



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ŞERİTVARİ HARİTALARIN İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI İLE ÜRETİMİ

Alperen ERDOĞAN

YÜKSEK LİSANS

Harita Mühendisliği Anabilim Dalını

Ağustos-2016

KONYA

Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞERİTVARİ HARİTALARIN İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI İLE ÜRETİMİ

Alperen ERDOĞAN

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ömer MUTLUOĞLU

2016, 48 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. H. Murat YILMAZ
Doc. Dr. Ömer MUTLUOĞLU
Prof. Dr. Murat YAKAR

Mühendislik projelerinde zaman, maliyet ve doğruluk kavramları önemli değere sahiptir. Bu sebeple, mühendislik projelerinin kısa zaman, düşük maliyet ve yüksek hassasiyet gözetilerek yapılması gerekmektedir. Fotogrametrik Tekniklerin İHA'lar ile mühendislik projelerinde kullanılabilirliğinin tespit edilmesi, bu projelerin üretimine yeni bir soluk katacak ve bu teknik ile daha kısa zamanda, daha hassas ve düşük maliyetler ile mühendislik projeleri üretilebilecektir.

Gelişen ve değişen teknoloji harita mühendisliğini özellikle fotogrametri anabilim dalını yakından etkilemektedir. Son yıllarda sayısal arazi verilerinin elde edilmesinde çok farklı seçenekler kullanıma sunulmaya başlanmıştır. Bunlardan biri İnsansız Hava Araçlarına metrik olmayan kameraların monte edilmesi yoluyla araziden sayısal verilerin toplanmasıdır.

Bu çalışmada İnsansız Hava Araçlarıyla elde edilen verilerden şeritvari harita yapımına yönelik bir araştırma yapılmıştır. Çalışma alanı olarak Karayolları 3. Bölge Müdürlüğü çevre yolu projesi üzerinde yaklaşık 2 km'lik bir güzergah seçilmiştir. Bu güzergah üzerinde İnsansız Hava Aracı (İHA) ile 70m yükseklikten %70 bindirme ile görüntüler alınmıştır. Bu görüntülerin değerlendirilmesiyle elde edilen Sayısal Yükseklik Modelinden (SYM) yaralanarak halihazır harita oluşturulmuştur. Bu çalışma içerisinde yüksek doğrulukta elde edilen halihazır harita ile 1/1000'lik fotogrametrik olarak üretilen halihazır harita üzerinden ortak bir güzergah belirlenmiştir. Belirlenen güzergahta en kesitler üretilerek kazı dolgu hacmi ve farkları araştırılmıştır. Aynı zamanda 100 m x 100 m'lik alan içerisinde 20 m aralıklarla grid ağı oluşturulmuştur. Bu alanda farklı yükseklik ve farklı bindirme oranlarında görüntüler alınarak nokta konum doğruluğu araştırması da yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İHA Fotogrametri, Sayısal Yükseklik Modeli, Şeritvari Harita,

ABSTRACT

MS THESIS

STRIP MAPS PRODUCTİON WİTH UNMANNED AERİAL VEHİCLE

Alperen ERDOĞAN

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN GEOMATİC ENGINEERING

Advisor: Asst. Prof. Dr. Ömer MUTLUOĞLU

2016, 48 Pages

Jury
Prof. Dr. H. Murat YILMAZ
Advisor. Assoc. Prof. Dr. Ömer MUTLUOĞLU
Prof. Dr. Murat YAKAR

Concepts of time, cost and accuracy have huge significance for engineering projects. Therefore, engineering projects require to be carried out by pursuing short time, low cost and high accuracy. Determination of the usability of photogrametric techniques via Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) will give a new impulse to the production of these projects. By this technique, engineering projects will be produced in a shorter time with less cost and more sensitivity.

Rapid developments in technology have a considerable impact on Photogrammetry department. Recently, lots of options have been brought into use to obtain digital land data. One of the options is to gather the data via UAVs, on which nonmetric cameras are assembled.

In this study, strip map producing is examined with the data obtained by UAVs. As the study area, 2 km long route has been determined on the highway project of 3rd Regional Directorate of Highways. Images with 70% overlap ratio have been taken by an UAV 70 m above the route. A base map has been produced by benefiting from Digital Elevation Model, which is formed by the evaluation of the images. A common route has been determined on the basis of the base map with high accuracy and another base map which is photogrametically produced with 1/1000 scale. Cutting-filling volume and differences) have been examined by obtaining horizontal cross-sections on the determined route. Furthermore, a grid network has been created at intervals of 20 m in the 100 m x 100 m area. In this area, point spatial accuracy has also been researched by taking images with different overlap ratios and from different altitudes.

Keywords: UAV Photogrammetry, Digital Elevation Model, Strip Map

ÖNSÖZ

Mühendislik projelerinde zaman, maliyet ve hassasiyet kavramları önemli değere sahiptir. Bu sebeple, mühendislik projelerinin kısa zaman, düşük maliyet ve yüksek hassasiyet gözetilerek yapılması gerekmektedir. Fotogrametrik Tekniklerin İHA'lar ile mühendislik projelerinde kullanılabilirliğinin tespit edilmesi, bu projelerin üretimine yeni bir soluk katacak ve bu teknik ile daha kısa zamanda, daha hassas ve düşük maliyetler ile mühendislik projeleri üretilebilecektir.

Yüksek lisans sürecimde değerli katkılarını ve maddi manevi desteklerini benden esirgemeyen her konuda beni sabırla dinleyen çalışmalarıma büyük katkı sağlayan Sayın Doc. Dr. Ömer Mutluoğlu'na, bu alanda beni yönlendiren ve çalışmalarıma yön veren Sayın Prof. Dr. Murat Yakar'a, ders sürecinde ve tez çalışmamda özveri ile hiçbir zaman desteğini benden esirgemeyen çok değerli Dr. Ali Ulvi ile Ahmed S. Toprak'a, tez çalışmasında benimle birlikte her zorluğa katlanan kıymetli arkadaşım Özgür Keysan'a, akademik hayatta çalışmam için her zorlukta ve güçlükte bıkmadan sabırla yanımda olan canım aileme ve babam Bekir Erdoğan'a sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Alperen ERDOĞAN
KONYA-2016

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **viii**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **2**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **5**

3.1. Fotogrametri 5
3.2. İnsansız Hava Aracı 6
3.2.1. Tanım 6
3.2.2. Tarihçe 6
3.2.3. İnsansız Hava Araçlarının Sınıflandırılması 8
3.2.3.1.Kullanım alanlarına göre 8
3.2.3.2.Motorlarının çalışma prensibine göre 9
3.2.3.3.İHA'ların hareket kabiliyetine göre ise; 9
3.2.3.4.İHA'lar büyüklük, irtifa, uçuş süresi ve faydalı yük kapasitesine göre ise; .. 10
3.2.3.5.İHA'lar faydalı yük türüne göre ise; 10
3.2.3.6.İHA'lar komuta biçimine göre ise; 11
3.2.4.İHA'ların Kullanım Alanları 11

4. UYGULAMA **12**

4.1.Çalışma Alanı 12
4.2.Arazi ve Büro Çalışmaları 12
4.3 Kullanılan Alet, Yazılımlar ve İşlem Adımları 14
4.3.1.Kullanılan Aletler 14
4.3.2.Yazılımlar ve İşlem Adımları 15
4.3.2.1. Agisoft 15
4.3.2.2. Pix4D 21
4.4. Şeritvari Harita Uygulaması 27
4.4.1.Agisoft Programında 5,10,15 YKN Kullanılarak Yapılan Değerlendirme Sonuçları 29
4.4.5. Pix4D Programında 5,10,15 YKN Kullanılarak Yapılan Değerlendirme Sonuçları 34
4.4.7.Şeritevari Proje Hacim Hesabı 40
4.5.Grid Ağı 43

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER **45**

KAYNAKLAR **46**

ÖZGEÇMİŞ 48

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

YKN : Yer Kontrol Noktası
GCP : Ground Control Point
İHA : İnsansız Hava Aracı
UAV : Unmanned Aerial Vehicle
SYM : Sayısal Yüzey Modeli
SAM : Sayısal Arazi Modeli
KM : Kilometre
M : Metre
CM : Santimetre
GNSS : Global Navigation Satallitte System
YÖA : Yer Örnekleme Aralığı
YKİ : Yer Kontrol İstasyonu

1. GİRİŞ

Fotogrametri tarihinin ilk uygulamaları yersel fotogrametri alanında yapıldığı bilinmektedir. İlk fotogrametrik uygulamalar yersel uygulamalar olmasına rağmen süre içerisinde hava fotogrametrisi alanında da gelişmeler göstermiştir. Bunun sebebi ise geniş alanların haritalanması hava fotogrametrisi ile hem ekonomik hem de daha kısa sürede yapılmasına imkan sağlamasıdır. Son yıllarda dijital fotogrametrik uygulamalarda yaşanan hızlı gelişmeler ve çekilen resimlerin dijital fotogrametri sayesinde değerlendirilmesinde büyük kolaylıklar sağlamıştır. Klasik hava kamera sistemlerinin yüksek maliyette olması, yapılacak uygulamaların uçuş iznine tabi tutulması klasik fotogrametri yöntemiyle çalışılmasını zor kılmaktadır. Ayrıca klasik hava fotogrametri sistemlerinin sivil kullanıcılar tarafından temin edilmesi maliyetli ve uzun izin protokollerinde zaman kaybı yaşatacağı için, daha az maliyet ve izin protokolü gerektiren insansız hava aracı platformları (İHA) son yıllarda daha da çok gündeme gelmesini sağlamıştır. Metrik olmayan dijital kameralarında haritacılık uygulamalarında kullanılabilir hale gelmesi ve insansız hava araçları (İHA) platformlarına kolayca yerleştirilmesi sayesinde bu platformların kullanılabilirliğini daha makul hale getirmiştir. İHA askeri amaçlardan 3B modelleme, haritacılık, gözetleme ve izleme gibi farklı birçok amaç için kullanılmaktadır (Uysal ve ark., 2013)

Bu çalışmada İnsansız Hava Araçlarıyla elde edilen verilerden şeritvari harita yapımına yönelik bir araştırma yapılmıştır. Çalışma alanı olarak Karayolları 3. Bölge Müdürlüğü çevre yolu projesi üzerinde yaklaşık 2 km'lik bir güzergah seçilmiştir. Bu güzergah üzerinde İnsansız Hava Aracı (İHA) ile 70m yükseklikten %70 bindirme ile görüntüler alınmıştır. Bu görüntülerin değerlendirilmesiyle elde edilen Sayısal Yükseklik Modelinden (SYM) yararlanarak halihazır harita oluşturulmuştur. Bu çalışma içerisinde yüksek doğrulukta elde edilen halihazır harita ile 1/1000'lik fotogrametrik olarak üretilen halihazır harita üzerinden ortak bir güzergah belirlenmiştir. Belirlenen güzergahta en kesitler üretilerek kazı dolgu hesabı ve farkları araştırılmıştır. Aynı zamanda 100 m x 100 m'lik alan içerisinde 20 m aralıklarla grid ağı oluşturulmuştur. Bu alanda farklı yükseklik ve farklı bindirme oranlarında görüntüler alınarak nokta konum doğruluğu araştırması da yapılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

1. Avdan ve Ark. (2014), Bu çalışmada insansız hava aracı ile arkeolojik alanda üretilen verilerin doğruluk analizi yapılmıştır. Çalışma Eskişehir ilindeki Şarhöyük (Dorylaion) Arkeolojik alanında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada insansız hava aracı ile farklı yükseklikte ve farklı bindirme oranlarında iki adet uçuş gerçekleştirilerek, çalışma alanına ait görüntüler elde edilmiştir. Elde edilen görüntüler bilgisayar ortamında işlenerek ortofoto görüntüler ve sayısal yüzey modeli (SYM) üretilmiştir

2. Avdan ve Ark. (2014), bu çalışmasında, Adana'nın Kozan ilçesinin Dilekkaya Köyü'nde bulunan Anavarza antik kentinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada antik kentte bulunan Zafer Takı'na ait taş planı, İHA'dan elde edilen veriler kullanılarak üretilmiştir. Çalışmada, 16 mega piksel RGB kameraya sahip İHA ile 96 m yükseklikten uçularak, 3cm yer örneklem aralığına sahip görüntüler elde edilmiştir. Çalışma sonunda elde dilen ortofoto görüntünün doğruluğunu arttırmak için, uçuş öncesi çalışma alanına homojen şekilde dağılmış 10 adet yer kontrol noktası yerleştirilmiş ve bu noktaların koordinatları GNSS alıcısı ile ölçülmüştür. Çalışma sonucunda yüksek yersel çözünürlük (3 cm) ve hassas koordinat bilgisinden dolayı arkeolojik alanların belgelenmesi ve taş planlarının çıkarılmasında İHA'ların kullanılabilir araçlar olduğu ve kültürel mirasın belgelenmesinde gerekli olan altlık verilerin üretilmesi için ideal platform olma özelliği taşıdıkları sonucuna ulaşılmıştır.

3. Ayyıldız ve Ark. (2014), yapmış olduğu çalışmada, İHA teknolojisi kullanılarak Tapu ve Kadastro Müdürlüğü Oran Yerleşkesinin havadan görüntü alımı yapılmıştır. Yaklaşık 40 hektarlık bir alanda yarım saat süren bir uçuş gerçekleştirmiş, 387 adet görüntü toplanmış ve bölgenin ortofoto haritası üretilmiştir. Aynı alanın yüksek çözünürlüklü dijital kamera donanımına sahip uçak platformu ile görüntüleri çekilerek ortofoto haritası üretilmiş; sonuçlar maliyet, zaman, hassasiyet ve kullanım alanları bakımından karşılaştırmalı olarak irdelemiştir.

4. Bu kaynak Karayolları harita üretimi teknik şartnamesini içerir.

5. Henri Eisenbeiss (2004), Çalışmasında Peru da bulunan Palpa isimli arkeolojik bölgenin fotogrametrik dokümantasyonunu çıkarırken kullanılan model helikopterin kullanım olanaklarının araştırılması, elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve yorumlanmasını yapmıştır.

6. Henri Eisenbeiss (2009), Çalışmasında insansız hava araçlarının tarihi gelişimini, kullanım alanlarını ve geçmişten günümüze yapılan çalışmaları değerlendirmiştir. İnsansız hava araçlarını eksi ve artı yönleriyle değerlendirmiş ve birbirleriyle karşılaştırmıştır.

7. J.Everaerts (2008), Çalışmasında uzaktan algılama ve haritalama işlerinde İnsansız hava araçlarının kullanımı hakkında değerlendirme ve yorumlama yapmıştır.

8. Karakış (2011), Çalışma kapsamında alınan görüntüler, karşılıklı stereo değerlendirme ve demet blok dengeleme yöntemleriyle ayrı ayrı incelenmiş, 1997 yılı vektör haritaları ve 2010 yılı dijital hava kamera görüntüleriyle karşılaştırılmıştır. Büyük ölçekli harita yapımına uygun geometrik doğruluk sağlamasının yanında, alçak irtifa uçuşları sayesinde, yakın saha çekimlerinin yüksek semantik bilgi içeriği tatminkar sonuçlar vermektedir.

9. Karakış (2012), Çalışma kapsamında İHA olarak kullanılan bir model uçak ve üzerine yerleştirilmiş metrik olmayan bir kamera yardımıyla büyük ölçekli harita yapılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Alınan görüntülerin uygun yüksekliklerde ≈5cm yer örnekleme aralığı sağladığı ve yine uygun yazılımlar ve yeterli yer kontrol noktası (YKN) kullanımı ile çok güçlü semantik bilgiye sahip sonuç ürünler alınabileceği gözlemlenmiştir.

