



# BSM 409 GÖRÜNTÜ İŞLEME

Hafta - 8

Morfolojik İşlemler

Doç. Dr. Eftal ŞEHİRLİ

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü



# İçerik

- Yapı Elemanı (Structuring Element, SE)
- Aşındırma (Erosion)
- Genişletme (Dilation)
- Açma (Opening)
- Kapama (Closing)
- Sınır Çıkarma (Boundary Extraction, Morphological Gradient)
- Boşluk Doldurma (Fill Holes)
- İskelet Çıkarma (Skeletonization)
- Beyaz/Siyah Silindir Şapka (White/Black Top/Bottom Hat)



# Amaç

- Morfolojik işlemler, özellikle ikili (binary) ve gri seviye (grayscale) görüntüler üzerinde şekil tabanlı analizler yapmak için kullanılan temel görüntü işleme teknikleridir.
- Bu işlemler, görüntüdeki nesnelerin şekil, boyut, konum ve bağlantı bilgilerini ortaya çıkarmak için kullanılır.
- Zor görünen durumları basitleştirebilirler.
- Kaynak tüketimi azdır.
- Arka arkaya kullanılabilirler.
- ML, DL gibi kapsamlı konulara girmeden basit sonuçlar almayı sağlayabilir.

# Yapı Elemanı / Yapısal Eleman (Structuring Element, SE)

- Morfolojik işlemlerin temel yapıtaşıdır.
- Morfolojik işlemler sırasında görüntü üzerinde gezdirilen (kaydırılan) küçük bir matristir (kernel).
- Yapı Elemanın şekli ve boyutu, morfolojik işlemin görüntüdeki piksellerle nasıl etkileşime gireceğini belirler.
- Yapı Elemanı şekilleri:
  - Kare/Dikdörtgen (Square/Rectangle)
  - Disk (Disc)
  - Elips (Ellipse)
  - Artı (Cross)
  - Elmas (Diamond)
  - Çizgi (Line)
  - Özel şekil (Custom Shape)

Yapı Elemanı özellikleri:

- Şekil
- Boyut
- Merkez

# Kare / Dikdörtgen

- Bu elemanda, kare veya dikdörtgen şeklinde bir dizi bir matrisi bulunur. Çevredeki tüm pikselleri eşit şekilde etkiler. Basitliği nedeniyle genellikle temel işlemler için kullanılır.

Square (5x5)

1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1

Rectangle (3x5)

1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1

# Disk

- Disk veya daire yapı elemanı, merkez pikselin daire oluşturan bir piksel topluluğuyla çevrili olduğu dairesel bir desendir.
- İzotropik etkiler, yani her yönde düzgün değişimler sağlar. Dairesel nesnelerin işlenmesi veya her yönde düzgün bir etki gerektiğinde idealdir.

Disk (5x5)

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



# Elips

- Diske benzeyen ancak tek yönde uzamış eliptik bir yapı elemanı desenidir.
- Anizotropik etkilere sahiptir, yani tek yönde daha fazla etki sağlar. Tek yönde gerilmiş uzun yapıları veya özellikleri işlemek için kullanışlıdır.

Ellipse (5x5)

0	0	1	0	0
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
0	0	1	0	0

# Artı

- Çapraz yapı eleman desenidir.
- Genellikle yalnızca ortadaki satır ve sütun korunarak kareden türetilen artı (+) şeklindedir. Yatay ve dikey yönlerdeki değişiklikleri vurgular. Doğrusal özelliklerin veya çizgilerin korunmasını gerektiren işlemler için kullanışlıdır.

Cross (5x5)

0	0	1	0	0
0	0	1	0	0
1	1	1	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	0	0

# Elmas

- Genellikle bir çarpının varyasyonu olan, çapraz etkiye sahip, elmas şeklindeki bir yapısal eleman desenidir.
- Bir çarpı ve bir karenin özelliklerini birleştirerek pikselleri çapraz olarak da etkiler. Çapraz ve ortogonal yönler arasında dengeli bir etki gerektiren işlemler için kullanılabilir.

Diamond ( $7 \times 7$ )

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



# Çizgi

- Çizgi şeklindeki bir yapısal eleman desenidir.
- $1xn$  ya da  $nx1$  boyutunda vektördür.
- Dikey veya yatay olarak kenarları bulma gerektiren işlemler için kullanışlıdır.

# Özel Şekil

- Belirli ihtiyaçlara göre uyarlanmış, özel olarak tanımlanmış şekilleri de kullanmayı sağlar.
- Standart şekillerin yeterli olmadığı benzersiz görüntü işleme görevleri için esneklik sağlar.

