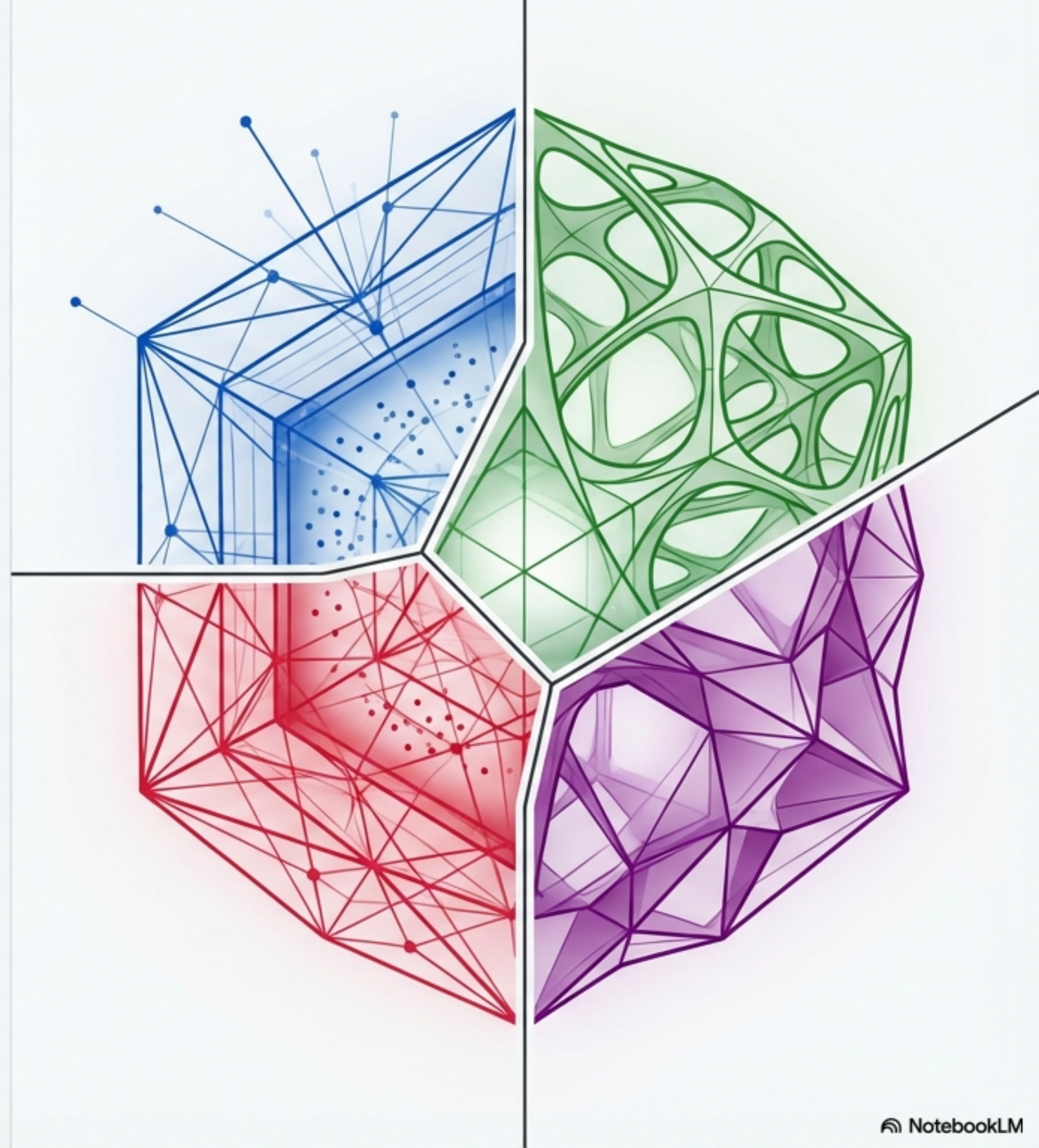


# Görüntü Bölümleme Algoritmaları

Piksellerden Anlamsal Bütünlüğe:  
Frank Y. Shih'in Temel Teknikleri

Dr. Ayşe Yılmaz | Bilgisayarlı Görme Zirvesi 2024

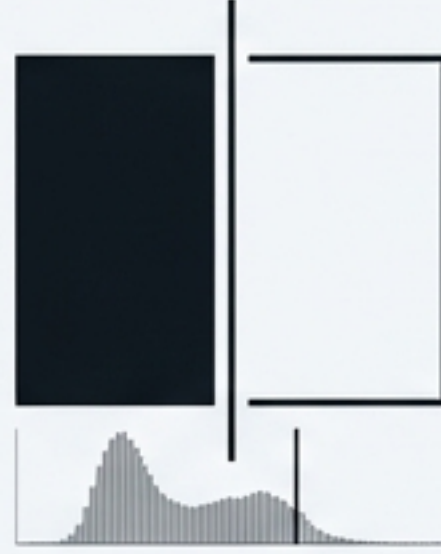


# Makine Görmesinin Temel Problemi: Nesne ve Arka Plan

Bilgisayarlar dünyayı anlamlandırmak için pikselleri nasıl gruplandırır? Frank Y. Shih, bu süreci dört temel stratejik yaklaşıma ayırır.

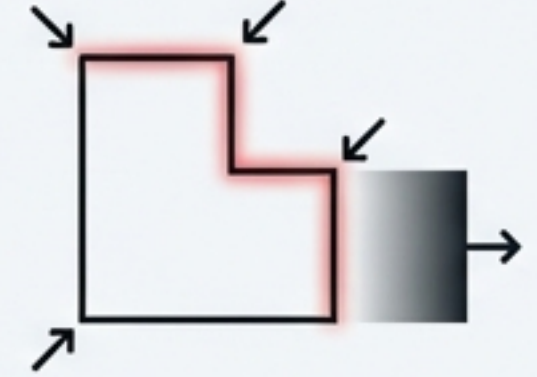
## 1. Eşikleme (Thresholding)

Yoğunluk değerlerine dayalı ayırma.



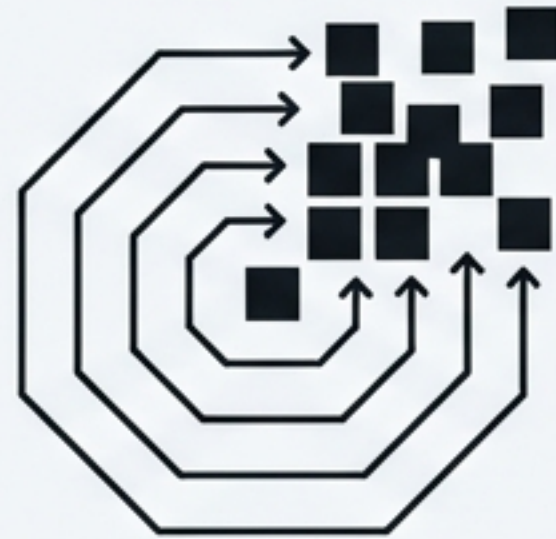
## 2. Sınır Tabanlı (Boundary-based)

Pikseller arası ani değişimlerin (kenarların) tespiti.



