



Kolonoskopi Görüntülerinden Otomatik Ülseratif Kolit Teşhisi

Detection of Ulcerative Colitis From Colonoscopy Images

Rukiye Nur KAÇMAZ

Electrical and Computer Engineering Department
Abdullah Gül University
Kayseri, Türkiye
rukiyenurkacmaz@gmail.com

Bülent YILMAZ

Electrical-Electronics Engineering Department
Abdullah Gül University
Kayseri, Türkiye
bulent.yilmaz@agu.edu.tr

Özetçe— Ülseratif kolit (ÜK), kolonun iç yüzeyini kaplayan bölümün iltihaplanmasıdır. Ülserler ve açık yaralarla seyreden bir hastalıktır. Aktif hastalığın ana belirtisi ısrarlı kanla karışık diyaredir. Kronik bir hastalık olan ülseratif kolitte şikayetler zaman zaman artar ve azalır. ÜK hastalığının teşhis ve takibinde en sık kullanılan yöntem kolonoskopi'dir. Kolonoskopi uzmanının tecrübesizliği, lezyon yerinin komplike olması ve işlemin kliniğin hızlı temposu içinde çabucak gerçekleştirilmeye çalışılması, görsel analizde bazı hatalara yol açabilmektedir. Bu çalışmada, kolonoskopi esnasında alınmış bulunan 200 adet görüntü (yarısı normal, yarısı ülseratif kolitli) üzerinde çalışılmıştır. Bu görüntülerden gri seviye varyansı, gri seviye yerel varyansı, normalizasyon yapılmış varyans, histogram aralığı ve entropi gibi istatistiksel özellikler çıkarılarak normalize edilmiştir. 200x5'lik özellik matrisi üzerinde destek vektör makineleri ve k en yakın komşuluk gibi sınıflandırma yaklaşımları ile normal ve ÜK'lı görüntüler ayrıştırılmıştır. Sadece 5 adet özellik kullanılarak ÜK'lı görüntüler %95 oranında doğru sınıflandırılmıştır. Bu çalışma, bağırsak hastalıklarının teşhisinde hekime yardımcı yazılımların geliştirilmesinin mümkün olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler — Ülseratif kolit, Kolonoskopi, Görüntü İşleme,

Abstract— Ulcerative colitis (UC) is a disease in which inner surface of colon is inflamed. Ulcers and open scars on the colon are observed. The complaint in the flare period is the frequent bloody diarrhea. Complaints of people with UC increase and decrease periodically. Colonoscopy is the most preferred approach for the visualization of the gastrointestinal tract for the diagnosis

and follow-up of related diseases, and UC in particular. The lack of experience of the colonoscopist, complicated locality of the lesion, and the rush in the colonoscopy suite to

complete the procedure as soon as possible may cause mistakes in visual analysis. In this study, 200 colonoscopy images (100 normal, 100 UC) were used. The statistical features such as gray level variance, gray level local variance, normalized variance, histogram range, and entropy were extracted from the images, and a normalized 200x5 feature matrix was formed. The normal images and images with UC were discriminated using support vector machines and k-nearest neighbors. It should be noted that the extraction of only 5 features from the colonoscopy images resulted in 95% accuracy. This study demonstrated the feasibility of the development of software tools for aiding the physicians in the diagnosis of colon diseases.

Keywords: Ulcerative colitis, Colonoscopy, Image processing,

I. GİRİŞ

Ülseratif kolit (ÜK), kolonun iç yüzeyini kaplayan bölümün iltihaplanmasıdır. Mukozada iltihap ve kanayan yaralar yapar. Ana belirtisi kanla karışık diyaredir. Hastaların yaklaşık %90'ında kolonun son kısmı olan rektum bölümünün tutulumu söz konusudur. ÜK kronik olarak devam eden bir hastalıktır, tamamen hastalığın iyileşmesi söz konusu olmamakla birlikte uygun tedavi yöntemiyle şikayetlerde azalma olabilmektedir.