10. Karkınlı ve Ark (2015), Bu çalışmada, sivil standartlara uygun çok-palli, GPS ve oto pilot destekli bir İHA kullanılarak 600x800m bir alanın 100m. uçuş yüksekliğinde örtüşmeli 720 yüksek çözünürlüklü görüntüsü elde edilmiştir. Elde edilen görüntüler Tesla GPU destekli bir bilgisayarda yoğun-eşleme (dense matching) tekniği kullanılarak işlenmiş ve ilgili yüzeye ait çok-yüksek konumsal çözünürlüklü Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verisi elde edilmiştir. Gerçekleştirilen kontroller, elde edilen SYM modelinin konumsal doğruluğunun 6cm. ve yükseklik doğruluğunun 8 cm. civarında olduğunu göstermiştir.

11. Toprak (2014), Fotogrametrik tekniklerin insansız hava araçları ile mühendislik projelerinde kullanılabilirliğinin araştırılması yapmıştır. Çalışmada, İHA ile Fotogrametrik Teknikler kullanılarak, Afyonkarahisar İli Merkezinde Hâlihazır Harita Üretimi, Hacim Hesabı ve Ortofoto Harita Üretimi, Konya İli Beyşehir İlçesinde Kültürel Mirasların Dökümantasyonu ve Mersin İli Silifke İlçesinde Arkeolojik Dökümantasyon şeklinde farklı mühendislik projeleri üretilmiştir. Bu çalışmada, gelişen teknolojinin bize sunmuş olduğu İHA'ların Fotogrametrik Teknikler ile birlikte, farklı mühendislik projelerinin üretiminde kullanılabilirliği araştırılmış ve sonuca varılmıştır. Yüksek Lisans Tezi

12. Ulvi (2015), Yapmış olduğu bu tez çalışmasında metrik olmayan dijital kameraların hava fotogrametrisinde yere yakın yükseklikler kullanılabilirliği çeşitli uygulamalar eşliğinde test edilmiştir. Elde edilen veriler sonucunda metrik olmayan kameraların İHA'lara monte edilerek, sayısal verilere ulaşmada başarılı bir seçenek olduğu görülmüştür.

13. Ulvi ve Yakar (2010), Yapmış oldukları bu çalışmada, tarihi eserlerin fotogrametrik olarak belgelenmesi Knidos antik kentindeki antik tiyatronun rölevelerinin fotogrametrik olarak çıkarılması, yapılacak restorasyon planlarına daha hassas bir altlık oluşturulması ve bu belgelemenin uygun kullanım olanaklarına ulaştırılması, koruma, restorasyon ve dokümantasyon işlemi boyunca elde edilen veriler daha sonrada kullanılacağı için maliyette bir azalma sağlanacağı, farklı disiplinler arasındaki veri alışverişi sağlayacağı amaçlanmış ve sonucuna varılmıştır

14. Yakar ve Ark (2015), Bu çalışma ile Bezariye Hanının fotogrametrik olarak ölçülmesi, 3B modellenmesi ve gerçek dokuları ile kaplanması amaçlanmıştır. Bu çalışmada ölçümler, 4 adet poligon noktası yardımıyla yapıyı içine alacak şekilde Kapalı Poligon geçkisi tesis etmek suretiyle Topcon GPT – 3007 Reflektörsüz Total Station Cihazı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Poligon Noktalarının Koordinatları iki yarım silsile yöntemiyle lokal olarak hesaplanmıştır. Poligon Noktaların Kot ölçümleri için Nivelman yapılmıştır. Doku kaplaması ve Çizim işlemlerinde, Yapının Yüksek olmasının yarattığı dezavantajı giderebilmek için Fotoğraf çekimleri için İHA’ ya entegre Canon A810 Dijital Fotoğraf Makinası ile çatı ve cephe çekimleri şeklinde gerçekleştirilmiştir. Photomodeller Programı yardımıyla yapının üç boyutlu modeli elde edilmiştir.

15. Yılmaz ve Ark (2015), Bu çalışmanın amacı İHA ile alınan görüntülerden elde edilen ortofoto harita hassasiyetini ortaya koymaktır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda bu yöntemle elde edilen ortofoto haritanın yataydaki konum doğruluğu yaklaşık olarak ±7 cm civarındadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Fotogrametrinin etkin bir şekilde sivil kullanıcılar tarafından da kullanılmaya başlanması ile birçok haritacılık uygulamaları bu yöntem ile yapılmaya başlamıştır. Hava fotogrametrisi platformları sadece uydular, uçaklar veya büyük helikopterler tarafından değil üzerine entegre edilen İHA'lar sayesinde çok daha kolay hale gelmiştir. Bu tez kapsamında İHA, İHA üzerine entegre edilmiş metrik olmayan dijital kameralar, İHA görüntü aktarım sistemi, yer kontrol noktaları, GNSS cihazları temin edilmiştir. Çalışmada ilk uygulama olarak metrik olmayan dijital kameraların hassasiyet analizi yapılmıştır. Bu kapsamda metrik olmayan dijital kameraların çözünürlüğünü etkileyen uçuş yüksekliği ve yer kontrol noktaları baz alınarak çözünürlük analizi yapılmıştır.

Bu analiz için 100x100 m^2'lik alanda 20 m aralıklar ile noktalar atılmış uygun yükseklik ve bindirme değeri seçilmiştir. Uygulama alanında belirlenen 36 adet kontrol noktasının GNSS cihazı ile RTK yöntemiyle koordinatları ölçülerek kesin değer olarak kabul edilmiş, bu kontrol noktalarının fotogrametrik teknikle üretilen nokta bulutu üzerinden koordinat değerleri bulunmuş ve bu değerler arasında y, x ve z koordinat farkları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu fark değerlerine göre y, x ve z koordinatlarının karesel ortalama hatası hesaplanmıştır. Belirlenen uygun yükseklik ve bindirme değerleri baz alınarak Çalışma alanı Konya İli içerisinde bulunan Selçuk Üniversitesi Kampüsünün kuzeybatısından geçmekte olan, Dokuz mevkiisinde son bulan çevre yolu projesinin 96+600.000 km'si ile 108+000.000 km'si arasındaki kesim 2 olarak adlandırılan karayolu projesinin 105+980.000 km si ile 108+000.000 km si arasındaki bölge proje alanı olarak seçilmiştir. Güzergah alanı içerisinde Karayolları Genel Müdürlüğüne ait poligon taşlarına ilaveten 50 adet yer kontrol noktası (YKN) işaretlenmiş. Çalışmadaki ilk uygulama projenin 106+100.000'üncü km'sinde yapılmıştır.

3.1. Fotogrametri

Fotogrametri, cismin bir veya birkaç resminden yararlanarak uzaydaki şeklini, boyutlarını ve konumunu incelikli bir şekilde belirlemeyi amaç edinmiş bir bilim dalıdır. Resimler üzerinde yapılan ölçmeleri kullanan bu tekniğin genel yararı cismin ayrıntılı olarak tam bir görünümünü vermesidir. Resim ölçmesi, geniş kapsamlı olarak aslına uygun merkezi perspektiflerin oluşturulmasına ait optik teknik yöntem olan fotoğrafçılığın ortaya çıkması ile pratikleşmiştir. Fotogrametrik yöntemler, diğer yöntemlerin kullanılamadığı alanlarda kolaylıkla uygulanabilmektedir (Ulvi, 2015).

3.2. İnsansız Hava Aracı

3.2.1. Tanım

İHA'larla ilgili temelde birbirine benzeyen pek çok tanım karşımıza çıkmaktadır. Ancak bu tanımlamalarda zaman içerisinde İHA'ların yüklenecekleri görevlere yeni teknolojilere ve kullanım şekillerine göre değişiklik olabileceğini söylemek mümkündür. Günümüzde dünyada kabul görmüş bazı tanımlara aşağıda yer verilmiştir(Kok ve ark., 2012).

- Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütü (North Athlantic Traty Organization NATO) kaynaklarında kabul gören İHA tanımı: İHA içerisinde insan olmayan uzaktan kumanda ile veya otonom olarak kendisini yönlendiren motorlu itiş gücü olan silah veya faydalı yükleri ana gövdesine yüklenip çıkarılabilen, görev sonu geri dönerek iniş yapabilen veya hedefte silah olarak kendini imha edebilen araçlar olarak tanımlanmıştır (Pakkan ve Ermiş, 2010).

- İnsansız Hava Araçlarının (İHA) farklı havacılık organizasyonları tarafından yapılan birden fazla tanımı olsa da, (DeGarmo, 2004) uzaktan kontrol edilebilen veya önceden programlanmış uçuş planı veya karmaşık dinamik otomasyon sistemleri ile otonom olarak uçabilen, herhangi bir pilot taşımayan, aerodinamik kuvvetleri kullanarak kaldırma kuvveti oluşturan, motorlu tek ya da çok kullanımlık hava araçları olarak tanımlanabilir.

Yapılan tanımlar ve uygulamalara göre bir İHA sistemi, temelde hava aracı ve yer sistemi olarak iki ana bölümden oluşmaktadır. Hava aracı: bünyesindeki faydalı yükleri, veri link hattının hava kısmını, görev bilgisayarı ve uçuş için gerekli tüm aviyonik (hava araçları üzerinde bulunan tüm elektrik ve elektronik sistemler) cihazları ve haberleşme sistemlerini taşıyan kısmıdır. Yer sistemleri ise; hava aracının ve faydalı yüklerin kontrol edildiği, görevin planlandığı Yer Kontrol İstasyonunu (YKİ), veri iletim hattının yer kısmını oluşturan Yer Veri Terminali (YVT), elde edilen faydalı yükün (görüntü, telemetri bilgileri vb) değerlendirildiği görüntü kıymetlendirme birimi, görüntü almaya yarayan uzak görüntü terminali, alınan verileri iletmek için kullanılan uydu yer terminali ve bu sistemlerin sağlıklı çalışmasını sağlayan yer destek teçhizatı ve test bakım ekipmanlarından oluşmaktadır.

3.2.2. Tarihçe

Hava fotoğrafları ilk kez dünyada 1858 yılında Paris'te Gaspard Tournachon tarafından balondan çekilmiştir. Daha sonra teknolojideki gelişmelerle ve bu gelişmelerin ışığında yapılan deney ve gözlemlerle insanın yer aldığı balonların yerini model balonlar aldı.

Balonların yanı sıra geçtiğimiz yüzyılda meydana gelen dünya savaşları sırasında uçurtmalar, güvercinler ile roketler gözlem ve casusluk için kullanılmıştır.

1967 yılında ise helyum gazı dolu bir balon ile Whittlesey tarafından arkeolojik dokümantasyon çalışması yapılmıştır.

1979 yılında fotogrametri de ilk kez sabit kanatlı insansız hava aracı kullanılmıştır. Sabit kanatlı insansız hava aracı ile yapılan ilk uygulama; 150 m yükseklikten ve 11 m/s hızında uçabilen manuel kontrollü insansız hava aracı ile kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Model uçak firmasının ismi Hegi (Eisenbeiss, 2004)

Wester Ebbinghaus fotogrametri de ilk kez döner kanatlı insansız hava aracını 1980 yılında kullandı. Schlüter tarafından yapılan döner kanatlı insansız hava aracı bir model helikopter olup 3 kg maksimum yük taşıma kapasitesine sahiptir(Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Schlüter tarafından yapılan model helikopter (URL-1. http://www.racurs.ru/d)

1984 yılında Wanzke, üç boyutlu fotogrametrik belgelemede kullanmak için zeplin önerdi. Bu zeplin GEFA-Flug şirketi tarafından tasarlandı ve üretildi. K.L. Busemeyer tarafından yapıldı. Pakistan'daki 5000 yıllık kasabanın mimari bilgilerini elde etmek için kullanıldı (Wanzke, 1984).

Geçmişten günümüze kadar teknolojinin ilerlemesi ile birlikte fotogrametrik uygulamalar yeni yöntem ve araçlarla daha kısa zamanda ve daha verimli şekilde yapılmaktadır. Günden güne gelişim kaydeden ve yaygınlaşan insansız hava sistemleri; günümüzde büyük ölçekli projelerde klasik yöntemlere göre optimum sürede, daha az maliyetli, zaman ve iş gücü açısından olumlu sonuçlar veren teknolojik bir ürün haline gelmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Sabit kanatlı insansız hava aracı **(** URL-2 www.questuav.com)

3.2.3. İnsansız Hava Araçlarının Sınıflandırılması

3.2.3.1.Kullanım alanlarına göre

- Askeri İHA Sistemleri

Keşif, gözetleme ve istihbarat gibi bilhassa düşman hava sahasında yapılan temel askeri görevlerde günümüze kadar çok sayıda can kayıpları yaşanmıştır. Bu tür görevlerin yerine getirilmesi esnasında insan hayatının tehlikeye atılmaması düşüncesi ve insan yapısını dayanamayacağı kadar uzun süreli görevlerde daha üst düzey bir performans gerekliliği, İHA'ların bu görevlerde kullanılmasını gerekli kılmıştır.

- Sivil İHA Sistemleri

İnsansız hava araçlarına ulaşım kolaylaştıkça her gelişen sistem gibi İHA'larında sivil uygulamalarda kullanılabilirliğini kolaylaştırmıştır. Burada bahsedebileceğimiz sivil uygulamalar haritacılık uygulamaları, doğal afet izleme, video çekimleri, fotoğrafçılık vb. uygulamalardır. Bu uygulamalar içerisin de haritacılık için kullanım önemli paya sahiptir. Örneğin deformasyon izleme, Orman sınırı belirleme, 3B modelleme, Halihazır harita yapımı,

coğrafi bilgi sistemlerine (CBS) altlık veriler elde etme, röleve çalışmaları gibi bir çok konuda kolaylık sağlamıştır.

3.2.3.2.Motorlarının çalışma prensibine göre

İHA'ların havada uçuşunu sağlayan motorların çalışma prensibine göre;

- İçten yanmalı,
- Elektrikli,
- Güneş enerjisi sistemli

olmak üzere üçe ayrılmaktadır. İçten yanmalı motorlu İHA'ların elektriklilere nazaran avantajı, uçuş süresinin ve yük taşıma kapasitesinin fazla olması iken dezavantajı uçuş platformunda sarsıntıya sebep olmasıdır.

3.2.3.3.İHA'ların hareket kabiliyetine göre

- Sabit kanatlı insansız hava araçları,
- Döner kanatlı insansız hava araçları,

olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Şekil 3.4). Sabit kanatlı İHA'lar araç takip sistemiyle karayolunda hızlanarak, fırlatma rampasından ya da el yardımıyla atılarak havalanırken; döner kanatlı insansız hava araçları ise herhangi bir yerden havalanarak kumanda ile her türlü yere yönlendirilmektedir (Şasi, 2016).



Şekil 3.4. Sabit kanatlı (a) ve döner kanatlı insansız hava araçlar (b)

3.2.3.4.İHA'lar büyüklük, irtifa, uçuş süresi ve faydalı yük kapasitesine göre ise;

- Micro insansız hava araçları,
- Mini insansız hava araçları,
- Küçük insansız hava araçları,
- Taktik insansız hava araçları,
- Operatif insansız hava araçları, olmak üzere beşe ayrılmaktadır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. a) Micro (Mini) insansız hava aracı, b) Küçük insansız hava aracı, c) Taktik insansız hava aracı, d) Operatif insansız hava aracı

3.2.3.5.İHA'lar faydalı yük türüne göre ise;

- Silahlı insansız hava araçları,
- Silahsız insansız hava araçları, olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Silahsız insansız hava araçları (a) ve silahlı (b)

3.2.3.6.İHA'lar komuta biçimine göre ise;

- Otomatik pilotlu insansız hava araçları,
- Uzaktan kumandalı insansız hava araçları, olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Otomatik pilotlu (a) ve uzaktan kumandalı (b) insansız hava araçları

Türkiye'de İHA sınıflandırılmasında temel kriter ''irtifa'' iken, Avrupa Birliği Ülkelerinde ''ağırlık'' baz alınmaktadır (Şasi, 2016).

