

Görüntü Restorasyonu ve Morfolojik Filtreleme

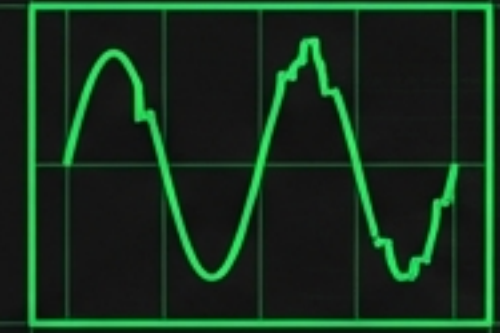
Frank Y. Shih'in Yaklaşımıyla: Yumuşak Morfolojiden ROSSM'e

Restorasyon ve İyileştirme Arasındaki Fark



Görüntü İyileştirme (Enhancement)

İnsan algısı için görüntüyü öznel olarak iyileştirir (Örn: Kontrast, Parlaklık).



Görüntü Restorasyonu (Restoration)

Bozulmuş görüntüden orijinal sinyali nesnel olarak geri kazanır.

$$g(x, y) = f(x, y) + \eta(x, y)$$

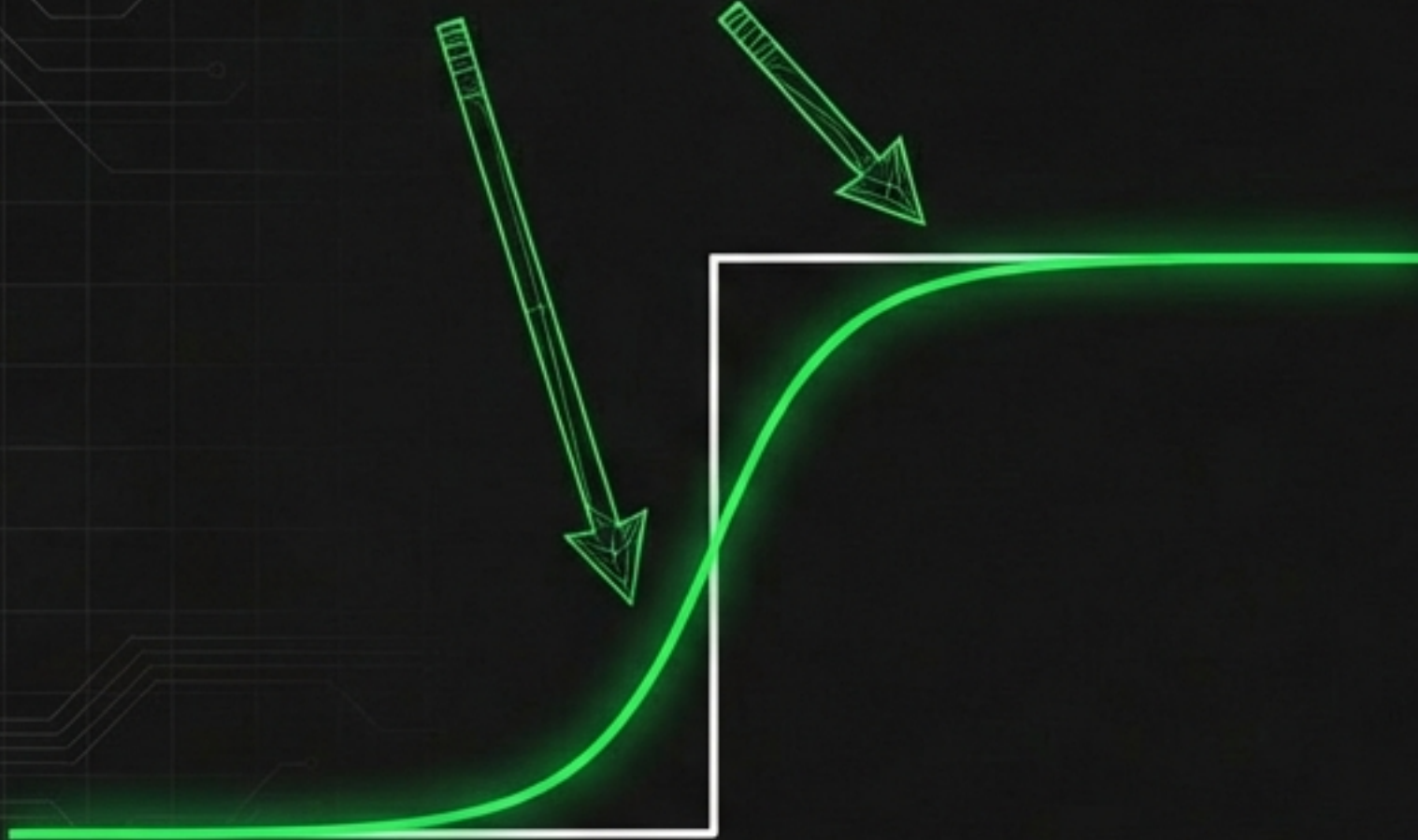
Degraded Image
(Bozulmuş Görüntü)

