

**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SAYISAL HAVA KAMERALARINDAN ELDE EDİLEN 8-16 BIT GÖRÜNTÜLERİN
FOTOGRAMETRİK KIYMETLENDİRME AÇISINDAN ANALİZİ – ZONGULDAK
ÖRNEĞİ**



GEOMATİK MÜSHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KADİR SENCER TAPAN

TEMMUZ 2019

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SAYISAL HAVA KAMERALARINDAN ELDE EDİLEN 8-16 BIT GÖRÜNTÜLERİN
FOTOGRAMETRİK KIYMETLENDİRME AÇISINDAN ANALİZİ – ZONGULDAK
ÖRNEĞİ

GEOMATİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kadir Sencer TAPAN

DANIŞMAN: Dr. Öğr. Üyesi Aycan Murat MARANGOZ

ZONGULDAK

Temmuz 2019

KABUL:

Kadir Sencer TAPAN tarafından hazırlanan ‘‘Sayısal Hava Kameralarından Elde Edilen 8–16 Bit Görüntülerin Fotogrametrik Kıymetlendirme Açısından Analizi: Zonguldak Örneği’’ başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 04/07/2019

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Aycan Murat MARANGOZ

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü



Üye : Doç. Dr. Ayhan ATEŞOĞLU

Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü



Üye : Dr. Öğr. Üyesi Serkan KARAKIŞ

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü



ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geöen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

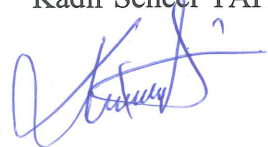
..../..../2019



Prof. Dr. Ahmet ÖZARSLAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Kadir Sencer TAPAN



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SAYISAL HAVA KAMERALARINDAN ELDE EDİLEN 8-16 BIT GÖRÜNTÜLERİN FOTOGRAFİK KIYMETLENDİRME AÇISINDAN ANALİZİ – ZONGULDAK ÖRNEĞİ

Kadir Sencer TAPAN

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Aycan Murat MARANGOZ

Temmuz 2019, 63 sayfa

Fotogrametri tekniği, teknolojiye paralel bir şekilde her geçen yıl gelişme göstermekte ve ilerlemektedir. Bu da fotografik emülsiyon ve optik kamera kombinasyonunun gelişmesi, yüksek çözünürlük ve düşük distorsiyonlu görüntülerin elde edilmesini sağlamıştır. Özellikle sayısal fotogrametri, raster görüntülerin yüksek çözünürlükte ve çok sayıda renklerin bilgisayarda elde edilmesi sayesinde, hızla gelişme göstermektedir. Bunların yanı sıra, günümüzde bilgisayar teknolojisinin ilerlemesi ile birlikte güçlü bellek ve hızlı işlemcilerin üretilmesi sayesinde Sayısal fotogrametriye olan ilgi artmaktadır. Sayısal hava kamerası görüntülerinde eş zamanlı olarak pankromatik, renkli ve kızılötesi görüntüler elde edildiği için çok çeşitli kullanım alanlarını da beraberinde getirmiştir. Sayısal hava kamerası görüntülerinde GNSS / INS (Global Navigation Satellite System/ Inertial Measurement Unit) kullanımı ile fotogrametrik nirengi işlemine gerek kalmadan dış yöneltme parametrelerinin elde edilmesi sağlanmıştır. Bu da otomatik havai nirengi uygulamasını olanaklı hale getirmiş ve maliyeti

ÖZET (devam ediyor)

önemli ölçüde azaltmıştır. Sayısal hava kamerasından elde edilen ham görüntüler işlenerek, 8 ve 16 bit olarak PAN (Pankromatik), RGBI (Red Green Blue Infrared), RGB (Red Green Blue), NIR (Near Infrared) ve CIR (Colour Infrared) görüntü olarak elde edilebilmektedir.

Bu çalışmada, sayısal hava kamerası görüntülerinin fotogrametrik çalışmalara kazanımlarını da belirterek; fotogrametrik değerlendirme için bu görüntülerden hangisinin kullanılmasının gerektiği ve birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları belirlenmiştir. Fotogrametrik değerlendirme için sayısal hava kamerası görüntülerinden hangisinin kullanılmasının gerektiği ve birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları belirlenmiştir.

Bunun için Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Merkez Kampüsünü içerisine alan ve arazi yapısı olarak, hem ormanlık hem de şehir merkezi olacak şekilde mümkün olduğu kadar eşit dağılımlı kısmı çalışma bölgesi olarak seçilmiştir. Söz konusu bölgeye ait 2011 yılı hava fotoğrafları ile; 8 ve 16 bit RGB, RGBI, CIR ve NIR görüntüleri ile stereo model oluşturularak her bir görüntü için görüntü değerlendirme işlemi yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sayısal Fotogrametri, Sayısal Hava Kamerası, Sayısal Görüntü, PAN, RGB, RGBI, CIR, NIR

Bilim Kodu: 616.02.01

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

ANALYSIS OF 8-16 BIT IMAGES OBTAINED FROM DIGITAL AIR CAMERAS IN TERMS OF PHOTOGRAMMETRIC EXPLOITATION- ZONGULDAK EXAMPLE

Kadir Sencer TAPAN

**Zonguldak Bülent Ecevit University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geomatic Engineering**

Thesis Advisor: Assist. Prof. Dr. Aycan Murat MARANGOZ

July 2019, 63 pages

The photogrammetry technique is progressing and advancing every year in parallel with technology. The development of photographic emulsion and the optical camera combination, high resolution and low distortion images are provided. Especially digital photogrammetry, raster images at high resolution and a large number of colors are obtained on the computer, is developing rapidly. In addition, the interest in Digital photogrammetry is increasing thanks to the progress of computer technology and the production of powerful memories and fast processors. Because of the simultaneous acquisition of panchromatic, color and infrared images in digital aerial images, it has brought a wide range of applications. By using GNSS / INS (Global Navigation Satellite System / Inertial Measurement Unit) in digital aerial camera images, it is possible to obtain external directing parameters without the need of photogrammetric triangulation. This enabled automatic aerial triangulation and significantly reduced costs. The raw images from the digital aerial camera are processed to produce 8 and 16 bits It can be obtained as PAN (Panchromatic), RGBI (Red Green Blue Infrared), RGB (Red Green Blue), NIR (Near Infrared) and CIR (Color Infrared) images.

ABSTRACT (continued)

In this study, numerical weather camera images and GNSS / IMU system, noting the achievements of the photogrammetric work;

For photogrammetric evaluation, which of these images should be used and advantages and disadvantages are determined according to each other. For this reason, Zonguldak Bülent Ecevit University was chosen as the study area, which is located in the Central Campus, and as a part of the study area, as much as possible as a forest and city center. With the aerial photographs of the region in 2011, 8 and 16 bit RGB, RGBI, CIR and NIR images were created and a stereo model was created for each image and the results were compared.

Keywords: Digital Fotogrametry, Digital Air Camera, Digital Image, PAN, RGB, RGBI, CIR, NIR

Science Code: 616.02.01

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleőtirilmesinde, değerli bilgilerini bizlerle paylaőan, saygı değer danışman hocam; Dr. Öğr. Üyesi Murat Aycan MARANGOZ'a, çalıőmam boyunca benden bir an olsun yardım ve desteklerini esirgemeyen baőtta Harita Genel Müdürü olmak üzere Fotogrametri Dairesi çalıőanlarına ve çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli eőtım Hande TAPAN'a ve aileme sonsuz teőtakkürlerimi sunarım.





İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
BÖLÜM 2 SAYISAL FOTOGRAMETRİ	3
2.1 ÇÖZÜNÜRLÜK.....	6
2.1.1 Radyometrik Çözünürlük	6
2.1.2 Spektral Çözünürlük	7
2.1.3 Konumsal Çözünürlük.....	8
2.1.4 Zamansal Çözünürlük.....	9
2.2 SAYISAL GÖRÜNTÜ ÇEŞİTLERİ.....	9
2.2.1 Pankromatik Görüntü	9
2.2.2 Multispektral Görüntü	10
2.2.3 Kıızılötesi Görüntü	11
BÖLÜM 3 SAYISAL KAMERALAR (CCD KAMERALAR)	13
3.1 CCD KAMERALARIN GENEL ÖZELLİKLERİ VE YAPISI	14
3.2 OPTİK SİSTEMLER.....	15
3.3 ELEKTRONİK DEDEKTÖRLER.....	16

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
3.4 SOĞUTUCU SİSTEM	17
3.5 SAYISAL KAMERALAR İLE KLASİK HAVA VE YER KAMERALARININ KARŞILAŞTIRILMASI	18
BÖLÜM 4 MATERYAL, YÖNTEM VE UYGULAMA	21
4.1 ÇALIŞMA ALANI.....	21
4.2 KULLANILAN VERİ VE YAZILIM.....	22
4.2.1 Uygulamada Kullanılan Sayısal Hava Kamerası ve Özellikleri.....	30
4.3 YÖNTEM	32
4.4 UYGULAMA.....	32
4.5 BULGULAR	38
BÖLÜM 5 SONUÇ.....	59
KAYNAKLAR.....	61
ÖZGEÇMİŞ	63

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 Görüntü matrisi.	4
Şekil 2.2 Elektromanyetik spektrum.	5
Şekil 2.3 Görünür bölge.	6
Şekil 2.4 Radyometrik çözünürlük.....	7
Şekil 2.5 Spot XS görüntüsüne ait spektral bantları.....	8
Şekil 2.6 Konumsal çözünürlük	8
Şekil 2.7 İzmit'e ait Spot uydusundan alınan görüntüler.....	9
Şekil 2.8 Multi spektral görüntü matrisi.....	11
Şekil 2.9 Görüntü örnekleri.	12
Şekil 3.1 CCD Kameraların yapısı.....	15
Şekil 3.2 Termal ve foton detektörlerin spektral hassasiyetleri.	17
Şekil 4.1 Çalışma alanı.....	22
Şekil 4.2 Quickview görüntüler	23
Şekil 4.3 Aynı hava fotoğrafına ait görüntüler.....	24
Şekil 4.4 Yeni proje için proje tipini seçme ekranı.	26
Şekil 4.5 Yeni proje için proje bilgilerini girilme ekranı.	26
Şekil 4.6 Kamera dosyası ve hava fotoğraflarının programa tanıtılması.	27
Şekil 4.7 Proje bilgileri ve uçuş yönünün girildiği ekran.....	27
Şekil 4.8 İç yöneltme işleminin gösterimi.....	28
Şekil 4.9 Ori dosyası	28
Şekil 4.10 Dış yöneltme işleminin gösterimi.	28
Şekil 4.11 Generate models sembolü.	29
Şekil 4.12 Üç boyutlu model.....	30
Şekil 4.13 Microsoft UltraCam-X büyük formatlı hava kamerası.	30
Şekil 4.14 Microsoft UltraCam-X büyük formatlı hava kamerasının bölümleri.	31
Şekil 4.15 CAD programının açılışı.....	32
Şekil 4.16 Çalışma alanının üç boyutlu model üzerinde görünümü.....	33
Şekil 4.17 Vektör verilerin üç boyutlu model üzerinde görünümü.....	34
Şekil 4.18 8 bit CIR stereo model ve değerlendirmesi.....	35
Şekil 4.19 8 bit NIR stereo model ve değerlendirmesi.	35
Şekil 4.20 8 bit RGBI stereo model ve değerlendirmesi.....	36
Şekil 4.21 16 bit CIR stereo model ve değerlendirmesi.....	36
Şekil 4.22 16 bit NIR stereo model ve değerlendirmesi.	37
Şekil 4.23 16 bit RGB stereo model ve değerlendirmesi.	37
Şekil 4.24 Farklı bölgelere ait 8 bit ve 16 bit CIR ve NIR görüntülerin karşılaştırılması	40

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.25 Farklı bölgelere ait 8 bit ve 16 bit RGB ve RGBI görüntülerin karşılaştırılması. ..	43
Şekil 4.26 16 bit RGBI görüntü üzerinden binaların kıymetlendirilmesi.	44
Şekil 4.27 Binalarda seçilen köşeler ve numaraları.	44
Şekil 4.28 1. Bina köşelerinde vektör verilerin karşılaştırılması ve indeksi.	45
Şekil 4.29 2. Bina köşelerinde vektör verilerin karşılaştırılması ve indeksi.	46
Şekil 4.30 Farklı bölgelere ait 2011 ve 2015 yılında çekilmiş görüntü karşılaştırması.	52
Şekil 4.31 9 Farklı projenin farklı bölgelerde karşılaştırması.	57



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1 Elektromanyetik spektrumunun bölgeleri için kullanılan mercek materyalleri...	16
Çizelge 3.2 Foton dedektörlerin özellikleri.....	17
Çizelge 3.3 Elektronik sistemlerde ve fotografik sistemlerde kullanılan kameralar arasındaki bazı farklılıklar.....	19
Çizelge 4.1 Hava fotoğraflarının boyutları.	38
Çizelge 4.2 Hava fotoğraflarının proses süreleri.....	39
Çizelge 4.3 Format dönüşüm süreleri.	39



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

λ	: Lamda
μm	: mikro metre
nm	: nano metre
φ	: Phi
ω	: Omega
κ	: Kappa

KISALTMALAR

CCD	: Charge Coupled Device
CIR	: Colour Infrared
DGNSS	: Differential Global Positioning System
DSO	: Direct Sensor Orientation
EO	: Exterior Orientation
GNSS	: Global Navigation Satellite System
IO	: Interior Orientation
IMU	: Inertial Measurement Unit
INS	: Inersiyal Navigasyon Sistemi
MOS	: Metal Oksit Yarıiletkenler
NIR	: Near Infrared
PAN	: Pankromatik
RGB	: Red Green Blue
RGBI	: Red Green Blue Infrared



BÖLÜM 1

GİRİŞ

Teknoloji ile birlikte fotogrametri tekniğide her geçen yıl gelişme göstermekte ve ilerleme kaydetmektedir. Optik kamera ve fotografik emülsiyon kombinasyonunun gelişmesi, düşük distorsiyonlu ve yüksek çözünürlük resimlerin ortaya çıkmasına olanak vermiştir. Özellikle bilgisayar teknolojisinde raster görüntülerin yüksek çözünürlüğü ve çok sayıda renk kombinasyonları kullanılarak elde edilmesi, sayısal fotogrametrinin hızla gelişmesine neden olmuştur. Bunlarla birlikte günümüzde bilgisayarlarda güçlü bellek ve hızlı işlemcilerin kullanılması ve bilgisayar teknolojisinin hızla ilerlemesi sayısal fotogrametriye olan ilginin artmasına sebep olmaktadır.

Sayısal fotogrametri sayısal görüntüler kullanarak işlem yapmaktadır. Sayısal görüntü kullanmak bazı avantajlarında yanında getirmiştir. Bunları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

- Bilgisayar ortamında görüntüler doğrudan görüntülenebilir ve ölçülebilir.
- Kalibrasyona ihtiyaç duyulmaz ve sabit ölçüm sistemlerine sahiptir.
- Çeşitli programlar sayesinde görüntülerde iyileştirme (image enhancement) yapılabilir.
- Görüntü işleme teknikleri kullanılarak otomatik olarak fotogrametrik değerlendirme ve ölçme işlemlerinin yapılmasını sağlar.

Fotogrametrik nirengi işleminde GNSS / IMU (Global Navigation Satellite System / Inertial Measurement Unit) sayesinde elde edilen dış yöneltme parametrelerinin başlangıç değeri olarak kullanılması ve renkli sayısal görüntünün yüksek radyometrik çözünürlüğü ile tam otomatik olarak fotogrametrik nirengi işlemleri yapılabilir. Bilindiği gibi fotogrametrik nirengi işlemleri oldukça zaman alan ve maliyetli işlemlerdir. GNSS / IMU ile birlikte yapılan tam otomatik fotogrametrik nirengi zamanı ve maliyeti oldukça azaltmaktadır.

Sayısal hava kamerasından elde edilen ham görüntüler işlenerek, 8 ve 16 bit olarak PAN (Pankromatik), RGB (Red Green Blue), RGBI (Red Green Blue Infrared), CIR (Colour Infrared) ve NIR (Near Infrared) görüntü olarak elde edilebilmesi çok çeşitli kullanım alanlarını da beraberinde getirmiştir. Bu çalışmada; sayısal hava kamerası görüntülerinin fotogrametrik çalışmalara kazanımlarını da belirterek; fotogrametrik değerlendirme için bu görüntülerden hangisinin kullanılmasının gerektiği ve birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları belirlenmiştir. Bunun için Bülent Ecevit Üniversitesi Merkez Kampüsünü içerisine alan ve arazi yapısı olarak, hem ormanlık hem de şehir merkezi olacak şekilde mümkün olduğu kadar eşit dağılımlı kısmı çalışma bölgesi olarak seçilmiştir. Söz konusu bölgeye ait 2011 yılı hava fotoğrafları ile; 8 ve 16 bit PAN, RGB, RGBI, CIR ve NIR görüntüleri ile stereo model oluşturularak her bir görüntü için görüntü değerlendirme işlemi yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın ikinci ve üçüncü bölümünde çalışma ile ilgili genel açıklamalar, tanımlamalar ve sayısal hava kameralarının katkıları yer almaktadır. Sayısal hava kamerası görüntülerinin process işlemi biten görüntülerin değerlendirilmesi dördüncü bölümde ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Görüntü değerlendirme sonucunda çıkan sonuçlar ve genel karşılaştırmalar beşinci bölümde yer almaktadır.

BÖLÜM 2

SAYISAL FOTOGRAMETRİ

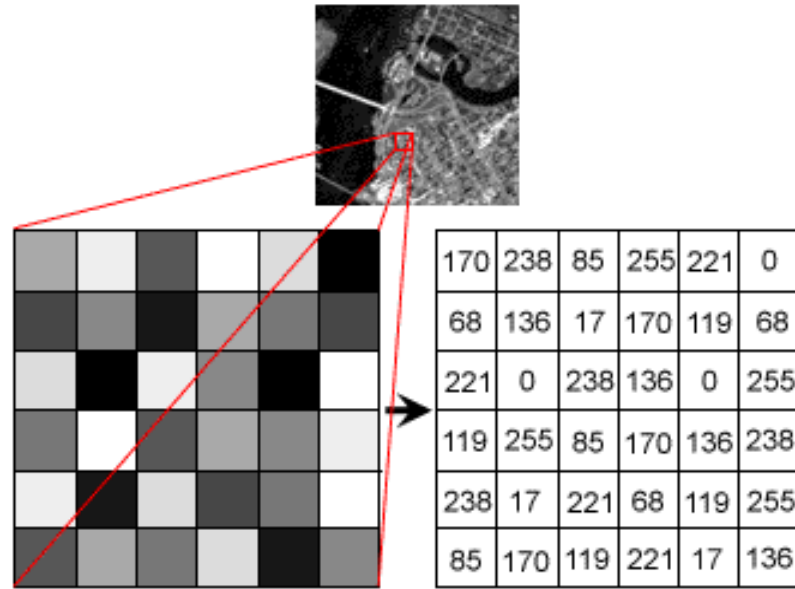
Sayısal fotogrametri sayısal ortamda görüntüye ihtiyaç duyar. Sayısal görüntü çeşitli yöntemlerle doğrudan temin edilebileceği gibi analog bir görüntünün çeşitli yöntemlerle sayısallaştırılması ile de temin edilebilir. Doğrudan sayısal görüntüler başlangıçta yalnızca uydu görüntüleri ile sınırlı kalmasından dolayı, sayısal sistemlerde analog görüntüler sayısallaştırılarak kullanılmıştır. Analog hava fotoğraflarının (film bazlı) sayısallaştırılması için, değişik modelde, tip ve özelliklerde tarayıcılar mevcuttur. Baltsavias (1999)'a göre bu tür tarayıcıların doğruluğu başlangıçta yaklaşık 25 µm sahip iken günümüzde bu doğruluk 7 µm seviyelerine inmiştir. Sayısal aletlerdeki geometrik doğruluk sorunu doğrudan veya taranarak elde edilen sayısal görüntüler ile ortadan kalkmıştır. Çünkü detayların geometrik konumu piksel adresi kullanılarak belirlenmiştir.

Önceden yalnızca uydular kullanılarak temin edilebilen sayısal görüntüler, günümüzde uçaklara monte edilen hava kameraları ile de temin edilebilmektedir. İlk zamanlarda sayısal görüntülerle alakalı kısıtlayıcı nedenlerin başında saklama (depolama) sorunu bulunmaktaydı. Gelişen teknoloji ve yazılım dünyasının sonucu olarak ortaya çıkan sıkıştırma yazılımları ve güçlü saklama birimleri ile bu sorun giderek ortadan kalkmaktadır. Kersten ve Haering (1997)'ye göre sayısal iş istasyonları otomatikleştirmeye imkân sağlamakta olup, görüntülerin iç yönlendirmeleri, dış yönlendirmelerinin bulunması ışın demetlerinin dengelenmesiyle ve havai nirengi işlemleri otomatik olarak gerçekleştirilebilmektedir. Otomatik havai nirengi, standart bir işlem haline gelmiş olmasına rağmen Jacobsen (2002)' ye göre, ormanlık ve dağlık bölgelerde çalışırken dikkat edilmeli ve manuel ölçümler yapılarak desteklenmelidir.

Ayrıca, dolaylı olarak yapılan yönlendirmelerinin bulunması işlemi IMU (Inertial Measurement Unit) ve GNSS (Global Positioning System) kullanılarak doğrudan yapılabilir hale gelmiştir. Fotoğraf çekiminden önce yapılan yer kontrol noktalarının arazide tesis edilmesi ve ölçüm işlemlerinin yerini GNSS / IMU almıştır. Görüntü alımı esnasında, resim dönüklükleri

IMU ile projeksiyon merkezi koordinatları ise GNSS sayesinde belirlenmektedir. Cramer, 2001'e göre sistemin performans araştırması yapılan denemelerde 5-10 cm konum, 0.0020-0030 ω ve ϕ ve 0.0050-0.0070 κ doğruluğuna ulaşılmıştır. Standart analog kameraları GNSS / IMU dış yöneltme elemanları yardımıyla, düşeyde 8-18 cm, yatayda ise 5-15 cm doğrulukla yöneltmeye imkan sağlar. Sonuç olarak, Cramer ve Stallman (2001)'e göre GNSS / IMU yardımıyla doğrudan yöneltme tekniğinin; pratik olarak kullanılabilir hale gelmesi, algılayıcı yöneltmesi için esnek ve hızlı bir vasıta olması, algılayıcıların vazgeçilmez bir parçası olarak sayısal hava kameralarının da kullanımıyla birlikte yaygınlaşarak artacağı değerlendirilmektedir.

