

Bazı Kenar Algılama Yöntemlerinin Manyetik Rezonans Görüntüleri Üzerindeki Performans Analizi

Performance Analysis of Some Edge Detection Methods on Magnetic Resonance Images

Gülcan Yıldız^{1*}, Doğan Yıldız²

¹Bilgisayar Mühendisliği Bölümü/Mühendislik Fakültesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun

²Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü/Mühendislik Fakültesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun
*(gulcan.ozero@bil.omu.edu.tr)

Özet – Manyetik Rezonans Görüntüleme; üç boyutlu görüntüler elde etme yeteneği, yüksek çözünürlüğe sahip olma, kesin bilgiler verebilme gibi avantajlarından dolayı birçok klinik ve bilimsel uygulamada kullanılmaktadır. Beyin MR görüntülerinden sayısal veriler alabilmek ve bilgisayar ortamında önemli bilgileri otomatik olarak elde edebilmek için görüntü işleme yöntemlerine başvurulabilir. Bu yöntemlerin başında, görüntüdeki bilgilerin büyük bir kısmının yer aldığı kenar bilgisini ortaya çıkaran yöntemler gelir. Literatürde, kenar algılama amacıyla kullanılan birçok standart yöntem bulunmaktadır. Bu çalışmada Sobel, Prewitt, Roberts, Gauss'un Laplası, Canny ve Bulanık Mantık kenar algılama yöntemleri beyin MR görüntüleri üzerinde uygulanmış ve farklı eşik değerleri kullanılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Ayrıca Bulanık Mantık yönteminde giriş ve çıkış için farklı üyelik fonksiyonları kullanılarak bu fonksiyonların performans karşılaştırması yapılmıştır. Sonuçlara bakıldığında beyin MR görüntüleri için, 0.03 eşik değerine sahip Robert, Prewitt ve Sobel yöntemlerinin diğer yöntemlere göre daha iyi sonuç verdiği gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler—Manyetik rezonans görüntüleme, kenar algılama yöntemleri, beyin manyetik rezonans görüntüsü, bulanık mantık.

Abstract –Magnetic Resonance Imaging is used in many clinical and scientific applications due to its advantages such as the ability to obtain three-dimensional images, high resolution, and precise information. Image processing methods can be used to obtain numerical data from brain MR images and automatically obtain important information in computer environment. At the beginning of these methods, there are methods that reveal the edge information in which a large part of the information in the image is located. There are many standard methods used for edge detection in the literature. In this study, Sobel, Prewitt, Roberts, Gauss's Laplace Canny and Fuzzy Logic edge detection methods were applied on the brain MR images and the results were compared using different threshold values. In addition, in Fuzzy Logic method, the performance comparison of these functions was made by using different membership functions for input and output. When the results were examined, it was observed that the Robert, Prewitt and Sobel methods with a threshold value of 0.03 gave better results than other methods for brain MR images.

Keywords – Magnetic resonance imaging, edge detection methods, brain magnetic resonance image, fuzzy logic.

I. GİRİŞ

Görüntü işleme, girdi olarak görüntü alan, bunu işleyerek kullanılan uygulamaya uygun çıktı görüntüsü elde eden bir işlemdir. Tüm görüntü işleme tekniklerinin temel amacı, üzerinde işlem yapılan görüntü veya nesnenin daha kolay anlaşılmasını sağlamaktır [1]. Günümüz dünyasında kullanılan görüntüler dijital formattadır. Tıbbi görüntüler, fiziksel özelliklerin dağılımını gösteren görüntülerden oluşmaktadır. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) gibi medikal görüntüleme yöntemleri, çoğunlukla vücudun iç organlarının dijital görüntülerini oluşturan veya bu organları görselleştirmek için bilgisayar teknolojilerinden yararlanan teknolojilerdir. Bu yöntemler, doktorların vücudun iç yapısı

