

Değişmez Momentler Kullanarak İçerik Tabanlı Görüntü Erişim Sistemi ve İmge Sınıflandırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması

The Comparison Of Methods Content-Based Image Retrieval System and Image Classification Using Invariant Moments

Abubekir SEYYARER
Yüzüncü Yıl University,
Gevaş Vocational School
Van, Türkiye
eseyyarer@yyu.edu.tr

Tolga AYDIN
Atatürk University
Computer Engineering Department
Erzurum, Türkiye
atolga@atauni.edu.tr

Özetçe: Bu tez kapsamındaki yazılım, Visual Studio 2012 platformu üzerinde C# programlama dili ile kodlanmıştır. İmge sınıflandırma yöntemi olarak geri yayımlı yapay sinir ağı, içerik tabanlı görüntü erişim sistemlerinde mesafe ölçümü için Öklid uzaklığı ve öznelik çıkarma işleminde ise bir görüntü işleme kütüphanesi olan Emgu CV kullanılmıştır. Programda Caltech101 imge seti üzerinde hem imge erişim hem de imge sınıflandırma işlemi yapılarak iki işlemin sonuçları karşılaştırılmıştır. İçerik tabanlı görüntü erişim sisteminin imge sınıflandırma yönteminden doğruluk kriteri bakımından daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca öznelikler çıkarılırken, genelde renksiz imgeler üzerinde ve imgenin farklı bakış açılarına bakılarak çıkarılan değişmez moment öznelikleri, bu tezde renkli Caltech101 imge setine uygulanmıştır.

Anahtar Kelimeler — Değişmez Momentler, İmge Sınıflandırma, İmge Erişim, Yapay Sinir Ağları, EmguCV.

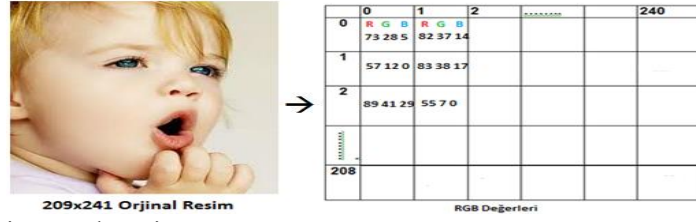
Abstract: C# language and Visual Studio 2012 platform are selected for developing the software for this thesis. Back-propagation neural network was employed as the image classification method; Euclidean distance was selected to measure the distance in content-based classification system and finally, Emgu CV image processing library was selected in feature extraction processes. Caltech101 data set was used to compare the effectiveness of image classification and content-based image retrieval systems. The results show that content-based image retrieval systems are superior in terms of classification accuracy. Furthermore, invariant moment have been applied to Caltech101 data set, where all images are colourful. Normally, these moments are employed on colourless images and extracted from the different angles of view of the same image.

Keywords — Invariant Moments, Image Classification, Image Retrieval, Artificial Neural Networks, EmguCV.

1. GİRİŞ

Dijital (elektronik) ortamlarda ölçülen veya kaydedilen görüntü verilerini, bu ortamlarda (makinelere ve programlar aracılığı ile) amaçlar doğrultusunda yapılabilecek bütün değişiklikler görüntü işleme olarak adlandırılır. Görüntü işleme, daha çok kaydedilen ve elde olan görüntülerin işleme alınması, yani elde olan imge ve grafikleri değiştirme, yabancılaştırma ya da iyileştirme işlemlerinde kullanılmaktadır (Yılmaz, 2007).

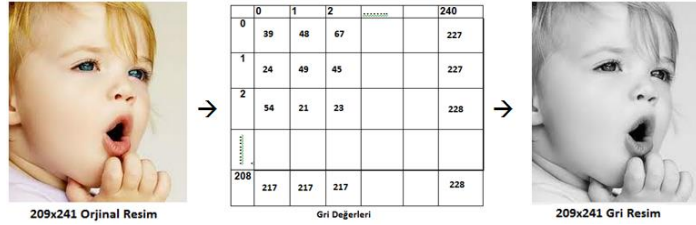
İmgelerin, ikili kodlamasının dışında gri kodlaması da yapılmakta ve genellikle sınıflandırma uygulamalarında gri kodlama yaparak yola devam edilir. Gri kodlama ise; pixellerin ana renklerinden (RGB) oluşturulur.



