



ESKİŞEHİR TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
ESKİŞEHİR TECHNICAL UNIVERSITY



UZAKTAN ALGILAMA UYGULAMALARI

Editörler

Büşra İnan
Prof. Dr. Alper Çabuk

Yazar

Ramazan Küpçü

2022

 **başarsoft**



ESKİŞEHİR TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
ESKİŞEHİR TECHNICAL UNIVERSITY

başarsoft

AKADEMİ

Uzaktan Algılama Uygulamaları

Editörler

Büşra İnan

Prof.Dr. Alper Çabuk

Yazar

Ramazan Küpçü

BÖLÜMLER

1

Uzaktan Algılama

2

Uydu Görüntülerin İndirilmesi ve Ön İşleme Adımları

3

ERDAS IMAGINE'de Veri Görüntüleme

4

ERDAS IMAGINE'de Veri İşleme

5

SENTİNEL-2 Görüntülerinin Sınıflandırılması

6

Geometrik Düzeltme

7

Topoğrafik Analizler

8

Değişim Analizleri

Bu kitabın basım, yayın ve satış hakları Eskişehir Teknik Üniversitesi'ne aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri herhangi bir bilgi depolama ve erişim sistemiyle veya mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik ya da başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, aktarılamaz, dağıtılamaz.

Kapak Tasarımı

Alper Bayrakdar

Mizanpaj

Mehtap Özenen Kavlak

UZAKTAN ALGILAMA UYGULAMALARI

ISBN: 978-605-73552-1-8

ESTÜ Yayınları No:11

Tüm Hakları Saklıdır.

Eskişehir Teknik Üniversitesi, İki Eylül Kampüsü, 26555, Eskişehir.

 +90 222 321 3550

Kütüphane Kartı

Bilgi teknolojileri, Uzaktan Algılama, Geomatik, Planlama, Mühendislik, Görüntü İşleme

Öğrenci Dekanlığımıza, Akademi Programlarımıza, destek veren tüm paydaşlarımıza ve öğrencilerimize teşekkür eder; 2022 Eskişehir Teknik Üniversitesi İklim Değişikliklerine Uyum Yılı kapsamında, gezegenimizin ve gezegenimizi oluşturan sistemlerin daha iyi anlaşılmasını sağlamak açısından bu kitabın yararlı olmasını dileriz.

İÇİNDEKİLER

1	UZAKTAN ALGILAMA	1
1.1	Uzaktan Algılamada Sensör Sistemleri	1
1.1.1	Pasif Algılama	2
1.1.2	Aktif Algılama	2
1.2	Algılayıcılar	3
1.2.1	Yer Esaslı Algılayıcılar	3
1.2.2	Uçak Esaslı Algılayıcılar	4
1.2.3	Uzay Aracı Esaslı Algılayıcılar	5
1.3	Uzaktan Algılamada Kullanılan Uydu Sistemleri	6
1.4	Uzaktan Algılamada Temel Prensipler	7
1.4.1	Elektromanyetik Radyasyon	8
1.4.2	Elektromanyetik Spektrum	9
1.5	Uzaktan Algılamayı Kısıtlayan Faktörler	10
1.5.1	Atmosferik Kısıtlar	10
1.5.2	Yeryüzü Kısıtları	11
1.6	Uzaktan Algılamanın Kullanım Alanları	12
2	UYDU GÖRÜNTÜLERİN İNDİRİLMESİ VE ÖN İŞLEME ADIMLARI	22
2.1	Rasat Görüntülerinin İndirilmesi	22
2.2	Landsat-8 Görüntülerinin İndirilmesi	26
2.2.1	Earth Explorer	27
2.3	Sentinel-2 Görüntülerinin İndirilmesi	35
2.3.1	Sentinel-2 Görüntülerinin Earth Explorer ile İndirilmesi	37
2.3.2	Sentinel-2 Görüntülerinin Sentinel-Hub ile İndirilmesi	38
2.4	Sentinel-1 Görüntülerinin İndirilmesi	42
3	ERDAS IMAGINE'DE VERİ GÖRÜNTÜLEME	46
3.1	Image Görüntüleme	46
3.1.1	Tüm Pencereyi Görüntüle Butonu (Fit To Frame)	48
3.1.2	Yaklaşma/ Uzaklaşma Seçenekleri	49
3.1.3	Önceki Görünüm (Previous Extent Butonu)	50
3.1.4	Ölçek Ayarları	50
3.1.5	Pan Butonu	50
3.2	Vektör Veri Görüntüleme	50
3.2.1	Katman Sıralaması	52
3.3	Birden Fazla Pencere Açma (Opening Multiple Views)	53

3.3.1	Pencereleri Bağlama (Linking Views)	54
3.4	Metadata Görüntüleme (Viewing Metadata)	56
3.5	Altlık Haritalar (Connecting to Basemaps)	59
3.6	ERDAS IMAGINE Özelleştirme	60
3.6.1	Workflow Sekmesi Oluşturma	60
3.6.2	Hızlı Erişim Çubuğu	63
4	ERDAS IMAGINE'DE VERİ İŞLEME	66
4.1	Görüntünün Subset Edilmesi (Görüntü Kesme)	66
4.2	Görüntülerin Mozaik Edilmesi (Görüntü Birleştirme)	69
4.3	Görüntü Zenginleştirme İşlemleri (Image Enhancement)	72
4.3.1	Görüntü Filtreleme Yöntemleri	72
4.4	Band Birleştirme (Layer Stack)	74
4.5	Görüntü Keskinleştirme (Pan-Sharpned)	77
4.6	Band Kombinasyonlarını Kullanma	80
4.6.1	Band Kombinasyonu Ekranını Tanımlama	80
4.6.2	Konum Bazlı Seçim İşlemi	82
4.7	Bitki İndeksi Oluşturma	83
4.7.1	Sentinel-2 Uydu Görüntüsü ile NDVI Hesaplama	84
4.7.2	Landsat-8 Uydu Görüntüsü ile NDVI Hesaplama	87
4.8	Su İndeksi	91
4.9	Spatial Modeller ile Landsat-8 Termal Band Analizi	93
5	SENTİNEL-2 GÖRÜNTÜLERİNİN SINIFLANDIRILMASI	97
5.1	Kontrolsüz Sınıflandırma	97
5.2	Kontrollü Sınıflandırma	99
5.3	Imagine Objective ile Nesne Tabanlı Özellik Çıkarma (Object Oriented Feature Extraction) ...	104
5.4	Makine Öğrenmesi Algoritması ile Sınıflandırma	115
6	GEOMETRİK DÜZELTME	131
6.1	Ortorektifikasyon	131
6.2	RPC ile Ortorektifikasyon	144
6.3	Imagine Autosync ile Görüntü Georeferanslama	155
6.4	Hava Fotoğraflarının Dengelenmesi	162
6.4.1	YKN Dengeleme İşlemleri	179
6.4.2	DTM Oluşturma	182
6.4.3	Ortofoto Üretimi	183
7	TOPOĞRAFİK ANALİZLER	191
7.1	Stereo Uydu Görüntülerinden Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) Üretilmesi	191

7.2	Profil Çıkarma	208
7.3	Eğim Haritası Üretme (Slope).....	210
7.4	Bakı Haritası Üretme (Aspect).....	213
7.5	Gölgeli Kabartma Haritası Üretme (Shaded Relief).....	215
7.6	Renkli Kabartma Haritası Üretme (Painted Relief).....	217
7.7	Raster Eş Yükseklik Eğrisi Üretme (Raster Contour)	218
7.8	Görünürlük Analizi (Viewshed Analysis).....	220
8	DEĞİŞİM ANALİZLERİ.....	222
8.1	Bölgesel Değişim Tespiti (Zonal Change Detection).....	222
8.2	Spatial Modeler ile Değişim Tespiti (Change Detection).....	225
	Kaynakça	228

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Uzaktan algılama bileşenleri (https://cdn-acikogretim.istanbul.edu.tr)	1
Şekil 1.2. Uzaktan algılamada pasif algılama yöntemi (https://cdn-acikogretim.istanbul.edu.tr/)	2
Şekil 1.3. Uzaktan algılamada aktif algılama yöntemi (https://cdn-acikogretim.istanbul.edu.tr/)	3
Şekil 1.4. Haymana Çiftliği'nde bulunan TARBİL istasyonu	4
Şekil 1.5. İHA sistemi ile görüntü çekimi (https://www.hk-ify.com/)	5
Şekil 1.6. Digital Globe Uyduları (https://spacenews.com/)	6
Şekil 1.7. Elektromanyetik dalgalar (https://tua.gov.tr/)	8
Şekil 1.8. Elektromanyetik Spektrum https://tua.gov.tr/	10
Şekil 1.9. Sağlıklı ve sağlıksız bitkilerin yaydıkları tayf sinyalleri	12
Şekil 1.10. Şehir atlası sınıfları (https://www.basarsoft.com.tr/)	13
Şekil 1.11. Drone ile çekilmiş tarım alanları (https://www.basarsoft.com.tr/)	14
Şekil 1.12. İstanbul 1985 (alt) – 2016 (üst) Landsat görüntüsü (https://earthexplorer.usgs.gov/)	15
Şekil 1.13. Drone ile hesaplanmış maden stok hesabı (https://www.basarsoft.com.tr/)	16
Şekil 1.14. İstanbul sınıflandırılmış tematik görüntüsü (https://web.cscrs.itu.edu.tr/)	17
Şekil 1.15. Halihazır harita üretimi (https://www.basarsoft.com.tr/)	17
Şekil 1.16. Denizlerde kirlilik analizi (https://creodias.eu/)	18
Şekil 1.17. Digital Globe Uydusu imha edilmiş bina görüntüsü	19
Şekil 1.18. 13 Şubat 2017 RASAT Uydusu Şili orman yangınları (https://gezgin.gov.tr/)	20
Şekil 1.19. 14 Aralık 2017 RASAT Uydusu Kaliforniya yangını (https://gezgin.gov.tr/)	20
Şekil 1.20. Güneş panellerinde anomali tespiti (https://thermalcapture.com/)	21
Şekil 2.1. RASAT Uydusu (http://www.uzay.tubitak.gov.tr)	22
Şekil 2.2. Gezgin portalı	23
Şekil 2.3. Bulutluluk ve tarih filtresi	24
Şekil 2.4. Görüntü arama araçları	24
Şekil 2.5. Sınırlara göre arama	25
Şekil 2.6. Görüntü seçim ekranı	25
Şekil 2.7. Görüntü detayları	26
Şekil 2.8. Earth Explorer kullanıcı arayüzü	27
Şekil 2.9. Portale yeni kayıt olma arayüzü	28
Şekil 2.10. Görüntü arama kriterleri	29
Şekil 2.11. Görüntü arama kriterleri	29
Şekil 2.12. Görüntü arama kriterleri	30
Şekil 2.13. Arama kriteri olarak Path-Row seçimi	30
Şekil 2.14. KML/Shapefile yükleyerek arama yapma	30

Şekil 2.15. Konum seçme	31
Şekil 2.16. Seçilen alanın ekran görünümü	31
Şekil 2.17. Tarih seçme.....	31
Şekil 2.18. Veri seti seçim ekranı, Landsat-8 veri seçimi	32
Şekil 2.19. Ek kriter seçim ekranı, Landsat-8 için yapılan seçimler	33
Şekil 2.20. Görüntünün ön izlemesi, adı, çekim tarihi, Path, Row	33
Şekil 2.21. Sonuçların footprint olarak haritada gösterilmesi.....	34
Şekil 2.22. Sonuçların ön izleme olarak haritada gösterilmesi	34
Şekil 2.23. Download options penceresi	35
Şekil 2.24. Sentinel-2 bandları	36
Şekil 2.25. Veri seti olarak Sentinel-2 seçimi	37
Şekil 2.26. Sentinel-2 arama sonuçlarının footprint olarak gösterilmesi.....	37
Şekil 2.27. Sentinel-2 indirilebilir veri tipleri.....	38
Şekil 2.28. Copernicus Open Access Hub arayüz görüntüsü	38
Şekil 2.29. Copernicus Open Access Hub arayüzüne kayıt olma ve giriş yapma.....	39
Şekil 2.30. Sentinel Hub arama yapma ve ilgi alanı seçme ekranı	40
Şekil 2.31. Sentinel Hub, sonuçların listelenmesi	40
Şekil 2.32. Sentinel-2 verisi ikonları	41
Şekil 2.33. Sentinel-2 için ürün bilgisi görüntüleme.....	41
Şekil 2.34. Cartta eklenen görüntülerin listesi	42
Şekil 2.35. Copernicus Open Access Hub	43
Şekil 2.36. Copernicus Open Access Hub giriş ekranı.....	44
Şekil 2.37. Veri özelliklerinin seçimi	44
Şekil 2.38. Arama kriterlerine uygun sonuçların görüntülenmesi	44
Şekil 2.39. Verinin indirilmesi.....	45
Şekil 3.1. Select layer to add penceresi.....	46
Şekil 3.2. Raster options penceresi	47
Şekil 3.3. Multiple penceresi	48
Şekil 3.4. Tüm pencereyi görüntüleme	49
Şekil 3.5. Scale and Angle grubu	50
Şekil 3.6. Vektör veri görüntülemek	51
Şekil 3.7. True color seçeneği.....	52
Şekil 3.8. Katmanların sırasını değiştirme	52
Şekil 3.9. Sırası değiştirilmiş katman görüntüsü	53
Şekil 3.10. Ekranda üçüncü bir görüntü açma	54
Şekil 3.11. Lock yöntemi	55

Şekil 3.12. Link yöntemi	55
Şekil 3.13 Görüntünün metadata özelliklerinin incelenmesi	56
Şekil 3.14. Image metadata penceresi	57
Şekil 3.15. Görüntünün metadata özelliklerinin incelenmesi	58
Şekil 3.16. Map Info (Pixel Center) bölümünden Unit kısmını meters olarak değiştirme	58
Şekil 3.17. Basemap penceresi.....	59
Şekil 3.18. Basemap görünümü	60
Şekil 3.19. Clear view aracı.....	60
Şekil 3.20. Darwin_subset penceresinin görünümü	61
Şekil 3.21. My Workflow ekranı	61
Şekil 3.22. My workflow penceresi	62
Şekil 3.23. Sekmede yer alan araçları düzenleme.....	62
Şekil 3.24. Add to gallery komutu	63
Şekil 3.25. Multispectral.ico ikonunu.....	63
Şekil 3.26. Smart Control çubuğunda bulunan aracı kaldırma.....	64
Şekil 3.27. Smart Control çubuğuna araç ekleme	64
Şekil 3.28. Hızlı erişim çubuğuna araç ekleme	65
Şekil 4.1. Sentinel-2 görüntüsünün ERDAS IMAGINE arayüzünde görüntülenmesi	66
Şekil 4.2. Görüntünün false color görüntülenmesi	67
Şekil 4.3. AOI tanımlanması	67
Şekil 4.4. Subset diyalogu.....	68
Şekil 4.5. Subset edilmiş ekran görüntüsü	69
Şekil 4.6. MosaicPro diyalogu	70
Şekil 4.7. Renk düzeltme diyalogu	71
Şekil 4.8. Çıktı ürünün özelliklerini tanımlama diyalogu	71
Şekil 4.9. Mosaic ekran görüntüsü	72
Şekil 4.10. Görüntü filtreleme.....	74
Şekil 4.11. Layer stack fonksiyonun çalıştırılması	74
Şekil 4.12. Layer stack diyalogu	75
Şekil 4.13. Layer stack edilmiş görüntü.....	76
Şekil 4.14. PanSharp sonucu	77
Şekil 4.15. HCS Resolution Merge algoritması	78
Şekil 4.16. PanSharp diyalogu	79
Şekil 4.17. PanSharp sonucu	79
Şekil 4.18. Veri setinin açılması.....	80
Şekil 4.19. Uydu türünün seçilmesi.....	81

Şekil 4.20. Farklı band kombinasyonu örnekleri	81
Şekil 4.21. Farklı band kombinasyonu örnekleri için ekran görüntüleri	82
Şekil 4.22. Konum bazlı seçim işlemi.....	82
Şekil 4.23.True Color	83
Şekil 4.24. Orman yangınındaki görsel farklılıkların gösterimi.....	83
Şekil 4.25. Veri setini açma	84
Şekil 4.26. NDVI oluşturma diyalogu.....	85
Şekil 4.27. NDVI görüntüsü	85
Şekil 4.28. Dosya seçim diyalogu	86
Şekil 4.29. Image Chain ekranı	86
Şekil 4.30. Color Table ekranı.....	87
Şekil 4.31. NDVI görüntüsü	87
Şekil 4.32. Veri setini açma	88
Şekil 4.33. False Color IR kombinasyonu.....	88
Şekil 4.34. Indices komutu	89
Şekil 4.35. Band seçimi penceresi	90
Şekil 4.36. NDVI görüntüsü	90
Şekil 4.37. Su indeksi örnekleri	91
Şekil 4.38. Indices komutu ile su indeksi oluşturma	92
Şekil 4.39. Su indeksi ekran görüntüsü	93
Şekil 4.40. Termal Band ve spatial modelin ekranda görüntülenmesi.....	94
Şekil 4.41. Termal Band dönüşümü için gerekli parametre tanımları.....	95
Şekil 4.42. File Chooser diyalogu.....	95
Şekil 4.43. Image Chain tema seçimleri	96
Şekil 4.44. Termal görüntünün değişik renk temalarında görüntülenmesi	96
Şekil 5.1. Kontrolsüz sınıflandırma diyalogu	98
Şekil 5.2. Kontrolsüz sınıflandırma sonucu	99
Şekil 5.3. Sentinel-2 false color görüntüleme	100
Şekil 5.4. Region Growing diyalogu.....	100
Şekil 5.5. Eğitim verisi toplama	101
Şekil 5.6. Signature Editor diyalogu	101
Şekil 5.7. Kontrollü sınıflandırma diyalogu	102
Şekil 5.8. Sınıfların görüntülenmesi	103
Şekil 5.9. Sınıfların birleştirilmesi	104
Şekil 5.10. Sonuç görüntüsü	104
Şekil 5.11. Alt klasör oluşturma	105

Şekil 5.12. Sistem değişkenleri kısmı.....	105
Şekil 5.13. Sistem değişkenleri düzenleme	106
Şekil 5.14. Objective Workstation Startup diyalogu	106
Şekil 5.15. Proje dosyası oluşturma	107
Şekil 5.16. Variable tanımlama diyalogu.....	107
Şekil 5.17. Obje tanımlama işlemleri	108
Şekil 5.18. Eğitim verisi toplama-1.....	109
Şekil 5.19. Eğitim verisi toplama-2.....	109
Şekil 5.20. Raster Object Creators ayarları	110
Şekil 5.21. Raster Object Operators ayarları.....	110
Şekil 5.22. En küçük ve en büyük objenin büyüklüğünün tanımlanması	111
Şekil 5.23. En küçük olasılık değerinin girilmesi	111
Şekil 5.24. Çıktı ürün polygon olarak düzenlenir.....	112
Şekil 5.25. Yumuşatma ve genelleştirme ayarları	112
Şekil 5.26. Vector Object Processor ayarları.....	113
Şekil 5.27. Dissolve ayarları.....	113
Şekil 5.28. Sonuç ekranı	114
Şekil 5.29. Sonuçların incelenmesi.....	114
Şekil 5.30. Sınıflandırma yapılacak uydu görüntüsünün ve eğitim verisinin görüntülenmesi	116
Şekil 5.31. Vektör veriyi renklendirme.....	116
Şekil 5.32. Vektör eğitim verisinin sınıflarına göre renklendirilmesi	117
Şekil 5.33. Point verisinin veri tabanına DN değerlerinin yazdırılması	118
Şekil 5.34. Features Input tanımlanması.....	118
Şekil 5.35. Sınıflandırılacak görüntü.....	119
Şekil 5.36. Raster Statistics Per Feature fonksiyonu	119
Şekil 5.37. Çıktı vektör *.shp dosyası	119
Şekil 5.38. Vektör eğitim verisine raster görüntüdeki DN değerlerinin yazdırılması	120
Şekil 5.39. Vektör eğitim verisine DN değerlerinin eklenmesi.....	121
Şekil 5.40. Features Input tanımlanması.....	122
Şekil 5.41. Select Attributes fonksiyonu	122
Şekil 5.42. Initialize Random Forest fonksiyonu	123
Şekil 5.43. Machine Intellect Output fonksiyonu.....	123
Şekil 5.44. Random Forest Algoritması sonra kullanılmak üzere Makine Öğrenmesi Modeli	124
Şekil 5.45. Raster Input fonksiyonu.....	124
Şekil 5.46. Machine Intellect Input fonksiyonu.....	125
Şekil 5.47. Using Machine Learning fonksiyonu.....	125

Şekil 5.48. Raster Output fonksiyonu.....	126
Şekil 5.49. Sınıflandırma için Makine Öğrenme Modeli.....	126
Şekil 5.50. Random Forest Algoritması ve Makine Öğrenme Tekniği ile sınıflandırılmış görüntü	127
Şekil 5.51. Statistical Filtering fonksiyonu.....	127
Şekil 5.52. İstatistik filtrelemesi sonucu parazitlerinden temizlenmiş tematik görüntü	128
Şekil 5.53. Parazit temizleme yapılacak parselin zoomlanması	128
Şekil 5.54. Düzeltilecek parselin sınıf numarasının öğrenilmesi	129
Şekil 5.55. Parsel içinde parazit piksellerin temizlenmesi.....	130
Şekil 6.1. Ortho olmayan görüntü (sol) - Ortho yapılmış görüntü (sağ).....	131
Şekil 6.2. Blok oluşturulması ekranı	132
Şekil 6.3. Kamera modeli seçim menüsü	132
Şekil 6.4. Projeksiyon ve koordinat sistemi belirleme menüsü	133
Şekil 6.5. Ortorektifikasyonu yapılacak görüntünün eklenmesi	133
Şekil 6.6. Kameranın iç parametrelerinin belirlenmesi.....	134
Şekil 6.7. Kamera sensor bilgilerinin belirlenmesi menüsü	134
Şekil 6.8. Kamera yönelim bilgilerinin girilmesi	134
Şekil 6.9. Yer çözünürlüğü bilgilerinin girilmesi (PAN)	135
Şekil 6.10. Classic Point Measurement arayüzünün açılması	135
Şekil 6.11. YKN seçim arayüzü.....	136
Şekil 6.12. Referans görüntünün belirlenmesi.....	137
Şekil 6.13. Referans görüntünün seçilmesi ekranı.....	137
Şekil 6.14. SYM (DEM) görüntüsünün belirlenmesi	138
Şekil 6.15. YKN girilmesi-1.....	138
Şekil 6.16. YKN girilmesi-2.....	139
Şekil 6.17. YKN girilmesi -3	140
Şekil 6.18. YKN'lerin özelliklerinin tanımlanması-1.....	140
Şekil 6.19. YKN'lerin özelliklerinin tanımlanması-2.....	140
Şekil 6.20. RMSE hatasının raporlanması.....	141
Şekil 6.21. RMSE hata değerleri	141
Şekil 6.22. Ortorektifikasyonun çalıştırılması.....	142
Şekil 6.23. Proje yönetim arayüzü.....	142
Şekil 6.24. Ortorektifikasyon çıktı görüntüsünün tanımlanması.....	143
Şekil 6.25. Referans görüntü ile orthorektifikasyon olmuş görüntünün karşılaştırılması.....	144
Şekil 6.26. Block dosyası oluşturma	145
Şekil 6.27. RPC model seçimi	145
Şekil 6.28. Projeksiyon tanımlama	146

Şekil 6.29. Projeksiyon ve koordinat sistemi belirleme menüsü	146
Şekil 6.30. Ortho olacak görüntünün seçimi	147
Şekil 6.31. Kameranın iç parametrelerinin belirlenmesi	147
Şekil 6.32. RPC bilgilerinin belirlenmesi menüsü	148
Şekil 6.33. RPC dosyasının seçimi	148
Şekil 6.34. Ortho yapılacak görüntü	148
Şekil 6.35. YKN girilmesi-1	149
Şekil 6.36. YKN'lerin import edilmesi	149
Şekil 6.37. Reference YKN seçimi	150
Şekil 6.38. Referans projeksiyon sistemi belirleme	150
Şekil 6.39. Reference YKN import edilmesi	151
Şekil 6.40. Reference YKN'lerin görüntülenmesi	151
Şekil 6.41. Image YKN'lerin import edilmesi	152
Şekil 6.42. Image YKN seçimi	152
Şekil 6.43. Image YKN import edilmesi	153
Şekil 6.44. RMSE hatanın raporlanması	153
Şekil 6.45. RPC modelin çalıştırılması	154
Şekil 6.46. Ortho Resampling ekran görünümü	154
Şekil 6.47. Ortho görüntü oluşturma	155
Şekil 6.48. AutoSync Workstation diyalogu	156
Şekil 6.49. AutoSync yeni proje oluşturma diyalogu	156
Şekil 6.50. Georeferanslama yapılacak görüntünün seçilmesi	157
Şekil 6.51. Referans görüntünü seçilmesi	157
Şekil 6.52. Create GCP aracı ile 2 adet GCP işaretlenmesi	158
Şekil 6.53. Project Properties diyalogu -1	158
Şekil 6.54. Project Properties diyalogu -2	159
Şekil 6.55. Project Properties diyalogu -3	159
Şekil 6.56. Resample Settings diyalogu	160
Şekil 6.57. IMAGINE AutoSync Project Properties diyalogu	160
Şekil 6.58. Project Properties diyalogu -4	160
Şekil 6.59. Otomatik Tie Point oluşturma	161
Şekil 6.60. Swipe ile kontrol	162
Şekil 6.61. Photogrammetric Project arayüzünün açılması	162
Şekil 6.62. Block dosyası oluşturma	163
Şekil 6.63. Kamera modelinin belirlenmesi	163
Şekil 6.64. Görüntülerin projeksiyon bilgisinin belirlenmesi	164

Şekil 6.65. Görüntülerin projeksiyon bilgisinin girilmesi.....	164
Şekil 6.66. Kamera bilgilerinin girilmesi	165
Şekil 6.67. Kamera dönüklük açıları ve uçuş yüksekliğinin girilmesi	165
Şekil 6.68. Photogrammetry ekranı	166
Şekil 6.69. Görüntü ekleme.....	166
Şekil 6.70. Görüntü ekleme diyalogu	167
Şekil 6.71. Photogrammetry ekranı.....	167
Şekil 6.72. Kamera iç yönelim bilgilerinin girilmesi.....	168
Şekil 6.73. Kamera dış yönelim bilgilerinin girilmesi.....	168
Şekil 6.74. Kamera dış yönelim bilgilerinin girilmesi.....	169
Şekil 6.75. Dış yönelim bilgilerinin import edilmesi.....	169
Şekil 6.76. Dış yönelim bilgilerinin düzenlenmesi	170
Şekil 6.77. Dış yönelim bilgilerinin düzenlenmesi	170
Şekil 6.78. Hava fotoğraflarının görüntülenmesi	171
Şekil 6.79. Stereo Point Measurement arayüzünün açılması	172
Şekil 6.80. Stereo Point Measurement arayüzü.....	172
Şekil 6.81. YKN'lerin import edilmesi	173
Şekil 6.82. YKN projeksiyon sisteminin tanımlanması.....	173
Şekil 6.83. Import Options diyalogu.....	174
Şekil 6.84. Fare ayarları.....	175
Şekil 6.85. Fare imleç rengini ayarları	175
Şekil 6.86. YKN işaretleme	176
Şekil 6.87. YKN işaretleme	177
Şekil 6.88. YKN işaretleme	178
Şekil 6.89. Otomatik Tie Point oluşturma	178
Şekil 6.90. Tie Point tablosu	179
Şekil 6.91. Modelin çalıştırılması.....	179
Şekil 6.92. Modelin çalıştırılması.....	180
Şekil 6.93. RMSE hataların görüntülenmesi.....	180
Şekil 6.94. YKN görüntülenmesi.....	181
Şekil 6.95. Exterior modelin onayı	181
Şekil 6.96. ATE arayüzünün çalıştırılması	182
Şekil 6.97. DTM oluşturma.....	182
Şekil 6.98. DTM görüntüleme	183
Şekil 6.99. Ortho görüntü oluşturmak için DTM verisinin tanımlanması.....	184
Şekil 6.100. Görüntülerin eklenmesi.....	184

Şekil 6.101. Mozaik ekranı	185
Şekil 6.102. Mozaik Seamline düzenleme	185
Şekil 6.103. Mozaik görüntü ekranı	186
Şekil 6.104. Mozaik görüntü ekranı	186
Şekil 6.105. Mozaik görüntü ekranı	187
Şekil 6.106. Seamline düzenleme	187
Şekil 6.107. Renk düzenleme	188
Şekil 6.108. Çıktı ürün özelliklerinin belirlenmesi	189
Şekil 6.109. Çıktı ürün tanımlama	189
Şekil 6.110. Ortho görüntü.....	190
Şekil 7.1. Göktürk-2 Stereo görüntü çekimi	191
Şekil 7.2. L1R seviye görüntülerden pan keskinleştirme ve renk iyileştirme gerçekleştirilmiş görüntüler	192
Şekil 7.3. Block oluşturma diyalogu	193
Şekil 7.4. Kamera modeli seçim menüsü	193
Şekil 7.5. Projeksiyon ve koordinat sistemi belirleme menüsü	194
Şekil 7.6. Projeksiyon ve koordinat sistemi belirleme menüsü	195
Şekil 7.7. Stereo görüntülerden Part1'in eklenmesi	195
Şekil 7.8. Stereo görüntülerden Part2'in eklenmesi	196
Şekil 7.9. Kameranın iç parametrelerinin belirlenmesi	196
Şekil 7.10. Part1 için kamera sensor bilgilerinin belirlenmesi menüsü	196
Şekil 7.11. Sensor modelinin seçilmesi	197
Şekil 7.12. Kamera model bilgilerinin girilmesi	197
Şekil 7.13. Kamera model bilgilerinin girilmesi	198
Şekil 7.14. Sensor modelinin seçilmesi	198
Şekil 7.15. Kamera sensor bilgilerinin belirlenmesi menüsü	199
Şekil 7.16. Stereo görüntülerin YKN seçim ekranı.....	199
Şekil 7.17. YKN'lerin import edilmesi	200
Şekil 7.18. Reference ASCII File seçim diyalogu	200
Şekil 7.19. Reference import parametre diyalogu	201
Şekil 7.20. Import seçenekleri diyalogu	201
Şekil 7.21. Referans YKN'lerin import edilesi	202
Şekil 7.22. Image YKN'lerin import edilmesi	203
Şekil 7.23. Ortak YKN'lerin seçimi	203
Şekil 7.24. Import seçenekleri diyalogu	204
Şekil 7.25. 94adet YKN'nin import edilmesi	204

Şekil 7.26. Modelin çalıştırılması ve RMSE görünmesi.....	205
Şekil 7.27. Modelin kabul edilmesi	205
Şekil 7.28. Stereo görüntülerin görüntülenmesi.....	206
Şekil 7.29. Automatic Terrain Extraction fonksiyonu.....	206
Şekil 7.30. DTM çıkarma diyalogu	207
Şekil 7.31. SYM görüntüsü	207
Şekil 7.32. Fit to Frame penceresi.....	208
Şekil 7.33. SYM verisinin ekranda görüntülenmesi.....	209
Şekil 7.34. SYM verisi üzerinden Surface Profile almak	210
Şekil 7.35. Surface Slope diyalogu.....	211
Şekil 7.36. Eğim verisinin ekranda görüntülenmesi.....	211
Şekil 7.37. Eğitim verisinin derecelerine göre renklendirilmesi.....	212
Şekil 7.38. Surface Aspect diyalogu.....	213
Şekil 7.39. Bakı verisinin ekranda görüntülenmesi	214
Şekil 7.40. Bakı verisinin bakış yönlerine göre renklendirilmesi	215
Şekil 7.41. Shaded Relief diyalogu	216
Şekil 7.42. Kabartı gölgeli verinin ekranda görüntülenmesi	216
Şekil 7.43. Painted Relief diyalogu	217
Şekil 7.44. Renkli kabartı verinin ekranda görüntülenmesi	218
Şekil 7.45. Raster Contuor diyalogu	219
Şekil 7.46. Raster konturların ekranda görüntülenmesi	219
Şekil 7.47. Viewshed diyalogu.....	220
Şekil 7.48. Görünürlük analizinin ekranda gösterimi	221
Şekil 8.1. Zonel Change Layout arayüzünün çalıştırılması	222
Şekil 8.2. Yeni Zonel Change projesi tanımlama	222
Şekil 8.3. Değişimin izleneceği farklı yıllara ait görüntüler	223
Şekil 8.4. Değişimin izleneceği parsellerin shape verilerin açılması.....	224
Şekil 8.5. Filter sekmesi için gerekli ayarlamalar	224
Şekil 8.6. Değişim sonuçlarının görüntülenmesi	225
Şekil 8.7. Değişim analizi spatial modelin ekranda açılması	226
Şekil 8.8. Değişim analizi parametlerinin girilmesi.....	227
Şekil 8.9. Değişim analizi sonuçlarının ekranda incelenmesi	227

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. RASAT Uydusu teknik özellikleri (http://www.uzay.tubitak.gov.tr).....	23
Tablo 2.2. RASAT uydu görüntülerinin görüntü işleme seviyeleri	26
Tablo 2.3. Landsat-7 ve Landsat-8 Uydusunun spektral bandlarının karşılaştırılması	27
Tablo 3.1. Görüntünün metadata bilgileri	57
Tablo 7.1. Stereo görüntülerin bilgileri	192

ÖNSÖZ

İnsanlık, tarihindeki en büyük ekolojik krizlerden biri olan iklim değişikliği ile mücadele ederken geleneksel yaklaşımlarla Dünya'yı anlama yöntemlerimiz çoğu zaman yetersiz kalmaktadır. Yerküre, suküre ve havaküreyi gözlemlemek için kullanılan istasyonlar insanların yoğunlaştığı kentsel/kırsal alanlarda, erişilmesi nispeten kolay noktalarda kurulurken okyanusların, buzulların, dağların ücra köşelerine dair gözlemler yersel yöntemlerle hala yapılamamaktadır. Yerel, bölgesel ve küresel düzeyde yaşanan sorunların eksiksiz tespitinin yapılarak kapsamlı çözüm yöntemlerinin araştırılabilmesi için Dünya'yı algılama yaklaşımımızı da değiştirmemiz gerekiyor. Uzaktan Algılama ihtiyaç duyduğumuz bu araçları bize sunmakta, istasyon kurulamayan, ölçüm yapılamayan alanlara dair bilgileri uydu görüntüleri ve yüzey taramaları ile elde etme kolaylığı sunmaktadır. Bu noktada, uzaktan algılama yöntemleri ile uydulardan elde edilen görüntüleri işleme yeteneğine sahip uzmanlar dünyamızı ve dünyamızı oluşturan sistemleri daha anlaşılır kılarak, geleceğin bizler için daha yaşanabilir ve sürdürülebilir olması konusunda önemli bir rol üstlenmektedir. Yaşanan ekolojik krizin nedenleri, nelere yol açtığı ve açabileceği konusunda değerlendirme yeteneğine sahip uzmanlar sayesinde, gelecekte yaşanacakları tahmin ederek, olumsuzlukları önleme şansını yakalayabiliriz.

Mekânsal bilginin üretilmesinde ve yönetilmesinde uzaktan algılama teknolojileri ile hızlı, güvenilir ve düşük maliyetli katma değeri yüksek projeler geliştirilebilir. Ülkemizde kamu ve özel sektörde coğrafi bilgi sistemleri ile ilgili çalışmalar oldukça ileri seviyeye ulaşmıştır. Özellikle ücretsiz uydu görüntüleri, İHA ve drone teknolojileri ve milli uydularımızdan temin edilen görüntülerin kullanımının yaygınlaşması ile birlikte uzaktan algılama çalışmaları son yıllarda ilerleme kaydetmiştir. Kurumlarımız faaliyetlerini daha etkili şekilde yürütmek için uzaktan algılama verilerinin işlenmesi ve kıymetlendirilmesine ihtiyaç duymaktadırlar. Uydu verileri kullanarak bilginin otomatik veya yarı otomatik şekilde belirlenmesini kolaylaştıran birçok teknoloji kullanılmaktadır. Dünya'da olduğu gibi ülkemizde de bu alanlarda ülkesel ölçekte büyük projeler yapılmakta, katma değerli çıktılar üretilmektedir. Ülkemizde tarım, orman, çevre, su yönetimi, savunma, istihbarat, madencilik, afet yönetimi, yeraltı ve yerüstü kaynakların yönetilmesi, kentsel planlama ve mekâna dayalı birçok mühendislik ve araştırma projelerinde de uzaktan algılama teknolojilerinin getirdiği, zaman tasarrufu, maliyet, işgücü ve doğru veri üretimi sayesinde, birçok eğitim-araştırma ve kamu kurumu ile özel sektör kuruluşlarında bu alanlarda yatırımlar yapılmış ve büyük projeler başlatılmıştır.

Eskişehir Teknik Üniversitesi ve Başarsoft Bilgi Teknolojileri A.Ş.'nin iş birliği ile başlatılan, ESTÜ - Başarsoft Akademi Programı kapsamında hazırlanan uydu görüntülerinin işlenmesi, yorumlanması ve başka birçok önemli uygulamayı ERDAS ile nasıl yapılacağını anlatan bu kitap bir rehber niteliği taşımakta ve uzaktan algılama yoluyla dünyayı daha iyi anlama, karşı karşıya kaldığımız iklim krizi ve ekolojik krizle mücadele için sorunları doğru

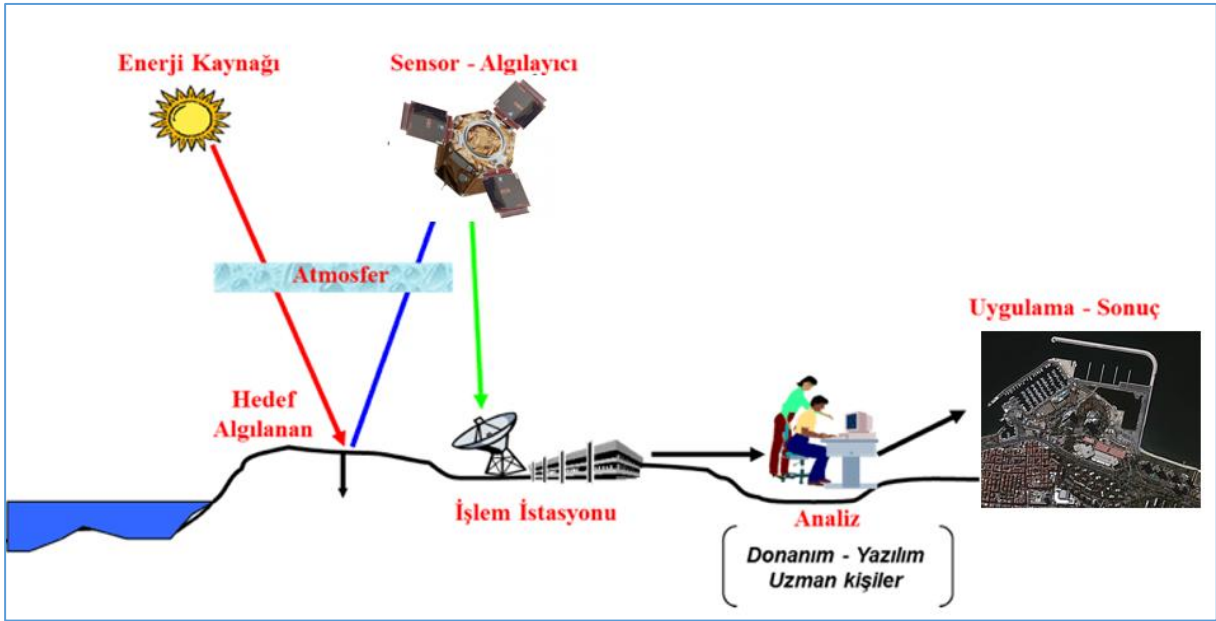
analiz etme imkanını da sunmakta. Bu kitabın hazırlanmasında emeği geçen başta Sayın Ramazan Küpçü olmak üzere Başarsoft Uzaktan Algılama Ekibi'ne Üniversitemiz adına şükranlarımı sunuyorum, büyük bir emekle hazırlanan bu kitabın öğrencilerimize, mezunlarımıza ve alan uzmanlarına yararlı olmasını temenni ediyorum.

Prof.Dr. Tuncay Döğeroğlu

1 UZAKTAN ALGILAMA

Uzaktan algılama (UA), yeryüzünün ve yer kaynaklarının incelenmesinde, onlarla fiziksel bağlantı kurmadan kaydetme ve inceleme tekniğidir. Bir başka deyişle uzaktan algılama; hava araçları ve uydular aracılığı ile fiziksel bir temas olmadan yeryüzü görüntülerini çekip, bu görüntüler üzerinden bilgi edinmeyi amaçlayan bir bilim dalıdır.

Uzaktan algılamada kullanılan algılayıcılar yeryüzünden yansıyan enerjiyi kaydederek sayısal görüntüye dönüştürürler. Bu algılayıcılar sadece güneşten yansıyan enerjiyi kaydediyorsa pasif algılayıcı sistemler olarak isimlendirilir. Aktif algılamada ise, algılayıcılar kendi enerji kaynaklarından gönderdikleri ve geri yansıyan enerjiyi kaydederek görüntüye dönüştürürler. Örneğin; lazer ışını gönderen bir uzaktan algılama sistemi, gönderdiği lazer ışınının yeryüzüne çarptığı andan algılayıcıya ulaştığı zamanı ölçer. Uzaktan algılamanın tanımları sadece yeryüzü hakkında bilgi toplanması üzerine yapılırsa da uzaktan algılama ile gökyüzü cisimleri ile ilgili bilgiler de toplanır (Şekil 1.1).



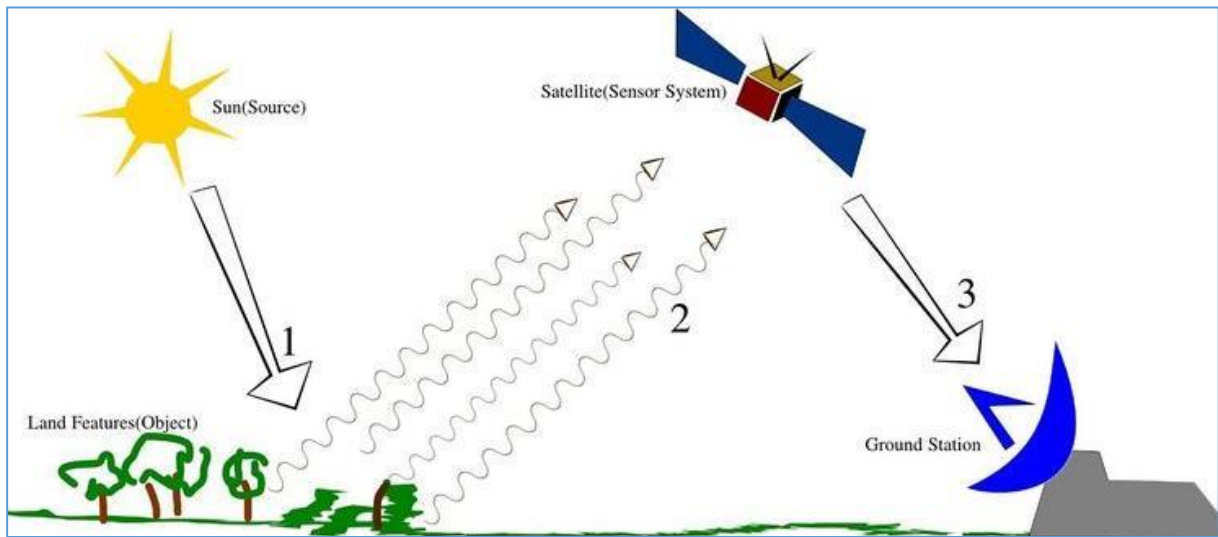
Şekil 1.1. Uzaktan algılama bileşenleri (<https://cdn-acikogretim.istanbul.edu.tr>)

1.1 Uzaktan Algılamada Sensör Sistemleri

Uzaktan algılamanın temelini oluşturan esas olay algılamadır. Algılayıcı sistemler uzaktan algılama sisteminin en önemli parçasıdır. Farklı algılayıcıların ve algılama platformlarının özelliklerinin bilinmesi çeşitli uygulamalarda kullanılacak uydu verisinin seçiminde etkili olmaktadır. Algılayıcılar tipine göre sınıflandırılır. Uydular, algılama tekniğinde kullandıkları enerji kaynaklarına göre **pasif algılama** ve **aktif algılama** olmak üzere ikiye ayrılırlar.

1.1.1 Pasif Algılama

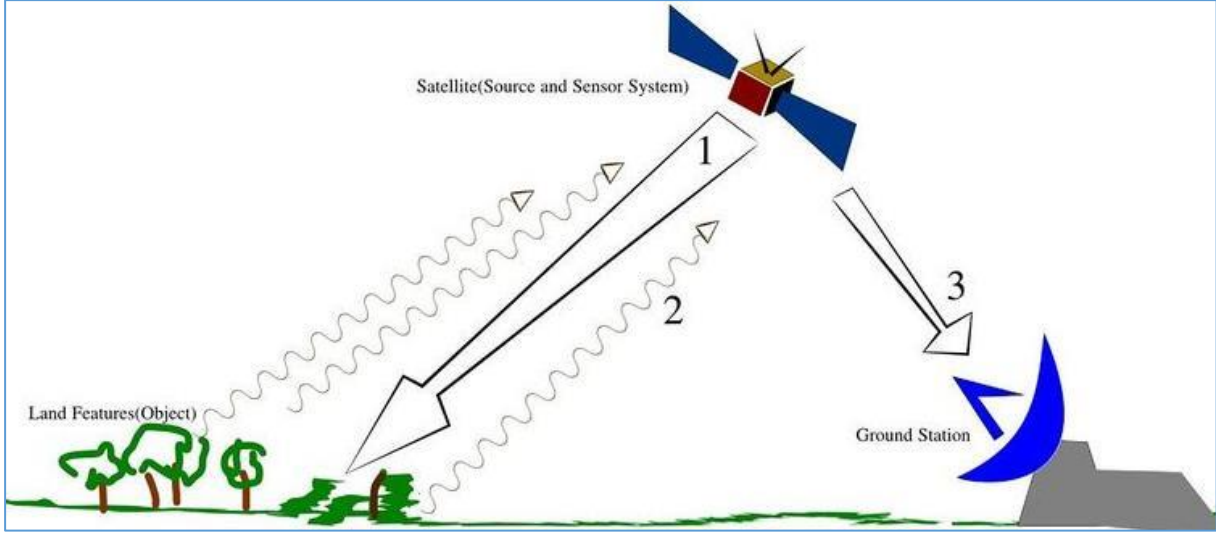
Pasif algılama, güneş gibi başka bir kaynaktan gelen ışınların cisimlere çarptıktan sonra uyduya ulaşması ile elde edilen algılama yöntemidir (Şekil 1.2). Bu yöntemde gece ve gündüz olması, başarımları direkt etkileyeceği gibi, meteorolojik etmenler de bu durumda etkilidir. Bu tip algılama yapan algılayıcılar güneşin gönderdiği ışınlar vasıtasıyla yansıyan cisim ışınlarını ölçerler. Bu tip algılayıcıların önemli 2 özelliği vardır. İlk olarak yalnızca güneş varlığında algılama yaparlar, hava bulutlu ise algılama yapamazlar. İkinci önemli özelliği de bedava enerji kullanmaları ve bu sayede enerji tasarrufu sağlamalarıdır. Ayrıca bu sistemler gündüz hava açıkken yansıyan tüm cisim görüntülerini algırlar. Ancak algılanan bu görüntüler saklanma maliyeti yüksek olduğundan depolanamaz. Bu yüzden talep üzerine görüntü alınır ve kaydedilir böylece maliyet düşürülmüş olur.



Şekil 1.2. Uzaktan algılamada pasif algılama yöntemi (<https://cdn-acikogretim.istanbul.edu.tr/>)

1.1.2 Aktif Algılama

Aktif algılama ise uydunun kendi kaynakları ile yaptığı algılamadır (Şekil 1.3). Bu yöntemde gece gündüz olması veya meteorolojik etmenler çok önemli değildir. Bu tip algılayıcılar güneş enerjisine ihtiyaç duymazlar, kendi ışınlarını kendileri gönderir ve tekrar geri almak suretiyle görüntü elde ederler. Bu tür cihazlar korkunç bir enerjiye ihtiyaç duyarlar. Ömürleri de kendilerine depolanan enerji maliyetindedir. Bu tür sistemler gece gündüz dememden sürekli görüntü alma kapasitesine sahiptirler. Bu yüzden cisimleri siyah beyaz olarak algırlar. Trafik polislerini kullandığı radarlar da aktif algılayıcılara iyi bir örnektir. Bu tür uyduların her zaman %10 yanılma payları vardır, bu da trafikte istenmeyen durumların ortaya çıkmasına neden olabildiği gibi profesyonel çalışmalar için de sorun teşkil edebilmektedir. Ayrıca uzaktan algılamada Mie, Rayleigh, Nonselective (rastgele saçılım) adlı saçılmalarda vardır. Geçirgenlik ise Geçirgenlik = Geçirilen enerji / Gelen enerji ile tanımlanabilir.



Şekil 1.3. Uzaktan algılamada aktif algılama yöntemi (<https://cdn-acikogretim.istanbul.edu.tr/>)

1.2 Algılayıcılar

Yerden ışın yansıtan cisimlerin yaydığı ışını algılamak için geliştiren cihazlara "algılayıcı" denir. Bu algılayıcıları algılama biçimlerine yerleştikleri yere göre üçe ayrılmaktadırlar. Ancak algılayıcıları ayırmadan önce radyometre (temel algılayıcı) adlı cihazı tanımakta yarar var. Radyometreler, yerleştirildikleri platformlardan ışın göndererek, o ışının çarpıp yansıdığı cismin özelliklerini algılayan cihazlardır ve algılayıcılar esasta radyometrelerin yerleştikleri platformlara göre ayrılırlar. Bu cihaz aslında bir nevi fotoğraf makinesi ya da kameraya benzetilebilir ancak onlardan da farklı olduğunu unutmamak gerekir.

1.2.1 Yer Esaslı Algılayıcılar

Bu algılayıcılar yere yakın olarak konumlandırılır ve bu şekilde çalıştırılarak kullanılırlar. Bu algılayıcılardan faydalanılarak tarımda çeşitli işlemler yapılabilir. Genel olarak vinçlere veya sabit kulelerin üzerine takılırlar. Belli bir alanı sürekli izleyerek, topladıkları verileri analiz edilmesi için merkeze gönderirler. Tarımsal izleme ve bilgi sistemi (TARBİL) projesi tarım arazileri üzerine kurulan istasyonlar yer esaslı algılayıcılara örnektir (Şekil 1.4).

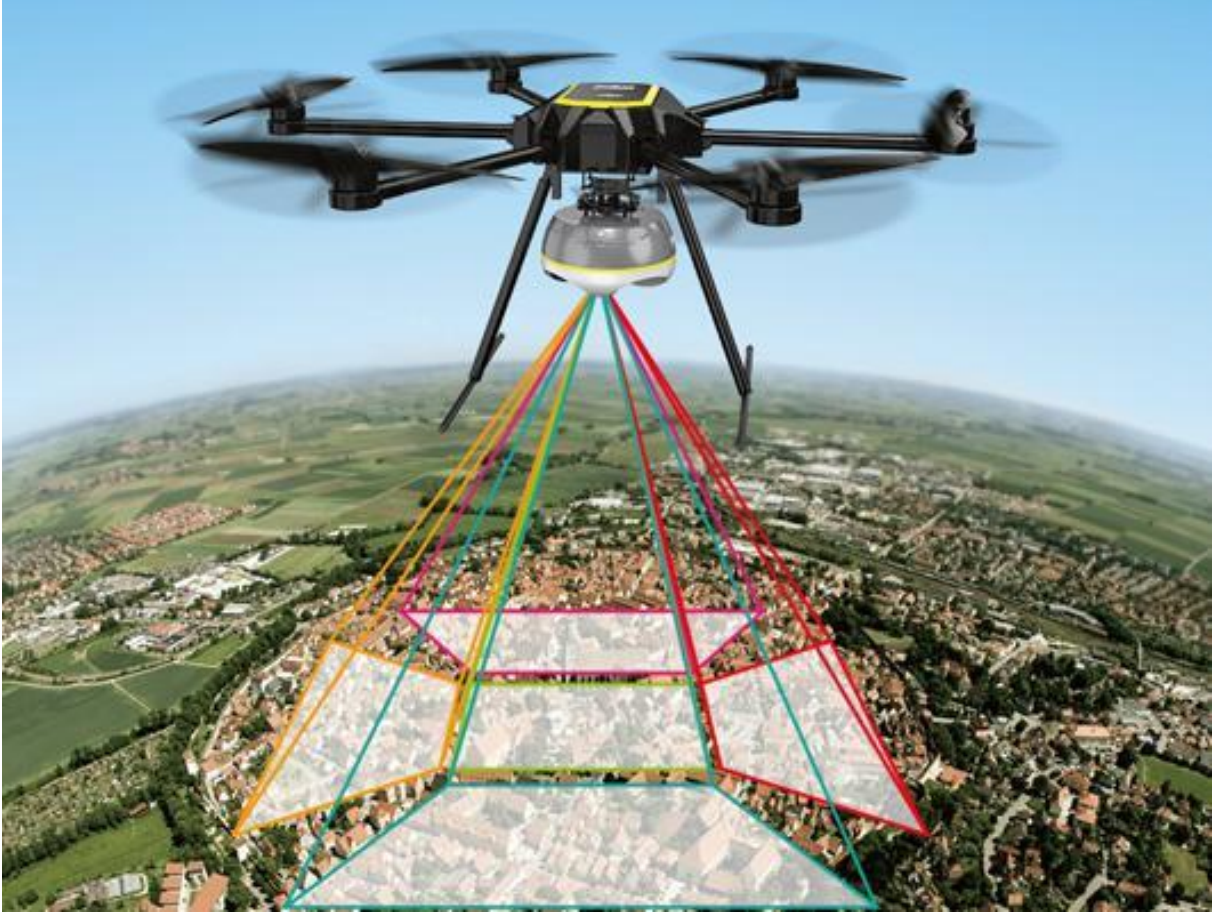


Şekil 1.4. Haymana Çiftliği'nde bulunan TARBİL istasyonu

1.2.2 Uçak Esaslı Algılayıcılar

Bu tipler de radyometrelerin uçaklara takılmasıyla elde edilirler. Hava fotoğrafları uçaklara takılan algılayıcılar ile elde edilir. Çok yüksek çözünürlüklü görüntülerin çekilmesinde uçaklara takılan bu tür

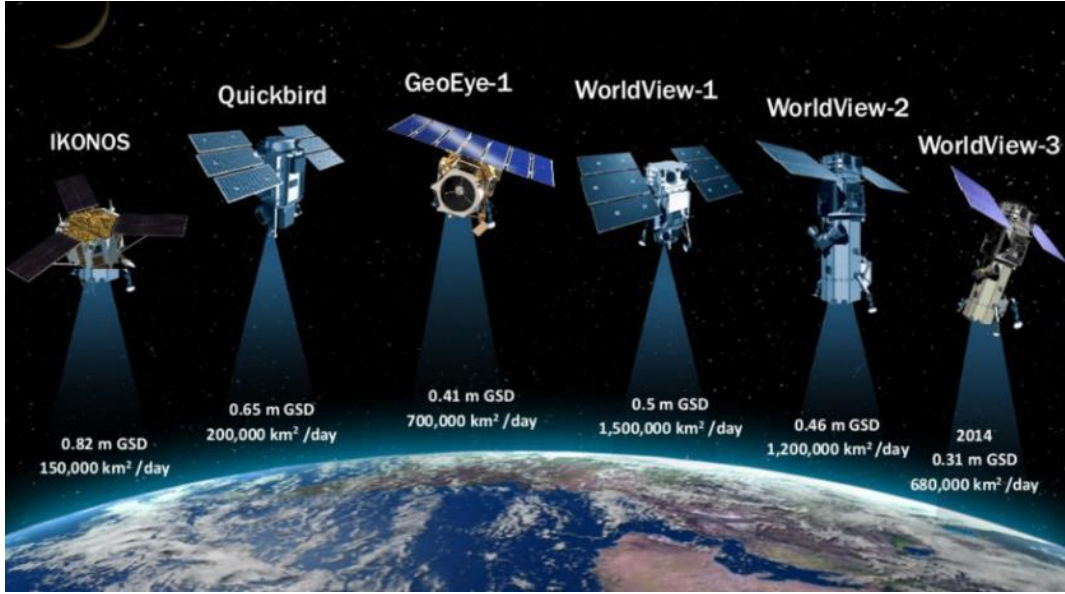
algılayıcılar kullanılırlar. Günümüzde insansız hava araçlarına (İHA) takılan algılayıcılar ile de birçok alanda uzaktan algılama amaçlı görüntüleme yapılabilmektedir (Şekil 1.5).



Şekil 1.5. İHA sistemi ile görüntü çekimi (<https://www.hk-ifly.com/>)

1.2.3 Uzay Aracı Esaslı Algılayıcılar

Bu tip algılayıcılar ise radyometrelerin uzay araçlarına yerleştirilmesiyle oluşturulurlar (Şekil 1.6). Bunlara yaygın olarak uydu adı verilir. Belirli bir uygulamaya yönelik özel “algılayıcı sistem mimarisinin” seçiminde platform ve algılayıcı arasındaki bazı özelliklerin uyumlu olması gereklidir. Genel olarak uydulardaki görüntüleme sistemleri için tüm sistem mimarisinin saptanmasına etki eden temel faktörler kapsama alanı, mekansal çözünürlük ve örnekleme-zaman aralığıdır. Bu faktörler platform yüksekliğini ve algılayıcı tasarım parametrelerini etkilemektedir. Sistem mimarisi, aynı zamanda tüm uzaktan algılama uygulamalarında kullanılacak uydu verilerinin çözünürlüğünün (mekansal, spektral, radyometrik ve zamansal) belirlenmesi açısından da önem arz etmektedir. Bunların yanı sıra sistem geliştirme maliyeti, sistemin teknik olarak yeterliliği, güç, ağırlık ve veri hızı gereksinimleri de göz önünde tutulmalıdır.



Şekil 1.6. Digital Globe Uyduları (<https://spacenews.com/>)

1.3 Uzaktan Algılamada Kullanılan Uydu Sistemleri

Genel anlamda herhangi bir cisim etrafında (örneğin Galaksi, Güneş, Dünya veya Mars) dönen cisimlere **uydu** denilmektedir. Bu kapsamda Ay, Dünya'nın uydusu, Dünya ise Güneş'in uydusudur. Doğal uydu olarak adlandırılan bu uyduların dışında, insanoğlu tarafından herhangi bir gezegenin çevresindeki bir yörüngeye, yeryüzünden fırlatılarak yerleştirilmiş uydu sistemleri de bulunmaktadır ve bu sistemler yapay uydu sistemi olarak adlandırılmaktadır. Günümüzde Dünya'nın yörüngesinde 1000'in üzerinde yer gözlem uydu sistemi bulunmaktadır. Farklı amaçlara yönelik uzaya fırlatılan ve daha çok sivil ve askeri amaçla kullanılan bu uydu sistemleri, ilk olarak iletişim alanında daha hızlı ve yüksek kapasiteli ama aynı zamanda da düşük maliyetli sistemler yaratma çabaları sonucunda ortaya çıkmıştır. 1957 yılında uzaya ilk uydunun (SPUTNIK) gönderilmesi ile uzay çağı başlamış ve uydu sistemleri haberleşmenin yanı sıra birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır.

Uydular en genel anlamda iki gruba ayrılmaktadır;

1. **İnsansız uydular:** Landsat, Meteosat, Rapid Eye, Spot, GeoEye, WorldView, Envisat, RASAT, Göktürk-2 vb.
2. **İnsanlı uydular:** Apollo, Gemini, Uzay mekiği, vb.

Genellikle çok katlı bir roketle yerleştirilip yerden fırlatılarak yörüngelerine sabitlenen insansız uydu sistemleri ise iki ana sistem elemanından oluşur.

- **Faydalı yük (payload):** Uydunun işlevini görebilmesi için gerekli tüm donanımı (anten, kameralar, radar ve elektronik sistemler) içerir ve her uydu için farklıdır. Uydunun amacına/görevine göre faydalı yük tasarlanmaktadır.

- **Uydu yapısı (bus):** Uydunun faydalı yük ve tüm donanımlarını uzaya taşıyan bölümüdür. Uydunun tüm parçalarını (elektrik, bilgisayar donanımı, yeryüzü ile iletişimde gerekli donanım ve itici güç) bir arada tutar. Elektronik cihazlar için gereken enerji, üzerinde bulunan güneş panelleri ile Güneş enerjisinden sağlanır.

Uydular **kütlelerine** göre;

- Büyük uydular: Ağırlığı 1 tondan fazla (Hubble, Türksat 3A)
- Orta boy uydular: 500 kg - 1 ton (THEOS)
- Mini uydular: 100 kg - 500kg (Göktürk-2, RASAT)
- Mikro uydular: 10 kg - 100 kg (UoSAT-1)
- Nano uydular: 1 kg — 10 kg (Delfi C3)
- Piko uydular: 0,1kg - 1kg (İTÜpSAT1)
- Femto uydular: Ağırlığı 0,1 kg'dan az olarak sınıflandırılırlar.

Uydular **kullanım amaçlarına** göre;

- Askeri amaçlı uydu sistemleri
- Haberleşme amaçlı uydu sistemleri
- Meteoroloji uydu sistemleri
- Navigasyon amaçlı uydu sistemleri
- Uzaktan algılama (yeryüzü gözlem) amaçlı uydu sistemleri
- Uzay araştırma uydu sistemleri olarak gruplandırılırlar.

1.4 Uzaktan Algılamada Temel Prensipler

Uzaktan algılamanın temelleri fizik bilimi üzerine inşa edilmiş olup, yeryüzünü anlamayı sağlamaktadır. Elde edilen veriler fiziksel temeller üzerine oturtulduktan sonra analizi matematiksel yöntemler ile gerçekleştirilmektedir.

Uzaktan algılamanın gerçekleşebilmesi için yedi şartın yerine gelmesi gerekmektedir.

- Enerji kaynağı ya da ışıma
- Işınım veya radyasyon ve atmosfer
- Hedef
- Sensör tarafından kaydedilen enerji
- Transmisyon, alma ve işleme
- Yorumlama ve analiz
- Uygulama

1.4.1 Elektromanyetik Radyasyon

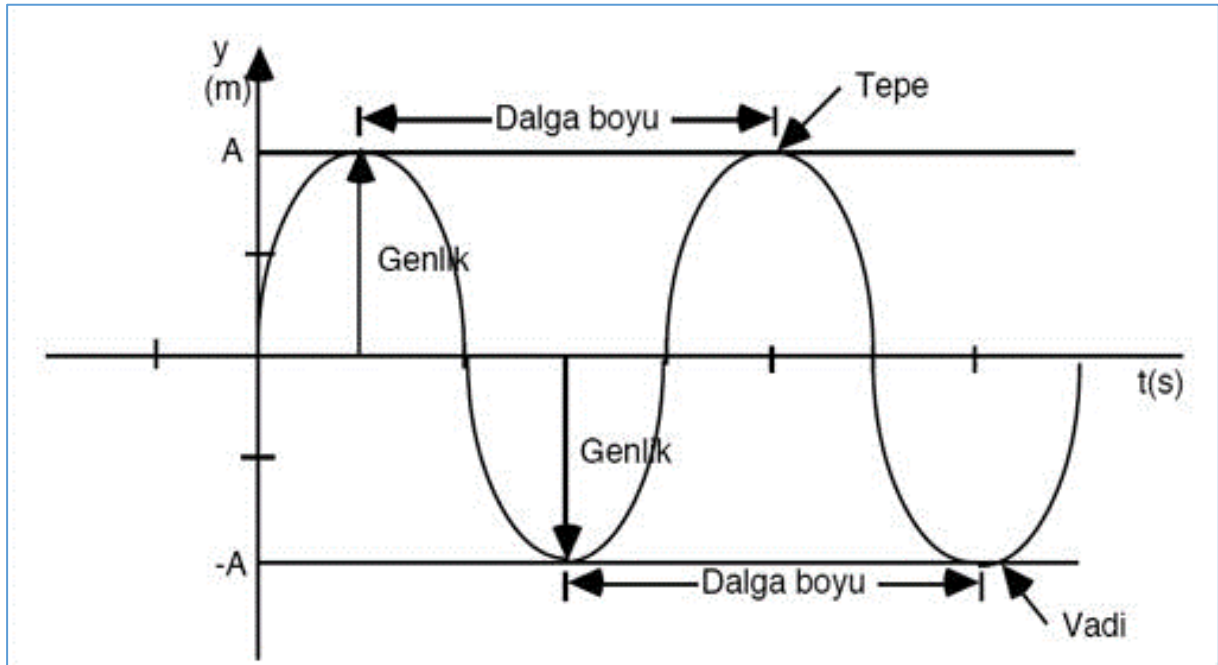
Enerjinin uzayda bir objeden diğer bir objeye transferi elektromanyetik radyasyon olarak tanımlanır. Elektromanyetik radyasyonun iki karakteristik özelliği uzaktan algılamada önemlidir. Bunlar, dalga boyu ve frekansıdır.

- **Dalga Boyu:** Ardi ardına gelen dalga tepeleri arasındaki uzaklık şeklinde ölçülebilen bir dalga devrinin uzunluğudur (**Şekil 1.7**). Dalga boyu genellikle lamda harfi (λ) ile gösterilir. Dalga boyu metre (m) ölçü birimi ile veya nanometre (nm, 10^{-9} m), mikrometre (μ m, 10^{-6} m) veya santimetre (cm, 10^{-2} m) gibi metrenin alt birimleriyle ölçülür.
- **Frekans:** Birim zamanda sabit bir noktadan geçen dalga sayısını ifade eder. Frekans, normalde hertz (Hz) olarak ölçülür. Saniyede bir döngüye ve hertzin çeşitli katlarına denktir. Dalga boyu ile frekans, aşağıdaki formülle ilişkilendirilmiştir.

$$C = \lambda \nu$$

C = Işık hızı λ = Dalga boyu ν = Frekans

Burada frekans ve dalga boyu birbiriyle ters orantılıdır. Daha uzun dalga boyu daha düşük frekans demektir. Dalga boyu ve frekans ile ilgili olarak elektromanyetik radyasyonun karakteristiklerinin anlaşılması, uzaktan algılama ile elde edilen verinin anlaşılmasında ve değerlendirilmesinde çok önemlidir (Jusoff ve Manaf, 1995).



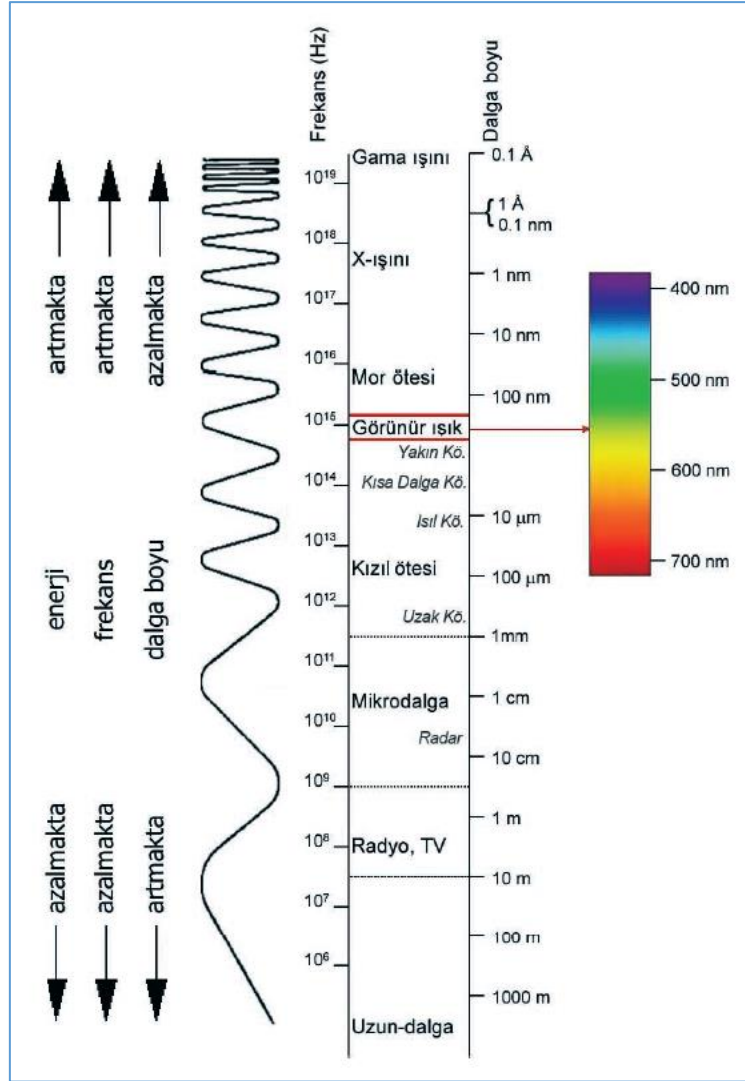
Şekil 1.7. Elektromanyetik dalgalar (<https://tua.gov.tr/>)

1.4.2 Elektromanyetik Spektrum

Elektromanyetik spektrum, gamma ve x ışınlarını içine alan kısa dalga boylarından başlayarak, mikro dalgalara ve yayınlanan radyo dalgalarını içine alan uzun dalga boylarına kadar uzanır. Dalga boyları dizisinin tamamı, elektromanyetik spektrum (EMS) (Şekil 1.8) olarak bilinir (Duran, 2007).

Elektromanyetik spektrumun bazı bölgeleri, uzaktan algılama amaçlı kullanılabilir. Mutlak sıfır derecesinden daha yüksek ısıdaki bütün nesneler, bu bölgelerde elektromanyetik radyasyon yayar, üzerine düşen enerjiyi emer veya yansıtır. Foton denilen parçacıklar şeklinde ortaya çıkan, ölçülen bu enerji, aynı zamanda çeşitli dalgalar şeklinde yayılır. EMS' deki belirli dalga boyları ile tanımlanan alt bölgelere aittir. Elektromanyetik spektrumda, Radyo dalgaları: 10⁴ – 10² cm, Mikro dalgalar: 1 cm, Kızılötesi dalgalar: 10⁻² cm, Görünür Işık dalgaları: 10⁻⁵ cm, Ultraviyole: 10⁻⁶ cm ve X-ışını: 10⁻⁸ cm aralığındadır (Duran, 2007).

Güneş radyasyonu, dünya atmosferi içinden geçerken bir kısmı yansıtılır, bir kısmı emilir, bir kısmı ise geçirilir. Atmosfer, görünür ve kısmen de kızılötesine geçirgen olduğundan uzaktan algılama uyduları bu dalga boyu bölgelerinde çalışırlar. Bir uyduya ulaşan enerji, uydudaki algılayıcılar tarafından sayısal olarak kaydedilir.



Şekil 1.8. Elektromanyetik Spektrum <https://tua.gov.tr/>

1.5 Uzaktan Algılamayı Kısıtlayan Faktörler

Güneş, hedef ve algılayıcı arasındaki atmosfer uzaktan algılamayı engellemektedir. Güneşin sağladığı enerjinin tümü hiçbir zaman algılayıcılar tarafından kaydedilemez. Gerek fiziksel kuramların gerekse de atmosferin uzaktan algılamaya olan etkilerinin temel bazda bilinmesi; doğru sensörün seçilmesine, daha doğru görüntünün elde edilmesine ve hedeflerin daha iyi kıymetlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

1.5.1 Atmosferik Kısıtlar

Kaynağına bakılmaksızın, algılayıcılar tarafından uzaktan algılanan bütün ışınlar atmosferde belirli bir yol kat eder. Güneş enerjisi sensörlere atmosferin içinden geçerek ulaşmaktadır. Yeryüzüne gelen güneş enerjisi atmosfer tarafından yutulma, saçılma, dağıtılma ve yansıtılma gibi fiziksel etkilere uğramaktadır. Bu fiziki etkilerin en etkili olanları ise su tanecikleri karbondioksit ve ozondur (Marangoz,

2013).

Güneş tarafından yeryüzüne gönderilen radyasyonun saçılmasına atmosferde bulunan gaz molekülleri, küçük toz ve duman tanecikleri neden olarak enerji yayılımını etkiler ve yönünü değiştirir. Meydana gelen saçılma partikül ve gazların çokluğu boyutu, ışının atmosferde kat ettiği mesafe ve dalga boyuna göre değişim gösterir. Atmosferde saçılma "Rayleigh", "Mie" ve "Serbest" olmak üzere üç şekilde olmaktadır.

Atmosferin içinde büyük ölçüde su buharı (H_2O), oksijen (O_2), karbondioksit (CO_2) ve metan (CH_4) gazları bulunur. Bu gazların tümü dönme ve titreşimler yoluyla elektromanyetik radyasyon ile etkileşerek bazı dalga boylarındaki enerjinin soğurulmasına neden olurlar. Saçılmanın aksine yutulma; enerjinin yeryüzüne ulaşmadan atmosferde depolanmasına yani bir anlamda atmosferde kayıp olmasına neden olur. Yutulma sonucunda, ortama giren büyük frekanslı bir enerji küçük frekanslı bir enerjiye dönüşmektedir. Uzaktan algılama sistemlerinde kullanılacak olan dalga boyları, atmosferden geçebilme özellikleri dikkate alınarak elektromanyetik spektrumda uygun bölgelerden seçilirler. Bu bölgeler, atmosferden gelen enerjilere göre geçirgen olan dalga boylarıdır ve "atmosferik pencere" olarak adlandırılır (Marangoz, 2013).

1.5.2 Yeryüzü Kısıtları

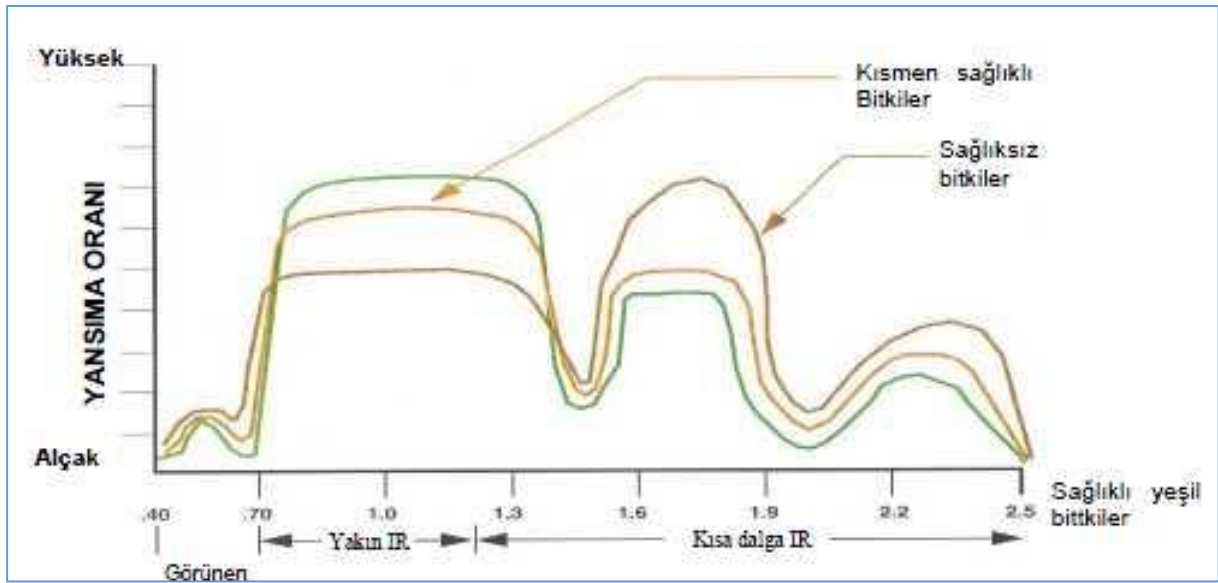
Güneş enerjisi sensörlere, atmosferin içinden geçerek ulaşmaktadır. Atmosfer tarafından dağıtılamayan ya da emilemeyen enerji, dünya yüzeyine ulaşarak cisimlerin fiziksel özelliklerine göre yutulur geçirilir ve yansıtılır. Gelen enerji yer yüzeyinde üç etkiden biri veya daha fazlası ile karşılaşmaktadır. Bunlardan her birinin etkileme oranı, enerjinin dalga uzunluğuna ve yüzeydeki materyale bağlı olarak değişmektedir. Yansıyan veya emilen enerji, algılayıcılar tarafından yapılan ölçümlerle ve kaydedilen sayısal numaralar vasıtasıyla direk olarak kontrol edilebilmektedir. Farklı materyaller farklı miktarlardaki enerjiyi yansıtır, yutar ve aktarır. Bu farklılıklar, görüntüdeki farklı özelliklerin belirlenmesine olanak sağlamaktadır.

Güneş ışınları hedefe çarptığı zaman, hedefe gelen toplam enerjinin bir kısmı elektronlar ve moleküler reaksiyonlar nedeniyle emilir. Elektromanyetik tayfın emilen bu kısmı algılayıcıya dönmez. Emilen tayf olarak adlandırılan bu tip dalga uzunlukları, görüntülenen saha hakkında birçok bilgiyi içermektedir. Yansımayan veya emilmeyen enerji ise, materyalin bir ucundan girip diğer ucuna doğru gitmekte olup elektromanyetik tayfın bu kısmı algılayıcıya dönmemektedir.

Enerjinin tümü veya bir kısmı hedefe çarptığında yön değiştirerek tekrar atmosfere döner. Yansıma olarak isimlendirilen bu husus sensörler tarafından algılanarak kaydedilir. Yansıma maddenin moleküler yapısına, yüzeyin pürüzlülüğüne yüzeye düşen enerjinin dalga boyuna ve enerjinin geliş açısına bağlı olarak değişmektedir.

Yaprakların kimyasal yapısındaki klorofil, kırmızı ve mavi dalga boylarında enerjiyi güçlü bir şekilde emerken, yeşil rengi yansıtmaktadır. Yaz aylarında yapraklar yüksek klorofili içermesi nedeniyle, yeşilimsi renkte görünmektedir. Sonbaharda ise yapraklardaki klorofil daha az, daha az emme ve kırmızı dalga boyunda daha fazla yansıma yapmaktadırlar. Bunun sonucu olarak kırmızı veya sarı renkte görüntü verirler.

Sağlıklı yapraklar iç yapısı nedeniyle, yakın kızılötesi dalga boyunda çok iyi bir dağınık yansıtıcı işlevi yapmakla beraber insan gözü yakın infrared bölgede hassas olduğu için, bu tip yapraklara sahip ağaçlar oldukça parlak bir görüntü sunarlar (Şekil 1.9).



Şekil 1.9. Sağlıklı ve sağlıklı bitkilerin yaydıkları tayf sinyalleri (<https://cdn-acikogretim.istanbul.edu.tr/>)

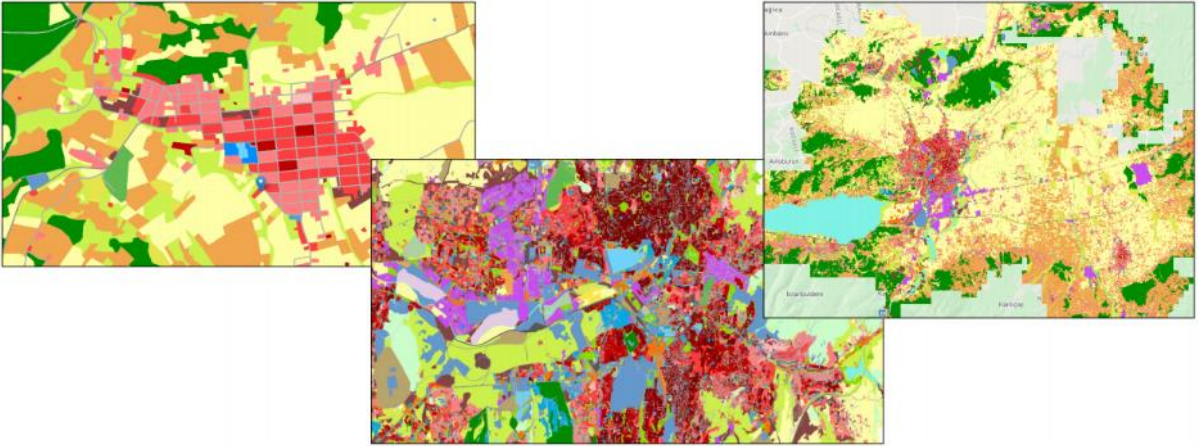
1.6 Uzaktan Algılamanın Kullanım Alanları

Uydu, drone ve İHA görüntülerinin işleme teknikleri ile savunma ve sivil kullanımlar için önem arz eden obje tanıma ve tespit, sınıflandırma algoritmalarındaki yüksek başarımlar, derin öğrenme, makine öğrenmesi konularında çalışmalar her geçen gün artmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte uzaktan algılama teknolojilerinin savunma amaçlı obje tanıma ve hedef tespit etme, tarımsal alanların izlenmesi, orman çeşitliliğinin tespiti, arazi örtüsü ve kullanımının belirlenmesi, çevre, maden, hidroloji, ekoloji, meteoroloji, oşinografi, jeoloji, şehir planlama, kent atlasları oluşturma, afet yönetimi, tabii kaynakların yönetimi gibi konularda kullanımı her geçen gün artmaktadır.

Uyduların kapsama alanının genellikle geniş olması küresel ölçekte veri analizinde büyük avantaj sağlamaktadır. Aşağıda uzaktan algılama teknolojilerinin kullanım alanlarına yönelik spesifik örnekler bulunmaktadır.

Çevre ve Şehircilik Uygulamaları

- Çevre kirliliğinin belirlenmesi
- Hava kalitesinin ölçülmesi
- Kaçak yapılaşmanın belirlenmesi
- Arazi örtüsü ve kullanımının belirlenmesi
- Kentsel kullanım alanların belirlenmesi
- Zaman içinde meydana gelen değişimlerin izlenmesi
- Şehir topoğrafyasının belirlenmesi
- Yeni yerleşim alanları, yollar, bisiklet yolları, yeşil alanlar, sanayii bölgeleri vb. planlanması
- Tarihi turistik yerlerin ve sit alanlarının korunması
- Afet yönetimi
- Akarsu, göl, deniz kirliliğinin belirlenmesi
- Kıyı çizgilerinin belirlenmesi
- Altyapı çalışmaları
- Su kayıp kaçak tespiti

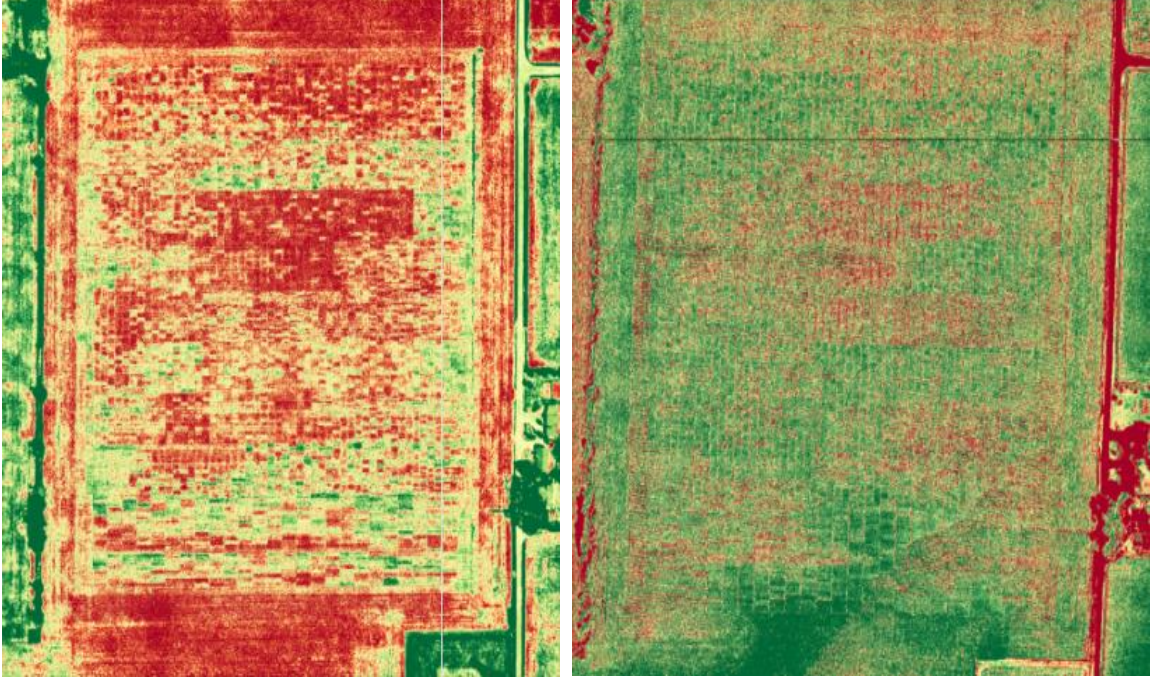


Şekil 1.10. Şehir atlası sınıfları (<https://www.basarsoft.com.tr/>)

Tarım Uygulamaları

- Tarım ürünlerinin çeşitliliğinin belirlenmesi
- Tarım ürünlerinin fenolojik gelişiminin takip edilmesi
- Değişken oranlı girdi uygulamaları
- Bitkilerin su stresinin belirmesi
- Bitki hastalıklarının tespit edilmesi
- Tarım sigortalalarının yönetimi (kuraklık, hastalık, tarımsal zararlar)
- Planlı tarım yönetimi
- Kaçak tarım alanlarının tespiti

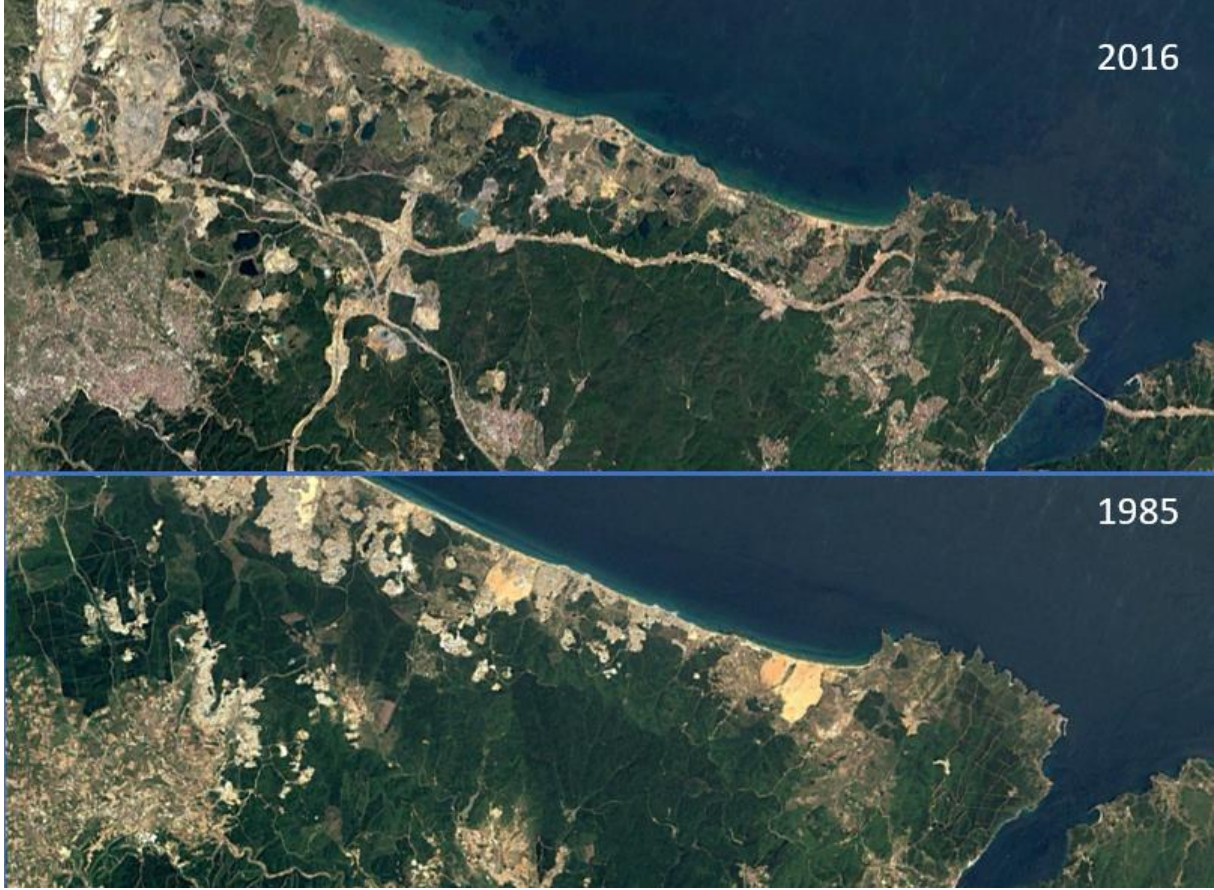
- Erken uyarı sistemleri
- Rekolte ve verimlilik tahminleri
- Arazi örtüsü ve kullanımının tespit edilmesi
- Toprak nemi ve kuraklık takibi
- Toprak tuzluluk tespiti



Şekil 1.11. Drone ile çekilmiş tarım alanları (<https://www.basarsoft.com.tr/>)

Ormancılık Uygulamaları

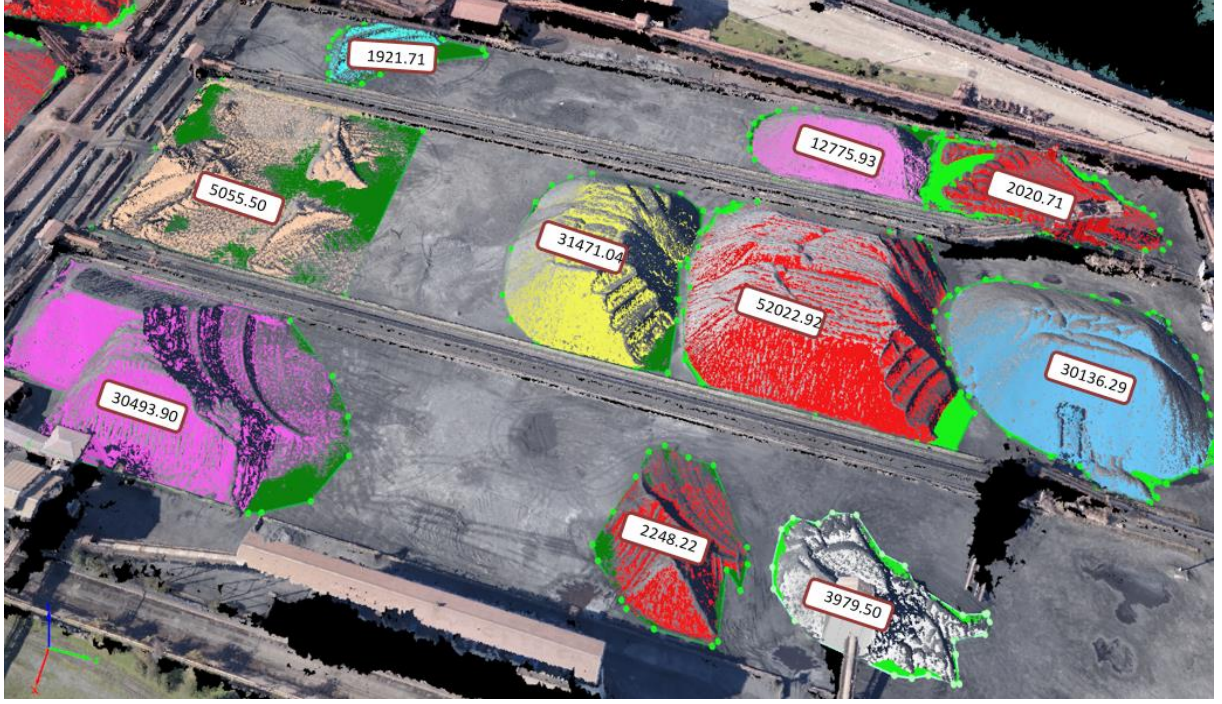
- Orman türlerinin belirlenmesi
- Orman mesçere haritalarının üretilmesi
- Hastalık tespiti
- Orman yangınlarının önlenmesi ve hasar tespiti
- Çölleşmenin takip edilmesi
- Kereste üretim tahmini



Şekil 1.12. İstanbul 1985 (alt) – 2016 (üst) Landsat görüntüsü (<https://earthexplorer.usgs.gov/>)

Maden - Jeoloji - Arkeoloji Uygulamaları

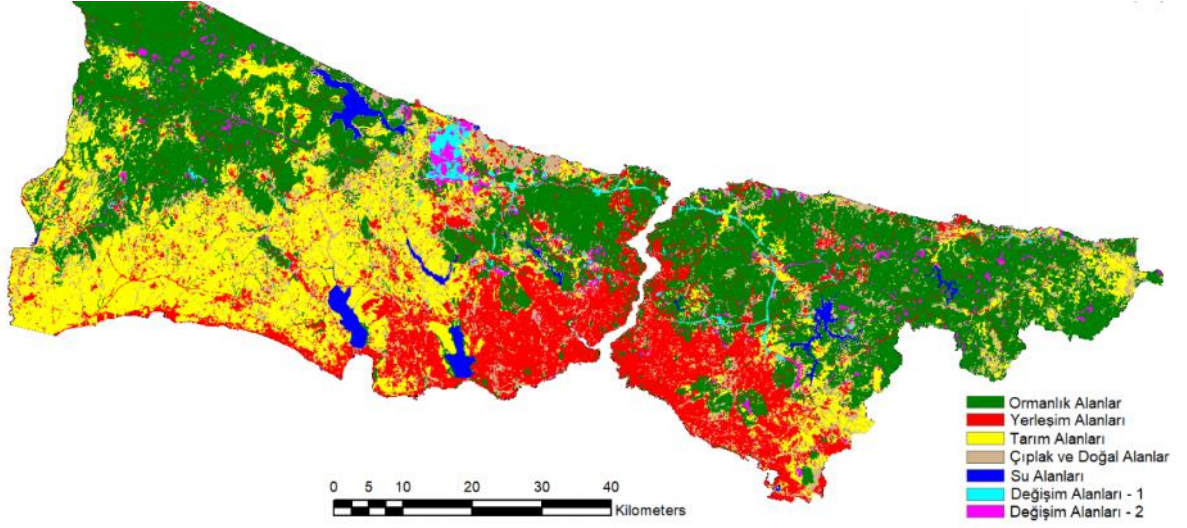
- Maden kaynaklarının araştırılması
- Açık madenlerin izlenmesi
- Jeolojik yapı araştırmaları
- Fay çizgiselliklerinin tespiti
- Deprem araştırmaları
- Petrol aramaları
- Jeotermal araştırmalar
- Kayaç tiplerinin tespit edilmesi
- Petrol sızıntılarının tespit edilmesi
- Volkanik araştırmalar
- Stok hesaplama
- Arkeolojik araştırmalar



Şekil 1.13. Drone ile hesaplanmış maden stok hesabı (<https://www.basarsoft.com.tr/>)

Hidroloji Uygulamaları

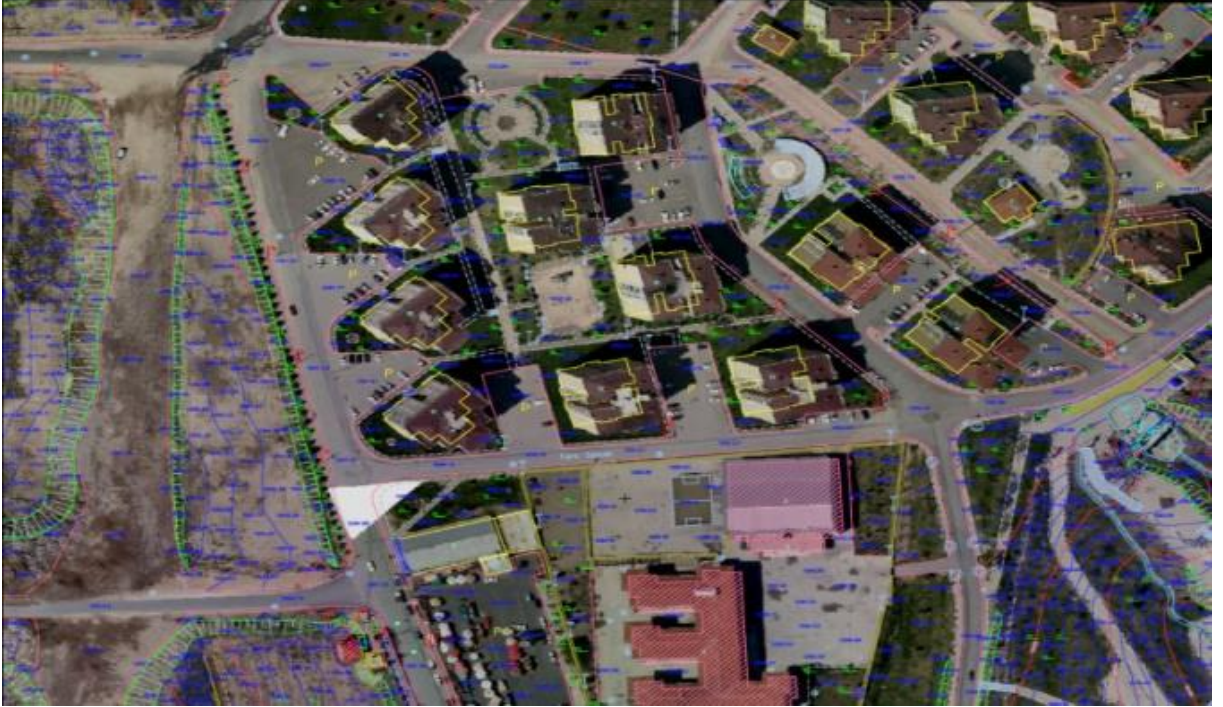
- Su kaynakları yönetimi
- Deniz, göl, akarsu kirliliği inceleme
- Deniz yüzeyi sıcaklık dağılımı belirleme
- Su kirliliği tespit ve izleme
- Su kalitesi analizleri
- Kar eşdeğer su miktarının hesaplanması
- Buz ve buzulların erime ve hareketlerinin izlenmesi



Şekil 1.14. İstanbul sınıflandırılmış tematik görüntüsü (<https://web.cscrs.itu.edu.tr/>)

Haritacılık Uygulamaları

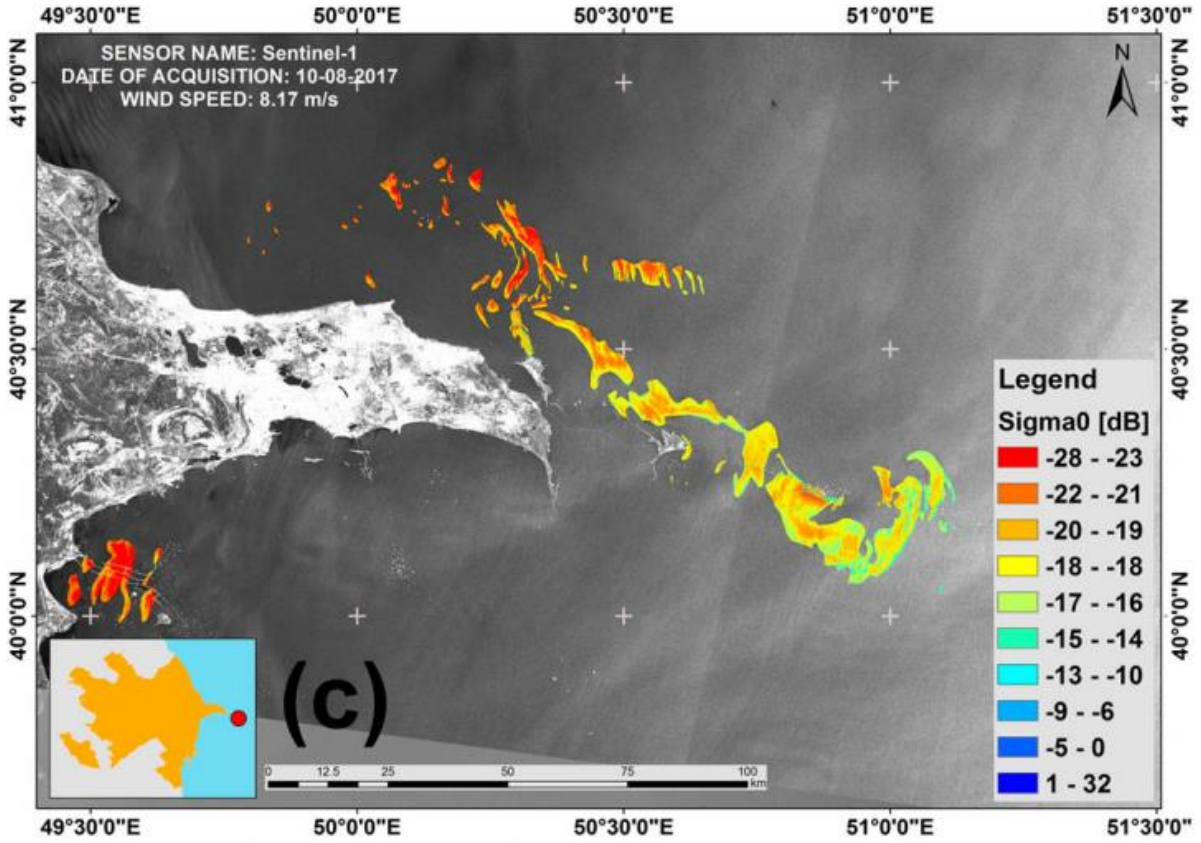
- Sayısal arazi modellerinin üretilmesi
- Ortofoto harita üretimi
- Yeryüzü deformasyon tespiti
- Altlık görüntü ihtiyacı



Şekil 1.15. Halihazır harita üretimi (<https://www.basarsoft.com.tr/>)

Denizcilik ve Kıyı Yönetimi Uygulamaları

- Kıyı çizgisi izleme
- Deniz araçlarının tespit edilmesi
- Gemi atıklarının izlenmesi
- Deniz kirliliği izleme
- Batimetri haritaları üretilmesi
- Deniz yüzeyi sıcaklık dağılımı hesaplama
- Deniz yüzeyi rüzgâr ve dalga araştırmaları
- Okyanus bilimleri araştırmaları
- Buz konsantrasyonlarının tespiti
- Su altı batıklarının tespiti



Şekil 1.16. Denizlerde kirlilik analizi (<https://creodias.eu/>)

Savunma ve Güvenlik Uygulamaları

- Keşif ve gözetleme
- Hedef konum tespiti
- Hedef değişim analizi

- Görüntü istihbaratı
- Hasar Tespiti
- Muharebe alanı simülasyonu
- Dikey engel tespiti
- Sayısal yükseklik modeli



Şekil 1.17. Digital Globe Uydusu imha edilmiş bina görüntüsü (<https://www.l3harrisgeospatial.com/>)

Afet Uygulamaları

- Afet öncesi ve sonrası tespit
- Deprem hasar analizi
- Sel baskını izleme
- Taşkınların izlenmesi

- Orman yangınlarının izlenmesi ve hasar tespiti
- Fırtına izleme ve hasar tespiti



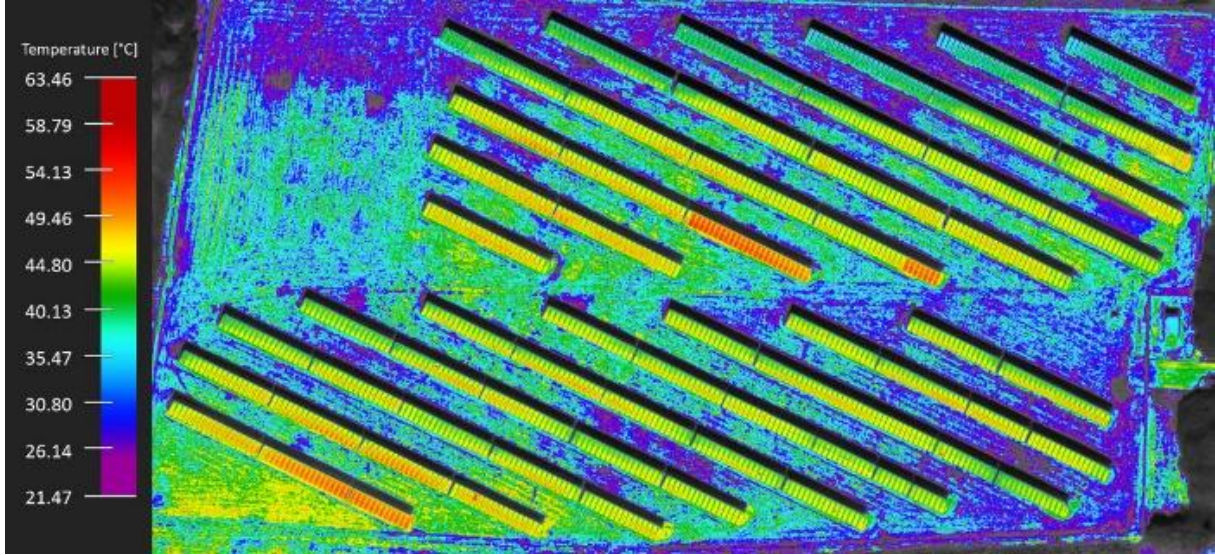
Şekil 1.18. 13 Şubat 2017 RASAT Uydusu Şili orman yangınları (<https://gezgin.gov.tr/>)



Şekil 1.19. 14 Aralık 2017 RASAT Uydusu Kaliforniya yangını (<https://gezgin.gov.tr/>)

Enerji Uygulamaları

- Yenilenebilir enerji kaynaklarının tespit edilmesi ve en uygun yer seçimi analizleri
- Küresel ısınma ve iklim değimi izleme
- Enerji nakil hatlarının izlenmesi
- Fotovoltaik güneş panelleri anomali tespiti



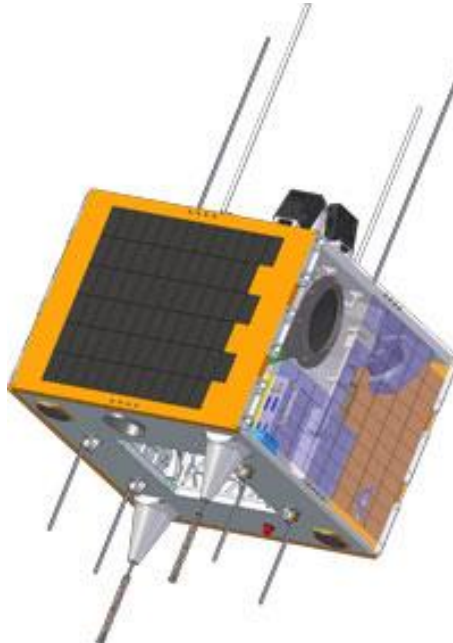
Şekil 1.20. Güneş panellerinde anomali tespiti (<https://thermalcapture.com/>)

2 UYDU GÖRÜNTÜLERİN İNDİRİLMESİ VE ÖN İŞLEME ADIMLARI

2.1 Rasat Görüntülerinin İndirilmesi

TÜBİTAK UZAY Teknolojileri Araştırma Enstitüsü tarafından tasarlanıp üretilen RASAT, Türkiye'nin ilk yerli üretim yer gözlem uydusudur (**Şekil 2.1**). 17 Ağustos 2011 tarihinde Rusya Federasyonu'nun Kazakistan sınırındaki Yasny fırlatma üssünden Dnepr roketi ile uzaya gönderilmiştir. RASAT Uydusu Türkiye'nin BİLSAT'tan sonra uzaya gönderilen ikinci yer gözlem uydusudur. RASAT Uydusu Türkiye'de tasarlanıp üretilen ilk yer gözlem uydudur.

