

NI LabVIEW Biyomedikal Yazılımı ile EKG İşaretlerinin Öznitelik Çıkarımı ve Yapay Sinir Ağları ile Sınıflandırılması

Feature Extraction of ECG Signals using NI LabVIEW Biomedical Workbench and Classification with Artificial Neural Network

Ebru Sayılğan¹, Savaş Şahin²

¹Biyomedikal Teknolojiler Anabilim Dalı, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, İzmir, Türkiye
ebru_drms@hotmail.com

²Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, İzmir, Türkiye
sahin.savas@yahoo.com

Özetçe—Bu çalışmada, kalp fonksiyon bozukluklarının tespiti için Massachusetts Teknoloji Enstitüsü – Beth İsrail Hastanesi (MIT-BIH) tarafından kaydedilen normal ve birbirinden farklı kalp atım türlerini içeren veri seti kullanılmıştır. Bu veri setinde mevcut olan normal kalp atımı ve altı farklı aritmi türlerinden LabVIEW Biyomedikal Yazılımı kullanılarak öznitelik çıkarımı yapılmıştır. Elde edilen işaretlere Yapay Sinir Ağı (YSA) sınıflandırma yöntemi ile çoklu sınıflandırma uygulanarak sonuçları incelenmiştir. Aynı veri seti üzerinde öznitelik çıkarımı yapılmadan da sınıflandırma performansları karşılaştırılmıştır. Sınıflandırıcı performansları doğruluk, duyarlılık ve seçicilik sınıflandırma performans ölçütleri ile değerlendirilmiştir. Sınıflandırıcı başarımlarında, “Normal” atım türünün diğer aritmi türlerine kıyasla en yüksek başarıya %99 doğruluk oranına sahip olduğu görülmüştür. Sonuç olarak her iki analiz yönteminin de başarılı olduğu ancak LabVIEW Biyomedikal yazılımı kullanıldığında sınıflandırma sonuçları daha yüksek başarıma ulaşmıştır.

Anahtar Kelimeler—NI LabVIEW Biyomedikal Yazılımı; EKG; Öznitelik Çıkarımı; Yapay Sinir Ağı.

Abstract— In this study, a data set containing normal and different heart beat types recorded by the Massachusetts Institute of Technology-Beth Israel Hospital (MIT-BIH) was used for the detection of cardiac dysfunctions. In this data set, features were extracted using the LabVIEW Biomedical Workbench from the normal heartbeat and six different arrhythmia types. Obtained signals were evaluated by using Artificial Neural Network multiple classification method. Classification performances were compared before extracting the feature on the same data set. Classifier performances were evaluated by accuracy, sensitivity and selectivity performances criteria of classification. In the classifier performances, the "Normal" beat rate was found to be 99%

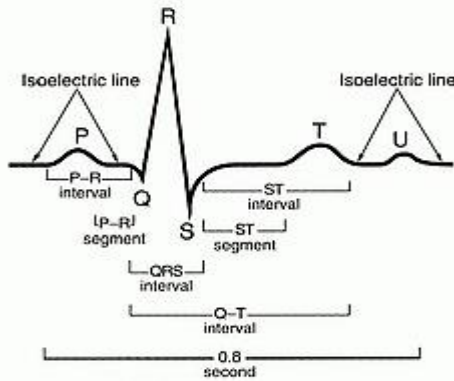
accurate with the highest success compared to other arrhythmia types. As a result, both analysis methods are successful, but when the LabVIEW Biomedical Workbench is used, the classification results have achieved higher success.

Keywords— NI LabVIEW Biomedical Workbench; ECG; Feature Extraction; Artificial Neural Network.

I. GİRİŞ

Geçmişten günümüze kadar ölüme sebebiyet veren en önemli problemlerden biri kalp hastalıklarıdır. Kalp hastalıklarının erken teşhisi ve tedavisi ölümleri önleyerek, daha sağlıklı yaşama olanağı sunar. İnsan vücudu üzerinden algılanan ve kalp aktivitesini gösteren elektriksel işaretlere elektrokardiyogram (EKG) denir. Kalbin çalışmasının bir göstergesi olan ve hastaya zarar vermeden, vücut üzerinden kolaylıkla elde edilebilen EKG işaretleri, işleme ve yorumlama açısından büyük öneme sahiptir [1].

