

Uzaktan Algılama Uygulaması

PANSHARPENİNG (GÖRÜNTÜ KESKİNLEŞTİRME)

Prof. Dr. Naci YASTIKLI

GÖRÜNTÜ BİRLEŞTİRME (IMAGE FUSION)

- Uzaktan Algılama Yöntemi ile farklı mekansal (spatial) ve spektral (spectral) çözünürlüğe sahip,
 - SPOT,
 - IRS,
 - Landsat 7,
 - IKONOS ve
 - QuickBird uyduları ile görüntüler elde edilmektedir.
- Bu görüntülerden
 - pankromatik bantlarının mekansal çözünürlüğü yüksek,
 - multispektral bantlarının ise spektral çözünürlüğü yüksek buna karşın mekansal çözünürlüğü düşük.
- Görüntü birleştirme teknikleri
 - pankromatik görüntünün yüksek mekansal çözünürlüğü,
 - multispektral görüntülerin yüksek spektral çözünürlüğüne, sahip yeni bir multispektral görüntü elde edilmektedir.

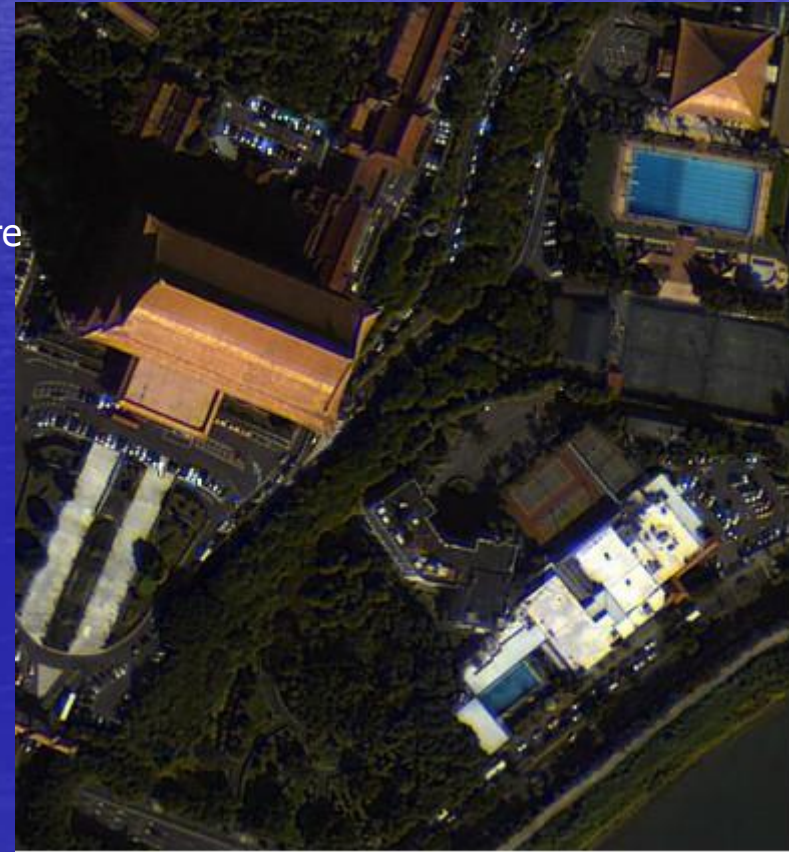
GÖRÜNTÜ KESKİNLEŞTİRME (PANSHARPENING)

- “Panchromatic sharpening” kelimelerinin kısaltılmış biçimi,
- Pankromatik görüntülerin kullanarak multispektral görüntülerin kestirilmesi

QuickBird Pankromatik görüntü, 0.6 metre



QuickBird Pansharpaned görüntü, 0.6 metre



multispektral
görüntü, 2.4 metre



Çözünürlük

- Çözünürlük genel olarak, ekranda görünen piksel sayısını veya görüntüdeki bir pikselin yeryüzündeki karşılığını ifade etmek için kullanılır. Bu tanımlama uzaktan algılanmış bir görüntü için yetersizdir.
- Uzaktan algılama uygulamalarında 4 farklı çözünürlük tipi incelenebilir.
 - Spektral
 - Uzaysal
 - Radyometrik
 - Zamansal

Mekansal Çözünürlük (Spatial Resolution)

1m-piksel, IKONOS



30m-piksel, Landsat 5



Zamansal Çözünürlük (Temporal Resolution)

AVHRR - 1 km piksel - 12 saatte bir



SPOT - 10m piksel - 26 günde bir



Radyometrik Çözünürlük (Radiometric Resolution)

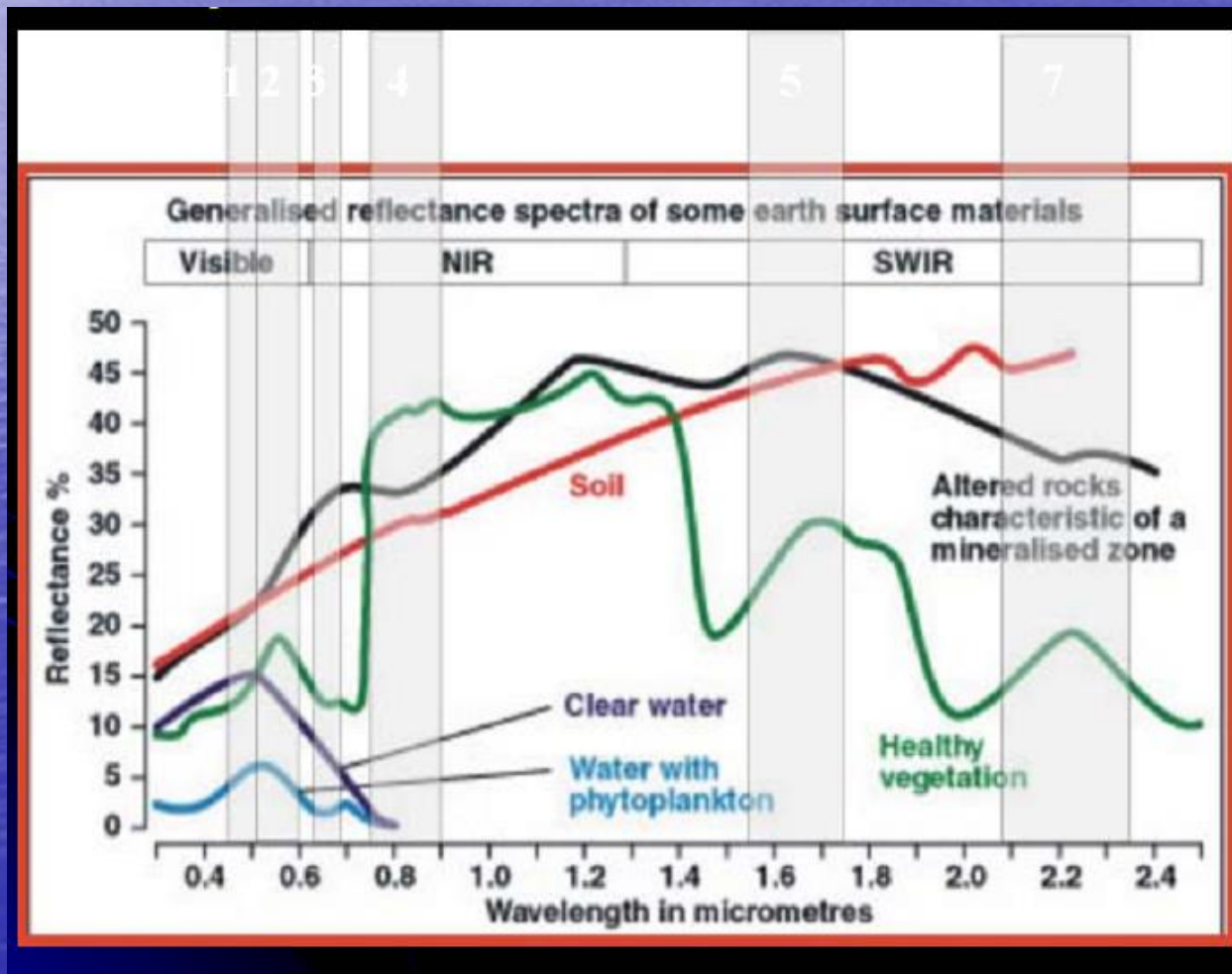
2 renk



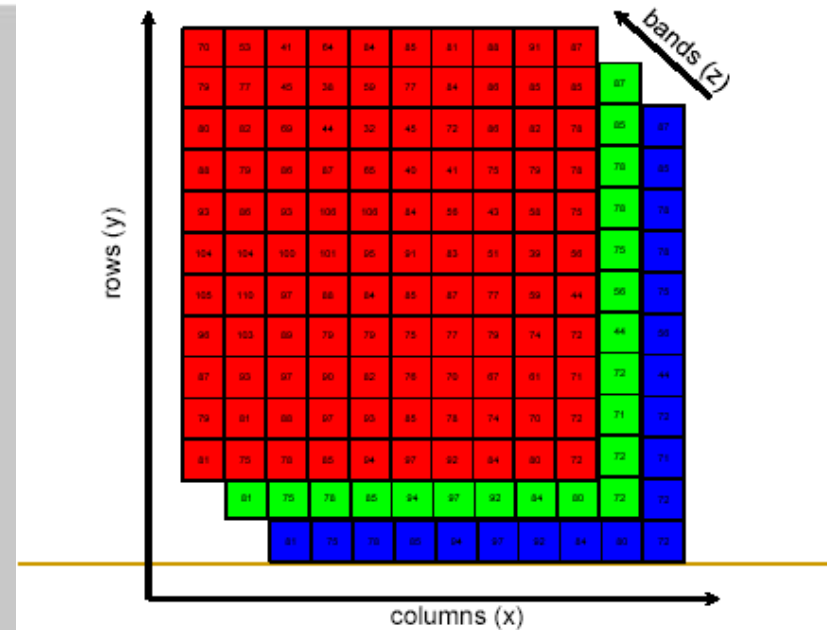
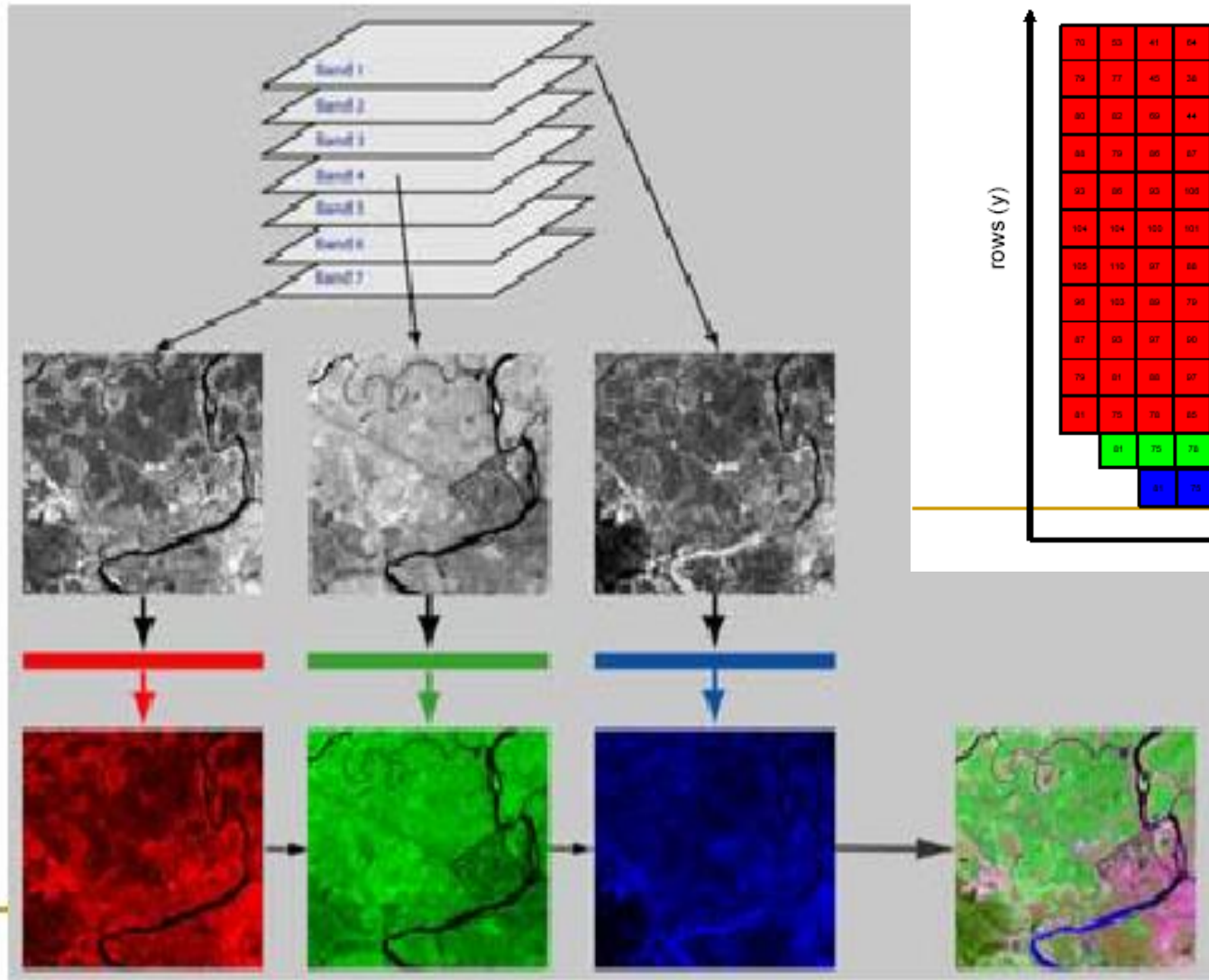
16 renk tonu