hakkında bilgi sahibi olmalarına yardımcı olur. MRG, radyolojide vücudun iç yapısını ayrıntılı olarak görmek için kullanılan bir tıbbi görüntüleme tekniğidir. Bilgisayarlı tıbbi tomografi, ultrason ve MRG, doktorların vücudun üçüncü boyutunu görmelerine imkan vererek, geleneksel x-ray görüntülemenin önüne geçmiştir [2]. Bir MRG tarayıcısı tarafından üretilen görüntüler, kesit olarak adlandırılabilir. MRG, hem yatay hem de dikey düzlemlerde beyin kesitleri üretebilme özelliğine sahiptir. MRG görüntüleri üzerinde daha kolay işlem yapabilmek için kenar algılama yöntemleri kullanılarak görüntüler kategorize edilmeli ve analiz edilmelidir [3].

Görüntü bölütleme; dijital bir görüntüyü, piksel veya süper piksel kümeleri olarak da bilinen birden çok bölüme ayırma girişimidir. Bölütlemenin amacı, görüntüyü daha anlamlı hale getirmek ve analiz edilmesini kolaylaştırmak için yapılan basitleştirme veya değiştirme işlemleridir [3]. Görüntü bölütleme, görüntü işlemenin en zor işlemlerinden biridir. Spor, biyo-medikal, uzaktan algılama uyduları, güvenlik gibi pek çok uygulamada yaygın olarak kullanılmaktadır. Bölütleme işlemleri, bir görüntüyü kendi bileşenlerine veya nesnelere böler. MR görüntüsü içerisindeki tümörün ayrılması, görüntü bölütlemenin önemli uygulamalarından biridir. MRG'de tümörlerin manuel olarak saptanması, zaman alıcı bir işlemdir. Aynı zamanda bu saptama işlemi için hatalara karşı hassas olan eğitimli radyologlara ihtiyaç duyulmaktadır. Çok sayıda hasta ve dolayısıyla çok sayıda görüntünün olmasından ötürü bu kadar büyük bir verinin manuel olarak tespit edilmesi ve bölümlere ayrılması oldukça zahmetlidir. Bu nedenle, bu süreci otomatik hale getirme ihtiyacı duyulmakta ve bölütleme teknikleri bu hedefe ulaşmada önemli bir rol oynamaktadır [4]. Kenar algılama ise temel bölütleme yöntemlerinden biridir. Kenar algılama, temel olarak görüntü yoğunluğundaki süreksizliklerin, özellikle yoğunluğun keskin bir biçimde değişme eğiliminde olduğu kenarlar boyunca tanımlanmasını amaçlamaktadır [3].

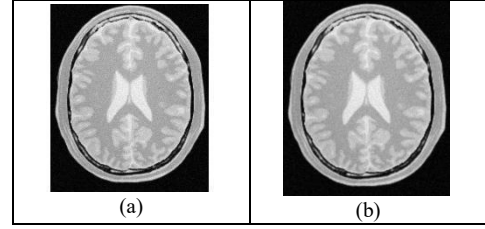
Kenar tespiti, insan beyni üzerinde yapılan çalışmalarda özellik tanıma ve özellik çıkarma için kullanılan önemli bir araçtır. MR görüntüleri üzerinden hastalık teşhisi yapmak için kullanılan kenar algılama ve bölütleme üzerine birçok araştırma bulunmaktadır. [4] çalışmasında, MR görüntüsünün beyin tümörü bölütlemesi için geliştirildiği bir Sobel kenar tespit yöntemi önerilmiştir. Önerilen yöntemle oluşturulan kenarlar, daha az yanlış kenarlara ve kapalı konturlara sahiptir. [5] çalışmasında beyin MR görüntüsünün K-ortalama kümeleme algoritması kullanılarak bölütlenmesi önerilmiş ve ayrıca tümör konumunu tespit ederken -beyin MR görüntüsünün bölütlenmesinden sonra kaçınılmaz olarak oluşabilecek- yanlış bölütlenmeyi önlemek için morfolojik filtreleme uygulanmıştır. [3] çalışmasında orijinal MR görüntüsü ilk olarak, Bulanık K-Ortalamlar Kümeleme tekniğini içeren Parçacık Sürtünme optimizasyonu kullanılarak yapılan görüntü bölütlenmesine tabi tutulmuştur. İkinci olarak ise, ince kenarları tespit etmek için canny kenar algılama algoritması kullanılmıştır. [6] çalışmasında beyin tümör tespiti için ön işlem olarak Canny, Prewitt, Robert kenar algılama filtreleri kullanılmıştır. [7] çalışmasında ise tümör, Canny kenar algılama algoritmasına göre bölütlere ayrılmıştır.