Original Signal
(Orijinal Sinyal)

Noise
(Gürültü)

"İyileştirme göze hoş geleni arar, Restorasyon ise matematiksel gerçeği."

Kenar Bulanıklaşması

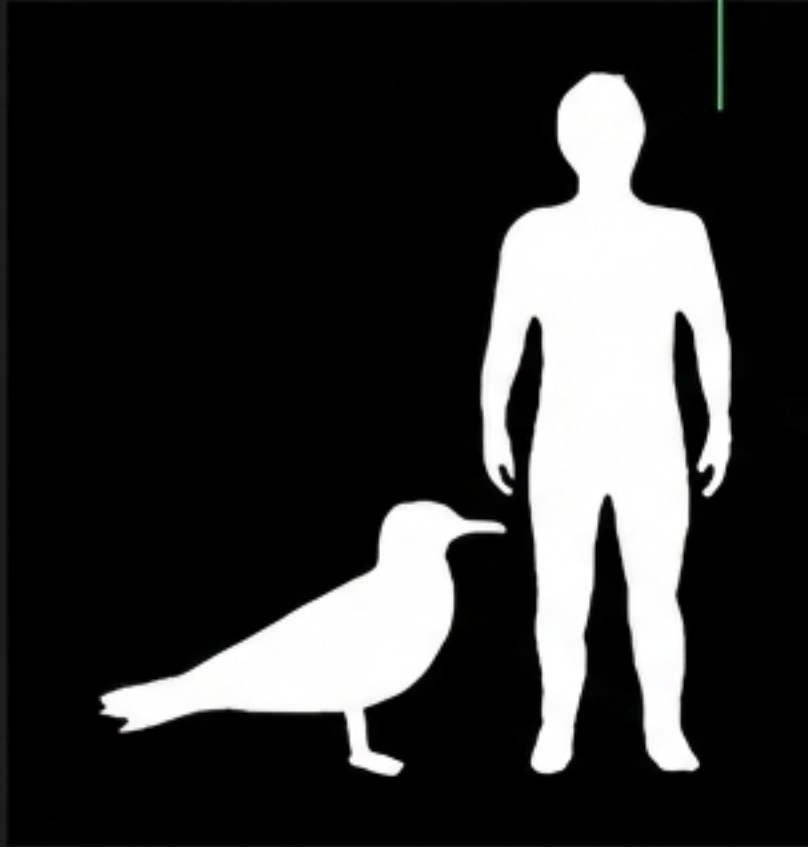


Lineer Filtrelerin Sınırları

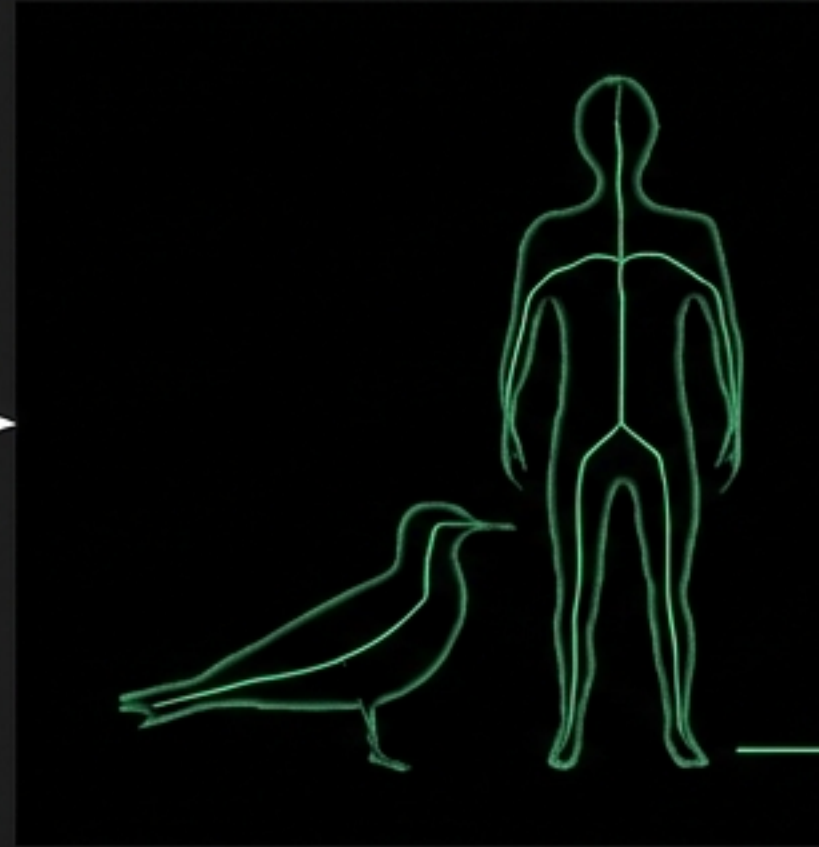
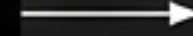
- **Sorun:** Alçak geçiren filtreler gürültüyü silerken kenarları (yüksek frekans) bozar.
- **İhtiyaç:** Geometrik yapıyı koruyan bir yaklaşım.
- **Çözüm:** Lineer Olmayan (Non-linear) Morfolojik Filtreler.

Standart Morfolojinin Kısıtları

Büyük Yapılar



(a) Orijinal



(b) Aşındırılmış (Eroded)

