



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KÜLTÜREL MİRASIN BELGELENMESİNDE DÖKÜMANTASYON TEKNİKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Omar H. MOHAMMED

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Harita Mühendisliği Anabilim Dalını

2016

KONYA

Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all materials and results that are not original to this work.

İmza

Omar H. MOHAMMED

Tarih: 26/07/2016

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KÜLTÜREL MİRASIN BELGELENMESİNDE DÖKÜMANTASYON TEKNİKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Omar H. MOHAMMED

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr.Murat YAKAR

2016,117 Sayfa

Jüri
Prof.Dr. Ferruh YILDIZ
Prof.Dr. H.Murat YILMAZ
Prof.Dr. Murat YAKAR

Tarih boyunca, Türkiye farklı kültürlere ve inanışlara sahip medeniyetlere ev sahipliği yapmıştır. Bundan dolayı ülkenin birçok yerinde bu medeniyetlerden kalan kültürel mirasları görmek mümkündür. Geçmişten günümüze ışık tutan bu eserler insani veya doğal nedenlerden dolayı ya yok olmakta ya da çok büyük hasarlara uğramaktadır. Birçok tarihi yapı ve kültürel miras doğal olaylar ve insan aktiviteleri nedeniyle zarar görmüştür. Bu eserlerin dökümantasyonu, korunması ve tanıtılması amacıyla üç boyutlu modellerinin üretilmesi için farklı yöntemler kullanılmaktadır.

Fotogrametri, tarihi yapıların ve kültürel mirasın dokümantasyonu ve üç boyutlu modellerinin üretimi için kullanılmaktadır. İHA'lar ise (İnsansız Hava Araçları) üzerinde insan bulunmadan uçabilen ve uzaktan kontrol edilen sistemler olarak tanımlanır. Gelişen teknoloji ile birlikte İHA' lar Fotogrametrik Teknikler ile birlikte kullanılmaya başlanmış ve 3B modellemeye yeni bir ivme kazandırmıştır. Günümüzde üç boyutlu modeller eğitimden turizme kadar birçok farklı alanda kullanılmaktadır. Bu nadide eserlerin korunması, gerektiğinde yeniden inşa edilmesi ve gelecek nesillere aktarılması için hızlı bir şekilde belgelenmesi gerekmektedir. Geleneksel yöntemler, yavaş ve eserler hakkında sınırlı sayıda veri toplanmasına olanak verdiğinden dolayı, belgeleme çalışmalarında ileri teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ileri teknolojilerden birisi olan yersel lazer tarama teknolojileri kültürel mirasların hızlı, hassas ve detaylı bir şekilde ölçülmesine imkan tanımaktadır. Ayrıca bu teknolojiler kültürel mirasların 3 boyutlu (3B) modellenmesine, sayısal olarak arşivlenmesine ve belgelenmesine olanak vermektedir

Anahtar Kelimeler: Yersel Fotogrametri, Kültürel Miras, İnsansız Hava Aracı, Yersel Lazer Tarama

ABSTRACT

Ph.MS THESIS
Comperatsation of Documentation Techniques at Cultural Heritage

Omar H. MOHAMMED

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

Advisor: Prof.Dr.Murat YAKAR

2016, 117 Pages

Jury
Prof.Dr. Ferruh YILDIZ
Prof.Dr. H.Murat YILMAZ
Prof.Dr. Murat YAKAR

Throughout the history, Turkey has hosted several civilizations which have different cultures and beliefs. Therefore, it is possible to see cultural heritages that were inherited from these civilizations at several places in the country. These artifacts, which shed light from past to present, are destroyed or substantially damaged because of human activity and natural disasters. Most of the historical buildings and cultural heritages are damaged accordingto human activities or natural events. Differen tmethods are used in order to be documented, protected and introduced of these monuments.

Photogrametry is used, to 3D modeling of historical monuments and cultural heritages and for their documentation. UAVs (Unmanned air vehicle)are vehicles which can fly without apilotand can be remote controlled.With the innovations and developments in technologies,UAVs startto be used in 3D modeling on photogrammetric techniques. In today life, 3Dmodels are widely ranges from tourism to education; it can be almost one very field.

These precious artifacts are required to be documented as soon as possible for protection and reconstruction projects in order to transmit the artifact to future generations. Because the traditional methods are slow and having low acquisition, advanced technologies are necessary for documentation of cultural heritages. Terrestrial laser scanning technology, is one of these advanced technologies, allows measuring of cultural heritages rapidly, accurately and in detail. Also, these technologies enable users to document, digitally achieve and construct 3D model of cultural heritage.

Keywords: Terrestrial Photogrammetry, Cultural Heritage, Unmanned Aerial Vehicle, Terrestrial Laser Scanning

ÖNSÖZ

Bu tez çalışma esnasında desteğini ve değerli fikirlerini esirgemeyen danışmanım sayın Prof. Dr. Murat YAKAR'a, Dr. Ali ULVİ'e, ayrıca tezimde katkısı olan saygı değer öğretim üyesi hocalarıma, çalışmam boyunca bana her türlü desteği sağlayan, moral veren, her zaman yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen eşime ve aileme sonsuz teşekkür ederim.

Omar H. MOHAMMED

KONYA-2016

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
ÖNSÖZ
İÇİNDEKİLER ..... **vii**
SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **viii**
1. GİRİŞ 1
1.1. Eşrefoğlu Camii 2
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI 4
3. **FOTOGRAMETRİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER** 8
3.1. Fotogrametrinin Sınıflandırılması 10
3.1.1. Fotoğraf çekim yerinin Konumuna Göre: 10
3.1.2. Değerlendirmede aşmasında Kullanılan fotoğraf Sayısına Göre: 10
3.1.3. Fotogrametrik Değerlendirme Yöntemine Göre: 10
3.1.3. Fotogrametrik değerlendirme yöntemleri 11
3.1.3.1. Analog fotogrametri 11
3.1.3.2. Analitik Fotogrametri 11
3.1.3.3. Dijital Fotogrametri 11
3.2. Fotogrametrinin Özellikleri 11
3.3. Yöneltmeler 12
3.4. Yersel Fotogrametrinın Tanımı 13
3.4.1. Yersel fotogrametri yönteminin resim alım işlemleri 14
3.4.1.1 Normal alım 15
3.4.1.2. Eğik alım 15
3.4.1.3. Konvergent alım 16
3.4.2. Yersel fotogrametrinin teknolojisinin kullanım alanları 16
3.4.2.1. Mimari kullanım alanlarınada 16
3.4.2.2. Madencilik kullanım alanlarınada 17
3.4.2.3. Trafik kazaları kullanım alanlarınada 18
3.4.2.4. Endüstride kullanım alanlarınada 19

3.4.2.5. Kriminolojide kullanım alanlarınada 19
3.4.2.6. Arkeolojide kullanım alanlarınada 20
3.5. Yersel Lazer Tarama Teknolojisi 21
3.5.1. Lazer tarayıcı sistem çeşitleri 23
3.5.1.1. Havadan lazer tarama (LIDAR) 23
3.5.1.2. Mobil lazer tarama 23
3.5.1.3. Yersel lazer tarama 23
3.5.2. Yersel lazer tarama bileşenleri 24
3.5.3. Yersel lazer tarayıcının avantajları 24
3.5.4. Lazer tarayıcıların sınıflandırılması 25
3.5.5. Yersel lazer tarama verilerinde hata kaynakları 25
3.5.5.1. Aletsel hatalar 26
3.5.5.2. Çevresel hatalar 26
3.5.5.3. Objeyle ilgili hatalar 26
3.6. Lazerl Işının Göz Güvenlik Sınıflandırılması 27
3.7. Yersel Lazer Tarayıcının Kullanım Alanları 27
3.7.1. Arkeolojik kullanım alanında 28
3.7.2. Madencilik kullanım alanında 29
3.7.3. Endüstriyel kullanım alanında 30
3.7.4. Trafik kazaları kullanım alanında 31
3.7.5. Adli tıp kullanım alanında 31
3.7.6. Sanal similasyon kullanım alanında 32
3.8. Yersel Lazer Tarayıcı Veri Degerlendirme Yazılımları 33
3.9. İnsansız Hava Araçları (IHA) 33
3.9.1. İnsansız hava araçlarının tanımı 34
3.9.2. İnsansız hava araçlarının tarihçesi 36
3.9.3. Insansız hava araçlarının fotogrametrik amaçlı kullanımı 38
3.9.4. İnsansız hava araçlarının yararları 40
3.9.5. İnsansız hava araçlarının kullanım alanları 41
3.9.5.1. Havadan haritalama hizmetleri 42
3.9.5.2. Havadan arama ve kurtarma 42

3.9.5.3. Hava gözetim hizmetleri 43
3.9.5.4. Hava güvenlik hizmetleri 43
3.9.5.5. Havadan Araştırma Hizmetleri 43
3.9.5.6. Bilimsel araştırma uygulamaları 44
3.9.5.7. Hava fotoğrafçılığı 44
3.9.5.8. Havadan video çekimi 44
3.9.6. Fotogrametrik uygulamalarda kullanılan İHA' ların sınıflandırılması 44
3.9.7. İHA ların Kullanımın Avantajları 45
4. UYGULAMA 47
4.1. Eşrefoğlu Camii Yersel Fotogrametri Yöntem ile Modellenmesi 47
4.1.1. Arazi istikşafı 48
4.1.2. Poligon noktalarının istikşafı 48
4.1.3. çalışacak objeye ait kroki hazırlanmas 49
4.1.4. çalışacak obje yüzeylerinin alımının yapılması Krokilere işaretlenmesi 49
4.1.5. Fotoğraf çekim işlemleri 50
4.1.6. Fotoğraf çekimi sırasında dikkat edilecek notlar 51
4.1.7. Ofis işlem adımları 52
4.2.1. Photomodeler 52
4.2 Eşrefoğlu Camii Yersel Lazer Tarama Yönteminin Uygulaması 58
4.2.1. Yersel lazer tarama işlem adımları 59
4.2.2. Tarama öncesi planlama 59
4.2.3. Arazi çalışması 60
4.2.4. Ofis çalışması 61
4.2.5. Plan ve kesit çıkarımı 62
4.3. Eşrefoğlu Camii İçin İnsansız Hava Araçları Yönteminin Uygulaması 65
4.3.1. Çalışma Öncesi Hazırlık: 65
4.3.2. Arazi çalışması: 67
4.3.3. Ofis çalışması 67
4.3.3.1. Eşrefoğlu camii 3B modellenmesi için kullanılan programlar 67
4.3.3.1.1. Agisoft programı 67
4.3.3.1.2. PİX4D programı 72

4.4. Farklı Kaynaklardan Elde Edilen Nokta Bulutularının Birleştirilmesi 77
4.4.1. Nokta bulutu tanımı 77
4.4.2. Nokta bulutu elde etme yöntemleri 77
4.4.3. Arazi çalışması 78
4.4.4. Ofis çalışması 78
4.5. Tartışma 83
4.5.1. Yersel fotogrametri yöntemi 83
4.5.2. Yersel lazer tarama yöntemi 83
4.5.3. İnsansız Hava Aracı 84
4.5.4. Karşılaştırma 84
5. SONUÇ ve ÖNERİLER 85
KAYNAKLAR 88
EKLER 90

KISALTMALAR

IHA	: İnsansız Hava Aracı
YLT	: Yersel Lazer Tarama
PM	: PhotoModeler
YKN	: Yer Kontrol Noktasi
3B	: Üç Boyutlu
P	: Poligon
YKI	: Yer Kontrol Istasyonu
YVT	: Yer Veri Termineli
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
LİDAR	: Light Detection And Ranging
GPS	: Global Positioning System
IMU	: Inertial Measurement Units
GNSS	: Global Navigation Satellite Systems
SAM	: Sayısal Arazi Modelleinde

1. GİRİŞ

Günümüzde klasik bilgisayar tabanlı 3B modelleme tekniklerinin yanı sıra fotogrametrik ve mesafe ölçme tabanlı teknikler 3B modelleme çalışmalarında kullanılmaktadır. Fotogrametrik ve mesafe ölçme tabanlı ölçme sistemleri gerçek obje geometrisinin belirlenmesinin yanında objenin coğrafi referansı ile birlikte modellenmesi imkânı sağlamaktadır. Ayrıca bu teknolojiler özellikle objenin gerçek görüntüsü ile beraber alım yaptıkları için gerçek görüntünün doku olarak modellere geçirilmesi konusunda artı olanaklar sağlamaktadır.

Ama Lazer tarayıcı gibi mesafe ölçme bazlı sistemler ayrıntılı detay vermenin yanında yoğun nokta verisi ile uzun ve yorucu proses işlemi ve nokta bazlı doku kaplama ya da küçük alan mozaikleme ile doku kaplama bağlamında fotogrametrik sistemlere göre dezavantajlı durumdadırlar. Ayrıca ilk maliyetler ve yetişmiş operatör eksikliği ile özellikle tanıtım ve turizm amaçlı çalışmalar için de dezavantajlı konumdadırlar.

Bu bağlamda fotogrametri özellikle yeni gelişen görüntü işleme teklikleri ile hem Yersel hem de İnsansız Hava Aracı(İHA) bazlı uygulamaları ile Mimari ve Arkeolojik ve tarihi eserler 3B modelleme çalışmalarının gözdesi haline gelmiştir. Günümüzde bina bazlı modellemede yersel fotogrametri, alan bazlı modelleme de İHA bazlı fotogrametrik uygulamalar yaygın bir şekilde kullanılmaya başlamıştır. Bu sayede hem popülaritesi yüksek tarihi, antik ve arkeolojik yerleşim
alanları kayıt altına alınarak zamanın, doğanın ve insanın olumsuz etkilerine karşı dokümantasyonu yapılmakta, ayrıca bunlar sanal ortamlar kullanılarak daha geniş kitlelere aktarılmakta, hem de hak ettiği popülariteyi ve önemi konum veya değişik etkenlerle alamamış tarihi, antik ve arkeolojik yerleşim alanları kayıt altına alınarak yine bahsedilen olumsuz etkilere karşı dokümantasyon yapılmakta ve hak ettiği popülariteyi ve önemi elde edebilmesine katkı sağlanmaktadır. Son yıllarda yersel Fotogrametri ve Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler sonucu binaların 3 boyutlu olarak tekrar oluşturulması güncel araştırma konuları içinde yer almıştır. (Asri, I., Çorumluoğlu, Ö., 2014)

Yersel lazer tarama yöntemi kültürel miras ve tarihi yapıların belgeleme çalışmalarında 3 boyutlu veri elde etme, 3 boyutlu model oluşturma bakımından standart bir araç haline gelmektedir. Bu yöntem taranan nesneye ait hızlı ve güvenilir bir şekilde milyonlarca 3 boyutlu

nokta verisi elde etme imkanı vermekte böylece kültürel varlıkların yüzey geometrilerinin etkili ve yoğun bir şekilde elde edilmesine olanak tanımaktadır . Lazer tarama sonucu elde edilen nokta bulutu verileri, yapının birebir 3boyutlu modellenmesinin yanında, rölöve planları için gerekli olan cephe, plan ve kesit çizimi için altlık olacak verileri sağlamaktadır. Rölöve, kültürel bir nesnenin herhangi bir nedenle zarar görmesi veya yıkılması durumunda yeniden yapılmasını sağlayan yapının en ince ayrıntısına kadar yapılan ölçmeler, plan ve kesitlerinin çıkarılması işlemidir. (Ulvi,A., Yakar M. , 2014)

Bu çalışma ile Eşrefoğlu Cami'nin fotogrametrik olarak ölçülmesi, 3B modellenmesi ve yersel lazer taraması ve gerçek dokuları ile kaplanması amaçlanmıştır. Bu çalışmada ölçümler, 6 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. 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. Photomodeler programı yardımıyla yapının üç boyutlu modeli elde edilmiştir. Ayrıca yersel lazer taraması da yapılmıştır ve birçok oturumlar ile taranılmıştır.

Eşrefoğlu Camii

Orta Asya'daki ağaç direkli ahşap camilerin Anadolu'daki örnekleri Selçuklu'nun ahşap ustalıkları ile 13.yy'dan günümüze ulaşmıştır. Ayakta kalan örnekleri Afyon ve Sivrihisar Ulu Camileri, Ankara Arslanhane Camii, Ayaş Ulu Camii ve Beyşehir Eşrefoğlu Camii'dir. Konya'nın Beyşehir ilçesinde Beyşehir Gölü'nün 100 m. kuzeyinde ağaç direkleriyle, ahşap tavanı, minberi ve yüzyılların sükûneti ile görkemli bir ahşap cami daha yıllara meydan okumaya devam ediyor. Cami, Türk mimari kültüründe önemli bir yeri olan Orta Asya'daki Semerkant, Buhara, Hive gibi eski Türkistan şehirlerinde bulunan ağaç direkli camilerin ülkemizdeki örneklerinden biridir. Anadolu'da ağaç çatı ve direkli düz tavanlı ulu camilerin en güzel örneklerden birisi olan Eşrefoğlu Camii; abidevî taçkapısı, eşsiz mihrap ve minberi, üstün ağaç ve çini işçiliği yönünden bir Türk sanat müzesi gibidir. 1297-1299 yılları arasında Eşrefoğlu Süleyman Bey'in Beyşehir'de yaptırmış olduğu bu eşsiz cami, Eşrefoğulları toplu yapıları içinde

yer almaktadır. Cami kuzey-güney doğrultusunda uzanmaktadır. Kuzey ve doğu duvarları dik kesişmeyip bu köşenin içeri çekilmesiyle beşgene dönüştürülmüştür. Cami 31,80x46,55m ebadındadır. Zengin taş, tuğla ve çini süslemeleri yanında özellikle ahşap destek ve tavan sistemindeki işleme ve nakışlarıyla tanınır. Taçkapı; yedi metre genişlik ve on metre yüksekliktedir. Öne doğru taşma yapan kütlesi, bitkisel tezyinatlı bordürleri, rozet ve yan mihrabiyeleriyle Selçuklu taçkapı geleneğini devam ettirir. Üstteki kitabe vakfiye niteliğindedir. Yerinde kalabilen orijinal ahşap kapı kanatlarının kitabe tabloları çalınmıştır. Üstüne ahşap ustasının ismi "Ameli İsa" şeklinde işlenmiştir. Taçkapının sağındaki kare kaideli minare çokgen gövdeli ve tek şerefelidir. Kaidesinde bir su tesisi olan "Sebil" dikkati çeker. Burada daha önceki dönemlerden kalma mermer kabartma figür kullanılmıştır. (Url1)



Şekil 1. Eşrefoğlu camii dıştan görüntüsü

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Yılmaz.H.M , Karabörk.H , Yakar.M **,** Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 4 Sayı 1, (2000), 18-28, yersel fotogrametrinin kullanım alanları , Fotogrametrik görüntülerin ve yayılan elektromanyetik enerji biçimlerinin kayıt, ölçme ve yorumlama işlemleri sonucu fiziki cisimler ve çevre hakkında güvenilir bilgileri ortaya koyan, akustik enerji şekilleri ile manyetik olayların analizini de yapan bir bilim dalı olan fotogrametri, teknolojideki gelişmeleri ve komşu disiplinlere ait verileri de kullanarak günümüzde mimarlık, arkeoloji, madencilik, tıp, veterinerlik, endüstri gibi bir çok alanda daha az zamanda daha hassas sonuçlar verebilen, ekonomik bir uygulama yöntemi olmuştur.

Yakar. M , Ulvi. A, Toprak.A.S, Mutluoğlu.Ö , 15. Türkiye Harita Bilimsel Ve Teknik Kurultayı Bildirileri, sandıklı kültür ve sanat evinin yersel fotogrametrik ve iha teknikleri kullanılarak üç boyutlu modellenmesi , Yersel Fotogrametri uzun yıllardır röleve restorasyon çalışmalarında kullanılmaktadır. Fakat restorasyon yapılacak binaların çatı gibi erişilemeyen noktalarının da fotoğraflanıp ölçülmesi gerekmektedir. Bu noktada yersel fotogrametri yetersiz kalmaktadır. Bu çalışmada son yıllarda bir çok alanda kullanılmaya başlanan İHA ya başvurulmuştur. Çatının farklı açılardan fotoğrafları çekilip, yerden çekilen fotoğraflarla ortak koordinat sisteminde dengelenip birleştirilerek çatı çizimleri gerçekleştirilmiştir. Ulaşılamayan yerlere ait fotoğrafların elde edilmesi çalışmalarını başarıyla tamamlayan İHA nın bu açığı kapattığı gözlemlenmiştir.

Yakar. M , Toprak.A.S , Ulvi.A ,Uysal.M , 15. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 25 - 28 Mart 2015, Ankara ,konya beyşehir bezariye hanının (bedesten) iha ile fotogrametrik teknik kullanılarak üç boyutlu modellenmesi , Tarihi ve kültürel mirasın korunması ve sonraki nesillere aktarılması için yapılan dokümantasyonunda İHA' ları ile Yersel Fotogrametri tekniklerinin birlikte kullanılması, bu alanda yapılan işlere doğruluk, hız ve maliyet anlamında yeni bir soluk getirdiği görülmüştür. İHA ile Fotogrametrik teknikler kullanılarak üretilen 3 boyutlu modellerin, restorasyon projelerinde altlık olabilecek nitelikleri taşıdığı gözlenmiştir. Ayrıca bu modellerin İHA'lar yardımıyla fotogrametrik teknikler kullanılarak yapılması, fotoğraf çekme olanaklarını artması ve dolayısı ile dökümantasyonun daha kapsamlı ve gerçekçi olmasına olanak sağlamaktadır.

K.Gümüş , H. Erkaya , N.Tunalıoğlu , TMMOB Harita veKadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve TeknikKurultayı 1115Mayıs 2009, Ankara , yersel lazer tarama verilerinde çevresel ve objesel nedenlerden kaynaklanan hatalar , Değişen ve gelişen dünyada, teknolojik ve bilimsel gelişmelerin yadsınamaz etkisi ölçme sistemleri ve aletlerinin gelişimini de önemli ölçüde etkilemekte ve geliştirmektedir. Bu koşullar altında, ölçme alet donanım ve elde edilen verinin işlenmesi ve analizine olanak sağlayan yazılımların gelişimi bu alanda büyük gelişmelerin ve ilerlemelerin kaydedilmesine olanak sağlamaktadır. Yersel lazer tarama sistemleri, son dönemlerde kullanımı ve olanak sağladığı. yararları ile yaygın olarak kullanılmaya başlayan ve kullanım alanlarını genişletmeye devam edem eden bir sistem haline gelmiştir.

Ulvi. A , Yakar. M , Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 6, No: 1 , 2014 (25-36) , yersel lazer tarama tekniği kullanarak kızkalesi'nin nokta bulutunun elde edilmesi ve lazer tarama noktalarının hassasiyet araştırması , Yersel lazer tarama teknolojisinin ölçüm aracı olarak yaygın kullanımı son yıllarda gelişme göstermektedir. Tarama işleminde kullanılan lazer ışını, hem uzunluk ölçümü hem de görüntüleme için kullanılmaktadır. Günümüzde minimum maliyetle hızlı ve eksiksiz 3 boyutlu model ve görsel bilgiye sahip olmak önemlidir. 3 boyutlu bilginin çeşitli amaçlarda kullanılması için, çok büyük miktarlarda verinin hızlı bir şekilde toplanması gerekir. Bir nesne (3B model) hakkında hızlı bir şekilde bilgiye ulaşılması gereken durumlarda geleneksel jeodezik ve sayısal fotogrametrik yöntemler yetersiz kalmaktadır. Böyle durumlarda obje geometrisinin yüksek doğrulukta ve hızlı bir şekilde 3B ölçümüne izin veren yersel lazer tarama teknolojisi kullanılabilir.

Yılmaz.H.M , Yakar.M , Yap ı Teknolojileri Elektronik Dergisi 2006 (2) 43 – 48 , yersel lazer tarama teknolojisi , Bir çok alanda 3D model oluşturma çal ışmalarına yeni bir boyut getiren yersel lazer tarama teknolojisi günümüzde aratan bir h ızla kullan ılmaya başlamışt ır. Özellikle tarihi kültürel ve turistik mirasların korunmas ı, röleve çal ışmaları ve arşivlenmesi çal ışmalarında daha hızl ı ve daha pratik olmas ı aç ıs ından önem arz etmektedir. Ancak bu konuda yap ılan çal ışmalar yersel lazer tarama teknolojisinin digital fotogrametri ile birlikte kullanılmas ın ın bu süreçte daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir.

Yakar.M,Yıldız.F,Özkütük.A,Neşeli.O,Kurhan.E,Durdu.OTMMOB Harita veKadastro M ühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve TeknikKurultayı 1822Nisan 2011, Ankara, sultanhanı kervansarayı fotogrametrik rölöve alımı ve üç boyutlu modelleme çalışması , Fotogrametrik yöntemle tarihi eserler için model oluşturmada önemli aşamalar katedilmiş ve oldukça verimli sonuçlar elde edilmiştir. Kültürel miraslarımızın gerek çizgisel değerleri, gerek doku kaplanmış şekilleri, gerekse de video olarak animasyon halinde eseri her yönüyle incelemek mümkün olmaktadır.Bu avantajlar aslında röleve projeleri hazırlamakdan ziyade restorasyon projelerini hazırlayanlar için önemli katkı vermektedir. Ayrıca eserin üç boyutlu modelinin olması diğer cad yazılımlarına export edilebilmesi ve diğer disiplinlerin de bu verileri kullanabilmesi diğer avantajlarında biridir. Bu çalışmada tarihi olarak çok önemli olan Sultanhanı için gerek lazer tarama gereksede fotogrametrik ölçüm tekniği kullanılmış ve sonuçda bu iki yöntem birbirine alternatif değil destekleyici birer yöntem olduğu ortaya koyulmuştur.

K.Gümüş , H. Erkaya , TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odas ı 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 2 – 6 Nisan 2007, Ankara , mühendislik uygulamalarında kullanılan yersel lazer tarayıcı sistemler , Yersel lazer tarama teknolojisi h ızla gelişen bir teknolojidir. En önemli özelliği çok kısa sürede, ekonomik olarak objenin gerceğine yakın 3 boyutlu modelinin elde edebilmesi için nokta bulutları üretmesidir. Diğer 3 boyutlu modelleme teknikleri ile karş ılaştırıld ığ ında avantajları görülmektedir. Tabiî ki bu sisteminde çözemediği sorunlar, elde edilen ürünler de hatalar vardır. Bu sorunlar diğer modelleme teknikleri yardımıyla ve gelişen lazer teknolojisi ile çözülmeye başlanmıştır. Tarayıcıların konum doğruluklarını iyileştirmek, hata kaynaklarını yok etmek üzere çalışmalar yapılmaktadır. Kültürel ve tarihi mirasın kullanılmasında, inşaat sektöründe, Mimarlık alanında, endüstriyel çalışmalarda, deformasyon ölçmelerinde vb. birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır.

Ulvi .A, 2015, Doktora Tezi , Metrik Olmayan Dijital Kameraların Hava Fotogrametrisinde Yakın Resim Çalışmalarda(yere yakın yüksekliklerde) kullanılabilirliği üzerine bir çalışma , İHA'lar günümüzde farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Bu çalışmamızda farklı mühendislik projelerinden olan, hâlihazır harita üretimi, hacim hesabı, ortofoto harita üretimi,YKN büyüklüğü seçimi gibi uygulamaları ele alınmış ve gerek arazi gerekse ofis çalışmalarında farklı problemlerle karşılaşılmıştır.

3. FOTOGRAMETRİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Fotogrametri genel olarak, cisimler ve oluşturdukları çevreden yayılan ışınların şekillendirdiği fotoğrafik resimlerin ve yaydıkları elektro manyetik enerjinin kayıt, ölçme ve yorumlama işlemleri sonunda bu cisimler ve çevre hakkında güvenilir bilgilerin elde edildiği bir teknoloji ve bilim dalıdır. (Altıntaş,P. , vd. , 2014)

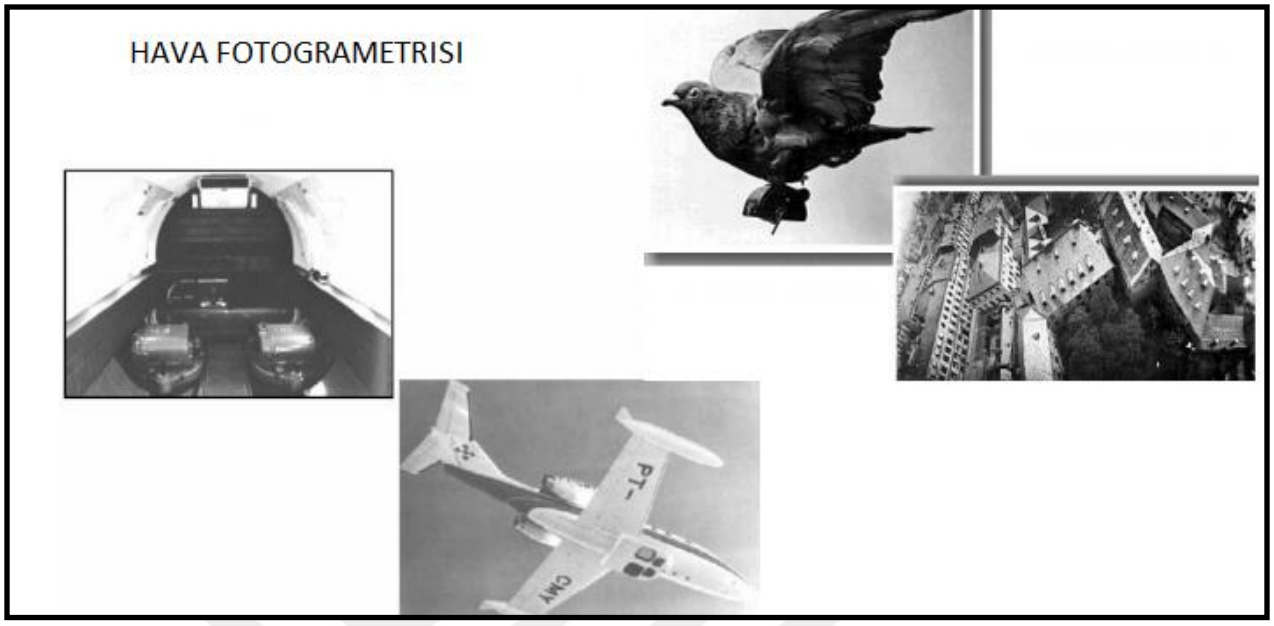
Fotogrametri kelimesi eski Yunancaya göre üç kelimden oluşur:

Fotos → ışık
Grama → çizim
metron → ölçme

yukardaki üç kelimlerinin (ışık , ölçme ve çizim) birleşmesinden anlamını taşımaktadır. Fotogarmetri genel olarak, objenin şeklini ve konumunu resimden belirlenmesi bir bilim dalıdır. Ayrıca objeye dokumadan objenin yeniden oluşturulması sağlamktadır. Genel olarak fotogrametri fotoğraf çekim noktasının konumuna göre 2 şekile ayrılır: (Karslı,F. , 2015)

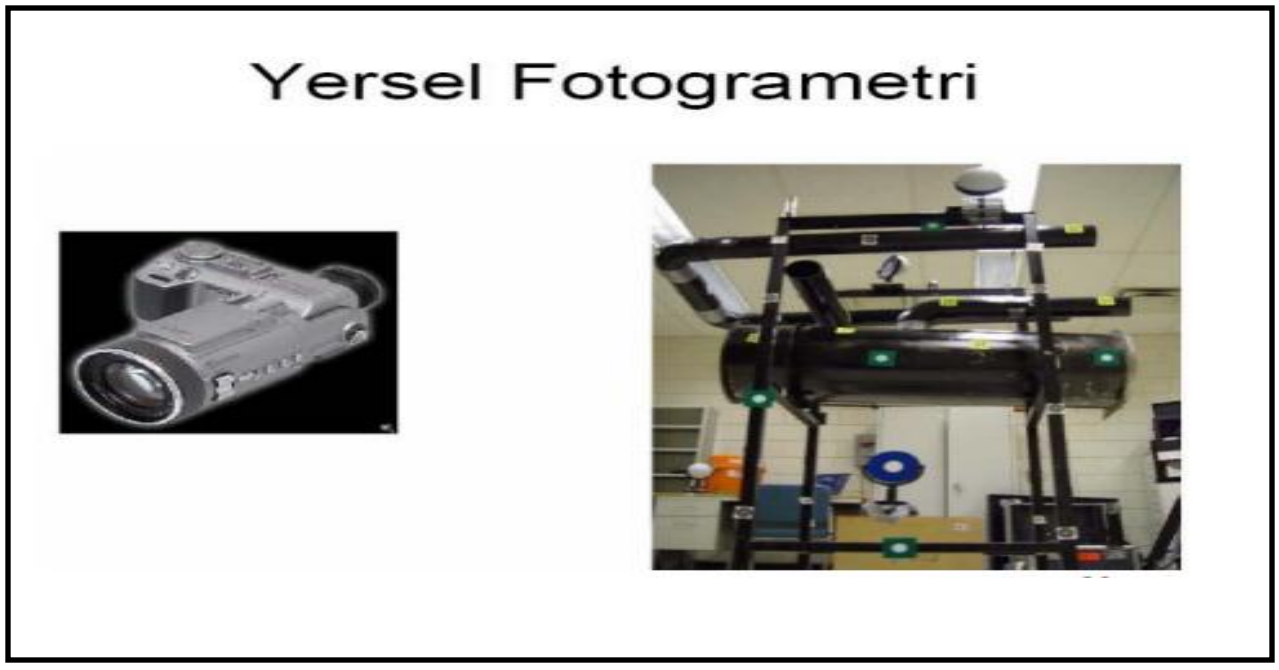
-Hava fotogrametrisi
-Yersel fotogrametrisi

-Hava Fotogrametrisi , bir kaç amaç için kullanmaktadır. öreneğin , topografik harita üretiminde ve Sayısal Arazi Modelleinde (SAM)



Şekil 2. Hava fotogrametrisi

Yersel Fotogrametri ise Tarihi ve kültürel miraslar çalışmalarında , tıp alanında , veteriner alanında , arkeolojik çalışmalarında , maden ve endestüri çalışmalarında kullanabilmektedir.



Şekil 3. Yersel fotogrametrisi

3.1. Fotogrametrinin Sınıflandırılması

3.1.1. Fotoğraf çekim yerinin Konumuna Göre:

Yersel Fotogrametri
Hava Fotogrametri
Uydu Fotogrametrisi
Yakın Resim Fotogrametrisi

3.1.2. Değerlendirmede aşmasında Kullanılan fotoğraf Sayısına Göre:

Tek Resim Fotogrametrisi
Çift Resim Fotogrametrisi

3.1.3. Fotogrametrik Değerlendirme Yöntemine Göre:

Anolog Fotogrametrisi
Analitik Fotogrametrisi
Dijital Fotogrametrisi.

3.1.3. Fotogrametrik değerlendirme yöntemleri

3.1.3.1. Analog fotogrametri

Analog fotogrametri, çekilen resim çiftlerin Analog kamera yardımlar ile optik mekanik cihazlar ile yöneltilerek stereo-modelin oluşturulmasını ve değerlendirilmesini ve bu cihazlar ile bağlanmış çizim masaları kullanılarak istenilen ölçekte çizim üretilmesini kapsar.

