

# Bulanık Mantığı Kullanarak Bitki Tanıma Sistemi

## Seyyed Hossein Chavoshi<sup>1</sup>, Mir Mohammad Reza Alavi Milani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Trabzon

<sup>2</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Trabzon

[chavoshi@ktu.edu.tr](mailto:chavoshi@ktu.edu.tr) , [milani@ktu.edu.tr](mailto:milani@ktu.edu.tr)

**Özet:** Son yıllarda otomatik bitki tanıma sistemleri özellik listesini kullanarak bitkilerin görüntü işleme temelli tanımlanmasına olanak sağlamaktadır. Bu sistem özellik listesini kullanarak, tanınmamış bir odunsu bitkiye tanımlama imkanı vermektedir. Ayrıca bulanık küme teorisi ve bulanık mantık, bulanık if-then kuralları şeklinde insan bilgisinin temsil ve süreci için güçlü araçlar sağlayabilmektedir. Görüntü işlemede verilerin, uygulamaların ve sonuçların belirsiz oldukları birçok zorluklar ortaya çıkarmaktadır. Ancak bu belirsizlik, her zaman rastgelelik değildir ama doğal belirsizlik ve belirsiz görüntü verileri nedeniyle olabilmektedir. Görüntü işlemede birçok klasik eşikleme tekniği vardır ve bu makalede bulanık mantık teorisi ve görüntü işleme kavramları, bir görüntü işleme sistemi oluşturmak için birleştirilir ve eşikleme teknikleri geliştirmek için kullanılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Bitki Tanıma, Bulanık Mantığı, Görüntü İşleme, Tanıma Sistemi

### The Plant Recognition System Using Fuzzy Logic

**Abstract:** Automatic plant recognition systems have witnessed increased interest from the machine learning community in recent years. This systems allows you to identify an unknown woody plant using a list of features. Also fuzzy set theory and fuzzy logic provide powerful tools to represent and process human knowledge in form of fuzzy if-then rules. Many difficulties in image processing arise because the data, tasks, and results are uncertain. This uncertainty, however, is not always due to the randomness but to the inherent ambiguity and vagueness of image data. There are many classical recognition techniques used in image processing and in this article, fuzzy logic theory and image processing concepts are combined to create a image processing system and has been used to develop recognition techniques.

**Keywords:** Plant Recognition, Fuzzy Logic, Image Processing, Recognition System.

### 1. Giriş

Bitkiler dünyadaki canlılığın devamını ve doğal dengesini sağlayan yeryüzündeki yaşamın temel bir parçasıdır. Bitkiler tüm canlıların yiyecek, yakıt ve ilaç gibi yaşamsal imkanlarının ve aynı zamanda da oksijen gibi önemli unsurların ana kaynağıdır [4]. Bitkilerden yararlanmak ve iyi kullanmak için onları tanımamız gerekiyor ama tabii ki bitkiler alemi geniş ve çeşitli olduğu için bu tanım kolay olmayıp ve zaman alıcı olacaktır. Bitki tanımada, bitkilerin özellikleri, benzer ve ayırtedici karakterleri önemlidir, çünkü bu özellikler ve farklılıkların teşhis edilmesi botanikçilere bitkileri tanıma ve sınıflandırmada yardımcı olur. Bunun için

bitki tanıma Bitki Sistematiği'nin en önemli konularından birisidir. Bitkiler arasındaki benzerlik ve farklılıkları tanımak ve bir gruba (tür, cins, familya vs.) dahil olup olmadığına karar vermek için sınıflandırma sistemlerinde mevcut olan veriler kullanarak bitki tanımaya çalışılır. Bitki tanıma yöntemlerinde, bitki toplama yöntem ve teknikleri, kurutma ve saklama yöntemlerinden yararlanabiliriz. Pratik olarak bir bitki; teşhis anahtarları kullanılarak Herbarium<sup>1</sup> materyali ile karşılaştırmak suretiyle teşhis edilip ve isimlendirilir [8]. Araziden toplanan bitkinin vejetatif (kök, gövde, yaprak) ve generatif