Küçük Detaylar Kaybı

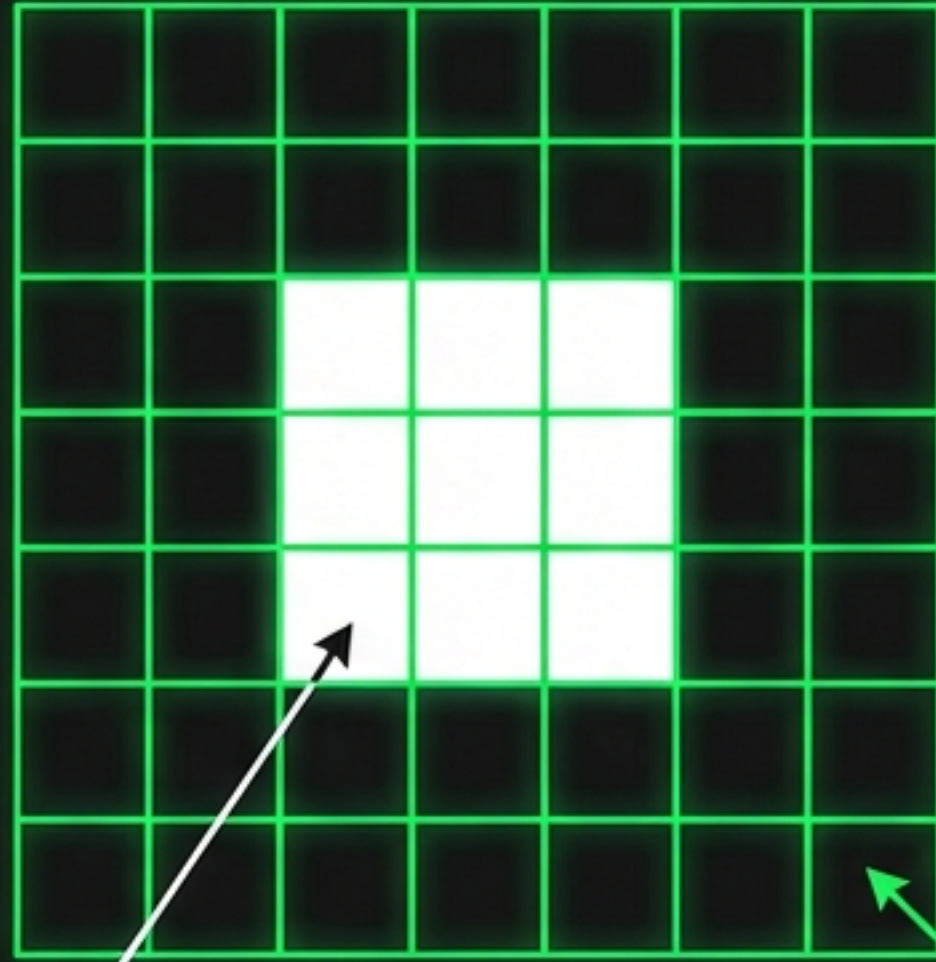
Temel İşlemler: Genişletme (Max) ve Aşındırma (Min).

Katı Yapı: Filtre, yapılandırma elemanının (B) şekline mutlak bağımlıdır.

Sonuç: Küçük detaylar kaybolur, nesne şekli agresif biçimde değişir.

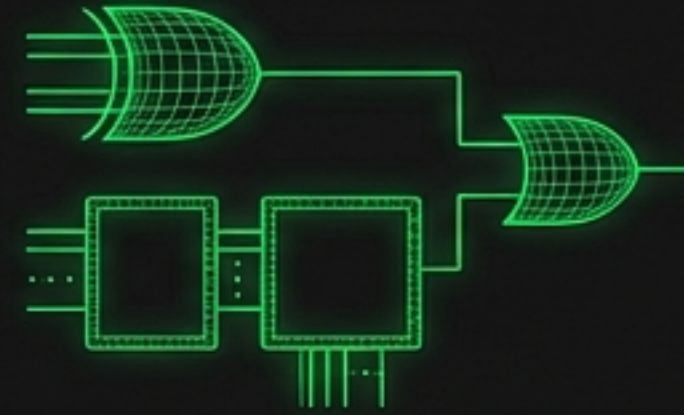
Yumuşak Morfolojik Filtreler

Structuring Element (B)



Çekirdek (A)

Yumuşak Sınır
(B \ A)



Ağırlıklı Sıralı
İstatistikler

İnovasyon: Yapılandırma
Elemanının Bölünmesi.

- Çekirdek (A): Kesinlik (Hard).
- Sınır (B \ A): Tolerans (Soft).

Matematiksel Tanım

Soft Dilation

$$f \oplus [B, A, k](x) = k. \text{ en büyük de\u011fer } \{k \diamond f(a) \cup f(b)\}$$

Çekirdek elemanlarının
k kez tekrarı (Ağırlık)

Sınır elemanlarının
1 kez alınması

Sıralama (Rank) işlemi

Soft Erosion

$$f \ominus [B, A, k](x) = k. \text{ en küçük de\u011fer } \{k \diamond f(a) \cup f(b)\}$$

Çekirdek elemanlarının
k kez tekrarı (Ağırlık)

Sınır elemanlarının
1 kez alınması

Uygulama: Standart vs. Yumuşak



Standart Kapama (SNR: 39.78)



Yumuşak Kapama (SNR: 55.42)

Yumuşak morfoloji, gürültüyü bastırırken görüntü detaylarını daha iyi korur.