## 3. Bölge Tabanlı (Region-based)

Benzer piksellerin içeriden dışarıya doğru büyütülmesi.



## 4. Hibrit Yöntemler (Hybrid)

Sınır ve bölge mantığının kusursuz birleşimi.



# Eşikleme: Piksellerde Zekayı Aramak

Karmaşık aydınlatma koşullarında tek bir eşik değeri (threshold) yetersiz kalır.

Uyarlamalı Eşikleme (**Adaptive Thresholding**), yerel ortalamaları kullanarak nesnelere dinamik olarak arka plandan ayırır.

**Adım 1:** Başlangıç tahmini  $I$

**Adım 2:** İki grubun ortalaması  $m_1$  ve  $m_2$  hesaplanır

**Adım 3:** Yeni eşik  $I = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)$

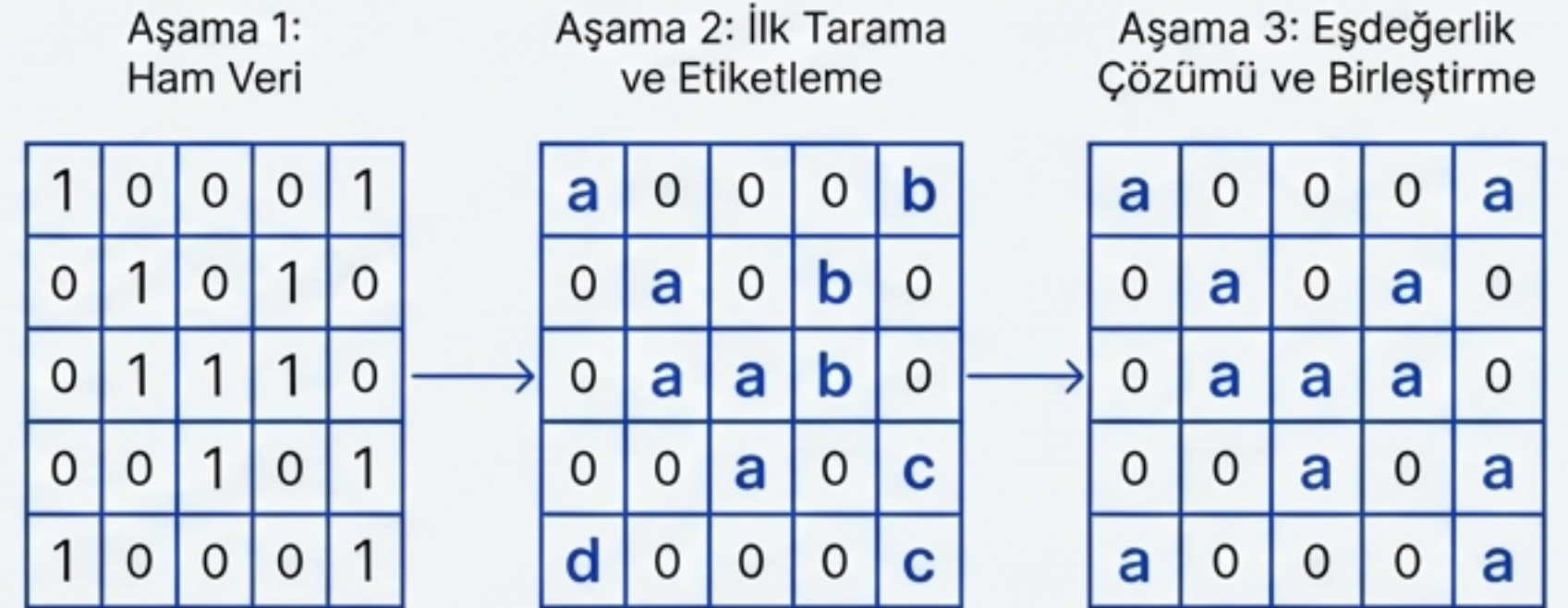
**Adım 4:** Değişim minimuma inene kadar tekrarlar.

1	1	1	1	1	0	0	1	0
1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	2	8	8	8	8	9	1	0
0	1	8	9	9	9	9	1	0
0	1	8	8	8	9	8	1	0
1	1	8	9	9	9	8	1	1
0	1	1	1	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0

# Piksellere Düzen Getirmek: Nesne Etiketleme

Bilgisayar, izole edilmiş piksellerin tek bir "nesne" oluşturduğunu nasıl anlar? İki aşamalı raster tarama (raster scan) ile benzersiz kimlikler atanır.

- **4-Bağlantılı** (4-connected): Yalnızca üst ve sol komşular kontrol edilir.
- **8-Bağlantılı** (8-connected): Çapraz komşular sürece dahil edilir.
- **Eşdeğerlik Çözümü** (Equivalence Resolution): Kesişen etiketler tek bir sınıfta birleştirilir.



# Sınırları Çizmek: Kenar Operatörleri ve Türev

Kenarlar, pikseller arasındaki yoğunluk farklarının (discontinuity) aniden değiştiği yerlerdir. Bu değişimi matematiksel olarak yakalamak için türev operatörleri kullanılır.

$f(x - 1, y + 1)$	$f(x, y + 1)$	$f(x + 1, y + 1)$
$f(x - 1, y)$	$f(x, y)$	$f(x + 1, y)$
$f(x - 1, y - 1)$	$f(x, y - 1)$	$f(x + 1, y - 1)$

Bir görüntüdeki yönlü değişim oranları (gradyanlar), bilgisayarın fiziksel sınırları hissetmesini sağlar.

