

BSM409 Görüntü İşleme

Bölüm 1

Sayısal Görüntü İşlemeye Giriş ve Temel Adımlar

Dr. Öğr. Üyesi Caner ÖZCAN

Fall in love with the process, and the results will come.

~ Eric Thomas

Derse Giriş

► Ders Web Sitesi: www.canerozcan.net

► Ofis Saatleri: **Pazartesi 15:30-16:30**
Salı 13:00-14:30

ya da email ile randevu alınız:
canerozcan@karabuk.edu.tr

► Ders Kitapları:

- Sayısal Görüntü İşleme, Palme Yayıncılık, Üçüncü Baskıdan Çeviri (*Orj: Digital Image Processing, R.C. Gonzalez, R.E. Woods*)
- “Digital Image Processing Using Matlab”, Gonzalez & Richard E. Woods, Steven L. Eddins, Gatesmark Publishing, 2009

Derse Giriş



alanı özelleştirilmiş programlar, ...
olduğunu kabul ettiğimiz materyal üzerine yoğunlaştık. Kitabın mate-
matiksel karmaşıklığı, matematisel analizde, vektörlerde, matrislerde,
olasılıkta, istatistikte, lineer sistemlerde, ve bilgisayar programlamada
temel düzeyinde yeterli bilgiye sahip son sınıf lisans öğrencileri ve ilk
yıl lisansüstü öğrencilerin anlama seviyesine uygundur. Kitaba ait Web
... materyale göz gezdirmeye ihtivac duyabilecek

Amaçlar

- ▶ Görüntü işlemede yaygın olarak kullanılan temel kavram ve algoritmaları kapsar
- ▶ Görüntüleri işlemede uygulamalı deneyimi geliştirir
- ▶ Python ve OpenCV (Open Source Computer Vision) çalışma ortamlarını öğretmek
- ▶ Gelişmiş yöntemler hakkında eleştirel düşünmeyi geliştirmek

Önkoşullar

- ▶ Sinyaller ve sistemler
- ▶ Lineer Cebir
 - Matrisler, Matris İşlemleri
 - Determinantlar, Sistemleri Lineer Denklem
- ▶ Olasılık ve İstatistik
 - Olasılık yoğunluk fonksiyonu
 - Olasılık dağılımı
 - Ortalama, varyans, kovaryans, korelasyon
 - Gauss dağılımı
- ▶ İyi programlama becerileri

Derse Giriş

► Notlandırma

- Vize Sınavı: %40
- Final Sınavı: %60

► Bonus:

- Sunum
- Ödev
- Proje

Derse Giriş

► Proje

- El Hareket Tanıma
- İris Tanıma
- Biyomedikal Görüntü Segmentasyonu ve Tanıma
- İçerik Tabanlı Görüntü Alma
- Parmak İzi Tanıma
- Video Dizilerinde Nesne Takibi
- Yüz ve Plaka Tanıma
- Damgalama
- Görüntü Sıkıştırma
- Otomatik Kalite Kontrol
- Trafik Gözetimi
- Güvenlik Uygulamaları
- Radar Görüntü İşleme Uygulamaları
- İlgilendiğiniz bir konu..

İçerik

1. Giriş

- ▶ Sayısal Görüntü İşleme Nedir?
- ▶ Sayısal Görüntü İşlemenin Başlangıcı
- ▶ Sayısal Görüntü İşlemeyi Kullanan Alanlara Örnekler
- ▶ Sayısal Görüntü İşlemedeki Temel Adımlar
- ▶ Bir Görüntü İşleme Sisteminin Bileşenleri

Giriş

► Sayısal Görüntü İşleme Nedir?

Sayısal Görüntü

— iki boyutlu bir fonksiyon $f(x, y)$

x ve y uzamsal koordinatlardır

f fonksiyonun herhangi bir (x, y) koordinatındaki genliği görüntünün o noktadaki **yeğlilik (intensity)** veya **gri seviyesi (gray level)** olarak adlandırılır.

Sayısal Görüntü İşleme

— sayısal görüntüleri bilgisayar aracılığıyla işler

alçak-seviye: girdileri ve çıktıları görüntülerdir

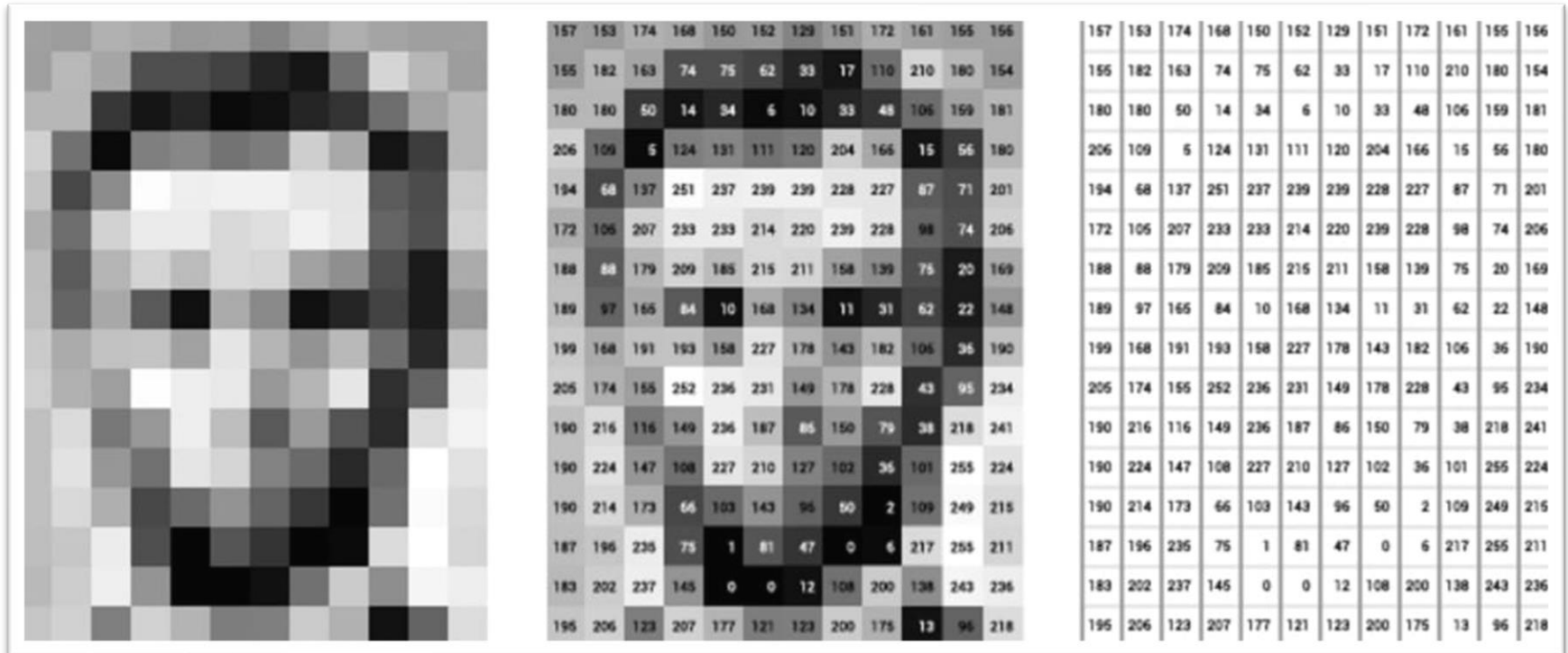
orta-seviye: girişleri genellikle görüntü fakat çıkışları bunlardan oluşturulan nesnelerdir

yüksek-seviye: nesneler topluluğuna görme ile ilgili bilişsel fonksiyonları uygular

Piksel

— sayısal görüntünün bileşenleri

Görüntü işleme aslında matrisler üzerinde yapılan işlemler bütünüdür. Sayısal görüntüyü temsil eden matrisin her bir elemanı piksel olarak adlandırılır.



Sayısal Görüntü İşleme Ne Demektir?

- ▶ Sayısal görüntü işleme iki ana iş üzerine odaklanmaktadır
 - İnsanların algılaması ve yorumlaması için resim üzerindeki bilginin iyileştirilmesi
 - Otonom makine algılamasında saklama, iletim ve gösterim için görüntü verisinin işlenmesi
- ▶ Görüntü işlemenin nerede bittiği ve görüntü analizi ve bilgisayar ile görme gibi diğer alanların nerede başladığı ile ilgili tartışmalar olmaktadır.

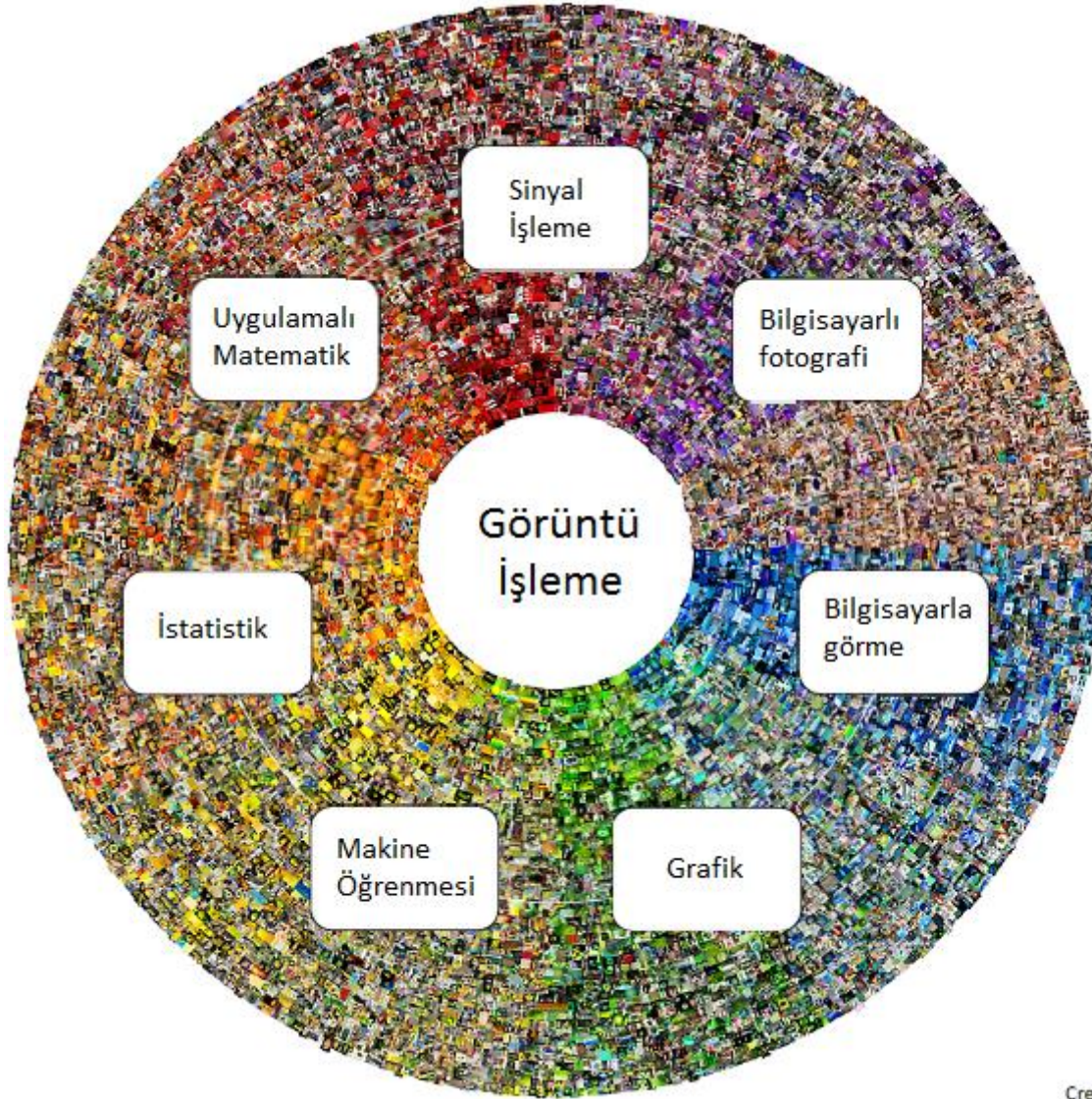
Sayısal Görüntü İşleme Ne Demektir?

- Görüntü işlemeden bilgisayar ile görmeye kadar ki alanı alçak, orta ve yüksek diye üç seviyeye ayırabiliriz.