Şekil 1. Rgb değerlerine ayrılmış imge

Komşu pixeller RGB renk değerleri bakımından kendi içinde (Kırmızılar ayrı, Yeşiller ayrı ve Maviler ayrı) birbirine yakın değerler almakla beraber, çok uzak değerler de alabilirler. Bu RGB değerlerine aşağıdaki formül uygulanarak Gri renk elde edilir.

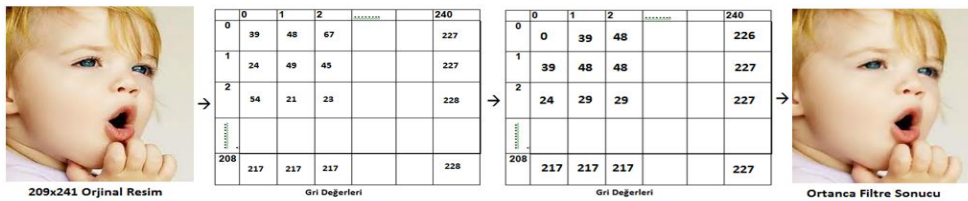
$$\text{Gri} = R * (0.299) + G * (0.587) + B * (0.114)$$



Şekil 2. Griye dönüştürülmüş imgenin değerleri ve görüntüsü

İmge veya sinyal işleme işlemlerinde üzerinde çalışılan verilerin bozulmasına ya da istenilmeyen bir değişikliğin olmasına gürültü denilmektedir. Bu bozulmalara örnek verilmesi gerekirse; bir ortamdan başka bir ortama taşınan imgelerde veya seslerde taşınma esnasında yolda oluşabilecek pixel ya da sinyal değişiklikleridir. Bu değişiklikleri gidermek için çok fazla filtreleme yöntemleri vardır. Bunlardan biri de Ortanca Filtresidir (MedianFilter) (Şeker, 2007).

Ortanca filtresindeki amaç; giriş dizisindeki büyük atlamaları yani uç değerleri ortadan kaldırmaktır. Bunu da belirlenen bir pencereleme değerine göre yapmaktadır. Pencereleme değerine göre giriş dizisinin başından başlayıp sonuna kadar ilerletip, bu pencerenin içindeki giriş değerlerinden ortancası alınmaktadır. Ortanca filtresi uygulanan imgede komşu olan pixellerin değerleri birbirine yakın olmaktadır. Bu da gürültünün yani uç noktaların temizlenmesi anlamına gelmektedir (Şeker, 2007).



Şekil 3. Ortanca filtre sonucu değerler ve görüntü

Gürültüden arındırılan gri formattaki imgeler ikili (siyah-beyaz) formata çevrilir ve bu işlem Otsu Algoritması ile yapılmaktadır. Gri formattaki bir imgeyi siyah-beyaz formata dönüştürmek kolay bir işlemdir. Bir değer seçilmelidir ve bu değere eşik değer (threshold) adı verilmektedir. Ya sabit bir değer seçilir ya da her imge için farklı bir değer üreten yöntemler kullanılarak dinamik bir değer seçilir. İmgeler, farklı niteliklere sahip olduğu için yani renk dağılımları farklı olduğu için kullanılan yöntemler her imge için farklı değerler üretmektedir. Her imge için sabit bir değer seçildiğinde, siyah-beyaz formata dönüştürme işlemi çok doğru olmayabilir. Bu sebepten dolayı eşik değer belirleme yöntemleri kullanılması gerekmektedir. Eşik değer belirleme işlemi tamamladıktan sonra imgede

bulunan tüm pixeller üzerinde gezinerek her pixel için tek tek işlem yapılmaktadır. Bu işlem sırasında pixelin değeri, bu eşik değerden büyükse beyaza altındaki değerler ise siyaha dönüştürülmektedir. Sayı olarak siyah 0 (sıfır)'a, beyaz ise 255'e denk gelmektedir ve renk aralığı da bu değerler arasındadır (Atasoy, 2011).