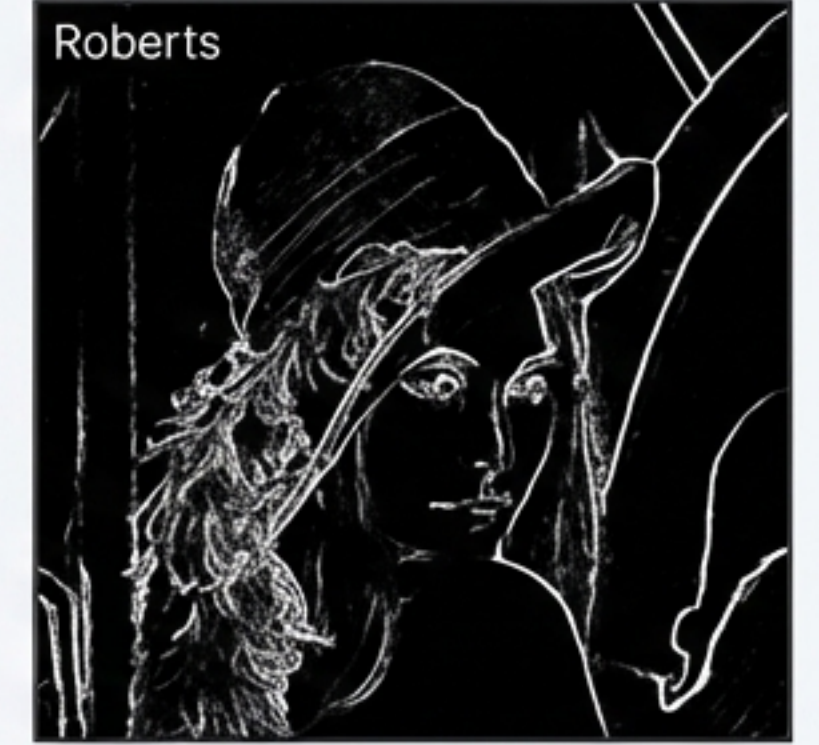
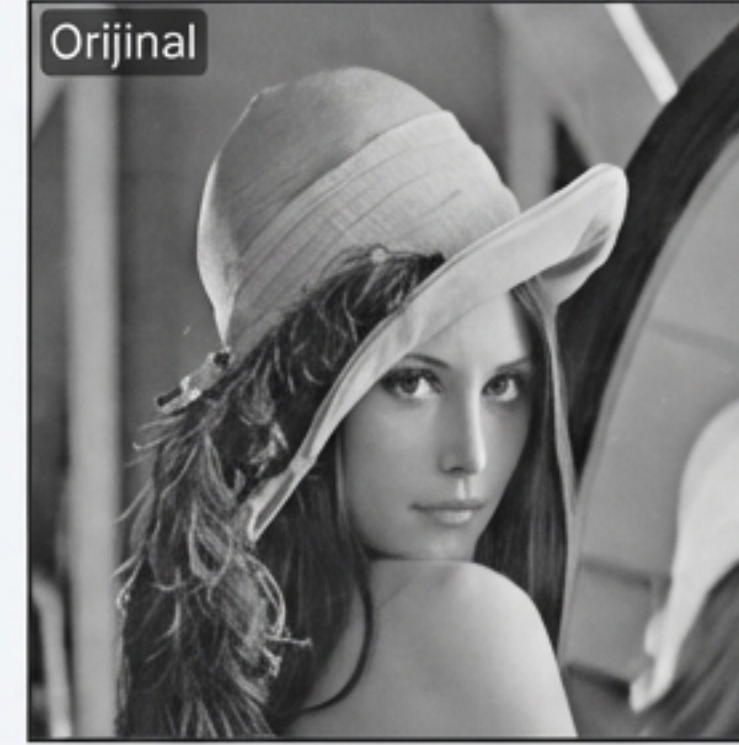
# Matematiksel Kenarlar: Gradyan Karşılaştırması

Operatörler, görüntü üzerinde gezdirilen matrisler (kernel) aracılığıyla kenar haritaları çıkarır.

**Roberts & Prewitt:** Temel yönlü gradyan hesaplamaları.

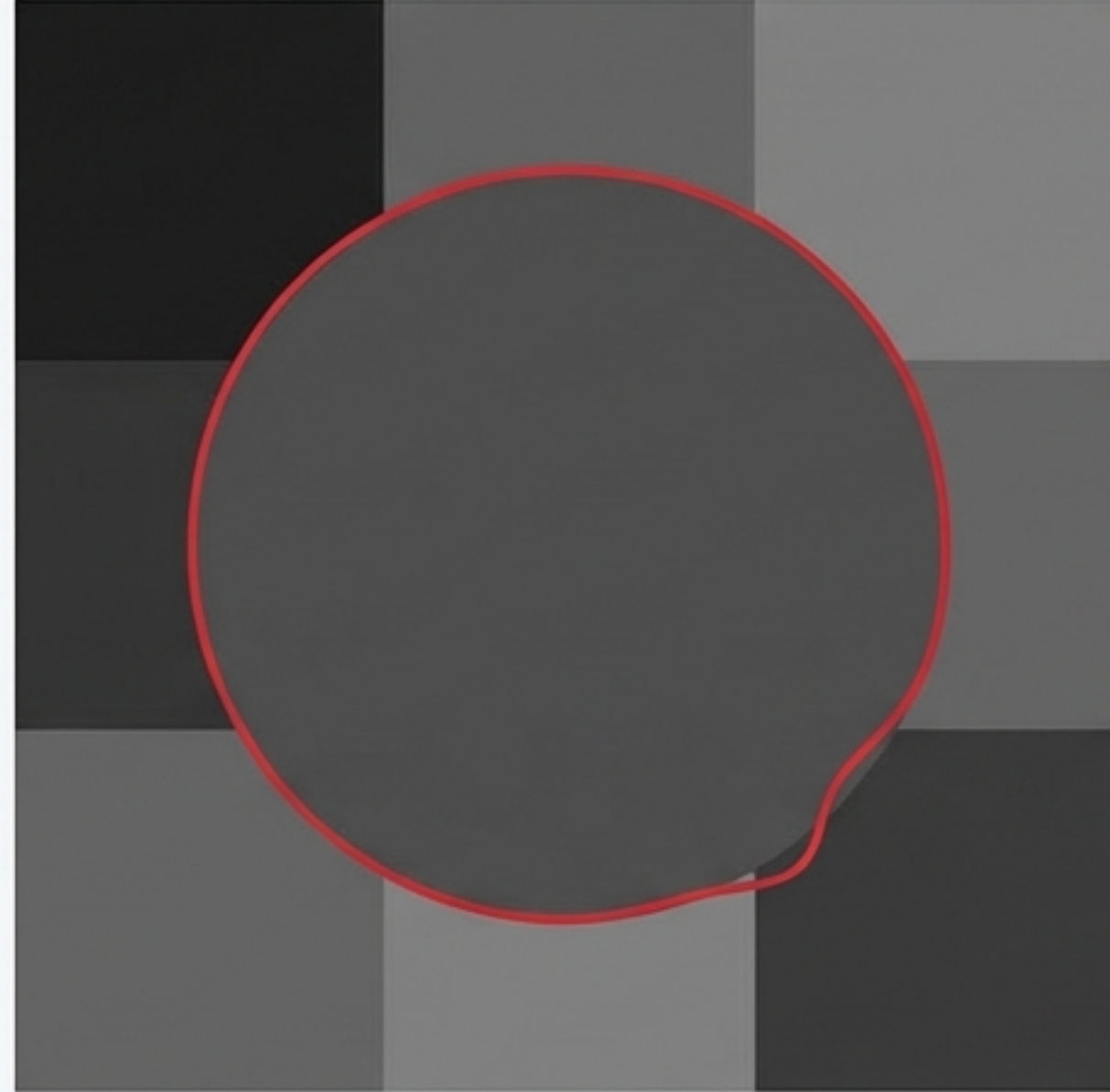
**Sobel:** Merkeze daha fazla ağırlık veren, gürültüye daha dayanıklı yönlü türev.

