



**VERİ MADENCİLİĞİ TEKNİKLERİYLE İÇERİK TABANLI GÖRÜNTÜ
ERİŞİMİ**

Nesa JAHANGIRI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

OCAK 2015

Nesa JAHANGIRI tarafından hazırlanan “VERİ MADENCİLİĞİ TEKNİKLERİYLE İÇERİK TABANLI GÖRÜNTÜ ERİŞİMİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Yrd.Doç.Dr.Hacer KARACAN

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Başkan: Prof.Dr.Cevriye GENCER

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Üye: Prof.Dr.M.Ali AKCAYOL

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Tez Savunma Tarihi: 19/01/2015

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Prof. Dr. Şeref SAĞIROĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Nesa JAHANGIRI

19/01/2015

VERİ MADENCİLİĞİ TEKNİKLERİYLE İÇERİK TABANLI GÖRÜNTÜ ERİŞİMİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Nesa JAHANGIRI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2015

ÖZET

Multimedyanın ortaya çıkması, büyük resim arşivlerinin kullanılabilirliği ve World Wide Web in (WWW) hızlı büyümesiyle, görsel verilerin yönetimi önemli araştırma konusu olmakla birlikte istenilen verilere erişim sorununu da beraberinde getirmektedir. Bu sorunu çözmek için kullanıcılar; internet tabanlı arama motorlarına yönelmişlerdir; ama sıklıkla kullanılan bu popüler arama motorlarının hiç biri içerik tabanlı bir arama çözümü sunmamaktadır. Bu hedefe ulaşmaya yönelik görüntü verilerinin görsel içeriğini kullanmak için bölme, indeksleme ve görüntü veritabanından ilgili görüntüleri almak önemli bir yaklaşımdır ve bu amaçla içerik tabanlı görüntü erişim (İTGE) sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemlerin amacı görsel sorgulara yanıt olarak, görüntü koleksiyonları üzerinde bilgi işleyip, benzer görüntüleri ayıklamaktır. Görüntülere hızlı ve etkili bir erişim sağlamak için içerik tabanlı görüntü erişimi uygulanma potansiyeli çok büyük bir yönetim aracı olarak bilgisayar teknolojisinin kullanımını yaygınlaştırmaktır. İçerik tabanlı görüntü erişim sistemi için çok farklı sistem tasarımları vardır. Bu çalışmada İTGE sistemleri için içerik tabanlı görüntü erişim teknikleri olarak renk ve doku analizi veri madenciliği teknikleriyle birleştirilerek bir sistem mimarisi sunulmuştur. Elde edilen sonuçlarda geliştirilmiş olan sistemin mevcut sistemlere göre daha kısa bir sürede daha net ve daha iyi sonuçlar sunduğu değerlendirilmiştir.

Bilim Kodu : 902.1.014

Anahtar Kelimeler : İTGE, Görüntü Erişimi, Renk ve Doku Özellikleri, Knn Algoritma

Sayfa Adedi : 125

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Hacer KARACAN

CONTENT BASED IMAGE RETRIEVAL WITH DATA MINING TECHNIQUES

(M. Sc. Thesis)

Nesa JAHANGIRI

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

January 2015

ABSTRACT

The emergence of multimedia, the availability of large image archives, and the rapid growth of the World Wide Web (WWW) have attracted significant research efforts in providing tools for effective retrieval and management of visual data. In order to solve this problem, users preferred internet-based search engines none of which provide a content-based search solution. For using the visual content of the image, content-based image retrieval (CBIR) systems can be used. The aim of these systems is to process the image collections and extract similar images. In this study, a CBIR system architecture presented by using color and texture data while combining them with data mining techniques. This system offers good results that are retrieved in a short amount of time.

Science Code : 902.1.014

Key Words : CBIR, Image Retrieval, Color and Texture Features, Knn Algorithm

Page Number :125

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Hacer KARACAN

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimi boyunca ilminden faydalandığım, insani ve ahlaki değerleri ile de örnek edindiğim, yanında çalışmaktan onur duyduğum ve ayrıca tecrübelerinden yararlanırken göstermiş olduğu hoşgörü ve sabırdan dolayı değerli hocam, Yrd.Doç.Dr.Hacer Karacan ‘a bu günlere gelmemde büyük pay sahibi olan, hayatımın her aşamasında kolaylık, rahatlık ve huzur sağlayan ve eğitim hayatı süresince beni yalnız bırakmayan aileme ve çalışma sırasında bana destek ve yardımlarını esirgemeyen meslektaşlarım, arkadaşlarım ve çeşitli uzman kişilere teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELARIN LİSTESİ	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
RESİMLERİN LİSTESİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvi
1. GİRİŞ.....	1
2. İÇERİK TABANLI GÖRÜNTÜ ERİŞİMİ	3
2.1. Görüntü Sorgulama Teknikleri	5
2.2. İTGE Sistemlerinin Blok Diyagramı	15
2.3. Görüntü Erişim Süreci.....	16
2.3.1. Ön-işleme	16
2.3.2. Görüntü sınıflandırma.....	17
2.3.3. Özellik çıkarma.....	26
2.3.4. Renk.....	27
2.3.5. Doku	37
2.3.6. Şekil özelliği.....	49
2.4. Anlamsal Boşluk (Semantic GAP)	53
2.5. Kullanıcı Geri bildirimi (Relevance Feedback)	54
2.5.1. Geri bildirim algoritmaları	57
2.6. Benzerlik Ölçümü.....	57

	Sayfa
2.6.1. Öklit mesafesi.....	60
2.7. Değerlendirme Stratejileri.....	61
3. İLGİLİ ÇALIŞMALAR	63
4. DENEYSEL ÇALIŞMA	74
4.1. Görüntü Veri Tabanı	77
4.2. Algoritma	78
4.3. Araştırma Zorlukları.....	79
4.4. Deneysel Sonuçlar	80
5. SONUÇ	106
KAYNAKLAR	109
ÖZGEÇMİŞ	122

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Performans kıyaslama	44
Çizelge 2.2. Benzerliği ölçmek için ilişkiler.....	59
Çizelge 4.1. GLCM den çıkarılan doku özellikleri	76
Çizelge 4.2. GLCM den çıkarılan doku özelliklerindeki mevcut işaretlerin açıklanması	77
Çizelge 4.3. Hayvan veri tabanı için 10% test verilerin verimlilik hesabı.....	81
Çizelge 4.4. Hayvan veri tabanı için 20% test verilerin verimlilik hesabı	81
Çizelge 4.5. Hayvan veri tabanı için 30% test verilerin verimlilik hesabı.....	82
Çizelge 4.6. Her 3 hayvan veri tabanı için 10% test verilerin verimlilik hesabı	83
Çizelge 4.7. Her 3 hayvan veri tabanı için 20% test verilerin verimlilik hesabı	84
Çizelge 4.8. Her 3 hayvan veri tabanı için 30% test verilerin verimlilik hesabı	85
Çizelge 4.9. Her 3 çiçek veri tabanı için 10% test verilerin verimlilik hesabı	86
Çizelge 4.10. Her 3 çiçek veri tabanı için 20% test verilerin verimlilik hesabı	87
Çizelge 4.11. Her 3 çiçek veri tabanı için 30% test verilerin verimlilik hesabı	88
Çizelge 4.12. Kesi ve köpek veri tabanı için 10% test verilerin verimlilik hesabı.....	90
Çizelge 4.13. Kedi ve köpek veri tabanı için 20% test verilerin verimlilik hesabı.....	91
Çizelge 4.14. Kedi ve köpek veri tabanı için 30% test verilerin verimlilikhesabı	92
Çizelge 4.15. Her 3 kedi &köpek veri tabanı için 10% test verilerin verimlilik hesabı	93
Çizelge 4.16. Her 3 kedi &köpek veri tabanı için 20% test verilerin verimlilik hesabı .	94
Çizelge 4.17. Her 3 kedi &köpek veri tabanı için 30% test verilerin verimlilik hesabı	95
Çizelge 4.18. Çiçek veri tabanı için kullanıcı alaka geribildirimini kullandıktan sonra elde edilen sonuçlar.....	98
Çizelge 4.19. Hayvan veri tabanı için kullanıcı alaka geribildirimini kullandıktan sonra elde edilen sonuçlar	102

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.20. Tüm kategorileri içeren veri tabanı için kullanıcı alaka geribildirimini kullandıktan sonra elde edilen sonuçlar	104

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. İTGE sistem mimarisi.....	8
Şekil 2.2. Tipik içerik tabanlı görüntü erişim sistemi.....	11
Şekil 2.3. İçerik tabanlı görüntü alma sisteminin blok diyagramı	15
Şekil 2.4. İçerik tabanlı görüntü erişim sistemi	19
Şekil 2.5. Karar ağacı.....	23
Şekil 2.6. Bölümleme teknikleri: a) Eşik değeri algılama, b) Kenar teşhisine dayanan bölümleme, c) Bölgeye dayalı bölümleme	24
Şekil 2.7. Bir görüntü işleme sisteminin ana bileşenleri: Görüntü alma, Ön işleme, Görüntü bölümleme, Nesne boyutlama,Sınıflandırma.....	25
Şekil 2.8. Görüntü işleme sürecinde farklı düzeyleri.....	25
Şekil 2.9. Toplamalı karışıma göre çalışan RGB renk küpü.....	32
Şekil 2.10. Gri düzey eş oluşum matrisi	42
Şekil 2.11. Önerilen yöntemde kullanılan diyagram	55
Şekil 4.1. İTGE sistemi ve çeşitli bileşenleri.....	75
Şekil 4.2. İçerik Tabanlı Görüntü Erişim uygulamasının blok diyagramı	79
Şekil 4.3. Hayvan veri tabanı verimlilik diyagramı	82
Şekil 4.4. Hayvan veri tabanları üzerinde her 3 veri tabanı için 10% test verilerin verimlilik diyagramı	83
Şekil 4.5. Hayvan veri tabanları üzerinde her 3 veri tabanı için 20% test verilerin verimlilik diyagramın	84
Şekil 4.6. Hayvan veri tabanları üzerinde her 3 veri tabanı için 30% test verilerin verimlilik diyagramı.....	85
Şekil 4.7. Çiçek veri tabanları üzerinde her 3 veri tabanı için 10% test verilerin verimlilik diyagramı.....	86
Şekil 4.8. Çiçek veri tabanları üzerinde her 3 veri tabanı için 20% test verilerin verimlilik diyagramı	87

Şekil	Sayfa
Şekil 4.9. Çiçek veri tabanları üzerinde her 3 veri tabanı için 30% test verilerin verimlilik diyagramı.....	88
Şekil 4.10. Kedi ve köpek veri tabanı için verimlilik diyagramı	91
Şekil 4.11. Kedi & Köpek veri tabanları üzerinde her 3 veri tabanı için 10% test verilerin verimlilik diyagramı	94
Şekil 4.12. Kedi & Köpek veri tabanları üzerinde her 3 veri tabanı için 20% test verilerin verimlilik diyagramı	95
Şekil 4.13. Kedi & Köpek veri tabanları üzerinde her 3 veri tabanı için 30% test verilerin verimlilik diyagramı	96

RESİMLER LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. İçerik tabanlı görüntü arama metodu	3
Resim 2.2. Bar kod ile ilişkili dokuları belirlenmesi	4
Resim 2.3. Kullanıcıların görüntü ve metin aramak için isteklik ölçümü	6
Resim 2.4. Metin tabanlı ve içerik tabanlı görüntü alma sistemi.....	14
Resim 2.5. Kuş resim	28
Resim 2.6. Görüntü histogramı	29
Resim 2.7. Renkli görüntü ve RGB matrisi	29
Resim 2.8. RGB renk gri tonlamalı ile ilgili	30
Resim 2.9. RGB renk paneli	31
Resim 2.10. CIE Lab renk uzayı	33
Resim 2.11. Görüntü ve küresel renk histogram.....	34
Resim 2.12. Mekansla ilişkiler.....	53
Resim 3.1. özellik çıkarma işlemi için pseudo kod	71
Resim 4.1. Çiçek veri tabanı için test veril	97
Resim 4.2. Program 1 keretektarlandıktan sonra elde edilen sonuçlar	99
Resim 4.3. Program 5 keretektarlandıktan sonra elde edilen sonuçlar	99
Resim 4.4. Program 10 keretektarlandıktan sonra elde edilen sonuçlar	100
Resim 4.5. Hayvan veri tabanı için test verileri	101
Resim 4.6. Tüm kategorileri içeren veri tabanı için test verileri	103

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklamalar
BPIRS	Backrest (sirt) pathology image retrieval System
CBIR	Content Base Image Retrieval
CBVIR	Content Base Vizyon Image Retrieval
CIE	Commission Internationale Eclairage
DCT	Ayrık Fourier Dönüşümü
DST	Ayrık Dönüşümü
DCT	Sinüs Dönüşümü
FCM	Fuzzy C-Means
GCH	Global Color Histogram
GLCM	Gray Level Co-Occurance Matrices
HSV	Hue Saturation Value
HSB	Hue Saturation Brightness
İTGE	İçerik Tabanlı Görüntü Erişimi
JPEG	Joint Photografic Expert Group
LCH	Local Color Histogram
LIM	Lorenz İnformation Management
LTrPs	Lokal Tetra Model
LUV	Lorenz Bilgi Yönetimi
MLE	Maksimum Olabilirlik Tahmini
MPEG	Moving Picture Experts Group
MLE	Maksimum Olabilirlik Tahmini
MPEG	Moving Picture Epert Group
PWT	Dalgacık Dönüşümü Piramit Yapıyla
RGB	Red, Green, Blue
RF	Relevance Feedback
WBCHIR	Wavelet-Based Color Histogram Image Retrieval
YSA	Yapay Sınır Ağları

1. GİRİŞ

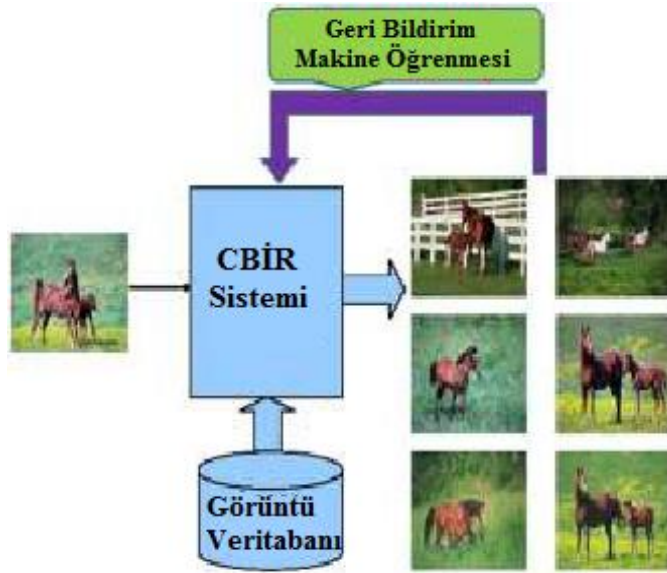
1990'ların başından beri internet ve yeni dijital görüntü sensör teknolojilerinin ilerlemesiyle birlikte bilimsel, eğitsel, eğlence, sağlık, vb. alanlarda kullanıcıların kullandığı uygulamalar tarafından üretilen dijital görüntülerin hacmi önemli ölçüde artmıştır. Bu tip görüntü verilerinin depolanması basit olsa da bir erişim ve/veya arama gereksinimi olduğunda görüntü veritabanından metinsel bilgi kullanarak erişim basit değildir. Bu hedefe ulaşmaya yönelik görüntü segmenti, görüntü endeksi ve görüntü verilerinin düşük seviyeli görsel özelliklerini kullanarak; görüntü veritabanından ilgili görüntüleri almak önemli bir yaklaşımdır. Bu çalışmanın amacı; görüntü veritabanlarının verileri üzerinde içerik tabanlı bir gruplandırma çalışması yapmaktır. Veri tabanını yeniden oluşturmak yerine daha önceden oluşturulmuş görüntü veri tabanlarının içindeki görüntülerin özelliklerini gruplandırma ve sınıflandırmakla birlikte arama sonucunda daha net ve iyi sonuçları elde etmek bu çalışmanın vizyonunu oluşturmaktadır. Bu amaç doğrultusunda en kritik nokta, görüntülerin hangi özelliklerini kullanarak gruplandırma işleminin yapılacağına belirlenmesi olup en önemli hedef ise erişim performansını en iyi dereceye kadar artırmak ve zaman kaybı olmadan daha net bir sonuç elde etmektir. Yapının bileşenlerinden çıkarılan özellik vektörleri birleştirilerek görüntü alma sisteminin doğruluğu önemli ölçüde artırılmaktadır. Daha önce kullanılan metin tabanlı görüntü alma sistemlerinin yerine alternatif olarak tam ve daha doğru olarak içerik tabanlı görüntü erişimi (İTGE) sistemleri kabul görmüştür. Bu sistemler; renk, şekil, doku, mekansal düzen, nesne hareketi gibi özelliklere dayalıdır [1,2].

Bu sistemlerin asıl sorunu, görüntüdeki düşük seviyeli özellikleri (renk, doku, şekil, vb.) kullanarak görüntülerin anlamını bulmasıdır. Ayrıca, görüntüden alınan anlamı insan algısı ile eşleştirme hedefi zorluklardan bir diğeridir. Bu tür insan algısını oluşturan özellikler yüksek düzey özellikler olarak tanımlamaktadır. İçerik tabanlı görüntü erişim sistemlerinde araştırmacıların hedefi görüntüleri tanımlamak için insanların algılamasına benzer algılama yöntemleri, özellikleri ve ayrımları tespit etmek ve ayrıca düzgün sorgu görüntüsünü yönlendirmeyi mümkün edebilmektir. Araştırma sonuçlarına göre görüntü erişim sistemlerinde görüntünün sadece bir özelliğini kullanmak yeterli olmayıp kullanılan özelliklerin verimliliğini arttırmak için görüntü veritabanının boyutu ve görüntü çeşidi de önemlidir [3].

Bu alanda yapılan araştırmalar sınırlı bir görüntü grubunda olmayıp, genel olarak farklı tür görüntüler arasında yapılmaktadır [4]. Bir içerik tabanlı görüntü alma sisteminde, dizin oluşturma aşamasında veritabanındaki her resim için doğrusal bir çevrimdışı özellik vektörü otomatik olarak hesaplanır ve hafızada saklanır. Erişim sırasında kullanıcı sorgu görüntüyü seçtikten sonra bu resim için özellik vektörü hesaplanır ve veritabanındaki tüm özellik vektörleriyle karşılaştırılır. Sorgu görüntüsüne en yakın görüntüler sırayla görüntülenir. Kullanıcı görüntüleri ilgili veya ilgisiz olarak etiketleyip sisteme belirledikten sonra sistem, doğru sonuca yaklaşana kadar bu işlemi tekrarlar. Sistem ilgili görüntülerin kullanıcı alaka geribildirimini kullanarak tüm görüntülerin ağırlık özniteliğini otomatik olarak değiştirir [5]. Bu çalışmada geliştirmiş olduğumuz sistem farklı veri tabanları üzerine test edilmiş ve elde edilen sonuçlar ilerleyen bölümlerde sunulmuştur. Geliştirilen sistem kullanılarak kısa bir zamanda doğru ve net sonuçlar elde edebilmek mümkün görünmektedir.

2. İÇERİK TABANLI GÖRÜNTÜ ERİŞİMİ

İçerik Tabanlı Görüntü Erişimi ilk olarak 1992 yılında “**Kato**” tarafından tanıtılmıştır. İTGE terimi; bir büyük resim koleksiyonundan yaygın görüntülerin özelliklerini çıkarmaya dayalı (örneğin, renk, doku ve şekil gibi), istenilen görüntüleri almak için kullanılır. İçerik tabanlı görüntü erişimi metinsel ek açıklamalar yerine görüntü nesnelerin görsel özellikleri konusuyula ilgilidir [6]. İTGE, görüntü işleme algoritmaları ve yöntemleri yapay görme, desen tanıma, istatistik, sinyal işleme vs.gibi işlemleri içermektedir. Görüntü içerik arama sistemi genellikle düşük düzey özellikleri kullanarak görüntü aramak için kullanılmaktadır [7].



Resim 2.1. İçerik tabanlı görüntü arama metodu [9]

Bu şekilde bir arama parametresi olarak bir at resmi sisteme verilmiştir ve arama sistemi, arama parametreleri ile çok ilgili olan atların birkaç görüntüsünü çıkış olarak göstermiştir. Görüntünün doku özelliğine göre içerik arama görüntüdeki mevcut olan görsel özelliklere ve aralarındaki mesafe ölçüsüne bağlıdır. Bu arama yöntemi görüntüdeki doku sayısı ve aynı zamanda aralarındaki mesafeyi arama ve karşılaştırma kriteri olarak kullanmaktadır. Aşağıdaki şekil görüntüler üzerindeki çubuğun dokusunu göstermektedir. Bu yöntem doku, çatışma miktarı, irilik ve düzen özelliklerini kullanmaktadır.



Resim 2.2. Bar kod ile ilişkili dokuları belirlenmesi [9]

İçerik Tabanlı Görüntü Erişimi bilgisayar gösterim teknikleri altında görüntü setini almak için en iyi yöntemlerden biridir [10]. Görüntü erişimi ile ilgili sorunlar ilgi çeken konulardan biridir. Büyük bir görüntü veritabanından görüntülere otomatik olarak erişim için farklı yöntemler uzun zamandır tanıtılmaktadır. Tüm yöntemler renk, şekil ve doku gibi görüntü özelliklerine dayanır [9]. Ayrıca, kullanılan tüm teknikler görüntü tanıma ve bilgisayar gösterim alanlarına dayalıdır. İTGE sistemleri kullanıcı tarafından sağlanan alt özelliklere dayalı görüntü kütüphanesinden özel içerikleri içeren görüntüleri bulmaktadır. Bütün erişim sürecinde görüntünün özelliklerini çıkarmak çok önemlidir. Bu süreç renk, şekil, doku ve uzay gibi özelliklerin tüm yönleri ile çok yakından ilgilidir [11,12]. İTGE bir görüntü veritabanındaki depolanan görüntüleri metin yerine sorgu görüntüsü ile erişmek sürecidir. Bu işlem doğru sorgulamayla birlikte iyi bir şekilde özellikleri çıkarmakla yapılabilir. Histogram, renk değerleri ve kenar algılama gibi özellikler görüntü erişiminde çok önemli rol oynamaktadırlar [13].

Ham veriden yararlı bilgileri elde etmek ihtiyacı önemli ve yaygın olarak tartışılan bir konudur. Dijital görüntülerin büyük koleksiyon birikimi, görüntülerin erişim ve sınıflandırılması için verimli ve akıllı düzenlere ihtiyacı yaratmıştır. Bir görüntünün içeriğine kolay erişmek için görüntü özelliklerinin dikkatli bir şekilde çıkarılması ve etkili teknikler ile görüntülerin sınıflandırılması gerekir [14]. Görüntülerin karmaşıklığı ve büyümesiyle birlikte, doğru görüntüleri alabilmek zor bir sorun haline gelmiştir. İTGE sistemleri görüntülerin özelliklerini çıkarmakta arama, tarama ve içerik madenciliği ile diğer yöntemlere göre daha iyi performansa sahiptir. Ayrıca kümeleme tekniği genellikle

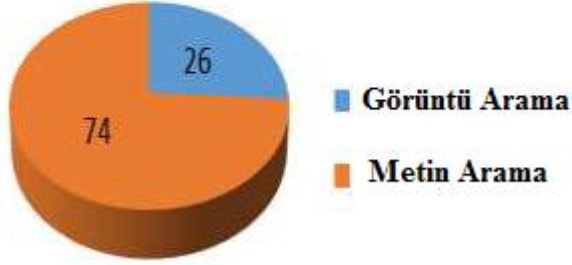
iyi ve kolay erişimi gerçekleştirmek için İTGE ye katılmaktadır. Birçok araştırma geliştirmek ve bu konular hakkında tartışmaya rağmen hala birçok zorluklar çözülmüş değildir [6].

2.1. Görüntü Sorgulama Teknikleri

- Metin tabanlı sorgulama: Kullanıcı tarafından tanımlanan anahtar kelimelerle sorgulama yapılıyor.
- Çizime dayalı sorgulama: Kullanıcıya Şekil ortamlarına benzer bir ortam hazırlanıyor ve kullanıcı istediği resmi çizip istediği renklere boyayabilir ve bu çizimle sorgulama yapıyor.
- Renk dayalı sorgulama: Bu tür sorgulamada kullanıcı için sadece renk önemlidir ve kullanıcılara manuel olarak renk yüzdesini, görüntünün ortaya çıkma mekaniği ve renk değerlerinin dağılımının öngörülmesi için izin verilir.
- Semptomlara (işaret) dayalı sorgulama:Kullanıcılara üst düzey anlamsal semptomlar seçimine izin verilir. Semptomların her biri bir dizi ve belirli kavramlara ile ilişkililer.
- Model tabanlı sorgulama: Kullanıcı yapılandırılmış sorgu dilinebenzer uzaysal, SQL, ISQL, QL ve PROBE gibi dilleri istenilen görüntüleri aramak için kullanır.

İçerik tabanlı görüntü erişiminden önce geleneksel olarak görüntülerin erişimi çoğu metin tabanlı aramalara dayanıyordu; bu anahtar kelime ve insan tarafından oluşturulan metin arama anlamına gelir. Metin tabanlı görüntü erişim sistemleri görüntülerin içeriğine bakmak yerine insanlar tarafından tanımlanan ilgili metinle ilgilenir. Görüntüler sadece bir insanın doğumdan itibaren gördüklerinin bir kopyası olarak tanımlanır ve bu görüntülerin erişimini sınırlar ve bu çalışmalarda birçok sorunlara yol açar. Son yıllarda sayfa sınıflandırıcılar, Baidu veya Google literatür araştırması ile ilgili olarak tatmin edici sonuçlar verebilir ve kısa sürede kullanıcıların yararlı bilgileri almalarına yardımcı olur ama unutmamak gerekiyor ki internet üzerinde daha yaygın ve daha fazla multimedya verinin mevcut olması ile sadece metin arama mekanizmalarını kullanarak kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılamak mümkün değildir [16].

Kullanıcı Görüntü Arama Grafiği
Aralık 2007- Ocak 2008



Resim 2.3. Kullanıcıların görüntü ve metin aramak için isteklik ölçümü [17]

Metin tabanlı erişimin bazı dezavantajları aşağıdaki listede beyan edilmiştir:

1. Elle yapılan (Manuel) ek açıklamalar daima insanın duygusunu, durumunu, ortamı vs. ile ilgilenmektedir.
2. Ek açıklamalar tam ve doğru değildir.
3. Dil ve kültür farkı her zaman sorunlara neden olur aynı görüntü genellikle çok farklı şekillerde yorumlanabilir.
4. Yazım hatası veya yazım farkı gibi hatalar nedeniyle tamamen farklı sonuçlar elde edilir.

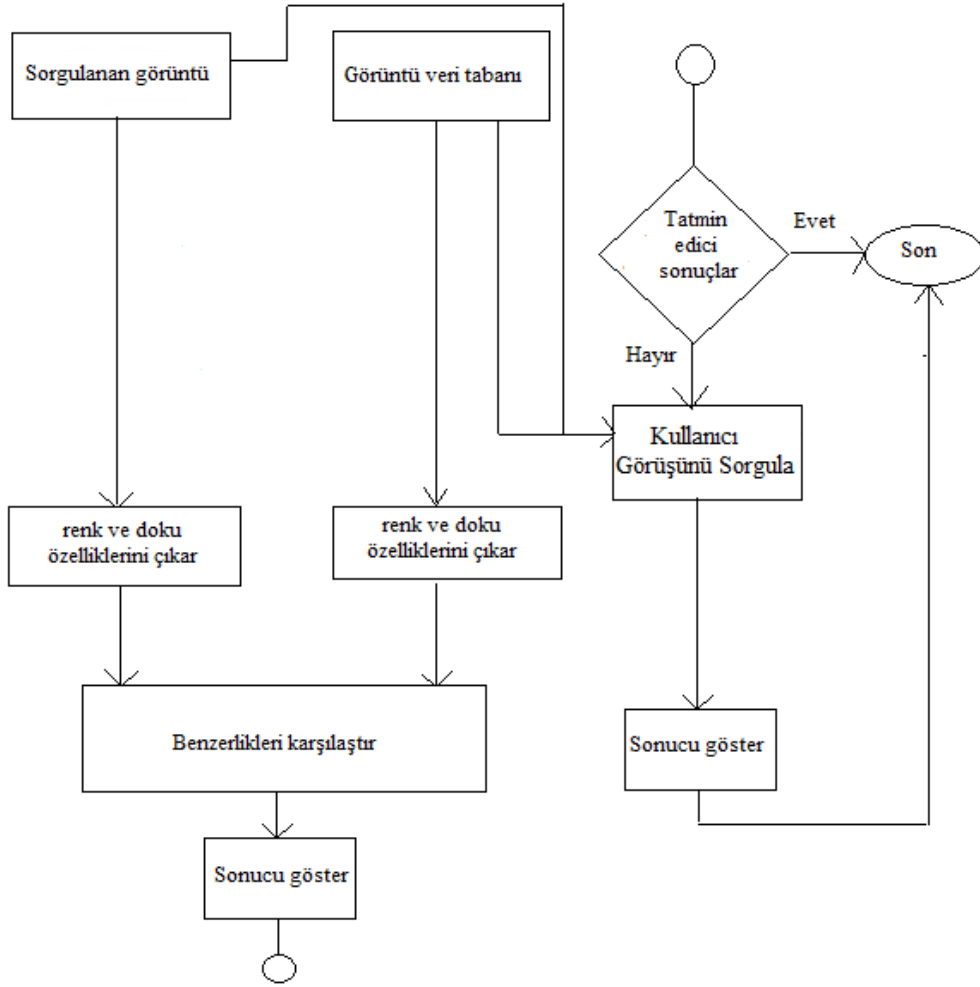
Bu sorunların üstesinden gelmek için İTGE konusu ortaya çıkmıştır. İTGE sistemlerini iki bölüme ayırabiliriz: Öğrenme ve sorgulama. Öğrenme aşamasında, büyük bir montajdaki örnek fotoğraflar, ilk adımda girdi olarak eğitim süreci anlatılır, sonra görüntülerin özellikleri kümeleme ve sınıflandırmak için çıkarılır. Genel olarak K-ortalama ve KNN algoritmaları eğitim verilerin kümelenmesi için seçilir çünkü bunların uygulanması kolay, verimli ve son 50 yıl içinde iyi derecede geliştirilmiştir. Sonra eğitim aşamasında ortaya çıkan kümeleme bir öğrenme kodu olarak sonuç rehberidir. Sorgu bölümünde görüntülerin arama süreci anlatılmaktadır. Sorgu görüntüler girilir ve eğitim sonucu ile eşleşir ve çıkıştaki görüntüler kullanıcı sorgusu ile en çok benzer görüntüler gösterilir [6].

Tarama Yöntemleri

Tarama-tabanlı görüntü erişim sistemleri, iki kategori olarak aşağıda belirlenmiştir:

1. Thumbnail Tarama Tarama thumbnail yöntemiyle görüntüler ekranda (küçük ölçekli) minik sayfaları olarak görüntülenir. Bir resim tıklandığında, büyütülmüş görüntü veya gerçek boyutunda ekranda gösterilir.
2. Kategorilere göre tarama kategorilere göre tarama yönteminde, görüntüler görüntünün kategorilere dayalı veri tabanı aracılığıyla göz edilir. Bu durumda, görüntüler, görsel içeriğe dayanarak ön sınıflandırma yapılır. Resim veri tabanı bir ya da daha çok düzeyli içine görüntüleri kategorize eder. Örneğin, FotoFile çeşitli olaylara, yerler, insanlar, ya da tarih gibi farklı kategorilerde hiyerarşileri görüntülemek için bir ağaç görünümü kullanılır. Kullanıcılar kategorilerine göre görüntülere göz atabilir [2].

Yeni nesil İTGE sistemleri görüntülere erişim için renk ve dokuyu dikkate almaktadır. Ancak sonuçlarda ilgisiz görüntüler olduğundan dolayı bu yaklaşım'dayetersiz olduğunu kanıtlamıştır. İTGE sistemlerinin verimliliğini artırmak için kullanıcı geribildirim tabanlı görüntü alma ortaya çıktı; ancak bu yaklaşımda kullanıcının zaman kaybına neden olup, ayrıca olumlu ve olumsuz görüntüleri sonuç olarak ortaya çıkardı ve yeterli olmamıştır. Bu iki teknik bir arada kullanıldığı zaman daha iyi ve net sonuçları elde etmek mümkün olmuştur [9].



Şekil 2.1. İTGE sistem mimarisi [9]

En son çıkan İTGE sistemleri algısal ve anlamsal sonuçları üretmek amacıyla erişim işlemini değiştirmek için kullanıcıların görüşlerini de sisteme dahil etmektedir. Böylece uzun yıllarda hazırlanan resim kitaplıkları gibi büyük resim koleksiyonları yöneticileri tarafından tanımlanmıştır. Verimli depolama ve görüntü alımı için bir ihtiyaç olduğunda İTGE araştırma 1990 başlarında başlatılan 1992 yılında ABD'nin Ulusal Bilim Vakfı tarafından desteklenen bir atölye ile güçlendirilmiştir. Bu çağda önem kazanan içerik tabanlı görüntü erişim sistemleri örneğin; IBM QBIC [4], ticari alanda VIRAGE, NEC AMORE [22] ve MİT Photobook, Clinton VisualSEEK ve WebSEEK [24], akademik etki UCSB NETRA [25] idi. Günümüzde, İTGE dijital görüntü işleme tekniklerinin bir hotspotu olmuştur. IBM'in QBIC gibi güncel İTGE sistemlerinin basit özellikleri renk, şekil ve doku dağılımına göre otomatik erişimi sağlayabilmektedir. İTGE, görüntü erişimi büyük veritabanındaki dijital görüntülerin sorununu çözmek için bilgisayar gösterim tekniklerini uygulamaktadır. Bu sorunu çözmek için bu görüntüleri endekslemek, aramak

ve erişmek için farklı araçlar sunmaktadır. İçerik tabanlı görüntü erişimi bir veri tabanındaki görüntüleri arayarak, sorgu görüntüye görsel olarak benzer olan görüntülere erişebilmektedir. İTGE renk, şekil, doku ve uzamsal tasarım ile bir görüntünün görsel içeriğini kullanarak görüntüleri endeksleyip temsil etmektedir. Normal İTGE sistemlerinde, veritabanındaki görüntülerin görsel içeriği çok boyutlu nitelik vektörleri tarafından ayıklanır ve açıklanmaktadır [8].

Günümüzde binlerce veya yüz binlerce dijital görüntü bir görüntü veritabanında kaydedilmektedir. Bireyler ve kurumlar görüntü kütüphanelerini oluştururken görüntü erişiminde ciddi boyutta sıkıntılar yaşamaktadırlar. Görsel veriler kelimelerle açıklanamayan ancak görsel olarak algılanabilen bir yapıya sahiptirler [26]. Kullanıcı kendi amaçları için uygun bir görüntüyü bulmak istediği zaman, bir referans kitabı ya da "akıllı" programı kullanarak doğru görüntüyü bulana kadar onun üzerinde arama yapmak zorundadır. Eğer görüntüler iyi ve yararlı bir yöntem ile düzenlenirse aramak daha da kolay hale gelecektir.

Örneğin görüntüler adlar, tarihler, kategoriler ile düzenlenebilir.

- Kategoriler: hayvanlar, bayraklar, çiçekler, bitkiler, insanlar, vs.
- Adlar: iyi bir adlandırma tekniği gerektirir.
- Tarihler: doğru ve net bir şekilde yazılması gerekir.

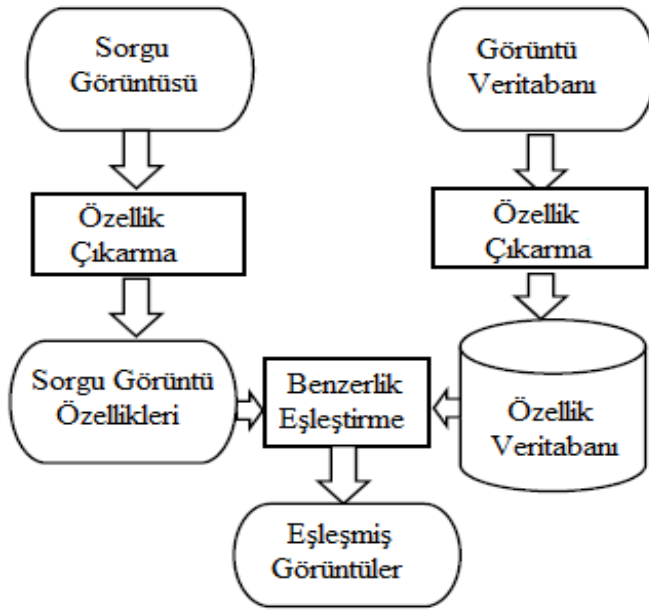
Bir kullanıcı bu sistemin yanı sıra verimli metinleride aramalarında kullanabilir. Anahtar kelimeler bir veritabanına eklenir. Bazı durumlarda çoklu dil sistemi kullanılması gerekmektedir. Böylece bir dil bağımsız arama sisteminin en iyi özelliklerini kullanabilir. İTGE, aynı zamanda görüntü içeriğini göre sorgu olarak bilinen (QBIC) ve içerik tabanlı görsel bilgi erişimi (CBVIR) görüntü erişimi sorunu için bilgisayar gösterimi uygulamaktadır. "İçerik tabanlı" aranan görüntünün gerçek içeriğini analiz etmek anlamına gelir. Bu bağlamda "içerik terimi" renkler, şekiller, dokular, ya da görüntünün kendisini oluşturan nitelikler ile elde edilebilir. Bilgi erişim sistemleri sanat galerisi ve müze katalogları, hayvan ve bitki atlasları, gökyüzü haritaları, meteorolojik haritalar, mağazalar ve diğer birçok katalogları kapsamaktadır [8]. Çok büyük bir resim veritabanı için çok yönlü ve genel amaçlı içerik tabanlı görüntü alma sisteminin olması gerekiyor. İTGE tekniklerinin geliştirilmesi için bilgi teknoloji devleri ve önde gelen akademik kurumlarında birçok araştırmacının ilgisini çekmektedir. Ağ ve multimedya

teknolojilerinin gelişimi nedeniyle kullanıcıların geleneksel bilgi alma teknikleri yerine getirilmemektedir; Yani günümüzde içerik tabanlı görüntü alma tam ve hızlı alım kaynağı hale gelmektedir. Doku ve renk İTGE sistemlerinin önemli özelliklerini teşkil ederler. Görüntülerin rengine göre ayıklanması için otomatik renk korelogram, korelasyon ve doku tabanlı görüntüleri ayıklanması için Gauss karışım modelleri gibi algoritmalar kullanılmaktadır. Görüntü içeriği görsel ve anlamsal içeriğinden oluşmaktadır. İTGE renk, doku ve şekil gibi otomatik olarak elde edilen özellikler dayalı görüntülere erişmek tekniğidir [29]. Bu teknikler görüntü segmentasyonu, görüntü özelliği çıkarma, temsil, anlam, depolama ve indeksleme özellikleri haritalama gibi çeşitli alanları içermektedir. Görüntü benzerlik ölçümü ve alımı İTGE sistemlerinin gelişimini sağlamaktadır [30].

Görsel içerik oldukça genel veya etki alanı olabilir. Etki alan (Domain) özellikli görsel içerik, insan yüzü gibi uygulamaya bağlıdır ve etki alan bilgisini içerebilmektedir. Anlamsal içeriği metinsel açıklama veya görsel içeriğe dayalı karmaşık çıkarım tanımlayıcı yolla elde edilir. Bir görsel içeriği tanımlama; genel veya yerel olabilir. Küresel bir tanımlayıcı bütün görüntünün görsel özelliklerini kullanır yerel bir tanımlayıcı ise görüntü içeriğini açıklamak için bölgelerin veya nesnelerin görsel özelliklerini kullanır. Yerel görsel tanımlayıcıları elde etmek için, bir görüntü genellikle ilk parçaya bölünür. Bir görüntünün bölünmesinin basit yolu bir bölüm kullanarak eşit büyüklüğünde ve kiremit şeklinde görüntüyü kesiyor. Normal bir bölüm algısal olarak anlamlı bölgeler meydana getirir ancak ince çözünürlükte görüntünün genel özelliklerini temsil eden bir yolu değildir. Daha iyi bir yöntem, bazı kriterlere göre görüntüyü homojen bölgeye bölmek için bölge segmentasyon algoritmaları kullanarak yaygın bilgisayar gösterimi araştırılmıştır. Bir görüntü bölünmesi daha karmaşık bir yolu (top, araba, at gibi) anlamsal nesneleri elde etmek için tam bir nesne segmentasyonunu üstlenmektir. Çeşitli içerik tabanlı görüntü alma teknikleri görüntüleri sınıflandırmak için kullanılabilir. Sosyal medya kullanımının artımı ile bir kaç görüntü açıklama araçlarını geliştirerek görüntülerin anlamsal olmaları için web ilham kaynağı olmuştur. Bir görüntüdeki etkin içeriğini yakalamak için uygun özellikleri geliştirmek ve iyi bir benzerlik algoritması kullanımı iyi bir sistem için gereklidir. İTGE en çok "Görüntü Arama" alanında gelişmektedir, bir görüntü veritabanında, belirli bir sorgu görüntüsü için benzer görüntüler aranmaktadır [31].

Son yıllarda İTGE alanında ortaya çıkmış birçok gelişmiş teknikler vardır. İTGE'nin temel amacı görsel görüntüler için herhangi bir metinsel açıklamalar kullanmadan sorgu

görüntüye benzer görüntüler bulmaktır. İTGE teknoloji ve algoritmaların koleksiyonudur ki bunun detay çalışmasında kullanıcıya görüntünün adı ya da diğer anahtar kelime olarak metinsel özelliklerini kullanmamakla görüntü içeriğini (renk doku şekil ve kendi geometrilerini) kullanarak resim veritabanından sorgulamayı etkinleştirmektedir [32,33]. İTGE nin çeşitli teknikleri görüntülerin çeşitli özelliklerine dayalı son birkaç yıldır geliştirilmiştir. Bu özellikler arasında, renk karmaşıklığına görsel bilgilerin yanı sıra değişmeyen ifade edebilen etkili özelliklerinden biridir. Renk kullanımı ile görüntülerin özellikleri çok kolayca bir araya toplanabilir. Doku analizi görüntü işlemenin diğer büyük bileşenidir ve birçok uygulamada (uzaktan algılama, kalite kontrol, tıbbi görüntüleme, vs.) gibi çalışmaktadır [34]. Tipik içerik tabanlı görüntü erişim sistemi tarafından kullanılan temeller aşağıda beyan edilmektedir:



Şekil 2.2. Tipik içerik tabanlı görüntü erişim sistemi [3]

Son yıllarda, fotoğraf ve videoların çok büyük koleksiyonları hızla büyümektedir. Bu büyümeye paralel olarak içerik tabanlı erişim ve endeksli koleksiyonları sorgulamanın görsel bilgilere erişmek için gereklidir. İnsanlar için fotoğraf çekmek elle tutulan cihazları kullanarak çok kolay olup dijital olarak saklanan fotoğrafların hacminde büyük bir artışa neden olmaktadır; Ayrıca dijital çekilen ve depolanan görüntülerin sayısındaki bu muazzam artış sınıflandırma ve gerektiğinde etkin bir şekilde ilgili görüntüleri alma yeteneğine ileri tekniklerin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır [36].

