

**RADYOLOJİK GÖRÜNTÜLER İÇİN
İÇERİK TABANLI GÖRÜNTÜ ERİŞİM SİSTEMİ**

Zehra KARHAN

**Yüksek Lisans Tezi
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Burhan ERGEN**

TEMMUZ-2014

**T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**RADYOLOJİK GÖRÜNTÜLER İÇİN İÇERİK TABANLI GÖRÜNTÜ ERİŞİM
SİSTEMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Zehra KARHAN

(121129115)

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 12 Haziran 2014
Tezin Savunulduğu Tarih : 26 Haziran 2014**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Burhan ERGEN
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Mehmet KAYA
Doç. Dr. Mustafa TÜRK**

TEMMUZ-2014

TEŞEKKÜR

Sadece yüksek lisans çalışmam boyunca değil tım yüksek lisans eğitimim suresince bilgi ve deneyimleriyle beni yönlendiren, desteklerini esirgemeyen ve her konuda yardımcı olmaya çalışan, tecrübelerini paylaşan değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Burhan ERGEN 'e ve hayatımın her anında ilgi, anlayış ve her türlü desteğini esirgemeyen aileme teőekkürü borç bilirim.

Zehra KARHAN

ELAZIĞ-2014

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
TEŞEKKÜR	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
TABLolar DİZİNİ.....	VIII
KISALTMALAR DİZİNİ	IX
1. GİRİŞ.....	1
2. İÇERİK TABANLI GÖRÜNTÜ ERİŞİM SİSTEMLERİ	3
2.1. İçerik Tabanlı Görüntü Erişim Sisteminin Mimarisi Ve Genel Yapısı	4
2.2. Kullanıcı Açısından İçerik Tabanlı Görüntü Erişim Sistemi.....	6
2.3. İçerik Tabanlı Görüntü Erişim Sistemi Tasarımı	7
3. ÖZNİTELİK ÇIKARIMI	8
3.1. Giriş	8
3.2. Doku Tabanlı	8
3.2.1. Ayrık Kosinüs Dönüşümü	9
3.2.2. Bloklar Halinde Ayrık Kosinüs Dönüşümü.....	12
3.2.3. Ayrık Dalgacık Dönüşümü	13
4. BENZERLİK VE EŞLEŞTİRME	17
4.1. Mesafe Ölçüm Yöntemleri	17
4.1.1. Manhattan Uzaklık Ölçüsü	18
4.1.2. Öklid Uzaklık Ölçüsü	19
4.1.3. Pearson Uzaklık Ölçüsü.....	20
4.1.4. Mahalanobis Uzaklık Ölçüsü.....	21

4.1.5. Kosinüs Uzaklık Ölçüsü	22
4.2. İçerik Tabanlı Görüntü Erişim Sistemi Değerlendirmesi	23
4.2.1. Duyarlık	24
4.2.2. Anma	25
5.UYGULAMA.....	26
5.1. İmge Veritabanının Oluşturulması	27
5.2. Önişlem Ve Öznitelik Çıkartımı.....	28
5.2.1. AKD Fonksiyonu Uygulanması	29
5.2.2. AKD Blok Fonksiyonunun Uygulanması.....	31
5.2.3. ADD Fonksiyonunun Uygulanması	32
5.3. Sorgu İmgesi İle Veritabanından Erişilen İmgeler	33
5.4. İTGE Değerlendirmesi ve Performans Sonuçları	40
6.SONUÇ.....	45
7.KAYNAKLAR.....	46
EK 1 115 NOLU İMGE İÇİN ADIM ADIM İTGE AŞAMALARI	49
ÖZGEÇMİŞ.....	52

ÖZET

RADYOLOJİK GÖRÜNTÜLER İÇİN İÇERİK TABANLI GÖRÜNTÜ ERİŞİM SİSTEMİ

Günümüzde görüntüleme teknolojisindeki gelişmeler ile birlikte görüntü sayıları hızla artmakta ve kullanıcıların istedikleri görüntüye erişimi güçleşmektedir. Görüntüler, kelimeler ile tanımlayamayacağımız ancak sezgisel olarak algılayabileceğimiz yapıda oldukları için bir görüntüyü tanımlamak ve o görüntüye erişmek oldukça güçtür. Bu nedenle görüntünün dokusal özelliklerinden faydalanılarak görüntü sayısal verilerle temsil edilir. Böylelikle öznellikten uzaklaşıp nesnel bir yaklaşım ile istenilen görüntüye erişim işlemi gerçekleştirilir.

Bu tezde imgelerin dokusal özelliklerinden faydalanılarak radyolojik görüntüler için bir içerik tabanlı görüntü erişim sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem ile radyolojik görüntüler arasından istenen imge ve benzer imgeler getirilerek görüntüye erişim sağlanmaktadır. Geliştirilen bu yöntem tıbbi alandaki benzer vakalara erişim ve teşhis aşamasında kolaylık sağlamaktadır. Aynı zamanda öznellikten de kurtulup objektif bir değerlendirme yapabilmeyi mümkün kılar. Bu sayede büyük boyutlardaki imge veritabanında kullanımı hem zaman hem de değerlendirme açısından kolaylık sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Görüntü Erişimi, İçerik Tabanlı Görüntü Erişim Sistemleri, Görüntü Erişim Yöntemi, Görüntü Erişim Sistemi Uygulamaları, Görüntünün Dokusal Özellikleri.

ABSTRACT

CONTENT – BASED IMAGE RETRIEVAL SYSTEM FOR RADIOLOGICAL IMAGES

Today, because of development in imaging technology, the number of images are increasing rapidly and access to them gets difficult. Images are in a structure that we cannot describe them with words but only can be perceived intuitively, thus, description and accession of images are quite difficult. Therefore, images are represented by numerical values using its textural characteristics. Thus, accession process to desired image is performed with an objective approach by avoiding from subjectivity.

In this thesis, a content-based retrieval system for radiological images was developed using textural features of images. With this system, access to images are provided by getting desired and similar images among radiological images. This developed method provides access to similar incidents and make to convenient in the diagnostic stage in medical field. Furthermore, it provides to make an objective assessment by avoiding from subjectivity. In this way, the use of large-sized images in databases provides benefits in terms of both time and assessment.

Key Words: Image Retrieval, Content-Based Image Retrieval Systems, Method for Accessing Image, Image Retrieval Systems Application, Textural features of the image.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. İmge Erişimi	1
Şekil 2.1. İçerik Tabanlı Görüntü Erişimi	4
Şekil 2.2. İçerik Tabanlı Görüntü Erişim Sistem Mimari Yapısı.....	5
Şekil 2.3. Tabanlı Görüntü Erişim Sistemine Örnek Ara Yüz.....	6
Şekil 2.4. İçerik Tabanlı Görüntü Erişim Sisteminin Düzeni	7
Şekil 3.1. Doku Tabanlı İmge Erişimi	9
Şekil 3.2. Bir imgenin AKD'ü.	10
Şekil 3.3. 8x8 AKD matrisinde her bir katsayının gösterdiği frekans bileşeni.....	11
Şekil 3.4. AKD katsayılarının Zig-zag tarama ile tek boyuta indirgenmesi.	12
Şekil 3.5. Bloklara Ayırma İşlemi	12
Şekil 3.6. İmgenin Bloklara Ayrılması ve AKD hesaplaması	13
Şekil 3.7. Bir Ve İki Seviyeli İmge Ayrışımı Ve ADD'nin Alt Bantları	14
Şekil 3.8. ADD'nin Seviye Seviye Alt Bant Ayrışımı.....	15
Şekil 3.9. Bir İmgenin Bir Ve İki Seviyeli ADD alt bant görüntüleri	16
Şekil 4.1. İmgeye Ait Benzerlik İlişkisi	17
Şekil 4.2. Noktalar Arası Manhattan Uzaklık Ölçümü	19
Şekil 4.3. Noktalar Arası Öklid Uzaklık Ölçümü	19
Şekil 4.4. Örnek Vektör Uzaklıklarında Mahalanobis Uzaklık Ölçüsü	21
Şekil 4.5. İlişkili ve Döndürülen İmgelerin Küme Biçiminde Gösterimi	24
Şekil 4.6. İlişkili ve Çağrılan İmgelerin Küme Biçiminde Gösterimi	25
Şekil 5.1. Genel Akış Diyagramı	26
Şekil 5.2. IRMA Veritabanından Örnek İmgeler	27
Şekil 5.3. Farklı Boyutlardaki İmgeler	28
Şekil 5.4. AKD Fonksiyonu İle Adım Adım Öznitelik Çıkartımı	29
Şekil 5.5. Bir İmgenin AKD Fonksiyonu Uygulanmış Görüntüsü	30
Şekil 5.6. İmgenin AKD Fonksiyonu Ve Zig-Zag Tarama Sonrası Katsayı Değerleri Grafiği	30
Şekil 5.7. AKD Blok Fonksiyonu Öznitelik Çıkartma İşlemleri	31
Şekil 5.8. Bloklar halinde AKD fonksiyonu uygulanmış İmge	31
Şekil 5.9. ADD Fonksiyonu İle Öznitelik Çıkartım Aşamaları	32

Şekil 5.10. Birinci seviyeden ADD fonksiyonu uygulanişı	33
Şekil 5.11. AKD blok ve Manhattan uzaklık Ölçüsü.....	34
Şekil 5.12. AKD Blok ve Pearson uzaklık Ölçüsü	34
Şekil 5.13. AKD Blok ve Mahalanobis Uzaklık Ölçüsü	35
Şekil 5.14. AKD Blok ve Öklit Uzaklık Ölçüsü	35
Şekil 5.15. ADD Blok ve Manhattan Uzaklık Ölçüsü	36
Şekil 5.16. ADD Blok ve Pearson Uzaklık Ölçüsü	36
Şekil 5.17. ADD Blok ve Mahalanobis Uzaklık Ölçüsü	37
Şekil 5.18. ADD Blok ve Öklid Uzaklık Ölçüsü	37
Şekil 5.19. AKD fonksiyonu ve öklit uzaklık ölçüsü ile 15 görüntünün erişimi.....	38
Şekil 5.20. AKD blok fonksiyonu ve öklit uzaklık ölçüsü ile 15 görüntünün erişimi	39
Şekil 5.21. ADD fonksiyonu ve öklit uzaklık ölçüsü ile erişilen 15 görüntü	39
Şekil 5.22. Sorgulanan İmgeler	40
Şekil Ek-1.1. Kullanıcı Ara Yüzü.....	49
Şekil Ek-1.2. Veri setini yüklemek İçin Uygulanan İşlem	49
Şekil Ek-1.3. Sorgulanan İmgenin Seçilmesi	50
Şekil Ek-1.4. Uzaklık Ölçüsünün Belirlenmesi.....	50
Şekil Ek-1.5. Geri Döndürülecek İmgenin Sayısının Belirlenmesi.....	50
Şekil Ek-1.6. Belirlenen seçenekler Dahilinde Erişilen İmgeler	51

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 5.1. IRMA Veritabanındaki Kategorilendirme ve İsimlendirme	28
Tablo 5.2. AKD ve Öklid İle Duyarlık ve Anma değerleri	41
Tablo 5.3. ADD ve Öklid İle Duyarlık ve Anma değerleri	42
Tablo 5.4. AKD Blok ve Öklid İle Duyarlık ve Anma değerleri	43

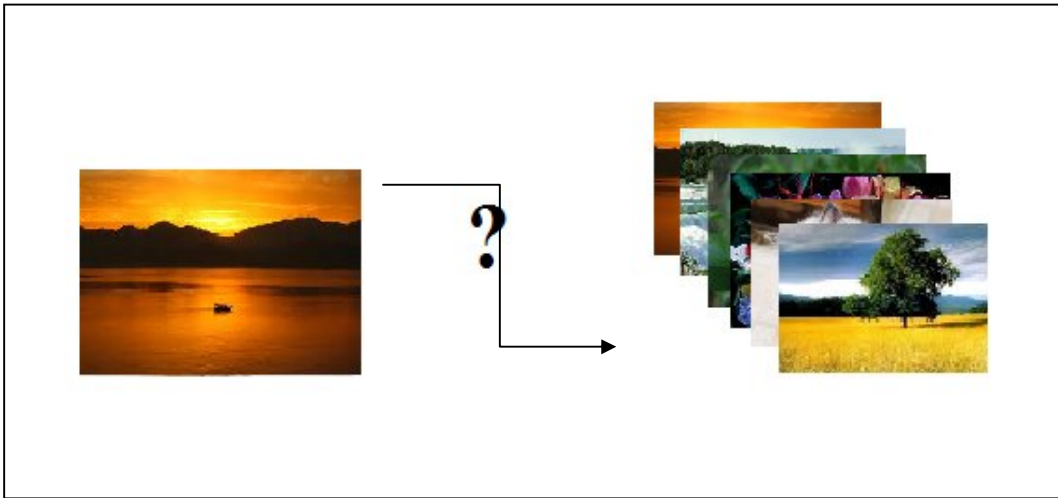
KISALTMALAR DİZİNİ

İTGE	: İçerik Tabanlı Görüntü Erişimi
İTGES	: İçerik Tabanlı Görüntü Erişim Sistemi
CBIR	: Content Based İmage Retrieval
AKD	: Discrete Cosine Transform (Ayrık Kosinüs Dönüşümü)
AKD Blok	: Bloklar Halinde Ayrık Kosinüs Dönüşümü
ADD	: Discrete Wavelet Transform(Ayrık Dalgacık Dönüşümü)
JPEG	: Joint Photographic Experts Group (Birleşik Fotoğraf Uzmanları Grubu)
PNG	: Portable Network Graphics

1. GİRİŞ

Dijital makineler ve dijital imgelerin sayısı gittikçe artmakta ve bu imgeler geniş bir yer kaplamaktadır. Bununla beraber kullanıcıların istedikleri imgeye erişimi güçleşmektedir. İmge erişimi ile ilgili çalışmaların kökeni 1970'lere kadar dayanmaktadır. Zaman ilerledikçe de imge erişimi konusundaki çalışmalar hız kazanmış ve buna paralel olarak konuyla ilgili çalışmaların sayısı da artmıştır [1].

Özellikle büyük boyuttaki veri tabanlarında istenilen imgeye erişmek için imge erişim sistemleri ve yöntemleri kullanımı gittikçe önem kazanmıştır. Gazetecilik, reklam, eğlence, hava tahmini, harita uygulamaları, uzaktan algılama, bilgisayar tasarımı, mimari, görüntü tabanlı robot kullanımı, tıbbi uygulamalar gibi büyük boyutta veri barındıran birçok uygulama alanlarında da kullanılabilir [2]. Şekil 1.1' de imge erişimine ait bir görüntü yer almaktadır.



Şekil 1.1. İmge Erişimi

İmge erişimi üzerine yapılan çalışmalar farklı şekillerde karşımıza çıkmaktadır. Bunlar metin tabanlı erişim, içerik tabanlı erişim vb. imge erişim sistemleridir [1]. Bilgisayarlarda zaten metin belgeleri arama için bu sistem mevcuttur ve aramaya yardımcı olmaktadır. Metin tabanlı erişim için köklü bir örnek olan arama motoru Google' a bazı anahtar kelimeler girilerek ilgili belgenin bulunmasına yardımcı olur. Google aynı zamanda imgeleri aramak için de bir olasılık sunar. Ancak imgelerdeki arama sonucunun yeteri kadar başarılı olmadığı sonucu ortaya çıkar [3].

İmge veritabanlarında metin tabanlı erişim için veritabanındaki tüm imgelerin bir metin açıklamasını oluşturmak ve metin tabanlı bilgi erişim yöntemlerini kullanmaktır. İmgelerde

kelimelerle tam olarak ifade edilemeyen ya da öznellik içerebileceğinden imgeler için bu yöntem uygun değildir [3]. Özellikle üzerinde durulan yaklaşımın içerik tabanlı imge erişimi olduğu görülmektedir. Geniş yer kaplayan görsel öğeler içeren koleksiyonların düzenlenmesi için metin tabanlı ve diğer sistemlerin kullanımının yetersiz olacağı görülmüş ve görsel öğelerin kendi içerikleriyle, örneğin renk, doku ya da şekilleri ile dizinlenmesi konusunda çalışmalar yoğunlaşmıştır [1].

İngelerin renk, doku, şekil özniteliklerinin çıkarılarak saklanması ve gerektiğinde bu bilgilere hızlı bir şekilde erişip kullanabilmeyi sağlar. İstenen imgenin sisteme iletilmesini sağlayan Grafiksel Kullanıcı Arabirimi (GKA) ve istenen imgeye ait öznitelik vektörü ile sakladığımız imge arşivindeki imgelere ait öznitelik vektörleri arasındaki uzaklığı çeşitli algoritmalar kullanarak çözer ve sonucu geri bildirir [4].

2. İÇERİK TABANLI GÖRÜNTÜ ERİŞİM SİSTEMLERİ

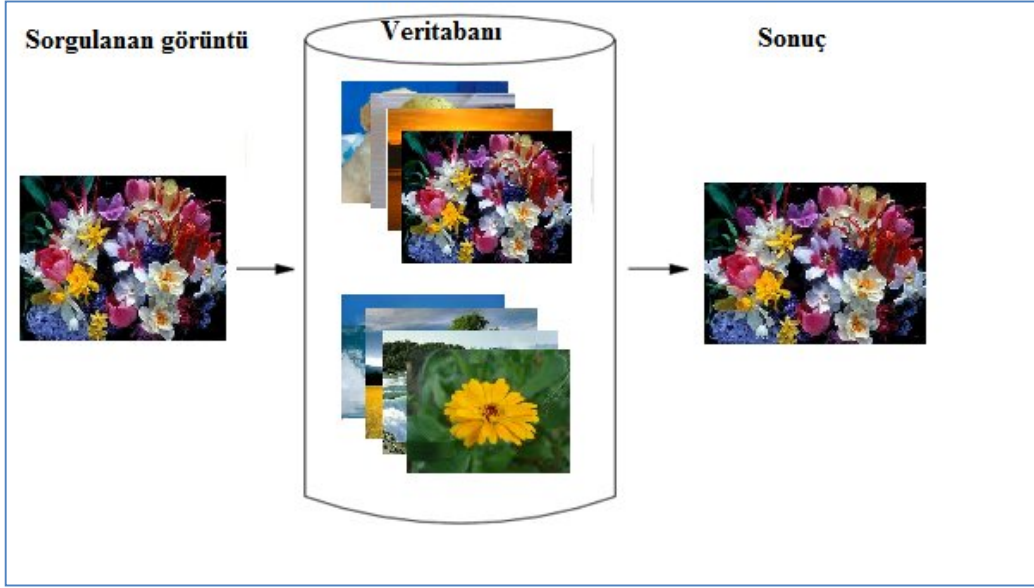
İçerik Tabanlı Görüntü Erişimi (İTGE) sistemleri, bir imge veritabanında verilen bir sorgu imgesine en yakın imgeleri aramayı amaçlamaktadır. Burada sorgulama herhangi bir metinsel bilgi kullanmadan tamamıyla resim içeriği ile yapılmaktadır. Bu sistemlerde sorgulama işlemi, sisteme örnek bir imge verilip sistemden bu örnek imgeye benzerlerinin getirmesi istenmektedir. Bu yaklaşıma örneğe göre sorgulama adı verilmektedir ve ilk olarak 1990'ların başında Niblack ve arkadaşları tarafından önerilmiştir. Sonuç olarak İTGE sistemleri ve örneğe göre sorgulama kavramları mevcut veriyi özetlemekten çok, çok büyük bir veriden benzer verileri ayıklamayı amaçlamaktadır [4].

Kullanıcı açısından, bir imge arama sorgusuna başlamadan önce dikkate alınması gereken noktalar vardır:

- Netlik: Kullanıcının tam olarak ne istediği,
- Arama yapılacak yer: Nerede arama yapılacağı,
- İmgenin ne olduğu: Kullanıcının sorgulayacağı imge.