Spektral Çözünürlük (Spectral Resolution)



Çok Bantlı Görüntü (Multispectral Image)



Renkli Görüntü (RGB Image)

Example: Stationary RGB-camera

- (Red/Green/Blue)

$$d(\mathbf{x}, p), p \in \{R, G, B\}$$



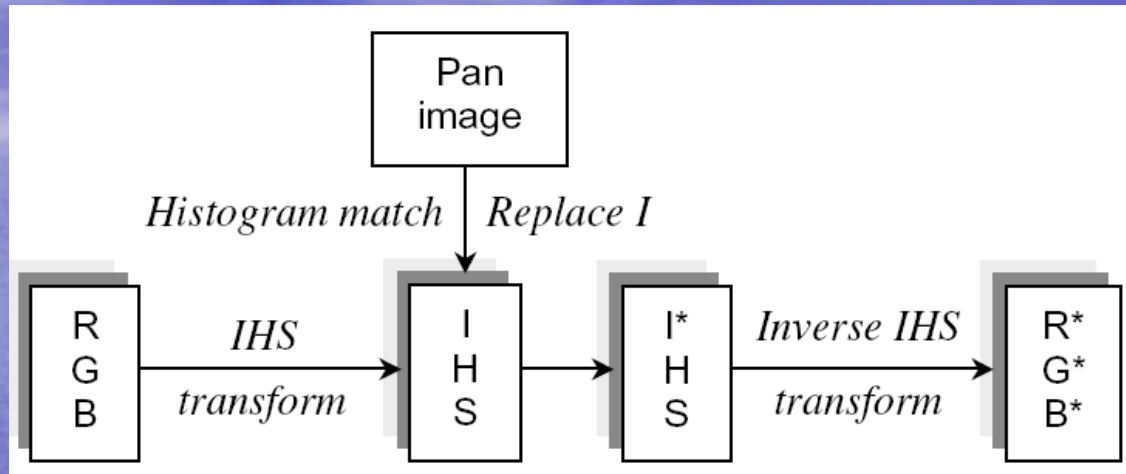
GÖRÜNTÜ BİRLEŞTİRME YÖNTEMLERİ

- IHS Dönüşümü
IHS dönüşümü 3 bantlı(RGB) görüntüyü spatial(I) ve spektral(HS) hale çevirir.
- Ana Bileşen Analizi Yöntemi (Principal Component Analysis Method)
ABA görüntü sıkıştırma, geliştirme ve birleştirme gibi alanlarda kullanılır.
- Wavelet-Based Sharpening
Wavelet dönüşümü görüntü analizi ve birleştirilmesinde kullanılan matematiksel ağırlıklı bir yöntemdir.
- Brovey Dönüşümü
Brovey Dönüşümü görüntünün spektral özelliklerini koruyan, genel parlaklık özelliklerini PAN bantla değiştiren bir yöntem

IHS DÖNÜŞÜMÜ

- IHS Dönüşümü en yaygın dönüşüm yöntemlerden biri
- RGB renk bilgisi IHS dönüşümü ile IHS (Intensity, Hue ve Saturation) bilgisine dönüştürülür
- Intensity değeri $I (= (R + G + B)/3)$ panromatik bant ile değiştirilir
- Ters dönüşüm ile RGB değeri tekrar hesaplanır

IHS DÖNÜŞÜMÜ



$$\begin{pmatrix} I \\ v1 \\ v2 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{3}} & \frac{1}{\sqrt{3}} & \frac{1}{\sqrt{3}} \\ \frac{1}{\sqrt{6}} & \frac{1}{\sqrt{6}} & \frac{-2}{\sqrt{6}} \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{-1}{\sqrt{2}} & 0 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

$$H = \tan^{-1}\left(\frac{v1}{v2}\right)$$

$$S = \sqrt{v1^2 + v2^2}$$

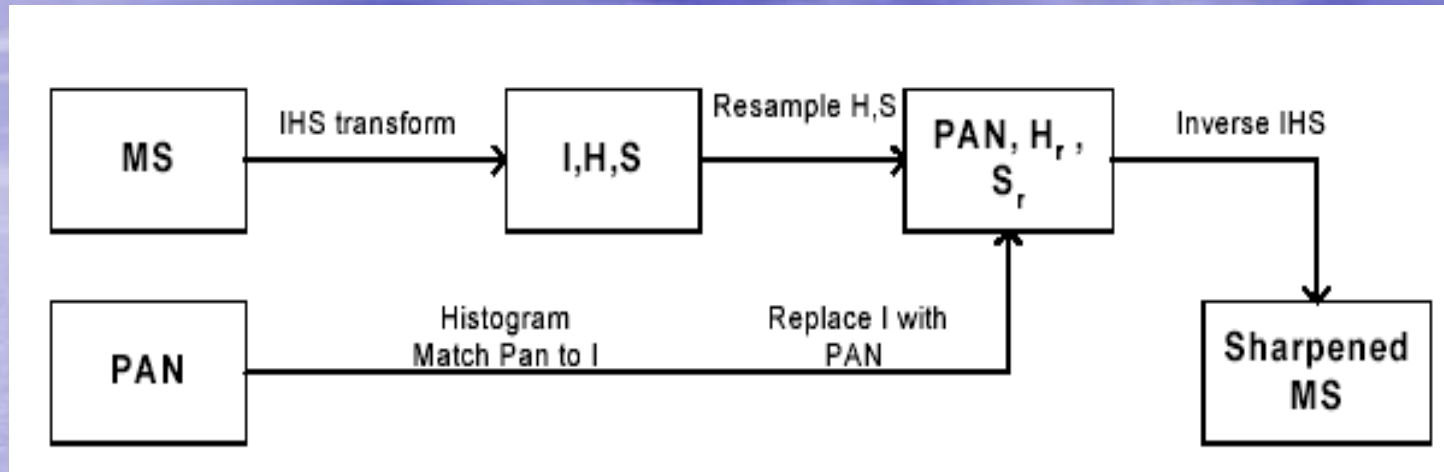
$$v1 = S \cos(H)$$

$$v2 = S \sin(H)$$

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{3}} & \frac{1}{\sqrt{6}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ \frac{1}{\sqrt{3}} & \frac{1}{\sqrt{6}} & \frac{-1}{\sqrt{2}} \\ \frac{1}{\sqrt{3}} & \frac{-2}{\sqrt{6}} & 0 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} I \\ v1 \\ v2 \end{pmatrix}$$

IHS Transformasyonu

The Intensity-Hue-Saturation (IHS) transformation



$$I = \max(R, G, B),$$

$$I = \frac{R + G + B}{3}.$$



$$I = \frac{\max(R, G, B) + \min(R, G, B)}{2}.$$

hexacone model ve triangular model

intensity kırmızı değer için (255,0,0)

beyaz (255,255,255) = 255,

eğer fusion process uygun değilse 2. formül kullanılmalıdır.

The inverse IHS transformation

RGB-IHS transformation

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B),$$

$$S = \frac{2}{\sqrt{6}} \sqrt{R^2 + G^2 + B^2 - RG - GB - BR},$$

$$\text{If } S=0; H=0,$$

$$\text{Else, } H = \tan^{-1}(\sqrt{3}(G - B), (2R - G - B)).$$

$$k_1 = \tan(H),$$

$$y = \frac{1}{2}(3 - \sqrt{3}k_1),$$

$$z = \frac{1}{2}(1 - \sqrt{3}k_1),$$

$$a = z^2 - z + 1,$$

$$b = I(3z - 2yz + y - 3),$$

$$c = I^2(y^2 - 3y + 3),$$

$$R = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a},$$

$$G = I(y - R)z,$$

$$B = 3I - R - G.$$

- Fusion of RGB-images



Brightness
(here: Intensity in HSV color space)

$$I(\mathbf{x}) = \max(d(\mathbf{x}, R), d(\mathbf{x}, G), d(\mathbf{x}, B))$$

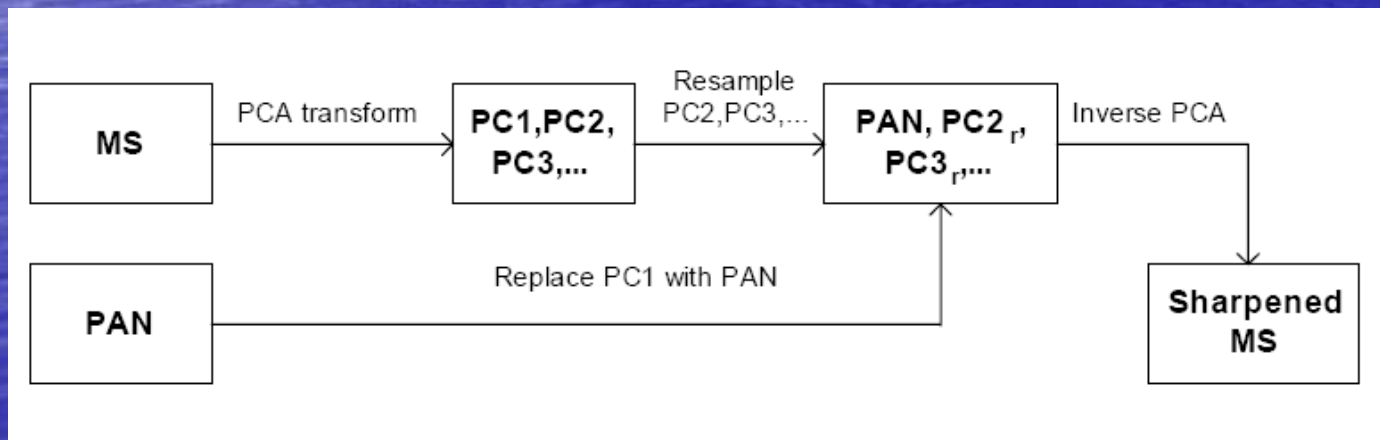


Saturation
(in HSV color space)

$$S(\mathbf{x}) = \frac{I - \min_{p \in \{R, G, B\}} (d(\mathbf{x}, p))}{I}$$

Ana Bileşen Analizi Yöntemi (PCA)

- IHS Dönüşümüne benzer bir dönüşüm yöntemi,
- PCA dönüşümü ile RGB ilk ikinci ve üçüncü ana bileşenlere ayrılır (PC1, PC2, PC3...),
- İlk ana bileşen PC1 panromatik bant ile değiştirilir,
- Ters dönüşüm ile RGB değeri tekrar hesaplanır