Esnekliğin Artırılması: OSSM Filtreleri

Yumuşak Morfoloji



Sıralama = k
(Bağımlı)

OSSM



Sıralama = l
(Bağımsız)

Sıralı İstatistik Yumuşak Morfoloji (OSSM)

- Parametre l eklenerek sıralama derecesi özgürleştirilir.
- Tekrar sayısı (k) ve Sıra (l) artık bağımsızdır.

Dilation = l . en büyük değer $\{k \diamond f(a) \cup f(b)\}$

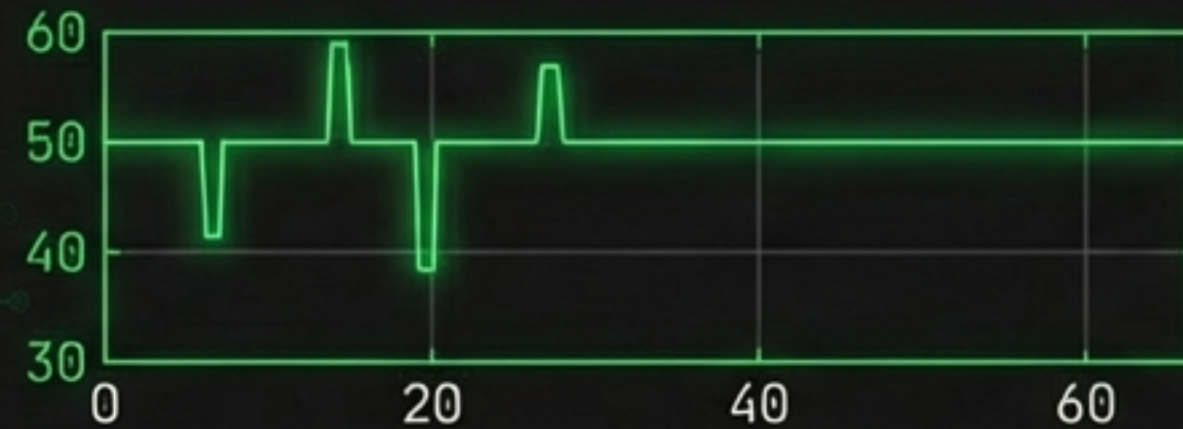
Dürtü Gürültüsü ve Kenar Koruma



Gürültülü Sinyal



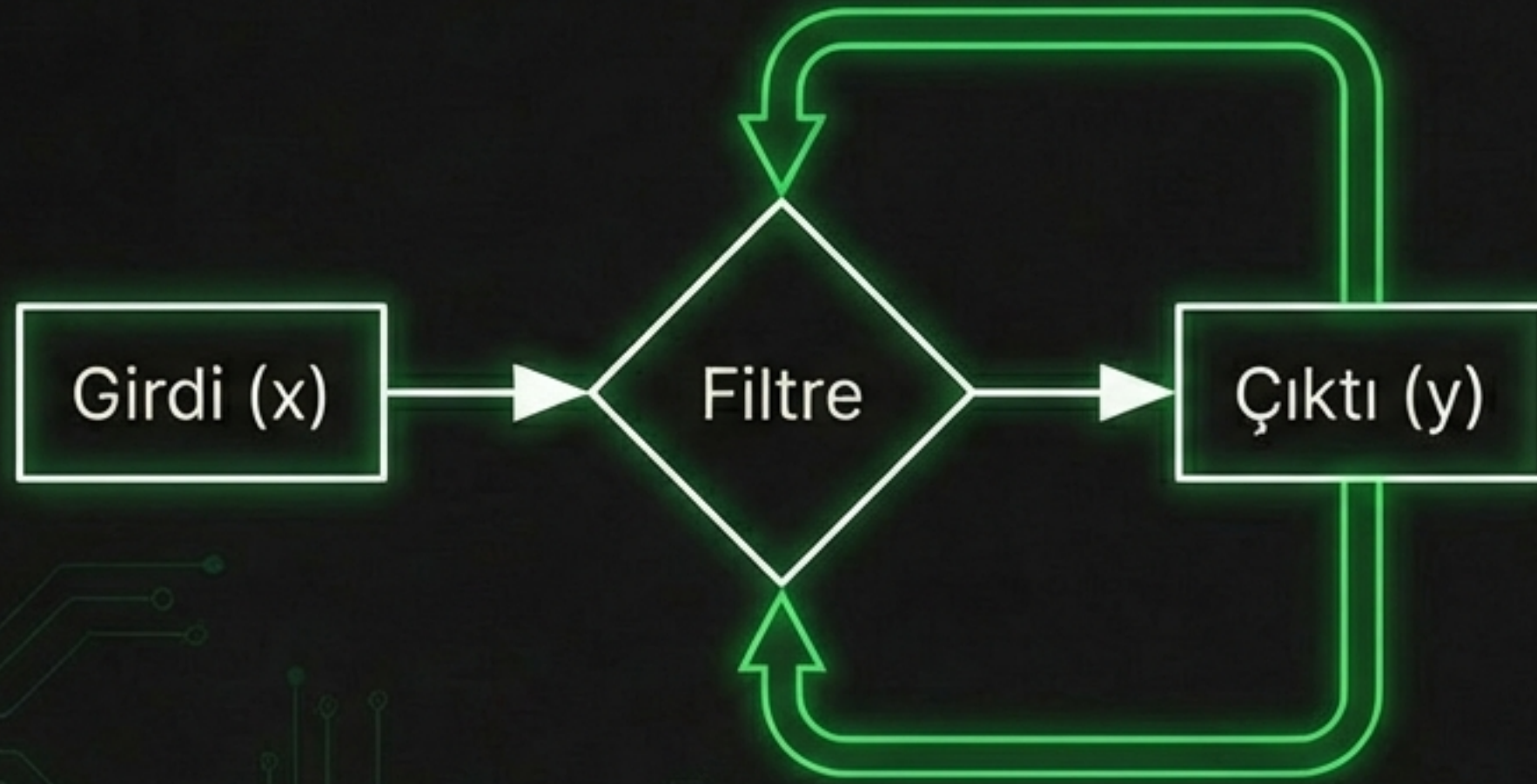
Standart Filtre
(Kenar Kayması)



OSSM
(Kenar Korunmuş)

OSSM, kenar lokasyonunu deęiřtirmeden gürültüyü temizler.

