



# Yapısal Benzerlik İndeksini Kullanarak Kolonoskopi Videolarında Değişim Anlarının Belirlenmesi

## Detection of Variation Instances on Colonoscopy Videos using Structural Similarity Index

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**—Bu çalışmada amaç, kolonoskopi işlemi esnasında uzmanlar tarafından detaylı incelenmek üzere kaydedilen videolardan çıkarılan görüntü sayısında azaltma yapıp uzmanın daha az görüntü ile teşhise ulaşmasını sağlamaktır. Videoda birbirine çok benzer görüntüler (çerçeveler) olduğundan, aynı bölgeden elde edilen daha az görüntü ile o bölge temsil edilebilir. Bu meyanda, çalışmamızda yapısal benzerlik indeksine dayalı bir yöntem önerilmektedir. İki görüntünün birbirine benzer olduğu durumlarda yapısal benzerlik indeksinin bire yakın olduğu ifade edilmektedir. Üzerinde çalışılan videolar sağlıklı kolon ve üç farklı kolon hastalığını göstermektedir. Sağlıklı, ülseratif kolitli, Crohn'lu ve polipli kolonlardan alınan videolardan net olmayan çerçeveler manuel olarak elendi. Net görüntülerden birbirini takip edenler arasında ikili yapısal benzerlik indeksi hesaplaması yapıldı. İndeks değerinin 0,83'ün altında olduğu durumlarda bu iki görüntünün birbirinden farklı açılardan alındığı ve ikincisinin yeni bir bilgi taşıyabileceği yorumlandı. Yeni bilgi taşıyan görüntülerin sonuçta hekime gösterilecek çerçeveler olması gerektiği ortaya konuldu. Deneme yapılan videoların, sağlıklı ya da hastalıklı farkı olmadan, tüm net görüntülerin sadece %5-10 arası yeni bilgi taşıyan çerçeveye sahip olduğu gösterildi.

**Anahtar Kelimeler** — *Kolonoskopi, Görüntü İşleme, Yapısal Benzerlik İndeksi*

**Abstract**—The aim of this study is to reduce the number of images extracted from the videos recorded by the specialists during the colonoscopy process for further examination, thereby enabling the specialist to deal with

fewer images. Since the images obtained from the videos are very similar, the main assumption of this study is that the whole video can be represented by fewer images. The approach used in this study is the structural similarity index. Totally, images were obtained from 4 different videos coming from healthy, ulcerative colitis, Crohn's, and polyp patients. The noisy images in these videos were eliminated manually. When the structural similarity index between two consecutive clear images was less than 0.83, the second image was selected and shown to the specialist for his/her examination. By this way, the frames carrying significantly new information from the videos were defined as the variation instances. The tests on healthy or diseased colon videos showed that only 5-10% of the clear images provide significantly new information.

**Keywords** — *Colonoscopy, Image Processing, Structural Similarity Index*

### I. GİRİŞ

Amerikan Kanser Derneği'nin araştırmalarına göre kolon kanseri deri kanseriyle birlikte cinsiyete bağlı olmaksızın en sık karşılaşılan üçüncü kanser türüdür. 2018 yılı içinde yaklaşık 97.000 yeni kanser vakasının olacağı tahmin edilmektedir. Görülme sıklığının yanı sıra kolon kanseri, kansere sebebi ölüm sıralamasında da üçüncü sıradadır. Amerikan Kanser Derneği'nin belirttiği rapora göre 2018 yılında yaklaşık 50.000 kişinin kolon kanseri sebebiyle öleceği tahmin edilmektedir. Bu rakamlar ölüm oranının ne kadar yüksek olduğunu açıkça ifade