3.1.3.2. Analitik Fotogrametri

Analitik fotogrametri, analog resimler veri olarak kullanılmaktadır. Optik mekanik cihazlar ve bilgisayar destek yardımlar ile ve bu şekilde fotogrametrik hesaplamaya başlamıştır. Ayrıca bilgisayar yardım ile elde edilen ürünleri (CAD) sistem ortamına aktarılmasını sağlamaktadır.

3.1.3.3. Dijital Fotogrametri

Dijital fotogrametrisi , tüm detaylar bilgisayar yardımlar ile sayısal olarak hesplanmaktadır. Bu nedenle istenilen fotoğraflar , yersel fotogrametrisinde veya hava fotogrametrisinde elde edilen sayısal ve normal olan fotoğraflar tarayıcılar aletler yarımlar ile taranıp ve sayısal olarak aktarılmasını sağlayabilmektedir.

3.2. Fotogrametrinin Özellikleri

- Bilgiler resim çekimi işlemi ile toplanır.
-Bilgi toplama işlemi cisim üzerinde hiçbir zarar ve hiçbir etki bırakmaz.
-Semantik bilgiler gerek geometrik gerekse fiziksel bilgilerin yorumlanması sırasında kolaylık sağlar.
-Fotografik olarak kaydedilen bilgiler belgesel bir nitelik taşır. İstenildiği zaman işlenebilir ve

ölçüler tekrar tekrar yapılabilir.

-Bilgi toplama süresi yersel yöntemlere göre çok daha kısadır. Çalışmaların büyük bir kısmı büroda yapılır.

-Boyut olarak zamanın alınmasıyla her türlü hareket, değişim ve oluşumlar incelenebilir.

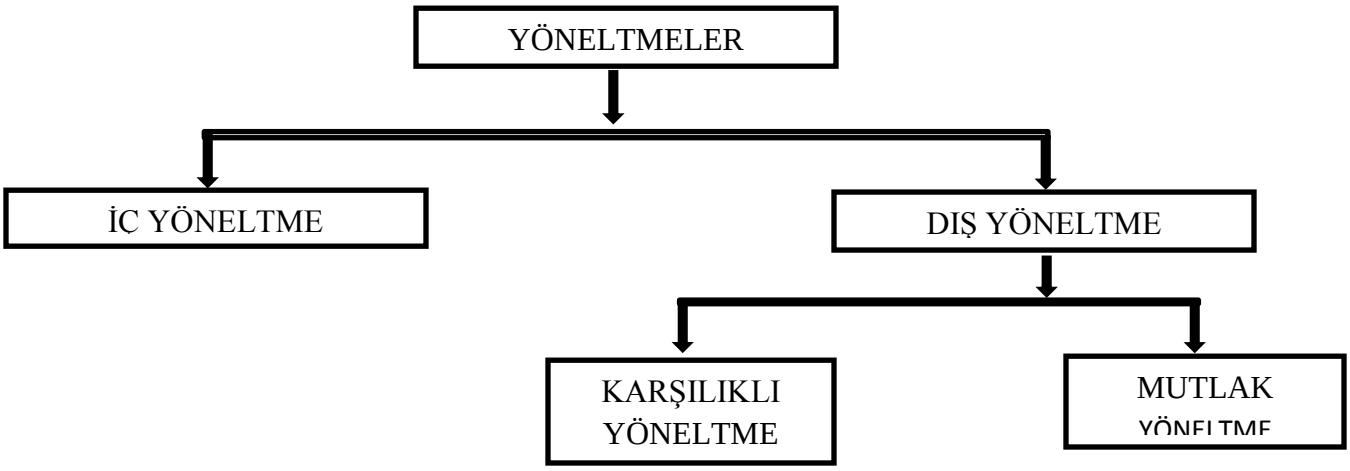
-Fotogrametri dolaylı bir ölçü tekniğidir. Gerekli ölçme ve gözlemler cisimler yerine resimler üzerinde yapılır. Yanına gidilemeyen cisimlerin ölçülmesi fotogrametride mümkün olmaktadır.

-Fotogrametride hem görünen hemde görünmeyen ışınlarla çekilmiş fotoğraflar kullanılabilir. Yani görünen ışık dalgalarından başka kızıl ötesi, mor ötesi, termal vs gibi gözle görülmeyen ışık dalgalarıyla çekilen fotoğraflarda kullanılabilir.

-Fotogrametrik yöntemlerin bilgisayar sistemlerinde yorumlanması kolaydır. Son yıllarda dijital fotogrametride yaşanan gelişmelerle resimler doğrudan dijital formatta elde edilebilmekte ve doğrudan bilgisayara aktarılabilmektedir. (Tanrıtanır, 2013)

3.3. Yöneltmeler

Fotoğrafların, fotoğraf çekim anındaki konumlarının yeniden elde edilmesi işlemine yöneltme denir. Aslında yöneltme işlemi için koordinat sistemleri (fotoğraf koordinat sistemi, piksel koordinat sistemi ve arazi koordinat sistemi) arasındaki dönüşüm problemidir denilebilir. İç ve dış yöneltme olmak üzere iki adımda gerçekleştirilir. (Kök,M. Yakar, M. , 2015)



Tablo 1. Yöneltme işlem adımları

3.4. Yersel Fotogrametrinın Tanımı

Yersel fotogrametri, Fotogrametrinin ilk uygulamaları yersel fotogrametri alanında olmuştur. Fotoğrafın bulunuşundan kısa bir süre sonra 1858 yılında Alman Meydenbauer, fotoğrafın nesnel içeriğini ölçme tekniği ile bütünleştirerek, yıkılan bir kilisenin eldeki mevcut fotoğraflara göre onarımını gerçekleştirmiştir. Aynı zamanda fotogrametrinin de ilk kurucularından sayılan Meydenbauer kültür yapıtlarının belgeleneceği bir merkezi örgüte duyulan ihtiyacı daha o zamanlar görmüş ve büyük çabalarla 1883 yılında Berlin'de ilk ulusal fotogrametrik dokümantasyon merkezini (Prusya Resim Örgütü) kurmuştur

Alım merkezinin yer üzerinde bir nokta olması durumunda uygulanan fotogrametrik yönteme yersel fotogrametri denir. Yersel fotogrametride nesnelerden yansıyan elektromanyetik ışınların analog veya sayısal olarak kaydedilmesiyle elde edilen görüntüler değerlendirilir. Bilgisayar teknolojisi ve sayısal görüntü işleme tekniklerindeki gelişmeler, yersel fotogrametrinin özellikle endüstride ve tersine mühendislik uygulamaları gibi alanlarda uygulama imkanlarını arttırmıştır. Bu yöntem mimarlık, mühendislik, madencilik uygulamaları, kriminal incelemeler, tıp ve endüstri gibi farklı kullanım alanlarına sahiptir Aynı zamanda yersel fotogrametri tarihi ve kültürel mirasın korunması, restorasyon ve yenileme çalışmalarında başarıyla kullanılmaktadır. (Yılmaz, vd, 2000)

Yersel fotogrametri yakın ve uzak mesafeli alanlarda üç boyutlu çizimlerin yapılmasını sağlayan bir yöntemdir. Farklı odak uzaklıklarındaki kameralar ve özel yazılımlar kullanılarak, gerekli yöneltmeler yapılır ve fotoğraf yüzeyinden üç boyutlu modeller üretilir. Bu yöntem ile modelleri oluşturulan nesnelerin üç boyutlu konum bilgileri elde edilmektedir. (Şanoğlu İ., vd 2013)

Veri toplama ve ölçüm süresinin kısa olması yersel fotogrametrinin en önemli özelliğidir. Fotogrametrik ölçümler sonucu elde edilen verilerin arşivlenmesiyle her an ölçüm yapma zorunluluğu ortadan kalkmaktadır. Gerekli olan bilgilere arşivlenen verilerden ulaşılabilir. Yersel fotogramteri bu yüzden sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir. (Şanoğlu İ., vd.2013)

3.4.1. Yersel fotogrametri yönteminin resim alım işlemleri

Yersel fotogrametride fotoğraf alımı, alım eksenlerinin birbirlerine olan durumuna ve çekim bazına göre üç şekilde yapılır. Bunlar normal alım, eğik alım ve konvergent alımdır. Bu yöntemlerden en fazla uygulanan normal alımdır .

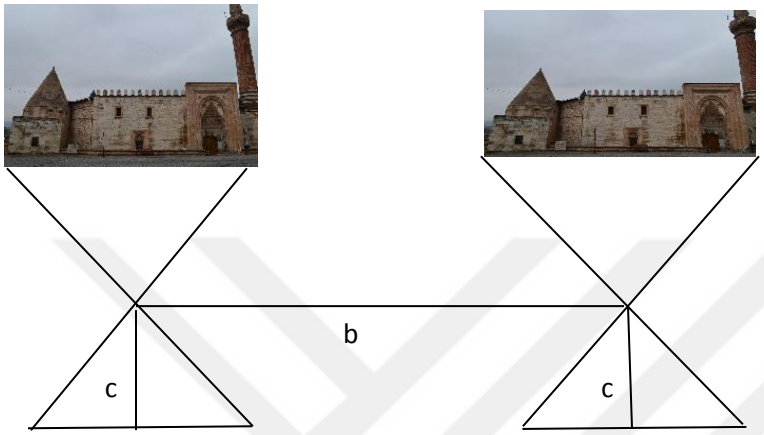
Yersel fotogrametri yöntemi ile üç boyutlu model elde etmek için farklı noktadan yapılan fotoğraf çekimi (Şekil 4) de gösterilmiştir. (Altıntaş, 2014)



Şekil 4. Yersel fotogrametride fotoğraf alımı

3.4.1.1 Normal alım

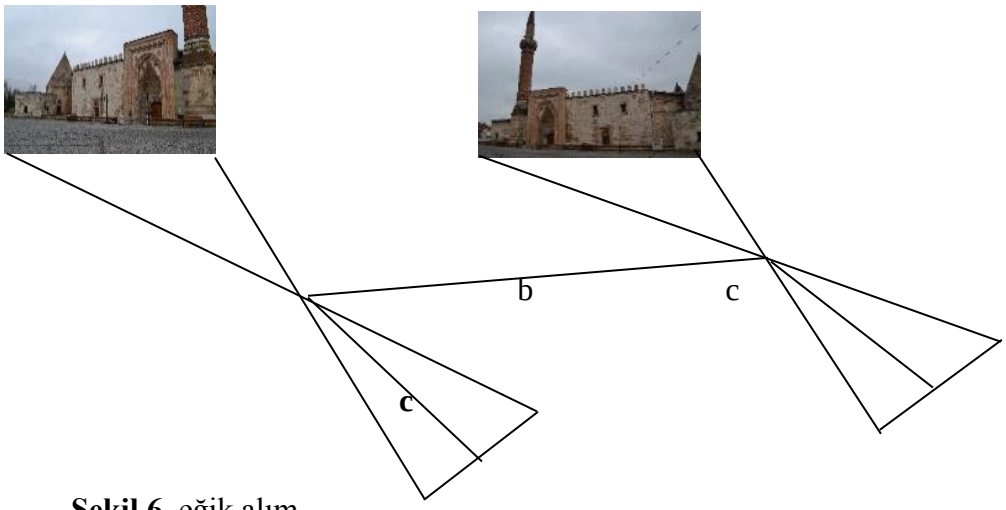
Yersel fotogrametride normal alımda, fotoğraf çekim ekseni fotoğraf çekim bazına diktir (Şekil 5) te gösterilmiştir. Fotoğraf çekimi ve değerlendirilmesi diğer alımlara göre daha kolaydır



Şekil 5. Normal alım

3.4.1.2. Eğik alım

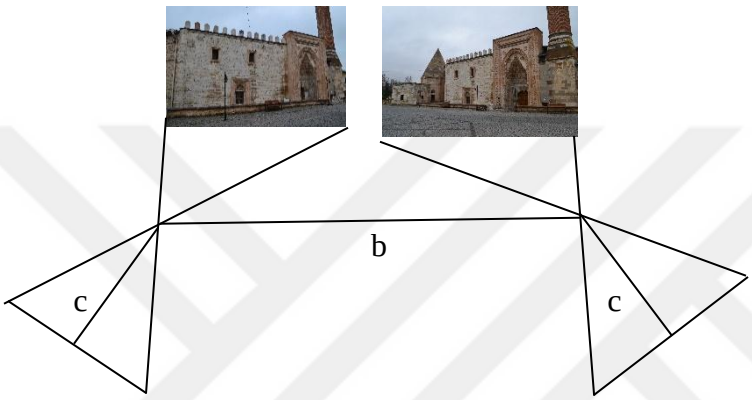
Eğik alımda, fotoğraf düzlemlerinden biri baza göre belirli bir açıda döndürülerek stereo görüş olanağı sağlanır (Şekil 6)da gösterilmiştir.



Şekil 6. eğik alım

3.4.1.3. Konvergent alım

Yersel fotogrametride konvergent alımda daha geniş stereo görüş olanağı için iki fotoğraf düzlemi birbirlerine göre döndürülmüştür (Şekil 7)de gösterilmiştir.



Şekil 7. Konvergent alım

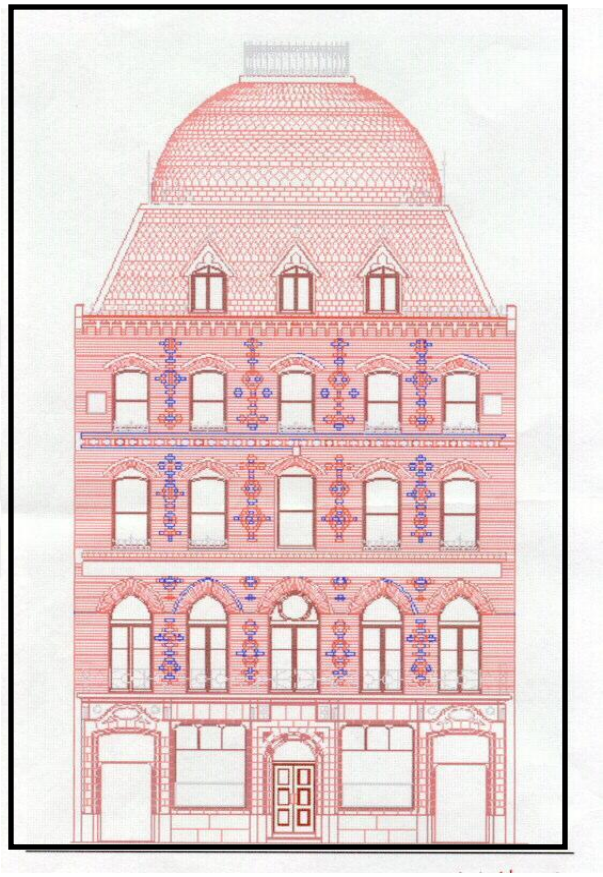
3.4.2. Yersel fotogrametrinin teknolojisinin kullanım alanları

Yersel fotograınetri oldukça geniş kullanım alanlarına sahiptir. Yersel fotogrametrinin kullanım alanları, mimarlık, arkeoloji, trafik kazaları, deformasyon ölçmeleri, tıp, veterinerlik, endüstri, orman endüstrisi, otomobil endüstrisi vs. olarak sayılabilir. (Yılmaz H.M., vd, 2000.)

3.4.2.1. Mimari alanında kullanımı

Mimari eserlerin ölçülmesi, onların mimarlık tarihi açısından incelenmesinde önemlidir. Genellikle kural olarak planlarda, yapıya ait görünüşler, kesitler, profiller ve bazı durumlarda yapının belirli koordinatları istenir. Mimarlık fotogrametri değerlendirmede genellikle çizgisel olarak yapılmaktadır. Ayrıca detaylı çizimler yapılmaktadır. Çizgisel değerlendirmenin fazla

zaman alması ve ayrıntıların istenildiği gibi gösterilememesi ve ayrıca ortofoto da üretebilmektedir. (Yılmaz,H.M.,vd., 2000,)



Şekil 8. Örnek olan mimari modelleme

3.4.2.2. Madencilik alanında kullanımı

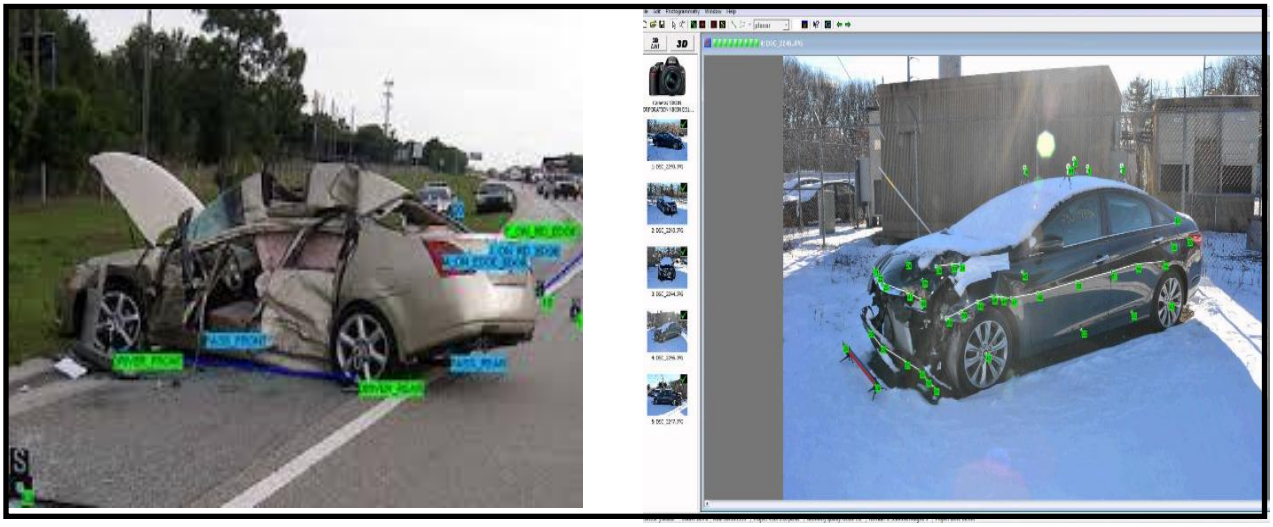
Fotogrametrik yöntemi geçmişten günümüze kadar birçok alanda kullanmaktadır,ve önemli olan madencilik alanında kullanması veya topografik harita üretiminde ve planların yapımı ve kesit çıkarılması üretim miktarlarının belirlenmesi, peryodik işletme kontrol ölçmelerinin yapılması, kayma ve göçüklerin izlenmesinde başarı ile uygulanmaktadır.

Bu yöntemin avantajlarını maddeler halinde şöyle verebiliriz :

a) Kısa süreli fotogrametrik alım ve jeodezik ölçmeler dışında kalan tüm ölçmeler arazi yerine resimler üzerinde yapıldığından çalışmaların büyük bir kısmı büroya aktarılmakta böylece arazi çalışmaları için harcanan zaman büyük ölçüde azalmaktadır.
b) Çökük heyelan gibi yanına varılamayan yada varılması tehlikeli olan bölgelerin ölçülmesine imkan verir.
c) Fotogrametrik bir resmin kalıcı ve belgesel yapısı doğabilecek anlaşmazlıkları çözümlemede tek özel kriterdir. Gerektiğinde ve istendiğinde yapılan ölçüler tekrarlanabilir ve kontrol edilebilir.

3.4.2.3. Trafik kazaları alanında kullanımı

Trafik kazalarında yapılan ölçme işinin amacı, trafik kazası ile ilgili kararı verecek olan ilgiliye, kaza mahalli hakkında bilgi vermektir. Bunun için ilk yapılan iş, kaza mahallinin ölçekli krokisidir. Bu krokide kaza yapan araçların ve yolun durumu çizilir ve üzerinde ölçülen değerler yazılır.(Yılmaz,H.M.,vd., 2000)



Şekil 9. Trafik Kazasında Fotogrametrinin Kullanılması

3.4.2.4. Endüstri alanında kullanımı

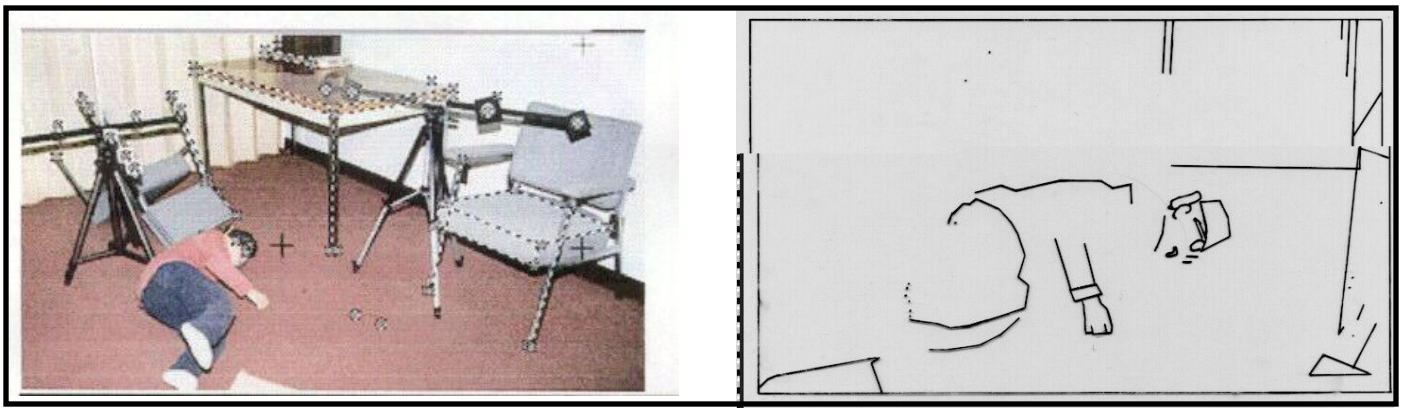
Endüstride yeni tasarımı yapılan bir otomobil gövdesi çoğu kez bir model kullanılarak gerçek ölçeğinde yapılır. Daha sonra değişik büyüklük ve biçimdeki gövde bileşenleri yerlerine yerleştirilerek bunlar üzerinde ölçmeler yapılır. Bu ölçme işi için bazı fabrikalarda uygulanan yöntem, orijinal parçayı mekanik üç boyutlu ölçme sistemi ile ölçmek ve farklı parçalara ait bu ölçmeleri tasarım çizimlerine dönüştürmektedir . (Yılmaz,H.M.,vd., 2000)



Şekil 10. Endüstride Fotogrametrinin Değişik Amaçlı Kullanımı

3.4.2.5. Kriminoloji alanında kullanımı

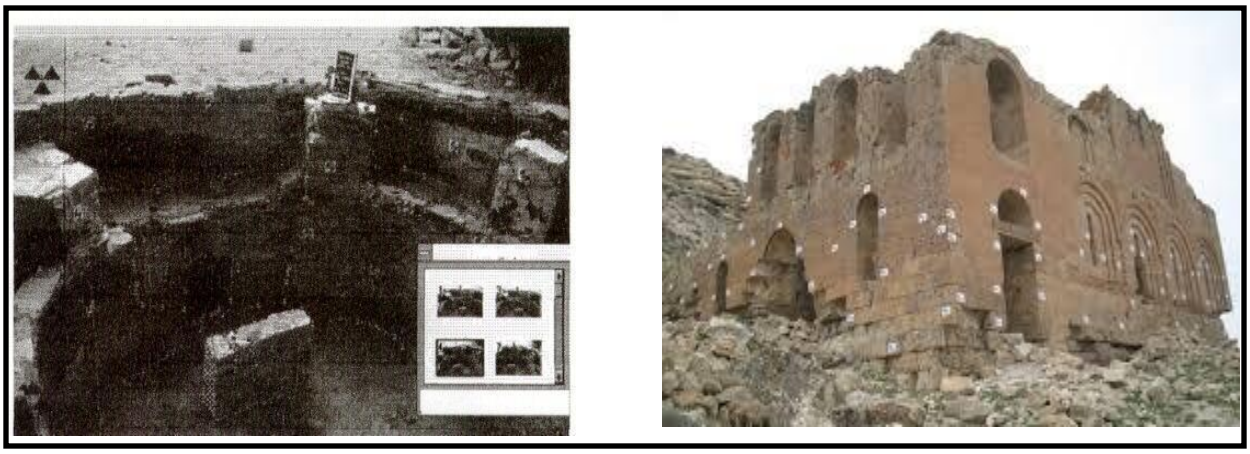
Cinayet mahallinde çekilen resimler yardımı ile çok rahatlıkla ölçü krokisi çıkarılabilir. Olay yerinin çekilen resimleri, olayı yorulamada kolaylık sağlayacağı gibi bu resimler yardımı ile ölçü krokisindeki herhangi bir yanlışlık düzeltilebilir ve eksik bilgi tamamlanabilmektedir .(Yılmaz, H.M. , vd. , 2000,)



Şekil 11. Kriminolojide Fotogrametrik Yöntemin Kullanımı

3.4.2.6. Arkeoloji alanında kullanımı

Yersel fotogrametrinin arkeolojide kullanılmasında yapılacak olan çalı maları iki grupta toplamak mümkündür. Bunların birincisi kazısı yapılarak ortaya çıkarılmı yapının planın çıkarılması, ikincisi ise arkeolojik ve jeolojik tortul tabakaları ihtiva eden profillerin ölçülmesidir . (Yılmaz, H.M., vd,2000)



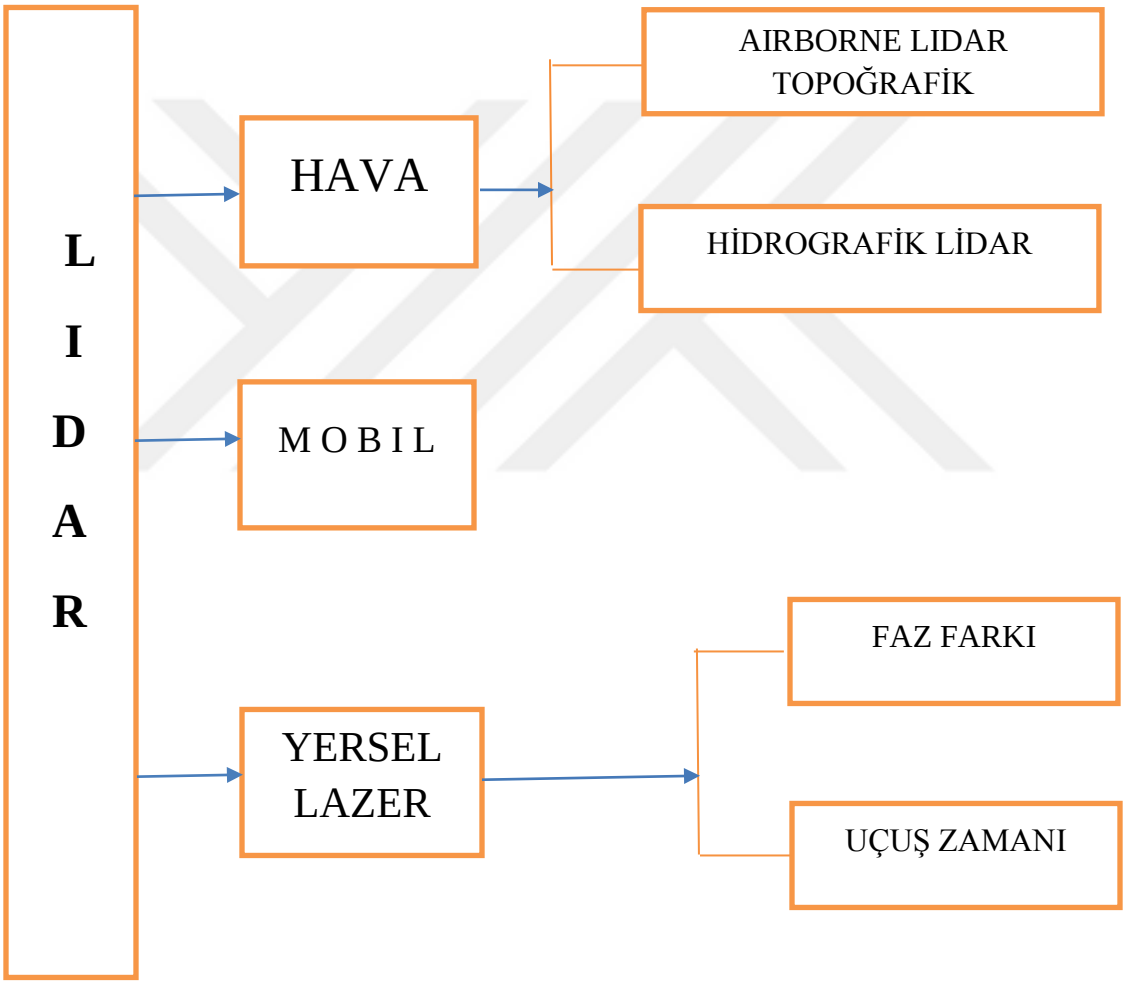
Şekil 11. Arkeolojik Kazı Alanının Tespiti

3.5. Yersel Lazer Tarama Teknolojisi

Son yıllarda lazer tarama sistemlerinin 3B modelleme çalışmalarında kullanımı hızla artmaktadır. Bu sistemde kompleks yapıdaki objelerin modellemesi nokta kümeleri yardımı ile yapılmaktadır. Bütün nokta kümelerindeki noktalar 3B koordinatlara sahiptir. Binlerce 3B boyutlu nokta ilgili obje yüzeyinde birkaç dakikada elde edilebilmektedir. Yersel fotogrametri bu amaç için uzun yıllardır kullanılmaktadır. Yersel lazer tarama 3B obje modellemede oldukça yeni bir metottur.



Şekil 12. Yersel lazer tarayıcı



Şekil 13. Lazer tarama uygulaması

3.5.1. Lazer tarayıcı sistem çeşitleri

3.5.1.1. Havadan lazer tarama (LIDAR)

Lidar, İngilizce "light detection and ranging" kelimelerinin baş harflerini içeren bir kısaltmadır. Harita sektör alanlarında Lidar ifadesi, havadan lazer ile profil oluşturma sistemi için kullanılır.

3.5.1.2. Mobil lazer tarama

Mobil haritalama sistemi hareketli bir platform üzerine entegre edilen yüksek performanslı GNSS/IMU navigasyon sensörleri ve dijital görüntüleme sensörleri ile birlikte eş zamanlı olarak genel bir koordinat sisteminde coğrafi veri toplayan bir teknolojidir.

3.5.1.3. Yersel lazer tarama

Yersel lazer tarayıcılar için ölçme disiplininin ulaştığı en son noktalardan birisi olduğunu söylenebilir. Saniyede binlerce 3B koordinat verisine sahip nokta ölçümü yapabilecek bir teknolojidir. Buna ek olarak her bir noktaya nesnenin yoğunluğuna göre bir gri değeri veya tarayıcının özelliğine göre renk değeri de eklenmektedir. Özetle lazer tarayıcılar nesne yüzeyini 3 boyutlu koordinatlar ile temsil eder. Tarayıcı ile nesne yüzeyi üzerindeki bir nokta arasındaki mesafe, lazer sinyalinin bu aradaki gidiş-geliş zamanının yüksek doğrulukla belirlenmesiyle ölçülür. Tarayıcılar optik-mekanik yapıda aletler olup, yatayda ve düşeyde taranacak noktanın konumuna göre çeşitli yönlendirmeler yaparak nokta dizini şeklinde ölçüm işlemini gerçekleştirmektedir. Yersel lazer tarayıcılar ile birebir gerçeğe yakın Şekilde sayısallaştırma yapılabilmektedir. Tarama sonucu oluşan veriler eş zamanlı olarak, bilgisayar ortamında veya gömülü ekranda görülebilmektedir. Tarama sonucu oluşan noktalar topluluğuna nokta bulutu adı verilmektedir. Elde edilen nokta bulutundan CAD ortamlarında mühendislik çalışmaları için istenilen tüm metrik bilgilere ulaşılabilmektedir. (Öksüz,M., Topan, H.,2012)

3.5.2. Yersel lazer tarama bileşenleri

Yersel lazer tarama sistemi bir kaç bileşenlerden oluşmaktadır ,bunlar :

1) Tarama ünitesi (tarayıcı)
2) Tripod ve Sehba
3) Kontrol ünitesi
4) Güç kaynağı



Şekil 14. Yersel lazer tarayıcı bileşenleri

3.5.3. Yersel lazer tarayıcının avantajları

1. Yersel lazer tarayıcı maliyet açısından etkileyici azalma.
2. Çok hızlı şekilde ve detaylı şekilde proje tamamlayabilmektedir
3. Tehlikeli ve ulaşılamaz yerlerde tarama , ölçüm yapabilmektedir
4. Gece vakitleride tarama yapabilmektedir.
5. Taramada eksiksizlik ve kapsamlılık: her şeyi bir seferde yakalayabilmektedir.
6. Çok fazla sayıda veri üretebilmektedir. (Ulvi, A. , Yakar, M. , 2014)

3.5.4. Lazer tarayıcıların sınıflandırılması

Yersel lazer tarayıcıların sınıflandırmasını yapmak oldukça güçtür. Düşünülebilen tüm uygulamaları yapabilecek bir evrensel lazer tarayıcı yoktur. Bazı tarayıcılar, iç yapı ve orta mesafe (100 metreye kadar) için uygunken bazıları da açık alan ve uzun mesafeler için (birkaç 100 metre) uygundur. Bunlara ek olarak, yüksek doğruluk gerektiren çok yakın mesafe (birkaç metre) uygulamaları için de tarayıcılar vardır. Lazer tarayıcının seçimi, yapılan uygulamaya bağlıdır. Lazer tarayıcılar ya ölçme prensiplerine göre ya da teknik özelliklerine göre sınıflandırılabilir. Lazer tarayıcılar, mesafe ölçme sistemlerine göre uçuş zamanı, faz farkı ve üçgenleme ölçme prensipleri olmak üzere 3 gurupta sınıflandırılabilir.