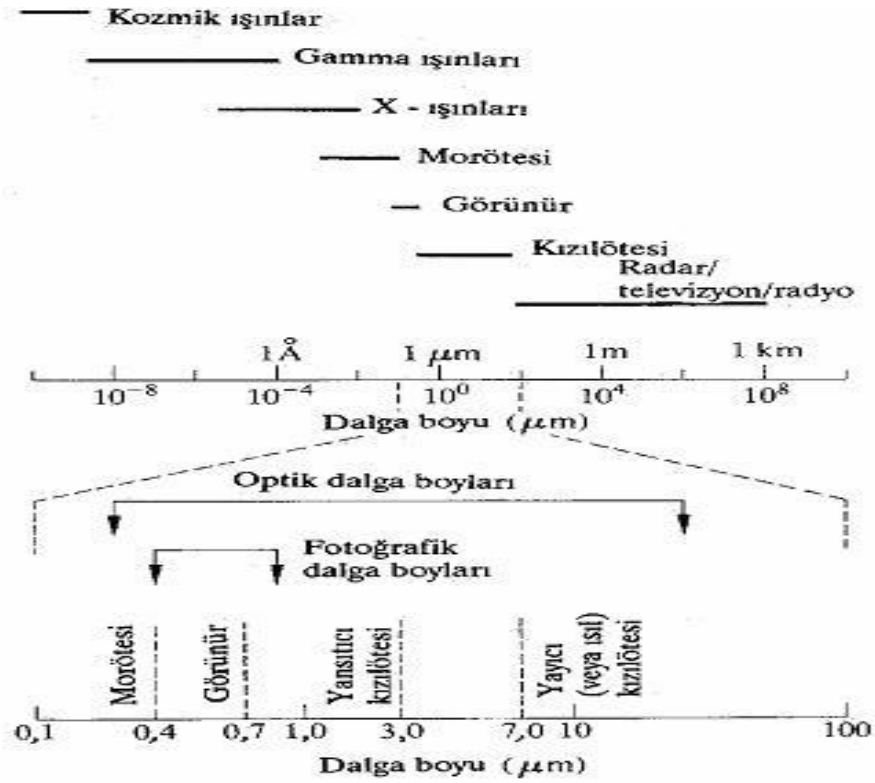
Günümüzde sayısal (dijital) fotoğraf kelimesi önümüze çok sık çıkmaktadır. Bu tür fotoğraflara, özel sayısal kameralar kullanılarak kayıt edilebileceği gibi, tarayıcı makineler yardımıyla taranarak sayısallaştırma yolu ile de temin edilebilmektedir. Siyahla beyaz arasındaki gri düzeyleri 256'ya ayırarak tüm fotoğrafı gri düzeylerin matrisi şeklinde ifade edebiliriz. Buna görüntü matrisi denir. Şekil 2.1'de Görüntü Matrisi'ne bir örnek gösterilmiştir. Bu matrise ait her elemana bir fotoğraf elemanı karşılık gelir. Bu fotoğraf elemanlarına PİKSEL(pixel= Picture XEment) denir ve her piksel bir gri değerine gösterilir.



Şekil 2.1 Görüntü matrisi.

Bir piksele karşılık gelen alan yeryüzünde ne kadar farklı değerlere ve görünüm sahip olursa olsun, piksele ait sayısal görüntüdeki parlaklık değeri, 0 ile 255 arasında değişen bir değer ile temsil edilir. 0 siyahı 255 beyazı temsil eder, aradaki gri tonları buna göre değer alır.

Yeryüzündeki cisimlerin yansıtıkları enerjiler algılayıcı sistemler tarafından kaydedilebilmektedir. İnsan gözü cisimlerin yansıttığı enerjilerin belli bir kısmını görebilmektedir. Elektromanyetik spektrum dalga boyu kilometrelerden nanometreler seviyesine inen ve ışık hızı ile hareket eden sürekli enerji ortamıdır. Şekil 2.2’de Elektromanyetik spektrum gösterilmiştir. Farklı yeryüzü özellikleri elektromanyetik spektrumun farklı aralıklarında kaydedilir. İnsan gözünün her enerji alanını algılayamaz. İnsanın algılayabileceği enerji alanı elektromanyetik spektrum da çok küçük bir bölgeyi kapsar. Bu bölgenin 0.4-0.7 mikron aralığındadır. Çeşitli renkler bu aralık içerisinde yer alır.



Şekil 2.2 Elektromanyetik spektrum.

Bütün nesnelere, üzerlerine gelen elektromanyetik enerjinin bir kısmını geriye yansıtırlar. Bu yansıyan enerjiyi insan gözü algılar. Algılayabildiğimiz bu enerjinin dalga boyunun elektromanyetik spektrum içindeki karşılığına görünür bölge denir. Şekil 2.3’de görünür bölge’ye ait dalga boyu gösterilmiştir. Yapılan çalışmalara göre insan gözünün en fazla fındık yeşiline duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Fotoğraf emülsiyonları da insan gözüne benzer şekilde görünür ışığa hassasiyet gösterir.



Şekil 2.3 Görünür bölge.

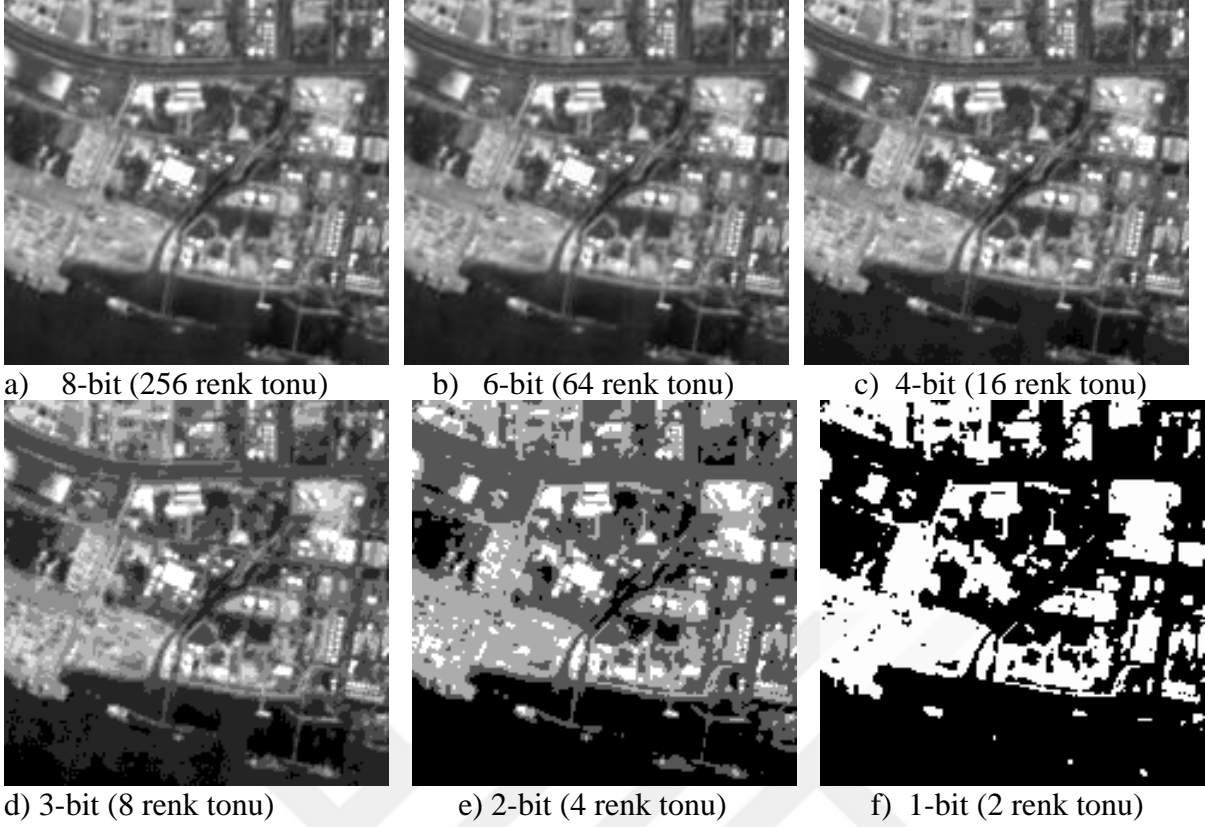
2.1 ÇÖZÜNÜRLÜK

Çözünürlüğü; sayısal görüntülerin en küçük bileşeni olan pikselin büyüklüğü veya görüntü dosyasındaki bir pikselin temsil ettiği yeryüzü alanı olarak tanımlayabiliriz. Bir görüntünün çözünürlüğü denildiği zaman radyometrik, spektral, konumsal ve zamansal olmak üzere dört farklı çözünürlükten bahsedilmesi gerekmektedir.

2.1.1 Radyometrik Çözünürlük

Radyometrik çözünürlüğü görüntünün elektromanyetik enerjinin şiddetine karşı duyarlılığı belirler. Görüntüleme sistemine ait radyometrik çözünürlük, enerjide minimum düzeydeki değişimleri ayırt edebilme yeteneğidir. Bu yetenek algılayıcının sinyal / bozuntu dengesine bağlıdır.

Kaydedilen enerjinin bölündüğü bit sayısı ise Radyometrik çözünürlük olarak ifade edilir. Mümkün olan maksimum parlaklık sayısı, kaydedilen enerjiyi temsil eden bit sayısına bağlıdır. Örneğin 8-bit'e sahip bir görüntüde $2^8 = 256$ sayısal değer bulunmaktadır. Bu değerler 0 ile 255 değerleri arasındadır. Radyometrik çözünürlük bit sayısı arttıkça artar azaldıkça azalır. Gri tonlara sahip bir görüntüdeki siyah 0 ile beyaz ise maksimum değer olan 255 ile gösterilir. Şekil 2.4'de radyometrik çözünürlüğe ait örnek gösterilmiştir.

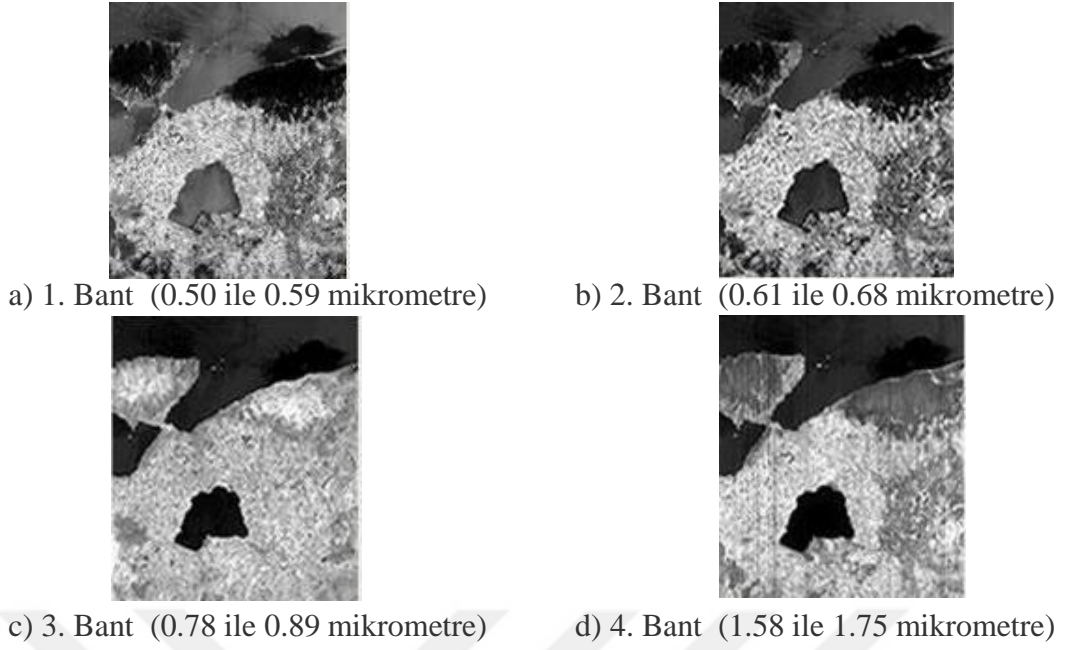


Şekil 2.4 Radyometrik çözünürlük

2.1.2 Spektral Çözünürlük

Spektral çözünürlük, görüntünün elektromanyetik spektrumunda kapladığı dalga boyu aralığının, yani bant aralığının büyüklüğüdür. Aralık daraldıkça spektral çözünürlük artar ve aralık genişledikçe kaba spektral çözünürlükten bahsedilir. Örneğin; SPOT pankromatik algılayıcısı 0.51 –0.73µm dalga boyu aralığında kayıt yapabilmektedir. Tarım alanları ve su gibi büyük bölgeleri kaplayan alanlar geniş dalga boyu aralıklarında çoğunlukla görünür ve yakın kızılötesi bölgelerde çalışılırlar.

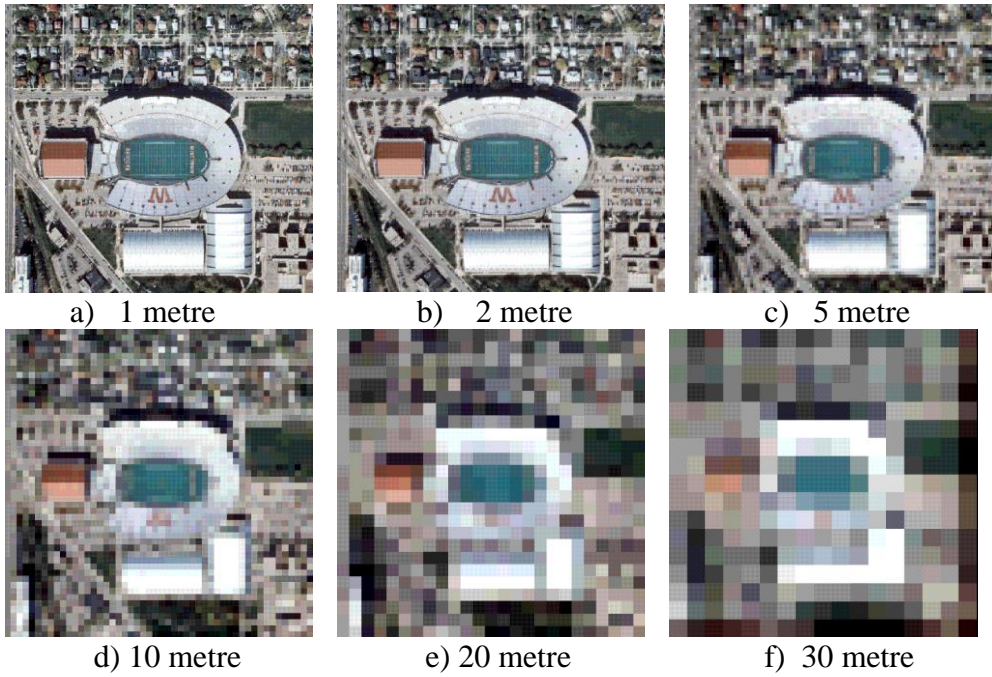
Uzaktan algılama sistemlerinin çoğu enerjiyi çeşitli spektral çözünürlükte ve birçok dalga boyu aralığında kaydederler. Bu sistemler multi-spektral algılayıcılar denilmektedir. Gelişmiş multi-spektral algılayıcılar ise hiperspektral algılayıcılar olarak adlandırılır. Hiperspektral algılayıcılar elektromanyetik spektrumun orta kızılötesi, yakın kızılötesi ve görünür kısımları boyunca yüzlerce çok dar spektral bantlarda algılama yapabilirler. Şekil 2.5’de Spot XS görüntüsüne ait spektral bantları gösterilmiştir. (Kuş Gölü 24.07.2003)



Şekil 2.5 Spot XS görüntüsüne ait spektral bantları (Kuş Gölü 24.07.2003)

2.1.3 Konumsal Çözünürlük

Konumsal çözünürlük, bir görüntüde ayırt edilebilen en küçük detay olarak tanımlanabilir ve görülebilen en küçük hedef boyutunu tanımlar. Şekil 2.6’da farklı konumsal çözünürlüğe ait örnek gösterilmiştir.



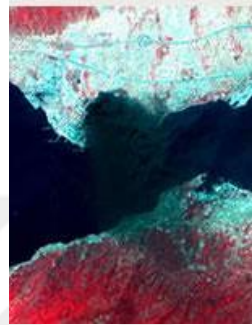
Şekil 2.6 Konumsal çözünürlük

2.1.4 Zamansal Çözünürlük

Zamansal çözünürlük yeryüzündeki nesnelere ait fiziksel ve kültürel özelliklerin, algılayıcı sistemler tarafından hangi sıklıkla algılanabileceğini belirten duyarlık ölçütüdür. Bir bölgeye ait spektral özellikler zamanla içerisinde değişim gösterebilir ve çok-zamanlı görüntü setleri sayesinde bu değişimler izlenip analizler yapılabilir. Şekil 2.7’de zamansal çözünürlüğe ait örnek gösterilmiştir.



a) Depremden önce



b) Depremden sonra

Şekil 2.7 İzmit'e ait Spot uydusundan alınan görüntüler.

2.2 SAYISAL GÖRÜNTÜ ÇEŞİTLERİ

Sayısal hava kameralarının özelliğine bağlı olarak bu kameralardan değişik formatlarda görüntü elde edilebilmektedir. Bu görüntülerin her biri kendine ait özellikleri sayesinde farklı kullanım alanlarında değerlendirilebilmektedir.

2.2.1 Pankromatik Görüntü

Pankromatik görüntüyü gören dalga boylarında nesnelere yani elektromanyetik spektrumun çeşitli kısımlarından yansıyan enerjinin siyah-beyaz olarak tek bir görüntü şeklinde kaydedilmesiyle ortaya çıkan görüntü olarak tanımlayabiliriz. Bu kısımları bant olarak adlandırabiliriz. Günümüzde çeşitli pankromatik sensörler (algılayıcılar) için bu tek bant genellikle yakın kızılötesi ile görünen bölümünü kapsamaktadır. Pankromatik veriler siyah-beyaz görüntü olarak oluşturulurlar.

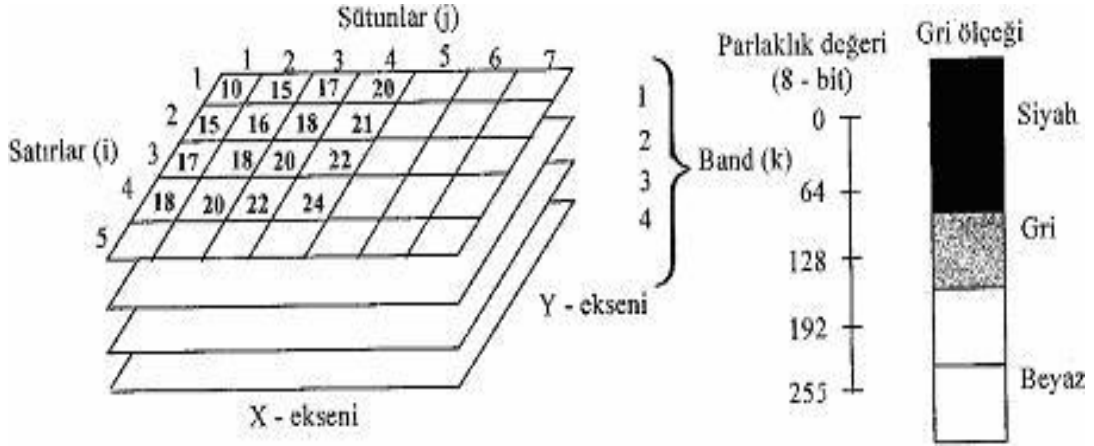
2.2.2 Multispektral Görüntü

Multispektral görüntü elektromanyetik spektrum birden fazla kısmından (bant) yansıyan enerjiyi ölçebilen sayısal algılayıcılar sayesinde kaydedilmesiyle elde edilirler. Farklı bantlardan yansıyan enerjileri kaydetmeye yarayan cihazlar detektör (alıcı) olarak adlandırılır. Alıcıların bir kısmı yakın kırmızı ötesi (near-infrared) enerjiyi kaydederken, başka bir kısmı da görünür kırmızı enerjiyi kaydeder.

Farklı iki algılayıcı dizilimi aynı dalga boyunun farklı kısımlarındaki enerjiyi ölçebilirler. Renkli görüntü oluşturmak ölçülen çoklu yansıma değerleri bir araya getirilerek birleştirilirler. Son yıllarda kullanılan multispektral uzaktan algılama uyduları tek seferde 3 ile 7 farklı banttaki yansıma değerlerini kaydedebilir.

Son zamanlarda kullanılmaya başlayan Hyperspektral görüntüyü multispektral görüntünün içerisinde ele almak mümkündür. Hyperspektral görüntü genellikle 100 civarında bant aralığında yansıma değerlerini kaydedebilen spektral algılayıcılarla elde edilen görüntüye verilen isimdir.

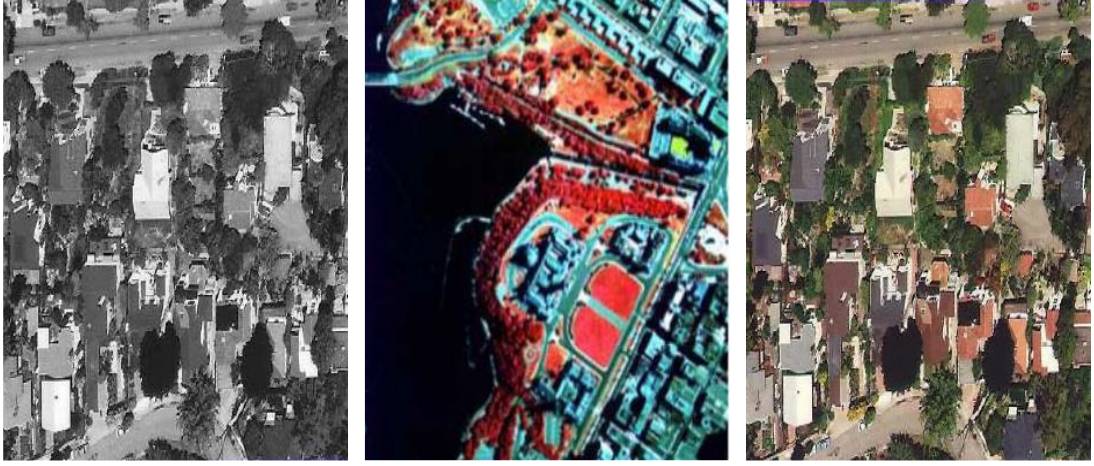
Hyperspektral görüntünün amacı spektrumun çok küçük kısmındaki yansıma değerlerini kaydetmek ve bu kaydedilen değerler kullanılarak değerleri kaydedilen bölgenin gizli özelliklerinin bulunmasını sağlamak ve değerleri kaydedilen bölgenin özellikleri arasındaki farklılığı ortaya çıkarmaktır. Genellikle kayalardaki, topraktaki ve bitki örtüsündeki özelliklerin bulunmasında kullanılır. Yakın zamana kadar hyperspektral görüntüler uçağa monte edilen hyperspektra algılayıcılar ile küçük alanların görüntülenmesinde kullanılmaktaydı. Günümüzde ise uydularda hyperspektral algılayıcı kullanımı giderek artmaktadır. Şekil 2.8' de Multi Spektral Görüntü Matrisi gösterilmiştir.



Şekil 2.8 Multi spektral görüntü matrisi.

2.2.3 Kızılötesi Görüntü

İnsan gözü, retina tabakasındaki hücrelerin ışığa karşı gösterdikleri hassasiyet yardımıyla görme işlemini yapar. Retinada yer alan "retinal" isimli pigmentin ışık fotonu tarafından uyarılması ile görme işlemi başlamış olur. "Retinal" pigmenti 400-700 nanometre (nm) aralığındaki dalga boyuna duyarlıdır. Retinal pigmentinin bu hassasiyetine "görünen ışık" denir. İnsan gözü ancak görünen ışığı görebilir. Buda insan gözünün 700 nm'nin üzerindeki (kızılötesi-infrared) ve 400 nm'nin altındaki (morötesi-ultraviyole) dalga boylarının retinal pigmentini tarafından algılanamaması demektir. 600 nm civarında insan gözünde en yüksek uyarılma olur. Kızılötesi spektrumun aralığı, $700 \text{ } 0.0050\text{-}0.0070 \text{ } \kappa$ ve $0.0020\text{-}0.0030 \text{ } \omega$ ve φ 'den radyo dalgalarına kadar uzanmaktadır. Bu aralığı, yakın kızılötesi (750-1500 nm), ara kızılötesi (1500-7000 nm) ve uzak kızılötesi (7000-1000000 nm) olarak 3 gruba ayırabiliriz. Fotoğrafçılık bu aralıklardan yakın kızıl ötesi ile ilgilenir. Şekil 2.9'da Siyah / Beyaz görüntü, Renkli Kızılötesi Görüntü, Doğal Renkli Görüntü'ye ait örnekler gösterilmiştir.



a) Siyah / Beyaz Görüntü b) Renkli Kızılötesi Görüntü c) Doğal Renkli Görüntü

Şekil 2.9 Görüntü örnekleri.



