

ŞIRNAK ÜNİVERSİTESİ · ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜH.

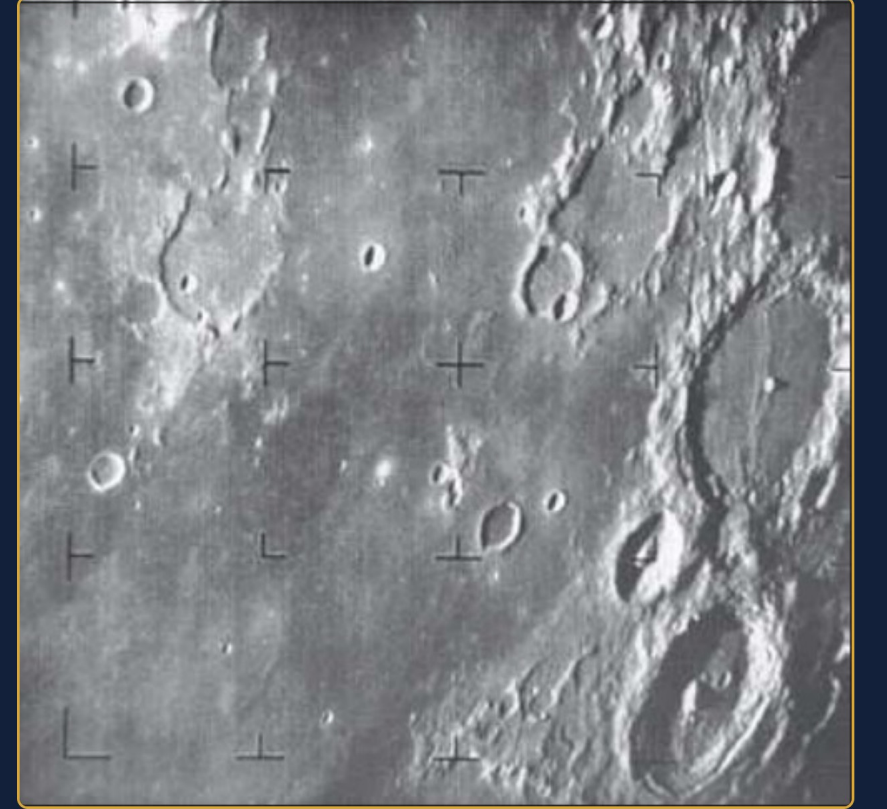
Sayısal Görüntü İşlemeye Giriş

Hafta 1 · Chapter 1 — Introduction

Doç. Dr. Yunus Eği

Yüksek Lisans · 2026–2027 Güz Yarıyılı

“Bir resim on bin kelimeden fazlasına bedeldir.” — Anonim



Ranger 7'nin çektiği ilk Ay görüntüsü, 31 Temmuz 1964
(Şekil 1.4, NASA)

Bölüm sonunda neleri bilmeliyiz?

01

Sayısal görüntü kavramını anlamak

02

Alanın tarihsel temellerine genel bir bakış kazanmak

03

Sayısal görüntü işlemenin tanımını ve kapsamını kavramak

04

EM spektrumunun temellerini ve görüntü oluşumuyla ilişkisini bilmek

05

Uygulama alanlarını ve temel işlem adımlarını tanımak

06

Bir görüntü işleme sisteminin bileşenlerini ve literatürü tanımak

1.1 · TEMEL KAVRAM

Sayısal görüntü nedir?

Görüntü, iki boyutlu bir fonksiyondur: $f(x, y)$

- $x, y \rightarrow$ uzamsal (düzlem) koordinatlar
- f 'nin **genliği** $\rightarrow$ o noktadaki *yoğunluk* ya da *gri seviye*
- x, y ve f değerleri **sonlu ve ayrık** ise $\rightarrow$ *sayısal görüntü*
- Her ögenin bir konumu ve değeri vardır: **piksel** (picture element, pel)
- **Sayısal görüntü işleme:** sayısal görüntülerin sayısal bilgisayarla işlenmesi

y (sütun) $\rightarrow$

$x \downarrow$
(satır)

34	52	71	96	120	141
45	88	132	168	190	176
60	121	176	187	203	158
72	140	199	221	184	120
81	133	170	172	139	90
70	98	118	110	84	55

Sarı çerçeveli piksel: $f(2, 3) = 187$

İşleme, analiz ve görü: bir süreklilik

Düşük seviye

Girdi: görüntü → Çıktı: görüntü

Gürültü azaltma, kontrast iyileştirme, keskinleştirme gibi ilkel işlemler

Orta seviye

Girdi: görüntü → Çıktı: öznitelik

Bölütleme; nesnelerin tanımlanması ve sınıflandırılması (kenar, kontur, nesne kimliği)

Yüksek seviye

Tanınan nesneleri anlamlandırma

Görüntü analizi ve bilgisayarlı görü: insan görmesinin bilişsel işlevleri

Kitaptaki tanım: girdisi ve çıktısı görüntü olan süreçler + tek tek nesnelerin *tanınmasına kadar* öznitelik çıkaran süreçler.

Örnek — otomatik metin okuma: görüntüyü edinme, ön işleme, karakterleri bölütleme, tanımlama ve tanıma kapsam içinde; sayfanın “anlamını çıkarmak” ise görüntü analizi / bilgisayarlı görü alanına girer.

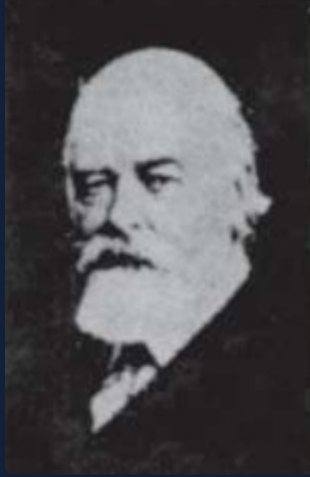
1.2 · TARİHÇE

1920'ler: Atlantik'i kabloyla geçen resimler



1921

Kodlu banttan, özel yazı tipli telgraf yazıcıyla
(Şekil 1.1)



1922

Delikli bant +
fotoğrafik baskı
(Şekil 1.2)



1929

15 gri tonlu ekipman: Generaller
Pershing ve Foch (Şekil 1.3)

Bartlane sistemi: Londra–New York iletimi 1 haftadan 3 saatin altına · 5 gri
seviye → 1929'da 15

Bilgisayar kullanılmadığı için “sayısal görüntü
işleme” sayılmaz

1.2 · TARİHÇE

Görüntü işleme, bilgisayarla birlikte doğdu

1940'lar

von Neumann: kayıtlı program belleği ve koşullu dallanma
→ CPU

1948

Bell Laboratuvarları'nda transistörün icadı

1950–60'lar

COBOL ve FORTRAN üst düzey programlama dilleri

1958

Texas Instruments'ta tümleşik devre (IC)