etmektedir. Kolon kanserinde tedavinin etkisinin yanı sıra erken teşhis hayat kurtarmada en az tedavi kadar önemli bir rol oynamaktadır [1]. Kolon kanseri teşhisi için uzun yıllardır en sık tercih edilen yöntem kolonoskopidir. Kolonoskopi işlemi girişimsel bir yöntem olup, ucunda küçük bir kamera ve ışık bulunduran bir probun kolon içinden görüntü almada kullanıldığı bir endoskopik yöntemdir. Bu işlem sırasında kolonun durumu sistemin ekranından takip edilmektedir. Her ne kadar uzmanlar hastalık türüne kamera içerideyken karar vermeye çalışsalar da, kolonun şeklinden veya uzmanın iş yükünden kaynaklı olarak her zaman gerçek zamanlı olarak karar verilememektedir. Bu yüzden görüntü veya video kaydı yapıp daha sonra incelenmektedir. Elde edilen videolardan görüntü çıkarma işlemi yapılarak incelenen görüntü sayısı uzmanlara çok fazla iş yükü oluşturmaktadır. Alınan kayıt süresine bağlı olarak bir videodan çıkan görüntü sayısı manuel olarak incelemek için gereken süre azımsanamayacak kadar fazla olmaktadır. Bu durum ise uzmanlar için fazladan iş yükü demektir. Kolonoskopiye ek olarak son yıllarda özellikle mide-bağırsak yolunu incelemek için kullanılan diğer bir yöntem kablosuz kapsül endoskopidir. Bu yöntem, hap şeklinde olan ve içinde minik kamera bulunduran kapsülün ağız yoluyla alınmasının ardından tüm mide ve bağırsak yolundan geçerek yaklaşık 8 saatte ilerlemesi sayesinde görüntü elde edilmesiyle tamamlanmaktadır. Bu uzun sürede bele takılan kablosuz bir kayıt cihazı tarafından kayıt alınmakta olup, işlem sonlandığında 8 saat boyunca kaydedilen yaklaşık 60.000 görüntü uzmanlar tarafından incelenmek üzere bilgisayar ortamına aktarılmaktadır [2]. Bu kadar fazla sayıda görüntünün incelenmesinin kolay bir iş olmadığı açıktır. Kolonoskopiye kıyasla daha az girişimsel olması yönüyle hastalar açısından oldukça rahatlatıcı olmasına rağmen kablosuz kapsül endoskopinin uzmanlar tarafından tercih edilme oranını azaltmaktadır.

Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte manuel olarak yapılan birçok iş otomatik olarak yapılmaya çalışılmakta, böylelikle hem uzmanların iş yükü azaltılmaya hem de yorgunluk durumuna bağlı olarak gözünden kaçabilecek durumların oluşturduğu risk oranı azaltılmaya çalışılmaktadır.

Yapısal benzerlik indeksi (YBİ) genellikle literatürde görüntü kalitesini belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Örneğin, bir çalışmada yapısal benzerlik indeksi ve tepe sinyal gürültü oranı kullanılarak görüntülerin kalitesi test edilmiştir. Bu çalışmaya göre eğer görüntü Gaussian bulanıklığı içeriyorsa, tepe sinyal gürültü oranı, benzerlik indeksine kıyasla daha hassas sonuç vermektedir [3]. Bir başka çalışmada, tepe sinyal gürültü oranı veya sinyal gürültü oranının beyin MR görüntülerinde kalite tespiti için aslında o kadar da iyi sonuç vermediğini ancak yapısal benzerlik indeksinin daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir [4]. Diğer bir çalışmada, yapısal benzerlik indeksi görüntüleri füzyon ile birleştirirken, yeni oluşan görüntünün kaliteli olup olmadığını anlamak için kullanılmıştır [5]. Yapısal benzerlik indeksi, görüntü sınıflandırma için de tercih edilen bir yöntem olmuştur [6]-[7].

Bu çalışmada amaç, çeşitli hastalıklar içeren videolardan çıkarılan çok sayıda görüntüyü daha az sayıda görüntü ile temsil edebilmektir. Böylelikle uzmanların daha az sayıda görüntü üzerinden yorum yapabilmelerine olanak sağlamaktır. Aslında bu durum kolon görüntülerinin sıkıştırılması olarak da adlandırılabilir. Bu çalışmadaki görüntüler videolardan çıkmış görüntüler olduğu için birbirine benzer çok fazla sayıdadır. Aynı durum kablosuz kapsül endoskopi görüntüleri için de geçerlidir. Bu yüzden buradaki amaç, aynı bölgeyi gösteren birçok görüntü yerine o bölgeyi temsil eden az sayıdaki görüntüyü tespit etmek ve hekimin daha kısa sürede teşhisine sunmaktır.

