



# BSM 409 GÖRÜNTÜ İŞLEME

Hafta - 7

Filtreleme – Gürültüler

Doç. Dr. Eftal ŞEHİRLİ

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü



# İçerik

- Görüntü işlemede kullanılan bazı filtreler
- Görüntülerde bulunan bazı gürültüler



# Filtreleme

- Görüntü işlemenin en temel adımlarından biridir.
- Doğrusal ve Doğrusal olmayan filtreler mevcuttur.
- Görüntü işlemede aşağıdaki sebeplerden dolayı filtreleme yapılır:
  - Görültü azaltmak
  - Kenarları belirginlemek
  - Görüntüyü yumusatmak veya bulanıklaştmak
  - Görüntüyü ya da objeleri keskinleştirmek
  - Özellikler çıkarmak
  - Görüntüyü insan gözüne daha uygun hale getirmek
- Özette amaç: Görüntü içindeki istenileni ortaya çıkarmak, istenmeyeni zayıflatmak



# Gürültü Azaltma ve Yumuşatma Filtreleri (Smoothing / Low-Pass Filters)

Bu filtreler yüksek frekanslı bileşenleri (ani değişimleri) bastırır.  
Görüntüyü daha **pürüzsüz** yapar.

- Medyan (Median filter): Penceredeki değerlerin ortancasını alır, tuzbiber gürültüsü için çok etkilidir.
- Ortalama (Mean / Box filter): Penceredeki değerlerin ortalamasını alır.
- Gauss Filtresi (Gaussian smoothing): Ağırlıklı ortalama alır, kenarlarda daha doğal bulanıklık sağlar.
- Wiener Filtresi: Gürültü azaltmada istatistiksel yaklaşım kullanır.



# Kenar Belirleme ve Keskinleştirme Filtreleri (Edge Detection / High-Pass Filters)

Bu filtreler yüksek frekanslı bileşenleri vurgular → **kenarlar ve detaylar öne çıkar.**

- Sobelfiltresi: Kenar yönünü (x ve y yönünde) bulur.
- Prewittfiltresi: Sobel'e benzer, daha basit kenar çıkarımı.
- Laplacianfiltresi: İkinci türev tabanlı, keskin kenarları bulur.
- Canny kenar bulucu (algorithm, filtreleme + eşikleme içerir): Daha sofistikke kenar algılama yöntemi.
- High-Boost / Unsharp Masking: Görüntüyü keskinleştirmek için kullanılır.



# Frekans Alanı Filtreleri

- Görüntü **Fourier dönüşümü** ile frekans alanına taşınır, sonra filtre uygulanır.
- Ideal Low-Pass / High-Pass
- Butterworth Filtreleri
- Gaussian Low/High Pass



# Morfolojik Filtreler (Morphological Filters on Binary ve GrayScale Images)

Nesne şekillerini düzeltmek, küçük gürültüleri gidermek, segmentasyon sonrası temizlik yapmak amacıyla kullanılır.

- Erosion (Aşındırma)
- Dilation (Genleşme)
- Opening (Açma) → Erosion + Dilation
- Closing (Kapama) → Dilation + Erosion



# Özel Amaçlı Filtreler

- Bilateral Filter: Hem uzamsal yakınlığı hem de yoğunluk benzerliğini dikkate alır → kenar korumalı yumusatma.
- Guided Filter: Bir başka görüntüyü rehber olarakfiltreleme yapar.
- Gabor Filtreleri: Kenar ve doku özelliklerini çıkarır (özellikle biyometrik sistemlerde, parmak izi/göz iris analizi).
- Matched Filter: Belirli bir şekli/dokuyu tespit etmeye yönelik.

# Medyan Filtre (Median Filter)

- Medyan filtre, görüntüdeki her pikseli komşuluk penceresindeki (kernel) değerlerin medyanı ile değiştirir.
- Komşuluk penceresi genellikle kare şeklindedir (ör.  $3\times 3$ ,  $5\times 5$ ,  $15\times 15$ ).
- Nasıl çalışır?
  1. Pencere boyutu (ör.  $3\times 3$ ) seçilir.
  2. O pencere içindeki pikseller küçükten büyüğe sıralanır.
  3. Ortadaki(ortanca-medyan) değer alınır.
  4. Merkez piksel bu medyan değerle değiştirilir.
  5. 1-4 işlemleri tüm görüntü boyunca pencere kaydırılarak uygulanır.
- Bu sayede, uç değerler (tuz-biber gürültüsü vb.) etkisiz hale gelir.
- Gürültüyü azaltır, kenarları korur.
- Uç değer gürültülerine karşı etkili iken, normal dağılımlı gauss tipi gürültüler için çok etkili değildir.