3.2.4.İHA'ların Kullanım Alanları

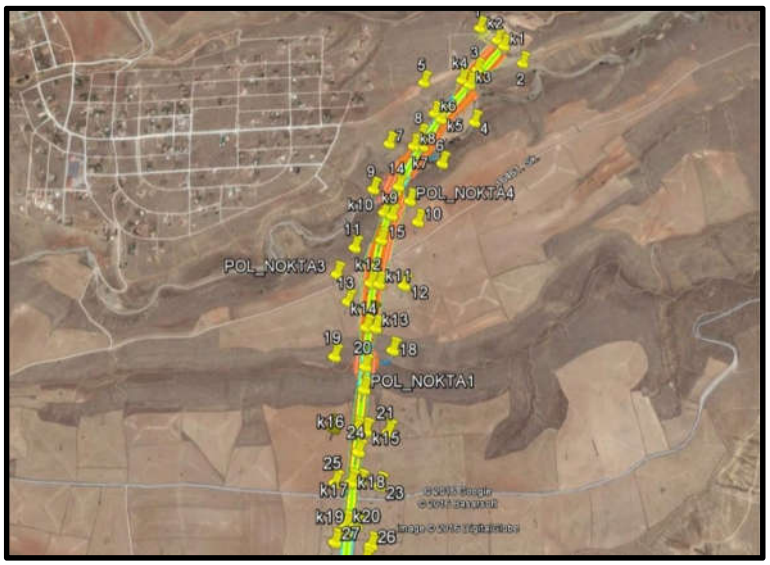
- Sayısal arazi modeli üretimi ve üç boyutlu şehir modellemesinde,
- Hava fotoğrafı ve ortofoto harita üretimlerinde,
- Hâlihazır harita üretimlerinde,
- Kentsel dönüşüm alanlarının ölçümünde,
- İnşaat alanlarının takibinde,
- Baraj havzalarının ölçümü ve haritalanmasında,
- Tarihi yapıların tespitinde,
- Arkeolojik çalışma alanlarının ölçümünde,
- Orman amenajman planı altlıklarının belirlenmesinde,
- Orman yangın alanlarının ölçümünde,
- Büyük sanayi bölge ve tesislerin ölçümünde,
- Maden sahalarının ölçümünde,
- Hacim hesaplamalarında,
- Bataklık alanlarının ölçümünde,
- Çöp atık alanlarının ölçümünde,
- Mera alanlarının ölçümünde,
- Doğal afet bölgelerinin acil durum haritalarının yapılmasında,
- Erozyonların izlenmesinde,
- Tarımsal faaliyetlerde,
- Üç boyutlu modelleme çalışmaları

gibi pek çok alanda kullanılması mümkündür.

4. UYGULAMA

4.1.Çalışma Alanı

Çalışma alanı Konya İli içerisinde bulunan Selçuk Üniversitesi Kampüsünün kuzeybatısından geçmekte olan, Dokuz mevkiisinde son bulan çevre yolu projesinin 96+600.000 km'si ile 108+000.000 km'si arasındaki kesim 2 olarak adlandırılan karayolu projesinin 105+980.000 km si ile 108+000.000 km si arasındaki bölge proje alanı olarak seçilmiştir. Güzergah alanı içerisinde Karayolları Genel Müdürlüğüne ait poligon taşlarına ilaveten 50 adet yer kontrol noktası (YKN) işaretlenmiş (Şekil 4.1). Ayrıca çalışma alanı çerisinde nokta konum doğruluğunu araştırmak amacıyla, 100x100m^2'lik bir alan içerisinde 20m aralıklarla 36 adet karelaj noktası işaretlenmiş ve bunların 5 tanesi YKN olarak kullanılmıştır. Görüntüler sırasıyla 50 m yükseklik %70 bindirme, 50 m yükseklik % 80 bindirme, 80 m yükseklik 70 bindirme, 80 m yükseklik %80 enine ve boyuna bindirme şeklinde yapılmıştır.



Şekil 4.1. Şeritvari haritası yapılmak üzere seçilen alan YKN'lerin uydu görünümü

4.2.Arazi ve Büro Çalışmaları

Arazi çalışmalarında öncelikle Şeritvari haritası üretilecek olan alan için Google Earth programında noktalar işaretlenmiştir. Bu işaretlenen noktalar arazi hakkında ön bilgi sahibi olabilmek ve araziye çıkıldığında nokta konumlarının rahat ve düzenli olarak belirlenmesine yardımcı olmuştur. Şeritvari haritası yapılacak olan alan 2 km uzunluğunda, sağa ve sola 200

m olacak şekilde belirlenmiştir. Uçuş planlaması Pix4d Mapper Capture programında hazırlanmış, belirlenen güzergahta yedi uçuş gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.2). Her uçuş yaklaşık 16 ha'lık alan kapatmaktadır fakat yol güzergahında kurb olduğu için fazladan bir planlama daha yapılmıştır.



Şekil 4.2. Pix4D mapper programında uçuş planlaması

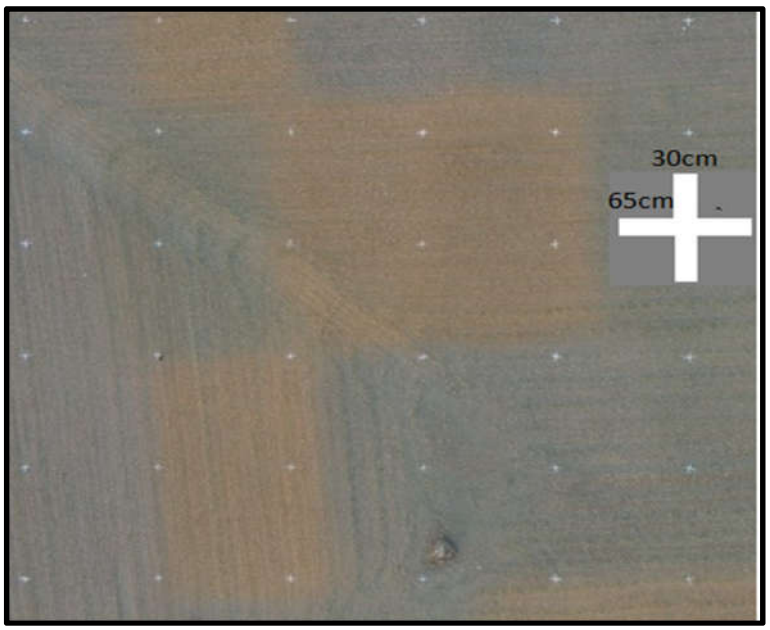
Yer kontrol noktaları 25x25 cm'lik levhalar ile işaretlenmiştir. Levhalar için 2 mm 'lik sac kestirildi ve o saclar kırmızı beyaz çapraz boyanarak hazırlanmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. YKN işaretlenmesi

Ayrıca grid ağının nerede hazırlanacağı da büro da belirlendikten sonra arazide kesin karar verilmiştir. Grid ağı noktaları işaretlenirken Google earth altlığı sadece karar vermekte kullanılmıştır, noktaların kesin konumları Netcad programında hazırlanıp araziye aplike edilmiştir. Her ne kadar hassas aplikesi yapılsa da noktalar işaretlendikten sonra da GNSS alıcısı ile ölçülmüştür.

Grid ağı orta noktalarına ahşap kazık çakılmıştır. Grid noktalarının görüntülerde de görülebilmesi için aşağıdaki boyutlarda kireç dökülerek hazırlanmıştır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Karelaj noktalarının ortofoto görünümü ve işareti

4.3. Kullanılan Alet, Yazılımlar ve İşlem Adımları

4.3.1.Kullanılan Aletler

İnsansız Hava Aracı, Kamera ve GNSS Alıcısı

Bu çalışma kapsamında tam otomatik uçuş yeteneğine sahip Dji firmasının ürettiği Dji Phantom Professional 3 (Şekil 4.5) isimli insansız hava aracı kullanılmıştır. Hazırlanan uçuş planlarına göre uçuş otomatik olarak gerçekleştirilmiş ve belirlenen kriterlere göre çalışma alanına ait fotoğraflar çekilmiştir. Fotoğraf çekim işlemi araçta bulunan sabitlenmiş 12 MP çözünürlüklü FC 300 X (Şekil 4.6) isimli dijital kamera ile gerçekleştirilmiştir. İnsansız hava aracına ve fotoğraf makinesine ait teknik bilgiler aşağıda gösterilmiştir.

DJİ Phantom Professional 3

- ✓ 1280 gram
- ✓ Max hız 16 m/s
- ✓ Tırmanış/iniş 5m/s 3 m/s
- ✓ 23 dk uçuş süresi (4.480 mAh batarya)
- ✓ Max irtifa 6000 feet
- ✓ Navigasyon: GPS / GLONASS



Şekil 4.5. Phantom Pro 3

Kamera FC 300x

- ✓ 12 MP
- ✓ 4000x3000 Çözünürlük
- ✓ F:2.8
- ✓ 1/2000 sn deklanşör hızı



Şekil 4.6. FC 300 X

GNSS Alıcısı (Şekil 4.7)

- ✓ Kompakt hafif tasarım
- ✓ 24 GPS +11 Glonass Uyduları
- ✓ 6.4 km kapsama
- ✓ Entegre bluetooth iletişimi
- ✓ Çift frekanslı



Şekil 4.7. Topcon Hiper Pro GPS alıcısı

4.3.2.Yazılımlar ve İşlem Adımları

4.3.2.1. Agisoft

Agisoft PhotoScan Pro yüksek çözünürlükte ortofoto ve son derece detaylı DEM / dokulu poligonal model oluşturmasına olanak sağlar. Tam otomatik iş akışı profesyonel fotogrametrik veri üretmek için bir masaüstü bilgisayar ile havadan binlerce görüntü işlemeyi sağlar.

Koordinatlandırma görevini yerine getirmek için; programın kamera ile ilişkilendirilmiş GPS koordinatlarına EXIF / düz metin dosyasına, ya da daha yüksek doğrulukta (en fazla 5 cm kadar) elde etmek için, kullanılabilir YKN koordinatları ile birlikte koordine ihtiyacı var.

Kamera kalibrasyon verileri program tarafından hesaplanır (ve gerekirse dışarı verilir) veya dış kaynaktan alınabilir.

Agisoft PhotoScan Pro JPEG, TIFF, PNG gibi bir dizi giriş giriş formatlarını destekler. Çıkış biçimleri geniş bir yelpazede (GeoTiff, xyz, Google KML, Wavefront OBJ, VRML, COLLADA, PDF) fotogrametrik analiz için herhangi bir GIS sistemi kolay çıkış formatı sağlar.

Agisoft PhotoScan Pro ile aşağıdaki fonksiyonlar ayarlanabilir:

- Hava Nirengi

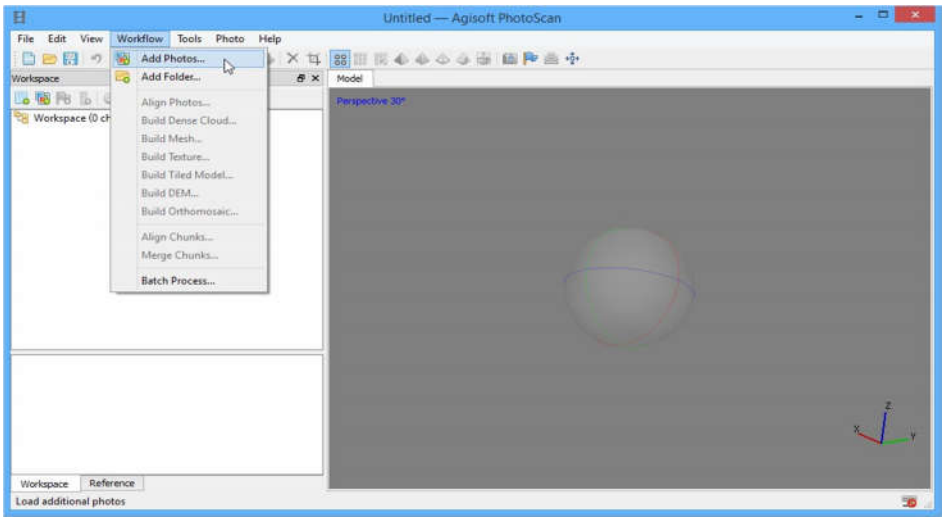
- Poligon Model Oluşturma (dokulu / düz)

- Koordinat Sistemi Ayarlanması

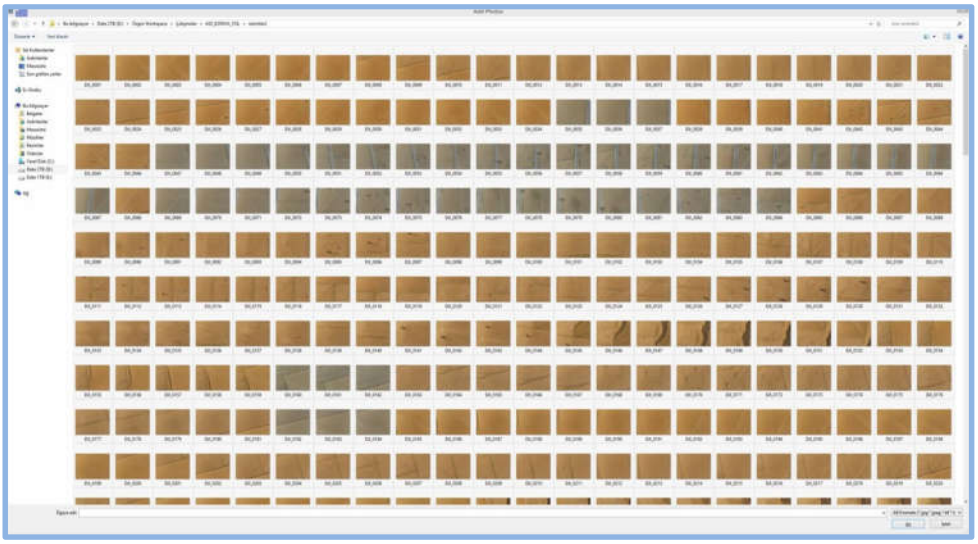
- Jeoreferanslı Dijital Yükseklik Modeli (DEM) Üretimi

- Jeoreferanslı Ortofoto Oluşturma

Agisoft PhotoScan Pro yazılımında proje oluşturmak için aşağıdaki işlemler yapılır.Agisoft photoscan programını çalıştırdıktan sonra Workflow sekmesi altında Add Photos yazan sekmeye tıklanır ve dosya konumu gösterilerek kullanacağımız resimler seçilir (Şekil 4.8, Şekil 4.9).

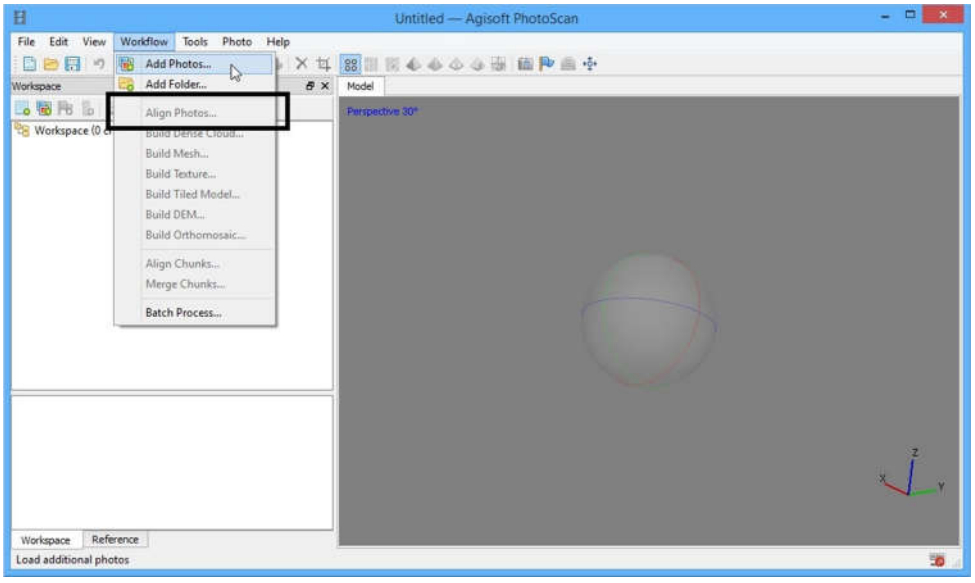


Şekil 4.8. Agisoft resim ekleme menüsü



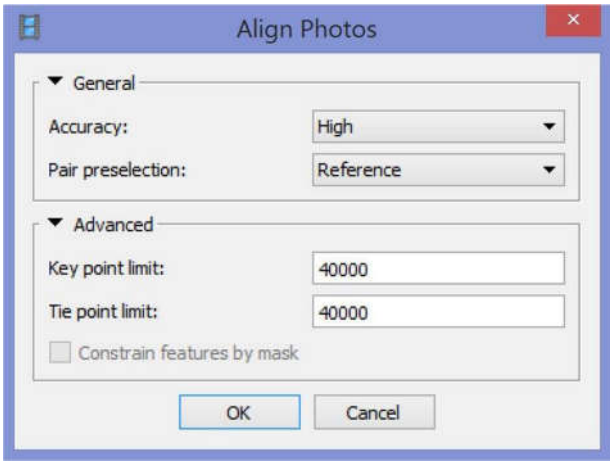
Şekil 4.9. Agisoft resim ekleme menüsü

Worflow menüsü altında align photos seçilir. Yüklenen resimler sıralanır ve ilk nokta bulutu dosyası oluşur (Şekil 4.10).



