

MOD419 – Görüntü İşleme

Ders Kitabı:

Digital Image Processing

by Gonzalez and Woods

Puanlama:

%30 Lab.

%20 Vize

%10 Quizes

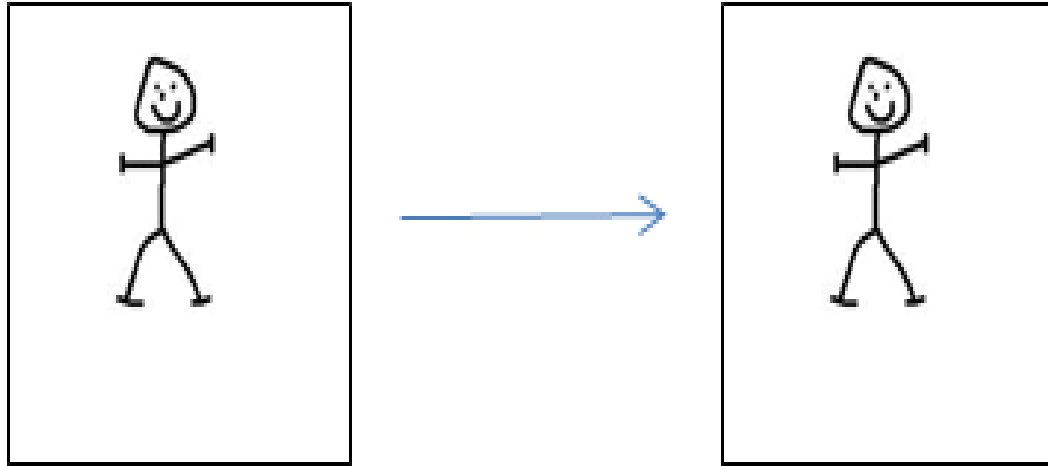
%40 Final

%60 devam mecburiyeti...

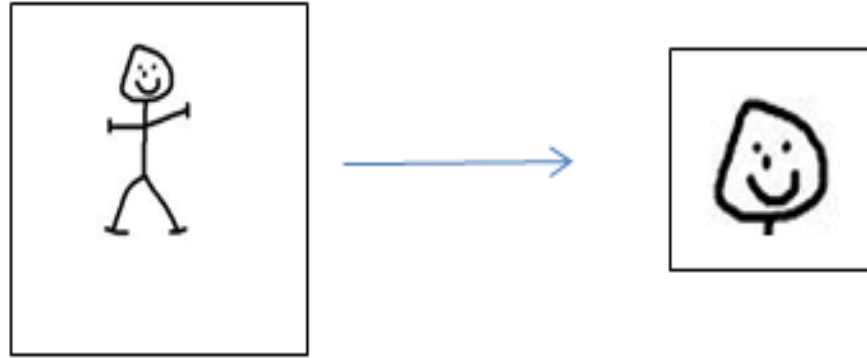
Görüntü İşleme'ye Giriş

- Görüntü İşleme Nedir?
 - Özellikle resimlerle alakadar olan bir sinyal işleme alt türüdür.
 - Sayısal görüntüleri bilgisayar aracılığıyla işler ve düşük, orta ve yüksek seviyeli işlemleri kapsar.

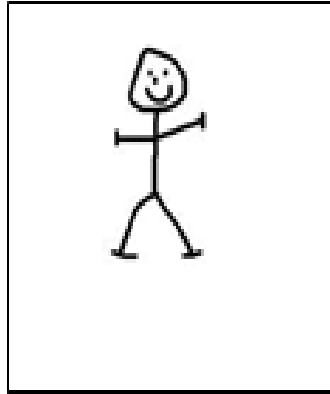
- *Düşük Seviye İşlemler:* gürültü yok etme, kontrast geliştirme, keskinleştirme gibi görüntü önışlemesini içeren temel (ilkel) işlemleri içerir. Hem giriş hem de çıkışın resim olması ile karakterize edilir.



- *Orta Seviye İşlemler:* segmentasyon (resmi bölgelere ve objelere bölme), bilgisayar işlemleri için bu objelerin tanımlaması gibi işlemleri içerir. Orta Seviye İşlemler’de giriş genellikle resim olarak tanımlanırken, çıktılar bu resimlerden çıkarılmış özelliklerdir.



- *Yüksek Seviye İşlemler:* ayrıştırılmış objelerin anlam kazanması için kullanılır. Genellikle insanların bilişsel fonksiyonlarını kullanarak bu görevi yerine getirir.



This is “Ali”

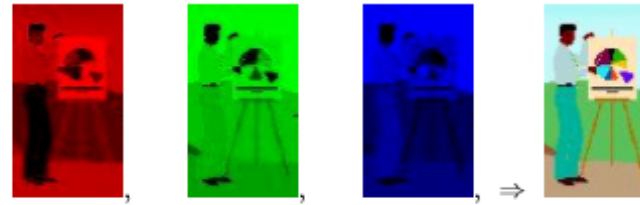
Görüntü İşleme'nin Amaçları:

- İnsan algısı ve makine yorumlanması için resim kalitesini yükseltmek.
- Otonom makine algısında temsil, görüntü verilerinin depolanması ve iletilmesi için görüntü verilerini işlemek.

Görüntülerle alakalı diğer dallar:

- Bilgisayar Grafikleri: görüntülerin yaratılması.
- Bilgisayarlı Görü: görüntü içeriğinin analizi

$\hat{f}_{\text{R}}(i, j), \hat{f}_{\text{G}}(i, j), \hat{f}_{\text{B}}(i, j) \rightarrow \text{full color image}$

