

BSM409 Görüntü İşleme

Bölüm 4 Yoğunluk Dönüşümleri ve Histogram İşleme

Dr. Öğr. Üyesi Caner ÖZCAN

It makes all the difference whether one sees darkness through the light or brightness through the shadows. (Bütün fark; birinin ışığın içinde karanlığı veya gölgenin içinde aydınlığı görmesiyle oluşur.) ~David Lindsay

İçerik

3. Yeğinlik Dönüşümleri ve Uzamsal Filtreleme

- ▶ Temel Bazı Yeğinlik Dönüşüm Fonksiyonları
- ▶ Histogram İşleme
- ▶ Uzamsal Filtrelemenin Esasları
- ▶ Uzamsal Yumuşatma Filtreleri
- ▶ Uzamsal Keskinleştirme Filtreleri
- ▶ Uzamsal Zenginleştirme Yöntemlerini Birleştirme
- ▶ *Yeğinlik Dönüşümleri ve Uzamsal Filtreleme İçin Bulanık Tekniklerin Kullanılması*

Uzamsal Bölge İşlemleri

- Uzamsal işlemenin temel iki kategorisi yeğinlik dönüşümler ve uzamsal filtrelemedir.
- Yeğinlik dönüşümleri kontrast düzenleme ve görüntü eşikleme amacıyla görüntünün tek bir pikseli üzerine uygulanır.
- Uzamsal süzme ise görüntüdeki her pikselin komşuluğunda işlem yaparak keskinleştirme gibi işlemleri ele alır.

Uzamsal Bölge İşlemleri

Görüntüleme düzleminin kendisine karşılık gelir ve doğrudan görüntüdeki pikseller üzerinde işlem yapılır.

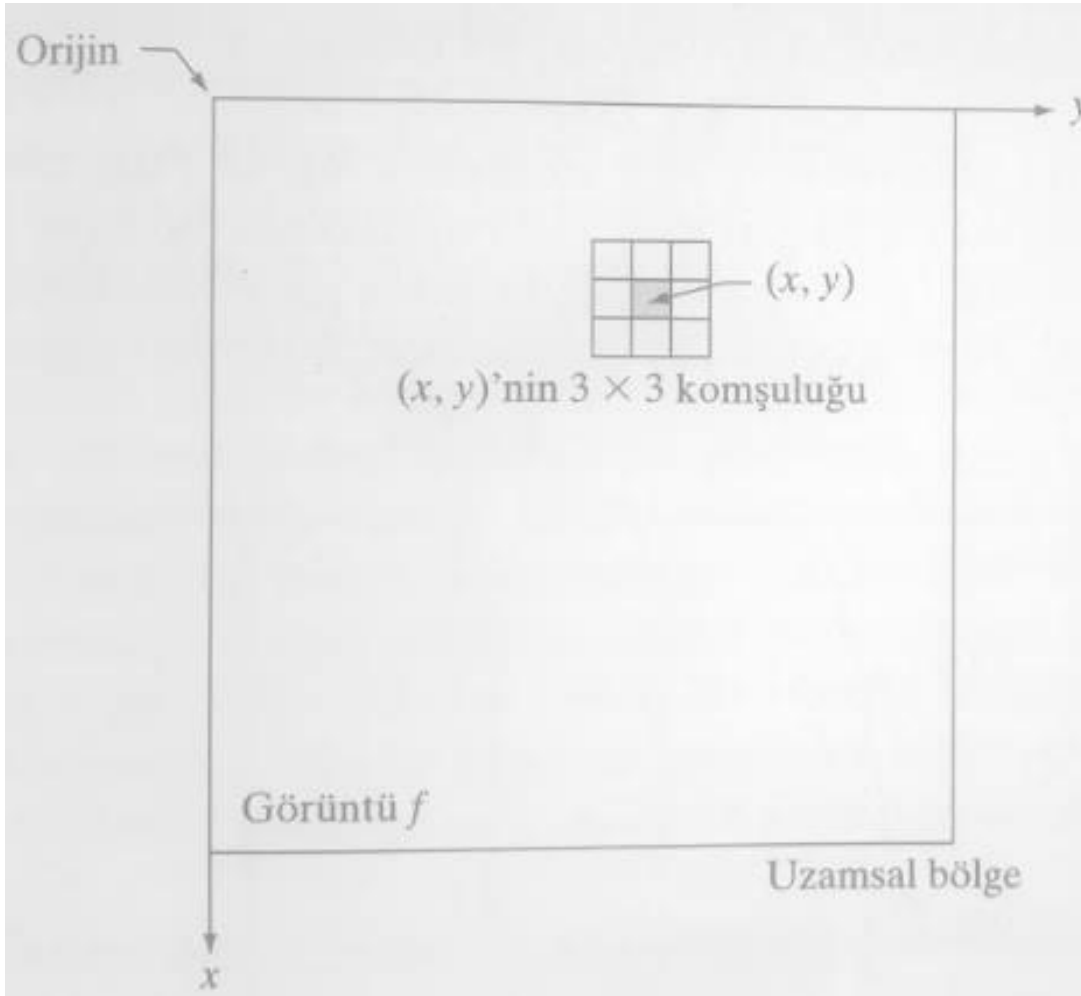
$$g(x, y) = T[f(x, y)]$$

$f(x, y)$: giriş görüntüsü

$g(x, y)$: çıkış görüntüsü

T : (x, y) noktasının komşuluğunda tanımlanmış f 'ye uygulanan bir operatör.

Uzamsal Bölge İşlemleri



ŞEKİL 3.1

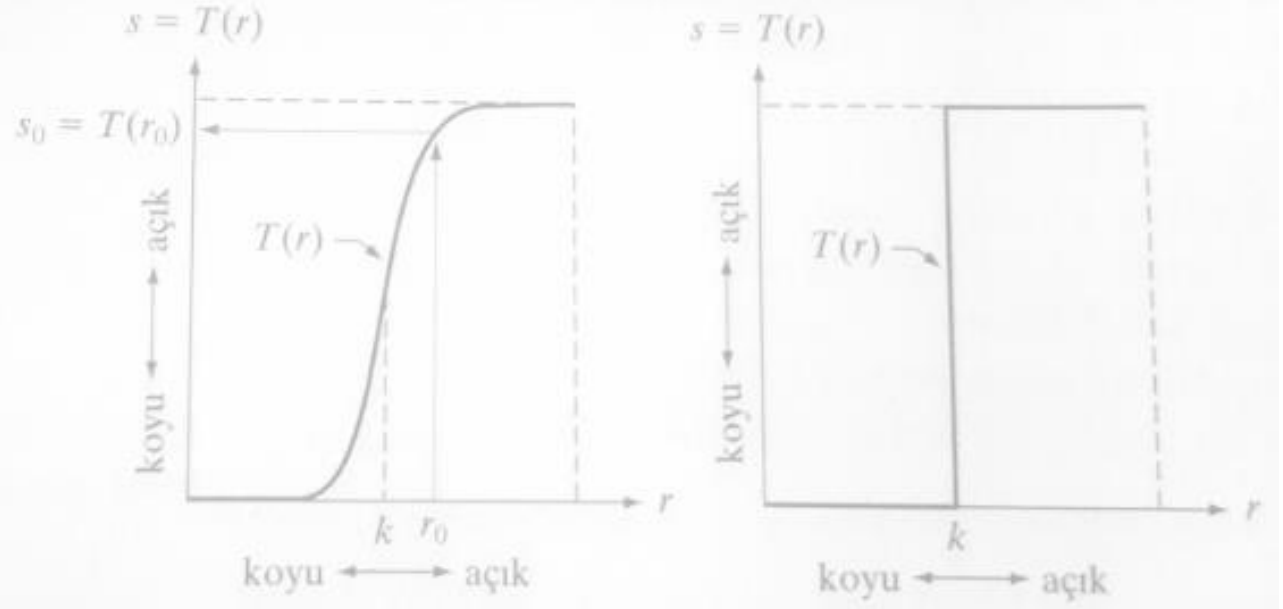
Uzamsal bölgede bir görüntüdeki (x, y) noktası etrafındaki 3×3 komşuluk. Bu komşuluk bir çıkış görüntüsü oluşturmak için görüntü üzerinde pikselden piksele taşınır.