Custom Shape (3x3)

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



# Yapı Elemanı Seçim Kriterleri

Uygulama	Yapı Elemanı	Boyut (Genelde)	Amaç
Gürültü Temizleme	Disk veya Kare	3×3	Küçük gürültüleri kaldırmak
Kenar Bulma	Artı veya Çizgi	3×3 veya 5×5	Yönlü kenar belirleme
Doku Analizi	Elips	3×3 veya 5×5	Dairesel bölgelerde analiz
Nesne Sayımı	Disk	3×3	Küçük nesneleri belirginleştirme
Çizgi Yakalama	Çizgi	1×n veya n×1	Yatay/dikey çizgi çıkarımı



# Aşındırma – Erozyon - Daraltma (Erosion)

- Görüntü kenarlarından aşındırılarak içerde kalan kısım ortaya çıkarılır.
- Özellikle kenarlardaki pürüzlerin giderilmesi, **küçük nesnelerin silinmesi** ve **birbirine yakın nesnelerin** birbirlerinden ayrılmrasında sıkça kullanılır.
- Ancak kalan nesnelerin küçülmesi bir dezavantajdır.



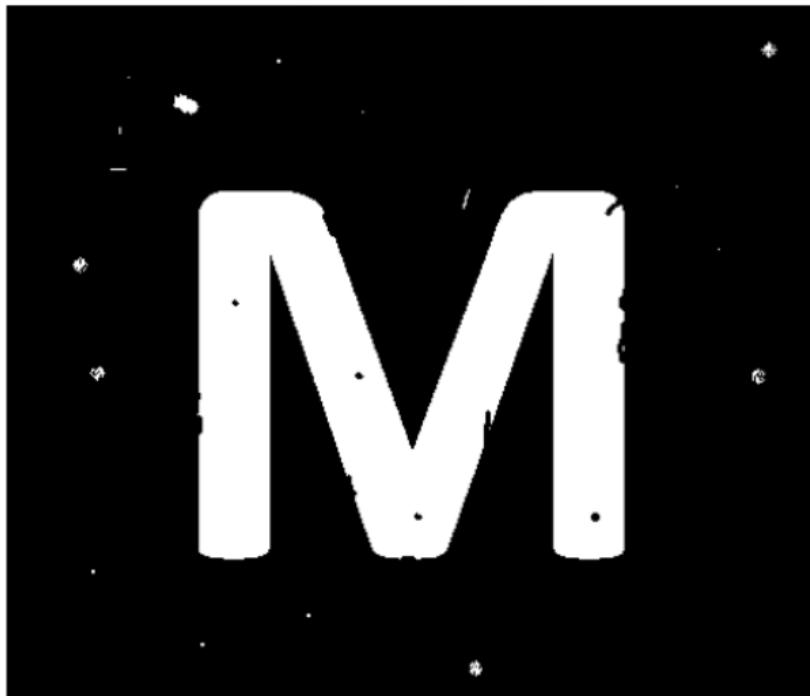
# Aşındırma – Erozyon - Daraltma

- Erozyonun iki bileşeni vardır:
  - Yapı Elemanı: Aşındırma işlemi, giriş görüntüsünü araştırmak için kullanılan küçük bir matris olan bir yapı elemanını (çekirdek olarak da adlandırılır) içerir.
  - İkili Görüntü: Aşınma genellikle piksellerin 1 (beyaz) veya 0 (siyah) olduğu ikili görüntülere uygulanır.
- Bu işlem aşağıdaki sonuçları doğurur:
  - Ön plan nesneleri küçültür ve ön plandaki küçük ayrıntılar kaldırılır.
  - Nesne sınırları, nesnelerin kenarları, yapı elemanınının büyüklüğüne göre içeriye doğru aşınır (geri çekilir).

# Aşındırma - Örnek

- Büyük bir "M" harfi içeren ikili bir görüntünüz olduğunu düşünün.
- Disk şeklindeki bir yapılandırma elemanıyla yapılan aşındırma, "M" harfinin sınırlarının içe doğru daralmasına neden olur. Harfin etrafındaki küçük ayrıntılar veya gürültüler giderilir.

