

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNSANSIZ HAVA ARACI İLE FOTOGRAMETRİK VERİ ÜRETİMİ

ILGIN ÖZEMİR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
UZAKTAN ALGILAMA VE CBS PROGRAMI**

**DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. ANİME MELİS UZAR**

İSTANBUL, 2017

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNSANSIZ HAVA ARACI İLE FOTOGRAMETRİK VERİ ÜRETİMİ

İlgin Özemir tarafından hazırlanan tez çalışması 08.12.2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Anime Melis UZAR
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Yrd. Doç. Dr. Anime Melis UZAR
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Füsun Balık Şanlı
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Çiğdem Göksel
İstanbul Teknik Üniversitesi



Bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü' nün 2015-05-03-YL03 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezi danışmanlığımı üstlenerek, çalışmalarım süresince yardımlarını esirgemeyen sayın Yrd. Doç. Dr. Anime Melis UZAR' a teşekkürlerimi arz ederim.

Bu çalışmanın Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'nün 2015-05-03-YL03 numaralı projesi ile desteklenmesini sağlayan üniversiteme teşekkürlerimi bildirmeyi borç bilirim.

Bu çalışmada kullanılan veri setlerini sağladıkları için Harita Mühendisi Meki Şimşek ve Pikel Harita firması yetkililerine teşekkür ederim.

Hayatım boyunca her zaman yanımda olan ve yardımlarını esirgemeyen başta annem ve babam Aliye Sema Özemir ve Mehmet Ali Özemir olmak üzere tüm aileme sonsuz teşekkürlerimi arz ederim.

Kasım, 2017

Ilgın ÖZEMİR

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	vii
KISALTMA LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	xii
ÖZET	xiv
ABSTRACT.....	xv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti	2
1.2 Tezin Amacı	11
1.3 Hipotez	11
BÖLÜM 2	
İHA VE İHA FOTOGRAMETRİSİ	12
2.1 İnsansız Hava Aracı.....	12
2.1.1 Sayısal Kameralar.....	12
2.1.2 GPS/IMU Sistemleri	16
2.1.3 Lazer Tarama Sistemleri	17
2.2 İHA' ların Sınıflandırılması	18
2.3 İHA' ların Karşılaştırılması	21
2.4 İHA' ların Avantajları ve Kullanım Sınırlamaları	22
2.5 İHA' ların Harita Mühendisliğinde Kullanımı.....	23
2.6 İHA Fotogrametrisi.....	24
BÖLÜM 3	
İHA İLE FOTOGRAMETRİK VERİ ÜRETİMİ	33

3.1	Çalışma Alanları ve Kullanılan Donanımlar	35
3.1.1	Çalışma Alanı 1.....	35
3.1.2	Çalışma Alanı 2.....	38
3.2	Yer Kontrol Noktalarının Tesisi	42
3.2.1	Çalışma Alanı 1 için YKN.....	42
3.2.2	Çalışma Alanı 2 için YKN.....	43
3.3	İHA Uçuş Planlaması	45
3.4	İHA Veri Toplama	48
3.5	Verilerin Kalite Kontrolü	51
3.6	Verilerin İşlenmesi	51
3.6.1	Hava Fotoğraflarının Sisteme Aktarılması	52
3.6.2	Referans Koordinat Sisteminin Tanımlanması	52
3.6.3	Hava Fotoğraflarının Koordinatlandırılması	52
3.6.4	Kamera Kalibrasyon Parametrelerinin Sisteme Aktarılması.....	52
3.6.5	Hava Fotoğraflarının Yöneltilmesi ve Nokta Bulutu Üretimi	53
3.6.5.1	Nokta Bulutu Üretim Analizi	53
3.6.6	Yer Kontrol Noktalarının Ölçümü	56
3.6.7	Yoğun Nokta Bulutu Üretimi ve Analizi	58
3.6.8	Katı Model Üretimi	64
3.6.9	Doku (Texture) Üretimi.....	65
3.6.10	3 Boyutlu Model (Tiled) Üretimi.....	67
3.6.11	Sayısal Yüzey Modeli Üretimi	68
3.6.12	Ortofoto Üretimi.....	69
3.7	Doğruluk Analizi	71
3.8	Maliyet Analizi.....	72
3.8.1	İHA ile Fotogrametrik Veri İşleme için Örnek Maliyet Analizi.....	73
3.8.2	İHA, Yazılım ve Donanım Örnek Maliyet Analizi	76
3.8.3	Örnek GNSS Ölçme Sistemi ve Yazılımı Maliyet Analizi	78
3.8.4	Geleneksel Yöntem ile Maliyet Analizinin İrdelenmesi	79
BÖLÜM 4		
SONUÇ VE ÖNERİLER		90
KAYNAKLAR		93
EK-A		
ÇALIŞMA ALANI 1 HAVA FOTOĞRAFI ORTA NOKTALARI KOORDİNATLARI VE DÖNÜKLÜKLERİ		104
EK-B		
ÇALIŞMA ALANI 2 HAVA FOTOĞRAFI ORTA NOKTALARI VE KOORDİNATLARI VE DÖNÜKLÜKLERİ		107
ÖZGEÇMİŞ		140

SİMGE LİSTESİ

$\pm$	Artı eksi
μm	Mikrometre
x, y	P noktasının görüntü koordinat sistemindeki koordinatları
x_0, y_0	Asal noktanın görüntü koordinat sistemindeki koordinatları
X, Y, Z	P noktası arazi koordinat sistemindeki koordinatları
X_0, Y_0, Z_0	İzdüşüm (projeksiyon) merkezinin arazi koordinat sistemindeki koordinatları
c	Odak uzaklığı
$a_{11, \dots, 33}$	Görüntü koordinat sistemi ile arazi koordinat sistemi arasındaki dönüklük matrisinin elemanları
m_r	Fotoğraf ölçeği
h	Uçuş yüksekliği
S_b	Yatay fotoğraf uzunluğu
S_a	Düşey fotoğraf uzunluğu
p	Enine bindirme oranı
q	Boyuna bindirme oranı
B	Baz uzunluğu
m_r	Fotoğraf ölçeği
L_a	Çalışma alanı düşey uzunluğu
n_k	Kolon sayısı
L_b	Çalışma alanı yatay uzunluğu
n_r	Bir kolondaki fotoğraf sayısı
N_k	Çalışma alanındaki fotoğraf sayısı
λ	Ölçek

KISALTMA LİSTESİ

cm	SANTİMETRE
dm	DESİMETRE
EPSG	The European Petroleum Survey Group
GBB	Gaziantep Büyükşehir Belediyesi
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
GPU	Graphics Proceşing Unit
gr	GRAM
GRS	Geodetic Reference System
HKMO	Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası
IMU	Inertial Measurement Unit
INS	Inertial Navigation System
İHA	İnsansız Hava Aracı
kg	KİLOGRAM
km	KİLOMETRE
LİDAR	Light Detection and Ranging
m	METRE
mm	MİLİMETRE
MPIX	MEGAPİKSEL
RTK	Real Time Kinematic
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli
TUREF	Türkiye Ulusal Referans Sistemi
TUSAGA	Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı
UAV	Unmanned Aerial Vehicle
W	WATT
YKN	Yer Kontrol Noktası
YÖM	Yer Örnekleme Aralığı

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2. 1 Intergraph DMC marka sayısal çerçeve kamerası [91], [92]	14
Şekil 2. 2 Intergraph DMC marka sayısal çerçeve kamerasının pankromatik görüntü oluşturulması [92]	14
Şekil 2. 3 Vexcel Ultracam _D marka sayısal çerçeve kamerası [93], [94]	15
Şekil 2. 4 Vexcel Ultracam marka sayısal çerçeve kameranın pankromatik görüntü oluşturulması [90]	15
Şekil 2. 5 Leica ADS40 marka sayısal dizi kameranın pankromatik görüntü oluşturulması [95], [96].....	16
Şekil 2. 6 İHA dönüklükleri olan roll, pitch ve yaw açılarının gösterimi [97]	17
Şekil 2. 7 Lazer tarayıcı sistemlerinin çalışma prensibi [99]	18
Şekil 2. 8 İHA' ların sınıflandırılması [101]	19
Şekil 2. 9 Ölçme boyutları ve karmaşıklığına göre ölçme amaçlı kullanılabilir yöntemler [6]	24
Şekil 2. 10 Fotoğraf koordinat sistemi ile arazi koordinat sistemi arasındaki dönüşüm [103]	25
Şekil 2. 11 GNSS, RTK sensörlerinin otonom uçuş esnasında haberleşmesinin gösterimi [110]	28
Şekil 2. 12 Sayısal kamera ve GPS/INS verilerinin entegrasyonu [4].....	30
Şekil 3. 1 İHA ile fotogrametrik veri üretimi iş akışı	34
Şekil 3. 2 Çalışma alanı 1 için tanımlanan çalışma sınırının Google Earth üzerinde gösterimi	35
Şekil 3. 3 Çalışma alanı 1 için kullanılan sabit kanatlı İHA ve İHA' ya monte edilmiş sayısal kamera.....	36
Şekil 3. 4 Çalışma alanı 2 için tanımlanan çalışma sınırının Google Earth üzerinde gösterimi	39
Şekil 3. 5 Çalışma alanı 2' de veri toplamak için kullanılan sabit kanatlı İHA ve sabit kanatlı İHA' ya monte edilmiş sayısal kamera	39
Şekil 3. 6 Çalışma alanı 1 için Yer Kontrol Noktalarının model bazında tesisinin ve çalışma alanı sınırlarının Google Earth programında gösterimi	43
Şekil 3. 7 Çalışma alanı 2 için Yer Kontrol Noktalarının model bazında tesisinin ve çalışma alanı sınırlarının Google Earth programında gösterimi	44
Şekil 3. 8 Çalışma alanı 1 için tanımlanmış proje alanı ve İHA uçuş planının Google Earth programında gösterimi.....	45

Şekil 3. 9	Çalışma alanı 1 için tanımlanmış proje alanı ve İHA uçuş planının uçuş kontrol Mission Planner programında gösterimi	46
Şekil 3. 10	Çalışma alanı 2 için tanımlanmış proje alanı ve İHA uçuş planının Google Earth programında gösterimi	47
Şekil 3. 11	Çalışma alanı 2 için tanımlanmış proje alanı ve İHA uçuş planının uçuş kontrol Mission Planner programında gösterimi	47
Şekil 3. 12	Çalışma alanı 1 için projede kullanılan 38 adet hava fotoğrafı ve kapladıkları alanların gösterimi	48
Şekil 3. 13	Çalışma alanı 1 için İHA uçuş operasyonu sonrası kamera konumları ve hava fotoğraflarının birbiri ile kesişme sayıları gösterimi	49
Şekil 3. 14	Çalışma alanı 2 için projede kullanılan 435 adet hava fotoğrafı ve kapladıkları alanların gösterimi	50
Şekil 3. 15	Çalışma alanı 2 için İHA uçuş operasyonu sonrası kamera konumları ve hava fotoğraflarının birbiri ile kesişme sayıları gösterimi	50
Şekil 3. 16	Çalışma alanı 1' de yüksek doğrulukta üretilmiş olunan nokta bulutu verisi.....	55
Şekil 3. 17	Çalışma alanı 1' de düşük doğrulukta üretilmiş olunan nokta bulutu verisi.....	55
Şekil 3. 18	Çalışma alanı 1' de P. 21 numaralı YKN' nin program üzerinde ölçümü.....	57
Şekil 3. 19	Çalışma alanı 1' de P. 21 numaralı YKN' nin program üzerinde ölçümü.....	57
Şekil 3. 20	Çalışma alanı 2' de P. 13 numaralı YKN' nin program üzerinde ölçümü.....	58
Şekil 3. 21	Çalışma alanı 2' de P. 13 numaralı YKN' nin program üzerinde ölçümü.....	58
Şekil 3. 22	Çalışma alanı 1 için agresif derinlik filtresi ve çok yoğun kalite yoğun nokta bulutu üretimi	60
Şekil 3. 23	Çalışma alanı 1 için orta derinlik filtresi ve çok yoğun kalite yoğun nokta bulutu üretimi	60
Şekil 3. 24	Çalışma alanı 1 için hafif derinlik filtresi ve çok yoğun kalite yoğun nokta bulutu üretimi	61
Şekil 3. 25	Çalışma alanı 1 için orta derinlik filtresi ve çok yoğun kalite yoğun nokta bulutu üretimi gösterimi	62
Şekil 3. 26	Çalışma alanı 1 için orta derinlik filtresi ve orta kalite yoğun nokta bulutu verisi	62
Şekil 3. 27	Çalışma alanı 1 için orta derinlik filtresi ve düşük kalite yoğun nokta bulutu verisi	63
Şekil 3. 28	Çalışma alanı 2 için orta derinlik filtresi ve çok yoğun kalite yoğun nokta bulutu üretimi gösterimi	63
Şekil 3. 29	Çalışma alanı 1' de üretilmiş olunan katı model	64
Şekil 3. 30	Çalışma alanı 2' de üretilmiş olunan katı model	65
Şekil 3. 31	Çalışma alanı 1 için doku giydirmesinin tamamlanmış görünümü	66
Şekil 3. 32	Çalışma alanı 2 için doku giydirmesinin tamamlanmış görünümü	66
Şekil 3. 33	Çalışma alanı 1 için üretilmiş 3 boyutlu model görünümü	67
Şekil 3. 34	Çalışma alanı 2 için üretilmiş 3 boyutlu model görünümü	68
Şekil 3. 35	Çalışma alanı 1' de üretilmiş Sayısal Yüzey Modeli' nin görünümü	69
Şekil 3. 36	Çalışma alanı 2' de üretilmiş Sayısal Yüzey Modeli' nin görünümü	69
Şekil 3. 37	Çalışma alanı 1' e ait üretilmiş ortofoto görüntü.....	70
Şekil 3. 38	Çalışma alanı 2' ye ait üretilmiş ortofoto görüntü	70

Şekil 3. 39 Çalışma alanı 1 için Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası' nın internet sitesinde bulunan topografik harita yaklaşık maliyet bedeli hesaplama arayüzü [118]	80
Şekil 3. 40 Çalışma alanı 2 için Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası' nın internet sitesinde bulunan topografik harita yaklaşık maliyet bedeli hesaplama arayüzü [118]	81



ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2. 1	Klasik hava fotogrametrisinde kullanılan sayısal kameraların teknik özellikleri [90] 13
Çizelge 2. 2	İHA' ların görev, motor türü ve aerodinamik yapısına göre sınıflandırılması [6] 19
Çizelge 2. 3	İHA' ların uçuş süresi ve irtifasına göre sınıflandırılması [100] 19
Çizelge 2. 4	İHA' ların havadan daha hafif ve havadan daha ağır olmasına göre sınıflandırılması [4] 20
Çizelge 2. 5	İHA' ların boyutu sensörler ve sensör yeteneklerine göre sınıflandırılması.....20
Çizelge 2. 6	Avustralya Sivil Havacılık Güvenliği Otoritesi' nin İHA' ları sınıflandırması [4] 21
Çizelge 2. 7	İHA sınıflarının birbiri ile kıyaslaması [4].....21
Çizelge 2. 8	İHA sınıflarının birbiri ile kıyaslaması [6] 22
Çizelge 2. 9	İHA fotogrametrisi iş akışı 26
Çizelge 2. 10	Verilerin işlenmesi genel iş akışı..... 30
Çizelge 3. 1	Çalışma alanı 1 için kullanılan sabit kanatlı İHA' nın teknik özellikleri.....36
Çizelge 3. 2	Çalışma alanı 1 için kullanılan sabit kanatlı İHA' ya monte edilmiş sayısal kameranın teknik özellikleri 36
Çizelge 3. 3	Çalışma alanı 1 için kullanılan Sony Alpha sayısal kameranın kamera kalibrasyon parametreleri ve standart sapmaları..... 37
Çizelge 3. 4	Çalışma alanı 2' de kullanılan sabit kanatlı İHA' nın teknik özellikleri..... 40
Çizelge 3. 5	Çalışma alanı 2' de sabit kanatlı İHA' ya monte edilmiş sayısal kameranın teknik özellikleri 40
Çizelge 3. 6	Çalışma alanı 2' de kullanılan Sony Nex-5 sayısal kameranın kamera kalibrasyon parametreleri ve standart sapmaları..... 41
Çizelge 3. 7	Çalışma alanı 1' de TUREF projeksiyon sisteminde GRS 1980 datumunda YKN' lerin koordinatları ve standart sapmaları gösterimi 43
Çizelge 3. 8	Çalışma alanı 2' de TUREF projeksiyon sisteminde GRS 1982 datumunda YKN' lerin koordinatları ve standart sapmaları..... 44
Çizelge 3. 9	Çalışma alanı 1 için gerçekleşen uçuş parametreleri 49
Çizelge 3. 10	Çalışma alanı 2 için gerçekleşen uçuş parametreleri 51

Çizelge 3. 11	Çalışma alanı 1 için Yer Kontrol Noktaları ölçümü Karesel Ortalama Hatası.....	56
Çizelge 3. 12	Çalışma alanı 2 için Yer Kontrol Noktaları ölçümü Karesel Ortalama Hatası.....	56
Çizelge 3. 13	Çalışma alanı 1 için ortofoto ve GNSS ile ölçülmüş YKN koordinatları farkı.....	71
Çizelge 3. 14	Çalışma alanı 2 için ortofoto ve GNSS ile ölçülmüş YKN koordinatları farkı.....	72
Çizelge 3. 15	Çalışma alanı 1 için maliyet analizi	74
Çizelge 3. 16	Çalışma alanı 2 için maliyet analizi	74
Çizelge 3. 17	İnsansız Hava Aracı örnek donanım maliyet analizi örneği.....	76
Çizelge 3. 18	Yazılım ve donanım maliyet analizi örneği.....	77
Çizelge 3. 19	GNSS Ölçme aleti ve GNSS verilerini işleyebilen yazılım maliyet analizi örneği	78
Çizelge 3. 20	Çalışma alanı 1 için 5 m aralıklı plankote üretimi maliyet hesabı	81
Çizelge 3. 21	Çalışma alanı 2 için 5 m aralıklı plankote üretim maliyet hesabı.....	82
Çizelge 3. 22	Çalışma alanı 1 için 1/1000 ölçeğinde sayısal topografik harita üretimi maliyet hesabı	82
Çizelge 3. 23	Çalışma alanı 2 için 1/1000 ölçeğinde sayısal topografik harita üretimi maliyet hesabı	83
Çizelge 3. 24	İHA ile Çalışma alanı 1 için toplam maliyet analizi örneği.....	84
Çizelge 3. 25	İHA ile Çalışma alanı 2 için toplam maliyet analizi örneği.....	84
Çizelge 3. 26	İHA ile fotogrametrik veri üretimi donanım, yazılımın satın alındığı ve ilk defa tüm sistemin satın alındığı durumlardaki maliyet analizi örneği	85
Çizelge 3. 27	Çalışma alanı 1 için geleneksel yöntem ile 5 m aralıklı plankote üretimi maliyet analizi örneği..	86
Çizelge 3. 28	Çalışma alanı 1 için geleneksel yöntem ile 1/1000 ölçeğinde topografik harita üretimi maliyet analizi örneği	86
Çizelge 3. 29	Çalışma alanı 2 için geleneksel yöntem ile 5 m aralıklı plankote üretimi maliyet analizi örneği	86
Çizelge 3. 30	Çalışma alanı 2 için geleneksel yöntem ile 1/1000 ölçeğinde topografik harita üretimi maliyet analizi örneği	87
Çizelge 3. 31	Çalışma alanı 1 ve 2 için 2 farklı geleneksel yöntemlerin maliyet analizi örneği (donanım ve yazılım dahil)	87
Çizelge 3. 32	Çalışma alanı 1 ve 2 için 2 farklı geleneksel yöntemlerin donanım ve yazılım dahil olmadan maliyet analizi örneği	88
Çizelge 3. 33	Donanım ve yazılımın ilk defa satın alındığı İHA ile Fotogrametrik ve geleneksel yöntemlerin maliyet analizi kıyaslaması	88
Çizelge 3. 34	Donanım ve yazılımın daha önceden satın alındığı varsayılarak İHA ile fotogrametrik ve geleneksel yöntemlerin maliyet analizi kıyaslaması.....	89
Çizelge A.1	Çalışma alanı 1' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri	104
Çizelge B.1	Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri.....	107

İNSANSIZ HAVA ARACI İLE FOTOGRAMETRİK VERİ ÜRETİMİ

İlgın ÖZEMİR

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Anime Melis UZAR

Modern teknolojinin gelişmesi ile insansız hava araçları (İHA) dünya çapında farklı alanlarda kullanılmaya başlamıştır. İHA' nın özellikle fotogrametrik çalışmalarda önemli bir platform olarak kullanılması hız, zaman ve maliyet avantajları dikkate alındığında ülkemizde de hızla yaygınlaşmıştır. Geleneksel yöntemlere alternatif olarak sunulan İHA ile yapılan çalışmalarda; zamansal ve mekansal çözünürlüğü yüksek ve aynı zamanda daha düşük maliyetli veri üretimi sağlanmaktadır. Bu çalışmada, günümüz modern teknolojisi İHA ile fotogrametrik veri üretimi amaçlanmıştır. Bu amaçla, İstanbul ili, Şile ilçesi, Soğullu köyü' nde 60 hektar ve Gaziantep ili, Şehitkamil ilçesi, Başpınar mahallesi Organize Sanayi Bölgesi' nde 78.3 hektar olmak üzere iki farklı çalışma alanı test edilmiştir. Bu iki çalışma alanında İHA ile elde edilen hava fotoğrafları işlenerek üç boyutlu model, ortofoto ve Sayısal Yüzey Modelleri üretilmiştir. Fotogrametrik verilerin üretim aşamasında farklı yöntemler analiz edilmiştir. Ayrıca İHA teknolojisi ve geleneksel yöntemlerin donanım, yazılım ve iş maliyeti gibi farklı kalemler karşılaştırılarak maliyet analizi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İHA, ortofoto, sayısal yüzey modeli, üç boyutlu model, maliyet analizi

**THE GENERATION OF PHOTOGRAMMETRIC DATA WITH UNMANNED
AERIAL VEHICLE**

İlgin ÖZEMİR

Department of Geomatic Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Assist. Prof. Dr. Anime Melis UZAR

With the development of modern technology, unmanned aerial vehicles have begun to be used in different areas around the world. The use of UAV as an important platform especially in photogrammetric studies has been rapidly spreading in our country considering the advantages of speed, time and cost. The studies made with UAV presented as an alternative to traditional methods; high temporal and spatial resolution of data production and at the same time with lower cost data production is achieved. The aim of this study is producing photogrammetric data production with the modern UAV technology of today. For this purpose, two different study areas which were overall size 60 hectares at Sogullu neighborhood in Sile district in Istanbul province, and overall size 78.3 hectares at Organized Industrial Site in Baspınar neighborhood in Şehitkamil district in Gaziantep province. In these two study areas, the aerial photographs obtained by the UAV were processed to produce three-dimensional models, orthophoto and digital surface models. Different methods have been analyzed in the production phase of photogrammetric data. In addition, cost analysis was performed by comparing different items such as hardware, software and costs analysis of UAV technology and traditional methods.

Keywords: UAV, orthophoto, digital surface model, three dimension model, cost analysis

YILDIZ TECHNICAL UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

GİRİŞ

Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte fotogrametri ve uzaktan algılama çalışma konusu olan fotogrametrik algılayıcılar ve taşıma platformları hızlı bir şekilde gelişmektedir. 1858 yılından beri farklı platformlar kullanılarak elde edilen fotogrametrik veriye alternatif olarak İnsansız Hava Aracı (İHA) platformu 1970'lerde ortaya çıkmıştır [1], [2]. 1970'li yıllardan günümüze kadar modern teknoloji ile gelişen balon, zeplin, model helikopter/uçak, döner/sabit kanatlı İHA geliştirilmiş ve anlık görüntüleme, analiz, denetleme amacıyla harita üretimi ile bilimsel açıdan katkı sağlamaya başlamıştır.

Haritaların üretim ihtiyacı ilk olarak Mezopotamya bölgesinde yaşanan sel/taşkın gibi doğal afetler sonucunda kaybolan dikili alan sınırlarının tespit edilmesi amaçlı doğmuştur. Geçmişten günümüze bu ihtiyaçları çözmek için farklı harita üretimi çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar, ilk olarak sınır tespiti projeleri için yapılmıştır. Günümüzde arazinin mevcut durumunu ve diğer mekansal özelliklerini içeren sayısal veriler için harita üretimi yapılmaktadır. Haritalara olan bu ihtiyaç harita üretimi için gerekli aletler ve bu aletlerin algılama teknolojilerinin de gelişmesine imkan sağlamıştır. Gelişen ölçme teknolojilerinin ise zamansal çözünürlük kavramının önemli olduğu projelerde yetersiz kaldığı gözlenmiştir. Bu nedenle uzaktan algılama ve fotogrametri bilimleri önem kazanmıştır. Uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları ile kısa sürede arazinin durumu hakkında bilgi verebilmektedir. Fotogrametrik veri olarak ele alınan ortofoto ve sayısal yüzey modeli, kentsel ve kırsal alan olmak üzere hemen hemen tüm mühendislik ve mimarlık çalışmalarının vazgeçilmez bir veri haline gelmiştir. Hava fotoğraflarının sahip olduğu eğiklik, dönüklük ve diferansiyel alanlarda yükseklik etkileri giderilmiş, ölçeklendirilmiş, dik izdüşüm haline getirilmesi ile oluşan bir harita ile aynı geometrik

niteliklerine sahip görüntülere ortofoto denilmektedir [7]. Arazinin son durumu hakkında bilgiyi bir koordinat sisteminde sunan ortofoto altlık veri olarak kullanılabilir. Üç boyutlu nokta bulutu üretimi için her fotoğraftaki ortak piksellerin eşlenmesi sağlanmaktadır. Ortak piksellerin eşlenmesi için modern bir yöntem olan yoğun görüntü eşleme yöntemi kullanılmaktadır. Yoğun görüntü eşleme yönteminde eşlenen pikseller arasındaki farklılıkların ölçülmesi yoluyla radyometrik farklılıkların ve gürültünün modellenmesi yapılmaktadır [8], [9].

İHA terimi, bir uçuş planına bağlı olarak/olmayarak otomatik, yarı otomatik ya da manuel hareket edebilen veya istasyondan bir pilot tarafından uzaktan kumanda edilerek uçurulan bir ölçüm aracıdır [3], [4]. İHA platformu; sayısal kamera, GPS/INS entegrasyonundan oluşan bir sistemdir [5]. İHA platformu denetim, gözetim, harita üretimi ve üç boyutlu modelleme konularında değerli bir veri kaynağı olarak kullanılabilir [6]. Aynı zamanda İHA' lar, fotogrametrik veri üretimi amacıyla anlık veri üretimi ve görüntülenmesini, hızlı veri analizi ve buna bağlı olarak zaman ve maliyet tasarrufu sağlamaktadır. İHA, klasik hava fotogrametrisi ve uydu görüntüleri ile yapılan uzaktan algılamaya göre düşük maliyet ve daha düşük irtifadan uçuşu sebebiyle daha yüksek çözünürlük olanaklarını sağladığı için gittikçe yaygınlaşan bir platformdur. Ayrıca İHA' lar, geleneksel yöntemlere göre yüksek mekansal ve zamansal çözünürlük olanaklarını sağlarken zaman tasarrufu sayesinde düşük maliyet olanağını sağladığı için de hızla yaygınlaşmaktadır. Tüm bu sağladığı avantajlar ele alındığında İHA ile fotogrametrik veri olan üç boyutlu nokta bulutu, Sayısal Yüzey Modeli (SYM), ortofoto ve üç boyutlu model üretimi gerçekleştirilebilmektedir.

Bu çalışmada, İnsansız Hava Aracı kullanılarak elde edilmiş hava fotoğraflarından ortofoto, üç boyutlu model ve Sayısal Yüzey Modeli gibi fotogrametrik veriler üretilmiştir. Fotogrametrik verilerin doğruluk ve maliyet analizleri yapılmıştır.

1.1 Literatür Özeti

Yeni bir terminoloji olan İnsansız Hava Aracı (İHA) fotogrametrisi araç içinde pilot olmadan, yarı-otonom veya otonom uzaktan kontrol edilerek çalışan bir fotogrametrik ölçüm platformu olarak tanımlanmıştır. Bu platform veri üretimini sağlamaktadır. İHA teknolojisinin kullanımı geçmişten günümüze gelişmeler doğrultusunda yapılan

çalışmalarda kullanım şekli, kullanılan yöntemi de değişmektedir [4]. Özelikle bilinen ilk çalışmalar radyo kontrolü ile entegre sistemlerin ortaya ıkması sayesinde sivil, askeri, haritacılık [10], [11] ve arkeolojik çalışmalarda [2], kullanılmak üzere belgeleme, görüntüleme amacıyla yapılmıştır. 1983 ve 2004 yılları arasında İHA platformları sabit kanatlı uçak, uçurtma, model helikopter, zeplin ve balondur.

İHA platformu olarak balonların kullanılması ile ilgili farklı projeler mevcuttur. Bu çalışmalar; fotogrametrik harita üretimi [12], [13], İngiltere' deki tarihi yapıları belgelenmesi [14], trafik izleme sistemi [15], arkeolojik sit alanı fotogrametrik verileri [16], bir tapınağın üç boyutlu modellemesi [17], yağmur suyu erozyonu izlenmesi [18] amacıyla kullanılmıştır. Bu projelerde gözlenen en büyük problem rüzgarlı havalarda stabilite sorunundan kaynaklanan oluşturulmak istenilen stereomodel için kullanılan hava fotoğrafları arasındaki örtüşmenin minimum bindirme seviyesinin altında olmasıdır. Bir diğer İHA platformu olarak zeplin ile sadece 1984 yılında stereo fotogrametrik değerlendirme çalışması [19] yapılmıştır. Bunu takiben İHA platformu olarak uçurtmalar, fosil orman yataklarının harita üretimi [20], arkeolojik belgeleme [22], penguen yuvalama sitelerinin belirlenmesi [21] ve rüzgarlı havalarda dahi stabilite sorunu yaşamayan hava fotoğrafları elde edilebilmesi [23] amacıyla farklı projelerde kullanılmıştır.

İHA platformu olarak model helikopterlerin kullanılması arkeolojik çalışmalar [24], [25], üç boyutlu modelleme [26], fotogrametrik harita üretimi [27] ve bitki örtüsü tespiti çalışmalarında [28] kullanılmıştır. Bu çalışmalara ek olarak, DGPS yöntemi kullanılarak GPS/INS sisteminin doğruluk analizi yapılmıştır. Bu çalışmada, GPS/INS sistemine sahip ilk uygulamadır. GPS/INS sistemi ile otonom uçuş yapılmıştır [5]. Ayrıca son yıllarda yükseklik hassasiyeti olarak hava fotoğrafları ile elde edilen stereomodellere göre yaklaşık olarak 3 kat daha doğru sonuçlar veren LiDAR (Light Detection and Ranging) sistemi ilk olarak, fotogrametrik harita üretimi amacıyla Honeywell üç boyutlu pusula, Garmin GPS ve Nikon D100 sayısal SLR fotoğraf makinesi ve SICK LMS lazer tarama sisteminin kombinasyonu kullanılarak yapılmıştır [28]. Bir diğer devrim niteliğindeki araştırma ise 2002 yılında yüksek çözünürlüklü hava fotoğrafı kategorisinde görünür ve kızıl ötesi elektromanyetik spektrum bölgelerinde kayıt yapmayı sağlayan sensörlere sahip NASA'nın Helios adlı sabit kanatlı İHA' sıdır [29]. Yapılmış olan ilk çalışmalarda, İHA'

ların fotogrametrik uygulamalar için düşük maliyet ile yüksek potansiyelini göstermiştir. Sistemlerin geneli halatlar ya da radyo bağlantısı üzerinden manuel idare edilebildiğinden ötürü hassas kontrole izin vermemektedir. Bu nedenle, bazı hava fotoğraflarında post-processing uygulamalarının yapılmasını zorunlu kılmıştır [4].

2004-2007 yılları arasında yapılmış olan çalışmalardan bu zamana kadar yapılmış olan çalışmalara göre aşağıda belirtilen maddeler doğrultusunda daha verimli, güvenilir ve otonom sistemler üretilmesi amaçlanmıştır. İHA kullanılarak iyileştirilmesi planlanan bu hususlar detaylı bir şekilde sıralanmıştır [4];

- Önceden tanımlanmış uçuş güzergahında uçuş otonomluğu,
- Çeşitli düşük maliyetli kameralar kullanarak otonom görüntü elde etme,
- Kış ve yaz aylarında kentsel alanlar, çöl/alpin bitki örtüsü ve benzeri zor çevre koşulları,
- Ticari ve üniversitede geliştirilen yazılım paketleri kullanarak görüntü yöneltmesi,
- Hassas SYM (Sayısal Yüzey Modeli) ve ortofoto üretimi,
- Referans veri ile elde edilen sonuçların değerlendirilmesidir.

Bu amaçlar doğrultusunda, İstanbul' da 2004 yılında yapılmış olan ISPRS kongresinde aktif bir uzaktan algılama platformu olan İHA' ların tanımı, sınıflandırılması, hava sahası düzenlemeleri, avantajları incelenmiştir. İnceleme sonucunda gelecekteki çalışmalar için İHA' ların alternatif bir platform olacağı öngörülmüştür [30].

İHA' ya monte edilmiş LiDAR sistemi ile 2004 yılındaki Nagai vd. [31] çalışmasında, LiDAR, CCD kamera ve GPS/INS sistemlerinden oluşan çoklu sensör entegrasyonu kullanılarak Kalman Filtreleme algoritması uygulanarak SYM elde etmiştir. Bir başka çalışmada ise iki projede [32], [33] aynı balon kullanılarak fotogrametrik harita üretimi yapılmıştır. Bir diğer İHA platformu olarak model helikopterler ile 2004 yılında Jang vd. [34] çalışmasında ve Hirobo [35] çalışmasında ise iki farklı arkeolojik belgeleme çalışmaları için üç boyutlu modelleme yapmıştır. Everaerts vd. [36] çalışmasında İHA platformu olarak sabit kanatlı İHA kategorisinde Pegasus isimli İHA kullanılarak fotogrametrik harita üretimi ve Fransaer vd. [37] çalışmasında üç boyutlu belgeleme amaçlı yapılan çalışmaları vermiştir. Ayrıca Ölçme ve Harita Üretimi Çin Akademisi'nde sabit kanatlı İHA 3 boyutlu binaların modellenmesi amacıyla geliştirilmiştir [38].

2004-2007 tarihleri arasında yapılmış olan çalışmaların sonuçları araştırıldığında ticari kameralar (Sony, Canon, Nikon vb.) kullanılarak İHA' dan hava fotoğrafları elde etmenin oldukça kolay olduğunu göstermektedir. Ancak sonuçların kalitesi İHA sisteminin ve sistem platformuna entegre navigasyon ve stabilizasyon sistemine bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle, maksimum uçuş yüksekliği ve dayanıklılık temelinde, İHA' ların kalitesi sınıflandırılması ve performansına bağlı olarak değişmektedir [4].

2008 yılından günümüze yapılan çalışmalarda ise İHA platformu olarak İHA kaynaklı LiDAR, döner kanatlı İHA ve balonların kullanıldığı belirlenmiştir. 2008 yılındaki Scheritz vd. [39] çalışmasında helyum dolu balon İHA ile yüksek çözünürlüklü harita üretimi yapmıştır. 2009 yılında Gomez-Lahoz ve Gonzalez-Aguilera [40] çalışmasında, İtalya'daki iki farklı arkeolojik alanın belgelenmesi için bir keşif balonu İHA olarak kullanmıştır.

İkinci platform olarak İHA kaynaklı Lazer Tarama Sistemi, fotogrametrik harita üretimi [41], acil durum yönetimi için hızlı veri toplayan [42] ve benzer şekilde hızlı veri toplama acil durum yönetimi için sentetik veri seti toplayan [41] projeler için kullanılmıştır. Bu çalışmaların ortak özellikleri, doğrudan sensör yöneltmesi ile elde edilmiş olan dış yöneltme elemanlarının ilk defa 2004 yılında yapıldığı gibi GPS/INS ve hava fotoğrafı verilerinin Kalman filtreleme ile füzyonlanması sonucu elde edilmesidir. 2009 yılındaki Eisenbeiss ve Sauerbier [43] çalışmasında ise arkeolojik belgeleme amacıyla fotogrametrik veriler üretmiştir. 2013 yılında Flener vd. [44] çalışmasında nehir kanalları ve taşkın ovalarının su altındaki nehir kanallarının sayısal batimetrik modelini oluşturmak, Lisein vd. [45] çalışmasında yaprak döken (geniş yapraklı) ağaçların tepe tacı 'SYM' sini oluşturmak ve Jutzi vd. [46] çalışmasında üç boyutlu harita üretilmek üzere verilerin füzyonlanması amacıyla yeni bir yöntem sunmak için İHA kaynaklı LiDAR kullanmıştır. 2015 yılında Maiellaro vd. [47] çalışmasında RIEGL VZ-400 lazer tarayıcı ve Nikon D700 kamera monte edilmiş İHA kaynaklı LiDAR sistemi ile RISCANPRO v. 1.6.1 programı kullanılarak mimari röleve ölçmeleri için üç boyutlu modelleme projesi yapmıştır. 2015 yılında Vetrivel vd. [48] çalışmasında VTOL adlı sabit kanatlı İHA ile elde edilen yüksek çözünürlüklü fotoğraflar kullanılarak üç boyutlu nokta bulutu üretilip, bölgesel büyüme (region growing) tekniği kullanılarak segmentasyon ve sınıflandırma yapmıştır. 2015 yılında Zhe vd. [49] çalışmasında İHA kaynaklı LiDAR platformu ile tasarım ve test yapılarak orman ve çöl alanları için kültür mirası haritaları üretmiştir.

Bir diğ er İHA platformu olan döner kanatlı İHA' ların kullanıldığı projeler için örnek olarak 2008 yılında Coppa vd. [50] çalışmasında uçuş sistemine rehberlik etmek üzere hazırlanan bir simülasyon sistemi, Nebiker vd. [51] çalışmasında bitki sağlığı değ erlendirmesi, Eugster ve Nebiker [52] çalışmasında 3 boyutlu video görüntüleyici sistemi, Steffen ve Forstner [53] çalışmasında yörünge ve uzay bilgilerinin gerç ek zamanlı hesaplama üzerine kullanılan quadrotor sistemi, Colomina vd. [54] çalışmasında teknik ve yönetmelikler, Zhang [55] çalışmasında asfaltlanmamış yollarda trafik denetim sistemi, Gerke [56] çalışmasında video görüntülerin eş lenme methodlarına yeni bir geliş me yapmıştır. 2009 yılında döner kanatlı İHA' ların navigasyon ve stabilizasyonu için Zhang [57] çalışmasında WeControl isimli yer kontrol istasyonu kullanılarak fotogrametrik iş lem sonuçlarını ve yol koş ullarının İHA-tabanlı uzaktan algılanması yapmıştır. 2009 yılında Niethammer vd. [58] çalışmasında yavaş hareket eden heyelanların görüntülenmesi amacıyla bir açık kaynak kodlu döner kanatlı İHA sistemi kullanmıştır. Bu İHA sisteminin özelliğ i motorların birinin çalışmaması halinde 4 ya da 8 tane pervane ile çalışan güvenli bir iniş sağlamasıdır. 2012 yılında Niethammer vd. [59] çalışmasında radyo kontrollü döner kanatlı bir quadkopter (dört kollu döner kanatlı İHA) ile heyelan üzerinde oluşan çatlaklar ve yer değ iştirmeleri görüntülemek için fotogrametrik veri üretmiştir. 2012 yılında Honkavaara ve Rosnell [60] çalışmasında quadkopter tipi mikro döner kanatlı İHA görüntüleme sistemleri tarafından toplanan hava fotoğrafları verilerini kullanarak görüntü eş leştirme ile nokta bulutu üretimi için yöntemler araştırılıp geliştirilmesi yapmıştır. 2013 yılında Baiocchi vd. [61] çalışmasında döner kanatlı İHA kullanılarak 3 boyutlu model üretimi, Chiabrando vd. [62] çalışmasında ticari döner kanatlı İHA' ların incelenmesi ve performanslarının değ erlendirilmesi için bir prosedür tanımlanması, Spreckels vd. [63] çalışmasında farklı fotogrametrik yazılımları ile SYM üretimi ve Pech vd. [64] çalışmasında termal - görünür bölge sensörlü kameralar ile ortofoto üretimi yapmıştır. 2014 yılında González vd. [65] çalışmasında döner kanatlı İHA sistemi ile taş dolgu dalgakıranların izlenmesi, Hugenholtz vd. [66] çalışmasında hafriyat projeleri için harita ve SYM üretimi, Bemis vd. [67] çalışmasında hiperspektral kamera monteli hassas tarım uygulaması ve orman envanteri görüntüleme sistemi, Aden S. T. vd. [68] çalışmasında dikey - oblik elde edilmiş spektral veriler için fotogrametrik veri işleme yapmıştır. 2014 yılında T. Yamamoto vd. [69] çalışmasında döner kanatlı İHA

kullanarak felaket değerlendirilmesi yapılmıştır ve şiddetli yağışların yol açtığı nehir yatağındaki değişimler izlenmiştir. 2015 yılında Tahar K. N. [70] çalışmasında 10 m aralıklar ile ardışık 5 adet farklı (40, 50, ... ,80 m) yükseklikte aynı döner kanatlı İHA kullanılarak Sayısal Yükseklik Modeli üretmiştir. İrtifa azaldıkça SYM doğruluğunun arttığını tespit etmiştir. 2015 yılında Tsouvaltsidis vd. [71] çalışmasında düşük maliyetli sistem olarak Argus spektrometre ve GoPro kamera monte edilmiş döner kanatlı İHA ile uzaktan spektral görüntüleme test çalışması yapmıştır. 2015 yılında Sieberth [72] çalışmasında İHA görüntü bulanıklığının fotogrametrik görüntü işleme etkisini, gürültü düzeltilmesini ve koordinat ölçümlerini için düzeltilmiş görüntülerin kullanımını analizini yapmıştır.

2013 yılında Nex ve Remondino [6] çalışmasında döner kanatlı İHA ile arkeolojik alanda 3 boyutlu belgeleme ve kazı sırasında koruma ve görselleştirme amaçlı keşfedilen bulguları yeniden oluşturmak amacıyla fotogrametrik veri üretimi yapmıştır. Nihai ürünler ise arkeolojik sit alanının 3 boyutlu modelidir.

Haala vd. 2011 yılındaki [73] çalışmasında İHA platformu olarak sabit kanatlı İHA ile fotogrametrik veri üretimi yapılmıştır. Bu amaç ile performans testi ve çalışmada üretilmiş fotogrametrik verinin kalitesi ve standartları üzerinde durulmuştur. 2013 yılında Gini vd. [74] çalışmasında Sensefly drone olarak adlandırılan ticari sabit kanatlı İHA ile elde edilen hava fotoğrafları Erdas-LPS, EyeDEA, Agisoft Photoscan, Pix4d gibi ticari yazılımların blok üçgenlemesi karşılaştırması yapmıştır. Haala vd. 2013 yılındaki [75] çalışmasında, Canon IXUS 100 IS kamera monte edilmiş sabit kanatlı İHA ile fotogrametrik veri üretim kalitesi ve standartları uygulamalı olarak araştırmıştır. Tampubolon ve Reinhardt, 2014 yılındaki [76] çalışmasında, Sony NEX 7, Canon S100 kameralar ayrı ayrı monte edilmiş sabit kanatlı İHA sistemi ile Borobudur Tapınağı'nın 3 boyutlu haritasını üretmiştir. Unger vd. 2014 yılındaki [77] çalışmasında, Microdrones md4-200 adlı mikro İHA kullanılarak bir izleme projesinin fotogrametrik analizini ele alan düşük maliyetli sensörler ve günümüz görüntü işleme yazılımları karşılaştırmıştır.

Wierzbicki vd. 2015 yılındaki [78] çalışmasında, Sony NEX5R kamera monte edilmiş sabit kanatlı İHA ile ortofoto üretimi üzerine İHA görüntülerinin etkisini araştıran bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, çeşitli hava ve ışık koşullarında toplanan görüntülerin elde

edilmesi ve işlenmesi aşamaları sunmuştur. INPHO UAS programı ile gerçekleştirilen doğruluk analizine dayanarak, kötü hava koşulları (bulutlu, yağış) edinilen görüntülerin %25 ortalama ile fotogrametrik verinin doğruluğunu düşürdüğü tespit etmiştir.

Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Uluslararası Derneği' nin (ISPRS) 2004 yılında İHA ile ilgili yayınlamış olduğu 4 adet bildiri varken; 2008 yılında 3 farklı oturumda sunulan 21 tane bildiri yayınlanmıştır. 2012 yılında Melbourne' deki ISPRS kongresinde yaklaşık 50 adet İHA ile ilgili bildiri 9 oturumda yapılmıştır. Bu tarihlerden sonra her 2 senede bir İHA ile ilgili özel bir konferans oluşturulmuştur. Bunlar; İHA 2011 Zürih İsviçre, İHA 2013 Rostock Almanya, İHA 2015 Toronto Kanada ve İHA 2017 Bonn Almanya konferanslarıdır.

