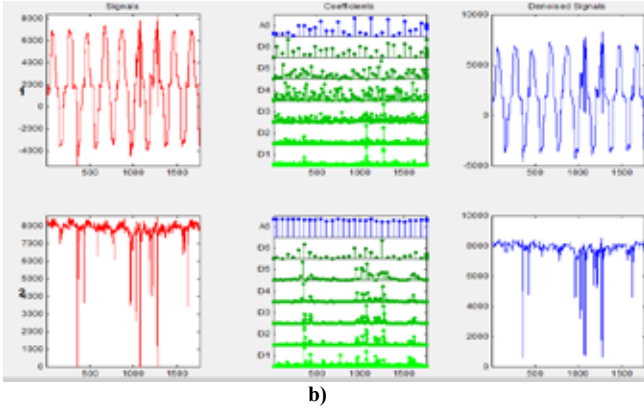
Şekil 3. Sağlıklı kontrol grubundan alınan dikey ve yatay VOG sinyallerinden a) Daubechies-4 dalgacığı, b) Daubechies-6 dalgacığı kullanarak gürültü süzme



a)

Sinyal İşleme 3

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma



Şekil 4. Diyabetik retinopati grubundan alınan dikey ve yatay VOG sinyallerinden a) Daubechies-4 dalgacı, b) Daubechies-6 dalgacı kullanarak gürültü süzme

IV. SONUÇLAR

Dalgacık dönüşümü, farklı pencereleme fonksiyonları ve asimetrik dalgacıklar kullandığından işareti tam olarak betimleyebilmektedir. Böylece işaret hakkında ayrıntılı bilgiye sahip olunmaktadır. Bundan dolayı dalgacık dönüşümü; işaret işleme, görüntü işleme, haberleşme, biyomedikal vb. alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada; ayrık dalgacık dönüşümü ile gürültü süzme işlemi Video-Okülografi (VOG) işaretleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Daubechies-6 dalgacığının önem arz eden katsayıları olan (A6-D6)'nın sağlıklı kontrol ve diyabetik retinopati grupları içinde Daubechies-4 dalgacığının katsayılarına (A4-D4) nazaran daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Sağlıklı kontrol grubunun sinyallerine dalgacık dönüşümü uygulanması sonucunda oluşan katsayılar, diyabetik retinopati grubundaki katsayılarla göre daha belirgin kümelenmiştir. Elde edilen sinyallerden de görülmüştür ki, diyabetik retinopati hastalığına sahip bireylerden alınan VOG sinyalleri, sağlıklı bireylerden elde edilen normal sinyallere göre daha düzensiz ve yüksek genliklidir. Sağlıklı ve diyabetik retinopati grubuna ait elde edilen sinyaller arasındaki fark dalgacık dönüşümü ile net bir şekilde ortaya konarak gelecekte yapılması öngörülen özellik çıkarımı ve sınıflandırma çalışmalarına ışık tutmaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] D. Donoho, "Denoising via Soft Thresholding", IEEE Tran. on Information Theory, Vol. 41, No:5, pp.613-627, 1995.
- [2] M. Kim, G. Yoon, "Control Signal From EOG Analysis and Its Application", World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Electrical, Electronic Science and Engineering, 7(10), 830-834, 2013.
- [3] A. Güven, "Göze Ait Elektrofizyolojik Sinyaller Kullanılarak Yapay Sinir Ağları Destekli Bazı Göz Hastalıklarının Teşhisi", Erciyes Üniversitesi F.B.E. 2005.
- [4] H. Erkaymaz, M. Özer, İ. M. Orak, "Detection of directional eye movements based on the electrooculogram signals through an artificial neural network", Chaos Solitons&Fractals, 56:202-208, 2015.
- [5] Zhao Lv, Xiao-pei Wu, Mi Li, Dexiang Zhang, "A Novel Eye Movement Detection Algorithm for EOG Driven Human Computer Interface", Pattern Recognition Letters, Vol. 31, Issue 9, pp: 1041-1047, 2010.
- [6] Usakli A. B., Gürkan S., Aloise F., Vecchiato G., Babiloni F., "On the Use of Electrooculogram for Efficient Human Computer Interfaces", Computational Intelligence and Neuroscience, Vol(2010), Article ID 135629, 2010.
- [7] Rajan A., Shivakeshavan R. G., Vijay Ramnath J., "Electrooculogram based Instrumentation and Control System (IC System) and its applications for Severely Paralyzed Patients", Intl. Conf. on Biomedical and Pharmaceutical Engineering, 2006.
- [8] S. Venkataramanna, Pranay Prabhath, "Biomedical instrumentation based on Electrooculogram (EOG) signal processing and application to a hospital alarm system", Proceedings of ICISIP, 535-540, 2005.
- [9] Krishnaveni, V., Jayaraman, S., Aravind, S., Hariharasudhan, V., Ramadoss, K., "Automatic identification and removal of ocular artifacts from EEG using wavelet transform" *Measurement Science Review*, 6 (4), 45-57, 2006.
- [10] A. R.Teixeira, A. M. Tome, K. Stadlthanner, E. W. Lang, "Nonlinear Projective Techniques to Extract Artifacts in Biomedical Signals", European Signal Processing Conference EUSIPCO, 116-120, Florence 2006.
- [11] J.N. van der Geest, M.A. Frens. Recording eye movements with video-oculography and scleral search coils: a direct comparison of two methods. *Journal of Neuroscience Methods*, 114:185-195, 2002.
- [12] R. Barea, L. Boquete, S. Ortega, E. López, J. M. Rodríguez-Ascariz, EOG-based eye movements codification for human computer interaction, *Expert Systems with Applications: An International Journal*, v.39 n.3, p.2677-2683, February, 2012.
- [13] Caffier, P., Erdmann, U., and Ullsperger, P., "Experimental evaluation of eyeblink parameters as a drowsiness measure", *European Journal of Applied Physiology*, 89, 319-325, 2003.
- [14] Galley, N., Schleicher, R., and Galley, L., "Blink parameter as indicators of driver's sleepiness possibilities and limitations", *Vision in Vehicles*, 10, 189-196, 2004.
- [15] K. Youngmin, L.D. Nakju, Y. Youngil, W.K. Chung, "Robust Discrimination Method Of The Electrooculogram Signals For Human-Computer Interaction Controlling Mobile Robot", *Intelligent Automation And Soft Computing*, Vol. 13, No. 3, Pp. 319-336, 2007.
- [16] T. Walter, J.C. Klein, P. Massin, and A. Erginay, "A contribution of image processing to the diagnosis of diabetic retinopathy-detection of exudates in colour fundus images of the human retina", *IEEE Transactions on Medical Imaging*, Vol. 22(10), pp. 1236 - 1243, 2002.
- [17] Vallabha, D., Dorairaj, R., Namuduri, K., Thompson, H., "Automated Detection and Classification of Vascular Abnormalities in Diabetic Retinopathy", *Proceedings of 13th IEEE Signals, Systems and Computers*, 2, pp 1625-1629, 2004.
- [18] Jaideva C. Goswami, Andrew K. Chan, "Fundamentals of Wavelets", John Wiley&Sons, Inc.