Yersel lazer tarayıcılar teknik özelliklerine göre sınıflandırılırsa bu özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Tarama hızı, lazer ölçme sisteminin örnekleme oranı
2. Görüş alanı
3. Konumsal çözünürlük (mesela görüş alanında taranan nokta sayısı)
4. Mesafe ölçme sisteminin doğruluğu
5. Diğer aletlerle (Kamera, GPS gibi) kombinasyonu. (Yılmaz, H.M. , Yakar. M. , 2006)

3.5.5. Yersel lazer tarama verilerinde hata kaynakları

Yersel lazer tarama ölçümlerinde bazı hatalar meydana gelmektedir. Bu hataların sebebi olan çok fazla sayıda faktör karşımızdadır. Lazer tarayıcılarının tasarımları, birçok elektriksel ve mekanik parça kullanılması ve her bir parçanın toplam hataya olan etkileri nedeniyle oldukça karışıktır. Ek olarak, Farklı ölçüm metotlarının kullanılması, Çevreden kaynaklanan sebepler, Taranan obje veya nesnenin yansıma yüzeylerinin etkileri, Operatörden kaynaklanan hatalar, vb. gibi etkiler hata kaynaklarına yol açmaktadır. (Gümüş,K., vd., 2009)

Yersel lazer tarama ölçüm esnasında oluşan hatalar

1. Aletsel hatalar
2. Çevresel hatalar
3. Objesel hatalar

3.5.5.1. Aletsel hatalar

Lazer telemetresi ve ışın saptırma ünitesinin fiziki yapısal özelliklerinden kaynaklanan hatalardır. Bu hatalar lazer uzunluk ölçümlerinin ve lazer taramalarının olağan sınırlamalarından dolayı yok edilemez. Kullanıcı veya mühendis çabalarıyla ortadan kaldırılamaz. Bu hatalar, sistem tasarımının geliştirilmesiyle veya kalibrasyonla yok edilebilir veya küçültülebilir. (Gümüş,K.,vd., 2009)

3.5.5.2. Çevresel hatalar

Bu çevresel faktörlerin değişkenliğini kontrol etmek oldukça zordur. Bu bölümde, yersel lazer tarama ölçümlerindeki bu faktörlerin ölçüm hatalarına etkileri şu şekilde sıralanabilir

1. Lazer ışınlarının atmosferde yayılımı
2. Atmosferik şartlar nedeniyle oluşan hatalar
3. Kötü hava koşullarının ölçümlere etkisi. (Gümüş,K.,vd., 2009)

3.5.5.3. Objeyle ilgili hatalar

Bu bölümdeki hatalar, taranmış objeyle alakalıdır. Bu hataların en önemli kaynağı, obje yüzeyinin yansırlığıdır. Yersel lazer taramanın, yansıtmasız ölçüm tekniği olmasından dolayı, uzunluk ölçümlerinin sonuçlarını ve SNR(Sinyal gürültü oranı)'yi büyük ölçüde etkileyen nedenlerin, yansırlığa dayandığı söylenebilir.Yansırlık, yansıtılan sinyal ile lazer gücü arasındaki oran olarak tanımlanmıştır. (Gümüş,K.,vd., 2009)

3.6. Lazerl Işının Göz Güvenlik Sınıflandırılması

Lazer sınıfı 1: zararsız ışınlar yansıtırlar, kapalı CD, DVD oynatıcılar,
Lazer sınıfı 1M : zararsız ışınlar yansıtırlar, optik cihazlar, lazerli nisan alma dürbünleri, lazerli işaretlerdir.
Lazer sınıfı 2 : kısa temas süreleri için (0.25 dak.) zararsız, uzun süreler için deri üzerinde ve gözlerde zarar verebilirler.
Lazer sınıfı 2M : kısa temas süreleri için zararsız isin yansıtırlar. Optik cihazlar, lazerli mesafe ölme cihazları, lazerli işaretler v.b.
Lazer sınıfı 3R : Bilhassa gözler için tehlikelidirler,
Lazer sınıfı 3B : Göz ve deri için tehlikeleri ışınlar,
Lazer sınıfı 4 : Göz deri ve dokular için çok tehlikelere ve cevrede yangın patlamalarına neden olabilecek ışınlar yansıtırlar. 15mW gücündeki lazer optik, ölçüm cihazları, okuyucular, markalama cihazları v.b. gözler için direkt ışın yansıtırlar. 100 mW üzerindeki lazer cihazları, kaynak makineleri insan vücudunda, doku yapısında, geri dönüşümü olmayan termik, termo-akustik ve foto-kimyasal zararlara neden olurlar. Sonuç olarak; yüksek güçlü lazerlerden çevreye yüksek güçlü yansımalar çıkar.

3.7. Yersel Lazer Tarayıcının Kullanım Alanları

Yersel lazer tarama teknolojisi 3D modellemeye ilişkin birçok alanda kullanılmaktadır. Bu teknolojini yoğun olarak aşağı da belirtilen alanlarda kullanılmaktadır .
-Madencilik ve endüstri alanında
- Arkeoloji alanında
- Mimalık alanında
- Tarihi ve kültürel mirasın korunması alanında
- Robotik alanında
- Sanal similasyon alanında
- Adli tip alaninda

-Volkanik gözlemlerde alanında

-Ormancılık alanında

-Deformasyon çalışmalarında,

-Çevresel uygulamalarda . (Yılmaz,H.M., Yakar, M., 2006)

3.7.1. Arkeolojik kullanım alanında

Arkeolojik projeler için;

1. Kazı öncesi ve sonrası yüzey araştırma ölçmeleri,
2. Bina kalıntılarının 3B lazer taraması ve modellenmesi,
3. Bununla birlikte; duvar, kubbe ve çukur ölçümleri ve saha modellemesi,
4. 3B modelleme
5. CAD ortamında plan ve kesit çizimleri üretme
6. Ölçüm sahasında arkeolojik alanla ilgili animasyon çalışmalarında kullanılacak altlıkların ölçümleri ile birlikte amaç;Arkeolojik alanla ilgili 3 boyutlu bütüncül bir altlık oluşturma faaliyetlerinde kullanmaktadır



Şekil 15. Yersel lazer tarama arkeolojik kullanım alanında

3.7.2. Madencilik kullanım alanında

Güvenlik tüm madenler için - altın veya kömür - en önemli unsurdur. Bir lazer tarayıcı tüm çatlak ve yarıkları tespit edip kaydeder; bu verileri önceki taramalarla karşılaştırır, ve üzerinde durulması gereken alanları belirler. Bu durum, maden güvenliği ve güvenli çalışma ortamı açısından muazzam bir katkıdır.

Madenin, yersel lazer tarayıcılıar ile belirli aralıklarla 3 boyutlu dokümantasyonu sayesinde kaya katmanlarında meydana gelen herhangi bir değişim anında tespit edilir; böylece güvenlik önlemleri önceden alınarak maden göçüklerinin engellenmesi sağlanır.



Şekil 16. Yersel lazer tarama madecilik kullanım alanında

3.7.3. Endüstriyel kullanım alanında

Lazer tarayıcılar, günümüzde endüstriyel uygulamalarda kullanılan en önemli ölçme aletleri arasında yerini almıştır. Diğer klasik ölçme ve fotogrametrik yöntemlerle kıyaslandığında, veri elde edilmesi ve değerlendirilmesinde hız ve maliyet açısından üstünlükleri vardır. Lazer taramalar sonucu elde edilen, taranan objeye ait gerçeğe yakın gösterimini sunan 3 boyutlu nokta bulutlarından CAD yazılımlarında, 3 boyutlu modeller elde edilmektedir. Bu modeller üzerinden istenen bilgilere anında ulaşılabilmekte, böylece üretim sırasında ortaya çıkacak hatalara müdahale edilerek hatalar yok edilebilmektedir.



Şekil 17. Yersel lazer tarama endüstriyel kullanım alanında

3.7.4. Trafik kazaları kullanım alanında

Yersel lazer tarayıcılar, polis ve kaza yeri inceleme ekipleri gibi kolluk kuvvetlerine de kaza araştırmaları ve suç mahalli modellemelerinde kullanmak üzere suç mahallinin yüksek doğrulukta ayrıntılarını elde etmeleri için taşınabilir bir çözüm sunar. Böylelikle kaza sonrası trafik aksatılmadan ve suç mahalline zarar vermeden deliller toplanır.



Şekil 18. Yersel lazer tarama trafik kazaları kullanım alanında

3.7.5. Adli tıp kullanım alanında

Bir suç işlendikten sonra olay yerinin bozulmaması ve kanıtların kaybolmaması için çok kısa bir süre içerisinde acil adımlar atılması gerekir. Yersel lazer tarayıcılar sayesinde renkli görüntülerle birlikte ayrıntılı bir 3B nokta bulutu kaydederek olay yerini hızlı şekilde taramak suretiyle bu riski azaltabilir. 3B adli tıp dokümantasyon sayesinde, bozulmadan önce tüm olay yeri kayıt altına alınabilir. Adli tıp uzmanları, istedikleri anda görüş açışı, mermi yolu ve sıçrayan kan analizleri için dijital kayıtları inceleyebilir.



Şekil 19.yersel lazer tarama Adli tıp kullanım alanında

3.7.6. Sanal similasyon kullanım alanında

Film yapımcıları ve video oyunu tasarımcıları, yersel lazer tarayıcı ile film setlerini, karakterleri ve nesneleri hızla tarayarak çeşitli CGI platformlarına aktarabilir. Böylece, sahneler geleneksel yöntemlere göre daha hızlı ve daha ayrıntılı biçimde yakalanabilir. Yersel lazer tarayıcılar, nokta bulutu verisi toplama imkanı sunan taşınabilir bir CMM'dir. 3D modelleme özellikleri, yapımcılara kamera açılarını, özel efektleri ve film akışını planlama imkanı tanımaktadır.



Şekil 20. Yersel lazer tarama Sanal similasyon kullanım alanında

3.8. Yersel Lazer Tarayıcı Veri Degerlendirme Yazılımları

Faro (Scene)
Topcon (Scan master)
Lieca (Geosystem hds cyclone)
Riegl (Riscan)
Netfab (Flexscan 3d)
Minolta (Polygon)
Surphaser (Geomagic, surph view, inventor autodesk)
Trimble (LFM ve realwork)
Z+F imager (LFM)
Stonex (Reconstructor)
Maptek (I-Site Studio Software)
Gexcel ve Polywork ve Point Cab

3.9. İnsansız Hava Araçları (IHA)

Günümüzde insansız hava araçlarının (İHA) gelişen teknoloji ile birlikte hızla gelişmesi beraberinde bu araçların kullanım yelpazesini oldukça genişletmiş ve çok farklı meslek disiplinlerinde yerini almıştır. Bu meslek disiplinleri arasında başta askeri uygulamalar olmak üzere, jeolojik ve meteorolojik araştırmalar, doğal afet yönetimi, uluslararası sınır devriyesi, orman yangını tespiti, deformasyon analizi, yeryüzünün haritalanması ve 3 boyutlu şehir veya arazi modelleme gibi kullanım alanları yer almaktadır. Bu tür araçların kullanımı harita mühendisliği dalında da önemli ölçüde yer etmiştir. İHA‘lara yerleştirilen Dijital kamera ve diğer navigasyon sistemleri sayesinde insanların erişmekte zorlandığı yada imkansız olduğu yerlerde ölçüm yapabiliyor olması ve sağladığı verilerin ölçüm hassasiyeti bakımından klasik yöntemlere yaklaşmasından dolayı bu ölçme sisteminin yersel ölçme yöntemi ile Klasik Hava Fotogrametrisi arasını doldurmaya aday olduğu görülmektedir.



Şekil 21. İnsansız hava aracı

3.9.1. İnsansız hava araçlarının tanımı

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. (Kök,T. 2012)

Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütü(North AthlanticTratyOrganization-NATO) kaynaklarında kabul gören İHA tanımı:İHA içerisinde İnsan 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, B. , Ermiş, M. , 2010)

ABD Savunma Bakanlığının yapmış olduğu İHA tanımı; İHA, aracı kaldırmak için aerodinarnik güç kullanan, otonom ya da uzaktan bir pilotla kumanda edilerek uçabilen,

geliştirilebilen ve iyileştirilebilen, ölürncül veya ölümcül olmayan yük taşıyabilen ve insan operatörü içermeyen güçlendirilrniş bir hava taşıtı olarak tanırnlanmıştır.

İnsansız Hava Araçlarının (İHA) farklı havacılık organizasyonları tarafından yapılan birden fazla tanımı olsa da, 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.

Van Blyenburg, (1999), "İHA'lar insansız ve tekrar kullanılabilen motorlu araçlar olarak bilinmektedirler" diye belirtir.Bu araçlar uzaktan, yarı bağımsız, bağımsız kontrol edilir ya da bütün bu özelliklerin hepsine sahiptir. İHA ile insanlı uçakları karşılaştırdığımızda, tabiki en önemli fark, İHA 'nın uçağın içinde pilota sahip olmamasıdır.Bu mutlaka İHA bağımsız tek başına uçuyor anlamına gelmez. Birçok durumda, İHA'dan sorumlu mürettebat (operatör, yedekleme-pilot vs) geleneksel uçaktakinden daha fazladır. (Ulvi, A. , Yakar, M., 2015)

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) cihazlan ve haberleşme sistemlerini taşıyan kısmıdır. Yer sistemleri ise; hava aracının ve faydalı yüklerin kontrol edildiği, görevin planlandığı Yer Kontrol istasyonunu (YKİ), veri iletim hattının yer kısmını oluşturan Yer Veri Terminali (YVT), elde edilen faydalı yükün (görüntü, telemetri bilgileri vb) değerlendirildiği görüntü kıyrnetlendirrne 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 oluşrnaktadır . (Aktaş, İ. , 2007)

3.9.2. İnsansız hava araçlarının tarihçesi

Gerçek anlamda ilk insansız hava aracı fikri 1. Dünya Savaşı yıllarında uçan bir torpido hayaliyle doğmuştur. Bu araçların tarihini 2500 yıl öncesine, matematikçi Pisagor'a kadar götürenlerde bulunmaktadır. Tarihçiler Pisagor'un tek kullanımlık, buhar gücüyle yaklaşık 200m uçabilen ve ''güvercin'' adını verdiği bir çalışması olduğunu yazmaktadırlar.

Bugün bildiğimiz İHA'lar gibi olmasa da aynı misyonla görev yapan İHA'ların ilki 19.yy sonlarında NewYork'lu bir mucit olan Charles Perley tarafından geliştirilmiştir. Zamanlamalı bir bomba bırakma mekanizmasına sahip balo, düşman birliklerin üzerine gönderilecek belli bir zaman sonra bombanın bırakılması şeklinde kullanılmıştır.

Gerçek anlamda ilk İHA uygulamaları; 1916 yılında ElmerSperry'nin ABD Deniz Kuvvetleri Komutanlığı'na ait bir uçağı,gyro5 kontrolü ile uçurması başlamıştır. Daha sonra, ABD'li Charles Kettering tarafından, uçuş programı önceden ayarlanan ve kanatlarını hedef üzerine bırakıp dalışa geçen ilk otonom İHA ve 1920 yılında LawranceSperry tarafından gerçekleştirilen radyo kontrolü ile uzaktan kumanda edilen ilk İHA temelleri atılmıştır. (Ulvi,A. , Yakar, M., 2015)

1930 yılların başında hızla silahlanmaya başlayan Almanya, bölgede önemli bir tehdit unsuru haline gelmiştir. Bu tehdit karşısında diğer Avrupa ülkeleri de kendilerini Nazilere karşı savunmak için çareler aramaya başlamışlardır.1930'lu yıllarda Nazi tehdidine ve Alman keşif uçaklarına karşı İngilizler, düşman radarlarını karıştıran, keşif uçaklarını şaşırtabilen maket tipi (decoy) İHA sistemlerini geliştirmiştir. Özellikle 2. Dünya Savaşından sonra elektronik sistemlerde yaşanan baş döndürücü gelişmeler İHA sistemlerinin de gelişmesini sağlamış ve özellikle gözetleme ve keşif amaçlı kullanılan İHA çalışmaları hız kazanmıştır. Keşif ve gözetleme yapılacak bölgelerin fiziksel yapısı, görev sürelerinin uzunluğu ve düşman tehdidi gibi riskler bu sistemlerin devamlı olarak geliştirmelerine neden olmuştur.

Gyro:Pilotun kontrolü dışında oluşan sapmaları kontrol altına almak amacıyla servoya ikaz göndererek, uçuşun kontrol altına alınmasını sağlayan elektronik cihazdır.

Havacılıkta jet teknolojisinin geliştiği, teknolojide ses bariyerinin aşıldığı ve soğuk savaşın şiddetini arttırdığı 60'lı yıllarda, ABD görünmez bir insansız hava aracı geliştirmek üzere ciddi çalışmalar başlatmıştır. Jet itkili, paraşütle iniş yapabilen, ilk yarı- görünmez Q-2C Firebee isimli uçak, bugünkü İHA'ların bu açıdan atası sayılmaktadır. Q-2C Firebee'lerin Japonya, Vietnam ve Tayland'da hem gece hem de gündüz 34000 göreve çıkmış, sadece gözlem ve keşif için değil, propaganda amaçlı mektup/ilan dağıtımı ve karadan havaya füze yerlerinin tespiti gibi başarılı görevleri de yerine getirmişlerdir.Bu durum İHA'larınoperasyonel öneminin anlaşılmasına büyük katkıda bulunmuştur.

Yine 1960lı yıllarda yeni bir kavram olarak, hedef tipi İHA'lar üretilmeye başlanmıştır. Önceleri savaş pilotlarının eğitiminde kullanılan bu İHA'lar, daha sonraları düşman radarlarının şaşırtılması amacıyla, savaş uçaklarının yanında kullanılmış ve hedef saptırması amaçlanmıştır.

Günümüz tanımlamalarına uyan İHA'lar ilk olarak 1970'li yıllarda İsrail tarafından kullanılmaya başlanılmıştır. İsrail bu dönemde, Arap dünyası ile yaşamış olduğu sorunlar ve savaşlar nedeniyle sürekli keşif ve gözetleme ihtiyacı duymuştur. Bu iş için ilk gerçek zamanlı (real time) gözetleme ve keşif yapan yaptığı görev sonucu elde ettiği bilgiyi, yer istasyonuna aktaran ve bu istasyondan aldığı elektronik sinyaller vasıtasıyla uçuşuna ve gözetlemesine devam eden İHA'ları üretmiştir.

İsrail 1980'lerde mini İHA'ların babası kabul edilen Scout'u üretmiştir. İsrail Aerospace Industries Ltd.Şti.(IAI) üretimi olan Scout, 3.96m kanat açıklığı ve fiberglas gövdesi ile hem radara yakalanmamayı başarmış, hem de küçük boyutlu olması nedeniyle vurulması imkansız olmuştur. Döner bir mekanizma üzerine monte edilen TV kamerası sayesinde ilk gerçek zamanlı görüntü aktarımı yapan İHA olarak tarihe geçmiştir.1982 yılındaki Beka Vadisi anlaşmazlığında, bu uçaklar ile Suriye hava sahasında gözetleme ve keşif faaliyetleri gerçekleştirilmiştir. Scout ile küçük İHA'ların ne kadar avantajlı olduğunu gören İsrail, yeni mini İHA olarak Pioneer'i geliştirmiştir. Pioneer uçak gemilerine inmeyi başaran ilk İHA olarak tarihe geçmiştir. (Ulvi, A. , Yakar, M., 2015)

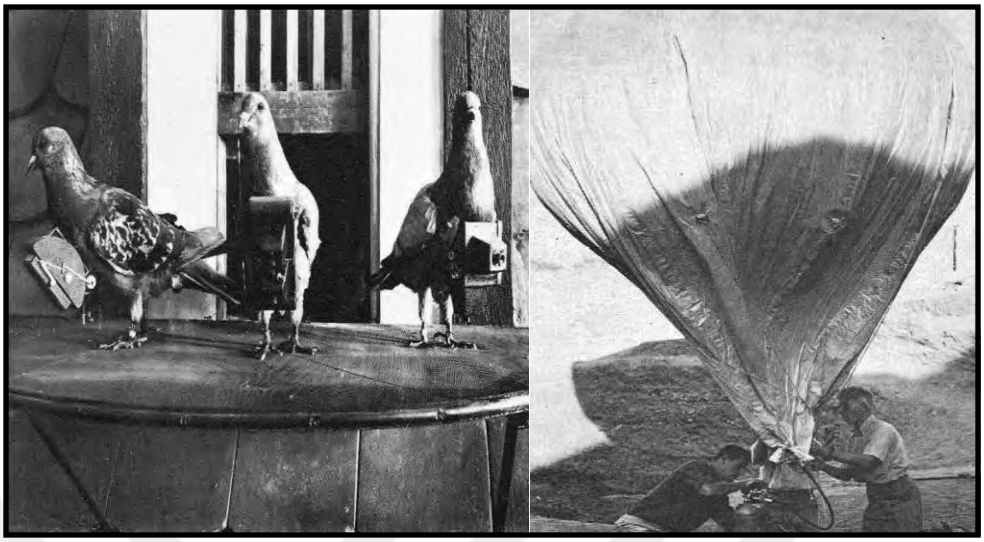
Yakın tarihimizdeki Körfez Savaşı sırasında ABD Pioneer ve Pointer adlı iki değişik İHA sistemi kullanmıştır. Bu savaşta İHA'lar gerçek zamanlı istihbarat sağlamış ve hasar tespit görevlerinde kullanılmıştır. Yine Bosna-Hersek krizi ve Kosova harekatında da başta ABD olmak üzere, Almanya, Fransa ve İngiltere tarafından İHA'lar kullanılmıştır. Özellikle bu son iki harekatta, ABD üretimi Predator adı verilen İHA'lar sıkça kullanılmıştır. (Ulvi, A. , Yakar, M., 2015)

ABD tarafından2005 yılı içerisinde Afganistan ve Irak'ta taktik İHA sistemleri ile 100.000 saat üzerinde uçuş gerçekleştirildiği ve bu sürenin her yıl 3'e katlanarak devam ettiği belirtilmektedir. Ayrıca askeri çok yaygın olarak kullanılan İHA sistemlerinin, sivil amaçlı kullanımında da son yıllarda önemli gelişmeler yaşanmaktadır. Son dönemlerde az da olsa sivil amaçlı emniyet ve asayiş, sınır güvenliği, meteorolojik araştırmalar haberleşme sistemlerine alt yapı sağlamak, orman yangınları ve kaçakçılık ile mücadele, çevre kirliliğinin tespiti, ekim ve hasta gözlemleri, balıkçılık, 3 boyutlu haritalama, boru hatlarının güvenliği gibi faaliyetlerde İHA kullanılmaya başlanmıştır. (Altunok, T. , 2010)

Günümüz İHA sistemleri konusunda ilk çalışmalar İsrail tarafından başlatılmış olsa da, bugün birçok konuda olduğu gibi, ABD bu konuda da çok gelişmiş değişik tip ve özelliklere sahip İHA'ların tasarımı ve üretimini yapmaya başlamıştır. ABD'de İHA'ların haberleşme sistemleri ile ilgili alternatif çalışmalar yapılmakta, bu amaçlı uydu sistemlerinde de yararlanılmaktadır. Ülkemizde ise bu konuda çok önemli çalışmalar yapılmakta olup yapılan çalışmalar ile ilgili yapılan açıklanmalar ileriki bölümlerde ele alınmıştır.

3.9.3. Insansız hava araçlarının fotogrametrik amaçlı kullanımı

İlk hava fotoğrafları Paris'te bir insanlı balon ile 1858 yılında GaspardTournachon tarafından alınmıştır. Sonraki yıllarda araştırmalar ve insanlı balonların gelişimi ile model balonlar ortaya çıkmış ve bunlara paralel olarak, uçurtmalar, güvercinler ve roketler gibi diğer sistemlerde kullanılmıştır.



Şekil 22. İlk hava fotoğraflarının kullanımı

1979 yılında, sabit kanatlı İHA' larınfotogrametrik amaçlı ilk denemeleri Przybilla ve Wester-Ebbinghaus tarafından yapılmıştır. İlk testler hegi model uçak şirketi ile birlikte manuel kontrollü sabit kanatlı İHA kullanılarak 150m yükseklikte ve 11m/s hız ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 23. Sabit kanatlı İHA' larınfotogrametrik amaçlı ilk denemeleri

1980 yıllarında ise döner kanatlı İHA'ların fotogrametrik amaçlı ilk denemesini Wester-Ebbinghaus gerçekleştirmiştir. Bu çalışmadaki döner kanatlı İHA, Schlüter (Bell 222) marka bir model helikopter olmuştur. (Ulvi, A., Yakar, M., 2015)



Şekil 24. Döner kanatlı İHA' larınfotogrametrik amaçlı ilk denemeleri

3.9.4. İnsansız hava araçlarının yararları

İnsanlı uçuş sistemlerine karşı, İHA'nın en büyük avantajları; İHA insan hayatını tehlikeye atmadan riskli durumlarda ve ulaşılamayan bölgelerde, alçak rakımda ve uçuş profilinin cisme yakın olduğu ve insanlı uçuş sisteminin uçamadığı yerlerde kullanılır. Bu bölgelerde, örneğin doğal afet yerleri dağlık ve volkanik alanlar, taşkın ovalar, deprem ve çöl alanları ve kaza sahneleri,girilmesi zor olan bölgelerde, uçağın insansız kullanılabildiği yerlerde veya uçma izninin verilmediği yerlerde, bazen, tek seçenek İHA'dır. Ayrıca, bulutlu ve çiseleyen hava koşullarında, İHA ile veri toplama mümkündür. Kötü hava koşulları, insanlı uçakların içine konulan kameralarının,bu uçakların daha fazla yüksekliğe ihtiyaçları olduğundan, veri toplamalarına el vermemektedir.Buna ek olarak, İHA kullanmanın temel bir avantajı da psikolojik sınırlamalar ve pilotların ekonomik giderleri ile yük olmamasıdır.Dahası,ek avantajları, görüntü, video, ve yönelim veri bilgilerini yer kontrol istasyonuna gösterdiği gerçek zaman ve hızlı veri toplama kapasitesidir.

Piyasadaki ticari olmayan İHA sistemlerinin çoğu, düşük maliyete odaklanır ve bu yüzden, İHA sistemlerinin kullanılmasının en büyük avantajı maliyettir. İHA sistemleri daha az maliyetli ve işletme masrafları insanlı uçak sistemlerinden daha düşüktür. (Ulvi, A. , Yakar, M., 2015)

Ama, bazen bir önceki bölümde bahsedilen uygulamaya bağlı olarak maliyet insanlı sistemlere benzeyebilir. Küçük çaplı uygulamalar içinse, insanlı uçakların masrafı karşılanamayabilir, projeler genellikle mümkün olmaz ve bütün ihtiyaçlarının yerine gelmediğini kabullenerek, karasal sistemler alternatif olarak kullanılmak zorunda kalınabilir. Böylece, İHA sistemleri, belli alan uygulamalarında, karasal fotogrametri yerine veya ek olarak görünebilir. Karasal ve İHA fotogrametri birleşiminde, aynı kamera ve nesneye olan aynı mesafe kullanımı birleşik veri işleme sürecini kolaylaştırır.

Bu avantajlarının yanı sıra, İHA görüntüleri aynı zamanda, mevcut 3D modelleri yüksek çözünürlüklü doku haritalama için görüntü düzeltme kullanılabilir. Rektifiye görüntüleri ve türevleri, görüntü mozaikleri, haritalar ve çizimler gibi görüntü yorumlanması için kullanılabilir.

Hem GPS / INS sistemlerinin hem de istikrar ve navigasyon birimlerinin uygulanması, bir tarafta, kusursuz uçuşa, diğer taraftan, yeterli görüntü kapsama ve örtüşmeye izin verir. Buda kullanıcının uçuş öncesi beklenen ürün doğruluk tahminlerini sağlar.

Döner kanatlı İHA baktığımızda, platform, dikey kalkış ve iniş, gereken pist ihtiyacını ortadan kaldırır. Ayrıca, VTOL kullanımı (Dikey kalkış ve iniş) sistemleri, kameralar yatay ve dikey yönde, havada asılı dönerken, veri elde edinilmesine izin verir.

3.9.5. İnsansız hava araçlarının kullanım alanları

İHA tehlikeli ya da geçici olarak ulaşılmaz yerlerde çalışabilir. İHA da bir durumun hem hızlı bir bakış, hem de ayrıntılı alan belgeler sağlayabilir. Ancak, önce başarılı bir İHA operasyonu, geniş bir görev planlama gereklidir.

Arazi, orto görüntülerinin ve İHA görüntü veya diğer algılayıcı verilerinden dokulu 3D model çıkarma, tehlikeler ya da çevre felaketleri, bina çökmesi, uçak kazaları, arama ve kurtarma

operasyonları, yangın ile mücadele, bitki zarar, heyelan ve volkan patlaması ve acil müdahale yöntemleri gibi sıkıntılı durumlarda olayları koordine etmek amacıyla kullanılabilir. Diğer uygulama alanları kültürel mirası, enerji hatları, boru hattı denetim, baraj izleme ve kadastro verilerinin kayıt ölçme çalışmaları gibi uygulamaları içerir. (Ulvi, A. , Yakar, M., 2015)

Genel olarak, günümüzde İnsansız Hava Araçları sistemleri aşağıda belirtilen konularda kullanılmaktadır

3.9.5.1. Havadan haritalama hizmetleri

- Metrik Kamera
- Sabit Lens
- GIS Yazılımı (Geographicinformationsystem)
- 3D Render
- Ortofoto Harita
- GPS Desteği
- Yer Belirleme Noktaları
- Lidar Sistemleri
- Güzergah uçuşu

3.9.5.2. Havadan arama ve kurtarma

- Afet alanı gözlem uygulamaları
- Afet alanı haritalama uygulamaları
- Kayıp arama uygulamaları
- Orman yangını gözetimi
- Termal kamera seçeneği

3.9.5.3. Hava gözetim hizmetleri

- Elektrik Hattı Problemleri
- Güneş Panelleri Gözetimi
- Boru Hattı Problemleri
- Tarım Alanları Gözetimi
- İnşaat Uygulamaları
- Devriye Uçuşu
- Canlı Takibi
- Geniş Alanların Gözlemi
- Arazideki İşçilerin Gözetimi
- Orman Alanlarının Kontrolü

3.9.5.4. Hava güvenlik hizmetleri

-Sahil Güvenlik
- Orman Güvenlik
- Kalabalık Kontrolü
- Trafik Kontrolü
- Hırsızlık Kontrolü
- Sınır Güvenliği
- Yasak Kazı – Kesim Kontrolü
- Suç Sahası Kontrolü
- Kayıp Arama Kurtarma
- Termal Kamera Özelliği

3.9.5.5. Havadan Araştırma Hizmetleri

- Tarım Alanı Gözlemi
- Ambar Gözlemi
- Arazideki İşçilerin Gözetimi

- Giriş İhlali Gözlemi
- Hırsızlık Gözlemi

3.9.5.6. Bilimsel araştırma uygulamaları

- Arkeolojik Yapıların Görüntülenmesi
- İnşaat Yapılarının Görüntülenmesi
- Tarım Alanları Verimlilik Çalışmaları
- Mühendislik Eğitimi
- Askeri ve Güvenlik Personeli Eğitimi
- Haritacılık, fotogrametri ve Mimari Uygulamalar

3.9.5.7. Hava fotoğrafçılığı

3.9.5.8. Havadan video çekimi

3.9.6. Fotogrametrik uygulamalarda kullanılan İHA' ların sınıflandırılması

İnsansız Hava Araçları (İHA)çok genel anlamda düşünüldüğünde aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir,

- Hedef ve Yem - Düşman hava savunma veya savaş uçaklarına karşı yem olarak kullanılarak hedef belirlemede yardımcı olan araçlar.
- Keşif ve Gözetleme - Düşmana ait cephe bilgilerini toplayan araçlar.
- Çatışma - Yüksek riskli görevlerde kullanılan saldırı kapasitesine sahip araçlar.
- Lojistik - Kargo ve lojistik destek amaçlı araçlar.
- Araştırma ve Geliştirme- Gelecekte kullanılmak amacıyla farklı İHA teknolojilerinin denendiği araçlar.
- Sivil ve Ticari – Sivil ve ticari amaçlar için kullanılan araçlar.

İHA seçimi üzerinde çalışılacak olan projenin türüne bağlı olmakla birlikte genel anlamda Fotogrametrik uygulamalarda kullanılacak olan tüm İHA'ların asgari sahip olması gereken özellikler aşağıda verilmiştir.

- Sistem pratik olmalı: En kısa sürede kurulup uçurulmaya hazır hale getirilebilmeli
- Kolay taşınabilir olması gerekli: Özellikle birkaç bölgede birden çalışılması gerektiği durumlarda kolaylıkla taşınabilir olması önemlidir.
- Kullanıcı-pilot tarafından da kullanılabilir olmalı: Gerektiğinde uzaktan kumanda ile otomatik pilot haricinde kontrol edebilmesi gereklidir.
- Otomatik pilot, otomatik navigasyon: Sisteminde, uçuş planlama yazılımı gibi otomatik pilot yazılımı ve uçuş esnasındaki resim çekme zamanlamasını yapabilen yazılımlar gibi yazılımların yüklü olması gerekir.
- Modüler bir yük taşıma sitemine sahip olması: Farklı uygulamalar için farklı sensörlerin monte edilebilmesi gerekir.
- GNSS küresel konum sistemine yer kontrol istasyonundan bağımsız olarak bağlı olabilmesi.
- Pahalı olmaması. (Ulvi, A., Yakar, M., 2015)

3.9.7. İHA' ların Kullanımın Avantajları

İHA' ların klasik sistemlerden avantajlı yönlerinden bazıları aşağıda sıralanmıştır.

- İHA'ların hayati tehlike ve diğer risk potansiyeli olan uygulama alanlarında kullanılabilmesidir. Bu tür riskli durumlara örnek olarak nükleer santraller, kimya depolama alanları yanardağ bölgeleri, deprem bölgeleri, sel v.b.felaketler olmuş bölgeler gibi uygulama alanları sayılabilir.
- İHA'ların kullanımının oldukça pratik olmasıdır.
- Bulutlu havalarda klasik fotogrametri ve uzaktan algılama sistemlerinden daha sağlıklı sonuçlar verebilmektedir.
- Klasik hava fotogrametrisinde ya da uzaktan algılama sistemlerinde istenilen verilerin büro çalışmasından sonra elde edilirken bu durum İHA' lar için daha hızlı bir biçimde hatta eşzamanlı olarak veriler elde edilebilmektedir.

- Klasik yöntemlere göre genel olarak daha düşük bir maliyetle işlerin yapılabilmesi, ancak daha önceden de bahsedildiği gibi uygulamanın türüne ve kullanılan teknolojinin çeşitliliğine ve türüne bağlı olarak maliyet değişebilmektedir.
- 3Boyutlu model ve sayısal yüzey modelleri için yüksek çözünürlüklü doku haritaları içinde kullanılabilmektedir. Özellikle kopterler (geleneksel heikopter, quadro, hexa veya octakopter) dikey olarak havalanabildikleri ve havada asılı durabildikleri için taşıdıkları kameraları düşey ve yatay olarak hareket ettirebildiklerinden havada sabit noktadan resim alabilmektedirler. Bu özelliği ile 3Boyutlu model oluşturma ya da özel incelemelerde rahatlıkla kullanılabilmektedir.
- Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından İHA' lar için belirlediği limitlerin altında ki araçlar için izin alma zorunluluğunun olmaması. Bu limitler şu şekildedir, izinsiz uçuş için:
- İHA 'nın 4 kg 'ın altında ağırlığa sahip olması
- Hızının 50 km/saat ın altında olması
- Manüel kullanımında olması
-100 m nin altında bir yükseklikte uçurulması. (Ulvi, A. , Yakar, M., 2015)

4. UYGULAMA

4.1. Eşrefoğlu Camii Yersel Fotogrametri Yöntem ile Modellenmesi

Çalışma Alanı

Konya'nın Beyşehir ilçesinde Beyşehir Gölü'nün 100 m. kuzeyinde ağaç direkleriyle, ahşap tavanı, minberi ve yüzyılların süküneti ile görkemli bir ahşap camii olan Eşrefoğlu camii 31,80x46,55m ebadındadır. Beyşehir'nin önemli tarihi eserlerinden olan Eşrefoğlu camii, Konya'ya 72 km mesafededir.



Şekil 25. Eşrefoğlu camii

Bu çalışmada üç farklı yöntem kullanılmıştır. Eşrefoğlu camii modellenmesi için yersel fotogrametri , yersel lazer tarama ve İHA yöntemleri yapılmıştır.