RASAT uydusu Güneş'e eş zamanlı dairesel yörüngede, 700 km irtifada uçmaktadır. 7,5 m pankromatik, 15 m çok bandlı uzamsal çözünürlükte süpürçek (pushbroom) kameraya sahiptir (**Tablo 2.1**). Kullanım ömrü 3 yıl olarak tasarlanan RASAT, 3 eksenle kontrol edilerek, uydudan 4 günlük yeniden ziyaret zamanı ve 30 km'lik şerit genişliği ile 960 km uzunluğunda şerit görüntülenebilmektedir. Yörünge özelliği sebebiyle Dünya'nın her yerinden görüntü alınabilmektedir. TÜBİTAK UZAY tesislerinde bulunan yer istasyonundan kontrol edilen uydu, günde 4 kez Türkiye üzerinden geçmekte olup, günlük ortalama 42 dakikalık iletişim süresine sahiptir. Bunun dışında Kutup Kuşağı içinde yer alan Svalbard Adası'nda da uzaktan kontrol edilen bir yedek yer istasyonu bulunmaktadır. RASAT görüntüleriyle, haritacılık, afet izleme, çevre ve şehir planlama, değişiklikleri izleme gibi pek çok alanda uydu görüntüsü ihtiyaçlarını karşılama amaçlanmaktadır.

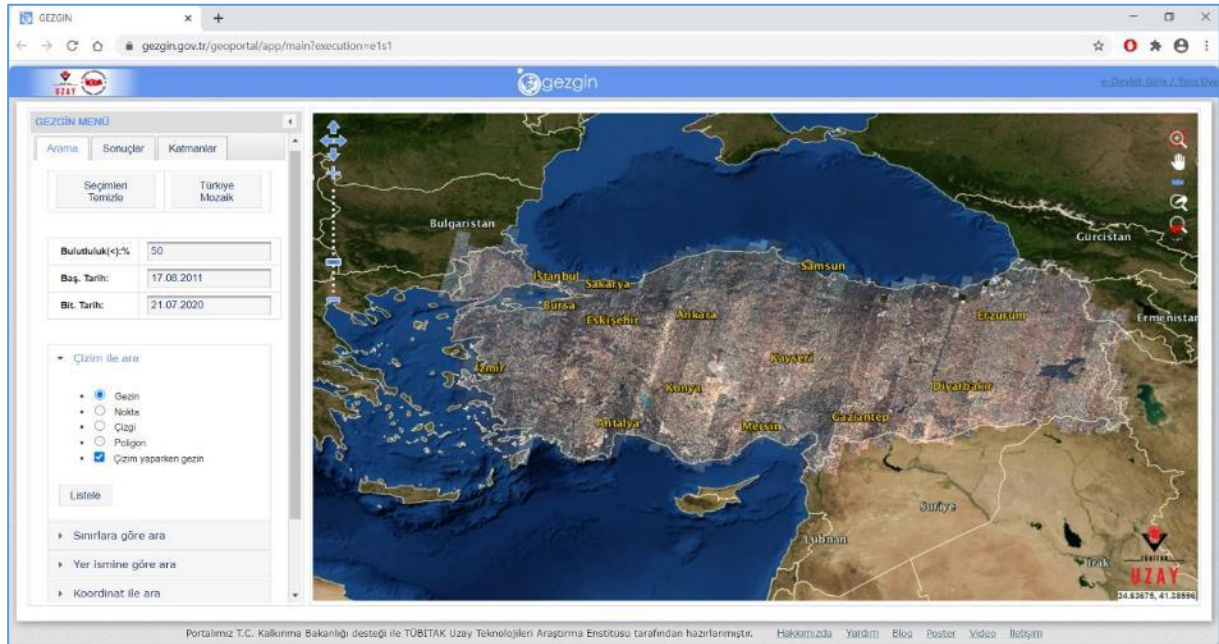


Şekil 2.1. RASAT Uydusu (<http://www.uzay.tubitak.gov.tr>)

Tablo 2.1. RASAT Uydusu teknik özellikleri (<http://www.uzay.tubitak.gov.tr>)

Uydu İsmi	RASAT
Kütle	93 kg
Yörünge	689 km'de dairesel, güneşe eş zamanlı
Yörünge Kontrolü	3 eksen kontrollü (yaw, pitch, roll)
Yörünge Süresi	98,8 dakika
Ekvator geçişi yerel zamanı	10:30
Uzamsal Çözünürlük	Pankromatik 7,5 metre Çok bandlı 15 metre
Tahmini Ömür	3 yıl
Tayfsal Çözünürlük (nm)	0.42-0.73 Pankromatik 1. Band 0.42 – 0.55 Mavi 2. Band 0.55 – 0.58 Yeşil 3. Band 0.58- 0.73 Kırmızı
Radyometrik Çözünürlük	8 bit
Zamansal Çözünürlük	4 gün
Şerit Genişliği	30 km
Maksimum Şerit Boyu	960 km

RASAT uydusundan indirilmiş olan ham görüntüler geometrik ve radyometrik düzeltmeler sonrasında koordinatlandırılarak GEZGİN portalına eklenmektedir (Şekil 2.2). GEZGİN portalından e-Devlet girişi ile 2012 yılından günümüze kadar çekilmiş görüntüler indirilebilmektedir. Gezgin portalına www.gezgin.gov.tr adresinden web tarayıcı ile ulaşılabilir. RASAT görüntüsü indirilebilmek için öncelikle e-Devlet'e giriş yapılması gerekmektedir.



Şekil 2.2. Gezgin portalı

Gezgin portalına giriş yapabilmek için sağ üst köşede bulunan e-Devlet Giriş linkinden, e-Devlet girişi yapılmalıdır. Gezgin portalı üzerinden bulutluluk ve tarih aralığına göre filtre uygulanabilir (**Şekil 2.3**).

Bulutluluk(<):%	30
Baş. Tarih:	13.08.2015
Bit. Tarih:	27.05.2020

Şekil 2.3. Bulutluluk ve tarih filtresi

İndirilmek istenilen görüntüyü bulmak için “Çizim ile ara”, “Sınırlara göre ara”, “Yer isimlerine göre ara”, “Koordinat ile ara” ve “Dosya yükleyerek ara” filtre araçları kullanılabilir (**Şekil 2.4**).

► Çizim ile ara
► Sınırlara göre ara
► Yer ismine göre ara
► Koordinat ile ara
► Dosya yükleyerek ara

Şekil 2.4. Görüntü arama araçları

Örnek olması için aşağıdaki bölümde **Sınırlara göre arama** kriteri kullanılarak görüntü araması yapılacaktır.

Uygulamaya başlamak için;

- **Sınırlara göre ara** sekmesinden il ismini Ankara seçiniz ve **Listele** butonuna tıklayınız (**Şekil 2.5**).

► Çizim ile ara

▼ Sınırlara göre ara

Listele

► Yer ismine göre ara

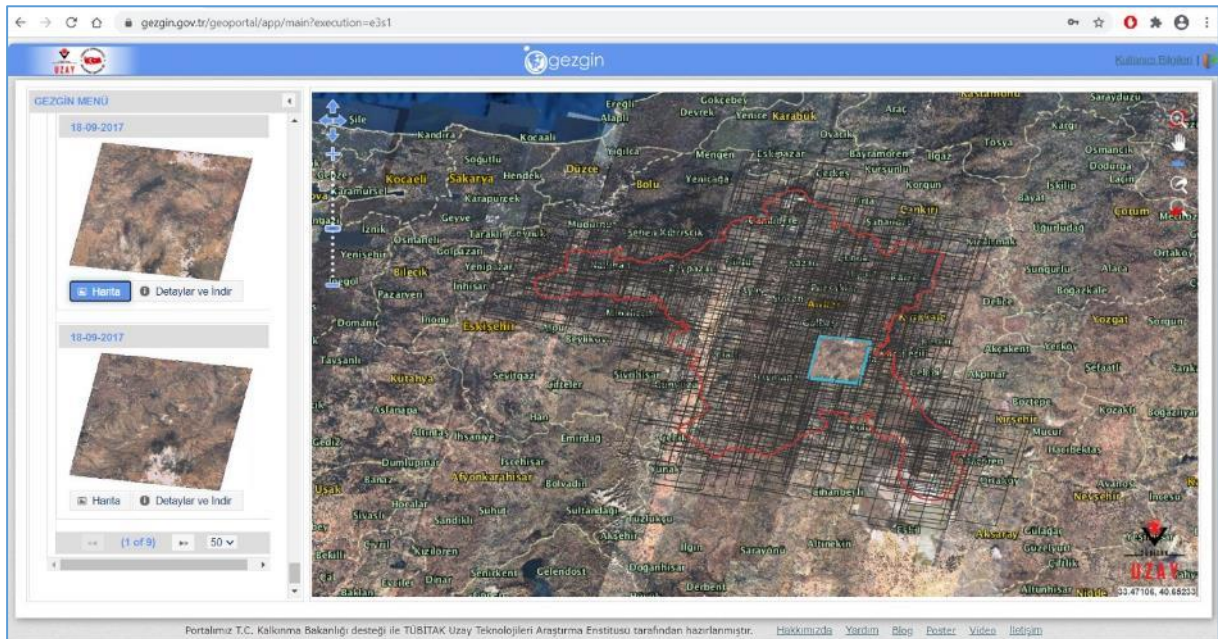
► Koordinat ile ara

► Dosya yükleyerek ara

Şekil 2.5. Sınırlara göre arama

İndirilmek istenilen görüntüler ekranın sol tarafında listelenir. Görüntünün altında bulunan **Harita** butonuna tıklandığında ana ekrandaki çerçeve mavi renkte görüntülenir (Şekil 2.6).

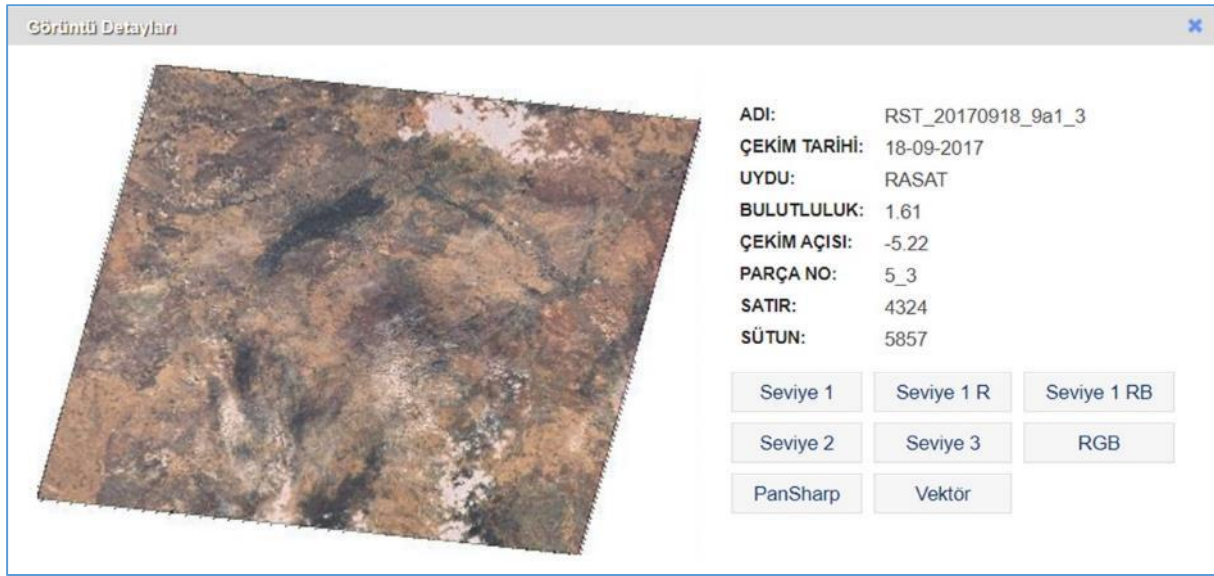
- **Harita** butonuna tıklayınız.



Şekil 2.6. Görüntü seçim ekranı

- **Detaylar ve İndir** butonuna tıklayınız. Açılan pencereden indirilmek istenilen seviyeyi seçiniz ve görüntüyü indiriniz (Şekil 2.7).
- İndirilen görüntüler **UNITE_1** klasörü içerisine kaydedilebilir.

Görüntü sevilerine ait açıklama aşağıdaki tabloda (**Tablo 2.2**) verilmiştir.



Şekil 2.7. Görüntü detayları

Tablo 2.2. RASAT uydu görüntülerinin görüntü işleme seviyeleri

Seviye 0 (L0)	Ham görüntü (Sıkıştırma ve radyometrik çözümleme yapılmış)
Seviye 1 (L1)	Radyometrik düzeltilmiş görüntü (Dedektör ve atmosferik hataları düzeltilmiş, gölge, gürültü ve bulanıklığı giderilmiş)
Seviye 2 (L2)	Geometrik düzeltilmiş görüntü
Seviye 3 (L3)	Ortorektifiye edilmiş görüntü
Seviye 4 (L4)	Pan ile keskinleştirilmiş görüntü
Seviye 5 (L5)	Mozaik görüntü
Seviye 6 (L6)	Sayısal yükseklik modeli görüntüsü

2.2 Landsat-8 Görüntülerinin İndirilmesi

Landsat Uyduları; Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi Başkanlığı (NASA) tarafından ilk olarak 1972 yılında yeryüzü kaynaklarını araştırmak amaçlı uzaya gönderilmiştir. 1975 yılında Landsat-2, 1978’de Landsat-3, 1982’de Landsat-4 ve 1984’de Landsat-5 uzaya gönderilmiştir. 5 Ekim 1993’de fırlatılan Landsat-6 yörüngeye yerleştirme esnasında yaşanan sorunlar nedeniyle hiç kullanılamamıştır. 15 Nisan 1999’da yörüngesine yerleştirilen Landsat-7 uydusu, 6 bantta 30 metre yersel çözünürlüğe, pankromatik bantta 15 metre yersel çözünürlüğe, yakın ve orta kızılötesi bantta ise 60 metre yersel çözünürlüğe sahiptir. Landsat-8 uydusu 11 Şubat 2013’de Atlas-V 401 roketi ile Vanderberg Hava Kuvvetleri Üssü, Kaliforniya’dan uzaya gönderilerek görevine başlamıştır. Landsat-8 uydusu NASA ve US Geological Survey (USGS) arasındaki iş birliği ile geliştirilmiştir. Landsat-8 uydusu üzerinde Operational Land Imager (OLI) ve Termal Kızılötesi Sensör (TIRS) olmak üzere iki kamera sistemi bulunmaktadır. Bu sensörler ile görünür, yakın kızılötesi ve kısa dalga kızılötesi bantta 30 metre, termal bantta 100 metre, pankromatik bantta 15 metre yersel çözünürlüğe sahip görüntüleme

yapılmaktadır (Tablo 2.3). Landsat uydularından çekilen görüntüler arşivlenmekte olup, <http://earthexplorer.usgs.gov/> adresinden üye olunarak istenilen bölgelerin görüntüleri ücretsiz olarak indirilebilmektedir.

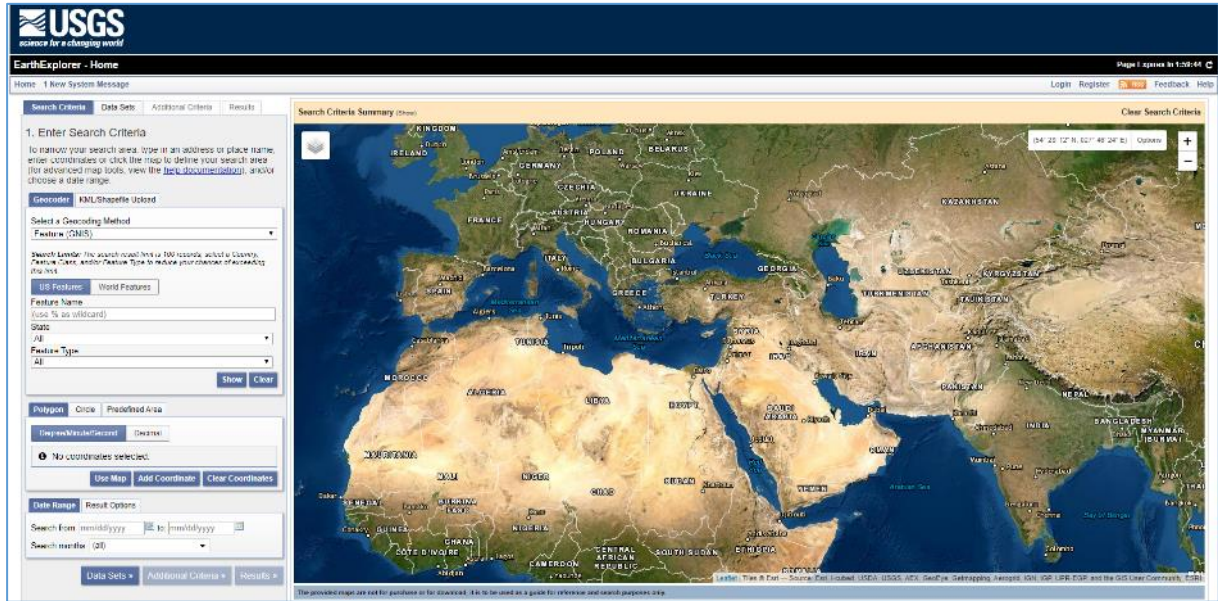
Tablo 2.3. Landsat-7 ve Landsat-8 Uydusunun spektral bandlarının karşılaştırılması

Landsat-7 ETM + Bands (µm)			Landsat-8 OLI ve TIRS Bands (µm)		
Band 1	30 m Mavi	0.441-0.514	30 m Kıyı / Aerosol	0.433-0.453	Band 1
Band 2	30 m Yeşil	0.519-0.601	30 m Mavi	0.450-0.515	Band 2
Band 3	30m Kırmızı	0.631-0.692	30 m Yeşil	0.525-0.600	Band 3
Band 4	30 m NIR	0.772-0.898	30 m Kırmızı	0.630-0.680	Band 4
Band 5	30 m SWIR-1	1.547-1.749	30 m NIR	0.845-0.885	Band 5
Band 6	60 m TIR	10.31-12.36	30 m SWIR-1	1.560-1.660	Band 6
Band 7	30 m SWIR-2	2.064-2.345	100 m TIR-1	10.60-11.19	Band 10
Band 8	15 Pan	0.515-0.896	100 m TIR-2	11.50-12.51	Band 11
			30 m SWIR-2	2.107-2.294	Band 7
			15 Pan	0.503-0.676	Band 8
			30 m Sırrus	1.363-1.384	Band 9

2.2.1 Earth Explorer

Earth Explorer, USGS (U.S. Geological Survey) tarafından işletilen arşiv uydu verilerinin sunulmasına ve arama yapılarak verilerin ücretsiz olarak indirilebilmesine imkân sağlayan bir portaldır. Earth Explorer portalına <http://earthexplorer.usgs.gov> adresinden web tarayıcı ile ulaşılır (Şekil 2.8).

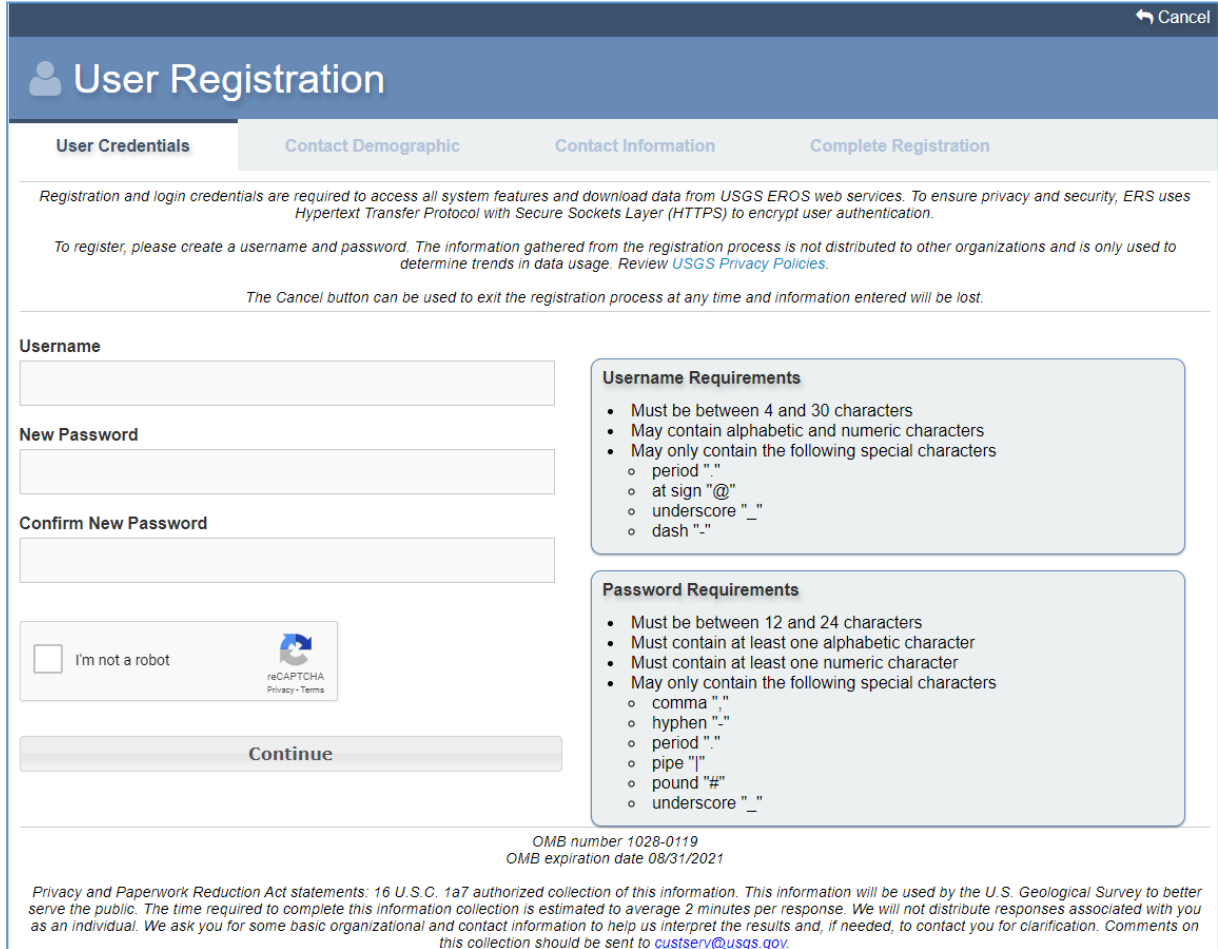
Portal üzerinden istenilen arama kriterlerine göre görüntüler sorgulanıp, sistemde oturum açılarak veriler indirilebilir.



Şekil 2.8. Earth Explorer kullanıcı arayüzü

- Portale kayıt olma ve giriş

Portalden uydu görüntülerinin indirilebilmesi için sisteme kayıt olunması gerekmektedir. Kayıt olmak için www.earthexplorer.usgs.gov adresinde açılan sayfanın sağ üst köşesinde yer alan **Register** butonu ile sisteme kayıt sayfası açılır (**Şekil 2.9**). Gerekli bilgiler girilerek sisteme kayıt olunur. Sayfaya yapılan sonraki girişlerde **Login** butonuna tıklanarak kullanıcı adı ve şifre ile giriş yapılır.



The screenshot shows the 'User Registration' page of the Earth Explorer portal. The page has a blue header with the title 'User Registration' and a 'Cancel' button. Below the header, there are four tabs: 'User Credentials', 'Contact Demographic', 'Contact Information', and 'Complete Registration'. The 'User Credentials' tab is active. The form includes fields for 'Username', 'New Password', and 'Confirm New Password'. To the right of these fields are two boxes detailing 'Username Requirements' and 'Password Requirements'. Below the password field is a reCAPTCHA widget with the text 'I'm not a robot'. At the bottom of the form is a 'Continue' button. The footer contains OMB numbers and a privacy statement.

User Registration

User Credentials | Contact Demographic | Contact Information | Complete Registration

Registration and login credentials are required to access all system features and download data from USGS EROS web services. To ensure privacy and security, ERS uses Hypertext Transfer Protocol with Secure Sockets Layer (HTTPS) to encrypt user authentication.

To register, please create a username and password. The information gathered from the registration process is not distributed to other organizations and is only used to determine trends in data usage. Review [USGS Privacy Policies](#).

The Cancel button can be used to exit the registration process at any time and information entered will be lost.

Username

New Password

Confirm New Password

☐ I'm not a robot

Continue

Username Requirements

- Must be between 4 and 30 characters
- May contain alphabetic and numeric characters
- May only contain the following special characters
 - period "."
 - at sign "@"
 - underscore "_"
 - dash "-"

Password Requirements

- Must be between 12 and 24 characters
- Must contain at least one alphabetic character
- Must contain at least one numeric character
- May only contain the following special characters
 - comma ","
 - hyphen "-"
 - period "."
 - pipe "|"
 - pound "#"
 - underscore "_"

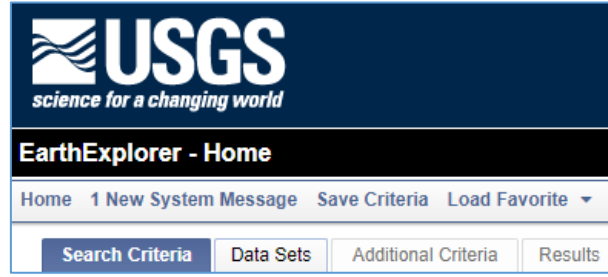
OMB number 1028-0119
OMB expiration date 08/31/2021

Privacy and Paperwork Reduction Act statements: 16 U.S.C. 1a7 authorized collection of this information. This information will be used by the U.S. Geological Survey to better serve the public. The time required to complete this information collection is estimated to average 2 minutes per response. We will not distribute responses associated with you as an individual. We ask you for some basic organizational and contact information to help us interpret the results and, if needed, to contact you for clarification. Comments on this collection should be sent to custserv@usgs.gov.

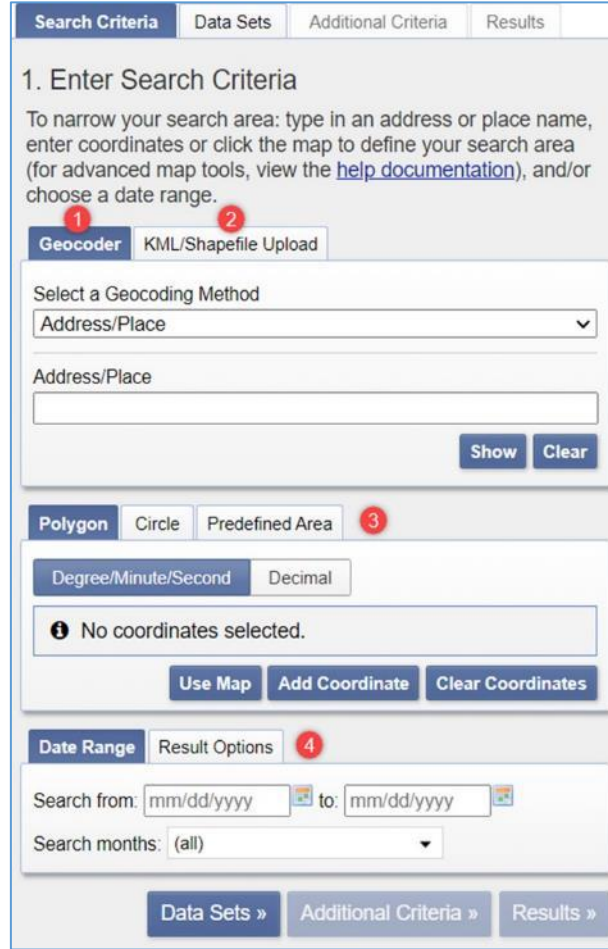
Şekil 2.9. Portale yeni kayıt olma arayüzü

- **İndirilecek görüntünün belirlenmesi**

Portal üzerinden indirilecek görüntülerin öncelikle arama kriterlerine göre filtrelenmesi gereklidir. Görüntü indirmek için <https://earthexplorer.usgs.gov/> portaline **Login** butonu ile giriş yapılmalıdır. Arama kriterleri işlemlerini gerçekleştirmek için ekranın sol üst köşesinde bulunan **Search Criteria** (Arama Kriterleri), aranacak veri setlerini seçmek için **Data Sets** (Veri Setleri), ek arama kriterleri için **Additional Criteria** (Ek Kriterler) ve metinsel ve grafiksel sorgu sonuçlarının görüntülenmesi için **Results** (Sonuçlar) sekmesi kullanılır. Search Criteria (Arama Kriterleri) sekmesi ile arama yapılacak alan için konum ve görüntü tarihi belirlenir (**Şekil 2.10** ve **Şekil 2.11**).



Şekil 2.10. Görüntü arama kriterleri



1. Enter Search Criteria

To narrow your search area: type in an address or place name, enter coordinates or click the map to define your search area (for advanced map tools, view the [help documentation](#)), and/or choose a date range.

1 **Geocoder** **2** KML/Shapefile Upload

Select a Geocoding Method
Address/Place

Address/Place

Show Clear

3 Polygon Circle Predefined Area

Degree/Minute/Second Decimal

No coordinates selected.

Use Map Add Coordinate Clear Coordinates

4 Date Range Result Options

Search from: mm/dd/yyyy to: mm/dd/yyyy

Search months: (all)

Data Sets » Additional Criteria » Results »

Şekil 2.11. Görüntü arama kriterleri

Geocoder sekmesinde aranacak görüntüyü farklı kriterler kullanarak seçmek mümkündür. Aşağı açılır **Select a Geocoding Method** kısmından veri seçme methodu seçilir (Şekil 2.12).

Address/Place seçeneği ile adres veya yer adı yazılarak arama yapılabilir. Konum girildikten sonra **Show** butonuna tıklandığında arama yapılan konumun koordinatları görüntülenmektedir. Konuma tıklandığında harita üzerine bir belirteç eklenmektedir.

Geocoder KML/Shapefile Upload

Select a Geocoding Method
Address/Place

Address/Place
ankara

Show Clear

Click on an Address/Place to show the location on the map and add coordinates to the Area of Interest Control.

Num	Address/Place	Latitude	Longitude
1	Ankara, Türkiye	39.9334	32.8597

Şekil 2.12. Görüntü arama kriterleri

Path ve Row seçeneği ile Path ve Row bilgileri girilerek nokta veya alan olarak arama yapılabilir (Ankara için Path:177, Row: 32) (**Şekil 2.13**). **Show** butonuna tıklandığında harita üzerine bir belirteç eklenmektedir.

Geocoder KML/Shapefile Upload

Select a Geocoding Method
Path/Row

Point Polygon

Type: WRS2 Path: 177 Row: 32

Show Clear

Şekil 2.13. Arama kriteri olarak Path-Row seçimi

KML / Shapefile Upload sekmesinde arama yapılacak alana ait Shapefile veya KML/KMZ dosyası varsa, vektör dosya yüklenerek arama yapılması sağlanabilir (**Şekil 2.14**).

Geocoder KML/Shapefile Upload

Files are limited to one record containing one polygon or line string with a maximum of 30 points.

KML/KMZ

Select File

Şekil 2.14. KML/Shapefile yükleyerek arama yapma

Harita üzerinde **Polygon**, **Circle** çizerek veya **Predefined Area** ile önceden tanımlanmış alanlardan seçim yapılabilir. Ayrıca manuel koordinat bilgisi girilerek de konum seçilebilir (**Şekil 2.15** ve **Şekil 2.16**).

Şekil 2.15. Konum seçme

Şekil 2.16. Seçilen alanın ekran görünümü

Görüntü aramanın yapılacağı tarih aralığı ve/veya arama yapılması istenen aylar seçilerek arama yapılması sağlanabilir (**Şekil 2.17**).

Şekil 2.17. Tarih seçme

- **Data Sets (Veri Seti Seçimi)**

Veri seçim sekmesinde, ulaşılabilir tüm veriler gruplanmış şekilde listelenmektedir. Birden fazla sayıda veri seçimi yapılabilir. Arama sonuçları alındığında her bir set için ayrı sonuçlar listelenmektedir. **Şekil 2.18**'de Landsat-8 görüntülerine ulaşmak için yapılan seçim görülmektedir.

2. Select Your Data Set(s)

Check the boxes for the data set(s) you want to search. When done selecting data set(s), click the *Additional Criteria* or *Results* buttons below. Click the plus sign next to the category name to show a list of data sets.

☐ Use Data Set Prefilter [\(What's This?\)](#)

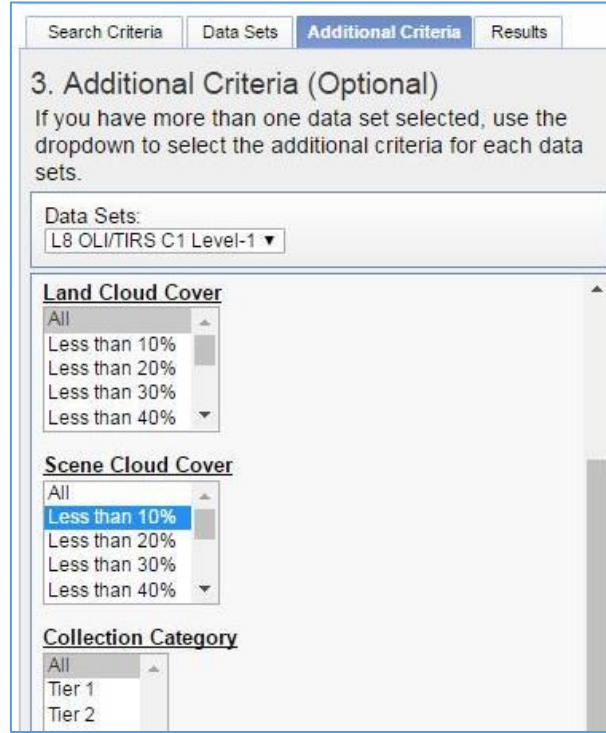
Data Set Search:

- EO-1
 - Global Fiducials
 - HCMM
 - ISERV
 - Land Cover
 - Landsat
 - Landsat Collection 1
 - Landsat Collection 1 Level-3
 - Landsat C1 Analysis Ready Data (ARD)
 - Landsat Collection 1 Level-2 (On-demand)
 - Landsat Collection 1 Level-1
 - ☒ Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1
 - ☐ Landsat 7 ETM+ C1 Level-1
 - ☐ Landsat 4-5 TM C1 Level-1
 - ☐ Landsat 1-5 MSS C1 Level-1
 - Landsat Legacy
 - LCMAP
 - NASA LPDAAC Collections
 - Radar

Şekil 2.18. Veri seti seçim ekranı, Landsat-8 veri seçimi

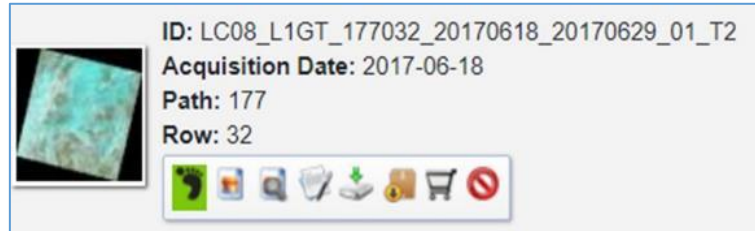
- **Additional Criteria (Ek Kriterler)**

Bu alanda farklı veri setleri için farklı sorular sorulur. Bu kısımda ilgi alanındaki maksimum bulutluluk oranı, görüntünün tamamındaki maksimum bulutluluk oranı, Level 1 data tipi gibi ek seçimler yapmak mümkündür (Şekil 2.19).



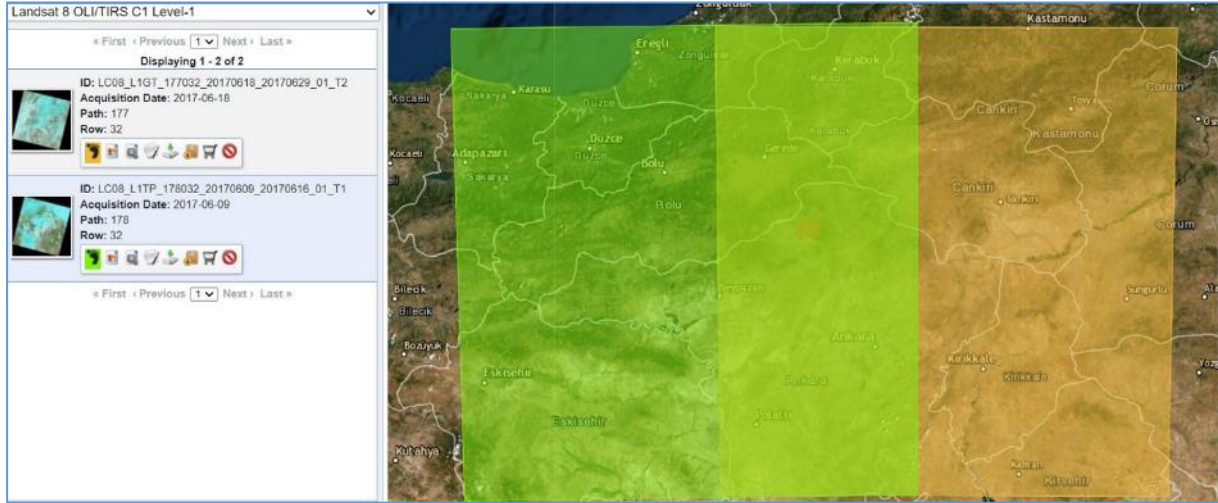
Şekil 2.19. Ek kriter seçim ekranı, Landsat-8 için yapılan seçimler

Tüm sekmelerin en alt kısmında bulunan **Results** butonu ile seçilen kritere uygun tüm görüntülerin Results sekmesinde listelenmesi sağlanır. Görüntülere ait önizleme resmi, görüntü adı, görüntü çekim tarihi ve bulunduğu path-row bilgisi listelenir (**Şekil 2.20**).

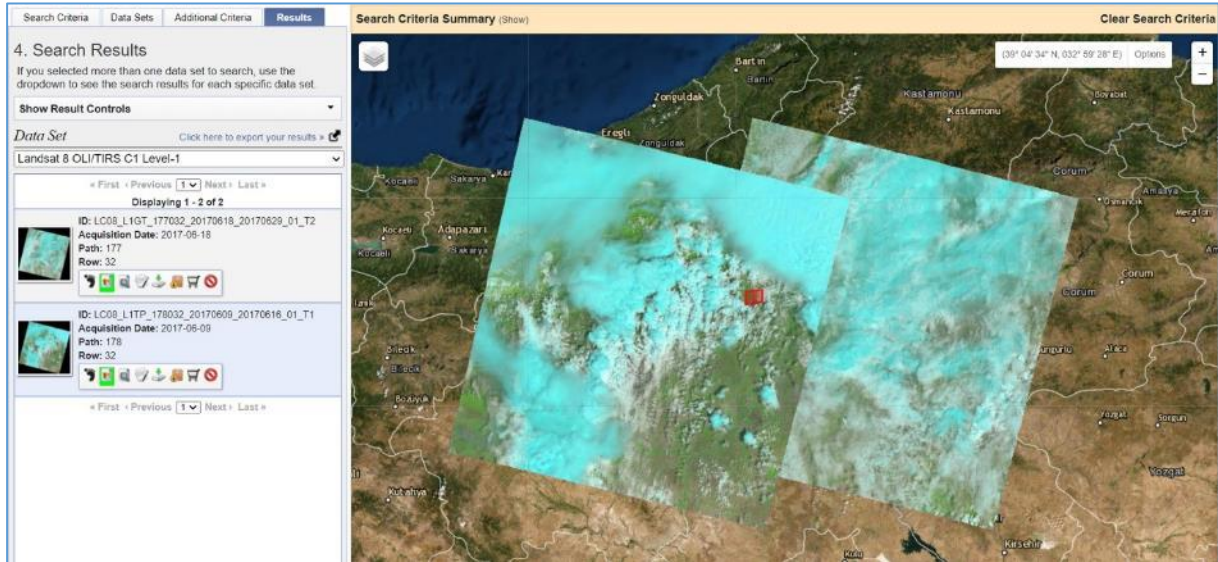


Şekil 2.20. Görüntünün ön izlemesi, adı, çekim tarihi, Path, Row

Listelenen sonuçlar footprint olarak veya ön izleme olarak harita üzerinde görüntülenebilir, metadatası sorgulanabilir (**Şekil 2.21** ve **Şekil 2.22**).

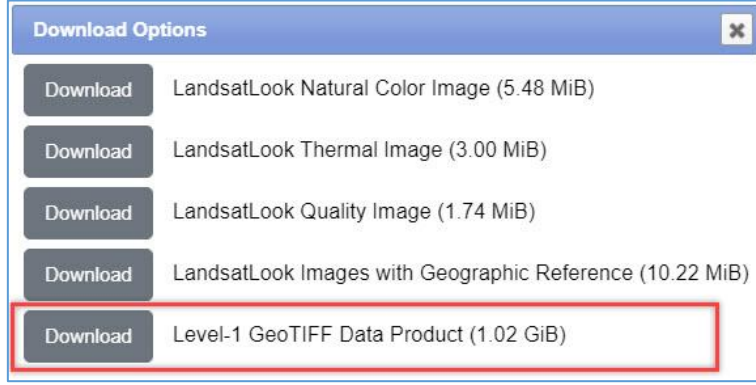


Şekil 2.21. Sonuçların footprint olarak haritada gösterilmesi



Şekil 2.22. Sonuçların ön izleme olarak haritada gösterilmesi

Her görüntüde bulunan download butonu ile **Download Options** penceresi açılır (**Şekil 2.23**). Veriler için sunulan, farklı formatlarda hazırlanmış veri indirme seçeneklerinden uygun olanlar seçilerek indirilir. Landsat-8 verisi görüntü analizi amacıyla kullanılacaksa “Level-1 GeoTIFF Data Product” seçilmelidir.



Şekil 2.23. Download options penceresi

2.3 Sentinel-2 Görüntülerinin İndirilmesi

ESA'nın Copernicus programı kapsamında 2015 ve 2017 yıllarında uzaya gönderdiği ikiz uydular Sentinel-2A ve Sentinel-2B uydularının 13 spektral bandı bulunmaktadır (**Şekil 2.24**). Mavi, kırmızı, yeşil ve yakın kızıl ötesi bandlar 10 m mekânsal çözünürlüğe sahiptir. 4 adet bitkisel kırmızı uç bandları ve 2 adet SWIR bandları 20'şer m çözünürlükte olup ve aerosol, su buharı ve SWIR-bulut bandları da 60 m yersel çözünürlüğe sahiptir. Sentinel-2 görüntüleri USGS'in Earth Explorer adresinden ücretsiz olarak sunulmaya başlanmıştır. Verileri ücretsiz olan uydular arasında en iyi yersel çözünürlük (kırmızı, yeşil, mavi bandlarda), Sentinel-2 tarafından sağlanmaktadır.

10 metre spatial resolution:

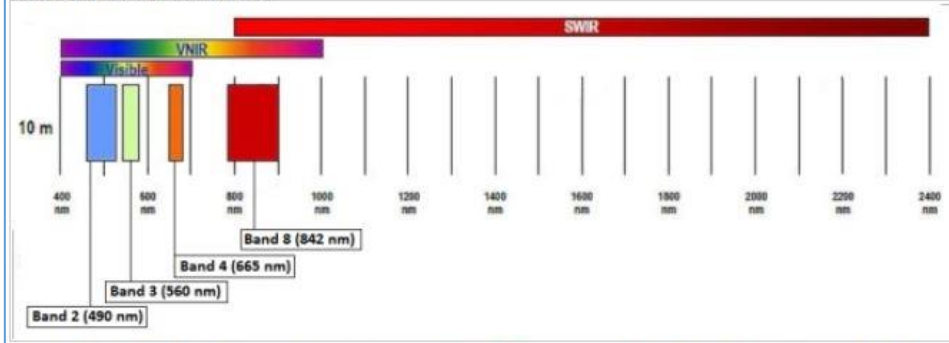


Figure 1: SENTINEL-2 10 m spatial resolution bands: B2 (490 nm), B3 (560 nm), B4 (665 nm) and B8 (842 nm)

20 metre spatial resolution:

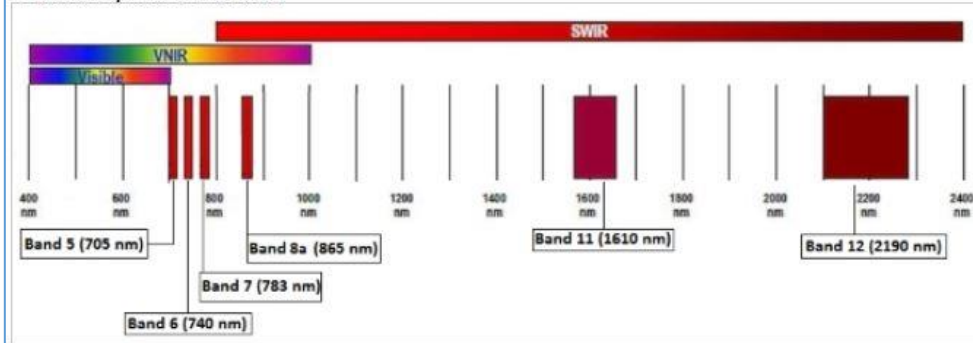


Figure 2: SENTINEL-2 20 m spatial resolution bands: B5 (705 nm), B6 (740 nm), B7 (783 nm), B8a (865 nm), B11 (1610 nm) and B12 (2190 nm)

60 metre spatial resolution:

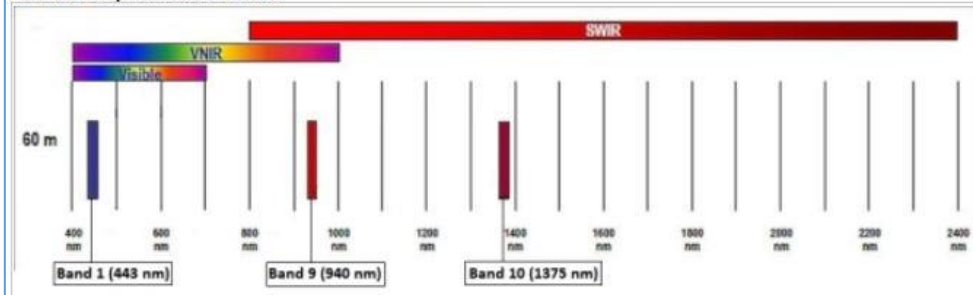


Figure 3: SENTINEL-2 60 m spatial resolution bands: B1 (443 nm), B9 (940 nm) and B10 (1375 nm)

Şekil 2.24. Sentinel-2 bandları

Sentinel-2 görüntüleri, hem ESA'nın Copernicus Open Access Hub (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>) sistemi üzerinden hem de USGS Earth Explorer (<https://earthexplorer.usgs.gov>) adresinden indirilebilmektedir. Her iki şekilde de nasıl indirilebileceği aşağıda anlatılmaktadır.

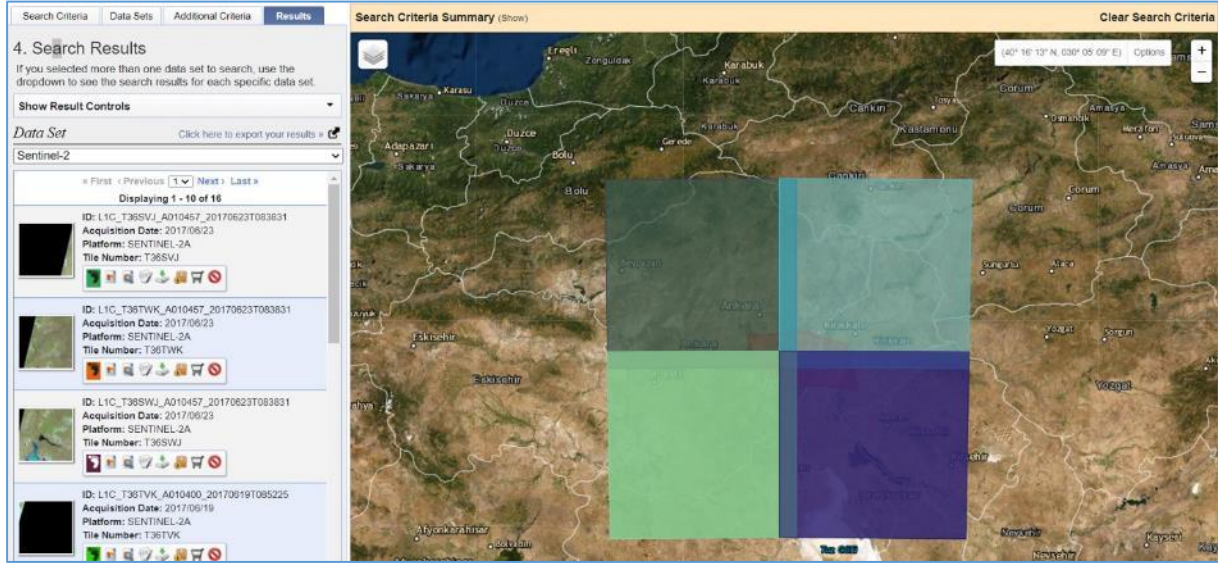
2.3.1 Sentinel-2 Görüntülerinin Earth Explorer ile İndirilmesi

Sentinel-2 görüntüleri Earth Explorer (<https://earthexplorer.usgs.gov>) kullanılarak indirilebilmektedir. Veri indirme aşamaları Landsat-8 ile aynı şekildedir. Veri Seti (Data Sets) sekmesinde arama yapılacak veri olarak **Sentinel** → **Sentinel-2** seçilir (**Şekil 2.25**).



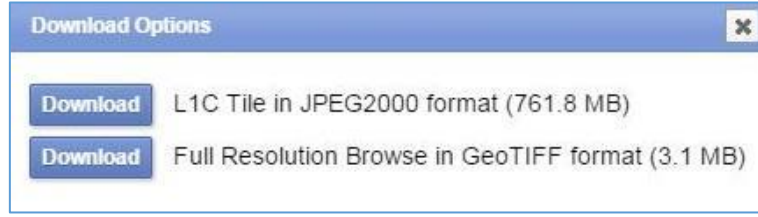
Şekil 2.25. Veri seti olarak Sentinel-2 seçimi

Seçilen bölge on altı görüntü çerçevesinin ortasında bulunmaktadır. Bu nedenle tüm bölge ile çalışılacaksa alanı kapsayan her parça indirilmeli ve aynı tarihli olanlar öncelikli olarak birleştirilmelidir. Bölgeyi kapsayan on altı görüntü footprint olarak **Şekil 2.26**'da verilen harita üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 2.26. Sentinel-2 arama sonuçlarının footprint olarak gösterilmesi

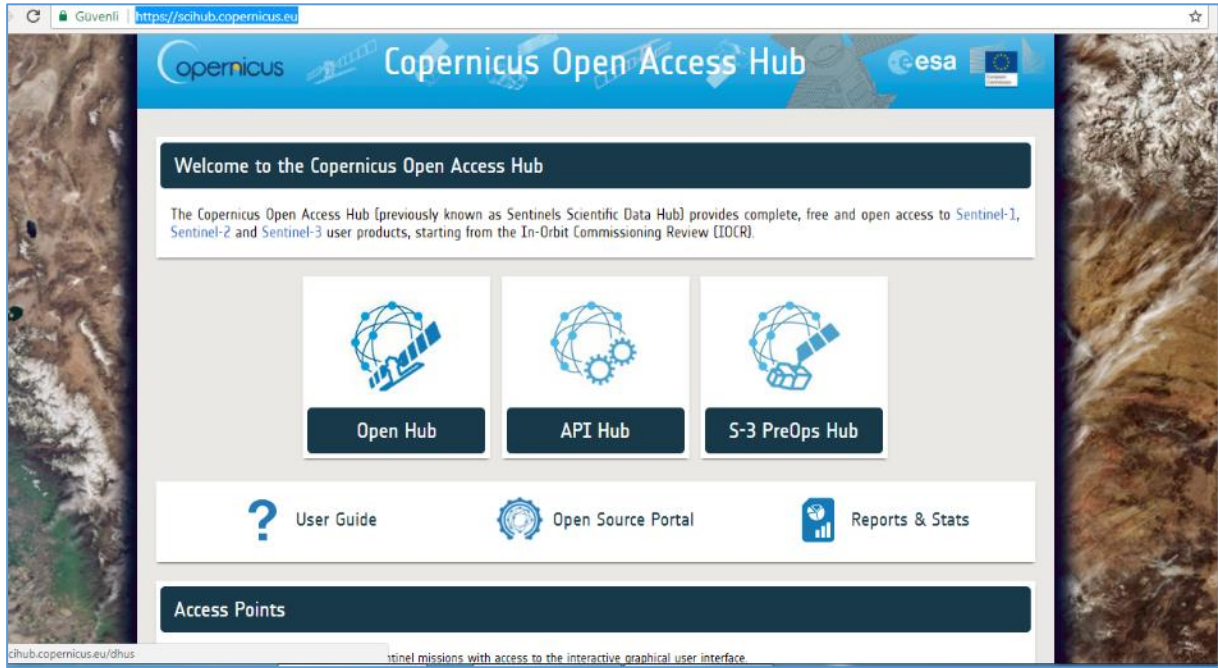
Sentinel-2 görüntüleri için indirilebilecek iki veri tipi mevcuttur. Görüntü analiz çalışmaları için **L1C Tile in JPEG2000 format** dosya tipi seçilerek indirilir (**Şekil 2.27**). Landsat-8 verilerinde olduğu gibi çok sayıda görüntünün indirilmesi için Bulk Download uygulaması kullanılabilir.



Şekil 2.27. Sentinel-2 indirilebilir veri tipleri

2.3.2 Sentinel-2 Görüntülerinin Sentinel-Hub ile İndirilmesi

Sentinel-2 uydu görüntüleri ESA'nın Copernicus Open Access Hub <https://scihub.copernicus.eu/> internet adresinden indirilebilmektedir. İlgili adrese ulaşıldıktan sonra **Open Hub** seçeneği seçilir. Veri indirmek ve arama kriterlerini saklamak için sisteme kayıt olunması gereklidir (Şekil 2.28).



Şekil 2.28. Copernicus Open Access Hub arayüz görüntüsü

Açılan pencerede sağ üstte bulunan butona  tıklanarak **Sign Up** seçeneği ile kayıt olunur ve sisteme sonraki girişlerde **Login** butonuna tıklanarak giriş yapılır (Şekil 2.29).



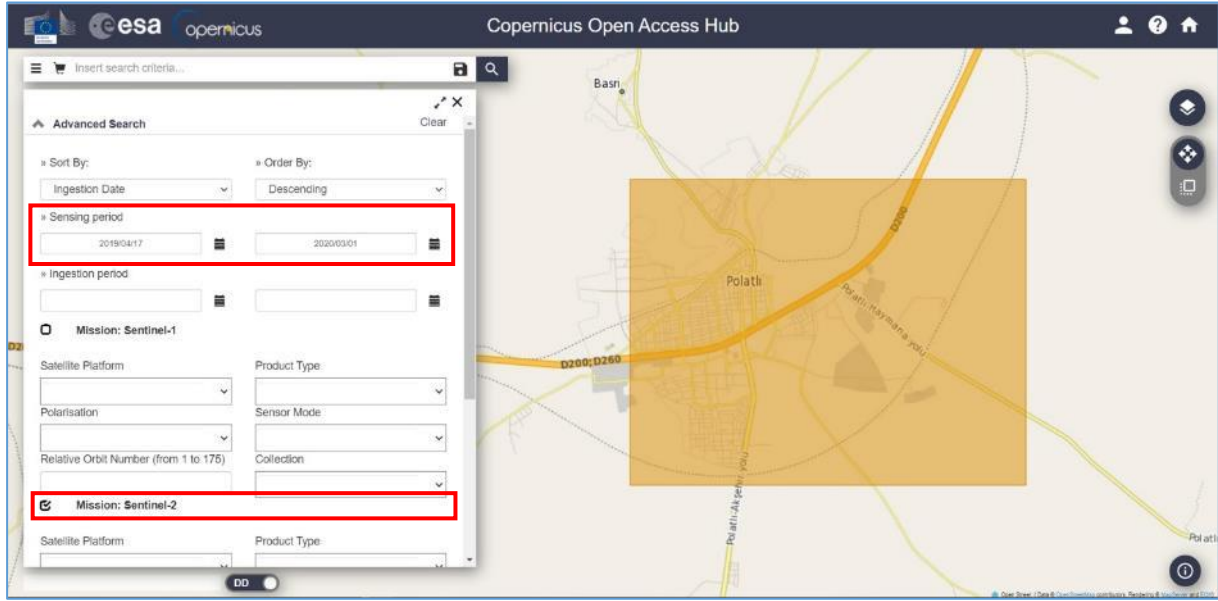
Şekil 2.29. Copernicus Open Access Hub arayüzüne kayıt olma ve giriş yapma

- **İlgi Alanı ve Arama Kriteri Seçimi**

Görüntü indirme işlemine başlamadan önce indirilmek istenilen görüntünün özellikleri seçilmelidir. Sol tarafta açılan **Advanced Search** menüsünden ilgilenilen tarih aralığı, maksimum bulutluluk oranı ve uydu adı seçilebilir (**Şekil 2.30**).

Görüntü indirebilmek için;

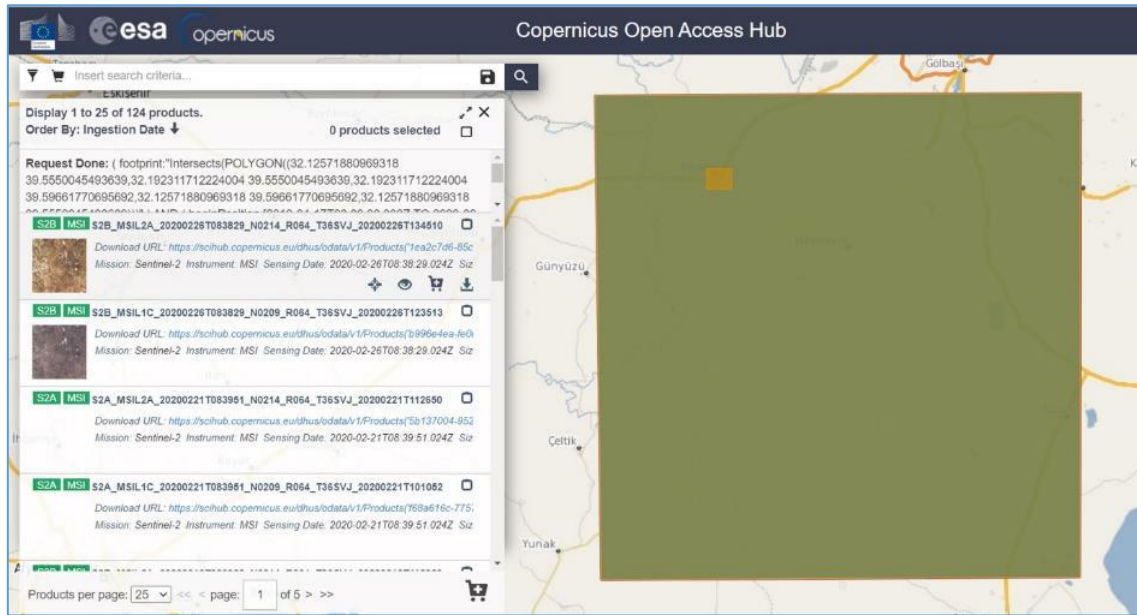
- **Sensing Period** kısmında indirilmek istenilen görüntünün zaman aralığını giriniz.
- **Mission: Sentinel-2** kutusunu işaretleyiniz.
- Harita üzerinde görüntü indirilmek istenilen bölgeye farenin orta topu ya da çizim aracı  ile bir dikdörtgen çizersiniz.
- Sol üstte yer alan büyüteç  butonuna tıklayarak görüntü arama işlemini başlatınız.



Şekil 2.30. Sentinel Hub arama yapma ve ilgi alanı seçme ekranı

• Sonuçlar

Kriterlere uygun sonuçlar sol tarafta listelenmektedir. Verilerin kapsadığı alanlar footprint olarak harita üzerinde gösterilir (Şekil 2.31).



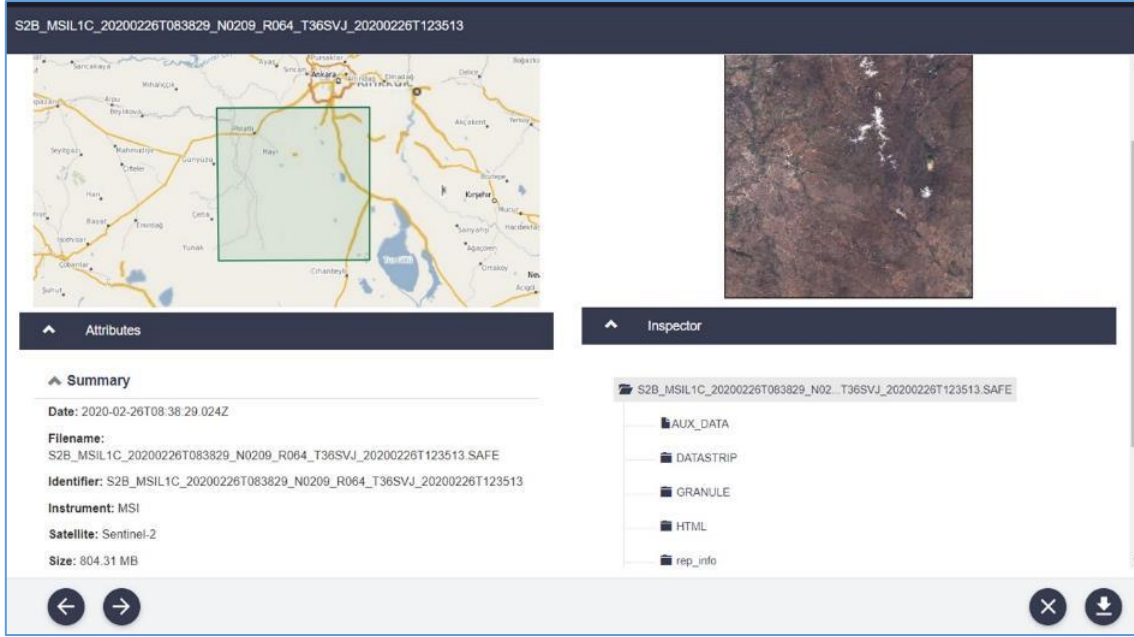
Şekil 2.31. Sentinel Hub, sonuçların listelenmesi

Her bir görüntünün altında veriye yaklaşma, veri seçimi, ürün bilgisi, veri indirme ve sipariş sepetine ekleme iconu bulunur (Şekil 2.32).



Şekil 2.32. Sentinel-2 verisi ikonları

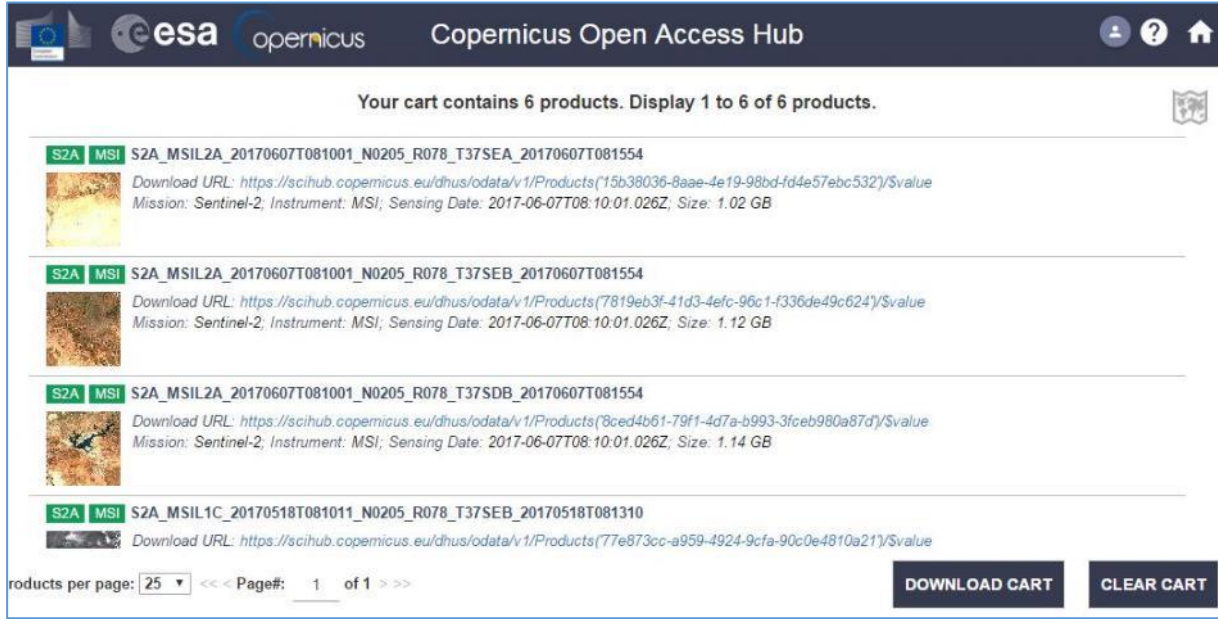
- **View Product Details**  butonuna tıklayınız (Şekil 2.33).



Şekil 2.33. Sentinel-2 için ürün bilgisi görüntüleme

Görüntüler **Cart** kısmına her bir görüntünün yanında bulunan  butonu ile eklenir. Eklenen cartlar, arama çubuğunda filtre butonunun yanında bulunan **View/Open Cart** butonu ile görüntülenir (Şekil 2.34).

- **View/Open Cart**  butonuna tıklayınız.



Şekil 2.34. Carta eklenen görüntülerin listesi

- İndirilmek istenilen görüntü için **Download Product**  butonuna tıklayınız.
- İndirilen görüntüler **UNITE_1** klasörü içerisine kaydedilebilir.

Birden fazla görüntü indirilmek istendiğinde görüntünün solunda bulunan onay kutusu işaretlenir ve **Download Product** butonuna tıklanır.

2.4 Sentinel-1 Görüntülerinin İndirilmesi

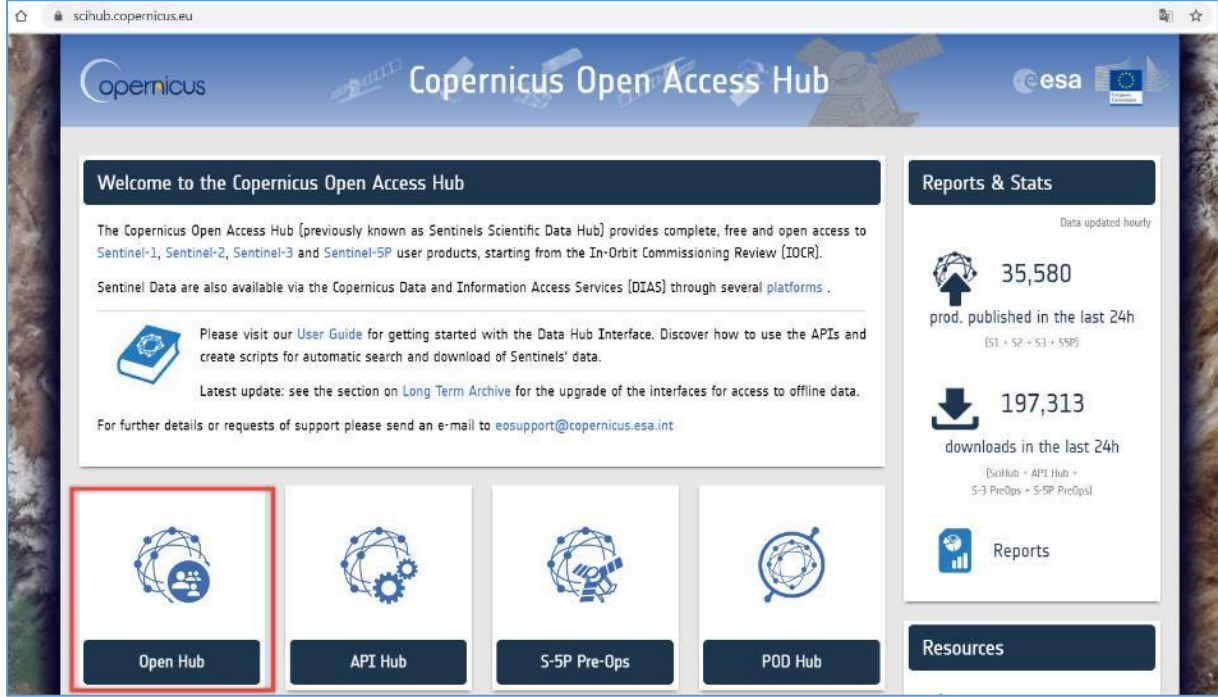
Sentinel-1, Sentinel-1A ve Sentinel-1B ikiz uydularından oluşan; Avrupa Uzay Ajansı'nın (ESA) Copernicus programı kapsamında 3 Nisan 2014 ve 25 Nisan 2016 tarihlerinde yörüngeye gönderdiği, C-band radar uzaktan algılama uydusudur. Sentinel-1 görüntüleri deniz ulaşım gözlemleri, kutup bölgelerinin ve buzulların izlenmesi, karasal bölgelerdeki kayma risklerinin analizi, orman, su ve toprak gözlemleri için kullanılabilir.

Sentinel-1 uydusunun verileri tüm kullanıcılar ile ücretsiz olarak paylaşılmaktadır. Çekildikten sonra 24 saat içinde arşiv veri olarak hazır olmaktadır. SAR Level-0, Level-1 SLC (Single Look Complex), Level-1 GRD (Ground Range Detected), ve Level-2 OCN ürün seviyelerinde paylaşılmaktadır.

Sentinel-1 uydu görüntüleri, ESA (European Space Agency) tarafından sunulan web bazlı Copernicus Open Access Hub sisteminden indirilebilmektedir (**Şekil 2.35**). Aynı bölgenin 3-4 gün aralıklarla alınmış görüntülerine ulaşılabilir. Landsat-8 ve Sentinel-2 ile birlikte bir SAR uydusu olan Sentinel-1 görüntülerinin de uygulama yazılımlarında aktif ve efektif olarak kullanılacağı öngörülmektedir. Bulutlu

hava koşulları sebebiyle elektro-optik Landsat-8 ve Sentinel-2 uydularından görüntü alınamadığı durumlarda Sentinel-1 bu açığı kapayabilmektedir.

Sentinel-1 SAR uydu görüntüleri <https://scihub.copernicus.eu/> internet adresinden indirilebilmektedir. İlgili adrese ulaşıldıktan sonra **Open Hub** seçeneği seçilir. Veri indirmek ve arama kriterlerini saklamak için sisteme kayıt olunması gereklidir (**Şekil 2.35**). Seçilen kriterler sonraki aramalar için kullanılabilir .



Şekil 2.35. Copernicus Open Access Hub

Açılan pencerede sağ üstte bulunan butona  tıklanarak **Sign Up** seçeneği ile kayıt olunur ve sisteme sonraki girişlerde **Login** butonuna tıklanarak giriş yapılır (**Şekil 2.36**).



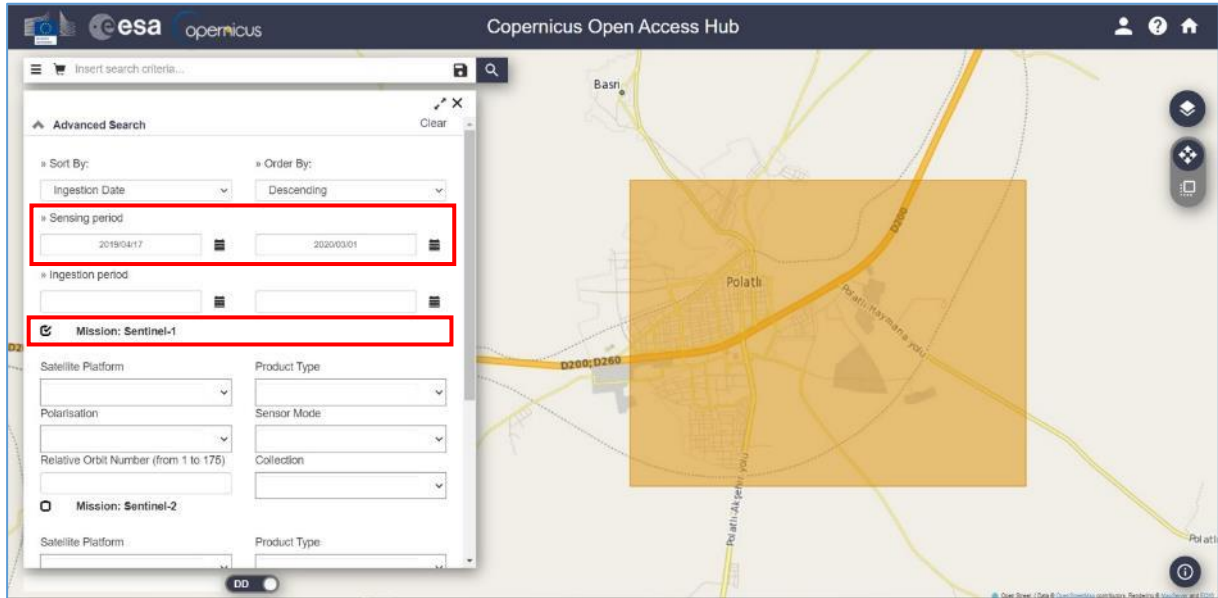
Şekil 2.36. Copernicus Open Access Hub giriş ekranı

- **İlgi Alanı ve Arama Kriteri Seçimi**

Görüntü indirme işlemine başlamadan önce indirilmek istenilen görüntünün özellikleri seçilmelidir. Sol tarafta açılan **Advanced Search** menüsünden ilgilenilen tarih aralığı, maksimum bulutluluk oranı ve uydu adı seçilebilir (Şekil 2.37).

Görüntü indirebilmek için;

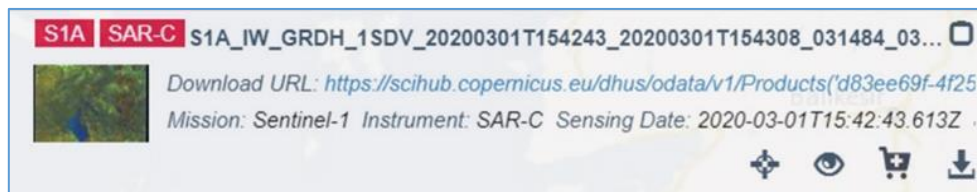
- **Sensing Period** penceresine indirilmek istenilen görüntünün zaman aralığını giriniz.
- **Mission: Sentinel-1** kutusunu işaretleyiniz.
- Harita üzerinde görüntü indirilmek istenilen bölgeye farenin orta topu ya da çizim aracı  ile bir dikdörtgen çiziniz.



Şekil 2.37. Veri özelliklerinin seçimi

- Sol üstte yer alan büyüteç  butonuna tıklayarak görüntü arama işlemini başlatınız.
- **Sonuçlar**

Kriterlere uygun sonuçlar sol tarafta listelenmektedir. Her bir görüntünün altında veriye yaklaşma, veri seçimi, ürün bilgisi, veri indirme ve sipariş sepetine ekleme butonları yer almaktadır (Şekil 2.38).

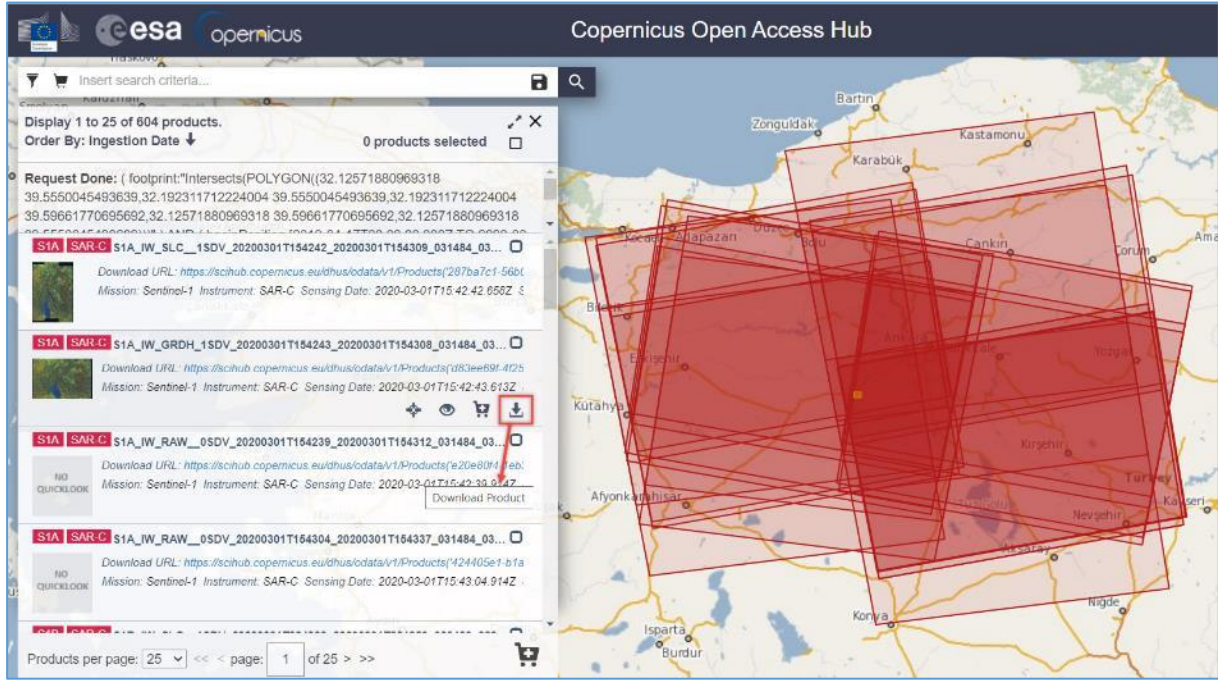


Şekil 2.38. Arama kriterlerine uygun sonuçların görüntülenmesi

İndirilecek görüntünün **GRDH** formatlı olması gerekmektedir. GRDH formatlı olması görüntü isminden anlaşılmaktadır. GRDH formatlı görüntüler, isminin 3. sırasındaki GRDH ile gösterilmektedir.

- İndirilmek istenilen görüntü için **Download Product**  butonuna tıklayınız.
- İndirilen görüntüler **UNITE_1** klasörü içerisine kaydedilebilir.

Birden fazla görüntü indirilmek istendiğinde görüntünün solunda bulunan onay kutusu işaretlenir ve **Download Product** butonuna tıklanır (**Şekil 2.39**).



Şekil 2.39. Verinin indirilmesi

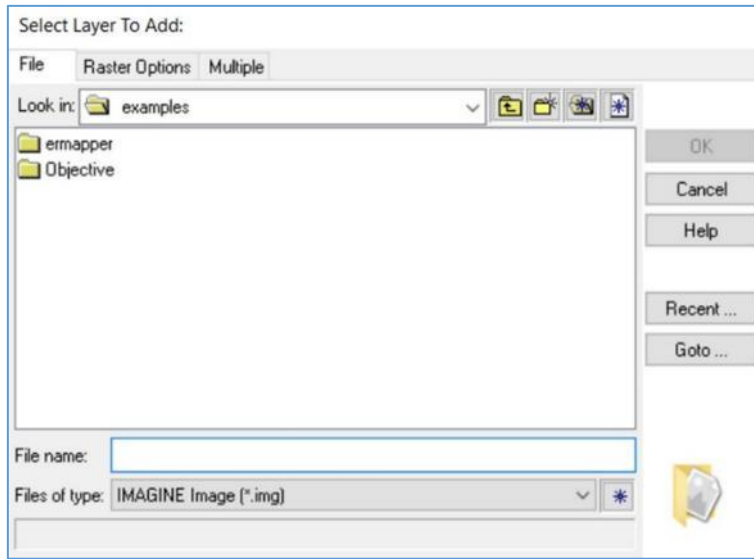
3 ERDAS IMAGINE'DE VERİ GÖRÜNTÜLEME

3.1 Image Görüntüleme

Image görüntülemek için;

- **FILE** sekmesi > **Open** > **Raster Layer**  **Raster Layer..** kısmına tıklayınız.

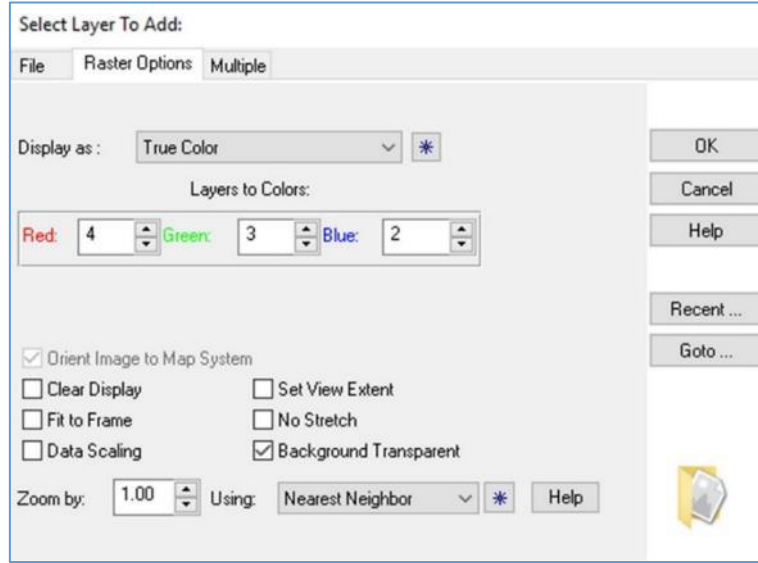
Select Layer To Add penceresi açılacaktır. Bu pencere ERDAS IMAGINE içerisinde sıklıkla kullanılır (**Şekil 3.1**).



Şekil 3.1. Select layer to add penceresi

➤ **Files of Type:** Bu kısımdan ERDAS IMAGINE programında hangi dosya türünün açılmak istenildiği seçilir.

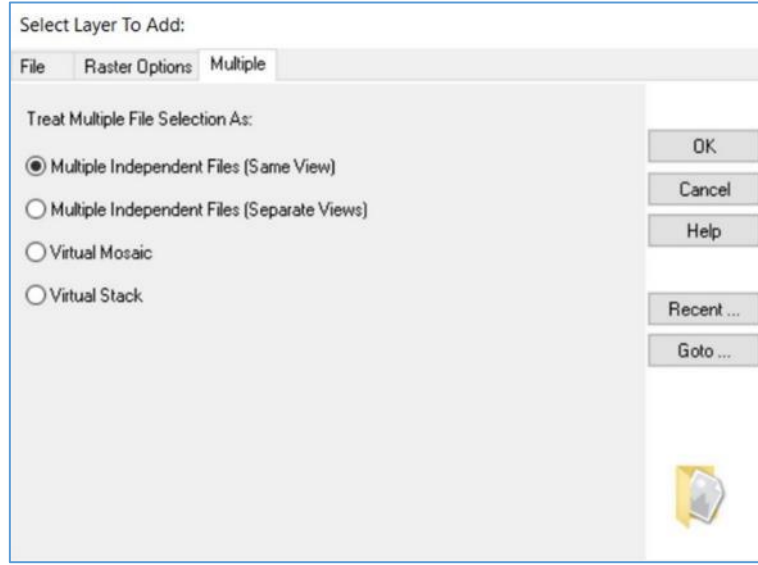
- **Files of Type** kısmını **ECW (*.ecw)** olarak ayarlayınız.
- **UNITE_2** klasöründe bulunan **landsat8_melbourne.ecw** dosyasını seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız.
- **Raster Options** sekmesine tıklayınız (**Şekil 3.2**).



Şekil 3.2. Raster options penceresi

Raster katmanlar, işlenmemiş / çok katmanlı **Continuous Data**, tek katmanlı **Panchromatic Continuous Data** veya kategorik / tek katmanlı **Thematical Data** olabilir.

- **Image Chain:** Raster olarak image chain seçeneğini kullanarak geliştirmeler uygulayabilir, renk aralıkları uygulayabilir ve raster görüntülerden özellikleri ayıklayabilirsiniz.
- **True Color:** Aynı anda sürekli katmanları (veya bandları) görüntüler. Her katman, monitörün Kırmızı, Yeşil, Mavi renk kombinasyonlarıyla ilişkilendirilir. Her rengin yoğunluğu, her bir katmandaki değerlerle kontrol edilir.
- **Pseudo Color:** Her sınıf değerini bir renkle ilişkilendirerek tematik görüntüleri (sınıflandırılmış) görüntüler; tek katman.
- **Grayscale:** Sürekli katmanı (band) görüntüler. Band değerleri bir gri tonlama ile ilişkilendirilir. Düşük değerler = karanlık; Yüksek değerler = parlaktır.
- **Relief:** Yükseklik verilerini görüntülemek için kullanılır. Piksel değerlerinde çok fazla değişiklikler gerektirir.
 - **Display As** listesinden **Gray Scale** seçiniz.
 - **Display Layer** kısmını **5** olarak ayarlayınız. Bu işlem Band 5'i tek bir Gray Scale bandı olarak açar.
 - Birden fazla dosyayı tek bir viewerda (görüntüleyici) görüntüleme seçenekleri için **Multiple** sekmesine tıklayınız (Şekil 3.3).



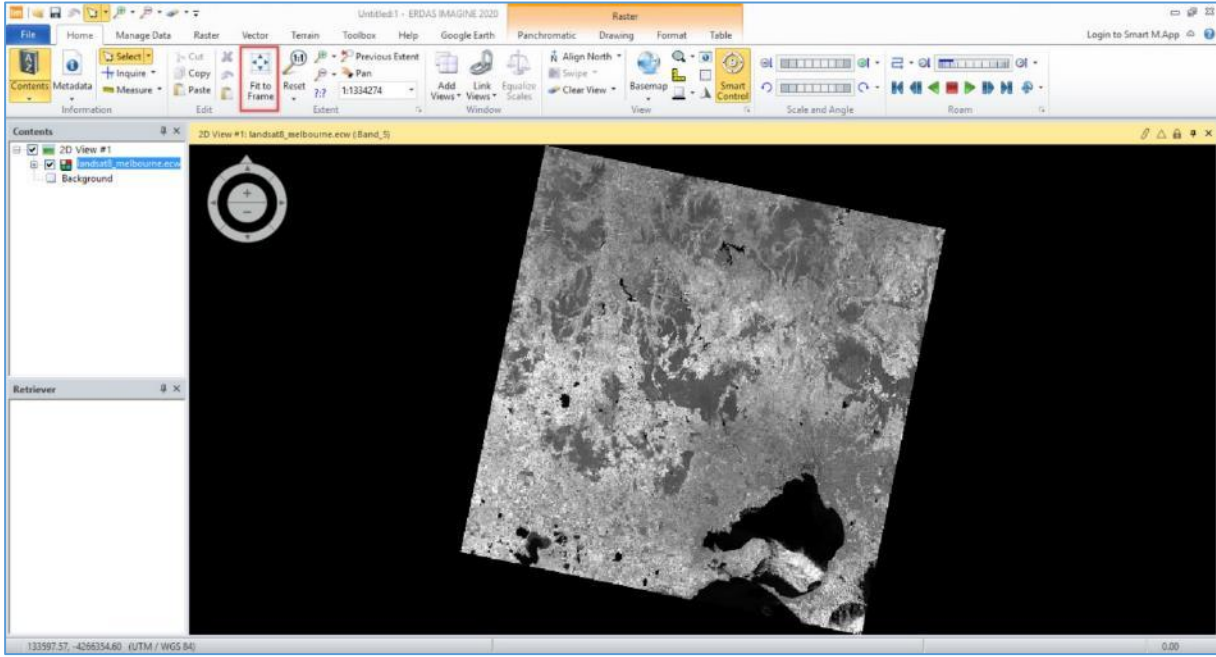
Şekil 3.3. Multiple penceresi

- **Multiple Independent Files:** Viewerda (görüntüleyici) bulunan diğer dosyalardan bağımsız olarak düzenlenebilen ya da silinebilen katmanları ayrı ayrı dosyalar halinde getirir.
- **Multiple Images in Virtual Mosaic:** Bağımsız dosyalar, tek bir mantıksal dosya (ya da katman) olarak ele alınır. Kontrast seçenekleri viewerdaki bütün görüntülere uygulanır.
- **Multiple Images in Virtual Stack:** Çoklu bandlar bulunduran bir görüntü olmadan MULTISPECTRAL bandları (örneğin; LANDSAT 7 TM) bağımsız olarak getirmenize olanak sağlar. Bu seçenek ile, farklı dosyalar seçilebilir. ERDAS IMAGINE bu bandları pencere bölmesinde dinamik olarak birleştirerek bandların tek bir görüntü olarak işlenmesini sağlar.
 - **OK** butonuna tıklayınız. Landsat-8 görüntüsü IMAGINE 2D görünümünde açılacaktır.

3.1.1 Tüm Pencereyi Görüntüle Butonu (Fit To Frame)

Bir harita penceresi içindeki tüm görüntüleri görüntülemek için **Fit to Frame** seçeneği kullanılır. Fit to frame seçeneğine erişmek için aktif görüntünün üzerine sağ tıklanır (Şekil 3.4).

- **HOME** sekmesi > **Fit to Frame** butonuna tıklayınız.



Şekil 3.4. Tüm pencereyi görüntüleme

3.1.2 Yaklaşma/ Uzaklaşma Seçenekleri

Bir uygulama alanın büyütülmesi ya da küçültülmesi gerekebilir. ERDAS IMAGINE de alanı büyütmek için **Zoom In** butonu veya daha fazla alanı görüntülemek için **Zoom Out** butonu kullanılır. Zoom In /Zoom Out işlemleri fare denetim topu ile yapılabilir. Ek yakınlaştırma araçları, butonların yanında bulunan aşağı açılır listede yer alır. Bu araçlara ulaşmak için menü okuna tıklanır.

Zoom Out butonunu erişmek için;

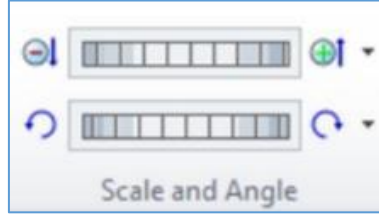
- **HOME** sekmesi altında bulunan **Zoom Out** butonuna tıklayınız.
- Uzaklaşmak istenilen alanın üzerine **Zoom Out** butonu ile tıklayınız.

Zoom In butonuna erişmek için;

- **HOME** sekmesi altında bulunan **Zoom In** butonuna tıklayınız.
- Yaklaşmak istenilen alanın üzerine **Zoom In** butonu ile tıklayınız.

Zoom Out ya da **Zoom In** butonları ile istenilen alan üzerine farenin sol tuşu bırakılmadan sürüklenerek bir dikdörtgen çizilebilir. İstenilen büyüklükte dikdörtgen oluşturulduktan sonra içerisinde kalan alan, tüm harita penceresine sığacak şekilde yakınlaşacak ya da uzaklaşacaktır. Zoom Out ya da Zoom In butonları kullanıldıktan sonra aktif kalmaktadır. Bu butonları kapatmak için **HOME** sekmesi altında bulunan **Select** butonu kullanılmalıdır.

Scale and Angle grubunda bulunan araçlar ile görüntü yakınlaştırılabilir ya da uzaklaştırılabilir. Aynı zamanda görüntüyü döndürmek içinde bu araçların yanında bulunan butonlar ya da aracın yanında bulunan tekerler kullanılabilir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Scale and Angle grubu

3.1.3 Önceki Görünüm (Previous Extent Butonu)

Harita ekranında yapılan yakınlştırma ve uzaklaşmalarda alan daha önceki görünümüne getirilmek istenebilir. Bu durumda **HOME** sekmesi altında bulunan **Previous Extent** butonu kullanılır. Görüntüler açıldığında kullanılan orijinal yakınlştırma düzeyine kadar geri alınabilir.

3.1.4 Ölçek Ayarları

Görüntünün ölçek ayarını değıştirmek için **HOME** sekmesi altında bulunan **Extent** grubundaki açılır liste kullanılır. Bu listeden görüntü penceresi ölçeklendirilir. Görüntüye yaklaşım seviyesi de bu kısımdan seçilebilir.

Ölçek değıştirmek için;

- **HOME sekmesi > Extent grubu >** açılır ölçek listesine tıklayınız.
- **1: 250.000** ölçeğini seçiniz.

3.1.5 Pan Butonu

Çalışılan alan ekrana sığmadığı zaman sağa-sola, aşağı-yukarı kaydırılması gerekebilir. **Pan** butonu ile ya da fare topuna basılı tutularak bu işlem yapılır.

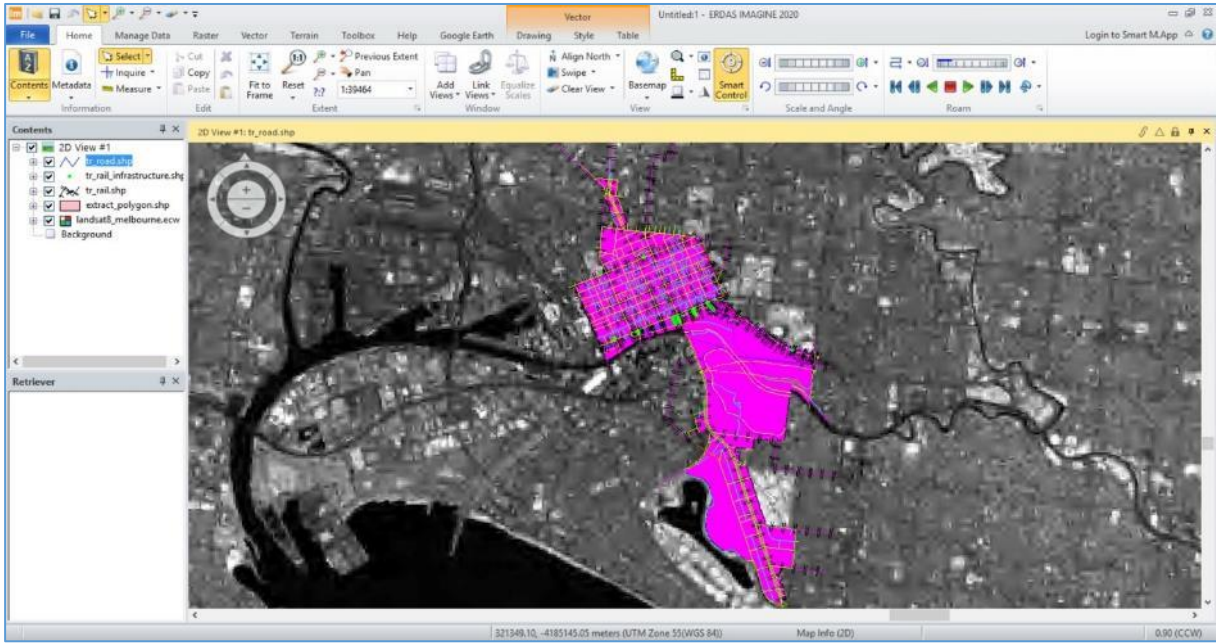
- **HOME** sekmesi altında bulunan **Pan**  butonuna tıklayınız.
- İmlecin bir el şeklinde olduğuna dikkat ediniz. Kaydırma modu etkin duruma gelmektedir.
- Viewer üzerinde farenin sol tuşu ile haritayı kaydırmak istediğiniz yöne çekiniz ya da Virtual Roam özelliğini kullanarak bir yere tıklayınız. İmleciniz bir artı  şekli alacaktır. Farenin tuşlarını kullanmadan sağa/sola, aşağı/yukarı hareket ettiriniz.
- Virtual Roam özelliğini sona erdirmek için farenin sol tuşu ile tıklayınız.

Pan butonu kullanıldıktan sonra aktif kalmaktadır. Bu butonu kapatmak için **HOME** sekmesi altında bulunan **Select** butonu kullanılır.

3.2 Vektör Veri Görüntüleme

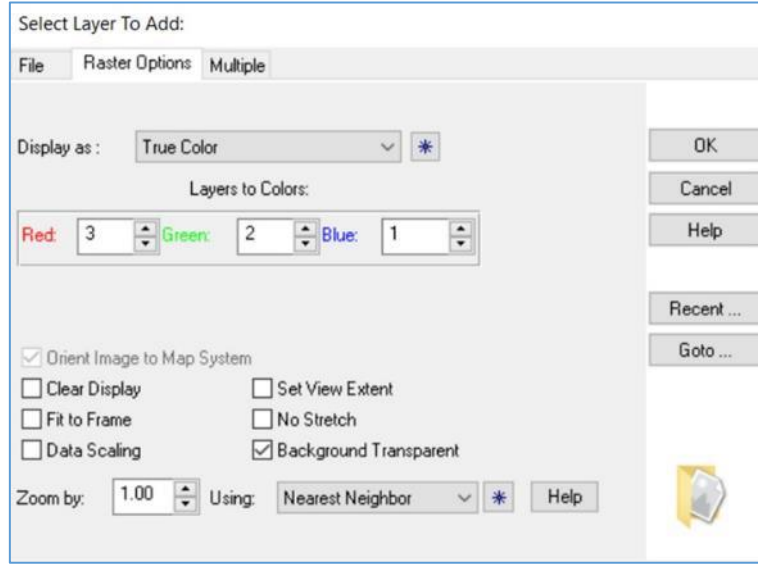
Vektör veri görüntülemek için;

- **FILE** sekmesi > **Open** > **Vector Layer**  **Vector Layer..** kısmına tıklayınız.
- **Files of Type** kısmını **Shapefile (*.shp)** olarak ayarlayınız.
- **UNITE_2** klasöründe bulunan **TR_RAIL.shp**, **TR_RAIL_INFRASTRUCTURE.shp**, **TR_ROAD.shp**, **EXTRACT_POLYGON.shp** dosyalarını <SHIFT> tuşu ile seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız.
- **Contents** panelinde bulunan **tr_road.shp** dosyasına sağ tıklayınız ve **Fit Layer to Window** komutuna tıklayınız (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Vektör veri görüntülemek

- 2D viewer üzerinde sağ tıklayınız ve **Open Raster Layer** seçeneğini seçiniz.
- **Files of Type** kısmını **ECW(*.ecw)** olarak ayarlayınız.
- **UNITE_2** klasöründe bulunan **Pleiades_Melbourne_msi.ecw** dosyasına bir kez tıklayınız.
- **Raster Options** sekmesinden **Display As** kısmını **True Color** seçiniz.
- **Layer to Colors** (Band Kombinasyonu) seçeneklerini **3,2,1** olarak ayarlayınız.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 3.7).