IEEE Yerbilimleri ve Uzaktan Algılama Birliği (IGARSS) 2005 yılından bu yana yıllık sempozyumlarda İHA ilgili makalelere yer vermiştir. Bununla birlikte, Çoklu Disiplinli Sayısal Yayıncılık Enstitüsü, Uzaktan Algılama Açık Erişim Dergisi Haziran 2012' de 12 adet bilirkşi denetiminden geçmiş "Uzaktan Algılama bazlı İHA" olarak adlandırılan özel bir konu yayınlamıştır. 2007 yılından bu yana İHA ilgili bildiri yayımlamakta olan IEEE Uzaktan Algılama ve Yerbilimleri İşleme Dergisi, 2009 tarihinde, dünya gözlemleri için İHA kullanımı ile ilgili 7 farklı bildiriyi derlenmiştir. Fotogrametri, Yerbilimleri ve Uzaktan Algılama dergisi 2007 yılında 5, 2012 yılında 3 tane İHA konularında bildiri yayınlamıştır [79].

Son yıllarda yapılan çalışmalar incelendiğinde ise; 2014 yılında Pritt [80] çalışmasında, geniş alanlarda binlerce fotoğraf alımı gerektiren küçük İHA' lar ile yapılan çalışmalar için mozaikleme için kullanılan geleneksel yöntem olan blok dengeleme yerine daha hızlı çalışan iteratif bir algoritma geliştirmiştir. Chen vd. 2015 yılındaki [81] çalışmasında, açık maden işletmelerinin jeomorfik özelliklerinin tanımlanması amacıyla fotogrametriden yararlanmıştır. İHA' lar ile açık maden işletmelerinin 3 boyutlu modelleri hazırlamıştır. Açık maden işletmelerinin ortaya çıkardığı erozyon gibi sorunların giderilmesinde, jeomorfik karakterlerinin tanımlanmasının önemli bir adım olduğu vurgulamıştır. 2016 yılında Krsak vd. [82] çalışmasında düşük maliyetli İHA kullanılarak test bölgesi olarak seçilen maden alanında fotogrametrik yöntemle üretilen sayısal yükseklik modelinin doğruluğunu araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda aktif olarak çalışılan maden alanları gibi alanlarda İHA' ların, veri toplamadaki hız, ölçülen nokta sayısının sayıca yoğunluğu

ve ekonomik olması açısından klasik yersel ölçme yöntemlerine alternatif olarak kullanılabileceğini vurgulamıştır. Niedzielski ve Mizinski 2017 yılında [83] çalışmasında, kar derinliğinin belirlemek için tam otomatik bir sistem geliştirmiştir. İHA ile elde edilen fotoğraflar yer kontrol noktası kullanılmadan modellemiştir. Yer kontrol noktasının kullanılmamasıyla personeli tehlikeye atmadan ölçüm yapılabileceğinin üzerinde durmuştur.

Ülkemizde ise 2013 yılında İTÜ Havacılık ve Uzay Fakültesi' nde Karakas vd. [84] çalışmasında 20 m/s hız ile 3 saat seyir süresine sahip sabit kanatlı İHA tasarlanmıştır. 2015 yılda Palandöken kayak merkezi pistlerinde yaralanan veya kaybolan kişilerin yerini belirlemede kullanılacak insansız güneş panelli hava aracı tasarımı projesi TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. 2015 yılında İTÜ' de çekirdek girişimci firması olan Maxwell Innovations ile yağmur, toz ve -30 dereceye varan soğuklardan etkilenmeden zorlu hava koşullarında görev yapabilen kurtarma ekiplerine özel döner kanatlı İHA tasarımı gerçekleştirilmiştir. 2016 yılında [85] yüksek lisans tezinde, İHA ile inşaat projesi imalat durumunun araştırılması konulu kübaj hesapları ve en kesit - boy kesit hesaplarının 3 boyutlu nokta bulutu üzerinden yapılabilirliği kanıtlamıştır.

2016 yılında Gebze Yüksek Teknoloji Üniversitesi' nde sabit ve döner kanatlı olarak 2 farklı kategoride İHA tasarımı yarışması gerçekleşmiştir. Yarışmaya toplam 85 adet takım katılmıştır. Sabit kanatlı İHA kategorisinde birincilik ödülünü İstanbul Teknik Üniversitesi Rota takımı; döner kanatlı İHA kategorisinde birincilik ödülünü İstanbul Teknik Üniversitesi Mini Quad takımı kazanmıştır. 2017 yılında [86] çalışmasında, İHA ve LİDAR monte edilmiş İHA verilerinden otomatik 3 boyutlu kıyı çizgisi çıkarılması ve analizini yapmıştır. Yapılan bu analiz çalışması 115Y618 numaralı TÜBİTAK projesi ile desteklenerek gerçekleştirilmiştir.

Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü ülkemizde İHA sistemlerinin ithali, satışı, kayıt ve tescili, uçuşa elverişliliği, hava trafik hizmetleri ve İHA operasyonlarına ilişkin usul ve esasları düzenlemektedir. Bu esaslar, 10/11/2005 tarihli ve 5431 sayılı Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun ve 14/10/1983 tarihli 2920 sayılı Türk Sivil Havacılık Kanununa dayanarak çıkarılan İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı hükümlerine göre, Türk Sivil Hava Sahasında işletilecek ya da kullanılacak sivil İHA

sistemlerini kapsamaktadır. Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü twitter sitesinden yaptığı açıklamada Türkiye’ de sisteme kayıtlı İHA kullanıcı sayısının 8268 olduğunu ve kayıtlı İHA sayısının ise 6261 olduğunu bildirmiştir.

2017 yılında Hacettepe Üniversitesi, 16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı' nda Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü onaylı İHA pilotaj eğitimi ve resmi sertifikası verilmiştir.

2017 yılında, Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği IX. Teknik Sempozyumu'nda İHA ile yapılmış çalışmalar ile bir oturum gerçekleştirilmiştir. Oturumda 4 farklı çalışma sunulmuştur. Bu çalışmalar, döner kanatlı İHA kullanılarak Silifke ilçesindeki obruğun 3 boyutlu modellenmesi [87], ticari bir firmanın tarafından yapılmış İHA fotogrametrisi yöntemi ve geleneksel yöntem ile süreç ve maliyet farklarının araştırılması, döner kanatlı İHA kullanılarak yükseklik ve kamera açısının ortofoto doğruluğuna etkisinin araştırılması [88], sabit kanatlı İHA kullanılarak elde edilmiş hava fotoğraflarından otomatik nesne tabanlı sınıflandırma ile ağaçların tespit edilmesidir [89]. Ayrıca bu sempozyumda ülkemizde İHA ile ilgili yapılmış yönetmeliğin geliştirilmesi gerektiği kararlaştırılmıştır.

2017 yılında Almanya Bonn şehrinde ISPRS' in düzenlemiş olduğu geomatik biliminde İHA üzerine bir konferans düzenlenmiştir. Fotogrametri ve uzaktan algılama, geomatik, robotik ve diğer alanlardaki uzmanları bir araya getirildiği bu konferansta İHA ile ilgili 60 adet makale yayınlanmıştır. Bu makaleler; navigasyon, yöneltme ve konum belirleme, hafif GNSS sensörleri, yoğun görüntü eşleme ve yüzey oluşturma algoritmaları, oblik görüntülerden 3 boyutlu yüzey yeniden yapılandırması, İHA kontrolü, otonom uçuş, eş zamanlı harita üretimi, İHA' nın engelleri algılaması ve kaçması, sensör ve veri füzyonu, uygulama zorlukları ve yönetmelikler üzerinedir.

LiDAR sistemi dezavantajı olan uçak platformunun pahalı olması ise son yıllarda uçak yerine İHA üzerine entegre edilmesi ile ekonomik açıdan oldukça önemli bir adım atılmıştır. 25-27 Nisan 2017 tarihlerinde, İstanbul Teknik Üniversitesi ve İstanbul Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Ormanı'nda, Leo Mühendislik, BGS Bilgi ve Robonik Mekatronik işbirliği ile düzenlenen ve Yellowscan firmasının katkılarıyla Fransız bilim adamlarının katkılarıyla “LiDAR ile Havadan Nokta Bulutu Verisi Toplama ve İleri Düzey Veri İşleme Etkinliği” düzenlenmiştir. Ayrıca, Atay Mühendislik, Paksoy Mühendislik,

Körfez Harita, Birlik Harita, Ersel Harita gibi bir çok mühendislik şirketleri kamu kurumu ve özel / tüzel kişilerin talepleri doğrultusunda İHA ile fotogrametrik veri üretimini yapmaktadırlar.

Bu çalışmanın ikinci bölümünde İHA ve İHA fotogrametrisi hakkında bilgi verilmiştir. Üçüncü bölümde ise iki farklı çalışma alanı için uygulama gerçekleştirilmiş, doğruluk ve maliyet analizleri yapılmıştır. Son bölümde ise sonuçlar ve öneriler ile çalışma tamamlanmıştır.

1.2 Tezin Amacı

Bu çalışmada uzaktan algılama ve fotogrametri çalışma alanında hızla yaygınlaşmaya başlayan İHA sistemlerini kullanarak, fotogrametrik veri üretimi amaçlanmıştır. Bu amaçla; veri işlenmesi, üretimi ve elde edilen bilgilerin değerlendirme ve analiz işlemlerinin gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir. İHA kullanılarak elde edilen hava fotoğrafları işlenilerek Sayısal Yüzey Modeli, ortofoto ve 3 boyutlu model gibi fotogrametrik veri üretimi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen fotogrametrik verilerin doğruluk ve maliyet analizi yapılması amaçlanmıştır.

1.3 Hipotez

Bu çalışmada, yeni ve gelişmekte olan bir teknoloji olarak İnsansız Hava Aracı ile elde edilen fotogrametrik verilerin doğruluğunun araştırılması ve maliyet analizi yapılarak avantajlarının tespit edilmesi ile Harita Mühendisliği için önemi vurgulanmıştır. İnsansız Hava Aracı kullanılarak ortofoto, Sayısal Yüzey Modeli ve 3 Boyutlu Model üretimi gerçekleştirildiğinde zaman, ekonomi ve doğruluk açısından kabul edilebilirliği analiz edilmiştir.

Bu çalışma ile kültür ve sanat tarihinin korunması, belgelenmesi için arkeoloji ve mimarlık alanlarında yapılan çalışmalar, doğal kaynakların dokümantasyonu, kıyı şeridi izleme, hassas tarım, deprem, erozyon ve sel faktörlerinin arazi ve su izlenmesi gibi çalışmalarda kullanılabileceğinin ispatı ile çevre, tarım, ormancılık alanlarına da üretilen Sayısal Yüzey Modeli ve ortofoto altlık olarak çalışmaya katkı sağlanacaktır.

İHA VE İHA FOTOGRAMETRİSİ

2.1 İnsansız Hava Aracı

İnsansız Hava Aracı (İHA) bir uçuş planına bağlı olarak ya da olmayarak otomatik, yarı-otomatik ya da manuel hareket edebilen veya istasyondan bir pilot tarafından uzaktan kumanda edilerek uçurulan bir ölçüm aracıdır [3],[4]. İHA platformu; sayısal kamera, GPS/INS entegrasyonundan oluşan bir sistemdir [5]. İHA, başka bir araç ya da kontrol istasyonu içerisindeki bir pilot tarafından uzaktan kumanda edilerek uçurulan bir veri toplama platformudur. İHA platformları, günümüzde fotogrametrik veri üretimi için farklı disiplinlerin ve farklı uygulama alanlarında denetim, gözetim ve analiz yapmaya olanak veren önemli bir veri kaynağıdır.

İHA' lar ile fotogrametrik veri üretilebilmesi için fotogrametrik sensörlere sahip olması gerekmektedir. İHA bileşenleri; sayısal kamera, GPS/IMU sistemleri ve son yıllarda ise lazer tarama (LİDAR) olarak tanımlanabilir. Ayrıca İHA' nın hareket edebilmesi için güç kaynağına ihtiyaç vardır. Güç kaynağı olarak mini İHA' larda lityum polimer bateryi kullanılmaktadır. İHA ile elde edilen verilerin kalitesi bileşenlerine bağlıdır. Bu sebeple İHA bileşenleri sıra ile incelenmiştir.

2.1.1 Sayısal Kameralar

Sayısal kameralar nesneden yansıyan farklı ışık şiddetlerinin farklı elektrik voltajlarına dönüştürülerek çerçeve olarak kaydedilmesini sağlayan sensördür. Sayısal kameralarda görüntünün kaydedilmesi Charge Couple Device (CCD) prensibine dayanmaktadır. Bu

prensibe göre, CCD elemanına gelen ışık şiddeti ile orantılı olarak elektrik yükü oluşturmaktadır. Bu elektrik yükü transfer edilerek kaydedilir ve radyometrik yoğunluk (gri değer) değerine dönüştürülmektedir. Sayısal kameralar çerçeve ve dizi kamera olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Sayısal çerçeve kameralar bir çerçeve içerisinde bir çok CCD elemanının bulunması ile oluşmaktadır. Sayısal dizi kameralar ise bir dizi halinde CCD elemanının bulunması ile oluşmaktadır [90]. Klasik hava fotogrametrisinde kullanılan sayısal kameralar ve teknik özellikleri Çizelge 2.1 ' de gösterilmiştir.

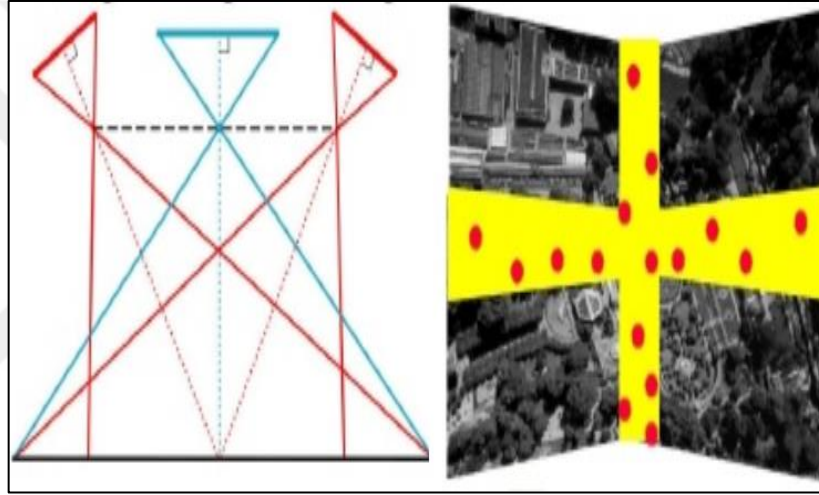
Çizelge 2. 1 Klasik hava fotogrametrisinde kullanılan sayısal kameraların teknik özellikleri [90]

Sayısal Kamera	Kamera Kayıt Türü	Çözünürlük	Piksel Büyüklüğü	Odak Uzaklığı
Intergraph DMC	Çerçeve kamera	8000 X 14000 (pan)	12 μ m	120 mm
Vexcel Ultracam _D	Çerçeve kamera	7500 X 11500 (pan)	9 μ m	100 mm
Leica ADS40	Dizi kamera	2 X 12000 (çakışmayan 2 dizi)	6.5 μ m	62.5 mm

Intergraph DMC çerçeve sayısal kamerası; 4 adet pankromatik ve 4 adet multispektral kameradan oluşmaktadır. Şekil 2.1' de Intergraph DMC çerçeve sayısal kamerası ve kamera sensörleri gösterilmiştir. 8 adet kameradan elde edilmiş görüntüler bağlama noktaları yardımı ile dengelemesi yapılarak tam bir çerçeve görüntü elde edilmesini sağlamaktadır (Şekil 2.2).



Şekil 2. 1 Intergraph DMC marka sayısal çerçeve kamerası [91], [92]

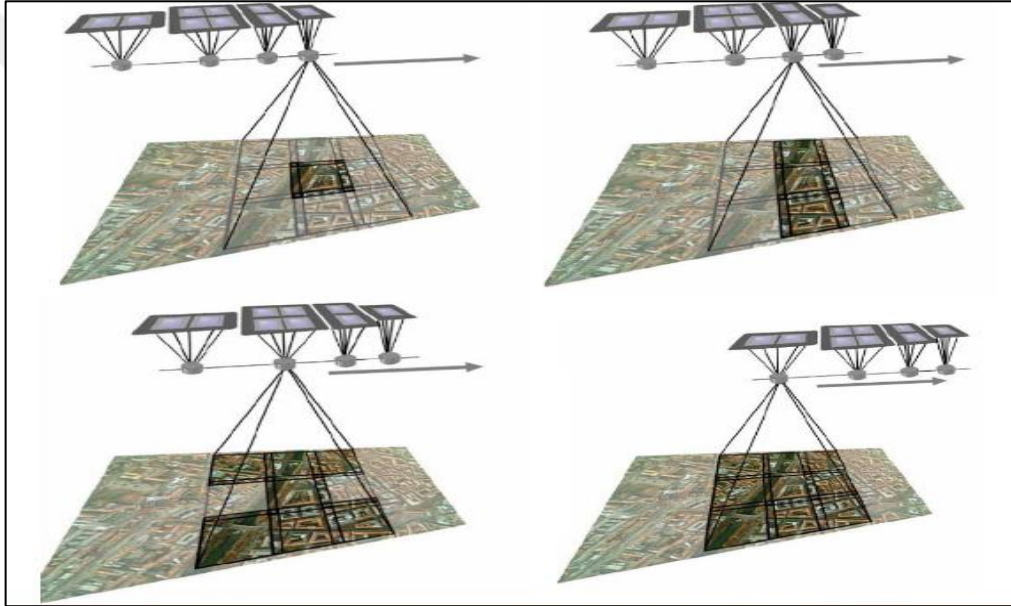


Şekil 2. 2 Intergraph DMC marka sayısal çerçeve kamerasının pankromatik görüntü oluşturulması [92]

Vexcel Ultracam çerçeve sayısal kamerası, 4 adet pankromatik ve 4 adet multispektral kameradan oluşmaktadır (Şekil 2.3). Vexcel Ultracam sintopik görüntüleme prensibi olarak adlandırılan yöntem ile pankromatik görüntü oluşturmaktadır. Çerçeve görüntü, dört aşamada kaydedilmektedir. Bir çerçeve görüntü 9 farklı görüntünün birleşiminden oluşmaktadır (Şekil 2.4).



Şekil 2. 3 Vexcel Ultracam-D marka sayısal çerçeve kamerası [93], [94]



Şekil 2. 4 Vexcel Ultracam marka sayısal çerçeve kameranın pankromatik görüntü oluşturulması [90]

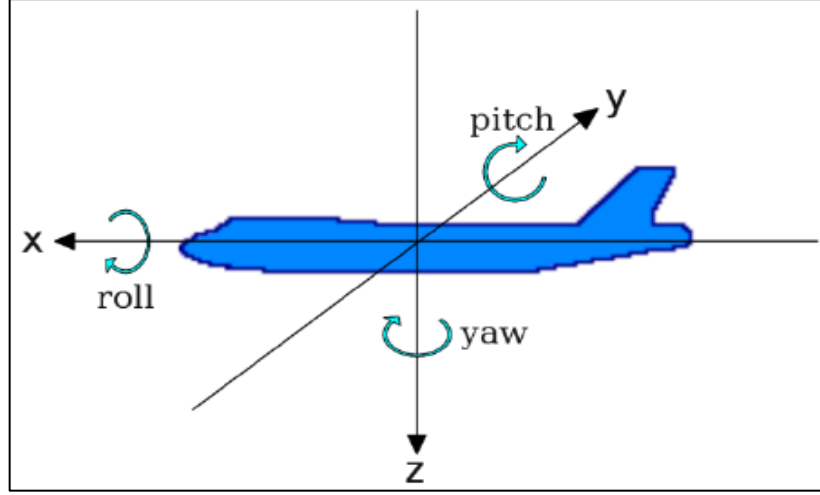
Leica ADS40 -16° , nadir, 26° uçuş yönündeki bakış açısı ile görüntü elde edilmesini sağlamaktadır. Şekil 2.5' te Leica ADS40 sayısal dizi kamerası ve pankromatik görüntü oluşturulması gösterilmiştir. Sayısal dizi kameralarda her tarama dizisi için yöneltme elemanına ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil 2. 5 Leica ADS40 marka sayısal dizi kameranın pankromatik görüntü oluşturulması [95], [96]

2.1.2 GPS/IMU Sistemleri

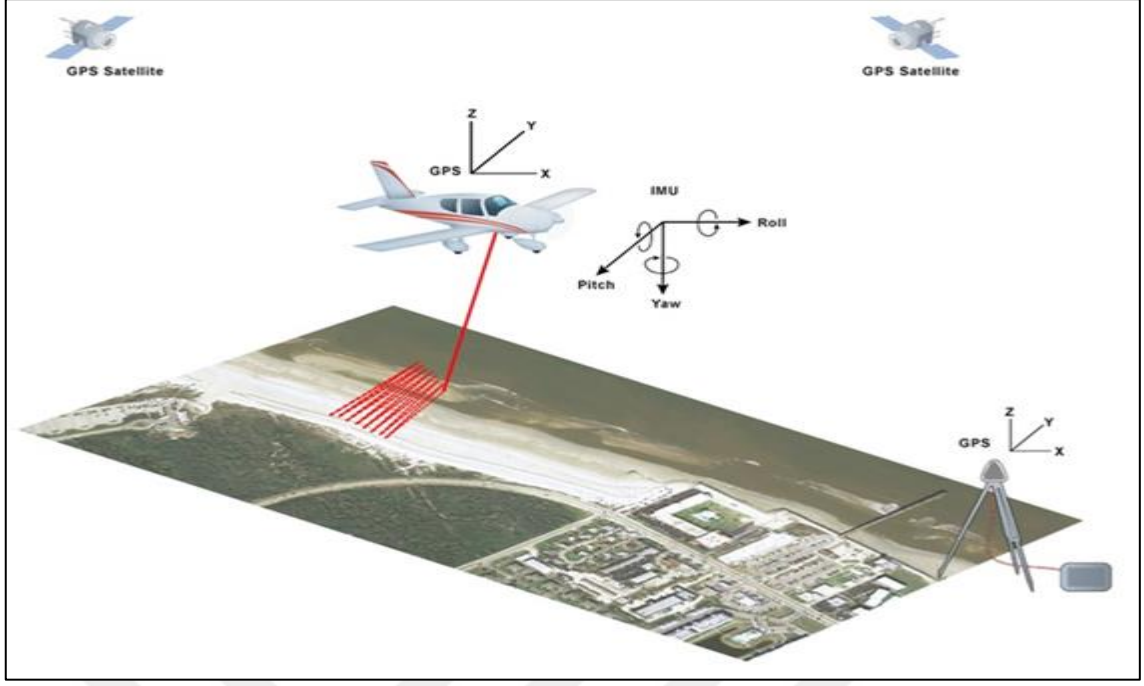
GPS/IMU (Küresel Konumlandırma Sistemi/Ataletsel Ölçme Sistemleri) ise İHA' nın uçuş gerçekleştireceği güzergahı tayin etmek, hava fotoğraflarının fotoğraf çekim noktasının koordinatlarını ve uçuş hızını belirlemek için kullanılan entegre sistemlerdir. GPS zamandan bağımsız olarak konum ve hız verileri için yüksek doğruluk sağlama avantajına sahiptir. Sinyal kesilmesine ve uydu geometrisine bağlı olarak doğruluğu değişmektedir. Bu sebeple, GPS' in uydulara bağımlı bir sistem olması ve buna bağlı doğruluğunun değişmesi nedeniyle IMU entegrasyonuna ihtiyaç duyulmuştur. IMU kısa zamanda yüksek doğrulukta konum ve dönüklük bilgileri kayıt edebilen bir sistemdir. Fakat yüksek doğruluk için yükseklik bilgisine ihtiyacı vardır ve zaman içerisinde doğruluğu azalmaktadır. GPS/IMU bütünleşik sistemi ise zamandan bağımsız olarak konum ve dönüklük için yüksek doğruluklu bilgi sağlamaktadır. GPS sinyalinin kesilmesi durumundaki hatalar GPS/IMU sistemi ile çözülebilmektedir. GPS/IMU birbirine dik üç eksene yerleştirilmiş jiroskop ve ivme ölçerlerden oluşmaktadır [90]. GPS/ IMU bütünleşik sistemi ile hava fotoğraflarının çekim noktaları ve uçağın 3 boyutlu eksen etrafındaki dönüklükleri olan roll, pitch ve yaw açılarının hassas bir şekilde ölçülmesini sağlamaktadır (Şekil 2.6). Yaw dönüklüğü Z ekseni, pitch dönüklüğü Y ekseni ve roll dönüklüğü X eksenindeki açısal değişimler ile oluşmaktadır.



Şekil 2. 6 İHA dönüklükleri olan roll, pitch ve yaw açılarının gösterimi [97]

2.1.3 Lazer Tarama Sistemleri

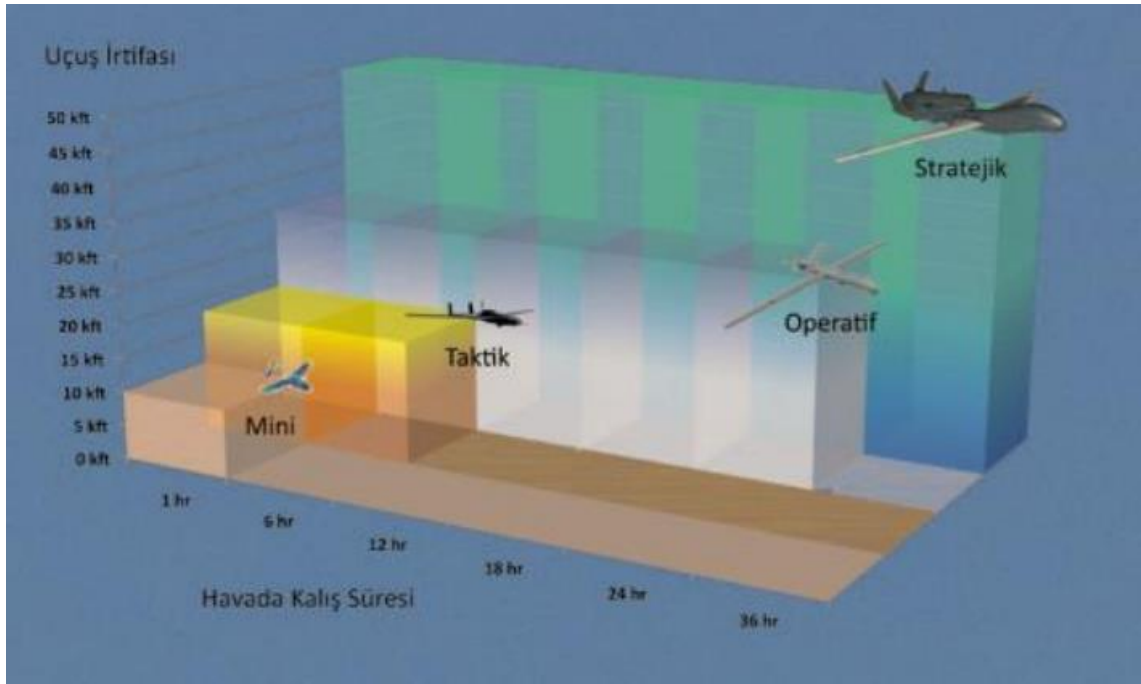
Lazer tarama sistemi teknolojisi 1960'lı yılların sonunda gelişmeye başlamış ve ilk ticari LİDAR sistemi 1993 yılında topografik haritalama amaçlı piyasaya sürülmüştür [98]. Lazer tarama sistemleri (LİDAR) İHA' ya monte edilen bir diğer aktif algılama sensörüdür. Bu aktif algılama sensörü kendi yüksek frekanslı kızılötesi lazer ışınlarını yaymaktadır. İHA' ya monte edilen lazer tarayıcı tarafından yayılan yüksek frekanslı kızılötesi lazer ışınlarının gidiş ve dönüşü için geçen süre ölçülmektedir. Bu esnada, lazer dalgasının gönderildiği andaki uçağın koordinat bilgileri kaydedilmektedir. Lazer dalgasının sinyal iletimi ile alımı arasındaki seyahat zamanından arazi noktası ve İHA arasındaki mesafe hesaplanmaktadır. Arazi üzerindeki noktaların üç boyutlu koordinatları, ölçüm anındaki İHA konumu yardımıyla hesaplanmaktadır. Ayrıca lazer tarama sistemleri süreden mesafe ölçümünü yaparken arazideki obje yüzeyinden yansıyan lazer sinyalinin yoğunluk (intensity) bilgisini de kaydetmektedir. Yoğunluk verisi ile öznetelik çalışmaları yapılabilmektedir. Ticari firmaların ürettiği lazer tarama sistemlerinin başlıcaları Riegl, Optech, TopoSys, TopEye, ScaLARS' ır. Şekil 2.7' de uçağa monte edilmiş lazer tarama sisteminin çalışma prensibi gösterilmiştir. Bu çalışma prensibi İHA ile aynıdır.



Şekil 2. 7 Lazer tarayıcı sistemlerinin çalışma prensibi [99]

2.2 İHA' ların Sınıflandırılması

Son yıllardaki teknolojik gelişmeler İHA fotogrametrik platformlarının yeniden sınıflandırılması ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Farklı literatürlerde farklı sınıflandırma çeşitleri mevcuttur. Örneğin; Nex ve Fabio [6] çalışmasında İHA' ları görevlerine (taktiksel, stratejik, özel görevli İHA), motor gücü sistemi (güçlendirilmiş ve elektriksiz platformlar) ve aerodinamik ve fiziksel özelliklerine (havadan hafif, döner kanatlı, sabit kanatlı) göre sınıflandırmıştır (Çizelge 2.2). Austin [100] çalışmasında ise 6 farklı grupta seyir süresi ve irtifaya göre sınıflandırmıştır (Çizelge 2.3). Başka bir bakış açısı ile Eisenbeiss [4] çalışmasında İHA' ları 2 farklı şekilde sınıflandırmıştır. Birinci grup havadan daha ağır/hafif ve motor gücüne göre (Çizelge 2.4); ikinci grup ise açık kaynak kodlu ve düşük maliyetli, mikro ve mini, ağır yüklü sistemler olmak üzere (Çizelge 2.5) 3 ana grupta sınıflandırmıştır. Çizelge 2.4'te gösterilen sınıflandırma İHA' nın (georeferans) doğrudan sensör yöneltme tipi, RTK' ya sahip olma ve uygulama gereksinimlerine göre yapılmıştır. ISPRS ise standartlaştırılmış bir kategorizasyona sahip olmadığı için Blyenburgh [101] çalışmasında yapmış olduğu İHA sınıflandırmasını kabul etmiştir [4]. Bu sınıflandırma İHA' nın havada kalma süresi, uçuş yüksekliği ve büyüklüğüne göre yapılmakta olup Şekil 2.8' de gösterilmiştir.



Şekil 2. 8 İHA' ların sınıflandırılması [101]

Çizelge 2. 2 İHA' ların görev, motor türü ve aerodinamik yapısına göre sınıflandırılması [6]

Görevine Göre	Motor Gücü Sistemine Göre	Aerodinamik ve Fiziksel Özelliklerine Göre
Taktiksel İHA	Motorlu İHA	Havadan Daha Hafif İHA
Stratejik İHA	Motorsuz İHA	Döner Kanatlı İHA
Özel Görevli İHA		Sabit Kanatlı İHA

Çizelge 2. 3 İHA' ların uçuş süresi ve irtifasına göre sınıflandırılması [100]

I. Grup	II. Grup	III. Grup	IV. Grup	V. Grup	VI. Grup
15000 m irtifa	2400-3000 m irtifa				
24 saat seyrüsefer süresi	12 saat seyrüsefer süresi		1-3 saat seyrüsefer süresi	1 saat seyrüsefer süresi	40 dakika seyrüsefer süresi
100 km üzeri menzil	100 km menzil	100 km menzilli	30 km menzilli	10 km menzilli	100 m menzilli

Çizelge 2. 4 İHA' ların havadan daha hafif ve havadan daha ağır olmasına göre sınıflandırılması [4]

İHA Türü	Havadan Hafif	Havadan Ağır		
Motorsuz		Esnek Kanatlı	Sabit Kanatlı	Döner Kanatlı
	Balon	Yelken Kanatlı	Planörlü	Pervaneli
		Yamaç Paraşütü		
		Uçurtmalar		
Motorlu	Zeplin	Yamaç Paraşütü	Pervaneli	Tek Pervaneli (Helikopter)
			Jet Motorlu	Ortak Eksenli
				4 Pervaneli
				Çok Pervaneli

Çizelge 2. 5 İHA' ların boyut, sensörler ve sensör yeteneklerine göre sınıflandırılması [4]

İHA Kategorisi	Sensör Yöneltilmesi	RTK Yeteneği	Uygulama Gereksinimleri	Sensörler
Açık Kaynak Kodlu, Manuel Kontrollü İHA	Uçuş sonrası işleme	0	Düşük Doğruluk (m)	GPS / INS sensörü yok
Mikro ve Mini İHA	Uçuş sonrası işleme / doğrudan	+	Orta Derece Doğruluk (dm-m)	GPS / düşük sınıf INS
Ağır Yüklü İHA (Yük kapasitesi 5kg dan fazla)	Uçuş sonrası işleme / doğrudan	++	Yüksek Doğruluk (cm)	DGPS / Navigasyon ve taktiksel sınıf INS

Çizelge 2.4'te “+” gösteriminin sayısı daha güçlü RTK yeteneğine sahip olduğunu; “0” gösterimi ise RTK yeteneğine sahip olmadığını temsil etmektedir.

Avustralya Sivil Havacılık Güvenliği Otoritesi ise 2001 yılında yalnızca sistem ağırlığına bağlı bir sınıflandırma örneğini sunmuştur (Çizelge 2.6). Ülkemizde Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü İHA' ların sınıflandırılması için bir çalışma yapmamıştır.

Çizelge 2. 6 Avustralya Sivil Havacılık Güvenliği Otoritesi' nin İHA' ları sınıflandırması [4]

Sınıf	Sınıf I Mikro İHA'lar	Sınıf II Küçük İHA'lar	Sınıf III Büyük İHA'lar
Özellikler	Uçuş ağırlığı toplam 100 gr	Uçuş ağırlığı toplam 150 kg'dan az	Uçuş ağırlığı toplam 150 kg'dan fazla

2.3 İHA' ların Karşılaştırılması

İHA' lar sahip oldukları özellikler ile bir diğer İHA' ya göre yetenekli kabul edilir. İHA' ların birbirine göre üstünlük durumlarının karşılaştırılması ise Çizelge 2.7' de gösterilmiştir. İHA seçimi, uygulamanın gereksinim ve hassasiyeti, farklı çözümler sunması ve çözümün yeterliliğine göre yapılmaktadır.

Çizelge 2. 7 İHA sınıflarının birbiri ile kıyaslaması [4]

İHA Türü	Menzil	Dayanıklılık	Hava Koşullarına Bağımlılık	Manevra Kabiliyeti
Balon	0	++	0	0
Zeplin	++	++	0	+
Paraşüt / Uçurtma	+	0	0	0
Sabit Kanatlı Paraşüt	++	+	+	+
Pervaneli ve Jet Motorlu	++	++	+	+
Pervaneli	++	+	0	+
Tek Pervaneli (Helikopter)	+	+	+	++
Ortak Eksenli	+	++	+	++
Dört Pervaneli	0	0	0	++
Çok Pervaneli	+	+	+	++

Çizelge 2.7' de “+” gösteriminin sayısı daha güçlü yeteneğe sahip olduğunu; “0” gösterimi ise yeteneğe sahip olmadığını temsil etmektedir. Nex ve Fabio' da [6] çalışmasında benzer şekilde İHA türlerinin birbirine göre kıyaslamasını sunmuştur. Çizelge 2.8' de farklı İHA türlerinin birlerine göre artı ve eksileri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 2. 8 İHA sınıflarının birbiri ile kıyaslaması [6]

Yetenek	Uçurtma / Balon	Sabit Kanatlı İHA		Döner Kanatlı İHA	
		Elektirikli	ICE Motorlu	Elektirikli	ICE Motorlu
Yük	3	3	4	2	4
Rüzgar Direnci	4	2	4	2	4
Minimum Hız	4	2	2	4	4
Otonom Uçma	x	3	5	2	4
Taşınilabilirlik	3	2	2	3	3
İniş Mesafesi	4	3	2	4	4

Çizelge 2.7' de İHA sınıflarının birbiri ile kıyaslaması ve değerlendirmede 1 en düşük, 5 en yüksek yeteneği temsil etmektedir.

2.4 İHA' ların Avantajları ve Kullanım Sınırlamaları

İHA' ların diğer fotogrametrik ve geleneksel veri üretimi platformlarına kıyasla avantajları aşağıda listelenmiştir.

- İHA' lar insan yaşamı için tehlikeli ortamlarda uzaktan veri toplama (yangın, deprem, patlama ya da volkanik hareketlerin incelenmesi gibi afet yönetiminde) imkanını sunarak anında çözüm üretecek gerçek zamanlı veri kontrolünü ve üretimini sağlamaktadır.
- Bulutlu hava koşullarında, insanlı hava araçları ile hava fotoğrafları elde edilemezken; İHA' lar bulutların altından uçarak görüntü elde edilmesi imkanına sahiptir.
- İHA' lar proje gereksinimine göre düşük ya da yüksek irtifada seyir ederek sırasıyla yüksek ya da düşük çözünürlüklü hava fotoğrafı elde edebilmektedir.
- İHA' lar, ürünlerin kalitesi proje amacına göre yetersiz gelmesi durumunda düşük yatırım ve işletim maliyetli bütçeler ile yeniden uçuş tekrarının yapılabilmesini sağlamaktadır.

- İHA' ların tekrarlı uçuş imkanı ile yüksek zamansal çözünürlüğe sahip veriler üretilebilmektedir.

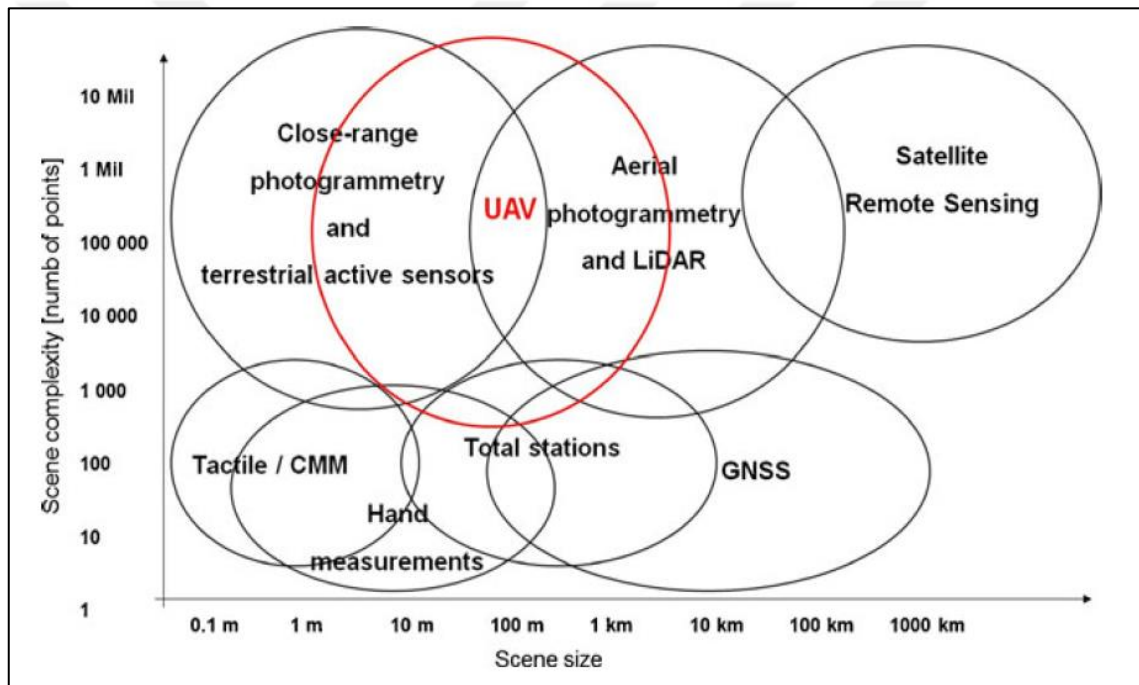
İHA' ların proje gereksinimlerini karşılayabilmesi için bazı kullanım sınırlamaları vardır. Bu sınırlamalar ürünün kalitesini, doğruluğunu ve çalışmanın başarılı ya da başarısız sonuçlanmasını etkilemektedir. Çalışma sonucunda elde edilecek fotogrametrik verinin doğruluğu, düşük uçuş yüksekliği, yüksek bindirme oranları ve sayısal kameranın doğru kalibre edilmesi gibi uçuş parametrelerinin dikkate alınarak İHA uçuş planının hesaplanması ile elde edilmektedir. Uçuş yüksekliği, İHA' nın ideal havada kalma süresi içerisinde ürün doğruluğunu karşılayarak ve mevcut topografik koşullar ele alınarak seçilmesi gerekmektedir. Ayrıca, İHA' nın mevcut meteorolojik (rüzgar hızı, toz bulutu, puslu/yağmurlu hava) koşullarda zarar görmemesi için yeterli dayanıklılığa sahip olması gerekmektedir. Ülkemizde İHA uçuşu yapılabilmesi Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü' nden İHA Pilotu sertifikası almak gerekmektedir.

2.5 İHA' ların Harita Mühendisliğinde Kullanımı

Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte fotogrametri, uzaktan algılama, fotogrametrik algılayıcılar ve taşıma platformları hızlı bir şekilde gelişmektedir. 1858' den beri farklı platformlar kullanılarak elde edilen fotogrametrik veriye alternatif olarak İHA platformu 1970' lerde ortaya çıkmıştır [1], [2]. 1970' li yıllardan günümüze kadar modern teknoloji ile gelişen balon, zeplin, model helikopter/uçak, döner/sabit kanatlı İHA geliştirilmiş ve anlık görüntüleme, analiz, denetleme amacıyla harita üretimi ile bilimsel açıdan katkı sağlamaya başlamıştır. Fotogrametri ve uzaktan algılamanın yanı sıra bilgisayar bilimleri, robotik ve yapay zeka topluluklarında yaygın olarak kullanılan İHA terimi, bir uçuş planına bağlı olarak/olmayarak otomatik, yarı otomatik ya da manuel hareket edebilen veya istasyondan bir pilot tarafından uzaktan kumanda edilerek uçurulan bir ölçüm aracıdır [3], [4]. İHA platformu denetim, gözetim, harita üretimi ve 3 boyutlu modelleme konularında değerli bir veri kaynağı olarak kullanılabilmektedir [6]. Aynı zamanda İHA' lar, fotogrametrik veri üretimi amacıyla anlık veri üretimi ve görüntülenmesini, hızlı veri analizi ve buna bağlı olarak zaman ve maliyet tasarrufu sağlamaktadır. İHA, klasik hava fotogrametrisi ve uydu görüntüleri ile yapılan uzaktan algılamaya göre düşük maliyet ve daha düşük irtifadan uçuşması sebebiyle daha yüksek çözünürlük olanaklarını sağladığı için

gittikçe yaygınlaşan bir platformdur. Tüm bu sağladığı avantajlar ele alındığında İHA ile fotogrametrik veri olan 3 boyutlu nokta bulutu, Sayısal Yüzey Modeli (SYM), ortofoto ve 3 boyutlu model üretimi gerçekleştirilebilmektedir.

Harita mühendisliğinde ölçme boyutlarına ve karmaşıklığına göre veri üretimi amaçlı veri toplama platformları arasındaki ilişki Şekil 2.9' da gösterilmiştir. İHA' lar yersel fotogrametri, hava fotogrametrisi, LİDAR (çoklu algılama sistemi) yöntemi, çelik şerit / lazermetre ile el ölçümleri, elektronik açı ve uzunluk ölçen total station ve uydular ile konum belirleyen GNSS yöntemlerini kapsamaktadır. Son 15 sene içerisinde İHA' ların yaygın kullanımının artmasında en önemli faktör yersel ve hava fotogrametrisi, LİDAR yöntemi, total station ve GNSS sensörlerinin gelişmesidir (Şekil 2.9).

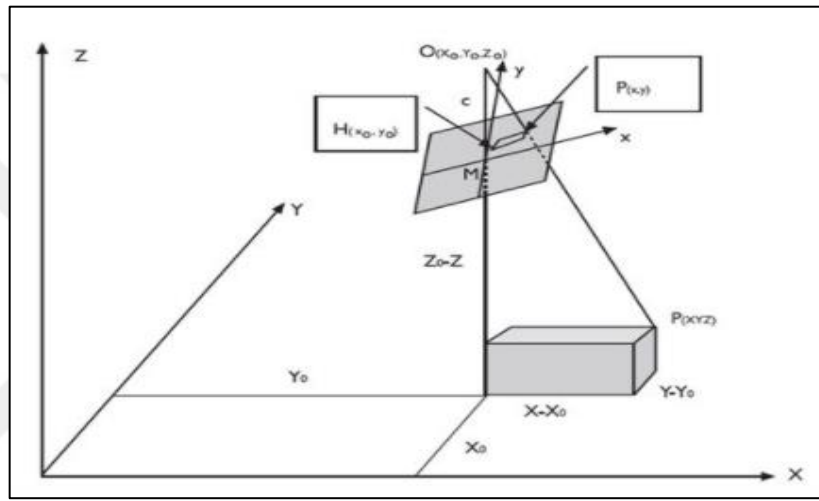


Şekil 2. 9 Ölçme boyutları ve karmaşıklığına göre ölçme amaçlı kullanılabilir yöntemler [6]

2.6 İHA Fotogrametrisi

İHA fotogrametrisi, İnsansız Hava Aracı kullanılarak hava fotoğraflarının elde edildiği bir fotogrametrik veri üretim yöntemidir. İHA' lar içerisinde bulunan algılama sensörlerinden oluşan bir sistemdir. Bu sistemler bölüm 2.1' de İnsansız Hava Aracı bölümünde detaylı olarak açıklanmıştır. İHA' lar genel olarak sayısal kamera, GPS/IMU ve mevcut ise lazer darbeleri kullanılarak bir nesne ya da yüzeyin uzaklığını ölçen aktif

algılama sensörü olan LİDAR entegrasyonundan oluşan bir platformdur [5]. İHA platformu ile fotogrametrik veri üretimi klasik fotogrametride olduğu gibi temel yönetime dayanmaktadır. Bu temel yöntem merkezsiz izdüşümdür. Merkezi izdüşüm arazi üzerindeki objeden gelen ışınların bir merkez olarak odak noktasından geçirilmesi ile izdüşüm düzlemi üzerinde oluşturulan görüntünün matematiksel modelidir. Bu modele göre arazideki bir nokta, izdüşüm merkezi (projeksiyon merkezi) ve noktanın fotoğraftaki karşılığı aynı doğru üzerindedir. Bu koşula dayanılarak arazi ve fotoğraf noktaları arasında matematiksel bağıntılar geliştirilmiştir [102]. Şekil 2.10' da merkezsiz izdüşümün görüntü ve arazideki ilişkisi gösterilmiştir.