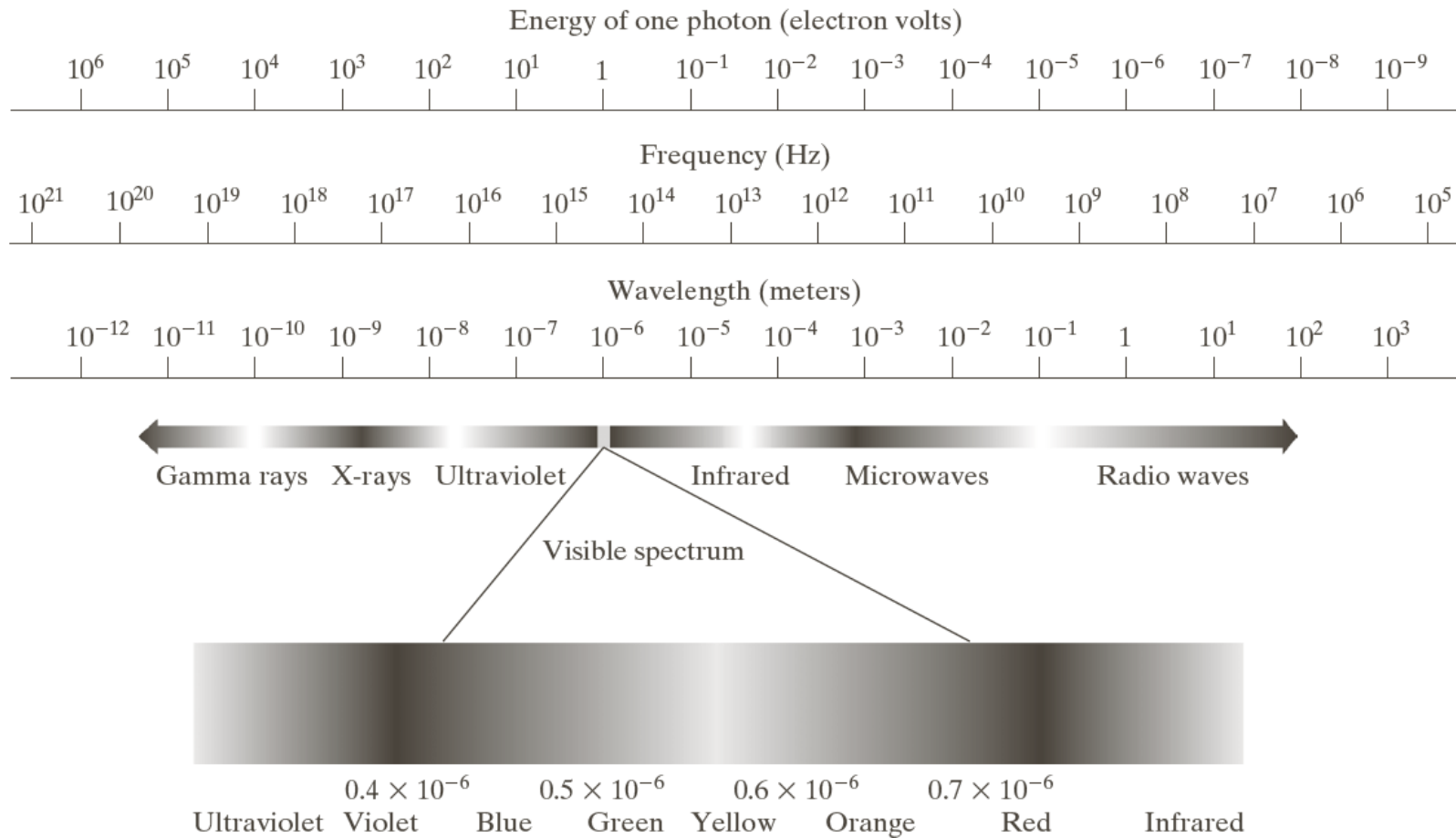


- $\hat{f}_{\text{R}}(i, j), \hat{f}_{\text{G}}(i, j)$ and $\hat{f}_{\text{B}}(i, j)$ are called the (R, G, B)

“Grayscale” image $\hat{f}_{\text{gray}}(i, j)$

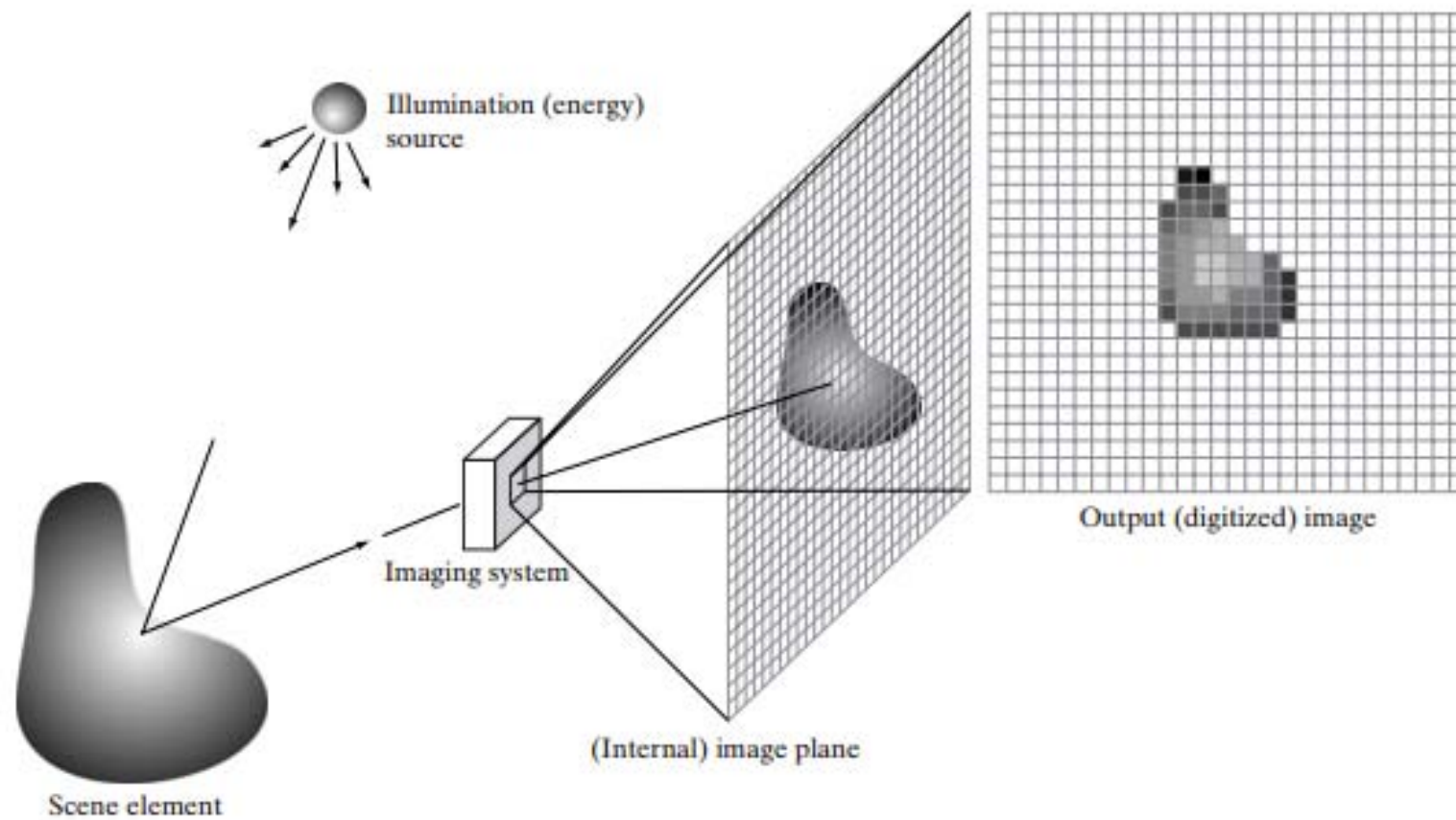


Işık and EM Spectrum



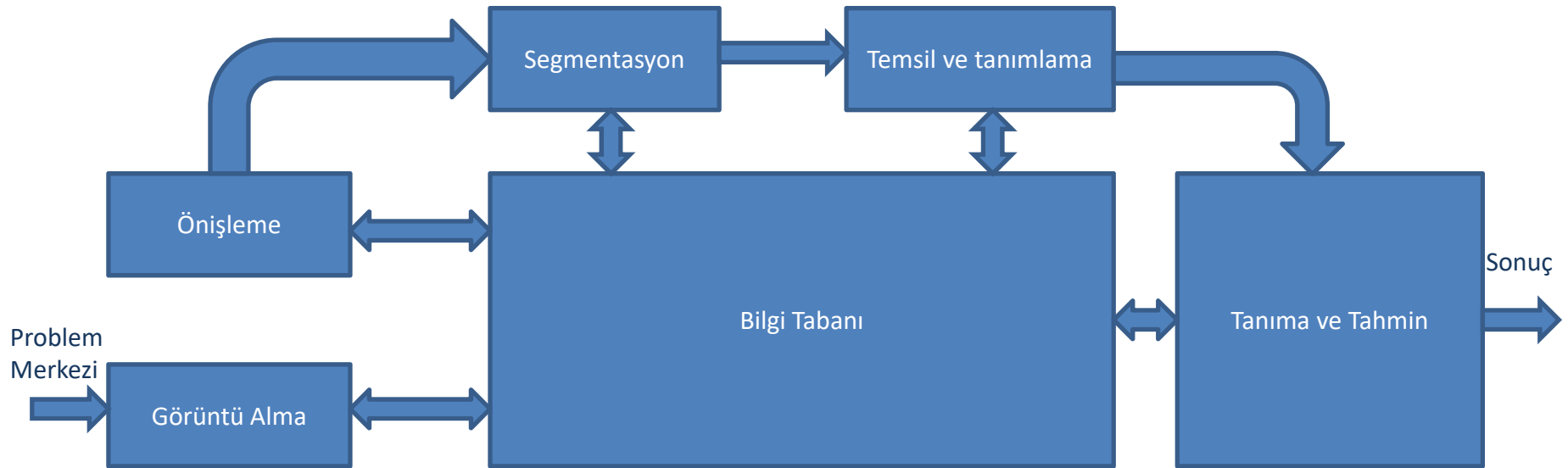
Görüntü Alma

- Herhangi bir görüntü sisteminin ilk aşamasıdır. Görüntü elde edildikten sonra, çeşitli görüntü işleme metodları uygulanabilir.
- Ancak, görüntü başarılı bir şekilde elde edilemediyse, hiçbir metod başarılı bir şekilde görüntüyü düzeltemeyebilir.