BÖLÜM 3

SAYISAL KAMERALAR (CCD KAMERALAR)

Son zamanlardaki en önemli gelişmelerden biri görüntülerin bilgisayar ortamında sayısal olarak saklanmasını esas alan sayısal (digital) fotogrametri alanında olmuştur. Sayısal fotogrametrik çalışmaların temel bileşeni sayısal görüntülerdir. Sayısal görüntüleme ile sayısal görüntüler temin edilebilmektedir.

Yeryüzünün doğal ve yapay objelerinden yansıyan enerjinin doğrudan doğruya fotografik bir film üzerine düşürülmesiyle elde edilen fotoğraf, bilinen en eski görüntüleme sistemlerindedir. Fotoğrafi çeşitli amaçlar için kullanabilmek için okunması ve üzerinden yer alan metrik bilgilerden yararlanmak bu günlere kadar başarıyla ve etkin biçimde uygulanmıştır.

Katot ışınlı tüpün 1897 yılında icat edilmesi ile fotografik olmayan görüntü temin etme ihtimali meydana çıkarmıştır. 1930'lu yıllarda yayım yapabilen televizyonların bulunması video görüntülemenin değişik alanlarda kullanımına sebep olmuştur. Klasik mercek ve objektör düzeni video kameralarda kullanılan görüntüleme sisteminin temelini oluşturur. Foto elektriğin temelinde etki vardır. Çoğunlukla vidikon olarak bildiğimiz, foto iletkenliğe dayanan farklı çeşitleri vardır. Video dedektörler, kesintisiz olarak elektrik sinyaller toplayarak, elektron ışınları yardımıyla nesnenin taranmasını ve bir vakum tüpünün içindeki fotografik duyarlı nesneye gelen ışığın genliğini aktarır. Görüntü verileri yatay tarama çizgileri ile senkronizasyon sinyalleri şeklinde bir görüntü sayısallaştırıcı malzemeye iletilir. Yatay tarama çizgileri, toplayıcı ve birleştirici bir alan üzerinde toplanır. Her alan üzerinde bu işlem saniyede 25-30 kez tekrarlanarak canlandırılmaktadır.

Şerit değerlendirme gerektiren birçok alanda, özellikle askeri operasyonlar, yangın ve sel gibi felaketlerin etkilerinin tespiti gibi birçok uygulamada video görüntüler yakın gerçek zamanlı özellikleri sayesinde kullanılabilir hale gelmiştir. Video sistemlerin temelinde bulunan, oynar veya hareketli parçalar, çevresel ve elektromanyetik etkilere duyarlı parçalar bu sistemlerin en

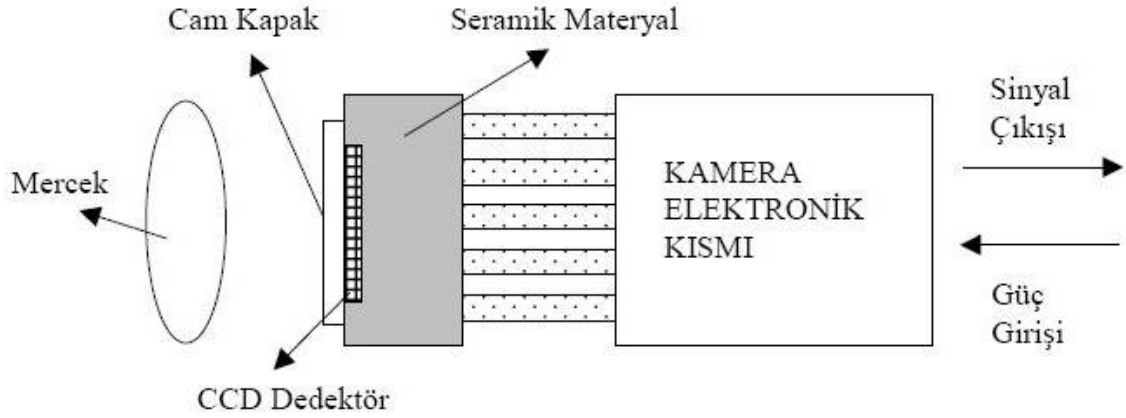
önemli dezavantajları arasında yer alır. Bu sistemlerin güvenilirliğini ve doğruluğunu karışık optik elemanları, bu elemanların yapıları ve görüntü tüpünün stabilite eksikliği kısıtlamaktadır.

Charge Coupled Device (CCD – Yük Bağlamalı Düzen) kameralar, yaklaşık 30 yıl önce belirli uzaktan algılama ve fotogrametri uygulamaları için kullanılmaya başlanmıştır. Kullanımları hızlı bir şekilde artmaktadır. CCD kameralarda görüntü oluşumu fotoğrafik emülsiyonlarda oluşan kimyasal tepkime veya video tüpün sonuç alan yüzeyi üzerindeki etkide oluşan değişimden farklı bir şekilde, algılayıcıların duyarlanması sayesinde oluşan fotonların elektrik voltajına dönüştürülmesi ile olur.

CCD kameraların avantajlarının başında; geometrik doğruluğunun öteki algılayıcılara oranla daha yüksek olmasıdır. Görüntü elde etme alanında her geçen gün kullanımı, etkinliği ve gücü artan CCD sistemlerin yakın zamanda bu alana tamamen hâkim olacağı düşünülmektedir. CCD sistemlerin düşük çözünürlük, küçük dinamik aralık ve format boyutuna sahip olması dezavantajlarının başında yer alır. CCD sistemlerle elde edilen görüntünün yersel kameranın içerdiği bilgiye sahip olabilmesi için 6Kx9K piksel ve hava fotoğrafının içerdiği bilgiye sahip olabilmesi için 20Kx20K piksel çözünürlüğünün olması gerekmektedir.

3.1 CCD KAMERALARIN GENEL ÖZELLİKLERİ VE YAPISI

Elektromanyetik spektrumun da yer alan görünür ve orta kızılötesi bölgede çalışan kameraları fotogrametrik uygulamalarda kullanmak mümkündür. CCD kameralar dedektör oluşur, başka bir söylemle fotodiyotlardan oluşan sonlu ışığa hassas parçalardan veya MOS (Metal Oksit Yarıiletkenler) meydana gelirler. Şekil 3.1' de şematik olarak CCD kamerasının ana elemanlarına yer verilmiştir.



Şekil 3.1 CCD Kameraların yapısı.

3.2 OPTİK SİSTEMLER

Kamerada bulunan optik sistemler tek bir mercekten meydana gelmeyip, birden fazla mercek kullanılarak oluşturulan mercek sistemlerinin birleşmesiyle oluşan bir yapıya sahiptir. Bu mercek sistemleri film üzerine düşen görüntüyü optik sistemlerde algılama işlemi yapan algılayıcı üzerine düşürmek için fotografik görüntüleme sistemlerinde kullanılır. Elektromanyetik spektrumun farklı bölgelerine göre mercek yapısı değişiklik gösterir.

Optik olarak kullanılan birçok materyal elektromanyetik spektrumun görünür bölgesi için geçirgenliğe sahipken, kızılötesi bölge için geçirgen değildir. $2.5 \mu\text{m}$ ' den daha büyük dalga boylu radyasyonu geçirmeyen silikat-tabanlı cam Fotografik sistemlerde kullanılabilirken Kızılötesi görüntüleyicilerde kullanılamamaktadır. Bundan dolayı kızılötesi görüntüleyicilerde optik elemanların temini ve üretimi bir hayli zor ve pahalı olan malzemelerin kullanılmasına gerek duyulmuştur. Kızılötesi görüntüleme sistemlerinin isterlerini karşılamak için germanyum ve silisyum camlar genellikle kullanılan mercek elemanlarıdır. Orta kızılötesi bölgeler için CCD kameralarda silisyum-tabanlı malzemeler kullanılır. Termal kızılötesi bölgelerde kullanılan video alan tarayıcılarında ise germanyum tabanlı malzemeler kullanılır. Çizelge 3.1'de elektromanyetik spektrumunun bölgeleri için kullanılan mercek materyallerine yer verilmiştir.

Çizelge 3.1 Elektromanyetik spektrumunun bölgeleri için kullanılan mercek materyalleri.

Elektromanyetik Spektrumunun Bölgeleri	Kullanılan Mercek Materyalleri	Duyarlı Olduğu Dalga Boyu
Görünür	Silikat Cam	$\lambda < 2.5 \mu\text{m}$
Yakın Kızılötesi	Silikat Cam	$\lambda < 2.5 \mu\text{m}$
Orta Kızılötesi	Silisyum Cam	$3 \mu\text{m} < \lambda < 5 \mu\text{m}$
Temel Kızılötesi	Germanyum Cam	$8 \mu\text{m} < \lambda < 14 \mu\text{m}$

3.3 ELEKTRONİK DEDEKTÖRLER

Elektronik görüntüleme sistemlerinin görüntüyü fotoelektrik yüzeyde meydana getirmesi bakımından fotografik sistelerin görüntüyü foto kimyasal yüzey üzerinde çerçevelemesine benzer. Elektromanyetik enerjinin algılanması elektronik veya fotografik olarak sağlanmış olur. Elektronik görüntüleme sistemlerinde, fotografik emülsiyonlar termal kızılötesi ve orta bölgelere hassas değildir. Bu nedenle algılama ve kaydetme işlemleri farklı yöntemlerle yapmak zorunda kalınır. Fotografik uygulamalarda CCD kameralar, gümüş halojen tabanlı emülsiyonlar kullanmaz onların yerine elektronik dedektörler kullanır. Bunun sebebi nesneden yansıyan veya yayılan radyasyonu, görüntüleme sisteminde bulunan optik elemanlar tarafından algılanması, toplanması ve bu yayılan veya yansıyan radyasyonun elektrik sinyali cinsine dönüştürülmesidir. CCD kameraların görüntüleme sistemlerindeki algılayıcıları termal ve foton algılayıcılar olacak şekilde iki gruba ayırmak mümkündür.

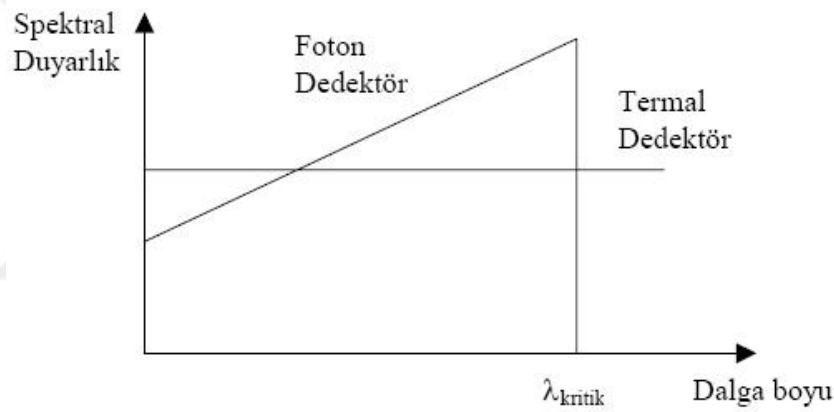
Termal dedektörlerde ısıya hassas malzemeler kullanır. Dedektöre tarafından algılanan veya toplanan radyasyon dedektörün sıcaklığında algılanabilir bir değişime neden olur. Algılanan veya toplanan radyasyonun dalga boyunun bu değişiklikte bir ilişkisi yoktur.

Foton dedektörler ısıya hassas malzemeler yerine hassas duyarlılığa sahip malzemeler kullanır. Dedektör tarafından algılanan veya toplanan gelen radyasyonun elektriksel yük taşıyıcılarının, dedektöründe bir enerji seviyesinden başka bir enerji seviyesine hareket etmelerine olanak sağlayacak şekilde uyarmasıdır. Çizelge 3.2’de foton dedektörlerin özellikleri gösterilmiştir.

Çizelge 3.2 Foton dedektörlerin özellikleri.

Dedektör Materyali	$\lambda_{\text{maks}} \approx \lambda_c$
Silisyum	1.0 μm
Kurşun Sülfür	2.1 μm
İndiyum Antimonit	7.0 μm
Civa Kadmiyum Tellürit	12.0 μm

Bir örnek verecek olursak CCD sistemlerinde genellikle kullanılan PtSi (Platin Silisit), PbTe (Kurşun Tellürit), PbSe (Kurşun Selenyum) ve InSb (İndiyum Antimonit) gibi algılayıcıların önemli dalga boyu 7.0 μm ' dir. Bu dalga boyundan daha büyük dalga boylu bir radyasyon algılanmaz veya toplanamaz. Şekil 3.4'de termal ve foton dedektörlerin spektral hassasiyetleri gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Termal ve foton dedektörlerin spektral hassasiyetleri.

Şekil 3.2'de termal dedektörün bağıl hassasiyeti karşılaştırma için aynı eksenlerde gösterilmiştir. Termal dedektörün spektral hassasiyetinin, dalga boyuna bağı olmadığı gösterilmektedir. Bir genelleme yapılacak olursa, foton dedektörün spektral duyarlılığının, termal dedektörden fazla olduğunu söylemek yanlış olmaz.

3.4 SOĞUTUCU SİSTEM

Algılayıcılar, iletkenlerin ısınması sonucu oluşabilecek etkileri düşürmek ve içlerinde oluşan gürültüyü minimuma indirmek ve için dedektörlerin belirlenen bir sıcaklık seviyesine kadar soğutulması lazımdır. Dedektörlerde kullanılan soğutma yöntemleri, sistem gereklerine ve

isletilen sıcaklığa göre farklılıklar gösterir. Bu nedenle soğutucu sistemleri dört gruba ayırmak mümkündür.

- Joule-Thompson mini soğutucu
- Sıvı nitrojen
- Peltier etki tabanlı termoelektrik soğutucusu
- Stirling devirli buzdolabı

3.5 SAYISAL KAMERALAR İLE KLASİK HAVA VE YER KAMERALARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Sayısal kameraların taşınabilmesinin kolay ve kullanıcı dostu olması, görüntüleme sistemlerinin gerçek zamanlılığı, tarayıcı yardımıyla sayısallaştırmaya ve film banyo işlemlerine ihtiyaç duymaması, direk bilgisayarda kullanılabilir olması, sayısal kameraların fotogrametrik uygulamalarda ve uzaktan algılamada video tabanlı veya fotografik sistemlerin yerine kullanılacak sistemler olmasını sağlamıştır. Sayısal kameralar bünyelerinde bulunan elektronik algılayıcılar ile klasik hava kameralarından farklı olarak, yakın kızılötesi bölge ve görünür bölgelerin dışındaki bölgelerde algılama yapmaya imkân sağlarlar.

Son zamanlarda uydu sistemlerinde CCD satır kameraların kullanımı giderek artmaktadır. Bu kameraların avantajlı hale basit tasarımları özellikle CCD dizinlerindeki ve maliyetlerinin düşük olmaları getirmektedir.

Farklı dalga boylarında enerjiyi algılayabilen CCD dizinlerin eklenmesiyle elektromanyetik spektrumun değişik bölgelerine spektral duyarlık sağlanabilmiştir. Bunu en iyi SPOT; MOMS serisi uydularda görebilmekteyiz. Yersel uygulamalarda ise matris dizinli kameralar kullanılmaktadır. Fotogrametrik alanda CCD kameraların daha yaygın kullanılması gerekirken tıp, mimarlık ve endüstri alanlarında daha yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir.

Avantajlarının çok olmasına karşılık CCD kameralarının geniş açısız kaplama alanı ve çözünürlük olarak hava kameralarında bulunan değerlere ulaşmış olmaması ve maliyet açısından yüksek maliyetli olması fotogrametrik kullanım alanlarını kısıtlamıştır. Günümüz teknolojisinin hızlı ilerlemesi ve artan ihtiyaçlar nedeniyle sayısal kameralarda hızlı bir şekilde gelişmekte ve fiyatları ucuzlamaktadır. Bu gelişmelere bağlı olarak önümüzdeki günlerde

kullanımının azalacağı ve CCD kameraların kullanımının artacağı değerlendirilmektedir. Elektronik sistemlerde ile fotografik sistemlerde kullanılan kameralar arasındaki bazı farklılıklar Çizelge 3.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3 Elektronik sistemlerde ve fotografik sistemlerde kullanılan kameralar arasındaki bazı farklılıklar

	Film Tabanlı	CCD Kamera
Odak Uzaklığı	8 cm 15 cm 21 cm 30 cm	50-80mm odak uzaklığı (Büyük çerçeveli dizinler için)
Format	23*23	Küçük formatlı dizinlerde C-objektif çerçevesi 17-526 mm odak uzaklığı
Açısal Kaplama	60° ile 125° arasında	2.5 inç (64mm), yüksek çözünürlüklü dedektörler için Aynı değerler, yüksek çözünürlüklü dedektörler için 2.5 inç’den küçük yongalar ve C- objektif çerçeve için
Fotoduyarlı Materyal	Gümüş halojen emülsiyon	CCD dedektör
Görüntü Yürümesi	FMC düzeneği sayesinde	TDI çözümü ile
Poz	Fotonlar kristal üzerinde gümüş taneciği oluşturmak için gümüş (Ag) ile birleşerek elektronu (e) serbest bırakırlar (gizli görüntü).	Fotonlar kapasitörde (piksel kısmında) toplanacak olan elektron-boşluk çiftini doğururlar.
Gerçek Görüntü	Gizli görüntüden ya negatif yada pozitif olarak geliştirme işlemi ile elde edilir.	Yükün ölçüldüğü amplitude edildiği ve çıkışın yapıldığı algılama düğümüne transferiyle elde edilir.
Spektral Duyarlılık	0.4-0.79 µm ve yakın kızılötesi	Silikon dalga boyu 1.1 µm’den küçük olan fotonlara duyarlıdır.
Radyometrik Çözünürlük	Siyah-beyaz film için 6 bit	10-12 bit
Çözünürlük	Mercek: AWAR>100lp/mm Film>100lp/mm Görüntü yürümesi ve atmosfer, sistem çözünürlüklü 50-60 lp/mm’yr kadar düşürmektedir.	Mercek: Eğer yüksek çözünürlüklü hava kamerası merceği kullanılmazsa düşüktür. CCD:15 µm’lik piksel genişliği 30-40 lp/mm düzeyinde bir çözünürlük vermektedir.
Avantajları	Denemiş gelişmiş teknoloji Geniş açısal kaplamalarda yüksek çözünürlük, Film geniştir, pahalı olmayan saklama ortamıdır.	Geniş spektral duyarlılık sahası, Yüksek radyometrik çözünürlük, Sayısal görüntü hemen mevcut, Gerçek zamanlı işleme sonucu görülen sonuç veri elde etmenin esnekliğini artırır.
Eksiklikler	Uzun işleme zamanı Görüntü sadece hardcopy formatta mevcuttur.	Yüksek çözünürlüklü dedektörler çok pahalı ve filmde daha küçük Yüksek çözünürlüklü dedektörler için uzun veri çıkış zamanı. Yüksek veri transfer frekansı ve çok çok geniş bellek kapasitesi gerekli



BÖLÜM 4

MATERYAL, YÖNTEM VE UYGULAMA

Bu çalışmada 8 bit ve 16 bit sayısal hava kamerası görüntülerinin fotogrametrik değerlendirme açısından incelenmiştir. Çalışma alanı olarak F27b1 1:25000 ölçekli memleket haritasında (pafta) yer alan Zonguldak ili merkez ilçesi sınırlarında kalan Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesinin de içinde bulunduğu bölge çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çalışma alanı seçiminden sonra çalışma alanına ait sayısal hava fotoğraflarının tespit edilmiştir. Fotoğrafların temininden sonra bu fotoğraflar kullanılarak üç boyutlu modeller (Stereo Model) oluşturulmuştur. Bu üç boyutlu modellerden fotogrametrik değerlendirmede yaygın olarak kullanılan 8 bit RGB fotoğraf çiftiyle oluşturulan üç boyutlu model üzerinden fotogrametrik değerlendirme yapılmıştır. Yapılan fotogrametrik değerlendirme RGBI, CIR ve NIR fotoğraf çiftleriyle oluşturulan üç boyutlu modeller üzerinde detay teşhisi açısından kontrol edilmiştir. Bu bölümde çalışmada kullanılacak alan ve bu alanın seçim kriterlerine, kullanılan veriler ve özelliklerine, çalışmanın yöntemine, uygulamaya ve uygulama esnasında karşılaşılan bulgulara yer verilmiştir.

4.1 ÇALIŞMA ALANI

Çalışmanın, çalışmada kullanılan hava fotoğraflarının özelliklerine ve arazi yapısına (ormanlık, açık arazi ve şehir merkezi gibi) göre farklı sonuçlar vereceği değerlendirilmiştir. Farklı bölgede uygulama yapmak yerine çalışmanın hem ormanlık hem de şehir merkezi gibi bina yoğunluğunun bulunduğu bir alanda yapılmasının uygun olacağı değerlendirilmiştir. Zonguldak şehir merkezinde bulunan, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Farabi Kampüsünü içerisine alan ve çalışmanın amacına uygun olacak şekilde arazi yapısı olarak, hem ormanlık alana sahip hem de şehir merkezi alana sahip mümkün olduğu kadar eşit dağılımlı kısmı çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çalışmanın amacına uygun olan alanın 2011 yılına ait hava fotoğrafları kullanılarak uygulama tamamlanmıştır. Şekil 4.1'de çalışma bölgesi gösterilmiştir.



Şekil 4.1 Çalışma alanı.

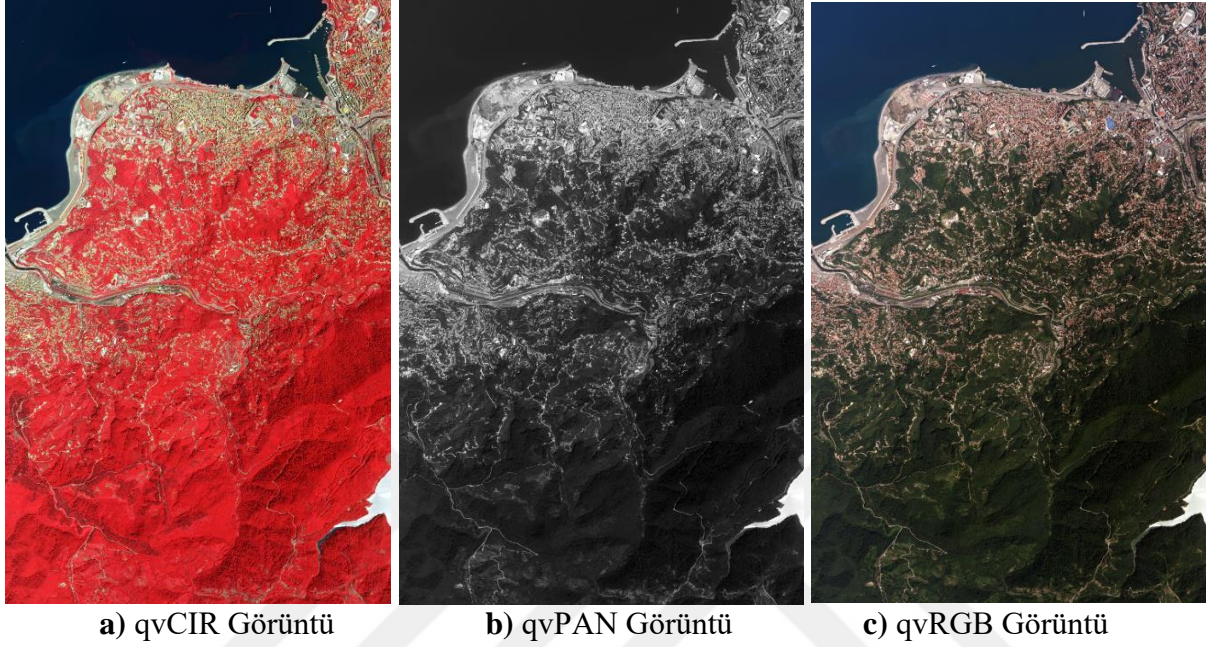
4.2 KULLANILAN VERİ VE YAZILIM

Harita Genel Müdürlüğü envanteri incelenmiş ve 2011 yılında Microsoft UltraCam-X sayısal hava kamerası kullanılarak çekilmiş konumsal çözünürlüğü 30cm olan sayısal hava fotoğrafları kullanılmasına karar verilmiştir. Çalışma bölgesini kapsayan sayısal hava fotoğrafları 8 ve 16 bit olarak RGB (Red Green Blue), RGBI (Red Green Blue Infrared), CIR (Colour Infrared) ve NIR (Near Infrared) olarak teminin edilmiştir.

