

MEDİKAL GÖRÜNTÜLERİN BİLGİSAYARDA İŞLENMESİ

Prof. Dr. Doğan BOR

Ankara Üniversitesi
Nükleer Bilimler Enstitüsü

11 Medikal Fizik Kongresi, Antalya

Dijital (Rakamsal) görüntülemenin üstünlükleri

- Görüntüler tekrar toplanabilir.
- Görüntülerin toplanması ve gösterimi birbirinde ayrılmıştır
- Görüntüler rakamsaldır, matematik işlemler yapılabilir.
- Görüntüler kolayca depolanır, istenildiği zaman yeni işlemler yapılabilecek şekilde tekrar gösterilebilir
- Görüntüler geniş bir gri skalada incelenebilir



Görüntü İşlenmesinin amaçları

- Gürültünün Azaltılması
- Görüntü Kenarlarının keskinliğinin arttırılması
(Bulanıklığın azaltılması)
- Görüntü Kenarlarının Deteksiyonu
- Görüntülerde nümerik değerlendirmelerin yapılması

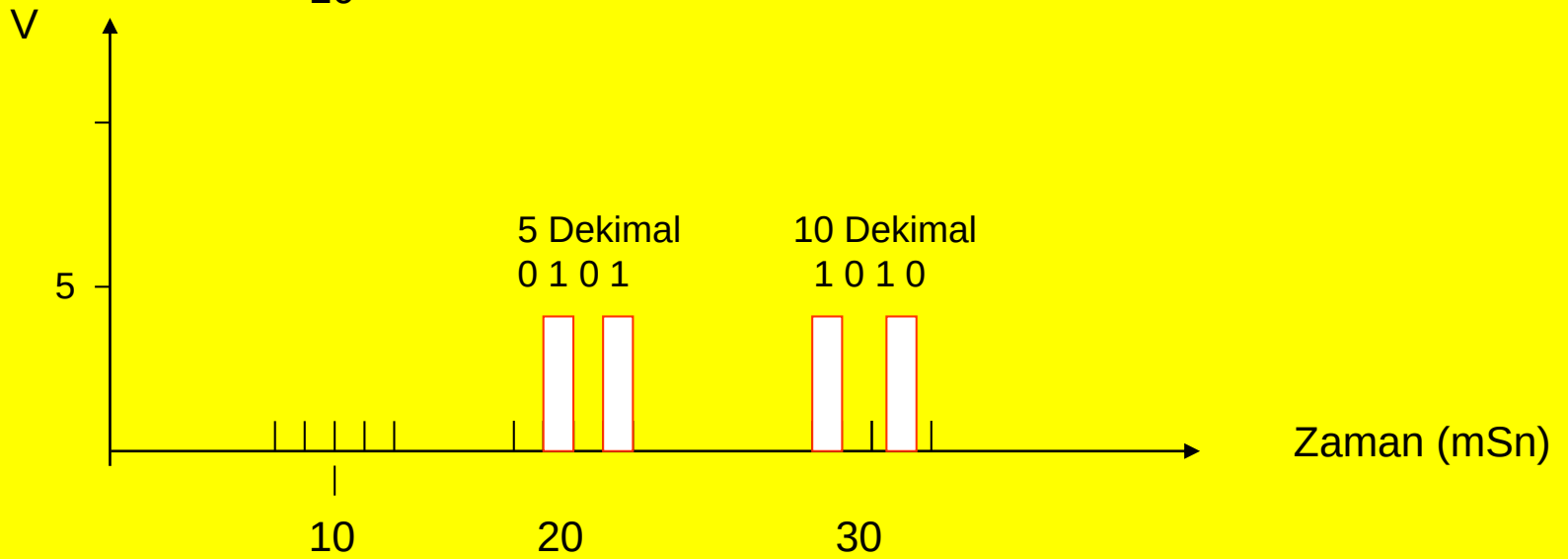
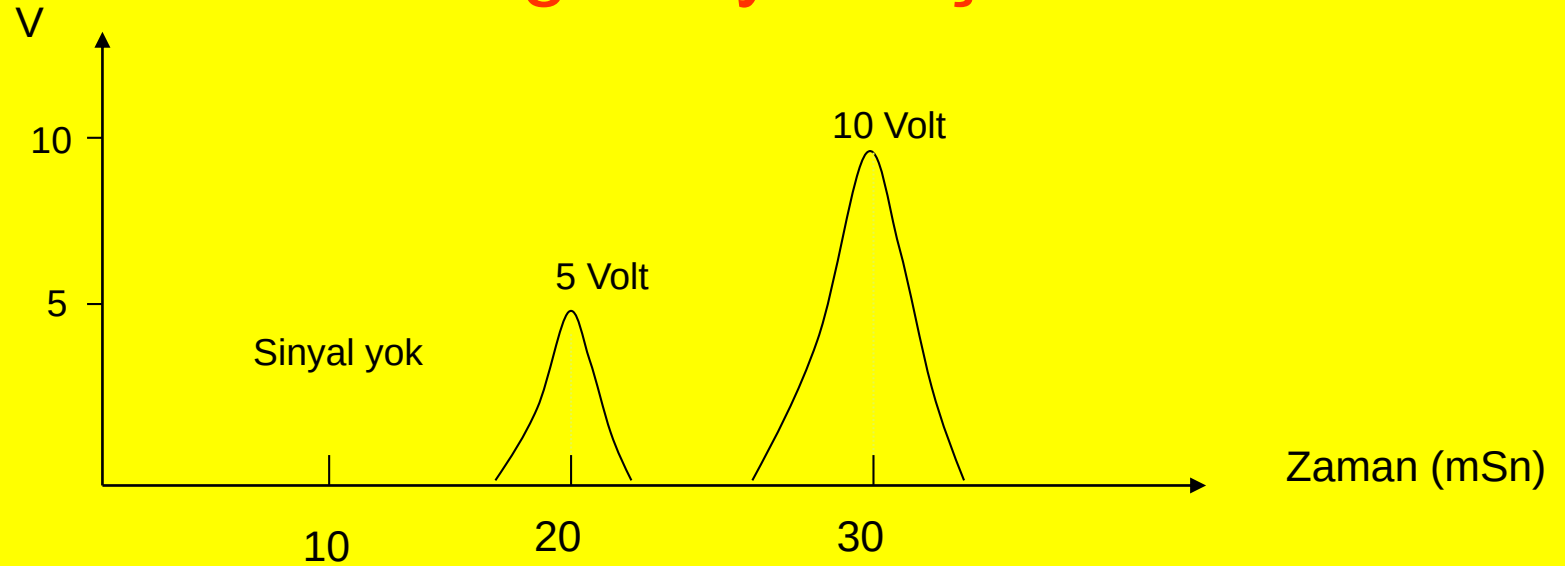
Sayısal Bilgilerin Elde edilmesi

Sayısallaştırma (Digitization)

Örnekleme (Sampling) Zamansal ya da Uzaysal
(Görüntüdeki Uzaysal Ayırma Gücü)

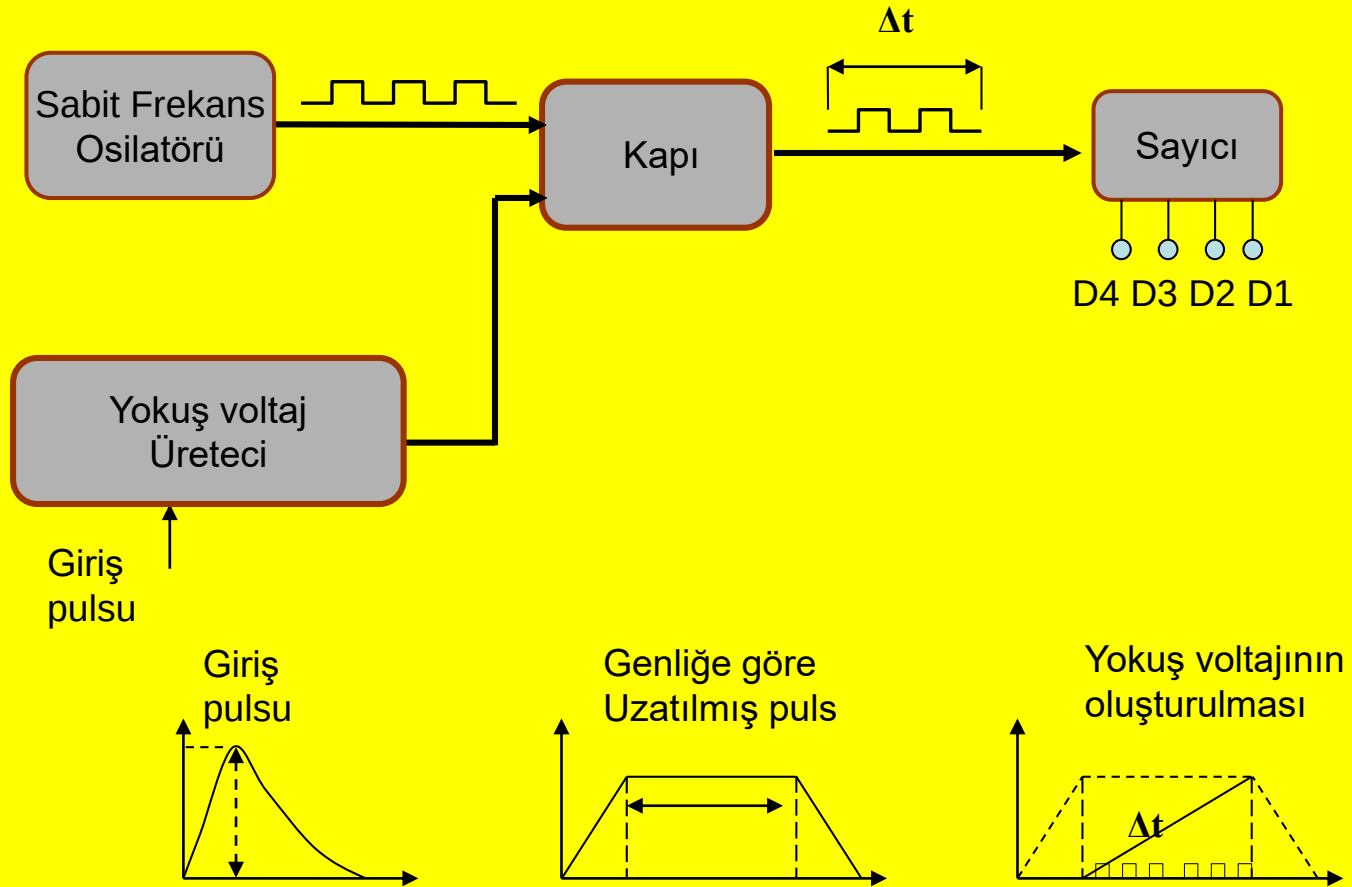
Quantizasyon (Integer değerlere çevirme)
(Görüntüdeki Kontrast)

Analog - sayısal Çevirici



İki farklı analog voltajın örnekleme

Yokuş Tipi ADC



Analog – Sayısal Çevirici

Dönüştürme süresi (Hızı):

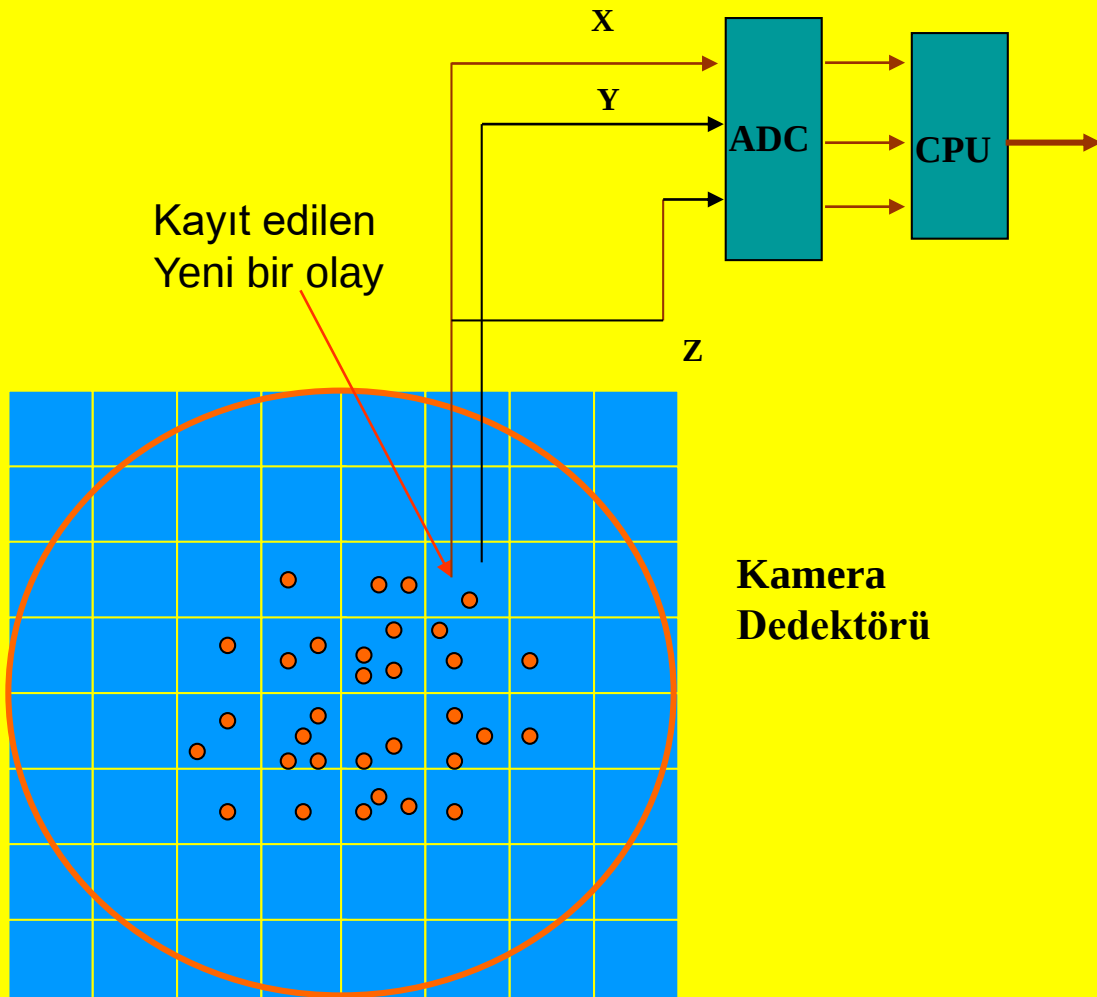
Doğruluğu:

ADC'nin artan bit sayısı ile artar

Doğrusallığı

ADC tipi	Hız	Bit sayısı
FLASH	100 nSn	8
ARDIŞIK YAKLAŞIMLI	1 μ Sn	10-16
RAMP	mSn-Sn	10-18

Görüntülerin Bilgisayara Toplanması

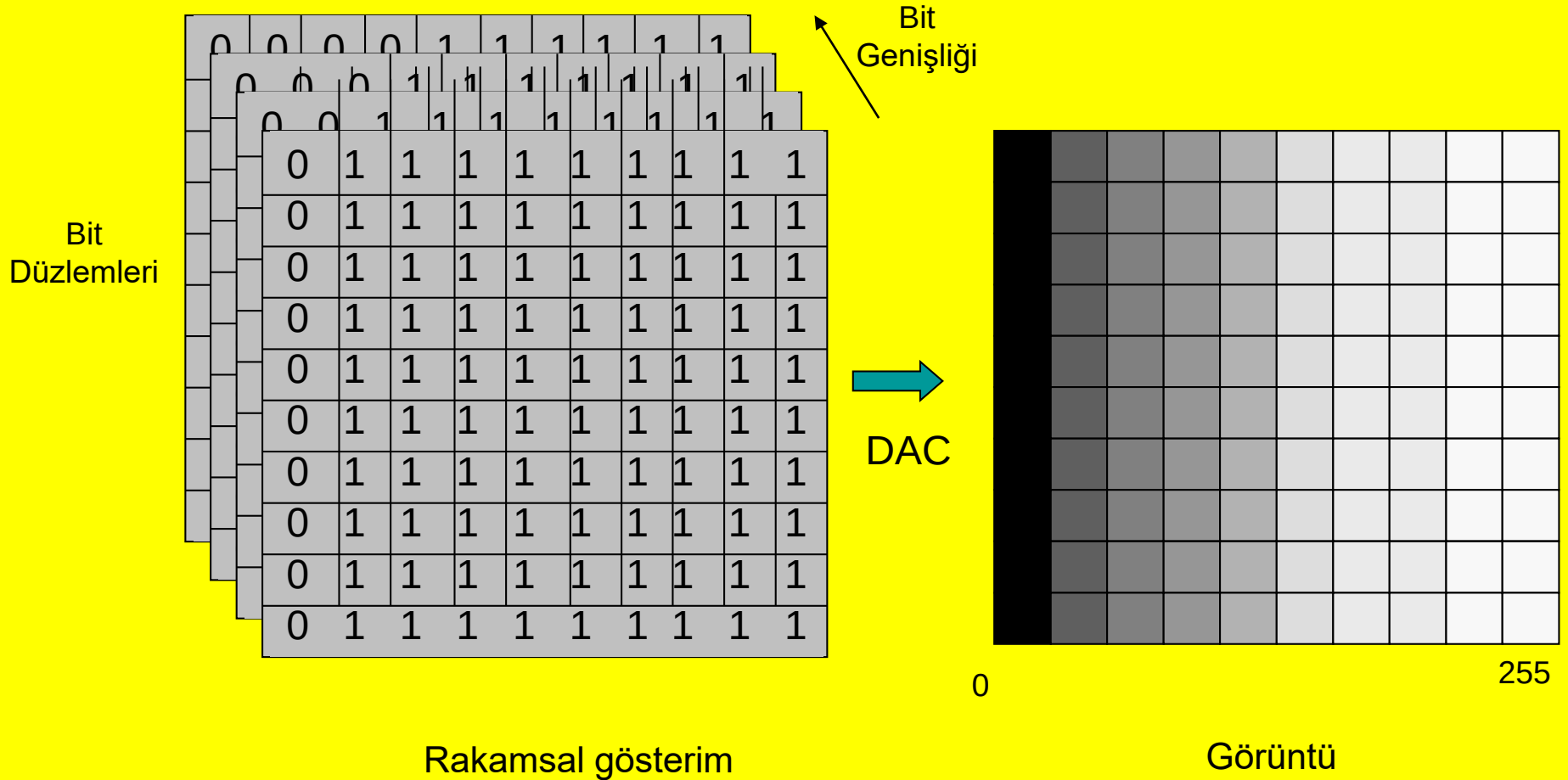


0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	2	3	4	2	1	0
0	0	2	3	2	1	0	0
0	2	1	3	4	5	1	0
0	0	2	3	0	4	1	0
0	0	1	1	2	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Piksel sayımları analizörden geçen
Her olay için bir arttırılır