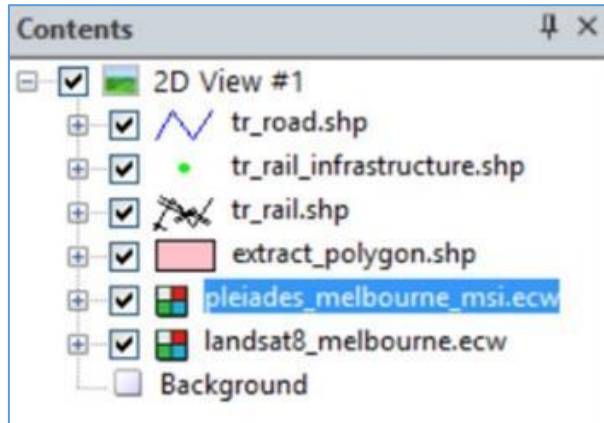


Şekil 3.7. True color seçeneği

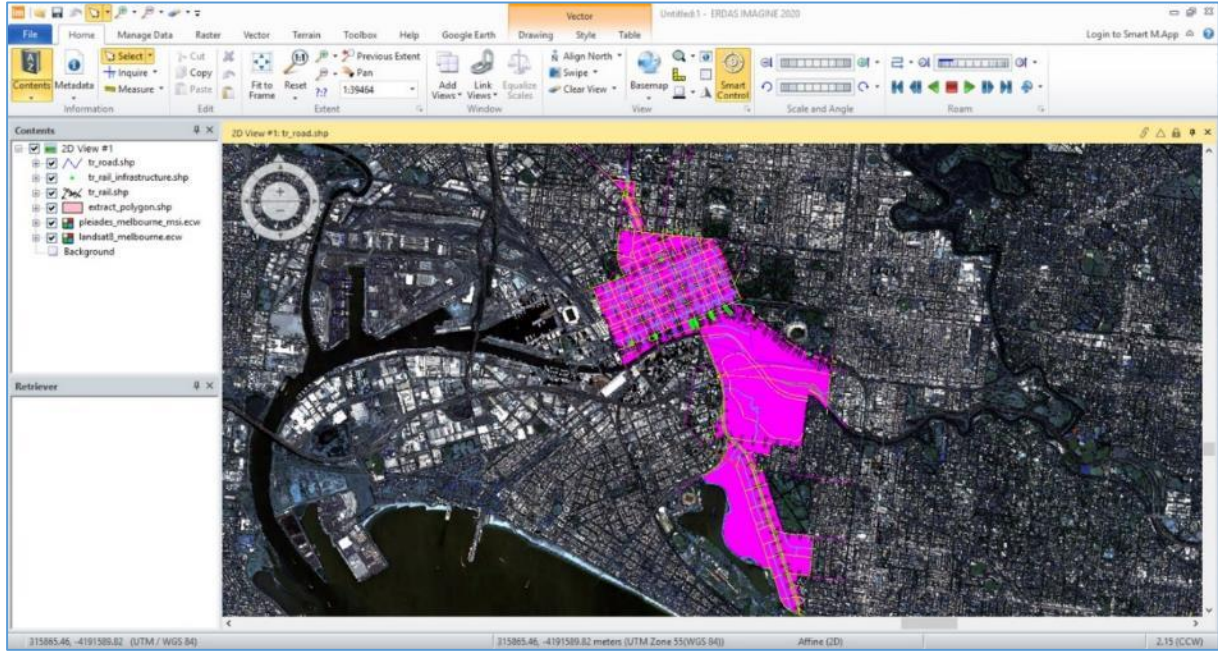
3.2.1 Katman Sıralaması

Yeni açılan her katman en üste eklenmektedir. Katmanların görünürlüğünün ayarlanması için sıralama yapılması gerekmektedir (Şekil 3.8). Bu uygulamada yeni açılan görüntü, vektör katmanların üzerine açıldığı için veri setlerinin sırası düzenlenecek ve vektörler Pleiades görüntüsünün üstünde görüntülenecektir (Şekil 3.9).

- **Contents** panelinden **Pleiades_Melbourne_msi.ecw** görüntüsüne farenin sol tuşu ile tıklayınız ve **Landsat8_Melbourne.ecw** görüntüsünün üzerine sürükleyerek taşıyınız.



Şekil 3.8. Katmanların sırasını değiştirme



Şekil 3.9. Sırası değiştirilmiş katman görüntüsü

3.3 Birden Fazla Pencere Açma (Opening Multiple Views)

ERDAS IMAGINE programında farklı veri setlerinin karşılaştırılabilmesi için birden fazla view (pencere) aynı anda görüntülenebilir. Ayrıca, bu viewler birbirine bağlanabilir ve bağlanan görüntülerin görünümü ve ölçeği aynı kalır. Bu uygulamada çalışma alanı (eWorkspace) içerisine ikinci bir view açılacaktır.

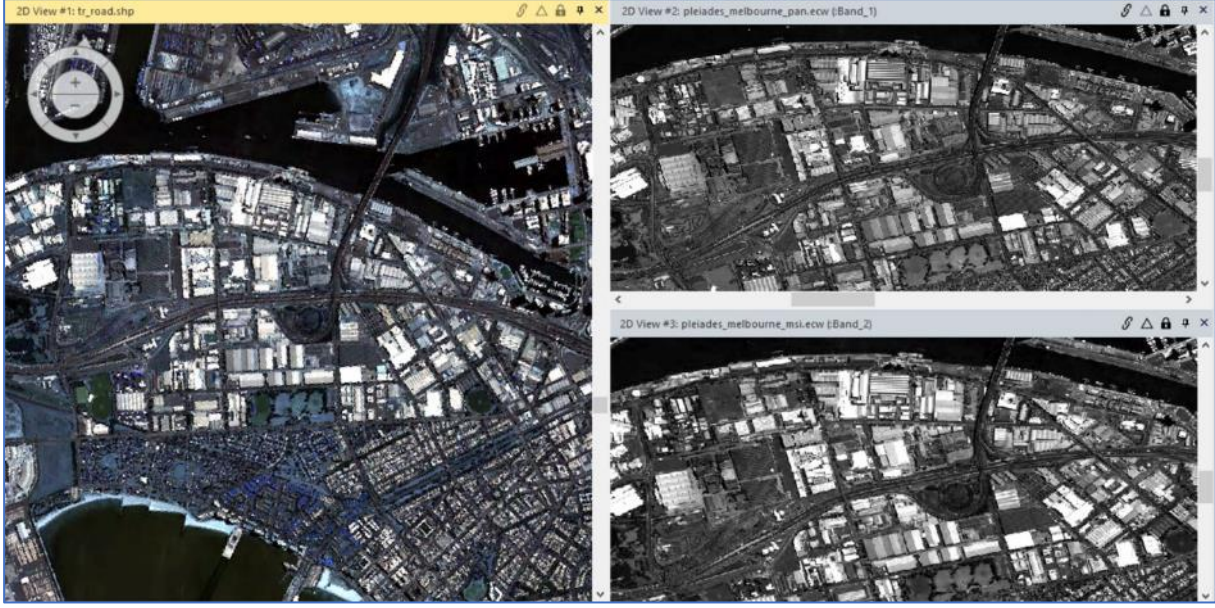
- **HOME** sekmesi > **Windows** grubu > **Add Views**  butonuna tıklayınız.
- **Add Views** menüsü altından **Display Two Views** seçeneğine tıklayınız.
- **View #2** penceresini ya da **Contents** panelinden **2D View #2** başlığını seçiniz.
- **FILE** sekmesi > **Open** > **Raster Layer** kısmına tıklayınız.
- **Files of Type** kısmını **ECW(*.ecw)** olarak ayarlayınız.
- **UNITE_2** klasöründe bulunan **Pleiades_Melbourne_Pan.ecw** dosyasını seçiniz.

Pleiades_Melbourne_Pan.ecw dosyası içerisinde tek band olduğu için band seçimi yapılmamıştır. Bir band kombinasyonu seçilmediği için açılan band varsayılan olarak açılmıştır.

Üçüncü bir görüntü açmak için (Şekil 3.10);

- **Add Views** menüsü altından **Create New 2D View** seçeneğine tıklayınız.
- **FILE** sekmesi > **Open** > **Raster Layer** seçeneğine tıklayınız.
- **UNITE_2** klasöründe bulunan **Pleiades_Melbourne_msi.ecw** dosyasını seçiniz.
- **Raster Options** sekmesinden **Display As** kısmını **Gray Scale** seçiniz.

- **Display Layer** kısmını **2** olarak ayarlayınız.



Şekil 3.10. Ekranda üçüncü bir görüntü açma

- **2D View #3** penceresini kapatınız.

3.3.1 Pencereleeri Bağlama (Linking Views)

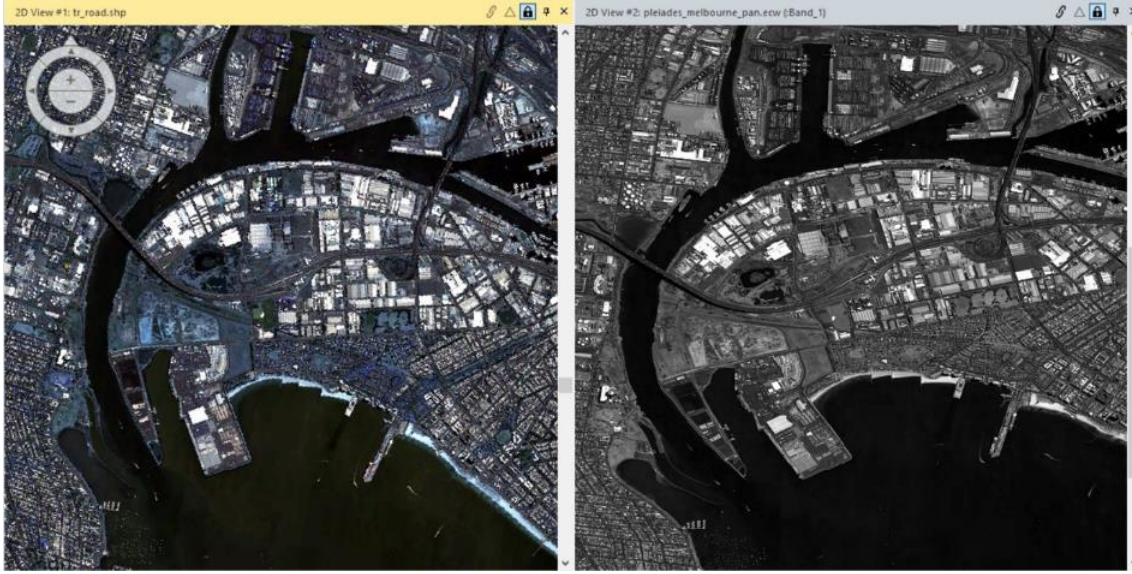
ERDAS IMAGINE’de Lock, Link ve Equalize seçenekleri ile görüntüleri birbirine bağlamak için üç yöntem vardır.

Bu yöntemler;

- **2D View #1** penceresinde **Pleiades_Melbourne_msi.ecw** görüntüsünün ve **2D View #2** penceresinde **Pleiades_Melbourne_Pan.ecw** görüntüsünün bulunduğundan emin olunuz.
- 2D View #1 penceresinin sağ üst köşesinde bulunan **Lock** sembolüne tıklayınız.



- 2D View #1 penceresindeki görüntüyü farenin denetim topunu kullanarak hareket ettiriniz. 2D View #2 penceresindeki görüntünün de nasıl hareket ettiğine dikkat ediniz (**Şekil 3.11**).

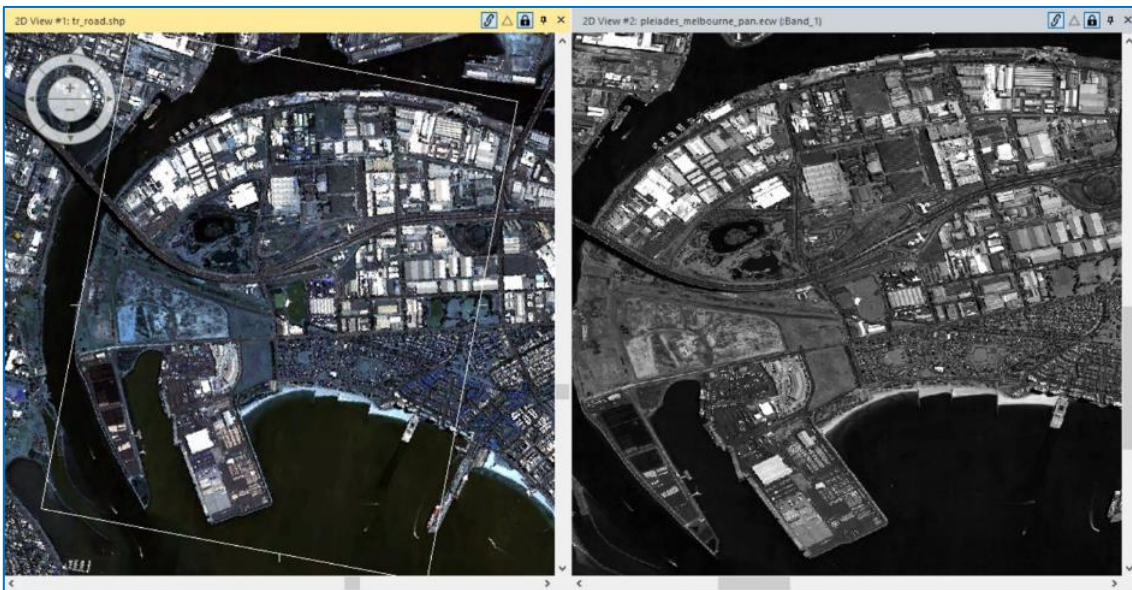


Şekil 3.11. Lock yöntemi

- 2D View #2 penceresini seçiniz. Ardından 2D View #1 penceresinin sağ üst köşesinde bulunan **Link** sembolüne tıklayınız.



- 2D View #1 penceresine bir çerçeve eklenecektir.
- Çerçeve sınırının herhangi bir yerine tıklayınız ve çerçeveyi görüntü içerisinde hareket ettiriniz. 2D View #2 penceresinde bulunan görüntünün de nasıl hareket ettiğine dikkat ediniz.
- Çerçeve köşesine tıklanarak çıkan ok  ile çerçeve boyutlandırılabilir. Bu boyutlandırma bağlantılı pencerelerin yakınlaştırma ölçüsünü etkiler (**Şekil 3.12**).



Şekil 3.12. Link yöntemi

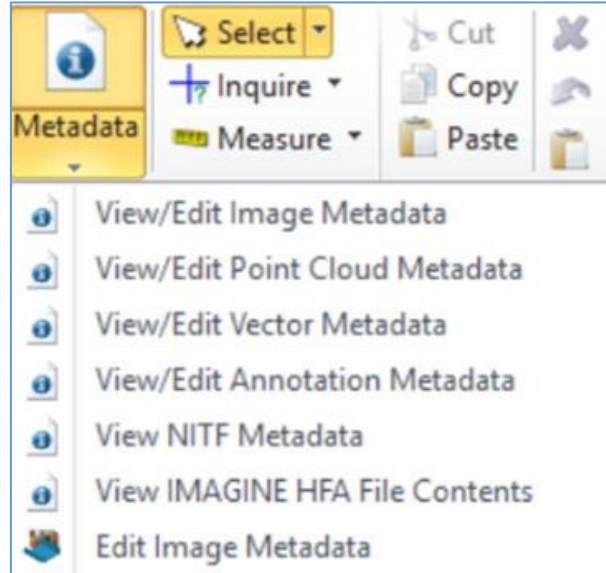
Her iki pencerenin ölçeğini eşitlemek için;

- **HOME** sekmesi > **Window** grubu > **Equalize Scales** butonuna tıklayınız.

3.4 Metadata Görüntüleme (Viewing Metadata)

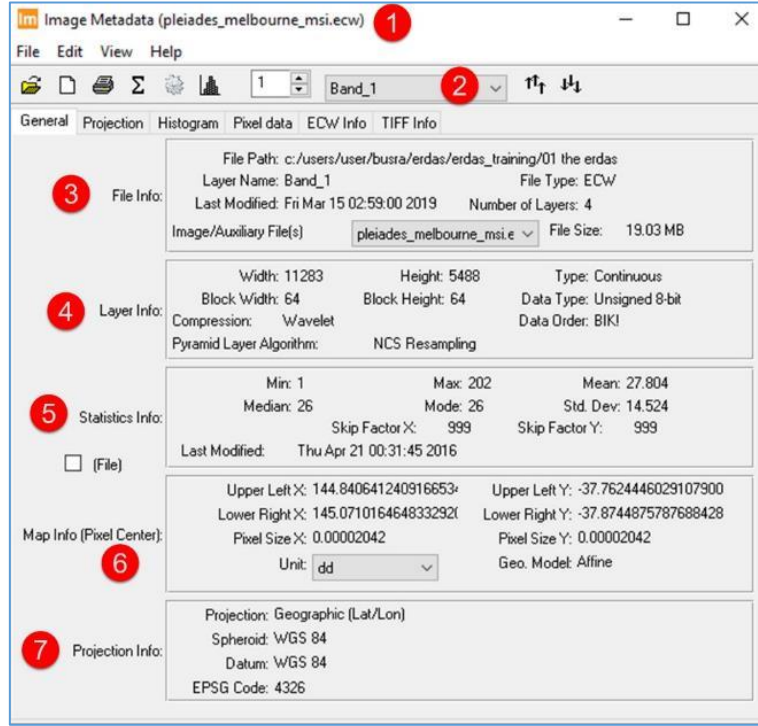
Contents paneli içindeki görüntüye farenin sağ tuşu ile **Metadata** fonksiyonu açılır. Aynı işlem  Metadata butonuna tıklanarak da gerçekleştirilebilir.

- **Contents** panelinden **Pleiades_Melbourne_Msi.ecw** görüntüsünü seçiniz.
- **HOME** sekmesi > **Information** grubu > **Metadata** açılır listesinden **View/Edit Image Metadata** seçeneğini seçiniz (Şekil 3.13).



Şekil 3.13 Görüntünün metadata özelliklerinin incelenmesi

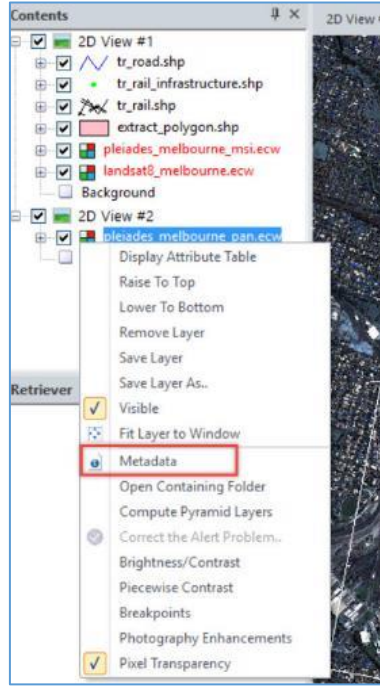
Metadata diyalogu üzerinde görüntüye ait görüntünün band sayısı, bandların mekânsal çözünürlüğü, projeksiyon sistemi, radyometrik çözünürlüğü, sıkıştırma yöntemi, köşe koordinatları gibi bilgilere ulaşılır (Şekil 3.14, Şekil 3.15 ve Tablo 3.1).



Şekil 3.14. Image metadata penceresi

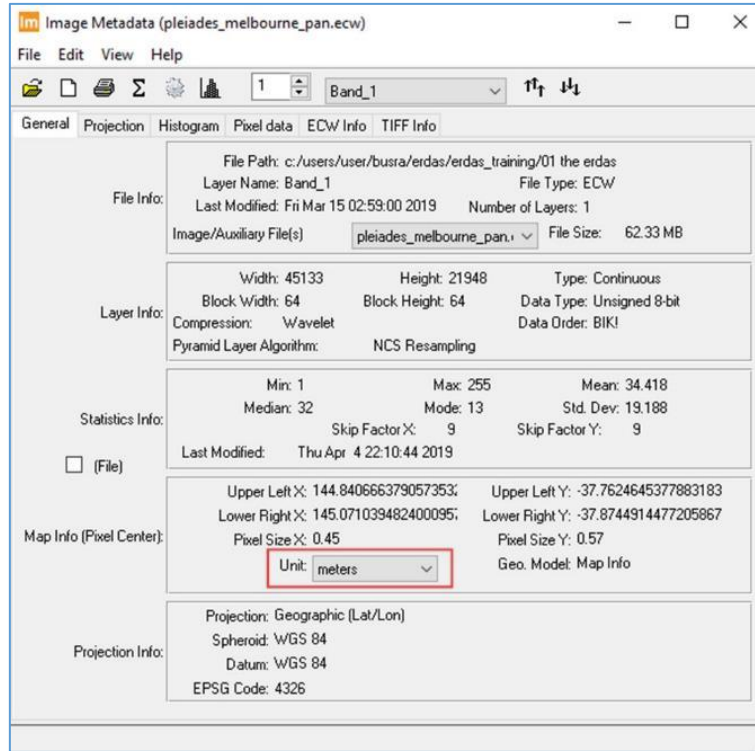
Tablo 3.1. Görüntünün metadata bilgileri

1) File Name	Mevcut seçili olan veri setidir.
2) Band number	Metadatanın görüntülediği mevcut bandtır.
3) File Info	Tüm dosya hakkında temel bilgileri gösterir.
4) Layer Info	Mevcut katmanla ilgili bilgileri gösterir.
5) Statistics Info	Bu grup, katmandaki piksellerin dosya piksel değerlerinden hesaplanan istatistiklere dayanır. Bu bilgiler Edit sekmesi > Compute Pyramid Layers/Statistics seçeneği seçilerek oluşturulabilir veya düzenlenebilir.
6) Map Info (Pixel Center)	Bir katmanla ilişkilendirilmiş harita sistemi hakkındaki bilgileri gösterir. Bu bilgilerin görüntülenme şekli, onay kutusunun işaretlenmesine bağlıdır.
7) Projection Info	Veri setinde kullanılan harita projeksiyonunu gösterir. Veri seti coğrafi referanslı değilse, bu alanlar boş bırakılır.



Şekil 3.15. Görüntünün metadata özelliklerinin incelenmesi

- **Contents** panelinden 2D View #2 penceresi **Pleiades_Melbourne_Pan.ecw** görüntüsüne sağ tıklayınız ve **Metadata** seçeneğini seçiniz.
- Map Info (Pixel Center) bölümünden **Unit** kısmını **meters** olarak değiştiriniz (**Şekil 3.16**).



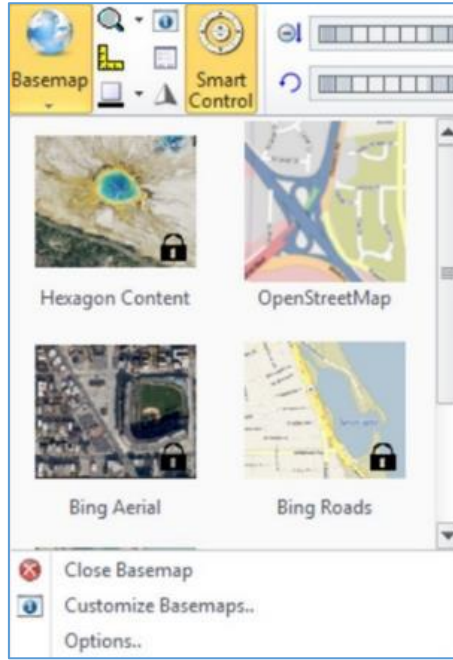
Şekil 3.16. Map Info (Pixel Center) bölümünden Unit kısmını meters olarak değiştirme

- Image Metadata penceresini kapatınız.

- 2D View #2 penceresini kapatınız.

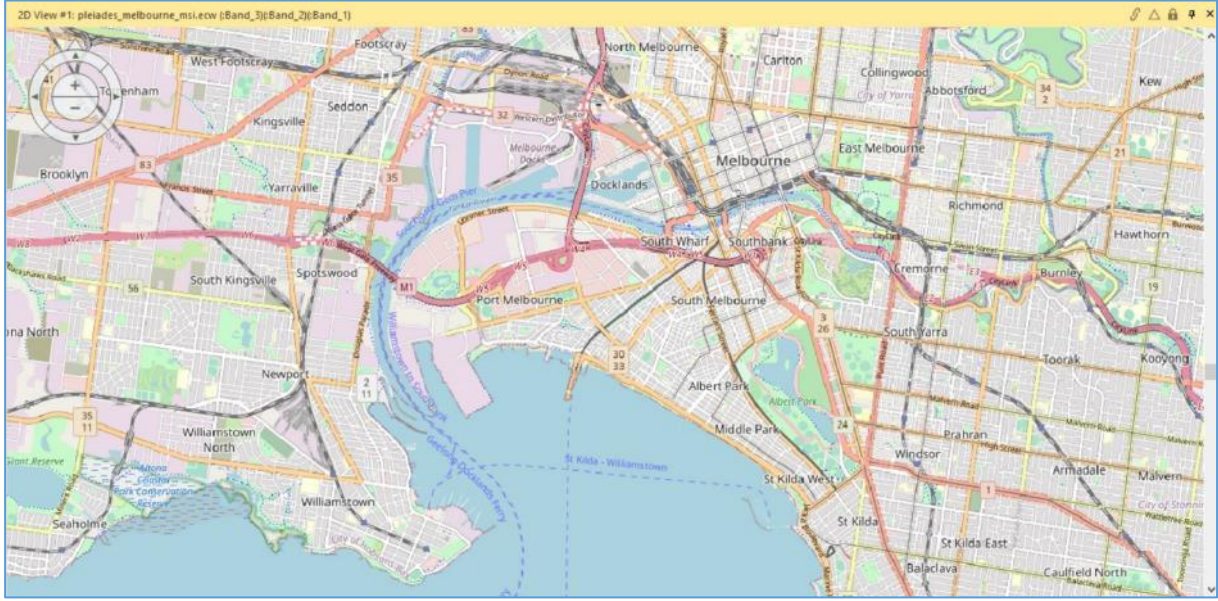
3.5 Altlık Haritalar (Connecting to Basemaps)

ERDAS IMAGINE'den verilerin içeriğinin daha iyi anlaşılabilmesi için önceden tanımlanmış bir dizi altlık harita bulunur. Bu altlık haritalar Hexagon Content, Open Street Map ve Bing haritaları altlık olarak tanımlanmıştır. Bu altlıklara **HOME** sekmesi > **View** grubu > **Basemap** açılır listesinden ulaşılabilir (**Şekil 3.17**). Bu altlıkların kullanılabilmesi için, bilgisayarınızın internet bağlantısının olması gerekmektedir.



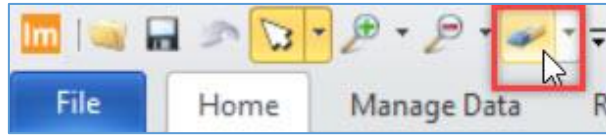
Şekil 3.17. Basemap penceresi

- **HOME** sekmesi > **Basemap** açılır listesinden **Open Street Map**'i seçiniz (**Şekil 3.18**).
- Basemap dışında kalan katmanların görünürlüğü kapatınız.



Şekil 3.18. Basemap görünümü

- **Contents** panelinde **Basemap** üzerine sağ tıklayarak **Remove Layer** seçeneği ile katmanı kaldırınız.
- Tüm veri setlerini kaldırmak için hızlı erişim çubuğundan **Clear View** aracına tıklayınız (Şekil 3.19).



Şekil 3.19. Clear view aracı

3.6 ERDAS IMAGINE Özelleştirme

ERDAS IMAGINE arayüzü, kullanılabilirliği arttırmak ve kolaylaştırmak için özelleştirilebilir. IMAGINE, özelleştirilmiş veri kümeleri içerebilen birçok görevi bir araya getirebilir. Özelleştirilebilir seçenekleri olarak **My Workflow Tab**, **DLayouts**, **Quick Bar Access**, **Smart Controls** ve **Customizing the Ribbon** gösterilecektir.

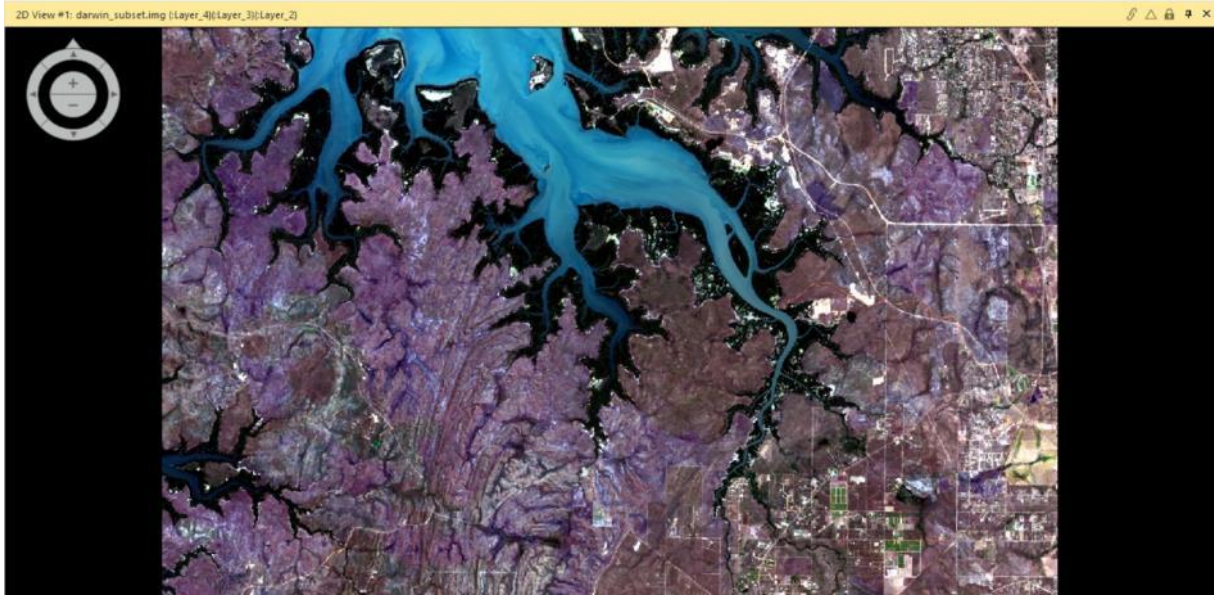
3.6.1 Workflow Sekmesi Oluşturma

Sık kullanılan araçları tek bir sekme altında toplamak mümkündür. Bu uygulama da Workflow sekmesinin nasıl oluşturulacağı gösterilecektir.

Uygulamaya başlamak için;

- **FILE** sekmesi > **Open** > **Raster Layer** kısmına tıklayınız.
- **Files of Type** kısmını **IMAGINE Image (*.img)** olarak ayarlayınız.

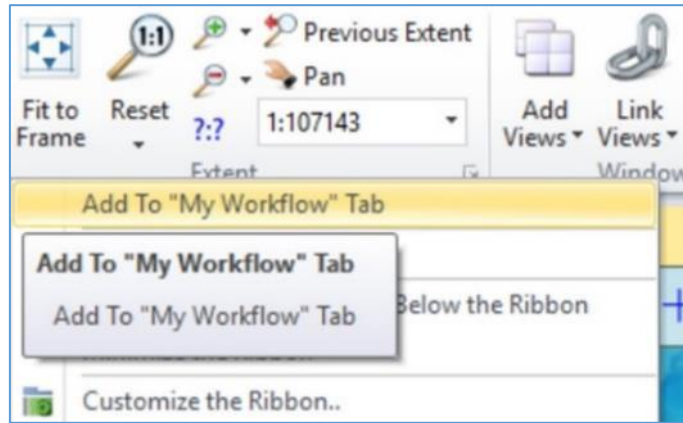
- **UNITE_2** klasöründe bulunan **Darwin_subset.img** dosyasını seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Darwin_subset penceresinin görünümü

My Workflow sekmesine eklemek için;

- **HOME** sekmesi > **Extent** grubu üzerinde sağ tıklayınız. Bu işlem ile grupta bulunan bütün araçlar **My Workflow** sekmesine eklenecektir.
- **Add To "My Workflow" Tab** seçeneğini seçiniz (Şekil 3.21).



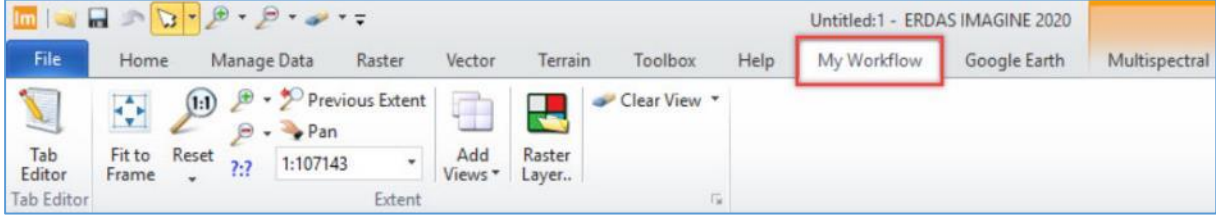
Şekil 3.21. My Workflow ekranı

- **HOME** sekmesi > **Window** grubu > **Add Views** üzerinde sağ tıklayınız.
- **Add To "My Workflow" Tab** seçeneğini seçiniz.
- **HOME** sekmesi > **View** grubu > **Clear Views** üzerinde sağ tıklayınız.
- **Add To "My Workflow" Tab** seçeneğini seçiniz.
- **FILE** sekmesi > **Open** > **Raster Layer** üzerinde sağ tıklayınız.

- **Add To “My Workflow” Tab** seçeneğini seçiniz.

İstenilen araçlar ve komutlar aynı işlem adımları ile eklenebilmektedir. Eklenecek araçları bulmak için **HELP** sekmesinde yer alan **Search Command** kutusu kullanılabilir.

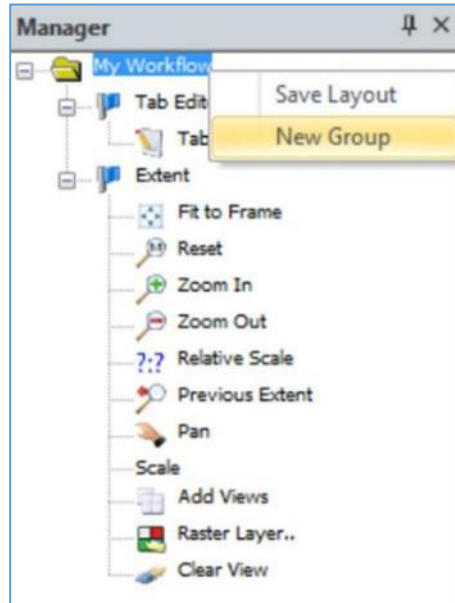
- **MY WORKFLOW** sekmesine tıklayınız (Şekil 3.22).



Şekil 3.22. My workflow penceresi

Oluşturulan sekmedeki araçları düzenlemek için;

- **MY WORKFLOW** sekmesi > **Tab Editor** komutuna tıklayınız.
- Açılan **Manager** penceresinde **My WorkFlow** klasöründe sağa tıklayınız ve **New Group** seçeneğini seçiniz (Şekil 3.23).



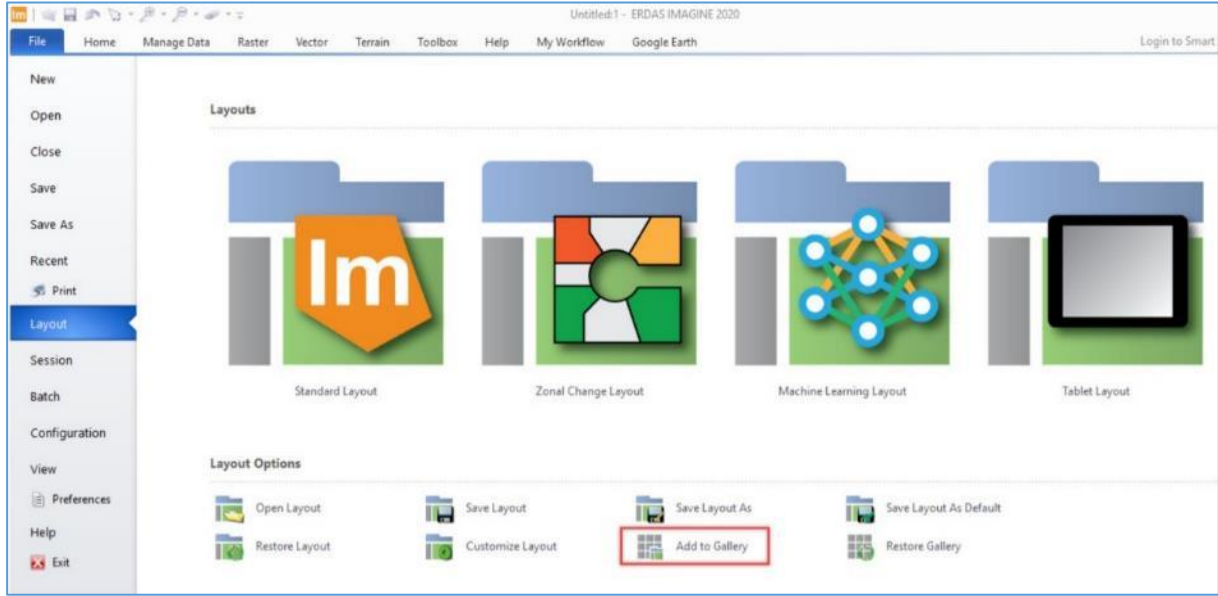
Şekil 3.23. Sekmede yer alan araçları düzenleme

- **New Group** içerisine birkaç aracı sürükleyerek taşıınız.

Araçların grup içerisinde nasıl görüntüleneceği araç üzerine sağ tıklanarak açılan listedeki **Automatic**, **Caption**, **Icon**, **Icon and Caption** ya da **Icon and Caption Below** seçenekleri seçilerek belirlenebilir.

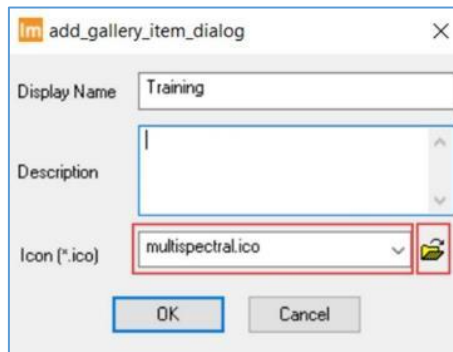
Oluşturulan workflowu kaydetmek için;

- **FILE** sekmesi > **Layout** seçeneği > **Add to Gallery** komutuna tıklayınız (Şekil 3.24).



Şekil 3.24. Add to gallery komutu

- Açılan diyalog penceresinde klasör simgesine tıklayarak **Multispectral.ico** ikonunu seçiniz (Şekil 3.25).



Şekil 3.25. Multispectral.ico ikonunu

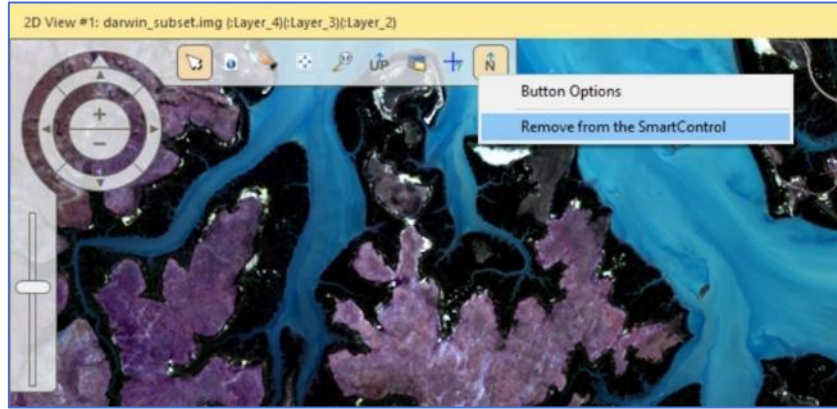
- **OK** butonuna tıklayınız.
- **FILE** sekmesi > **Layout** seçeneği içerisine **Training** adı ile eklenmiş olacaktır.

3.6.2 Hızlı Erişim Çubuğu

ERDAS IMAGINE kullanırken bazı araçlar sıklıkla kullanılmaktadır. Sık kullanılan araçlara kolay erişebilmek için **Hızlı Erişim Araç Çubuğu** ve **Smart Control** seçenekleri kullanılır.

Smart Control çubuğunda bulunan aracı kaldırmak için;

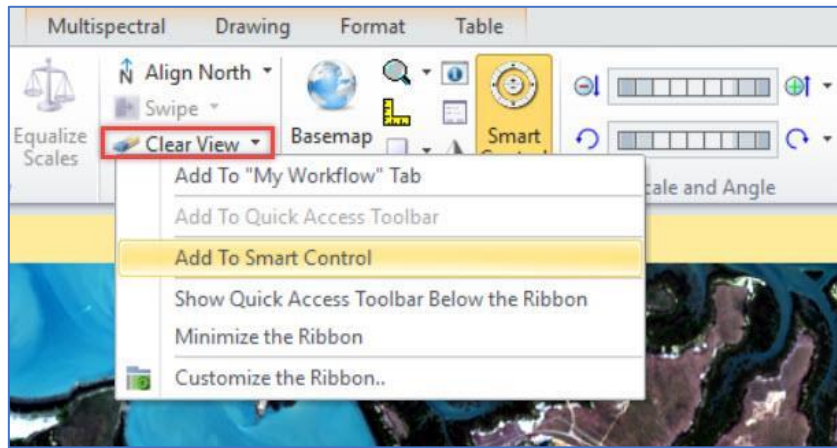
- **Smart Control** çubuğunda bulunan **Align North** aracına sağ tıklayınız.
- **Remove from the SmartControl** butonu ile aracı kaldırınız (Şekil 3.26).



Şekil 3.26. Smart Control çubuğunda bulunan aracı kaldırma

Smart Control çubuğuna araç eklemek için;

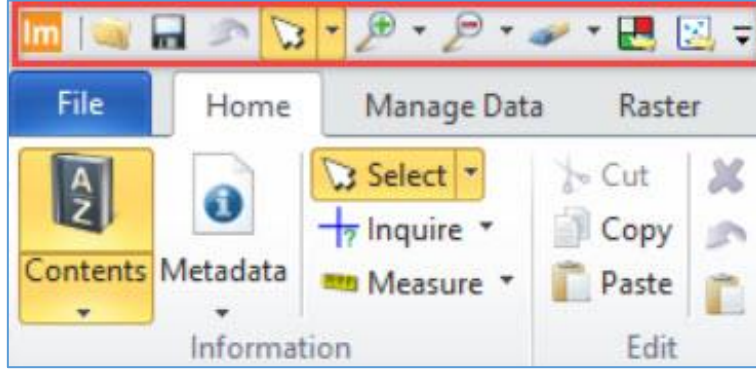
- **HOME** sekmesi > **View** grubu içerisinde bulunan **Clear View** aracına sağ tıklayınız.
- **Add to SmartControl** butonu ile aracı ekleyiniz (**Şekil 3.27**).



Şekil 3.27. Smart Control çubuğuna araç ekleme

Hızlı Erişim Çubuğu'na araç eklemek için;

- **FILE** sekmesi > **Open** > **Raster Layer** üzerinde sağ tıklayınız.
- **Add To Quick Access Toolbar** seçeneğini seçerek aracı ekleyiniz.
- **Open Point Cloud Layer** üzerinde sağ tıklayınız ve **Add To Quick Access Toolbar** seçeneğini seçerek aracı ekleyiniz (**Şekil 3.28**).



Şekil 3.28. Hızlı erişim çubuğuna araç ekleme

Hızlı Erişim Çubuğu'nda bulunan aracı kaldırmak için;

- **Quick Access Toolbar** üzerinde bulunan araca sağ tıklayınız.
- **Remove from the Quick Access Toolbar** butonu ile aracı kaldırınız.

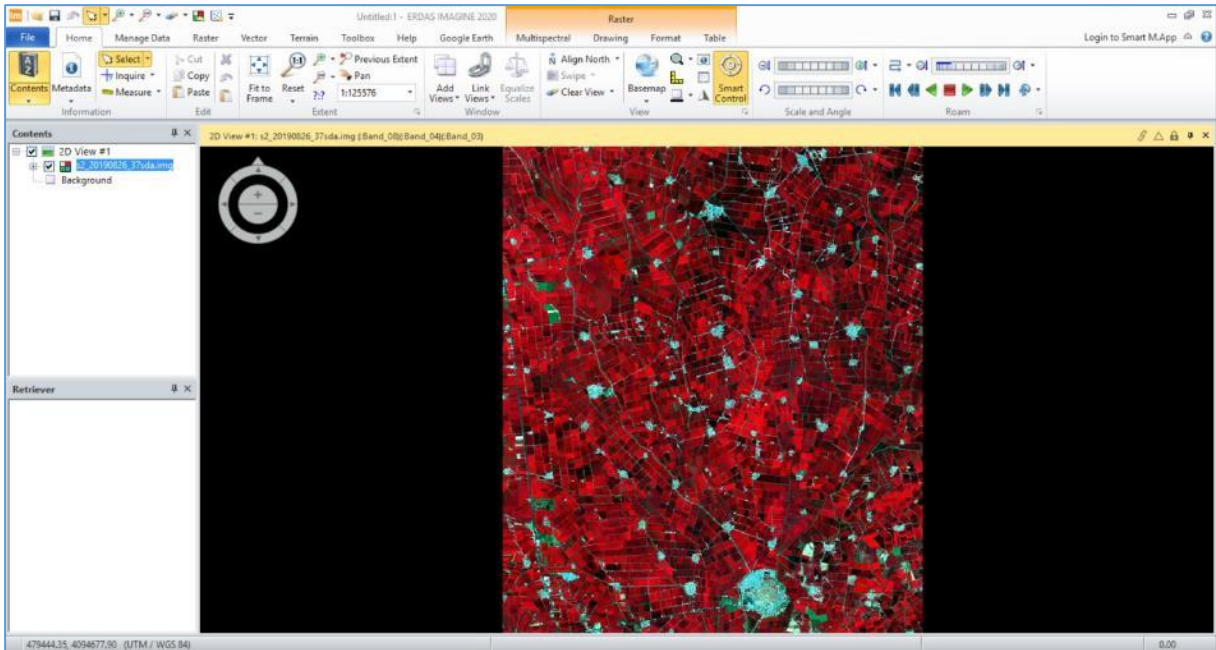
4 ERDAS IMAGINE'DE VERİ İŞLEME

4.1 Görüntünün Subset Edilmesi (Görüntü Kesme)

Sentinel-2 görüntülerini ERDAS IMAGINE programı herhangi bir dönüşüm yapmadan direkt okuyabilmektedir. Bunun için disk alanına indirilen *.zip formatındaki görüntüler açılmalıdır. **.SAFE** dizin yapısı fare ile sürükleyip bırak yöntemi kullanılarak ERDAS IMAGINE programında görüntülenebilir. ERDAS IMAGINE programı 12 band olan Sentinel-2 görüntülerinin tüm bandlarını 10 metreye resample ederek açar. Sentinel-2 görüntüleri 100kmx100km'lik çerçeve olarak kesilmiştir. Görüntüden istenilen alanın kesilmesi için **Subset** fonksiyonu kullanılır. Subset işlemi için öncelikle bir **AOI (Area of Interest)** alanı belirlemek gereklidir.

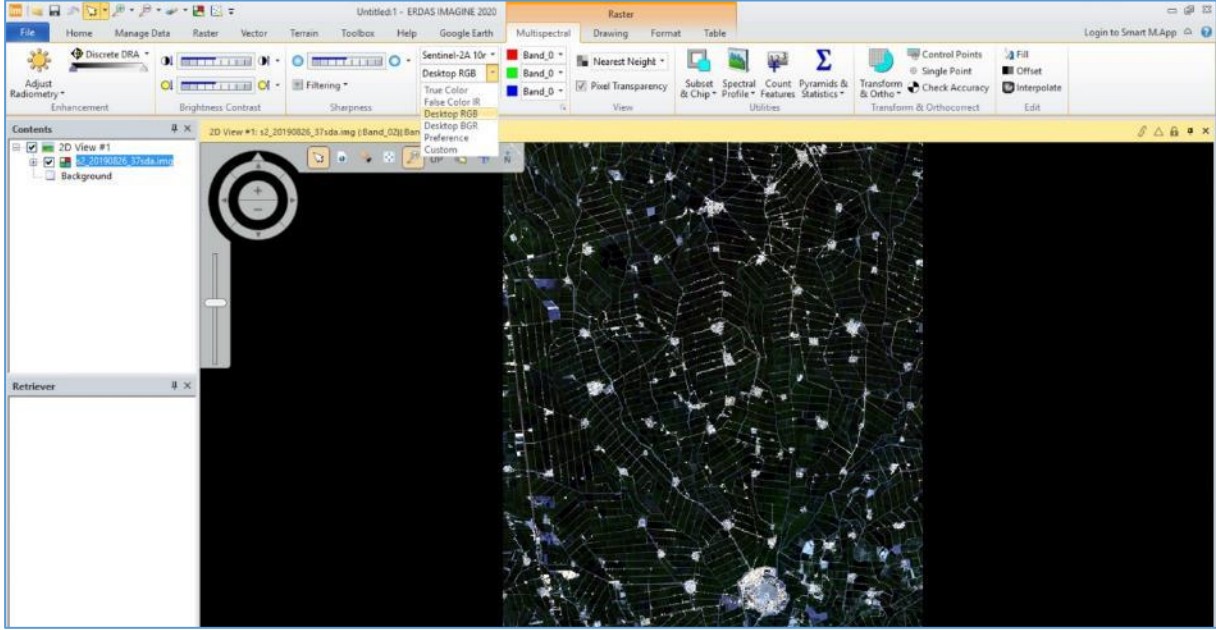
Image görüntülemek için;

- **FILE** sekmesi > **Open** > **Raster Layer** kısmına tıklayınız.
- **UNITE_3** > **01_Sentinel2_Subset_Mozaik** > **Subset** klasöründe bulunan **s2_20190826_37sda** dosyasını seçiniz **OK** butonuna tıklayınız.
- **HOME** sekmesi > **Fit to Frame** butonuna tıklayınız (**Şekil 4.1**).



Şekil 4.1. Sentinel-2 görüntüsünün ERDAS IMAGINE arayüzünde görüntülenmesi

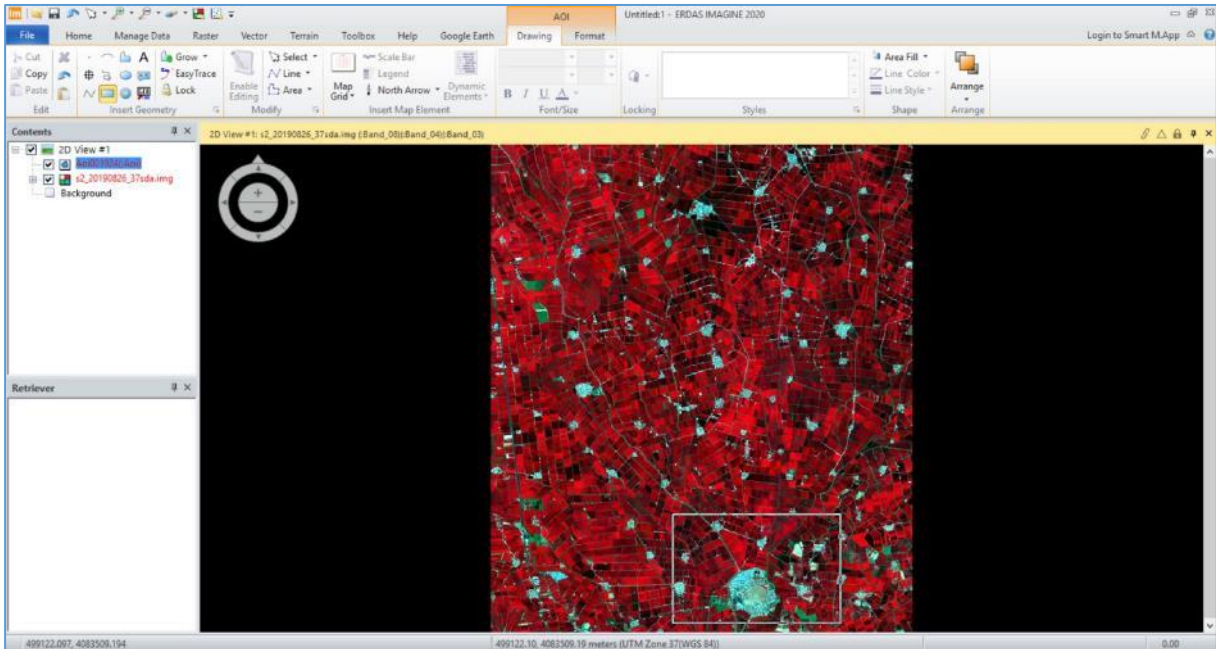
ERDAS IMAGINE programında **MULTISPECTRAL** sekmesi altında Sentinel-2 görüntüsü değişik band kombinasyon teknikleri ile görüntülenebilir (**Şekil 4.2**).



Şekil 4.2. Görüntünün false color görüntülenmesi

Uygulama için;

- **DRAWING** sekmesi > **Insert Geometry** grubu > **Rectangle**  aracına tıklayınız.
- Görüntüde kesilmek istenilen alanı tanımlayınız.
- Çokgen bir alan kesilmek istenilmesi durumunda  polygon aracı seçilir (Şekil 4.3).



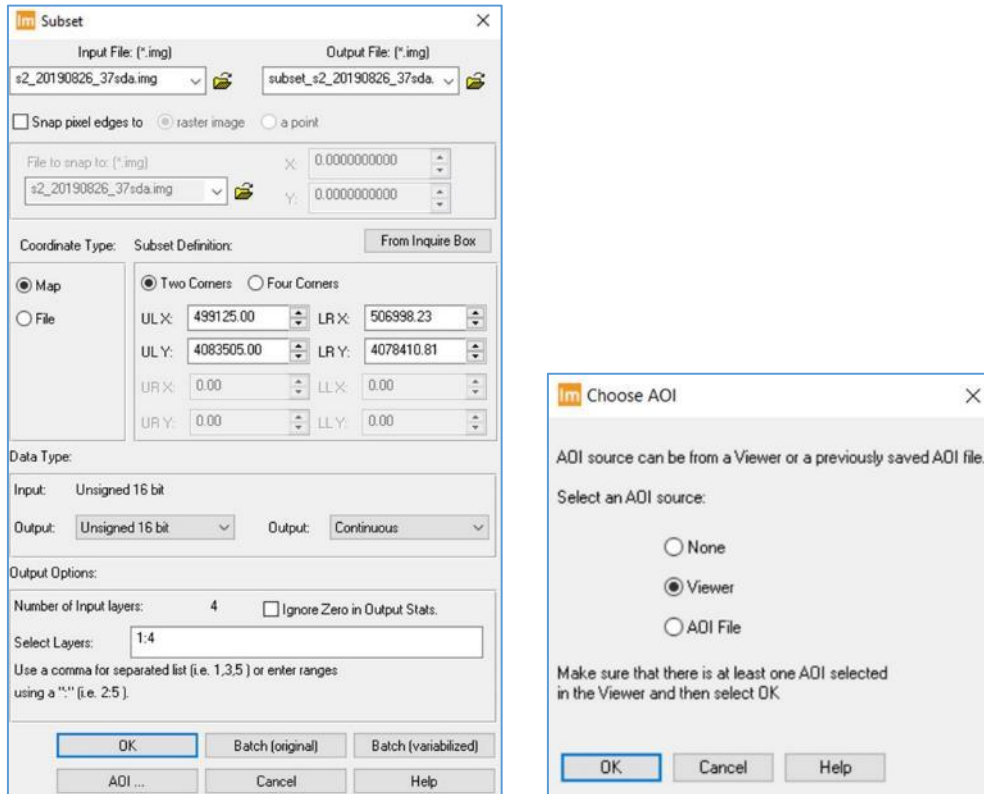
Şekil 4.3. AOI tanımlanması

- **RASTER** sekmesi altında bulunan **Subset&Chip**  açılır listesinden **Create Subset IMAGINE** fonksiyonuna tıklayınız.

Ekranda açılan Subset diyalogunda **input** ve **output** file isimleri tanımlanır. **Select Layers:** ifadesinin karşına subset işlemi sonrasında hangi bandların olması isteniyor ise o bandlar girilir. Örnek çalışmamızda **1:4** numaralı bandlar ile çalışılacaktır.

- **Output File (*.img)** kısmında dosya adını **subset_s2_20190826_37sda** olarak tanımlayınız ve dosya yolunu **UNITE_3 > 01_Sentinel2_Subset_mozaik > Output** klasörü olarak belirleyiniz.
- **AOI** butonuna tıklayınız ve ekranda açılan **Choose AOI** diyalogunda **Viewer** ifadesini seçiniz.

Kesilecek alanın sol üst ve sağ alt köşe koordinatlarının bilinmesi durumunda AOI kullanmadan bu alana köşe koordinatları girilerek de subset işlemi gerçekleştirilebilir (**Şekil 4.4**).



Şekil 4.4. Subset diyalogu

- **OK** butonuna tıklandığında subset işlemi gerçekleştirilir (**Şekil 4.5**).

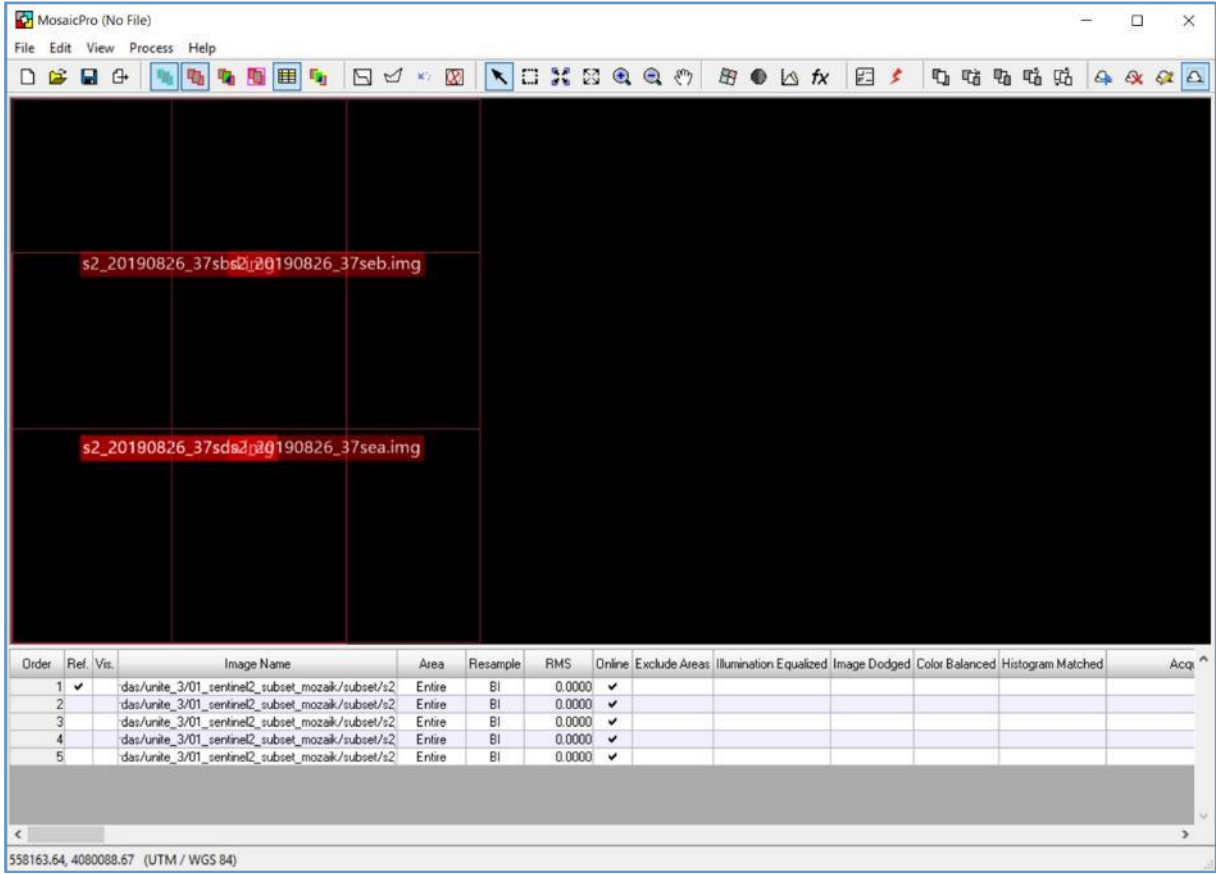


Şekil 4.5. Subset edilmiş ekran görüntüsü

4.2 Görüntülerin Mozaik Edilmesi (Görüntü Birleştirme)

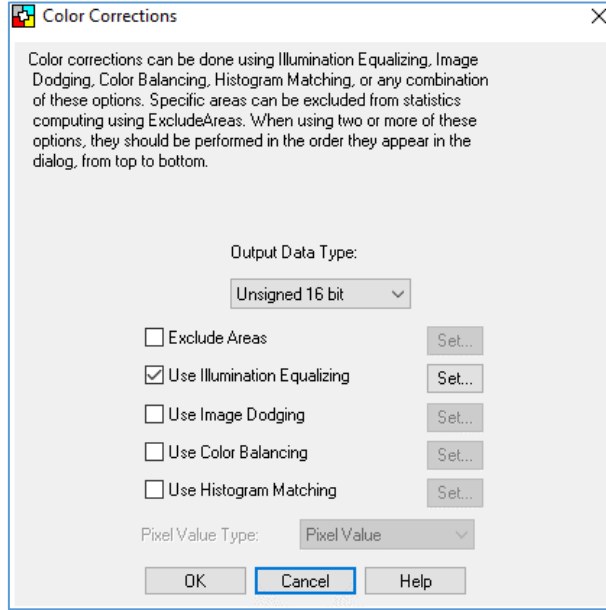
Mozaikleme; geometrik düzeltmeleri yapılmış, rektifiye edilmiş, harita projeksiyon bilgileri girilmiş görüntülerin birbiri ile bindirmeli olarak birleştirilerek, tek bir görüntü haline getirilmesidir. Girdi olarak kullanılacak görüntülerin aynı projeksiyon sistemine ve piksel boyutlarına sahip olmaları gerekmektedir. Mozaik yapılmak istenilen görüntüler ERDAS IMAGINE programında görüntülenir.

- **RASTER** sekmesi > **Geometry** grubu > **Mosaic**  açılır listesinden **MosaicPro** fonksiyonuna tıklayınız.
- **MosaicPro** arayüzünde **Display Add Images**  butonuna tıklayınız.
- **UNITE_3** > **01_Sentinel2_Subset_mozaik** > **Subset** klasöründeki mozaik yapılacak olan **s2_20180826_37sda**, **s2_20190826_37sbd**, **s2_20190826_37sda**, **s2_20190826_37sea** ve **s2_20190826_37seb** görüntülerini seçiniz (Şekil 4.6).



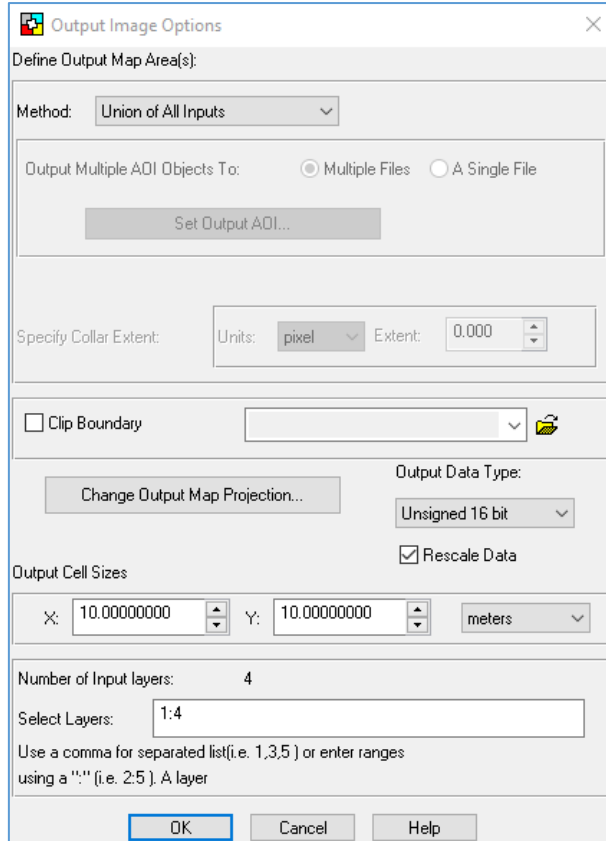
Şekil 4.6. MosaicPro diyalogu

MosaicPro arayüzünde **Color Correction**  butonuna tıklanarak mozaik işlemi sonucunda mozaik dışında bırakılacak alan (**Exclude Areas**), ışık dengesi (**Illumination Equalizing**), görüntü kaçırma (**Image Dodging**), renk dengeleme (**Color Balancing**) ve histogram eşitleme (**Histogram Mathing**) algoritmaları ile renk uyumu ve dengelemeler gerçekleştirilir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Renk düzeltme diyalogu

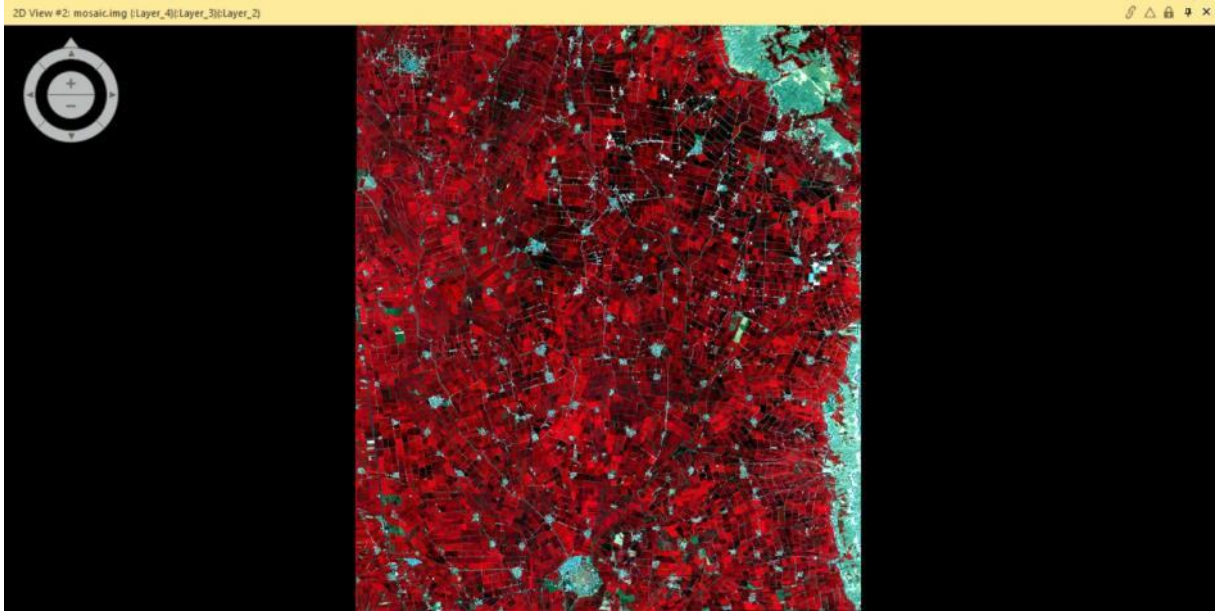
MosaicPro diyalogunda **Set Output Options**  butonuna tıklanarak çıktı görüntü parametreleri girilebilir (**Şekil 4.8**).



Şekil 4.8. Çıktı ürünün özelliklerini tanımlama diyalogu

- **Run**  butonuna tıklayınız.

- Mozaik'in kaydedileceği konumu **UNITE_3 > 01_Sentinel2_Subset_mozaik > Output** klasörü olarak belirleyiniz ve **Mosaic** adı ile kaydediniz (**Şekil 4.9**).



Şekil 4.9. Mosaic ekran görüntüsü

4.3 Görüntü Zenginleştirme İşlemleri (Image Enhancement)

Görüntü zenginleştirme işlemi, görüntülerde yer alan farklı fiziksel özellikler arasındaki ayrımı artırarak, bir görüntünün görsel yorumlanabilir olma özelliğini artırmaktır. Bunu gerçekleştirmek için ise çeşitli filtreleme matrisleri kullanılır. Görüntülerdeki farkların vurgulanması, kenar çizgilerinin belirginleştirilmesi ya da giderilmesi işlemleri için farklı sayı matrisleri kullanılmaktadır. Sayısal filtreleme yöntemlerinde her bir pikselin yeni gri renk tonları hesaplanır. Piksellerin yeni gri tonları yalnızca ortaya çıkarılacak detaya bağlı değil komşu piksellere de bağlıdır. Uzaysal frekans filtreleme de denilen bu işlemde, bir görüntüde istenilen detayı ortaya çıkarabilmek için; yüksek, düşük ve yönsel frekanslı filtrelerden birisi kullanılır (Jia, vd. 1999).

Farklı amaçlar için kullanılan filtreleme operatörleri aşağıda verilmiştir.

- Görüntüyü yumuşatma (Smoothing)
- Kenar keskinleştirme (Sharpening)
- Kenar yakalama (Edge detection)

4.3.1 Görüntü Filtreleme Yöntemleri

Filtreler çekirdek matris formundadır ve boyutları 3x3,5x5,7x7,9x9,11x11 şeklinde olabilir. Filtre matrisi tanımlandığı amaca yönelik olarak görüntüde işleme sokulur.

- **Düşük Frekanslı Filtreleme Görüntüyü Yumuşatma (Smoothing):** Aykırı noktalar yumuşatılır. Görüntüdeki gürültünün (bozucu etkinin) yok edilmesi veya indirgenmesinde kullanılır. Eğer görüntüde mevcut gürültü yüksek frekansta ise lowpass-alçak geçirgenli filtre ile indirgenir.

Görüntü

Piksel Değeri

50	59	58
55	125	63
62	61	65

Filtre

1	1	1
1	1	1
1	1	1

Filtrelenmiş

Piksel Değeri

50	59	58
55	59	63
62	61	65

$$C = \sum (P_{x,y} * k_{x,y}) / s$$

$$\{ (1 \times 50) + (1 \times 59) + (1 \times 58) + (1 \times 55) + (1 \times 125) + (1 \times 63) + (1 \times 62) + (1 \times 61) + (1 \times 65) / 9 = 59$$

- **Yüksek Frekanslı Filtreleme Kenar Keskinleştirme (Sharpening):** Aykırı noktalar vurgulanır. Görüntüdeki küçük detayların (yüksek frekanslı bileşenler), köşelerinin daha belirgin hale getirilebilmesi işleminde kullanılır.

Filtre

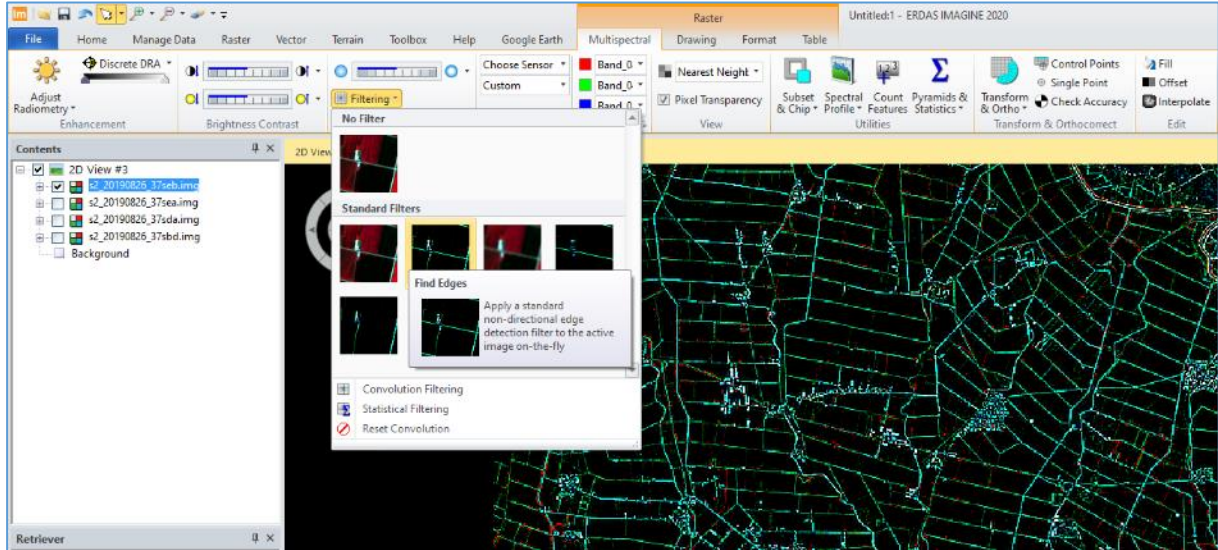
-1	-1	-1
-1	10	-1
-1	-1	-1

- **Yönel Frekanslı Filtreleme Kenar Yakalama (Edge Dedection):** Çizgisel özellikler vurgulanır (yol, fay hatları vs.).

Filtre

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

ERDAS IMAGINE programında standart filtreleme işlemleri **MULTISPECTRAL** sekmesi > **Filtering** açılır listesi altında bulunur. İleri seviye filtre algoritmaları ise **RASTER** sekmesi > **Spatial** açılır listesi altında bulunur (**Şekil 4.10**).



Şekil 4.10. Görüntü filtreleme

- Tüm veri setlerini kapatmak için hızlı erişim çubuğundan **Clear View** seçeneğine tıklayınız.

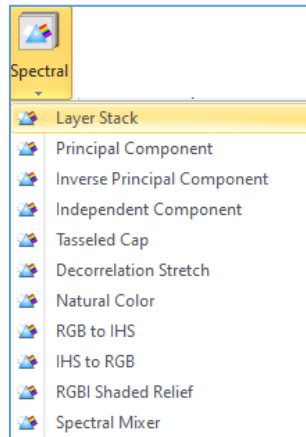
4.4 Band Birleştirme (Layer Stack)

Aynı jeouzamsal düzleme ve mekânsal çözünürlüğe sahip görüntülere ait bandları, tek bir raster görüntü format dosyası içinde birleştirme işlemine **Layer Stack** denir. Bu dosyalar aynı uyduya ait değişik bandlar olabileceği gibi, farklı uydu görüntülerinin aynı yer ve mekânsal çözünürlükteki görüntüleri de olabilir.

Layer Stack işlemi için;



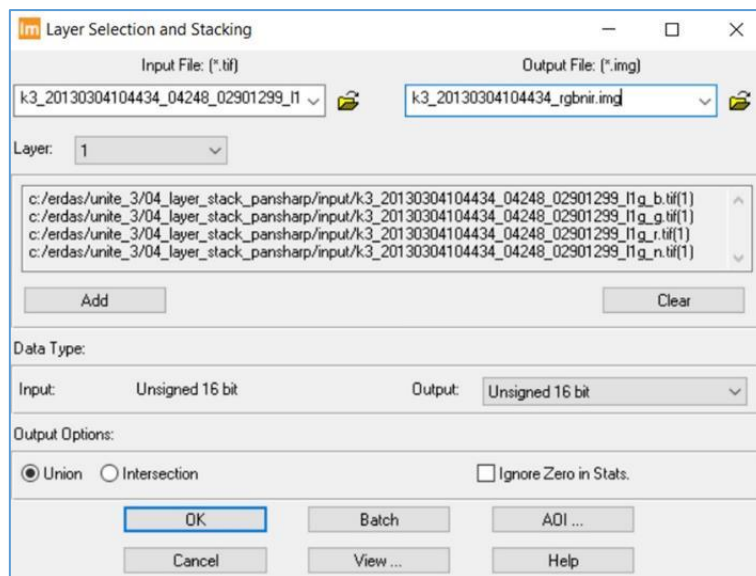
- **RASTER** sekmesi > **Resolution** grubu > **Spectral** açılır listesinden **Layer Stack** fonksiyonuna tıklayınız (**Şekil 4.11**).



Şekil 4.11. Layer stack fonksiyonun çalıştırılması

Ekranda açılan **Layer Selection and Stacking** diyalogunda birleştirilecek bandlar seçilir. Birleştirilecek bandların, band sıralarına göre seçilmelerine dikkat edilmelidir. Örneğin; Red, Green, Blue, NIR bandlara sahip bir görüntü birleştirilecekse 1. band Blue, 2. band Green, 3. band Red ve 4. band NIR şeklinde olmalıdır.

- Birleştirilecek olan ilk bandı seçmek için **Input File (*.tif)** kısmında bulunan klasör simgesine tıklayınız.
- **Files of Type** kısmını **TIFF** olarak ayarlayınız.
- **UNITE_3 > 02_Layer_Stack_PanSharp > Input** klasöründe bulunan **K3_20130304104434_04248_02901299_L1G_B.tif** dosyasını seçiniz ve **OK** butonuna tıklayınız.
- **Add** butonuna tıklayınız.
- Birleştirilecek olan ikinci bandı seçmek için **Input File** kısmında bulunan klasör simgesine tıklayınız.
- **UNITE_3 > 02_Layer_Stack_PanSharp > Input** klasöründe bulunan **K3_20130304104434_04248_02901299_L1G_G.tif** dosyasını seçiniz ve **OK** butonuna tıklayınız.
- **Add** butonuna tıklayınız.
- Aynı işlemi sırası ile **K3_20130304104434_04248_02901299_L1G_R.tif** ve **K3_20130304104434_04248_02901299_L1G_N.tif** bandları için tekrar ediniz.
- **Output File (*.img)** kısmında dosya adını **K3_20130304104434_RGBNIR** olarak tanımlayınız ve dosya yolunu **UNITE_3 > 02_Layer_Stack_PanSharp > Output** klasörü olarak belirleyiniz.
- **Output Options** seçeneğini **Union** olarak işaretleyiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 4.12**).

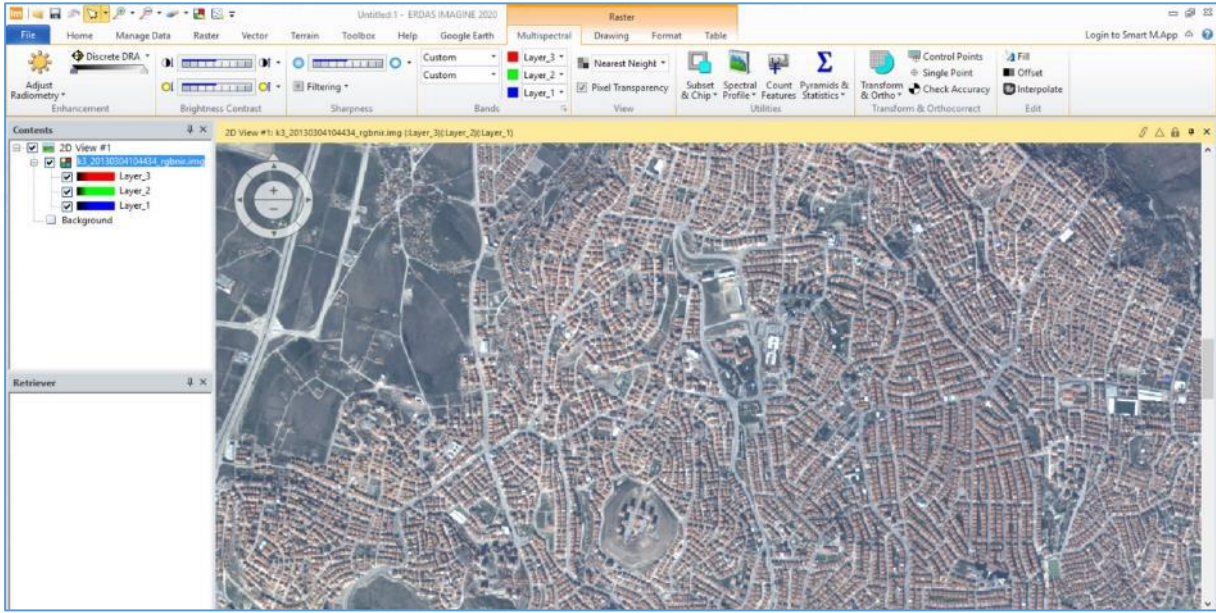


Şekil 4.12. Layer stack diyalogu

Bandları birleştirilen RGBNIR görüntüsünü açmak için;

- **FILE** sekmesi > **Open** > **Raster Layer** kısmına tıklayınız.
- **Files of Type** kısmını **IMAGINE Image (*.img)** olarak ayarlayınız.
- **UNITE_3** > **02_Layer_Stack_PanSharp** > **Output** klasöründe bulunan **K3_20130304104434_RGBNIR** dosyasını seçiniz ve **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 4.13**).

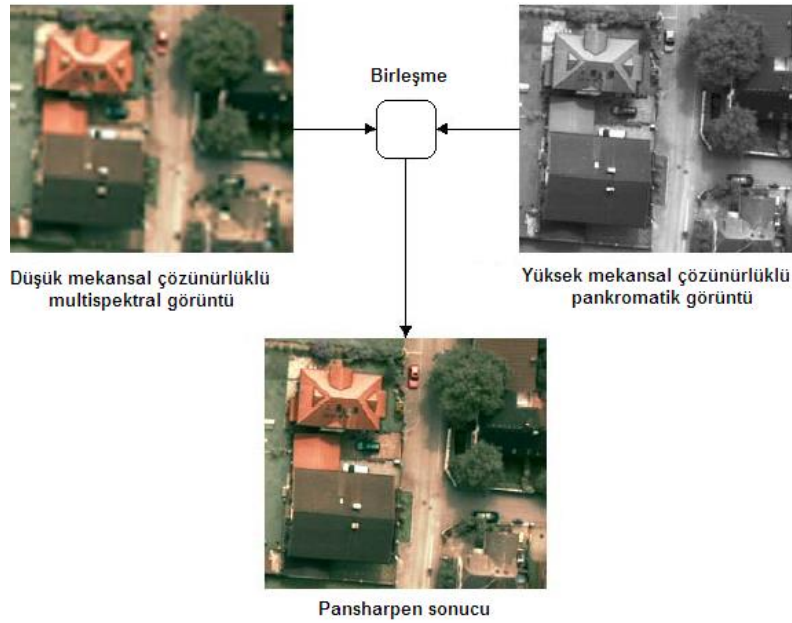
MULTISPECTRAL sekmesi > **Bands** grubu > band kombinasyonları ile 4 bandlı görüntü, değişik kombinasyonlarda görüntülenebilir.



Şekil 4.13. Layer stack edilmiş görüntü

4.5 Görüntü Keskinleştirme (Pan-Sharpened)

Uzaktan algılama yöntemi ile farklı mekansal (spatial) ve spektral (spectral) çözünürlüğe sahip uydu görüntüsü ya da hava fotoğraflarından, yüksek mekansal ve spektral çözünürlüklü görüntüler elde edilir. Pankromatik bandların mekansal çözünürlüğü yüksek, spektral çözünürlüğü düşüktür. MULTISPECTRAL bandların ise spektral çözünürlüğü yüksek, mekansal çözünürlüğü düşüktür. Görüntü birleştirme teknikleri ile pankromatik görüntünün yüksek mekansal çözünürlüğüne, multispectral görüntünün de yüksek spektral çözünürlüğüne sahip yeni bir MULTISPECTRAL görüntü elde edilmektedir (Şekil 4.14).

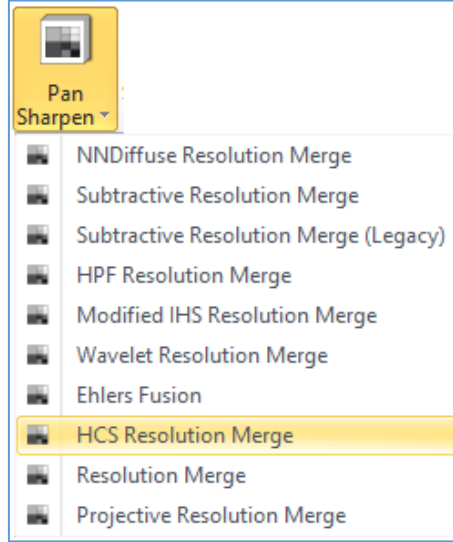


Şekil 4.14. PanSharp sonucu

ERDAS IMAGINE programında pansharpened işlemi **RASTER** sekmesi altında bulunan **Pan Sharpen** altındaki algoritmalar ile gerçekleştirilir.

Pansharpened işlemi için;

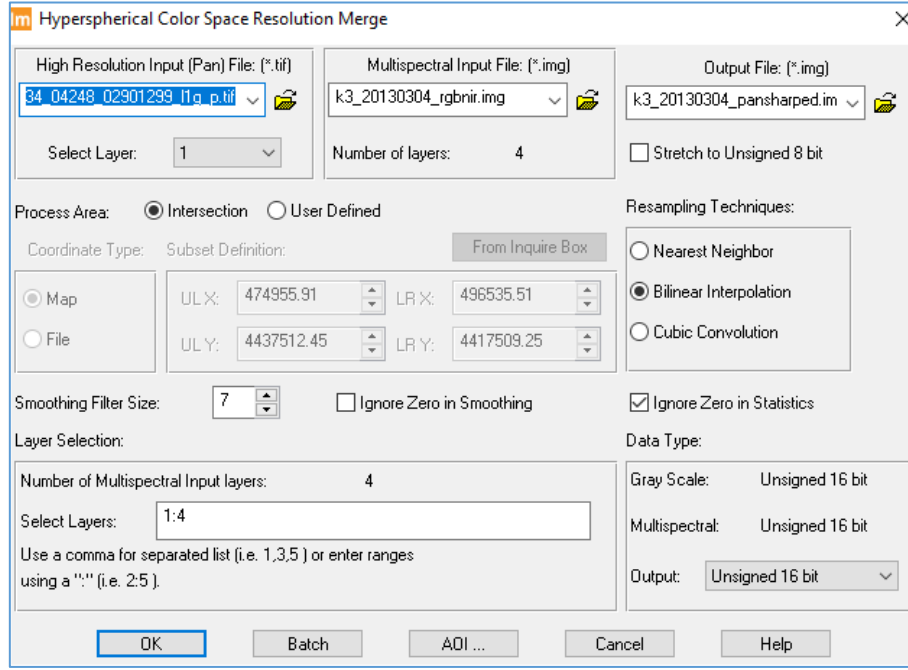
- **RASTER** sekmesi > **Resolution** grubu > **Pan Sharpen**  açılır listesinden **HCS Resolution Merge** algoritmasına tıklayınız (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. HCS Resolution Merge algoritması

Ekranda **Hyperspherical Color Space Resolution Merge** diyalogu açılacaktır. Bu pencerede pankromatik görüntü ve MULTISPECTRAL görüntü ilgili sekmelerde tanımlanır.

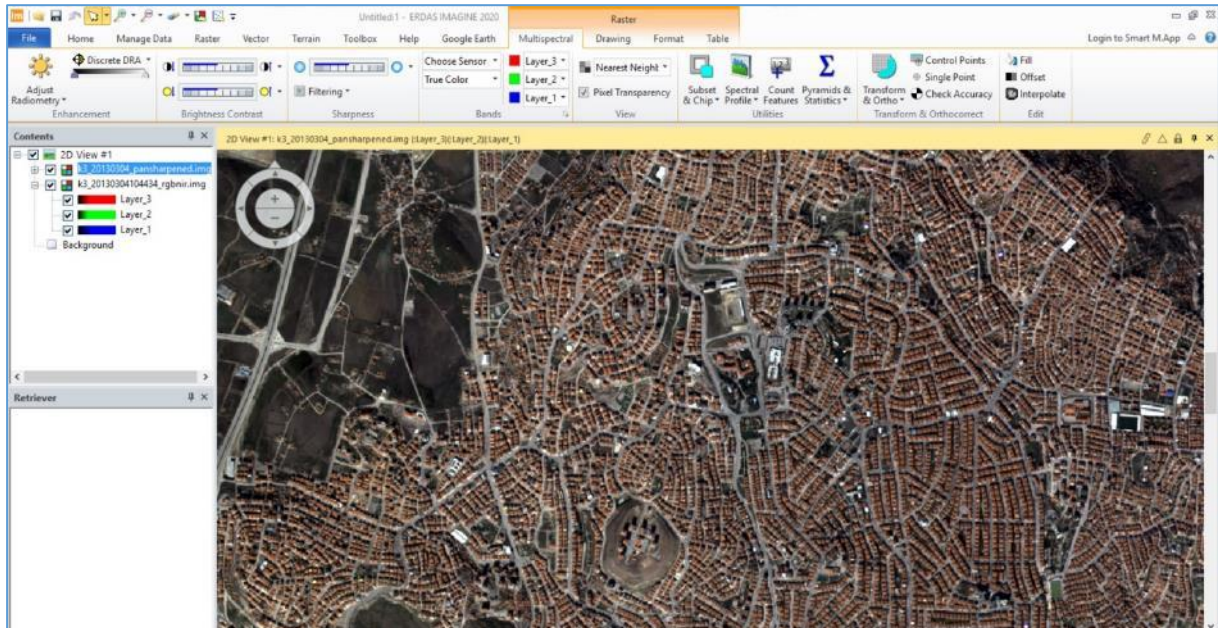
- **High Resolution Input (Pan) File (*.tif)** kısmında bulunan klasör simgesine tıklayınız.
- **Files of Type** kısmını **TIFF** olarak ayarlayınız.
- **UNITE_3 > 02_Layer_Stack_PanSharp > Input** klasöründe bulunan **K3_20130304104434_04248_02901299_L1g_P.tif** dosyasını seçiniz **OK** butonuna tıklayınız.
- **Output File (*.img)** kısmında dosya adını **K3_20130304_Pansharpened** olarak tanımlayınız ve dosya yolunu **UNITE_3 > 02_Layer_Stack_PanSharp > Output** klasörü olarak belirleyiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. PanSharp diyalogu

PanSharp görüntüsünü açmak için;

- **FILE** sekmesi > **Open** > **Raster Layer** kısmına tıklayınız.
- **Files of Type** kısmını **IMAGINE Image (*.img)** olarak ayarlayınız.
- **UNITE_3** > **02_Layer_Stack_PanSharp** > **Output** klasöründe bulunan **K3_20130304_Pansharpened** dosyasını seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. PanSharp sonucu

- Tüm veri setlerini kapatmak için hızlı erişim çubuğundan **Clear View** seçeneğine tıklayınız.

4.6 Band Kombinasyonlarını Kullanma

Bu konuda farklı band kombinasyonları kullanmanın avantajları ve yakın kızılötesi (NIR) band kullanılarak Raster cebirinin bazı temel yöntemleri anlatılacaktır.

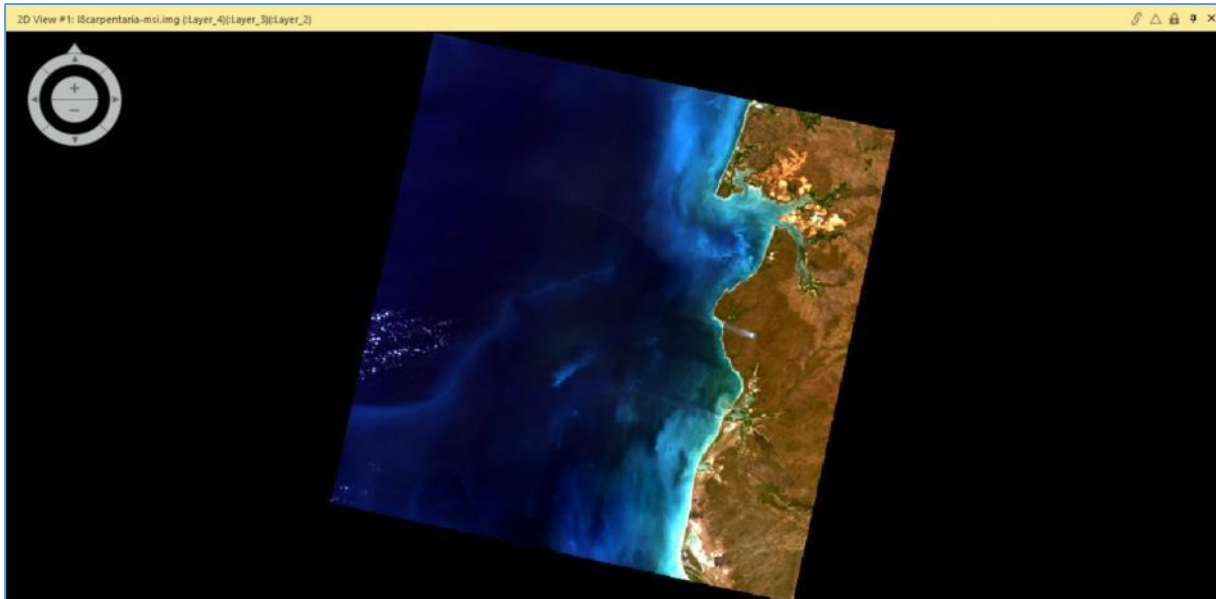
- **İndeksler Aracı:** Belirli sensörlerle kullanılan, önceden hazırlanmış bir dizi indeks bulunur.
- **NDVI:** Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi - Bitki örtüsünü vurgulamak için kullanılan band aralığı.

4.6.1 Band Kombinasyonu Ekranını Tanımlama

Bu uygulamada çok bandlı veri seti açılarak farklı band kombinasyonlarının avantajları ve sonuçları incelenecektir.

Veri setini açmak için;

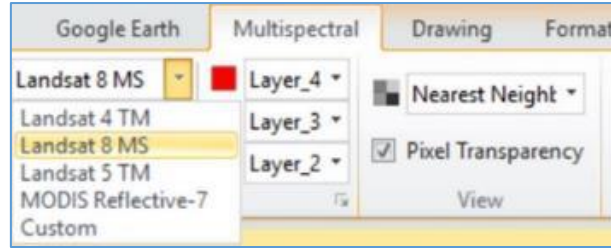
- **FILE** sekmesi > **Open** > **Raster Layer** seçeneğine tıklayınız.
- **Files of Type** kısmını **IMAGINE Image (*.img)** olarak ayarlayınız.
- **UNITE_3 > 03_Band_Kombinasyonu** klasöründe bulunan **l8carpentaria-msi.img** dosyasını seçiniz ve **OK** butonuna tıklayınız.
 - **L8carpentaria-msi.img** – Multispectral dataset
 - **L8carpentaria-pan.img** – Panchromatic dataset
- **HOME** sekmesi > **Fit to Frame** butonuna tıklayınız (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Veri setinin açılması

ERDAS IMAGINE bu veri setinin bir Landsat veri seti olduğunu otomatik olarak belirleyebiliyorken bu verilerin hangi Landsat uydusundan elde edildiğini belirleyemediği için uydu türünün manuel olarak seçilmesi gerekmektedir (**Şekil 4.19**).

- **Contents** panelinden **l8carpentaria-msi.img** dosyasını seçiniz.
- **MULTISPECTRAL** sekmesi > **Bands** grubu içerisinde bulunan **Sensör** açılır listesine tıklayınız ve **Landsat-8 MS**'yi seçiniz.



Şekil 4.19. Uydu türünün seçilmesi

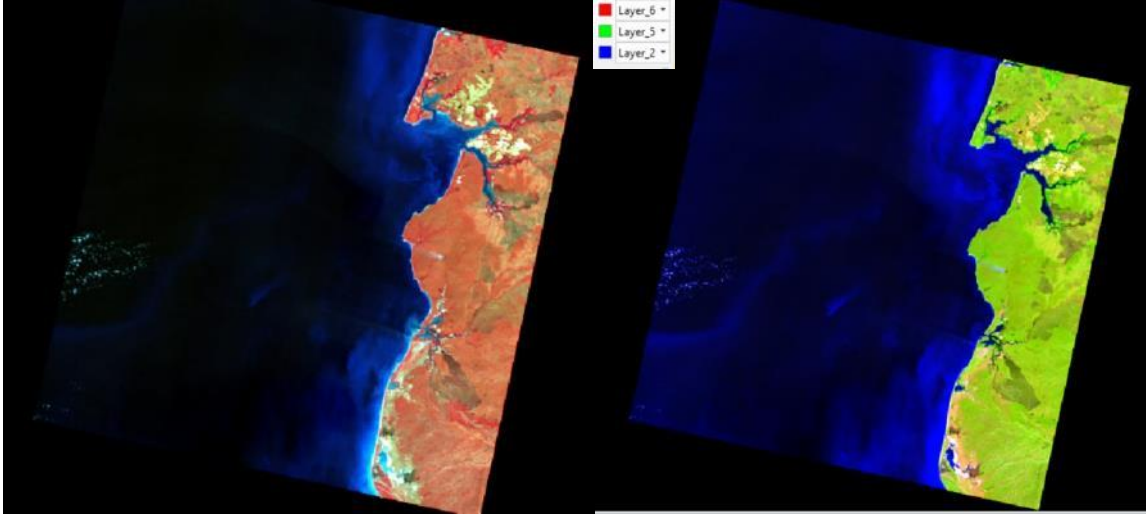
Ayrıca Red, Green, Blue açılır listelerinden seçilen bandlar ile manuel olarak farklı band kombinasyonları denenerek veri setleri analiz edilebilir (**Şekil 4.20**).

		Landsat 4-5 TM, Landsat 7	Landsat 8
	Color Infrared	4, 3, 2	5,4,3
	Natural Color	3, 2, 1	4,3,2
	False Color	5,4,3	6,5,4
	False Color	7,5,3	7,6,4
	False Color	7,4,2	7,5,3

Şekil 4.20. Farklı band kombinasyonu örnekleri

- **MULTISPECTRAL** sekmesi altından farklı band kombinasyonları deneyiniz (**Şekil 4.21**).

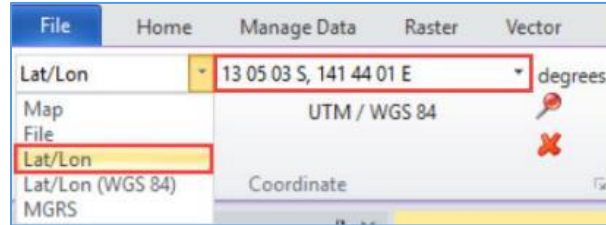




Şekil 4.21. Farklı band kombinasyonu örnekleri için ekran görüntüleri

4.6.2 Konum Bazlı Seçim İşlemi

- **HOME** sekmesi > **Information** grubu > **Inquire**  butonuna tıklayınız.
- Koordinat türü açılır listesinden **Lat/Long** seçeneğini seçiniz.
- Belirtilen koordinatları giriniz. **Lat: 13 05 03 S Lon: 141 44 01 E**
- **Enter** tuşuna basınız (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. Konum bazlı seçim işlemi

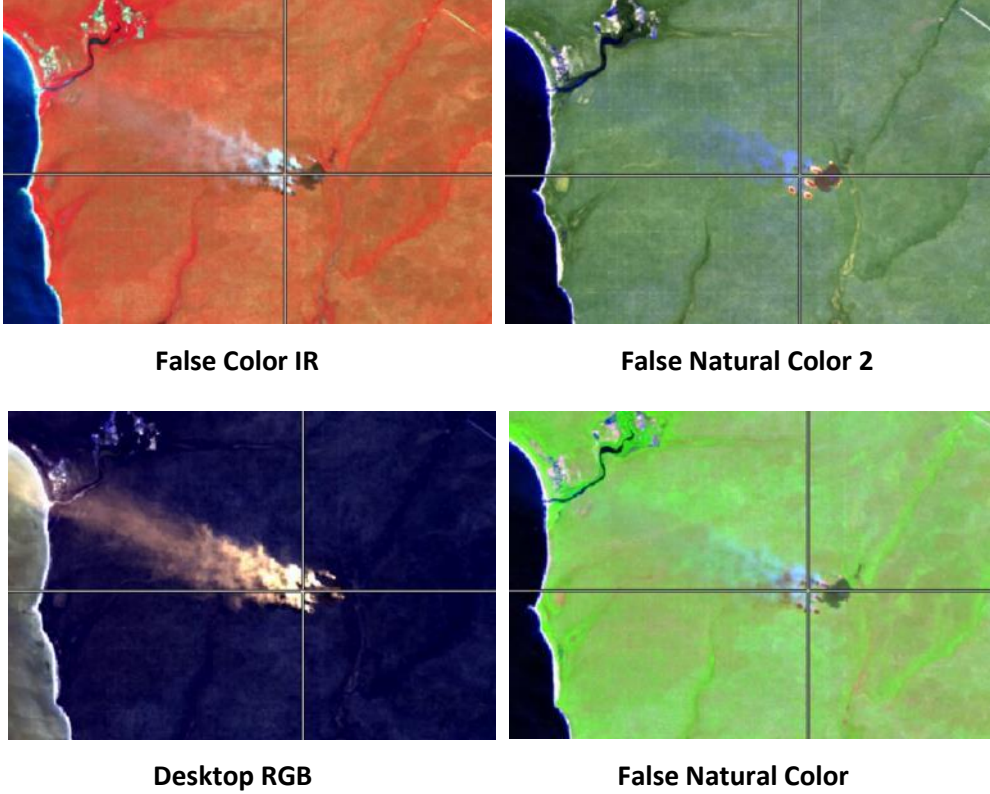
- Haritada artı işaretinin konumunu yaklaştırınız.

Not: Bu uygulamada harita konumunda seçilen alan bir çalı yangınıdır (Şekil 4.23). Bazen artı işaretinin yerini bulmak için haritanın uzaklaştırılması gerekebilir.



Şekil 4.23.True Color

MULTISPECTRAL sekmesi > **Bands** grubu > daha önceden kaydedilmiş band kombinasyonları ile orman yangınındaki görsel farklılıklar görüntülenebilir (Şekil 4.24).



Şekil 4.24. Orman yangınındaki görsel farklılıkların gösterimi

- Tüm veri setlerini kapatmak için hızlı erişim çubuğundan **Clear View** seçeneğine tıklayınız.

4.7 Bitki İndeksi Oluşturma

Bitki örtüsü indeksi; bitki örtüsünün yakın kızılötesi ve görünür kırmızı bandları oldukça farklı yansıtımına dayanmaktadır. Sağlıklı bir bitki örtüsü, görünür ışığı soğurup yakın kızılötesi ışının büyük bir bölümünü yansıtır. Diğer yandan hastalıklı/sağlıksız bir bitki örtüsü, görünür ışığı daha çok yansıtıp yakın kızılötesi ışınları daha az yansıtır. Görünür bandlardaki yansıtım bitki yapraklarındaki pigmentlere, yakın kızılötesi bölgesinde ise bitki hücre yapısına bağlıdır (Baker, 1987). Bunu tespit etmede en çok kullanılan indeks ise Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) 'dir. NDVI değerinin hesaplanmasında farklı bandların sayısal numara değeri kullanılır. Bir sayısal numara değeri, veri bandındaki bir pikselin değeridir.