Uzamsal Bölge İşlemleri

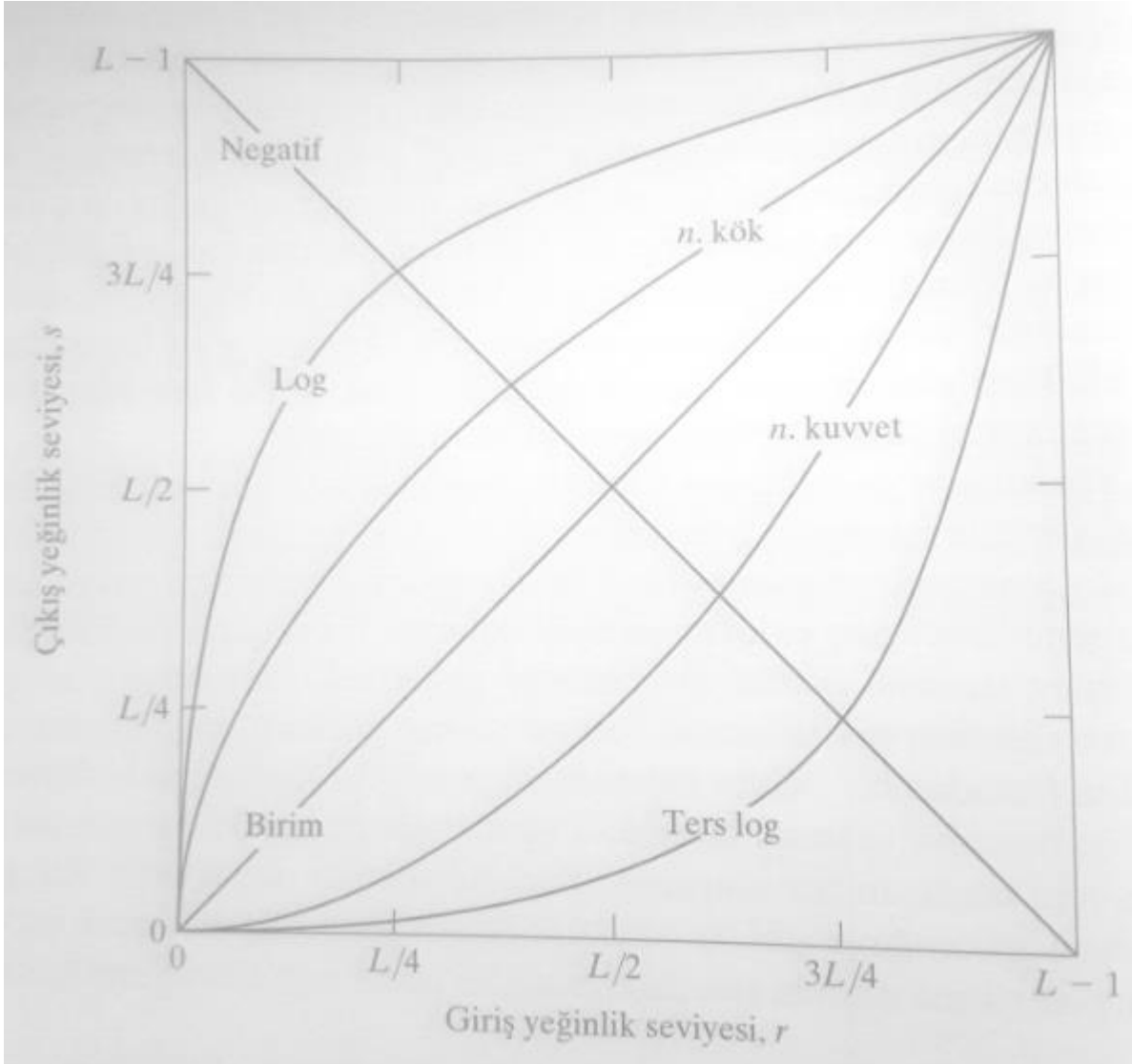
Yeğinlik dönüşüm fonksiyonu

$$s = T(r)$$

a b
ŞEKİL 3.2
Yeğinlik dönüşüm
fonksiyonları (a)
Kontrast germe
fonksiyonu (b)
Eşikleme fonksi-
yonu



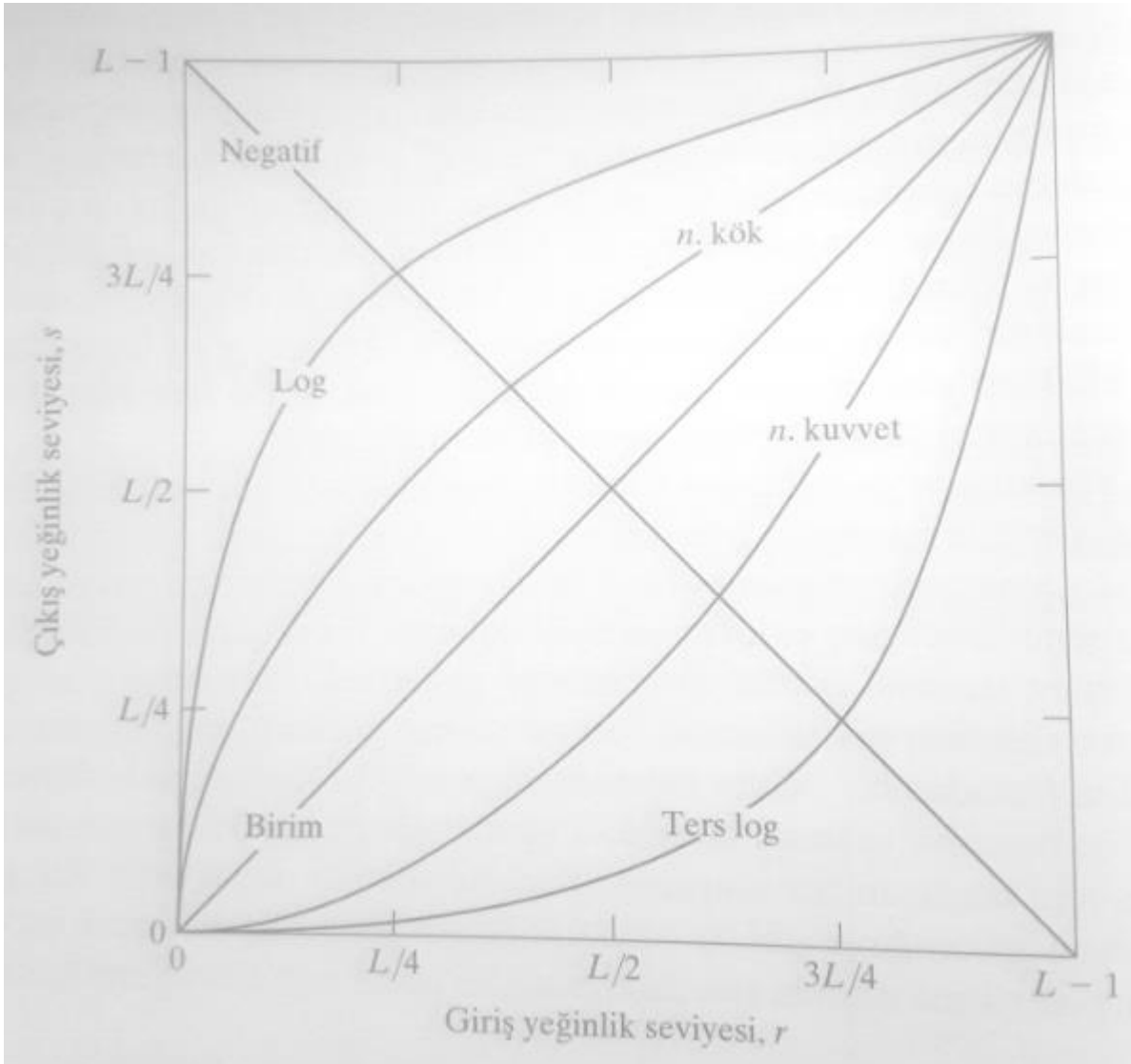
Temel Bazı Yeğİnlik Dönüşüm Fonksiyonları



ŞEKİL 3.3

Temel bazı yeğİnlik dönüşüm fonksiyonları. Tüm eğriler gösterilen aralığa uyacak şekilde ölçeklendirilmiştir.

Görüntü Negatifleri

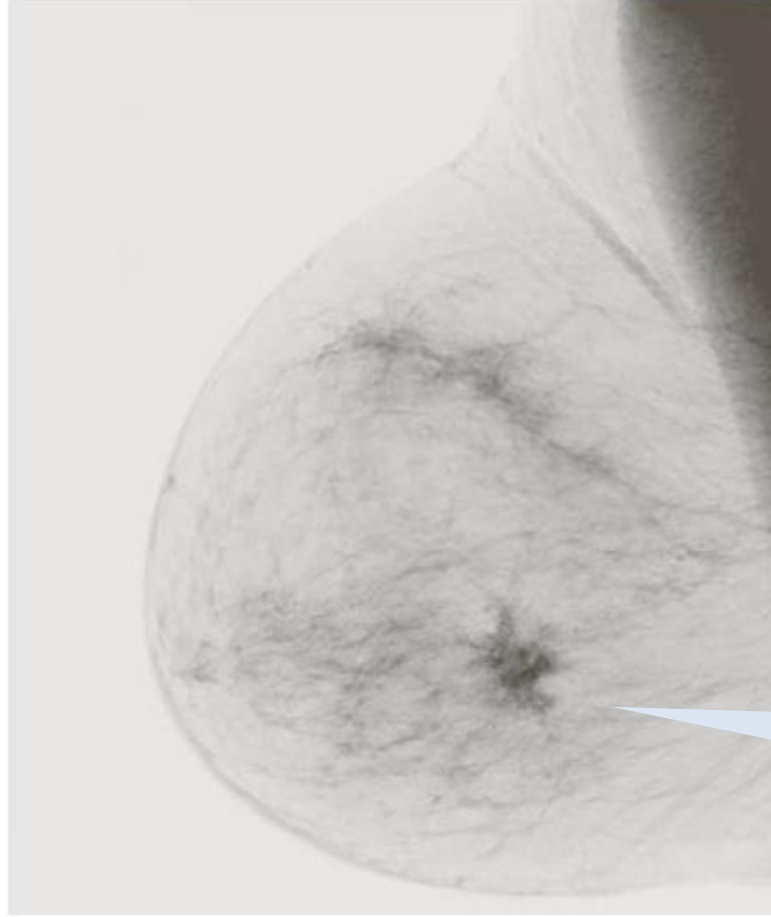
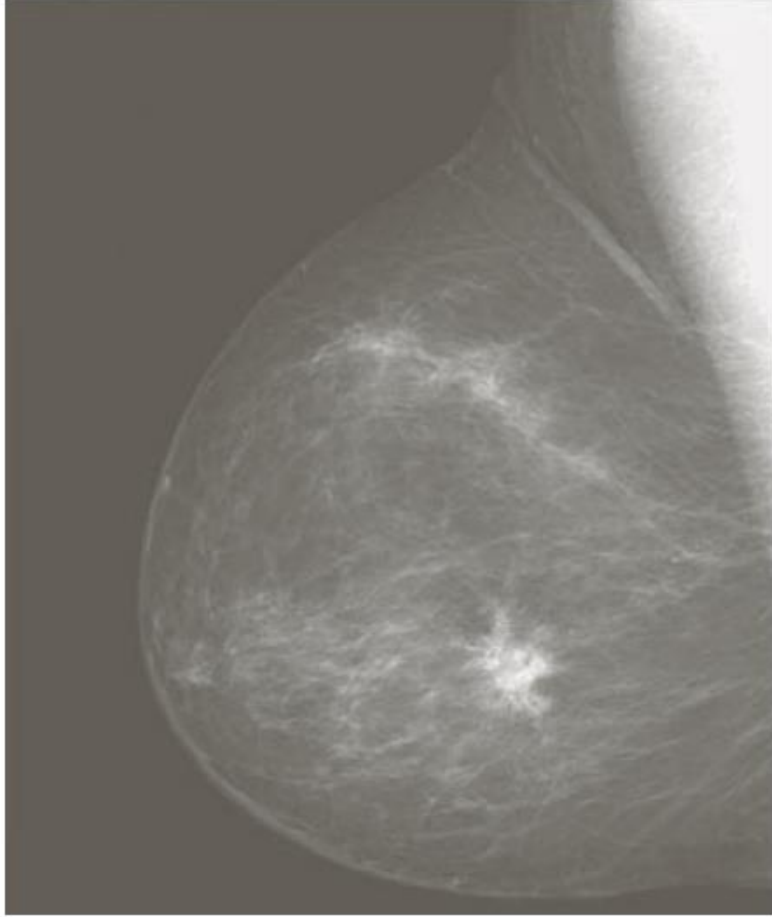


Görüntü negatifleri

$$s = L - 1 - r$$

Yeğinlik değerleri
[0 $L-1$] aralığındadır.

