

Sezgisel Bulanık Mantık Kenar Çıkartım Algoritmasının Otsu Metodu ile Optimizasyonu

Hasan BADEM¹, Eyüp YALÇIN², Mahit GÜNEŞ^{3*}

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bilgisayar Teknolojileri, Kahramanmaraş, Türkiye

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Elektrik Enerjisi Üretim İletim ve Dağıtım, Kahramanmaraş, Türkiye

³Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Kahramanmaraş, Türkiye

ÖZET: Görüntü işleme çalışmalarında, görüntüleri anlamlandırmak veya tanımlamak için birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden en sık kullanılanlarından biride kenar çıkartım yöntemleridir. Son yıllarda, sezgisel bulanık mantık kenar çıkartım algoritmasının kullanılan pek çok çalışma ile karşılaşılmaktadır. Sezgisel bulanık mantık kenar çıkartım algoritması, uzman kişilerce tasarlanan ve bu uzman kişilerinin hatalarını en aza indiren bir bulanık mantık kenar çıkartım algoritmasıdır. Bu algoritmada, işlenen görüntülerdeki nesnelerin kenarlarının çıkartılabilmesi için eşik değeri; deneme yanılma yöntemi ile rastgele belirlenmektedir. Bu durum algoritmanın farklı ortamlarda elde edilen görüntülerde, sabit bir eşik değeri kullanıldığı için istenilen sonuçları vermekte başarısız olduğu görülmektedir. Bu çalışmada, bir görüntünün sayısal değerleri üzerinden otomatik olarak eşik değeri belirleme metodu olan Otsu Metodu kullanılarak bu sorunu çözmeye yönelik bir algoritma geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sezgisel Bulanık Mantık, Kenar Çıkartım Algoritması, Otsu Metodu

Optimization of Intuitionistic Fuzzy Logic Edge Detection Algorithm via Otsu Method

ABSTRACT: Several methods can be used to define or sense of the images in image processing systems. The most commonly used of these methods are the edge extraction algorithms. In recent years, many studies have been used intuitionistic fuzzy logic confronted with edge extraction algorithms. Intuitionistic fuzzy edge extraction algorithm is designed by experts and specialist contacts the edge of a fuzzy logic inference algorithm to minimize errors. In this algorithm, the threshold value for removing the edges of objects in images is processed randomly determined by the method of trial and error. Because of the image algorithm is obtained in different environments by using a fixed threshold value, the exact results cannot be achieved. In this study, an algorithm was developed to solve the threshold problem by using Otsu methods that automatically determine the threshold value of the numerical values of an image.

Keywords: Intuitionistic Fuzzy Logic, Edge Detection Algorithms, Otsu Method.

1. GİRİŞ

Görüntü işleme, mevcut görüntüleri işlemek, mevcut resim ve grafikleri değiştirmek, yabancılaştırmak, iyileştirmek veya görüntüde nesne tanımlamak gibi endüstride pek çok uygulama alanı bulmaktadır [1]. 1960'lı yıllardan günümüze kadar bu uygulama alanlarına: Uzay araştırmaları, tıp, askeri, eğitimde, tarımda, endüstride, coğrafyada, arkeolojide, fizikte, biyolojide, karakter tanımda, parmak izi tanıma gibi hayatın hemen hemen tüm alanlarında kullanılmaktadır [2]. Görüntü işlemede en çok kullanılan tekniklerden birisi kenar çıkartım algoritmalarıdır.

Yapılan literatür taramasında, son yıllarda, kenar çıkartım tekniklerinden sezgisel bulanık mantık kenar çıkartım algoritmasının uygulama alanının arttığı görülmüştür.

Atanassov'un sezgisel bulanık mantık algoritması, uzman tasarımcıların belirlediği kurallara göre sonuç elde edildiğinden doğrusal yapılarda oldukça başarılı sonuçlar elde edilmesine olanak sunmaktadır. Bu algoritmada; Zadeh [3]'ün klasik bulanık mantık kuramında bulunmayan, uzman hatalarını en aza indiren tereddüt hesaplaması içerdiğinden daha kararlı sonuç elde edilmektedir [4] [5].

Görüntü işlemede, kenar çıkartım işlemini sezgisel bulanık mantık algoritmasına göre yapılabilmektedir [6] [7]. Bu sezgisel bulanık mantık kenar çıkartım algoritması incelendiğinde, eşikleme işlemi deneme yanılma yöntemiyle bir eşik değeri belirlenerek yapılmaktadır. Sezgisel bulanık mantığın kenar çıkartım algoritmasının eşikleme işlemini sabit değeri ile gerçekleştirmek bazı sorunlara neden olduğu görülmektedir. Görüntünün ışık değerine veya

*Sorumlu yazar: Mahit GÜNEŞ mgunes@ksu.edu.tr

görüntüdeki nesnelerin renk yakınlığına göre kenar çıkartmada hatalara sebep olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada, görüntünün sayısal değerlerine göre otomatik eşik değeri belirleme yöntemi olan otsu metodu kullanılarak bu sorun çözülmeye çalışılmıştır.