1960'lar

İşletim sistemlerinin geliştirilmesi

1970'ler

Intel mikroişlemcisi: CPU, bellek ve G/Ç tek yongada

1981

IBM kişisel bilgisayar (PC)

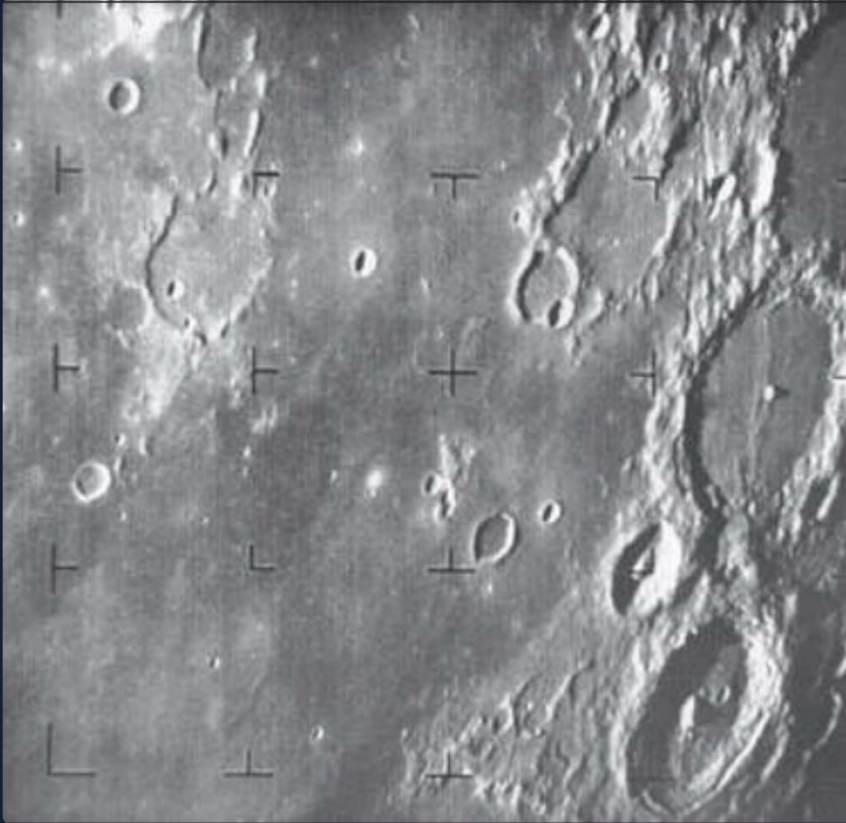
1970'ler →

LSI → VLSI → ULSI:
bileşenlerin minyatürleşmesi

Sayısal görüntüler çok fazla depolama ve hesaplama gücü ister → alanın ilerlemesi bilgisayar, depolama, ekran ve iletim teknolojilerine bağlıdır. **Anlamlı görüntü işleme yapabilen ilk bilgisayarlar: 1960'ların başı.**

1.2 · TARİHÇE

1964: Uzaydan gelen görüntüler bilgisayarla düzeltildi



Ranger 7, 31 Temmuz 1964, saat 09.09 (EDT) — Ay yüzeyine çarpmadan yaklaşık 17 dakika önce (Şekil 1.4)

JPL (Jet Propulsion Laboratory): araç üzerindeki televizyon kamerasından kaynaklanan çeşitli bozulmalar bilgisayarla düzeltildi.

Bu çalışmalar, sonraki Surveyor, Mariner ve Apollo görevlerinde kullanılan iyileştirme ve restorasyon yöntemlerinin temelini attı.

Uzay programı ve tıp: günümüz sayısal görüntü işlemenin iki doğum yeri.

1.2 · TARİHÇE

1970'ler: Tıpta bilgisayarlı tomografi (BT)



Hastayı çevreleyen **dedektör halkası** ve onunla eş merkezli **dönen X-ışını kaynağı**.

Algoritmalar ölçülen veriden nesnenin içinden bir **“dilim”** görüntüsü oluşturur; dilimler birlikte **3-B** bir görünüm verir.

1895 · 1901

Röntgen X-ışınlarını keşfetti; Nobel Fizik Ödülü

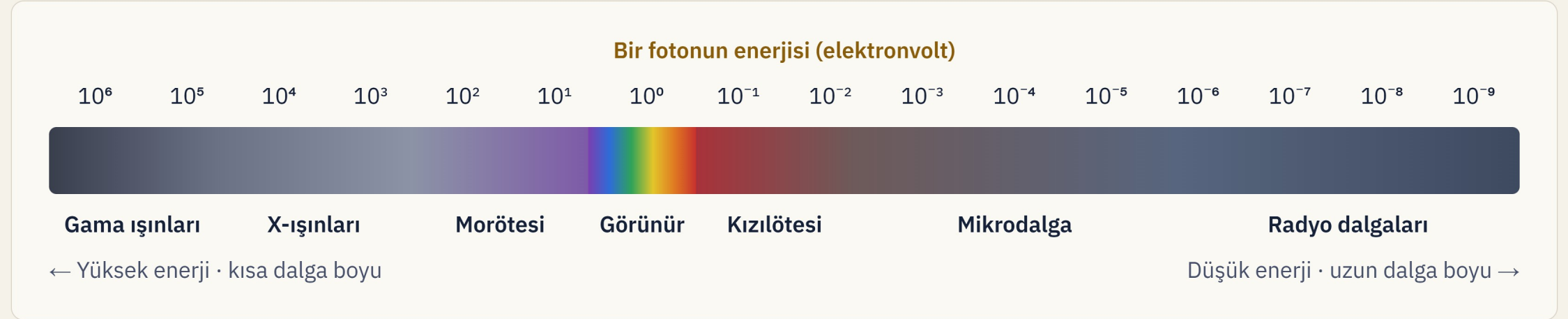
1979

Hounsfield ve Cormack: tomografi için Nobel Tıp Ödülü

Yaklaşık 100 yıl arayla iki buluş, günümüzün en önemli görüntü işleme uygulamalarından birini doğurdu.