Örnek: Görüntü Negatifleri



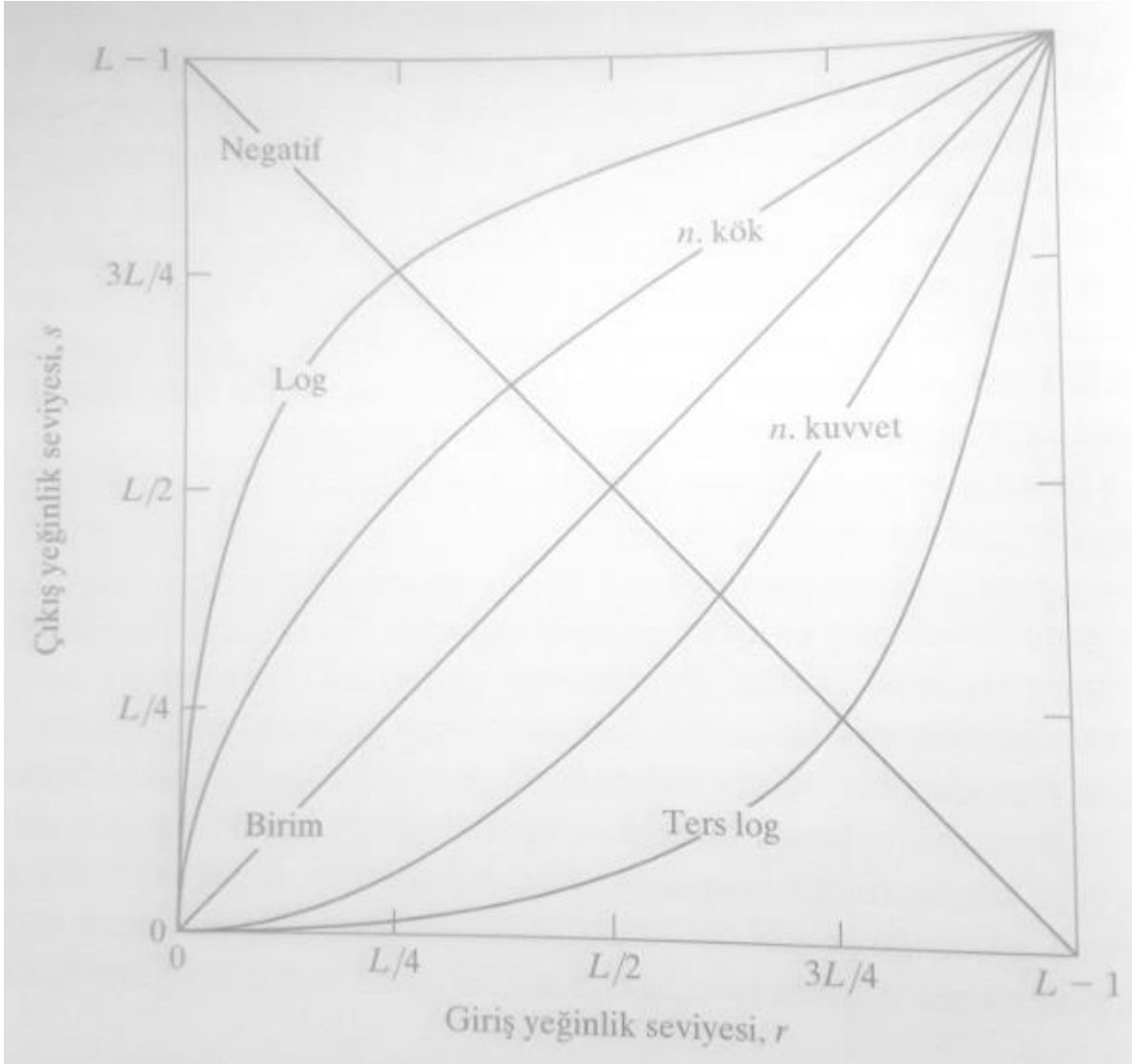
a b

ŞEKİL 3.4

(a) Orijinal sayısal mamogram. (b) Eşitlik (3.2.1)'deki negatif dönüşüm ile elde edilen negatif görüntü. (G.E. Medical Systems izniyle)

Küçük
lezyon

Logaritma Dönüşümü



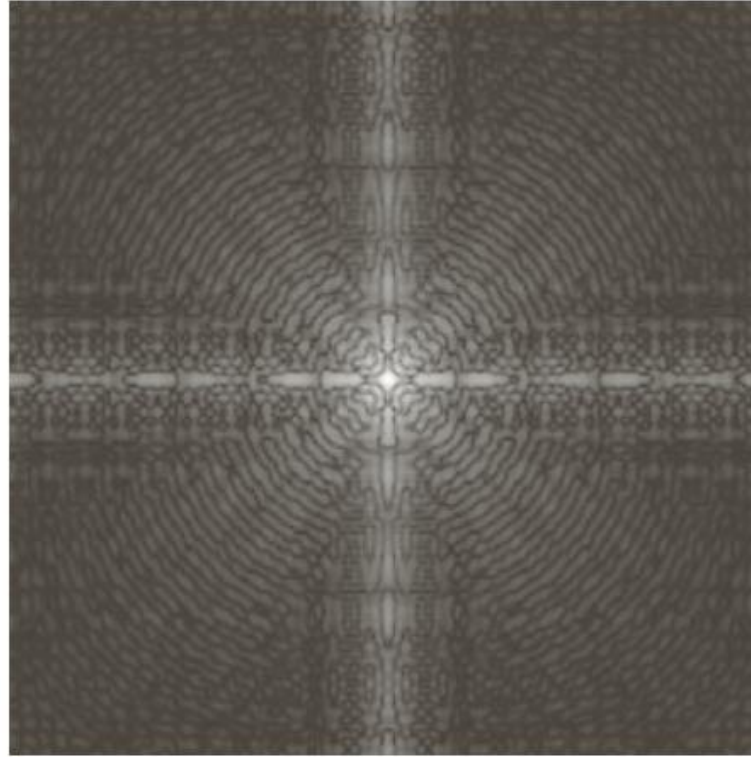
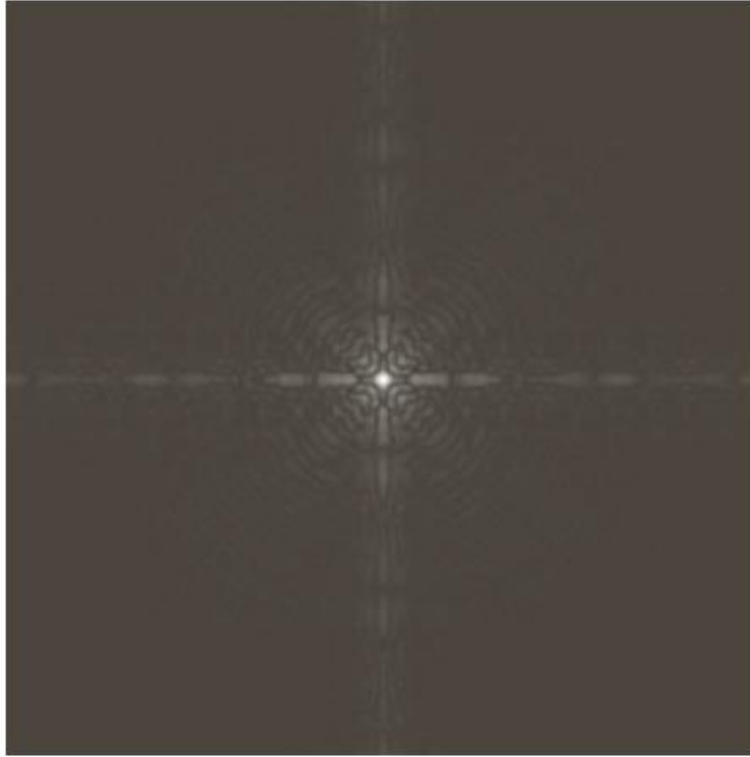
Logaritma Dönüşümü

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

c bir sabittir ve $r \geq 0$ 'dır.

Girişteki düşük yeğinlik değerlerinin dar bir aralığını daha geniş bir çıkış seviyesi aralığına aktarır.

Örnek: Logaritma Dönüşümü



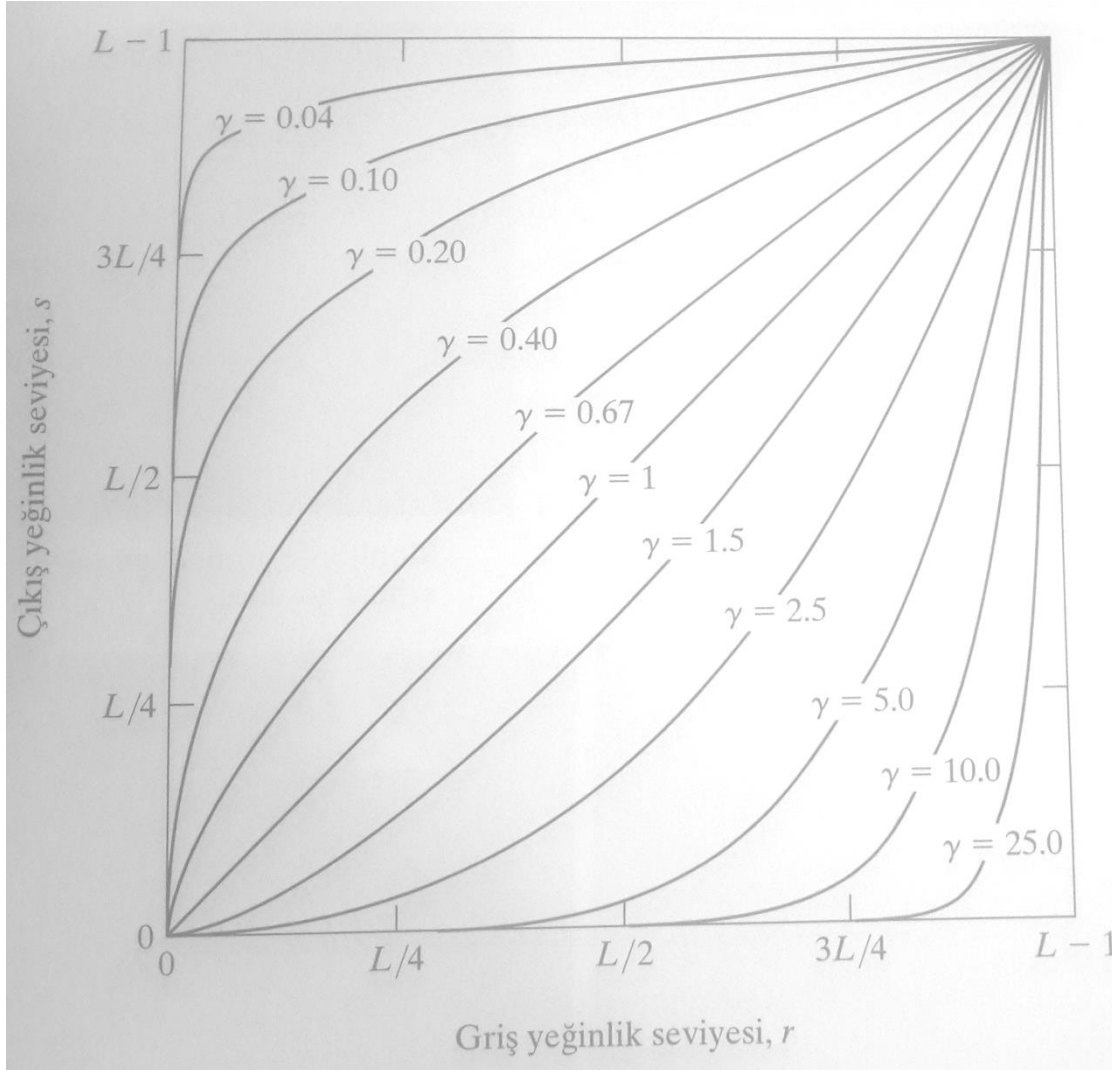
a b

ŞEKİL 3.5

(a) Fourier spek-
trumu (b)