Yapılan çalışmalar dikkate alındığında tümör ve diğer hastalıkların teşhisi için kenar algılama yöntemlerinin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada ise Sobel, Canny, Prewitt, Roberts ve Gauss'un Laplası (Laplacian of Gaussian, LoG) kenar çıkarma yöntemleri, farklı eşik değerleri kullanılarak MR görüntülerine uygulanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Ayrıca farklı giriş ve çıkış üyelik fonksiyonları kullanılarak bulanık mantık yöntemi ile kenar algılama sonuçları verilmiştir.

II. MATERYAL VE METOT

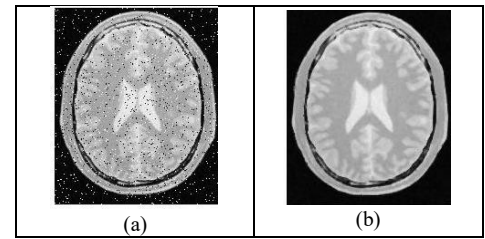
Kenar algılama, görüntüdeki bilgileri çıkarmak için uygulanan ilk adımdır. Kenar algılama işleminin amacı, görüntüdeki bir alanın veya sınır nesnelere görünümünü iyileştirmektir [8]. Bu çalışmada kullanılan görüntüler beyin MR görüntüleridir. Örnek görüntü Şekil 1a ile gösterilmiştir.

MATLAB benzetim ortamının Image Processing Toolbox'ı kullanılarak işlemler gerçekleştirilmiştir. Öncelikle, görüntü okunmuş ve renkli ise gri seviye görüntüye dönüştürülmüştür (Şekil 1b).



Şekil 1 a) Örnek MR görüntüsü b) Gri seviye görüntü

Görüntüde var olan gürültüyü gidermek için medyan filtre kullanılmıştır. Bunun için öncelikle tuz-biber gürültüsü eklenmiş ve filtre uygulanmıştır. Filtreleme sonucu Şekil 2b'deki gibidir.



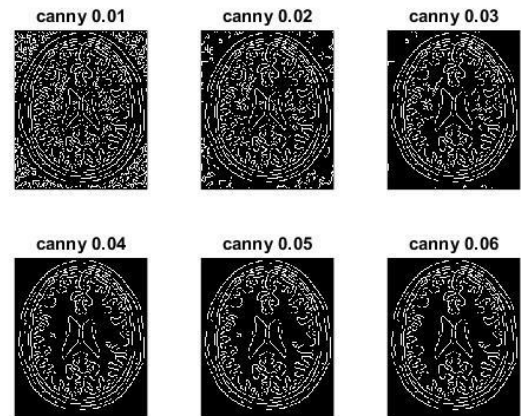
Şekil 2 a) Tuz-biber gürültü eklenmiş görüntü b) Gürültü sonrası medyan filtreleme

Bu çalışmanın esas amacı MR görüntülerinde kenar algılamayı kullanmaktır. Böylece beyin yapısındaki şekiller en iyi şekilde görülebilir ve hastalık veya lezyon araştırmalarının yapılması kolaylaşabilir. Bu çalışmada kenar algılama yöntemleri karşılaştırılmış ve uygun eşik değerleri araştırılmıştır. Canny, Gauss'un Laplası (LoG), Prewitt, Roberts, Sobel ve Bulanık Mantık kenar algılama yöntemleri, beyin MR görüntülerine uygulanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

III. DENEYSEL ÇALIŞMA

A. Canny Yöntemi

Eşik değeri 0.01 ile 0.06 arasında uygulanan Canny yöntemi için sonuçlar Şekil 3 ile verilmiştir.