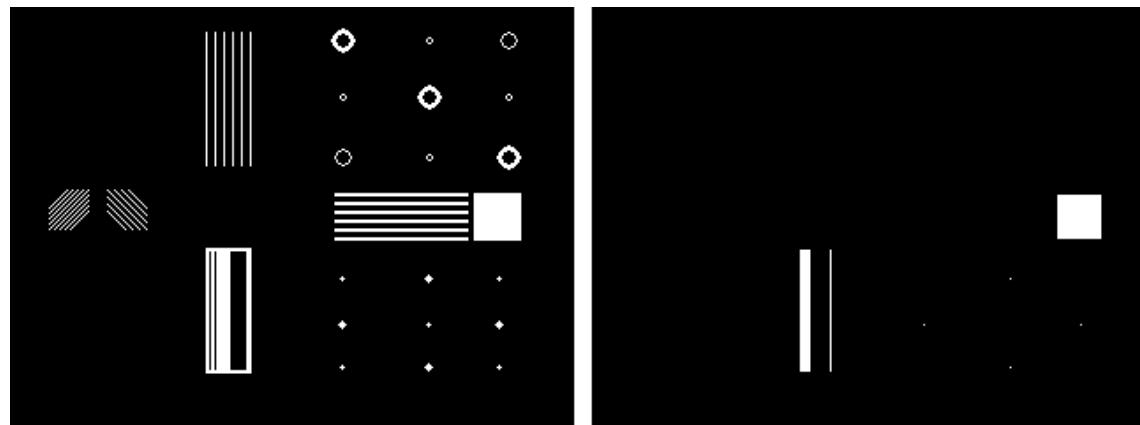
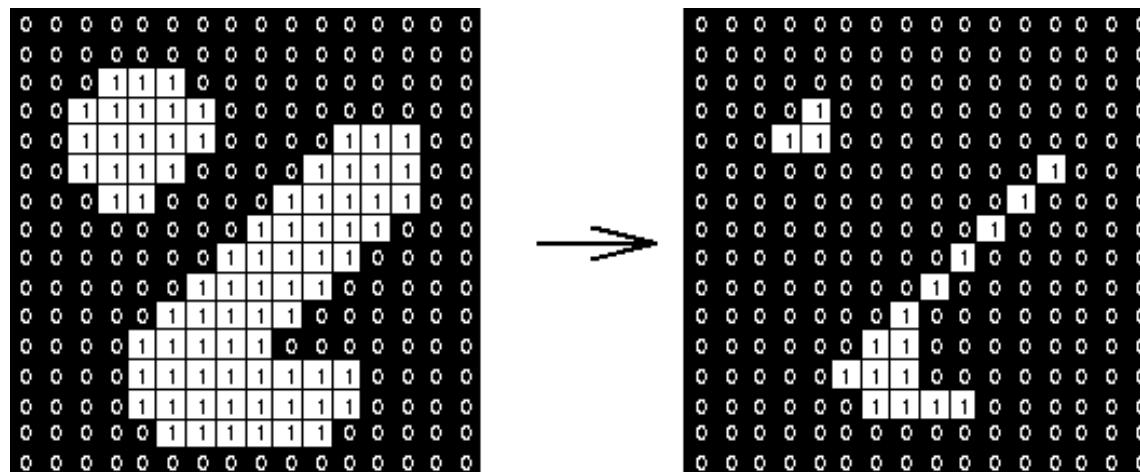
Original Binary Image



Eroded Image with Disk Structuring Element



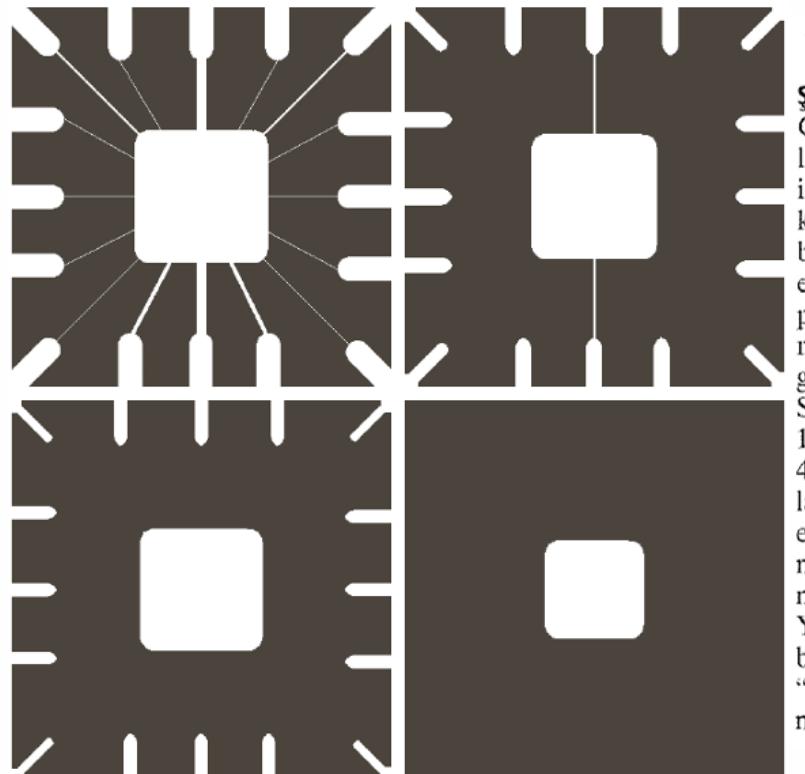
## Aşındırma - Örnek





## Aşındırma İşlemi

# Aşındırma - Örnek



a b  
c d

**ŞEKİL 9.5**  
Görüntü bileşenlerini yok etmek için aşındırmayı kullanma. (a) İnce bağlantıları ihtiva eden  $486 \times 486$  piksel boyutlarındaki ikili bir görüntü. (b)-(d) Sırasıyla  $11 \times 11$ ,  $15 \times 15$  ve  $45 \times 45$  piksel boyutlarındaki yapısal elemanlar kullanarak görüntünün aşındırılması. Yapısal elemanın bütün elemanlarını “1” olarak alınmıştır.



# Genişletme – Genişleme (Dilation)

- Belirgin olmayan ikili nesnelerin belirgin hale getirilmesi (kalınlık ve çap olarak arttırılması gibi) ve birbirine yakın nesnelerin birleştirilerek tek nesne haline getirilmesi için kullanılır.
- Nesne kenarlarından genişletilir.
- Görüntü içerisindeki boşlukların ve deliklerin doldurulması ve köşe noktalarda yumuşama gözlenir.