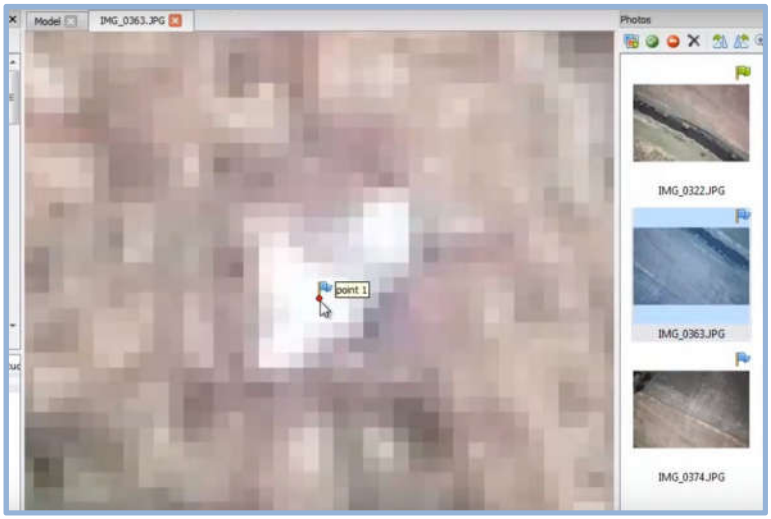
Şekil 4.10 Agisoft resim sıralama

Açılan pencerede proje özelliklerine uygun seçimler yapılır. Nokta bulutunun ne sıklıkla oluşturulacağı varsa resim çekim koordinatlarına göre mi yoksa sıralı veya karışık olarak mı resimlerle çalışılacağı seçilir (Şekil 4.11).



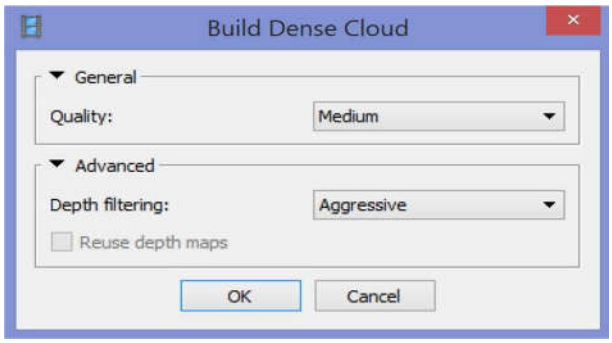
Şekil 4.11. Agisoft resim sıralama dengeleme ayarları

Bu işlemden sonra YKN noktaları yüklenerek işaretlemeler yapılır. İşaretleme yapılırken ekrandaki bayrak işareti hassas bir şekilde nokta üzerine getirilir (Şekil 4.12).



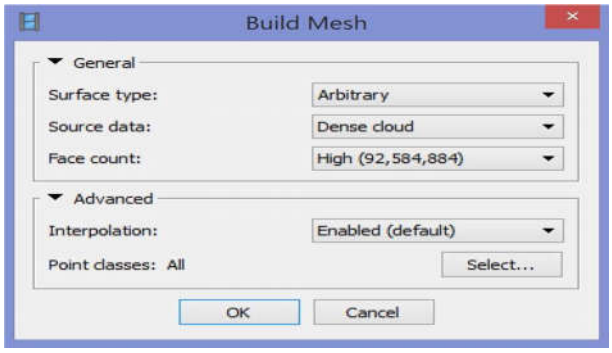
Şekil 4.12. Agisoft YKN işaretleme ekran görüntüsü

Build dense cloud sekmesinde yoğun nokta bulutu oluşturulur. Açılan pencerede çalışılacak projeye uygun nokta bulutu özellikleri seçilir (Şekil 4.13).



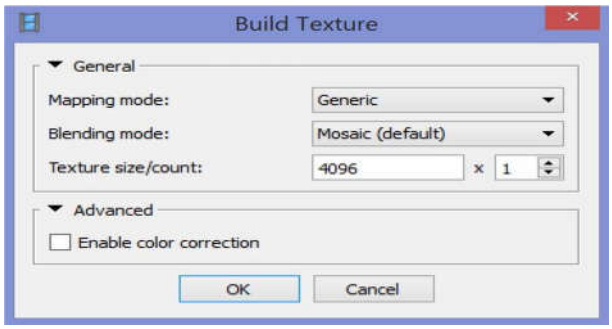
Şekil 4.13. Agisoft yoğun nokta bulutu işlemi menüsü

Nokta bulutu da üretildikten sonra elde edilen noktalar arasında üçgen model oluşturularak alanın katı modeli elde edilir bu resim giydirme işlemin kullanacağımız üçgenlerdir (Şekil 4.14).



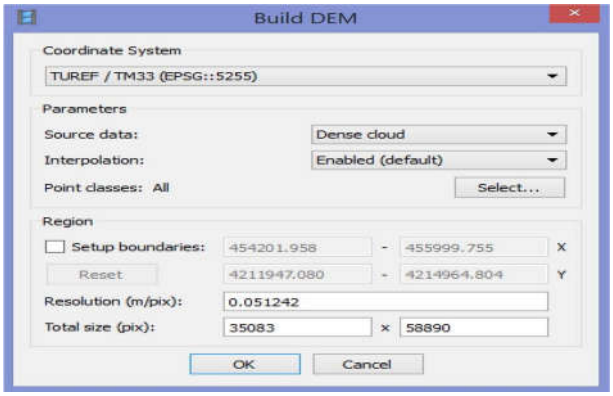
Şekil 4.14. Agisoft mesh oluşturma menüsü

Elde edilen katı modele resim giydirme işlemi yapılır. Üçgen model ne sıklıkla elde edilmişse resim giydirme işlemi de o kadar hassas ve doğru yapılır (Şekil 4.15).



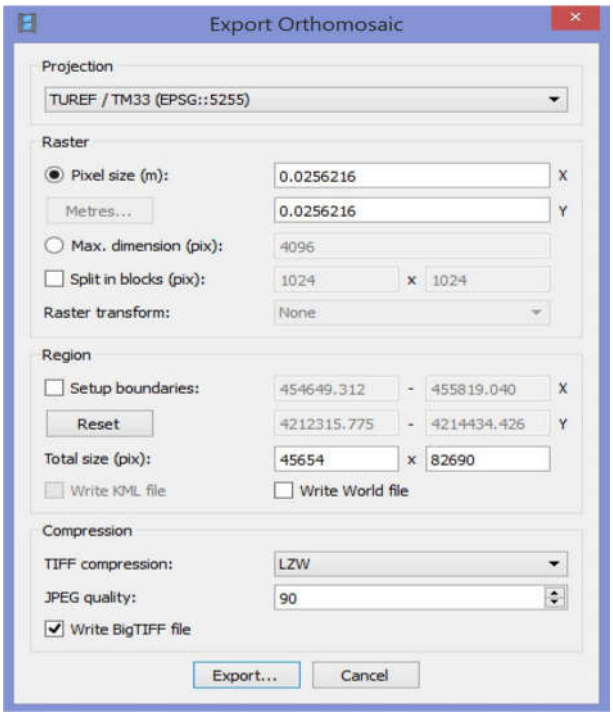
Şekil 4.15. Agisoft resim giydirme menüsü

Sayısal yükseklik modeli (Digital Elevation Model (DEM)) oluşturma (Şekil 4.16).

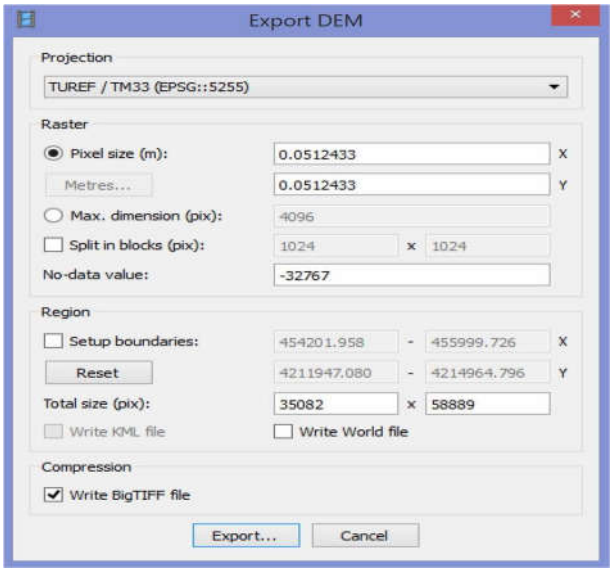


Şekil 4.16. Agisoft DEM oluşturma menüsü

Arazi modeline uygun ortofoto elde edilir. Veri Çıkarma İşleminde oluşturduğumuz ortofoto, DEM ve nokta bulutunu farklı bir programda çalıştırmak üzere dışarı çıkarır (Şekil 4.17 , Şekil 4.18).



Şekil 4.17. Agisoft ortofoto oluşturma menüsü



Şekil 4.18. Agisoft verilerin dışarıya aktarılması

Veriler menü listesinden export seçeneği altından yapılmaktadır. DEM, Othomosaic, Point Cloud, için ayrı ayrı yapılmaktadır. Uygulama sonucunda 2.56 cm yer örnekleme aralığı ile sonuçlar elde edilmiştir.

4.3.2.2. Pix4D

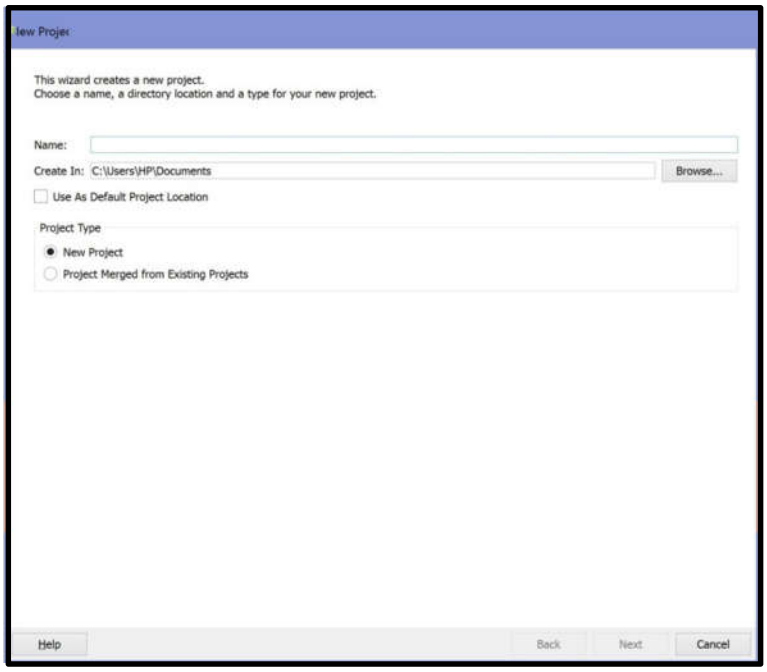
Yenilikçiliğiyle ve entegre CAD ve GIS düzenleme araçları ile tam bir haritalama ve modelleme çözümüdür. Yalnızca birkaç tıklama ile tam otomatik olarak yüksek doğruluklu ortomozaik, DSM ve nokta bulutu oluşturur.

Sonuçlarınızı değerlendirebilir, düzenleyebilir ve yorumlayabilirsiniz. Doğrudan yazılıma entegre rayCloud ile yüksek hassasiyetle nesneleri tanımlayın ve proje doğruluğunu iyileştirilebilirsiniz., Mosaic Editor ile ortofotonuzu ve birleşim hatlarını düzenleme olanağı sunar. İstediğiniz kamera ve lensi kullanarak, hatta multi-spektral algılayıcılarla, hava fotoğraflarından veya eğik görüntülerden ortomozaik, DSM ve nokta bulutu oluşturur. Yer kontrol noktalarının tümünü değerlendirip düzenleyerek projenizi kontrol altında tutar. Yazılım tüm kalibrasyon ve veri işlemeleri tam otomatik olarak yapıp LIDAR teknolojisine benzer şekilde santimetre hassasiyetinde 3 boyutlu nokta bulutu üretir. Pix4D yazılımında proje oluşturma işlemleri aşağıdaki şekilde yapılır. Resim dosya yolu gösterme, kullanılacak resimlerin seçimi ve proje oluşturma menüsü programı ilk açtığımızda karşımıza çıkan pencereden seçilir (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Pix4D Mapper Pro programı açılış menüsü

Açılan pencere de proje dosyası oluşturulacak konum ve ismi yazılır (Şekil 4.20).



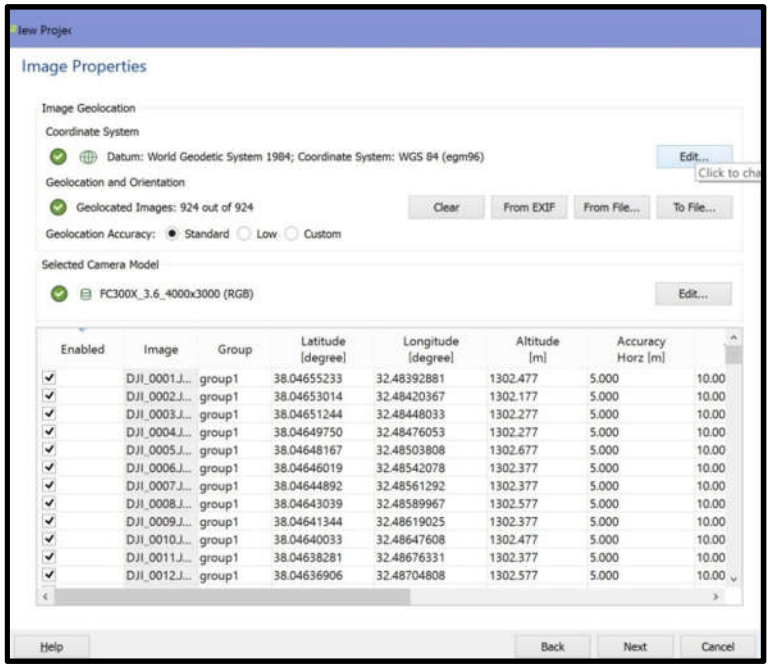
Şekil 4.20. Pix4D Mapper Pro programı proje oluşturma menüsü

Projede kullanacağımız resimler seçilir (Şekil 4.21), eğer resim konumumuz da proje oluşturmuş isek dosya konumu seçmemize gerek kalmadan otomatik olarak kullanıcıyı o dosyaya yönlendirmektedir.