Ülseratif kolit hastalığının teşhis ve takibinde en sık kullanılan yöntem kolonoskopi'dir [1]. Kolonoskopide ilk olarak, hekim endoskopi ucundaki minik kamera vasıtasıyla kolonun içini görerek ilerletmektedir. İkinci aşamada, endoskopi yavaşça dışarı çıkarırken gerçek zamanlı olarak gözlem yapmaktadır. Bu gözlem esnasında teşhis amaçlı olarak kolon mukozası incelemesi ve biyopsi yapılırken, kolonoskopi uzmanının tecrübesizliği, lezyon yerinin komplike olması ve işlemin kliniğin hızlı temposu içinde çabucak gerçekleştirilmeye çalışılması, görsel analizde hatalara yol açabilmektedir. Kolon içi dokularda iltihap varken yüzeyde gözle görülür bir yapı fark

edilemeyebilir. Şikayet olmasa da eğer dokuda iltihabi durum devam ediyorsa, uzun dönemde kolon kanserine yakalanma, hastalığın tekrar aktifleşmesi, hastaneye yatma veya ameliyat olma ihtimali yüksektir.

Kamera ve bilgi işlem teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte, yüksek çözünürlüklü kolonoskopi videolarının ve görüntülerinin elde edilme ve hızlı işleme imkanları artmıştır. Alınan video ve görüntülerin işlenmesinde son dönemde öne çıkan husus, bunların otomatik işlenerek tanıya daha fazla yardımcı olacak kabiliyet kazanmasıdır. Gastroenteroloji uzmanlarının görsel değerlendirmesi esnasında yaptığı hatalar ve düştükleri şüpheler, geliştirilecek video ve görüntü analiz yaklaşımlarıyla azaltılabilecektir. Teşhise yardımcı bir yazılım olması durumunda, hekimin şüpheli görüntülere daha dikkatli bakması ve doğru tedaviyi daha doğru şekillendirmesi mümkün olabilecektir.

2015 yılında yapılan bir çalışmada ülseratif kolit hastalığının otomatik olarak sınıflandırmak üzere çeşitli tekstür analizi yaklaşımlarıyla özellik çıkarmayı hedeflemiştir [2]. Hastalık şiddeti için; sağlıklı, hafif, orta, şiddetli, yara var şeklinde beş seviye belirlemişlerdir. Tekstür özelliklerini çıkarmak üzere kullandıkları yaklaşımlar; yüksek dereceli yerel otokorelasyonlar [3], yerel ikili patern (LBP) [4], Gabor filtreleri [5], Leung- Malik filtreleri [6], değiştirilmiş LBP [7], gri seviye eş oluşum matrisinden (GLCM) [8] elde edilen kontrast, korelasyon, enerji, homojenlik ve diğer özelliklerdir. Burada bahsedilen tekstür analizi yöntemleri, sadece kolonoskopi görüntüleri üzerinde değil, mide kanser ve özofagus kanserinin erken teşhisi için önerilen otomatik tespit algoritmalarında da kullanılmıştır [9]-[10].

2016 yılında Sevo vd. model tabanlı bir yaklaşımla otomatik olarak iltihaplı bölge taraması yapıp gerçek zamanlı çalışacak bir yöntem önermiştir [11]. Bu çalışmada amaç, kolonoskopi ve kablosuz kapsül endoskopi (WCE) cihazından elde edilen görüntüler üzerinden bariz iltihabi bir durum olup olmadığını otomatik olarak belirlemektir. Bu çalışmada, uygun kernel filtre tasarlanıp kenar belirleme işlemi yapılmış, daha sonra sırasıyla görüntüdeki parlamaları azaltma, kan damarları belirleme ve oluşturulan küçük ve büyük bloklar ile tarama işlemi gerçekleştirilmiştir. Böylece, iltihaplı bölgeyi gerçek zamanlı teşhis etmede %84'lük bir başarı elde edilmiştir [11]. Ülseratif kolit üzerinde gerçekleştirilen ve sonuçları paylaşılan iki çalışmada ülseratif kolit atağı esnasında alınan görüntüler üzerinde analizler yapılmıştır.