- Görüntü kalitesi aşağıdaki özelliklere bağlıdır:
 - Görüntü alma parametreleri
 - kamera uzaklığı, bakış açısı, hareket
 - kamera parametreleri (ör. Değişen objektifler)
 - kamera sayısı
 - aydınlatma
 - 3B dünyanın görsel özellikleri

Sayısal Görüntü İşleme'nin Temel Adımları

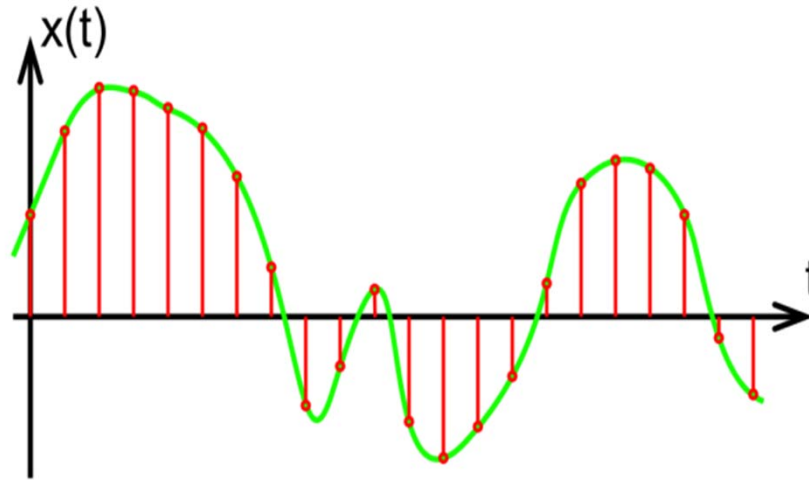


Görüntü Alma

Örnekleme ve Nicemleme

- **Örnekleme**

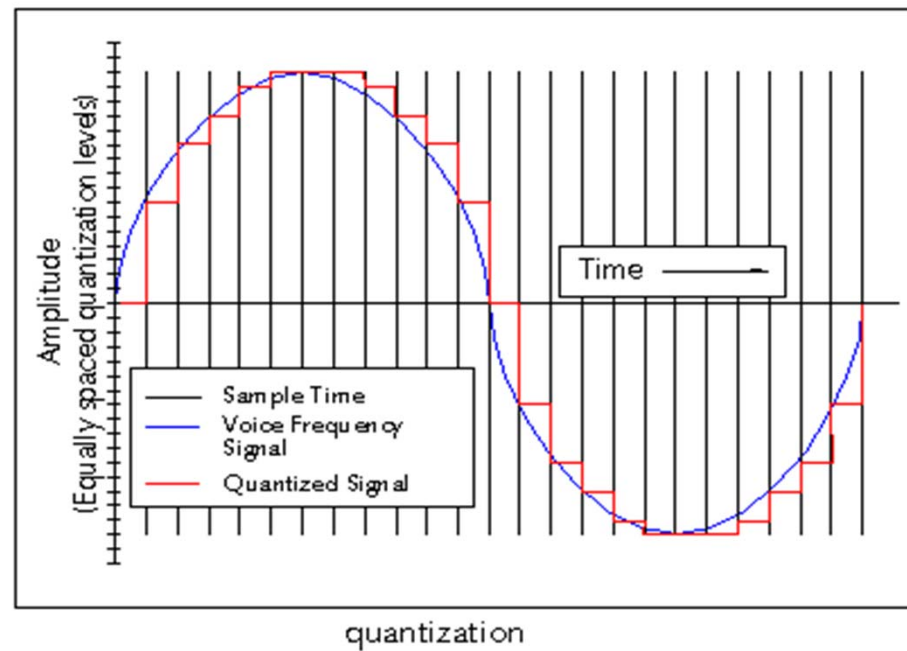
- Örnekleme sinyal alanındaki ayırık değerlerin aralıklarıdır.
- Örnekleme Sıklığı: her boyutta unit başına alınan örnek miktarıdır. Ör. Saniyedeki örnek sayısı vb.



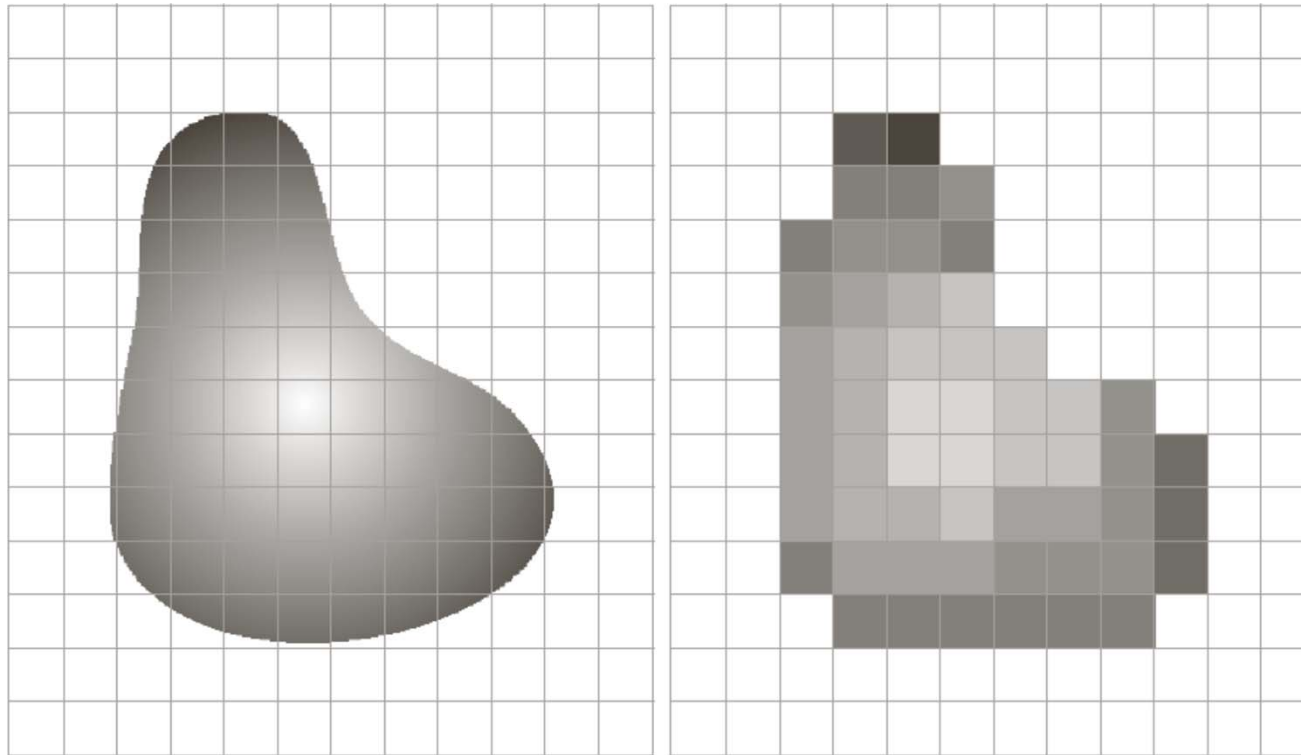
Görüntü Alma

Örnekleme ve Nicemleme

- **Nicemleme**
 - sinyal genişliğindeki ayırık değerlerin aralıklarıdır.



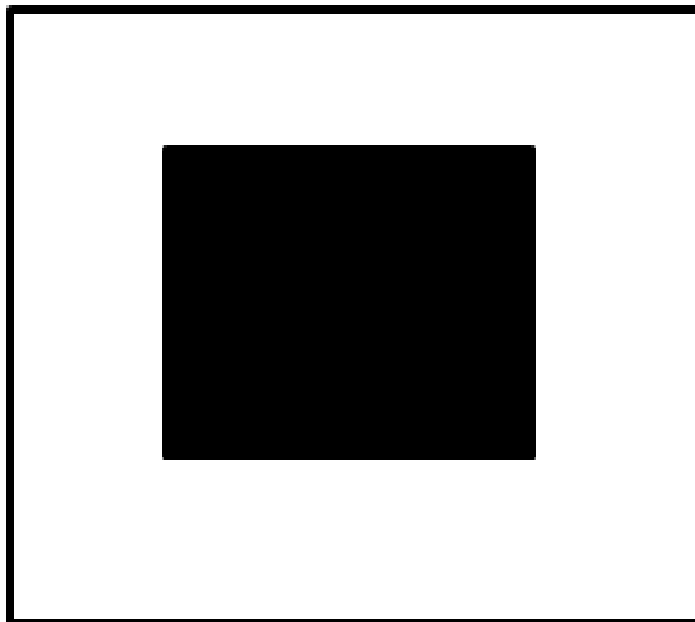
Görüntü Alma Örnekleme ve Nicemleme



a b

FIGURE 2.17 (a) Continuous image projected onto a sensor array. (b) Result of image sampling and quantization.

