



Bölütleme Tabanlı Yeni Görüntü İyileştirme Yöntemi

Nurullah Öztürk^{1*}, Serkan Öztürk²

^{1*} Amasya Üniversitesi, Gümüşhacıköy Hasan Duman MYO, Amasya, Türkiye, (ORCID: 0000-0001-7766-6757), nurullah.ozturk@amasya.edu.tr

² Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye (ORCID: 0000-0002-0309-3420), serkan@erciyes.edu.tr

(International Conference on Design, Research and Development (RDCONF) 2021 – 15-18 December 2021)

(DOI: 10.31590/ejosat.1041197)

ATIF/REFERENCE: Öztürk, N., & Öztürk, S. (2021). Bölütleme Tabanlı Yeni Görüntü İyileştirme Yöntemi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (32), 675-681.

Öz

Histogram eşitleme yöntemi, görüntüde kontrastı ve parlaklığı ayarlamak için kullanılan temel görüntü işleme yöntemidir. Ancak histogram eşitleme, görüntülerde aşırı iyileşme, yapaylık, doymunluk ve ayrıntıların kaybolması gibi olumsuzluklar oluşturabilmektedir. Bu çalışmada görüntü bölütleme tabanlı yeni görüntü iyileştirme yöntemi önerilmiştir. Önerilen yöntemde görüntüdeki nesne bölgeleri aktif kontur tabanlı yöntemler ile bölütlenmiş ve bu bölgelerde histogram eşitleme uygulanmıştır. Daha sonra elde edilen iyileştirilmiş nesnelere, giriş görüntüsündeki bölgesine eklenmiştir. Önerilen bu yöntem ile histogram eşitleme yönteminin görüntüler üzerinde oluşturduğu olumsuz etkiler önlenerek daha etkili iyileştirmeler sağlanmıştır. Ayrıca bölütleme yöntemi, histogram genişletme ve bi-histogram eşitleme yöntemleri ile birleştirilerek mevcut yöntemlerin başarısı da incelenmiştir. Görüntülerin entropi değeri, mutlak ortalama parlaklık hatası (AMBE) ve Tepe-Sinyal-Gürültü-Oranı (PSNR) metrikleri performans karşılaştırmasında kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar görsel ve sayısal olarak verilmiştir. Önerilen yöntem, mevcut histogram eşitleme tabanlı yöntemler ile karşılaştırılmış ve yöntemin başarısı ortaya çıkarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Görüntü iyileştirme, Görüntü bölütleme, Aktif kontur yöntemi, Histogram eşitleme.

A New Image Enhancement Method Based on Segmentation

Abstract

The histogram equalization method is the fundamental image processing method used to adjust the contrast and brightness in the image. However, histogram equalization can cause negative effects such as excessive enhancement, artifacts, saturation, and loss of details in images. In this paper, a segmentation-based new image enhancement method is proposed. With this proposed method, more effective enhancement is obtained by preventing the negative effects of the histogram equalization method on images. In the proposed method, the object regions in the image are segmented with active contour-based methods, and histogram equalization is applied to these regions. Enhanced objects obtained later are added to their region in the input image. With this proposed method, more effective enhancement is achieved by preventing the negative effects of the histogram equalization method on images. In addition, the success of the existing methods is examined by combining the segmentation method with histogram stretching and bi-histogram equalization methods. The entropy value of the images, the absolute average luminance error (AMBE), and the Peak-Signal-Noise-Ratio (PSNR) metrics are used in the performance comparison. The obtained results are presented both visually and numerically. The proposed method is compared with the histogram equalization-based methods, and the success of the proposed method is revealed.

Keywords: Image enhancement, Image segmentation, Active contour method, Histogram equalization.

* Sorumlu Yazar: nurullah.ozturk@amasya.edu.tr

1. Giriş

Görüntü işleme, bilgisayar ortamında sayısallaştırılan görüntü üzerinde çeşitli işlemler uygulanarak özel görüntüler elde etmek veya görüntüden yararlı bilgileri çıkartmak için kullanılan yöntemdir. Endüstriyel üretim, uzaktan algılama izleme sistemleri, askeri, tıbbi uygulamalar, akıllı ulaşım sistemleri ve günlük yaşam gibi birçok farklı alanda görüntü işleme yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Görüntü işleme, görüntü iyileştirme, görüntü onarımı, bölütleme, tanıma, görüntü sıkıştırma gibi konulardan oluşmaktadır (Gonzalez ve Woods, 2014).