1.1. Sezgisel Bulanık Küme (Intuitionistic Fuzzy Sets)

Zadeh [3]'in klasik bulanık mantık teoreminden sonra Atanassov, Zadeh'in teorisinin tanım olarak doğru olduğunu ancak gerçek hayatta her zaman doğru yanıt vermeyeceğini belirtmektedir. Atanassov açıklamalarına ek olarak, gerçek hayatta insan deneyimlerine göre belirlenen bir değer gerçek üyelik değerinin net olarak bilinemeyeceğini belirtmektedir. Bu sorunun çözümü olarak Zadeh'in klasik bulanık mantık teoremine ek olarak 3. parametrenin eklenmesini belirtmektedir. Bu ek parametre;

$$A = \{x, \mu_A(x), \nu_A(x) \mid x \in X\} \quad (1)$$

Burada $\mu_A(x) : X \rightarrow [0,1]$; X kümesinde tanımlı her x elemanın üyelik derecesidir. Zadeh'in [3] teoremine göre, olarak simgelenen üyesizlik derecesi ise Denklem 2'den elde edilmektedir.

$$\nu_A = 1 - \mu_A(x) \quad (2)$$

Bu durumun matematiksel olarak gösterimi ise Denklem 3'de görülmektedir.

$$A = \{(x, \mu_A(x), 1 - \mu_A(x)) \mid x \in X\} \quad (3)$$

Atanassov ise Zadeh'in Denklem 3 ile gösterilen bulanık mantık küme teorisine, kullanıcı hatalarını minimize edebilmek için ek parametre olarak sezgisel bulanık mantık indeksi ya da tereddüt değeri ifadesinin eklenmesini önermiştir. Bu yeni durumda, tereddüt derecesi eklenmiş bulanık mantık ifadesi ise Denklem 4'de görülmektedir.

$$A = \{(x, \mu_A(x), \nu_A(x), \pi_A(x)) \mid x \in X\} \quad (4)$$

Bu ifadeden ise bulanık mantık kümelerinde, üyelik değeri ile üyesizlik değerinin toplamı 1 olduğu bilinmektedir. Atanassov'un eklediği sezgisellik derecesi ile ortaya çıkan sezgisel bulanık mantık küme kuramının değerler toplamı Denklem 5'de görülmektedir;

$$\mu_A(x) + \nu_A(x) + \pi_A(x) = 1 \quad (5)$$

Denklem 5'de bulunan parametreler;

- $\mu_A(x)$ Kullanılan görüntü kümesinin üyelik değeridir.
- $\nu_A(x)$ Sezgisel bulanık mantık üyesizlik değeridir. Bu değer Denklem 6'dan elde edilmektedir.

$$\nu_A(x) = 1 - \mu_A(x) - \pi_A(x) \quad (6)$$

- $\pi_A(x)$: Sezgisel bulanık mantık tereddüt değeridir. Bu değer Denklem 7'den elde edilmektedir.

$$\pi_A(x) = C * [1 - \mu_A(x)] \quad (7)$$

1.2. Sezgisel Bulanık Mantık Kenar Çıkartma Algoritması (Intuitionistic Fuzzy Edge Detection)

Chira T. Ve Ray K. tarafından, Atanassov'un sezgisel bulanık küme kuramının kenar çıkartmada uygulanması olarak ortaya atılmıştır [6] [7]

Sezgisel bulanık mantık algoritması, sezgisel bulanık diverjans hesaplamasına dayanmaktadır. Sezgisel bulanık mantık diverjans hesabı, sezgisel bulanık mantık kümesinde bulunan tereddüt değerinin olasılık hesaplamasından oluşmaktadır.

$P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ ile tanımlı olan bir kümenin her bir elemanın üyelik değerinin olasılık değerleri Denklem 8 elde edilmektedir [8].

$$H(\{p_1, p_2, \dots, p_n\}) = - \sum_{i=1}^n [p_i \log_2(p_i)] \quad (8)$$

$P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ ve $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_n\}$ olarak tanımlı olan iki kümenin her bir elemanlarının üyelik değerleri ise Denklem 9'den elde edilmektedir [9].

$$D(P, Q) = \sum_{i=1}^n p_i \log_2 \frac{p_i}{q_i} \quad (9)$$

Szmidt E. Ve Kacprzyk J., Denklem 9' u, Hamming ve Euclidean mesafe ölçüm yöntemlerini kullanarak, iki görüntünün pikselleri arasındaki üyelik değerlerinin hesaplamasını tanımlamışlardır [9] [10].

İki piksel arasındaki sezgisel bulanık mantık parametreleriyle Euclidean mesafe ölçüm değeri Denklem 10'den elde edilmektedir [11].

$$E_{IFS}(A, B) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left[\frac{(\mu_A(x_i) - \mu_B(x_i))^2 + (\nu_A(x_i) - \nu_B(x_i))^2 + (\pi_A(x_i) - \pi_B(x_i))^2}{2} \right]} \quad (10)$$

İki piksel arasındaki sezgisel bulanık mantık parametreleriyle Hamming mesafe ölçüm değeri Denklem 11'den elde edilmektedir [12].

$$H_{IFS}(A, B) = \sum_{i=1}^n \left(\begin{array}{l} |\mu_A(x_i) - \mu_B(x_i)| \\ + |\nu_A(x_i) - \nu_B(x_i)| \\ + |\pi_A(x_i) - \pi_B(x_i)| \end{array} \right) \quad (11)$$

Montes I.ve arkadaşlarına göre; $A = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ sezgisel bulanık mantık kümesini için $\mu_A(x)$, $\nu_A(x)$ ve $\pi_A(x)$ değerlerinin üstel karşılığı Denklem 12'den elde edilmektedir [13].

$$IFE(A) = \sum_{i=1}^n \mu_A(x_i) e^{[1 - \mu_A(x_i)]} \quad (12)$$

Chira T. Ve Ray A.K.'ya göre, iki resim arasındaki mesafe ölçümlerinden yararlanılarak sezgisel bulanık mantık diverjans hesabı yapılabilmektedir [6] [7]. Buna göre A ve B iki görüntü olmak üzere,