Görüntü erişim sistemlerinin kullanım alanları aşağıdaki listede beyan edilmiştir:

- Askeri endüstri (denizaltı sonic dalga taramaları), sualtı görüntüleme
- Güvenlik, kriminal laboratuvarlar
- Tıp, tümör, damar gibi yapıların belirginleştirilmesi, Tomografi, Ultrason
- Robotik, trafik, astronomi, radar, gazete ve fotoğraf endüstrisi uygulamaları
- Hayvancılık ve Gıda Endüstrisi (ürün kalite tayini) , petrol arama
- Fizik, sanat, biyomedikal alanları
- Uzaktan algılama uygulamaları
- Uydu görüntüleri üzerinde nüfus yoğunluğu, yerleşim yerleri, çevre kirliliği ve benzeri
- Çevresel şartların tespiti
- Uydu görüntüleri üzerinde hava gözlem ve tahmin uygulamaları.

Görüntü Arama

Günümüzde, Google™ arama motoru, bu arama yöntemleri arasında en başarılılarından birisi olarak tanımlanmaktadır [38]. Google™, resim ve görüntüleri anlamlandırabilen en yakın metinleri, resim başlıklarını ve resim bilgilerini (HTML tabanlı meta verisi gibi), boyutlama ve çözünürlük bilgisini, erişim kolaylığını, erişim sayısını tanıtan faktörü analiz edebilmektedir. Ayrıca Google en kaliteli ve doğru resimleri sonuç olarak göstermek için karmaşık algoritmalar kullanmaktadır. Google™'ın resim aramasını kullanarak, web üzerindeki 250 milyon resimden daha fazlasına erişebilmekteyiz. Ayrıca internet üzerinde Google™ ın göstergesine eklenmeyen birçok resim mevcuttur. Google™'ın Şekil arama motoru, diğer arama motorlarına göre daha başarılı olmasına rağmen arama sonucunda verimliliği her zaman istenildiği gibi olamamaktadır. Arama sonucunda farklı resimlerle de karşılaşmak mümkündür. Buna bir örnek olarak Google™ Şekil arama motorunda “sky” kelimesi girilerek gökyüzü resimlerine ulaşılmaya çalışılmıştır; Ancak arama sonucunda gökyüzü resimleriyle beraber, “sky” olarak isimlendirilmiş farklı resimlerde sonuç olarak gösterilmektedir ki bunların birçoğu aradığımız resimle ilgili değildir [38,39].

Sorgu formatına bağlı olarak, görüntü alma algoritmaları iki kategoriye aittir:

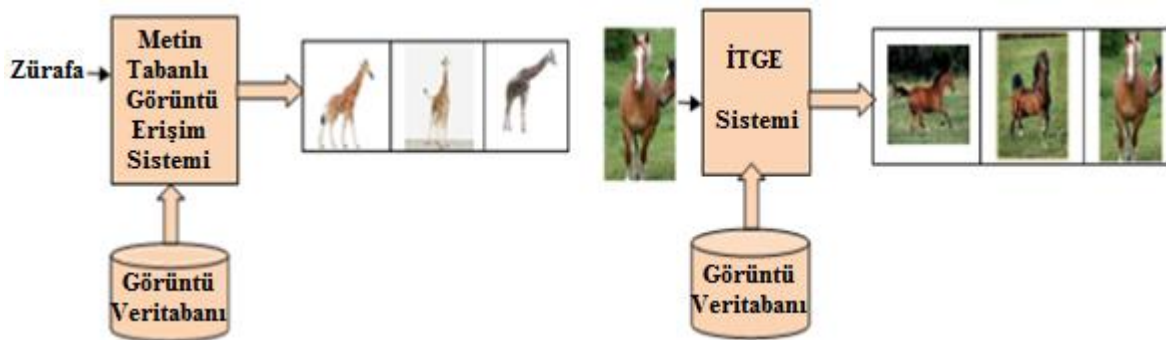
- Metin tabanlı yöntemler

- İçerik tabanlı yöntemler

Geleneksel yaklaşımlarda görüntü erişimi metin tabanlı yöntemlere dayalıydı ki bu yöntemde görüntülere ayrı ayrı metin açıklamaları gerektirir. Bu sıkıcı ve zaman alıcı bir manuel yöntemdi bu yüzden görsel içerik tabanlı görüntü erişimi çok önemli bir konudur [6]. Metin tabanlı yaklaşımlar depolanan her görüntü ile anahtar kelimeler ile bağımlıydı. Bu anahtar kelimeler, genellikle elle üretilmektedir ancak bu yaklaşımın iki önemli dezavantajı vardır: Bu dezavantajların birisi resim koleksiyonunun büyük olduğundan manuel açıklama büyük miktarda insan emeğini gerektirir. Bu dezavantajın diğer nedeni algı özelliğinin tam olarak insanlar tarafından algılanabilecek bir görüntünün zengin içeriğini açıklamak zor bir işlemdir. İçerik tabanlı görüntü erişimi görüntülerin görsel içeriğini kullanarak büyük bir görüntü veritabanında ilgili görüntüleri bulmayı amaçlamaktadır. Bu içerik tabanlı görüntü erişimi hakkında araştırmayı motive eden İTGE görüntü erişimi bir sorgu görüntü veya bir kullanıcı tarafından oluşturulan bir taslak sağlayarak (örneğin, bir at) yönetmektedir. İTGE, veri tabanında depolanan her bir görüntü özellikleri çıkartılmış ve sorgu görüntünün özellikleri ile karşılaştırılmıştır.

İTGE iki adımdan oluşmaktadır:

1. Özellik Çıkarma sürecinde bir ayırt edilebilir dereceye kadar görüntü özellikleri elde edilmektedir.
2. Eşleştirme sürecinde görsel olarak benzer bir sonucu elde etmek için bu özellikleri eşleştirmeyi gerektirir [2].



Resim 2.4. Metin tabanlı ve içerik tabanlı görüntü alma sistemi [2]

Görüntü erişim sistemlerinde, büyük bir veritabanından arama yapmak, seçme ve görüntülere erişim için çeşitli yöntemler vardır bu yöntemlerden bazıları meta verilerininkullanımını (anahtar kelimeler, indeksleme, ek açıklama vs. gibi) öneriyorlar. Böylece manuel görüntü açıklama zaman alıcı, zahmetli, pahalı ve performansı iyi değildir. Bu sorunların üstesinden gelmek için birçok araştırmacı farklı yöntemler kullanarak otomatik görüntü erişimini önermişlerdir. İçerik tabanlı arama görüntünün gerçek içeriğini analiz etmek anlamına gelir [43].

Dijital görüntülerin patlayıcı kullanımı, etkili ve verimli görüntüleri elde etme tekniklerini, hızlı ve aktif bir araştırma alanı haline getirmiştir. Kullanıcı etkileşimi İTGE sisteminde bir sorgu formasyonu içerir. Kullanıcı sorgu bildiriminde farklı şemalarla sorunları vardır. Sun karı iki erişim yöntemini analiz etti, görüntünün rengine göre sorgulama ve dokusu ile sorgulama. Bu deney sonuçlarında görülmektedir ki genel görüntülere erişmek için doku tarafından yapılan sorgulama renk tarafından yapılan sorgulamaya göre daha etkilidir ve sonuçlar daha iyidir.

İçerik tabanlı görsel özellikleri iki alan olarak sınıflandırılır.

1. Ortak görsel içerik
2. Alana özgü görsel içerik (yüz tanıma gibi)

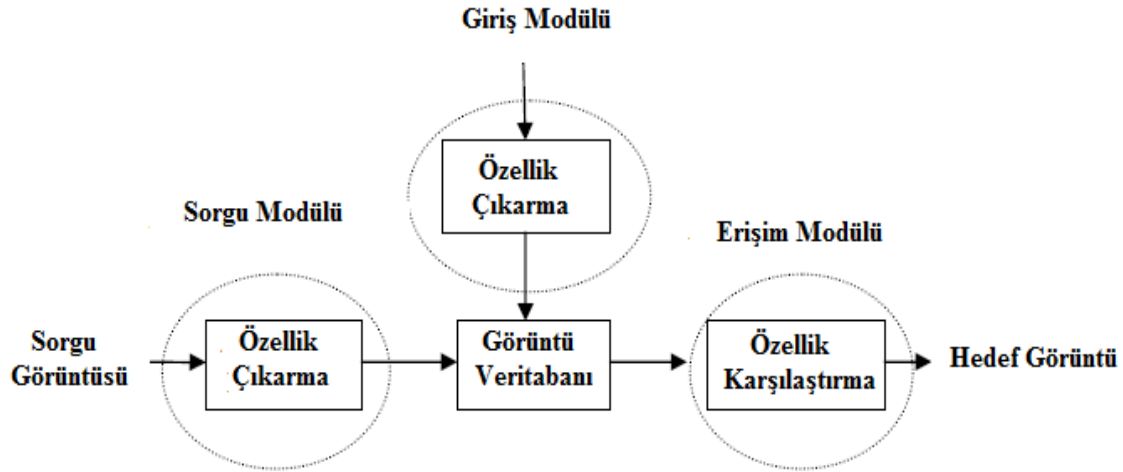
İTGE'nin diğer özellikleri, şekil ve mekansal konumu gibi özellikler iyi bir performansa sahiplerdir. Örneğin biyomedikal görüntüler için nesneye yönelik görüntüler, binalar ve burçlar gibi [44].

2.2. İTGE Sistemlerinin Blok Diyagramı

Görüntü erişim sistemleri genellikle, üç ana modülden oluşmaktadır:

1. Giriş modülü
2. Sorgu modülü
3. Erişim modülü [45].

İçerik tabanlı görüntü erişim işleminin blok diyagramı (şekil 2.3) de gösterilmiştir. Sorgu modülünde bir sorgu görüntüsü girildiğinde, özellik vektörü çıkarılıyor. Giriş modülünde ise bu özellik vektörü veri tabanındaki tüm görüntüler için de elde edilir ve görüntü veri tabanındaki her görüntünün özellik vektörü özellik veri tabanında saklanır. Erişim işlemi sırasında sorgu görüntünün özellik vektörü veritabanında her görüntü vektörü ile karşılaştırılır ve karşılık gelen hedef (benzer) görüntüleri çıktı olarak elde edilir. En son görüntü erişimsistemleri algısal ve anlamsal olarak daha anlamlı bir erişim sonuçları üretmek amacıyla alma işlemini değiştirmek için kullanıcıların alaka geribildirimini'de dahil etmişlerdir [2].



Şekil 2.3. İçerik tabanlı görüntü alma sisteminin blok diyagramı [2]

Görüntü içeriğine göre sorguda en yaygın iki yöntem vardır, bunlar görüntü belirtiminde sorgu ve görsel örnek sorgu tarafından sorgulamadır [2].

- Görsel sorgu:Kullanıcı bir sorgu görüntüsü ile arama yapar (rastgele kümesinden kullanıcı tarafından sağlanan veya seçilen) ve yazılım çeşitli düşük seviyeli kriterlere dayalı buna benzer görüntüler bulunur. Alınan görüntülerin çok sayıda benzerliği sırayla görüntülenir. Örneğin QBIC sistemi erişim için [4] bu yöntemi kullanmaktadır.
- Görüntü belirtiminde sorgu: Bir kullanıcı doğrudan özel seçenekler değerlerini ayarlayabilir. Örneğin, bir sistem kullanıcıları ("%20 mavi, %80 kırmızı" gibi) istenilen renklerin oranlarını belirlemenizi sağlar. Benzer şekilde, sistem VisualSEEK kullanıcıların sorgusu, örneğin birden fazla bölgeleri belirlemenizi sağlar"üst ve sırası ile alt mavi gökyüzü ve okyanus bölgesini içeren görüntüler bulmak" [24].

Sistemlerinin metin tabanlı yaklaşımın aksine, İTGE tamamen farklı bir prensibine göre çalışmaktadır. Bir koleksiyondaki depolanan görüntülere otomatik olarak görüntülerin kendilerinden çıkarılan özellikleri karşılaştırarak erişmek mümkündür bu nedenle hemen hemen tüm mevcut İTGE sistemleri ticari ya da deneysel olarak birinci seviyede çalışır.

2.3. Görüntü Erişim Süreci

Görüntü koleksiyonlarından görüntülere erişmek aşağıdaki adımları içermektedir:

- Ön işleme
- Görüntü sınıflandırma
- Özellik çıkarma
- Benzerlik karşılaştırması
- Hedef görüntü seçimi

2.3.1. Ön-işleme

Ön işleme, düşük seviyede olan görüntüler üzerinde yapılan işlemler için kullanılan isimdir. Ön işlemenin ana hedefi isteksiz çarpıtmaları bastırmak ya da bazı görüntü özelliklerini artırmaktır. Görüntülerin işlenmesi için gelecekteki önemli olan görüntünün bir gelişmesidir. Filtreleme işlemi bir görüntüyü iyileştirmek veya değiştirmek amaçlı ön işlemede kullanılan bir tekniktir. Görüntünün belirli özelliklerini vurgulamak ya da diğer özelliklerini kaldırmak için filtre işlemi yapılır. Görüntüdeki gürültü, doğrusal ve doğrusal olmayan filtreleme teknikleri kullanarak filtre edilir. Lucy-Richardson filtreleme tekniği gürültüyü azaltmak için birçok alanında kullanılmaktadır.

2.3.2. Görüntü sınıflandırma

Görüntü sınıflandırma, görüntü erişim sürecinin en önemli adımlarından biridir. Çünkü büyük hacimli veritabanındaki görüntü aramasında daha fazla zaman kazandırmaktadır. Sınıflandırma görüntünün farklı bölgelerini belirleterek sistemin erişim etkinliğini iyileştirmektedir. Sınıflandırma için yaygın olarak k-means veya knn algoritması kullanılır. Kullanıcının sorgu görüntüsü ile sınıflandırılmış görüntüleri karşılaştırarak erişim sürecinin performansı geliştirilmektedir. Bu verimli bir ağırlık merkezi tabanlı algoritma olarak

mikro dizi veri kümesi [140] yüksek boyutlu veri setleri [141] ve özellikle görüntü erişim sistemleri [142] gibi çeşitli önemli alanlarda yaygın olarak kullanılmıştır. Sınıflandırma tabanlı görüntü bölümlenmede yapay sınır ağları en etkin yöntemlerden biridir. Yapay Sınır Ağları (YSA) sınıflandırma, kümeleme ve özellik çıkartma gibi desen tanıma problemleri için tercih edilir ve genel olarak kullanılmaktadır [143,144]. YSA lar kendi kendilerine öğrenebilmeleri, hata paylarının düşük olması ve arama yeteneklerinden dolayı her geçen gün daha fazla kullanılabilirlerdir.

Kümeleme Algoritmaları

Kümeleme benzerliğe dayalı veri noktalarını gruplandırmayı hedefleyerek kontrolsüz sınıflandırma şeklidir. Bir küme içindeki veri noktalarının birbirine benzer ve diğer kümelerdeki verilere benzemeyen veri noktalarının koleksiyonudur. Kümeleme algoritmasının hedefi küme içindeki benzerliği üst düzeye çıkarmak ve kümeler arası benzerliği en aza indirmektir. Kümeleme algoritmaları genel olarak beş türe ayrılabiliriz

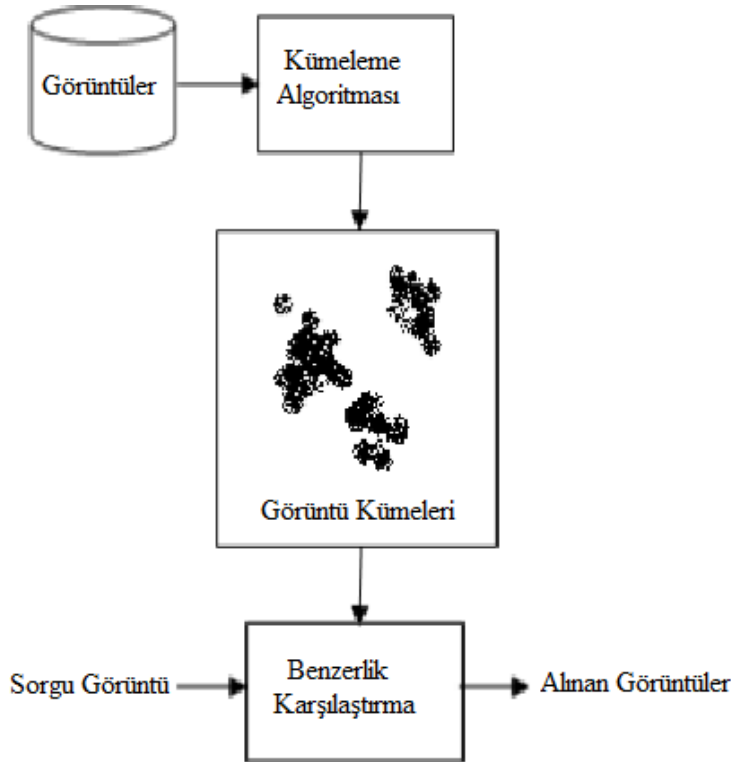
- Bölücü kümeleme
- Hiyerarşik kümeleme
- Yoğunluk tabanlı kümeleme
- Şerit(bağlamli) tabanlı kümeleme
- Model tabanlı kümeleme [42].

Bölücü ve hiyerarşik kümeleme, kümelendirme türlerinin en yaygın kullanılan formlarıdır. Bölücü kümelendirme, n veri noktalarının kümesi, k boş olmayan kümeler halinde bölümlendirmektedir ki burada $k \leq n$. Bölücü kümeleme bir grup veri noktalarını farklı kümeler içine özel bir kritere optimize etmeyi hedeflemektedir. Hiyerarşik kümelendirme durumunda, veri noktalarının hiyerarşik bir yapı halinde düzenlenmiştir, bir ikili ağaç veya dendogram elde edilir [42].

Veri noktalarını bölümlenme için kullanılan en yaygın yöntemler k -ortalama yöntemi(K-Means) ve K-Medoids metodudur. K-Means yönteminde her küme, küme içindeki ağırlık merkezi ya da tüm veri noktalarının ortalaması ile temsil edilmektedir. K-medoids yönteminde her bir küme, küme merkezine yakın bir veri noktası ile temsil edilir. K-means

algoritması sadece küme içi benzerliği optimize ederken, kümeler arası benzerlik optimize eden başka algoritmalar da bulunmaktadır. Görüntülerin görsel içeriğine dayanan kümelenme yaygın olarak birkaç yıl araştırılmış ve çalışılmış olan bir alandır. Ancak K-Means ve K-Medoids kümeleme algoritması ile bir sorun var ki bu algoritmalar küresel şeklinde olmayan kümeler için iyi performansa sahip değiller [147].

Resimlerde kümeleme işlemi İTGE sistemlerinin performansını iyileştirmek amacıyla kullanılır. Bir içerik tabanlı görüntü erişim sisteminde bir görüntüyü sorgulamak için yaygın bir yöntem olarak bir sorgu görüntüsünü temin etmektir. Daha sonra sistem sorgu görüntüsü ile arama yapıp veritabanındaki benzer içeriğe sahip olan tüm görüntüleri elde etmektedir. Büyük bir görüntü koleksiyonu bir kaç görüntü kümesine bölünüyor [148].



Şekil 2.4. İçerik tabanlı görüntü erişim sistemi [148]

Bir kümeleme algoritması, aynı küme içindeki veri noktaları birbirine benzer ve diğer kümeler arasında birbirine benzemeyen veri noktalarının toplamıdır [148]. Kümeleme, denetimsiz sınıflandırma yöntemidir; Veri noktaları kendi benzerliğine göre kümeler halinde gruplandırılmıştır. Bir kümeleme algoritmasının amacı küme içi benzerliği en üst düzeye çıkarmak ve kümeler arası benzerliği en aza indirebilmektir. Kümeleme görüntü

prosesinde yaygın uygulamaları vardır. Renk tabanlı kümelendirme tekniklerinde görüntü segmentasyonu [10] yararlı kanıtlanmıştır. K-means algoritması bu amaç için oldukça popülerdir. Görüntülerin görsel içeriğine göre kümeleme yaygın olarak birkaç yıl [150] boyunca araştırılmış olan bir alandır. Küme analizi veya kümeleme bir şekilde nesneleri bir takım gruplama işlemidir aynı gruptaki nesneler küme olarak adlandırılır ve benzerliği daha az olan nesneler başka kümelerde yer almaktadır. Kütle merkezine göre kümeleme algoritmaları sonucun doğruluğunu taviz vermeden, arama alanını en aza indirmek için kullanılır. Benzer görüntüler için arama en yakın kümeden görüntüleri yakındaki diğer kümelerden kabul etmektedir. İki yeni parametreler kümede aranacak mesafe aralığını belirlemek için CG ve CS adında tanımlar. Bu parametreler benzer görüntüleri bulmak için hatta sorgu görüntü yanlış-kümelenmiş ise ve büyük kümeleri daraltarak arama alanını saklamaktadır [151]. Bu yöntem, arama alanını azaltarak verimliliği artırmak ve doğru sonuç vermeyi hedeflemektedir. Diğer yöntem, ilk olarak dokuya dayalı görüntüler, düşük doku gibi, ortalama doku ve yüksek doku detaylı görüntüleri sırasıyla MLE (Maksimum Olabilirlik Tahmini) tahmininde olduğu gibi bazı faktörlere dayalı sınıflandırmaktır. Sınıflandırılmış görüntüler daha sonra renk özelliklerin çıkarımına bağlıdır. Alınan sonuç, ön-kümelenmiş Fuzzy-C teknik anlamına gelir [48]. Fuzzy C-means kümeleme bir veri noktasının birden fazla kümeye ait olmasına izin verir. Önerilen diğer bir bölümlendirme kümeleme algoritması "Bir veri noktasının katkısı" kavramına dayanmaktadır. İçerik tabanlı görüntü alma için algoritma uygulanırken, performansını k-means kümeleme algoritması ile karşılaştırır. Bölümlendirme, kümeleme veri noktalarını bir grupta bölmeyi hedefliyor ve farklı öbekler içine belirli bir kriter optimize ediyor. Önerilen algoritma iç (intra) küme ve ara (inter) küme benzerlik ölçüsünü optimize etmektedir [151]. Genel olarak, veri kümeleme algoritmalar iki gruba ayrılıyolar:

- Hiyerarşik kümeleme algoritmaları
- Hiyerarşik olmayan kümeleme algoritmaları

Hiyerarşik kümeleme algoritmaları büyük veri miktarları için uygun değildir. Hiyerarşik olmayan algoritmalar büyük veri miktarlarında kümelemek için önerilmektedir. Hiyerarşik olmayan kümeleme için en iyi uyarlanmış yöntem 1967 yılında *James Mac Queen* tarafından önerilen K-Means kümeleme algoritmasıdır. Kümeleme algoritması ilk kümelerin boyutunu tanımlayan K anlamına gelir. Görüntüler kendilerindeki ekstre özelliklerine dayanarak, K-Means yakın kümeler içine tahsis edilir. Algoritma her küme

özellik noktalarının hareketinde küçük bir değişiklik olana kadar verileri ayırır ve hesaplar [6]. Mevcut görüntü yönetim sistemlerinin çoğu madenciliği etkinleştirmek için sözel açıklamalara dayanmaktadır. Görüntülerin hızlı ve rafine edilmiş kümeleme ile erişim desen tabanlı öğrenme, benzer özelliklere sahip görüntüler arasındaki ilişkiyi kurmayı hedefliyor ki en etkili olanıdır. İçerik tabanlı görüntülerde (mikroskobik, peyzaj vs.) verimli ve etkili bir geri alma içerik tabanlı görüntü erişimi için çok önemlidir [152].

K-Means: K-means algoritması, en kolay kümeleme problemini çözen denetlenemeyen öğrenme yöntemlerinden biridir. Algoritmanın en kapsamlı mantığı n sayıda veri nesnesinden oluşan bir veri kümesini (X), giriş parametresi olarak verilen k adet kümeye bölümlenmektedir. Yöntemin gücünü (k) küme sayısı, başlangıç olarak seçilen küme merkezlerinin değerleri ve benzerlik ölçümü etkenleri etkilemektedir [153]. Ortaya çıkan kümedeki iç benzerlik yüksek olup ancak küme arası benzerlik düşük olması gerekiyor [14]. Görüntü gruplarının sonuç setleri K-Means yönetim biliminde işlenmektedir. Bu işlemde esas olarak en yakın olan görüntü grubu bir araya toplanmıştır. Ardından gruplar halinde görüntüleri kendi benzerlik değerlerine dayalı bir azalan düzende sıralanır [152].

KNN (K En Yakın Komşu): K en yakın komşu algoritması, sınıflandırma problemini çözen kontrollü öğrenme yöntemleri arasında yer almaktadır. Algoritmada, sınıflandırma yapılacak verilerin öğrenme kümesindeki normal davranış verilerine uygunluklarına göre hesaplanarak k verisine en yakın olanı belirlenen eşik değere göre gruplandırılır. Esas olan özelliklerinin önceden net bir şekilde belirlenmiş olmasıdır. Her bir sınıfın performansını k en yakın komşu sayısı, eşik değeri, benzerlik ölçümü ve öğrenme kümesindeki normal davranışların gerekli sayıda olması gibi kriterler etkilemektedir [153].

Fuzzy C-Means: Topaklama (FCM) algoritması görüntü bölümleme için genel olarak kullanılan bir algoritmadır. FCM görüntüdeki pikseller ile görüntüyü oluşturan her bir bölüt merkezi arasında bir ağırlık benzerlik ölçütünü esas alan bir nesnel fonksiyonu kullanır [154]. Kümeleme algoritması görüntülerin daha fazla özelliklerini elde etmek ve geri alma verimliliğini artırmak için kullanılabilir [8]. Fuzzy C-Means kümeleme yöntemi Fuzzy (bulanık) mantık gibi Her nokta sadece bir kümeye tamamen ait olma yerine her nokta kümelere ait bir derecesinin olması anlamına gelir. Bu nedenle, bir küme kenarındaki noktanın derecesi küme merkezinde olan noktalarından daha düşük bir dereceye sahip olabilir. Tek parça olan verilerin, iki veya daha çok kümeye ait olmasına izin verir.

Bulanık kümeleme veri elemanlarının birden fazla kümeye ait olabilir ve her bir elemanı ile üyelik seviyelerinin bir dizi ile ilişkilidir. Bunlar o veri elemanı ve belirli bir küme arasındaki ortaklığın gücünü gösterir. Bulanık kümeleme bu üyelik düzeyleri atarak daha sonra bir veya daha fazla küme veri elemanlarını atamak seviyelerini kullanan bir tekniktir [8]. Görüntü boyutu birçok uygulamalarda oldukça büyük olmaktadır. Bu nedenle yapılan çalışmalar, FCM algoritmasını görüntü bölümleme, için elverişli hale getirmektedir [154].

Karar ağacı algoritması iki aşamadan oluşmaktadır:

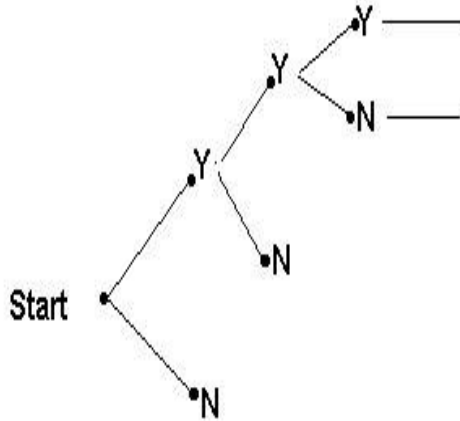
1. Ağacı oluşturma, en başta bütün öğrenme kümesi ağaçtır.
2. Ağacı budama, öğrenme kümesindeki gürültülü verilerden oluşan ve test kümesinde hataya neden olan dallar silinir.

Karar ağacını kullanarak sınıflandırmanın avantajları:

- Karar ağacını oluşturmak basittir.
- Küçük ağaçların tanımlamak ve yorumlamak kolaydır.
- Anlaşılabilir kurallarla dayalıdır.
- Sürekli ve ayırık nitelik değerleri için kullanılabilir.

Karar ağacı kullanarak sınıflandırmanın dezavantajları:

- Sürekli nitelik değerlerini tahmin etmekte çok başarılı değildir.
- Sınıf sayısı fazla ve öğrenme kümesi örneklerinin sayısı az olduğundan model oluşturmak çok başarılı değildir.
- Zaman ve yer karmaşıklığı öğrenme kümesi örneklerinin sayısına, nitelik sayısına ve oluşan ağacın yapısına bağlıdır.
- Hem ağaç oluşturma karmaşıklığı hem de ağaç budama karmaşıklığı fazladır.
- Karar ağaçları, ağaç yapısında olup bir olayın sonuçlandırılmasında sorunun cevabına göre hareket eder [48].



Şekil 2.5. Karar ağacı [48]

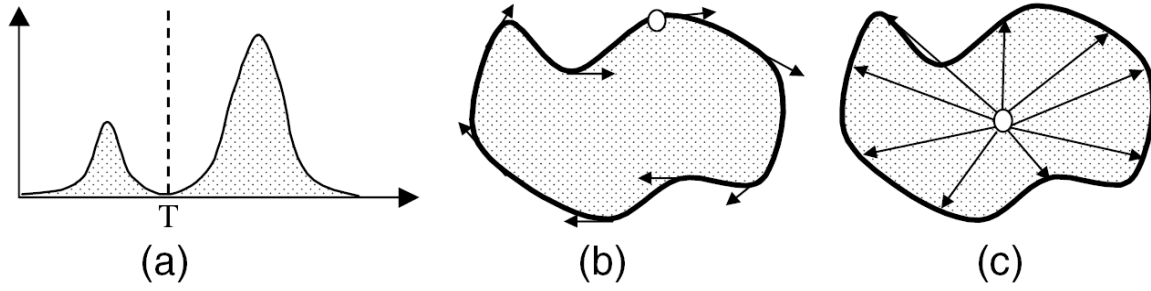
Görüntü Bölümleme

Bölümleme görüntü erişiminde çok önemli konulardan biridir. Güvenilir bir bölümleme görüntü içindeki şekilleri karakterize etmek için kritiktir; onsuz şekil tahminleri büyük ölçüde anlamsızdır. Lybanon ve ark, görüntü bölümlemede morfolojik operasyona dayalı bir yaklaşım sunmuşlar. Onlar görüntü çeşitleri üzerine kendi yaklaşımlarını test etmişler ve onların yaklaşımı bilimsel görüntü türleri ile mücadelede etkili olduğu görünmüştür ancak daha karmaşık bir doğal sahne görüntüleri için performansının değerlendirilmesi gerekmektedir. Hansen ve Higgins [155] bireysel güçlerini reaksiyon etiketlenmesi ve hafıza analizinde kullanmışlardır. Li ve arkadaşları [156] belirsiz bir entropi tabanlı bölümleme yaklaşımı önermişlerdir. Bu algoritmaların tümünde kullanıcının zaman ve çabasını boşuna harcamadan görüntülerin çok sayıda sınırlarını otomatik olarak ayıklamak avantajı bulunmaktadır.

Görüntü bölümleme dört gruba ayrılabilir:

- Kenar teşhisine(sınır) dayanan bölümleme
- Bölgeye dayalı bölümleme
- Gradyana dayalı bölümleme
- Sınıflandırmaya dayalı bölümleme.

Boyut ve şekil özelliklerinin analizi için kenar teşhisine(sınır) dayanan bölümlleme, doku ve görüntü kusurları için bölgeye dayalı bölümlleme kullanılmaktadır [61].



Şekil 2.6. Bölümleme teknikleri: a) Eşik değeri algılama, b) Kenar teşhisine dayanan bölümleme, c) Bölgeye dayalı bölümleme [61]

Bölümleme, görüntü analizinin bir işlem basamağıdır. Görüntü tanıma aşamasında bölümleme işleminin gücü, görüntü tanıma başarısını önemli kriterde etkilemektedir. Bölümleme görüntüyü özel bir uygulama alanına göre anlamlı bölgele parçalama işlemidir. Bu anlamlı parçalar birbirleri ile kesişmemeli ve kendi içlerinde belirleyici bir özelliğe göre devamlılık göstermelidir. Bölümleme sonucunda ortaya çıkan bu parçalara bölüt (segment) adı verilir [154].

Segmentasyon işlemi otomatik görünün her alanında kullanılmaktadır. Yaman ve arkadaşları Ankara hızlı raylı sisteminde istasyonlardan alınan görüntüleri kullanarak tren sefer aralıklarının en uygun şekle sokma işlemlerine giriş verisi sağlamışlardır. İstasyonda bekleyen yolcuların sistemde güvenlik amaçlı kullanılan kameralar aracılığıyla algılanan gri seviye görüntüleri, bilgisayar ortamına aktarılmış, daha sonra görüntü bölümleme işlemleri ile nesneler arka plandan ayrılmıştır. Ayrılan nesnelere ait görüntüler, görüntü güçlendirme yöntemleri ile keskinleştirilerek görüntü histogramından istasyondaki yolcu sayısını belirlemişlerdir. Eşikleme görüntü bölümleme yöntemleri içerisinde hem en temel hem de en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Başka bir ifadeyle görüntünün sadece parlaklık bilgisi gözönüne alınarak gerçekleştirilen sınıflandırma işlemidir. Görüntü eşikleme metotları bölümlemeyi, görüntü histogramındaki kaynaklara yerleştirerek gerçekleştirilir [157].

Görüntü analizi nesneleri tanımlayıcı (veya görüntü alanının bazı kısımlarını içeren) işlemidir. Görüntü analizi nicel bilgilerin üreticisidir ki sonra kontrol sistemlerinde karar için kullanılmaktadır.

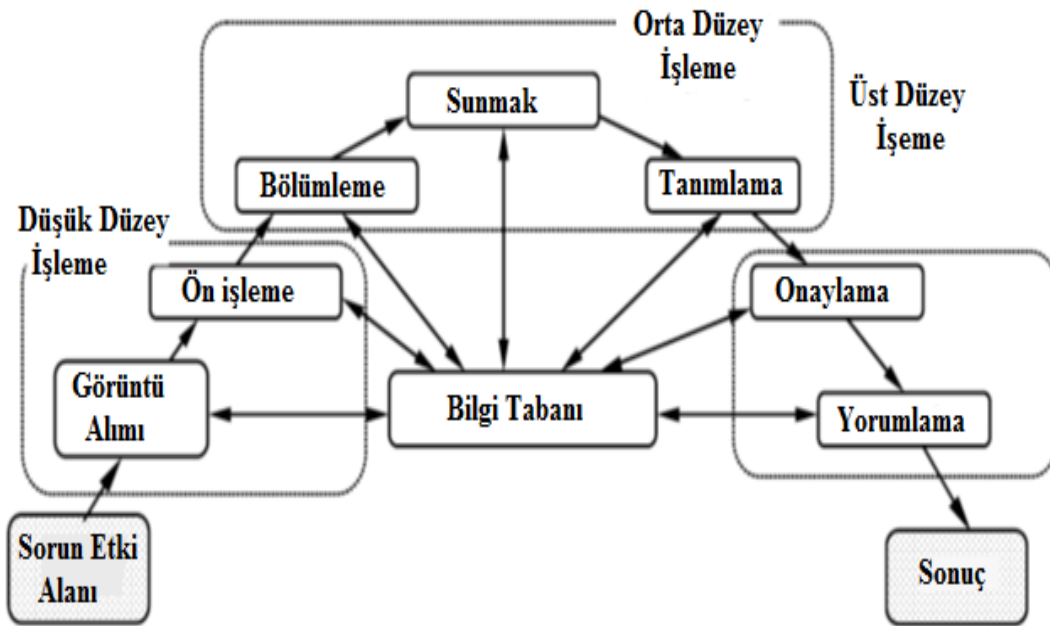
Görüntü analizi ve işlemlerini üç düzeyde ayrılabiliriz:

- Düşük düzey işleme
- Orta düzey işleme
- Üst düzey işleme

Bu düzeyler aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 2.7. Bir görüntü işleme sisteminin ana bileşenleri: Görüntü alma, Ön işleme, Görüntü bölümlenme, Nesne boyutlama, Sınıflandırma [61]



Şekil 2.8. Görüntü işleme sürecinde farklı düzeyleri [158]

Düşük düzey işleme, görüntü alımı ve görüntü üzerine ilk işlemi içermektedir. Görüntü alımı sensordangelen görüntü sinyalinin sayısal forma dönüştürme işlemidir. İlk görüntü işleme işlemleri ham veri görüntü üzerinde geometrik bozulmaları düzeltme karışıklığı ortadan kaldırmak gri seviyeleri düzeltme ve karanlık bölgeleri düzeltme operasyonlarını içermektedir. İlk işleme istenmeyen bozulmaları önleyerek, hemde iyi ve önemli özellikleri geliştirerek görüntü kalitesinin iyileşmesine yardımcı olmaktadır [61,62]. Orta düzey

işleme, görüntü bölümlenmesi, sunumu ve tanıtımını içermektedir. Görüntü işlemenin en önemli bölümü görüntü bölümlemesidir çünkü daha sonra çıkarılan veriler bu operasyonun doğruluğuna bağlıdır. Üst düzey işleme tanım ve yorumlama işlemlerini içermektedir ki genellikle istenilen bölgeye istatistik ve çok katmanlı sınır ağı sınıflayıcıları kullanılmaktadır [61].

2.3.3. Özellik çıkarma

Renk ve doku anahtar bilgileri içermelerine rağmen, farklı görüntülerde benzer renk histogramları ile çok farklı şeyleri temsil etmek mümkündür. Dolayısıyla şekil-açıklayan özellikler verimli bir içerik tabanlı görüntü alma sisteminde kullanılmaktadır. Araştırmaların şekli ile bağlantılı olarak yapılmasına rağmen, şekil özelliği doğru türü tanımlamak için doğrudan cevaplar henüz ortaya çıkmamıştır [47]. Veritabanı yönetim grubu öncelikle metin tabanlı yaklaşımları inceleyip daha sonra bilgisayar vizyon grup görsel tabanlı yaklaşımlar [48] incelenmektedir. Görüntülerin özellik vektörlerini ayıklanması için birçok yöntem vardır, Gabor filtreleri ve kenar yön histogramı frekans bilgileri ayıklamak için [49] ve renkli görüntüler için [51] renk bilgileri ayıklamak için renk histogramı kullanılır.

Bir nesne için farklı görüntüler yer, açı ve ölçek açısından birbiriyle farklı olmalıdır. İyi bir özellik, benzer görüntüleri tanımlamak için yetenekli olmalıdır. Diğer bir deyişle; iyi bir özellik bu farkların karşısında duyarsız olmalıdır. Özellikler seçiminde dikkat edilmesi gereken bir nokta daha var görüntü benzerliğinde insan algısına ve görüntülerin insan anlayışına yakın olmalıdır.

Özellikler iki genel kategoriye ayrılabilir:

1. Genel özellikler
2. Özel özellikler

Birinci kategori genel özelliklerdir; bu renk, doku, şekil ve diğer özelliklerde dahil olmak üzeri, çeşitli uygulamalar ve farklı kullanıcılar için kullanılabilir. İkinci kategori özel özelliklerdir ki görüntünün özel alanından elde edilir ki genellikle görüntülerde belirli koşullar ve özel bilgi gerektirir; mesela yüz algılama sistemlerinde veya el yazısı tanıma

sistemleri ve parmak izi tanıma sistemlerinde bu özellikler kullanılır. Bu özellikler genel görüntü veritabanını kullanan sistemler için uygun değildir [6,53]. Özellik çıkarma içerik tabanlı görüntü erişiminin temelini oluşturmaktadır. İTGE bir veri tabanında saklanan görüntüleri almak için otomatik olarak resimlerin kendilerinden çıkarılan özelliklerini karşılaştırarak prensibine göre çalışmaktadır [2].

Görüntülerintemel özelliklerini iki gruba ayırabiliriz:

- Yüksek Seviyeli Özellikler
- Düşük Seviyeli Özellikler

2.3.4. Renk

Renk görüntü erişim sistemlerinde en yaygın ve en önemli olarak kullanılan görsel özelliktir. Bir içerik tabanlı görüntü erişim sisteminde görüntüler arasında renk benzerliği hesaplanmaktadır. Bilgi işlemede en sık görülen primer renkler kırmızı, yeşil ve mavidir (bir monitörde kullanılan örnek renkler). Görüntü erişim sistemlerinde, histogram en yaygın olarak kullanılan bir özellik temsilidir. Histogram, basit ve etkili bir şekilde hesaplama ile bir görüntüdeki her renk piksel oranını açıklamaktadır. Renkli görüntülerin histogramı görüntü rengini nicelenmesi ile ve daha sonra her ayrı ayrı renk histogramını sayısını sayarak elde edilmektedir. Arama zamanında, kullanıcının, (örneğin,% 65 kırmızı ve % 35 yeşil) her bir renk, istenen oranda belirlenebilir ya da her hangi bir örnek görüntü gönderildiğinde bir renk histogramı hesaplanır. Erişim sırasında, bir sorgu görüntünün histogramı veritabanındaki tüm görüntülerin histogramı ile karşılaştırılır. Swain ve Ballard [22] renk histogramlarına yönelik benzerlik ölçüsü olarak histogram kesişimi olarak histogram kavşağını önermişlerdir. Ayrıca renk histogramlarına, diğer birçok renk özellik çıkarma teknikleri uygulanmıştır. Bu renk kümeleri ve renk anlarını içermektedir. Histogramdaki kuantizasyon etkilerin üstesinden gelmek için, Stricker ve Orengo [159] renk anları yaklaşımını önerdiler. Bu yaklaşımın arkasındaki temel fikir, herhangi bir renk dağılımı kendi anları ile karakterize edilebilir olmasıdır.