EKG verileri vücut üzerinden elektrotlar yardımıyla alınabilir. EKG’de kalbin izoelektrik seviyesi (taban hattı) üzerinde kalp aktivitesini gösteren kısımlar harflerle simgelenir. Bu harfler sırasıyla P dalgası, QRS kompleksi ve T dalgasından oluşmaktadır. P dalgası Atrial depolarizasyon (kasılma) süresini ifade eder. P dalgasının başlangıcından QRS’in başlangıcına kadar geçen süre PQ segmenti olarak ifade edilir ve uyarının ventriküllere (karıncıklara) iletilme süresini gösterir. QRS kompleksi, ventriküler depolarizasyon ve atrial (kulakçık) repolarizasyon sürelerinin toplamını verir. EKG’de en yüksek pozitif dalgadır [2]. T dalgası ise, ventriküler repolarizasyon süresini belirtir [3].



Şekil 1. EKG sinyali ve çeşitli EKG parametreleri

Dalgaların şekilsel biçimi ve süreleri, bu dalgaların birbirleriyle ilişkileri, kalp atış düzensizliklerinin tanımlanmasında dolayısıyla kalp hastalıklarının teşhisinde ve biyomedikal sinyal işlemede önemli bir alandır. Kalpteki düzensiz tüm vuru fazları aritmi olarak isimlendirilir ve kalp ritminin bozuk olduğu anlamına gelmektedir. Aritmi terimi yalnız kalp hızının yavaş ya da hızlı olmasını ve düzensizliğini değil aynı zamanda iletim ve uyarı bozukluklarını da içine almaktadır [2].

EKG Parametreleri Aralıkları	Süre (s)
RR aralığı	0,6-1 s
QRS süresi	0,06-0,10 s
P dalga süresi	0,1 s
PQ segmenti	0,08 s
PR aralığı	0,10-0,20 s
ST segmenti	0,08 s
T dalga süresi	0,15 s
QT aralığı	0,35-0,425 s

Tablo I. EKG işareti için bazı tipik değerler

Yapılan çalışmada ise MIT-BIH tarafından sağlanan EKG aritmi veri seti kullanılmıştır. Farklı aritmi türlerinden ve normal kalp atımlarından çeşitli özniteliklerin çıkarılması ve çıkarılmaması durumları literatürde de yaygın olarak kullanılan ve başarı oranı oldukça yüksek olan Yapay Sinir Ağı (YSA) ile sınıflandırılarak sonuçları karşılaştırılmıştır. Literatürden farklı olarak NI LabVIEW Biomedikal Yazılımı kullanılarak sinyallerden çeşitli öznitelikler çıkarılmış ve çıkarılan özniteliklerin sınıflandırma başarımlarına ne ölçüde etki ettiğinin bulunması hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda YSA kullanılarak sınıflandırılan dataların sınıflandırma performansları doğruluk, seçicilik ve duyarlılık değerleri hesaplanarak sınıflandırma performansları karşılaştırılmıştır.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

A. EKG Veritabanı

Bu çalışmada kullanılan veri seti, Massachusetts Teknoloji Enstitüsü – Beth İsrail Hastanesi aritmi veri tabanında olan iki kanallı 30dk.'lık süreyi içeren 48 kaydı içermektedir. Bu kayıtların tamamı BIH aritmi laboratuvarı tarafından 1975 ile 1979 yılları arasında çalışılan 47 denek üzerinden alınmıştır. Kayıtların 25'i erkek ve 22'si kadındır [4]. Kayıtların yaklaşık %60'ı hastanede yatan hastalardan, %40'ı ise ayakta tedavi edilen hastalardan elde edilmiştir. Veri tabanı ayakta tedavi edilen hastalardan 24 saatlik 4000 kayıttan rasgele seçilmiş 23 tanesini içermektedir. Bu kayıtlar 100-124 aralığında numaralandırılmıştır. Kayıtların geri kalanı ise rastgele seçilmiş olup 200-234 arasında etiketlenmiştir [4], [5].