Intuitionistic Fuzzy Entropy (IFE)'ye göre, $A \rightarrow B$ görüntüleri arasındaki diverjans değeri, Denklem 6 ve Denklem 12 kullanılarak oluşan Denklem 13 elde edilmektedir.

$$D_1(A, B) = \sum_i \sum_j \left(\begin{array}{l} 1 - \left((1 - \mu_A(a_{ij})) e^{\mu_A(a_{ij}) - \mu_B(b_{ij})} \right) \\ - \left(\mu_A(a_{ij}) e^{\mu_B(b_{ij}) - \mu_A(a_{ij})} \right) \end{array} \right) \quad (13)$$

Aynı şekilde IFE'ye göre $B \rightarrow A$ görüntüleri arasında diverjans değeri ise; Denklem 14'den elde edilmektedir.

$$D_1(B, A) = \sum_i \sum_j \left(\begin{array}{l} 1 - \left((1 - \mu_B(b_{ij})) e^{\mu_B(b_{ij}) - \mu_A(a_{ij})} \right) \\ - \left(\mu_B(b_{ij}) e^{\mu_A(a_{ij}) - \mu_B(b_{ij})} \right) \end{array} \right) \quad (14)$$

IFE'ye göre toplam diverjans değeri Denklem 15'den elde edilmektedir.

$$D_1(A, B) + D_1(B, A) = \sum_i \sum_j \left(\begin{array}{l} 2 - \left((1 - \mu_A(a_{ij}) + \mu_B(b_{ij})) e^{\mu_A(a_{ij}) - \mu_B(b_{ij})} \right) \\ - \left((1 - \mu_B(b_{ij}) + \mu_A(a_{ij})) e^{\mu_B(b_{ij}) - \mu_A(a_{ij})} \right) \end{array} \right) \quad (15)$$

Sezgisel bulanık mantık teoremindeki tereddüt değeri hesaba katılarak elde edilecek toplam diverjans değeri Denklem 16'dan elde edilmektedir.

$$(D_2(A, B) + D_2(B, A)) = \sum_i \sum_j \left(\begin{array}{l} 2 - \left(\begin{array}{l} \left[1 - \left(\begin{array}{l} \mu_A(a_{ij}) \\ - \mu_B(b_{ij}) \end{array} \right) \right] \\ + \left(\begin{array}{l} \pi_B(b_{ij}) \\ - \pi_A(a_{ij}) \end{array} \right) \end{array} \right) e^{\left(\begin{array}{l} \mu_A(a_{ij}) - \mu_B(b_{ij}) \\ - \left(\pi_B(b_{ij}) - \pi_A(a_{ij}) \right) \end{array} \right)} \\ - \left(\begin{array}{l} \left[\begin{array}{l} \pi_B(b_{ij}) \\ - \pi_A(a_{ij}) \end{array} \right] \\ + \left(\begin{array}{l} \mu_A(a_{ij}) \\ - \mu_B(b_{ij}) \end{array} \right) \end{array} \right) e^{\left(\begin{array}{l} \pi_B(b_{ij}) - \pi_A(a_{ij}) \\ - \left(\mu_A(a_{ij}) - \mu_B(b_{ij}) \right) \end{array} \right)} \end{array} \right) \quad (16)$$

Denklem 15 ve Denklem 16'da hesaplanan A ve B kümeleri arasındaki $A \rightarrow B$ ve $B \rightarrow A$ diverjans denklemlerinden, denklemde ki Intuitionistic Fuzzy Divergence (IFD) Denklem 17 elde edilmektedir.

$$IFD(A, B) = \left(\begin{array}{l} D_1(A, B) + D_1(B, A) \\ + D_2(A, B) + D_2(B, A) \end{array} \right) \quad (17)$$

IFD denkleminde değerler yerine yazılırsa Denklem 18'deki ifade elde edilmektedir.

$$IFD(A,B) = \sum_i \sum_j \left(\begin{array}{l} \left(2 - \left(\left[1 - \mu_A(a_{ij}) + \mu_B(b_{ij}) \right] e^{(\mu_A(a_{ij}) - \mu_B(b_{ij}))} \right) \right) \\ - \left(\left[1 - \mu_B(b_{ij}) + \mu_A(a_{ij}) \right] e^{(\mu_B(b_{ij}) - \mu_A(a_{ij}))} \right) \\ + \left(2 - \left(\left[1 - \left(\mu_A(a_{ij}) - \mu_B(b_{ij}) \right) \right] e^{(\mu_A(a_{ij}) - \mu_B(b_{ij}) - (\pi_B(b_{ij}) - \pi_A(a_{ij})))} \right) \right. \\ \left. + \left(\pi_B(b_{ij}) - \pi_A(a_{ij}) \right) \right) \\ - \left(\left[1 - \left(\pi_B(b_{ij}) - \pi_A(a_{ij}) \right) \right] e^{(\pi_B(b_{ij}) - \pi_A(a_{ij}) - (\mu_A(a_{ij}) - \mu_B(b_{ij})))} \right) \\ \left. + \left(\mu_A(a_{ij}) - \mu_B(b_{ij}) \right) \right) \end{array} \right) \quad (18)$$

$A=\{x, \mu_A(x), \nu_A(x) \mid x \in X\}$ sezgisel bulanık mantık kümesi hesaplanacak görüntü, $B=\{x, \mu_B(x), \nu_B(x) \mid x \in X\}$ ise sezgisel bulanık mantık kümesi şablon olarak kullanılacak bulanık mantık kümesi olmak üzere;

Sezgisel bulanık mantık kenar çıkartım algoritması için Şekil 4'te görülen 16 adet 3x3'lük bulanık çıkartım kümeleri oluşturulmuştur [6].