Yersel fotogrameti alanında üç boyutlu modelleme konusunda çalışmalar yapılmaktadır. çalışmamız bir kaç adımlardan oluşmaktadır

. Arazi istikşafı

. Poligon noktalarının istikşafı

. Poligon noktalarının ölçülmesi

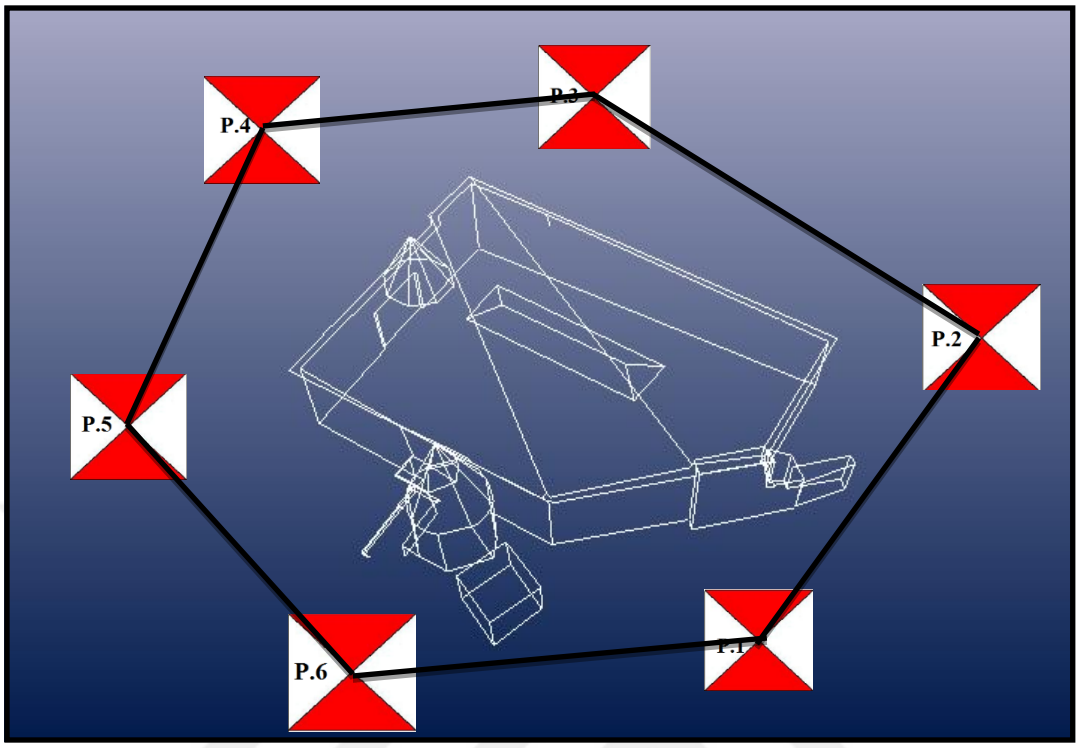
. Çalışılacak objeye ait kroki hazırlanması
. Noktaların krokiye işaretlenmesi
. Fotoğraf çekim işlemleri
. Fotoğrafların bilgisayar ortamında değerlendirilmesi

4.1.1. Arazi istikşafı

Arazi istikşafı , proje sahasında olan tüm detayları ve özellikleri icelemek ve poligonların nerelere atılmasının uygun olacağına karar verilmesi işlemdir. Bu sebeplerden dolayı arazi istikşafı yapılmıştır.

4.1.2. Poligon noktalarının istikşafı

Arazi istikşafı ile belirlenen poligonlar araziye 10-15cm lik demir çiviler ile belirlenen yerlere kapalı poligon şeklinde tesis edilmiştir. Tesis edilen poligon noktasına grup şeklinde numarası ile başlayarak (P.1,P.2,P.3,P.4,P.5,P.6) olarak numaralarını verilmiştir. Bu poligon noktaları tesis edilirken bir önceki ve bir sonraki noktaları görecek şekilde tesis edilmiş, poligon noktalarına total station TOPCON GPT3007N aleti kurularak koordinatlandırma işlemi yapılmıştır.



Şekil 26. Poligon noktaların gösterimi

4.1.3. Çalışılacak objeye ait kroki hazırlanması

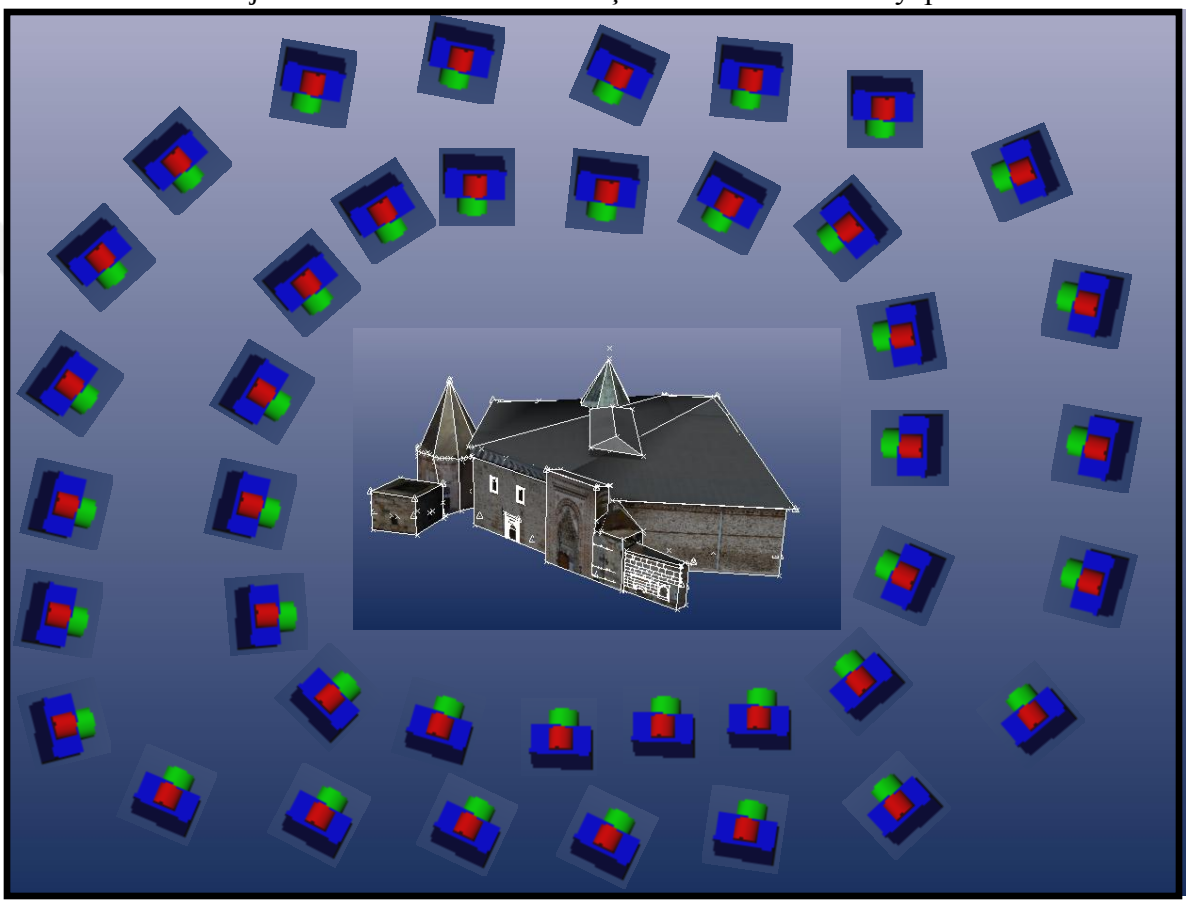
Çalışılacak objeye ait krokilerin oluşturulması için öncelikle dijital fotoğraf makinası ile objenin yüzeylerinin resimleri çekilmesi gerekir.

4.1.4. Çalışılacak obje yüzeylerinin alımının yapılması Krokilere işaretlenmesi

İlk önce çalışılacak objeye ait alımların yapılması için tesis edilmiş poligon noktalarına alet kurulmuş, krokide belirlenen detaylar ölçülmüştür. Hazırlanan krokiler krokici tarafından tutularak alet okuyan kişiye yardımcı olarak alet okuyan kişi objede hangi yüzeyi daha iyi ve net görüyorsa örneğin pencere kenarları ve kapı köşeleri veya kolaylaştırma açısında obje yüzeylerine kağıt levha şeklinde yapıştırılarak oluşturulmuş noktalar yüzeyin kapsayacak çoklukla noktalar okuma yapılmıştır. Topcon GPT3007N alet ile ölçümler tamamlanmıştır. Değerlendirmeler ve kamera kalibrasyonu Photomodeller yazılım ile yapılmıştır.

4.1.5. Fotoğraf çekim işlemleri

Fotoğraf çekim işlemleri sorunsuz ve sıkıntısız şeklinde yapılabilmek için fotoğraf makinesinin teknik özelliklerinin dikkat edilmesi gerekiyor. Resim çekme makinesi ister sony ister canon ister nikon dijital formatta olsun . Resim çekim sırasında zoom yapılmamaktadır .



Şekil 27. Fotoğraf çekim işlemi

4.1.6. Fotoğraf çekimi sırasında dikkat edilecek notlar

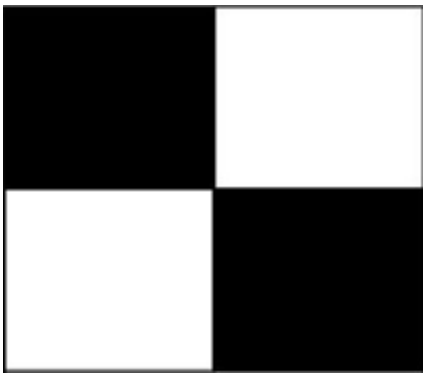
- Her fotoğraf çekim sırasında yer değiştirmek gerekmektedir.
- Fotoğraflar kapsayacak bindirmeli şeklinde çekilmelidir.
- Fotoğraf çekim sırasında açıya dikkat edilmelidir.
- Fotoğraf makinesinin zoom ayarının oynanmamalıdır.



Şekil 28. Farklı açılardan çekilmiş fotoğraflar



Şekil 29. Çalışmada kullanılan elektronik total station



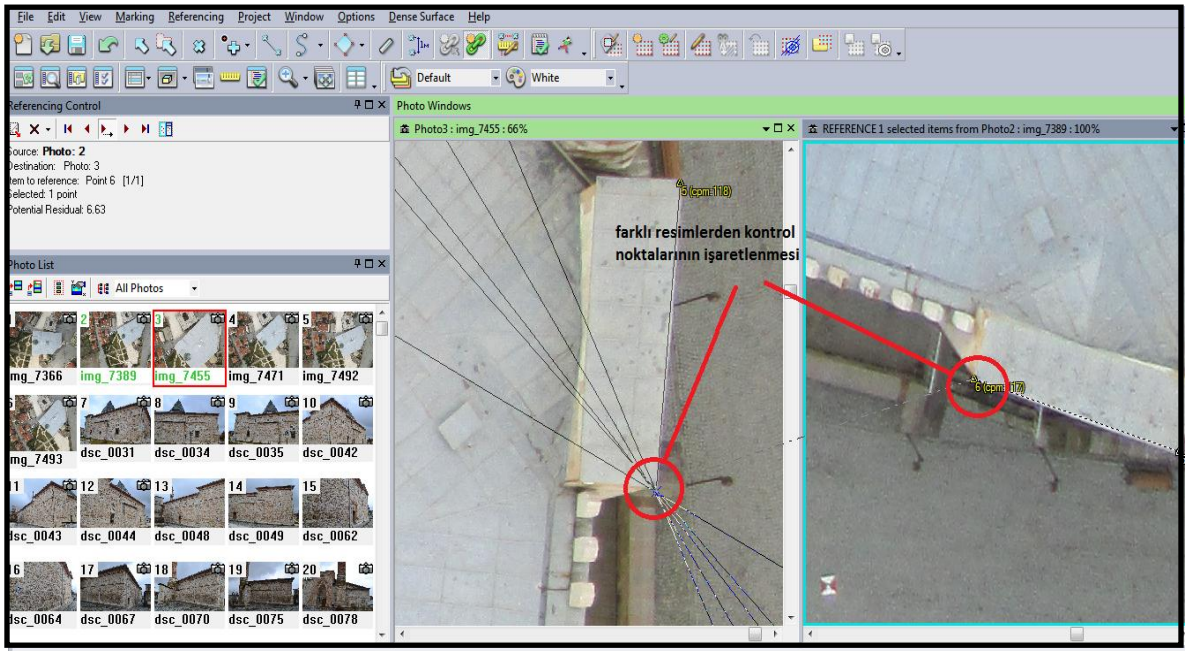
Şekil 30.hedef levhası

4.1.7. Ofis Çalışması

Arazi işlemi tamamlandıktan sonra ofis çalışmasına geçilmiştir. Topcon GPT 3007 cihaz ile araziden elde edilen poligon noktalarının ve yapı kontrol noktalarını koordinatlarını bilgisayara aktarılmıştır. Daha sonra "txt" formatı şekilde olarak kayedilmiştir. Dengeleme işlemine geçmeden önce kullanılan kameranın kalibrasyon işlemi yapılmıştır. Yapılan kamera kalibrasyonu değerli PM yazılımına aktaralarak dengeleme işlemine geçilmiştir. Dengeleme aşamsında farklı resimler üzeriden yapı kontrol noktalarının işaretlenmesi yardım ile gerçeklenmiştir.

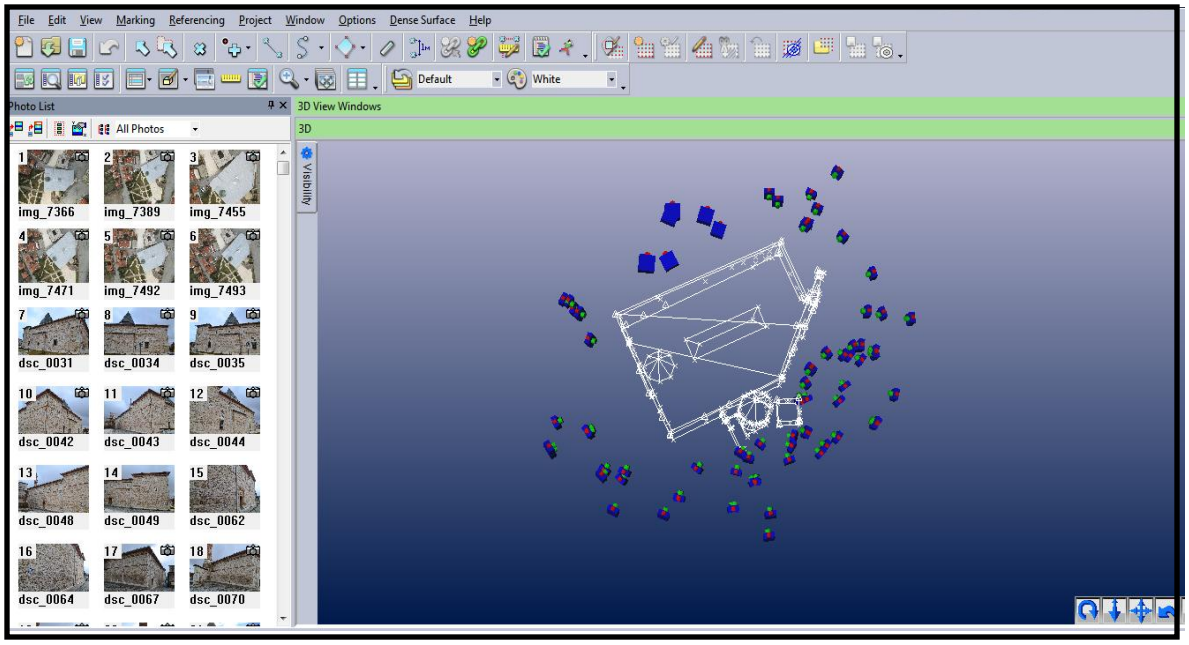
4.2.1. Photomodeler

Ofis çalışmasında kullanılan yazılım, PhotoModeler fotoğraflardan 3 boyutlu verilerin elde edilmesi, 3 boyutlu ölçümlerin yapılması ve 3 boyutlu modellerin oluşturulması esasına dayanır. 3B görüntüleyici, 3B modelinin etkileşimli bir görüntüsü ve Measure Tool da etkileşimli olarak koordinat, mesafe ve alan ölçümlerini sağlar.



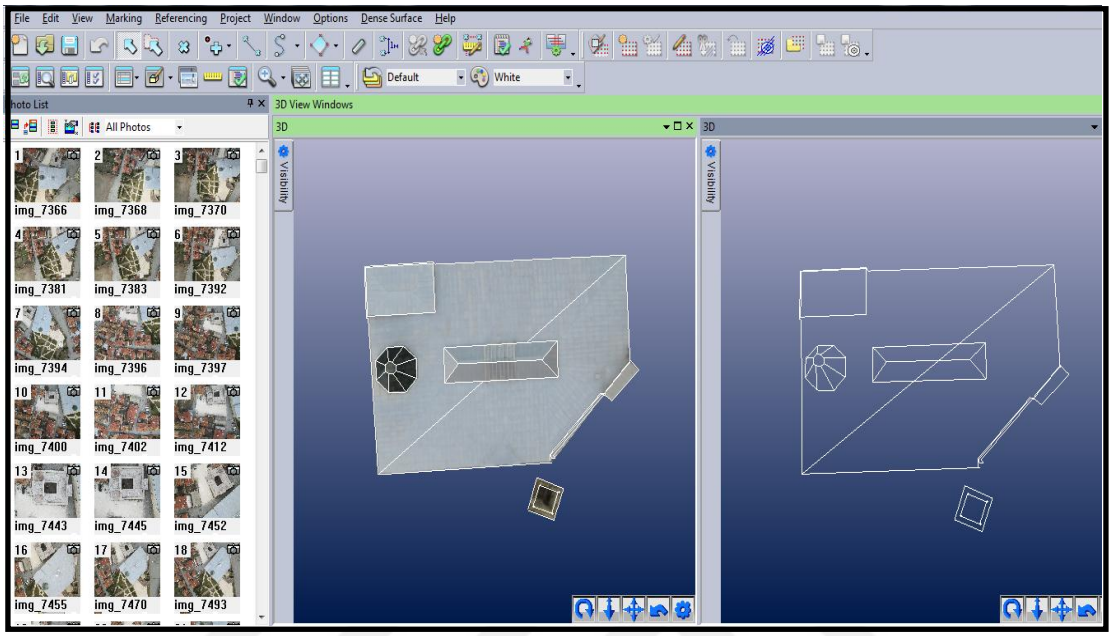
Şekil 31. Farklı fotoğraflardan kontrol noktalarının işaretlenmesi

Bu kısım çalışmada sadece PM yazılımı kullanmıştır. Daha sonra dengeleme sonucunda hiçbir problem karşı karşıya kalmadık ve proje başarı ile tamamlanmıştır. Dengeleme işlemi tamamlandıktan sonra çizim aşamasına geçilmiştir. Eşrefoğlu camii 3B modellenmesi için caminin çatı kısmı ve yan kısmı çizilmiştir. Ve çizim aşamasında caminin çatı kısmı ve yan kısmı ayrı çizilmiştir . daha sonra yapı kontrol noktalarının yardım ile birleştirilmiştir.

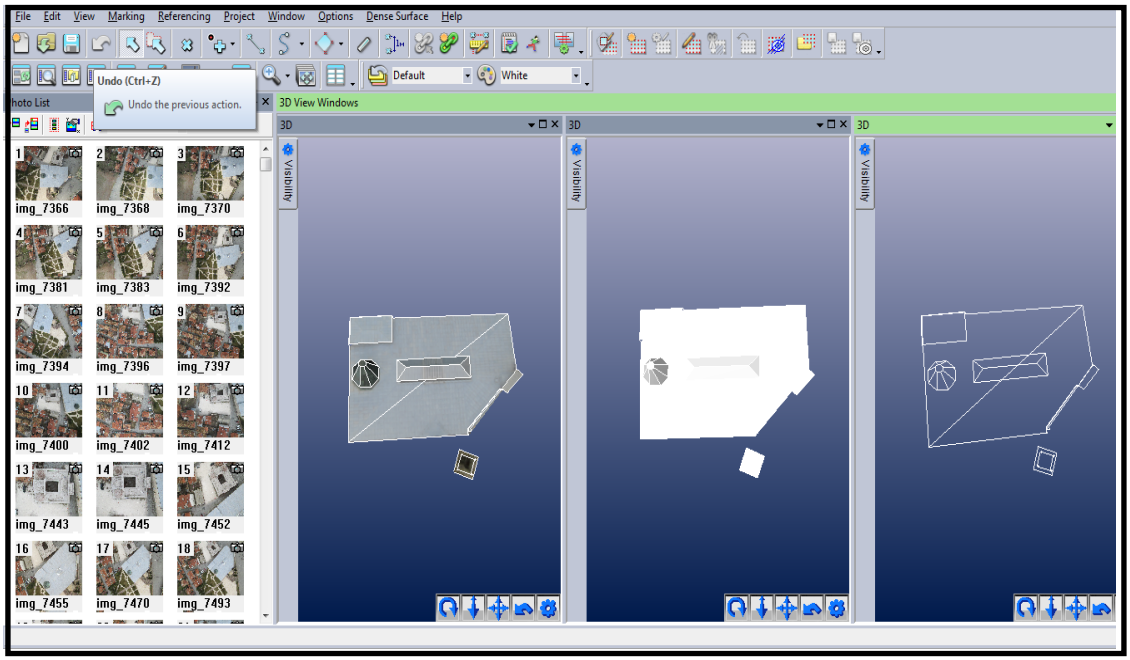


Şekil 32. Çizim aşamasından resim çekim noktalarının görüntüsü

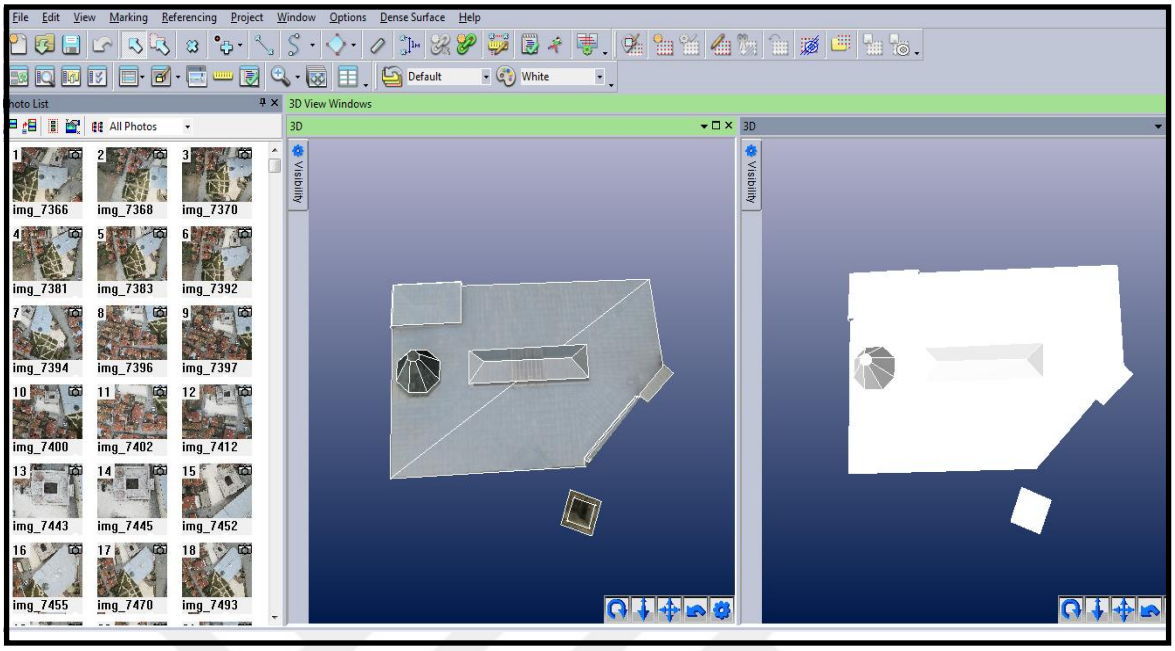
Çizim aşamsında aynen farklı resimlerden çizilmiştir.



Şekil 33. Eşrefoğlu camii çatısının çizim görüntüsü

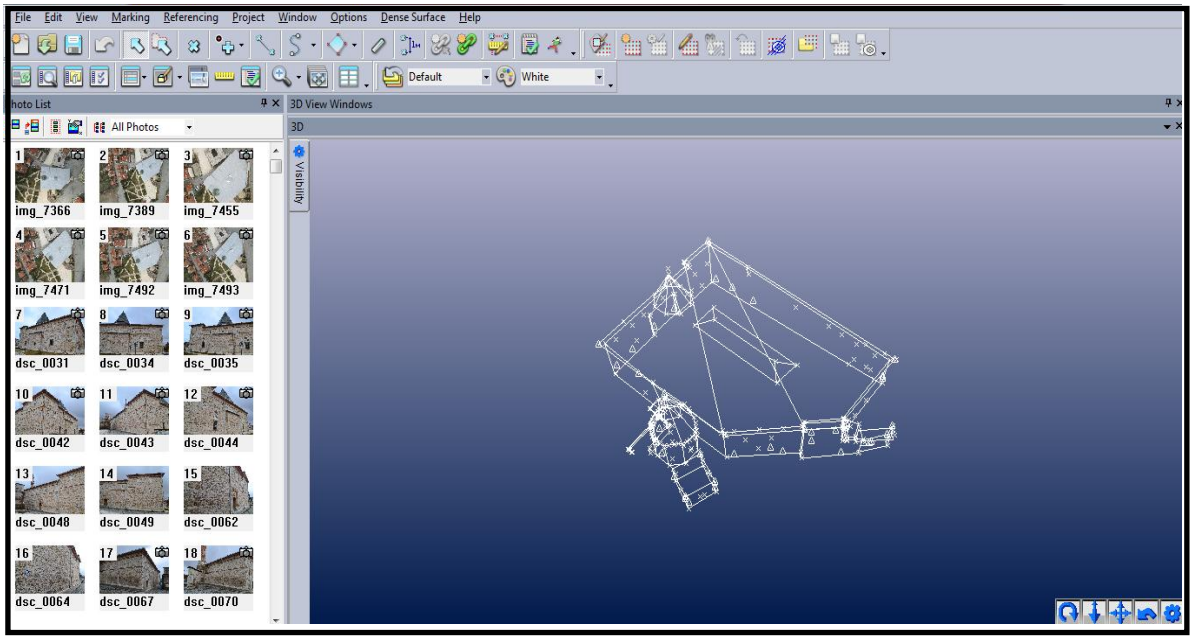


Şekil 34. Caminin çizimi hem katı modeli hemde kaplanmış halinin modeli

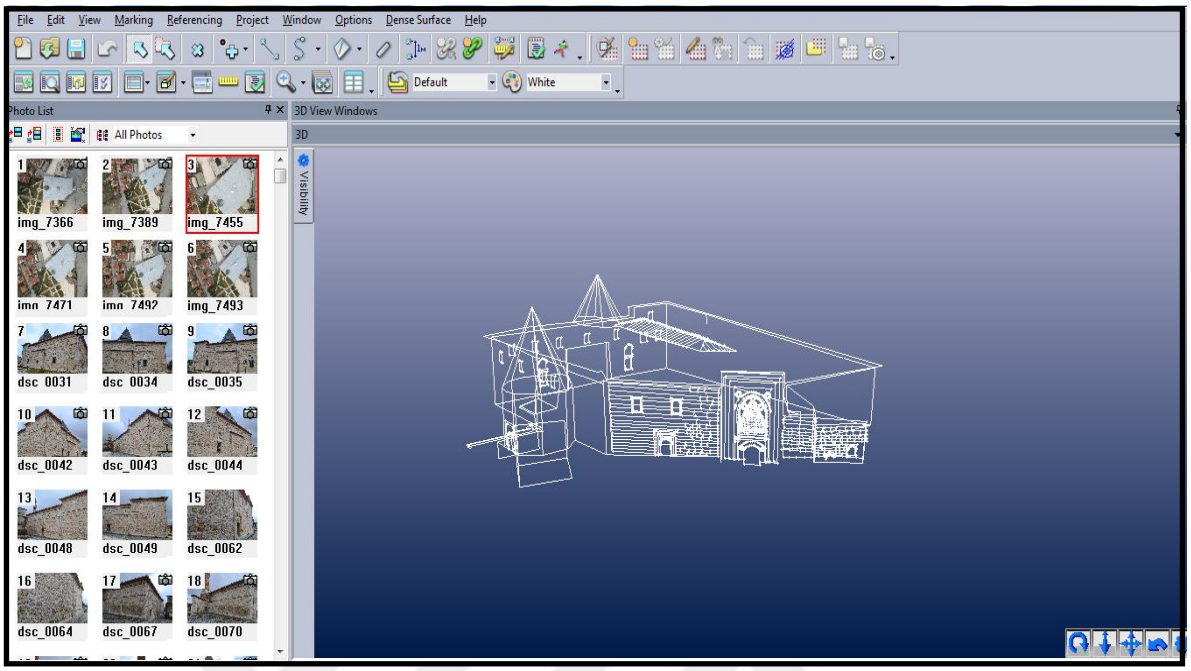


Şekil 35. PM yazılımında caminin çatı kısmının katı ve kaplanmış modeli

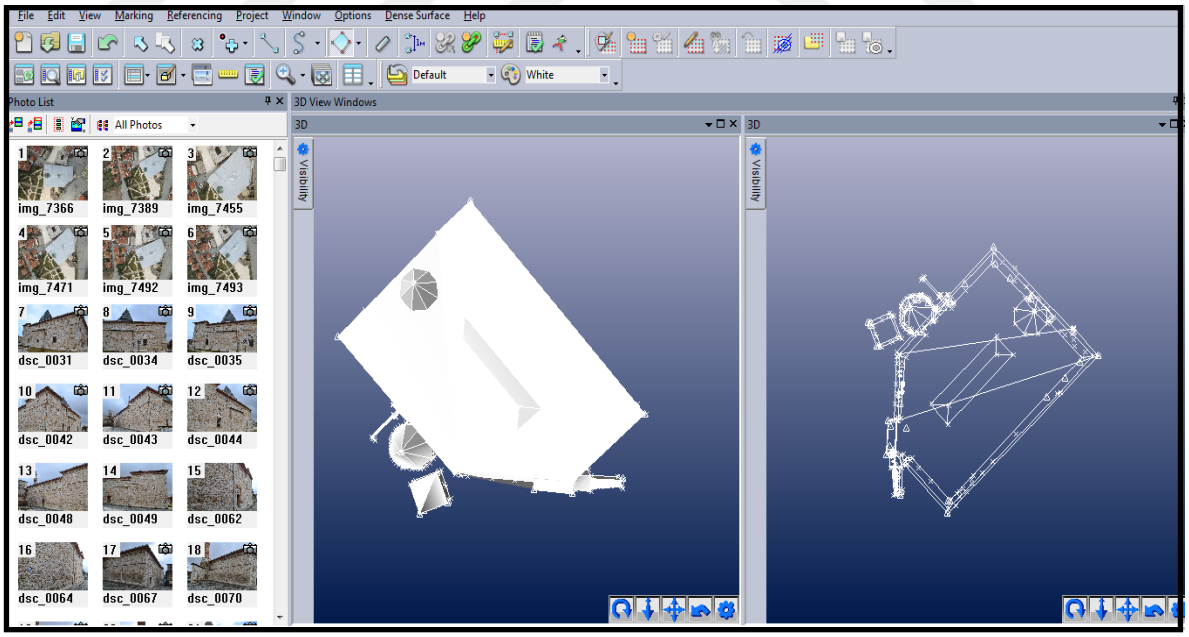
Caminin çatı kısmının çiziminin tamamlandıktan sonra caminin yan kısmı ile kontrol noktalarının yardım ile birleştirilmiştir.



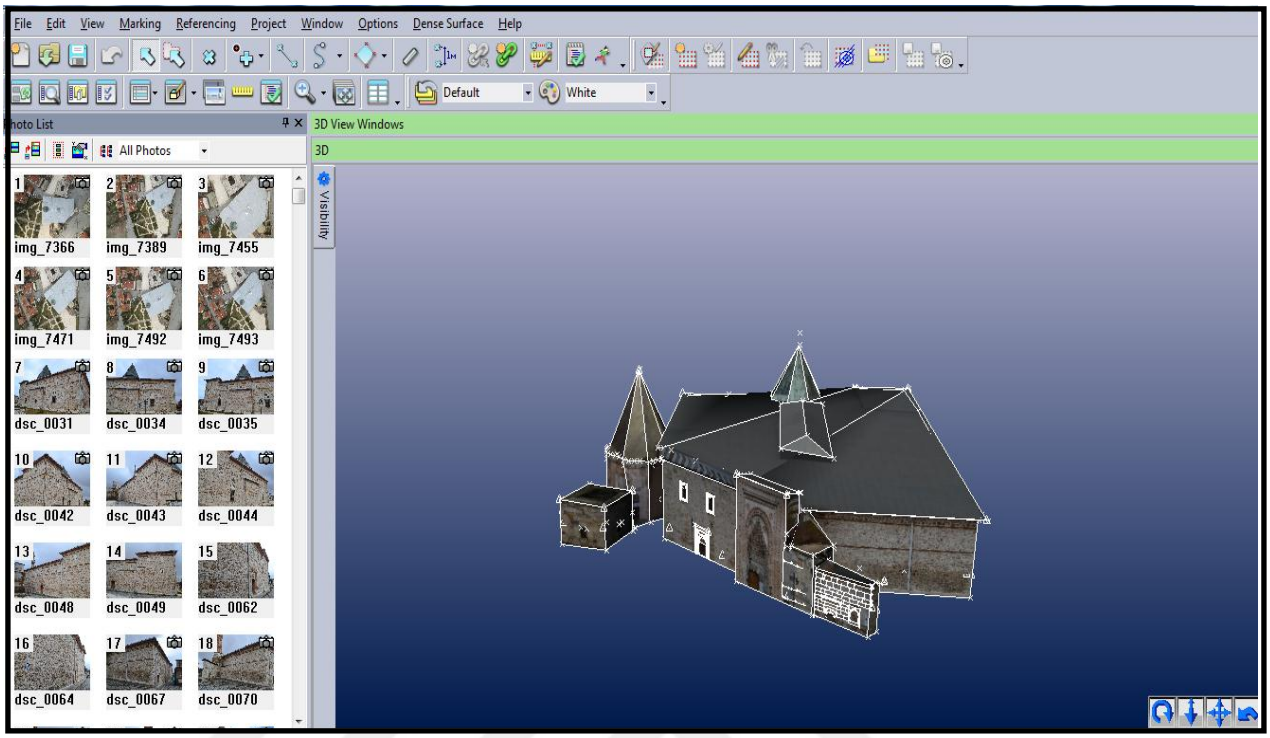
Şekil 37. Caminin birleşmiş hali



Şekil 38. Caminin detay çizimniden bir görüntü

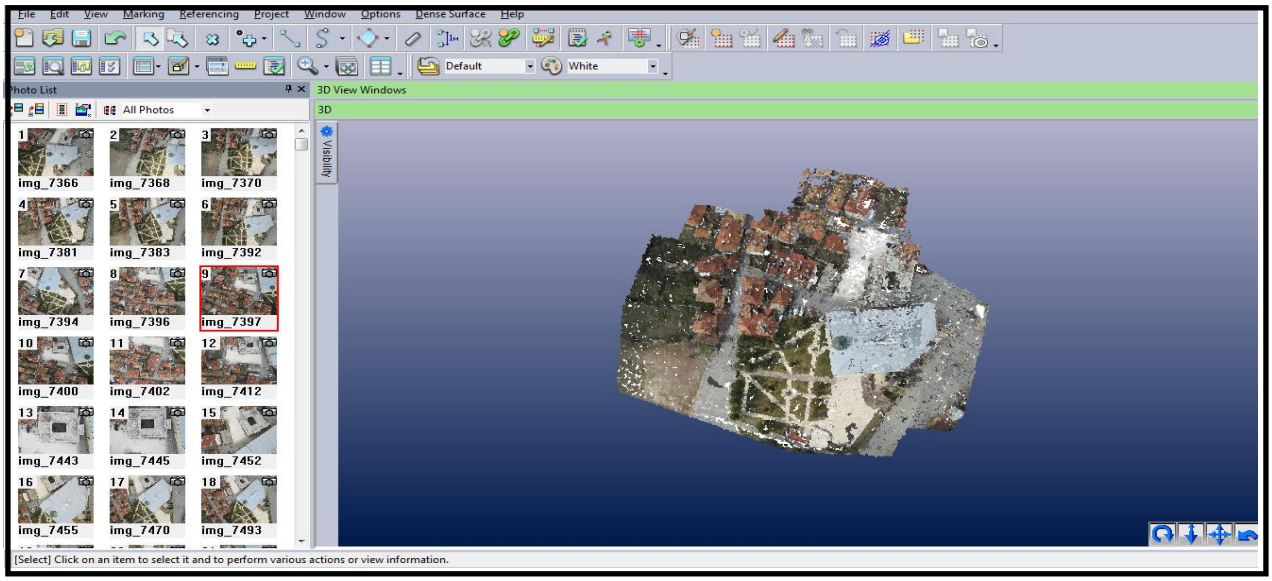


Şekil 39. Caminin çizimi ve katı modelinin görüntüsü



Şekil 40. caminin kaplanmış modeli

Daha sonra camii çizimnin tamamen bittikten sonra caminin nokta bulutu üretilmiştir.