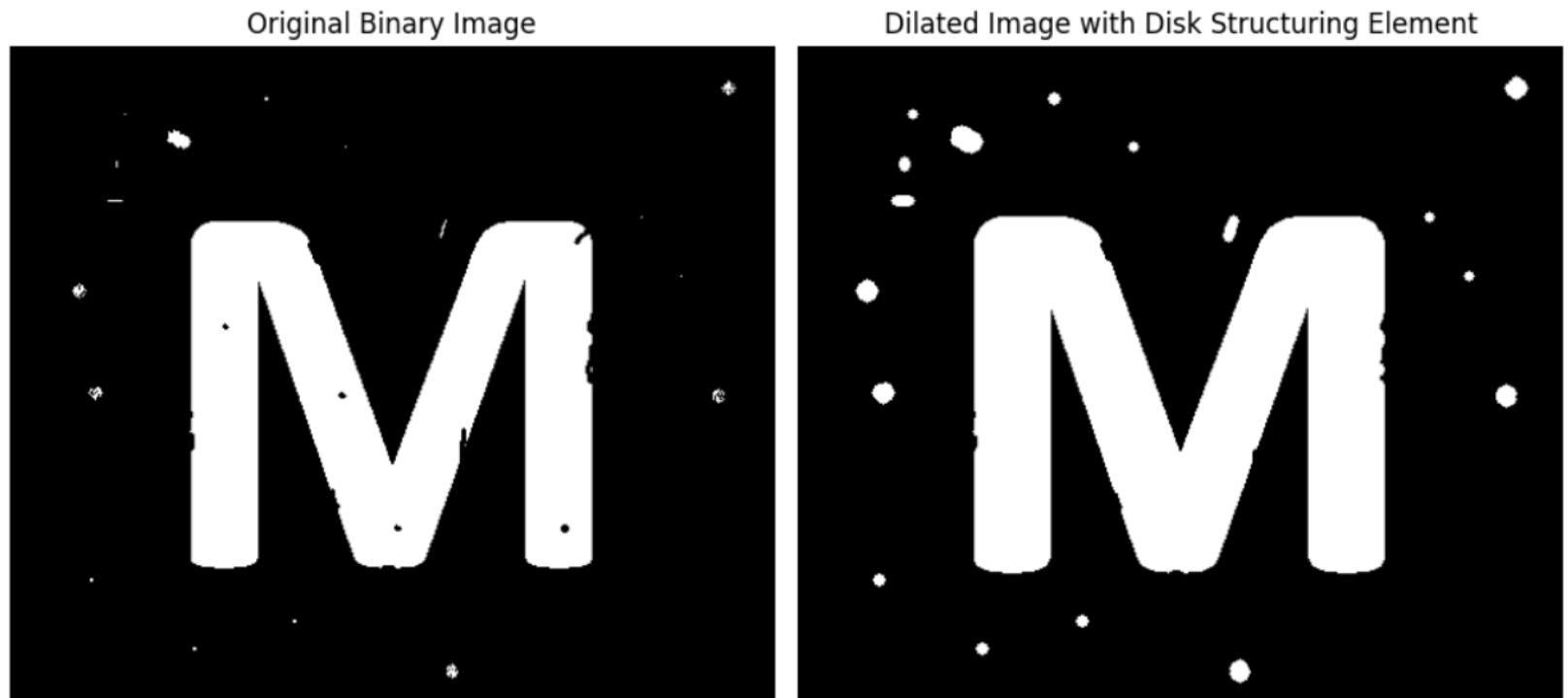


# Genişletme

- Genişletmenin iki bileşeni vardır:
  - Yapı Elemanı: Genişletme işlemi, giriş görüntüsünü araştırmak için kullanılan küçük bir matris olan bir yapı elemanını (çekirdek olarak da adlandırılır) içerir.
  - İkili Görüntü: Genişletme genellikle piksellerin 1 (beyaz) veya 0 (siyah) olduğu ikili görüntülere uygulanır.
- Bu işlem aşağıdaki sonuçları doğurur:
  - Ön plandaki nesneler genişler. Yani, ön plandaki nesneler (beyaz bölgeler) dışa doğru büyür.
  - Ön plandaki nesneler içindeki küçük boşluklar veya delikler doldurulabilir.

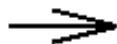
# Genişletme - Örnek

- Büyük bir "M" harfi içeren ikili bir görüntünüz olduğunu düşünün.
- Disk şeklindeki bir yapılandırma elemanıyla yapılan genişletme, "M" harfinin sınırlarının dışa doğru genişlemesine neden olur. Harfteki küçük boşluklar veya bozukluklar doldurulabilir.