Bulanık çıkartım kümeleri, kenarın tipini ve yönünü belirttiğinden seçimi çok önem arz etmektedir. Bu kümeler kenar örneklerini ifade etmektedir. Kenar çıkartım kümelerindeki "a", "b" ve "0", kenar örneklerinin piksel karşılığını ifade etmektedir. "a" ve "b" değerleri tamamen deneme yanılma yöntemi ile bulunmaktadır. Fakat yapılan literatür taramasında en uygun a=0.3 b=0.8 olarak tahmin edildiği görülmüştür [6].

$$\begin{pmatrix} 0 & b & a \\ 0 & b & a \\ 0 & b & a \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a & a & a \\ 0 & 0 & 0 \\ b & b & b \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a & a & b \\ 0 & 0 & 0 \\ a & a & a \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b & b & b \\ 0 & 0 & 0 \\ a & a & a \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} b & a & a \\ 0 & b & a \\ 0 & 0 & b \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b & a & 0 \\ b & a & 0 \\ b & a & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a & 0 & b \\ a & 0 & b \\ a & 0 & b \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ b & b & b \\ a & a & a \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} a & a & a \\ b & b & b \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a & b & 0 \\ a & b & 0 \\ a & b & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ a & a & a \\ b & b & b \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & a & b \\ 0 & a & b \\ 0 & a & b \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} b & b & b \\ a & a & a \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b & 0 & a \\ b & 0 & a \\ b & 0 & a \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b & 0 & 0 \\ a & b & 0 \\ a & a & b \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 0 & b \\ 0 & b & a \\ b & a & a \end{pmatrix}$$

Şekil.1 Sezgisel Bulanık Mantık 16 adet Çıkartım Kümeleri

Görüntüdeki her (i,j) piksel pozisyonu için IFD (intuitionistic fuzzy divergence) ölçülür. IFD(i,j) değeri, bulanık çıkarım kümeleri ile aynı boyuttaki görüntü resimlerinin Denklem 19'dan MAX-MIN ilişkisi ile elde edilmektedir.

$$IFD(i,j) = \underset{N}{MAX} \left[\underset{r}{MIN} (IFD(A,B)) \right] \quad (19)$$

Denklem 19'daki, N bulanık çıkarım küme sayısını ve r bulanık çıkarım kümelerinin karelerinin eleman sayısını temsil etmektedir. Orijinal resimle aynı ölçüde olan IFD(i,j) matrisi, görüntünün bütün piksel pozisyonlarının işlenmesinden sonra elde edilmektedir. IFD matrisinden kenar çıkarımları elde edilmiş görüntüyü elde etmek için eşikleme işlemi gerçekleştirilir. Bu eşikleme işlemindeki eşik değeri deneme ve yanılma yöntemi ile belirlenmektedir.

1.3. Otsu Metodu

Otsu metodu, Nobuyuki Otsu tarafından öne sürülen görüntülerin sayısal değerleri üzerinden otomatik eşik değeri hesaplama metodudur. Bu metotta, görüntünün arka planı ve görüntünün ön planı olmak üzere iki farklı renk sınıfından oluştuğu varsayılmaktadır. Varyansın minimum olması için, bu iki sınıfı ayıran en uygun eşik değeri hesaplanır. Otsu metodu, histogramı çıkartılarak, histogram üzerinden varyans hesaplama yoluyla eşik değeri hesaplanmasıdır [14].

Varyans, bir sayı dizisinin, aritmetik ortalaması üzerindeki dağılımının incelenmesini sağlayan bir ölçüttür. Varyansın büyük olması durumda, sayı dizisindeki değerlerin dağınık olduğunu göstermektedir. Varyansın küçük olması ise sayı dizisindeki değerlerin dağınık olmadığını göstermektedir [14]. Bir sayı dizisinin varyans değeri Denklem 20'den elde edilmektedir.

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x}_i)^2 \Pr(x_i) \quad (20)$$

x_i , beklenen değeri; $\Pr(x_i)$, Beklenen değerin olasılık değerini ; \bar{x}_i , ağırlıklı ortalamayı simgelemektedir.

Otsu metodunda eşik değeri Denklem 21'dan elde edilmektedir.

$$\sigma_{\omega}^2(t) = \omega_1(t)\sigma_1^2(t) + \omega_2(t)\sigma_2^2(t) \quad (21)$$

ω_i , ağırlık sınıfı (1 ve 2.sınıf); t , eşik değerini simgelemektedir.

Otsu, sınıflar içindeki varyansların minimum değeri ile sınıflar arası varyansların maksimum değerinin aynı olduğunu göstermiştir.

$$\sigma_b^2(t) = \sigma^2 - \sigma_{\omega}^2(t) = \omega_1(t)\omega_2(t)[\mu_1(t)\mu_2(t)]^2 \quad (22)$$

μ_i , sınıf ortalamasını; ω_1 , sınıf olasılığını simgelemektedir.