Bu çalışmada kolonoskopi görüntüleri üzerinde teşhise yardımcı olabilecek yaklaşımlar geliştirilmesine dair bir adım atılmıştır. Bu kapsamda ülseratif kolit rahatsızlığı olan hastaların kolonundan alınan görüntülerin normal bağırsak görüntülerinden otomatik olarak ayrıştırılması hedeflenmiştir. Bu amaçla görüntülerden çıkarılan istatistiksel özelliklerin kullanılması önerilerek yüksek başarı elde edilmiştir.

II. YÖNTEM

A. Çalışmada Kullanılan Görüntüler

Bu çalışmada kullanılan 200 adet kolonoskopi görüntüsü <https://www.gastrointestinalatlas.com/> internet sitesinde paylaşılmış bulunan videolardan çıkarılarak elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan 200 adet 240×352 boyutundaki görüntülerin 100 tanesi sağlıklı birey olarak (Şekil 1(a)), 100 tanesi ise ülseratif kolitli (Şekil 2(e)) olarak etiketlendi.

B. Ön İşleme

Görüntülere istatistiksel özellik çıkarma işlemi uygulanmadan önce daha güvenilir sonuç alabilmek için tüm görüntüler bazı ön-işleme uygulamalarına tabi tutuldu. İlk adım olarak her kolonoskopi görüntüsünün içerdigi kenarda bulunan tarih, saat gibi bilgilerin olduğu kısım çıkarıldı. Böylelikle görüntü boyutu 176×156 oldu (Şekil 1(b)-2(f)). Görüntüleri daha iyi analiz edebilmek için renkli görüntülerimizi 'rgb2gray' fonksiyonunu kullanarak MATLAB ortamında gri seviyeye çevrildi (Şekil 1(c)-2(g)). Gri seviyeye dönüştürülen görüntülere 'adaphisteq' fonksiyonu uygulanarak hasta-sağlıklı ayrımı yaparken daha güvenilir sonuçlar alınması hedeflendi (Şekil 1(d)-2(h)). Son olarak istatistiksel özellikler kullanılarak görüntülerden özellik çıkarma işlemi yapıldı.

C. Özellik Çıkarma

Görüntülerden anlamlı sonuçlar çıkarıp yorumlayabilmek için görüntülerden özellik çıkarımı yapılmaktadır. Görüntüleri yorumlayabilmemiz için yapılan özellik çıkarma yöntemleri birçok şekilde gerçekleştirilmektedir. Bunlar, doku analiz yöntemleri ya da görüntüdeki herhangi bir şekle bağlı olup şekle dayalı özellik çıkarma algoritmaları olarak belirtilebilir. Bu çalışmamızda, elimizdeki görüntüleri kullanarak istatistiksel açıdan ÜK hastası ve sağlıklı birey ayrımı yapmaya çalıştık. Bu işlemi gerçekleştirirken istatistiksel özellik çıkarma yöntemlerini kullandık. Bu çalışmada kullanılan özellikleri sırasıyla; gri seviye varyansı, gri seviye yerel varyansı, normalizasyon yapılmış varyans, histogram aralığı ve entropi olarak belirtebiliriz. Formül 1 gri seviye varyansının nasıl hesaplandığını göstermektedir. μ gri seviye piksellerinin ortalamasını ifade etmektedir. Formül 2 gri seviye yerel varyansının hesaplanma şeklini göstermektedir. L_v ortalama varyansı ifade etmekle birlikte, L_v gri seviye varyansı göstermektedir. Bu özellik çıkarma yönteminin bir öncekinden farkı $W_x \times W_y$ boyutunda komşuluk seçip, işlemi bu bölgede yerel olarak ayrı ayrı yapmasıdır. W boyutları bizim çalışmamızda 15 olarak seçildi. Normalizasyonlu varyans ise ilk formülde kullanılan varyansın normalizasyonlu biçimidir. Formül 3 ile gösterilen entropi düzensizlik derecesini tanımlar. Bir görüntüde histogram da gri seviye dağılımı arttıkça entropi değeri de artar. Son olarak formül 4 ile tanımlanan histogram aralığı dediğimiz özellik çıkarma yöntemi, en büyük gri seviye

değerinden, en küçük gri seviye değerini çıkarıp elde ettiğimiz sonuçtur.