Normalize edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi'nin algoritması;

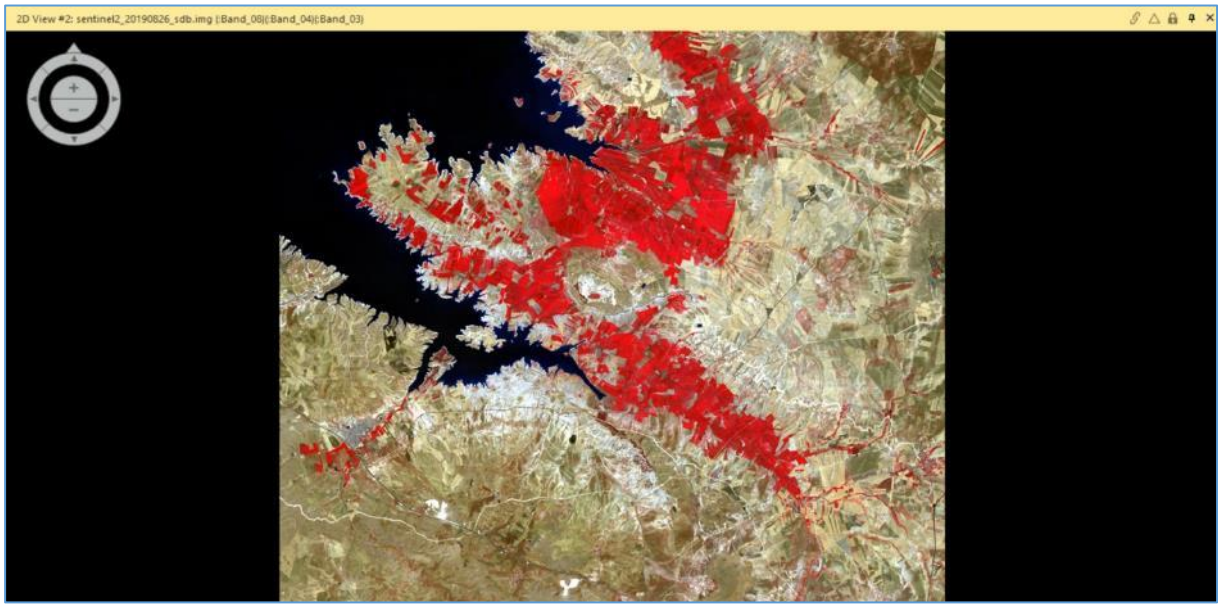
➤ $NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$

Sonuçlar bitki örtüsünün bulunduğu alanın durumuna göre -1 ve +1 değerleri arasında değişim gösterir. Örneğin, elde edilen değer 0,1 veya daha düşükse kayalık alana; 0,2 ile 0,3 arasında ise çayır veya çimene; 0,6 ile 0,8 arasında ise sağlıklı bitki örtüsüne karşılık gelmektedir.

4.7.1 Sentinel-2 Uydu Görüntüsü ile NDVI Hesaplama

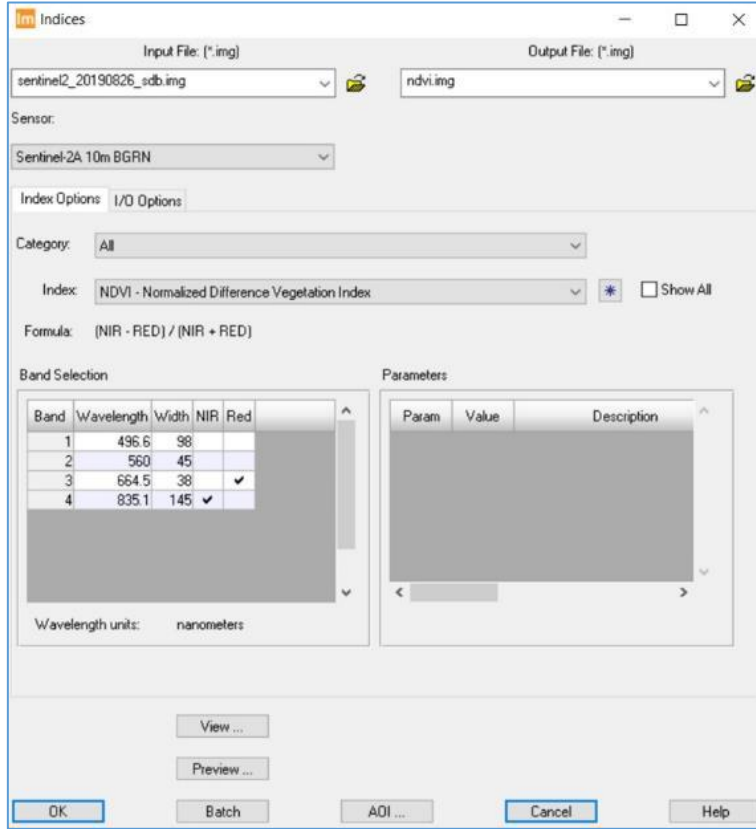
Veri setini açmak için;

- **FILE** sekmesi > **Open** > **Raster Layer** kısmına tıklayınız.
- **UNITE_3** > **04_Sentinel2_siniflandirma** klasöründe bulunan **sentinel2_20190826_sdb** dosyasını seçiniz **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. Veri setini açma

- **RASTER** sekmesi > **Classification** grubu > **Unsupervised**  açılır listesinden **NDVI** fonksiyonunu seçiniz.
- **Output File (*.img)** kısmında dosya adını **NDVI** olarak tanımlayınız ve dosya yolunu **UNITE_3** > **04_Sentinel2_siniflandirma** > **Output** klasörü olarak belirleyiniz.
- **Sensor** açılır listesine tıklayınız ve **Sentinel-2A 10m BGRN**'yi seçiniz.
- **Index** açılır listesinden indeksi **NDVI- Normalized Difference Vegetation Index** olarak tanımlayınız.
- **NIR** bandının **Band 4** olarak ve **Red** bandının **Band 3** olarak seçildiğini kontrol ediniz.
- Bandlar kontrol edildikten sonra **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 4.26).



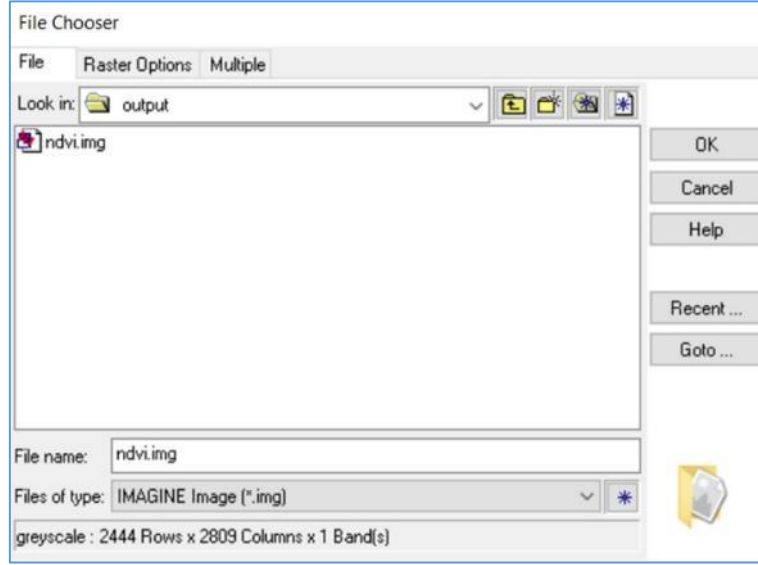
Şekil 4.26. NDVI oluşturma diyalogu

- **FILE** sekmesi > **Open** > **Raster Layer** kısmına tıklayınız.
- **UNITE_3** > **04_Sentinel2_siniflandirma** > **Output** klasöründe bulunan **NDVI** görüntüsünü seçiniz **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 4.27).



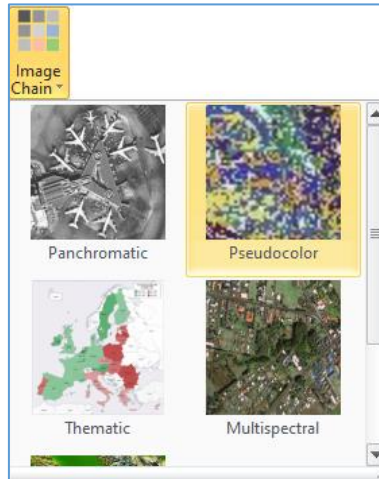
Şekil 4.27. NDVI görüntüsü

- **FILE** sekmesi > **Open** menüsü altında **Raster as Image Chain**  **Raster as Image Chain..** seçeneğine tıklayınız.
- Ekranda açılan **File Chooser** diyaloguna yeni oluşturulan **UNITE_3 > 04_Sentinel2_siniflandirma > Output** klasöründe bulunan **NDVI** görüntüsünü seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 4.28**).



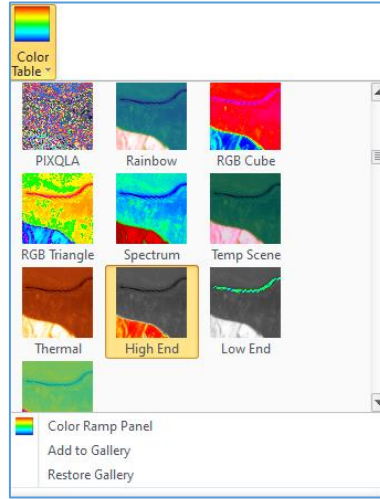
Şekil 4.28. Dosya seçim diyalogu

- **PANCHROMATIC** sekmesi > **Image Chain** açılır listesinden **Pseudocolor** seçeneğini seçiniz (**Şekil 4.29**).

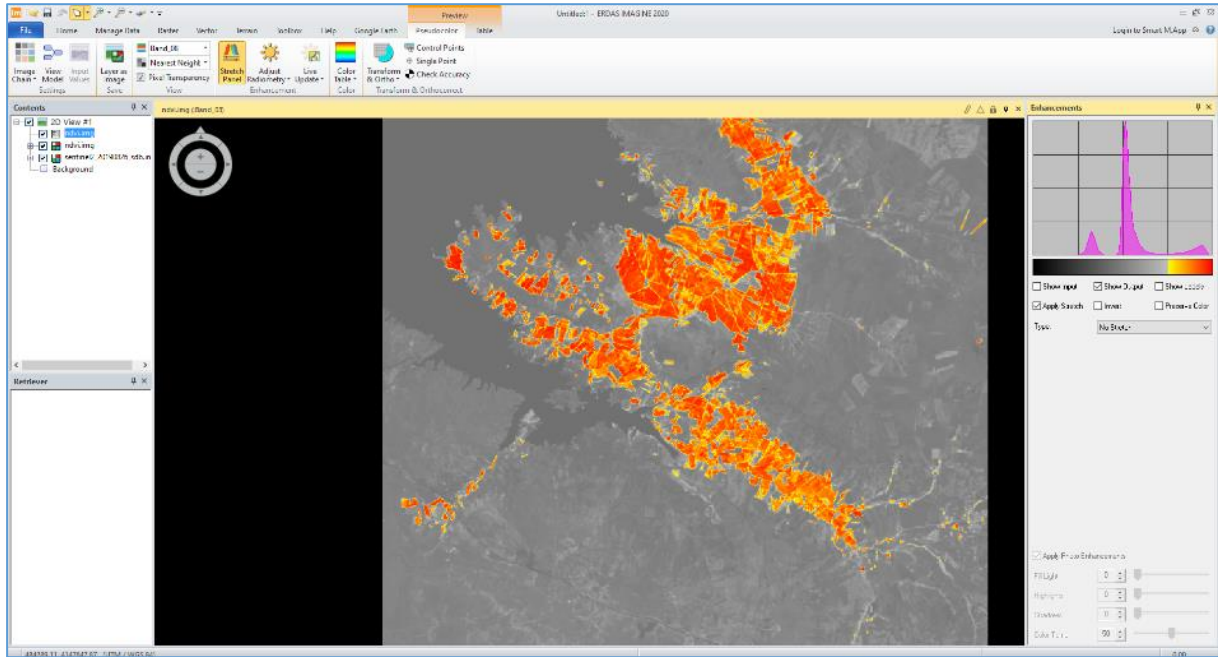


Şekil 4.29. Image Chain ekranı

- **PSEUDOCOLOR** sekmesi > **Color Table** ile istenilen renkte NDVI haritasını renklendiriniz (**Şekil 4.30** ve **Şekil 4.31**).



Şekil 4.30. Color Table ekranı

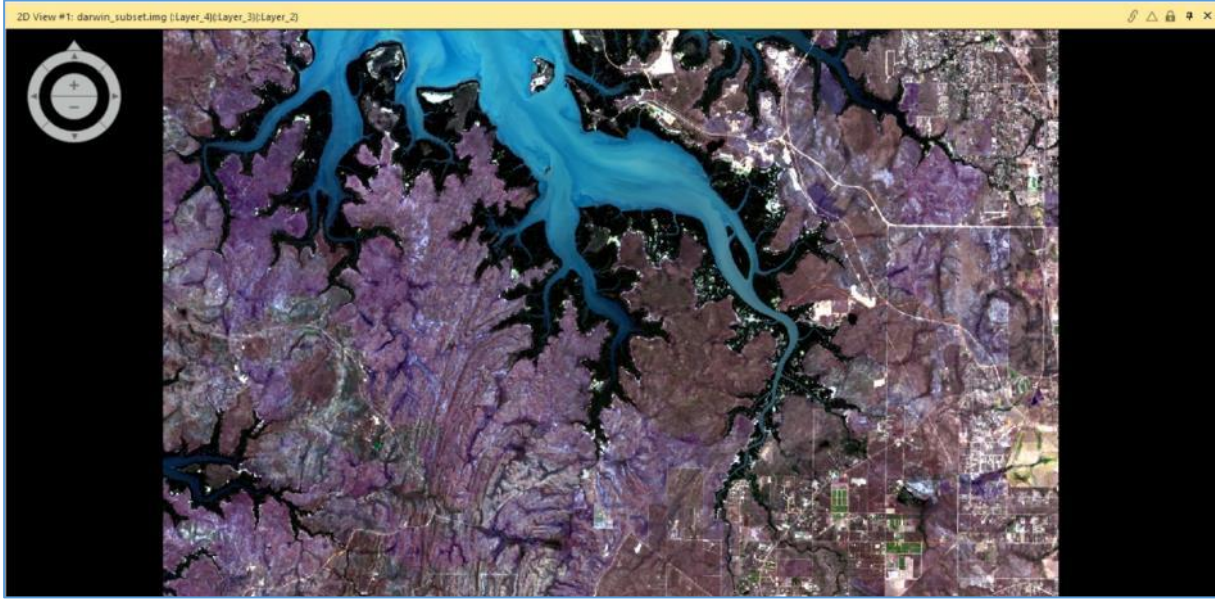


Şekil 4.31. NDVI görüntüsü

4.7.2 Landsat-8 Uydu Görüntüsü ile NDVI Hesaplama

Veri setini açmak için;

- **FILE** sekmesi > **Open** > **Raster Layer** seçeneğine tıklayınız.
- **Files of Type** kısmını **IMAGINE Image (*.img)** olarak ayarlayınız.
- **UNITE_3** > **04_Sentinel2_siniflandirma** klasöründe bulunan **Darwin_subset.img** dosyasını seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 4.32).



Şekil 4.32. Veri setini açma

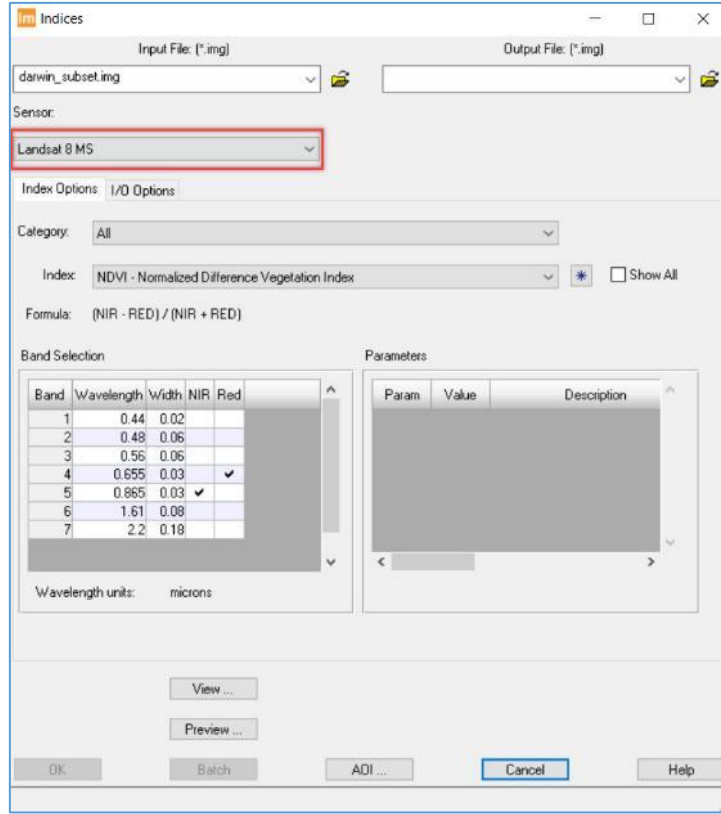
- **MULTISPECTRAL** sekmesi > **Bands** grubu içerisinde bulunan **Sensör** açılır listesine tıklayınız ve **Landsat-8 MS**'yi seçiniz.
- Daha önceden kaydedilmiş band kombinasyonları içerisinde **False Color IR** kombinasyonunu seçiniz.

Bu kombinasyon, yakın kızılötesi bandı kırmızı bandın üzerine ekler. Böylece sağlıklı bitki örtüsü gibi özellikler parlak kırmızı olarak görüntülenir (**Şekil 4.33**). Bu görüntüye bakarak su alanlarının çevresinde bol miktarda sağlıklı bitki örtüsü olduğunu analiz edilebilir.



Şekil 4.33. False Color IR kombinasyonu

- **RASTER** sekmesi > **Classification** grubu > **Unsupervised** açılır listesinden **Indices** komutunu seçiniz.
- **Sensor** açılır listesine tıklayınız ve **Landsat-8 MS**'yi seçiniz (**Şekil 4.34**).



Şekil 4.34. Indices komutu

Indices penceresinde Landsat-8 gibi belirli sensörlerle eşleştirilebilen önceden hazırlanmış bir dizi indeks mevcuttur. **Band Selection** kutusundaki bilgiler seçilen sensör modeline uyacak şekilde güncellenmektedir.

Bir Landsat-8 görüntüsünün NDVI formülü genellikle formül şöyle yazılır:

➤ **NDVI = NIR - R / NIR + R**

NDVI = (Band 5 - Band 4) / (Band 5 + Band 4)

Band 5 = Elektromanyetik spektrumun NIR bölümü

Band 4 = Elektromanyetik spektrumun kırmızı bölümü

- **NIR** bandının **Band 5** olarak ve **Red** bandının **Band 4** olarak seçildiğini kontrol ediniz (**Şekil 4.35**).

Band	Wavelength	Width	NIR	Red
1	0.44	0.02		
2	0.48	0.06		
3	0.56	0.06		
4	0.655	0.03		✓
5	0.865	0.03	✓	
6	1.61	0.08		
7	2.2	0.18		

Şekil 4.35. Band seçimi penceresi

- Sonucu ön izlemek için **Preview** butonuna tıklayınız.
- **Output File** kısmında dosya adına **Darwin_NDVI.img** yazınız ve dosya konumunu **UNITE_3 > 04_Sentinel2_siniflandirma > Output** klasörü olarak belirleyiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız.

Elde edilen NDVI görüntüsünü açmak için;

- **HOME** sekmesi > **Windows** grubu > **Add Views** butonuna tıklayınız.
- **Add Views** menüsü altından **Display Two Views** seçeneğine tıklayınız.
- **FILE** sekmesi > **Open > Raster Layer** kısmına tıklayınız.
- **UNITE_3 > 04_Sentinel2_siniflandirma** klasöründe bulunan **Darwin_NDVI.img** dosyasını seçiniz (Şekil 4.36).

NDVI görüntüsü **Float** veri tipindedir ve değerler -1 ile 1 arasında değişebilir. Bir NDVI görüntüsündeki parlak değerler sağlıklı bitki örtüsünü temsil ederken, koyu değerler hastalıklı/sağlıksız bitki örtüsünü temsil eder.



Şekil 4.36. NDVI görüntüsü

- Tüm veri setlerini kapatmak için hızlı erişim çubuğundan **Clear View** aracına tıklayınız.

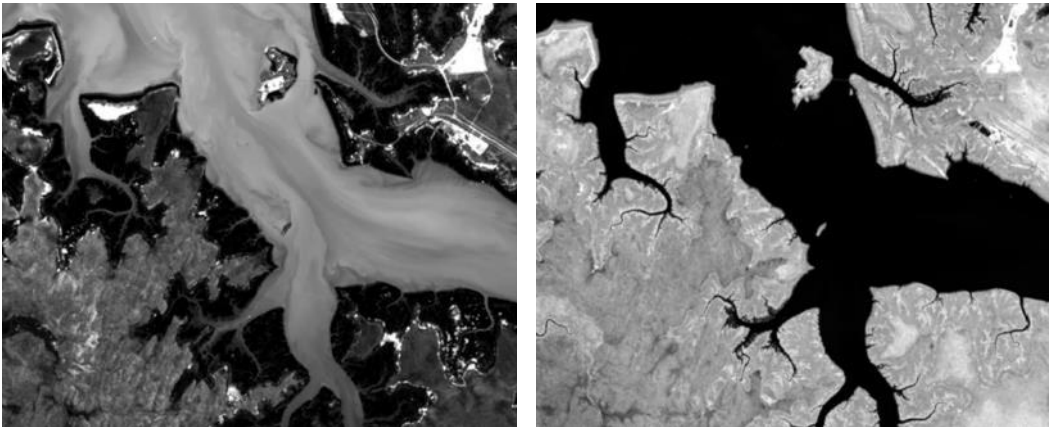
4.8 Su İndeksi

İndeksler, birçok veri kümesinin spektral çözünürlüğü daha fazla kullanılabildiği için yararlıdır. Şimdi ise su alanlarını tanımlamak için bir indeks oluşturacağız.

Veri setini açmak için;

- **FILE** sekmesi > **Open** > **Raster Layer** kısmına tıklayınız.
- **Files of Type** kısmını **IMAGINE Image (*.img)** olarak ayarlayınız.
- **UNITE_3** > **04_Sentinel2_siniflandirma** klasöründe bulunan **Darwin_subset.img** dosyasını seçiniz
- **OK** butonuna tıklayınız.

Aşağıda Band 3 ve Band 5 arasında yapılan bir karşılaştırma verilmiştir. Su alanı Band 3'te (Green) çok parlak ve Band 5'te (NIR) ise çok karanlık görünmektedir. Bu bandlar arasında bariz bir fark olduğu görülmektedir (Şekil 4.37). Bu nedenle bu bandlar suyu tanımlayan indeks oluşturmak için kullanılabilir.



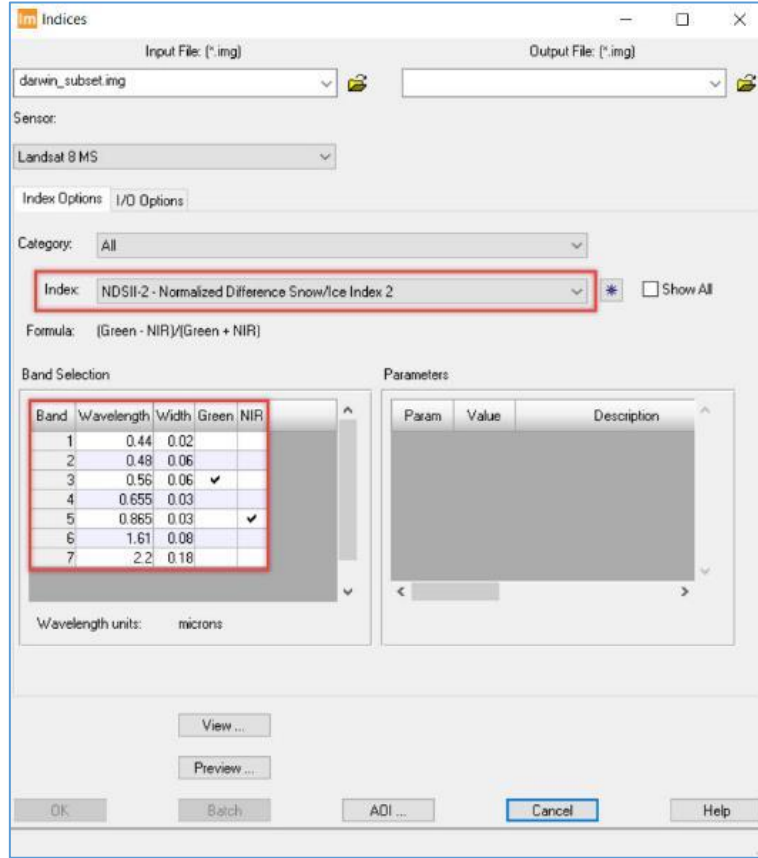
Band 3 - Green

Band 5 - NIR

Şekil 4.37. Su indeksi örnekleri

Su indeksi için;

- **RASTER** sekmesi > **Classification** grubu > **Unsupervised** açılır listesinden **Indices** komutunu seçiniz.
- **Sensör** açılır listesine tıklayınız ve **Landsat-8 MS**'yi seçiniz.
- **Index** açılır listesinden **NDSII-2 Normalized Difference Snow/Ice Index 2** indeksini seçiniz.
 - **Green - NIR / Green + NIR**
(Band 3 - Band 5) / (Band 3 + Band 5)
- **NIR** bandının **Band 5** olarak ve **Green** bandının **Band 3** olarak seçildiğini kontrol ediniz (Şekil 4.38).



Şekil 4.38. Indices komutu ile su indeksi oluşturma

- Sonucu ön izlemek için **Preview** butonuna tıklayınız.
- **Output File** kısmında dosya adına **Darwin_NDWI.img** yazınız ve dosya konumunu **UNITE_3 > 04_Sentinel2_siniflandirma > Output** klasörü olarak belirleyiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 4.39).



Şekil 4.39. Su indeksi ekran görüntüsü

- Tüm veri setlerini kapatmak için hızlı erişim çubuğundan **Clear View** seçeneğine tıklayınız.

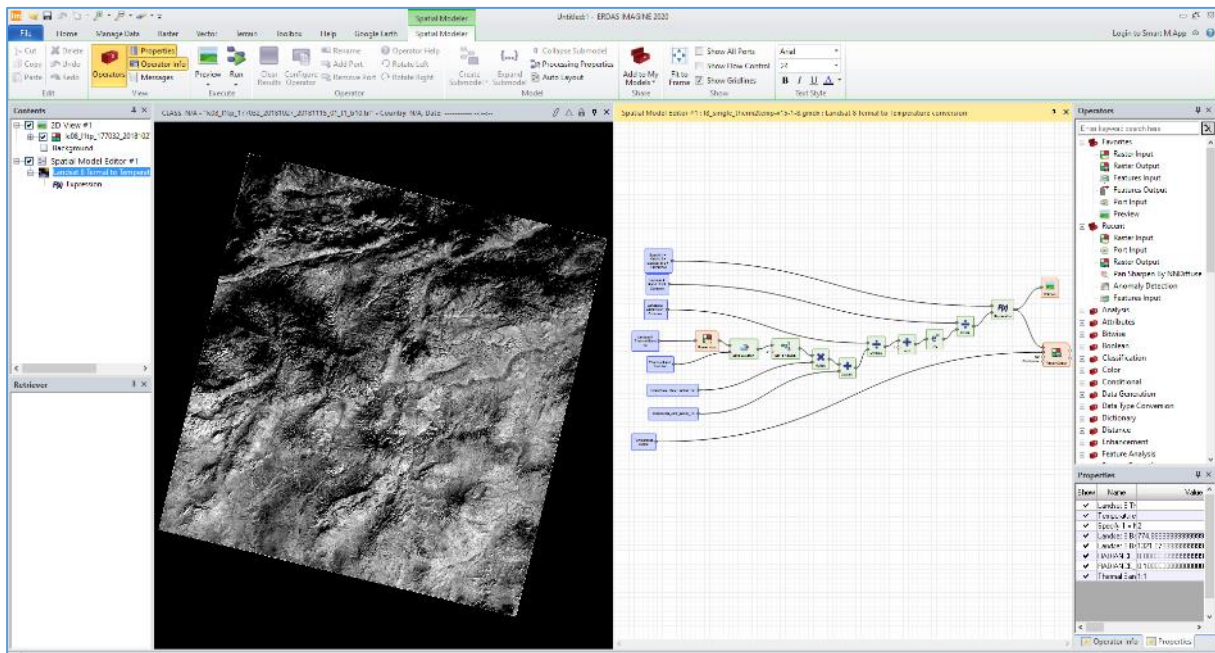
4.9 Spatial Modeller ile Landsat-8 Termal Band Analizi

Landsat-8 uydusu Şubat 2013 de yörüngeye yerleştirilen bir uydudur. Aynı noktadan 16 günde bir geçer ve gönderdiği veriler ücretsiz olarak indirilebilir. Landsat-8 uydusu iki önemli algılayıcıya sahiptir. Bu algılayıcılar **Operational Land Imager (OLI)** ve **Thermal Infrared Sensor (TIRS)** olarak isimlendirilmiştir. Bu çalışmada TIRS olarak adlandırılan algılayıcıdan elde edilen görüntü kullanılmıştır. TIRS algılayıcısı 2 farklı band aralığında görüntü sağlayabilme özelliğine sahip olmasına karşın (Band 10 ve 11) Band 11'in bazı hatalı verileri bulunmaktadır. Bu uygulamada sadece Band10 kullanılacaktır.

Uygulamaya başlamak için;

- **FILE** sekmesi > **Open** > **Raster Layer** kısmına tıklayınız.
- **Files of Type** kısmını **TIFF** olarak ayarlayınız.
- **UNITE_3** > **05_Landsat_TermalBand** > **Input** klasöründe bulunan **Landsat-8** termal band **lc08_l1tp_177032_20181027_20181115_01_t1_b10** dosyasını seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız.
- **TOOLBOX** sekmesi altında bulunan **Spatial Model Editor** açılır listesinden **Spatial Model Editor** fonksiyonuna tıklayınız.
- **Spatial Model Editor #1** penceresinde farenin sağ tuşu ile tıklayınız ve **Open** seçeneğini seçiniz.

- **UNITE_3 > 05_Landsat_TermalBand > Input** klasöründe bulunan **L8_Single_Therm2Temp-v15-1-8.gmdx** modelini açınız (**Şekil 4.40**).



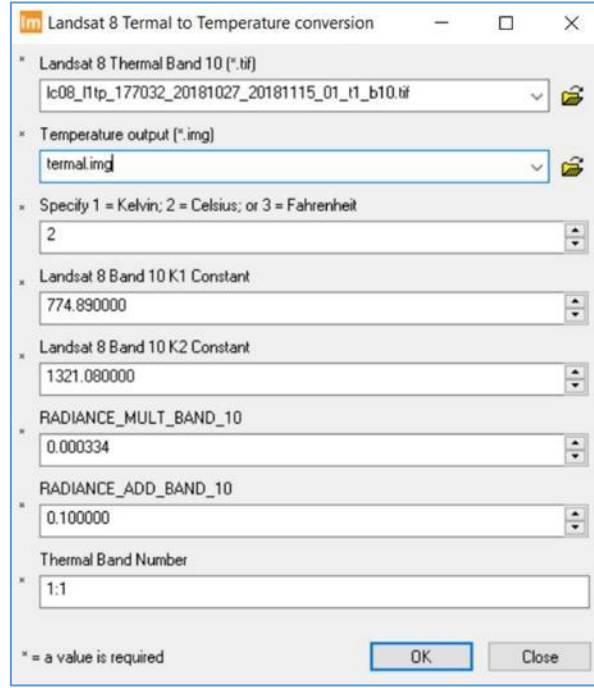
Şekil 4.40. Termal Band ve spatial modelin ekranda görüntülenmesi



- **SPATIAL MODELER** sekmesi > **Execute** grubu > **Run** açılır listesinden **Run** fonksiyonuna tıklayınız ve modeli çalıştırınız.

Landsat-8 Thermal to Temperature conversion diyalogunda;

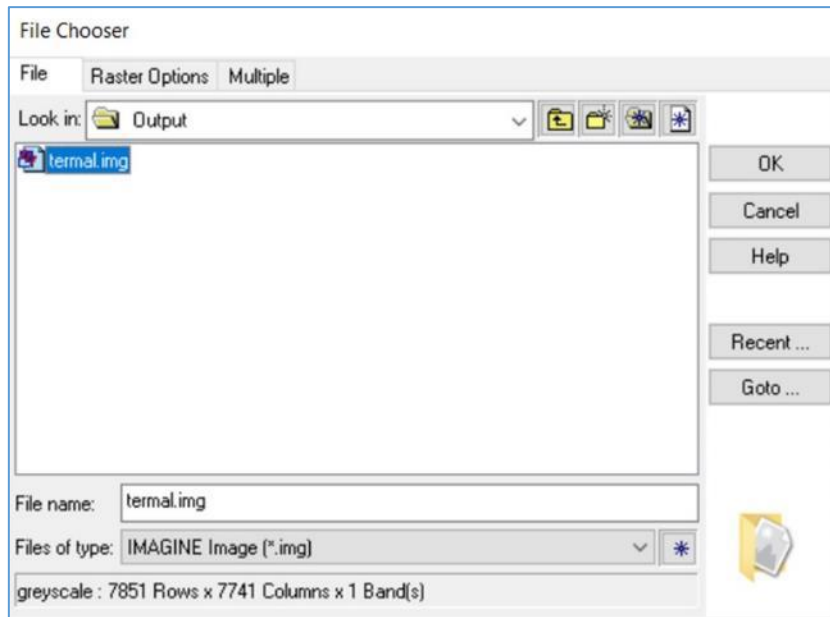
- **Landsat-8 Thermal Band 10 (*.tif)** olarak **lc08_l1tp_177032_20181027_20181115_01_t1_b10** bandını **UNITE_3 > 05_Landsat_TermalBand > Input** klasöründen seçiniz.
- **Temperature Output (*.tif)** kısmında görüntü adını **thermal** olarak tanımlayınız ve dosya yolunu **UNITE_3 > 05_Landsat_TermalBand > Output** klasörü olarak belirleyiniz.
- Diğer değerler için herhangi bir değişiklik yapmayınız ve **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 4.41**).



Şekil 4.41. Termal Band dönüşümü için gerekli parametre tanımları

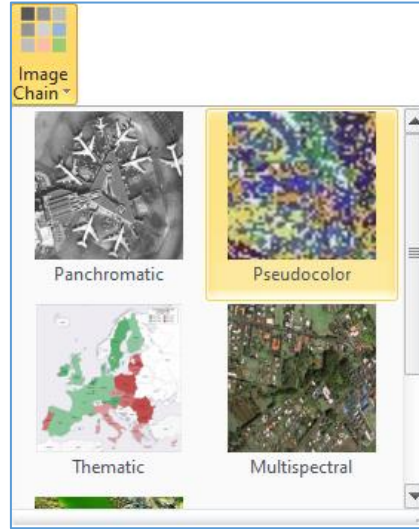
Termal değerlerin derece cinsinden düzenlenen görüntüyü açmak için;

- **FILE** sekmesi > **Open** menüsü altında **Raster as Image Chain**  **Raster as Image Chain..** seçeneğine tıklayınız.
- Ekranda açılan **File Chooser** diyaloguna yeni oluşturulan **UNITE_3 > 05_Landsat_TermalBand > Output** klasöründe bulunan **termal** görüntüsünü seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 4.42**).



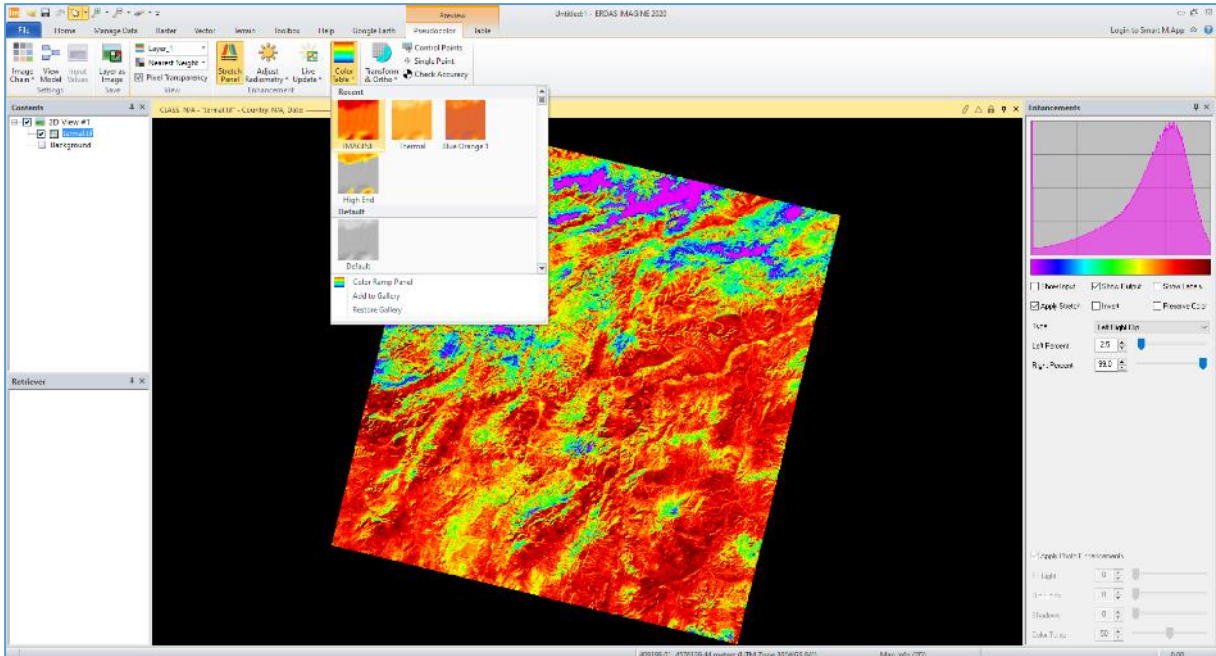
Şekil 4.42. File Chooser diyalogu

- **PANCHROMATIC** sekmesi > **Image Chain** açılır listesinden **Pseudocolor** seçeneğini seçiniz (Şekil 4.43).



Şekil 4.43. Image Chain tema seçimleri

- **PSEUDOCOLOR** sekmesi > **Color Table**  ile istenilen renkte termal haritayı renklendiriniz (Şekil 4.44).



Şekil 4.44. Termal görüntünün değişik renk temalarında görüntülenmesi

- Tüm veri setlerini kapatmak için hızlı erişim çubuğundan **Clear View** seçeneğine tıklayınız.

5 SENTİNEL-2 GÖRÜNTÜLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Uzaktan algılamada sınıflandırma, tematik bilgiyi oluşturan görüntüdeki anlamlı örüntü gruplarının belirlenmesi işlemidir. Bir başka deyişle farklı mekânsal, spektral, radyometrik ve zamansal bileşenleri olan görüntü verisinin, farklı yüzey materyallerini ve durumlarını kategorize eden açıklayıcı etiketlere veya tematik bilgiye dönüştürülmesidir. Ne ve nerede olduğu tanımlanan tematik bilgi, yeryüzündeki bitki örtüsü, toprak, su gibi genel kategorilerden farklı toprak ve bitki örtüsü türleri, su derinliği ve kirliliği vb. daha detaylı alt kategorilere bağlı olarak değişkenlik gösterir.

5.1 Kontrolsüz Sınıflandırma

Görüntü sınıflandırması, uydu görüntülerinden tematik bilgi elde etmek için kullanılan yöntemlerden biridir. Görüntü sınıflandırması, çeşitli arazi örtüsü (su, tahıl, orman, şehir alanları vs.) spektral yansıma değerlerinin bir spektral desen tanımlama teorisi ile analiz edilerek, görüntünün benzer spektral sınıflara ayrılmasıdır. Başka bir ifadeyle sınıflandırma işlemi; bir görüntüyü oluşturan piksellerin niteliklerini belirtmektir. Sınıflandırmada doğruluğun artırılması için yardımcı verilerin kullanılması gerekir. Bu veriler; yükseklik, eğim, bakı, toprak haritaları, jeoloji haritaları, bitki örtüsü, hidroloji vs. dir.

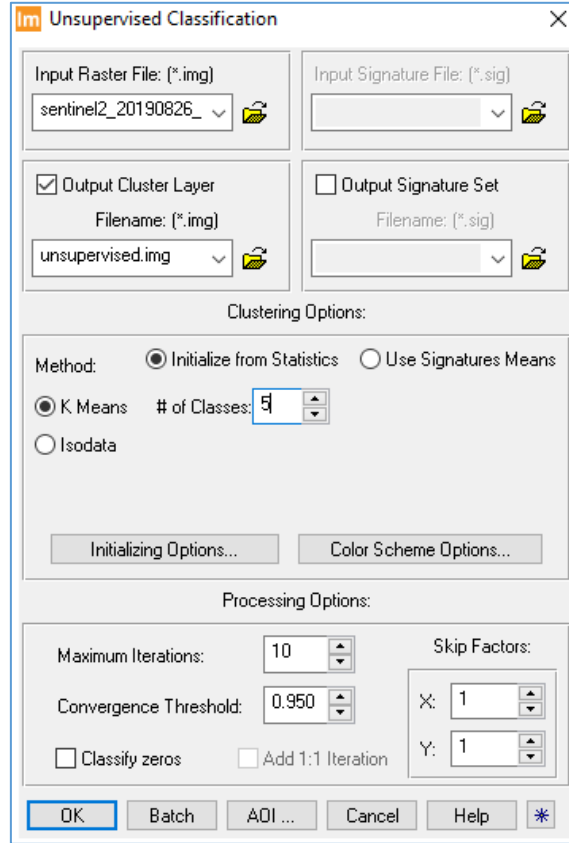
Kontrolsüz sınıflandırma (unsupervised classification) yönteminde, görüntü hakkında hiçbir bilgi sahibi olunmadığı durumda, görüntüdeki spektral yansıma değerlerine göre kümeler oluşturarak gruplandırma yapılır. Daha sonra bu kümeler sınıf oluşturmak için kullanılır. Uzaktan algılama uygulamalarında çok tercih edilen bir yöntem değildir. Sonuçların doğruluğu genelde tatmin edici değildir.

ERDAS IMAGINE programında kontrolsüz sınıflandırma **RASTER** sekmesi altında **Unsupervised** altındaki algoritmalarla gerçekleştirilir.

Kontrolsüz sınıflandırma işlemi için;

- **RASTER** sekmesi > **Classification** grubu > **Unsupervised**  açılır listesinden **Unsupervised Classification** fonksiyonuna tıklayınız.
- **Input Raster File (*.img)** kısmında bulunan klasör simgesine tıklayınız.
- **Files of Type** kısmını **IMAGINE Image (*.img)** olarak ayarlayınız.
- **UNITE_4 > 01_Sentinel2_siniflandirma** klasöründe bulunan **sentinel2_20190826_sdb.img** dosyasını seçiniz **OK** butonuna tıklayınız.
- **Number of Classes** kısmını **5** olarak ayarlayınız.
- **Output Cluster Layer** kısmında dosya adını **unsupervised.img** olarak tanımlayınız ve dosya yolunu **UNITE_4 > 01_Sentinel2_siniflandirma > Output** klasörü olarak belirleyiniz.

- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 5.1**).



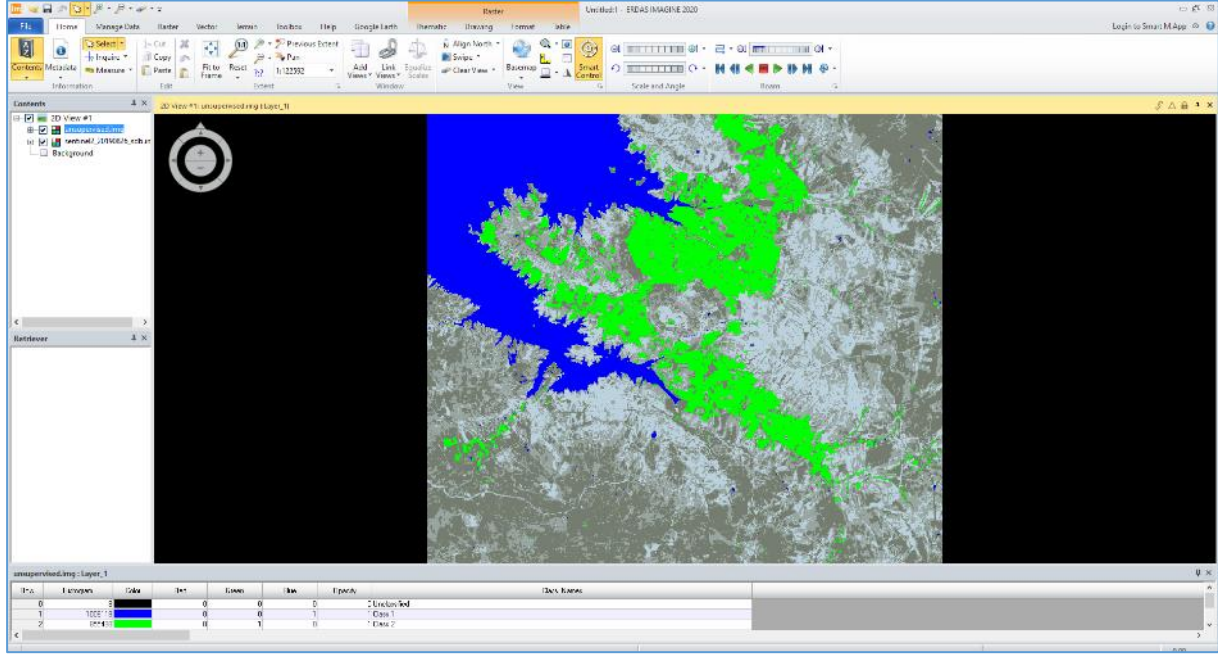
Şekil 5.1. Kontrolsüz sınıflandırma diyalogu

Sınıflandırılan görüntüyü açmak için;

- **FILE** sekmesi > **Open** > **Raster Layer** kısmına tıklayınız.
- **Files of Type** kısmını **IMAGINE Image (*.img)** olarak ayarlayınız.
- **UNITE_4** > **01_Sentinel2_siniflandirma** > **Output** klasöründe bulunan **unsupervised.img** dosyasını seçiniz **OK** butonuna tıklayınız.

Sınıflandırılan görüntü ekranda görüntülenir. Sınıflara ait renkler görüntülenmek istendiğinde;

- **Contents** panelinde **unsupervised.img** dosyasına farenin sağ tuşu ile tıklayınız.
- **Display Attribute Table** ifadesini seçiniz.
- Aşağıya açılan pencereden renkler değiştirilebilmektedir. Class 1 için mavi, Class 2 için yeşil rengi seçiniz (**Şekil 5.2**).



Şekil 5.2. Kontrolsüz sınıflandırma sonucu

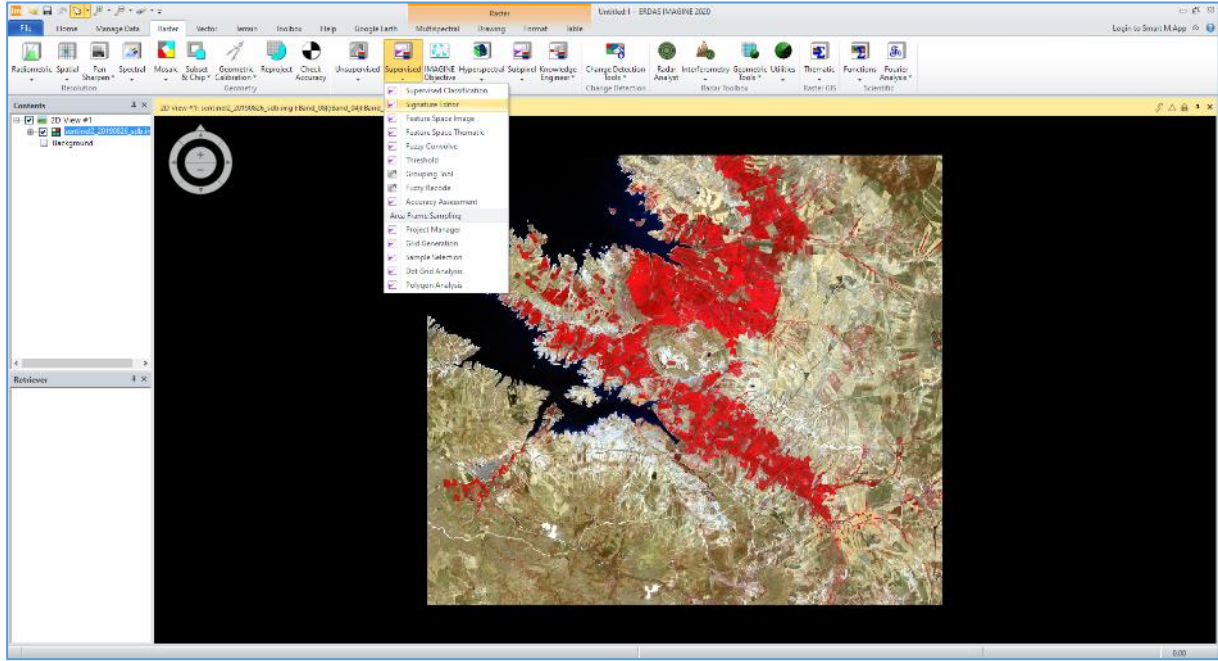
5.2 Kontrollü Sınıflandırma

Kontrollü sınıflandırma yönteminde görüntünün hangi sınıfa ayrılacağı ve görüntüden hangi sınıfların elde edilmek istenildiği önceden belirlenmektedir. Görüntüdeki piksellerin yansıma değerleri yeteri sayıda eğitim verisi oluşturur. Bu dosyaların görüntü verilerine uygulanması ile görüntü içindeki her bir piksel, hesaplanan olasılık değerine göre en çok benzer olduğu sınıfa atanır.

ERDAS IMAGINE programında kontrollü sınıflandırma, **RASTER** sekmesi altında, **Supervised** altındaki fonksiyonlar kullanılarak gerçekleştirilir. Öncelikle ekranda açılan uydu görüntüsünden bilinen alanlara ait eğitim verisi toplanır.

Uygulama için;

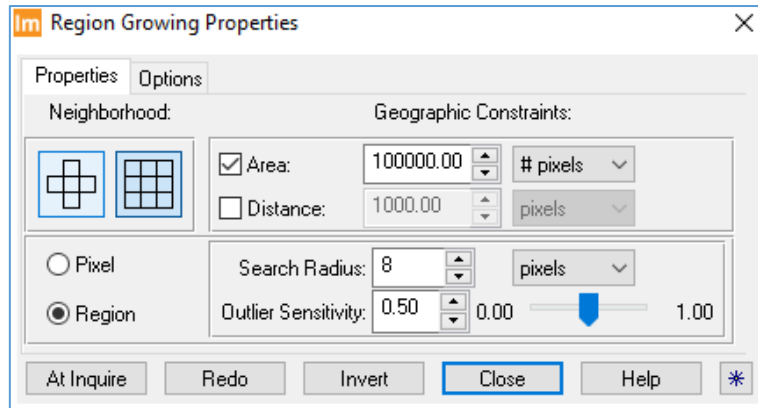
- **FILE** sekmesi > **Open** > **Raster Layer** kısmına tıklayınız.
- **UNITE_4** > **01_Sentinel2_siniflandirma** klasöründe bulunan **sentinel2_20190826_sdb.img** dosyasını seçiniz **OK** butonuna tıklayınız.
- **RASTER** sekmesi > **Classification** grubu > **Supervised**  açılır listesinden **Signature Editor** fonksiyonuna tıklayınız.



Şekil 5.3. Sentinel-2 false color görüntüleme

Eğitim verisi toplama işlemi için;

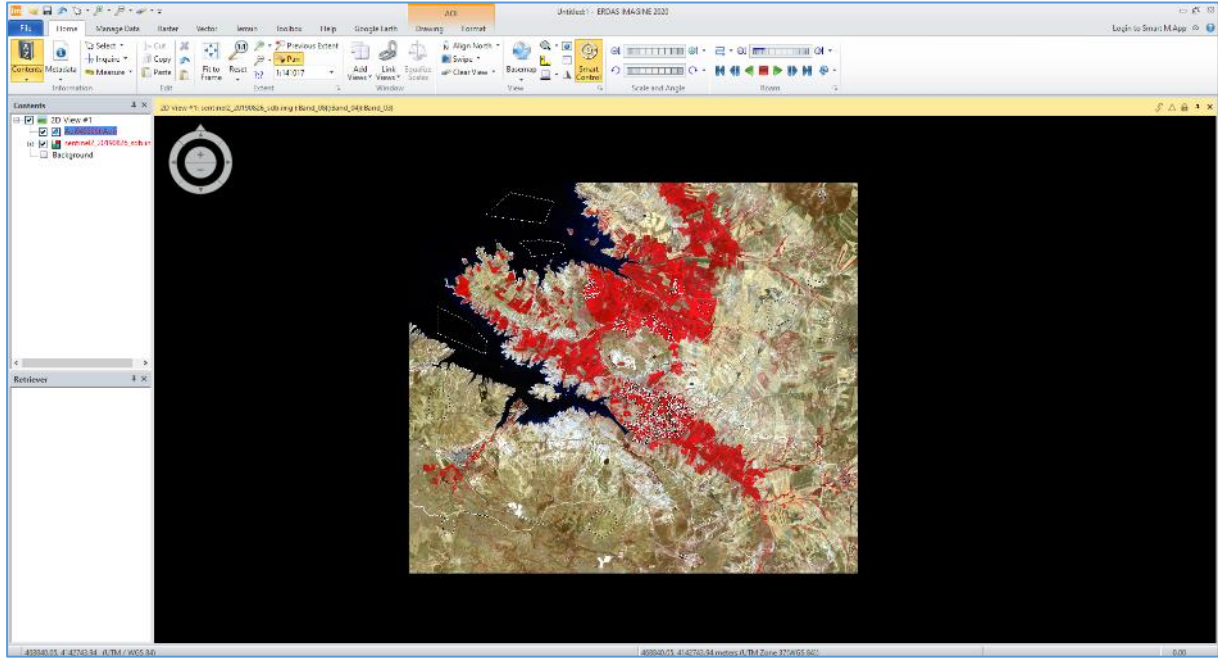
- **DRAWING** sekmesi altında bulunan **Grow**  **Grow** açılır listesinden **Grow Properties** fonksiyonuna tıklayınız.
- Açılan diyalog penceresinden  seçeneğini ve **Region** kutusunu işaretleyiniz (**Şekil 5.4**).



Şekil 5.4. Region Growing diyalogu

- Grow açılır listesinden **Grow** seçeneği ile harita üzerinde sınıflandırma yapılacak alanları seçiniz.

Not: Eğitim verisi **DRAWING** sekmesi altındaki  **Polygon** butonu ile de toplanabilir (**Şekil 5.5**).



Şekil 5.5. Eğitim verisi toplama

- İşaretlenen her polygon veya grow işleminden sonra ekranda açılan **Signature Editor** diyalogunda **Create New Signature**  butonuna tıklayınız.
- Signature Name** kısmında uygun sınıf isimlerini yazınız (Şekil 5.6).

Signature Editor (No File)														
File Edit View Evaluate Feature Classify Help														
Class #	>	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	FS
1		Ekili_tarim		0.887	0.154	0.205	1	1	7848	1.000	✓	✓	✓	
2		Ekili_tarim1		0.936	0.153	0.236	2	2	4169	1.000	✓	✓	✓	
3		Ekili_tarim2		0.809	0.177	0.250	3	3	4378	1.000	✓	✓	✓	
4		Ekili_tarim3		0.817	0.165	0.214	4	4	4308	1.000	✓	✓	✓	
5		Ekili_tarim4		0.769	0.164	0.234	5	5	14117	1.000	✓	✓	✓	
6		Su		0.000	0.097	0.126	6	6	50148	1.000	✓	✓	✓	
7		Su1		0.000	0.100	0.141	7	7	20547	1.000	✓	✓	✓	
8		Su2		0.000	0.100	0.133	8	8	44464	1.000	✓	✓	✓	
9		Bos_Tarim_alani		0.659	0.758	0.759	9	9	23168	1.000	✓	✓	✓	
10		Bos_Tarim_alani1		0.530	0.605	0.495	10	10	21147	1.000	✓	✓	✓	
11		Bos_Tarim_alani2		0.741	0.834	0.827	11	11	3114	1.000	✓	✓	✓	
12		Bos_Tarim_alani3		0.572	0.654	0.615	12	12	16174	1.000	✓	✓	✓	
13		Bos_tarim_alani4		0.538	0.616	0.515	13	13	19934	1.000	✓	✓	✓	
14		Bos_tarim_alani5		0.524	0.580	0.512	14	14	6395	1.000	✓	✓	✓	
15		Yol		0.834	0.929	0.972	15	15	150	1.000	✓	✓	✓	
16		Yol1		0.735	0.826	0.823	16	16	830	1.000	✓	✓	✓	
17		Yol2		0.791	0.918	1.000	17	17	194	1.000	✓	✓	✓	
18		Yol3		0.809	0.896	1.000	18	18	61	1.000	✓	✓	✓	
19		Yol4		0.882	1.000	1.000	19	19	96	1.000	✓	✓	✓	
20		Yol5		0.630	0.758	0.785	20	20	140	1.000	✓	✓	✓	
21		Yerlesim		0.461	0.568	0.654	21	21	5252	1.000	✓	✓	✓	
22		Yerlesim1		0.579	0.630	0.706	22	22	717	1.000	✓	✓	✓	
23		Yerlesim2		0.528	0.463	0.506	23	23	1926	1.000	✓	✓	✓	
24		Yerlesim3		0.501	0.561	0.614	24	24	1004	1.000	✓	✓	✓	
25		Ekili_tarim5		0.687	0.198	0.240	25	25	77960	1.000	✓	✓	✓	

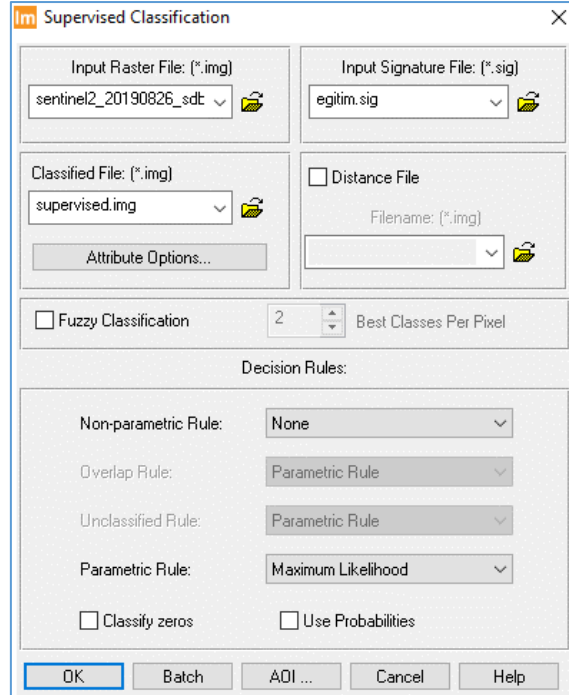
Şekil 5.6. Signature Editor diyalogu

- Oluşturulan sınıfları kaydetmek için **Signature Editor** diyalogunda **File** sekmesi altında **Save** butonuna tıklayınız.

- **UNITE_4 > 01_Sentinel2_siniflandirma > Output** klasöründe **egitim** adı ile kaydediniz.

Kontrollü sınıflandırma işlemi için;

- **RASTER** sekmesi > **Classification** grubu > **Supervised**  açılır listesinden **Supervised Classification** fonksiyonuna tıklayınız.
- **Input Signature File (*.sig)** kısmında bulunan klasör simgesine tıklayınız.
- **UNITE_4 > 01_Sentinel2_siniflandirma > Output** klasöründe bulunan **egitim.sig** dosyasını seçiniz.
- **Classified File (*.img)** kısmında dosya adını **supervised.img** olarak tanımlayınız ve dosya yolunu **UNITE_4 > 01_Sentinel2_siniflandirma > Output** klasörü olarak belirleyiniz.
- **Parametric Rule** kısmını **Maximum Likelihood** algoritması olarak ayarlayınız.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 5.7**).

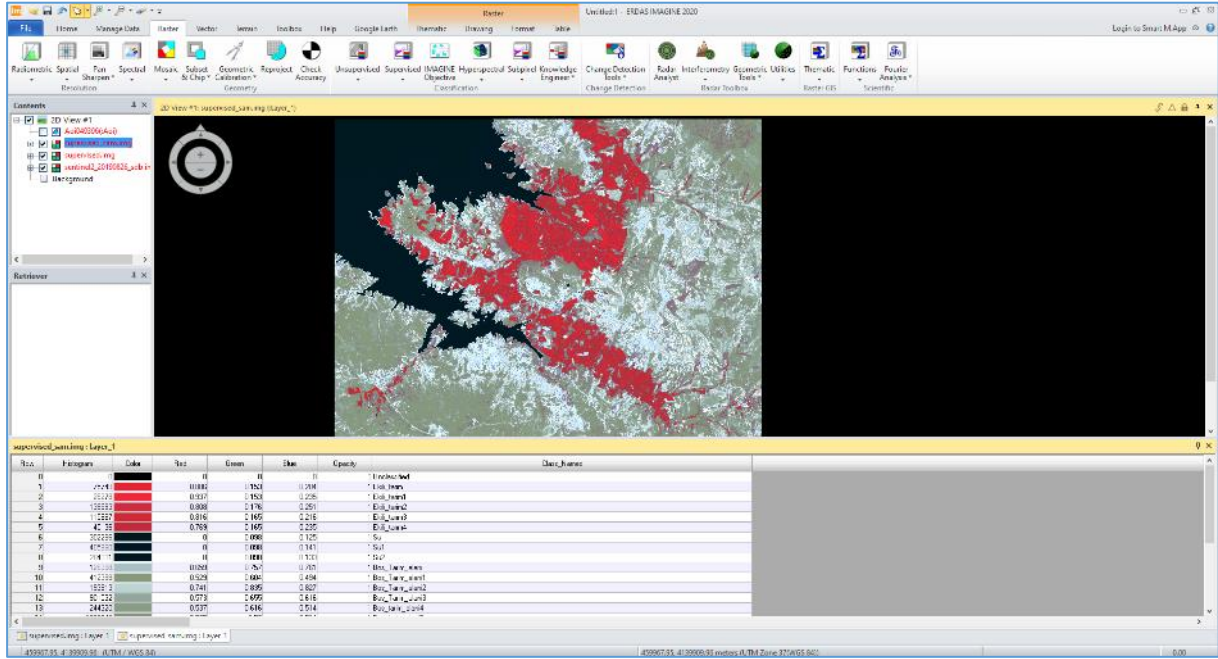


Şekil 5.7. Kontrollü sınıflandırma diyalogu

Parametric Rule: Bir sinyal setinin istatistiki bilgilerine dayanır.

- **Maximum Likelihood:** Özel bir sınıfa ait pikselin olasılığına dayalı bir kuraldır. Özel sinyale ilişkin bir pikselin istatistiki olasılığını hesaplayan bir eşitliktir.
- **Mahalanobis Distance:** Bu eşitlik, sınıflandırma algoritmasını içeren parametrelerdir. Her bir sınıfın her bir bandına ilişkin normal veri dağılımını içerir. Genellikle “Minimum Distance” seçeneğinden daha fazla ayırım sağlar.

- **Minimum Distance:** Her bir sinyal ortalamasından, (Mean) multispectral aralığında, her bir pikselin mesafesini hesaplar. Piksel kendine yakın olanın ortalamasına dayalı olarak sınıflandırılır.



Şekil 5.8. Sınıfların görüntülenmesi



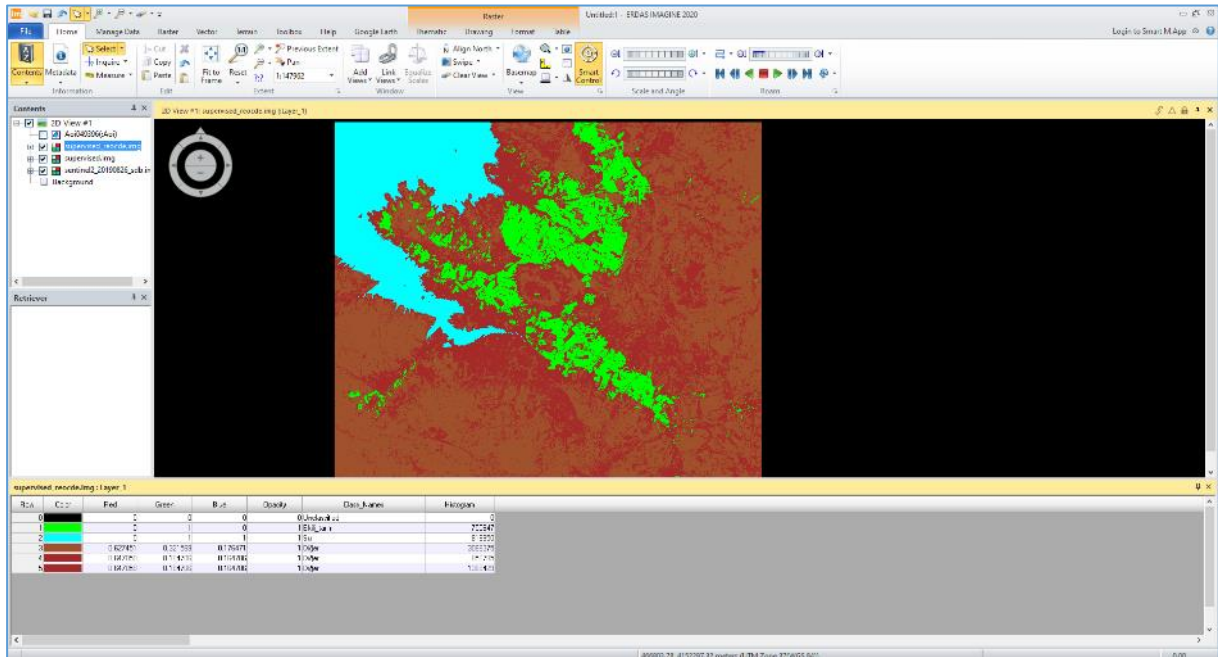
- **RASTER** sekmesi > **Raster GIS** grubu > **Thematic** açılır listesinden **Recode** fonksiyonuna tıklayınız.
- **Input Raster File (*.img)** kısmında bulunan klasör simgesine tıklayınız ve sınıflandırma sonucunda oluşan dosyayı seçiniz.
- **Setup Recode** butonuna tıklayınız.
- **THEMATIC** sekmesi altında bulunan **Recode** butonu ile ortak sınıfları tek bir sınıfa düşürünüz (Şekil 5.9 - Şekil 5.10).

Value	New Value	Histogram	Red	Green	Blue	Opacity	Class_Names
0	0	0.0	0.000	0.000	0.000	0.0	Unclassified
1	1	23597.0	0.887	0.154	0.205	1.0	Ekli_tarim
2	1	13132.0	0.936	0.153	0.236	1.0	Ekli_tarim1
3	1	41615.0	0.809	0.177	0.250	1.0	Ekli_tarim2
4	1	78385.0	0.817	0.165	0.214	1.0	Ekli_tarim3
5	1	90970.0	0.769	0.164	0.234	1.0	Ekli_tarim4
6	2	382354.0	0.000	0.097	0.126	1.0	Su
7	2	145771.0	0.000	0.100	0.141	1.0	Su1
8	2	291825.0	0.000	0.100	0.133	1.0	Su2
9	3	249500.0	0.659	0.758	0.759	1.0	Bos_Tarim_alani
10	3	356197.0	0.530	0.605	0.495	1.0	Bos_Tarim_alani1
11	3	202589.0	0.741	0.834	0.827	1.0	Bos_Tarim_alani2
12	3	1045697.0	0.572	0.654	0.615	1.0	Bos_Tarim_alani3
13	3	291117.0	0.538	0.616	0.515	1.0	Bos_tarim_alani4
14	3	921275.0	0.524	0.580	0.512	1.0	Bos_tarim_alani5
15	4	51402.0	0.834	0.929	0.972	1.0	Yol
16	4	149429.0	0.735	0.826	0.823	1.0	Yol1
17	4	193550.0	0.791	0.918	1.000	1.0	Yol2
18	4	261707.0	0.809	0.896	1.000	1.0	Yol3
19	4	89999.0	0.882	1.000	1.000	1.0	Yol4
20	4	113708.0	0.630	0.758	0.785	1.0	Yol5
21	5	128453.0	0.461	0.568	0.654	1.0	Yerlesim
22	5	315502.0	0.579	0.630	0.706	1.0	Yerlesim1
23	5	375751.0	0.528	0.463	0.506	1.0	Yerlesim2
24	5	548723.0	0.501	0.561	0.614	1.0	Yerlesim3
25	1	502948.0	0.687	0.198	0.240	1.0	Ekli_tarim5

New Value: 5 Change Selected Rows

OK Cancel Help

Şekil 5.9. Sınıfların birleştirilmesi



Şekil 5.10. Sonuç görüntüsü

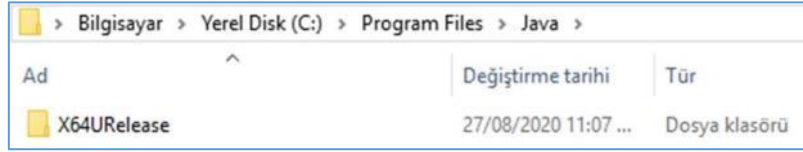
- Tüm veri setlerini kapatmak için hızlı erişim çubuğundan **Clear View** seçeneğine tıklayınız.

5.3 Imagine Objective ile Nesne Tabanlı Özellik Çıkarma (Object Oriented Feature Extraction)

Nesne tabanlı sınıflandırma işlemi için ERDAS IMAGINE programında Image Objective fonksiyonu kullanılır. Bu fonksiyonun kullanılabilmesi için **Java Runtime Environment (JRM)** yazılımının bilgisayarda yüklü olması gerekmektedir. Bu yazılım kurulu olmadığında ekrana bir hata penceresi gelecektir.

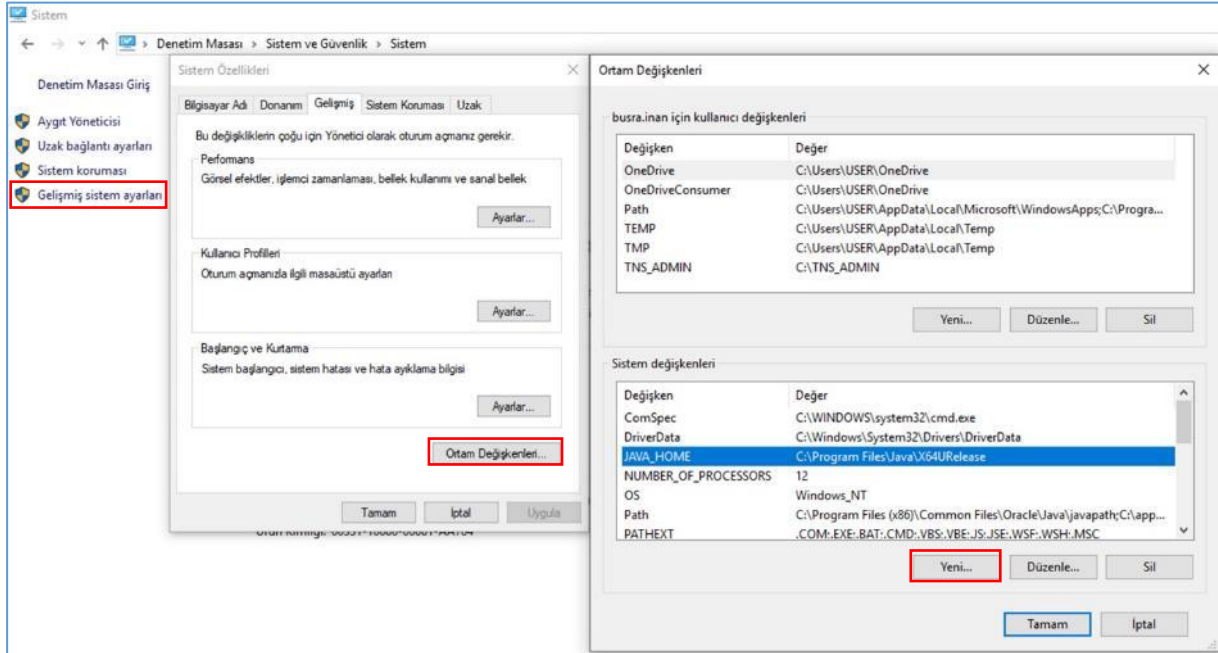
IMAGINE Objective ile kullanmak üzere bir Java Runtime Environment kurmak ve yapılandırmak için aşağıdaki adımlar izlenmelidir.

1. 32 bit veya 64 bit işletim sisteminize uygun Java Runtime Environment yazılımını indiriniz.
2. 32 bit veya 64 bit JRE'leri yüklemek için aşağıdaki işletim sisteminize uygun alt klasörleri oluşturunuz.
 - 32 bit kurulum için **C:\Program Files (x86)** içerisine **Java\Win32Release** klasörlerini ekleyiniz.
 - 64 bit kurulum için **C:\Program Files** içerisine **Java\X64URelease** klasörlerini ekleyiniz (**Şekil 5.11**).



Şekil 5.11. Alt klasör oluşturma

3. Kurulumu başlatınız ve klasörü tanıtınız.
4. **Denetim Masası > Sistem ve Güvenlik > Sistem** ayarlarına giriniz ve **Gelişmiş Sistem** ayarlarını açınız.
5. **Gelişmiş** sekmesinde bulunan **Ortam Değişkenleri** butona tıklayınız.
6. Ortam değişkenleri penceresinde bulunan **Sistem Değişkenleri** kısmında **Yeni** butonuna tıklayınız (**Şekil 5.12**).



Şekil 5.12. Sistem değişkenleri kısmı

7. Değişken adına tanımlayınız ve değişken değeri kısmına kurulum yapılan klasör yolunu ekleyiniz (Şekil 5.13).

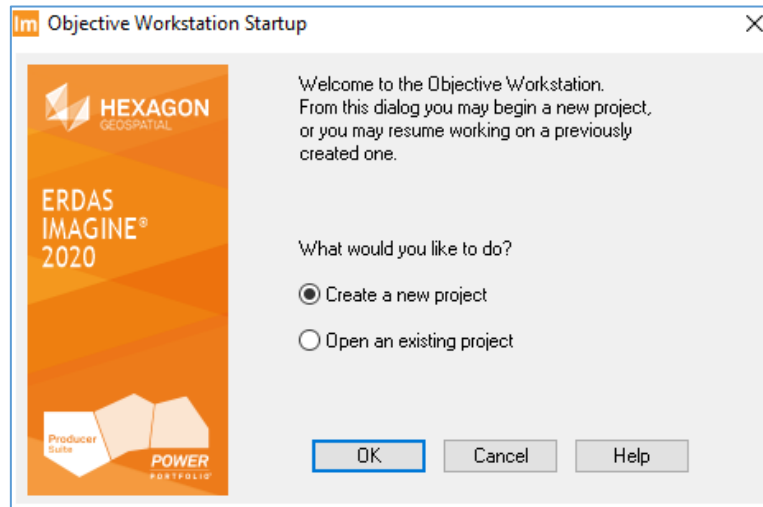


Şekil 5.13. Sistem değişkenleri düzenleme

8. **Tamam** butonu ile ayarları kaydediniz.

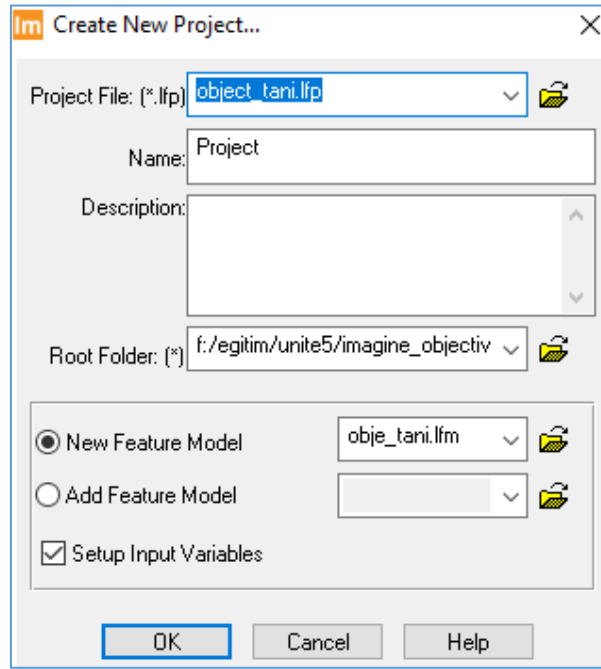
Uygulamaya başlamak için;

- **RASTER** sekmesi > **Classification** grubu > **IMAGINE Objective**  butonuna tıklayınız.
- **Objective Workstation Startup** diyalogunda **Create a new Project** kutusunu işaretleyiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 5.14).



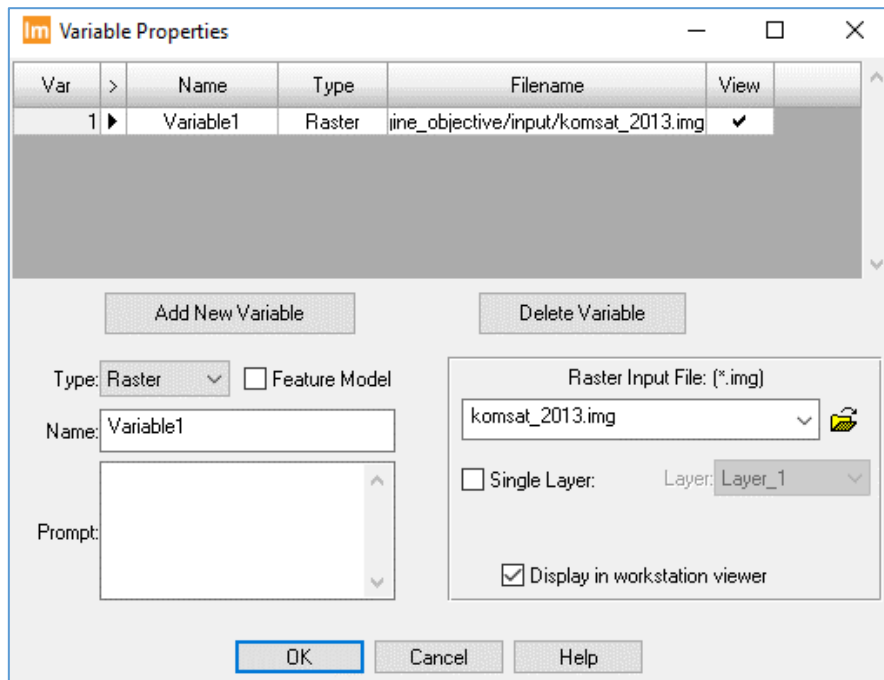
Şekil 5.14. Objective Workstation Startup diyalogu

- **Project File (*.lfp)** kısmında dosya adını **object_tani** olarak tanımlayınız ve dosya yolunu **UNITE_4 > 02_Imagine_Objective > output** klasörü olarak belirleyiniz.
- **New Feature Model** kutusunu işaretleyiniz.
- Dosya adını **object_tani** olarak tanımlayınız ve dosya yolunu **UNITE_4 > 02_Imagine_Objective > output** klasörü olarak belirleyiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 5.15).



Şekil 5.15. Proje dosyası oluşturma

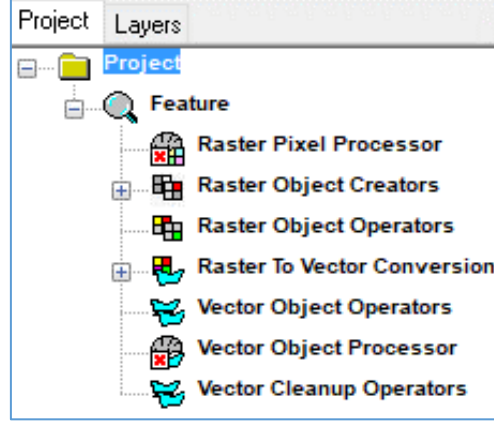
- **Variable Properties** diyalogunda **Add New Variable** butonuna tıklayınız.
- **Raster Input File (*.img)** kısmında **komsat_2013** görüntüsünü **UNITE_4 > 02_Imagine_Objective > Input** klasöründen seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 5.16**).



Şekil 5.16. Variable tanımlama diyalogu

Ekranda açılan görüntüde kırmızı çatılı binaların tanınması sağlanacaktır. Bu işlem için sol tarafta **Feature**  **Feature** yanındaki + işaretine basılarak fonksiyonların açılması sağlanır (Şekil 5.17).

- + işaretine tıklayınız.

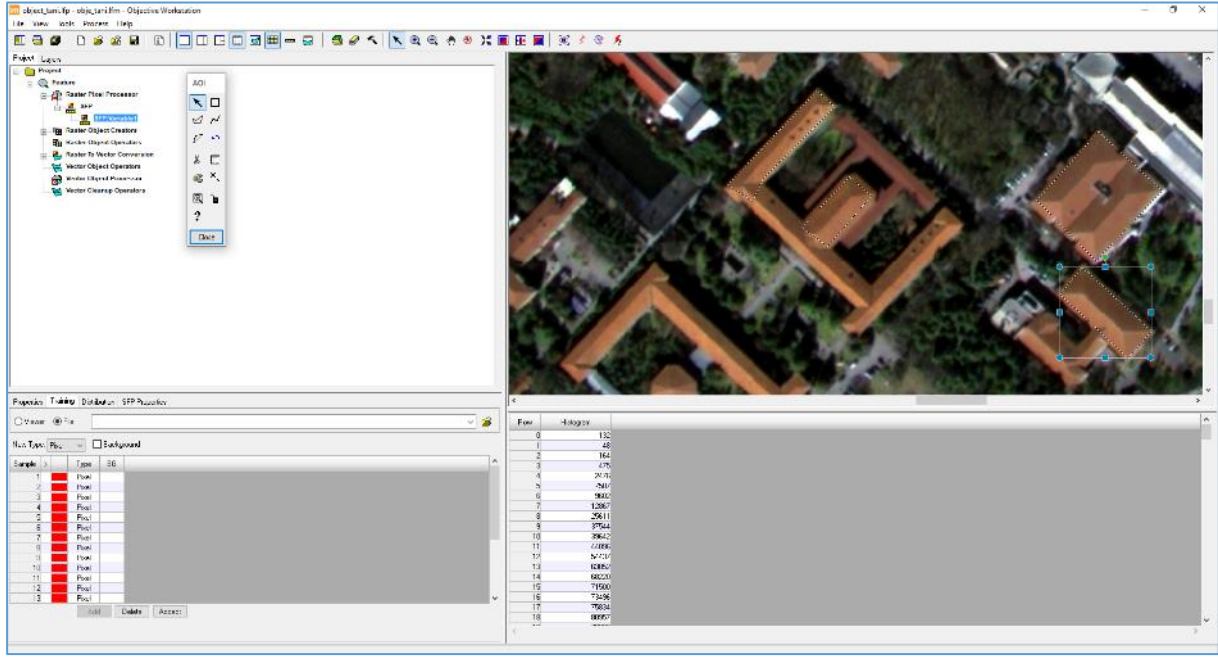


Şekil 5.17. Obje tanımlama işlemleri

- **Raster Pixel Processor** fonksiyonunu fare ile seçiniz.
- **Available Pixel Cues** açılır listesinden **SFP (Single Feature Probability)** seçeneğini seçiniz.
-  butonuna tıklayınız. **Training** sekmesi altında **New Type** açılır listesinden **Both** seçiniz.

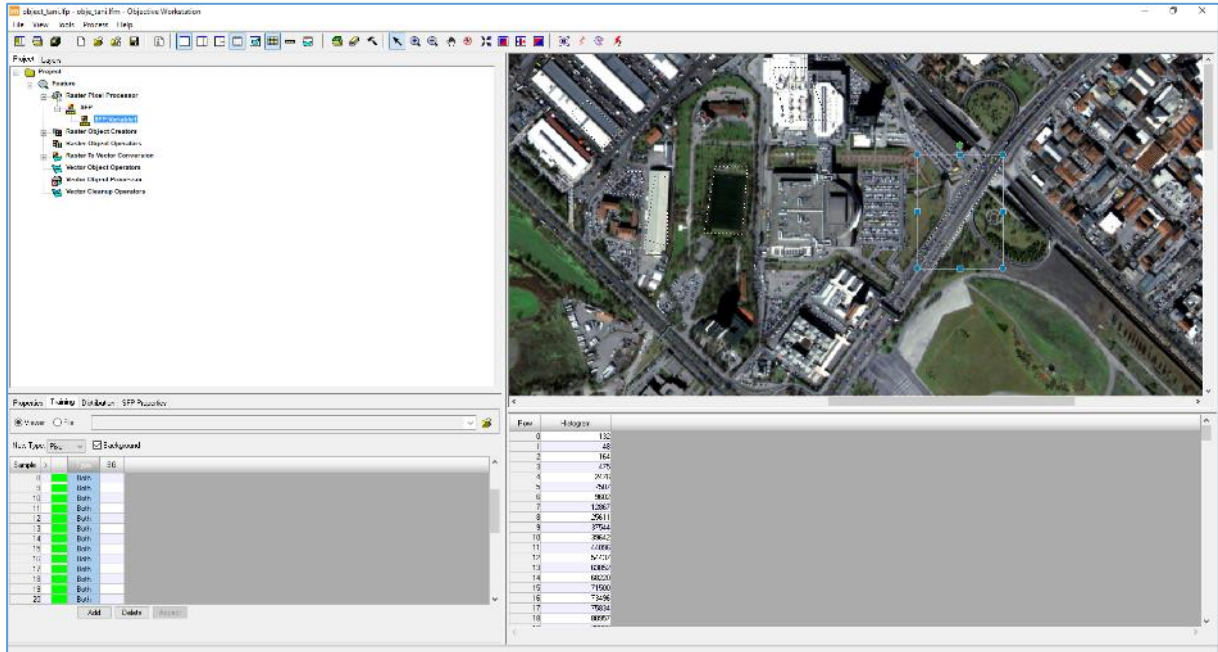
Eğitim verisi oluşturmak için;

- Eklenen AOI araç diyalogundan **polygon**  çizme aracını seçiniz.
- Görüntüden kırmızı çatıları çizin ve **Add** butonuna tıklayınız.
- Kırmızı çatı işaretleme işlemi bittikten sonra **Background**  **Background** kutusunu işaretleyiniz (Şekil 5.18).



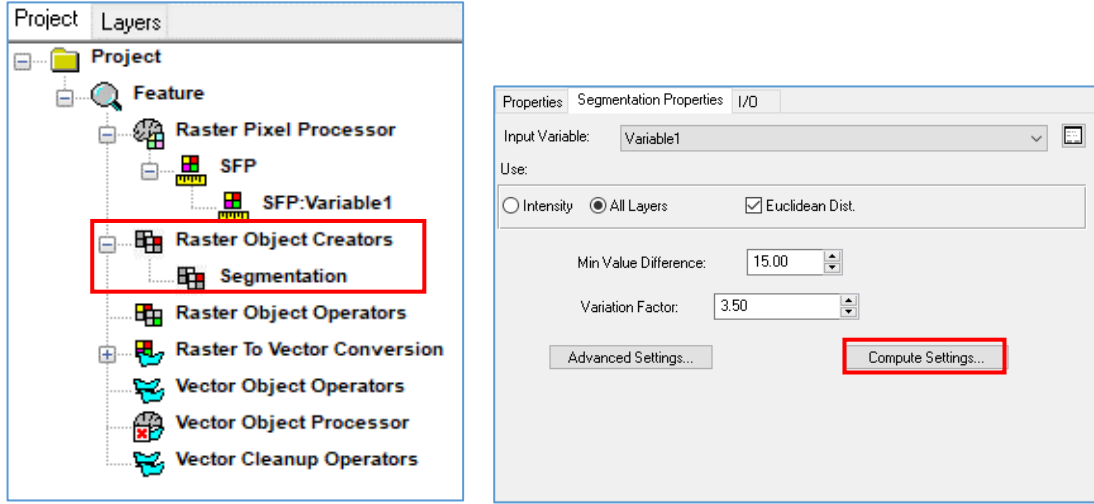
Şekil 5.18. Eğitim verisi toplama-1

- **New Type** açılır listesinden **Pixel** seçiniz.
- AOI araç diyalogundan **polygon** çizme aracını seçiniz.
- Görüntüden diğer objeleri işaretleyiniz (Asfalt, yeşil alanlar, çatısı kırmızı olmayan binalar vs.).
- Her AOI işleminden sonra **Add** butonuna tıklayınız.
- Diğer objeleri de tanımladıktan sonra **Accept** butonuna tıklayınız (Şekil 5.19).



Şekil 5.19. Eğitim verisi toplama-2

- **Project** bölümünde **Raster Object Creators** fonksiyonunu seçiniz.
- Fonksiyonun yanındaki + işaretine tıklayınız ve **Segmentation** seçeneğini seçiniz.
- **Segmentation Properties** sekmesinde **Compute Settings** butonuna tıklayınız (Şekil 5.20).



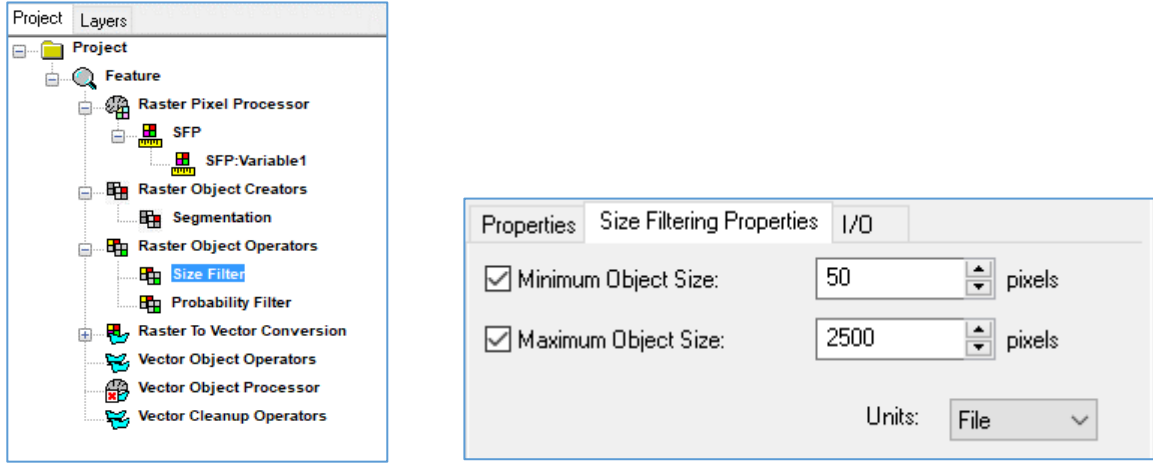
Şekil 5.20. Raster Object Creators ayarları

- **Project** bölümünde **Raster Object Operators** fonksiyonunu seçiniz.
- **Properties** sekmesinde yer alan **Size Filter** ve **Probability Filter** seçeneklerini seçiniz ve  butonuna tıklayınız (Şekil 5.21).



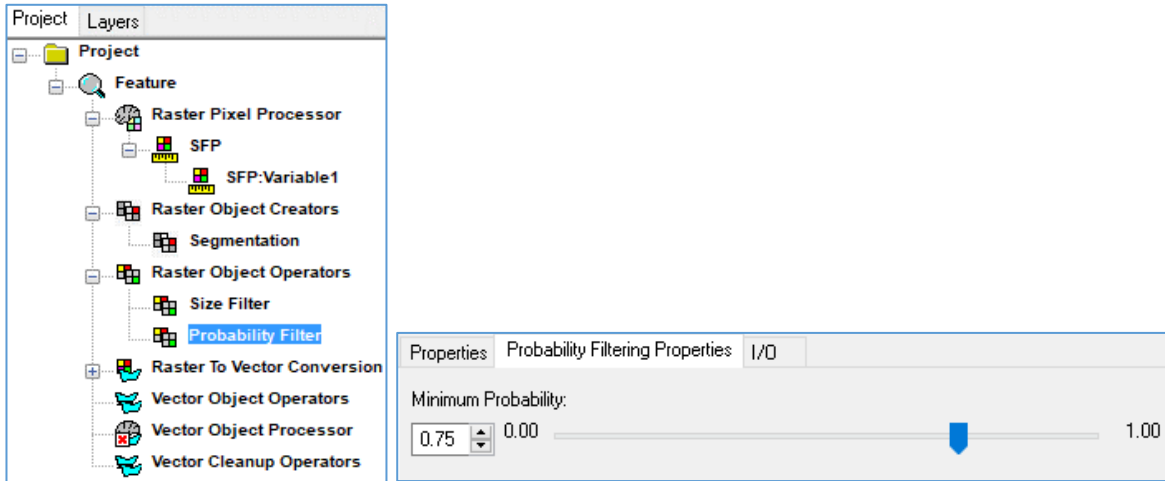
Şekil 5.21. Raster Object Operators ayarları

- **Project** bölümünde **Size Filter** fonksiyonunu seçiniz.
- Bulunacak en küçük obje ve en büyük objenin boyutu için **Size Filtering Properties** sekmesinde **Minimum Object Size** kutusunu işaretleyerek 50 değerini, **Maximum Object Size** kutusunu işaretleyerek 2500 değerini giriniz.
- **Units** kısmı **File** olarak düzenleyiniz (Şekil 5.22).



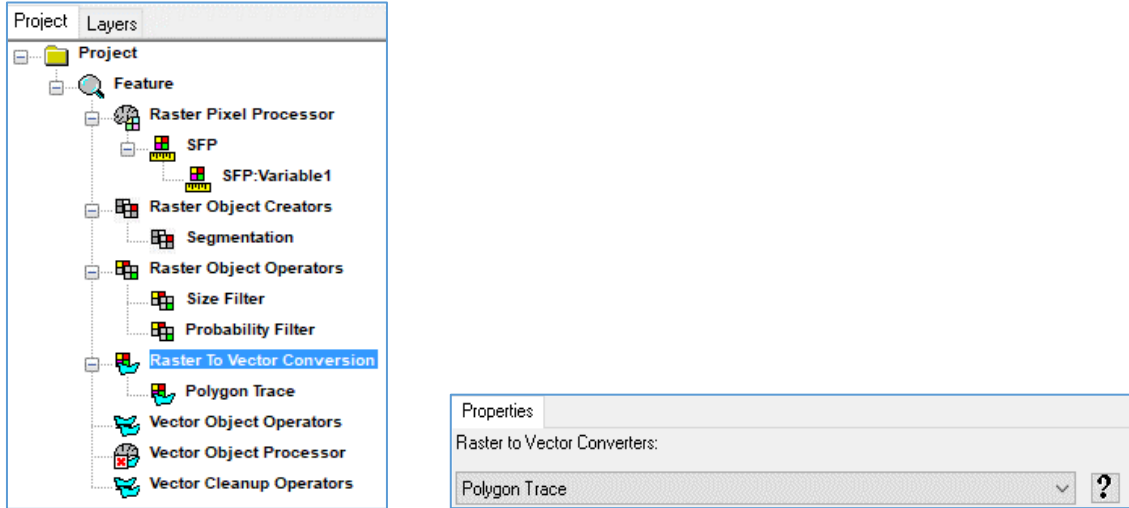
Şekil 5.22. En küçük ve en büyük objenin büyüklüğünün tanımlanması

- **Project** bölümünde **Probability Filter** fonksiyonunu seçiniz.
- **Probability Filtering Properties** sekmesinde **Minimum Probability** kısmına **0.75** değeri giriniz (Şekil 5.23).



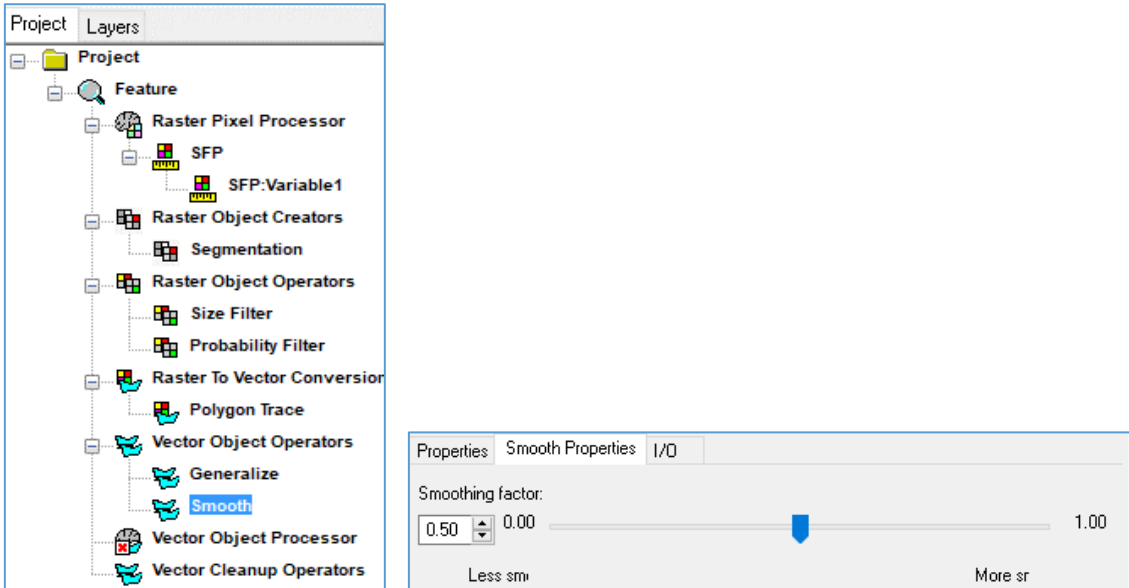
Şekil 5.23. En küçük olasılık değerinin girilmesi

- **Project** bölümünde **Raster to Vector Conversion** fonksiyonunu seçiniz.
- Fonkiyonun yanındaki + işaretine tıklayınız ve **Polygon Trace** seçeneğini seçiniz (Şekil 5.24).



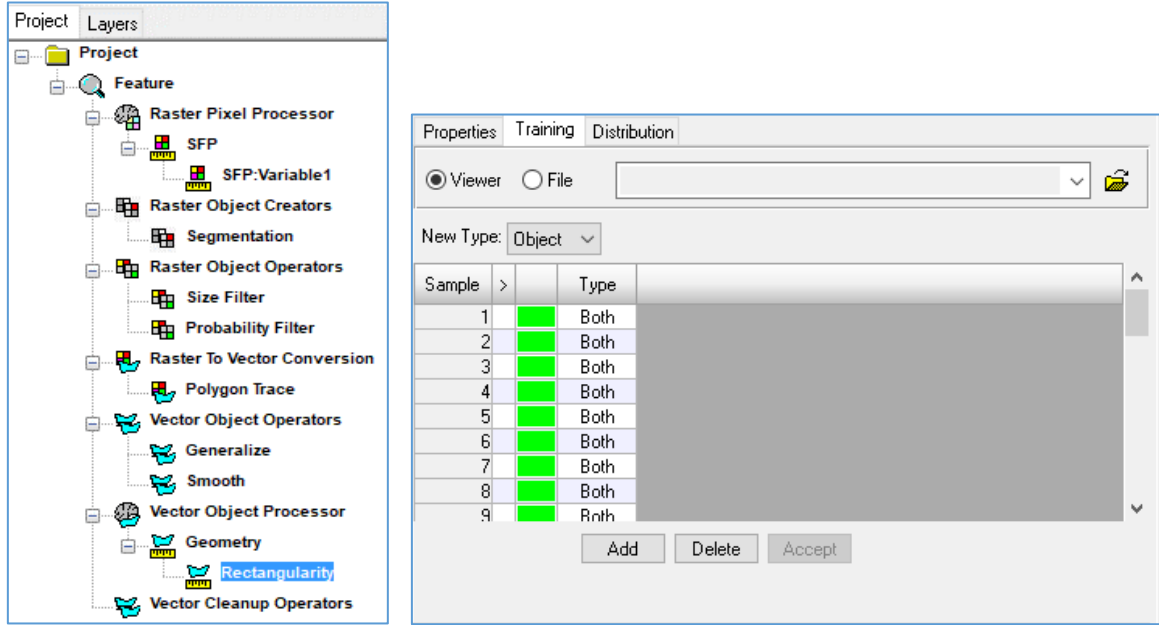
Şekil 5.24. Çıktı ürün polygon olarak düzenlenir

- **Project** bölümünde **Vector Object Operators** fonksiyonunu seçiniz.
- Properties sekmesinde yer alan **Smooth** ve **Generalize** seçeneklerini seçiniz ve  butonuna tıklayınız.
- Her iki fonksiyon için default değerlerini kabul ediniz (Şekil 5.25).



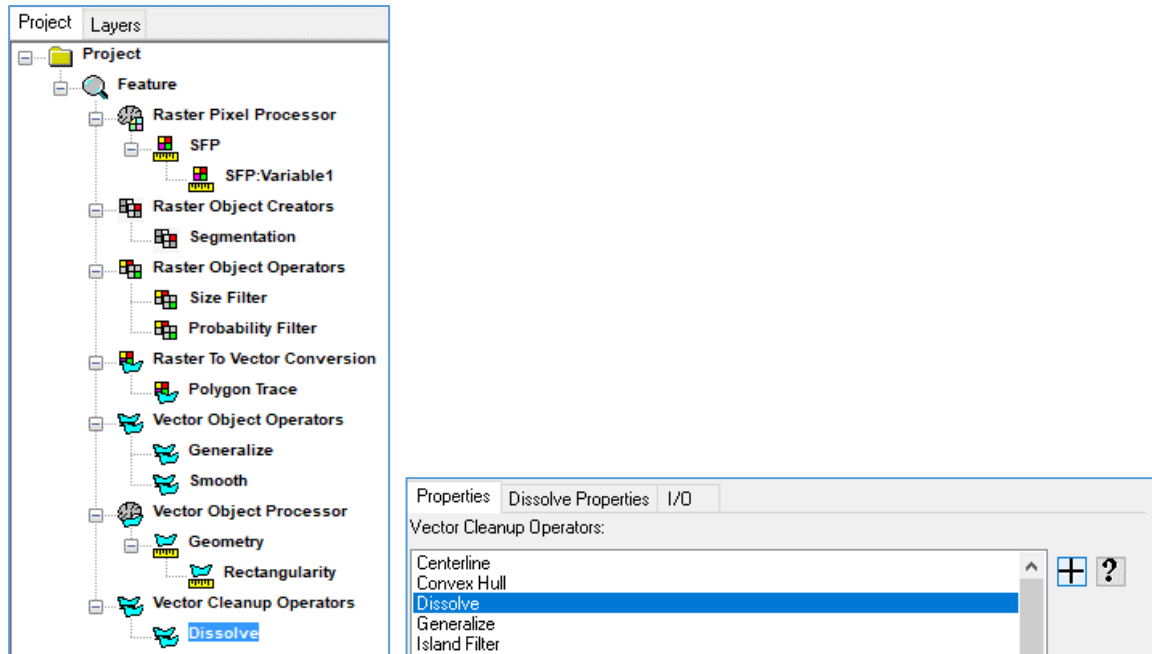
Şekil 5.25. Yumuşatma ve genelleştirme ayarları

- **Project** bölümünde **Vector Object Processor** fonksiyonunu seçiniz.
- **Properties** sekmesinde **Available Object Cues** açılır listesinden **Geometry:Rectangularity** seçeneğini seçiniz ve  butonuna tıklayınız.
- **Training** sekmesinde **Accept** butonuna tıklayınız (Şekil 5.26).