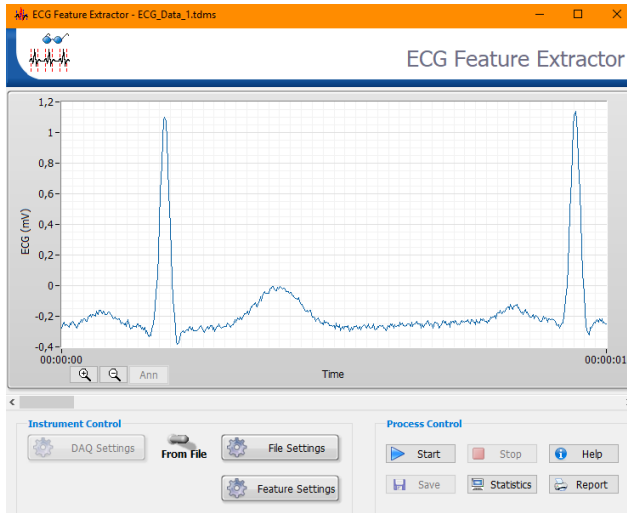
Bu kayıtlardan elde edilmiş Normal vuru (N), Sol dal blok vurusu (L), Sağ dal blok vurusu (R), Erken kulakçık kasılması vurusu (A), Erken karıncık kasılması vurusu (V), Karıncık kaçak vurusu (E) ve Karıncık düz dalga vurusu (!) sınıflandırma algoritmasına giriş verisi olarak hazırlanmıştır.

MIT- BIH	İsim	Adet
N	Normal beat	2237
L	Left bundle branch block beat	8070
R	Right bundle branch block beat	3440
A	Atrial premature beat	564
V	Premature ventricular contraction	2323
E	Ventricular escape beat	105
!	Ventricular flutter wave	472
TOPLAM		17211

Tablo II. EKG Veri Seti

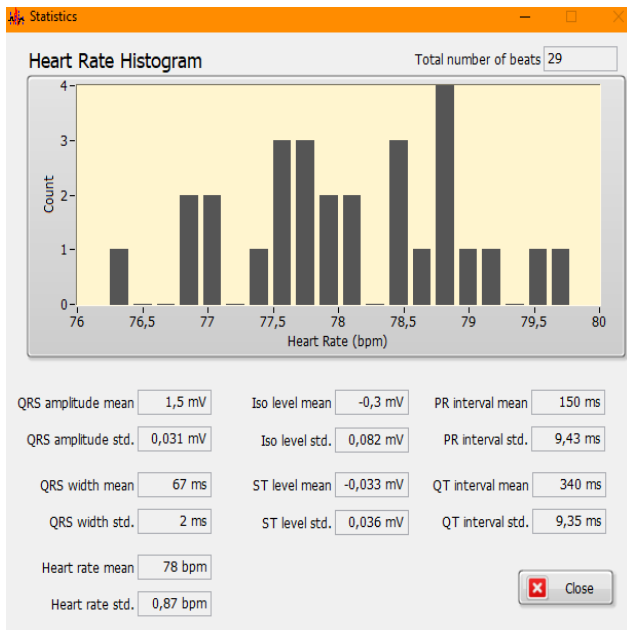
B. EKG Verilerinden Öznitelik Çıkarımı

Öznitelik çıkarma, kaydedilen EKG sinyalinden ayırt edici özelliklerin çıkarılarak öznitelik vektörünün elde edilmesi işlemidir. Çeşitli kalp atım düzensizliklerinin tespitini kolaylaştırmak ve teşhisin doğruluğunu arttırmak için EKG verilerinden en önemli özelliklerin çıkarılması zorunlu olmamakla birlikte test edilebilirdir. Bu amaçla QRS genliği, QRS genişliği, PR aralıkları, QT aralıkları vb. değerler öznitelikler olarak kullanılabilir. NI LabVIEW Biyomedikal Araç Seti (NI LabVIEW Biomedical Toolkit) veya NI LabVIEW Biomedikal Yazılımında (NI LabVIEW Biomedical Workbench) var olan EKG Özellik Çıkarıcı (ECG Feature Extractor) arayüzünü kullanarak hızlı ve kolay bir şekilde öznitelik çıkarımı yapmak mümkündür [6].