1.3 · UYGULAMA ALANLARI

Görüntülerin kaynağı: elektromanyetik spektrum

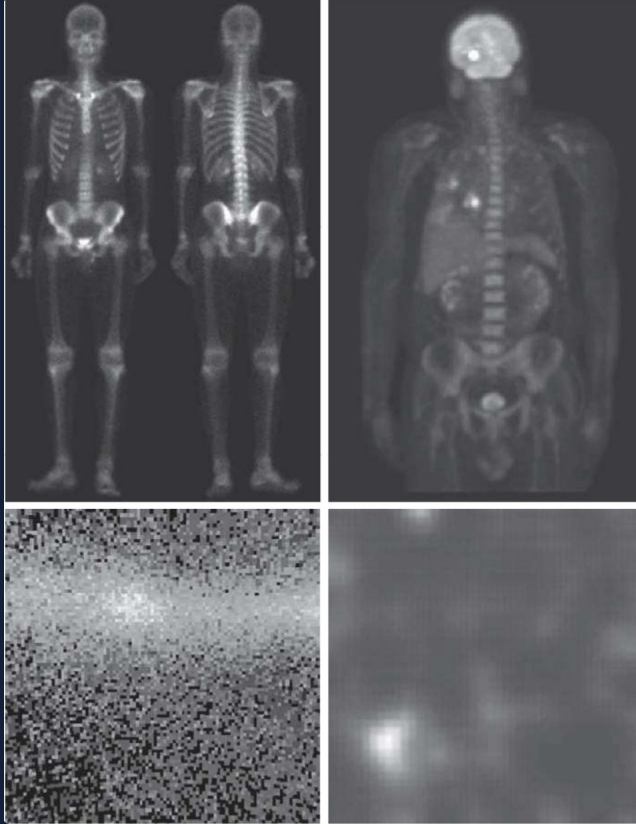


Foton: kütsesiz, dalga biçiminde ışık hızıyla ilerleyen enerji paketi. Enerji frekansla orantılıdır: $E = h\nu$

Bantlar **keskin sınırlı değildir**; birinden diğerine yumuşak geçiş yapar. Uygulamaları bu banttan banda sırayla inceleyeceğiz.

1.3 · GAMA IŞINLARI

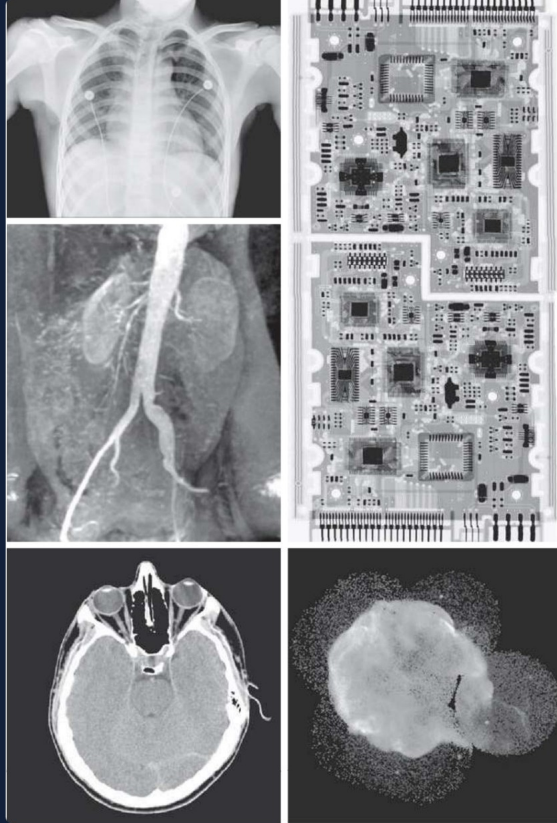
Nükleer tıp ve astronomi



- a Kemik taraması:** hastaya gama yayan radyoaktif izotop verilir; enfeksiyon, tümör gibi kemik patolojilerini bulmakta kullanılır.
- b PET (pozitron emisyon tomografisi):** pozitron bir elektronla karşılaşınca ikisi yok olur ve iki gama ışını çıkar. Görüntüde beyinde ve akciğerde birer tümör beyaz kütle olarak görülür.
- c Cygnus Halkası:** yaklaşık 15.000 yıl önce patlayan bir yıldızın oluşturduğu gaz bulutu — nesnenin kendi doğal radyasyonuyla görüntülendi.
- d Nükleer reaktör vanası:** sol altta güçlü radyasyon bölgesi parlak leke olarak görülür.

1.3 · X-IŞINLARI

Tıbbi tanıdan endüstriyel muayeneye

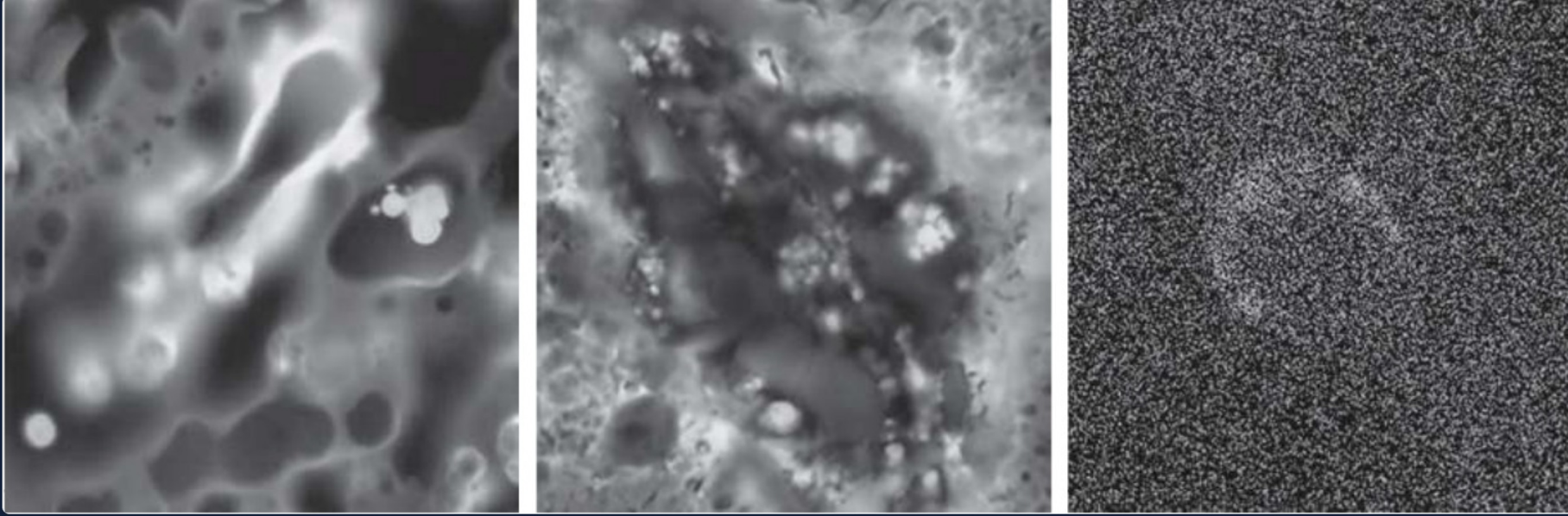


X-ışını tüpü: katot ısıtılır, serbest kalan elektronlar yüksek hızla anoda çarpar. Enerji (girginlik) anot gerilimiyle, miktar filaman akımıyla ayarlanır.