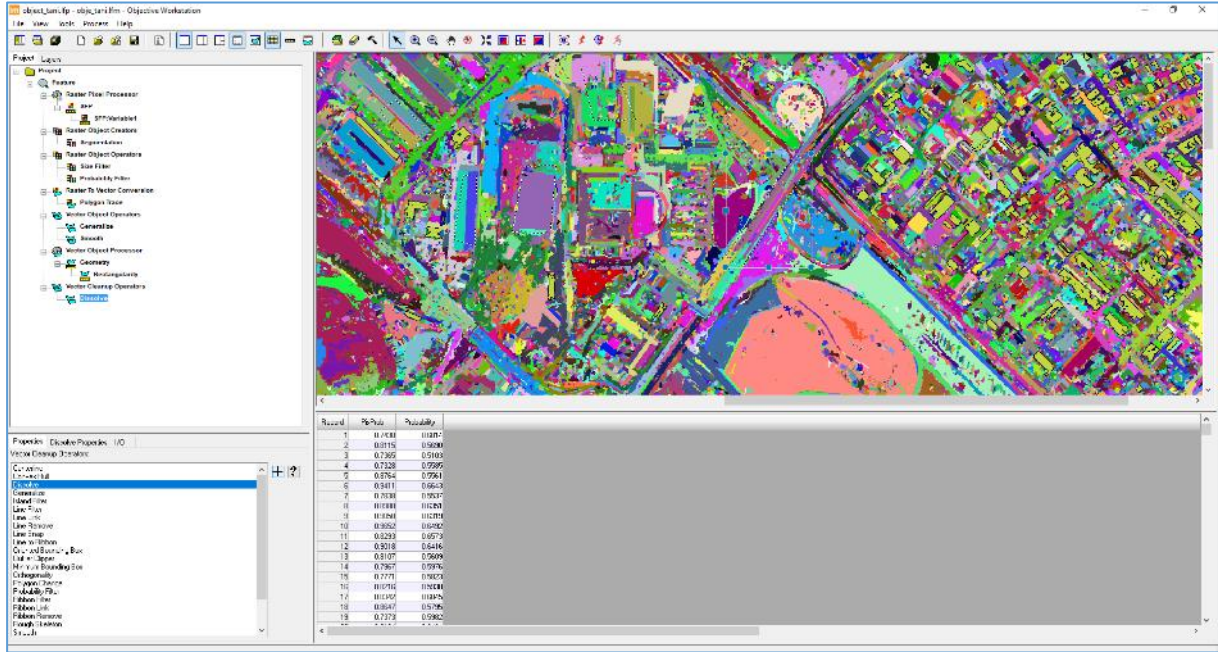
Şekil 5.26. Vector Object Processor ayarları

- **Project** bölümünde **Vector Cleanup Operators** fonksiyonunu seçiniz.
- **Properties** sekmesinde **Vector Cleanup Operators** listesinden **Dissolve** seçeneğini seçiniz ve  butonuna tıklayınız (Şekil 5.27).



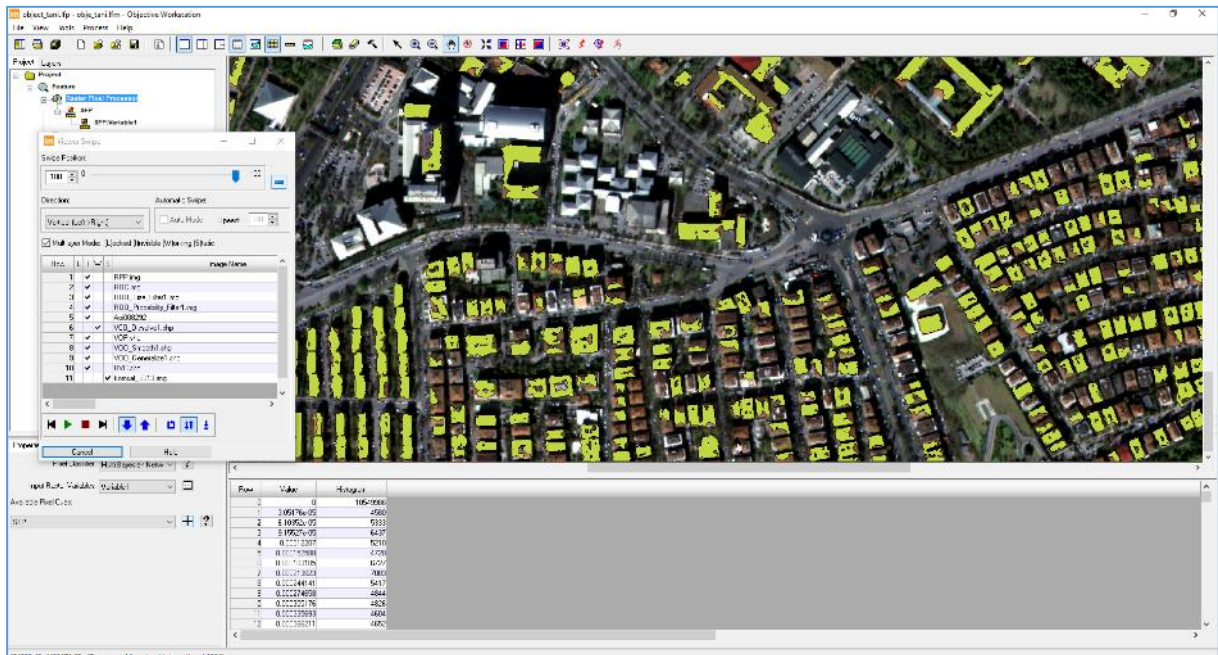
Şekil 5.27. Dissolve ayarları

- Tüm düzenlemelerden sonra proje dosyasını kaydediniz.
- **Run the Feature Model**  butonuna tıklayarak modeli çalıştırınız (Şekil 5.28).



Şekil 5.28. Sonuç ekranı

- **Start Swipe Tool**  butonuna tıklayarak **Viewer Swipe** diyalogunu açınız (Şekil 5.29).



Şekil 5.29. Sonuçların incelenmesi

- Tüm veri setlerini kapatmak için hızlı erişim çubuğundan **Clear View** seçeneğine tıklayınız.

5.4 Makine Öğrenmesi Algoritması ile Sınıflandırma

Makine öğrenimi, bilgisayarların algılayıcı verisi ya da veritabanları gibi veri türlerine dayalı öğrenimini sağlayan algoritmaların tasarım ve geliştirme süreçlerini konu edinen bir bilim dalıdır. Makine öğrenimi araştırmalarının odaklandığı konu, bilgisayarlara karmaşık örüntüleri algılama ve veriye dayalı akılcı kararlar verebilme becerisi kazandırmaktır. Bu, makine öğreniminin istatistik, olasılık kuramı, veri madenciliği, örüntü tanıma, yapay zekâ, uyarlamalı denetim ve kuramsal bilgisayar bilimi gibi alanlarla yakından ilintili olduğunu göstermektedir.

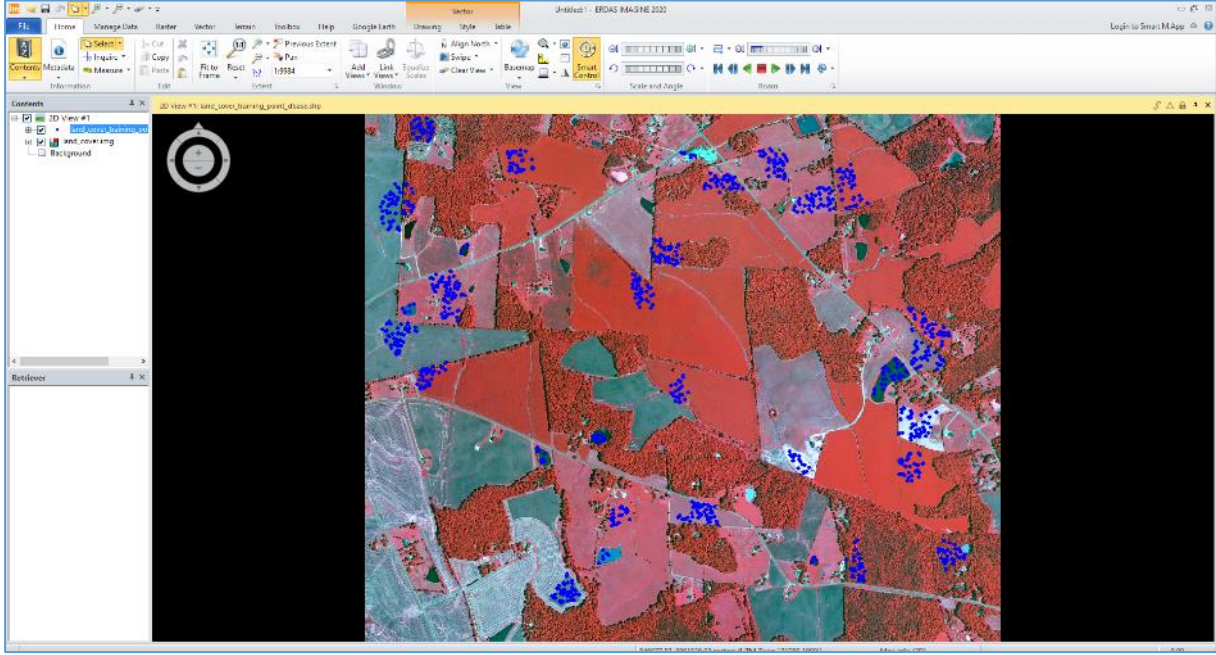
Makine öğreniminin başlıca uygulamaları makine algılaması, bilgisayarlı görme, doğal dil işleme, sözdizimsel örüntü tanıma, arama motorları, tıbbi tanı, biyoinformatik, beyin-makine arayüzleri ve kiminformatik, kredi kartı dolandırıcılığı denetimi, borsa çözümlemesi, DNA dizilerinin sınıflandırılması, konuşma ve el yazısı tanıma, bilgisayarlı görmede nesne tanıma, oyun oynama, yazılım mühendisliği, uyarlamalı web siteleri ve robot gezisidir.

Makine öğrenimi algoritmaları, hedeflenen sonuca göre birkaç sınıfa ayrılabilir.

- **Gözetimli Öğrenme:** Girdileri hedef çıktıya eşleyen bir işlev üretir.
- **Gözetimsiz Öğrenme:** Bir girdi kümesi modeller.
- **Pekiştirmeli Öğrenme:** Dünya algısına dayalı bir öğrenme biçimidir. Her eylem ortamda bir etki oluşturmakta ve ortam, öğrenme algoritmasına yol gösteren ödülleri biçiminde dönütler vermektedir.
- **Yarı Gözetimli Öğrenme:** Uygun işlev ya da sınıflandırıcılar oluşturmak için etiketli ve etiketsiz örnekleri birlikte ele alır.
- **Öğrenmeyi Öğrenme:** Önceki deneyimlerden yararlanır.

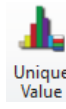
ERDAS IMAGINE programında uydu görüntüsü ve nokta formatında vektör veriyi açmak için (**Şekil 5.30**);

- **FILE** sekmesi > **Open** > **Raster Layer**  **Raster Layer..** kısmına tıklayınız.
- **UNITE_4** > **03_Machine_Learning_Classification** > **Input** klasöründe bulunan **land_cover.img** dosyasını seçiniz.
- **FILE** sekmesi > **Open** > **Vector Layer**  **Vector Layer..** kısmına tıklayınız.
- **UNITE_4** > **03_Machine_Learning_Classification** > **Input** klasöründe bulunan **land_cover_training_point_new.shp** dosyasını seçiniz.

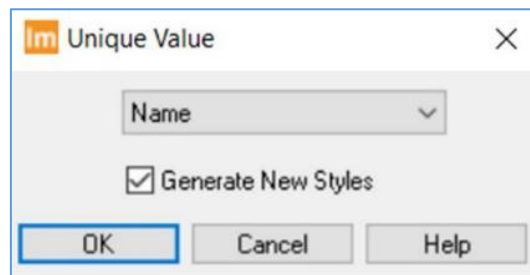


Şekil 5.30. Sınıflandırma yapılacak uydu görüntüsünün ve eğitim verisinin görüntülenmesi

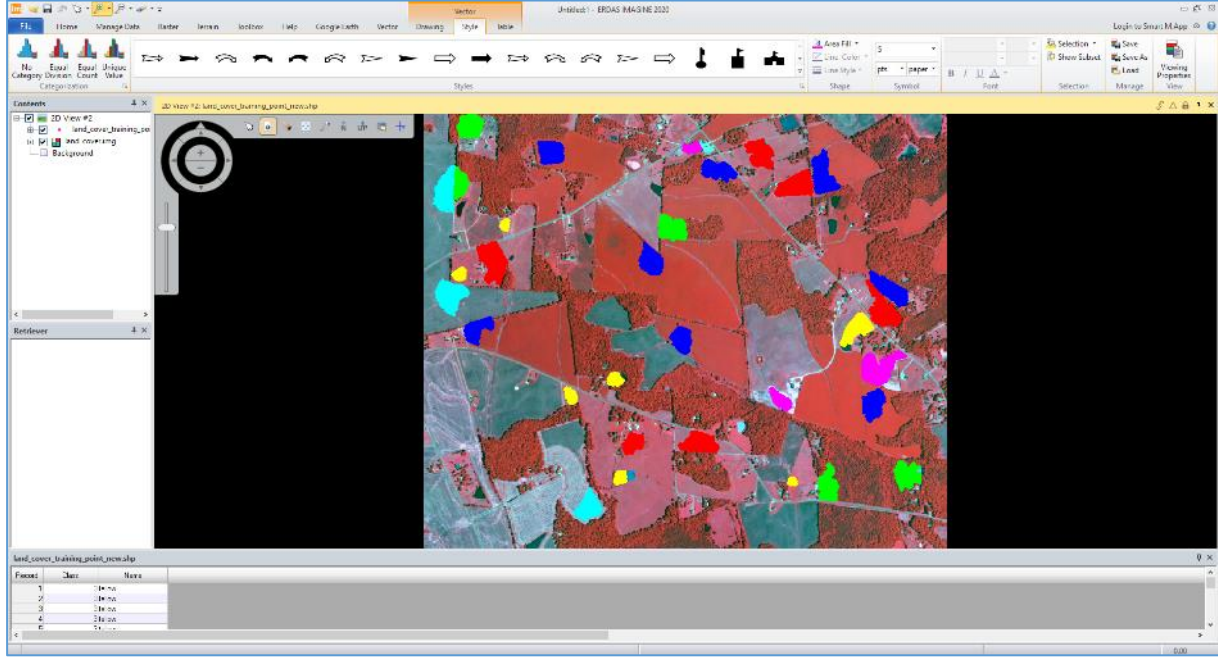
- **Content** panelinde **land_cover_training_point_new.shp** üzerinde farenin sağ tuşu ile tıklayınız.
- **Display Attribute Table** ifadesi seçilerek vektör verinin veri tabanında tanımlı olan sınıfların görüntülenmesini sağlayınız.



- **STYLE** sekmesi > **Categorization** grubu > **Unique Value** fonksiyonuna tıklayınız.
- Vektör veriyi veri tabanındaki isimlere göre renklendirmek için **Name** kolonunu seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 5.31 ve Şekil 5.32).



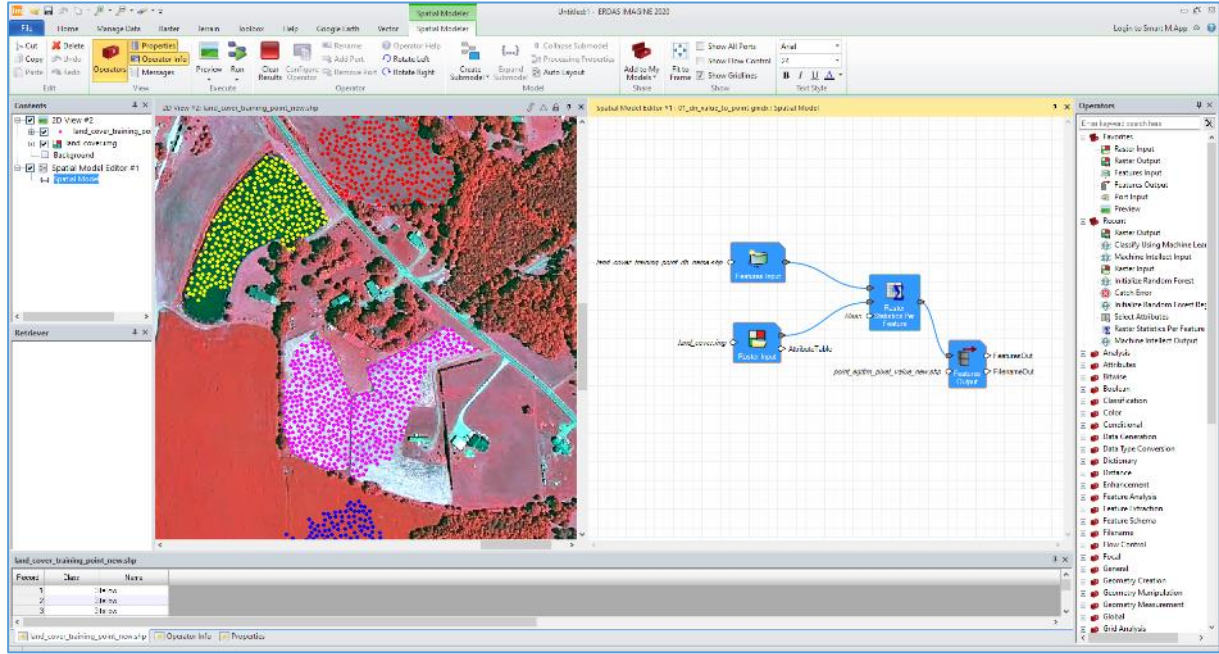
Şekil 5.31. Vektör veriyi renklendirme



Şekil 5.32. Vektör eğitim verisinin sınıflarına göre renklendirilmesi

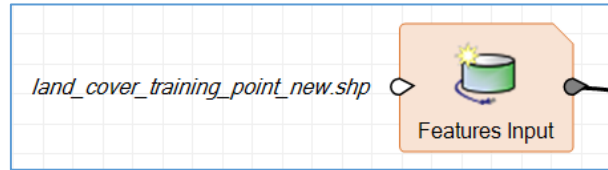
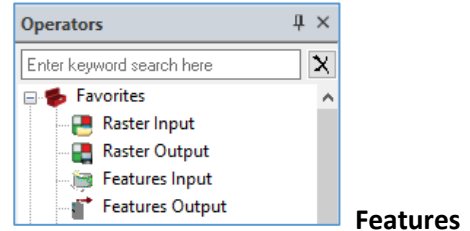
- **TOOLBOX** sekmesi altında bulunan **Spatial Model Editor**  açılır listesinden **Spatial Model Editor** fonksiyonuna tıklayınız.
- **Spatial Model Editor #1** penceresinde farenin sağ tuşu ile tıklayınız ve **Open** seçeneğini seçiniz.
- **UNITE_4 > 03_Machine_Learning_Classification > Gmdx** klasöründe bulunan **01_dn_value_to_point.gmdx** modelini açınız.

Açıklama: Bu model, vektör point verisinin veri tabanına, **Raster** verisindeki her banda ait **DN** değerini yazacaktır (Şekil 5.33).



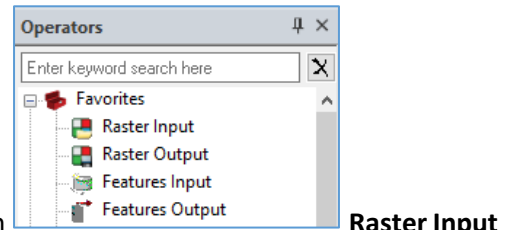
Şekil 5.33. Point verisinin veri tabanına DN değerlerinin yazdırılması

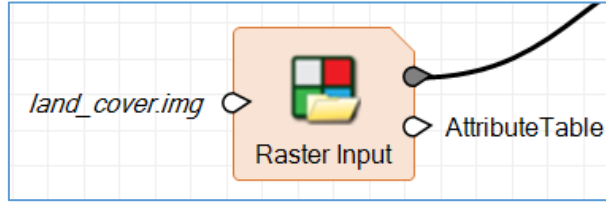
- Model editör arayüzüne **Operators** panelinde bulunan **Input** fonksiyonu eklenir.
- Land_cover_training_point_new.shp** eğitim verisini tanımlayınız (Şekil 5.34).



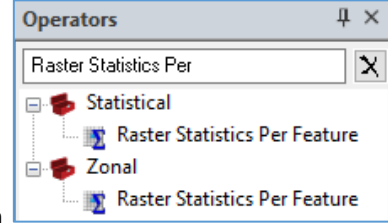
Şekil 5.34. Features Input tanımlanması

- Model editör arayüzüne **Operators** panelinde bulunan **Raster Input** fonksiyonu eklenir.
- Land_cover.img** isimli sınıflandırılması yapılacak raster uydu görüntüsünü tanımlayınız (Şekil 5.35).

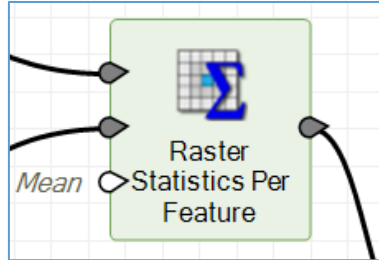




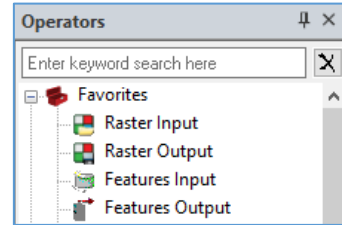
Şekil 5.35. Sınıflandırılacak görüntü



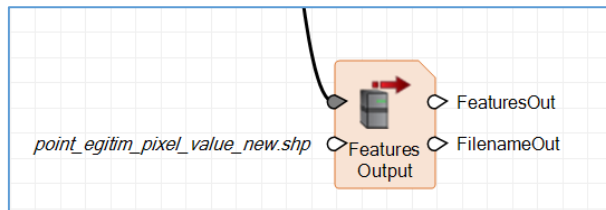
- Model editör arayüzüne **Operators** panelinde bulunan **Raster Statistics Per Feature** fonksiyonu eklenir (Şekil 5.36).



Şekil 5.36. Raster Statistics Per Feature fonksiyonu



- Model editör arayüzüne **Operators** panelinde bulunan **Features Output** fonksiyonu eklenir.
- UNITE_4** > **03_Machine_Learning_Classification** > **Output** klasöründe **Point_egitim_pixel_value_new.shp** isimli yeni bir vektör dosyası oluşturulur (Şekil 5.37).



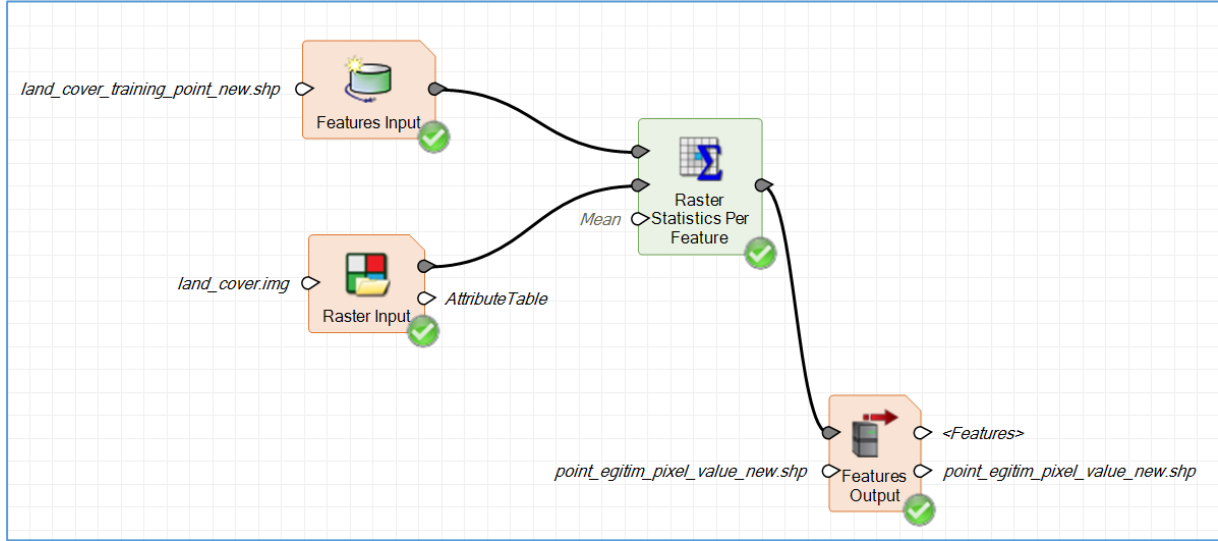
Şekil 5.37. Çıktı vektör *.shp dosyası

- Tüm parametreler tanımlandıktan sonra **SPATIAL MODELER** sekmesi > **Execute** grubu > **Run**



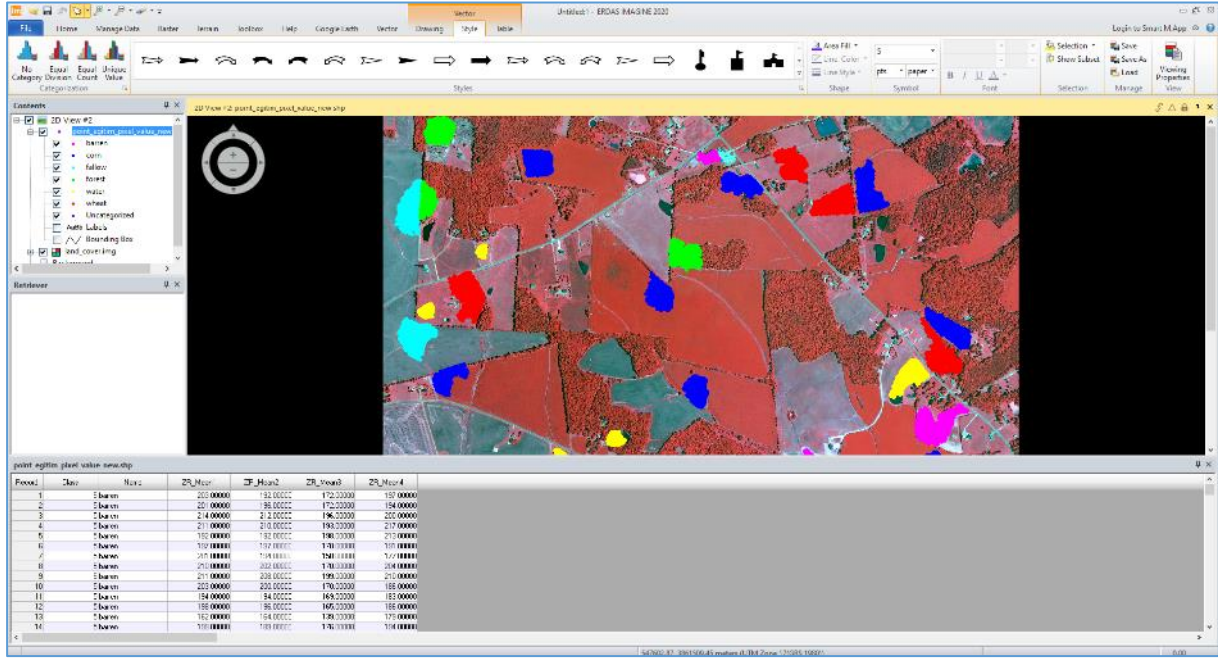
açılır listesinden **Run** fonksiyonuna tıklayınız ve modeli çalıştırınız.

Model fonksiyonlarının hepsinin üzerinde onay işareti var ise model sorunsuz çalışmış demektir. Bu model ile vektör veri tabanına, raster verideki her bandın ilgili DN değerleri yazdırılır (**Şekil 5.38**). Model hata verirse tanımlanan dosyaların kontrol edilmesi gerekmektedir.



Şekil 5.38. Vektör eğitim verisine raster görüntüdeki DN değerlerinin yazdırılması

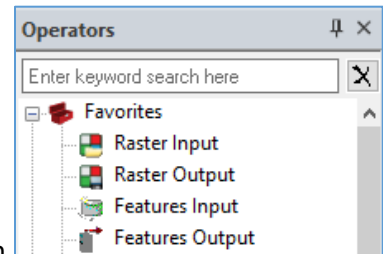
- **FILE** sekmesi > **Open** > **Vector Layer** **Vector Layer..** kısmına tıklayınız.
- **UNITE_4** > **03_Machine_Learning_Classification** > **Output** klasöründe bulunan **point_egitim_pixel_value_new.shp** dosyasını seçiniz.
- **Content** panelinde **point_egitim_pixel_value_new.shp** üzerinde farenin sağ tuşu ile tıklayınız.
- **Display Attribute Table** ifadesi seçilerek veri tabanını görüntüleyiniz (**Şekil 5.39**).



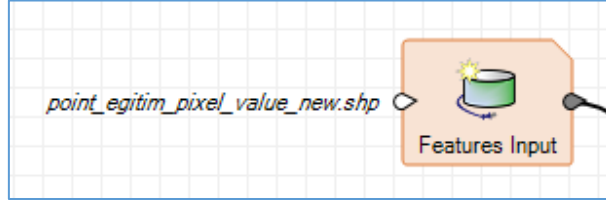
Şekil 5.39. Vektör eğitim verisine DN değerlerinin eklenmesi

- **TOOLBOX** sekmesi altında bulunan **Spatial Model Editor** açılır listesinden **Spatial Model Editor** fonksiyonuna tıklayınız.
- **Spatial Model Editor #1** penceresinde farenin sağ tuşu ile tıklayınız ve **Open** seçeneğini seçiniz.
- **UNITE_4 > 03_Machine_Learning_Classification > Gmdx** klasöründe bulunan **02_rf_intellect.gmdx** modelini açınız.

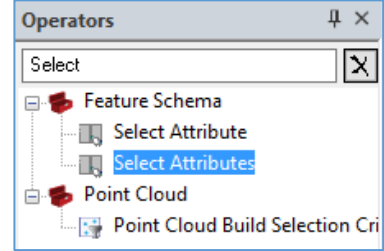
Açıklama: Bu model Random Forest sınıflandırma algoritması için kullanılacak makine öğrenme algoritması ile Raster görüntüler üzerinde kullanılmak üzere **Machine Intellect Output** olarak, bir dosyaya yazdırılır. Eğitim verimiz için kullanılacak tüm parametreler artık **rd_land_cover_name.miz** isimli dosyanın içindedir.



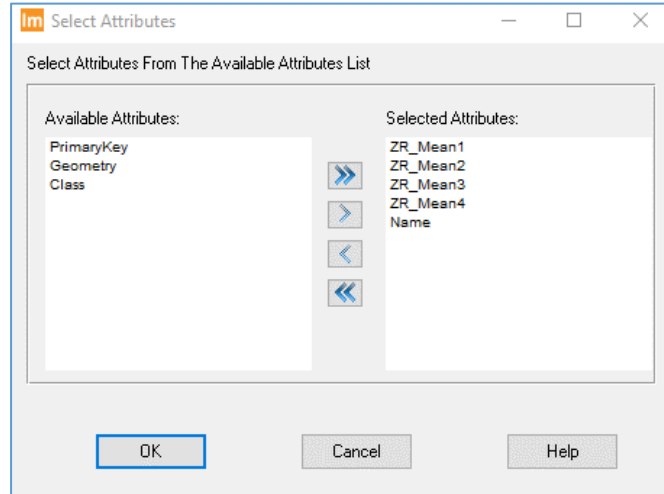
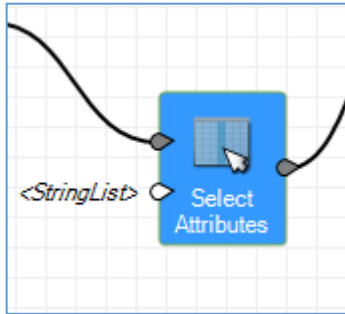
- Model editör arayüzüne **Operators** panelinde bulunan **Features Input** fonksiyonu eklenir.
- **Point_egitim_pixel_value_new.shp** eğitim verisini tanımlayınız (Şekil 5.40).



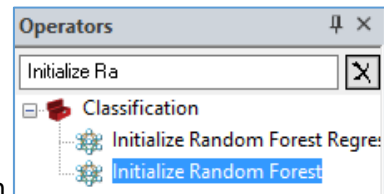
Şekil 5.40. Features Input tanımlanması



- Model editör arayüzüne **Operators** panelinde bulunan **Select Attributes** fonksiyonu eklenir.
- <StringList> üzerine fare ile çift tıklanarak **Select Attributes** diyalogunu açınız.
- **ZR_Mean1, ZR_Mean2, ZR_Mean3, ZR_Mean4** ve **Name** alanlarını seçerek yön oku ile **Selected Attributes** alanına aktarınız.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 5.41).

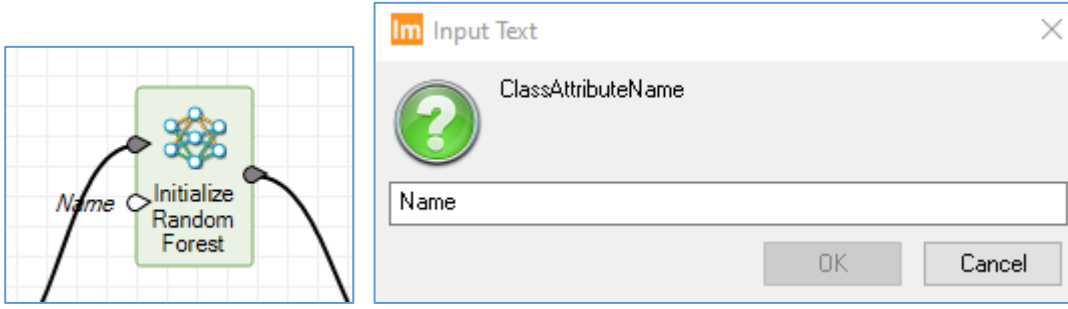


Şekil 5.41. Select Attributes fonksiyonu



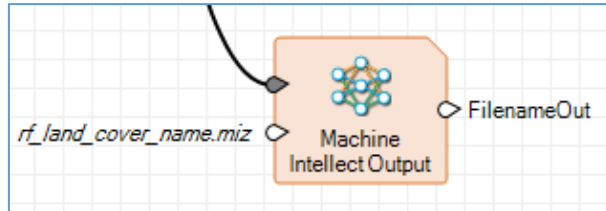
- Model editör arayüzüne **Operators** panelinde bulunan **Initialize Random Forest** fonksiyonu eklenir.
- <ClassAttributeName> üzerine fare ile çift tıklayarak **Input Text** diyalogunu açınız ve **Name** ifadesini yazınız.

- OK butonuna tıklayınız (Şekil 5.42).



Şekil 5.42. Initialize Random Forest fonksiyonu

- Model editör arayüzüne **Operators** panelinde bulunan **Machine Intellect Output** fonksiyonu eklenir.
- **Output File Name** alanına **rf_land_cover_name.miz** ismini tanımlayınız ve **UNITE_4 > 03_Machine_Learning_Classification > Output** klasörü olarak belirleyiniz (Şekil 5.43).



Şekil 5.43. Machine Intellect Output fonksiyonu

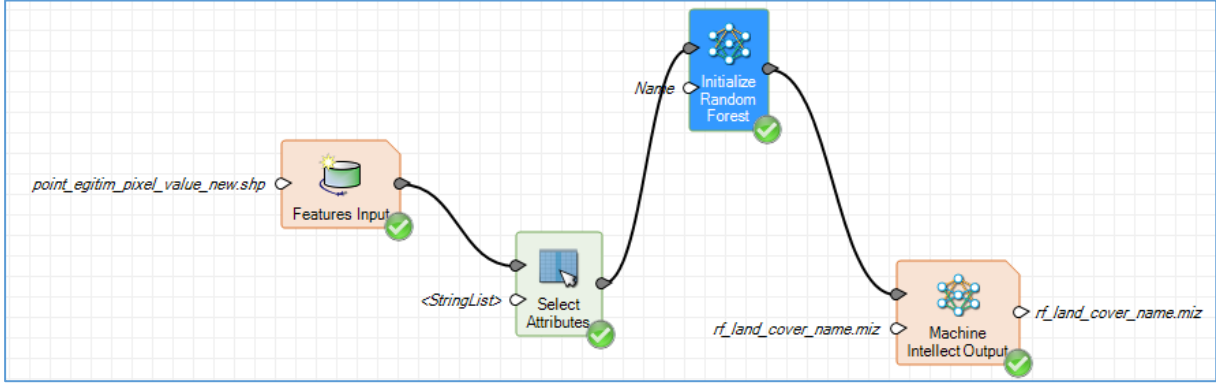
- Tüm parametreler tanımlandıktan sonra **SPATIAL MODELER** sekmesi > **Execute** grubu > **Run**



açılır listesinden **Run** fonksiyonuna tıklayınız ve modeli çalıştırınız.



Model fonksiyonlarının hepsinin üzerinde onay işareti var ise model sorunsuz çalışmış demektir. Bu model ile vektör eğitim verisindeki DN değerler random forest algoritması sonra kullanılmak üzere makine öğrenmesi için bir dosyaya yazdırılmıştır (Şekil 5.44).

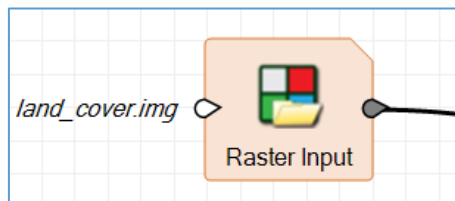


Şekil 5.44. Random Forest Algoritması sonra kullanılmak üzere Makine Öğrenmesi Modeli

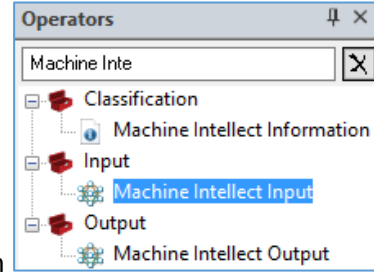
- **TOOLBOX** sekmesi altında bulunan **Spatial Model Editor**  açılır listesinden **Spatial Model Editor** fonksiyonuna tıklayınız.
- **Spatial Model Editor #1** penceresinde farenin sağ tuşu ile tıklayınız ve **Open** seçeneğini seçiniz.
- **UNITE_4 > 03_Machine_Learning_Classification > Gmdx** klasöründe bulunan **03_rf_machine_learhing_classified.gmdx** modelini açınız.

Açıklama: Bu model, eğitim verimiz içindeki sınıflandırma yapacağı bilgileri bir dosyaya yazarak, sadece görüntü ismi vererek sınıflandırma yapmamıza imkân verecek bir modeldir. Bu değerlerle farklı görüntüler de sınıflandırılabilir. Böylece sınıflandırma eğitim verileri makine öğretme algoritmasına öğretilmiş olur.

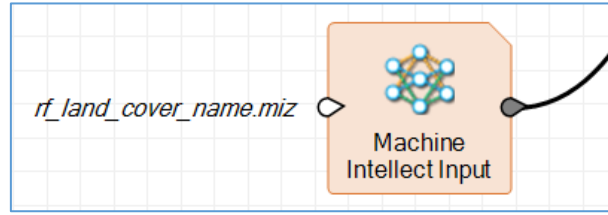
- Model editör arayüzüne **Operators** panelinde bulunan  **Raster Input** fonksiyonu eklenir.
- Input raster olarak sınıflandırma yapılacak **land_cover.img** görüntüsünü seçiniz (**Şekil 5.45**).



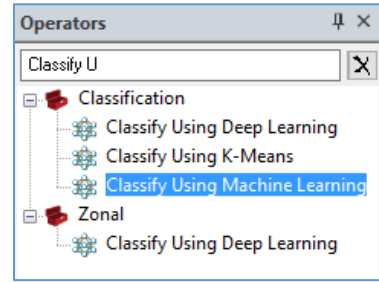
Şekil 5.45. Raster Input fonksiyonu



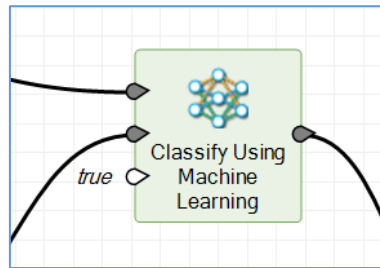
- Model editör arayüzüne **Operators** panelinde bulunan **Machine Intellect Input** fonksiyonu eklenir.
- **Input** olarak **rf_land_cover_name.miz** dosyasını seçiniz (Şekil 5.46).



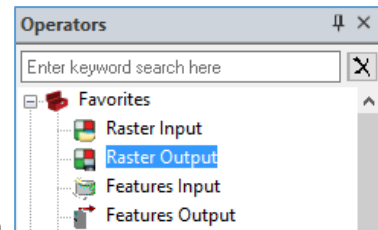
Şekil 5.46. Machine Intellect Input fonksiyonu



- Model editör arayüzüne **Operators** panelinde bulunan **Machine Learning** fonksiyonu eklenir.
- **Compute Probabilities** kutusunu işaretleyiniz ve **TRUE** yapınız (Şekil 5.47).

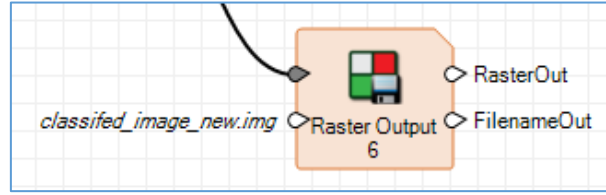


Şekil 5.47. Using Machine Learning fonksiyonu



- Model editör arayüzüne **Operators** panelinde bulunan **Raster Output** fonksiyonu eklenir.

- **Output File Name** alanına **classified_image_new** ismini tanımlayınız ve **UNITE_4 > 03_Machine_Learning_Classification > Output** klasörü olarak belirleyiniz (Şekil 5.48).



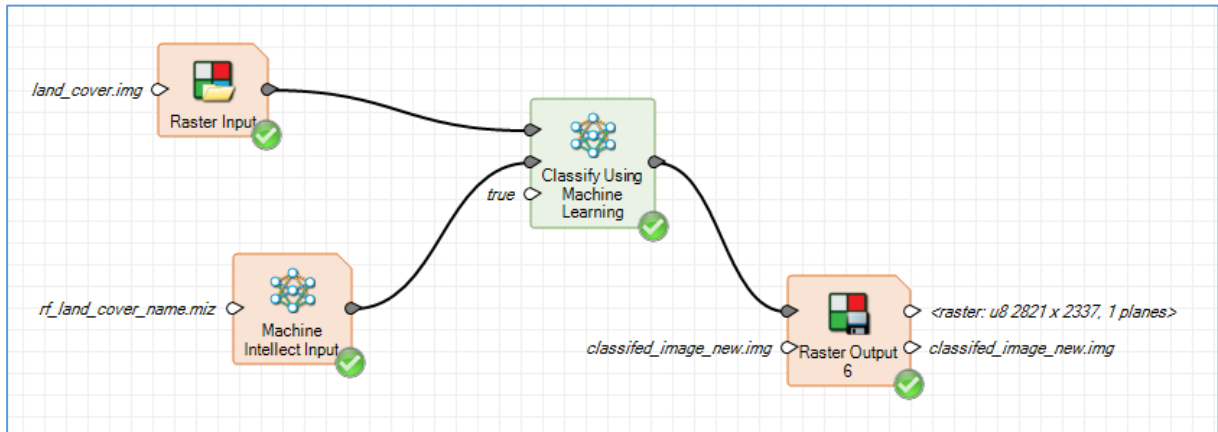
Şekil 5.48. Raster Output fonksiyonu

- Tüm parametreler tanımlandıktan sonra **SPATIAL MODELER** sekmesi > **Execute** grubu > **Run**



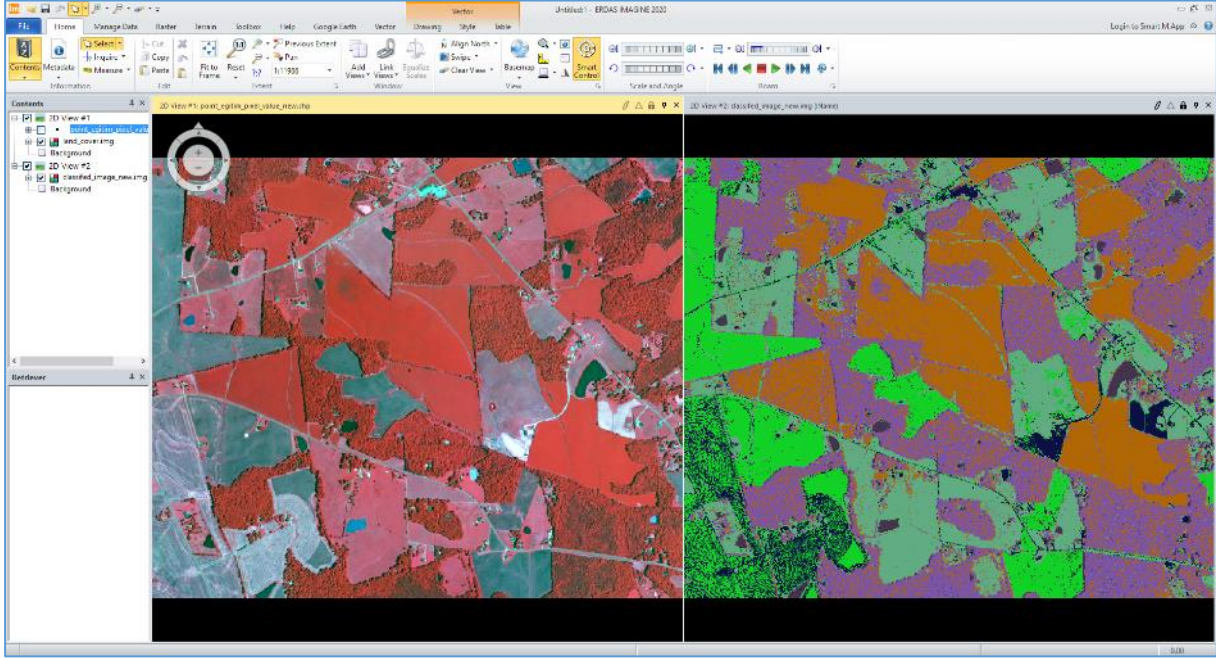
açılır listesinden **Run** fonksiyonuna tıklayınız ve modeli çalıştırınız.

Model fonksiyonlarının hepsinin üzerinde onay  işareti var ise model sorunsuz çalışmış demektir (Şekil 5.49).



Şekil 5.49. Sınıflandırma için Makine Öğrenme Modeli

- Modeli kapatınız.
- ERDAS IMAGINE ekranında yeni bir **Viewer** açınız.
- Sınıflandırma yapılan **classified_image_new.img** görüntüsünü **UNITE_4 > 03_Machine_Learning_Classification > Output** klasöründen seçerek açınız (Şekil 5.50).



Şekil 5.50. Random Forest Algoritması ve Makine Öğrenme Tekniği ile sınıflandırılmış görüntü

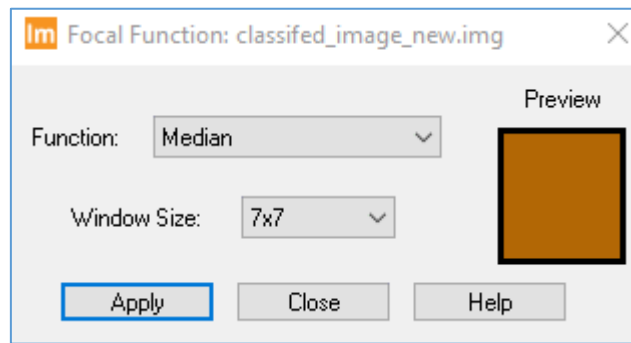
Filtreleme sonucunda küçük parazit pikselleri ortadan kaldırmak için;

- Sınıflandırma yapılan pencereye fare ile tıklayınız.

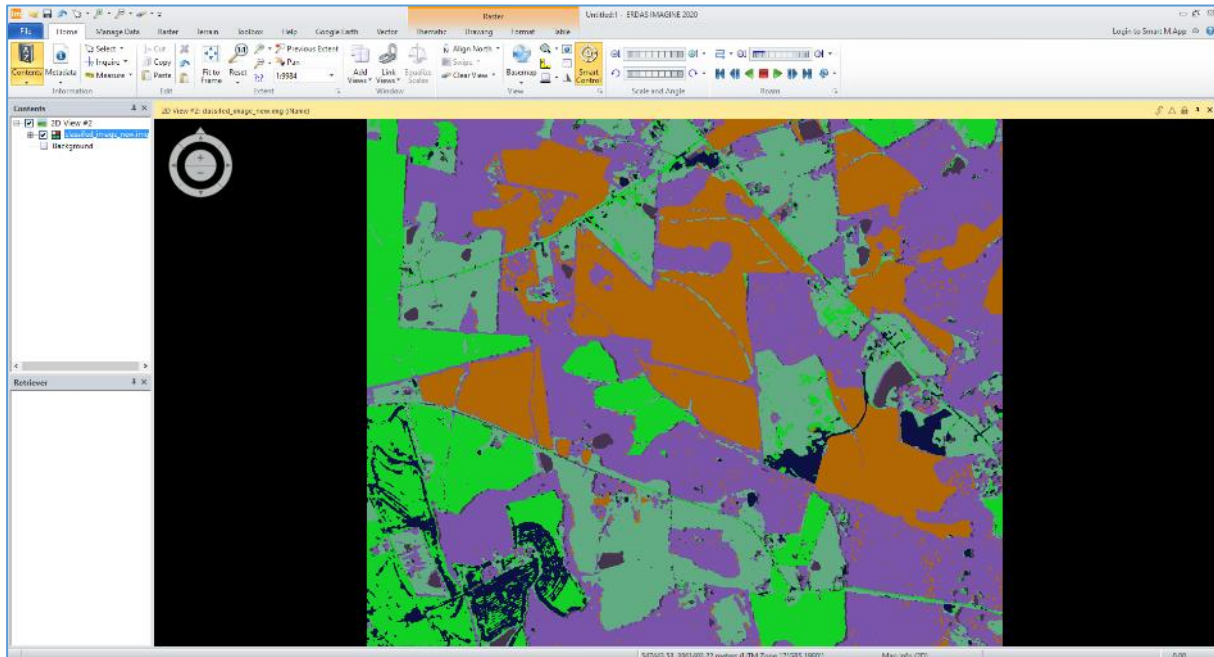
- **THEMATIC** sekmesi altında bulunan **Statistical Filtering** açılır listesinden **Statistical Filtering** fonksiyonuna tıklayınız.



- **Focal Function** diyalogunda **Function** açılır listesinden **Median** ifadesini seçiniz.
- **Window Size** kısmını **7x7** olarak seçiniz ve **Apply** butonuna tıklayınız (Şekil 5.51 ve Şekil 5.52).



Şekil 5.51. Statistical Filtering fonksiyonu

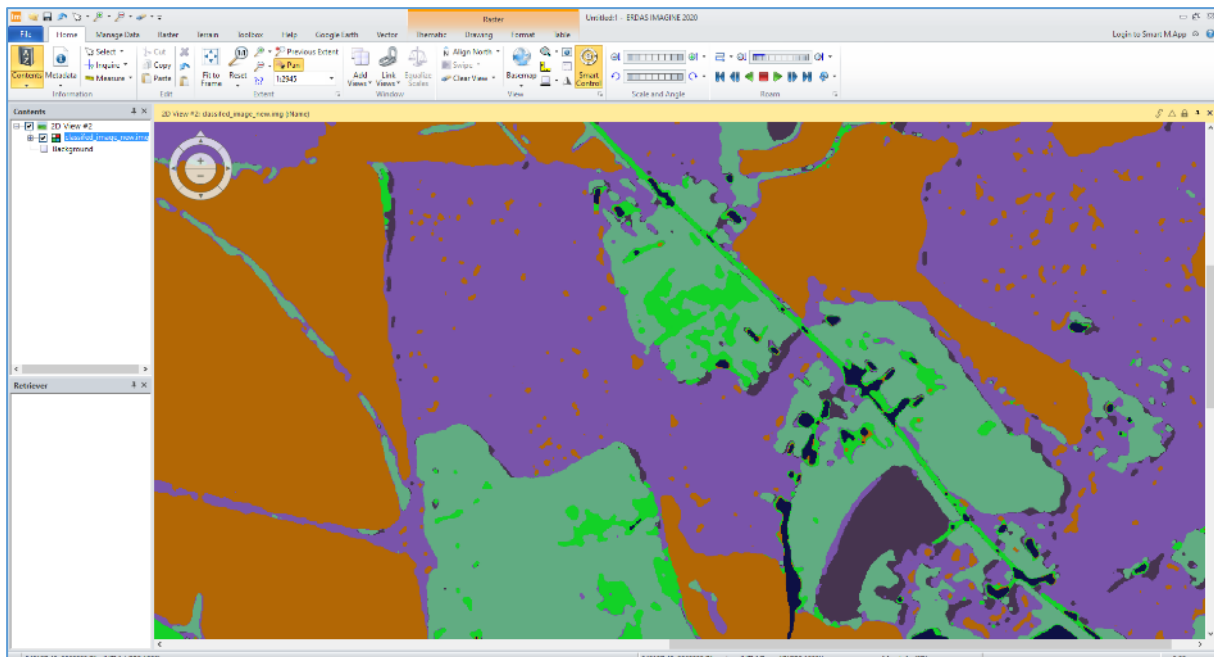


Şekil 5.52. İstatistik filtrelemesi sonucu parazitlerinden temizlenmiş tematik görüntü

İstenmesi durumunda parseller tek tek küçük parazit piksellerden temizlenebilir.

Bunun için;

- **THEMATIC** sekmesi altında bulunan **Fill**  **Fill** aracına tıklayınız.
- **Fill** ile temizlenecek parsellere yeterli seviyede yaklaşınız (**Şekil 5.53**).



Şekil 5.53. Parazit temizleme yapılacak parselin zoomlanması

- **HOME** sekmesi > **Information** grubu > **Inquire** butonuna tıklayınız.

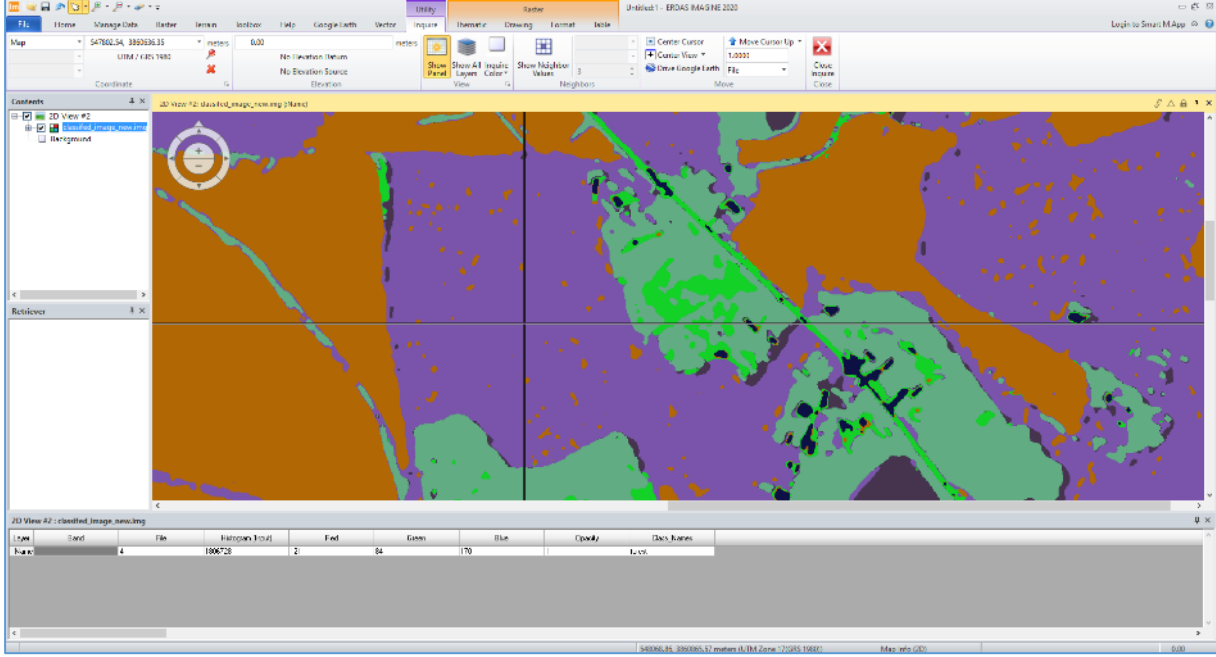
- Temizleme yapılacak parselin sınıfını ve numarasını kontrol ediniz.

Bu uygulamada parselin sınıfının **Forest** ve numarasının **4** olduğu görülür.



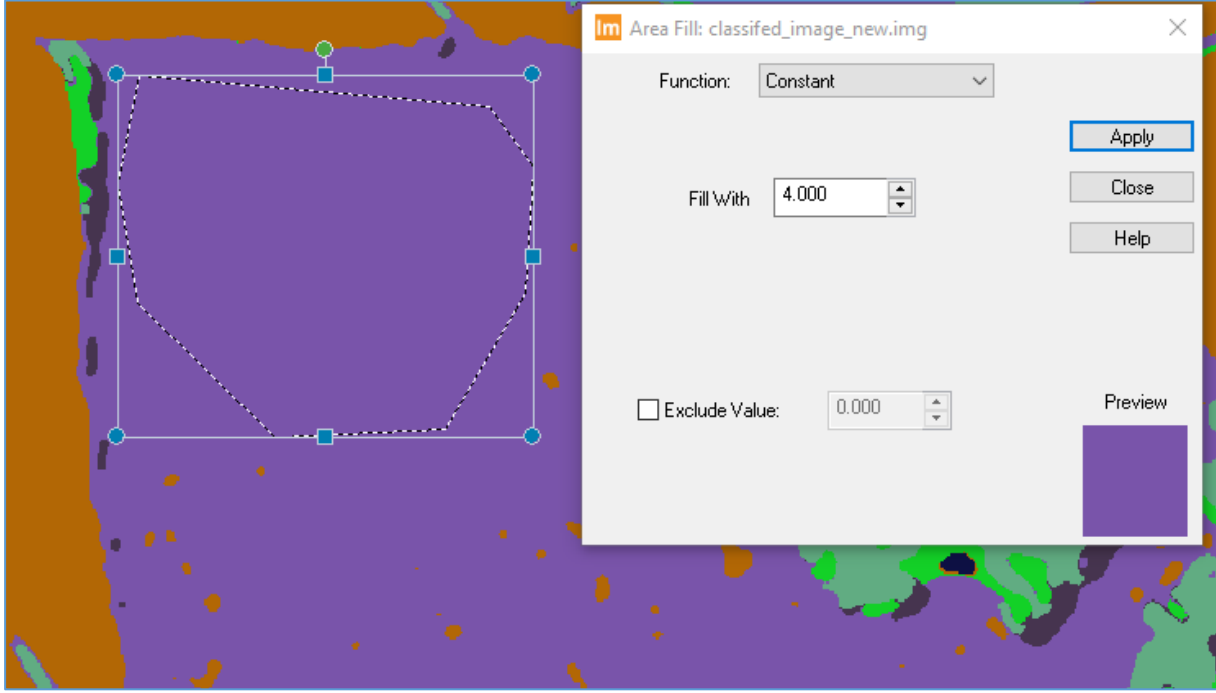
Close
Inquire

- **Close Inquire** butonuna tıklayarak Inquire penceresini kapatınız (**Şekil 5.54**).



Şekil 5.54. Düzeltilecek parselin sınıf numarasının öğrenilmesi

- **DRAWING** sekmesi > **Insert Geometry** grubu > **Polygon**  aracına tıklayınız.
- AOI içinde polygon ile düzeltilecek pikselleri işaretleyiniz.
- **THEMATIC** sekmesi altında bulunan **Fill**  aracına tıklayınız.
- **Function** açılır listesinden **Contant** seçeneğini seçiniz. **Fill With** kısmına **4** değerini giriniz.
- Viewer'da çizilen AOI seçili duruma getiriniz ve **Apply** butonuna tıklayınız.
- Çizilen AOI hareket ettirilerek diğer pikseller tamamlanabilir (**Şekil 5.55**).



Şekil 5.55. Parsel içinde parazit piksellerin temizlenmesi

- Tüm veri setlerini kapatmak için hızlı erişim çubuğundan **Clear View** seçeneğine tıklayınız.

6 GEOMETRİK DÜZELTME

6.1 Ortorektifikasyon

Ortorektifikasyon, yeryüzündeki topoğrafik farklılıklar nedeniyle uydu ve hava fotoğraflarında oluşan kaymaların giderilmesidir. Görüntüler yeryüzü topoğrafyasının engebeli olması ve tam düşey görüntü alınamaması gibi nedenlerle genellikle geometrik olarak bozulmalar içerir. Ortorektifikasyon ile bu bozulmalar ortadan kaldırılarak, bütün nesnelerin sanki planimetrik bir haritada yer aldığı gibi gösterilen orto-görüntüsü oluşturulur. Orto görüntü, harita gibi bir geometriye sahip olduğu için, gerçek bir haritadan elde edilen tematik katmanlar, orto-görüntü ile rektifiye edilmemiş görüntüye oranla, daha iyi üst üste çakışır ve orto-görüntüden elde edilen mekânsal veriler daha doğru olur. Ortorektifikasyon işlemi gerçekleştirilmeden, uydu veya hava fotoğrafından doğru mesafe, pozisyon, açı ve alan ölçümleri yapmak mümkün değildir. Bu kaymalara arazi şeklinden kaynaklı kayıklık (relief displacement) denilmektedir. Çalışılacak alanın topoğrafik yüksekliğinin fazla olması görüntüdeki kayıklığın artmasına neden olur (Şekil 6.1).

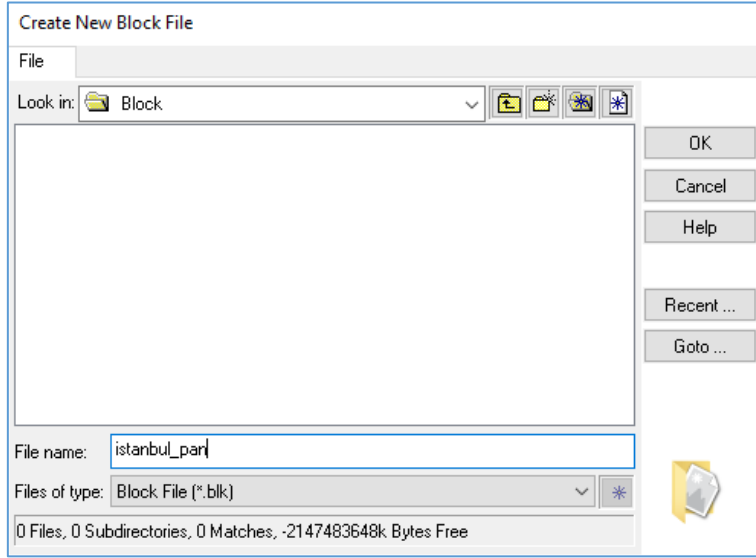


Şekil 6.1. Ortho olmayan görüntü (sol) - Ortho yapılmış görüntü (sağ)

(<https://proceedings.esri.com/library/userconf/proc01/professional/papers/pap622/p622.htm>)

ERDAS IMAGINE programında;

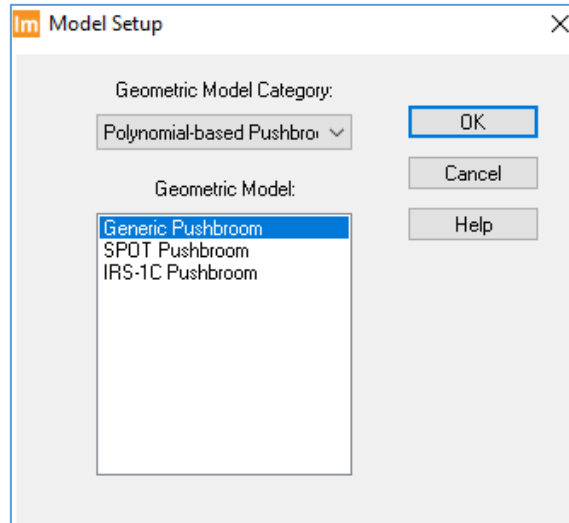
- **FILE** sekmesi > **New** menüsü altında **Photogrammetric Project**  **Photogrammetric Project..** seçeneğine tıklayınız.
- **Creat New Block File** diyalogunda dosya adını **İstanbul_pan** olarak tanımlayınız ve dosya yolunu **UNITE_5 > 01_Orthorectifikasyon > Block** klasörü olarak belirleyiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 6.2).



Şekil 6.2. Blok oluşturulması ekranı

Ekranda açılan **Model Setup** diyalogunda;

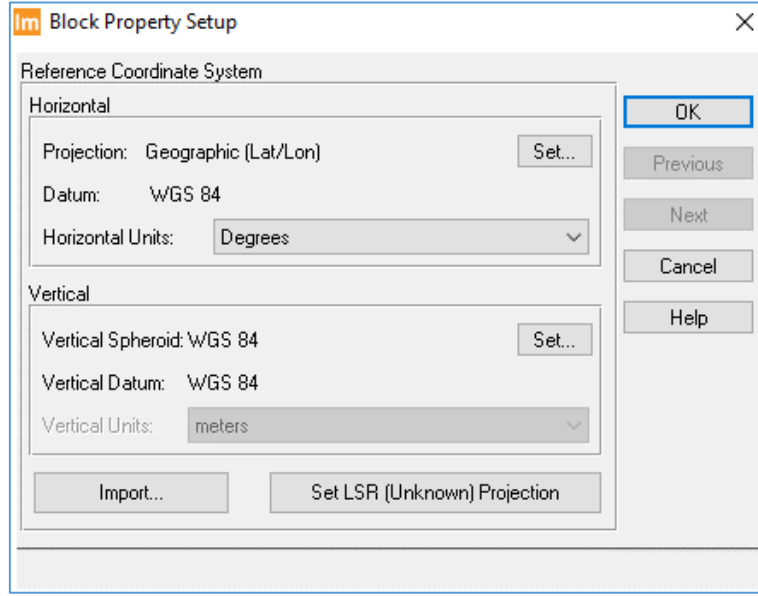
- **Geometric Model Category** açılır listesinden **Polynomial-based Pushbroom** seçiniz.
- **Geometric Model** olarak da **Generic Pushbroom** seçiniz ve **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 6.3).



Şekil 6.3. Kamera modeli seçim menüsü

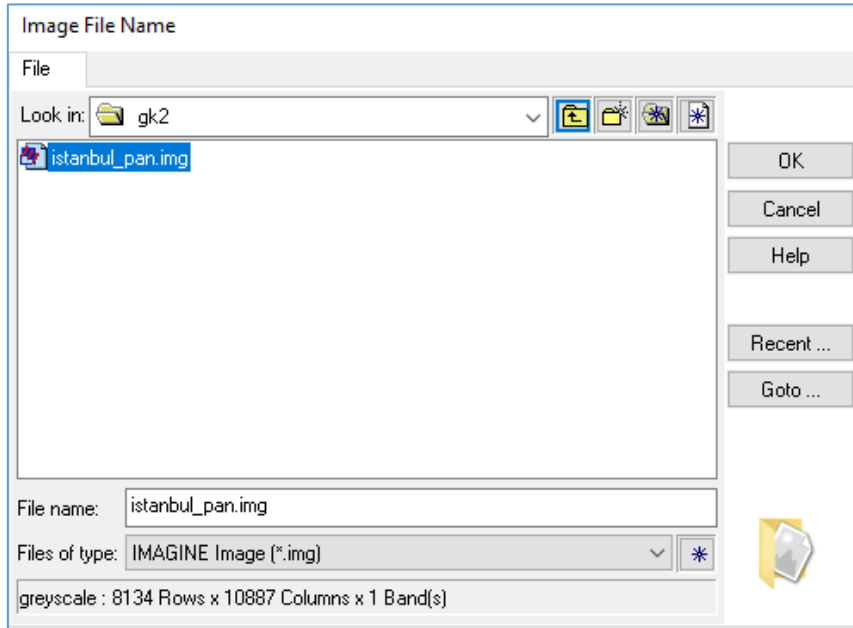
Ekranda açılan **Block Property Setup** projeksiyon tanımlama diyalogunda, referans görüntünün projeksiyon sistemine göre düzenlemesi yapılır. Uygulamada kullanılacak referans görüntünün projeksiyon sistemi **Geographic (Lat/Long)** ve **Datum WGS84** olacaktır.

- Herhangi bir değişiklik yapmadan **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 6.4).



Şekil 6.4. Projeksiyon ve koordinat sistemi belirleme menüsü

- **Contents** panelinden **Images** katmanını seçiniz.
- **PHOTOGRAMMETRY** sekmesi > **Manage** grubu > **Add**  açılır listesinden **Add** fonksiyonuna tıklayınız.
- **Files of Type** kısmını **TIFF** olarak ayarlayınız.
- Ortorektifikasyonu yapılacak **istanbul_pan** görüntüsünü **UNITE_5 > 01_Orthorectifikasyon > gk2** klasöründen seçiniz ve **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.5**).



Şekil 6.5. Ortorektifikasyonu yapılacak görüntünün eklenmesi

Kameranın iç yönelim parametrelerini tanımlamak için;

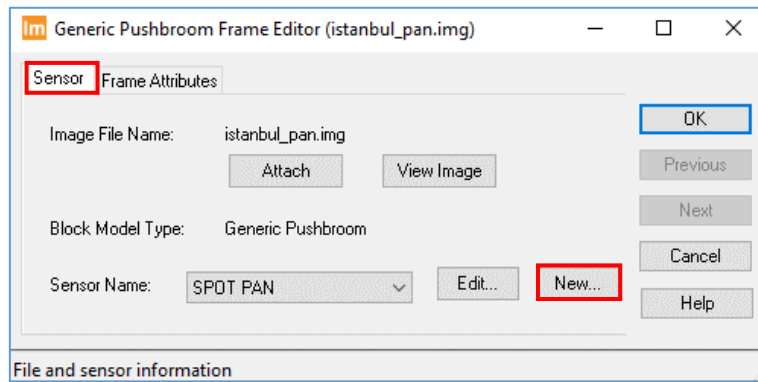
Int.

- Kırmızı **Int.** alanına fare ile tıklayarak **Generic Pushbroom Frame Editor** diyalogunu açınız (Şekil 6.6).

Images											
Row #	Image ID	Description	>	Image Name	Active	Pyr.	Int.	Ext.	DTM	Ortho	Online
1	1		▶	f:/egitim/unite2/02_orthorectifikasyon/gk2/gk2.img	✓						

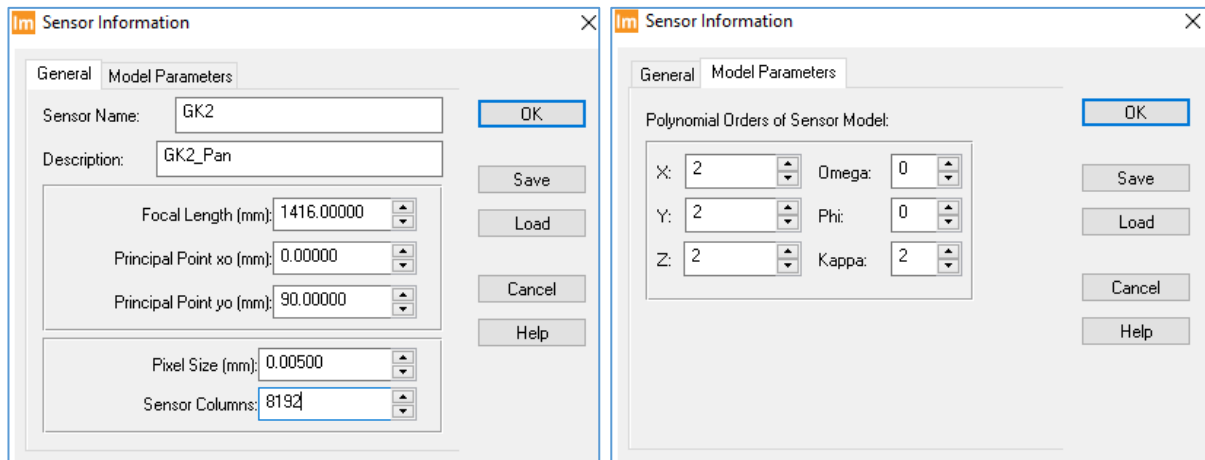
Şekil 6.6. Kameranın iç parametrelerinin belirlenmesi

- Generic Pushbroom Frame Editor** diyalogunda **Sensor** sekmesine tıklayınız.
- New** butonuna tıklayınız (Şekil 6.7).



Şekil 6.7. Kamera sensor bilgilerinin belirlenmesi menüsü

- Sensor Information** diyalogunda **Sensor Name** kısmına **GK2** yazınız.
- Description** kısmına **GK2_PAN** yazınız.
- Diğer bilgileri ortorektifikasyonu yapılacak sensor tipine göre doldurunuz.
- OK** butonuna tıklayınız (Şekil 6.8).

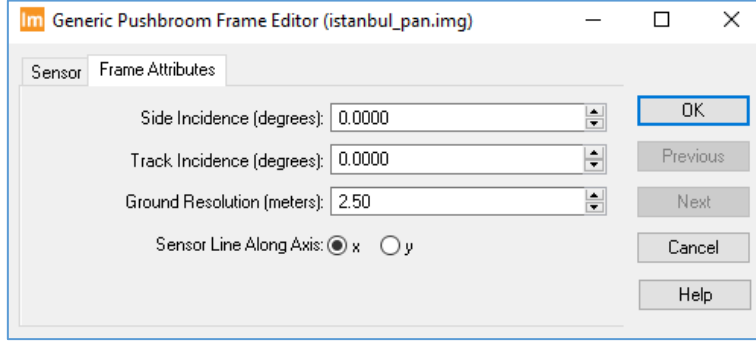


Şekil 6.8. Kamera yönelim bilgilerinin girilmesi

- Generic Pushbroom Frame Editor** diyalogunda **Frame Attributes** sekmesine tıklayınız.

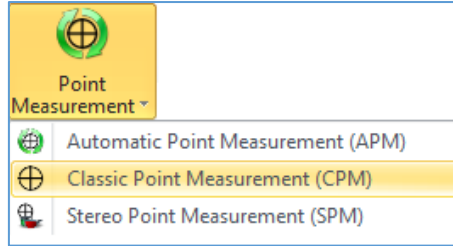
- **Ground Resolution (meters)** bölümüne **2.5** değeri giriniz.
- **OK** butonuna tıklayınız.

RGB bandlarda yapılacak ortorektifikasyon işleminde bu değer 2,5 metre olarak girilir. Bu değerler uydunun Panromatik sensörünün yersel çözünürlüğüdür (**Şekil 6.9**).



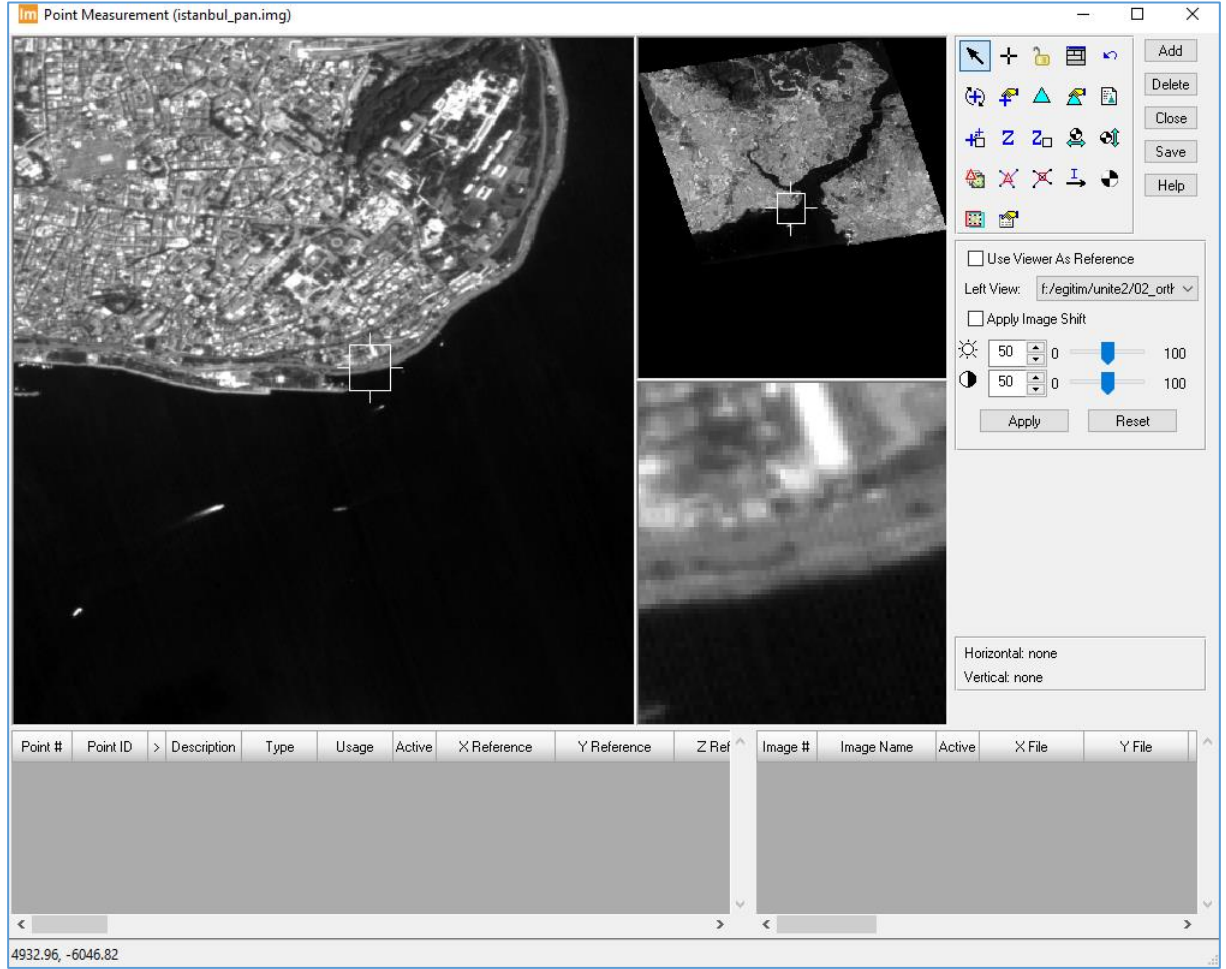
Şekil 6.9. Yer çözünürlüğü bilgilerinin girilmesi (PAN)

- **PHOTOGRAMMETRY** sekmesi > **Measure** grubu > **Point Measurement**  açılır listesinden **Classic Point Measurement (CPM)** fonksiyonuna tıklayınız (**Şekil 6.10**).



Şekil 6.10. Classic Point Measurement arayüzünün açılması

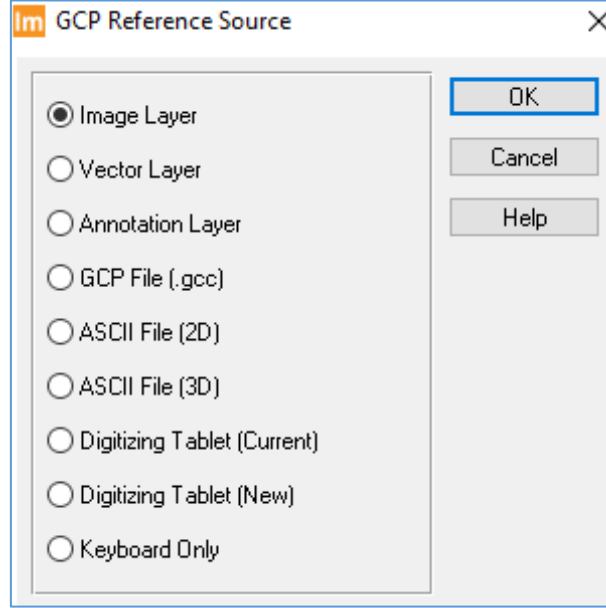
- **Point Measurement** arayüzünde sağ tarafta bulunan araçların içerisinde **Set Automatic (x,y)**  **Drive**  ve **Set Automatic Z Value Updating**  araçlarını seçiniz (**Şekil 6.11**).



Şekil 6.11. YKN seçim arayüzü

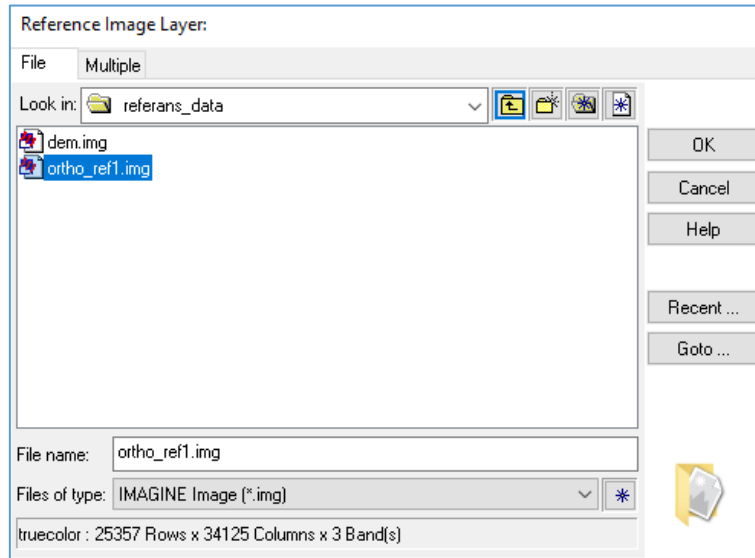
- **Point Measurement** arayüzünde sağ tarafta bulunan araçların içerisinde **Reset Horizontal Reference Source**  aracını seçiniz.
- Açılan **GCP Reference Source** diyalogunda **Image Layer** ifadesi seçilir (Şekil 6.12).

Böylece ortorektifikasyonda kullanılacak GCP (Ground Control Point - Yer Kontrol Noktası) referans görüntüsü seçilir.



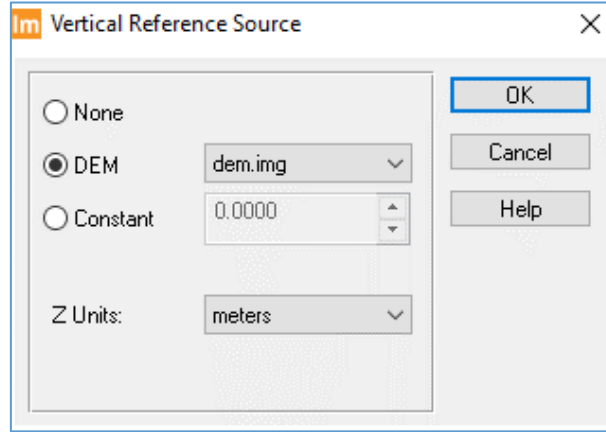
Şekil 6.12. Referans görüntünün belirlenmesi

- **UNITE_5 > 01_Orthorectifikasyon > referans_data** klasöründe bulunan **ortho_ref1** dosyasını seçiniz **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 6.13).



Şekil 6.13. Referans görüntünün seçilmesi ekranı

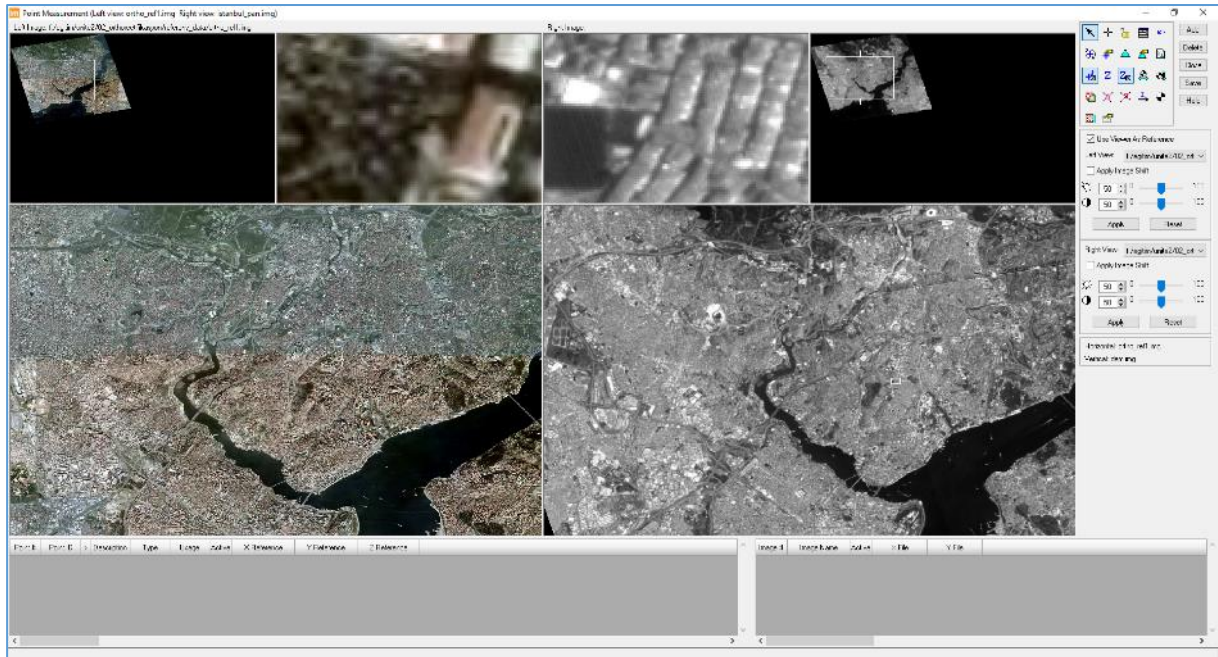
- **Point Measurement** arayüzünde sağ tarafta bulunan araçların içerisinde **Reset vertical Reference**  aracını seçiniz.
- Ekranda açılan **Vertical Reference Source** diyalogunda **DEM** kutusunu işaretleyiniz.
- **UNITE_5 > 01_Orthorectifikasyon > referans_data** klasöründe bulunan ortorektifikasyonda kullanılacak **dem.img** referans görüntüsünü seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 6.14).



Şekil 6.14. SYM (DEM) görüntüsünün belirlenmesi

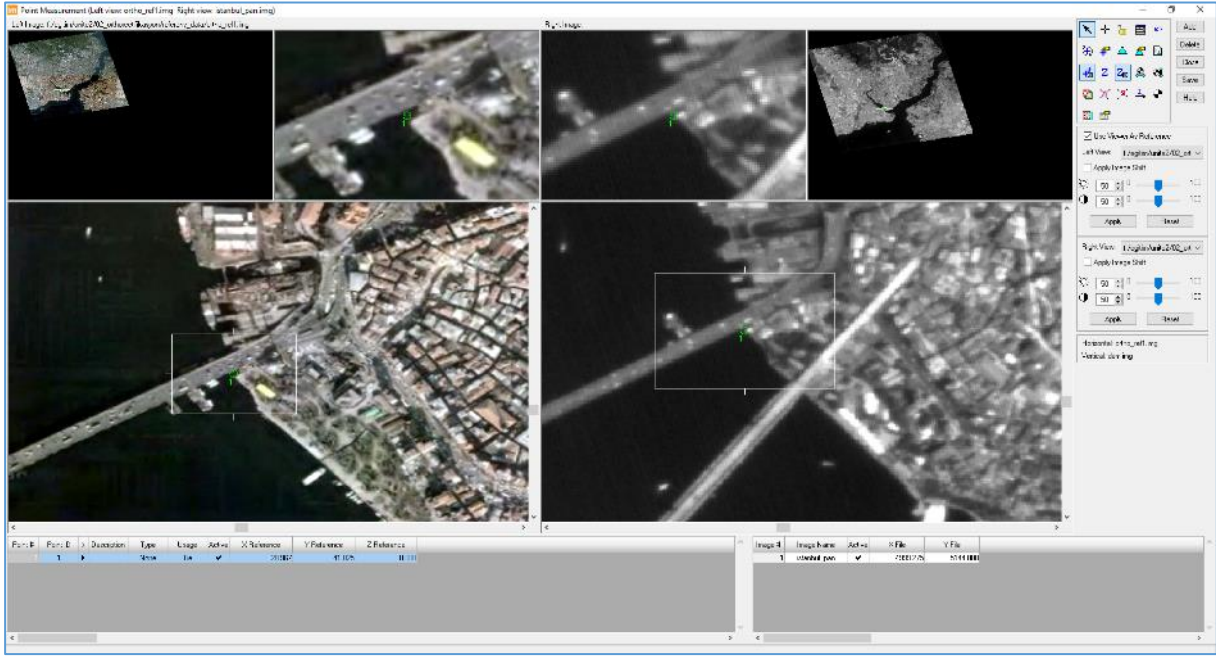
- **Point Measurement** arayüzünde sağ tarafta bulunan **Use Viewer As Reference** ☒ **Use Viewer As Reference** onay kutusunu işaretleyiniz.

Ekranın sol tarafında referans görüntü, sağ tarafında da ortorektifikasyonu yapılacak uydu görüntüsü görüntülenecektir (**Şekil 6.15**).



Şekil 6.15. YKN girilmesi-1

- **Point Measurement** arayüzünde sağ tarafta bulunan araçların içerisinde **Create Point**  aracını seçiniz.
- Önce uydu görüntüsünde, daha sonra aynı yer için referans görüntüde GCP (Yer Kontrol Noktası) işaretleyiniz (**Şekil 6.16**).

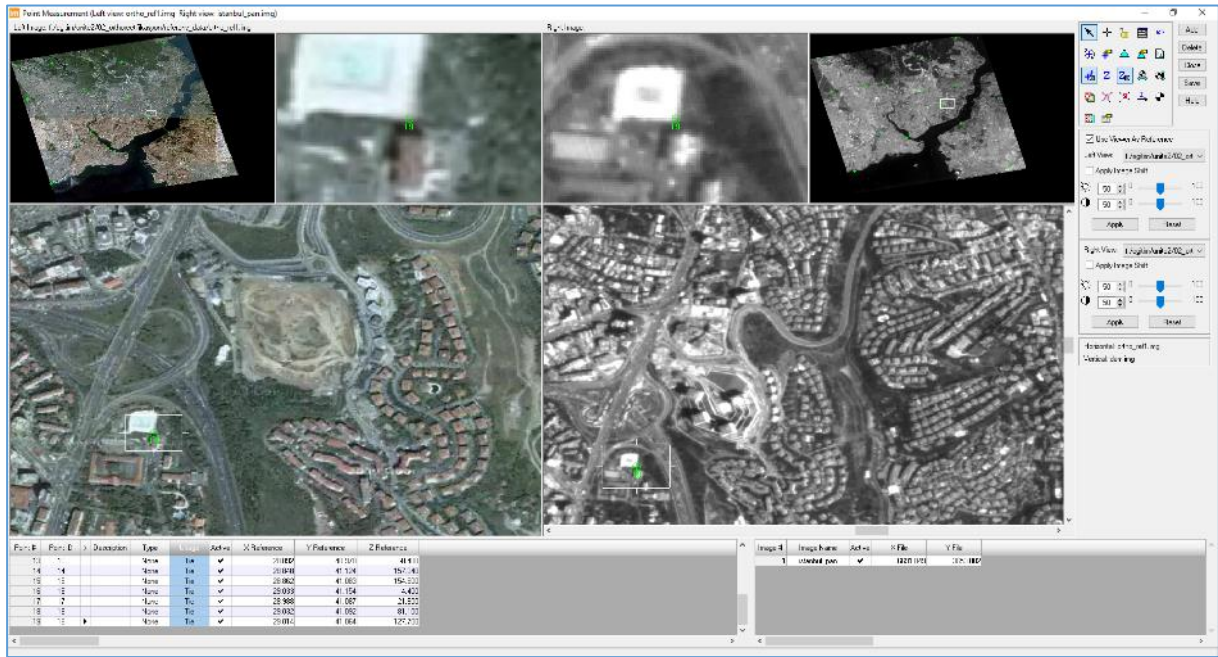


Şekil 6.16. YKN girilmesi-2

İkinci GCP için;

- **Point Measurement** arayüzünde sağ tarafta bulunan **Add**  butonuna tıklayınız.
- **Point Measurement** arayüzünde sağ tarafta bulunan araçların içerisinde **Create Point**  aracını seçiniz.
- Önce uydu görüntüsünde, daha sonra aynı yer için referans görüntüde GCP işaretleyiniz.
- Her bulunan GCP sonrasında **Save** butonuna tıklanarak yapılan çalışmaları kaydediniz.

İkinci GCP'den sonra program referans görüntüde otomatik yaklaşık yerini bulmaya başlar. Bu fonksiyon sayesinde GCP bulma işlemi kolaylaşır ve hızlanır. GCP'ler mümkün olduğu kadar görüntü yüzeyine yaklaşık eşit mesafelerde bulunarak yaygınlaştırılmalıdır. Bu uygulamada görüntü üzerinde 19 adet YKN işaretlenmiştir (**Şekil 6.17**).



Şekil 6.17. YKN girilmesi -3

Yer kontrol noktası bulma işleminden sonra;

- **Point Measurement** arayüzünde GCP'lerin sayısını ve koordinatlarını gösteren alanın tamamını seçiniz.
- **Type** alanı üzerinde farenin sağ tuşu tıklayınız ve **Full** ifadesini seçiniz (Şekil 6.18).

Point #	Point ID	Description	Type	Usage	Active	X Reference	Y Reference	Z Reference
13	13		None	Tie	✓	28.892	40.978	-0.480
14	14		None	Tie	✓	28.848	41.124	157.040
15	15		None	Tie	✓	28.862	41.083	154.500
16	16		None	Tie	✓	29.033	41.154	4.400
17	17		None	Tie	✓	28.988	41.087	21.600
18	18		None	Tie	✓	29.032	41.092	81.100
19	19		None	Tie	✓	29.014	41.064	127.700

Şekil 6.18. YKN'lerin özelliklerinin tanımlanması-1

- **Usage** alanı üzerinde farenin sağ tuşu ile tıklayınız ve **Control** ifadesini seçiniz (Şekil 6.19).

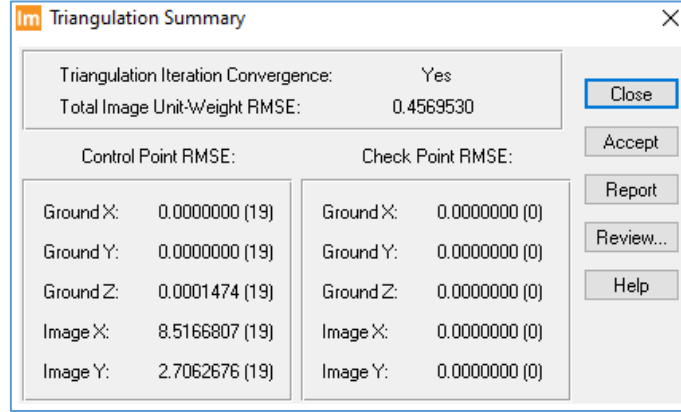
Point #	Point ID	Description	Type	Usage	Active	X Reference	Y Reference	Z Reference
13	13		Full	Tie	✓	28.892	40.978	-0.480
14	14		Full	Tie	✓	28.848	41.124	157.040
15	15		Full	Tie	✓	28.862	41.083	154.500
16	16		Full	Tie	✓	29.033	41.154	4.400
17	17		Full	Tie	✓	28.988	41.087	21.600
18	18		Full	Tie	✓	29.032	41.092	81.100
19	19		Full	Tie	✓	29.014	41.064	127.700

Şekil 6.19. YKN'lerin özelliklerinin tanımlanması-2

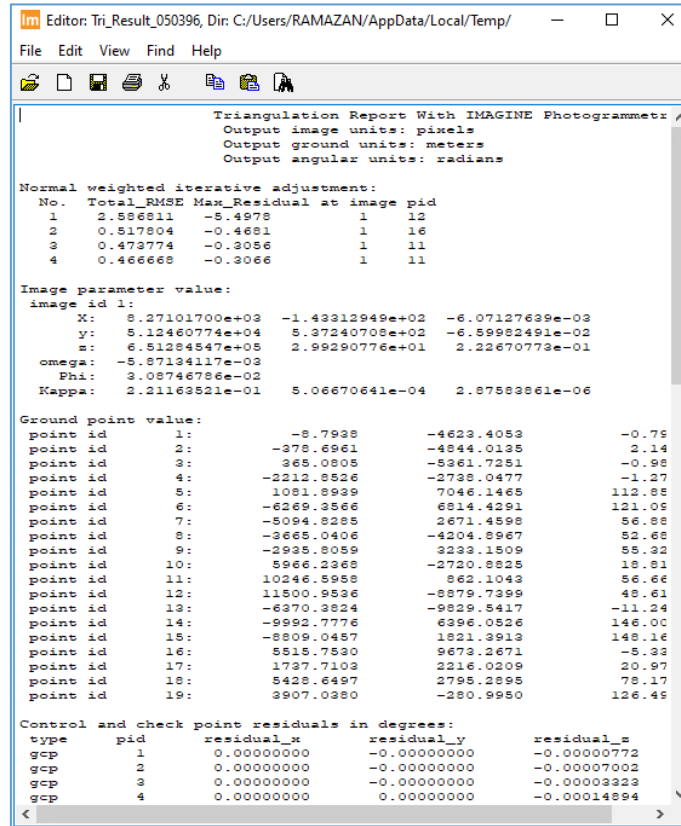
- **Point Measurement** arayüzünde sağ tarafta bulunan araçların içerisinde **Perform triangulation** aracını seçiniz ve yapılan işlemlerin RMSE hatasını kontrol ediniz.

Total Image Unit-Weight RMSE değerinin 1'den küçük olması gerekmektedir. Sonuç 1'den büyük ise **Report** butonuna tıklanarak, hatalı olabilecek GCP'ler rapor üzerinde tespit edilip, hatalar düzeltilebilir. Hatalı GCP yoksa, görüntü üzerinde yeterli sayıda ve sıklıkta GCP alınamamış olduğundan, yeni GCP'ler bulunup, işaretlenir.

- Sonuç 1'den küçük ise **Triangulation Summary** diyalogunda **Accept** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.20** ve **Şekil 6.21**).

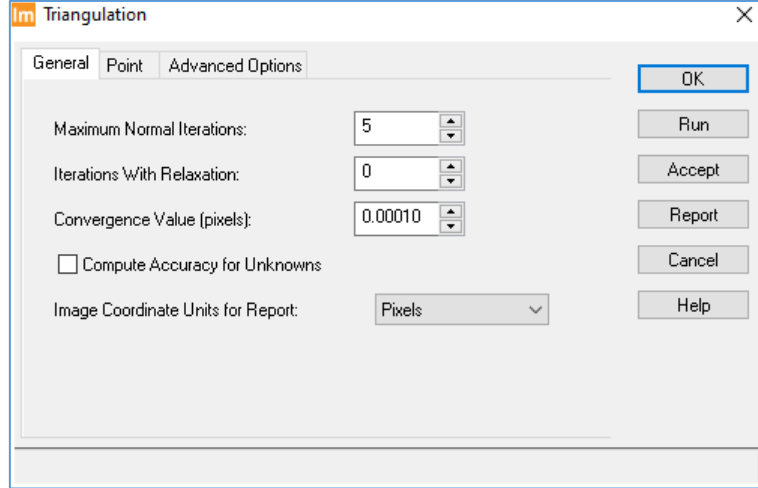


Şekil 6.20. RMSE hatasının raporlanması



Şekil 6.21. RMSE hata değerleri

- **Point Measurement** arayüzünde sağ tarafta bulunan araçların içerisinde **Triangulation properties**  aracını seçiniz.
- Diyalog üzerindeki varsayılan değerleri kabul ediniz ve **Run** butonuna tıklayınız.
- Açılan **Triangulation Summary** diyalogunda **Accept** butonuna tıklayarak diyalogları kapatınız (Şekil 6.22).

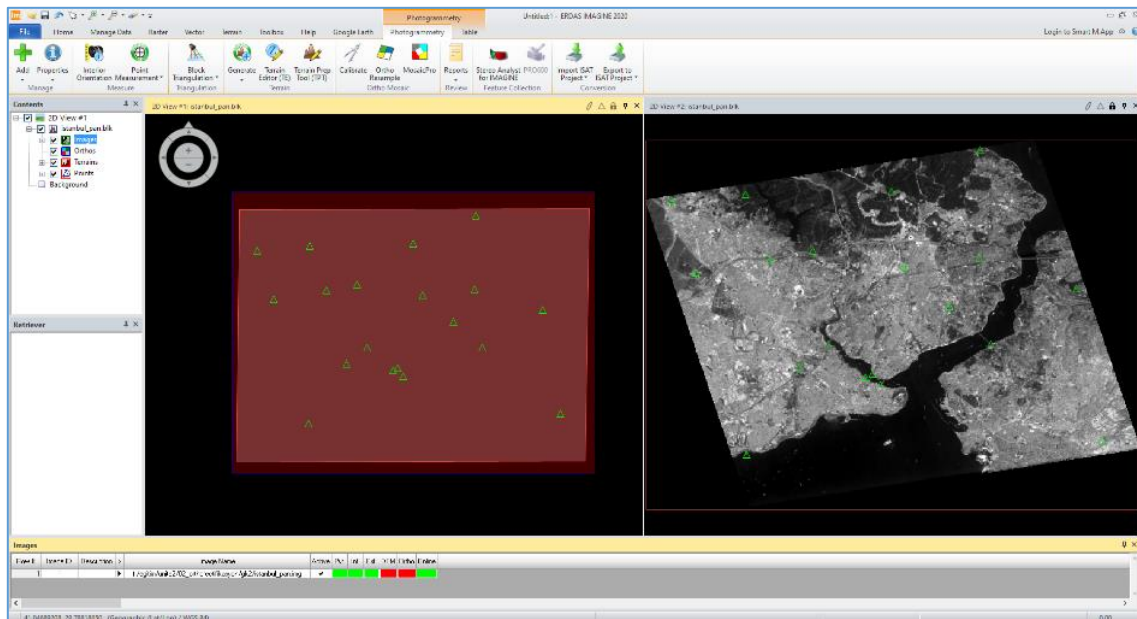


Şekil 6.22. Ortorektifikasyonun çalıştırılması

- **Point Measurement** arayüzünde sağ tarafta bulunan ve **Close** butonlarına tıklayınız ve arayüzü kapatınız.

Project Manager modülünde **Ext.** alanının yeşil olduğu gözlenir.

- Kırmızı **Ortho**  alanına fare ile tıklayarak **Ortho Resampling** diyalogunu açınız (Şekil 6.23).



Şekil 6.23. Proje yönetim arayüzü

- **Ortho Resampling** diyalogunda **General** sekmesine tıklayınız.
- **Output File Name** alanına orthorektifikasyon olacak yeni görüntü ismini tanımlayınız ve **UNITE_5 > 01_Orthorektifikasyon > Output** klasörü olarak belirleyiniz.
- **DTM Source** açılır listesinden **DEM** seçeneğini seçiniz. Tanımlı DEM verisi **DEM File Name** sekmesine eklenecektir.
- **OK** butonuna tıklanarak orthorektifikasyon işlemini başlatınız (**Şekil 6.24**).