Alçak Seviye İşlemi	Orta Seviye İşlemi	Yüksek Seviye İşlemi
Giriş: Görüntü Çıkış: Görüntü	Giriş: Görüntü Çıkış: Öznitelikler	Giriş: Öznitelikler Çıkış: Anlama
Örnekler: Gürültü gidermek, görüntü keskinleştirmek, kontrast zenginleştirme	Örnekler : Nesne tanıma, tanımlama, segmentasyon	Örnekler : Ekran anlama, otomatik navigasyon (anlam verme ile ilgilenir)

Bu derste burada duracağız

Giriş



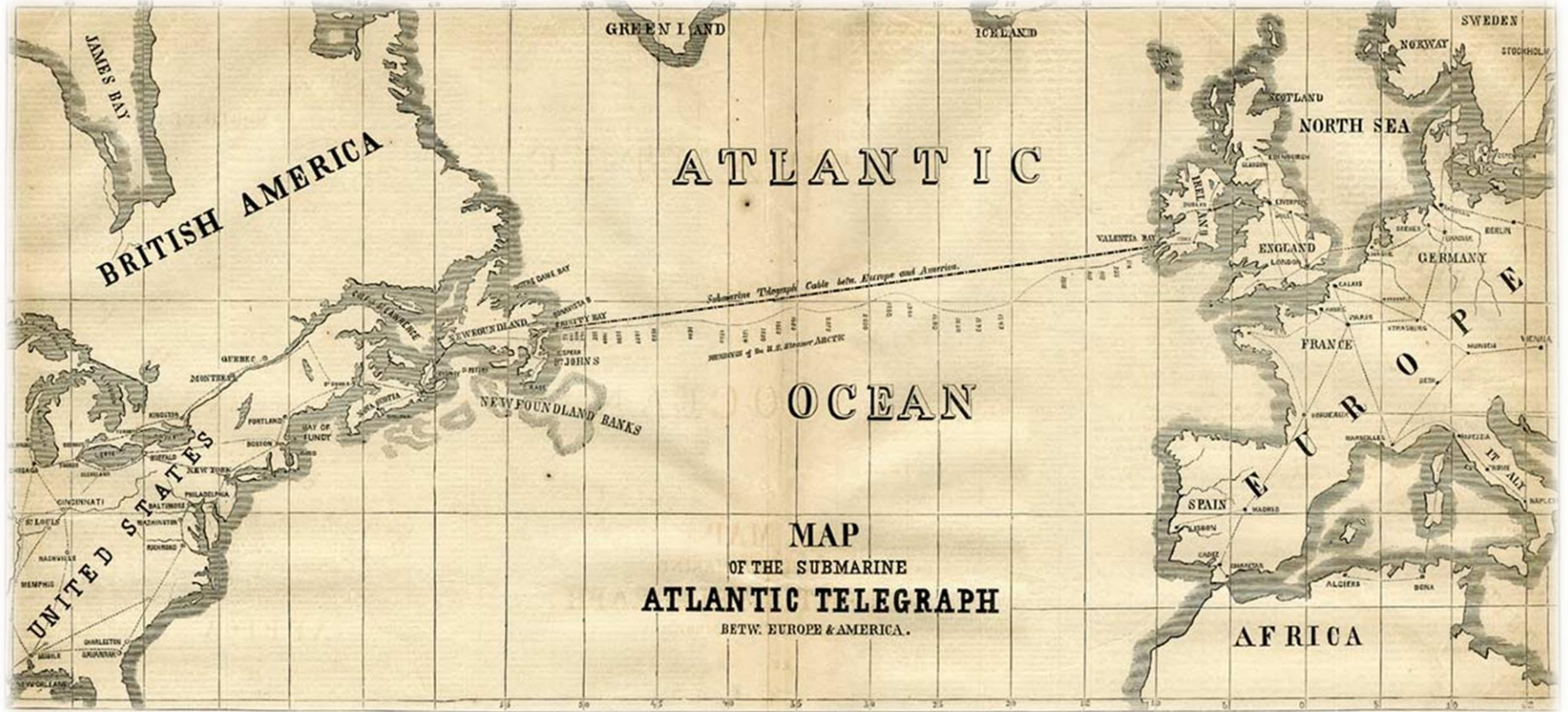
Credit: P. Milanfar

Giriş



Mozaikler yakından incelendiğinde tıpkı dijital bir görüntü gibi küçük küçük karelerden oluştuğu görülür

Sayısal Görüntü İşlemenin Başlangıcı



Londra-Newyork arasındaki denizaltı kablosu

Sayısal Görüntü İşlemenin Başlangıcı

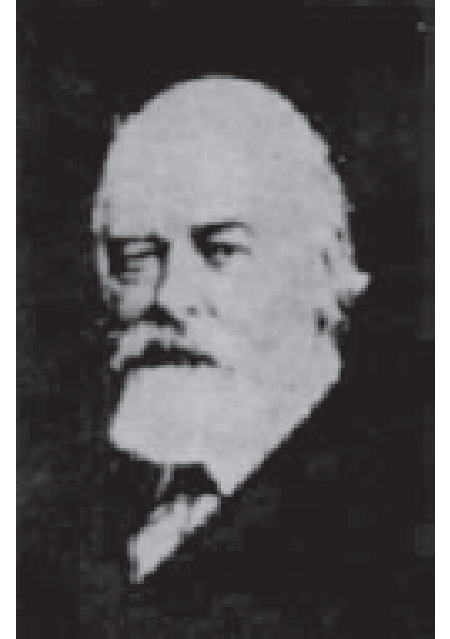


ŞEKİL 1.1

Kodlanmış bir şeritten özel harf karakterli bir telgraf yazıcısı aracılığıyla 1921'de üretilen sayısal resim (McFarlane[†])

ŞEKİL 1.2

Sinyaller Atlantik'i iki kez geçtikten sonra 1922'de delikli kartlardan elde edilen sayısal bir resim (McFarlane)



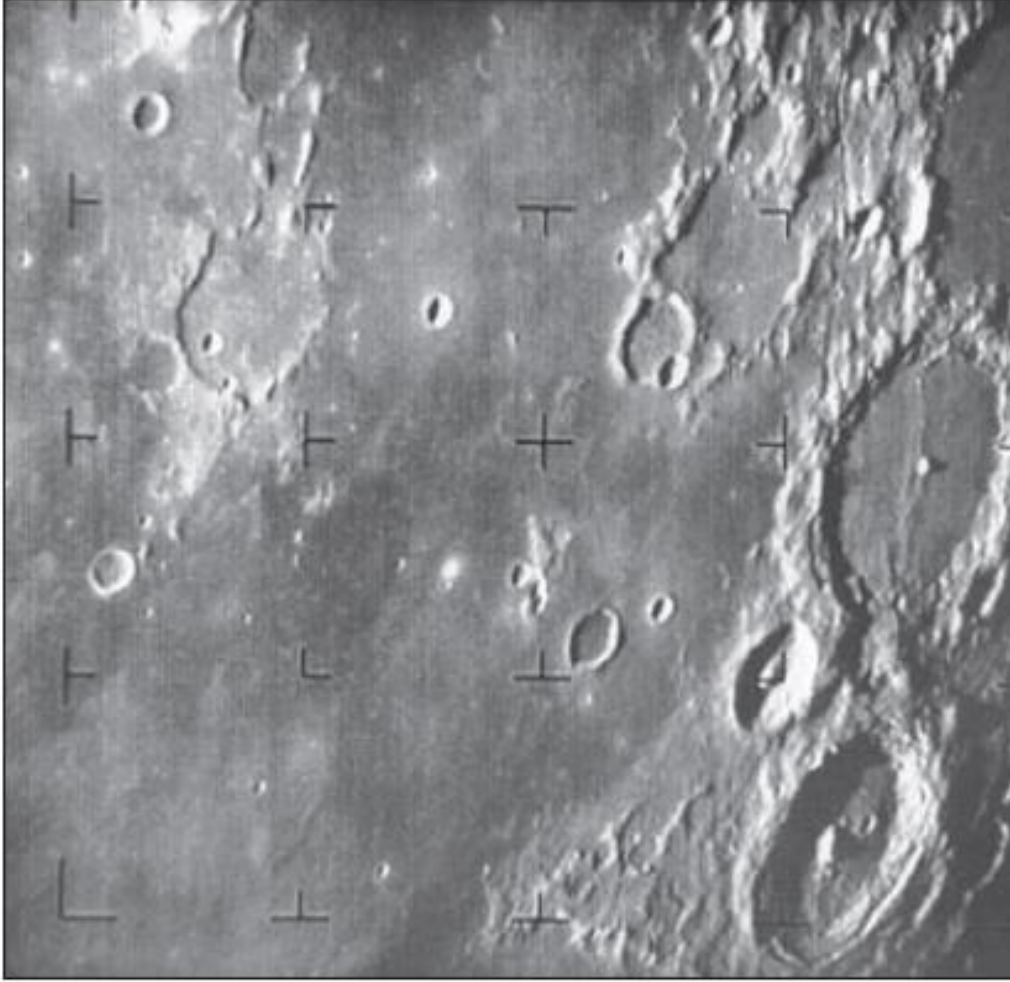
Sayısal Görüntü İşlemenin Başlangıcı



ŞEKİL 1.3

1929'da 15 tonlu cihazla Londra'dan Newyork'a kablolu ortamda gönderilen General Pershing ve Foch'un rötusuz kablolu resmi (McFarlane)

Sayısal Görüntü İşlemenin Başlangıcı



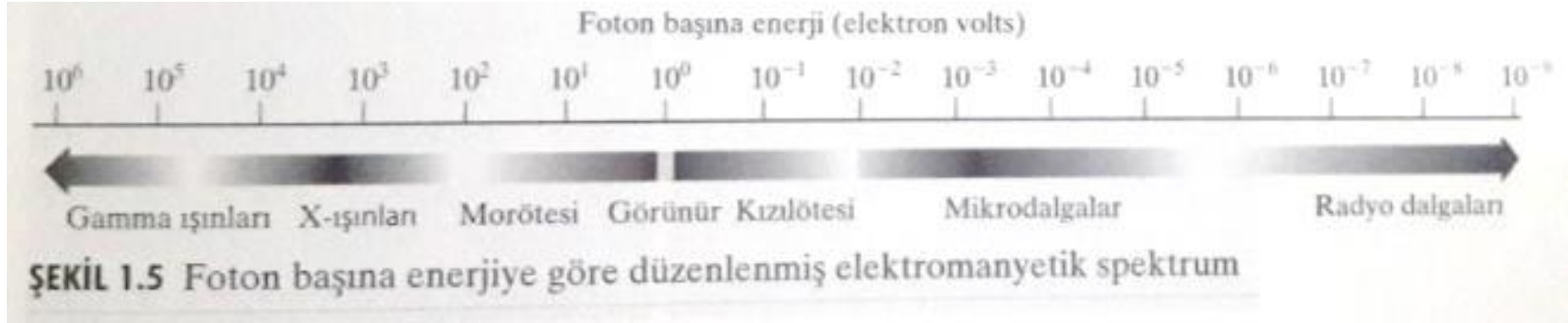
ŞEKİL 1.4

Bir Amerikan uzay aracı tarafından çekilen ayın ilk resmi. *Ranger 7* bu resmi ayın yüzeyine çarpmadan 17 dakika önce 31 Temmuz 1964 sabah 9:09'da çekti. (NASA izniyle)

Görüntü Kaynakları

- ▶ Elektromanyetik (EM) enerji spektrumu
- ▶ Akustik
- ▶ Ultrasonik
- ▶ Elektronik
- ▶ Bilgisayarlar tarafından üretilen sentetik görüntüler

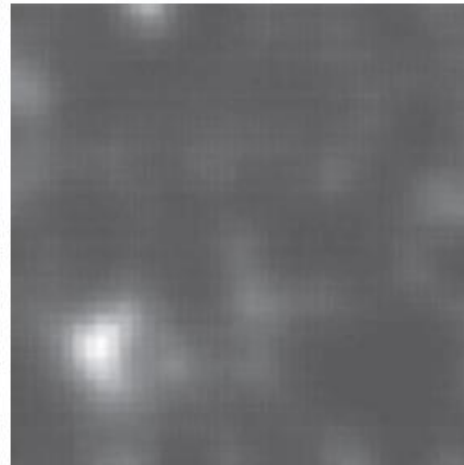
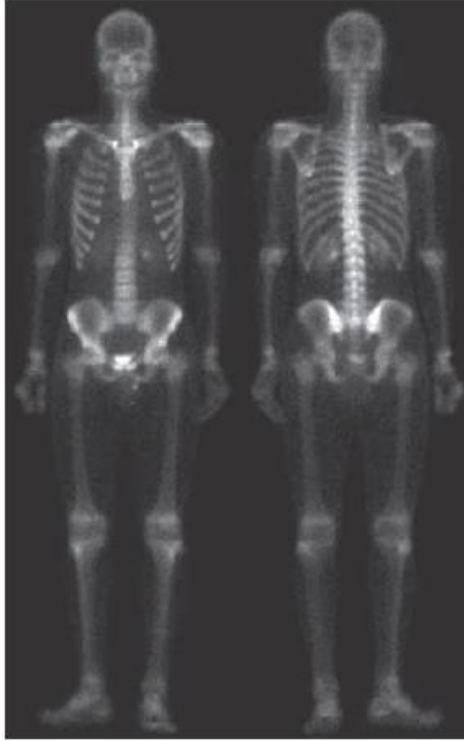
Elektromanyetik (EM) Enerji Spektrumu



Görüntüleme:

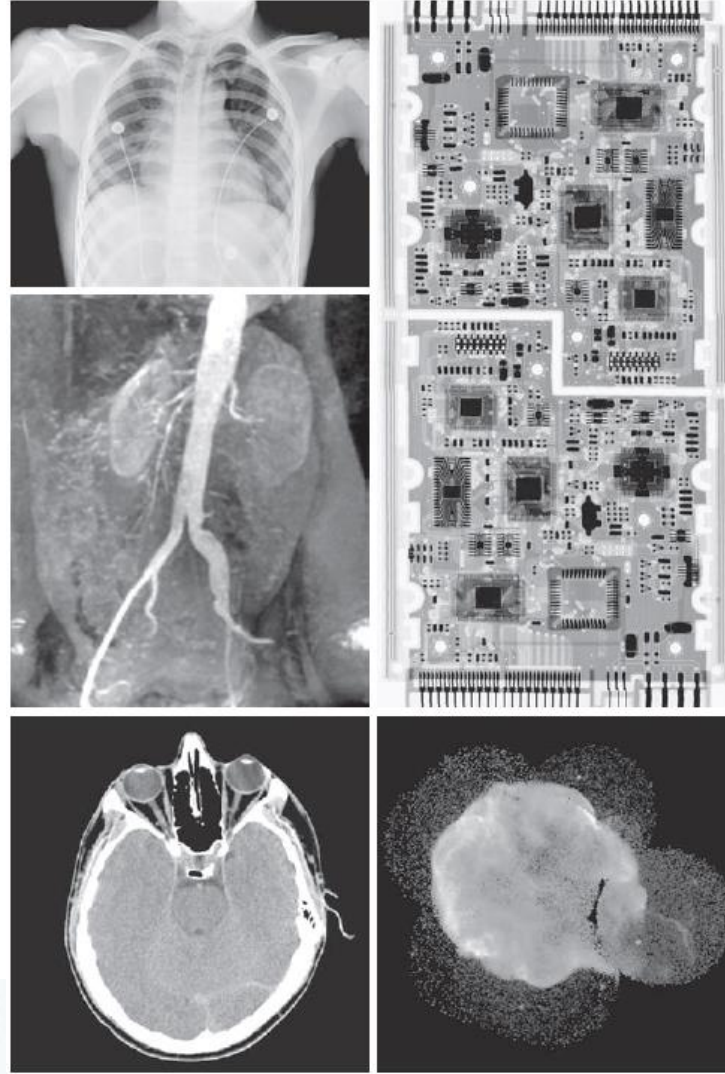
- **Gamma-ışını:** nükleer tıp ve astronomik gözlemler
- **X-ışını:** medikal teşhis, sanayi ve astronomi, vb.
- **Mor Ötesi Bandı:** litografi, endüstriyel denetim, mikroskopi, lazerler, biyolojik görüntüleme ve astronomik gözlemler
- **Görünür ve Kızılötesi Bantlar:** ışık mikroskopi astronomi, uzaktan algılama, sanayi ve emniyet
- **Mikrodalga Bandı:** radar
- **Radyo Bandı:** tıp (MRI gibi) ve astronomi