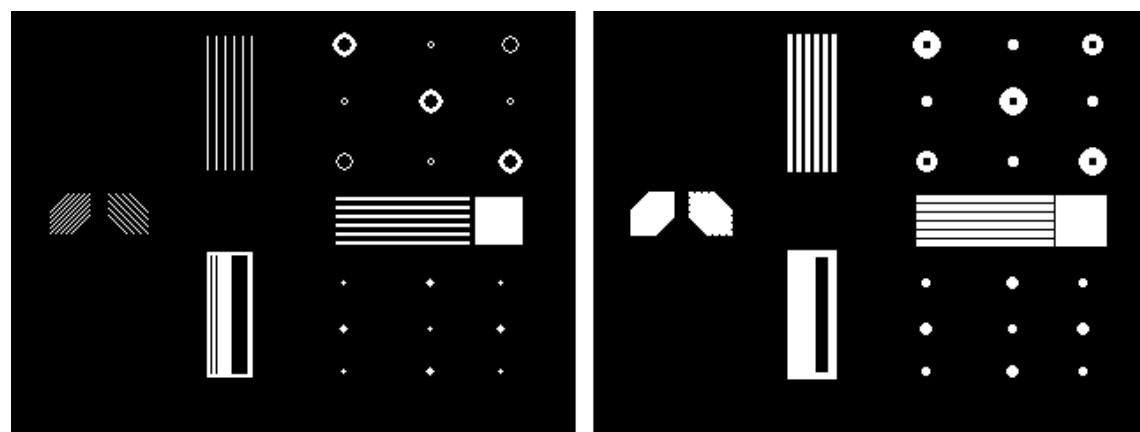


# Genişletme - Örnek

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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	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	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0



# Genişletme - Örnek

Historically, certain computer programs were written using only two digits rather than four to define the applicable year. Accordingly, the company's software may recognize a date using "00" as 1900 rather than the year 2000.



Historically, certain computer programs were written using only two digits rather than four to define the applicable year. Accordingly, the company's software may recognize a date using "00" as 1900 rather than the year 2000.



0	1	0
1	1	1
0	1	0

a      c  
b

**ŞEKİL 9.7**

(a) Kırık karakterler bulunan düşük çözünürlüklü örnek bir yazı (kırık karakterler için büyütülmüş görünüşe bakınız). (b) Yapısal eleman. (c) (a)'nın (b) ile genişlemesi sonucu kırık bölümler birleştirilmiştir.



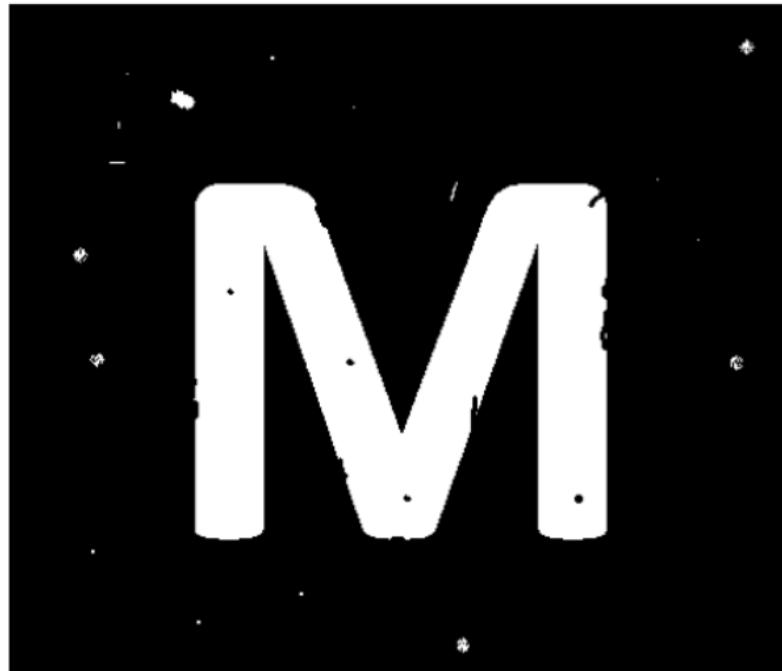
# Açma (Opening)

- Önce erosion, sonra dilation uygulanır.
- Amaç: Küçük nesneleri kaldırır, büyük nesneleri korur.
- Kullanım: Gürültü giderme, küçük parçacıkları silme.

# Açma - Örnek

- "M" harfi gibi büyük bir nesnenin etrafında küçük gürültü veya benekler bulunan bir görüntü düşünün.
- Açma işlemi uygulandığında, harfin şekli korunurken küçük gürültüler giderilecektir.

Original Binary Image



Opened Image with Disk Structuring Element





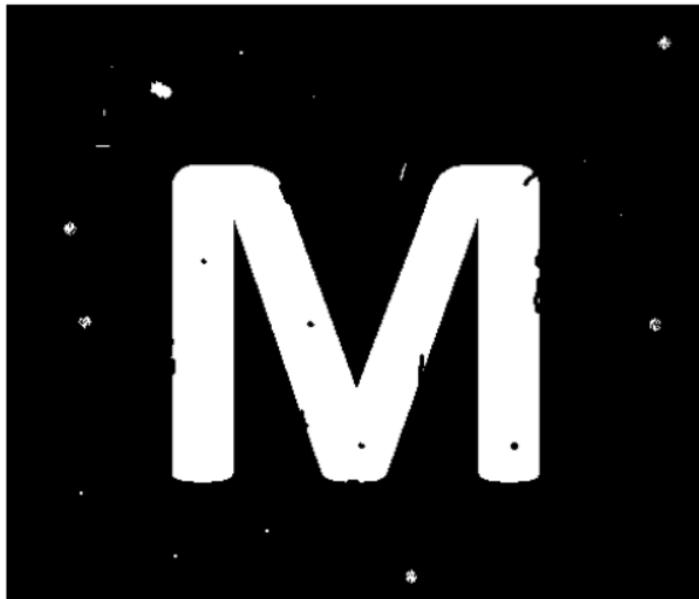
# Kapama - Kapatma (Closing)

- Önce dilation, sonra erosion uygulanır.
- Amaç: Küçük delikleri kapatır, sınırları yumusatır.
- Kullanım: Nesnelerin içindeki boşlukları doldurma.