Şekil 4. Otsu algoritması sonucu oluşan ikili format

Öznitelik; temel olarak imgeye dair ölçülebilir ya da gözlenebilir bilgidir. Bir imgenin öznitelik çıkarma işlemi, o imgede bulunan alakasız ve fazla bilgiyi eleyerek imgeyi daha az ve diğer imgelerden ayırt edilebilecek bilgiyle temsil edilmesini amaçlamaktır. Bir imgede bulunan ana öznitelikler; Renk, Doku ve Kenar olmak üzere üçe ayrılır. Birçok öznitelik çıkarımı yöntemi vardır. Kullanılacak yöntem, problem alanına bağlıdır. Kullanılacak imgeye çeşitli dönüşümler uygulanır. Yapılacak işe ve kullanılan imgeye göre değişmekle beraber aşağıda birkaç dönüşüm ismi verilmiştir.

1. Dalgacık Dönüşümü (Wavelet)
2. FFT (FastFourier Dönüşümü)
3. Ayrık Kosinüs Dönüşümü (DiscreteCosinusTransform)
4. Welch Dönüşümü
5. Çeşitli Pencereleme (Windowing) Dönüşümü
6. İmgenin Enerjisini Bulma.
7. Değişmez Momentler (InvariantMoments)

Mekanik alanında kullanılan momentler, atalet momenti ve ağırlık merkezi bulma hesaplamalarında başvurulan yöntem olurken, istatistik alanında ise varyans, çarpıklık oranı ve ortalama gibi işlemlerde başvurulan yöntem olmuştur. Bu alanlarda kullanılan moment teorisinden esinlenerek, 1960'larda yedi değişmez moment Hu tarafından geliştirilmiştir (Hu, 1962).

Geliştirilen yedi değişmez moment, iki boyutlu örüntülerin tanıma işlemlerinde; örneğin karakter tanıma gibi problemlerde çok yüksek başarı oranı elde edilmesine yol açmıştır. Ayrıca bu momentler, imgelerin ölçeklendirilmesinde, döndürme ve dönüşüm işlemlerinde değişmezler. Momentlerin bulunmasından sonra ve başarı oranı yüksek olmasından dolayı karakter ve nesne tanıma, hatta radar görüntülerinden gemi ve uçak tanıma gibi uygulamalar ortaya çıkmıştır (Alt, 1968).

İmge sınıflandırma teknikleri akıllı ve geleneksel diye iki gruba ayrılabilir. Bu iki gruptan birincisi olan geleneksel sınıflandırma algoritmalarının temeli Bayes karar teorisine dayanarak kurulmuştur. Bu sınıflandırma tekniğinin dezavantajları; özellik uzayını sınıflandırma uzayına dönüştürürken, bir gürültü ile karşılaşılması ve tüm sınıflar için hata kriterinin belirsizliğidir. Bu sınıflandırma tekniklerine, maksimum olabilirlik, çok değişkenli Gauss modelleri, ikili ağaç sınıflandırıcıları, en yakın komşu ve Fisher'in doğrusal sınıflandırıcıları örnek olarak verilebilir (Fisher, 1950).

Buna karşın iki gruptan ikincisi olan akıllı sınıflandırma yapıları büyük oranda YSA temelli olup, günümüzün en çok kullanılan ve başarı oranı ispatlanmış çok güçlü sınıflandırma yapılarıdır. Özellikle de genelleme becerileri, örüntü tanıma projelerinin çok yüksek boyutlu verileri bakımından önem taşır (Şengür ve ark, 2004).

İçerik Tabanlı Görüntü Erişim Sistemi; Günümüzde metinsel erişimle ilgili problemleri bile tam anlamıyla çözülmemişken, karşımıza görsel bilgiye erişimdeki sorunlar çıkmaktadır. Sayısal görüntü miktarındaki artış ve kullanıcıların deneyimlerindeki sınırlamalar, görsel bilgi erişim sistemlerinin sorunlarını artırmaktadır. Son yıllarda WWW üzerinden bilgiye erişilmektedir. Bilgi yığınları arasında doğru bilgiye ulaşmaya çalışılmaktadır. Görsel bilgiler ile görüntülerin

sorgulanması içerik tabanlı görüntü erişimi (İTGE, content-basedimageretrieval =CBIR) olarak isimlendirilir (Yuan ve ark, 2011).

İTGE, bir görüntünün büyük görüntü yığınları içerisinde bilgisayar görü teknolojileri ile sorgulanmasıdır (Kaya ve ark, 2014).