**Laplacian:** İkinci dereceden türev (sıfır geçişleri). Her yöndeki değişimi aynı anda yakalar.



# Dinamik Sınırlar: Yılan (Snake) Modeli

Klasik operatörler gürültülü veya kopuk kenarlar üretebilir. Aktif Konturlar (Yılan Modeli), görüntü özellikleri tarafından çekilen ve enerjiyi minimize eden parametrik bir eğridir (spline).



*Konturu, nesnenin şeklini alana kadar küçülen esnek bir lastik bant olarak düşünün.*

# Yılanın Fiziği: Enerji Optimizasyonu

Konturun doğru şekli alması, iç ve dış kuvvetlerin hassas dengesine dayanır. Açgözlü Algoritma (**Greedy Algorithm**), yerel gürültülere takılmadan en uygun konturu hızla bulur.

## İç Enerji (Internal Energy)

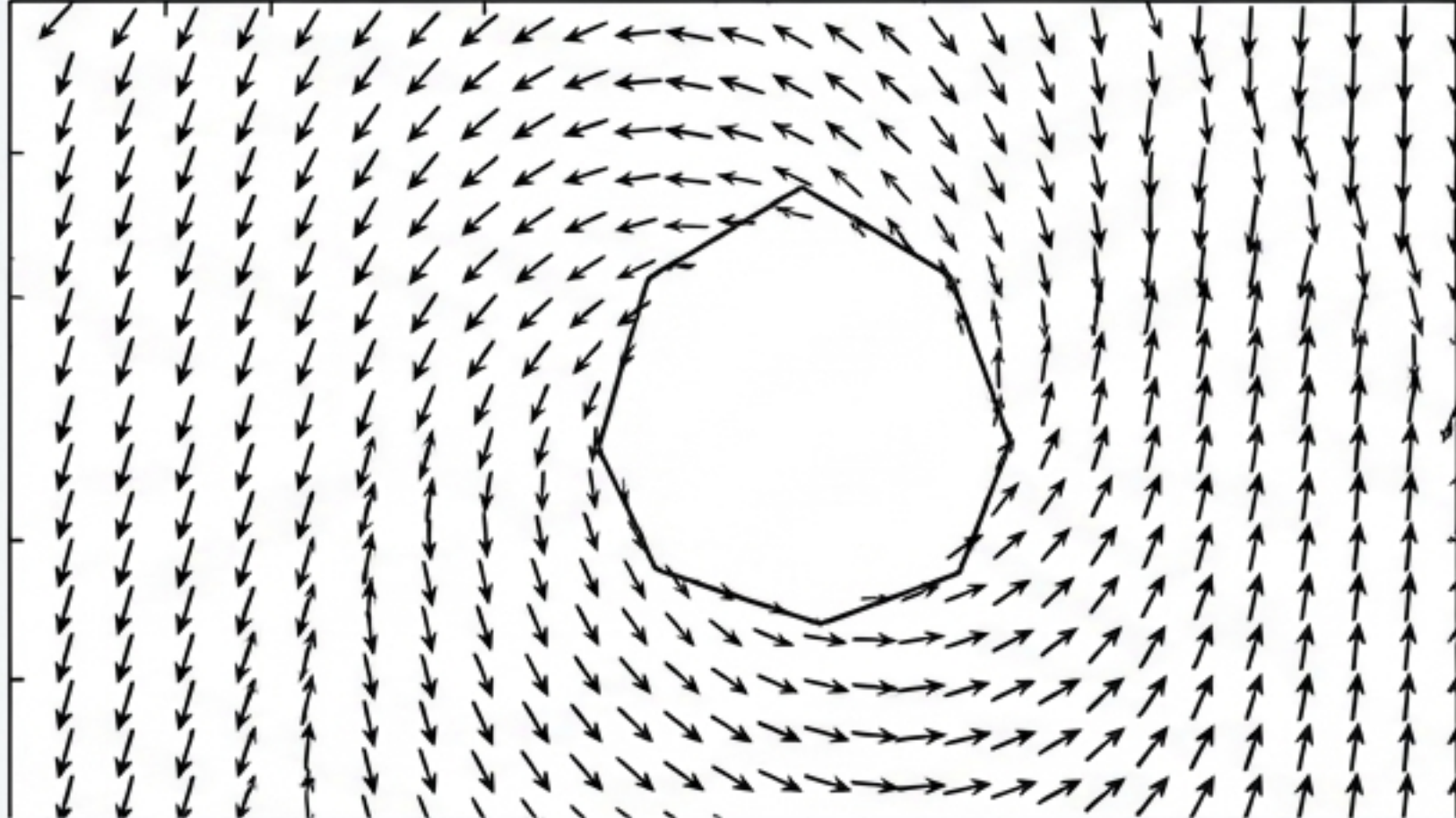
Esneklik ve Sertlik. Yılanın aşırı bükülmesini ve kırılmasını engeller.

## Dış Enerji (External Energy)

Görüntü gradyanları yılanı kenarlara çeker.