Renk, göz ve beyin tarafından ışık yansımalarına bağlı bilgilerin işlenme özelliğidir. Renk özelliği, kolay ve hızlı bir karakter olarak İTGE sistemlerinde yüksek oranda kullanılmaktadır [159]. Renk, görüntü içerisinde mevcut özelliklerinden biridir ve görsel

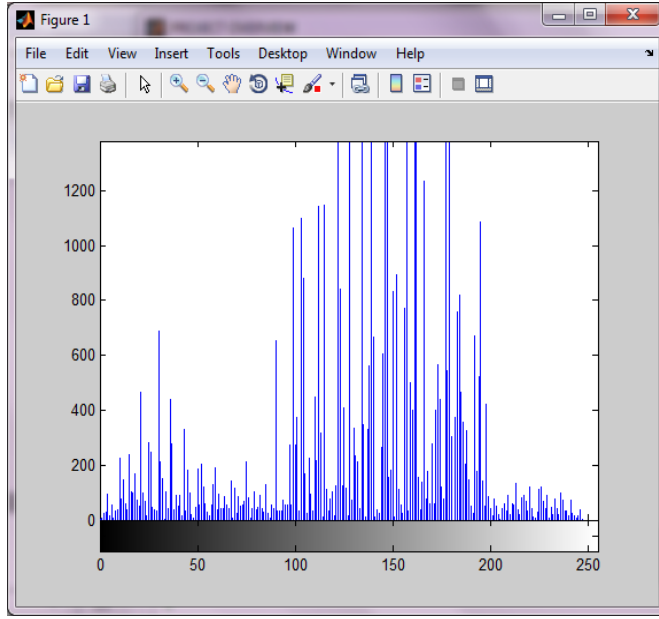
niteliklere sahiptir, ayrıca görüntünün görsel özellikleri hakkında bilgi vermektedir [160,161]. Renk histogramı bir görüntüyü alt bölgelere ayıran bir yöntemdir ki bu alt bölgelerin her birisi için ilk histogram hesaplanır, daha sonra farkı alt bölgelerdeki histogramların arasındaki mesafeyi hesaplayarak farklı bölgelerin arasında ilişki kurulmaktadır. Örneğin QBIC sistemi [162] histogram mesafenin hesaplanması için bu formülü kullanır:

$$d_{hist}(I, Q) = (h(I) - h(Q))^T \cdot A \cdot (h(I) - h(Q)) \quad (2.1)$$

Renk özneliği, nesne tanımlama ve renk özellik çıkarma görüntü erişimi sisteminde gerçekleştirmek için kullanılmaktadır, ayrıca onların bölümlenmesi olmadan karmaşık nesneleri sınıflandırmak mümkündür. Renk histogramları çeşitli İTGE sistemlerinde görüntünün renk bilgisini temsil etmek için kullanılmaktadır. Bir renk histogramı çubuk grafiği renk uzayında belirli renginin kullanıldığını temsil etmektedir. Bir histogramdaki çubuk kutuları(bins) olarak adlandırılır ve x-ekseni temsil eder. Kutularının(bins) sayısı, tamamen bir görüntüdeki renklerin sayısına bağlıdır. Renk histogramının Y eksen, her bin piksel numaralarını göstermektedir. Bazı renk histogramı özellik alanlarda fazla yüz ölçüleri işgal edebilir [35]. Bir resmin tipik renk histogramı aşağıda çizilmiştir:



Resim 2.5. Kuş resim [35]

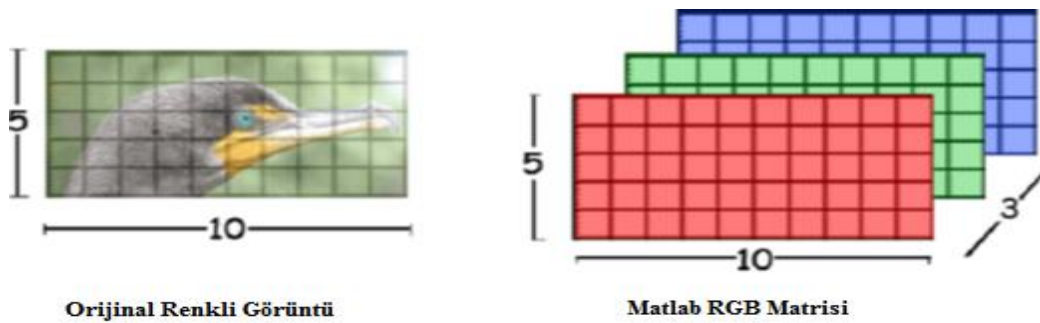


Resim 2.6. Görüntü histogramı [35]

Birçok kez görülmüştür ki renk tabanlı görüntü alma sistemlerinde farklı koşullarda hatta benzer yüzeylerde başarıyla görüntüler almak mümkün değildir.

Renkli Görüntü

Renkli görüntü bazı temel ve gerçek renklerin kompozesidir. MATLAB programı görüntüdeki her bir renkli pikseli gerçek renk bloklarına bölmektedir. Tüm değerler kırmızı, yeşil ve mavi değerler olarak 3 boyutlu matris olarak saklanır.

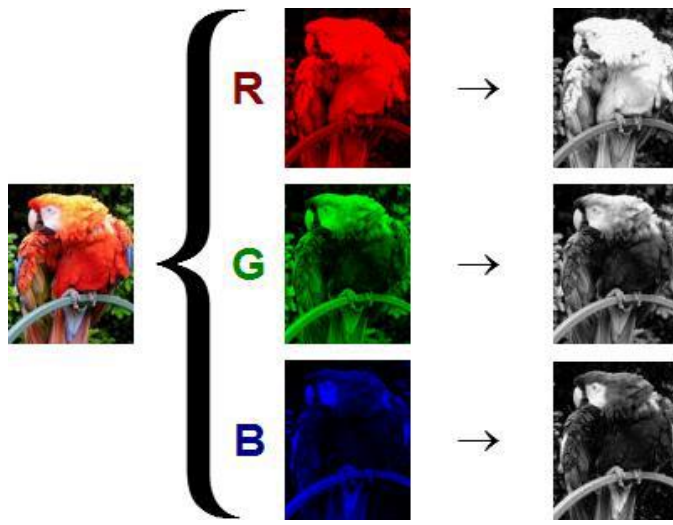


Resim 2.7. Renkli görüntü ve RGB matrisi [164]

En çok resim formatları jpg, bmp, gif, RGB renk alanının bilgilerini saklamak için kullanılmaktadır. Bunun ilk nedeni bilgisayar ekranları ile uyumluluğunun korunmasıdır; Bununla birlikte, RGB alanının en büyük problemi algısının düzgün olmamasıdır [2].

Gri Tonlu Görüntü

Her renkli görüntünün gri tonları vardır. RGB renk uzayında kırmızı, yeşil ve mavi bileşenleri tüm eşit yoğunluk değerlerini yansıtmaktadır. Gri renkli bir görüntü için sadece her piksel için bir tek yoğunluk değerini belirtmek gereklidir. RGB ve gri tonlamalı görüntülerin arasındaki ilişki Şekil 6.4'de gösterilmiştir [165]. Bu resimde soldaki sütun doğal renklerde izole edilmiş renk kanallarını gösterir; sağdaki ise gri tonlama denkliğine göre çıkıntıları vardır.

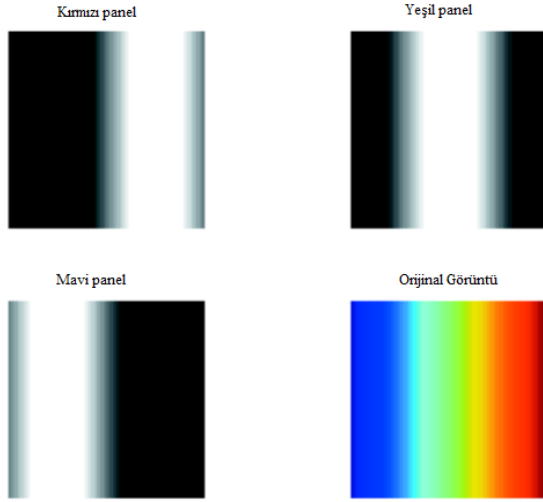


Resim 2.8. RGB renk gri tonlamalı ile ilgili [165]

Renk görüntü erişim için bir egemen ve ayırt edilebilir özelliktir [164].

Renk Paneli

Şekil 2.9 bir resmin renk bileşenlerini renk panosu ile yansıtmaktadır. R, G, B matris değerlerini alttaki gibi gösterebiliriz: $R=RGB(:, :, 1)$; $G=RGB(:, :, 2)$; $B=RGB(:, :, 3)$.

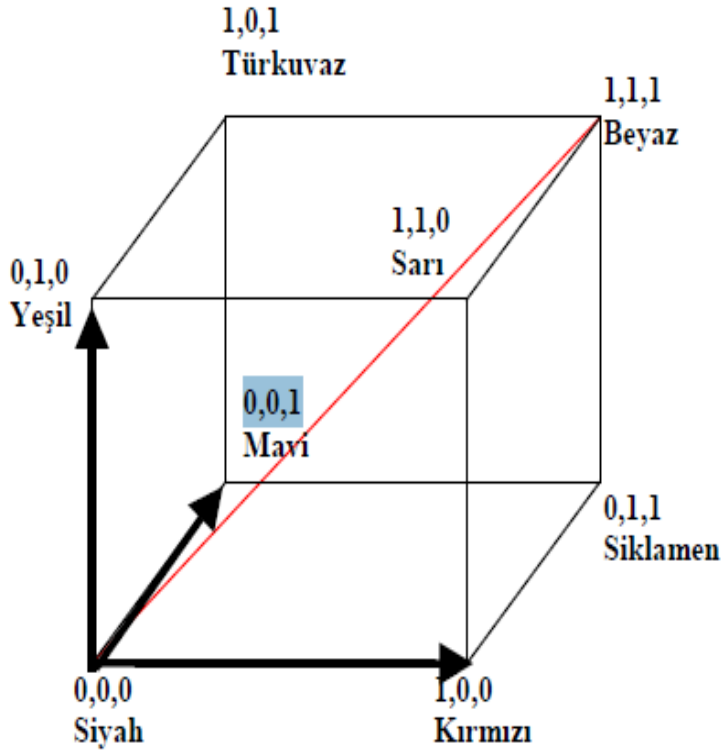


Resim 2.9. RGB renk paneli [164]

Renk Alanları

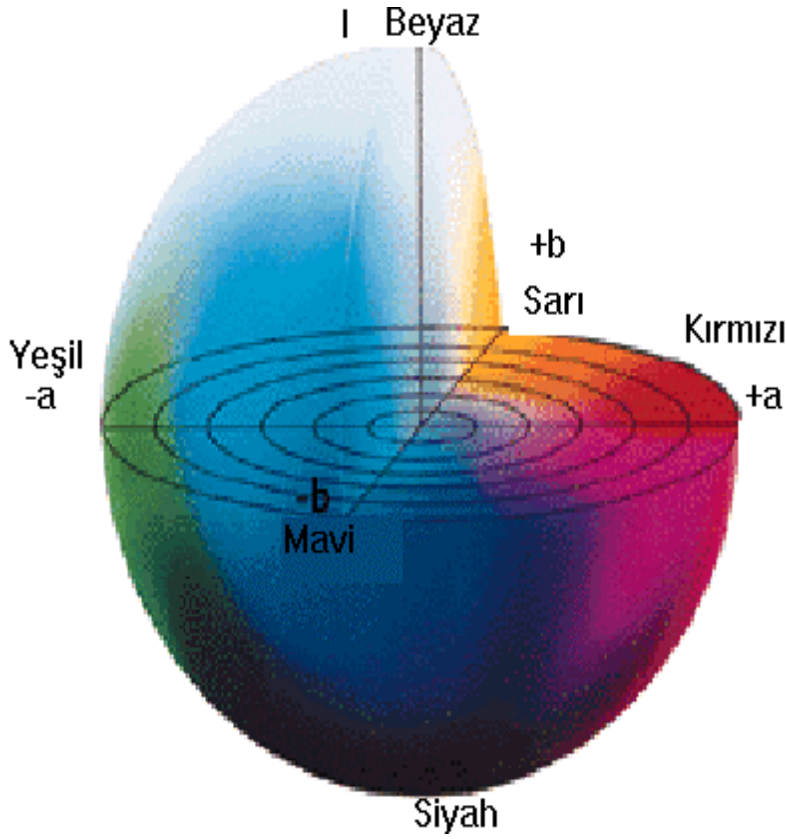
Genellikle renkler üç boyutlu renk alanlarında tanımlanmıştır. Bunlar RGB (kırmızı, yeşil ve mavi), HSV (renk tonu, doygunluk, renk değeri) ve HSB (renk tonu, doygunluk ve parlaklık) olabilir [2]. Renk alanı üç boyutlu uzaydan oluşur ve renk bir vektör olarak kullanılır. Renk alanları renge dayalı görüntü erişim tanımlanması için gereklidir. Çoğunlukla RGB, HSV, HSB, LAB, LUV, YCrCb ve rakip renk alanları, renk alanı için kullanılır. Renk alanının seçimi, aynılık özelliğinden yapılar ve aynılık renk uzayındaki renk noktaları insan gözü tarafından algılanabileceği kadar benzer mesafesi var demektir [166]. Renk görüntü alımı için en yaygın kullanılan görsel içeriktir (Khutwad ve Vaidya'ya, 2013) [167]. Uygun bir renk açıklamasını seçmeden önce renk uzayı ilk saptanması gerekmektedir. Görüntüyü temsil etmek için kullanılan birçok renk yeri ve temsili için kullanılan pek çok yaklaşımlar, histogramlar gibi (Wei ve ark., 2009) ve korelogram (RGB, HSV, CIE) bulunmaktadır [168].

Farklı tarzdaki renk depolama ortamları için bazı donanım standartları vardır. Bu standartların tamamında bir renk üç boyutlu uzayda bir nokta olarak gösterilmektedir. Bu uzayda eksenler, renk (kırmızı, yeşil, mavi gibi), parlaklık, doygunluk ve renk tonu olarak sınıflandırılmaktadır. Standart bazı renk uzaylarına örnek olarak RGB, CMY, HSV, HLS, CIE renk uzaylarını gösterebiliriz. Bunlardan HSV ve HLS renk uzayları silindirik koordinatlarda RGB, CMY ve CIE renk uzayları kartezyen koordinatlarda anlamlıdır [169].



Şekil 2.9. Toplamalı karışıma göre çalışan RGB renk küpü [169]

RGB renk uzayının merkezinde bütün uzantılar sıfırdır ve bu nokta siyaha karşı düşmektedir. Bütün uzantılar maksimum olduğu zaman bu nokta beyaz renge dönüşmektedir. Merkez ile beyaz nokta arasındaki köşegen çizgi üzerinde bulunan bütün noktalar değişik parlaklıkta gri tonlarına gelmektedir. CIE, Lab, renk uzayı, CIE (Commission Internationale Eclairage) tarafından geliştirilmiş ekrandan bağımsız, insanın algılama sistemine uygun bir modeldir. CIE Lab renk uzayı RGB renk uzayına göre görsel açıdan daha uygun değişim (perceptually uniform) gösterdiği için mesafeye bağlı toplama yönteminde işlem sonucu CIE Lab renk uzayına göre daha başarılı olmaktadır [169].



Resim 2.10. CIE Lab renk uzayı [169]

Renk özelliğini kullanan sistemler, öncelikle renk topaklarını seçerek sorgu resmine ait renk topakları ile veri tabanındaki görüntüye ait renk topakları arasında eşleme işlemi yapılır. Eşleme yapıldıktan sonra bir benzerlik ölçüsü kriter seçilir ve veri tabanındaki görüntüler sorgu resmine olan benzerliğine göre sıralanır. Renk toplama konusu, bölümlendirme (segmentation) ve görüntü sıkıştırma çalışmalarında büyük önem gösterir. Bu tür çalışmalarda sınırlı bir görüntü grubu arasında arama yapmayıp genel amaçlı her türlü görüntü arasında arama yapmaktadır [169].

Renk Histogramı

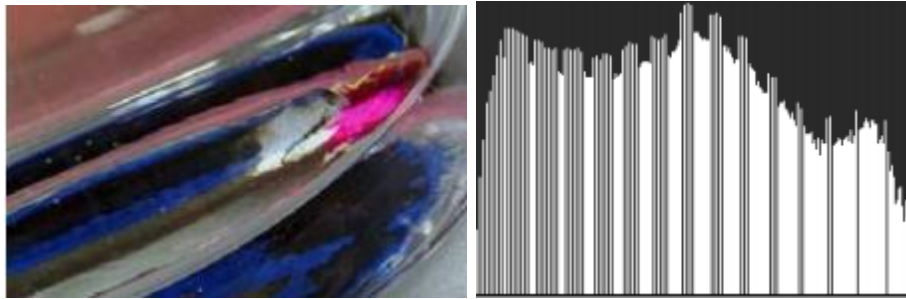
Renk histogramı İTGE sistemlerinde renk özelliğinin standart bir göstergisidir [170,171]. Bu renkler [172] her iki yerel ve küresel özellikler açıklamasında çok etkilidirler. Görüntü aynı renk bilgilerinin hesaplaması dönme eksenini boyunca hareket ettirmek için görüntülenir ve büyük ölçekli görüntü veri tabanının histogramı hesaplandığı zaman, onun verimliliği tatmin edici değildir ve bu sorunu aşmak için ortak histogram tekniği sunulmuştur [173,174]. Renk histogramı görüntü erişim için büyük ölçüde İTGE

sisteminde kullanılabilir temel bir tekniktir [175,176]. Görüntünün renk alanları bölünür ve her bölüm için kendine ait bant genişliği içinde renk pikselleri sayılır, bu sayılan renklerin nispi frekansları gösterilmektedir. Görüntülerin benzerlik endeksleri karma bir Çizelgede bir görüntü kümesinde saklanmaktadır [177]. Bu yöntemlerin amacı kümeleme için çok yararlıdır ama aynı zamanda görsel doku özelliğine dayalı görüntü erişimi gerektirmektedir. LIM (Lorenz Bilgi yönetimi) kullanımı oniki görüntü özelliklerinden görüntülerin histogram özelliğine göre türetilmektedir. 1) kırmızı 2) yeşil 3) mavi 4) renk tonu 5) doygunluk 6) ışık 7) kırmızı DCT 8) yeşil DCT 9) mavi DCT 10) Hue DCT 11) doygunluk DCT 12) parlaklık bölgesinin DCT. Bu yöntemde, farklı renk modelleri görüntü özellikler alımı için kullanılır [178]. Renk özelliği rotasyon, yön değişimi ve boyuta karşı sabittir ayrıca çok kolay çıkarılabilir ve kıyaslanır o yüzden genel olarak içerik tabanlı görüntü erişim sistemlerinde sıkça kullanılmaktadır. Histogram boyut ve açı değişimine, perspektif ve görüntü bozulmasına karşı daha istikrarlıdır [6,53].

Renk histogramları iki türdür:

- Küresel renk histogramlar (GCHs)
- Yerel renk histogramlar (LCHs)

LCH bir görüntünün sabit bloklar haline böler ve bu bloklarla her renk histogramı alınır, GCH bir tek renk histogramı ile bir bütün görüntüyü temsil eder. Şekil 19 bir görüntünün küresel renk histogramlarını göstermektedir [179].



Resim 2.11. Görüntü ve küresel renk histogram [179]

LCHS bir görüntü hakkında daha fazla bilgi içerir ama görüntüleri karşılaştırıldığında hesaplama açısından pahalıdır. "GCH renk tabanlı görüntü alma için geleneksel bir yöntemdir. Ancak bir görüntüdeki bölgelerin renk dağılımı "hakkında bilgi içermez.

Böylece GCHs ile karşılaştırıldığında bir görüntü açısından uyumsuz sonuçla karşılanabilir. Renk özellik çıkarımı için bu Local Color Histogram (LCH), Genel Renk Histogram (GCH) ve Belirsiz Renk Histogram (FCH) gibi renk histogramları kullanılmaktadır. İstatistiksel dokuları ayıklamak için yapısal, spektral yaklaşımlar kullanılmaktadır. Buna ek olarak, Tammura doku ve Dalgacık dönüşümü kullanılır [179]. Histogram görüntü şiddetine göre görüntüdeki her renk oluşma sıklığını göstermektedir. Bu görüntüdeki renk küresel açıklamasını gösterir. Sadece ilgili görüntüleri veritabanında saklanan histogram ile eşleştirerek alınabilir [178]. Bu yöntem ile ilgili problem sadece renk küresel dağılımı ile ilgilenir, ancak görüntülerin etkili erişimi için diğer bir yöntem var oda farklı MPEG-7 özellikleri kullanmaktır. MPEG-7 standardının amacı multimedya içeriğini tanımlamak için standart bir araç zengin bir küme içerisinde saklamaktır. MPEG-7 multimedya içerik açıklama arabirimi anlamına gelir.

MPEG-7 beş renk tanımlamaktadır:

- Baskın(dominant) renk
- Ölçeklenebilir renk
- Renk yapısı
- Renk düzeni çerçeveler grubu
- Resimrenk grubu.

MPEG-7'nin ana amacı, multimedya içeriğini açıklamak için standartlaştırılmış bir teknoloji seti saklamaktır. Bu hızlı ve verimli içerik teşhisine ve uygulamaların geniş bir ürün çeşidine izin vermektedir [180]. Bir görüntüdeki her piksel üç boyutlu renkli vektör ve farklı renk alan yaklaşımlar renk bilgisini temsil etmek için mevcuttur. Veritabanındaki her görüntü, renk histogramını elde etmek için hesaplanır ki bu görüntü içinde her bir renk piksellerinin oranını göstermektedir. Her görüntünün renk histogramı daha sonra veritabanında saklanmaktadır. Kullanıcı sorgu görüntüyü belirterek arama yaptığında, sistem sorgu görüntünün her bir renk oranını kaydettirir ve sorgu görüntüsüne en yakın eşleşen renk histogramını bulmak için veritabanındaki tüm görüntüleri arar. Bu yöntem sorgu resim ve veritabanındaki diğer görüntüler arasında renk benzerliğinin değerlendirilmesi ile ilgilidir [178].

Renk tabanlı görüntü erişimi ilk zamanlarında görüntüler alınırken temel strateji idi. Histogram herhangi bir görüntüdeki renk kompozisyonu analiz etmek için bir araç olarak kullanılır; Ancak, sadece renk kombinasyonuna dayalı görüntü erişimi yeterli değildir; Çünkü bu yaklaşım görüntü içeriğini değerlendiremez ve böylece temel amacı elde edemez [18]. Renk-tabanlı görüntü alma sistemi çoğunlukla geleneksel renk olarak Histogram (GCH) ve bulanık renk histogramı (FCH) tarafından iki resim arasındaki benzerliği sağlamak için kullanılmaktadır. Böylece uzaklık fonksiyonu ile benzerlik mesafe hesaplamaktadır.

Renk erişim yöntemleri çoğul tarafından kullanılan dört yöntemi aşağıdaki gibi açıklanmaktadır:

- İlk olarak uygun bir renk alanı seçilmelidir.
- Sonra renk alanına kuantalama yapılacaktır.
- Bir sonraki adım renk özellikleri çıkarılacaktır.
- Uzaklık fonksiyonu bu benzer görüntüleri elde etmek için hesaplanır [178].

Temelde renk histogramı yaklaşım örnek bir görüntü üzerinde her benzersiz renk olayları sayılır. Bir görüntü piksellerden oluşmaktadır ve her pikselin bir rengi olduğundan bir görüntünün renk histogramı kolayca hesaplanabilir ve her piksel bir kez kullanılmaktadır. Bir görüntünün histogramını inceleyerek, görüntü ile ilgili mevcut renk piksel sayısı olarak karşılık gelen alanlar tespit edilebilir. Renk histogramları görüntülerin temel ve esas özelliğidir. Bu en sık kullanılan ve genellikle belirgin etkili sonucunu vermektedir [6].

Renk Momentleri

Renk momentleri İTGE sistemlerinde çok yaygın olarak kullanılmaktadır (QBIC sistemi [182,183] gibi). Bu üç terim birinci, ikinci ve üçüncü düzen momentleri, ortalama renk, standart renk ve bir görüntü için eğimlik hesaplanması bilinmektedir. Bu üç moment (μ_i , σ_i , γ_i) için aşağıda gösterilen matematiksel formüller kullanılmaktadır:

$$1) \quad M_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P_{j,i} \quad (2.2)$$

$$2) \quad \sigma_j = \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_{j,i} - \mu_j)^2 \right)^{1/2} \quad (2.3)$$

$$3) \quad \gamma_j = \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_{j,i} - \mu_j)^3 \right)^{1/3} \quad (2.4)$$

“N” görüntülerin toplam sayısıdır ve “p_{ji}” görüntünün i-inci renk kanalında j-inci piksel değeridir [183].

Dominant Renk

Bölge tabanlı olan bir erişimde bölgeleri bölümlenmiş ve bölgelerdeki mevcut özelliklerin çıkarılmış olması, ama segmentasyonun düşük doğruluk nedeniyle her zaman doğru bir görüntü hem de aynı renge sahip olması gerçekleşmemektedir. Bölgenin dominant rengi için histogram ve maksimum boyutu ile bin (bölümleme) olarak dominant rengi bulunmaktadır. Eğer iyi bir renk dağılımı bölümde olmasa ortalama renk özelliği iyi bir seçim değildir [184]. Gabor filtreleme ve dalgacık dönüşümü spektral özellikler olarak doku özelliklerini bulmak için görüntü erişim sistemi tarafından kullanılmaktadır. Gabor filtresi ve görüntünün dalgacık dokusunu yakalamak için kullanılan bazı önlemler vardır. Bir resim için iki boyutlu Gabor fonksiyonu aşağıda tarif edildiği gibidir:

Q x P boyutlu, bir görüntü için P (x, y), aşağıdaki denklem Gabor dalgacık dönüşümü kullanılmaktadır:

$$g(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right) + 2\pi j W x\right] \quad (2.5)$$

g (x, y), dalgacık dönüşümü ise, o zaman filtre Gabor g_{mn} (x, y) denklem ile elde edilir [185].

2.3.5. Doku

Doku bir nesnenin düzgünlüğü, kalitesizlik ve düzenlilik gibi özelliklerini tanımlamaktadır. Tek renkli bir yapısal homojenlik varlığı kaynaktan tasvir edilemez ve bölgedeki çeşitli şiddetler etkileşimini gerektirebilir. Gökyüzü ve okyanus gibi benzer renk nesneleri ayırt

etmek için, doku benzerliği çok iyi bir seçenektir; Ancak başarılı doku analizi elde etmek çok zordur. Doku erişimi bir görüntü bölümlleme ile gerçekleştirilir, ancak bunun doku analizi doku bölgeleri dizi halinde yapılması gerekiyor ve daha sonra bireysel olarak her bir bölge analizi gerçekleştirilmektedir; Ancak uygun bölümlleme elde etmek ve bu nedenle görüntü erişim işlemini etkileyebilmek için kolay değildir. Ayrıca doku kişinin algısına bağlı olan konuyu tam olarak tarif edemez ve bu farklı senaryolar için farklı olabilir [35]. Dokuyu tanımlamak oldukça zor bir özelliktir ve insanların algılamasında da fark var. Ayrıca bütün dokuyu elde etmek için bölümlleme yapamaz çünkü bölümlleme tarafından çıkarılan doku özelliği zordur. Her bir görüntü aslında düzenli bir şebekede örtüşmeyen bloklara bölünmüştür [13]. İstatistiksel dokuları ayıklamak için, yapısal, spektral yaklaşımlar kullanılır. Buna ek olarak, Tammura doku ve Dalgacık dönüşümü kullanılır. Gerçek nesnelerden alınan görüntüler genelde ışık yoğunluk bölgeleri ve gri seviyeleri sabit ve düzgün değildir. Doku düzeyin içsel özelliğidir ve farklı malzemeleri tanımlamak için kolayca kullanılabilir [181].

Genel olarak görüntü erişim sistemlerinde önemli özelliklerden biri doku özelliğidir. Doku özelliği için henüz kapsamlı bir tanım mevcut değildir. Doku tanımı kabaolarak tanımlansa bilebir doku gri seviyesinin ve onun mekansal organizasyonun temel unsurları olarak tanımlanabilir. Gri seviyesinin parçaları tek piksel olabilir ve uzamsal konumu rastgele olabilir. İlgili matrislere dayalı, ardışık bağımlılık, sayısal dönüşüm teknikleri, dokusal kenar yapmak, morfolojik yöntemleri, bu tekniklerin kapsamlı bir detayını vermektedir. Bilgisayar gösterim uygulaması için doku özelliğinin tanımı yerel şekil ve renk özelliği bir tanımı olarak veya yapı ve rastgeleliği olarak daha kapsamlı bir şekilde tanımlanmıştır. Yapısal yöntemler Şekilsel bir yöntemle oluşmaktadır bu da doku uygulandığında daha etkili olma eğilimindedir [187]. Doku, tek bir renk ya da yoğunluğu bulunmasından kaynaklanmayan belki homojenlik özellikleriyle görsel desen anlamına gelir. Tüm yüzeylerin doğuştan gelen özelliklerini bulutlar, yapraklar, tuğla, kumaş vs. gibi görsel desenler açıklar. Bu yapısal yüzeylerin düzenlenmesi ve çevre için onların ilişkisi hakkında bilgi içerir. Doku özellikleri irilik, kontrast, metin yönü, düzenlilik ve pürüzlülük bulunmaktadır [186].

Resimler doku özelliklerine göre yeniden gruplandırılır. Doku özellik tabanlı yaklaşımda parametreler istatistiksel yaklaşımın temelinde toplanmıştır. Gri seviye istatistiksel özellikleri doku sınıflandırmak için sistematik yöntemlerden biridir. Çeşitli doku

parametreleri entropy, kontrast, enerji, auto-korelasyon, farklılık, standart sapma, ortalama ve varyans gibi sorgu görüntü ve hedef görüntüleri arasında hesaplanmıştır. Veri tabanındaki görüntüler için gerekli hesaplanan değerler çıkarılmalıdır. Gri Seviye eş oluşummatrisi (GLCM) bir görüntüden ikinci dereceden istatistikleri elde etmek için kullanılmaktadır [109,111]. Doku homojenik özelliklere sahip görsel desen anlamına gelir. Bu sadece tek bir renk ya da yoğunluk varlığından kaynaklanmamaktadır. Bu gerçek dünyadaki nesnelerin hemen hemen tüm yüzeylerde doğuştan gelen bulutlar ve kumaşlar gibi bir özelliktir. Doku, yüzeylerin yapısal düzenleme ve çevreye olan ilişkileri hakkında bilgi içerir. Popüler doku temsilcileri eş oluşum matrisi, Tamura doku ve Dalgacık doku olmaktadır [31].

İnsan genellikle, yüzey düzgünlüğü, yön, rastgelelik, pürüzlülük ve homojenlik gibi farklı özellikleri kullanarak farklı dokuları ayıra bilmektedir. Doku gri seviyelerinin mekansal dağılımını içermektedir yani doku bir noktanın tanımlandığı anlamına gelmiyor; böylece doku bir yüzey özelliğidir ve onun tanımı bir noktanın tüm komşuluklarındaki gri düzeylerin miktarının içermesi gerekmektedir. Bu yüzden iki boyutlu histogram ve eş oluşum matrisi doku analizi için iyi bir araçlardır. 1993 jean ve takrin doku analizini istatistiksel, geometri,model tabanlı ve sinyal işleme dayalı dört gruba ayırmışlardır.

İstatistik Yöntemler

Bu yöntem görüntüdeki piksellerin gri seviye değerlerinin mekansal dağılımını analiz etmektedir. Bu işlem görüntünün her noktadaki yerel özellikleri yardımıyla hesaplanır ve sonuçlar mevcut yerel istatistiklerle elde edilir. En çok kullanılan istatistik yöntemleri olarak eş oluşum matrisi (Co-Occurance) ve gri seviyelerin arasındaki fark hesaplama yöntemlerini söyleye biliriz. İstatistik fonksiyonlardan birisi korelasyon fonksiyonudur ki bu fonksiyondan görüntünün düzenli olma olasılığını ve görüntü dokusunun pürüzlü ve zarafetini ölçmek için kullanılmaktadır.

Model Tabanlı Yöntemler

Bu yöntemde doku esaslı işleme varsayılmaktadır. Bu yöntem değişken jeneratör yöntemini sunmaktadır ki ışık yoğunluğunun dağılımını üretebilmektedir. Bu model, hem doku tanıtımı hem de doku sentezi için kullanılmaktadır. En tanınmış model tabanlı

yöntemlerden biri, Markov rastgele alan modelidir. Bu modeller resimde mekansal bilgileri saklaya bilirler. AR modeli ve Gibbs RMF modeli de model tabanlı yönteminin başka yöntemleridir.

Sinyal İşleme dayalı Yöntemler

Psikofizik araştırmaları(insan vizyonuna dayalı, doku çalışması) gösteriyor ki insan beyninin retina üzerinde oluşan görüntü için frekans analizi gerçekleştirmektedir. Doku, benzersiz özelliklere sahip olduğu için bu tip analiz yapan metotlar dokuyu tanımlamak için uygundur. Birçok frekans dönüştürücüsü mevcuttur ki görüntülere uygulandığı zaman katsayılar elde ediliyor ki bu katsayılar görüntü özelliği olarak kullanılabılır. Bunlardan en tanınmış olan ayrık Fourier dönüşümü (DCT) ve ayrık dönüşümü ve sinüs dönüşümüne (DST•DCT) işaret edebiliriz. Bu dönüşümler frekans alanında enerjiye odaklanabilirler, ama zaman alanında başarılı değiller. Son zamanlarda zaman- frekans alanında kullanılan fonksiyonlardan birisi Gabor dönüşümüdür ki görüntü erişiminde ve sinyal sıkıştırma ve erişimi uygulamalarında kullanılmaktadır. Gabor dönüşümü çok zaman alıcı bir fonksiyondur. Zaman-frekans alanında kullanılan başka bir dönüşüm, dalgacık dönüşümüdür ki doku analizi ve sınıflandırması için kullanılmaktadır. Dalgacık dönüşümü piramit yapıyla (PWT) ve dalgacık dönüşümü ağaç yapıyla (TWT) iki tür dönüşümdür ki doku analizi için kullanılmaktadırlar [8,111].

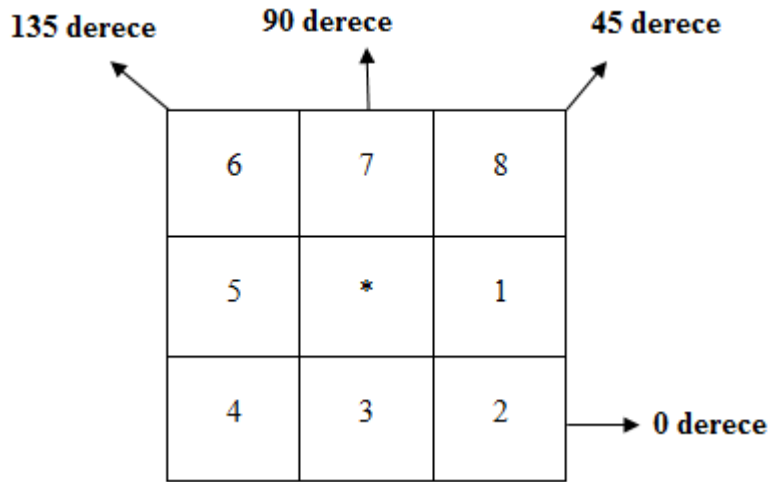
Tüm araştırmacılar iki noktada ortak düşüncelidirler: Birincisi: birbirine yakın pikseller arasındaki yoğunluk düzeyinde önemli bir varyasyon vardır; yani çözülme sınırında eşit bir dağılım yoktur. Diğer bir ortak nokta ise doku görüntünün çözülmesinden daha büyük olan bazı noktalarda genişliklerde eşit bir özelliktir. Haralick, bu iki noktaya yaptığı açıklamayı özetlemiştir; dokunun temel özelliği, tonal ilkeller açıklanmadan hiçbir şekilde çözümlenememesidir. İstatistiksel yaklaşımlar dokuyu bir alandaki yoğunluk sıralanışının nicel bir ölçüsü olarak tanımlar. Her doku, çok boyutlu öznitelik kapsamında bir noktayı gösteren özelliklerin öznitelik vektörü ile açıklanır [26].

Temel olarak doku temsili birçok yöntem ile yapılır ve iki kategoriye bölünür:

- Yapısal bileşikler
- Statistik bileşikler

Yapısal metotlar, doku açıklamak için yapısal temel öğeler ve yerleştirme komutları kullanılır, ayrıca morfolojik operatörler içerir. Bunlar doğadaki düzenli olan herhangi bir görüntü için dokular uygulandığı zaman gerçekten en iyisidir [163]. Yapısal teknikleri doku unsurları(texel) oluşmuş olarak dokusunu karakterize etmektedir. Bu doku birimi belirli düzenleme kurallara göre bir yüzey üzerinde düzenli olarak düzenlenmiştir [2]. İstatistiksel yöntemler, fourier güç spektrumu(Fourier power spectra), eş oluşum matrisleri(co-occurrence matrices), invaryant ilkesini kaydırmayı (shift invariant principal) içermektedir [163]. İstatistiksel teknikler bir görüntüyü oluşturan piksellerin gri seviyelerinin istatistiksel özelliklerini kullanarak dokusunu karakterize etmektedir. Normalde, görüntülerde, bazı gri düzeyleri periyodik oluşumu vardır, gri seviyelerinin mekansal dağılımı hesaplanır. Spektral yaklaşımda, bir görüntünün doku tanımı fourier dönüşümü tarafından yapılır ve daha sonra dönüştürülmüş veriler ölçümlü kümeler şeklinde gruplanır.İstatistiksel yöntem ve teknikleri doku sınıflandırması için çok önemlidir, çünkü bu teknikler yapı özelliklerinin hesaplama ile sonuçlanmaktadır [2].

Gri düzey eş oluşum matrisi: Doku istatistiksel temsillerinin bazıları eş oluşum matrisi, tamura doku ve dalgacık dönüşümüdür. Eş oluşum matrisi başlangıçta Haralick tarafından önerilmiştir [2]. Doku, bir alan üzerinde bir desen ya farklı desenlerin ardalaşmasıdır. Bu desenler nitelik bakımından ince, kaba, pürüzsüz, rastgele ya da çizgili gibi farklı özelliklere sahiptirler. Doku özellikleri ikinci derece istatistik türüdür. Farklı dokular, doku özelliklerini ortaya koyarak bulunabilir. Doku özellikleri GLCM, birinci dereceden eğim dağılımları, kenar eş oluşum matrisleri gibi farklı yollarla bulunabilir. Eş-oluşum matrisleri, belli bir yönde ve aralıkta belli bir uzaklıkta olan iki gri seviyeli komşu piksellerin birbirine göre oluşum sıklıklarını veren bir kare matristir. GLCM ikinci dereceden bileşik durum olasılık yoğunluk fonksiyonunun $P(i,j|d,\theta)$ tahminini ortaya koymaktadır. GLCM matrisi pikseller arasındaki uzaklığı d ve açısı θ olan gri seviyesi i den gri seviyesi j ye geçme durumunu göstermektedir. Bu matris desen özelliklerinin dönmeyle değişmediğini kesinleştirmek için genellikle $\theta = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ ve 135° olacak şekilde ve dört fazda inceleme yapar; ayrıca aşırı hesap yükünü olmasından dolayı $d=1$, $d=2$ değerleri için matris oluşur (Şekil 7.1) [190,110]. Haralick, Shanmugan ve Dinstein [1] tarafından herbir imgenin değişik özelliklerini belirleyen ve eş-oluşum matrislerinden türetilmiş 14 öznelik tanımlanmıştır [110].



Şekil 2.10. Gri düzey eş oluşum matrisi [110]

Bu matris ikinci histogram veya GLCM matrisi, olarak da tanımlanmaktadır. Başka bir deyişle bu matris çift piksellerin dağılımının toplu olasılığı ile ilgilenmektedir ve doku tanımlamasında çok başarılı olmuştur. GLCM görüntüdeki belirli aralıkta iki piksellin varlığının frekansını temsil etmektedir. Bunların aralığı önceden belirlenmiş vektör halinde kabul edilmektedir. Bu matrisi hesapladıktan sonra enerji, entropi, kontrast ve homojenlik gibi özellikler elde edilir ki görüntü dokusunu tanımlamak için kullanılmaktadırlar [181]. Bu teknik, temel yönelimi ve piksel arasındaki mesafe co-occurrence matrisi inşa etmektedir. Sonra anlamlı istatistikler doku temsili olarak matrinden çıkarılır. Daha sonra anlamlı istatistikler doku temsili olarak matrinden çıkarılır [2]. Bu matrislerden görüntünün doku özelliklerini içeren enerji, kontrast, korelasyon, homojenlik ve entropi olmak üzere 5 farklı ana özellik bulunmuştur [190].

Aşağıda bu Özellikler den bir kaç önemli olan özellikler belirtilmiştir:

- 1) Kontrast: Kontrast imgedeki kontrastın ve bölgesel değişimlerin bir ölçüsüdür.

$$\text{kontrast} = \sum_{i,j} |i - j|^2 p(i, j) \quad \text{Range} = [0 (\text{size}(\text{GLCM}, 1) - 1)^2] \quad (2.6)$$

- 2) Korelasyon: Eş-oluşum matrisinin içindeki gri seviye değerlerinin lineer bağımlılığını hesaplar. Bunun yanında referans pikselinin komşuyla ne şekilde bağlantılı olduğunu gösterir.

$$\text{Korelasyon} = \sum_i \sum_j \frac{(i-\mu_i)(j-\mu_j)p(i,j)}{\sigma_i \sigma_j} \quad \text{Range} = [-1 \ 1] \quad (2.7)$$

- 3) Enerji: Enerji görüntünün homojenliğinin ölçüsüdür. Görüntü ne kadar homojen olursa enerji değeri okadar yüksek olur.

$$\text{Enerji} = \sum_i \sum_j p(i,j)^2 \quad \text{Range} = [0 \ 1] \quad (2.8)$$

- 4) Homojenlik: Görüntünün farklı bölgelerindeki benzerliğinin bir ölçütüdür [149].

$$\text{Homojenlik} = \sum_i \sum_j \frac{p(i,j)}{1+|i-j|} \quad \text{Range} = [0 \ 1] \quad (2.9)$$

- 5) Entropi: Entropi görüntünün karmaşıklığının bir ölçüsüdür. Karmaşık imgelerin entropisi daha yüksektir [110]. Ayrıca entropi görüntü sıkıştırma için gerekli olan görüntünün bilgi miktarını göstermektedir [149].

$$\text{Entropi} = \sum_i \sum_j p(i,j) \log(p(i,j)) \quad (2.10)$$

Buradaki $\mu_x, \mu_y, \sigma_x, \sigma_y$ değerleri, olasılık yoğunluk fonksiyonu i ve j P 'nin satırları ve sütunlarının ortalaması ve standart sapması olarak görmekteyiz. GLCM den bulduğumuz enerji özelliği görüntüdeki homojenliğin bir ölçüsüdür. Tek düzenlik veya açısız ikinci moment olarak da söylenebilir. Sabit görüntüler için enerji 1 olarak kabul edilir. Kontrast özelliği görüntüde bulunan yerel değişimlerin miktarını göstermektedir. Bir piksel ve komşusu arasındaki yoğunluk zıtlığı da denebilir. Sabit görüntülerde ise kontrast 0 olarak kabul edilir. Korelasyon özelliği ise görüntüdeki gri seviyesi lineer bağımlılıklarının bir ölçüsüdür. Bir piksel ve komşusunun aralarında nasıl ilişkili olduğunu gösterir. Korelasyon özelliği birbirleriyle tamamen pozitif ilişkili görüntülerde 1 ve tamamen negatif ilişkili görüntülerde ise -1 olarak önümüze çıkar. Eş dağılım özelliği GLCM'deki elemanların dağılımının diyagonal GLCM'deki elemanların dağılımına yakınlığının bir ölçüsüdür [190]. Entropi bir sistemdeki bilgi düzeyi olarak tanımlanır. Histogram entropisine dayanan yöntemlerden bazıları görüntüdeki bilginin göstergesi olarak sınırlanmış görüntünün entropisi en büyük olacak şekilde eşik değeri bulmaya çalışırken bir kısmı da gri seviye görüntü ile sınırlanmış görüntü arasındaki çapraz entropinin en düşük olduğu değeri ortaya koymaya çalışmaktadırlar [18]. Entropy bir görüntünün rastgele

nitelendirmek için kullanılan bir faktördür. Entropy giriş görüntü dokusunu nitelendirmek için kullanılabilir rastgele bir istatistik ölçüsüdür. Entropy aşağıdaki formül gibi tanımlanabilir:

$$-\sum(p_i \cdot \log_2(p_i)) \quad (5) \quad (2.11)$$

Yukarıdaki dönemde 'p' işlenmekte olan resmin histogram sayısını tanımlar. Sistem sorgu görüntüsünün ve veritabanında ki tüm görüntülerin entropi değerlerini çıkarmış olmaktadır. Ancak en önemli iş en uygun görüntüleri seçmek için entropinin fark eşik değerini seçmektir ki genelde , 0.59 olarak kabul edilir[B]. Entropy rastgeleliğin, belirsizliğin ve beklenmeyen durumun ortaya çıkma durumunu gösterir.