$$\phi_{x,y} = \sum_{(i,j) \in \Omega(x,y)} (I(i,j) - \mu)^2 \quad (1)$$

$$\phi_{x,y} = \sum_{(i,j) \in \Omega(x,y)} (L_v(i,j) - \bar{L}_v)^2 \quad (2)$$

$$\phi = -\sum_{k=1}^L P_k \log(P_k) \quad (3)$$

$$\phi = \max(k | H > 0) - \min(k | H > 0) \quad (4)$$

- | | |
|------------|---|
| (a) -- (e) | Orjinal görüntü |
| (b) -- (f) | Kenardaki siyah çerçeveyi elimine etmek için kırılmış görüntü |
| (c) -- (g) | Gri seviyeye çevrilmiş görüntü |
| (d) -- (h) | Adaptif histogram uygulanmış görüntü |

III. SINIFLANDIRMA

Özellik çıkarma işlemi tamamlanıp elde edilen 200x5'lik özellik matrisine minimum maksimum normalizasyonu uygulandı. Bunun uygulanmasının nedeni, elde edilen özellikler arasında büyük oranda sayısal farkın mevcut olmasıdır. Daha doğru sınıflandırma sonucu elde edebilmek adına veriler 0-1 aralığına çekildi. Normalizasyon işlemi tamamlandıktan sonra sağlıklı ve ülseratif kolitli hasta ayırımı yapmak için MATLAB ortamında sınıflandırıcı kullanıldı. Sınıflandırma aşamasında en çok tercih edilen yöntemlerden olan destek vektör makinası (DVM), k en yakın komşuluk (kEYK) algoritmaları kullanıldı. Bu yöntemlerin tercih edilmesinin asıl sebebi sınıflandırma problemlerinde iyi performans göstermeleridir. En yüksek başarıya sahip DVM sonucu ikinci dereceden çekirdek kullanılarak elde edildi ve bu işlemde uzaklık 2 olarak seçildi. Bunun yanı sıra, kEYK algoritması için k değeri 10 olarak belirlendi. Sınıflandırma işleminde 10 kat çapraz doğrulama tercih edilmiştir.

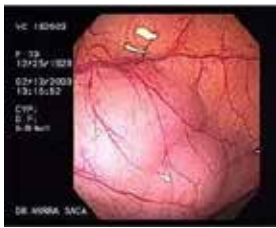
IV. SONUÇLAR

Elde edilen sonuçlara göre istatistiksel özellikler kullanılarak sağlıklı ve ülseratif kolitli bireylerin ayırımının yüksek oranda mümkün olduğu görülmektedir. Toplamda 200 görüntünün kullanıldığı ve görüntü sayılarının etiketlerine göre dengede olduğu göz önüne alınırsa, çıkan sonuçlar ilerideki çalışmalara ışık tutacak sonuçlar verdiği gözlemlenmektedir. Çalışmada kullanılan 100 sağlıklı ve 100 hasta bireye ait kolonoskopi görüntüleri ile, sınıflandırıcı olarak destek vektör makinası kullanıldığında %95, k en yakın komşu yaklaşımı kullanıldığında %94,5 olan doğruluk sonuçları elde edilmiştir.

V. TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRME

Ülseratif kolit hastalığının otomatik teşhisine yardımcı olmak için yapılan bu çalışmada elde edilen yüksek doğruluk oranları gelecek çalışmalarımız için ışık tutmuştur. Daha çok görüntü elde edip, sonuçların güvenilirliğinin artırılması gelecek çalışmalar arasında yer almaktadır.

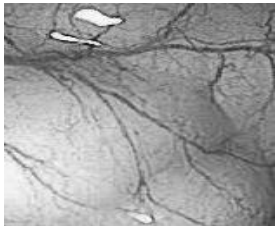
Bunlara ek olarak, ülseratif kolit hastalığının evresinin teşhis edilmesinin de hastalığın tedavi edilmesine olan katkısı göz ardı edilemez. Bu yüzden gelecek çalışmalarda, hem bu özellik çıkarma yöntemleri kullanılarak hem de başka özellik çıkarma yöntemleri eklenerek hastalığın aktif evrede mi yoksa remisyon evresinde mi olduğunun tespiti üzerine çalışmaların yapılması planlanmaktadır.