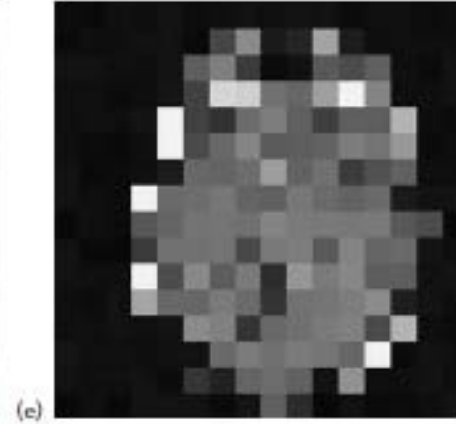
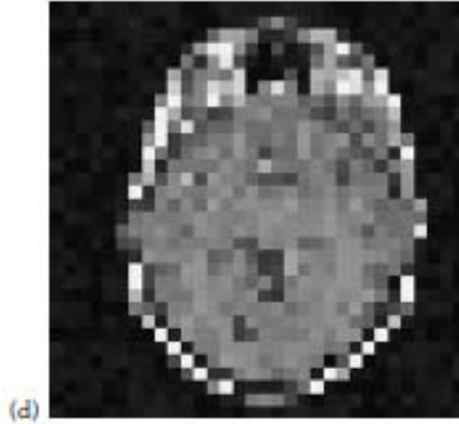
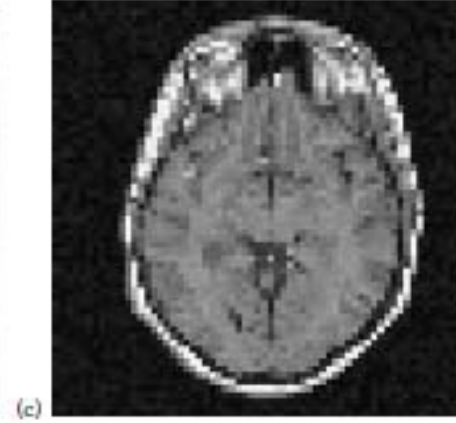
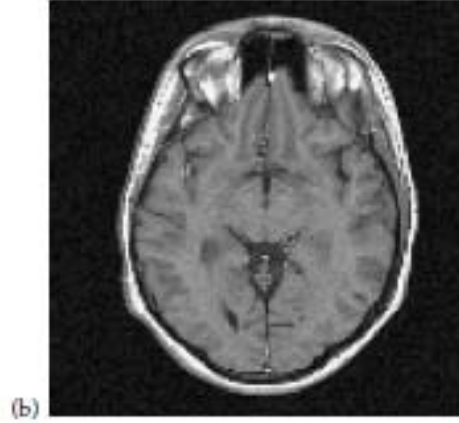
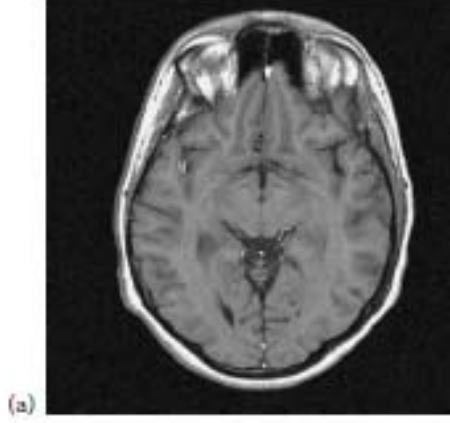
- **9x9 8-bit gri-ölçekli resim:**

[illegible]

- **Çözünürlük**

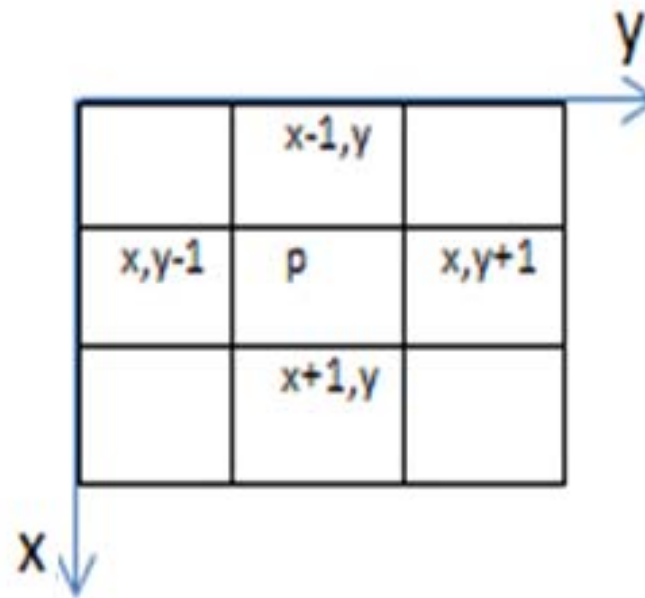
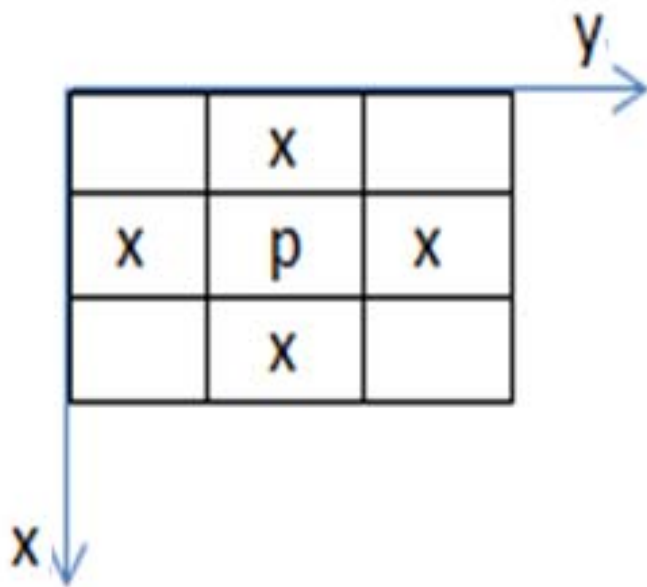
- Çözünürlük (resimde görülen detay miktarı) örneklemeye ve gri seviyesine bağlıdır.
- Yüksek Örnekleme sıklığı (n) ve gri-seviye (g), daha iyi sayısallaştırılmış resim.
- Yüksek nicemleme miktarı, daha büyük görüntü boyutu.

Örnekleme'nin Çözünürlük
üzerindeki etkisi (a) Orjinal,
(b)–(e) örnekleme sıklığını
tekrar tekrar azaltmanın
etkileri.

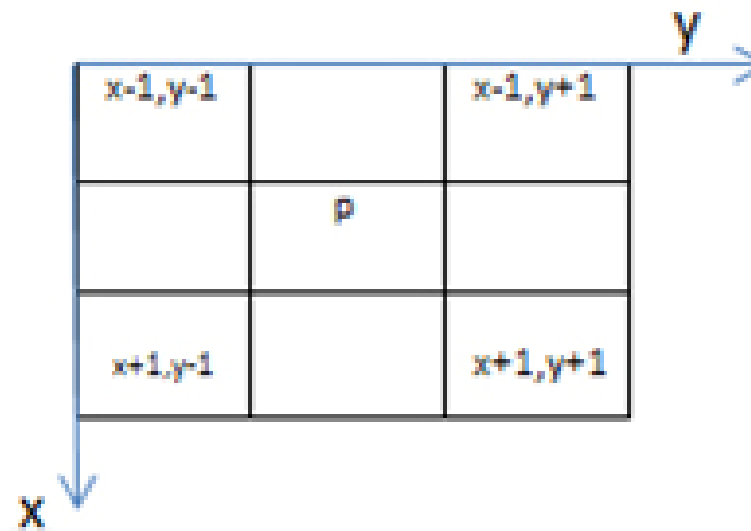
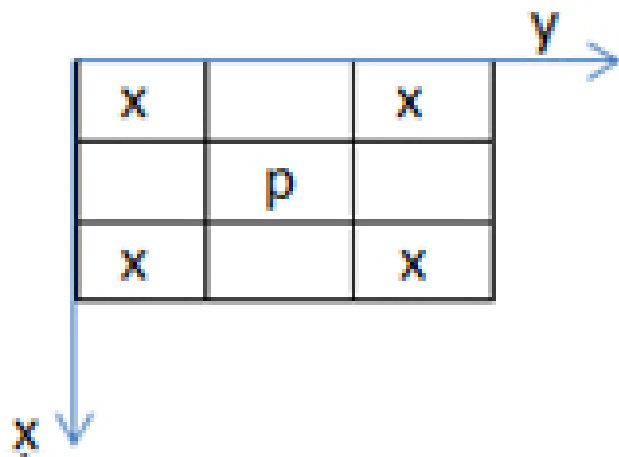