Şekil 2. 10 Fotoğraf koordinat sistemi ile arazi koordinat sistemi arasındaki dönüşüm [103]

$$x - x_0 = -c \frac{a_{11}(X - X_0) + a_{21}(Y - Y_0) + a_{31}(Z - Z_0)}{a_{13}(X - X_0) + a_{23}(Y - Y_0) + a_{33}(Z - Z_0)} \quad (2.1)$$

$$y - y_0 = -c \frac{a_{12}(X - X_0) + a_{22}(Y - Y_0) + a_{32}(Z - Z_0)}{a_{13}(X - X_0) + a_{23}(Y - Y_0) + a_{33}(Z - Z_0)} \quad (2.2)$$

Merkezsiz izdüşüm denklemi ile iç yöneltme ve dış yöneltme yapılmaktadır. İç yöneltme ile piksel koordinat sisteminden görüntü koordinat sistemine geçilmektedir. Dış yöneltme ile görüntü koordinat sisteminden arazi koordinat sisteminde geçiş yapılmaktadır. Dış yöneltme 2 aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşama olan karşılıklı yöneltmede, görüntü çiftlerinin birbiri ile eşleşmesiyle gerçekleşmektedir. İkinci aşama olan mutlak yöneltme ile ise eşleşmesi yapılan görüntü çiftlerinin 3 boyutlu arazi

koordinat sistemine aktarılması yapılmaktadır. İHA fotogrametrisi ile veri üretimi için genel iş akışı Çizelge 2.9' da tanımlanabilir.

Çizelge 2. 9 İHA fotogrametrisi iş akışı

Çalışma Alanı Belirlenmesi
Kamera ve Sistem Kalibrasyonunun Yapılması
Yer Kontrol Noktalarının Tesisi ve Ölçümü
İHA Uçuş Planlaması
İHA Veri Toplama
Verilerin Kalite Kontrolü
Verilerin İşlenmesi
Verilerin Üretimi

İlk olarak projenin gerçekleşeceği çalışma alanı ve çalışma sınırları belirlenmektedir. Bunu takiben kamera kalibrasyonu ve sistem kalibrasyonu yapılmaktadır. Kamera kalibrasyonu ile iç yöneltme elemanları belirlenmektedir. Kamera kalibrasyonu ile kamera distorsiyonları giderilmektedir. Bu şekilde matematiksel olarak doğru bir izdüşüm gerçekleşmektedir. İHA ile uçuş planlamasından önce çalışma sınırı içerisinde mümkün oldukça dış köşelere yerleştirilmiş ve homojen bir şekilde dağılmış olarak YKN' ler tesis edilmektedir. YKN' ler GNSS sensörleri ile ölçülmektedir. Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği' ne göre [104] YKN ölçümü standart sapması ± 2 cmdir. Daha sonra İHA Uçuş Planlaması proje gereksinimlerine göre yapılmaktadır.

İHA uçuş planlaması için gerekli olan parametrelerin hesabı (2.3 ..., 2.10) arasındaki formüller ile verilmektedir [105], [4]. (2.3) numaralı denklemde fotoğraf ölçeği; uçuş yüksekliğinin kamera odak uzunluğuna bölünmesi ile bulunmaktadır. Aynı zamanda görüntü ölçeği ve piksel büyüklüğünün çarpılması ile Yer Örnekleme Aralığı elde edilmektedir. Yer Örnekleme Aralığı hava fotoğrafındaki bir pikselin arazideki uzunluğu olarak hesaplanmaktadır. Fotoğrafın uzunluğu ise piksel büyüklüğü ve piksel sayısının çarpımı ile (2.4), (2.5) numaralı denklemlere göre hesaplanmaktadır. Enine ve boyuna bindirme oranı 3 boyutlu model üretiminin daha kaliteli olabilmesi için mümkün

olduğunca yüksek seçilmektedir. Enine bindirme oranı, fotoğraf ölçeği ve fotoğraf uzunluğunun çarpılması ile baz uzunluğu hesaplanması elde edilmektedir (2.6). Kolonlar arası mesafe ise boyuna bindirme oranı, fotoğraf ölçeği ve fotoğraf uzunluğunun çarpılması ile hesaplanmaktadır (2.7). Kolon sayısı, çalışma alanı düşey uzunluğunun kolonlar arası mesafeye bölünmesi ile bulunmaktadır (2.8). Bir kolondaki fotoğraf sayısı ise çalışma alanı yatay mesafesinin baz uzunluğuna bölünmesi ile hesaplanmaktadır (2.9). Çalışma alanında elde edilen hava fotoğrafı sayısı ise kolon sayısı ve kolondaki fotoğraf sayısının çarpımı ile elde edilmektedir (2.10).

$$mr = \frac{h}{c} = \frac{\text{Yer Örnekleme Aralığı}}{\text{Piksel Büyüklüğü}} \quad (2.3)$$

$$Sb = \text{Piksel Büyüklüğü} * \text{Piksel Sayısı (Yatay)} \quad (2.4)$$

$$Sa = \text{Piksel Büyüklüğü} * \text{Piksel Sayısı (Düşey)} \quad (2.5)$$

$$B = Sb * mr * (1 - p) \quad (2.6)$$

$$A = Sa * mr * (1 - q) \quad (2.7)$$

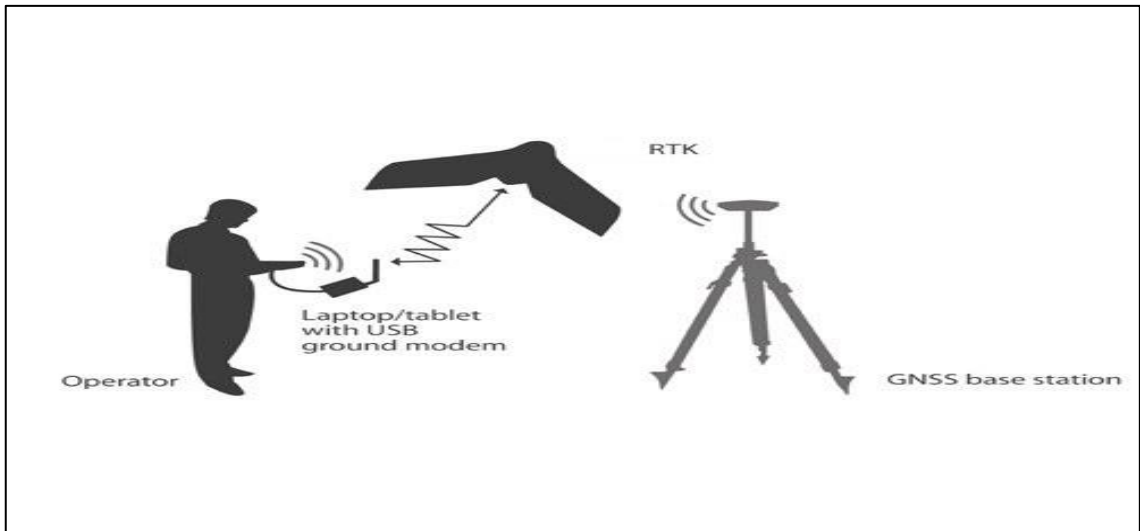
$$nk = \frac{La}{A} \quad (2.8)$$

$$nr = \frac{Lb}{B} + 1 \quad (2.9)$$

$$Nr = nr * nk \quad (2.10)$$

İHA uçuş planlamasından sonra İHA veri toplama aşaması yapılmaktadır. Bu aşamada hava fotoğrafları uçuş planı doğrultusunda elde edilmektedir. Hava fotoğrafı çekim koordinatları da bu esnada kaydedilmektedir. İHA' nın izdüşüm merkezinin koordinatını hesaplamak için Real time Kinematik (RTK) GPS yöntemi kullanılmaktadır. RTK GPS yönteminde yapılan ilk aşama koordinatları bilinen bir noktaya sabit GNSS alıcısı yerleştirilmektedir. Bir diğer alıcı da koordinatları belirlenecek olan noktaların konumlarını çözümlemektedir. Alıcı ve uydu arasındaki mesafe koordinat farklarından hesaplanmaktadır. Hesaplanan mesafe ile sabit alıcı ve uydu arasındaki herhangi bir t anında ölçülen taşıyıcı faz uzunluğu kıyaslanmaktadır. Taşıyıcı faz ölçülerine getirilecek olan düzeltmeler hesaplanarak radyo sinyalleri aracılığıyla gezici alıcılara iletilmektedir. Düzeltmeleri alan gezici alıcılar taşıyıcı faz ölçülerine düzeltmeleri uygulayarak gezici alıcıların üzerinde bulundukları noktaların konumlarını hassas bir şekilde

belirlenmektedir [106], [107], [108]. Bu esnada IMU sensörü de hava fotoğraflarının çekim noktaları ve uçak ya da İHA' nın 3 boyutlu eksen etrafındaki dönüklüklerini kaydetmektedir. GPS/IMU bütünleşik sistemi ile GPS/IMU verileri Kalman Filtreleme ile füzyonlanarak hava fotoğraflarının çekim noktaları ve uçağın 3 boyutlu eksen etrafındaki dönüklükleri olan roll, pitch ve yaw açılarının hassas bir şekilde ölçülmesi gerçekleşmektedir. Böylece, GPS/IMU entegre sistemi sayesinde İHA ile elde edilen fotoğrafların doğrudan coğrafi koordinatlandırması uçuş sırasında gerçekleşmektedir. Doğrudan coğrafi koordinatlandırma ise dış yöneltme parametrelerinin doğrudan ölçümü olarak tanımlanabilmektedir. Böylece, dış yöneltme parametreleri GPS ve IMU sensörleri aracılığıyla gözlenir ve platforma entegre edilmektedir [109]. İHA ile Veri Toplama aşaması gerçekleşirken İHA üzerine monte edilmiş olunan GPS/IMU sensörleri sayesinde hava fotoğraflarının fotoğraf çekim koordinatları ve dönüklükleri kaydedilmektedir. Kaydedilen hava fotoğrafı çekim koordinatları GNSS baz istasyonuna bağlanarak hesaplanmaktadır. GNSS/RTK alıcısı ile çalışma alanına kurulmuş GNSS baz istasyonu, Yer Kontrol İstasyonu olan diz üstü bilgisayara takılmış model ve İHA' ya monte edilmiş GPS, RTK ve IMU sensörleri ile haberleşme sağlanmaktadır (Şekil 2.11). Bu haberleşme sayesinde otonom uçuş esnasında İHA' nın hangi konumda hava fotoğrafı alması gerektiği ve doğrudan sensör yöneltmesi aşaması daha hassas bir şekilde çözülmektedir.



Şekil 2. 11 GNSS, RTK sensörlerinin otonom uçuş esnasında haberleşmesinin gösterimi [110]

GNSS sensörüne bağlı olarak İHA üzerine monte edilmiş GPS/RTK sensörü hava fotoğrafı çekim koordinatlarını kaydetmektedir. Doğrudan sensör yöneltmesi sırasında navigasyon ve kamera verilerinin birbiri ile entegrasyonu Kalman Filtreleme ile yapılmaktadır (Şekil 2.12). Verilerin birbiri ile entegrasyonu (2.11)' de verilen denklem ile çözülmektedir [109].

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_{ar} = \begin{pmatrix} X_o \\ Y_o \\ Z_o \end{pmatrix}_{ar} + R_{ar}(INS) \left(\lambda * R_{INS}(gö) \begin{pmatrix} (x-x_o) \\ (y-y_o) \\ -c \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta X_{kam} \\ \Delta Y_{kam} \\ \Delta Z_{kam} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta X_{GPS} \\ \Delta Y_{GPS} \\ \Delta Z_{GPS} \end{pmatrix} \right) p \quad (2.11)$$

Denklem (2.11)' de doğrudan sensör yöneltmesi matematiksel olarak açıklanmaktadır. İlk olarak, P noktası için hava fotoğrafı orta noktasından, asal nokta çıkartılma işlemini içeren iç yöneltme aşaması yapılmaktadır (2.12). Daha sonra merkezzel izdüşüm denklemleri uygulanarak görüntü koordinat sisteminden INS koordinat sistemine dönüşümü yapılmaktadır (2.13). Bunu takiben, λ ile çarpılarak ölçeklendirme yapılmaktadır. Bu koordinatların üzerine 3 boyutlu kamera (2.14) ve GPS ötelemesi (2.15) yapılmaktadır. Bu aşamadan sonra INS koordinat sisteminden arazi koordinat sistemine dönüşüm (2.16) yapılmaktadır. Ardından, P noktasının arazi koordinat sistemindeki ötelemesi (2.17) yapılmaktadır. Son olarak, P noktası için X,Y,Z arazi koordinatları (2.18) elde edilmektedir.

İç yöneltme matrisi

$$\begin{pmatrix} (x-x_o) \\ (y-y_o) \\ -c \end{pmatrix} \quad (2.12)$$

Görüntü koordinat sisteminin INS koordinat sistemine rotasyonu

$$R_{INS}(gö) \quad (2.13)$$

INS koordinat sistemindeki INS ve kamera izdüşüm merkezi arasındaki öteleme matrisi

$$\begin{pmatrix} \Delta X_{kam} \\ \Delta Y_{kam} \\ \Delta Z_{kam} \end{pmatrix} \quad (2.14)$$

INS koordinat sistemindeki GPS ve INS arasında öteleme matrisi

$$\begin{pmatrix} \Delta X_{GPS} \\ \Delta Y_{GPS} \\ \Delta Z_{GPS} \end{pmatrix} \quad (2.15)$$

INS koordinat sisteminin arazi koordinat sistemine rotasyonu

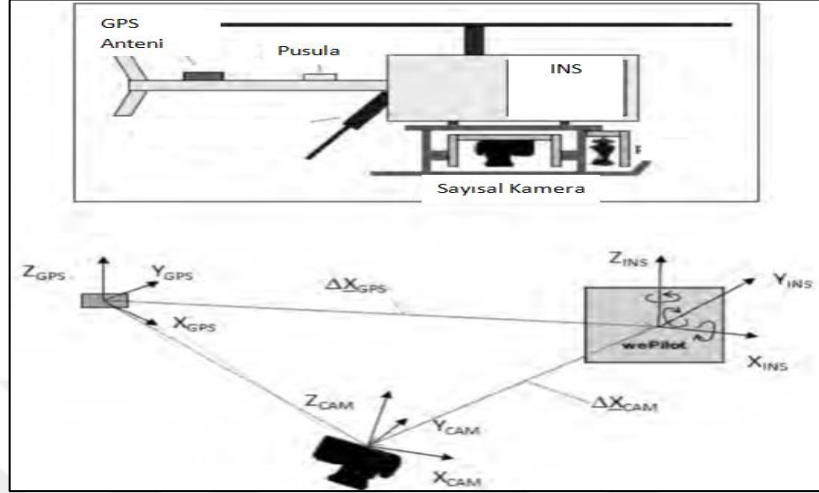
$$R_{ar}(INS) \quad (2.16)$$

Arazi koordinat sisteminde öteleme matrisi

$$\begin{pmatrix} X_o \\ Y_o \\ Z_o \end{pmatrix} \text{ ar} \quad (2.17)$$

P noktasının arazi koordinat sistemindeki koordinatı

$$P = \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} \text{ ar} \quad (2.18)$$



Şekil 2. 12 Sayısal kamera ve GPS/INS verilerinin entegrasyonu [4]

İHA ile veri toplama aşamasından sonra elde edilen verilerin kalite kontrolü gerçekleştirilmektedir. Bu kalite kontrol aşamasında, elde edilmesi planlanan tüm hava fotoğraflarının ve bu fotoğrafların koordinat ve dönüklük bilgilerinin kayıt işlemi gerçekleştirilmektedir.

Verilerin kalite kontrolünü aşamasından sonra ise verilerin işlenmesi aşaması yapılmaktadır. Elde edilen verilerin işlenmesi için genel iş akışı Çizelge 2.10' da gösterilmiştir.

Çizelge 2. 10 Verilerin işlenmesi genel iş akışı

Hava Fotoğraflarının Eklenmesi
Referans Koordinat Sisteminin Tanımlanması
Kamera Kalibrasyon Parametrelerinin Girilmesi
Hava Fotoğrafları Koordinatları ve Dönüklüklerinin Girilmesi
Hava Fotoğraflarının Yöneltilmesi
Nokta Bulutu Üretimi

Çizelge 2. 10 Verilerin işlenmesi genel iş akışı (devamı)

Yer Kontrol Noktalarının Ölçümü
Yoğun Nokta Bulutu Üretimi
TIN Model Üretimi
Katı Model Üretimi
Doku Giydirmesi Üretimi
Sayısal Yüzey Modeli Üretimi
Ortofoto Üretimi

Bu iş akışında elde edilen hava fotoğrafları sisteme aktarılmaktadır. Çalışma alanlarının bulunduğu referans koordinat sistemi tanımlanmaktadır. Bu aşamadan sonra, kamera kalibrasyon parametreleri sisteme aktarılmaktadır. Hava fotoğraflarının elde edildiği anındaki kamera koordinat ve dönüklüklerini sisteme aktarılmaktadır. Daha sonra, hava fotoğraflarının yönlendirilmesi yapılmaktadır. Hava fotoğraflarındaki ortak pikseller yakalanarak nokta bulutu üretimi gerçekleştirilmektedir. Nokta bulutu üzerinde uçuş öncesi arazi üzerine tesis edilen Yer Kontrol Noktaları ölçülmektedir. Yoğun nokta bulutu üretimi ile 3 boyutlu nokta bulutu verisi elde edilmektedir. Yoğun nokta bulutu verisinden yüzeyin üçgenlemesi yapılarak TIN model üretimi yapılmaktadır. TIN model üzerinden yüzey oluşturularak katı model üretimi gerçekleştirilmektedir. Katı model üzerine hava fotoğrafları giydirilerek doku üretimi gerçekleştirilmektedir. Üretilen yoğun nokta bulutu ile Sayısal Yüzey Modeli üretimi gerçekleştirilmektedir. Sayısal Yüzey Modeli; bina, ağaç, kule ve diğer objelerin yüzeyine ilişkin arazi üzerindeki konumu ve yükseklik bilgisini içeren fotogrametrik veridir [7]. Başka bir ifade ile, yeryüzü topografyasının herhangi bir bölümüne ilişkin konum ve yükseklik bilgisiyle oluşturulmuş, bölgeyi tüm arazi detaylarıyla yansıtan 3 boyutlu sayısal bir modeldir [111]. Hava fotoğraflarının sahip olduğu eğiklik, dönüklük ve diferansiyel alanlarda yükseklik etkileri giderilmiş, ölçeklendirilmiş, dik izdüşüm haline getirilmesi ile oluşan bir harita ile aynı geometrik niteliklerine sahip görüntülere ortofoto denilmektedir [7]. Sayısal Yüzey Modeli ve yoğun nokta bulutu kullanılarak ortofoto üretimi gerçekleştirilmektedir. Büyük Ölçekli Harita Ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği' ne [104] göre Yer Örnekleme Aralığı 1/1000 ölçekli

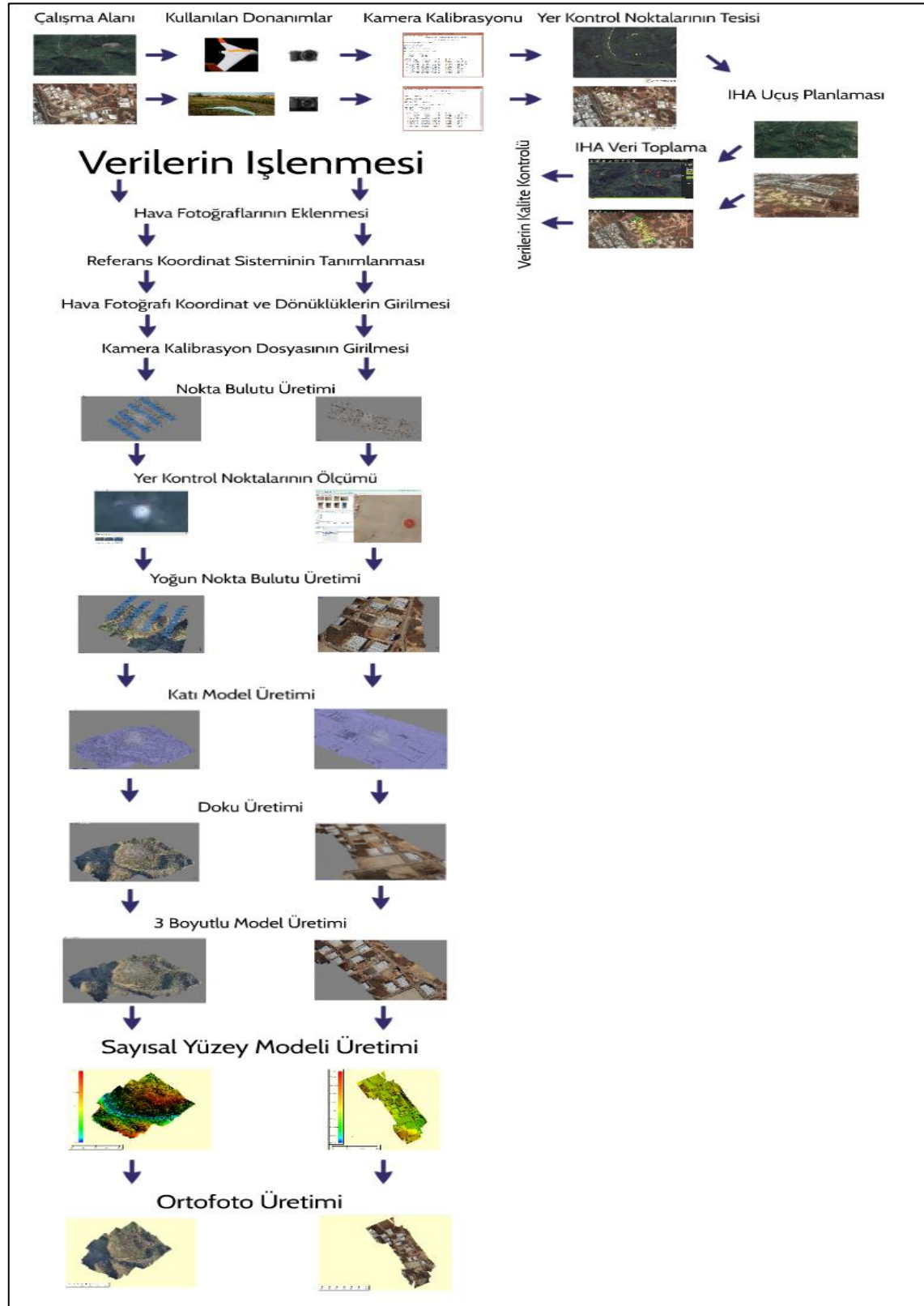
ortofoto haritalar için 10 cm' nin; Sayısal Yüzey Modeli için 10 m' nin altında olması gerekmektedir. Ortofoto ve SYM üretimi ile fotogrametrik veri üretimi iş akışı tamamlanmaktadır.



İHA İLE FOTOGRAMETRİK VERİ ÜRETİMİ

İHA ile fotogrametrik veri üretimi; uygulama öncesi, uygulama sırasında ve uygulama sonrasında yapılan işlemler olmak üzere üç temel aşamadan oluşmaktadır. Uygulamanın genel ayrıntılı iş akışı Şekil 3.1' de gösterilmiştir. Uygulama öncesi yapılan işlemler; çalışma alanının belirlenmesi, kamera kalibrasyonunun yapılması, kullanılacak donanımların temini, Yer Kontrol Noktaları' nın tesisi ve İHA uçuş planının yapılmasıdır. Çalışma alanı fotogrametrik veri üretimi yapılacak alanın sınırlarını kapsayarak belirlenmiştir. Sayısal kamera monte edilmiş sabit kanatlı İHA platformu kullanılan donanım olarak temin edilmiştir. Sayısal kamera kalibrasyonu İHA' ya monte edilmeden önce yapılmıştır. Yer Kontrol Noktaları uçuş operasyonu başlamadan önce her iki çalışma alanında da tesis edilmiştir. İHA uçuş planı proje gereksinimlerine göre hesaplanarak oluşturulmuştur. Uygulama esnasında yapılan işlemler ise İHA veri toplama ve verilerin kalite kontrolü aşamasıdır. İHA ile veri toplama aşamasında hava fotoğrafları, hava fotoğraflarının çekim koordinat ve dönüklükleri elde edilmiştir. Verilerin kalite kontrolü ise uçuş esnasında diz üstü bilgisayar olan Yer Kontrol İstasyonu' nda yapılmıştır. Bu kontrol hava fotoğrafı elde edilmesi gereken noktalarda hava fotoğrafının elde edilip edilmediğini ve GNSS baz istasyonu ile İHA arasındaki iletişimin kesilmemesini içermektedir. Uygulama sonrasında yapılan işlemler ise verilerin işlenmesi ve üretilmesi aşamalarıdır. Verilerin işlenmesi, hava fotoğraflarının programa, sayısal kamera kalibrasyon dosyasının ve hava fotoğrafı koordinat ve dönüklüklerinin programa girilmesi aşamasıdır. Verilerin işlenmesi aşamasının sonucunda verilerin üretimi

gerçekleşmiştir. Nokta bulutu, yoğun nokta bulutu, katı model, doku giydirilmesi, 3 boyutlu kaplama modeli, Sayısal Yüzey Modeli ve ortofoto üretimi yapılmıştır.



Şekil 3. 1 İHA ile fotogrametrik veri üretimi iş akışı

3.1 Çalışma Alanları ve Kullanılan Donanımlar

İHA ile fotogrametrik veri üretimi İstanbul ve Gaziantep ili olmak üzere iki farklı çalışma alanında gerçekleştirilmiştir. Birinci çalışma alanı İstanbul ilinde, gayrimeskun özellikte dağlık bir alanda bulunmaktadır. İkinci çalışma alanı ise Gaziantep ilinde, kentsel alan özelliğinde gelişmekte olan Organize Sanayi Bölgesi'nde bulunmaktadır.

3.1.1 Çalışma Alanı 1

İstanbul ili Şile ilçesi Soğullu köyüne ait bölge, Çalışma alanı 1 olarak tanımlanmıştır. Şekil 3.2' de Çalışma alanı 1 için tanımlanan çalışma sınırı gösterilmiştir.



Şekil 3. 2 Çalışma alanı 1 için tanımlanan çalışma sınırının Google Earth üzerinde gösterimi

Çalışma alanı 1, ormanlık bir bölgede bulunmaktadır. Çalışma alanı 1' de veri toplama platformu olarak sabit kanatlı İHA kullanılmıştır. Bu çalışma alanında kullanılmış olan sabit kanatlı İHA platformu ve İHA platformu üzerine monte edilmiş sayısal kamera Şekil 3.3' te gösterilmiştir. Bu platform üzerine 24 MP tam kare Exmor® CMOS sensörlü NFC SEL2870 F3 20.4451 mm (kalibre edilmiş) odak uzaklıklı, OSS lensli Sony Alpha sayısal kamera monte edilmiştir. Sabit kanatlı İHA ve üzerine monte edilmiş sayısal kameranın teknik özellikleri sırasıyla Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2' de gösterilmiştir.



Şekil 3. 3 Çalışma alanı 1 için kullanılan sabit kanatlı İHA ve İHA' ya monte edilmiş sayısal kamera

Çizelge 3. 1 Çalışma alanı 1 için kullanılan sabit kanatlı İHA' nın teknik özellikleri

Gövde ağırlığı	2 kg
Maksimum ağırlık	6 kg
Ortalama uçuş süresi	3 saat
GPS/IMU sistemi	Var
Motor	400 W elektrikli
Paraşüt desteği	Yok
Otopilot	Var
Menzil	20 km

Çizelge 3. 2 Çalışma alanı 1 için kullanılan sabit kanatlı İHA' ya monte edilmiş sayısal kameranın teknik özellikleri

Çözünürlük	24MP
Tam çerçeve görüntü penceresi	Var
Odak uzaklığı (kalibre edilmiş hali)	20.4451 mm
Piksel büyüklüğü	3.889x3.889 μ m
Cx	< 0.001 mm
Cy	< 0.001 mm

Çizelge 3. 2 Çalışma alanı 1 için kullanılan sabit kanatlı İHA' ya monte edilmiş sayısal kameranın teknik özellikleri (devamı)

K_1	< 0.001
K_2	< 0.01
K_3	< 0.01

Sayısal kameraların fotogrametrik veri üretiminde kullanılması için iç yöneltme elemanlarının belirlendiği kamera kalibrasyonunun yapılması gerekmektedir. Çalışma alanı 1 için kullanılan Sony Alpha marka sayısal kamera İHA' ya monte edilmeden önce kalibrasyonu yapılmıştır. Bu kalibrasyon sonucunda kalibrasyon parametrelerini içeren kalibrasyon raporu oluşturulmuştur. Çalışma alanı 1 için iç yöneltme elemanları olan; 0.003889 mm piksel büyüklüğü, 20.4451 mm odak uzaklığı ve distorsiyon hatalarını gösteren kamera kalibrasyon dosyası Çizelge 3.3' te verilmiştir.

Çizelge 3. 3 Çalışma alanı 1 için kullanılan Sony Alpha sayısal kameranın kamera kalibrasyon parametreleri ve standart sapmaları

Sony Alpha					
Nokta Sayısı	1000				
Görüntü Sayısı	10				
Gör.koor.karesel Ort.Hatası	1.00 (um)				
Sensör Boyutları	Pixel Size (mm)				
H 6000	0.003889				
V 4000	0.003889				
Kamera Değişkenleri	İlk Değer	Top. Dengeleme	Sonuç Değer	İlk Standart Sapma (mm)	Son Standart Sapma (mm)
C	20.4451	0.00000	20.4451	1.0e+003	1.000e-003
XP	0.0000	0.0000	0.0000	1.0e+003	1.000e-003

Çizelge 3. 3 Çalışma alanı 1 için kullanılan Sony Alpha sayısal kameranın kamera kalibrasyon parametreleri ve standart sapmaları (devamı)

Kamera Değişkenleri	İlk Değer	Top. Dengeleme	Sonuç Değer	İlk Standart Sapma (mm)	Son Standart Sapma (mm)
YP	0.0000	0.0000	0.0000	1.0e+003	1.000e-003
K1	-2.36865e-005	0.000e-000	-2.36865e-005	1.0e+003	1.000e-003
K2	-5.99740e-008	0.000e-000	-5.99740e-008	1.0e+003	1.000e-003
K3	-9.65531e-011	0.000e-000	-9.65531e-011	1.0e+003	1.000e-003
P1	-4.82007e-020	0.000e-000	-4.82007e-020	1.0e+003	1.000e-003
P2	5.34143e-019	0.000e-000	5.34143e-019	1.0e+003	1.000e-003
B1	6.50188e-008	0.000e-000	6.50188e-008	1.0e+003	1.000e-003
B2	4.71936e-019	0.000e-000	4.71936e-019	1.0e+003	1.000e-003
Maksimum gözlenen radyal mesafe karşılaştırıldı.					1.000 mm

3.1.2 Çalışma Alanı 2

İkinci çalışma alanı ise, Gaziantep ili, Şehitkamil ilçesinde, Adana-Şanlıurfa otoyolu üzerindeki Gaziantep 5. Organize Sanayi Bölgesi'ne ait 78.3 hektarlık bir bölgededir. Şekil 3.4' te İHA Uçuş Planı için tanımlanan Çalışma alanı 2 için Google Earth görüntüsü verilmiştir. Bu çalışmada gerekli olan ham veriler Piksel Harita tarafında temin edilmiştir. Bu verilerin elde edilmesi aşamasında firmanın kendi yapımı olan sabit kanatlı İHA kullanılmıştır. Ayrıca bu İHA platformunda, 14.2 MP tam kare Exmor APS- C HD CMOS sensörlü 16 mm (kalibre edilmemiş hali) Sony Nex - 5 kamera kullanılmıştır. Şekil 3.5' de Çalışma alanı 2' de kullanılan veri toplama platformu sabit kanatlı İHA ve bu İHA üzerine

monte edilmiş Sony Nex-5 marka sayısal kamera gösterilmiştir. Çizelge 3.4' te İHA' ya ve Çizelge 3.5' te sayısal kameraya ait teknik özelliklerin detayı verilmiştir.



Şekil 3. 4 Çalışma alanı 2 için tanımlanan çalışma sınırının Google Earth üzerinde gösterimi



Şekil 3. 5 Çalışma alanı 2' de veri toplamak için kullanılan sabit kanatlı İHA ve sabit kanatlı İHA' ya monte edilmiş sayısal kamera

Çizelge 3. 4 Çalışma alanı 2' de kullanılan sabit kanatlı İHA' nın teknik özellikleri

Gövde ağırlığı	1.7 kg
Maksimum ağırlık	2.7 kg
Ortalama uçuş süresi	20 dk 50 km/sa, maksimum uçuş süresi 40 dk
GPS/IMU sistemi	Var (IMU yatay sensör isz500, düşey sensör idg500)
Motor	Var 400 watt elektrikli
Paraşüt desteği	Yok
Otopilot	Var
Menzil	20 km

Çizelge 3. 5 Çalışma alanı 2' de sabit kanatlı İHA' ya monte edilmiş sayısal kameranın teknik özellikleri

Çözünürlük	14.2 MP
Tam çerçeve görüntü penceresi	Var
Odak uzaklığı (kalibre edilmiş hali)	16.3644 mm
Piksel büyüklüğü	5.22928µm X 5.22928µm
Cx	0.01 mm
Cy	0.01 mm
K ₁	<0.01
K ₂	<0.01
K ₃	<0.01

Çalışma alanı 2 için kullanılmış olan Sony Nex-5 sayısal kamera İHA' ya monte edilmeden önce kamera kalibrasyonu yapılmıştır. Bu kalibrasyon sonucunda kalibrasyon parametrelerini içeren kalibrasyon raporu oluşturulmuştur. Çalışma alanı 2 için iç yöneltme elemanları olan; 0.00522928 mm piksel büyüklüğü, 16.3644 mm odak uzaklığı ve distorsiyon hatalarını gösteren kamera kalibrasyon dosyası Çizelge 3.6' da verilmiştir.

Çizelge 3. 6 Çalışma alanı 2' de kullanılan Sony Nex-5 sayısal kameranın kamera kalibrasyon parametreleri ve standart sapmaları

Sony Nex 5					
Nokta Sayısı	1000				
Görüntü Sayısı	10				
Gör.koor.karesel Ort.Hatası	1.00 (um)				
Sensör Boyutları	Pixel Size (mm)				
H 4592	0.00522928				
V 3056	0.00522928				
Kamera Değişkenleri	İlk Değer	Top. Dengeleme	Sonuç Değer	İlk Standart Sapma (mm)	Son Standart Sapma (mm)
C	16.3644	0.00000	16.3644	1.0e+003	1.000e-003
XP	-0.2676	0.0000	-0.2676	1.0e+003	1.000e-003
YP	0.0222	0.0000	0.0222	1.0e+003	1.000e-003
K1	2.95507e-004	0.000e-000	2.95507e-004	1.0e+003	1.000e-003
K2	-1.39037e-006	0.000e-000	-1.39037e-006	1.0e+003	1.000e-003
K3	3.94594e-011	0.000e-000	3.94594e-011	1.0e+003	1.000e-003
P1	1.27774e-004	0.000e-000	1.27774e-004	1.0e+003	1.000e-003
P2	6.53556e-007	0.000e-000	6.53556e-007	1.0e+003	1.000e-003

Çizelge 3. 6 Çalışma alanı 2' de kullanılan Sony Nex-5 sayısal kameranın kamera kalibrasyon parametreleri ve standart sapmaları (devamı)

Kamera Değişkenleri	İlk Değer	Top. Dengeleme	Sonuç Değer	İlk Standart Sapma (mm)	Son Standart Sapma (mm)
B1	3.03579e-004	0.000e-000	3.03579e-004	1.0e+003	1.000e-003
B2	1.44668e-004	0.000e-000	1.44668e-004	1.0e+003	1.000e-003
Maksimum gözlenen radyal mesafe karşılaştırıldı.					1.000 mm

3.2 Yer Kontrol Noktalarının Tesisi

Yer Kontrol Noktaları, fotogrametrik harita yapımında uçuştan önce arazide oluşturulan, hava fotoğraflarında görülebilecek şekilde işaretleri yapılan, koordinatları yer ölçme yöntemleri ile elde edilen temel dayanak noktalarıdır. Bu noktalar görüntü koordinat sistemi ve yer koordinat sistemi arasındaki ilişkiyi kurmak amacıyla arazide tesis edilen noktalardır. Son yıllarda kullanılan veri toplama programlarında; yoğun görüntü eşleme algoritması kullanılarak, fotogrametrik ürünlerin doğruluğunu artırmak için YKN kullanılmaktadır. Böylece arazi ve model üzerinde YKN kullanılarak hesaplamalar gerçekleştirilmektedir. Bu amaçla çalışma alanlarında İHA uçuş planı yapılmadan önce YKN' ler tesis edilmiş ve ölçülmüştür.

3.2.1 Çalışma Alanı 1 için YKN

Çalışma alanı 1 için YKN, bu alanının ormanlık olması nedeniyle yapılabilecek en uygun şekilde tesis edilmiştir. Bu ormanlık alan içerisinde tesis edilen noktalar, her fotoğrafta düzgün bir şekilde görülebilmesi ve ölçülebilmesi esasına dayanarak tesis edilmiştir. Verilerin işlenmesi için gerekli olan 3 adet YKN, TUSAGA- Aktif ağına bağlanılarak GRS 1980 elipsoid datumunda, 3 derecelik (TUREF) Türkiye Ulusal Referans Sistemi' nde, 30. dilimde, epok 2005' te projeksiyonlanmış (ITRF96 evrensel olarak EPSG:5254) 3 boyutlu koordinatları GNSS sensörü ile ölçülmüştür. Ölçülmüş olan noktaların koordinatları ve standart sapmaları Çizelge 3.7' de gösterilmektedir. Şekil 3.6' da ise Çalışma alanı 1' in

sınırı ve YKN Google Earth üzerinde gösterilmiştir. Çalışma alanı 1' de arazide 3 adetten fazla YKN ölçülmüştür fakat, çalışma alanının ormanlık bir alan olması ve her hava fotoğrafında YKN' lerin görülebilir durumda olmamasından dolayı sadece 3 adet YKN kullanılmak zorunda kalınmıştır.



Şekil 3. 6 Çalışma alanı 1 için Yer Kontrol Noktalarının model bazında tesisinin ve çalışma alanı sınırlarının Google Earth programında gösterimi

Çizelge 3. 7 Çalışma alanı 1' de TUREF projeksiyon sisteminde GRS 1980 datumunda YKN' lerin koordinatları ve standart sapmaları gösterimi

Nokta Numarası	Y (m) $\pm$ 6 (m) (Sağa)	X m $\pm$ 6 (m) (Yukarı)	H (m) $\pm$ 6 (m) (Ortometrik)
P. 19	487822.92500 $\pm$ 0.0022	4548107.31717 $\pm$ 0.0015	78.1010 $\pm$ 0.0020
P. 21	487400.97493 $\pm$ 0.0041	4547684.77193 $\pm$ 0.0088	40.0025 $\pm$ 0.0032
P. 23	487949.52817 $\pm$ 0.0068	4547758.67433 $\pm$ 0.0091	83.3575 $\pm$ 0.0068

3.2.2 Çalışma Alanı 2 için YKN

Çalışma alanı 2' de Yer Kontrol Noktaları mümkün olduğunca projenin dış köşelerine doğru homojen bir şekilde tesis edilmiştir. Arazi düze yakın topografik özelliğe sahip kabul edilebilmektedir. Çalışma alanı 2' de 4 adet YKN, İHA uçuş planından önce tesis

edilmiştir (Şekil 3.7). Verilerin işlenmesi için gerekli olan 4 adet YKN, TUSAGA Aktif ağına bağlanılarak GRS 1980 elipsoid datumunda 3 derecelik Türkiye Ulusal Referans Sistemi'nde, 36. dilimde, epok 2005' te projeksiyonlanmış (ITRF96 evrensel olarak EPSG:5256) 3 boyutlu koordinatları GNSS sensörü ile ölçülmüştür. YKN koordinatları ve standart sapmaları Çizelge 3.8' de gösterilmiştir. Ölçülmüş olan noktaların koordinatlarının standart sapmaları bu noktaların YKN olarak kullanılabilir olduğunu göstermektedir.



Şekil 3. 7 Çalışma alanı 2 için Yer Kontrol Noktalarının model bazında tesisinin ve çalışma alanı sınırlarının Google Earth programında gösterimi

Çizelge 3. 8 Çalışma alanı 2' de TUREF projeksiyon sisteminde GRS 1980 datumunda YKN' lerin koordinatları ve standart sapmaları gösterimi

Nokta Numarası	Y (m) $\pm$ 6 (m) (Sağa)	X m $\pm$ 6 (m) (Yukarı)	H (m) $\pm$ 6 (m) (Ortometrik)
P. 2	618095.9714 $\pm$ 0.0151	4118124.3334 $\pm$ 0.0133	921.4509 $\pm$ 0.0231
P. 7	617654.4426 $\pm$ 0.0034	4118724.8833 $\pm$ 0.0042	927.3711 $\pm$ 0.0049
P. 13	617648.7531 $\pm$ 0.0054	4118463.7513 $\pm$ 0.0058	927.6308 $\pm$ 0.0081
P. 18	617973.1321 $\pm$ 0.0098	4117950.6015 $\pm$ 0.0087	924.8506 $\pm$ 0.0102

3.3 İHA Uçuş Planlaması

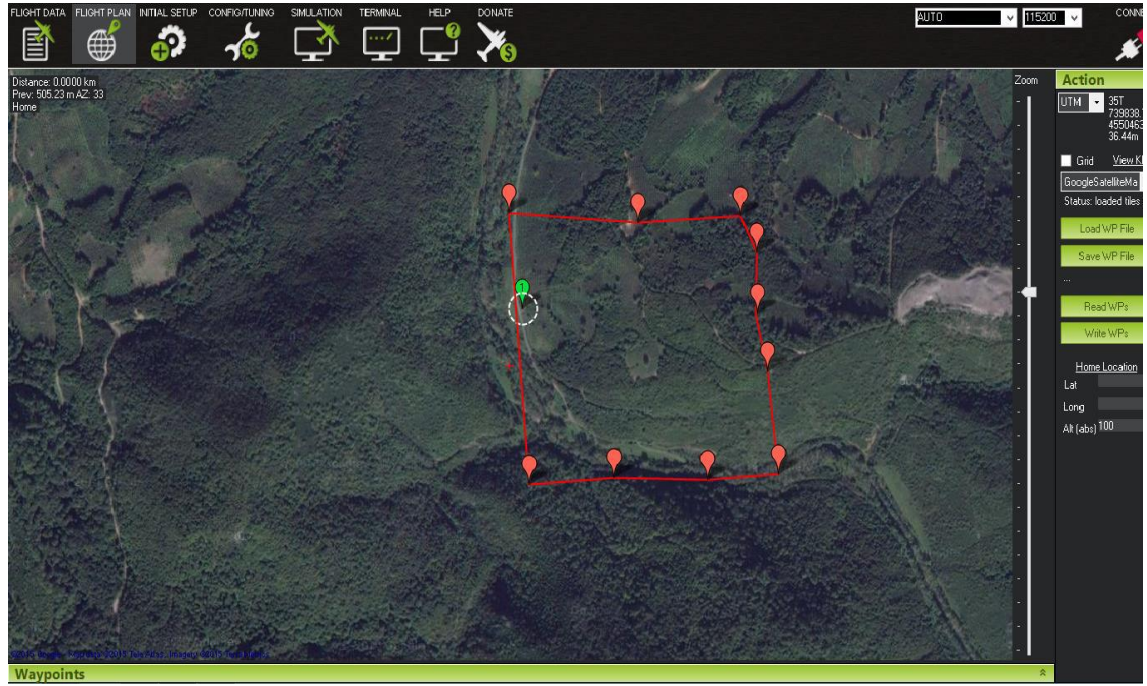
Fotogrametrik verilerin üretimi ve doğrudan sensör yöneltmesi için görüntü alımı öncesinde uçuş planlaması yapılması gerekmektedir [4]. İHA uçuş planı çalışma alanı belirlendikten ve kamera kalibrasyonu yapıldıktan sonra proje gereksinimlerine göre parametrelere bağlı hesaplanarak yapılmıştır.