İTGE sistemler, iki görüntü arasındaki renk, desen, doku gibi özellikleri karşılaştırarak görüntüleri bir benzerlik ölçütü ile ayırmaktadır (Liu ve ark, 2007)

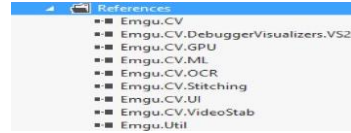
Materyal ve Yöntem

Yapılan çalışmada; EmguCV kütüphanesi, yapay sinir ağı ve içerik tabanlı görüntü erişim sistemini Visual Studio ortamında C# dili kullanarak projenin adım adım nasıl oluşturulduğu anlatılmıştır.

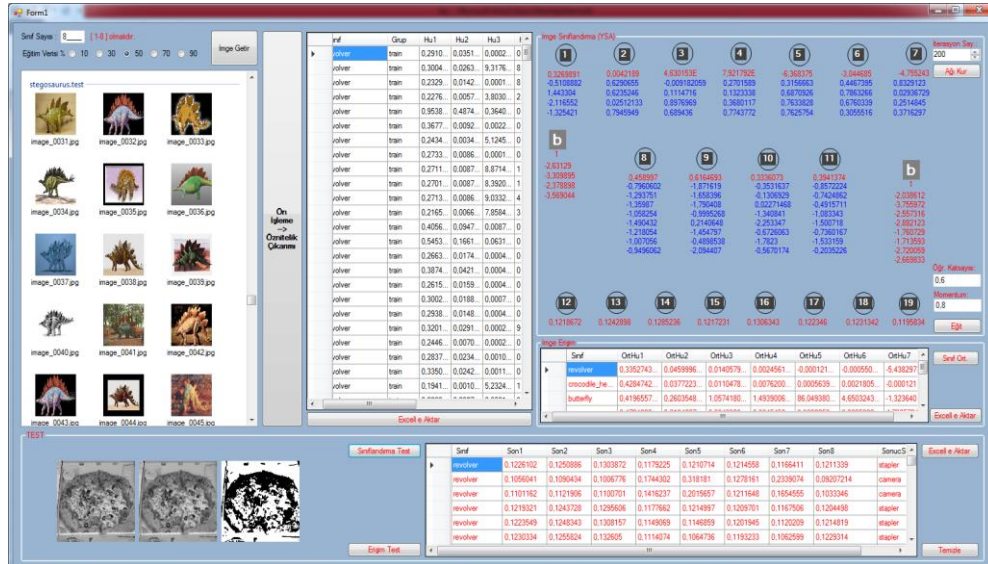
Emgu CV; Visual Studio .NET platformu üzerinde C# programlama dili ve bir görüntü işleme kütüphanesi olan ve çoklu platform özelliğine sahip Emgu CV kullanılmıştır. Emgu CV ile yüz tanıma, hareket algılama, nesne takibi gibi zahmet isteyen işler kolaylıkla yapılabilmektedir. Emgu CV, bir Open CV Framework'ünün .Net dilleri üzerinde de kullanılabilmesi için oluşturulmuş bir kütüphanedir.



Şekil 5. Emgu CV logosu (Özgürüoğlu, 2015)



Şekil 6. EklenenEmgu CV .dll'lerinin görünümü (Işık, 2015)



Şekil 7. Yapılanuygulamanınmekrangörüntüsü

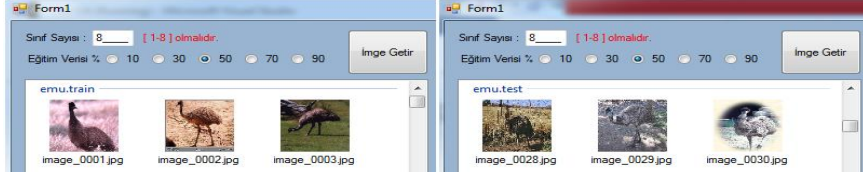
Programda öncelikle Caltech101 imge setinden (101 kategori var) rasgele 8 sınıf seçilmektedir.Bu rasgele seçilen sınıflara aşağıdaki gibi değerler eşleştirilmektedir.

```

switch (deger)
{
    case 1:      sonuc = "00000001"; break;
    case 2:      sonuc = "00000010"; break;
    case 3:      sonuc = "00000100"; break;
    case 4:      sonuc = "00001000"; break;
    case 5:      sonuc = "00010000"; break;
    case 6:      sonuc = "00100000"; break;
    case 7:      sonuc = "01000000"; break;
    case 8:      sonuc = "10000000"; break;
    default:     sonuc = "00000000"; break;
}

```

Bu imgeler seçilen yüzdeliğe göre Eğitim Verisi (Train Data) ve Test Verisi (Test Data) olmak üzere iki kısma ayrılır.