Şekil 2. EKG Öznelik Çıkarıcı

EKG Özellik Çıkarıcı öncelikle sinyaldeki tüm atımları tespit eder ve her atım için diğer özellikleri ayıklar. Bu çalışmada QRS genliğinin, QRS genişliğinin, nabızın, Iso seviyesinin, ST seviyesinin, PR aralığının ve QT aralığının herbirinin ortalaması ve standart sapması öznelik vektörleri olarak kullanılmıştır. Bu öznelikler NI LabVIEW EKG Özellik Çıkarıcı Raporu ile Şekil 3'te gösterildiği gibi tespit edilmiştir. Öznelikleri çıkarılan sinyaller aynı program sayesinde .tdms dosyası formatında kaydedilmiştir.

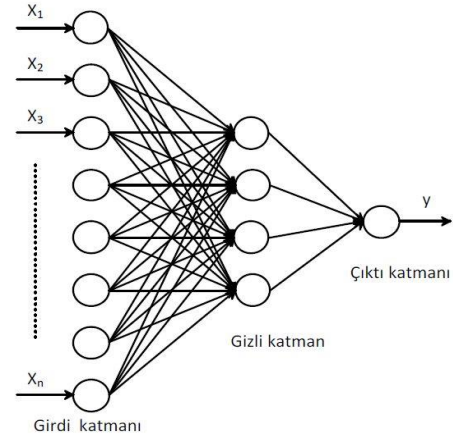


Şekil 3. Çeşitli EKG parametrelerinin genlik ve süreleri

C. EKG Verilerinin Sınıflandırılması

Sınıflandırma işlemi iki veya daha fazla sınıfı, nesneyi veya olayı tanıma yada birbirinden ayırt etme işlemidir. Sınıflandırma işlemi temel olarak iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada sınıflandırma sistemi, nesnelerden alınan veriler ışığında eğitilir. Eğitim işlemi bittikten sonra, ikinci aşamada herhangi bir nesneden alınan veri, sınıflandırma sistemine giriş olarak verilerek bunun hangi sınıfa ait olduğuna karar verilir [7, 8, 9].

Bilgisayar destekli aritmi sınıflandırması, kalp hastalıklarının teşhisinde önemli bir rol oynamaktadır. Yapılan çalışmalar doğrultusunda, bazı otomatik ve nispeten hızlı EKG yorumlayıcı sistemler mevcut olup, bu bilgisayar destekli sistemlerin geliştirilmesi üzerine çalışmalar artarak devam etmektedir. Bu sebeple, çeşitli alanlarda veri analizlerinde sıklıkla kullanılan yapay sinir ağları, görüntü işleme, ses tanıma, örüntü tanıma vb. problemlerinin yanı sıra tıbbi alanda hastalık teşhisinde de oldukça etkin kullanılmaktadır [10-13].



Şekil 4. Geliştirilen YSA modeli

Yapay sinir ağlarının oluşturulması ve eğitilmesi aşamasında çok katmanlı bir YSA modeli Matlab ortamında Neural Network Tool'da oluşturulmuştur. Oluşturulan modelde öğrenme kuralı olarak geri yayılım algoritması (traingdx) kullanılmış ve bu öğrenme kuralındaki parametrelerden öğrenme oranı (learning rate, lr), maksimum iterasyon sayısı (itnum) parametreleri için optimum değerler denenerek belirlenmiştir. Buna ek olarak ara katmandaki gizli nöron sayısı için de benzer bir işlem gerçekleştirilerek, optimum gizli nöron sayısına karar verilmiştir. Sınıflandırma işlemi esnasında toplam veri seti, eğitim, doğrulama ve test verileri olmak üzere üçe ayrılmıştır. Her bir denemeye ait verilerin %60'ı eğitime, %5'i doğrulamaya ve %35'i ise test kümesine yerleştirilerek bir çözüm yapılmıştır. Sınıflandırma performansı ise toplam verilerinden elde edilen yüzdesel çoklu sınıflandırma doğruluğu olarak ele alınmıştır. Sonuç olarak 2237'si normal ve geri kalanı altı farklı aritmiden

oluşan verilerin kaç tanesinin doğru sınıflandırıldığı bulunmuştur.