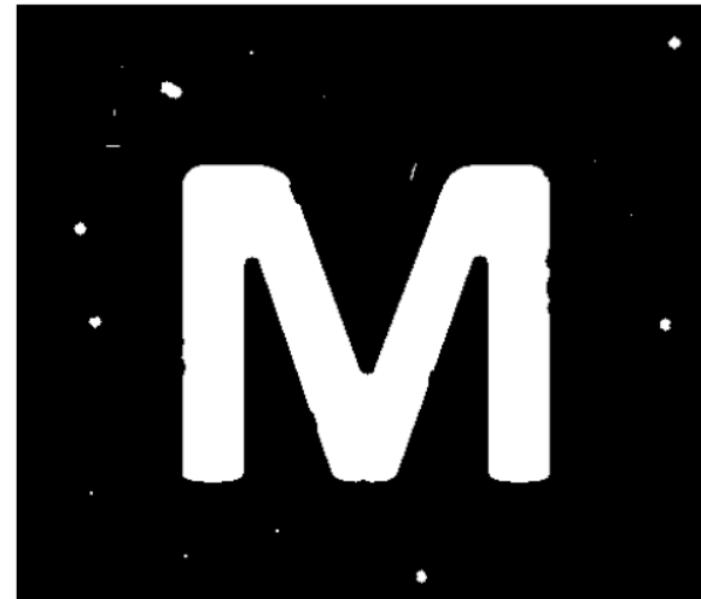
# Kapama - Örnek

- Büyük bir nesnenin içinde küçük boşluklar veya delikler bulunan bir "M" harfini düşünün.
- Kapatma işlemi uygulandığında, harfin genel şekli korunurken, harfin içindeki boşluklar veya delikler doldurulacaktır.

Original Binary Image



Closed Image with Disk Structuring Element





# Sınır Çıkarma (Boundary Extraction) ve Morfolojik Gradient (Morphological Gradient)

- Görüntüdeki nesnenin dış sınırlarının (border) veya dış kenarlarının çıkarılması için kullanılan bir yöntemdir.
- Sınırları çıkarılmak istenen görüntüye önce erosion yapılır ve saklanır.
- Daha sonra orijinal görüntüye dilation yapılır ve saklanır.
- İki görüntünün farkı alınır.