Şekil 8. Seçilmiş olan sınıflardan birinin train ve test imgeleri görüntüsü

Ön işleme adımında imgeler gri formata dönüştürüldükten sonra Medyan Filtresi (MedianFilter) ile gürültüden arındırılmaktadır. Gri formata çevrilen imgeler Otsu Algoritması ile ikili formata dönüştürülmektedir. Bu ön işleme adımlarında sonra örnek bir imge aşağıdaki evrelerden görsel olarak geçmiştir.



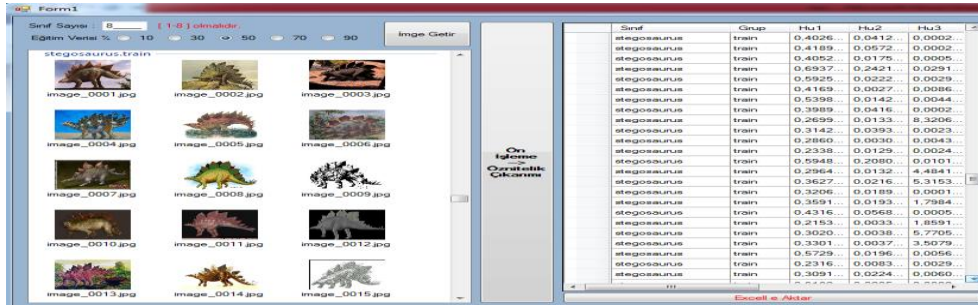
Şekil 9. İmgenin sırasıyla gri, gürültüsü alınmış gri ve siyah-beyaz görüntüsü

İkili formattan sonra öznelik adımına geçilmektedir. Burada EmguCV kütüphanesini kullanarak (aşağıda kodlar görülmektedir) Eğitim ve Test imgelerimizin 7 Değişmez Moment değerleri bulunmaktadır.

```

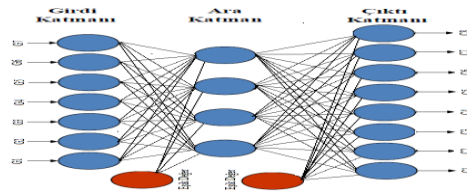
public void HuMoment(Bitmap masterImage)
{
    hu1 = 0; hu2 = 0; hu3 = 0;
    hu4 = 0; hu5 = 0; hu6 = 0;
    hu7 = 0;
    Image<Gray, byte> image = new Image<Gray, byte>(masterImage);
    MCvMoments moment = image.GetMoments(true);
    MCvHuMoments huMoment = moment.GetHuMoment();
    hu1 = Convert.ToDouble(huMoment.hu1);
    hu2 = Convert.ToDouble(huMoment.hu2);
    hu3 = Convert.ToDouble(huMoment.hu3);
    hu4 = Convert.ToDouble(huMoment.hu4);
    hu5 = Convert.ToDouble(huMoment.hu5);
    hu6 = Convert.ToDouble(huMoment.hu6);
    hu7 = Convert.ToDouble(huMoment.hu7);
}

```



Şekil 10. imgelerin ön işleme ve öznelilik çıkarmadan sonraki değerleri

Bulunan bu değerlerden sonra uygulama ikiye ayrılıyor. Birincisi Yapay Sinir Ağı ile sınıflandırma, ikincisi ise İçerik Tabanlı Görüntü Erişimidir.



Şekil 11. Uygulamada tasarlanan yapay sinir ağı

YSA'da görüldüğü gibi 7 giriş, 4 ara ve 8 tane de çıkış katmanı elemanı bulunmaktadır. Sınıflandırmada kullanılan parametrelerden Öğrenme Katsayısı 0,6, Momentum değeri ise 0,8 ve İterasyon Sayısı 200 alınmıştır. Aktivasyon fonksiyonu olarak da Sigmoid Fonksiyonu kullanılmıştır. Ağı ilk kurduğumuzda uygulama; YSA'nın başlangıç ağırlıklarına 0-1 arası rasgele değerler vermektedir.