## Örnek – Medyan Filtre

- Görüntü üzerinde aşağıdaki 3x3lük kısım olduğunu farz edin.

12    50    200

- 15    255    20  
18    22    19

- Değerler küçükten büyüğe sıralanır: (12-15-18-19-20-22-50-200-255)

- Ortanca değer = 20

- Merkez piksel yerine ortanca değer yazılır. (255-->20)

12    50    200

- 15    20    20  
18    22    19

## Örnek – Medyan Filtre



25	28	34	x	x
45	41	56	x	x
38	46	29	x	x
x	x	x	x	x
x	x	x	x	x

25 28 29 34 38 41 45 46 56

Yeni piksel değeri





## Max – Min Filtre

- Maksimum ve minimum filtrelerde , tuzbiber (impulse) gürültüsünü yok edebilmek için kullanılan iki filtredir.
- Maksimum滤器 sıralanmış piksel değerlerinin en büyüğünü seçerken, minimum滤器 en küçük değeri seçer.
- Minimum滤器leme tuz tipi(beyaza yakın) gürültünün hakim olduğu durumlarda kullanılırken, maksimum filtreler biber tipi(siyaha yakın) gürültü için iyi sonuç vermektedir.

# Ortalama Filtre (Mean Filter)

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	90	90	90	90	90	0	0
0	0	0	90	90	90	90	90	0	0
0	0	0	90	90	90	90	90	0	0
0	0	0	90	0	90	90	90	0	0
0	0	0	90	90	90	90	90	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	90	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0

1.İterasyon

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	90	90	90	90	90	0	0
0	0	0	90	90	90	90	90	0	0
0	0	0	90	0	90	90	90	0	0
0	0	0	90	90	90	90	90	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	90	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2.İterasyon

0	10

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	90	90	90	90	90	0	0
0	0	0	90	90	90	90	90	0	0
0	0	0	90	0	90	90	90	0	0
0	0	0	90	90	90	90	90	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	90	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	10	20

3.İterasyon

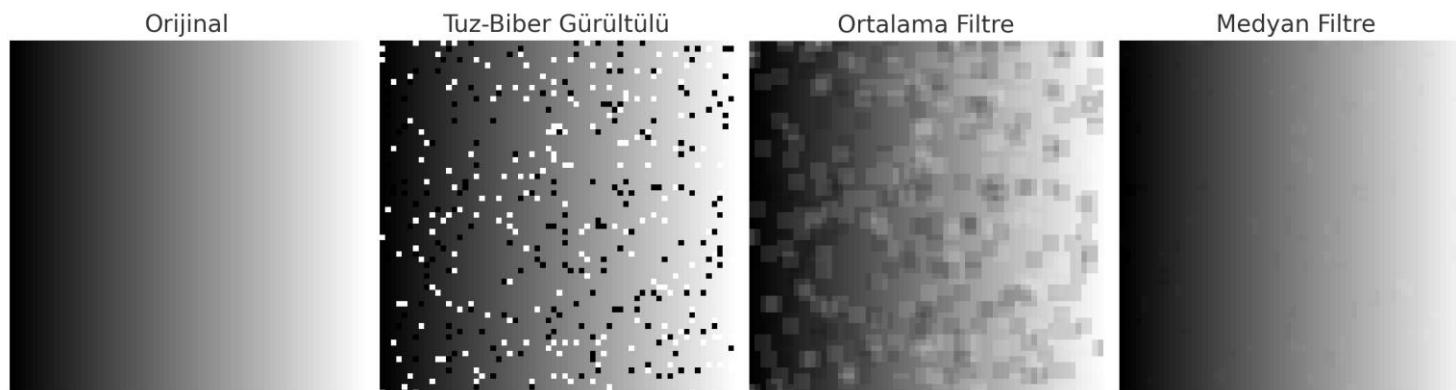
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	90	90	90	90	90	0	0
0	0	0	90	90	90	90	90	0	0
0	0	0	90	0	90	90	90	0	0
0	0	0	90	90	90	90	90	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	90	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	10	20	30

4.İterasyon

# Medyan vs Mean Filtre

- Orijinal Görüntü: Gürültüsüz gradyan görüntü.
- Tuz-Biber Gürültülü: %10 oranında siyah ve beyaz noktalar eklendi.
- Ortalama Filtre: Gürültüyü biraz azaltıyor ama bulanıklaştırıyor; kenarlar da bozuluyor.
- Medyan Filtre: Gürültüyü çok daha iyi temizliyor ve kenarları koruyor.