Uçuş planı çalışma alanlarının tanımlanması ile tüm hava fotoğraf elde edilmesi gereken noktalardan geçecek şekilde hazırlanmıştır. Hava fotoğrafı elde edilme noktalarından geçerken bindirme oranları ile oluşturulmuş bloklar üzerinde uçuş gerçekleştirilmiştir. İHA uçuş planı ilgili çalışma alanlarını kapsamaktadır. YKN' lerin tesis edilmesinden sonra otonom olarak gerçekleşen İHA uçuş planı tanımlanan proje alanına bağlı olarak tasarlanmıştır. Çalışma alanı 1 için proje parametresi olarak enine %60 ve boyuna %30 bindirme oranları kullanılmıştır. 327 metre uçuş yüksekliğinde uçuş gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı 1' de hesaplanmış olunan baz uzunluğu 60 metredir. Kolonlar arası mesafe ise 200 metredir. Şekil 3.8' de tanımlanan proje alanı, İHA uçuş planı bindirmeleri, bloklar ve İHA uçuş planı sınırları uçuş planına altlık teşkil eden Google Earth programında gösterilmiştir.



Şekil 3. 8 Çalışma alanı 1 için tanımlanmış proje alanı ve İHA uçuş planının Google Earth programında gösterimi

İHA uçuş planı tanımlandıktan sonra açık kaynak kodlu İHA uçuş kontrol programı olan “Mission Planner” programından uçuşun takibi yapılmıştır. Uygulamada kullanılan kontrol arayüz programı, GPS/IMU sisteme bağlanabilen aynı zamanda İHA platformuna ait uçuş bilgileri ve görev bilgilerini hava fotoğrafı çekim koordinat ve dönüklükleri kayıt edebilecek niteliktedir. Şekil 3.9' da açık kaynak kodlu olan “Mission Planner” uçuş kontrol programına ait Çalışma alanı 1' in görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3. 9 Çalışma alanı 1 için tanımlanmış proje alanı ve İHA uçuş planının uçuş kontrol Mission Planner programında gösterimi

Bir diğer çalışma alanı olan Çalışma alanı 2 için ise enine %80 ve boyuna %70 bindirme oranları kullanılmıştır. Proje parametresi olan uçuş yüksekliği ise 122 metredir. Uçuş planına altlık teşkil eden Google Earth kullanılarak hazırlanmış uçuş planı uçuş kontrol paket programına yüklenmiştir (Şekil 3.10). Şekil 3.11' de açık kaynak kodlu olan “Mission Planner” uçuş kontrol programına ait Çalışma alanı 2' nin görüntüsü verilmiştir.



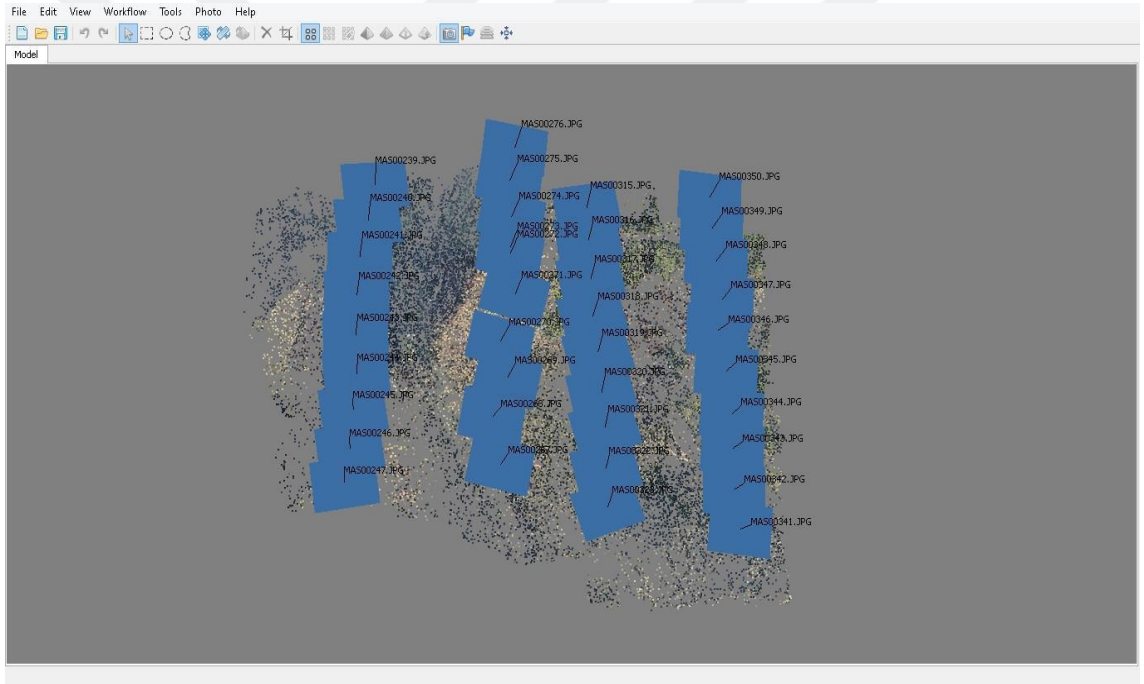
Şekil 3. 10 Çalışma alanı 2 için tanımlanmış proje alanı ve İHA uçuş planının Google Earth programında gösterimi



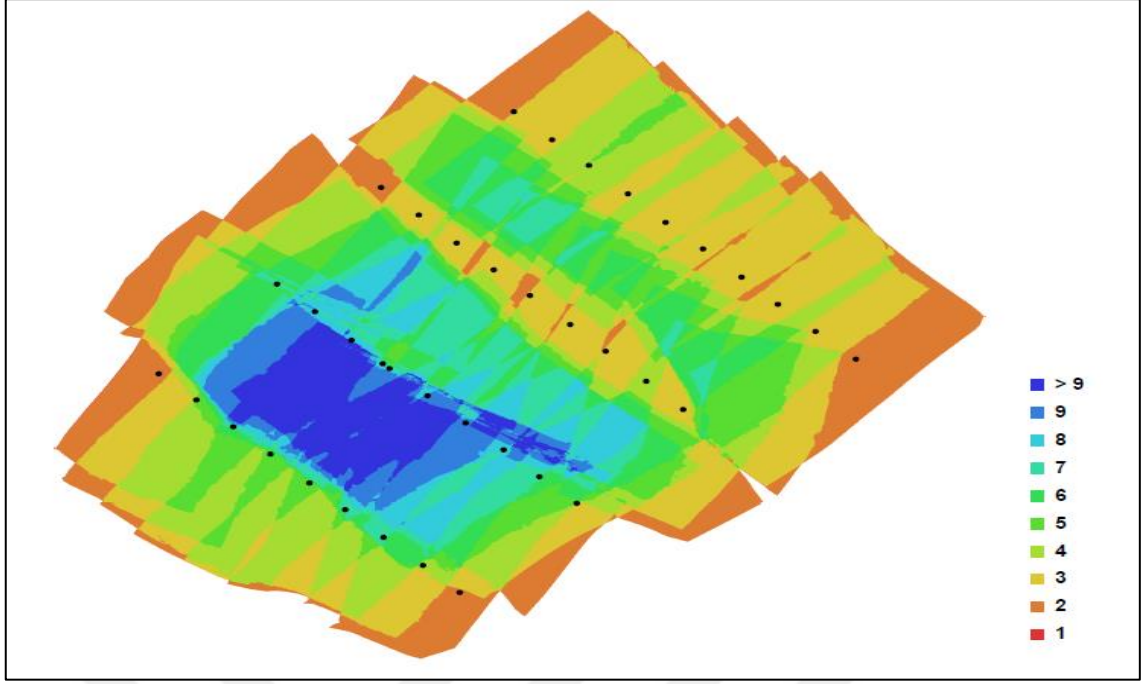
Şekil 3. 11 Çalışma alanı 2 için tanımlanmış proje alanı ve İHA uçuş planının uçuş kontrol Mission Planner programında gösterimi

3.4 İHA Veri Toplama

İHA Veri Toplama aşamasında her iki çalışma alanında da otonom uçuş bir önceki adımda belirtilen ön hazırlık işlemleri tamamlandıktan sonra gerçekleştirilmiştir. Uçuş yapılırken yer kontrol istasyonu olan diz üstü bilgisayarda uçuşun takibi gerçekleştirilmiştir. Otonom uçuş sırasında fotoğraf orta noktalarının koordinatları ve fotoğraf dönüklükleri kaydedilmiştir. Ek-A' da Çalışma alanı 1 için fotoğraf orta noktaları koordinatları ve dönüklükleri gösterilmiştir. Çalışma alanı 1' de 38 adet hava fotoğrafı 20 dakika gibi bir sürede elde edilmiştir. Çalışma alanı 1' in kapladığı alan yaklaşık olarak 60 hektardır (Şekil 3.12). Çalışma alanı 1' den elde edilmiş olunan hava fotoğraflarının birbirleri ile kesişme sayıları bilgisi ise Şekil 3.13' de gösterilmiştir. Çalışma alanı 1 için gerçekleşen uçuş parametreleri Çizelge 3.9' da gösterilmiştir.



Şekil 3. 12 Çalışma alanı 1 için projede kullanılan 38 adet hava fotoğrafı ve kapladıkları alanların gösterimi



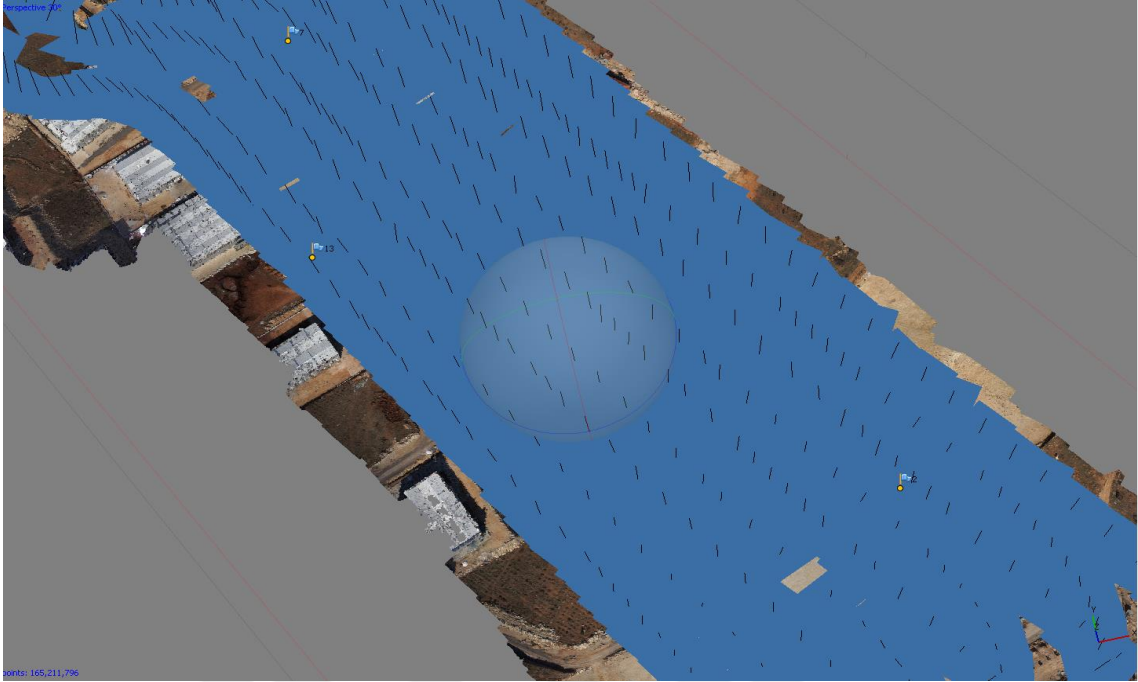
Şekil 3. 13 Çalışma alanı 1 için İHA uçuş operasyonu sonrası kamera konumları ve hava fotoğraflarının birbiri ile kesişme sayıları gösterimi

Çizelge 3. 9 Çalışma alanı 1 için gerçekleşen uçuş parametreleri

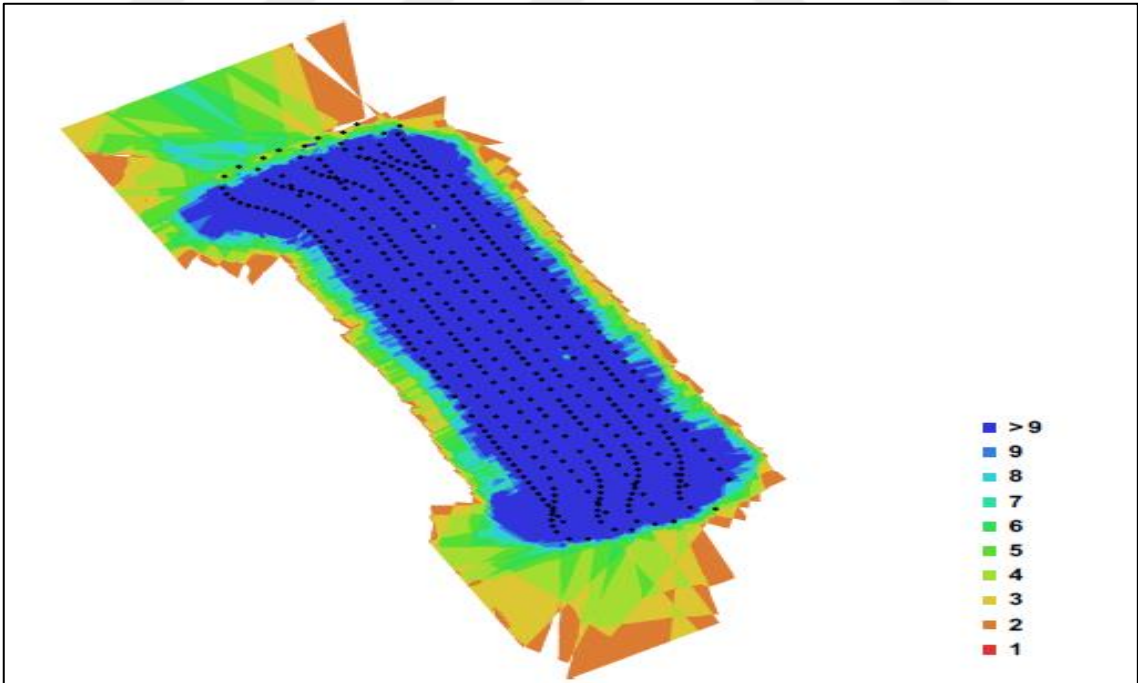
Sensör Boyutu	23.334 mm X 15.556 mm
Odak Uzaklığı	20.4451 mm
Yer Örnekleme Aralığı	5.79 cm
Uçuş Yüksekliği	327 m
Enine Bindirme	% 60
Boyuna Bindirme	% 30
Baz Uzunluğu	60 m
Kolonlar Arası Uzunluk	200 m

Çalışma alanı 2 için ise toplam 435 adet hava fotoğrafı çekilmiş olup uçuş süresi 32 dakikadır. Proje alanı 78.3 hektardır (Şekil 3.14). Ayrıca 435 adet elde edilmiş olan hava fotoğrafının, fotoğraf orta noktası koordinatları ve fotoğraf dönüklükleri Ek-B' de gösterilmiştir. Otonom uçuş gerçekleştirilmeden proje parametresi olarak belirlenmiş olan enine %80, boyuna %70 bindirme oranları ile hava fotoğraflarının birbirleri ile

kesişme sayıları ise Şekil 3.15' te gösterilmiştir. Çalışma alanı 2 için gerçekleşen uçuş parametreleri Çizelge 3.10' da gösterilmiştir.



Şekil 3. 14 Çalışma alanı 2 için projede kullanılan 435 adet hava fotoğrafı ve kapladıkları alanların gösterimi



Şekil 3. 15 Çalışma alanı 2 için İHA uçuş operasyonu sonrası kamera konumları ve hava fotoğraflarının birbiri ile kesişme sayıları gösterimi

Çizelge 3. 10 Çalışma alanı 2 için gerçekleşen uçuş parametreleri

Sensör Boyutu	24.013 mm X 15.981 mm
Odak Uzaklığı	16.3644 mm
Yer Örnekleme Aralığı	3.53 cm
Uçuş Yüksekliği	122 m
Enine Bindirme	% 80
Boyuna Bindirme	% 70
Baz Uzunluğu	17 m
Kolonlar Arası Uzunluk	31 m

3.5 Verilerin Kalite Kontrolü

İHA platformaları için her iki çalışma alanında da verilerin kalite kontrolünü yapmak önemli bir adımdır. Özellikle verilerin gerçek zamanlı kalite kontrolü projenin veri işlenmesi sonucunda doğruluğu yüksek veri üretimi elde edilebilmek için yapılmıştır (Eisenbeiss H., 2009). İHA ile veri toplama Çalışma alanı 1 için 20 dakika ve Çalışma alanı 2 için 32 dakika olmak üzere kısa sürelerde gerçekleşmiştir. Verilerin gerçek zamanlı kalite kontrolü uçuş yapılırken Yer Kontrol İstasyonu olan diz üstü bilgisayarda yapılmıştır. Bu çalışmalarda istenilen koordinatlarda tüm hava fotoğrafları elde edilmiştir. Elde edilen hava fotoğrafı koordinat ve dönüklüklerinin standart sapmaları ($6 = \pm 5$ cm) ve tesis edilmiş olunan Yer Kontrol Noktaları' nın koordinat ve standart sapmaları ($6 = \pm 2$ cm) kabul edilebilir aralıkta bulunmaktadır.

3.6 Verilerin İşlenmesi

Verilerin kalite ve kontrolü tamamlandıktan sonra, fotogrametrik veri üretimi için verilerin işlenilmesi aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada sırayla; hava fotoğraflarının eklenmesi, referans koordinat sisteminin tanımlanması, hava fotoğraflarının koordinat ve dönüklüklerinin eklenmesi, kamera kalibrasyon parametrelerinin eklenmesi, hava fotoğraflarının yönlendirilmesi ve nokta bulutu üretimi, yer kontrol noktalarının ölçümü,

yoğun nokta bulutu üretimi, katı model üretimi, doku üretimi, 3 boyutlu kaplama model üretimi, Sayısal Yüzey Modeli üretimi yapılmıştır.

3.6.1 Hava Fotoğraflarının Sisteme Aktarılması

İHA ile elde edilen hava fotoğraflarının işlenmesi, ilgili hava fotoğraflarının iş istasyonunda programa yüklenilmesi ile başlanılmıştır. Bir sonraki adımda ise, bina, yol, elektrik direği gibi objelerin matematiksel hesaplanabilmesi ve ölçülmesi için, 3 derecelik TUREF referans koordinat sistemi olarak tanımlanmıştır.

3.6.2 Referans Koordinat Sisteminin Tanımlanması

Koordinat sisteminin tanımlanması veri işlemedeki bir diğer önemli adımdan birisidir. Bu aşamada, her bir görüntüdeki koordinat ve dönüklük değerleri ile fotoğraflar 3 boyutlu koordinat sistemine oturtulur. Çalışma alanı 1 için GRS 1980 datumunda, 3 derecelik Türkiye Ulusal Referans Sistemi'nde 30. dilimde (ITRF 96 evrensel olarak EPSG: 5254) tanımlanmıştır. Çalışma alanı 2' de ise GRS 1980 datumunda, 3 derecelik Türkiye Ulusal Referans Sistemi'nde 36. dilimde (ITRF 96 evrensel olarak EPSG: 5256) tanımlanmıştır.

3.6.3 Hava Fotoğraflarının Koordinatlandırılması

Koordinat sisteminin tanımlanmasından sonra hava fotoğraflarının koordinatlandırılma işlemine geçilmiştir. Bu aşamada roll, pitch ve yaw fotoğraf dönüklük bilgileri programa aktarılmıştır. İHA ile Veri Toplama bölümünde elde edilen bu veriler sisteme aktararak, hava fotoğrafları arazi koordinatına sahip hale dönüştürülmüştür. Çalışma alanı 1 için EK - A' da; Çalışma alanı 2 için EK - B' de hava fotoğrafı koordinat ve dönüklük bilgileri gösterilmiştir.

3.6.4 Kamera Kalibrasyon Parametrelerinin Sisteme Aktarılması

Bu aşamada, her bir çalışma alanı için uygulamalarda kullanılan sayısal kameranın iç yöneltme elemanları, kamera kalibrasyon bilgileri ve distorsiyon hataları iç yöneltme işleminin yapılması için sisteme yüklenmiştir. Kullanılan kamera kalibrasyon dosya bilgileri 3.1.1 bölümünde sırasıyla Çalışma alanı 1 ve Çalışma alanı 2 için Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.5' te gösterilmiştir.

3.6.5 Hava Fotoğraflarının Yöneltilmesi ve Nokta Bulutu Üretimi

Hava fotoğraflarının yöneltilmesi ile her bir görüntüdeki koordinat ve dönüklük değerleri ile fotoğrafları 3 boyutlu uzay koordinat sistemine yerleştirilmiştir. Sisteme aktarılan kamera kalibrasyon dosyası, hava fotoğrafları ve hava fotoğrafları koordinat ve dönüklük açılarını içeren exif dosyası ile hava fotoğraflarının karşılıklı yöneltilme işlemi yapılmıştır. Bu işlemde hava fotoğraflarındaki ortak pikseller bulunarak yoğun görüntü eşleme yöntemini kullanılmıştır. Yoğun görüntü eşleme yönteminde her fotoğraftaki ortak pikseller, kendisine komşu hava fotoğrafları ile eşlenmektedir. Böylece, her iki çalışma alanında da nokta bulutu verisi üretilmiştir.

Son yıllarda bir çok farklı yazılımda nokta üretimi yapılması, nokta üretiminde sunulan alternatif yöntemler ve bu yöntemlerin doğruluğu hakkında farklı sonuçlar ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu nedenle nokta bulutu üretiminde sunulan alternatiflerin analiz edilmesi ve sonuç ürünlere etkisi önem arz etmektedir. Bu çalışmada da nokta bulutu üretimi ve hava fotoğraflarının yöneltilmesi için yüksek ve düşük doğruluk analizleri yapılarak sonuçlar irdelenmiştir. Bu analizler sadece Çalışma alanı 1' de uygulanmıştır. Doğruluğu ve görsel kalitesi yüksek fotogrametrik veri üretilen aşamalar Çalışma alanı 2' de de uygulanmıştır.

3.6.5.1 Nokta Bulutu Üretim Analizi

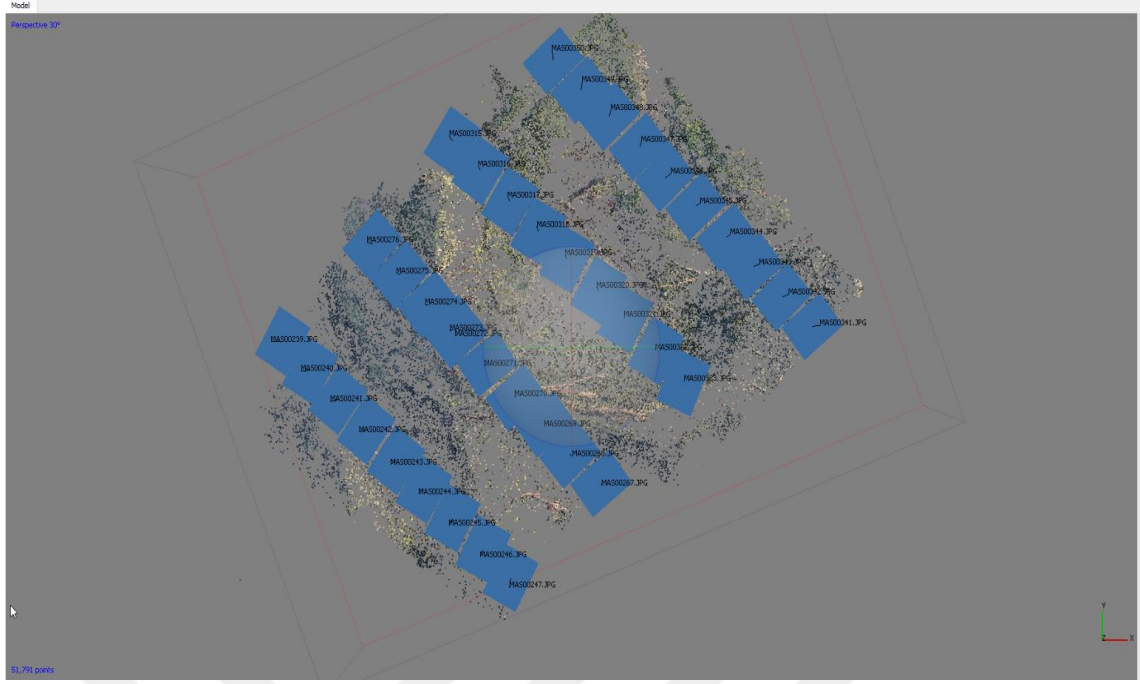
Nokta bulutu üretimi için yoğun görüntü eşleme yöntemi kullanılmıştır. Yoğun görüntü eşleme yöntemi; farklı ölçekte ve yönelimde farklı açılardan elde edilmiş olunan hava fotoğrafı üzerindeki objelerin bölgesel olarak çıkarılmasında kullanılan SIFT algoritmasını kullanmaktadır [112]. SIFT algoritması iki hava fotoğrafı arasında piksel bazında eşlemeyi sağlayan bir yöntemdir. Bu yöntemde, 4 temel iş akışı vardır.

- Ölçek uzayında anahtar nokta tespiti: Yöntemin ilk aşamasında algoritma her ölçekte görüntü yöneltilmeleri üzerinde arama yapmaktadır. Ölçek ve yönelimde değişmeyen özellikli nokta olabilme potansiyeline sahip noktaları Gauss fonksiyonunun farkını kullanarak belirlemektedir.

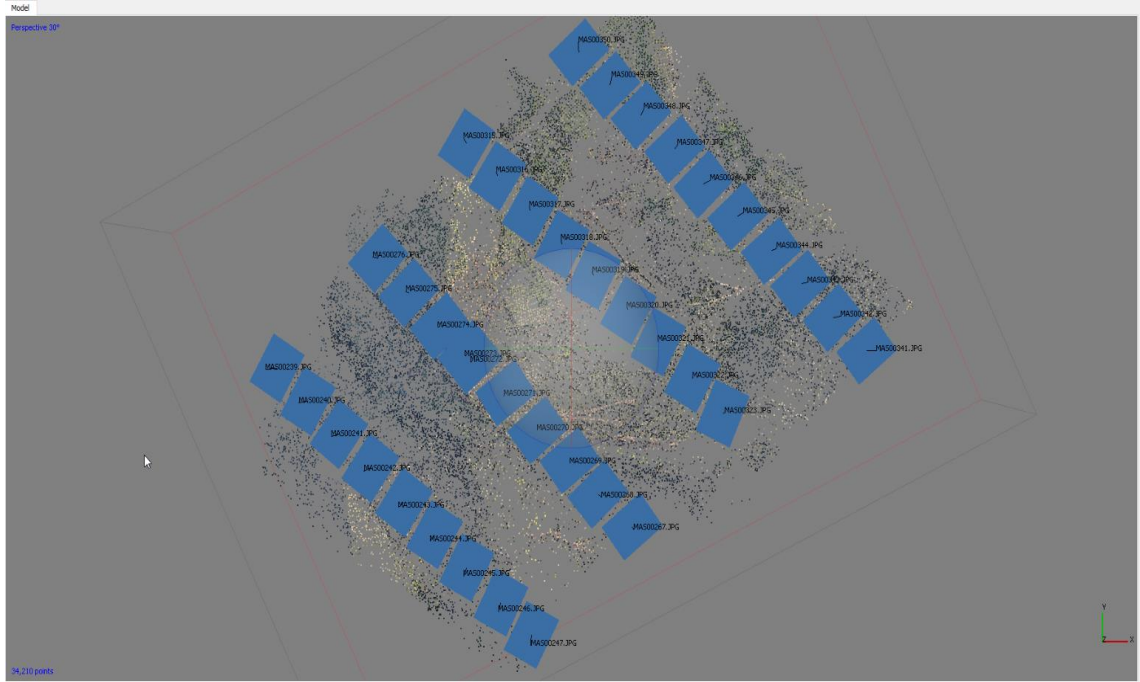
- Anahtar nokta konumu: Her bir aday konumda konum ve ölçeği belirlemek için ayrıntılı bir model uygundur. Anahtar noktalar, kararlılık ölçütlerine dayanarak seçilmektedir.
- Yönelimin belirlenmesi: Yerel görüntü gradyan yönlerine dayalı olarak her bir tuş noktası konumuna bir veya daha fazla yönlendirme atanır. Gelecekteki tüm işlemler gerçekleştirilir
- Anahtar nokta tanımlayıcı: Tüm anahtar noktası çevresindeki bölgede yerel görüntü gradyanları seçilen ölçekte ölçülür. Bunlar, şeklin bozulması ve aydınlanmasında önemli oranlarda değişiklik yapılmasına izin verir [112], [113].

SIFT algoritması ile her iki hava fotoğrafında da ortak olan anahtar noktalar belirlenip eşlenmektedir. Bu algoritma piksel bazında her hava fotoğrafı çiftini eşlemek için kullanılmaktadır [112]. SIFT algoritması ile anahtar noktalar olan nokta bulutu verisi her iki çalışma alanında da üretilmiştir.

Nokta bulutu verisi üretilirken programın sunmuş olduğu yüksek, orta ve düşük seviyedeki doğruluklar seçilerek test edilmiştir. Analiz sonucunda yüksek doğruluklu nokta bulutu verisinin nokta sayısı daha fazla olduğu saptanmıştır. Bu nokta sayısına bağlı olarak ileride üretilecek olunan 3 boyutlu yoğun nokta bulutu verisinin kalitesi, sayısı ve doğruluğu da artmaktadır. Çalışma alanı 1 için Şekil 3.16' te yüksek ve Şekil 3.17' de düşük doğrulukta üretilmiş olunan nokta bulutu verisi gösterilmiştir. Yüksek doğrulukta 51791 adet, orta doğrulukta 39688 adet, düşük doğrulukta ise 34210 adet anahtar noktaya sahip nokta bulutu verisi üretilmiştir.



Şekil 3. 16 Çalışma alanı 1' de yüksek doğrulukta üretilmiş olunan nokta bulutu verisi



Şekil 3. 17 Çalışma alanı 1' de düşük doğrulukta üretilmiş olunan nokta bulutu verisi

3.6.6 Yer Kontrol Noktalarının Ölçümü

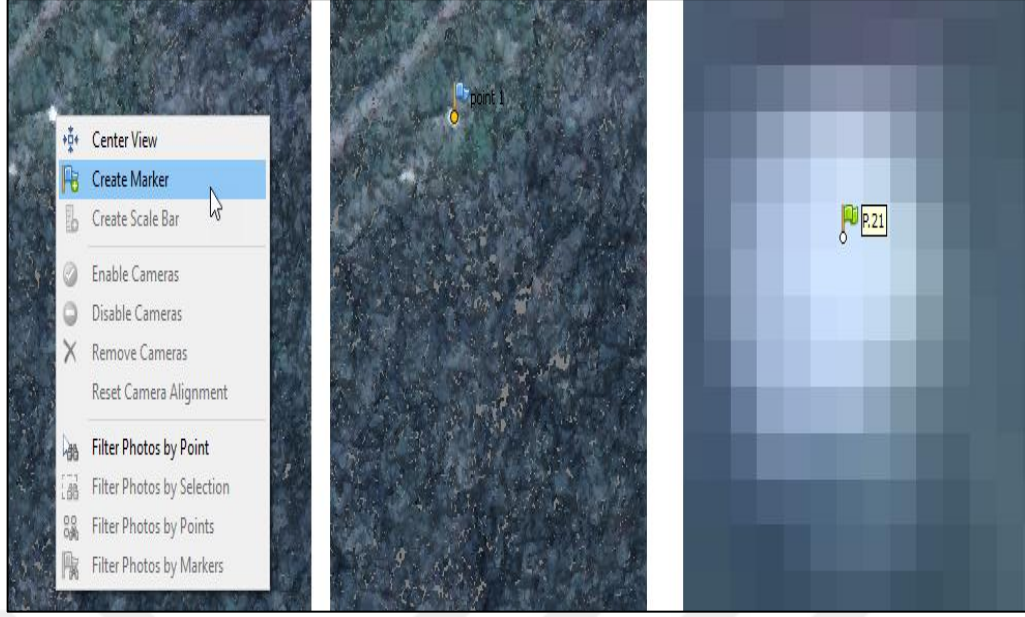
Nokta bulutu üretiminden sonra YKN' lerin ölçme işlemi, YKN' lerin bulunduğu hava fotoğrafları filtrelenerek yapılmıştır. YKN' ler ölçümünde Toplam Karesel Ortalama Hatası Çalışma alanı 1' de 0.368 piksel, Çalışma alanı 2' de 0.499 piksel olarak elde edilmiştir. Çizelge 3.11 'de Çalışma alanı 1 için, YKN' lerin ölçümü için Toplam Karesel Ortalaması ve her bir YKN' nin 6, 3, 3 hava fotoğrafında tekrar ölçüldüğü bilgisi projeksiyon kolonunda gösterilmiştir. Çizelge 3.12 'de ise Çalışma alanı 2 için, YKN' lerin ölçümü için Toplam Karesel Ortalama Hatası ve her bir YKN' nin 30,18,11,20 hava fotoğrafında tekrar ölçüldüğü bilgisi projeksiyon kolonunda gösterilmiştir. Şekil 3.18 ve Şekil 3.19' da Çalışma alanı 1 için P. 21 numaralı YKN' nin program üzerinde ölçümü gösterilmiştir. Şekil 3.20 ve Şekil 3.21' de Çalışma alanı 2 için P.13 numaralı YKN' nin program üzerinde ölçümü gösterilmiştir.

Çizelge 3. 11 Çalışma alanı 1 için Yer Kontrol Noktaları ölçümü Karesel Ortalama Hatası

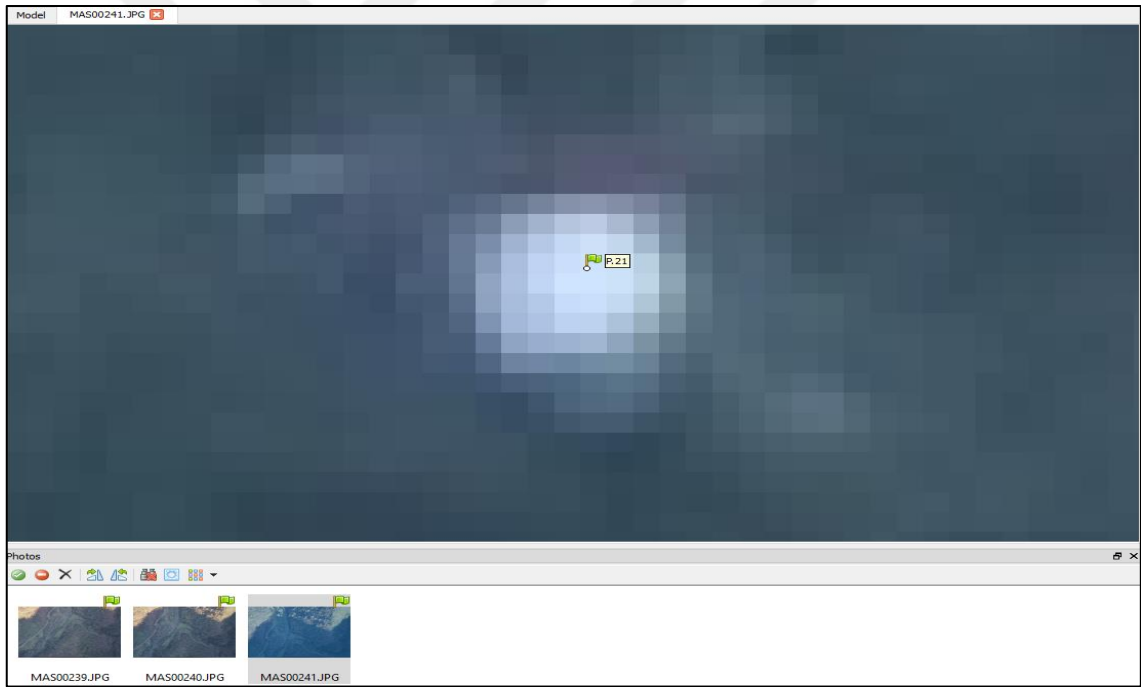
YKN Numarası	XY Hatası (m)	Z Hatası (m)	Hata (m)	Projeksiyon Sayısı	Hata (piksel)
P. 19	0.276928	-0.0359898	0.279257	6	0.428
P. 23	0.236368	0.0304579	0.238322	3	0.282
P. 21	0.305646	-0.0702599	0.313618	3	0.311
Toplam	0.274456	0.0488515	0.27877		0.368

Çizelge 3. 12 Çalışma alanı 2 için Yer Kontrol Noktaları ölçümü Karesel Ortalama Hatası

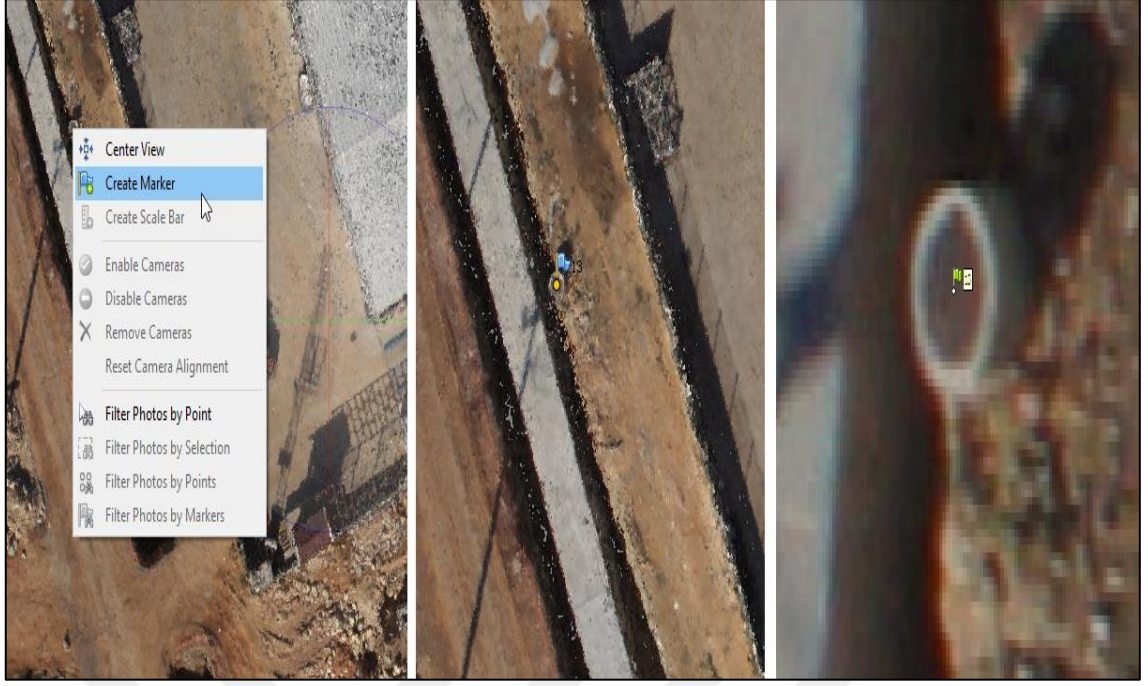
YKN Numarası	XY Hatası (m)	Z Hatası (m)	Hata (m)	Projeksiyon Sayısı	Hata (piksel)
P. 7	0.0104344	-0.00155561	0.0105497	30	0.420
P. 2	0.00838816	0.00136355	0.00849826	18	0.593
P. 13	0.0174304	0.00235906	0.0175893	11	0.467
P. 18	0.0115996	-0.00170866	0.0117248	20	0.531
Toplam	0.0124259	0.00178633	0.0125536		0.499



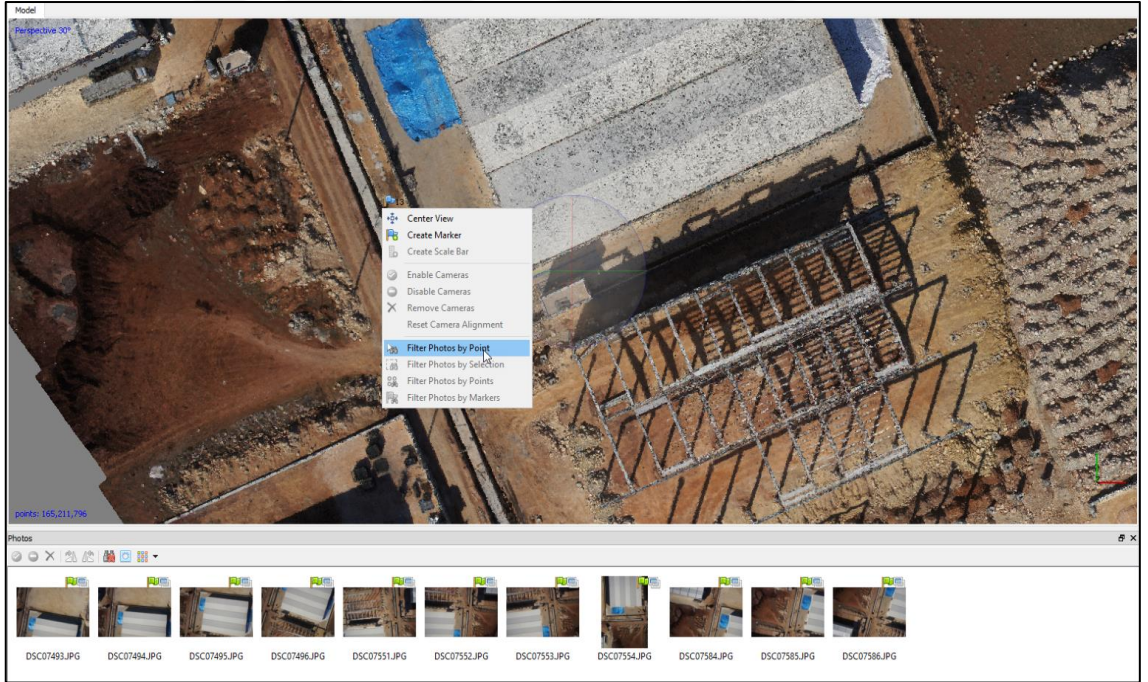
Şekil 3. 18 Çalışma alanı 1' de P. 21 numaralı YKN' nin program üzerinde ölçümü



Şekil 3. 19 Çalışma alanı 1' de P. 21 numaralı YKN' nin program üzerinde ölçümü



Şekil 3. 20 Çalışma alanı 2' de P.13 numaralı YKN' nin program üzerinde ölçümü

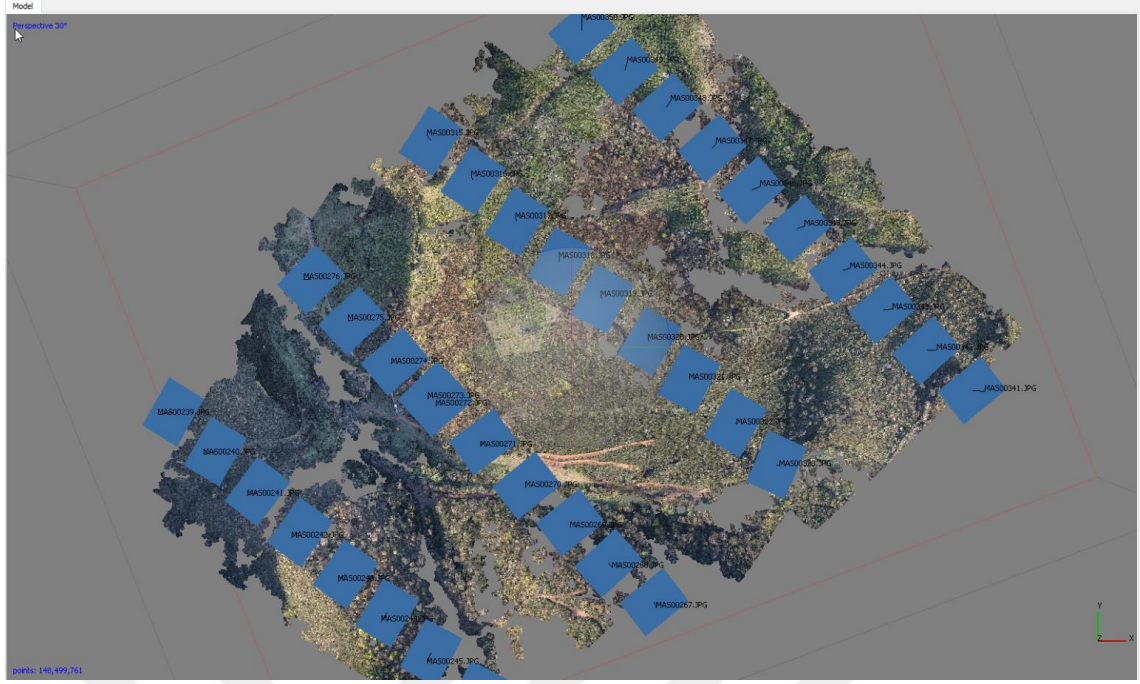


Şekil 3. 21 Çalışma alanı 2' de P.13 numaralı YKN' nin program üzerinde ölçümü

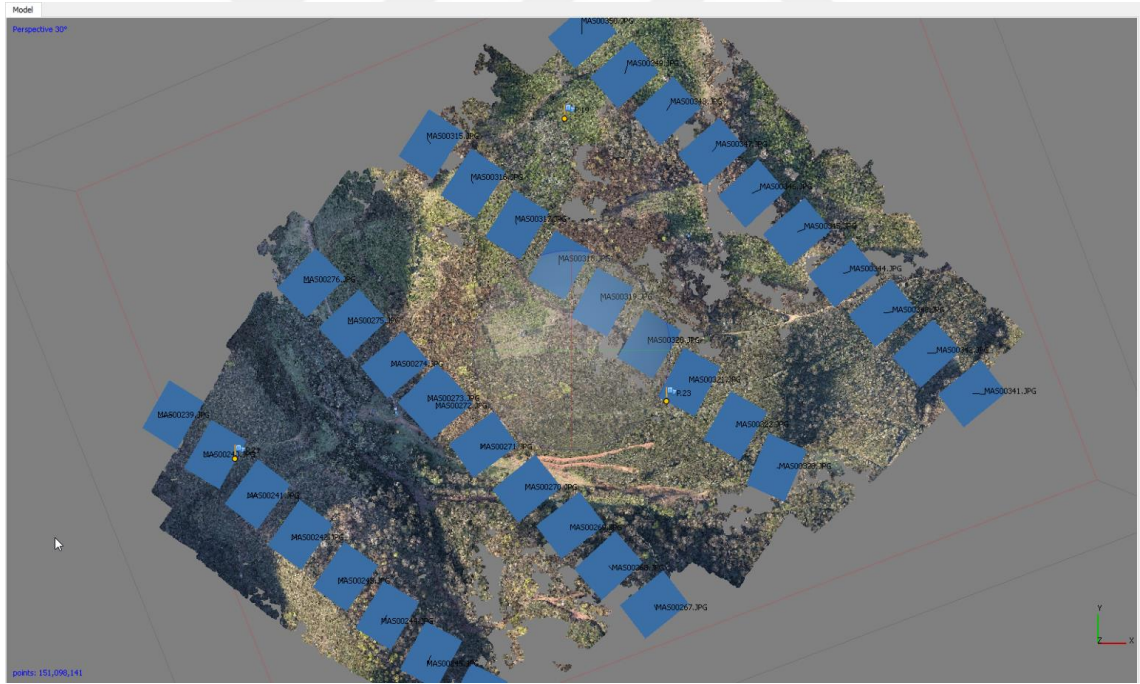
3.6.7 Yoğun Nokta Bulutu Üretimi ve Analizi

Üç boyutlu yoğun nokta bulutu verisi, tanımlanmış olunan referans koordinat sisteminde arazinin üzerindeki tüm objelerin tüm noktalarının koordinat ve hava fotoğrafından alınan gir değer atanmasıyla oluşturulmuş .las veri formatındaki fotogrametrik üründür.