## Kütleçekimi (Gravitation)

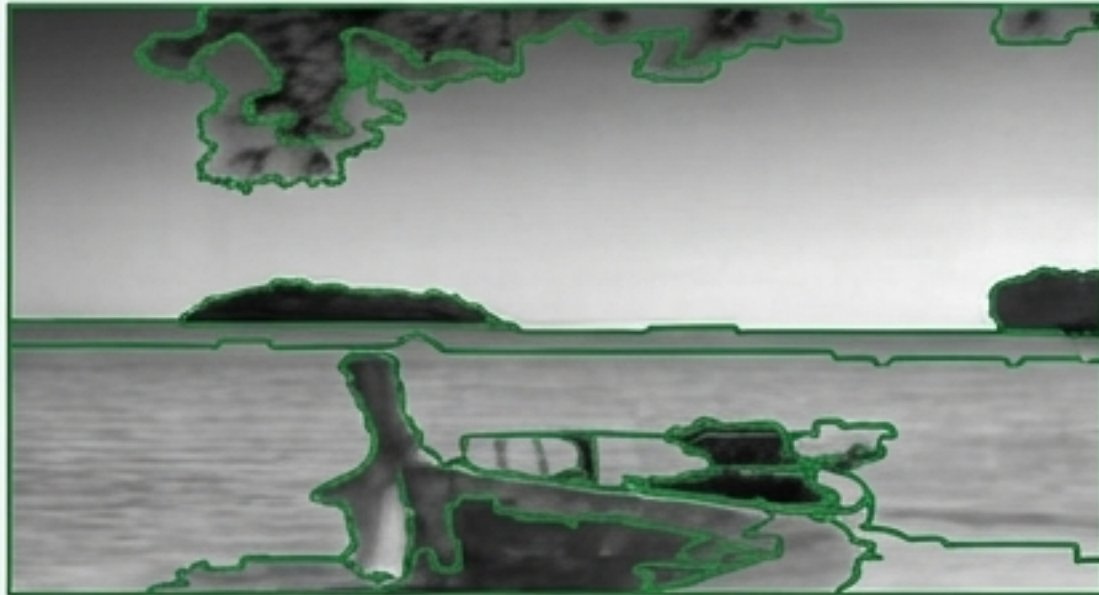
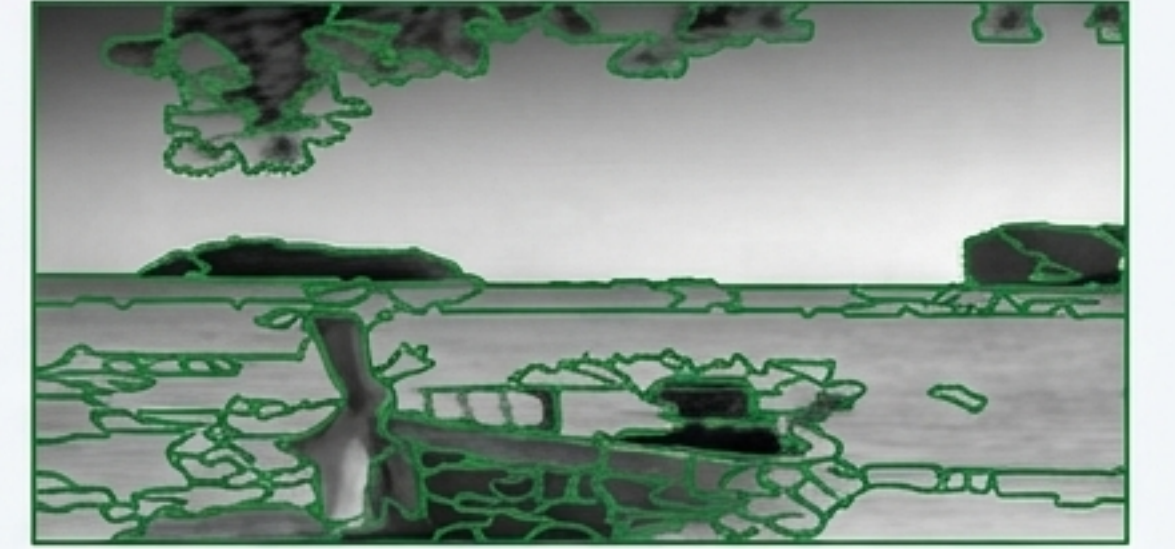
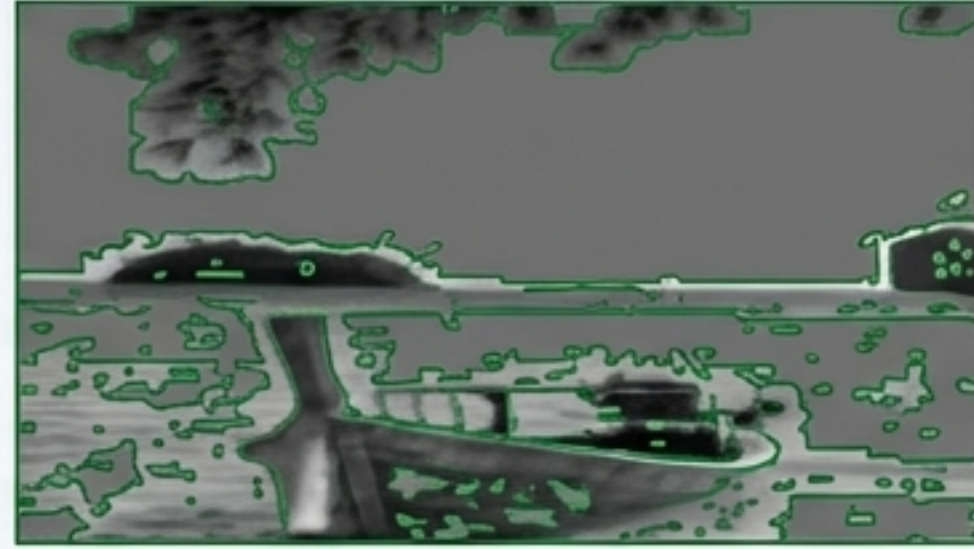
Yılanı uzaktan nesneye doğru çeken fiziksel çekim alanı.



# İçeriden Dışarıya: Bölge Büyütme (SRG)

Otomatik Tohum Tabanlı Bölge Büyütme (SRG), piksellerin kenarlarını aramak yerine, benzerlik ve bağlantı felsefesine dayanarak alanları “büyütür”.

“Düz bir yüzeye damlatılan suyun, engellerle (kenarlarla) karşılaşana kadar yayılması.”



# SRG Mekanığı: Benzerlik ve Bağlantı

Büyüme süreci rastgele değildir; katı istatistiksel koşullara bağlıdır.