Pikseller Arası Temel İlişkiler

- Piksel Komşuları
 - $N_4(p)$ = p'nin 4 komşusu:
 - $(x+1,y)$, $(x-1,y)$, $(x,y+1)$, $(x,y-1)$

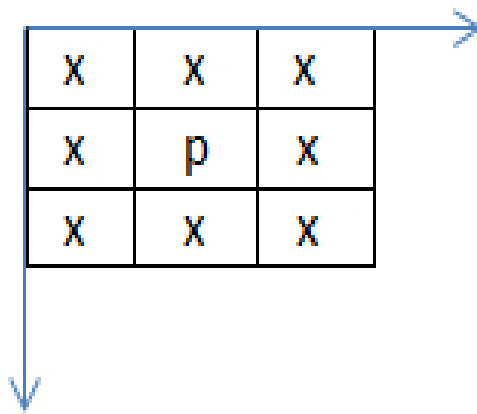


- $N_D(p) = p$ 'nin 4 diyagonal komşusu:
- $(x+1,y+1)$, $(x-1,y-1)$, $(x-1,y+1)$, $(x+1,y-1)$

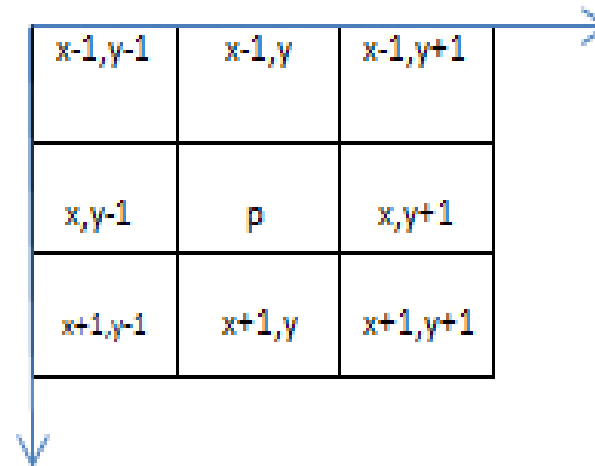


– $N_8(p)$ = p'nin 8 komşusu:

$$N_8(p) = N_4(p) \cup N_D(p)$$



x	x	x
x	p	x
x	x	x



x-1,y-1	x-1,y	x-1,y+1
x,y-1	p	x,y+1
x+1,y-1	x+1,y	x+1,y+1

Aritmetik/Mantık İşlemleri

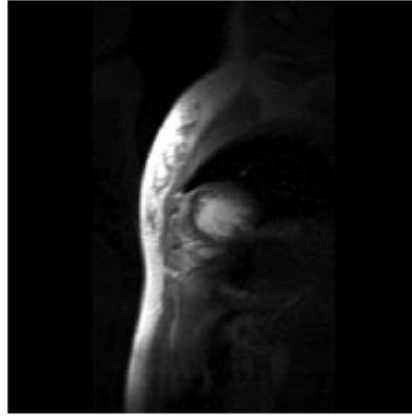
- Toplama: $p + q$
- Çıkarma: $p - q$
- Çarpma: $p * q$ (also pq and $p \times q$)
- Bölme: $p \div q$

Aritmetik işlemler tüm resimde piksel piksel uygulanır.

- Görüntü Toplama, ortalama alıp gürültü azaltmak için kullanılabilir.
- Görüntü Çıkarma tıbbi görüntüleme için temel işlemlerdendir (sabit arkaplanı çıkarmak için).
- Görüntü Çarpma genellikle aydınlatmadaki çeşitlilik yüzünden oluşan gölgelenmeleri düzeltmek için kullanılır.

Aritmetik İşlemler (a)
Orjinal, (b) 64 toplama, (c)
64 çıkarma, (d) 2 ile
çarpma, (e) 2'ye bölme.

(a)



(b)



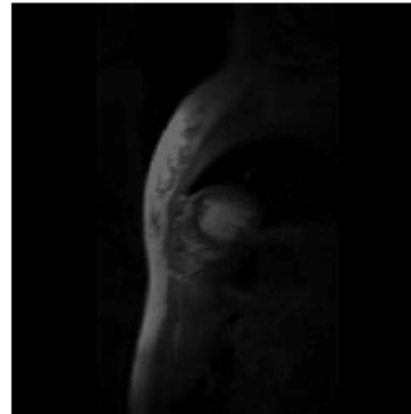
(c)

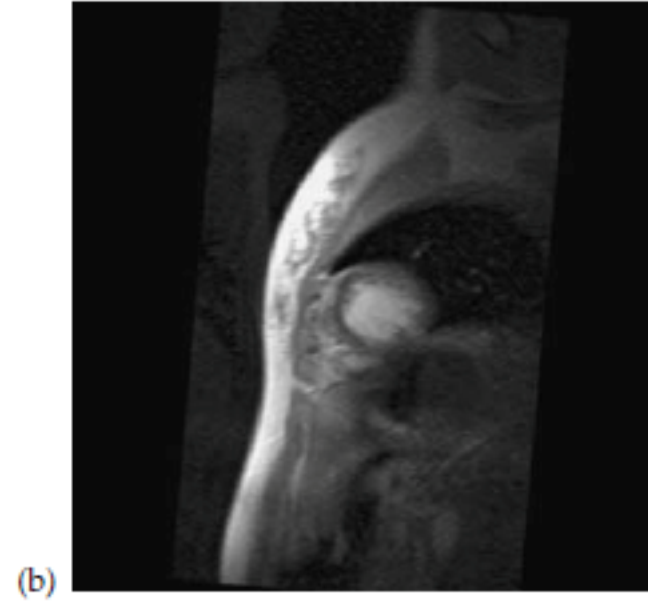
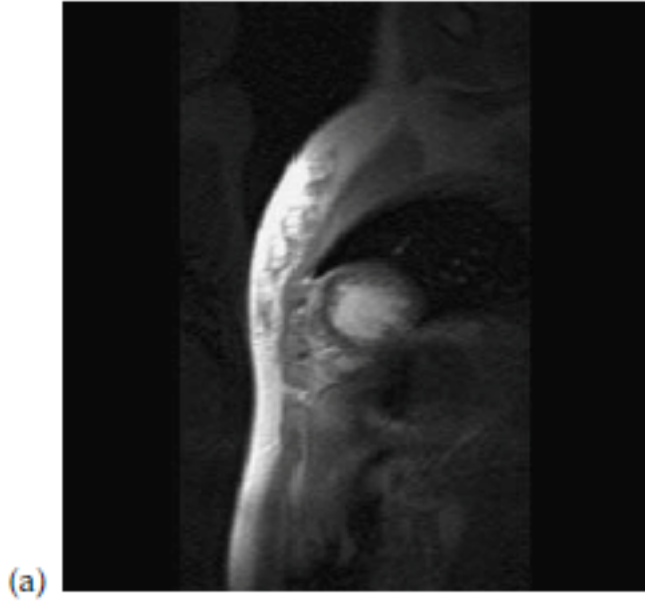


(d)

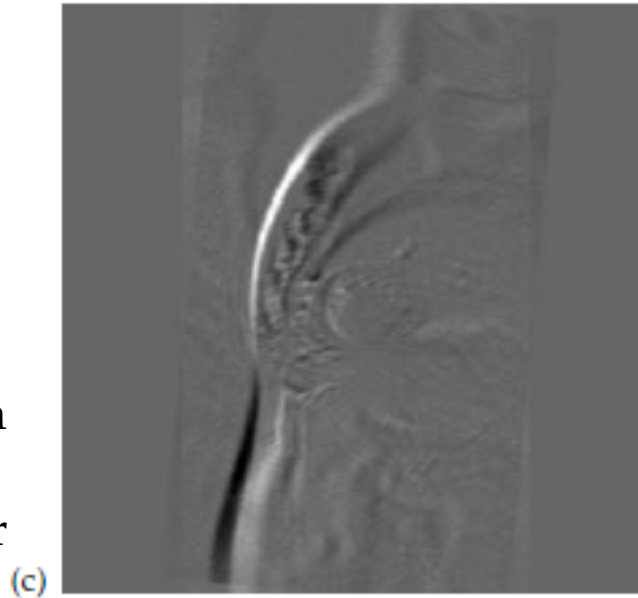


(e)





İki resim kullanarak
Aritmetik İşlem (a) 1.
görüntü, (b) 2. görüntü,
(c)
Çıkartma sonucu. Gri
bölümlerde çıkartma
işleminin sonucu=0. Siyah
ve Beyaz noktalarda
negatif ve pozitif sonuçlar
vardır.