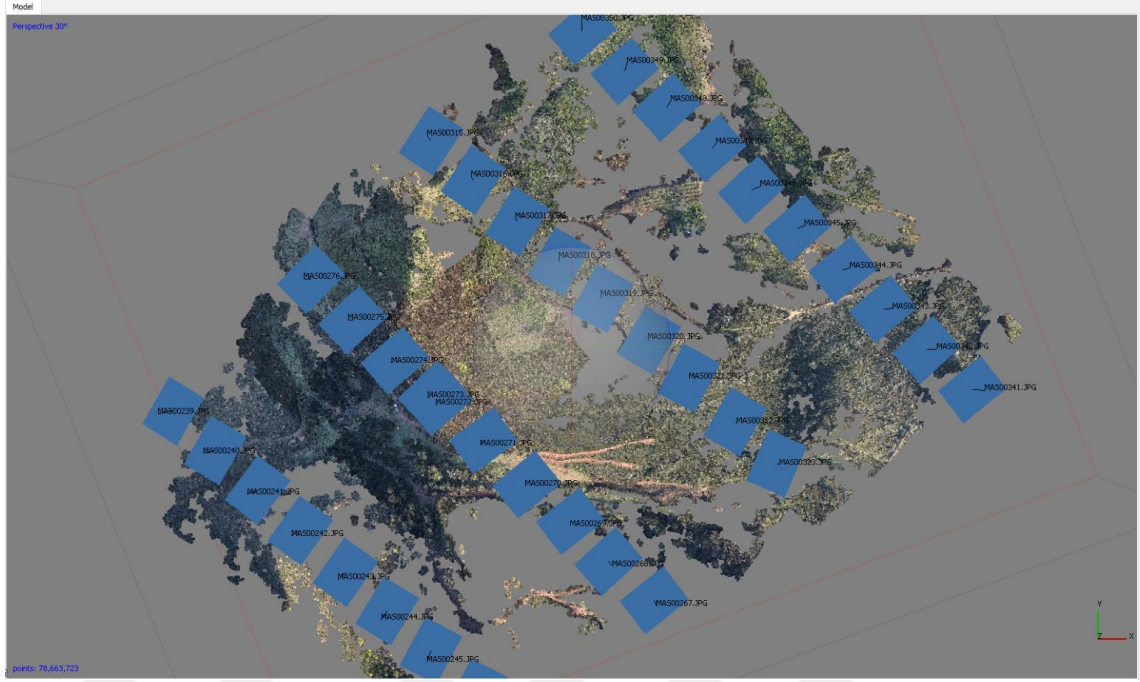
YKN' lerin programda ölçülmesini takiben 3 boyutlu yoğun nokta bulutu verisi üretimi otomatik olarak yapılmıştır. Üç boyutlu yoğun nokta bulutu üretimi, hava fotoğraflarının yöneltilmesi aşamasında üretilmiş olunan nokta bulutu verisine yoğun görüntü eşleme algoritmaları uygulanarak oluşturulmuştur. Bu algoritmalar temelde (patch based multi stereo view) obje tabanlı çoklu model görünümü yöntemine dayalı yoğun nokta bulutu verisi üretmektedir [114]. Nokta bulutu üretimi analizi aşamasında üretilmiş olunan anahtar noktalara yoğun görüntü eşleme algoritmaları uygulanarak aralarının doldurulması esasında yoğun nokta bulutu verisi üretilmiştir. Uygulamada üretilmiş olunan yoğun nokta bulutu verileri programın sunmuş olduğu kalite ve derinlik filtresi ile farklı sayıda yoğun nokta bulutu üretilerek analiz edilmiştir. Analiz sonucunda yüksek doğruluklu nokta bulutu verisinden çok yoğun kalitede ve derinlik filtresi olarak orta seçeneğin seçilerek çok yoğun nokta bulutu verisi üretiminin en başarılı olduğu saptanmıştır. Yoğun nokta bulutu verisi üretilirken çok yoğun kalite seçiminin Çalışma alanı 1 ve 2 için nokta sayısı, giydirmelerin boşluksuz tamamlanması ve ileride üretilecek olunan fotogrametrik verilerin kalitesini doğrudan etkilediği gözlenmiştir. Çalışma alanı 1 için agresif derinlik filtre seçimi ile Şekil 3.22, orta derinlik filtresi seçimi ile Şekil 3.23 ve hafif derinlik filtresi seçimi Şekil 3.24 ile yüksek kalite yoğun nokta bulutu verisi üretimi gösterilmiştir. Orta derinlik filtresi seçimi ile 3 boyutlu yoğun nokta bulutu verisinde (Şekil 3.23) daha az boşluklu bir yapıya sahip olduğu net bir şekilde gözlenmiştir.



Şekil 3. 22 Çalışma alanı 1 için agresif derinlik filtresi ve çok yoğun kalite yoğun nokta bulutu üretimi gösterimi

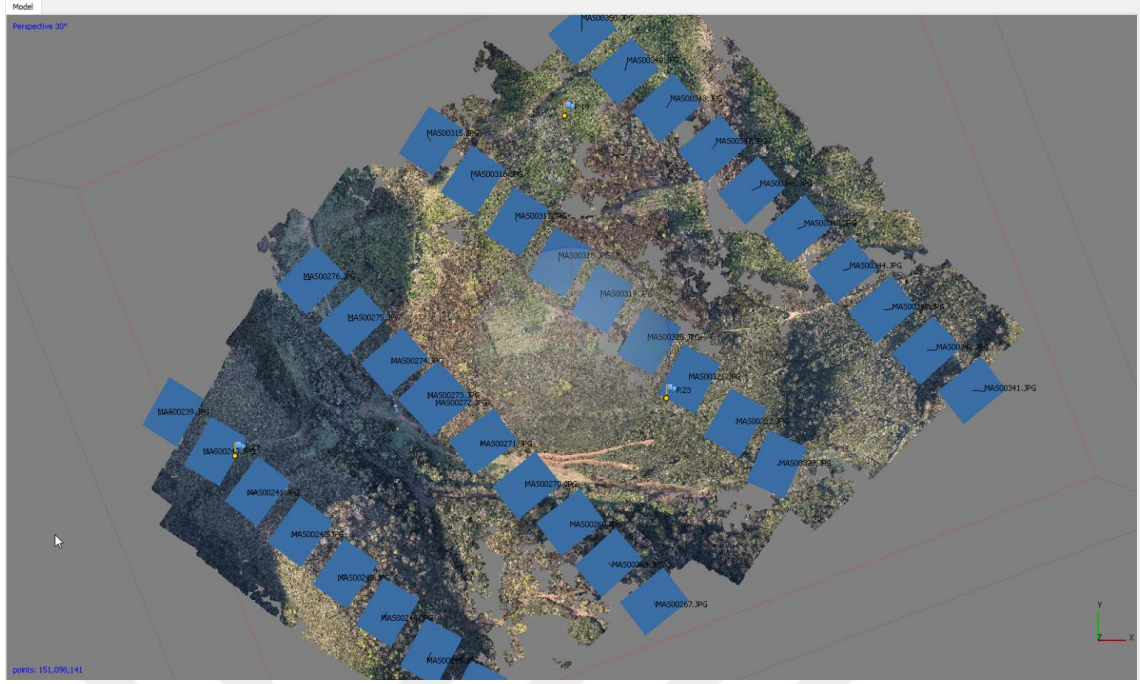


Şekil 3. 23 Çalışma alanı 1 için orta derinlik filtresi ve çok yoğun kalite yoğun nokta bulutu üretimi gösterimi

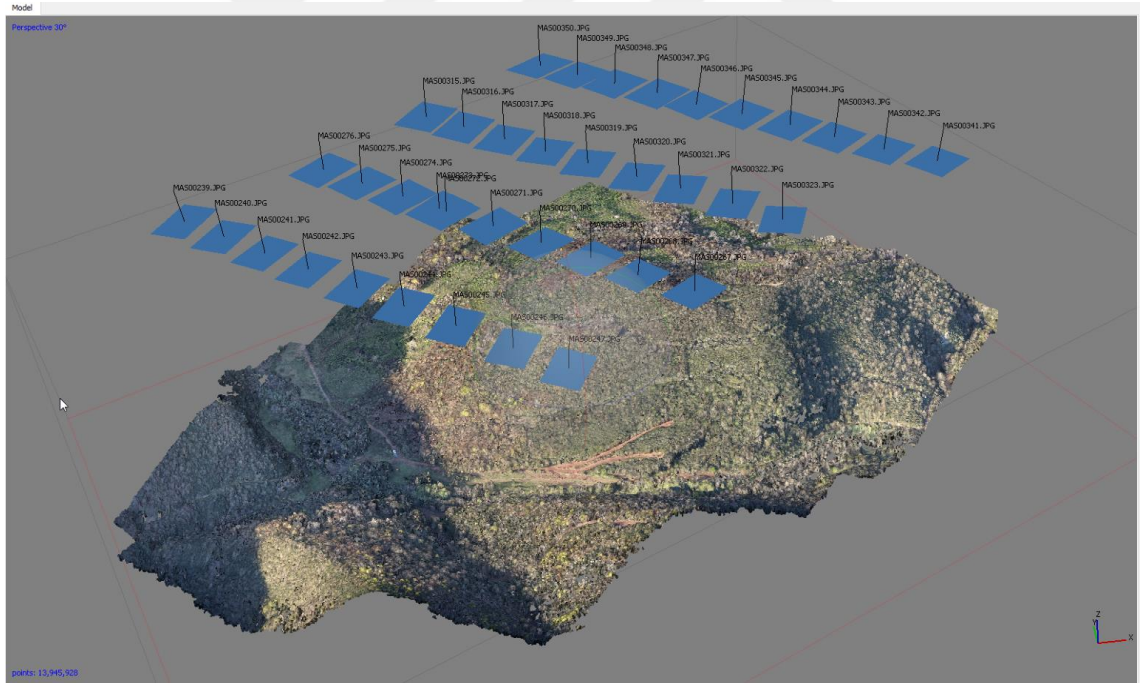


Şekil 3. 24 Çalışma alanı 1 için hafif derinlik filtresi ve çok yoğun kalite yoğun nokta bulutu üretimi gösterimi

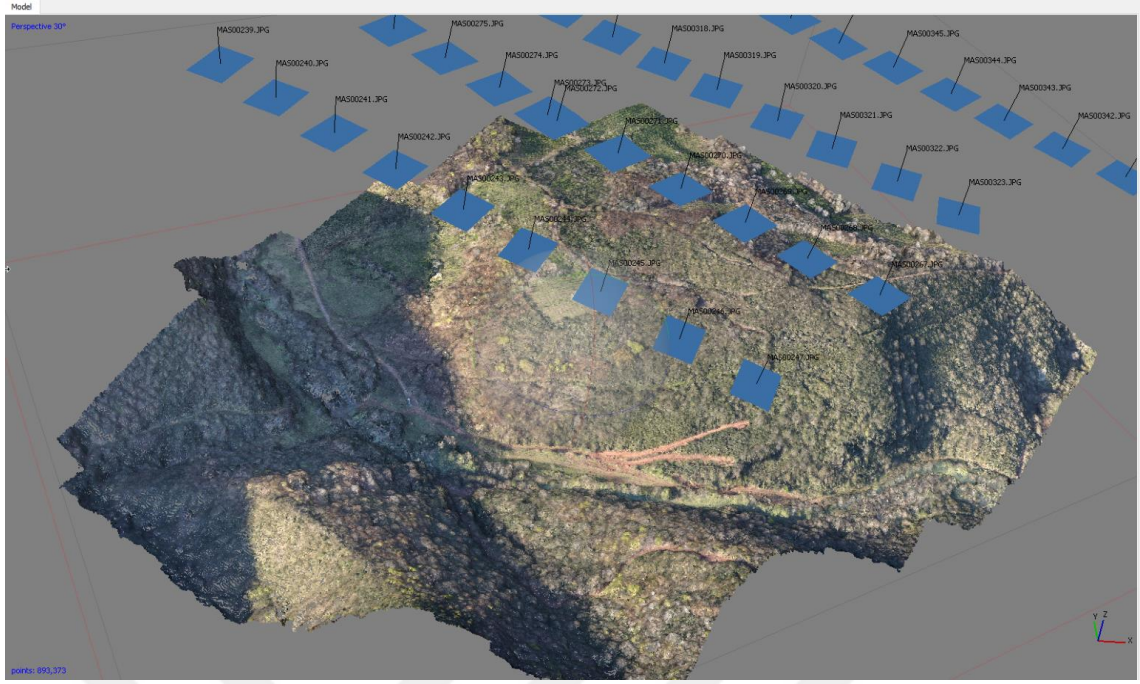
Çalışma alanı 1 için derinlik filtresi orta ve kalite olarak çok yoğun nokta bulutu üretimi seçimi ile 151.098.141 adet noktaya sahip 3 boyutlu yoğun nokta bulutu verisi üretilmiştir (Şekil 3.25). Çalışma alanı 1 için derinlik filtresi orta ve kalite olarak orta yoğunlukta nokta bulutu üretimi seçimi ile 13.945.928 adet noktaya sahip 3 boyutlu yoğun nokta bulutu verisi üretilmiştir (Şekil 3.26). Çalışma alanı 1 için derinlik filtresi orta ve kalite olarak düşük yoğunlukta nokta bulutu üretimi seçimi ile 893.373 adet (Şekil 3.27) noktaya sahip 3 boyutlu yoğun nokta bulutu verisi üretilmiştir. Sayısal Yüzey Modeli ve ortofoto üretimi için en kaliteli, doğru ve fazla nokta sayısına sahip olunan orta derinlik filtresi ve çok yoğun yoğun nokta bulutu verisi kullanılmıştır. Çalışma alanı 1 için orta derinlik filtresi ve yüksek kalite yoğun nokta bulutu üretimi Şekil 3.25' te gösterilmiştir. Çalışma alanı 2 için orta derinlik filtresi ve yüksek kalite yoğun nokta bulutu üretimi Şekil 3.28' de gösterilmiştir.



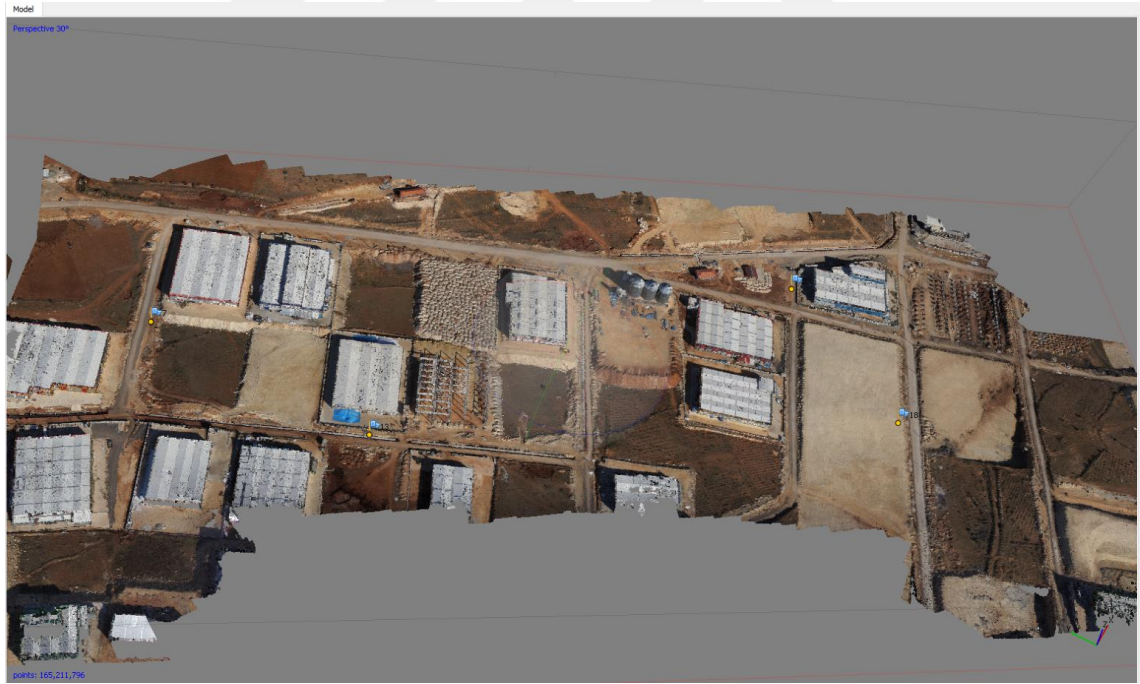
Şekil 3. 25 Çalışma alanı 1 için orta derinlik filtresi ve çok yoğun kalite yoğun nokta bulutu üretimi gösterimi



Şekil 3. 26 Çalışma alanı 1 için orta derinlik filtresi ve orta kalite yoğun nokta bulutu verisi



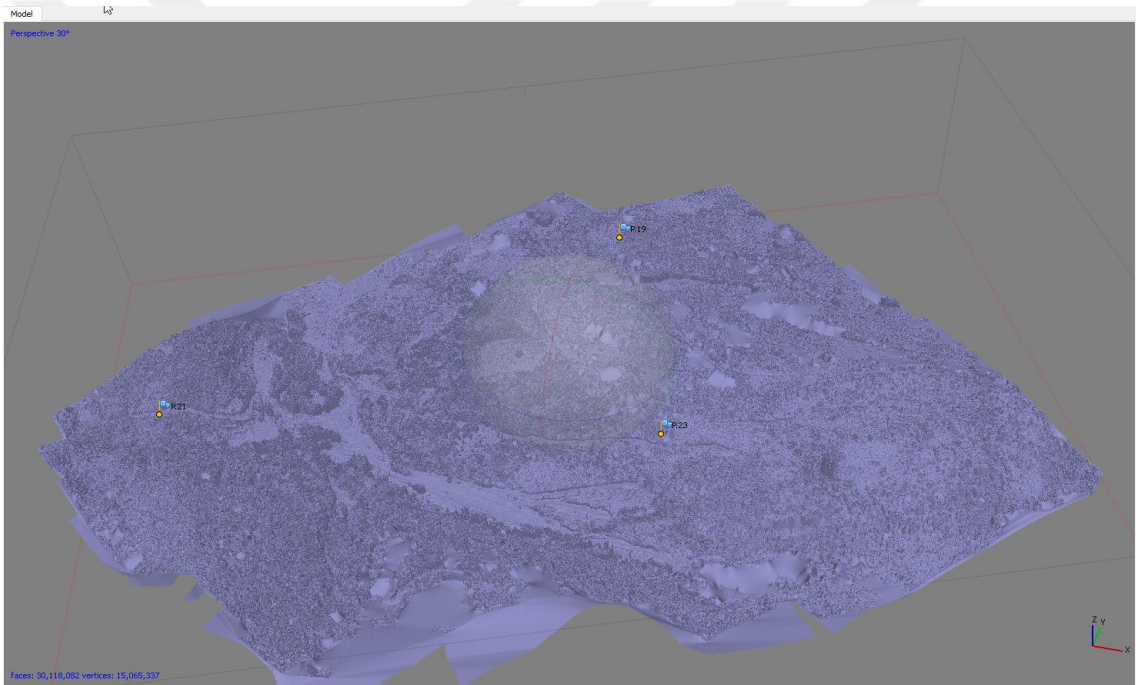
Şekil 3. 27 Çalışma alanı 1 için orta derinlik filtresi ve düşük kalite yoğun nokta bulutu verisi



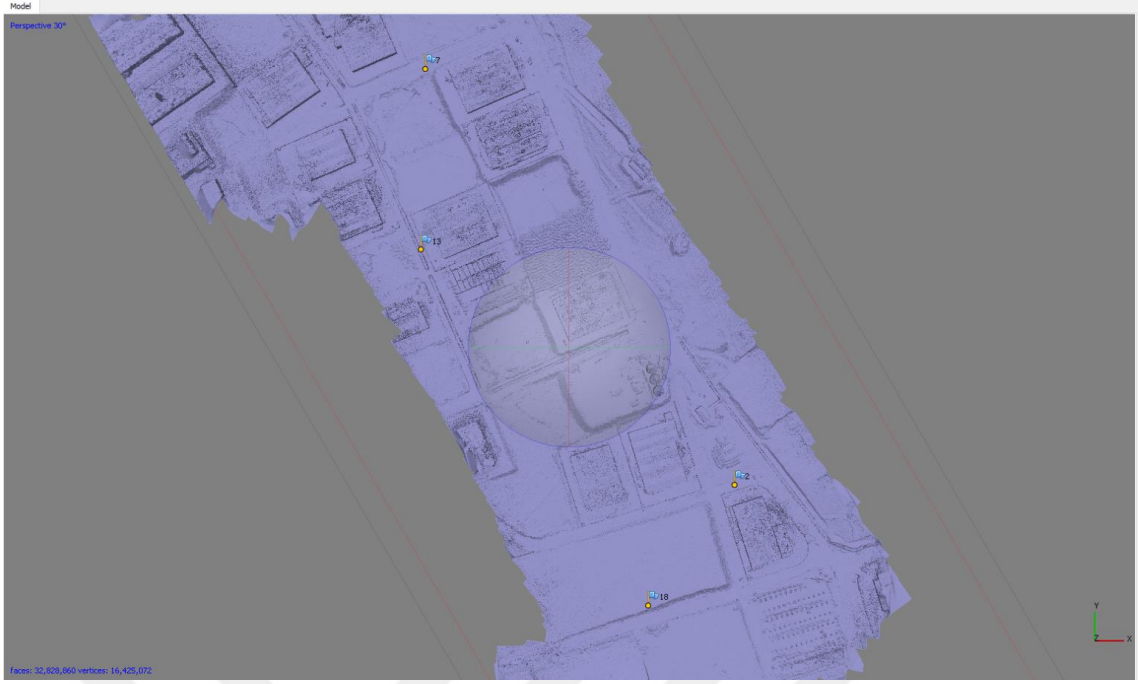
Şekil 3. 28 Çalışma alanı 2 için orta derinlik filtresi ve çok yoğun kalite yoğun nokta bulutu üretimi gösterimi

3.6.8 Katı Model Üretimi

Üretilen yoğun nokta bulutu verisinden katı (mesh) model üretimi yapılmıştır. Bu aşamada yüzey tipi olarak yeryüzündeki yüzeylerin modellenmesi için optimize edilmiş olunan yoğun nokta bulutunun yükseklik değerleri seçilmiştir. Doğruluğu yüksek fotogrametrik veri üretmek için yoğun nokta bulutu her iki çalışma alanında da seçilmiştir. Yoğun nokta bulutu üzerinde eşleşemeden kaynaklanan yüzey boşlukları bulunmaktadır. Bu problemi çözmek için enterpolasyon parametresi ile hesaplanarak doldurulabilmektedir. Çalışma alanı 1 için üretilmiş olunan katı model görünümü Şekil 3.29' da; Çalışma alanı 2 için üretilmiş olunan katı model görünümü Şekil 3.30' da gösterilmiştir.



Şekil 3. 29 Çalışma alanı 1' de üretilmiş olunan katı model

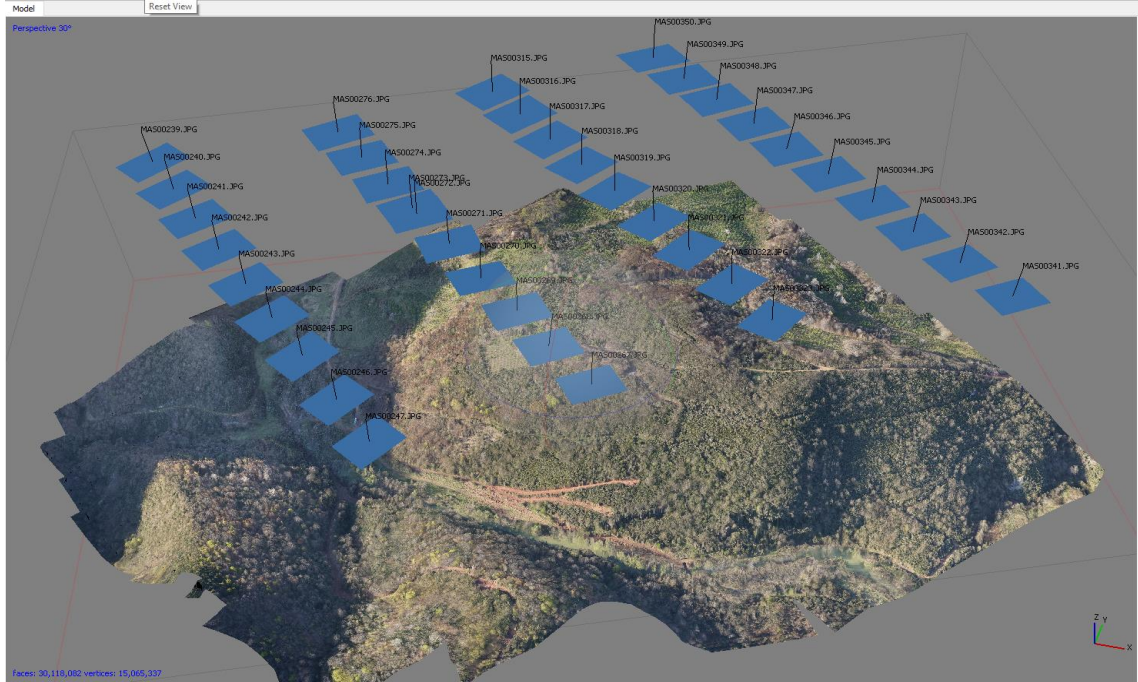


Şekil 3. 30 Çalışma alanı 2' de üretilmiş olunan katı model

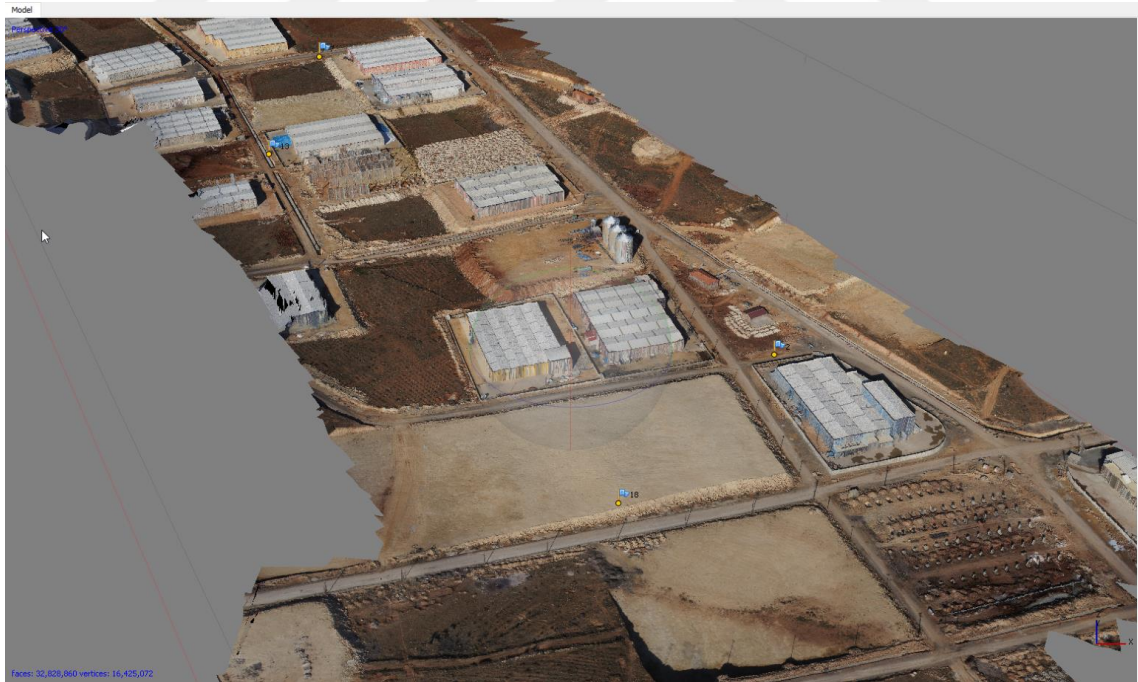
3.6.9 Doku (Texture) Üretimi

Üretilmiş katı model üzerine hava fotoğraflarının yoğun nokta bulutunda hesaplandığı gibi giydirilmesi ile doku oluşturulmuştur. Sonuç ürün olarak fotogrametrik veri üretimi amaçlandığı için parametreler de ona göre seçilmiştir. Ortofoto, vektör harita ile aynı ölçümleri sunmaktadır. Harita üretimi modunda bu sebeplerden dolayı ortofoto seçilmiştir. Harmanlama modu ise mozaik seçilmiştir. Harmanlama modu, farklı dokudaki piksel değerlerinin nihai dokuda nasıl bir araya getirileceğinin seçildiği parametredir. Hava fotoğrafları birleştirilirken oluşan kayıklıklardan meydana gelen dikiş çizgisi hatasını önlemek için harmanlama modu 2 farklı yaklaşıma sahiptir. İlk yaklaşım bindirmeli fotoğraflarda düşük frekans bileşeni var ise ağırlığa bağlı harmanlamanıdır. Bu harmanlama söz konusu pikselin hava fotoğrafının merkezine yakınlığı gibi bir çok parametresinin ağırlıklı ortalaması ile hesaplanmıştır. İkinci yaklaşım ise yüksek frekans bileşenine sahip hava fotoğraflarında o noktanın normaline denk gelen piksel seçimini destekleyen parametreler ile hesaplanmıştır. Doku giydirmesi katı modelin 3 boyutlu model ve ortofoto üretimi için gerekli olan bir aşama olmaktadır. Üretilmiş olan dokulu modelin görünümü Çalışma alanı 1 için Şekil 3.31' de; Çalışma alanı 2 için Şekil 3.32' de

gösterilmiştir. Doku boyutu ise piksel biriminde doku sayısını temsil etmektedir. Ortofoto üretimi için doku sayısı ise 1 olarak seçilme zorunluluğu bulunmaktadır.



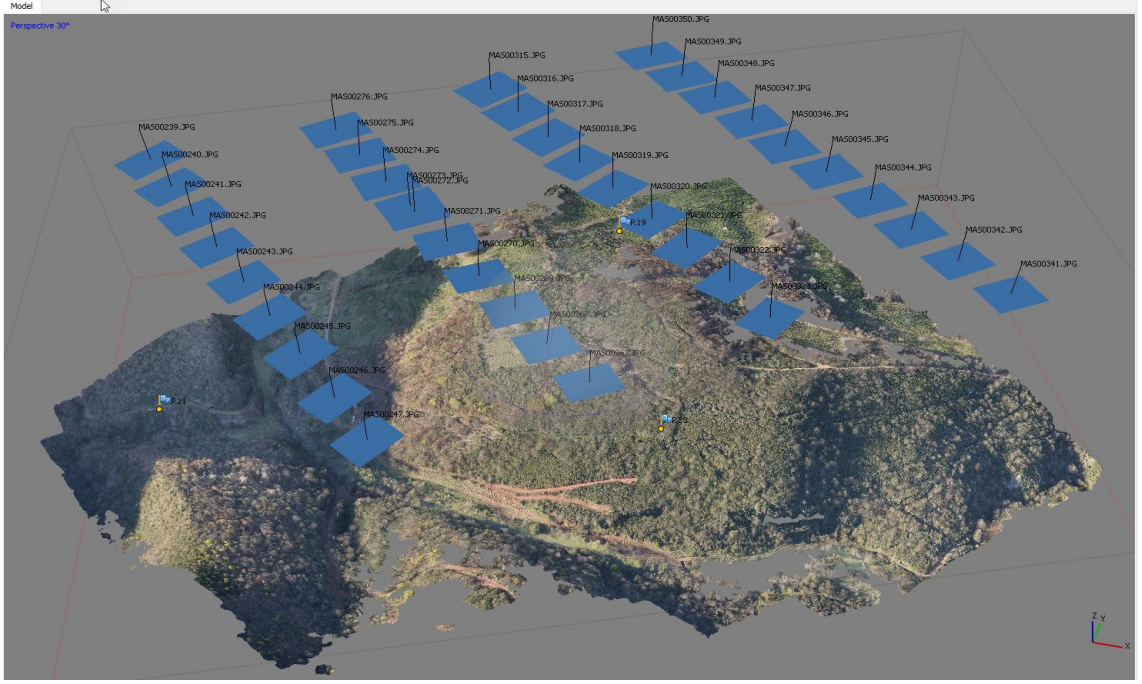
Şekil 3. 31 Çalışma alanı 1 için doku giydirmesinin tamamlanmış görünümü



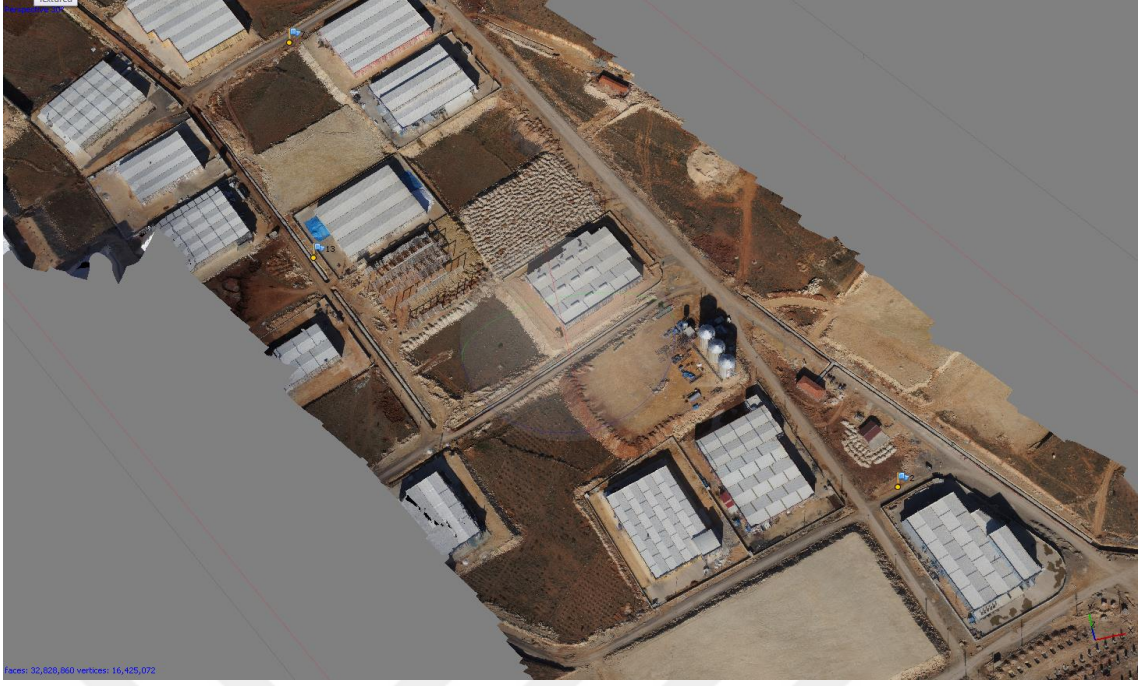
Şekil 3. 32 Çalışma alanı 2 için doku giydirmesinin tamamlanmış görünümü

3.6.10 3 Boyutlu Model (Tiled) Üretimi

Geniş alanların 3 boyutlu modellerinin yüksek çözünürlükte hassas bir şekilde görselleştirilmesi için kaplama model oluşturulmuştur. Kaplama boyutu en düşük seçilmesi ile yüksek çözünürlükte görselleştirilmiş 3 boyutlu kaplama modeli (tiled model) üretilmiştir. Şekil 3.33' te Çalışma alanı 1; Şekil 3.34' te ise Çalışma alanı 2 için üretilmiş model gösterilmektedir.



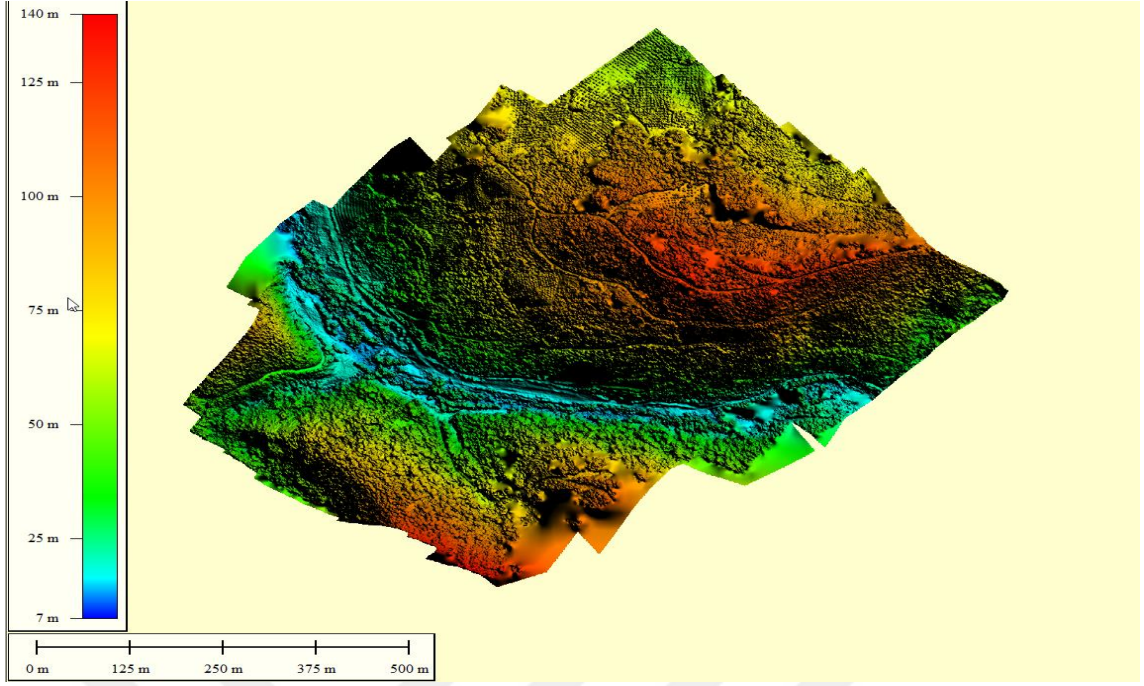
Şekil 3. 33 Çalışma alanı 1 için üretilmiş 3 boyutlu model görünümü



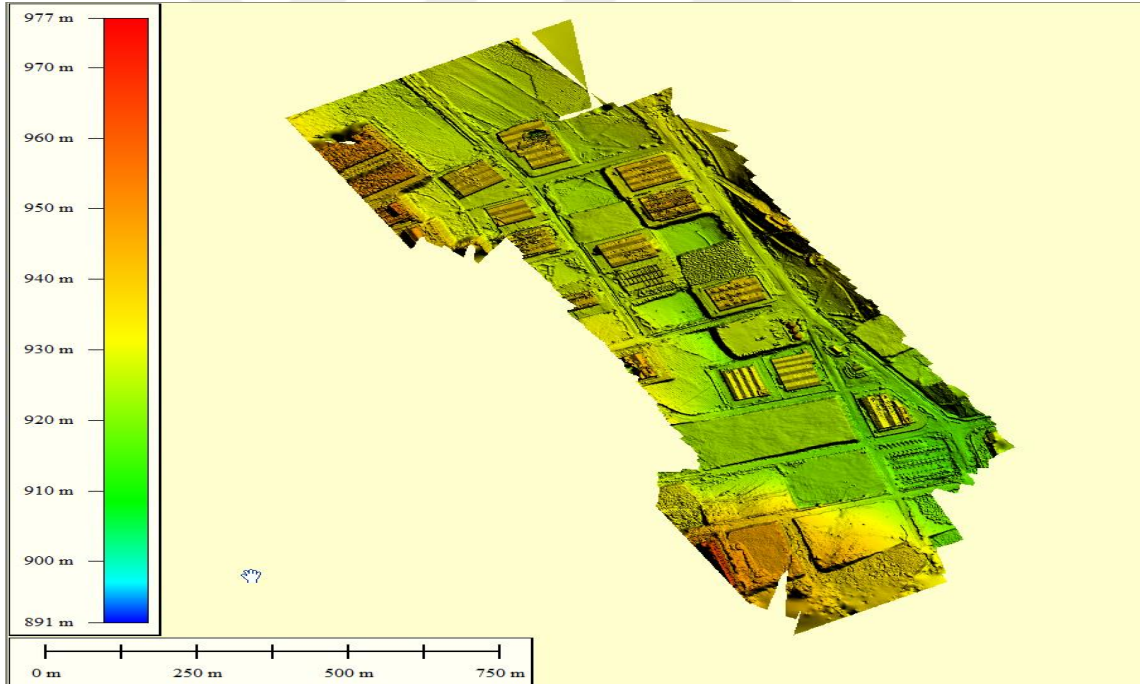
Şekil 3. 34 Çalışma alanı 2 için üretilmiş 3 boyutlu model görünümü

3.6.11 Sayısal Yüzey Modeli Üretimi

Sayısal Yüzey Modeli oluşturulurken yoğun nokta bulutu verisi kullanılmaktadır. Çalışma alanı 1 için 3 derecelik TUREF 30. Dilim orta meridyeni, Çalışma alanı 2 için ise 3 derecelik TUREF 36. Dilim orta meridyeni seçilmiştir. Kaynak veri olarak yoğun nokta bulutu ve enterpolasyon etkin seçilerek parametre bölümü tamamlanmıştır. Üretilmiş olunan Sayısal Yüzey Modelleri' nin Çalışma alanı 1 için Yer Örnekleme Aralığı 11.4 cm (Şekil 3.35); Çalışma alanı 2 için ise 7.06 cm' dir (Şekil 3.36). Büyük Ölçekli Harita Ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği' ne göre [104] Yer Örnekleme Aralığı 1/1000 ölçekli Sayısal Yüzey Modeli için 10 m' nin altında olması gerekmektedir. Çalışma alanlarında YÖM 10 m' nin altındadır.