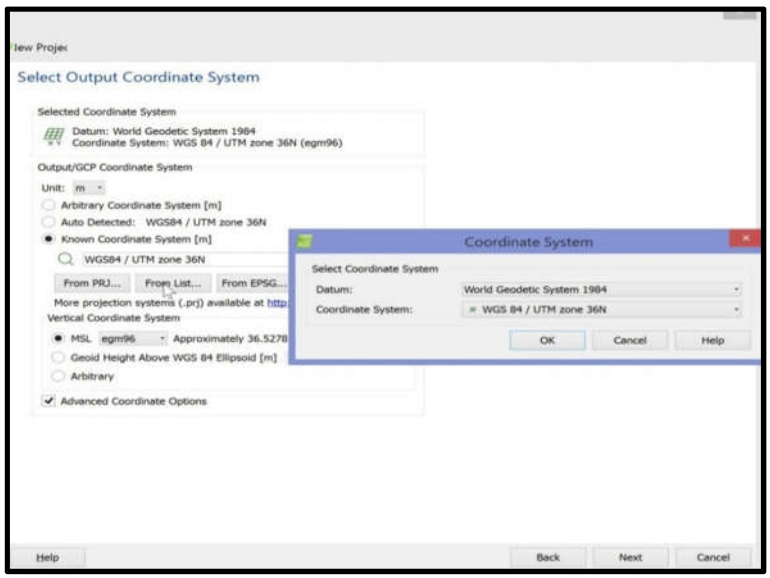
Şekil 4.21. Pix4D Mapper Pro programı resim ekleme menüsü

Resimler yüklendikten sonra eğer resimler geotif uzantılı ise kamera çekim konumları resimlerin içerisinde yüklü bilgi olarak gelir. Edit menüsünden koordinat sistemi seçeriz (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. Pix4D Mapper Pro programı eklenen görüntülerin detayları

Bu menü de oluşturulan proje de verilerin hangi koordinat sisteminde almak istiyorsak o sistemi seçeriz (Şekil 4.23).



Şekil 4.23. Pix4D Mapper Pro programı oluşturulan projenin datum ve koordinat sistemi seçimi

Projeye uygun process seçimi yapmak için program son sürümünde kolaylık sağlamış, ayarları manuel değiştirmektense otomatik olarak değiştirme seçeneği sunmuştur (Şekil 4.24).



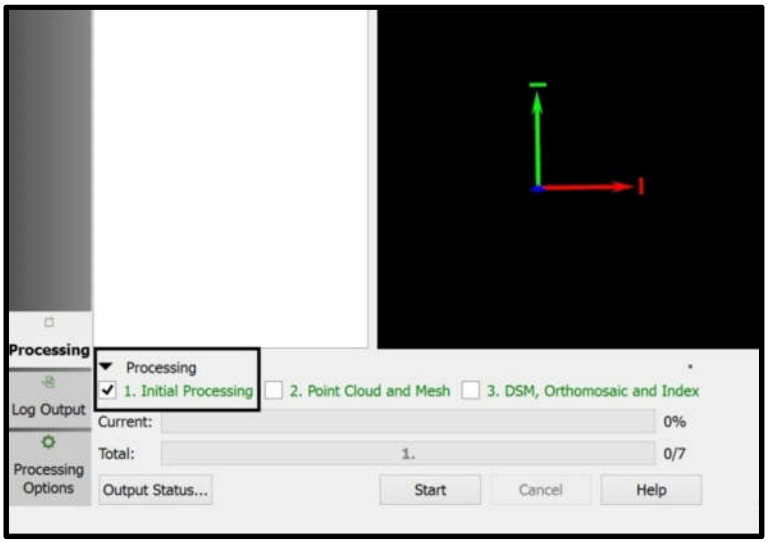
Şekil 4.24. Pix4D Mapper Pro proje niteliğine göre process seçimi

Resimler yüklendiği koordinat sistemine göre haritada konum gösterir (Şekil 4.25). Bu uçuş yapılması gereken alanın doğru uçulduğundan emin olmak için kolaylık sağlar.



Şekil 4.25. Pix4D Mapper Pro eklenen görüntülerin Ovimap altlığında konumunun görülmesi

Process penceresinde ilk olarak nokta bulutu elde edip YKN işaretleyebilmek için sadece initial processing seçilir (Şekil 4.26).

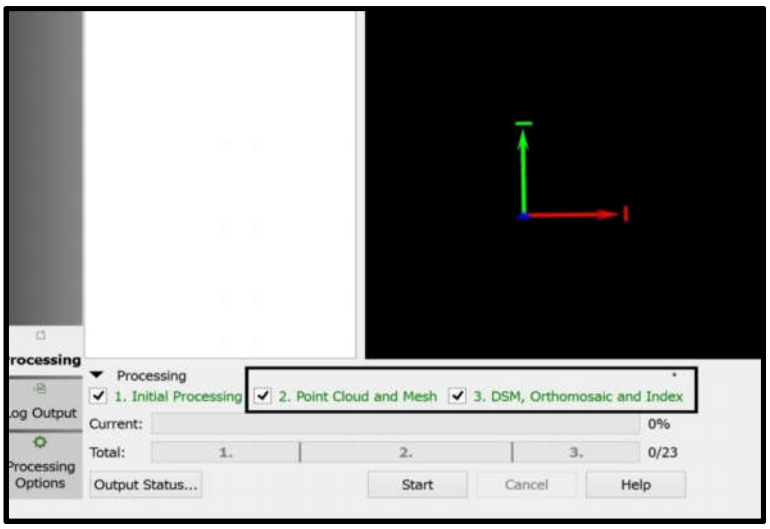


Şekil 4.26. Pix4D Mapper Pro Process işlemleri seçenekleri

Oluşan nokta bulutuna YKN'ler işaretlenir (Şekil 4.27) ve tüm işlem adımları tekrar seçilir (Şekil 4.28).



Şekil 4.27. Pix4D Mapper Pro YKN işaretleme penceresi ekran görüntüsü

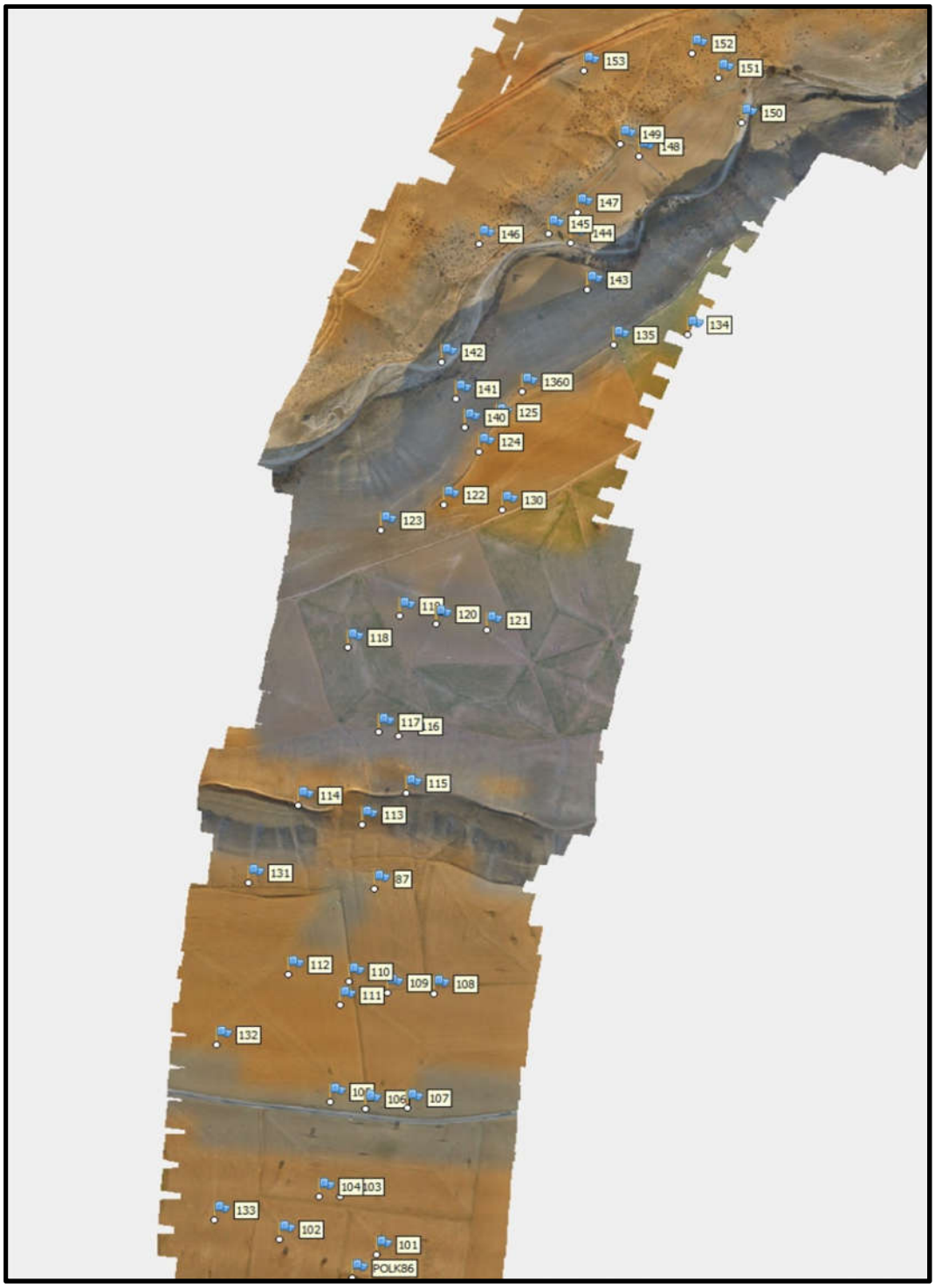


Şekil 4.28. Pix4D Mapper Pro Process işlemleri seçenekleri

Bu işlemler sonucunda nokta bulutu, Sayısal Yükseklik Modeli, ve ortofotolar gösterilen uzantı klasörüne çıkartılmış olur, ekstra bir veri çıkarma işlemine gerek yoktur. Pix4D programında 2.56 cm Yer Örnekleme Aralığı çözünürlüğünde veriler elde edilmiştir.

4.4. Şeritvari Harita Uygulaması

Arazide işaretlenen tüm yer kontrol noktaları GNSS alıcısı kullanılarak GPS-RTK yöntemine göre ölçülmüştür (Şekil 4.29). Ölçümler sonucu elde edilen koordinatlar Çizelge.1 de gösterilmektedir. Ölçülen bu koordinatlar referans kabul edilip farklar ve hatalar bu değerlere göre hesaplanmıştır.



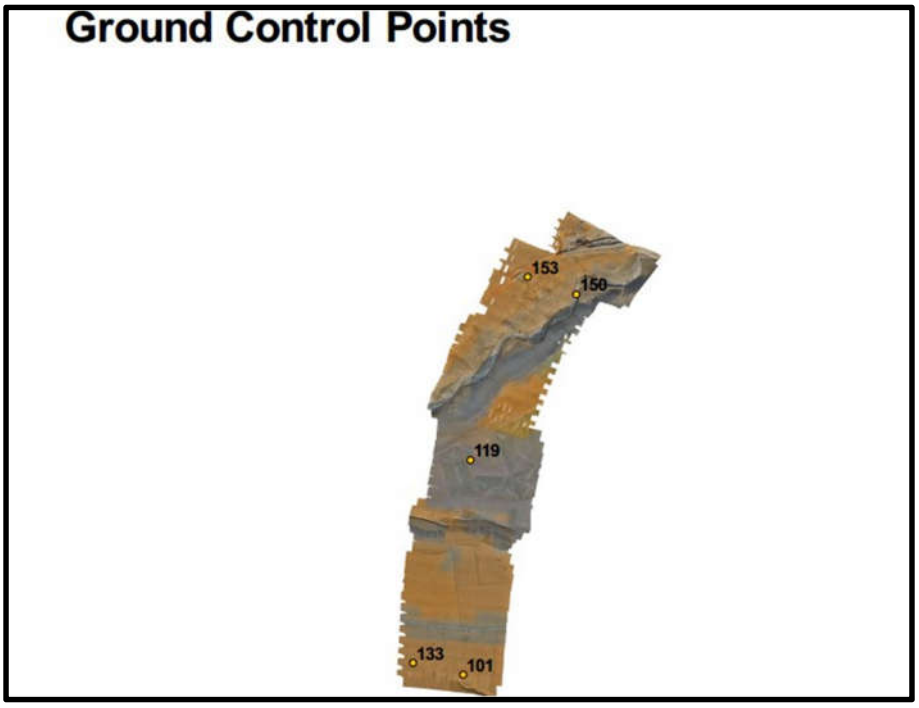
Şekil 4.29. Yer Kontrol Noktalarının tümünün ortofoto üzerinde gösterimi

Çizelge 4.1. Arazide işaretlenen YKN'lerin koordinatları

	Arazi Koordinatları		
N.No	**Y(m)**	**X(m)**	**Z(m)**
101	454945.048	4212416.688	1257.968
102	454814.088	4212439.804	1261.464
103	454896.186	4212501.670	1261.343
104	454868.637	4212502.051	1261.932
105	454882.688	4212640.309	1262.289
106	454930.256	4212631.028	1261.095
107	454987.729	4212631.426	1260.057
108	455023.587	4212798.802	1258.611
109	454959.749	4212801.240	1260.068
110	454908.737	4212817.332	1261.131
111	454896.255	4212783.287	1261.396
112	454826.620	4212827.128	1262.218
113	454925.673	4213046.551	1244.766
114	454839.421	4213075.237	1235.350
115	454986.328	4213092.268	1231.278
116	454975.781	4213175.839	1251.778
117	454947.849	4213181.998	1252.839
118	454906.210	4213306.029	1255.967
119	454976.977	4213352.352	1254.795
120	455025.469	4213340.852	1254.003
121	455094.983	4213331.141	1253.541
122	455036.965	4213515.496	1251.204
123	454952.103	4213477.975	1251.992
124	455083.978	4213592.589	1250.527
125	455108.536	4213635.482	1250.424
130	455116.132	4213507.215	1251.694
131	454772.611	4212962.304	1258.190
132	454729.420	4212724.586	1264.760
133	454726.324	4212468.184	1264.162
135	455265.515	4213749.336	1245.652
136	455142.318	4213680.062	1248.689
140	455064.274	4213628.459	1240.367
141	455052.330	4213670.500	1226.086
142	455032.948	4213724.543	1201.459
143	455231.102	4213829.153	1209.946
144	455208.288	4213898.202	1196.136
145	455178.961	4213912.234	1199.559
146	455084.440	4213896.210	1216.590
147	455217.507	4213943.228	1200.635
148	455300.800	4214024.556	1201.728
149	455274.524	4214043.508	1206.089
150	455438.929	4214074.809	1190.632
151	455407.351	4214140.099	1204.651
152	455372.491	4214176.183	1220.878
153	455226.366	4214151.006	1236.998

4.4.1.Agisoft Programında 5,10,15 YKN Kullanılarak Yapılan Değerlendirme Sonuçları

Agisoft programında kullanılan 5 YKN'nin konumu ve nokta işaretleme konum hassasiyetleri (Şekil 4.30, Çizelge 4.2), 10 YKN'nin konumu ve nokta işaretleme konum hassasiyetleri (Şekil 4.31, Çizelge 4.3), 15 YKN'nin konumu ve nokta işaretleme konum hassasiyetleri (Şekil 4.32, Çizelge 4.4) gösterilmiştir.