Sınıf olasılığı olan $\omega_1(t)$, eşik değeri t olarak Denklem 23'deki histogram üzerinden hesaplanmasıyla bulunmaktadır.

$$\omega_1(t) = \sum_0^t p(i) \quad (23)$$

Sınıf ortalaması μ_i ise Denklem 24'den elde edilmektedir.

$$\mu_1(t) = \sum_0^t p(i)\chi(i) \quad (24)$$

Denklem 24'deki $\chi(i)$ i. histogram değerinin merkez değeridir. Benzer olarak $\omega_2(t)$ değeri ise histogram üzerinde t eşik değerinden büyük olan değerler için hesaplanmaktadır.

Geliştirilen sistemde, otsu metodu ile sezgisel bulanık mantık kenar çıkartım algoritmasının otomatik eşikleme işlemi kullanılmıştır.

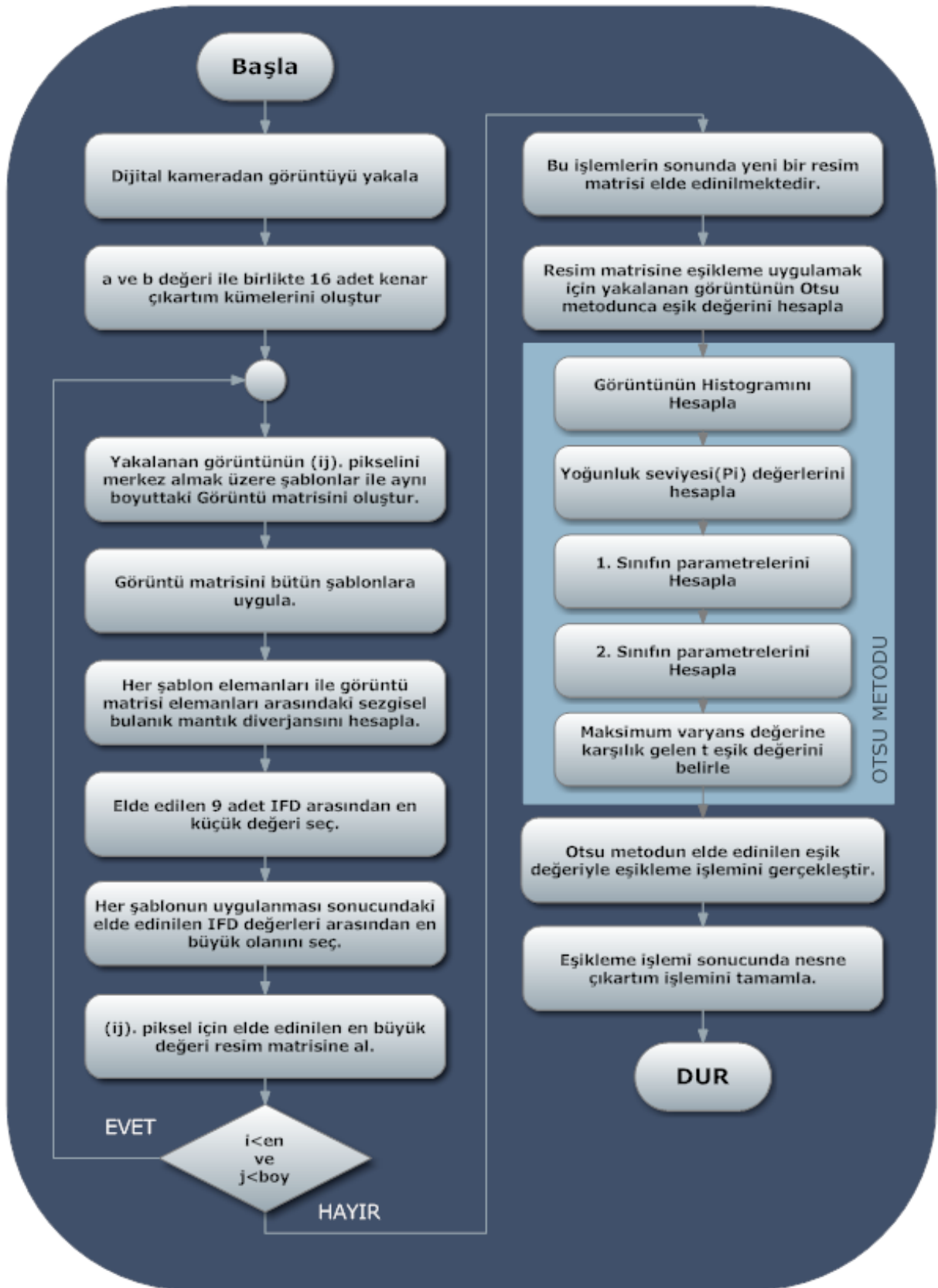
1.4. Geliştirilen Algoritma

Sezgisel Bulanık Mantık Kenar Çıkartım algoritmasının, en zayıf yönü, eşikleme işleminde kullanılan eşit değerini deneme yanılma yöntemi ile belirlenmesidir. Bu işlem, algoritmanın her kullanılacağı işlemde; görüntü elde edilecek ortamın ışık, görüntü kalitesi ve çevresel faktörlere göre yeniden hesaplanması gerektirmektedir.

Bu sorunu, görüntü sayısal değerleri üzerinden eşik değer belirleme metodu olan Otsu metodu ile çözülmüştür. Bu sorunu çözmek için geliştirilen algoritma Şekil 2'de görülmektedir.