Görüntülerin process işlemi için Microsoft Ultramap Raw Data Center programı, üç boyutlu model oluşturma işlemi için Datem Summit Evolution programı ve üç boyutlu model üzerinden CAD ortamına aktarım işlemi içinde Microsatation Select Series 3 programı kullanılmıştır.

Uçakta DX birimine kaydedilen ham görüntüler, DX birimi aktarma sistemine (Docking Station) bağlanarak ham görüntülerin işleneceği bilgisayara aktarılır.

Hava fotoğraflarının çekiminden sonra uygulanan Post Process (Level 0'dan Level 2'ye) işlemi ile Quickview (Hızlı Görüntüler) görüntüleri oluşmaktadır. Oluşan bu görüntüler düşük hacimli ve hava fotoğrafları açısından ön bilgiye sahip olunan görüntülerdir. Oluşan Quickview görüntüleri (qvCIR, qvPan, qvRGB) Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2 Quickview görüntüleri

Post Proses işleminden sonra hava fotoğraflarının Proses (Level 2'den istenilen görüntüye) işlemi vardır. Proses işlemi sonucunda bütün işlemlerini tamamlanıp üç boyutlu model oluşturmaya hazır hale gelmiş çalışmada kullanılan görüntüleri oluşmuş olur. Aşağıda aynı hava fotoğrafına ait 8 bit ve 16 bit CIR, NIR, RGBI ve RGB resimleri Şekil 4.3'de gösterilmiştir.



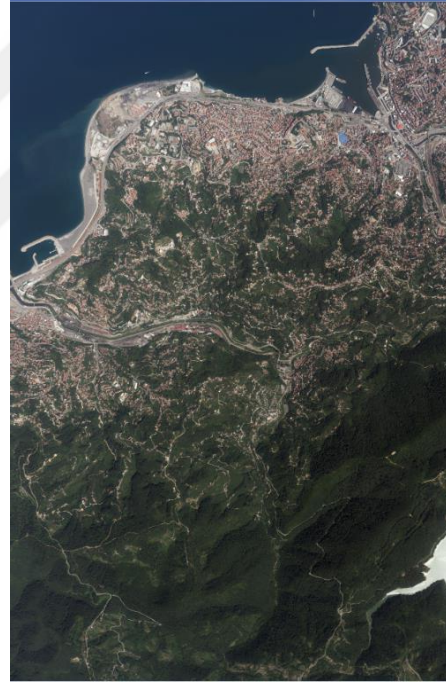
a) 8 bit CIR Görüntü



b) 8 bit NIR Görüntü



c) 8 bit RGB Görüntü

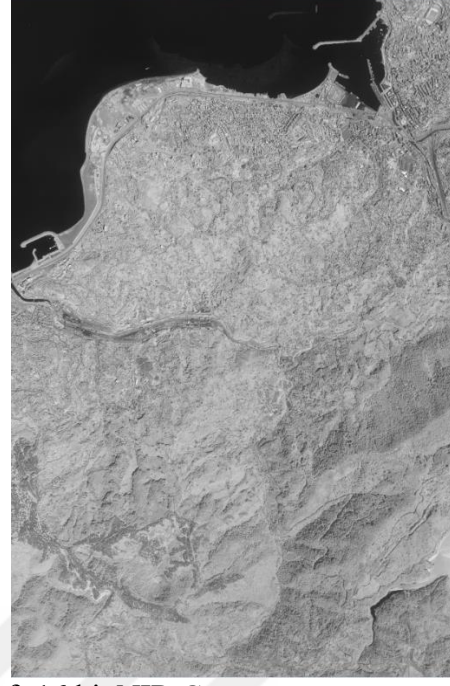


d) 8 bit RGBI Görüntü

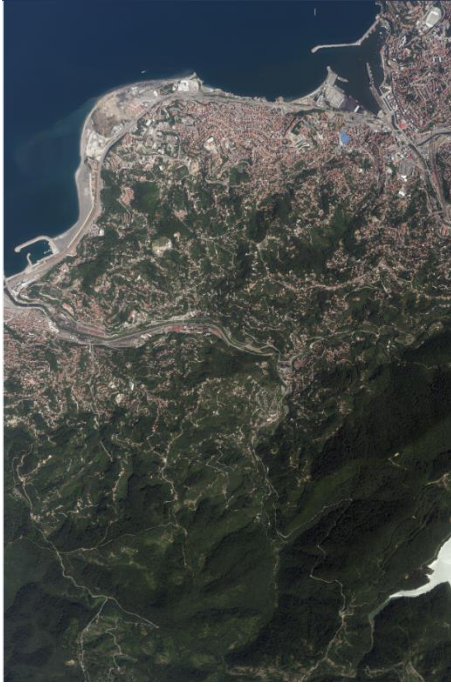
Şekil 4.3 Aynı hava fotoğrafına ait görüntüler.



e) 16 bit CIR Görüntü



f) 16 bit NIR Görüntü



g) 16 bit RGB Görüntü



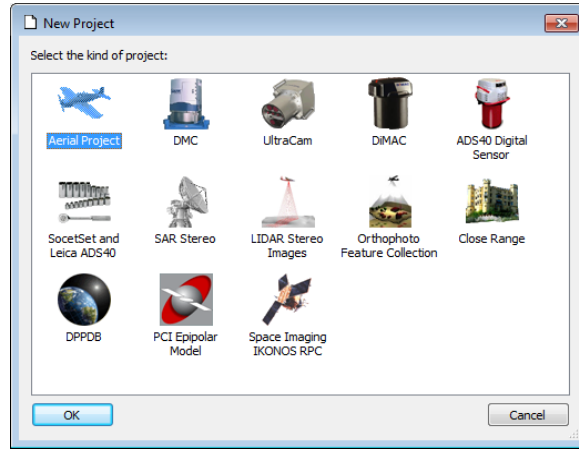
h) 16 bit RGBI Görüntü

Şekil 4.3 (devam ediyor)

Görüntülerin istenilen formatta elde edilmesinden sonra üç boyutlu model oluşturma işlemine sıra gelmiştir.

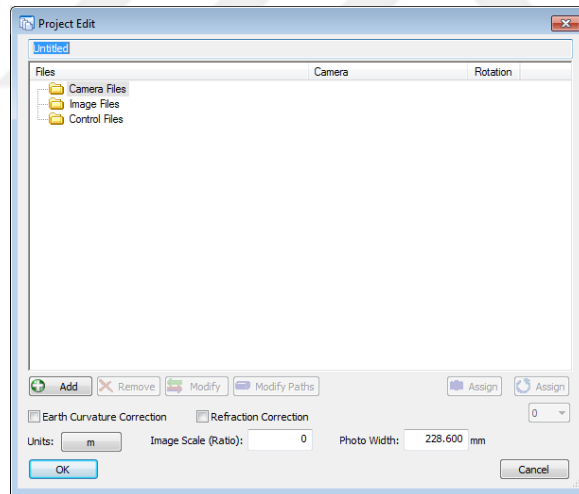
Datem Summit Evolution Programında üç boyutlu model oluşturma için program açıldıktan sonra “New Project” simgesine kullanılarak ve yeni oluşturulacak projenin bilgileri girilir.

Proje tipi olarak çalışmada hava fotoğrafları kullanılacağı için “Aerial Project” seçilmesi Şekil.4.4’de gösterilmiştir.



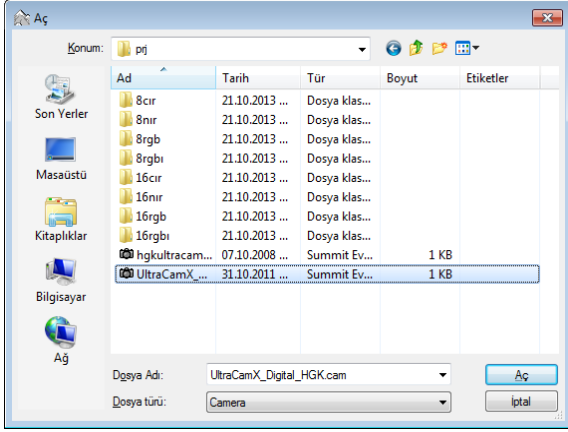
Şekil 4.4 Yeni proje için proje tipini seçme ekranı.

Proje tipinin seçilmesinin ardından proje bilgilerinin girileceği bir ekranla karşılaşılır. Şekil.4.5’de proje bilgilerinin girilmesi gösterilmiştir.

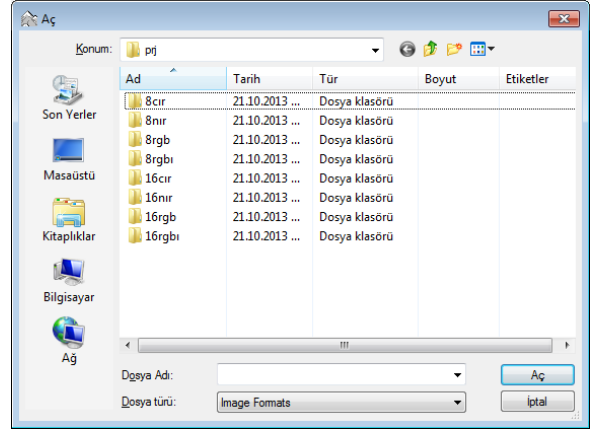


Şekil 4.5 Yeni proje için proje bilgilerini girilme ekranı.

Kullanacak kamera dosyasının ve hava fotoğraflarının bilgisayardaki konumlarının programa tanıtılması işleminin ardından uçuş yönüne göre resimlerin yönleri (Rotation değerleri) girilerek proje oluşturulur. Şekil.4.6’da kamera dosyası ve hava fotoğraflarının programa tanıtılması gösterilmiştir. Şekil.4.7’de proje bilgileri ve uçuş yönünün programa girilmesi gösterilmiştir.

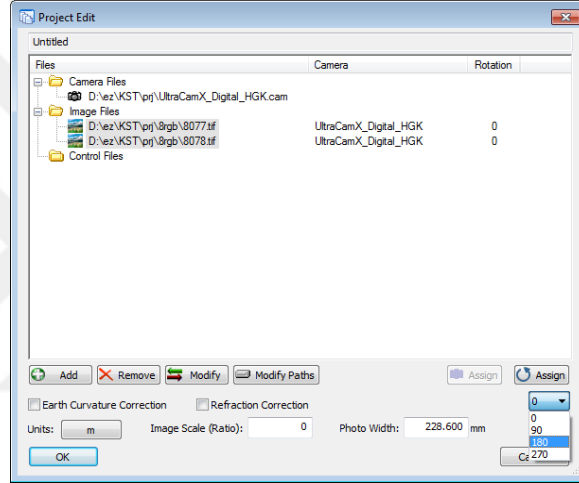


a) Kamera Dosyası Programa Tanıtılması.



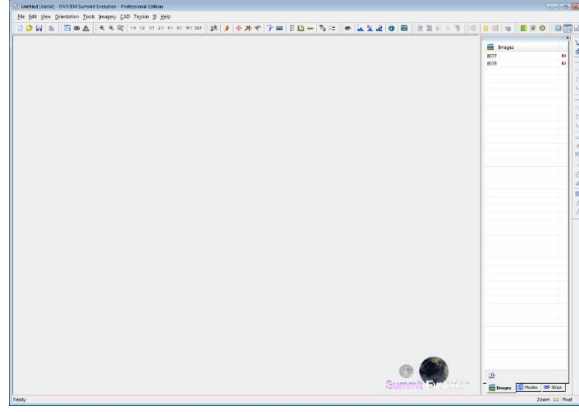
b) Hava Fotoğraflarının Programa Tanıtılması.

Şekil 4.6 Kamera dosyası ve hava fotoğraflarının programa tanıtılması.



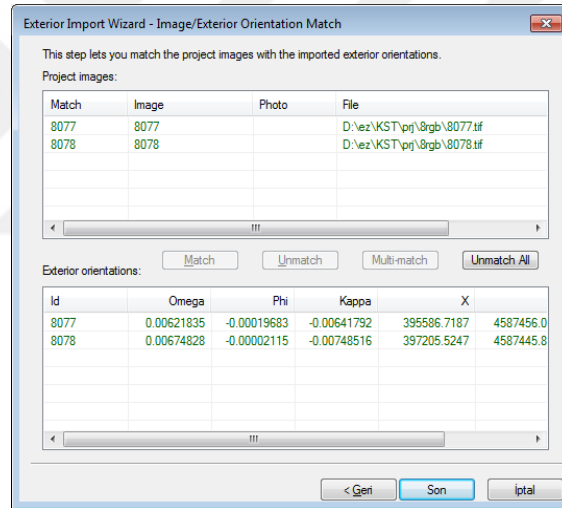
Şekil 4.7 Proje bilgileri ve uçuş yönünün girildiği ekran.

Program iç yönlendirme işlemini otomatik olarak yapmaktadır. Bunun için kamera bilgileri ve hava fotoğraflarının konumlarının programa tanıtılması yeterlidir. Şekil.4.8’de sağ üstte “Image” kolonunda iç yönlendirmelerin yapılmış olduğuna dair “IO” (İnterior Orientation) ibaresi dış yönlendirme yapıldığı zaman Şekil.4.10’de görüldüğü gibi ”EO” (Exterior Orientation) olarak değişecektir.

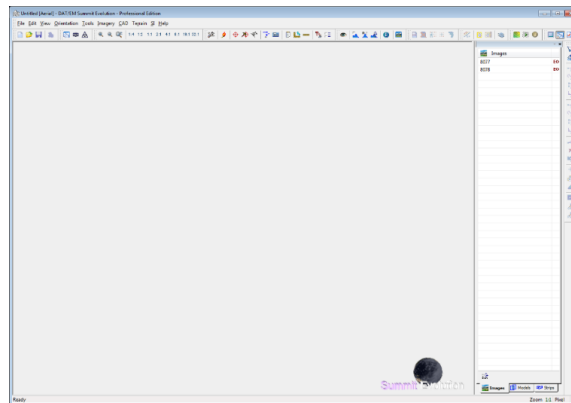


Şekil 4.8 İç yöneltme işleminin gösterimi.

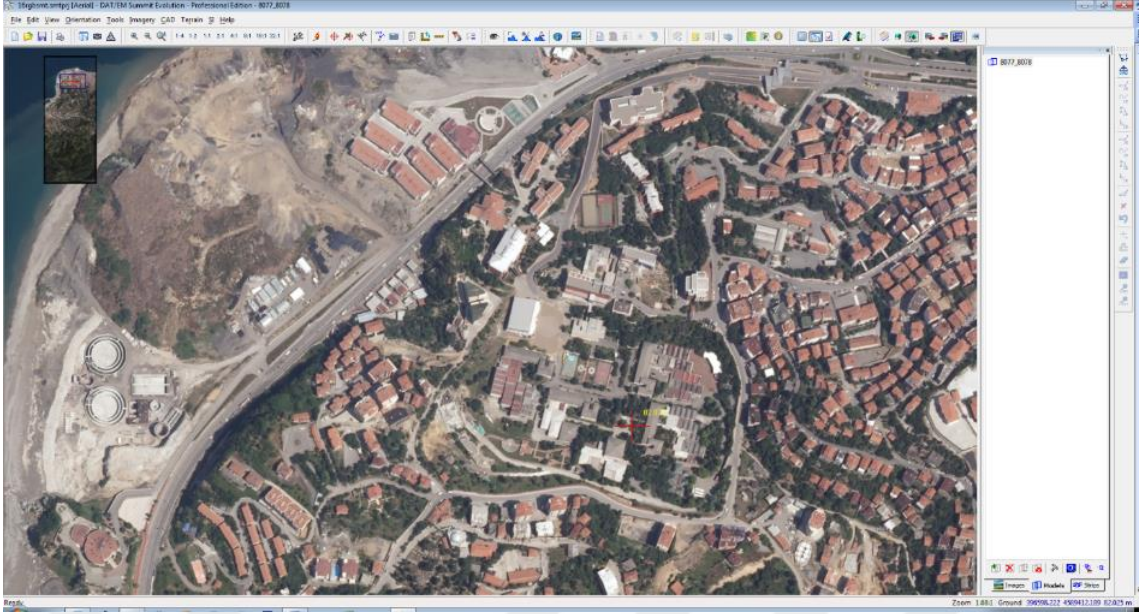
Dış yöneltmenin yapılabilmesi için Programa “ori” dosyası denilen ve içerisinde Kappa, Phi, Omega, Resim orta noktasının koordinatları veya dönüklük matrisi yer aldığı dosyanın tanıtılması ile gerekmektedir. Şekil.4.9’de ori dosyasının programa girilmesi gösterilmiştir.



Şekil.4.9 Ori dosyası



Şekil.4.10 Dış yöneltme işleminin gösterimi.



Şekil 4.12 Üç boyutlu model.

4.2.1 Uygulamada Kullanılan Sayısal Hava Kamerası ve Özellikleri

Çalışma alanına ait sayısal hava fotoğrafları Microsoft UltraCam-X Büyük Formatlı Sayısal Hava Kamerası ile çekmiştir. Şekil 4.13 Microsoft UltraCam-X Büyük Formatlı Hava Kamerası gösterilmiştir. Microsoft UltraCam-X Büyük Formatlı Hava Kamerası 6 bölümden oluşmaktadır. Şekil 4.14 Microsoft UltraCam-X Büyük Formatlı Hava Kamerasının bölümleri gösterilmiştir.



Şekil 4.13 Microsoft UltraCam-X büyük formatlı hava kamerası.



a) Alıcı Birim (SX)



b) Görüntü Kayıt İşlemleri (CX)



c) Kamera İşletim Arayüzü (IPX)



d) Uçaktaki Veri Kayıt Birimi (DX)



e) Veri Transfer Birimi (DKX)



f) Yazılım (OPC ve GUI)

Şekil 4.14 Microsoft UltraCam-X büyük formatlı hava kamerasının bölümleri.

Microsoft UltraCam-X Büyük Formatlı Hava Kamerasına ait bazı özellikleri aşağıdaki gibidir.

- Görüntü boyutu 14430 * 9420 piksel (104 mm * 68.4 mm)
- Piksel boyutu 7.2 μ m
- 4 bantta görüntünün boyutu (4 bantta) 435 Mb
- Odak uzaklığı () 100 mm
- En kısa görüntü alma Zamanı 1.35 saniye
- Radyometrik çözünürlük 16 bit
- Veri depolama birimi hacmi ~1.7 TB
- Veri depolama biriminin alabileceği görüntü sayısı ~ 3900 görüntü

Veri Depolama Birimi ile 20 cm çözünürlüğünde; %20 yan ve %70 ileri bindirme oranlarına sahip (1:10000 ölçeğinde 20 mikronda taranmış analog filme karşılık gelen) görüntü olarak aralıksız 8.5 saat uçulabilir. Hava fotoğraflarının kullanılabilmesi için ham görüntülere minimum 10 dakikalık bir işlem (post process) uygulamak gerekir.

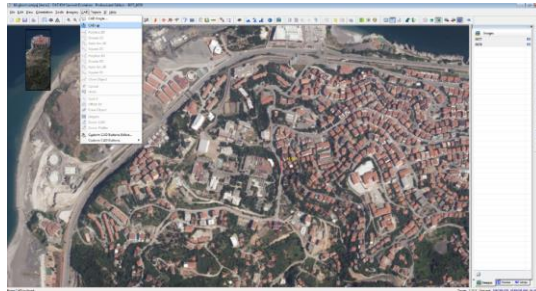
4.3 YÖNTEM

Çalışmada genel olarak sayısal kıymetlendirme yöntemi kullanılmıştır. Sayısal kıymetlendirmede yaygın olarak kullanılan 8 bit RGB görüntü çifti ile oluşturulan üç boyutlu modeller üzerinden çalışma alanında bulunan detaylar kıymetlendirilmiş bu kıymetlendirme diğer görüntü çiftleri ile oluşturulan üç boyutlu modellerle detey teşhisi açısından karşılaştırılmıştır.

4.4 UYGULAMA

Çalışmada Datem Summit Evolution ve MicroStation programlarının eş zamanlı çalışması yardımı ile hava fotoğraflardan üç boyutlu modeller (stereo model) oluşturulmuş ve bu üç boyutlu modeller üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır.

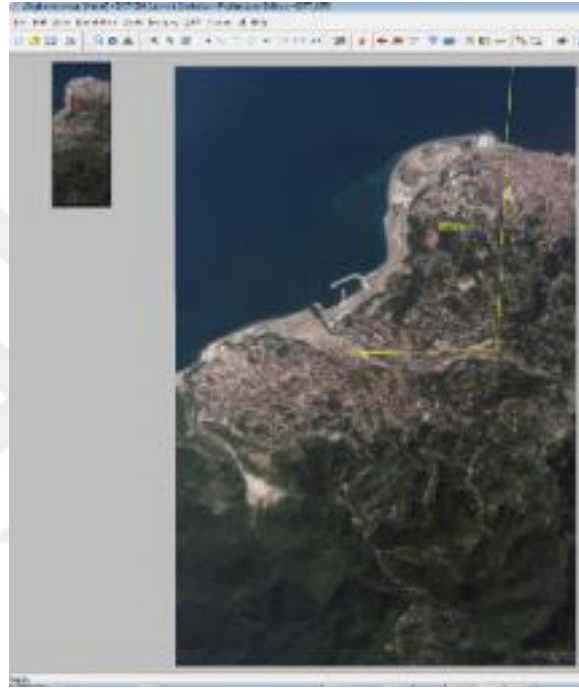
Üç boyutlu model oluşturduktan sonra üç boyutlu model üzerinden değerlendirme (vektör veri toplama) yapabilmek için Microstation programı ve Datem Summit Evolution programının eş zamanlı olarak çalıştırılması gerekmektedir. İki programda açılarak eşleştirme otomatik olarak sağlanabilir. Datem Summit Evolution programı ara yüzü kullanılarak Microstation yazılımı açmak mümkündür. Datem Summit Evolution programı kendisi ile son eşleştirilen CAD programını açacağı için son eşleştirilen CAD programının Microstation olmasına dikkat edilmelidir. Şekil 4.15’da CAD programının açılışı gösterilmiştir.