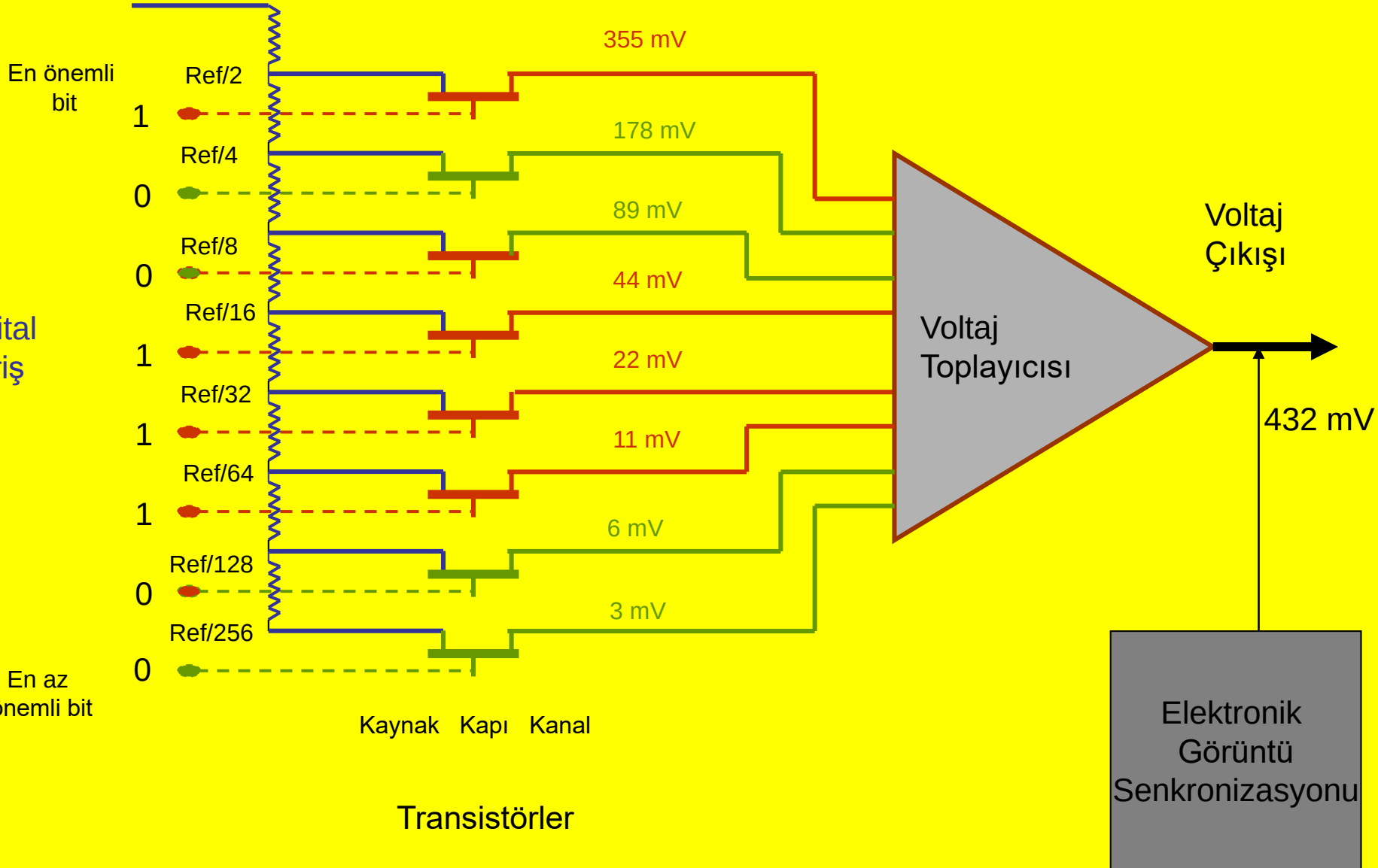
Bilgisayardaki görüntü

Rakamsal görüntünün gri seviyelere dönüşümü



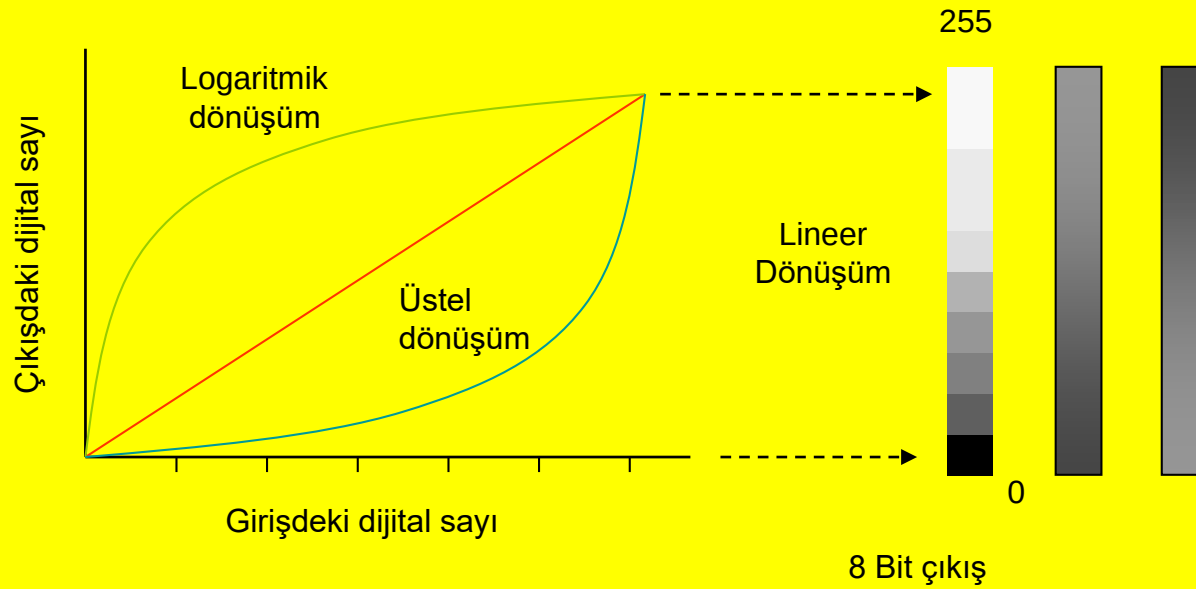
Dijital - Analog Çevirici

Referans
Voltaj: 710 mV



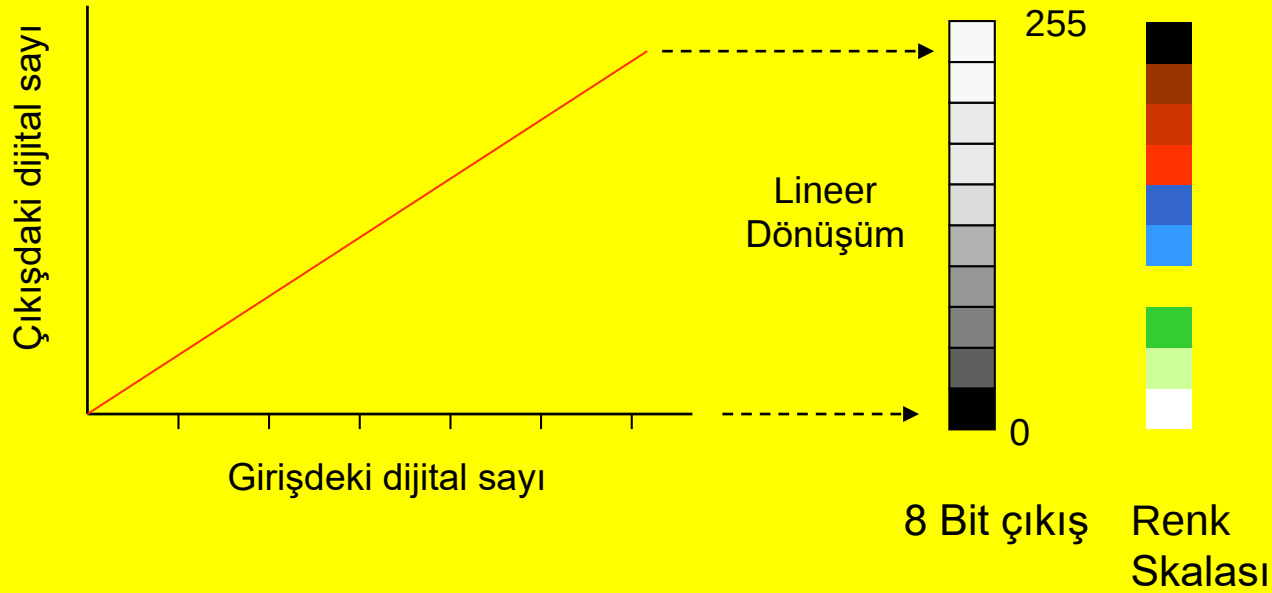
Dönüşüm Tabloları

Look-up Tabloları (LUT)

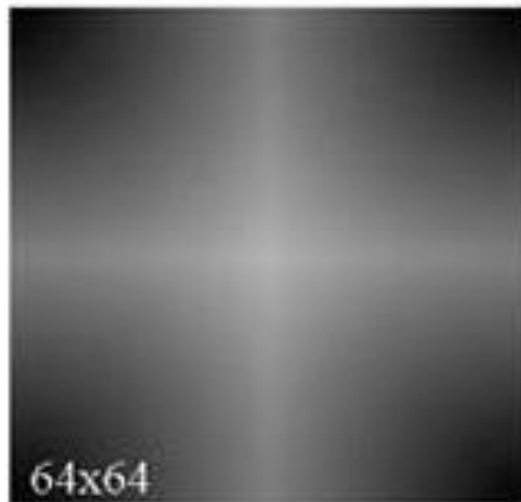
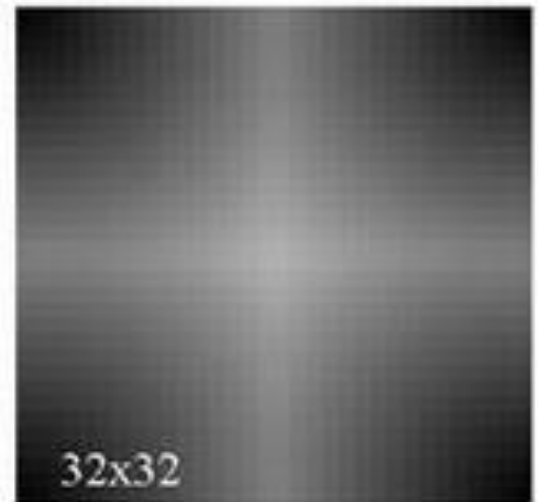
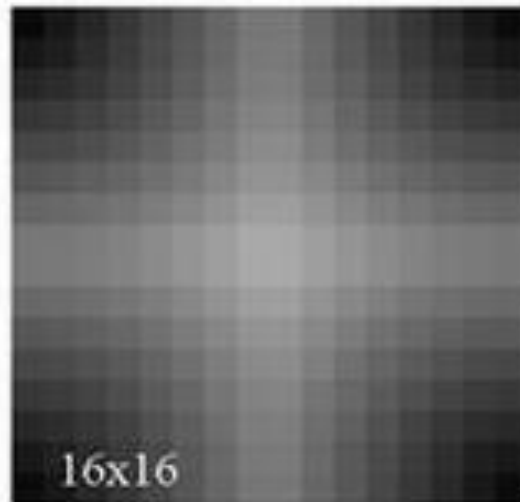
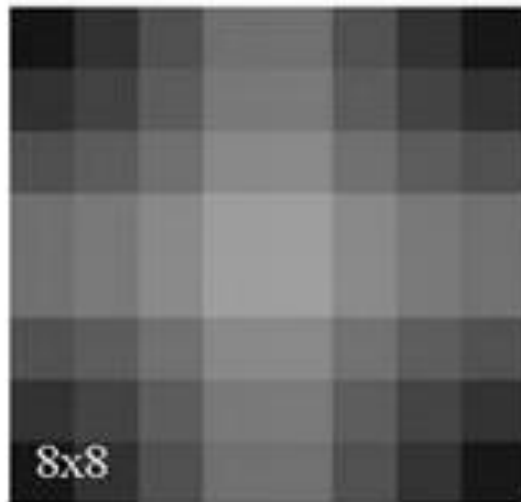


Dönüşüm Tabloları

Look-up Tabloları (LUT)



Görüntü Matrisinin Seçimi



Sayısallaştırmada Problemler

Gürültü ve bilgi kaybı

Örnekleme

Quantizasyon

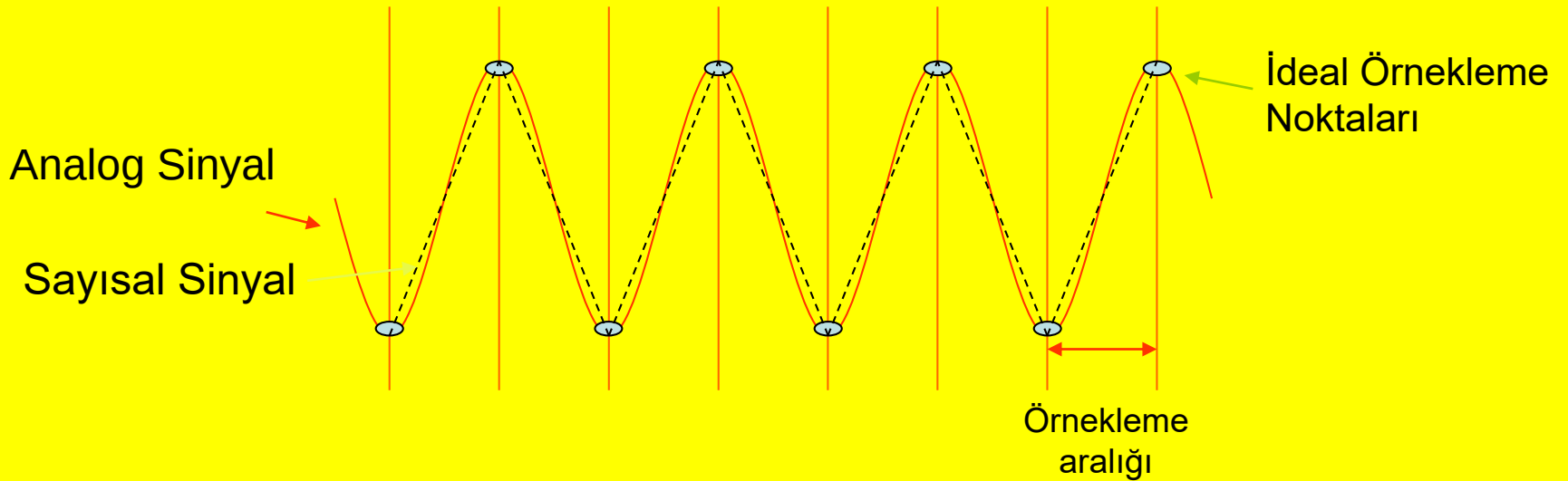
Uzaysal Ayırma Gücündeki kayıp

Yüksek frekanslardaki bozulma (aliasing)

Örnekleme ve Aliasing

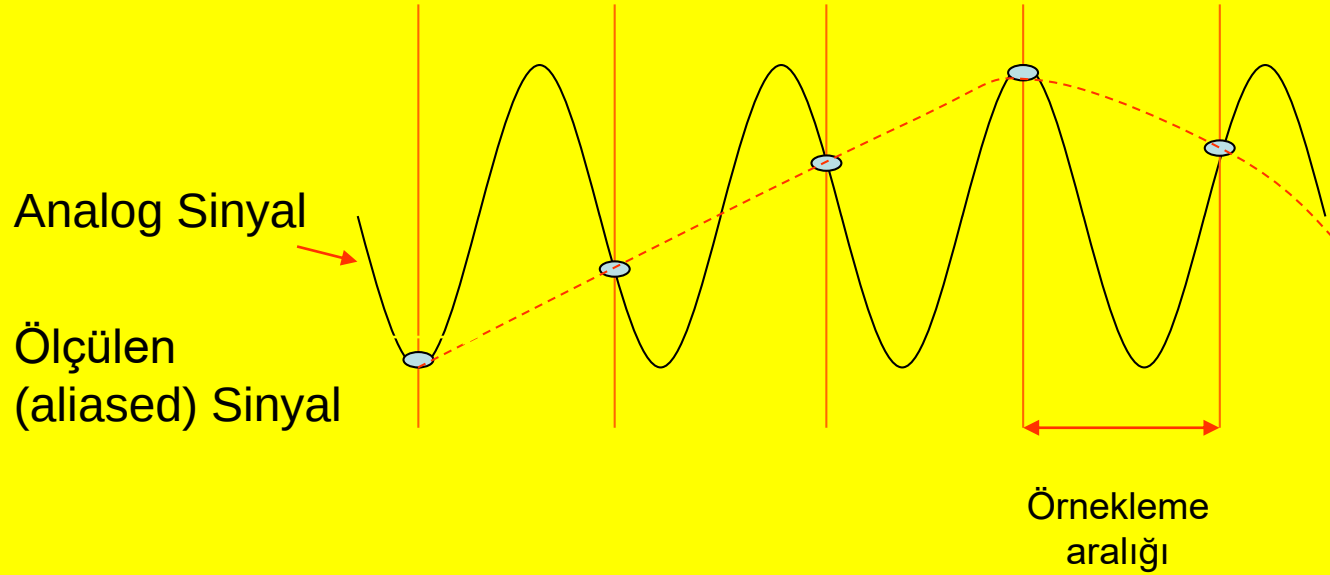
Sayısal görüntünün örnekleme aralığı görüntülenebilecek en yüksek frekans ile belirlenir. Bu frekansa Nyquist Frekansı denir.

Görüntüdeki en ufak mesafe d ise $F_n = 1 / 2d$



Sinüsoidal bir sinyalin bozulmadan sayısallaştırılması için her periyodunda en az iki kez örneklenmelidir

Örnekleme ve Aliasing

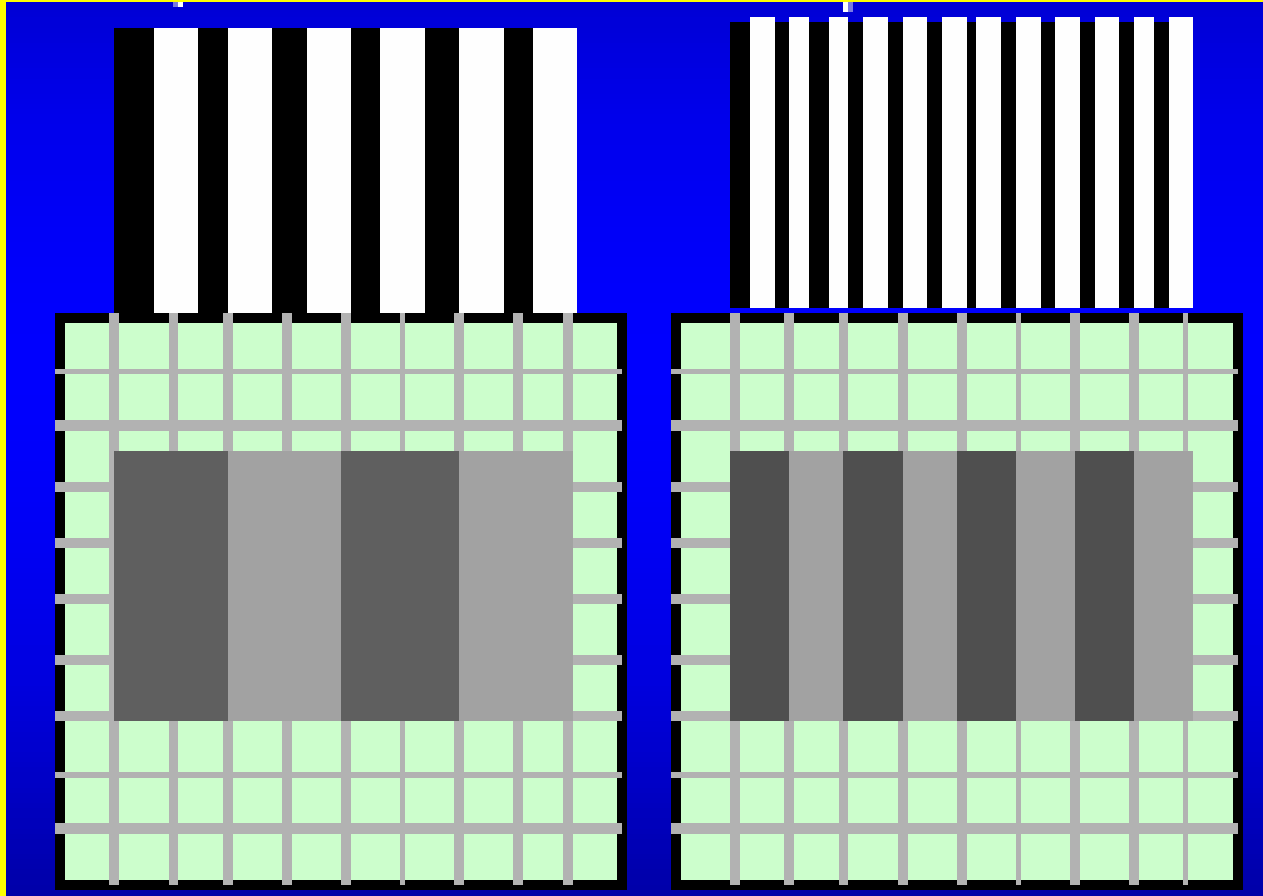


Sinyalin Nyquist frekansından düşük frekansta örneklenmesi bu sinyalin Görüntülemeye düşük frekansta elde edilmesine neden olur

Aliasing Etkisi

Giriş Frekansı: $f = 1.5 f_n$

Giriş Frekansı: $f = 2 f_n$



Çıkış frekans ı: $f = 0.5 f_n$

Çıkış frekans ı: $f = 1.0 f_n$

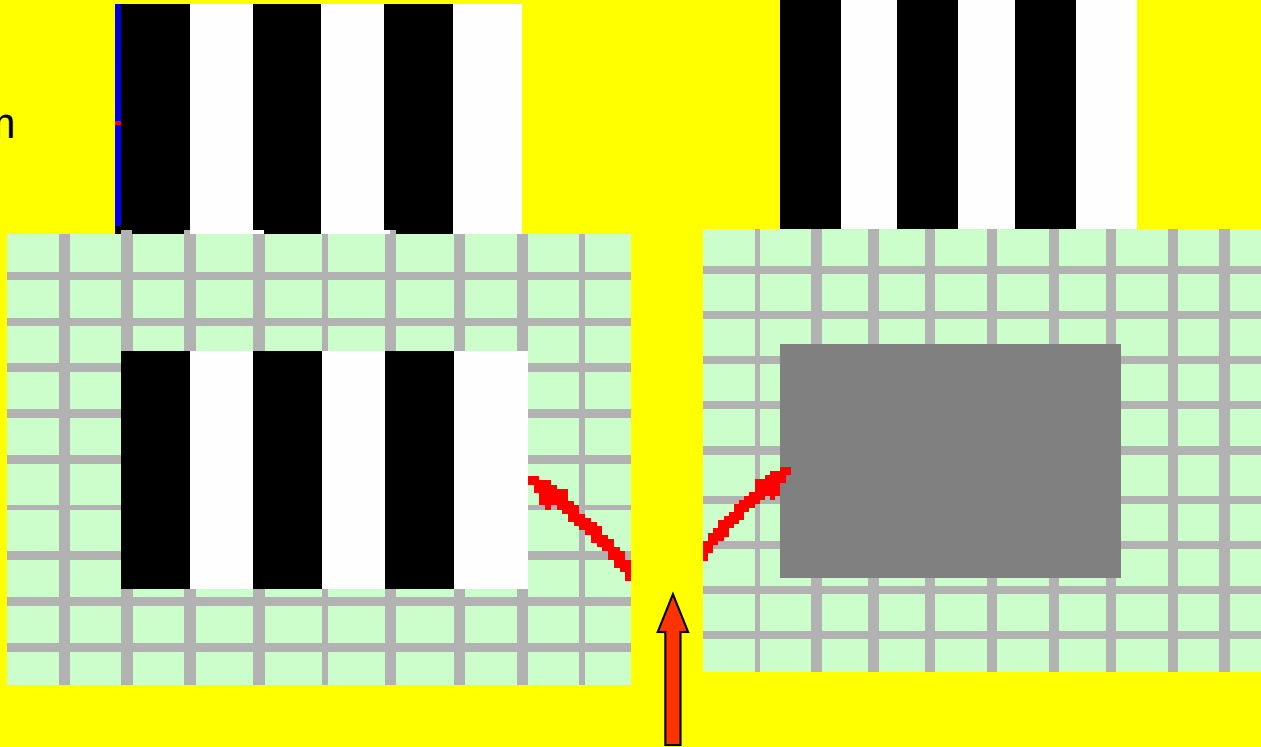
Faz Etkisi

Giriş frekansı Nyquist frekansına eşit

Aynı Fazfa

180° farklı Fazfa

Bar
Fantom



Örnekleilmiş çıkış sinyali

Görüntülerin Kalitesinin İyileştirilmesi

Bilgilerin Gösterilmesi (Piksel işlemleri)

- Gösterici Donanımla ilgili İşlemler
- İntensite Skalasının Değiştirilmesi
- Histogram Eşitlemesi