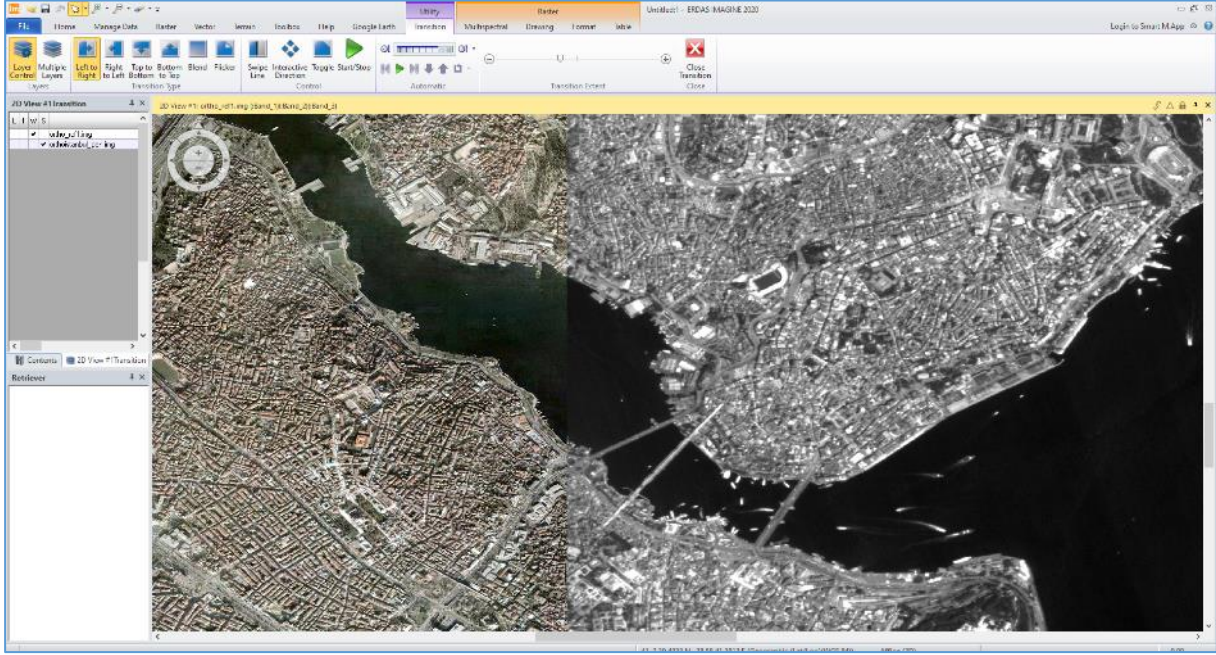
Advanced sekmesinden görüntüye uygulanacak resampling metodu seçilir.

Row #	Input Image Name	Active	Output Image Name	Active Area	Inclusion Polygon Name
1	istanbul_pan.img	✓	orthoistanbul_pan.img	100	

Şekil 6.24. Ortorektifikasyon çıktı görüntüsünün tanımlanması

Görüntünün referans görüntüye göre ne oranda doğru ortorektifiye edildiğini görmek için;

- **FILE** sekmesi > **Open** > **Raster Layer** kısmına tıklayınız.
- **UNITE_5 > 01_Orthorektifikasyon > referans_data** klasöründe bulunan **ortho_ref1** dosyasını ve **UNITE_5 > 01_Orthorektifikasyon > Output** klasöründe bulunan **orthoistanbul_pan** dosyasını seçiniz **OK** butonuna tıklayınız.
- **HOME** sekmesi > **View** grubu > **Swipe** fonksiyonu ile görüntülerin karşılaştırmasını yapınız (**Şekil 6.25**).



Şekil 6.25. Referans görüntü ile orthorektifikasyon olmuş görüntünün karşılaştırılması

- Tüm veri setlerini kapatmak için hızlı erişim çubuğundan **Clear View** seçeneğine tıklayınız.

6.2 RPC ile Ortorektifikasyon

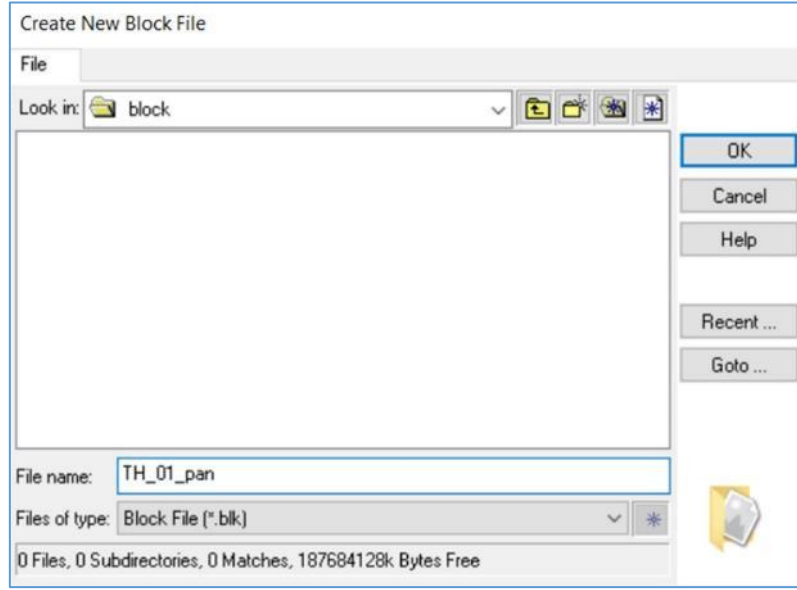
RPC, Rational Polynomial Coefficients (Oransal Polinom Katsayıları) ve Rational Polynomial Camera Model (Oransal Polinom Kamera Modeli) olarak tanımlanır. Ayrıca **RFM** “Rational Function Model” (Oransal Fonksiyon Modeli) olarak da tanımlanır.

Uydu görüntülerini yeryüzü ile aynı geometrik düzleme getirmek için uydu operatörleri görüntünün yanında RPC modelini de verirler. Bu model ile birlikte SYM kullanılarak çok az sayıda YKN ile görüntünün ortorektifikasyon işlemi gerçekleştirilir. Görüntüye ait pozisyon bilgisi için iç ve dış kamera yönelim bilgilerinin olduğu RPC modelinin uzaktan algılama yazılımlarının içinde tanımlı olması veya bu bilgileri tanımlayabilecek arayüzlerin olması gereklidir.

Bu uygulamada TripleSat uydusuna ait Ankara görüntüsü ortorektifikasyon edilecektir.

Uygulamaya başlamak için;

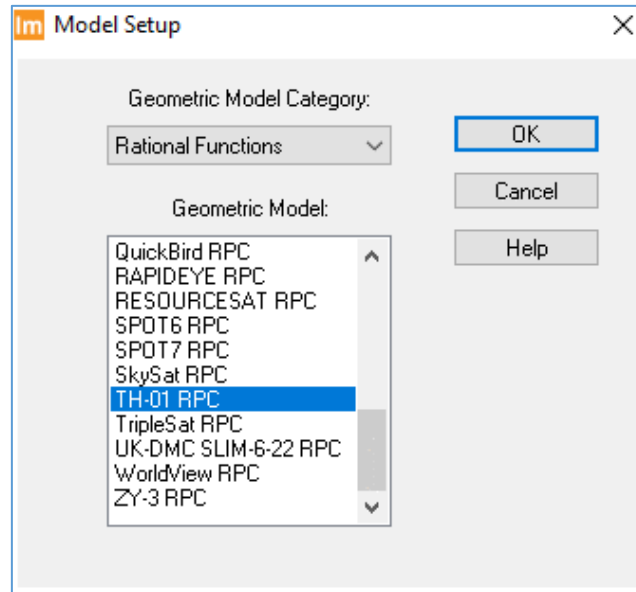
- **FILE** sekmesi > **New** menüsü altında **Photogrammetric Project**  seçeneğine tıklayınız.
- **Creat New Block File** diyalogunda dosya adını **TH_01_pan** olarak tanımlayınız ve dosya yolunu **UNITE_5> 02_RPC_Ortho > block** klasörü olarak belirleyiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.26**).



Şekil 6.26. Block dosyası oluşturma

Ekranda açılan **Model Setup** diyalogunda;

- **Geometric Model Category** açılır listesinden **Rational Functions** seçiniz.
- **Geometric Model** olarak da **TH-01 RPC** seçiniz ve **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 6.27).



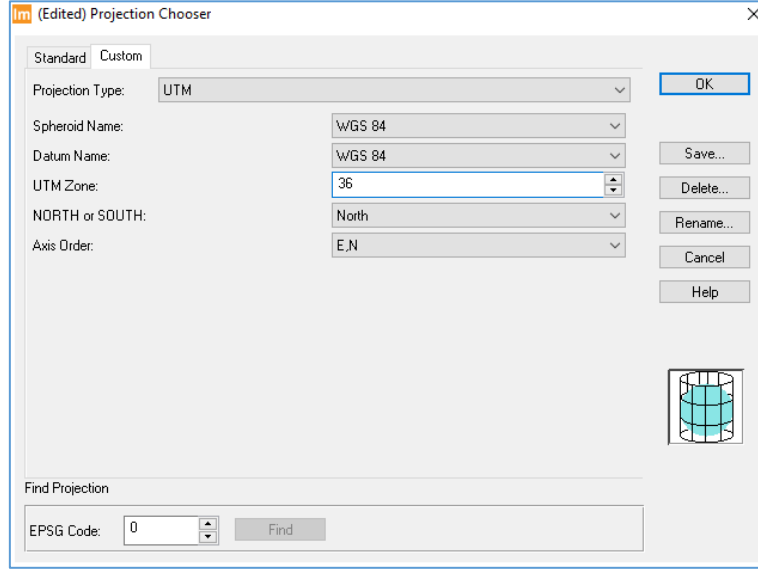
Şekil 6.27. RPC model seçimi

Ekranda açılan **Block Property Setup** projeksiyon tanımlama diyalogunda, referans görüntünün projeksiyon sistemine göre düzenlemesi yapılır. Uygulamada kullanılacak referans görüntünün projeksiyon sistemi **UTM, Zone 36** ve **Datum WGS84** olacaktır.

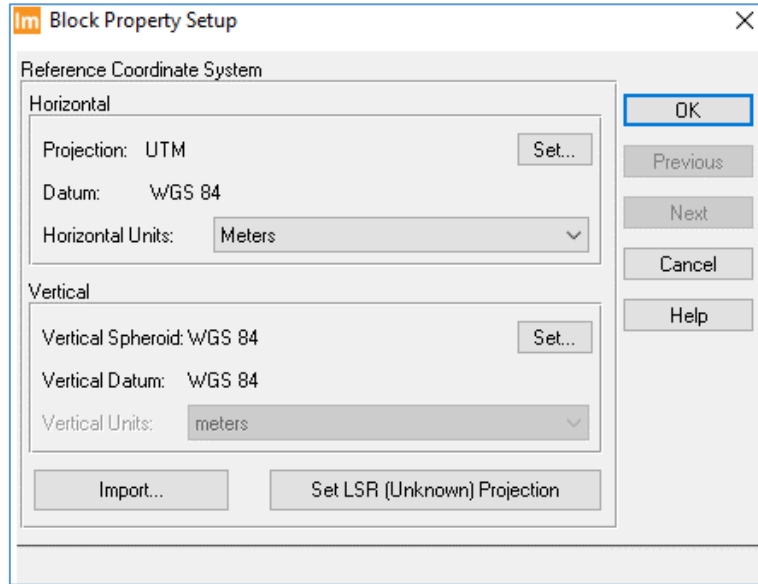
- **Set** butonuna tıklayınız.

- **Projection Type** kısmını **UTM**, **UTM Zone** kısmını **36** ve **Spheroid Name**, **Datum Name** kısmını **WGS84** olacak şekilde değiştiriniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.28** ve **Şekil 6.29**).

Not: İstenilen projeksiyon tipi klavye ile U harfine tıklanarak bulunabilir. Fakat klavye ile yapılan seçim aktif olmayacaktır. Açılır listeden fare ile projeksiyon seçilmelidir.



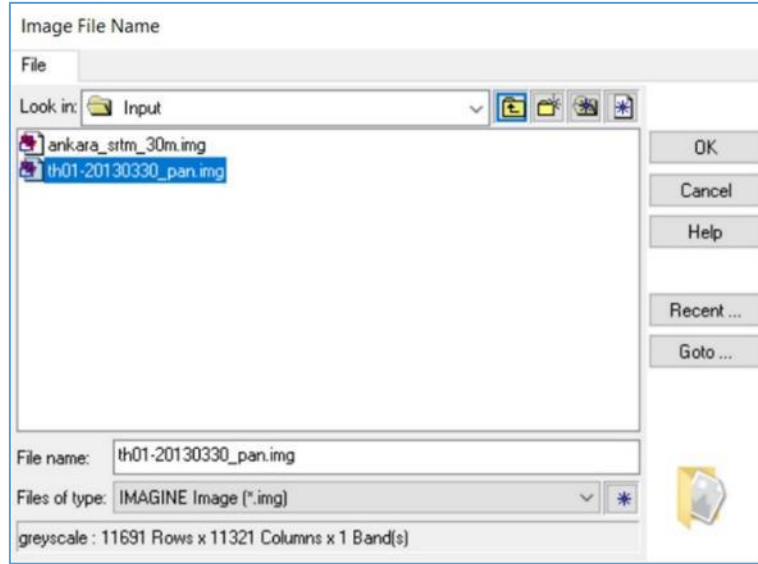
Şekil 6.28. Projeksiyon tanımlama



Şekil 6.29. Projeksiyon ve koordinat sistemi belirleme menüsü

- **PHOTOGRAMMETRY** sekmesi > **Manage** grubu > **Add**  açılır listesinden **Add** fonksiyonuna tıklayınız.

- Ortorektifikasyonu yapılacak **th01-20130330_pan** görüntüsünü **UNITE_5> 02_RPC_Ortho > Input** klasöründen seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.30**).



Şekil 6.30. Ortho olacak görüntünün seçimi

Uydunun RPC modelini tanımlamak için;

- Kırmızı **Int.** alanına fare ile tıklayarak **Generic Pushbroom Frame Editor** diyalogunu açınız (**Şekil 6.31**).

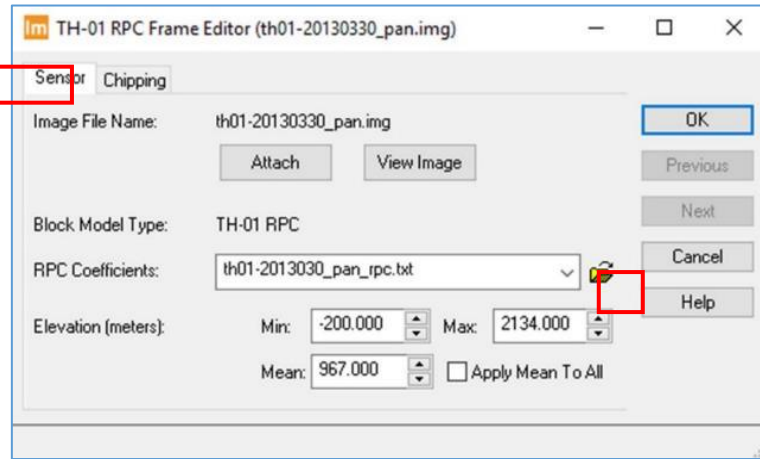
Aynı işlem için **PHOTOGRAMMETRY** sekmesi > **Interior Orientation** aracı da kullanılabilir.

Images									
Row #	Image ID	Description >	Image Name	Active	Pyr.	Int.	Ext.	DTM	Ortho
1	1		c:/erdas/unite_5/02_rpc_ortho/input/th01-20130330_pan.img	✓					

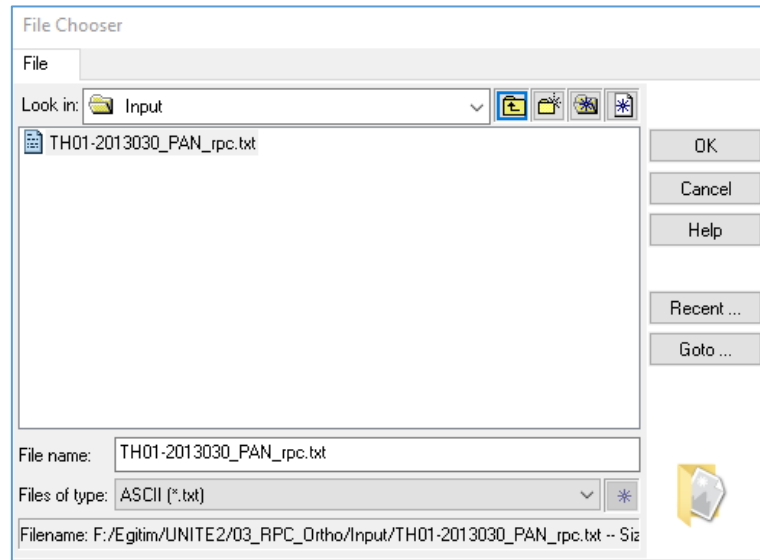
Şekil 6.31. Kameranın iç parametrelerinin belirlenmesi

RPC Coefficients alanına disk alanında görüntü ile birlikte gelen RPC dosyası tanımlanır.

- **TH-01 RPC Frame Editor** diyalogunda **Sensor** sekmesine tıklayınız.
- **RPC Coefficients** kısmında bulunan klasör simgesine tıklayınız.
- **Files of Type** kısmını **ASCII (*.txt)** olarak ayarlayınız (**Şekil 6.32**).
- **UNITE_5> 02_RPC_Ortho > Input** klasöründe bulunan **TH01-20130330_PAN_rpc.txt** dosyasını seçiniz **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.33**).

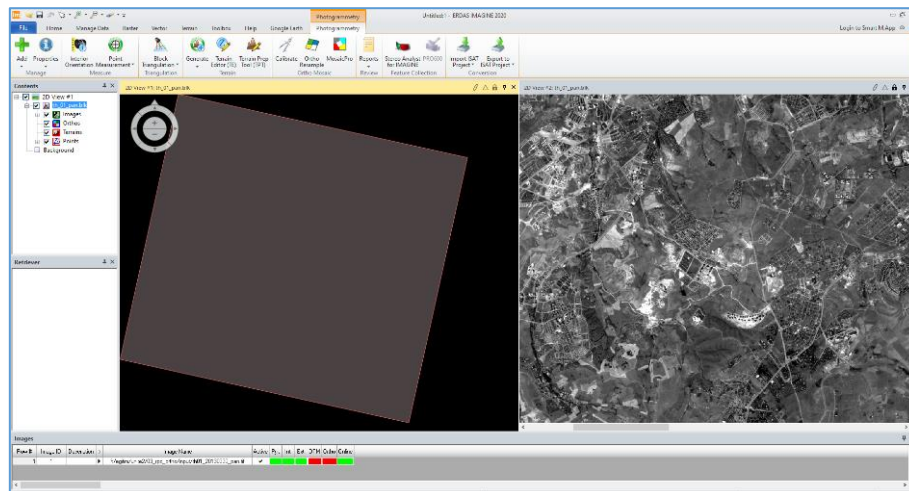


Şekil 6.32. RPC bilgilerinin belirlenmesi menüsü



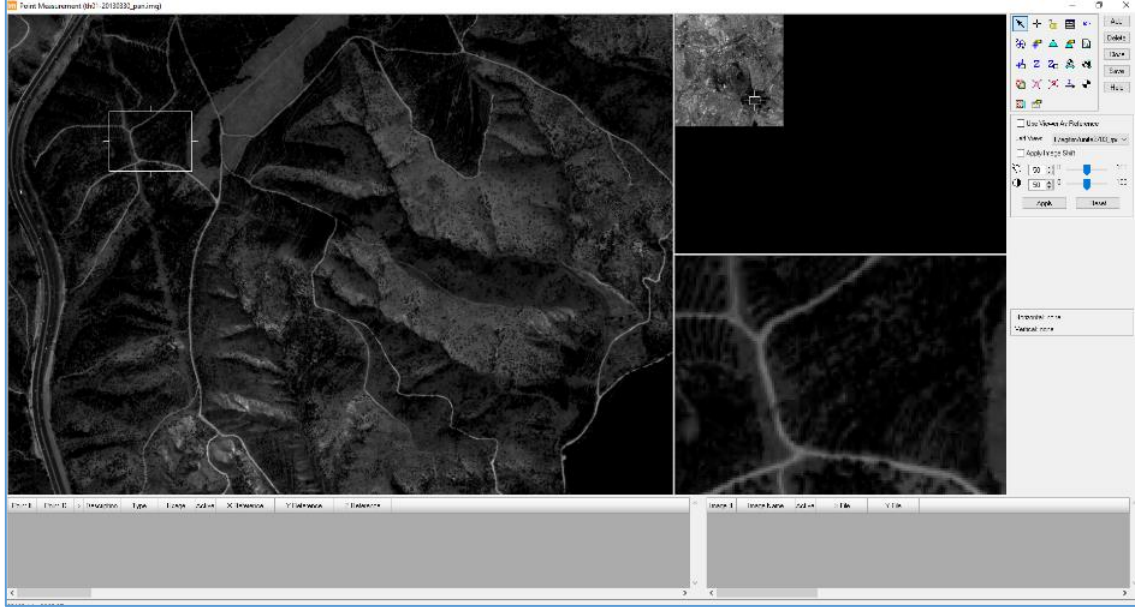
Şekil 6.33. RPC dosyasının seçimi

Sonrasında Interior ve External alanlarının yeşil olduğu görülür (Şekil 6.34).



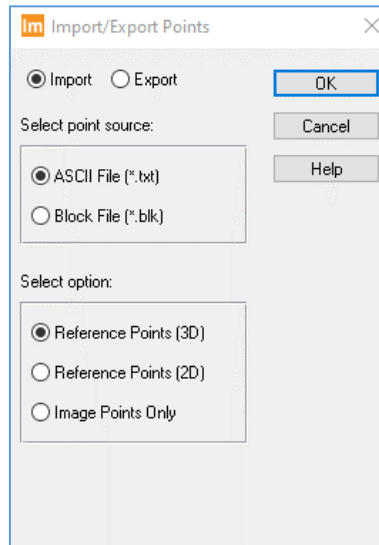
Şekil 6.34. Ortho yapılacak görüntü

- **PHOTOGRAMMETRY** sekmesi > **Measure** grubu > **Point Measurement** açılır listesinden **Classic Point Measurement (CPM)** fonksiyonuna tıklayınız (Şekil 6.35).



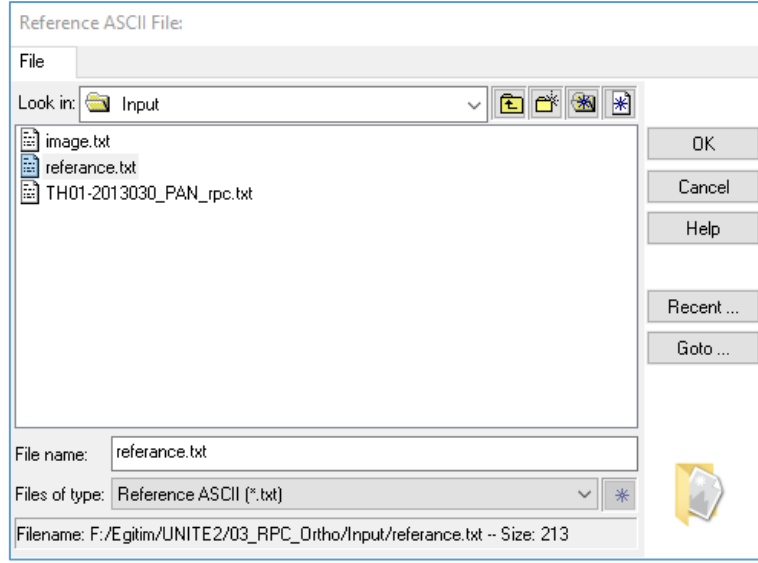
Şekil 6.35. YKN girilmesi-1

- **Point Measurement** arayüzünde, sağ tarafta bulunan araçların içerisinde **Import/Export Points**  aracını seçiniz.
- Ekranda açılan **Import/Export Points** diyalogundan, **Import** kutusunu işaretleyiniz.
- **Select Point Source** kısmında **ASCII File** kutusunu işaretleyiniz.
- **Select Option** kısmında **Reference Points (3D)** kutusunu işaretleyiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 6.36).



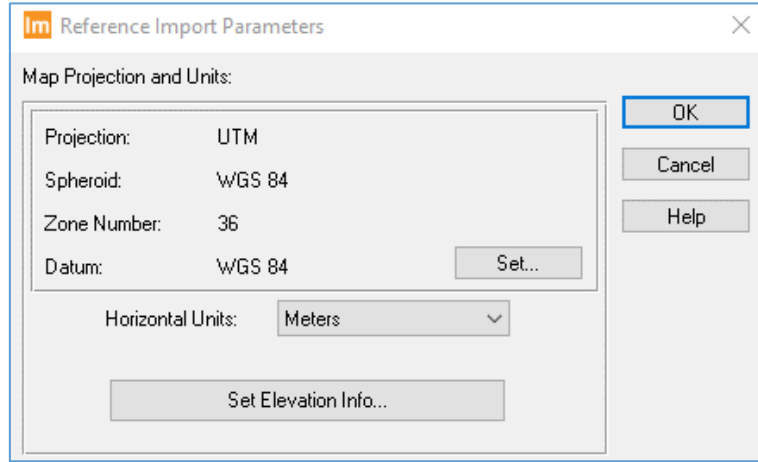
Şekil 6.36. YKN'lerin import edilmesi

- **UNITE_5> 02_RPC_Ortho > Input** klasöründe bulunan **reference.txt** dosyasını seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.37**).



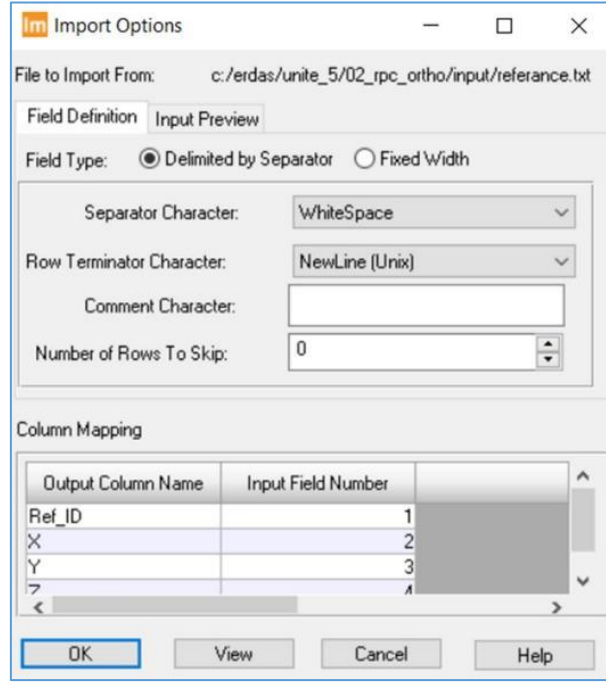
Şekil 6.37. Reference YKN seçimi

- **Reference Import Parametres** diyalogunda **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.38**).



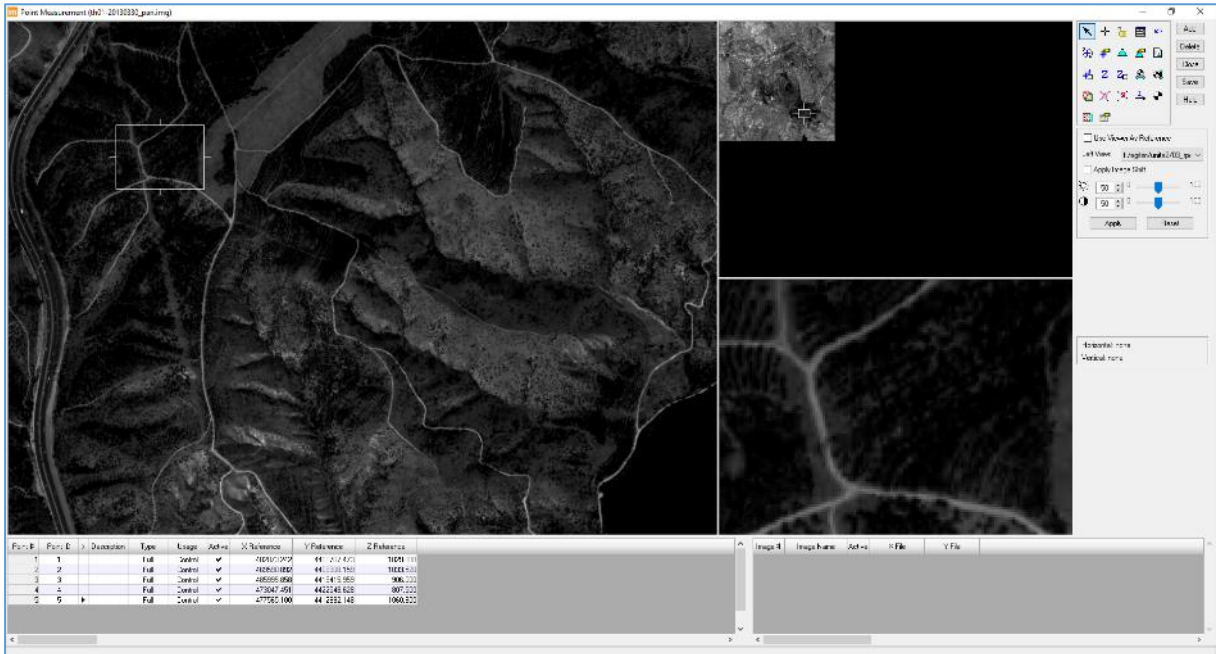
Şekil 6.38. Referans projeksiyon sistemi belirleme

- **Import Options** diyalogunda **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.39**).



Şekil 6.39. Reference YKN import edilmesi

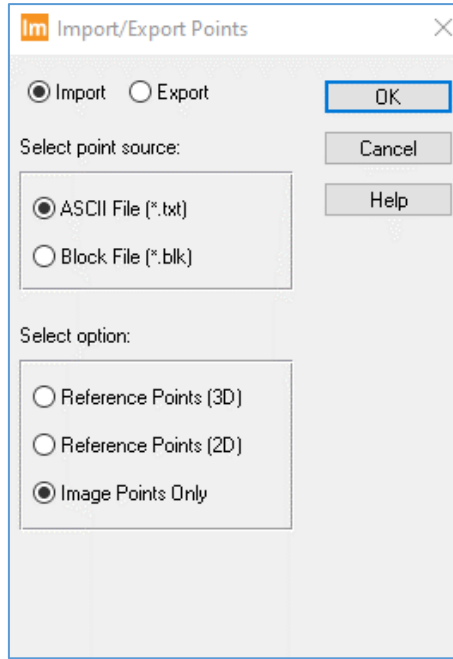
Referans yer kontrol noktaları (YKN) ekranda açılacaktır (**Şekil 6.40**).



Şekil 6.40. Reference YKN'lerin görüntülenmesi

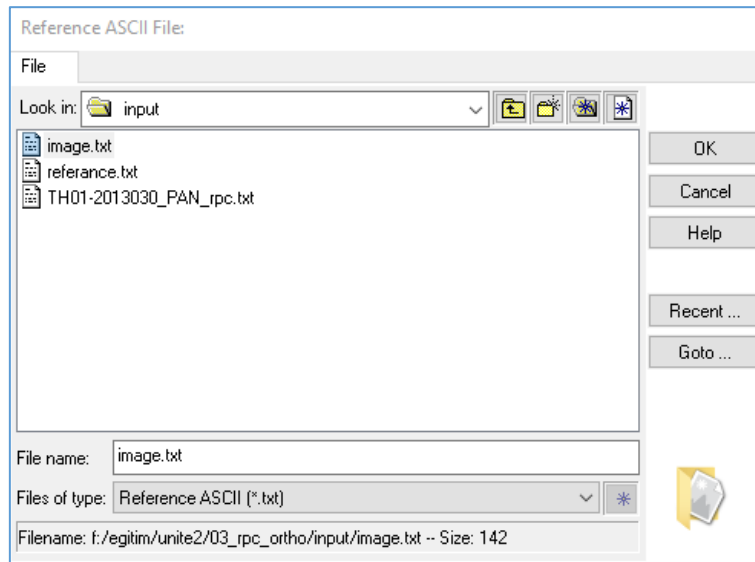
- **Point Measurement** arayüzünde sağ tarafta bulunan araçların içerisinde **Import/Export Points**  aracını seçiniz.
- Ekranda açılan **Import/Export Points** diyalogundan **Import** kutusunu işaretleyiniz.
- **Select Point Source** kısmında **ASCII File** kutusunu işaretleyiniz.

- **Select Option** kısmında **Image Points Only** kutusunu işaretleyiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.41**).



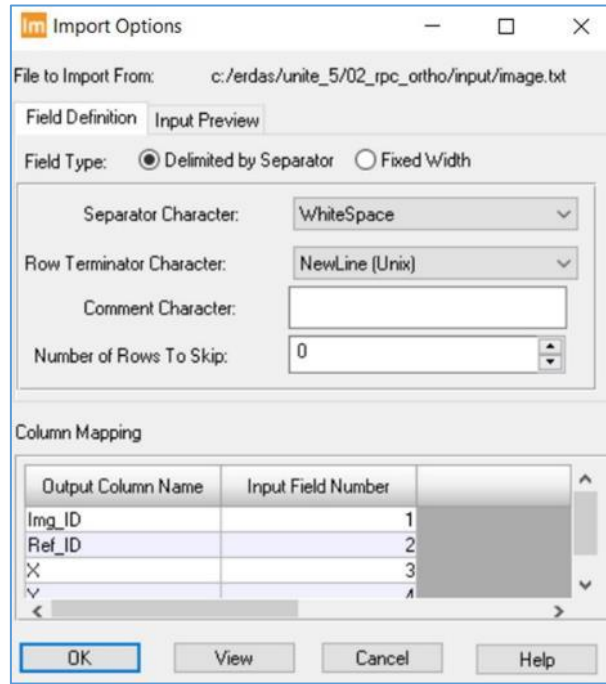
Şekil 6.41. Image YKN'lerin import edilmesi

- **UNITE_5> 02_RPC_Ortho > Input** klasöründe bulunan **image.txt** dosyasını seçiniz **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.42**).



Şekil 6.42. Image YKN seçimi

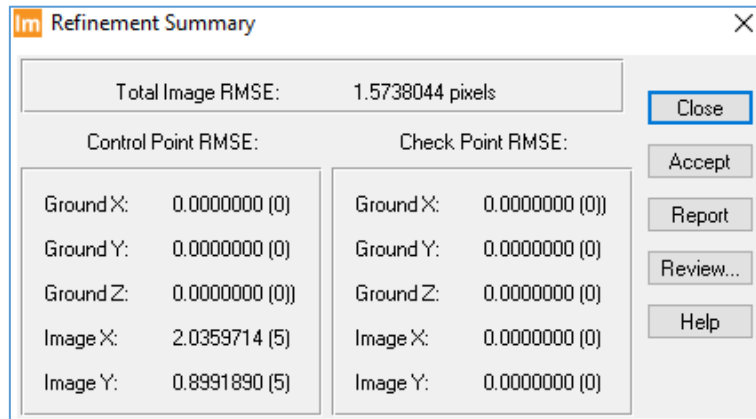
- **Import Options** diyalogunda **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.43**).



Şekil 6.43. Image YKN import edilmesi

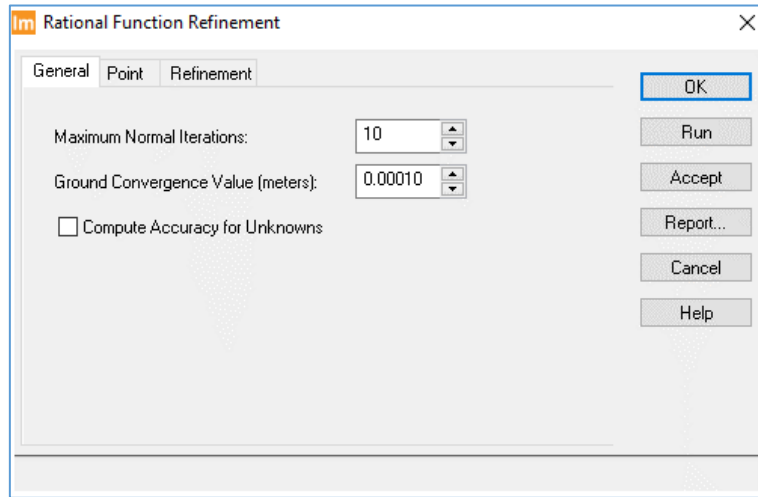
GCP'ler kontrol edildikten sonra;

- **Point Measurement** arayüzünde, sağ tarafta bulunan araçların içerisinde **Perform triangulation**  aracını seçiniz ve yapılan işlemlerin RMSE hatasını kontrol ediniz.
- **Refinement Summary** diyalogunda **Accept** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.44**).



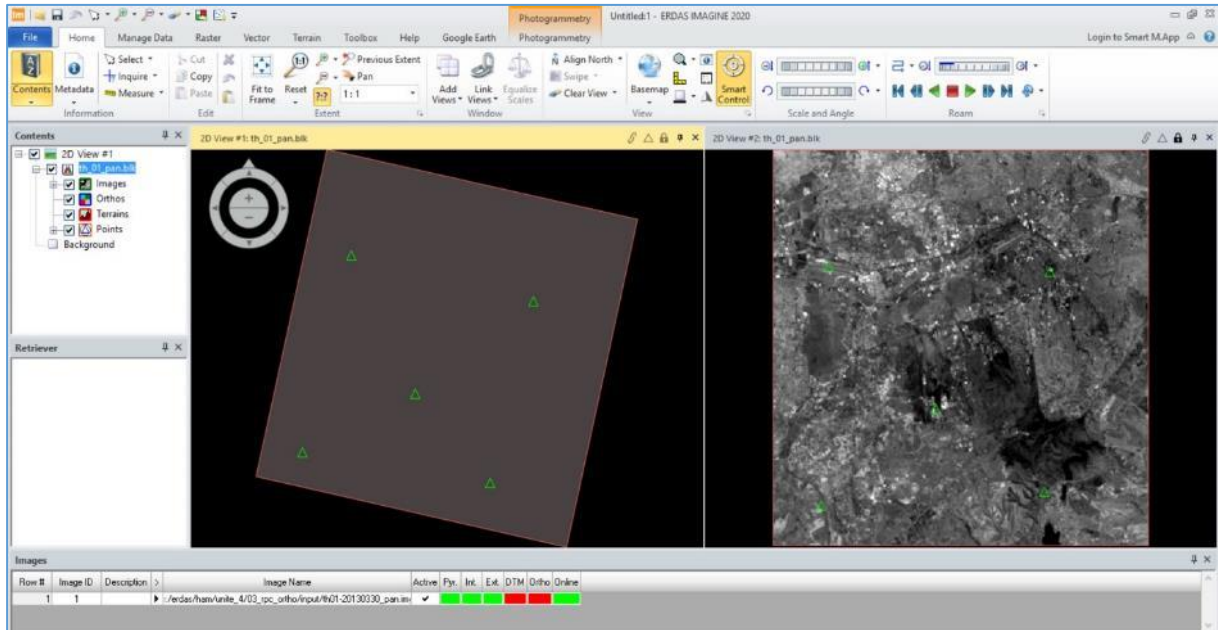
Şekil 6.44. RMSE hatanın raporlanması

- **Point Measurement** arayüzünde sağ tarafta bulunan araçların içerisinde **Triangulation properties**  aracını seçiniz.
- Diyalog üzerindeki varsayılan değerleri kabul ediniz ve **Run** butonuna tıklayınız.
- Açılan **Triangulation Summary** diyalogunda **Accept** butonuna tıklayarak diyalogları kapatınız (**Şekil 6.45**).



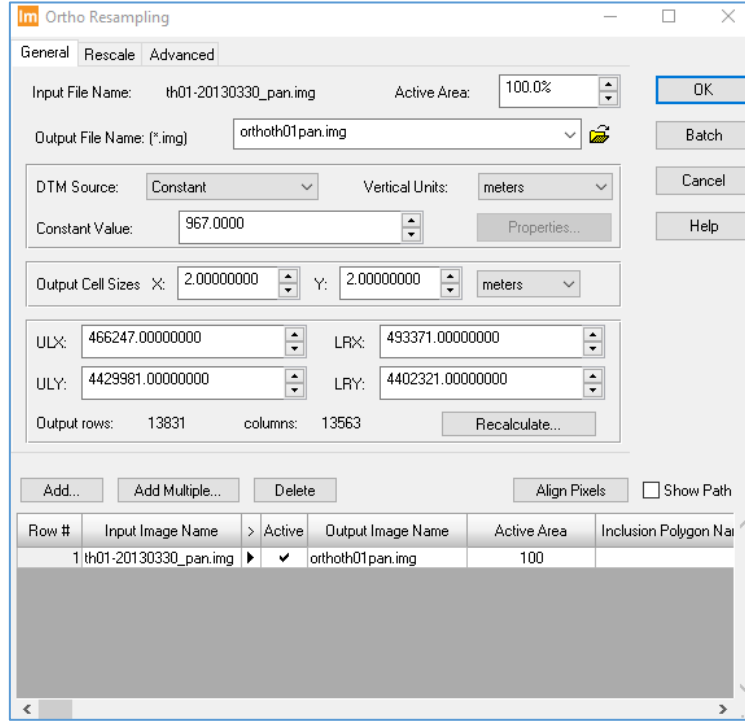
Şekil 6.45. RPC modelin çalıştırılması

- **Point Measurement** arayüzünde sağ tarafta bulunan **Save** butonuna tıklayınız.
- **Close** butonuna tıklayarak diyalogu kapatınız.
- Kırmızı **Ortho** alanına fare ile tıklayarak **Ortho Resampling** diyalogunu açınız (**Şekil 6.46**).



Şekil 6.46. Ortho Resampling ekran görünümü

- **Ortho Resampling** diyalogunda **General** sekmesine tıklayınız.
- **Output File Name** alanına **orthoth01pan** ismini tanımlayınız ve **UNITE_5> 02_RPC_Ortho > Output** klasörü olarak belirleyiniz.
- **OK** butonuna tıklayarak orthorektifikasyon işlemini başlatınız (**Şekil 6.47**).



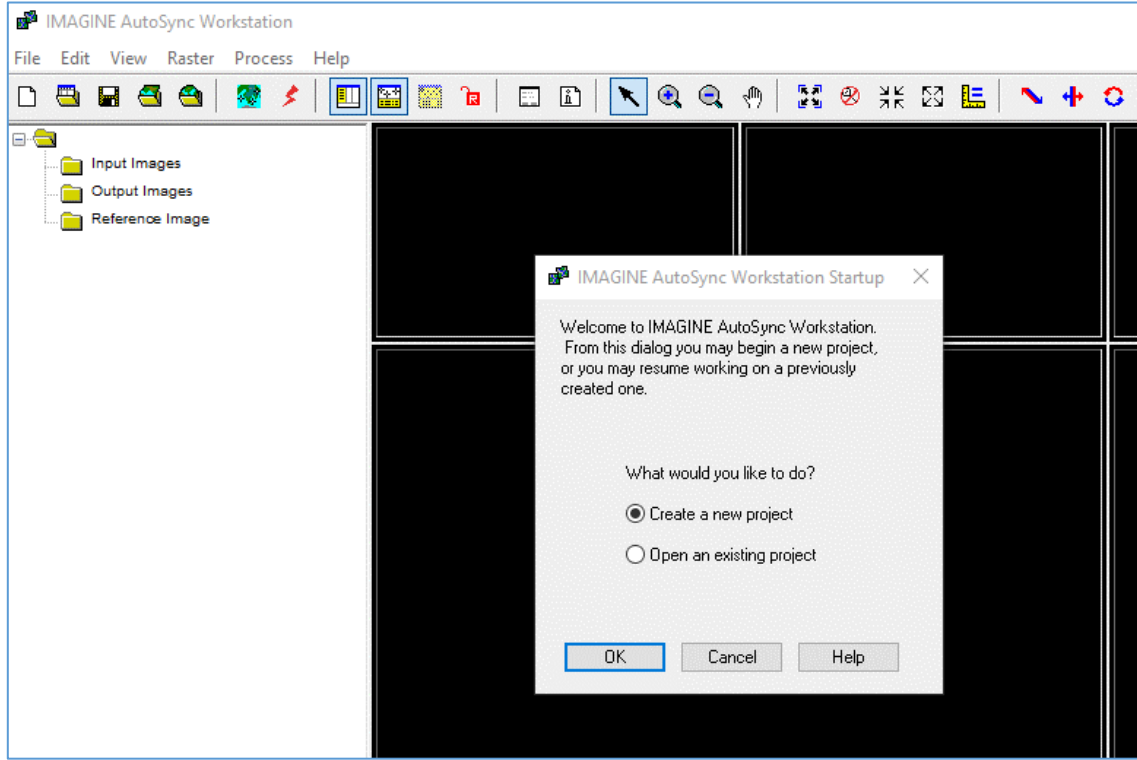
Şekil 6.47. Ortho görüntü oluşturma

6.3 Imagine Autosync ile Görüntü Georeferanslama

IMAGINE AutoSync ile uydu veya hava görüntülerinin kamera modeli veya RPC gibi bilgileri olmadan, sadece referans görüntüye göre georeferanslama işlemi yapılır. Referans görüntüde sadece 2 adet GCP bulunması, modeli oluşturmak ve yeni TIE pointlerin otomatik atılması için yeterlidir. Bu çalışmada RASAT uydusundan çekilmiş Harran ve Atatürk Barajı çevresine ait geometrik düzeltmesi yapılmamış uydu görüntüsü, Sentinel-2 görüntüsü referans kullanılarak georeferanslama işlemi gerçekleştirilecektir.

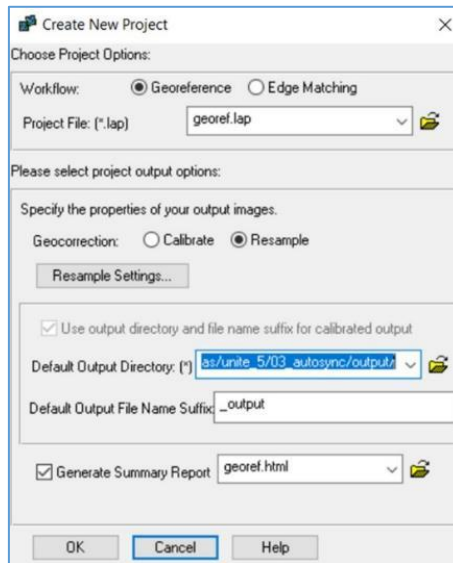
ERDAS IMAGINE programında;

- **TOOLBOX** sekmesi > **Common** grubu > **AutoSync Workstation**  açılır listesinden **AutoSync Wokstation** fonksiyonuna tıklayınız.
- Ekranda açılan **IMAGINE AutoSync Workstation Startup** diyalogundan **Create a new project** seçeneğini seçiniz ve **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 6.48).



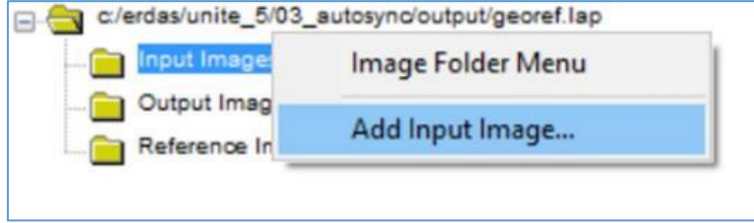
Şekil 6.48. AutoSync Workstation diyalogu

- **Create New Project** diyalogunda **Workflow** kısmını **Georeferance** olarak işaretleyiniz.
- **Project File (*.lap)** kısmında dosya adını **georef** olarak tanımlayınız ve dosya yolunu **UNITE_5 > 03_AutoSync > Output** klasörü olarak belirleyiniz.
- **Geocorrection** metodunu **Resample** olarak ayarlayınız.
- **Output** dizinini **UNITE_5 > 03_AutoSync > Output** klasörü olarak belirleyiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 6.49).



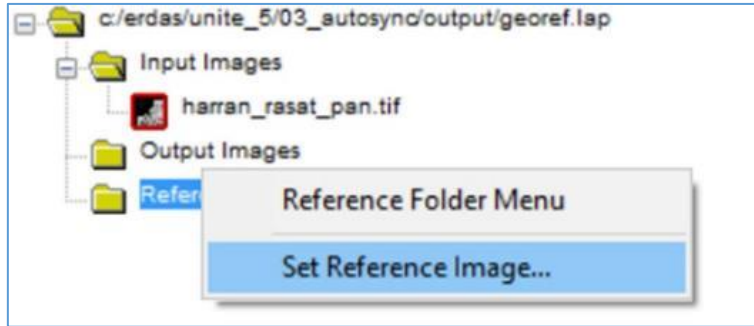
Şekil 6.49. AutoSync yeni proje oluşturma diyalogu

- **Input Images** üzerinde farenin sağ tuşu ile tıklayınız ve **Add Input Images** seçeneğini seçiniz (Şekil 6.50.).
- **Files of Type** kısmını **TIFF** olarak ayarlayınız.
- Georeferanslaması yapılacak **Harran_RASAT_Pan.tif** görüntüsünü **UNITE_5 > 03_AutoSync > Input** klasöründen seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız.



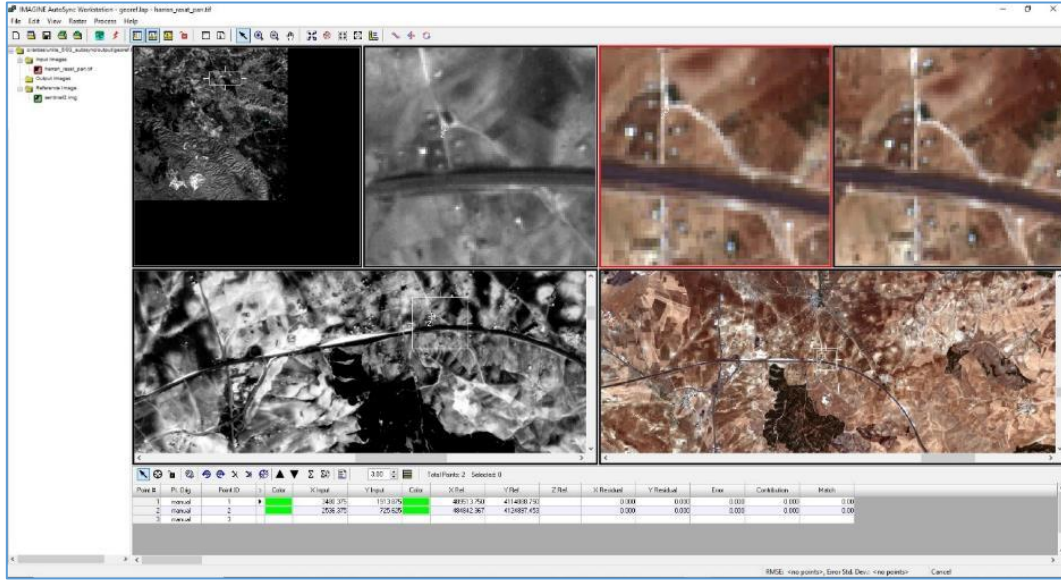
Şekil 6.50. Georeferanslama yapılacak görüntünün seçilmesi

- **Reference Images** üzerinde farenin sağ tuşu ile tıklayınız ve **Set Reference Images** seçeneğini seçiniz (Şekil 6.51).
- **Files of Type** kısmını **IMAGINE Image (*.img)** olarak ayarlayınız.
- **UNITE_5 > 03_AutoSync > Input** klasöründe bulunan **Sentinel2.img** görüntüsünü seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız.



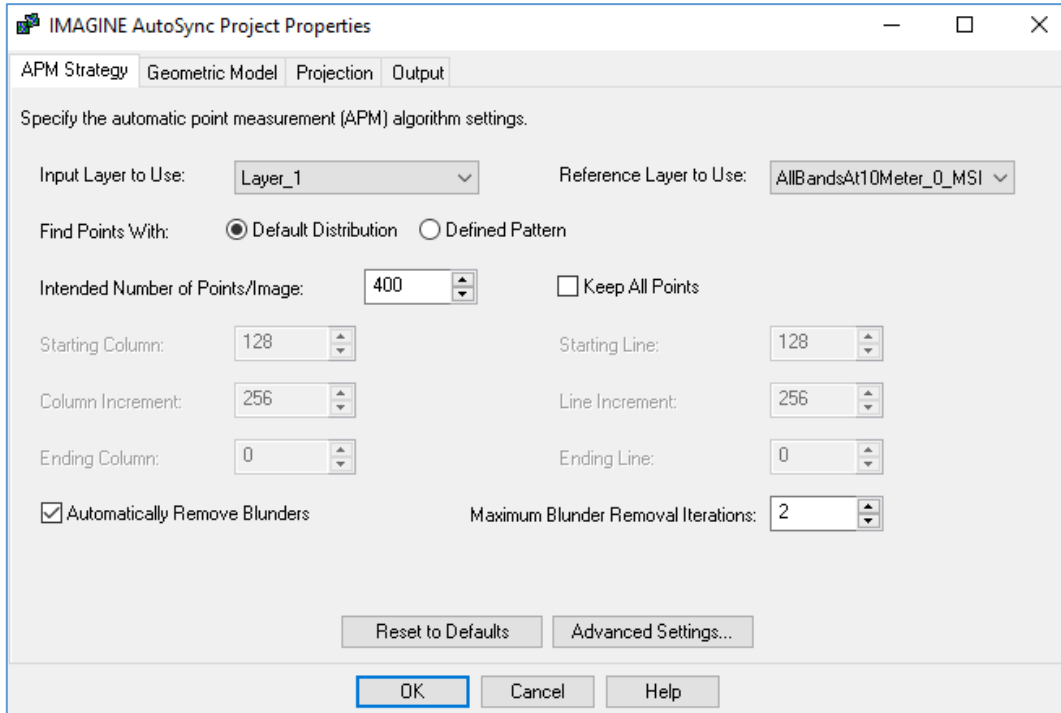
Şekil 6.51. Referans görüntünü seçilmesi

- Her iki görüntüde ortak 2 adet YKN bulunuz ve **Create GCP**  aracı ile işaretleyiniz (Şekil 6.52).



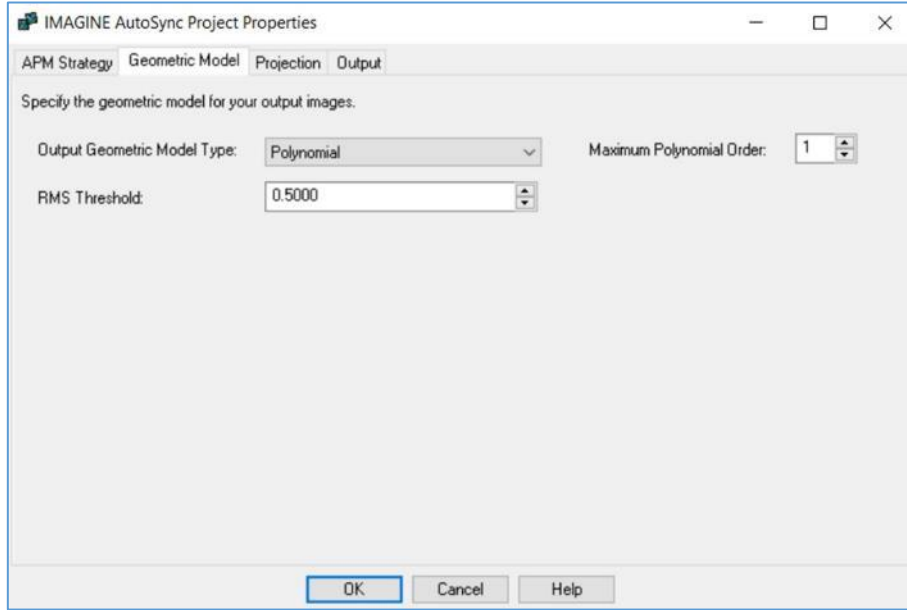
Şekil 6.52. Create GCP aracı ile 2 adet GCP işaretlenmesi

- **Process** sekmesi altında **Project Properties** seçeneğine tıklayınız.
- **APM Strategy** sekmesinde **Find Points With** kısmını **Default Distribution** olarak seçiniz.
- Amaçlanan tie point sayısını **Intended Number of Points/Image** kısmında **50** olarak giriniz (Şekil 6.53).



Şekil 6.53. Project Properties diyalogu -1

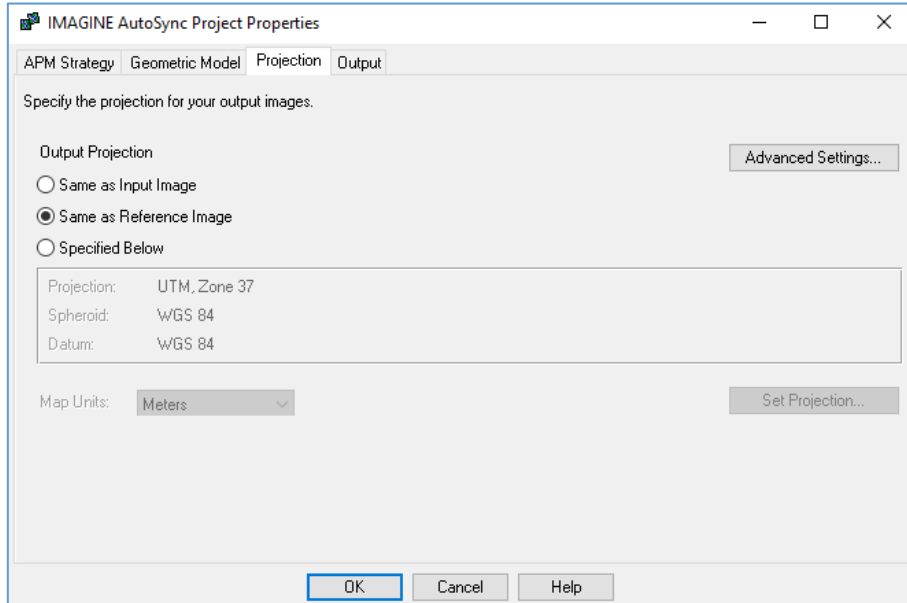
- **Geometric Model** sekmesinde **Output Geometric Model Type** kısmını **Polynomial** seçiniz.
- **Maximum Polynomial Order** değerini **1** olarak giriniz (Şekil 6.54).



Şekil 6.54. Project Properties diyalogu -2

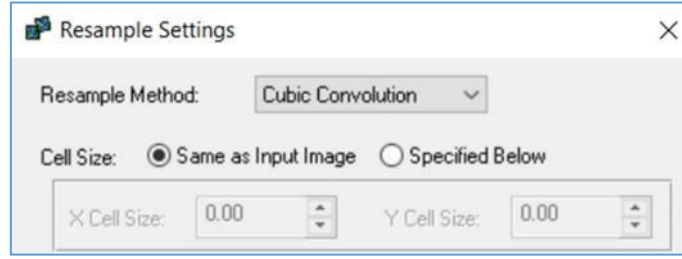
- **Projection** sekmesinde **Same as Reference Image** kutusunu işaretleyiniz (Şekil 6.55).

Georeferanslama işlemi referans görüntünün projeksiyon sistemi ile aynı olacaktır.



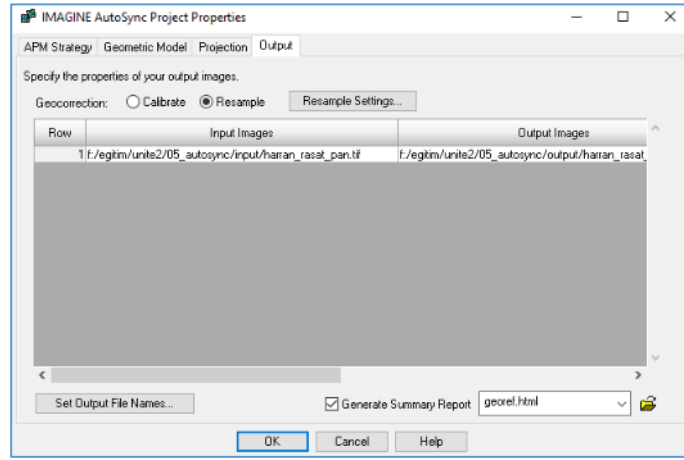
Şekil 6.55. Project Properties diyalogu -3

- **Output** sekmesinde **Resample** kutusunu işaretleyiniz ve **Resample Setting** butonuna tıklayınız.
- Resample metodu olarak **Cubic Convolution** seçiniz.
- **Cell Size** kısmında **Same as Input Image** kutusunu işaretleyiniz (Şekil 6.56).



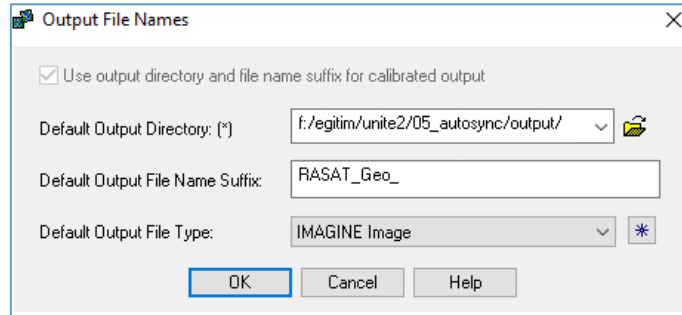
Şekil 6.56. Resample Settings diyalogu

- **IMAGINE AutoSync Project Properties** diyalogunda **Set Output File Names** butonuna tıklayınız (Şekil 6.57).



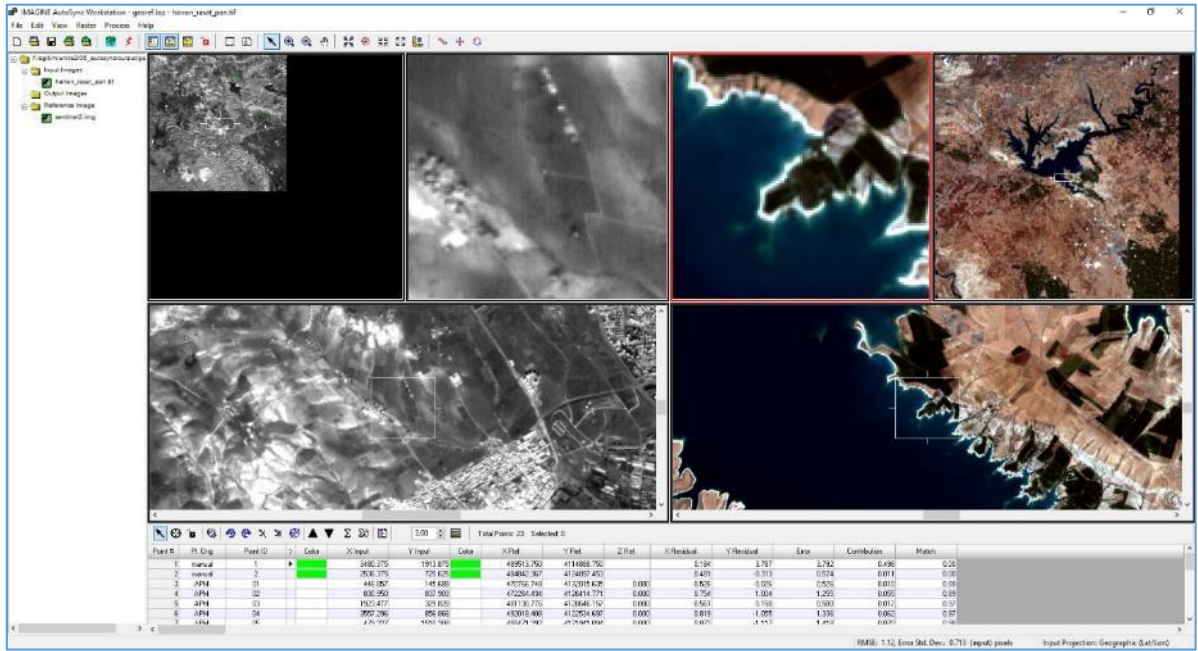
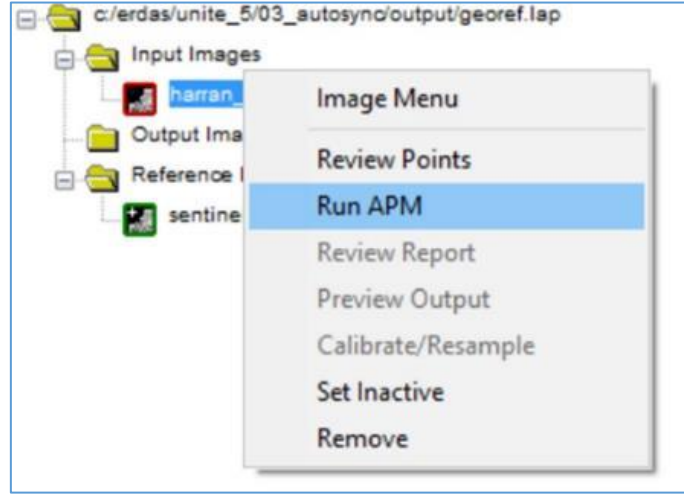
Şekil 6.57. IMAGINE AutoSync Project Properties diyalogu

- **Default Output Directory (*)** kısmında bulunan klasör simgesine tıklayınız ve **UNITE_5 > 03_AutoSync > Output** klasörünü seçiniz.
- **Default Output File Name Suffix** kısmına dosya adını **RASAT_Geo_** olarak tanımlayınız.
- **Default Output File Type** açılır listesinden **IMAGINE Image** seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayarak **IMAGINE AutoSync Project Properties** diyalogunu kapatınız (Şekil 6.58).



Şekil 6.58. Project Properties diyalogu -4

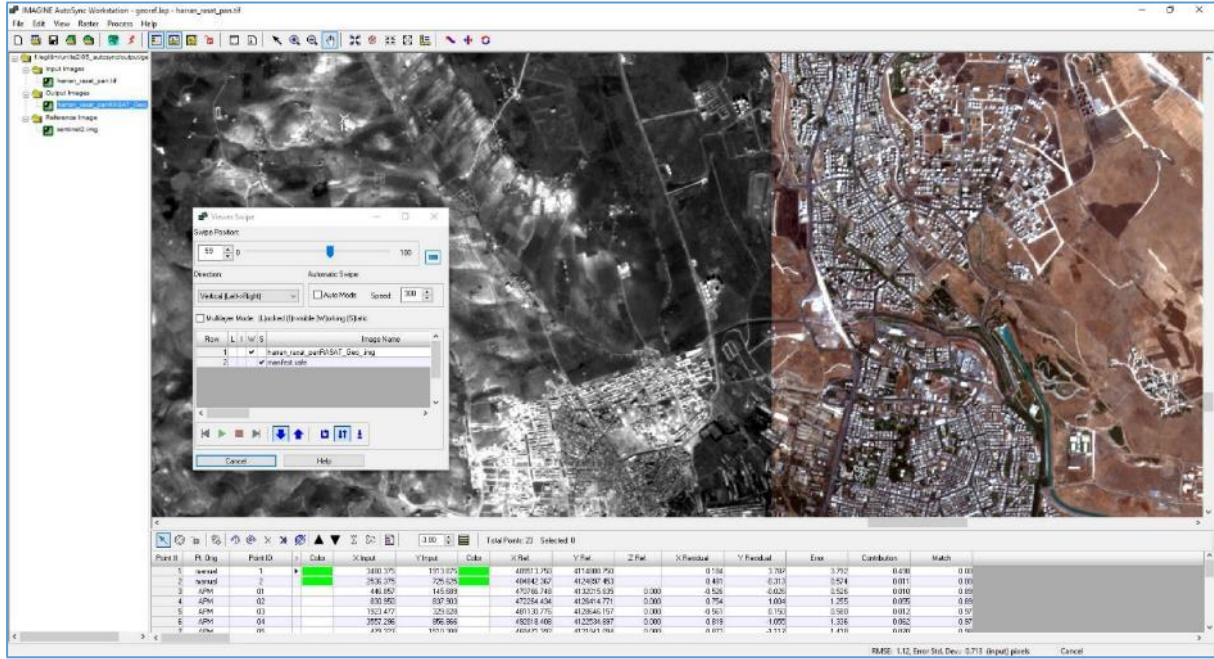
- Input Images kısmında bulunan **harran_rasat_pan** üzerinde farenin sağ tuşu ile tıklayarak **RUN APM** ifadesini seçiniz (Şekil 6.59).



Şekil 6.59. Otomatik Tie Point oluşturma

Error alanında RMSE değeri yüksek olan satırlar silinir ve yeniden hesaplamak için Σ aracı ile hesaplatılır.

- **Creates Calibrated and Resampled Output**  aracına tıklayınız. Böylece output image oluşturulmuş olacaktır.
- **Fit the window** ile ekrana getirilen görüntülerin kontrolü için **Swipe**  aracına tıklayınız.
- Yeterli zoom seviyesinde görüntülerin üst üste ne kadar oturduğu göz ile kontrol ediniz (Şekil 6.60).

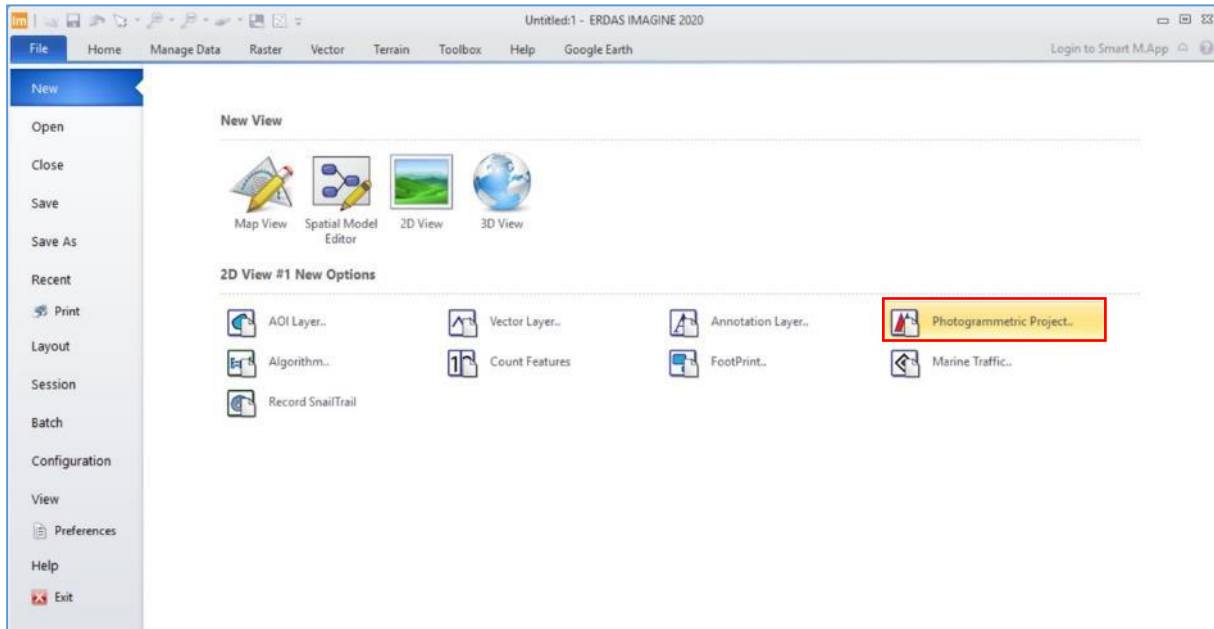


Şekil 6.60. Swipe ile kontrol

6.4 Hava Fotoğraflarının Dengelenmesi

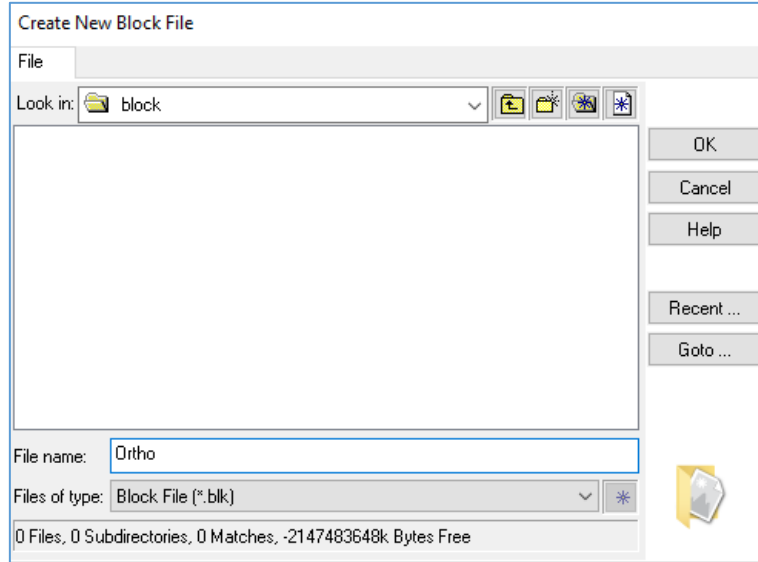
ERDAS IMAGINE programında;

- **FILE** sekmesi > **New** menüsü altında **Photogrammetric Project**  **Photogrammetric Project..** seçeneğine tıklayınız (Şekil 6.61).



Şekil 6.61. Photogrammetric Project arayüzünün açılması

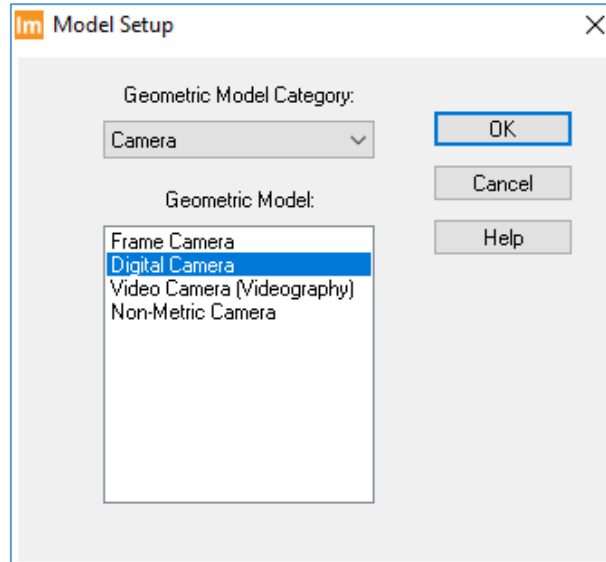
- **Creat New Block File** diyalogunda dosya adını **Ortho** olarak tanımlayınız ve dosya yolunu **UNITE_5 > 04_HavaOrtho > block** klasörü olarak belirleyiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.62**).



Şekil 6.62. Block dosyası oluşturma

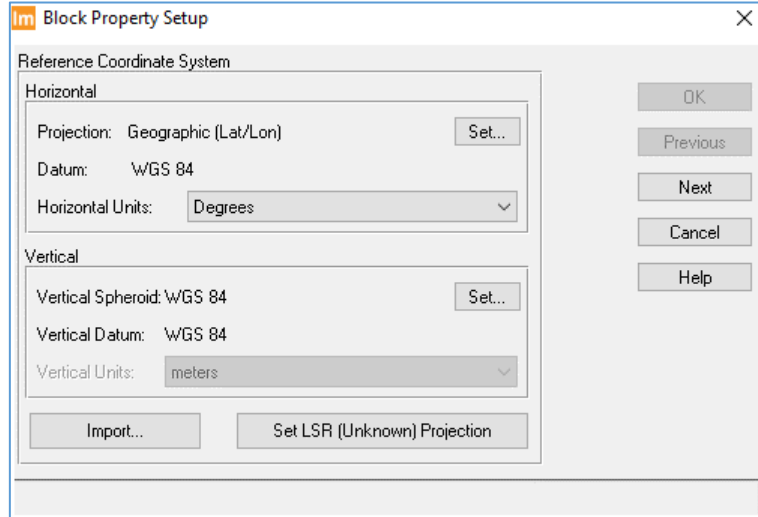
Ekranda açılan **Model Setup** diyalogunda;

- **Geometric Model Category** açılır listesinden **Camera** seçiniz.
- **Geometric Model** olarak da **Digital Camera** seçiniz ve **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.63**).



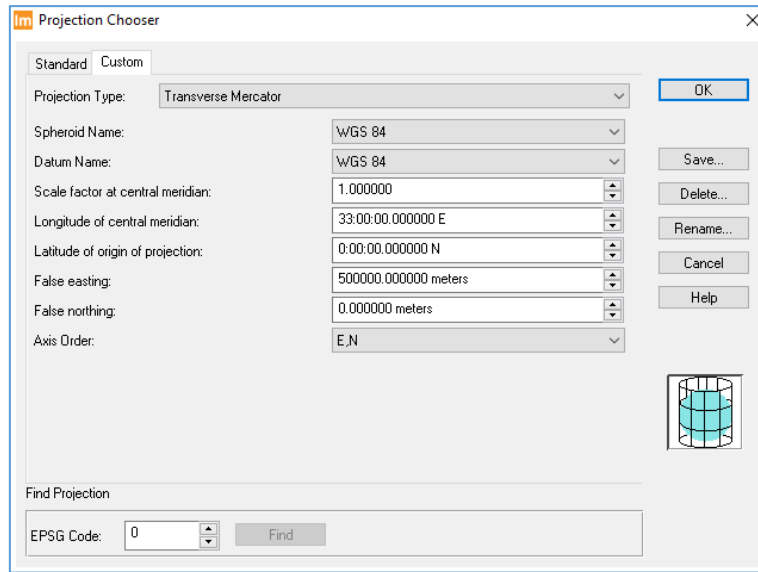
Şekil 6.63. Kamera modelinin belirlenmesi

Ekranda açılan **Block Property Setup** projeksiyon tanımlama diyalogunda görüntülerin projeksiyon ve koordinat sistemi tanımlanır (**Şekil 6.64**).



Şekil 6.64. Görüntülerin projeksiyon bilgisinin belirlenmesi

- **Set** butonuna tıklayınız.
- Projeksiyon sistemini **Projection Chooser** diyalogundaki gibi doldurunuz.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.65**).



Şekil 6.65. Görüntülerin projeksiyon bilgisinin girilmesi

- **Next** butonuna tıklayınız.

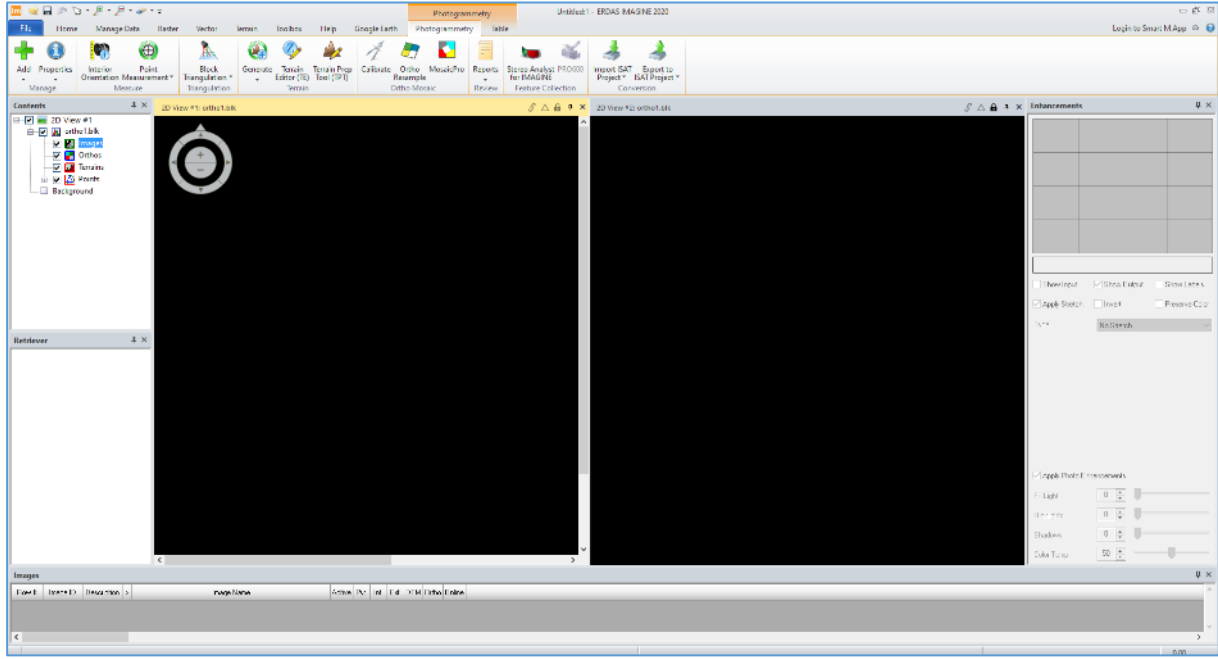
Block Property Setup diyalogunda;

- **New Camera** butonuna tıklayınız.
- **General** sekmesinde ilgili alanları **Camera Information** diyalogundaki gibi doldurunuz.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.66**).

Şekil 6.66. Kamera bilgilerinin girilmesi

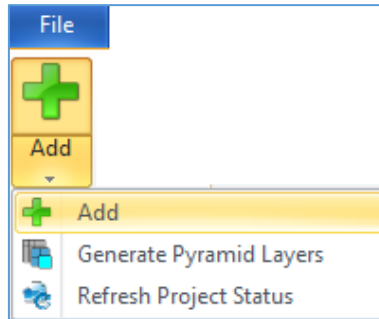
- **Average Flying Height (meters)** bölümüne uçağın ortalama uçuş yükseklik bilgisini **1300** metre olarak giriniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 6.67 ve Şekil 6.68).

Şekil 6.67. Kamera dönüklük açıları ve uçuş yüksekliğinin girilmesi



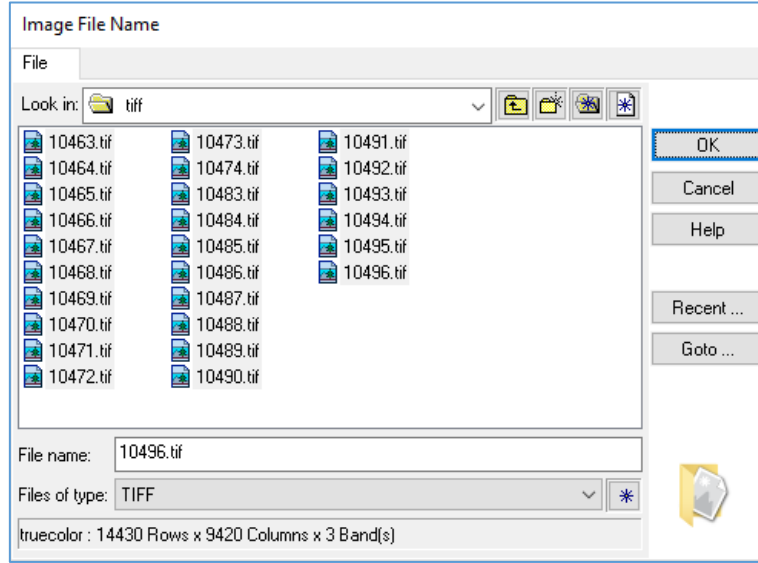
Şekil 6.68. Photogrammetry ekranı

- **Contents** panelinden **Images** katmanını seçiniz.
- **PHOTOGRAMMETRY** sekmesi > **Manage** grubu > **Add**  açılır listesinden **Add** fonksiyonuna tıklayınız (Şekil 6.69).

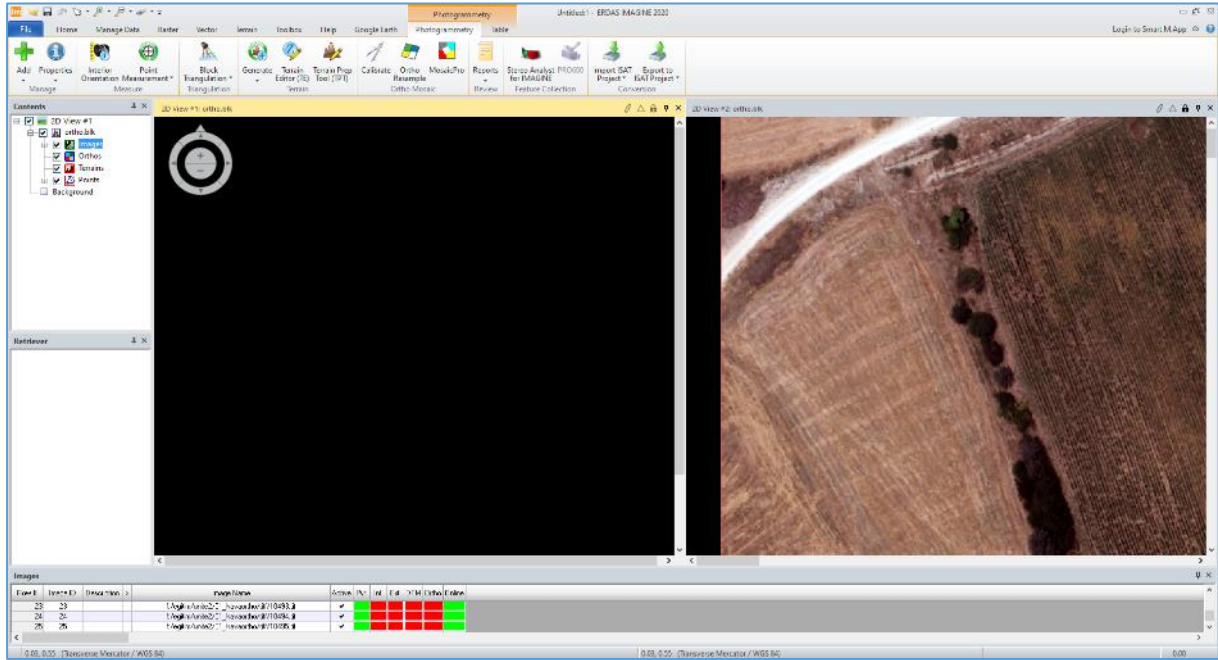


Şekil 6.69. Görüntü ekleme

- **Files of Type** kısmını **TIFF** olarak ayarlayınız.
- Dengeleme yapılacak görüntüleri **UNITE_5 > 04_HavaOrtho > tiff** klasöründen seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 6.70 ve Şekil 6.71).

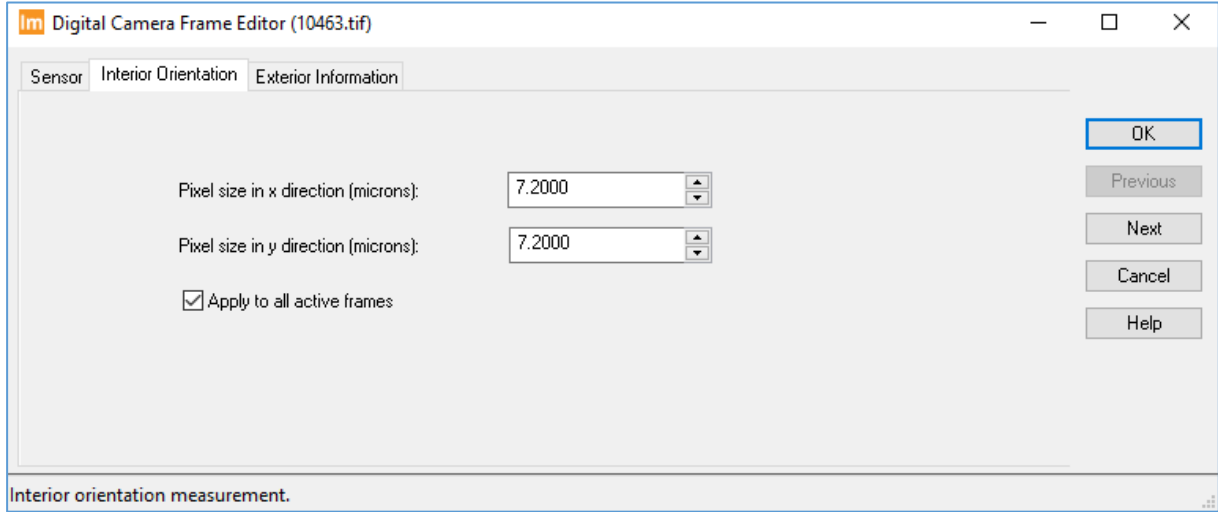


Şekil 6.70. Görüntü ekleme diyalogu



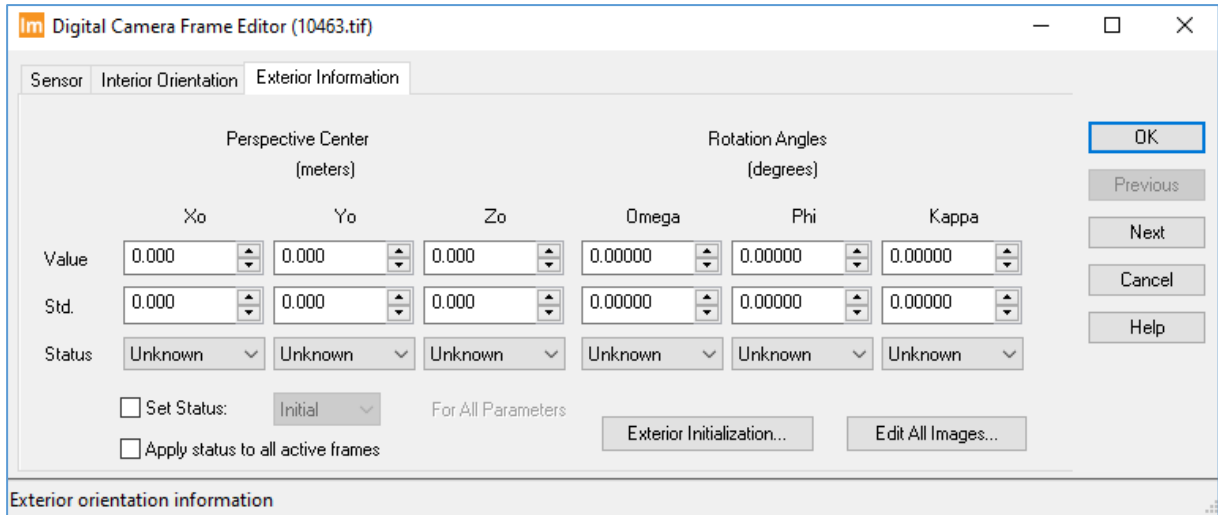
Şekil 6.71. Photogrammetry ekranı

- **PHOTOGRAMMETRY** sekmesi > **Measure** grubu > **Interior Orientation** butonuna tıklayarak **Digital Camera Frame Editor** diyalogunu açınız.
- Kamera iç yönelim bilgilerini girmek için **Interior Orientation** sekmesi tıklayınız.
- **Pixel size in x direction (microns)** kısmına **7.2** değerini, **Pixel size in y direction (microns)** kısmına **7.2** değerini giriniz.
- **Apply to all active frames** kutusunu işaretleyiniz. Böylece bütün görüntülere iç yönelim değerleri uygulanmış olur (Şekil 6.72).



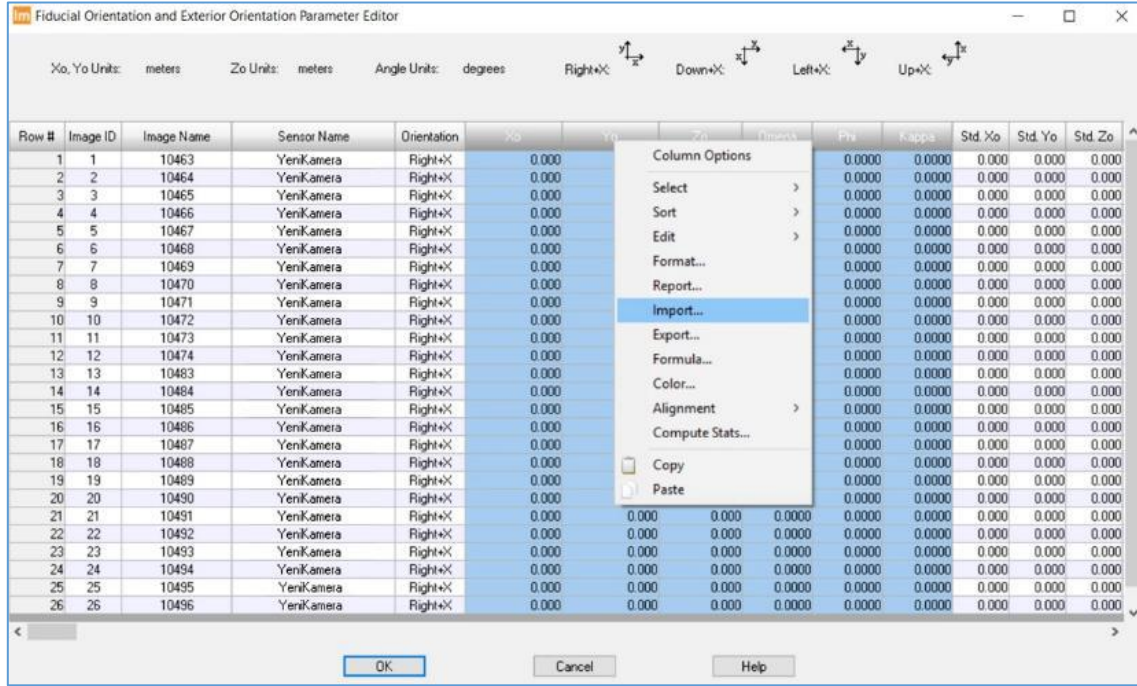
Şekil 6.72. Kamera iç yönelim bilgilerinin girilmesi

- Aynı diyalogdan **Exterior Information** sekmesine tıklayınız.
- **Edit All Images** butonuna tıklayınız (Şekil 6.73).



Şekil 6.73. Kamera dış yönelim bilgilerinin girilmesi

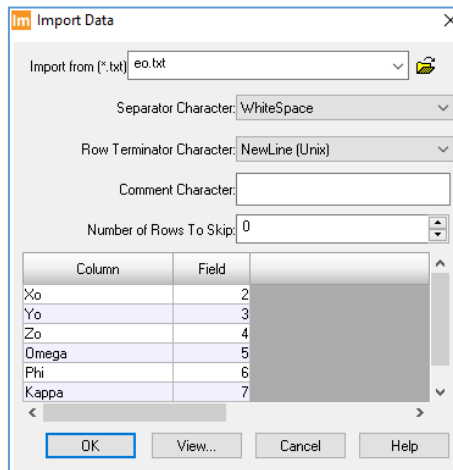
- **Xo, Yo, Zo, Omega, Phi, Kappa** alanlarını seçiniz.
- Alan başlığı üzerinden farenin sağ tuşuna tıklayarak **Import** seçeneğini seçiniz (Şekil 6.74).



Şekil 6.74. Kamera dış yönelim bilgilerinin girilmesi

Import Data diyalogunda;

- **Import From (*.txt)** kısmında bulunan klasör simgesine tıklayınız.
- Görüntünün orta noktasının gerçek koordinatlarıyla birlikte omega, phi ve kappa açılarını içeren **eo.txt** dosyasını **UNITE_5 > 04_HavaOrtho > eo** klasöründen seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız.
- Birinci sırada görüntü ismi olduğu için alan sıralaması 2'den başlayacak şekilde **3-4-5-6-7** olarak değiştiriniz.
- **Separator Character** kısmını **WhiteSpace** olarak değiştiriniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.75**).



Şekil 6.75. Dış yönelim bilgilerinin import edilmesi

- Fiducial Orientation diyalogunda Kappa'dan sonraki alanlar Initial olarak değiştiriniz.
- OK butonuna tıklayınız (Şekil 6.76).

X0	Y0	Z0	Omega	Phi	Kappa	Std. X0	Std. Y0	Std. Z0	Std. Om	Std. Ph	Std. Ka	Sta. X0	Sta. Y0	Sta. Z0	Sta. Om	Sta. Ph	Sta. Ka
382894.715	4514469.898	2146.156	-0.1357	0.2610	0.2057	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial
383191.725	4514465.890	2144.195	-0.1344	0.2518	-1.2240	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial
383488.631	4514458.786	2147.315	-0.1007	0.2594	-0.4009	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial
383785.095	4514448.436	2147.627	-0.0366	0.2508	-2.0924	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial
384082.138	4514434.914	2146.327	-0.0649	0.2205	-2.0558	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial
384378.269	4514425.467	2144.842	-1.5501	-1.7775	0.9068	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial
384675.375	4514428.044	2142.639	-1.0860	-1.1128	0.7418	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial
384972.084	4514432.004	2141.649	-0.5306	-0.3104	-0.1296	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial
385269.181	4514430.854	2142.429	-0.1087	0.2810	-1.7006	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial
385565.503	4514425.620	2144.892	-0.1011	0.2630	-0.1781	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial
385862.880	4514416.602	2145.530	-0.1197	0.2650	-2.0611	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial
386159.289	4514404.707	2144.444	-0.0912	0.2546	-2.1845	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial
386178.609	4515301.337	2132.039	0.0981	-0.2409	178.0324	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial
385981.366	4515308.916	2135.036	0.0466	-0.2808	178.9836	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial
385583.463	4515315.021	2132.598	0.0673	-0.2661	179.8958	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial
385288.139	4515319.245	2132.026	0.0880	-0.2464	177.9928	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial
384990.744	4515324.238	2133.239	0.1124	-0.2397	179.1894	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial
384693.129	4515328.608	2133.389	0.0877	-0.2613	179.2228	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial
384397.617	4515331.244	2134.546	0.1215	-0.2511	179.5561	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial
384100.411	4515340.331	2134.479	0.0741	-0.2547	178.4624	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial
383803.664	4515352.144	2134.013	0.0961	-0.2632	177.4793	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial
383507.063	4515361.944	2134.275	0.1453	-0.3240	178.3267	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial
383209.651	4515367.528	2134.211	0.3425	-0.0027	-179.5557	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial
382913.370	4515368.990	2132.139	0.2493	0.0034	-177.8742	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial
382616.655	4515369.877	2134.062	0.0565	-0.2793	179.8941	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial
382319.482	4515373.475	2134.831	0.1023	-0.2495	179.0598	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial	Initial

Şekil 6.76. Dış yönelim bilgilerinin düzenlenmesi

- Apply status to all active frames kutusunu işaretleyiniz ve OK butonuna tıklayınız (Şekil 6.77).

Digital Camera Frame Editor (10463.tif)

Sensor Interior Orientation Exterior Information

Perspective Center (meters)

Rotation Angles (degrees)

Value: X0: 382894.715, Y0: 4514469.898, Z0: 2146.156, Omega: -0.13565, Phi: 0.26101, Kappa: 0.20566

Std.: 0.000, 0.000, 0.000, 0.00000, 0.00000, 0.00000

Status: Initial, Initial, Initial, Initial, Initial, Initial

☐ Set Status: Initial For All Parameters

☒ Apply status to all active frames

Exterior Initialization... Edit All Images...

OK Previous Next Cancel Help

Şekil 6.77. Dış yönelim bilgilerinin düzenlenmesi

Kamera Parametreleri: Kamera parametreleri kamera üretici firma tarafından sağlanmalıdır (Şekil 6.78).

- **Focal Length (mm):** Kameranın odak uzaklığıdır.

- **Principal Point xo:** Optikten CCD'nin merkezine düşmesi gereken ışının, planlanan ile gerçekleşen arasındaki farktır (x için).
- **Principal point yo:** Optikten CCD'nin merkezine düşmesi gereken ışının, planlanan ile gerçekleşen arasındaki farktır (y için).

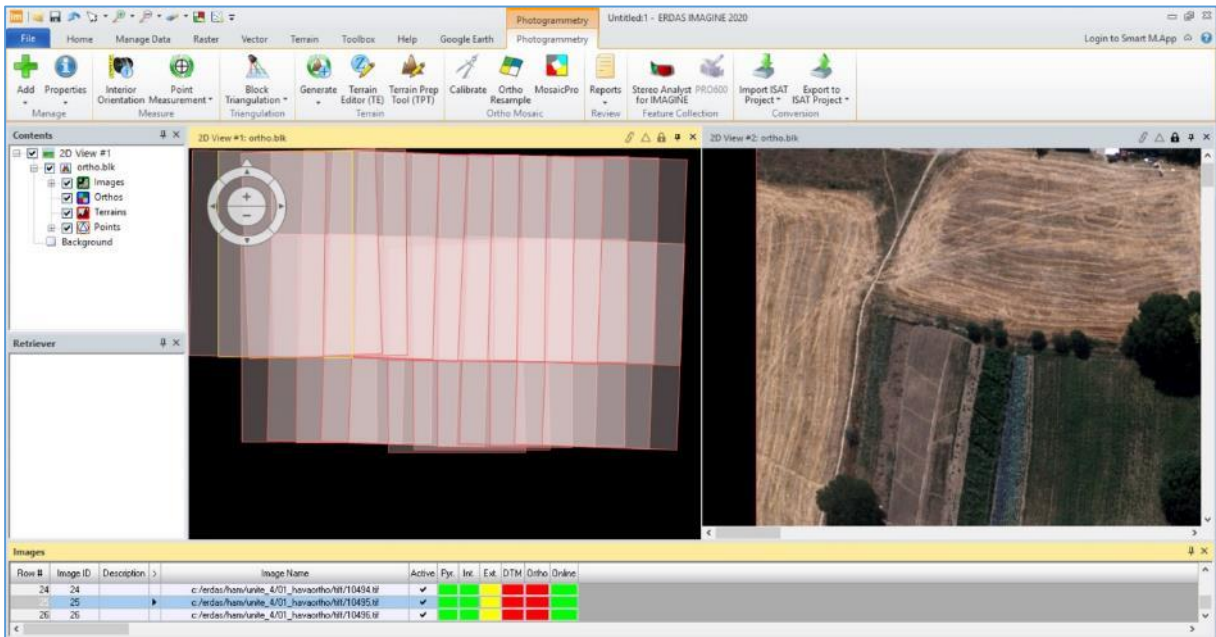
Ortalama Uçuş Yüksekliği: Uçuş yüksekliği ortalamasıdır.

Interior Orientation: İç yönelim parametreleridir.

- **Pixel size x direction (microns):** Kamera içindeki CCD'nin büyüklüğüdür (x için).
- **Pixel size y direction (microns):** Kamera içindeki CCD'nin büyüklüğüdür (y için).

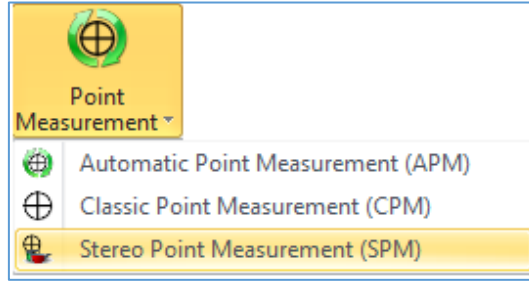
Exterior Orientation: Dış yönelim parametreleridir. Uçuş sırasında IMU ve GPS sisteminin ölçtüğü ve çekilen her bir görüntü için gerekli olan parametrelerdir.

- **Omega, Phi, Kappa:** Dönüklük açılarıdır. Uçağın dönüklük verileri ile görüntünün çekildiği andaki yüksekliği ve görüntünün merkez koordinatının kamera optiğine denk gelen yaklaşık koordinatıdır.
- **Görüntünün kameradaki projeksiyon merkez koordinatı x,y,z:** Yerdeki çekilen görüntünün orta noktasının kamerada oluşan görüntüdeki projeksiyonudur.