Gamma-Işını Görüntüleme



a b
c d
ŞEKİL 1.6
Gamma ışını
görüntüleme
örnekleri (a) Ke-
mik taraması (b)
PET görüntü (c)
Kuğu takımyıldızı
(d) bir reaktör
vanasından gelen
gamma yayılımı
(parlak noktalar)
(a) görüntüsü
G.E.Medical
Systems izniyle,
(b) görüntüsü
Dr.Micheal
E.Casey izniyle,
CTI PET
Systems, (c)
görüntüsü NASA
izniyle, (d) görün-
tüsü Prosöförler
Zhong He ve
David K.Wehe
izniyle, University
of Michigan)

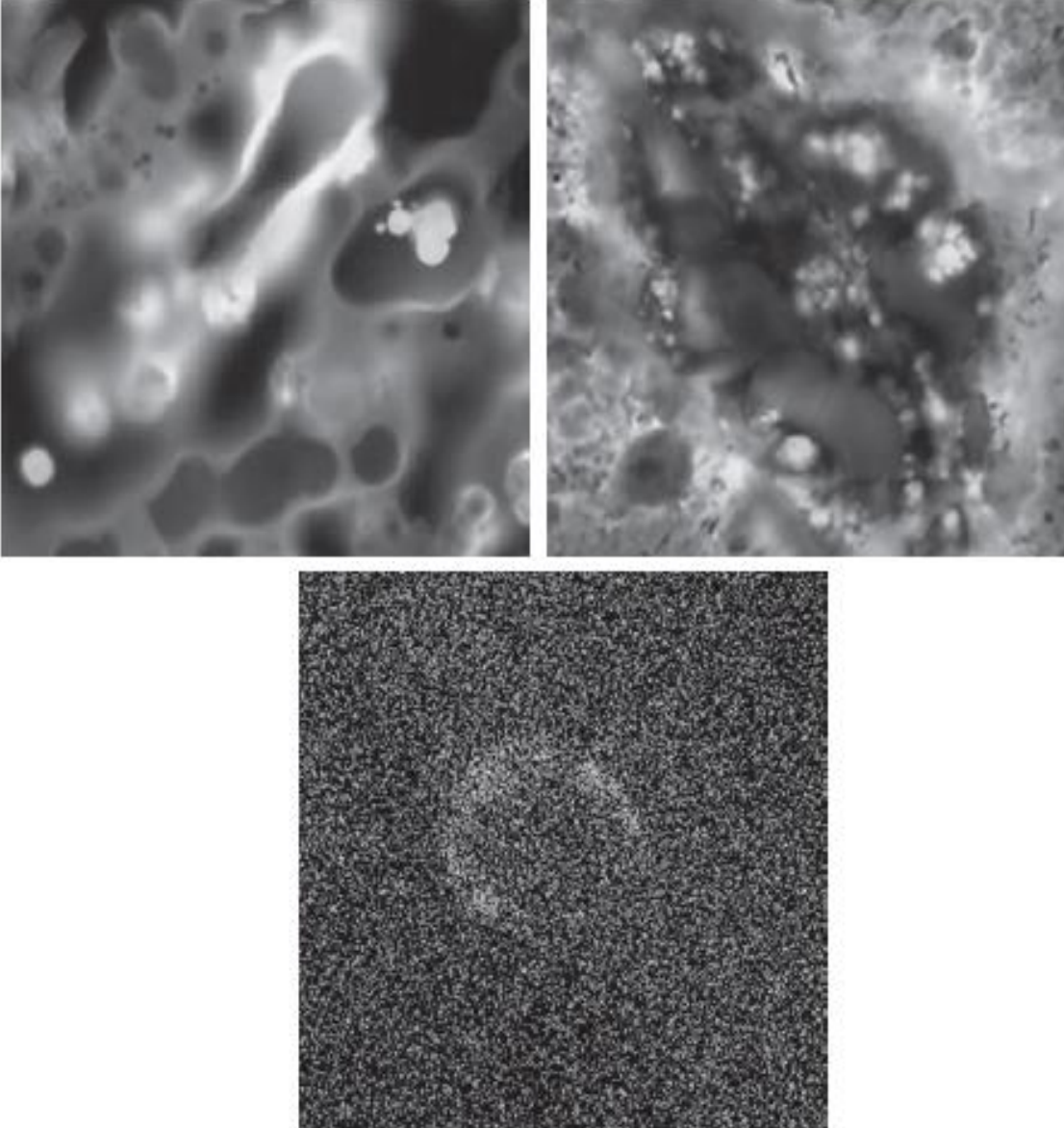
X-Işını Görüntüleme



a
b d
c e

ŞEKİL 1.7 X ışını görüntüleme örnekleri (a) Göğüs röntgeni (b) Aorta ait anjiyogram (c) Kafa CT'si (d) Devre kartları (e) Kuğu gözü ((a) ve (c) görüntüleri Dr. David R.Pickens izniyle, Dept.of Radiological Sciences, Vanderbilt University Medical Center, (b) görüntüsü Dr.Thomas R.Gest izniyle, Division of Anatomical Sciences, University of Michigan Medical School, (d) görüntüsü Mr.Joseph E.Pascente izniyle, Lixi, Inc., (e) görüntüsü NASA izniyle.

Mor Ötesi Bandında Görüntüleme



a b

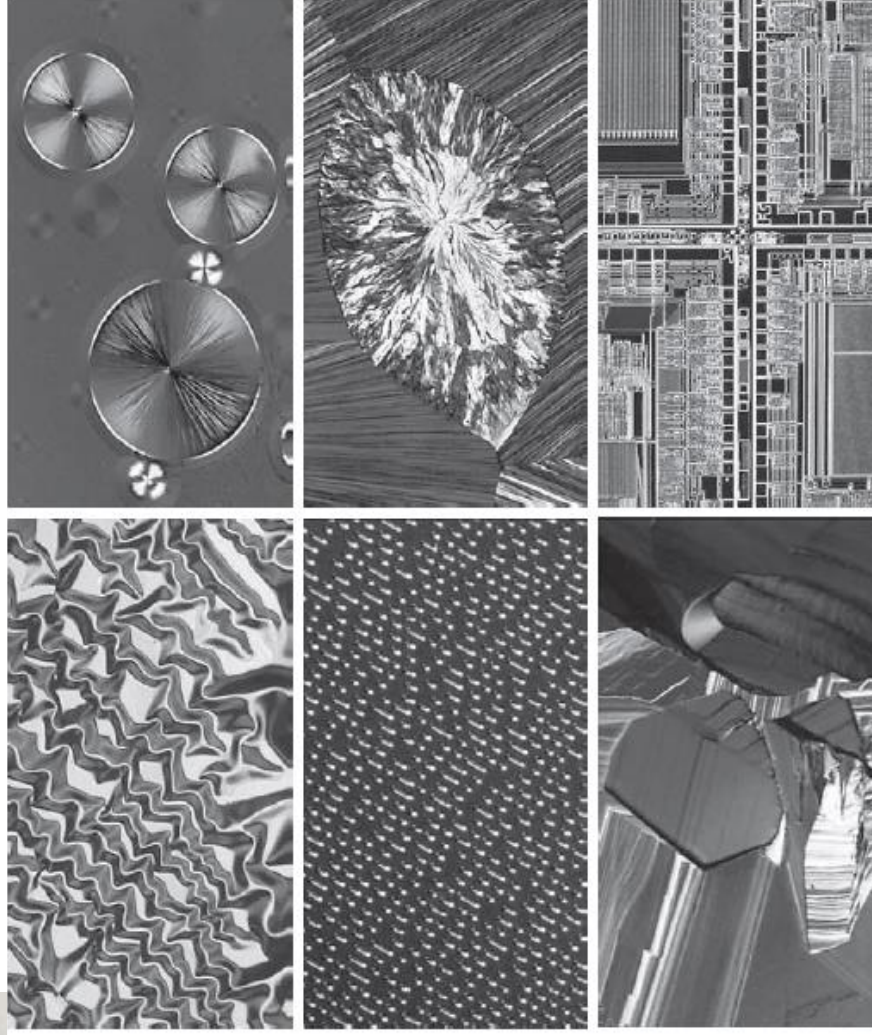
c

ŞEKİL 1.8

Ultraviyole
görüntüleme
örnekleri (a)

Normal mısır (b)
İslî mısır (c) Kuğu
Gözü (görüntü (a)
ve (b) Dr.Michael
W.Davidson
izniyle, Florida
State Univer-
sity, görüntü (c)
NASA izniyle)

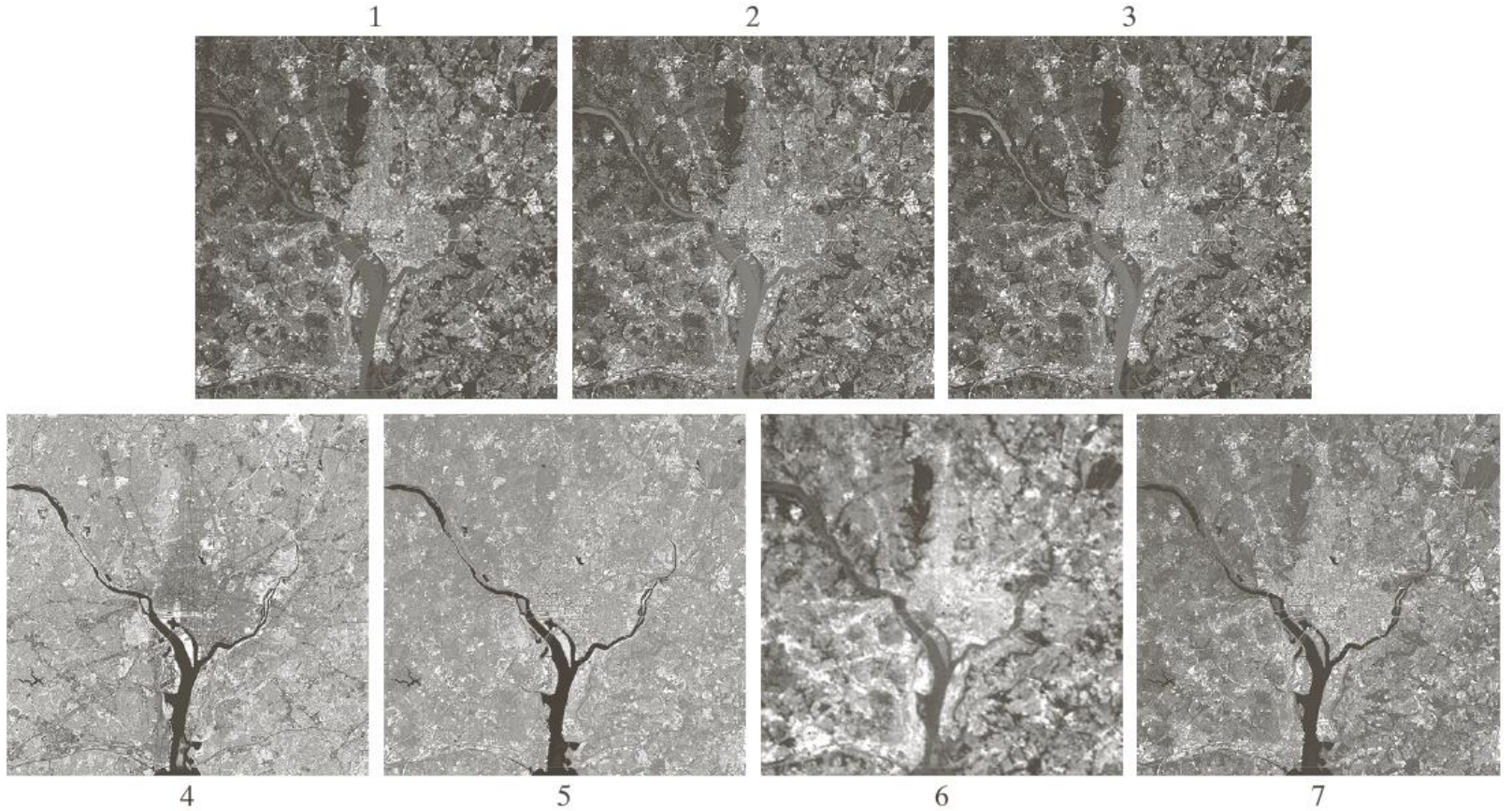
Görünür ve Kızılötesi Bantlarda Görüntüleme



a b c
d e f

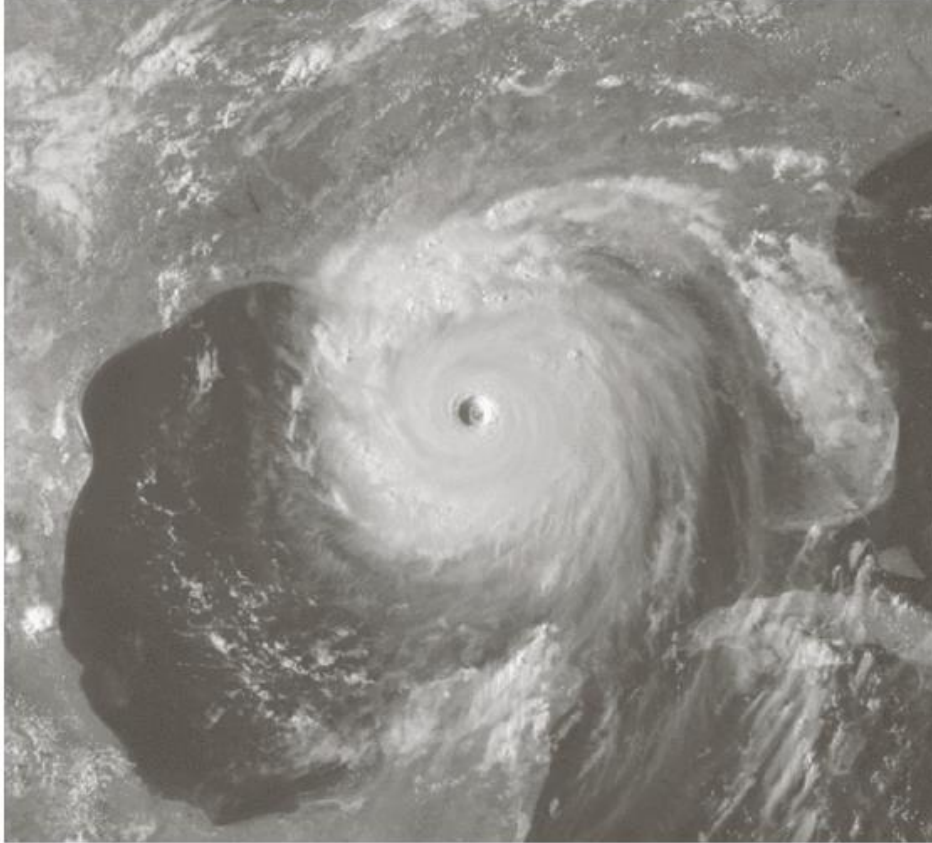
ŞEKİL 1.9 Işık mikroskopisi örnekleri (a) Taxol (kanser önleyici ilaç) $250\times$ büyütülmüş (b) Kolesterol $-20\times$ (c) Mikroişlemci $-60\times$ (d) Nikel oksit ince film $-600\times$ (e) CD yüzeyi $-1750\times$ (f) organik süper iletken $-450\times$ (Görüntüler Dr.Michael W.Davidson izniyle, Florida State University)

Görünür ve Kızılötesi Bantlarda Görüntüleme



ŞEKİL 1.10 Washington D.C. bölgesine ait LANDSAT uydu görüntüleri. Sayılar Tablo 1.1'deki tematik bantları gösterir. (NASA izinli görüntüler)

Görünür ve Kızılötesi Bantlarda Görüntüleme



ŞEKİL 1.11
29 Ağustos
2005'de
çekilen Katrina
Kasırgasının
görüntüsü.
(NOAA izniyle)

Görünür ve Kızılötesi Bantlarda Görüntüleme



ŞEKİL 1.12

Amerika kıtasının
kızılötesi uydu
görüntüleri.