Filtre İşlemleri

- Uzaysal Ortamda Doğrusal Filtre İşlemleri
 - Gürültünün Azaltılması
 - Görüntü Kenarlarının Keskinleştirilmesi
- Uzaysal Ortamda Doğrusal Olmayan Filtre İşlemleri

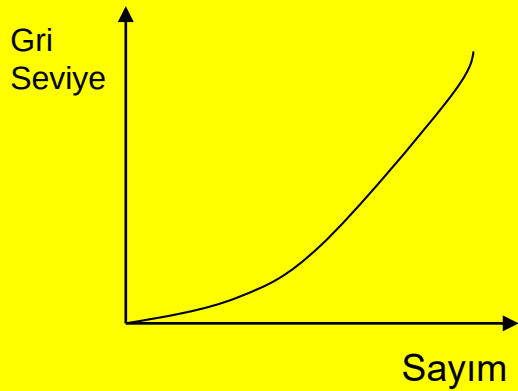
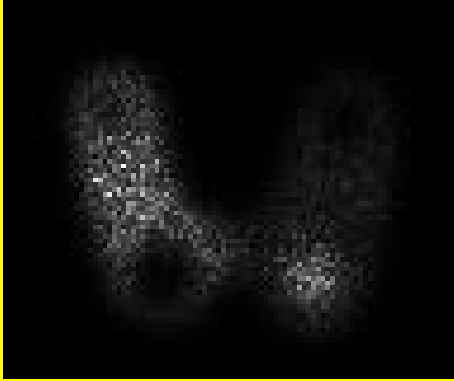
Kenarların Deteksiyonu

Görüntülerin Kalitesinin İyileştirilmesi

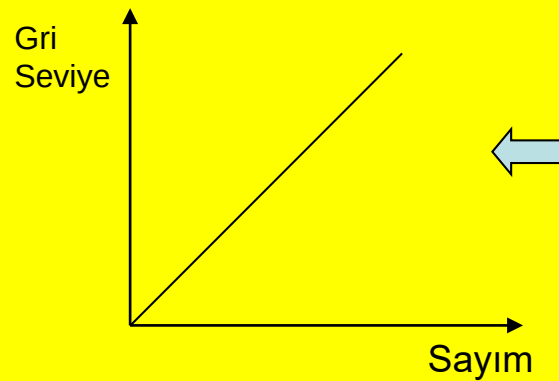
Bilgilerin Gösterilmesi (Piksel işlemleri)

- Gösterici Donanımla ilgili İşlemler
- İntensite Skalasının Değiştirilmesi
- Histogram ve Histogram Eşitlemesi

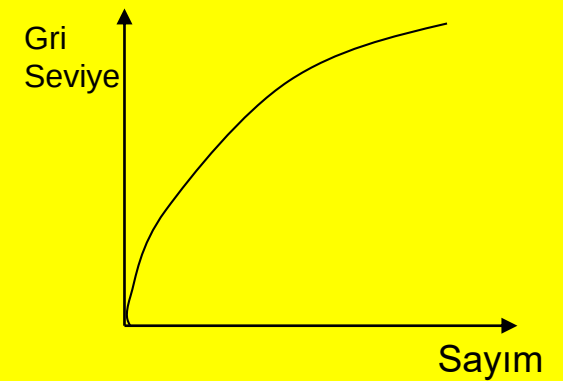
Gösterici Donanımına ilgili İşlemler



Üstel İlişki

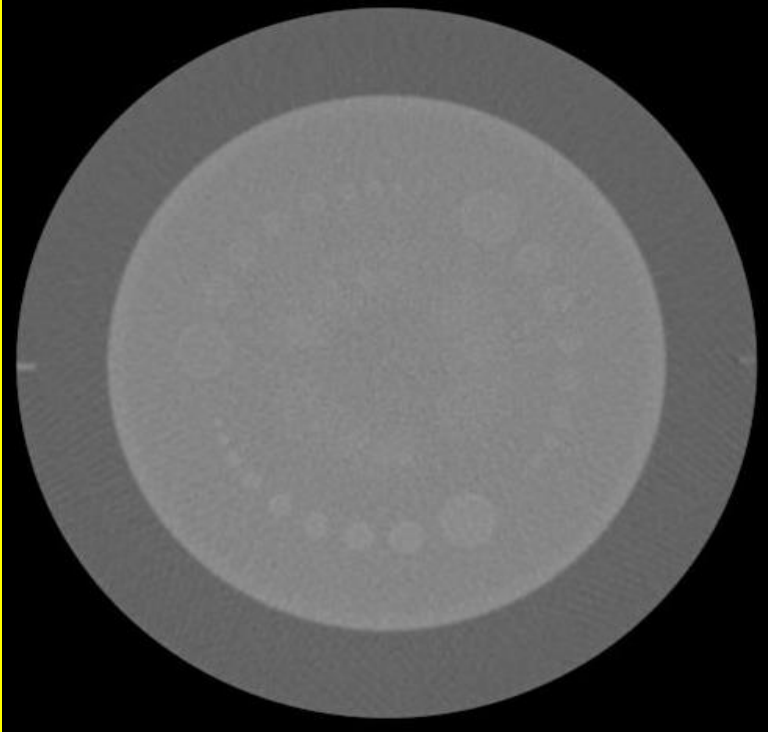


Doğrusal ilişki

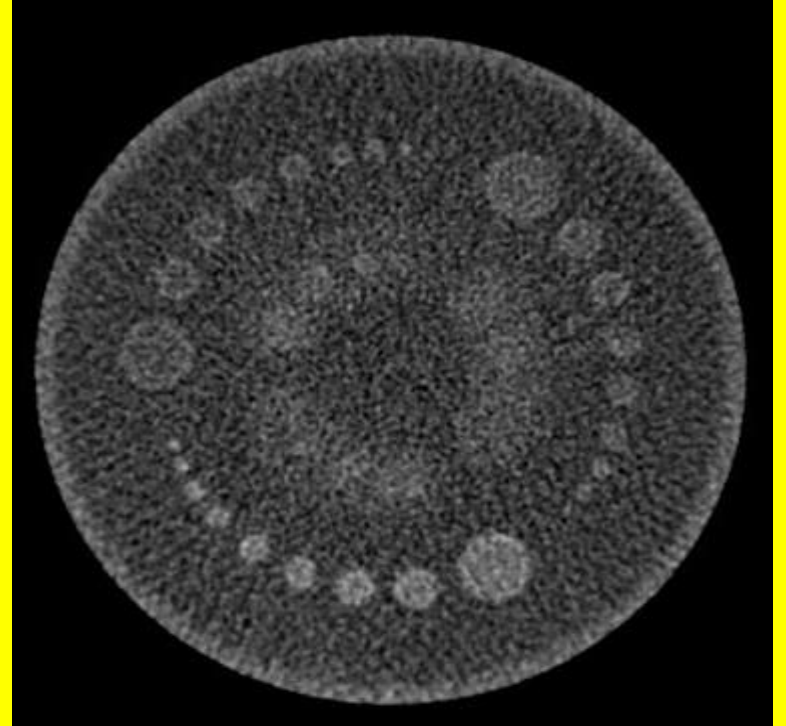


Logaritmik İlişki

İntensite Skalasının Değiştirilmesi

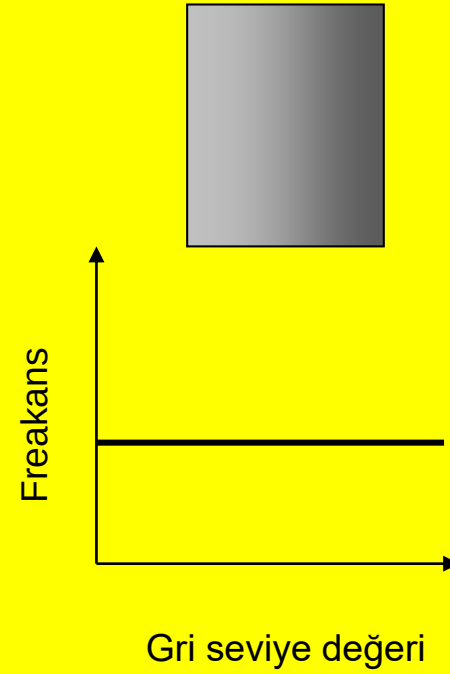
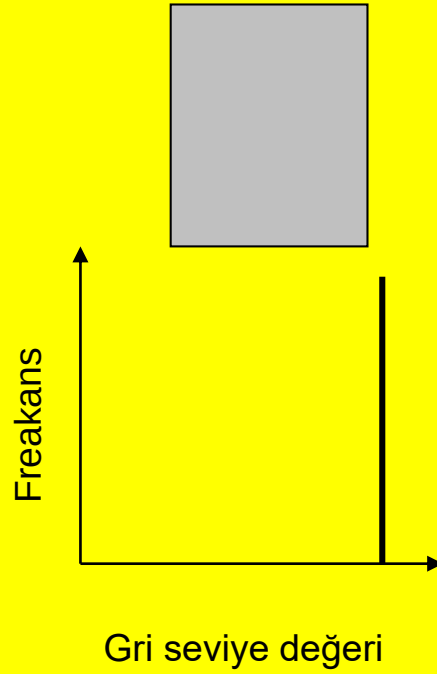
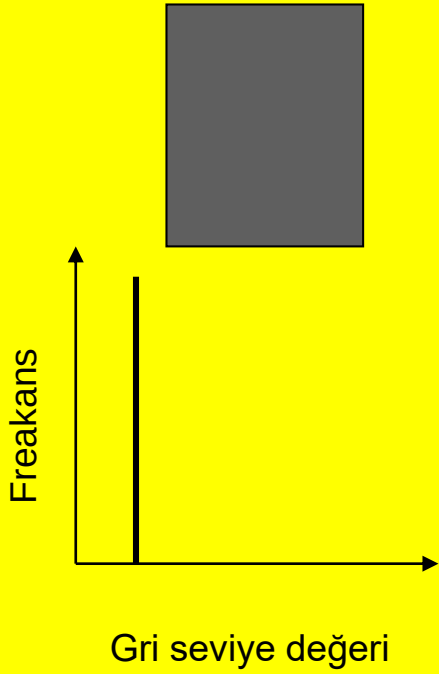


40 – 350 arası Sayımlar

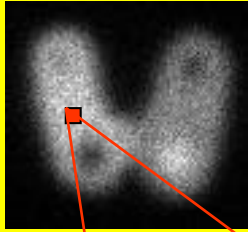


50-62 arası arası sayımlar

Histogram



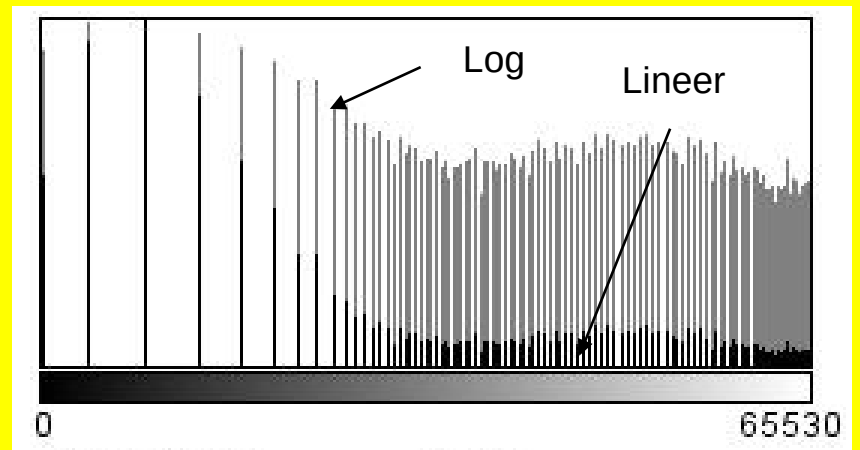
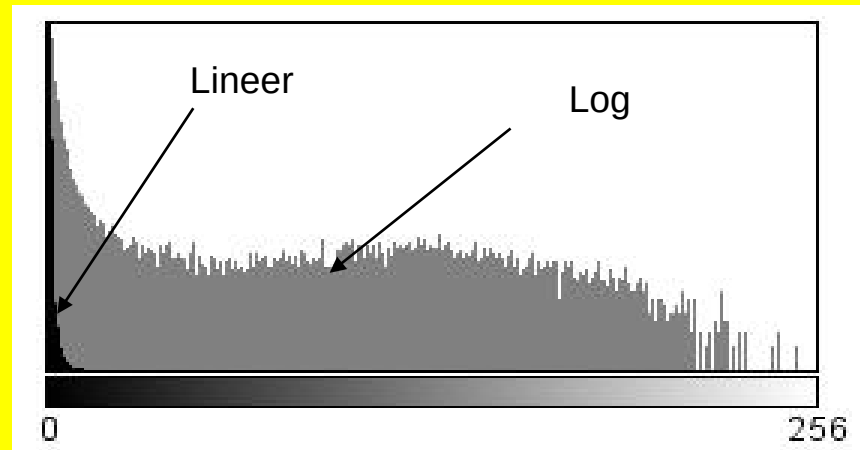
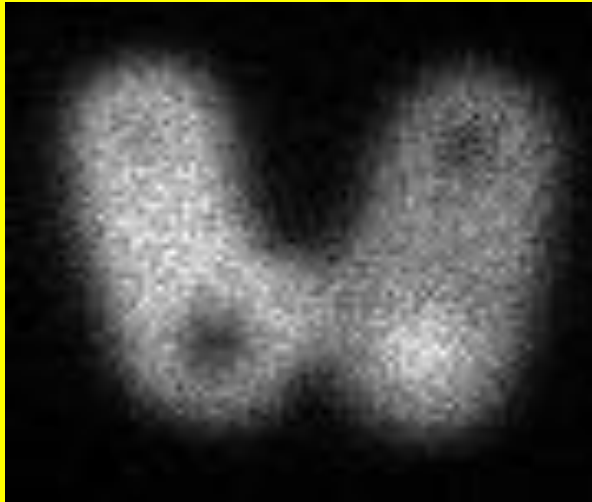
Histogram Dağılımı