Şekil 4.30. Değerlendirme sonucu oluşan ortofoto da kullanılan YKN 'lerin gösterimi

Çizelge 4.2. Kullanılan YKN'lerin işaretleme ve konum hassasiyetlerinin değerleme raporunda alınan sonuçları

Label	XY error (m)	Z error (m)	Error (m)	Projections	Error (pix)
101	0.00233043	0.000844202	0.00247862	5	0.166
119	0.0333789	-0.000532891	0.0333832	7	0.275
133	0.00314405	-0.00130686	0.00340484	5	0.125
150	0.0164421	-0.00301204	0.0167157	17	0.351
153	0.0145998	0.00191222	0.0147245	5	0.169
Total	**0.0179609**	**0.0017569**	**0.0180466**		**0.276**

GZK GPS ile elde edilen koordinatlarla, değerlendirme sonucu elde edilen koordinatlar karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma da X, Y ve Z yönündeki hatalar;

$$V_Y = Y - Y_K$$

$$V_X = X - Y_K \quad (4.1)$$

$$V_Z = Z - Y_K$$

$$m_Y = \pm\sqrt{\frac{[V_Y V_Y]}{n}} \quad (4.2)$$

$$m_X = \pm\sqrt{\frac{[V_x V_x]}{n}} \quad (4.3)$$

$$m_Z = \pm\sqrt{\frac{[V_Z V_Z]}{n}} \quad (4.4)$$

$$m_p = \pm\sqrt{\frac{[V_Y V_Y][V_X V_X]}{n}} \quad (4.5)$$

eşitlikleri ile hesaplanmıştır.

Bu eşitliklerdeki;

Y_K, X_K: Referans GZK GPS ile belirlenmiş nokta koordinatları

Y,X : GZK GPS ile belirlenmiş nokta koordinatları

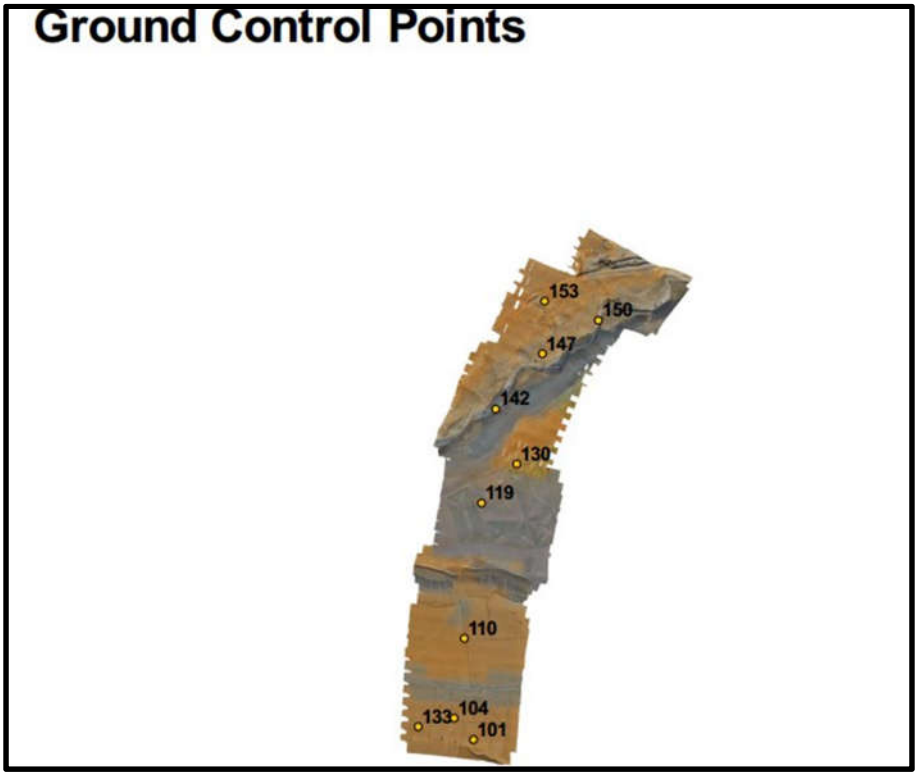
m_X : X yönündeki karesel ortalama hata

m_Y : Y yönündeki karesel ortalama hata

m_Z : Z yönündeki karesel ortalama hata

m_p : Konum ortalama hatası

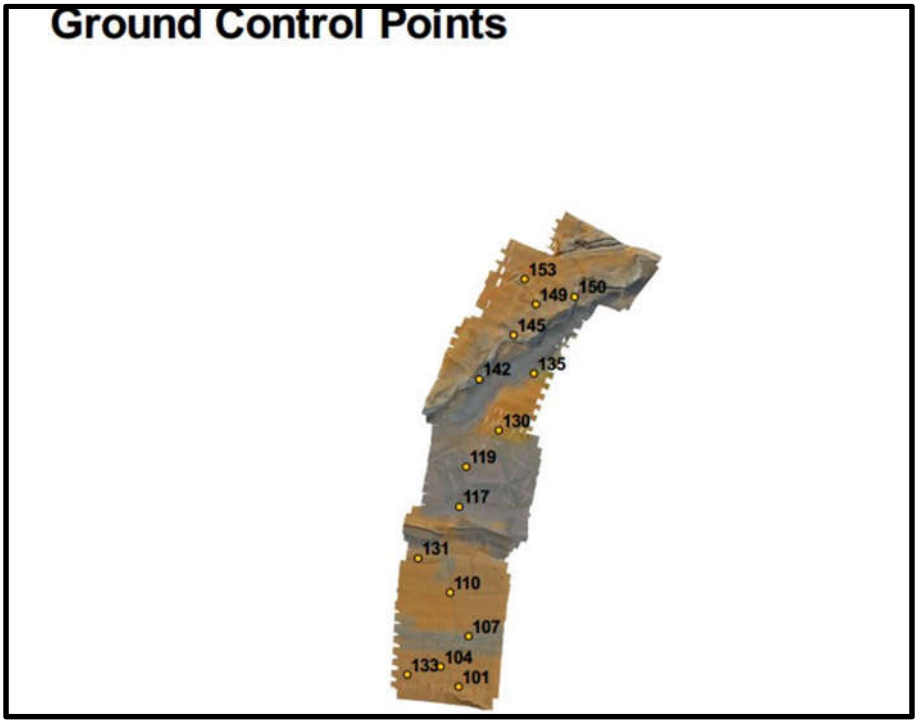
n : Nokta sayısı



Şekil 4.31. Değerlendirme sonucu oluşan ortofoto da kullanılan YKN 'lerin gösterimi

Çizelge 4.3. Kullanılan YKN'lerin işaretleme ve konum hassasiyetlerinin değerleme raporunda alınan sonuçları

Label	XY error (m)	Z error (m)	Error (m)	Projections	Error (pix)
101	0.00479137	-0.000371942	0.00480579	5	0.165
119	0.0511616	-0.000171863	0.0511619	7	0.290
133	0.0124502	-3.85449e-05	0.0124503	5	0.126
150	0.0408048	-0.00599054	0.0412422	17	0.375
153	0.044236	0.0114751	0.0457002	5	0.179
104	0.033439	0.000991338	0.0334537	6	0.057
110	0.0213558	-0.00410347	0.0217465	11	0.277
130	0.0380058	-0.00628842	0.0385225	7	0.132
142	0.0347305	0.0170711	0.0386992	15	0.310
147	0.0780571	-0.0176322	0.0800238	9	0.205
Total	**0.0409086**	**0.00909624**	**0.0419077**		**0.266**



Şekil 4.32. Değerlendirme sonucu oluşan ortofoto da kullanılan YKN 'lerin gösterimi

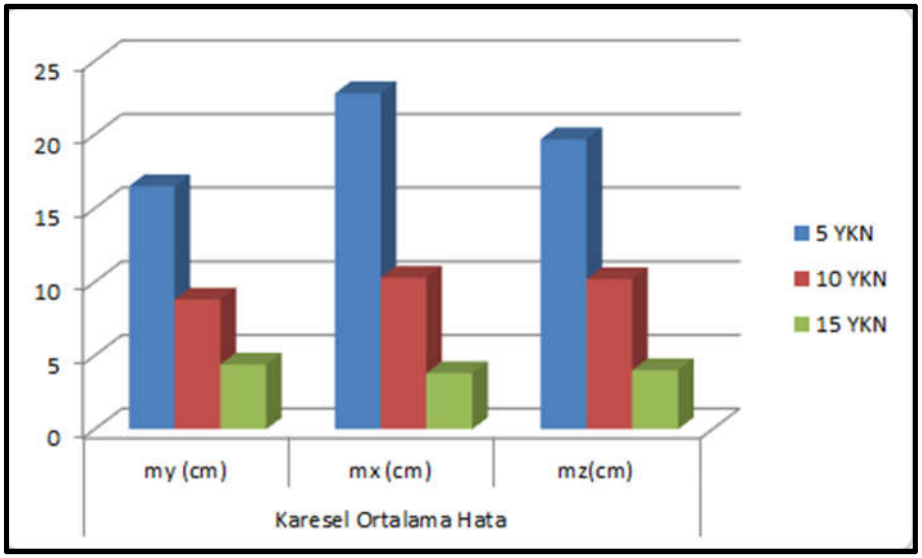
Çizelge 4.4. Kullanılan YKN'lerin işaretleme ve konum hassasiyetlerinin değerleme raporunda alınan sonuçları

Label	XY error (m)	Z error (m)	Error (m)	Projections	Error (pix)
131	0.00831038	0.00242159	0.00865601	4	0.278
101	0.0129798	0.000615717	0.0129944	5	0.165
119	0.0434032	0.00663952	0.0439081	7	0.306
133	0.00828848	-0.0032162	0.0088906	5	0.128
150	0.0309825	0.00107606	0.0310012	17	0.381
153	0.0623347	0.0150569	0.0641274	5	0.201
104	0.0271816	0.00401102	0.027476	6	0.063
110	0.0158515	-0.000784163	0.0158709	11	0.283
130	0.0462814	-0.00181362	0.046317	7	0.122
142	0.0417338	0.015438	0.0444976	15	0.305
107	0.00739713	-0.00269629	0.00787321	6	0.094
117	0.0327156	-6.27805e-05	0.0327156	6	0.468
135	0.0525986	-0.0216778	0.0568906	6	0.182
145	0.0815019	0.00767669	0.0818626	15	0.339
149	0.04423	-0.0177787	0.0476695	12	0.220
Total	**0.0403319**	**0.00965773**	**0.041472**		**0.282**

Agisoft yazılımında elde edilen karesel ortalama hatalar ve grafik gösterimi (Çizelge 4.5, Şekil 4.33) verilmiştir.

Çizelge 4.5. Agisoft yazılımından elde edilen karesel ortalama hataları

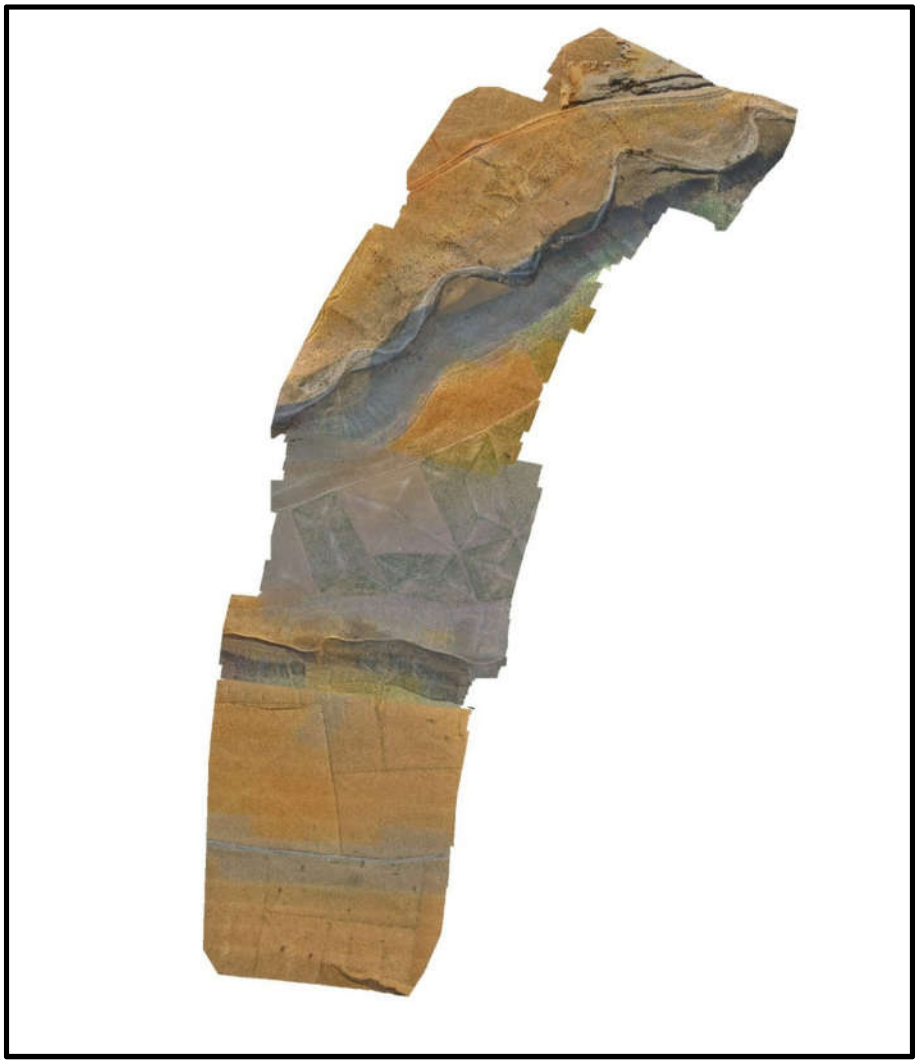
Kullanılan YKN Sayısı	Karesel Ortalama Hata			
	m_Y (cm)	m_X (cm)	m_Z (cm)	m_P (cm)
5	16.5	22.8	19.7	28.1
10	8.8	10.3	10.2	13.5
15	4.4	3.8	4	5.81



Şekil 4.33. Agisoft programında elde edilen karesel ortalama hatalarının grafik gösterimi

4.4.5. Pix4D Programında 5,10,15 YKN Kullanılarak Yapılan Değerlendirme Sonuçları

5 YKN işaretlenerek yapılan değerlendirme sonucu ve YKN işaretleme hassasiyetleri (Şekil 4.34, Çizelge 4.6) verilmiştir.

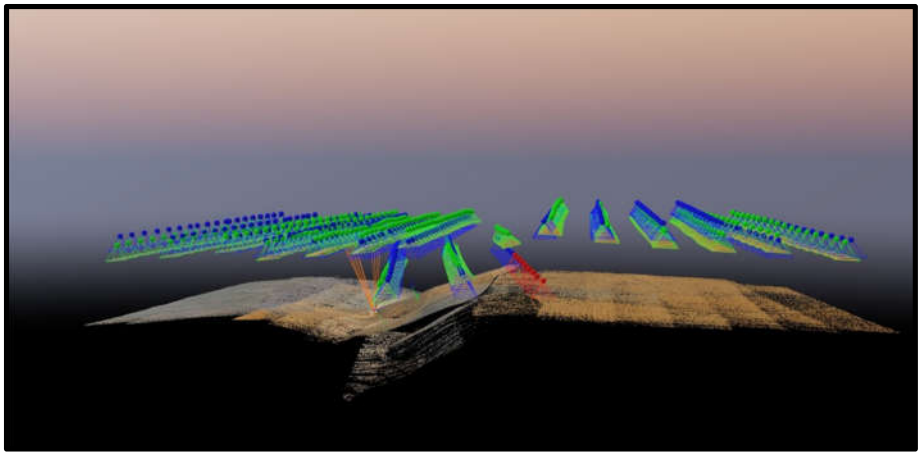


Şeki 4.34. 5 YKN kullanılan değerlendirme sonucu oluşan ortofoto görüntüsü

Çizelge 4.6. Kullanılan YKN'lerin işaretleme ve konum hassasiyetlerinin değerleme raporundan alınan sonuçları

GCP Name	Accuracy XY/Z [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Projection Error [pixel]	Verified/Marked
101 (3D)	0.020/ 0.020	-0.006	-0.018	0.001	0.302	5 / 5
119 (3D)	0.020/ 0.020	0.025	0.003	-0.007	0.345	7 / 7
150 (3D)	0.020/ 0.020	-0.002	0.003	0.001	0.624	16 / 16
133 (3D)	0.020/ 0.020	0.012	0.013	-0.000	0.263	5 / 5
153 (3D)	0.020/ 0.020	0.003	-0.002	-0.001	0.480	5 / 5
Mean [m]		-0.000072	-0.000146	0.000143		
Sigma [m]		0.043284	0.038731	0.010732		
RMS Error [m]		0.043284	0.038731	0.010733		

Farklı yüksekliklerde aynı alanda çekilmiş olan fotoğraflar eşleme sırasında nokta bulutunda hata meydana getirmiştir. Bu hata üst üste çekilmiş fotoğraflar silinerek giderilebileceği gibi bu alanda YKN kullanılarak da giderilebilmektedir (Şekil 4.35).