Küçük gri harita
referans amaçlı
verilmiştir.
(NOAA izniyle)

Görünür ve Kızılötesi Bantlarda Görüntüleme

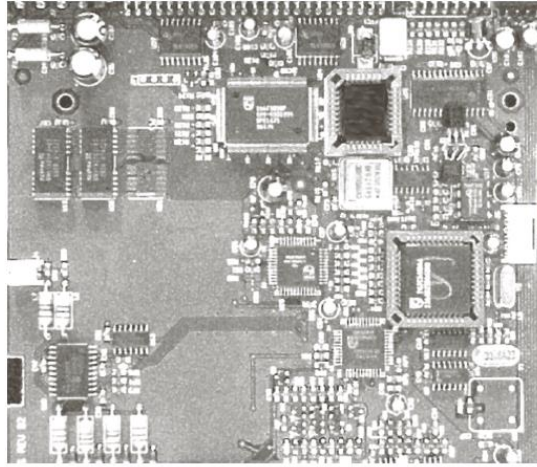


ŞEKİL 1.13

Dünyanın geri kalan kısmının infrared uydu görüntüleri.

Küçük gri harita referans amaçlı verilmiştir.
(NOAA izniyle)

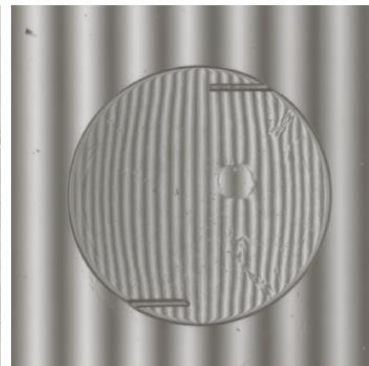
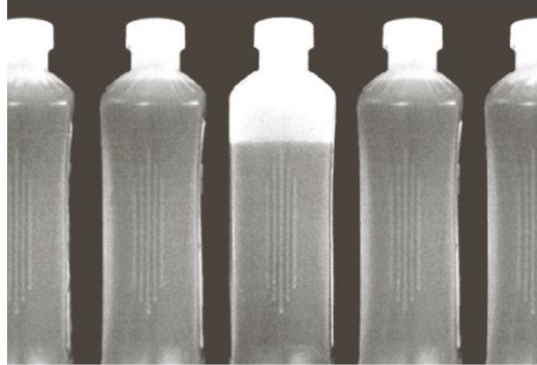
Görünür ve Kızılötesi Bantlarda Görüntüleme



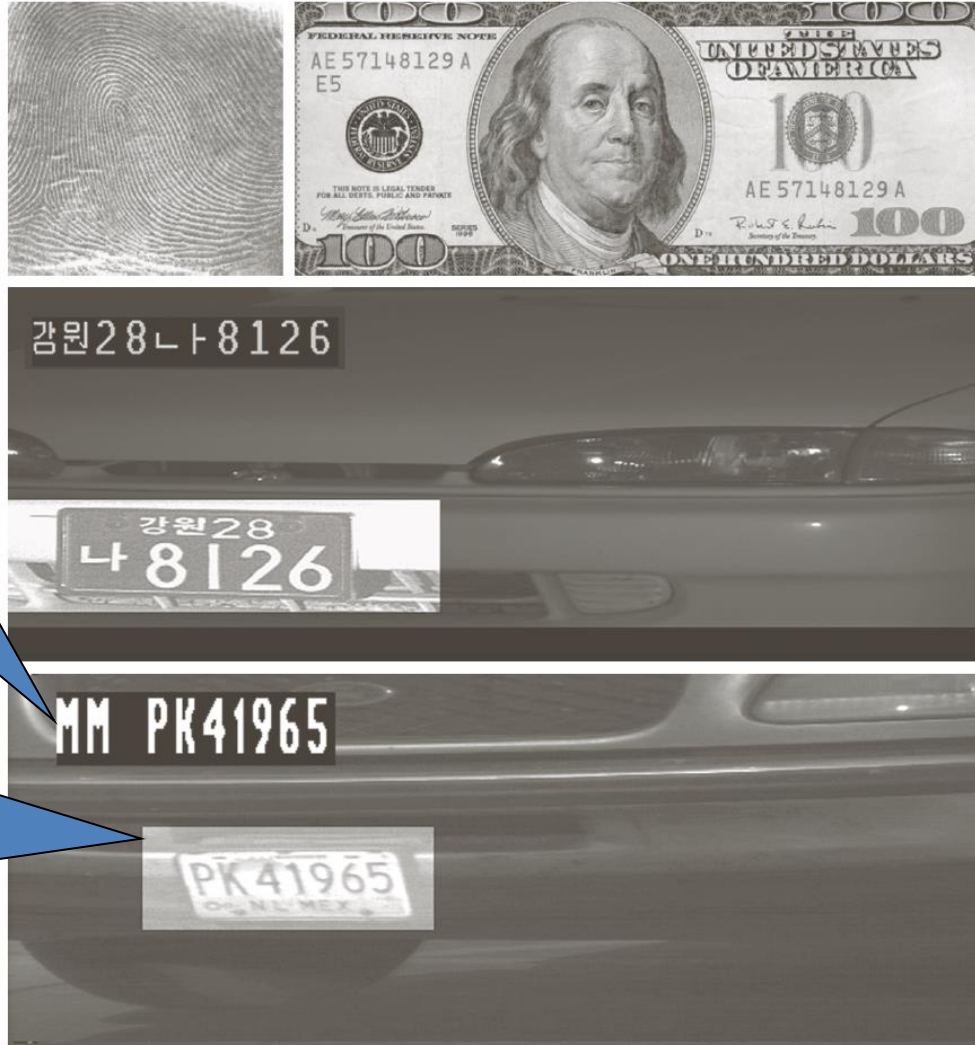
a b
c d
e f

ŞEKİL 1.14

Sıklıkla sayısal görüntü işleme ile kontrol edilen imalatlardan bazı örnekler. (a) Devre kontrol kartı (b) Paketlenmiş haplar (c) Şişeler (d) Saydam bir plastik üründeki hava kabarcıkları (e) Mısır gevreği (f) Göz içi implant (Şekil (f) Mr.Pete Sites izniyle, Perceptics Corporation)



Görünür ve Kızılötesi Bantlarda Görüntüleme



Plaka içeriklerinin sistem tarafından otomatik olarak okunması sonuçları

Görüntüleme sisteminin plakayı tespit ettiği alan

a b
c d

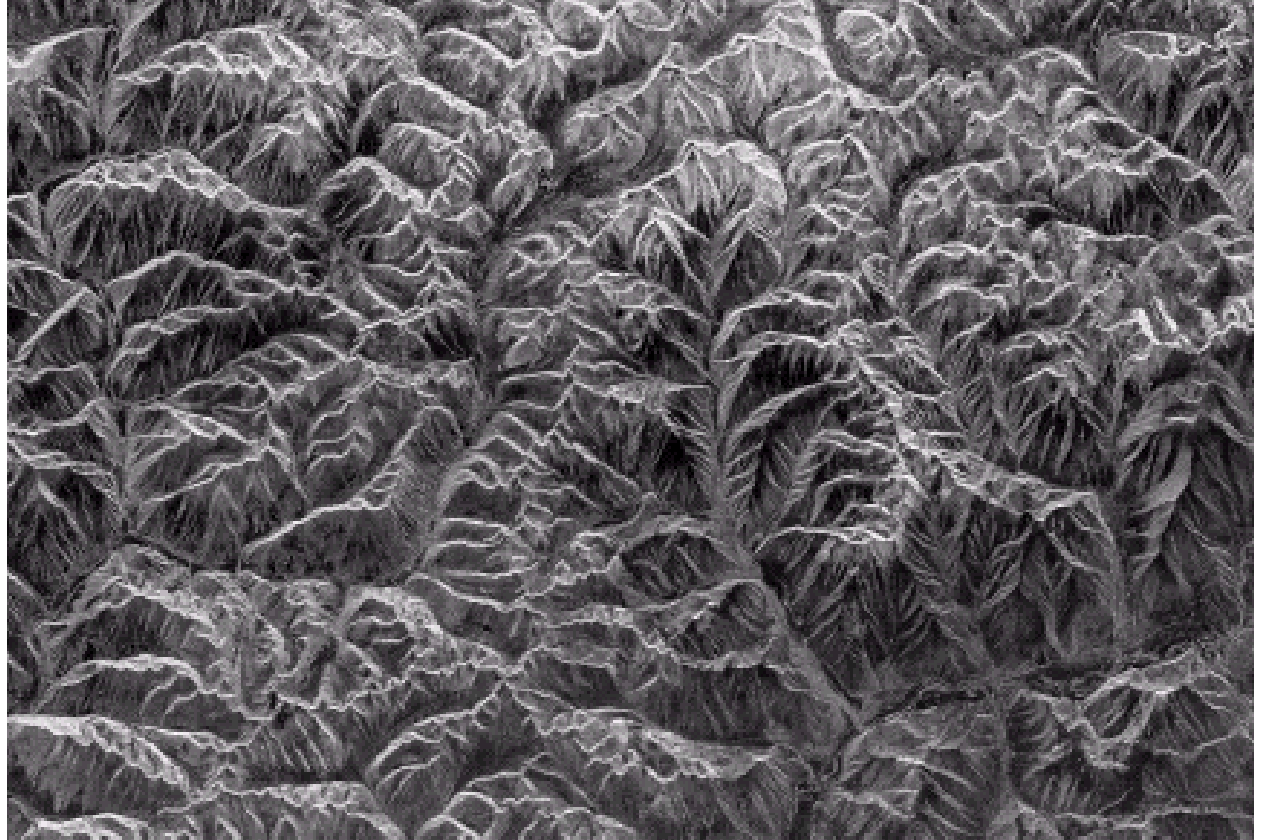
ŞEKİL 1.15

Görünür spektrumdaki görüntüleme örnekleri. (a) Baş parmak izi (b) Kağıt para (c) ve (d) Otomatik plaka okuma (Şekil (a) National Institute of Standards and Technology izniyle, Şekil (c) ve (d) Dr.Juan Herrera izniyle, Perceptics Coporation)

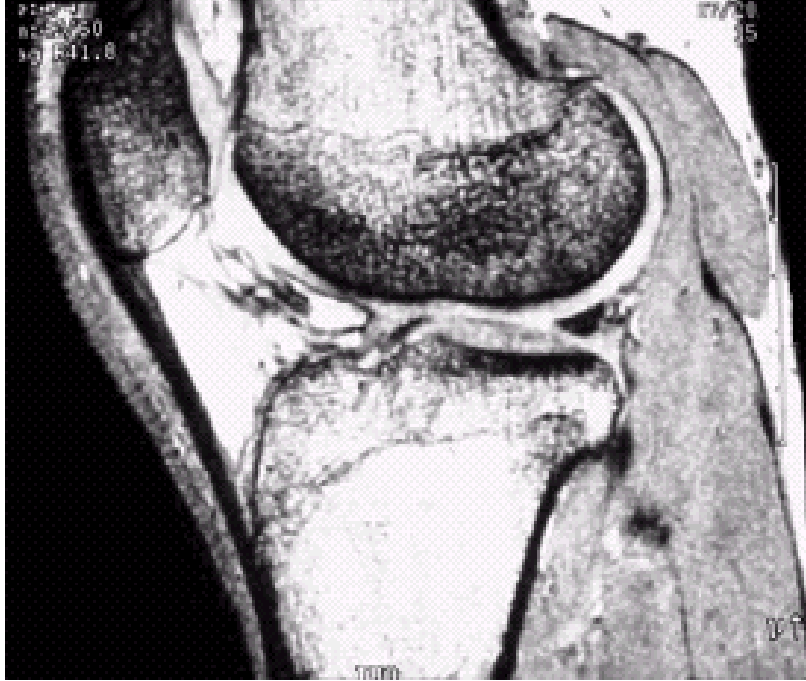
Mikrodalga Bandında Görüntüleme

ŞEKİL 1.16

Güneydoğu
Tibet'teki dağla-
rın uzay radar gö-
rüntüsü (NASA
izniyle)