Sınıflandırmada örneklerin hepsi aynı sınıfa ait ise entropi=0

örnekler sınıflar arasında homojen dağılmış ise entropi=1

örnekler sınıflar arasında heterojen dağılmış ise $0 < \text{entropi} < 1$

Örneklerin hepsi aynı sınıfa ait ise $E(S)=0$ (homojen)

Örneklerin hepsi sınıflara eşit dağılmış ise $E(S)=1$ (heterojen)

Yapılan bir araştırma sonuçlarına göre sadece renk veya sadece doku özellikleri kullanıldığı zaman görüntü erişim performansı iyi değil ancak bu iki özellik beraber kullanıldığı zaman performans 76.35% kadar yükselmiştir. Araştırma performansı aşağıdaki Çizelgede gösterilmiştir:

Çizelge 2.1. Performans kıyaslama [52]

SR.No	İTGE Tekniği	Performance
1	Renk Özelliği	35,25%
2	Doku Özelliği	28,27%
3	Renk & Doku Özelliği	76,35%

Bir görüntünün renk ve doku özelliklerine ek olarak, görüntünün harika bir özelliği olan entropy, bir görüntünün rastgele faktörlerini analiz edebilmek mümkündür. Bu faktörleri birleştirerek, erişim verimliliğini % 96 kadar yükselte biliriz [9].

Dalgacık dönüşüm tekniği: Dalgacıklar, veriyi farklı frekans uzantılarına ayıran ve sonra kendi değerleriyle eşleştirilmiş bir çözünürlüğe sahip özellikler üzerinde çalışan matematiksel fonksiyonlardı. İşaretin kesiklilerine ve keskin, sivri uçlara sahip olduğu fiziksel durumları incelemede Fourier yöntemlerine göre daha ayrıcalıklıdır. Dalgacıklar matematik, kuantum fiziği, elektrik mühendisliği ve sismik jeoloji alanlarından ayrı olarak geliştirilmişlerdir.

Dalgacık dönüşümü fonksiyonları, operatörleri veya veriyi farklı frekanstaki uzantılarına ayıran ve ayrı ayrı her bileşen üzerinde çalışmamıza olanak sağlayan bir araçtır [15]. Dalgacık dönüşümü sinyallerin özellikleri tanımlanırken ve sinyaller analiz edilirken kullanılabilecek metotlardan biridir [19,20,21,27,40,41]. Gürültü azaltma, görüntüyü sıkıştırma, kenar çıkarma, özellik çıkarma gibi farklı konularda da dalgacık dönüşümü kullanılmaktadır. Dalgacık dönüşümü verinin farklı yelpaze ve frekanslarda çözümlenmesine olanak sağladığı için elverişli bir araçtır. Bu özelliğiyle dalgacık dönüşümü zamanda ve frekansta verinin incelenmesine olanak sağlar. Ayrıca dalgacık dönüşümünün farklı iki ana özelliği bulunur ve bunlar enerjinin korunumu ve enerjinin sıkıştırılması özellikleridir. Dalgacık dönüşümü sinyali iki alt sinyale ayırarak incelenir. Alt sinyallerden biri sinyalin çözünürlüğü yarıya indirilmiş yaklaşık değeridir diğeri ise yine çözünürlüğü yarıya çeken detayları bulunduran alt sinyaldir. Bu ayrıştırma yöntemi sinyali alçak geçiren ve yüksek geçiren süzgeçlerden geçirdikten sonra elde edilen sinyallere alt örnekleme uygulanması sonucu oluşacak alt sinyalleri veren yapıya denktir. Bu farklılık sinyalin farklı frekans gruplarında ve farklı çözünürlüklerde incelenmesini sağlar. Bir seviyeli ayrıştırma işlemi sonucunda sinyalin çözünürlüğü yarıya iner ama frekans analizi bakımından bakıldığında frekans çözünürlüğü arttırılmış olunur [40]. Bu işlemin bir diğer yararı da sinyali çözünürlük anlamında iki farklı yarıya indirgenmiş alt sinyale ayırarak bu alt sinyallerdeki frekans çözünürlüğünü yükseltmiş olmasıdır. Görüntü işlemede dalgacık dönüşümü yaparken ayrık dalgacık dönüşümü incelenmektedir.

Doku resmin fiziksel bileşimini açıklayan bir özelliktir. Bir çok araştırmacı görüntünün dokusunu analiz etmek için dalgacık dönüşüm tekniğinin yardımından faydalanmışlardır. Dalgacık küçük bir dalgadır ve dalgacık dönüşümü bir dizi içine bir sinyal dönüştürme işlemidir. Bu teknik, ham görüntü içinde kolayca bilgilere ulaşamıyorsa daha fazla bilgileri elde etmek ve görüntü analizinde ve üzerinde desenleri tanımlamada yardımcı

oluyor. Dalgacık dönüşümün temel amacı, görüntülerin piksel yoğunluğunu hesaplamaktır ki buna dayalı fazla karşılaştırma yapılabilir.

Doku yoğun bir şekilde örüntü tanıma algoritmalarında kullanılan bir görsel işlemdir. Görüntü alımı için doku kullanırken iki konu ele alınmalıdır:

- İnsan algısını yakalamak için
- Doku modellerinin arasındaki benzerliği ölçen bir mesafe fonksiyonu bulmak için [31].

Dalgacık dönüşümleri küçük dalgalara dayalı dalgacıklar denilen frekansı değişen kısa bir süresi vardır.

Ayrık dalgacık görüntü dönüşümü dört farklı parçalara dönüştürür:

- Yüksek frekanslı kısım (HH)
- Yüksek düşük frekans kısım (HL)
- Düşük ve yüksek frekanslı kısım (LH)
- Alt kısım (LL) dikey parçalar.

Sonra tüm frekans parçaların momentlerin hesaplamak ve depolamak ve daha sonra görüntüleri almak için özellik olarak kullanabilir. Doku özelliğinde entropy, kontrast, irilik çok kullanılan özelliklerdir. Gri seviyelerinin istatistiksel özellikleri doku sınıflandırmak için etkin yöntemlerden biri olmuştur.

Tamura Özelliği: Bu özellik, dokunun irilik, kontrast, yön, doğrusallık, düzenlilik gibi özelliklerini tanımlar. Psikolojik çalışmalara dayalı olarak insanın doku algısı üzerine tasarlanmıştır. Bu özellik erişim sistemlerinde çok başarılı olup ve bazı sistemlerde (QBIC gibi) kullanılmıştır [6]. Tamura, insan görselleştirmesine dayalı özellikleri önerilmiştir; bu özellikler insan algısı ile ilişkili ve çok önemlidir ve genellikle birçok ilgili araştırmalarda kabul edilmektedir [6,163].

Sinyal İşleme Metotları

Bu yöntem frekans tabanlı yöntemler olarak adlandırılan görsel sistemi örnek olarak görüntüleri fazla bant geçiren filtreli görüntülere bölmektedir. Bu filtreli görüntülerin her biri belli dokusal özelliklere benzeyecek olan bir takım frekans (boyut) ve yönelimin üzerinde yoğunluk varyasyonları barındırmaktadır. Dokulu görüntülerin sınıflandırılmasında ve bölünmesinde dalgacık dönüşümüne ve Gabor filtresini örnek alan çok sayıda algoritma öne sürülmüştür [26].

Gabor filtresi: Birden çok doku analiz yöntemlerinde mekan ve frekans alanlarında iyi çözüm için Gabor filtrelerini doku analizi için güçlü bir araç olarak kullanmaktadır. Gabor filtre tabanlı filtreleme yöntemlerinde doku çıkarılması için en popüler yöntemlerden biridir. Gabor filtresi, insan görsel sistemin tepkisini modellemek için kullanılabilir. Bu filtre her iki mekansal ve frekans etki alanlarında uygulanabilmektedir. Bu filtreyi uygulamak için HSV renk alanının kullanılması tavsiye edilir [181]. Gabor dalgacıkları görüntü işlemede etkili metotlardan birisidir. Gabor dalgacıkları görüntü ayrıştırma, yüz ve nesne tanıma ve yüz takip etme gibi literatürde birçok programda kullanılmaktadır [27,42,50,76]. Gabor dalgacıkları sayesinde görüntünün uzamsal düzlemdeki yerel frekans ve uyum bilgileri analiz edilebilir [87]. Gabor dalgacıkları görüntünün uzamsal yerelleştirme oryantasyon seçimi ve frekans karakteristiğiyle gösterilmesine 28 seçenek sağlar ve görüntüde saklı kalan bilgilerin görülmesine yardımcı olarak birçok programda bu özellikleriyle faydalı bir araç olarak kullanılır [27]. Gabor dalgacıkları sadece görüntünün farklı frekans ve oryantasyon değerlerinde gösterimine yardımcı olur; boyutun yarıya indirgenmesi isteniyorsa ayrıca Gabor dönüşümünden sonra alt örnekleme yapılması gerekmektedir [42,50,76]. Gabor filtresi görüntü analizinde çokça kullanılan bir uygulamadır ve bilgisayar görüntüsünde sıklıkla kullanılmaktadır. Gabor filtrelerinin kullanımı ana görme merkezindeki basit hücrelerin alıcı alanlarının davranışlarını ortaya koyan nörofizikal çalışmalarla desteklenir ki bu da gabor filtreleri tarafından oldukça sağlam bir şekilde hesaplanır. Bu yüzden Gabor filtresi biyolojik olarak esinlenilmiş ilk görme sistemlerinde kullanılır. Gabor filtresi bir görüntüden elde edilen yerel sıklık bilgisine ulaşmayı sağlar. Bütün görüntünün küresel bir frekans alanının temsilini belirleyen fourier analizinin aksine gabor filtresi uzaysal alanda bir sonuç vererek belli frekans kuşaklarının gücünü ve görüntü üzerinde her konumdaki yönelimleri yaklaşık olarak hesaplar.

Gabor filtresinin kullanılması verimliliği artırmaktadır ancak iki önemli sorunu var:

1. Gabor temel fonksiyonu ortogonal(dik) değil bu hafıza kullanımının artırmasına neden olmaktadır.
2. Bu özellikleri çıkarmak için gereken zaman kullanımı çok yüksektir, buda verimlilik hızını düşürmektedir [6].

Gabor filtresinin bilgisayar görüntüsünde kullanılmasının olumsuz yönü ise yüksek hesaplama gerektirmesidir. Bir görüntüye Gabor filtresini uyarlamak; farklı dalga boyu ve yönlerinin çeşitli dalgacık çekirdeklerinden oluşmuş bir dizi Gabor dalgacıklarına sahip evirişim içerir. Bu evirişimlerin uygulama bütçesi ayrı ayrı belirlenerek önemli ölçüde indirirken toplam hesap bunu kullanmamızı engelleyecek derecede yüksektir [26]. Gabor filtre yaygın olarak doku analizi için kullanılır çünkü insan algısı ile benzer özelliklere sahiptir. İki boyutlu bir Gabor fonksiyonu $g(x, y)$ bazı frekansta sinüzoidal düzlem dalga ve oryantasyon (taşıyıcı), iki boyutlu bir çevrilmiş Gauss zarfı tarafından modüle edilmiştir. Gabor filtresinin bir ana filtresi diğer filtre bankaları kullanarak oluşturulmuş ve özellikleri hesaplanır ve veri tabanında saklanır [36].

Geometrik Momentler

Bu moment özellikleri görüntüye ait dönme ve konumdan değişimsiz özelliklerinin elde edilmesine imkan sağlar. Boyut değişikliği ve açısal olarak dönmeden ayrı olmayan momentler, Hu tarafından geometriden kopuk hale getirilmiştir. Görüntü üzerinde ele alınan iki boyutlu momentler aşağıdaki formül ile bulunmaktadır [101]:

- Tchebichef Momentleri, direk olarak görüntü koordinat uzayı üzerinden hesaplanmaktadır ve moment kümesinde dikgenliğini korumaktadır.
- Zernike Momentler, Khotanzad ve Hong tarafından geliştirilen, değişimsiz özellik çıkarma metotları olarak ortaya konmuştur. Zernike momentleri hesabında kullanılan Zernike karmaşık polinom seti tamamen dikgen olan bir kümede x ve y uzunlukları belirtmek üzere bir eğri kümesinde anlamlıdır. Karesel bir şablonda elde edilen disk dışında kalan pikseller Zernike momentlerinin hesaplanmasında kullanılamazlar.
- Değiştirilmiş-Zernike Momentleri de hesaplanması itibari ile Zernike momentlere benzer; birim çember kümesindeki noktalar için hesaplama sağlanır [97,104].

Gauss karışım modeli: Gauss karışım modeli gauss fonksiyonlarını içeren bir yoğunluk modelidir. Bu işlevler, bir multi-modal yoğunluğunu oluşturmak için farklı ağırlıklarla birleştirilir. Gauss karışım modeli bir yarı parametrik modeldir ki parametrik olmayan histogramların yerine kullanılabilir (aynı zamanda benzer yoğunluklar için kullanılabilir). Bu alt-bant katsayılarının uzanan dağılım modellemeye yüksek esneklik ve hassasiyete sahiptir [31]. İTGE bir önceki sürümü yerli ikili model(Local Binary Model), yerli türev model (local derivative models)ve yerli üçlü modele (lokal tetra modele) dayanmaktadır. Bu yöntemler kenarlarının dağıtımını üzerinde, bilgiye dayalı zorla alınarak sadece iki yönde kullanarak kodlanmıştır. Bu yöntemlerin performansları daha az olup ve bu nedenle, kenarlarının ayrımını ikiden fazla yönde geliştirebilirler. Performans, dört yönlü kodlarla geliştirilmiştir, böylece İTGEde (LTrPs) yerliüçer model diye adlanmaktadır. Bu yöntem, dikey ve yatay olarak birinci dereceden türevleri kullanılarak hesaplanır ve yönler dayalı başvuru piksel ve komşuları arasındaki bağlantıyı kodlar. Görüntü işleme algoritmaları, belli bir nedene bağlı bir dijital görüntü üzerinde nokta, yerel ve küresel işlemleri, örneğin kenar algılama, yüksek frekanslı gürültü ortadan kaldırılması gibi, gerdirme (çekiş) kontrast uygulamaktadır [115].

3.12.4. Şekil

Şekil görüntü sınıflandırma, indeksleme ve alımları için kullanılan önemli ve en güçlü özelliktir. Şekil bilgileri kenar tespit histogramı kullanılarak ayrıştırılır. Şekil özellik çıkarımı için diğer teknikler olarak, temel tanımlayıcı, fourier tanımlayıcı, şablon eşleştirme, quantize tanımlayıcıları vs. tanımlaya biliriz [14]. Şekil özelliğine dayalı içerik arama görüntü segmentasyonu ve sınırçizgilerinin belirlenmesi ve görüntülerin üzerine farklı filtreler uygulayarak çalışmaktadır [16]. Görüntü erişim sistemlerinde şekli önemli bir düşük seviyeli özelliktir; Bir nesne çoğu durumda, bir grup şekillerden oluşmaktadır (örneğin bir araba birkaç dikdörtgenler ve birkaç daireden oluşmaktadır), en benzer nesnelerin şekilleri kümesinde yüksek bir ilişkisi var. Şekil-tabanlı görüntü erişim bölümler ile görüntülerden, şekillerin çıkarılması ve şekil sınıflandırılması gerektirir, olmalıdır. Şekil her görüntünün renk ve doku özelliklerinin yerine görüntüden doğrudan alınabilir bir özelliktir. Her şekil kendini temsil etmesi gereken yerde ve ölçekleme için çeşitli rotasyon ve dönüşümü.

Şekil kendi profilinde ve fiziksel yapısına göre nesneleri eşleştirmek için önemli bir kriterdir. Bu özellik, bir görüntünün şeklini ifade etmez ancak görüntü üzerinde belirli bir bölgenin şekline göre arana bilir. Şekil renk veya doku ile temsil edilmeyen mekansal (uzay) bilgilerin özelliklerini temsil edebilir. Bu görüntüde, bir nesnenin tüm geometrik bilgilerini içerir ki nesnenin yönü veya konumu değişse bile bu bilgiler değişmez. Şekil, parçalanmış görüntü bölgesinde önemli bir niteliktir ve etkin görüntü erişimi için önemli bir rol oynamaktadır. Bazı basit şekil özellikleri çevre, alan, dış merkezlik, simetri vs. dır. Şekil özelliklerini tanımlamak için görüntü bölünmesi diğer bölge ya da nesneleri elde etmek için temel öneme sahiptir.

Genel olarak, şekil gösterimleri iki kategoriye ayrılabilir:

- Sınır bazlı
- Bölge bazlı

Sınır bazlı şeklin yalnızca dış hattının gerilmesinin etrafını kullanırken bölge bazlı, tüm şekil bölgesini kullanmaktadır. Bu iki kategori için en başarılı gösterim fourier tanımlayıcı ve eğilme momenti varyasyonlarıdır. Fourier tanımlayıcıda ana fikir şekil özelliği olarak fourier dönüştürülmüş sınır kullanmaktır. Moment değişmezleri ana fikri şekil özelliği olarak dönüşümler için değişmez olan bölge tabanlı anları, kullanmaktır. Hu Bunun gibi anları belirlemiştir.

Fourier tanımlayıcı ve sabit momentler bu iki kategorinin başarılı örnekleri olarak tanımlanmaktadır. Çok amaçlı genel nesnelerin tanımı insanın sınırlı bilgilerine göre çok zordur, çünkü bir nesnenin şekli o nesnenin görme açısına ve mesafesine bağlıdır. Şekil özelliğinin kullanımı renk ve doku kullanımına karşı, daha az gelişmiş olduğu için görüntü erişim sistemlerinde daha az kullanılmaktadır, çünkü şekil özelliğinin çıkarma ve gösterimi renk ve doku özelliklerine göre daha karmaşıktır; ayrıca farklı şekillere karşı insan algısını modelleyebilen matematiksel modeller mevcut değildir. Buna ek olarak şekil temsilciliğin birçoğu döndürme, büyütme ve transfer gibi geometrik dönüşümlere karşı duyarsız değildir [121].

Bazı resim alma uygulamaları döndürme, çevirme ve ölçekleme için değişmez olan şekil temsilini gerektirir. Moving Picture Experts Group (MPEG), MPEG-7 adlı görsel bazı

açıklamaları tanımlar. Bu renk düzeni, renk yapısı, dominant renk, ölçeklenebilir renk, kenar histogram, homojen doku, doku tarama, bölge tabanlı şekil, kontur-tabanlı şekil, kamera motion, parametrik hareket ve hareket etkinlik özelliklerini içermektedir [129].

Kenar Algılaması İçin Histogram Tarifleri

Kenar histogramı bir görüntünün genel şekil bilgileri amacıyla kullanılır. Canny, Sobel, vs. gibi bir görüntü mevcut kenar bilgileri almak için çeşitli algoritmalar vardır. Çok sayıda bins kenar yönleri kuantize etmek için kullanılır [130,133,145].

- Zernike momentleri zernike polinomlarını türetmek için kullanılır. Bu yüzden ona bir ortogonal moment denilmektedir. Zernike momentleri için aşağıdaki denklem verilmiştir [219].

$$V_{n,m}(x, y) = V_{n,m}(r \cos \theta, r \sin \theta) = R_{m,n}(r) \exp(jm\theta) \quad (2.12)$$

- Değişmeyen Momentler, Geometrik momentlerin varyant momentler olarak moment fonksiyonları esasına bilinmektedir. Geometrik momentleri (p + q) denklem ile aşağıda tanımlanmıştır.

$$m_{p,q} = \sum_i \sum_j x^p y^q f(x, y) \quad p, q=0,1,2,... \quad (2.13)$$

- Legendre momentleri Legendre polinomları, aşağıda verilen denklem kullanılarak hesaplanabilir[6].

$$L_{p,q} = \frac{(2p+1)(2q+1)}{4} \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 P_p(x) * P_q(y) f(x, y) dx dy \quad x, y \in [-1, 1] \quad (2.14)$$

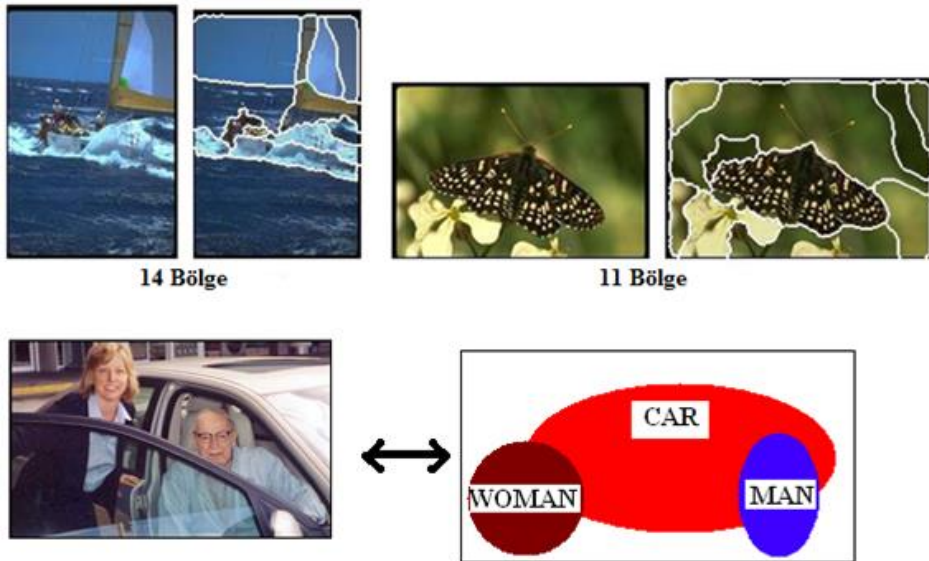
Canny Edge

Şekil, bir görüntünün daha fazla tanımlaya bilen bir niteliğidir, ve her görüntü bir nesnetarafından tanıtılmaktadır. Bir görüntüden çıkarılan kenar özelliği bir görüntünün tam içeriği hakkında bilgi içermektedir. Canny edge metodu *Canny John* tarafından önerilmiştir. Canny John, algılama kriterleri sağlayarak en iyi yumuşatma filtreme

algoritmasını türetmiş, yerelleştirip ve tek bir kenarına birden fazla yanıtları en aza indirmektedir. Bu birinci dereceden türevleri olarak iyi bir Gauss filtre kullanılmaktadır. Eski bir yaklaşım olmasına rağmen bundan daha iyi bir kenar algılama tekniği bulmak hala zordur [13]. Mantıksal şekil algılamada iyi kenar algılama tekniği olarak ‘canny’ bilinmektedir. Kenar algılama için birçok farklı teknikler var. Deneylerin en kanıtlanmış olan Canny’nin kenar algılama tekniği birçok araştırmacı tarafından kullanılmaktadır. Bu teknik onların önerdiği sistem için en etkili sonucu verir. Bu tekniği uygulamak için görüntüyü bir gri tonlu görüntüye dönüştürmek gerekir. Bu teknikte resmin renk değerlerinin kaybolmasına rağmen kenar algılamayı daha verimli hale getirmektedir. Dönüşüm ve kenar algılama yapıldıktan sonra görüntünün bir sütun için maksimum kenar değeri alınır ve 1D dizi içine kaydedilir. Bir görüntü için tüm özellik değerleri çıkarılır ve saklanır sonra bir görüntü için beş 1D diziler elde edilir. Sorgu görüntüler için de aynı prosedür yapılmaktadır, ve sistem sorgularken çok verimli bir seviyede doğruluğu sağlamaktadır [13].

Mekansal İlişki

Mekansal ilişkiler nesneler ve bölümlerin arasındaki ilişkileri göstermektedir. Görüntü ihtiyaca göre farklı bölümlere ayrılır; Böylece özellik çıkarımı daha uygun bir şekilde yapılabilir bu işlem ya görüntüdeki renklere dayalı yapıyor ya görüntüdeki mevcut nesnelere göre yapılır. Bu işlemler aşağıdaki şekillerde gösterilmektedir [47].



Resim 2.12. Mekansal ilişkiler [181]

Kenar Örnekleme İmza Algoritması

Literatürde mevcut olan İTGE sistemlerinin çoğu dönme ve ölçeği değişmeyen değildir. Erişim verimliliği de iyi değildir. Şekil özellikleri veritabanının görüntülerinden çıkarılır ve önerilen Polar Raster kenar örnekleme imza (BASIN) algoritmasını kullanarak yarıçapı ve açı belirtilen aralıklar halinde, ve aynı polar raster taranır. Bu kutulardaki (bins) kenar noktaların sayısı özellik kütüphanesinde saklanır. Bir sorgu görüntüsü sisteme iletildiği zaman, özellikleri benzer şekilde çıkarılıyor. Subsequently, benzerlik ölçüsü sorgu görüntü özellikleri ve veri tabanı görüntü özellikleri arasında yapılır. Öklid uzaklığı benzerlik ölçüsüne dayalı verilen sorgu görüntüsüyle alakalı veritabanındaki görüntüler alınır. PRESS algoritması başarıyla uygulanmıştır ve bir İTGE sisteminde test edilmiştir ve farklı görüntüleri sorgulayarak değerlendirilmiştir. Bu teknik döndürme ve ölçek değişmezliğini önceden vermektedir [36].

2.4. Anlamsal Boşluk (Semantic GAP)

Renk, doku ve şekil gibi düşük düzey özellikler kolayca görüntülerden elde edilebilir. Ancak bunlar bir görüntü tarafından iletilen duygular, nesneler, olaylar veya faaliyetler gibi üst düzey kavramları ile uyumamaktadır. Bu sözde anlamsal boşluğu olarak adlandırılır. Bu üst düzey kavramlar ve düşük seviyeli görsel özellikleri nispeten sınırlı açıklayıcı gücü arasındaki farkı gösterir. Normalde insanlarda farklı nesneler üzerinde önceden bilgi sahibi olarak nesneleri tanımlıyorlar. Bu bilgi, kişisel tercihlere benzer durumlardaki geçmiş tecrübeler, kültürel bağlamları vs. dayalı olabilir. Bu tür bilgileri İTGE sistemlerinde dahil etmek zor bir işlemdir. Bu tür sistemlerde sadece düşük seviye özellikleri kullanarak görüntü almak anlamına gelir ve "bana çimen ve kaplan içeren görüntüleri vermek" gibi sorgu kullanarak görüntüleri bulmak mümkün değildir [2].

2.5. Kullanıcı Alaka Geri Bildirimi (Relevance Feedback)

Bir kullanıcı etkileşimi, bir erişim sistemi için gereklidir. Sorguları kaliteli bir oluşum ve etkileşim sürecinde kullanıcı tarafından gereklidir. Bir kullanıcının bakış açısı için iki parça olması gerekmektedir, bir kısmı sorgu formülasyonu ve diğeri bir sonucun sunum için. Sorgu belirtmek için çizimle sorgu, kategori taraması, örnek sorgu ve kavramı ile sorgu gibi sıklıkla kullanılan yöntemler bulunmaktadır [146]. Kullanıcı geribildirim ya

uygunluk görüşleri içerik tabanlı görüntü erişiminde erişim performansını artırmak için önemli bir teknik olarak öne sürülmüştür. Genellikle, İTGE sistemlerine ilk yanıt olarak doğru bir şekilde tüm ilgili bilgileri döndüremez ve böylece sistem iteratif (tekrarlayıcı) şekilde üzerinde geribildirim olarak pozitif (ilgili) ve negatif (ilgisiz) örnekler sunarak kullanıcılardan istemek zorundadır. İlk olarak, kullanıcı geribildirimi her sorgu oturumunda üst düzey anlamsal kavram ve düşük seviyeli iç özellikleri arasında bir 'optimal' yazışmaya dayanmaktadır. İlk olarak belgedeki geliştirilen *kullanıcı geribildirimi*, içerik tabanlı mültimedyaalma içine transforme edilmiş ve tanımlanmıştır ağırlıklı olarak içerik tabanlı görüntü erişimi İTGE 1990'ların başında ve ortalarında uygunluk görüşleri anlamsal arama ve düşük seviye özellikler arasındaki köprü kurma yolu sağlamaktadır. İçerik tabanlı görüntü alma içinde kullanıcı geribildirim tekniklerinin detaylı bir incelemesi Zhou ve Huang tarafından yayınlanmıştır [108].

Bu ilgiye göre uygunluk görüşleri bilindiği gibi (RF) çevrim içi işlemdir; böylece her geribildirim tekrarında en olumlu görüntü seçimi dikkate alınarak öğrenme sürecini optimize edilmektedir. Herhangi bir görüntü benzerlik görünümünde insanın algısı kesinlikle kişisel anlamsal ve sorumlulukla bağımlı olacağı anlaşılmaktadır. Aslında içerik tabanlı yöntemler bize resim alma için bazı yönler verebilir. Ama elde edilen genel sonuçlara saf görsel özellikleri benzerliklere dayalı olması, her zaman algısal ve anlamsal olarak değildir. Ama etkileşimli bir kullanıcı geribildirim tekniği doğru görsel özelliği her zaman yakalamak için yetersizliğini gidermek için geleneksel metin tabanlı bilgi erişim sistemleri ortaya çıkmıştır. Uygunluk görüşleri kullanımı ile bizde kavram arasında, yüksek düzeyde ve düşük düzeyde bir bağlantı oluşturabilir. Kullanıcının geribildirime dayalı daha iyi bir alım sonuçları, görüntüleri güncelleyerek özellik model, benzerlik, uzaklık özelliklerin ağırlıkları ve farklı benzerlik önlemler seçerek elde edilebilir [146].



Şekil 2.11. Önerilen yöntemde kullanılan diyagram [146]

Görüntülerde düşük seviye özellikleri kullanarak kullanıcının algısı elde edilememektedir. Farklı kullanıcıların algısı aynı görüntülerde farklı olmaktadır. Bu İTGE sistemlerinin arasında büyük bir dezavantajdır. Bunun üstesinden gelebilmek için, ilgiye göre kullanıcı geribildirim (RF) 1998 yılında İTGE sistemlerine dahil edilmiştir. İTGE üzerinde iyi bir inceleme vardır [194,23] RF etkileşimli kullanıcı algısını öğrenmek için çalışan bir online süreçtir; Başlangıçta RF metin tabanlı bilgi erişim sistemleri için tasarlanmıştır. Daha sonra 1990'ların ortalarında sorgu temsili (düşük seviye özellikleri) ve kullanıcı algısı (yüksek düzey kavramlar) arasındaki "anlamsal boşluğu" azaltmak için erişim döngüsünde kullanıcı katılımıyla İTGE içine eklenmiştir. RF kullanıcı uygunluk görüşüne dayalı interaktif öğrenme yoluyla İTGE sistemlerinde etkin ve verimli erişim performans artışı sağlamak için kanıtlanmıştır [194,23].

İçerik tabanlı görüntü erişim sistemlerinin en önemli konusu kullanıcının hangi özellikleri sorgu vektörü olarak seçilsin ki sistem daha iyi bir sonuç verebilsin. Sorgu vektör tanımının üzerinde büyük bir etkisi olabilir bu yollardan biri ilgili geribildirim tekniğidir. Erişimin her aşamasında kullanıcı tarafından ilgili ve ilgisiz görüntülerin seçimi sorgu vektörünü değiştirir ve bu değiştirilmiş vektör sorgu görüntünün özellik vektörüyle tekrar karşılaştırılır, bu işlem daha ilgili görüntülerin erişimine neden olmaktadır.

Daha iyi sonuç elde etmek için geri bildirim tekniğinin kullanım nedenleri aşağıda beyan edilmiştir:

- Görüntülerin yüksek ve düşük seviye özellikleri arasındaki büyük farklar
- Görsel kavramların insanlar tarafından farklı algılanması.

Genellikle, iki ana yöntem, ilgili geribildirim olarak kullanılır. İlk yöntemde, ağırlık özelliklerini değiştirmesinin kullanılması yeterlidir ki bu yöntemde mesafe benzerliğine dayalı kullanılan algoritmalar ve olasılıklara dayalı kullanılan algoritmalar olarak iki gruba ayırabiliriz. İkinci yöntemde sorgu görüntüsünün özellik vektörünün değiştirilmesi ve düzeltilmesi olarak tanımlaya biliriz [28,37].

Ağırlık Değişim Özellikleri

Benzerlik mesafeye dayanarak çalışan algoritmalar sorgu görüntüsün özelliklerine daha az mesafesi olan özelliklerin sorgulamada daha fazla etkisinin olmasına çalışılmaktadır ve daha fazla mesafeye sahip olan özelliklerin sorgulamada etkisini aza düşürmektedir. Bu işlem mesafe ölçme açısından bir veya daha fazla parametre değiştirerek yapılmaktadır. Olasılığadayalı çalışan algoritmalarda ilişkili özellikler olasılık dağılımı ile elde edilir ve her ne kadar bir özellik ilgili görüntülerde daha fazla gözükürse o özelliğin ağırlığı ayrıntıları artırılmaktadır [28,37].

Sorgulama vektör değiştirmek ve düzeltmek: Bu yöntemde özellik vektörü ilgili ve ilgisiz görüntülere göre özellik alanında güncelleniyor ve özellik alanında yer değiştiriyor. Örnek olarak seçilen ilgili görüntülerin özelliklerinin ortalamasını ilk sorgulama vektörü yerine kullanabiliriz. Görüntü veritabanlarında en önemli konulardan birisi görüntülerden çıkarılan özelliklerin etiketleme yeteneğine sahip olmaları gerekiyor yani bu özellikler öyle tanımlansınlar ki görüntü erişim hızını yükselte bilsinler [28].

Her kullanıcının farklı zaman aralıklarına ihtiyacı vardır. İçerik tabanlı görüntü alma uygunluk görüşleri için tipik bir senaryo aşağıdaki gibi verilmektedir (Patil ve Kokare, 2011):

- Makine ilk arama sonuçlarını sağlar.
- Kullanıcı sonuç görüntülerin üzerine görüntülerin isteye göre ilgili ve ya ilgisiz olduğuna karar verir.
- Makine kullanıcının kararını öğrenir ve tekrar kullanıcı sorgusuna göre görüntüleri aramaya başlar ve bu süreç kullanıcının isteğine göre görüntüleri elde etmek için adım 2 tekrarlar.

RF gibi otomatik ayarlanan sorgu daha önce alınan nesnelerin kullanıcı tarafından bilgi geribildirimini kullanarak varolan bir sorguyu ayarlama işlemidir. RF önemli bir konudur ve etkili bir erişim performansını (Xin ve Jin, 2004) geliştirmek için geribildirim bilgileri kullanmayı göstermektedir. Alma sonuçlarını elde ettikten sonra kullanıcı sonuçları ilgili ya da ilgisiz konusunda sisteme sağlamaktadır. Sonuçlar alakalı olmazsa kullanıcı

memnun kalabileceği kadar uygunluk görüşleri döngüsü birçok kez tekrarlanır bilir. Önerilen yöntem uygunluk görüşleri tekniği karar ağaçları kullanılarak yapılabilir [31].

2.5.1. Geri bildirim algoritmaları

Geri bildirim algoritmaları daha önce bahsedildiği gibi iki ana yönteme bağlıdır:

- Mesafe benzerliğine dayalı kullanılan algoritmalar
- Olasılık dayalı kullanılan algoritmalar

Bu iki kategorinin en önemli algoritmaları olarak Ryagyv formülü, güncelleştirilmiş ağırlık klasik yöntemi, karar ağacı, akıllı sınır ağırları ve bayes eğitimi olarak tanımlaya biliriz.

2.6. Benzerlik Ölçümü

Bir İTGE sorgunun amacı verimli arama ve kullanıcı tarafından belirtilen sorgu görüntüye veri tabanından benzer bir resimleri elde etmektir. Doğruluk Bununla birlikte, kesin bir kavramdır. İçerik tabanlı görüntü alma (tipik bir örnek görüntü ve veri tabanından bir görüntü) iki görüntüyü karşılaştırmak için en yaygın yöntem bir görüntü mesafe ölçüsünü kullanıyor. Bir görüntü uzaklık ölçüsü renk, doku, şekil ve diğerleri gibi çeşitli ebatlarda iki görüntü benzerliği karşılaştırır.

Örneğin, 0 bir mesafe kabul edilen boyutlarına göre sorgu ile tam bir eşleşme anlamına gelir. 0'dan büyük bir değer, yaygın olarak kullanılan uzaklık ölçüsü Öklid mesafe görüntülerin arasındaki benzerlikler çeşitli derecelerde gösterir ve kent-blok-mesafe ve histogramlar için Minkowsky mesafesi vardır. Arama sonuçları sorgulanan görüntüye olan mesafelerine göre sınıflandırılmaktadır [2].

Veri tabanındaki her görüntü görsel içeriğini tanımlayan görsel özellikler seti ile temsil edilmektedir. Benzerlik/benzemezlik ölçüsü, sorgu görüntüsü özelliklerine yakın olan görüntüyü bulmak için kullanılır. En yaygın olarak benzerlik/benzemezlik metrik sistem Öklid mesafesi kullanılmaktadır.

Eşleşme için kullanılan bazı farklı mesafe önlemleri aşağıda verilmiştir:

1. Kuadratik Form Uzaklık (QF)
2. Minkowski-Form Uzaklık
3. Öklid uzaklık
4. Kullback-Leibler (KL) Divergence and Jeffrey-Divergence (JD)
5. Mahalonobis Uzaklık [146].

Her hangi bir ölçme kriteri, iki vektör arasındaki benzerliğin gerçek değerini ifade edebilirse görüntü erişiminde iki görüntü arasındaki mesafeyi belirlemek için kullanılabilir. Mynkvsky mesafesi en ünlü mesafe belirlemek yöntemlerinden biridir ki birçok uygulamada kullanılmaktadır. Mynkvsky mesafesinin önemli üç türü $M=1$, $M=2$ ve $M=\infty$ olarak çıkarılmaktadır ki sırasıyla mutlak mesafesi $L1$, Öklid mesafesi $L2$ ve yumuşak maksimum mesafe $L\infty$ olarak tanımlanırlar. İki vektörün açısal mesafesi X ve Y üçüncü ilişkiyle tanımlanmaktadır. Eğer $X=Y$ bu mesafe minimum miktar yani 0 ve eğer $X=-Y$ olursa maksimum miktar yani 2yi göstermektedir.

Çizelge 2.2. Benzerliği ölçmek fonksiyonları [35]

Benzerlik ölçme Fonksiyonları	
Mynkvsy	$D(\underline{X}, \underline{Y}) = L_M(\underline{X}, \underline{Y}) = \left(\sum_{i=0}^n x_i - y_i ^M \right)^{\frac{1}{M}} \quad 1 \leq M \leq \infty$
Açısal Mesafe	$D(\underline{X}, \underline{Y}) = \frac{2}{\pi} \cos^{-1} \left(\frac{\underline{X}^T \underline{Y}}{\ \underline{X}\ \ \underline{Y}\ } \right)$
Kanbr Mesafe	$D(\underline{X}, \underline{Y}) = \sum_{i=1}^n \frac{ x_i - y_i }{ x_i + y_i }$
Zkanvsky Mesafe	$D(\underline{X}, \underline{Y}) = 1 - \frac{2 \sum_{i=1}^n \min(x_i, y_i)}{\sum_{i=1}^n (x_i + y_i)}$
X^2 Mesafe	$D(\underline{X}, \underline{Y}) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - y_i}{x_i + y_i} \right)^2$
İç ürün Mesafe	$D(\underline{X}, \underline{Y}) = 1 - \underline{X}^T \underline{Y}$
Fu Mesafe	$D(\underline{X}, \underline{Y}) = \frac{L_2(\underline{X}, \underline{Y})}{\ \underline{X}\ + \ \underline{Y}\ }$
Ağırlıklı Öklid Mesafe	$D(\underline{X}, \underline{Y}) = \sqrt{(\underline{X} - \underline{Y})^T A(\underline{X} - \underline{Y})}$
WMV Mesafe	$D(\underline{X}, \underline{Y}) = \sum_{i=1}^n \frac{ x_i - y_i }{\delta_i}$

Araştırma sonuçları göstermektedir ki görüntü erişim sistemlerinde iyi bir sonuç elde etmek için her özellik vektörünü karşılaştırmak için ona uygun benzerlik ölçmelerinin kullanılması gerekmektedir [35,181].

Kuadratik Metrik Uzaklık

Görüntü sınıflandırma için Kuadratik Uzaklık Metrik ölçümü kullanılabilir. Kuadratik Uzaklık Metrik ölçümü iki histogram arasındaki mesafeyi tanımlamak için kullanılır:

$$d^2(Q, I) = (H_Q - H_I)^t A (H_Q - H_I) \quad (2.15)$$

İkinci derece mesafe histogram tabanlı renkli görüntü alma için birçok erişim sistemlerinde kullanılmaktadır. Yukarıdaki denklemde üç terim tanımlanmaktadır: İlk terim iki renk histogram arasındaki farkı tanımlar ya da biz her kutu (bin) içindeki piksel farkların sayısını belirtmesini söyleyebiliriz. Bir histogram (bins)leri vektör sayısı sütun sayısı ile tanımlanır. Vektör transpoze üçüncü terim ile gösterilir. Benzerlik matrisi orta terim ile tanımlanır. İki görüntü arasındaki renk d mesafesi tarafından temsil edilmektedir. Görüntünün renk özellikleri benzer ise mesafesinin sıfıra yakın olacaktır daha az renk benzerliği varsa görüntülerin sıfırdan daha fazla mesafesi olacaktır [35].

2.6.1. Öklit mesafesi

Benzerlik Karşılaştırma için, aşağıdaki eşitlik kullanılarak Öklid mesafesi, d kullanılmıştır.

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^N (F_Q[i] - F_{DB}[i])^2} \quad (2.16)$$

Burada $F_Q[i]$ i'inci sorgu görüntü özelliği ve $F_{DB}[i]$ veritabanındaki karşılık gelen vektör özelliği olup ve burada N veritabanındaki görüntülerin sayısını ifade eder. Bulunan görüntülerin histogramları hesaplanmış ve bu histogramlar arasındaki Öklid uzaklıkları hesaplanarak elde edilen verilerin tersi, benzerlik matrisinin üyeleri olarak seçilmiştir. Bu noktada histogramların çözünürlükten ayrı hale gelmesi için histogramların altında kalan alan 1 olacak şekilde sağlanmıştır. Seçimin Öklid uzaklığı olarak belirlenmesinin nedeni, denenen 17 farklı çeşit uzaklık ölçütü içerisinde en iyi sonucu sağlamasıdır. Sorgu görüntüsü ve veritabanındaki mevcut görüntüler arasında mesafe, Öklid mesafe kullanarak hesaplanır, MLE (Maksimum Olabilirlik Tahmini) veya daha sonra yer hareketli mesafe ve kullanımı en az mesafeler seçilmiş ve sonra bu görüntüler nihai sonucu olarak görüntülenir. Sonuçlarındaki görüntüler yakından sorgu görüntüleri ile ilgilidir [36].