Şekil 41. Eşrefoğlu camii nokta bulutunun görüntüsü

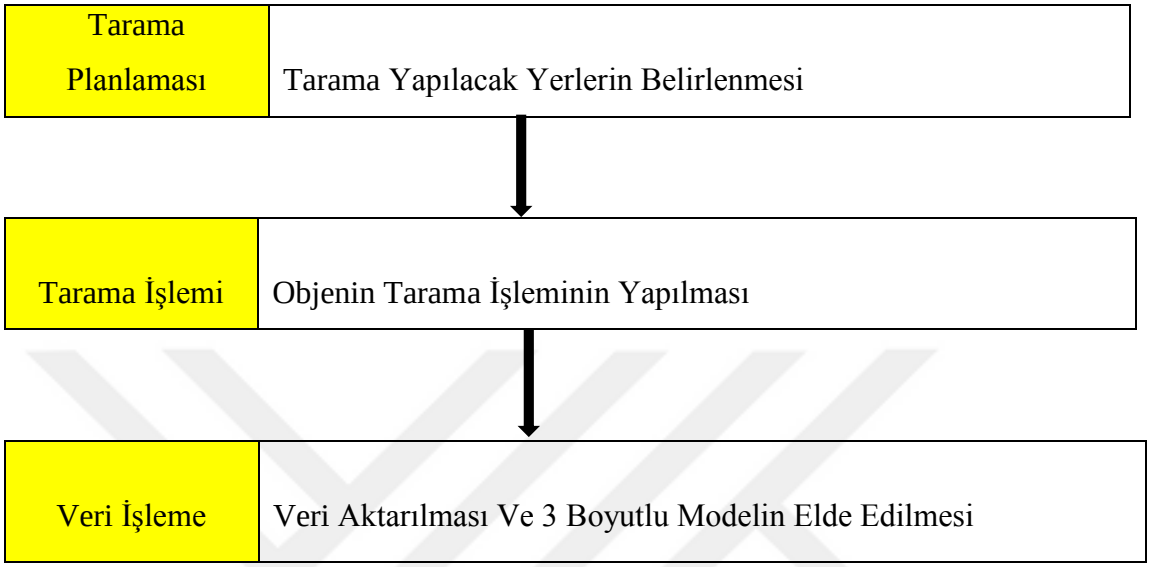
4.2. Eşrefoğlu Camii Yersel Lazer Tarama Yönteminin Uygulaması

Bu uygulamada, tarama öncesi planlama çalışması ve arazi çalışması ve ofis çalışması olmak üzere üç aşamaktan oluşmaktadır. Arazi çalışmsı bir gün sürmüştür ve ofis çalışması ise 4 gün sürmüştür.



Şekil 42. Yersel lazer tarama aşamasından bir görüntü

4.2.1. Yersel lazer tarama işlem adımları



Tablo 2. Yersel Lazer Tarama işlem adımı

4.2.2. Tarama öncesi planlama

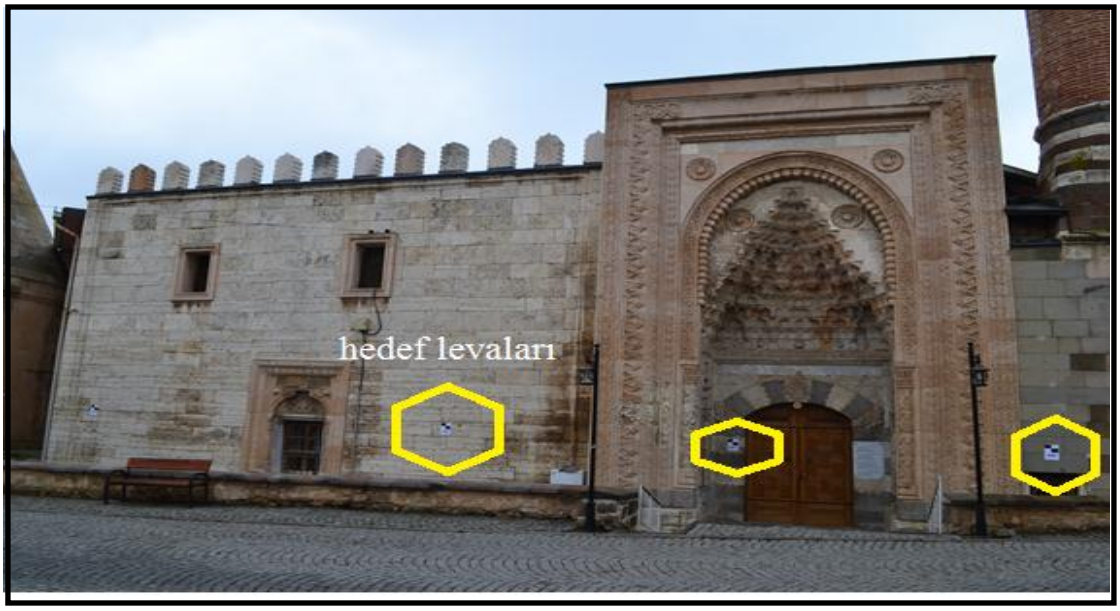
Taramadan önce taramanın işleminin planlaması gerekmektedir. Planlama işleminde tarama yapılacak yerleri ve nereye kuracağımız aleti belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca taramnın sayısını belirlenmesi lazım ve komumsal çözünürlüğü ve taramanın refernse belirlnmesi gerekmektedir.Taramanın konumsal çözünürlüğü, taramanın gerçekleştirileceği cihazın açısal çözünürlüğü ve cihazın konumsal hassasiyetine bağlıdır. Konumsal hassasiyet belirli bir mesafe için esas olan ve o mesafeden sonra tarayıcı ile obje arasındaki fark arttıkça değişen hassasiyettir. Tarama işleminde farklı noktalardan elde edilen nokta bulutlarının ortak bir koordinat sisteminde birleştirilmesi gerekmektedir.

4.2.3. Arazi çalışması

Çalışmadan önce planlama aşamasında Eşrefoğlu camii üç boyutlu modellenmesi için kullanılan yersel lazer tarama aleti ve elektronik uzaklık ölçer aleti temin edilmiştir. Daha sonra caminin duvarlarına hedef levhaları yapıştırılmıştır.



Şekil 43. Çalışmada kullanılan lazer tarayıcı (Faro focus 3D* 130) ve kağıt hedef işareti



Şekil 44. Kağıt hedeflerinin duvarlara yapıştırılması

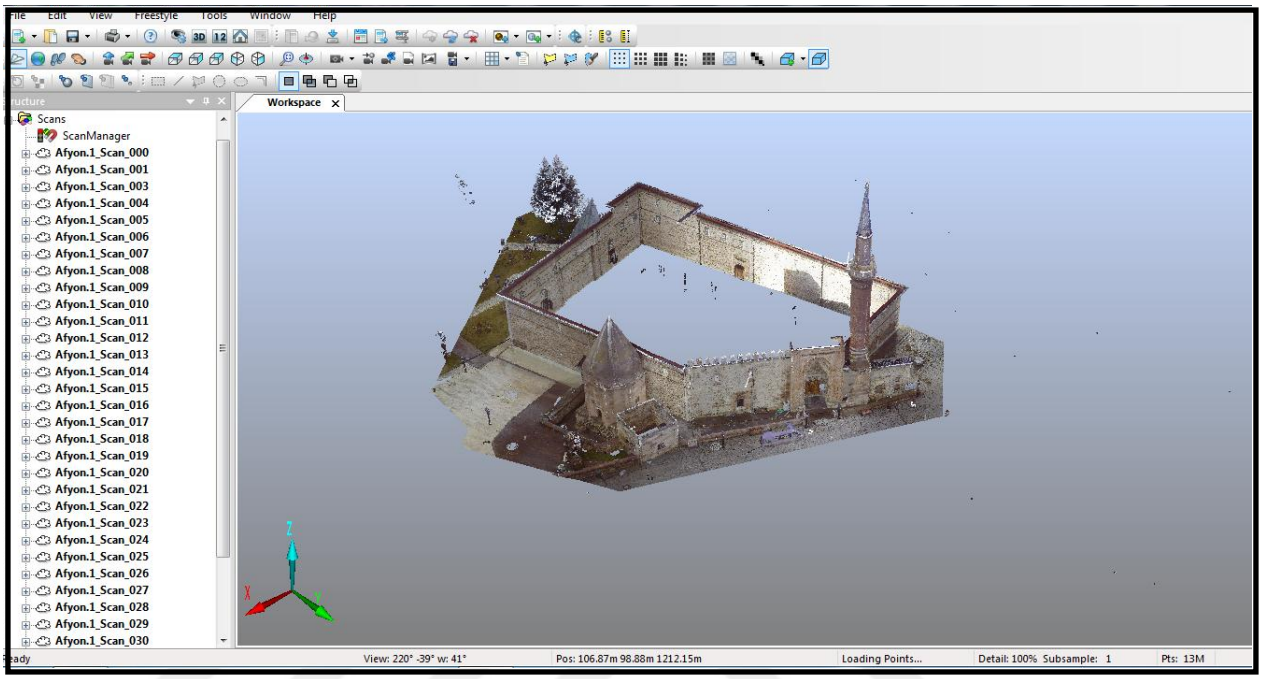


Şekil 46. Yersel lazer tarama işlemi

Yersel Lazer tarama Faro 3Dx-130 lazer tarayıcı ile 36 farklı istasyondan olarak yapılmıştır (Şekil 46). Her tarama, ortak alanlarda en az 4 adet bağlantı noktası g,recek şekilde yapılmıştır.

4.2.4. Ofis çalışması

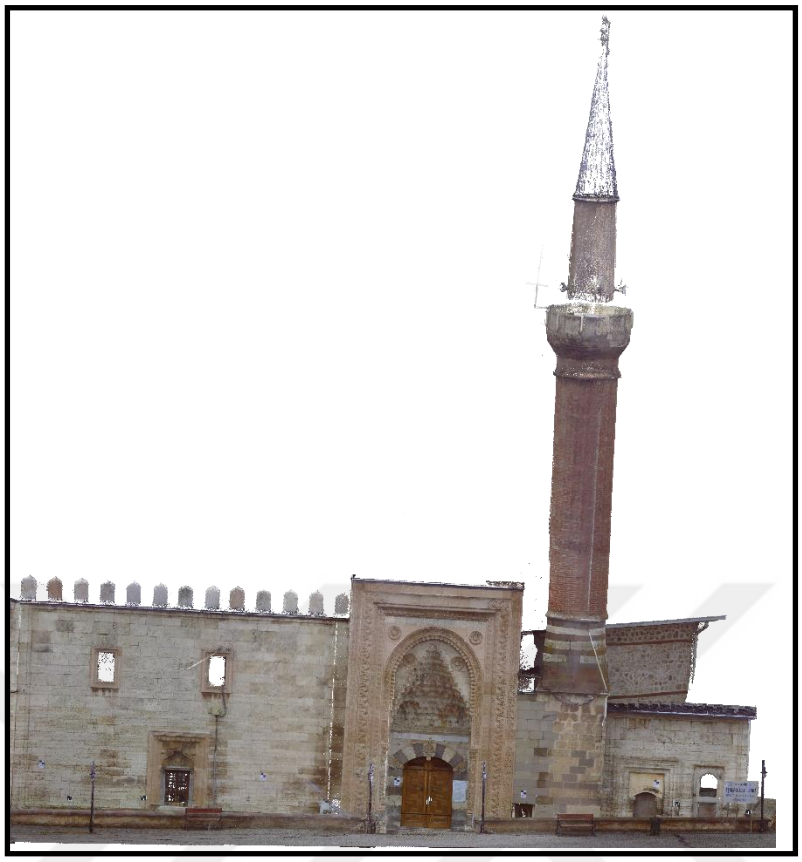
Arazi çalışması tamamlandıktan sonra ofis çalışması kısmına geçilmiştir. Arazi çalışmasından elde edilen veriler ve taramalar bilgisayara aktarılmıştır. Bu çalışmada her lazer tarama oturumunu birleştirmek için , Faro Scene yazılımı kullanılmıştır. Daha sonra elde edilen verilerin farklı istasyonlardan birleştirilmesi işlemine geçilmiştir. Veriler birleştikten sonra renklendirme işlemine geçilmiştir. Ayrıca renkli nokta bulutu üretilmiştir. Nokta bulutlarından istenilen kesitler de elde edilmiştir.



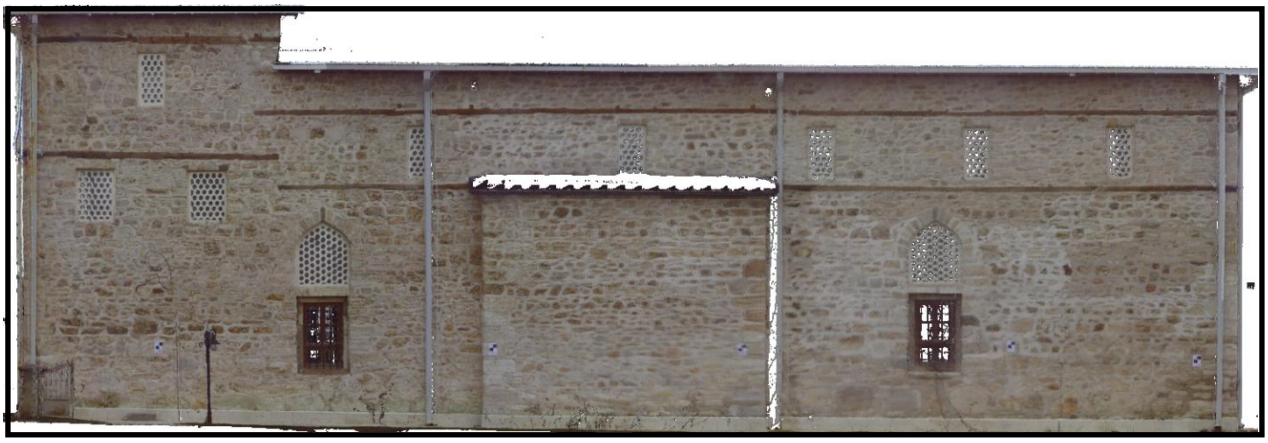
Şekil 47. Eşrefoğlu'nun yersel lazer tarama sonucu elde edilen nokta bulutu genel görüntüsü.

4.2.5. Plan ve kesit çıkarımı

Çalışma kapsamında tarama işleminden elde edilen farklı istasyonlardan verileri birleştirip ve sonra renklendirmek kısmına geçilmiştir. Verileri birleştirmekten sonra nokta bulutu üretmek kısmına geçilmiştir. Caminin elde edilen 3 boyutlu nokta bulutu üzerinden istenilen yerden kesit oluşturmak mümkündür.



Şekil 48. Caminin ön cephasının ortofotosu



Şekil 49. Caminin arka cephasının ortofotosu



Şekil 50. Caminin doğu cephasının ortofotosu



Şekil 51. Caminin kapısının ortofotosu



Şekil 52. Caminin uzun minaresinin ortofotosu



Şekil 53. Caminin yandaki kubbasının ortofotosu

4.3. Eşrefoğlu Camii İçin İnsansız Hava Araçları Yönteminin Uygulaması

Bu uygulamada, çalışma öncesi hazırlık ve arazi çalışması ve ofis çalışması olmak üzere üç aşamaktan oluşmaktadır. Arazi çalışmsı bir gün sürmüştür ve ofis çalışması ise 2 gün sürmüştür.

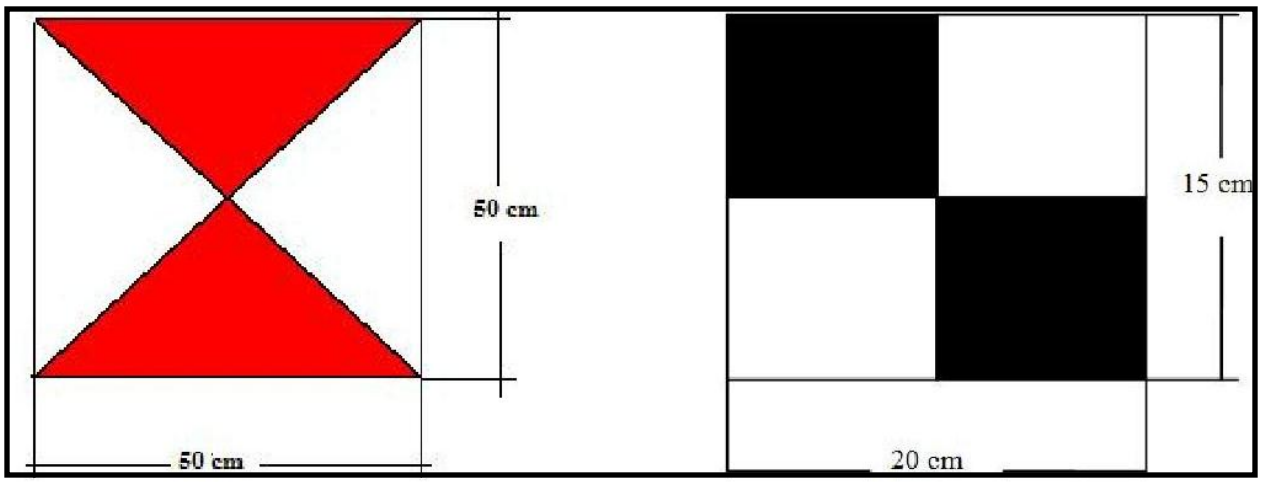
4.3.1. Çalışma Öncesi Hazırlık

Bu kısım çalışmada Havadan fotoğraf çekmek için İnsansız Hava Araçı (İHA) temin edilmiştir ve resim çekimleri için dijital kamera canon A810 markalı ve Topcon GPT3007 aleti temin edilmiştir. Ayrıca temin edilmiş fotoğraf makinesi İnsansız Hava Aracına entegre edilmiştir.

Daha sonra yer ve yapı kontrol levhaları da plakalar şeklinde hazırlanmıştır. Daha sonra Topcon GPT3007 aleti yardım ile koordinatlandırma işlemi gerçeklenmiştir.



Şekil 54. Kullanılan insansız hava aracı ve dijital kamera insansız hava aracına entegre edilmiş



Şekil 55. Havadan çekilen fotoğraflarda kullanılan yer (sol) ve yapı (sağ) kontrol noktalarının yakından görünümü

4.3.2. Arazi çalışması

Hazırlık çalışması tamamlandıktan sonra arazi çalışmasına geçilmiştir. Daha sonra yer ve yapı kontrol noktalarına homejen şekilde tesis edildmiştir. Ayrıca yer ve yapı kontrol noktaları bir önceki bir sonraki görecek şekilde tesis edilmiştir. Daha sonra kapalı poligon yaraparak yer ve yapı kontrol noktalarının ölçülmesi işlemine geçilmiştir. Bu çalışmada 6 adet polygon noktası belirlenmiştir ve 19 adet yer kontrol noktası tesis edilmiştir ve ölçülmüştür. Kullanılan Yer ve yapı kontrol noktalarının koordinatları lokal sistemde değerlendirilmiştir.

Bu çalışmadan sonra insansız hava aracı işlemine geçilmiştir. Uçuşa başlamadan önce İHA kontrol edilmiştir ve ayrıca entegre edilen dijital kamerayı da kontrol edilmiştir. Daha sonra uçuş işlemine başlanmıştır. Caminin çatısının fotoğrafları çekilmiştir. Daha sonra caminin catı bölümü fotoğraf işlemi tamamlandıktan sonra yan cepha fotoğraf çekimi işlemine başlanmıştır.

4.3.3. Ofis çalışması

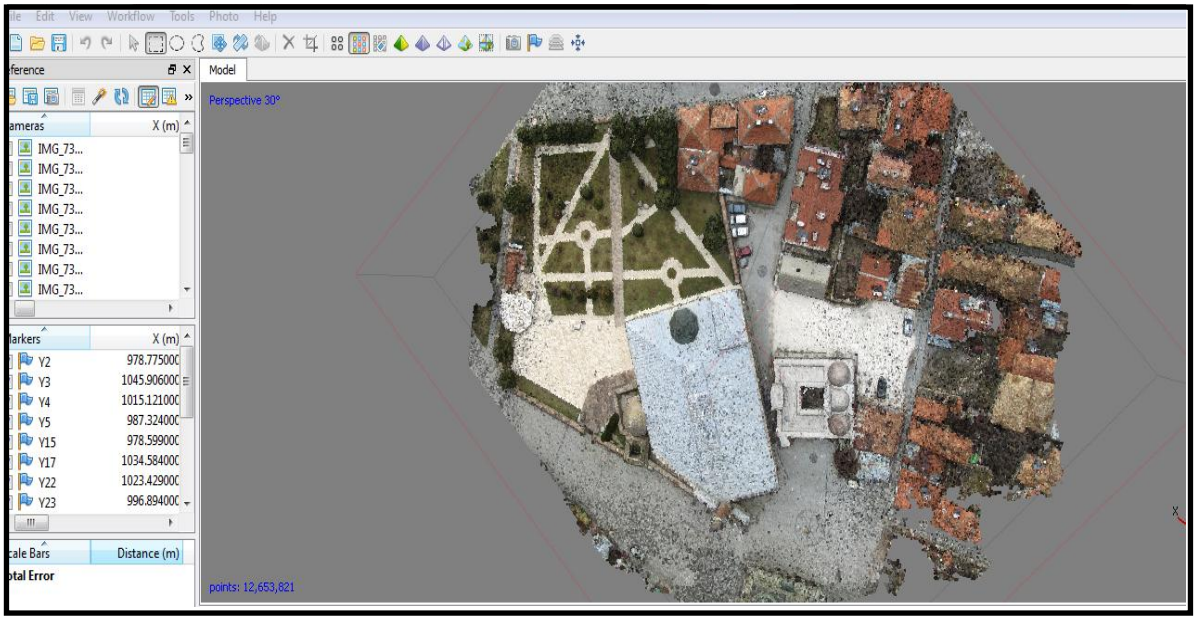
Arazi çalışmasından elde edilen yer ve yapı kontrol noktalarının koordinatlarını ve insansız hava aracı yardım ile çekilen fotoğreflar bilgisayara aktarılmıştır. Daha sonra koordinatlar “txt” formatı şekline kaydedilmiştir. Ayrıca kullanılacak fotoğraflar özel bir dosya şeklinde kaydedilmiştir. Ofis çalışmasında , Caminin 3 boyutlu modellenmesi için iki farklı program kullanılmıştır. “ PİX4D ve AGİSOFT ” programı kullanılmıştır.

4.3.3.1. Eşrefoğlu camii 3B modellenmesi için kullanılan programlar

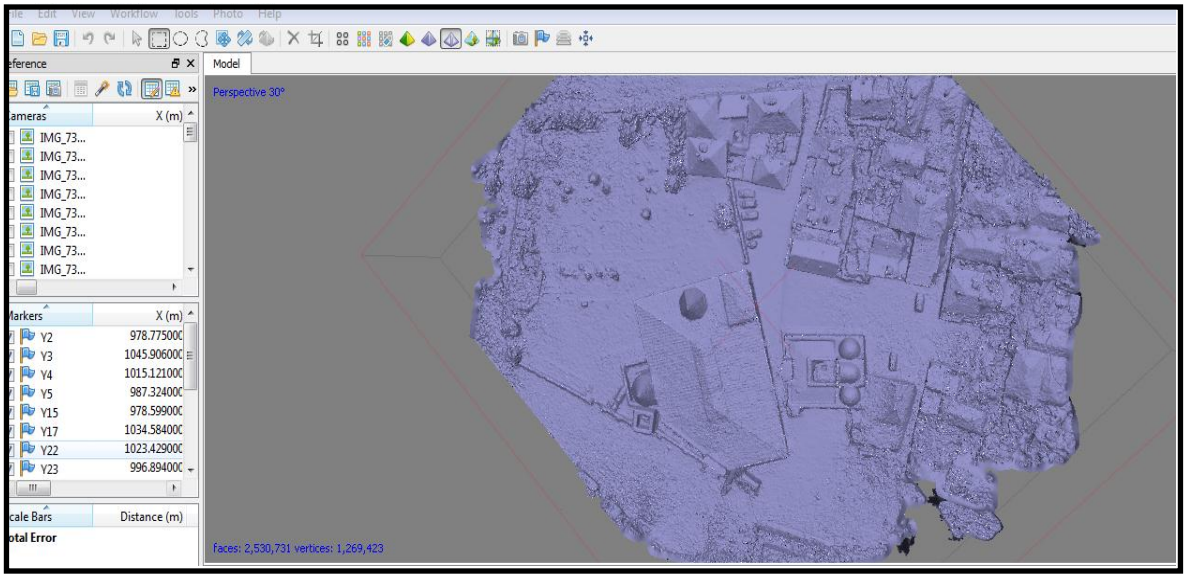
4.3.3.1.1. Agisoft programı

Agisoft Photoscan Pro. yüksek çözünürlükte ortofoto ve son derece detaylı DEM oluşturmasına olanak sağlar. Tam otomatik iş akışı, profesyonel fotogrametrik veri üretmek için bilgisayar ile havadan binlerce görüntüyü işleyebilir. Yazılım JPEG, TİFF, PNG gibi bir dizi giriş formatlarını destekler.

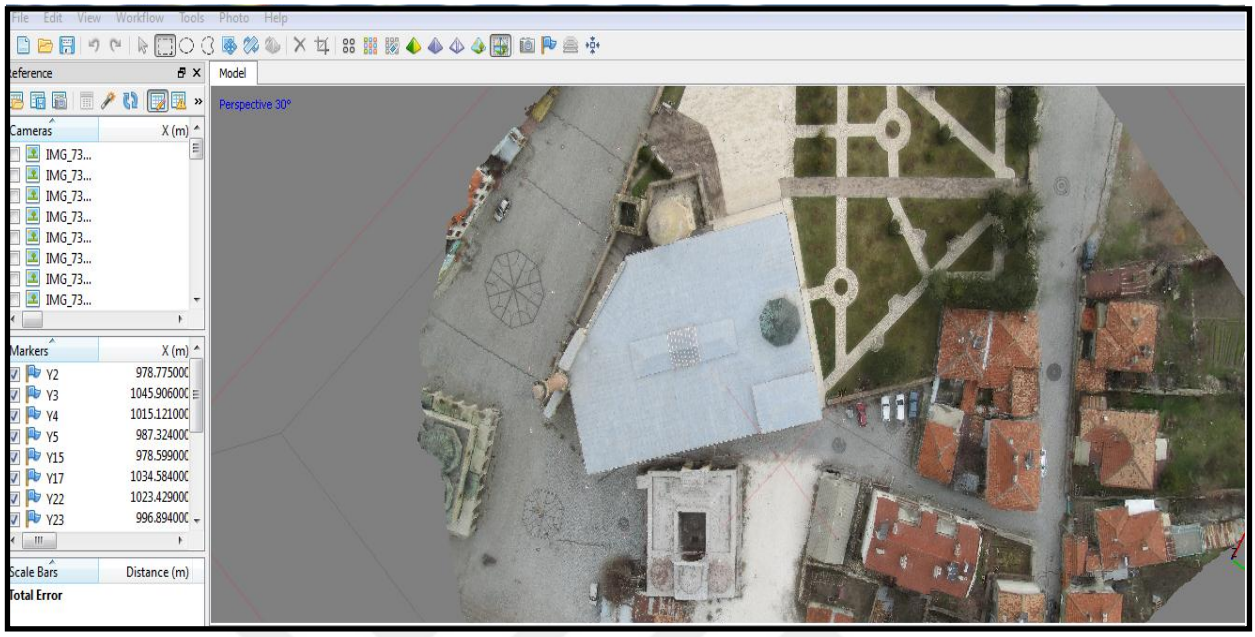
Bu kısım ofis çalışmasında agisoft yazılımı kullanmıştır. Daha sonra arazi çalışmasından elde edilen fotoğraflar bir kaç fotoğraf seçilmiştir. Ve seçilen fotoğraflar özel dosya şekilde kaydedilmiştir. Agisoft program yardım ile Eşrefoğlu camii catısının 3B modeli hemde caminin yan kısmının 3B modeli elde edilmiştir.



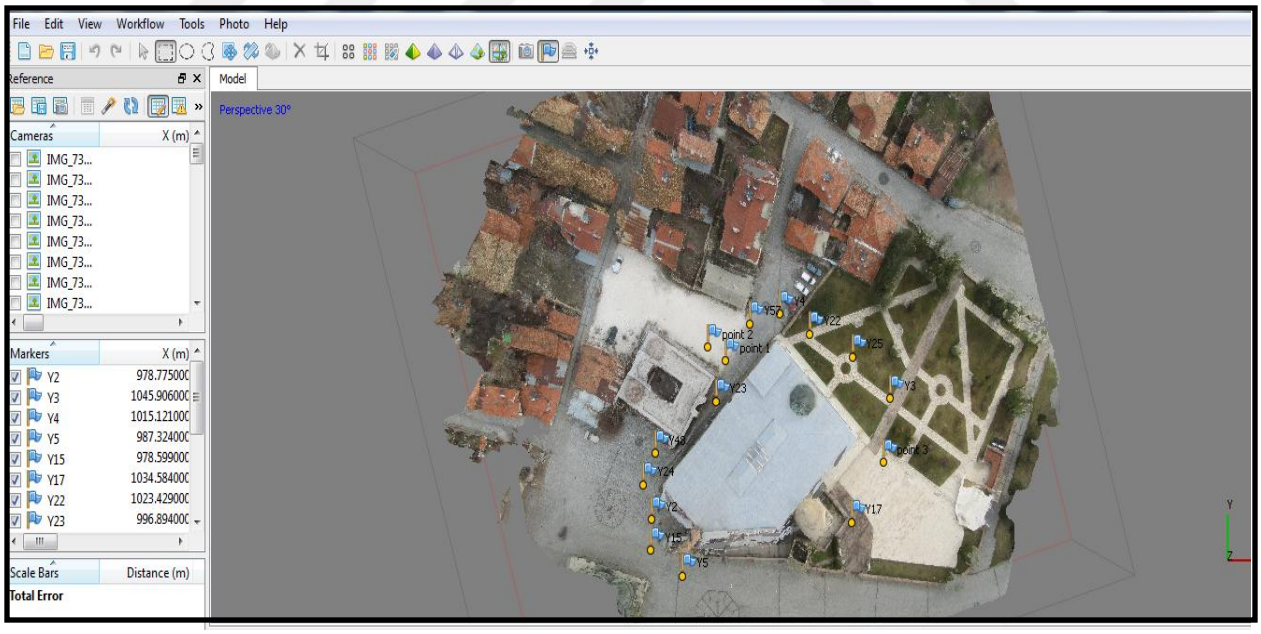
Şekil 56. Caminin çatı kısmının nokta bulutu



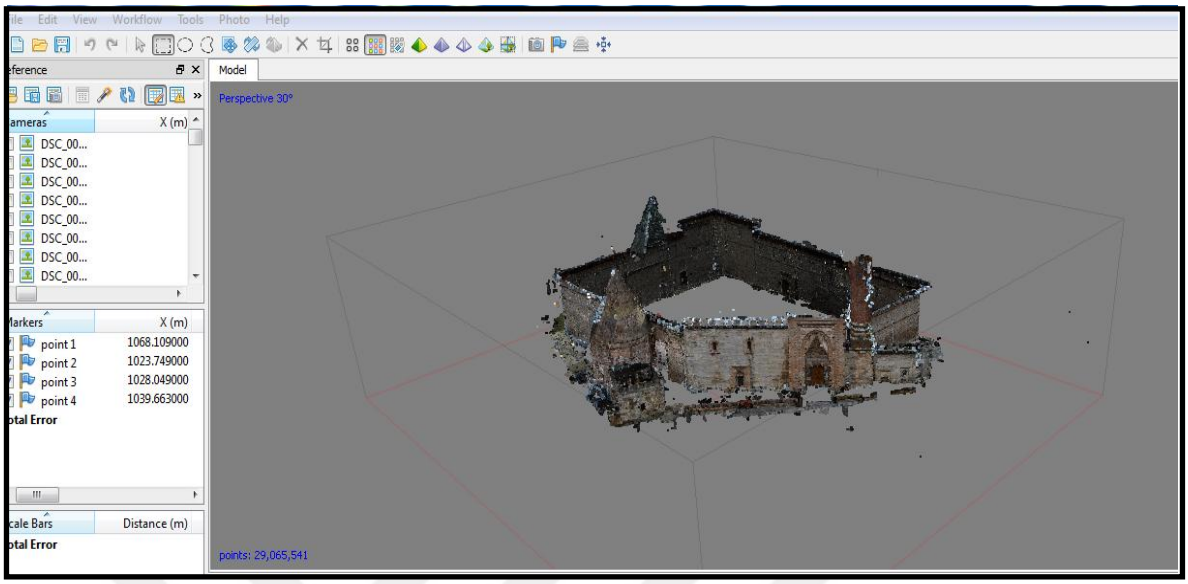
Şekil 57. Caminin çatı kısmının katı modeli



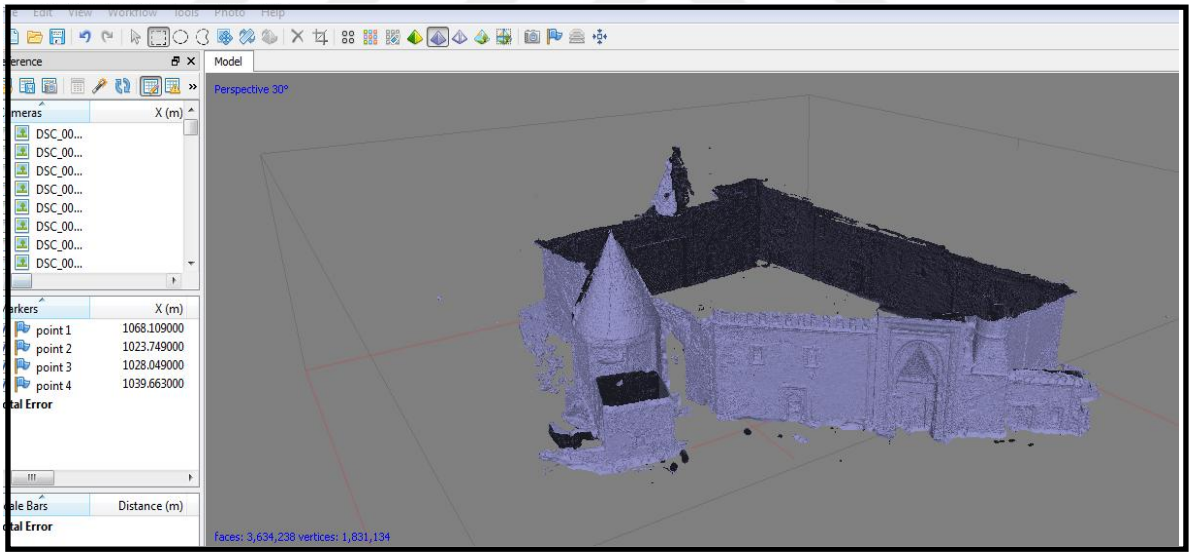
Şekil 58. Caminin çatı kısmının 3B modelinin son hali