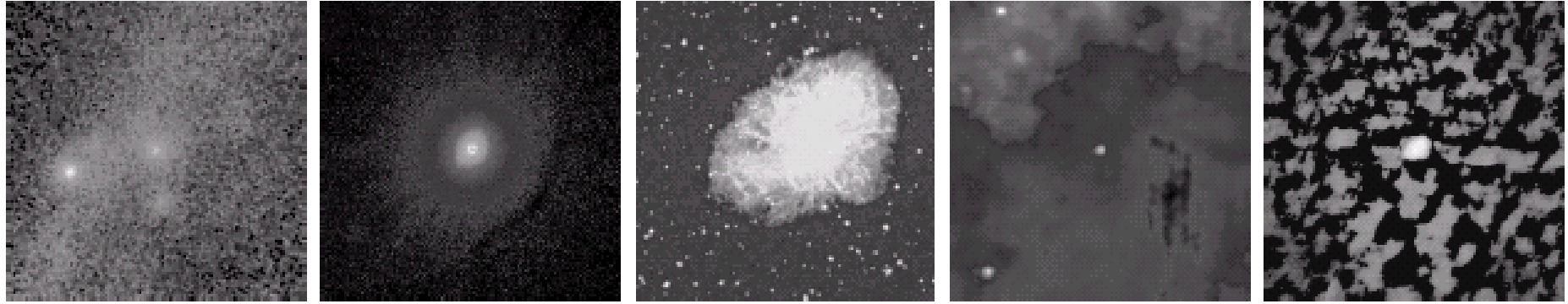
Radyo Bandında Görüntüleme



a b

ŞEKİL 1.17 İnsan MRI görüntüleri (a) Diz (b) Omurga (görüntü (a) Dr.Thomas R.Gest izniyle, Division of Anatomical Sciences, University of Michigan Medical School, görüntü (b) Dr.David R.Pickens izniyle, Department of Radiology and Radiological Sciences, Vanderbilt University Medical Center)

Karşılaştırma Amaçlı Örnek Görüntü



Gamma

X-ray

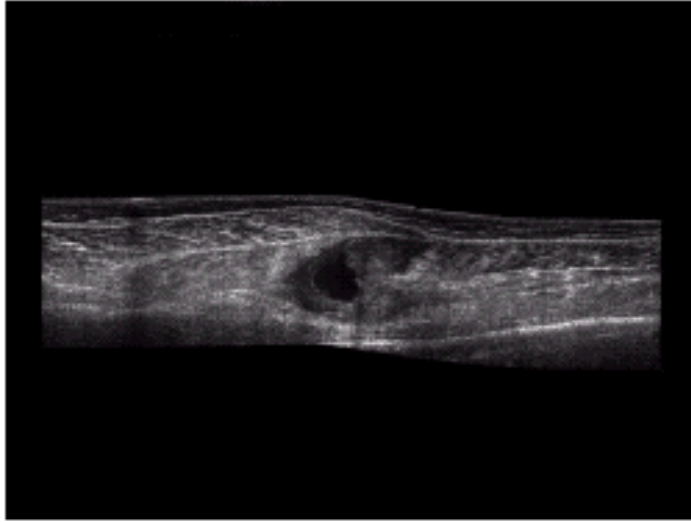
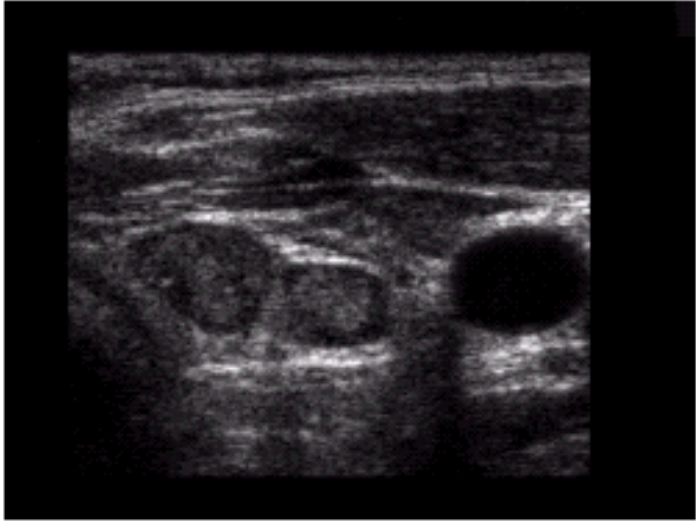
Optical

Infrared

Radio

ŞEKİL 1.18 Herbir görüntünün merkezinde bulunan Yengeç Yıldızının elektromanyetik spektrumu kapsayan görüntüleri. ((NASA izniyle)

Ultrason Görüntüleme

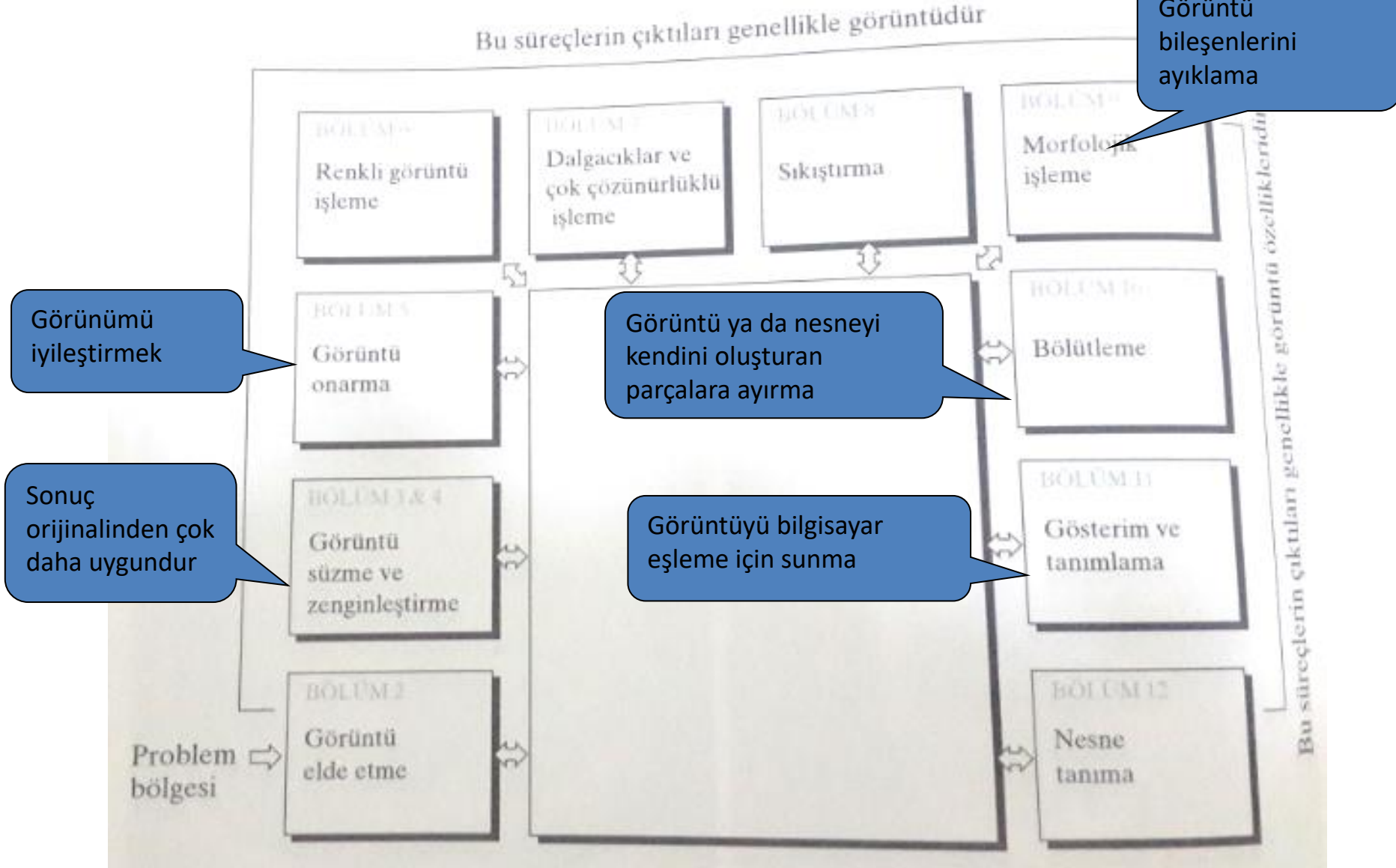


a	b
c	d

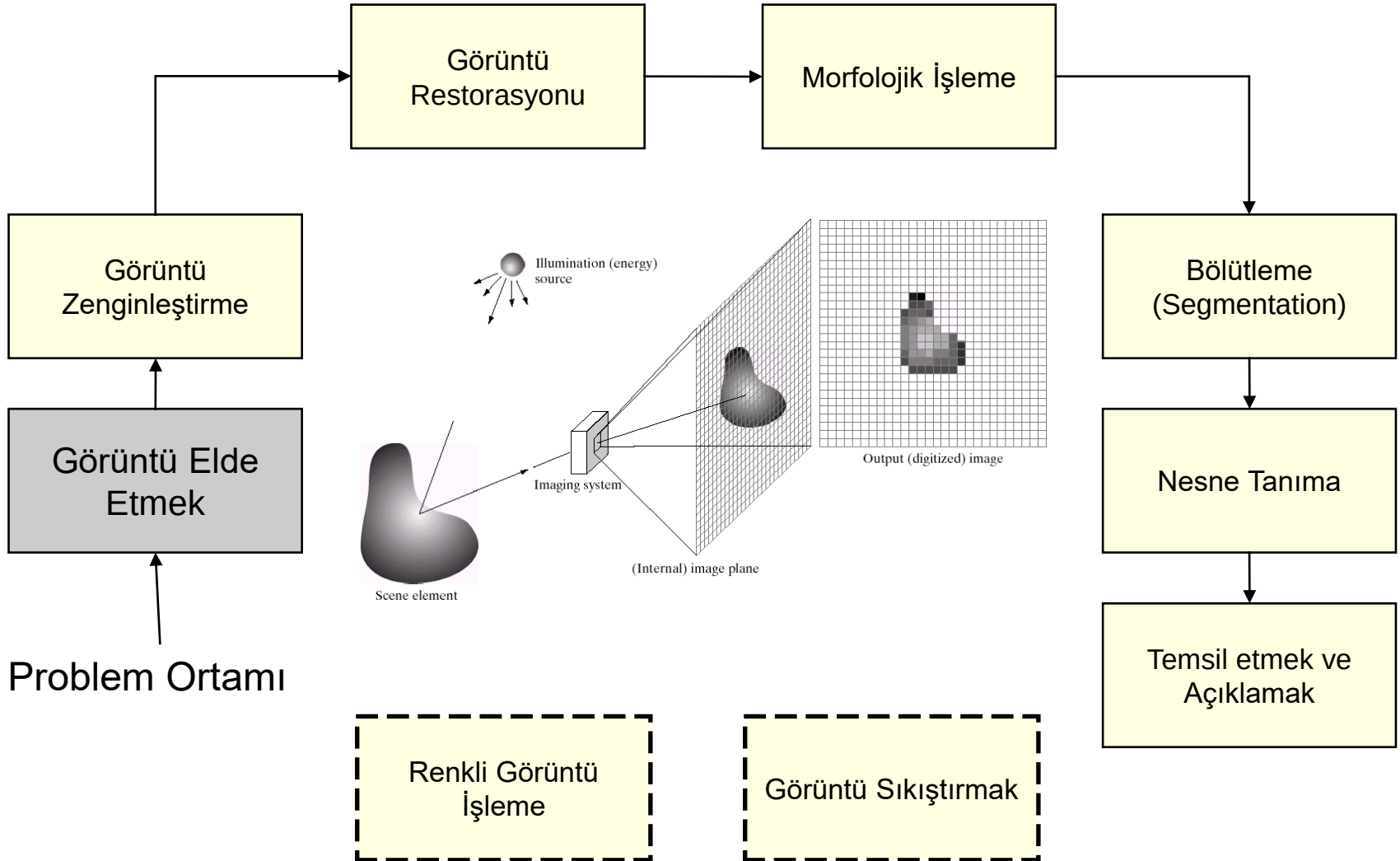
ŞEKİL 1.20

Ultrason görüntüleme örnekleri. (a) Bebek (b) Bebeğin farklı görünüşü (c) Tiroit (d) lezyonu gösteren kas katmanları. (Siemens Medical Systems, Inc., Ultrason Grubu izniyle)

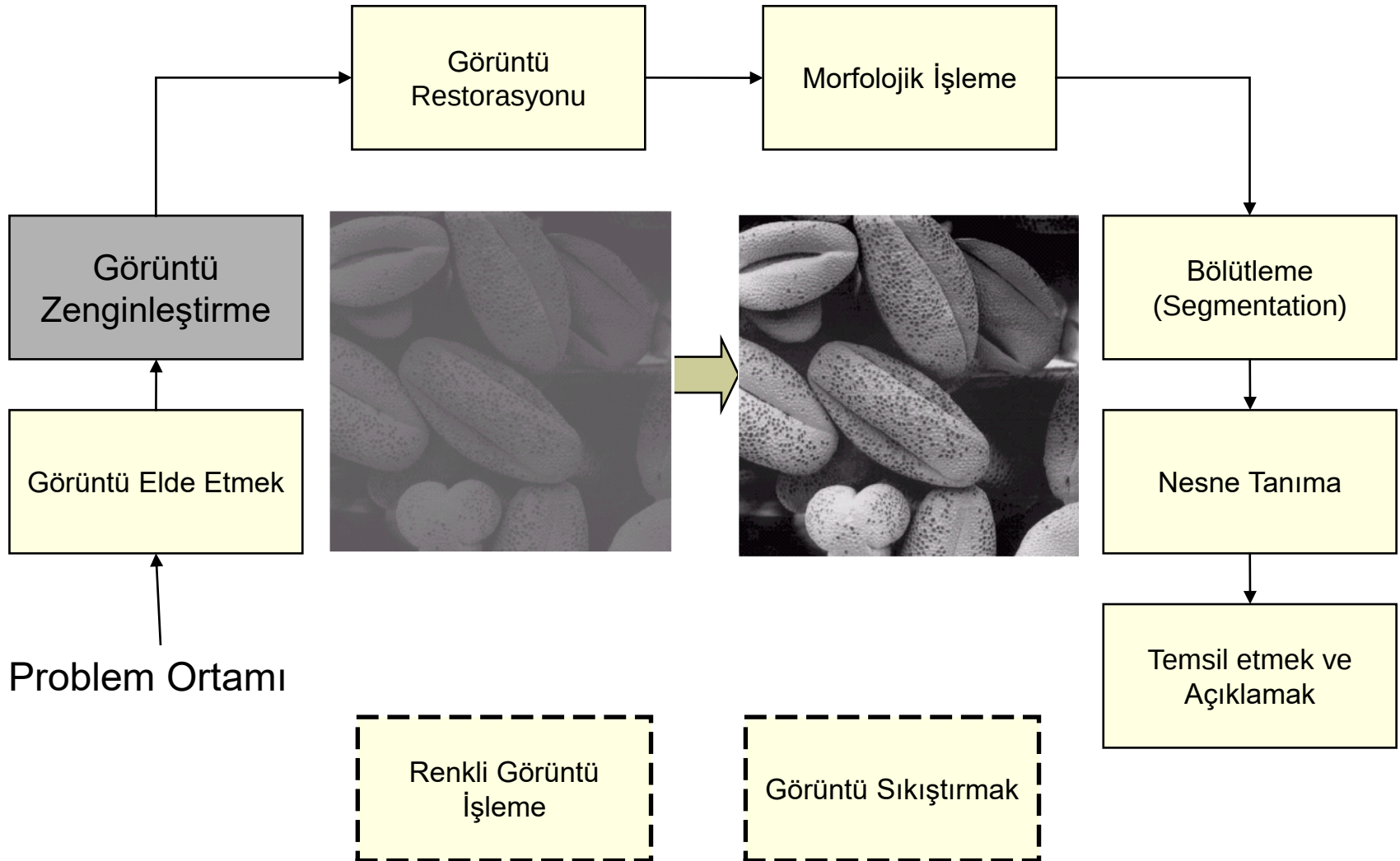
Sayısal Görüntü İşlemedeki Temel Adımlar