2.7. Değerlendirme Stratejileri

Performans değerlendirme içerik tabanlı erişim alanında zor bir mesele haline gelmiştir. Çünkü alma kalitesini değerlendirmek için sayısal önlemleri hesaplama ile ilgili zorluklar vardır. Geliştirilmiş birçok özellik çıkarma teknikleri ve alma teknikleri var bu yüzden üstün performansını sunanları karşılaştırmak ve seçmek daha iyi bir yöntemdir. Herhangi bir bilgi alma sisteminde, bir strateji için değerlendirme aşağıdaki belirleme yönlerini içermektedir.

- Değerlendirme istatistiksel olarak anlamlı olabilmesi için veri kümesi yeterince büyük olmalıdır. Ayrıca, veri kümesi insan görüş aralığı bakımından anlamsallığı kapsamak için yeterince genel olmalıdır.
- Değerlendirme kriterleri toplumun görme açısından insan ihtiyaçlarını modellemek için çabalamak zorundadır.
- Değerlendirme ölçütleri İTGE sisteminin objektifine bağlı olması gerekmektedir. Bu nedenle algoritmalar için performans kriterleri değişik amaçlarla farklı olabilir.
- Performans değerlendirmesi geniş kapsamlı olmalıdır. Kapsamlılık İTGE sisteminin tüm hedefleri olarak kabul edilir.
- Kriterler, sayısal normatif, objektif ve insan gözünün değerlendirilmesi ile uyumlu olmalıdır [2].

İTGE aslında bir bilgi erişim sorunudur. En popüler değerlendirme önlemlerden ikisi Hassas ve Geri çağırma dır [9]. Hassas (precision) sorguyla alakalı alınan toplam görüntülerin oranını ölçer. Geri çağırma (recall) ilgili tüm görüntülerin bölüm olarak tanımlar. Yüksek hassasiyette daha az ilgisiz görüntüler iade edilir veya daha fazla ilgili resim alınır anlamına gelir aynı zamanda yüksek geri çağırma birkaç alakalı görüntüleri cevapsız olduğunu gösterir. Sistem performansını gösteren bir diğer yol kesin değerler geri çekme değerlerine karşı grafiğe edildiği hassas ve geri çağırma grafiği çizilerek gereklidir. Bu Şekiller sistem performansı hakkında net bir fikir vermektedir. Bazı sistemler erişim performansını karşılaştırmak için tek bir değer sağlayarak ortalama doğruluğunu kullanmaktadır. Ortalama kesinlikle ilk kez doğruluk alınmış ilgili görüntüler için hesaplanır. Sonra ortalama hassasiyet ölçüsü ilgili nesnelerin toplam sayısı üzerinden doğruluklarının ortalaması ile elde edilir.

Standart formüller hassasiyet ve geri çağırma önlemleri belirlemek için hesaplanmıştır. Hassas (P) alınan görüntülerin toplam sayısı ile ilgili görüntülerin oranıdır:

$$\text{Precision} = \frac{\text{ilgili görüntülerin sayısı}}{\text{görüntülerin toplam sayısı}} \quad (2.17)$$

Recall (R) mümkün olan tüm ilgili görüntüler arasında ilgili görüntü yüzdesidir.

$$\text{Recall} = \frac{\text{ilgili görüntü sayısı}}{\text{tabanındaki ilgili görüntülerin toplam sayısı}} \quad (2.18)$$

Görüntü arama motoru etkinliğini test etmekle arama motoru ne kadar iyi olabileceği hakkında ve sorgu görüntüsüne benzer görüntüler ve sistemin dönüş sonuçlarının ne kadar ilgisiz olduğunu açıklaya bilmektedir [14].

3. İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Geçmiş yıllarda, orta büyüklükte resim koleksiyonunda sorgulama amaçlı bazı çalışmalar sunulmuştur. Bazı çalışmalar hem basit veriler ve hem de görüntü gibi karmaşık verileri depolamak ve almak için sunulmuştur. Görüntü tipi, boyutu, renk ve doku özellikleri görüntülerden çıkarılır ve veritabanında kaydedilir. Bu tür yazılımlar, kendine ait içerik tabanlı erişim modülü olarak kullanıcılara içerik tabanlı görsel sorguları oluşturmalarına olanak sağlar. Görüntü özellikleri orijinal görüntüden çıkarılır ve meta verileri olarak depolanır ve sorgu görüntüsü için aynı özellikler ayıklanır ve birbirleriyle karşılaştırılır. Ama bu çevrimdışı yaklaşımlar dışında bazı çevrimiçi yaklaşımlar da bulunmaktadır [54]. Bu yaklaşım her iki üst düzey ve alt düzey özellikleri çıkarır. Yüksek düzeyde sadece alt düzey özelliği çıkarma şekilde yenileştirmesini görmekteyiz ve sorgu görüntülerin daha hassas özellikler tanıtımı ile gittikçe azalır ve arama daha verimli hale gelir. Birçok yaklaşım histogram çıkarma tekniğine dayalı mevcuttur, ancak renk uyum vektör [55] yaklaşımı önceki histogram temelli yaklaşımlar için yeni bir darbe vurmaktadır. Bu renk tutarlılığı vektör renk histogramı gibi görüntülerde piksellerin renk dağılımını sadece ayıklayamaz, aynı zamanda görüntülerde pikselin mekansal bilgilerini de ayıklamaktadır. Histogram rafineye karşı daha gelişmiş bir yaklaşım sağlamaktadır. Tek bir renk daha yüksek hesaplama karmaşıklığına sahip olsa bile birden fazla renk tutarlılığı vektörlerin kullanımı daha iyi verimlilik sağlamaktadır. Histogram üzerine bazı verimli çalışmalar yapılmıştır; ayrıca görüntü kopyalamayı tespit etmek içinde histogram üzerine yazılmıştır. Bu şemada çok çözünürlük histogram kullanılır. Bu düz renk histogram yönteminin hemen hemen aynısıdır. Ama doğrudan mekansal bilgi kodlama gibi bazı ekstra özellikler eklemektedir [56].

İçerik tabanlı görüntü alma ile ilgili eserlerin çoğu renk çıkarma özelliği ile ilişkilidir. Farklı yaklaşımlar renk değerlerini tanımlamak için farklı renk alanlarda ve farklı teknikler kullanılmaktadır. RGB renk alanı bazı yaklaşımda kullanılırsa daha sonra araştırmacı, kırmızı, yeşil ve mavi değerlerine yüksek öncelik vermiştir, ayrıca HSV renk alanı olması durumunda, renk tonu, doygunluk ve parlaklık yüksek bir öncelik seviyesi alır. Diğer yaklaşımlar için farklı renk değerleri önem kazanmaktadır. Jagadeesh Pujari, Pushpalatha S.N, Padmashree D.Desai [57] bir görüntü tanınması ve daha sonra gri ve RGB yaklaşım ile karşılaştırıldığında HSV ve Lab renk alanı kullanılmışlardır. Bunların denemesinde Lab

renk alanı diğerlerine göre daha iyi sonuç vermektedir. Ama Young Deok Chun, Nam Chul Kim ve Ick Hoon Jang's [58] önerdikleri yaklaşım, HSV renk alanına dayanmaktadır. Bir görüntü için renk tonu ve doygunluk bileşeni saklanmaktadır. Özellik vektörü, matris boyutu ile aynı boyutta olsa bileve diğer bazı geleneksel yöntemlere göre daha yüksek bir doğruluk seviyesi vermiştir. Buna ek olarak çeşitli kararlar, sorgular ve hedef görüntüler için daha fazla erişim hassasiyeti vermiştir. Yong-Jian Yu, Hong-Ying Yang öncelikle görüntüleri kümeleyip daha sonra bunların önceden hesaplanan hızlı renk niceleme algoritmasını kullanarak bir sistem önermektedir, Sonra baskın renk değerleri elde edilir. Daha sonra bu değerler doku değerleri ile birleştirilir ve son olarak sağlam bir sistem sunulmuştur [59].

Bir görüntünün şekil algılanması nesne tanıma için önemli bir özelliktir. Şekil açıklaması veya kenar gösterimi aynı zamanda sınıflandırma için önemli bir konudur. Nanhyo Bang ve Kyhyun Um bir görüntünün yapısını tespit etmek için mantıksal bir şekle sahip bir ekstraksiyon yöntemi önermişlerdir. Onlar bazı desen segment matrisi oluşturmuşlar, böylece eğri türü meydana gelir ki buda en çok benzeyen eğri dizisini bulmak için yardımcı olur [60].

Gıda endüstrisi görüntü işleme tekniklerini kullanan onlarca önemli sanayi arasındadır. Verimli yöntemlerin her gün artan talebi görüntü işleme tekniklerinin bilgisayar esaslı olmasını gerektirir. Bu yöntemler yiyecek malzemelerinin boyut, şekil, renk ve doku gibi karmaşık özelliklerinin miktarını rakam olarak belirlenme yeteneğine sahiptirler. Görüntü işleme sistemleri hassasiyet ve tutarlılık yaratarak ve kişiye bağlı elle muayeneyi ortadan kaldırarak gıda kalite değerlendirmesinde önemli bir rol oynamaktadır [61,62,63,64,65]. Gıda kalitesini değerlendirmek için görüntüyü almak için özel teknolojilerin kullanılması gereklidir. Ultrason ET, CT + MRI gibi teknolojiler gıda ürünlerinin iç özellikleri ile ilgili sorunların denetlenmesi için çok iyi bir çözüm dür [61,62].

Hünnabın yüzey kusurlarını tanımlanma ve sınıflandırılması için büzülme, kırılma, prematüre meyve (yetişmemiş meyve) özelliği tespit etmek için 8 şekil özelliği ve 24 doku özellik kullanıldı ve üstün özellikler bulunmuştur. Araştırma sonuçları gösterdi ki doku özellikleri daha yüksek hassasiyetle şekil özelliklerine karşı üst yüzey kusurların tespiti için etkilidirler. Böylece 96% üzerinde bir hassasiyetle büzülmüş hünnabı sağlam hünnaptan ayıra bilmektedir [66]. Genel olarak, geometrik özellikler çap, çevre, alan ve

hacim özelliklerini içermektedir ki ürün kalibrasyon için kullanılabilir. Liyo ve arkadaşları renk ve şekil özelliklerini kullanarak altı çeşit pirinç tanelerini sınıflandırmak için bir sistem önermişlerdir. Bunların tasarladıkları sistemde altı renk ve kırk şekil özelliği pirinç tanelerinden çıkarılmıştır ve özellikler arasında korelasyonu kullanarak 17 özelliği en iyi özellik olarak tanımlamışlardır. Bunların tasarladıkları sistemin verimliliği 88,3% olarak belirlenmiştir [67]. Zayvan ve arkadaşları farklı pirinç çeşitlerini ayırmak için görüntü işleme ve yapay sinir ağ tekniklerini kullandılar. Onlar 7 renk özelliği ve 9 şekil özelliği kullandılar [68]. Ayrıca bu teknik Shucheh ve arkadaşlarının ilgisini çekti ve onlarda 15 farklı çeşit Hindistan pirincinin şekil özelliklerini inceleyerek farklı parametrelere dayalı pirinç çeşitleri arasındaki farkları sınıflandırmak için olumlu sonuçlar elde ettiler [69]. Niterjaohn ve arkadaşları X-ışığından elde edilen görüntüleri kullanarak farklı buğday çeşitlerini sınıflandırdılar. Buğday resminin şekil özellikleri ve şekil momentlerini kullanarak hesaplandı ve buğday çeşitlerinin yapısal özellikleri, görüntünün yapısal renk momentleriyle hesaplanmıştır [70]. Benzer bir çalışmada Verma 3 çeşit pirinç üzerine 6 şekil özelliklerini çıkarttıktan sonra sınır ağlarını kullanarak pirinçleri sınıflandırmıştır ve verimlilik 90% ve 95% kadar artırılmıştır. Bu yüksek verimliliğin neden az sayıda veri kullanılmasıdır [188]. Pabamali ve arkadaşları benzer bir çalışmada renk özelliği ve doku için eş oluşum matrisini kullanarak farklı pirinç çeşitlerinin özelliklerini çıkarmışlardır ve sınır ağları kullanarak pirinçleri sınıflandırmışlardır. Bu çalışmada 4 farklı pirinç çeşidi kullanılmıştır ve verimlilik 68% ve 94% arasında elde edilmiştir [189]. PUI HING tez çalışmasında farklı sebze çeşitlerini tanımlamak için doku özelliği olarak eş oluşum matrisini kullanmıştır ve çalışmasında sebzelerin 22 özelliğini ekstere etmiştir. Pui tasarladığı sistemi 500 sebze görüntüsü içeren ve 10 kategoriden oluşan bir veri tabanı üzerinde uygulamış ve 250 sebze görüntüsü üzerine test etmiştir. Bu sistemin verimliliği 74,4% olarak belirlenmiştir [192].

Abdolvahab ve arkadaşı bitkilerin yapraklarını sınıflandırmak için bir görüntü erişim sistemi tasarlamışlardır. Onlar (PCA) metodunu kullanarak görüntülerin doku özelliklerini çıkarmak için GLCM matrisini kullanıp her görüntü için 22 doku özelliklerini çıkarmışlardır. Onlar tasarladıkları sistemi 13 kategoriden oluşan 390 yaprak görüntüsünün üzerine uygulayıp GLCM matrisini kullandıkları zaman 73% başarı ve (PCA) yöntemini kullandıkları zaman 98% başarı elde etmişlerdir [39].

Tıbbi uygulamalar için görüntü erişimi (IRMA) Aachen teknoloji üniversitesinde yapılan projedetıbbi görüntülere uygulanan yoğunluk dağılımı ve tüm görüntünün üzerinden alınan doku tedbirlerini kullanarak İTGE teknikleri ile görsel açıdan zengin görüntü yönetim sunmayı amaçlamaktadır. Bu yaklaşım, heterojen bir resim koleksiyonu sorgulamalarına izin verir ve küresel özellikleri açısından benzer görüntüleri belirlenmesine yardımcı olur. IRMA sistemi görüntü içinde belirli bölgelerde yerleşen özel patolojileri bulmak için yetenekli değildir [71,72].

Sırt patoloji görüntü erişim sistemi (SPIRS) tıp ABD ulusal kütüphanesinde yerleştirilmiş bir omurga şekil tabanlı yöntemler sunmaktadır. SPIRS sisteminin koleksiyonundaki görüntüler homojen olmalısı gerekmektedir [73,74]. Görüntü haritası mevcut tıbbi görüntü erişimi ile ilgi birden fazla organların nasıl işleneceğini düşünmektedir. Ancak bu mekansal benzerliğe göre çalışır. Sonuçta, kullanıcının neden olduğu bir soruna ulaşabilir ve bu nedenle, büyük bir olasılıkla alınan görüntü beklenmedik bir organı temsil etmektedir [75]. [9] nolu makalede elde edilen sonuçlardan görülebileceği gibi, renk tabanlı erişimde tek renk faktörü üzerinde duruluyor, verimliliği %50' den daha az olup halbuki doku tabanlı görüntü erişimde %75 kadar iyileştirilmiştir. Son olarak, entropy tabanlı görüntü erişimde, verimliliği yaklaşık % 95 kadar yükselmektedir.

Son yıllarda öne sürülmüş tekniklerden birisi, cildin renk özelliğini kullanarak yüz algılama en etkili yöntem olarak tanımlanmıştır. Renk özellikleri yardımı ile bir görüntüdeki nesneleri kolayca ayırt edilebilir. Örneğin, cilt kanseri görüntülerinde, renk yararlı bir özellik olarak cilt kanserini farklı türde belirlenmektedir [8]. Cilt rengi görüntülerde yüzleri algılamak için iyi bir özelliktir çünkü cilt rengiyle ilgili bilgi işleme yüzün başka özelliklerinin çıkarılması ve işlemesinden daha hızlıdır, ayrıca cilt rengi geometrik şekillerin değişikliklerine karşı çok hassas değildir. Cilt rengi geometri değişimlere hassas olmadığı, renk alanının belirgin bölgesini işgal etmesi ve yüksek işlem hızı nedeniyle resimlerde yüz tanıma işlemi için, uygun bir özelliktir. Bu yöntemlere karşı cilt rengini eksiklikler mevcuttur: Eğer resimdeki yüzler birbirine çok yakınlar ise bir kaç cilt bölgesinin birbiriyle karışması ve yüzlerin doğru teşhis olunmaması mümkündür. Ten rengine benzer renklere sahip ama cilt olmayan bölgeler yanlışlıkla cilt olarak tanımlanması mümkündür. Bu yazıda, yüz algılamada renk filtresine dayalı önerilen Gauss modeli, şablon eşleştirme, renk uzayı dönüşümü kullanarak sunulmuştur. Görüntü

veritabanı üzerinde yapılan simülasyon sonuçlarına göre yöntemin gürültüye karşı yüksek mukavemete sahip olup negatif hatasının düşük olduğu gösterilmektedir [77,78,79].

Hoseini ve arkadaşları insanların göz irisinin renkli görüntülerini kullanarak insan tanımlamak için bir sistem tasarlamışlar. İris renkli görüntülerin özelliklerini çıkarmak için eş oluşturma matrisinin sadece 4 özelliğini (enerji, entropi, kontrast, homogenity) ve Hue renk uzayı ve verileri sınıflandırmak için C-means algoritmasını kullanmışlar ve bu sistemi UBIRIS veri tabanı üzerine test etmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre sistem ikinci küme için 96.69% sonuçlanmıştır ki bu rakam eski sistemlere göre daha iyi verimliliğe sahiptir. Bu veritabanındaki mevcut görüntülerin yüksek gürültü nedeniyle ilk küme için iyi sonuç vermemiştir. Bu sistem ve benzer sistemlerin en büyük dezavantajı büyük veritabanlarında iyi sonuç vermemeleridir [191].

Birçok araştırmacı bir sınıflandırma veya anlamsal öğrenme problemi olarak RF üzerinde durmaya başlamışlardır. Kullanıcı için olumlu veya olumsuz örnekler sağlanmaktadır; Sistem bu tür örneklerden tüm verileri ilgili ve ilgisiz gruplar halinde ayırmak için kullanmaktadır. Bu nedenle, birçok klasik makine öğrenme şemaları RF uygulanabilir ve karar ağacı öğrenme [80], Bayes öğrenme [81,82] destek vektör makineleri [83,84] boosting ve benzerlerini içermektedir [85]. RF in iyi bir incelemesi var. Aşağıdaki nedenlerden dolayı [86] öğrenme süreci RF de çok zor bir işlemdir. Öncelikle küçük bir eğitim verileri öğrenme yöntemlerinin çoğunu uygulamak için doğrusal ayrımcılık Fisher sınıflandırıcı ve ilgiye göre vektör makinesini (RVM) zorlaştırmaktadır. RF, her tekrarda, hem eğitim ve hem de test verilerin her ikisini de gerçekleştirmek gerekir ki bu zaman alıcıdır.

Birçok resim kitaplıkları, erişimin ana formu olarak anahtar kelimeleri kullanarak genellikle koleksiyonlarının özel doğasını yansıtan içi geliştirilen indeksleme programları kullanıyorlar. Örnek olarak Getti görselleri kendi koleksiyonundaki modern stok fotoğraflarının indekslemesi için bir sistem geliştirmiştir. Bu hazine dokuz anlamsal gruba ayrılan, sadece 10000 anahtar kelimedenden oluşmaktadır. Yüzyıl önce yoğun bir cadde sahnenin fotoğraflarından oluşan bir küme, anlık 'snapshot' isteyen tarihçilere yararlı olabilir, mimarlar binalara bakarak kent planları trafik modelleri veya bina gölgelerini kültür tarihçileri moda değişiklikleri, tıbbi araştırmacılar kadın sigara içme alışkanlığını, sosyologlar sınıf farklılıkları veya öğrenciler belirli fotoğraf işlemleri ve tekniklerinin

kullanılmasını aramaktadırlar. Jain ve Singh [88] HC avantajlarını, bölme ve K-Means stratejilerini birleştirerek içerik tabanlı görüntü alma sistemlerinin fonksiyonellik bir bakış sağladılar. Onlar denklik ve uyumlu ilişki kavramlarını tanıtarak HC avantajlarını ve K-Means ve bölme yöntemlerin kullanarak HDK metodunu önermişlerdir. Penatti ve arkadaşları [89] kullanım ortamı olarak Web dikkate alarak renk ve doku tanımlayıcıları karşılaştırmalı bir çalışma sunmuşlardır. Tanımlayıcıları çok sayıda dikkate alınarak Web çeşitliliği ve büyük ölçekli yönleri (24 renk ve hem geleneksel hem de son zamanlarda önerilen olanlar da dahil olmak üzere 28 doku tanımlayıcıları) de yaptığı araştırmada dikkate alınmışlardır. O iki düzeyde değerlendirme yapmıştır: Algoritmalar karmaşıklığı açısından bir teorik analizi ve deneysel karşılaştırma verimlilik ve etkinlik yönlerini dikkate almışlar. Singha Hemachandran [90] doku ve renk gibi özellikleri kullanarak dalgacık tabanlı renk histogramlı görüntü alma (WBCHIR) denilen içerik tabanlı görüntü erişimi sunmuşlardır. Doku ve renk özellikleri dalgacık dönüşümü ve renk histogramı ile ayıklanır ve bu özelliklerin birleşimi bir görüntü ölçekleme ve nesnelerin çevirisi için sağlamdır. O 1000 genel amaçlı renkli görüntüler içeren bir Wang görüntü veritabanı üzerinde umut verici ve daha hızlı erişim yöntemini göstermiştir. Gudivada [91] metin erişim sistemlerinde kullanıcı alaka geribildirimi ile alma etkinliğini artırmak için bir yaklaşım tanıtmıştır. Ayrıca bu kullanıcı alaka geribildirim teknikleri İTGE bağlamına nasıl benimsemiştir ve erişim etkinliği üzerindeki etkisini gösterdiler. Pinjarkar ve diğ [92] uygunluk görüşlerini kullanılarak içerik tabanlı görüntü alma teknikleri araştırma alanında kullanılan çeşitli metodolojileri tartışmışlar. İTGE sisteminin erişim performansını artırmak için kullanıcı alaka geribildirim tekniği daha iyi sonuçlara yol açabilir. İTGE sisteminin değerlendirilmesi için kullanılan standart değerlendirme parametreleri yüksek değerler elde etmek için İTGE sistemine dahil edilebilir. Ayrıca içerik tabanlı görüntü alma sistemleri, deneysel sistemlerin değerlendirilmesi ve bunların sonuçları temelinde bu tekniklerin analizi için kullanılan çeşitli parametreler için çeşitli kullanıcı alaka geribildirim teknikleri tartışılmıştır.

Zhu ve ark (2006) SIFT tanımlayıcısı kullanılan özellikleri ile benzer odaklı gradyanların HOG arasında histogramları kullanarak bir insan algılama algoritması önermiştir. HOG özellikleri bir yerel bölgesinin kenar yönlendirme yoğunluğunun histogramlarını alınarak hesaplanmıştır. Bunlar beynin görsel bilgi işleme sürecini taklit ederek tasarlanmıştır ve görünüşleri ve pozisyon yerel değişiklikleri için dayanıklılığa sahiptir. Zhu ve ark [93] bir resim yoğun bölgelerinde tüm yerlerden HOG özellikleri ayıklanır ve kombine özellikler

doğrusal SVM kullanılarak sınıflandırılır. Onlar HOG ağları mevcut özellik setleri tanımlamasını dış insan algılaması için gerçekleştirmesini gösterdiler. (2008) uygulanan ana unsurlar analizi (PCA) özellik vektörleri boyutunu azaltmak için bir görüntü alma uygulamasında kullanılmıştır. Patil ve Kokare [94] uygunluk görüşleri (RF) içerik tabanlı görüntü alma İTGE araştırma alanında teknik başarıları için bir fikir sunmaktadır. İTGE, çeşitli kullanıcı geribildirim teknikleri ve konularda araştırma sanatının mevcut durumunu kapsamaktadır. Bulo ve diğ [95] enteraktif görüntü segmentasyonu kapsamında tanıtılan rastgele yürüteç algoritmasına dayanmaktadır. Uygunluk geribildirim ile içerik tabanlı görüntü alma için yeni bir yaklaşım önerdiler.

1970 yılından bu yana, ileri görüntü alma araştırmaları başlatıldı. 1979 yılında, resimli uygulamalar için veritabanı teknikleri konulu bir konferans Floransa'da yapıldı ve pek çok araştırmacı görüntü veritabanı yönetimi alanına doğru çekildiler. Çeşitli araştırmalar görüntü özelliklerine dayalı görüntü erişimi üzerinde yapıldıktan sonra, bir sistem [96] dalgacık ayırma ve gradiyan vektörü [98] ile birleşerek doku tabanlı görüntü alma sistemi kavramını kullandığı öne sürüldü. Bu sistemde her görüntü bir kalın özellik tanımlayıcısı ile ilişkili ve ince bir özellik tanımlayıcı orijinal görüntü ile ilgili dalgacık katsayılarının kullanımı yoluyla elde edilmiştir ki görüntüleri hızlı bir şekilde, ayrılabilir ve çok benzer görüntüler için bu arama etkili bir şekilde yapılabilir. Başka bir görüntü erişim sisteminde [99] motif eş-oluşum matrisi (co-occurrence matrix) tanıtıldı ki kolayca her hangi piksel arasındaki temel farkı bulabilir ve aynı zamanda temel bir Şekil haline çevirebilir. Bu yakın alanındaki piksel oluşma olasılığını hesaplanması ve bir görüntü özelliği olarak çalışabilir. Başka bir sistem önerilmiştir ki kontrast [100] gibi özellikleri kullanmaktadır. Buda kalitesizlik ve yönlülük modelleri [101,102] doku sınıflandırma ve tanımayı elde etmektedir. Bundan sonra, bir doku tabanlı görüntü alma yöntemi önerilmiştir, bu doku benzerliği ile iki aşamalı içerik tabanlı görüntü alma sistemine dayanmaktadır [103] ve bu gelişmiş bir görüntü erişimi tekniğidir. Daha iyi bir sonuç elde etmek için ve görüntü erişiminin performansını artırmak amacıyla renk ve doku özellikleri bütünleştirilerek, daha iyi bir alım tekniği önerilmiştir. Dolayısıyla benzer görüntü erişimi bulmak için renk ve doku özelliği kombinasyonu sistemi daha verimli ve etkili hale getirmesini söyleyebiliriz.

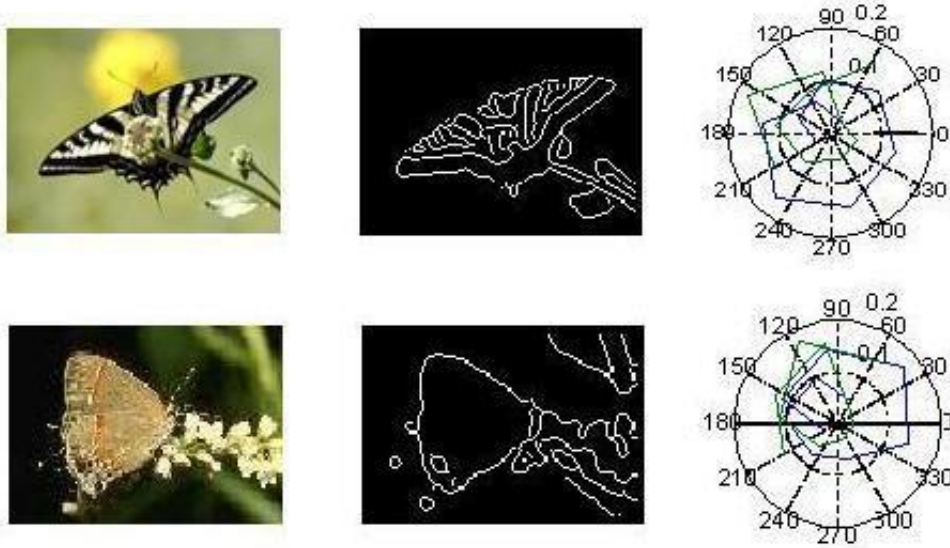
1992 yılında, görüntülerin gürültüsünü çıkarılmak için, değişiklikleri en aza indirilmesine dayanarak bir yöntem Rudin ve arkadaşları tarafından ROF yöntemi olarak önerilmiştir. Bu

yöntemin ana fikri gürültülü olmayan görüntü ve gürültülü görüntü bir değişik varyasyonların varsayımına dayanmaktadır. Bu model görüntünün kenarlarını koruyarak gürültü çıkarmasını iyi derecede yapmaktadır. Rof modelini ilham alarak diğer modeller OSV [105], DOSV [106], IES [107], görüntü çözünürlüğü için sunulmuştur.

2010 yılında Kannan tarafından[48]farklı bir içerik tabanlı görüntü alma yöntemi önerilmiştir. O görüntü erişimi için entropi doku özelliği kullanmıştır. Manesh B.Kokare, M.S.Shirdhonkar tarafından [109] 2010 yılında belge tabanlı görüntü alma yöntemini önermişlerdir. Bu çalışmada, belgedeki görüntü alma vs. imza, makine-baskısı, farklı yazı tipleri gibi görüntülere dayalı teknikte mevcut bir durumu kapsamaktadır. 2009 yılında Kun-Che [8] görüntünün piksel-wised özellikleri çıkarıldı ve Çizelge gibi bir veritabanına kaydedilerek üzerinde araştırmalar yapmak için çeşitli veri madenciliği algoritmalarının kullanılmasına izin verilmiştir. Silakari tarafından 2009 yılında [111] görüntülerin kümelenmesi için bir görüntü veri tabanında renge dayalı ve blok kısaltma kodlaması kullanarak özellikleri ayıklandı. Pattnaik tarafından 2008 [112] veri madenciliği, birlikte vektör kuantumlanması (VQ) ile kümeleme yöntemi küme ve kompakt statik renkli görüntü için uygulanmaktadır. Seçil [113] normal veya anormal olarak görüntüleri sınıflandırmak ve daha sonra beyin ilişkili hastalıkları tanımak için anormal beyin MRG dokuları bölmek için görüntü madencilik yaklaşımları kullanan bir sistem geliştirilmiştir. Sanjay dalgacık dönüşümü kullanan bir resim madencilik yaklaşımı kullanılmıştır. Dalgacık farklı frekans bantlarında dönüştürmek için alt bir görüntü ayrıştırmak için kullanılmaktadır ve küçük bir frekans alt bandı Temel Bileşen Analizi (PCA) için kullanılmıştır. 2005 yılında abhi Gholap [114] görüntü inceleme ile bir patoloj bilgisinden kullanarak dört düzeyli sistemi, model tanımlanması ve yapay zeka kullanmıştır.

Marka görüntü alma (TIR) markalar üzerinde yapılan bir çalışmadır ki yeni markaların eski markaların bir kopyası olmadığından emin olmak için yapılmaktadır ve marka tescil sisteminde saklanılmıştır. Chia-Hung Wei ve ark [116] küresel şekiller ve markaların yerel yönlerini anlatabilir özellik setleri kullanarak içerik tabanlı ticari marka alma sistemi önerdiler. Renk, doku ve şekil bilgisi içerik tabanlı görüntü alma sistemlerinin ortak görüntü tanımlayıcıları vardır. Xiang Yang, Wang ve ark [117] tüm bu tanımlayıcılardan yararlanarak, yeni bir kombinasyon renkli görüntü alma şeması önerdiler. Zang ve Melissa [118] göz önünde bölgesel özelliklerini alarak şekil temsili ve alımı için bir yöntem önerdiler. Onlar normal bir taramalı örneklemeye benzer bir fikir önerdiler. Ama bir şekil

resmin üzerine normal bir kare şebeke kullanmak yerine şekli merkezinde konsantrik daireler ve radyan çizgiler dairesel bir numune alma kullanmışlardır. Şeklin ikili değeri çevrelerde ve radyan çizgilerin kavşaklarda örneklenir. Santhosh P. Mathew ve ark [119], aynı zamanda bir İTGE sistemi için benzer kavramı tamamlamak için çalışmışlardır. Bu tekniğin dezavantajı, kesim noktasında bulunan şekil noktaları sadece kabul edilir olmasıdır. Önerilen PRESS radyan ve açısal kapları (bins) belirtilen sayıda toplayarak tüm kenar noktalar alınarak etkili bir şekil imza oluşturmaktadır. Ölçekleme ve dönme değişmezliği de İTGE sisteminde korunmakta olup ve PRESS kullanarak uygulanmıştır. Önerilen algoritma PRESS görüntünün şekil özelliklerinin çıkarılması için kullanılır. Bu kutulardaki (bins) kenar nokta sayısı bulunur ve iki vektörde 'r' ve 't' olarak saklanır. Aynı işlem veri tabanında bulunan tüm görüntüler için tekrarlanır ve r ve t değerleri özellik veritabanına kaydedilir.



Resim 3.1. özellik çıkarma işlemi için pseudo kod [120]

Hu çalışmasında geometrik moment özellikleri oluşturarak geometrik görüntülerin ve alfabetik özelliklerinin tanınması konusunu incelenmiştir. Yapılan çalışmada geometrik momentlerin dönme, ölçekleme ve yer değiştirmeden değişimsiz bir tanımlama içerdiği belirtilmiştir. Yang ve Albregtsen değişimsiz geometrik momentlerin hesaplanmasında hızlı bir yöntem önererek ikili görüntüde tasarladıkları hesaplama metodunun doğru sonuçlar verdiğini ortaya koymuşlardır [122]. Khotanzad ve Hong dönme, ölçekleme ve yer değiştirmeden değişimsiz Zernike momentlerinin hesaplanmasını sunmuşlardır ayrıca yaptıkları çalışmada alfabetik elemanlar üzerinde Zernike momentlerin değişimsizlik

özelliklerini ikili görüntüler üzerinde uygulamışlardır [123]. Zernike momentlerin işlem yükünün yüksek olmasından dolayı seri bir şekilde Zernike moment hesaplanmasını sağlayan bir yöntem Mukundan ve Ramakrishnan tarafından geliştirilmiştir [124]. Gu ve ekibi [125] de Mukundan ve ekibi gibi Zernike momentlerin hesaplanmasında geliştirdikleri metodu sunup daha önce geliştirilmiş iki ayrı Zernike moment hesaplama yöntemi [124,126] ile hesap yüklerinin karşılaştırmasını yapmıştır. Mukundan ve ekibi ayrık Tchebichef polinomlarını bazalarak dik moment fonksiyonlarını kaynağında sağlamaktadır. Bu uygulamada Tchebichef momentlerin matematiksel özelliklerin korunmasında geleneksel Legendre momentler ile Zernike momentlerinden daha iyi olduğu söylemiştir [127]. Chong ve ekibi yaptıkları çalışmada değiştirilmiş-Zernike momentlerin Legendre ve Zernike momentlere göre hesap yükünün fazlalığına ve karmaşıklığına dikkat getirerek geliştirdikleri algoritma ile işlemsel açıdan daha kullanışlı şekilde değiştirilmiş-Zernike momentlerin hesaplanmasını ortaya koymuşlardır. Geliştirilen uygulama ikili ve gri tondaki iki farklı görüntü üzerinde uygulanarak farklı derecelerdeki hesaplama zamanı farklı yöntemlerin hesaplama zamanlarıyla karşılaştırılıp yöntemin hızına vurgu yapılmıştır [128]. Prokorp ve Reeves değişmeyen momentler, dönel momentler, dik momentler, kompleks momentler ve standart momentleri analiz yapmışlardır. Yapılan çalışmada hangi tür momentin üstün olduğu söylenememektedir ama yüksek dereceli momentlerin gürültüye daha duyarlı olduğu belirtilmiştir.

Teh ve Chin de geometrik, Legendre, Zernike, değiştirilmiş-Zernike, dönel ve kompleks momentleri inceleyen bir çalışma bulunmuştur. Genel olarak Zernike ve değiştirilmiş-Zernike momentlerinin diğerlerine üstünlük sağladığını söylenmiş ayrıca değiştirilmiş-Zernike momentlerinin de Zernike momentlere göre gürültüye daha az hassas olduğuna değinilmiştir. Sarlashkar ve ekibi dalgacık dönüşümü sonucu oluşan ortalama görüntüyü vektör haline dönüştürerek basit bir özellik çıkarma yöntemi öne sürmüştür. Anlatılan yöntemde resmin boyutunun değişmesi dalgacık dönüşümü ile oluşturulan özellik sinyalinin şeklini farklılaştırmamıştır böylece boyuttan uzak bir özellik yapısı elde edilebilmiştir [131]. Zhang ve ekibi yaptıkları sınıflandırma çalışması için dalgacık dönüşümü sonucu oluşan alt görüntülerin enerjilerini hesaplayarak özellik çıkarma işlemini yapmıştır ve bu özellikleri kullanarak sınıflandırma işlemindedir başarılı olmuşlardır [132]. Bhagavathy ve Chabra dalgacık dönüşümü sonucu oluşan detay görüntülerden her aşamada standart sapma değerlerini hesaplamışlardır ve en son ortalama görüntünün standart sapma ve ortalama değerini bularak görüntü geri erişim sistemi için özellik vektörü tasarlanmıştır.

Liang ve Kuo dalgacık dönüşümü kullanarak görüntü gösterim ve tanımlama sistemi tasarlanmıştır. Dalga kılavuzu diye isimlendirilen sistem dalgacık dönüşümü ile sıkıştırılıp şifreleme aşamasında dalgacık uzayında renk, örüntü ve nesne şekil tanımlayıcıları ile analizi yapılmıştır [134]. Rahmani ve arkadaşları [190] dokunun yönlü özelliklerini iyileştirmek için RCWFye benzer çözünürlük ve yönlü dalgacık DT-CWT yöntemini kullanmışlardır. Bunların önerdiği sistem 1600 doku görüntüsü içeren bir veri tabanı üzerinde test edilmiştir ve verimlilik 81,96% ya kadar artırılmıştır ve özellik çıkarma zamanını 0,8s den 0,44 s ye indirmişlerdir.

Sınır ağları bir çok sınıflandırma çalışması için klasik sınıflandırma yöntemlerine ek olarak tercih edilebilecek bir yöntem olarak tasarlanmıştır [135]. Rowley ve ekibi [136] yaptıkları çalışmada sınır ağları desteğiyle yüz algılama işlemini gerçekleştirmiştir. Görüntülerdeki yüz olan ve olmayan alt görüntüleri kullanılarak eğitilen sınır ağları tek ağ, iki ağı karar mekanizması ve üç ağı karar mekanizması gibi değişik yapılar ile denenerek başarımları farklı veri tabanlarında değerlendirilmiştir. Sonuç olarak sınır ağları kullanarak geliştirilen yüz algılama sisteminin yüksek başarımla sergilediği ortaya konulmuştur.

Correia ve ekibi yaptıkları çalışmada örüntü üzerinde uyguladıkları dalgacık dönüşümü desteğiyle elde ettikleri özelliklerle çok katmanlı sınır ağlarını eğiterek değişik yapıda oluşturdukları eğitim modellerinin karşılaştırmasını yapmıştır [137]. Gonzalez ve ekibi geliştirdikleri görüntü geri erişim sisteminde dairesel şablonların histogramlarından buldukları dalgacık dönüşümü katsayılarını çok katmanlı sınır ağ modeli üzerinde uygulayarak benzer uçak sınıflarına veri tabanından elde edilmesini sağlamıştır [138]. Sahoolizadeh ve ekibi Gabor dalgacıkları yardımıyla gösterimini yaptıkları görüntülerde çok katmanlı sınır ağlarını kullanarak yüz algılaması işlevini sağlamışlardır [139].

4. DENEYSEL ÇALIŞMA

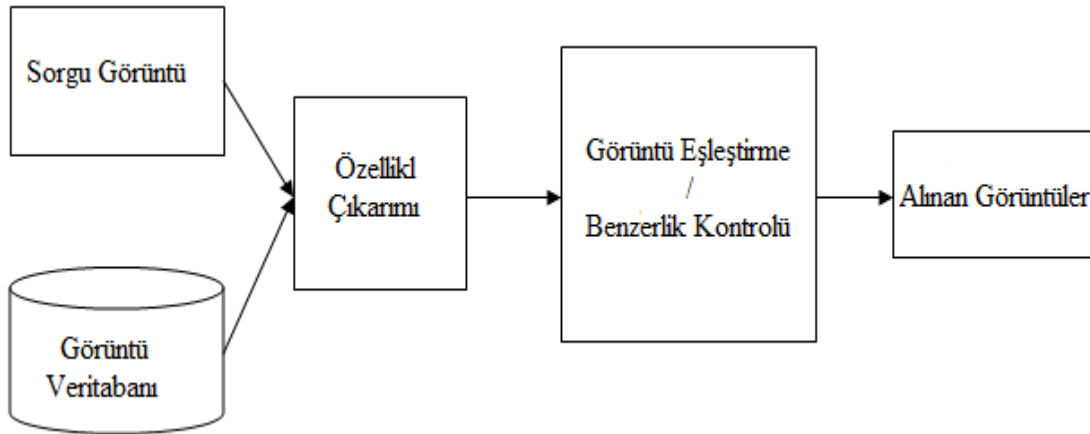
İçerik tabanlı görüntü erişim sistemleri genelde sorgu görüntüsü ve veri tabanındaki tüm görüntülerin özelliklerini çıkartıp özellik vektörlerinde kaydetmektedir. Daha sonra sorgu görüntüsüne en yakın olan görüntüleri sonuç olarak sunmaktadır. Özellik çıkarma mevcut çalışmadaki ilk adımı oluşturmaktadır. Bir görüntü için ilk olarak renk özelliği çıkarılmaktadır. Bu işlemde her görüntü için kırmızı, yeşil ve mavi renk değerleri çıkarılır ve daha sonra kırmızı, yeşil ve mavi değerlerinin ortalaması hesaplanır. Bu sürecin sonrası her bir bölüm için üç renk değerleri (kırmızı, yeşil ve mavi) ana görüntüde depolanır. Bu renk değerleri aynı zamanda üç 1D dizilerde saklanır.

Özellik çıkarmadaki ikinci adım görüntünün doku analizidir. Bu amaçla her görüntü için 22 doku özelliği (kontrast, entropi, korelasyon, enerji, homojenlik, vb.) değerleri elde etmek için bazı fonksiyonlar kullanılır. Bir görüntüden çıkarılan özellikler farklı çubuk değerlerinden, 1D dizi içinde saklanır. Bu işlem veri tabanındaki her görüntü için tekrarlanır.