Intensity PC1 ve Pankromatik Görüntü

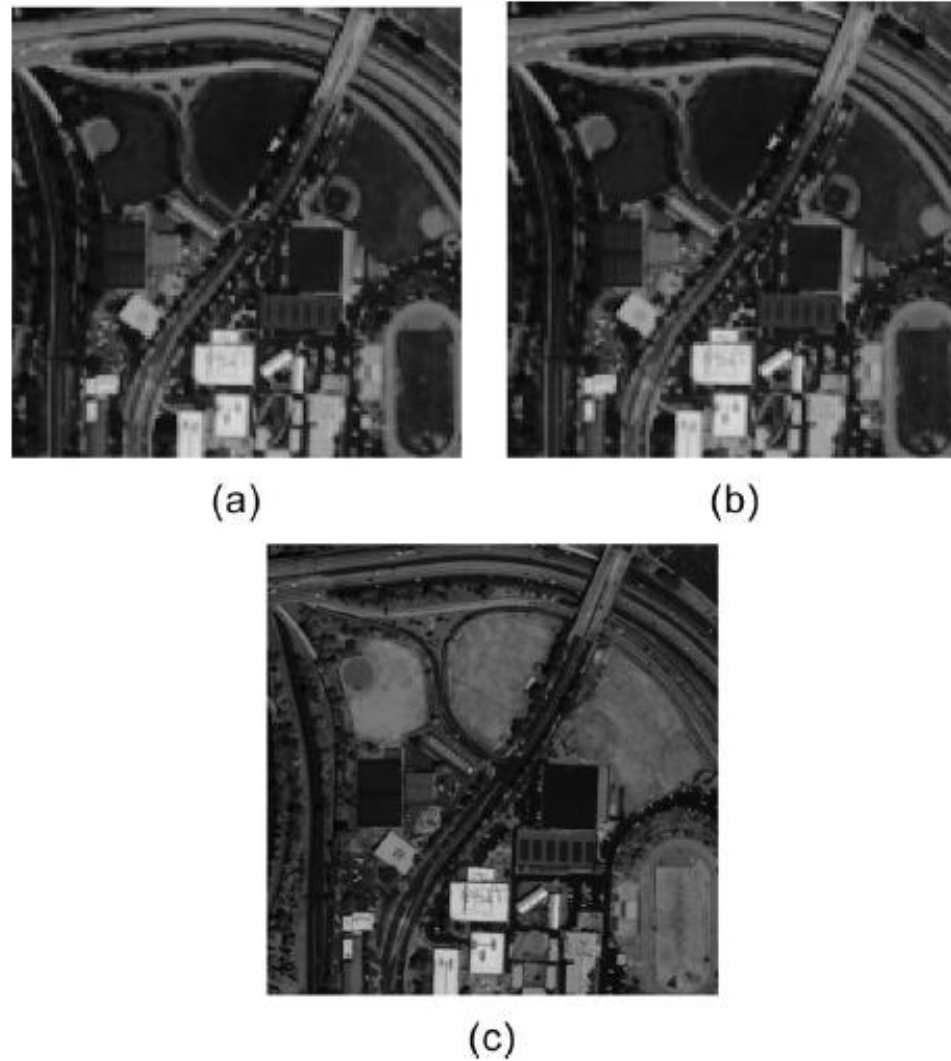
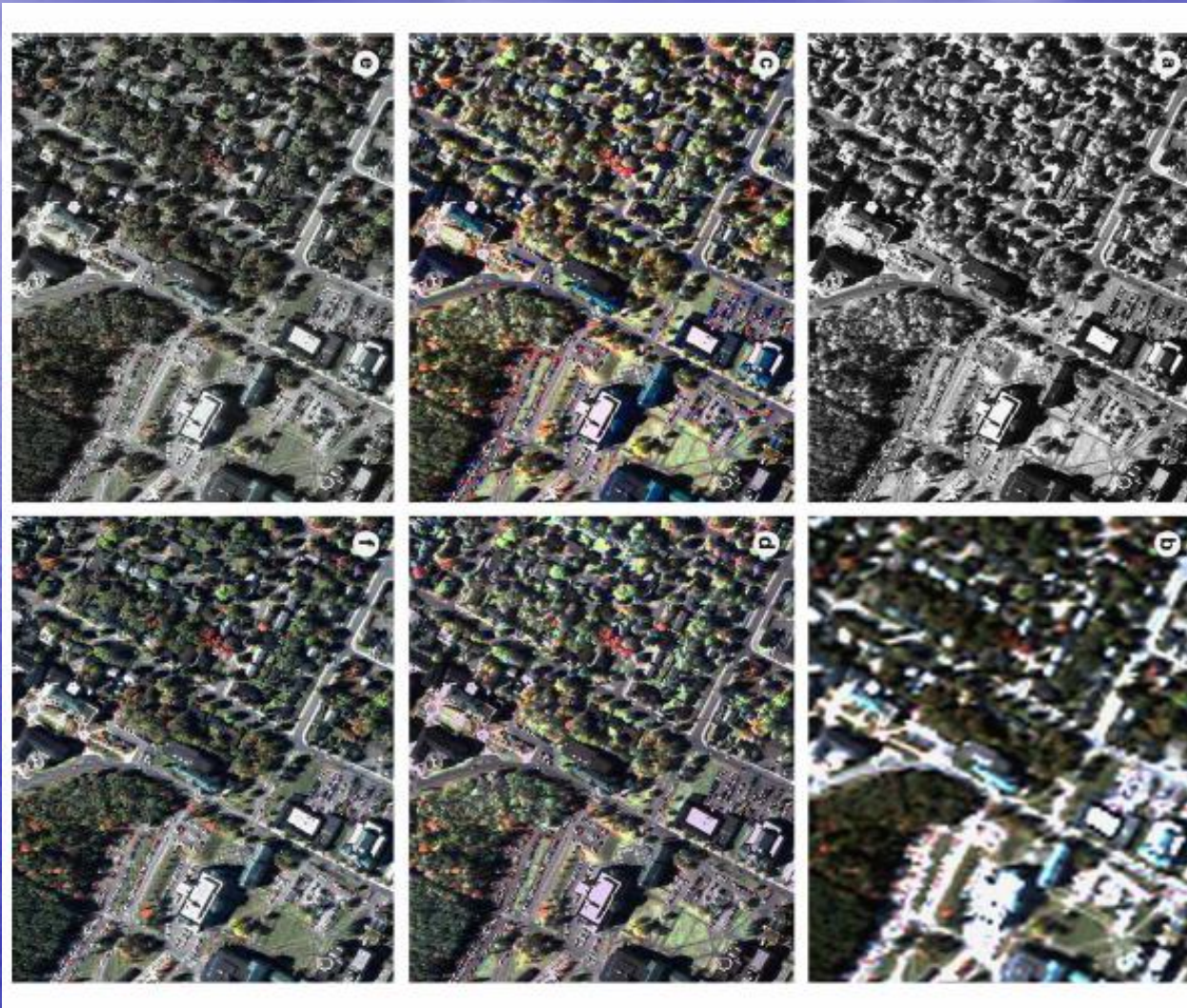
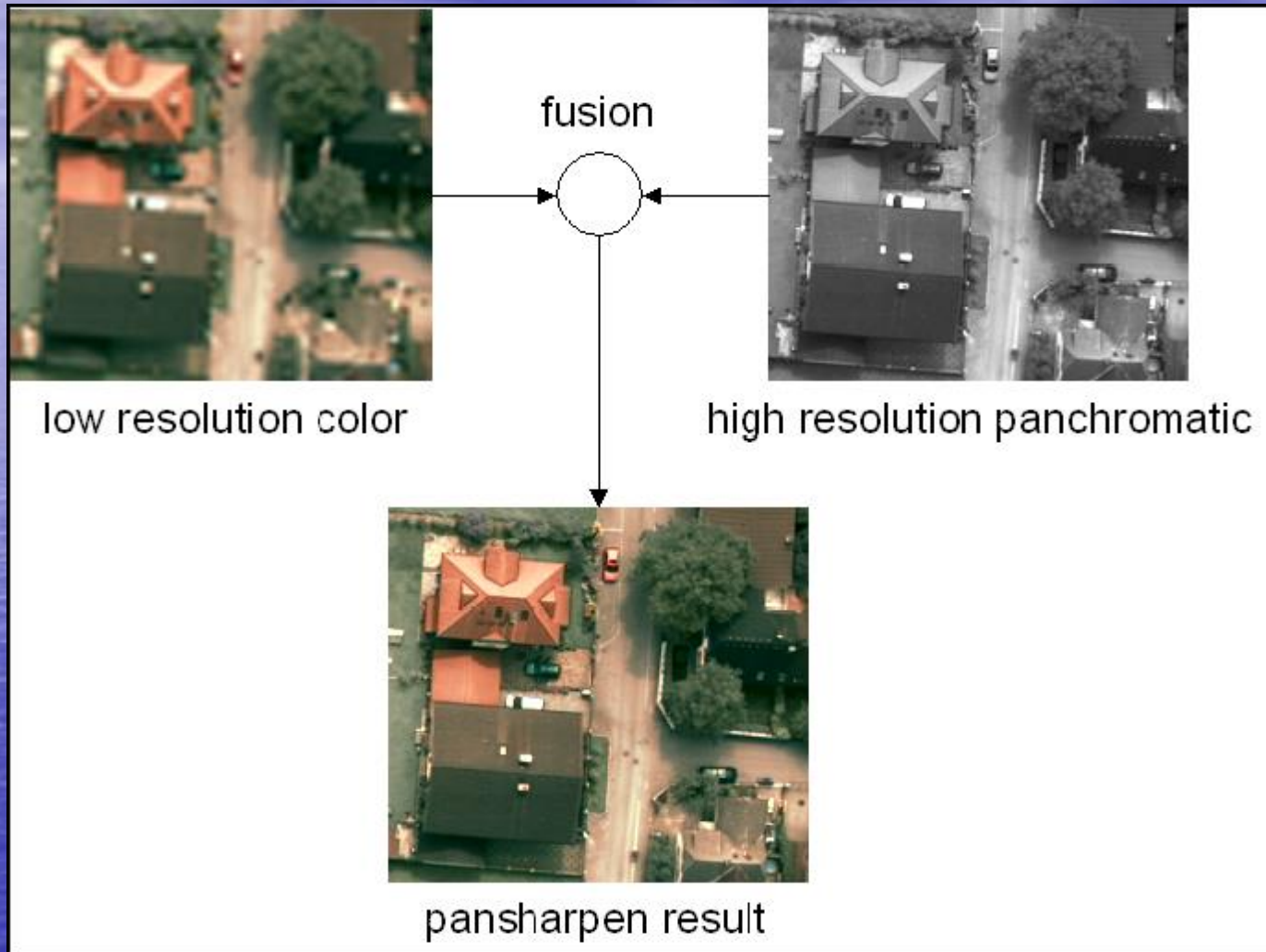


Fig. 2. Comparison among the brightness (light and shade) of intensity, PC1, and PAN images. The scene is an IKONOS image of San Diego, CA. (a) Intensity image. (b) First principle component: PC1 image. (c) PAN image.

Farklı yöntemlerle Pansharpaning

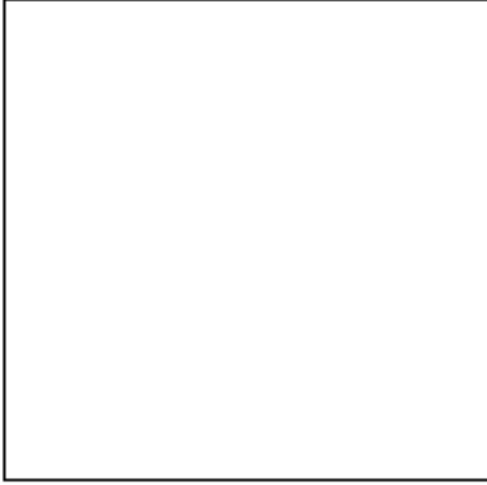


PANSHARPENING METODU

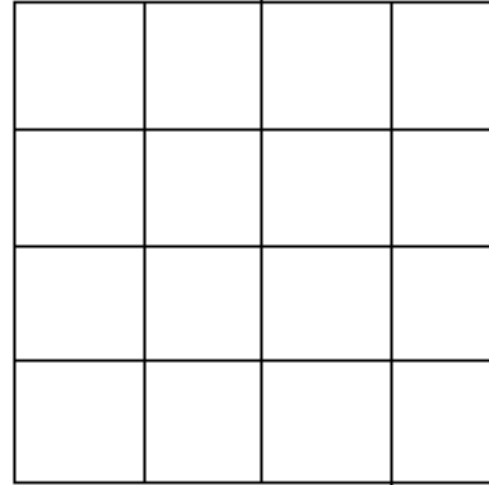




Çok bantlı bir resmin, daha yüksek çözünürlüklü bir veri ile birleştirilerek iyileştirilmesidir.



Çok bantlı görüntünün bir pikseli
(4m*4m)



Pankromatik görüntünün 16 pikseli
(4m*4m)

WAVELET TRANSFORM

$$f(t) = \sum_{j,k} a_{j,k} \psi_{j,k}(t)$$

- $a_{j,k}$: wavelet coefficients
- $\psi_{j,k}(t)$: basis function at scale
- j ve translation k : (mother wavelet) $\psi(t)$
- **discrete wavelet transform (DWT)**
 - The two dimensional DWT is an extension of the one-dimensional case.
 - The two-dimensional DWT is obtained by applying the DWT separately across rows and columns of an image.

The two-dimensional DWT of an image $f(x,y)$

$$f(x, y) = \sum_{k,l} C_{J_0}[k, l] \phi_{j,k,l}(x, y) + \sum_{S=H,V,D} \sum_{j=J_0}^{\infty} \sum_{k,l} D_j^S[k, l] \psi_{j,k,l}^S(x, y)$$

$$f(x, y) = \sum_{k,l} C_{J0}[k, l] \phi_{j,k,l}(x, y) + \sum_{S=H,V,D} \sum_{j=J0}^{\infty} \sum_{k,l} D_j^S[k, l] \psi_{j,k,l}^S(x, y)$$

- C_{J0} denotes the approximation coefficients,
- $\phi_{j,k,l}(x,y)$ is the scaling function,
- D_j^S denotes the set of detail coefficients
- $\psi_{j,k,l}^S$ denotes the set of wavelet function,
- one each for horizontal, vertical, and diagonal subspaces.
- The DWT coefficients are computed faster by using a series of low pass filter $h[k]$, high pass filters $g[k]$, and downsamplers across both rows and columns.
- The results are the wavelet coefficients at the next scale.
- The coefficients are also called the approximation (A), horizontal detail (H), vertical detail (V), and diagonal detail (D) coefficients.