## 1. Tohum Seçimi:

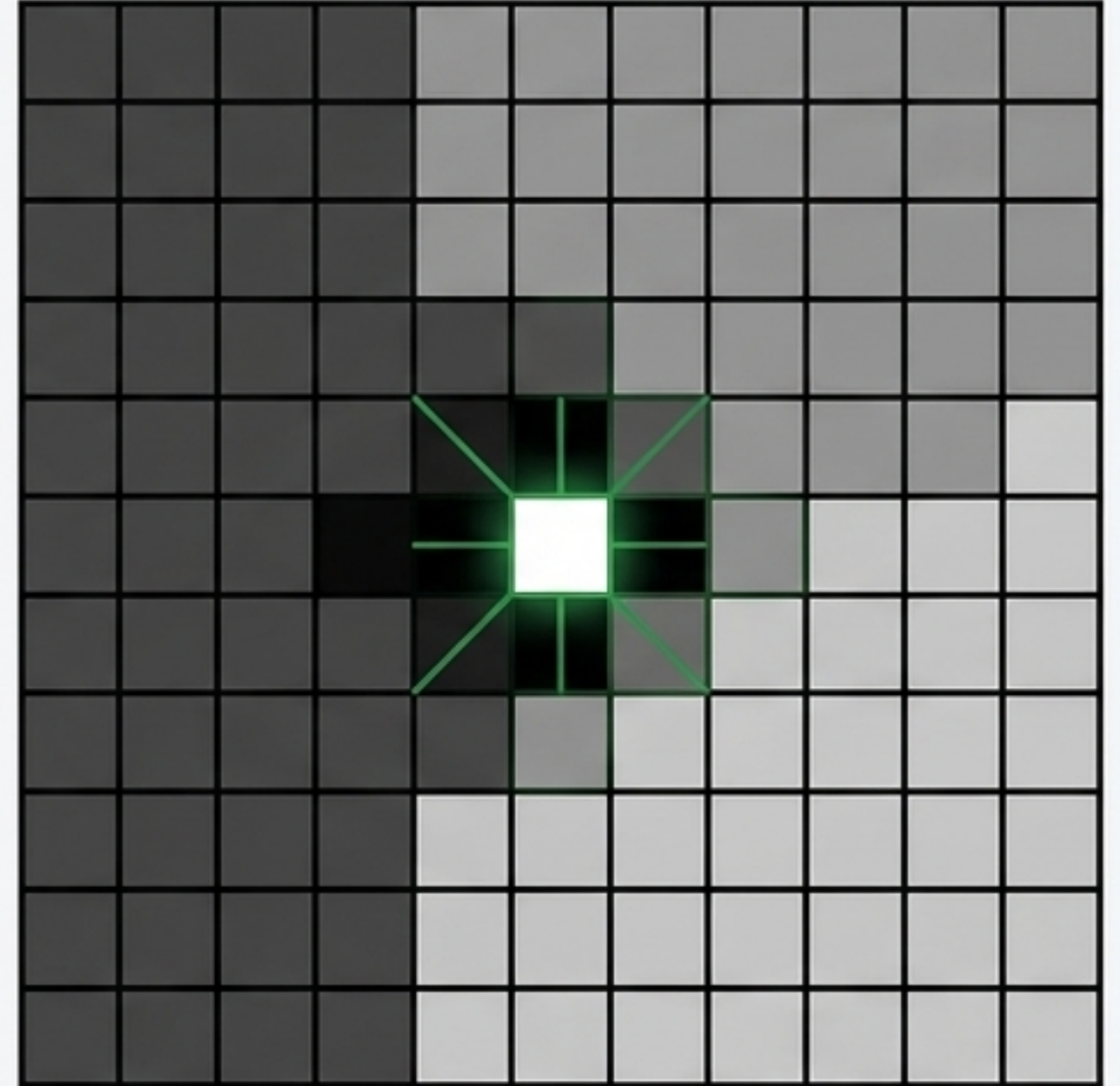
Standart sapma hesaplanarak, komşularına en çok benzeyen (en düşük varyanslı) pikseller "tohum" seçilir.

## 2. Göreceli Öklid Mesafesi:

Bir pikselin komşu bölgelere olan renk/yoğunluk mesafesi hesaplanır.

## 3. Bölge Birleştirme:

Aşırı bölümlenmeyi (over-segmentation) önlemek için eşik değerin altındaki komşu bölgeler birleştirilir.



# Kusursuz Sentez: Yukarıdan Aşağıya Bölge Bölme (TDRD)

Eşikleme yöntemleri uzamsal veriyi, bölge yöntemleri ise global özellikleri gözden geçirir. TDRD, her iki yaklaşımın zayıf yönlerini ortadan kaldıran güçlü bir hibrit modeldir.



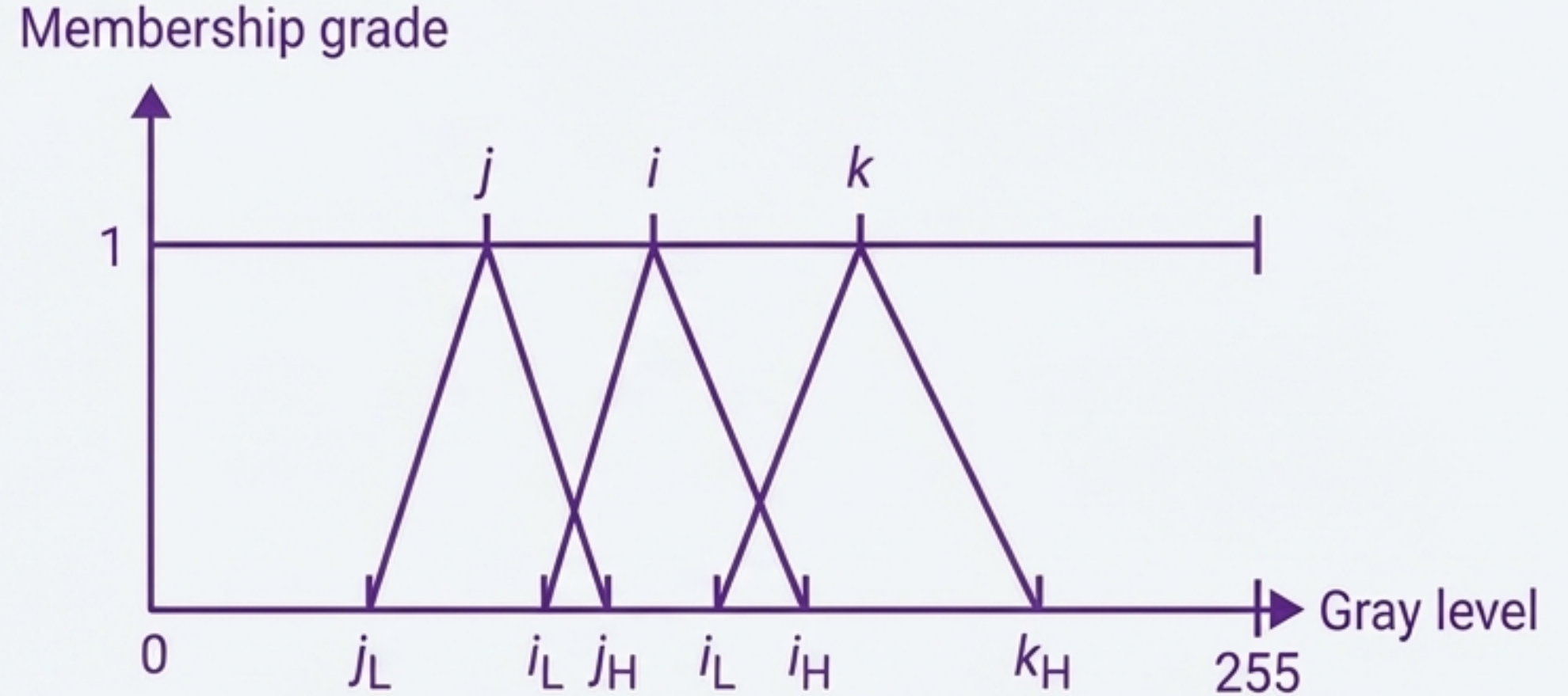
# TDRD Motoru: Uzamsal ve İstatistiksel Zeka

Algoritma görüntüyü yukarıdan aşağıya (top-down) böler ve karmaşık sınırları bulanık mantık (Fuzzy Logic) ile çözer.