Görüntü bölütleme, görüntüdeki bileşenleri belirli özelliklerine göre anlamlı parçalara ayırarak görüntüyü daha anlaşılır yapan ve analiz için kolay hale getiren önemli bir görüntü işleme yöntemidir. Bölütleme sonuçları nesne sınıflandırma, özellik çıkarımı ve görüntü yorumlama gibi görüntü analiz süreçlerini etkilemektedir (Alasu, 2018). Bu yüzden bölütleme yönteminin başarısı çok önemlidir. Literatürde aktif çalışılan bir konudur ve birçok yöntem geliştirilmiştir. Görüntü bölütleme yöntemleri eşikleme tabanlı, kenar tabanlı, bölge tabanlı, kümeleme tabanlı ve aktif kontur tabanlı yöntemler olarak sınıflandırılabilir. Eşikleme tabanlı yöntemler görüntüde bir veya daha fazla eşik değeri kullanılarak görüntüyü bölgelere ayıran bölütleme yöntemidir (Bhargavi ve Jyothi, 2014). Kenar tabanlı bölütleme yöntemleri, görüntüdeki belirgin geçişleri kenar olarak kabul eden ve bu kenar bilgilerini kullanarak nesneyi tespit eden türeve dayalı algoritmalarıdır (Iannizzotto ve Vita, 2000). Bölge tabanlı yöntemler, piksellerin grup olarak benzerliğine dayalı bir bölütleme işlemidir (Karthick, Sathiyasekar ve Puraneeswari, 2014). Kümeleme tabanlı yöntemler, görüntüdeki her piksel veya bölge için özellikler çıkartıp kümeleme algoritmaları kullanılarak homojen bölgeler oluşturan yöntemlerdir (Zou ve Liu, 2016). Aktif kontur yöntemi ise, kullanıcı tarafından belirlenen konturun, verilen kısıtlamalar doğrultusunda genişletilip ya da daraltılarak arayan nesne sınırlarını bulan enerji tabanlı bölütleme yöntemleridir (Kass, Witkin ve Terzopoulos, 1988).

Görüntü iyileştirme, istenilen amaca yönelik olarak uygulanan yöntemlerle görüntü kalitesini artırarak mevcut durumdan daha net ve anlaşılır duruma getirme işlemidir. Histogram genişletme (HG) yöntemi, yetersiz aydınlatma, görüntü sensörünün dinamik saha aralığının yetersizliği veya lens aparatının hatalı ayarlanması gibi düşük kontrastlı görüntülerde gri renk seviyesinin dinamik sahasını artırmak için uygulanmaktadır. Görüntüdeki kontrast ve parlaklığını ayarlamak için kullanılan en temel yöntem histogram eşitleme (HE) yöntemidir. HE, görüntü histogramının yoğunluk seviyesinin eşit olarak dağılmasını sağlayarak görüntüyü iyileştirmektedir (Gonzalez ve Woods, 2014). Basit ve hızlı uygulanabilir olmasından dolayı en yaygın kullanılan yöntemdir. Kontrast ve parlaklığı ayarlamak için literatürde farklı histogram modifikasyon teknikleri ile yapılan çeşitli görüntü iyileştirme yöntemleri geliştirilmiştir (Gupta, Kumare Singh ve Singh, 2017).

HE yöntemi bazı görüntüde bölgesel aşırı parlaklık, doygunluk, bazı detayların kaybolması gibi olumsuzluklara neden olabilmektedir. Bu olumsuzlukların üstesinden gelebilmek için görüntüler belirli özelliklerine göre bölgelere ayrılıp, HE uygulanan yöntemler geliştirilmiştir. Pizer ve ark., HE yönteminin oluşturduğu aşırı parlaklığı önlemek için görüntüyü ardışık bölgelere bölen ve bu bölgelerde kontrastı sınırlı adaptif histogram eşitleme (CLAHE) uygulayan iyileştirme yöntemini

geliştirmiştir (Pizer vd., 1987). Kim, giriş görüntüsünü ortalama histogram değerine göre iki bölgeye ayıran ve bu bölgelerde HE yöntemini uygulayan bi-histogram eşitleme (BHE) yöntemini önermiştir (Kim, 1997). Wang ve ark., HE yönteminin sebep olduğu bilgi kaybını önlemek amacıyla görüntüyü medyan değerine göre bölüp HE uygulayan eşit alanlı ikili alt görüntü HE (DSIHE) yöntemini geliştirmiştir (Wang, Chen ve Zhang, 1999). Chen ve Ramli, giriş ve çıkış görüntüsü arasındaki ortalama parlaklık hatasını minimize etmek için minimum ortalama parlaklık hatası bi-histogram eşitleme (MMBEBHE) yöntemini sunmuştur (Chen ve Ramli, 2003). Singh ve Kapoor parlaklığı korumak ve aşırı iyileşmeyi önlemek için görüntü medyan değerine göre bölmekte ve bu bölgelerde HE uygulayan (MMSICHE) yöntemini önermiştir (Singh ve Kapoor, 2014). Başka bir çalışmada pozlama eşik değerine göre görüntü alt bölgelere bölen ve HE uygulayan (ESIHE) yöntemini sunmuştur (Singh ve Kapoor, 2014).

Son yıllarda bölütleme algoritmaları kullanılarak görüntü iyileştirme yöntemleri de geliştirilmiştir. Ye ve ark., Watershed bölütleme algoritması kullanarak adaptif HG yöntemi önermişlerdir (Ye, Mohamadian ve Ye, 2008). Hung ve Ruan, görüntüdeki piksellerin karakteristiklerine göre bölütleme yaparak HE temelli iyileştirme yöntemi önermişlerdir (Huang ve Ruan, 2014). Liang ve ark., konvolüsyon yöntemi ile bölütleme yaparak kontrast iyileştirme yöntemi geliştirmiştir (Liang, Zhang, Zhao ve Li, 2016). Yin ve ark., Gaussian eğrisini kullanarak görüntüyü bölütleyen ve adaptif kontrast iyileştirme uygulayan yöntem önermiştir (Yin, Lyu, Luo ve Li, 2017). Sahu ve Bhawnani, görüntülerdeki tiroid bölgesinin tespiti ve ölçümü için aktif kontur yöntemi ile bölütleme tabanlı HE yöntemi sunmuştur (Sahu ve Bhawnani, 2014).