## II. YÖNTEM

### A. Çalışmada Kullanılan Görüntüler

Bu çalışmada kullanılan görüntüler konvansiyonel kolonoskopi cihazlarından kaydedilmiş videolardan çıkarılan görüntülerdir. Videolar <https://www.gastrointestinalatlas.com/> linkinden indirilmiştir. Bu videolardan üç tanesi farklı hastalıklara sahip bir tanesi de sağlıklı kişiden olmak üzere toplamda dört adetdir. Hastalık içeren video türleri polip, ülseratif kolit (ÜK) ve Crohn'lu kolonlardan alınmıştır. Her bir videoda 500 ila 1000 arası görüntü (çerçeve) mevcuttur. MATLAB programı yardımıyla videolardan görüntüler tek tek elde edildi. Bu görüntülerden manuel olarak aralarından gürültü içermeyen görüntüler seçildi. Gürültü tipleri olarak parlama, hareket kaynaklı bulanıklık ve kötü kontrast belirlendi. Her videonun kayıt süresi farklı olduğu için her videodan toplamda çıkan net görüntü sayısı farklı olmuştur. Bu çalışmadaki analizlerde net görüntüler kullanıldı ve onlar üzerinde YBİ hesaplaması yapıldı. Tablo 1'de her bir videodan elde edilen toplam görüntü sayısı, manuel eleme işlemi yapıldıktan sonra elde kalan görüntü sayısı ve yapısal benzerlik indeksine dayalı azaltma işlemi sonucunda seçilen görüntü sayısı belirtilmiştir.

### B. Yapısal Benzerlik İndeksi

Yapısal benzerlik indeksi iki görüntü arasındaki yapısal benzerliği bulmak için kullanılan etkili bir yöntemdir. Eşitlik 1 ve 2'de belirtilen matematiksel ifadeler bu indeksin hesaplanmasında kullanılmıştır [8].

$$YBI_1(x,y) = I(x,y)C(x,y)S(x,y) \quad (1)$$
$$= \frac{(2\mu_x\mu_y + c_1)(2\sigma_x\sigma_y + c_2)(\sigma_{xy} + c_3)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2)(\sigma_x\sigma_y + c_3)}$$

$$c_m = (k_m L)^2, \quad m = 1, 2, 3 \quad (2)$$

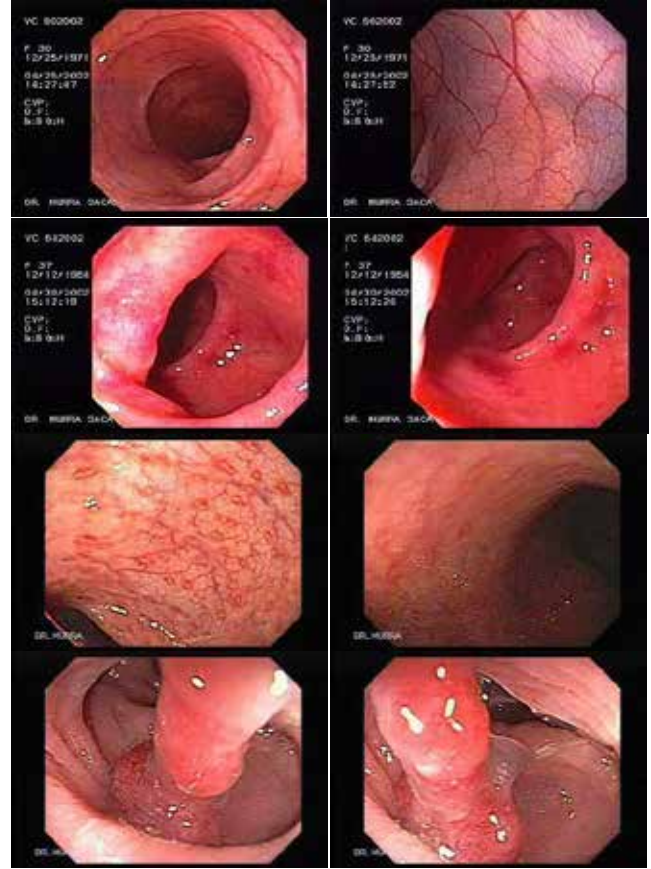
Bu fonksiyonun çalışması iki farklı görüntünün aynı bölgelerinden alınan 3 temel özelliğe dayanmaktadır. Bu

fonksiyon çalışırken, küçük pencereler (11×11) oluşturulup referans görüntünün o penceresi ile diğer görüntünün aynı noktadaki penceresinin üç özelliğini kullanmaktadır. Fonksiyonda kullanılan özelliklerden  $I(x, y)$  iki görüntünün aynı penceredeki parlaklığının,  $c(x, y)$  kontrastının,  $s(x, y)$  ise yapılarının benzerliğini ifade etmektedir.  $\mu_x$  ve  $\mu_y$  x ve y pencerelerinin ortalama yoğunluğunu ifade ederken,  $\sigma_x$  ve  $\sigma_y$  aynı yerel bölgenin standart sapmalarını ifade etmektedir. Fonksiyonda sabit olarak kullanılan c'yi oluşturmak için kullanılan dinamik aralık olan  $L=255$  ve  $m=1,2,3$  değerleri için sıfıra çok yakın değer alan  $k_m$  sabiti hesaplamaya dahil edilmezse çok bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Bu sebeple hesaplamalarda ihmal edilebilmektedir. Böylelikle, pencerenin kaydırılması ile hesaplanan YBİ değerlerinin ortalaması alınarak bir görüntünün YBİ değeri hesaplanmaktadır [8].