1	4	4	4	1
4	2	2	2	4
4	2	3	2	4
4	2	2	2	4
1	1	4	4	1



Histogram Eşitlemesi



Görüntülerin İşlemesinde Matematiksel Yöntemleri

Frekans Ortamında işlemler

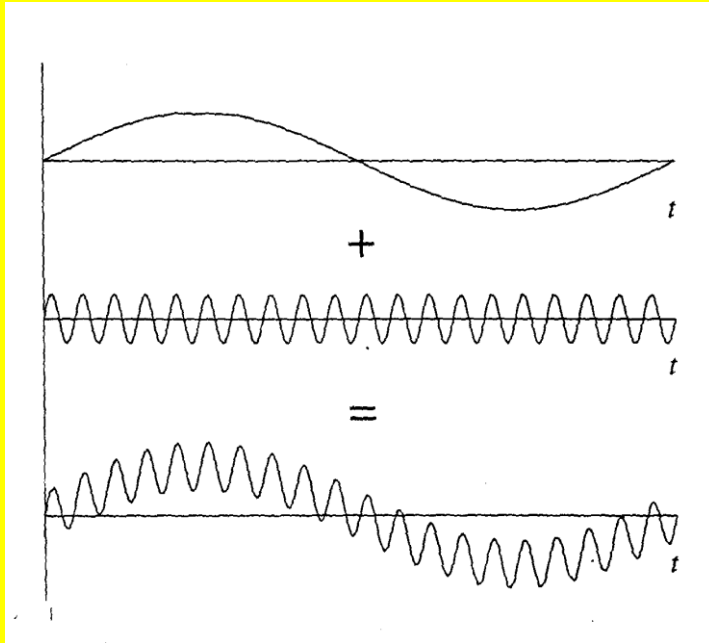
Uzaysal Ortamda işlemler

Konvolüsyon işlemi

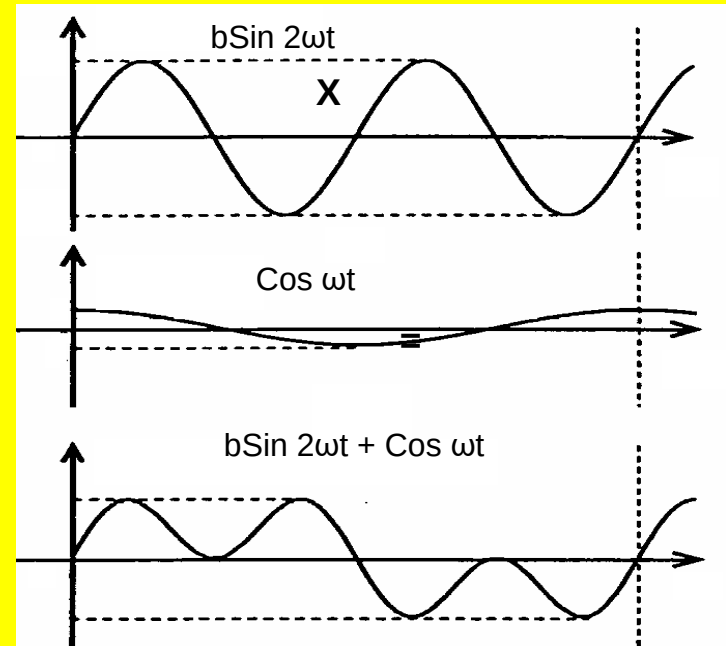
Piksel operasyonları

Dalgaların Toplanması ve Çarpılması

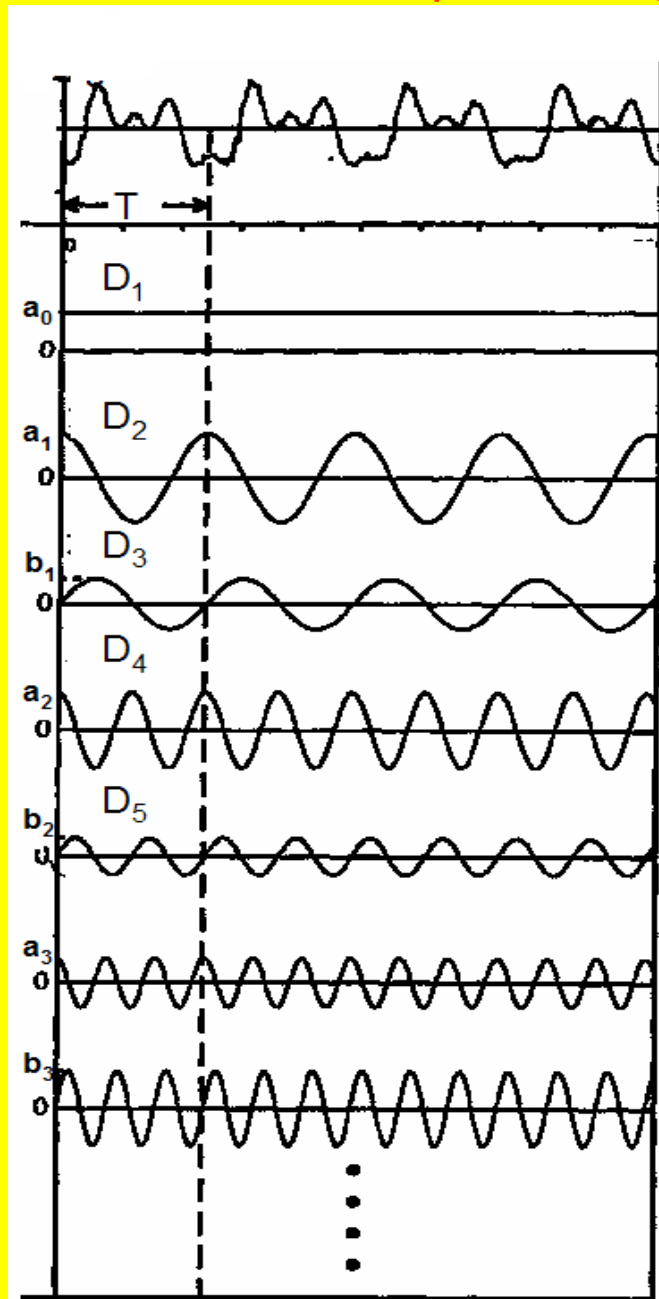
Toplanması



Çarpılması



Kompleks Dalga



$$D_1(t) = a_0$$

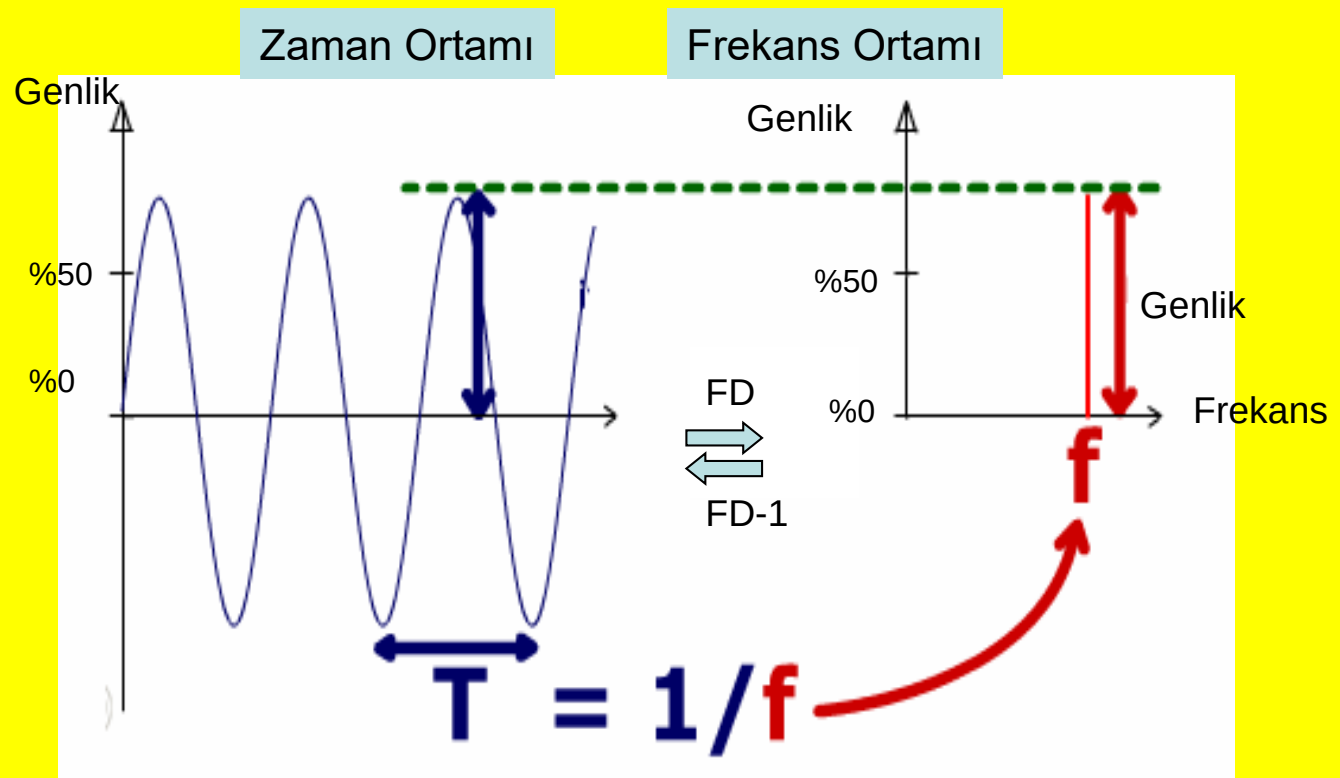
$$D_2(t) = a_1 \cos 37440t$$

$$D_3(t) = b_1 \sin 37440t$$

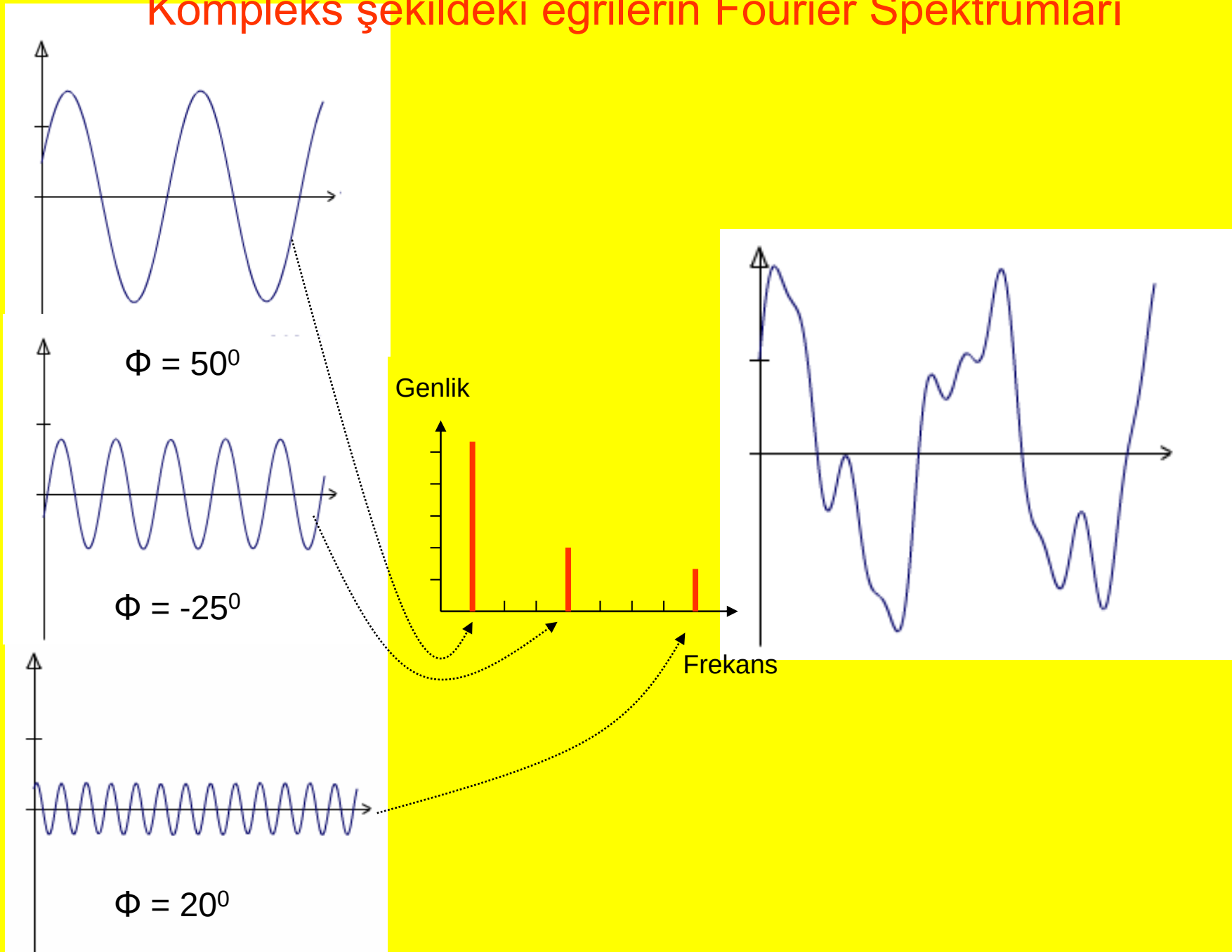
$$D(t) = a_0 + a_1 \cos 37440t + b_1 \sin 37440t + a_2 \cos 74880t + b_2 \sin 74880t + a_3 \cos 11320t + b_3 \sin 11320t + \dots$$

Tek Boyutta Fourier Dönüşümü

Sinyalin frekans komponentlerine ayrılması – Fourier Spektrumu

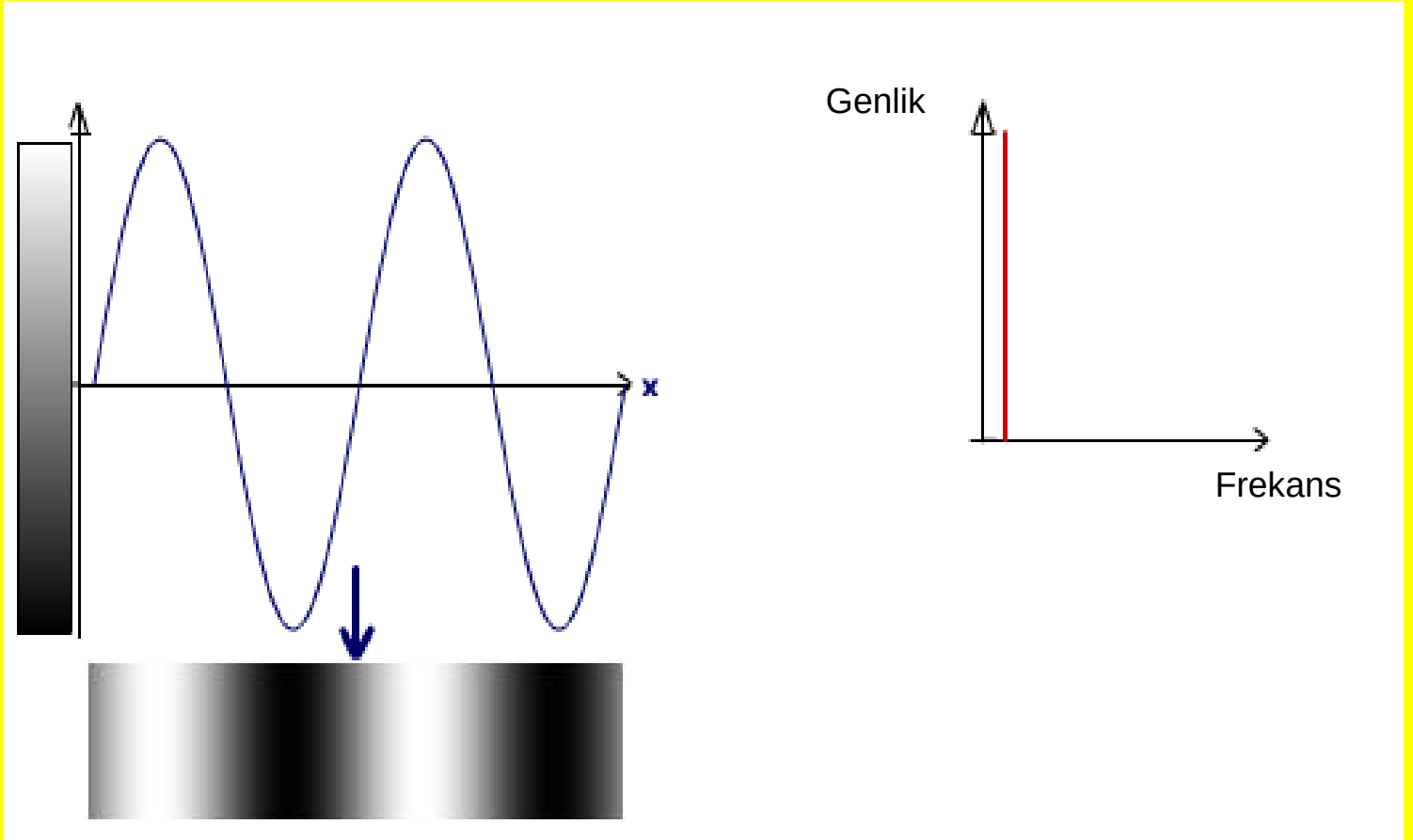


Kompleks şekildeki eğrilerin Fourier Spektrumları



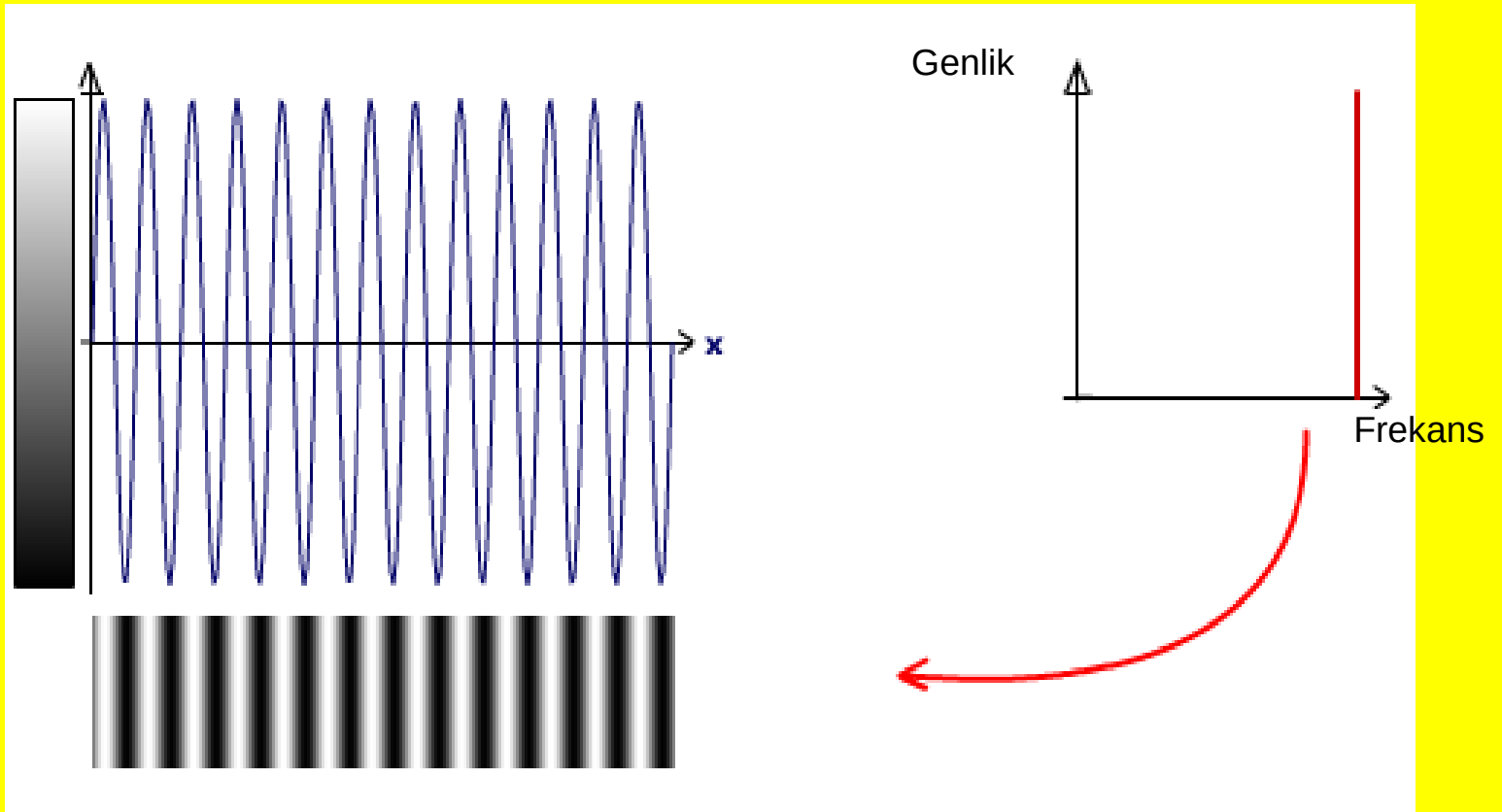
Görüntülerin Fourier Dönüşümü

Görüntüdeki intensitenin (gri seviyelerin) mesafeye bağlı değişimi
Uzaysal frekans olarak tanımlanır.



Görüntülerin Fourier Dönüşümü

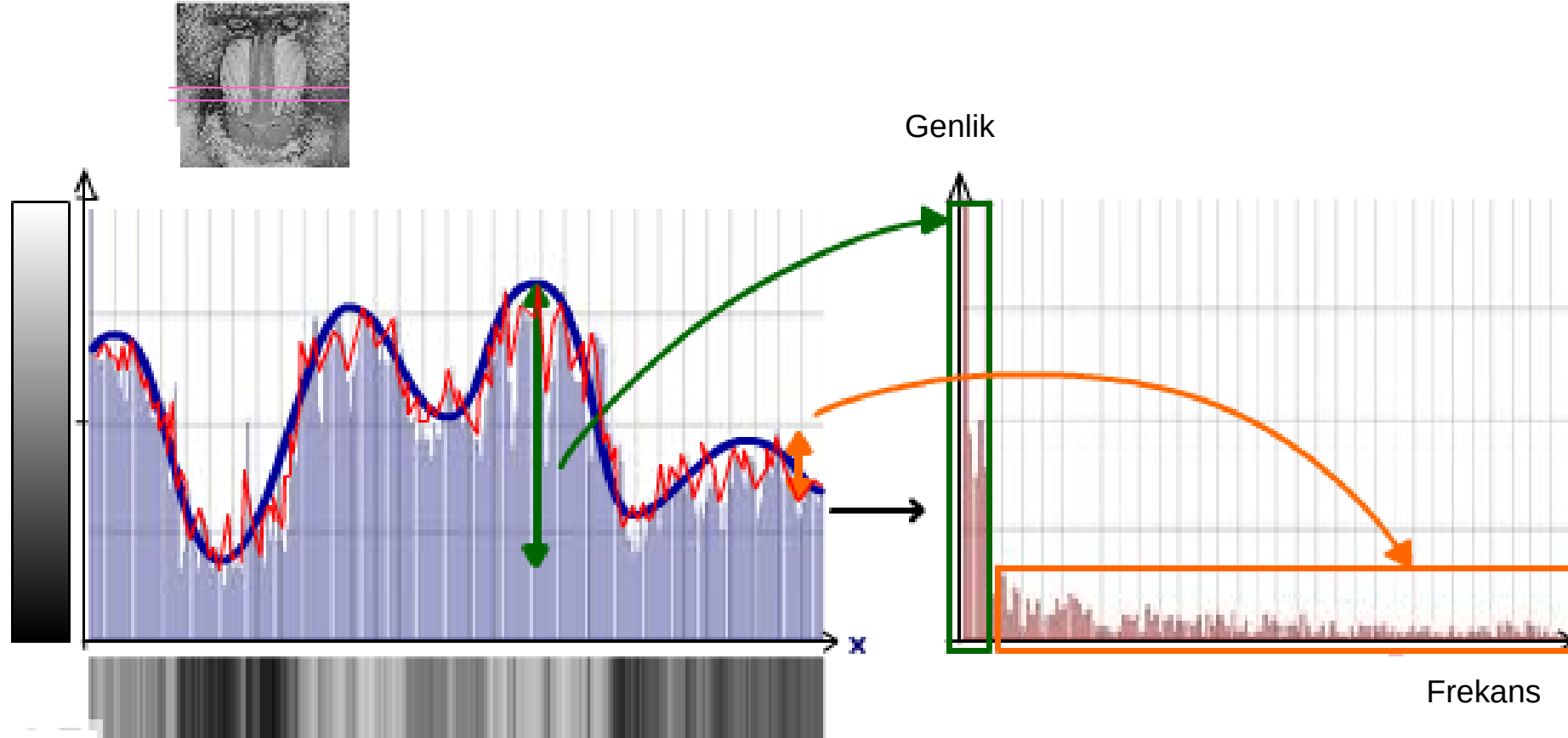
İntensitenin kısa mesafede değişmesi yüksek uzun mesafede değişmesi düşük uzaysal frekanslara karşı gelir



İki Boyutta Fourier Dönüşümü

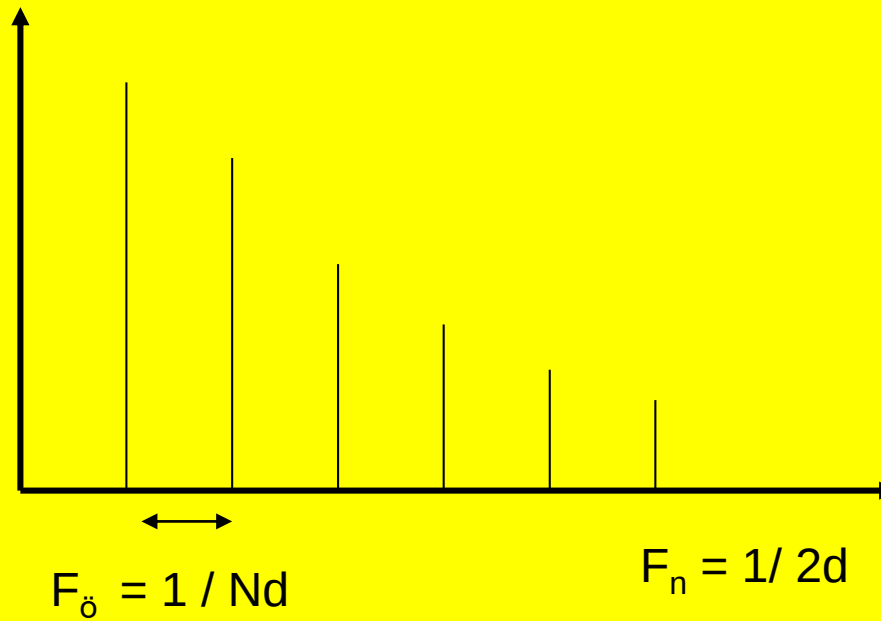
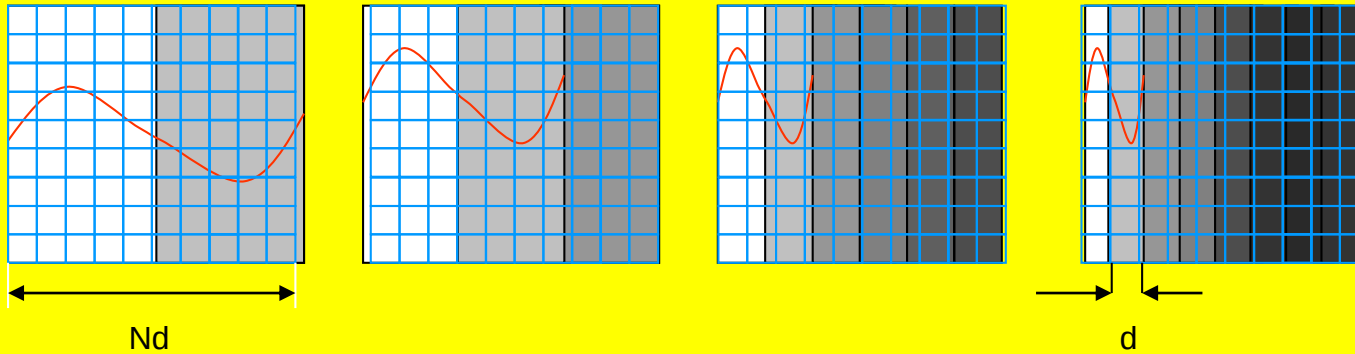
Görüntünün satır satır tek boyutta Fourier dönüşümü alınır

Düşük uzaysal frekanslar görüntüde daha hakimdirler.
Yüksek uzaysal frekanslar daha düşük genliktedirler



Görüntünün frekans ortamında temsil edilmesi

Sayım yoğunluğunun mesafe ile değişimi
Farklı frekansdaki dalgalarla temsil edilir