SPOT multispectral görüntü

SPOT Panchromatic görüntü



IHS sharpened



Brovoy sharpened



PCA sharpened



wavelet sharpened





IKONOS multispectral AOI



IKONOS panchromatic image AOI



IHS sharpened AOI



Brovey sharpened AOI



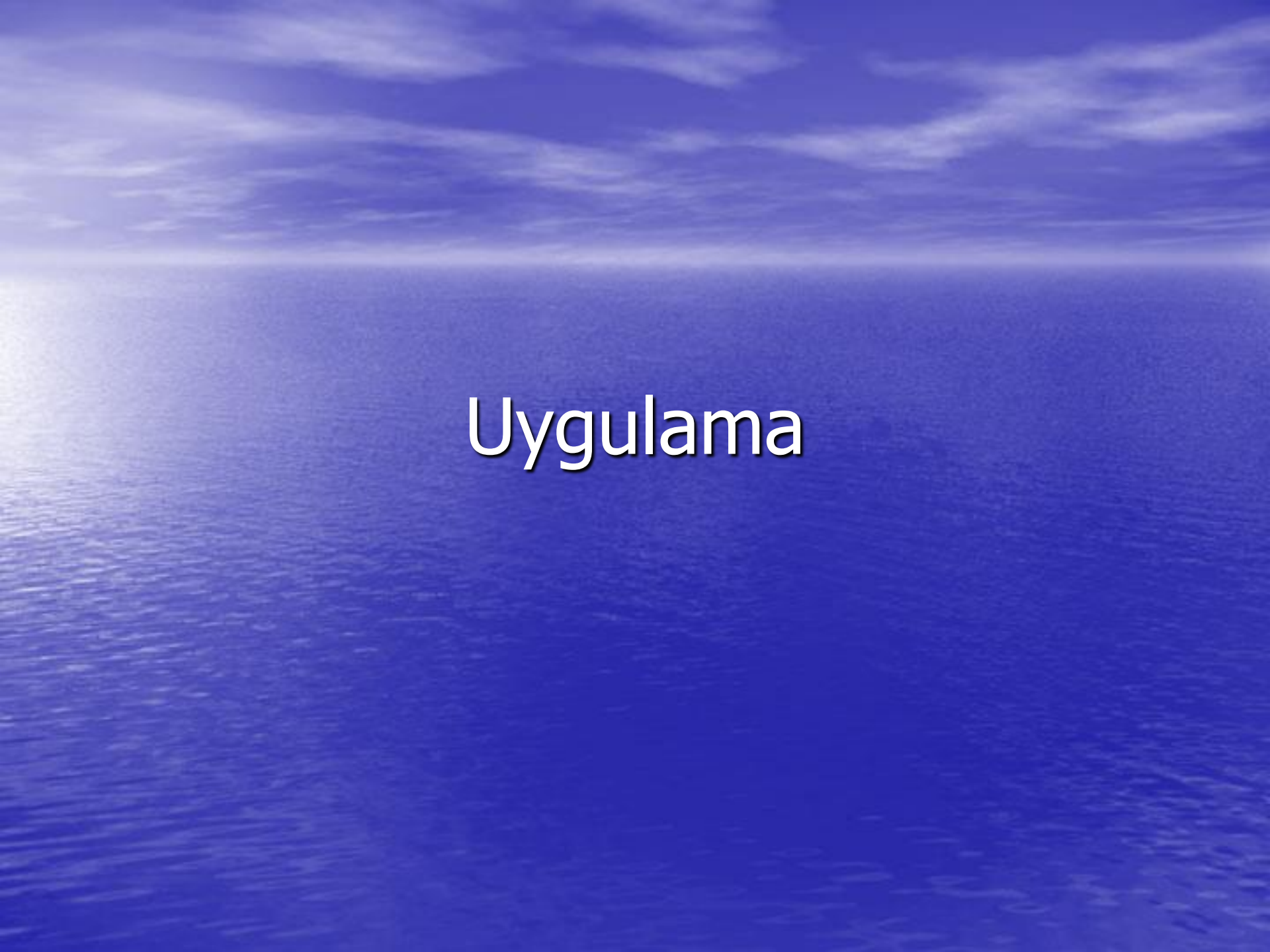
PCA sharpened AOI



Wavelet sharpened AOI

Yeniden örnekleme yöntemlerinin karşılaştırılması

Yöntem	Teknik	Hesap Zamani	Avantaj	Dezavantaj
En yakın komşuluk	En yakın pikselin yaklaşıklık ağırlıklı ortalamasına dönüştürülür.	1 dk.	Hesaplama kolaylığı, sayısal değerler değişmediği için veri değerleri kaybolmamaktadır	Diagonal doğrular ve eğriler üzerinde merdiven görüntüsü oluşmaktadır
Bilineer Enterpolasyon	En yakın 4 pikselin yaklaşıklık ağırlıklı ortalamasına dönüştürülür.	10 dk	Uzaysal olarak 1. Yönteme göre daha doğru bir görüntü elde edilir.	Piksellerin ortalama değerleri alındığı için katlama etkisi olmaktadır. Kenar düzeltilmesi olduğundan bazı veri dosya değerleri kaybolmaktadır
Küçük Konvolüsyon	En yakın 16 pikselin ağırlıklı değeri ile dönüşüm yapılır.	20 dk	En doğru örnekleme yöntemidir. Görüntü keskinleşmekte ve gürültü etkisi azalmaktadır.	Piksellerin sayısal değerleri değişmektedir. Hesaplama olarak yavaş yöntemidir.



Uygulama

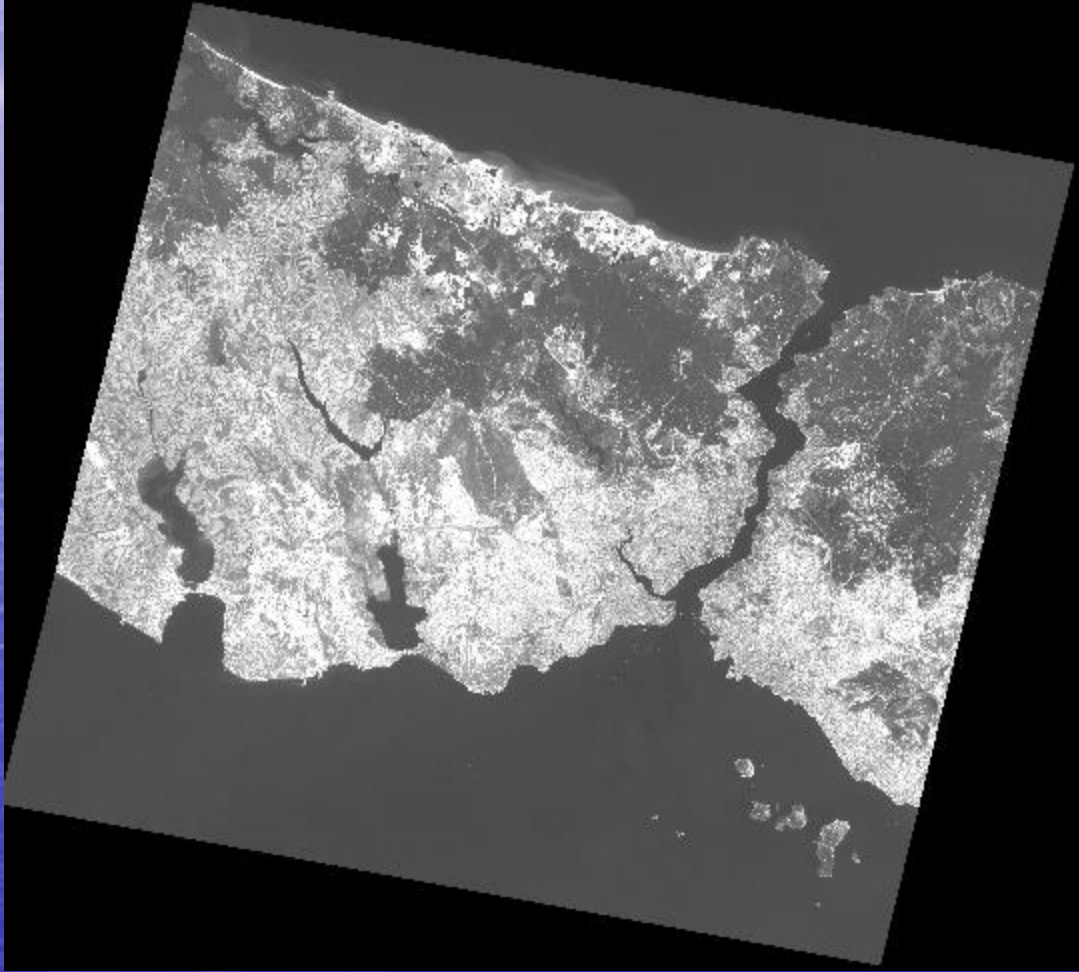
- Yüksek çözünürlüklü görüntü tek bant: SPOT Pankromatik 10m data (1998)
- Multispektral görüntü düşük çözünürlüklü görüntü; Landsat 5 TM 30m (1997)
- Bu teknikler yüksek çözünürlüklü multispektral renkli görüntü elde etmek için uygulanır.