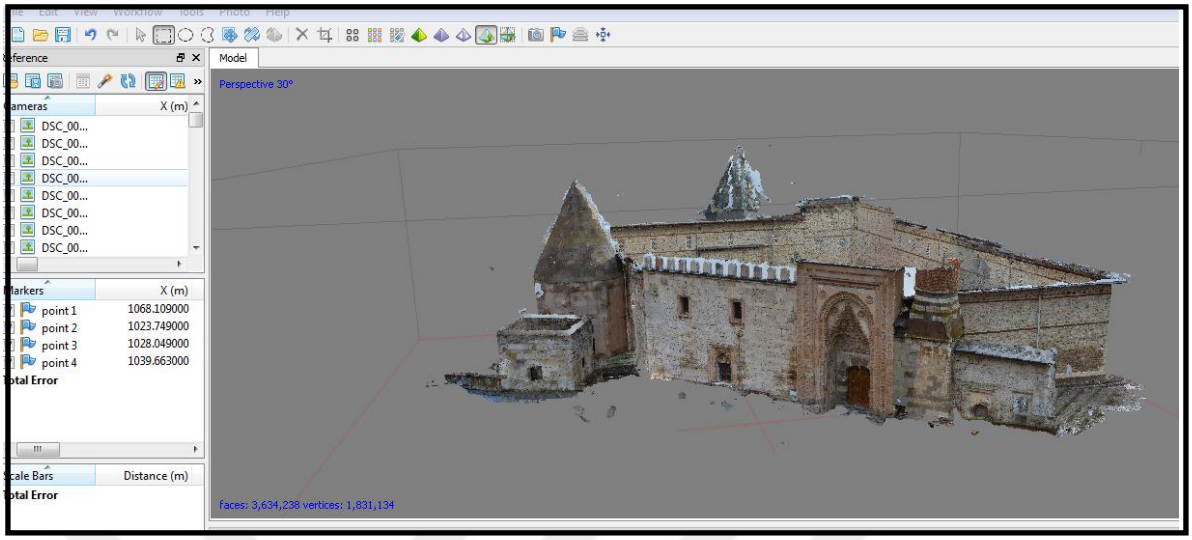
Şekil 59. Caminin çatı kısmının farklı cephadan 3B modelinin görüntüsü



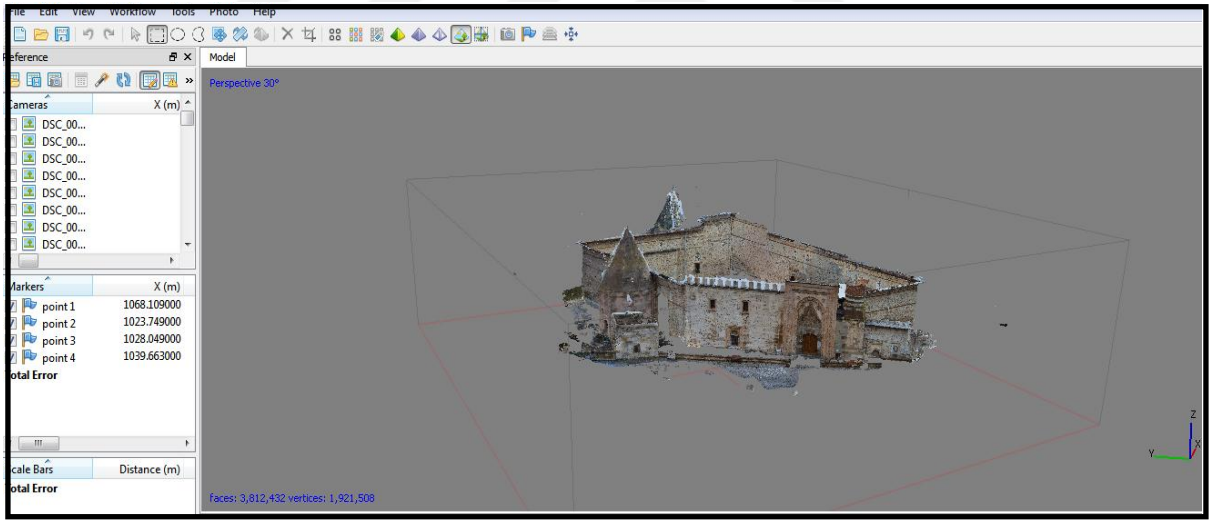
Şekil 60. Caminin yan kısmının nokta bulutu



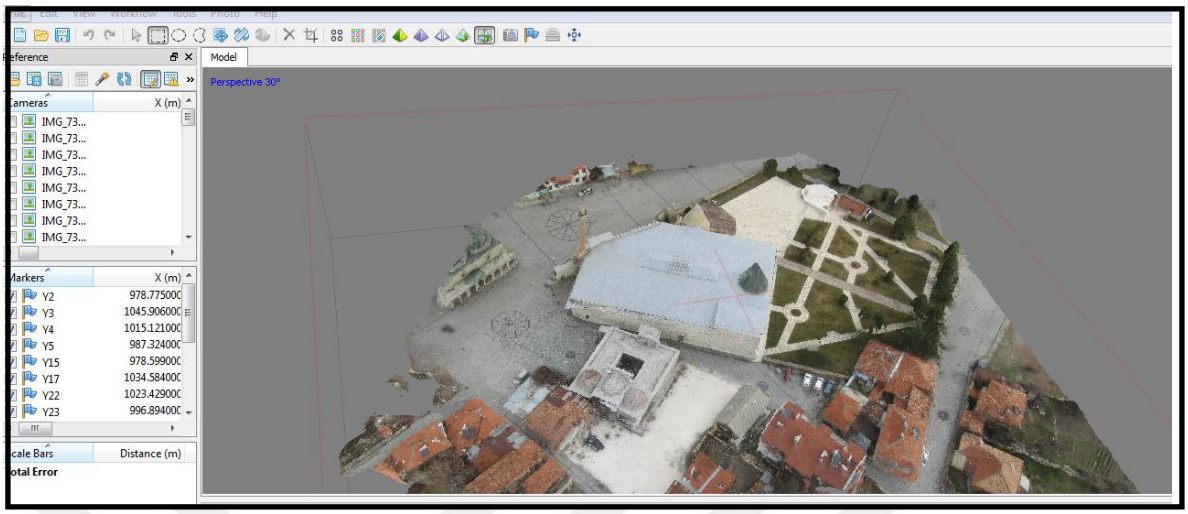
Şekil 61. Caminin yan kısmının katı modeli



Şekil 62. Caminin yan kısmının 3B modelinin son hali



Şekil 63. Caminin yan kısmının farklı cephadan son hali 3B modelinin görüntüsü

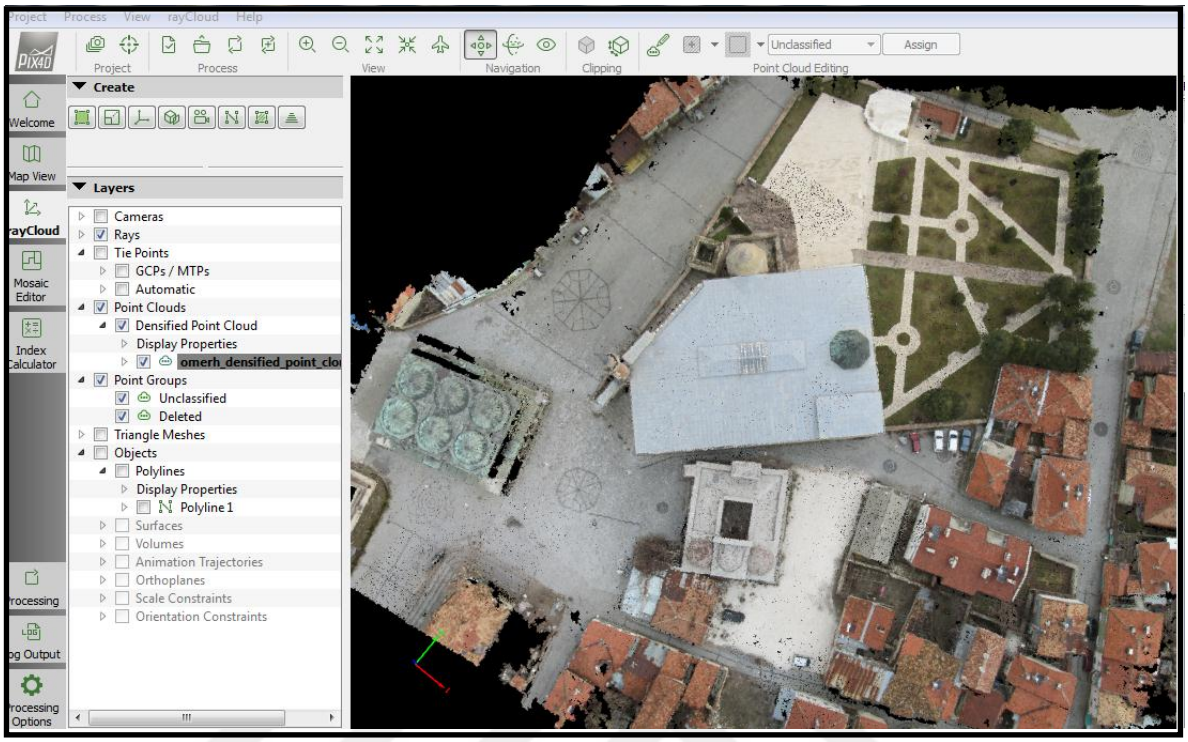


Şekil 64. Caminin yan ve üst kısmının son hali 3B modelinin görüntüsü

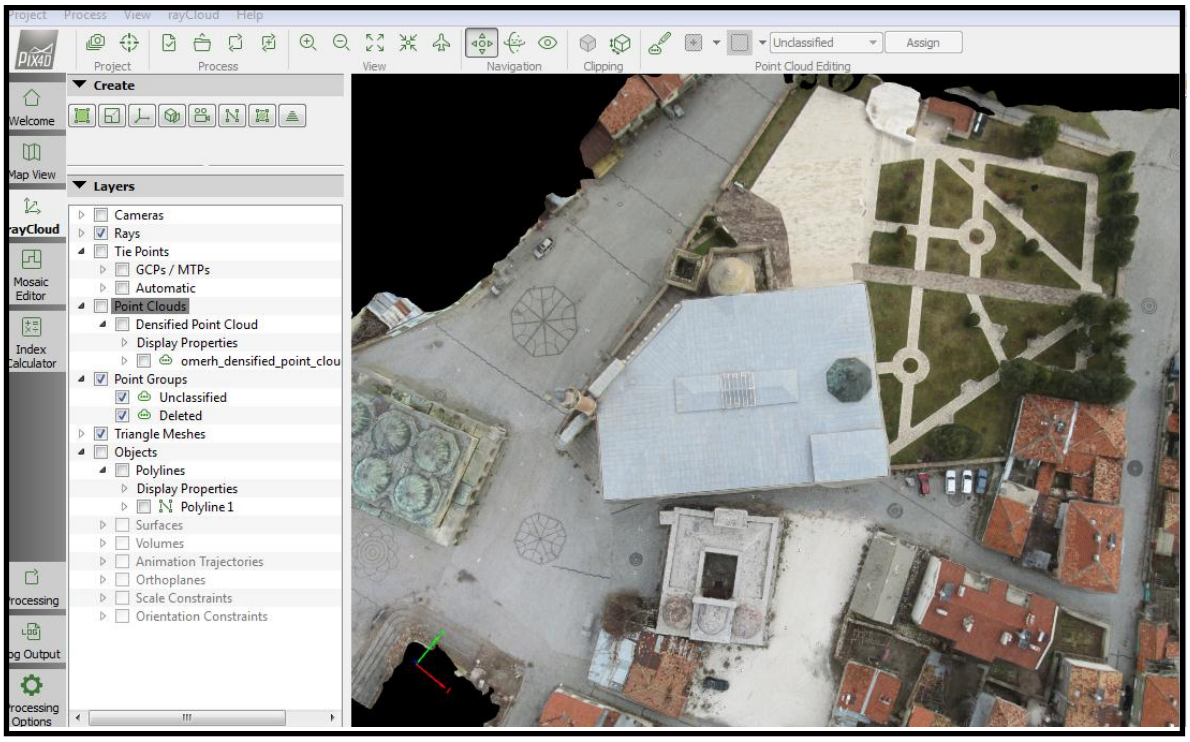
4.3.3.1.2. PİX4D programı

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. 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.

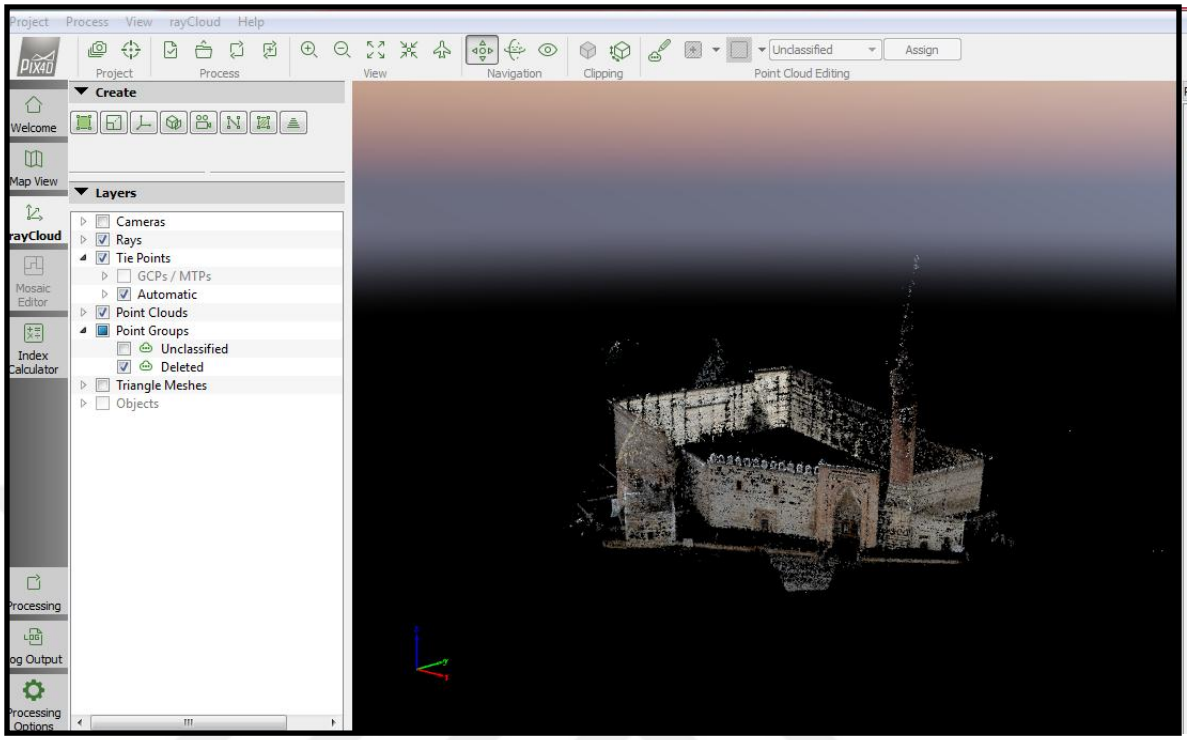
Bu kısım ofis çalışmasında PIX4D yazılımı kullanmıştır. Daha sonra arazi çalışmasından elde edilen fotoğraflar bir kaç fotoğraf seçilmiştir. Ve seçilen fotoğraflar özel dosya şekilde kaydedilmiştir.PIX4D programI yardım ile Eşrefoğlu camii catısının 3B modeli hemde caminin yan kısmının 3B modeli elde edilmiştir.



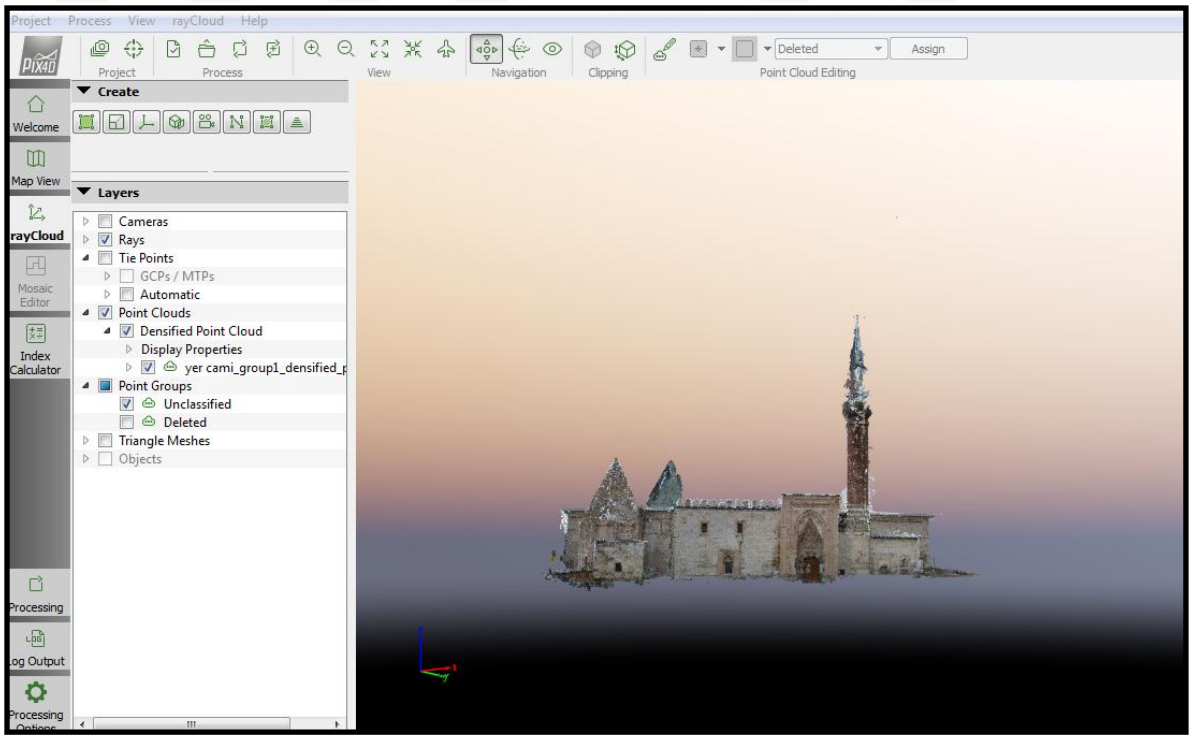
Şekil 65. Eşrefoğlu camii üst kısmının nokta bulutu



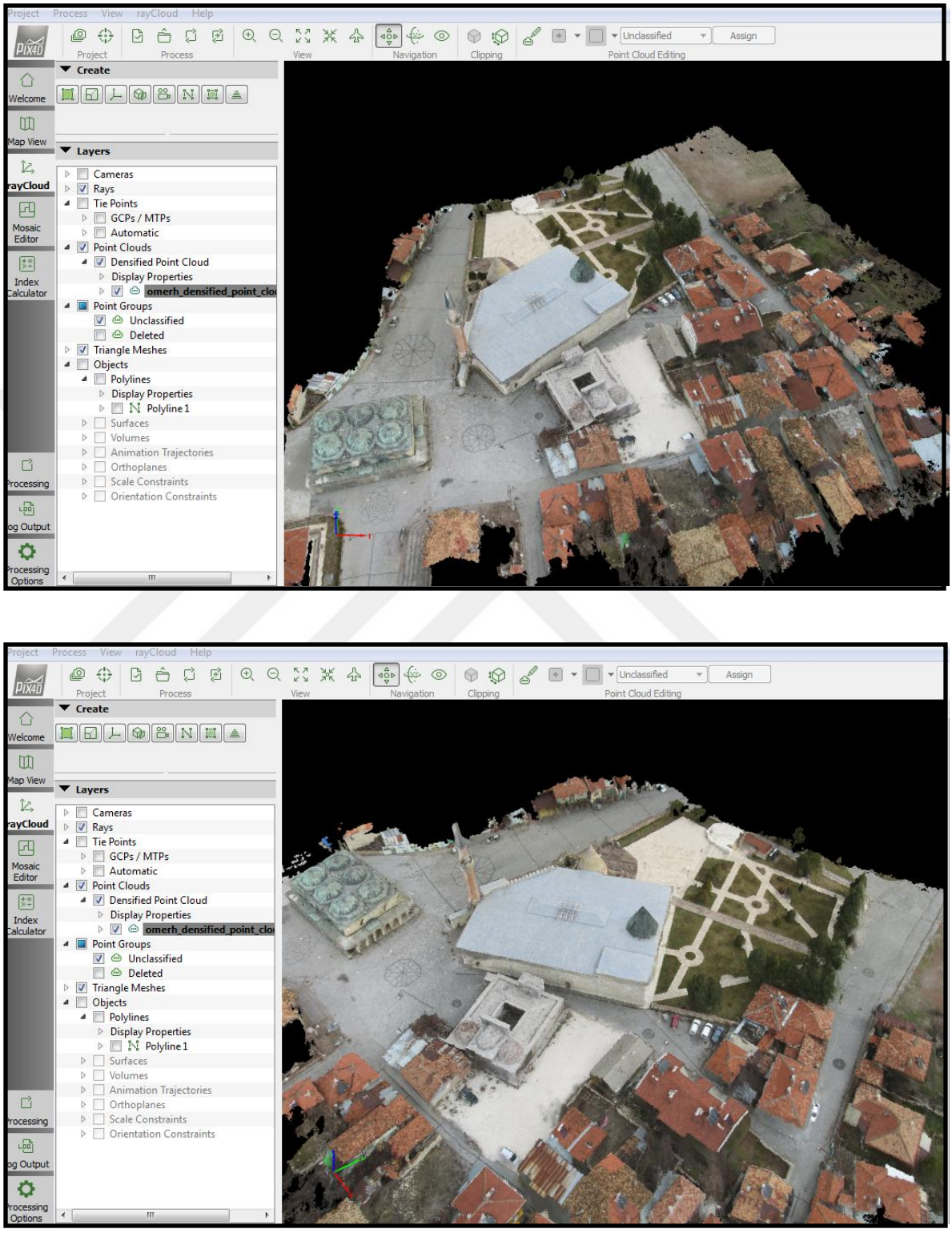
Şekil 66. Eşrefoğlu camii üst kısmının 3B modelinin son hali



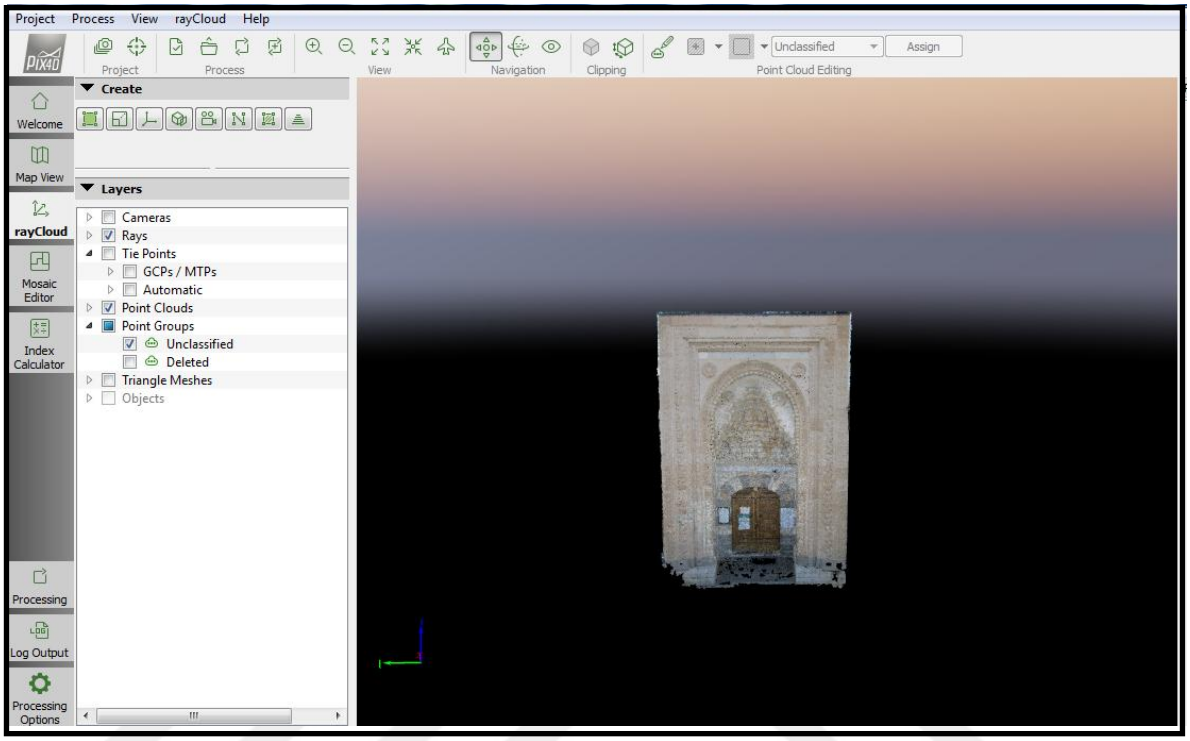
Şekil 67. Eşrefoğlu camii yan kısmının nokta bulutu



Şekil 68. Eşrefoğlu camii yan kısmının 3B modelinin son hali



Şekil 69. Eşrefoğlu camii üst ve yan kısmının farklı cephaldan 3B modelinin son hali



Şekil 70. Eşrefoğlu camii elde edilmiş kapısının nokta bulutunun kesitinin görüntüsü

4.4. Farklı Kaynaklardan Elde Edilen Nokta Bulutularının Birleştirilmesi

Nokta bulutu tanımı

Bir nokta bulutu üç boyutlu koordinat sisteminde veri noktaları kümesidir. Nokta, genellikle, X, Y ve Z koordinat tarafından tanımlanır ve çoğu zaman, bir nesnenin dış yüzeyi temsil etme amaçlıdır. Nokta bulutu algoritmik bir 3D bileşeni için manipüle edilebilir veri kaynaklarının işlenmesi yoluyla oluşturulur. Bir fotogrametrik yöntemi kullanarak, görüntüler işlenir ve derinlik bilgisini hesaplamak için tahmini kamera pozisyonları dayalı yorumlanır.

Bir nokta bulutu haline dönüştürmek için taramaları Toplama yeniden inşası için gerekli olan detaylı bilgi vermek amacıyla özel ekipman gerektirir. Özel 3D kameralar, lazer tarayıcılar, örtüşen fotoğraf diziler ve diğer cihazlar yorumlamak ve nokta bulutu verileri işlemek için, bu tür PhotoScan yazılım gibi işleme çerçevesinin yanı sıra bazı form ihtiyaç vardır. Bazı bilgisayar programları sentetik girdi değişkenlere dayalı nokta bulutu modelleri hale getirebilir. Ayrıca sentetik nokta bulutu işleme gibi biz fotogrametri kullanarak 3D sitesi modelleri oluşturmak için ne yaptığını olarak üretimi için bilgisayarlı modelleme seçenekleri, tıbbi cihazlar, bilgisayar film için oluşturulan grafikler ve sanal dünyada ya da sanal ortam yaratılması, genişletir.

Nokta bulutu elde etme yöntemleri

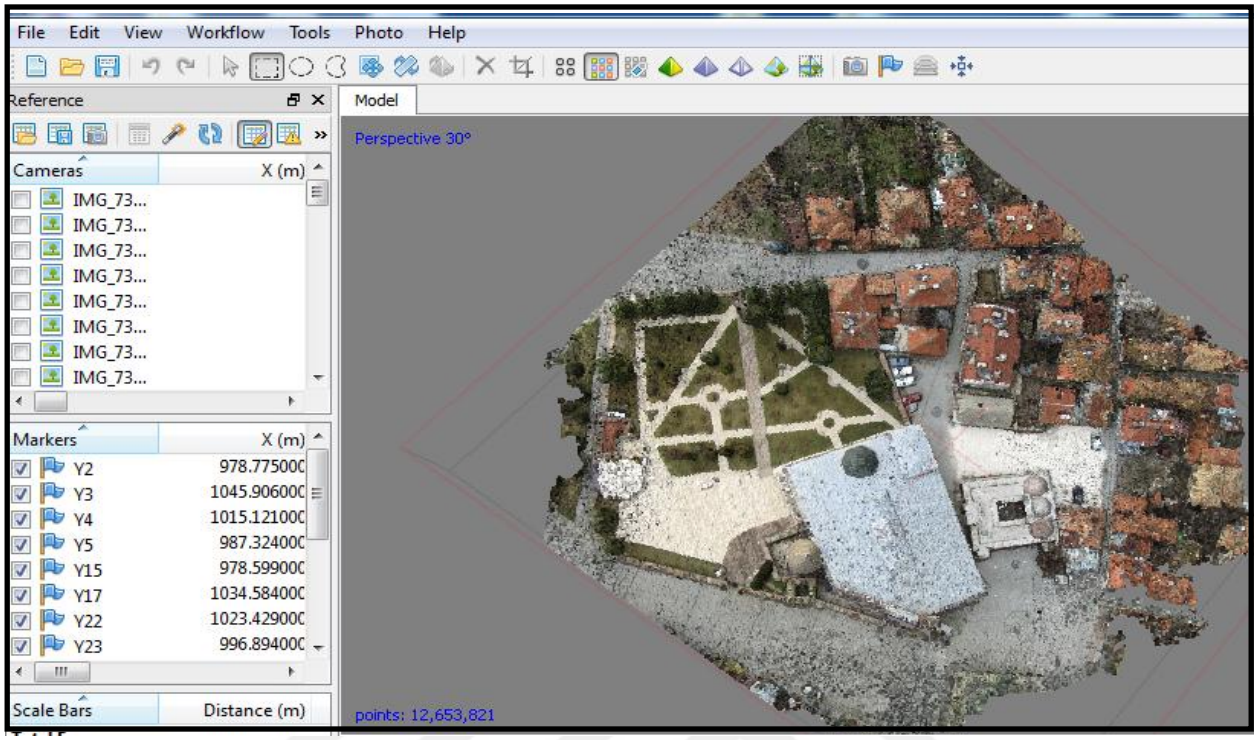
- Yersel fotogametrik resimler ile
- IHA verileri ile
- Lazer tarama ile

Arazi çalışması

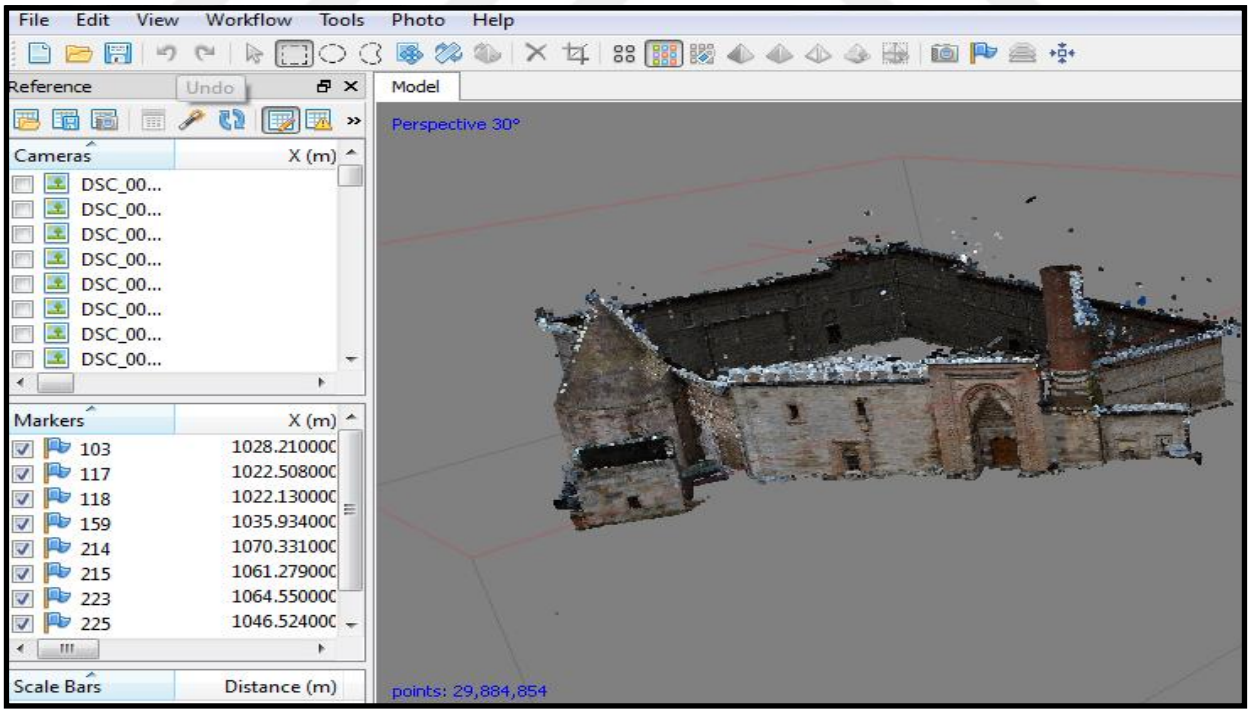
Bu çalışmada farklı yömtemler kullanılmıştır. Ayrıca farklı programlar da kullanılmıştır. Nokta bulutlarının birleştirilmesi için iki yöntem ve iki program kullanılmıştır. Bu çalışmada yersel fotogametrik resimler ile ve İHA yöntem ile nokta bulutlarının birleşmesi gerçeklenmiştir. Yersel fotogrametrik yöntem ile camii yan kısımlarının resimleri çekilmiştir. Daha sonra camii çatı kısmının modellenmesi için fotoğraf çekilmesi gerekiyor ve camii yanında yüksek bina olmadığı için İHA devreye geçmiştir.ve İHA yöntem ile camii üst kısmının resimleri çekilmiştir.