<sup>1</sup> Herbarium: Bitki koleksiyonu

organları (çiçek, meyve, tohum) gibi karakteristik ve ayırdedici kısımlarının tam ve eksiksiz olması gerekir [8]. Tabii ki bu koşullara uymak ve özellikleri farketmek zaman alıcı olmakla birlikte yetenek sahibi olunmasını da gerektirir [6]. Daha hızlı bitki tanımak ve botanikçilerin farklı yeteneğe sahip olmaları probleminde yardımcı olabilmek için bilgisayardan yararlanabiliriz. Bitki tanınmanın özellikle otomatik tasarım sistemleri ve optimize yönteminde çeşitli uygulamaları vardır [10]. Bitki tanıma yöntemlerinde teknoloji ve bilgisayar destekli bitki tanıma sistemleri günümüzde gelişmiş olsa da hala uygun modeller veya temsil eksikliği nedeniyle yetersiz kalabilmektedir. Bilgisayar ile yaşayan bitkiyi tanımak ve sınıflandırmak için çeşitli bilgiler kullanılmış ve farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bu arada morfolojik, geometrik ve fourier bilgileri çeşitli çalışmalarda kullanılmakla birlikte görüntü işleme ve buna bağlı olan yöntemler özel bir öneme sahip olmuştur [6]. Örneğin bitkilerin yapraklarının (vejetatif organ) üzerinde yapılan çalışmalarda, yaprağın şekil özellikleri ve sınıfları kullanılarak bitki tanınması yapılmıştır [1]. Fraktal boyutları ile bitki sınıflandırılması ve tanımlanması için yeni bir algoritma hazırlanmış ve bitkilerin belirlenmesi için basit ve etkili bir teknik sunulmuştur [2]. Bir başka çalışmada ağaç taksonomisi, otomatik görüntüsü ile bilgisayar destekli ve görüntü işlemeden yararlanılarak yapılmıştır [3]. Morfometrik ve görüntü işleme yöntemlerinden yararlanılarak bitkilerin görüntüleri analiz edilip bitki tanınmaya çalışılmıştır [4,5]. Fourier, SVM-BDT ve PNN teknikleri ile yaprak şekillerinin sınıflandırılması yapılmış ve bu teknikler bir biriyle kıyaslanmıştır [6].

Önerilen yöntemde, tanıma sistemi üç bölümde yapılır ki birincisi ön işleme aşamasına bağlıdır. İkinci bölümde çerçeve kullanılarak özellikleri<sup>2</sup> çıkartılmaktadır ve en son bölüm bulanık sistemlerini kullanarak tanıma sistemini içerir.

Bu çalışmada 2. bölümde bitkiler alemindeki meşe ağaçları gözden geçirilerek, Türkiye'deki çeşitli doğal türleri ve tanıma için seçilme nedenleri anlatılacaktır. 3. bölümde bulanık sistemleri kısaca açıklanmıştır. 4, 5 ve 6. bölümlerde yukarıda anlatılan üç bölümde yapılan tanıma sistemi anlatılacaktır ve son olarak 7. bölümde elde edilen sonuçlar belirlenecektir.

## 2. Meşeler

Bitkiler alemi yaklaşık 500 bin civarında türe sahip olmak üzere 7 bölümde toplanır. Bitkiler aleminin en büyük bölümü olan Tohumlu Bitkiler bölümü iki büyük bitki grubu (Alt Bölüm) içerir [7].

1. Açık Tohumlular<sup>3</sup>

2. Kapalı Tohumlular<sup>4</sup>

Bu çalışmada meşeler<sup>5</sup> ve özellikle Türkiye'deki doğal meşe türleri ele alındığı için, kısaca tanımlama yapılacaktır. Meşeler, kapalı tohumlular alt bölümüne ait olarak bitki sistimatğinde tablo 1 gibi yer almışlar:

<b>Alem</b>	Bitkiler
<b>Bölüm</b>	Spermatophyta
<b>Alt bölüm</b>	Angiospermae
<b>Sınıf</b>	Magnoliopsida
<b>Takım</b>	Fagales
<b>Familiya</b>	Fagaceae
<b>Cins</b>	Quercus L.

Tablo 1 –Meşe Bitki Sistematğinde

Meşeler, Fagaceae familyası içinde en önde gelen cinslerden olup, çoğunlukla ağaç ve çalı halinde odunsu bitkilerdir [7]. Kışın yaprağını döken ya da herdem yeşil yaprakları çok değişik boyut ve görünüşlerde olup kenarları çoğunlukla loblu, dişli ve ender olarak tamdır [7]. Meşe işlenebilirliği açısından en kıymetli ağaçlardandır ve odunu özellikle orman sektöründe olmak üzere odununun işlendiği sektörlerde oldukça büyük öneme sahiptir. Meşenin yalnızca

<sup>3</sup> Gymnospermae

<sup>4</sup> Angiospermae

<sup>5</sup> Quercus L.