İlgili olan bu faktörler imge erişimin doğru bir biçimde gerçekleştirilmesine olanak sağlar [5]. İmge erişiminde kullanıcı ile bir etkileşim söz konusudur. Bu kullanıcı ile etkileşim de daha hızlı ve daha iyi sonuçlar almamız için yardım eder [3]. Şekil 2.1' de İTGE sistemine örnek bir yapı gösterilmektedir.

Günümüzde İTGE sistemlerin atası olarak bilinen sistem IBM QBIC sistemidir. Yukarıda da bahsedildiği gibi bu sistem örneğe göre sorgulama kavramını da beraberinde getirmiştir. Diğer bir ticari sistemde Virage sistemidir ki bu sistemde CNN tarafından kullanılmaktadır. Bütün bunlara rağmen İTGE sistemlerinin çoğu akademik olarak geliştirilmektedir. Bu sistemlere örnek olarak, Candid, Photobook ve Netra verilebilir ki bu sistemlerin hepsi imge içeriğini tanımlamak için temel doku ve renk karakteristiklerini kullanmaktadır [4].

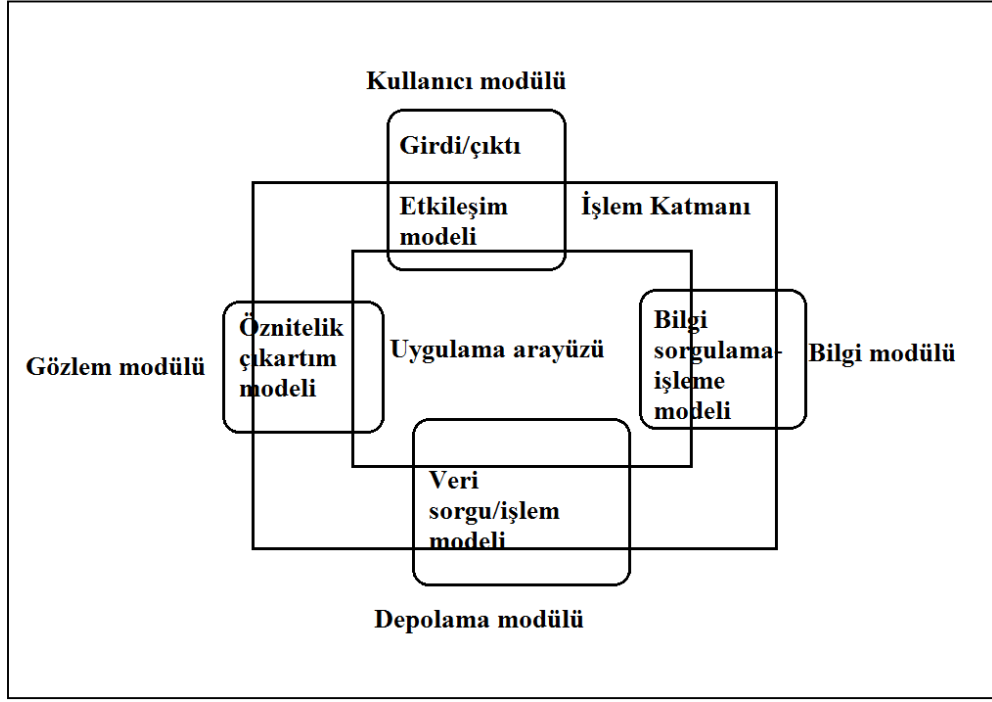


Şekil 2.1. İçerik Tabanlı Görüntü Erişimi

Bu sistemlerin çoğu benzer bir mimariye sahiptir ve tüm sistemler imgelerin içeriğini görsel tanımlayıcılar kullanarak tanımlamaya çalışmaktadır. Görsel tanımlayıcılar renk, doku ve şekil olmak üzere 3 grupta incelenebilir. Sistemi oluşturan diğer bölümler ise, imgelerin ayıklanan özelliklerinin etkin bir şekilde saklanması ve gerektiğinde bu bilgilere hızlı bir şekilde erişmeyi sağlar. İstenen imgenin sisteme iletilmesini sağlayan Grafiksel Kullanıcı Arabirimi ve istenen imgeye ait öznitelik vektörü ile sakladığımız görüntü arşivindeki imgelere ait öznitelik vektörleri arasındaki uzaklığı çeşitli algoritmalar kullanarak çözer ve sonucu geri bildirir [4].

2.1. İçerik Tabanlı Görüntü Erişim Mimarisi ve Genel Yapısı

Çok kullanıcılı geniş çaplı koleksiyonlarda verilerin ve özniteliklerin isimlendirilmiş dosyalar altında tutulduğu İTGES mimarisi karmaşık bir yapı içermektedir. Önerilen yapı, oluşturulmak istenilen İTGES için uygun görülmemekte ve bu yapı bütünlüğü olan bir sistem tasarımı için dört modülden oluşan bir iskeletten oluşmaktadır [1]. Bu yapı Şekil 2.2' de gösterilmektedir.



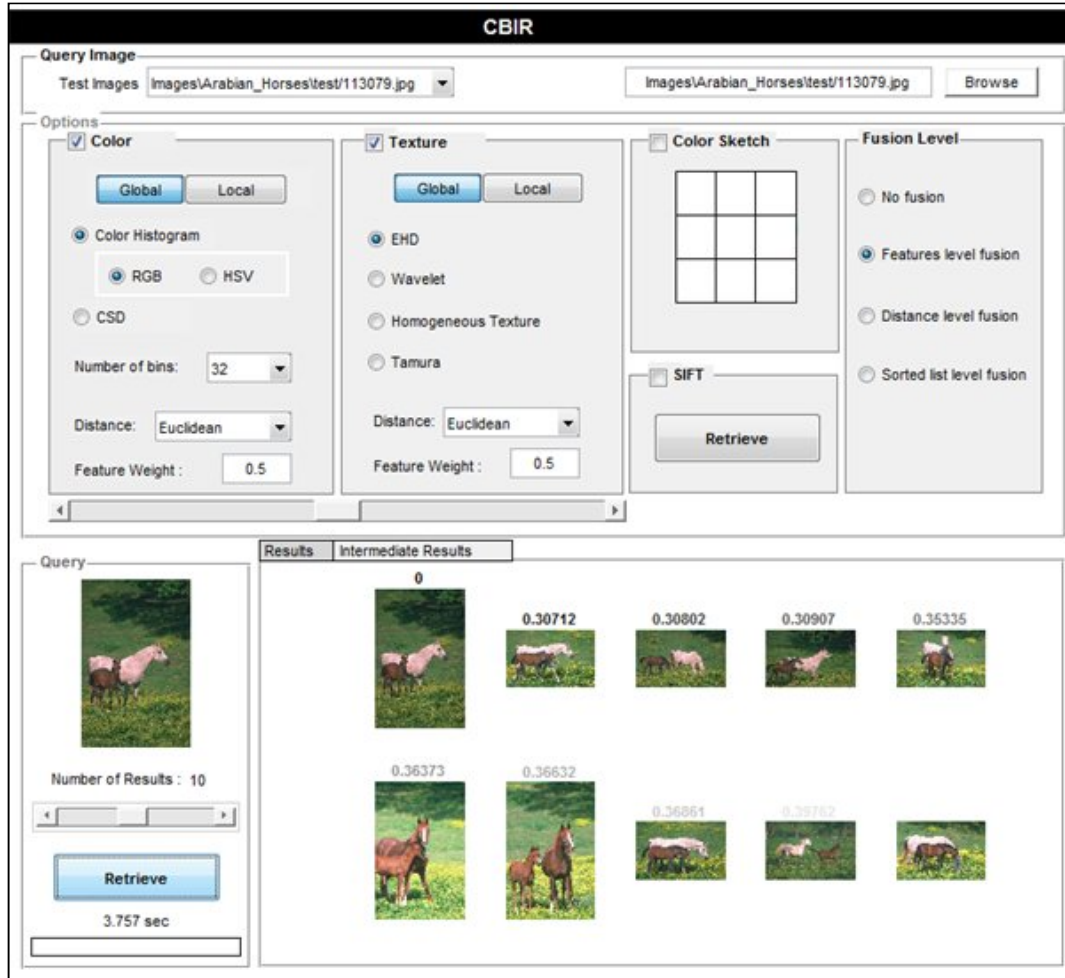
Şekil 2.2. İçerik Tabanlı Görüntü Erişim Sistem Mimari Yapısı

Kullanıcı modülü, bilgi modülü, gözlem modülü ve depolama modüllerinin bulunduğu bu iskeletin içerik tabanlı sistemlerde dengeli bir yapı oluşturulmasını sağlayacağı ifade edilmektedir. Bu modüllerin tamamını bünyesinde bulunduran bir sisteme sahip olmanın zor olduğu bilinmekle birlikte, sistem mimarisi açısından etkinliğin artırılabilmesi ve kullanışlı bir sistem tasarımı için bu tip bir yapının geliştirilmesi önem teşkil etmektedir [1].

İmgelerin kendilerine has özelliklerinin birer erişim noktası olarak kullanılması, sistemin verimliliği ve doğruluğu açısından önemlidir. Renk, şekil ve doku gibi öznitelikleriyle tanımlanan imgelerin bütünlükleri korunarak sistem içerisinde depolanmaktadır. Öznitelik vektörleri, her imgeye ait öznitelik vektörüne bir kayıt olacak şekilde depolanmaktadır [1]. Bu sistemde bir imge sorgulandığında istenen imgenin sisteme iletilmesini sağlayan kullanıcı modülü ve sorgulanan imgeye ait öznitelik vektörü ile depoladığımız imgelerin kendilerine ait öznitelik vektörleri arasındaki uzaklığı çeşitli algoritmalar kullanarak çözer ve sonucu geri bildirir [4].

2.2 Kullanıcı Açısından İçerik Tabanlı Görüntü Erişim Sistemi

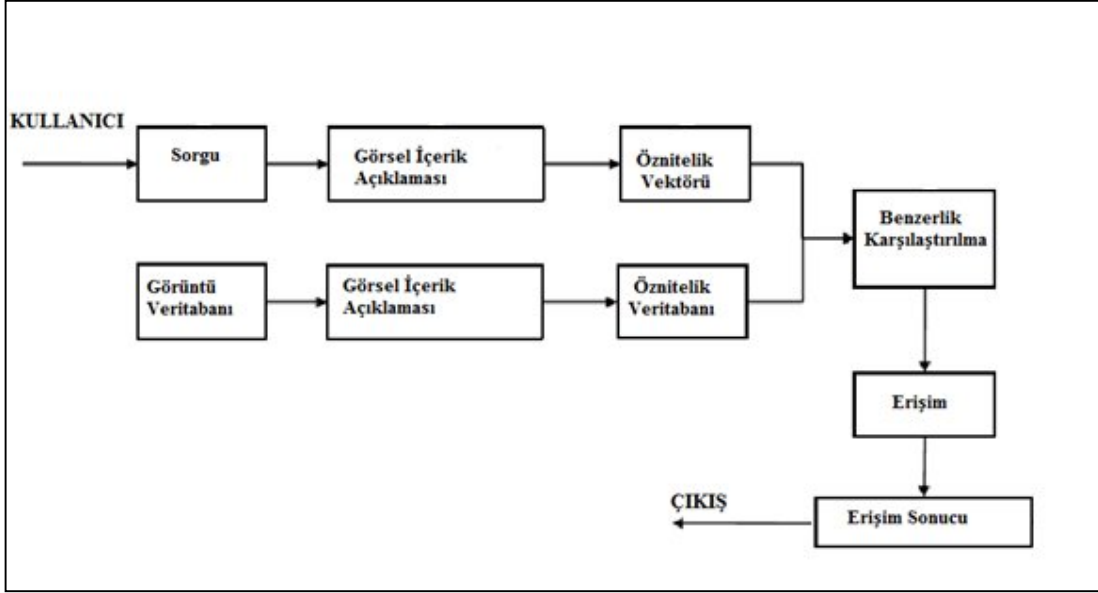
İstedığımız imgeye erişmek bir metine ulaşmak kadar kolay ve kesin sonuçlara ulaştıramamaktadır. Nedeni benzer imgeleri bulmak zaman alıcı ve öznel olabilir. Sezgi ile belirlendiği için belirsiz olabilir buda doğru bir sonuca ulaşılmasını güçleştirmektedir [6]. Bu sebepten İçerik tabanlı görüntü erişim sistemi (İTGES) tasarımında kullanıcı açısından ara yüzün tasarımı oldukça önemlidir. İdeal bir ara yüz tasarımı kolay, basit, fonksiyonel, özelleştirilebilir ve yardım edici olmalıdır. İyi bir ara yüz tasarımı bize sorgulamada ve istediğimizi aramada açık ve sezgisel bir yol sağlar. Sorgu ve arama sonrasında eşleştirmede ve en benzerini doğruya en yakın şekilde bulmada bize yardımcı olur [7]. Şekil 2.3' de İTGES' e ait bir ara yüz tasarımı görülmektedir.



Şekil 2.3. İçerik Tabanlı Görüntü Erişim Sistemine Örnek Ara Yüz (<https://github.com/aminert/CBIR>)

2.3. İçerik Tabanlı Görüntü Erişim Sistemi Tasarımı

İTGES tasarımı yapılırken kullanıcının kolaylıkla kullanabileceği şekilde tasarlanmalıdır. Bu sistemde bir imge veri tabanı, bir eğitim grubu ve karşılaştırma yapabilmek için benzerlik özellikleri kullanılır. İstenilen imgenin daha sonra öznitelikleri çıkartılmakta ve öznitelik vektörleri şeklinde saklanır. İTGE sistemlerinde otomatik yöntemler başarısız değildir ancak insan etkileşimi de bu aşamanın ayrılmaz bir parçası olarak kullanılabilir [8].



Şekil 2.4. İçerik Tabanlı Görüntü Erişim Sisteminin Düzeni

3. ÖZNETELİK ÇIKARIMI

3.1. Giriş

İçeriğin tespiti için öznitelik çıkartma İTGE sisteminin temelidir. Öznitelik çıkarımı sayesinde imgelerin renk, doku ve şekil özniteliklerinin sisteme aktarılması ve bunların sayısallaştırılması ile birlikte erişimi sağlanmaktadır [9,10]. İmgelerin içeriğinin kullanıcı yorumlamasına kıyasla basit fakat etkili benzerlik ölçümlerine olanak tanıyacak bir biçimde temsil edilmesine olanak sağlar. Bunun için imgenin öznitelikleri bir vektör uzayı içindeki vektörlere dönüştürülmüş olur [1].

İTGE sistemlerinin insan algısına mümkün olduğunca yakın sistemler olması için çalışılmaktadır. Bu nedenle insanların algı ya da idrak süreçlerini anlamak önemlidir. İnsanların gördükleri cisimleri algılama süreçleri içerisinde üç dürtüden söz edilebilir. Bunlar; genel olarak algılanan dürtü, özellikle algılanan dürtü, sözde-tesadüfi dürtü olmak üzere sınıflandırılabilir. Genel olarak algılanan dürtüde bir fark etme yoktur, herkes tarafından rahatlıkla algılanabilir. Özellikle algılanabilen dürtüde bir fark etme söz konusudur ve herkes tarafından algılanamayabilir. Sözde-tesadüfi dürtü ise psikolojik ve sosyolojik olarak değişebilir. Bu insan dürtülerinin türlerinden yola çıkarak imge erişiminde niteliksel (yüksek seviyeli) öznitelikler ve niceliksel (düşük seviyeli) öznitelikler olmak üzere iki tür öznitelik ayrımından bahsedilmektedir [1].

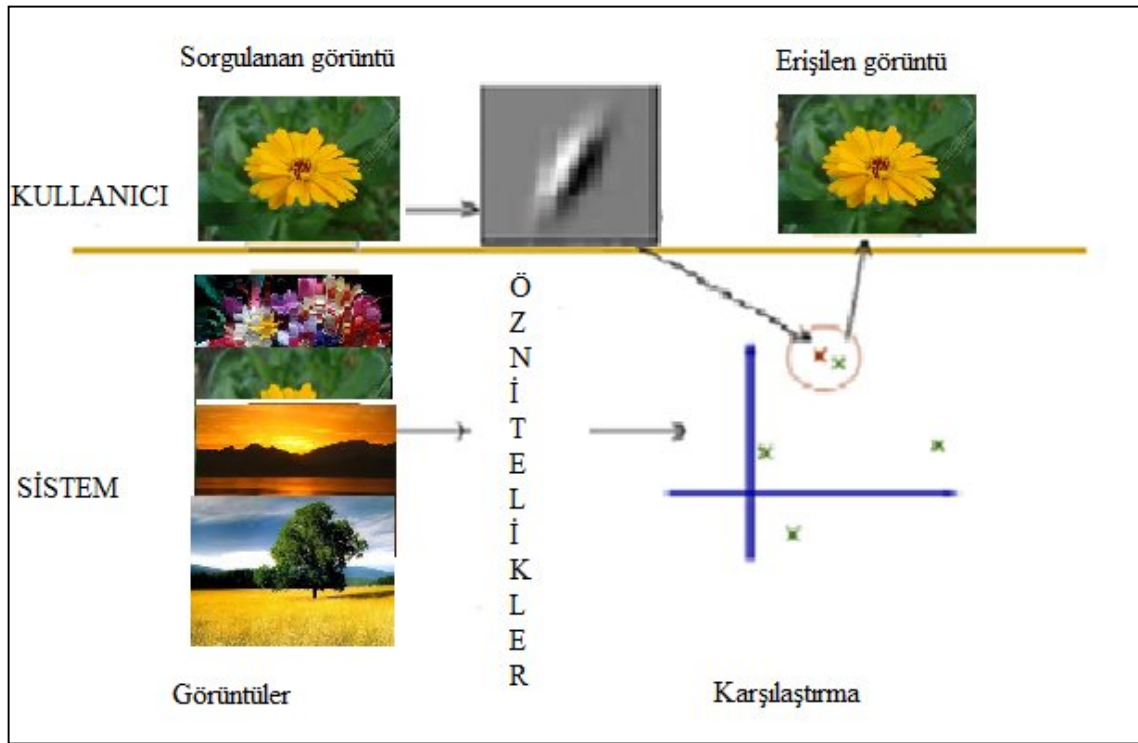
Yüksek seviyeli öznitelikler, insanlar ve insanlar ya da makineler ve insanlar arasında şimdilik tam olarak çözülemeyen anlamsal uçurum ve boşluk oluşturması nedeniyle günümüzdeki imge erişim sistemlerinde fazla kullanılmamaktadır. Kullanılmamasında, insanların bir imge üzerinde yorumları ile birbirlerinden farklı algılayabilecekleridir. Bu yüzden söz konusu sistemler düşük seviyeli özniteliklerin çıkarımında etkili olmaya çalışmakta, yüksek seviyeli özniteliklerin sisteme uyarlanması ise bu düşük seviyeli özniteliklerin güçlendirilmesi ile sağlanmaya çalışılmaktadır. Görsel bilgi erişimde düşük seviyeli öznitelikler genel olarak renk, doku ve şekil olmak üzere üç grupta toplanmaktadır [1,10].

3. 2. Doku Tabanlı

Doku homojenlik özelliklerine sahip görsel desen anlamına gelir ve yalnızca tek bir renk ya da yoğunluk bölgesinin varlığı söz konusudur. Bulutlar, ağaçlar, tuğla, saç ve kumaş dâhil olmak üzere hemen hemen tüm yüzeylerde var olan bir özelliktir. Yüzeylerin yapısal

düzenlemesi ve çevre ile olan ilişkilerini ile ilgili önemli bilgiler içerir. Son otuz yılda örüntü tanıma ve bilgisayarlı görüdeki faydaları sebebiyle zengin araştırma sonuçları vardır. Şimdi birçok İTGE sistemlerinde de kullanılmaktadır [9].

Doku özelliği açıklaması için sık kullanılan yöntemler; istatistiksel, yapısal ve spektral yöntemlerdir. Bu yöntemde yapılan istatistik üreterek yoğunluk değerleri dağıtım gibi pozisyon ve benzer değerli piksel yönlendirerek doku karakterize edilir ve imge erişimi sağlanır. Morfolojik operatörler ve yöntemleri de dâhil olmak üzere, yapısal, bitişiklik grafik, belirlenerek doku tanı ve yerleştirme kuralları da uygulanarak benzer imgeler aranabilir [10]. Şekil 3.1’ de doku tabanlı öznelik çıkartımı ile imge erişimi tasarımı yer almaktadır.