D. Sınıflandırıcı Performansının Değerlendirilmesi

Bu çalışmada yapılan performans değerlendirmesi için kullanılan ölçütler aşağıda verilmektedir;

$$ACC = \frac{TP+TN}{TP+FN+FP+TN} \quad (1)$$

$$SEN = \frac{TP}{TP+FN} \quad (2)$$

$$SPE = \frac{TN}{TN+FP} \quad (3)$$

Yukarıdaki formüller sırasıyla doğruluk (ACC), duyarlılık (SEN) ve seçicilik (SPE) olarak ifade edilmektedir. Denklemlerdeki tüm değerler ‘Confusion Matrix’ kullanılarak Matlab ortamında hesaplanmaktadır. Burada gerçekte bir sınıfa ait olup sınıflandırıcı tarafından da aynı sınıfa atanan verilerin sayısı TP, yanlışlıkla farklı bir sınıfa atanan verilerin sayısı FN ile temsil edilmektedir. Yine gerçekte farklı bir sınıfa ait olup sınıflandırıcı tarafından da farklı bir sınıfa atanan verilerin sayısı TN, yanlışlıkla aynı sınıfa atanan verilerin sayısı FP ile temsil edilmektedir [8, 14].

III. DENEYSEL SONUÇ VE TARTIŞMA

NI LabVIEW Biomedikal Yazılımı kullanılarak çıkarılan EKG sinyallerinin öznitelik vektörleri, MATLAB 2016 sürümünde yapay sinir ağı algoritması kullanılarak EKG veri setindeki normal ve farklı aritmi türlerindeki veriler sınıflandırılmaya çalışılmıştır. Bunun yanı sıra aynı veriler öznitelik çıkarımı yapılmadan da doğrudan aynı sınıflandırıcı olan YSA ile sınıflandırılmıştır. Çalışmada izlenen iki farklı yol sonucunda ölçülen sınıflandırma performansı ACC, SEN ve SPE ölçütleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen değerler ise TABLO III’de sunulmuştur. Tabloda gösterilen YSA 1, verilerden öznitelik çıkarımı yapılmadan doğrudan sınıflandırma sonuçlarının performansını, YSA 2 ise öznitelik çıkarımı sonrasında uygulanan sınıflandırma algoritmasının başarımını göstermektedir.

YSA 1 ve YSA 2 sınıflandırıcı sonuçları irdelendiğinde, YSA 1 sınıflandırma sonuçlarının yüzde başarımının YSA 2 sonuçlarına kıyasla hemen hemen bütün aritmi türlerinde daha düşük değerlerde olduğu görülmektedir. YSA 1 sınıflandırma sonuçlarında, her bir aritmi türünün duyarlılık, seçicilik ve doğruluk başarımlarını kendi aralarında karşılaştırdığımızda ise Normal vuru (N) sınıfının doğru tahmin edilme başarımı sırasıyla %89, %84 ve %86 ile diğer aritmi türlerinden daha yüksek oranda ayırt edilebildiği görülmektedir. Sağ dal blok vurusu (R), Erken kulakçık kasılması vurusu (A), Erken karıncık kasılması vurusu (V) sınıflarının ise diğer aritmi türlerine kıyasla daha

düşük sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Özellikle “R, A, V, E, !” sınıfı aritmi verilerinin duyarlılık değerlerinin düşük olduğu görülmektedir. YSA 2 sınıflandırıcısında ise duyarlılık, seçicilik ve doğruluk başarımları kendi aralarında karşılaştırıldığında benzer sonuçlar elde edildiği fakat YSA 1 sınıflandırıcısına kıyasla daha yüksek performans gösterdiği belirtilmiştir. Yine bu yöntem sonucu yapılan sınıflandırmada da “N” sınıfı kalp atımlarının aritmik atımlardan daha yüksek başarımla ayrılabilirdiği %98 doğruluk, %99 duyarlılık ve %99 seçicilik değerleriyle kanıtlanmıştır. Diğer aritmi türlerinin de bu yöntemle yüksek başarımla sınıflandırılabilirdiği görülmektedir.