Araştırma Bulguları

Sınıflandırmada kullanılan parametrelerden Öğrenme Katsayısı 0.6, Momentum değeri ise 0.8 ve İterasyon sayısı 200 alınmıştır. Aktivasyon fonksiyonu olarak da Sigmoid Fonksiyonu kullanılmıştır. Ağı ilk kurduğumuzda uygulama YSA'nın başlangıç ağırlıklarına 0-1 arası rasgele değerler atmaktadır. Ağı kurduktan sonra eğitim işlemi seçilen 8 sınıftaki imgelerden sırasıyla birer imge alınarak eğitim işlemi başlamaktadır. Tabii bu işlem sadece eğitim verisi üzerinde yapılmaktadır.

Çizelge 1. Seçilen sınıfların Ortalama 7 Değişmez Moment değerleri

Sınıf	OrtHu1	OrtHu2	OrtHu3	OrtHu4	OrtHu5	OrtHu6	OrtHu7
elephant	0,40898000	0,03515878	0,01183944	0,00897974	-0,00073128	-0,00118135	0,00119178
pizza	0,36733249	0,00752111	0,00114279	0,00091885	0,00000073	0,00000298	-0,00000093
bass	0,37228914	0,03742644	0,00687355	0,00360016	0,00011271	0,00040671	0,00012156
hedgehog	0,42921807	0,02394369	0,00419310	0,00275926	0,00001553	0,00007599	-0,00000710
stegosaur	0,37241727	0,03448742	0,00294931	0,00133552	-0,00000102	0,00006396	0,00000169
schooner	0,24950839	0,01385638	0,00215320	0,00115750	0,00001665	0,00015143	0,00000254
ewer	0,33149005	0,02997246	0,02269324	0,00773658	0,00168092	0,00315868	-0,00092647
garfield	0,31143476	0,03465542	0,00438152	0,00225281	0,00000140	-0,00005372	-0,00000444

İTGE'deher sınıfın ortalama 7 Değişmez Momenti bulunmaktadır. Test aşamasında, test imgelerinin her biri ile bu ortalama değerler arasında ki mesafeleri hesaplanmaktadır. Bulunan ortalama değerler Çizelge 1'de gösterilmektedir.

Çizelge 2. Seçilen sınıflardaki bazı imgelerin 7 Değişmez Moment değerleri

Sınıf	Grup	Hu1	Hu2	Hu3	Hu4	Hu5	Hu6	Hu7	Sınıf
elephant	train	0,89987929	0,13165037	0,20139869	0,21086783	-0,02352283	-0,04888622	0,03653832	00000001
elephant	test	0,28153831	0,01508641	0,00023486	0,00039155	-0,00000006	0,00002425	0,00000010	
pizza	train	0,19666106	0,00272020	0,00001928	0,00000471	0,00000000	-0,00000024	0,00000000	00000010
pizza	test	0,74218121	0,05146808	0,02589784	0,00958787	-0,00007311	0,00192023	-0,00013222	
bass	train	0,30909271	0,05503860	0,00135650	0,00033788	0,00000018	0,00001260	-0,00000014	00000100
bass	test	0,26926316	0,02798004	0,00002565	0,00003522	0,00000000	0,00000509	0,00000000	
hedgehog	train	0,24397145	0,00512563	0,00185749	0,00073580	-0,00000082	-0,00004914	0,00000025	00001000
hedgehog	test	0,33803205	0,01942048	0,00003234	0,00022118	-0,00000001	-0,00003021	-0,00000002	
stegosaur	train	0,40269497	0,04125828	0,00025988	0,00082166	0,00000024	0,00015725	0,00000029	00010000
stegosaur	test	0,31939640	0,01478463	0,00039143	0,00020140	-0,00000002	-0,00001763	-0,00000005	
schooner	train	0,20297350	0,00702931	0,00009775	0,00002227	0,00000000	-0,00000165	0,00000000	00100000
schooner	test	0,25152539	0,02159028	0,00025098	0,00023340	0,00000004	0,00001584	0,00000004	
ewer	train	0,43870663	0,08246546	0,00349642	0,00400142	0,00001286	0,00073395	0,00000765	01000000
ewer	test	0,29848507	0,02890726	0,00000852	0,00030214	0,00000000	0,00004701	0,00000001	
garfield	train	0,19932723	0,00314565	0,00000168	0,00000051	0,00000000	-0,00000001	0,00000000	10000000
garfield	test	0,24475537	0,00959348	0,00002230	0,00009161	0,00000000	0,00000868	0,00000000	

Tartışma ve Sonuçlar

Sınıflandırma ve İTGE işleminden sonra bulunan değerlere göre Test işlemi yapılmıştır. Sınıflandırma adımında bulunan katmanlar arasındaki ağırlık değerleri, test imgelerine sırasıyla uygulanıp çıkan sonuca göre hangi sınıfta olduğu çıkarılmıştır. İTGE aşamasında ise test imgelerinin, sınıfların ortalama 7 değişmez moment değerlerine olan uzaklıkları (Öklid Uzaklıkları) bulunmuştur. En küçük değere göre hangi sınıfta olduğu çıkarılmıştır.