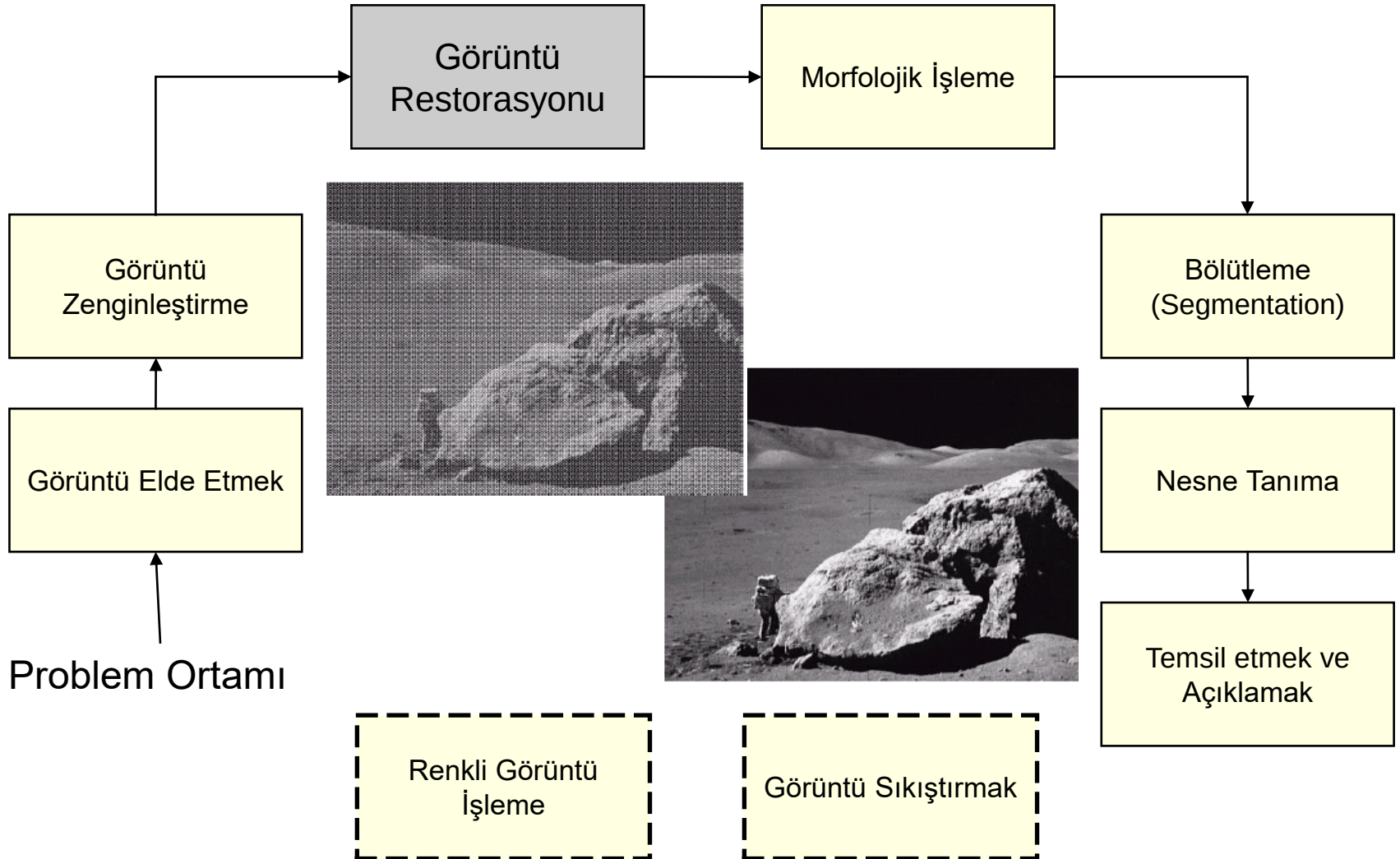
SGİ Temel Adımlar: Görüntü Elde Etmek



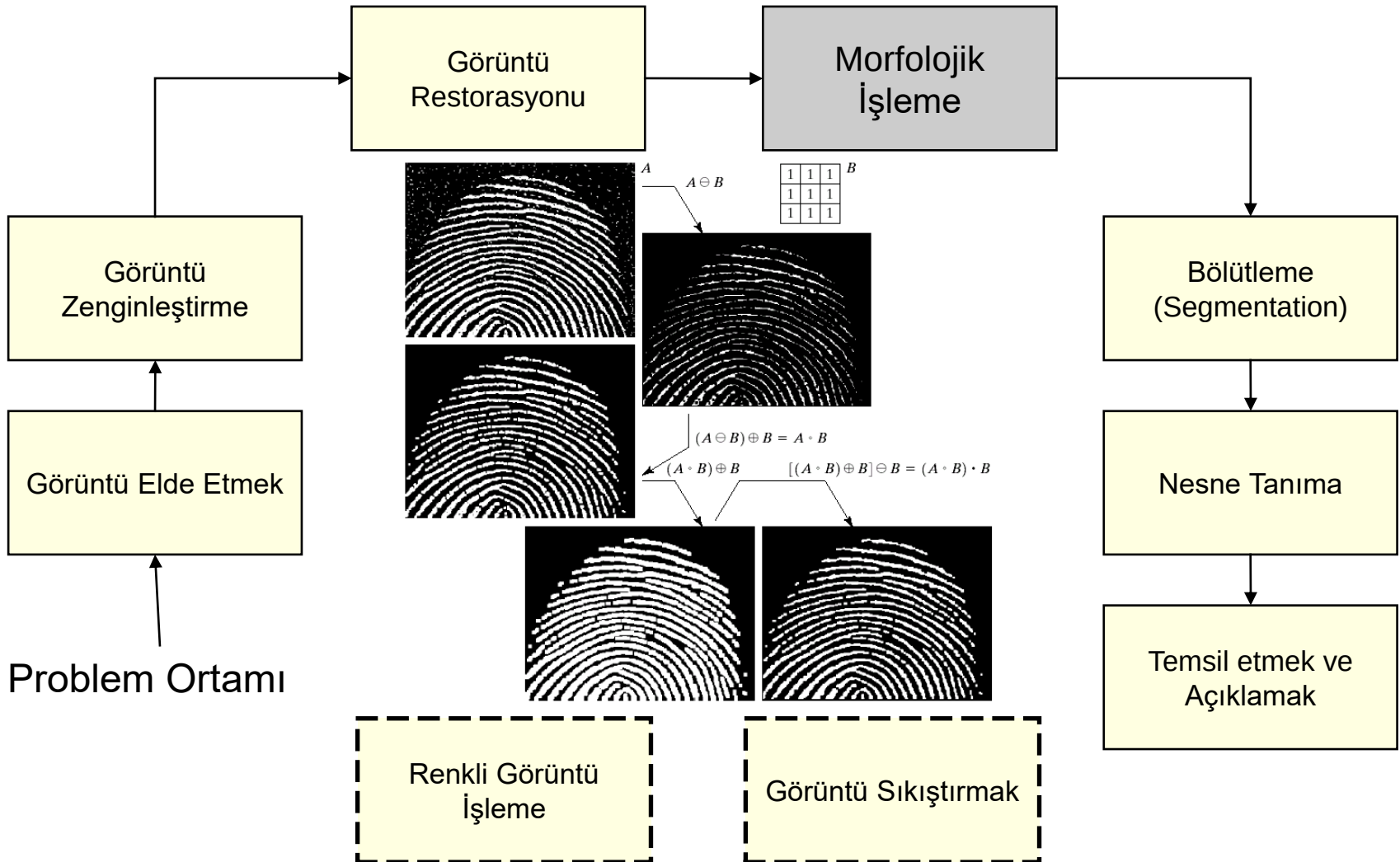
SGİ Temel Adımlar: Görüntü Zenginleştirme