# Ağırlıklı Ortalama Filtre (Weighted Mean Filter)

- Orta pikselin komşulara göre daha ağır olduğu filtredir.

- $\frac{1}{10}x \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$

- $\frac{1}{18}x \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 10 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$

# Gauss Filtre

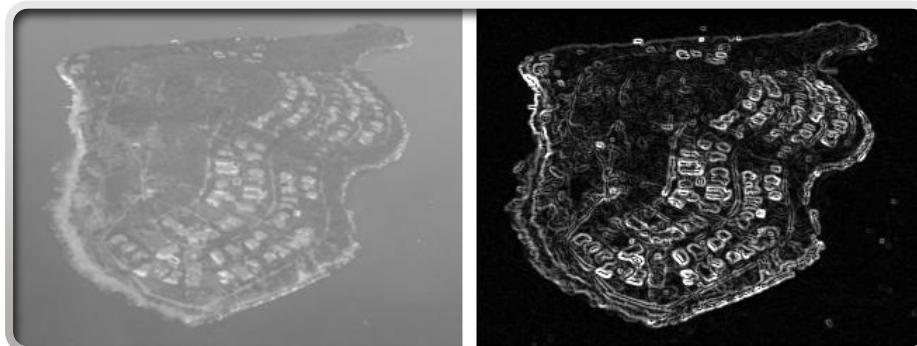
- Gauss kullanılarak oluşturulan filtredir.
- Düşük geçiren filtredir.
- **Gaussian gürültüsü** veya sensör kaynaklı rastgele gürültüleri azaltmada etkilidir.
- Matematiksel Tanımı:  $G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$
- $\sigma$ : Gauss eğrisi standart sapması
- $\sigma = 1.4$  için Gauss maskesi-kerneli

$\frac{1}{115}$	2	4	5	4	2
	4	9	12	9	4
	5	12	15	12	5
	4	9	12	9	4
	2	4	5	4	2

# Sobel Filtresi (Sobel Filter)

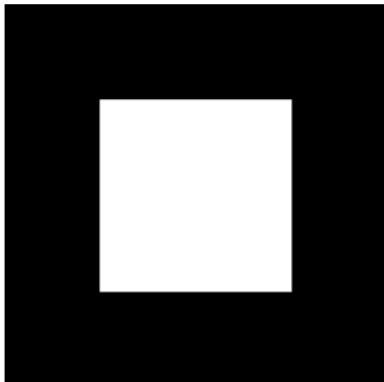
- Gradyan tabanlı kenar algılama yöntemidir.
- Görüntüdeki parlaklık değişimlerini (yoğunluk gradyanı) kullanarak kenarları ortaya çıkarır.
- Resim üzerinde ayrı ayrı yatay ve düşey kenarları belirginleştirir.

$$\bullet \quad G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -2 & 0 & +2 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix} \quad G_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ +1 & +2 & +1 \end{bmatrix}$$
$$\bullet \quad |G| = |G_x| + |G_y|$$