Ofis çalışması

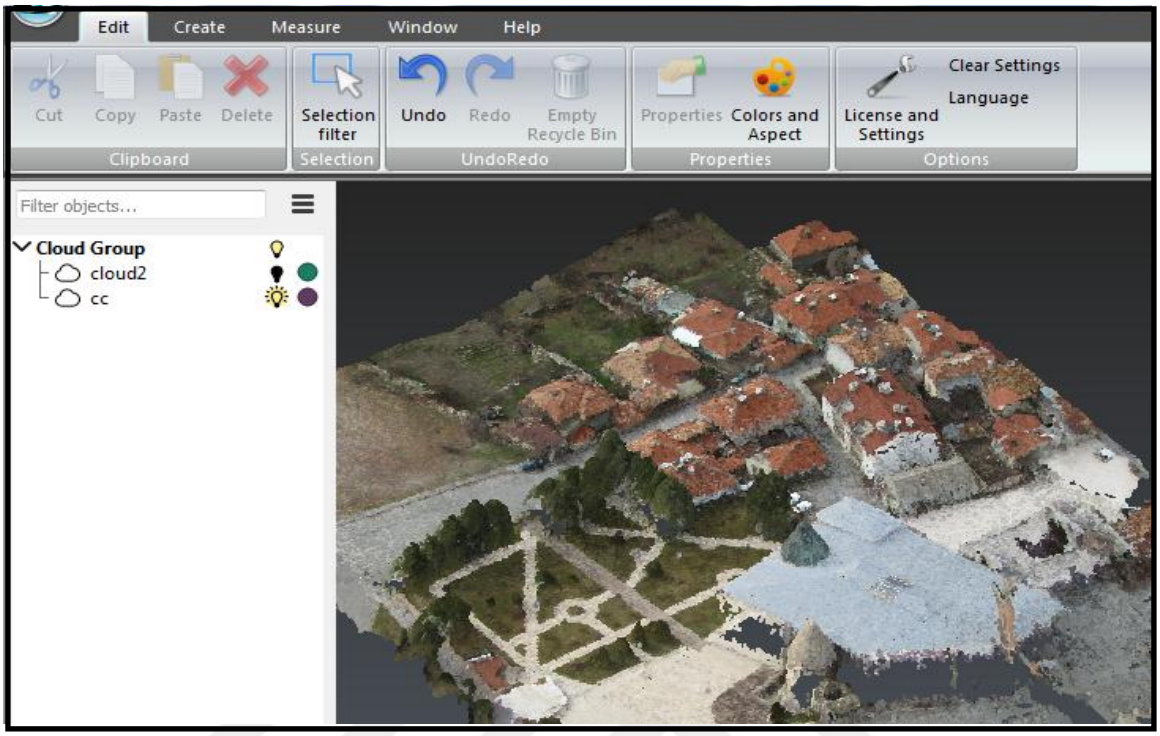
Arazi çalışması tamamlandıktan sonra ofis çalışmasına geçilmiştir. Aaziden elde edilen fotoğraflar bilgisayara aktarılmıştır. Daha sonra çekilen fotoğraflar Agisoft program yardım ile değerlenmiştir. Agisoft programında camii üst kısmı ve yan kısmı farklı modellenmiştir. Ayrıca nokta bulutu da üretilmiştir. Ve camii nokta bulutlarının birleştirilmesi için 3D Reshaper programı kullanılmıştır. Koordinat sistem yardım ile 3D Reshaper programında birleştirilmesi gerçeklenmiştir.



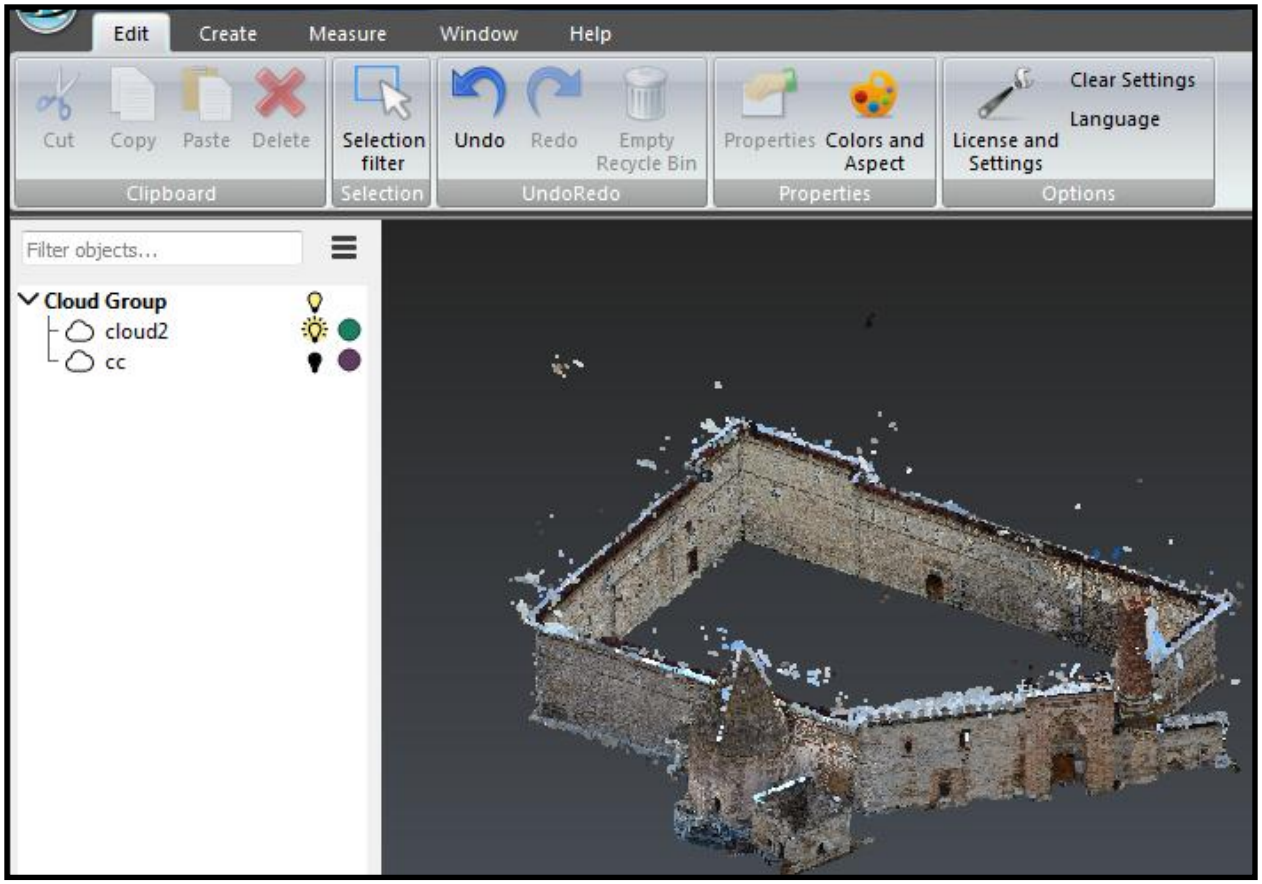
Şekil 71. Camii üst kısmı agisoft progamında üretilen nokta bulutu



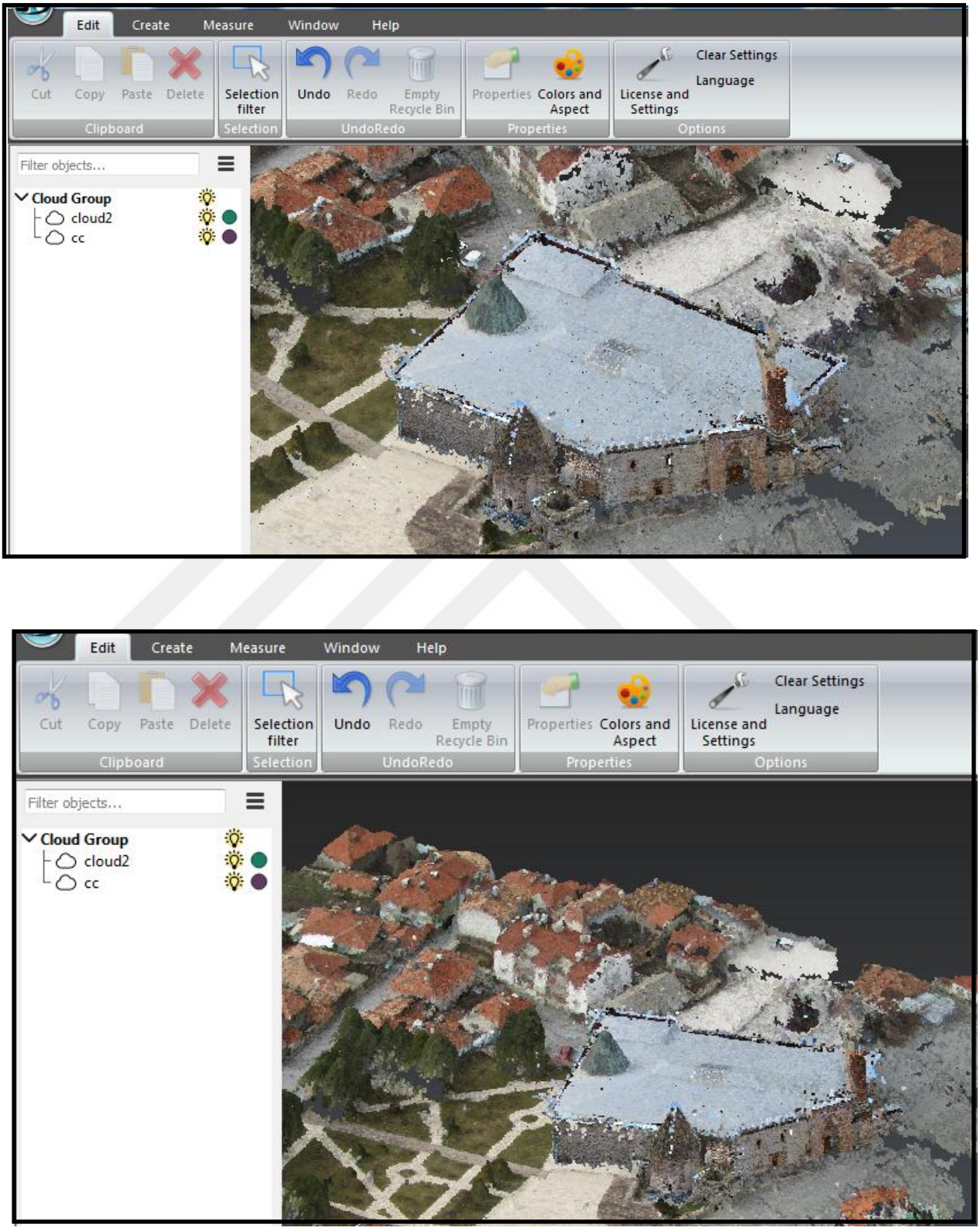
Şekil 73. Camii yan kısmı agisoft progamında üretilen nokta bulutu



Şekil 74. Camii üst kısmı 3d Reshaper progamında nokta bulutu



Şekil 75. Camii yan kısmı 3d Reshaper progamında nokta bulutu



Şekil 76. Eşrefoğlu camii nokta bulutu birleştirilmiş hali

4.5. Tartışma

Eşrefoğlu camii modellnmesi için üç farklı yöntem kullanılmıştır. Kullanılan yöntemler ise yersel fotogrametri , yersel lazer tarama ve insansız hava araçları kullanılmıştır.

4.5.1. Yersel fotogrametri yöntemi

Yersel fotogrametri yöntemi resim üzerinden çalışmaktadır. Yersel fotogrametri Kültürel mirasın korunması için ve üç boyutlu modellenmesi için çok uzun zamandır kullanmakdatır. Yersel fotogrametri dış mekanlarda çok hassas ve çok fazla sayıda başarı alanlarda kullanılmıştır. İç mekanlarda ise çalışması zor olmaktadır. Bu çalışmada eşrefoğlu camii yersel fotogrametri yönteminde sorun yaşanmıştır. Çünkü caminin çatı kısmını modellenmesi için fotoğraf çekmemiz gerekmektedir. Caminin yanında yüksek bina olmadan dolayı caminin çatı kısmını fotoğraf çekimine engel olmuştur.

4.5.2. Yersel lazer tarama yöntemi

yersel lazer tarama yöntemi birçok alanlarda kullanmaktadır . yersel lazer tarama yöntemi tarihi yapıların ve kültürel mirasın korunması için ve üç boyutlu modellenmesi için standart bir araç halne gelmiştir. Bu yöntem yardım ile bina , tarihi yapı ve kültürel mirasların, hassas ve hızlı bir şekilde üç boyutlu nokta verisi elde etme imkanın sağlamaktadır. Yersel lazer tarayıcı iç ve dış mekanlarda rahatlıkla tarayabilir. Yersel lazer tarama resim desteği çoğu programlarda yoktur.

Bu uygulamada Eşrefoğlu camii dış kısmı taranmıştır. Daha sonra taramalar birleştirilmiştir. Ayrıca nokta bulutu elde edilmiştir. Nokta bulutu üretmekten sonra istenilen yerlerin kesitleri de eide edilmiştir.

4.5.3. İnsansız Hava Aracı

İHA' lar Fotogrametrik Teknikler ile birlikte kullanılmaya başlanmış ve 3B modellemeye yeni bir ivme kazandırmıştır. Tarihi eserlerde özellikle çatı kısmının çalışmasında kullanılır. Yersel fotogrametriye destek olarak kullanılıması yersel fotogrametrinin eksikliğini giderir. Ancak iç mekanlarda bunda da mümkün değil. Bu çalışmda camii yanında yüksek bina olmadığından dolayı insansız hava aracı kullanılmıştır. Ayrıca camii çatı kısmını fotoğrafları insansız hava aracı yardım ile elde edilmiştir.

4.5.4. Karşılaştırma

Eşrefoğlu camii 3B modelini oluşturmaktan sonra üç program arasında bazı karşılaştırma elde edildimiştir. karşılaştırma işlemi , Agisoft , Pix4D ve PM yazılımı arasında yapılmıştır.

Karışlaştırlan özellikler	Agisoft Yzılımı	Pix4D yazılımı	PM yazılımı
Paket Fiyatı	3499 $	8700 $	2495$
İşlem Süresi	12:15:00	07:18:00	3 Gün Çizim ile
Çizim İmkanı	_	X	X
Kalibrasyon İşlemi	X	X	X
Resim Sayısı	134	160	87
Nokta Bulutu Üretilmesi	X	X	X
Mesh Üretilmesi	X	X	X
DSM İşlemi	_	X	X
Mozaik İşlemi	X	X	_
Ortofoto Üretilmesi	X	X	X

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tarihi eserleri ile zengin olan ülkemizde rölöve çalışmaları mimarlar tarafından klasik yönteme göre yapılmaktadır. Fotogrametrik yöntem klasik yönteme göre önemli derecede bir avantaj sağlamaktadır. Tarihi ve kültürel eserlerin belgelenmesinde kullanıcıya hem hız, hem maliyet, hem hassasiyet, hem teknolojik olarak üstünlük sağlamaktadır.

Eşrefoğlu camii modellenmesi üç farklı yöntem kullanılmıştır. Yersel fotogrametri yöntemi Kültürel mirasın korunması için ve üç boyutlu modellenmesi için çok uzun zamandır kullanmakdatır. Fotogrametrik yöntemle tarihi eserler için model oluşturmada önemli aşamalar katedilmiş ve oldukça verimli sonuçlar elde edilmiştir. Kültürel miraslarımızın gerek çizgisel değerleri, gerek doku kaplanmış şekilleri, gerekse de video olarak animasyon halinde eseri her yönüyle incelemek mümkün olmaktadır.

Fakat 3B modelleme yapılacak tarihi eserlerin ve kültürel mirasın çatı gibi erişilemeyen noktalarının da fotoğraflanıp ölçülmesi gerekmektedir. Bu noktada yersel fotogrametri yetersiz kalmaktadır.

Bu çalışmada son yıllarda bir çok alanda kullanılmaya başlanan İHA'ya başvurulmuştur. Çatının farklı açılardan fotoğrafları çekilip, yerden çekilen fotoğraflarla ortak koordinat sisteminde dengelenip birleştirilerek çatı çizimleri gerçekleştirilmiştir. Ulaşılamayan yerlere ait fotoğrafların elde edilmesi çalışmalarını başarıyla tamamlayan İHA' nın bu açığı kapattığı gözlemlenmiştir. Fakat yersel fotogrametri iç mekanlarda çalışması zor olabilmektedir.

Tarihi ve kültürel mirasın korunması ve sonraki nesillere aktarılması için yapılan dokümantasyonunda İHA'ları ile Yersel Fotogrametri tekniklerinin birlikte kullanılması, bu alanda yapılan işlere doğruluk, hız ve maliyet anlamında yeni bir soluk getirdiği görülmüştür. İHA ile Fotogrametrik teknikler kullanılarak üretilen 3 boyutlu modellerin, restorasyon projelerinde altlık olabilecek nitelikleri taşıdığı gözlenmiştir. Ayrıca bu modellerin İHA'lar yardımıyla fotogrametrik teknikler kullanılarak yapılması, fotoğraf çekme olanaklarını artması ve dolayısı ile dökümantasyonun daha kapsamlı ve gerçekçi olmasına olanak sağlamaktadır.

Üç boyutlu bilginin çeşitli amaçlarda kullanılması için, çok büyük miktarlarda verinin hızlı bir şekilde toplanması gerekir. Bir nesne (3B model) hakkında hızlı bir şekilde bilgiye ulaşılması gereken durumlarda geleneksel jeodezik ve sayısal fotogrametrik yöntemler yetersiz kalmaktadır. Böyle durumlarda obje geometrisinin yüksek doğrulukta ve hızlı bir şekilde 3B ölçümüne izin veren yersel lazer tarama teknolojisi kullanılabilir.

Yersel lazer tarama teknolojisi hızla gelişen bir teknolojidir. En önemli özelliği çok kısa sürede, ekonomik olarak objenin gerçeğine yakın 3B modelinin elde edebilmesi için nokta bulutları üretmesidir. Günümüzde minimum giderle hızlı ve eksiksiz 3B geometrik model ve görsel bilgiye sahip olmak önemlidir. Yersel lazer tarama teknolojileri, yeni bir ölçme tekniği anlamında bir devir açmıştır. Anlık olarak taranan obje veya nesne yüzeyini yansıtan, saniyede binlerce nokta elde edilmektedir.

Bu noktalar yardımıyla, bu verilerin düzgün bir şekilde değerlendirilmesi ile gerçeğe yakın 3B modeller elde edilmektedir. Ancak bu konuda yap ılan çal ışmalar yersel lazer tarama teknolojisinin digital fotogrametri ile birlikte kullanılmas ın ın bu süreçte daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir.

Bu çalışma sonucunda aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır;

- Bu çalışmada tarihi olarak çok önemli olan Eşrefoğlu camii için gerek fotogrametrik ölçüm tekniği gereksede lazer tarama gereksede kullanılmış ve sonuçda bu iki yöntem birbirine alternatif değil destekleyici birer yöntem olduğu ortaya koyulmuştur.

-Tarihi ve kültürel mirasın korunması ve sonraki nesillere aktarılması için yapılan dokümantasyonunda İHA'ları ile Yersel Fotogrametri tekniklerinin birlikte kullanılması, bu alanda yapılan işlere doğruluk, hız ve maliyet anlamında yeni bir soluk getirdiği görülmüştür

-İHA ile Fotogrametrik teknikler kullanılarak üretilen 3 boyutlu modellerin, restorasyon projelerinde altlık olabilecek nitelikleri taşıdığı gözlenmiştir.

-Bu anlamda Fotogrametrik tekniklerin İHA' lar yardımıyla farklı disiplinlere de hizmet edebileceği görülmüştür.

- Kültürel mirasımız olan tarihi binaların 3 boyutlu belgelenmesi çalışmalarında yersel lazer tarama yöntemi hızlı ve detaylı veri elde edilebilecek bir yöntem olduğu gösterilmiştir.

- Elde edilen nokta bulutu verileri birleştirilerek yapılara ait detaylı 3 boyutlu nokta bulutları oluşturulabilmektedir.

- Lazer tarama cihazı ile elde edilen nokta bulutu verisi ve cihaz ile bütünleşik olarak çalışan sayısal (dijital) kamera ile elde edilen fotoğraflar kullanılarak oluşturulan bire bir ölçülü ortofotolar yapıların cephelerinin detaylı, hızlı ve doğru bir şekilde çizilmesi için kullanılabilir bir altlık olduğu görülmüştür.

- Çalışma alana göre hangi yöntem seçmeliyiz.

- İç ve dış mekanların 3B modellenmesi için yersel lazer tarama yöntemi daha uygun görülmüştür.

- Dış mekanların 3B modelenmesi için hem yersel lazer tarama hemde yersel fotogrametri yöntemi daha fazla tercih edilmektedir.

- Tarihi eserlerin çatılarını modellenmesi için İHA'lar daha uygun görülmüştür.

KAYNAKLAR

URL1. Eşrefoğlu Camii Tanımı. http://whc.unesco.org/en/tentativelists/5611/

Aktaş, İ. (2007). Türkiye İnsansız Hava Aracı Yol Haritası, Sanayii Müsteşarlığı , Uzmanlık Tezi, Ankara. .

Altıntaş, P., Çak, T. , Yastikli, N. . (2014). Yersel Fotogrametrinin Tersine Mühendislik Uygulamalarında Kullanımı Yıldız Teknik Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümü, İstanbul .

Altunok, T. (2010). Türkiye'nin İHA serüveni , bilim teknik dergisi

Asri, I., Çorumluoğlu, Ö. . (2014). Tarihi Yerleşim Alanlarinin Yersel Fotogrametri Yöntemi İle 3b Modellenmesi: Santa-Harabeleri Örneği , 5. Uzaktan Algilama-Cbs Sempozyumu (Uzal-Cbs 2014), . İstanbul. .

Gümüş, K., Erkaya, H. , Tunalıoğlu, N. , . (2009). Yersel Lazer Tarama Verilerinde Çevresel ve Objesel Nedenlerden Kaynaklanan Hatalar , Tmmob Harita Vekadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel Ve Teknik kurultyı , Ankara.

Karslı, F. (2015-2016). Fotogrametriye Giriş , . Mühendislik Fakültesi KTÜ .

Kök, M., Yakar, M. . (2015). Tarihi Sultanhanı Kervansarayı'nın Dijital Fotogrametrik Yöntemle Röleve Ölçülerinin Hazırlanması , Bitirme Ödevi Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü .

Kök, T. (2012). İnsansız Hava Araçlarının Güvenli Kullanım için Spektrum ihtiyaçlarının belirlenmesi ile ilgili öneriler , Teknik Uzmanlık Tezi, İstanbul.

Öksüz, M., Topan, H. (2012). Yersel Lazer Tarama Teknolojisi Ve Kültürel Mirasın Korunması Uygulamasında Tarihi Gölyazı Kilisesi Örneği , Yüksek Lisans Tezi ,. Bülent Ecevit Üniversitesi Jeodezi Ve Fotogrametri Anabilim Dalı, Zonguldak

Pakkan, B., Ermiş, M. , . (2010). İnsansız Hava Araçlarının Genetik Algoritma Yöntemiyle Çoklu Hedeflere Planlanması, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, Cilt 4 . . İstanbul.

Şanoğlu İ., Z. M., Karauğuz G. . (2013). Photogrammetric Survey And 3d Modelingbof Ivriz Rock Relief in Late Hittite Era , Mediterranean Archaeology and Archaeometry, 13 (2):147-157. .

Tanritanir, E. (2013). Fotogrametri Nedir , Www.Geomatikmuhendisligi.Co info@geomatikmuhendisligi.com

Ulvi, A., Yakar, M. . (2014). Yersel Lazer Tarama Tekniği Kullanarak Kızkalesi'nin Nokta

Bulutunun Elde Edilmesi ve Lazer Tarama Noktalarının Hassasiyet Araştırması , Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 6, No: 1 , 2014 (25-36). .

Ulvi, A., Yakar, M., . (2015). Metrik Olmayan Dijital Kameraların Hava Fotogrametrisinde Yakın Resim Çalışmalarda(Yere Yakın Yüksekliklerde) Kullanılabilirliği Üzerine Bir Çalışma , Doktora Tezi Selçuk Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümü, Konya.

Yılmaz, H. M., Karabörk, H. , Yakar, M. . (2000). Yersel Fotogrametrinin Kullanım Alanları ,Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 4 Sayı 1 , Niğde.

Yilmaz, H. M., Yakar, M. (2006). Yersel Lazer Tarama Teknolojisi , Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi(2)43–48. , Afyon.

EKLER

EK -1: DJI Phantom Serisi Insansız Hava Aracı Ve Teknik Özellikleri

Tablo Ek-1. Şekil 54. Kullanılan insansız hava aracın'a Aittir

Parametreler	Aralığı
Çalışma Sıcaklığı	10^0 C /50^0
Güç Tüketimi	3.12 W
Desteklenen Pil	Sadece 3S Lipo
Uçuş Hassasiyeti (GPS modlu)	Dikey ±0,8 m. Yatay ±2.5 m
Mak. Yaw açısal hızı	2000/s
Mak. Tilt açısı	450
Mak. Çıkış/İniş hızı	±6 m/s
Maksimum Uçuş Hızı	10 m/s
Diagonal mesafesi	350 mm
Ağırlık	670 g
Ağırlık (Pilli)	800 g
Çalışma Frekansı	2.4 Hz ISM 6 kanallı kumanda
Kontrol mesafesi	300 metre
Özellikleri	ATTI. / GPS ATTI. Modu,
Maksimum Kalkış Ağırlığı	800 g – 1200 g

Ek-2: Yersel Lazer Tarayici Focus^{3d} X 130 Teknik Özellikleri

Tablo EK-2. Şekil 43. Çalışmada kullanılan yersel lazer tarayıcı (Faro focus 3D* 130)'a aittir

Mesafe Focus3D X 130	0.6 – 130m
Ölçüm hızı	saniyede 976,000 noktaya kadar
Mesafe hatası	± 2mm
Entegre renkli kamera	70 mio. piksele kadar
Lazer sınıf	Lazer sınıf 1
Ağırlık	5.2kg
Multi-Sensör	GPS, Pusula, Yükseklik Sensörü, Çift Eksenli Kompensatör
Boyut	240 x 200 x 100mm
Tarayıcı kumanda	dokunmatik ekran ve WLAN üzerinden

EK-3: TOPCON GPT 3007 TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Tablo EK-3. Şekil 29. Çalışmada kullanılan elektronik total station'e aittir

Model Name	Topcon GPT 3007
Uzunluk	150mm
Objektif Dia	45mm (EDM 50mm)
Büyütme	30 ×
Görüntü	Erect
Görüş Alanı	1°30′
Çözümleme Gücü	2.8″
Min. Odak Uzaklığı	1.3m(4.29ft.)
Sigara pirizme Modu	(Hedef,Beyaz Yüzey)
Düşük Işık Durumu ve Hedefe Güneş Parlaması Olmadan	1.5 to 250m(5 to 820 ft.)
Durum 1*(1 prism)	3,000m(9,900 ft)
Non-Prizme Modu	(Diffusing Surface)
1.5 to 2.5m(5 to 82 ft.)	±(10mm)m.s.e.
25m veya daha fazla (82 ft.)	±(5mm)m.s.e.
Prizme Modu	±(3mm+2ppm × D)m.s.e. D:ölçüm mesafesi (mm)
Hassas ölçüm modu	1mm: Yaklaşık. 1.2sec. (Initial 3 sec.) 0.2mm: Yaklaşık. 3sec. (Initial 4 sec.)
Kaba ölçüm modu	Yaklaşık. 0.5sec. (Initial 2.5 sec.)
İzleme ölçüm modu	Yaklaşık. 0.3sec. (Initial 2.5 sec.)
Metod	Mutlak Değeri

Algılama Sistemi	H: 2 taraf V: 2 taraf , H: 2 taraf V: 1 side , H: 1 taraf V: 1 taraf
Minimum Değer	1″/5″ , 1″/5″, 1″/5″, 5″/10″
Doğruluk	2″, 3″ , 5″ , 7″
Ekran	Grafik LCD Ekran 160 x 64 arka ışık noktalar
Ekran Birimi	2taraf , 1taraf
Dahil Mesafe Ölçümü	4.2saat
Açı ölçümü sadece	45saat
Boyutlar	336(H) × 184(W) × 174(L)mm[13.2(H) × 7.2(W) × 6.9(L)in.]
Gösterge(pil).	5.1kg(11.2 lbs.)
Plastik Taşıma Çantası	3.2kg (7.1 lbs.)
Su ve toza karşı koruma	IP66 (ileBT-52QA) (standartlarına göre IEC60529)
Sıcaklık Ortamı	-20°C to +50°C(-4°F to +122°F)
Nokta Rehberi	Evet
Gösterge yüksekliği	176mm(6.93in)
Lazer sınıfı	sınıf 1 (mesafe ölçümü için) sınıf 2 (Lazer işaretleyici)

Ek-4: Kullanılan Programların Özellikleri

1.1. EK-4.1. Agisoft Photoscan Programı

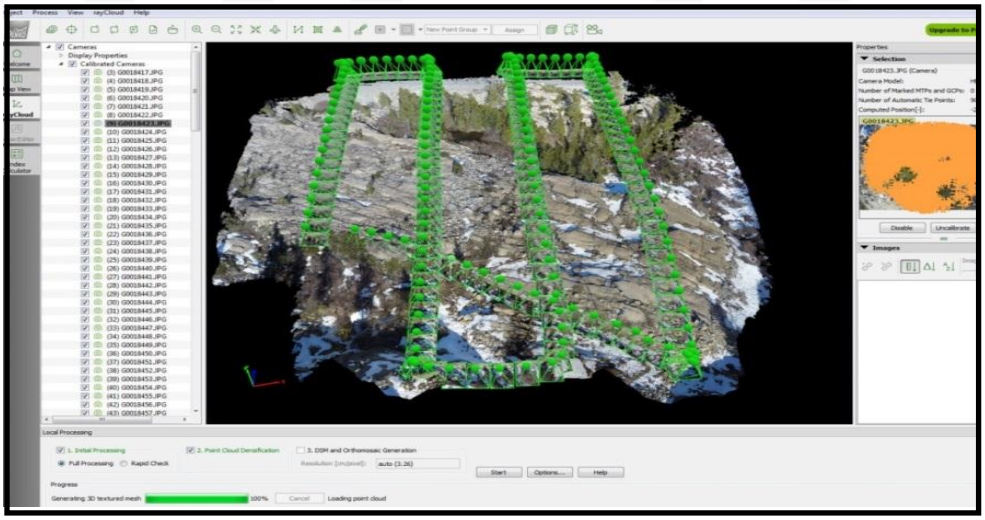
Agisoft Photoscan Pro yüksek çözünürlükte ortofoto ve son derece detaylı DEM oluşturmasına olanak sağlar. Tam otomatik iş akışı, profesyonel fotogrametrik veri üretmek için bilgisayar ile havadan binlerce görüntüyü işleyebilir. Koordinatlandırma görevi yerine getirmek için programın kamera ile ilişkilendirilmiş GPS koordinatlarına EXİF / düz metin dosyasına, ya da daha yüksek doğruluk (en fazla 5 cm kadar) elde etmek için kullanılabilir. GCP koordinatları ile birlikte koordine ihtiyacı vardır. Yazılım JPEG, TİFF, PNG gibi bir dizi giriş formatlarını destekler. Çıkış biçimleri geniş bir yelpazede (Geotiff, xyz, Google KML, Wavefront OBJ, VRML, COLLADA, PDF) fotogrametrik analiz için herhangi bir GIS sistemine kolay çıkış formatı sağları.

Tablo EK-4.1.1. Programın Özellikleri

Ürün Ad	AGİSOFT PHOTOSCAN
Açıklama	
Giriş Yılı	2006
Son Güncelleme Yılı	2014
Gerekli Bilgisayar Sistemi	
İşletim sistemleri	Windows , mac OS , Linux
Min RAM bellek (Mb)	16 GB
Tercih RAM bellek (Mb)	64 GB
Görüntüler ve veri	LAS,XYZ,JEPG,TİFF,PDF
Görüntüleme Sistemi	
Çözünürlük	Hava Resimlerinde 5 cm yakın resimde 1 mm
Stereo görüntü ayırma yöntemi	rayCloud çok-ray uyumu için orijinal giriş görüntüleri ile 3D nokta bulutu birleştirerek.
Görüntüler ve veri	
Desteklenen görüntü kaynağı	Tüm İHA, geniş format dijital,
Giriş görüntü formatları	IFF; BMP; RSW; SIT; IMG; NITF; JPEG; GIF; PNG;
Dosyalar ve Kaydolmak	
Giriş formatları	TIF, JPG, RAW, ERS,DWG
Çıkış formatları	LAS,XYZ,JPEG;TİFF,PDF,Nokta bulutlar, vektörler, DEM, DSM

EK-4.2. Pix4d Programı

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.



Şekil 1. Pix4D Uçuşu Yapılan Alanın Programda Nokta Bulutu Gösterimi

Tablo EK-4.2.1. Programın Özellikleri

Ürün Ad	Pix4Dmapper
Açıklama	
Giriş Yılı	2014
Son Güncelleme Yılı	2015
Gerekli Bilgisayar Sistemi	
İşletim sistemleri	Windows XP, Vista, 7, 8 - 64 bit
Min RAM bellek (Mb)	4000
Tercih RAM bellek (Mb)	16000
Görüntüler ve veri	LAS,XYZ,JEPG,TİFF,PDF
Görüntüleme Sistemi	
Stereo görüntü ayırma yöntemi	rayCloud çok-ray uyumu için orijinal giriş görüntüleri ile 3D nokta bulutu birleştirerek.
Görüntüler ve veri	
Desteklenen görüntü kaynağı	(Compact, SLR, Multispektral, Tetracam, GoPro, Balık Gözü lens dahil) herhangi bir kamera ve lensdosyaları.
Görüntü işleme ve işleme	
Yeniden örnekleme	lineer, bilineer, trilinear
Giriş formatları	JPG / TIFF, RGB / NIR / Termal / tek veya çoklu bant
Çıkış formatları	KML içinde GeoTIFF çıktı biçimi Google fayans orthomosaics jeo-referanslı ve HTML çıkış biçimi DXF, SHP, DGN ve LAS, LAZ, XYZ OBJ Nokta bulut ve KAT çıkış biçimi Vector nesnesine GeoTIFF çıkış biçimi TENEKE modelinde DSM Geo-referanslı.

1.2. EK4-3. Photomodeler Programı

PhotoModeler fotoğraflardan 3 boyutlu verilerin elde edilmesi, 3 boyutlu ölçümlerin yapılması ve 3 boyutlu modellerin oluşturulması esasına dayanır. 3D görüntüleyici, 3D modelinin etkileşimli bir görüntüsü ve Measure Tool da etkileşimli olarak koordinat, mesafe ve alan ölçümlerini sağlar. 3D modelleri dxf (2D ve 3D), 3Ds, Wavefront OBJ, WRML ve bunlara ek model animasyon olarak da dışa aktarılabilir. Ya da seçilen yüzey ortofoto olarak dışa

aktarılabilir. İnsansız hava aracına kamera platformu yerleştirildiğinde PhotoModeler mükemmel bir ölçüm aracı olur. İHA belirli bir uygulama olmasa da, bir dizi uygulamalar bir araya toplar. İHA havadan geniş alanlar yakalamanın yanı sıra, nesneleri incelemek için idealdir. PhotoModeler kullanıcıları, birçok farklı üreticinin Quadcopter, hexacopter ve sabit kanat kullanabilir.

Ek-4.3.1. Photomodeler'ın Bazı Özelliklerini Şöyle Sıralayabiliriz:

1. Yüzey Çizimi: Noktalar yalnız bir fotoğraf (yüzey) üzerinde işaretlenebilir ve 3D nokta yerleşimi, kameranın yönelimi ve yüzey bilindiği zaman hesaplanır. Düzlemdeki büyük detaylan işaretlemek (inşaat, tuğla) ve düzlemsel eğrileri (patinaj işaretleri gibi) işaretlemek için kullanılır.
2) Silindir Modelleme : İşletme borularında kullanılabilir.
3) Şekil Yapı İthali: Yüzeylerden şekilleri çekmek ve perspektif bozukluklarını ortadan kaldırmak için kullanılan bir araçtır.
4) Otomatik Kamera Yöneltme: Kamera istasyon yöneltmesi tamamen otomatiktir.
5) Kontrol Noktaları ve Perspektif Eşleme: PhotoModeler' e 3D noktaların konumlarını girip, kamera konum ve açılarını otomatik olarak çözebilirsiniz.
6)Ters Kamera: Karakteristiği bilinmeyen bir kamera ile alınan fotoğraftan kamerayı yeniden kurma bilgisi için olan araç grubudur.