İTGE sistemi aşağıdaki bileşenlerden oluşur:

- Sorgu görüntüsü, görüntü veri tabanında aranan bir görüntüdür. Bu görüntünün aynısı ve ya bir kaç benzeri sonuç olarak sunulur.
- Görüntü veritabanı n sayıda görüntüden oluşan bir veri tabanıdır.
- Özellik çıkarma görüntüden görsel bilgisi çıkarılır ve özellikleri veritabanında özellik vektörleri olarak kaydedilir. Bu öznelik vektörleri sorgu görüntüsü ve diğer görüntüleri karşılaştırmak ve erişim için kullanılmaktadır.
- Görüntü eşleme, Her görüntü hakkında bilgi hesaplama işlemi için özellik vektörleri saklanır ve bu özellik vektörleri benzerlik ölçme yardımı ile sorgu görüntünün özellik vektörleri ile eşleştirilir.
- Sonuçta erişilmiş görüntüler veri tabanındaki eşleşen görüntüleri bulmak için daha önce tutulan bilgileri araştırır. Sonuçta elde edilen görüntüler benzer ya da sorgu görüntüsünün özelliklerine çok yakın olan görüntüler olacaktır.

İlk adım, sorgu görüntünün renk kombinasyonuna dayalı görüntüleri almaktır. Bundan sonra doku tabanlı erişimle devam edilmektedir. Önerilen sistemin amacı sorgu görüntüsüne benzer veritabanındaki görüntülere en kısa zamanda erişebilmektir. Doku özellikleri sayesinde sistemin verimliliği artırılarak, alakasız görüntüleri filtrelemede yararlı olduğu gösterilmiştir. Resim üzerinde çalışmak, kullanıcı sayısının artmasıyla ciddi değişikliklerle karşı karşıya kalan bir alandır. Sistemin görüntü veri tabanını isteğe göre değiştirip farklı resimler eklenebilmekte veya çıkarılabilmektedir. Bir sorgu görüntüsü giriş panelinde girildiğinde, bu görüntü ve veri tabanındaki tüm görüntülerin renk ve doku özellikleri hesaplanır ve daha sonra knn algoritması uygulanarak sorgu görüntüsünün özellik vektörü veritabanında saklanan görüntülerin tüm görüntü özellikleri ile karşılaştırılır. Sorgu görüntüsüne en yakın olan özelliği eşleşen görüntü çıkış olarak sunulmaktadır. Ne kadar görüntü veritabanı büyük olursa okadarda yavaş bir erişim işlemi ortaya çıkar ama daha iyi ve net sonuçlar elde edebilmek mümkündür.



Şekil 4.1. İTGE sistemi ve çeşitli bileşenleri

Sistem ilk olarak sorgu görüntüsünün renk ve doku özelliklerini çıkarır ve özellik vektöründe depolar, daha sonra veritabanındaki tüm görüntülerin renk ve doku özelliklerini çıkarır ve özellik vektörlerinde depolar. Renk için görüntünün RGB renk uzayı kullanılmıştır; böylece kırmızı, yeşil ve mavi renklerin ortalaması hesaplanmıştır. Daha sonra tüm görüntüler için 22 doku özellikleri hesaplanıp özellik vektörlerinde kaydedilmiştir. Böylece her görüntü için 1×25 özellik elde edilir.

Kullanılan 22 doku özelliği

Autocorrelation, Contrast: matlab, Correlation: matlab, Correlation, Cluster Prominence, Cluster Shade, Dissimilarity, Energy: matlab, Entropy, Homogeneity: matlab, Homogeneity, Maximum probability, Sum of squares: Variance, Sum average, Sum variance, Sum entropy, Difference variance, Difference entropy, Information measure of correlation 1, Information measure of correlation 2, Inverse difference, Inverse difference normalized, Inverse difference moment normalized.

Çizelge 4.1. GLCM den çıkarılan doku özellikleri [192,193]

Code	Özellik	Denklem	
F1	Autocorrelation	$\sum_i \sum_j (i, j) p(i, j)$	(19)
F2	Contrast	$\sum_{i,j=0}^{L-1} i - j ^2 p(i, j)$	(20)
F3	Correlation I	$\sum_i \sum_j \frac{(i - \mu_x)(j - \mu_y) p(i, j)}{\sigma_x \sigma_y}$	(21)
F4	Correlation II	$\sum_i \sum_j \frac{(i \cdot j) p_{i,j} - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y}$	(22)
F5	Cluster Prominence	$\sum_{i=0}^{L-1} \sum_{j=0}^{L-1} (i + j - \mu_x - \mu_y)^4 P(i, j)$	(23)
F6	Cluster Shade	$\sum_{i=0}^{L-1} \sum_{j=0}^{L-1} (i + j - \mu_x - \mu_y)^3 P(i, j)$	(24)
F7	Dissimilarity	$\sum_{i,j=0}^{N-1} p_{i,j} i - j $	(25)
F8	Energy	$\sum_i \sum_j p(i, j)^2$	(26)
F9	Entropy	$-\sum_i \sum_j p_{i,j} \log_2(p(i, j))$	(27)

Çizelge 4.1. (devamı). GLCM den çıkarılan doku özellikleri [192,193].

Code	Özellik	Denklem	
F10	Homogeneity I	$\sum_i \sum_j \frac{p(i,j)}{1 + i - j }$	(28)
F11	Homogeneity II	$\sum_i \sum_j \frac{p(i,j)}{1 + i - j ^2}$	(29)
F12	Maximum probability	Max p(i,j)	(30)
F13	Sum of squares	$\sum_i \sum_j (i - v)^2 p(i,j)$	(31)
F14	Sum average	$\sum_{i=2}^{2L_g} i \cdot p_{x+y}(i)$	(32)
F15	Sum entropy	$-\sum_{i=2}^{2L} p_{x+y}(i) \log(p_{x+y}(i))$	(33)
F16	Sum variance	$\sum_{i=2}^{2L} (i - F15)^2 p_{x+y}(i)$	(34)
F17	Difference variance	$\sum_{i=0}^{L-1} i^2 \cdot p_{x-y}(i)$	(35)
F18	Difference entropy	$-\sum_{i=0}^{L-1} p_{x-y}(i) \log(p_{x-y}(i))$	(36)
F19	Information measure of correlation1	$\frac{HXY - HXY1}{\max(Hx, Hy)}$	(37)
F20	Informaiton measure of correlation2	$\sqrt{1 - \exp[-2(HXY2 - HXY)]}$	(38)
F21	Inverse difference normalized	$\sum_i \sum_j \frac{p(i,j)}{1 + i - j ^2/L}$	(39)
F22	Inverse difference moment normalized	$\sum_i \sum_j \frac{p(i,j)}{1 + (i - j)^2/L}$	(40)

Çizelge 4.2. GLCM den çıkarılan doku özelliklerindeki mevcut işaretlerin açıklanması [193]

İşaretler	Anlamları
$p(i, j)$	(i, j) Eş oluşum olasılık matrisinin girişleri
L	Gri seviye quantizasyonu
v	$p(i, j)$ değerinin ortalaması
$p_x(i)$	$\sum_{j=1}^L p(i, j).$
$p_y(i)$	$\sum_{i=1}^L p(i, j).$
μ_x	$\sum_i \sum_j i \cdot p(i, j).$
μ_y	$\sum_i \sum_j j \cdot p(i, j).$
σ_x^2	$\sum_i \sum_j (i - \mu_x)^2 \cdot p(i, j).$
σ_y^2	$\sum_i \sum_j (j - \mu_y)^2 \cdot p(i, j).$
$p_{x+y}(k)$	$\sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L p(i, j), \quad k = 2, 3, \dots, 2L.$
$p_{x-y}(k)$	$\sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L p(i, j), \quad k = 0, 1, \dots, L-1.$
HX	$-\sum_i p_x(i) \cdot \log(p_x(i)).$
HY	$-\sum_i p_y(i) \cdot \log(p_y(i)).$
HXY	$-\sum_i \sum_j p(i, j) \cdot \log(p(i, j)).$
$HXY1$	$-\sum_i \sum_j p(i, j) \cdot \log(p_x(i)p_y(j)).$
$HXY2$	$-\sum_i \sum_j p_x(i)p_y(j) \cdot \log(p_x(i)p_y(j)).$

4.1. Görüntü Veri Tabanı

Bu çalışmada farklı sayıda renkli görüntüler içeren farklı veri tabanları kullanılmıştır. Veri tabanları farklı kategorilere ayrılır ve her bir kategori benzer türden görüntüler içermektedir. Bu çalışmada, 1280 hayvan görüntüsü içeren, 8176 çiçek görüntüsü içeren, 7000 kedi ve köpek görüntülerini içeren ve 6560 farklı kategorilere sahip veri tabanları kullanılmaktadır. Daha büyük veritabanı, daha yavaş erişim sürecine neden olmaktadır ama daha net ve iyi sonuçları elde etmeye olanak sağlar.

Her denemede, test görüntüsü rastgele seçilmiş ardından kullanıcıların alınan görüntülerden kendi beklentileri ile ilgili bu görüntüleri etiketlemeleri istenilmiştir. Seçilen bu görüntüler bir sonraki tekrarlama boyunca geribildirim görüntüsü olarak kullanılmıştır. Geribildirim süreçleri sınırsız olarak kullanıcı isteğine bağlı gerçekleştirilmiştir.

Görüntü veritabanlarında önerilen erişim türleri:

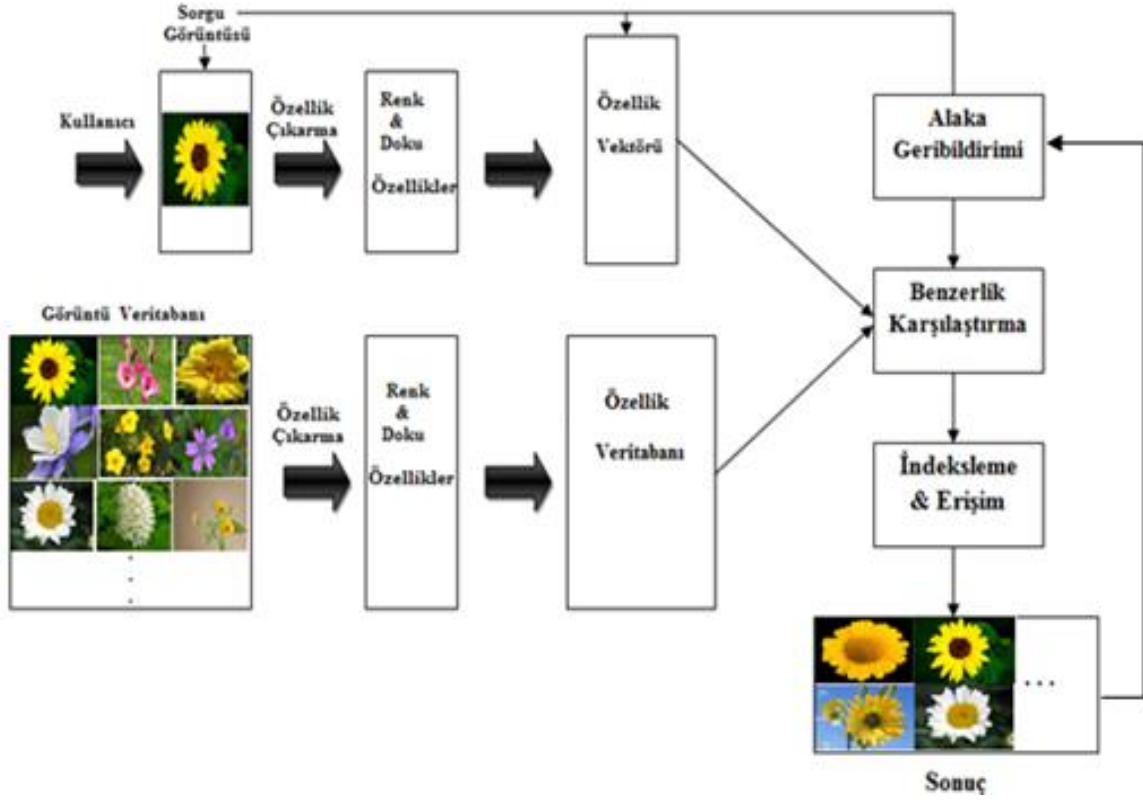
- Aynı türe erişimde veri tabanından alınan görüntü sorgu görüntüsüne tam olarak eşleşecektir.
- Görüntünün içeriğine dayalı görüntü erişiminde erişilen görüntü her hangi bir içeriye sahipse, bir kısmı sisteme yerleştirilmiş olan sorgu görüntüsünün aynı olması yeterli olacaktır.
- İlgili görüntülere erişimde alınan görüntülerin sorgu görüntüsüne içerik açısından benzer olması gerekmektedir.

MATLAB vektör ve matris veri işleme için etkin bir programdır. Bu matris görüntü görselleştirmeye hazır işlevleri içerir ve bir programın modüler bir yapıya sahip olmasını sağlar. Bu gerçekler nedeniyle MATLAB 2013 yazılım ortamı seçilmiştir.

4.2. Algoritma

1. Kullanıcı sorgu görüntüsünü bilgisayarında mevcut olan görüntüler arasından seçer.
2. Sorgu görüntüsünün renk özelliklerinin ortalanması hesaplanır.
3. Renkli görüntü gri tonlu görüntüye dönüştürülür.
4. Sorgu görüntüsünün doku özelliği hesaplanır.
5. Görüntü veritabanının görüntüleri renk ve doku özellikleri çıkarılır.
6. KNN algoritması uygulanır ve sorgu görüntüsünün görüntü veritabanının özelliklerine olan mesafesi hesaplanır.
7. Görüntü veritabanından en yakın mesafede olan görüntüler alınır.
8. Çıkış panelinde erişim resimleri görüntülenir.
9. Çıkış panelindeki görüntülere göre kullanıcı görüntüleri istediği sonuca göre ilgili veya ilgisiz olarak etiketler.
10. Kullanıcı istediği sonuçları elde etmek için işlemi tekrarlayıp ve istediği sonucu elde edene kadar görüntüleri etiketleyerek işleme devam edilir.

11. En son programın performansı hesaplanır.



Şekil 4.2. İçerik Tabanlı Görüntü Erişim uygulamasının blok diyagramı

4.3. Araştırma Zorlukları

İTGE sistemlerinin uygulanmasının birkaç araştırma zorlukları ortaya çıkmıştır. Bunlardan bazıları şunlardır:

- Kullanıcının görüntü ihtiyacını ve bilgi arama davranışını anlamak
- Yeni bir kullanıcı ara yüzünün değerlendirilmesi, ek açıklama taramak ve görüntü içeriğine göre arama yapmak
- Görüntü içeriğini açıklamalar ve ilgili hizmetleri tanımlamak için biçimciliklerin oluşturulması
- Yeni araçlar görüntüleri işaretleme ve ek açıklama yapmak için daha iyi bir anlamsal zenginleştirilmiş tanımlarının oluşturulması
- Büyük görüntü veritabanları için kompakt bir depolama sağlanması

- Sorgu ve depolanan görüntüleri eşleştirme bir şekilde insan benzerlik yargılarını yansıtmaktadır.
- İçeriğe göre depolanan görüntülerde etkili erişim
- İTGE sistemlerde kullanılabilir insan arabiriminin sağlanması
- Görüntüleri anlamsal özelliklerini otomatik olarak çıkaran araçların geliştirilmesi
- Görüntü erişimi sürecinde sınıflandırma stratejilerinin birleştirilmesi.

4.4. Deneysel Sonuçlar

Matlab 2013 üzerindeki uygulama iki şekilde test edildikten sonra sonuçlar sunulmuştur. Program için kolay ve anlaşılabilir bir Şekil kullanıcı ara yüzü tasarlanıp görüntülerin seçilmesi istenilmiştir. Ayrıca, programın verimliliğini daha doğru bir şekilde hesaplayabilmek için programı, otomatik olarak bir kaç farklı görüntü sayısına sahip farklı veri tabanları üzerinde test edilmiştir. Arama yapmak istediğimiz veri tabanı programa yüklendikten sonra o veri tabanı üzerinde arama yapılmıştır. Bu arayüz üzerinde ilk olarak sorgu görüntüsü test görüntüsü olarak seçildikten sonra programa yüklenmektedir. Sonra, “Çalıştır/Run” butonuna basıldığı zaman program ilk veri tabanında mevcut görüntülerin renk ve doku özelliklerini çıkararak knn algoritmasını uygulayıp, sonrasında da sorgu görüntüsünün özelliklerini çıkarmaktadır. Çalışma sonucunda, program sorgu görüntüsüne benzer 9 görüntüyü sonuç olarak göstermektedir. Kullanıcı, isteğine göre, görüntüleri ilgili ya da ilgisiz olarak etiketleyerek gerekli ise programın çalışmasını tekrarlayabilmektedir. Programın verimliliğini doğru bir şekilde hesaplayabilmek için otomatik olarak farklı veri tabanları üzerinde test edilip ve sonuçlar elde edilmiştir. Program otomatik olarak çalıştığı zaman her görüntü veri tabanını 3 farklı sayıda görüntü içeren veri tabanlarına böldükten sonra her bölüm için üç kez deneme yapılmıştır. İlk seferinde tüm verilerin %10’u test verisi ve %90’ı eğitim verisi, ikinci seferde %20 test verisi %80 eğitim verisi ve üçüncü defa %30 test verisi ve %70 eğitim verileri üzerinde deneme yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge üzerinde sunulmuştur.

Hayvan veri tabanı için veri tabanı 400, 800 ve 1280 görüntü içeren veri tabanlarına bölünmüş ve sonra ilk olarak %10 test verisi, %90 eğitim verisi için program test edilmiştir. 1280 görüntü içeren veri tabanı için elde edilen sonuçlar aşağıdaki Çizelgede sunulmuştur:

Çizelge 4.3. Hayvanveri tabanı için 10% test verilerin verimlilik hesabı

Veri tabanı: Hayvan resimleri		
Toplam Görüntü Sayısı:1280	Kategori: 16	Her kategori içinde görüntü sayısı:80
Eğitim = 90%	Test =10%	Verimlilik Olasılığı %
Her kategoride en az bir görüntü doğru bulma olasılığı	N=1	75,0000
Her kategoride en az iki görüntü doğru bulma olasılığı	N=2	43,7500
Her kategoride en az üç görüntü doğru bulma olasılığı	N=3	12,5000
Her kategoride en az dört görüntü doğru bulma olasılığı	N=4	6,2500
Her kategoride en az beş ve daha fazla görüntü doğru bulma olasılığı	N=5	0
Bu sonuçlar elde edilene kadar harcanan zaman:		49,725151 s

1280 görüntü içeren hayvan veri tabanı için ikinci defada %20 test verisi, %80 eğitim verisi için aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

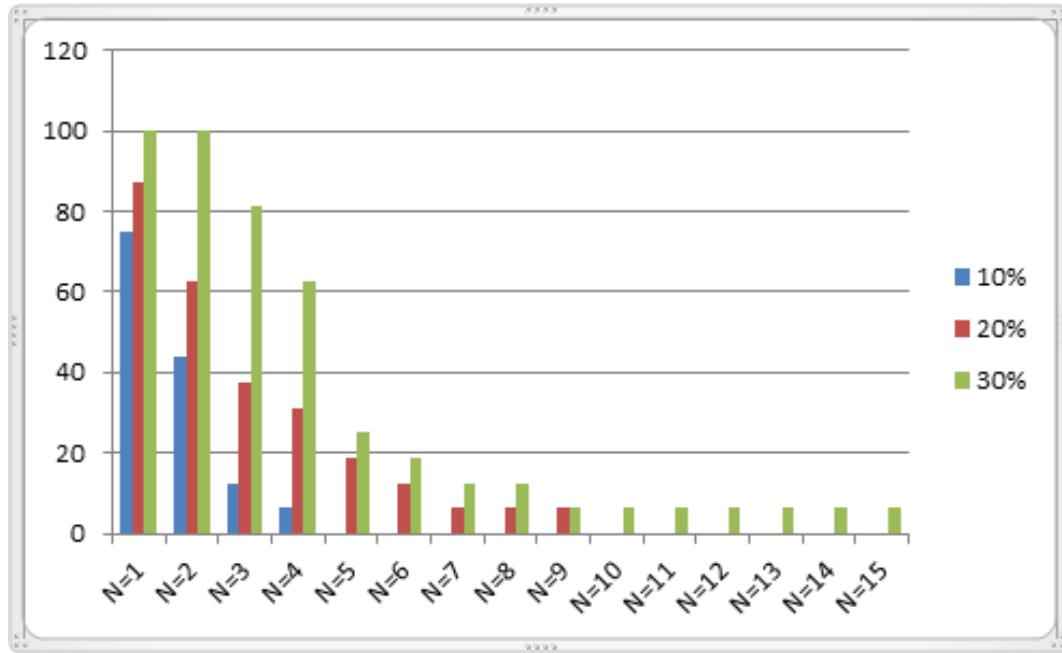
Çizelge 4.4. Hayvan veri tabanı için 20% test verilerin verimlilik hesabı

Veri tabanı: Hayvan resimleri		
Toplam Görüntü Sayısı: 1280	Kategori: 16	Her kategori içinde görüntü sayısı: 80
Eğitim = 80%	Test =20%	Verimlilik Olasılığı %
Her kategoride en az bir görüntü doğru bulma olasılığı	N=1	87,5000
Her kategoride en az iki görüntü doğru bulma olasılığı	N=2	62,5000
Her kategoride en az üç görüntü doğru bulma olasılığı	N=3	37,5000
Her kategoride en az dört görüntü doğru bulma olasılığı	N=4	31,2500
Her kategoride en az beş görüntü doğru bulma olasılığı	N=5	18,7500
Her kategoride en az altı görüntü doğru bulma olasılığı	N=6	12,5000
Her kategoride en az yedi görüntü doğru bulma olasılığı	N=7	6,2500
Her kategoride en az sekiz görüntü doğru bulma olasılığı	N=8	6,2500
Her kategoride en az dokuz görüntü doğru bulma olasılığı	N=9	6,2500
Her kategoride en az on ve daha fazla görüntü doğru bulma olasılığı	N=10	0
Bu sonuçlar elde edilene kadar harcanan zaman:		43.384085

1280 görüntü içeren hayvan veri tabanı için üçüncü seferde %30 test verisi, %70 eğitim verisi için aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

Çizelge 4.5. Hayvan veri tabanı için 30% test verilerin verimlilik hesabı

Veri tabanı: Hayvan resimleri		
Toplam Görüntü Sayısı: 1280	Kategori: 16	Her kategori içinde görüntü sayısı:80
Eğitim = 70%	Test =30%	Verimlilik Olasılığı %
Her kategoride en az bir görüntü doğru bulma olasılığı	N=1	100,0000
Her kategoride en az iki görüntü doğru bulma olasılığı	N=2	100,0000
Her kategoride en az üç görüntü doğru bulma olasılığı	N=3	81,2500
Her kategoride en az dört görüntü doğru bulma olasılığı	N=4	62,5000
Her kategoride en az beş görüntü doğru bulma olasılığı	N=5	25,0000
Her kategoride en az altı görüntü doğru bulma olasılığı	N=6	18,7500
Her kategoride en az yedi görüntü doğru bulma olasılığı	N=7	12,5000
Her kategoride en az sekiz görüntü doğru bulma olasılığı	N=8	12,5000
Her kategoride en az dokuz görüntü doğru bulma olasılığı	N=9	6,2500
Her kategoride en az on görüntü doğru bulma olasılığı	N=10	6,2500
Her kategoride en az onbir görüntü doğru bulma olasılığı	N=11	6,2500
Her kategoride en az oniki görüntü doğru bulma olasılığı	N=12	6,2500
Her kategoride en az onüç görüntü doğru bulma olasılığı	N=13	6,2500
Her kategoride en az ondört görüntü doğru bulma olasılığı	N=14	6,2500
Her kategoride en az onbeş görüntü doğru bulma olasılığı	N=15	6,2500
Her kategoride en az onaltı ve daha fazla görüntü doğru bulma olasılığı	N=16	0
Bu sonuçlar elde edilene kadar harcanan zaman:		48.308034



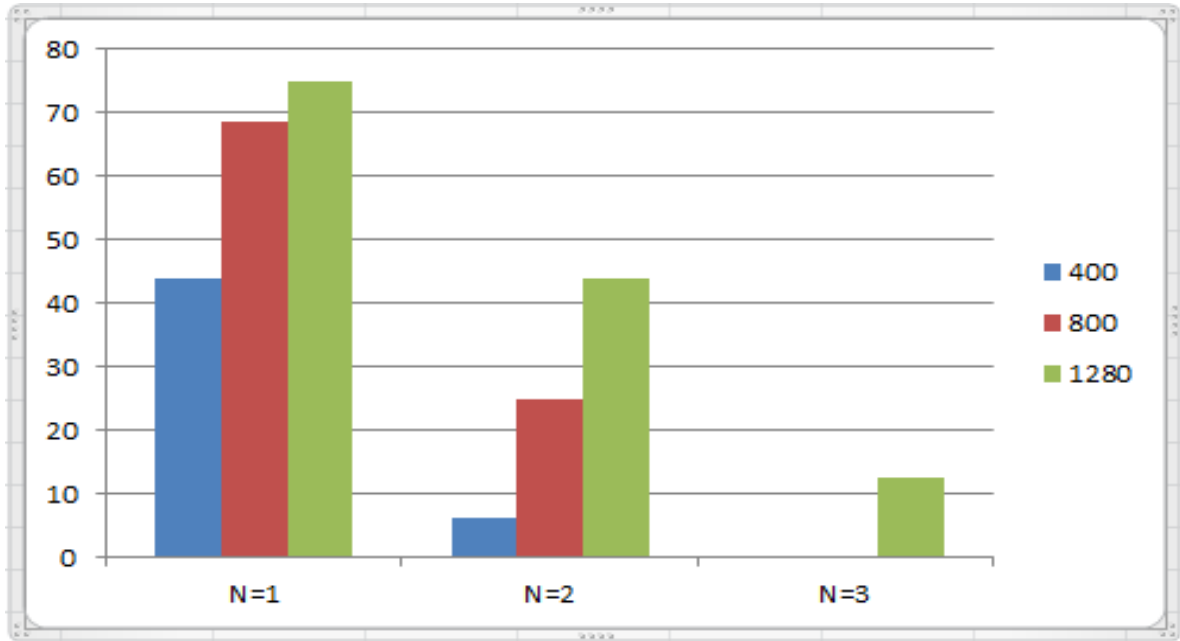
Şekil 4.3. Hayvan veri tabanı verimlilik diyagramı

Hayvan veri tabanından elde edilen sonuçlar test verilerinin sayısının fazla oluşunun programda daha iyi sonuçlar elde edilmesini sağladığını göstermektedir. Hayvan resimlerinden oluşan farklı sayıda resim içeren her üç veri tabanı için bu işlem tekrarlanmış

ve sonuçlar elde edilmiştir. Bu üç veri tabanı için en az N=1,2,3 görüntü doğru bulma olasılığı dikkate alınmıştır.

Çizelge 4.6. Her 3 hayvan veri tabanı için 10% test verilerin verimlilik hesabı

Hayvan Resimleri				
Kategori sayısı: 16				
10% Test verileri			90% Eğitim verileri	
Görüntü sayısı	Verimlilik %			Erişim Zamanı (Dakika)
	N=1	N=2	N=3	
400	43,7500	6,2500	0	0,11
800	68,7500	25,0000	0	0,21
1280	75,0000	43,7500	12,5000	0,34

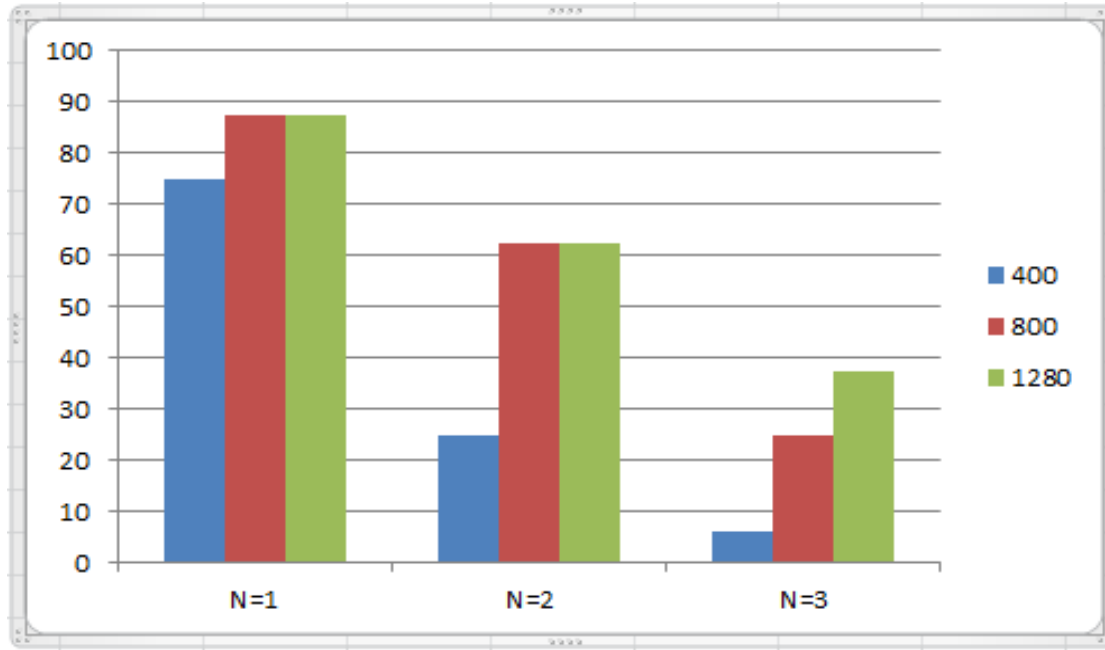


Şekil 4.4. Her3 hayvan veri tabanı için 10% test verilerin verimlilik diyagramı

Elde edilen sonuçlar %10 test verisi seçildiği zaman görüntü sayısının artırılmasının en az 1 ve en az 2 görüntü doğru bulma olasılığını da artırdığını göstermiştir. Erişim zamanı az sayı görüntü içeren ve küçük veri tabanı için kısa ve daha büyük ve çok sayıda görüntü içeren veri tabanı için daha fazladır.

Çizelge 4.7. Her 3 hayvan veri tabanı için 20% test verilerin verimlilik hesabı

Hayvan resimleri				
Kategori sayısı: 16				
20% Test verileri 80% Eğitim verileri				
Görüntü sayısı	Verimlilik %			Erişim Zamanı (Dakika)
	N=1	N=2	N=3	
400	75,0000	25,0000	6,2500	0,11
800	87,5000	62,5000	25,0000	0,23
1280	87,5000	62,5000	37,5000	0,38

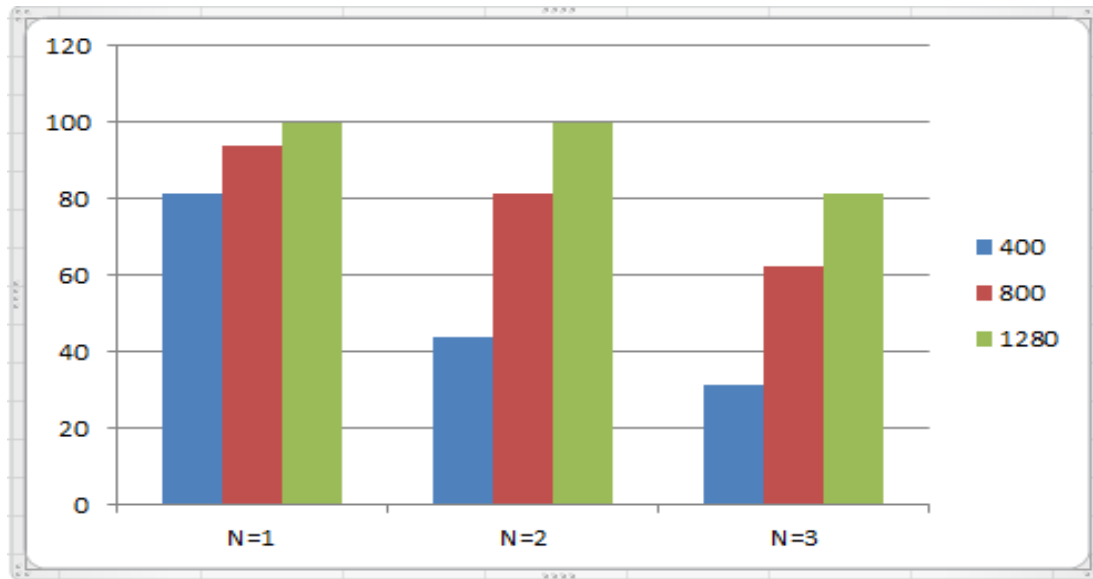


Şekil 4.3. Her 3 hayvan veri tabanı için 20% test verilerin verimlilik diyagramı

Aynı veri tabanı için %20 test verisi ve %80 eğitim verisi olarak programı test ettiğimiz zaman elde edilen sonuçlar göstermektedir ki ne kadar görüntü sayısı artırılırsa verimlilik olasılığı da o kadar artmaktadır. Ancak, erişim zamanı daha büyük ve daha çok görüntü içeren veri tabanları için daha fazladır.

Çizelge 4.8. Her 3 hayvan veri tabanı için 30% test verilerin verimlilik hesabı

Hayvan resimleri				
Kategori sayısı: 16				
30% Test verileri 70% Eğitim verileri				
Görüntü sayısı	Verimlilik %			Erişim Zamanı (Dakika)
	N=1	N=2	N=3	
400	81,2500	43,7500	31,2500	0,12
800	93,7500	81,2500	62,5000	0,24
1280	100	100	81,2500	0,40



Şekil 4.4. Her 3 hayvan veri tabanı için 30% test verilerin verimlilik diyagramı

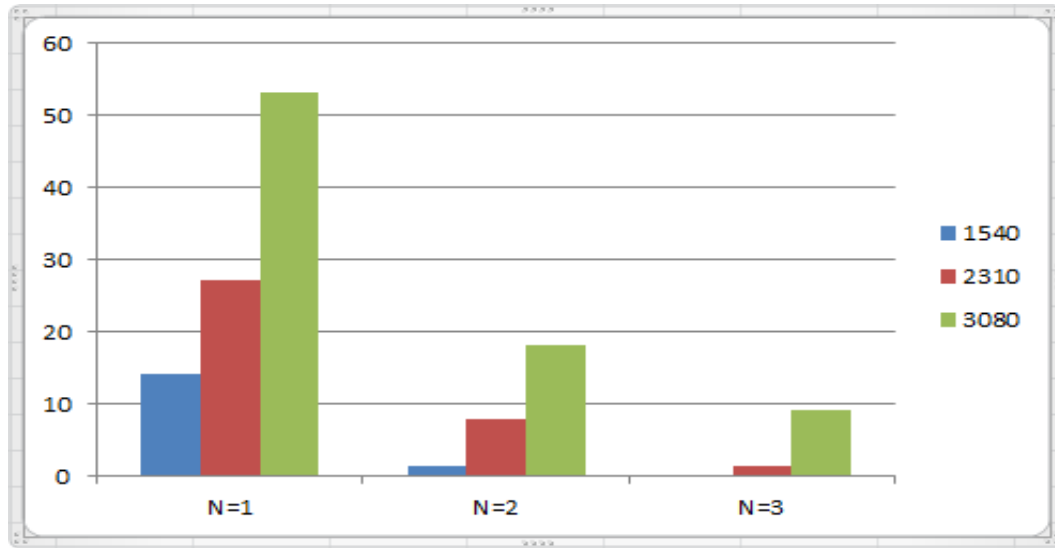
Aynı veri tabanları için bu defa %30 test verisi ve %70 eğitim verisi olarak programı test ettiğimiz zaman 1280 görüntü içeren veri tabanı için en az 1 ve en az 2 doğru görüntü bulma olasılığı %100 olarak elde edilmiştir. Her üç Çizelgede gösterilmektedir ki aynı kategorileri içeren veri tabanlarında görüntü sayısı arttıkça verimlilik te artmaktadır. Tabi ki erişim zamanı büyük veri tabanları için daha fazladır. Program çiçek görüntülerini içeren veri tabanı ve kedi-köpek görüntülerin içeren veri tabanı üzerinde de test edip sonuçlar elde edilmiştir.

Çiçek veri tabanını 3 farklı sayıda görüntü içeren veri tabanlarına bölüp her bölüm için 3 kez program test edilmiştir. Çiçek veri tabanını aynı kategoriler içeren sadece görüntü sayısı farklı olan 1540 görüntü içeren, 2310 görüntü içeren ve 3080 görüntü içeren 3 veri tabanına bölünmüştür. Her 3 veri tabanı için ilk seferde %10 test verisi %90 eğitim verisi,

ikinci seferde %20 test verisi %80 eğitim verisi ve en son %30 test verisi ve %70 eğitim verisi üzerinde test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki Çizelgelerde gösterilmektedir:

Çizelge 4.9. Her 3 çiçek veri tabanı için 10% test verilerin verimlilik hesabı

Çiçek Resimleri				
Kategori sayısı: 77				
10% Test verileri		90% Eğitim verileri		
Görüntü Sayısı	Verimlilik %			Erişim Zamanı (Dakika)
	N=1	N=2	N=3	
1540	14,2857	1,2987	0	1,03
2310	27,2727	7,7922	1,2987	1,34
3080	53,2467	18,1818	9,0909	2,09

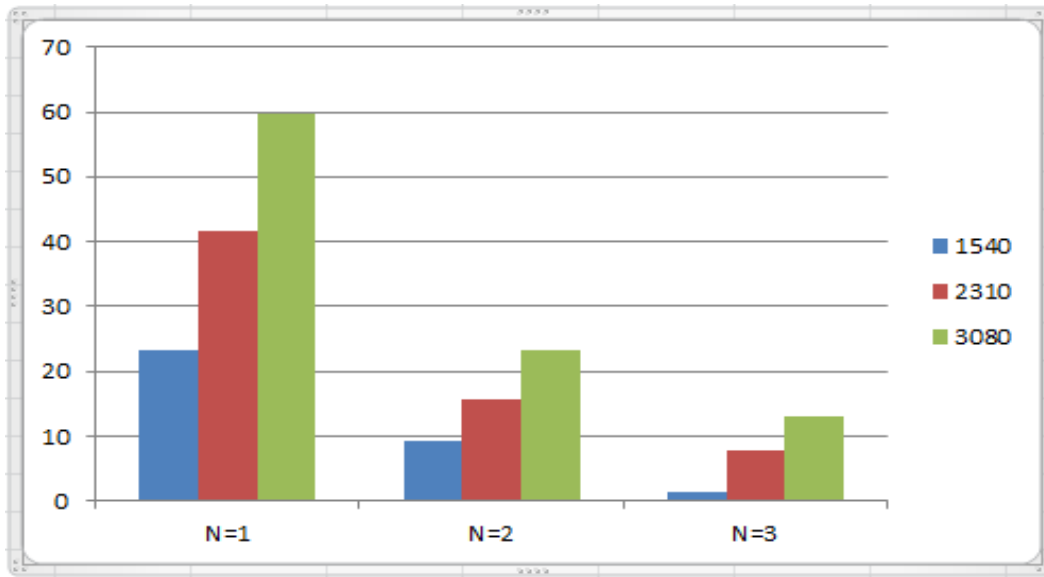


Şekil 4.7. Her 3 çiçek veri tabanı için 10% test verilerin verimlilik diyagramı

Bu 3 veri tabanı için ilk defada tüm verilerin %10'u test verisi ve %90'ı eğitim verisi olarak program test edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 3080 görüntü içeren veri tabanının en az bir görüntü doğru bulma olasılığı 53,24 olarak elde edilmiştir ki 1540 görüntü içeren veri tabanı için daha yüksek bir verimliliğe sahiptir. Erişim zamanı 3080 görüntü içeren veri tabanının 1540 görüntü içeren veri tabanına göre daha fazladır ve yaklaşık 2 katıdır. Bu Çizelgede gösterilmektedir ki veri tabanındaki görüntü sayısı her ne kadar yüksek olursa verimlilik olasılığında okadar yüksektir ve görüntü erişimi için daha fazla zaman gerektirmektedir.

Çizelge 4.10. Her 3 çiçek veri tabanı için 20% test verilerin verimlilik hesabı

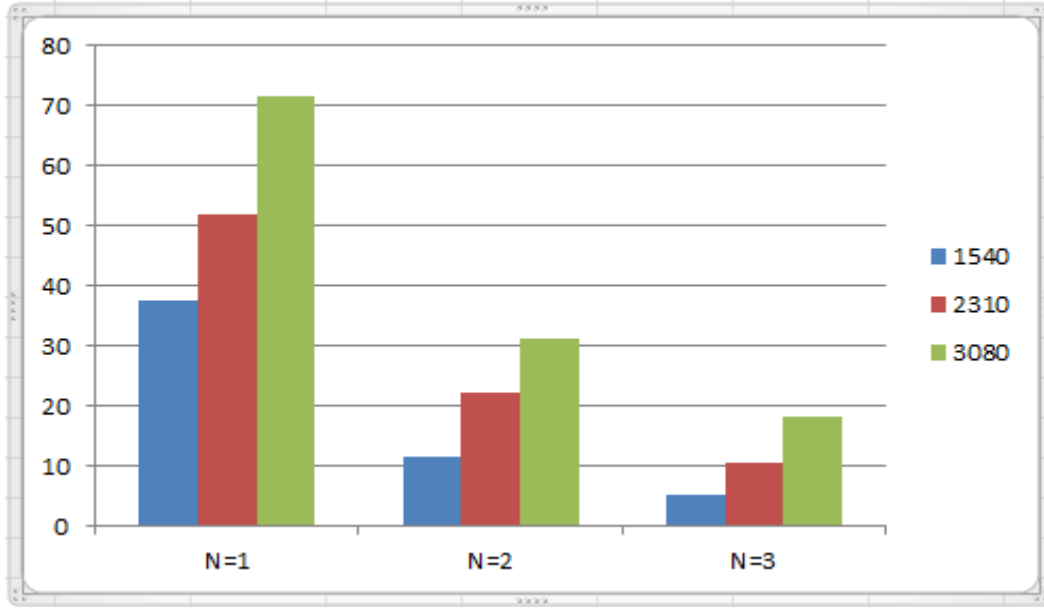
Çiçek Resimleri				
Kategori sayısı: 77				
20% Test verileri			80% Eğitim verileri	
Görüntü sayısı	Verimlilik %			Erişim Zamanı (Dakika)
	N=1	N=2	N=3	
1540	23,3766	9,0909	1,2987	1,05
2310	41,5584	15,5844	7,7922	1,40
3080	59,7402	23,3766	12,9870	2,16



Şekil 4.8. Her 3 çiçek veri tabanı için 20% test verilerin verimlilik diyagramı

Çizelge 4.11. Her 3 çiçekveri tabanı için 30% test verilerin verimlilik hesabı

Çiçek Resimleri				
Kategori sayısı: 77				
30% Test verileri			70% Eğitim verileri	
Görüntü sayısı	Verimlilik %			Erişim Zamanı (Dakika)
	N=1	N=2	N=3	
1540	37,6623	11,6883	5,1948	1,08
2310	51,9480	22,0779	10,3896	1,46
3080	71,4285	31,1688	18,1818	2,34



Şekil 4.9. Her 3 çiçek veri tabanı için 30% test verilerin verimlilik diyagramı

%20 ve %30 test verisi olarak programı test ettiğimiz zaman yukarıda anlattığımız sonuçlara benzer sonuçlar elde edilmiştir. Yüksek sayıda görüntü içeren veri tabanı için daha yüksek verimlilik elde edilmiştir. Çiçek veri tabanında elde edilen sonuçlara göre bu proje büyük veri tabanları için daha iyi sonuç vermektedir ve ayrıca erişim zamanında daha yüksektir.