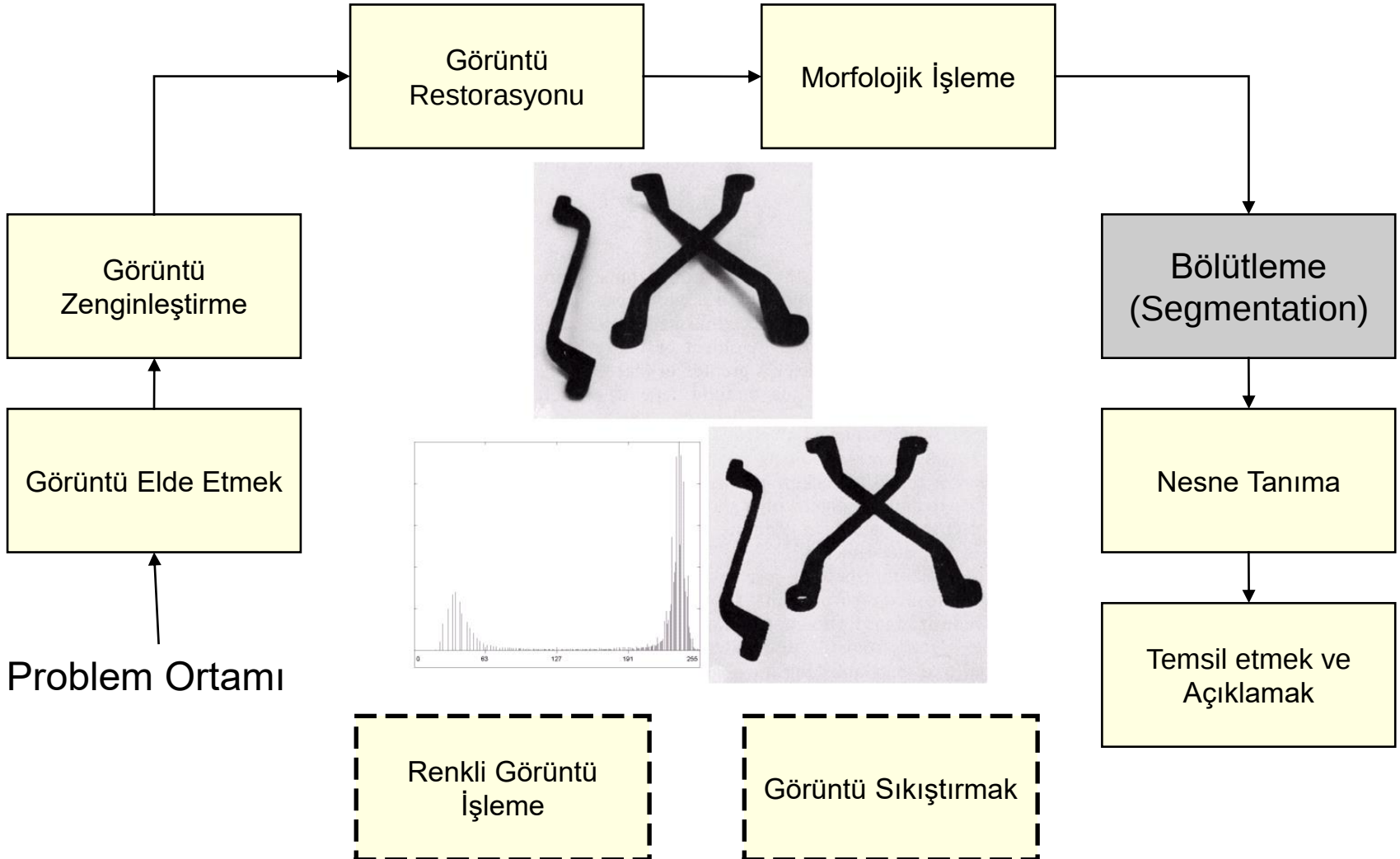
SGİ Temel Adımlar: Görüntü Restorasyonu



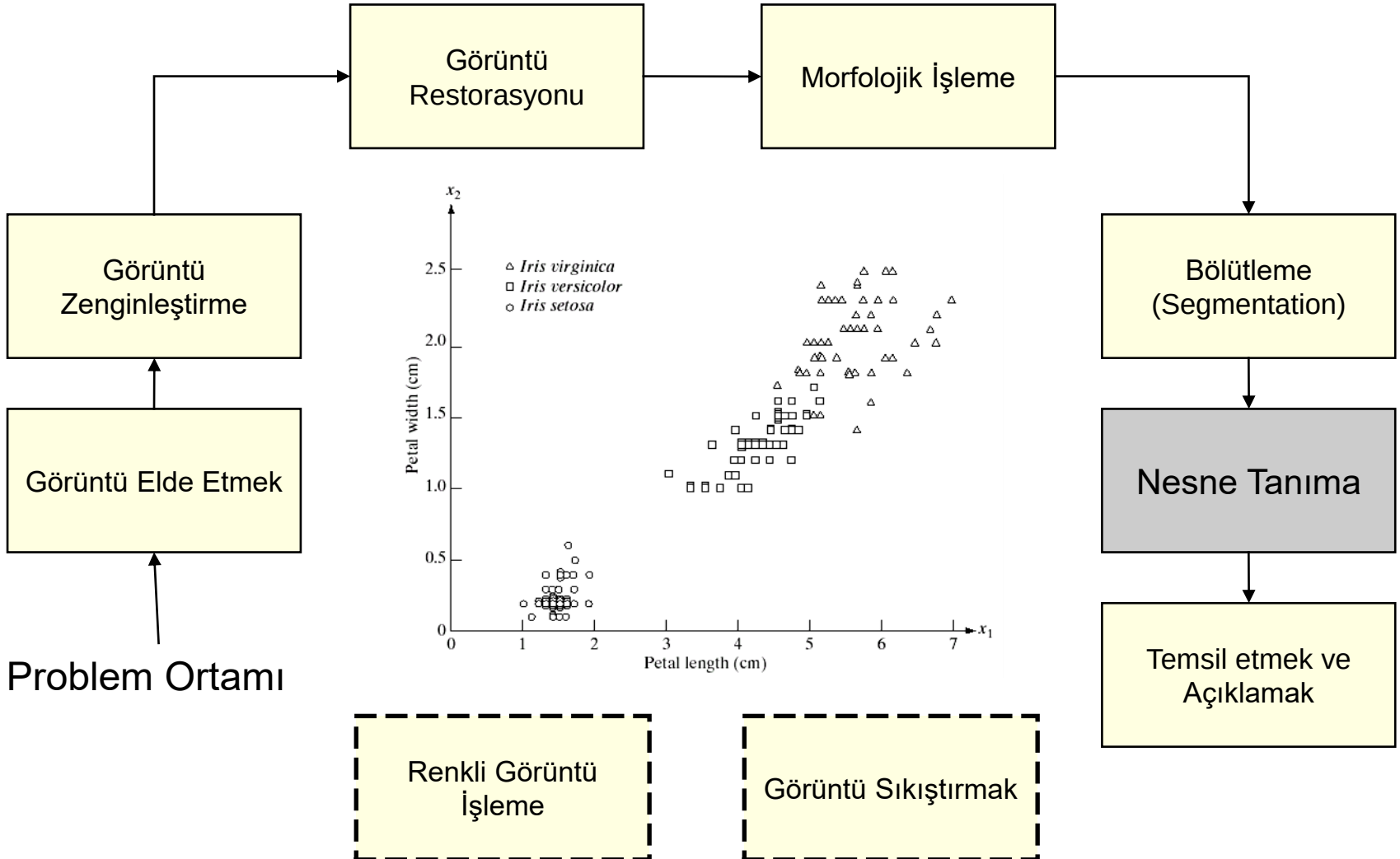
SGİ Temel Adımlar: Morfolojik İşleme



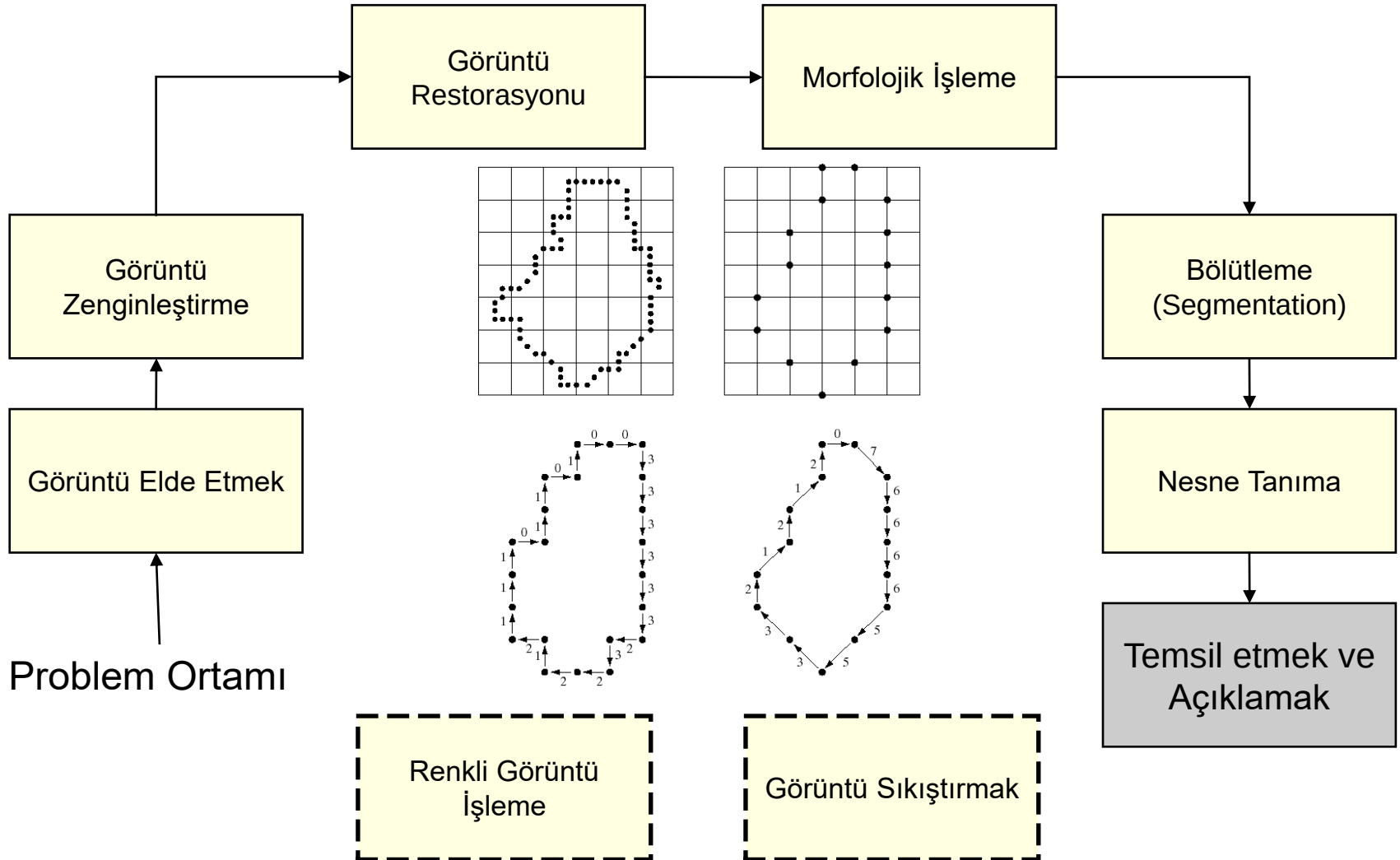
SGİ Temel Adımlar: Bölütleme



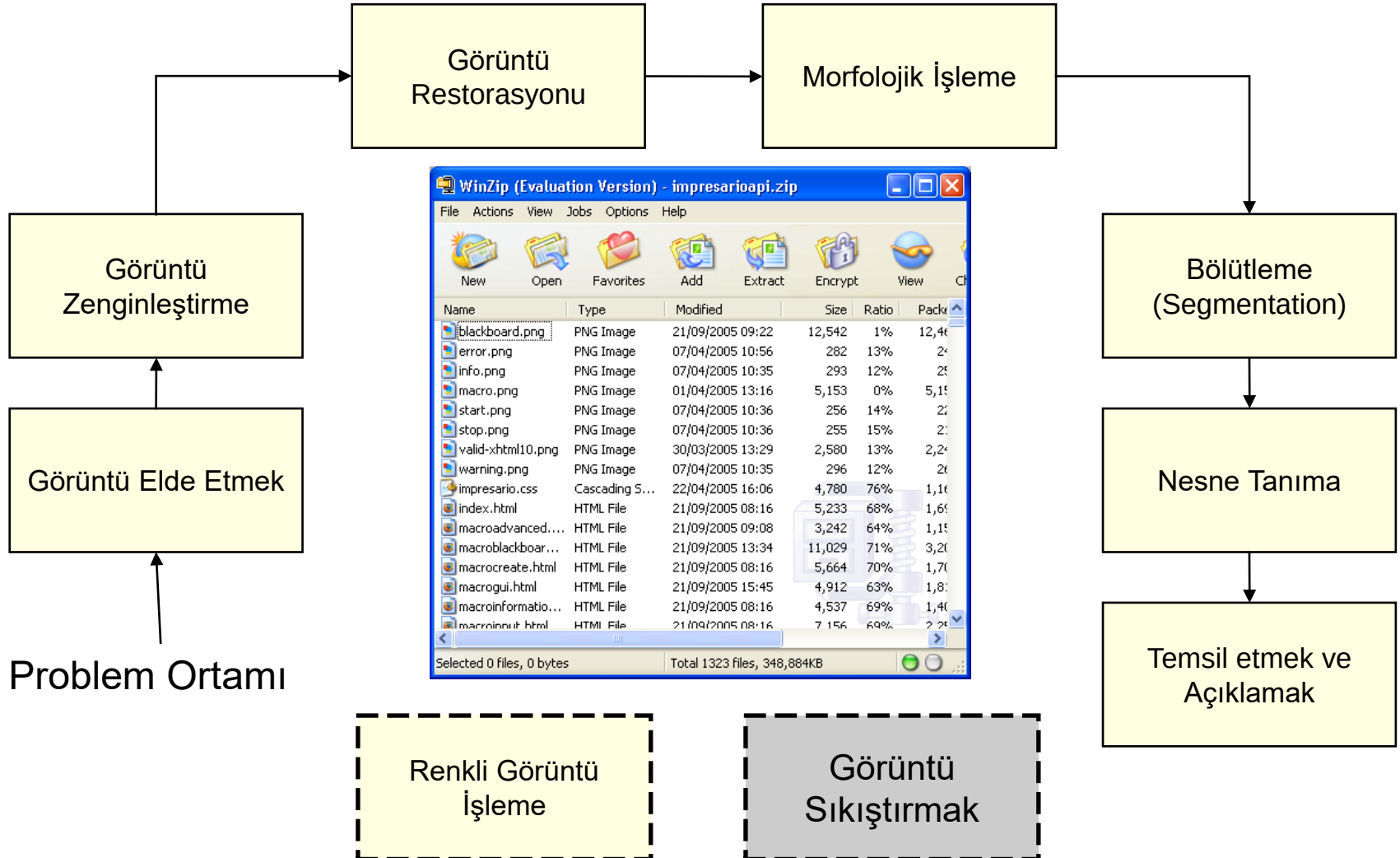
SGİ Temel Adımlar: Nesne Tanıma



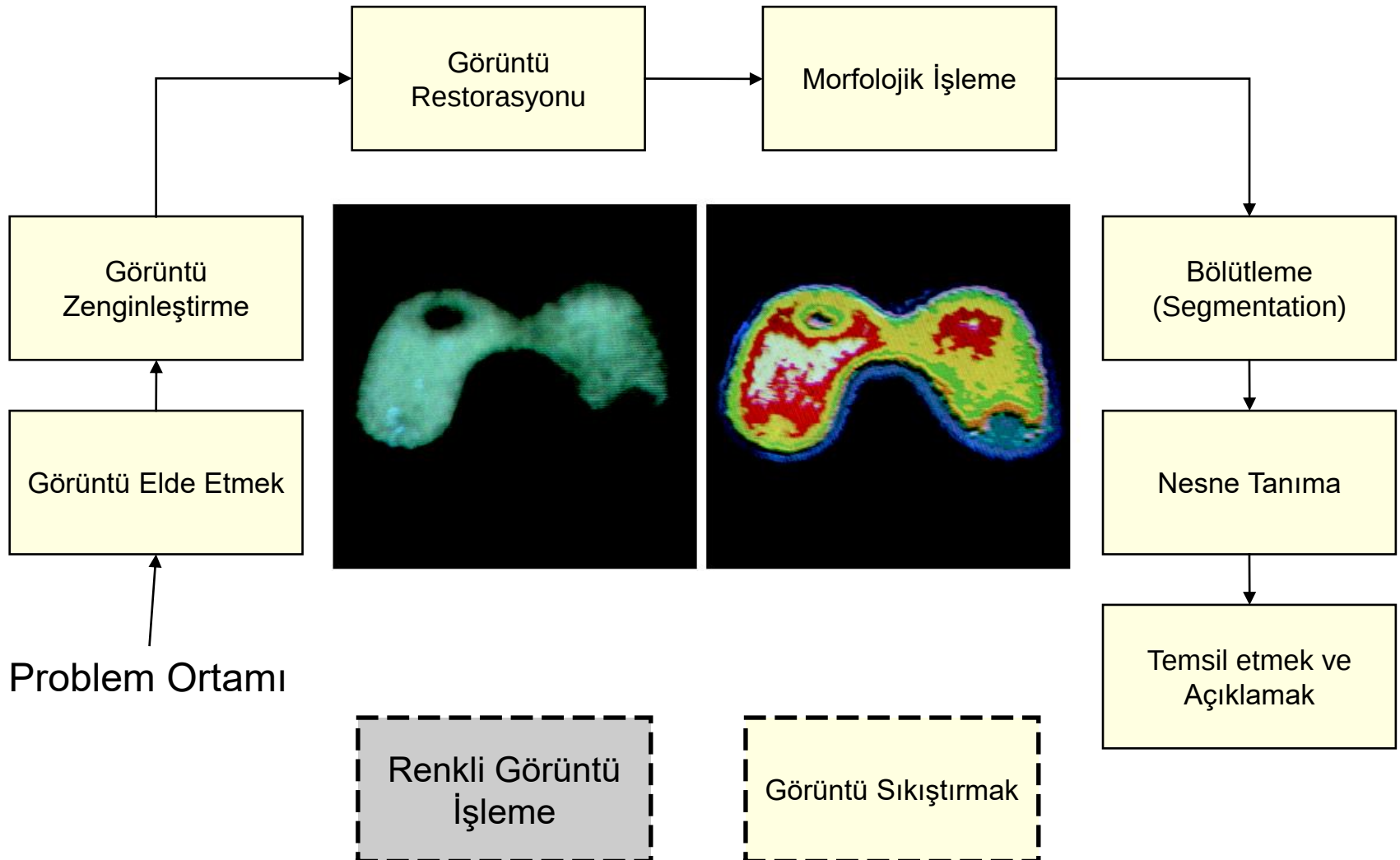
SGİ Temel Adımlar: Temsil Etmek ve Açıklamak