Bu çalışmada HE yönteminin başarımını daha etkili duruma getirmek için bölütleme tabanlı yeni görüntü iyileştirme yöntemi önerilmiştir. Önerilen yöntemde, öncelikle görüntüdeki nesnelere aktif kontur tabanlı yöntem ile bölütlenmiştir. Daha sonra nesne bölgesine HE yöntemi uygulanmıştır. Son olarak elde edilen iyileştirilmiş nesnelere, giriş görüntüsündeki bölgesine eklenmiştir. Bu yöntem ile HE yönteminin oluşturduğu olumsuzluklar ortadan kaldırılarak daha etkili ve başarılı görüntü iyileştirme sağlanmıştır. Ayrıca bu çalışmada HG, BHE yöntemleri bölütleme yöntemleri ile uygulanarak mevcut yöntemlerin başarısı ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada farklı aktif kontur tabanlı bölütleme yöntemleri kullanılmış ve bu yöntemlerin görüntü iyileştirmedeki etkisi incelenmiştir.

Makalenin 2. bölümde önerilen bölütleme tabanlı görüntü iyileştirme yöntemi anlatılmıştır. Deneysel çalışmalar 3. bölümde gösterilmiştir. 4. bölümde ise elde edilen sonuçlar ve değerlendirmeler verilmiştir.

2. Görüntü Bölütleme Tabanlı Görüntü İyileştirme Yöntemi

Literatürde HE tabanlı birçok iyileştirme yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemler ile HE yönteminin görüntüde oluşturduğu olumsuzluklara çözüm aranmıştır. Bu çalışmada mevcut HE tabanlı yöntemlerden farklı olarak bölütleme tabanlı yeni bir yöntem önerilmiştir. Bu yöntem ile görüntü iyileştirme yöntemlerinin başarımının artırılması amaçlanmıştır. Ayrıca farklı bölütleme yöntemlerinin görüntü iyileştirmedeki etkisi incelenmiştir. Bölütleme yöntemi için görüntüler karşı duyarlı olması ve ayrıntılı bölütleme başarısı elde etmesinden dolayı aktif

kontur yöntemleri kullanılmıştır. Bu bölümde öncelikle aktif kontur yöntemlerinden Chan-Vese yöntemi (C-V) (Chan ve Vese, 2001), yerel ikili enerji ayarlama yöntemi (LBF) (Li, Kao, Gore ve Ding, 2007) hakkında bilgiler verilmiştir. Daha sonra önerilen bölütleme tabanlı görüntü iyileştirme yönteminin çalışma prensibi açıklanmıştır.

2.1. C-V Yöntemi

Chan ve Vese tarafından önerilen C-V yöntemi Mumford-Shah bölütleme yönteminden türetilmiş en yaygın kullanılan global bölge tabanlı aktif kontur yöntemidir (Chan ve Vese, 2001). C-V yöntemi görüntü yoğunluklarının sabit olduğu homojen görüntüleri bölütlemeye başarılı olmaktadır. C-V yönteminin enerji fonksiyonu Eşitlik 1 ile hesaplanmaktadır.

$$E^{CV}(C, c_1, c_2) = \mu \cdot \text{uzunluk}(C) + v \cdot \text{Alan}(\text{ici}(C)) + \lambda_1 \int_{\text{ici}C} |I(x, y) - c_1(C)|^2 dx dy + \lambda_2 \int_{\text{dışı}C} |I(x, y) - c_2(C)|^2 dx dy \quad (1)$$

Burada I görüntüyü, C verilen konturu, c_1 ve c_2 ise C 'ye bağlı sabitleri ifade etmektedir. c_1 , C 'nin içindeki ortalama piksel yoğunluğunu, c_2 ise C 'nin dışındaki ortalama piksel yoğunluğunu göstermekte ve Eşitlik 2 ile hesaplanmaktadır. λ_1 ve λ_2 ise pozitif sabittir ve sırasıyla çizilen C nin iç ve dış sınırının pürüzsüzlüğünü sağlamaktadır. μ gelişen C eğrisinin düzgünlüğünü kontrol ederken, v sınırın iç alanını ön plana çıkarmaktadır.

$$c_1 = \frac{\int_{\Omega} I(x, y) H(\phi(x, y)) dx dy}{\int_{\Omega} H(\phi(x, y)) dx dy} \quad (2)$$

$$c_2 = \frac{\int_{\Omega} I(x, y) (1 - H(\phi(x, y))) dx dy}{(1 - H(\phi(x, y))) dx dy}$$

H Heaviside fonksiyonudur. Bu fonksiyon C eğrisinin sıfırdan 1'e, 1'den sıfıra geçişlerinin ani olmaması için kullanılmaktadır. Heaviside fonksiyonu Eşitlik 3 ile hesaplanmaktadır.

$$H(\phi) = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{2}{\pi} \arctan \left(\frac{\phi}{\epsilon} \right) \right] \quad (3)$$

2.2. LBF Yöntemi

Li ve arkadaşları tarafından geliştirilen LBF yöntemi yerel tabanlı bölütleme yöntemidir (Li ve vd., 2007). Yerel tabanlı aktif kontur yöntemleri yoğunluğu homojen olmayan görüntülerde bölütlemeye başarılıdır. LBF yönteminin enerji fonksiyonu Eşitlik 4 ile hesaplanmaktadır.