<sup>2</sup> Feature extension

orman sektöründe değil, ilaç sektöründen mobilya ve parke sektörüne kadar oldukça geniş bir kullanım alanı vardır. Türkiye ormanlarının yaklaşık  $\frac{1}{4}$ 'ünü meşeler oluşturmaktadır (doğal olarak bulunan taksonu 23'tür). Dolayısıyla "Türkiye bir meşe diyarıdır" denilebilir [7]. Bu rakam ve meşenin yukarıda bahsi geçen faydaları örnek olarak meşe türlerini seçmemizin nedenlerini göstermektedir. Meşe<sup>6</sup> cinsi uzun zamandır sistematisyenleri uğraştıran ve henüz tam ve tatmin edici bir sistematiği yapılmamış cinslerden birisidir [7]. Bunlardan birisi de odunlarının anatomik yapılarına ve kullanım alanları açısından farklılıklarına dayanan bir sistematik yöntemdir. Örneğin odunlarına göre yapılan bu sınıflandırmada meşeler bugün 3 büyük gruba ayrılır:

- I. Ak Meşeler<sup>7</sup>
- II. Kırmızı Meşeler<sup>8</sup>
- III. Herdem Yeşil Meşeler<sup>9</sup>

Bu üç grubun yapraklarının şekilleri göz önüne alınarak aralarındaki farklılıklar aşağıdaki gibi belirlenebilir:

- Ak Meşeler: Yaprakları dikensiz ve lobludur (Şekil 1).



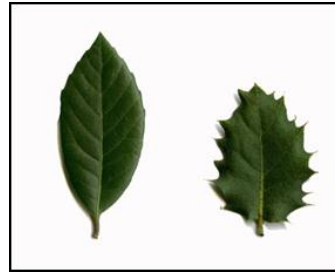
Şekil 1. Ak Meşelerin Yaprak Örnekleri

- Kırmızı Meşeler: Yaprak biçimleri çok değişiktir. Çoğunlukla dar, uzun ve en geniş yeri ortasıdır. Eliptik ya da ters yumurta biçimleri de görülebilir (Şekil 2).



Şekil 2. Kırmızı Meşelerin Yaprak Örnekleri

- Herdem Yeşil Meşeler: Yaprakları deri gibi sert ve tam kenarlı ya da dişli ve bazen sert dikenlidir. (Şekil 3)



Şekil 3. Herdem Yeşil Meşelerin Yaprak Örnekleri

Türkiye'de doğal olarak yetişen meşe taksonları bu sınıflamaya göre tablo 2,3 ve 4'te gösterilmiştir [7].

Quercus robur (subsp. robur, subsp. pedunculiflora)	Saplı Meşe
Quercus petraea (subsp. petraea, subsp. iberica, subsp. pinnatifida)	Sapsız Meşe
Quercus hartwissiana	Istranca Meşesi
Quercus frainetto (Q. conferta)	Macar Meşesi
Quercus vulcanica	Kasnak Meşesi
Quercus pontica	Doğu Karadeniz Meşesi
Quercus infectoria (subsp. infectoria, subsp. boissieri)	Mazi Meşesi
Quercus pubescens	Tüylü Meşe
Quercus macranthera subsp. sypirensis	İspir Meşesi
Quercus virgiliana	Yalancı Tüylü Meşe

Tablo 2- Doğal Ak Meşe Türleri

<sup>6</sup> Quercus L.

<sup>7</sup> White Oaks

<sup>8</sup> Red Oaks

<sup>9</sup> Evergreen Oaks

Quercus libani	Lübnan Meşesi
Quercus trojana	Makadonya Meşesi
Quercus cerris	Saçlı Meşe, Türkiye Meşesi
Quercus brantii	İran Palamut Meşesi
Quercus ithaburensis subsp. Macrolepis (Quercus aegilpos)	Palamut Meşesi

Tablo 3- Doğal Kırmızı Meşe Türleri

Quercus coccifera	Kermes Meşesi
Quercus ilex	Pırnal Meşesi
Quercus aucheri	Boz Pırnal

Tablo 4- Doğal Herdem Yeşil Meşe Türleri

Yukarıda belirlenen doğal türleri tanımda, meşe yapraklarının anlatılan benzerlik ve farklılıkları bilgisayar destekli sistemlerde önemli etmen olarak kullanılacaktır.