Şekil 4.15 CAD programının açılışı.

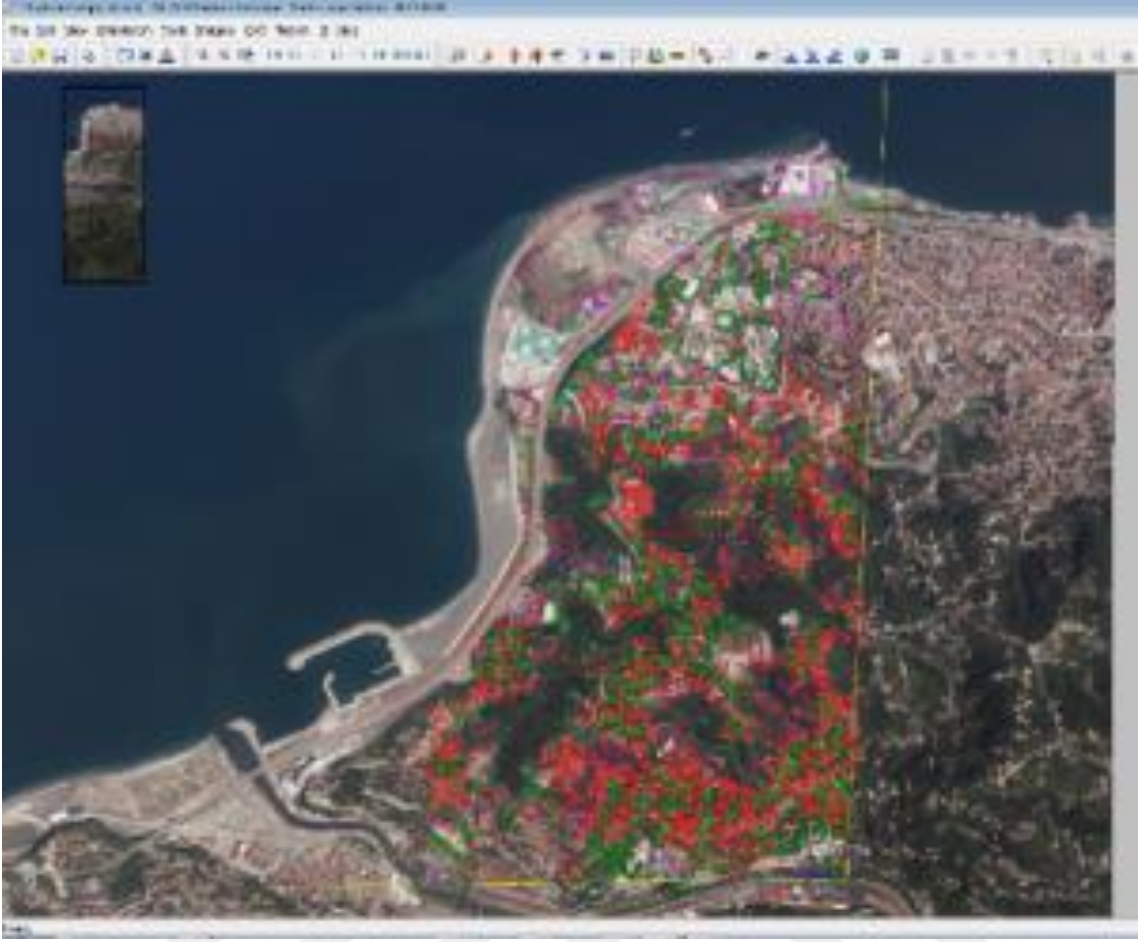
Microstation programında çalışma alanına ait bölgenin indeksini (CAD ortamında verilerin toplanacağı proje dosyası) seçerek vektör veri toplamaya başlanır.

Programların eşlenmesi ve proje dosyasının açılmasının ardından 8 bit RGB hava fotoğrafları ile oluşturulan üç boyutlu modele Datem Summit Evolution programından bakılarak Microstation programı yardımı ile çalışma alanımız vektör hale getirilmiştir. Şekil.4.16'de çalışma alanı sınırlarının üç boyutlu model üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.16 Çalışma alanının üç boyutlu model üzerinde görünümü.

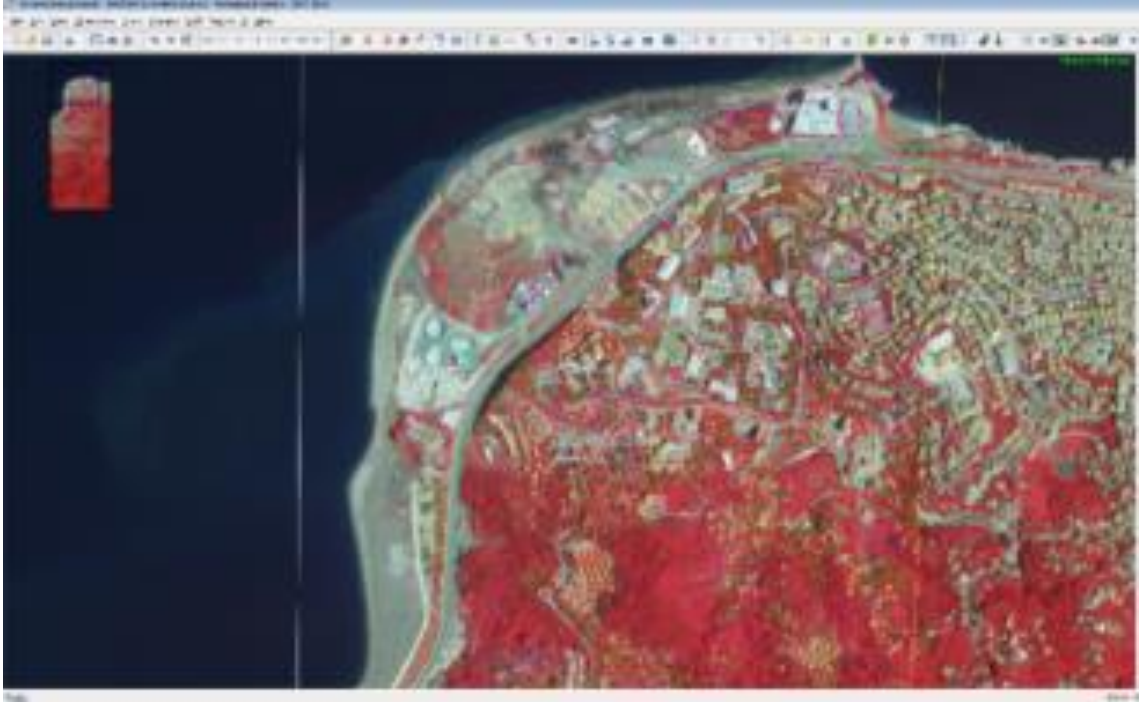
Çalışma alanının içine kalan detaylar (Dünya üzerinde var olan veya daha sonradan inşa edilen yapılar) üç boyutlu model üzerinden görülerek kıymetlendirilmiştir. Şekil 4.17'de sayısallaştırma yapılan vektör verilerin üç boyutlu model üzerinde görünümü yer almaktadır.



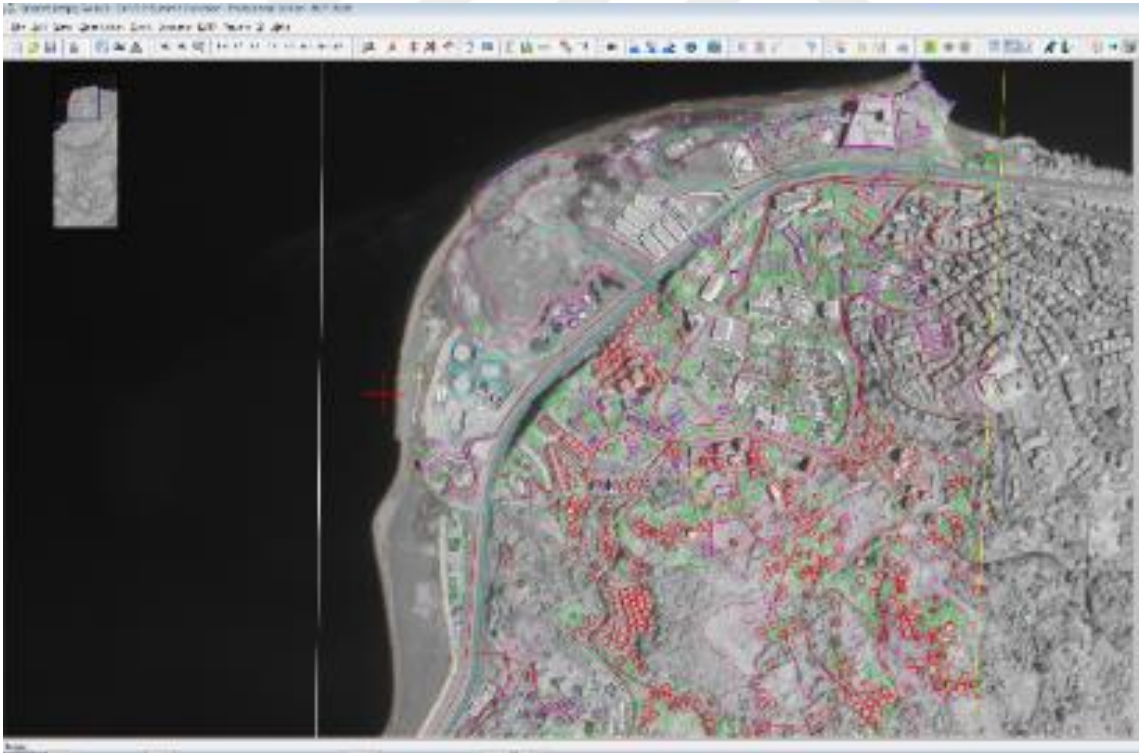
Şekil 4.17 Vektör verilerin üç boyutlu model üzerinde görünümü.

Üç boyutlu model oluşturma işlem adımlarını 8bit RGB, RGBI, NIR, CIR ve 16bit RGB, RGBI, NIR, CIR olmak üzere 8 proje için tekrar tekrar gerçekleştirilmiştir.

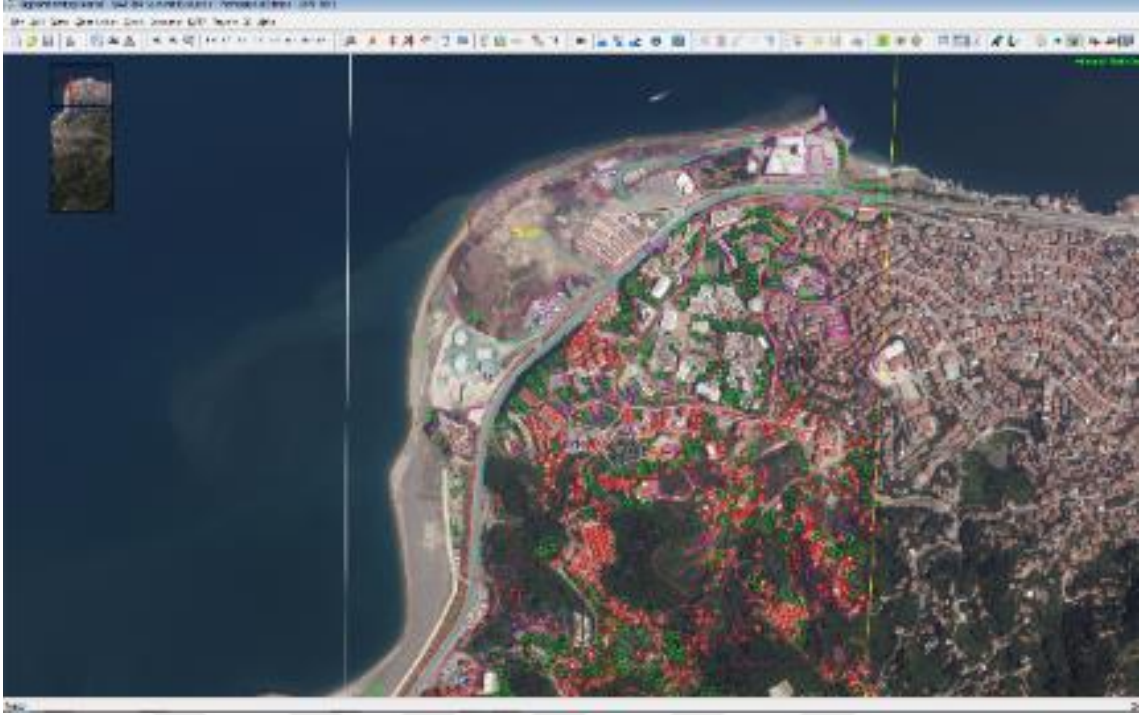
CIR ve NIR görüntülerden oluşan üç boyutlu modeller ile RGB ve RGBI görüntülerden oluşan üç boyutlu modeller detay görünümlülüğü ve detay teşhisi açısından karşılaştırılmıştır. Bütün detayların CIR ve NIR görüntülerden oluşan üç boyutlu modeller üzerinde görünemediği ve detay teşhisi açısından da RGB ve RGBI görüntülerden oluşan üç boyutlu modellerden çok düşük kaldığı gözlemlenmiştir. Bu yüzden karşılaştırma işlemini RGB ve RGBI görüntülerden oluşan üç boyutlu modeller üzerinden gerçekleştirilmiştir. Şekil.4.18’de 8 bit CIR stereo modeli ve değerlendirmesi, Şekil.4.19’de 8 bit NIR stereo modeli ve değerlendirmesi, Şekil.4.20’de 8 bit RGBI stereo modeli ve değerlendirmesi, Şekil.4.21’de 16 bit CIR stereo modeli ve değerlendirmesi, Şekil.4.22’de 16 bit NIR stereo modeli ve değerlendirmesi, Şekil.4.23’de 16 bit RGB stereo modeli ve değerlendirmesi, gösterilmiştir.



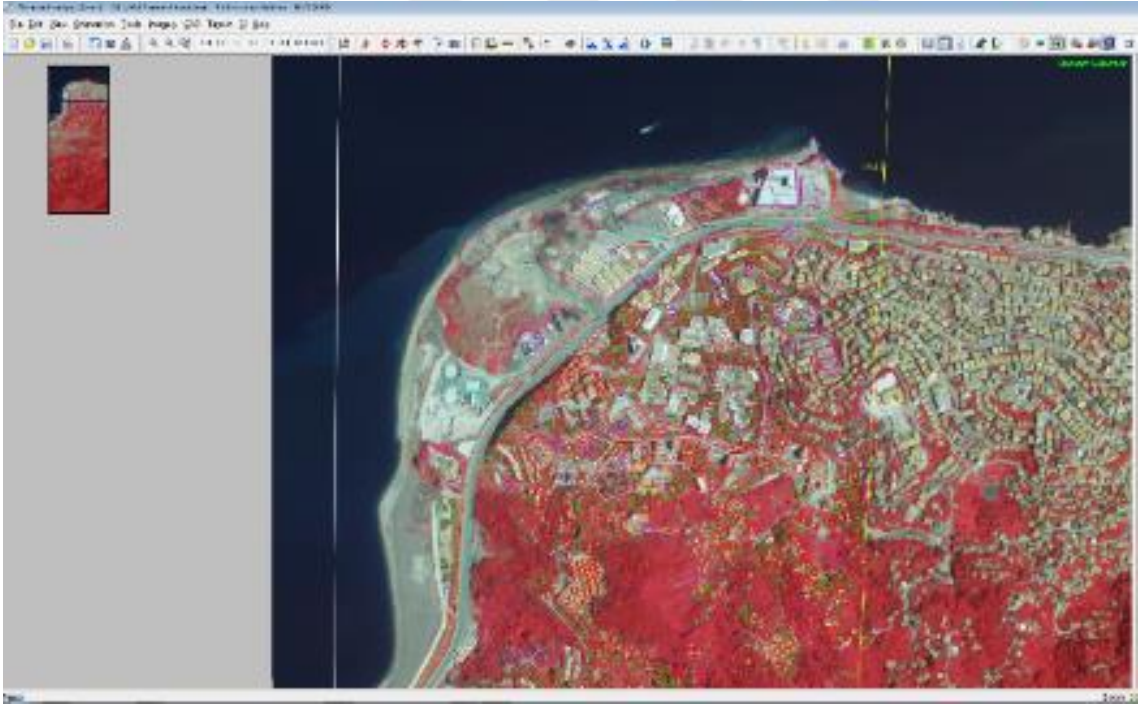
Şekil 4.18 8 bit CIR stereo model ve değerlendirmesi.



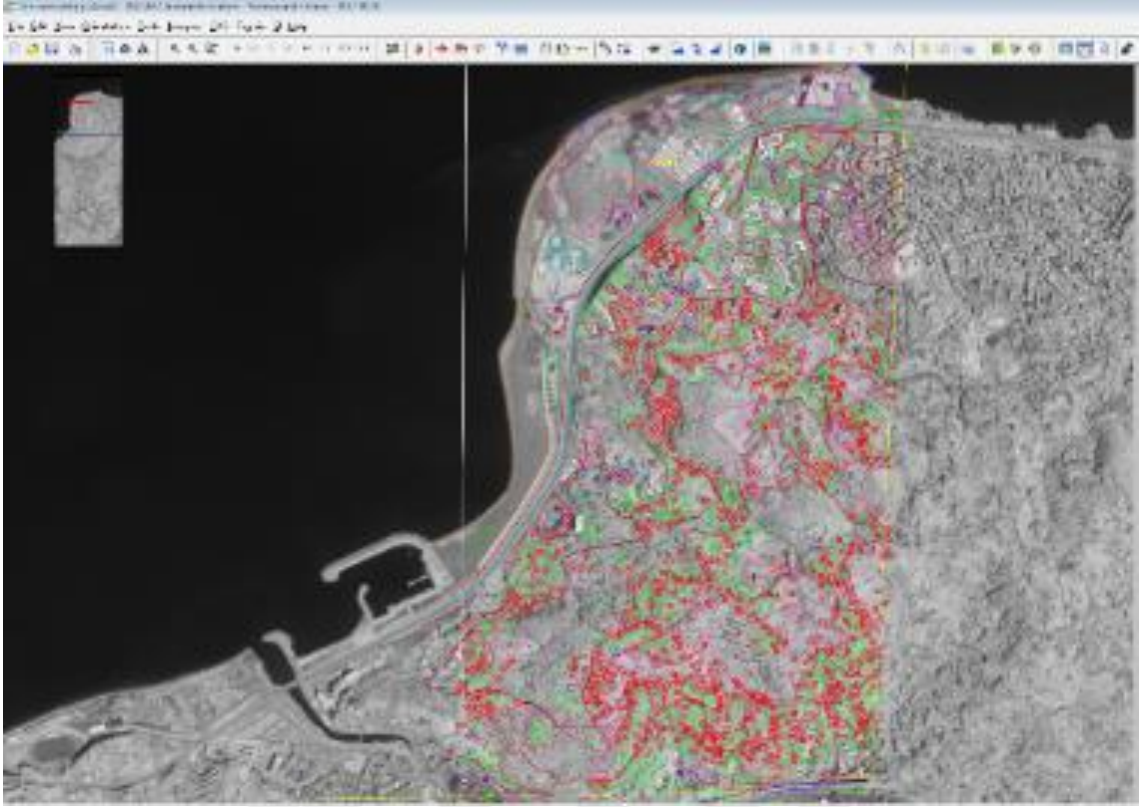
Şekil 4.19 8 bit NIR stereo model ve değerlendirmesi.



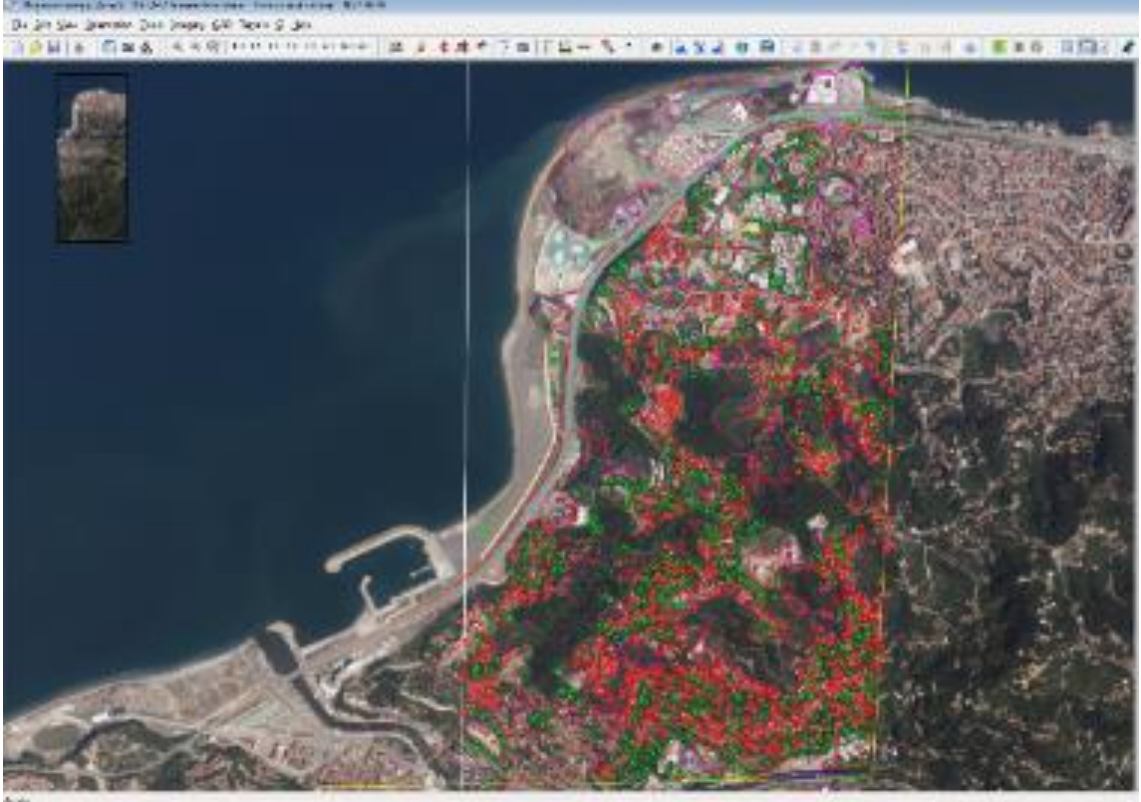
Şekil 4.20 8 bit RGBI stereo model ve değerlendirmesi.



Şekil 4.21 16 bit CIR stereo model ve değerlendirmesi.



Şekil 4.22 16 bit NIR stereo model ve değerlendirmesi.



Şekil 4.23 16 bit RGB stereo model ve değerlendirmesi.

4.5 BULGULAR

Çalışmada Sayısal hava kamerasından elde edilen ham görüntüler işlenerek, 8 ve 16 bit olarak RGB, RGBI, CIR ve NIR olarak elde edilmiştir. Bu görüntüler ile stereo model oluşturularak her bir görüntü için görüntü değerlendirme işlemi yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yapılan inceleme sonucunda 8 bit ve 16 bit görüntüler arasında detay seçilebilirliği açısından önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Çalışmada elde edilen bulgulardan birisi; görüntülerin hacimlerinin her aşamada etkili olduğu saptanmıştır. Düşük hacimli verilerle oluşan üç boyutlu model üzerinde mouse imlecinin gezinmesine daha rahat olduğu, üç boyutlu model açma da çok azda olsa zorlanmalar olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 4.1’de her bir görüntü için 8 ve 16 bit olmak üzere veri hacimleri verilmiştir. Ayrıca görüntülerin saklanması için ihtiyaç duyulan depolama alanı açısından bakılacak olursa küçük projeler için kayda değer olmasada büyük projelerde hem maliyet hem de zaman açısından kayda değer farklar oluşturacağı değerlendirilmektedir.