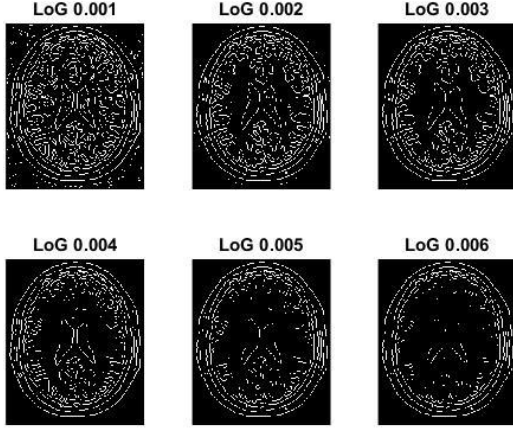


Şekil 3 Canny yöntemi sonuçları

Sonuçlara bakıldığında Canny yönteminin bu görüntüler için ideal olmadığı görülmektedir. Elde edilen sonuç, görüntüye ait değerlerin yanında birçok gürültü barındırmaktadır.

B. Gauss'un Laplası (LoG)

Eşik değeri 0.001 ile 0.006 arasında uygulanan Gauss'un Laplası (LoG) yöntemi için sonuçlar Şekil 4 ile verilmiştir.

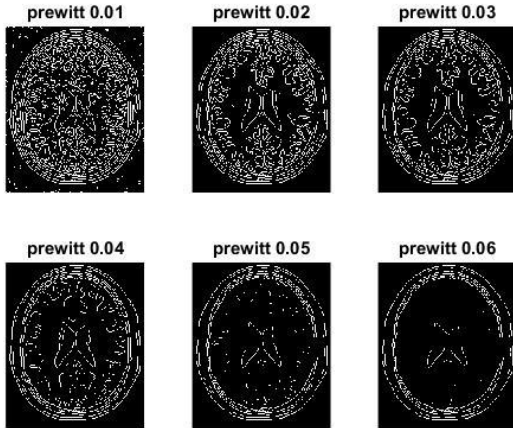


Şekil 4 Laplacian of Gaussian (LoG) yöntemi sonuçları

Bu yöntemle göre ise kenar algılama yapılamamaktadır. Şekil 4'e bakıldığında MR görüntüleri için bu yöntemin uygun olmadığı görülmektedir.

C. Prewitt Yöntemi

Eşik değeri 0.01 ile 0.06 arasında uygulanan Prewitt yöntemi için sonuçlar Şekil 5 ile verilmiştir.

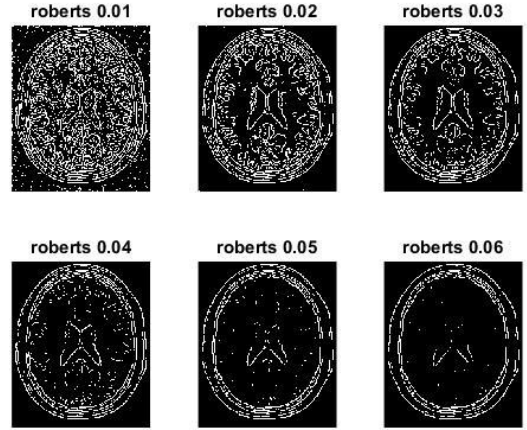


Şekil 5 Prewitt yöntemi sonuçları

Prewitt yöntemi ile yapılan uygulama sonucu en iyi sonuçlar, 0.03 eşik değeri ile elde edilmiştir. Fakat eşik değeri arttığında kenar algılama yapılamamaktadır. Örneğin, 0.06 eşik değeri için şekillerde kaybolmalar gözlenmiştir.