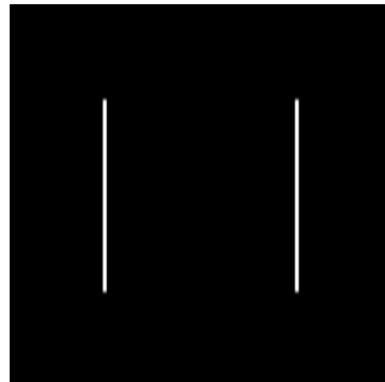


# Örnek – Sobel Filtresi

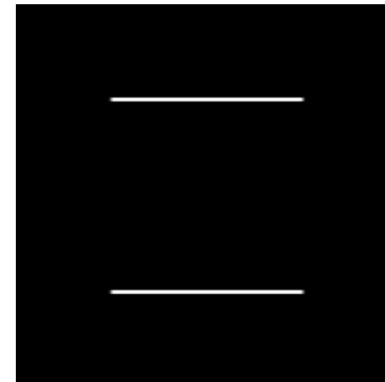
Orijinal



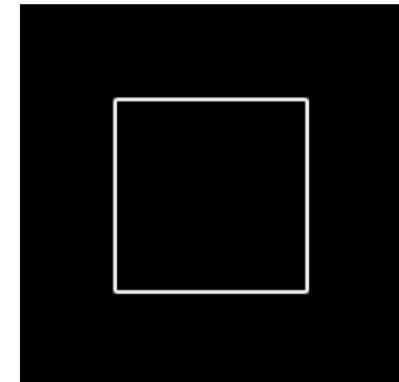
Sobel X



Sobel Y



Kenarlar (X+Y)





# Prewitt Filtresi (Prewitt Filter)

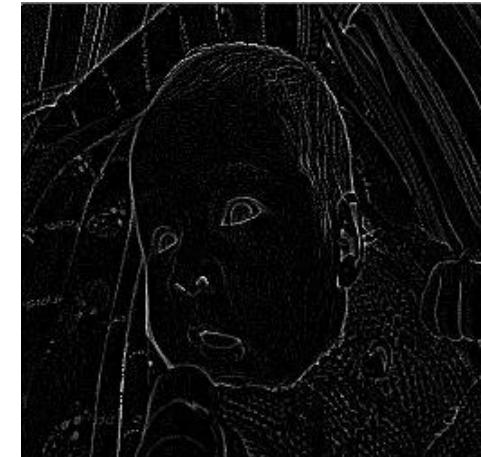
- Sobel filtresine oldukça benzerdir.
- Maskede yer alan ağırlıklar daha basit olduğu için gürültü bırakma eğilimindedir.

$$\bullet \quad G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -1 & 0 & +1 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix} \quad G_y = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ +1 & +1 & +1 \end{bmatrix}$$

# Laplas Filtre (Laplacian Filter)

- İkinci türev tabanlı kenar bulma filtresidir.
- Kenarları yön bilgisi olmadan çıkarır.
- Gürültüye karşı hassastır.
- Örnek Laplas maske örnekleri:

$$\text{maske} = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}, \quad \text{maske} = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$



# Gürültüler (Noises)

- **Görüntü işleme** alanında gürültü (noise), görüntüye istenmeyen parazitlerin eklenmesi demektir.
- Genelde **sensör hataları**, **iletim bozuklukları** veya **ortam koşulları** nedeniyle oluşur.
- Gürültü türleri farklı istatistiksel özelliklere sahiptir ve **farklı filtreleme yöntemleri** ile temizlenir.



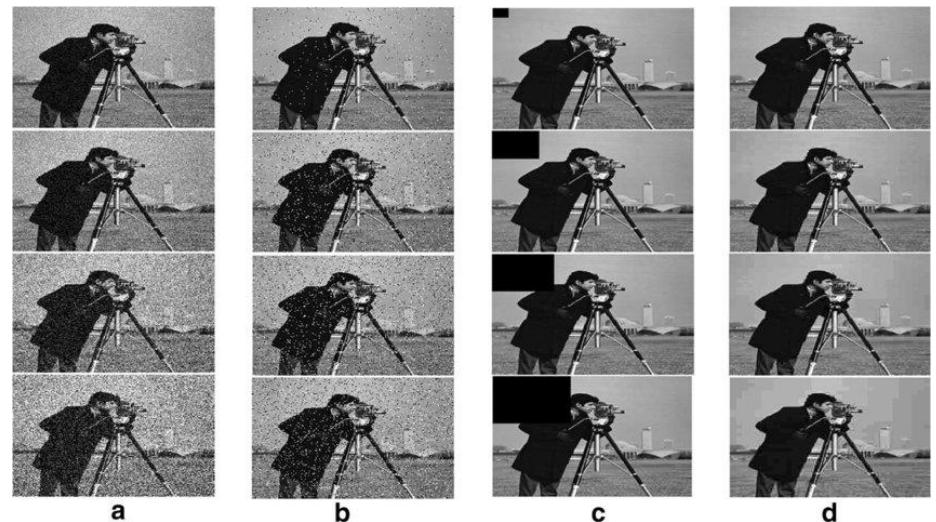


# Gürültüler (Noises)

- Gauss noise (elektronik gürültü)
- Salt, pepper noise (tuz biber gürültüsü)
- Uniform noise (Değişmeyen tekdüze gürültü)
- Poisson - Shot noise (foton çekim gürültüsü)
- Periodic noise (çekim gürültüsü)
- Sensor heat noise (sıcak sensör gürültüsü)
- Low-High ISO noise (sensör duyarlılık gürültüsü)