2. DENEYSEL SONUÇLAR

Son zamanlarda yapılan, Atanassov'un sezgisel bulanık mantık çalışmaları incelendiğinde, algoritmanın etkinliği açıkça görülmektedir. Chaira T. ve Ray K.'nın sezgisel bulanık mantık algoritmasına dayanan kenar çıkartım algoritması IFD'den, literatürde başarılı sonuçlar alındığı görülmektedir. Bu çalışmada, IFD'nin zayıf yöne olan deneme yanılma yöntemiyle belirlenen Eşik değer üzerinden yapılan Eşikleme işlemi optimize edilmiştir. Bu işlem için Nobuyuki Otsu'nun geliştirdiği, görüntünün sayısal değerlerine göre otomatik eşik belirleme algoritması kullanılmıştır. Geliştirilen algoritma, görüntü işleme çalışmalarında sıklıkla kullanılan "cameraman, lena ve rice" görüntü dosyaları kullanılmıştır.



Şekil.2. Geliştirilen Algoritma.

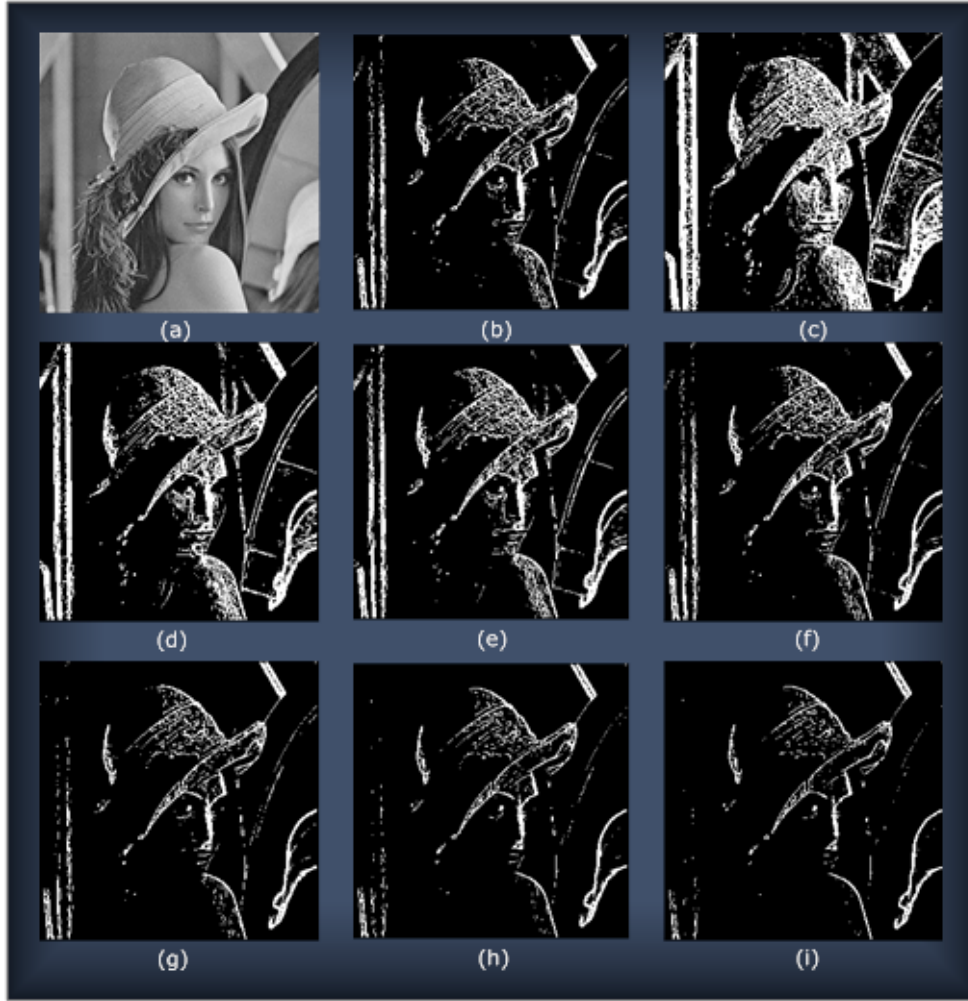


Şekil.3. (a) Kameraman Görüntüsü. (b) Otsu-Sezgisel Bulanık Mantık Kenar Çıkartım Görüntüsü. $a=0.3$, $b=0.8$, Otsu $th=0.34$. (c) Sezgisel Bulanık Mantık Kenar Çıkartım Görüntüsü. $a=0.3$, $b=0.8$ $th=0.13$. (d) IFD; $a=0.3$, $b=0.8$ $th=0.25$. (e) IFD; $a=0.3$, $b=0.8$ $th=0.37$. (f) IFD; $a=0.3$, $b=0.8$ $th=0.48$ (g) IFD; $a=0.3$, $b=0.8$ $th=0.60$. (h) IFD; $a=0.3$, $b=0.8$ $th=0.72$ (i) IFD; $a=0.3$, $b=0.8$ $th=0.83$.

Şekil 3.a' da görülmekte olan kameraman görüntüsü 256×256 çözünürlüğe sahiptir. Şekil 3.b'de görülmekte olan otsu-sezgisel bulanık mantık kenar çıkartım görüntüsü, otomatik eşik değer belirleme metodu olan otsu metodu kullanılarak belirlenen $th=0,34$ değeri üzerinden elde edilmiştir. Şekil 3.c-i görülmekte olan görüntüler deneme yanılma yöntemi ile yani rastgele belirlenen sezgisel bulanık mantık kenar çıkartım görüntüleridir. Bu nedenle işlemin nasıl

performans gösterdiğini göstermek adına doğrusal artan eşik değer kullanılarak görüntüler elde edilmiştir.

Şekil 3.a ile Şekil 3.c,d,g,h,i görüntüleri karşılaştırıldığında, Şekil 3.b'ye göre istenilenden uzak sonuçlar alındığı görülmektedir.