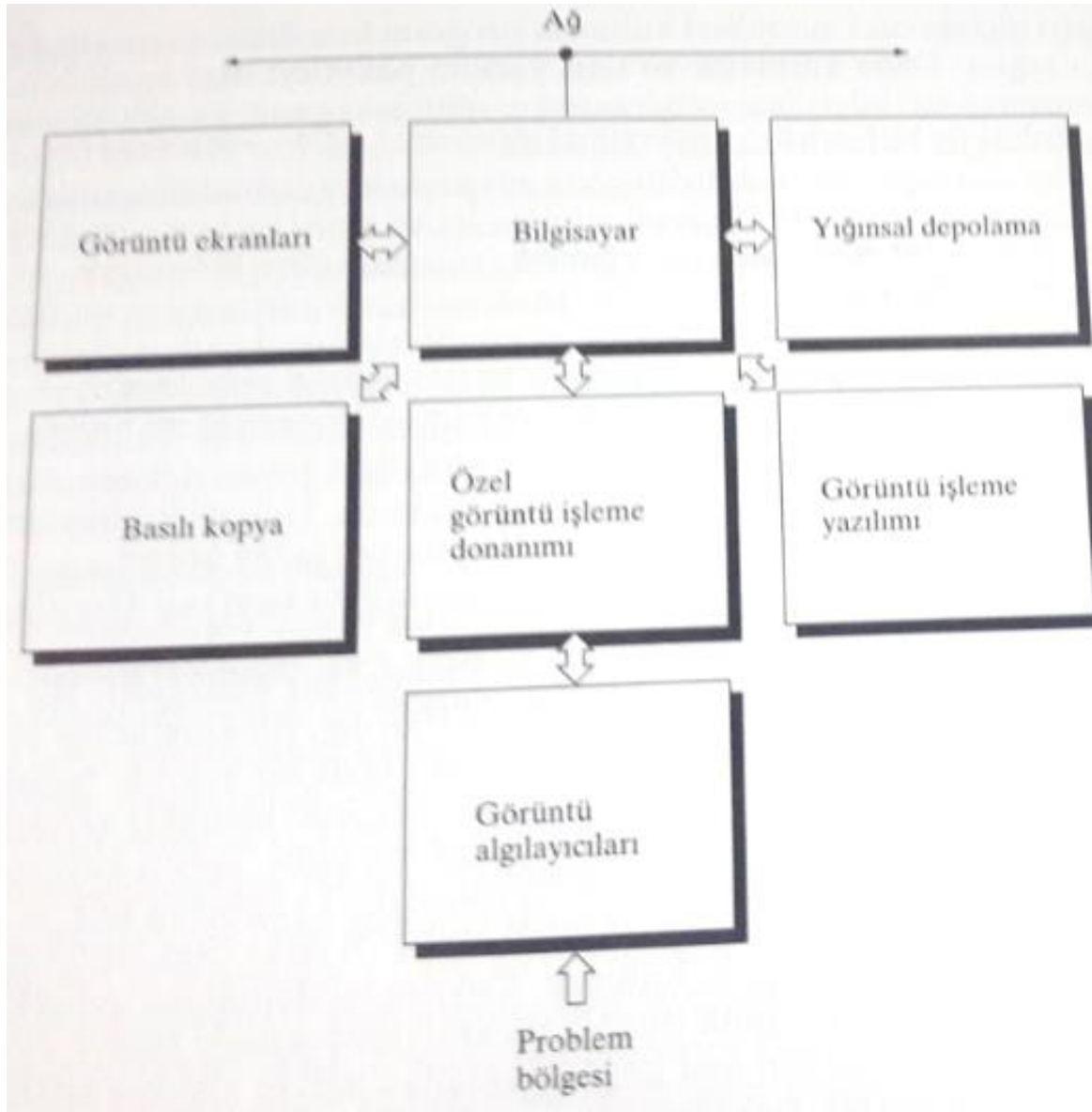
SGİ Temel Adımlar: Görüntü Sıkıştırmak



SGİ Temel Adımlar: Renkli Görüntü İşleme



Bir Görüntü İşleme Sisteminin Bileşenleri



ŞEKİL 1.24

Genel amaçlı bir görüntü işleme sisteminin bileşenleri.

Örnek Problemler

- ▶ Kenar Tespiti
- ▶ Görüntü Gürültü Azaltımı
- ▶ Görüntü Yumuşatma
- ▶ Görüntü Bölütleme
- ▶ Görüntü Çakıştırma
- ▶ Görüntü İçboyama
- ▶ ...

Kenar Tespiti

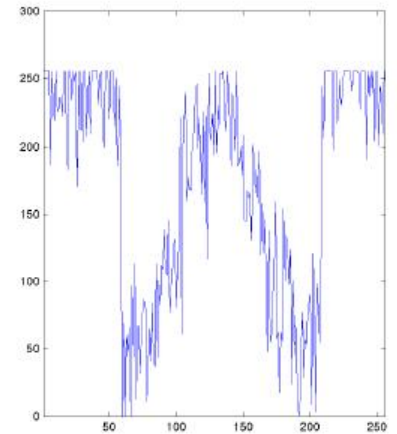
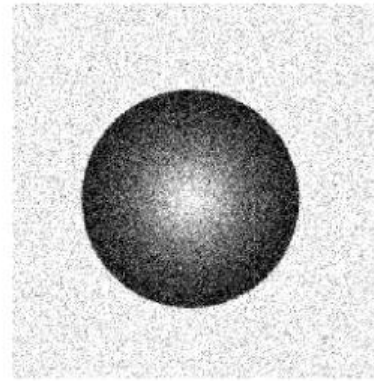
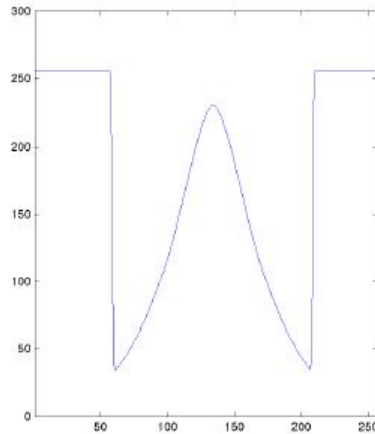


Canny edge detector

- ▶ Kenarlar: yeğinlikteki ani değişiklikler
 - Yeğinlik veya renkteki tekdüzelik
- ▶ Sınırları belirleyen kenarlar

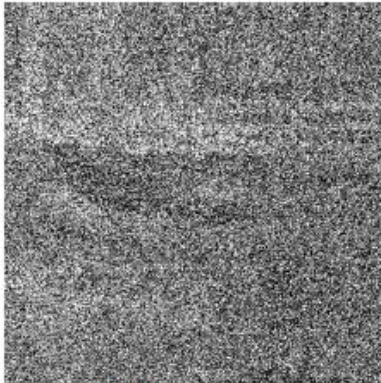
Görüntü Filtreleme

- Zorluk: Alakasız görüntü bilgilerinin bazıları önemli görüntü özellikleri ile benzer özelliklere sahiptir.



Gürültü Azaltma

- Görüntüler % 70 tuz ve biber gürültü ile bozulmuştur.



Gürültülü Giriş

İyileşen Görüntü

Orijinal Görüntü

R. H. Chan, C.-W. Ho, and M. Nikolova, Salt-and-Pepper Noise Removal by Median-Type Noise Detectors and Detail-Preserving Regularization. IEEE TIP 2005

Görüntü Yumuşatma



L. Xu, C. Lu, Y. Xu, J. Jia, Image Smoothing via L0 Gradient Minimization, SIGGRAPH ASIA 2011

Görüntü Bölütleme

- Bir görüntüyü görüntüdeki nesneler ile ilgili anlamlı bölgelere ayırın.

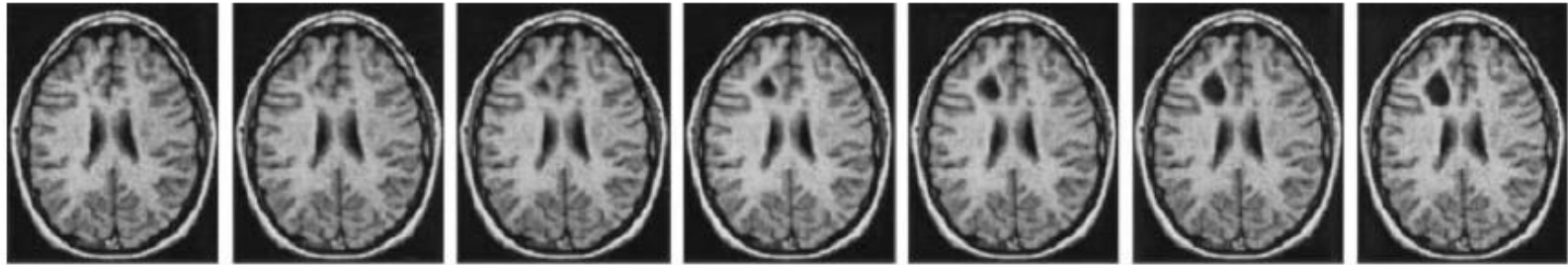


Figures: A. Erdem

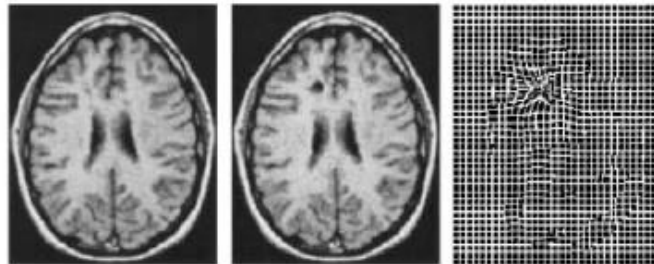
Görüntü Çakıştırma



Fig. 2. An example of a geodesic between images (original images taken from the Olivetti face database). The three intermediate images are generated by the optimization algorithm.



A tumor progressively appearing on a brain



Tumor: Reference image, registered target and deformation

(top) Alain Trounev and Laurent Younes, Metamorphoses Through Lie Group Action, Found. Comput. Math., 2005

(bottom) M. I. Miller and L. Younes, Group Actions, Homeomorphisms, and Matching: A General Framework, IJCV, 2001

Görüntü İçboyama

- Görüntülerin kaybolan veya bozulan parçalarını yeniden onarmak.



Python Görüntü İşleme Araç Kutusu

- ▶ Python
- ▶ OpenCV
- ▶ vb.

Görüntü İşleme Araç Kutuları ve Yazılımlar

- ▶ Python kütüphanelerinden birisi olan numpy, matrisler üzerinde çalışmak için geliştirilmiştir. Görüntüler matristir!
- ▶ Görüntü işleme, analiz, görselleştirme ve algoritma geliştirme için referans standardı **algoritmalar**, **fonksiyonlar** ve **uygulamaların** kapsamlı bir kümesini sağlar.
- ▶ Görüntü analizi, **görüntü bölütleme**, **görüntü iyileştirme**, gürültü azaltma, geometrik dönüşümler ve görüntü çakıştırma yapabilirsiniz.
- ▶ Birçok araç fonksiyonları sayesinde çok çekirdekli işlemcileri, GPU'ları ve C-kod üretimini destekler.

OpenCV

- ▶ OpenCV anlamı Intel® Open Source Computer Vision Library.
- ▶ C fonksiyonlarının ve popüler Görüntü İşleme ve Bilgisayarla Görme algoritmalar uygulayan bazı C++ sınıflarının bir koleksiyonudur.
- ▶ C++, C, Python ve Java arayüzü vardır ve Windows, Linux, Mac OS, iOS ve Android destekler.
- ▶ Ticari ve ticari olmayan kullanımlar için ücretsizdir.
- ▶ Optimize edilmiş C/C++ ile yazılmış kütüphane sayesinde çok çekirdekli işlemekten yararlanabilirsiniz.
- ▶ Sourceforge'da mevcut
 - <http://opencv.org/>
 - <http://sourceforge.net/projects/opencvlibrary/>

OpenCV İle Neler Yapılabilir?

- Sabit görselleri, videoları veya web kamera görüntülerini okuyup kaydetme
- Yüzleri ve yüz özelliklerini saptama
- Görsellerdeki belirli şekilleri saptama
- Görseller üzerindeki yazıları saptama (plaka, para, vb.)
- El yazısı çözümleme
- Nesne saptama – DarkNet YOLO
- Nesne sayma
- Otomatik oyun oynama
- Yüzlerdeki duygu ifadelerini yakalama
- Araç takibi
- Renk takibi
- Hareket takibi
- Captcha çözme

Görüntü İşleme Araç Kutuları

► C/C++

- IPL ... : <http://www.cs.nott.ac.uk/~jzg/nottsvision/old/index.html>
- OpenCV: <http://sourceforge.net/projects/opencvlibrary>
- ImageMagick: <http://www.imagemagick.org/>
- Insight Toolkit ITK (medikal görüntü) : <http://www.itk.org/>
- mathtools.net: http://www.mathtools.net/C_C_/Image_Processing/

► Java

- Java Media APIs: JAI, JMF, Java image I/O ...:
<http://java.sun.com/javase/technologies/desktop/media/>
- http://www.mathtools.net/Java/Image_Processing/index.html Python

► Python Imaging Library (PIL)

- <http://www.pythonware.com/products/pil/>
- numpy, scipy

► SciKit

Kaynaklar

- ▶ Sayısal Görüntü İşleme, Palme Yayıncılık, Üçüncü Baskıdan Çeviri (*Orj: R.C. Gonzalez and R.E. Woods: "Digital Image Processing", Prentice Hall, 3rd edition, 2008*).
- ▶ “Digital Image Processing Using Matlab”, Gonzalez & Richard E. Woods, Steven L. Eddins, Gatesmark Publishing, 2009
- ▶ Ders Notları, CS589-04 Digital Image Processing, F.(Qingzhong) Liu, <http://www.cs.nmt.edu/~ip>
- ▶ Ders Notları, BIL717-Image Processing, E.Erdem
- ▶ Ders Notları, EBM537-Görüntü İşleme, F.Karabiber
- ▶ <https://docs.opencv.org/>
- ▶ Bekir Aksoy, Python ile İmgeden Veriye Görüntü İşleme ve Uygulamaları, Nobel Akademik Yayıncılık