Ayrıca Çizelgelerdeki sonuçlara göre test verilerin sayısı ne kadar fazlaysa program verimliliğide daha yüksektir. Bunun yanı sıra veri tabnındaki görüntü sayısı doğru sonuçlara erişimzamanınıda etkilemektedir. Büyük veri tabanları ve fazla görüntü içeren veri tabanlara daha uzun erişim zamanı gerektirir.

Yukarıdaki veri tabanları için tüm görüntüler kendi boyutlarında kullanıldı ve hiçbir görüntünün boyutunda değişiklik yapılmamıştır. Bu yüzden programı farklı bir veri tabanında test ettik. Bu kez tüm görüntülerin boyutunu 128*128 değiştirdik ve aynı yukarıda yapılan işlemler bu veri tabanı için tekrarlanmıştır.

Program 35 kategori ve her kategoride 200 görüntü toplam 7000 kedi ve köpek görüntüsünü içeren bir veri tabanı üzerinde test edilmiştir. Bu veri tabanını 2450, 4900 ve 7000 görüntü içeren aynı kategorilere sahip veri tabanlarına böldük ve programı her üç veri tabanı için test edilmiştir. Kedi ve köpek veri tabanı için 7000 görüntü içeren ve

görüntülerin boyutlarını 128*128 kullanarak ilk kez 10% test verisi, 90% eğitim verisi için program uygulanmıştır ve sonuçlar aşağıdaki gibi elde edilmiştir:

Çizelge 4.12. Kedi ve köpek veri tabanı için 10% test verilerin verimlilik hesabı

Veri tabanı: Kedi ve Köpek resimleri		
Toplam Görüntü Sayısı: 7000	Kategori: 35	Her kategori içinde görüntü sayısı: 200
Eğitim =90%	Test =10%	Verimlilik Olasılığı %
Her kategoride en az bir görüntü doğru bulma olasılığı	N=1	60.0000
Her kategoride en az iki görüntü doğru bulma olasılığı	N=2	25.7143
Her kategoride en az üç görüntü doğru bulma olasılığı	N=3	8.5714
Her kategoride en az dört görüntü doğru bulma olasılığı	N=4	5.7143
Her kategoride en az beş görüntü doğru bulma olasılığı	N=5	5.7143
Her kategoride en az altı görüntü doğru bulma olasılığı	N=6	2.8571
Her kategoride en az yedi görüntü doğru bulma olasılığı	N=7	2.8571
Her kategoride en az sekiz görüntü doğru bulma olasılığı	N=8	2.8571
Her kategoride en az dokuz görüntü doğru bulma olasılığı	N=9	2.8571
Her kategoride en az on görüntü doğru bulma olasılığı	N=10	2.8571
Her kategoride en az on bir görüntü doğru bulma olasılığı	N=11	2.8571
Her kategoride en az on iki görüntü doğru bulma olasılığı	N=12	2.8571
Her kategoride en az on üç görüntü doğru bulma olasılığı	N=13	2.8571
Her kategoride en az on dört ve daha fazla görüntü doğru bulma olasılığı	N=14	0
Bu sonuçlar elde edilene kadar harcanan zaman:		288.6630s

Kedi ve köpek veri tabanı için ikinci kez 20% test verisi, 80% eğitim verisi için aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

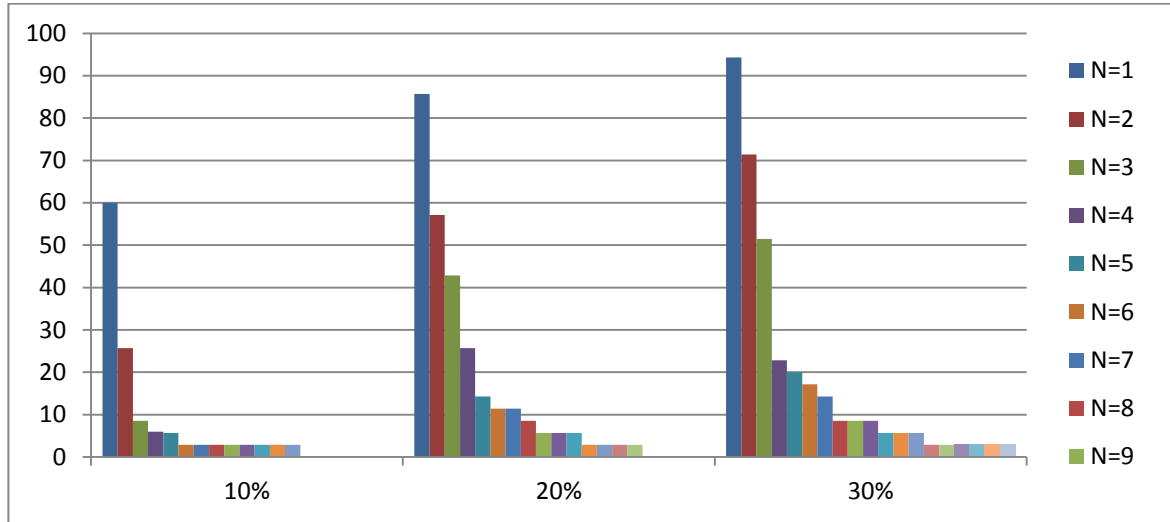
Çizelge 4.13. Kedi ve köpek veri tabanı için 20% test verilerin verimlilik hesabı

Veri tabanı: Kedi ve Köpek resimleri		
Toplam Görüntü Sayısı: 7000	Kategori: 35	Her kategori içinde görüntü sayısı: 200
Eğitim =80%	Test =20%	Verimlilik Olasılığı%
Her kategoride en az bir görüntü doğru bulma olasılığı	N=1	85.7143
Her kategoride en az iki görüntü doğru bulma olasılığı	N=2	57.1429
Her kategoride en az üç görüntü doğru bulma olasılığı	N=3	42.8571
Her kategoride en az dört görüntü doğru bulma olasılığı	N=4	25.7143
Her kategoride en az beş görüntü doğru bulma olasılığı	N=5	14.2857
Her kategoride en az altı görüntü doğru bulma olasılığı	N=6	11.4286
Her kategoride en az yedi görüntü doğru bulma olasılığı	N=7	11.4286
Her kategoride en az sekiz görüntü doğru bulma olasılığı	N=8	8.5714
Her kategoride en az dokuz görüntü doğru bulma olasılığı	N=9	5.7143
Her kategoride en az on görüntü doğru bulma olasılığı	N=10	5.7143
Her kategoride en az on bir görüntü doğru bulma olasılığı	N=11	5.7143
Her kategoride en az on iki görüntü doğru bulma olasılığı	N=12	2.8571
Her kategoride en az on üç görüntü doğru bulma olasılığı	N=13	2.8571
Her kategoride en az on dört görüntü doğru bulma olasılığı	N=14	2.8571
Her kategoride en az on beş görüntü doğru bulma olasılığı	N=15	2.8571
Her kategoride en az on altı ve daha fazla görüntü doğru bulma olasılığı	N=1...40	0
Bu sonuçlar elde edilene kadar harcanan zaman:		344.83179 s

Kedi ve köpek veri tabanı için üçüncü kez 30% test verisi, 70% eğitim verisi için aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

Çizelge 4.14. Kedi ve köpek veri tabanı için 30% test verilerin verimlilikhesabı

Veri tabanı: Kedi ve Köpek resimleri		
Toplam Görüntü Sayısı: 7000	Kategori: 35	Her kategori içinde görüntü sayısı: 200
Eğitim =70%	Test =30%	Verimlilik Olasılığı %
Her kategoride en az bir görüntü doğru bulma olasılığı	N=1	94.2857
Her kategoride en az iki görüntü doğru bulma olasılığı	N=2	71.4286
Her kategoride en az üç görüntü doğru bulma olasılığı	N=3	51.4286
Her kategoride en az dört görüntü doğru bulma olasılığı	N=4	22.8571
Her kategoride en az beş görüntü doğru bulma olasılığı	N=5	20.0000
Her kategoride en az altı görüntü doğru bulma olasılığı	N=6	17.1429
Her kategoride en az yedi görüntü doğru bulma olasılığı	N=7	14.2857
Her kategoride en az sekiz görüntü doğru bulma olasılığı	N=8	8.5714
Her kategoride en az dokuz görüntü doğru bulma olasılığı	N=9	8.5714
Her kategoride en az on görüntü doğru bulma olasılığı	N=10	8.5714
Her kategoride en az on bir görüntü doğru bulma olasılığı	N=11	5.7143
Her kategoride en az on iki görüntü doğru bulma olasılığı	N=12	5.7143
Her kategoride en az on üç görüntü doğru bulma olasılığı	N=13	5.7143
Her kategoride en az on dört görüntü doğru bulma olasılığı	N=14...19	2.8571
Her kategoride en az yirmi ve daha fazla görüntü doğru bulma olasılığı	N=20...60	0
Bu sonuçlar elde edilene kadar harcanan zaman:		379.492172s



Şekil 4.10. Kedi ve köpek veri tabanı için verimlilik diyagramı

Bu veri tabanı için görüntülerin sayısı ve boyutunun çok büyük olduğundan dolayı tüm görüntülerin boyutunu 128*128 olarak değiştirilmiştir. Bu yüzden ilk Çizelgede en az bir görüntü bulma olasılık miktarının çok düşük olduğu görünmektedir. Ama bu veri tabanında görüntü sayısının fazla olduğundan, ayrıca her denemede test verilerin sayısının artırılması program verimliliğinin de artmaktadır. Bu veri tabanı için de bunu söyleye biliriz ki her ne

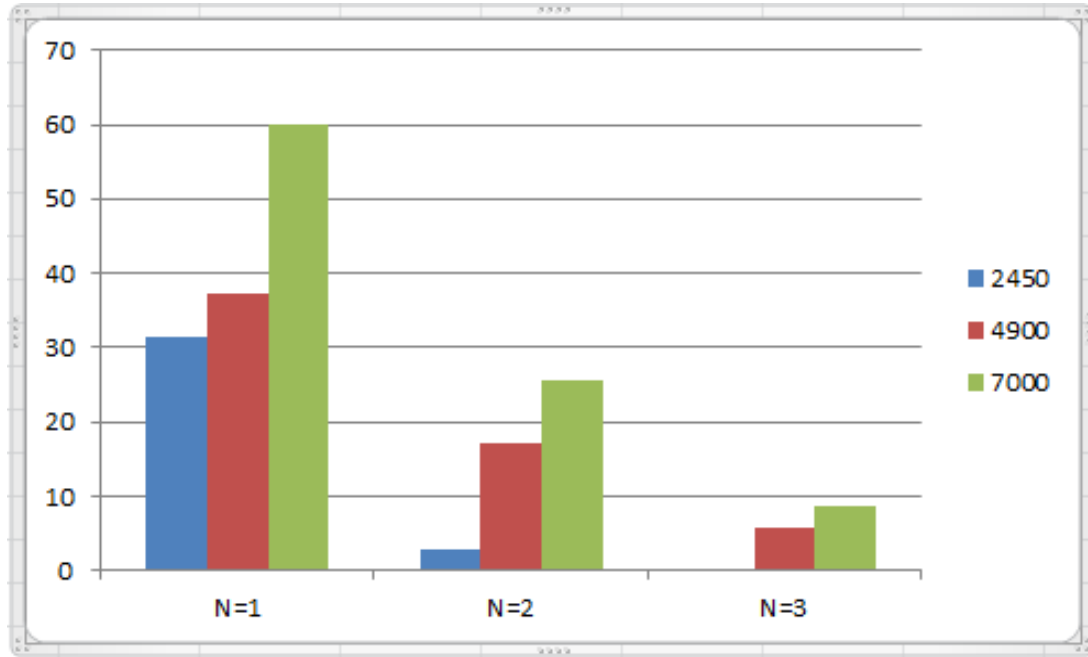
kadar veri tabanındaki test verilerin sayısı yüksekse olursa programın verimliliği de artmaktadır.

Program 2450, 4900 görüntü içeren veri tabanları için uygulanıp ve aynı işlemler test edilmiştir. Sonuçlar aşağıdaki Çizelgelerde gösterilmektedir:

İlk kez program 10% test verisi ve 90% eğitim verileri için uygulandı, daha sonra 20% test verisi ve 80% eğitim verisi ve son olarak da 30% test verisi ve 70% eğitim verileri olarak test edilmektedir. Her üç veri tabanı için de tüm görüntülerin boyutları 128*128 değiştirilmiştir.

Çizelge 4.15. Her 3 kedi & köpek veri tabanı için 10% test verilerin verimlilik hesabı

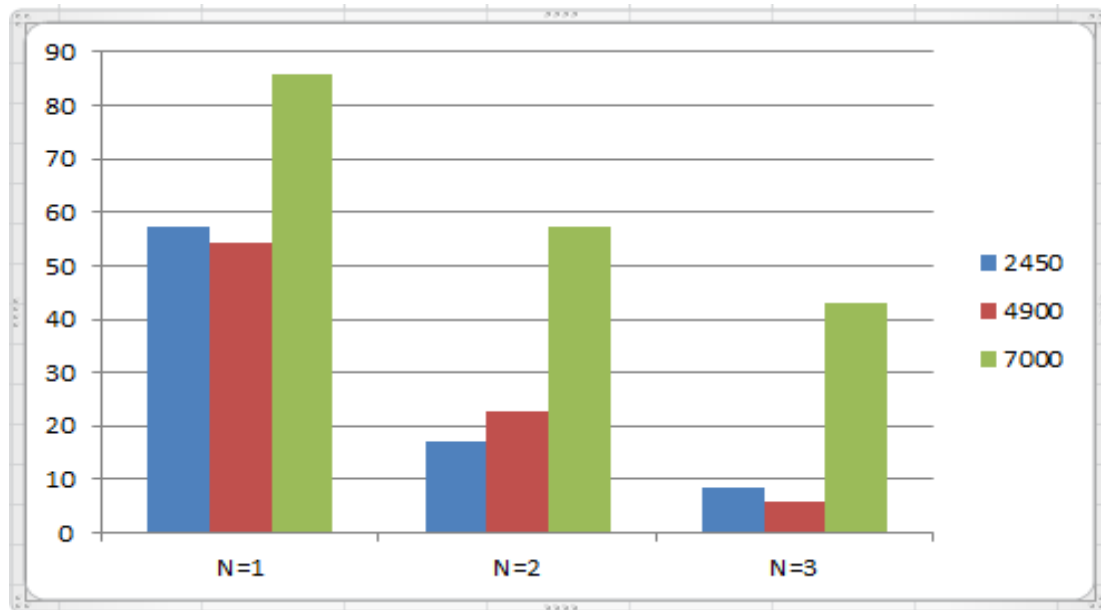
Kedi & Köpek Resimleri				
10% Test verileri		90% Eğitim verileri		
Görüntü sayısı	Verimlilik %			Erişim Zamanı (Dakika)
	N=1	N=2	N=3	
2450	31,4285	2,8571	0	1,37
4900	37,1428	17,1428	5,7142	3,44
7000	60,0000	25,7142	8,5714	6,09



Şekil 4.11. Her 3 kedi & köpek veri tabanı için 10% test verilerin verimlilik diyagramı

Çizelge 4.16. Her 3 kedi & köpek veri tabanı için 20% test verilerin verimlilik hesabı

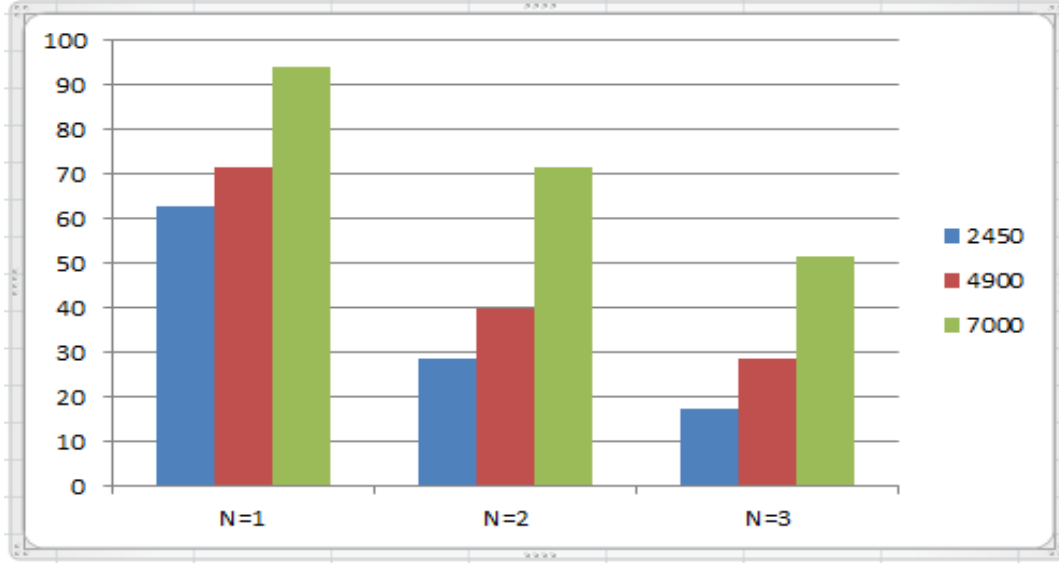
Kedi & Köpek Resimleri				
20% Test verileri			80% Eğitim verileri	
Görüntü Sayısı	Verimlilik %			Erişim Zamanı (Dakika)
	N=1	N=2	N=3	
2450	57,1428	17,1428	8,5714	1,35
4900	54,2857	22,8571	5,7142	4,46
7000	85,7142	57,1428	42,8571	5,32



Şekil 4.12. Her 3 kedi & köpek veri tabanı için 20% test verilerin verimlilik diyagramı

Çizelge 4.17. Her 3 kedi & köpek veri tabanı için 30% test verilerin verimlilik hesabı

Kedi & Köpek Resimleri				
30% Test verileri			70% Eğitim verileri	
Görüntü sayısı	Verimlilik %			Erişim Zamanı (Dakika)
	N=1	N=2	N=3	
2450	62,8571	28,5714	17,1428	1,40
4900	71,4285	40,0000	28,5714	4,01
7000	94,2857	71,4285	51,4285	6,39



Şekil 4.13. Her 3 kedi ve köpek veri tabanı için 30% test verilerin verimlilik diyagramı

Her üç sonuç çizelgesinde gösterilmektedir ki görüntü sayısı ne kadar artarsa verimlilik de o derece artmaktadır. Bunun yanı sıra, işlem hacmi sebebiyle daha fazla görüntü içeren veri tabanları daha uzun bir erişim süreci gerektirmektedir. Ayrıca bu veri tabanındaki görüntü boyutlarını 128*128 değiştirdiğimiz zaman program hala iyi sonuç vermektedir. Görüntülerin boyutu ne kadar azaltılırsa görüntülerdeki gürültü miktarı o seviyede artmaktadır. Ancak, elde edilen sonuçlara göre bu veri tabanı için iyi bir performans elde edilmiştir.

Bu üç veri tabanı üzerinde programı test ettikten sonra elde edilen sonuçları kıyasladığımız zaman veri tabanındaki veri sayısının artmasının daha iyi sonuçlar elde etmemize olanak sağladığı görülmektedir. Bu veri tabanlarındaki görüntülerin hepsi gerçek boyutta kullanılmış sadece kedi ve köpek veri tabanındaki görüntülerin boyutu 128*128 olarak değiştirilmiştir. Hayvan, çiçek ve kedi&köpek resimlerinden oluşan veri tabanlarının verimliliğini karşılaştırdığımız zaman çiçek veri tabanı için sonuçlar daha düşüktür. Bunun nedeni çiçek veri tabanındaki kategoriler her çiçek için aynı tür çiçek ama farklı renklerden oluşan çiçek görüntüleri mevcut olmasıdır. Örneğin, gül çiçeği için bir kategoride sarı, kırmızı, pembe, mor, beyaz, vb. renklerden oluşan çiçek görüntüleri mevcuttur. Bu renk farkı programın verimliliğini büyük bir olasılıkla etkilemektedir ve bu yüzden bu veri tabanı için daha düşük bir verimlilik elde edilmiştir.

Programı kullanıcı alaka bildirimini kullanarak 3 farklı veri tabanı üzerinde test edilmiştir. Çiçek veri tabanını 3 farklı sayıda çiçek görüntüsü içeren veri tabanlarına bölünmüştür. Bu veri tabanları için rastgele 12 test verisi seçilmiş ve her 3 veri tabanı için bu 12 test verisi test edilmiştir. Program test edildiği zaman ilk kez kullanıcı alaka bildirimini kullanarak bir kere tekrarlanmıştır ve verimlilik hesaplanmıştır. İkinci kez kullanıcı alaka bildirimini kullanarak program 5 kere tekrarlanmıştır ve verimlilik hesaplanmıştır. Üçüncü kez kullanıcı alaka bildirimini kullanarak program 10 kere tekrarlanmıştır ve verimlilik hesaplanmıştır. Her üç veri tabanı için aynı test verileri kullanılmıştır ve elde edilen sonuçlar aşağıdaki Çizelgede gösterilmiştir.



Resim 4.1. Çiçek veri tabanı için test verileri

Çizelge 4.18. Çiçek veri tabanı için kullanıcı alaka geribildirimini kullandıktan sonra elde edilen sonuçlar

Veri tabanı çiçek				
Verimlilik				
	Test verileri	1	5	10
2457 Görüntü içeren veri tabanı	jpg(24)	0	15,5556	37,7778
	jpg(1449)	22,2222	33,3333	54,4444
	jpg(4069)	11,1111	20	31,1111
	jpg(4522)	11,1111	28,8889	38,8889
	jpg(5020)	22,2222	51,1111	68,8889
	jpg(5554)	11,1111	28,8889	31,1111
	jpg(5885)	33,3333	48,8889	57,5758
	jpg(5966)	0	17,7778	25,5556
	jpg(6188)	0	2,2222	6,6667
	jpg(7176)	11,1111	11,1111	11,1111
	jpg(7336)	0	11,1111	26,6667
	jpg(7766)	11,1111	28,8889	45,5556
4914 Görüntü içeren veri tabanı	jpg(24)	0	17,7778	35,5556
	jpg(1449)	33,3333	46,6667	62,2222
	jpg(4069)	0	24,4444	36,6667
	jpg(4522)	11,1111	31,1111	56,6667
	jpg(5020)	0	31,1111	47,7778
	jpg(5554)	33,3333	40	45,5556
	jpg(5885)	11,1111	35,5556	62,2222
	jpg(5966)	0	11,1111	25,5556
	jpg(6188)	0	0	4,0404
	jpg(7176)	11,1111	11,1111	11,1111
	jpg(7336)	11,1111	15,5556	28,2828
	jpg(7766)	0	13,3333	37,3737
8176 Görüntü içeren veri tabanı	jpg(24)	11,1111	22,2222	34,4444
	jpg(1449)	22,2222	42,2222	55,5556
	jpg(4069)	0	17,7778	45,5556
	jpg(4522)	11,1111	33,3333	55,5556
	jpg(5020)	0	20	35,3535
	jpg(5554)	22,2222	24,4444	37,7778
	jpg(5885)	33,3333	37,7778	58,5859
	jpg(5966)	0	2,2222	7,0707
	jpg(6188)	0	0	10
	jpg(7176)	0	8,8889	10,1852
	jpg(7336)	0	15,5556	24,4444
	jpg(7766)	0	0	16,6667

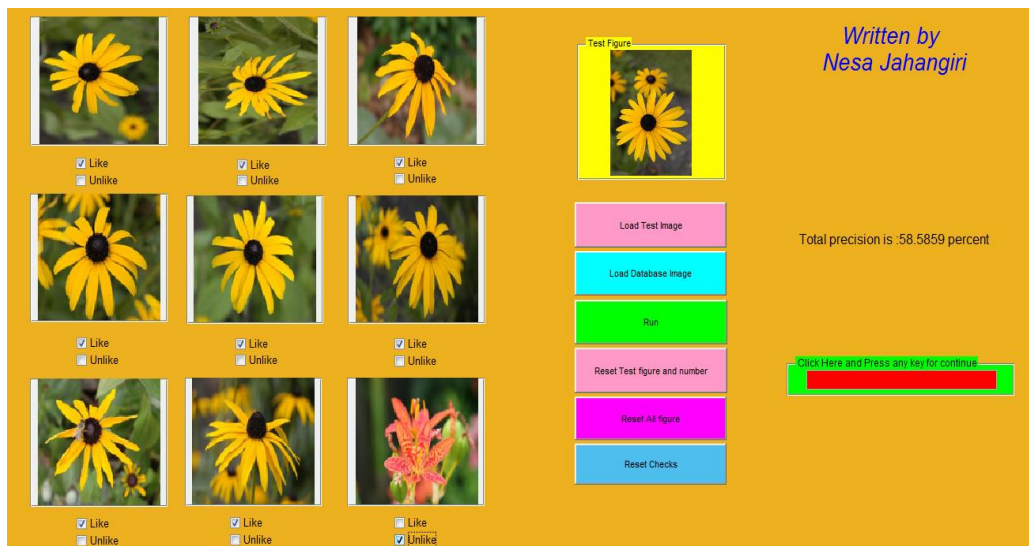
Jpg (5885) test görüntüsü için program 1 kere, 5 kere ve 10 kere kullanıcı alaka bildirimini kullanarak test edilmiştir ve sonuç görüntüleri aşağıdaki resimlerde gösterilmektedir:



Resim 4.2. Program 1 keretekarlandıktan sonra elde edilen sonuçlar



Resim 4.3. Program 5 keretekarlandıktan sonra elde edilen sonuçlar



Resim 4.4. Program 10 keretekarlandıktan sonra elde edilen sonuçlar

Bu sorgu görüntüsü sarı ve siyah renklerden oluşan bir çiçek görüntüsüdür. Bu çiçek türünden ama farklı açılardan çekilmiş görüntüler veri tabanında mevcuttur. Seçilen her görüntü için ilk kez 1 kere kullanıcı alaka geribildirimini kullanılmıştır ve verimlilik hesaplanmıştır. Daha sonra 5 kere program tekrarlanmış ve en son 10 kere kullanıcı alaka geribildirimini kullanılarak program tekrarlanmıştır.

Tüm veri tabanındaki görüntüler eğitim verisi olarak kabul edilmiştir ve test görüntüleri başka bir çiçek veri tabanından (yani veri tabanımızda mevcut olmayan veriler) olarak seçilmiştir. Bu test verisi 8176 görüntü içeren veri tabanı üzerinde test edilmiş ve bu sonuçlar elde edilmiştir. Bu test verisi için gösterilmektedir ki program kullanıcı alaka bildirimini kullanarak her ne kadar program tekrarlanırsa ve kullanıcı doğru bir şekilde görüntüleri etiketlerse gittikçe daha iyi ve net sonuçlar elde etmek mümkündür. Ayrıca sonuçlardaki alakasız görüntülerin sayısında azalmaktadır.

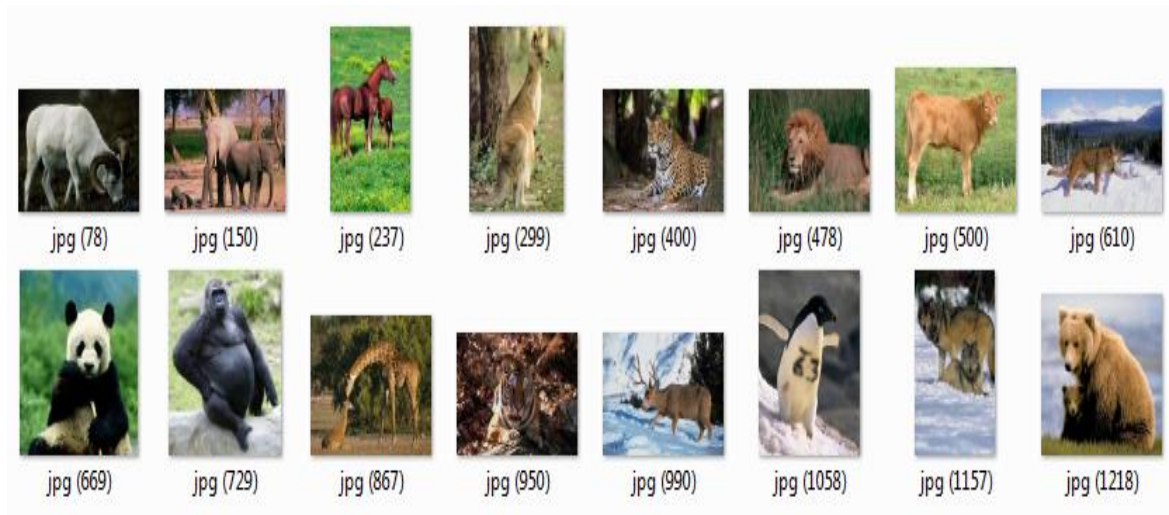
Çizelgede gösterildiği gibi 12 rastgele seçilen test verisi için program farklı sayıda görüntü içeren veri tabanlarında test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde kullanıcı alaka geribildirimini kullanarak program tekrarlandığı zaman daha iyi sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Ayrıca, veri tabanlarındaki görüntü sayısı sonuçları etkilemektedir. Veri tabanındaki mevcut görüntülerin sayısı ne kadar yüksek olursa o kadar iyi sonuçlar elde etmek mümkündür.

Veri tabanlarındaki test görüntüsüne benzer görüntü sayısı verimliliği etkilemektedir. Test verilerine benzer görüntülerin sayısı ne kadar fazla olursa ilk taramalarda daha iyi sonuçlar elde etmek mümkündür. Test verileri rastgele seçildiğine göre tüm veriler için aynı performans görünmemektedir.

Bazı test verileri için veri tabanındaki görüntü sayısının artması iyi sonuçların elde edilmesine olanak sağlar, ama bazı veriler için veri sayısının artması iyi sonuçların eldedilmesi mümkün değildir. Ayrıca test ettiğimiz bir veri için ilk taramada her 9 sonuç görüntüsü sorgu görüntüsüyle ilgili olduğu tesbit edilmiştir.

Veri tabanındaki görüntü kategorileri aynı kategoriden ama farklı renklerde görüntü içermektedir ve bu sonuçları iyi derecede etkilemektedir. Ayrıca tüm görüntüler doğal şartlarda çekilmiş görüntülerdir ve görüntülerin arka plandaki resimlerde sonuçları

etkilemektedir. Boylece programda kullanıcı alaka geribildirimini kullanılması iyi sonuçların elde edilmesine olanak sağlar. Program kullanıcı alaka geribildirimini kullanarak hayvan görüntülerini içeren bir veri tabanı üzerinde test edilmiştir. Bu veri tabanı 3 farklı sayıda hayvan görüntüsü içeren veri tabanlarına bölünmüştür ve rastgele 16 test verisi seçildikten sonra her üç veri tabanı için bu test verileri test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki Çizelgelerde gösterilmiştir.



Resim 4.5. Hayvan veri tabanı için test verileri

Çizelge 4.19. Hayvan veri tabanı için kullanıcı alaka geribildirimini kullandıktan sonra elde edilen sonuçlar

Veri tabanı Hayvan				
Verimlilik				
384 Görüntü içeren veri tabanı	Test verileri	1	5	10
	jpg(78)	11,1111	28,8889	38,8889
	jpg(150)	11,1111	24,4444	46,6667
	jpg(237)	22,2222	31,1111	44,4444
	jpg(299)	0	31,1111	47,7778
	jpg(400)	0	15,5556	24,4444
	jpg(478)	33,3333	48,8889	64,4444
	jpg(500)	22,2222	40	45,5556
	jpg(610)	22,2222	33,3333	46,6667
	jpg(669)	33,3333	55,5556	70
	jpg(729)	22,2222	36,1111	60
	jpg(867)	0	0	6,0606
	jpg(950)	22,2222	22,2222	34,4444
	jpg(990)	0	2,2222	8,8889
	jpg(1058)	0	31,1111	43,3333
	jpg(1157)	11,1111	33,3333	48,4848
	jpg(1218)	11,1111	31,1111	41,1111
768 Görüntü içeren veri tabanı	jpg(78)	22,2222	24,4444	34,4444
	jpg(150)	22,2222	33,3333	43,3333
	jpg(237)	33,3333	64,4444	78,7037
	jpg(299)	0	15,5556	35,5556
	jpg(400)	0	8,8889	20
	jpg(478)	44,4444	57,7778	68,6869
	jpg(500)	22,2222	35,5556	40
	jpg(610)	33,3333	40	59,596
	jpg(669)	22,2222	42,2222	65,4321
	jpg(729)	22,2222	28,8889	44,4444
	jpg(867)	11,1111	11,1111	16,1616
	jpg(950)	33,3333	37,037	47,0085
	jpg(990)	0	0	4,0404
	jpg(1058)	11,1111	31,1111	57,5758
	jpg(1157)	11,1111	26,6667	43,4343
	jpg(1218)	0	17,7778	40
1264 Görüntü içeren veri tabanı	jpg(78)	33,3333	42,2222	47,7778
	jpg(150)	11,1111	33,3333	45,5556
	jpg(237)	33,3333	64,4444	81,1111
	jpg(299)	0	13,3333	21,1111
	jpg(400)	0	8,8889	22,2222
	jpg(478)	55,5556	55,5556	65,5556
	jpg(500)	22,2222	35,5556	60,6061
	jpg(610)	22,2222	46,6667	60
	jpg(669)	22,2222	42,2222	62,2222
	jpg(729)	11,1111	35,5556	55,5556
	jpg(867)	11,1111	11,1111	14,1414
	jpg(950)	55,5556	55,5556	61,1111
	jpg(990)	0	0	6,6667
	jpg(1058)	22,2222	37,7778	62,2222
	jpg(1157)	22,2222	37,7778	47,7778
	jpg(1218)	11,1111	15,5556	39,3939

Elde edilen sonuçlara göre program kullanıcı alaka geribildirimini kullanarak daha iyi sonuçların elde edilmesini sağlamaktadır. Bu veri tabanı için program ilk olarak kullanıcı geribildirimini kullanarak 1 kere tekrarlanmıştır, daha sonra 5 kere ve en son 10 kere tekrarlanmıştır ve en son verimlilik hesaplanmıştır. Program 10 kere tekrarlandıktan sonra elde edilen sonuçlar bir kere tekrarlanmaya göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Tabii ki bu veri tabanı için tüm görüntüler normal şartlarda çekilen görüntülerdir ve laboratuvar görüntüleri olmadığına göre arka plandaki resimler sonuçları etkilemektedir.

Uygulama başka bir veri tabanı üzerinde test edilmiştir. Bu veri tabanı farklı kategoriler ve farklı sayıda görüntüler içermektedir. Bu veri tabanında amacımız sadece aradığımız görüntüyü içeren görüntülerin elde edilmesidir. Yani eğer soru görüntüsü bir çiçek görüntüsü olursa veri tabanında çiçek resmi içeren görüntülerin erişimi hedeflenmiştir. Biz veri tabanını üç farklı sayıda görüntü içeren ve aynı kategorilere sahip olan veri tabanlarına böldük. İlk veri tabanı 1970 görüntü, ikinci veri tabanı 3940 görüntü ve üçüncü veri tabanı 6560 görüntü içermektedir. Her üç veri tabanı aynı kategorilere sahip olup sadece kategorilerdeki görüntü sayısı farklıdır. Bu veri tabanlarında mevcut olmayan 5 görüntü sorgu görüntüsü olarak test edilmiştir ve doğru görüntüye erişim zamanı ve kullanıcı geribildirimini kullanılarak kaçınıcı tekrarda iyi sonuçların elde edilmesi gösterilmiştir. Bu veri tabanı çiçek, hayvan, manzara, deniz, araba ve ...görüntülerden oluşmaktadır. Bu veri tabanı için 5 test verisi rast gele seçildi ve üst kısımlarda anlatılan aşamalar bu veri tabanı için de uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki Çizelgede gösterilmektedir.



Resim 4.6. Tümü kategorileri içeren veri tabanı için test verileri

Çizelge 4.20. Tüm kategorileri içeren veri tabanı için kullanıcı alaka geribildirimini kullandıktan sonra elde edilen sonuçlar

Veri tabanı karışık				
Verimlilik				
	Test verileri	1	5	10
1970 Görüntü içeren veri tabanı	jpg(833)	44,4444	51,1111	59,596
	jpg(3508)	11,1111	25	41,1111
	jpg(4480)	33,3333	35,5556	55,5556
	jpg(4702)	0	33,3333	44,4444
	jpg(5711)	11,1111	26,6667	38,8889
3940 Görüntü içeren veri tabanı	jpg(833)	66,6667	68,8889	74,7475
	jpg(3508)	33,3333	48,8889	51,5152
	jpg(4480)	55,5556	71,1111	78,7879
	jpg(4702)	11,1111	25,9259	43,3333
	jpg(5711)	33,3333	71,1111	76,6667
6560 Görüntü içeren veri tabanı	jpg(833)	55,5556	66,6667	80
	jpg(3508)	22,2222	31,1111	43,3333
	jpg(4480)	44,4444	64,4444	76,7677
	jpg(4702)	11,1111	17,7778	37,037
	jpg(5711)	44,4444	75,5556	84,4444

Bu veri tabanından elde edilen sonuçlar çiçek ve hayvan görüntülerinden oluşan veri tabanlarına göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bu veri tabanı farklı kategorilerden oluşmuştur ve o yüzden program farklı kategorilerden oluşan farklı tür görüntü içeren veri tabanlarında, aynı kategoriden oluşan farklı tür görüntü içeren (hayvan ve çiçek ve ...) veri tabanlarına göre daha iyi performansa sahiptir.

Test verileri tüm veri tabanlarına aynı görüntüler olarak seçilmiş ve test edilmiştir. Böylece programın zaman ve verimlilik açısından veri tabanları arasında kıyaslanmış ve kontrol edilmiştir. Veri tabanlarındaki görüntü sayısı erişim sonuçlarını etkiliyor. Daha küçük veri tabanlarında aradığımız çiçek görüntüsünün türü veya kategorisi veri tabanında mevcutsa program ilk aramalarda iyi sonuçlar göstermektedir ama eğer veri tabanında aradığımız görüntünün kategorisi veya türü mevcut değilse program birkaç kez tekrarlandıktan sonra aynı renk ve benzer görüntüleri sonuç olarak göstermektedir. Veri tabanındaki görüntü sayısı ve çeşidi arttıkça sorgu görüntüsünün türü ve kategorisi veri tabanında mevcutsa bazı görüntüler için ilk taramada çok iyi sonuçlar elde edilmiştir ve daha hızlı istenilen sonuçlara erişilmiştir. Ama bazı görüntüler için sorgu görüntüsünün kategorisi veri tabanında mevcut olduğunda bile ilk aramada aynı görüntü türü sonuç olarak

gösterilmemiş ve geribildirim kullanıldıktan sonra ve birkaç kez program tekrarlandıktan sonra ilgili sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlamanın nedeni veri tabanındaki mevcut görüntülerin birbirine çok benzer olduğundan ve genelde aynı renkleri içerdiklerinden kaynaklanmaktadır. Çünkü başka test verileri için ilk aramada çok iyi sonuçlar elde edilmiştir ve farklı sorgular için farklı sonuçlar elde edilmiştir. Ama genel olarak veri tabanındaki görüntü sayısı arttıkça birçok görüntü için çok iyi sonuçların elde edilmesi gösterilmiştir. Ayrıca veri tabanında kategori sayısı fazla olduğu zaman daha iyi sonuçlar elde edilmiştir çünkü eğer sorgu görüntüsünün aynı türü veri tabanında mevcut olmasa bile program sorgu görüntüsüne benzer görüntüleri aynı renkleri içerdikleri şartıyla çok yakın görüntüleri sonuç olarak göstermektedir. Daha az kategorilere sahip olan veri tabanları program sadece o kategoriye ait görüntüleri her defa bir başka görüntüyü ama aynı kategorilere ait olan görüntüleri sonuçluyor. Ama daha fazla kategoriye sahip olan veri tabanlarında eğer program ilk aramada iyi sonuçlar elde edemezse program tekrarlandığı zaman bu defa farklı kategorilerden görüntüler seçilip ve sonuçlanacaktır. Böylece iyi sonuç elde etme şansı da artmaktadır.

Veri tabanındaki görüntülerin ve sorgu görüntüsünün boyutu, kalitesi, parlaklığı, bozukluğu, gürültü, vb. gibi özelliklerde sonuçları etkilemektedir. Bu programda en önemli ve kriter noktası kullanıcının hedefinin belirlenmesidir. İlk olarak kullanıcı aradığı sorgu görüntüsüne göre nasıl bir sonuç almak istediğini belirlemesi gerekmektedir. Başka bir deyişle, kullanıcının aradığı sorgu görüntüsünün aynı türünden mi bulmak istediği yoksa benzer ve aynı renkleri içeren görüntülere mi erişmeyi planladığı bilinmelidir. Bu programda ilk taramadan sonra görüntü etiketleme işlemi önemli bir aşamadır; çünkü eğer kullanıcı doğru bir şekilde görüntüleri ilgili ve ilgisiz olarak etiketleyemezse programdan iyi sonuç elde etmek çok zordur. O yüzden ilk kullanıcı aramaktan hedefini belirleyip ve hedeflediği sonuç çiçeğin türü, rengi veya benzerliğini amaçladığını belirlemesi gerekmektedir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada bir içerik tabanlı görüntü erişim sistemi tasarlanmıştır. Bu çalışmanın amacı görüntülerin içsel özellikleri (renk ve doku) kullanarak daha kısa zamanda daha iyi ve net sonuçlar elde edebilmektir. Görüntülerin renk özelliği için RGB renk alanı ve doku özelliği için eş oluşum matrisinin 22 özelliği kullanılmıştır. Elde edilen özellik vektörlerin üzerine KNN algoritması uygulanmış ve sorgu görüntüsüne en yakın görüntüler sonuç olarak sunulmuştur. Bu çalışmada biz veri madenciliği teknikleri ve alaka geribildirim gibi birçok yararlı yöntemlerin kullanılmasına özen gösterilmiştir.

Bu çalışmada farklı sayıda görüntü içeren çeşitli veri tabanları kullanılmıştır ve program iki tür olarak test edilmiştir. İlk olarak program otomatik olarak veri tabanları üzerine test edilip program verimliliği elde edilmiştir. Daha sonra tasarlanmış olan kullanıcı ara yüzü üzerine program kullanıcı geri bildirimin kullanarak test edilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre 7000 kedi ve köpek görüntüsü içeren veri tabanında 30% test verisi olmak üzeri en az bir görüntü doğru bulma olasılığı 94,2857% olarak tespit edilmiştir. [66] no'lu çalışmada hünnap meyvesinin kalitesini tanımlamak için 8 şekil özelliği ve 24 doku özelliği kullanılmıştır ve 96% bir başarı elde edilmiştir. [67] no'lu çalışmada ise 6 çeşit pirinç tanesinin kalitesini tanımlamak için 6 renk ve 40 şekil özelliği kullanılmıştır ve projenin verimliliği 88,3% olarak belirlenmiştir. [188] no'lu çalışmada 3 çeşit pirinç tanesini tanımlamak için 6 şekil özelliği kullanılmıştır ve 90%-95% arası bir başarı elde edilmiştir. [189] no'lu çalışmada makaleye göre 4 pirinç çeşitlerini tanelerini sınıflandırmak için renk ve eş oluşum matrisi özellik çıkarmak için kullanılmıştır ve 68%-94% arası bir başarı elde edilmiştir. [192] no'lu çalışmada 10 kategoriden oluşan 500 sebze görüntüsü içeren veri tabanı üzerinde eş oluşum matrisinin 22 doku özelliği kullanılmıştır. Bu sistemin 50% test verisi olarak çalıştırıldığında verimliliği 74,4% olarak belirlenmiştir. [39] no'lu çalışmada ise 13 kategoriden oluşan 390 yaprak görüntüsünün özelliklerini çıkarmak için eş oluşum matrisinin 22 özelliği kullanılmıştır ve verimliliği 73% olarak elde edilmiştir. [191] no'lu çalışmada insan yüzünü tanımlamak için insanların iris renginin özelliklerini çıkarmak için renk özelliği olarak Hue renk alanı ve doku özelliği için eş oluşum matrisinin sadece 4 özelliğini (enerji, entropi, kontrast, homojenlik) kullanarak 96,6% başarı elde etmişlerdir.