# Gauss Gürültüsü

- En yaygın gürültü türüdür.
- Piksel değerleri, ortalama  $\mu$  ve standart sapma  $\sigma$  ile tanımlı bir normal dağılım gösterir.
- Özelliğ: Görüntüye “bulanık granül” etkisi katar.
- Nedeni: Sensör hataları, düşük ışık koşullarında elektronik devrelerdeki rastgele titreşimler.
- Filtreleme: Gauss filtresi, Wiener filtresi, Bilateral filtre.



a- Gauss gürültüsü  
b- Tuz Biber gürültüsü  
c- Zeroing görüntü  
d- Sıkıştırılmış görüntü

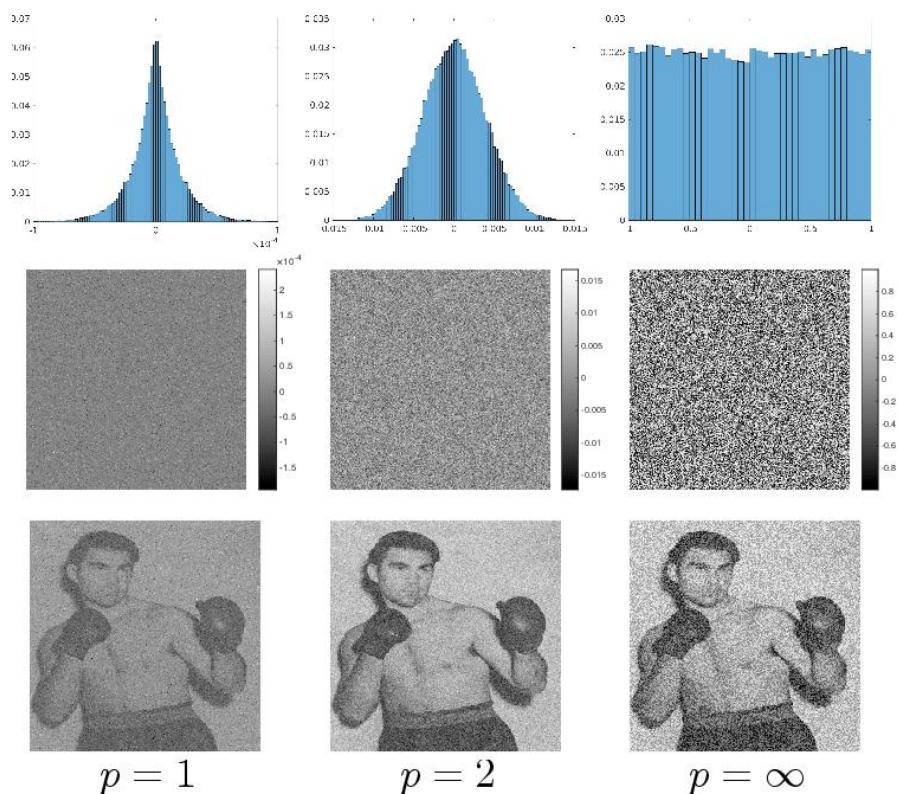
# Tuz – Biber Gürültüsü

- Görüntüde rastgele siyah (0) ve beyaz (255) noktalar belirir.
- Özellik: Keskin parazit noktaları şeklindedir.
- Nedeni: Veri iletim hataları, bit kayıpları.
- Filtreleme: Medyan滤镜esi en etkili yöntemdir.