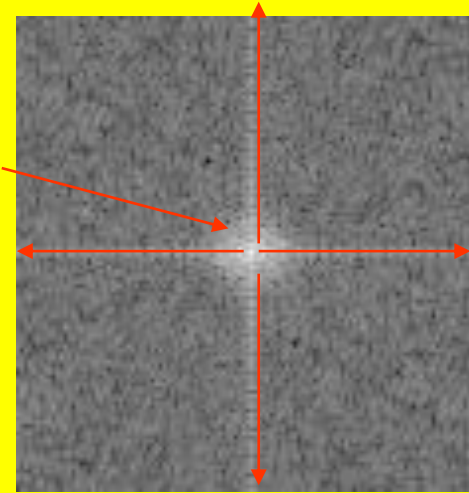


Görüntünün frekans ortamında temsil edilmesi

Genlik Görüntüsü

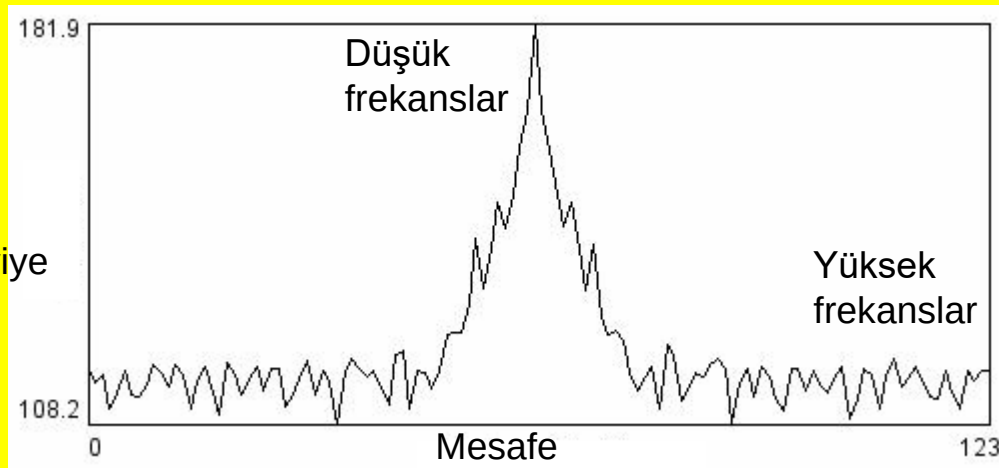


Düşük frekanslar



Yüksek frekanslar

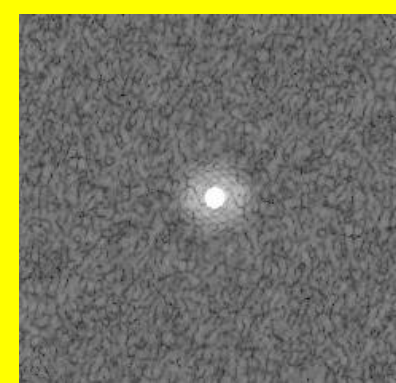
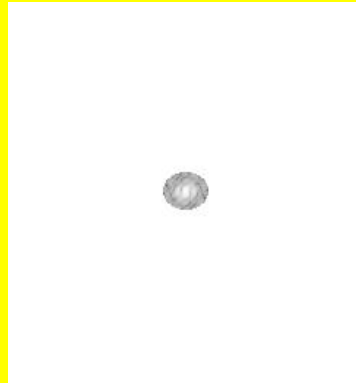
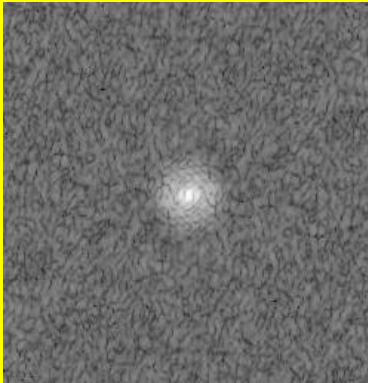
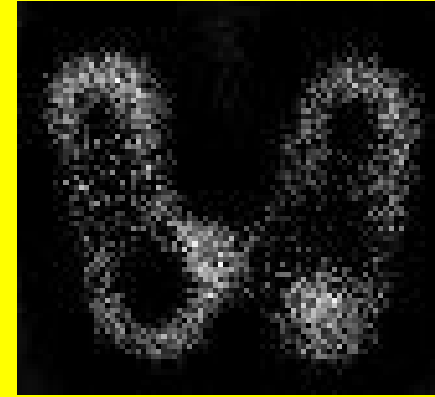
Gri Seviye



Fourier Spektrumunun profili

Görüntünün frekans ortamında temsil edilmesi

Genlik Görüntüleri



20 mm/c

125 – 10 mm/cy arasındaki
frekanslar

Görüntülerin İşlemesinde Matematiksel Yöntemleri

Frekans Ortamında işlemler

Uzaysal Ortamda işlemler

Konvolüsyon işlemi

Piksel operasyonları

Konvolüsyon teoremi

$$g(x) = h(x) * f(x) = \int h(x-x') f(x') dx'$$

$$g(i) = \sum f(i) h(i - i') = f(i) * h(i)$$

Buna göre üç piksel boyunca konvolüsyon işlemi :

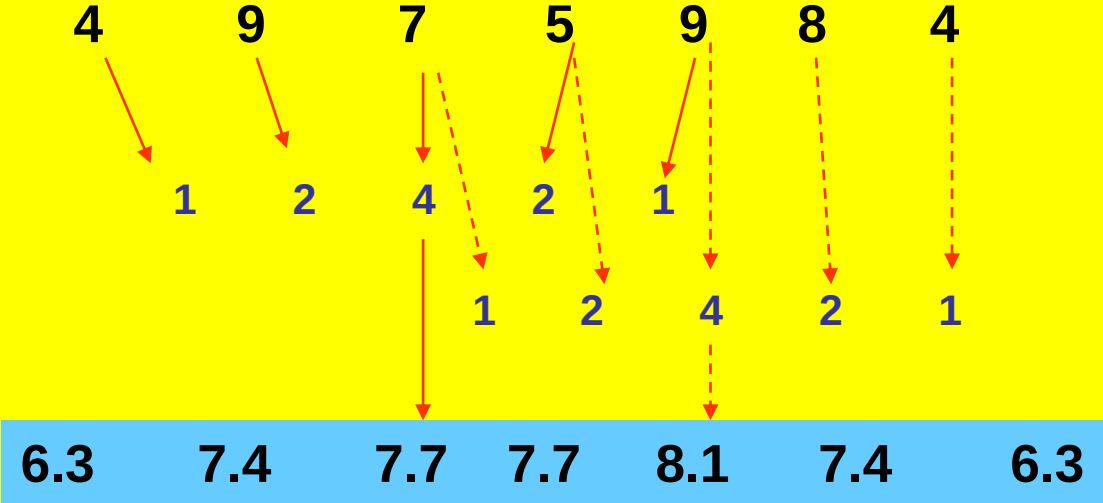
$$g(i) = f(-1) h(i-1) + f(0) h(i) + f(1)h(i+1)$$

Konvolüsyon teoremine göre uzaysal ortamdaki fonksiyonların konvolüsyonları bu fonksiyonların Fourier dönüşümlerinin çarpımlarına eşittir.

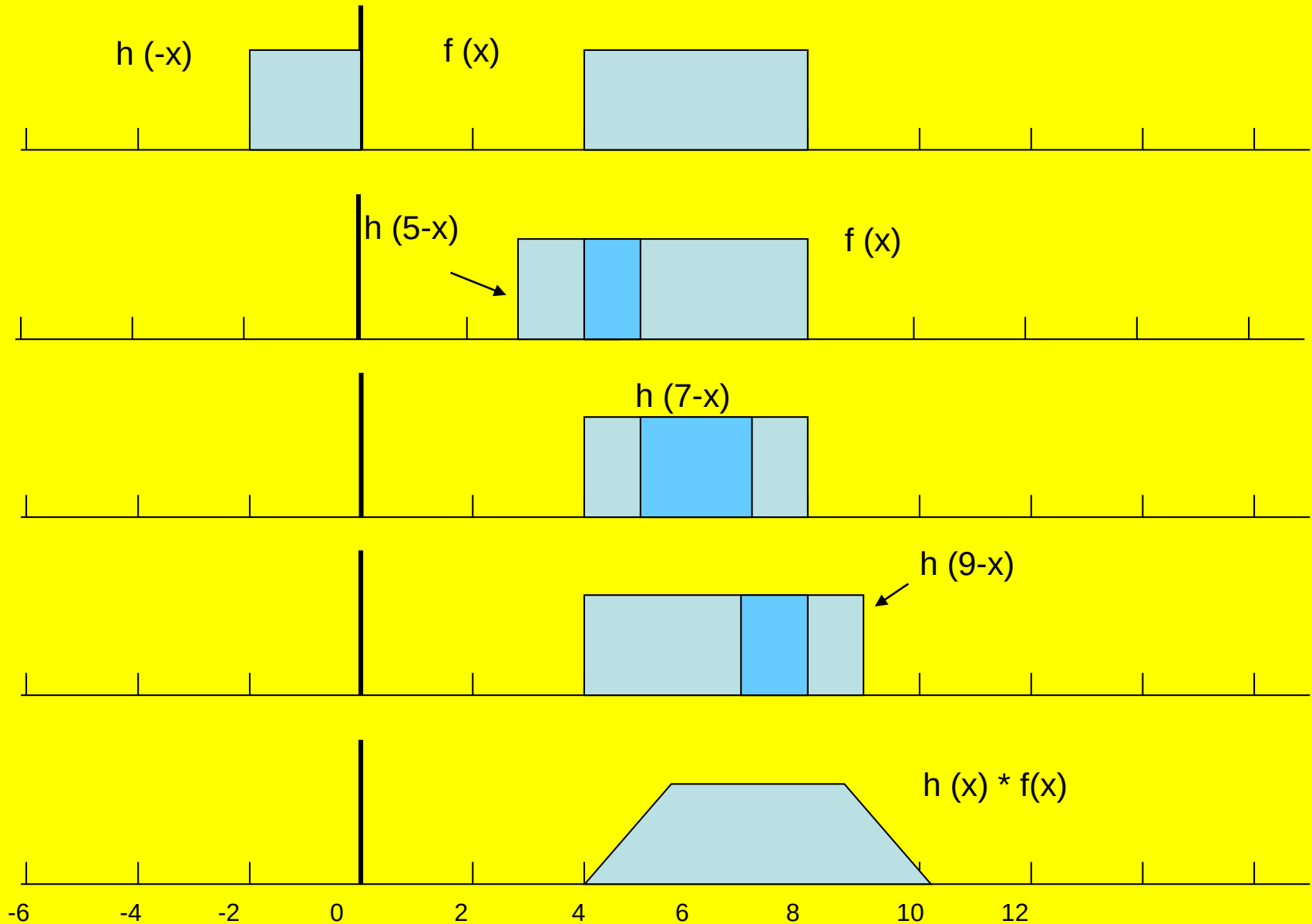
$H(u)$ ve $F(u)$ bu fonksiyonların Fourier dönüşümleri ise :

$$G(u) = H(u) \cdot F(u)$$

Tek boyutta Konvolüsyon işlemi



İki Sürekli Fonksiyonun Konvolüsyonu



Görüntünün Filtrasyonu – konvolüsyon - işlemi

Orijinal Görüntü

[illegible]

F_1	F_2	F_3
F_4	F_5	F_6
F_7	F_8	F_9

$$IF_{12} = F_1I_1 + F_2I_2 + F_3I_3 + \dots + F_9I_{23} \dots$$

Filtre edilmiş görüntü

A 10x10 grid with a red square at row 2, column 2 and a red arrow pointing to it from the left edge.

The diagram shows a 10x10 grid. A 3x3 subgrid is highlighted in blue. The subgrid contains the following labels:

- Top row: l_2 , l_3 , l_4
- Middle row: l_{12} , l_{13} , l_{14}
- Bottom row: l_{22} , l_{23} , l_{23}

Red dashed lines are drawn across the grid, indicating a pattern or boundary.

F_1	F_2	F_3
F_4	F_5	F_6
F_7	F_8	F_9

$$IF_{13} = F_1I_2 + F_2I_3 + F_3I + \dots F_9I_{24} \dots$$

A 7x7 grid with a red square at (2, 3) and a red arrow pointing to it from the left edge.

Filtre İşlemleri

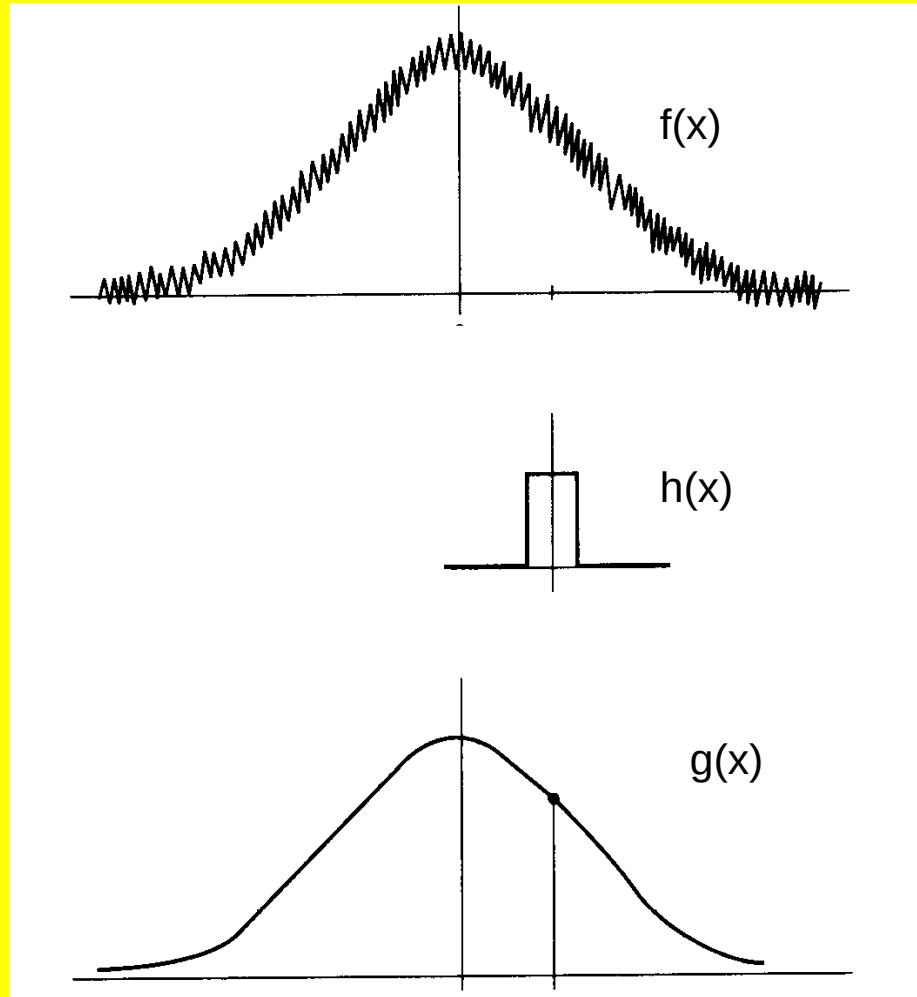
- Uzaysal Ortamda Doğrusal Filtre İşlemleri
- Uzaysal Ortamda Doğrusal Olmayan Filtre İşlemleri

Görüntü İşlenmesinin amaçları

- Gürültünün Azaltılması
- Görüntü Kenarlarının keskinliğinin arttırılması (Bulanıklığın azaltılması)
- Görüntü Kenarlarının Deteksiyonu

Uzaysal Ortamda Doğrusal Filtreler

Yumuşatıcı Filtreler (Smoothing Filters)



Sinyalin dörtgen fonksiyon ile konvolve edilmesi $g(x) = f(x) * h(x)$

İki Boyutta Yumuşatıcı Filtre işlemi

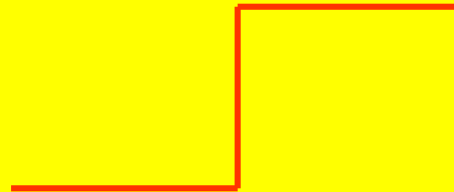
1	1	1
1	1	1
1	1	1

1/9

**

Orijinal Görüntü

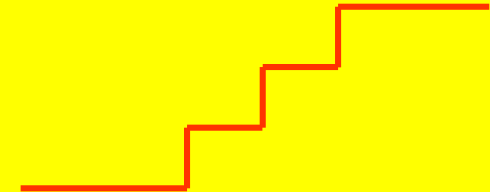
1	1	1	10	10	10
1	1	1	10	10	10
1	1	1	10	10	10
1	1	1	10	10	10
1	1	1	10	10	10
1	1	1	10	10	10



Önceki profil

İşlenmiş Görüntü

1	1	4	7	10	10
1	1	4	7	10	10
1	1	4	7	10	10
1	1	4	7	10	10
1	1	4	7	10	10
1	1	4	7	10	10



İşlem sonrası profil

Farklı Yumuşatıcı filtreler

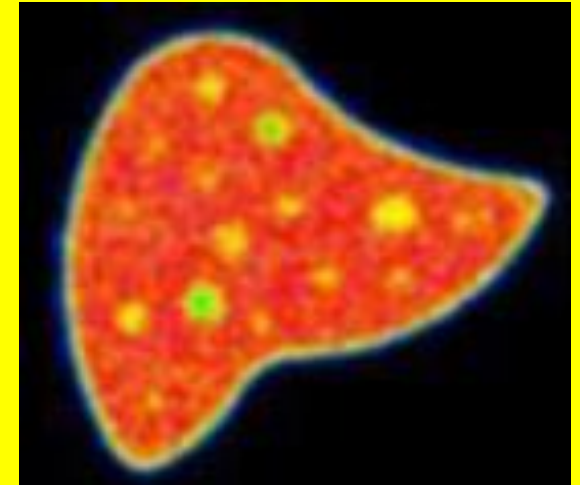
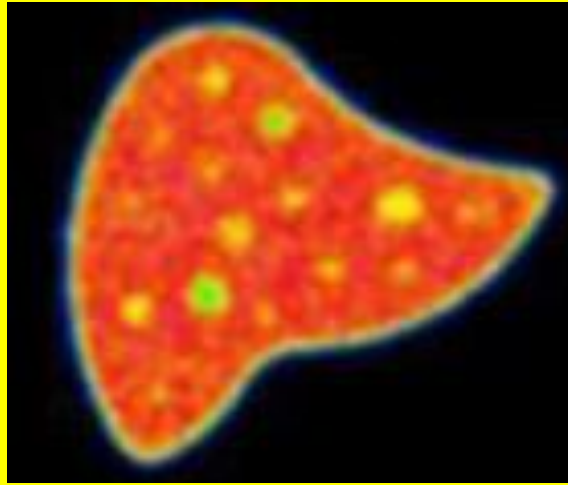
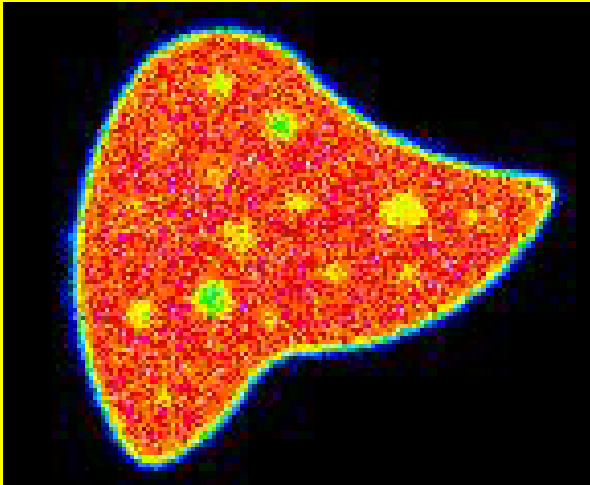
İşlenmemiş

Üçgen Filtre

1	2	3	2	1
2	4	6	4	2
3	6	9	6	3
2	4	6	4	2
1	2	3	2	1

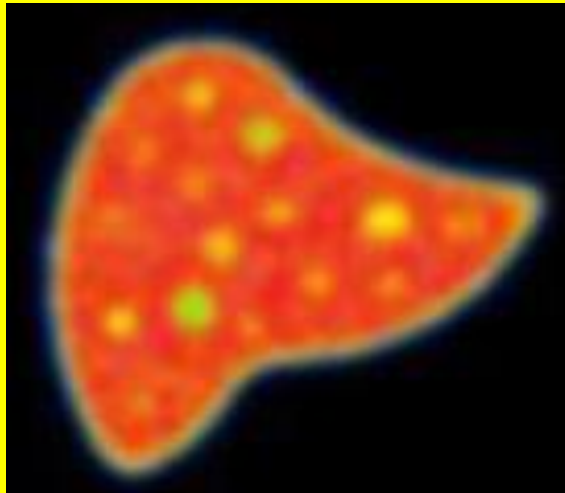
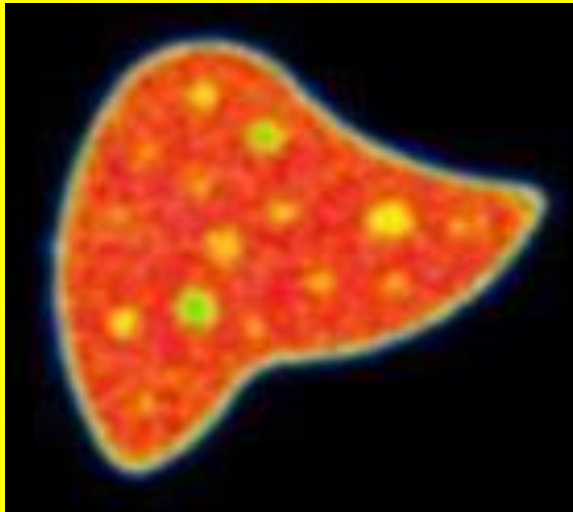
Gauss Filtre

1	4	7	4	1
4	16	26	16	4
7	26	41	26	7
4	16	26	16	4
1	4	7	4	1



Gauss filtre

$$G(x) = [1 / (2\pi\sigma)] \exp [x^2 / 2\sigma^2]$$



Katsayılar

0	0.249
1	0.707
2	1.00
3	0.707
4	0.249

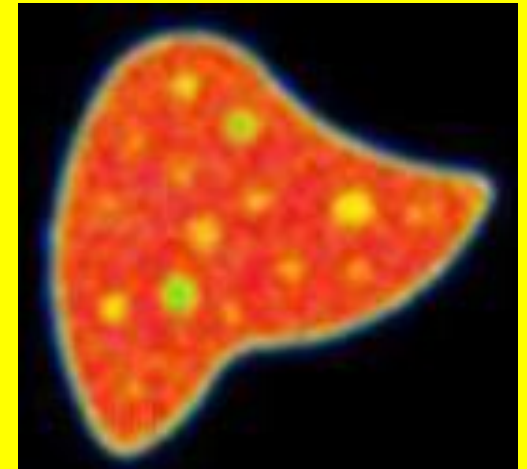
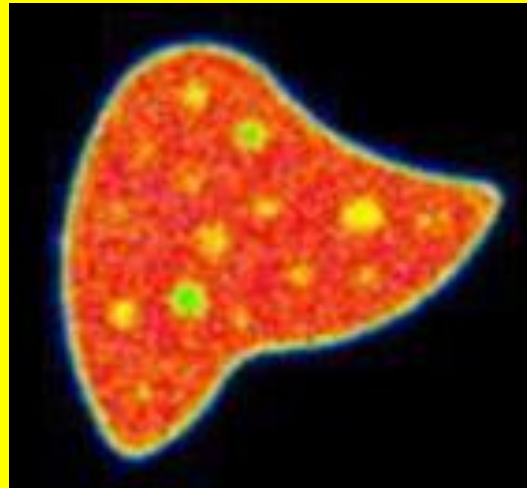
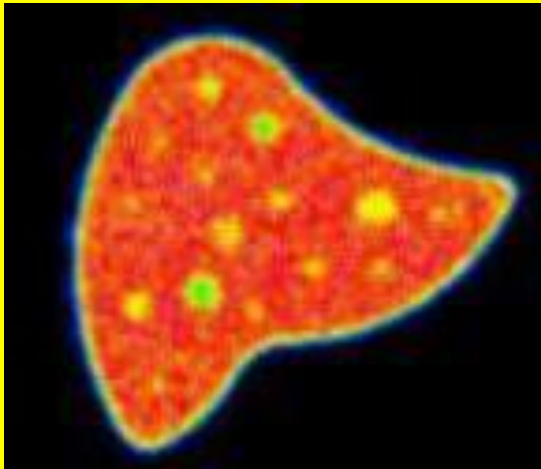
0	0.135
1	0.325
2	0.607
3	0.707
4	0.882
5	1.00
6	0.882
7	0.707
8	0.607
9	0.325
10	0.135