- ↖ **Göğüs röntgeni** — soğurma farkları filmi ya da dedektörü farklı pozlar
- ← **Aort anjiyogramı** — kateterle verilen kontrast madde damarları görünür kılar
- ✓ **Kafa BT** — tomografik kesit
- ↗ **Devre kartı** — eksik parça, kırık iz gibi üretim hataları
- ↘ **Cygnus Halkası** — X-ışını bandında astronomi

1.3 · MORÖTESİ (UV)

Floresan mikroskopu ve astronomi



a Normal mısır (floresan mikroskopu)

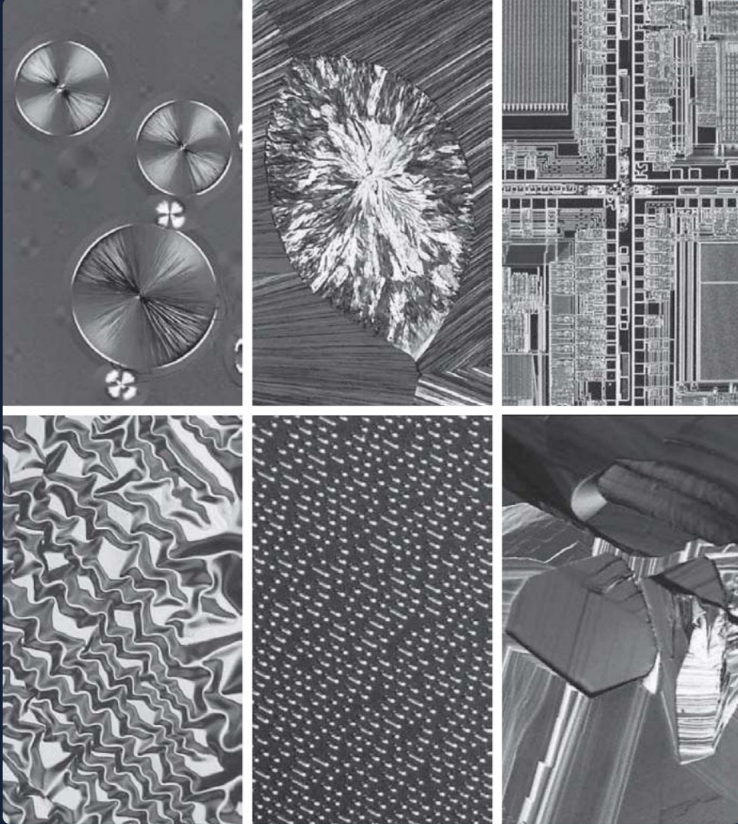
b Rastık (smut) mantarıyla enfekte mısır

c Cygnus Halkası, UV'nin yüksek enerjili bölgesi

Floresans: UV fotonu atomdaki bir elektronu üst enerji seviyesine çıkarır; elektron geri dönerken daha düşük enerjili **görünür ışık** yayar. Kullanım alanları: litografi, endüstriyel muayene, mikroskopi, lazerler, biyolojik görüntüleme, astronomi.

1.3 · GÖRÜNÜR BANT

Işık mikroskobu



İlaçlardan mikro muayeneye ve malzeme karakterizasyonuna kadar geniş bir yelpaze. Soldan sağa, üstten alta:

Örnek	Büyütme
a · Taxol (kanser ilacı)	250×
b · Kolesterol	40×
c · Mikroişlemci	60×
d · Nikel oksit ince film	600×
e · Ses CD'si yüzeyi	1750×
f · Organik süperiletken	450×

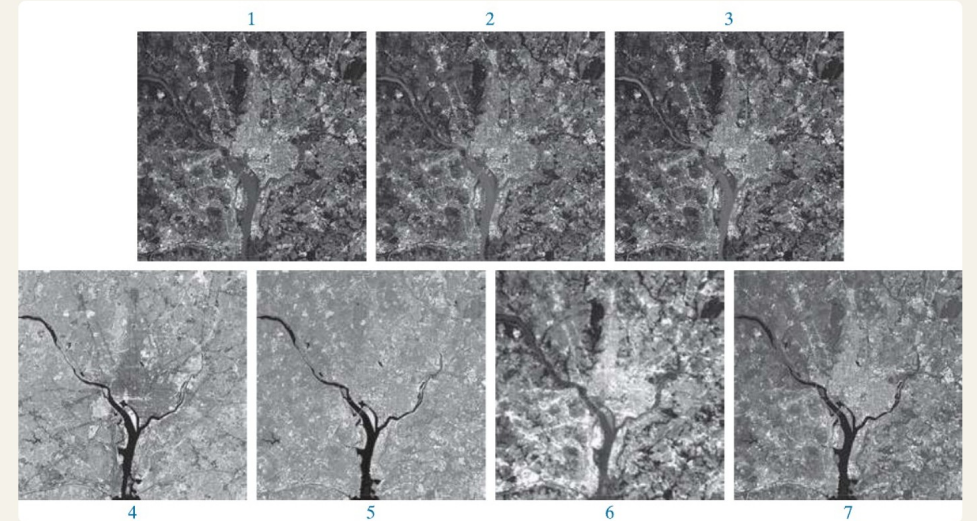
Uygulanabilecek işlemler: iyileştirmeden ölçüme.

1.3 · GÖRÜNÜR VE KIZILÖTESİ

Uzaktan algılama: LANDSAT tematik bantları

Ban t	Ad	λ (μm)	Özellik ve kullanım
1	Görünür mavi	0,45–0,52	Maksimum su penetrasyonu
2	Görünür yeşil	0,53–0,61	Bitki canlılığını ölçer
3	Görünür kırmızı	0,63–0,69	Bitki örtüsü ayrımı
4	Yakın kızılötesi	0,78–0,90	Biyokütle ve kıyı haritalama
5	Orta kızılötesi	1,55–1,75	Nem: toprak / bitki
6	Termal kızılötesi	10,4–12,5	Toprak nemi; ısı haritalama
7	Kısa dalga kızılötesi	2,09–2,35	Mineral haritalama

Tablo 1.1 · $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$



Washington D.C. (Şekil 1.10). **Bant 4 ve 5'te** Potomac Nehri çevresinden çok daha net ayrılıyor.