Çizelge 3. Rasgele seçilen 2 grup imgenin değişik oranlardaki YSA sonuçları

Sınıflar	Eğitim % /Test %	İterasyon Sayısı	Öğrenme Katsayısı	Momentum	Eşik Değer	Test Sayısı	Doğru Sonuç	Başarı Yüzdesi
Elephant, Pizza, hedgehog, stegosaurus, schooner, ewer, garfield	%50/%50	200	0,4	0,6	1	231	49	21,21
	%50/%50	300	0,4	0,6	1	231	47	20,35
	%50/%50	200	0,6	0,8	1	231	51	22,08
	%50/%50	300	0,6	0,8	1	231	55	23,81
	%50/%50	200	0,2	0,3	1	231	44	19,05
	%50/%50	300	0,2	0,3	1	231	49	21,21
	%70/%30	200	0,6	0,8	0	136	30	22,06
Revolver, Crocodile_head, Butterfly, camera, Stegosaurus, Stapler, Mayfly, Pizza	%50/%50	200	0,4	0,6	1	233	38	16,31
	%50/%50	300	0,4	0,6	1	233	47	20,17
	%50/%50	200	0,6	0,8	1	233	50	21,46
	%50/%50	300	0,6	0,8	1	233	47	20,17
	%70/%30	200	0,6	0,8	1	136	30	22,06
	%30/%70	200	0,6	0,8	1	325	60	18,46
	%70/%30	200	0,6	0,8	0	136	32	23,53

Çizelge 3'te görüldüğü gibi eğitim verisinin yüzdeliği ve iterasyon sayısı arttıkça başarı yüzdesi genellikle artmaktadır. Ayrıca tüm değişkenler aynı kalmak şartıyla eşik değeri sıfır yapıldığı zaman ise, başarı yüzdesi yüzde bir (%1) artmakta olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4. Rasgele seçilen 7 grup imgenin aynı oranlardaki YSA sonuçları

Sınıflar	Eğitim % /Test %	İterasyon Sayısı	Öğrenme Katsayısı	Momentum	Eşik Değer	Test Sayısı	Doğru Sonuç	Başarı Yüzdesi
brain, ant, pizza, Leopards, helicopter, flamingo, binocular, wild_cat	%70/%30	200	0,6	0,8	1	180	36	20,00
gramophone, mandolin, camera, cup, lamp, lobster, pyramid, pigeon	%70/%30	200	0,6	0,8	1	118	19	16,10
lobster, headphone, wheelchair, hawksbill, bonsai, trilobite, grand_piano, mandolin	%70/%30	200	0,6	0,8	1	174	53	30,46
windsor_chair, sunflower, kangaroo, nautilus, bass, wrench, brontosaurus, strawberry	%70/%30	200	0,6	0,8	1	131	31	23,66
pyramid, cannon, stapler, windsor_chair, buddha, saxophone, revolver, lotus	%70/%30	200	0,6	0,8	1	235	49	20,85
schooner electric_guitar barrel chandelier ant water_lilly sea_horse dolphin	%70/%30	200	0,6	0,8	1	145	15	10,34
uphonium, watch, metronome, schooner, scorpion, dalmatian, bass, buddha	%70/%30	200	0,6	0,8	1	203	26	12,81

Çizelge 4'te ise 7 grup imgenin eğitim yüzdesi, test yüzdesi, iterasyon sayısı, öğrenme katsayısı, momentum ve eşik değer oranları eşit tutularak test imge sayıları farklı verilerek sonuçlar gözlemlenmiştir. Test imge sayıları yükseldikçe genellikle başarı oranı artmakta olduğu saptanmıştır.