Farklı Yumuşatıcı filtreler

1 1 1
1 1 1
1 1 1

1 2 1
2 4 2
1 2 1

1 1 1 1 1
1 1 2 1 1
1 2 4 2 1
1 1 2 1 1
1 1 1 1 1



Görüntü İşlenmesinin amaçları

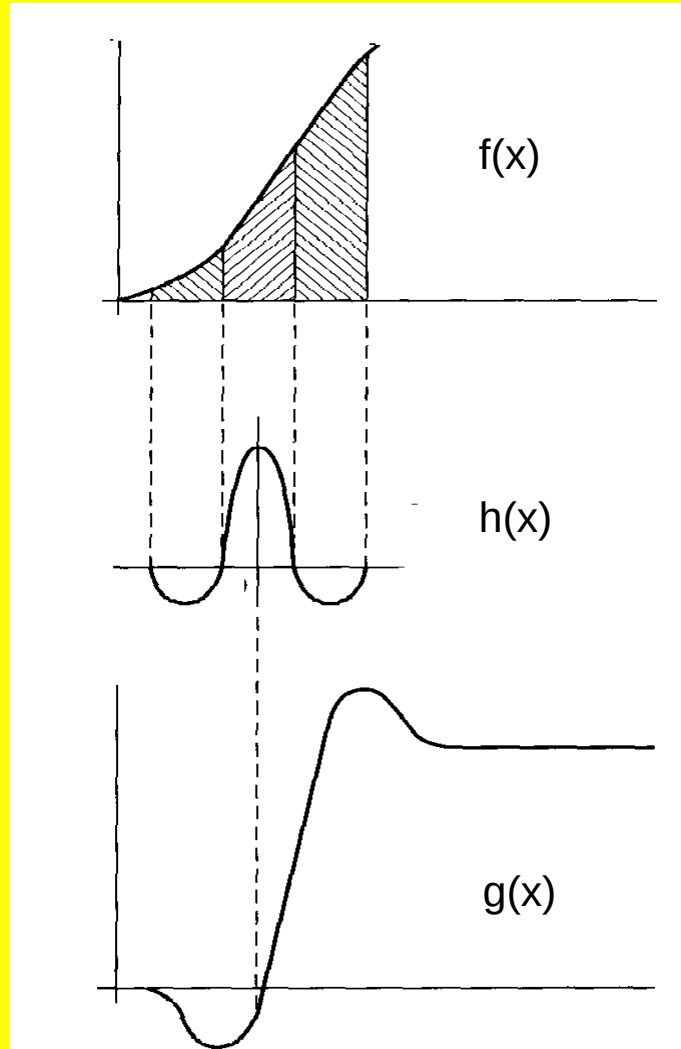
Gürültünün Azaltılması

Görüntü Kenarlarının keskinliğinin arttırılması
(Bulanıklığın azaltılması)

Görüntü Kenarlarının Deteksiyonu

Uzaysal Ortamda Doğrusal Filtreler

Görüntü kenarlarının vurgulanması



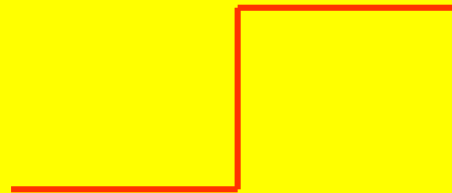
Sinyalin dörtgen fonksiyon ile konvolve edilmesi $g(x) = f(x) * h(x)$

İki Boyutta Kenarları Keskinleştiren Filtre işlemi

-1	-1	-1
-1	9	-1
-1	-1	-1

**

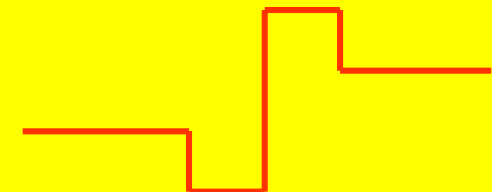
1	1	1	10	10	10
1	1	1	10	10	10
1	1	1	10	10	10
1	1	1	10	10	10
1	1	1	10	10	10
1	1	1	10	10	10



Önceki profil

İşlenmiş Görüntü

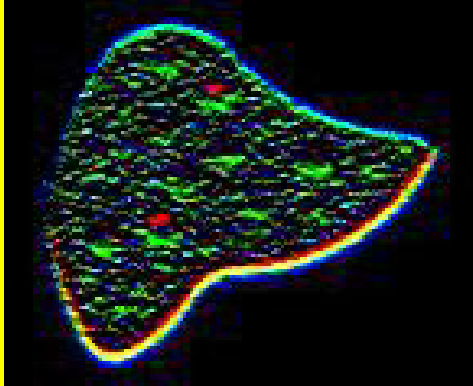
1	1	-26	35	10	10
1	1	-26	35	10	10
1	1	-26	35	10	10
1	1	-26	35	10	10
1	1	-26	35	10	10
1	1	-26	35	10	10



İşlem sonrası profil

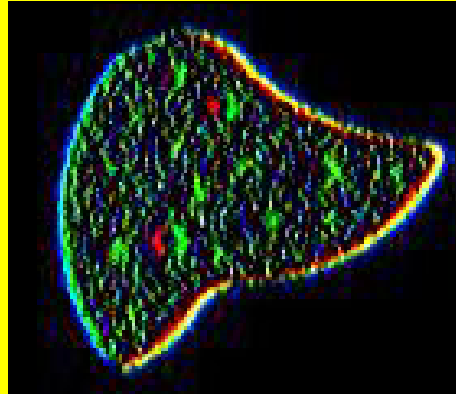
Kenarları vurgulayan filtreler

Yatay yönde türev



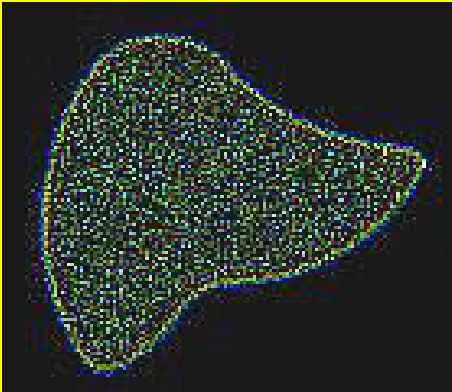
$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Dikey yönde türev

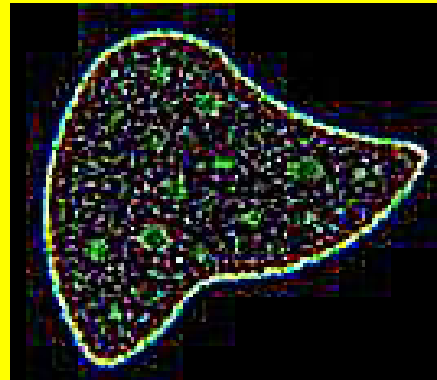


$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

İki yönde türev



$$\begin{bmatrix} -1/8 & -1/8 & -1/8 \\ -1/8 & 1 & -1/8 \\ -1/8 & -1/8 & -1/8 \end{bmatrix}$$



$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -1/8 & -1/8 & -1/8 \\ -1/8 & 1 & -1/8 \\ -1/8 & -1/8 & -1/8 \end{bmatrix}$$

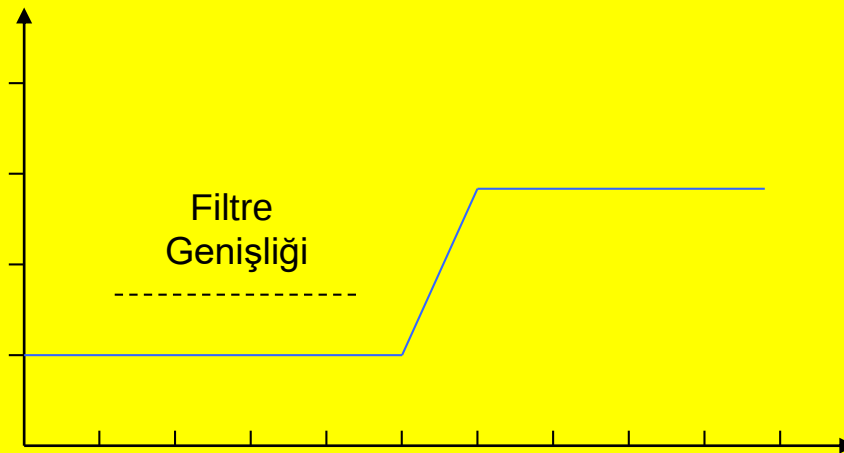
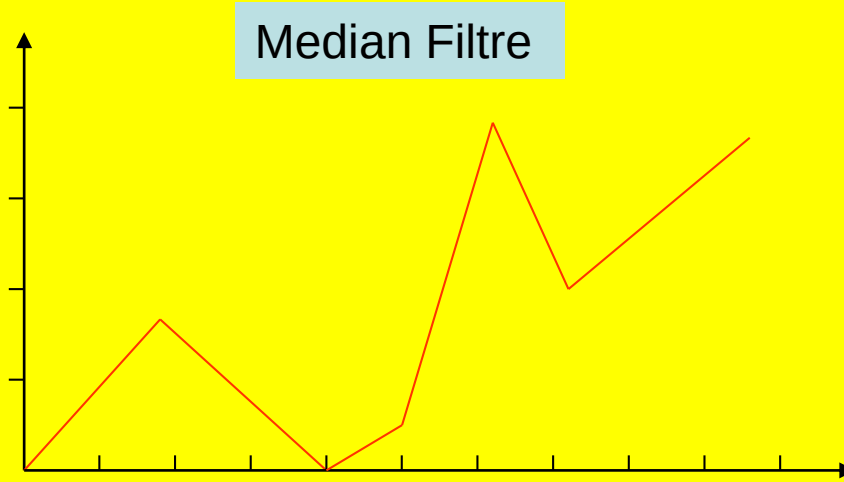
Filtre İşlemleri

- Uzaysal Ortamda Doğrusal Filtre İşlemleri

- Gürültünün Azaltılması
- Görüntü Kenarlarının Keskinleştirilmesi

- Uzaysal Ortamda Doğrusal Olmayan Filtre İşlemleri

Uzaysal ortamda doğrusal olmayan filtreler



Uzaysal ortamda doğrusal olmayan filtreler

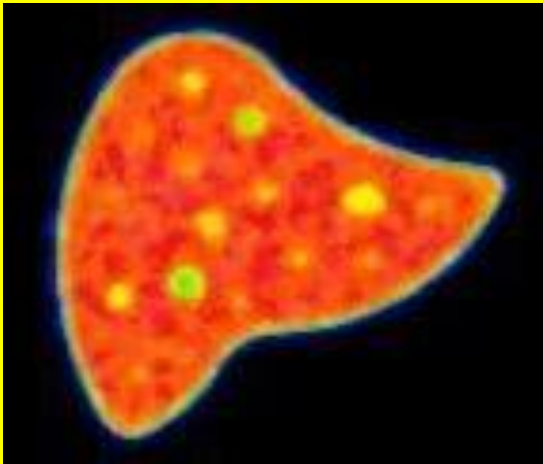
Median Filtre

123	125	126	130	140
122	124	126	127	135
118	120	150	125	134
119	115	119	123	133
111	116	110	120	130

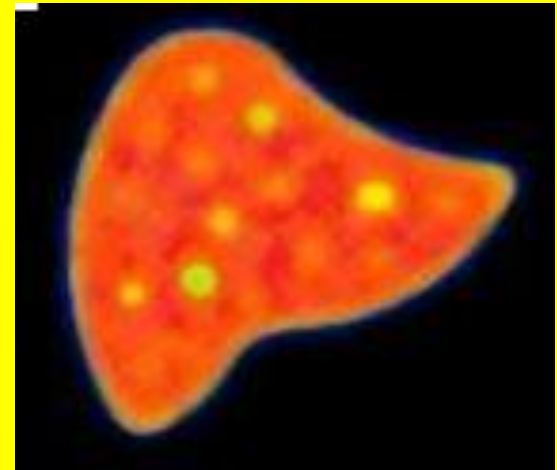
Komşu değerlerin nümerik olarak sıralanması .

111, 119, 120, 123, 124, 125, 126, 127, 150

Median Değer : 150



2 piksel komşulukta

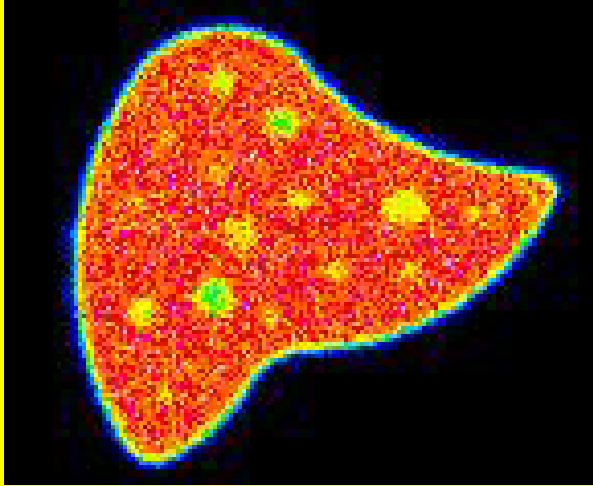


4 piksel komşulukta

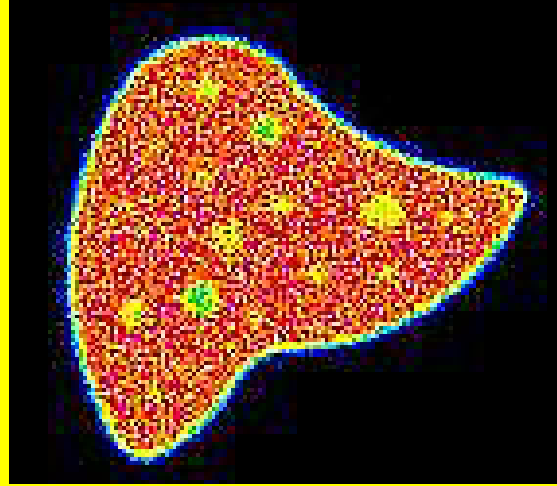
Uzaysal ortamda doğrusal olmayan filtreler

Adaptive Filtre

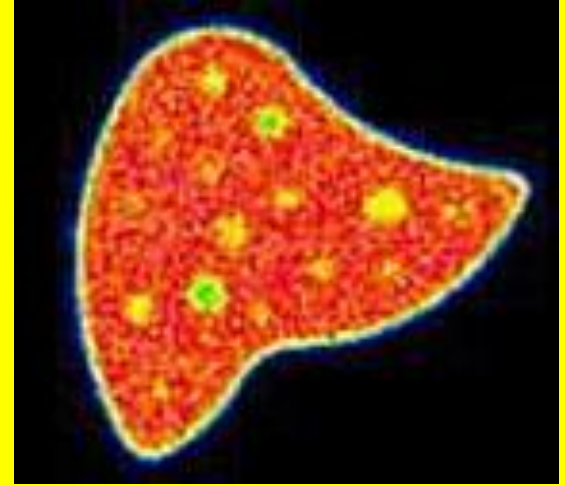
Piksel içeriği ile komşu piksellerin ortalama değeri arasındaki fark bu komşu piksellerin standart sapmalarından iki kat fazla ise Filtre işlemi gerçekleştirilir

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 12 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$


Original

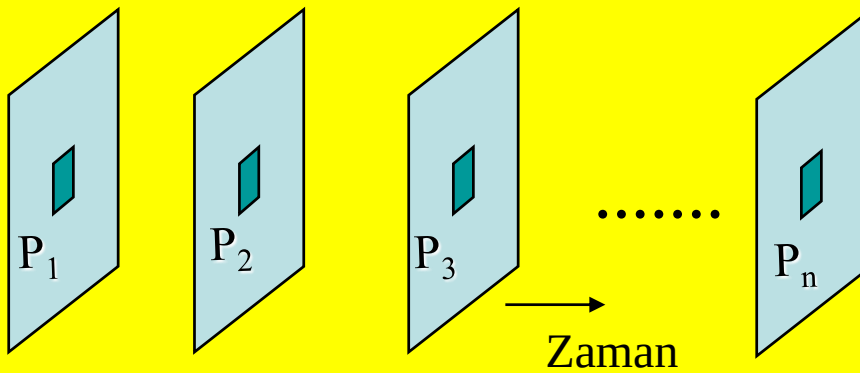


Keskinleştirici



Yumuşatıcı + Keskinleştirici

Birden Fazla Görüntüye Uygulanan Filtreler



$$\text{FILTRE} \quad \mathbf{1 \ 2 \ 1}$$
$$P_2 = \frac{1 \cdot P_1 + 2 \cdot P_2 + 1 \cdot P_3}{4}$$

Görüntülerin İşlenmesinde Matematiksel Yöntemleri

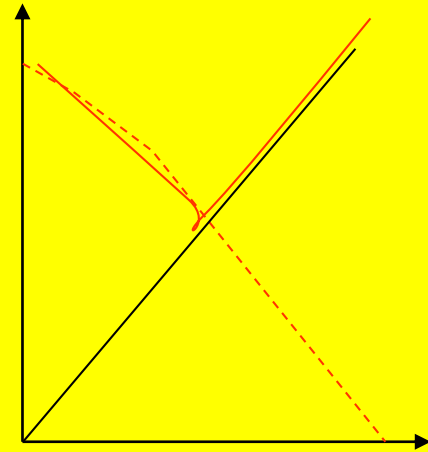
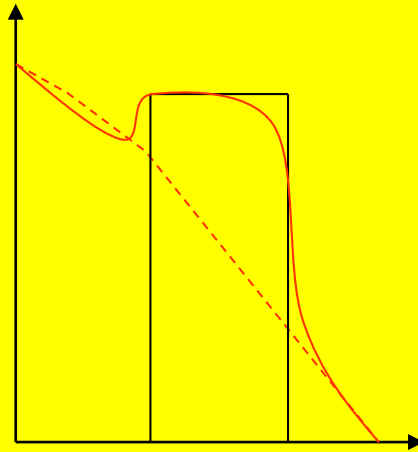
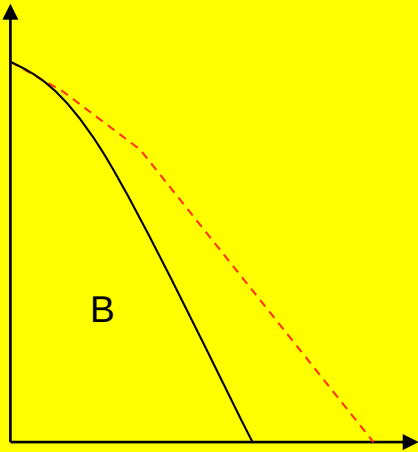
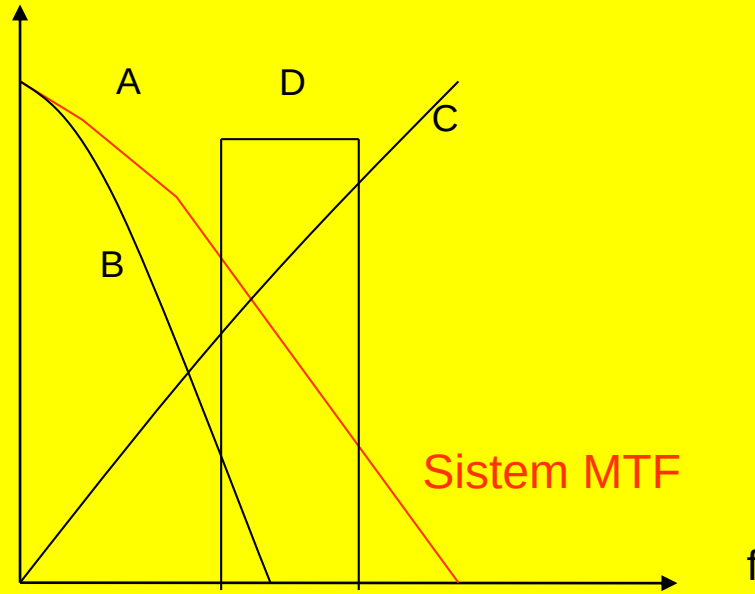
Uzaysal Ortamda işlemler

Konvolüsyon işlemi

Piksel operasyonları

Frekans Ortamında filtre işlemleri

Frekans ortamında filtre işlemi



A : Sistemin Frekans ortamında temsili B : Düşük geçiren Filtre
C : Yüksek geçiren Filtre D : Bant geçiren filtre