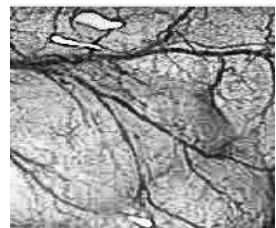
(a)



(b)



(c)



(d)

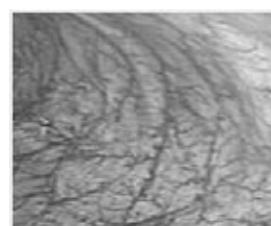
Şekil 1. Sağlıklı



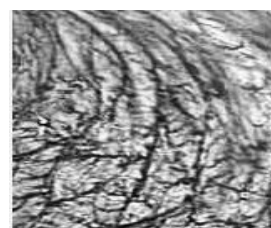
(e)



(f)



(g)



(h)

Şekil 2. ÜK



BİLGİLENDİRME

Yazarlarımızdan Rukiye Nur KAÇMAZ YÖK 100/2000 bursu ile desteklenmektedir.

[13] Maleki R, Rezaei A, Minaei B. 2009. "Comparison of classification methods based on the type of attributes and sample size", J Convergent Inf Technology, 4:94–102.

KAYNAKLAR

[1] <http://www.ibhd.org.tr/sub/ulser.php?content=8> Accessed 26th August 2018

[2] Dahal, A., Oh, J., Tavanapong, W. 2015. "Detection of Ulcerative Colitis Severity and Enhancement of Informative Frame Filtering using Texture Analysis in Colonoscopy Videos", 13th International Workshop on Content-Based Multimedia Indexing, 1-6.

[3] Nosato, H., Sakanashi, H., Takahashi, E., Murakawa, M. 2014. "An Objective Evaluation Method of Ulcerative Colitis with Optical Colonoscopy Images based on Higher Order Local Auto-Correlation Features", IEEE 11th International Symposium on Biomedical Imaging, 89-93.

[4] Ojala, T., Pietikainen, M., Maenpää, T. 2002. "Multiresolution Gray-Scale and Rotation Invariant Texture Classification with Local Binary Patterns", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 24(7), 971-987.

[5] Haghghi, M., Zonouz, S., Abdel-Mottaleb, M. 2013, "Identification using Encrypted Biometrics", Computer Analysis of Images and Patterns, 8048, 440-448.

[6] Leung, T., Malik, J. 2001. "Representing and Recognizing the Visual Appearance of Materials using Three-dimensional Textons", International Journal of Computer Vision, 43(1), 29-44.

[7] Varghese, A., Balakrishnan, K., Varghese, R. R., Paul, J. S. 2013. "Content Based Image Retrieval of Brain MR Images across Different Classes", International Journal of Electrical, Robotics, Electronics and Communications Engineering, 7(8), 465-469.

[8] Haralick, R.M., Shanmugam, K., Dinstein, I. 1973. "Textural Features for Image Classification", IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 3(6), 610-621.

[9] Ahmadzadeh, D., Fiuzy, M., Haddadnia, J. 2013. "Stomach Cancer Diagnosis by Using a Combination of Image Processing Algorithms, Local Binary Pattern Algorithm and Support Vector Machine", J Basic and Applied Scientific Research, 3(2), 243-251.

[10] Van der Sommen F., Zinger, S., Schoon, E.J., de With P.H.N. 2014. "Supportive Automatic Annotation of Early Esophageal Cancer using Local Gabor and Color Features", Neurocomputing, 144, 92–106.

[11] Sevo, I., Avramovic, A., Balasingham, I., Elle, O. J., Bergsland, J., Aabakken, L. 2016. "Edge Density Based Automatic Detection of Inflammation in Colonoscopy Videos", Computers in Biology and Medicine, 72, 138-150.

[12] Pertuz S, Puig D, Garcia MA. 2013. "Analysis of focus measure operators for shape- from-focus", Pattern Recognition, 46:1415–1432.