Şekil 6.78. Hava fotoğraflarının görüntülenmesi

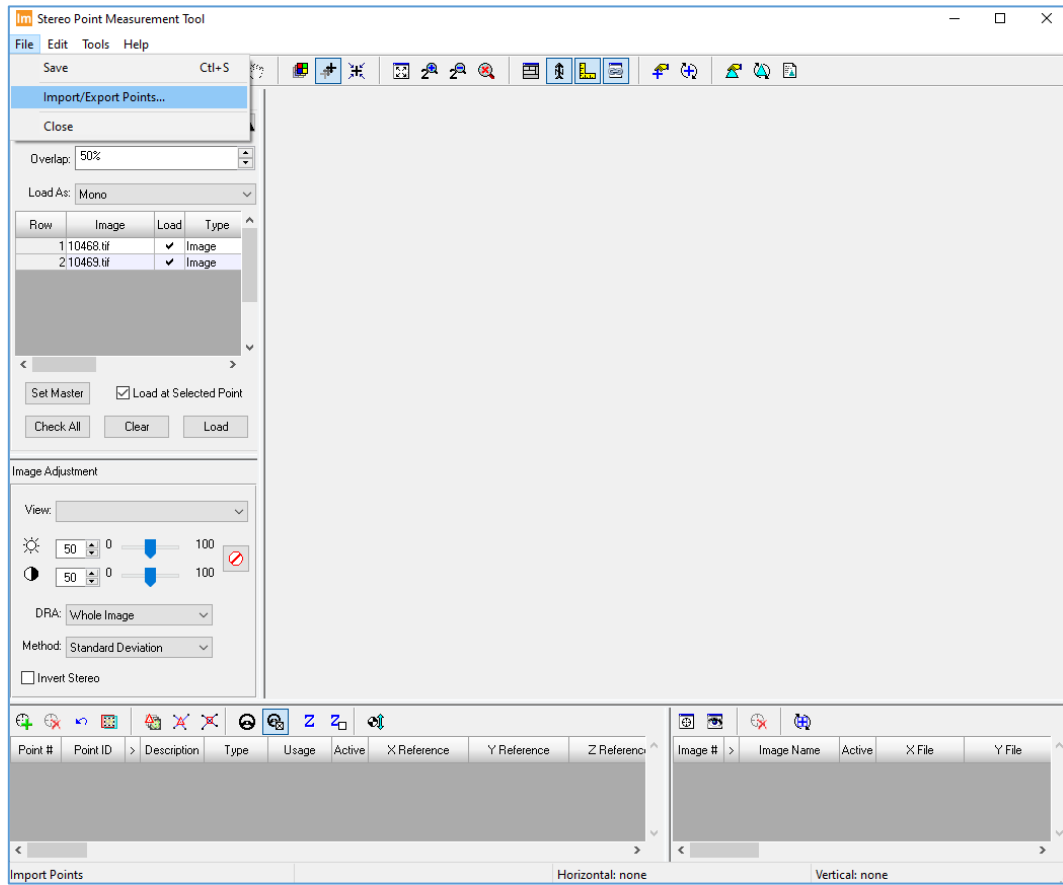
- **PHOTOGRAMMETRY** sekmesi > **Measure** grubu > **Point Measurement**  açılır listesinden **Stereo Point Measurement** fonksiyonuna tıklayınız (Şekil 6.79).



Şekil 6.79. Stereo Point Measurement arayüzünün açılması

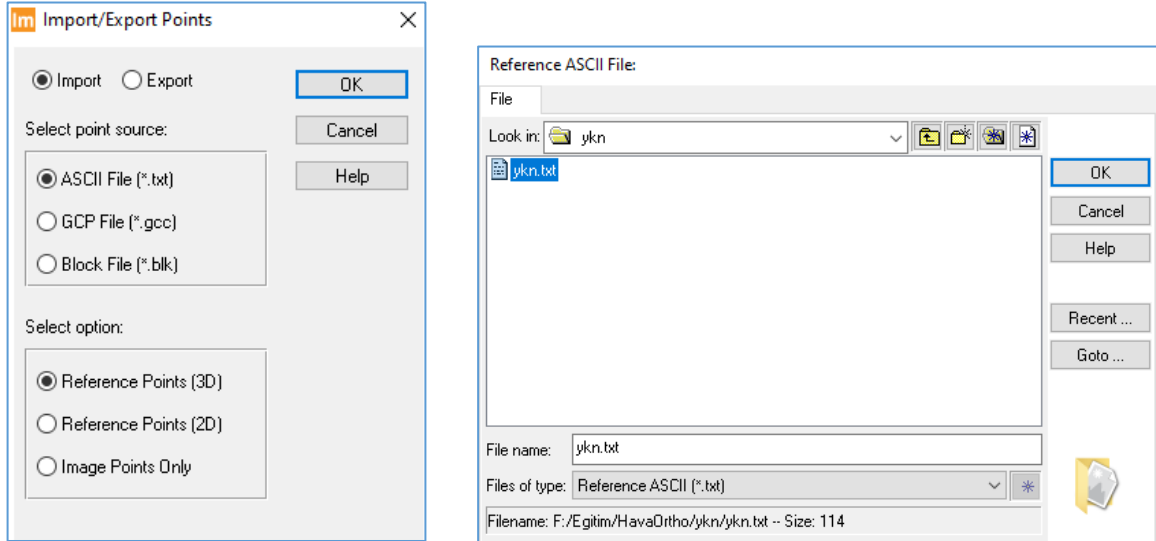
Ekranda açılan **Stereo Point Measurement Tool** arayüzünde;

- **File** sekmesi altında bulunan **Import/Export Points** seçeneğini seçiniz (**Şekil 6.80**).



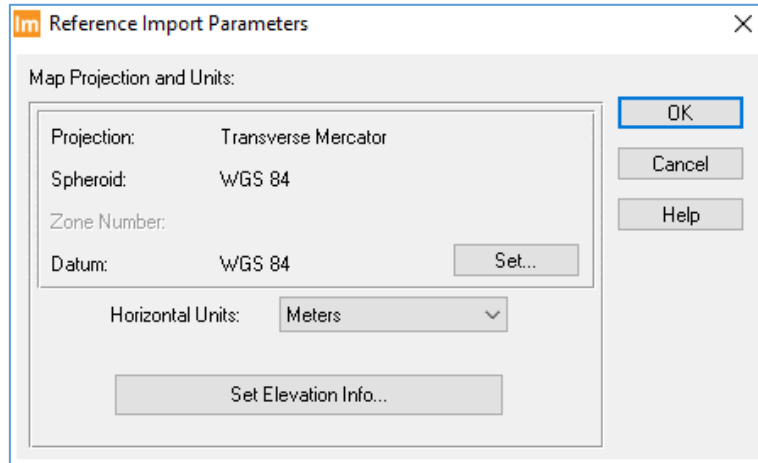
Şekil 6.80. Stereo Point Measurement arayüzü

- **Import/Export Point** diyalogunda **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.81**).
- **UNITE_5 > 04_HavaOrtho > ykn** klasöründe bulunan daha önce oluşturulmuş yer kontrol noktalarını **ykn.txt** dosyası ile seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız.



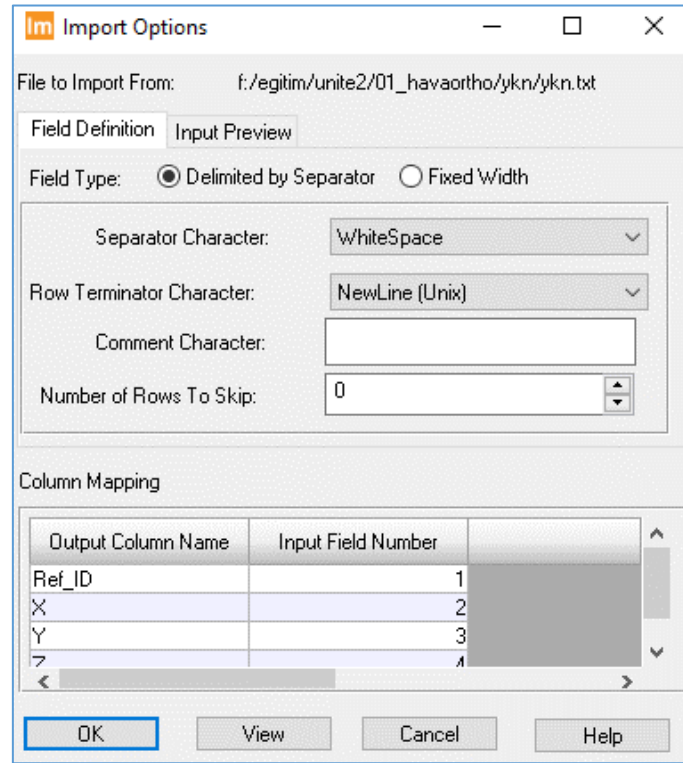
Şekil 6.81. YKN'lerin import edilmesi

- Projeksiyon sistemi ile ilgili herhangi bir değişiklik yapmadan **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.82**).



Şekil 6.82. YKN projeksiyon sisteminin tanımlanması

- **Import Options** diyalogunda referans koordinatlar kontrol ediniz ve **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.83**).

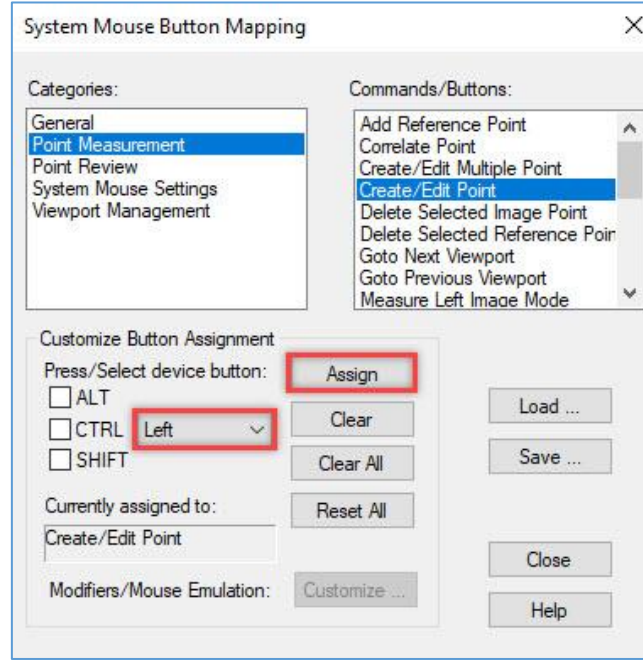


Şekil 6.83. Import Options diyalogu

YKN ekleme işlemine başlamadan önce fare ayarının yapılması gerekmektedir.

Fare ayarları için;

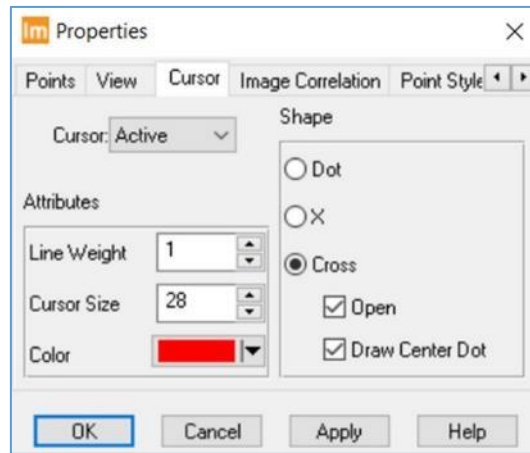
- **Stereo Point Measurement Tool** diyalogunda **Edit** sekmesi içerisinde bulunan **Devices** kısmına tıklayınız.
- **System Mouse** ayarına tıklayarak **Button Mappings** butonuna tıklayınız.
- **Categories** kısmından **Point Measurement** seçeneğini seçiniz.
- **Commands/Buttons** kısmından **Creat/Edit Point** seçeneğini seçiniz.
- **Press/Select device button** açılır listesinden **Left** seçeneğini seçerek **Assign** butonuna tıklayınız.
- **Close** butonuna tıklayarak pencereyi kapatınız (Şekil 6.84).



Şekil 6.84. Fare ayarları

Fare imleç rengini ayarlamak için;

- **Stereo Point Measurement Tool** diyalogunda **Tools** sekmesi içerisinde bulunan **Viewing Properties** kısmına tıklayınız.
- **Cursor** sekmesine tıklayınız ve **Color** kısmını kırmızı olarak değiştiriniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.85**).

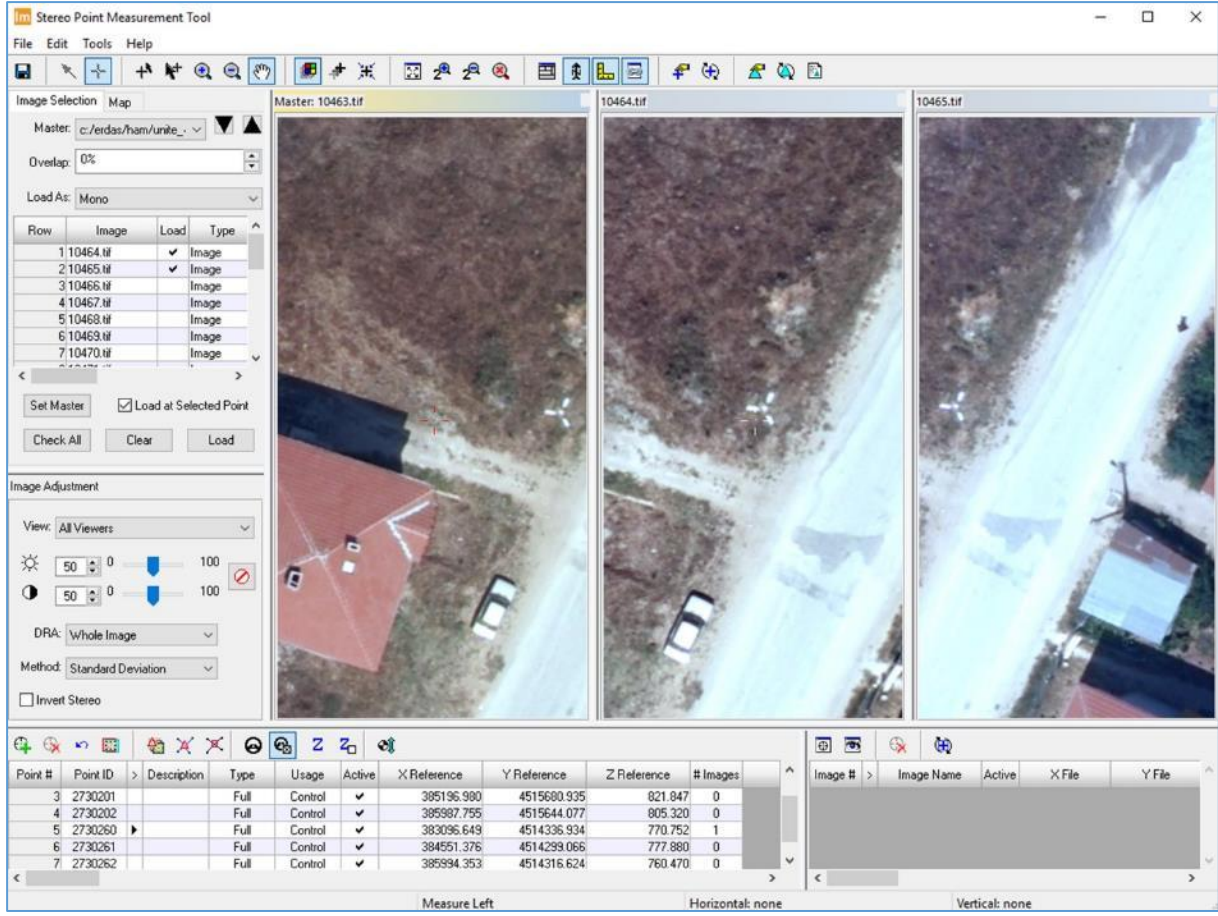


Şekil 6.85. Fare imleç rengini ayarları

YKN eklemek için;

- **Master** kısmında master görüntü olarak **10463** görüntüsünü seçiniz.
- **Overlap** kısmı **%0** olarak belirleyiniz ve **Set Master** butonuna tıklayınız.
- **Clear** butonuna tıklayarak **Load** sütununu seçilmemiş hale getiriniz.

- **10464** ve **10465** numaralı görüntüleri seçiniz ve **Load** butonuna tıklayınız.
- Arayüzün alt kısmında bulunan **2730260** numaralı **Point_ID**' i seçiniz (**Şekil 6.86**).



Şekil 6.86. YKN işaretleme

- **Enable Fixed Cursor Mode**  butonuna tıklayınız.
- Sahada işaretlenen YKN noktasını bulunuz ve **Enable Create/Edit Point**  butonunun seçili olduğunu kontrol ediniz.
- **Toggle Automatic Cursor Mode**  aracı ile yeterli zoom seviyesinde kırmızı renkli cursor ile 10463 numaralı görüntüdeki YKN'yi işaretleyiniz.
- Sırası ile **10464** ve **10465** numaralı görüntülerdeki YKN'leri işaretleyiniz.
- **Master** kısmında master görüntü olarak **10468** görüntüsünü seçiniz.
- **Clear** butonuna tıklayınız.
- **10469** ve **10470** nolu görüntüleri seçiniz. **Load** butonuna tıklayınız.
- Arayüzün alt kısmında bulunan **2730261** numaralı **Point_ID** i seçiniz.
- YKN'ler yeterli zoom seviyesine getiriniz ve 10468 nolu görüntüdeki YKN'yi **Toggle Automatic Cursor Mode**  aracı ile ilk olarak işaretleyiniz.

- **Enable Create/Edit Point**  butonunun seçili olduğunu kontrol ediniz.
- Sırası ile **10469** ve **10470** numaralı görüntülerdeki YKN'leri işaretleyiniz.
- Aynı yöntem ile aşağıdaki görüntüleri seçerek ortak YKN'leri işaretleyiniz (**Şekil 6.87** ve **Şekil 6.88**).

g2730199 → 494 - 495 - 496

g2730200 → 489 - 490 - 491

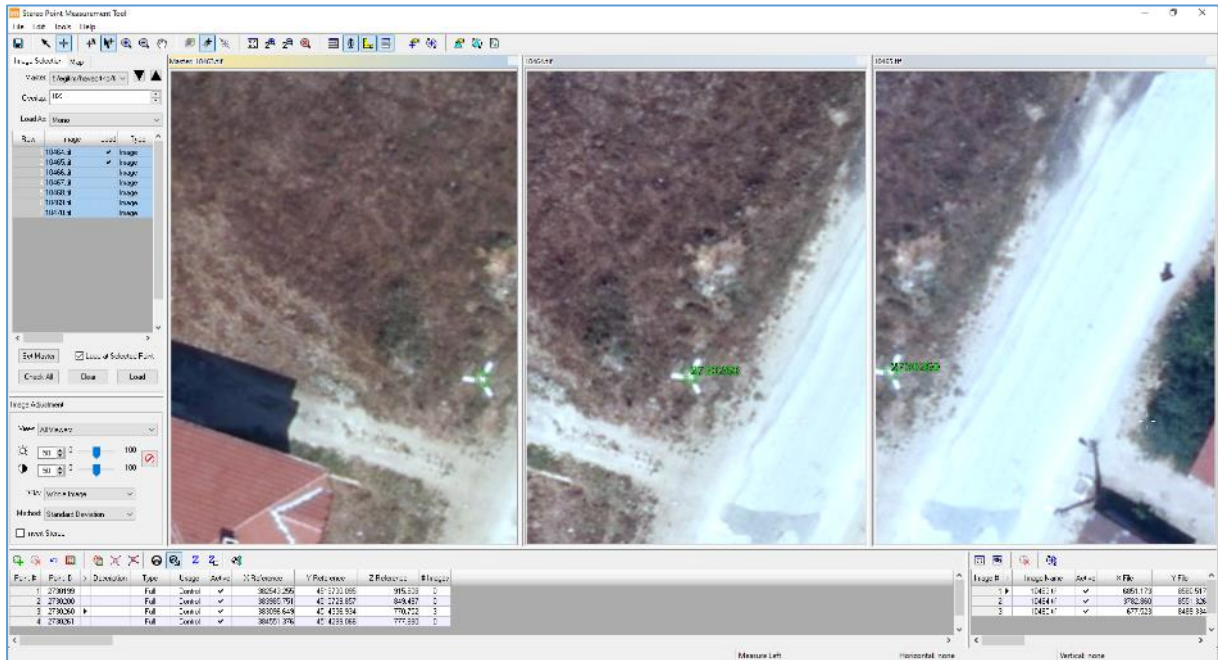
g2730201 → 486 - 487

g2730202 → 483 - 484 - 485

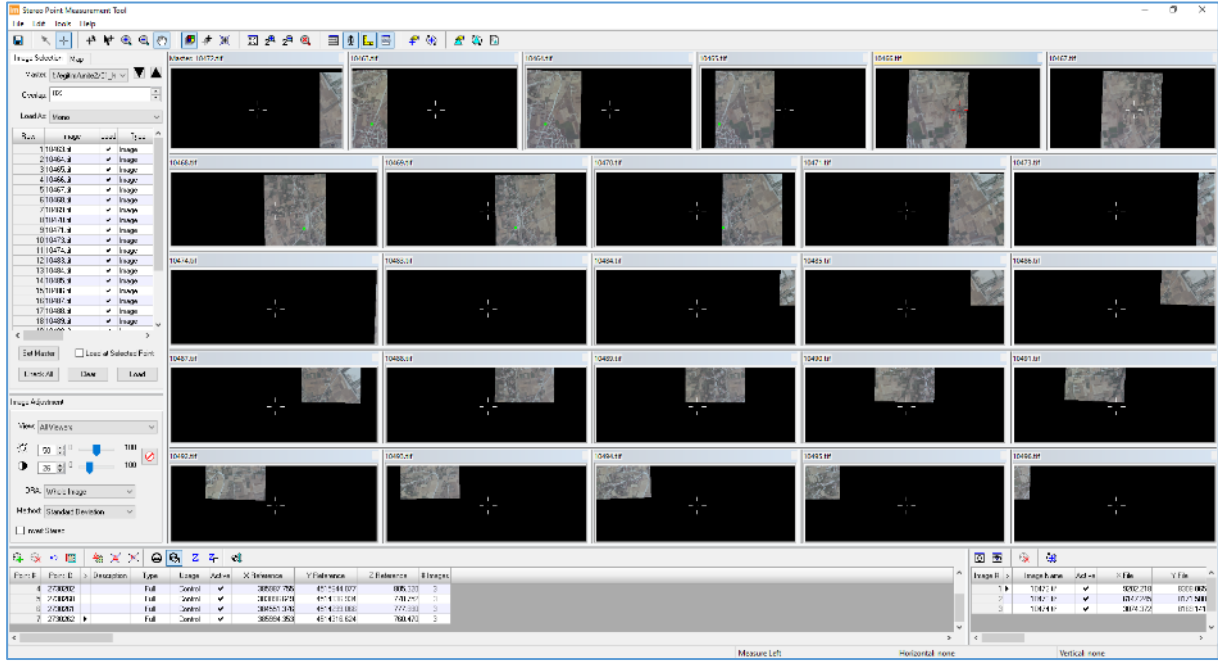
g2730260 → 463 - 464 - 465 **

g2730261 → 468 - 469 - 470

g2730262 → 472 - 473 - 474

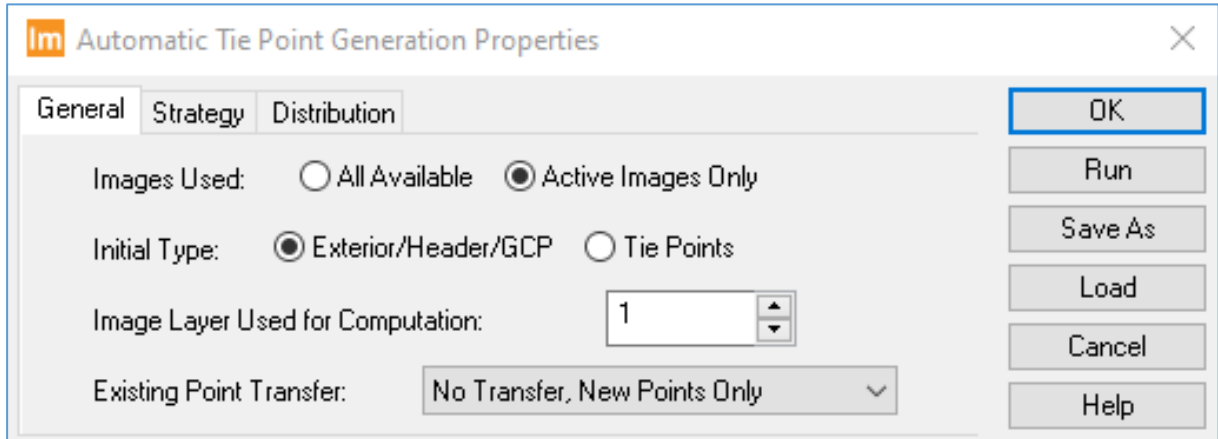


Şekil 6.87. YKN işaretleme



Şekil 6.88. YKN işaretleme

- YKN tanımlama işlemi bittikten sonra **Edit Automatic Tie Point Generation Properties** butonuna tıklayınız.
- Açılan diyalogdaki tüm değerleri kabul ederek **Run** butonuna tıklayınız (Şekil 6.89).



Şekil 6.89. Otomatik Tie Point oluşturma

- Ekrana gelen raporu inceleyiniz (Şekil 6.90).

Row #	Image ID	Image Name	Number of Intended Points	Number of Found Points	Number of Patterns	Point Success Rate %	Pattern Success Rate %
1	1	10463	25	54	25	100.00	76.00
2	2	10464	25	62	25	100.00	100.00
3	3	10465	25	55	25	100.00	84.00
4	4	10466	25	40	25	100.00	88.00
5	5	10467	25	36	25	100.00	96.00
6	6	10468	25	41	25	100.00	88.00
7	7	10469	25	42	25	100.00	92.00
8	8	10470	25	35	25	100.00	80.00
9	9	10471	25	37	25	100.00	88.00
10	10	10472	25	39	25	100.00	80.00
11	11	10473	25	37	25	100.00	92.00
12	12	10474	25	29	25	100.00	68.00
13	13	10483	25	31	25	100.00	56.00
14	14	10484	25	39	25	100.00	84.00
15	15	10485	25	41	25	100.00	84.00
16	16	10486	25	31	25	100.00	76.00
17	17	10487	25	33	25	100.00	76.00
18	18	10488	25	42	25	100.00	88.00
19	19	10489	25	42	25	100.00	92.00
20	20	10490	25	41	25	100.00	76.00
21	21	10491	25	38	25	100.00	80.00
22	22	10492	25	45	25	100.00	72.00
23	23	10493	25	53	25	100.00	72.00
24	24	10494	25	52	25	100.00	80.00
25	25	10495	25	47	25	100.00	76.00
26	26	10496	25	27	25	100.00	48.00

Average Point Success Rate (%): 100.00 Average Pattern Success Rate (%): 80.46

Total unique tie points found: 298

Şekil 6.90. Tie Point tablosu

6.4.1 YKN Dengeleme İşlemleri

- **Edit Triangulation Properties**  butonuna tıklayarak **Aerial Triangulation** diyalogunu açınız.
- **General** sekmesine tıklayınız.
- **Maximum Iterations** kısmını **50**, **Covergence Value (meters)** kısmını **0.1** ve **Image Coordinate Units for Report** kısmını **Pixel** olarak tanımlayınız (Şekil 6.91).

General

Point

Interior

Exterior

Advanced Options

OK

Run

Update

Accept

Report...

Cancel

Help

Maximum Iterations:

50

Convergence Value (meters):

0.10000

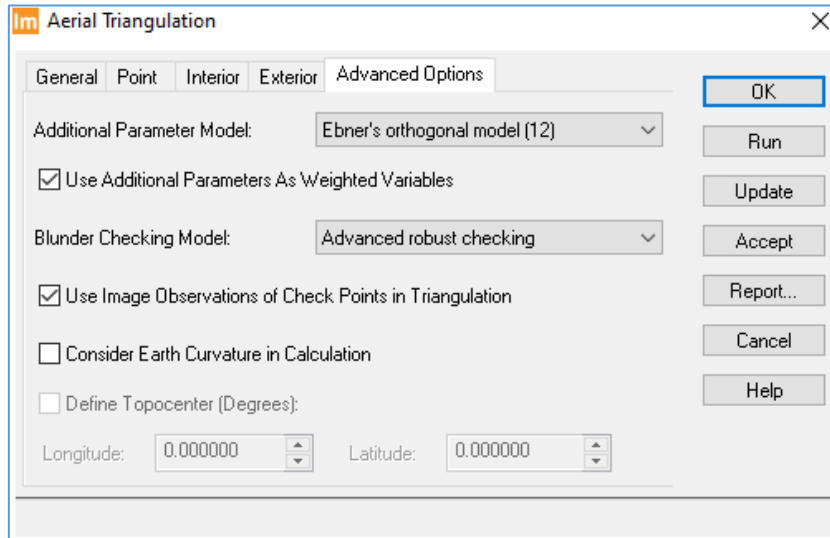
☐ Compute Accuracy for Unknowns

Image Coordinate Units for Report

Pixels

Şekil 6.91. Modelin çalıştırılması

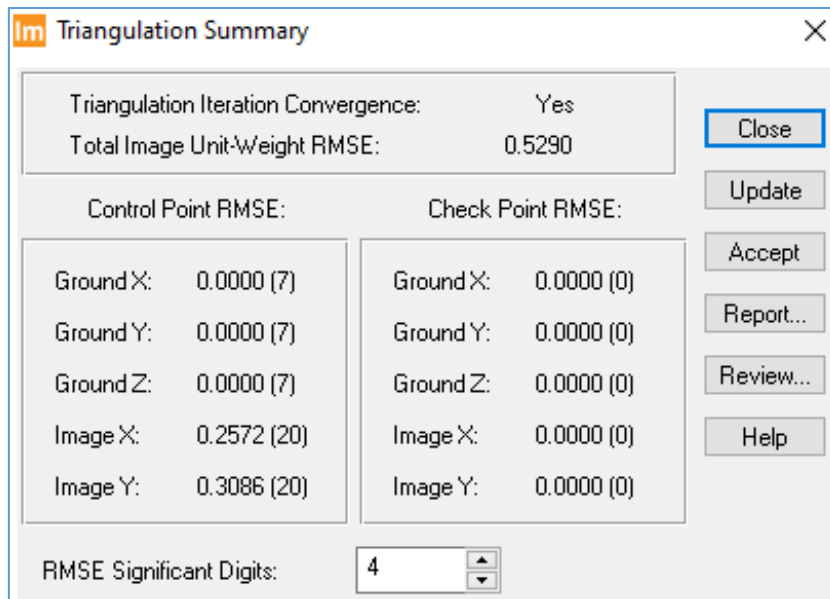
- **Advanced Options** sekmesine tıklayınız ve aşağıdaki değişiklikleri yapınız (Şekil 6.92).



Şekil 6.92. Modelin çalıştırılması

- **Run** butonuna tıklayınız.

Ekranda açılan **Triangulation Summary** diyalogundaki raporu inceleyiniz. RMSE hatasının 1'den düşük çıkması her zaman en ideal sonuçtur. Hata yüksek çıktığında Report butonuna tıklanarak hata oranı yüksek Tie Pointler hesap dışı bırakılmalıdır (Şekil 6.93).

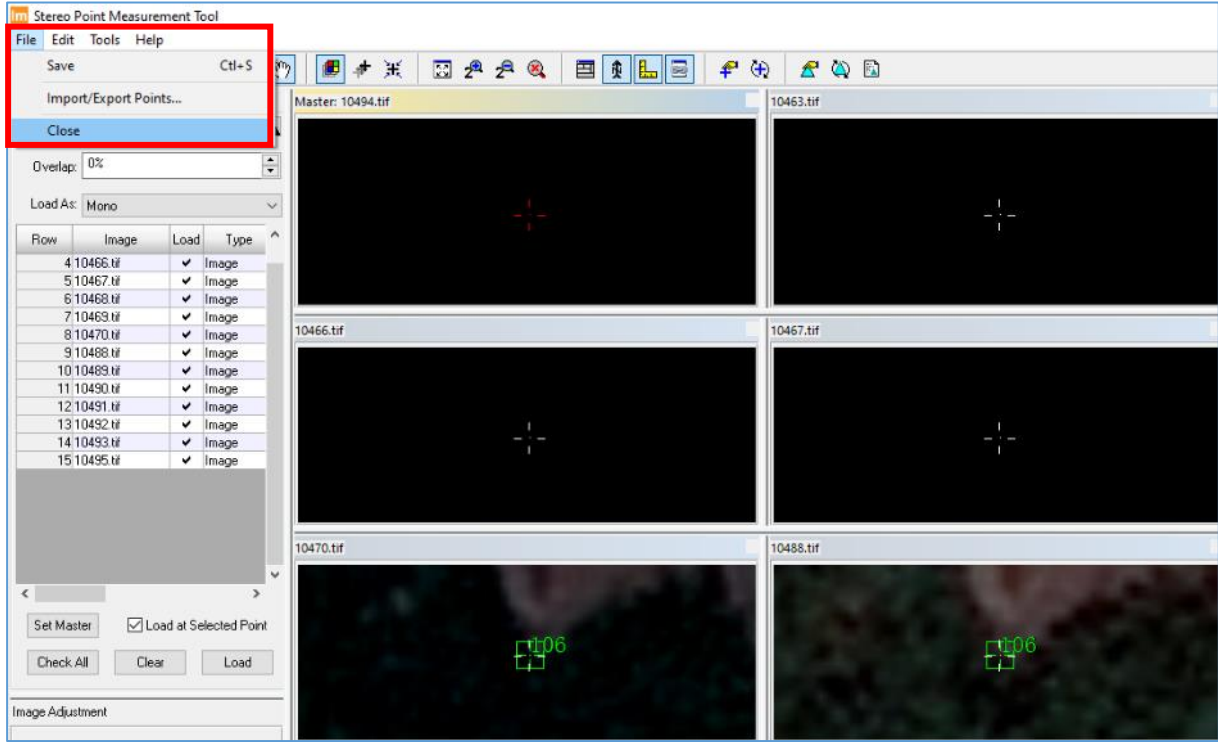


Şekil 6.93. RMSE hataların görüntülenmesi

- **Accept** butonuna tıklayınız.

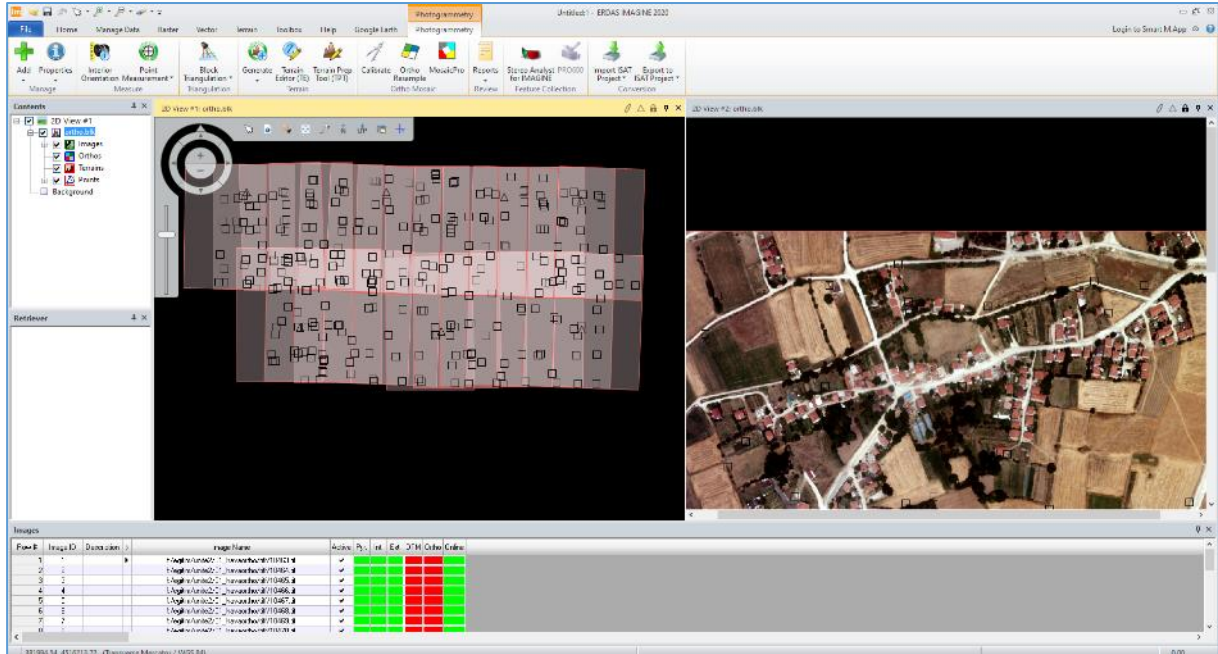
Stereo Point Measurement Tool arayüzünde;

- File sekmesi altında bulunan **Close** komutu ile arayüzü kapatınız (Şekil 6.94).



Şekil 6.94. YKN görüntülenmesi

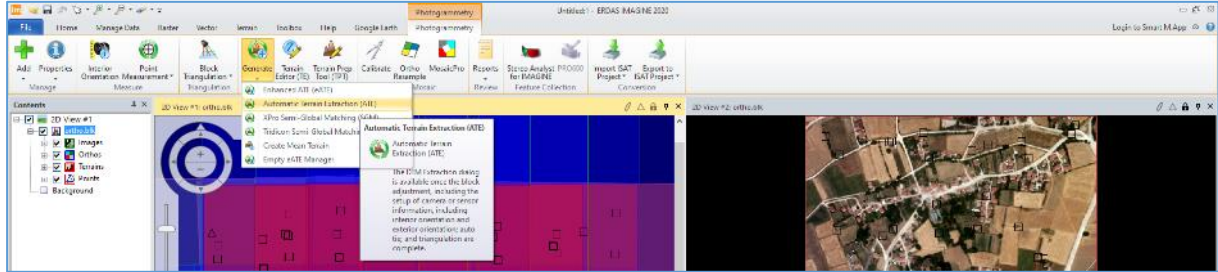
PHOTOGRAMMETRY arayüzünde Ext. (Exterior Parameters) alanının yeşil olduğu gözlemlenir (Şekil 6.95).



Şekil 6.95. Exterior modelin onayı

6.4.2 DTM Oluşturma

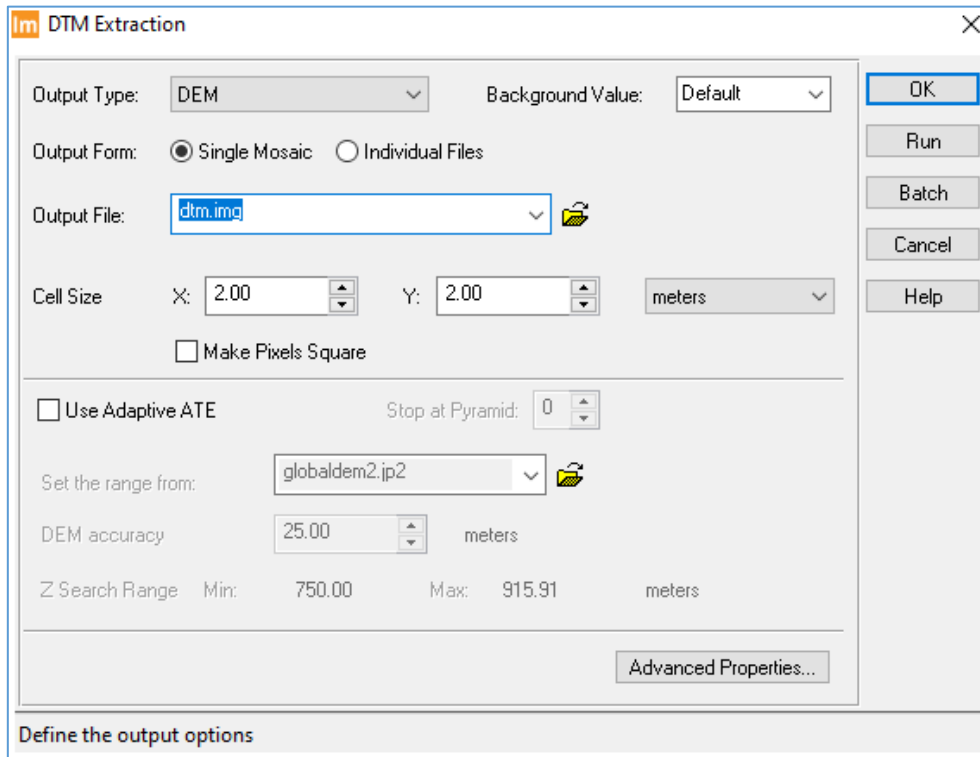
- **PHOTOGRAMMETRY** sekmesi > **Terrain** grubu > **Generate**  açılır listesinden **Automatic Terrain Extraction (ATE)** fonksiyonuna tıklayınız (Şekil 6.96).



Şekil 6.96. ATE arayüzünün çalıştırılması

DTM Extraction diyalogunda;

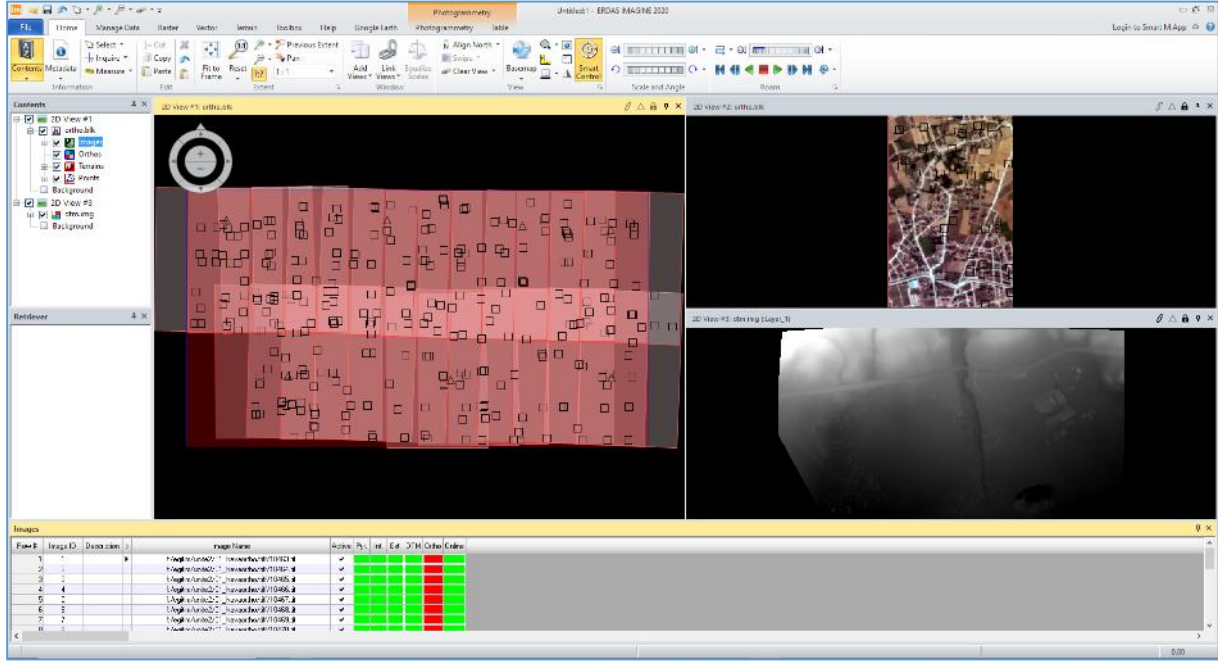
- **Output Form** kısmında **Single Mosaic** kutusunu işaretleyiniz.
- **Output File** alanına **dtm** ismini tanımlayınız ve **UNITE_5 > 04_HavaOrtho > Output** klasörü olarak belirleyiniz.
- **Cell Size** kısmında DTM'de hücre büyüklüğünü tanımlayınız.
- **Use Adaptive ATE** kutusunu işaretlemeyiniz.
- **Run** butonuna tıklayarak işlemi başlatınız (Şekil 6.97).



Şekil 6.97. DTM oluşturma

Oluşturulan DTM verisini görüntülemek için;

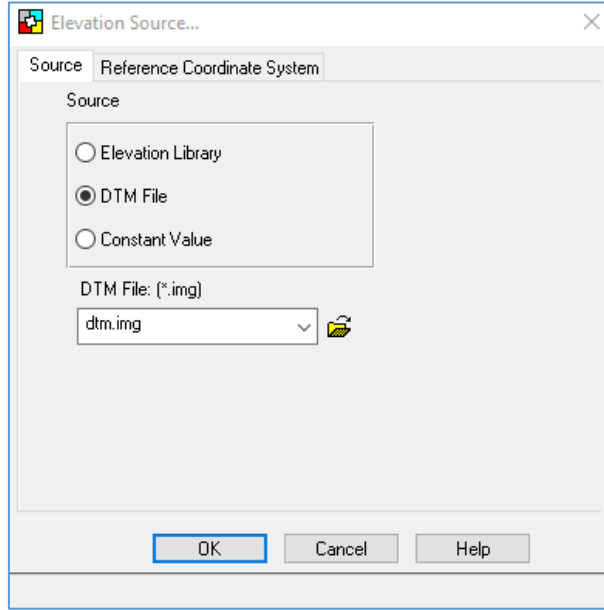
- **HOME** sekmesi > **Windows** grubu > **Add Views**  butonuna tıklayınız.
- **Add Views** menüsü altından **Display Three View** seçeneğine tıklayınız.
- **2D View #3** penceresi üzerinde sağ tıklayınız ve **Open Raster Layer** seçeneğini seçiniz.
- **UNITE_5 > 04_HavaOrtho > Output** klasöründe bulunan **dtm** dosyasını seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.98**).



Şekil 6.98. DTM görüntüleme

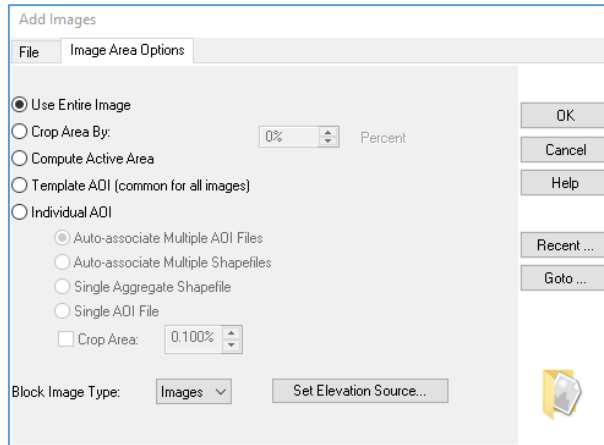
6.4.3 Ortofoto Üretimi

- **PHOTOGRAMMETRY** sekmesi > **Ortho Mosaic** grubu > **MosaicPro**  fonksiyonuna tıklayınız.
- Ekranda açılan **Elevation Source** diyalogunda **DTM File** kutusunu işaretleyiniz.
- **DTM File (*.img)** kısmında bir önceki adımda oluşturulan DTM verisini, **UNITE_5 > 04_HavaOrtho > Output** klasöründen seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.99**).



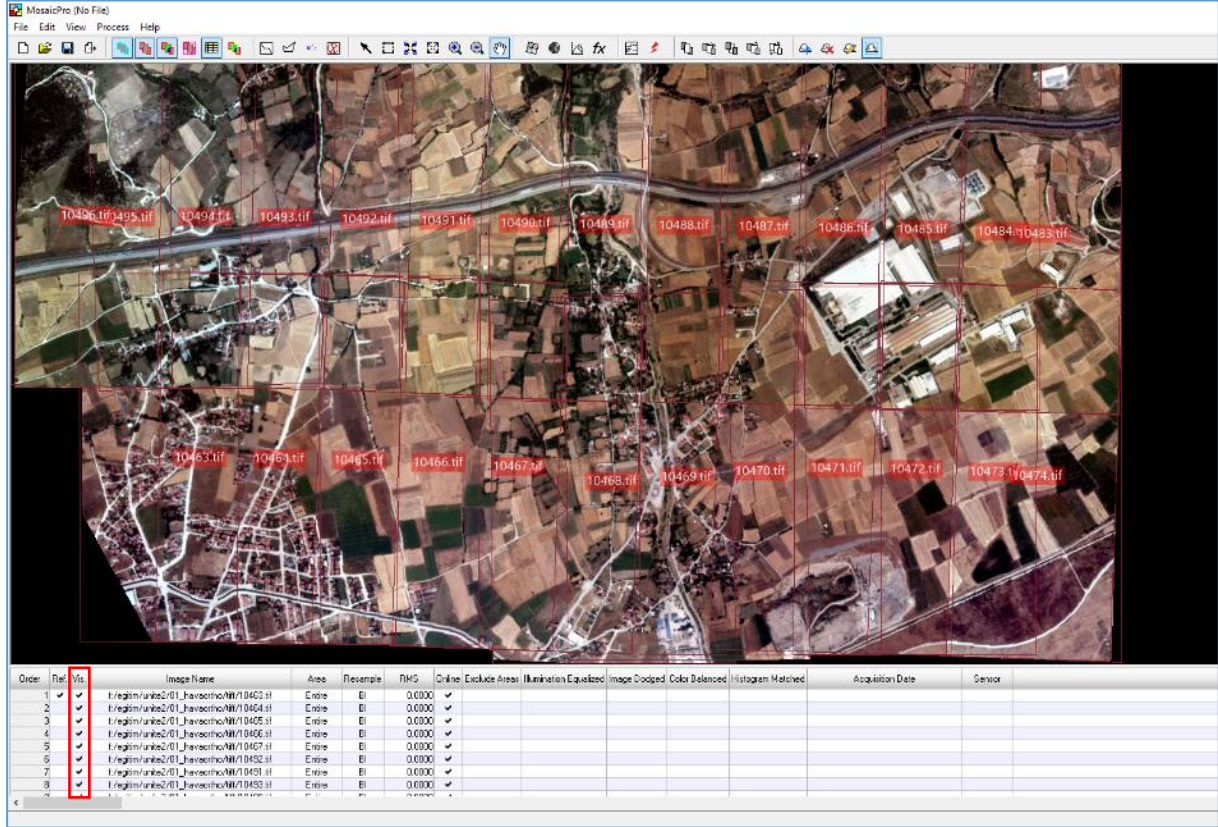
Şekil 6.99. Ortho görüntü oluşturmak için DTM verisinin tanımlanması

- **Add Images** diyalogunda **Use Entire Image** kutusunu işaretleyiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 6.100).



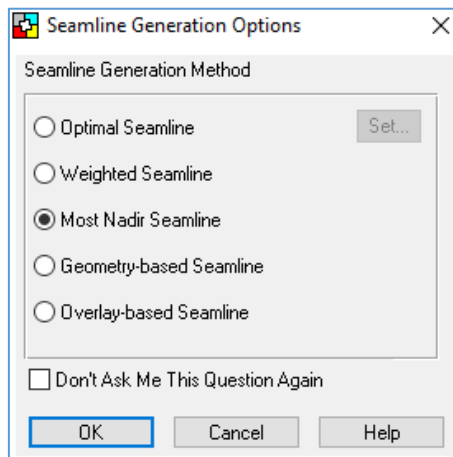
Şekil 6.100. Görüntülerin eklenmesi

- MosaicPro arayüzünde **Display Raster Image**  butonu ile fotoğraflar görünür hale getiriniz.
- Alt kısımda bulunan **Vis.** kutusunu bütün görüntüler için işaretleyiniz (Şekil 6.101).



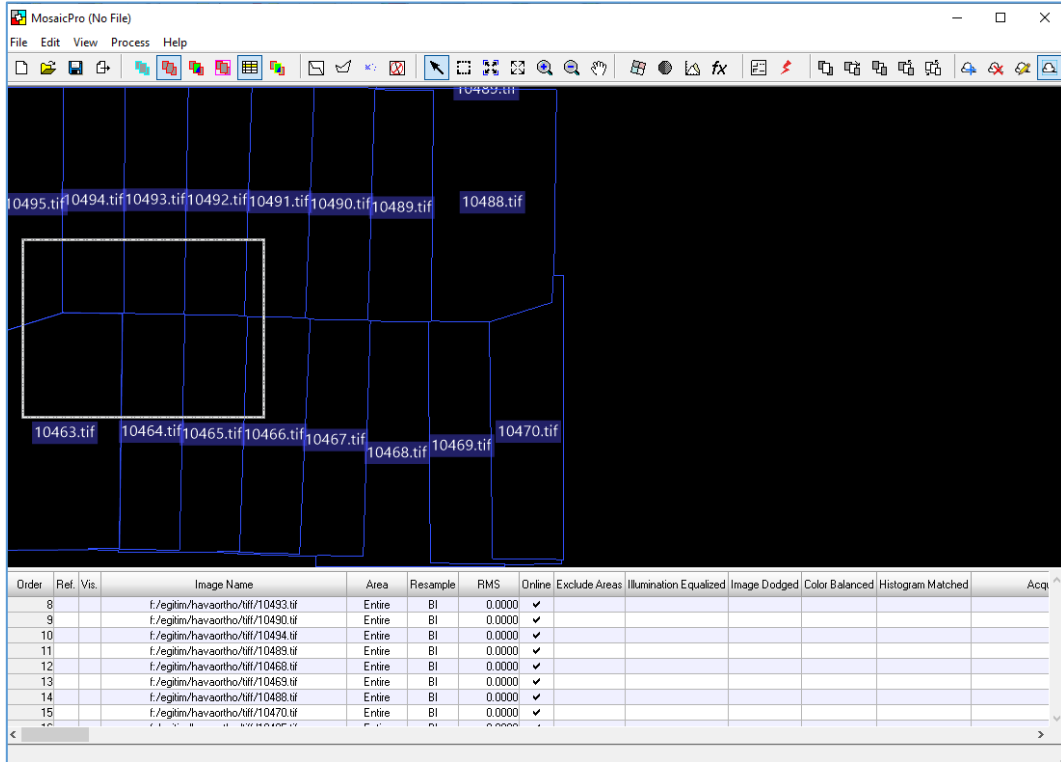
Şekil 6.101. Mozaik ekranı

- MosaicPro arayüzünde **Automatically Generate Seamlines for Intersections**  aracına tıklayınız.
- **Seamline Generation Options** diyalogunda **Most Nadir Seamline** kutusunu işaretleyiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 6.102).



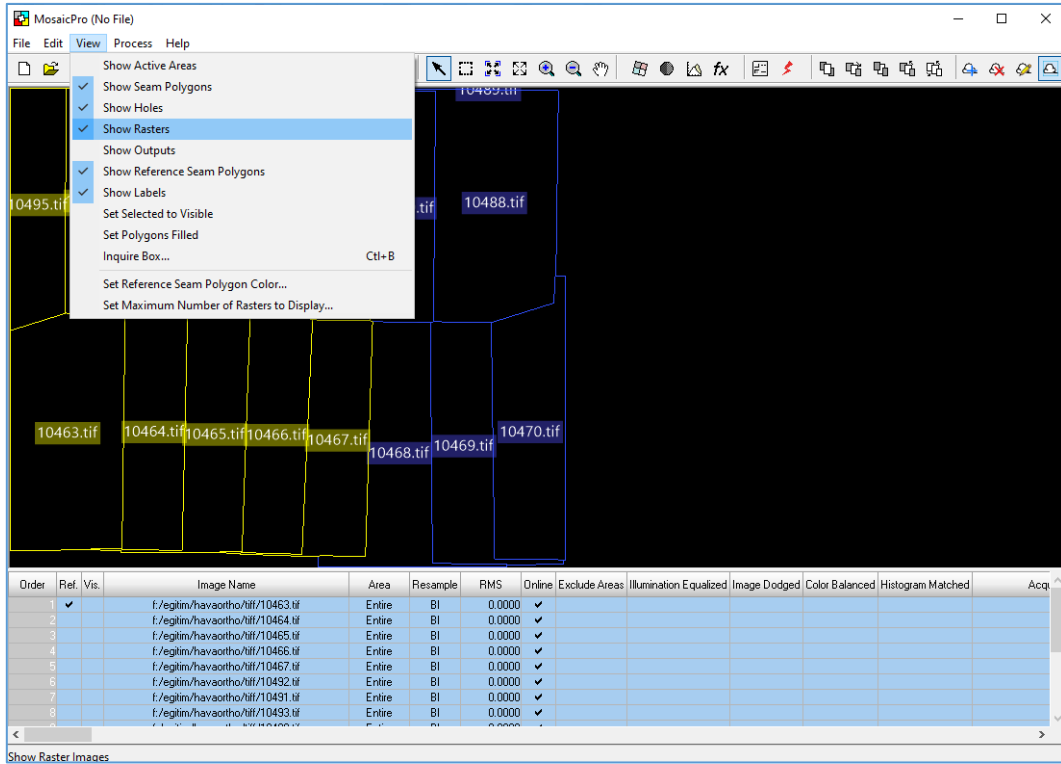
Şekil 6.102. Mozaik Seamline düzenleme

- MosaicPro arayüzünde **Display Active Area Boundaries**  aracına tıklayınız.
- Farenin sol tuşu ile ekranda bir kısım görüntü seçiniz (Şekil 6.103).



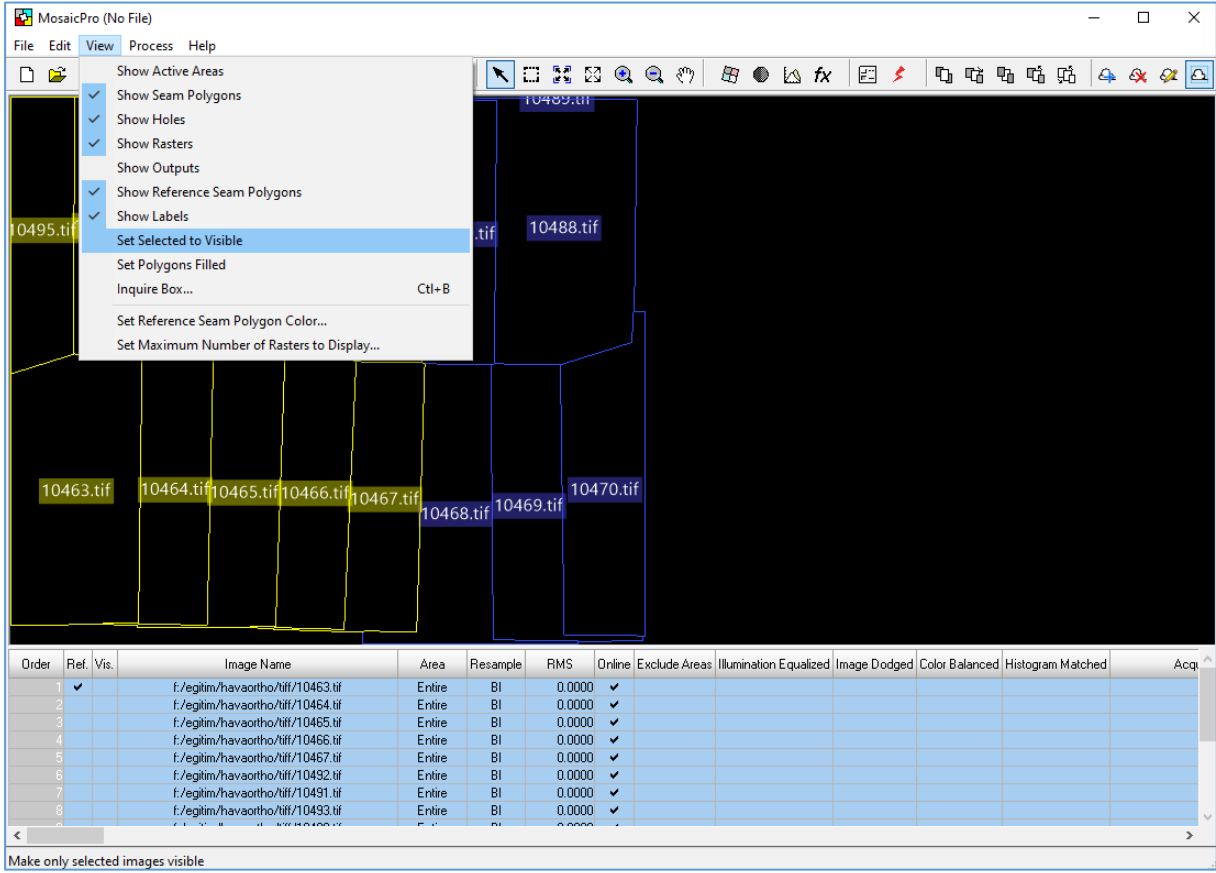
Şekil 6.103. Mozaik görüntü ekranı

- MosaicPro arayüzünde **View** sekmesi altında **Show Raster** seçeneğini işaretleyiniz (Şekil 6.104).



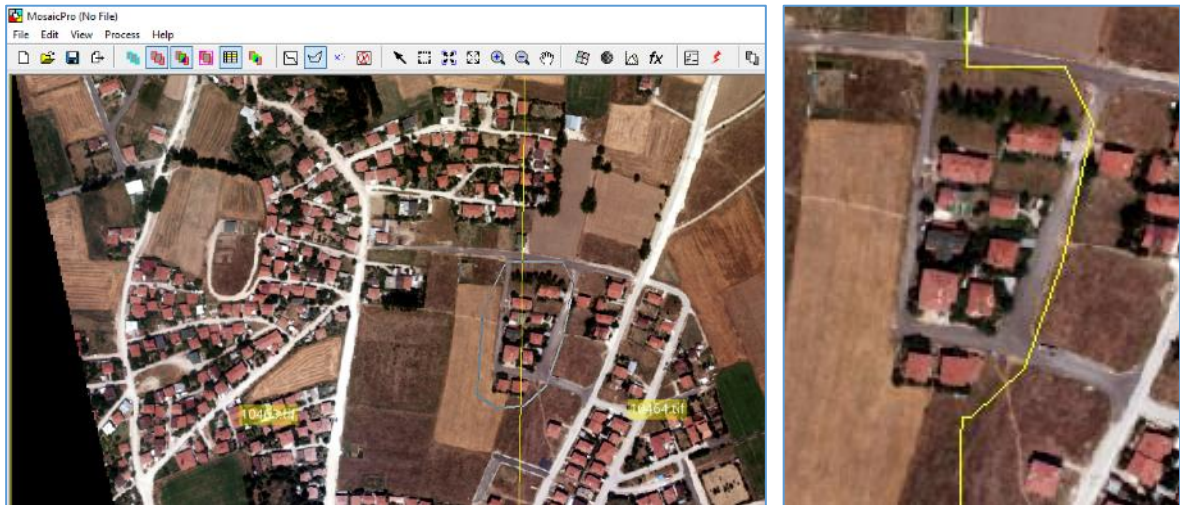
Şekil 6.104. Mozaik görüntü ekranı

- MosaicPro arayüzünde **View** sekmesi altında **Show Selected to Visible** seçeneğini işaretleyiniz (Şekil 6.105).



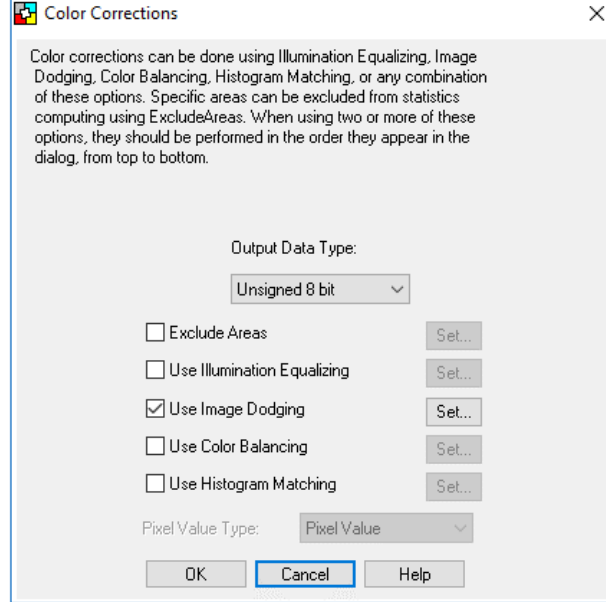
Şekil 6.105. Mozaik görüntü ekranı

- MosaicPro arayüzünde **Edit Seams Polygon**  aracına tıklayınız.
- Özellikle evlerin olduğu yerler tek bir görüntü içine girecek şekilde düzenlenir (Şekil 6.106).



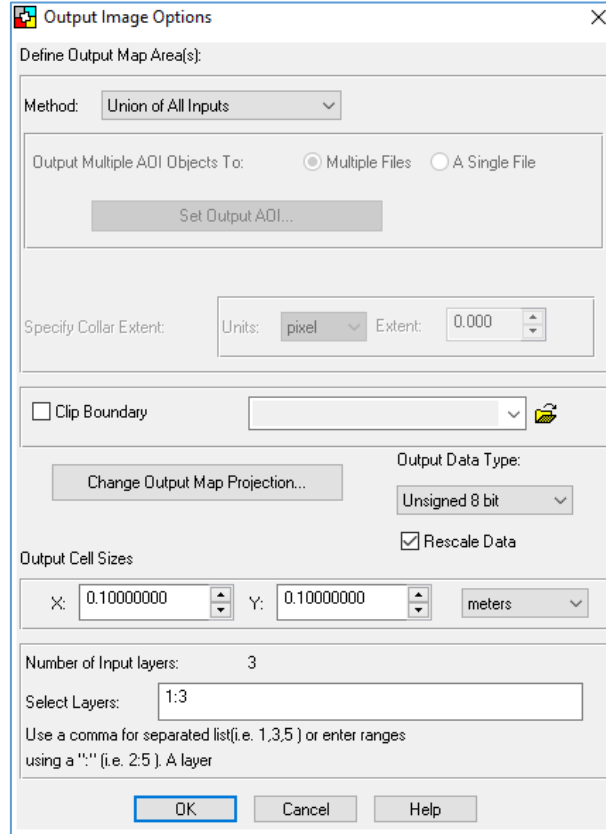
Şekil 6.106. Seamline düzenleme

- MosaicPro arayüzünde **Color Corrections**  aracına tıklayınız.
- Açılan diyalogda **Use Image Dodging** kutusunu işaretleyiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.107**).



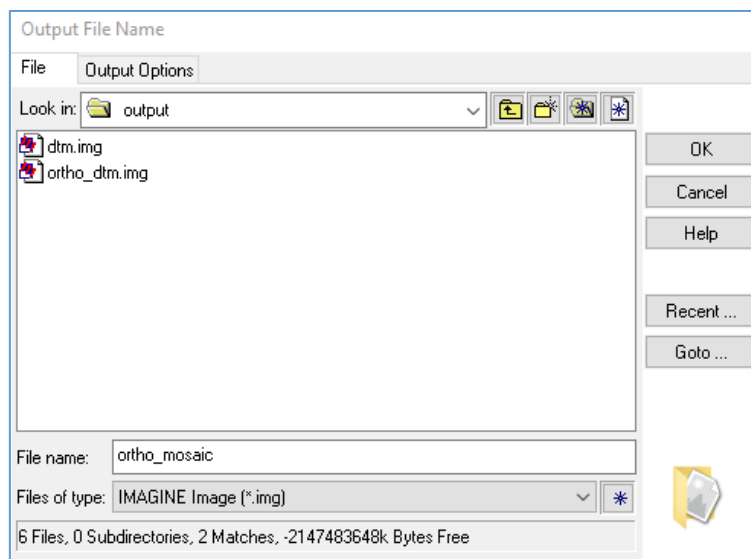
Şekil 6.107. Renk düzenleme

- MosaicPro arayüzünde **Set Output Options**  aracına tıklayınız.
- **Method** bölümünü **Union of All Inputs** olarak seçiniz.
- **Output Cell Sizes** kısmını **0.1** olarak düzeltiniz ve **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.108**).



Şekil 6.108. Çıktı ürün özelliklerinin belirlenmesi

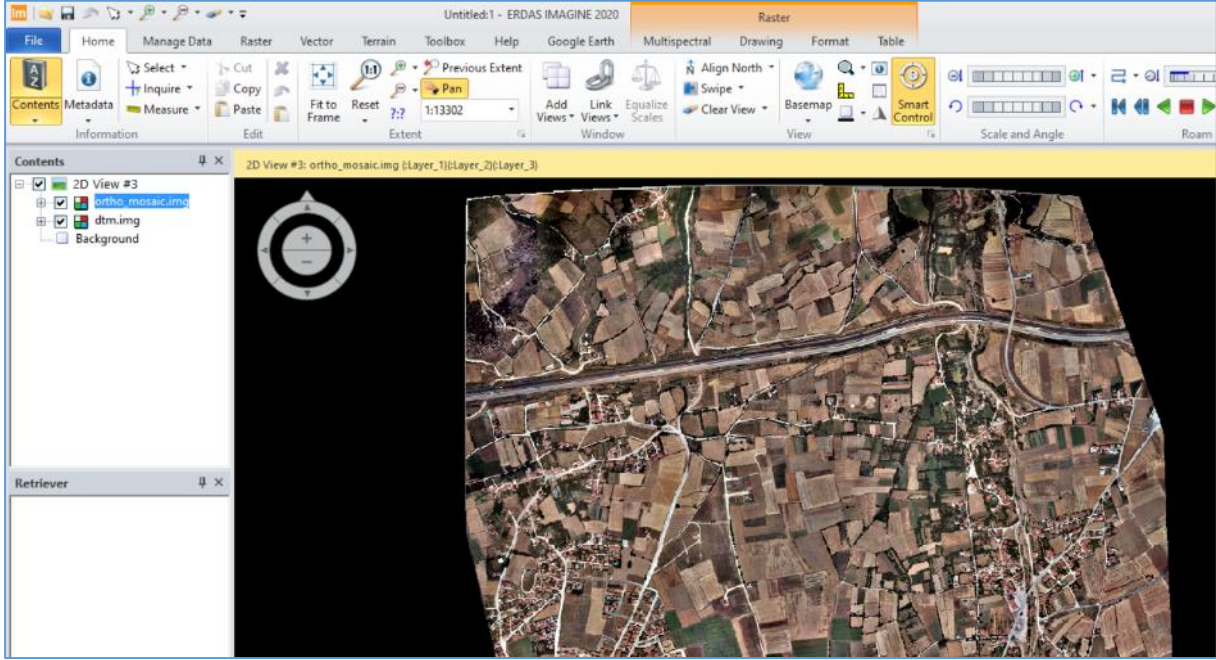
- MosaicPro arayüzünde **Run the Mosaic**  aracına tıklayınız.
- Mozaik çıktı ürünü için dosya adını **ortho_mosaic** olarak tanımlayınız ve dosya yolunu **UNITE_5 > 04_HavaOrtho > Output** klasörü olarak belirleyiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.109**).



Şekil 6.109. Çıktı ürün tanımlama

Çıktı ürünü ERDAS IMAGINE arayüzünde görüntülemek için;

- **2D View #1** ve **2D View #2** pencerelerini kapatınız.
- **2D View #1** üzerinde sağ tıklayınız ve **Open Raster Layer** seçeneğini seçiniz.
- **UNITE_5 > 04_HavaOrtho > Output** klasöründe bulunan **ortho_mosaic** dosyasını seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 6.110**).



Şekil 6.110. Ortho görüntü

7 TOPOĞRAFİK ANALİZLER

Topoğrafik analizler sayısal yükseklik modeli (SYM) kullanılarak gerçekleştirilir. Sayısal yükseklik modelinde analizlerin gerçekleştirilmesi aşamasında yazılımlar, SYM'deki yükseklik değerini yani Z değerini kullanarak işlem yaparlar ve bu değerleri tüm x ve y koordinatına göre tekrar kodlarlar.

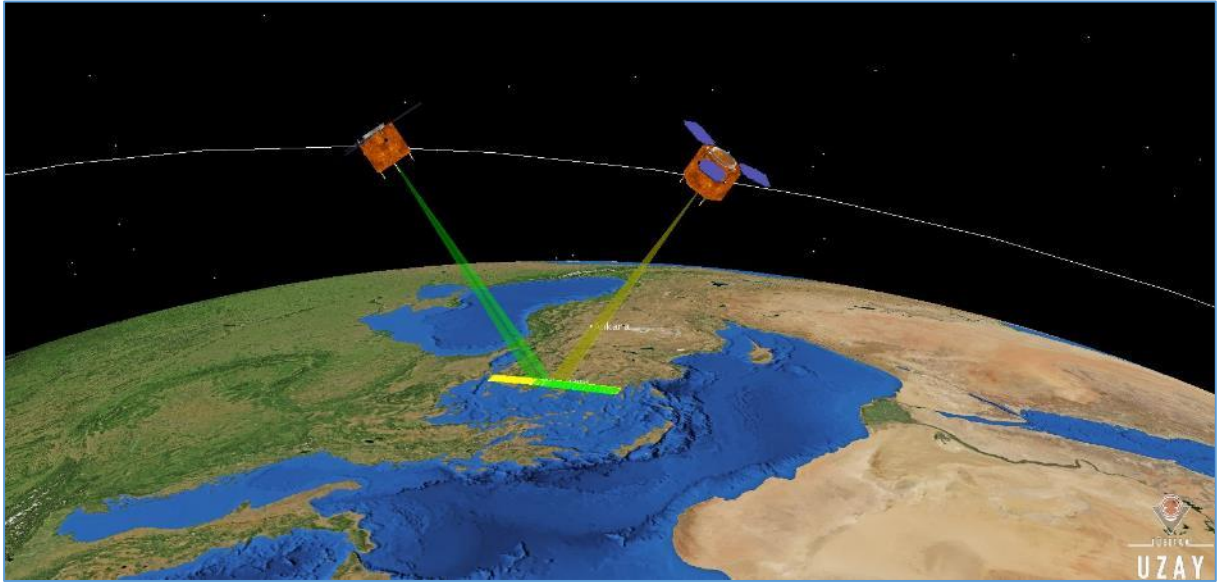
Uygulamada gerçekleştirilecek topoğrafik analizler aşağıdaki gibidir.

- Sayısal Yükseklik Modeli (Digital Elevation Model – DEM)
- Eğim Haritası Üretme (Slope)
- Bakı Haritası Üretme (Aspect)
- Gölge Kabartma Haritası Üretme (Shaded Relief)
- Renkli Kabartma Haritası Üretme (Painted Relief)
- Raster Eşyükseklik Eğrisi Üretme (Raster Contour)
- Görünürlük Analizi (Viewshed Analysis)

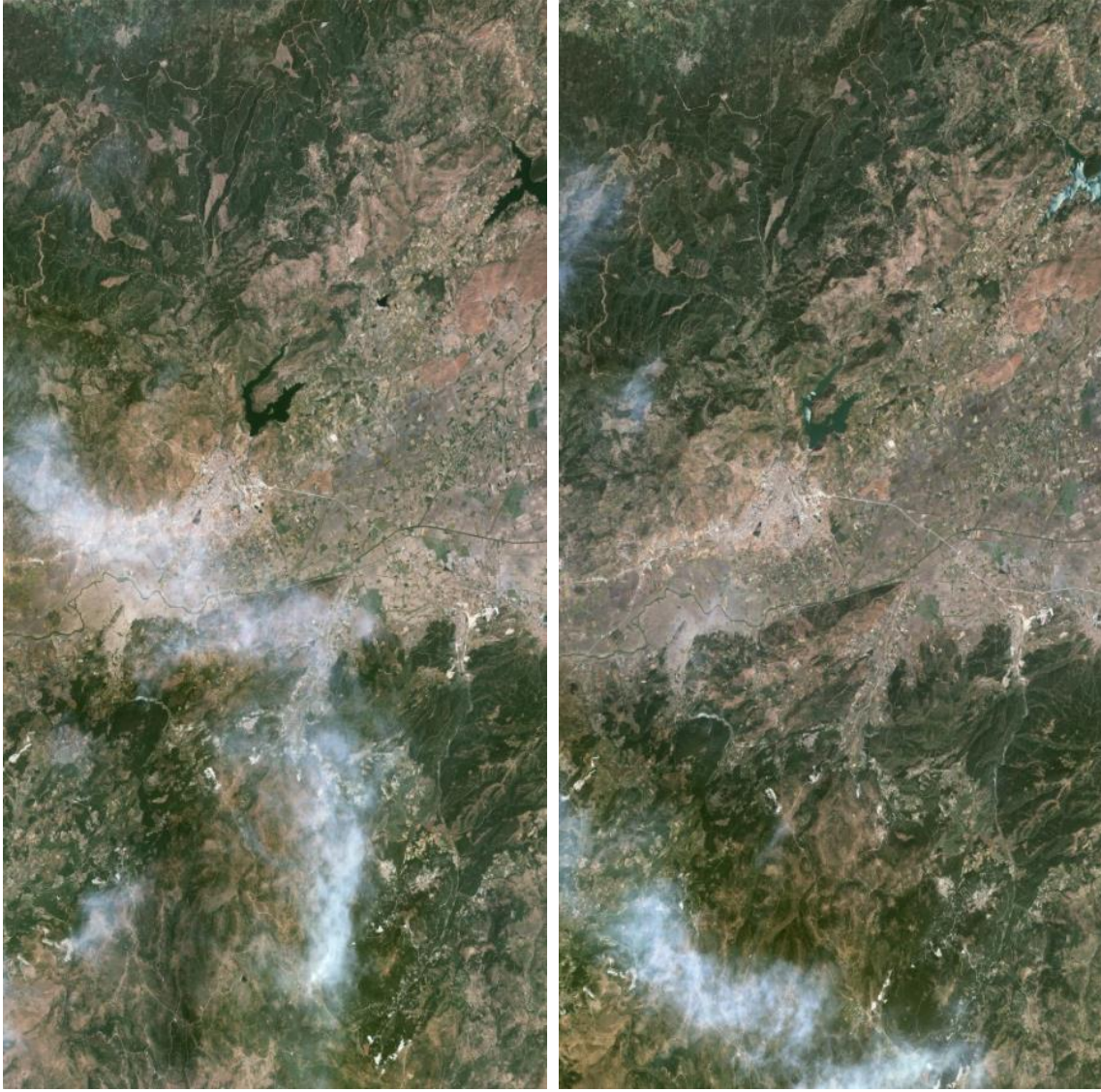
7.1 Stereo Uydu Görüntülerinden Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) Üretilmesi

SYM temel olarak topoğrafyanın dijital gösterimi olarak adlandırılmaktadır. Bu uygulamada, Stereo görüntü olarak Göktürk-2 uydusundan (**Şekil 7.1**), 22 Mayıs 2015 tarihinde Bergama bölgesi için çekilen görüntüler kullanılmıştır (**Şekil 7.2**). Görüntüler +/-30 derece yunuslama (pitch) açılar ile aynı yörüngede çekilmiştir. Part1 güneyden, Part2 ise kuzeyden çekilmiştir (

Tablo 7.1). Yer kontrol noktaları Harita Genel Müdürlüğü tarafından 30 cm'lik orthofotolardan toplanmıştır.



Şekil 7.1. Göktürk-2 Stereo görüntü çekimi



Şekil 7.2. L1R seviye görüntülerden pan keskinleştirme ve renk iyileştirme gerçekleştirilmiş görüntüler

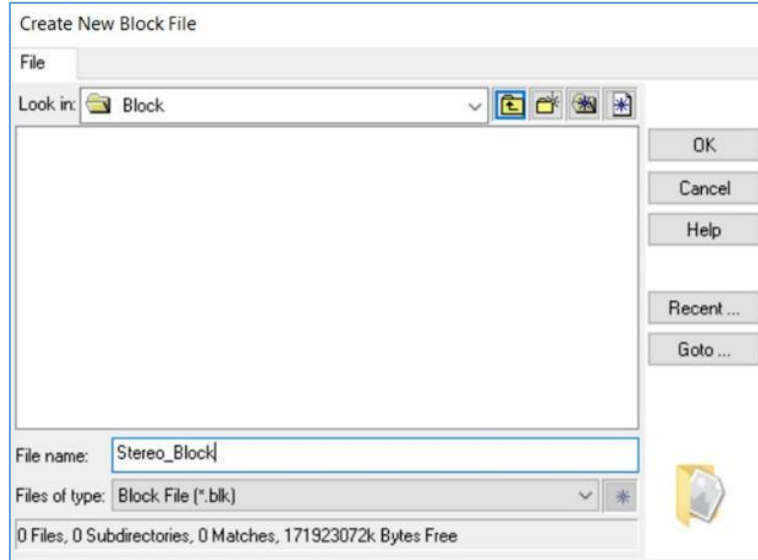
Tablo 7.1. Stereo görüntülerin bilgileri

Görüntü Adı	Parça 1	Parça 2
Çekim Saati (UTC)	08:23:31.558801168	08:25:27.056911122
Bakış Açısı (Roll)	-8.74536859479304°	-11.618880585756377°
Yunuslama Açısı (Pitch)	29.99737743826216°	-29.999938941212527°
Satır	16320	16320
Sütun	8160	8160

ERDAS IMAGINE programında;

- **FILE** sekmesi > **New** menüsü altında **Photogrammetric Project**  **Photogrammetric Project..** seçeneğine tıklayınız.

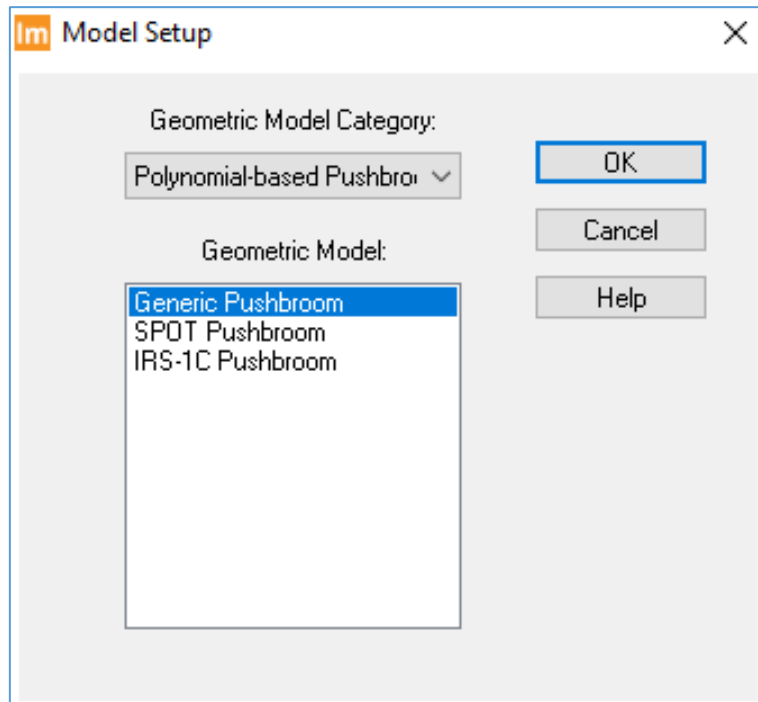
- **Creat New Block File** diyalogunda dosya adını **Stereo_Block** olarak tanımlayınız ve dosya yolunu **UNITE_6 > 01_Stereo_to_DSM > Block** klasörü olarak belirleyiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 7.3**).



Şekil 7.3. Block oluşturma diyalogu

Ekranda açılan **Model Setup** diyalogunda;

- **Geometric Model Category** açılır listesinden **Polynomial-based Pushbroom** seçiniz.
- **Geometric Model** olarak da **Generic Pushbroom** seçiniz ve **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 7.4**).

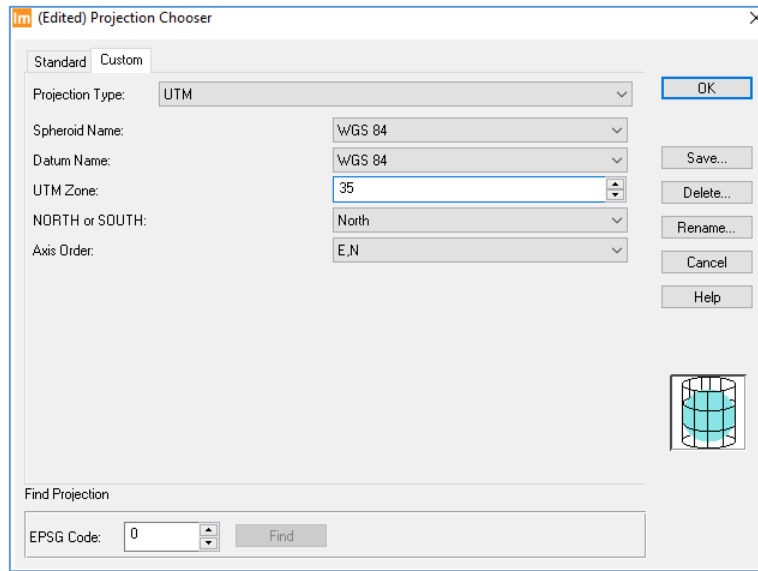


Şekil 7.4. Kamera modeli seçim menüsü

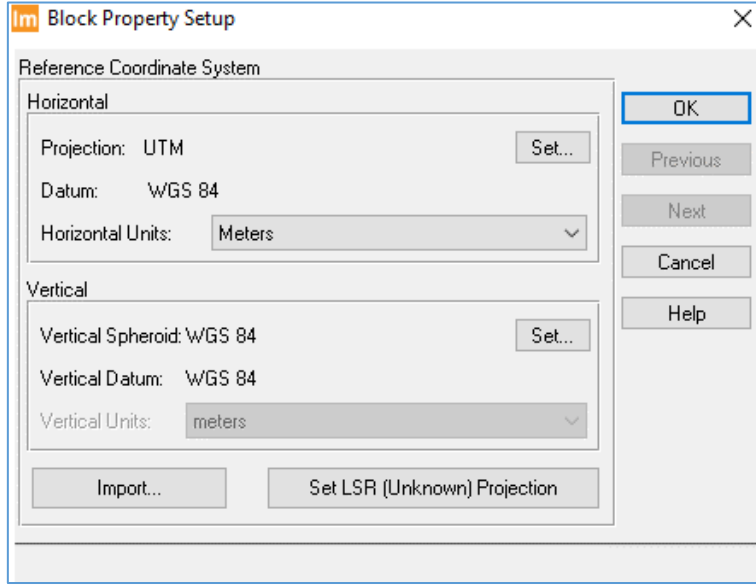
Ekranda açılan **Block Property Setup** projeksiyon tanımlama diyalogunda, referans görüntünün projeksiyon sistemine göre düzenlemesi yapılır. Uygulamada kullanılacak referans görüntünün projeksiyon sistemi **UTM, Zone 35** ve **Datum WGS84** olacaktır.

- **Set** butonuna tıklayınız.
- **Projection Type** kısmını **UTM**, **Spheroid Name**, **Datum Name** kısmını **WGS84** ve **UTM Zone** kısmını **35** olacak şekilde değiştiriniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 7.5** ve **Şekil 7.6**).

Not: İstenilen projeksiyon tipi klavye ile U harfine tıklanarak bulunabilir. Fakat klavye ile yapılan seçim aktif olmayacaktır. Açılır listeden fare ile projeksiyon seçilmelidir.

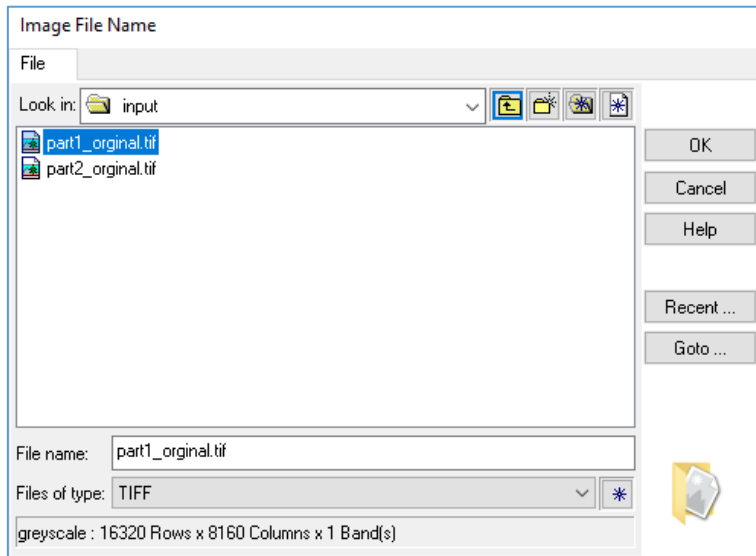


Şekil 7.5. Projeksiyon ve koordinat sistemi belirleme menüsü

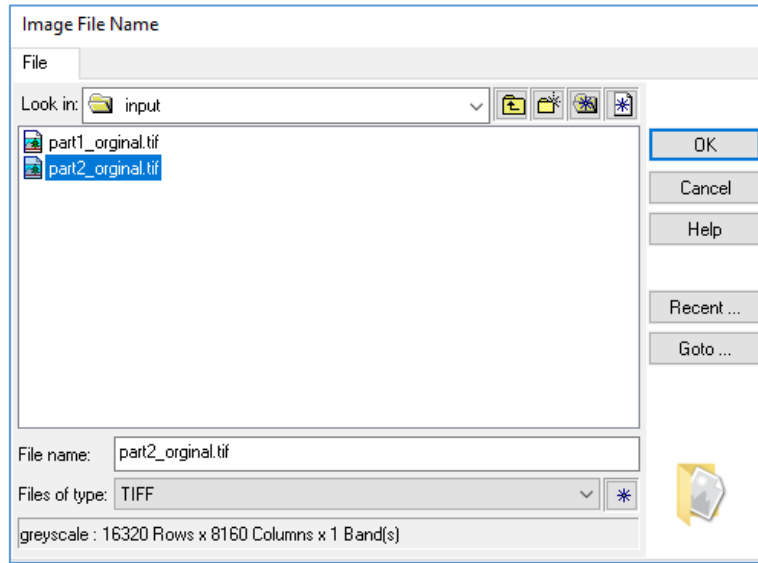


Şekil 7.6. Projeksiyon ve koordinat sistemi belirleme menüsü

- **Contents** panelinden **Images** katmanını seçiniz.
- **PHOTOGRAMMETRY** sekmesi > **Manage** grubu > **Add**  **Add** açılır listesinden **Add** fonksiyonuna tıklayınız.
- **Files of Type** kısmını **TIFF** olarak ayarlayınız.
- Ortorektifikasyonu yapılacak Stereo görüntüleri **UNITE_6** > **01_Stereo_to_DSM** > **Input** klasöründen seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 7.7** ve **Şekil 7.8**).



Şekil 7.7. Stereo görüntülerden Part1'in eklenmesi



Şekil 7.8. Stereo görüntülerden Part2'in eklenmesi

Kameranın iç yönelim parametrelerini tanımlamak için;

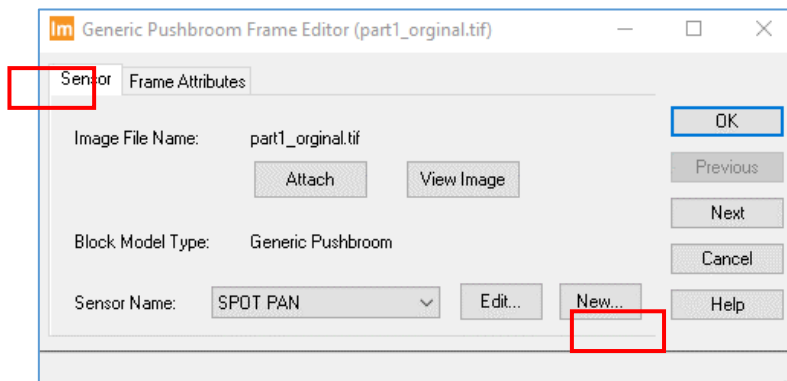
Int.

- Kırmızı **Int.** alanına fare ile tıklayarak **Generic Pushbroom Frame Editor** diyalogunu açınız (Şekil 7.9).

Images										
Row #	Image ID	Description >	Image Name	Active	Pyr.	Int.	Ext.	DTM	Ortho	Online
1	1		c:/erdas/unite_4/04_stereo_to_dsm/input/part1_ordinal.tif	✓						
2	2		c:/erdas/unite_4/04_stereo_to_dsm/input/part2_ordinal.tif	✓						

Şekil 7.9. Kameranın iç parametrelerinin belirlenmesi

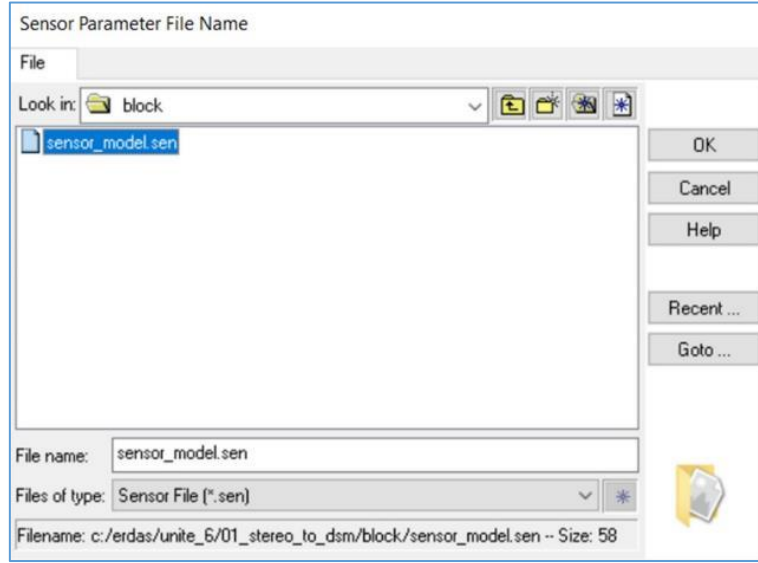
- Part 1** görüntü için **Generic Pushbroom Frame Editor** diyalogunda **Sensor** sekmesine tıklayınız.
- New** butonuna tıklayınız (Şekil 7.10).



Şekil 7.10. Part1 için kamera sensor bilgilerinin belirlenmesi menüsü

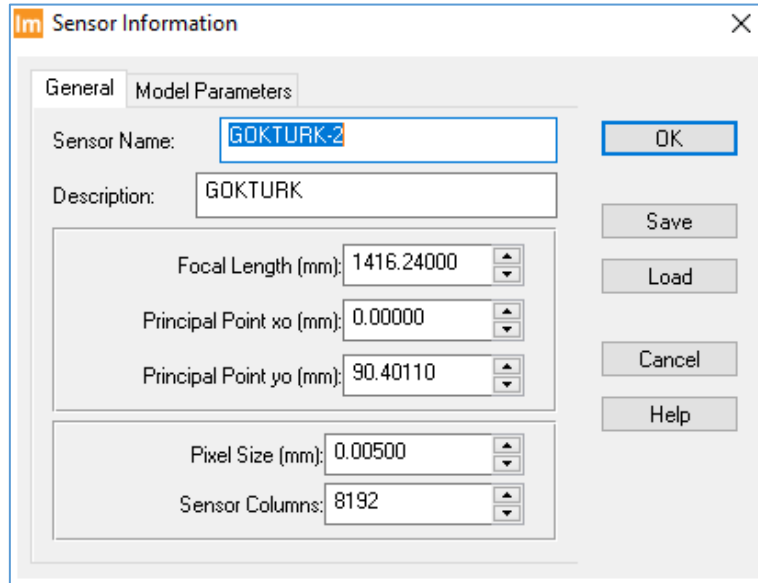
- Sensor Information** diyalogunda **Load** butonuna tıklayınız.

- Daha önce tanımlanmış **UNITE_6 > 01_Stereo_to_DSM > Block** klasöründe bulunan **sensor_model** sensör modeli dosyasını seçiniz (**Şekil 7.11**).



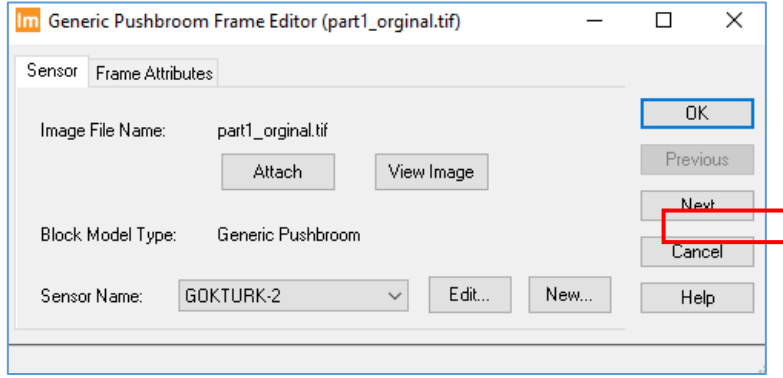
Şekil 7.11. Sensor modelinin seçilmesi

- Ekranda açılan **Sensor Information** diyalogunda herhangi bir değişiklik yapılmadan **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 7.12**).



Şekil 7.12. Kamera model bilgilerinin girilmesi

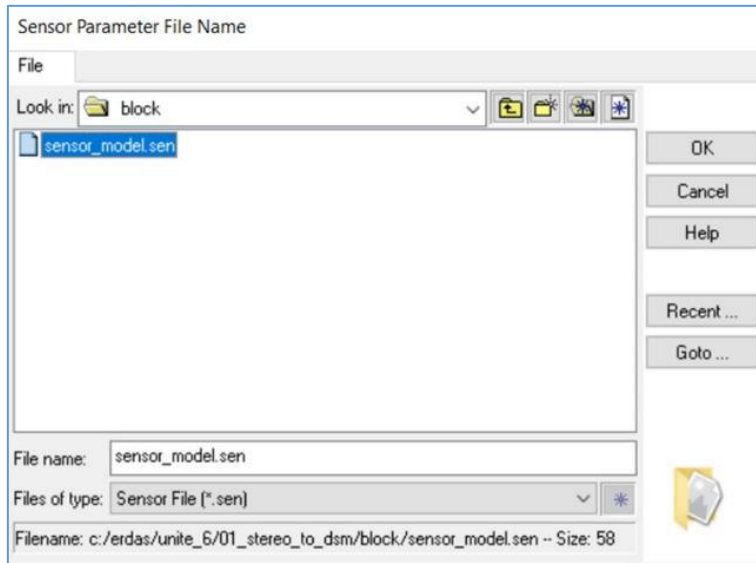
- **Generic Pushbroom Frame Editor** diyalogunda **Next** butonuna tıklayınız (**Şekil 7.13**).



Şekil 7.13. Kamera model bilgilerinin girilmesi

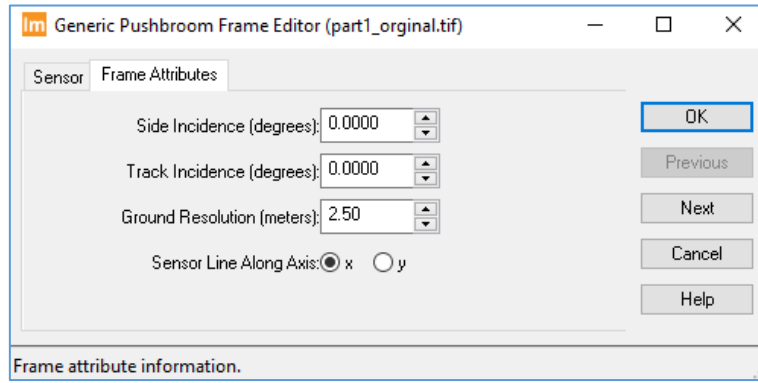
Part2 görüntüsünün sensor modelinin tanımlanması için;

- **Generic Pushbroom Frame Editor** diyalogunda **New** butonuna tıklayınız.
- **Sensor Information** diyalogunda **Load** butonuna tıklayınız.
- Daha önce tanımlanmış **UNITE_6 > 01_Stereo_to_DSM > Block** klasöründe bulunan **sensor_model** sensör modeli dosyasını seçiniz.
- Ekranda açılan **Sensor Information** diyalogunda herhangi bir değişiklik yapılmadan **OK** butonuna tıklayınız(Şekil 7.14).



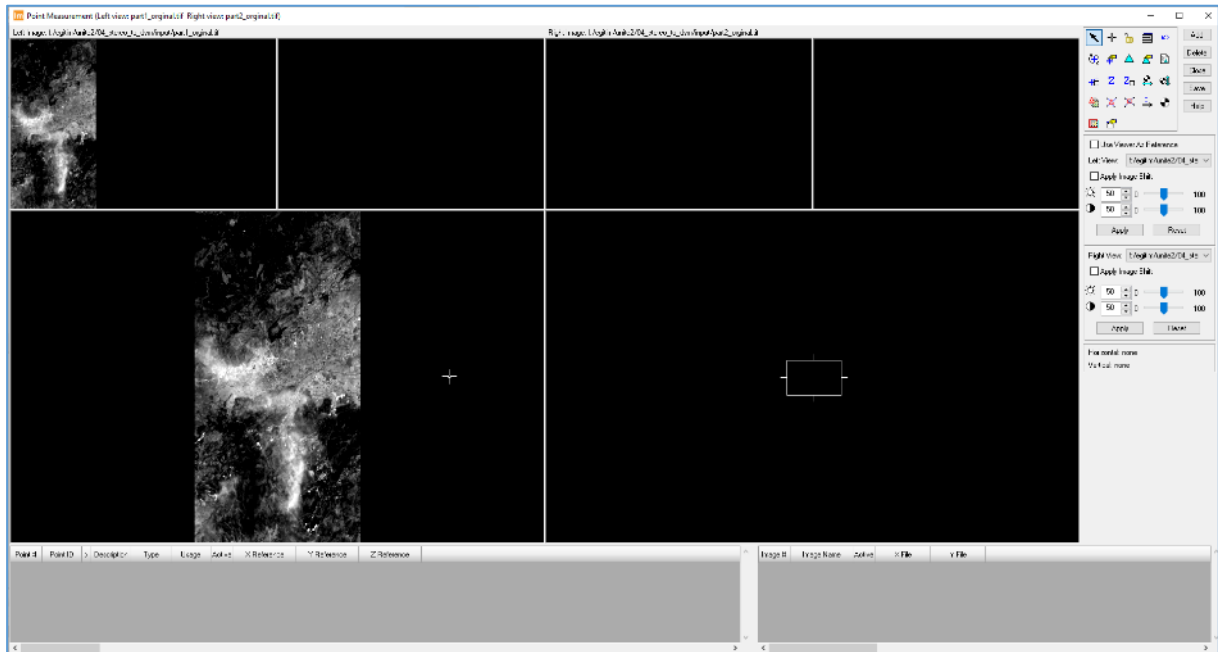
Şekil 7.14. Sensor modelinin seçilmesi

- **Generic Pushbroom Frame Editor** diyalogunda **Frame Attributes** sekmesine tıklayınız.
- **Part2** görüntüsü için **Ground Resolution (meters)** bölümüne **2.5** değeri giriniz.
- **Previous** butonuna tıklayınız.
- **Part1** görüntüsü için **Ground Reslution (meters)** bölümüne **2.5** değeri giriniz.
- **OK** butonuna tıklanarak görüntülerin iç yönelim parametreleri tanımlanmış olur (Şekil 7.15).



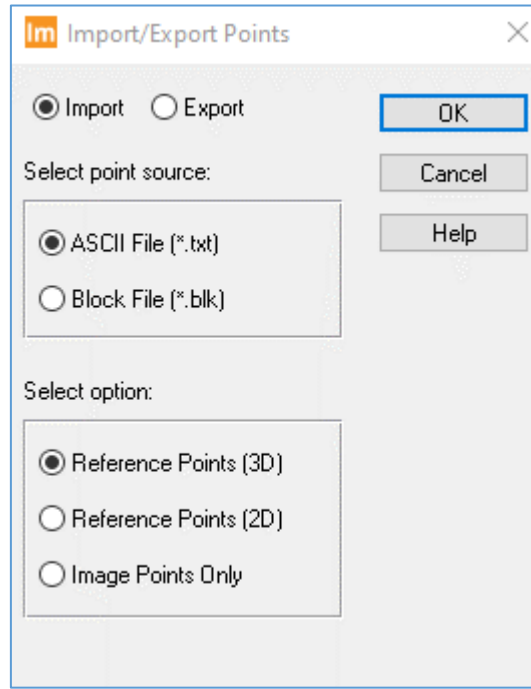
Şekil 7.15. Kamera sensor bilgilerinin belirlenmesi menüsü

- **PHOTOGRAMMETRY** sekmesi > **Measure** grubu > **Point Measurement** açılır listesinden **Classic Point Measurement (CPM)** fonksiyonuna tıklayınız (Şekil 7.16).