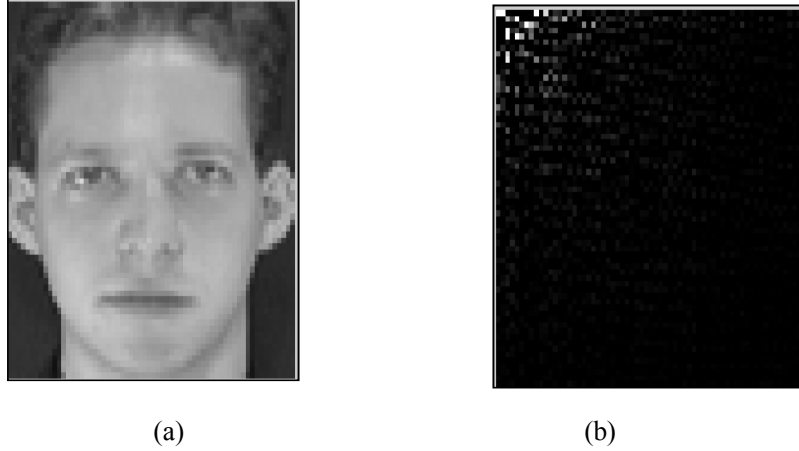


Şekil 3.1. Doku Tabanlı İmge Erişimi

3.2.1 Ayrık Kosinüs Dönüşümü

Ayrık kosinüs dönüşümü (AKD), meydana gelen işaretin kosinüs fonksiyonları gibi gösterilerek, frekans düzlemine dönüştürülmesidir [11]. İşaretin sahip olduğu değişimleri gösterir. O işaretin frekans düzlemindeki gösterimi olarak belirtilir. İmge işlemede, sayısal imge bilgisinde yalnız gerçek sayı düzleminden veriler kullanıldığından ve de imgenin farklılığı, içeriğindeki değişimlere bağlı olduğundan genellikle AKD kullanılmaktadır.

Bunun yanı sıra AKD, işaretin enerjisini daha küçük bir bölgeye sıkıştırarak, işaretin daha az sayıda veriyle anlatılmasına ve daha az veride çok bilgi alınmasına olanak sağlar [11]. Böylelikle bilgisayarda işlem yapmaya uygun ve hızlı bir şekilde ifade edilmiş olur. Şekil.3.2' de AKD fonksiyonu uygulanmış imgeler gösterilmektedir.



Şekil 3.2. Bir imgenin AKD'ü; a)Yüz imgesi, b) AKD Katsayıları.

Sayısal olarak bir imgeyi ifade edebilmek için de AKD fonksiyonu kullanılır. Bir imge işareti oluşturduğu değişimlerle frekans düzleminde anlatılır. $N \times N$ boyutundaki bir imgenin (u,v) indisindeki AKD katsayısını hesaplamak için (3.1)' deki formül kullanılır. Formülde belirtilen u ve v değerleri satır ve sütunu ifade ederken N değeri ise bloklara ayrılan imgenin blok sayısını ifade eder.

$$F_{(u,v)} = \frac{2}{N} a_{(u)} a_{(v)} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2N} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{2N} \quad (3.1)$$

$$a(u), a(v) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & , \quad u,v=0 \\ 1 & , \quad \text{diğer} \end{cases}$$

AKD formülden de görüldüğü üzere işareti kosinüs dalgaları şeklinde tanımlar ve imge için uygulandığında da işaret simetrik olup daha çok bilgi barındırır. Fourier dönüşümü ve bazı dönüşüm yöntemlerinde işaret gerçek ve sanal kısımlarıyla birlikte verilir. Ayrıca hesaplama yapıldıktan sonra var olan kosinüs katsayıları işaretin gerçek kısmındadır ve hesaplanan AKD katsayı değerlerinde gerçek sayı düzleminden sayılar vardır. Bu nedenle bellek kullanım

miktarı da artacaktır. Gerçek sayıları hesaplaması ve bellek kullanımındaki avantajı sebebiyle AKD imge işleme uygulamalarında sıklıkla kullanılmaktadır [11].

AKD $N \times N$ bir imgeye uyguladığımızda yeniden $N \times N$ lik bir iki boyutlu işaret matrisi oluşur. Oluşan matiriste (0,0) indis, işaretin en düşük frekansın meydana getirdiği yoğunluk; (N,N) indis ise işaretin içerisindeki en yüksek frekansın meydana getirdiği yoğunluğu belirtir [12]. Böylelikle imge sayısallaştırmış bir şekilde bilgisayarda tutulduğu için bilgisayarda işlem yapmaya uygun bir şekilde ifade edilmiş olunur.

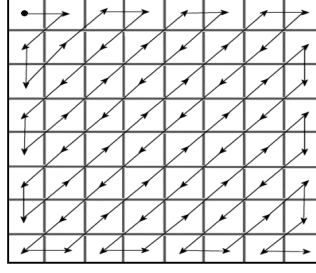
Hesaplanan katsayı değerleri yoğunluklarına göre satır ve sütunlarda sıralandığında yerleşimde AKD katsayıların birleşimi üst sol kösedeki DC katsayısının çevresinde bulunur ve dağılımları dikey ve düşey olarak simetriklik gösterir [13]. Şekil 3.3' de AKD matrisinde her bir katsayının frekans bileşeni yer almaktadır. AKD' nin bu özelliği kullanılarak, istenilen imge için özellik vektörü belirlenmektedir.

DC	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
0,1	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1
0,2	1,2	2,2	3,2	4,2	5,2	6,2	7,2
0,3	1,3	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	7,3
0,4	1,4	2,4	3,4	4,4	5,4	6,4	7,4
0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5
0,6	1,6	2,6	3,6	4,6	5,6	6,6	7,6
0,7	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	7,7

Şekil 3.3. 8×8 AKD matrisinde her bir katsayının gösterdiği frekans bileşeni

İmgelerdeki yüksek frekans bileşenleri doğal resimlerde daha zayıftır. Bunu aksine düşük frekans bileşenleri ise daha güçlüdür. Bundan dolayı yüksek frekans bileşenlerinin katsayıları daha küçüktür. Şekil 3.3' deki AKD çıkış matrisinin birim verileri de bundan dolayı genellikle sağa ve aşağıya doğru küçülmektedir. Bu özellikten yararlanmak için aşağıdaki Şekil 3.4' deki gibi katsayıları toplanıp hesaplanarak 64 katsayı alternatif bir düzenle dizilir.

Diziliş tek boyutludur ve amaç katsayıları büyükten küçüğe doğru dizmektir. Şekil 3.4' de gösterilen katsayılar gibi tipik bir çerçeve bloğu için tarama şekli zig-zag taramadır. Tarama DC katsayısıyla başlar ve Şekil 3.4' de gösterilen şekilde devam edip katsayılar tek-boyutlu bir diziye dönüştürülür [13].

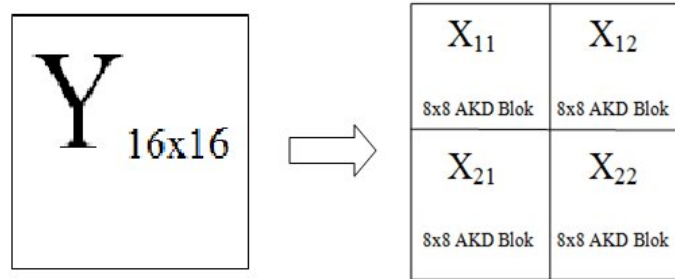


Şekil 3.4. AKD katsayılarının Zig-zag tarama ile tek boyuta indirgenmesi

Dizi boyunca sıralama olur ve sıralama olduktan sonra katsayıların büyükten küçüğe doğru dizilmiş olacakları kesin değildir. Fakat çoğunlukla büyükten küçüğe doğru dizilmiş olurlar [13]. Büyükten küçüğe doğru sıralanmış olması az miktarda veri ile bize imge hakkında bilgi vermede çok fayda sağlamaktadır. Bu özellik genellikle imge sıkıştırımda kullanılır. Aynı zamanda bu özellik ile imgenin bir öznitelik vektörü oluşturulmuş olur.

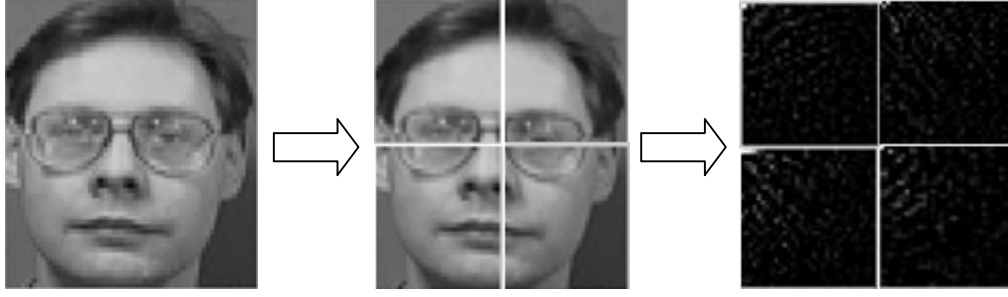
3.2.2 Bloklar Halinde Ayrık Kosinüs Dönüşümü

Bloklar halindeki ayrık kosinüs dönüşümü $N \times N$ boyutundaki bir imgenin kendisinden daha küçük boyutlardaki matris halindeki bloklara ayrılarak ayrık kosinüs dönüşümü işlemi uygulanmasıdır. İmgeye ayrık kosinüs dönüşümü uygulanmadan önce imge bloklara ayrılır. Bloklara ayırma işlemi aşağıdaki Şekil 3.5’ de gösterilmektedir.



Şekil 3.5. Bloklara Ayırma İşlemi

Bloklara ayırma işleminde daha aşağı seviyelere kadar gidilebilir. Yukarıda örnek verdiğimiz imgede 8x8’ lik bloklara ayırdık, bir alt seviyede bunları 4x4 lük hatta 2x2’ lik bloklara kadar ayırıp sonra işlem yapılabilir. Bloklara ayrılması işlemi ve AKD hesaplama işlemi görsel olarak örnek Şekil 3.6’ da yer almaktadır.



Şekil 3.6. İmgenin Bloklara Ayrılması Ve AKD hesaplaması

Bloklara ayrılan imge üzerinde ayrık kosinüs dönüşümü uygulanarak imgenin blok AKD katsayıları hesaplanır. $N \times N$ boyutundaki bir imgenin AKD katsayıları yukarıda yer alan (3.1) deki formül ile elde edilir.

İmgeyi bloklara ayırdıktan sonra eğer amacımız imgenin kenarlarını belirlemek değil de imge hakkında bilgi elde etmek ise bize daha yararlı sonuçlar sunarak avantaj sağlar. Özellikle görüntü sıkıştırma yöntemlerinde de bu hesaplama kullanılır [13].

3.2.3 Ayrık Dalgacık Dönüşümü

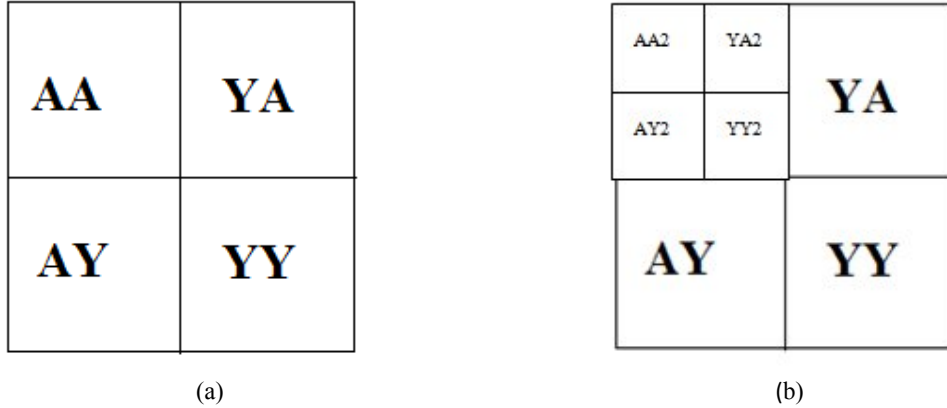
Dalgacığın zaman düzleminde ötelenmiş ve ölçeklenmiş değerleriyle çarpılan işaretin tüm zaman boyunca olan toplamına dalgacık dönüşümü denir. Çeşitli ölçekler kullanılarak katsayılar elde edilir. Kullanılan ölçek ve öteleme değerlerimiz eğer ikinin katları şeklindeyse bu işlem sonucunda ayrık dalgacık dönüşümü katsayıları hesaplanmış olur [14]. Ayrık dalgacık dönüşümü, son yıllarda biyomedikal işaret işleme, haberleşme, imge işleme gibi birçok değişik alanda öznitelik çıkartımı için yaygın olarak kullanılan bir yöntem haline gelmiştir [15].

İmge işlemede geleneksel teknikler uygulandığında görülmeyen detayları ortaya çıkarır. Detayları ortaya çıkarırken de yüksek frekanslı bileşenlerini küçük bir bant aralığıyla, düşük frekanslı bileşenlerini ise daha geniş bir bant aralığı ile analiz ederek, imgeye ait ayırt edici özelliklerin elde edilmesine olanak sağlar [16].

Ayrık Dalgacık Dönüşümü kullanılarak imgenin bu yüksek ve düşük frekanslı özelliklerinden faydalanılarak öznitelik vektörü çıkartılır. ADD fonksiyonunu işaret ya da

imgemiz için istenilen seviyede kullanabiliriz [17]. Giriş imgesi olarak kabul edilen bir “I” imgesinin tek adımlı alt bant ayrışımından hem yatay hem de düşey örneklemeyle her seviyede temel imge “I_t” ve üç detay imge hesaplanır. Diğer seviyelerdeki ADD fonksiyonu uygulama işlemi de “I_t” temel imge üzerinden ilerleyerek alt seviyelere kadar devam eder. İlk iki seviye için alt bantlar Şekil 3.7’ de gösterilmiştir. İlk seviye ADD alt bant ayrışımından sonra düşük frekanslı verileri barındıran ve imge hakkında genel bir bilgi veren alt banttandır. Devam edilerek 2. Seviye, 3 seviye diye ilerleyerek istenilen seviyeye kadar inilir. Tek boyutlu bir işaret için alt bantlara seviye ayrıştırması Şekil 3.8’ de gösterilmiştir. ADD kullanılarak dördüncü seviyeye kadar alt bant ayrışımının matematiksel ifadesi (3.2)’ de gösterilmektedir [18]. Detaylarla değil de imgenin kendisi ve içeriğini temsil eden frekanslarla ilgileniliyorsa yapılan işlemlerde daha alt seviyelere kadar ADD fonksiyonu uygulanarak detaylardan arındırılmış özün özü diyebileceğimiz imge üzerinden hareket edilir. İlgilenilen kısım detaylar ise yüksek frekanslı bileşenler ele alınır. İTGE sistemlerinde resmin içeriği ile ilgilenildiği için detaylardan arındırılmış imge öznitelikleri ile ilgilenildiğinden daha alt seviyelerdeki düşük frekanslı bileşenlerden faydalanılır.

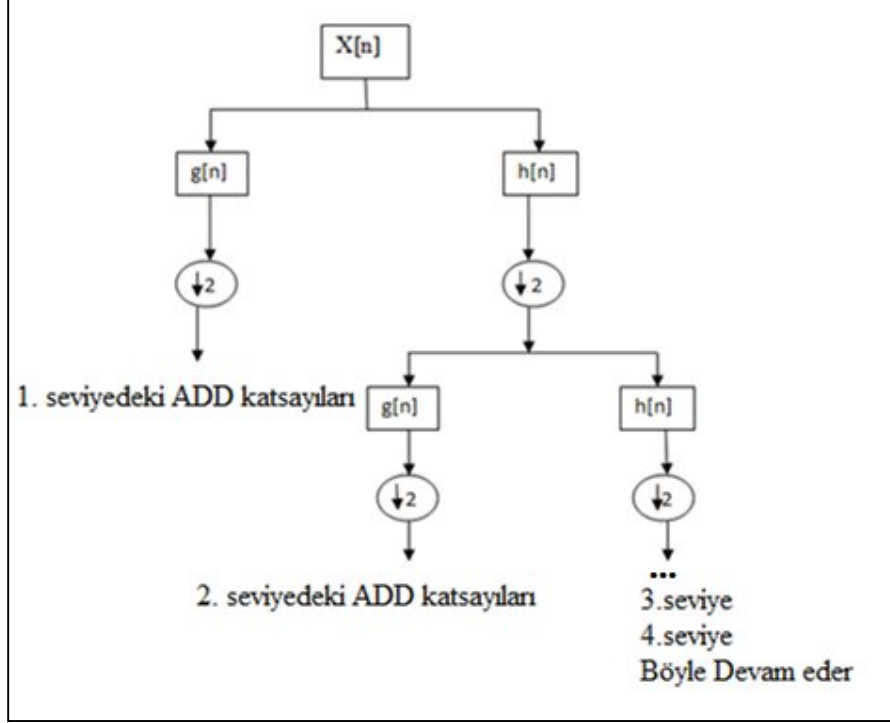
$$I_{B_l}(u,v) = ADD\{I(x,y), B \in \{AA, YA, AY, YY\}, 1 < l < 4\} \quad (3.2)$$



Şekil 3.7. Bir ve iki seviyeli imge ayrışımı ve ADD'nin alt bantları; a) Bir seviyeli ADD alt bantları, b) İki seviyeli ADD alt bantları.

Yukarıdaki Şekil 3.7’ de gösterilen bu alt bantlar; AA (Alçak geçiren süzgeç-Alçak geçiren süzgeç), AY (Alçak geçiren süzgeç-Yüksek geçiren süzgeç), YA (Yüksek geçiren süzgeç- Alçak geçiren süzgeç), YY (Yüksek geçiren süzgeç-Yüksek geçiren süzgeç) olmak üzere imgeyi temsil etmektedir. Bu alt bantlardan YA, AY, YY imgeye ait detay katsayılarını ifade ederken AA ise imgeye ait yaklaşık katsayıları ifade etmektedir. Aynı şekilde AA2’ de

2. Seviyedeki alçak –alçak geçiren süzgeç, AY2 Alçak geçiren süzgeç-Yüksek geçiren süzgeç, YA2 Yüksek geçiren süzgeç- Alçak geçiren süzgeç, YY2 Yüksek geçiren süzgeç-Yüksek geçiren süzgeç olmak üzere imgenin AA bileşenindeki imgeyi temsil etmektedir [19].



Şekil 3.8. ADD'nin Seviye Seviye Alt Bant Ayrışımı

İşaret olarak gösterilirse yukarıdaki Şekil 3.8 gibi gösterilebilir. İşaretin seviyeli olarak alt bantlara ayrılma işlemi gösterilmiştir. Bu alt bantlar; $h[n]$ =Alçak geçiren filtre, $g[n]$ =Yüksek geçiren filtre' yi temsil etmektedir. Bu alt bantlara ayrıştırma işleminde $g[n]$ imgeye ait detay katsayılarını ifade ederken $h[n]$ ise imgeye ait yaklaşık katsayıları ifade etmektedir [19,20]. Yine aynı şekilde ikinci seviyede ADD fonksiyonu uygulanacağı zaman uygulanacak olan ADD fonksiyonumuzu $h[n]$ üzerinden yani imgeye alçak geçiren filtre uyguladıktan sonraki elde edilen imgeye uygulanır. Bu şekilde devam edilerek alt seviyelerdeki ADD katsayıları elde edilebilir. Bu şekilde bir imgenin seviyeli olarak imge ayrışımı ve ADD alt bantlarının uygulandığı imgeler Şekil 3.9' da gösterilmektedir. Şekilde de görüldüğü üzere imgenin seviyeli olarak ADD katsayılarının hesaplanması işlemi alçak geçiren filtre uygulanmış görüntü üzerinden devam etmektedir.