D. Roberts Yöntemi

Eşik değeri 0.01 ile 0.06 arasında uygulanan Roberts yöntemi için sonuçlar Şekil 6 ile verilmiştir.

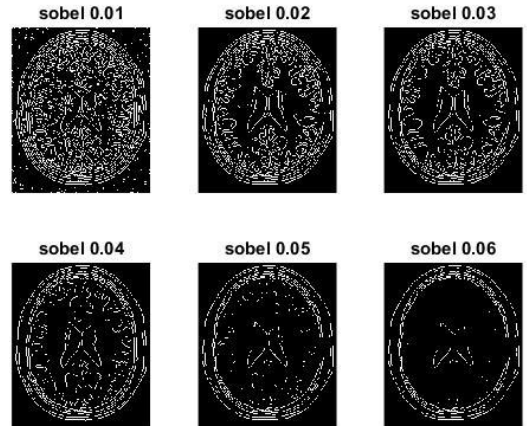


Şekil 6 Roberts yöntemi sonuçları

Sonuçlara bakıldığında Roberts yöntemi ile genel olarak çok fazla gürültünün görüntüde kaldığı görülmektedir. Fakat 0.03 eşik değeri için kenarların daha iyi algılandığı söylenebilir.

E. Sobel Yöntemi

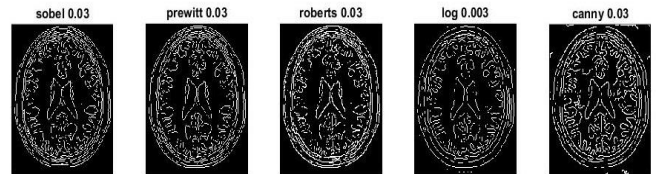
Eşik değeri 0.01 ile 0.06 arasında uygulanan Sobel yöntemi için sonuçlar Şekil 7 ile verilmiştir.



Şekil 7 Sobel yöntemi sonuçları

Eşik değeri 0.03 ile daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Diğer durumlarda ise, gürültünün daha etkin olduğu görülebilmektedir.

Eşik değerine göre tüm yöntemlerin sonuçları da karşılaştırılmıştır. Şekil 8 ile 0.03 eşik değerine sahip, Şekil 9 ile ise 0.04 eşik değerine sahip yöntemlerin sonuçları verilmiştir.



Şekil 8 0.03 eşik değeri tüm yöntem sonuçları



Şekil 9 0.04 eşik değeri tüm yöntem sonuçları

F. Bulanık Mantık Yöntemi

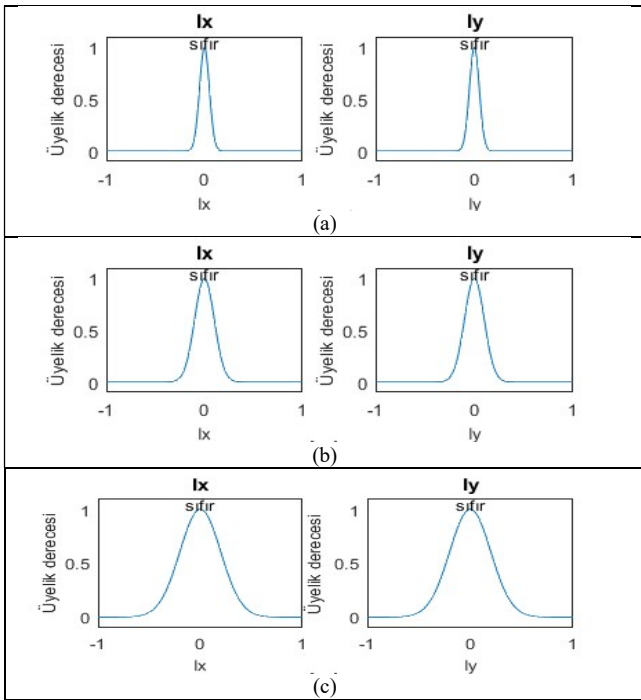
Görüntüye bulanık mantık uygulamak için öncelikle gri seviyedeki görüntü, $[0,1]$ aralığına indirgenerek normalize edilmiştir. X-Y eksenleri için görüntü gradyanı belirlenmiştir. Bulanık Çıkarım Sistemi (BÇS, Fuzzy Inference System - FIS), giriş olarak I_x ve I_y ile ve çıkış olarak $I_{\text{çıkış}}$ ile tanımlanmıştır. Tasarlanan BÇS'de I_x ve I_y girişleri için Gauss üyelik fonksiyonu, $I_{\text{çıkış}}$ çıkış için üçgen üyelik fonksiyonu kullanılmıştır. BÇS kuralı, pikselin belirli bir bölgeye ait olması durumunda beyaz, diğer durumlarda siyah olacak şekilde tanımlanmıştır. Her bir satır için ölçekleme verileri yatay ve dikey girişler için değerlendirilmiştir. Bulanık çıktı ve orijinal görüntülerin sonuçları çizdirilmiştir [9].