YBİ hesaplama amacıyla MATLAB kullanılmıştır. Bu çalışmada bu MATLAB programında mevcut olan 'ssim' fonksiyonu kullanılmıştır. SSIM fonksiyonunun karşılaştırma yapabilmesi için referans bir görüntüye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmadaki görüntüler videolardan çıktığı için birbirine benzeyen çok fazla sayıda görüntü elde edilmektedir. Bu yüzden, bu fonksiyon kullanılırken bir sonraki görüntü ile o anki görüntü kıyaslanarak YBİ hesabı yapılmıştır. Bu çalışmada, bir videodan ikili karşılaştırmalarla elde edilmiş YBİ'ler bir zaman serisi gibi düşünülmüştür. Bu zaman serisinde anlık yüksek miktarda değişimin olduğu (YBİ'nin hızlı bir şekilde düştüğü) görüntüler "değişim anı"nı yansıtan görüntüler olarak işaretlenmiştir. YBİ değerinin belirli bir eşik değerine altına düştüğü bu değişim anları, probun ucundaki kameranın bir önceki bölgeden nispeten farklı bir bölgeye odaklandığına işaret etmektedir. Eşik değeri deneme yanılma yoluyla belirlenmiştir.

### III. SONUÇ

Bu çalışmanın sonucuna göre çok sayıda benzer görüntü içeren dosyalar aslında daha az sayıda görüntü ile de temsil edilebilir. Bir kolonoskopi videosundan elde edilen görüntü sayısı, uzmanın kamerayı içeride bulundurma süresine bağlı olarak değişmektedir. Ancak, Tablo 1'den de anlaşılacağı üzere görüntülerin büyük bir kısmı (%40 ila 80 arası) aslında gürültü içermektedir ve uzmana herhangi yeni bir bilgi vermemektedir. Bunun yanı sıra, kalan net olarak isimlendirebileceğimiz görüntülerin de birbirine çok benzediği ve aslında aynı bölgeyi art arda çektiği gözlenmiştir. Bu durumda ciddi oranda az bir görüntü sayısı ile çok sayıda görüntünün temsil edilmesi mümkün olmuştur.



Şekil 1. Dört farklı videodan alınan farklı kamera açılına tekabül eden ve YBİ değişimi yaklaşımı kullanılarak elde edilen ikişer görüntü gösterilmektedir. Yukarıdan aşağıya sırasıyla, sağlıklı, ülseratif kolitli, Crohn'lu ve polipli kolonlardan alınmış videolardan görüntüler görülmektedir.

Örneğin, polipli kolonu gösteren videodaki 382 net görüntüden 12'sinin değişim anı içerdiği ve hekime sunulduğunda teşhisin çok kısa sürede yapılabilmesine imkan tanıdığı görülmektedir.

Eşik değeri deneme yanılma yoluyla 0,83 olarak belirlenmiştir. YBİ'nin 0,83'ün altına düştüğü anda yeni bir kamera açısı ve hareketi olduğu anlaşılmaktadır. Sonra tekrar YBİ değeri yükselmektedir. Bu da takip eden görüntülerin artık yeni kamera açısında çekildiği anlaşılmaktadır. Şekil 1'de her bir videodan ikişer adet değişim anı görüntüsü yer almaktadır. Bu görüntüler birbirini takip eden ve YBİ değeri 0,83'ün altına düşen görüntülerdir. Hem sağlıklı hem de hastalıklı kolonlarda benzer bir durum olduğu görülmektedir.

Şekil 2, Crohn hastalığı olan kolondan alınan videodan elde edilen zaman serisini göstermektedir. Bu şekildeki siyah çizgi eşik değerini, kırmızı noktalar değişim anlarına karşılık gelen görüntü numarasını belirlemek için konulan işareti göstermektedir. Bu şekilde 4 adet kırmızı nokta bulunmaktadır. Bu noktadaki görüntüler ve bunlardan bir önceki görüntüler



hekime sunulmak üzere seçilen görüntü kümesini oluşturmaktadır. Böylece toplam 8 adet görüntü Crohn hastalığı olan kolondan alınmış videodaki 182 adet net görüntüyü temsil edebildiği gösterilmiştir.