Frekans Ortamında Alçak Geçirgen Filtreler

Butterworth Filtre

$$BW(u) = 1 / [1 + (u / f_c)^{2N}]$$

F_c : Kesim Frekansı: Filtre genliğinin 0.5'e düştüğü frekans

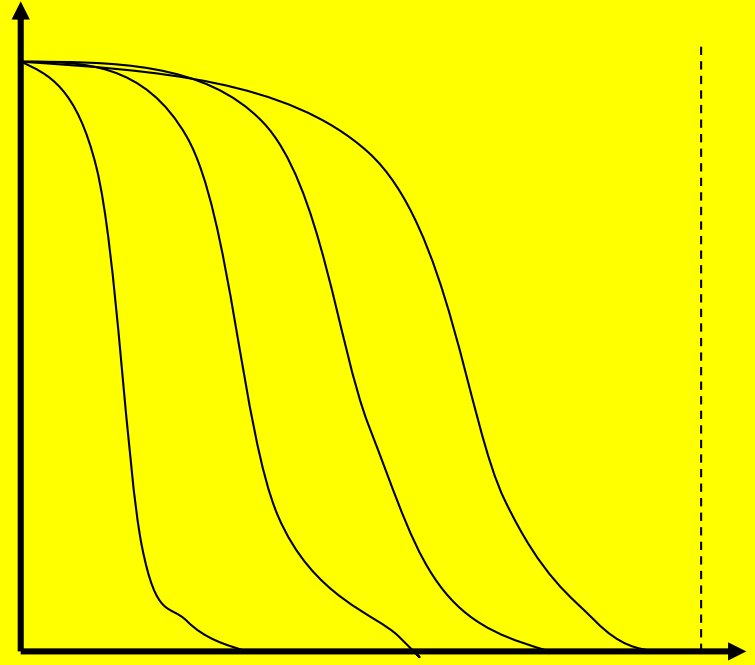
N: Güç Faktörü. Artan güç faktörü ile eğrinin sıfıra düşme hızı artar

Farklı Kesim Frekanslarında Butterworth Filtre

C03 p5

C05 p5

C07 p5



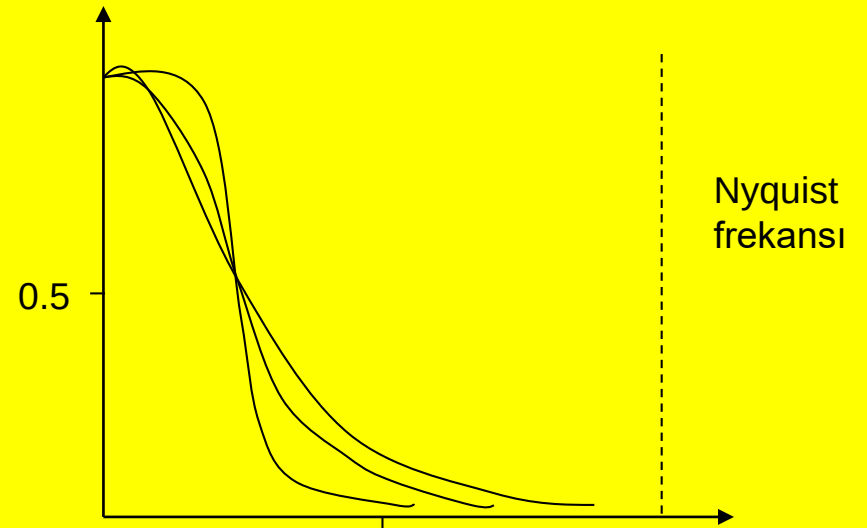
0.1, 0.3, 0.5, 0.7 Nyquist Frekanslarında Kesim Frekansları. Güç faktörü hepsinde 10 alınmıştır

Farklı Güç Faktörlerinde Butterworth Filtre

GF = 5

GF = 10

GF = 15

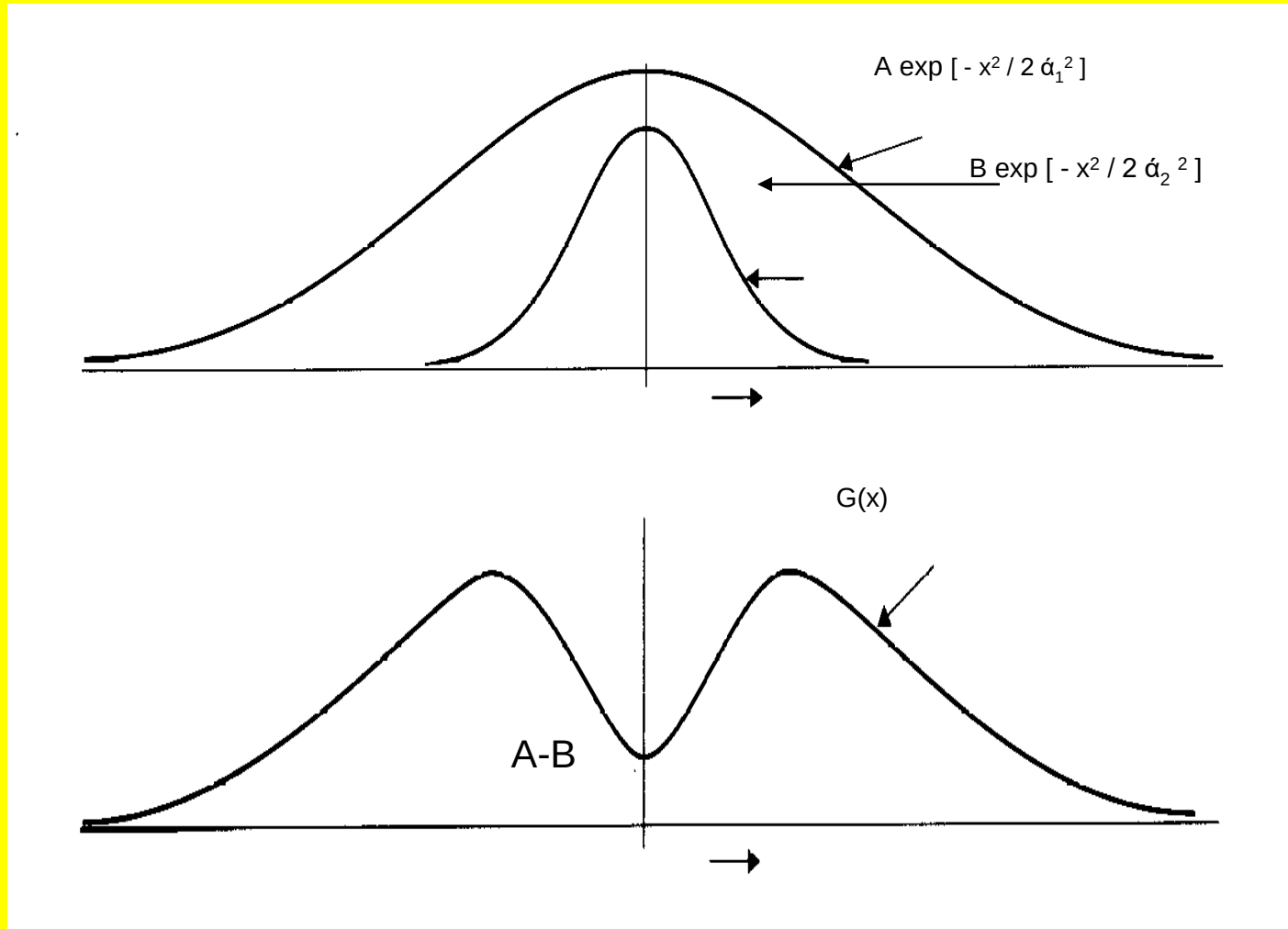


Artan güç faktörü ile eğri sıfıra daha hızlı düşer

Tüm Görüntülerde kesim frekansı $0.5 \times$ Nyquist frekansıdır

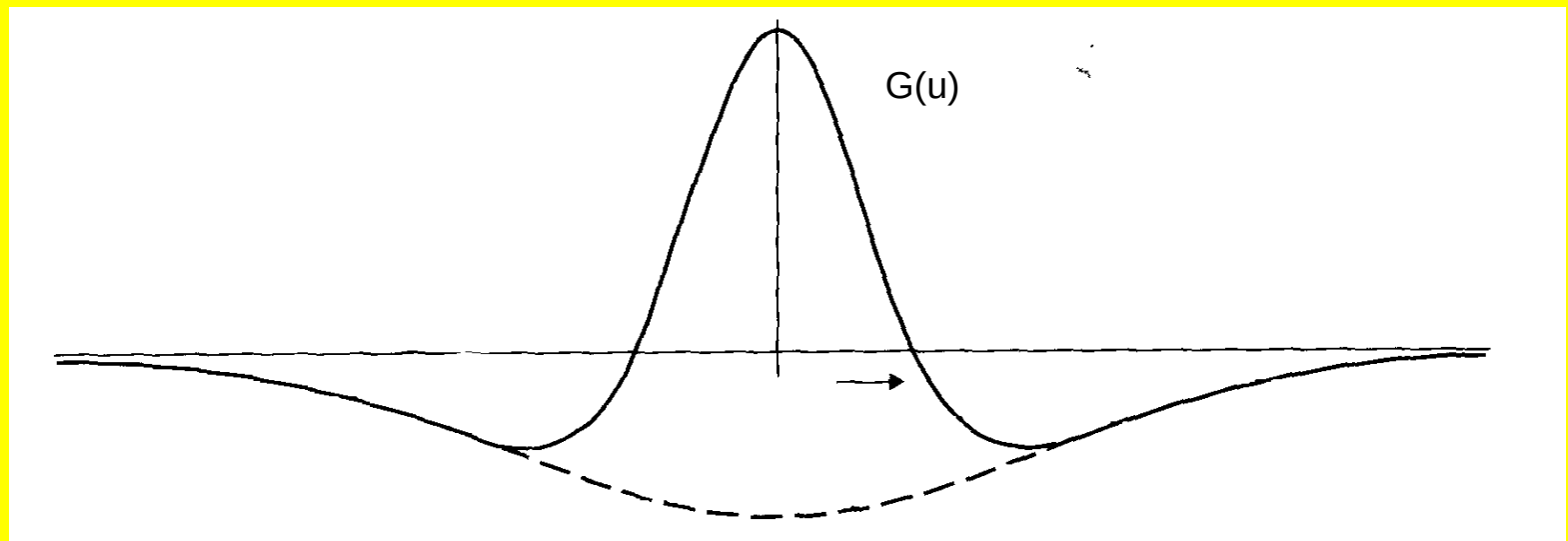
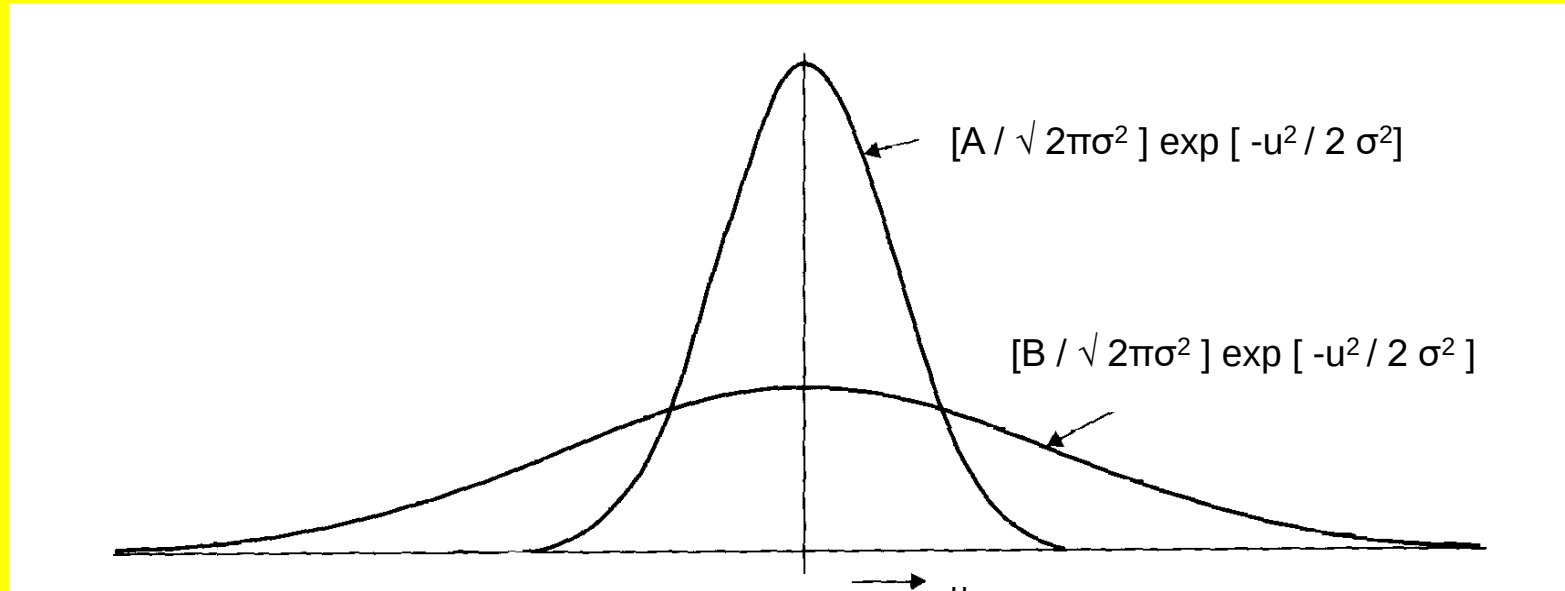
Frekans ortamında bulanıklığın azaltılması

$$G(x) = A \exp \left[-x^2 / 2 \sigma_1^2 \right] - B \exp \left[-x^2 / 2 \sigma_2^2 \right] \quad A > B > \sigma_1 > \sigma_2$$



Frekans ortamında bulanıklığın azaltılması

$$G(u) = [A / \sqrt{2\pi\sigma_1^2}] \exp [-u^2 / 2 \sigma_1^2] - [B / \sqrt{2\pi\sigma_2^2}] \exp [-u^2 / 2 \sigma_2^2]$$



Metz Filtre

$$M(u,v) = [MTF(u,v)]^{-1} \times \{ 1 - [1 - MTF(u,v)^2]^X \}$$

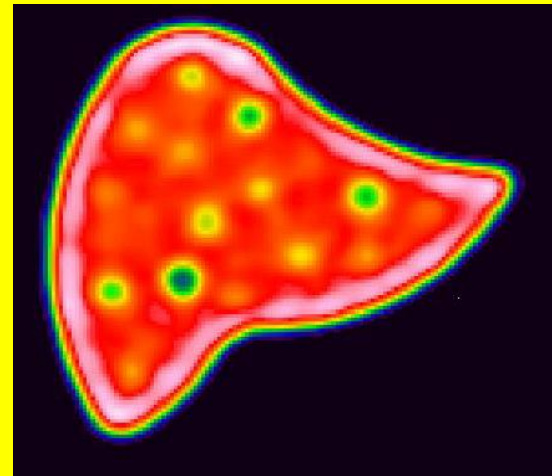
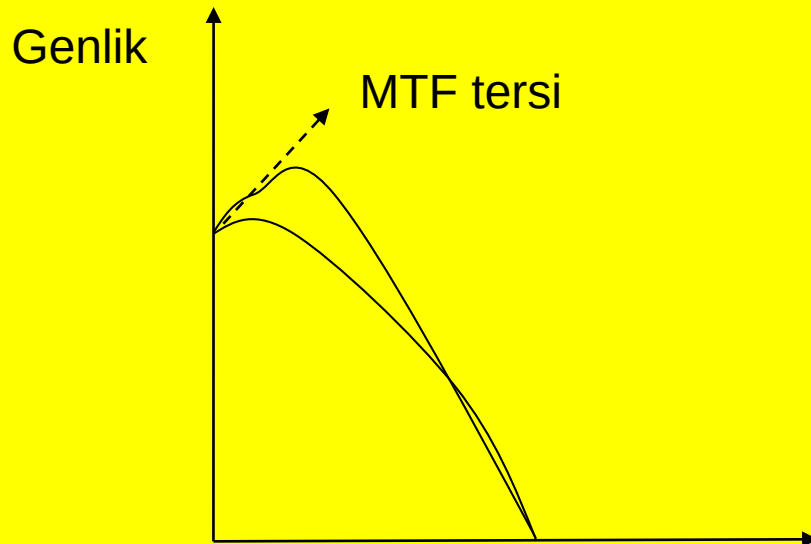
$$X = m \ln(\text{sayım}) + b$$

$$X = 0.834 \ln(\text{sayım}) - 7.774$$

$$X = 1.081 \ln(\text{sayım}) - 8.89$$

gerçek MTF

genel MTF



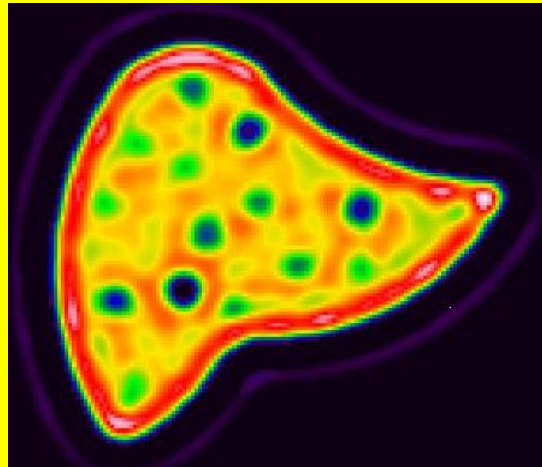
Wiener Filtre

Bu filtre görüntü $g(x,y)$ ile obje $o(x,y)$ arasında ki farkın karelerinin toplamını minimum yapacak şekilde tasarımılanmıştır.

$$e^2 = \sum [g(x,y) - o(x,y)]^2$$

frekans uzayında Wiener filtre

$$w(u,v) = [MTF(u,v)]^{-1} [MTF(u,v)^2 + N(u,v)^2 / F(u,v)^2]^{-1}$$



Unsharp Filtre

$$g(x,y) = f(x,y) - f_y(x,y)$$

$f_y(x,y)$: Yumuşatılmış görüntü

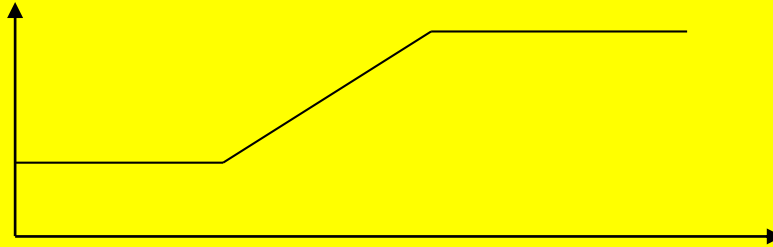
Fark Görüntüsü : Orijinal görüntünün yüksek frekansları içerilir