$c = 1$ için Eşitlik
(3.2-2)'deki log
dönüşümünü uy-
gulamanın sonucu

Kuvvet Kanunu(Gama) Dönüşümleri



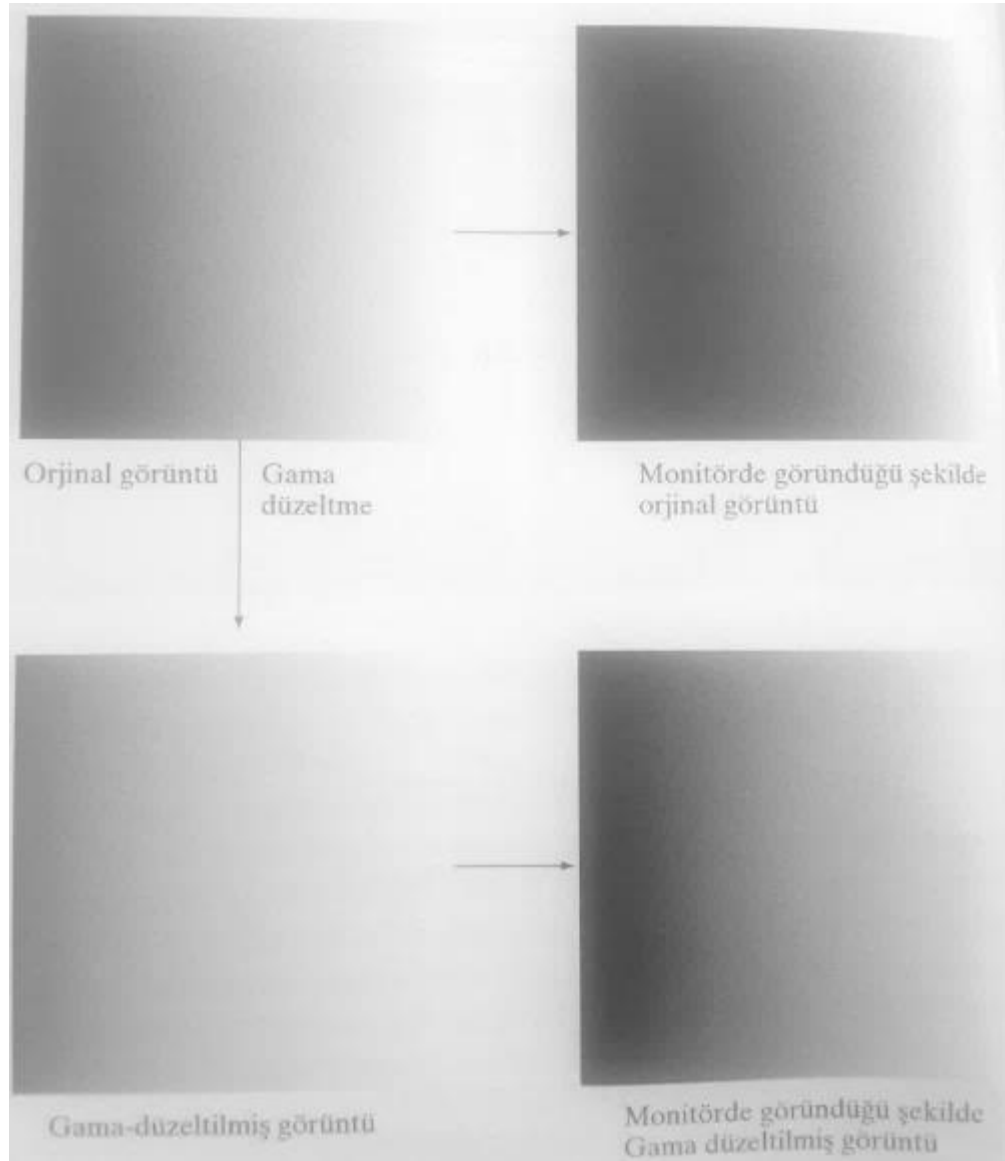
$$s = cr^\gamma$$

ŞEKİL 3.6

Çeşitli γ değerleri için $s = cr^\gamma$ denkleminin çizimleri (tüm durumlarda $c=1$). Tüm eğriler gösterilen aralığa uyacak şekilde ölçeklendirilmiştir.

pozitif
sabitler

Örnek: Gama Dönüşümleri

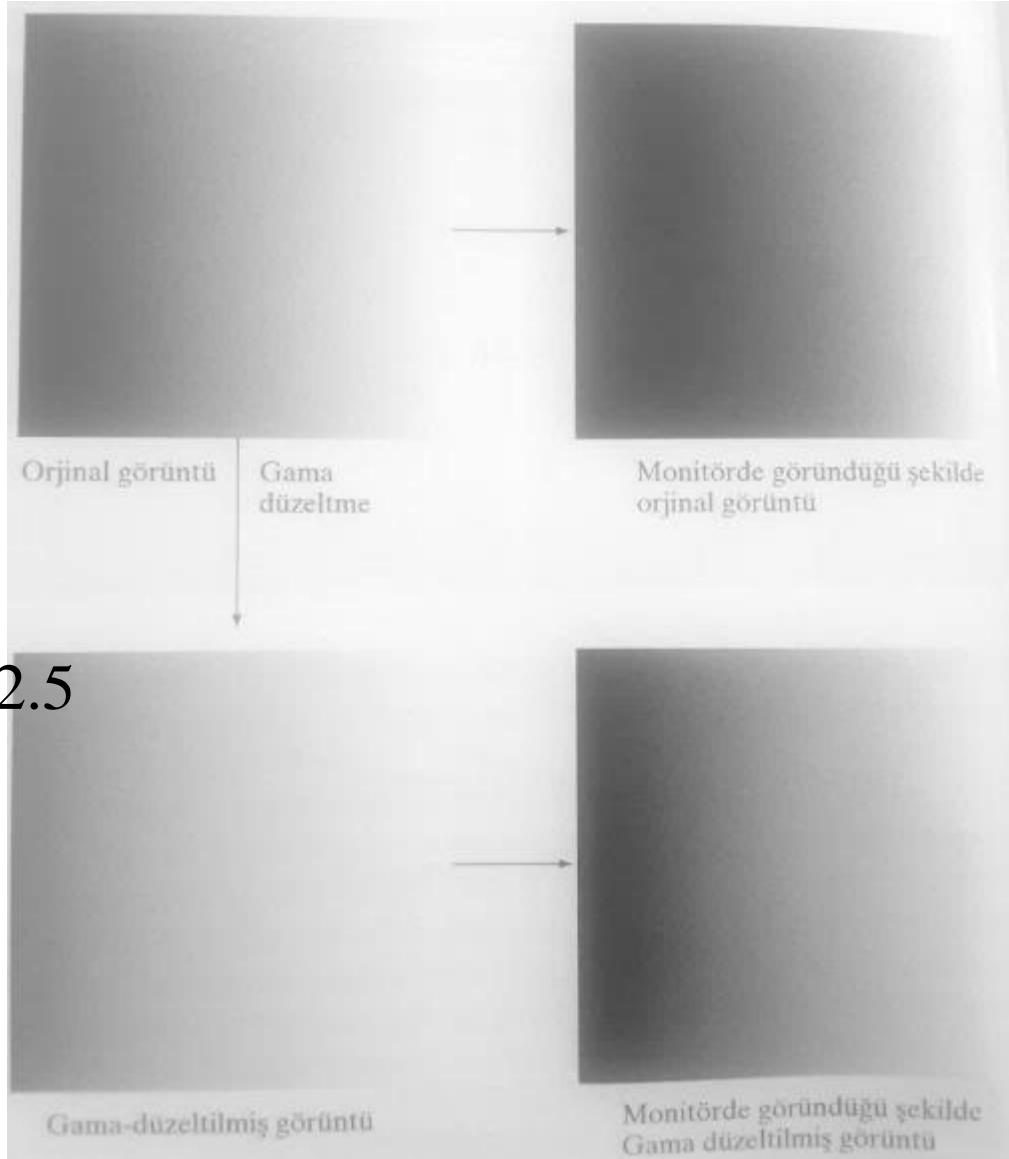


a b
c d

ŞEKİL 3.7

(a) Yeğirlik rampa görüntüsü (b) Gaması 2.5 olan temsili bir monitörde görülmüş gibi olan görüntü. (c) Gama düzeltilmiş görüntü. (d) Aynı monitörde görülmüş gibi olan düzeltilmiş görüntü. (a) ve (d) nın karşılaştırılması