Sınıflar	Sınıflandırıcılar					
	YSA 1			YSA 2		
	SEN	SPE	ACC	SEN	SPE	ACC
N	89	84	86	98	99	99
L	81	80	81	90	93	88
R	61	78	77	84	98	95
A	70	72	77	79	88	88
V	72	79	71	76	86	82
E	70	89	89	83	89	88
!	80	74	80	83	84	83

Tablo III. EKG Verilerinin Sınıflandırma Başarımları (%)

Sonuç olarak aritmi türleri arasındaki sınıflandırma performansları karşılaştırıldığında, “Normal” atım türünün diğer aritmi türlerine kıyasla en yüksek başarıya %99 doğruluk oranıyla sahip olduğu görülmüştür. YSA 2 sınıflandırma sonuçlarının genel olarak YSA 1’den daha yüksek sonuçlar verdiği de belirtilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda, kullanılan veri setine uygulanan her iki yöntemin de kullanılabilir olduğu tespit edilmiştir. Fakat sinyal analiz adımlarının en önemli basamaklarından biri olan öznitelik çıkarımını göz ardı etmeden sınıflandırma yapılmasının sonucunda daha yüksek başarımlar elde edildiği kanıtlanmıştır.

KAYNAKÇA

- [1] Z. Dokur, “Yapay Sinir Ağları ve Genetik Algoritmalar Kullanılarak EKG Vurularının Sınıflandırılması,” İstanbul Teknik Üniversitesi, 1999.
- [2] Golschlager, M. D., Goldman, M.J. Principles of clinical electrocardiography. Appleton & Lange, USA, 356, 1989.
- [3] Rangaraj M. Rangayyan, *Biomedical Signal Analysis*, sf:178- 179, 2002.
- [4] G. Moody, and R. Mark, “The MIT-BIH Arrhythmia Database on CD-ROM and software for use with it,” in *Proceedings Computers in Cardiology*, pp. 185–188, 1990.
- [5] G. B. Moody and R. G. Mark, “The impact of the MIT-BIH arrhythmia database,” *IEEE Eng. Med. Biol. Mag.*, vol. 20, no. 3, pp. 45–50, 2001.
- [6] A. Deshmukh, and Y. Gandole., “ECG Feature Extraction Using Ni LabVIEW Biomedical Workbench”, *International Journal of Recent Scientific Research*, Vol. 6, Issue, 8, pp.5603-5607, August, 2015

- [7] Duda R. O., Hart P. E., Stork D. G., "Pattern Classification", *New York: John Wiley and Sons*, 2. Baskı, 2001.
- [8] E. Sayılğan, Ö. Karabiber, Y. İşler, "Aritmi Türlerinin Tespit Edilmesinde Kümeleme Algoritmaları ve Aşırı Öğrenme Makinesi Kullanımı", *IEEE 25. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı (SIU)*, Antalya, Türkiye, 2017.
- [9] E. Öztemel, *Yapay Sinir Ağları*. İstanbul: Papatya Yayıncılık, 2003.
- [10] M. Engin, "ECG beat classification using neuro-fuzzy network," *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 25, no. 15, pp. 1715–1722, Nov. 2004.
- [11] P. Erdoğan and A. Pekçakar, "Dalgacık dönüşümü ile ekg sinyallerinin özellik çıkarımı ve yapay sinir ağları ile sınıflandırılması," pp. 13–15, 2009.
- [12] S. Yu and K. Chou, "Integration of independent component analysis and neural networks for ECG beat classification," *Expert Syst. Appl.*, vol. 34, pp. 2841–2846, 2008.
- [13] İ. Güler and E. D. Übeyli, "ECG beat classifier designed by combined neural network model," *Pattern Recognit.*, vol. 38, no. 2, pp. 199–208, Feb. 2005.
- [14] A. Narin, Y. İşler, M. Özer, "Konjestif Kalp Yetmezliği Teşhisinde Kullanılan Çapraz Doğrulama Yöntemlerinin Sınıflandırıcı Performanslarının Belirlenmesine Olan Etkilerinin Karşılaştırılması", *DEÜ Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(48), 1-8, 2014.