(a)

(b)

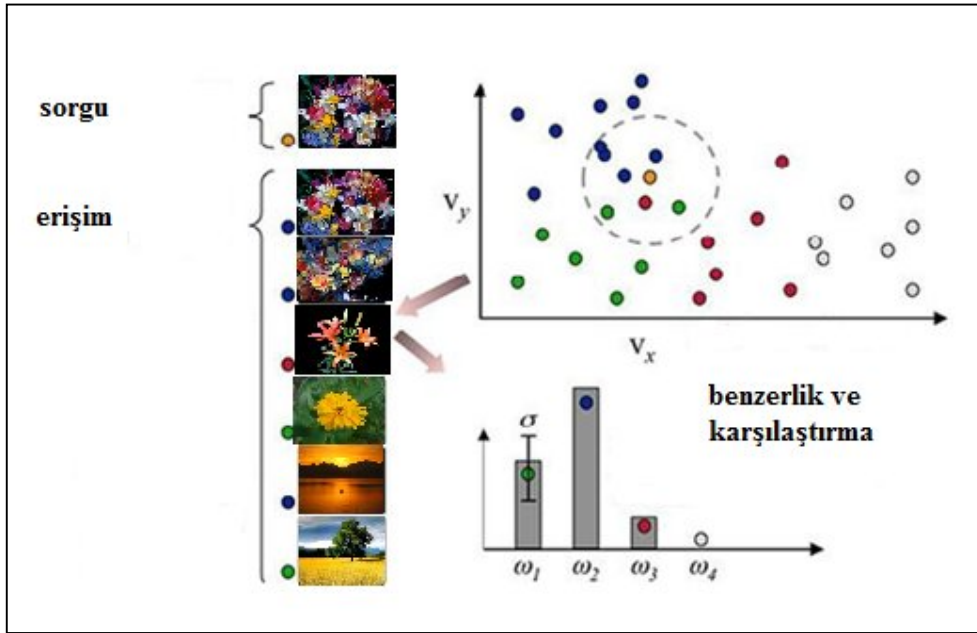
(c)

Şekil. 3.9. Bir imgenin Bir Ve İki Seviyeli ADD alt bant görüntüleri; a) İmge, b) Bir Seviyeli ADD, c) İki Seviyeli ADD

4. BENZERLİK VE EŞLEŞTİRME

Öznitelik çıkartım işlemi tamamlandıktan sonra elde edilen verilerden belirli metotlar dâhilinde birbirlerine yakın olan imgeler, benzer imgeler olarak ele alınır ve geri döndürülür [10]. İmge erişim sistemlerinde genelde bir sınıflandırmadan ziyade öznitelik vektörleri arasındaki benzerlik ile doğrudan uzaklık ölçümü ile yapılır. Bunun nedeni sınıflandırma işlemi yapılırken daha önceden belirlenmiş gruplar ile çalışılabilmesi ve doğrudan hesaplamaya göre daha yavaş olmasıdır. Uzaklık ölçülerini de ele alırken çeşitli yöntemler mevcuttur, bu ölçüm yöntemleri uygulanarak benzer imgeler seçilip getirilir.

İmgelerin benzer olanlarını eşleştirme ve sınıflandırma işlemine benzer bir işlem Şekil 4.1’de gösterilmektedir. Bu şekilde de görüldüğü üzere imgelerin çeşitli özellikleri ele alınır ve ele alınan bu özelliklerden istenilenin özelliklerine en yakın özellikleri olan imgeler ele alınır ve geri döndürülür.



Şekil 4.1. Görüntüye Ait Benzerlik İlişkisi

4.1 Mesafe Ölçüm Yöntemleri

Sorgulanan imge ile veritabanındaki imgelerin benzerliği tespit kısmında öznitelik vektörleri karşılaştırılır. Sınıflandırmak ya da aralarında benzerlik kurmak istediğimiz imgeler arasındaki ilişkiler, satır ve sütunların o benzer imgelere karşılık geldiği yakınlık matrisleriyle ifade edilir. İlişki kurmak istediğimiz imgeler noktalar olarak karakterize edilirse, noktalar

arasındaki uzaklıklar (ör: Öklid uzaklığı, Manhattan uzaklığı...) mesafe uzaklığı olarak seçilebilir [21]. Sınıflandırılmak ya da bir gruba dâhil edilmek istenen imge çeşitli uzaklık ölçüm yöntemleri kullanılarak benzerleri bulunur ve o gruba dâhil edilir. İmgeler arasındaki uzaklıkları hesaplamak için birçok farklı uzaklık veya benzerlik ölçüm yöntemi bulunmaktadır. Bu nedenle kullanılacak olan benzerlik ölçütü kullanılan metotlarda göz önüne alınıp doğru seçilirse geri döndürülen imgenin doğruluk oranı da o kadar yüksek olacaktır [22,23].

Bu nedenle uzaklığı hesaplayan bağıntılara gereksinim vardır. Uzaklığı hesaplamak için öncelikle elimizdeki verileri aşağıda yer alan 3 değişken 4 imgeden oluşan bir X matrisi şeklinde gösterebiliriz.

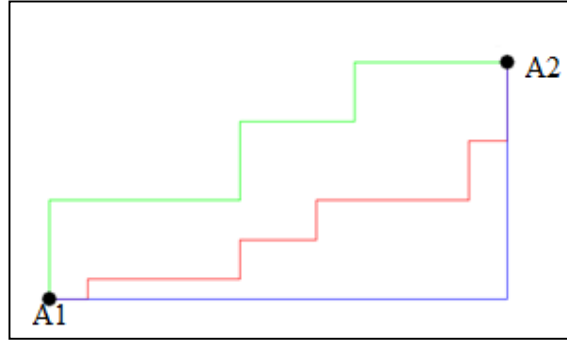
$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{13} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} \\ X_{31} & X_{32} & X_{33} \\ X_{41} & X_{42} & X_{43} \end{pmatrix}$$

Yukarıdaki gibi X matrisi ile gösterilen verilerimizin değerleri ile uzaklık hesaplayacak olunursa, X_{11}, X_{12}, X_{13} değişkenleri 1. İmgenin değişkenlerini, X_{21}, X_{22}, X_{23} değişkenleri de 2. imgenin değişkenlerini göstermektedir. Aralarındaki uzaklığı $d(1,2)$ şeklinde ifade edilir ve uzaklık bağıntılarından herhangi birinin yardımıyla hesaplanır.

4.1.1 Manhattan Uzaklık Ölçüsü

Manhattan uzaklığı boyutlar arasındaki ortalama farka eşittir. Manhattan uzaklık ölçüsüne, “city block uzaklık ölçüsü” adı da verilir. Bu ölçüt kullanıldığında farkın karesi alınmadığı için sıra dışılıkların etkisi azalır [24]. Manhattan uzaklık ölçüsü kullanılarak iki birim arasındaki uzaklık aşağıda (4.1)’ de gösterilen formül yardımıyla hesaplanır. Bu ölçü de birimler arasındaki mutlak uzaklık kullanılır.

$$d = \quad \quad \quad (4.1)$$



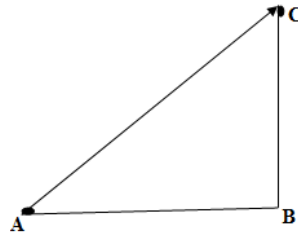
Şekil 4.2. Noktalar Arası Manhattan Uzaklık Ölçümü

Yukarıda Şekil 4.2’ de A1 ve A2 noktaları arasındaki uzaklık mavi, yeşil ve kırmızı renklerle 3 farklı yol ile gösterilmiştir. Burada $A1(x_1, y_1)$ ve $A2(x_2, y_2)$ ile ifade edilecek olursa ve bu noktalar arasındaki uzaklık her yol için manhattan uzaklık ölçüsü ile hesaplandığında bu üç yolun(mavi, yeşil, kırmızı) uzunluğu eşit olduğu görülür.

4.1.2.Öklid Uzaklık Ölçüsü

İki nokta arasındaki mesafeyi ölçmek için en temel uzaklık ölçütü olan öklid uzaklık ölçüsünü kullanırız [25]. Matematiksel olarak ifade edecek olursak iki birim arasındaki öklid uzaklığı (4.2)’ de gösterilen formül yardımıyla hesaplanır. Öklid uzaklık ölçüsü en çok kullanılan uzaklık ölçü birimidir.

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2} \quad (4.2)$$



Şekil 4.3. Noktalar Arası Öklid Uzaklık Ölçümü

Yukarıda Şekil 4.3’ de A ile C noktaları arasındaki mesafe ölçülürken A-B-C yollarını izleyerek ya da A-C yolunu izyerek farklı yollar izlenebilir. Burada $A(x_1, y_1)$ ve $C(x_2, y_2)$ ile

ifade edilecek olursa ve bu noktalar arasındaki uzaklık için öklid uzaklık ölçüsü ile hesaplandığında aradaki mesafe öklid uzaklığı ile ifade edilir.

Noktalar arası mesafeyi ölçmek için yaygın olarak kullanılan öklit uzaklık ölçüsüne benzer bir metot olarak normalize edilmiş öklit uzaklık ölçüsü kullanılır ama normalize edilmiş öklit uzaklık ölçümünde standart sapmada hesaba katılır. Matematiksel olarak ifade edecek olursak iki birim arasındaki normalize edilmiş öklid uzaklığı (4.3)' de gösterilen formül yardımıyla hesaplanır [26,27].

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2 / \sigma^2} \quad (4.3)$$

4.1.3 Pearson Uzaklık Ölçüsü

Pearson uzaklık ölçüsü, “karesel Pearson uzaklık” ya da “standardize öklid uzaklığı” adı da verilir. Pearson uzaklık ölçüsünü matematiksel olarak ifade edersek iki birim arasındaki uzaklık (4.4)' de gösterilen formül yardımıyla hesaplanır.

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2 / S^2} \quad (4.4)$$

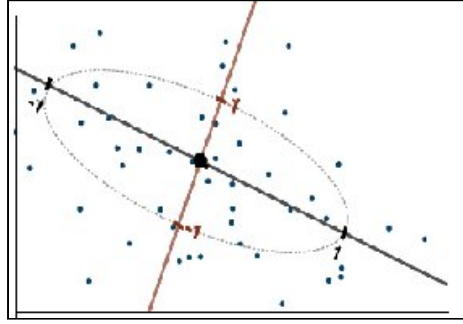
Burada kullanılan S_p , uzaklığın hesaplandığı değişkene ait varyansı ifade eder. Farklı gruplar hakkında bilgi gerektirdiğinden ve bazı veriler için değişkenler arası benzerlik oldukça yüksek olabilirken, gözlemler arası uzaklıklar oldukça farklı olabildiğinden Pearson uzaklık ölçüsü yerine genellikle Öklidyen uzaklık ölçüsü tercih edilir [26].

4.1.4 Mahalanobis Uzaklık Ölçüsü

Mahalanobis uzaklık ölçüsü gözleme dayalı olarak vektör uzaklıklarının incelenmesinde kullanılan bir diğer yöntemdir. Diğer gözlemlerden farklı olarak Mahalanobis uzaklığı gözlemlere dayalı olan ve onlar arasındaki farklılara dayalı bir uzaklık ölçüm yöntemidir. Mahalanobis uzaklık ölçüsü kullanılarak iki birim arasındaki uzaklık (4.5)' de gösterilen formül yardımıyla hesaplanır.

$$d_m = \sqrt{\left(x_m - \bar{x}\right)^T C^{-1} \left(x_m - \bar{x}\right)} \quad (4.5)$$

Yukarıda kullanılan C kovaryansı, \bar{x} ortalama değeri ifade eder. Mahalanobis uzaklık formülünde de belirtildiği gibi diğer noktaların davranışını da hesaba katılmış olunur. Komşuluğa bağlı sınıflandırma yapmak, noktaları öbeklemek veya aykırı noktaları bulmak amacıyla geliştirilen algoritmalarda kullanmaya uygun bir uzaklık ölçütüdür [26,27,28].



Şekil 4.4. Örnek Vektör Uzaklıklarında Mahalanobis Uzaklık Ölçüsü

Yukarıdaki Şekil 4.4' de vektörler arası uzaklıklarda mahalanobis uzaklık ölçüsüne öre gruplandırma işlemi gösterilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi örnekler arası uzaklıklar hesaplandıktan sonra merkeze 1 birim uzaklıktaki noktalar gruplandırılmıştır.

4.1.5 Kosinüs Uzaklık Ölçüsü

Kosinüs uzaklık ölçüsü; iç çarpımlar ve vektör normları arasındaki ilişkiyi kullanarak iki vektör arasındaki açı tanımlar ve genlikten bağımsız bir metrik elde ederek benzerlik ilişkisi kurar. Matematiksel olarak ifade edecek olursak iki birim arasındaki kosinüs uzaklık ölçüsü (4.6)' da gösterilen formül yardımıyla hesaplanır [27,28].

$$\text{Benzerlik}(x,y) = \cos(\theta) = \frac{x \cdot y}{\|x\| * \|y\|} \quad (4.6)$$

4.2. İçerik Tabanlı Görüntü Erişim Sistemi Değerlendirmesi

İTGE sistemlerinin değerlendirilmesi zor ve karmaşıktır [30]. Araştırmacılar ve kullanıcılar açısından bir standart geliştirilmeye çalışılmıştır. Değerlendirme için IR standardı kullanılmıştır. Araştırmacılar 1950'lerde IR standardını tartışırken 1961 yılında SMART sisteminin geliştirilmesi ile daha somut adımlar atılmıştır. Daha sonrasında diğer performans ölçütleriyle beraber Cranfield testi de uygulanmıştır. Performans ölçmede son olarak 1992 yılında TREC serisi geliştirilmiş. TREC projesinin dünya çapında bir standart olan IR standardına büyük katkısı vardır [31].

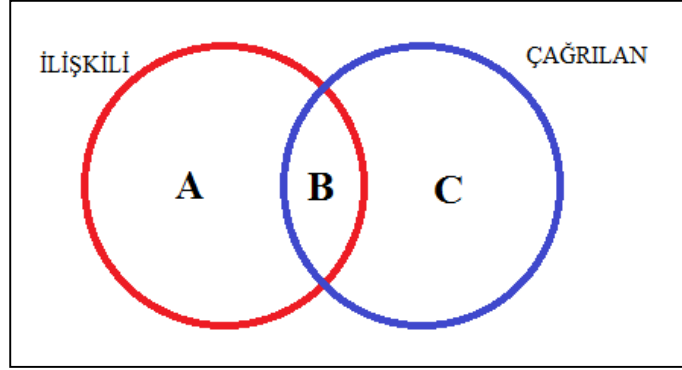
Bu sistemlerde değerlendirme yapmak ve bu standartları kullanmak için ekran görüntüsü dikkate alınarak gerçekleştirilir. Verilen bir sorgu imgesi ve sonrasında elde edilen çıktı imgelerini kullanarak bir değerlendirme yapmak mümkündür. Sorgu imgesi sisteme girildikten sonra tek bir erişim imgesi için değerlendirme yapacak olursak pek de doğru bilgi elde edilmeyebilir. Ayrıca sorgu imgesi kullanıcı tarafından girildiği için sistem değerlendirilmesi nesnel değildir [30].

IR standartları dâhilinde kullanılan en yaygın yöntemler duyarlılık (precision) ve anma (recall) değerleridir [31]. Duyarlık, CBIR sisteminin sadece gerekli uygun imgelere erişimdeki gücünü ifade ederken; Anma sistemin tüm uygun imgelere erişimdeki gücünü ifade etmektedir [32].

Duyarlık (Precision) ve anma (recall) ölçütleri genel olarak erişim sistemlerin değerlendirilmesi için faydalıdır; fakat erişim metin tabanlı değil de imge için uygulandığında daha fazla sorunlarla karşı karşıya kalınmaktadır. Çünkü erişilen sonuç kümesinden uygun olarak seçileceklerin belirlenmesi zor bir işlemdir. Burada görsel nesnenin anlamını tanımlamadaki güçlükler, kullanıcının yorumlaması, insan algısının devreye girmesi gibi zorluklar etkilidir [33].

4.2.1. Duyarlık

Eşleştirme safhasında ortaya çıkan sonuç uzerinde yapılan lumlerin birbirine ne derece benzer olduğunu ifade etmek için kullanılır. Matematiksel olarak ifade edilmek istenirse; erişim sonucundaki ilgili imge sayısının erişim sonucunda elde edilen ilişkili toplam imge sayısına oranıdır. Erişim sisteminde sadece ilgili olan imgelerin bulunup getirilmesindeki başarım oranını ler [34,35]. Şekil 4.5' de erişilen imgeler, deri döndürülen imgeler kümeler biçiminde gösterilecek olunursa bizim duyarlık ölçüsünü hesaplamada kullanacağımız formül (4.7)' de verilmektedir.



Şekil 4.5. İlişkili ve döndürülen imgelerin küme biçiminde gösterimi

$$\text{Duyarlık} = \frac{B}{B+C} * \%100 \quad (4.7)$$

rnek verecek olursak duyarlık hesaplama ile ilgili olarak;

Veritabanımız 80 tane imge barındırmakta ve 50 imgeyi geri çağırıyoruz. Çağırılan bu 50 imge içerisinde 40' i ilişkili diğerleri ilişkili değildir. Bu durumda duyarlık hesaplaması için;

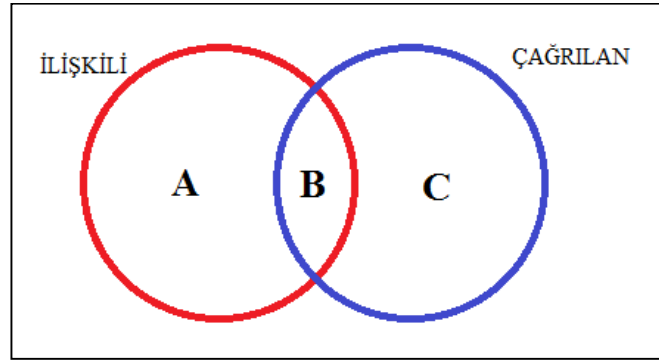
$$\text{Duyarlık} = \frac{(\text{ilişkili}) \cap (\text{çağırılan})}{\text{çağırılan}} \quad \text{Duyarlık} = \frac{40}{50} * 100$$

Duyarlık=%80 olarak hesaplanır.

Duyarlık ls iyi bir doğruluk derecesinin göstergesi olarak kullanılabilir. Ancak bu her zaman geçerli değildir, duyarlılığın çok iyi olması onun doğruluğunun da çok iyi olduğunu anlamına gelmez. İyi bir duyarlılığı olduğu halde doğruluk derecesi zayıf olan ölçümler de olabilir. Bununla birlikte duyarlık ölçümleri gerçeğe yakınlık konusunda bize fikir verebilir.

4.2.2. Anma

Erişim sorgusu sonucunda elde edilen ilgili imge sayısının sistemdeki tüm imgelerin sayısına oranıdır. Anma hesaplaması ile bütün ilişkili olan imgelere erişim konusundaki sistemin gücünü ölçer [34,34]. Şekil 4.6’ da erişilen imgeler, deri döndürülen imgeler kümeler biçiminde gösterilecek olunursa anma değerini hesaplamada kullanacağımız formül (4.8)’ de verilmektedir.