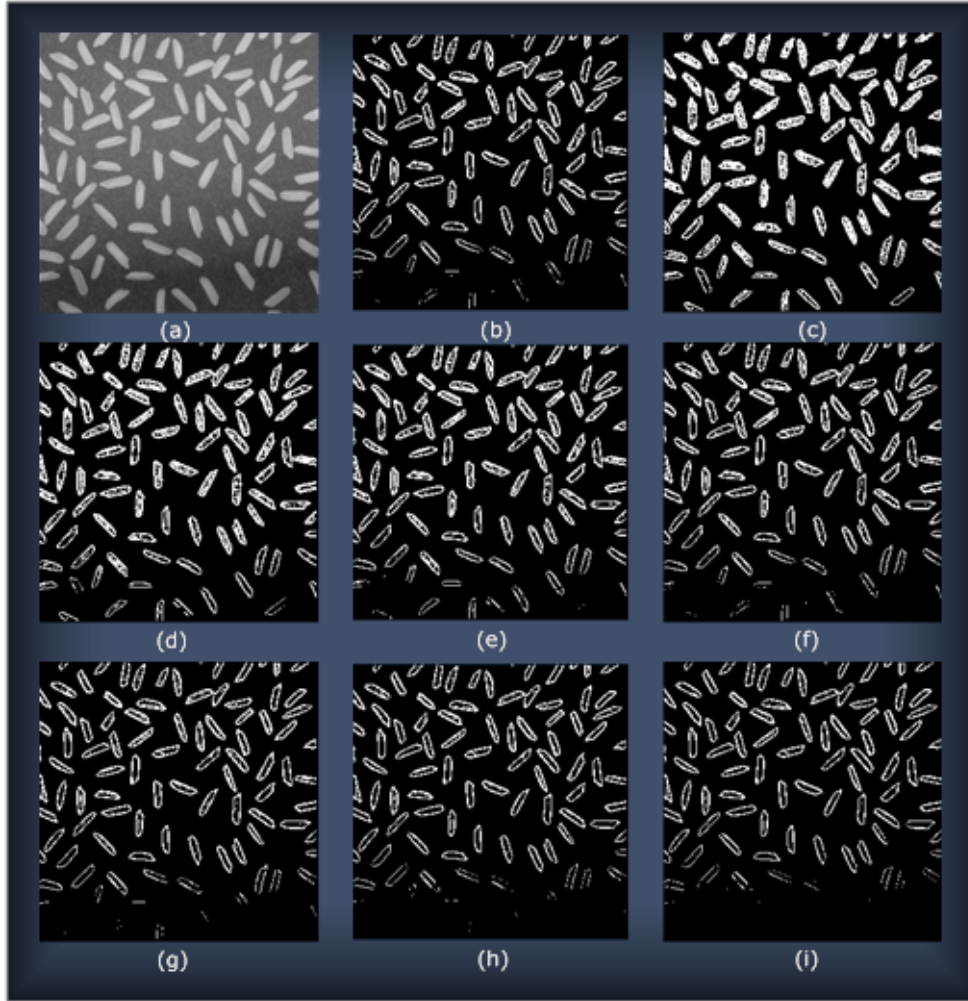


Şekil.4. (a) Kameraman Görüntüsü (b) Otsu-Sezgisel Bulanık Mantık Kenar Çıkartım Görüntüsü, $a=0,3$, $b=0,8$ Otsu $th=0,48$ (c) IFD: $a=0,3$, $b=0,8$ $th=0,13$ (d) IFD: $a=0,3$, $b=0,8$ $th=0,25$ (e) IFD: $a=0,3$, $b=0,8$ $th=0,37$ (f) IFD: $a=0,3$, $b=0,8$ $th=0,48$ (g) IFD: $a=0,3$, $b=0,8$ $th=0,60$ (h) IFD: $a=0,3$, $b=0,8$ $th=0,72$ (i) IFD: $a=0,3$, $b=0,8$ $th=0,83$.

Şekil 4.a'da görülmekte olan Lena görüntüsü 256*256 çözünürlüğe sahiptir. Şekil 4.b 'de görülmekte olan otsu-sezgisel bulanık mantık kenar çıkartım görüntüsü, otomatik eşik değer belirleme metodu olan otsu metodu kullanılarak belirlenen $th=0,48$ değeri üzerinden elde edilmiştir. Şekil 4.c-i görülmekte olan görüntüler deneme yanılma yöntemi ile yani rastgele belirlenen sezgisel bulanık mantık kenar çıkartım görüntüleridir. Bu nedenle işlemin nasıl performans gösterdiğini göstermek adına doğrusal artan eşik değer kullanılarak görüntüler elde edilmiştir.

Şekil 4.a ile Şekil 4.c,d,g,h,i görüntüleri karşılaştırıldığında, Şekil 4.b'ye göre istenilenden uzak sonuçlar alındığı görülmektedir. Fakat Şekil 4.a ile Şekil 4.f karşılaştırıldığında tesadüfen aynı eşik değer çıktığından aynı sonuç elde edilmiştir.

Bu tesadüf de gösteriyor ki, Sezgisel Bulanık Mantık Kenar Çıkartım algoritmasının optimizasyonu otsu algoritması ile yapıldığında zaman, kaybını önlemekte ve daha kararlı sonuçlar elde etmek için etkin bir işlemdir.