# Sınır Çıkarma - Morfolojik Gradient - Örnek



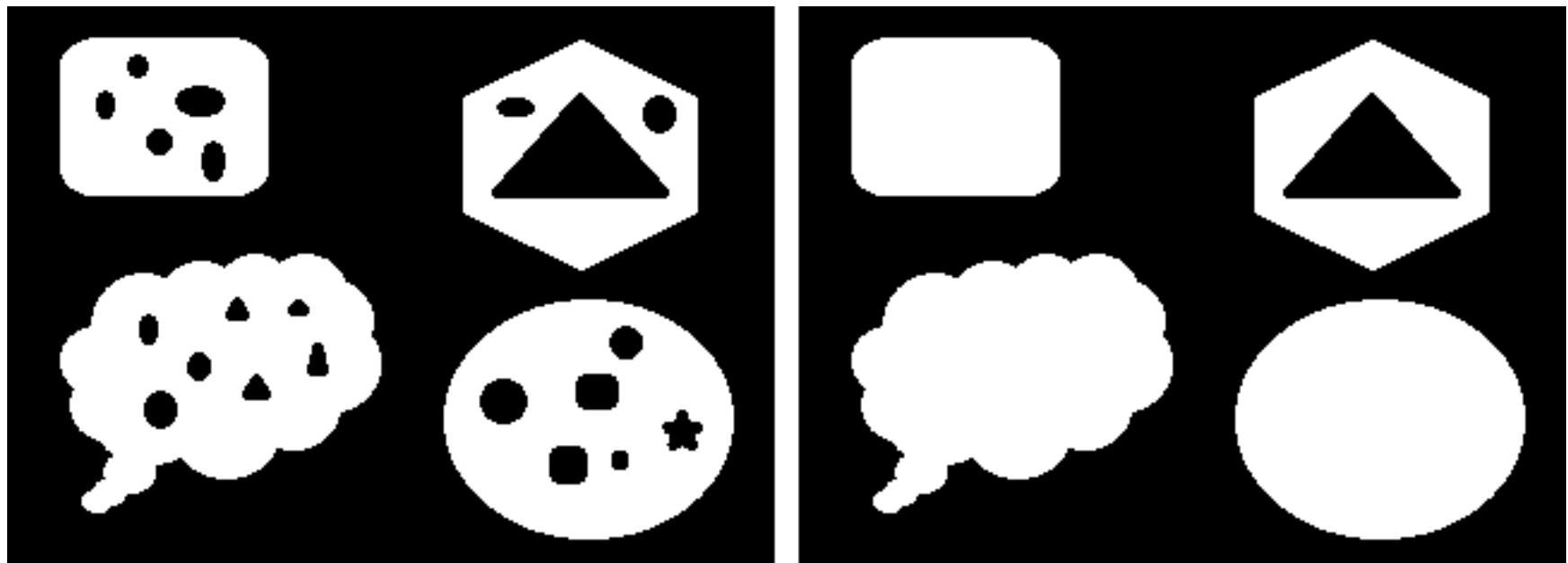


# Boşluk Doldurma (Fill Holes)

- Boşluk, ön plandaki piksellerin birbirine bağlı kenarlıklarıyla çevrili bir arka plan bölgesi olarak tanımlanabilir.
- Özellikle **nesnelerin içindeki boşlukların doldurulması, kapalı alanların tamamlanması ve nesne bütünlüğünün sağlanması** amacıyla fill holes işlemi yapılır.
- Boşluk doldurma için genişleme ve kesişim tabanlı işlemler yapılır. Tespit edilen boşluklar, 8 komşudan itibaren genişletme yapılarak kaybedilir.
- Nesneler beyaz iken, boşluk ve arka plan siyah olarak belirlenir. Örneğin;

- $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & \textcolor{red}{0} & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$  delik: 0, arkada plan:0, nesne:1

## Boşluk Doldurma - Örnek



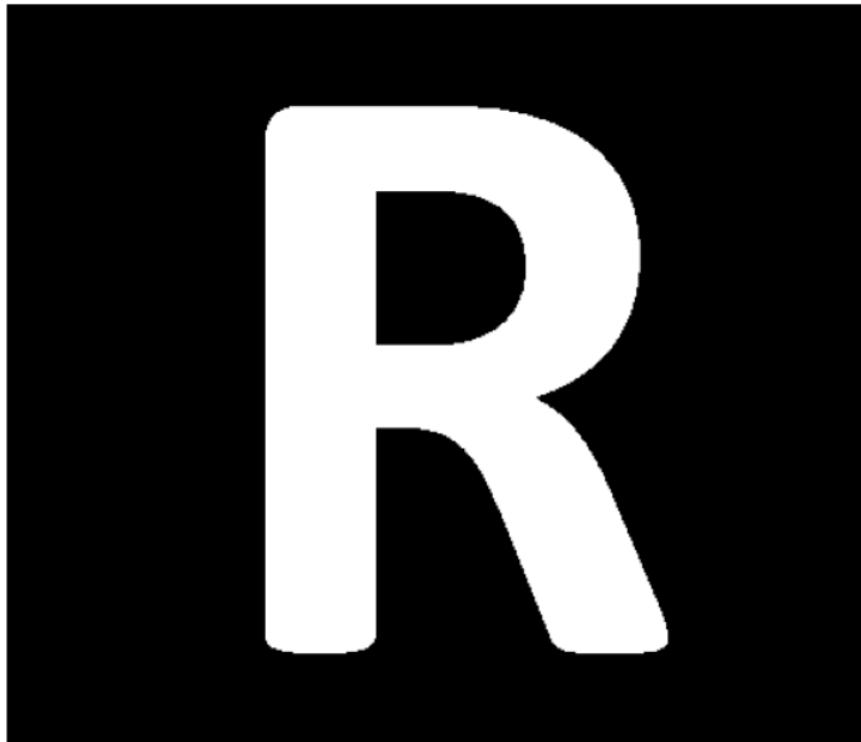


# İskelet Çıkarma (Skeletonization)

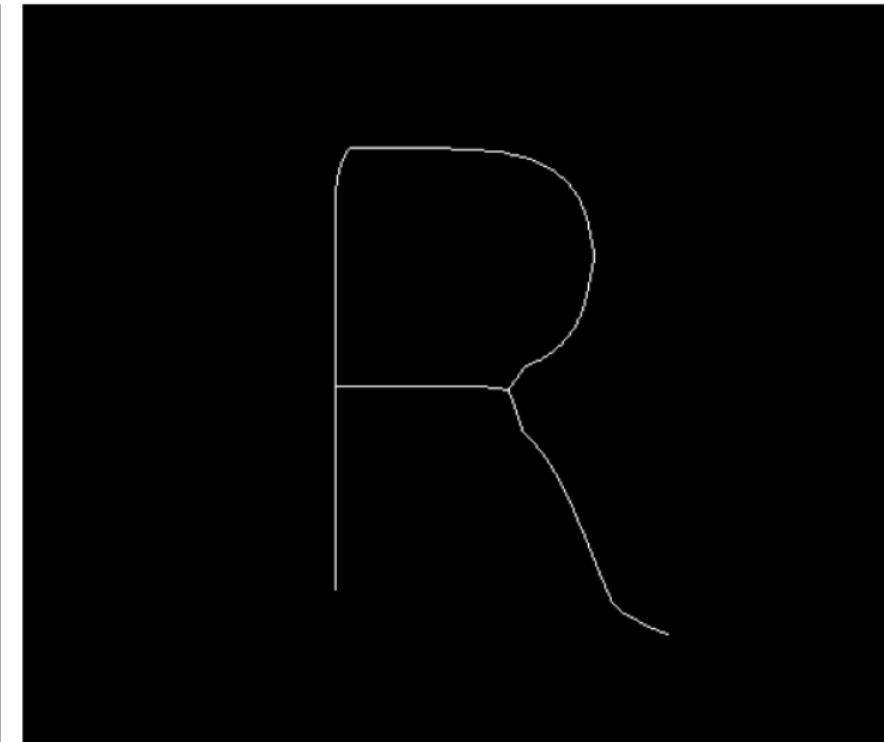
- Basit nesnelerin yatay ve dikey olarak çubuk kadar kalıncaya kadar inceltilmesi iskelet çıkarma olarak tanımlanabilir.
- Her kenardan eşit oranda inceltme başlatılır ve nesne çizgilerden oluşuncaya kadar devam eder.
- Bu işlem, bir şekli tek piksel genişliğinde bir çizgiye dönüştürerek, şeklin yapısını ve bağlantısını analiz etmeyi kolaylaştırır.