Bu şekilde görüleceği üzere, zaman serisindeki küçük YBİ değişimleri birbirine çok benzer çerçevelerin olduğu video kısımlarına karşılık geldiği tespit edilmiştir. Görsel yapılan değerlendirmede de önerilen yaklaşımın yeni bilgi taşıyan görüntüleri tespitinde çok başarılı olduğu anlaşılmıştır.

Video Türü	Görüntü Sayısı	Net Görüntü Sayısı	Değişim Anı Sayısı
Sağlıklı	934	202	24
ÜK	678	206	12
Crohn	910	182	8
Polip	548	382	12

Tablo 1. Videolarda mevcut toplam görüntü, net görüntü ve YBİ ile seçilen değişim anı sayıları.

## VI. TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRME

Hekime anlamlı değişimleri içeren görüntülerden oluşan bir seçki sunmanın birbirine benzeyen birçok görüntüyü incelemeye göre daha kolay teşhis imkanı sunacağına dair bir değerlendirme ile bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Uzmanların iş yükünü azaltmak için yapılan bu çalışma, sonraki çalışmalar için de ilk basamak olarak adlandırılabilir. Burada, kolonoskopi videolarından anlamlı bilgi içeren görüntülerin çıkarılması ve otomatik hastalık sınıflandırma yaklaşımının gerçekleştirilmesine dair bir ön çalışmanın sonuçları paylaşılmaktadır.

Bu çalışmada, renkli görüntüler üzerinden işlem yapıldığı için uzun süre alan bu yöntem gelecek çalışmalarda farklı yöntemler denenerek azaltılacaktır. Ayrıca, eşik değeri manuel olarak belirlenmek yerine uyarlanabilir bir şekilde tespit edilebilir.

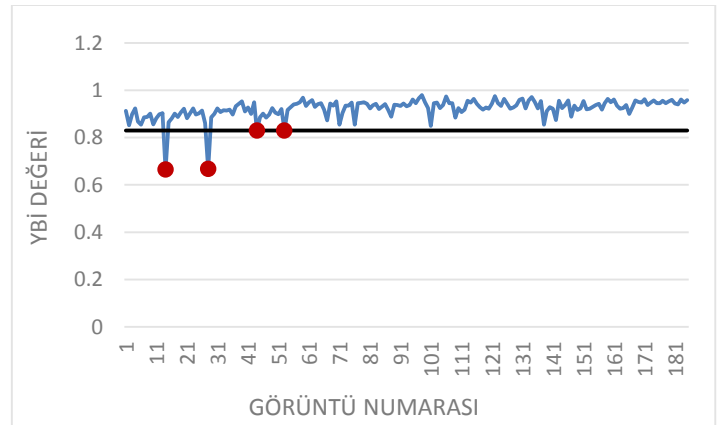
### BİLGİLENDİRME

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

### KAYNAKLAR

- [1] <https://www.cancer.org/cancer/colon-rectal-cancer/about/key-statistics.html>, [online], 1 Eylül 2018.

- [2] E. David, R. Boia, A. Malaescu, and M. Carnu, "Automatic colon polyp detection in endoscopic capsule images," ISSCS 2013 - Int. Symp. Signals, Circuits Syst., pp. 13–16, 2013.
- [3] A. Horé and D. Ziou, "Image quality metrics: PSNR vs. SSIM," Proc. Int. Conf. Pattern Recognit., pp. 2366–2369, 2010.
- [4] M. (Visan) Punga, S. Moldovanu, and L. Moraru, "Structural similarity analysis for brain MR image quality assessment," AIP Conf. Proc., vol. 1634, no. 1, pp. 137–143, 2014.
- [5] G. Piella and H. Heijmans, "A new quality metric for image fusion," Proc. Int. Conf. Image Process., vol. 2, p.-173-6, 2003.
- [6] A. Rehman and Z. Wang, "SSIM-based non-local means image denoising," IEEE Int. Conf. Image Process., no. 1, pp. 221–224, 2011.
- [7] Y. Gao, A. Rehman, and Z. Wang, "CW-SSIM based image classification," IEEE Int. Conf. Image Process., no. 1, pp. 1249–1252, 2011.
- [8] Z. Wang, A. C. Bovik, H. R. Sheikh, and E. P. Simoncelli, "Image quality assessment: From error visibility to structural similarity," IEEE Trans. Image Process., vol. 13, no. 4, pp. 600–612, 2004.



Şekil 2. Crohn hastalığı olan kolondan alınan videodan elde edilen zaman serisi.