Şekil.5. (a) Kameraman Görüntüsü (b) Otsu-Sezgisel Bulanık Mantık Kenar Çıkartım Görüntüsü, $a=0,3$, $b=0,8$ Otsu $th=0,51$ (c) IFD: $a=0,3$, $b=0,8$ $th=0,13$ (d) IFD: $a=0,3$, $b=0,8$ $th=0,25$ (e) IFD: $a=0,3$, $b=0,8$ $th=0,37$ (f) IFD: $a=0,3$, $b=0,8$ $th=0,48$ (g) IFD: $a=0,3$, $b=0,8$ $th=0,60$ (h) IFD: $a=0,3$, $b=0,8$ $th=0,72$ (i) IFD: $a=0,3$, $b=0,8$ $th=0,83$.

Şekil 5.a 'da görülmekte olan Rice görüntüsü 256*256 çözünürlüğe sahiptir. Şekil 5.b 'de görülmekte olan otsu-sezgisel bulanık mantık kenar çıkartım görüntüsü, otomatik eşik değer belirleme metodu olan otsu metodu kullanılarak belirlenen $th=0,51$ değeri üzerinden elde edilmiştir. Şekil 3.c-i görülmekte olan görüntüler deneme yanılma yöntemi ile yani rastgele belirlenen sezgisel bulanık mantık kenar çıkartım görüntüleridir. Bu nedenle işlemin nasıl performans gösterdiğini göstermek adına doğrusal artan eşik değeri kullanılarak görüntüler elde edilmiştir.

Şekil 5.a ile Şekil 5.c,d,g,h,i görüntüleri karşılaştırıldığında, Şekil 5.b'ye göre istenilenden uzak sonuçlar alındığı görülmektedir.

3. SONUÇ

Görüntü işleme son yıllarda oldukça sık kullanılan teknolojilerdendir. Görüntü işleme kullanılan pek çok teknik ve yöntem bulunmaktadır. Bu tekniklerden en çok kullanılanlardan birisi de kenar çıkartım yöntemleridir. Kenar çıkartım yöntemleri arasında, son zamanlarda sıklıkla kullanılan sezgisel bulanık mantık kenar çıkartım algoritması bulunmaktadır.

Sezgisel bulanık mantık kenar çıkartım algoritmasında eşik değeri belirle işleminde, deneme yanılma yöntemi kullanılmaktadır. Deneme yanılma yöntemiyle birçok deneme yanılma sonucunda belirlenen eşik değeri, farklı görüntü elde ortamlarında elde edilen görüntülerde aynı sonucu vermemektedir. Çünkü görüntünün ışık, renk vb özelliklerine göre sabit bir eşik değeri, kesin kenar hatları belirlemek için yetersiz kalmaktadır.

Bu çalışmada, eşik değer belirleme sorunu ortadan kaldırmak için bir görüntünün sayısal değerlerine göre otomatik eşik değer belirleme metodu olan Otsu metodu kullanılarak mevcut algoritma optimize edilmektedir.

REFERANSLAR

- [1] Atınç YILMAZ, "Kamera kullanılarak görüntü işleme yoluyla gerçek zamanlı güvenlik uygulaması," Haliç Üniversitesi, İstanbul, Yüksek Lisans Tezi 2007.
- [2] B. Çomak, A. Beycioğlu, C. Başyigit, and Ş. Kılınçarslan, "Beton Teknolojisinde Görüntü İşleme Tekniklerinin Kullanımı," in *6th. International Advanced Technologies Symposium*, Elazığ, 2011, pp. 220-227.
- [3] Zadeh L.A, "Fuzzy sets," *Information and Contro*, vol. 8, no. 3, pp. 338–353, 1965.
- [4] Atanossov K.T, "Intuitionistic Fuzzy Sets," *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 20, pp. 87-96, Apr. 1986.
- [5] K.T. Atanassov, "Intuitionistic fuzzy sets: past, present and future," in *EUSFLAT Conf.'03*, 2003.
- [6] Tamalika Chaira and A.K. Ray, "A new measure using intuitionistic fuzzy set theory and its application to edge detection," *Applied Soft Computing*, vol. 8, no. 2, pp. 919–927, Mar. 2008.
- [7] T. Chaira and A.K. Ray, "Segmentation using fuzzy divergence," *Pattern Recognition Letters*, vol. 24, no. 12, pp. 1837–1844, Aug. 2003.
- [8] C. E. Shannon, "A Mathematical Theory of Communication," *The Bell System Technical Journal*, vol. 27, pp. 379–423; 623–656, July 1948.
- [9] S. Kullback and R.A. Liebler, "On Information and Sufficiency," *The Annal Mathematical Statistics*, vol. 22, no. 1, pp. 79-86, Mar. 1951.
- [10] E. Szmidt and J. Kacprzyk, "Entropy for intuitionistic fuzzy set," *Fuzzy Sets System*, vol. 118, pp. 467–477, 2001.
- [11] Per-Erik Danielsson, "Euclidean Distance Mapping," *Computer Graphics and Image Processing*, vol. 14, pp. 227-240, 1980.
- [12] R.W. Hamming, "Error Detecting and Correcting Codes," *The Bell System Technical Journal*, vol. 29, no. 2, Apr. 1950.
- [13] S. Montes, I. Couso, P. Gil, and C. Bertoluzza, "Divergence measure between fuzzy sets," *International Journal of Approximate Reasoning*, vol. 3, pp. 91-105, 2002.
- [14] Nobuyuki Otsu, "A Threshold Selection Method from Gray-level Histograms," *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetic*, vol. 9, no. 1, pp. 62-66, Jan. 1979.