**1. Şüpheli Yoğunluk Tespiti:** Histogram eşitlemesi ile kararsız bölgeler belirlenir.

**2. Şüpheli Piksel Tespiti:** Görüntü üzerindeki sınır pikselleri izole edilir.

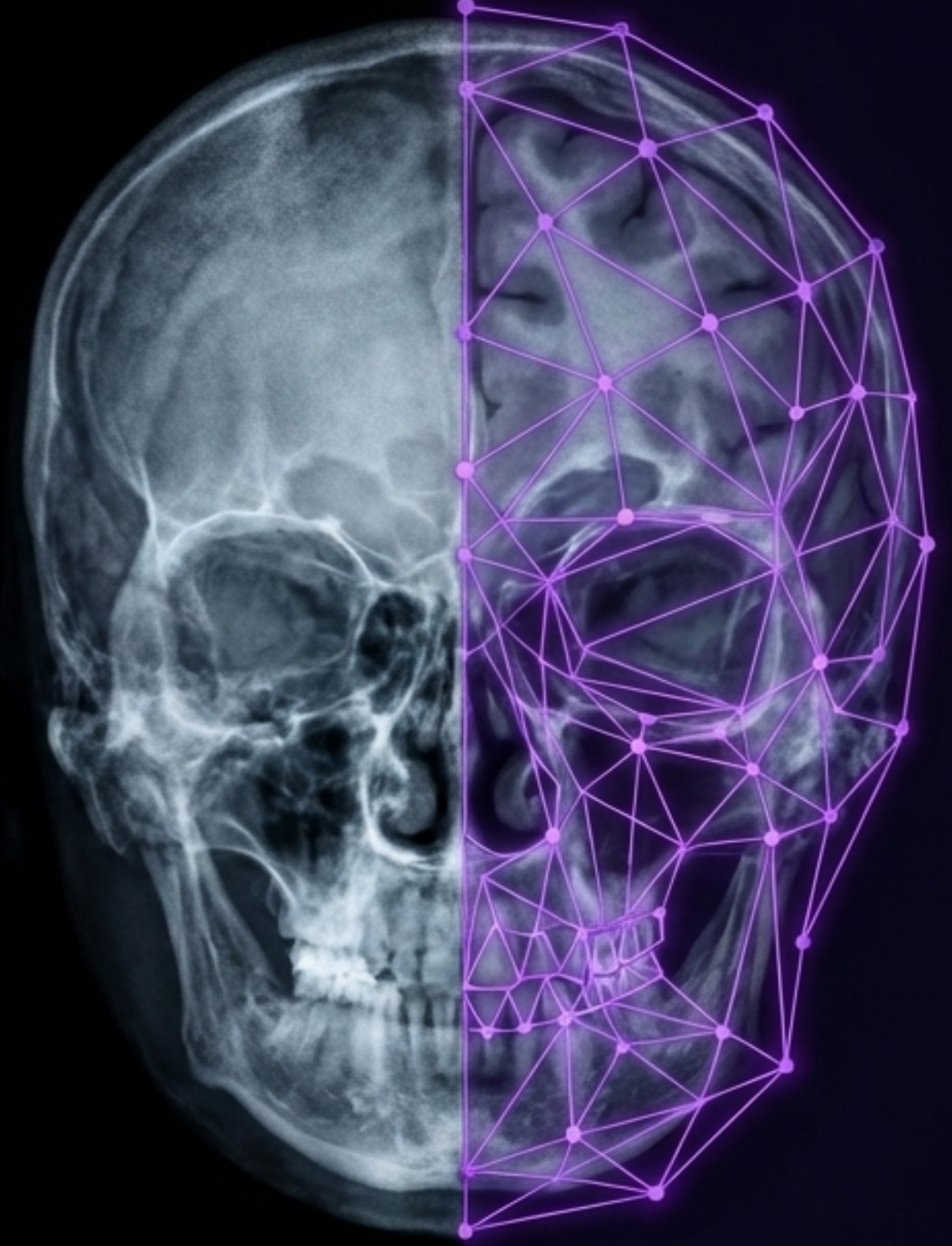
**3. Nihai Yoğunluk Kararı (FID):** Ağırlıklı Bulanık Ortalama (Weighted Fuzzy Mean) kullanılarak pikselin ait olduğu bölge kesinleştirilir.



# En Zorlu Test: Tıbbi Görüntü Analizi

X-ışınları, MRI ve mamogramlar bilgisayarlı görme için nihai zorluktur. Düşük kontrast, yoğun gürültü ve bulanık anatomik sınırlar, basit algoritmaların çökmesine neden olur.

Burada matematik sadece bir akademik egzersiz değil; hayati bir teşhis aracıdır. Gelişmiş hibrit yöntemlere (TDRD) duyulan ihtiyaç tam bu noktada başlar.