- AND (VE) : $p \text{ AND } q$ (also $p \cdot q$)
- OR (VEYA) : $p \text{ OR } q$ (also $p + q$)
- COMPLEMENT (DEĞİL): $\text{NOT } q$

Mantık işlemleri sadece ikilik (binary) resimlere uygulanırken, aritmetik işlemler çok değerli resimlere de uygulanabilir.



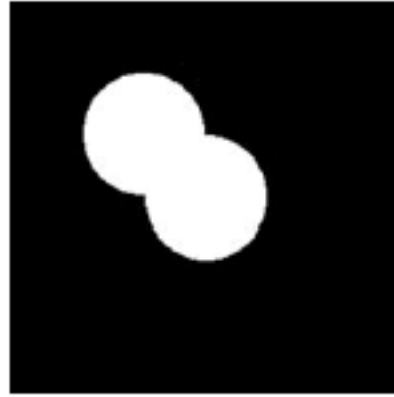
(a)



(b)



(c)



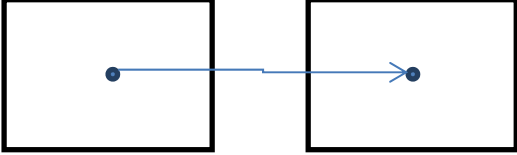
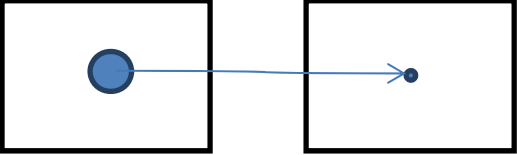
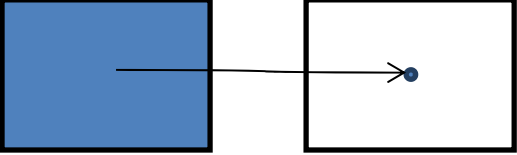
(d)



(e)

İkilik resimlerde Mantıksal işlemler (a) 1. resim, (b) 2.resim, (c) AND (VE) işlemleri sonucu, (d) OR (VEYA) işlemleri sonucu, (e) XOR sonucu.

İşlem Çeşitleri

İşlem	Özellik
<i>Nokta</i>	Belirli koordinattaki çıkış değeri, sadece aynı koordinattaki giriş değerine bağlıdır. 
<i>Bölgesel</i>	Belirli koordinattaki çıkış değeri, aynı koordinattaki giriş pikselinin komşularının değerlerine bağlıdır. 
<i>Küresel (Geniş Çaplı)</i>	Belirli koordinattaki çıkış değeri, giriş resmindeki tüm değerlere bağlıdır. 

ENTERPOLASYON

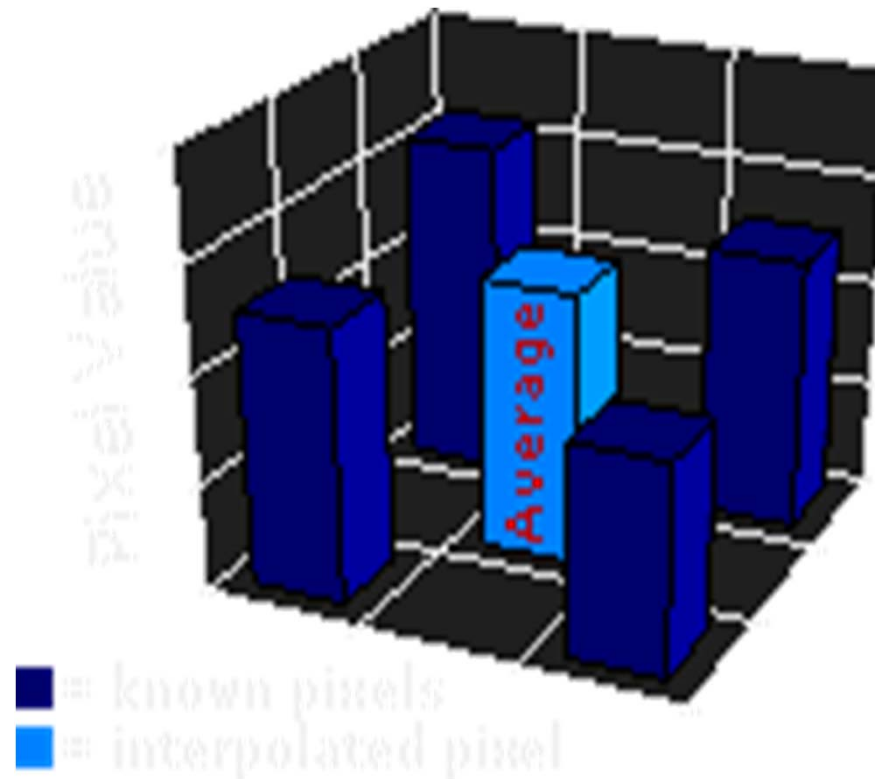
Enterpolasyon bilinen verileri kullanarak bilinmeyen noktadaki değerleri tahmin etmek şeklinde çalışır.

- **EN YAKIN KOMŞU ENTERPOLASYONU**

En temel ve en hızlı algoritmadır. Enterpolasyon noktasına en yakın TEK bir pikseli dikkate alır.

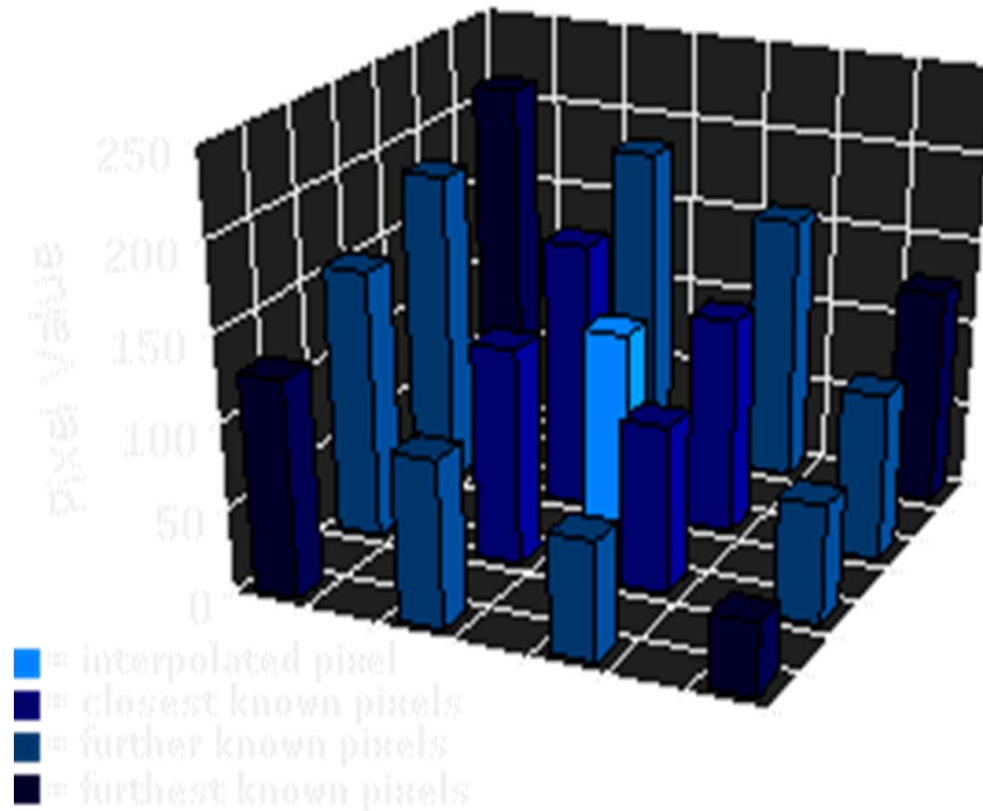
- **ÇİFT DOĞRUSAL (BILINEAR) ENTERPOLASYON**

Bilinmeyen piksele en yakın bilinen 2x2 komşuları dikkate alır. Daha sonra bu komşuların tartılı (ağırlıklı) ortalamasını alır. En Yakın Komşu algoritmasına göre daha yumuşak hatlar oluşturur.