Çizelge 4.1 Hava fotoğraflarının boyutları.

	Görüntü Tipi	Boyut (MB)
8 BIT	CIR	398.35
	NIR	132.86
	RGB	398.35
	RGBI	531.094
16 BIT	CIR	796.584
	NIR	265.605
	RGB	796.584
	RGBI	1062.073

Çalışmada elde edilen bulgulardan bir diğeri; görüntülerin 8 bit ve 16 bit olarak proses edilme süreleri arasındaki farklar göze çarpmıştır. 8 bit görüntülerin daha hızlı proses edildiği görülürken 16 bit görüntülerin daha uzun sürede proses edildiği saptanmıştır. Çizelge 4.2’de her bir görüntü için 8 ve 16 bit olmak üzere proses sürelerine yer verilmiştir. Az sayıda hava fotoğrafından oluşan projelerde bu fark önemsiz olmayabilir olsa da hava fotoğraf sayısı arttıkça kayda değer olacağı değerlendirilmektedir.

Çizelge 4.2 Hava fotoğraflarının proses süreleri.

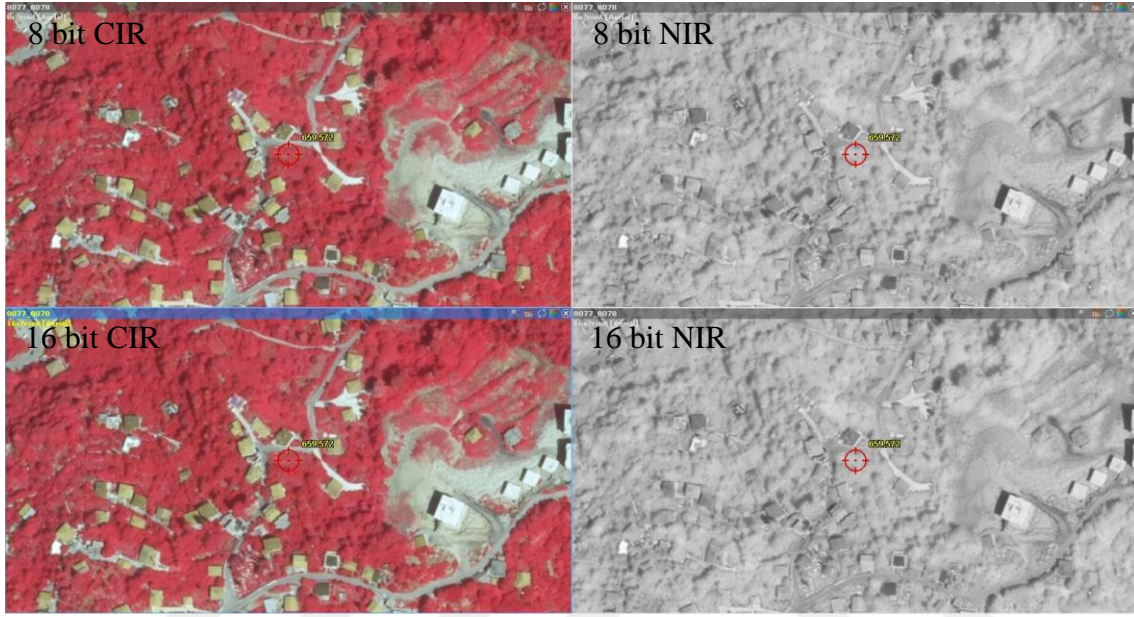
	Görüntü Tipi	Proses Süresi (Saniye)
8 BIT	CIR	163
	NIR	171
	RGB	168
	RGBI	212
16 BIT	CIR	226
	NIR	235
	RGB	211
	RGBI	225

Çalışma sonucundaki bulgulardan bir diğeri; Datem Summit Evolution programının kendi görüntü formatı olan Summit Image (SMTI) formatına olan dönüşüm süreleri arasındaki zaman farklılıklarıdır. TIFF formatında proses edilen görüntülerin SMTI formatına dönüştürülmesine sayısallaştırma yaparken detay teşhisinde ihtiyaç duyulmaktadır. Datem Summit Evolution programı TIFF görüntülerle oluşturulan üç boyutlu modele yaklaşmakta ve uzaklaşmakta sınır koymaktadır. Kendi görüntü formatıyla oluşturulan üç boyutlu modellerde bu sınırı kaldırmaktadır. Bundan dolayı dönüşüme ihtiyaç duyulmuştur. Başka program yardımıyla oluşturulacak üç boyutlu modellerde bu dönüşüm için harcanan zaman ortadan kalkabileceği değerlendirilmiştir. Çalışmada Datem Summit Evolution programını kullanıldığı için dönüşüme harcanan zaman göze çarpmıştır. Çizelge 4.3’de her bir görüntü için 8 ve 16 bit olmak üzere TIFF formatından SMTI formatına dönüşüm süreleri gösterilmiştir.

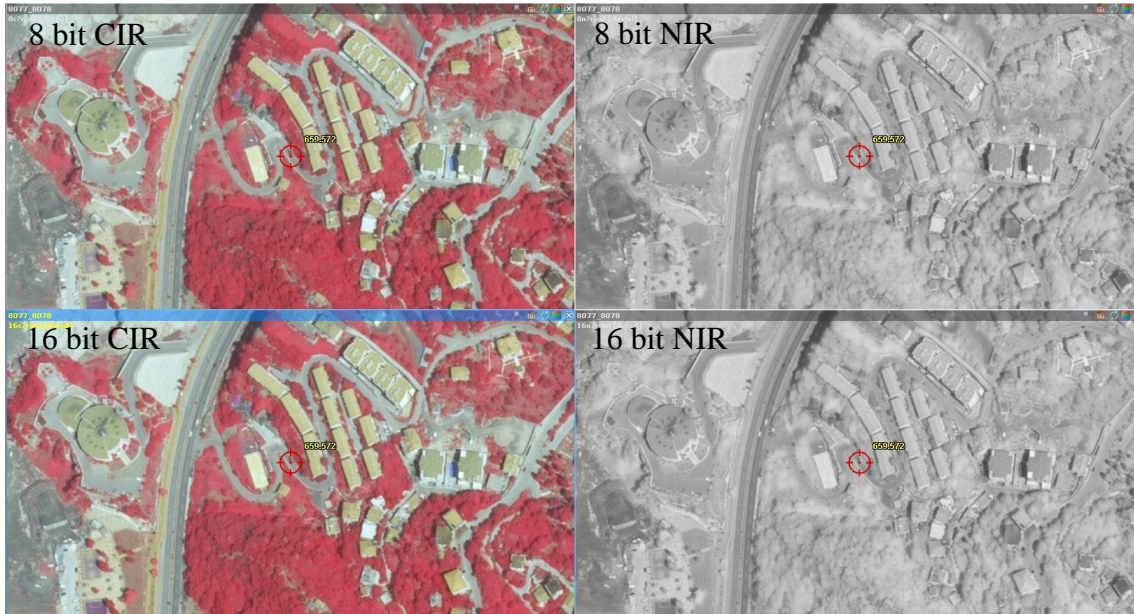
Çizelge 4.3 Format dönüşüm süreleri.

	Görüntü Tipi	TIFF’den SMTI’ye Dönüş Süresi (Saniye)
8 BIT	CIR	15
	NIR	6
	RGB	13
	RGBI	25
16 BIT	CIR	42
	NIR	11
	RGB	45
	RGBI	82

Çalışma her fotoğraf hem 8 bit ve 16 bit olarak kendi içerisinde hem de görüntü formatları NIR, CIR, RGB, RGBI olarak kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar sonucundaki bulgulardan bir tanesi; NIR ve CIR görüntülerden detay teşhisinin RGB ve RGBI görüntüleme oranlar daha zor olduğu değerlendirilmiştir. Şekil 4.24’de farklı bölgelere ait 8 bit ve 16 bit CIR ve NIR görüntü karşılaştırma örnekleri gösterilmiştir.

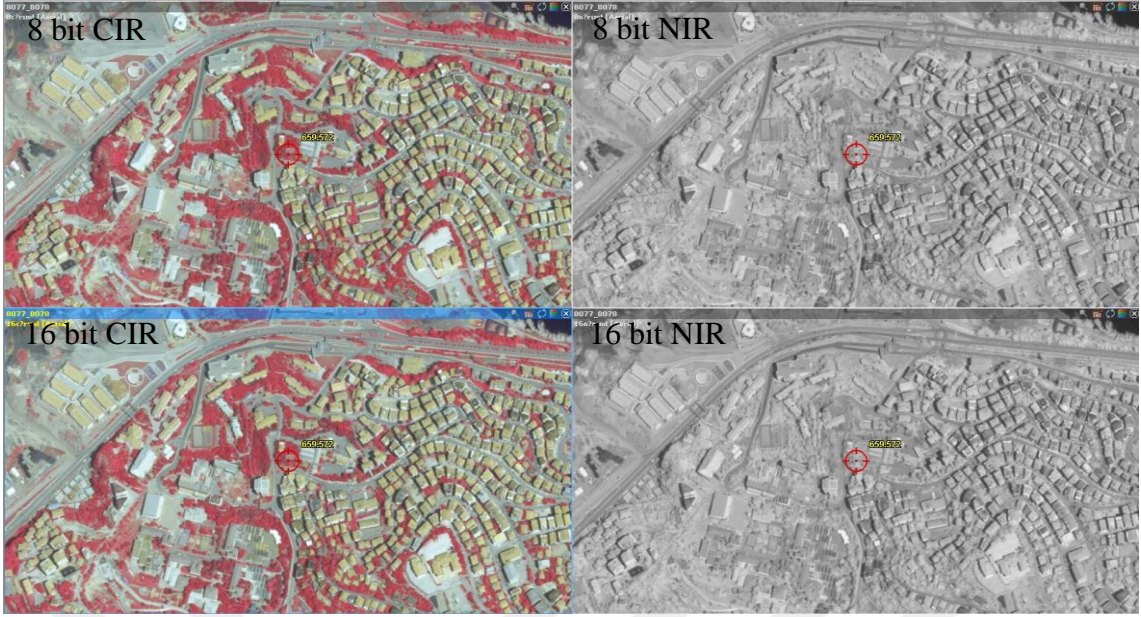


a) 8 bit ve 16 bit CIR ve NIR görüntülerin karşılaştırılması.



b) 8 bit ve 16 bit CIR ve NIR görüntülerin karşılaştırılması.

Şekil 4.24 Farklı bölgelere ait 8 bit ve 16 bit CIR ve NIR görüntülerin karşılaştırılması



c) 8 bit ve 16 bit CIR ve NIR görüntülerin karşılaştırılması.

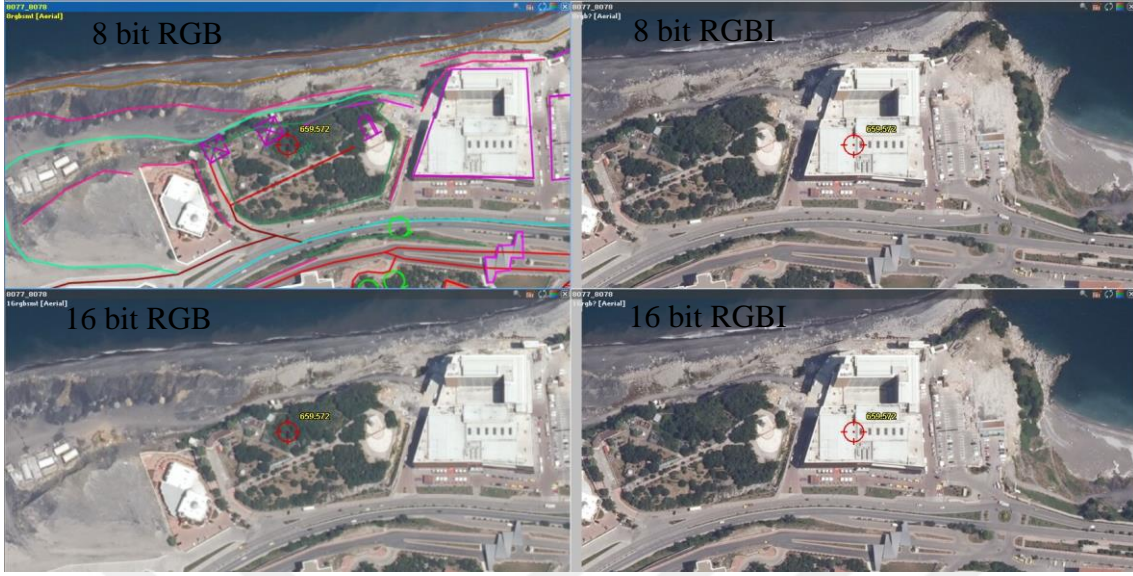
Şekil 4.24 (devam ediyor)

Şekil 4.25’de farklı bölgelere ait 8 bit ve 16 bit RGB ve RGBI görüntülerin karşılaştırma örnekleri gösterilmiştir.



a) 8 bit ve 16 bit RGB ve RGBI Görüntülerin Karşılaştırılması

Şekil 4.25 Farklı bölgelere ait 8 bit ve 16 bit RGB ve RGBI görüntülerin karşılaştırılması.



b) 8 bit ve 16 bit RGB ve RGBI Görüntülerin Karşılaştırılması



c) 8 bit ve 16 bit RGB ve RGBI Görüntülerin Karşılaştırılması

Şekil 4.25 (devam ediyor)



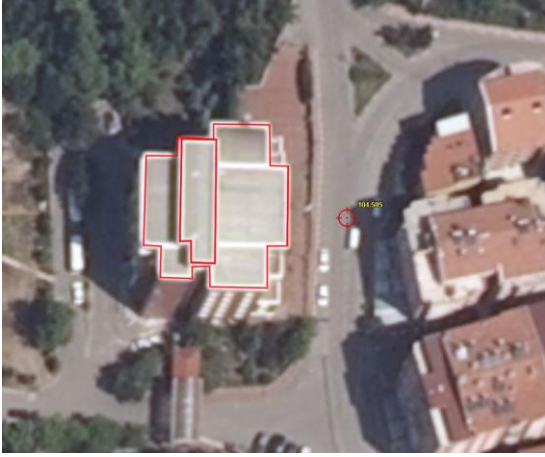
d) 8 bit ve 16 bit RGB ve RGBI Görüntülerin Karşılaştırılması.



e) 8 bit ve 16 bit RGB ve RGBI Görüntülerin Karşılaştırılması

Şekil 4.25 (devam ediyor)

Çalışma bölgesinde seçilen 2 bina çatıları üzerinden oluşturulan bütün üç boyutlu modellerde kıymetlendirilmiştir. En yüksek teşhis gücüne sahip olduğu değerlendirilen 16 bit RGBI görüntü çiftleri ile oluşturulan üç boyutlu modelden kıymetlendirilen vektör veri doğru kabul edilmiş binalar üzerinden rast gele seçilen 10 ar noktada diğer vektör verilerle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma için 16 bit RGBI görüntülerden elde edilen vektör verilerin kontrol noktalarına 30 cm çapında daire yerleştirilmiş diğer görüntülerden elde edilen vektör verilerin bu daire içinde kalıp kalmadığına bakılmıştır. Şekil 4.26'da 16 bit RGBI görüntü üzerinden binaların kıymetlendirilmesi gösterilmiştir. Şekil 4.27'de seçilen bina köşeleri ve numaraları gösterilmiştir.



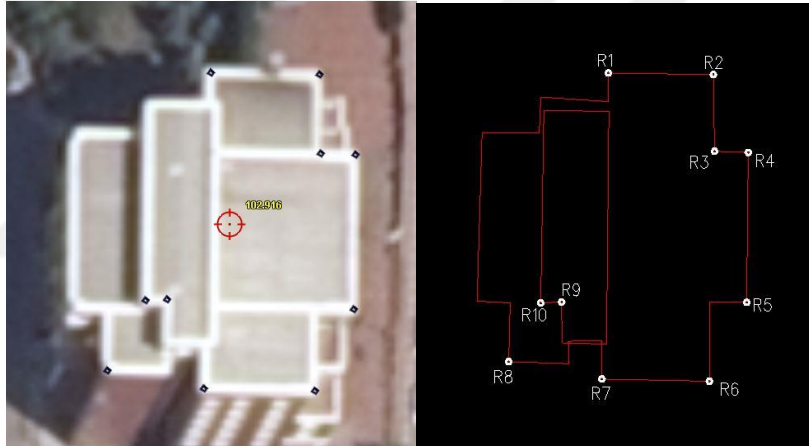
a) 1. Binanın Kıymetlendirmesi



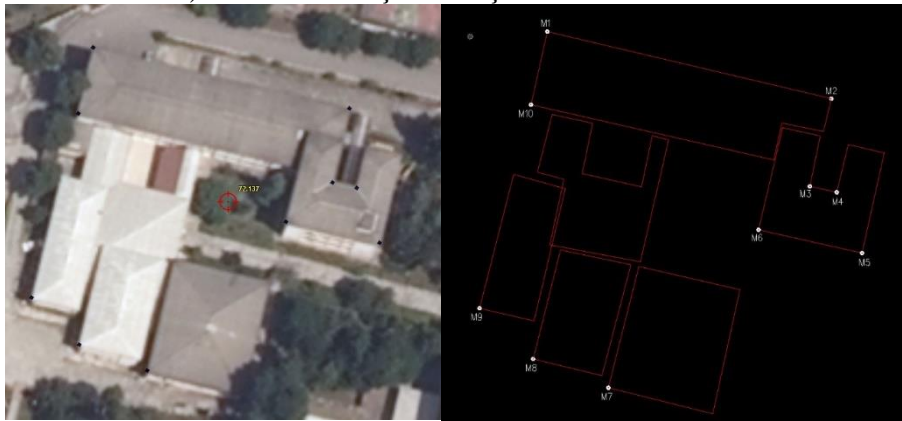
b) 2. Binanın Kıymetlendirmesi

Şekil 4.26 16 bit RGBI görüntü üzerinden binaların kıymetlendirilmesi.

Şekil 4.27’de seçilen bina köşeleri ve bu köşelere verilen numaraları gösterilmiştir.



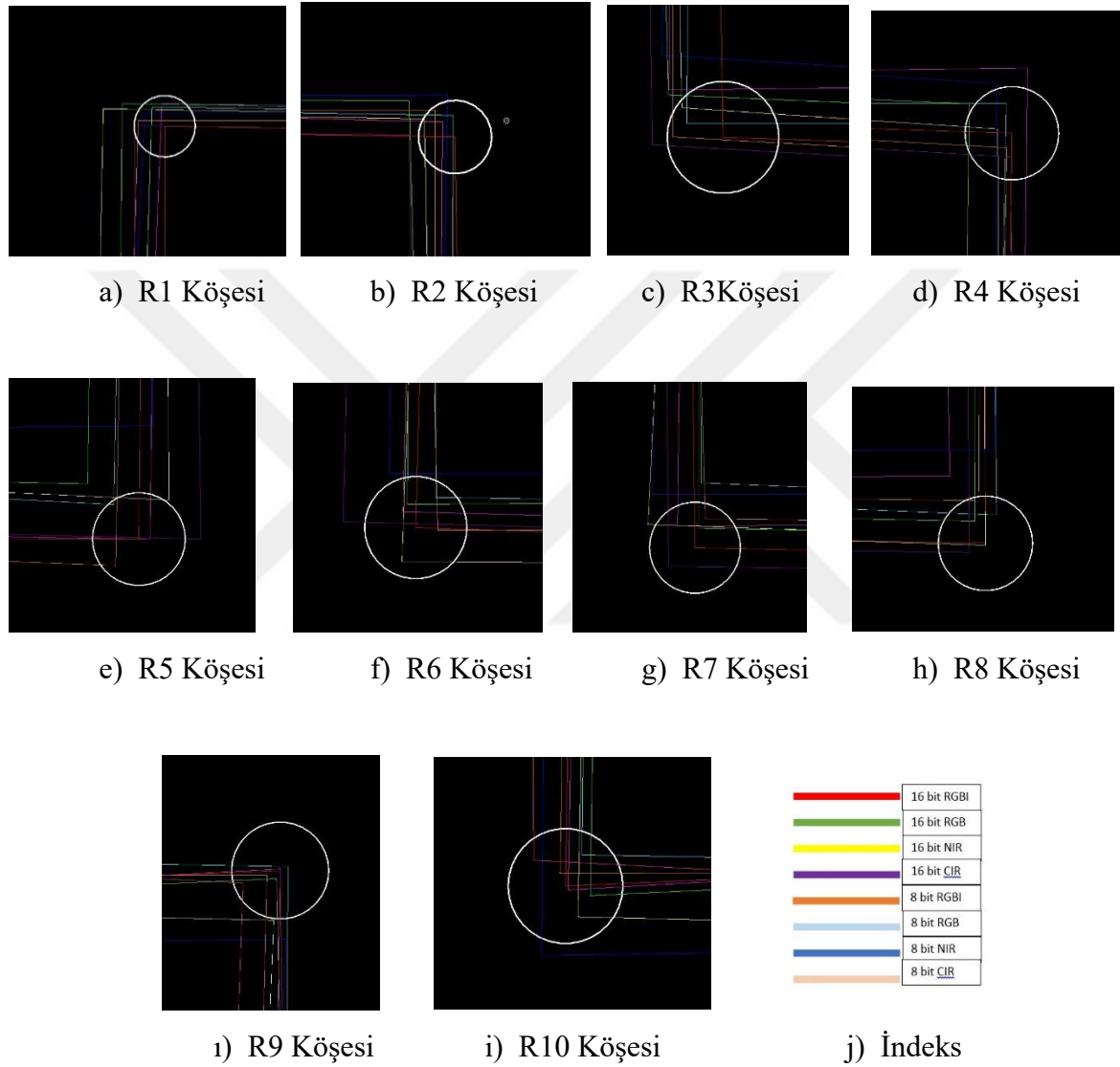
a) 1. Binada Seçilen Köşeler ve Numaraları



b) 2. Binada Seçilen Köşeler ve Numaraları

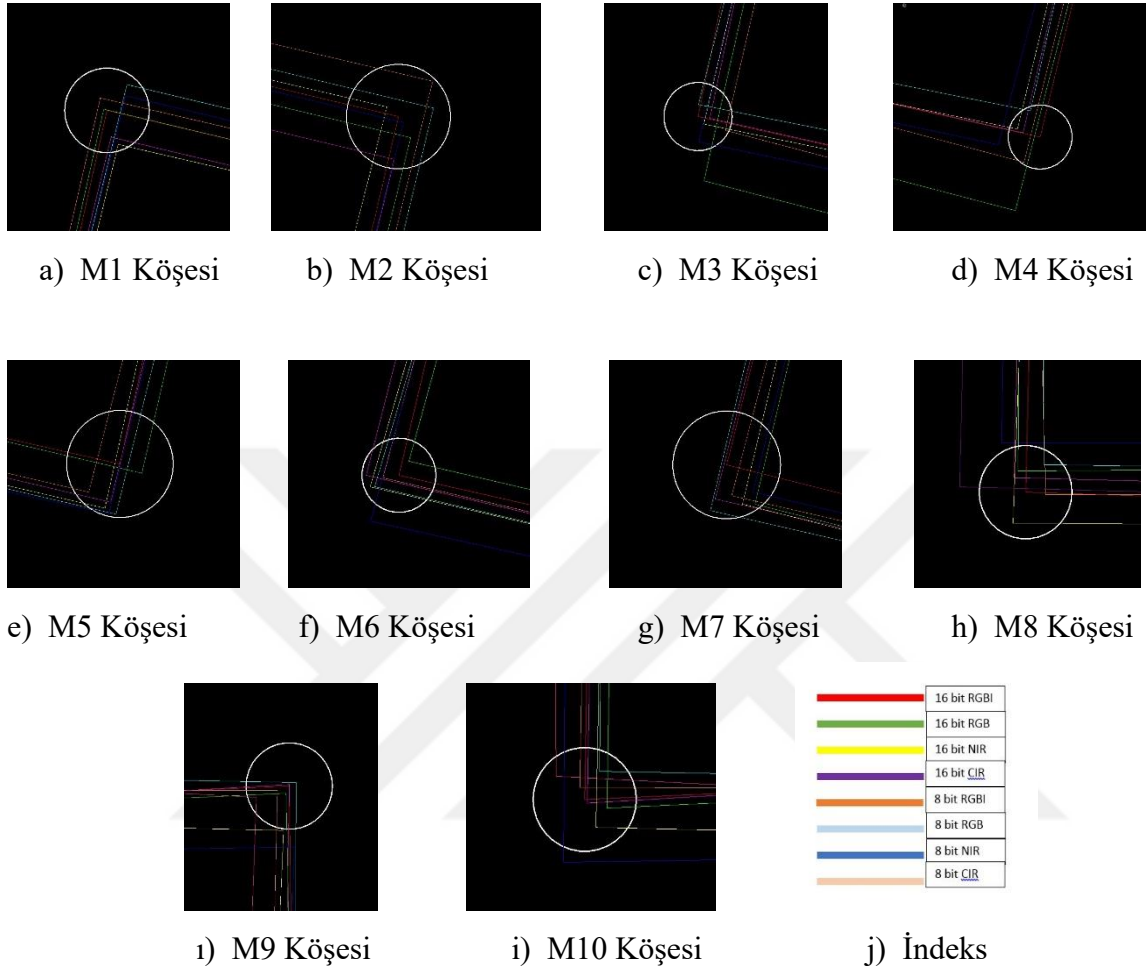
Şekil 4.27 Binalarda seçilen köşeler ve numaraları.