$$E^{LBF}(C, f_1, f_2) = \lambda_1 \int_{\Omega} K_{\sigma}(x - y) |I(y) - f_1(x)|^2 H(\phi(y)) dy + \lambda_2 \int_{\Omega} K_{\sigma}(x - y) |I(y) - f_2(x)|^2 (1 - H(\phi(y))) dy \quad (4)$$

Burada K_{σ} , gauss çekirdek fonksiyonu, σ standart sapma değeri, H Heaviside fonksiyonu f_1 ve f_2 ise sırasıyla konturun

içindeki ve dışındaki yerel görüntü yoğunluk değerleridir ve Eşitlik 5 ile hesaplanmaktadır.

$$f_1(x) = \frac{K_{\sigma}(x) \times [H(\phi(x))I(x)]}{K_{\sigma}(x) \times H(\phi(x))} \quad (5)$$

$$f_2(x) = \frac{K_{\sigma}(x) \times [(1 - H(\phi(x)))I(x)]}{K_{\sigma}(x) \times [1 - H(\phi(x))]}$$

2.3. Bölütleme Tabanlı Görüntü İyileştirme Yöntemi

Bu çalışmanın amacı bölütleme tabanlı yeni görüntü iyileştirme yöntemi geliştirilerek, mevcut yöntemlerin başarımları artırmak ve daha etkili iyileştirme sonuçları elde etmektir. Önerilen yöntemin algoritmasının işleyişi şu şekildedir:

1. I_G , giriş görüntüsü alınır.
2. Aktif kontur yöntemi uygulanarak görüntüler bölütlenir ve görüntüdeki nesnelere tespit edilir:

$$I_B = \text{bölütleme}(I_G)$$

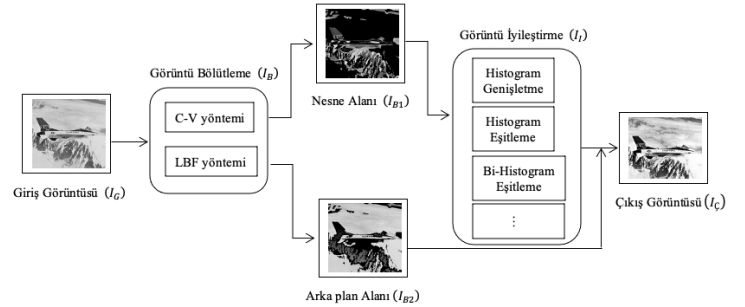
3. Nesne bölgelerine görüntü işleme yöntemleri uygulanır:

$$I_I = \text{iyileştirme}(I_B)$$

4. İyileştirilmiş nesne bölgeleri giriş görüntüsünde birleştirilir ve çıkış görüntü elde edilir:

$$I_C = \text{birleştirme}(I_I, I_G)$$

Önerilen yöntemin akış diyagramı Şekil 1'de verilmektedir.



Şekil 1 Önerilen yöntemin akış diyagramı

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Önerilen yöntemin performansını değerlendirmek için Jetplane.tif (512×512), Airplane.jpg (481×321), Moon.tif (537×358) ve görüntüleri kullanılmıştır. Bu görüntüler karmaşık ve basit içeriklerine göre seçilmiştir. Çalışmada kullanılan görüntüler Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2 Çalışmada kullanılan orijinal görüntüler

Görüntü iyileştirme yöntemlerinin başarımlarını değerlendirmek için kullanılan değerlendirme kriterileri için entropi değeri (F_1) Eşitlik 6 ile, mutlak ortalama parlaklık hatası (AMBE) değeri (F_2) Eşitlik 7 ile (Chen ve Ramli, 2003) ve Tepe-Sinyal-Gürültü-Oranı (PSNR) değeri (F_3) (Wang, Bovik, Sheikh ve Simoncelli, 2004) Eşitlik 8 ile hesaplanmaktadır.

$$F_1(x) = H(I(x)) \quad (6)$$

$$F_2(x) = |X - Y| \quad (7)$$

$$F_3(x) = 10 \log_{10} \left(\frac{255^2}{\left(\frac{1}{M \times N} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} (X_{i,j} - Y_{i,j})^2 \right)} \right) \quad (8)$$

Eşitlik 7'de, X orijinal görüntüyü, Y iyileştirilmiş görüntüyü, Eşitlik 8'de M ve N görüntünün boyutlarını ifade etmektedir. F_1 ve F_2 değerlerinin yüksek olması, F_3 ise düşük olması görüntünün daha etkili iyileştirilme olduğunu göstermektedir.

Önerilen yöntem Matlab2020b yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Uygulamada kullanılan C-V yönteminin enerji fonksiyonunun parametreleri $\lambda_1 = \lambda_2 = 1$, $\vartheta = 0$ ve $\mu = 0.1$ olarak seçilmiştir. LBF yönteminin enerji fonksiyonunun parametreleri ise $\lambda_1 = 1.2$ ve $\lambda_2 = 1.1$ olarak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan görüntülerin C-V ve LBF aktif kontur yöntemleri ile bölütlenme sonuç elde edilen nesne bölgeleri Şekil 3'te verilmiştir. LBF yöntemi bölgesel bölütlemeye daha başarılı olduğu için görüntüdeki detayları tespit etmiştir. Airplane görüntüsünde kuyruk bölgesinde "A" bölgesini ve gövdesinde bulunan yıldız sembolü algılamıştır. Moon görüntüsünde Ay bölgesinin sınır detayları daha net ortaya çıkarmıştır. Jetplane kuyruk bölgesindeki "F16" bilgisini ve gövde bölgesindeki ayrıntıları tespit etmede daha başarılı olmuştur. C-V yöntemi tüm görüntülerde nesne sınırlarını bulmuştur. Ancak detayları ortaya çıkarmada çok başarılı olamamıştır.