Şekil 4.6. İlişkili ve Çağrılan İmgelerin Küme Biçiminde Gösterimi

$$\text{Anma} = \frac{B}{A+B} * \%100 \quad (4.8)$$

Örnek verecek olursak duyarlık hesaplama ile ilgili olarak;

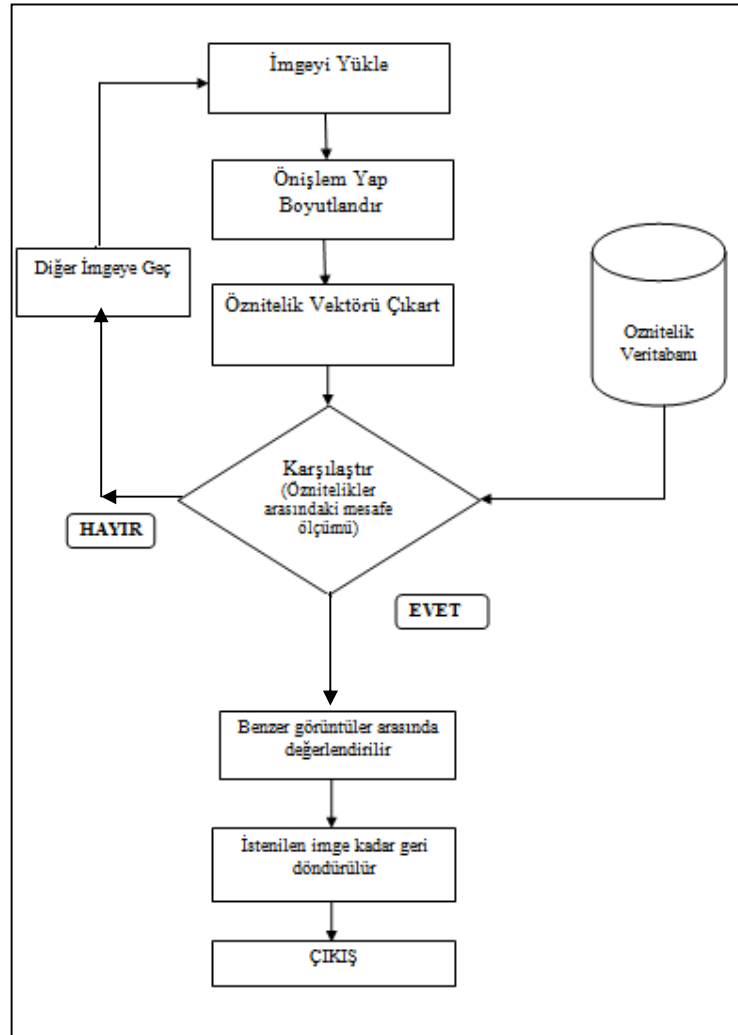
Veritabanımız 80 tane imge barındırmakta ve 50 imgeyi geri çağırıyoruz. Çağrılan bu 50 imge içerisinde 40’ ı ilişkili diğerleri ilişkili değildir. Bu durumda anma ölçüm hesaplaması için;

$$\text{Anma} = \frac{(\text{ilişkili}) \cap (\text{çağrılan})}{\text{ilişkili}} \quad \text{Anma} = \frac{40}{80} * 100$$

Anma=%50 olarak hesaplanır.

5. UYGULAMA

Bu tez kapsamında, önerilen imge işleme ve öznitelik çıkartım teknikleri yardımı ile radyolojik imgelerin karışık bir şekilde yer aldığı IRMA veritabanından istenen imgeye ve aynı zamanda istenen imgeye benzer olan imgelere erişmek amaçlanmıştır. Ara yüzün yapısı ve kullanılan yöntemler açıklanacaktır. Öncelikle veritabanındaki imgelere ait AKD, AKD blok, ADD kullanılarak öznitelikleri çıkarılmıştır ve elde edilen öznitelik veritabanı ile sorgu imgesine ait öznitelik vektörü arasındaki benzerliği ölçülmüştür. Daha sonra benzer olan imgelere uygun bir uzaklık ölçüsü seçilerek erişim amaçlanmıştır. Uygulamaya ait genel akış diyagramı Şekil 5.1’ de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Genel akış diyagramı

5.1. İmge Veritabanının Oluşturulması

İmge veritabanının oluşturulması sistemin erişim performansının ölçülmesi, referans bir imge arşivi olması, birbirleri arasındaki kıyaslama işlemi için önemli olacaktır. Bu tez kapsamında tıbbi imgeler için geniş bir imge arşivine sahip olan IRMA veritabanı kullanılmıştır. Bu imge veritabanı kullanılarak oluşturulan veritabanında farklı kategorilere ayrılmış 1000 adet imge bulunmaktadır. Şekil 5.2' de IRMA veritabanında karışık olarak yer alan verilerden birkaç imge örnek olarak verilmiştir.



Şekil 5.2. IRMA veritabanından örnek imgeler

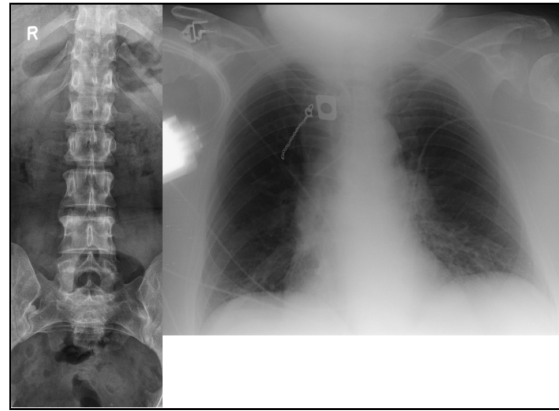
IRMA veritabanında bulunan imgelerin kategorilendirme ve isimlendirme şekli Tablo 5.1' de verilmiştir. Bu şekilde isimlendirilmiş olmasının sebebi işlemlerin sistematik ve daha hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamaktır.

Tablo 5.1. IRMA Veritabanındaki Kategorilendirme ve İsimlendirme

image_id	irma_code	technique	irma_code	directio	irma_code	anatom	irma_code	biosysten	irma_code
948610		1121		120		900		700	1121-120-900-700
14724		1121		230		930		700	1121-230-930-700
17285		1121		320		941		700	1121-320-941-700
14642		1121		420		213		700	1121-420-213-700
14607		1121		420		213		700	1121-420-213-700
14637		1121		420		213		700	1121-420-213-700
15136		1121		430		213		700	1121-430-213-700
15132		1121		420		213		700	1121-420-213-700
15483		1121		240		433		700	1121-240-433-700
948727		1121		230		900		700	1121-230-900-700
17512		1121		120		933		700	1121-120-933-700
765179		1121		490		915		700	1121-490-915-700
765180		1121	4a0			914		700	1121-4a0-914-700
765186		1121		490		915		700	1121-490-915-700
765188		1121		490		915		700	1121-490-915-700
765190		1121	4a0			914		700	1121-4a0-914-700
765193		1121	4a0			914		700	1121-4a0-914-700
765194		1121	4a0			914		700	1121-4a0-914-700
765204		1121	4a0			914		700	1121-4a0-914-700
765205		1121	4a0			914		700	1121-4a0-914-700
19722		1123		127		500		0	1123-127-500-000
19728		1123		127		500		0	1123-127-500-000
16959		1121		420		213		700	1121-420-213-700
949411		1121	12f			466		700	1121-12f-466-700
942947		1121	4a0			914		700	1121-4a0-914-700
943088		1121		460		216		700	1121-460-216-700
943111		1121		240		441		700	1121-240-441-700
943116		1121		129		700		400	1121-129-700-400

5.2. Önışlem ve Öznitelik Çıkartımı

Radyolojik imgelerden oluşan veritabanımızdaki imgelerin özniteliklerini çıkartmak için öncelikle imgelerimizi boyutlandırdık çünkü veritabanındaki verilerimizin boyutları bütün imgelerde aynı değildir. Farklı boyutlarda mevcut olan imgeler Şekil 5.3’ de gösterilmiştir. Şekil 5.3’ de a) daki imgenin boyutu 196x512 iken b) deki imgenin boyutu ise 512x420’ dir. Veritabanında yer alan diğer resimlerde de boyutlar birbirinden farklıdır. İlk olarak bütün resimleri aynı ölçüde boyutlandırdık.



(a)

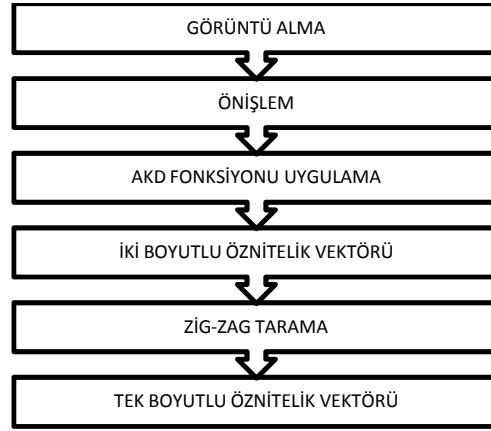
(b)

Şekil 5.3. Farklı boyutlardaki imgeler; a) 196x512 boyutlu, b) 512x420 boyutlu.

İmgelerimizde önişlem gerçekleştirildikten sonra veritabanındaki bütün imgelerimiz özniteliklerini çıkartarak öznitelik vektörlerini elde ettik. Öznitelik çıkartımında AKD, Bloklanmış AKD ve ADD yöntemleri kullanıldı. Bu yöntemler veritabanındaki imgeler için ayrı ayrı uygulanmıştır.

5.2.1. AKD Fonksiyonunun Uygulanması

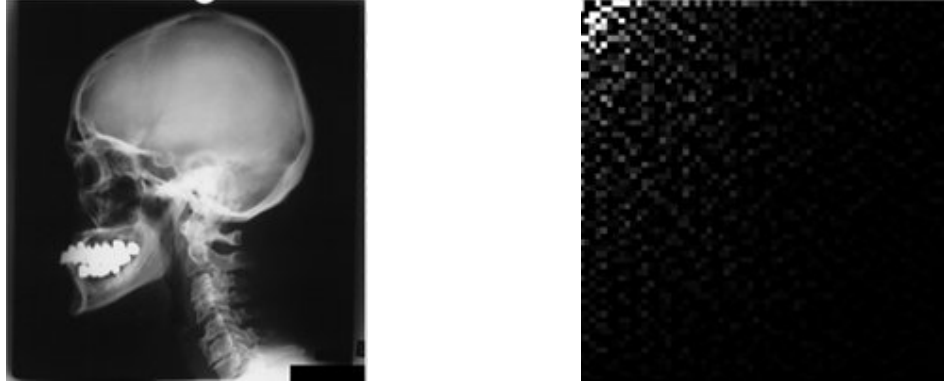
Oluşturulan veritabanımızdaki imgelerde önişlem gerçekleştirildikten sonra öznitelik çıkartım safhası uygulanır. AKD fonksiyonu yardımıyla öznitelik çıkartım işleminde imgeler iki boyutlu olduğundan tek boyutlu bir vektöre dönüştürmek için AKD fonksiyonu uygulandıktan sonra zig-zag tarama yapılmıştır. Genel anlamda AKD fonksiyonu uygulama işlemi ve öznitelik çıkartım adımları Şekil 5.4' de yer almaktadır.



Şekil 5.4. AKD fonksiyonu ile adım adım öznitelik çıkartımı

İmge üzerinde AKD fonksiyonunu ele alacak olursak; DC katsayısı ile başlar ve dağılımları dikey ve düşey olarak simetriklik gösterir. Oluşturulmuş olan veritabanından alınan bir radyolojik imge için AKD fonksiyonun uygulanmış biçimi Şekil 5.5' de gösterilmiştir.

AKD fonksiyonu uyguladığımız imgenin AKD uygulanmış görüntüsü Şekil 5.5' de yer almaktadır. AKD uyguladığımız imgenin sayısal değerleri bilgisayarlarımızda tutulmakta ve bu sayısal değerler vasıtasıyla işlemler, karşılaştırmalar yapıp sonuca ulaşmaktadır. İmgemizi 16x16 şeklinde boyutlandırıp AKD fonksiyonu uygularsak yukarıda Şekil 5.5' de yer alan imgemize yine 16x16 boyutunda AKD uygulanmış ve elde edilen değerlerin yer aldığı bir matris elde edilir.

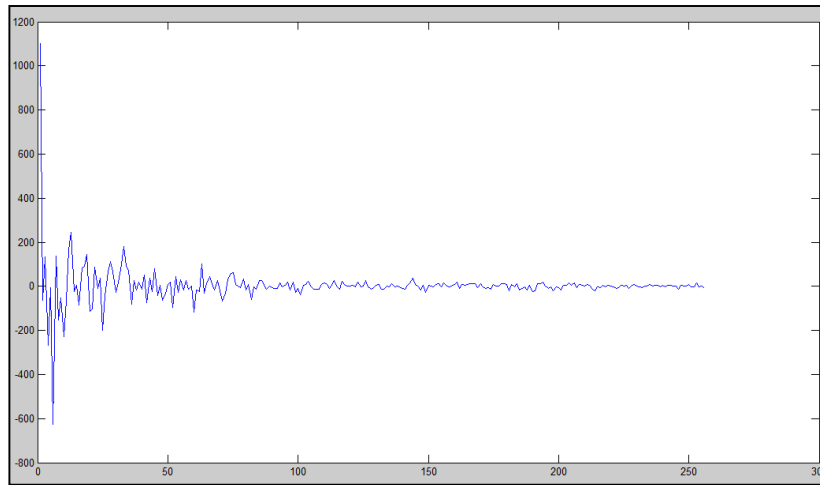


(a)

(b)

Şekil 5.5. Bir imgenin AKD fonksiyonu uygulanmış görüntüsü; a) Radyolojik imge, b) İmgenin AKD'si.

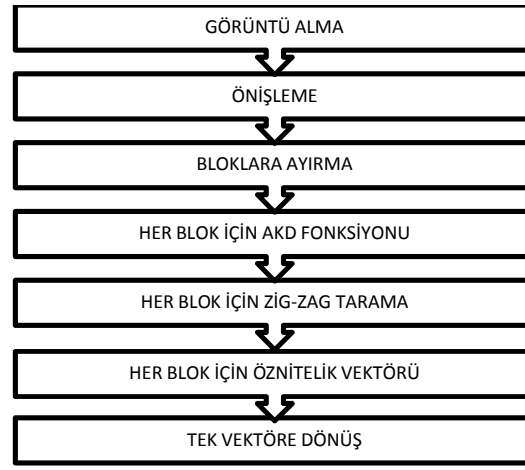
AKD fonksiyonu uygulanmış imgeden elde edilen katsayıların yığılımı üst sol köşedeki DC katsayısı dediğimiz düşük frekans değerleri ile başlar ve dağılımlarda onun etrafında yer alır. Matris halinde olan katsayı değerlerimizi daha rahat işlem yapıp değerlendirebilmek amacıyla zig-zag tarama metodu ile tek boyut haline getiriyoruz. Tek boyut halinde olan 1×256 boyutunda bir vektör elde edilir. Bu yöntem veritabanımızda mevcut olan her bir imge için yapılıp bu katsayı değerleri öznitelik veritabanı olarak kaydedilir. Şekil 5.6' da AKD katsayılarına zig-zag tarama uygulandıktan sonra elde edilen değerler gösterilmektedir. Şekil 5.6' da da görüldüğü gibi iki boyutlu öznitelik vektörü tek boyuta dönüştürülür ve şekilden de görüldüğü üzere katsayıların gittikçe azaldığı gözlemlenir.



Şekil.5.6. İmgenin AKD fonksiyonu ve Zig-Zag tarama sonrası katsayı değerleri grafiği

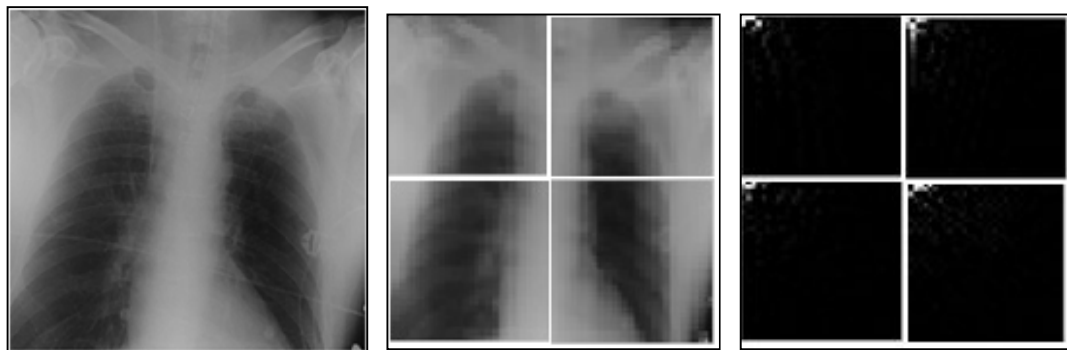
5.2.2. AKD Blok Fonksiyonunun Uygulanması

Öznitelik çıkartmak için kullanılan bir başka yöntem ise AKD blok fonksiyonudur. Öncelikle imgemiz bloklara ayrılır ve ardından ayrılan her bir blok için AKD fonksiyonu uygulanır. Daha sonra ayrılan her bloğa ayrı ayrı zig-zag tarama uygulanarak tek boyutlu öznitelik vektörü elde edilir. Son işlem olarak da ayrı ayrı hesaplanan bloklara ayrılmış imgenin öznitelik vektörü tek bir vektör uzayında birleştirilir. Genel olarak AKD blok fonksiyonu ile adım adım öznitelik çıkartım işlemi aşağıdaki Şekil 5.7' de gösterilmiştir.



Şekil 5.7. AKD Blok fonksiyonu öznitelik çıkartma işlemleri

Radyolojik imgemize bloklar halinde AKD fonksiyonu uygulanışı Şekil 5.8' de gösterilmiştir.



(a)

(b)

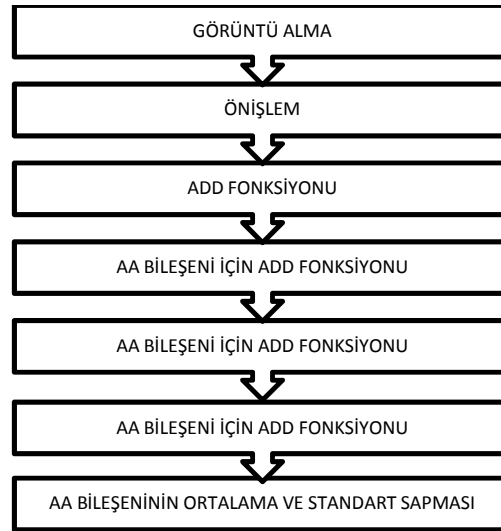
(c)

Şekil 5.8. Bloklar halinde AKD fonksiyonu uygulanmış İmge; a)Radyolojik İmge, b)Bloklara Ayrılmış İmge, c)AKD 'si

Bloklara ayrılıp AKD katsayıları hesaplanan imgemizin her bir bloğuna zig-zag tarama yapıp tek boyut haline getirilir. İngemizin öznitelik vektörü oluşturulurken tek boyut şeklindeki 4 blok halindeki değerlerimiz birleştirilir ve bir tane öznitelik vektörü oluşturulur. Bu yöntem veritabanındaki her imge için uygulanıp değerlerimiz öznitelik veritabanımız oluşturulur.

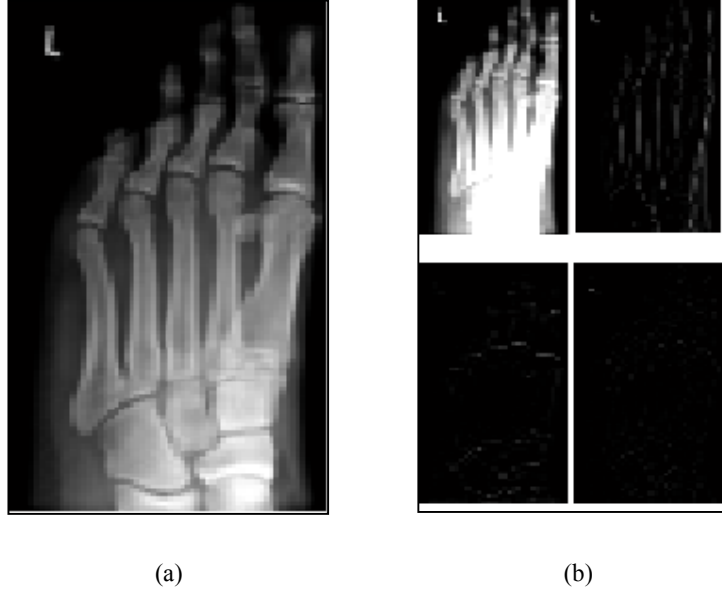
5.2.3. ADD Fonksiyonunun Uygulanması

Son öznitelik çıkartım yöntemimiz olan ayrıık dalgacık dönüşümü fonksiyonudur. ADD fonksiyonu ile imge alt bantlara ayrıştırılır. Ele alınan her bir imge için 4 seviye ADD fonksiyonu uygulandı ve her seviyede imgeye ait olan yaklaşık katsayıları ifade eden AA bileşeni ele alınarak işlem gerçekleştirildi. 4.seviyedeki AA bileşenimize ait ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanarak öznitelik vektörümüz oluşturuldu. Bu işlem veritabanımızdaki tüm imgeler için uygulanarak öznitelik veritabanı oluşturuldu. Genel anlamda ADD fonksiyonu ile öznitelik çıkartım işlem adımları Şekil 5.9' da verilmiştir.