Şekil 3. 35 Çalışma alanı 1' de üretilmiş Sayısal Yüzey Modeli' nin görünümü

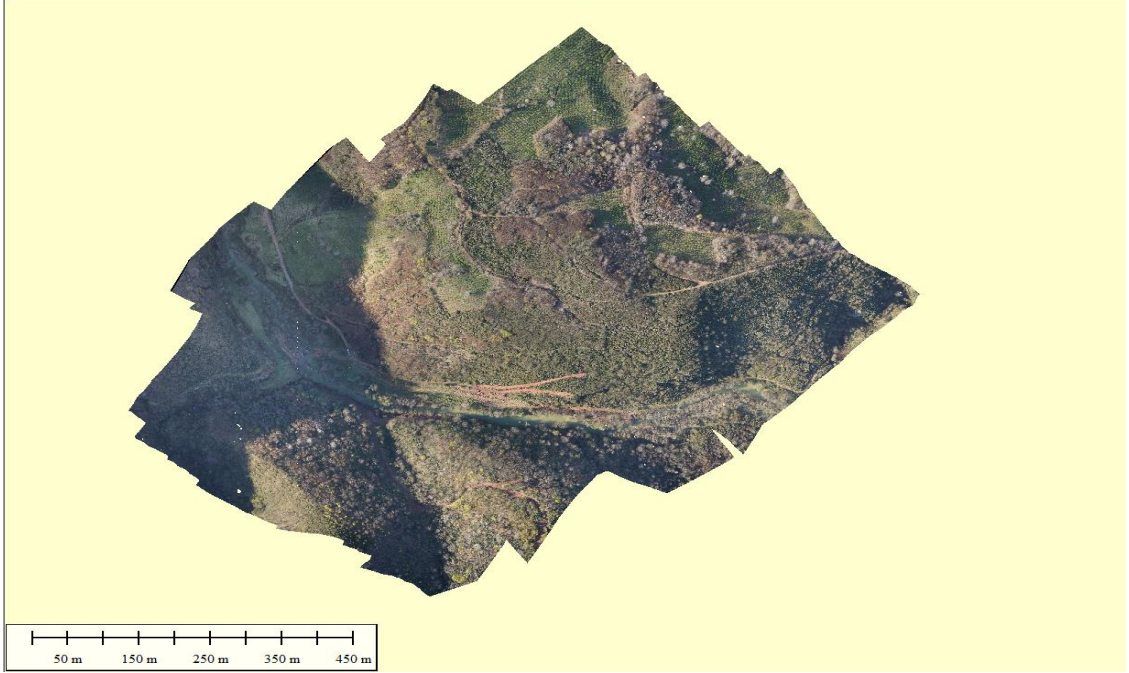


Şekil 3. 36 Çalışma alanı 2' de üretilmiş Sayısal Yüzey Modeli' nin görünümü

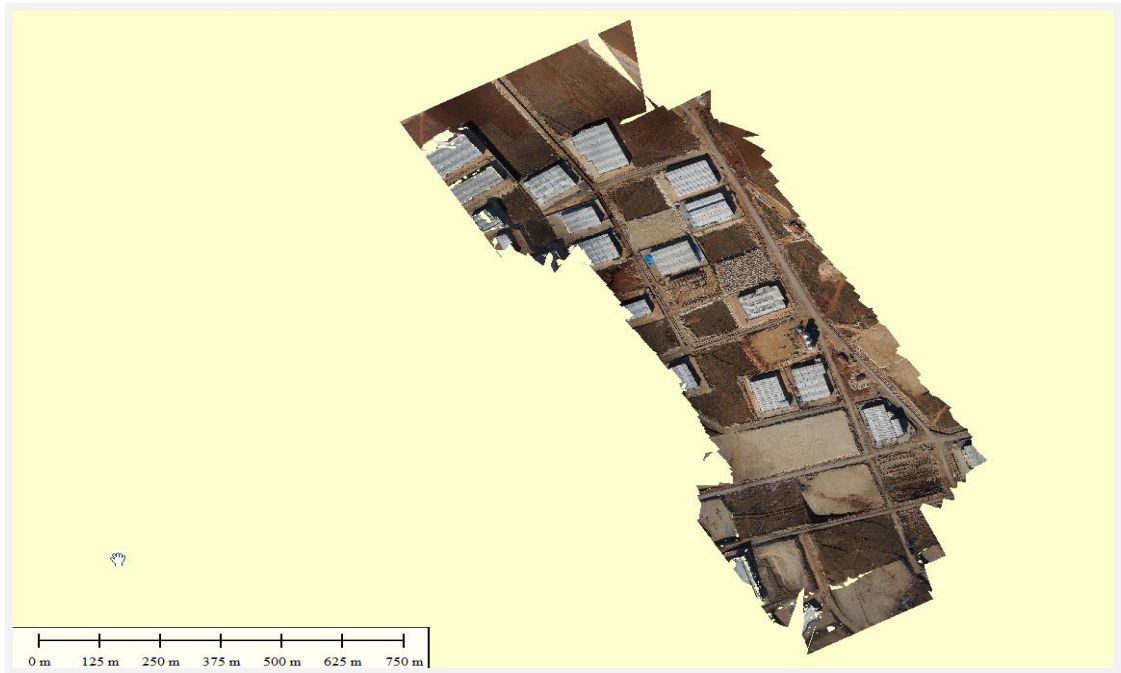
3.6.12 Ortofoto Üretimi

Sayısal Yüzey Modeli üretiminden sonra iş akışına bağlı olarak ortofoto üretimi yapılmıştır. Ortofoto üretimi aşamasında projeksiyon tipi olarak coğrafi seçilmiştir. Böylece önceden tanımlanmış referans koordinat sistemi otomatik olarak

kullanılmaktadır. Parametre bölümünde ise yüzey olarak Sayısal Yüzey Modeli; harmanlama modu olarak mozaik seçilmiştir. Sonuç olarak Çalışma alanı 1 için 5.79 cm ve Çalışma alanı 2 için 3.06 cm Yer Örnekleme Aralığına sahip ortofoto üretilmiştir. Şekil 3.37' de Çalışma alanı 1' e ait; Şekil 3.38' de ise Çalışma alanı 2' ye ait üretilmiş ortofoto görüntüler gösterilmektedir.



Şekil 3. 37 Çalışma alanı 1' e ait üretilmiş ortofoto görüntü



Şekil 3. 38 Çalışma alanı 2' ye ait üretilmiş ortofoto görüntü

3.7 Doğruluk Analizi

Doğruluk analizi üretilmiş ortofotonun doğruluğunu araştırmak amacıyla yapılmıştır. Büyük Ölçekli Harita Ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği' ne [104] göre Yer Örnekleme Aralığı 1/1000 ölçekli ortofoto haritalar için 10 cm' nin altında olması gerekmektedir. Çalışma alanı 1 için uçuş öncesi GNSS sensörleri ile ölçülmüş YKN, ortofoto üzerinde de ölçülmüştür. Ortofoto ve arazi üzerinde ölçülmüş YKN' lerin koordinat farkı cm düzeyinde çıkmıştır. Ölçüm sonucunda bulunan farklar Çizelge 3.13' te gösterilmiştir.

Çizelge 3. 13 Çalışma alanı 1 için ortofoto ve GNSS ile ölçülmüş YKN koordinatları farkı

YKN No.	Ortofoto		GNSS		Farklar	
	Y Sağa (m)	X Yukarı (m)	Y Sağa (m)	X Yukarı (m)	ΔY (m)	ΔX (m)
P. 19	487822.898	4548107.269	487822.925	4548107.317	-0.0272	-0.04817
P. 21	487401.009	4547684.752	487400.9749	4547684.772	0.0344	-0.01993
P. 23	487949.500	4547758.718	487949.5282	4547758.674	-0.0281	0.04406

Çalışma alanı 2 için ise referans olarak kullanılabilecek veri GBB' den (Gaziantep Büyükşehir Belediyesi) temin edilmiştir. Bu aşamada, üretilmiş olan ortofotonun doğruluğunun araştırılması için 2007 yılı öncesi üretilmiş olan bölgeye ait halihazır haritada referans olarak kullanılmıştır. Halihazır harita ile ortofoto arasında ortak obje olarak beton zemin köşesi, yarım bırakılmış beton bina, elektirik ve telefon direği kullanılmıştır. Halihazır harita ve üretilmiş olunan ortofotoda seçilmiş olunan noktalar Netcad programında ölçülmüştür. Karşılaştırma sonucunda hem vektör harita hem de raster üzerinde aynı objelerin koordinatları ölçülmüştür. Vektör harita olarak halihazır, raster harita olarak ortofoto kullanılmıştır. Ölçüm sonucunda bulunan cm düzeyindeki koordinat farkları Çalışma alanı 2 için Çizelge 3.14' te gösterilmiştir.

Çizelge 3. 14 Çalışma alanı 2 için ortofoto ve GNSS ile ölçülmüş YKN koordinatları farkı

Nokta No.	Ortofoto		Halihazır Harita		Farklar	
	Y Sağa (m)	X Yukarı (m)	Y Sağa (m)	X Yukarı (m)	ΔY (m)	ΔX (m)
1	617927.841	4118511.861	617927.832	4118511.798	0.00934	0.0628
2	617926.956	4118513.839	617926.935	4118513.784	0.02144	0.05493
3	617796.577	4118791.574	617796.652	4118791.631	-0.07529	-0.0571
4	618156.785	4117845.265	618156.7945	4117845.193	-0.0092	0.07261
5	618084.086	4118065.342	618084.0714	4118065.301	0.01488	0.04153
6	618051.704	4118176.408	618051.7284	4118176.337	-0.02397	0.07124
7	618120.351	4117956.339	618120.3505	4117956.264	0.0009	0.0749
8	617799.115	4118310.132	617799.052	4118310.072	0.06282	0.06031

3.8 Maliyet Analizi

Ticari firmalar, üniversiteler ve devlet kurumları İnsansız Hava Araçlarını fotogrametrik veri üretimi için kullanırken gelişen teknoloji ve düşük maliyetli sistemlere ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle, İnsansız Hava Araçları'nın geleneksel yöntemlere kıyasla maliyet açısından düşük olması gözetilmektedir [115]. Yapılan projelerin yeni bir teknolojiye sahip olması ve aynı hassasiyette geleneksel yöntemlere göre daha düşük maliyette yapılabilmesi yeteneği İnsansız Hava Araçları'nın kullanımının artmasına neden olmaktadır. Bu tez çalışmasında maliyet analizi aşamasında İnsansız Hava Aracı ile üretilmiş fotogrametrik veri ve geleneksel yöntemler ile üretilmiş topografik harita üretim işi karşılaştırılmıştır. Maliyet analizi aşağıda maddeler halinde verilen üç temel nokta açısından incelenmiştir.

Bu aşamada;

1. İHA ile Veri Toplama ve Fotogrametrik Veri İşleme Aşamaları için Maliyet Analizi

2. Örnek İHA, Yazılım ve Donanım Maliyet Analizi
3. Örnek GNSS Ölçme Sistemi ve Yazılımı Maliyet Analizi
4. Geleneksel Yöntem olan Topografik Harita Üretimi ile Maliyet Analizinin İrdelenmesi ile ele alınmıştır.

3.8.1 İHA ile Fotogrametrik Veri İşleme için Örnek Maliyet Analizi

Maliyet analizi İlbank A.Ş.' nin resmi internet sitesinde yer alan İller Bankası A.Ş. Yatırım Koordinasyon Dairesi Başkanlığı 2017 Yılı Sayısal Halihazır Harita Alım İşleri Birim Fiyat Cetveli [116] esas alınarak hazırlanmıştır. İlbank bu cetveli hazırlarken, Harita Genel Komutanlığı resmi internet sitesinde bulunan birim fiyat cetvellerini kullanmıştır. Bu temel birim fiyat cetvellerinde %20 olarak öngörülen yüklenici karı ve %18 KDV tutarları Çizelge 3.15 ve Çizelge 3.16' da verilmiştir. GNSS sensörlerinin Tusaga- Aktif ağına bağlanarak ölçme işlemini yapabilmesi için gerekli ilk üyelik ve aylık abonelik ücretine KDV oranı dahildir. Aynı şekilde Sivil Havacılık tarafından alınması zorunlu olunan İHA Pilotu Lisansının fiyatına da KDV oranı dahildir. Yapılan maliyet analizinde KDV oranı eklenmemiş bölümlerde KDV tutarı tabloda eklenmiştir.

İller Bankası A.Ş. Yatırım Koordinasyon Dairesi Başkanlığı 2017 Yılı Sayısal Halihazır Harita Alım İşleri Birim Fiyat Cetveli' ne göre [116] "Fotogrametrik Harita Alım İşlerine Ait Notlar" kısımda bulunan Sayısal Hava Kamerası ile Fotoğraf çekimi bölümü 5. maddesine göre standart görülen %30 boyuna bindirme oranından daha yüksek bir oran kullanılması halinde birim fiyatların 1.5 katı alınması gerektiği yazmaktadır. Çalışma alanı 2' de İHA uçuş planı hazırlanırken daha yüksek çözünürlüklü ortofoto üretimi için %70 boyuna bindirme oranı kullanılmıştır. Bu sebeple birim fiyatların 1.5 katı hesaplanmıştır. Çizelge 3.15' de çalışma alanı 1 için hesaplanmış olunan örnek maliyet analizi bulunmaktadır. Çalışma alanı 2 için ise örnek maliyet analizi Çizelge 3.16' da gösterilmiştir.

Çizelge 3. 15 Çalışma alanı 1 için maliyet analizi

İş	Birimi	Birim Fiyat(BF)	BF * 1.5	Çarpan	Fiyat (tl)
Fotogrametrik Nirengi Noktası	adet	339.37	509.055	3	1527.165
Fotoğraf alımı	adet	5.27	7.905	38	300.39
Sayısal Ortofoto Üretimi	1/1000 tl/km ²	2684.39	4026.585	0.6	2415.951
			Ara Toplam		4243.506
			KDV (%18)		763.831
			Ara Toplam		5007.34
Tusaga Aktif İlk Abonelik (kdv dahil) bir defa	tl	150			150.00
Tusaga Aktif Ağ Rtk (kdv dahil) aylık	tl	100			200.00
Sivil Havacılık İHA Pilotu Lisansı (kdv dail)	tl	250			250.00
			Toplam		5607.34 (tl)

Çizelge 3. 16 Çalışma alanı 2 için maliyet analizi

İş	Birim	Birim Fiyat (BF)	BF * 1.5	Çarp n	Fiyat (tl)
Fotogrametrik Nirengi Noktası	adet	339.37	509.055	4	2036.220

Çizelge 3. 16 Çalışma alanı 2 için maliyet analizi (devamı)

Fotoğraf alımı	adet	5.27	7.905	435	3438.675
Sayısal Ortofoto Üretimi	1/1000 tl/km ²	2684.39	4026.585	0.783	3152.816
			Ara Toplam		8627.11
			KDV(%18)		1552.99
			Ara Toplam		10180.10
Tusaga Aktif İlk Abonelik (kdv dahil) bir defa	tl	150			150.00
Tusaga Aktif Ağ Rtk (kdv dahil) aylık	tl	100			200.00
Sivil Havacılık İHA Pilotu Lisansı	tl				250.00
			Toplam		10780.10 (tl)

İHA ile veri toplama ve veri işleme maliyet analizi çalışma bölgesinde tesis edilen Fotogrametrik nirengi nokta ve elde edilen fotoğraf sayısı, sayısal ortofoto üretiminin 1/1000 ölçeğinde km²' ye, Tusaga Aktif ağına bağlanmak ve Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü' nden İHA Pilotu Lisansı almak için verilen bedeline bağlıdır. Çalışma alanı 1 için bu iş kalemlerine göre 3 adet Fotogrametrik Nirengi noktası, 38 adet hava fotoğrafı ve proje alanının km² biriminde büyüklük parametreleri girilerek hesaplanmıştır. Çizelge 3.15' de gösterildiği üzere Çalışma alanı 1 için İHA ile Fotogrametrik veri üretimi için maliyet analizi fiyatı 5607.34 TL' dir. Çalışma alanı 2 için bu iş kalemlerine göre 4 adet Fotogrametrik Nirengi, 435 adet hava fotoğrafı sayısı ve proje alanının km² biriminde büyüklüğü parametreleri girilerek hesaplanmıştır. Çizelge 3.16' da gösterildiği üzere Çalışma alanı 2 için İHA ile Fotogrametrik Veri üretimi maliyet analizi fiyatı 10780.10 TL' dir.

3.8.2 İHA, Yazılım ve Donanım Örnek Maliyet Analizi

İnsansız Hava Araçlarını oluşturan temel donanımların yaklaşık olarak maliyeti, projenin amacına göre değişmektedir. Fotogrametrik veri üretimi için kullanılan İnsansız Hava Araçları yüksek çözünürlüklü kamera sistemlerine sahip olmalıdır. Çizelge 3.17' de fotogrametrik veri üretimi için uygun İnsansız Hava Aracı' nın örnek bir maliyet analizi bulunmaktadır. Fotogrametrik Veri Üretimi için kullanılacak İHA' nın sahip olması gereken donanımlar; İnsansız Hava Aracı, sayısal kamera ve GNSS alıcısıdır. Bu donanımlar için Çizelge 3.18' de gösterildiği üzere örnek maliyet analizi 40600.00 TL' dir.

Çizelge 3. 17 İnsansız Hava Aracı örnek donanım maliyet analizi örneği

Ürün / Hizmet Açıklaması	Ürün Görseli	Adet	Birim Fiyat	Fiyat (tl)
DJI-MATRICE 600 İHA		1	20000.00	20000.00
NİKON D5300 KAMERA+NİKON 50mm F/1. LENS		1	3600.00	3600.00
DJI-RTK-GNSS ALICISI		1	17000.00	17000.00
			Toplam	40600.00 (tl)

İnsansız Hava Aracı ile elde edilmiş yüksek çözünürlüklü hava fotoğraflarından yoğun görüntü eşlemesini hızlı işlenebilmesi için grafik işlem ünitesi (GPU) kullanılması

gerekmektedir [9]. Elde edilen verilerin işlenebilmesi ve fotogrametrik veri üretimi için iş istasyonunda lisanslı görüntü işleme yazılımlarının olması gerekmektedir. En yaygın kullanılan görüntü eşleme programları Pix4d ve Agisoft PhotoScan Professional' ır. Bu yazılım ve donanımların Çizelge 3.18' de örnek maliyet analizi gösterilmektedir.

Çizelge 3. 18 Yazılım ve donanım maliyet analizi örneği

Ürün / Hizmet Açıklaması	Ürün Görseli	Adet	Birim Fiyat	Fiyat (tl)
PIX4D YAZILIMI		1	32500.00	32500.00
AGISOFT YAZILIMI		1	13000.00	13000.00
İş İstasyonu MSI GT80S CORE i7 6920HQ 2.9GHZ-64GB- 2x256SSD+1TB-18.4"- SLI 2xGTX980M 8GB-W10		1	19000.00	19000.00
	Pix4d için		Toplam	51500.00 (tl)
	Agisoft PhotoScan için		Toplam	32000.00 (tl)

Hava fotoğraflarının işlenmesi için Pix4d yazılımı fiyatı 32500.00 TL ve Agisoft PhotoScan Professional yazılımı fiyatı 13000.00 TL' dir. Bu görüntülerin işlenmesi ve yazılımın yüklenmesi gereken iş istasyonu ise yaklaşık 19000.00 TL' dir. Çizelge 3.18' de görüldüğü

üzere donanım ve yazılım için sırasıyla Pix4d ve Agisoft PhotoScan Professional için toplam 51500.00 TL ve 32000.00 TL örnek maliyet analizidir.

3.8.3 Örnek GNSS Ölçme Sistemi ve Yazılımı Maliyet Analizi

İnsansız hava aracı ile fotogrametrik ve geleneksel yöntem ile topografik harita üretim yöntemlerinin her ikisinde de GNSS ölçme aletleri kullanılmaktadır. İnsansız Hava Aracı ile fotogrametrik veri üretiminde fotogrametrik nirengilerin belirli bir referans koordinat sisteminde 3 boyutlu koordinatları ölçülmesi için TUSAGA Aktif ağına bağlanılarak bu ölçme aletleri kullanılmıştır. Geleneksel yöntem ile topografik harita üretimi ise tamamen TUSAGA Aktif ağına bağlanılarak özellikli noktaların ölçümü ile gerçekleştirilmektedir. İki yöntemde de ölçme aleti olarak GNSS sensörlerini bulunduran aletler kullanılmaktadır. Çizelge 3.19' da örnek GNSS ölçme aleti yaklaşık maliyet hesabı gösterilmektedir.

Çizelge 3. 19 GNSS Ölçme aleti ve GNSS verilerini işleyebilen yazılım maliyet analizi örneği

Ürün / Hizmet Açıklaması	Ürün Görseli	Ad et	Birim Fiyat	Fiyat (tl)
Trimble R10 GNSS Alıcı		1	46850.00	46850.00
Alet sehpası		1	(GNSS fiyatına dahil)	-
Trimble GNSS verilerinin İşlendiği Yazılım		1	19000.00	19000.00
			Ara Toplam	65850.00 (tl)
			KDV (%18)	11853.00 (tl)
			Toplam	77703.00 (tl)

Çizelge 3.19' da gösterildiği üzere GNSS ölçme aleti ve alet sehпасı 46850.00 TL' dir. Trimble total station, GNSS ve Nivo verilerini işleyebilen CAD fonksiyon tabanlı yazılım ise 19000.00 TL' dir. Maliyet analizi sonucunda KDV dahil GNSS ölçme aleti ve işleme yazılımı 77703.00 TL olduğu örnek olarak gösterilmiştir.

3.8.4 Geleneksel Yöntem ile Maliyet Analizinin İrdelenmesi

Topografik haritalar, arazi ölçmeleri, hesap ve çizim yöntemleri ile oluşturulan yeryüzünde veya yeryüzüne yakın bulunan doğal ve yapay noktalar ile bunların oluşturduğu cisimlerin belirli bir referans sisteminde düzlem ya da yüzeye göre konumlarının saptanması ve belirli bir oran (ölçek) ile küçültülerek sayısal ortamda gösterilmesidir [116]. Ortofoto ise eğiklik, dönüklük ve diferansiyel alanlarda yükseklik etkileri giderilmiş, ölçeklenmiş, bir haritanın geometrik niteliklerine sahip yeniden örneklenmiş bir fotoğraf, görüntü olarak tanımlanabilir [7]. Ortofoto üretimi ile geleneksel topografik harita üretimi arasındaki temel fark arazinin mevcut durumunun fotoğraf ile gösterilmesidir. Topografik haritalar sayısal ortamda sadece çizgi, nokta ve poligon ile arazinin durumunu gösterirken; ortofoto aynı zamanda dik izdüşüm haline gelmiş görüntülerden oluşmaktadır. Topografik harita üretimi için maliyet analizi, Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası' nın (HKMO) resmi internet sayfasında hazırlamış olduğu ara yüz hesaplama aracı [118] ile yapılmıştır. Fakat yapılan analizde C₂ derecesinde nirengi sayısı sorulmaktadır. Proje kapsamında kullanılan fotogrametrik nirengiler C₂ derecesinde değildir. Bunun dışında Çalışma alanı 1 için 60.0 hektar olan gayrimeskun alan yüz ölçümü programa girilmiştir. İnternet ara yüz programı ile yapılan maliyet analizi sonucunda 28207.00 TL bedel çıkmıştır. Bu bedel Fotogrametrik Nirengi ve C₂ derecesinde nirengilerin farklı özellikte ve maliyette olmasından dolayı kullanımı uygun görülmemiştir. Şekil 3.39' da HKMO' nun internet sitesinde bulunan yaklaşık maliyet bedelinin hesaplandığı görsel gözükmemektedir. Şekil 3.40' da ise Çalışma alanı 2 için 78.3 hektar yüz ölçümü gayrimeskun alanına girilerek yaklaşık maliyet bedelinin hesaplandığı gösterilmektedir. İnternet ara yüz programı ile yapılan maliyet analizi sonucunda 35916.00 TL bedel çıkmıştır. Bu topografik harita üretimi maliyeti hesabında Çalışma alanı 1' deki gibi, Çalışma alanı 2' de de C₂ derecesinde nirengi tesis edilmediği için kullanımı uygun görülmemiştir.

HALİHAZIR HARİTA YAKLAŞIK MALİYET HESABI

BİRİM FİYAT HESAPLAMA MODÜLÜ

Birim Fiyat Hesaplama Modülü ile ilgili açıklama:

Sitede yer alan birim fiyat hesaplama modülüne ait araçlar ziyaretçilerimiz için kısıtlı olanaklar içermektedir. Daha ayrıntılı olanaklar sadece Odamız üyeleri tarafından erişilen [HKMOBİS Üye Arayüzü](#) üzerinde HESAPLAMA ARAÇLARI menüsünde yer almaktadır.

2016

YAKLAŞIK MALİYET BEDELİ 28.207TL.

Dönemi: 2016 ▼

C1 Derece Nirengi Sayısı:

C2 Derece Nirengi Sayısı:

Meskun Saha Hektarı:

G. Meskun Saha Hektarı:

Meskunda Bina Sayısı:

G. Meskun Nok. Yoğunluğu:

313x

Soldaki güvenlik kodunu yazınız

Gönder

Şekil 3. 39 Çalışma alanı 1 için Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası' nın internet sitesinde bulunan topografik harita yaklaşık maliyet bedeli hesaplama ara yüzü [118]

Çalışma alanı 1 için Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası' nın internet sitesinde bulunan topografik harita yaklaşık maliyet hesabı ara yüzüne [118] 60 hektar gayrimeskun yüz ölçümü girilmiştir. Her iki çalışma alanında da sitede bulunan en güncel dönem olan 2016 dönemi seçilmiştir. Fotogrametrik Nirengi sayısı olarak proje alanındaki tesis edilen toplam 3 nokta sayısı girilmiştir. Çalışma alanı 1 için yaklaşık olarak 28207.00 TL maliyet hesabı elde edilmiştir. Çalışma alanı 2 için ise 78.3 hektar gayrimeskun alan yüz ölçümü girilmiştir. Toplamda 4 adet olan Fotogrametrik Nirengi sayısı girilmiştir. Çalışma alanı 2 için 35916.00 TL yaklaşık maliyet hesabı elde edilmiştir. Şekil 3.32 ve Şekil 3.33 için her iki çalışma alanında da C₂ derecesinde Fotogrametrik Nirengi tesis edilmediği için kullanımı uygun görülmemiştir.

80

HALİHAZIR HARİTA YAKLAŞIK MALİYET HESABI

**BİRİM FİYAT
HESAPLAMA
MODÜLÜ**

Birim Fiyat Hesaplama Modülü ile ilgili açıklama:
 Sitede yer alan birim fiyat hesaplama modülüne ait araçlar ziyaretçilerimiz için kısıtlı olanaklar içermektedir.
 Daha ayrıntılı olanaklar sadece Odamız üyeleri tarafından erişilen **HKMOBİS Üye Arayüzü** üzerinde
 HESAPLAMA ARAÇLARI menüsünde yer almaktadır.

2016

YAKLAŞIK MALİYET BEDELİ 35.916TL.

Dönemi: 2016 ▼

C1 Derece Nirengi Sayısı:

C2 Derece Nirengi Sayısı:

Meskun Saha Hektarı:

G. Meskun Saha Hektarı:

Meskunda Bina Sayısı:

G. Meskun Nok. Yoğunluğu:

9c8g

Soldaki güvenlik kodunu yazınız

Gönder

Şekil 3. 40 Çalışma alanı 2 için Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası' nın internet sitesinde bulunan topografik harita yaklaşık maliyet bedeli hesaplama ara yüzü [118]

HKMO' nun internet sitesinde yer alan Mühendislik Hizmetleri Ücret Cetveli' ne [119] göre yatayda ve düşeyde her 5 metrede 1 üç boyutlu koordinat ölçümü yapılarak belirli bir referans koordinat sistemine oturtturulmuş, plankote maliyet analizi yapılmıştır. Bu hesaba göre 100.000 m² ye kadar 1730.00 tl bedel hesaplanmaktadır. Proje kapsamında çalışma alanlarının her ikisi de 100.000 m² den büyüktür. Her 100.000 m² den büyük alanlar için her hektar için 1000.00 tl birim fiyat eklemesi yapılmaktadır. Çalışma alanı 1 için plankote maliyet analizi Çizelge 3.20 'de; Çalışma alanı 2 için ise Çizelge 3.21' de gösterilmiştir.

Çizelge 3. 20 Çalışma alanı 1 için 5 m aralıklı plankote üretim maliyet hesabı

İş	Birimi	Birim Fiyat (tl)	Çarpan	Fiyat (tl)
5m * 5m aralıklı plankote yapımı	hektar	1000.00	60.0	60000.00
İlk 500 m ² için		1730.00		1730.00
		Ara Toplam		61730.00 (tl)
		KDV (%18)		11111.40 (tl)
		Toplam		72841.40 (tl)

Çizelge 3. 21 Çalışma alanı 2 için 5m aralıklı plankote üretim maliyet hesabı

İş	Birimi	Birim Fiyat (tl)	Çarpan	Fiyat (tl)
5m * 5m aralıklı plankote yapımı	hektar	1000.00	78.3	78300.00
İlk 500 m ² için		1730.00		1730.00
			Toplam	80030.00 (tl)
			KDV (%18)	14405.40 (tl)
			Toplam	94435.40 (tl)

Çizelge 3.20' de gösterildiği üzere Çalışma alanı 1 için 5 metre aralıklı plankote maliyet hesabı % 18 KDV tutarı dahil 72841.40 TL elde edilmiştir. Çizelge 3.21' de gösterildiği üzere Çalışma alanı 2 için 5 metre aralıklı plankote maliyet hesabı % 18 KDV tutarı dahil 94435.40 TL elde edilmiştir.

İlbank A.Ş. 2017 Yılı Sayısal Halihazır Harita Alım İşleri Birim Fiyat Cetveli' ne göre [116] 1/1000 ölçeğinde gayrimeskun alanlar için sayısal harita üretimi hesaplanmıştır. Çizelge 3.22' de çalışma alanı 1 için; Çizelge 3.23' te ise çalışma alanı 2 için topografik harita üretimi gösterilmektedir. % 20 yüklenici karı ve %18 KDV oranları bu maliyet hesabında eklenmiştir.

Çizelge 3. 22 Çalışma alanı 1 için 1/1000 ölçeğinde sayısal topografik harita üretimi maliyet hesabı

İş	Birimi	Birim Fiyat (tl)	Çarpan	Fiyat (tl)
1/1000' lik Gayrimeskun Alan	hektar	440.00	60.0	26400.00
			Ara Toplam	26400.00 (tl)

Çizelge 3. 22 Çalışma alanı 1 için 1/1000 ölçeğinde sayısal topografik harita üretimi maliyet hesabı (devamı)

İş	Birimi	Birim Fiyat (tl)	Çarpan	Fiyat (tl)
			Yüklenici Karı (%20)	5280.00 (tl)
			Ara Toplam	31680.00 (tl)
			KDV (%18)	5702.40 (tl)
			Toplam	37382.40 (tl)

Çizelge 3. 23 Çalışma alanı 2 için 1/1000 ölçeğinde sayısal topografik harita üretimi maliyet hesabı

İş	Birimi	Birim Fiyat (tl)	Çarpan	Fiyat (tl)
1/1000' lik Gayrimeskun Alan	hektar	440.00	78.3	34452.00
			Ara Toplam	34452.00 (tl)
			Yüklenici Karı (%20)	6890.40 (tl)
			Ara Toplam	41342.40 (tl)
			KDV (%18)	7441.63 (tl)
			Toplam	48784.03 (tl)

Çizelge 3.22' de gösterildiği üzere topografik harita üretiminde 1/1000 ölçeğinde Çalışma alanı 1 için 60.0 hektar gayrimeskun alanda %20 yüklenici karı ve %18 KDV tutarı dahil 37382.40 TL' dir. Çizelge 3.23' te da gösterildiği üzere topografik harita üretiminde 1/1000 ölçeğinde Çalışma alanı 2 için 78.3 hektar gayrimeskun alanda %20 yüklenici karı ve %18 KDV tutarı dahil 48784.03 TL'dir.

Bu uygulamada Çalışma alanı 1 ve 2 için yapılmış olunan maliyet hesabı analizi 4 farklı bölümde ele alınmıştır. Maliyet analizi geleneksel yöntem olan topografik harita üretimi ve İHA ile fotogrametrik veri üretimini kıyaslamak amacıyla yapılmıştır. Bu kıyasta GNSS ölçme aleti tüm yöntemlerde kullanılmaktadır. Çizelge 3.24' te İHA ile Fotogrametrik veri üretimi için çalışma alanı 1' de toplam maliyet analizi gösterilmiştir. Çalışma alanı 2 için İHA ile Fotogrametrik veri üretimi toplam maliyet analizi ise Çizelge 3.25' de gösterilmiştir.

Çizelge 3. 24 İHA ile Çalışma alanı 1 için toplam maliyet analizi örneği

İş	Fiyat (tl)
1. İHA ile Veri Toplama ve İşleme Maliyet Analizi	5607.34 (tl)
2. İHA Donanım	40600.00 (tl)
3.İHA Verisi İşleme Yazılımı ve İş İstasyonu (Agisoft PhotoScan Professional)	32000.00 (tl)
4. GNSS Ölçme Aleti ve İşleme Yazılımı	77703.00 (tl)
Toplam	155910.34 (tl)

Çizelge 3. 25 İHA ile Çalışma alanı 2 için toplam maliyet analizi örneği

İş	Fiyat (tl)
1. İHA ile Veri Toplama ve İşleme Maliyet Analizi	10780.10 (tl)
2. İHA Donanım	40600.00 (tl)
3.İHA Verisi İşleme Yazılımı ve İş İstasyonu (Agisoft PhotoScan Professional)	32000.00 (tl)
4. GNSS Ölçme Aleti ve İşleme Yazılımı	77703.00 (tl)
Toplam	161083.10 (tl)

Çizelge 3.24' te gösterildiği üzere 60 hektar olan Çalışma alanı 1 için maliyet analizi 155910.34 TL' dir. Bu analizde görüldüğü üzere İHA Donanım, İHA Verisi İşleme Yazılımı ve İş İstasyonu ve son olarak GNSS Ölçme Aleti ve İşleme Yazılımı gereklilikleri tüm projelerde yeniden satın alınması zorunlu olmayan ihtiyaçlardır. Bu ihtiyaçlar bir defa satın alındıktan sonra İHA Donanımı ve İş İstasyonu yıpranana kadar her projede kullanılabilir. Çizelge 3.24' te yer alan 2,3 ve 4. maliyetler daha önceden satın alındığı varsayılırsa 60 hektar gayrimenkul alan olan Çalışma alanı 1 için maliyet analizi bedeli 5607.34 TL' dir. Çizelge 3.25' te gösterildiği üzere 78.3 hektar olan Çalışma alanı 2 için maliyet analizi 161083.10 TL' dir. Bu analizde de görüldüğü üzere 2., 3. ve 4. maddeler bir defa satın alındığı takdirde yeniden satın alınması gerekmemektedir. Bu sebeple Çizelge 3.25' te yer alan 110780.10 TL gerekli donanım ve yazılıma sahip olduğu varsayıldığındaki durumda maliyet analizi bedelidir. Çizelge 3.24 ve Çizelge 3.25' in üzerinden türetilen Çizelge 3.26' da ise gerekli donanım ve yazılımın satın alındığı ve önceden satın alındığı varsayılan maliyet analizleri gösterilmiştir.

Çizelge 3. 26 İHA ile fotogrametrik veri üretimi donanım, yazılımın satın alındığı ve ilk defa tüm sistemin satın alındığı durumlardaki maliyet analizi örneği

	2., 3., 4. Maddeler Önceden Satın Alındığı Durumu Fiyatı	Tüm Sistemin İlk Defa Satın Alınması Durumu Fiyatı
Çalışma Alanı 1	5607.34 (tl)	155910.34 (tl)
Çalışma Alanı 2	10780.10 (tl)	161083.10 (tl)

Çizelge 3.26' dan de görüldüğü üzere İHA ile Fotogrametrik Veri Üretimi yüksek mekansal ve zamansal çözünürlüklü veri elde edilmesini sağlamaktadır. Bu sistem için gerekli yazılım ve donanım maliyeti yüksektir. Bu maliyet Çalışma alanı 1 için toplam proje maliyetinin % 96' sını oluşturmaktadır. Çalışma alanı 2 için ise yazılım ve donanım maliyeti proje toplam maliyetinin %93' ünü oluşturmaktadır.

Geleneksel yöntemler kullanıldığında ise Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası' nın yayınlamış olduğu Mühendislik Hizmeti Ücret Cetveli' ne göre [119] 5 m aralıklı plankote ve İlbank A.Ş.' nin yayınlamış olduğu 2017 Yılı Sayısal Halihazır Harita Alım İşleri Birim Fiyat Cetveli' ne [116] göre 1/1000 ölçeğinde topografik harita üretimi maliyet analizi

yapılmıştır. 60 hektar gayrimeskun alana sahip çalışma alanı 1 için Çizelge 3.27' de 5 m aralıklı plankote ve Çizelge 3.28' de topografik harita üretimi maliyet analizi gösterilmektedir.

Çizelge 3. 27 Çalışma alanı 1 için geleneksel yöntem ile 5 m aralıklı plankote üretimi maliyet analizi örneği

Çalışma Alanı 1	Fiyat (tl)
1. GNSS Ölçme Aleti ve İşleme Yazılımı	77703.00 (tl)
2. 5 m Aralıklı Plankote Üretimi	72841.40 (tl)
Toplam	150544.40 (tl)

Çizelge 3. 28 Çalışma alanı 1 için geleneksel yöntem ile 1/1000 ölçeğinde topografik harita üretimi maliyet analizi örneği

Çalışma Alanı 1	Fiyat (tl)
1. GNSS Ölçme Aleti ve İşleme Yazılımı	77703.00 (tl)
2. 1/1000' lik Topografik Harita Üretimi	37382.40 (tl)
Toplam	115085.40 (tl)

Çizelge 3.27 ve Çizelge 3.28' de görüldüğü üzere yazılım ve donanım ihtiyaçları çalışma alanı 1 için plankote üretiminde toplam proje bedelinin %51' ini; topografik harita üretimi yönteminde ise %67' sini oluşturmaktadır. Ayrıca, 78.3 hektar olan çalışma alanı 2 için 5 metre aralıklı plankote üretimi Çizelge 3.29' de ve topografik harita üretimi maliyet analizi Çizelge 3.30' de gösterilmektedir.

Çizelge 3. 29 Çalışma alanı 2 için geleneksel yöntem ile 5 m aralıklı plankote üretimi maliyet analizi örneği

Çalışma Alanı 2	Fiyat (tl)
1. GNSS Ölçme Aleti ve İşleme Yazılımı	77703.00 (tl)
2. 5 m Aralıklı Plankote Üretimi	94435.40 (tl)

Çizelge 3. 29 Çalışma alanı 2 için geleneksel yöntem ile 5 m aralıklı plankote üretimi maliyet analizi örneği (devamı)

Çalışma Alanı 2	Fiyat (tl)
Toplam	172138.40 (tl)

Çizelge 3. 30 Çalışma alanı 2 için geleneksel yöntem ile 1/1000 ölçeğinde topografik harita üretimi maliyet analizi örneği

Çalışma Alanı 2	Fiyat (tl)
1. GNSS Ölçme Aleti ve İşleme Yazılımı	77703.00 (tl)
2. 1/1000' lik Topografik Harita Üretimi	48784.03 (tl)
Toplam	126487.03 (tl)

Çizelge 3.29' da görüldüğü üzere 5 metre aralıklı plankote üretimi yöntemi için Çalışma alanı 2' de yazılım ve donanım ihtiyaçları toplam proje bedelinin %45' ini oluşturmaktadır. Çizelge 3.30' da görüldüğü üzere ise Çalışma alanı 2' de topografik harita üretimi yöntemi için yazılım ve donanım ihtiyaçları toplam proje bedelinin %61' ini oluşturmaktadır.

Geleneksel yöntemlerin her iki çalışma alanında da maliyet analizi Çizelge 3.31' de gösterilmiştir. Çizelge 3.31, Çizelge 3.29 ve Çizelge 3.30' den türetilerek Çalışma alanı 1 ve 2 için geleneksel yöntemlerin donanım ve yazılım ihtiyaçları ilk defa satın alındığı varsayılarak toplam maliyet analizini göstermektedir.

Çizelge 3. 31 Çalışma alanı 1 ve 2 için 2 farklı geleneksel yöntemlerin maliyet analizi örneği (donanım ve yazılım dahil)

	5 metre Aralıklı Plankote Üretimi Fiyatı	Topografik Harita Üretimi Fiyatı
Çalışma Alanı 1	150544.40 (tl)	115085.40 (tl)
Çalışma Alanı 2	172138.40 (tl)	126487.03 (tl)

Çizelge 3.31' de görüldüğü üzere plankote üretimi topografik harita üretiminden daha yüksek fiyatlı bir geleneksel yöntemdir. Çizelge 3.32' de ise geleneksel yöntemlerin gerekli yazılım ve donanım ihtiyaçlarının daha önceden satın alındığı varsayılarak her iki çalışma alanı için maliyet analizini göstermektedir.

Çizelge 3. 32 Çalışma alanı 1 ve 2 için 2 farklı geleneksel yöntemlerin donanım ve yazılım dahil olmadan maliyet analizi örneği

	5 metre Aralıklı Plankote Üretimi Fiyatı	Topografik Harita Üretimi Fiyatı
Çalışma Alanı 1	72841.40 (tl)	37382.40 (tl)
Çalışma Alanı 2	94435.40 (tl)	48784.03 (tl)

Donanım ve yazılımların ilk defa satın alındığı varsayılarak geleneksel yöntemler ve İHA ile Fotogrametrik Veri Üretimi yöntemi Çalışma alanı 1 ve çalışma alanı 2 için maliyet analizi Çizelge 3.33' te gösterilmektedir.

Çizelge 3. 33 Donanım ve yazılımın ilk defa satın alındığı İHA ile Fotogrametrik ve geleneksel yöntemlerin maliyet analizi kıyaslaması

	İHA ile Fotogrametrik Yöntem	Geleneksel Ölçme Yöntemleri	
Ç. Alanları	İHA ile Fotogrametrik Veri Üretimi Fiyatı	5 metre Aralıklı Plankote Üretimi Fiyatı	Topografik Harita Üretimi Fiyatı
Çalışma Alanı 1	155910.34 (tl)	150544.40 (tl)	115085.40 (tl)
Çalışma Alanı 2	161083.10 (tl)	172138.40 (tl)	126487.03 (tl)

Çizelge 3.33 donanım ve yazılımın ilk defa bu projelerde alındığı varsayılarak türetilmiş bir maliyet analizidir. Bu sebeple Çizelge 3.33' de görüldüğü üzere 60 hektar olan Çalışma alanı 1 için geleneksel topografik harita üretimi en düşük maliyete sahip olduğu saptanmıştır. 78.3 hektar olan Çalışma alanı 2 için de geleneksel topografik harita üretimi en düşük maliyete sahip olduğu saptanmıştır. Çizelge 3.34' te ise gerekli olan donanım

ve yazılımlar daha önceden satın alındığı varsayılarak Çizelge 3.31 ve Çizelge 3.32' den türetilen maliyet analizi gösterilmektedir.

Çizelge 3. 34 Donanım ve yazılımın daha önceden satın alındığı varsayılarak İHA ile Fotogrametrik ve geleneksel yöntemlerin maliyet analizi kıyaslaması

	İHA ile Fotogrametrik Yöntem	Geleneksel Ölçme Yöntemleri	
Ç. Alanları	İHA ile Fotogrametrik Veri Üretimi Fiyatı	5 metre Aralıklı Plankote Üretimi Fiyatı	Topografik Harita Üretimi Fiyatı
Çalışma Alanı 1	5607.34 (tl)	72841.40 (tl)	37382.40 (tl)
Çalışma alanı 2	10780.10 (tl)	94435.40 (tl)	48784.03 (tl)

Çizelge 3.34' te görüldüğü üzere yazılım ve donanım ihtiyaçları daha önceden satın alındığı varsayılarak İHA ile Fotogrametrik Veri Üretimi ve geleneksel yöntemlerin maliyet analizi yapıldığında İHA' nın daha düşük maliyete sahip olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 3.33 ve Çizelge 3.34' e göre İHA ile Fotogrametrik Veri Üretiminde proje maliyetini donanım ve yazılım ihtiyaçları artırmaktadır. Bu maliyet analizine göre yazılım ve donanım ihtiyaçları göz önüne alındığında geleneksel yöntemin İHA ile Fotogrametrik Veri Üretimine göre daha düşük maliyete sahip olduğu tespit edilmiştir. Bir diğer açıdan ele aldığımızda bu ihtiyaçlar daha önceden tedarik edilmiş ise İHA ile Fotogrametrik Veri Üretimi geleneksel yöntemlerden yaklaşık olarak Çalışma alanı 1 için 6.6 ve Çalışma alanı 2 için 4.5 kat daha düşük maliyete sahip olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 3.34 göz önüne alındığında İHA ile Fotogrametrik Veri Üretiminin, donanım ve yazılımların mevcut olduğu durumda geleneksel yöntemlere göre en düşük maliyete sahip yöntem olduğu tespit edilmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzün modern teknolojisi olarak sunulan İnsansız Hava Araçları ile fotogrametrik veri üretimi konusu üzerine çalışma yapılmıştır. Bu çalışma ile modern teknoloji olan İHA platformu kullanılarak hızlı, ekonomik ve doğruluğu yüksek fotogrametrik veri üretiminin sağlanabilirliği iki farklı çalışma alanında test edilmiştir. İstanbul ili, Şile ilçesi, Soğullu köyü ve Gaziantep ili, Şehitkamil ilçesi, Başpınar mahallesi Organize Sanayi Bölgesi olmak üzere iki farklı çalışma alanında, İHA ile elde edilen hava fotoğrafları işlenerek üç boyutlu model, ortofoto ve Sayısal Yüzey Modelleri üretilmiştir. Bu sonuç ürünlerin doğruluk ve maliyet analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı 1 için Yer Örnekleme Mesafesi (YÖM) 5.7 cm' ye sahip ortofoto ve 11.4 cm YÖM' e sahip olan Sayısal Yüzey Modeli üretimi yapılmıştır. Çalışma alanı 2 için YÖM 3.06 cm ortofoto ve YÖM 7.06 cm Sayısal Yüzey Modeli üretimi yapılmıştır. Zaman açısından verilerin elde edilmesi dikkate alındığında; Çalışma alanı 1 için 60 hektarlık bir alan 20 dakikada, Çalışma alanı 2 için ise 78 hektarlık bir alan 32 dakika gibi kısa bir sürede gerçekleşmiştir. Büyük Ölçekli Harita Ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği' ne göre [104] Yer Örnekleme Aralığı 1/1000 ölçekli ortofoto haritalar için 10 cm' nin; Sayısal Yüzey Modeli için 10 m' nin altında olması gerekmektedir. Çalışma alanları için yapılan doğruluk analizleri sonucunda üretilen ortofoto ve referans veriler arasındaki farkın cm düzeyinde olduğu görülmüştür. Yapılan fotogrametrik veri üretiminin doğruluğu İHA'nın fotogrametrik veri üretimi için kullanılabilir bir platform olduğunu göstermektedir. Çalışma alanları için örnek maliyet analizleri fotogrametrik veri üretimi ve geleneksel yöntemler karşılaştırılarak yapılmıştır. Analizler sonucunda, gerekli donanım ve yazılımların

önceden tedarik edilmesi halinde fotogrametrik veri üretiminin geleneksel yöntemlere göre %85 daha düşük maliyete sahip olduğu tespit edilmiştir. Fotogrametrik veri üretimi, geleneksel yöntemlerden yaklaşık olarak Çalışma alanı 1 için 6.5 ve Çalışma alanı 2 için 4.5 kat daha düşük maliyete sahip olduğu tespit edilmiştir. Yapılan analizlerin sonucunda fotogrametrik veri üretimi için İHA' ların yüksek doğruluk sunma, kısa sürede veri elde edebilme, tekrarlı ölçü imkanı ile yüksek zamansal çözünürlüğe sahip olma, düşük maliyet ile uygulama gerçekleştirme gibi avantajlara sahip olduğu gözlenmiştir. Büyük ölçekli harita üretimi çalışmalarında elde edilmesi planlanan verilerin çokluğu ve alanda harcanacak zaman dikkate alındığında sabit kanatlı İHA sistemleri klasik ölçme işlemine göre çok daha tercih edilebilir konumdadır.