Şekil 3. Uygulanan bölütleme yöntem sonuçları

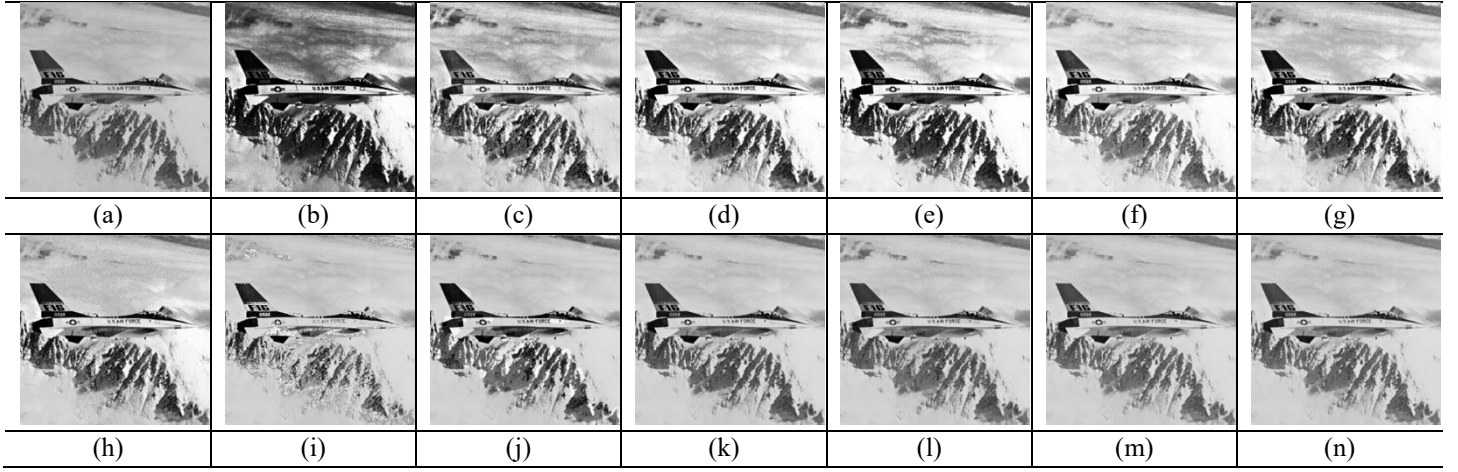
HG, HE, CLAHE, BHE DSIHE, ESIHE, MMBEBHE, MMSICHE ve önerilen yöntemler kullanılarak iyileştirilen görüntüler Şekil 4-7'de verilmiştir. F_1 , F_2 ve F_3 objektif değerlendirme sonuçları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Şekil 4'te Jetplane görüntüsü için görüntü iyileştirme yöntemleri uygulanmıştır. Elde edilen iyileşme sonuçları görsel olarak değerlendirildiğinde HG yöntemi görüntü de görüntüde