Şekil 5.9. ADD fonksiyonu ile öznitelik çıkartım aşamaları

Tek adımlı alt bant ayrışımından hem yatay hem de düşey örneklemeyle her seviyede temel imgeye ait üçü detay içeren dört alt bant elde edilir. Bu bileşenlerden biri, asıl imgenin alçak frekans bileşenlerini barındırırken, diğer imgeler yatay, dikey ve köşegendeki hızlı değişen kenar bilgileri ifade eden detay bileşenleridir. Öznitelik çıkartım işlemimizde imgenin alçak frekansını içeren alt bant üzerinde gerçekleştirdik. Şekil 5.10' da veritabanımızdan seçilen bir radyolojik imge için tek adımlı ADD fonksiyonunun uygulanışı ile elde edilen AA bileşeni ve detay imgeler yer almaktadır.



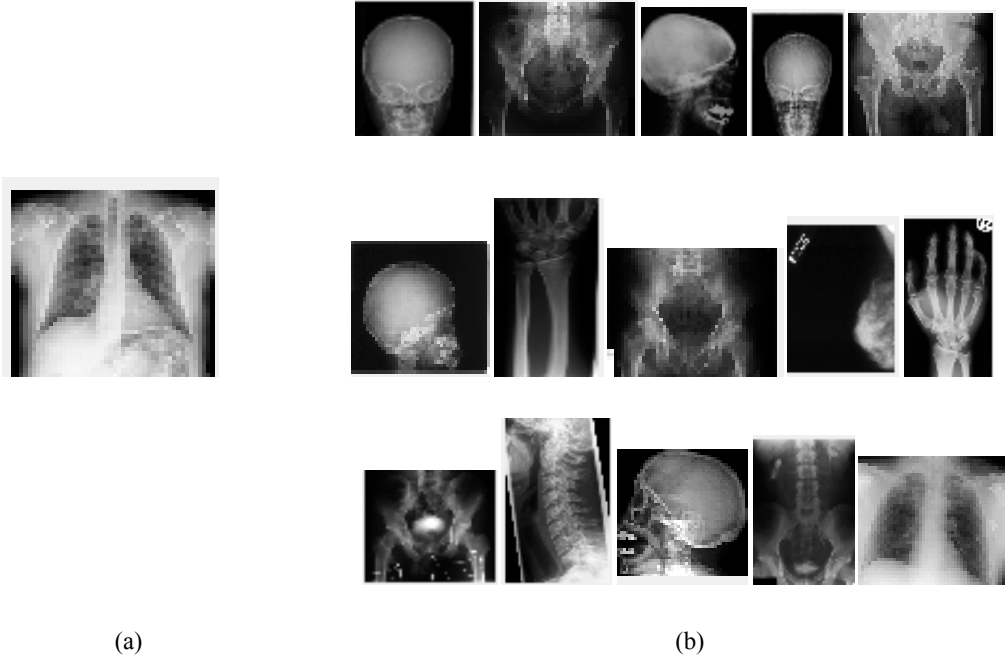
Şekil 5.10. Birinci seviyeden ADD fonksiyonu uygulanışı; a)Radyolojik imge, b)Alt bant imgeler.

5.3. Sorgu İmgesi ve Erişilen İmgeler

Elde edilen öznitelik vektörümüz ile öznitelik veritabanımızdaki veriler çeşitli uzaklık ölçüm yöntemleri kullanılarak karşılaştırılır ve benzer olan imgeler belirlenir daha sonra geri döndürülür. Kullanıcı ara yüzünü oluşturarak içerik tabanlı imge erişim sistemi tasarlanmıştır. Tasarlanan bu sisteme göre verilen bir sorgu imgesinin öznitelik vektörü çıkartılır daha sonra öznitelik veritabanındaki diğer öznitelik vektörleri ile belirlenen uzaklık ölçüsü formülü yardımıyla karşılaştırılır ve benzer olan imgeler belirlenip eşleştirilir.

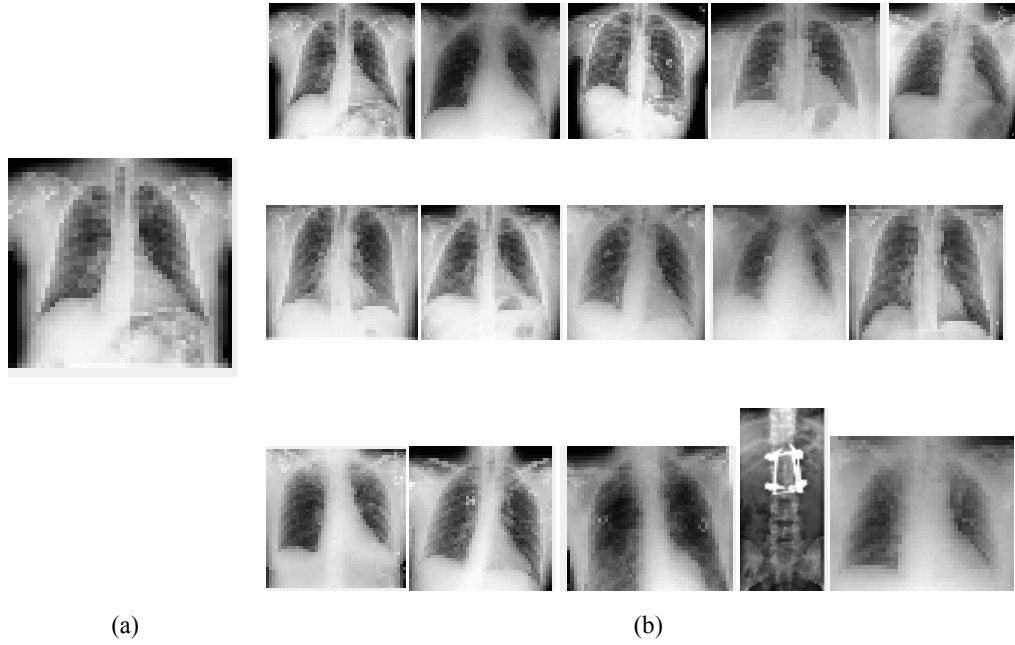
Öznitelik çıkartım yöntemleri sabit tutulup mesafe ölçüm yöntemlerinde yapılan değişiklikler sonucu erişilen imgelerin de değiştiği gözlemlenmiştir. Verilen bir sorgu imgesi için AKD Blok ve ADD fonksiyonları ile beraber çeşitli uzaklık ölçüm yöntemleri ele alınmıştır.

AKD Blok Fonksiyonu ele alıp farklı mesafe uzaklık ölçüm yöntemlerine göre elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekillerde gösterilmektedir. Şekil 5.11' de AKD blok fonksiyonu ile beraber uzaklık ölçüm yöntemlerinden Manhattan uzaklığı kullanılarak verilen bir sorgu imgesine karşılık erişilen imgeler yer almaktadır.



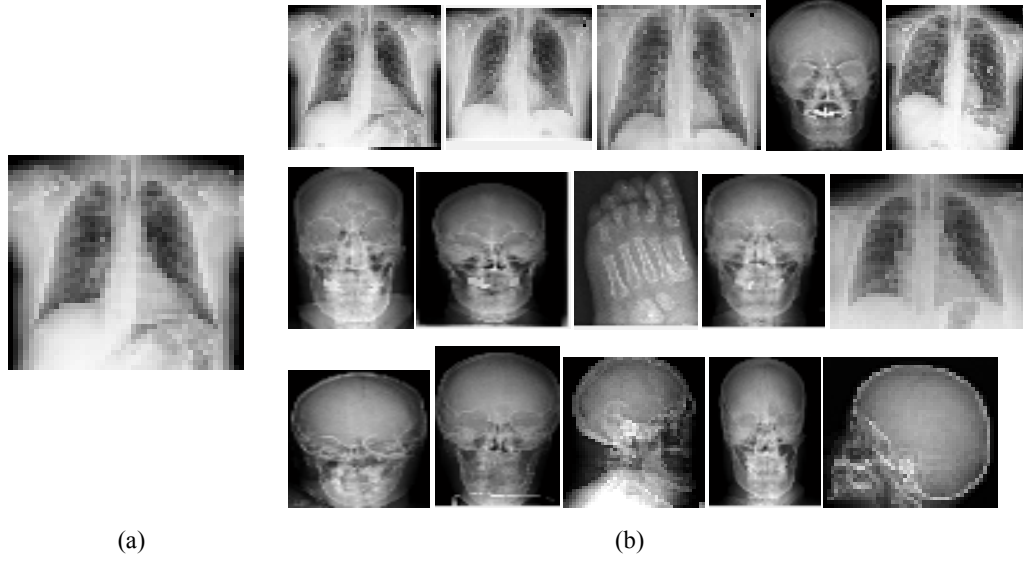
Şekil 5.11. AKD blok ve Manhattan uzaklık ölçüsü; a)Sorgulanan imge, b)Erişilen imgeler.

AKD blok fonksiyonu ile pearson mesafe ölçüm yöntemi kullanılarak verilen bir sorgu imgesine karşılık erişilen 15 imge Şekil 5.12' de gösterilmiştir.



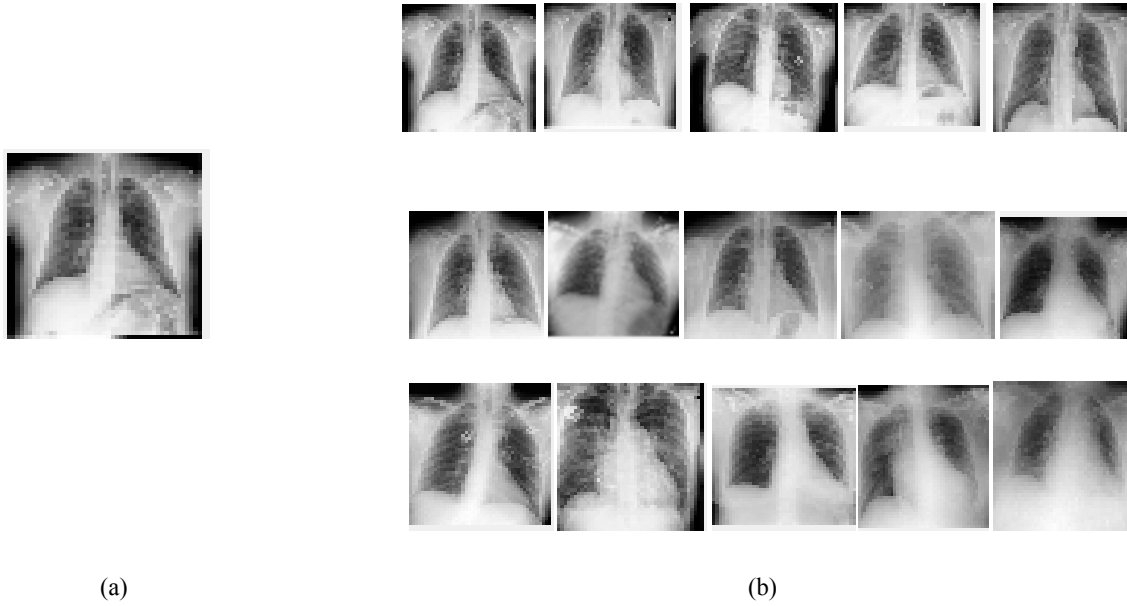
Şekil 5.12. AKD Blok ve Pearson uzaklık ölçüsü; a)Sorgulanan imge, b)Erişilen imgeler.

Şekil 5.13' de AKD Blok fonksiyonu, uzaklık ölçümünde de mahalanobis mesafe ölçüm yöntemi kullanılarak verilen bir sorgu imgesine karşılık erişilen imgeler yer almaktadır.



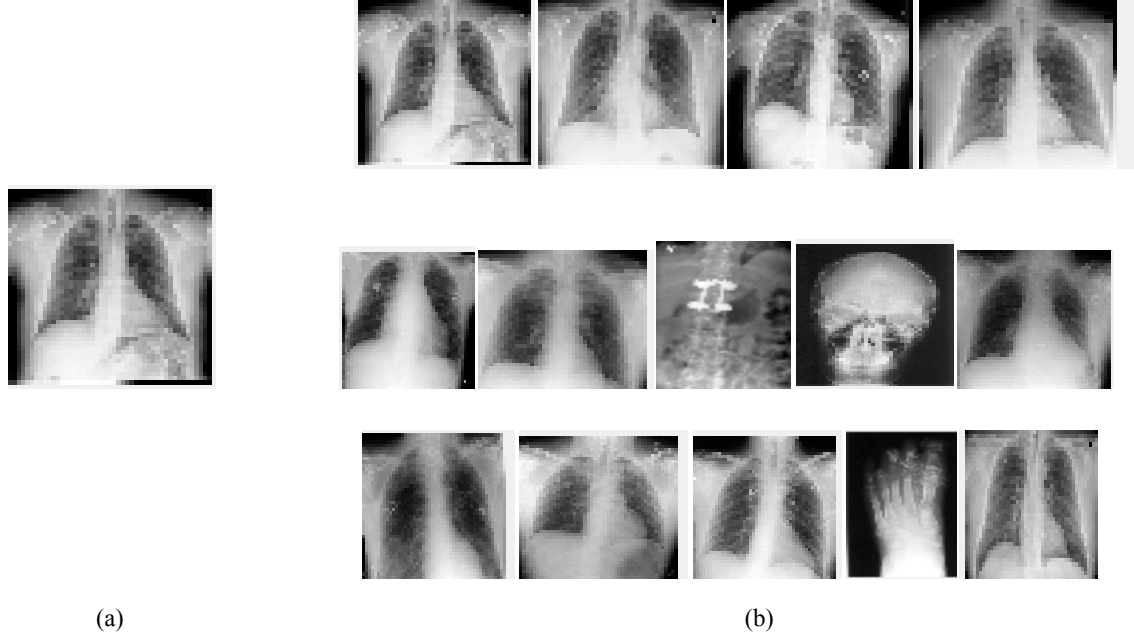
Şekil 5.13. AKD Blok ve Mahalanobis uzaklık ölçüsü; a)Sorgulanan imge, b)Erişilen imgeler.

AKD Blok fonksiyonu ile Öklid uzaklığı kullanılarak erişilen imgeler Şekil 5.14' de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında erişilen imgeler üzerinde uzaklık ölçüm yöntemlerine göre en başarılı sonuca Öklid uzaklığı kullanılarak ulaşıldığı görülmüştür.



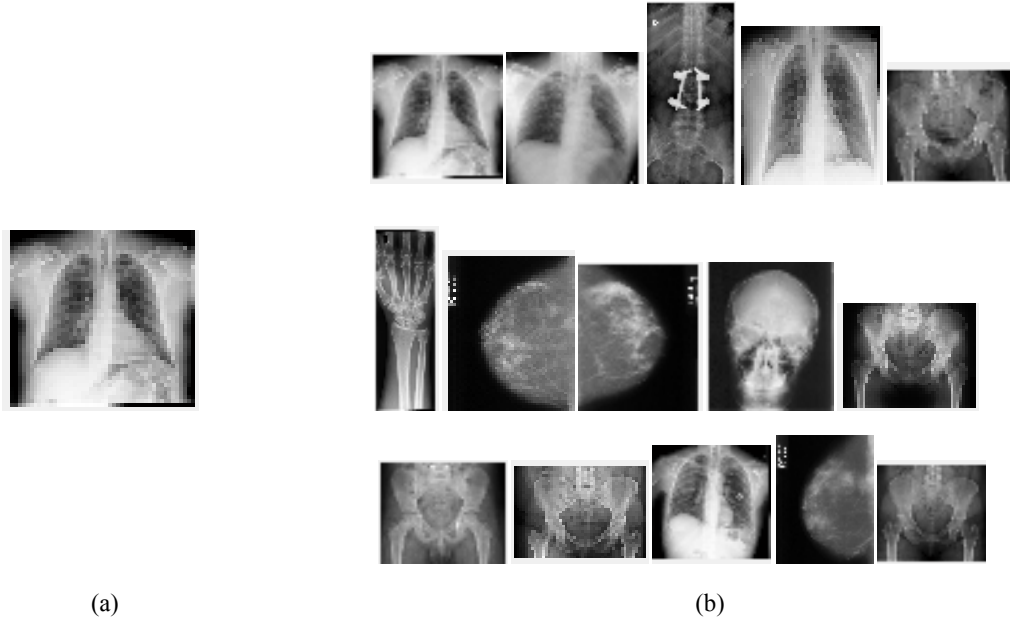
Şekil 5.14. AKD Blok ve Öklid uzaklık ölçüsü; a)Sorgulanan imge, b) Erişilen imgeler.

Öznitelik çıkartım metodu olarak ADD fonksiyonunu kullanıp uzaklık ölçüm yöntemlerinde değişiklik yaptığımızda erişilen imgeler aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir. Şekil 5.15’ de ADD fonksiyonu, uzaklık ölçümünde de Manhattan mesafe ölçüm yöntemi kullanılarak verilen bir sorgu imgesine karşılık erişilen imgeler yer almaktadır.



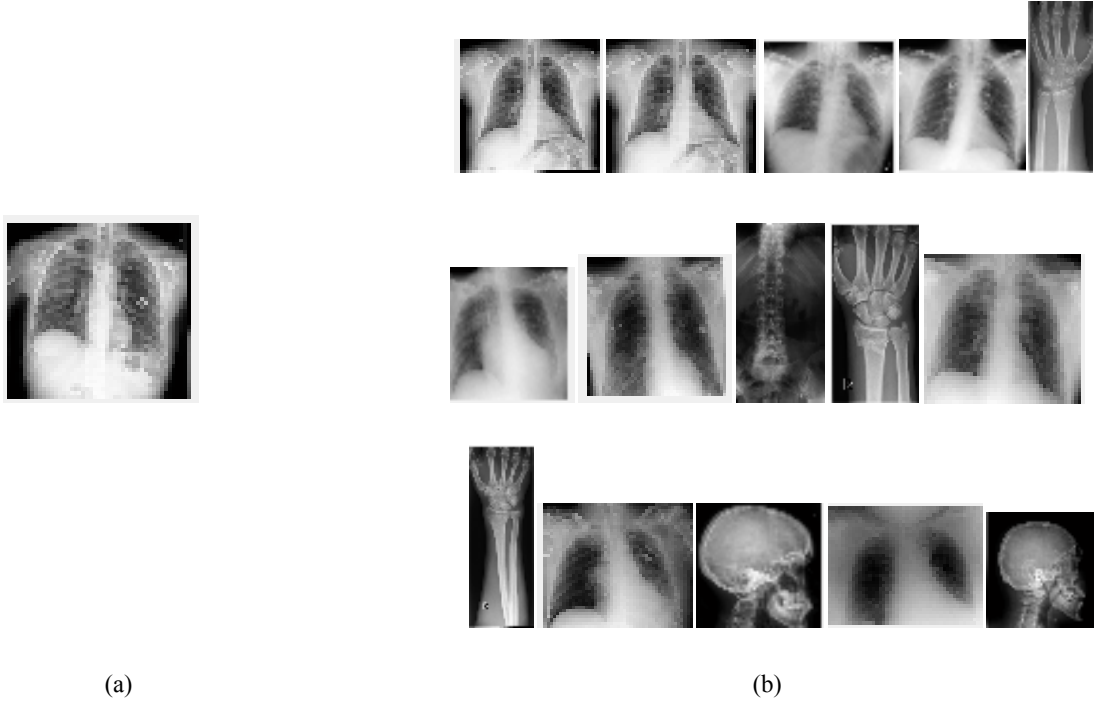
Şekil 5.15. ADD ve Manhattan uzaklık ölçüsü; a)Sorgulanan imge, b)Erişilen imgeler.