# İskelet Çıkarma - Örnek

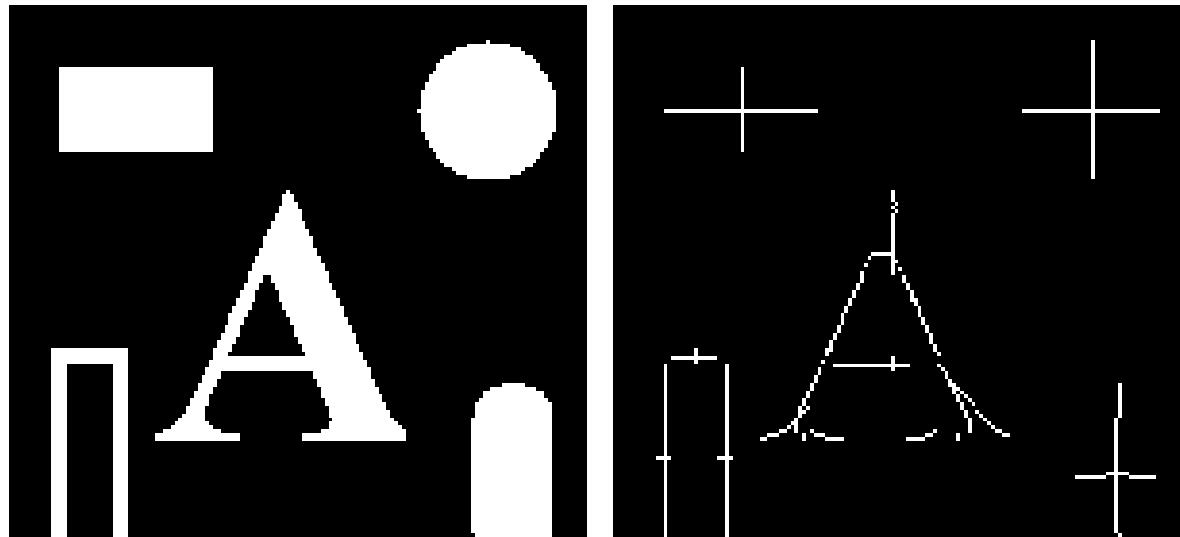
Original Image



Skeletonized Image



# İskelet Çıkarma - Örnek



# Beyaz/Siyah Silindir Şapka İşlemi – White/Black Top/Bottom Hat

- Beyaz Silindir Şapka Dönüşümü Nasıl Çalışır?

- Açma(Opening): Önce aşındırma ve ardından genişletme işleminden oluşan açma işlemi gerçekleştirilir. Bu işlem, görüntüdeki küçük parlak yapıları ve gürültüyü giderir.
- Çıkarma: Açma sonucu oluşan görüntü orijinal görüntünden çıkarılır ve açma işlemi sırasında çıkarılan küçük parlak yapılar vurgulanır.
- Özellikle parlak, küçük nesneleri veya arka plandan çıkıştı yapan parlak detayları ortaya çıkarmak için kullanılır.

- Siyah Silindir Şapka Dönüşümü Nasıl Çalışır?

- Kapama(Closing): Önce genişleme ve ardından aşınmadan işleminden oluşan Kapama işlemi gerçekleştirilir. Görüntüdeki küçük karanlık bölgeleri ve boşlukları doldurarak arka planı etkili bir şekilde yumusatır ve karanlık özellikleri aydınlatır.
- Çıkarma: Orijinal görüntü, Kapama sonucu oluşan görüntünden çıkarılır. Bu işlem, Kapama işlemi sırasında doldurulan koyu renkli detayları vurgulayarak, daha açık renkli arka plana karşı daha belirgin hale getirir.
- Özellikle karanlık, küçük nesneleri veya zeminden çukur şeklinde ayrısan karanlık detayları ortaya çıkarmak için kullanılır.

# Silindir Şapka İşlemi - Örnek





- Ders Sonu