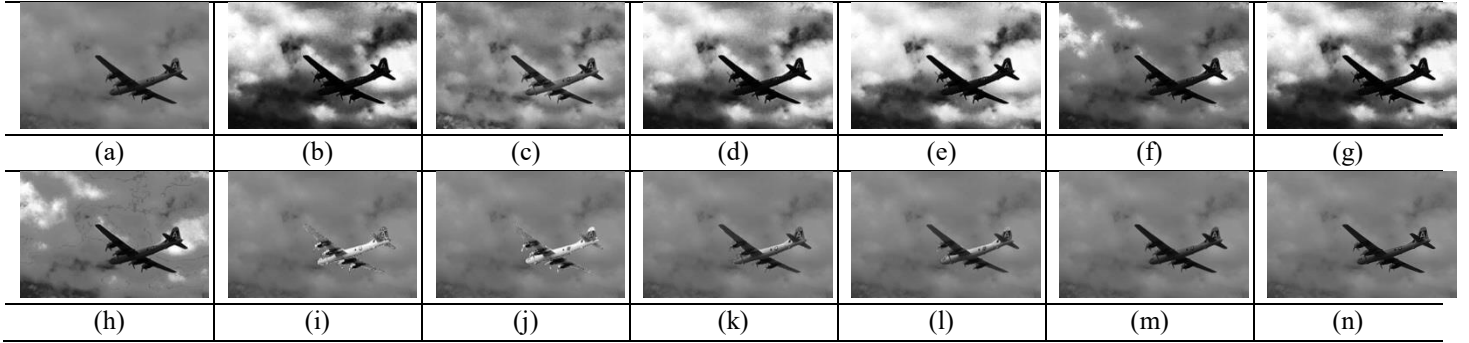
iyileştirme etkisi oluşturmamıştır. HE yöntemi görüntünün kontrastını düşürmekte ve karanlık bölgeler oluşturmuştur. CLAHE yöntemi HE yönteminin meydana getirdiği olumsuzluğu önlemiştir. Dağ bölgesinde bazı ayrıntıları ortaya çıkarmıştır. BHE yöntemi, daha etkili bir iyileşme sağlamıştır. Jetplane görüntüsünde kuyruk bölgesinde ve dağ alanında ayrıntıları belirginleştirmiştir. DSIHE ve MMBEBHE yöntemi, BHE yöntemine benzer iyileşme sağlamıştır. Ancak DSIHE bulut bölgesinde bölgesel parlaklık oluşturmuştur. Fakat bu yöntemler, HE yönteminden daha dengeli bir iyileşme sağlamıştır. ESIHE yöntemi dağ bölgesinde ayrıntıları göstermede çok başarılı olamamıştır. MMSICHE yöntemi daha dengeli bir iyileşme sağlamıştır. Önerilen CV-HE ve LBF-HE yöntemleri, HE yönteminin oluşturduğu aşırı karanlık bölge sorununu önlemiş ve daha etkili bir HE yöntemi uygulanmıştır. Mevcut yöntemlere göre daha dengeli ve etkili kontrast ve parlaklık ayarlaması sağlamıştır. LBF yöntemi görüntüde daha detaylı bölütleme sağladığı için bazı bölgelerde de daha ayrıntıları daha belirgin hale getirmiştir. Ayrıca uygulanan CV-HG, LBF-HG, CV-BHE ve LBF-BHE yöntemleri ile HG ve BHE yöntemlerinin daha etkili uygulanması sağlanmıştır. Jetplane görüntüsünde F_1 kriterine göre en iyi başarıyı CLAHE yöntemi, F_2 kriterine göre en iyi başarıyı BHE yöntemi ve F_3 değerine göre en iyi başarı önerilen yöntemler ile elde etmiştir. Önerilen yöntemler diğer kriterlerde en iyi ikinci en iyi başarıyı sağlamıştır.

Şekil 5'te Airplane görüntüsü için uygulanan iyileştirme yöntemlerinin sonuçları verilmiştir. HE, BHE, DSIHE, ESIHE, MMBEBHE ve MMSICHE yöntemleri uçak bölgesinde ayrıntıları yok etmiş ve karanlık bir görüntü sağlamıştır. Gökyüzü bölgesinde ise aşırı karanlık ve aydınlık alanlar oluşturmuştur. CLAHE yöntemi ise uçak bölgesinde HE tabanlı diğer yöntemlerden daha başarılı bir iyileşme sağlamıştır. HG yöntemi görüntüde bir iyileşme göstermemiştir. Önerilen CV-HE ve LBF-HE yöntemleri nesne bölgesinde daha net bir iyileşme elde etmiştir. CV-HG ve LBF-HG yöntemleri, HG yöntemine göre uçak bölgesinde iyileşme sağlamıştır. CV-BHE ve LBF-BHE yöntemleri ise BHE yöntemlerinin daha etkili iyileşme sağlamıştır. Airplane görüntüsünde F_1 kriterine göre en iyi başarıyı CLAHE yöntemi elde ederken F_2 ve F_3 kriterlerinde en iyi başarı önerilen yöntemler ile sağlanmıştır.

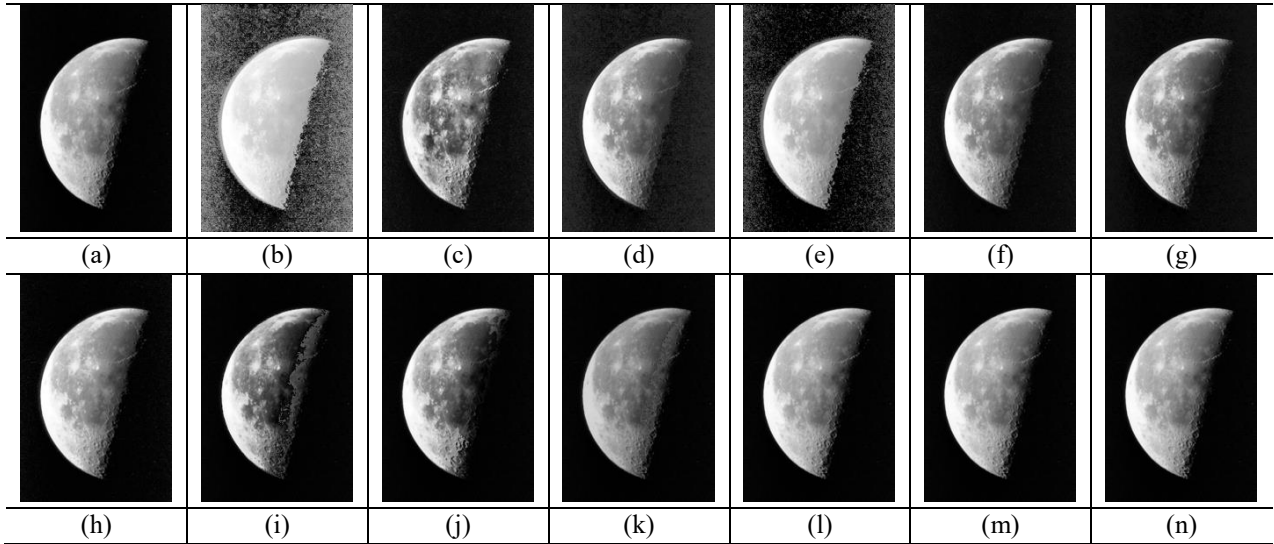
Şekil 6'te Moon görüntüsü için uygulanan iyileştirme yöntemlerinin sonuçları verilmiştir. HG yöntemi, bu görüntüde iyileşme sağlayamamıştır. HE, BHE ve DSIHE yöntemleri ise Moon görüntüsünün arka planında gürültüler oluşturmuştur. Ayrıca HE yöntemi Moon görüntüsünde aşırı bir bozulma meydana getirmiştir. CLAHE yöntemi, görüntüdeki ayrıntıları ortaya çıkarmıştır. ESIHE, MMBEBHE ve MMSICHE yöntemleri ise benzer iyileşme sonuçları elde etmiştir. Önerilen CV-HE ve LBF-HE yöntemi ile, daha başarılı HE yöntemi uygulanmıştır. Ancak CV yöntemi, LBF yöntemine göre detaylı bir bölütleme sağlamadığı için Moon görüntüsünde yapay bir bölge oluşturmuştur. LBF-HG yöntemi CV-HG yöntemine göre daha iyi bir iyileşme göstermiştir. CV-BHE ve LBF-BHE birbirine yakın iyileşme sonuçları vermiştir. Moon görüntüsünde de F_1 kriterine göre CLAHE yöntemi, F_2 kriterine göre ESIHE yöntemi ve F_3 kriterinde ise önerilen yöntemler en iyi başarıyı elde etmiştir. Benzer şekilde en iyi ikinci başarıyı sağlayan önerilen yöntemler olmuştur.