Şekil 4.35. Nokta bulutu oluşturulurken meydana gelen hata

Bu alanda resim çekim yüksekliğinin değiştirilmesinin nedeni dere yatağının daha hassas ölçülebilmesi ve iyi sonuçlar alabilmek için yapılmıştır. Ancak hem proje değerlerinin hem de karşılaştırmanın sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için alçak irtifadan çekilen fotoğraflar projeden çıkarılmıştır.

10 YKN işaretlenerek yapılan değerlendirme sonucu ve YKN işaretleme hassasiyetleri (Şekil 4.36, Çizelge 4.7) verilmiştir.



Şekil 4.36. 10 YKN kullanılan değerlendirme sonucu oluşan ortofoto görüntüsü

Çizelge 4.7. Kullanılan YKN'lerin işaretleme ve konum hassasiyetlerinin değerleme raporundan alınan sonuçları

GCP Name	Accuracy XY/Z [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Projection Error [pixel]	Verified/Marked
104 (3D)	0.020/ 0.020	-0.004	0.044	-0.008	0.282	6 / 6
101 (3D)	0.020/ 0.020	0.003	-0.019	0.005	0.286	5 / 5
119 (3D)	0.020/ 0.020	0.061	-0.005	-0.000	0.333	7 / 7
150 (3D)	0.020/ 0.020	0.014	0.068	0.010	0.609	16 / 16
133 (3D)	0.020/ 0.020	-0.001	-0.014	0.002	0.234	5 / 5
153 (3D)	0.020/ 0.020	0.069	-0.045	-0.024	0.517	5 / 5
147 (3D)	0.020/ 0.020	-0.110	-0.032	0.040	0.493	8 / 8
130 (3D)	0.020/ 0.020	-0.010	0.011	0.005	0.284	5 / 5
142 (3D)	0.020/ 0.020	0.012	0.015	-0.013	0.498	15 / 15
110 (3D)	0.020/ 0.020	0.004	-0.021	0.011	0.497	11 / 11
Mean [m]		0.000181	0.001542	-0.001399		
Sigma [m]		0.049480	0.040067	0.021061		
RMS Error [m]		0.049481	0.040097	0.021108		

15 YKN işaretlenerek yapılan değerlendirme sonucu ve YKN işaretleme hassasiyetleri (Şekil 4.37, Çizelge 4.8) verilmiştir.



Şekil 4.37. 15 YKN kullanılan değerlendirme sonucu oluşan ortofoto görüntüsü

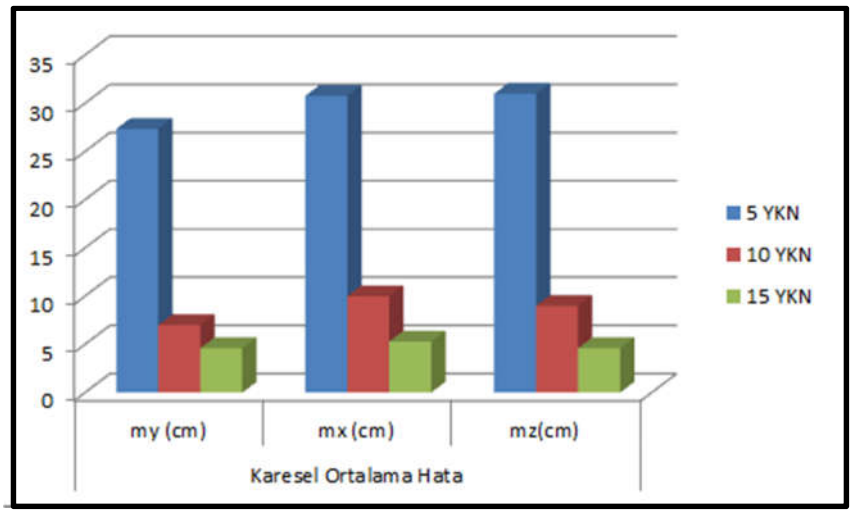
Çizelge 4.8. Kullanılan YKN'lerin işaretleme ve konum hassasiyetlerinin değerleme raporundan alınan sonuçları

GCP Name	Accuracy XY/Z [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Projection Error [pixel]	Verified/Marked
104 (3D)	0.020/ 0.020	0.017	0.033	-0.014	0.283	6 / 6
101 (3D)	0.020/ 0.020	0.003	-0.032	0.003	0.308	5 / 5
119 (3D)	0.020/ 0.020	0.036	0.002	-0.005	0.333	7 / 7
150 (3D)	0.020/ 0.020	0.014	0.054	0.004	0.624	16 / 16
133 (3D)	0.020/ 0.020	0.003	-0.007	0.007	0.240	5 / 5
153 (3D)	0.020/ 0.020	0.075	-0.040	-0.028	0.519	5 / 5
147 (3D)	0.020/ 0.020	-0.100	-0.002	-0.006	0.586	8 / 8
130 (3D)	0.020/ 0.020	0.001	0.009	0.004	0.276	5 / 5
142 (3D)	0.020/ 0.020	0.019	0.038	-0.012	0.496	15 / 15
110 (3D)	0.020/ 0.020	0.010	-0.025	0.006	0.505	11 / 11
107 (3D)	0.020/ 0.020	-0.037	0.008	0.004	0.329	6 / 6
117 (3D)	0.020/ 0.020	0.030	-0.028	-0.006	0.525	6 / 6
135 (3D)	0.020/ 0.020	0.010	-0.045	0.014	0.356	5 / 5
131 (3D)	0.020/ 0.020	0.014	0.001	-0.007	0.420	4 / 4
149 (3D)	0.020/ 0.020	-0.037	0.002	0.027	0.669	12 / 12
Mean [m]		0.000359	0.001437	-0.002446		
Sigma [m]		0.039260	0.031699	0.015475		
RMS Error [m]		0.039262	0.031732	0.015667		

Pix4D programında yapılan değerlendirmeden elde edilen sonuçların karesel ortalama hataları ve hataların grafik gösterimi (Çizelge 4.9, Şekil 4.38) verilmiştir.

Çizelge 4.9. Pix4D Mapper Pro Yazılımda elde edilen karesel ortalama hataları

Kullanılan YKN Sayısı	Karesel Ortalama Hata			
	m_y (cm)	m_x (cm)	m_z(cm)	m_p (cm)
5	27.4	30.8	30.9	41.1
10	7.0	10.0	9.0	12.2
15	4.6	5.3	4.6	7.0

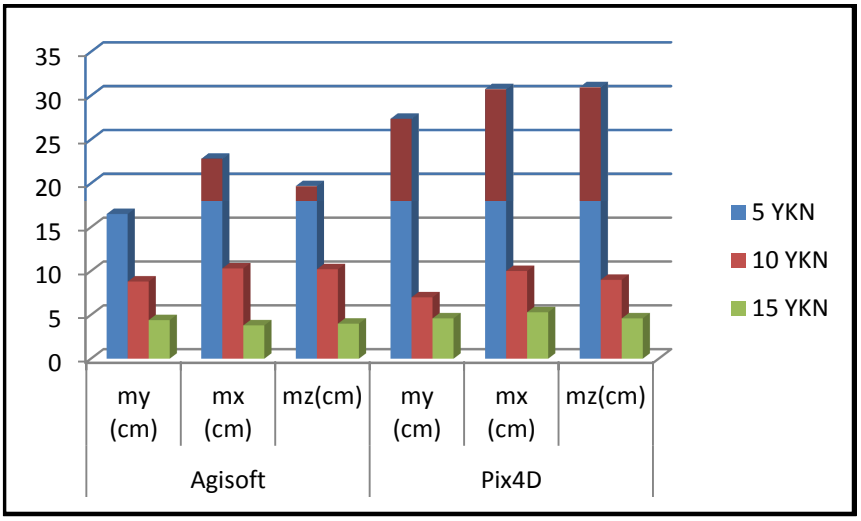


Şekil 4.38. Pix4D Mapper Pro programında elde edilen karesel ortalama hatalarının grafik gösterimi

Pix4D ve Agisoft programlarında yapılan değerlendirmelerden elde edilen sonuçların karesel ortalama hataları ve hataların grafik gösterimi (Çizelge 4.10, Şekil 4.39) verilmiştir.

Çizelge 4.10. Yazılımlardan elde edilen karesel ortalama hataları

Kullanılan Yazılım	Karesel Ortalama Hata				Kullanılan YKN Sayısı
	my (cm)	mx (cm)	mz(cm)	mp (cm)	
Agisoft	16.5	22.8	19.7	28.1	**5**
	8.8	10.3	10.2	13.5	**10**
	4.4	3.8	4	5.8	**15**
Pix4D	27.4	30.8	30.9	41.1	**5**
	7.0	10.0	9.0	12.2	**10**
	4.6	5.3	4.6	7.0	**15**

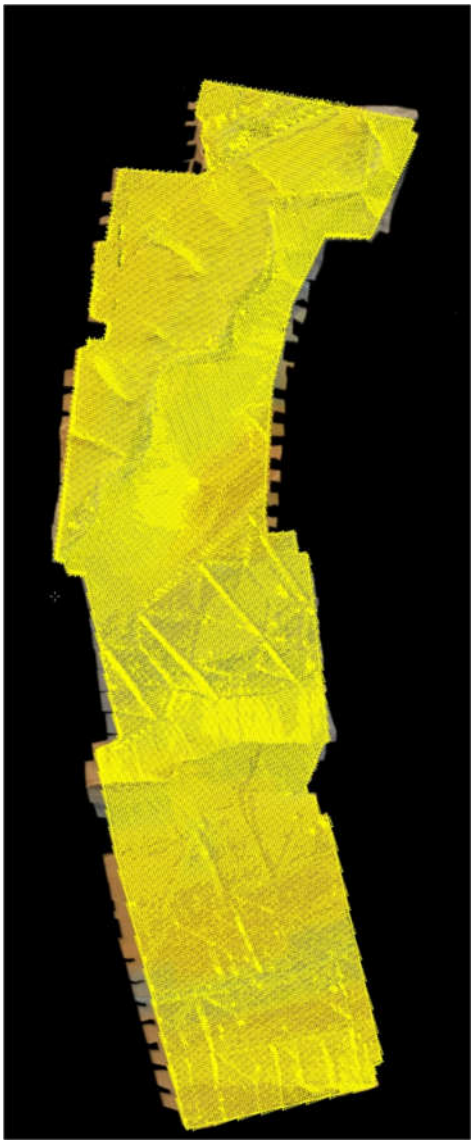


Şekil 4.39. Yazılımlardan elde edilen karesel ortalama hatalarının grafik gösterimi

Yaklaşık 2 km'lik bir güzergahta İHA ile alınan görüntüler Agisoft ve Pix4D yazılımında 5 YKN, 10 YKN, 15 YKN kullanılarak dengelemesi yapılmıştır. Dengelemede her iki yazılım içinde aynı YKN'ler kullanılmıştır. Bulunan sonuçlar değerlendirildiğinde en iyi sonuç Agisoft Photoscan Pro yazılımda 15 YKN kullanılarak elde edilmiştir. Agisoft Yazılımı her bir işlem adımında operatör müdahalesi gerektirdiğinden işlem süresini yaklaşık bir saat artırmaktadır.

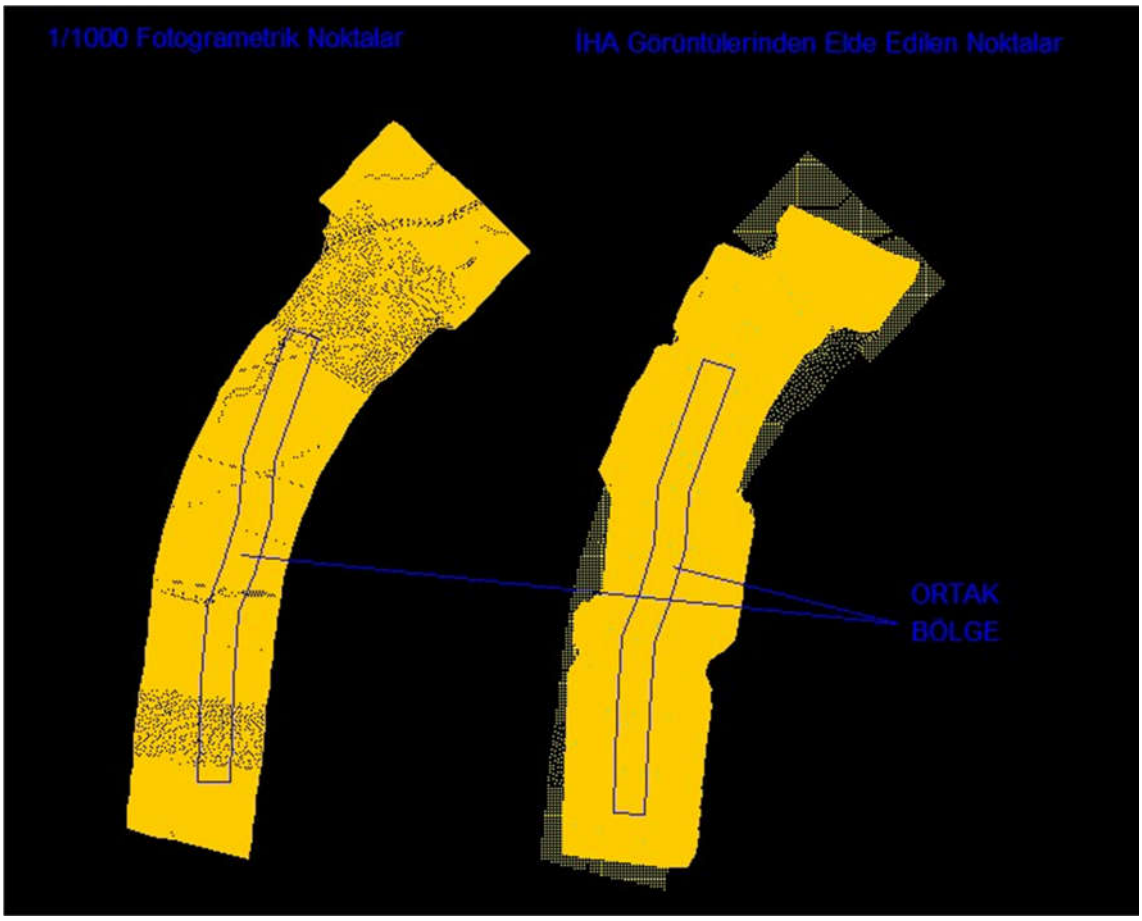
4.4.7.Şeritevari Proje Hacim Hesabı

Çalışmada İHA görüntülerinden elde ettiğimiz sonuçları en doğru olan 15 YKN'li Agisoft yazılımı sonuçları ile üretilen ortofoto ve SYM'leri Virtual Surveyor programında yeni bir proje oluşturacak şekilde birleştirildi. Programdan arazinin yapısını belirleyecek şekilde 5 m aralıklı grid ağı oluşturuldu (Şekil 4.40).



Şekil 4.40. Virtual Surveyor programında oluşturulan 5 m aralıklı grid ağı

Hacim hesabı için çevrilen alan, her iki halihazır Netcad programında yan yana getirilerek gösterilmiştir (Şekil 4.41).