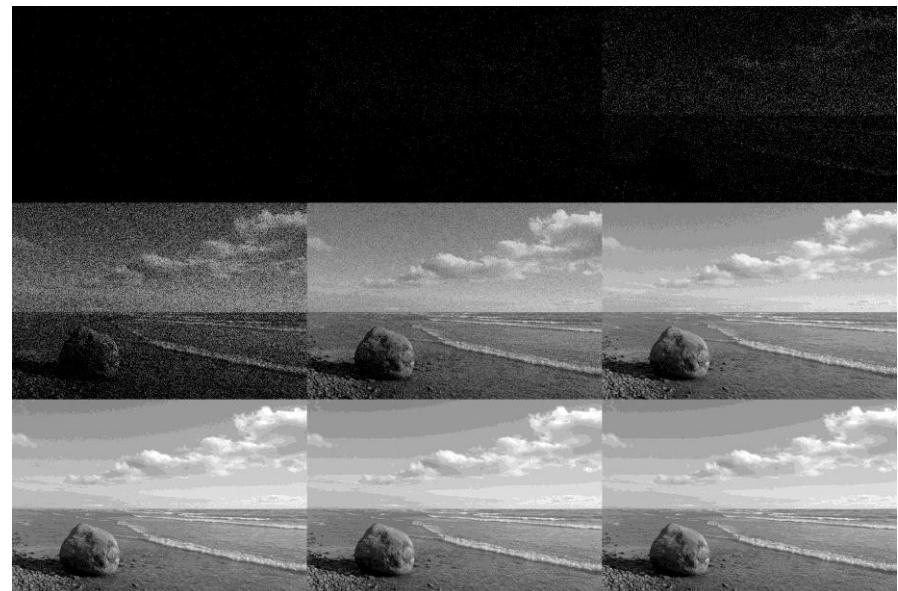
# Uniform Gürültü

- Piksel değerleri belirli bir aralıkta (örneğin  $[a, b]$ ) eşit olasılıkla dağılır.
- Özellik: Görüntüye düz, homojen bir parazit ekler.
- Nedeni: Kuantizasyon (nicemleme) hataları. (Analogdan dijitalle dönüşümle ilişkili ve sensörün çözünürlüğüne bağlı sistematik bir hata)
- Filtreleme: Mean ve düşük geçiren filtreler.



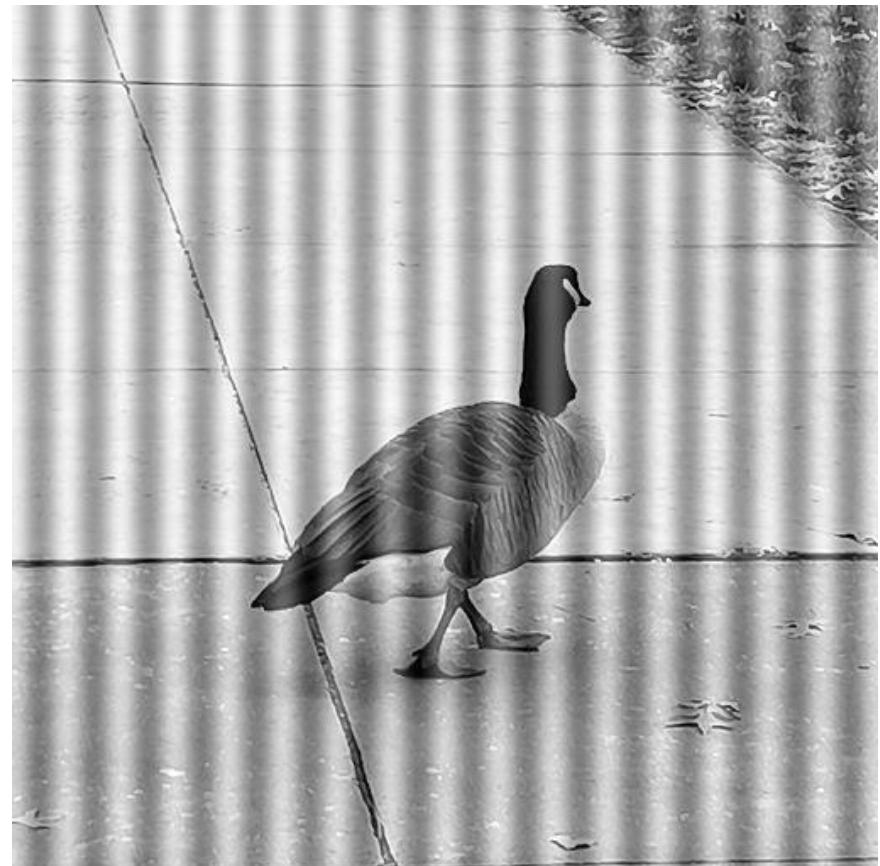
# Poisson - Shot Gürültüsü

- Fotonların istatistiksel doğasından kaynaklanır.
- Özelliğ: Düşük ışıklı ortamlarda çok belirgindir.
- Nedeni: Kamera sensörüne fotonların rastgele düşmesi.
- Filtreleme: Adaptif filtreler, dalgacık (wavelet) tabanlı yöntemler.