ADD fonksiyonu ile pearson uzaklığı kullanılarak erişilen imgeler Şekil 5.16’ da gösterilmiştir.

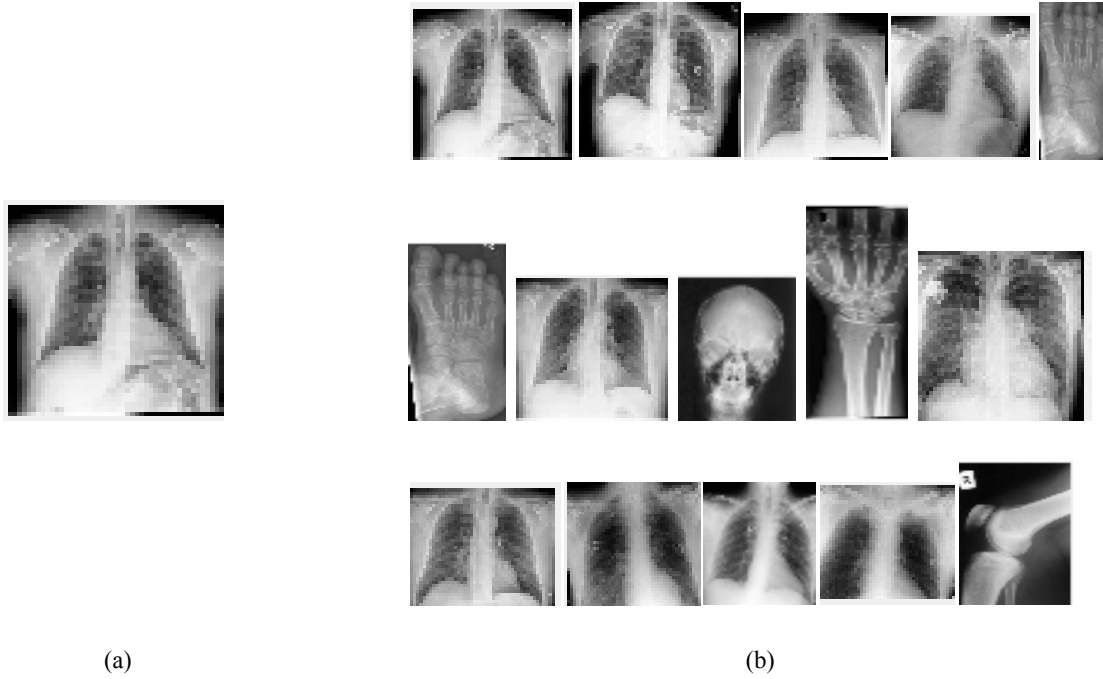


Şekil 5.16. ADD ve Pearson uzaklık ölçüsü; a)Sorgulanan imge, b)Erişilen imgeler.

ADD fonksiyonu ile mahalanobis mesafe ölçüm yöntemi kullanılarak verilen bir sorgu imgesine karşılık erişilen 15 imge Şekil 5.17' de gösterilmiştir.



Şekil 5.17. ADD ve Mahalanobis uzaklık ölçüsü; a) Sorgulanan imge, b) Erişilen imgeler.



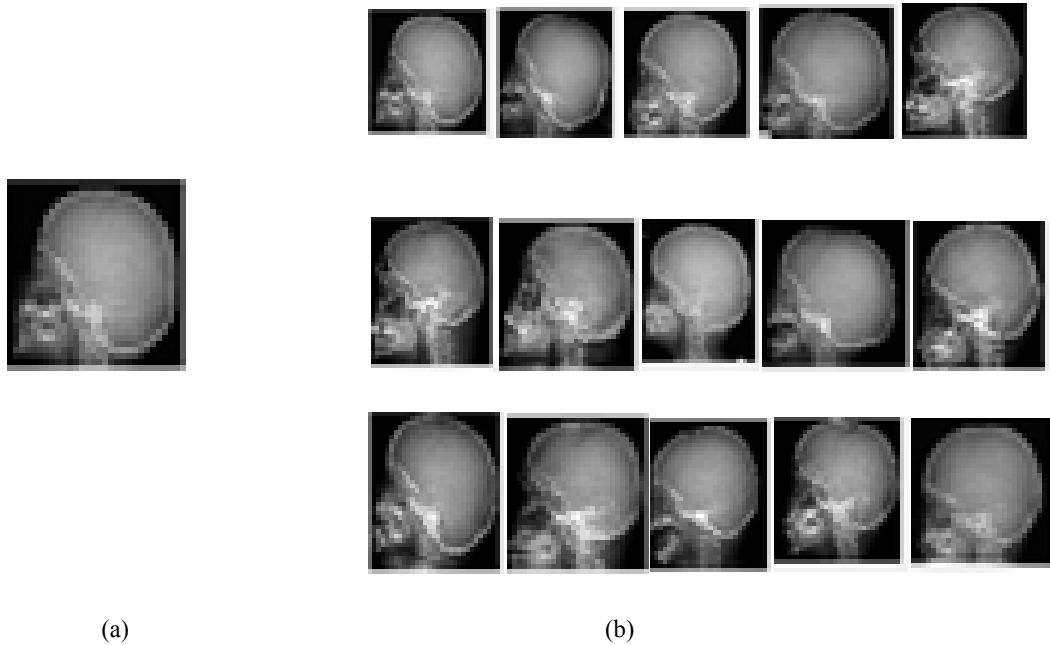
Şekil 5.18. ADD ve Öklid uzaklık ölçüsü; a) Sorgulanan imge, b)Erişilen imgeler.

Öznitelik temsili için ADD fonksiyonu ile birlikte uzaklık ölçümü için de Öklid uzaklığı kullanılarak elde edilen imgeler Şekil 5.18' de yer almaktadır.

Yukarıdaki şekillerden ve erişilen sonuçlardan da görüldüğü öznitelik çıkartım yöntemleri sabit tutulup masafe ölçüm yöntemlerinde yapılan değişiklikler sonucu erişilen imgelerde değişmektedir. Yukarıda erişilen imgelerden de gözlenen sonuca göre Öklid uzaklık ölçüm yöntemi diğer mesafe ölçüm yöntemlerine göre daha başarılı sonuçlar ürettiği gözlemlenmiştir.

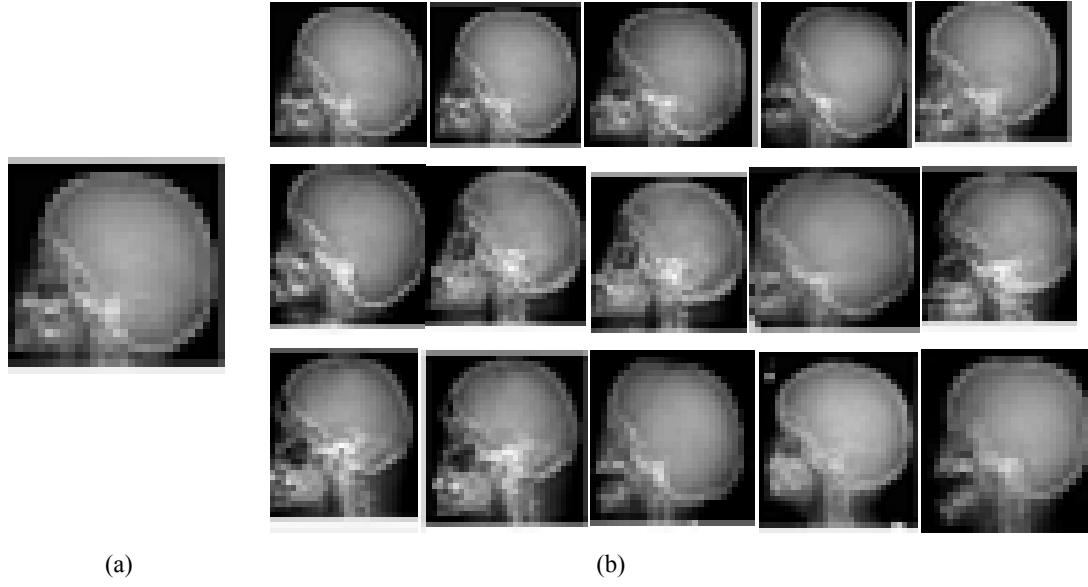
Aynı şekilde uzaklık ölçüm metodu aynı olduğu halde öznitelik çıkartım yöntemine göre de erişilen imgeler değişmektedir. En iyi sonucun Öklid uzaklık ölçümü ile erişildiği hesaba katılıp verilen bir sorgu imgesi için aşağıdaki Şekil 5.19, Şekil 5.20, Şekil 5.21'de sırasıyla AKD, AKD blok ve ADD fonksiyonu yardımıyla öznitelik çıkartımı ve öklit uzaklık ölçüsü için erişilen imgeler gösterilmiştir.

Şekil 5.19' da öznitelik çıkartım yöntemi olarak AKD fonksiyonu, uzaklık ölçümünde de Öklid mesafe ölçümü kullanılarak verilen bir sorgu imgesine karşılık erişilen imgeler yer almaktadır.



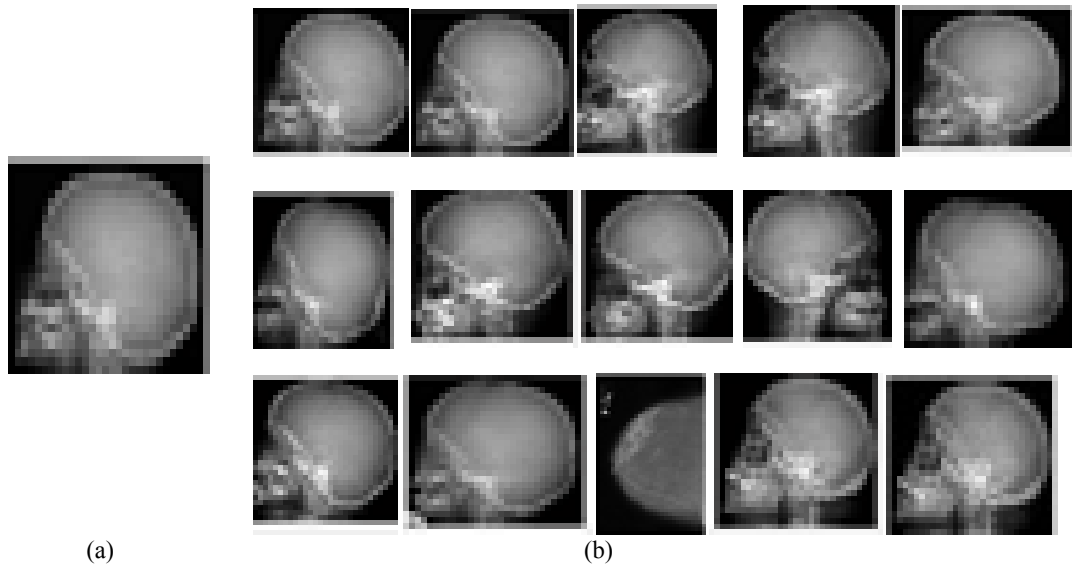
Şekil 5.19. AKD fonksiyonu ve öklit uzaklık ölçüsü ile 15 imgenin erişimi; a)Sorgulanan imge, b)Erişilen imgeler.

AKD blok fonksiyonu ile öklid mesafe ölçüm yöntemi kullanılarak verilen bir sorgu imgesine karşılık erişilen 15 imge Şekil 5.20' de gösterilmiştir.



Şekil 5.20. AKD blok fonksiyonu ve öklit uzaklık ölçüsü ile 15 imgenin erişimi; a)Sorgulanan imge, b) Erişilen imgeler.

Öznitelik çıkartım yöntemi olarak ADD fonksiyonu, uzaklık ölçümünde de Öklid mesafe ölçümü kullanılarak verilen bir sorgu imgesine karşılık erişilen 15 imge Şekil 5.21' de yer almaktadır.

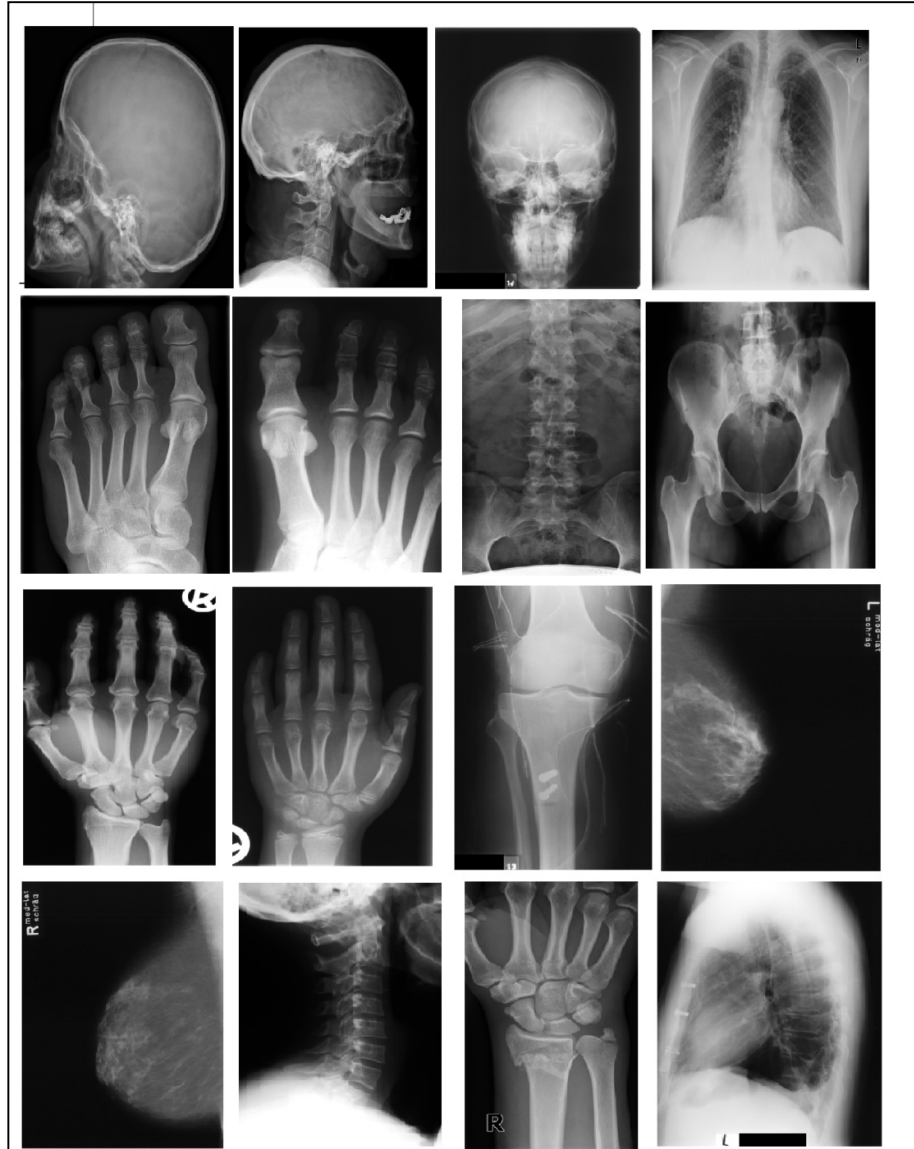


Şekil 5.21. ADD fonksiyonu ve öklit uzaklık ölçüsü ile erişilen 15 imge; a) Sorgulanan imge, b) Erişilen imgeler

5.4. İTGE Değerlendirmesi ve Performans Sonuçları

İTGE sistemlerinde performans ölçümü için IR standartları çerçevesinde kullanılan en yaygın yöntemler duyarlık (precision) ve anma (recall) değerlerine ait ölçütlerdir. İmgeye erişimdeki sistemin gücünü duyarlık (precision) ile bütün benzer olan imgelere erişimini de anma (recall) ile ifade edilir.

Tez çalışmamızda geliştirilen uygulamaya ait algoritmaların performansı rastgele seçilen bir sorgu imgesi için farklı kategorilerdeki tıbbi sorgu imgeleri için ve erişilen 20 imge için duyarlık ve anma değerleri hesaplanmıştır. Şekil 5.22' de performans değerlendirme için rastgele seçilen imgeler yer almaktadır.



Şekil 5.22.Sorgulanan imgeler

Farklı 16 kategorideki sorgulanan imgeler ile erişilen 20 imge sonrasında performans değerleri duyarlık ve anma değerleri hesaplanmıştır. AKD fonksiyonu ile öznetelik çıkartım sonrasında öklit uzaklık ölçüsü kullanılarak erişilen imgeler için duyarlık ve anma değerleri Tablo 5.2' de gösterilmiştir.

Tablo 5.2. AKD ve Öklit İle Duyarlık ve Anma değerleri

Kategori No	İmge No	irma_code (IRMA daki isimlendirme)	Duyarlık (Precision)	Anma (Recall)
1	19.png	1121-210-230-700	0.95	0.21
2	22.png	1121-220-230-700	0.95	0.21
3	73.png	1121-420-213-700	0.85	0.17
4	868.png	1123-110-500-000	1	0.28
5	966.png	1121-120-918-700	0.75	0.23
6	916.png	1121-120-919-700	0.65	0.2
7	503.png	1121-120-330-700	0.9	0.25
8	661.png	1121-120-800-700	1	0.28
9	83.png	1121-110-415-700	0.55	0.36
10	124.png	1121-110-414-700	0.5	0.25
11	532.png	1121-120-943-700	0.95	0.38
12	756.png	1124-310-610-625	1	0.4
13	80.png	1124-310-620-625	1	0.4
14	70.png	1121-220-310-700	0.7	0.2
15	28.png	1121-120-421-700	0.8	0.32
16	963.png	1123-211-500-000	0.75	0.37

Farklı 16 kategoride hesaplanan duyarlık ve anma değerleri Tablo 5.2' de görüldüğü üzere en başarılı sonuçlar 4. , 8. , 12. ve 13. kategorilerde ortaya çıkmıştır. Bu kategorileri sayacak olursak; 4. kategori=akciğer MR. 8. kategori = leğen kemiği MR 12. kategori = sağ mamogram MR ve 13. kategori ise sol mamogram MR' yı temsil etmektedir. Bunun aksine en başarısız sonucunda 9. ve 10. Kategoride meydana geldiği görülmektedir. Bu kategorilerden 9. kategori= sağ el 10. kategori = sol eli ifade etmektedir. Bunun sebebinde radyolojik el görüntüsünde sağ ve sol eldeki farkın sadece uzunluk olduğu ve bu nedenden dolayı değerler arasındaki benzerlikle beraber birbiri ile karıştırıldığı ve yanlış imge getirildiği gözlemlenmiştir.

Öznitelik çıkartım fonksiyonu olarak ADD ile birlikte uzaklık ölçümünde de öklit uzaklık ölçüsü kullanılarak farklı 16 kategorideki sorgulanan ve erişilen imgeler için performans değerleri olarak duyarlık(precision) ve anma(recall) değerleri Tablo 5.3’ de gösterilmiştir.