1.3 · GÖRÜNÜR VE KIZILÖTESİ

Hava durumu ve gece ışıkları



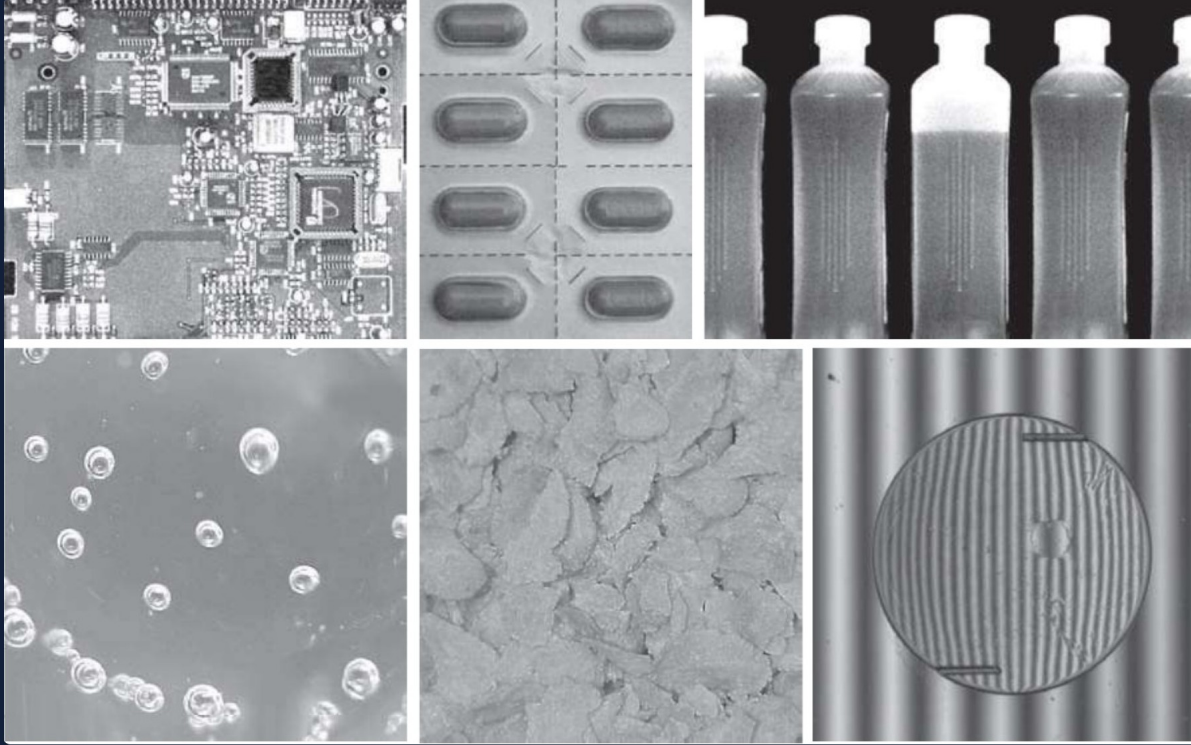
Katrina Kasırgası, 29 Ağustos 2005 — NOAA uydusu, görünür ve kızılötesi sensörler. Kasırganın gözü açıkça görülüyor (Şekil 1.11).



Dünyanın Gece Işıkları — NOAA/DMSP, 10,0–13,4 μm . Şehirler, köyler, gaz alevleri ve yangınlar gibi zayıf kaynakları algılar (Şekil 1.12).

1.3 · GÖRÜNÜR BANT

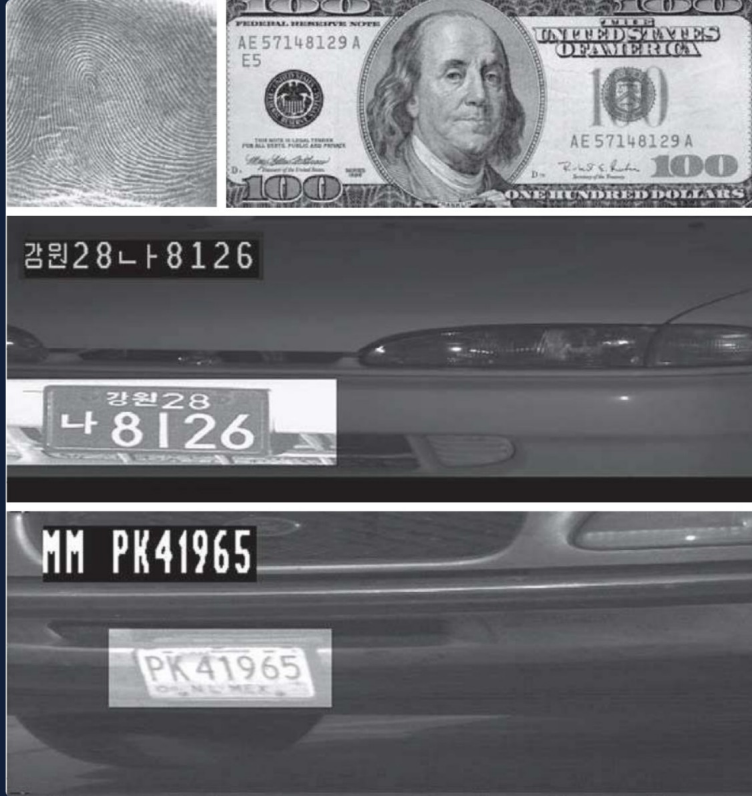
Endüstride otomatik görsel muayene



- a** **CD-ROM denetleyici kartı:** eksik parça (sağ üstte siyah kare)
- b** **Hap ambalajı:** eksik, yarım ya da deforme hap
- c** **Şişeler:** yeterince doldurulmamış olanlar
- d** **Şeffaf plastik:** kabul edilemez sayıda hava kabarcığı
- e** **Tahıl:** renk ve yanık pul gibi anomaliler
- f** **Göz içi lens implantı:** “yapılandırılmış ışık” ile kusurlar; saat 1 ve 5’teki izler cımbız hasarı

1.3 · GÖRÜNÜR BANT

Güvenlik ve kolluk uygulamaları



- a Parmak izi:** bilgisayarla iyileştirme ya da veritabanında eşleşme aramak için öznitelik bulma
- b Kâğıt para:** otomatik sayma; banknotları izlemek ve tanımlamak için seri numarası okuma
- c-d Otomatik plaka okuma:** açık renkli dikdörtgen sistemin plakayı bulduğu bölgeyi, siyah dikdörtgen okunan içeriği gösteriyor

Karakter tanıma: trafik izleme ve gözetimde yaygın olarak kullanılıyor.

1.3 · MIKRODALGA

Görüntüleyen radar



Hava ve aydınlatma koşullarından bağımsız olarak **her zaman, her bölgeden** veri toplayabilir.