Verimlilik ve Hız: ROSSM



Özyinelemeli (Recursive) Filtreleme

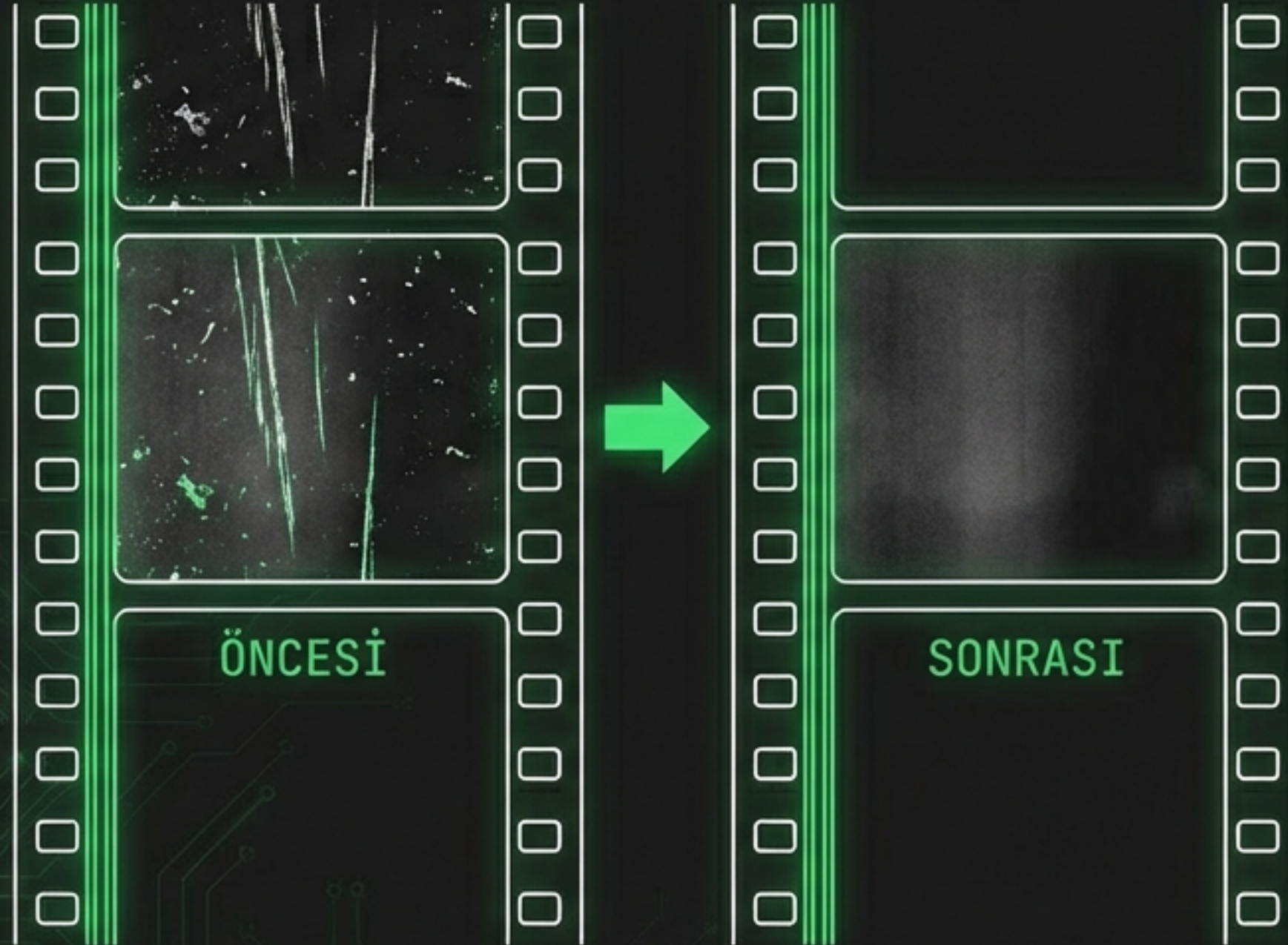
- Mevcut piksel hesaplanırken, daha önce işlenmiş piksellerin çıktıları kullanılır.
- Avantaj: Bilgi görüntü boyunca daha hızlı yayılır.

ROSSM Algoritması ve Tarama Düzeni



$$y_i = F(y_{i-L}, \dots, y_{i-1}, x_i, x_{i+1}, \dots, x_{i+R})$$

Uygulama: Film Arşivi Restorasyonu



Problem: Eski filmlerdeki "Kir" (Dirt) ve "Çizikler" (Scratches).

Zorluk: Kir = Dürtü Gürültüsü. Film Dokusu = Sinyal.

Neden ROSSM?

- Toz taneciklerini, filmdeki hızlı hareket eden nesnelere ayırt.
- Lineer filtrelerin aksine, dokuyu bulanıklaştırmadan çizikleri siler.