Örnek: Gama Dönüşümleri

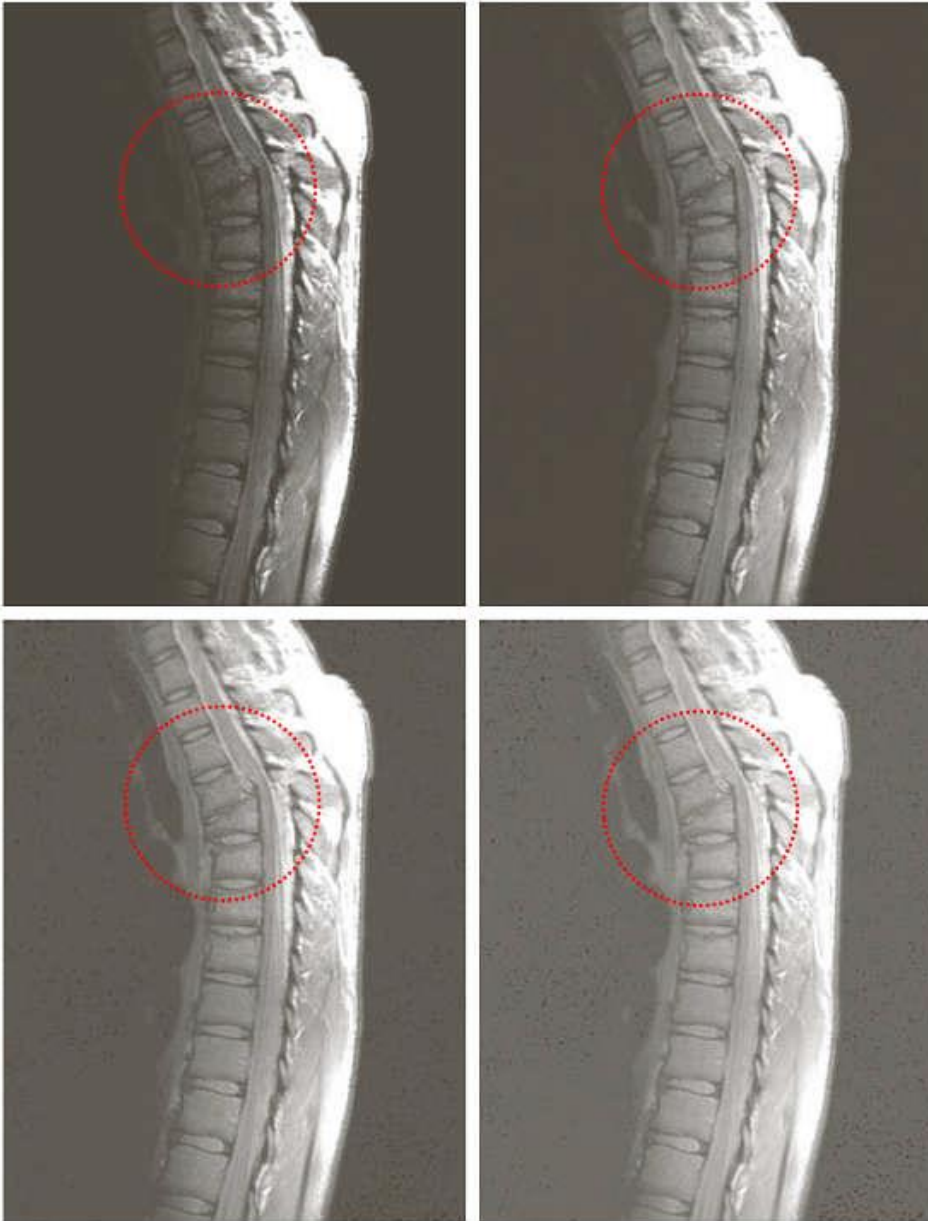


Örneğin, katot ışın tüplü (CRT) aygıtlar, bir kuvvet fonksiyonu şeklinde ifade edilen yeğinlik-gerilim tepkisine sahiptir.

Bu fonksiyonun üssü yaklaşık olarak 1.8 ile 2.5 arasında değişmektedir.

$$S = r^{1/2.5}$$

Örnek: Gama Dönüşümleri



a b
c d

ŞEKİL 3.8
(a) Çatlak bir insan omurgasının manyetik rezonans görüntüsü (b)-(d) $c = 1$ ve sırasıyla $\gamma = 0.6, 0.4$ ve 0.3 seçilerek Eşitlik (3.2-3)'teki dönüşümün uygulanmasından sonraki sonuçlar (Orijinal görüntü Dr.David R. Pickens, Department of Radiology and Radiological Sciences, Vanderbilt University Medical Center izniyle.)

Örnek: Gama Dönüşümleri



a b
c d

ŞEKİL 3.9

(a) Havadan çekilmiş görüntü
(b) – (d) $c = 1$ ve sırasıyla gama = 3.0, 4.0 ve 5.0 seçilerek Eşitlik (3.2-3)'teki dönüşümün uygulanmasından sonraki sonuçlar (Orijinal görüntü NASA'nın izniyle)

Parçalı-Doğrusal Dönüşümler

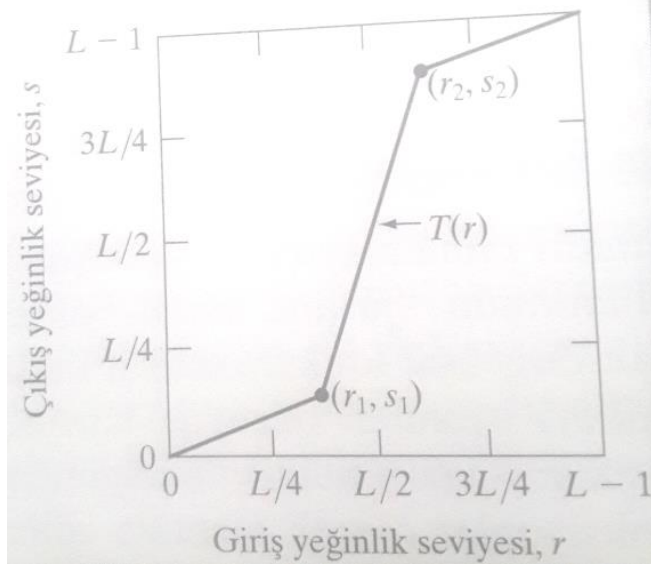
► **Kontrast Germe**

Kayıt ortamının veya görüntü cihazının tüm yeğlilik aralığını kapsayacak şekilde yeğlilik seviye aralığının genişletilmesi işlemidir.

► **Yeğlilik Seviyesi Dilimleme**

Bir görüntüdeki yeğliliklerin özel bir aralığını vurgulamadır.

Kontrast Germe



a b
c d

ŞEKİL 3.10

Kontrast germe.

(a) Dönüşüm fonksiyonunun şekli.

(b) Düşük kontrastlı bir görüntü

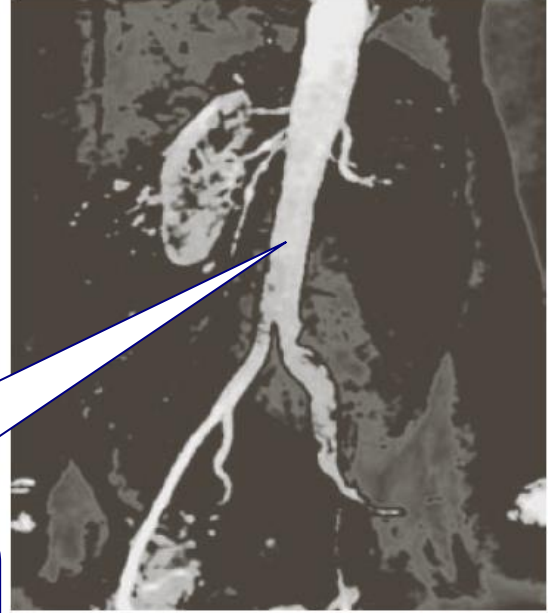
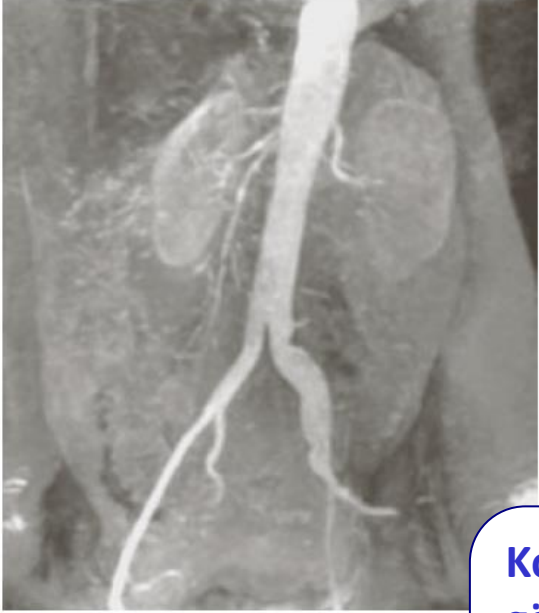
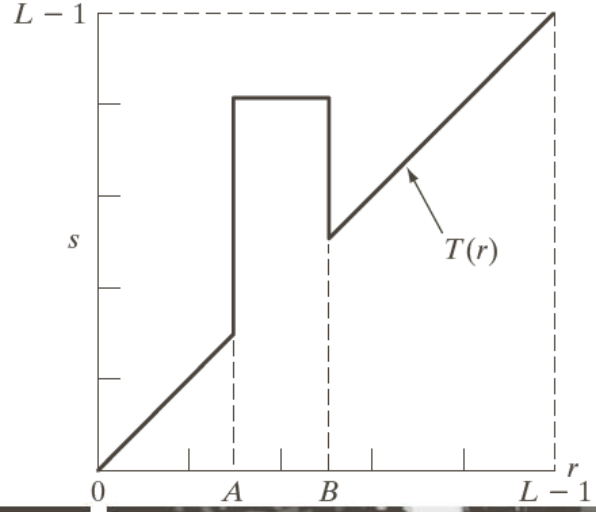
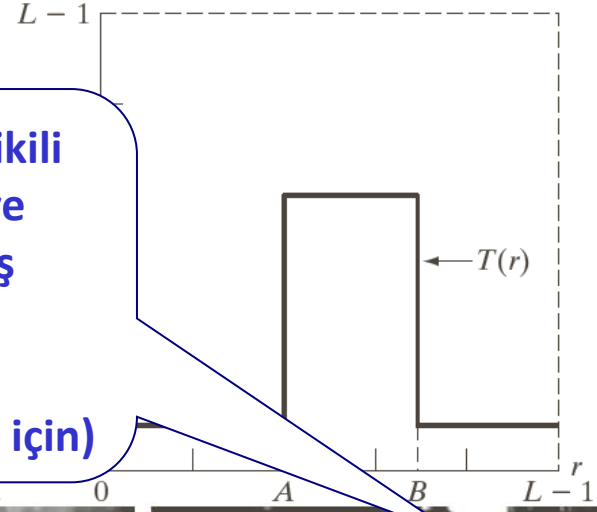
(c) Kontrast germe işleminin sonucu.

(d) Eşikleme işleminin sonucu.