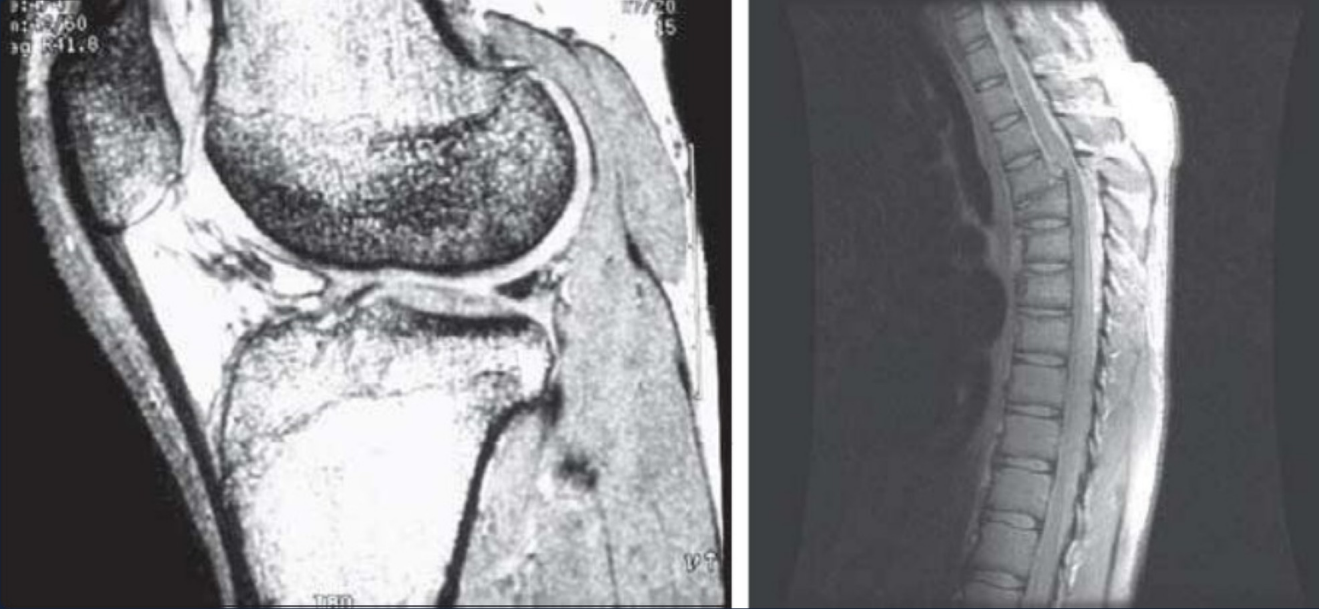
Bulutları, bazı koşullarda bitki örtüsü, buz ve kuru kumu geçebilir.

Flaşlı kamera gibi **kendi aydınlatmasını** (mikrodalga darbeleri) sağlar; lens yerine **anten** ve bilgisayar işlemesi kullanır.

Güneydoğu Tibet, Lhasa'nın ~90 km doğusu: dağlar ~5800 m, vadi tabanı ~4300 m (Şekil 1.16).

1.3 · RADYO DALGALARI

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG)



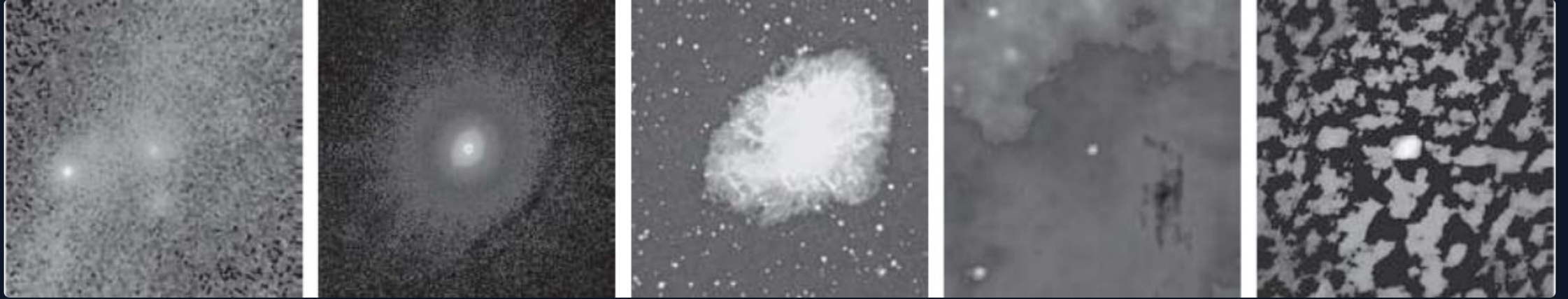
Hasta **güçlü bir mıknatısın** içine yerleştirilir; vücuttan **kısa radyo dalgası darbeleri** geçirilir.

Her darbe, dokuların yanıt olarak bir radyo darbesi yaymasına yol açar.

Bilgisayar sinyallerin **nereden geldiğini ve gücünü** belirleyerek hastanın bir kesitinin 2-B görüntüsünü üretir — **her düzlemde**.

1.3 · SPEKTRUMUN TAMAMI

Aynı nesne, beş farklı bant, beş farklı “görünüm”



Gama

X-ışını

Optik

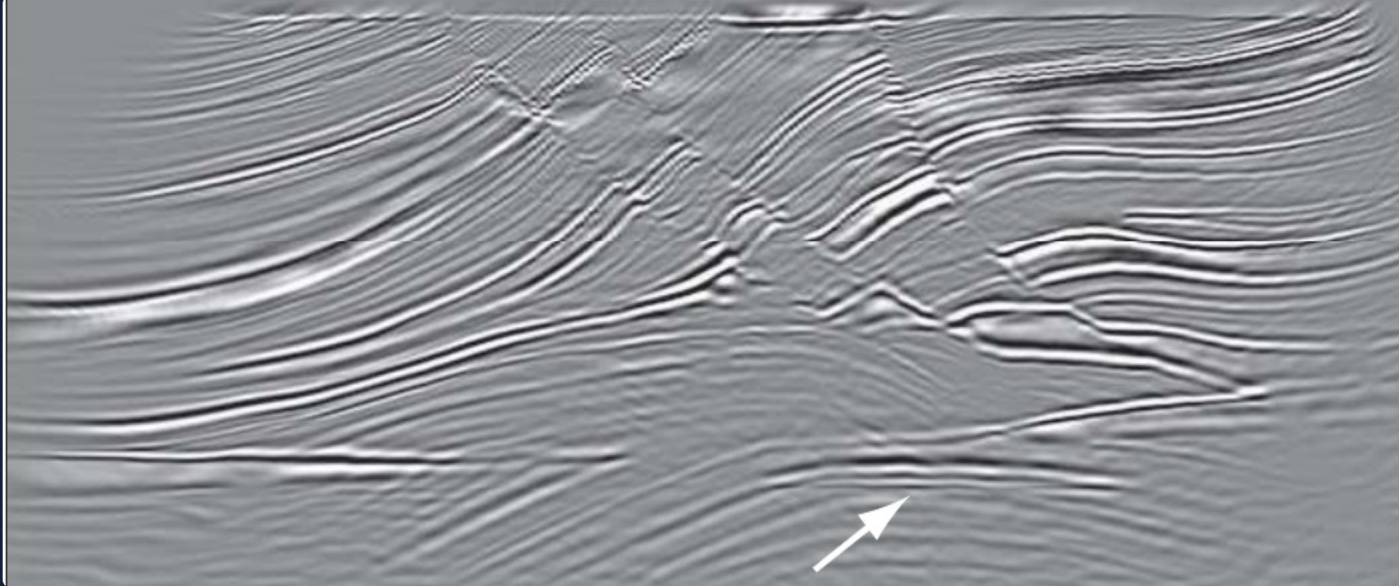
Kızılötesi

Radyo

Yengeç Pulsarı (her görüntünün merkezinde) — Şekil 1.18. Hangi bandı seçtiğimiz, neyi görebileceğimizi belirler.