Giriş ve çıkış için farklı bulanık üyelik fonksiyonları kullanılmıştır. Bu değişkenlere ait değer aralık durumları Tablo 1 ile verilmiştir.

Tablo 1. Giriş ve Çıkış Değişken Aralıkları

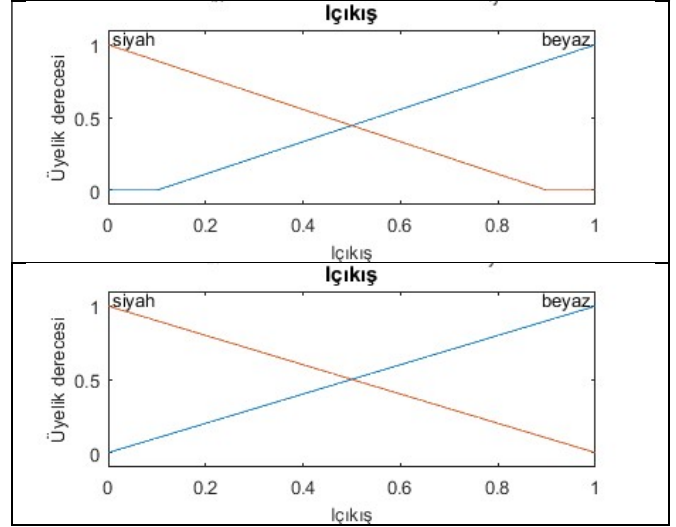
Değişken Türü	İsim	Aralık
Giriş 1	X Gradyan	[-1 1]
Giriş 2	Y Gradyan	[-1 1]
Giriş 1 ve Giriş 2	Gauss Üyelik Fonksiyonu (Durum A)	[0.05 0]
Giriş 1 ve Giriş 2	Gauss Üyelik Fonksiyonu (Durum B)	[0.1 0]
Giriş 1 ve Giriş 2	Gauss Üyelik Fonksiyonu (Durum C)	[0.2 0]
Çıkış (Durum 1)	Beyaz	[0.1 1 1]
	Siyah	[0 0 0.9]
Çıkış (Durum 2)	Beyaz	[0 1 1]
	Siyah	[0 0 1]

Girişler için Gauss üyelik fonksiyonları kullanılmıştır. Farklı değer aralıkları için kullanılan giriş üyelik fonksiyonları Şekil 10 ile gösterilmiştir.