### 3. Bulanık Sistemleri

1965 yılında Prof. Lotfi Zadeh ile bulanık kümeler teorisi tanıtılmıştır. Bu teori belirsiz ve kararsız verilerin hesaplamalarına yöntem gösterir ve bazı kuralları belirler. Bu kurallara göre kümelerin her üyesinin ilişkisi sıfır ve bir aralarında olabilmektedir. Son yıllarda bulanık sistemleri kullanımı ve uygulaması daha fazla olmuştur ki bunlardan birisi görüntü işleme olabilmektedir. Bulanık sistemleri ile kullanılan yöntemler aşağıda gelen dört ana bölümden oluşmaktadır:

- Bulanıklaştırma<sup>10</sup>: bu aşamada üyelik fonksiyonları yararlanarak, girilenler ve değişkenler arası ilişkiler belirlenmektedir.
- Bilgi veritabanı
- Sonuç çıkarma motoru: bu bölüm bulanık sistemlerin karar verme merkezi sayılabilmektedir.
- Durulaştırma<sup>11</sup>: Bulanıklaştırma aşamasının tam tersi olarak, kesin bir çıktı elde edebilmektedir.

### 4. Ön İşlemler

Bu aşama üç adımdan oluşur:

- Eğriliklerin düzeltilmesi<sup>12</sup>
- Normalizasyon<sup>13</sup>
- İnceltme<sup>14</sup>

Bu adımlar aşağıda incelenecektir.

#### 4.1. Eğriliklerin Düzeltilmesi

Çekilen resimlerdeki yapraklar çeşitli yönlere olabilir ki öncelikle onların eğriliklerinin düzeltilmesi gerekir. Bunun için her fotoğraftaki yaprağın şekli bir kısmı yukarı ve bir kısmında aşağıya doğru olacak şekilde iki kısma bölünür. Sonra eğimi bulmak için, her kısmın ağırlık merkezi hesaplanarak bu ağırlık merkezleri birbirine bağlanır ve denklem 1 kullanılarak şeklin eğrilikleri düzeltilebilir.

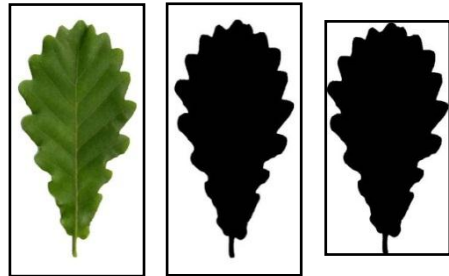
$$X = x - y \cdot \tan(\alpha) \quad (1)$$

$$Y = y$$

Denklem 1 de  $\alpha$  eğimin açısıdır.

#### 4.2. Normalizasyon

Bu aşamada istediğimiz resim ikili görüntüye çevrilir. Sonuçta resmin köşelerinde birçok değersiz sıfırlar oluşurlar. Bunun için resim bir dörtgen içerisinde kapalı tutulur (Şekil.4). Ayrıca resmin boyutları 480 × 440 piksel olacak şekilde normalize edilir.