1.3 · DIĞER YÖNTEMLER

Akustik görüntüleme: sismik keşif



Ses spektrumunun **alt ucu** (yüzlerce Hz): maden ve petrol arama.

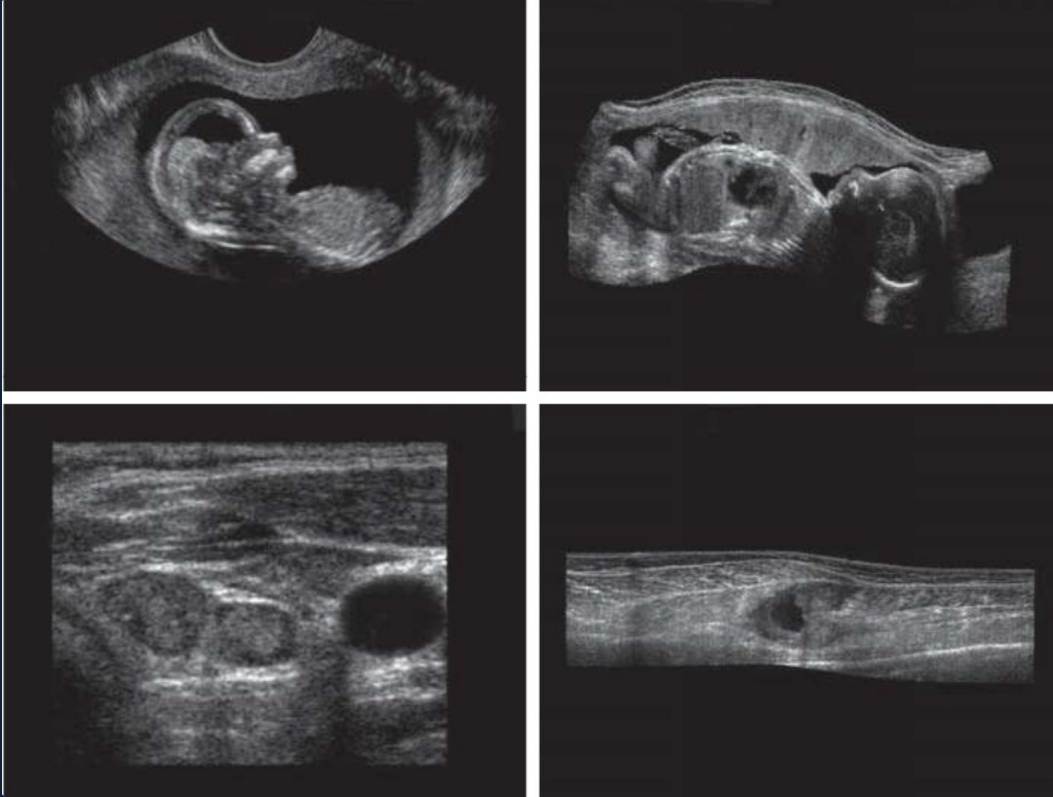
Karada: kamyon ve büyük çelik plaka, 100 Hz'e kadar titreştirilir.

Denizde: gemi arkasında hava tabancaları (~2000 psi) ve hidrofonlar → deniz tabanı altının 3-B haritası.

Ok: hidrokarbon kapanı — yoğunluk değişimi büyük olduğu için “parlak nokta”.

1.3 · DIĞER YÖNTEMLER

Ultrason görüntüleme

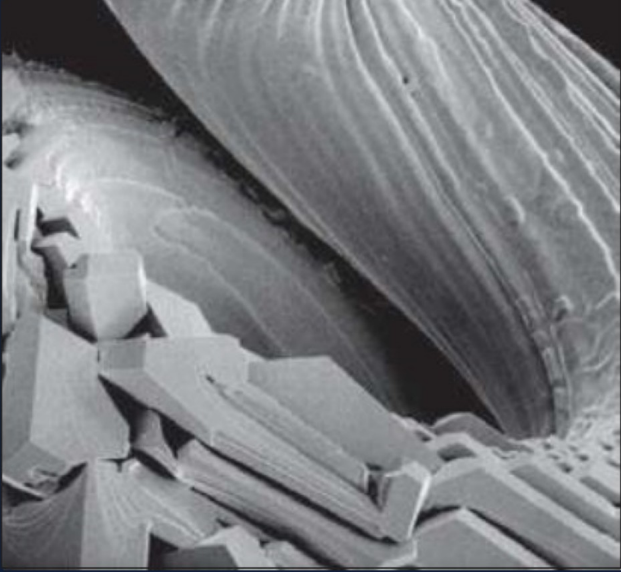


1. Prob vücuda yüksek frekanslı (1–5 MHz) ses darbeleri gönderir
2. Dalgalar doku sınırlarına (sıvı–yumuşak doku, yumuşak doku–kemik) çarpar; bir kısmı yansır
3. Yansıyan dalgalar prob tarafından alınıp bilgisayara iletilir
4. Mesafe, dokudaki ses hızından (1540 m/s) ve ekonun dönüş süresinden hesaplanır
5. Eko mesafe ve şiddetleri 2-B görüntü olarak gösterilir

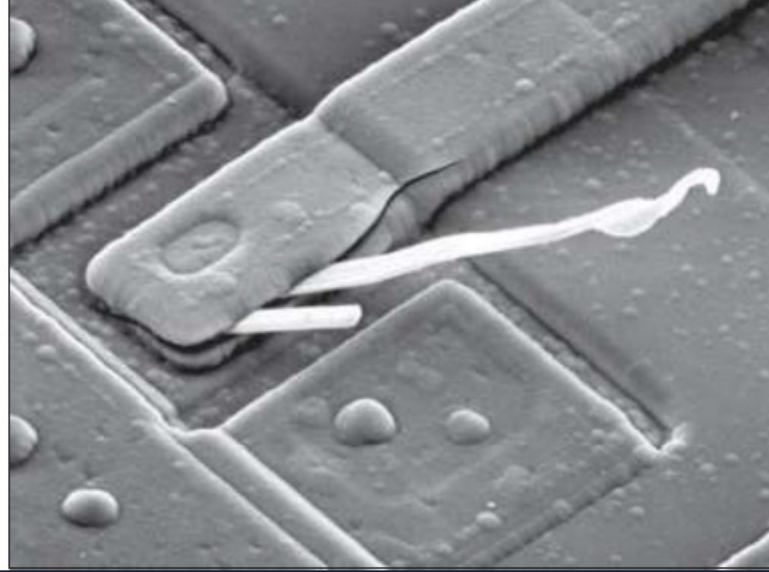
Sol üst ve sağ üst: **fetüs** · sol alt: **tiroid** · sağ alt: **lezyonlu kas katmanları**
(Şekil 1.20)