Şekil 5. Jetplane görüntüsü için karşılaştırmalı sonuçlar (a) HG, (b) HE, (c) CLAHE, (d) BHE, (e) DSIHE, (f) ESIHE, (g) MMBEBHE, (h) MMSICHE, (i) CV-HE, (j) LBF-HE, (k) CV-HG, (l) LBF-HG, (m) CV-BHE, (n) LBF-BHE



Şekil 6. Airplane görüntüsü için karşılaştırmalı sonuçlar (a) HG, (b) HE, (c) CLAHE, (d) BHE, (e) DSIHE, (f) ESIHE, (g) MMBEBHE, (h) MMSICHE, (i) CV-HE, (j) LBF-HE, (k) CV-HG, (l) LBF-HG, (m) CV-BHE, (n) LBF-BHE



Şekil 7. Moon görüntüsü için karşılaştırmalı sonuçlar (a) HG, (b) HE, (c) CLAHE, (d) BHE, (e) DSIHE, (f) ESIHE, (g) MMBEBHE, (h) MMSICHE, (i) CV-HE, (j) LBF-HE, (k) CV-HG, (l) LBF-HG, (m) CV-BHE, (n) LBF-BHE

Tablo 1. Uygulama Görüntülerinin Objektif Değerlendirme Sonuçları

Uygulanan Yöntem	Jetplane			Airplane			Moon		
	F_1	F_2	F_3	F_1	F_2	F_3	F_1	F_2	F_3
HG	6.7135	15.000	24.6090	6.1566	0	Inf	5.5128	0	Inf
HE	5.7114	50.5973	11.8429	5.5744	9.8631	13.0322	4.3496	74.3539	9.3805
CLAHE	7.5495	11.1914	20.6458	6.8945	10.5615	21.9440	6.4743	5.0689	21.6515
BHE	6.7135	1.7448	21.0644	6.0123	24.8130	12.8740	5.3026	15.5882	20.3848
DSIHE	6.5611	1.5756	17.4717	5.9578	39.6768	11.6426	5.2828	28.0161	15.6856
ESIHE	6.6739	15.5633	22.4407	6.0856	10.0989	19.7457	5.4147	1.4500	24.8127
MMBEBHE	6.5932	1.9476	21.4327	5.9806	12.0756	13.0981	5.2961	1.4899	24.8027
MMSICHE	6.6005	3.4199	22.8651	6.0447	6.4786	20.8719	5.1641	2.8541	32.2760
CV-HE	6.5170	3.7721	22.3352	6.0974	5.0406	20.1806	5.0578	12.2873	23.8581
LBF-HE	6.6216	3.7273	24.8810	6.0976	5.1027	20.1487	5.0886	8.0308	22.2950
CV-HG	6.7571	3.3309	31.1443	6.1279	1.8268	28.2427	5.4404	10.1885	22.3677
LBF-HG	6.8023	3.9466	30.4077	6.1296	1.8831	28.0617	5.5118	0.2823	53.6237
CV-BHE	6.7135	0	Inf	6.1566	0	Inf	5.5128	0	Inf
LBF-BHE	6.7135	0	Inf	6.1566	0	Inf	5.5128	0	Inf

4. Sonuç

Bu çalışmada bölütleme tabanlı yeni görüntü iyileştirme yöntemi önerilmiştir. Önerilen yöntem histogram eşitleme yönteminin görüntüde oluşturduğu olumsuzlukları önleyerek daha etkili bir iyileşme sağlamıştır. Ayrıca önerilen yöntem HG, ve BHE yöntemleri ile birleştirilerek uygulanmış ve bu yöntemlerinde başarısını artırmıştır. Yapılan çalışmalarda uygulanan HE tabanlı yöntemlerin görüntüler üzerinde genel ve etkili bir başarı sağlayamadığı görülmüştür. HE tabanlı bazı yöntemler görüntünün arka planında veya nesne üzerinde bozulmalar meydana getirmiştir. Önerilen yöntem ise, görüntünün nesne bölgesine uygulandığı için görüntü üzerinde bozulma oluşturmamış ve daha etkili iyileşme sağlamıştır. Ayrıca çalışmada CV ve LBF bölütleme yöntemlerinin görüntü iyileştirme yöntemine etkisi incelenmiştir. Bölütleme yöntemlerinin başarısı önerilen yöntemin başarısını doğrudan etkilediği görülmüştür.