Şekil 4. a-Orijinal b-İkili c-Dörtgene Kapalı Resimler

<sup>10</sup> fuzzifier

<sup>11</sup> defuzzifier

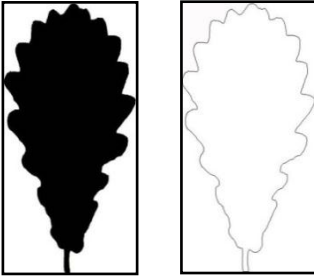
<sup>12</sup> Sland Correlation

<sup>13</sup> Normalization

<sup>14</sup> Thining

### 4.3. İnceltme

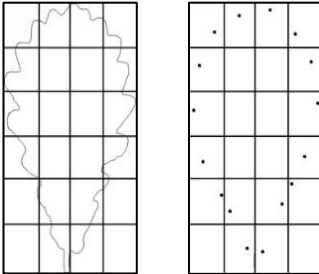
Bu aşamada amaç resmin kenarlarının inceltilmesi ile yeni bir resim elde etmektir. Bu amaca ulaşmak, orijinal formu korumak ve yanlış verilere engel olmak için bir algoritmanın olması gerekir. İnceltme için farklı algoritmalar mevcuttur ki bunlardan biri SPTA algoritmasıdır [10]. Bu çalışmada basit bir algoritmadan yararlanarak resmin kenarları oluşturulur. Bu yüzden dörtgen içerisinde kapalı olan resmin birinci satırından başlanarak sıfır noktaları geçilir ve ilk ulaşılan bir korunur. En son 1'e kadar ulaşılan 1'lerin tümü de ilk ulaşılan 1 gibi korunur ve son 1 silinir. Bu aşamalar resmin sonuna kadar diğer satırlar için de aynı şekilde yapılır. Şekil 5 bu algoritmanın sunumu için bir örnektir.



Şekil 5. a-İkili b-Kenarı Çıkarılmış Görüntü

### 5. Çerçeveleme Yöntemi

Bu yöntemde öncelikle resmin alanı 24 eş kutuya bölünerek özellikleri elde edilir (Şekil.6).



Şekil 6. a-6\*4 Kısımlı b.Kısım Özellikleri

Bunun için  $480 \times 440$  piksel resim,  $6 \times 4$  resime çevrilir ki o zaman her kutunun

boyutları  $80 \times 110$  piksel olacaktır. Sonra kutulardaki tüm 1'e eşit olan piksellerin aralıklarının ortalaması ve kutunun kökenine göre açılarının ortalaması hesaplanarak her kutunun özelliği belirlenir. Yani her kutu için iki özellik elde edilir. Bütün kutuların sayısı 24 olduğu için, her bir resim için 48 özellik elde edilir ve her resim bu 48 özelliklerle tanımlanır.

Denklem 2 her kutunun özelliklerinin hesaplanması ile ilgilidir:

$$\gamma_b = \frac{1}{n_b} + \sum_{k=1}^{n_b} d_k^b, b = 1..24 \quad (2)$$

$$\alpha_b = \frac{1}{n_b} + \sum_{k=1}^{n_b} \phi_k^b, b = 1..24$$

Denklem 2 de  $\gamma_b$  ortalama uzaklığı,  $d_k^b$  siyah noktaların (kutuların simgesi) uzaklığı,  $\alpha_b$  her resmin ortalama açısı ve  $\phi_k^b$  ise kutulardaki siyah noktaların açılarıdır. Bu çalışma sadece her kutunun uzaklık değeri (siyah noktalar) elde edilerek gerçekleştirilmiştir. Ancak açılar dikkata alınmırsa sonuçlar daha iyi olabilir.

### 6. Bulanık Yöntemi İle Şekil Tanıma Sistemi

Bulanık kümeler, özelliklerden ve çeşitli modellerin değişikliklerinden meydana gelir. Bu konuyu göstermek için farklı örneklerin incelenmesi gerekir. Bunun yapılması için resimden  $m$  sayıda örnek ve  $n$  sayıda özellik elde edilmesi gerekir. Bu sistemde her resimden en az 4 örnek ele alınmış ve aralık özelliği her kutu için kullanılmıştır. Bunun için 24 bulanık kümesi olacaktır. Denemelerin yapılmasıyla üyelik fonksiyonlarını seçebilmek için bulanık fonksiyonu ve üstel fonksiyon olmak üzere iki fonksiyon belirlenmiştir. Tablo 5 de örnek olarak özel resim için bulanık veritabanı gelmiştir.