- **ÇİFT KÜBİK ENTERPOLASYONU**

Bilinmeyen piksele en yakın bilinen 4x4 (16 piksel) komşuları dikkate alır. Bilinmeyen piksele daha yakın komşulara daha yüksek ağırlık verilir. Daha keskin resimler üretir ve işlem süresi ile çıktı kalitesi dikkate alındığında en ideal metod olarak görülebilir. Bu yüzden birçok görüntü düzenleme yazılımında standart olarak kullanılır (Adobe Photoshop)



GÖRÜNTÜ İYİLEŞTİRME

- Görüntü İyileştirmenin temel amacı belirli bir uygulama için görüntü işleyip, giriş resminden daha kabul edilebilir bir resim elde etmektir.
- Görüntü İyileştirme teknikleri uygulana-bağımlıdır. X-ışını resmini iyileştirmede çok başarılı olan bir teknik, uzay mekiği tarafından gönderilmiş uzay resimlerinde kullanılmaya uygun olmayabilir.

- Görüntü İyileştirme Teknikleri iki kategoride ele alınabilir:

Mekansal Alan Yöntemleri

Resmin kendisi ile ilgilidir. Direkt olarak pikseller üzerinde değişiklik yapılarak uygulanır.

Frekans Alanı Yöntemleri

Fourier Dönüşümleri uygulanarak resim frekans alanına çevrilir ve bu alanda uygulamalar yapılır.

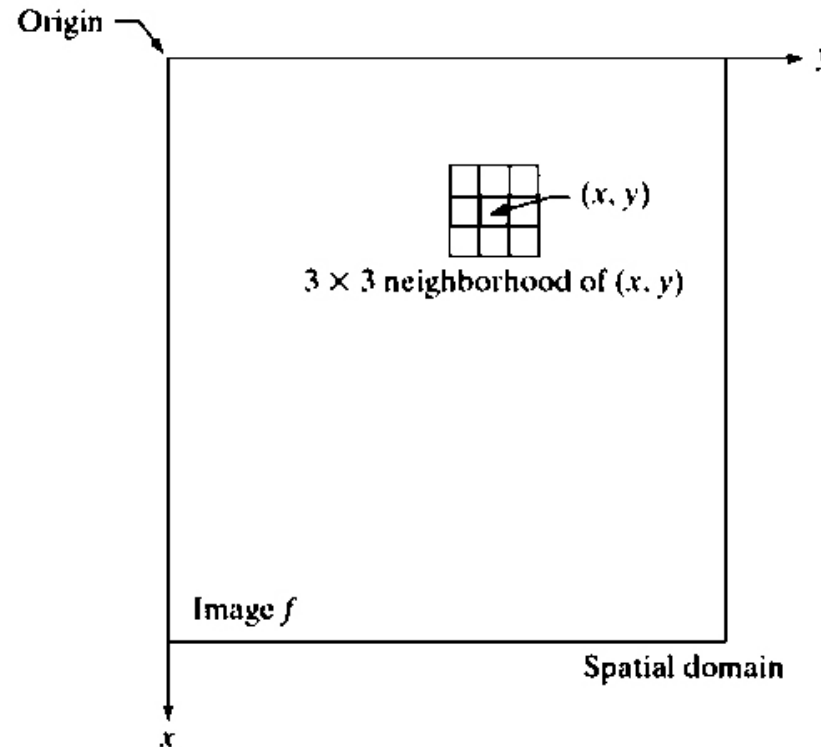
Mekansal Alan Görüntü İyileştirme

- Mekansal Alan işlemleri aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$g(x, y) = T[f(x, y)]$$

$g(x, y) \rightarrow$ çıkış resmi, $T(x, y) \rightarrow$ komşularındaki operator ve $f(x, y) \rightarrow$ giriş resmi.

Mekansal Alan Görüntü İyileştirme



T 'yi 1×1 komşuluğunda uygularsak, gri-seviye (also called intensity or mapping) dönüşüm fonksiyonu haline gelir ve aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$s = T(r)$$

$s \rightarrow g(x,y)$ 'deki gri seviye ve $r \rightarrow f(x,y)$ 'deki gri seviyesi

Mekansal Alan Görüntü İyileştirme

Mekansal Alan'da Temel Gri Seviye Dönüşümleri:

Görüntü Negatifi

Logaritmik Dönüşümler

Power-Law Dönüşümler

Piecewise Doğrusal Dönüşüm Fonksiyonları

Mekansal Alan Görüntü İyileştirme

- **Görüntü Negatifi:** fotografik negatifini elde etmek için kullanılır.

$$s = L - 1 - r$$

$S \rightarrow$ çıkış pikseli, $L \rightarrow$ gri seviye aralığı (256) ve
 $r \rightarrow$ giriş pikseli



Mekansal Alan Görüntü İyileştirme

- **Logaritmik Dönüşümler:** koyu piksellerin spektrumunu genişletmek ve yüksek değerli piksellerin spektrumunu sıkıştırmak için kullanılır.

$$s = c \log(1 + r)$$



Logaritmik Dönüşüm örneği ($c=1$)

Mekansal Alan Görüntü İyileştirme

- **Power-Law Dönüşümü:** Log dönüşümlere göre daha esnek bir dönüşüm eğrisi sağlar. (c ve γ (gamma) değerine göre)

$$s = cr^\gamma$$

- **Eğer $\gamma < 1$:**
 - Koyu piksellerin spektrumunu genişletir.
 - Yüksek değerli piksellerin spektrumunu sıkıştırır.
- **Eğer $\gamma > 1$:**
 - Koyu piksellerin spektrumunu sıkıştırır.
 - Yüksek değerli piksellerin spektrumunu genişletir.
- **Eğer $\gamma = 1$:**
 - Aynı kalır.



Image after power-law transformation with $\gamma = 0.8$



Image after power-law transformation with $\gamma = 1.2, c = 1$

Mekansal Alan Görüntü İyileştirme

- **Piecewise Doğrusal Dönüşüm Fonksiyonları:** görüntü iyileştirme için kullanılan kontrast germe, gri-seviye dilimleme gibi birçok fonksiyon içerir.

Kontrast Germe en basit ve en önemli Piecewise Doğrusal Dönüşüm fonksiyonlarından biridir. Görüntü alma sırasında, zayıf ışıklandırma nedeniyle görüntüler düşük kontrast olarak alınabilir. Kontrast germe, görüntüdeki gri-seviyelerin dinamik aralığını artırmayı amaçlar.

Formül:

$$s = (r - c) \left(\frac{b - a}{d - c} \right) + a$$

$s \rightarrow$ çıktı pikseli, $r \rightarrow$ giriş pikseli, a ve $b \rightarrow$ sırasıyla en düşük ve en büyük sınır, c ve $d \rightarrow$ sırasıyla resimdeki en küçük ve en büyük piksel değeridir.



Original low-contrast image



Enhanced image after contrast stretching

Histogram İşleme

Mekansal Alan'da Histogram İşleme:

Görüntü iyileştirmede önemli bir yaklaşımdır ve birçok teknik için temel oluşturmaktadır.

Histogram sayısal görüntünün ayrık fonksiyonudur.

$$h(r_k) = n_k$$

$r_k = k$. gri seviyesi ve n_k , r_k gri seviyesine sahip piksel sayısıdır.