Orginal görüntüler



Düşük çözünürlüklü landsat görüntüsü

Original görüntüler

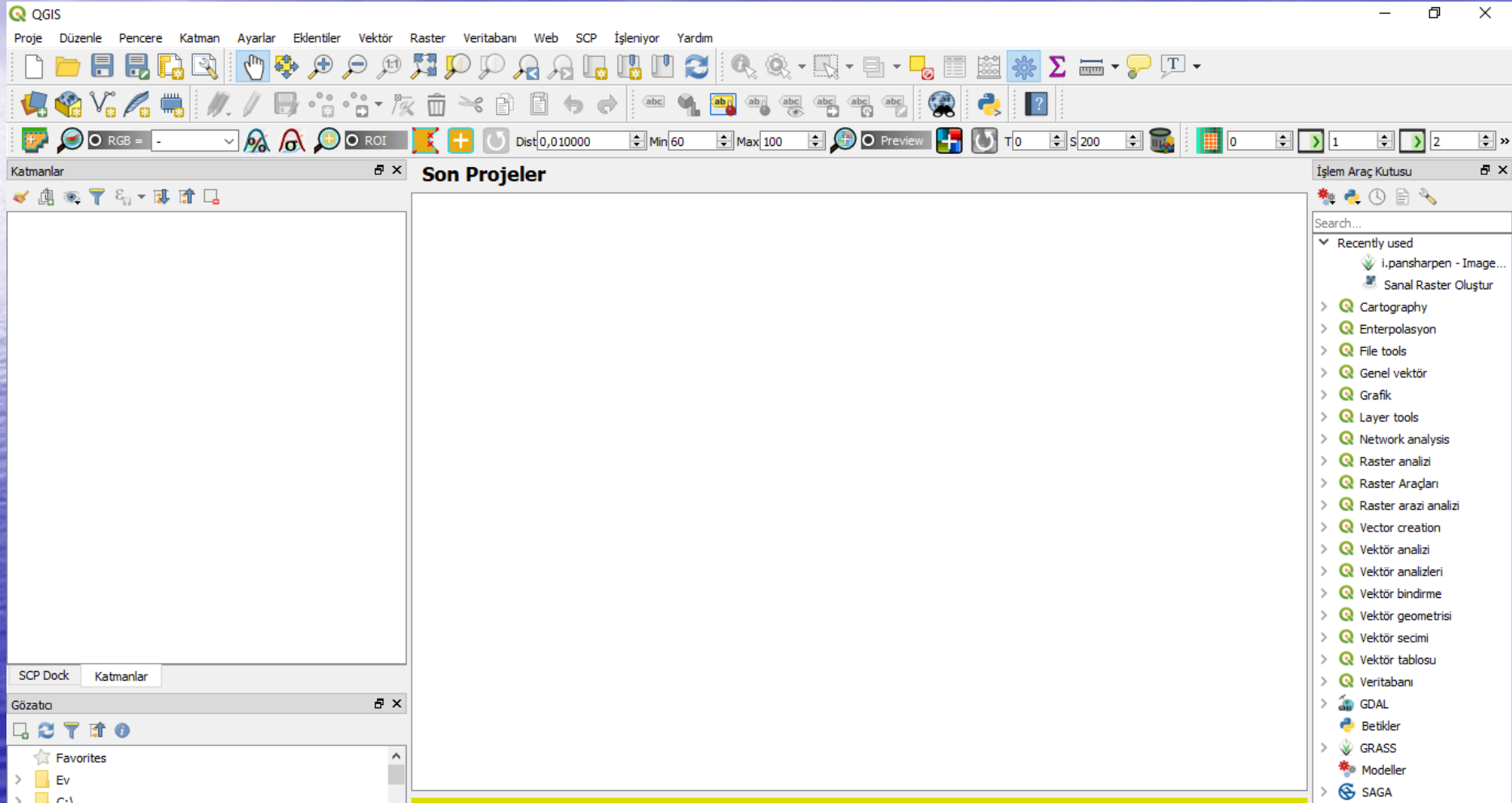


Yüksek çözünürlüklü Spot pankromatik görüntü

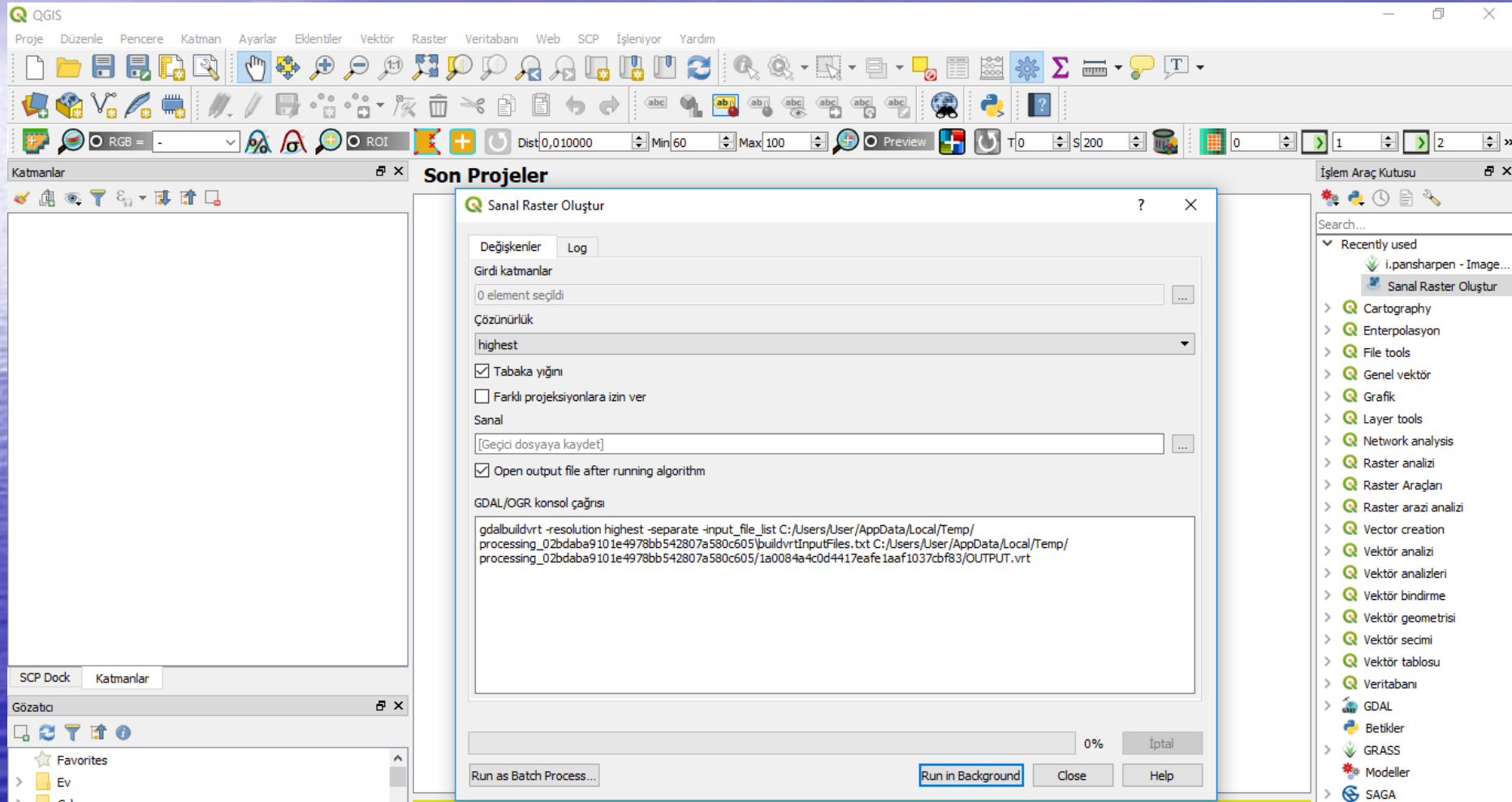
Çözünürlük Birleştirme için 3 yöntem

- **Brovey Transform**
- **IHS**
- **Principal Components,**

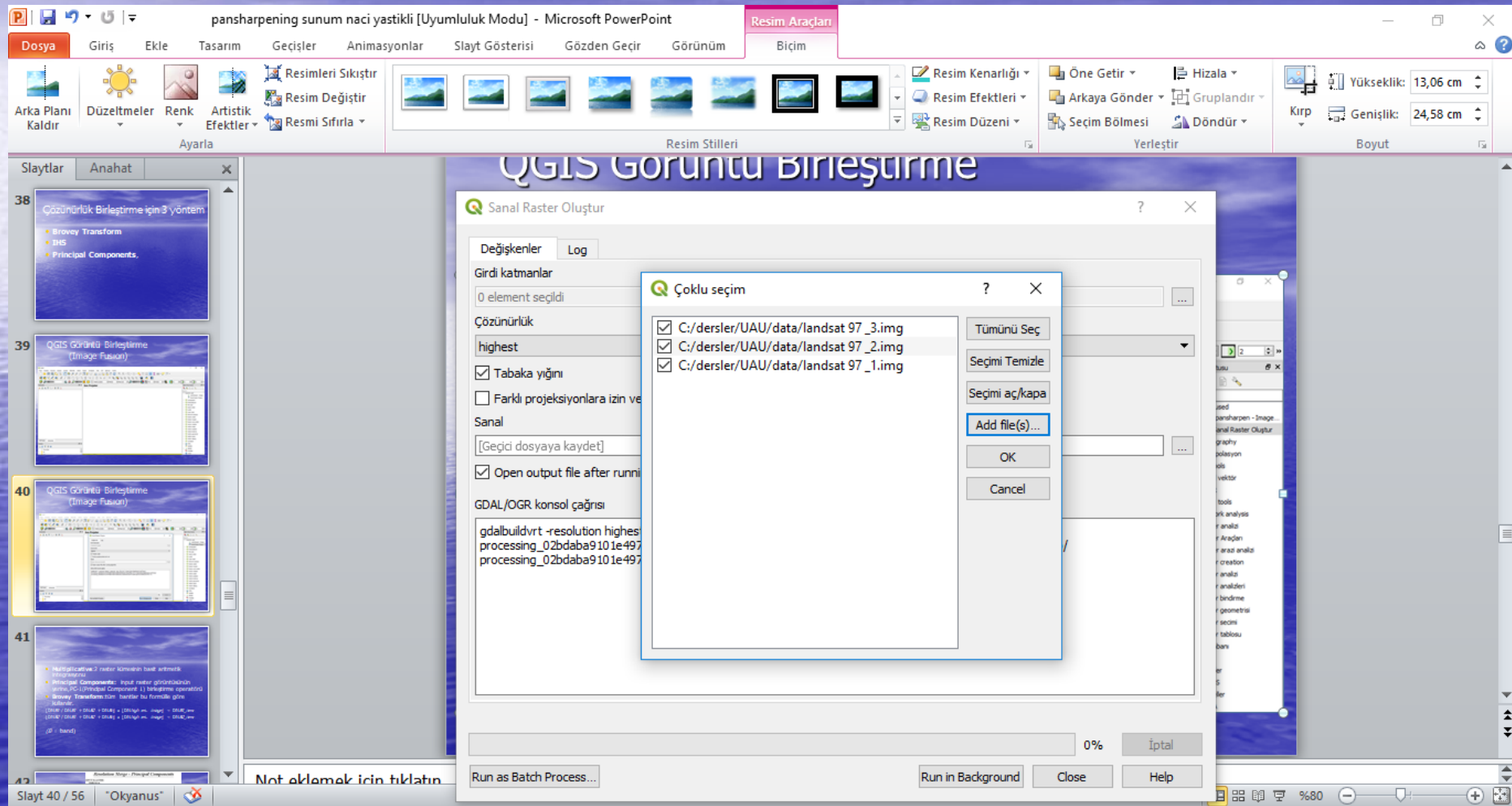
QGIS Görüntü Birleştirme (Image Fusion)



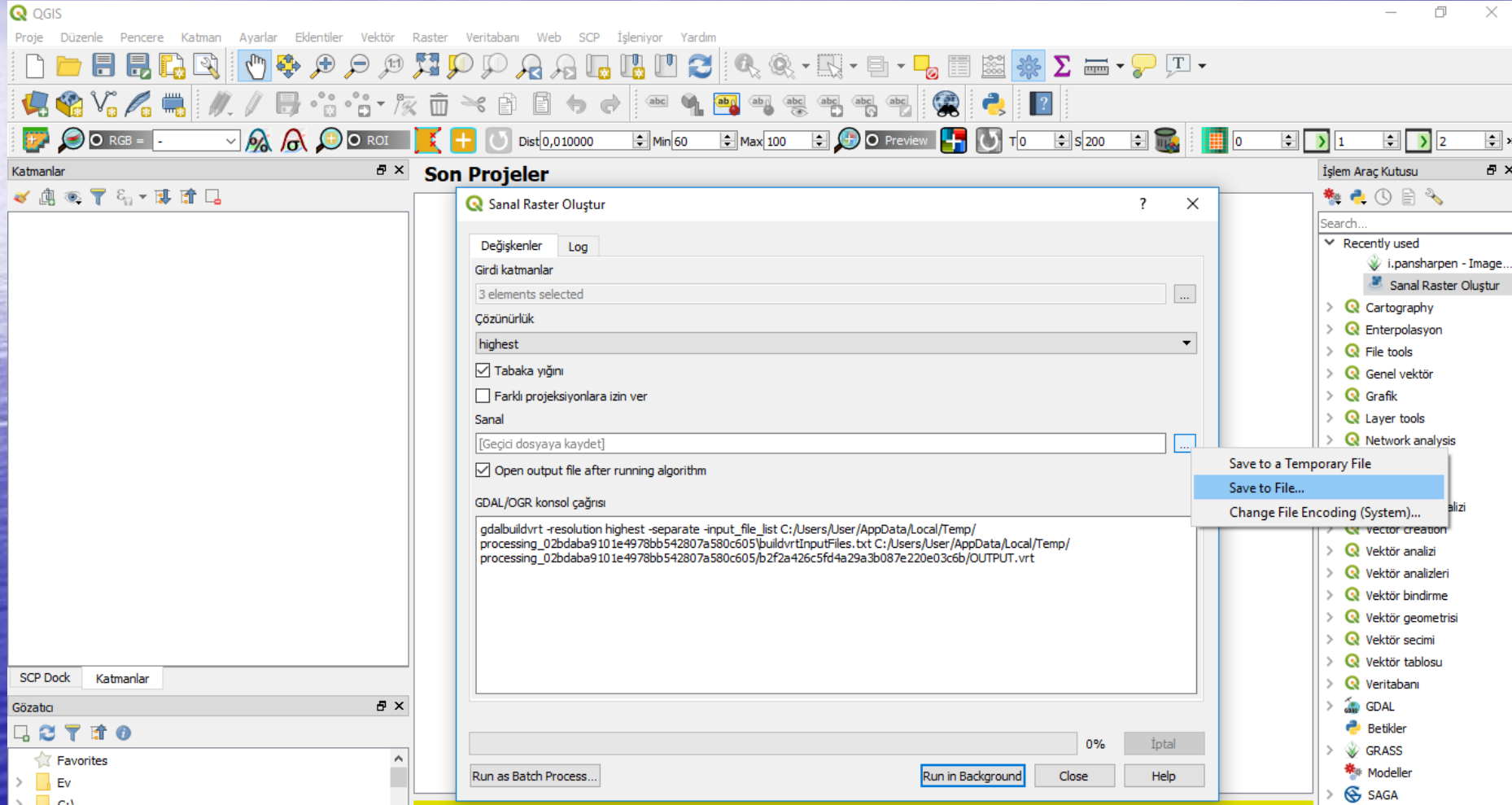
QGIS Görüntü Birleştirme (Image Fusion)



QGIS Görüntü Birleştirme (Image Fusion)



QGIS Görüntü Birleştirme (Image Fusion)



QGIS Görüntü Birleştirme (Image Fusion)

Microsoft PowerPoint window titled "pansharpening sunum naci yastikli [Uyumluluk Modu] - Microsoft PowerPoint". The ribbon shows the "Resim Araçları" (Image Tools) tab, with the "Birim" (Unit) group active. The slide content displays the title "QGIS Görüntü Birleştirme" (QGIS Image Fusion) and a screenshot of the QGIS "Sanal Raster Oluştur" (Virtual Raster Creation) dialog box.

The "Sanal Raster Oluştur" dialog box shows the "Değişkenler" (Variables) tab. The "Processing algorithm..." section displays the following input parameters:

```
{ 'INPUT' : ['C:/dersler/UAU/data/landsat 97 _3.img', 'C:/dersler/UAU/data/landsat 97 _2.img', 'C:/dersler/UAU/data/landsat 97 _1.img'], 'RESOLUTION' : 1, 'SEPARATE' : True, 'PROJ_DIFFERENCE' : False, 'OUTPUT' : 'C:/dersler/UAU/data/landsat 321.vrt' }
```

The "GDAL command:" section shows the command:

```
gdalbuildvrt -resolution highest -separate -input_file_list C:/Users/User/AppData/Local/Temp/buildvrt_02bdaba9101e4978bb542807a580c605/buildvrtInputFiles.txt "C:/dersler/UAU/data/landsat 321.vrt"
```

The "GDAL command output:" section shows the progress:

```
0...10...20...30...40...50...60...70...80...90...100 - done.
```

The "Execution completed in 0.21 seconds" section shows the results:

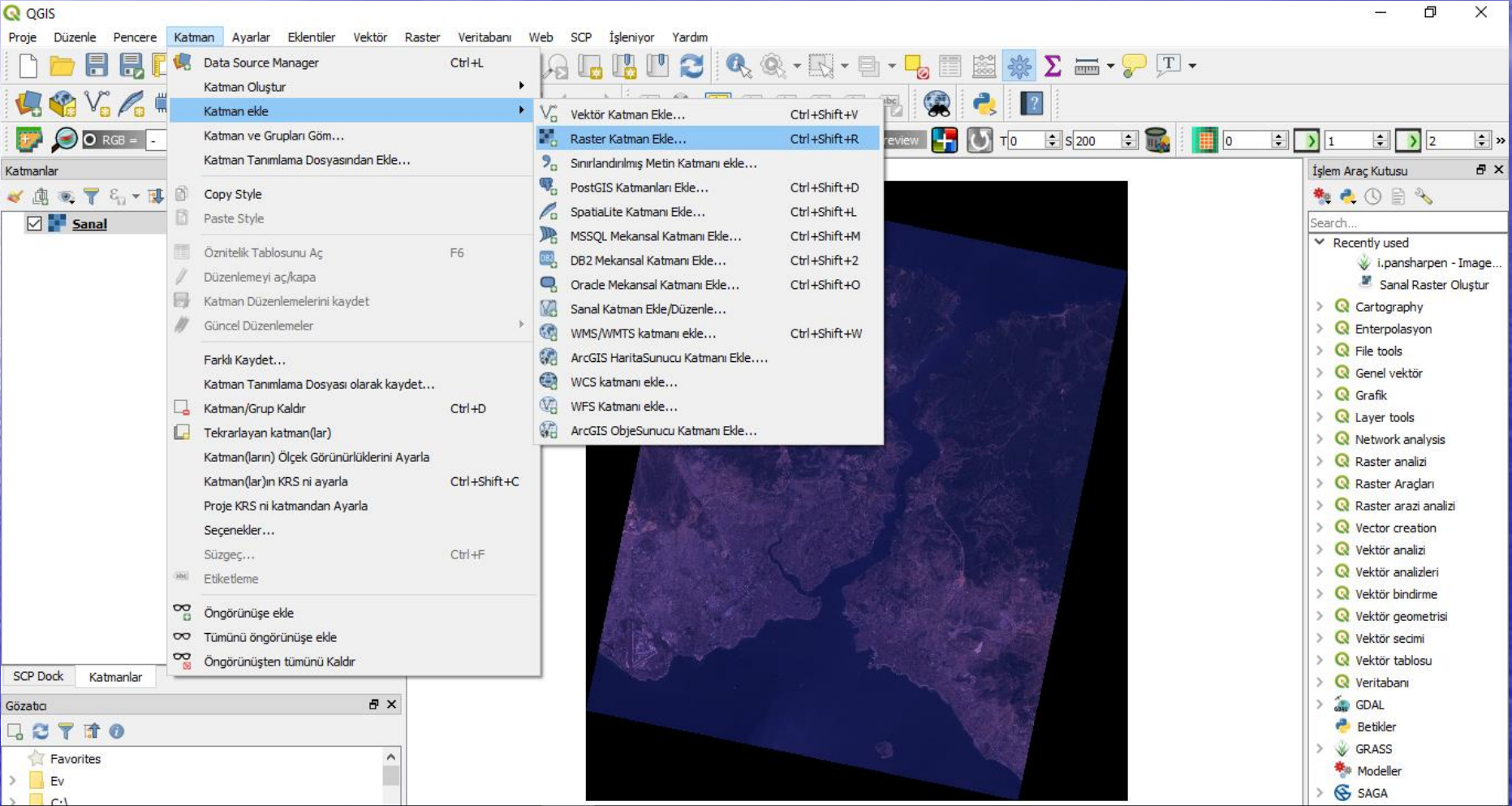
```
{ 'OUTPUT' : <QgsProcessingOutputLayerDefinition {'sink':C:/dersler/UAU/data/landsat 321.vrt, 'createOptions': {'fileEncoding': 'System'}}> }
```

The "Sonuç katmanlar yükleniyor" (Loading result layers) section shows the message:

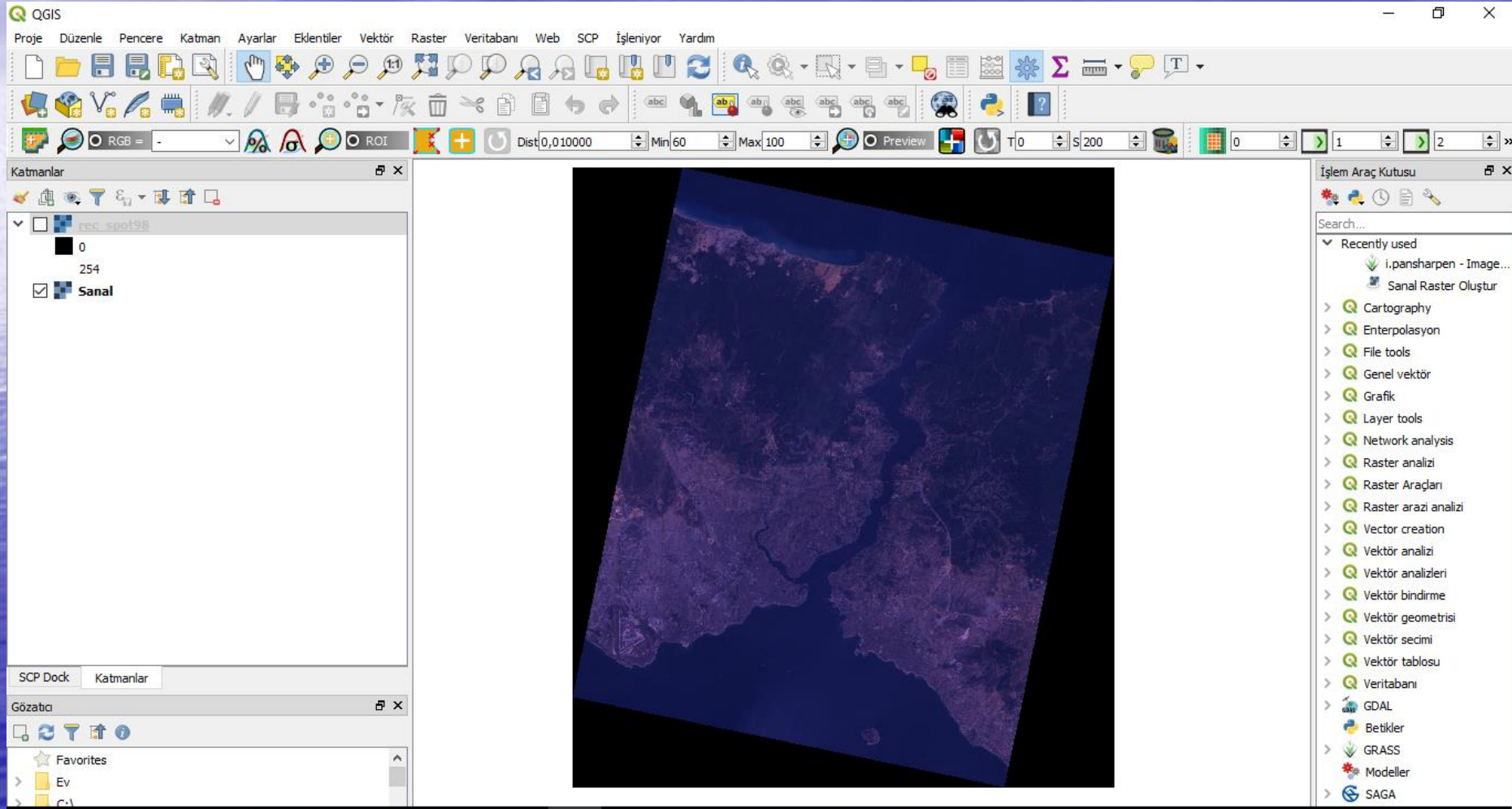
```
Algorithm 'Sanal Raster Oluştur' finished
```

The dialog box has a progress bar at the bottom showing 0% completion, and buttons for "Run as Batch Process...", "Run in Background", "Close", and "Help".

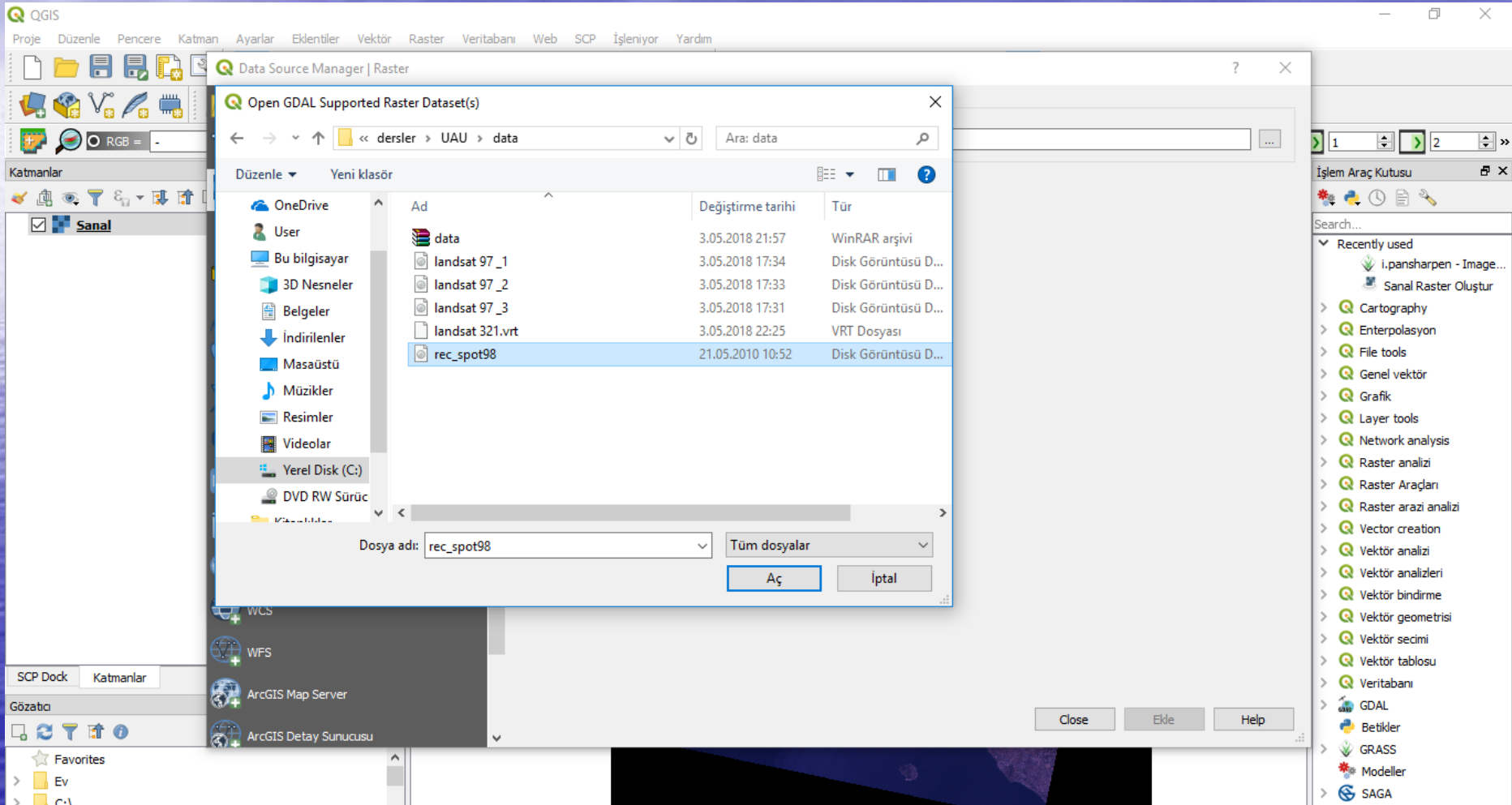
QGIS Görüntü Birleştirme (Image Fusion)



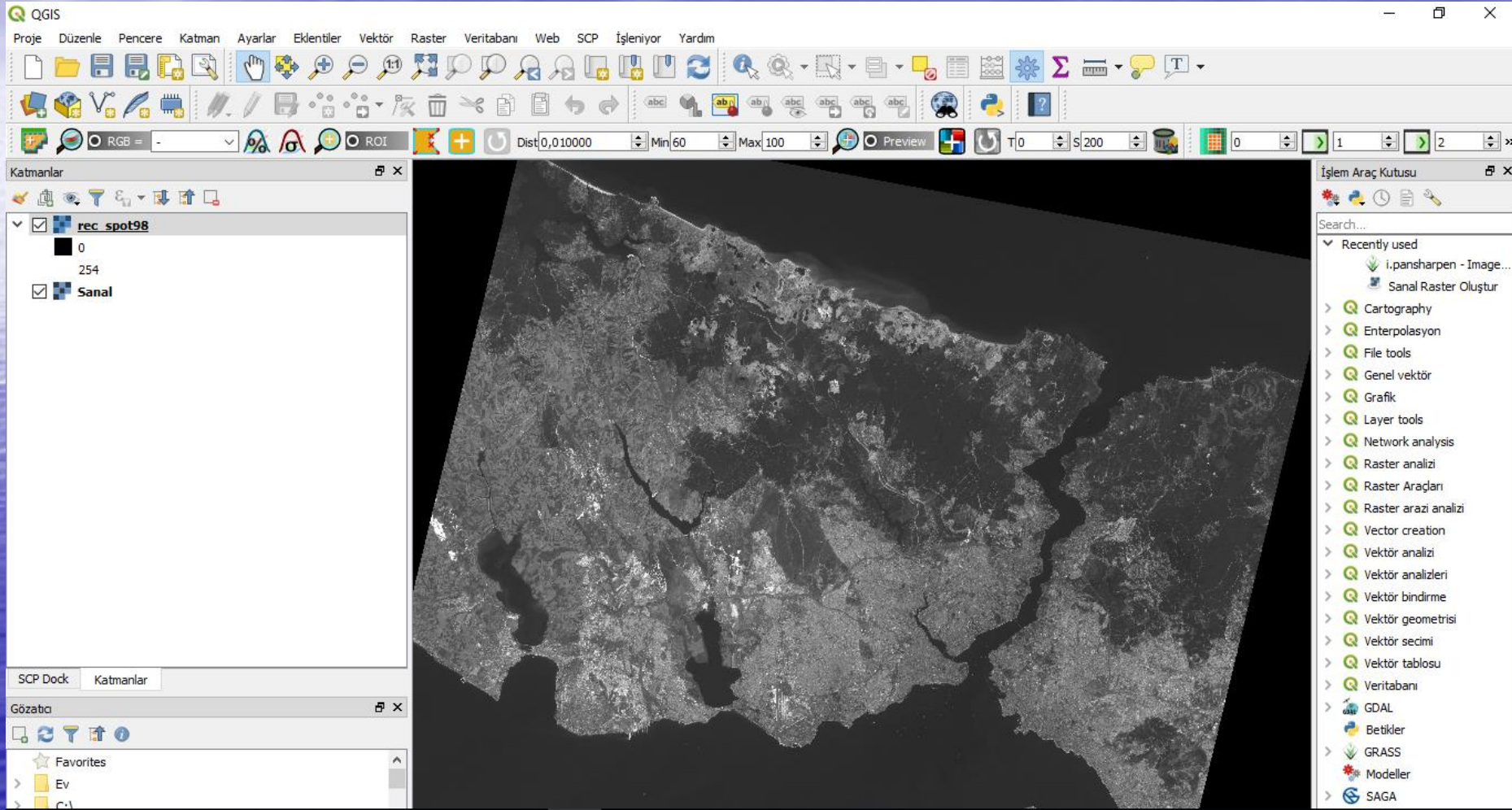
QGIS Görüntü Birleştirme (Image Fusion)