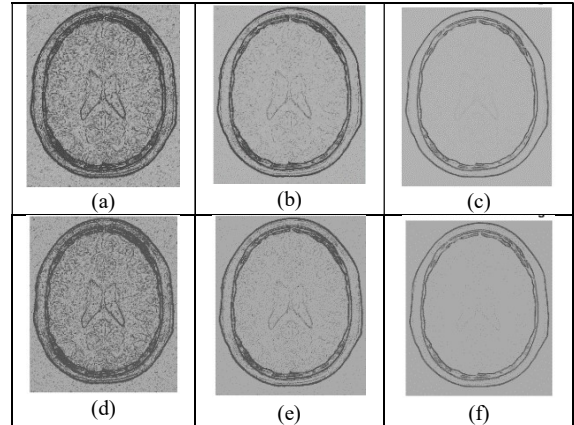
Şekil 10 Giriş üyelik fonksiyonları (Gauss) a) Durum A: [0.05 0] b) Durum B: [0.1 0] c) Durum C: [0.2 0]

Çıkış için ise üçgen üyelik fonksiyonları kullanılmıştır. 2 farklı çıkış üyelik fonksiyonu Şekil 11 ile gösterilmiştir.



Şekil 11 Çıkış üyelik fonksiyonları (Üçgen) a) beyaz: [0.1 1 1], siyah: [0 0 0.9] b) beyaz: [0 1 1], siyah: [0 0 1]

Giriş ve çıkış üyelik fonksiyonlarının farklı kombinasyonları için elde edilen kenar algılama sonuçları Şekil 12 ile verilmiştir.



Şekil 12 Üyelik fonksiyon değerlerine göre kenar algılama sonuçları a) Durum 1-A b) Durum 1-B c) Durum 1-C d) Durum 2-A e) Durum 2-B f) Durum 2-C

IV. SONUÇLAR

MR görüntüleri üzerinden anlamlı bilgiler elde edebilmek için kenar bilgisi kullanılabilir. Bu çalışmada uygulanan bulanık mantık yöntemindeki giriş çıkış fonksiyonlarının, beyin MR görüntüleri üzerinde kenar tespiti için uygun olmadığı görülmektedir. Diğer benzetim sonuçları incelendiğinde en iyi yöntemlerin Robert, Prewitt ve Sobel olduğu ve bunlar için ideal eşik değerinin 0.03 olduğu görülmektedir. Eşik değeri 0.04'e çıkarıldığında görüntüdeki özgün ve değerli olan bilgilerin kaybolduğu gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] K.K. Singh, and A. Singh. "A study of image segmentation algorithms for different types of images." *International Journal of Computer Science Issues (IJCSI)* 7.5 (2010): 414.

- [2] P. Sharma, M. Diwakar, and S. Choudhary. "Application of edge detection for brain tumor detection." *International Journal of Computer Applications* 58.16 (2012).
- [3] R. Laishram, W. K. Kumar, A. Gupta, and K. V. Prakash "A novel MRI brain edge detection using PSOFCM segmentation and canny algorithm." in *Electronic Systems, Signal Processing and Computing Technologies (ICESC), 2014 International Conference on* (pp. 398-401). IEEE. (2014, January)
- [4] A. Aslam, E. Khan, and M. M. S. Beg. "Improved edge detection algorithm for brain tumor segmentation." *Procedia Computer Science*, 58 (2015): 430-437.
- [5] R. P. Joseph, C. S. Singh, and M. Manikandan. "Brain tumor MRI image segmentation and detection in image processing." *International Journal of Research in Engineering and Technology*, (2014). 3(1), 1-5.
- [6] N. L. Shimpi, G. A. Zeeshan, and R. Sundaraguru. "Brain Tumor Detection And Extraction." *Brain 4.10* (2017).
- [7] N. Manasa, G. Mounica, and B. D. Tejaswi. "Brain Tumor Detection Based on Canny Edge Detection Algorithm and it's area calculation." *Brain* (2016).
- [8] R. Munir, "Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik." Bandung: *Informatika*. (2004).
- [9] S. Patnaik, K. Parvathi, and S. K. Mandal. "Development Of Simple Edge Detection Technique Using FIS." (2017): 323-332.