(Hamid et al., 2003)

Başarım Ölçütleri I: Hata Kareleri

Restorasyon kalitesi, orijinal görüntü ile farkın ölçülmesiyle belirlenir.

NMSE (Normalize Edilmiş Ortalama Hata Karesi)

$$\text{NMSE} = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N |I(i,j) - \bar{I}(i,j)|^2}{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N |I(i,j)|^2} \quad (\text{Eq 3.22})$$

LMSE (En Küçük Ortalama Hata Karesi)

$$\text{LMSE} = \frac{1}{M*N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \left(\frac{(I(i,j) - \bar{I}(i,j))^2}{1 + k * |\nabla I(i,j)|^2} \right) \quad (\text{Eq 3.23})$$

LMSE, kenar bilgisini de dikkate alan yerel bir ölçüttür.

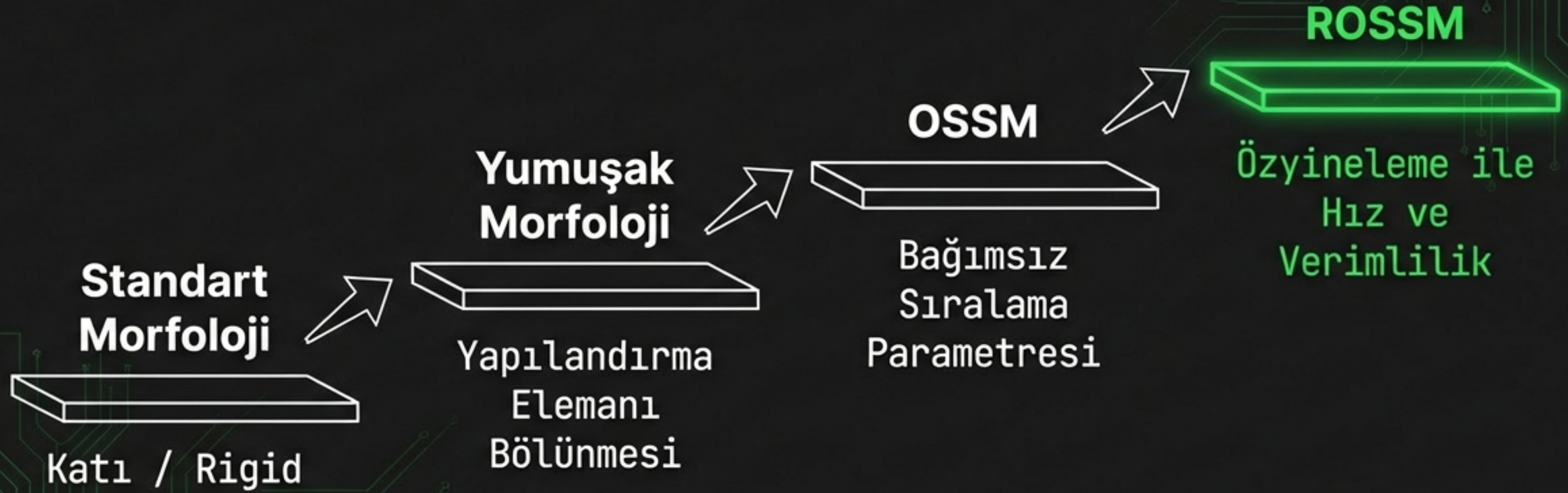
Başarım Ölçütleri II: PSNR

$$\text{PSNR} = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{255}{\sqrt{\text{MSE}}} \right)$$

Tepe Sinyal-Gürültü Oranı (Peak Signal-to-Noise Ratio)

- **Birimi:** dB (Desibel)
- **Değer** ne kadar yüksekse, restorasyon o kadar başarılıdır.
- **Örnek İyileşme:** Standart (39.78 dB) -> ROSSM (101.45 dB)

Özet ve Sonuç



Lineer olmayan adaptif filtreler, yüksek doğruluk gerektiren restorasyon işlerinde (medikal, film) vazgeçilmezdir.