Görüntülerin çözünürlüğü 30 cm olduğu için özellikle 8 – 18 bit RGB ve RGBI görüntülerle kıymetlendirilen veriler arasında 30 cm’den fazla hata olmadığı gözlemlenmiştir. Verilerin boyutları kolay kullanımı ve teşhis açısından karşılaştırıldığı zaman 16 bit görüntü yerine 8 bit görüntü kullanılmasının uygun olacağı değerlendirilmiştir. Şekil 4.28’de 1. Binadan seçilen köşelerdeki vektör verilerin karşılaştırılması ve indeksi gösterilmiştir.



Şekil 4.28 1. Bina köşelerinde vektör verilerin karşılaştırılması ve indeksi.

4.29’da 2. Binadan seçilen köşelerdeki vektör verilerin karşılaştırılması ve indeksi gösterilmiştir.



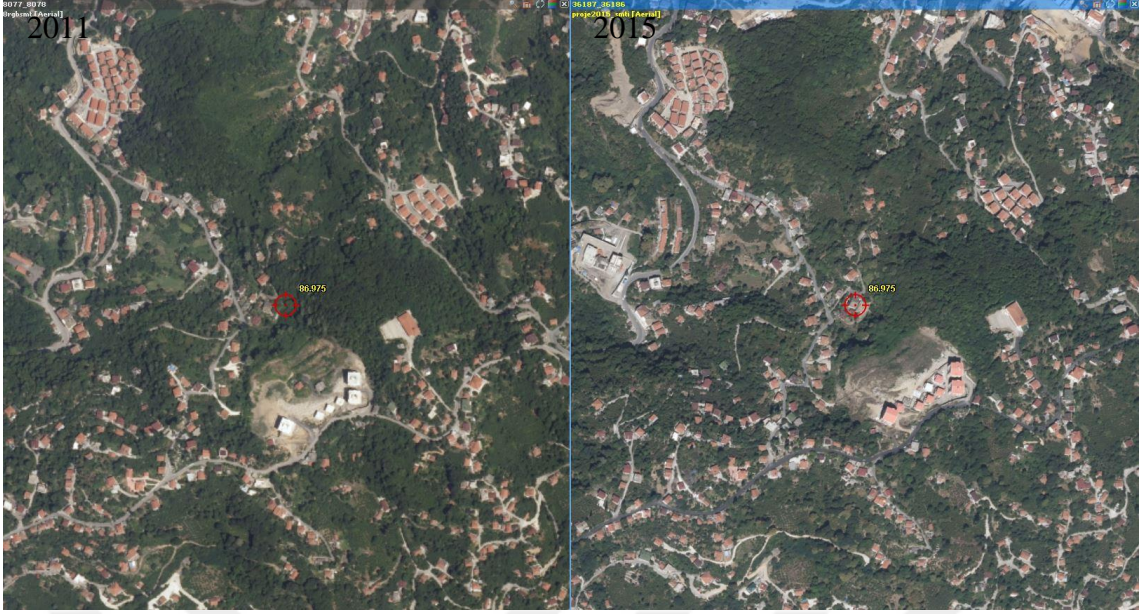
Şekil 4.29 2. Bina köşelerinde vektör verilerin karşılaştırılması ve indeksi.

Çalışmada kullanılan sayısal hava fotoğraflarının 2011 yılında çekilmiş olması ve aynı bölgeye ait 2015 yılında çekilmiş sayısal hava fotoğraflarının bulunmasından dolayı 2015 yılı sayısal hava fotoğrafları ile inceleme yapılması ihtiyacını doğurmuştur. 2015 yılı sayısal hava fotoğraflarından sadece 8 bit RGB fotoğraflar kullanılarak üç boyutlu model oluşturmuş ve hem zamansal anlamda incelenmiş hem de detay teşhisi açısından incelenmiştir. Şekil 4.30’de farklı bölgelere ait 2011 yılı 8 bit RGB ve 2015 yılı 8 bit RGB görüntüler arasındaki karşılaştırma örnekler gösterilmiştir.



a) 2011 - 2015 yılı 8 bit RGB Görüntü Karşılaştırması

Şekil 4.30 Farklı bölgelere ait 2011 ve 2015 yılında çekilmiş görüntü karşılaştırması.

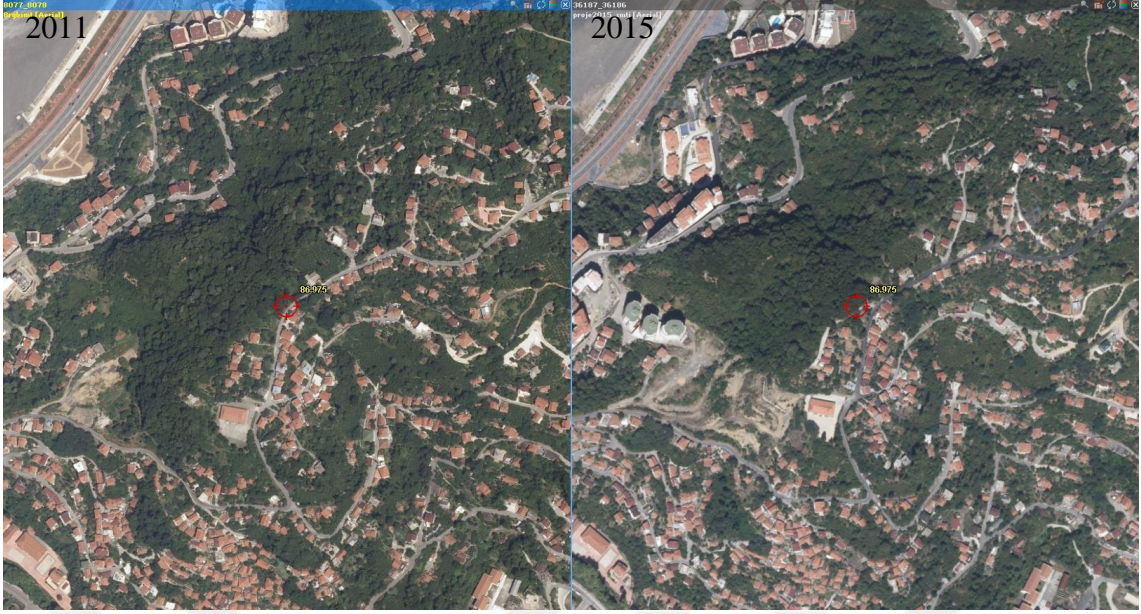


b) 2011 - 2015 yılı 8 bit RGB Görüntü Karşılaştırması

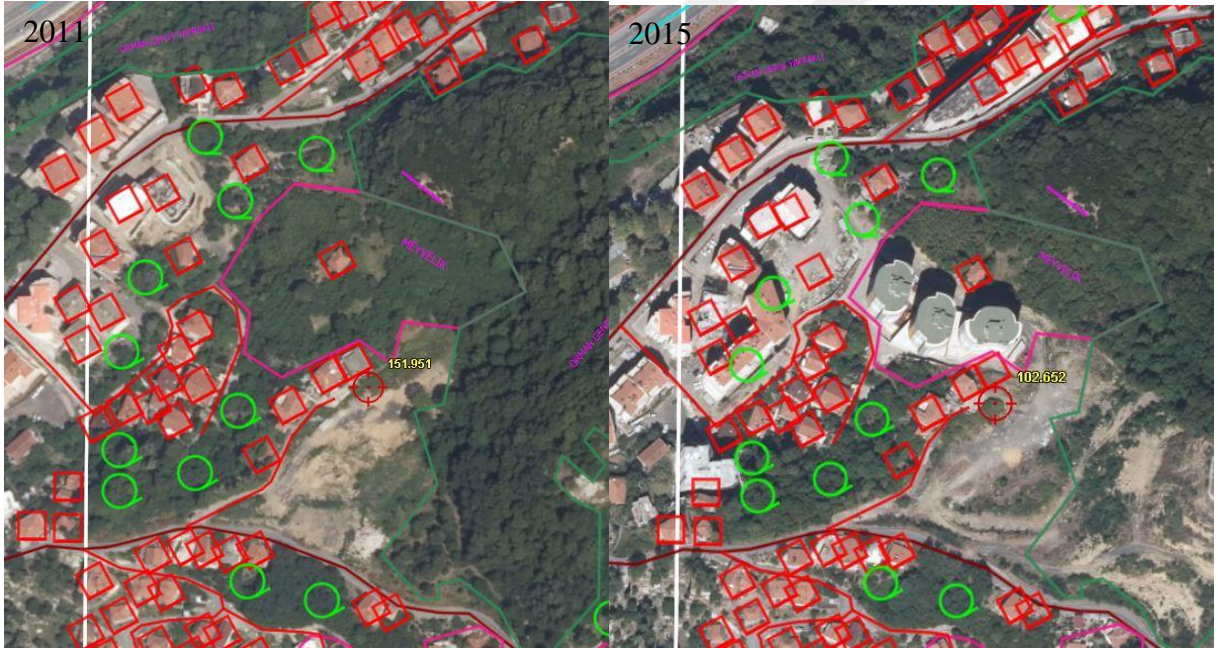


c) 2011 - 2015 yılı 8 bit RGB Görüntü Karşılaştırması

Şekil 4.30 (devam ediyor)

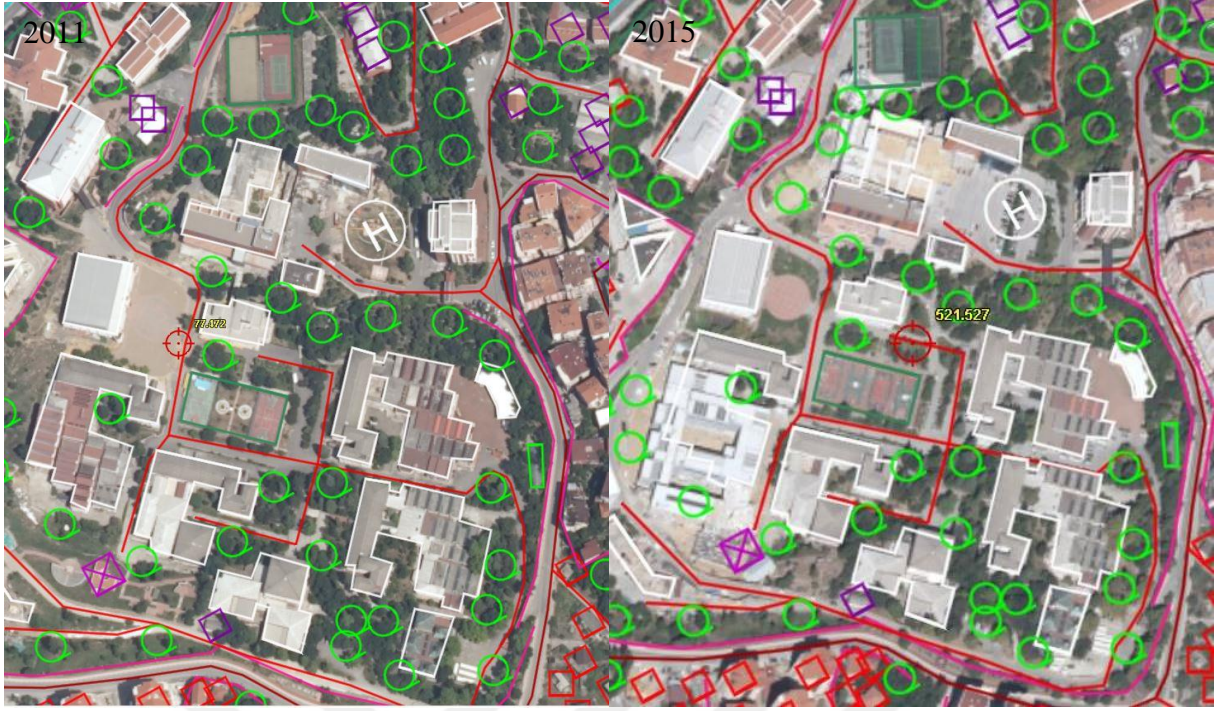


d) 2011 - 2015 yılı 8 bit RGB Görüntü Karşılaştırması

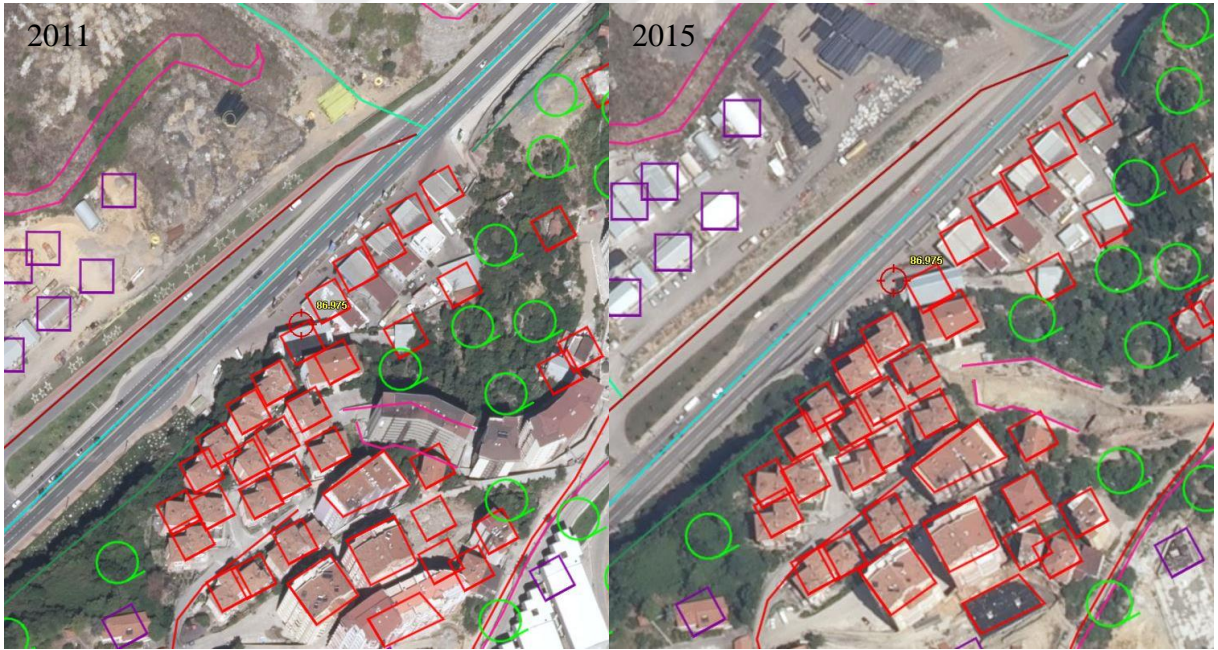


e) 2011 - 2015 yılı 8 bit RGB Görüntü Karşılaştırması

Şekil 4.30 (devam ediyor)



f) 2011 - 2015 yılı 8 bit RGB Görüntü Karşılaştırması

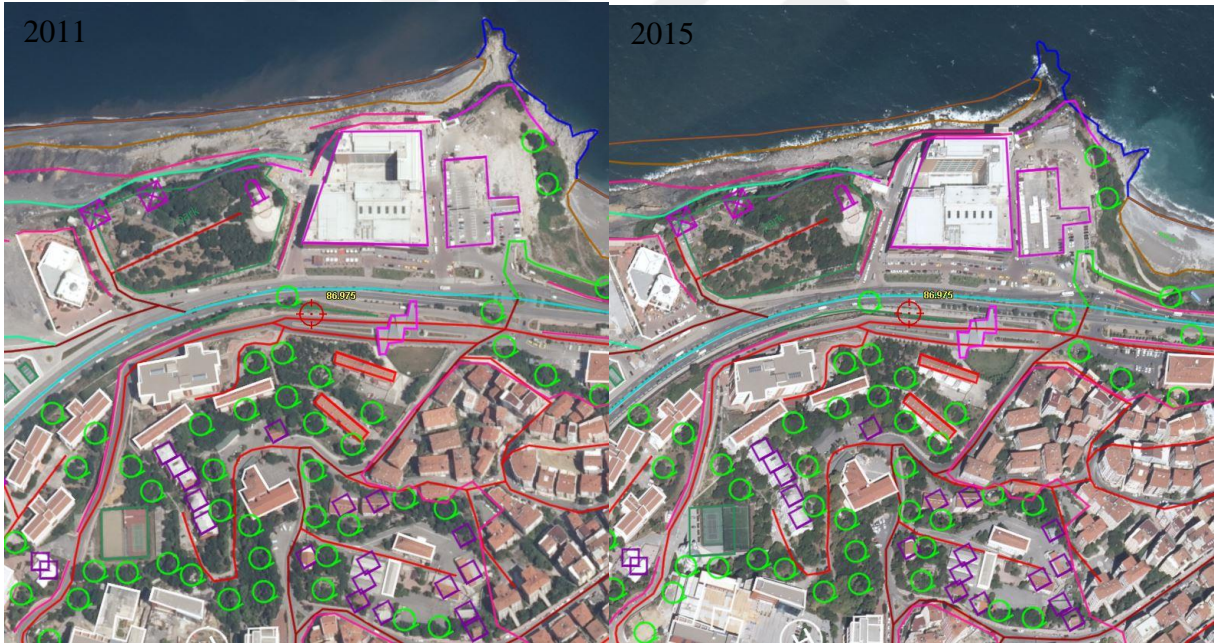


g) 2011 - 2015 yılı 8 bit RGB Görüntü Karşılaştırması

Şekil 4.30 (devam ediyor)

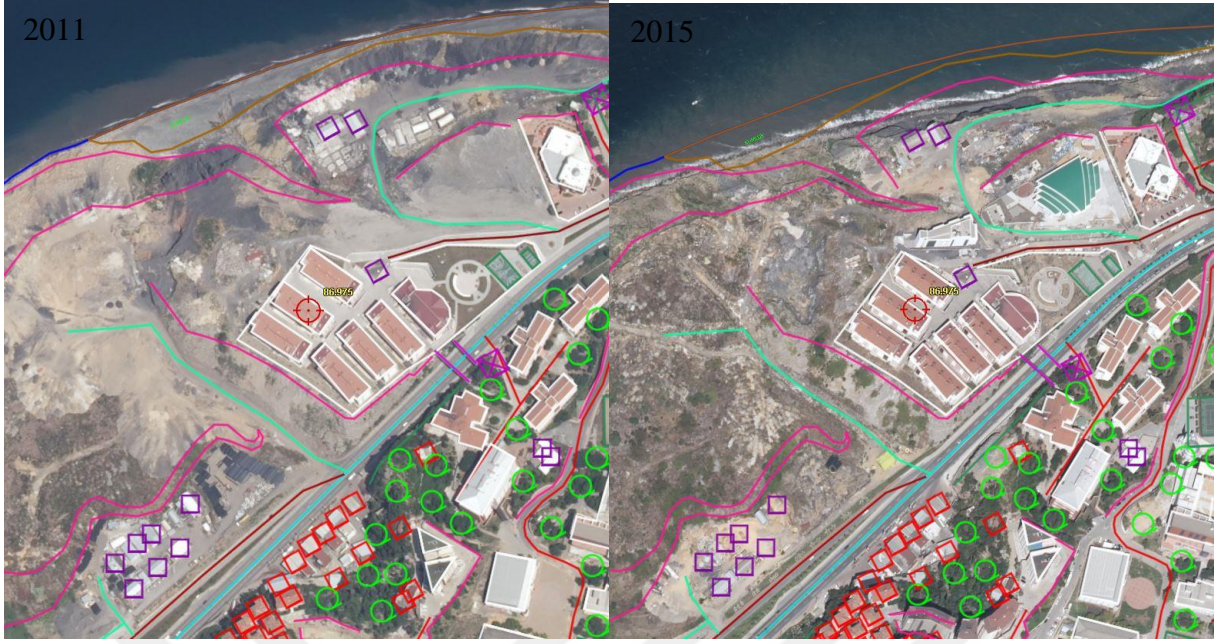


h) 2011 - 2015 yılı 8 bit RGB Görüntü Karşılaştırması

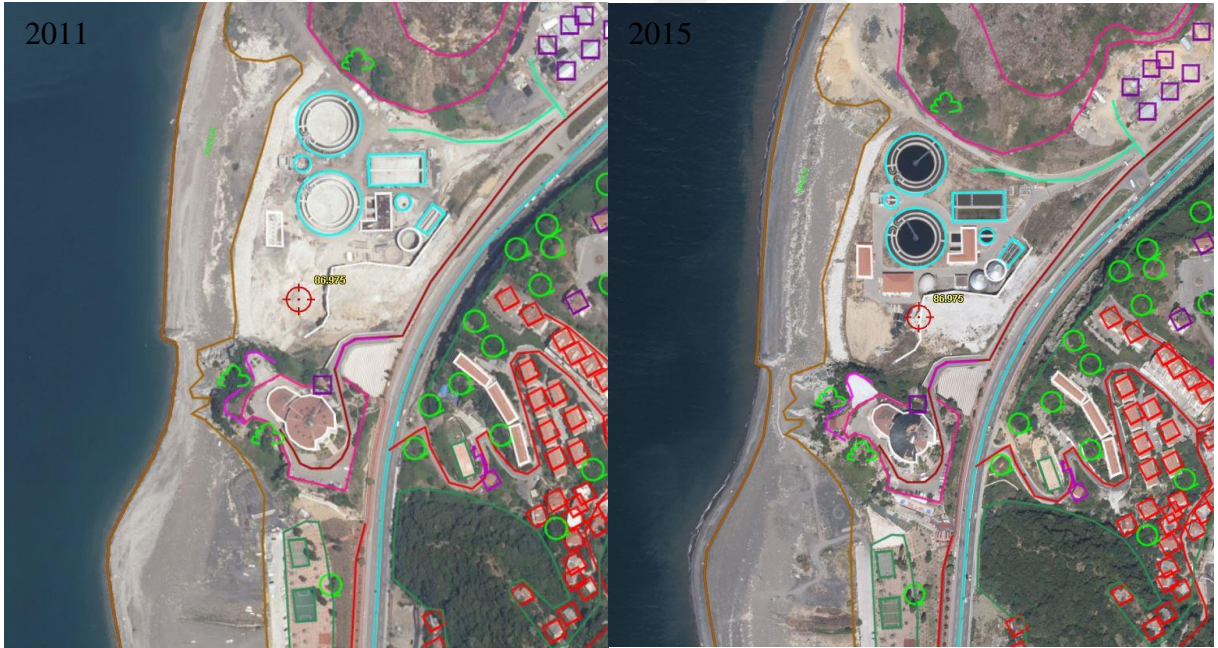


ı) 2011 - 2015 yılı 8 bit RGB Görüntü Karşılaştırması

Şekil 4.30 (devam ediyor)



i) 2011 - 2015 yılı 8 bit RGB Görüntü Karşılaştırması



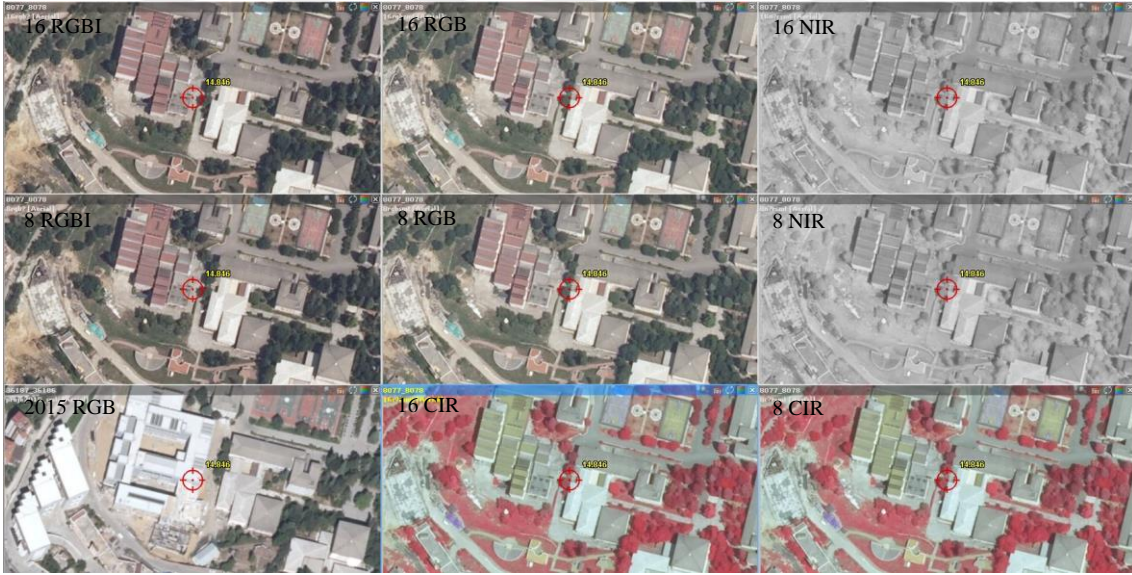
j) 2011 - 2015 yılı 8 bit RGB Görüntü Karşılaştırması