$$f(x,y)_{UF} = f(x,y) + k \cdot g(x,y)$$

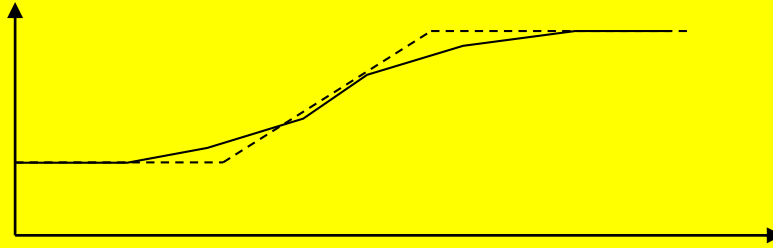
$$0.2 < k < 0.7$$

Unsharp Filtre

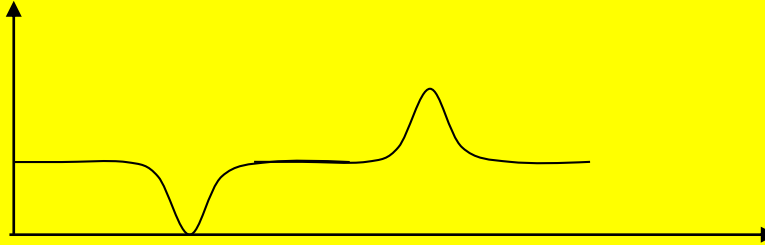
Orjinal



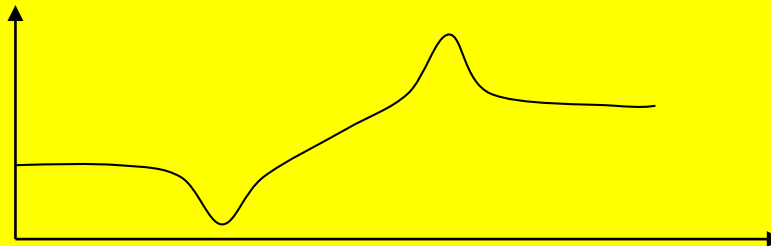
Yumuşatılmış
Görüntü



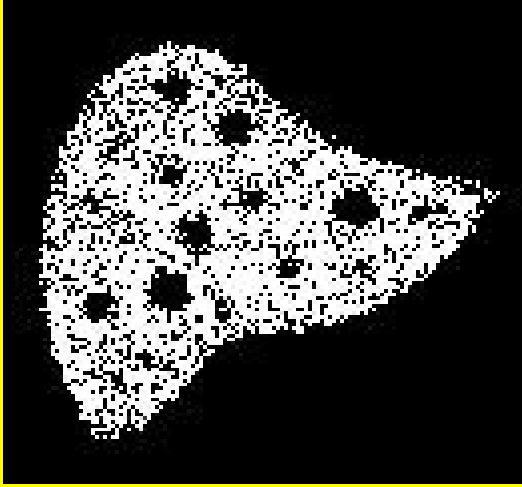
Fark



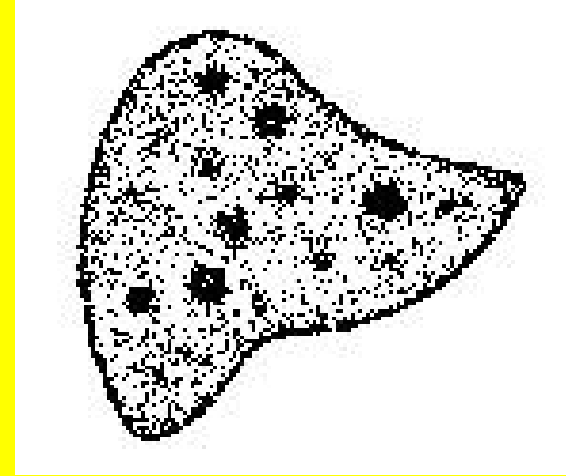
Orijinal+Fark
Görüntüsü



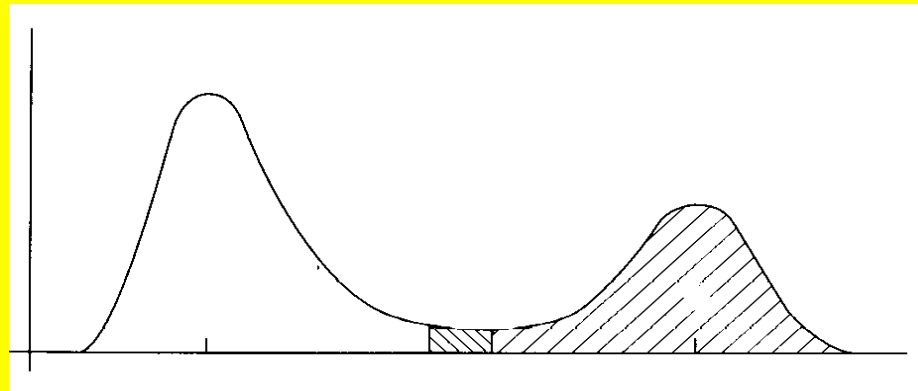
Görüntünün kısımlara ayrılması



Eşik değeri 0-125 arası



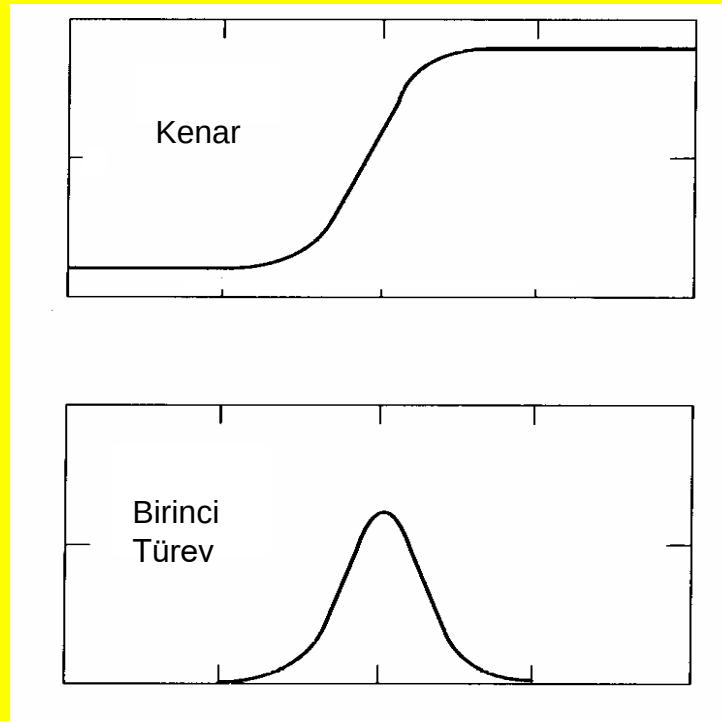
70 - 125 arası



Eşik değerin histogramla bulunması

Kenarların Deteksiyonu

Birinci Türev



$$G_x = \Delta_x f(i,j) = f(i,j) - f(i-1, j)$$

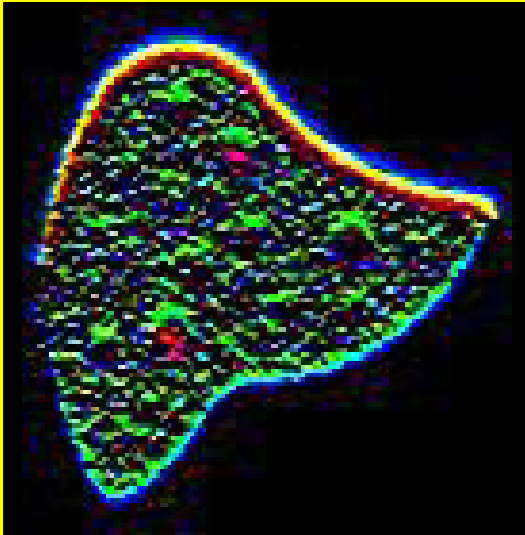
$$G_y = \Delta_y f(i,j) = f(i,j) - f(i, j-1)$$

$F(i,j)$ görüntüsü için gradyent büyüklüğü ve yönü ise

$$|G| = [G_x^2 + G_y^2]^{1/2}$$

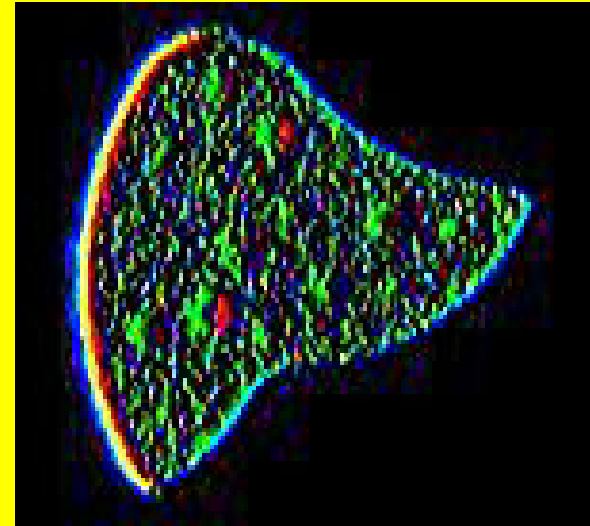
$$D = \text{tg}^{-1} [G_y / G_x]$$

Sobel Filtresi



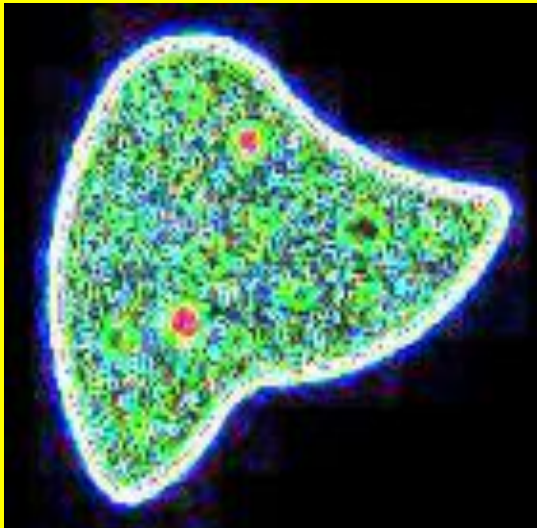
Sobel x

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$



Sobel y

$$G_y = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



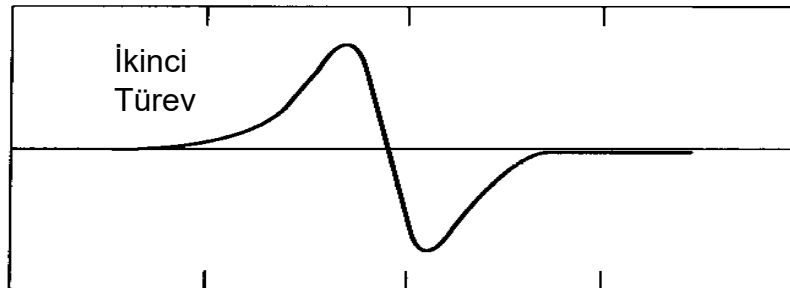
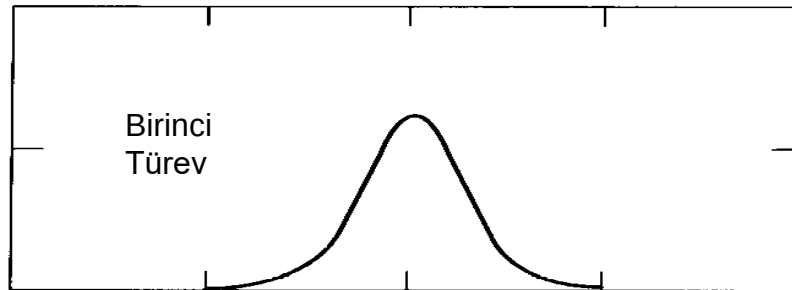
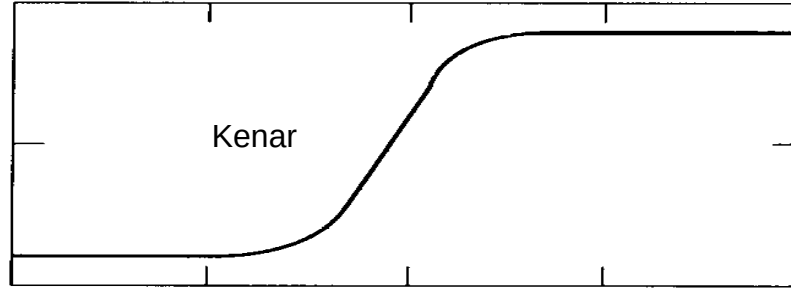
Sobel x,y



Sobel + Yumuşatıcı

Kenarların Deteksiyonu

İkinci Türev



İkinci Türev (Laplace işlemleri)

$$\Delta_x^2 f(i, j) = \Delta_x f(i+1, j) - \Delta_x f(i, j)$$

$$\Delta_x^2 f(i, j) = [f(i+1, j) - f(i, j)] - [f(i, j) - f(i-1, j)]$$

$$\Delta_x^2 f(i, j) = f(i+1, j) + f(i-1, j) - 2f(i, j)$$

Benzer şekilde:

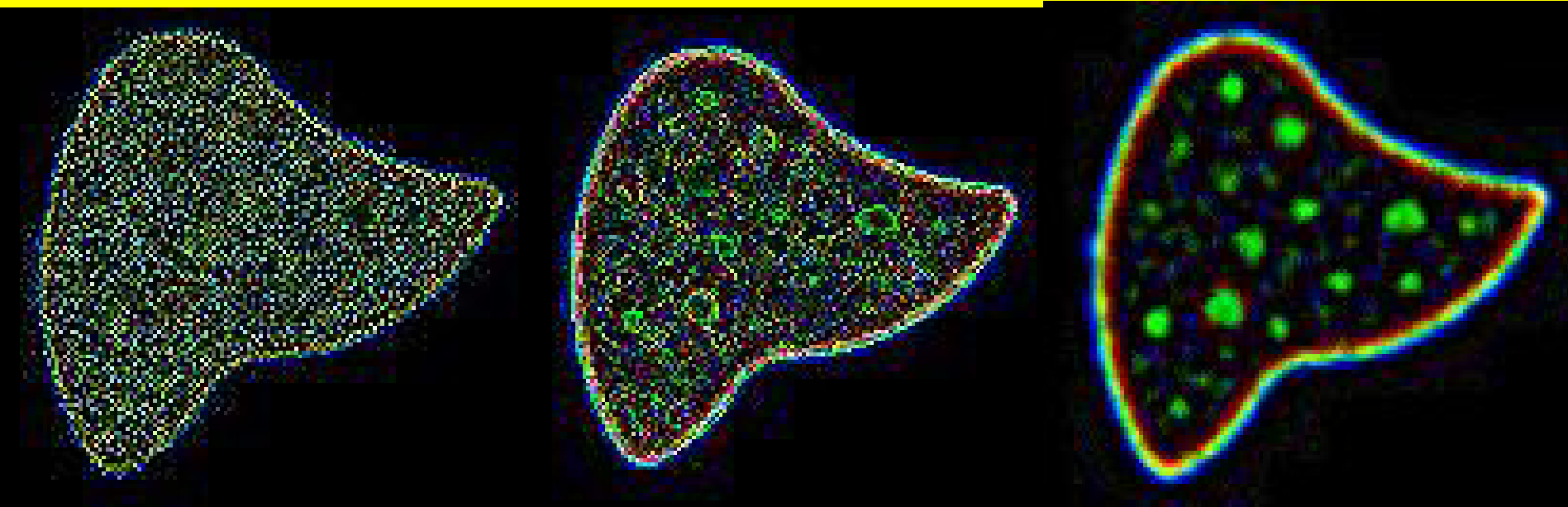
$$\Delta_y^2 f(i, j) = f(i, j+1) + f(i, j-1) - 2f(i, j)$$

$$\Delta^2 f(i, j) = \Delta_x^2 f(i, j) + \Delta_y^2 f(i, j)$$

$$= [f(i+1, j) + f(i-1, j) + f(i, j+1) + f(i, j-1)] - 4f(i, j)$$

Laplace Operatörleri

Yumuşatıcı Filtrelerin Etkisi



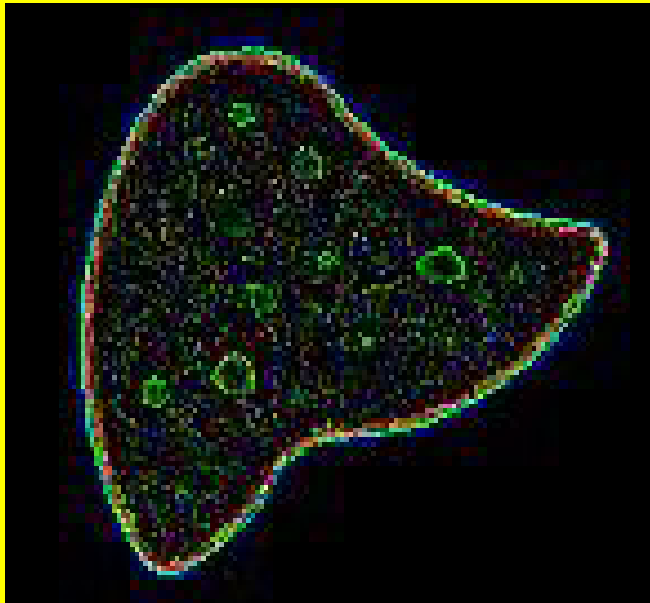
Sadece Laplace

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

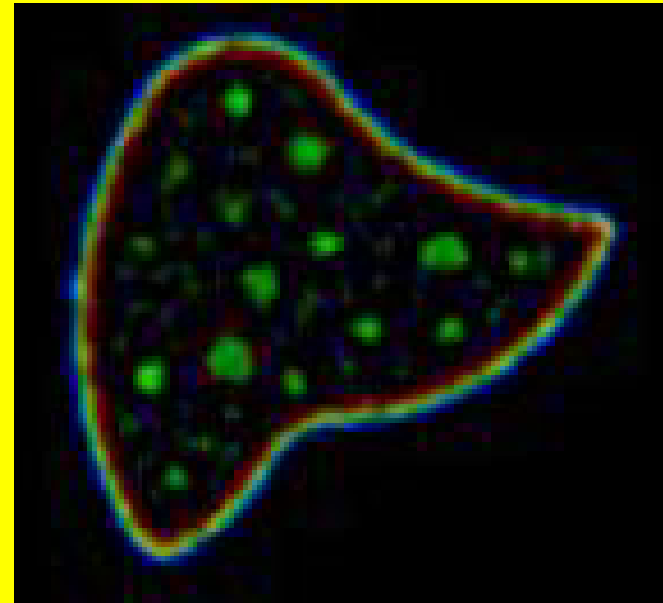
MED. + $\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$

Gauss
(4 Komşu) + $\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$

Laplace Operatörleri



MED. +
$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$



Gauss (4) +
$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

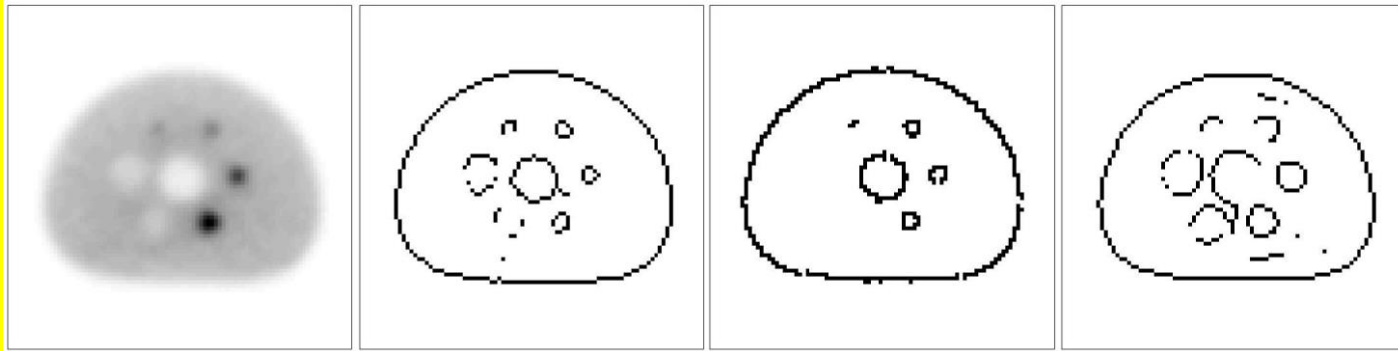
Farklı Kenar Operatörleri

original

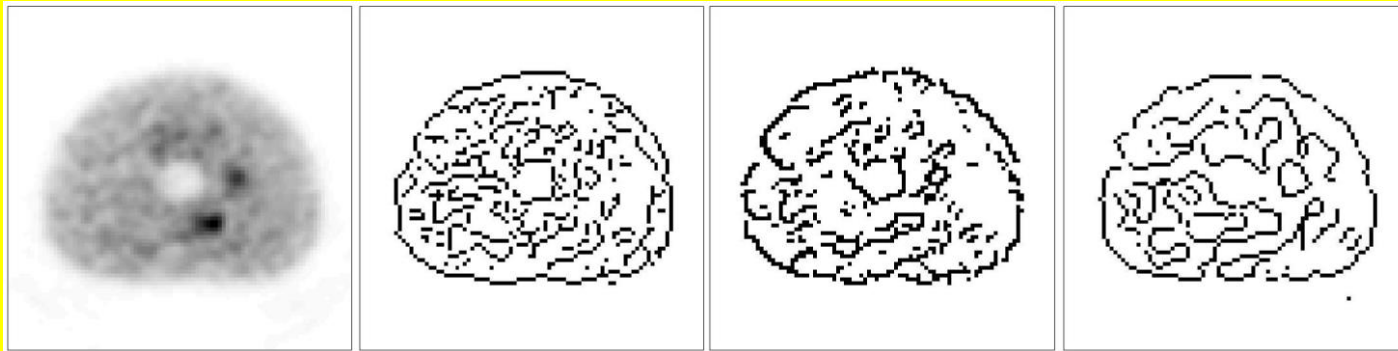
Sobel

Roberts

Laplace



Yüksek Sayım

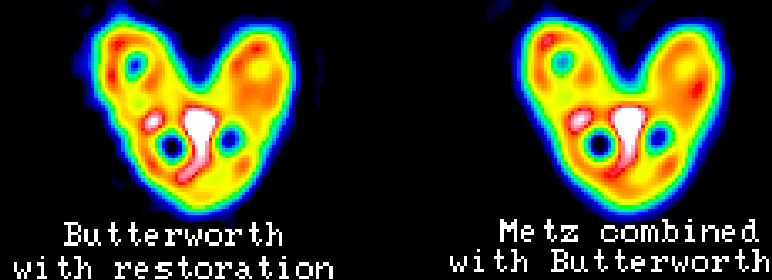
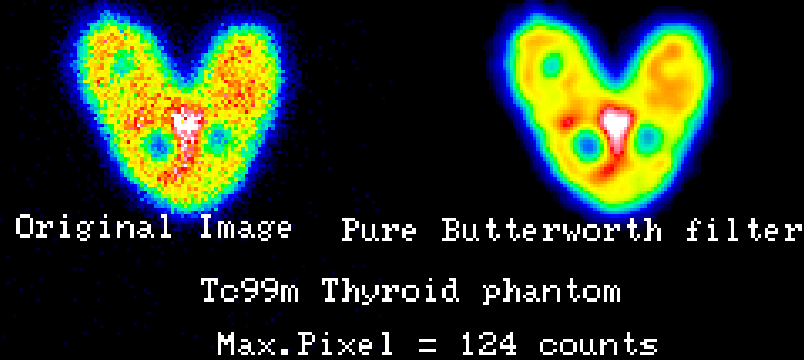


Düşük Sayım

Tiroid Uygulaması

Phantom Tests

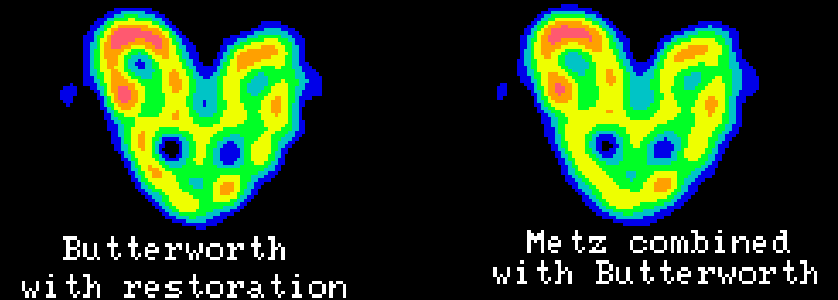
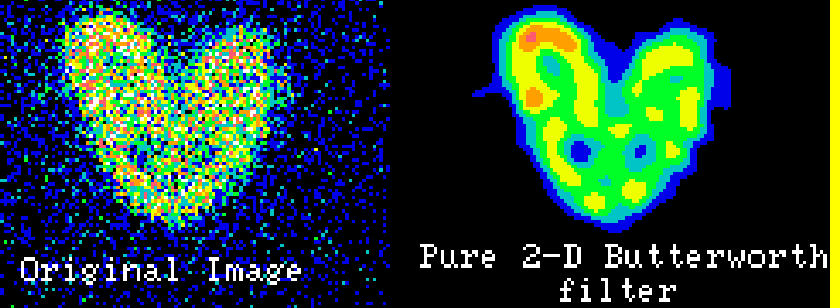
EFFECTIVENESS OF 2-D RESTORATION FILTERING



0322100 22-Mar-95 4-göbös-ph-Tc

Normal sayım yoğunluğu

EFFECTIVENESS OF 2-D RESTORATION FILTERING ON I-131 THYROID PHANTOM.



0322101 22-Mar-95 4-Göb-PH-J60

Çok düşük sayım yoğunluğu