Çizelge 5. Rasgele seçilen 9 grup imgenin İTGE sonuçları

Sınıflar	Test Sayısı	Doğru Sonuç	Başarı Yüzdesi
Elephant, Pizza, hedgehog, stegosaurus, schooner, ewer, garfield	231	50	21,65
Revolver, Crocodile_head, Butterfly, camera, Stegosaurus, Stapler, Mayfly, Pizza	233	46	19,74
brain, ant, pizza, Leopards, helicopter, flamingo, binocular, wild_cat	180	59	32,78
gramophone, mandolin, camera, cup, lamp, lobster, pyramid, pigeon	118	21	17,80
lobster, headphone, wheelchair, hawkbill, bonsai, trilobite, grand_piano, mandolin	174	49	28,16
windsor_chair, sunflower, kangaroo, nautilus, bass, wrench, brontosaurus, strawberry	131	27	20,61
pyramid, cannon, stapler, windsor_chair, buddha, saxophone, revolver, lotus	235	59	25,11
schooner, electric_guitar, barrel, chandelier, ant, water_lilly, sea_horse, dolphin	145	39	26,90
uphonium, watch, metronome, schooner, scorpion, dalmatian, bass, buddha	203	70	34,48

Çizelge 5'te ise YSA'da kullanılan 9 grup imgenin İçerik Tabanlı Görüntü Erişim Sistemi ile test imgelerinin hangi sınıfta oldukları çıkarılmıştır.

Çizelge 6. YSA ve İTGE yöntemlerinin ortalama başarı yüzdeleri

Yöntem	Ortalama Başarı Yüzdesi
YSA	19,08
İTGE	25,25

Çizelge 6'da her iki yöntemin ortalama başarı yüzdeleri görülmektedir. İTGE'nin başarı oranı %6 daha fazla çıkmaktadır. Ayrıca her iki yöntemin genellikle aynı imgeler üzerinde başarı yüzdeleri paralel olarak arttığı görülmektedir.

Kaynaklar

- ALT, F. L., "Digital pattern recognition by moments", J. ACM 9, (2) 240-258, 1968.
- ATASOY, H., 2011. "Otsu Eşik Belirleme Metodu", <http://www.atasoyweb.net/>, <http://www.atasoyweb.net/Otsu-Esik-Belirleme-Metodu> (10.10.2015).
- FISHER, R.A., "The use of multiple measurements in taxonomic problems", Annals of Eugenics 7, 179-188, New York, 1950.
- HU, M-K., "Visual Pattern Recognition by Moment Invariants", IRE Trans., Inf., Theor., IT-8, 179, February 1962.
- KAYA, Y., KAYCI, L. (2014). Kelebek görüntülerin sınıflandırılması için bir içerik bazlı görüntü erişim sistemi, Akademik Bilişim, 5-7 Şubat, Mersin
- LIU, Y., ZHANG, D., LU, G., MA, W., "A survey of content-based image retrieval with high-level semantics", Pattern Recognition, Vol. 40, pp. 262 – 282, 2007.
- IŞIK, B., 2015. "Emgu CV ile Örnek Uygulama", <http://www.burakisik.com/>, <http://www.burakisik.com/goruntu-isleme/emgu-cv-webcamden-goruntu-almak/> (08.03.2016).
- ÖZGÜROĞLU, E., 2015. "Emgu CV nedir ve Emgu CV Kurulumu", <http://emreozguruoglu.blogspot.com.tr/>, <http://emreozguruoglu.blogspot.com.tr/2015/02/emgucv-nedir-ve-emgucv-kurulumu.html> (12.01.2016).
- ŞEKER, Ş. E., 2007. "Ortanca Filtresi (Median Filter)", <http://bilgisayarkavramlari.sadievrenseker.com/>, <http://bilgisayarkavramlari.sadievrenseker.com/2007/11/26/ortanca-filtresi-median-filter/> (22.08.2015).
- ŞENGÜR, A., TÜRKÖĞLU, İ., "Değişmez Momentlerle Türkçe Karakter Tanıma", Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü-ELAZIĞ, 2004.
- YILMAZ, A., "Kamera kullanılarak görüntü işleme yoluyla gerçek zamanlı güvenlik uygulaması," Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, 102, İstanbul, 2007.

YUAN, K.,TIAN,Z., ZOU, J., BAI, Y., YOU, Q., “Brain CT image database building for computer-aided diagnosis using content-based image retrieval”, Information Processing and Management, Vol. 47, pp. 176–185, 2011.