Şekil 4.30 (devam ediyor)

Ayrıca 2011 yılında çekilmiş 8 bit ve 16 bit (NIR, CIR, RGB, RGBI) sayısal hava fotoğrafları ile oluşturulan üç boyutlu modeller 2015 yılında çekilmiş 8 bit RGB sayısal hava fotoğrafları ile oluşturulan üç boyutlu model ile karşılaştırılmıştır. Şekil 4.31’de çalışmada oluşturulan 9 farklı projenin farklı bölgelerde karşılaştırması gösterilmiştir.

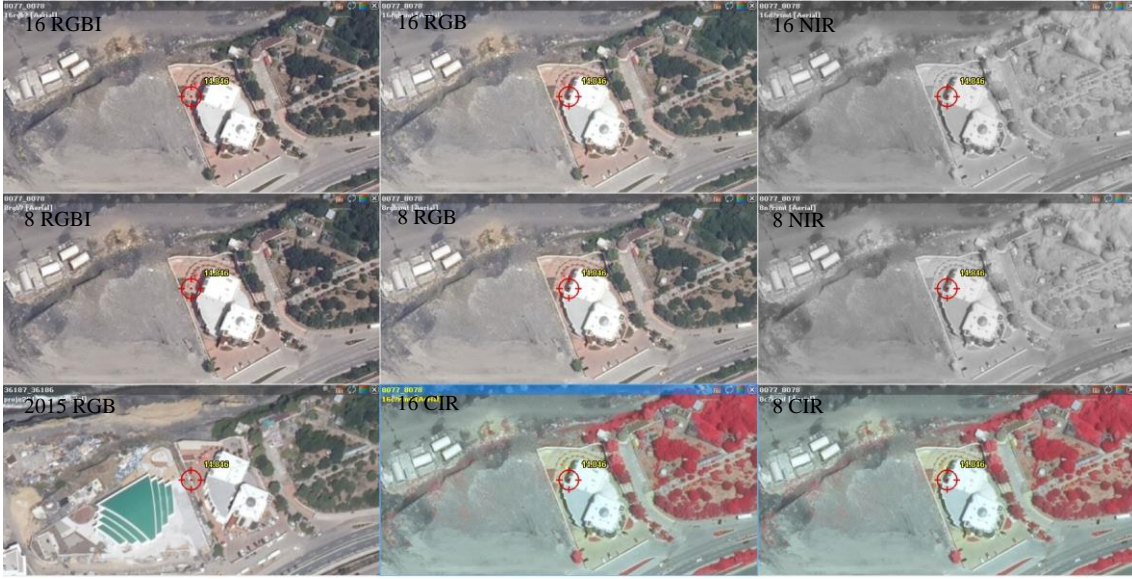


a) Projelerin Karşılaştırılması

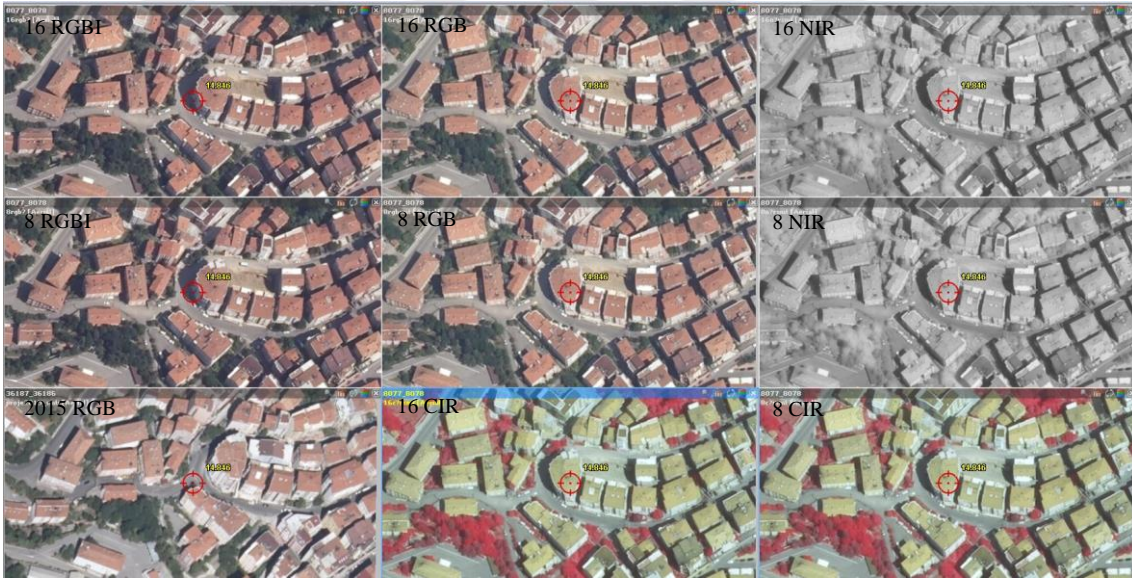


b) Projelerin Karşılaştırılması

Şekil 4.31 9 Farklı projenin farklı bölgelerde karşılaştırması.

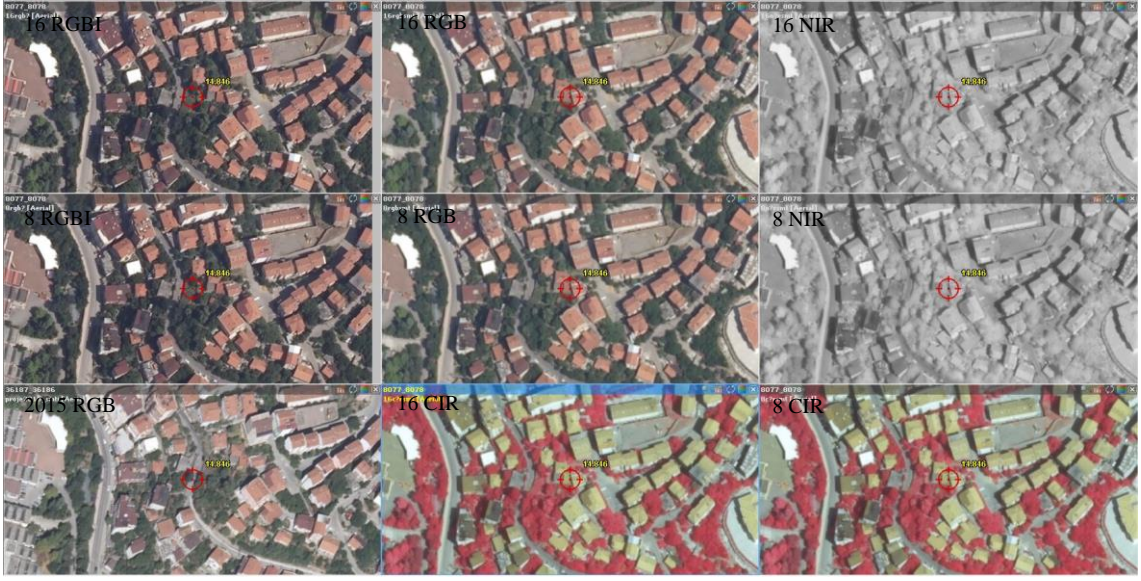


c) Projelerin Karşılaştırılması

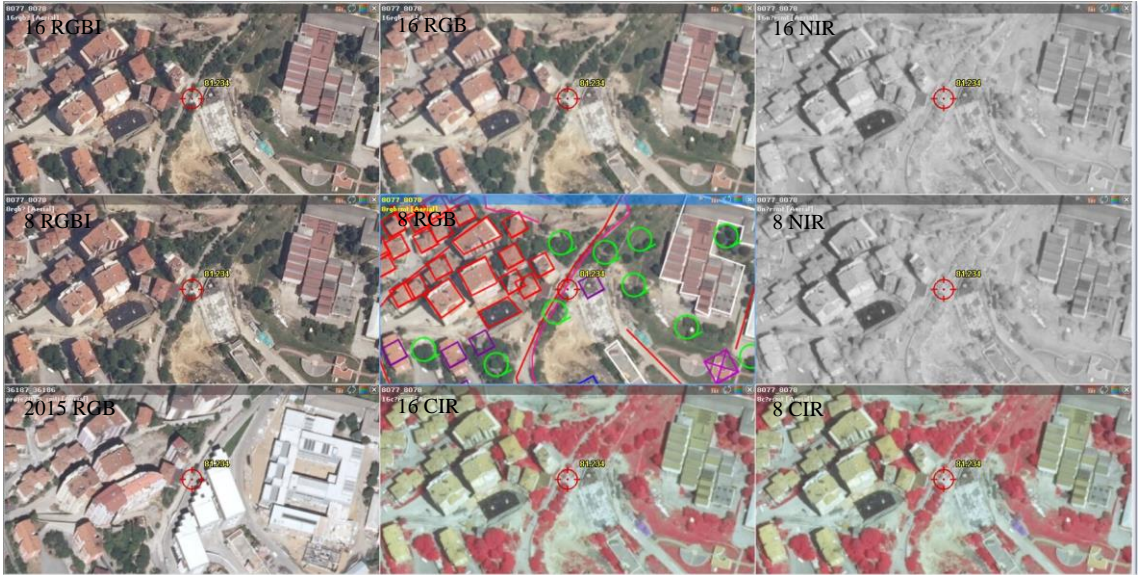


d) Projelerin Karşılaştırılması

Şekil 4.31 (devam ediyor)



e) Projelerin Karşılaştırılması



f) Projelerin Karşılaştırılması

Şekil 4.31 (devam ediyor)

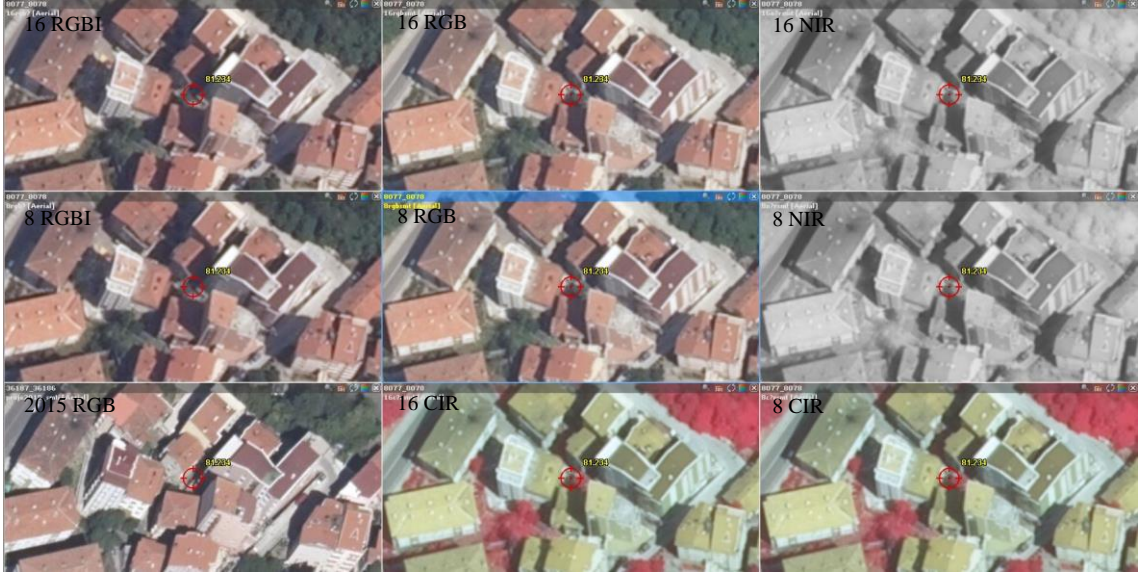


g) Projelerin Karşılaştırılması

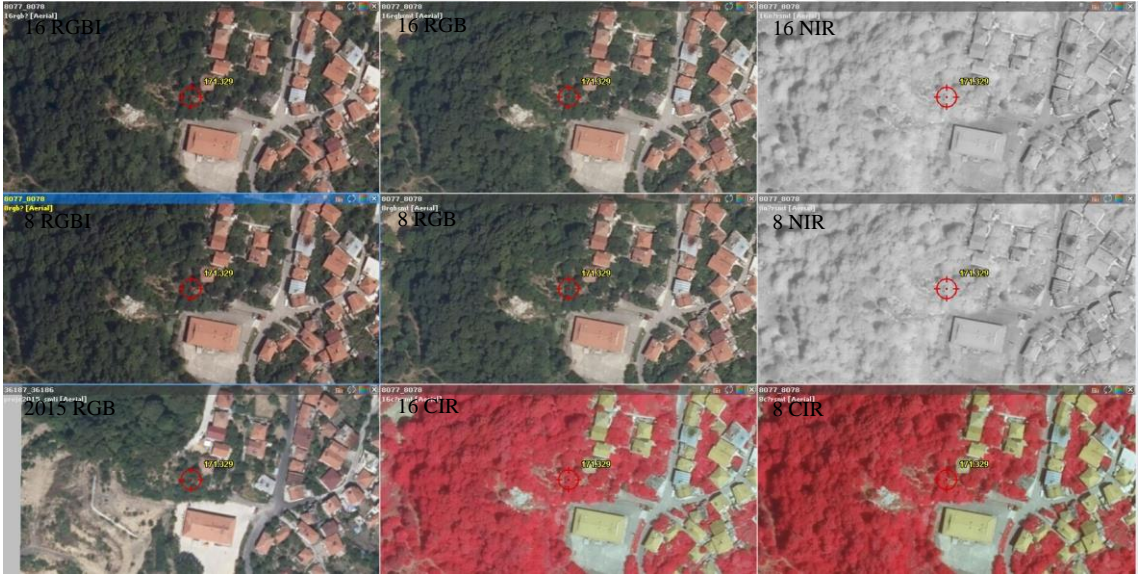


h) Projelerin Karşılaştırılması

Şekil 4.31 (devam ediyor)



1) Projelerin Karşılaştırılması



i) Projelerin Karşılaştırılması

Şekil 4.31 (devam ediyor)



BÖLÜM 5

SONUÇ

Sayısal hava kamerası görüntülerinin fotogrametride kullanılması ile hazırlık aşamasında diapositiflerin ya da orijinal rulo filmlerin film tarayıcılar tarafından taranması için harcanan süre, analitik yöntemlere göre daha hızlıdır. Çünkü resimler doğrudan sayısal olarak elimize gelmektedir, her hangi bir işleme daha gerek kalmadan kullanılabilir.

Üretim sisteminde model oluşturmada, ortofoto ve fotomozaik üretim süreci içerisinde sayısal hava kamerası görüntülerinin kullanılmasının daha doğru sonuçlar verdiği gözle çarpılmaktadır. Özellikle fotolaboratuvar aşamasında film banyosu sırasında ve tarama sırasında ortaya çıkabilecek görüntü kalitesindeki azalma ortadan kalkmıştır.

Fotolaboratuvar işleminin kalkması ile bu işlem aşamasına harcanan zaman ve maliyette kayda değer bir düşüş sağlanmıştır.

Sayısal hava kamerası görüntülerinde eş zamanlı olarak pankromatik, renkli ve kızılötesi görüntüler elde edildiği için çok çeşitli kullanım alanlarını da beraberinde getirmiştir.

Sayısal hava kamerası görüntülerinde GNSS / IMU kullanımı ile fotogrametrik nirengi işlemine gerek kalmadan dış yönelme parametrelerinin elde edilmesi sağlanmıştır. Bu da otomatik havai nirengi uygulamasını olanaklı hale getirmiş ve maliyeti önemli ölçüde azaltmıştır.

Sayısal hava kamerasından elde edilen ham görüntüler işlenerek, 8 ve 16 bit olarak RGB, RGBI, CIR ve NIR olarak elde edilmiştir. Bu görüntüler ile stereo model oluşturularak her bir görüntü için görüntü değerlendirme işlemi yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yapılan inceleme sonucunda 8 bit ve 16 bit görüntüler arasında detay seçilebilirliği açısından önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir. 8 bit görüntünün veri depolama açısından daha uygun olduğu, sistemi

daha az yorduğu göz önüne alındığında görüntü değerlendirme işlemi için 8 bit görüntünün kullanılmasının uygun olacağı değerlendirilmektedir.

Farklı bant kombinasyonları ile oluşturulan (PAN, RGB, RGBI, CIR, NIR) görüntülerin görüntü değerlendirme işlemine katkılarını belirlemek amacı ile görüntüler değerlendirilmiştir. Yapılan inceleme sonucunda PAN görüntünün çözünürlüğünün iyi olduğu ancak RGB görüntü ile karşılaştırıldığında detay seilebilirliğinin az olduğu tespit edilmiştir. CIR görüntü ile yapılan inceleme sonucunda orman cinslerinin belirlenmesinde etkili olduğu ve operatörlere yardımcı olması açısından kullanılabileceği değerlendirilmiştir.

Farklı bant kombinasyonu ile elde edilen görüntüler fotogrametrinin farklı alanlarında kullanılabilmektedir. Sayısallaştırma işlemi için 8 bit RGB görüntünün kullanılmasının uygun olacağı, yapılacak fotogrametrik çalışmanın amacı değerlendirilerek, istenildiğinde ham görüntülerden PAN, RGBI, CIR ve NIR görüntülerin oluşturulmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Baltsavias E P** (1999a) On the Performance of Photogrammetric Scanners, *Photogrammetric Week'99*, 25-27 Mart 1999, Stuttgart, Almanya, 155-173.
- Baltsavias E P** (1999b) Airborne Laser Scanning: Basic Relations and Formulas. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 54 (2-3): 199-214.
- Baltsavias E P** (1999c) Comparison Between Photogrammetry and Laser Scanning. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 54 (2-3): 83-94.
- Baltsavias E P** (1999d) Airborne Laser Scanning: Existing Systems and Firms and Other Resources. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 54 (2-3): 164-198.
- Büyüksalih G** (1999) Kızılötesi CCD Kameralar ve Teknik Özellikleri, *Harita Dergisi*, 122: 26-40
- Cramer M and Stallmann D** (2002) On The Use Of GNSS/Inertial Exterior Orientation Parameters in Airborne Photogrammetry, *Proceedings of the OEEPE Workshop on "Integrated Sensor Orientation"*, 23-27 Temmuz 2002 Hannover, Germany, 109-123
- Cramer M** (2001) On The Use Of Direct Georeferencing in Airborne Photogrammetry, *3rd. International Symposium on Mobile Mapping Technology*, 3-5 Ocak 2001, Kahire, Mısır, 77-83
- Jacobsen K** (2002) State Of The Art in Mapping - Past, Present and Future, *INCA Workshop 2002*, Ahmedabad, Hindistan, 1-12
- Kaya Ş, İnce C D ve Şahin M** (2002) Uydu görüntülerinin çözünürlüğe bağlı geometrik doğruluğunun GNSS ve harita koordinatları kullanılarak analizi, *Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretimde 30. Yıl Sempozyumu*, 16-18 Ekim 2002, Konya, Türkiye, 443-450
- Kertsen T and Haering S** (1997) Automatic Interior Orientation of Digital Aerial Images, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 63 (8): 1007-1010.
- Kiracı A C, İşcan L, Eker O, Yılmaz A, Özerbil T, Maraş H, Fırat O ve Akabalı A** (2010) Sayısal Hava Kamerası ve Fotogrametriye Kazandırdıkları, *Harita Dergisi*, 143, 26-32
- Tapan K S ve Marangoz A M** (2015) 8 ve 16 bit Sayısal Hava Kamerası Görüntülerinin Fotogrametrik Değerlendirme Açısından İncelenmesi - Zonguldak Örneği. *TMMOB Harita Kadastro Mühendisleri Odası 15. Türkiye Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 25-28 Mart 2015, Ankara, Türkiye.



ÖZGEÇMİŞ

1984 Ankara’da doğumluyum. İlk, orta ve lise öğrenimi Ankara’da tamamladıktan sonra 2007 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümünden mezun oldum, 2007-2008 yılları arasında özel sektörde iş deneyimlerimin ardında 2008 yılında Harita Genel Müdürlüğü’nde çalışmaya başladım. Halen aynı kurumda çalışmaktayım.

ADRES BİLGİLERİ:

Adres: Tıp Fakültesi Caddesi Harita Genel Müdürlüğü Dikimevi-Cebeci-Çankaya-ANKARA.

Tel: (+90) 312 595 22 22

E-posta: kadirtapan@yahoo.com