Orijinal görüntü Dr.Roger Heady, Research School of Biological Sciences, Australian National University, Canberra, Australia izniyle)

a b
ŞEKİL 3.11

Bu tip zenginleştirme, ikili bir görüntü oluşturur ve kontrast maddenin akış biçimini incelemeye kullanışlıdır (örneğin tıkanıklıkları saptamak için)



Kontrast maddenin bir dizi görüntüdeki gerçek akışını zamanın fonksiyonu olarak ölçmek istediğimizde böyle bir sonuç faydalı olabilir.

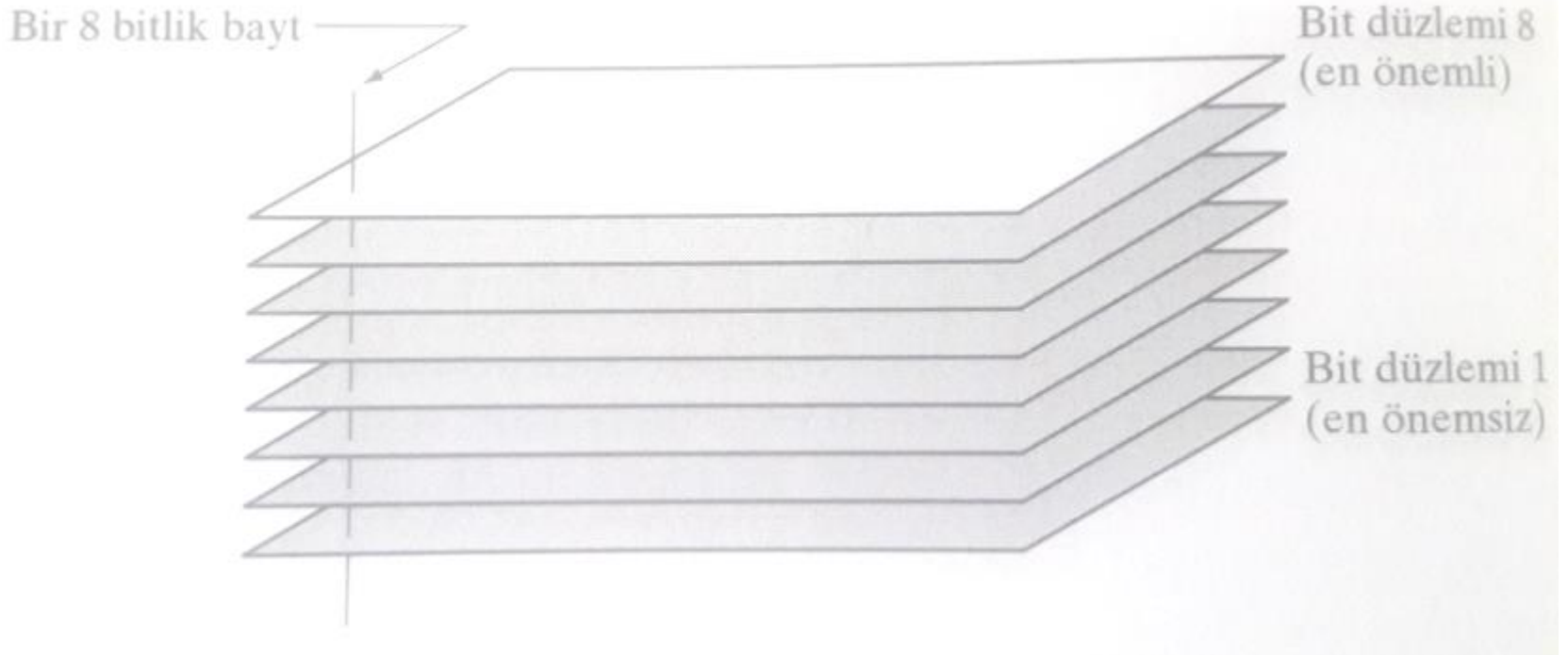
a b c

ŞEKİL 3.12 (a) Aort anjiyogramı ile elde edilen sonuç. (b) Şekil 3.11(a)'daki dönüşümün kullanılmasıyla elde edilen sonuç. (c) Şekil 3.11(b)'deki dönüşümün kullanılmasıyla elde edilen sonuç.

mlleme dönüşümünün kullanılmasıyla elde edilen sonuç. (Orijinal görüntü Dr. Thomas

Yeğlilik Seviyesi Dilimleme

Bit Düzlemi Dilimleme



ŞEKİL 3.13
8 bit'lik bir görün-
tünün bit düzlemi
gösterimi.

Bit Düzlemi Dilimleme



a b c
d e f
g h i

ŞEKİL 3.14 (a) 500 X 1192 piksel boyutunda 8 bitlik gri ölçekli bir görüntü. (b)-(i) 1'den 8'e kadar bit düzlemleri. 1. düzlem en önemsiz bite karşılık gelmektedir. Her bit düzlemi ikili bir görüntüdür.

Bit Düzlemi Dilimleme



a b c

ŞEKİL 3.15 Yeniden oluşturulan görüntüler (a) 8. ve 7. bit düzlemi kullanılarak; (b) 8., 7. ve 6. bit düzlemleri kullanılarak; (c) 8., 7., 6. ve 5. bit düzlemleri kullanılarak (c) . (c)'yi Şekil 3.14(a) ile karşılaştırınız.

Histogram Nedir?

- ▶ Görüntüdeki gri değerlerin dağılımının grafiksel olarak gösterimidir.
- ▶ X eksenini görüntüdeki gri değerleri (yansıma değerleri), Y eksenini ise o gri değerdeki toplam piksel sayısını gösterir.
- ▶ X eksenini üzerinde sola doğru ilerledikçe (orijine yaklaştıkça) daha koyu ve siyah alanlara ait pikseller temsil edilir.
- ▶ X eksenini üzerinde histogram şekline ait orta kısımlar orta koyulukta gri alanları ve sol uç taraflar ışığın bol olduğu ve beyaz alanları temsil eder.