QGIS Görüntü Birleştirme (Image Fusion)



QGIS Görüntü Birleştirme (Image Fusion)



QGIS Görüntü Birleştirme (Image Fusion)



Düşük çözünürlüklü landsat görüntüsü Yüksek çözünürlüklü Spot pankromatik görüntüsü

QGIS Görüntü Birleştirme (Image Fusion)

The image displays the QGIS desktop application interface. The main window shows a satellite image of a coastal area. The 'Katmanlar' (Layers) panel on the left lists two layers: 'rec_spot98' and 'Sanal'. The 'İşlem Araç Kutusu' (Processing Toolbox) on the right shows a list of processing tools, with 'i.pansharpen - Image fusion algorithms to sharpen multispectral with high-res panchromatic channels' selected. The dialog box for this tool is open, showing the following settings:

- Değişkenler** (Variables) tab is selected.
- Input:** 'C:/dersler/UJAU/data/landsat 97 _2.img'
- Name of blue channel:** 'C:/dersler/UJAU/data/landsat 97 _1.img'
- Name of raster map to be used for high resolution panchromatic channel:** 'C:/dersler/UJAU/data/rec_spot98.img'
- Method:** 'brovey'
- Enhanced Red:** 'C:/dersler/UJAU/data/landsat 97 _3 b.img'
- Enhanced Green:** 'C:/dersler/UJAU/data/landsat 97 _2 b.img'
- Enhanced Blue:** 'C:/dersler/UJAU/data/landsat 97 _1 b.img'
- Options:** All checkboxes for 'Algoritmayı çalıştırdıktan sonra çıktı dosyası aç' (Open output file after running the algorithm) are checked.
- Progress:** 0%
- Buttons:** 'Çalıştır' (Run), 'Close', 'Help', and 'Run as Batch Process...

QGIS Görüntü Birleştirme (Image Fusion)

Microsoft PowerPoint window titled "pansharpening sunum naci yastikli [Uyumluluk Modu] - Microsoft PowerPoint". The slide content is titled "QGIS Görüntü Birleştirme".

The slide content includes a screenshot of the QGIS interface showing the "pansharpen - Image fusion algorithms to sharpen multispectral with high-res panchromatic channels" dialog box. The dialog box shows the "Değişkenler" (Variables) tab with the following text:

```
Input raster map contains cells with NULL-value (no-data). The value nan will be used to represent no-data values in the input map. You can specify a nodata value with the nodata option.
```

```
Exporting raster data to HFA format...
```

```
2..5..8..11..14..17..20..23..26..29..32..35..38..41..44..47..50..53..56..59..62..65..68..71..74..77..80..83..86..89..92..95..98..100
```

```
r.out.gdal tamamlandı. File <C:/dersler/UAU/data/landsat 97_1 b.img> created.
```

```
C:\OSGEO4~1\bin>exit
```

```
Execution of <C:/Users/User/AppData/Local/Temp/processing_02bdaba9101e4978bb542807a580c605/grass_batch_job.cmd> finished.
```

```
Cleaning up temporary files...
```

Traceback (most recent call last):
File "C:/OSGEO4~1/apps/qgis/.python/plugins/processing/algs/grass7/Grass7Algorithm.py", line 395, in processAlgorithm
if isinstance(out, QgsProcessingOutputHtml):
NameError: name 'QgsProcessingOutputHtml' is not defined

Execution failed after 79.58 seconds

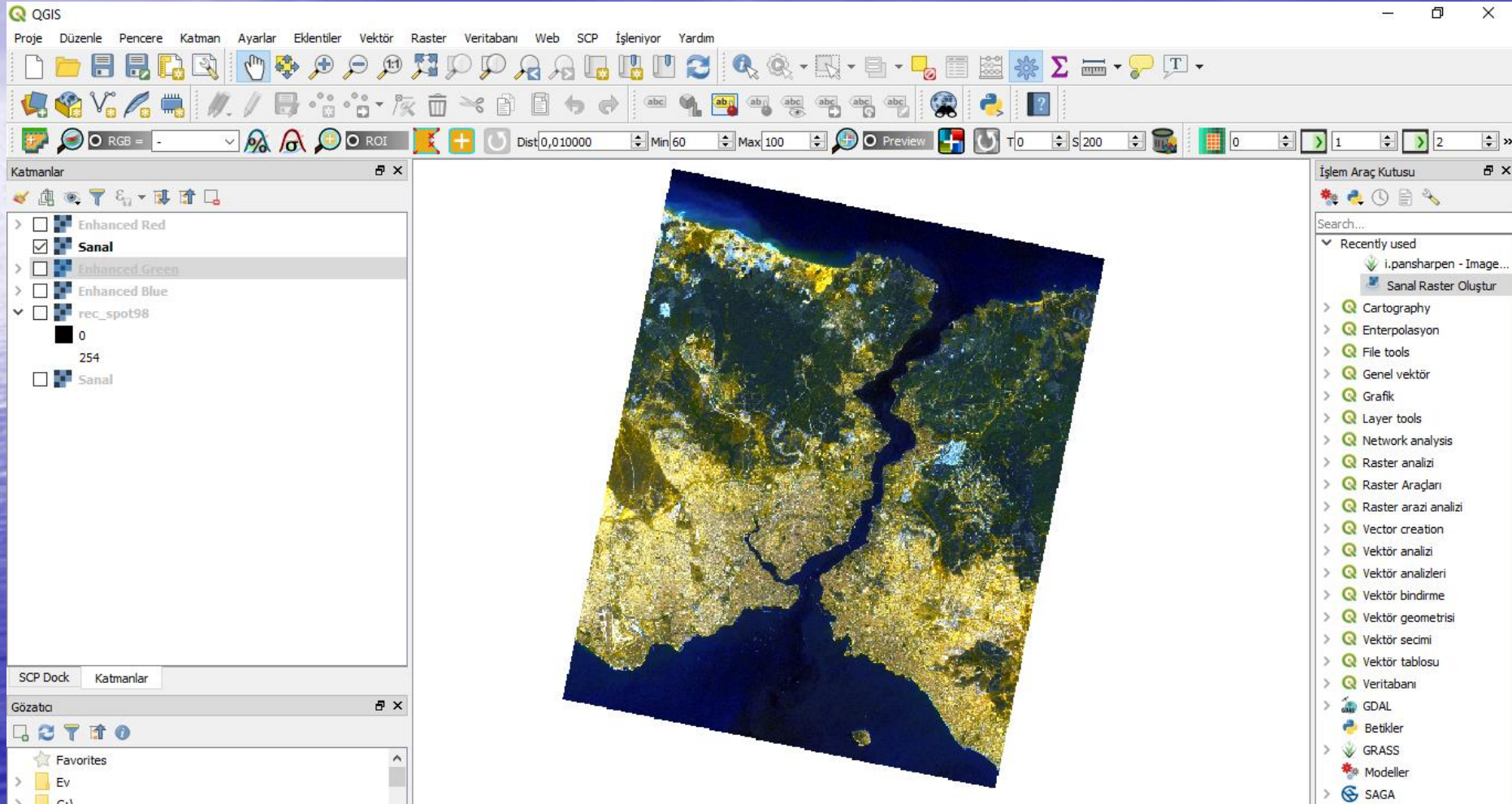
Sonuç katmanlar yükleniyor
Algoritma 'i.pansharpen - Image fusion algorithms to sharpen multispectral with high-res panchromatic channels' tamamlandı

The dialog box also shows a progress bar at 0% and buttons for "Run as Batch Process...", "Çalıştır", "Close", and "Help".

The slide also shows a list of slides on the left, with slide 50 selected. The slide number 50 is highlighted in yellow.

The slide footer shows "Slayt 50 / 66" and "Okyanus".

QGIS Görüntü Birleştirme (Image Fusion)



QGIS Görüntü Birleştirme (Image Fusion)

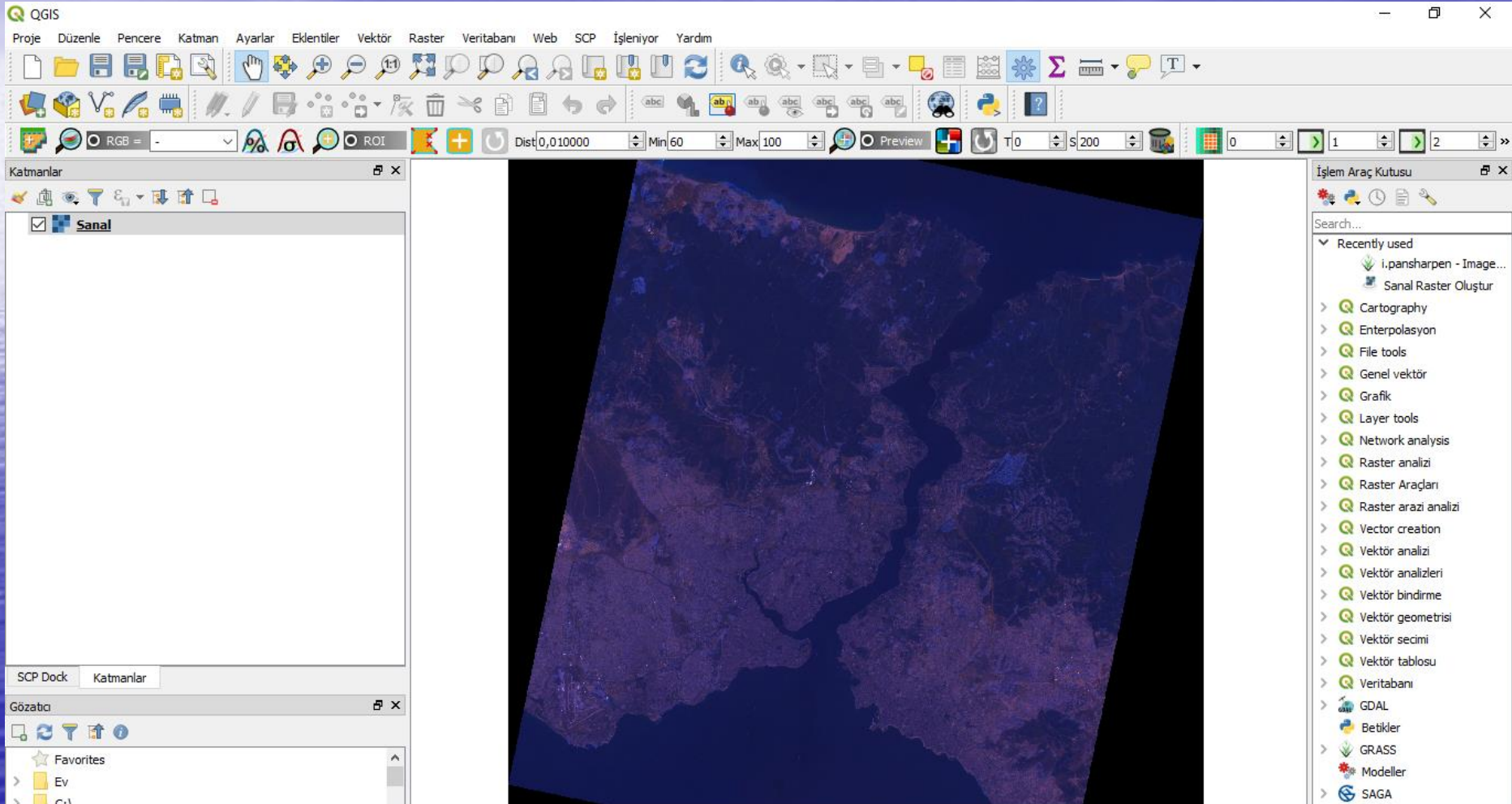
Microsoft PowerPoint window titled "pansharpening sunum naci yastikli [Uyumluluk Modu] - Microsoft PowerPoint". The slide titled "QGIS Görüntü Birleştirme (Image Fusion)" is displayed. The slide content shows a screenshot of the QGIS Image Fusion dialog box.