İHA teknolojisinin Harita Mühendisliği' nde özellikle de ülkemizde yeni bir teknoloji olması sebebiyle yapılan bu çalışma ile yapılacak olan diğer çalışmalara altlık olması açısından önem arz etmektedir. Bu sebeple, veri toplama ve veri işleme aşamalarında dikkat edilmesi gereken bazı hususlar önerilmiştir. Özellikle; İHA ile veri toplama aşamasında, uçuş planı kontrol yazılımı ile sabit kanatlı İHA' nın her bloğu tamamlaması beklenir. İHA, bir bloktan diğer bir bloğa geçerken dönüş işlemi gerçekleşmektedir. Çalışmada sabit kanatlı İHA' nın dönüş işlemini yaparken fotoğraf çekmesine izin verilmiştir. Bu işlemin yapılmasından dolayı proje alanı dışında da hava fotoğrafları elde edilmiştir. Çalışma alanı dışında elde edilen hava fotoğrafları kullanılarak üç boyutlu nokta verisi üretimi yapılmıştır. Üretilmiş nokta bulutu verisi proje alanı dışında olan fotoğrafların kullanılmasından olmasından dolayı, nokta bulutu üzerinde boşluklar oluşmuştur. Bu boşluklar ortofoto üzerinde yırtılmalara yol açtığı gözlenmiştir. Bu alan proje alanı sınırı dışında olduğu için problem teşkil etmemesine karşılık, boşlukların oluşmaması için daha sonra yapılması planlanan çalışmalar için bloklar arası dönüşte fotoğraf çekme modunun kapatılması önerilmektedir. Bir diğer dikkat edilmesi gereken konu ise;YKN' larının araziye tesis edilirken daha fazla hava fotoğrafında net bir şekilde görülebilmesi için uygun yer seçiminin önemli olduğu gözlenmiştir. Özellikle Çalışma alanı 1 gibi ormanlık alanlarda, araziye tesis edilen YKN' lerin, hava fotoğraflarında net görülebilmesi, noktaların ofis ortamında tespit ve analizler için değerlendirilmesinde önem arz etmektedir. Ayrıca, üç boyutlu model üretiminde yüksek bindirme oranlarının önemlidir. Yapılan çalışmada, Çalışma alanı 1' de % 60 enine, % 30 boyuna bindirme ile

İHA veri toplama aşaması gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı 2' de ise %80 enine, %70 boyuna bindirme oranları kullanılmıştır. İki çalışma alanından üretilen 3 boyutlu model konum doğruluğu ve görsel kalitesi karşılaştırıldığında ikinci çalışma alanının daha iyi sonuçlara sahip olduğu tespit edilmiştir. İlerde yapılması planlanan bina, ağaç, yol çıkarımı amaçlı 3 boyutlu model üretiminde yüksek bindirme oranlarının tercih edilmesi ile İHA uçuş planı hazırlanması gerekliliği gözlenmiştir.

Yapılan çalışmanın sonucunda, İHA sistemleri kullanılarak fotogrametride ana uygulamalar ve araştırmalar doğrultusunda sistemin ana zorlukları fotoğraf elde edilmesinden ziyade, uçuş performansı, fotoğraf blok dengelemesi olduğu gözlenmiştir. Bu parametrelerin de sınırları esas olarak, uçuş modu (otonom / yarı otonom / manuel), İHA ve uçuş planlamasında kullanılan navigasyon sistemi bununla birlikte bu iki sistem arasındaki kalibrasyona bağlıdır. Yapılan son çalışmalar ise genel olarak yüksek çözünürlüklü ve hassasiyet içeren uygulamaların hızlı ve verimli işlenmesine odaklanmıştır. Serbest ağ dengelemesi ve doğrudan sensör yöneltmesi ile veri işleme hızı oldukça azalmıştır. Ayrıca farklı sensörlerin entegrasyonu için gerekli olan dış yöneltme elemanlarının bilinmesi ve sistemin konum doğruluğunun araştırılması gerekmektedir.

İHA'nın yaygın kullanımı ülkemizde de özellikle Harita Mühendisiliğinin çalışma konusu haline gelmiştir. Son zamanlarda İHA ile ilgili yeni yönetmeliğe ihtiyaç duyulması bunun ispatıdır. İHA fotogrametrisi ile insan yaşamı için tehlikeli ortamlarda uzaktan veri toplama (afet yönetiminde yangın, deprem, patlama ya da volkanik hareketlerin incelenmesi gibi) imkanı sayesinde, anında çözüm üretecek gerçek zamanlı veri kontrolünü ve üretimini sağlamaktadır. Çalışma alanınlarına ait giydirilmiş üç boyutlu model kent ve arazi yönetimi için gerekli olan analizlerin yapılması mümkündür. Tüm bu avantajlar göz önüne alındığında İHA platformu, diğer Uzaktan Algılama ve Fotogrametri verisi elde etme platformlarından üstün kılmaktadır. Ayrıca, elde edilen veriler kullanılarak arkeolojik belgeleme, afet yönetimi, orman alanlarının tespiti ve orman envanterinin çıkarılması, trafik yoğunluğunun harita üretimi, kaçak yapı tespiti, gürültü ve hava kirlilik analizi gibi çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Newhall, B., (1969). Airborne camera: The world from the air and outer space, Hasting House, Trowbridge & London, 144.
- [2] Whittlesley, J. H., (1970). Tethered Balloon for Archaeological Photos, In: Photogrammetric Engineering, 36, 2, 181-186.
- [3] Ceylan, M., Döner, F. ve Özdemir, S., (2014). “İnsansız Hava Aracı Sistemlerinin Veri Toplama ve Haritalama Çalışmalarında Kullanımı”, V. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, İstanbul, Türkiye.
- [4] Eisenbeiß, H., (2009). UAV Photogrammetry, ETH Zurich for the degree of Doctor of Science, ISSN 0252-9335. ISBN: 978-3-906467-86-3, Zurich, Switzerland.
- [5] Eisenbeiss, H., (2003). Positions und Orientierungsbestimmung eines autonomen Helikopters - Vergleich zwischen direkter Georeferenzierung und Aerotriangulation mit Videobilddaten, Diploma Thesis, Institute for Photogrammetry and Remote Sensing, University of Technology, 86, Dresden, Germany.
- [6] Nex, F. ve Remondino, F., (2014). UAV for 3D mapping applications: a review, Applied Geomatics, ISPRS, Volume 6, Issue 1, 1–15, Enschede, Netherlands.
- [7] Yastıklı, N., (2009). Ortofoto Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü Fotogrametri Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye.
- [8] Hirschmuüller, H., (2011). “Semi-Global Matching – motivation, developments and applications”, In Photogrammetric Week 11, Wichmann, Heidelberg, 173–184.
- [9] Yastıklı, N. ve Bayraktar, H., (2014). Yoğun Görüntü Eşleme Algoritmaları ile Yüksek Çözünürlüklü Sayısal Yüzey Modeli Üretimi, V. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, İstanbul, Türkiye.
- [10] Przybilla, H.-J. ve Wester-Ebbinghaus, W., (1979). Bildflug mit ferngelenktem Kleinflugzeug, In: Bildmessung und Luftbildwesen, Zeitschrift fuer Photogrammetrie und Fernerkundung, 47, 5, 137-142.

- [11] Wester-Ebbinghaus, W., (1980). Aerial Photography by radio controlled model helicopter, In: The Photogrammetric Record, 10, 55, 85-92.
- [12] Vozikis, E., (1983). Analytical methods and instruments for mapping from balloon photography, In: The Photogrammetric Record, 11, 61, 83-92. DPT, (1985).
- [13] Johnson, G. W., Meisner, D. E. ve Johnson, W. L., (1990). Aerial Photography of the Nazca Lines, In: The Lines of Nasca, Ed.: Aveni, A., F., Memoirs of the American Philosophical Society, Philadelphia, 273-283.
- [14] Marks, A. R., (1989). Aerial photography from a tethered helium filled balloon, In: The Photogrammetric Record, 13, 74, 257-261.
- [15] Mori, M., Masahiro, S., Akamatsu, Y., Yamana, R. ve Yahara, T., (1996). Discussion on the automatic measurement of traffic flow by video camera mounted on balloon, In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, ISPRS Congress, Vienna, Austria, XXXI, B5, 378-381.
- [16] Karras, G. E., Mavromati, D., Madani, M., Mavrelis, G., Lymperopoulos, E., Kambourakis, A. ve Gesafidis, S., (1999). Digital orthophotography in archaeology with low-altitude non-metric images, In: International Archives of Photogrammetry & Remote Sensing, WG V/2 & 5 "Photogrammetric Measurement, Object Modeling and Documentation in Architecture and Industry", Thessaloniki, Greece, XXXII-5/W11, 8-11.
- [17] Gruen, A., Zhang, L. ve Visnovcova, J., (2001). "Automatic reconstruction and visualization of a complex Buddha tower of Bayon", Angkor, Cambodia, in DGPF, 21. Wissenschaftlich-Technische Jahrestagung der DGPF, Photogrammetrie-Fernerkundung-Geoinformation: Geodaten schaffen Verbindungen, 289-301.
- [18] Ries, J. B. ve Marzoff, I., (2003). Monitoring of gully erosion in the Central Ebro Basin by large-scale aerial photography taken from a remotely controlled blimp, In: CATENA, 50, 2-4, 309-328.
- [19] Wanzke, H., (1984). "The Employment of a hot-air ship for the stereophotogrammetric documentation of antique ruins", In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, ISPRS Congress, Rio de Janeiro, XXV-5, 746-756.
- [20] Bigras, C., (1997). "Kite aerial photography of the Axel Heiberg Island fossil forest", In: American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, First North American Symposium on Small Format Aerial Photography, University of Minnesota, USA, 147-153.
- [21] Carlson, J., (1997). Kiteflying in freezer, In: The Aerial Eye, 3, 2, 6-7.
- [22] Gawronski, J. H. G. ve Boyarsky, P. V., (1997). "Northbound with Barents: Russian-Dutch integrated archaeologic research on the Archipelago Novaya Zemlya", Uitgeverij Jan Mets, Amsterdam, 255.

- [23] Aber, J. S., Aber, S. W. ve Pavri, F., (2002). "Unmanned small-format aerial photography from kites for acquiring large scale, high-resolution, multiview-angle imagery", In: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Pecora 15, Land Satellite Information IV, ISPRS Commission I, FIEOS, Denver, CO, USA.
- [24] Miyatsuka, Y., (1996). "Archaeological real time photogrammetric system using digital still camera", In: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XVIII ISPRS Congress, Vienna, Austria, XXXI-B5, 447-452.
- [25] Yasuda, Y. ve Miyatsuka, Y., (2001). "Archaeological 3D visualization for Chinese fortress sites", In: GIS Development, <http://www.gisdevelopment.net/application/archaeology/general/archg0015.htm> , (19 Mayıs 2009).
- [26] Tokmakidis, K., Ito, J., Mamoto, E. ve Mori, F., (1998). "Detail Surveys with Close-Range Photogrammetry in Archaeological Sites", in International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Commission V Symposium.
- [27] Theodoridou, S., Tokmakidis, K. ve Skarlatos, D., (2000). "Use of Radio-Controlled Model Helicopters in archaeology Surveying and in Building Construction Industry", In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XIX ISPRS Congress, Amsterdam, The Netherlands, XXXIII-B5.
- [28] Thrun, S. a. D., Mark ve Haehnel, D., (2003). "Scan Alignment and 3D Surface Modeling with a Helicopter Platform", In: International Conference on Field and Service Robotics, Lake Yamanaka, Japan.
- [29] Herwitz, S. R., Leung, J. G., Higgins, R. G. ve Dunagan, S. E., (2002). "Remote command-and-control of imaging payloads using commercial off-the-shelf technology", in IGARSS, Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2726-2728.
- [30] Everaerts, J., (2008). "The Use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVS) for Remote Sensing and Mapping", In: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, ISPRS Congress, Beijing, China, XXXVII. Part B1, 1187-1192.
- [31] Nagai, M., Chen, T., Ahmed, A. ve Shibasaki, R., (2008). "UAV Borne Mapping by Multi Sensor Integration", In: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, ISPRS Congress, Beijing, China, XXXVII. Part B1, 1215-1221.
- [32] Altan, M. O., Celikoyan, T. M., Kemper, G. ve Toz, G., (2004). "Balloon photogrammetry for cultural heritage", In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XX ISPRS Congress, Istanbul, Turkey, XXXV-B5, 964-968.

- [33] Fotinopoulos, V., (2004). "Balloon photogrammetry for archaeological surveys", In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XX ISPRS Congress, Istanbul, Turkey, XXXV-B5, 504-507.
- [34] Jang, H. S., Lee, J. C., Kim, M. S., Kang, I. J. ve Kim, C. K., (2004). "Construction of national cultural heritage management system using rc helicopter photographic syrveying system", In: International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, ISPRS Congress, Istanbul, Turkey, XXXV, Part B5, 473-478.
- [35] Hirobo, Hirobo corporate website, <http://model.hirobo.co.jp/> , (11 Mart 2009).
- [36] Everaerts, J., Lewyckyj, N. ve Fransaer, D., (2004). "Pegasus: Design of a Stratospheric Long Endurance Uav System for Remote Sensing", In: International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, ISPRS Congress, Istanbul, Turkey, XXXV, Part B2, 29-33.
- [37] Fransaer, D., Lewyckyj, N., Vanderhaegehen, F., ve Everaerts, J., (2004). "Pegasus : Business Model for a Stratospheric long Endurance Uav System for Remote Sensing", In: International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, ISPRS Congress, Istanbul, Turkey, XXXV, Part B2, 625-629.
- [38] Jizhou, W., Zongjian, L. ve Chengming, L., (2004). "Reconstruction of buildings from a single UAV image", In: International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, ISPRS Congress, Istanbul, Turkey, XXXV, Part B8, 940-943.
- [39] Scheritz, M., Dietrich, R., Scheller, S., Schneider, W. ve Boike, J., (2008). "High Resolution Digital Elevation Model of Polygonal Patterned Ground on Samoylov Island, Siberia, Using Small-Format Photography", In: United states permafrost association, 9th International Conference on Permafrost, University of Alaska, Fairbanks, USA, 1589-1594.
- [40] Gomez-Lahoz, J. ve Gonzalez-Aguilera, D., (2009). Recovering traditions in the digital era: the use of blimps for modelling the archaeological cultural heritage, In: Journal of Archaeological Science, 36, 1, 100-109.
- [41] Imbach, B. ve Eck, C., (2009). Autonomer UAV Helikopter für Vermessung und industrielle Anwendungen Luhmann, T. and Müller, C.: Luhmann, T. and Müller, C., in Herbert Wichmann, 8. Oldenburger 3D-Tage, 384.
- [42] Choi, K., Lee, I., Shin, S. W. ve Ahn, K., (2008). "A Project Overview for the Development of a Light and Flexible Rapid Mapping System for Emergency Response", In: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, ISPRS Congress, Beijing, China, XXXVII. Part B1, 915-920.
- [43] Eisenbeiss, H., Sauerbier, M., Novák, D., Chapuis, J. ve Püschel, H., (2009). "Einsatz einer autonomen Plattform und der Irrlicht Engine für die 3D-Echtzeitvisualisierung am Beispiel von Schloss Landenberg", Luhmann, T. and

- Müller, C.: Luhmann, T. ve Müller, C., in Verlag Herbert Wichmann, Oldenburger 3D-Tage, 390-396.
- [44] Wang, Y., Liang X., Flener C., Kukko A., Kaartinen H., Kurkela M., Vaaja M., Hyyppä H. Ve Alho, P., (2013). 3D Modeling of coarse fluvial sediments based on mobile laser scanning data, *Remote Sensing* 2013, 5, 4571-4592.
 - [45] Lisein J., Pierrot-Deseilligny M., Bonnet S. ve Lejeune P. (2013). A photogrammetric workflow for the creation of a forest canopy height model from small unmanned aerial system imagery, *Forests* 4: 922–944.
 - [46] Weinmann, M.; Jutzi, B. ve Mallet, C. (2013). “Feature relevance assessment for the semantic interpretation of 3D point cloud data”, In: *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences II-5/ W2*, 313–318.
 - [47] Maiellaro, N., Zonno, M. ve Lavalley, P., (2015). “Laser scanner and camera-equipped uav architectural surveys”, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XL-5/W4, 2015 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures, 25-27 Şubat 2015, Avila, Spain.
 - [48] Vetrivel, A., Gerke, M., Kerle, N. ve Vosselman, G., (2015). “Identification of damage in buildings based on gaps in 3D point clouds from very high resolution oblique airborne images”, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XL-3/W2, Joint ISPRS conference, Munich, Germany.
 - [49] Zhe, L., Yu, Y., Yabing, J. ve ShuGuang, Z., (2015). “The Design and Testing of a LiDAR Platform for a UAV for Heritage Mapping”, *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XL-1/W4, 17-24.
 - [50] Coppa, U., Guarnieri, A., Pirotti, F. ve Vettore, A., (2008). “Accuracy Enhancement of Unmanned Helicopter Positioning with Low Cost System”, In: *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, ISPRS Congress, Beijing, China, XXXVII. Part B5, 843-849.
 - [51] Nebiker, S., Annen, A., Scherrer, M. ve Oesch, D., (2008). “A Light-Weight Multispectral Sensor for Micro UAV - Opportunities for Very High Resolution Airborne Remote Sensing”, In: *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, ISPRS Congress, Beijing, China, XXXVII. Part B1, 1193-1199.
 - [52] Eugster, H. ve Nebiker, S., (2008). “UAV-Based Augmented Monitoring - Real-Time Georeferencing and Integration of Video Imagery with Virtual Globes”, In: *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, ISPRS Congress, Beijing, China, XXXVII. Part B1, 1229-1235.
 - [53] Steffen, R. ve Förstner, W., (2008). “On Visual Real Time Mapping for Unmanned Aerial Vehicles”, In: *The International Archives of the*

Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, ISPRS Congress, Beijing, China, XXXVII. Part B3a, 57-62.

- [54] Colomina, I., Blázquez, M., Molina, P., Parés, M. E. ve Wis, M., (2008). "Towards A New Paradigm for High-Resolution Low-Cost Photogrammetry and Remote Sensing", In: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, ISPRS Congress, Beijing, China, XXXVII. Part B1, 1201-1206.
- [55] Zhang, C., (2008). "An UAV-based photogrammetric mapping system for road condition assessment", In: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, ISPRS Congress, Beijing, China, XXXVII. Part B5, 627-631.
- [56] Gerke, M., (2008). "Dense Image Matching in Airborne Video Sequences", In: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, ISPRS Congress, Beijing, China, XXXVII. Part B3b, 639-644.
- [57] Zhang, C., (2009). "UAV-based remote sensing of road conditions", In: ASPRS, ASPRS 2009 Annual Conference, Baltimore, Maryland (U.S.).
- [58] Niethammer, U., Rothmund, S. ve Joswig, M., (2009). "UAV-based remote sensing of the slow moving landslide Super-Sauze", In: Landslide processes, Ed.: CERIG Editions, Strasbourg, 69-74.
- [59] Niethammer, U., James M., Rothmund S., Travelletti J. ve Joswig M., (2012). "UAV-based remote sensing of the SuperSauze landslide: Evaluation and results", Engineering Geology 128: 2-11.
- [60] Rosnell, T. ve Honkavaara, E., (2012). "Point cloud generation from aerial image data acquired by a quadcopter type micro unmanned aerial vehicle and a digital still camera", Sensors 2012, 12:453-480.
- [61] Baiocchi, V., Dominici, D. ve Mormile, M., (2013). "Uav Application In Post – Seismic Environment", International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-1/W2, 2013 UAV-g2013, 4 – 6 Eylül 2013, Rostock, Germany.
- [62] Chiabrando, F., Lingua, A. ve Piras, M., (2013). "Direct Photogrammetry Using Uav: Tests And First Results", International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-1/W2, 2013 UAV-g2013, 4 – 6 Eylül 2013, Rostock, Germany.
- [63] Greiwea, A., Gehrkea, R., Spreckels, V. ve Schlienkamp, A. (2013). "Aspects Of Dem Generation From Uas Imagery", International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-1/W2, 2013 UAV-g2013, 4 – 6 Eylül 2013, Rostock, Germany.
- [64] Pech, K., Stelling, N., Karrasch, P. ve Maas, H.-G., (2013). "Generation Of Multitemporal Thermal Orthophotos From Uav Data", International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-1/W2, 2013 UAV-g2013, 4 – 6 Eylül 2013, Rostock, Germany.

- [65] González, H.-J., Puente, I., Roca, D., Martínez-Sánchez, J., Conde, B. ve Arias, P., (2014). UAV Photogrammetry Application to the Monitoring of Rubble Mound Breakwaters, Journal of Performance Constructed Facilities, 2014 American Society of Civil Engineers, DOI: 10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0000702.
- [66] Hugenholtz, C. H., Walke, J., Brown, O. ve Myshak, S., (2014). "Earthwork Volumetrics with an Unmanned Aerial Vehicle and Softcopy Photogrammetry", Journal of Surveying Engineering, 2014 American Society of Civil Engineers, DOI: 10.1061/(ASCE)SU.1943-5428.0000138.
- [67] Bemis, S. P., Micklethwaite, S., Turner, D., James, M. R., Akciz, S. Thiele, S. T., ve Bangash, H. A., (2014). "Ground-based and UAV-Based photogrammetry: A multi-scale, highresolution mapping tool for structural geology and paleoseismology", Journal of Structural Geology 69 (2014,) 163-178.
- [68] Markelin, L., Honkavaara, E., Näsiä, R., Nurminenä, K. ve Hakalaa, T., (2014). "Geometric Processing Workflow For Vertical And Oblique Hyperspectral Frame Images Collected Using Uav, The International Archives of the Photogrammetry", Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-3, 2014 ISPRS Technical Commission III Symposium, 5 – 7 Eylül 2014, Zurich, Switzerland.
- [69] Yamamoto, T., Kusumoto, H. ve Banjo, K., (2014). "Data Collection System for a Rapid Recovery Work: Using a Digital Photogrammetry and a Small UAV (unmanned aerial vehicle)", Computing In Civil And Building Engineering.
- [70] Tahar, K.N., (2015). "Height Accuracy Based On Different Rtk Gps Method For Ultralight Aircraft Images", The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-3/W3, 2015 ISPRS Geospatial Week 2015, 28 Eylül – 03 Ekim 2015, La Grande Motte, France.
- [71] Tsouvaltsidis, C., Salem, N. Z. A., Benari, G., Vrekalic, D. ve Quine, B., (2015). "Remote Spectral Imaging Using A Low Cost Uav System, The International Archives of the Photogrammetry", Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-1/W4, 2015 International Conference on Unmanned Aerial Vehicles in Geomatics, 30 Ağustos–02 Eylül 2015, Toronto, Canada.
- [72] Sieberth, T., Wackrow, R. ve Chandler, J. H., (2015). "UAV Image Blur - Its Influence and Ways to Correct it", The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-1/W4, 2015 International Conference on Unmanned Aerial Vehicles in Geomatics, 30 Ağustos–02 Eylül 2015, Toronto, Canada.
- [73] Haala, N., Cramer, M., Weimer, F. ve Trittler, M., (2011). "Performance Test On Uav-Based Photogrammetric Data Collection, International Archives of the Photogrammetry", Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XXXVIII-1/C22, 2011 ISPRS Zurich 2011 Workshop, 14-16 Eylül 2011, Zurich, Switzerland.
- [74] Ginia, R. , Pagliari, D., Passoni, D., Pinto, L., Sonaa, G. ve Dossoc, P., (2013). "Uav Photogrammetry: Block Triangulation Comparisons", International Archives of

- the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-1/W2, 2013 UAV-g2013, 4 – 6 Eylül 2013, Rostock, Germany.
- [75] Haala, N., Cramer, M. ve Rothermel, M., (2013). "Quality Of 3d Point Clouds From Highly Overlapping Uav Imagery", International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-1/W2, 2013 UAV-g2013, 4 – 6 Eylül 2013, Rostock, Germany.
 - [76] Tampubolon, W. ve Reinhardt, W., (2014). "Uav Data Processing For Large Scale Topographical Mapping", The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-5, 2014 ISPRS Technical Commission V Symposium, 23 – 25 Haziran 2014, Riva del Garda, Italy.
 - [77] Unger, J., Reich, M. ve Heipke, C., (2014). "UAV-based photogrammetry: monitoring of a building zone", The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-5, 2014 ISPRS Technical Commission V Symposium, 23 – 25 Haziran 2014, Riva del Garda, Italy.
 - [78] Wierzbickia, D., Kedzierskia, M. ve Fryskowskaa, A., (2015). "Assesment Of The Influence Of Uav Image Quality On The Orthophoto Production", The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-1/W4, 2015 International Conference on Unmanned Aerial Vehicles in Geomatics, 30 Ağustos –02 Eylül 2015, Toronto, Canada.
 - [79] Colomina, I. ve Molina, P., (2014). "Unmaned Aerial Systems for Photogrammetry and Remote Sensing: A Review", ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 92, 79-97.
 - [80] Pritt, M. D., (2014). "Fast Orthorectified Mosaics Of Thousands Of Aerial Photographs From Small Uavs", Imagery Pattern Recognition Workshop (AIPR), 2014 IEEE, Washington, DC, USA.
 - [81] Chen, J., Li K., Chang, K., Sofia, G. ve Tarolli, P., (2015). "Open-Pit Mining Geomorphic Feature Characterisation", International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 42, 76–86.
 - [82] Kršák, B., Blišťan, P., Pauliková, A., Puškárová, P., Kovanič, L., Palková, J. ve Zelizňaková, V.,(2016). "Use of low-cost UAV photogrammetry to analyze the accuracy of a digital elevation model in a case study", Measurement, 91, Eylül 2016, 276-287.
 - [83] Mizinski, B. ve Niedzielski, T., (2017). "Fully-automated estimation of snow depth in near real time with the use of unmanned aerial vehicles without utilizing ground control points", Cold Regions Science and Technology, 138, Haziran 2017, 63-72.
 - [84] Karakas, H., Koyuncu, E. ve Inalhan, G., (2013). ITU Tailless UAV Design, Journal of Intelligent & Robotic Systems, Ocak 2013, 69, 1–4, 131–146.

- [85] Gençerk, E. Y., (2016). İnsansız Hava Aracı Fotogrametrisi Uygulaması İle İnşaat Projesi İmalat Durumunun Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [86] Bayram, B., Demir, N., Akpınar, B., İnce, A., Bozkurt, S., Oy, S., Şeker, D. Z., Güler, A. ve Yüksel, Y., (2017). "İha ve İha-Lidar Verilerinden Otomatik Üç Boyutlu Kiyi Çizgisi Çıkartılması Ve Analizi: Terkos Örneği", TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 3-6 Mayıs 2017, Ankara.
- [87] Yakar, M. ve Doğan, Y., (2017). "Silifke Aşağı Dünya Obruğunun İha Kullanılarak Üç Boyutlu Modellenmesi", Türkiye Ulusal Fotogrametri Ve Uzaktan Algılama Birliği 27-29 Nisan 2017, Afyonkarahisar.
- [88] Öztürk, O., Bilgilioğlu, B. B., Çelik, M. F., Bilgilioğlu, S.S. ve Uluğ, R., (2017). "İnsansız Hava Aracı (İha) Görüntüleri İle Ortofoto Üretiminde Yükseklik Ve Kamera Açısının Doğruluğa Etkisinin Araştırılması", Türkiye Ulusal Fotogrametri Ve Uzaktan Algılama Birliği 27-29 Nisan 2017, Afyonkarahisar.
- [89] Gürbüz, M. F. ve Türker, M., (2017). "Çok Yüksek Çözünürlüklü İha Görüntülerinden Otomatik Ağaç Tespiti", Türkiye Ulusal Fotogrametri Ve Uzaktan Algılama Birliği 27-29 Nisan 2017, Afyonkarahisar.
- [90] Yastıklı, N., (2009). Sayısal Arazi Modelleri Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü Fotogrametri Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye.
- [91] New Tech Service Inc., Digital Aerial Camera DMC, Sugar Land, USA, <http://www.nts-info.com/inventory/map/718.%20Digital%20DMC%20Aerial%20Camera.htm> , 2007.
- [92] Petri G., (2008). "Systematic Oblique Aerial Photography Using Multiple Digital Cameras", VII. International Scientific & Technical Conference, From Imagery to Map: Digital Photogrammetric Technologies, Eylül 15- 18 2008, Porec Croatia.
- [93] New Tech Service Inc., Digital Vexcel UltracamD Camera, Sugar Land, Usa, <http://www.nts-info.com/inventory/map/710.Digital%20Vexcel%20Camera%20UltraCamD.htm> , 2007.
- [94] Leberl, F. ve Gruber, M., (2003). "Flying the New Large Format Digital Aerial Camera Ultracam", Photogrammetric Week 03, Wichmann Verlag , Heidelberg, Germany, Ocak 2003, 67-76.
- [95] Digital Aerial Solutions, Leica ALS 60, Tampa, Florida <http://digitalaerial.com/als60/> , 2016.
- [96] Billups, C. F., (2014). "Digital Sensors vs. Film Cameras: Collier County, Florida Test Drives Digital Senso", <https://www.directionsmag.com/article/3479> .
- [97] FitzGerald, D.J. ve Perrin J., (2015). "Magnetic Compensation of Survey Aircraft; a poor man's approach and some re-imagination", 14th SAGA Biennial Technical Meeting and Exhibition 6 - 9 Eylül 2015, Drakensberg South Africa.

- [98] Uzar, A. M. ve Yastıklı, N., (2012). "LiDAR ve Hava Fotoğrafları İle Otomatik Bina Çıkarımı", HKMO Jeodezi, Jeoinformasyon Ve Arazi Yönetimi, 91-95.
- [99] Lazer Tarama Sistemi, <http://www.cotroneoingegneria.it/site/analisi-di-dati-lidar/> , 2015.
- [100] Austin, R., (2010). Unmanned Aircraft Systems Uavs Design, Development And Deployment, May 2010 Wiley, Newyork, USA.
- [101] Van Blyenburgh, P., (1999). "UAVs: and Overview, In: Air & Space Europe", I, 5/6, 43-47.
- [102] Kılıç, F., (2012). Fotogrametrinin Temelleri Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü Fotogrametri Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye.
- [103] Kraus, K., (2004). Photogrammetrie, Band 1 , Geometrische Informationen aus Photographien und Laserscanneraufnahmen, aus Photographien und Laserscanneraufnahmen, ISBN 3-11-017708-0, Mart 2004, Technische Universität Wien, Wien, Österreich.
- [104] TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Büyük Ölçekli Harita Ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği, (2005). http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/42a58f0b7c9e0ab_ek.pdf
- [105] Kraus, K., (2007). Photogrammetry - Geometry from Images and Laser Scans, Walter de Gruyter, Goettingen, Germany, 459.
- [106] Aykut, N.A., Doğan, U., Ata, E. ve Arı, A., (2005). "GPS İle Kıyı Çizgisinin Belirlenmesi", Karaburun Örneği, Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu, 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, İTÜ, İstanbul, Türkiye.
- [107] Akar, A., 2009. Karadeniz Sahil Yolunun Yapımı ile Değirmendere' nin Trabzon Limanına Etkisinin Hidrografik Ölçmeler ve Uydu Görüntüleri ile İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.
- [108] Yılmaz, V., Akar, A., Akar, Ö., Güngör, O., Karslı, F. ve Gökalp, E.,(2013). "İnsansız Hava Aracı İle Üretilen Ortofoto Haritalarda Doğruluk Analizi", Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği VII. Teknik Sempozyumu, 23-25 Mayıs 2013, KTÜ, Trabzon, Türkiye.
- [109] Cramer, M., (2001). "Genauigkeitsuntersuchungen zur GPS/INS-Integration in der Aerophotogrammetrie", 2001, Deutsche Geodätische Kommission, München, p. 122.
- [110] senseFly Announces eBee RTK Survey-grade Mapping Drone, <http://informedinfrastructure.com/9061/sensefly-announces-eb-e-rtk-survey-grade-mapping-drone/> , 2014.
- [111] Akgül, M., Yurtseven, H., Demir, M., Akay, A. E., Gülci, S. ve Öztürk, T., (2016). İnsansız hava araçları ile yüksek hassasiyette sayısal yükseklik modeli üretimi ve

- ormancılıkta kullanım olanakları, Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University 2016, 66(1): 104-118.
- [112] Lowe, D. G., (2004). "Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints", International Journal of Computer Vision, 2004.
- [113] Bayram, B., (2015). Görüntü Analizi Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü Fotogrametri Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye.
- [114] Furukawa, Y., Curless, B., Seitz, S. M. ve Szeliski, R., (2010). "Towards Internet-scale Multi-view Stereo", The Twenty-Third IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR 2010, San Francisco, CA, USA, 13-18 Haziran 2010.
- [115] Fitzpatrick, B. P., (2015). Unmanned Aerial Systems For Surveying And Mapping: Cost Comparison Of Uas Versus Traditional Methods Of Data Acquisition, Faculty Of The Usc Graduate School University Of Southern California In Partial Fulfillment Of The Requirements For The Degree Master Of Science, August 2016, Los Angeles, USA.
- [116] 2017 Yılı Sayısal Halihazır Harita Alım İşleri Birim Fiyat Cetveli, (2017). İller Bankası A.Ş. Yatırım Koordinasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara 2017. <http://www.ilbank.gov.tr/dosyalar/BirimFiyatCetvelleri/2017/Say%C4%B1sal%20Halihaz%C4%B1r%20Harita%20Al%C4%B1m%C4%B1%20%C4%B0%C5%9Fleri%20Birim%20Fiyatlar%C4%B1.pdf>
- [117] Özerman, U., (2012). Topografya Ders Notları, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye.
- [118] TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Halihazır Harita Yaklaşık Maliyet Hesabı, 2016, http://www.hkmo.org.tr/birim_fiyatlar/index_halihazir.php
- [119] TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Hizmetleri Ücret Cetveli, 2017, http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/f45aa9535c5f1dc_ek.pdf?tipi=29&туру=X&sube=0

ÇALIŞMA ALANI 1 HAVA FOTOĞRAFI ORTA NOKTALARI KOORDİNATLARI VE DÖNÜKLÜKLERİ

Çizelge A. 1 Çalışma alanı 1' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
MAS00239.J PG	487419.3013	4547755.43	384.3018394	1.235524217	-5.375634925	-120.8748007
MAS00240.J PG	487464.3492	4547716.143	384.3020809	0.220718878	-2.64674657	-120.0376052
MAS00241.J PG	487508.346	4547675.815	383.9312852	-0.51060943	-1.808834239	-127.072277
MAS00242.J PG	487552.7334	4547634.64	384.3796403	-0.40427893	-1.148475855	-125.6012748
MAS00243.J PG	487599.3716	4547591.243	384.3357368	1.089810526	-0.843851881	-125.1973718
MAS00244.J PG	487642.0894	4547551.225	383.8787803	1.897743455	-0.956085931	-121.1622592
MAS00245.J PG	487687.7974	4547509.502	384.2754338	3.70688952	-0.171865585	-118.4402459
MAS00246.J PG	487734.5975	4547467.459	383.1777413	2.553288453	-0.551237832	-117.0788776

Çizelge A. 1 Çalışma alanı 1' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
MAS00247.J PG	487778.3991	4547426.884	383.6394375	4.085934799	1.382066378	-118.1303658
MAS00267.J PG	487917.2831	4547561.865	364.5399838	2.802186979	0.319503418	37.92423556
MAS00268.J PG	487872.8477	4547601.365	363.6155267	2.476082512	4.709398876	41.56525056
MAS00269.J PG	487830.0825	4547641.671	363.1323164	0.511717727	0.009593233	37.60472071
MAS00270.J PG	487784.6722	4547681.614	363.7118081	3.897533014	0.468057224	38.93307359
MAS00271.J PG	487739.0996	4547722.622	363.6016501	2.743667784	0.250709121	35.79560457
MAS00272.J PG	487693.5524	4547763.25	363.6169336	2.201483631	1.827787784	40.42230209
MAS00273.J PG	487685.5681	4547770.507	363.7526541	2.646974365	0.532483121	44.02530703
MAS00274.J PG	487648.1753	4547805.855	364.2567643	2.113779529	1.85819702	40.15789556
MAS00275.J PG	487604.3422	4547848.814	364.1882005	0.624621564	2.525440531	42.85177573
MAS00276.J PG	487559.0897	4547890.413	363.6885816	1.974217047	0.035542786	44.93541531
MAS00315.J PG	487684.7404	4548034.946	354.3283457	1.111436516	0.268356306	-123.3918219
MAS00316.J PG	487729.7163	4547993.59	354.4265338	1.992124262	1.217869139	-123.7757634
MAS00317.J PG	487774.8076	4547951.59	353.7107251	0.614901515	0.148169102	-122.0732247
MAS00318.J PG	487819.2039	4547911.388	353.8533707	1.777901675	0.638882289	-118.931748

Çizelge A. 1 Çalışma alanı 1' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
MAS00319.J PG	487862.2788	4547872.711	352.9361406	-1.728535193	-3.119755909	-118.2785942
MAS00320.J PG	487910.448	4547829.162	352.4399791	-2.135360402	-5.490871606	-120.9159126
MAS00321.J PG	487952.8042	4547789.018	352.7760392	-1.218939359	-5.311229835	-118.0048442
MAS00322.J PG	488001.1754	4547743.835	353.5495079	-1.81578026	-5.195432507	-119.8576459
MAS00323.J PG	488045.3113	4547701.585	352.8618862	-3.516860793	-4.209890437	-114.2407342
MAS00341.J PG	488250.6076	4547777.702	364.5647976	-0.703165012	-1.804369961	-38.43796674
MAS00342.J PG	488202.2931	4547819.203	364.1486273	-1.357929084	-0.413898219	-42.30403547
MAS00343.J PG	488157.3474	4547859.896	363.9876701	-0.562320986	-0.992814392	-40.3116363
MAS00344.J PG	488114.0254	4547900.801	364.8839414	-0.073406313	-1.044470616	-38.85677744
MAS00345.J PG	488067.8481	4547943.095	364.4765387	-1.07972219	-1.532815308	-40.55068254
MAS00346.J PG	488023.1892	4547982.902	363.4859623	-0.99363722	-5.69397774	-42.4306475
MAS00347.J PG	487978.4234	4548025.669	364.1316326	-1.24853067	-0.019738416	-40.72687805
MAS00348.J PG	487931.7691	4548068.287	364.0281293	-0.691606384	-1.320363204	-42.34084345
MAS00349.J PG	487887.9464	4548106.722	364.7338893	-0.945134402	-1.312071614	-41.34022699
MAS00350.J PG	487842.1635	4548149.047	364.8041669	-2.814654975	-1.018650931	-41.0186085

ÇALIŞMA ALANI 2 HAVA FOTOĞRAFI ORTA NOKTALARI KOORDİNATLARI VE DÖNÜKLÜKLERİ

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07185.J PG	617705.7325	4118864.264	1043.609294	37.32970736	0.839146526	110.8003036
DSC07186.J PG	617679.2954	4118845.056	1040.61349	22.93421205	37.03376197	140.5930291
DSC07187.J PG	617672.6571	4118816.341	1040.718584	14.21923106	33.62911661	160.8283295
DSC07188.J PG	617679.4066	4118797.087	1038.826001	21.76255778	24.72585831	134.3005418
DSC07189.J PG	617689.5366	4118784.634	1036.826103	16.22996596	16.25146582	121.5514887
DSC07190.J PG	617702.2056	4118775.033	1034.644005	17.31116564	10.53385551	108.6667932
DSC07191.J PG	617715.9344	4118768.439	1033.679978	9.96940739	1.760320671	105.0599445
DSC07192.J PG	617731.4342	4118762.614	1033.42414	2.43334554	0.27560345	102.6076182

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07193.J PG	617747.34 61	4118757.1 32	1032.6007 52	1.1203605 81	1.2356981 14	- 102.89716 35
DSC07194.J PG	617763.72 12	4118750.9 98	1031.2414 77	8.5826171 18	1.3111286 43	- 108.75529 73
DSC07195.J PG	617789.10 75	4118737.3 73	1030.6260 97	10.827906 7	11.089300 09	- 118.40068 21
DSC07196.J PG	617812.89 7	4118717.3 61	1031.7363 64	6.4139076 18	8.8015923 88	- 126.45671 39
DSC07197.J PG	617834.15 5	4118692.4 53	1031.4765 06	3.1612643 45	6.8988976 85	- 135.80365 1
DSC07198.J PG	617852.07 05	4118666.3 42	1031.6551 96	0.6744581 36	4.3943457 88	- 139.86622 78
DSC07199.J PG	617869.07 9	4118637.4 85	1033.2342 61	- 2.9101137 9	- 1.5999214 71	- 144.68831 36
DSC07200.J PG	617885.51 31	4118608.3 11	1034.2630 24	- 0.1436776 27	- 1.3309605 4	- 143.17649 31
DSC07201.J PG	617901.03 45	4118580.0 28	1034.7998 79	0.6654151 19	0.2073683 76	- 140.94372 53
DSC07202.J PG	617917.04 9	4118550.1 73	1035.7192 63	- 0.9038834 34	- 0.9124208 11	- 143.35285 29
DSC07203.J PG	617931.15 21	4118522.9 3	1037.0827 35	- 1.5592469 4	- 0.9193598 19	- 145.49297 45
DSC07204.J PG	617944.84 63	4118496.6 71	1037.4989 12	0.0645377 45	2.2220699 46	- 139.51555 91
DSC07205.J PG	617959.44 6	4118469.9 7	1035.0567 31	0.8111329 62	4.3830746 23	- 139.62236 39

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07206.J PG	617976.1328	4118441.12	1034.327009	-0.63326461	-0.282583206	-141.9718921
DSC07207.J PG	617991.0926	4118414.82	1035.365817	-1.715350704	-0.904880856	-140.8379818
DSC07208.J PG	618005.8189	4118388.786	1037.030519	-1.212867706	-0.23969137	-137.8106045
DSC07209.J PG	618021.7881	4118360.951	1037.235416	-0.05142053	-3.967988632	-147.4900715
DSC07210.J PG	618035.6742	4118336.5	1037.972513	-0.294736897	-1.461261888	-138.9401443
DSC07211.J PG	618050.2427	4118309.86	1037.673064	-2.159277282	-1.647511072	-131.0424131
DSC07212.J PG	618064.0211	4118285.035	1037.404962	-3.666587687	-3.110029999	-160.3252859
DSC07213.J PG	618078.5196	4118259.83	1037.815648	-2.998129565	-1.172666542	-147.3881192
DSC07214.J PG	618092.8823	4118234.924	1037.185632	-5.026747413	-0.978148895	-121.8387388
DSC07215.J PG	618106.5219	4118210.45	1035.995443	-2.111933276	-5.302986135	-153.2802183
DSC07216.J PG	618120.8356	4118185.628	1034.608314	-0.723096218	-0.905490153	-144.1209536
DSC07217.J PG	618134.4403	4118161.87	1033.684693	-1.182212229	-1.15776588	-128.3845195
DSC07218.J PG	618149.8766	4118134.56	1033.340848	-3.367143571	-1.520076072	-145.6868155

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07219.J PG	618164.2756	4118109.351	1032.756928	-4.426332615	1.147625538	-148.5962402
DSC07220.J PG	618178.3723	4118084.758	1032.721874	-0.779206765	1.388343072	-136.2777219
DSC07221.J PG	618193.2702	4118059.004	1033.01218	-2.978876445	1.378641391	-146.585024
DSC07222.J PG	618207.5946	4118033.769	1034.192453	-3.138995705	1.302911552	-144.351478
DSC07223.J PG	618221.7275	4118008.855	1035.286757	-1.979942845	0.127500863	-135.9680837
DSC07224.J PG	618235.4919	4117985.016	1036.102779	-0.819400695	0.599965649	-142.9306724
DSC07225.J PG	618250.8576	4117958.47	1038.281148	-0.754450299	0.286556319	-144.8074081
DSC07226.J PG	618228.7714	4117882.701	1043.132649	-35.34386657	3.293632811	102.2468589
DSC07227.J PG	618187.0672	4117886.037	1045.133527	-27.88950644	25.41190536	52.91120847
DSC07228.J PG	618170.3387	4117909.606	1045.784807	-6.651488453	24.32743883	9.20108314
DSC07229.J PG	618167.8681	4117924.313	1045.580214	-4.765883882	15.71748717	9.097459522
DSC07230.J PG	618168.4733	4117939.466	1045.296285	-5.033947304	10.73630521	6.712521285
DSC07231.J PG	618170.1633	4117954.659	1044.532038	-8.903778196	1.117638565	19.07055425