Şekil 4.41. Halihazır haritalar Netcad ortamında gösterilmesi

Güzergahın sağında ve solunda 50 m paraleller atılarak kapalı bir alan oluşturuldu. Bu alan taban kotu 1250 m olmak üzere kazı ve dolgu hacmi hesaplatılmıştır. Hesaplamalar sonucunda 1/1000'lik fotogrametrik yöntemle yapılan halihazır sonucu (Şekil 4.42) 'deki gibi oluşmuştur. İHA görüntülerinden elde ettiğimiz halihazır sonucu oluşan farklar Çizelge 4.11 de görülmektedir (Şekil 4.43).



Şekil 4.42. 1/1000'lik halihazır Netcad kazı dolgu hesabı



Şekil 4.43. İHA görüntülerinden elde edilen halihazır Netcad kazı dolgu hesabı

Çizelge 4.11. 1250 kotu baz alınarak hesaplatılan kazı dolgu hacimleri

	1/1000'lik Halihazır	**İHA Görüntülerinden Elde Edilen Halihazır**	**Fark**	**Yüzde**
Kazı Hacmi	660226.1 m³	661102.7 m³	1076.6 m³	0.998
Dolgu Hacmi	1157751.9 m³	1160391.2 m³	2639.3 m³	0.997
Kazı Alanı	93360.1 m²	93286.0 m²	74.1 m²	
Dolgu Alanı	51954.9 m²	52029.1 m²	74.2 m²	
Bölge Alanı	**145315.1 m²**	**145315.1 m²**		
Dolgu - Kazı Hacmi	497525.8 m³	499288.5 m³	1562.7 m³	0.996

Çizelge de kullanılan hesap yöntemi daha önce yapılan benzer bir çalışma (Yakar ve ark., 2009) baz alınarak yapılmıştır.

4.5.Grid Ağı

Arazide GNSS alıcısı ile ölçülen ve referans alınan koordinat değerleri (Çizelge 4.12)

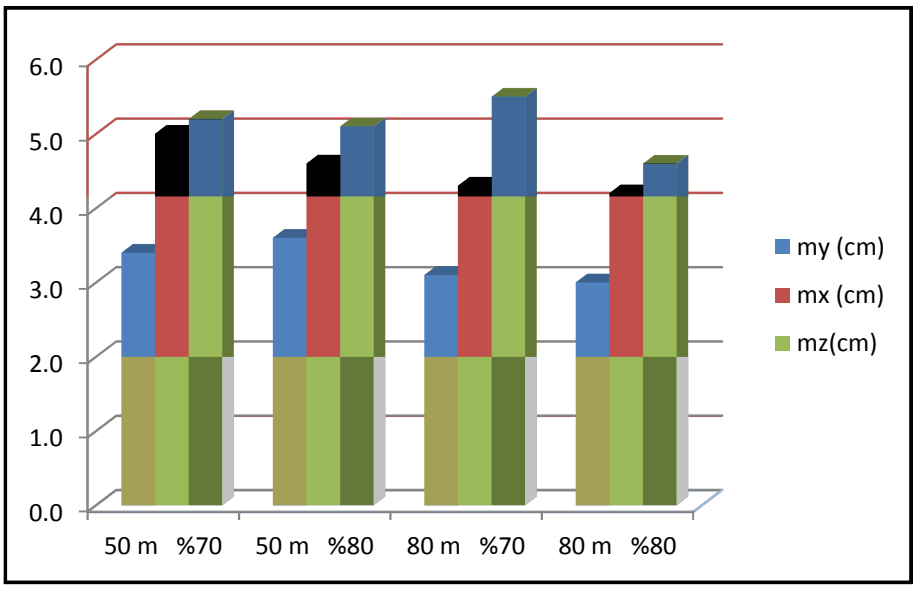
Çizelge 4.12. Grid ağı GPS-RTK yöntemiyle ölçülen koordinatlar

	Arazi Koordinatlar		
Nokta No	**Y**	**X**	**Z**
1	454943.728	4212792.691	1260.343
2	454943.711	4212772.674	1260.415
3	454943.715	4212752.635	1260.622
4	454943.719	4212732.689	1260.701
5	454943.668	4212712.664	1260.721
6	454943.679	4212692.641	1260.745
7	454963.709	4212692.673	1260.283
8	454963.724	4212712.682	1260.337
9	454963.672	4212732.670	1260.333
10	454963.689	4212752.671	1260.089
11	454963.696	4212772.645	1260.168
12	454963.734	4212792.676	1259.952
13	454983.720	4212792.674	1259.500
14	454983.783	4212772.637	1259.636
15	454983.704	4212752.656	1259.773
16	454983.659	4212732.635	1259.900
17	454983.698	4212712.649	1260.010
18	454983.668	4212692.656	1260.019
19	455003.724	4212692.632	1259.805
20	455003.711	4212712.682	1259.738
21	455003.716	4212732.668	1259.652
22	455003.705	4212752.689	1259.507
23	455003.703	4212772.676	1259.320
24	455003.695	4212792.684	1259.194
25	455023.714	4212792.637	1258.617
26	455023.688	4212772.641	1258.754
27	455023.732	4212752.634	1258.860
28	455023.726	4212732.674	1258.972
29	455023.698	4212712.655	1258.964
30	455023.698	4212692.684	1259.046
31	455043.722	4212692.654	1258.555
32	455043.744	4212712.662	1258.538
33	455043.783	4212732.645	1258.503
34	455043.713	4212752.681	1258.404
35	455043.729	4212772.650	1258.319
36	455043.711	4212792.701	1258.159

Grid ağında 50 m yükseklikten %70 ve %80, 80 m yükseklikten %70 ve %80 bindirme oranlarında insansız hava aracıyla alınan görüntülerin değerlendirilmesi sonucunda yapılan karşılaştırmalarda m_y, m_x, m_z karesel ortalama hatalarda (Çizelge 4.13, Şekil 4.44) kayda değer bir değişiklik olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.13. Grid ağı noktaları karesel ortalama hataları

Kullanılan Yazılım	Karesel Ortalama Hata			
	m_y (cm)	m_x (cm)	m_z(cm)	m_p (cm)
50 m %70	3,4	5,0	5,2	6,0
50 m %80	3,6	4,6	5,1	5,8
80 m %70	3,1	4,3	5,5	5,3
80 m %80	3,0	4,2	4,6	5,2



Şekil 4.44. Grid ağı noktalarının karesel ortalama hataları

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İnsansız hava araçlarına (İHA) monte edilen metrik olmayan kameralar yardımıyla yeryüzünün görüntülenmesi yersel ölçüm tekniklerine göre bazı avantajlar sağlamaktadır. Bu avantajlar maliyetinin düşük olması, kullanım kolaylığı, operatör yardımıyla yönlendirilebilmesi, ulaşılması zor olan yerlerde görüntü alabilme, istenilen doğruluğa göre uçuş yüksekliğinin kolaylıkla ayarlanabilmesi v.b. sayılabilir. İnsansız hava araçlarının kullanılması ile az maliyetle kısa sürede yüksek konumsal ve zamansal çözünürlüklü görüntüler elde edilebilmektedir. Elde edilen bu yüksek konumsal çözünürlüklü görüntüler oldukça farklı amaçlar için kullanılabilir. Bu amaçlardan birisi de Şeritvari harita üretimidir. Şeritvari harita özellikle belirli bir hat üzerinde çalışmalar yapan bir çok kurumun ihtiyaç duyduğu haritalardır. Bu çalışma da Karayolları Genel Müdürlüğü 3.bölge'ye ait Konya çevreyolu projesinde belirli bir alan seçilerek 70 m yükseklikten %70 bindirme oranı ile görüntüler alınmıştır. Bu görüntülerin dengelenmesinin ardından yapılan değerlendirme çalışmasında bir halihazır harita oluşturulmuştur. Bu harita ile 1/1000'lik Fotogrametrik olarak üretilmiş halihazır harita karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma da hem fotogrametrik olarak üretilen halihazır haritada hem de İHA aracılığıyla ürettiğimiz halihazır harita üzerinde 100 m genişliğinde koridor oluşturularak 1250 taban kotuna göre kazı ve dolgu hacim hesabı yapılmıştır. Kazı ve dolgu hacimlerinin %99 doğrulukla uyum sağladığı görülmüştür. Bu çalışma göstermiştir ki; şeritvari haritaların insansız hava araçlarıyla üretilmesinin mümkün olduğu görülmüştür. Ayrıca nokta konum doğruluğunun araştırılması için oluşturulan grid ağında yapılan karşılaştırmada elde edilen doğruluk yaklaşık 6 cm civarındadır. Bu doğruluk Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliğinde belirtilen tecviz sınırları içerisinde kalmaktadır. İHA'larla yapılacak harita üretiminde; Kullanılan İHA'nın ve kameranın teknik özellikleri, uçuş yüksekliği, bindirme oranları, değerlendirme de kullanılan YKN'nın sayısı ve dağılımına göre hesaplanacak nokta konum doğrulukları değişebilir.

Büyük ölçekli harita ve harita bilgileri üretim yönetmeliğinde İHA'larla harita üretimine ilişkin bir hüküm bulunmamaktadır. Bu yönetmeliğe ilave edilecek maddeler ile; harita üretimi isteyen özel sektör, kamu kurumları ve İHA ile harita üretimi yapan sektör çalışanları arasındaki anlaşmazlıkları ortadan kaldırabilir.

KAYNAKLAR

Avdan , U., Gülşen, F. F., Ergincan , F. ve Çömert , R., 2014, ARKEOLOJİK ALANLARDA TAŞ PLANLARININ ÇIKARILMASINDA İNSANSIZ HAVA ARAÇLARININ KULLANILMASI (ANAVARZA ÖRNEĞİ), *HKMOMühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 7. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu*.

Avdan, U., ŞEnkal, E., Çömert, R. ve Tuncer, S., 2014, İNSANSIZ HAVA ARACI İLE OLUŞTURULAN VERİLERİN DOĞRULUK. ANALİZİ.

Ayyıldız, E., Özer, E., Özmüş, L., Erkek, B. ve Bakıcı, S., 2014, 1 İNSANSIZ HAVA ARACI (İHA) VE UÇAK PLATFORMLARINDAN ELDE EDİLEN GÖRÜNTÜLERİN ORTOFOTO ÜRETİMİNDE KARŞILAŞTIRILMASI, *7. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu 15-17 Ekim 2014 Çorum*.

DeGarmo, M. T., 2004, Issues Concerning Integration of Unmanned Aerial Vehicles in Civil Airspace, *Center for Advanced Aviation System Development McLean, Virginia* 89.

Eisenbeiss, H., 2004, A MINI UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV): SYSTEM OVERVIEW AND IMAGE ACQUISITION, Processing And Visualization Using HighResolution Imagery Workshop.

Eisenbeiss, H., 2009, UAV Photogrammetry, *University of Technology Dresden*

Everaerts, J., 2008, THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAVS) FOR REMOTE SENSING AND MAPPING *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B1. Beijing 2008*.

Henri Eisenbeiss, K. L., Martin Sauerbier, Zhang Li, 2005, PHOTOGRAMMETRIC DOCUMENTATION OF AN ARCHAEOLOGICAL SITE (PALPA, PERU) USING AN AUTONOMOUS MODEL HELICOPTER, *CIPA 2005 XX International Symposium*.

Karakış, S., 2011, KÜÇÜK ALANLARDA MODEL UÇAKLARLA HARİTALAMA AMAÇLI VERİ ÜRETİM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI.

Karakış, S., 2012, İnsansız Hava Aracı Yardımıyla Büyük Ölçekli Fotogrametrik Harita Üretim Olanaklarının Araştırılması *Harita Dergisi Ocak 2012 Sayı 147*.

Karkınlı, A. E., Kesikoğlu, A., Kesikoğlu, M. H., Besdok, E., Atasever, Ü. H. ve Özkan, C., 2015, İnsansız Hava Araçları Ile Sayısal Arazi Modeli Üretimi, *TÜRKİYE ULUSAL FOTOGRAMETRİ Ve UZAKTAN ALGILAMA BİRLİĞİ VIII.SEMPOZYUMU, KONYA, TÜRKIYE, 21-23 Mayıs 2015*.

Kok, T., George, R. B., McKeen, D., Vakharia, N. ve Pink, A., 2012, Effectiveness and safety of the Levitan FPS Scope (TM) for tracheal intubation under general anesthesia with a simulated difficult airway, *Canadian Journal of Anesthesia-Journal Canadien D Anesthesie*, 59 (8), 743-750.

Pakkan, B. ve Ermiş, M., 2010, İNSANSIZ HAVA ARAÇLARININ GENETİK ALGORİTMA YÖNTEMİYLE ÇOKLU HEDEFLERE PLANLANMASI, *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 3, 8.

Şasi, A., 2016, İNSANSIZ HAVA ARAÇLARININ SINIFLANDIRILMASI DONANIM VE YAZILIM BİLEŞENLERİ.

Toprak, A. S., 2014, FOTOGRAMETRİK TEKNİKLERİN İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI İLE MÜHENDİSLİK PROJELERİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI.

Ulvi, A. ve Yakar, M., 2010, An experimental study on preparing photogrammetric rolove plans of antique theatres, *International Journal of the Physical Sciences*, 5 (7), 1086-1092.

Ulvi, A., 2015, METRİK OLMAYAN DİJİTAL KAMERALARIN HAVA FOTOGRAMETRİSİNDE YAKIN RESİM ÇALIŞMALARDA(YERE YAKIN YÜKSEKLİKLERDE) KULLANILABiİLİRLİĞİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA.

Uysal, M., Toprak, A. S. ve Polat, N., 2013, AFYON GEDİK AHMET PAŞA (İMARET) CAMİSİNİN FOTOGRAMETRİK YÖNTEMLE ÜÇ BOYUTLU MODELLENMESİ, *Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği VII. Teknik Sempozyumu (TUFUAB'2013),*.

Wanzke, H., 1984, THE EMPLOYMENT OF A HOT-AİR SHİP FOR THE STEREOPHOTOGRAMMETRC DOCUMENTATİON OF ANTİQUE RUİNS, In: International Archives of the 166 Photogrammetry, *Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XXV-5, 746-756.

Yakar, M., Yılmaz, H. M. ve Mutluoğlu, Ö., 2009, HACİM HESAPLAMALARINDA LASER TARAMA VE YERSEL FOTOGRAMETRİNİN KULLANILMASI, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*.

Yakar, M., Toprak, A. S., Ulvi, A. ve Uysal, M., 2015, KONYA BEYŞEHİR BEZARİYE HANININ (BEDESTEN) İHA İLE FOTOGRAMETRİK TEKNİK KULLANILARAK ÜÇ BOYUTLU MODELLENMESİ, *15. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 25 28 Mart 2015, Ankara*.

Yılmaz, V., Karslı, F., Akar, A., Güngör, O. ve Gökalp, E., 2013, İNSANSIZ HAVA ARACI İLE ÜRETİLEN ORTOFOTO HARİTALARDA DOĞRULUK ANALİZİ, *Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği VII. Teknik Sempozyumu (TUFUAB'2013), 23-25 Mayıs 2013*.

URL-1. http://www.racurs.ru/d

URL-2 www.questuav.com

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Alperen ERDOĞAN
Uyruğu	**:**	T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Tokat / 18.06.1992
Telefon	**:**	0551 405 55 51
Faks	**:**	-
e-mail	**:**	erdoganharitamuh@gmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	**Atatürk lisesi, Tokat, Merkez**	**2010**
Üniversite	:	**Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane**	**2014**
Yüksek Lisans	:	**Selçuk Üniversitesi, Konya**	**2016**
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2013	**Kadıoğlu Mühendislik**	**Harita Mühendisi (şantiye)**
2014	**Kadıoğlu Mühendislik**	**Harita Mühendisi (ofis)**
2015	**İHA ile Özel Mühendislik**	**Operatör-Harita Mühendisi**

UZMANLIK ALANI

İnsansız Hava Aracı, Fotogrametri , CBS

YABANCI DİLLER

İngilizce