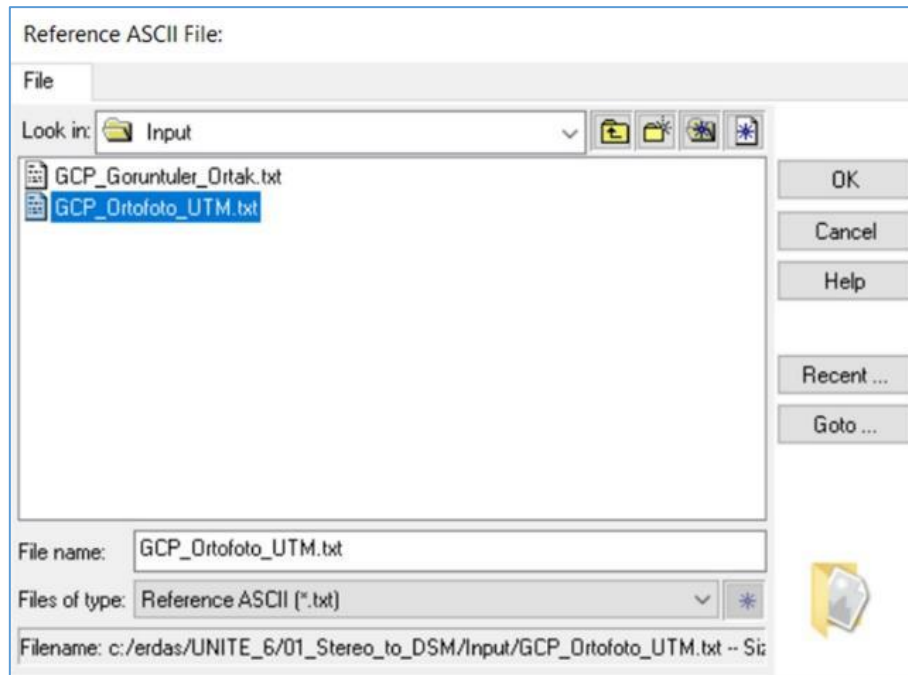
Şekil 7.16. Stereo görüntülerin YKN seçim ekranı

- **Point Measurement** arayüzünde sağ tarafta bulunan araçların içerisinde **Import/Export Points** aracını seçiniz.
- Ekranda açılan **Import/Export Points** diyalogundan **Import** kutusunu işaretleyiniz.
- **Select Point Source** kısmında **ASCII File** kutusunu işaretleyiniz.
- **Select Option** kısmında **Reference Points (3D)** kutusunu işaretleyiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 7.17).



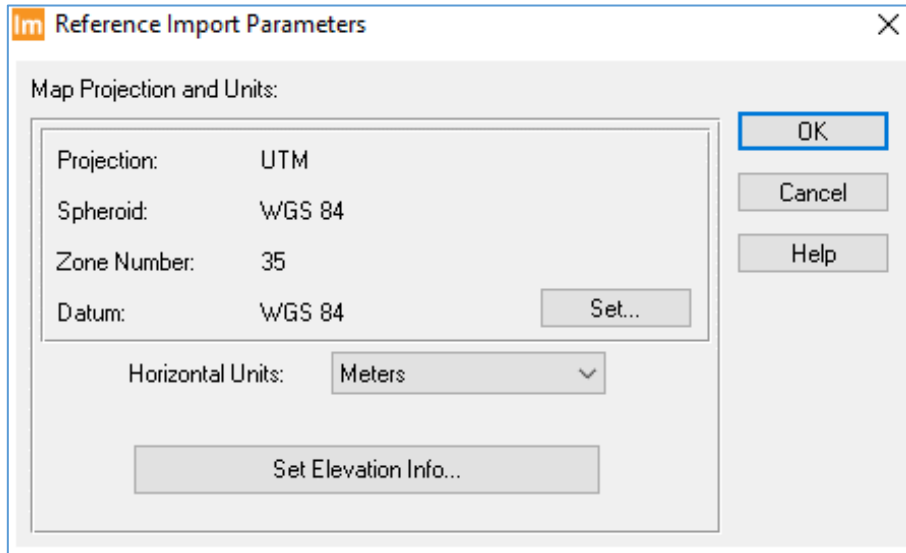
Şekil 7.17. YKN'lerin import edilmesi

- **UNITE_6 > 01_Stereo_to_DSM > Input** klasöründe bulunan **GCP_Ortho_UTM** dosyasını seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 7.18).



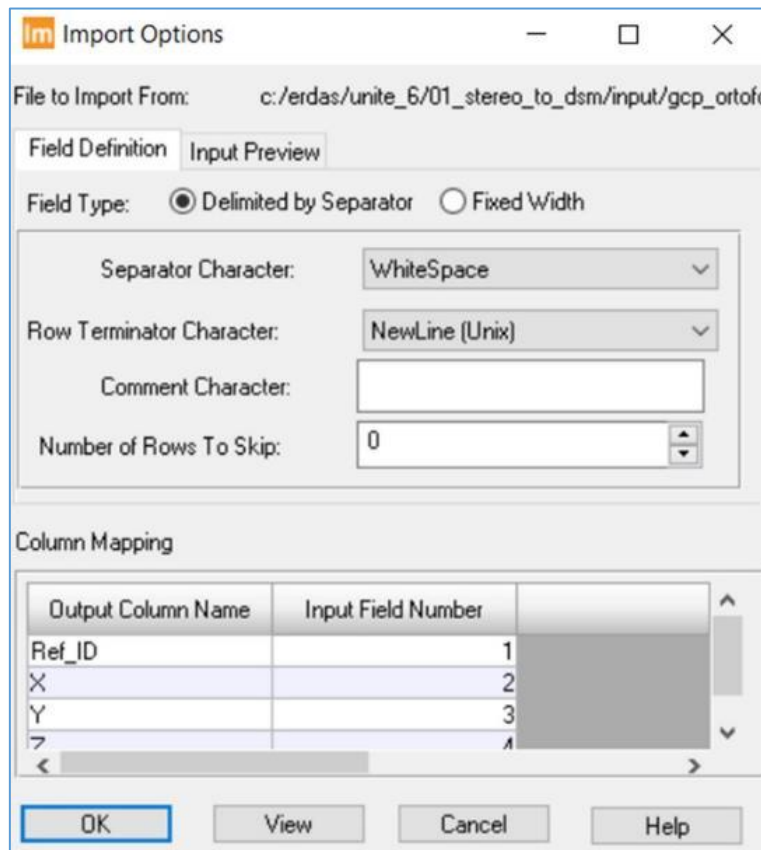
Şekil 7.18. Reference ASCII File seçim diyalogu

- **Reference Import Parametres** diyalogunda **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 7.19).



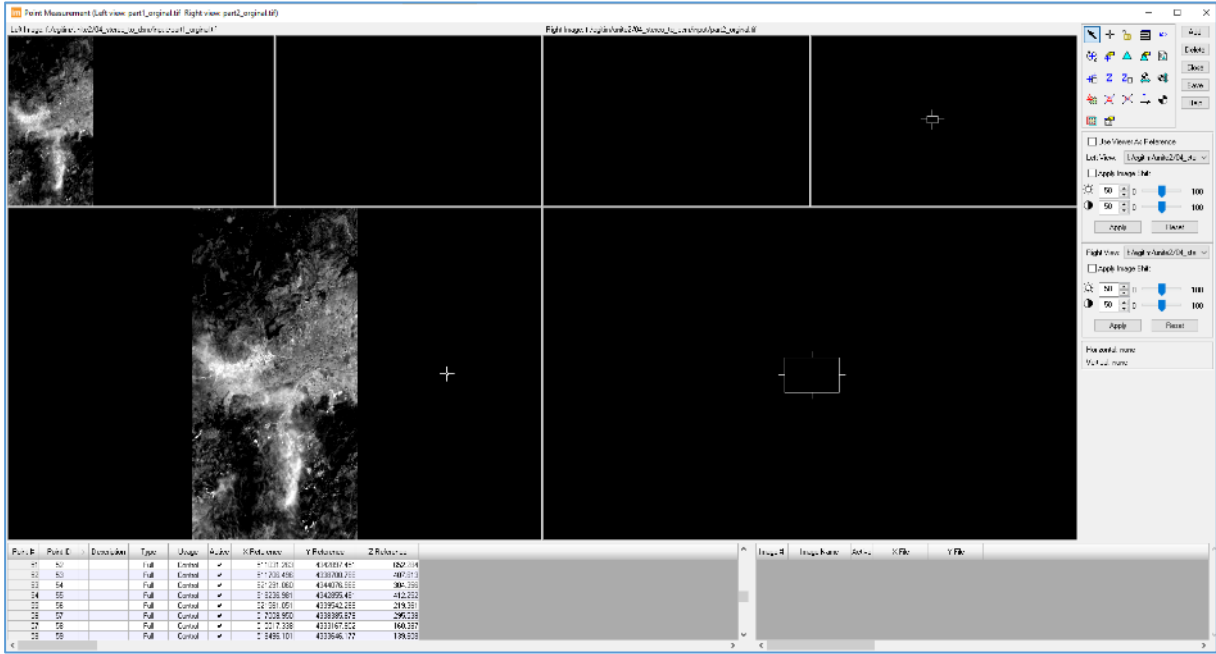
Şekil 7.19. Reference import parametre diyalogu

- **Import Options** diyalogunda **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 7.20).



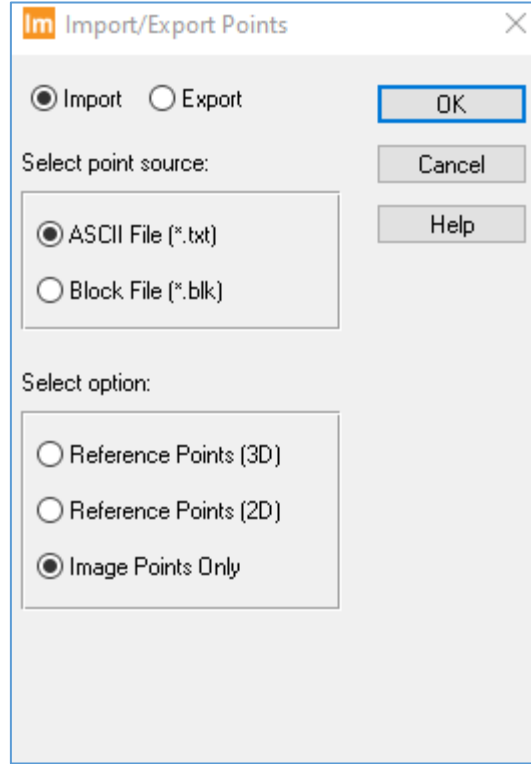
Şekil 7.20. Import seçenekleri diyalogu

Referans yer kontrol noktaları (YKN) ekranda açılacaktır (Şekil 7.21).



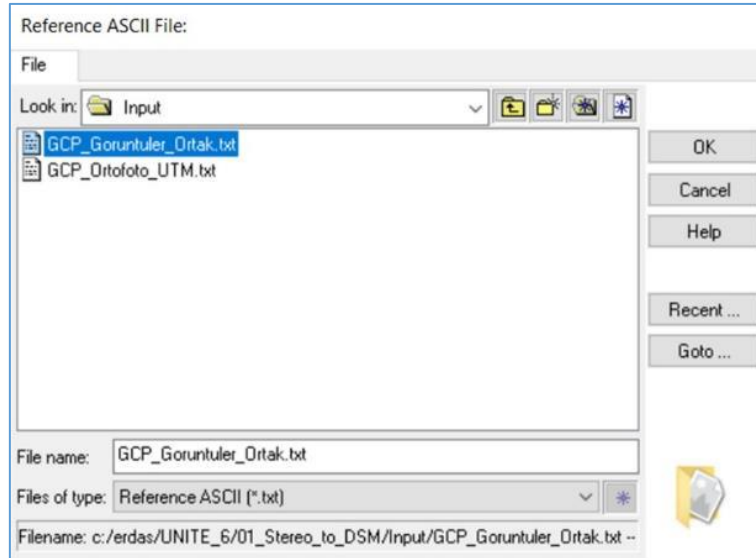
Şekil 7.21. Referans YKN'lerin import edilesi

- **Point Measurement** arayüzünde sağ tarafta bulunan araçların içerisinde **Import/Export Points**  aracını seçiniz.
- Ekranda açılan **Import/Export Points** diyalogundan **Import** kutusunu işaretleyiniz.
- **Select Point Source** kısmında **ASCII File** kutusunu işaretleyiniz.
- **Select Option** kısmında **Image Points Only** kutusunu işaretleyiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 7.22**).



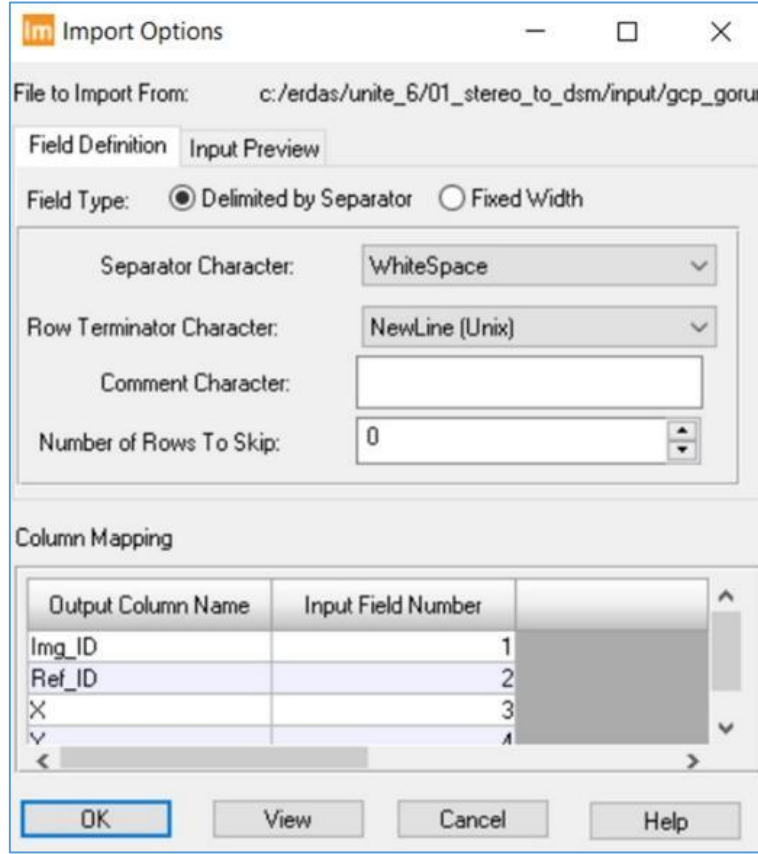
Şekil 7.22. Image YKN'lerin import edilmesi

- **UNITE_6 > 01_Stereo_to_DSM > Input** klasöründe bulunan **GCP_Goruntuler_Ortak.txt** dosyasını seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 7.23).



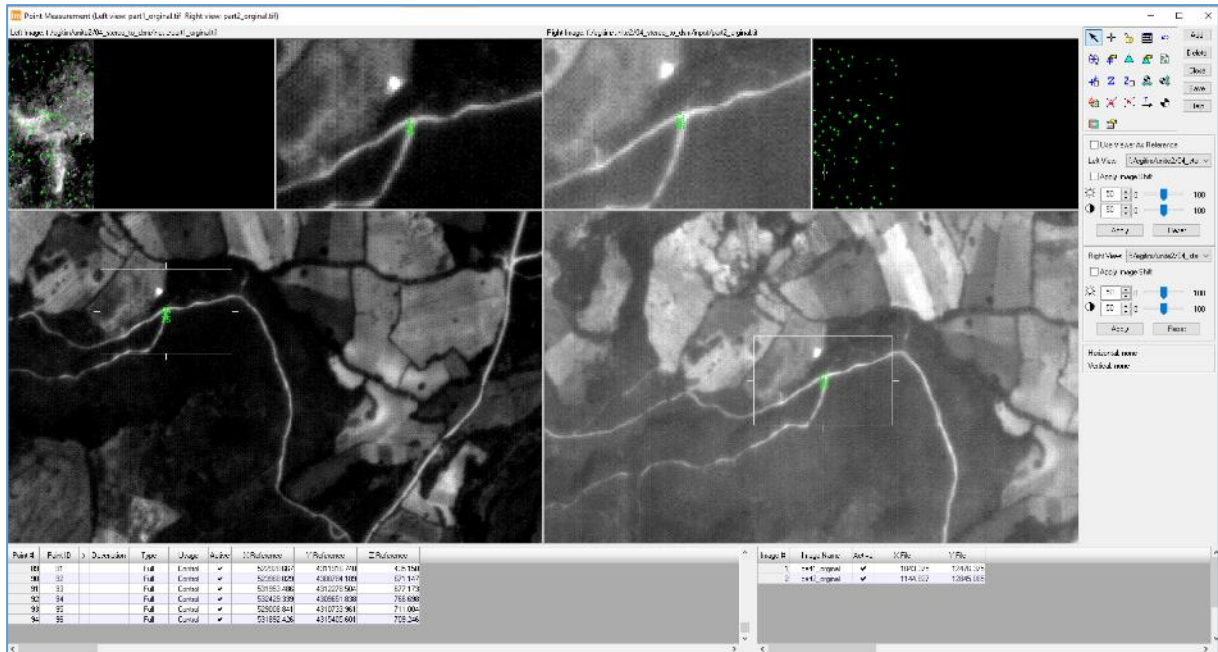
Şekil 7.23. Ortak YKN'lerin seçimi

- **Import Options** diyalogunda **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 7.24).



Şekil 7.24. Import seçenekleri diyalogu

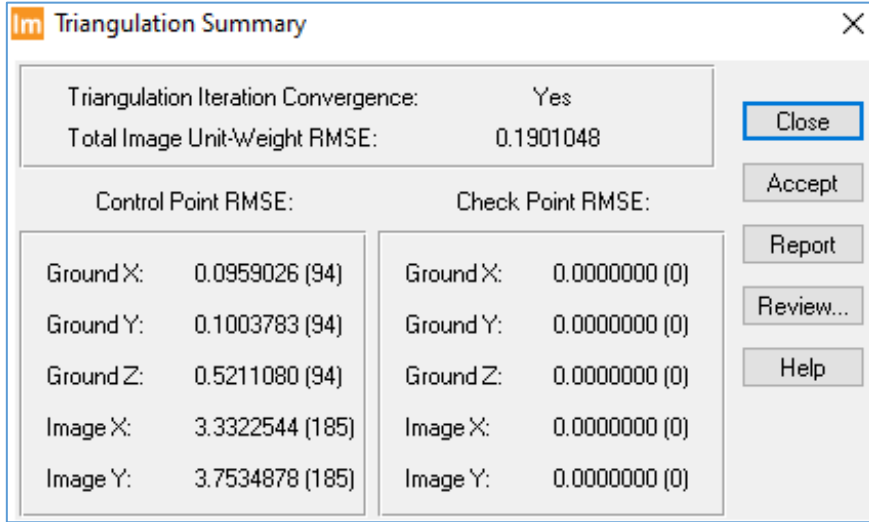
GCP'ler çeşitli zoom seviyelerinde kontrol edilir. Böylece her iki görüntüde işaretlenen 94 adet GCP'nin hem gerçek koordinatları hem de görüntü koordinatları import edilmiş olur (**Şekil 7.25**).



Şekil 7.25. 94adet YKN'nin import edilmesi

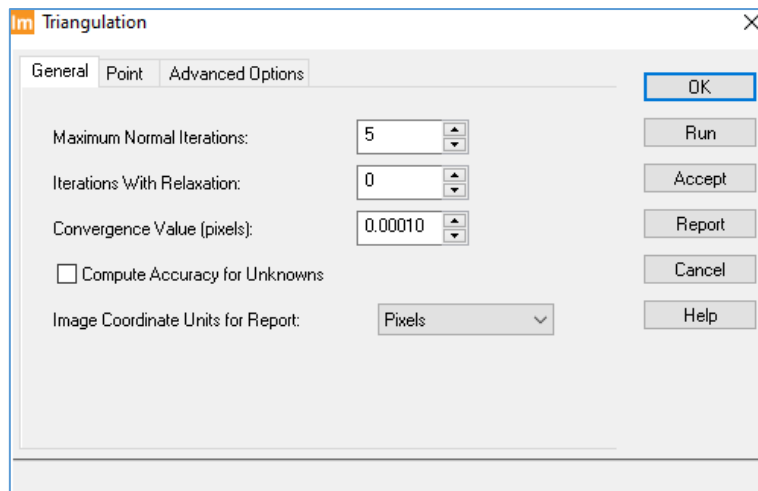
GCP'ler kontrol edildikten sonra;

- **Point Measurement** arayüzünde sağ tarafta bulunan araçların içerisinde, **Perform triangulation**  aracını seçiniz ve yapılan işlemlerin RMSE hatasını kontrol ediniz.
- **Triangulation Summary** diyalogunda **Accept** butonuna tıklayınız (Şekil 7.26).



Şekil 7.26. Modelin çalıştırılması ve RMSE görünmesi

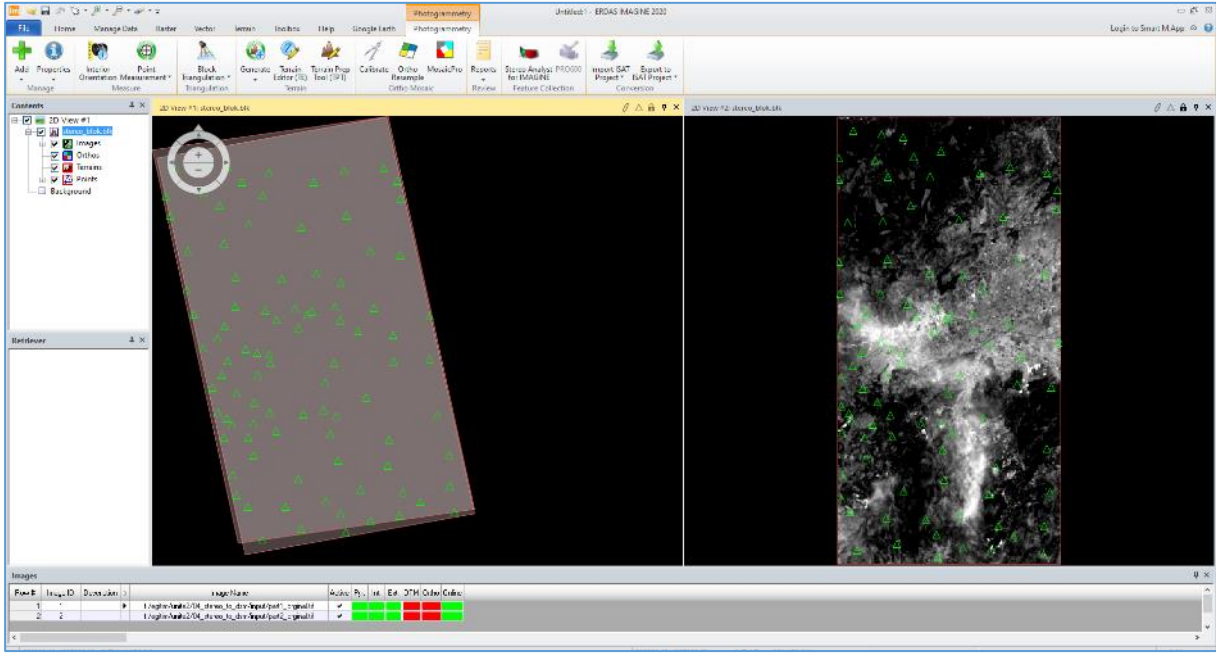
- **Point Measurement** arayüzünde sağ tarafta bulunan araçların içerisinde **Triangulation properties**  aracını seçiniz.
- Diyalog üzerindeki varsayılan değerleri kabul ediniz ve **Run** butonuna tıklayınız.
- Açılan **Triangulation Summary** diyalogunda **Accept** butonuna tıklayarak diyalogları kapatınız (Şekil 7.27).



Şekil 7.27. Modelin kabul edilmesi

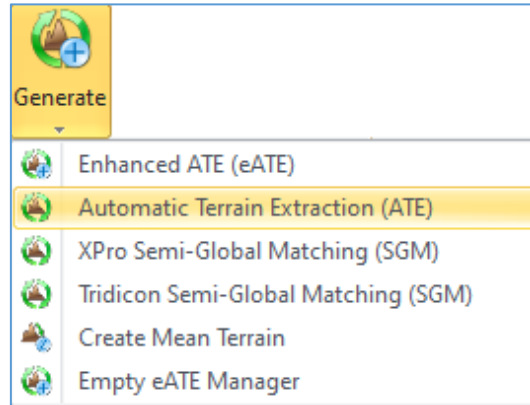
- **Point Measurement** arayüzünde sağ tarafta bulunan **Save** butonuna tıklayınız.

- Close butonuna tıklayarak diyalogu kapatınız (Şekil 7.28).



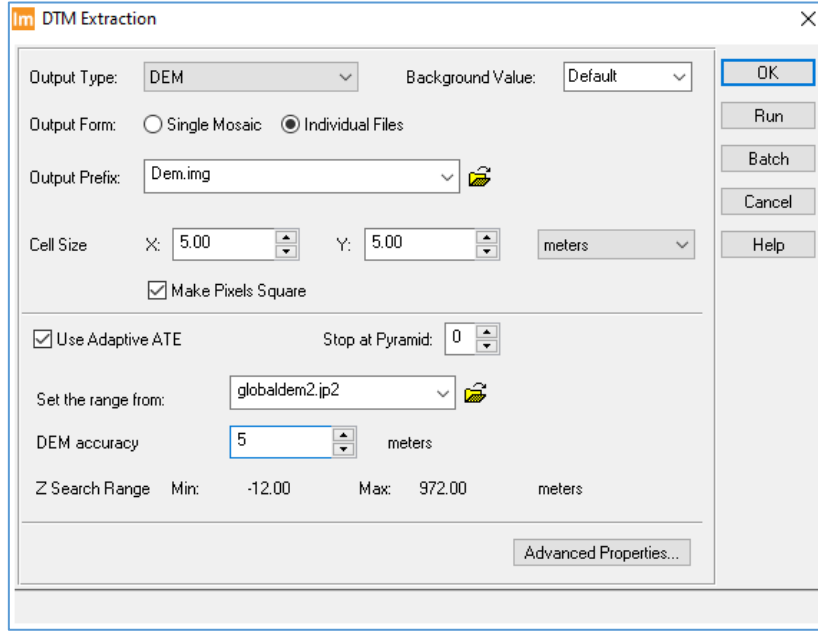
Şekil 7.28. Stereo görüntülerin görüntülenmesi

- **PHOTOGRAMMETRY** sekmesi > **Terrain** grubu > **Generate**  açılır listesinden **Automatic Terrain Extraction (ATE)** fonksiyonuna tıklayınız (Şekil 7.29).



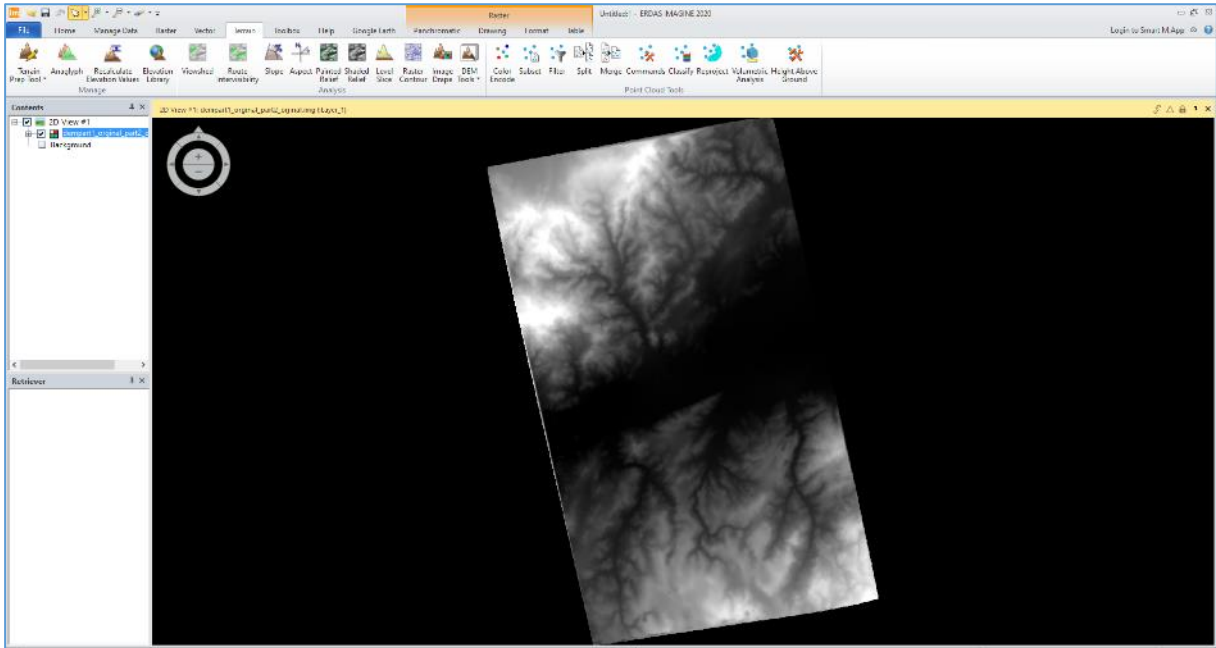
Şekil 7.29. Automatic Terrain Extraction fonksiyonu

- Ekranda açılan **DTM Extraction** diyalogunda **Output Form** olarak **Individual Files** kutusunu işaretleyiniz.
- **Output Prefix** kısmında dosya adını **Dem** olarak tanımlayınız ve dosya yolunu **UNITE_6 > 01_Stereo_to_DSM > Output** klasörü olarak belirleyiniz.
- **Cell Size** kısmını **5** metre olarak ayarlayınız ve **Make Pixels Square** kutusunu işaretleyiniz.
- **DEM Accuracy** kısmını **5** metre olarak düzeltiniz ve **Run** butonuna tıklayınız (Şekil 7.30).



Şekil 7.30. DTM çıkarma diyalogu

Çıkan sonuç ürün daha SRTM30 dem verisi ile karşılaştırılır (**Şekil 7.31**).



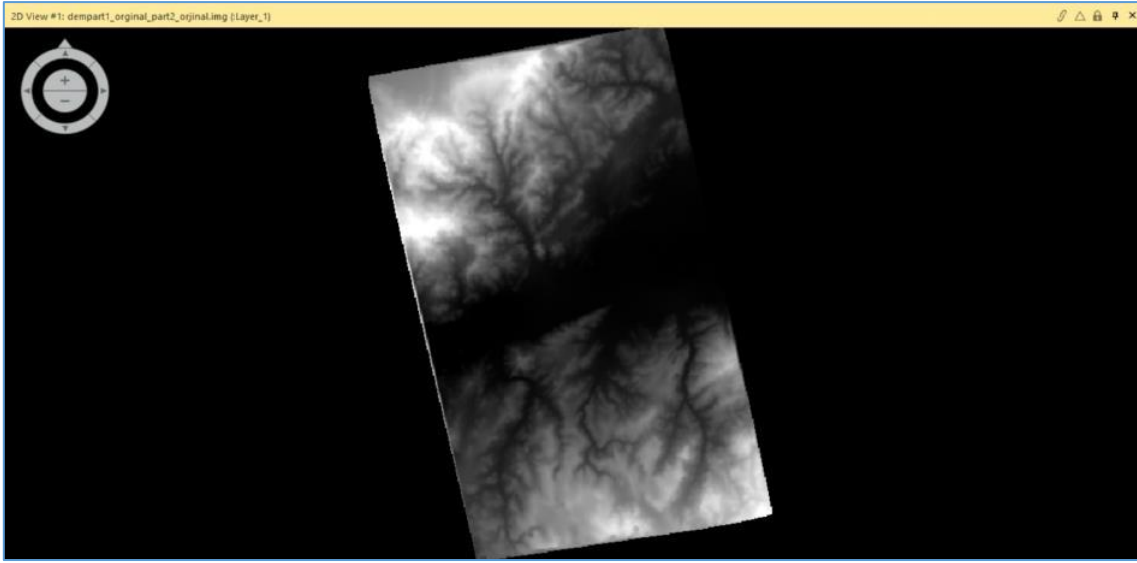
Şekil 7.31. SYM görüntüsü

7.2 Profil Çıkarma

ERDAS IMAGINE programında topoğrafik analizlere ait araçlar genelde **TERRAIN** sekmesi altında bulunmaktadır.

Uygulama için;

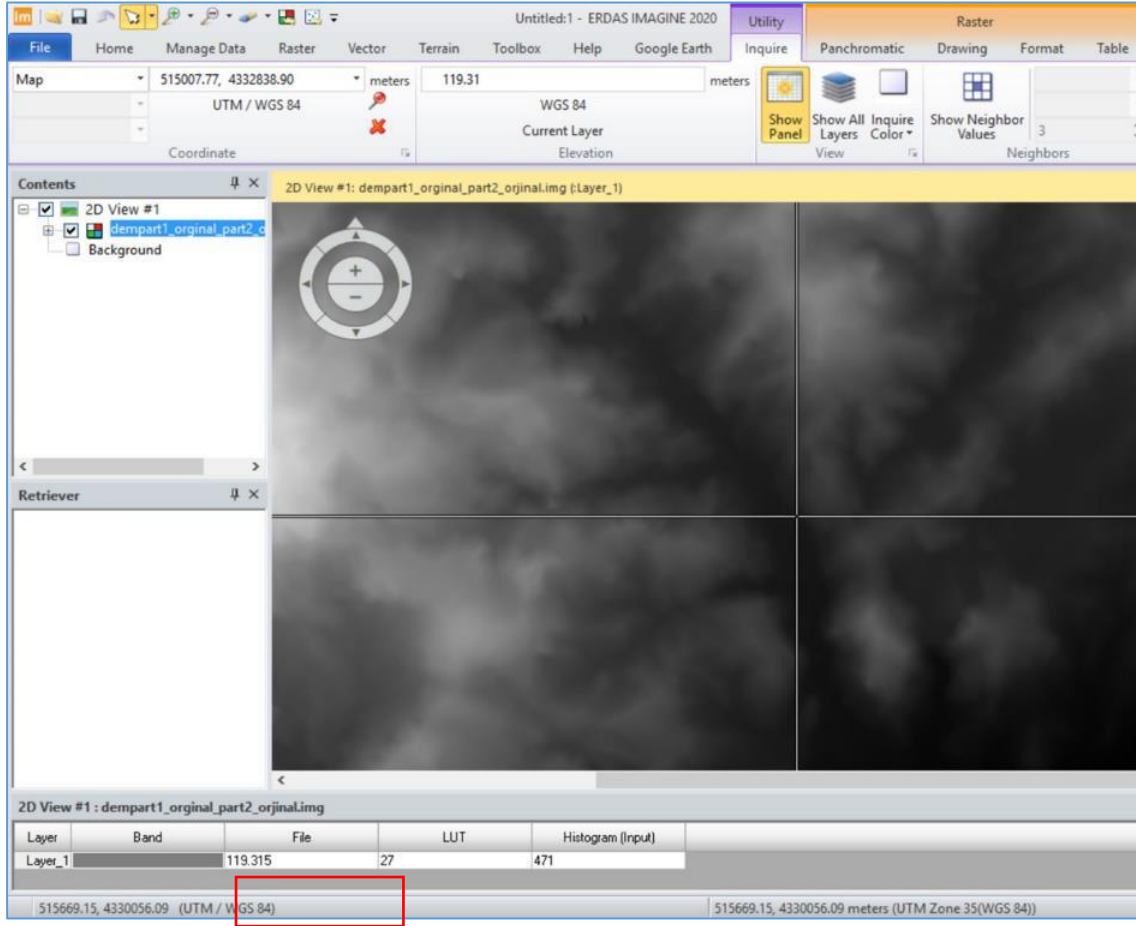
- **FILE** sekmesi > **Open** > **Raster Layer** kısmına tıklayınız.
- **UNITE_6** > **02_Topografik_Analizler** > **Input** klasöründe bulunan **dempart1_orignal_part2_orjinal** dosyasını seçiniz ve **OK** butonuna tıklayınız.
- **HOME** sekmesi > **Fit to Frame** butonuna tıklayınız (Şekil 7.32).



Şekil 7.32. Fit to Frame penceresi

SYM verisinde piksele ait yükseklik verisini görmek için;

- **HOME** sekmesi > **Inquire**  **Inquire** butonuna tıklayınız.
- **File** alanı altında görülen değer o piksele ait yükseklik değeridir (Şekil 7.33).

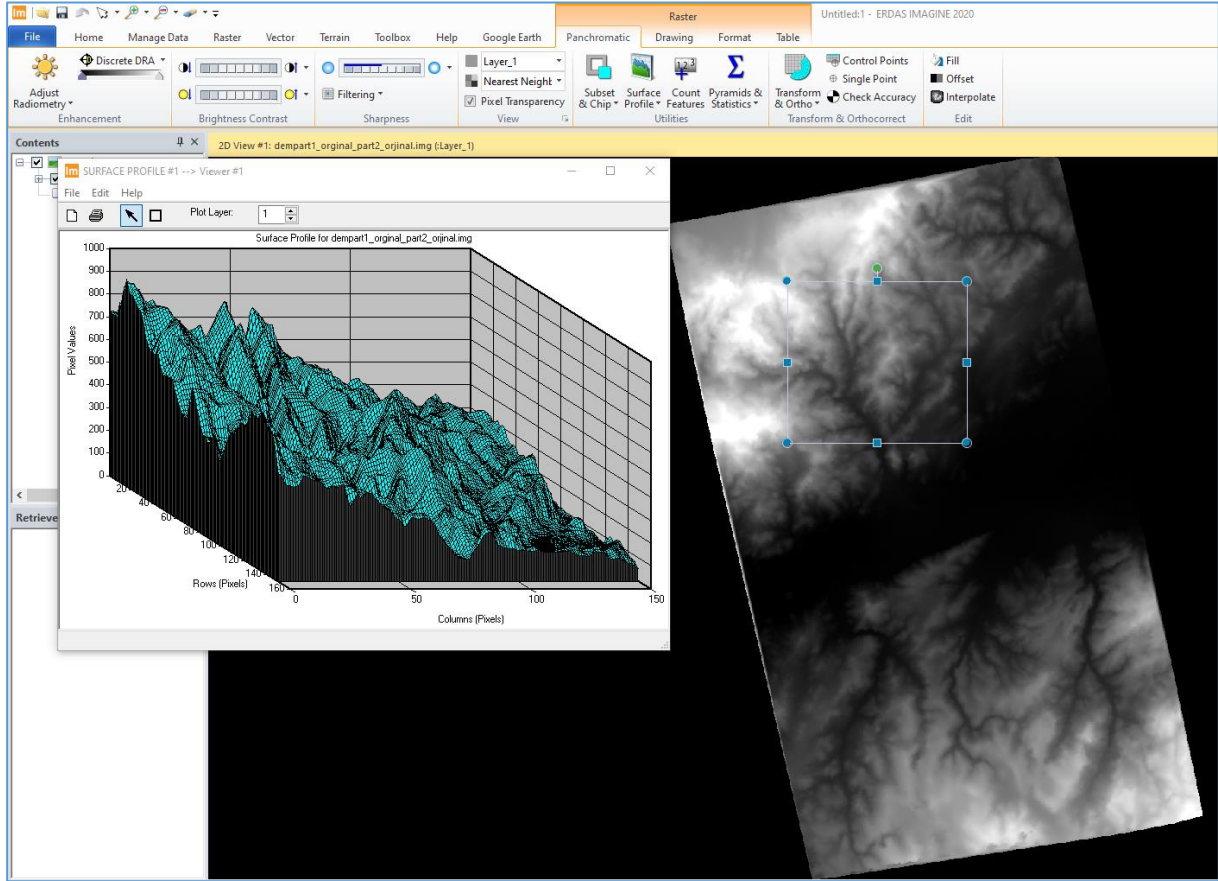


Şekil 7.33. SYM verisinin ekranda görüntülenmesi

SYM üzerinden profil almak için;

- **PANCHROMATIC** sekmesi > **Utilities** grubu > **Spectral Profile**  açılır listesinden **Surface Profile** fonksiyonuna tıklayınız.

Ekranda açılan **Surface Profile** diyalogunda bulunan   araçları ile bir noktanın ya da kapalı bir alanın içinde kalan piksellere ait yükseklik dağılımının profili görüntülenebilir (**Şekil 7.34**).



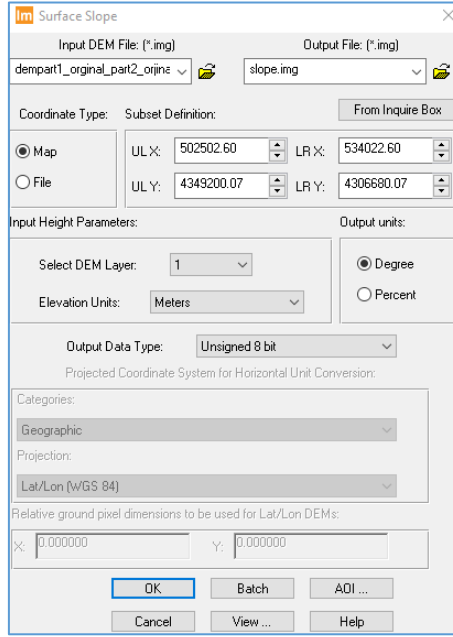
Şekil 7.34. SYM verisi üzerinden Surface Profile almak

7.3 Eğim Haritası Üretme (Slope)

ERDAS IMAGINE programında eğim haritası üretmek için;



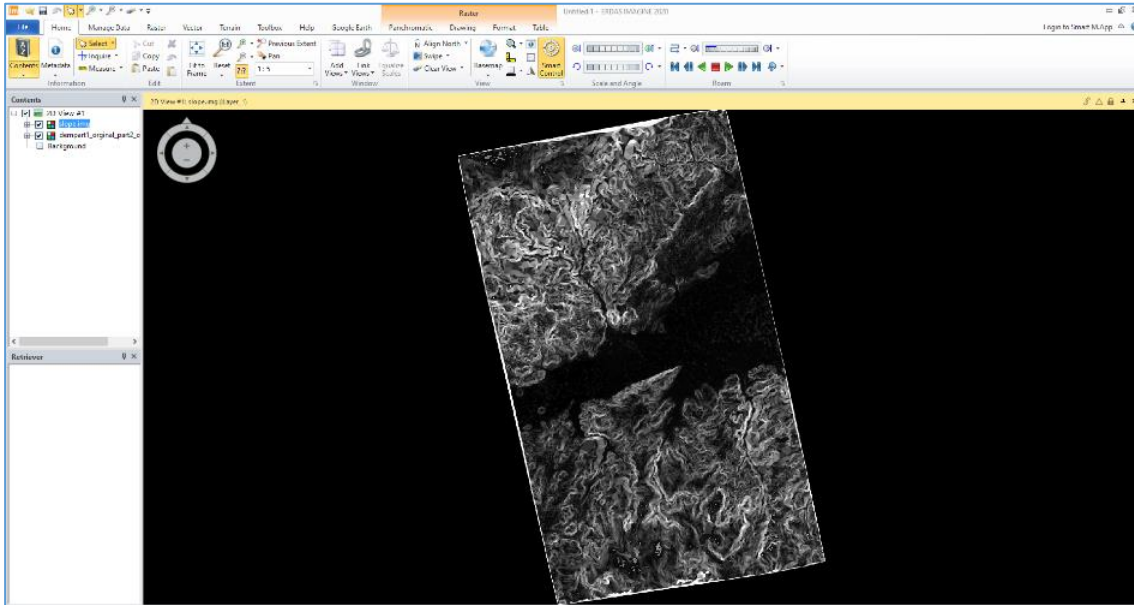
- **TERRAIN** sekmesi > **Analysis** grubu > **Slope** *Slope* fonksiyonuna tıklayınız.
- **Output File (*.img)** kısmında dosya adını **Slope** olarak tanımlayınız ve dosya yolunu **UNITE_6 > 02_Topografik_Analizler > Output** klasörü olarak belirleyiniz.
- **Output Units** bölümünde oluşturulacak eğim verisinin cinsini derece olarak ayarlayınız.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 7.35).



Şekil 7.35. Surface Slope diyalogu

Oluşturulan eğim haritasını istenilen aralıklarda renklendirmek için;

- **FILE** sekmesi > **Open** > **Raster Layer** kısmına tıklayınız.
- **UNITE_6** > **02_Topografik_Analizler** > **Output** klasöründe bulunan **Slope** dosyasını seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız.
- **Raster Options** sekmesine tıklayınız.
- **Display As** listesinden **Pseudo Color** seçiniz ve **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 7.36).

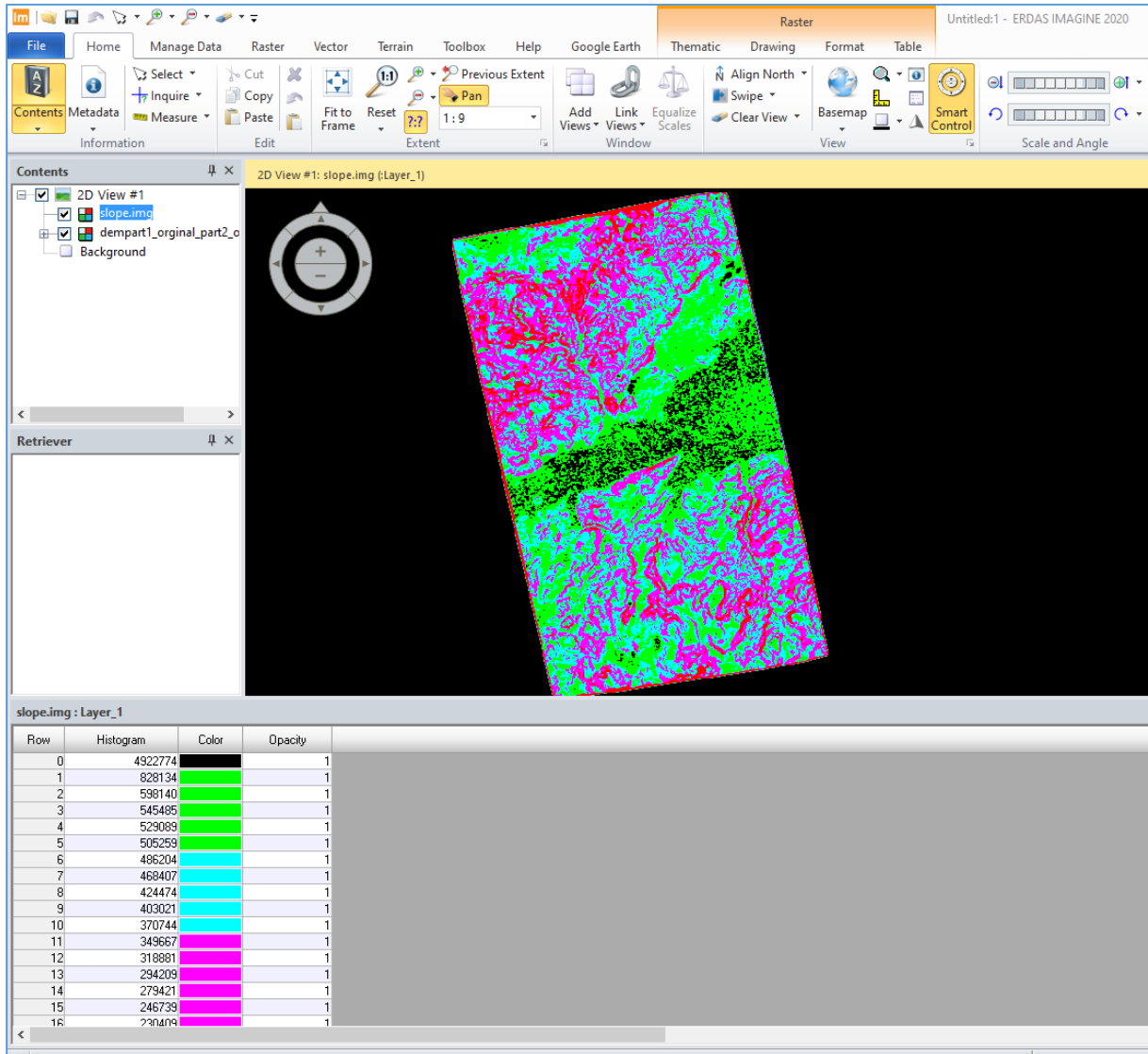


Şekil 7.36. Eğim verisinin ekranda görüntülenmesi

- **Contents** panelinde **Slope.img** üzerinde farenin sağ tuşu ile tıklayınız ve **Display Attributes Table** komutunu seçerek **Raster Attributes Editor** diyalogunu açınız.

Bu diyalogun **Row** sütunundaki değerler derece cinsinden eğimleri belirtir.

- **Row** sütununda bulunan **1- 5** derece arasında olan eğimleri farenin sol tuşu ile seçiniz.
- Seçili halde iken **Color** sütunundaki renklerin üzerine gelerek farenin sol tuşuna tıklayınız ve yeşil renk tanımlayınız.
- Diğer eğimler için renkler tanımlayınız (**Şekil 7.37**).



Şekil 7.37. Eğitim verisinin derecelerine göre renklendirilmesi

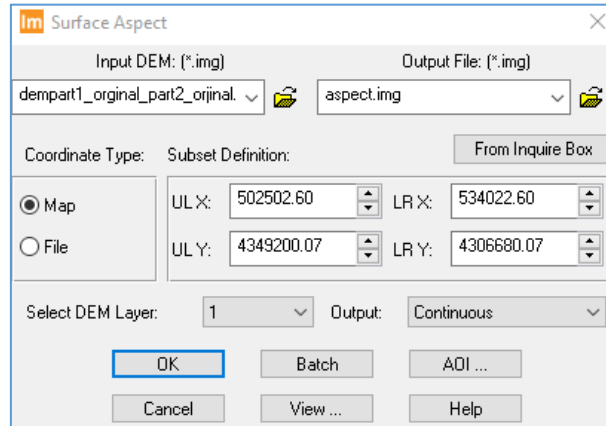
7.4 Bakı Haritası Üretme (Aspect)

Bakı haritaları, sayısal yükseklik modelindeki her bir pikselin, eğimin hâkim olduğu yöne göre düzenlenmiş gri renkli haritalardır. Bakı kuzeyden başlamak üzere saat istikametinde 0°-360°'leri içerecek tarzda ve derece cinsinden ifade edilir. 90° Doğu, 180° Güney, 270° Batı ve 0° veya 360° Kuzey yönünü belirtir.

ERDAS IMAGINE programında bakı haritası üretmek için;



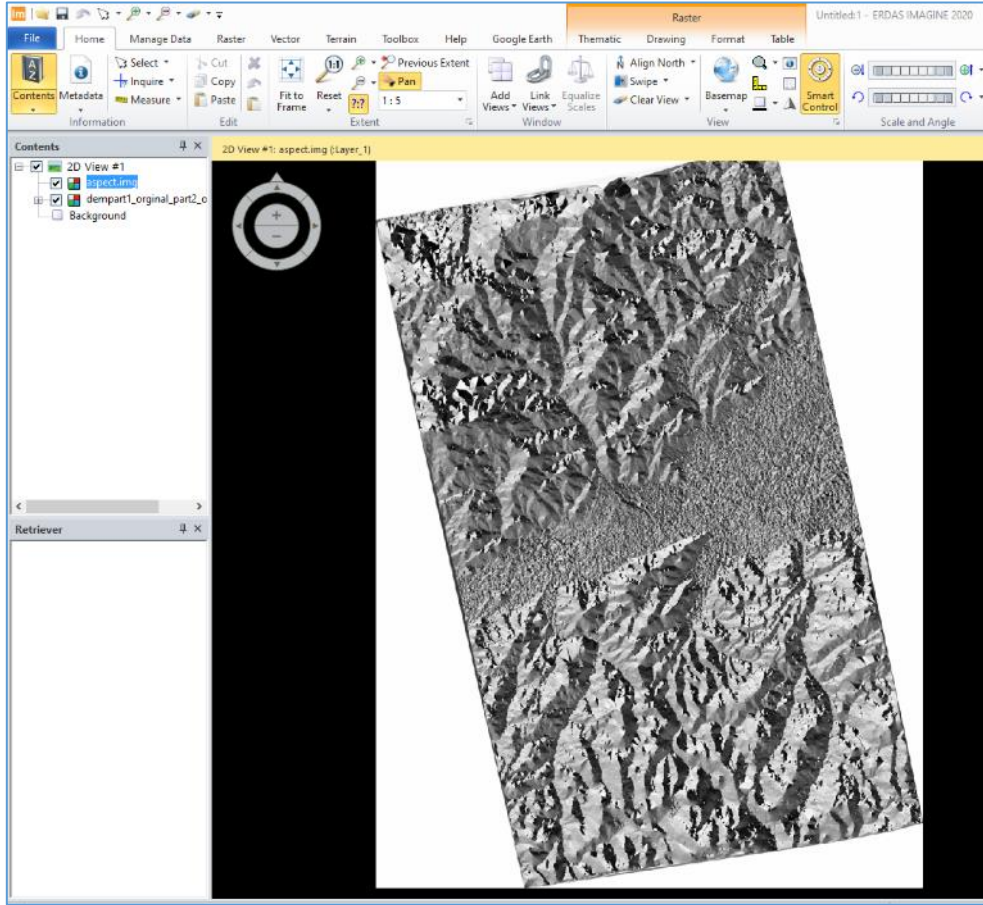
- **TERRAIN** sekmesi > **Analysis** grubu > **Aspect** fonksiyonuna tıklayınız.
- **Output File (*.img)** kısmında dosya adını **Aspect** olarak tanımlayınız ve dosya yolunu **UNITE_6 > 02_Topografik_Analizler > Output** klasörü olarak belirleyiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 7.38**).



Şekil 7.38. Surface Aspect diyalogu

Oluşturulan bakı haritasını istenilen yönlere göre renklendirmek için;

- **FILE** sekmesi > **Open > Raster Layer** kısmına tıklayınız.
- **UNITE_6 > 02_Topografik_Analizler > Output** klasöründe bulunan **Aspect** dosyasını seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız.
- **Raster Options** sekmesine tıklayınız.
- **Display As** listesinden **Pseudo Color** seçiniz ve **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 7.39**).

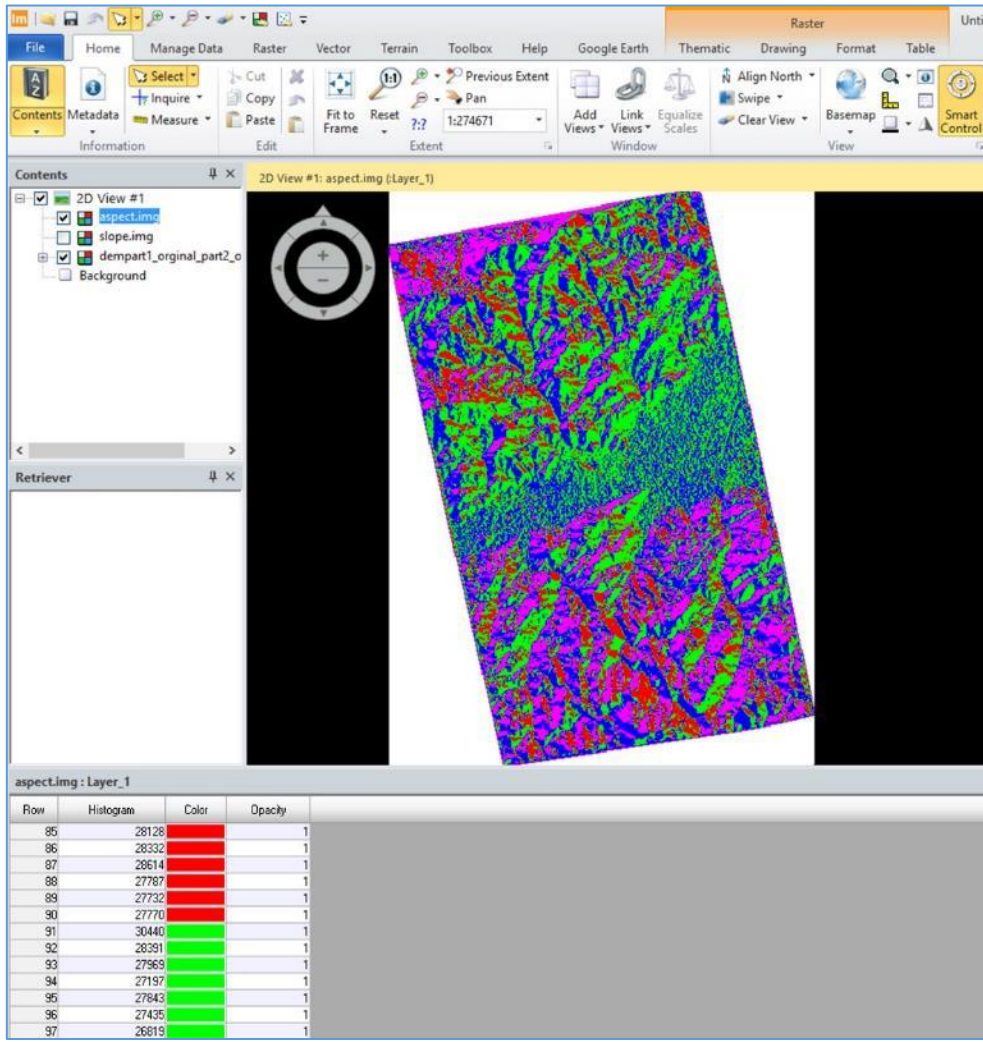


Şekil 7.39. Bakı verisinin ekranda görüntülenmesi

- **Contents** panelinde **Aspect.img** üzerinde farenin sağ tuşu ile tıklayınız ve **Display Attributes Table** komutunu seçerek **Raster Attributes Editor** diyalogunu açınız.

Bu diyalogun **Row** sütunu altında bulunan 1° - 90° , 91° - 180° , 181° - 270° , 271° - 360° bakı aralığı farklı renklerde renklendirilir (Şekil 7.40).

- 1° - 90° arasını kırmızı, 91° - 180° arasını yeşil, 181° - 270° arasını mavi ve 271° - 360° arasını pembe olarak renklendiriniz.



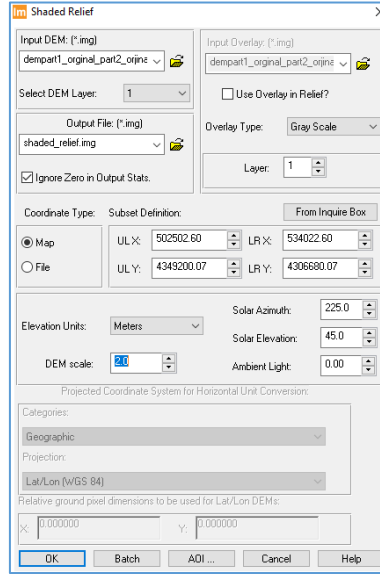
Şekil 7.40. Bakı verisinin bakış yönlerine göre renklendirilmesi

7.5 Gölge Kabartma Haritası Üretme (Shaded Relief)

Gölge kabartma haritaları, yükseklikteki değişimlerin bir resmini sağlamaktadır. Arazinin gölge kabartması, güneşin tanımlanan “Azimuth” (0°-360°) istikametine ve “Elevation” (0°-90°) yükseklik açısına bağlı olarak değişmektedir. Bu görüntüler DEM verisinden veya DEM verisi üzerine çakıştırılmış (Drape) bir görüntü kombinasyonundan oluşturulur.

ERDAS IMAGINE programında gölge kabartma haritası üretmek için;

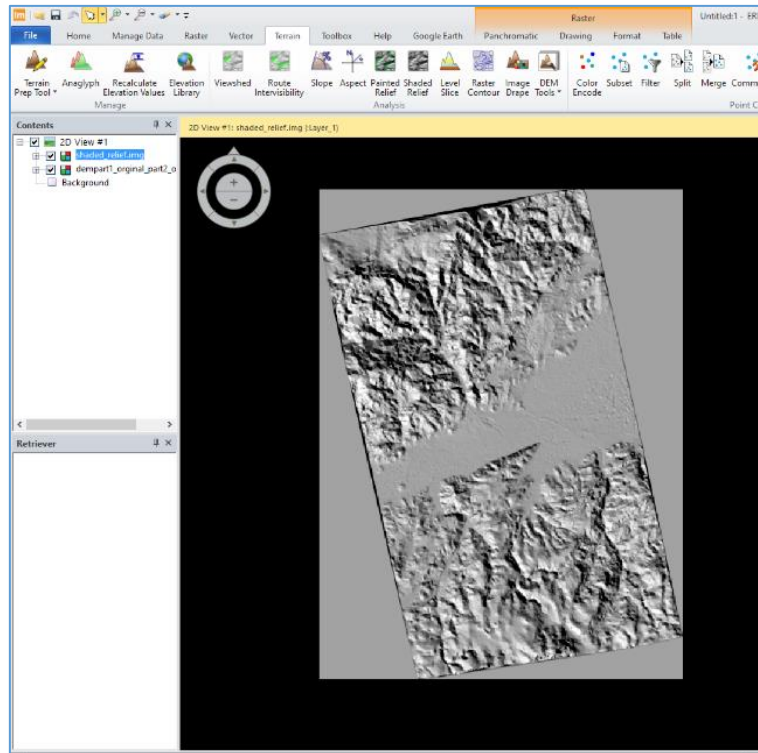
- **TERRAIN** sekmesi > **Analysis** grubu > **Shaded Relief**  fonksiyonuna tıklayınız.
- **Output File (*.img)** kısmında dosya adını **shaded_relief** olarak tanımlayınız ve dosya yolunu **UNITE_6 > 02_Topografik_Analizler > Output** klasörü olarak belirleyiniz.
- **DEM scale** kısmını **2.0** olarak ayarlayınız.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 7.41**).



Şekil 7.41. Shaded Relief diyalogu

Oluşturulan shaded relief haritasını açmak için;

- **FILE** sekmesi > **Open** > **Raster Layer** kısmına tıklayınız.
- **Files of Type** kısmını **IMAGINE Image (*.img)** olarak ayarlayınız.
- **UNITE_6** > **02_Topografik_Analizler** > **Output** klasöründe bulunan **shaded_relief** dosyasını seçiniz ve **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 7.42).



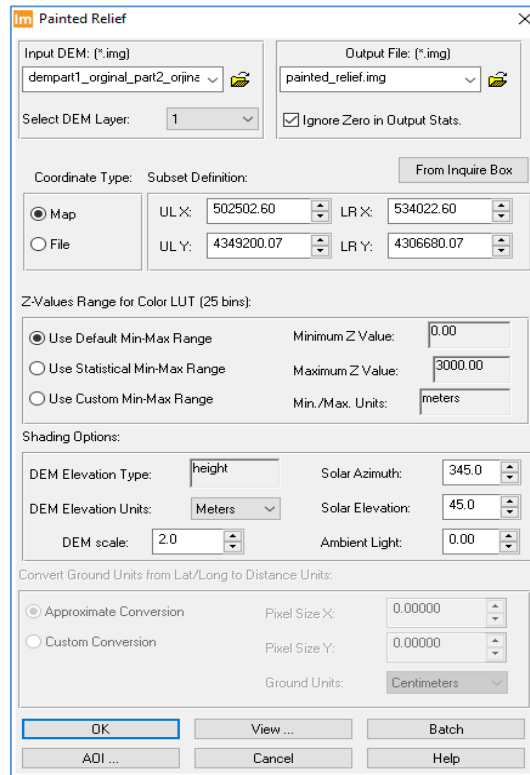
Şekil 7.42. Kabartı gölgeli verinin ekranda görüntülenmesi

7.6 Renkli Kabartma Haritası Üretme (Painted Relief)

Renkli kabartı haritalar, gölgeli kabartı haritaların renkli halidir. Renkli olması, arazinin daha kolay anlaşılmasına olanak sağlar. Ayrıca farklı renkler sayesinde eğim ve yükseklik değişimlerinin daha kolay tanınmasına imkân verirler. Renkli kabartı haritaların üretiminde de güneşin istikameti (Azimuth) ve yükseklik (Elevation) açısı girilerek, istenen zaman dilimindeki arazinin görünüşü ortaya çıkartılır.

ERDAS IMAGINE programında gölgeli kabartma haritası üretmek için;

- **TERRAIN** sekmesi > **Analysis** grubu > **Painted Relief**  fonksiyonuna tıklayınız.
- **Output File (*.img)** kısmında dosya adını **painted_relief** olarak tanımlayınız ve dosya yolunu **UNITE_6 > 02_Topografik_Analizler > Output** klasörü olarak belirleyiniz.
- **DEM scale** kısmını **2.0** olarak ayarlayınız.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 7.43**).

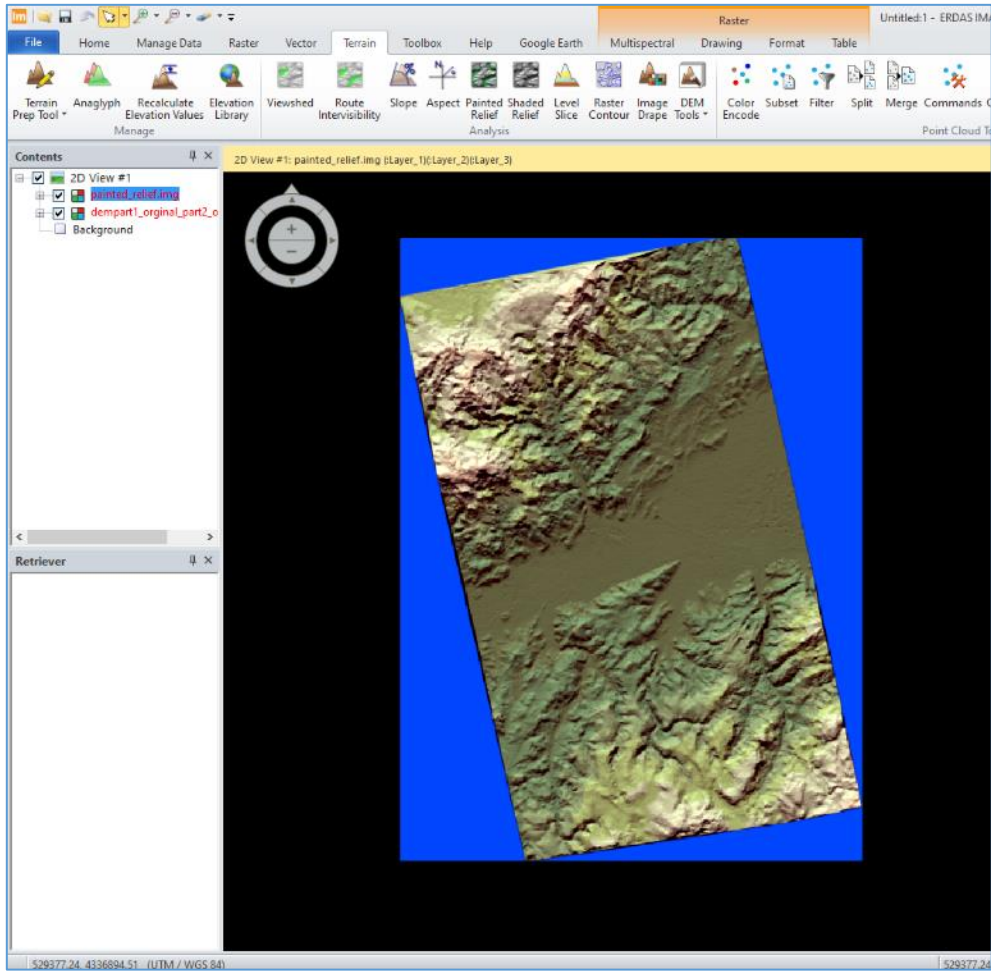


Şekil 7.43. Painted Relief diyalogu

Oluşturulan painted relief haritasını açmak için;

- **FILE** sekmesi > **Open > Raster Layer** kısmına tıklayınız.
- **Files of Type** kısmını **IMAGINE Image (*.img)** olarak ayarlayınız.
- **UNITE_6 > 02_Topografik_Analizler > Output** klasöründe bulunan **painted_relief** dosyasını seçiniz.

- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 7.44).



Şekil 7.44. Renkli kabartı verinin ekranda görüntülenmesi

7.7 Raster Eş Yükseklik Eğrisi Üretme (Raster Contour)

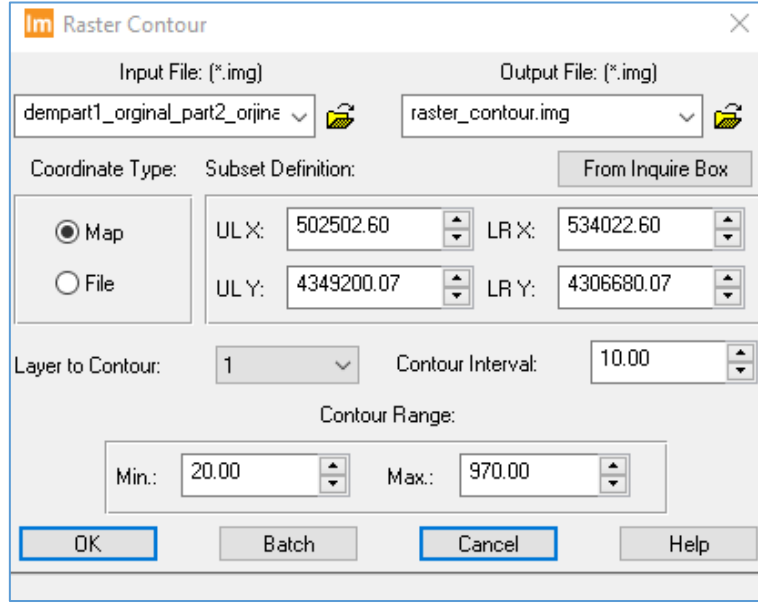
Sayısal yükseklik modelinden yararlanılarak elde edilen raster veri formatındaki eğri haritalarının oluşturulması, yükseklik farklarının birbirinden ayırt edilmesini kolaylaştırır.

ERDAS IMAGINE programında raster eş yükseklik eğrisi üretmek için;



Raster
Contour

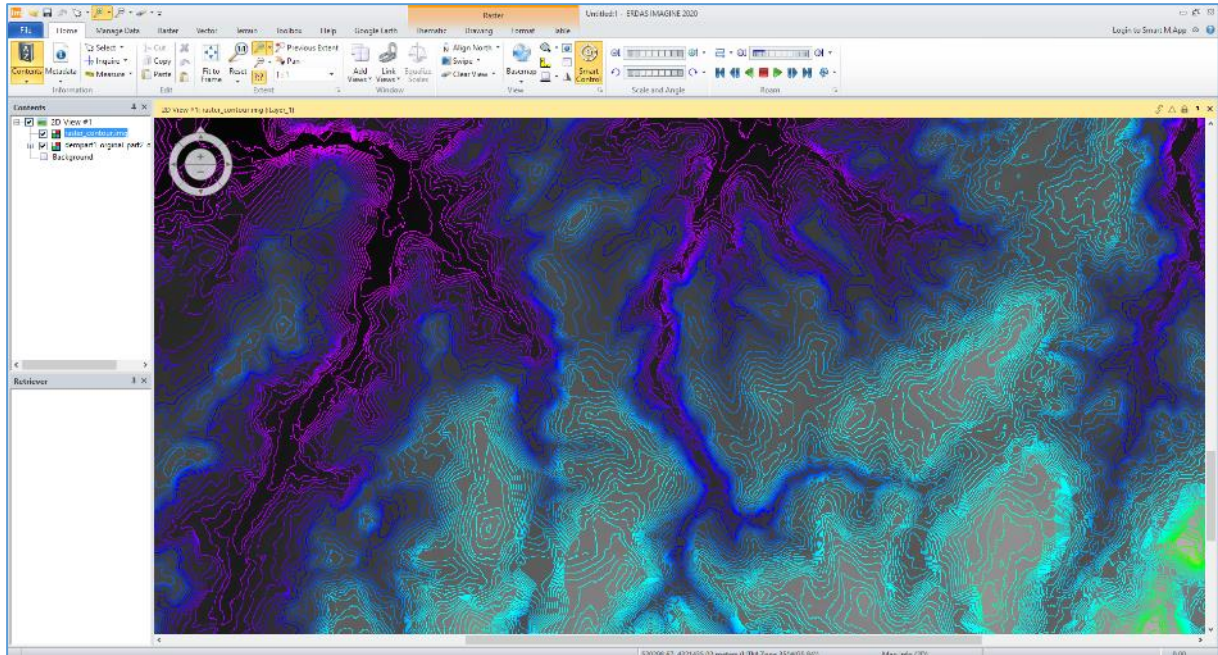
- **TERRAIN** sekmesi > **Analysis** grubu > **Raster Contour** fonksiyonuna tıklayınız.
- **Output File (*.img)** kısmında dosya adını **raster_contour** olarak tanımlayınız ve dosya yolunu **UNITE_6 > 02_Topografik_Analizler > Output** klasörü olarak belirleyiniz.
- Eş yükseklik eğrilerinin aralıkları ayarlayınız.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 7.45).



Şekil 7.45. Raster Contour diyalogu

Oluşturulan raster eş yükseklik haritasını açmak için;

- **FILE** sekmesi > **Open** > **Raster Layer** kısmına tıklayınız.
- **Files of Type** kısmını **IMAGE Image (*.img)** olarak ayarlayınız.
- **UNITE_6** > **02_Topografik_Analizler** > **Output** klasöründe bulunan **painted_relief** dosyasını seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 7.46).



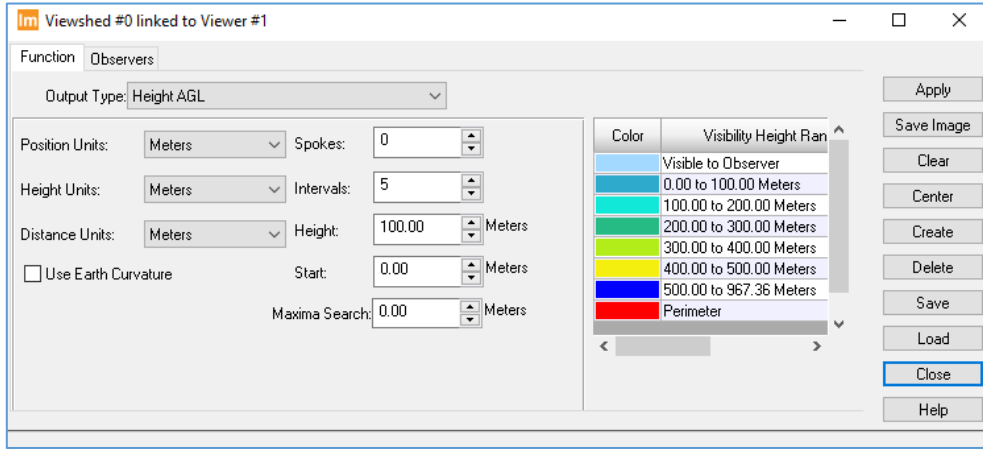
Şekil 7.46. Raster konturların ekranda görüntülenmesi

7.8 Görünürlük Analizi (Viewshed Analysis)

Görünürlük analizi; SYM (DEM) üzerine, gözlemci olarak adlandırılan asker, tank, GSM anteni, radar vb. nesnelerin yerleştirilmesine ve bunların arazide görebileceği veya göremeyeceği yerlerin ortaya çıkarılmasına olanak sağlar. Gözlemcinin araziden olan yüksekliği (AGL) veya deniz seviyesinden olan yüksekliği (ASL) ve görüş mesafesi ayarlanabilir. Görünürlük analizi ile; radyo frekanslarının ulaşabileceği yerler veya radarların kapsama alanları belirlenebilir.

ERDAS IMAGINE programında **Viewshed** analizi yapmak için;

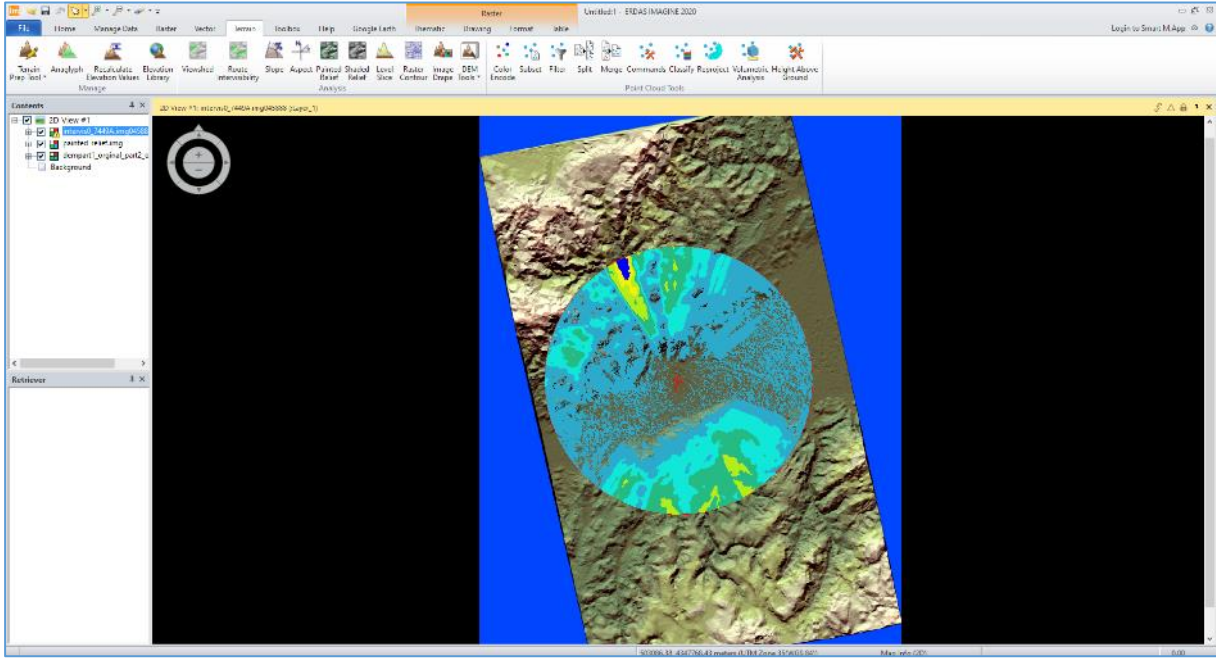
- **TERRAIN** sekmesi > **Analysis** grubu > **Viewshed**  fonksiyonuna tıklayınız.
- Ekranda açılan **Viewshed** diyalogunda **Output Type** kısmını **Height AGL** olarak tanımlayınız (**Şekil 7.47**).



Şekil 7.47. Viewshed diyalogu

- **Observers** sekmesine tıklayınız. **Range** kısmına **10.000** metre giriniz.
- Görünürlük analizinin yapılmak istendiği alanı harita üzerine eklenen **"1"** noktası taşıyarak belirleyiniz.
- **Apply** butonuna tıklayınız (**Şekil 7.48**).

AGL yer seviyesinden verilen yüksekliklere göre görünen alanlar ve görünmeyen alanlar renkli bir şekilde görüntülenmiştir.



Şekil 7.48. Görünürlük analizinin ekranda gösterimi

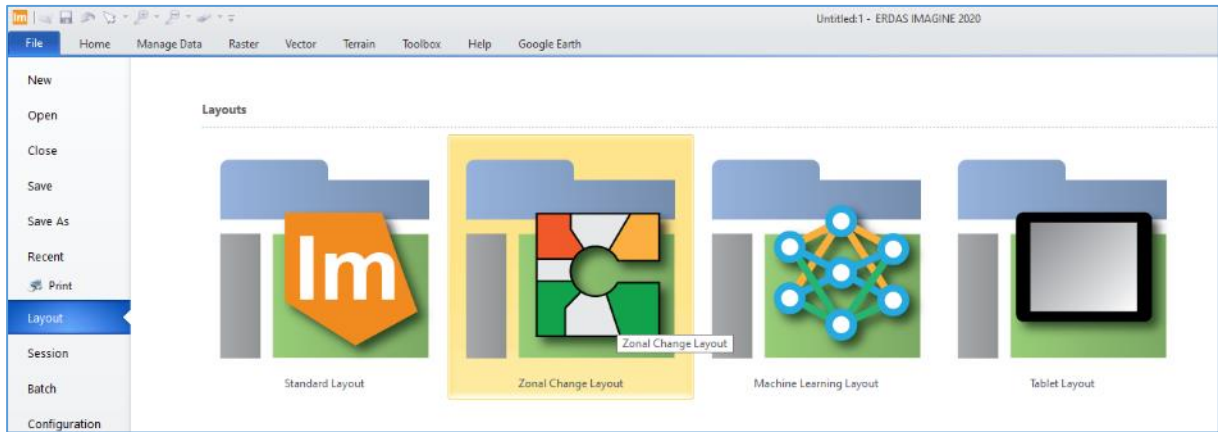
8 DEĞİŞİM ANALİZLERİ

8.1 Bölgesel Değişim Tespiti (Zonal Change Detection)

Farklı zamanlarda çekilmiş, aynı yere ait iki görüntü arasında meydana gelen değişikliklerin tespit edilmesi amaçlanır. Bu değişiklikler arazi örtüsü, arazi kullanımı, kaçak yapı kontrollü, kıyı erozyon takibi gibi uygulama örneklerini içermektedir.

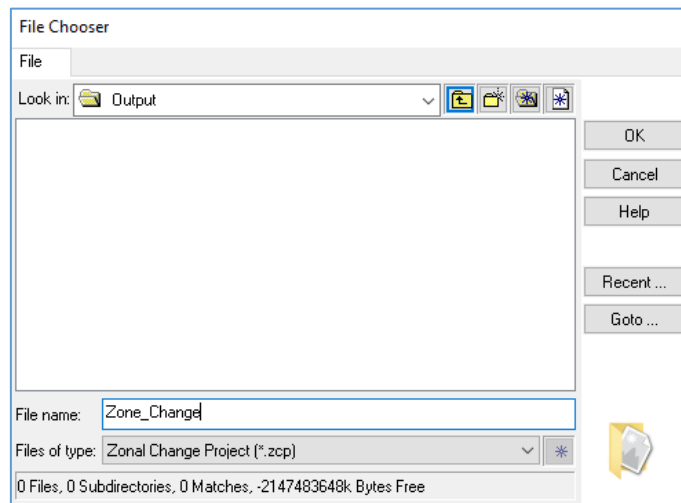
ERDAS IMAGINE programında değişim tespiti için;

- **FILE** sekmesi > **Layout** içerisinde yer alan **Zonal Change Layout** ifadesini seçiniz (**Şekil 8.1**).



Şekil 8.1. Zonal Change Layout arayüzünün çalıştırılması

- **PROCESS** sekmesi altında bulunan **New**  **New** butonu ile yeni proje tanımlayınız.
- Proje tanımlamak için dosya adını **Zone_Change** olarak tanımlayınız ve dosya yolunu **UNITE_7 > 01_Zonal_Change_Layout > Output** klasörü olarak belirleyiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (**Şekil 8.2**).



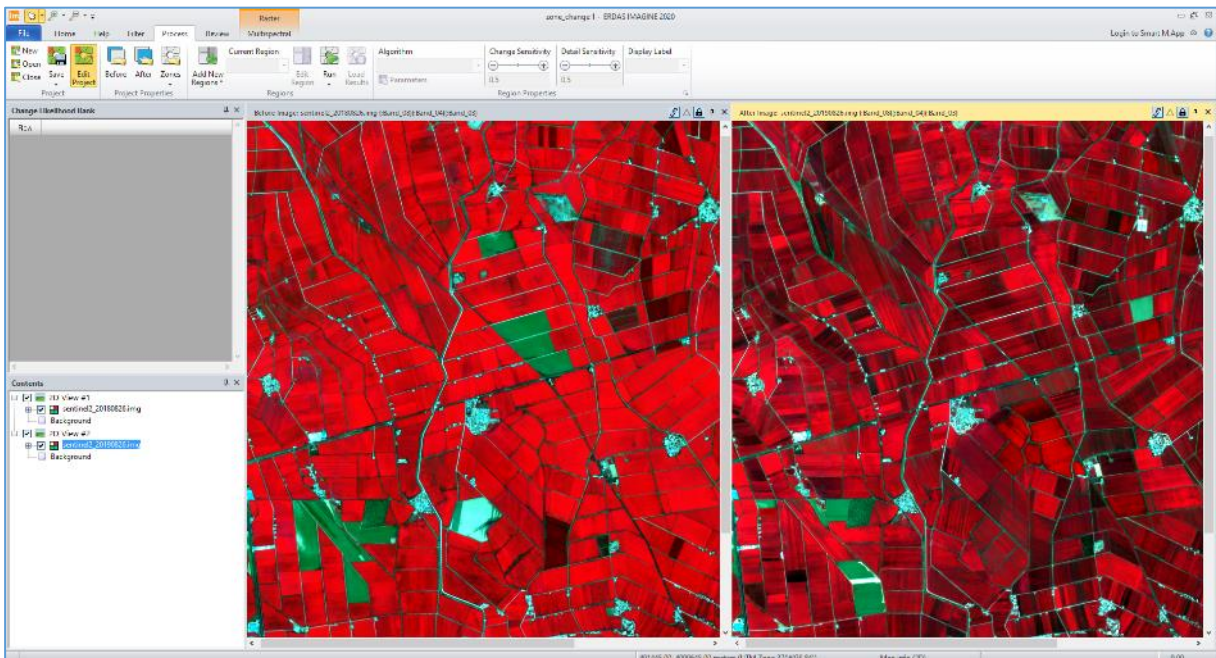
Şekil 8.2. Yeni Zonal Change projesi tanımlama



- **PROCESS** sekmesi > **Project Properties** grubu > **Before**  butonuna tıklayınız.
- Değişim tespiti yapılacak ilk görüntüyü **UNITE_7 > 01_Zonel_Change_Layout > Input** klasöründe bulunan **sentinel2_20180826.img** dosyası olarak seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız.



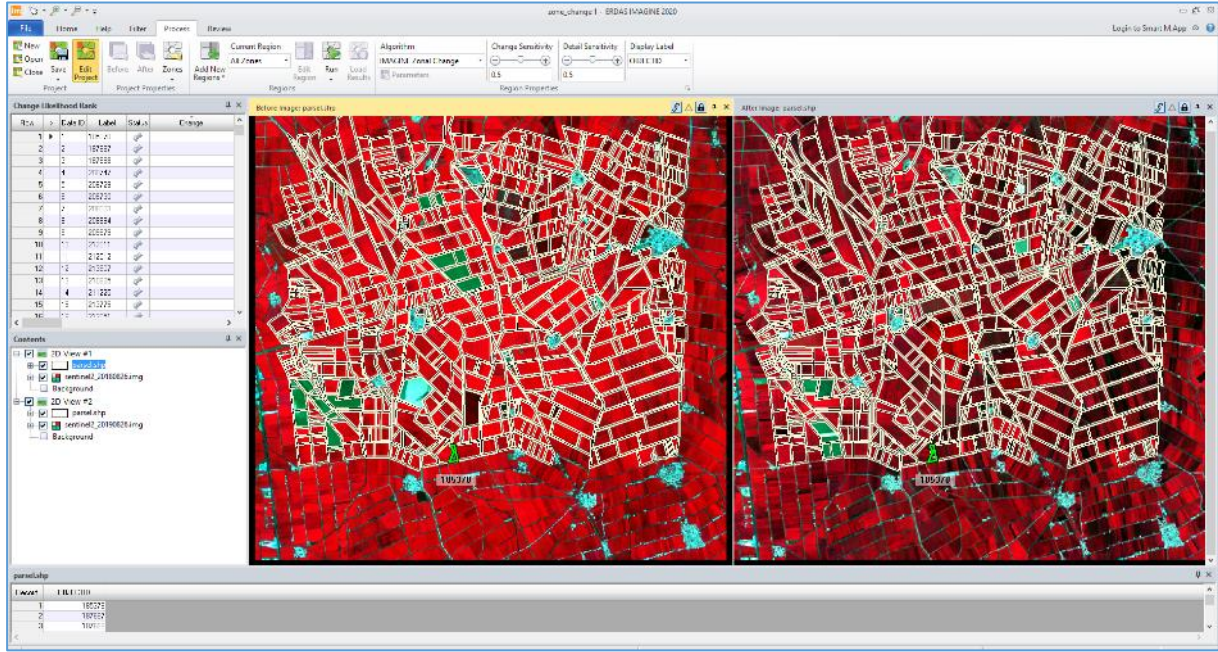
- **PROCESS** sekmesi > **Project Properties** grubu > **After**  butonuna tıklayınız.
- Değişim tespiti yapılacak ikinci görüntüyü **UNITE_7 > 01_Zonel_Change_Layout > Input** klasöründe bulunan **sentinel2_20190826.img** dosyası olarak seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 8.3).



Şekil 8.3. Değişimin izleneceği farklı yıllara ait görüntüler

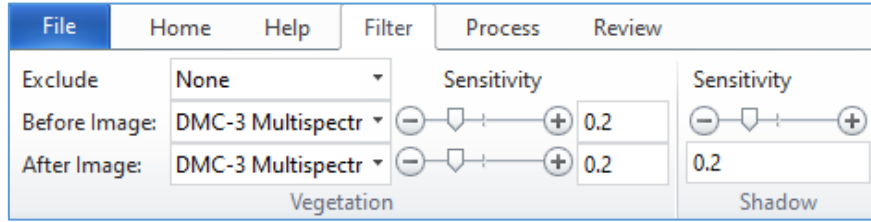


- **PROCESS** sekmesi > **Project Properties** grubu > **Zones**  açılır listesinden **Zone File** fonksiyonuna tıklayınız.
- Değişime bakılacak parsellere ait ***.shp** dosyasını **UNITE_7 > 01_Zonel_Change_Layout > Input** klasöründe bulunan **Parsel.shp** dosyası olarak seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 8.4).



Şekil 8.4. Değişimin izleneceği parsellerin shape verilerin açılması

- **FILTER** sekmesine tıklayınız ve her iki görüntü için **Sensitivity** kısmını **0.2** olarak ayarlayınız (Şekil 8.5).



Şekil 8.5. Filter sekmesi için gerekli ayarlamalar

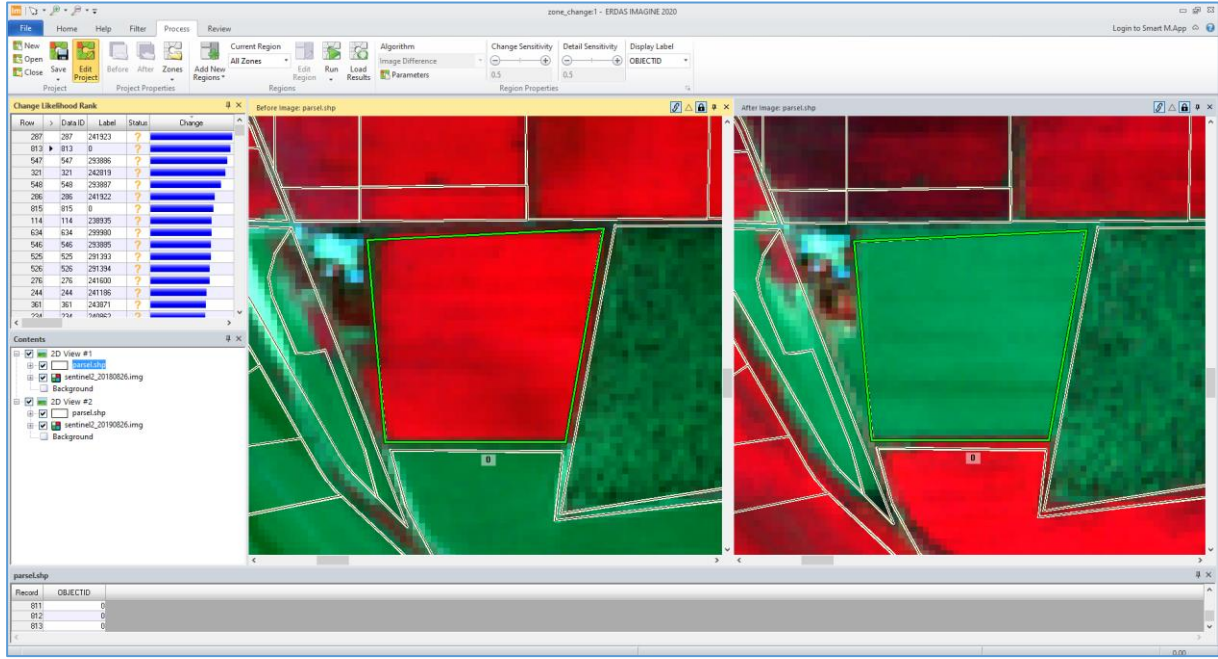
- **PROCESS** sekmesi altında **Algorithm** kısmını **IMAGINE Difference** seçiniz.



- **Run** açılır listesinden **Run Region** fonksiyonuna tıklayınız.



- İşlem bittikten sonra **Load Results** butonuna tıklanarak sonuçları yükleyiniz (Şekil 8.6).



Şekil 8.6. Değişim sonuçlarının görüntülenmesi

Tespit edilen değişimler incelenir.

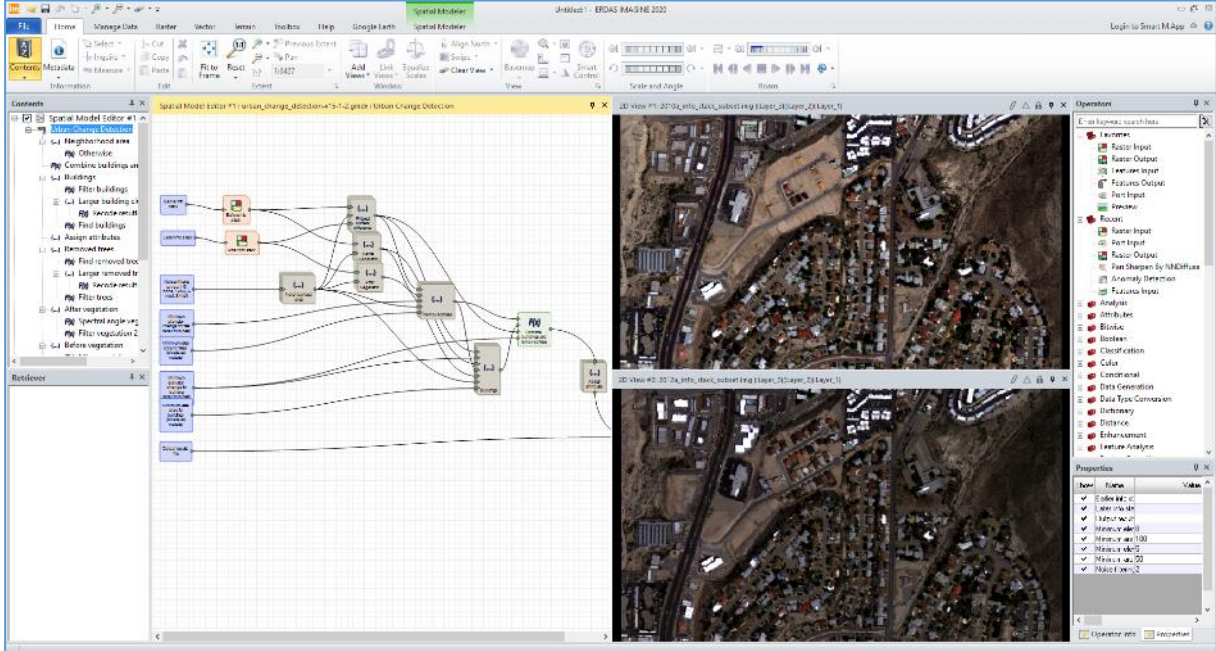
- **REVIEW** sekmesi > **Report** grubu > **Create Report**  açılır listesinden **As ShapeFile** fonksiyonuna tıklayınız.
- Elde edilen *.shp dosyası bir CBS programında incelenebilir.

8.2 Spatial Modeler ile Değişim Tespiti (Change Detection)

ERDAS IMAGINE programında;

- **TOOLBOX** sekmesi altında bulunan **Spatial Model Editor** açılır listesinden **Spatial Model Editor** fonksiyonuna tıklayınız.
- **2D View #1** penceresi üzerinde sağ tıklayınız ve **Open Raster Layer** seçeneğini seçiniz.
- **UNITE_7 > 02_Change_Detection > Input** klasöründe bulunan **2010a_info_stack_subset** dosyasını seçiniz.
- **OK** butonuna tıklayınız.
- **HOME** sekmesi > **Windows** grubu > **Add Views**  butonuna tıklayınız.
- **Add Views** menüsü altından **Crear New 2D View** seçeneğine tıklayınız.
- **2D View #2** penceresi üzerinde sağ tıklayınız ve **Open Raster Layer** seçeneğini seçiniz.
- **UNITE_7 > 02_Change_Detection > Input** klasöründe bulunan **2012a_info_stack_subset** dosyasını seçiniz.

- OK butonuna tıklayınız.
- **Spatial Model Editor #1** penceresinde farenin sağ tuşu ile tıklayınız ve **Open** seçeneğini seçiniz.
- **UNITE_7 > 02_Change_Detection > Input** klasöründe bulunan **urban_change_detection-v15-1-2.gmdx** modelini açınız (Şekil 8.7).

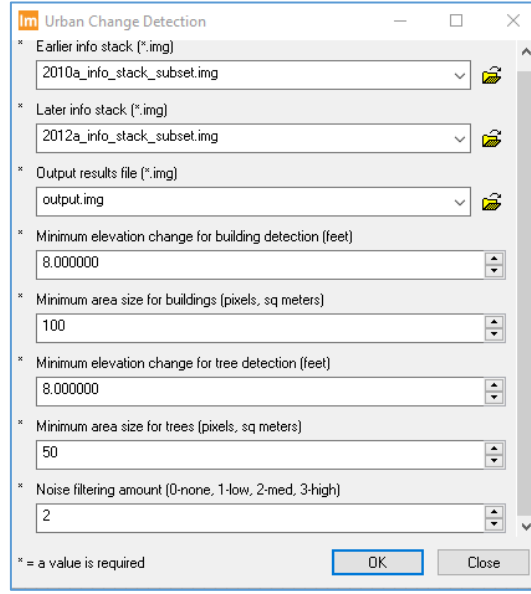


Şekil 8.7. Değişim analizi spatial modelin ekranda açılması

- **SPATIAL MODELER** sekmesi > **Execute** grubu > **Preview**  açılır listesinden **Preview** fonksiyonuna tıklayınız.

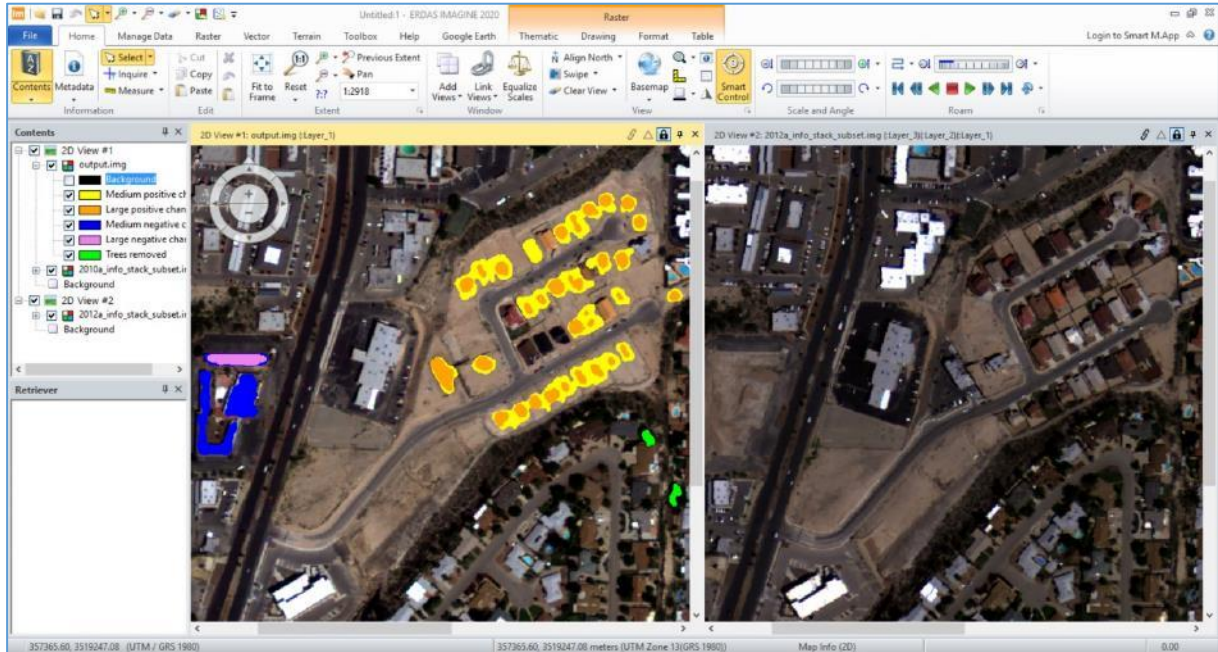
Urban Change Detection diyalogunda;

- **Earlier info stack (*.img)** görüntüsü olarak daha eski tarihli olan **2010a_info_stack_subset.img** görüntüsünü **UNITE_7 > 02_Change_Detection > Input** klasöründen seçiniz.
- **Later info stack (*.img)** görüntüsü olarak daha yeni tarihli olan **2012a_info_stack_subset.img** görüntüsünü **UNITE_7 > 02_Change_Detection > Input** klasöründen seçiniz.
- **Output results file (*.img)** kısmında görüntü adını **Output** olarak tanımlayınız ve dosya yolunu **UNITE_7 > 02_Change_Detection > Output** klasörü olarak belirleyiniz.
- Diğer değerler için herhangi bir değişiklik yapmayınız ve **OK** butonuna tıklayınız (Şekil 8.8).



Şekil 8.8. Değişim analizi parametrelerinin girilmesi

- **SPATIAL MODELER** sekmesi > **Execute** grubu > **Run**  açılır listesinden **Run** fonksiyonuna tıklayınız ve modeli çalıştırınız.
- **FILE** sekmesi > **Open** > **Raster Layer** kısmına tıklayınız.
- **UNITE_7** > **02_Change_Detection** > **Output** klasöründe bulunan **Output** görüntüsünü mevcut görüntülerin üstüne açınız.
- Pencereleri linkleyiniz ve değişim tespitini inceleyiniz (Şekil 8.9).



Şekil 8.9. Değişim analizi sonuçlarının ekranda incelenmesi

Kaynakça

- Çiçek, İ. (2020). Fiziki coğrafya araştırma yöntemleri ders notu. Erişim Adresi: https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/147023/mod_resource/content/1/Hafta_10.pdf
- Duran, C. (2007). Uzaktan algılama teknikleri ile bitki örtüsü analizi. Doa Dergisi.
- Jusoff, K. ve Manaf, M. R. A. (1995). Satellite remote sensing of deforestation in the Sungai Buloh forest reserve, Peninsular Malaysia. International Journal of Remote Sensing, 16(11), 1981-1997.
- Kahraman, Ö., Özen, H., Demirciolu, E., Sakarya, U. ve Küpçü, R. (2012). Uzaktan algılamada RASAT: Türkiye'de üretilen ilk yer gözlem uydusu. IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2012).
- Sunar, F., Özkan, C. ve Osmanoglu, B. (2018). Uzaktan Algılama. Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Vikipedi. "Uzaktan Algılama". Erişim Tarihi: 1 Ağustos 2020. Erişim Adresi: https://tr.wikipedia.org/wiki/Uzaktan_alg%C4%B1lama



ESKİŞEHİR TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
ESKİŞEHİR TECHNICAL UNIVERSITY

 **başarsoft**

2022



www.eskisehir.edu.tr