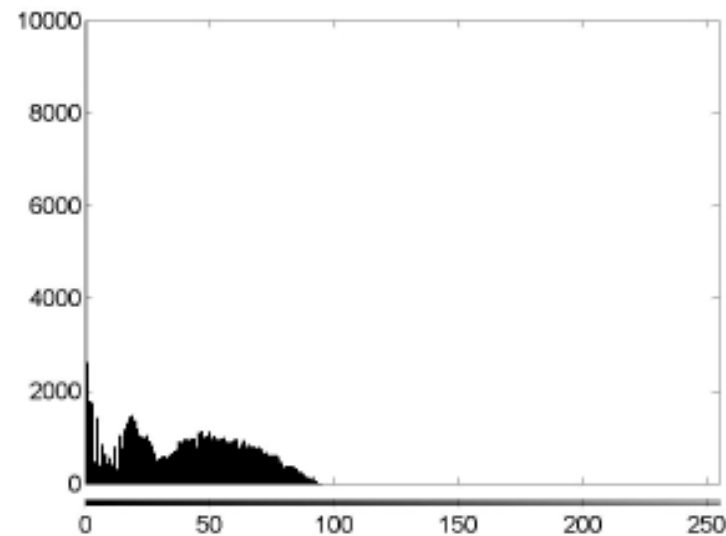
Histogram İşleme

Kontrast Seviyesi Belirleme

- **Koyu Görüntü:** tüm piksellerin $[0, n]$ aralığında toplanmasıdır. ($[n, L-1]$ aralığında piksel yok).



Dark image



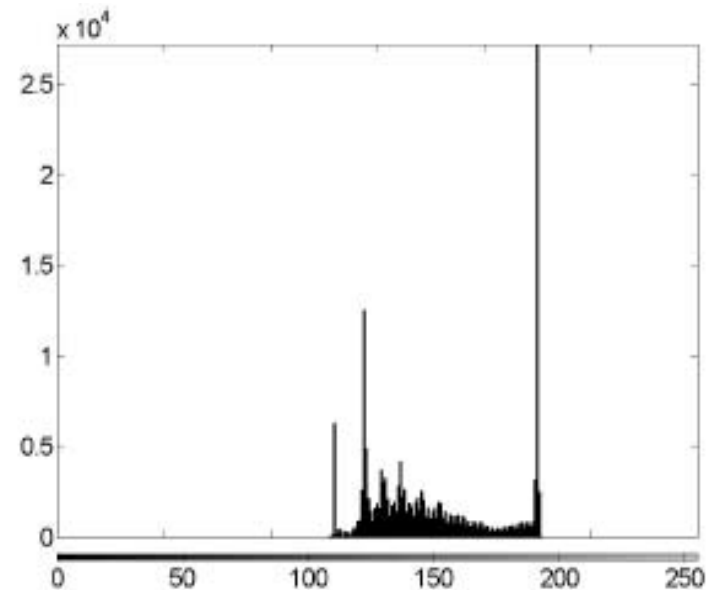
Histogram

Histogram İşleme

- **Parlak Görüntü:** tüm piksellerin $[n, L-1]$ aralığında toplanmasıdır. ($[0, n]$ aralığında piksel yok).



Bright image



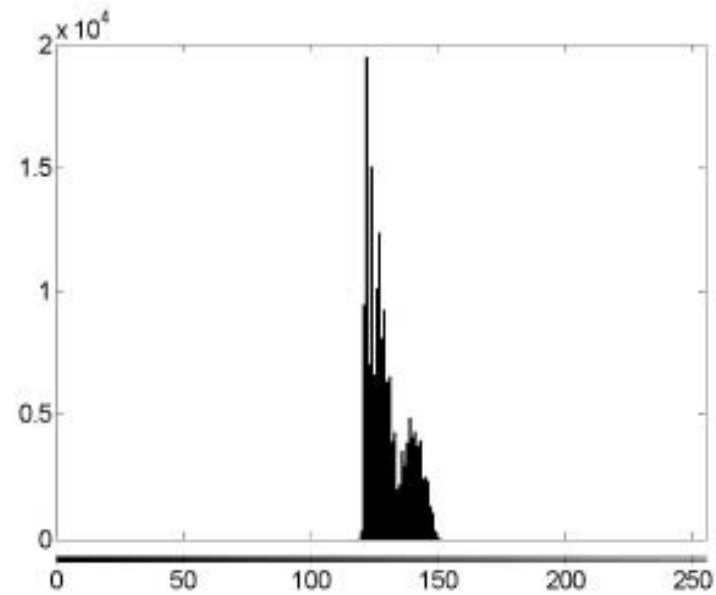
Histogram

Histogram İşleme

- **Düşük-Kontrast Görüntü:** Tüm piksellerin $[n-z, n+z]$ aralığında toplanmasıdır.



Low-contrast image



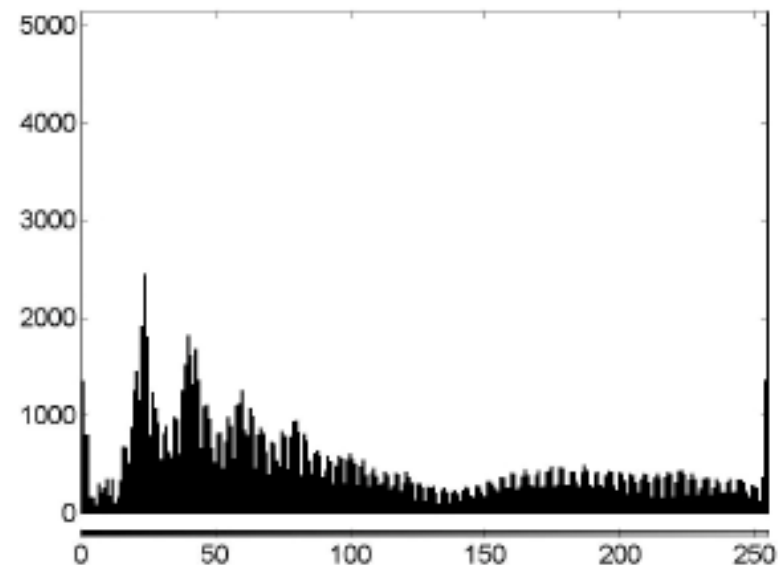
Histogram

Histogram İşleme

- **Yüksek-Kontrast Görüntü:** Tüm piksellerin $[0, L-1]$ aralığında eşit olarak dağılmasıdır.



(g) High-contrast image



(h) Histogram of (g)

Histogram İşleme

- **Histogram Eşitleme**

$$s_k = T(r_k) = \sum_{j=0}^k P_r(r_j)$$

$s_k \rightarrow$ çıkış görüntüsü, $T \rightarrow$ Histogram eşitleme için dönüşüm fonksiyonu, $r_k \rightarrow k$. gri-seviye ve $P_r(r_j) \rightarrow$ oluşum olasılığı.

$$s_k = \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n}$$

$n_j \rightarrow r_k$ gri seviyesine sahip piksel sayısı

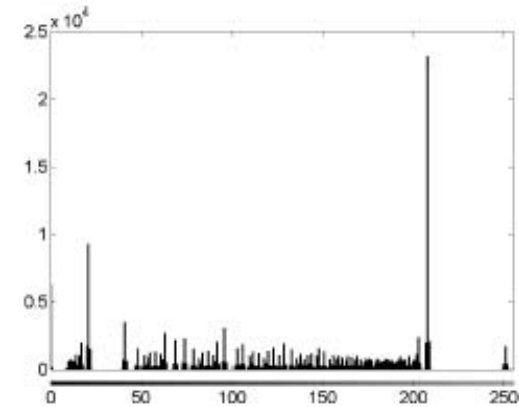
Histogram İşleme



(a) Bright image



(b) Enhanced image of (a) after histogram equalization



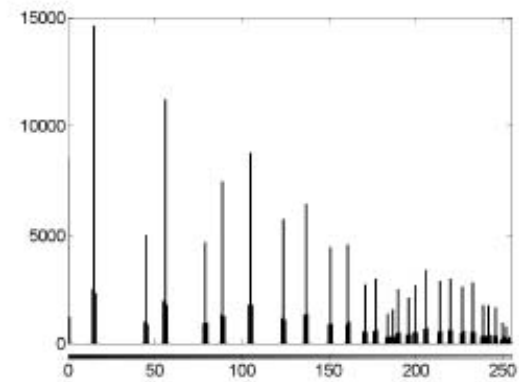
(c) Histogram of (b)



(d) Low-contrast image



(e) Enhanced image of (d) after histogram equalization



(f) Histogram of (e)