Elde ettiğimiz sonuçları geçmişte çalışılmış olan makalelerin performansı ile kıyasladığımız zaman doku özelliklerini çıkarmak için kullandığımız eş oluşturma matrisi iyi performansa sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada doku özelliği görüntülerin teşhisini iyileştirmek için ele alınmıştır ve GLCM'in 22 doku özelliği tüm veri tabanındaki mevcut görüntülerden çıkarılmıştır. bu çalışmada sınıflandırma performansı üzerinde kuantizasyon etkisini araştırılması amaçlanmıştır ve program farkı sayıda görüntü içeren veri tabanları üzerine test edilmiştir. Programı 7000 görüntü içeren veri tabanı üzerinde test ettiğimiz zaman 10% test verisi için 60%, 20% test verisi için 85,71% ve 30% test verisi için 94,28% verimlilik elde edilmiştir. Bu rakam 2450 görüntü içeren aynı veri tabanı üzerinde uygulandığı zaman 10% test verisi için 31,42%, 20% test verisi için 57,14% ve 30% test verisi için 62,85% verimlilik elde edilmiştir. Bu program 4900 görüntü içeren aynı kategorilere sahip veri tabanında da test edilmiştir ve elde edilen sonuçlar göstermiştir ki veri tabanındaki görüntü sayısının artmasıyla program verimliliği de artmaktadır. Bu program için az sayıda görüntü içeren veri tabanı için daha kısa bir zamanda sonuçlara erişilmiştir ve daha fazla görüntü içeren veri tabanları için daha fazla bir zaman süreci gerekmektedir. Aynı veri tabanında 2450 görüntü içeren veri tabanı için yaklaşık 1,40s ve 7000 görüntü içeren veri tabanı için 6,40s sonuçlara erişmek için zaman gerektirmektedir.

Program 77 kategoriden oluşan 1540 çiçek görüntüsü içeren veri tabanı üzerinde uygulanmıştır. 30% test verisi için 37,66% verimlilik elde edilmiştir. Aynı kategoriye sahip olan 3080 görüntü içeren veri tabanı için 71,425% verimlilik elde edilmiştir. Bu veri tabanı için verimliliğin düşük olma nedeni her kategorideki mevcut çiçeklerin farklı renklerden oluşmasıdır. Yani gül çiçeğinin kategorisi içerisinde farklı renklerdeki güllerden oluşmaktadır ve bu program verimliliğini azaltmaktadır.

Aynı program 16 kategoriden oluşan 400, 800, 1280 hayvan görüntüsü içeren veri tabanları üzerinde de test edilmiştir. 400 görüntü içeren veri tabanı için 10% test verisi olduğu zaman 43,75% verimlilik elde edilmiştir ve sadece 11 saniyede sonuçlara erişilmiştir. 1280 görüntü için 10% test verisi olduğu zaman 87,5% verimlilik elde edilmiştir ve sadece 38 saniyede sonuçlara erişilmiştir. 30% test verileri için 1280 görüntü içeren veri tabanı en az bir ve en az iki görüntü doğru bulma olasılığı 100% olarak başarı elde edilmiştir. Bu veri tabanını 7000 görüntü içeren kedi ve köpek görüntülerinden oluşan veri tabanı ile kıyasladığımız zaman 1280 hayvan görüntüsü içeren veri tabanındaki tüm görüntüler gerçek boyutlarında kullanılmıştır ama 7000 görüntü içeren veri tabanındaki görüntülerin

boyutu 128*128 değiştirildi ve bu boyut değiştirilmesi görüntülerin kalitesini düşürmektedir. 1280 görüntü içeren veri tabanı için 100% ve 7000 görüntü içeren veri tabanı için 94,28% verimlilik elde edilmiştir. Tüm veri tabanları için görüntü sayısı arttıkça erişim zamanı da artmaktadır.

Program kullanıcı alaka geribildirimini kullanarak farklı kategorilerden oluşan 3 veri tabanı üzerine test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar göstermektedir ki eğer kullanıcı görüntüleri iyi bir şekilde ilgili ve ilgisiz olarak etiketlerse her ne kadar program tekrarlanırsa daha iyi sonuçlar elde edilir. Böylece kullanıcı alaka geribildirimini kullandığımız zaman daha iyi sonuçlar elde edebiliriz.

Özel görüntü koleksiyonları için, İTGE ve alaka geribildirimibüyük bir büyüme potansiyele sahiptir ve bu bilgisayarların işlem gücü artmasıyla ve gelişmede olan özellik çıkarma teknolojisi ile birlikte daha tatmin edici sonuçlara yol açacaktır.

KAYNAKLAR

1. Liu, Y., Zhang, D., Lu, G., and Ma, W. (2007). A Survey of Content-Based Image Retrieval with High-level Semantics. *Pattern Recognition*, 40(1), 262-282.
2. Khokher, A., Talwar, R. (2011). Image Retrieval: A State of the Art Approach for CBIR. *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*, 3(8).
3. Deb, S., Zhan, Y. (2004). An Overview of Content-based Image Retrieval Techniques. *Proceedings of the 18th International Conference on Advanced Information Networking and Application IEEE*.
4. Flickner, M., Sawhney, H., Niblack, W., Ashley, J., Huang, Q., Dom, B., Gorkani, M., Hafner, J., Lee, D., Petkovic, D., Steele, D., And Yanker, P. (1995). Query by Image and Video Content: The QBIC system. *IEEE Comput*, 28(9), 23–32.
5. Rui, Y., Hang, T. S., and Fu-Chang, S. (1999). Image retrieval: Current Technique Promising Direction, and Open Issue. *J.Vis.commun. Image represent*, 10, 39-62.
6. Long, F. H., Zhang, H. J., and Feng, D. D. (2003). Fundamentals of content-based image retrieval. *Multimedia information retrieval and management—technological fundamentals and applications*, 1–26.
7. Chen, L., Xu, D., Tsang, I., and Luo, J. (2012). Tag-based Image Retrieval Improved by Augmented Features and Group-based Refinement. *IEEE*.
8. Shambharkar, S., and Tirpude, SH. (2011). Fuzzy C-Means Clustering For Content Based Image Retrieval System. *International Conference on Advancements in Information Technology With workshop of ICBMG*.
9. Shriram, K. V., Priyadarsini, P. L. K., and Subashri, V. (2012). An Efficient and Generalized approach for Content Based Image Retrieval in MatLab. *I.J. Image, Graphics and Signal Processing*, 42-48.
10. Datta, R., Joshi, D., Li, J., And Wang, J. (2008). Image Retrieval: ideas, Influences and Trends of the New Age. *ACM Transactions on Computing Surveys*, 40(2).
11. Kherfi, M. L., Ziou, D., and Benard, A. (2006). Image retrieval from the World Wide Web: Issues, techniques and systems. *ACM Computing Surveys*, 36(1), 35-67.
12. Smeulders, A. W. M., Worring, M., Santini, S., Gupta, A. & Jain, R. (2008). Content-Based Image Retrieval at the End of the Early Years. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 22(12), 1349-1380.
13. Halder, P., And Mukherjee, J. (2012). Content based Image Retrieval using Histogram Color and Edge. *International Journal of Computer Applications*, 48(11).

14. Ramamurthy, B., and Chandran, K. R. (2011). CBMIR: Shape-Based Image Retrieval Using Canny Edge Detection and K-Means Clustering Algorithms for Medical Images. *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*, 3(3).
15. Turkoğlu, İ. (2002). Durağan Olmayan İşaretler İçin Zaman-Frekans Entropilerine Dayalı Akıllı Örüntü Tanıma. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
16. Castelli, C., Vittorio V., Bergman, M., Lawrence, N. (2002). Image databases: search and retrieval of digital imagery.
17. Lv, C., Kobayashi, T., Agusa, K., Wu, K., and Zhu, Q. (2009). Image Semantic Search Engine. *First International Workshop on Database Technology and Applications, IEEE*.
18. Hanbay, K., Şengür, A. (2011). Dalgacık dönüşümü ve nötrozofi yaklaşımı ile gri seviye doku görüntülerinin bölütlenmesi. *6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11)*.
19. Liu, H., Chen, Z., Chen, X., Chen, Y. (2005). Multiresolution Medical Image Segmentation Based on Wavelet Transform. *IEEE Proc. on 27th Annual Conference Engineering in Medicine and Biology*.
20. Li, Y., Zhang, Y., Jiang, X., Zhao, R., Xing, M. (2005). Segmentation of Images Using Wavelet Packet Based Feature Set and Clustering Algorithm. *International Journal of Information Technology*, 11(7), 112-121.
21. Deschénes, S., DeGuise, J. (2002). Wavelet-based Automatic Segmentation of the Vertebral Bodies in Digital Radiographs. *International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, 4, 3868-3871.
22. Mukherjee, S., Hirata, K., and Hara, Y. (1999). Amore: A World Wide Web image Retrieval Engine. *In Proceedings of the International World Wide Web Conference (WWW)*.
23. Kokare, M., Chatterji, B. N., Biswas, P. K. (2002). A Survey on Current Content-based Image Retrieval Methods. *IETE J. Res*, 261-271.
24. Smith, J. And Chang, S. F. (1997). Visualeek: A Fully Automated Content-Based Image Query System. *In Proceedings of the ACM International Conference on Multimedia*.
25. Ma, W. and Manjunath, B. (1997). Netra: A Toolbox for Navigating Large Image Databases. *In Proceedings of the IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*.
26. Baykara, M. ve Ergen, B. (2011). Medikal Görüntüler İçin Sinyal İşleme Metotlarını Kullanan İçerik Tabanlı Bir Görüntü Erişim Sistemi. *6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11)*, 16-18.

27. Wei, H., Bartels, M. (2006). Unsupervised Segmentation Using Gabor Wavelets and Statistical Features in LIDAR Data Analysis. *18th International Conf. On Pattern Recognition*, 1, 667-670.
28. Cox, I. J., Miller, M. L., Minka, T. P., Papathomas, T. V. and Yianilos, P. N. (2000). The Bayesian Image Retrieval System, Pic Hunter: Theory, Implementation, and Psychophysical Experiments. *IEEE Trans. Image rocessing*, 9(1), 20-37.
29. Singh, J., Kaleka, J. S. and Sharma, R. (2012). Different approaches of CBIR techniques. *Int. J. Comput. Distributed Syst*, 1, 76-78.
30. Chauhan, N. and Goyaniç M. (2013). Enhanced Multistage Content Based Image Retrieval. *Int. J. Comput. Sci. Mobile Comput*, 2, 175-179.
31. Shanmugapriya, N. and Nallusamy, R. (2014). A New Content Based Image Retrieval System Using GMM and Relevance Feedback. *Journal of Computer Science*, 10(2), 330-340.
32. Ahmadian, A., Mostafa, A., Abolhassani, M. D. and Salim- pour, Y. (2005). A Texture Classification Method for Diffused Liver Diseases Using Gabor wWavelets. *Engineering in Medicine and Biology Society*.
33. Saha, S. K., Das, A. K. and Chanda, B. (2004). CBIR using Perception based Texture and Color Measures. *Pattern Recognition. Proceedings of the 17th International Conference on*, 2, 985-988.
34. Goswami, D. and Bhatia, S. K. (2006). RISE: A Robust Image Search Engine, Electro/information Technology. *IEEE International Conference on*, 354-359.
35. Mehta, R., Mishra, N. and Sharma, S. (2011). Color - Texture based Image Retrieval System. *International Journal of Computer Applications*, 24(5), 0975 – 8887.
36. Patel, M., Brahmbhatt, K. and Patel, K. (2014). Feature Based Image Retrieval Based on Clustering and Non-clustering Techniques Using Low Level İmage Features. *International Journal of Advance Engineering and Research Development (IJAERD)*, 1(3).
37. Aggarwal, G., Ghosal, S. and Dubey, P. (2002). Efficient Query Modification for Image Retrieval. *IEEE Confrance Computer Vision and Pattern Recognition*, 2, 255-262.
38. Sevil, S., Zitouni, H., İkizler, N., Özkan, D., ve Duygulu, P. (2008). Resim Arama Sonuçlarının Çizge Tabanlı bir Yöntemle Yeniden Sıralanması. *IEEE 16. Sinyal İşleme, İletişim ve Uygulamaları Kurultayı (SIU)*.
39. Ehsanirad, A., Kumari, SH. (2010). Leaf recognition for plant classification using GLCM and PCA methods. *Oriental Journal of Computer Science & Technology*, 3(1), 31-36.

40. Koçyigit, Y., Korukürek, M. (2005). saretlerini Dalgacık Dönüşümü ve Bulanık Mantık Sınıflayıcı Kullanarak Sınıflama. *İtü dergisi/d mühendislik* 4(3), 25-31.
41. Skorpil, V., Stastny, S. (2003). .Wavelet Transform for Image Analysis. *IEEE Siberian Conference on Control and Communications*, 50-55.
42. He, C., Zheng, Y. F., Ahalt, S. C. (2002). Object Tracking Using the Gabor Wavelet Transform and the Golden Section Algorithm. *IEEE Trans. on Multimedia*, 4(4), 528-538.
43. Chary, V. R., Lakshmi, R., and Sunitha, K. V. N. (2012). Image Retrieval Techniques for Color based Images from Large Set of Database. *International Journal of Computer Applications*, 4(4), 0975 – 8887.
44. Yang, C. C. (2004). Content-Based Image Retrieval: A Comparison between Query by Example and Image Browsing Map Approaches. *Journal of Information Science*.
45. Flickner, M., Sawhney, H., Niblack, W., Ashley, J., Huang, Q., Dom, B., Gorkani, M., Hafner, J., Lee, D., Petkovic, D., Steele, D., And Yanker, P. (1995). Query by image and video content: The QBIC system. *IEEE* , 28(9), 23–32.
46. Demirhan, A., and Güler, İ. (2010). Özörgütlemeli harita ağları ve gri düzey eş oluşum matrisleri ile görüntü bölütleme. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der*, 25(2), 285-291.
47. Liua, Y., Zhanga, D., Lua, G., Ma, W. Y. (2007). Asurvey of Content-Based Image Retrieval with High-Level Semantics. *Pattern Recognition*, 40, 262 – 282.
48. Kannan, A. Mohan, V. and Anbazhagan, N. (2010). Image Retrieval Based on Clustering and Non-Clustering Techniques using Image Mining. 1(1).
49. Aujol, J., Gilboa, G. Chan, T. and Osher, S. (2006). Structure-Texture Image Decomposition -Modeling, Algorithms, and Parameter Selection. *Int. J. of Computer Vision*, 67(1), 111-136.
50. Liu, C. (2004). Gabor-based Kernel PCA with Fractional Power Polynomial Modelsfor Face Recognition. *IEEE Trans. on Pattern Analysis and MachineIntelligence*, 26(5), 572-581.
51. Meyer, Y. (2002). Oscillating Pattern in Image Processing and Nonlinear Evolution Equations. *the 15th Dean Jacqueline B. Lewis Memorial Lectures*.
52. Swati. V. S., and Vrushali, G. N. (2011). Design of Feature Extraction in Content Based Image Retrieval (CBIR) using Color and Texture. *International Journal of Computer Science & Informatics*, 1(2).
53. Gevers, Th. and Smeulders, A. W. M. (2003). Image Search Engines, An Overview. *The International Society for Optical Engineering (SPIE)*, 8, 337-327.

54. Yao, J. J., Joshi, A., Palaniappan, K. and Zhuang, X. (1998). Interactive Image Retrieval Over the Internet, Reliable Distributed Systems. *Proceedings. Seventeenth IEEE*, 461-466.
55. Wen, L. and Tan, G. (2008). Image Retrieval using Spatial Multi-Color Coherence Vectors Mixing Location Information. *International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management*.
56. Zhihua, X., Hefei, L., Fuhao, Z., Zhengding, L. and Ping, Li. (2010). Robust Image Copy Detection Using Multiresolution Histogram. *Proceedings of the international conference on Multimedia information retrieval*.
57. Pujari, J., Pushpalatha, S. N. and Padmashree D. Desai. (2010). Content-Based Image Retrieval using Color and Shape Descriptors. *Signal and Image Processing (ICSIP), International Conference on*, 239 –242.
58. Chun, Y. D., Kim, N. Ch. and Jang, I. H. (2008). Content-Based Image Retrieval Using Multi resolution Color and Texture Features. *Multimedia, IEEE Transactions*, 10(6), 1073 – 1084.
59. Wang, X. Y., Yu, G. J. and Yang, H. Y. (2011). An Effective Image Retrieval Scheme Using Color, Texture and Shape Features. *Journal Computer Standards & Interfaces archive*, 33(1).
60. Bang, N. and Um, K. (2004). Image Retrieval Using Structured Logical Shape Feature. *International conference on advances in web-age information management*, 3129, 708-713.
61. Du, Ch. J. and Sun, D. W. (2004). Developments in the Applications of Image Processing Techniques for Food Quality Evaluation. *Trends in Food Science & Technology*, 15, 230–249.
62. Brosnan, T. and Sun, D. W. (2002). Improving Quality Inspection of Food Products by Computer Vision a review. *Journal of Food Engineering*, 6, 3–16.
63. Abdullah, M. Z., Guan, L. C., Lim, K. C., and Karim, A. A. (2004). The applications of computer vision system and tomographic radar imaging for assessing physical properties of food. *Journal of Food Engineering*, 61(1), 125–135.
64. Abdullah, M. Z., Aziz, S. A., and Mohamed, A. M. D. (2000). Quality inspection of bakery products using a color-based machine vision system. *Journal of Food Quality*, 23, 39–50.
65. Du, Ch. J. and Sun, D. W. (2004). Shape extraction and classification of pizza base using computer vision. *Journal of Food Engineering*, 64, 489–496.
66. Sobhani-poor, S. R., Abbaspoor-fard, M. H., Poor-reza, H. R. and Shakeri, M. (2011). Görüntü Erişimi Yardımıyla Hunnabın şekil özellikleriyle sınıflandırmak ve yüzey bozukluklarını tanımlamak. *Gıda malzeme üretimi Der*, 1(2).

67. Liu, Z., Cheng, F., Ying, Y., and Rao, X. (2005). Identification of rice seed varieties using neural network. *Journal of Zhejiang University. Science*, 6, 1095.
68. Zhao-yan, L. and Fang, C. (2005). Identification of rice seed varieties using neural network. *Journal of Zhejiang University Science*, 6, 1095-10100.
69. Shouche, S. P., Rastogi, R., and Bhagwat, S. G. (2001). Shape analysis of grains of Indian wheat. *Computers and Electronics in Agriculture*, 33, 55-76.
70. Neethirajan, S., and Karunakaran, C. (2006). Classification of vitreousness in durum wheat using soft X-rays and transmitted light images. *Computers and Electronics in Agriculture*, 53, 71-78.
71. Thies, C., Guld, M. O., Fischer, B., Lehmann, T. M. (2005). Content-based queries on the CasImage database with in the IRMA framework. *Lec Notes in Comp Sci*, 3491, 781-92.
72. Antani, S., Long, L. R., Thoma, G. R. (2004). Content-based Image retrieval for large biomedical image archives. *In: Proc 11th World Cong Medical Informatics*, 829-33.
73. Long, L. R., Antani, S. K. and Thoma, G. R. (2005). Image Informatics at a national research center. *Comp Med Imaging & graphics*. 29, 171-93.
74. Thoma, G. R., Long, L. R. and Antani, S. K. (2006). Biomedical Imaging research and development: knowledge from images in the medical enterprise. *Technical Report Lister Hill National Ctr for Biomedical Communications, US National Library of Medicine, NIH LHNCBCTR*.
75. Petrakis, P., Euripidies, G. M. and Faloutsos, C. (2002). ImageMap: An Image indexing Method Based on Spatial Similarity. *IEEE Trans on Knowledge and Data Eng*, 14(5), 979-987.
76. Tsai, D. M., Wu, S. K. and Chen, M. C. (2001). Optimal Gabor Filter Design for Texture Segmentation Using Stochastic Optimization. *Image and Vision Computing*, 19(5), 299-316
77. Yang, M. H., Kriegman, J. and Ahuja, N. (2002). Detecting Faces in Images: A Survey. *IEEE Trans. On Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 24(1).
78. Haddadnia, J. and Faez, K. (2002). Human Face Recognition with Multiresolution Template Matching and Pseudo Zernike Moments. First Iranian Conference on Machine Vision. *Image Processing & Applications (MVIP)*, 87-93.
79. Sandeep, K. and Rajagopalan, A. N. (2002). Human Face Detection in Cluttered Color Images Using Skin Color and Edge Information. *Indian Institute of Technology*.
80. MacArthur, S. D. Brodley, C. E. and Shyu, C. R. (2000). Relevance Feedback Decision Trees in Content-based Image Retrieval. *in Proc. IEEE Work-shop Content-based Access of Image and Video Libraries*, 68-72.

81. Cox, I. J., Miller, M. L., Minka, T. P., Papathomas, T. V. and Yianilos, P.N. (2000). The Bayesian Image Retrieval System. *IEEE Tran. on Image Processing*, 9(1), 20-37.
82. Su, Z., Zhang, H., Li, S. and Ma, S. (2003). Relevance Feedback in Content-based Image Retrieval: Bayesian framework, Feature Subspaces, and Progressive Learning. *IEEE Trans. Image Process*, 12(8), 924-936.
83. Tong, S. and Chang, E. (2001). Support Vector Machines Active Learning for Image Retrieval. *Proc. ACM Multimedia*.
84. Tieu, K. and Viola, P. (2003). Boosting image retrieval. in *Proc. IEEE Conf. Computer Vision Pattern Recognition*, 228-235.
85. Zhou, X. S. and Huang, T. S. (2003). Relevance Feedback in image retrieval: A Comprehensive review. *Multimedia systems*, 8(6), 536-544.
86. Ferecatu, M., Boujemaa, N. and Crucianu, M. (2008). Semantic interactive image retrieval combining visual and conceptual content description. *ACM multimedia systems Journal*, 13(5-6), 309-322.
87. Loy, G. (2002). Fast Computation of the Gabor Wavelet Transform. *Digital Image Computing Techniques and Applications*, 279-284.
88. Jain, M. and Singh, S. K. (2011). A survey on: Content based image retrieval systems using clustering techniques for large data sets. *Int. J. Manage. Inform. Technol*, 3, 23-39.
89. Penatti, O. A., Valle, B. E. and Torres, R. D. S. (2012). Comparative study of global color and texture descriptors for web image retrieval. *Visual Commun. Image Represent*, 23, 359-380.
90. Singha, M. and K. Hemachandran. (2012). Content based image retrieval using color and texture. *Signal Image Process*, 3, 39-57.
91. Gudivada, V. N. (2010). Relevance feedback in contentbased image retrieval. *Marshall University*.
92. Pinjarkar, L., Sharma, M. and Mehta, K. (2012). Comparison and analysis of content based image retrieval systems based on relevance feedback. *J. Emerg. Trends Comp. Inform. Sci*.
93. Zhu, Q., Avidan, S., Yeh, M. C. and Cheng, K. T. (2006). Fast human detection using a cascade of histograms of oriented gradients. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 1491-1498.
94. Patil, P. B. and Kokare, M. B. (2011). Relevance feedback in content based image retrieval: A review. *J. Appli. Comp. Sci. Math.*, 10, 41-47.
95. Buló, S. R., Rabbi, M. and Pelillo, M. (2011). Contentbased image retrieval with relevance feedback using random walks. *Patt. Recogn.*

96. Huang, P. W., Dai, S. K. (2003). Image retrieval by texture similarity. *Pattern Recognition*, 36(3), 665–679,
97. Zhu, H., Shu, H., Xia, T., Luo, L., Coatrieux, J. L. (2007). Translation and Scale Invariants of Tchebichef Moments. *Pattern Recognition*, 9, 2530–2542.
98. Haralick, R. M. Shapiro, L. G. (1992). Computer and Robot Vision. *Addison-Wesley, Reading, MA*.
99. Jhanwar, N., Chaudhurib, S., Seetharamanc, G. and Zavidovique, B. (2004). Content based image retrieval using motif cooccurrence matrix. *Image and Vision Computing* 22, 1211–1220.
100. Liu, F. and Picard, R.W. (1996). Periodicity, directionality, and randomness: wold features for image modeling and retrieval. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 18(7), 722–733.
101. Niblack, W., Barber, R., Equitz, W. (1993). The QBIC project: querying images by content, using color, texture, and shape, in Storage and Retrieval for Image and Video Databases II. *of Proceedings of SPIE*, 173–187.
102. Niblack, W., Zhu, X., Hafner, J. L. (1998). Updates to the QBIC system,” in Storage and Retrieval for Image and Video Databases VI. *of Proceedings of SPIE*, 3312, 150–161.
103. Huang, P. W. and Dai, S. K. (2004). Design of a two-stage contentbased image retrieval system using texture similarity. *Information Processing and Management*, 40(1), 81–96.
104. Mukundan, R., Ong, S. H. and Lee, P. A. (2001). Image analysis by Tchebichef Moments. *IEEE Trans. on Image Processing*, 10, 1357-1364.
105. Shahidi, R. and Moloney, C. (2006). Variational textured image decomposition with improved edge segregation. in *Proc. IEEE Int. Conf. on Image Processing, ICIP*, 6, 1569-1572.
106. Murong, J., Huiling, K., Qian, W. and Yunmei, C. (2008). Adaptive parameter computing on structure-texture image decomposition. in *Proc. Int. Conf. on Computer Science and Software Engineering*, 371-373.
107. Patwardhan, K. A. and Sapiro, G. (2004). Automatic image decomposition. in *Proc. IEEE Int. Conf. on Image Processing*, 1, 645-648.
108. Zhou, X. S. and Huang, T. S. (2003). Relevance Feedback in Image Retrieval: A Comprehensive Review. *ACM Multimedia Systems Journal*, 536–544.
109. Sandhu, A. and Kochhar, A. (2012). Content Based Image Retrieval using Texture, Color and Shape for Image Analysis. *International Journal of Computers & Technology*, 3(1).

110. Lee, C. S., Choi, C. H., Choi, J. Y., Kim, Y. K. and Choi, S. H. (1996). Feature Extraction Algorithm Based on Adaptive Wavelet Packet for Surface Defect Classification. *ICIP,Laussanne*, 673-675.
111. Mohanaiah, P., Sathyanarayana, P. and GuruKumar, L. (2013). Image texture feature extraction using GLCM approach. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 3(5).
112. Eakins, J., Graham, M. (1999). Content-based image retrieval. *Technical Report, University of Northumbria at Newcastle*.
113. Sethi, I. K. and Coman, I. L. (2001). Mining association rules between low-level image features and highlevel concepts. *Proceedings of the SPIE Data Mining and Knowledge Discovery*, 3, 279–290.
114. Abhi, G., Gauri, N., Aparna, J. and CVK, R. (2005). Content-Based Tissue Image Mining. *IEEE Computational Systems Bioinformatics Conference*, (CSBW'05), 2, 359- 363.
115. Risvana, F., Kaja, M., Sakkar, V. (2014). Content Based Image Retrieval Algorithm Using Local Tetra Textre Features. *International Journal of Advanced Computational Engineering and Networking*, 2320-2106.
116. Wei, C. H., Li, Y., Chau, W. Y. and Li, C. T. (2009). Trade mark Image Retrieval Using Synthetic Features for Describing Global Shape and Interior Structure. *Journal of Pattern Recognition*, 42(3), 386-394.
117. Wang, X. Y., Yu, Y. J. and Yang, H. Y. (2010). An Effective Image Retrieval Scheme using Color, Texture and Shape Features. *Journal of Computer Standards & Interfaces*, 3, 59-68
118. Zhang, D. and Yi-Lim, M. C. (2007). An Efficient and Robust Technique for Region-based Shape Representation and Retrieval. *6th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science (ICIS 2007)*, 801-806.
119. Mathew, S. P. and Samuel, P. (2010). A Novel Image Retrieval System using an Effective Region-based Shape Representation Technique. *International Journal of Image Processing (IJIP)*, 4(5), 509-517.
120. Mathew, S. P., Balas, V. E., Zachariah, K. P. and Samuel, P. (2014). A Content-based Image Retrieval System Based on Polar Raster Edge Sampling Signature. *Acta Polytechnica Hungarica*, 11(3).
121. Shih, T. K., Huang, J., Wang, C., Hung, J.C. and Kao, C. (2001). An Intelligent Content-based Image Retrieval System Based on Color, Shape and Spatial Relations. *Proc. Natl. Sci. Counc*, 25(4), 232-243.

122. Yang, L. and Albregtsen, F. (2004). Fast Computation of Invariant Geometric Moments: A New Method Giving Correct Results. *International Conf. on Pattern Recognition*.
123. Khotanzad, A., Hong, Y. H. (1990). Invariant Image Recognition by Zernike Moments. *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 12, 89- 497.
124. Mukundan, R. (1995). Fast Computation of Legendre and Zernike Moments. *Pattern Recognition*, 28(9),1433-1442.
125. Gu, J., Shu, H. Z., Toumoulin, C. and Luo, L. M. (2002). A Novel Algorithm for Fast Computation of Zernike moments. *Pattern Recognition*, 35, 2905-2911.
126. Belkasim, S. O., Ahmadi, M. and Shridhar, M. (1996). Efficient Algorithm for Fast Computation of Zernike Moments, Circuits and Systems. *IEEE 39th Midwest Symposium*, 3, 1401-1404.
127. Mukundan, R., Ong, S. H. and Lee, P. A. (2001). Image analysis by Tchebichef Moments. *IEEE Trans. on Image Processing*, 10, 1357-1364.
128. Chong, C. W., Mukundan, R. and Raveendran, P. (2003). An Efficient Algorithm for Fast Computation of pseudo-Zernike Moments. *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 17(6), 1011-1023.
129. Eidenberger, H. (2003). How good are the visual MPEG-7 features?. *In Proceedings SPIE Visual Communications and Image Processing Conference*, 5150, 476–488.
130. Felci Rajam, I. and Valli, S. (2011). SRBIR: semantic region based image retrieval by extracting the dominant region and semantic learning. *Journal of Computer Science*, 7(3), 400–408.
131. Sarlashkar, M. N., Bodruzzaman, M. and Malkani, M. J. (1998). Feature Extraction Using Wavelet Transform for Neural Network Based Image Classification. *Proc. Of the 13th Southeastern Symposium on System Theory*, 412-416.
132. Zhang, S. Y., Xue, X. and Zhang, X. (2005). Feature Extraction and Classification with Wavelet Transform and Support Vector Machines. *In Proc. IEEE International Symposium Geosciences and Remote Sensing*, 6, 3795–3798.
133. Felci Rajam, I. and Valli, S. (2011). Content-Based Image Retrieval Using a Quick SVM-Binary Decision Tree–QSVMBDT. *Springer Communications in Computer and Information Science*, 205, 11-22.
134. Liang, K. C. and Jay Kuo, C. C. (1999). WaveGuide: A Joint Wavelet-Based Imagem Representation and Description System. *IEEE Trans. on Image Processing*, 8(11), 1619-1629.
135. Zhang, G. P. (2000). Neural Networks for Classification. *IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics – Part C: Applications and Reviews*, 30(4).

136. Rowley, H. A., Baluja, S. and Kanade, T. (1998). Neural Network-Based Face Detection. *IEEE Trans. on PAMI*, 20(1), 23-28.
137. Correia, S. E. N., de Carvalho, J. M. and Sabourin, R. (2002). On the Performance of Wavelets for Handwritten Numerals Recognition. *Procs. of 16th International Conference on Pattern Recognition*, 3, 127-130.
138. Gonzalez, A. C., Sossa, J. H., Felipe, E. M. and Pogrebnyak, O. (2006). Wavelet Transforms and Neural Networks Applied to Image Retrieval. *The 18th International Conference on Pattern Recognition*, 2, 909-912.
139. Sahoolizadeh, H., Sarikhani-moghadam, D. and Denghani, H. (2008). Face Dtection Using Gabor Wavelets and Neural Networks. *World Academy of Science", Engineering, and Technology*, 45, 552-554.
140. Chen, B., Tai, P. C., Harrison¹, R. and Pan¹, Y. (2005). Novel Hybrid Hierarchical-K-means Clustering Method (H-K-means) for Microarray Analysis. *Computational Systems Bioinformatics Conference, 2005, Workshops and Poster Abstracts. IEEE*, 105 – 108.
141. Khalilian, M., Mustapha, N., Suliman, N. and Mamat, A. (2010). A Novel K-Means Based Clustering Algorithm for High Dimensional Data Sets. *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists*.
142. Liu, H. and Yu, X. (2009). Application Research of k-means Clustering Algorithm in Image Retrieval System. *Proceedings of the Second Symposium International Computer Science and Computational Technology(ISC SCT '09)*, 274- 277.
143. Egmont-Petersen, M., Ridder, D. and Handels, H. (2002). Image Processing with Neural Networks-a Review. *Pattern Recognition*, 35, 2279-2301.
144. Murino, V. and Vernazza, G. (2001). Artificial Neural Networks for Image Analysis and Computer Vision. *Image and Vision Computing*, 19(9), 583-584.
145. Felci Rajam, I. and Valli, S. (2012). Region-based image retrieval using the semantic cluster matrix and adaptive learning. *International Journal of Computational Science and Engineering*, 7(3), 39-252.
146. Yadav, A. M. and Sengar, B. P. S. (2014). A survey on content based image retrieval systems. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, Certified Journal*, 4(6).
147. Zhang, H., Fritts, J. E. and Goldman, S. A. (2008). Image segmentation evaluation: A survey of unsupervised methods. *Comput. Vis. Image Underst*, 110(2), 260-280.
148. Kinoshenko, D., Mashtalir, V. and Yegorova, E. (2006). Clustering method for fast content-based image retrieval. *Computer Vision and Graphics*, 946-952.

149. Horng, M. H., Huang, X. J. and Zhuang, J. H. (2003). Texture feature coding method for texture analysis and its application. *Journal of optical engineering*, 42(1), 228-238.
150. Zhang, H. Fritts, J. E. and Goldman, S. A. (2008). Image segmentation evaluation: A survey of unsupervised methods. *Comput. Vis. Image Underst.*, 110(2), 260-280.
151. Yildizer, E., Balci, A. M., Jarada, N. and Alhajj, R. (2012). Integrating wavelets with clustering and indexing for effective content-based image retrieval. *Knowledge-Based Systems*.
152. Kaur, R. and kaur, N. (2014). Content Based Image Mining Technique for Image Retrieval Using Optimized Hybrid Clustering. *International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT)*, 11(3).
153. Leung, K. and Leckie, C. (2005). Unsupervised Anomaly Detection in Network Intrusion Detection Using Clusters. *Proceedings of the Twenty-eighth Australasian conference on Computer Science*, ACM, 38, 333-342.
154. Pedrycz, W. (1997). Fuzzy Clustering with partial supervision. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part B: Cybernetics*, 27(5), 787-795.
155. Lybanon, M. Lea, S. and Himes, S. (1994). Segmentation of diverse image types using opening and closing. *In Proc. IEEE iNT. cONF. On Image Proc.*
156. Li, X. Q., Zhao, Z. W., Cheng, H. D., Huang, C. M. and Harris. R. W. (1994). A fuzzy logic approach to image segmentation. *In Proc. IEEE Int. Conf. on Image Proc.*
157. Yaman, K., Sarucan, A., Atak, M. and Aktürk, N. (2001). Dinamik Çizelgeleme İçin Görüntü İşleme Ve Arama Modelleri Yardımıyla Veri Hazırlama. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 16(1), 19-40.
158. Sun, D. W. (2000). Inspecting pizza topping percentage and distribution by a computer vision method. *Journal of Food Engineering*, 44, 245-249.
159. Suhasini, P., Krishna, K. S. R. and Krishna, I. M. (2009). CBIR Using Color Histogram Processing. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 6(1), 16-122.
160. Shi, D., Xu, L. and Han, L. (2007). Image Retrieval Using Both Color and Texture Features. *Journal of China Universities of Posts and Telecommunications*.
161. Muller, H. (2004). A Review of Content Based Image Retrieval Systems in Medical Applications Clinical Benefits and Future Directions. *International Journal of Medical Informatics*, 73(1), 1-24.
162. Chan, Y. K. and Chen, C. Y. (2004). Image Retrieval System Based on Color Complexity and Color Spatial Features. *Journal of Systems and Software*, 71(1), 65-70.

163. Ashok Kumar, K. and Bhaskar Reddy, Y. V. (2012). Content Based Image Retrieval Using SVM Algorithm. *International Journal of Electrical and Electronics Engineering (IJEET)*, 1(3).
164. Venkata Ramana Chary, R., Rajya Lakshmi, D. and Sunitha, K.V.N. (2011). Image Retrieval and Similarity Measurement Based on Image Feature. in *International Journal of Computer Science and Technology (IJCT)*, 2(4).
165. Venkata Ramana Chary, R., Rajya Lakshmi, D. and Sunitha, K. V. N. (2011). Quality Measures on Multispectral Images. in *international journal of Image Processing and Applications(IJIPA)* ,2(1), 101-105.
166. Puzicha, J., Rubner, Y. Tomasi, C. And Buhmann, J. (1999). Empirical evaluation of dissimilarity measures for color and texture. in *Proc. Int. Conf on Computer Vision*, 2, 1165– 1173.
167. Khutwad, H. A. and Vaidya, R. J. (2013). Content based image retrieval. *Int. J. Image Process. Vis. Sci.*
168. Wei, C. H., Li, C. T. and Wilson, R. (2009), A content-based approach to medical image database retrieval, *IGI Global*.
169. Kankanhalli, M. S., Mehtre, B. M. ve Huang, H. Y. (1999). Color and Spatial Feature for Content Based Image Retrieval. *Pattern Recognition Letters*.
170. Rao, A. B., Srihari, R. K. and Zhang, Z. F. (1999). Spatial color histograms for content-based image retrieval. in *Proc. 11th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence*, 183-186.
171. Kekre, H. B. and Thepade, S. D. (2009). Image retrieval using augmented block truncation coding techniques. in *Proc. International Conference on Advances in Computing, Communication and Control*.
172. Aigrain, P., Zhang, H. and Petkovic, D. (1996). Content-based representation and retrieval of visual media: A state of the art review, multimedia tools and applications. *Multimedia Tools and Applications*, 3, 179-202.
173. Siggelkow, S. (2000). Feature histograms for content-based image retrieval. *Ph.D. thesis, University of Freiburg, Institute for Computer Science, Freiburg, Germany*.
174. Lu, G. J. (2002). Techniques and data structures for efficient multimedia retrieval based on similarity. *IEEE Transactions on Multimedia*, 4(3).
175. Deselaers, T. Keysers, D. and Ney, H. (2008). Features for image retrieval: An experimental comparison. *Image Understanding and Pattern Recognition*.
176. Xavier, L., Thusnavis, B. M. I. and Newton, D. R. W. (2011). Content based image retrieval using textural features based on pyramid-structure wavelet transform. in *Proc. 3rd International Conference on Electronics Computer Technology*, 79-83.

177. Ravishankar, K. C., Prasad, B. G., Gupta, S. K. (2001). Dominant colour region based indexing for CBIR. *International conference on image analysis and processing*.
178. Lakshmi Devasena, C. and Hemalatha, M. (2011). A Hybrid Image Mining Technique using LIM-based Data Mining Algorithm. *International Journal of Computer Applications*, 25(2).
179. Wang, Sh. (2001). A Robust CBIR Approach Using Local Color Histograms. *Department of Computer Science, University of Alberta Found*.
180. Pattanaik, S., Bhalke, D. G. (2012). Efficient Content based Image Retrieval System using Mpeg-7 Features. *International Journal of Computer Applications*, 53(5), 0975 – 8887.
181. Valova, I. and Rachev, B. (2004). An Algorithm for Organization and Retrieval by Color Features in Image Databases'. *International Conference on Cybernetics and Information Technologies, Systems and Applications: CITSA*.
182. Jasiewicz, J. and Stepinski, T. F. (2013). Example Based Retrieval of Alike Land Cover Scenes. *NLCD2006 Database*.
183. Afifi, A. J. and Ashour, W. M. (2012). Image Retrieval Based on Content Using Color Feature. *ISRN Computer Graphics*.
184. Liu, Y., Zhang, D. and Lu, G. (2008). Region-based image retrieval with high-level semantics using decision tree learning. *Pattern Recognition*, 41, 2554 – 2570.
185. Rehman, M. (2012). Content Based Image Retrieval: Survey. *World Applied Sciences Journal*, 19(3), 404-412.
186. Siddique, Sh. (2002). A Wavelet Based Technique for Analysis and Classification of Texture Images. *Carleton University, Proj. Rep. 70.593*.
187. Madhu, S. (2014). Content based Image Retrieval: A Quantitative Comparison between Query by Color and Query by Texture. *Journal of Industrial and Intelligent Information*, 2(2).
188. Verma, B. (2010), Image processing techniques for grading & classification of rice. *in International conferences on computer and communication technology*, 220-223.
189. Pabamalie, L. and Premaratne, H. (2011). An intelligent rice quality classifier. *International Journal of Internet Technology and Secured Transactions*, 3, 386-406.
190. Rahmani, M., Beheshti, A. and Sadeghigol, Z. (2008). Design a new algorithm texture based on content-based image retrieval. *13th confrence computer society of Iran*.

191. Hoseini, M., Araabi, B. and Soltaniyan zadeh, H. (2005). Classification iris color Hue images assisted co-ccurance matrix: hierarchical structure to identify resistant individuals. *4th confrance of computer vision and image proccessing, Iran*.
192. Ngian, P. K. (2011). Vegetable recognition based on texture feature. *Declaration of thesis, Malaysia*.
193. Gómez, W., Pereira, W. C. A. and Infantosi, A. F. C. (2012). Analysis of Co-Occurrence Texture Statistics as a Function of Gray-Level Quantization for Classifying Breast Ultrasound. *IEEE Transactions on medical imaging*, 3(10).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı: JAHANGIRI, Nesa
 Uyruğu: İRAN
 Doğum tarihi ve yeri: 31.12.1984, MARAGHEH
 Medeni hali: Bekâr
 Telefon: 0(531) 338 74 80
 e-mail: nesajahangiri@yahoo.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi	2015
Lisans	Tabriz Azad İslami üniversitesi	2009
Lise	Abuzar Rahmani Lisesi	2003

Yabancı Dil

İngilizce – Almanca

Yayınlar

-

Hobiler

Yüzme, Piyano, Dans



GAZİ GELECEKTİR..