Kutu No.		1	2	3	4	5	6	7	8	19	20	21	22	23	24
1	$\bar{x}$	0.00	117.2	130.0	0.00	35.20	115.20	114.80	23.80	120.00	0.00	0.00	49.20	84.20	0.00
	$\delta^2$	0.00	384.2	1805.5	0.00	917.70	509.70	1669.20	1034.20	617.00	0.00	0.00	488.20	149.70	0.00
2	$\bar{x}$	0.00	89.40	90.20	0.00	10.20	56.80	58.20	9.80	65.60	63.20	0.00	0.00	76.20	43.00
	$\delta^2$	0.00	131.80	197.70	0.00	128.70	186.70	395.70	127.70	2.80	34.70	0.00	0.00	357.20	234.00
3	$\bar{x}$	0.00	75.60	97.60	0.00	7.20	78.20	75.00	11.20	71.40	0.00	0.00	37.00	45.80	0.00
	$\delta^2$	0.00	83.80	595.80	0.00	82.70	235.70	151.50	374.70	50.80	0.00	0.00	503.50	173.20	0.00
4	$\bar{x}$	0.00	93.80	89.40	0.00	16.60	72.00	80.00	19.20	83.00	1.00	0.00	47.20	62.40	0.00
	$\delta^2$	0.00	74.20	218.30	0.00	312.30	642.50	297.00	505.70	167.50	3.00	0.00	1006.70	194.30	0.00
⋮															
15	$\bar{x}$	134.20	1896.40	1844.40	0.40	1160.60	6228.00	6208.00	688.60	7007.20	1479.80	4.40	1694.60	1952.20	0.40
	$\delta^2$	90048.20	5332772.8	846812.30	0.80	5257815.8	5557979.0	5661296.0	1153321.80	3935683.2	799167.20	96.80	3060769.3	3645785.2	0.80
16	$\bar{x}$	0.00	82.20	81.60	0.00	22.40	70.40	73.60	26.00	56.40	35.00	0.60	140.80	92.80	0.00
	$\delta^2$	0.00	389.70	1078.30	0.00	508.30	158.30	126.80	732.50	811.80	2056.00	1.80	231.20	1111.70	0.00
17	$\bar{x}$	0.80	86.20	95.20	0.40	31.80	36.00	36.20	39.40	71.20	2.00	0.20	0.20	96.80	0.00
	$\delta^2$	3.20	528.70	939.70	0.80	376.20	232.00	1225.20	1230.80	130.20	20.00	0.20	0.20	1967.20	0.00
18	$\bar{x}$	0.00	59.20	68.60	0.00	0.00	60.60	66.40	0.00	58.60	2.40	0.00	44.00	91.60	0.00
	$\delta^2$	0.00	44.70	274.30	0.00	0.00	78.30	190.30	0.00	116.30	28.80	0.00	1635.50	1924.80	0.00

Tablo 5. Bilgi Veritabanından Örnek

İlk olarak bir bilgi veritabanı kümesi yapılmış ve her resimden birkaç örnek girilmiştir. Sonra taban oluşturmak için aralıkların ortalaması ve tüm bir resimden girilenlerin varyansı her kutu için elde edilmiştir. Bu ortalama ve varyansı kullanarak bilgi veritabanı oluşturulmuştur. Bu sistemin geliştirilmesi için önce kutuların ortalama mesafelerini bulmamız gerekiyor. Denklem 3 tüm kutuların ortalama değeri hesaplanmasında kullanılır. Ayrıca, denklem 4 kullanarak kutuların varyans değerleri hesaplanır.

$$m_{r_i} = \frac{1}{N_i^r} \sum_{j=1}^{N_i^r} f_{ij} \quad (3)$$

$$\delta_{r_i}^2 = \frac{1}{N_i^r} \sum_{j=1}^{N_i^r} (f_{ij} - m_{r_j})^2 \quad (4)$$

Burada  $r$  referensine göre ortalama değeri  $m_{r_i}$ , kutunun indeksi  $i$ , bulanık grubu numune sayısı  $N_i^r$ ,  $j$ . numunenin  $i$ . özelliğindeki değer fonksiyonu  $f_{ij}$  ve  $\delta_{r_i}^2$  ise  $i$ . kutusunun varyansı olmaktadır. Ortalama ve varyans değerleri bulunduğundan sonra, denklem 5'deki bulanık fonksiyonu ile

bilinmeyen bir resimin  $i$  özelliğine üyelik derecesi hesaplanır.

$$\begin{cases} \mu_{r_i}(x_i) = e^{-\frac{|x_i - m_{r_i}|}{\delta_i^2}} & \text{for } \delta_i^2 > 1 \\ \mu_{r_i}(x_i) = e^{-\{(\bar{x}_i - m_{r_i})^2 \cdot \delta_i^2\}} & \text{for } \delta_i^2 < 1 \end{cases} \quad (5)$$

Burada  $\mu_{r_i}(x_i)$  bilinmeyen resimin  $i$ . özelliği derecesi,  $\delta_i^2$  varyans ve  $m_{r_i}$  ortalama değerleridir. Yukarıdaki denklemleri kullanarak veritabanı oluşturulur. Ancak bu veritabanda her resim diğer resimler aracılığı ile denklem 6 fonksiyonu elde ederek hesaplanır.

$$\mu_r(x) = \frac{1}{24} \sum_{i=1}^{24} \mu_{r_i}(x_i) \quad (6)$$

Burada  $\mu_r(x)$  bir resimin  $(x)$ ,  $r$  resime göre üyelik derecesini elde ediyor.