1.3 · DIĞER YÖNTEMLER

Elektron mikroskobu



Sol · 250× — termal hasar sonrası tungsten filament (sol altta kırık parçalar)



Sağ · 2500× — hasarlı entegre devre; beyaz lifler termal tahribattan kalan oksitler

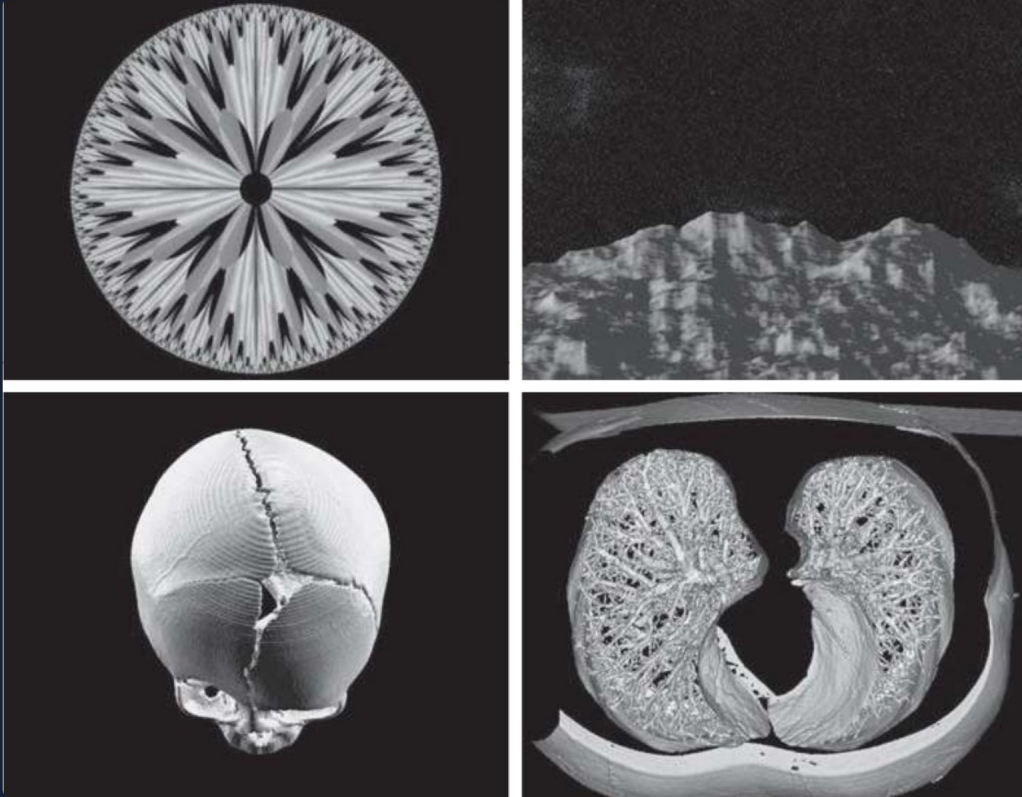
Işık yerine **odaklanmış elektron demeti** kullanır.

TEM: elektronlar örnekten geçer (slayt projektörü gibi). **SEM:** demet örneği tarar, her noktada etkileşim kaydedilir.

Işık mikroskobu ~1000× ile sınırlıyken elektron mikroskobu **10.000× ve üzeri** büyötmeye ulaşır.

1.3 · DIĞER YÖNTEMLER

Sentetik (bilgisayarda üretilen) görüntüler



a-b Fraktallar: temel bir desenin belirli kurallara göre yinelenmesiyle üretilir; bazı doğal manzaralar için arka plan olarak da kullanılır.

c-d 3-B modelleme: nesnenin hacimsel modelinden, düzlem izdüşümleriyle istenen perspektiften görüntü üretilir.

Kullanım: tıp eğitimi, adli bilimler, özel efektler.

1.4 • TEMEL ADIMLAR

Dersin haritası: temel işlem adımları

Mavi — çıktılar genellikle **görüntü** **Altın** — çıktılar genellikle **görüntü öznitelikleri** H = dersimizdeki hafta



1.4 · TEMEL ADIMLAR

Her adım kısaca

Adım	Ne yapar?	Hafta
Görüntü edinme	Görüntüyü elde etme; genellikle ölçekleme gibi ön işleme	2
İyileştirme	Görüntüyü belirli bir uygulama için daha uygun kılma — öznel	3–5
Restorasyon	Bozulmayı matematiksel/olasılıksal modellerle giderme — nesnel	6
Renkli görüntü işleme	Renk modelleri ve renkli görüntülerde temel işlemler	7
Dalgacıklar	Görüntüyü farklı çözünürlük derecelerinde temsil etme	8
Sıkıştırma	Depolama/iletim için veri miktarını azaltma; filigranlama	9
Morfoloji	Şeklin temsil ve tanımı için bileşen çıkarma araçları	10
Bölütleme	Görüntüyü kurucu parçalarına ayırma — en zor görevlerden	11–12
Öznitelik çıkarımı	Öznitelik tespiti ve tanımlanması (sınır / bölge)	13
Örüntü sınıflandırma	Nesnelere tanımlayıcılarına göre etiket atama	14

Genel amaçlı bir görüntü işleme sisteminin bileşenleri



- **Sensörler:** fiziksel algılayıcı + sayısallaştırıcı (analog çıkışı sayısala çevirir)
- **Özel donanım:** sayısallaştırıcı + ALU; tüm görüntü üzerinde paralel, hızlı işlem
- **Bilgisayar:** PC'den süper bilgisayara
- **Yazılım:** belirli görevler için modüller (ör. MATLAB Image Processing Toolbox)
- **Depolama:** 1024×1024, 8 bitlik görüntü = 1 MB; kısa süreli, çevrimiçi, arşiv
- **Ekran ve basılı çıktı:** renkli monitörler; lazer yazıcı, film, mürekkep püskürtmeli
- **Ağ ve bulut:** temel darboğaz bant genişliği

KAPANIŞ

Literatür ve gelecek hafta

Nereden takip edilir?

- IEEE Transactions on Image Processing
- IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence
- Computer Vision and Image Understanding · Pattern Recognition
- Kitabın web sitesi: www.ImageProcessingPlace.com

HAFTA 2 · 21–27 EYLÜL

Görsel algı, ışık, görüntü algılama, örnekleme ve nicemleme

Chapter 2'yi okuyarak gelin. Bugünkü piksel ızgarası ve 5 → 15 gri seviye örneği, nicemlemenin giriş noktası.

Ara sınav: 31 Ekim – 8 Kasım 2026 · Chapter 1–6

Kaynak: R. C. Gonzalez ve R. E. Woods, *Digital Image Processing*, 4. baskı, Pearson — Bölüm 1. Tüm şekiller kitaptandır.