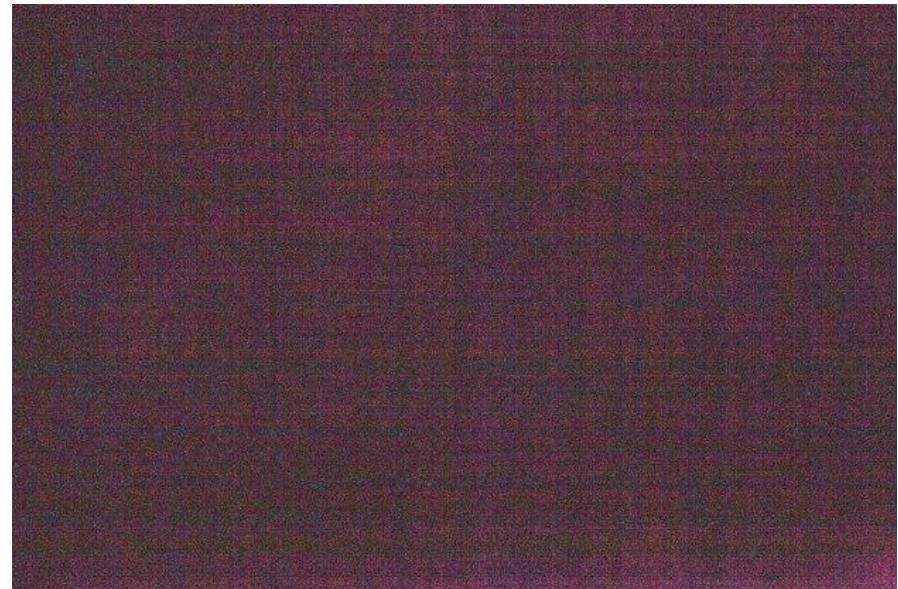
# Periodic Gürültü

- Tanım: Periyodik gürültü, görüntüde tekrarlayan, düzenli desenler şeklinde ortaya çıkan bir gürültü türüdür. Genellikle elektronik cihazlardan kaynaklanır: örneğin tarayıcılar, dijital kameralar, güç kaynakları veya sinyal aktarımındaki parazitler. Görüntüde düzenli çizgiler, dalgalar veya kafes gibi tekrar eden yapılar şeklinde görünür.
- Özellikleri: Frekans alanında keskin ve belirgin tepe noktaları (spikes) olarak temsil edilebilir. Uzaysal alanda kolayca ayırt edilebilir çünkü düzensiz değil, tekrarlayan bir desene sahip.
- Örnek: Bir tarayıcıdan gelen görüntüde yatay veya dikey çizgiler. Kamera sensöründen gelen elektriksel parazit sonucu oluşan ızgara benzeri desenler.
- Uzamsal filtreler genellikle yetersizdir. Bunun yerine **frekans alanında (Fourier Transform)** işlem yapmak daha etkilidir.



# Sensor Heat Noise

- Görüntü sensörleri (CCD veya CMOS) çalışırken, elektrik akımı geçikçe ısı üretir. Bu ısı, sensörün elektriksel hareketliliğini artırarak rastgele elektron üretimine sebep olur.
- Sonuç: görüntüye rastgele parazit-gürültü (noise) eklenir.
- Özellik: Genellikle **Gaussian (Normal dağılımlı)** veya düşük seviyeli rastgeledir.
- Düşük geçiren filtreler etkilidir.



# Low-High ISO Noise

- ISO, dijital kamerada sensörün ışığa duyarlığını belirten bir değerdir.
- Düşük ISO → Sensör düşük ışığa duyarlı, daha az gürültü.
- Yüksek ISO → Sensör yüksek ışığa duyarlı, ancak gürültü artar.



Low ISO



High ISO



- Ders sonu