Gelecekteki çalışmalarda farklı bölütleme ve iyileştirme yöntemleri kullanılarak daha genel uygulanabilir yeni görüntü iyileştirme yöntemi geliştirilebilir.

Kaynakça

- Gonzalez, R. C. ve Woods, R. E. (2014). Digital Image Processing (Sayısal Görüntü İşleme), cilt 3, Pearson Education (Çeviri Palme).
- Alasu, S. (2018). Çizge Kesim Temelli İnteraktif Görüntü Bölütleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması (Yüksek Lisans Tezi) İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Bhargavi, K. ve Jyothi, S. (2014). A survey on threshold based segmentation technique in image processing. International Journal of Innovative Research and Development, 3(12), 234-239.
- Iannizzotto, G. ve Vita, L. (2000). Fast and accurate edge-based segmentation with no contour smoothing in 2-D real images. IEEE Transactions on Image Processing, 9(7), 1232-1237.

Karthick, S., Sathiyasekar, K., ve Puraneeswari, A. (2014). A survey based on region based segmentation. International Journal of Engineering Trends and Technology, 7(3), 143-147.

Zou, Y. ve Liu, B. (2016). Survey on clustering-based image segmentation techniques. In 2016 IEEE 20th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD) (pp. 106-110). IEEE.

Kass, M., Witkin, A., ve Terzopoulos, D. (1988). Snakes: Active contour models. International journal of computer vision, 1(4), 321-331.

Gupta, P., Kumare, J. S., Singh, U. P., ve Singh, R. K. (2017). Histogram based image enhancement techniques: a survey. Int J Comput Sci Eng, 5(6), 475-484.

Pizer, S. M., Amburn, E. P., Austin, J. D., Cromartie, R., Geselowitz, A., Greer, T., ... ve Zuiderveld, K. (1987). Adaptive histogram equalization and its variations. Computer vision, graphics, and image processing, 39(3), 355-368.

Kim, Y. T. (1997). Contrast enhancement using brightness preserving bi-histogram equalization. IEEE transactions on Consumer Electronics, 43(1), 1-8.

Wang, Y., Chen, Q., ve Zhang, B. (1999). Image enhancement based on equal area dualistic sub-image histogram equalization method. IEEE transactions on Consumer Electronics, 45(1), 68-75.

Chen, S. D., ve Ramli, A. R. (2003). Minimum mean brightness error bi-histogram equalization in contrast enhancement. IEEE transactions on Consumer Electronics, 49(4), 1310-1319.

Singh, K., ve Kapoor, R. (2014). Image enhancement via median-mean based sub-image-clipped histogram equalization. Optik, 125(17), 4646-4651.

Singh, K., ve Kapoor, R. (2014). Image enhancement using exposure based sub image histogram equalization. Pattern Recognition Letters, 36, 10-14.

- Ye, Z., Mohamadian, H., ve Ye, Y. (2008). Gray level image processing using contrast enhancement and watershed segmentation with quantitative evaluation. In 2008 International Workshop on Content-Based Multimedia Indexing (pp. 470-475). IEEE.
- Hung, C. S., ve Ruan, S. J. (2014). An intelligent block segmentation based contrast enhancement for edge preservation. In 2014 IEEE 3rd Global Conference on Consumer Electronics (GCCE) (pp. 260-261). IEEE.
- Liang, Y. T., Zhang, M., Zhao, K. B., ve Li, Y. G. (2016, December). Haze image moving window threshold segmentation algorithm based on contrast enhancement. In 2016 10th International Conference on Software, Knowledge, Information Management & Applications (SKIMA) (pp. 357-363). IEEE.
- Yin, H., Lyu, G., Luo, X., ve Li, C. (2017). A segmentation-based adaptive image enhancement method inspired by the self-adjust features of HVS. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, 8(6), 1895-1905.
- Sahu, P. K., ve Bhawnani, D. K. (2014). Thyroid segmentation and area measurement using active contour. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 3(5).
- Chan, T. F., ve Vese, L. A. (2001). Active contours without edges. *IEEE Transactions on image processing*, 10(2), 266-277.
- Li, C., Kao, C. Y., Gore, J. C., ve Ding, Z. (2007). Implicit active contours driven by local binary fitting energy. In 2007 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (pp. 1-7). IEEE.
- Chen, S. D., ve Ramli, A. R. (2003). Minimum mean brightness error bi-histogram equalization in contrast enhancement. *IEEE transactions on Consumer Electronics*, 49(4), 1310-1319.
- Wang, Z., Bovik, A. C., Sheikh, H. R., ve Simoncelli, E. P. (2004). Image quality assessment: from error visibility to structural similarity. *IEEE transactions on image processing*, 13(4), 600-612.