Histogram İşleme

Histogram $h(r_k) = n_k$

Burada r_k , k. yeğinlik değeri

n_k , görüntüdeki r_k yeğinlik değerine sahip piksellerin sayısı

Normalize edilmiş histogram: $p(r_k) = \frac{n_k}{MN}$

Histogram İşleme

Histogram

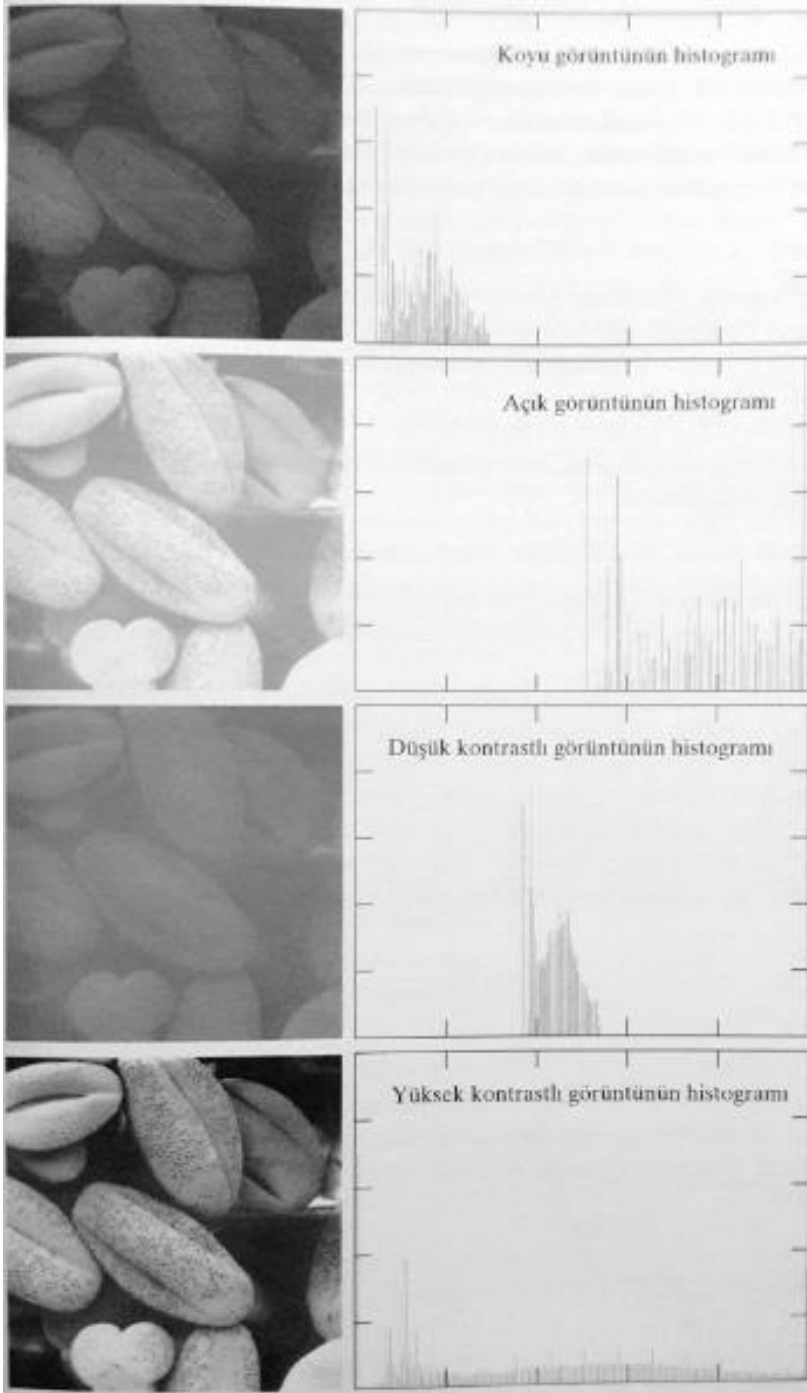
Burada n_k

n_k , görünüş
sayısı

**Temel olasılık
teorisinin tekrarı için
kitabın web sitesine
başvurunuz.**

e sahip piksellerin

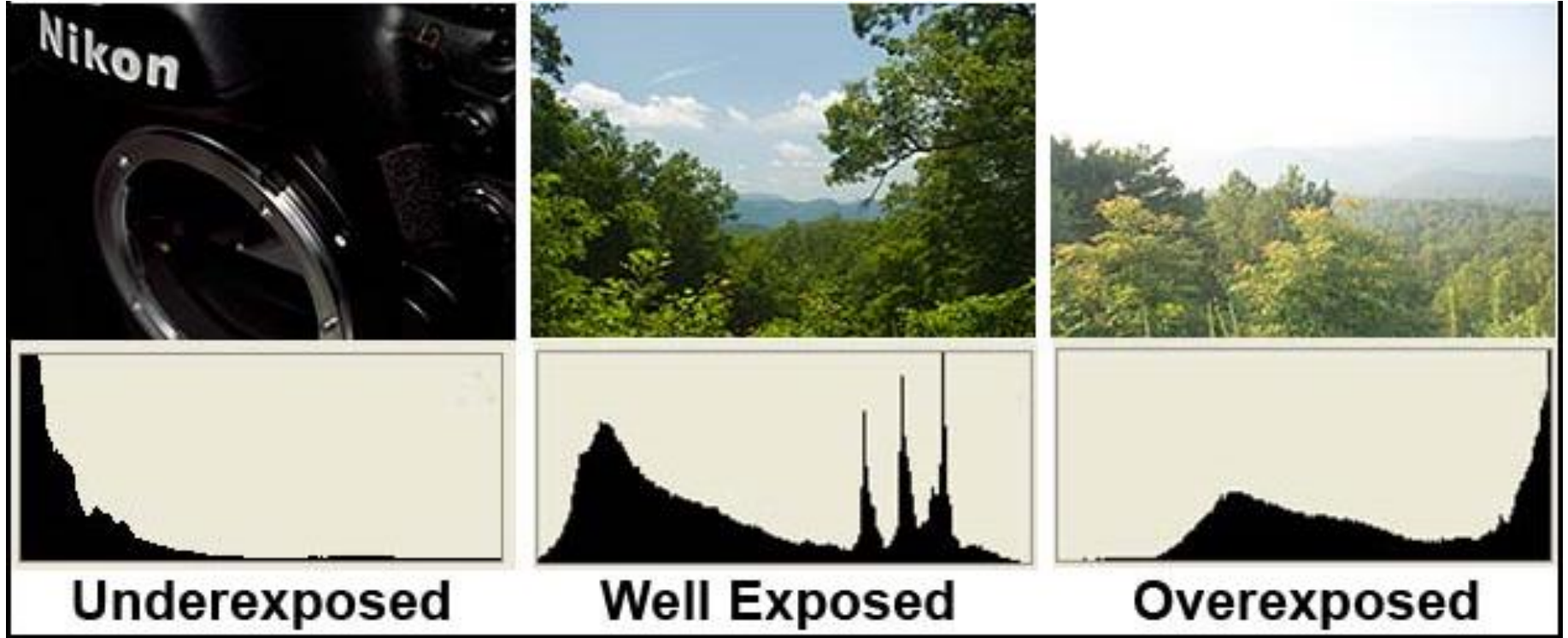
Normalize edilmiş histogram:
$$p(r_k) = \frac{n_k}{MN}$$



a b c

ŞEKİL 3.17 Dört temel görüntü tipi: koyu, açık, düşük kontrast, yüksek kontrast ve ilgili histogramları.

Histogram İşleme

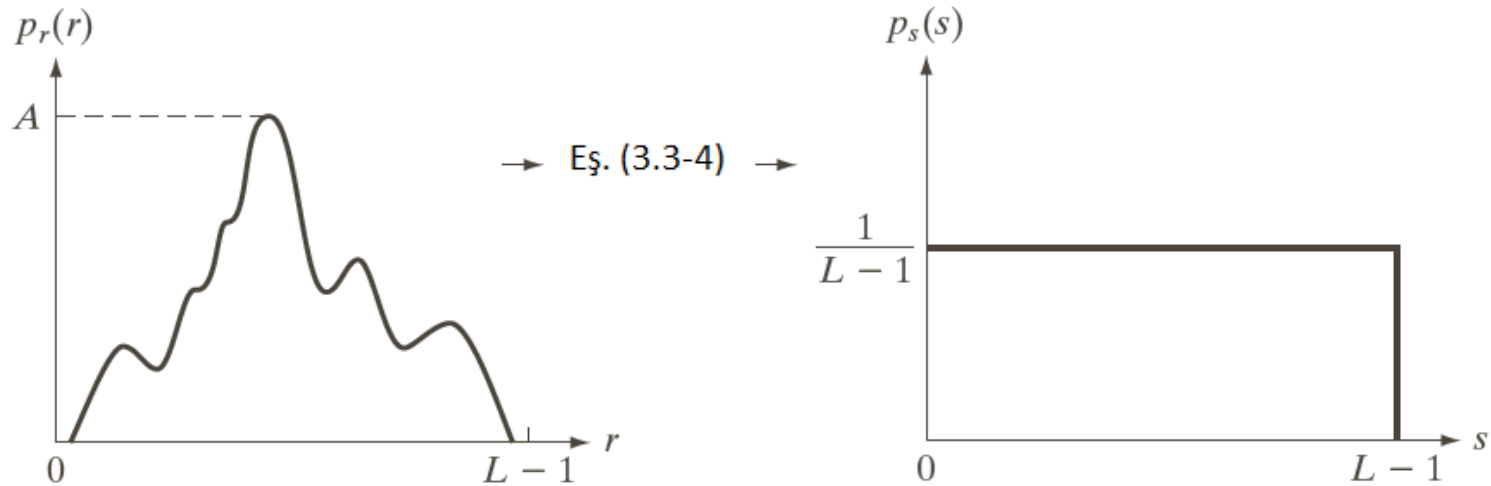


Histogram bize görüntünün kontrastı hakkında bilgi verir

Histogram Denkleştirme

Bir görüntüdeki yeğinlik değerlerine, $[0, L-1]$ aralığında rasgele değişkenler olarak bakılabilir.

$p_r(r)$ ve $p_s(s)$, sırasıyla r ve s 'nin olasılık yoğunluk fonksiyonunu (PDF) gösterebilir.



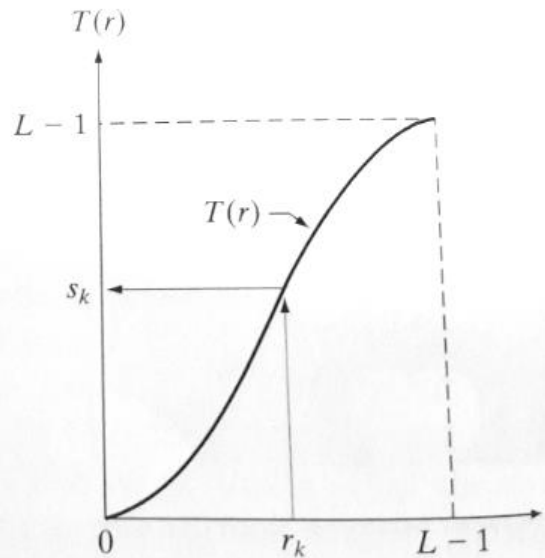
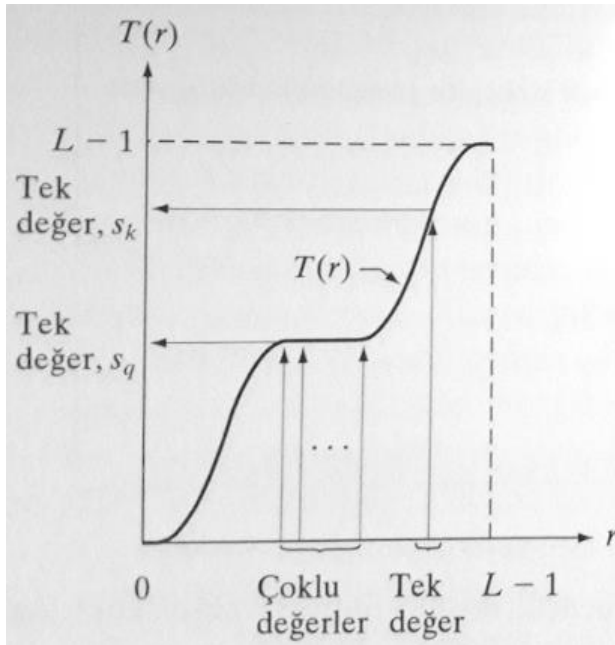
a b

ŞEKİL 3.18 (a) Gelişigüzel PDF, (b) Eşitlik 3.3-4 de bütün r yeğinlik değerlerine dönüşüm uygulandığında ortaya çıkan sonuç, s in sonuçlarında PDF düzgün r 'den bağımsız.

Histogram Denkleştirme

$$s = T(r) \quad 0 \leq r \leq L-1$$

- a. $T(r)$, $[0, L-1]$ aralığında monoton bir şekilde artan bir fonksiyondur.
- b. $0 \leq r \leq L-1$ için $0 \leq T(r) \leq L-1$



a b
ŞEKİL 3.17
(a) Monoton şekilde artan fonksiyon, birden fazla değer için tek bir değere nasıl eşlendiğini göstermektedir.
(b) Kesinlikle monoton bir şekilde artan fonksiyon. Bu dönüşüm iki yönlü bir eşlemedir.

Histogram Denkleştirme

$$s = T(r) \quad 0 \leq r \leq L-1$$

- a.* $T(r)$, $[0, L-1]$ aralığında monoton bir şekilde artan bir fonksiyondur.
- b.* $0 \leq r \leq L-1$ için $0 \leq T(r) \leq L-1$

$T(r)$, sürekli ve türevlenebilir.

$$p_s(s)ds = p_r(r)dr$$

Örnek: Histogram Denkleştirme

64×64 piksel boyutunda ($MN = 4096$) olan 3-bitlik ($L=8$) bir görüntünün tabloda gösterilen yeğinlik dağılımına sahip olduğunu varsayalım.