The QGIS Image Fusion dialog box is titled "i.pansharpen - Image fusion algorithms to sharpen multispectral with high-res panchromatic channels". It contains the following fields and options:

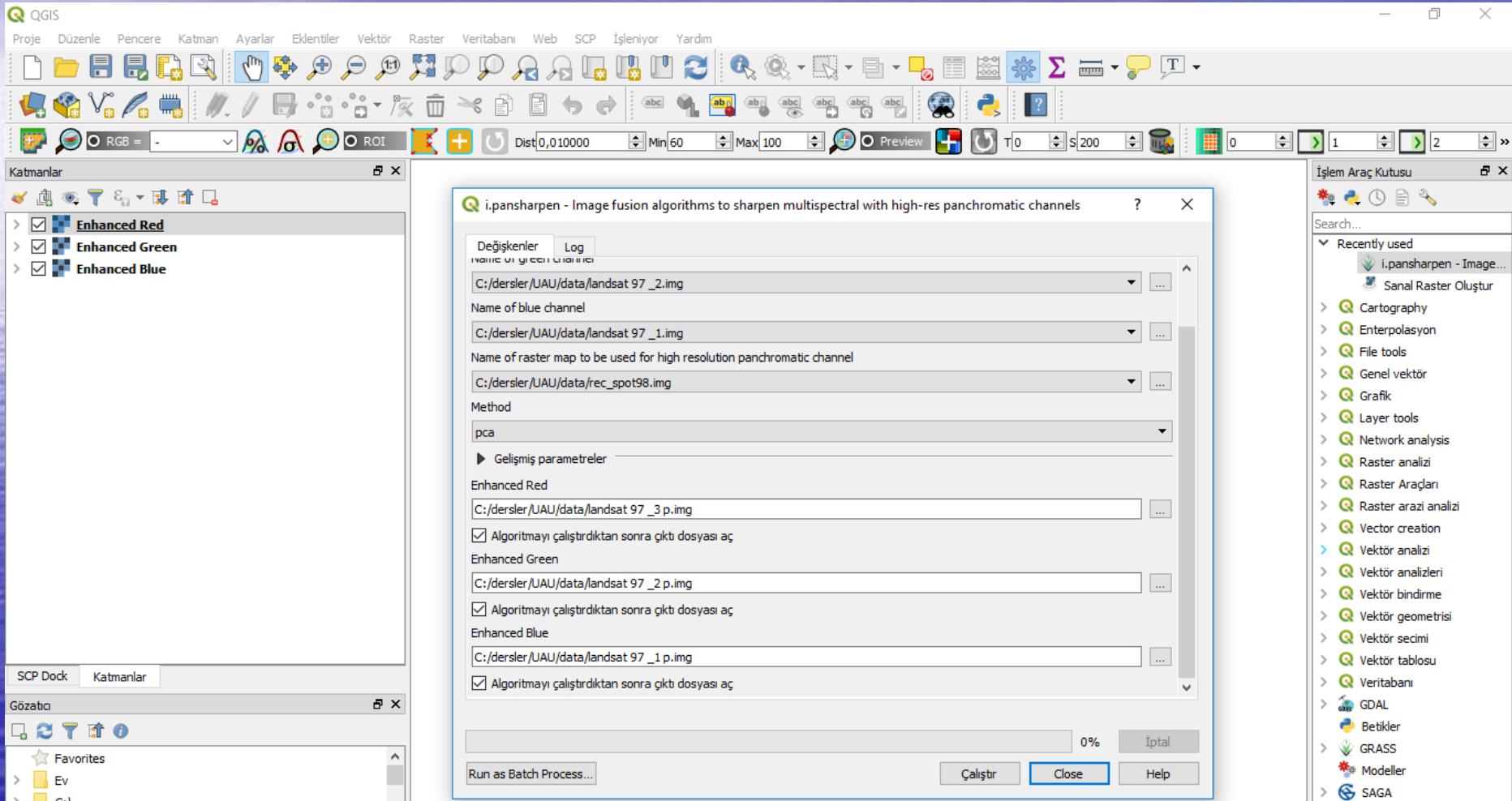
- Değişkenler** (Variables) tab is selected.
- Log** button is present.
- Input File:** C:/dersler/UAU/data/landsat 97_2.img
- Name of blue channel:** C:/dersler/UAU/data/landsat 97_1.img
- Name of raster map to be used for high resolution panchromatic channel:** C:/dersler/UAU/data/rec_spot98.img
- Method:** ihs
- Gelişmiş parametreler** (Advanced parameters) section is expanded.
- Enhanced Red:** C:/dersler/UAU/data/landsat 97_3.i.img
- ☒ Algoritmayı çalıştırdıktan sonra çıktı dosyası aç
- Enhanced Green:** C:/dersler/UAU/data/landsat 97_2.i.img
- ☒ Algoritmayı çalıştırdıktan sonra çıktı dosyası aç
- Enhanced Blue:** C:/dersler/UAU/data/landsat 97_1.i.img
- ☒ Algoritmayı çalıştırdıktan sonra çıktı dosyası aç
- Progress bar:** 0%
- Buttons:** Çalıştır (Run), İptal (Cancel), Close, Help
- Run as Batch Process...** button is also present.

The slide also shows a list of slides on the left, with slide 52 selected. The slide content shows a screenshot of the QGIS Image Fusion dialog box.

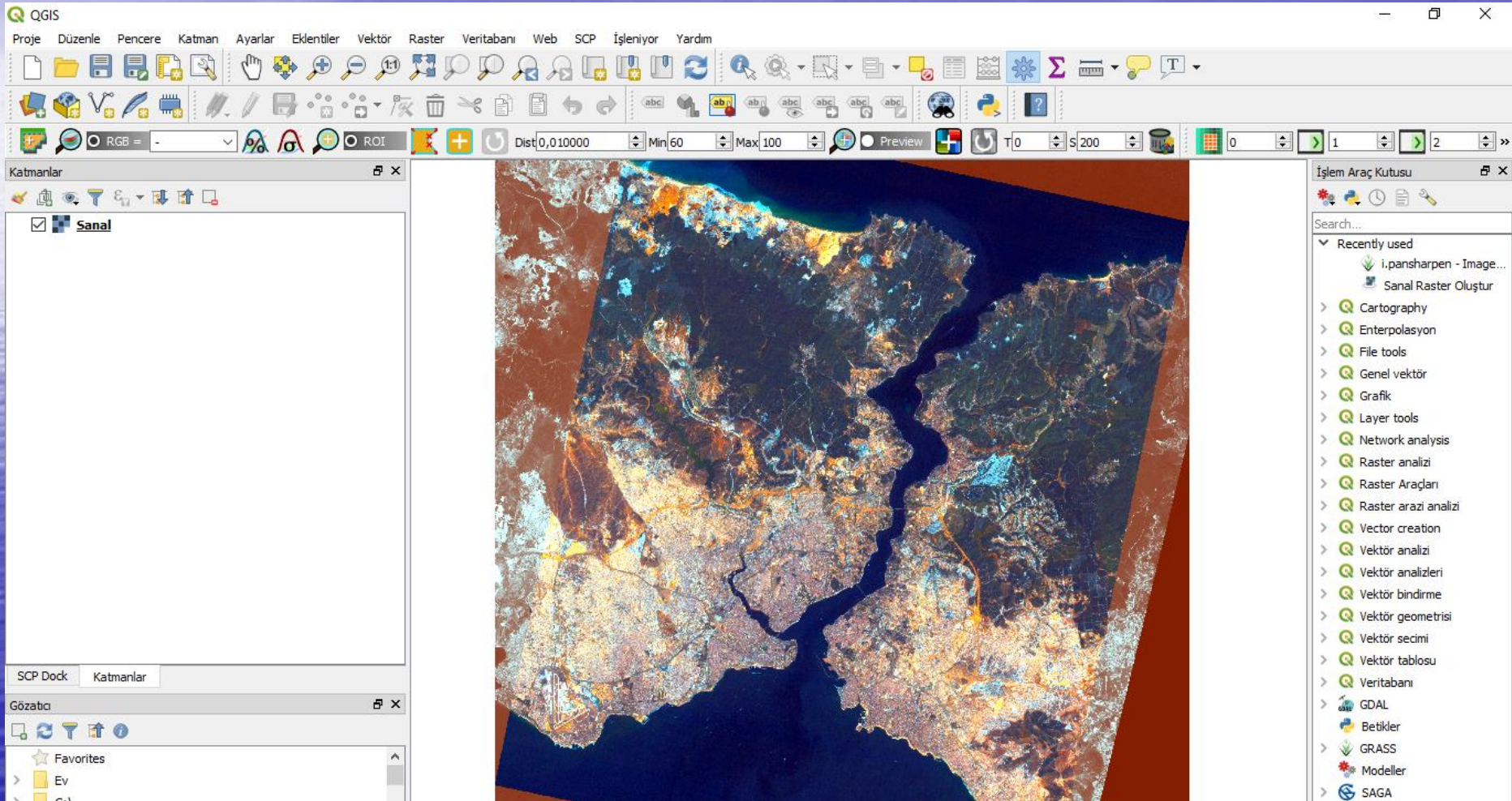
QGIS Görüntü Birleştirme (Image Fusion)



QGIS Görüntü Birleştirme (Image Fusion)



QGIS Görüntü Birleştirme (Image Fusion)

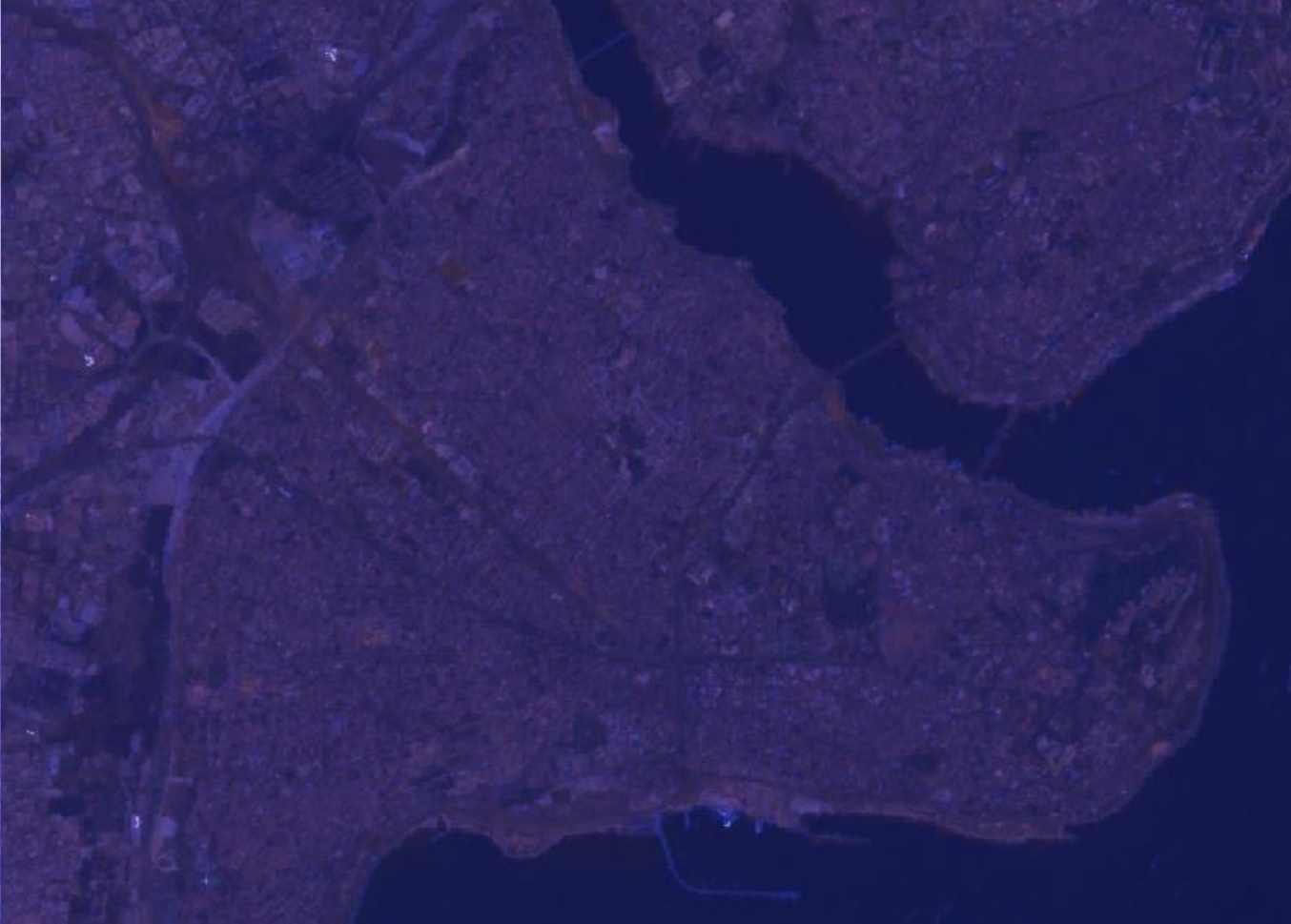


QGIS Görüntü Birleştirme (Image Fusion)



Brovey

QGIS Görüntü Birleştirme (Image Fusion)



IHS

QGIS Görüntü Birleştirme (Image Fusion)



IHS