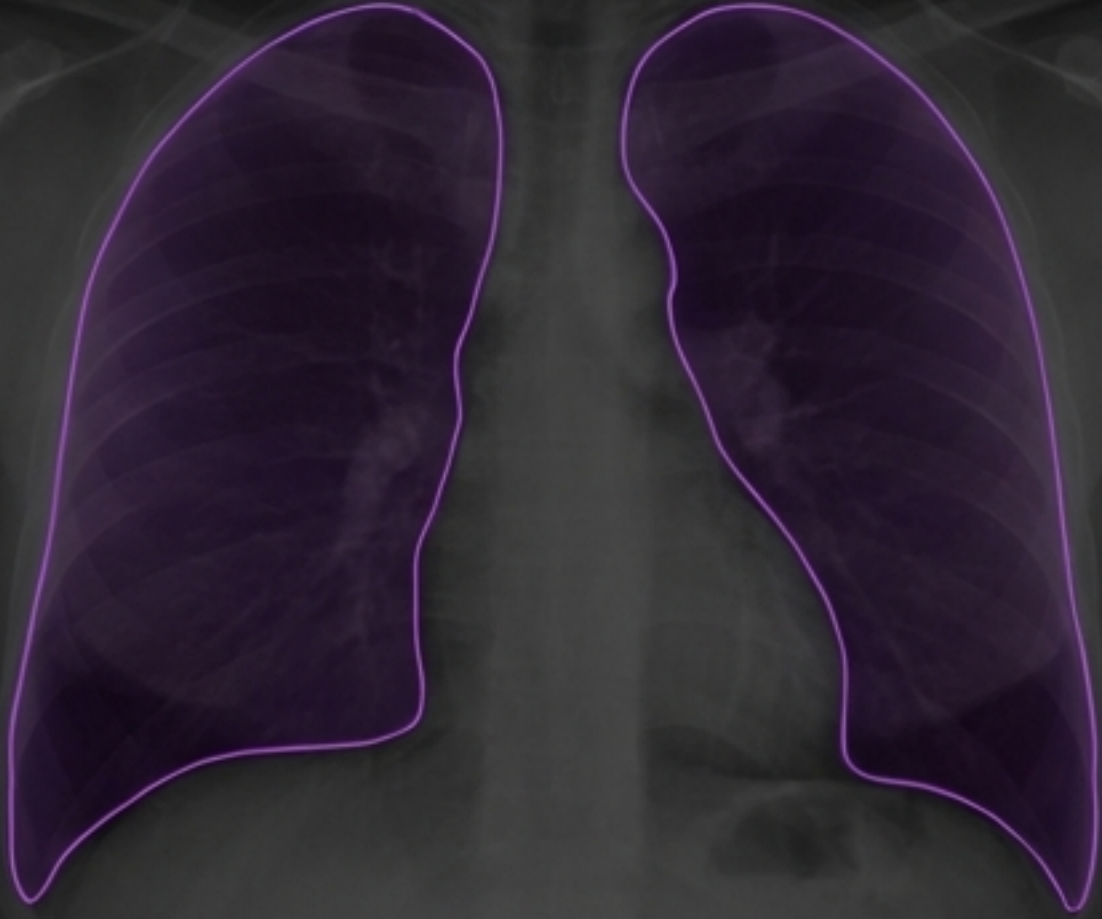


# Hassasiyet Vaka Çalışmaları: İnsan Anatomisi

Algoritmamızın tıbbi teşhisteki doğrudan uygulamaları.

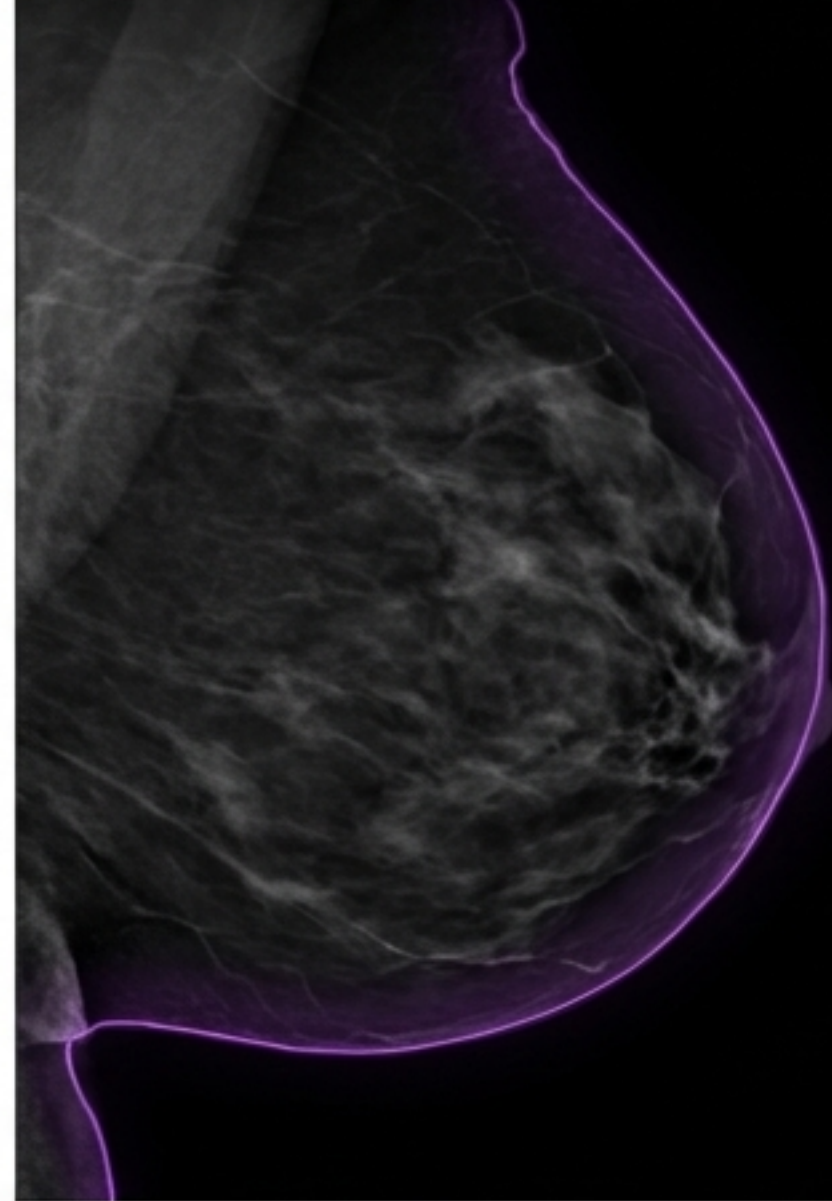
## Akciğer Bölümleme (Lung Segmentation)

Göğüs radyografilerinde akciğer bölgelerinin kemik ve dokulardan izole edilmesi. Hatalı sınırların hibrit bölgesel birleştirmelerle düzeltilmesi.



## Meme Sınırı (Breast Boundary)

Mamogramlarda düşük kontrastlı dokuların arka plandan yüksek doğrulukla ayrıştırılması.



**Doğru bölümleme, erken teşhis algoritmalarının belkemiğidir.**

# Piksellerden Makine Görüsüne

Basit bir eşikleme (Thresholding) ile başlayan yolculuk, bugün TDRD gibi hibrit mimarilerle yapay zekaya insan hassasiyetinde görme yeteneği kazandırıyor.

Matematik, türevler ve uzamsal mantık bir araya geldiğinde; makineler sadece pikselleri görmekle kalmaz, dünyayı anlamlandırır.