Histogram denkleştirme dönüşüm fonksiyonu bulun ve her bir s_k için $p_s(s_k)$ ' yı bulun.

r_k	n_k	$p_r(r_k) = n_k/MN$
$r_0 = 0$	790	0.19
$r_1 = 1$	1023	0.25
$r_2 = 2$	850	0.21
$r_3 = 3$	656	0.16
$r_4 = 4$	329	0.08
$r_5 = 5$	245	0.06
$r_6 = 6$	122	0.03
$r_7 = 7$	81	0.02

TABLO 3.1

64×64 ve 3 bitlik sayısal görüntünün yeğinlik dağılımı ve histogram değerleri

Örnek: Histogram Denkleştirme

r_k	n_k	$p_r(r_k) = n_k/MN$
$r_0 = 0$	790	0.19
$r_1 = 1$	1023	0.25
$r_2 = 2$	850	0.21
$r_3 = 3$	656	0.16
$r_4 = 4$	329	0.08
$r_5 = 5$	245	0.06
$r_6 = 6$	122	0.03
$r_7 = 7$	81	0.02

$$s_0 = T(r_0) = 7 \sum_{j=0}^0 p_r(r_j) = 7 \times 0.19 = 1.33 \quad \rightarrow 1$$

$$s_1 = T(r_1) = 7 \sum_{j=0}^1 p_r(r_j) = 7 \times (0.19 + 0.25) = 3.08 \quad \rightarrow 3$$

$$s_2 = 4.55 \quad \rightarrow 5$$

$$s_3 = 5.67 \quad \rightarrow 6$$

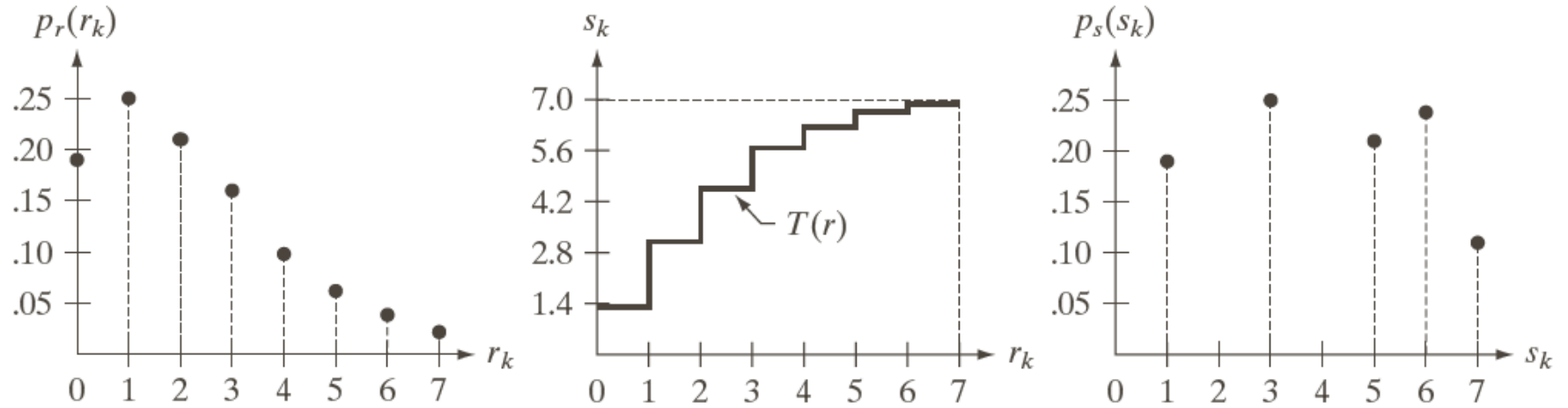
$$s_4 = 6.23 \quad \rightarrow 6$$

$$s_5 = 6.65 \quad \rightarrow 7$$

$$s_6 = 6.86 \quad \rightarrow 7$$

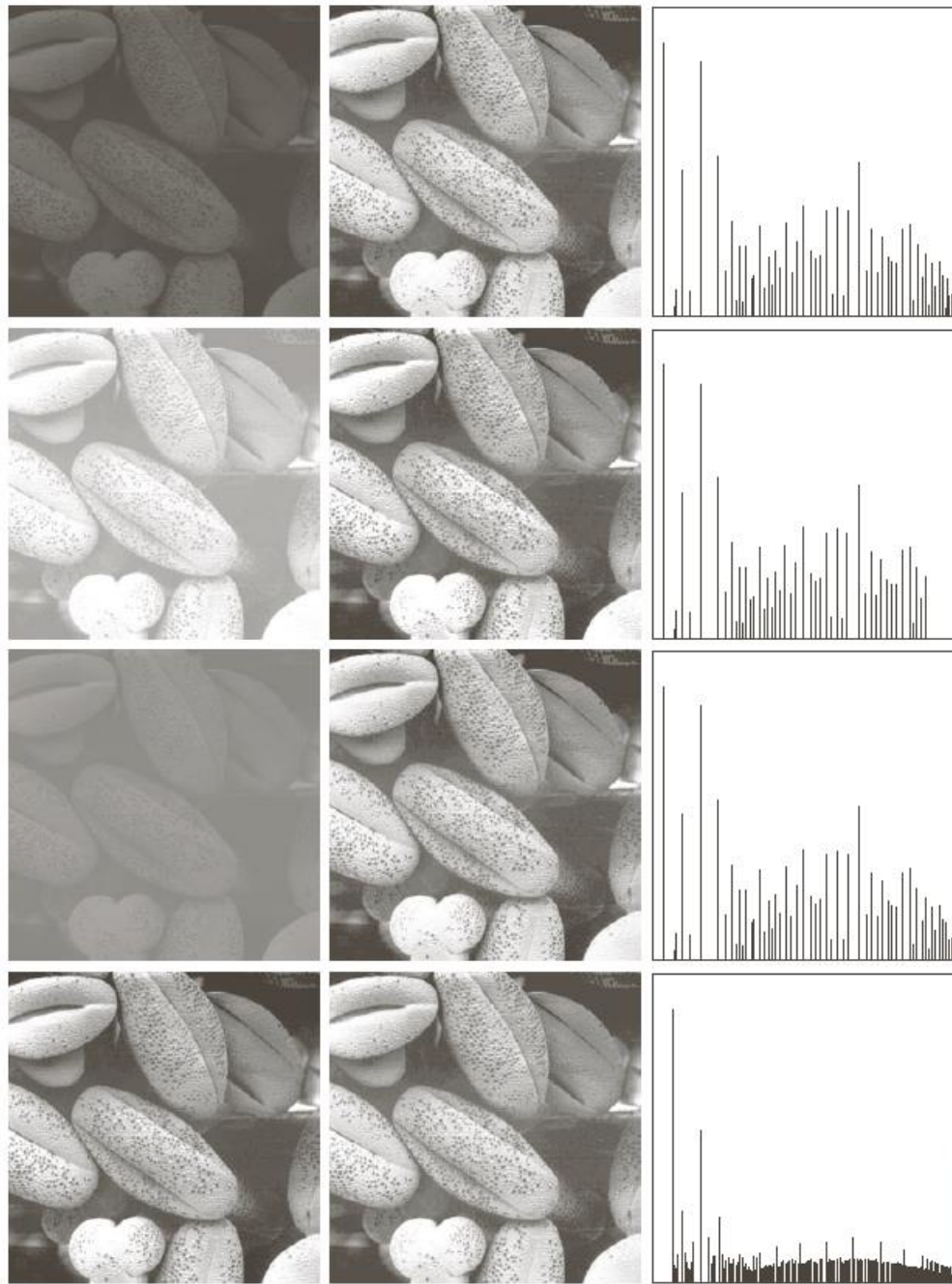
$$s_7 = 7.00 \quad \rightarrow 7$$

Örnek: Histogram Denkleştirme



a b c

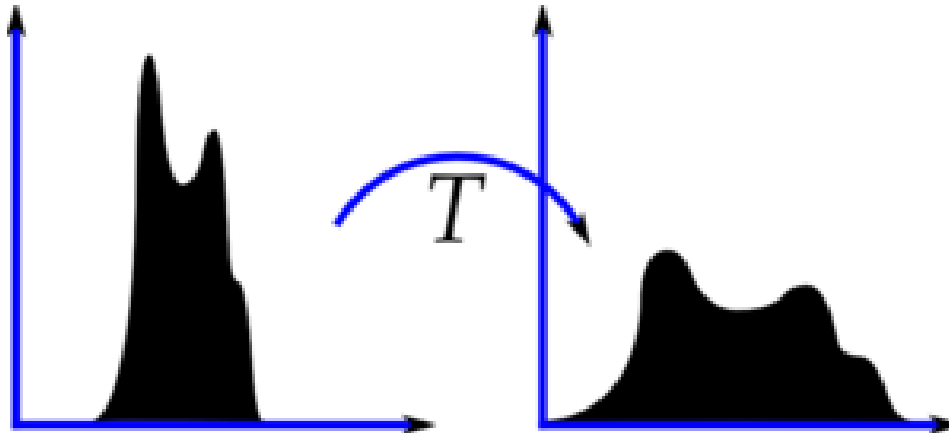
ŞEKİL 3.19 3 Bitlik 8 yeğinlik seviyeli görüntünün histogram denkleştirme gösterimi. (a) Orijinal histogram. (b) Dönüşüm fonksiyonu. (c) Denkleştirilmiş histogram.



ŞEKİL 3.20 Sol sütun: Şekil 3.16'dan görüntüler. Orta sütun: karşılık gelen histogramı denkleştirilmiş görüntüler. Sağ sütun: orta sütundaki görüntülerin histogramları.

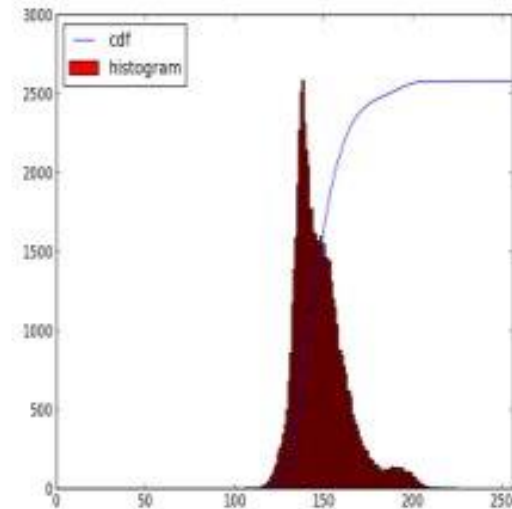
Örnek: Histogram Denkleştirme

- ▶ Piksel değerleri yalnızca belirli bir değer aralığında sınırlandırılmış bir görüntü düşünün.
- ▶ Örneğin, daha parlak görüntüde tüm pikseller yüksek değerlerle sınırlandırılacaktır.
- ▶ Ancak iyi bir görüntü, görüntünün tüm bölgelerinden piksellere sahip olmalıdır.
- ▶ Bu nedenle, bu histogramı her iki uca uzatmanız gerekir ve Histogram Eşitlemenin yaptığı şey budur.
- ▶ Bu normalde görüntünün kontrastını iyileştirir.



Örnek: Histogram Denkleştirme

```
import numpy as np
import cv2 as cv
from matplotlib import pyplot as plt
img = cv.imread('wiki.jpg',0)
hist,bins = np.histogram(img.flatten(),256,[0,256])
cdf = hist.cumsum()
cdf_normalized = cdf * float(hist.max()) / cdf.max()
plt.plot(cdf_normalized, color = 'b')
plt.hist(img.flatten(),256,[0,256], color = 'r')
plt.xlim([0,256])
plt.legend(('cdf','histogram'), loc = 'upper left')
plt.show()
```



Örnek: Histogram Denkleştirme

```
img = cv.imread('wiki.jpg',0)  
equ = cv.equalizeHist(img)  
res = np.hstack((img,equ)) #stacking images side-by-side  
cv.imwrite('res.png',res)
```



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