Tablo 5.3. ADD ve Öklit İle Duyarlık ve Anma değerleri

Kategori No	İmge No	irma_code (IRMA daki isimlendirme)	Duyarlık (Precision)	Anma (Recall)
1	19.png	1121-210-230-700	0.8	0.17
2	22.png	1121-220-230-700	0.8	0.17
3	73.png	1121-420-213-700	0.25	0.05
4	868.png	1123-110-500-000	0.7	0.2
5	966.png	1121-120-918-700	0.3	0.09
6	916.png	1121-120-919-700	0.55	0.16
7	503.png	1121-120-330-700	0.5	0.13
8	661.png	1121-120-800-700	0.7	0.2
9	83.png	1121-110-415-700	0.05	0.03
10	124.png	1121-110-414-700	0.25	0.12
11	532.png	1121-120-943-700	0.95	0.38
12	756.png	1124-310-610-625	0.55	0.22
13	80.png	1124-310-620-625	0.65	0.26
14	70.png	1121-220-310-700	0.9	0.25
15	28.png	1121-120-421-700	0.8	0.32
16	963.png	1123-211-500-000	0.75	0.37

Erişilen 20 imge sonrasında hesaplanan duyarlık ve anma değerleri göz önüne alındığında 11.kategori için başarılı bir sonuç ürettiği ancak 3. ve 9. kategoriler için pek başarılı sonuçlar üretmediği gözlemlenmiştir. Burada 11.kategori diz kapağını, 3.kategori kafatasının önden görüntüsü ve 9.kategori ise sağ eli temsil etmektedir.

AKD Blok fonksiyonu ile öznitelik çıkartım sonrasında öklit uzaklık ölçüsü kullanılarak 16 farklı kategorideki sorgulanan ve erişilen 20 imge sonrasında hesaplanan duyarlık(precision) ve anma(recall) değerleri Tablo 5.4' de yer almaktadır.

Tablo 5.4. AKD Blok ve Öklit İle Duyarlık ve Anma değerleri

Kategori No	İmge No	irma_code (IRMA daki isimlendirme)	Duyarlık (Precision)	Anma (Recall)
1	19.png	1121-210-230-700	1	0.22
2	22.png	1121-220-230-700	0.95	0.21
3	73.png	1121-420-213-700	1	0.2
4	868.png	1123-110-500-000	1	0.28
5	966.png	1121-120-918-700	0.9	0.27
6	916.png	1121-120-919-700	0.9	0.27
7	503.png	1121-120-330-700	0.9	0.25
8	661.png	1121-120-800-700	1	0.28
9	83.png	1121-110-415-700	0.55	0.36
10	124.png	1121-110-414-700	0.45	0.22
11	532.png	1121-120-943-700	0.9	0.36
12	756.png	1124-310-610-625	1	0.4
13	80.png	1124-310-620-625	1	0.4
14	70.png	1121-220-310-700	0.7	0.2
15	28.png	1121-120-421-700	0.85	0.34
16	963.png	1123-211-500-000	0.8	0.4

Tablo 5.4' de farklı 16 kategori ve erişilen 20 imge sonrasında hesaplanan duyarlık ve anma değerleri incelendiğinde genel itibariyle başarılı sonuçlar ürettiğine ancak en başarılı sonuçları ise 1.,3.,4.,8.,12.,13. kategorilerde gözlemlenmiştir. Bunun aksine en başarısız sonucun ise 9. ve 10. kategorilerde meydana geldiği görülmüştür. Burada 1. kategori sola dönük kafatasını, 3.kategori ön kafatası görüntüsünü, 4.kategori akciğeri, 8.kategori leğen kemiğini, 12.kategori sağ mamogramı, 13.kategori sol mamogramı, 9.kategori sağ eli ve 10. kategori ise sol eli ifade etmektedir.

Genel olarak çıkarılan öznitelikler ve uzaklık ölçüm teknikleri ile kombinasyonu ile ulaşılan sonuçlarda istenilene ulaşma ve duyarlık değerleri incelendiğinde en başarılı sonuca öklit uzaklık ölçüsü ile birlikte AKD Blok fonksiyonunun kullanımı sonrasında ulaşıldığı gözlemlenmiştir.

6. SONUÇ

Bu tez çalışmasında genel olarak İTGE sistemine ve bu sistemin tasarımına değinilmiş ve radyolojik imgeler için bir İTGES geliştirilmiştir. Bu sistem ile radyolojik imgelerde istenen imge verilir benzer imgelere erişim işlemi kolaylaşmaktadır. Bu sistem sayesinde tıbbi alanda teşhis ve benzer imgelere erişim işlemi hızlanacak aynı zamanda öznellikten de uzaklaşmış olacaktır.

İmgeye erişimde imgenin dokusal özelliklerinden faydalanılmıştır. Doku tabanlı öznitelik çıkartım yöntemi olarak; ayrık kosinüs dönüşümü, bloklar halinde ayrık kosinüs dönüşümü ve ayrık dalgacık dönüşümü kullanılmıştır. Öznitelik çıkartımında elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış ve aralarındaki uzaklığa bağlı olarak mesafe ölçüm yöntemlerinden biri kullanılarak imge ya da imgeler seçilip geri döndürülmüştür. Sonuçlara ve karşılaştırmalı olarak tablolardaki verilere de bakacak olursak; bloklar halinde ayrık kosinüs dönüşümü ile beraber öklit uzaklığı seçildiğinde sistem daha başarılı sonuçlar vermiştir.

Radyolojik imgelerdeki kaymalar ve netlikteki sıkıntılardan dolayı öznitelik çıkartım aşamasında yanlısamalara sebep olup başarı seviyesini düşürmüştür. Bu imgedeki kaymalar ve netlikteki sıkıntılarda önlemler gerçekleştirilse (ör: filtreleme, süzgeçleme) yanlısamalarda azalma ile başarı oranı artırılabilir.

7. KAYNAKLAR

- [1]. **İ. Soydal, U. Al, U. Sezen**, 2005. İçerik Tabanlı Görüntü Erişim Sistemleri, Bilgi Dünyası, 6(2): 155-170.
- [2]. **R. C. Veltkomp, H. Burkhardt and H.-P. Kriegel**, 2001. State of the Art in Content-Based Image and Video Retrieval.
- [3]. **Prof. Dr.-Ing. H. Ney**, 2003. Features for Image Retrieval, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Aralık.
- [4]. **A. Alpköçak, T. Berber**, 2009. Tıbbi Görüntü Arşivlerinden İçerik Tabanlı Görüntü Erişim Yöntemleri, Sağlık ve Hastane Yönetimi 2. Kongresi Bildiriler Kitabı, Ankara.
- [5]. **R. Datta, D. Joshi, J. Li and J. Z. Wang**, 2008. Image Retrieval: Ideas, Influences, and Trends of the New Age, ACM Computing Surveys, Vol. 40, No. 2, Article 5, Publication date: April,
- [6]. **A. Depeursinge, H. Müller**, 2011. Medical Visual Information Retrieval Based on Multi-Dimensional Texture Modeling, The European Future Technologies Conference and Exhibition, Switzerland.
- [7]. **O. Marques, B. Fuhr**, 2002. Content Based Image and Video Retrieval, Springer Netherlands.
- [8]. **I. Francisco Areias Amaral**, 2010. Content-Based Image Retrieval for Medical Applications, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, *Master Thesis*, Portekiz.
- [9]. **Y. Rui and T. S. Huang and S.-F. Chang**, 1999. Image Retrieval: Current Techniques, Promising, Journal of Visual Communication and Image Representation **10**, 39–62.
- [10]. **P. Anantharatnasamy, K. Sriskandaraja, V. Nandakumar and S. Deegalla**, 2013. Fusion of Colour, Shape and Texture Features for Content Based Image Retrieval, The 8th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE 2013) April 26-28, Colombo, Sri Lanka.
- [11]. **M. Atalar**, 2008. İmge Dizilerindeki Artıkların İşlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [12]. **H. GÜVENÇ**, 2009. Ortak Vektör Yöntemiyle Öznitelik Çıkarımı, *Yüksek Lisans Tezi*, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- [13]. **F. RAJABLI**, 2005. Darbantlı Video İletişim Sistemlerinde Dalgacık Dönüşümünün Kullanılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [14]. **C. Tepe, H. Sezgin**, 2007. EKG İşaretlerinde Gürültü Gidermede Ayırık Dalgacık Dönüşümünde Farklı Ana Dalgacıkların ve Ayrıştırma Seviyelerinin Karşılaştırılması, Elektrik – Elektronik – Bilgisayar ve Biyomedikal Müh. 12. Ulusal Kongresi, 14-18 Kasım Eskişehir.
- [15]. **A. Cohen, I. Daubechies and J. C. Feauveau**, 1992. Biorthogonal bases of compactly supported wavelets, Commun. Pure Appl. Math. Vol. 45, pp. 485-560.

- [16]. **H. Eristi, A. Uçar, Y. Demir**, 2007. Destek Vektör Makineler ve Dalgacık Dönüşümü Kullanarak Güç Sistemlerinde Geçici Rejim Bozulmalarının Sınıflandırılması, Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği 12. Ulusal Kongresi ve Fuarı 592-595 pp., Eskişehir.
- [17]. **H. Khorrami, M. Moavenian**, 2010. A comparative study of DWT, CWT and DCT transformations in ECG arrhythmias classification, Expert Systems with Applications 37 5751–5757.
- [18]. **S.Emek**, 2006. Sabit Görüntüler Ve Video İşaretleri İçin Ayrık Dalgacık Dönüşümü Ayrık Kosinüs Dönüşümü Tabanlı Sayısal Damgalama Yöntemi, *Doktora Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [19]. **M. Uyar, S.Yıldırım, M.T. Gençoğlu**, 2011. Güç Kalitesindeki Bozulma Türlerinin Sınıflandırılması İçin Bir Örüntü Tanıma Yaklaşımı, Gazi Üniv. Müh.Mim. Fak. Der. ,Cilt 26, No 1, 41-56,
- [20]. **İ. Güler, E. D. Übeyli**, 2004. Dalgacık Dönüşümünün Kullanımı İle Teşhis Sistemleri İçin Öznitelik Çıkarma: İç karotid Atardamar Doppler İşaretlerinin Durum Analizi, Akıllı Sistemlerde Yenilikler ve Uygulamaları Sempozyumu, 23-26, İstanbul.
- [21]. **A.K. Jain ve R.C. Dubes**, 1988. Algorithms for clustering data, Prentice Hall, 320 p., Englewood Cliffs, New Jersey.
- [22]. **L. Kaufman, P.J. Rousseeuw**, 1990. Finding Groups in Data: an Introduction to Cluster Analysis, John Wiley & Sons, New York.
- [23]. **P.-N. Tan, P.N. Steinbach, M. Kumar**, 2006. Introduction to Data Mining, Addison Wesley, USA.
- [24]. **M. Demiralay, A. Y. Çamurcu**, 2005. Cure, Agnes ve K-Means Algoritmalarındaki Kümeleme Yeteneklerinin Karşılaştırılması, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Yıl: 4 Sayı: 8 Güz 2005/2 s.1-18.
- [25]. **G. Deshpande1, M. Borse**, 2011. Image Retrieval with the use of different color spaces and the texture feature, IACSIT Press, Singapore.
- [26]. **F. E Emekdaş**, 2010. İmge Arama Sonuçlarının Baskın Kümeler Kullanılarak Gruplandırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [27]. **A. C. Günay Atbaş**, 2008. Kümeleme Analizinde Küme Sayısının Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma, *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [28]. **M. Işık, A. Y. Çamurcu**, 2009. Web Belgeleri Kümelemede Benzerlik ve Uzaklık Ölçütleri Başalarının Karşılaştırılması, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 20 (2008) 35-49.
- [29]. **V.V. Nabyev, A.Günay**, 2008. LBP Yardımıyla Görüntüdeki Kişinin Yaşının Bulunması, Mühendislik ve Teknoloji Sempozyumu, Ankara,
- [30]. **H. Müller, N. Michoux, D. Bandon, A. Geissbuhler** , “A review of content-based image retrieval systems in medical applications”, Switzerland, 2003.

- [31]. **H. Müller, W.Müller, D. McG. Squire, S. Marchand-Maillet, T.Pun**, 1999. Performance evaluation in content-based image retrieval: overview and proposals, Computer vision group, Geneve'4 Switzerland.
- [32]. **G.Bütün**, 2014. Renk ve Doku Öznitelikleri Kullanılarak İçerik Tabanlı Görüntü Erişimi, *Yüksek Lisans Tezi*, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- [33]. **M.Baykara**, 2009. Tıbbi Görüntülerde İçerik Tabanlı Görüntü Erişimi İçin Öznitelik Çıkarım Yöntemleri, *Yüksek Lisans Tezi*, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- [34]. **G. Quellec, M. Lamard, G. Cazuguel, B. Cochener, C. Roux**, 2010. Wavelet optimization for content-based image retrieval in medical databases, *Medical Image Analysis* 14 (2010) 227–241.
- [35]. **E. Kulak**, 2002. Analysis of Textural Image Features For Content Based Retrieval, *MS Thesis*, Sabancı University, İstanbul.
- [36]. https://ganymed.imib.rwth-aachen.de/irma/index_en.php , **IRMA**, 10/06/2014.
<http://medgift.hevs.ch/silverstripe/> , **MedGift**, 10/06/2014.

EK-1 177 NOLU İMGE İÇİN ADIM ADIM İTGE AŞAMALARI

İSTENENLER

SORULANACAK İMGE Manhattan UZAKLIK ÖLÇÜTÜ

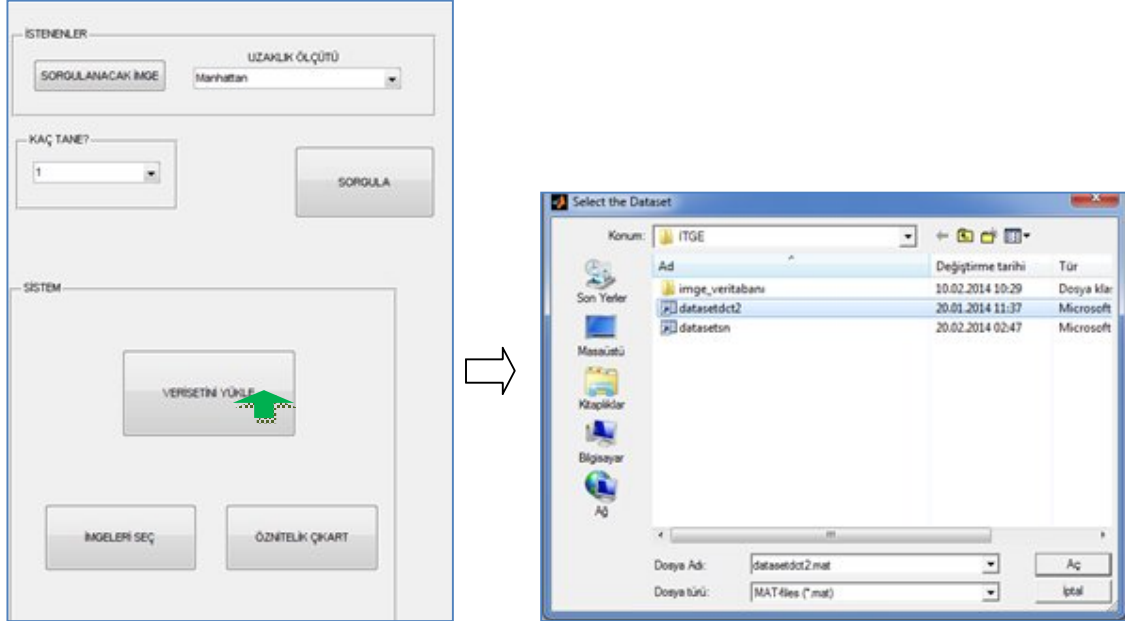
KAÇ TANE? 1 SORGULA

SISTEM

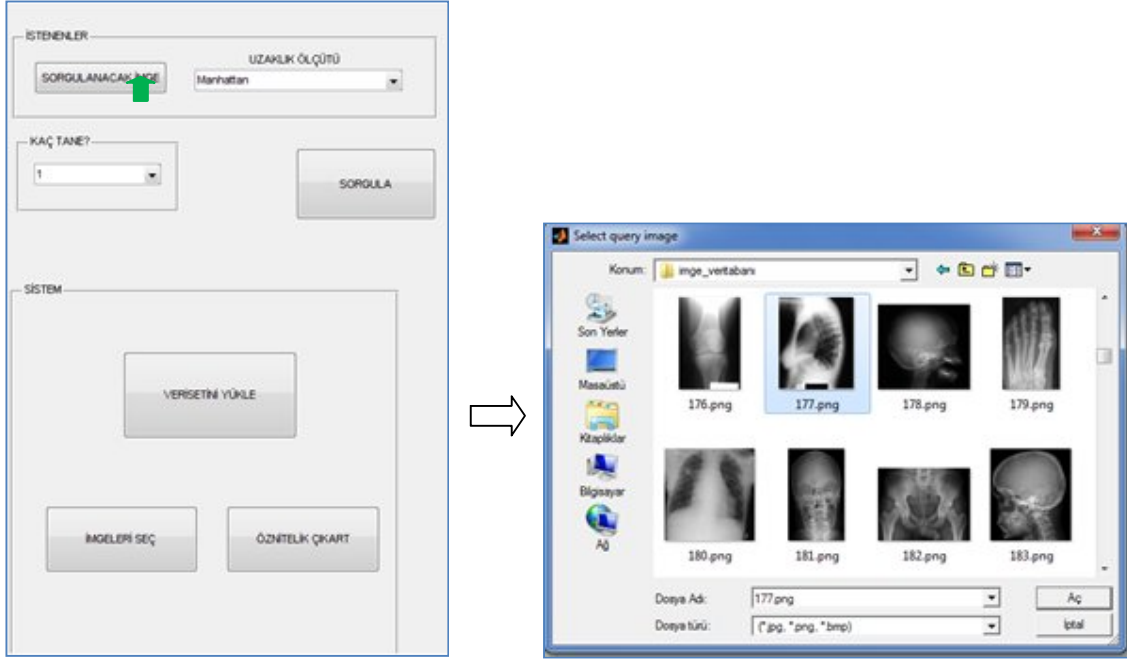
VERİSETİNİ YÜKLE

İMGELERİ SEÇ ÖZİNTELİK ÇIKART

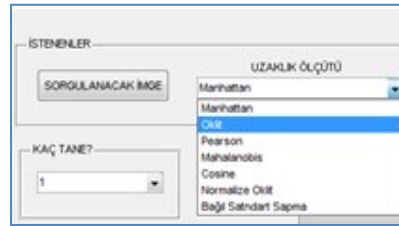
Şekil Ek-1.1. Kullanıcı ara yüzü



Şekil Ek-1.2. Verisetini yüklemek için uygulanan işlem



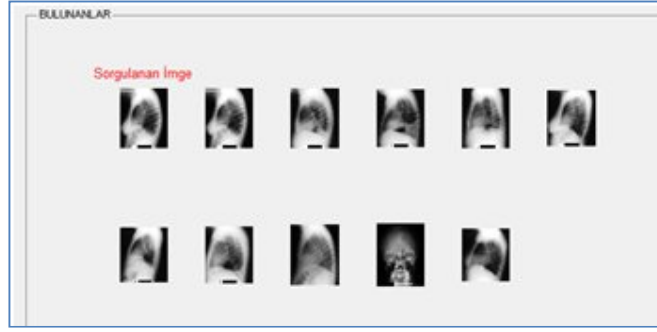
Şekil Ek-1.3. Sorgulanan imgenin seçilmesi



Şekil Ek-1.4. Uzaklık ölçüsünün belirlenmesi



Şekil Ek-1.5. Geri döndürülecek imgenin sayısının belirlenmesi



Şekil Ek-1.6. Belirlenen seçenekler dâhilinde erişilen imgeler

ÖZGEÇMİŞ

Zehra KARHAN

zehra.krhn@gmail.com

Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
55139, Samsun

2007 yılında Malatya H. Ahmet Akıncı Lisesi'nden mezun olduktan sonra Fırat Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği bölümünü kazandım. 2012 yılında Fırat Üniversitesinden mezun oldum ve yine aynı yıl içerisinde Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalında yüksek lisansa başladım. 2013 yılında başladığım Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme bölümünde eğitimim devam etmektedir. Ondokuz Mayıs Üniversitesinde Bilgisayar Mühendisliği bölümünde araştırma görevlisi olarak görev yapmaktayım. Orta düzeyde İngilizce bilgisine sahibim. Teknik anlamda ilgi alanlarım görüntü işleme, veri madenciliği, yazılım mühendisliği konularından oluşmaktadır.