Bu çalışmada bilinmeyen resim girildiği zaman, bahs edilen yöntem gibi resim kutulara bölünüp ve son olarak denklem 6 kullanılarak bilgi veritabanının kutusuna giren özelliklerin ortalaması tüm veritabanındaki resimler aracılığı ile her bulanık kümeye üyelik derecesi hesaplanır.

Hesaplanan deęerler, girildiği bilinmeyen resimin hangi kümeye ne derecede ait olduęunu belirlemektedir. Bu deęerlerin en büyük olduğu küme cevap olarak deęerlendirilebilir.

## 7. Sonuç

Sistemden elde edilen pratik ve uygulama sonuçlarına göre Bulanık Sistemine kuvvetli ve iyi veritabanlar oluşuruluğu takdirde bu yöntemin daha iyi, basit ve kuvvetli çalışacağı ve tahmin derecesinin daha da yüksek olacağı ileri sürülebilir. Yalnız modelleri ve örneklere az olan sistemlerde iyi sonuçlar elde edilmeyecektir. Bu takdirde başka yöntemlerden; rneęin Yapay Sinir Ağları yönteminden daha iyi sonuçlar alınabilir. Ayrıca, bulanık mantığı kullanarak sistemin yapılması daha kolay ve verimli olduğu soz konusu olabilir.

## 8. Kaynaklar

[1] Jyotismita Chaki, Ranjan Parekh, "Plant Leaf Recognition using Shape based Features and Neural Network classifiers", **International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)**, Vol. 2, No. 10 (2011).

[2] Antony Jobin, Madhu S. Nair, Rao Tatavarti, "Plant Identification Based on Fractal Refinement Technique (FRT)". **2nd International Conference on Communication, Computing & Security [ICCCS]**, 6:171-179 (2012).

[3] Eric J.Pauwels, PaulM.deZeeuwa, ElenaB.Ranguelova, "Computer-assisted tree taxonomy by automated image recognition" **Engineering Applications Of Artificial Intelligence**, 22:26-31 (2009).

[4] James S. Copea, David Corneyb, Jonathan Y. Clarkb, Paolo Remagninoa, Paul Wilkinc, "Plant Species Identification Using Digital Morphometrics: a Review", **Preprint submitted to Elsevier**, March, (2011).

[5] D. E. Guyer, G. E. Miles, M. M. Schreiber, O. R. Mitchell, V. C. Vanderbilt, "Machine Vision And Image Processing For Plant Identification", **Transaction Of The ASAE**, November-December, 29(6), (1986).

[6] Krishna Singh, Indra Gupta, Sangeeta Gupta, "SVM-BDT PNN and Fourier Moment Technique for Classification of Leaf Shape", **International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition**, December, Vol.3, No.4, (2010).

[7] Prof. Dr. Rahim ANŐIN, Prof. Dr. Zafer Cemal ZKAN, "Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar", **Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi**, Trabzon, (2006).

[8] Yrd. Do. Dr. Kerim GNEY, "Bitkiler ve Bitki Birlikleri, Flora ve Vejetasyon Bilgisi, Bitki Toplama, Kurutma Ve Saklama (Herbarium) Teknikleri", **Korunan Alanlarda Ekoloji Temelli Doęa Eęitimi (Kre-İlgaz)**, Kastamonu, (2007).

[9] Vincenzo Viscosi, Andrea Cardini, "Leaf Morphology, Taxonomy and Geometric Morphometrics: A Simplified Protocol for Beginners". **PLoS ONE**, October, 6(10):e25630.doi:10.1371/journal.pone.0025630 (2011).

[10] M.Hanmandlu, at el., "Unconstrained Hand Written Character Recognition Based On Fuzzy Logic, Pattern Recognition", **Pattern Recognition**, vol 36, pp 60, (2003).