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07232.J PG	618171.9301	4117969.846	1042.977391	-9.281476481	-5.38719263	-12.44558699
DSC07233.J PG	618172.3355	4117985.784	1041.040461	-7.844452277	-9.46607514	-5.162443274
DSC07234.J PG	618171.2099	4118001.558	1039.083211	-7.412956514	-11.87870362	-4.711573848
DSC07235.J PG	618168.4131	4118017.747	1036.582038	-4.982527586	-9.540912423	-11.15095119
DSC07236.J PG	618163.8605	4118033.539	1034.75493	-2.793139673	-10.44067769	-8.51532624
DSC07237.J PG	618158.0024	4118049.25	1033.516284	-1.852651808	-7.445510039	-17.61944904
DSC07238.J PG	618151.2878	4118064.457	1032.341037	-0.877548093	-2.986881442	-18.41159303
DSC07239.J PG	618143.9069	4118079.96	1030.870056	-1.710051978	-5.475414458	-15.20801192
DSC07240.J PG	618135.8065	4118095.665	1029.368488	-0.721413158	-5.818581451	-24.28599528
DSC07241.J PG	618120.46	4118122.21	1029.21911	-5.05248995	-2.991930307	-21.94838015
DSC07242.J PG	618104.4863	4118147.744	1030.504295	-4.382651886	-1.842818352	-23.2903648
DSC07243.J PG	618088.8839	4118172.332	1032.284093	-2.820849429	-1.017736401	-24.61432523
DSC07244.J PG	618073.1346	4118198.018	1033.79707	-0.446536483	-0.567857997	-16.46585117
DSC07245.J PG	618064.9681	4118212.68	1034.603694	-0.096686222	-0.474087907	-22.62221139

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07246.J PG	618056.5223	4118227.594	1034.497521	0.086514396	-1.494865375	21.37749237
DSC07247.J PG	618048.318	4118242.205	1034.134667	0.027244392	-2.655460155	15.97451001
DSC07248.J PG	618039.8818	4118257.211	1033.181194	0.223192491	-0.522432526	24.02995701
DSC07249.J PG	618031.0624	4118272.827	1032.541813	2.022803571	-2.646008104	14.69107407
DSC07250.J PG	618015.8516	4118299.229	1032.38074	4.092439952	-0.237878279	21.40373488
DSC07251.J PG	618000.5375	4118324.33	1032.907309	3.805688048	-1.619928826	23.29687551
DSC07252.J PG	617983.8773	4118350.37	1032.802677	2.33916836	2.085600585	25.01403428
DSC07253.J PG	617967.3164	4118376.764	1035.067527	4.74051869	2.158150897	22.76094436
DSC07254.J PG	617952.7366	4118400.354	1037.937657	0.611454641	5.823404499	26.89379841
DSC07255.J PG	617943.8595	4118415.057	1037.786572	0.412939315	-1.083580118	16.26593105
DSC07256.J PG	617935.6485	4118429.445	1036.572531	1.759295099	-0.940179491	23.32869511
DSC07257.J PG	617927.0713	4118444.141	1035.351173	0.267306201	0.130843761	19.27248437
DSC07258.J PG	617918.5718	4118459.205	1034.901345	1.97705893	-1.380200273	17.69316673
DSC07259.J PG	617910.2995	4118474.309	1034.995014	1.720016346	2.718852478	21.09627279
DSC07260.J PG	617902.2128	4118489.552	1035.333888	2.922753553	-0.592293259	13.18656715

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07261.J PG	617894.1614	4118504.815	1035.263302	4.047998605	- 5.194392261	19.23774634
DSC07262.J PG	617885.6909	4118519.883	1035.300625	2.753230742	1.40480283	22.75315673
DSC07263.J PG	617877.1206	4118534.819	1035.192304	4.652967689	- 2.338869788	15.9377258
DSC07264.J PG	617868.5127	4118549.612	1035.075093	3.180318845	0.122727988	23.13949402
DSC07265.J PG	617859.6511	4118564.728	1034.785173	3.60676952	1.421370765	19.72447694
DSC07266.J PG	617851.3024	4118579.285	1034.743892	4.109975452	1.883396384	20.50963695
DSC07267.J PG	617842.9864	4118594.02	1034.925912	4.724659869	1.098006125	18.01017581
DSC07268.J PG	617834.7592	4118609.442	1035.083307	4.50624811	- 1.1715418	17.50599177
DSC07269.J PG	617826.9509	4118623.864	1034.721437	2.497148491	0.472113005	17.85630106
DSC07270.J PG	617819.1042	4118639.078	1034.398893	5.044900559	- 1.486980996	17.12070302
DSC07271.J PG	617811.3634	4118653.568	1034.132441	4.164010735	- 2.274683467	18.91628313
DSC07272.J PG	617802.4767	4118669.454	1034.169867	3.471045054	- 0.691077556	19.66450711
DSC07273.J PG	617793.8442	4118685.528	1034.591687	3.333484895	1.314566828	18.28598439
DSC07274.J PG	617780.8509	4118709.436	1035.643222	1.671218103	0.19579742	21.5781768
DSC07275.J PG	617766.9171	4118735.143	1036.850897	3.245625682	- 1.853414777	20.02418498
DSC07276.J PG	617753.7417	4118758.329	1038.751301	4.355803497	0.59175565	20.23767113

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07277.J PG	617745.2611	4118773.014	1039.810298	0.522122209	- 2.406901563	22.08956624
DSC07278.J PG	617736.9626	4118786.056	1040.147397	0.419507089	- 1.878583089	24.54821757
DSC07279.J PG	617728.4028	4118799.67	1040.187477	- 1.710748874	- 1.404772838	15.79273564
DSC07280.J PG	617719.1424	4118814.925	1039.304411	- 3.830165962	- 5.880679945	22.29403791
DSC07281.J PG	617711.3545	4118828.494	1038.378839	0.349291978	- 0.72527174	15.05105635
DSC07282.J PG	617702.7395	4118843.243	1036.722295	9.552135272	- 24.79135672	23.16208537
DSC07283.J PG	617634.5924	4118868.85	1033.103241	36.43562089	23.61705207	103.6343138
DSC07284.J PG	617611.9131	4118847.938	1035.667136	12.95695786	44.32961301	151.514536
DSC07285.J PG	617608.0435	4118819.048	1035.899866	- 21.33561551	- 32.64295077	- 152.0890885
DSC07286.J PG	617614.6524	4118803.831	1035.456115	- 28.03078655	- 22.7111441	- 132.5923439
DSC07287.J PG	617637.5341	4118785.664	1034.802488	- 14.15665864	- 1.303142895	- 107.1724292
DSC07288.J PG	617650.897	4118780.121	1034.12281	- 3.701360696	- 0.28050536	- 102.3856087
DSC07289.J PG	617664.9741	4118774.817	1034.327879	- 5.987901303	- 4.347575206	- 97.87110062
DSC07290.J PG	617678.756	4118768.707	1035.012164	- 5.148184229	- 3.610736698	- 109.6171891

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07291.J PG	617691.7283	4118761.256	1035.938879	6.222481211	-3.2044339	-112.0864305
DSC07292.J PG	617704.5844	4118752.246	1036.569442	9.287055299	3.9777779157	-117.4782172
DSC07293.J PG	617716.5258	4118742.126	1036.69264	7.215212454	4.041664246	-128.0623755
DSC07294.J PG	617727.4543	4118730.872	1036.999076	6.054235961	5.103963662	-129.6241631
DSC07295.J PG	617737.5221	4118718.735	1037.222491	3.772147072	2.021687542	-138.6193939
DSC07296.J PG	617747.0042	4118705.702	1036.325019	4.554528151	0.334494694	-136.0445966
DSC07297.J PG	617756.3422	4118692.175	1034.505165	2.734532666	1.072842997	-140.7059063
DSC07298.J PG	617765.8756	4118677.511	1032.518457	1.669196613	1.187837867	-136.8376649
DSC07299.J PG	617781.6888	4118651.899	1030.986886	3.237645313	1.945803344	-145.66254
DSC07300.J PG	617797.9977	4118623.326	1032.337603	5.226995022	4.122696529	-146.234897
DSC07301.J PG	617811.7196	4118597.864	1032.932973	1.65268639	4.133408344	-139.1180873
DSC07302.J PG	617824.1465	4118574.528	1033.188431	3.82423931	1.072238584	-147.5182066
DSC07303.J PG	617836.8882	4118550.321	1033.738391	4.339181147	1.631103034	-142.343322

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07304.J PG	617845.6155	4118533.889	1033.953179	-4.826281741	1.087791938	-143.0745127
DSC07305.J PG	617865.0204	4118498.768	1033.714353	-4.953316878	0.457114971	-143.3168148
DSC07306.J PG	617879.4159	4118473.474	1034.06701	-4.88112822	2.206188583	-145.7719277
DSC07307.J PG	617893.6726	4118448.004	1034.088086	-4.268811086	1.122623142	-139.7653317
DSC07308.J PG	617908.0589	4118423.564	1033.849933	-4.499980928	0.505905388	-142.04471
DSC07309.J PG	617922.5818	4118398.214	1034.38394	-4.240236438	1.351010853	-147.0438216
DSC07310.J PG	617936.8088	4118373.093	1035.477672	-1.831185702	2.257486506	-141.3251213
DSC07311.J PG	617951.8913	4118346.488	1036.886684	-1.01925219	2.087338888	-141.5981555
DSC07312.J PG	617965.4727	4118322.105	1037.678066	0.816790359	2.437327245	-149.6382642
DSC07313.J PG	617979.6787	4118295.683	1036.431867	2.153170526	1.444034893	-143.8651917
DSC07314.J PG	617993.8042	4118269.001	1033.981048	0.138493995	0.35163456	-138.4410005
DSC07315.J PG	618008.4902	4118242.239	1032.228148	-5.881952785	3.985335854	-153.106376
DSC07316.J PG	618024.2082	4118215.049	1032.701188	-5.236601369	3.669576866	-143.9243681

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07317.J PG	618038.3781	4118189.679	1034.123996	-2.670592833	-4.889988218	-133.3051128
DSC07318.J PG	618052.0437	4118164.813	1035.336975	-6.516335712	-4.037881023	-149.7606451
DSC07319.J PG	618060.8918	4118149.412	1035.307214	-1.202175545	-4.603348057	-128.7947506
DSC07320.J PG	618069.661	4118134.453	1035.427689	-5.74648147	-3.132554887	-153.2552299
DSC07321.J PG	618078.2029	4118119.621	1034.881683	-0.175220514	-3.355792993	-135.9195215
DSC07322.J PG	618086.5999	4118105.228	1034.429961	-2.78883296	-1.748544812	-143.3763607
DSC07323.J PG	618094.6968	4118091.007	1034.181104	-4.379932361	-1.13131741	-149.9247484
DSC07324.J PG	618103.4969	4118075.672	1033.822313	-3.288885624	-2.603003824	-139.8426634
DSC07325.J PG	618118.4883	4118049.61	1033.358422	-4.972681031	-1.843286677	-144.5114386
DSC07326.J PG	618133.979	4118023.505	1032.649582	-4.943429726	-1.177265054	-148.3897547
DSC07327.J PG	618149.3101	4117998.019	1033.718419	-3.152628059	-6.724227241	-140.3287478
DSC07328.J PG	618164.9234	4117970.523	1035.089381	-3.608787862	-0.712343978	-145.2890799
DSC07329.J PG	618179.9831	4117943.41	1036.106278	-3.274667045	-0.428050197	-144.7440591

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07330.J PG	618159.7042	4117850.389	1046.883096	-21.1328667	2.755284911	107.2772561
DSC07331.J PG	618128.7945	4117843.515	1047.226341	-30.14822506	2.479447469	95.00502913
DSC07332.J PG	618098.7258	4117851.583	1047.552691	-30.50892333	39.68064391	51.52613062
DSC07333.J PG	618085.7346	4117875.974	1047.763889	-1.018124985	26.29300488	-1.444273363
DSC07334.J PG	618084.7175	4117891.518	1045.209241	-1.520566853	17.00561321	-14.28330801
DSC07335.J PG	618086.7783	4117906.971	1043.116073	-0.272557712	9.068989923	-24.77440381
DSC07336.J PG	618090.7143	4117921.81	1041.850272	-2.512590885	4.765904278	-22.66466285
DSC07337.J PG	618095.2907	4117936.67	1039.80736	-6.680004451	3.042330446	-23.54050275
DSC07338.J PG	618099.1867	4117952.202	1037.28264	-5.544485901	10.78229538	-15.42375793
DSC07339.J PG	618100.993	4117967.606	1035.49831	-1.844428291	12.3887539	-2.755871059
DSC07340.J PG	618100.5966	4117983.569	1034.336351	-1.179362646	14.52570741	-2.354542809
DSC07341.J PG	618097.4838	4117999.726	1033.108098	-1.568470366	14.78516073	-10.43084155
DSC07342.J PG	618092.7082	4118014.688	1033.877725	-4.45668213	8.230509378	-11.30077721

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07343.J PG	618085.6729	4118030.468	1033.877373	0.126073007	-7.225268226	13.46078522
DSC07344.J PG	618078.6082	4118045.178	1032.620089	-1.316640846	-6.078795042	17.63256261
DSC07345.J PG	618064.9725	4118070.543	1031.240086	2.882633607	-3.484767155	17.84213968
DSC07346.J PG	618048.7512	4118097.078	1032.292186	2.491231631	2.893655653	24.37043911
DSC07347.J PG	618033.7053	4118120.964	1033.195005	1.88473915	0.729080354	22.17181378
DSC07348.J PG	618017.8251	4118146.855	1033.186131	1.314258035	-0.447851443	26.08661293
DSC07349.J PG	618001.5453	4118173.164	1034.150352	4.351654438	-1.549796472	19.94659341
DSC07350.J PG	617986.6068	4118197.185	1035.040771	1.547781144	2.088188184	20.27286336
DSC07351.J PG	617970.7081	4118223.993	1034.608002	-1.067459923	-1.003051724	26.69652025
DSC07352.J PG	617961.6501	4118239.458	1033.702995	0.298897131	-2.86999357	15.66825117
DSC07353.J PG	617947.7904	4118263.543	1032.066849	2.182387929	0.567567337	25.1391271
DSC07354.J PG	617932.6654	4118289.976	1032.309813	2.301509657	1.713533699	29.84837579
DSC07355.J PG	617918.6366	4118315.669	1034.357645	4.768685225	-5.26242853	10.91716436
DSC07356.J PG	617905.0039	4118340.77	1034.764241	2.248106362	0.247738528	20.48246695
DSC07357.J PG	617891.2944	4118365.698	1033.618448	0.578978094	0.260914536	27.24127548

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07358.J PG	617876.93 42	4118390.5 66	1033.2204 63	4.8170454 67	- 1.5856055 64	17.597475 14
DSC07359.J PG	617862.51 31	4118415.0 28	1033.4010 4	4.9956085 65	- 3.4435642 78	15.134159 33
DSC07360.J PG	617848.36 56	4118439.5 37	1033.8055 84	2.4742512 82	4.3158647 6	30.698566 32
DSC07361.J PG	617832.79 75	4118467.0 14	1034.2946 42	2.7491533 23	- 0.0508419 31	24.904779 34
DSC07362.J PG	617824.36	4118481.6 98	1034.3403 47	2.7490013 78	0.7097446 91	22.650797 58
DSC07363.J PG	617814.71 42	4118498.8 54	1034.3690 94	2.7213795 96	1.4770927 46	19.906563 95
DSC07364.J PG	617805.85 78	4118515.0 61	1033.7929 66	2.9523024 21	0.5715223 29	23.877469 68
DSC07365.J PG	617792.34 19	4118539.9 24	1033.9768 46	5.4027076 66	- 0.9707271 68	23.841858 72
DSC07366.J PG	617769.89 74	4118578.4 57	1035.4180 08	4.0649368 56	2.0927827 07	25.377483 33
DSC07367.J PG	617753.54 81	4118605.8 73	1034.6667 57	1.2832174 56	0.1616374 86	19.006631 06
DSC07368.J PG	617733.44 39	4118640.9 29	1036.5782 75	5.3572317 18	2.2229888 94	19.493288 97
DSC07369.J PG	617717.41 77	4118668.9 1	1039.4071 8	0.3697140 63	- 0.2214942 29	17.484691 13
DSC07370.J PG	617709.08 48	4118683.5 8	1038.8991 91	- 1.4052098 77	- 1.1156839 35	21.378391 96
DSC07371.J PG	617700.99 93	4118697.3 99	1038.1906 03	- 1.2004844 71	- 0.5191890 27	18.903440 69
DSC07372.J PG	617692.28 77	4118713.0 19	1037.7110 43	- 1.2230385 05	- 0.2997734 75	17.885148 88

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07373.J PG	617684.2205	4118727.353	1036.593827	0.87117049	- 1.313605961	26.13310996
DSC07374.J PG	617675.7432	4118742.356	1034.585845	0.212612675	- 3.796951482	16.98601906
DSC07375.J PG	617667.4334	4118757.377	1033.375519	1.120716222	- 0.062970277	21.0336485
DSC07376.J PG	617653.7825	4118782.024	1033.037606	4.386426583	1.652009286	17.78591904
DSC07377.J PG	617640.1275	4118806.77	1032.346982	3.636274191	- 0.859824106	18.4978232
DSC07378.J PG	617569.9518	4118833.334	1034.276087	33.1447049	27.65209638	106.360617
DSC07379.J PG	617548.0802	4118812.995	1037.569693	7.76271879	33.79245652	153.8768219
DSC07380.J PG	617540.6973	4118784.005	1039.127771	- 12.27840307	34.59606116	- 168.9061638
DSC07381.J PG	617550.283	4118756.515	1040.052367	- 28.33705475	17.48514274	- 125.0555478
DSC07382.J PG	617562.0775	4118745.971	1040.825179	- 19.55878143	6.857136213	- 114.1078666
DSC07383.J PG	617575.2008	4118738.781	1039.624562	- 11.18211052	4.355238052	- 105.1583528
DSC07384.J PG	617588.584	4118733.38	1037.961629	- 7.471372781	3.536929431	- 98.59594151
DSC07385.J PG	617601.9816	4118728.819	1035.879299	2.506372156	1.039677392	- 100.0759656
DSC07386.J PG	617616.3263	4118723.926	1034.399612	8.689201587	- 2.444557476	- 107.0733407

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07387.J PG	617630.4712	4118717.206	1033.412805	9.407373952	-5.411626466	-109.2688924
DSC07388.J PG	617644.0733	4118708.841	1032.653641	5.447006383	3.673036956	-120.4038183
DSC07389.J PG	617657.6527	4118697.966	1031.944803	10.04353692	-11.540946	-121.916552
DSC07390.J PG	617676.124	4118677.624	1033.2606	-1.28501865	-6.047004615	-135.4404717
DSC07391.J PG	617694.5191	4118652.102	1035.186615	0.860230565	2.702460454	-140.0982742
DSC07392.J PG	617703.7777	4118638.043	1035.116634	3.286356851	1.370938321	-135.7728993
DSC07393.J PG	617713.3176	4118622.632	1035.767416	-0.49925813	0.329451268	-147.1628845
DSC07394.J PG	617728.2479	4118596.778	1037.552711	2.405131234	-2.357187358	-142.9820968
DSC07395.J PG	617736.7165	4118581.521	1036.141692	2.801509567	2.52426295	-145.8654446
DSC07396.J PG	617744.9672	4118566.444	1034.505008	3.010584238	1.288664074	-142.7405198
DSC07397.J PG	617758.5759	4118541.008	1033.380715	-1.522532247	1.977093344	-146.1143645
DSC07398.J PG	617772.4342	4118515.529	1033.189544	2.624758456	0.308729196	-148.6857827
DSC07399.J PG	617785.7479	4118490.704	1033.022687	-1.418516084	-1.365406904	-140.0066445

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07400.J PG	617799.8243	4118465.159	1032.895675	-1.753134681	-0.327068256	-143.4338681
DSC07401.J PG	617813.4182	4118439.946	1033.527155	-4.437315096	-0.089002333	-147.4664649
DSC07402.J PG	617827.162	4118414.772	1033.459837	-0.323320032	-2.398363767	-137.2109347
DSC07403.J PG	617841.9504	4118388.393	1032.102438	-2.574867778	-0.537667821	-141.1793532
DSC07404.J PG	617856.221	4118363.158	1032.629181	-5.710467955	0.006784021	-148.2101498
DSC07405.J PG	617871.0473	4118336.397	1034.096737	-2.926321949	-1.382118041	-139.6928181
DSC07406.J PG	617884.9338	4118311.644	1036.791308	-2.740447048	-0.092148895	-137.6775182
DSC07407.J PG	617893.0909	4118297.313	1038.180374	-2.765552288	-4.811561821	-144.3996788
DSC07408.J PG	617900.8402	4118283.341	1037.223795	-4.938689542	-2.09591014	-139.583652
DSC07409.J PG	617909.3481	4118268.662	1035.529026	-4.870637768	-3.526956356	-142.2647989
DSC07410.J PG	617917.8909	4118253.816	1036.040644	-0.077985224	-1.239490264	-140.2765918
DSC07411.J PG	617931.7636	4118229.602	1035.292803	-1.263342504	-1.522853244	-142.1308476
DSC07412.J PG	617940.6698	4118214.371	1033.834495	-2.231398542	-0.870871182	-137.6322849

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometrik	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07413.J PG	617955.0629	4118189.128	1034.060964	-1.621098596	-1.812423815	-137.9713625
DSC07414.J PG	617970.1176	4118161.14	1035.95156	-2.440538527	-3.226829211	-141.8374923
DSC07415.J PG	617978.4139	4118146.598	1035.205339	0.391851442	1.235578567	-136.0106016
DSC07416.J PG	617987.0191	4118131.501	1034.177084	-1.227957615	-2.063051155	-146.1210988
DSC07417.J PG	617995.4457	4118116.973	1033.271104	-0.419340927	-0.398904945	-135.7487556
DSC07418.J PG	618004.6606	4118101.787	1032.808623	-4.222327646	-0.208288	-142.6350002
DSC07419.J PG	618013.9937	4118086.261	1032.625769	-3.090230893	-1.441816934	-136.4876297
DSC07420.J PG	618030.4676	4118059.319	1032.904823	-2.03513974	-1.10951021	-143.7209141
DSC07421.J PG	618039.5651	4118044.022	1032.60831	-0.392752799	-4.816938533	-135.0985279
DSC07422.J PG	618052.5946	4118020.761	1033.085766	-4.80186974	-2.033204604	-145.1227899
DSC07423.J PG	618066.7029	4117995.413	1033.791422	-3.189598385	-1.555666984	-141.0895001
DSC07424.J PG	618080.5154	4117970.5	1034.978255	0.17066049	1.766524157	-133.48399
DSC07425.J PG	618094.238	4117945.882	1035.629123	-0.584384057	-4.01391847	-141.014756

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07426.J PG	618108.8446	4117920.137	1035.231649	-0.258335175	-1.38237158	-141.27814
DSC07427.J PG	618122.765	4117895.045	1035.133217	20.18221656	25.94892283	131.1778963
DSC07428.J PG	618090.3399	4117828.713	1040.432281	-39.68020254	-0.664828246	102.1081261
DSC07429.J PG	618061.4486	4117829.705	1042.884008	-31.83462482	-21.79479344	62.82068432
DSC07430.J PG	618038.6786	4117849.43	1043.187413	-11.53721489	-30.73937763	15.78834682
DSC07431.J PG	618033.6097	4117864.647	1043.341453	0.281476111	25.06915501	5.414377019
DSC07432.J PG	618033.1478	4117878.867	1043.439269	-1.157472949	-12.4454286	16.73972232
DSC07433.J PG	618034.9932	4117893.864	1042.372054	-7.288846035	-5.065563476	18.12959968
DSC07434.J PG	618037.2774	4117909.224	1041.093051	-7.522011274	-4.917753558	17.34489282
DSC07435.J PG	618038.5678	4117924.174	1040.407177	-6.267631913	-9.556227471	9.829675661
DSC07436.J PG	618038.2796	4117940.012	1039.818458	-7.208581748	-15.92617958	8.985545031
DSC07437.J PG	618036.217	4117955.331	1037.882146	-7.793329532	-14.18810395	8.14727167
DSC07438.J PG	618032.2005	4117971.287	1035.738265	-5.866380261	-14.43767882	3.1498563

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07439.J PG	618026.54	4117987.106	1033.08289	-5.094978594	-11.05945368	17.04862065
DSC07440.J PG	618018.8113	4118003.635	1030.692612	-1.253357787	-9.474966569	15.80985552
DSC07441.J PG	618004.1688	4118030.118	1028.485037	2.366073529	-4.166404339	25.23343856
DSC07442.J PG	617979.3823	4118069.525	1029.068103	4.149025761	1.071423406	22.77945595
DSC07443.J PG	617963.0102	4118095.367	1030.345584	2.298756122	1.831401132	26.59090674
DSC07444.J PG	617947.0377	4118121.183	1031.467064	2.623724519	1.034703191	19.31427606
DSC07445.J PG	617937.3476	4118138.04	1031.565342	2.557153746	1.303807743	22.44085287
DSC07446.J PG	617922.0387	4118163.667	1032.651639	2.526346558	0.628597486	20.85087069
DSC07447.J PG	617906.7803	4118190.461	1033.064651	1.693972895	0.654888153	16.75987053
DSC07448.J PG	617893.0692	4118215.298	1032.902353	2.464371848	-1.912614642	20.23328659
DSC07449.J PG	617878.0261	4118241.528	1033.198119	4.288467731	0.175380119	22.09470122
DSC07450.J PG	617862.7154	4118266.639	1033.797445	1.897596663	0.298341556	16.7722995
DSC07451.J PG	617848.4202	4118291.414	1033.868727	0.397318902	0.500873409	18.43194824
DSC07452.J PG	617833.9708	4118317.563	1034.205598	1.674955074	0.336190707	21.32433535
DSC07453.J PG	617819.5796	4118343.729	1035.859623	1.310349006	-1.706403897	12.08737047
DSC07454.J PG	617805.5468	4118369.492	1036.589338	1.250178811	-1.536999437	21.37569144

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07455.J PG	617791.5501	4118394	1036.455837	-1.823108754	-0.144838051	23.20073923
DSC07456.J PG	617782.7167	4118409.543	1035.499818	-1.901183978	-3.123677871	19.04304123
DSC07457.J PG	617768.5872	4118434.198	1033.389474	0.899004274	-1.042395782	22.83096464
DSC07458.J PG	617753.6166	4118460.135	1031.778283	3.301037031	-0.799422999	23.51571881
DSC07459.J PG	617739.0707	4118484	1032.417834	3.583490012	2.586591634	18.4467322
DSC07460.J PG	617724.2362	4118509.224	1034.292828	-0.529283401	2.783029707	27.26744076
DSC07461.J PG	617714.3415	4118526.612	1035.694396	1.934761134	-0.35124613	21.41776088
DSC07462.J PG	617706.2248	4118541.357	1036.793534	0.932080953	-0.379662618	27.84481577
DSC07463.J PG	617698.1225	4118556.016	1037.510441	-1.056713279	-2.545776286	23.79977634
DSC07464.J PG	617690.1832	4118570.893	1036.344471	-3.373213002	-0.193733635	26.29299099
DSC07465.J PG	617682.5224	4118585.252	1035.218625	-2.103013963	-1.074590248	22.90662202
DSC07466.J PG	617674.3557	4118600.799	1033.722601	-1.092456173	-4.396989486	18.55301831
DSC07467.J PG	617660.2175	4118626.288	1032.260528	3.177628799	-1.285617693	26.1601513
DSC07468.J PG	617644.821	4118652.337	1032.193889	1.548119855	1.363198572	21.32504452

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07469.J PG	617630.1628	4118677.568	1034.291197	4.408303574	1.213182664	19.79723528
DSC07470.J PG	617614.913	4118703.997	1037.966769	-2.462550616	2.861808679	30.56617736
DSC07471.J PG	617606.7565	4118718.381	1038.146026	-3.50656628	-2.2359367	17.50852478
DSC07472.J PG	617599.034	4118732.343	1037.224216	-4.23125805	-3.612635551	25.86114389
DSC07473.J PG	617590.9437	4118746.924	1035.798532	-3.001754747	-2.969612659	20.3339037
DSC07474.J PG	617582.6523	4118761.717	1034.925987	-0.900308152	-6.965719658	20.06435524
DSC07475.J PG	617573.1116	4118778.126	1033.066598	-7.140652257	-18.88579528	26.57033741
DSC07476.J PG	617504.9497	4118801.892	1031.428604	36.35272034	23.00647382	102.1289571
DSC07477.J PG	617479.266	4118782.459	1034.361984	20.62902139	36.83174707	137.4765819
DSC07478.J PG	617470.5017	4118752.759	1037.107929	-18.76388871	39.93414386	162.8088309
DSC07479.J PG	617484.4178	4118725.034	1038.267999	-25.12404304	-16.718224	-118.8939503
DSC07480.J PG	617496.7359	4118715.732	1038.606438	-17.15677861	7.150552662	-109.59238
DSC07481.J PG	617510.9915	4118708.617	1037.850667	-9.418028015	6.623102954	-103.9257149
DSC07482.J PG	617526.3658	4118702.865	1036.727946	-5.046219815	5.103284035	-99.86219674

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07483.J PG	617542.0805	4118697.59	1035.81728	8.564981107	0.968589613	- 101.3569541
DSC07484.J PG	617557.1461	4118691.384	1035.116021	11.25503384	1.569114336	- 107.2910856
DSC07485.J PG	617572.1279	4118683.01	1035.350793	10.63732943	3.378016082	- 115.6762343
DSC07486.J PG	617585.2681	4118673.387	1035.609021	12.07332648	5.129438577	- 120.8274113
DSC07487.J PG	617598.4004	4118661.63	1035.481133	8.896500244	3.082667534	- 133.6967825
DSC07488.J PG	617610.4857	4118648.551	1035.04582	8.378957686	4.460465328	- 128.4973136
DSC07489.J PG	617626.9923	4118626.611	1034.647318	4.41489261	1.582406582	- 141.8516118
DSC07490.J PG	617642.6543	4118602.292	1032.916958	1.429632831	0.150001884	- 143.6410925
DSC07491.J PG	617657.0032	4118578.025	1033.343025	2.746872832	1.851783211	- 138.7748068
DSC07492.J PG	617665.3908	4118562.87	1032.208915	1.362054971	4.665738015	- 153.8329596
DSC07493.J PG	617678.5736	4118538.301	1031.694347	0.406779488	0.578829866	- 146.4790054
DSC07494.J PG	617686.5732	4118522.129	1032.239584	0.761564241	4.664471694	- 151.3443888
DSC07495.J PG	617699.9759	4118496.977	1032.185501	0.021856398	4.862555085	- 148.5408721

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07496.J PG	617714.0836	4118470.15	1031.09825	-0.457944979	-0.026061932	-137.6965377
DSC07497.J PG	617728.0997	4118444.526	1032.772958	-2.688121419	1.091807077	-141.2180572
DSC07498.J PG	617742.9655	4118417.05	1034.350054	-1.80108629	8.697528518	-151.3099159
DSC07499.J PG	617751.2814	4118401.938	1033.38187	4.023733129	0.228987961	-132.1150208
DSC07500.J PG	617759.3737	4118387.465	1032.739835	0.138057726	2.023252698	-148.2206812
DSC07501.J PG	617767.5743	4118371.883	1032.126812	1.100142088	0.317283904	-138.6896089
DSC07502.J PG	617775.9389	4118356.689	1031.644211	-1.18488996	0.343350161	-142.2357853
DSC07503.J PG	617789.5962	4118332.289	1031.836672	-0.898118978	1.128319838	-137.9698343
DSC07504.J PG	617798.3489	4118316.87	1032.665841	-2.337270431	0.562696041	-144.7589243
DSC07505.J PG	617806.5994	4118301.909	1032.472534	-1.270743413	1.92891045	-143.1960498
DSC07506.J PG	617815.2042	4118287.034	1032.550601	-1.109784759	2.171311126	-139.9035901
DSC07507.J PG	617829.008	4118263.138	1031.499085	0.080635327	2.20593715	-139.692184

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07508.J PG	617837.8845	4118247.925	1030.854848	-1.750009477	-2.401087892	-143.0095512
DSC07509.J PG	617846.8109	4118231.759	1030.272705	-3.06442702	-1.023051581	-148.6686508
DSC07510.J PG	617860.7593	4118207.099	1030.586863	-6.060054232	-0.858937733	-149.3136863
DSC07511.J PG	617874.7701	4118182.33	1031.054355	-2.523783679	-4.098984489	-135.5276162
DSC07512.J PG	617889.6236	4118156.591	1032.050672	-4.07219181	-0.392450035	-145.2604309
DSC07513.J PG	617904.5644	4118130.875	1032.607741	-4.555408194	-1.931113468	-147.9160591
DSC07514.J PG	617918.8279	4118105.725	1032.733575	-2.255853025	-2.042841993	-138.5309779
DSC07515.J PG	617933.2643	4118080.702	1033.19716	-4.150041911	-0.306549975	-145.2685778
DSC07516.J PG	617947.4004	4118055.414	1033.793801	-4.489666959	-1.528692829	-147.2797736
DSC07517.J PG	617961.7213	4118029.407	1033.56282	-2.890970692	-0.632512385	-141.0265904
DSC07518.J PG	617975.4835	4118004.885	1034.168769	-5.213287607	-0.294898416	-145.6817549
DSC07519.J PG	617989.3709	4117980.179	1034.319238	-2.683534489	-3.394653405	-142.0013889
DSC07520.J PG	618003.53	4117954.09	1034.611127	-1.801978256	-2.176289107	-143.1993371

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07521.J PG	618017.8537	4117927.418	1034.64192	-3.122193851	0.600233808	-148.2405577
DSC07522.J PG	618033.0421	4117899.24	1033.796961	-1.116649928	0.499294689	-139.4984223
DSC07523.J PG	618047.0782	4117873.762	1034.049695	-2.987025462	0.544480849	-145.0642795
DSC07524.J PG	618018.0927	4117805.433	1041.905132	-36.16613194	6.705580078	104.3477551
DSC07525.J PG	617986.1404	4117805.763	1044.440333	-37.21271856	24.36686794	67.046904
DSC07526.J PG	617965.4621	4117823.924	1047.708433	-10.63563346	32.19023068	18.88334274
DSC07527.J PG	617959.4118	4117838.59	1047.191941	-7.231569031	24.18152029	3.164729133
DSC07528.J PG	617956.9574	4117853.829	1045.270313	-4.054757142	19.93453265	11.06168999
DSC07529.J PG	617957.6984	4117868.79	1042.527216	-5.338502308	8.635574215	10.17175702
DSC07530.J PG	617959.8002	4117884.941	1039.534302	-6.837151997	2.467678946	16.19506677
DSC07531.J PG	617961.7619	4117901.236	1036.683873	-8.152734691	8.782653155	12.08307343
DSC07532.J PG	617962.161	4117917.478	1033.847614	-5.33585943	11.08531443	1.845435221
DSC07533.J PG	617960.6751	4117934.835	1032.228379	-2.386165647	15.27162673	0.491204442

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07534.J PG	617953.9572	4117961.346	1029.629023	2.184545848	-11.32067463	13.3018972
DSC07535.J PG	617942.5558	4117988.49	1028.968246	3.253304344	-4.244973319	21.08202143
DSC07536.J PG	617928.5493	4118015.123	1028.747071	4.380161771	-5.132086575	21.81914132
DSC07537.J PG	617912.9577	4118041.071	1029.375994	5.554757414	-0.362859868	23.42100593
DSC07538.J PG	617896.5285	4118067.226	1030.689704	3.745770375	1.07440904	24.22951272
DSC07539.J PG	617880.0736	4118093.604	1031.358511	2.681812687	1.720532569	25.1008404
DSC07540.J PG	617864.9781	4118119.213	1031.615278	3.085131182	0.993737991	22.83922346
DSC07541.J PG	617849.8161	4118145.142	1031.618886	2.709676192	1.263356	23.84381944
DSC07542.J PG	617834.7716	4118171.581	1032.32576	3.736529871	1.122279907	21.84615041
DSC07543.J PG	617819.9189	4118198.075	1032.405888	3.604589859	-1.773418438	20.54655851
DSC07544.J PG	617804.9016	4118224.711	1031.871573	3.656933176	-0.483448733	23.53084291
DSC07545.J PG	617788.8304	4118252.082	1032.055805	4.379047203	0.53801344	23.45535875
DSC07546.J PG	617770.5777	4118282.372	1032.572215	4.679583543	0.146047506	22.64976951
DSC07547.J PG	617754.1584	4118309.574	1033.233811	3.593855647	1.318911064	21.25411277
DSC07548.J PG	617738.5907	4118336.414	1033.52618	3.46117664	2.259910392	21.03763451
DSC07549.J PG	617722.955	4118363.807	1034.930025	2.363176761	3.139243534	24.21115462

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07550.J PG	617708.5021	4118389.204	1034.917755	1.551263038	-0.829633281	10.88243118
DSC07551.J PG	617694.0647	4118414.529	1034.332777	5.262824526	2.146844007	18.19340249
DSC07552.J PG	617679.2782	4118440.439	1035.124449	1.532512014	5.644278748	26.93099562
DSC07553.J PG	617670.1833	4118455.637	1035.263339	-0.563601586	-1.518346098	16.56989183
DSC07554.J PG	617656.9404	4118479.689	1034.588743	-0.410774264	-0.410368466	21.63203052
DSC07555.J PG	617634.6454	4118517.996	1034.233266	0.134240947	0.910456572	23.6672991
DSC07556.J PG	617620.2468	4118543.01	1033.652894	1.217857154	0.677496289	25.40490698
DSC07557.J PG	617604.752	4118569.137	1032.72994	2.864537609	-5.411567585	14.11286569
DSC07558.J PG	617589.3342	4118594.526	1031.990963	2.281328965	-2.241321656	16.51699398
DSC07559.J PG	617553.6032	4118660.026	1036.034226	0.553495849	0.567937011	21.10778057
DSC07560.J PG	617539.589	4118685.484	1036.403435	-2.099954169	-2.121396439	22.14644322
DSC07561.J PG	617525.2035	4118710.941	1034.638207	-0.429004727	-1.397550997	19.4511225
DSC07562.J PG	617510.7302	4118736.319	1033.312429	1.131178309	-1.964379433	19.4326137
DSC07563.J PG	617439.1259	4118759.824	1030.685766	36.87802751	23.59971162	106.1409784
DSC07564.J PG	617414.9062	4118735.202	1034.042162	8.837485018	42.9936397	153.396685

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07565.J PG	617411.9793	4118705.791	1040.027315	- 28.11479287	33.00368832	- 153.6152979
DSC07566.J PG	617418.8151	4118689.6	1041.142582	- 18.34594956	17.93095134	- 129.1349114
DSC07567.J PG	617428.636	4118677.354	1040.40016	- 22.12974401	15.03409707	- 122.3171341
DSC07568.J PG	617440.7642	4118667.616	1039.597396	- 14.84186231	8.795756625	- 112.1995194
DSC07569.J PG	617454.8643	4118660.402	1038.368885	- 9.53180499	1.980387546	- 100.3685342
DSC07570.J PG	617469.0412	4118655.068	1037.00093	- 5.48418126	3.910685606	- 102.7891638
DSC07571.J PG	617483.2216	4118650.18	1035.398694	4.555416012	1.258568789	- 97.05193712
DSC07572.J PG	617497.7544	4118644.399	1035.646082	7.191340292	4.092225154	- 112.0500129
DSC07573.J PG	617510.6314	4118637.332	1036.606857	10.62293967	3.35246293	- 112.5087567
DSC07574.J PG	617523.099	4118628.884	1036.464995	9.480419654	2.153110868	- 120.7412936
DSC07575.J PG	617534.6519	4118619.305	1036.01203	12.52211374	0.675410012	- 124.9657664
DSC07576.J PG	617546.1653	4118607.35	1036.088136	8.072637118	2.512323591	- 136.5255016
DSC07577.J PG	617556.4393	4118594.465	1035.910051	7.999887245	2.093775201	- 131.5870663

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07578.J PG	617565.702	4118581.48	1035.105028	5.325165507	-0.565479425	-131.95493
DSC07579.J PG	617574.5909	4118567.718	1032.733139	5.204863613	-0.196094014	-143.3837744
DSC07580.J PG	617583.5478	4118552.679	1030.74349	2.60088182	1.348792988	-134.3380969
DSC07581.J PG	617591.9755	4118538.09	1029.957948	-1.73498259	-0.24249969	-146.6023218
DSC07582.J PG	617600.6226	4118522.801	1029.756285	-0.658601775	-1.101578353	-139.5820711
DSC07583.J PG	617609.2197	4118507.644	1029.359879	-2.68897025	-0.055820736	-142.4916055
DSC07584.J PG	617617.6686	4118492.389	1028.924347	-2.119646022	-0.456386228	-144.006367
DSC07585.J PG	617633.6054	4118464.668	1028.436264	-3.468647003	-2.236540687	-145.1547617
DSC07586.J PG	617647.2812	4118440.414	1030.23667	-3.706695476	-2.761945473	-141.1675836
DSC07587.J PG	617667.9609	4118403.375	1032.557047	0.288384679	0.087017146	-142.3874477
DSC07588.J PG	617682.0303	4118377.863	1031.212906	-3.101611939	-0.251625279	-147.0394483
DSC07589.J PG	617695.9049	4118352.492	1033.327437	-4.999640083	-0.663462408	-141.9787932
DSC07590.J PG	617704.0671	4118337.573	1034.137622	-1.607016928	-1.677271274	-145.4897716

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07591.J PG	617712.28	4118322.73	1034.015666	0.40864467	-0.518772424	-139.7074766
DSC07592.J PG	617720.8418	4118307.224	1033.643517	0.02804818	0.417060684	144.0732361
DSC07593.J PG	617729.5942	4118291.21	1032.370313	0.90634174	1.877822773	144.8739934
DSC07594.J PG	617743.3978	4118266.808	1031.571574	2.768518009	2.29673332	144.8407437
DSC07595.J PG	617752.4766	4118250.69	1032.180939	3.828459336	1.854835699	145.2357992
DSC07596.J PG	617761.2768	4118235.003	1032.770583	2.401611426	2.110675761	141.6774827
DSC07597.J PG	617770.1674	4118218.775	1032.824886	2.934503155	0.122667392	145.8450482
DSC07598.J PG	617783.1882	4118195.223	1033.218794	2.054688289	3.907042517	143.8981019
DSC07599.J PG	617796.4727	4118170.512	1032.488659	2.117837626	0.461043318	142.883948
DSC07600.J PG	617810.6786	4118145.026	1032.159194	5.146831651	0.391421018	148.3627978
DSC07601.J PG	617824.3426	4118120.954	1032.90614	4.3053922	2.481811703	141.2094666
DSC07602.J PG	617838.6684	4118096.558	1034.477059	2.526347687	2.760342816	135.7322601
DSC07603.J PG	617846.3097	4118082.271	1035.811211	1.795593949	0.357865356	145.4990028

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometri k	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07604.J PG	617853.6822	4118067.806	1036.097714	0.134036099	2.933220168	-139.2281681
DSC07605.J PG	617861.2921	4118053.71	1035.039399	2.013683183	1.522625117	-137.8049505
DSC07606.J PG	617869.045	4118039.615	1034.419726	-0.851669304	4.099783821	-143.0278226
DSC07607.J PG	617877.3544	4118025.052	1034.247968	1.536236326	-1.969636292	-137.5153577
DSC07608.J PG	617885.6405	4118010.238	1033.969361	1.434432346	1.300422896	-146.51772
DSC07609.J PG	617894.0721	4117995.338	1033.985765	1.47889645	1.890122502	-136.9347029
DSC07610.J PG	617902.48	4117980.106	1034.426588	-1.45514764	0.895638597	-144.0109139
DSC07611.J PG	617910.5199	4117965.302	1034.619739	1.284877174	1.164286918	-140.2967762
DSC07612.J PG	617918.9459	4117950.333	1033.994219	0.054787579	0.070345402	-138.5863461
DSC07613.J PG	617926.9084	4117935.936	1033.433467	-1.6705398	2.72822439	-141.8044574
DSC07614.J PG	617935.2817	4117920.979	1033.213738	2.56776418	-2.797844194	-133.028189
DSC07615.J PG	617943.2398	4117906.803	1033.783973	-1.509819584	1.590833594	-151.1504922
DSC07616.J PG	617951.1209	4117892.337	1034.569595	-0.58208828	3.219323242	-139.9832478

Çizelge B. 1 Çalışma alanı 2' de sisteme aktarılmış hava fotoğrafı koordinat ve dönüklükleri (devamı)

Fotoğraf Etiketi	Y - Sağa (m)	X - Yukarı (m)	H (m) Ortometrik	Roll (derece)	Pitch (derece)	Yaw (derece)
DSC07617.JPG	617959.5851	4117878.217	1035.589423	-1.318106603	5.170815432	-141.2448757
DSC07618.JPG	617967.6479	4117864.219	1035.306956	2.100449888	3.587089504	-141.97558
DSC07619.JPG	617976.4389	4117849.771	1034.513187	1.789454389	-0.765454929	-134.465399

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : İlgin ÖZEMİR
Doğum Tarihi ve Yeri : 24.08.1990 , Gaziantep
Yabancı Dili : İngilizce, Almanca, İsveççe
E-posta : ilginozemir@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Harita Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2013
Lisans (Erasmus)	Geomatics	Höghskolan I Gävle	2012
Lise	Fen Bilimleri	Gaziantep Anadolu Lisesi	2008

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2015	Gaziantep Büyükşehir Belediyesi	Harita Mühendisi
2013	Başarsoft Bilgi Teknolojileri A.Ş.	Stajyer
2011	Gaziantep Şehitkamil Belediyesi	Stajyer

YAYINLARI

Bildiri

1. Uzar, A. M. ve Özemir I., “İHA ile Fotogrametrik Veri Üretimi”, Ekim 2016, VI. Uzal-CBS Sempozyumu, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye.
2. Uzar, A. M., Özemir, I., Şimşek M. ve Güntekin, Y., “İHA ile Sayısal Yüzey Modeli ve Ortofoto Üretimi”, Ekim 2016, VI. Uzal-CBS Sempozyumu, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye.

Proje

1. YTÜ, BAP, YÜLAP 2015-05-03-YL03 nolu Bilimsel Araştırma Projesi ile desteklenmiştir.