EK-4.4. Scene Programı

SCENE 3D Belgeleme yazılımı FARO Focus3D ve Freestyle3D için özel olarak tasarlanmıştır. SCENE otomatik nesne tanıma, tarama kayıtlama ve konumlandırma gibi özellikleri ile tarama verisini etkin ve basit bir şekilde işler ve yönetir. SCENE artık otomatik hedefsiz tarama konumlandırması için araçlar da sağlamaktadır. Ayrıca SCENE ile taramalar renklendirilebilir.

Yazılım son derece kullanıcı dostudur ve çok kısa sürede kaliteli veriler üretir. Basit ölçümlerden 3 boyutlu görselleştirmelere ve çeşitli nokta bulutu ve CAD formatlarında

aktarımlara kadar, kullanımı kolay birçok özellik elinizin altındadır. SCENE tarama verisini hazırladıktan sonra hemen değerlendirmelere ve ileri işlemlere başlayabilirsiniz.

Tarama projeleri SCENE WebShare Cloud ile artık tek bir tuşla web sunucusunda yayınlanabilir. SCENE WebShare Cloud, birbirinden farklı proje ortakları arasında tarama verisi saklama ve paylaşma amaçlı güvenli, nokta bazlı bir çözümdür.

Tablo EK-4.4.1. Programın Özellikleri

Genel
Ürün adı : Faro Scene
Microsoft Windows 7, VISTA veya XP (Professional, SP2 veya yukarısı
64-Bit versiyon tavsiye edilir (32-Bit versiyon mevcuttur.
En az 1.5 GHz PII (2.5 GHz Multi-Core-x64-işlemci tavsiye edilir.)
8GB RAM @ 64-Bit recommended
2 tekerlek ve butonlu fare
512MB grafik kartı ve OpenGL 2.0 (Stereoskopik görüntüleme için 3D kapasite)
Network arayüz kartı
Yüksek performans için Solid State Drive (SSD) tavsiye edilir.

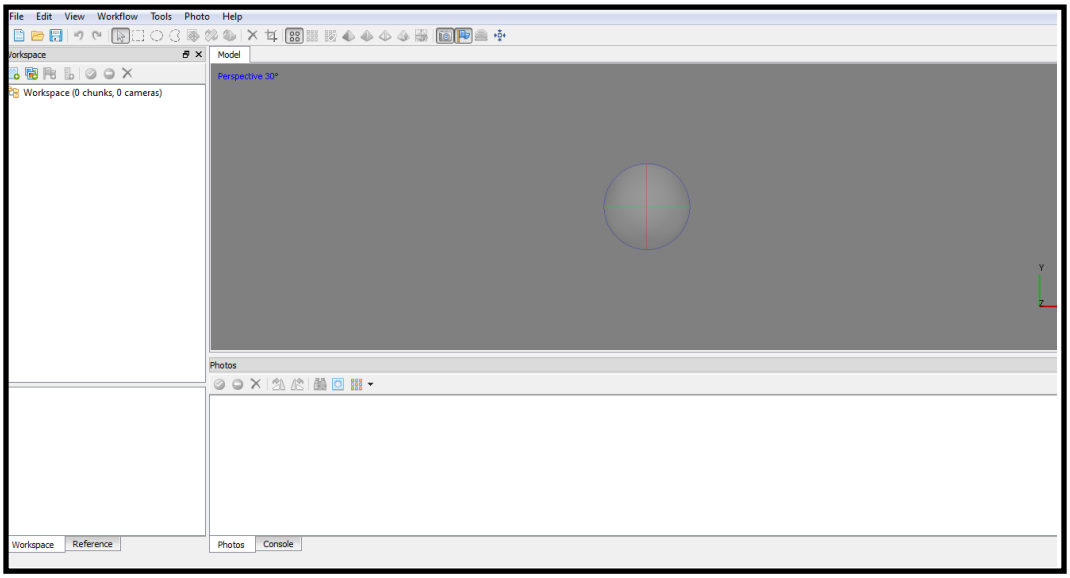
EK-5 : Kullanılan Programların İşlem Adımları

EK-5.1. Agısoft Photoscan

Agisoft Photoscan Pro yüksek çözünürlükte ortofoto ve son derece detaylı DEM oluşturmasına olanak sağlar. Tam otomatik iş akışı, profesyonel fotogrametrik veri üretmek için bilgisayar ile havadan binlerce görüntüyü işleyebilir. Koordinatlandırma görevi yerine getirmek için programın kamera ile ilişkilendirilmiş GPS koordinatlarına EXİF / düz metin dosyasına, ya da daha yüksek doğruluk (en fazla 5 cm kadar) elde etmek için kullanılabilir. GCP koordinatları ile birlikte koordine ihtiyacı vardır. Yazılım JPEG, TİFF, PNG gibi bir dizi giriş formatlarını destekler. Çıkış biçimleri geniş bir yelpazede (Geotiff, xyz, Google KML, Wavefront OBJ, VRML, COLLADA, PDF) fotogrametrik analiz için herhangi bir GIS sistemine kolay çıkış formatı sağları.

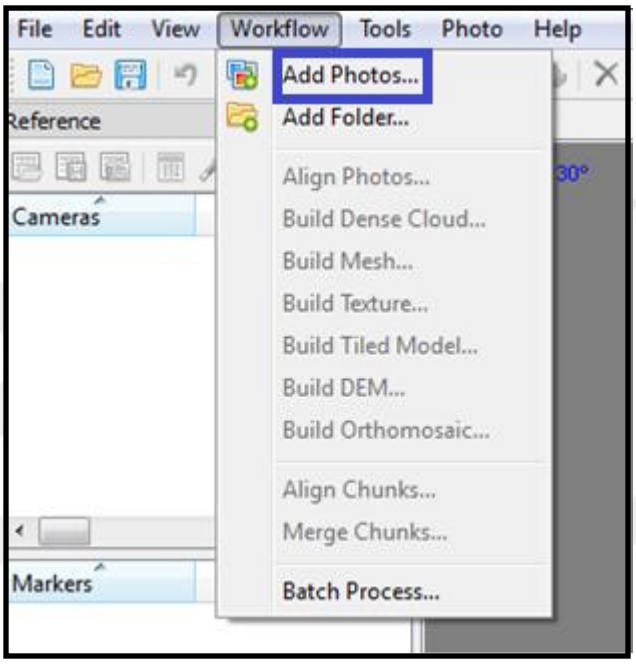
EK-5.1.1. Programın İşlem Adımları

1. Ilk önce masa üstünden AGİSOFT programı tıklıyarak program açılır.



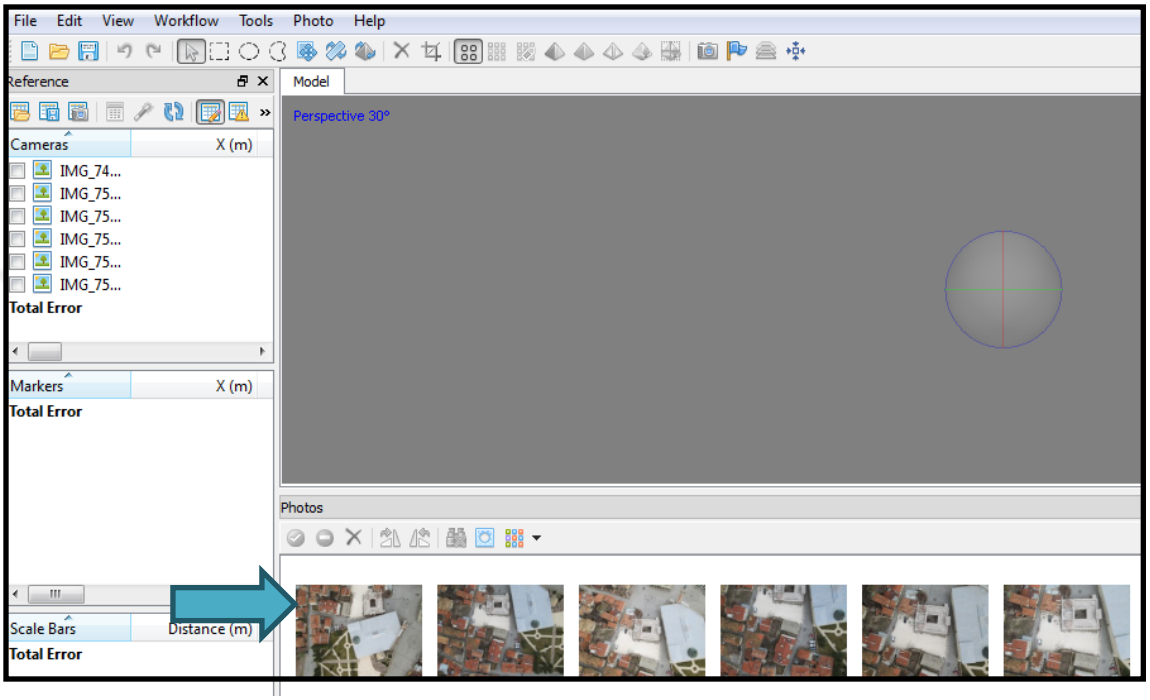
Şekil 1 . yeni proje oluşturulması

2. Program ilk açıldığından “Workflow” menüsünden “Add Photos” tuşuna tıklıyarak (CTRL tuşuyla tek tek ya da CTRL+A tuşlarıyla klasördeki bütün fotoğraflar seçilebilir) sonra Next tıklanır.



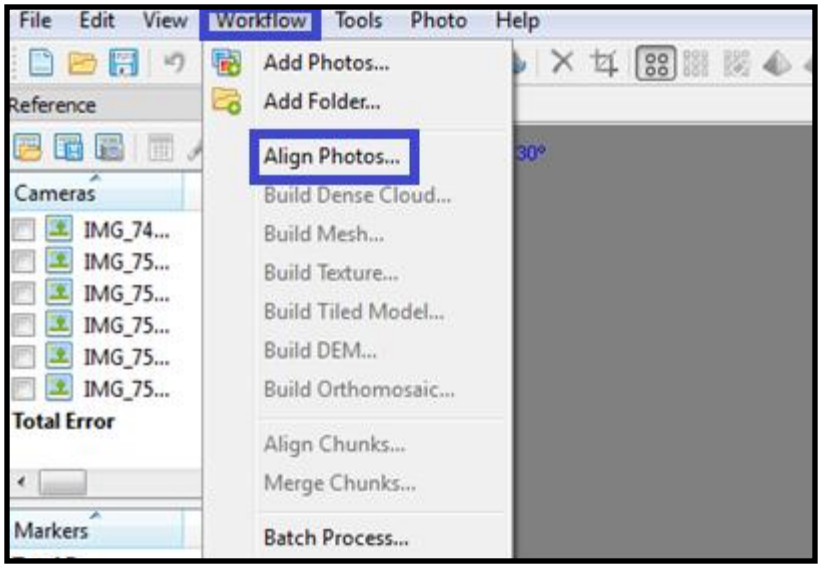
Şekil 2. Fotoğraf eklenmesi

3. Bu aşamada kullanılacak resimleri seçildi ve programa yüklendi



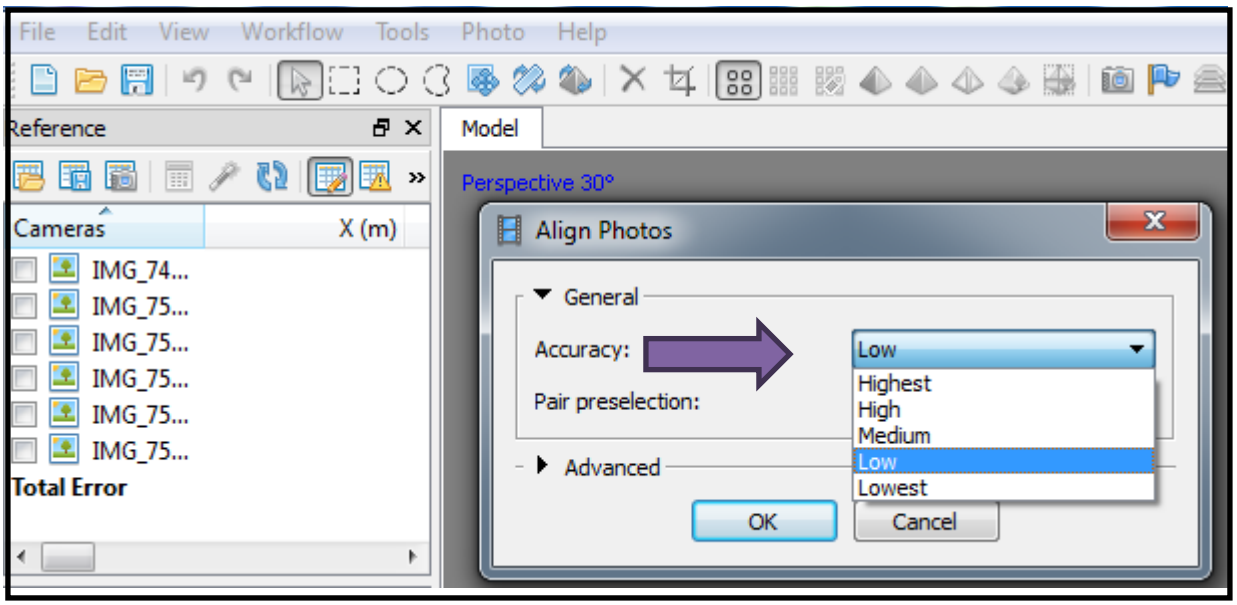
Şekil 3. Fotoğraflar programa aktarılması

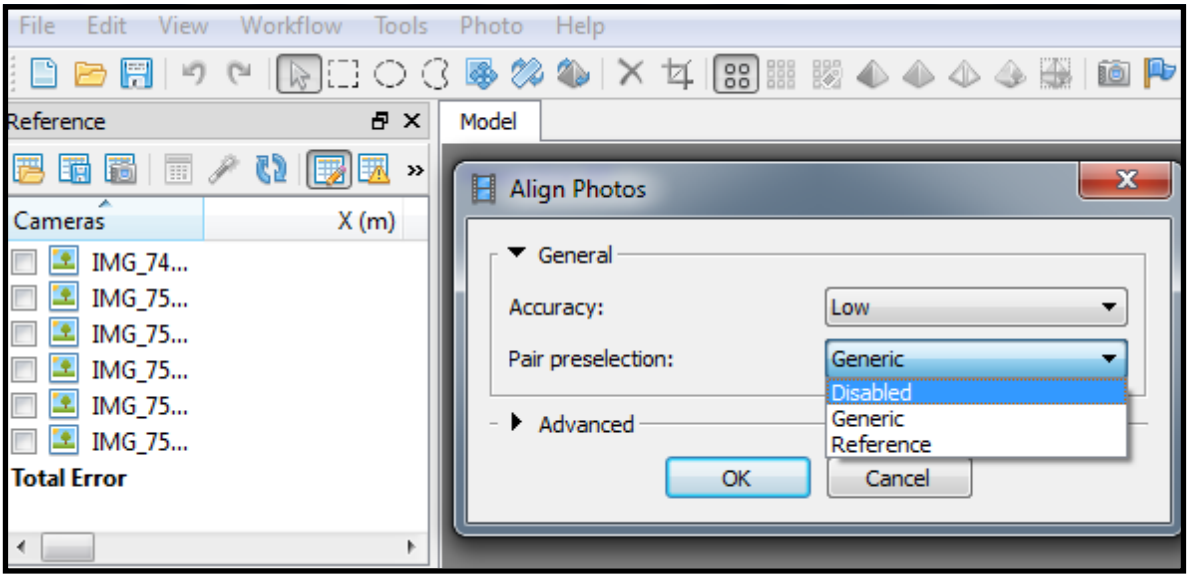
4. Fotoğrafları aktarmaktan sonra "Workflow" menüsünden "Align Photos" seçilmektedir.



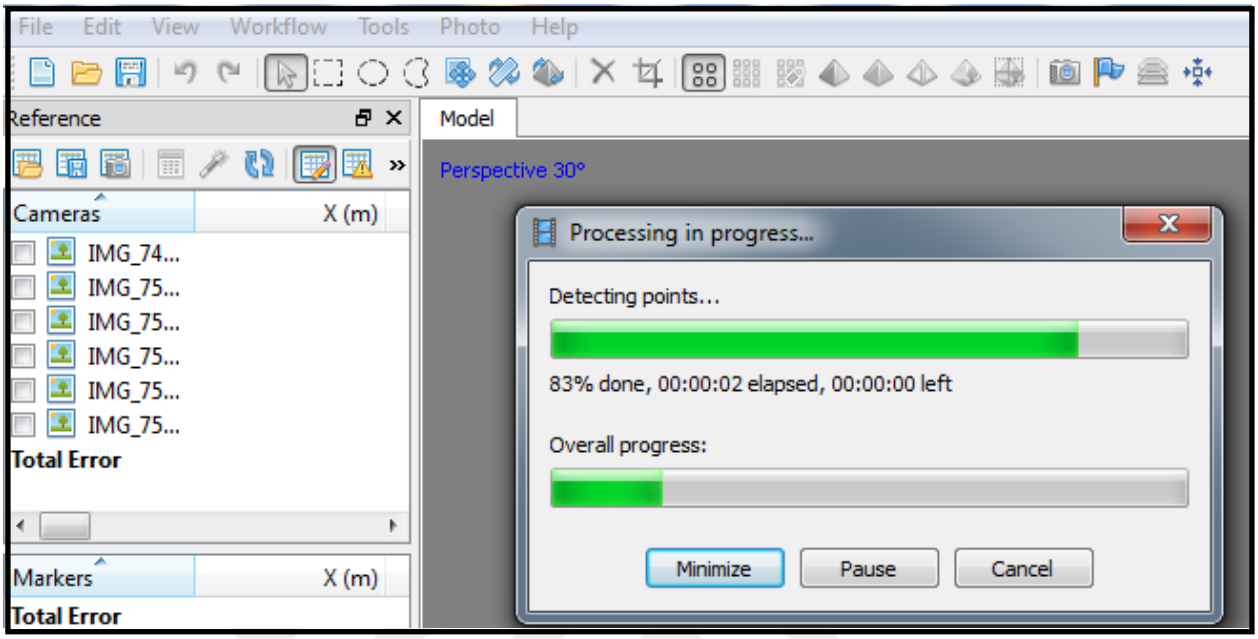
Şekil 4. Align Photos seçilmesi

5. Ilk aşama “Align Photos” tuşuna tıklıyarak ekrana bir menü gelir ve oradan “Accuracy menüsünde” “high ya da low veya medum” seçilmelidir. ve ardından “Pair Preselection” tıklıyarak “Disabled ya da generic veya Reference” seçilerek processe devam edilmelidir .



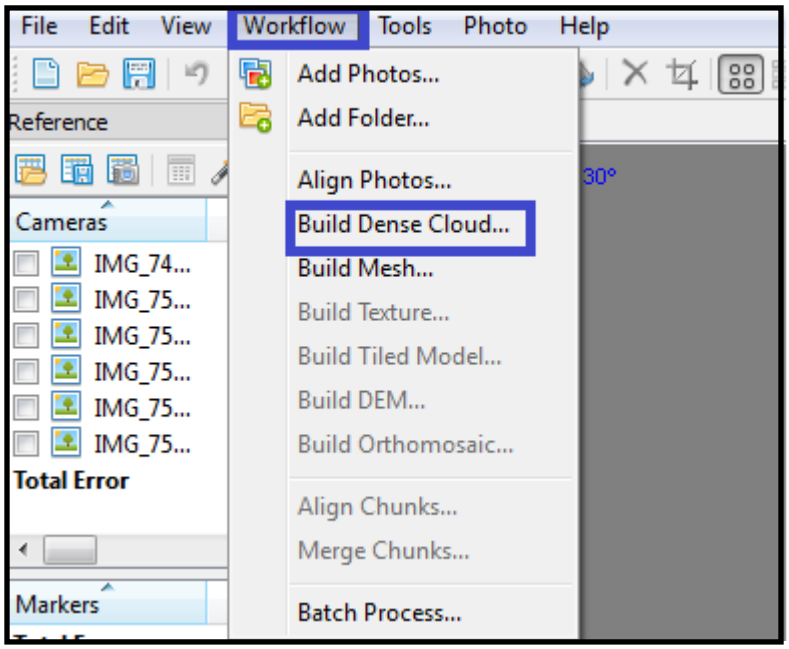


Şekil 5. Align Photos seçilmekten sonra



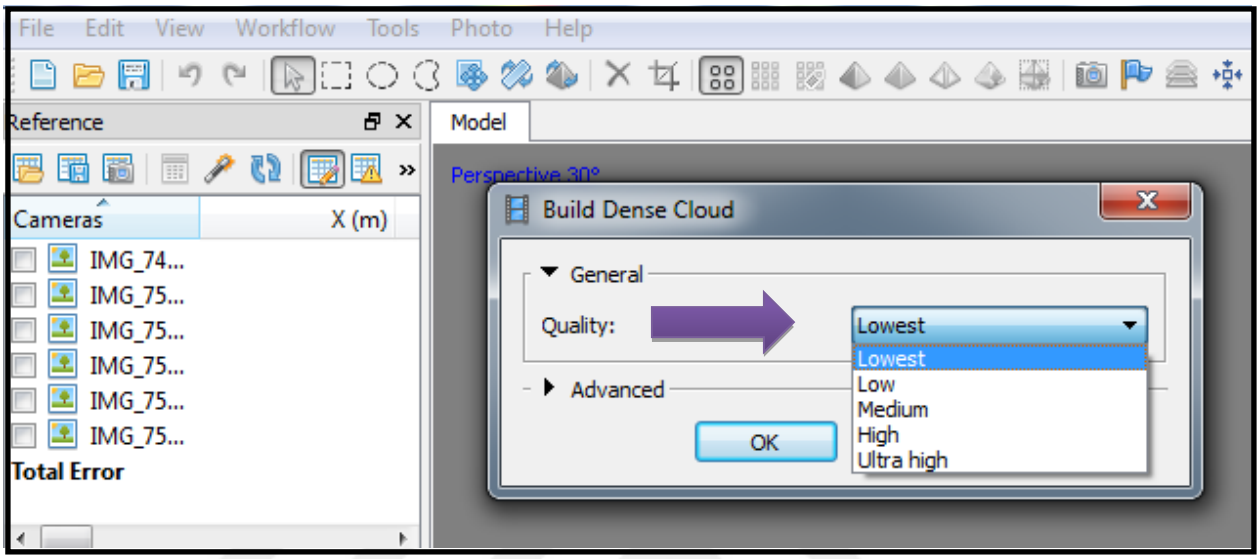
Şekil 6. Align Photos process görüntüsü

6 . "Align Photos" process bittikten sonra ikinci aşamaya geçilmelidir. "Workflow" menüsünden "Build Dense Cloud" seçilmektedir.

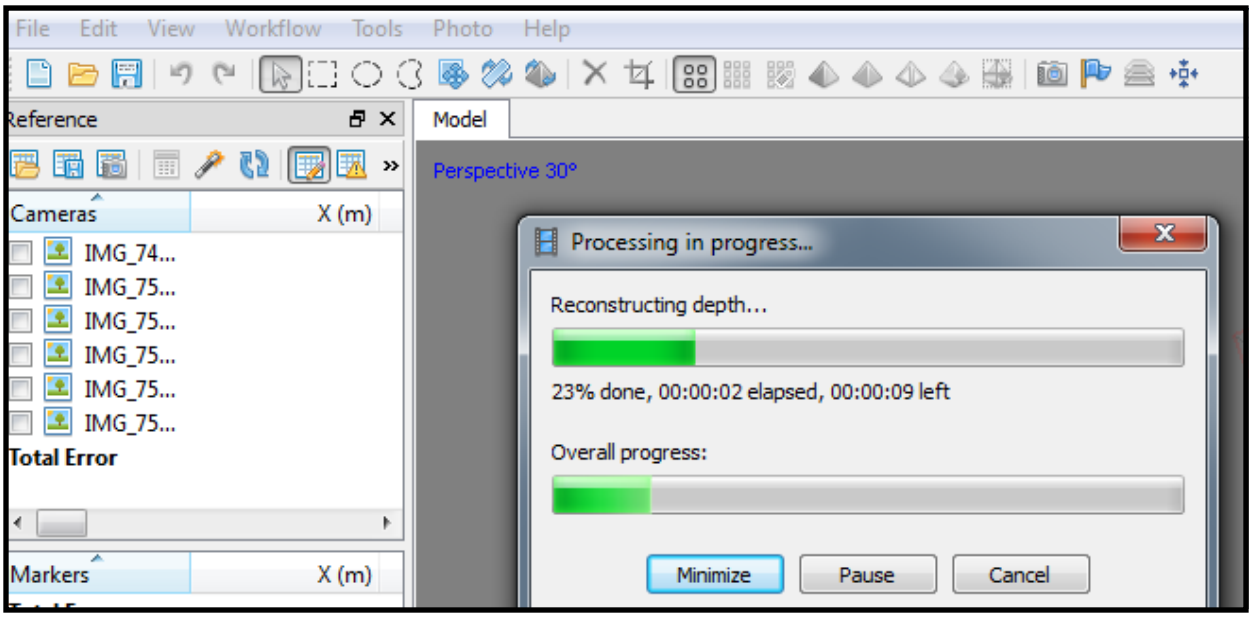


Şekil 7. Build Dense Cloud seçilmesi

8. “Workflow” menüsünden , “Build Dense Cloud” tuşunu seçmekten sonra ekrana şu görüntü gelir ve oradan “Quality” menüsünden “high , low medum veya lowest” seçilerek process ‘e devam edilmelidir.

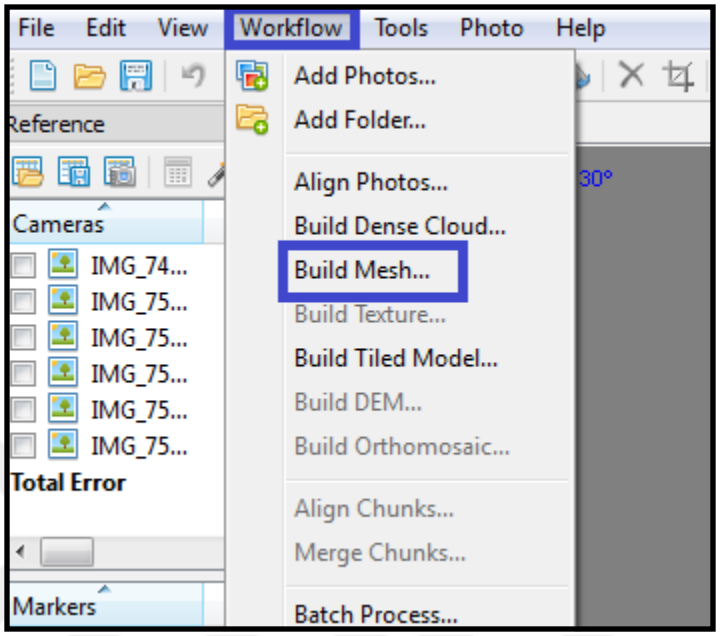


Şekil 8. Yoğun nokta bulutu üretilmesi



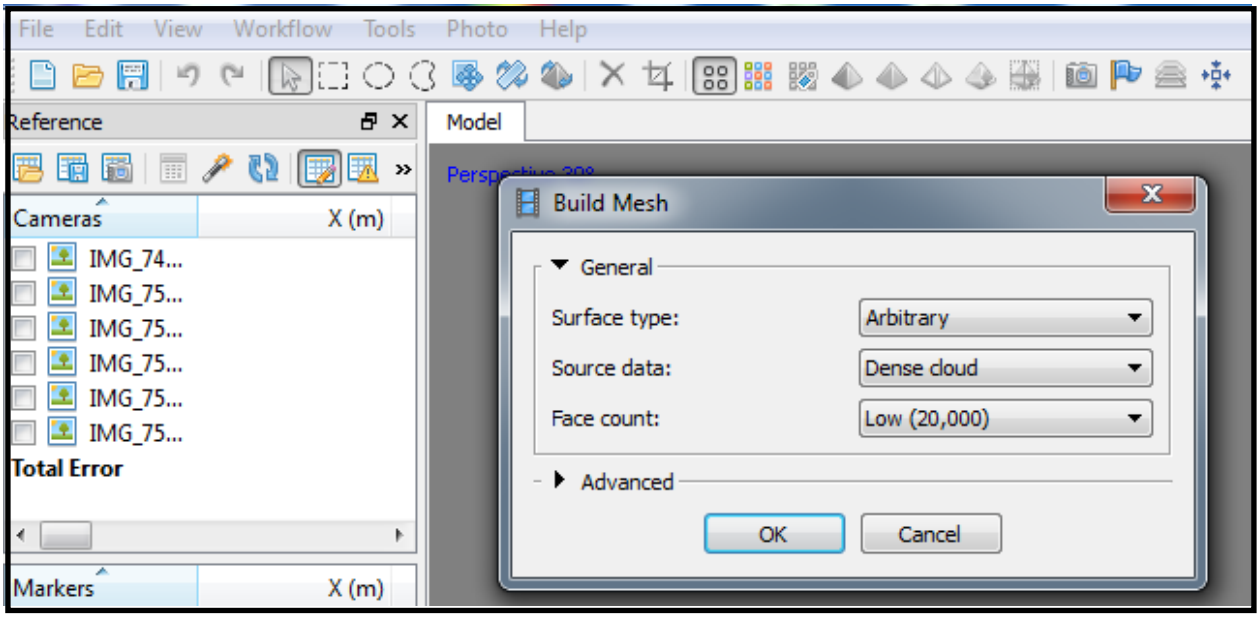
Şekil 9. Build Dense Cloud process görüntüsü

9. Daha sonra “Workflow” menüsünden, “Build Mesh” tuşunu seçilmektedir .

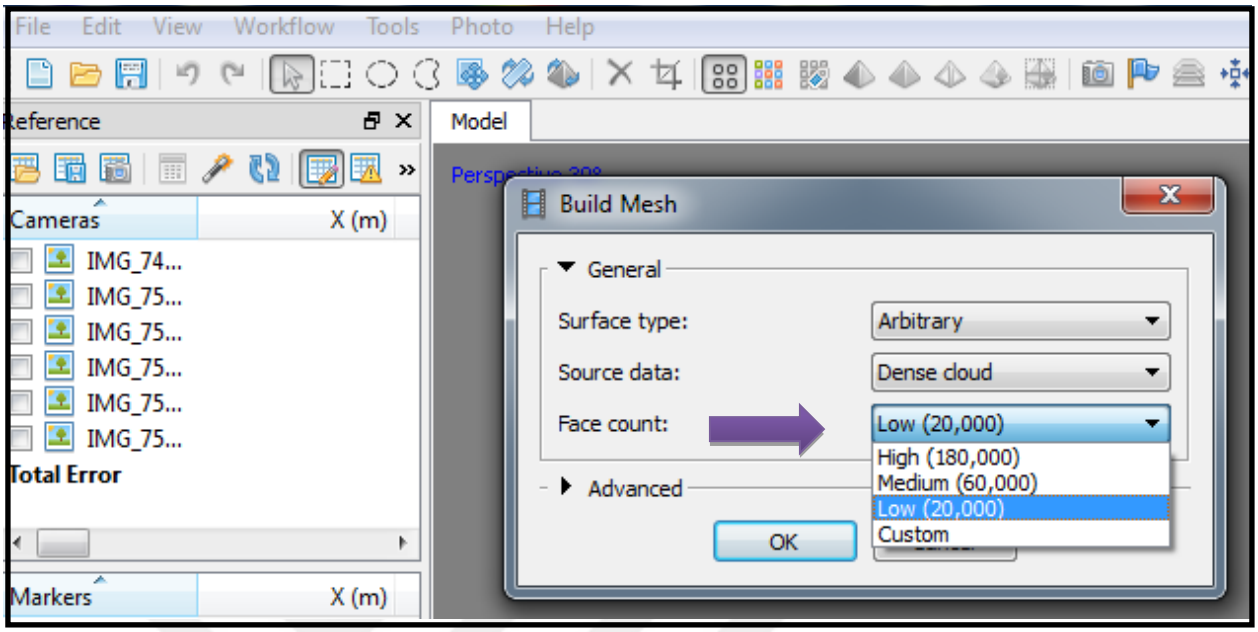


Şekil 10. Build Mesh seçilmesi

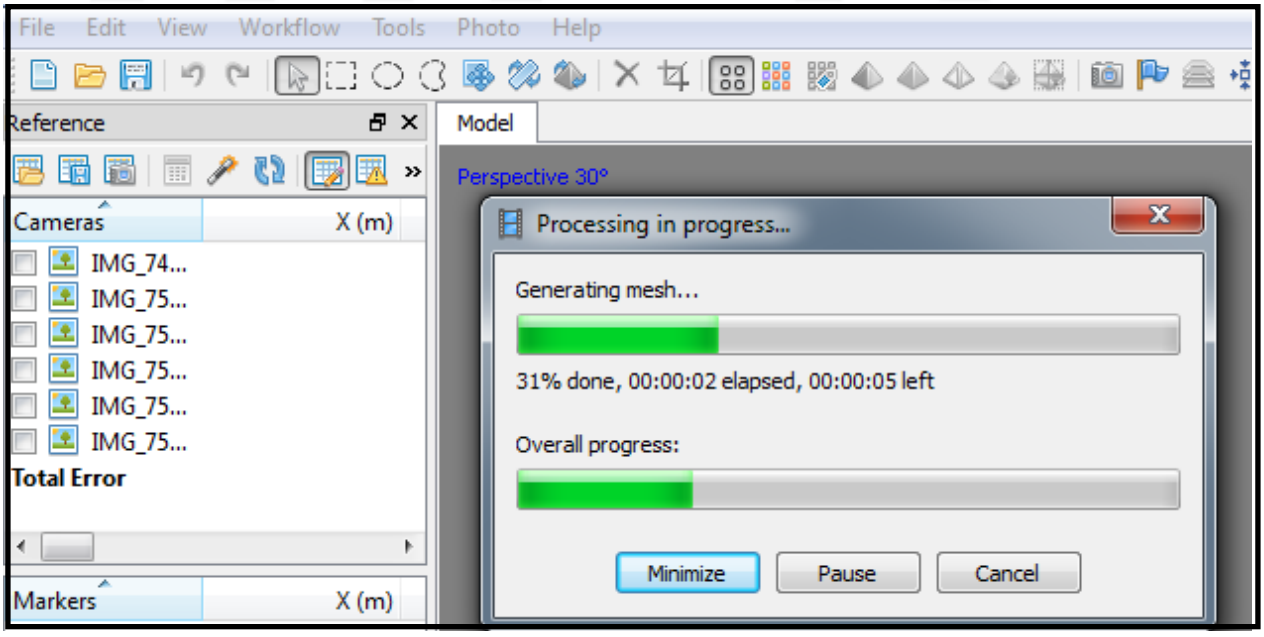
Daha sonra Build Mesh seçilmesinden sonra ekrana küçük menü gelir ve menüden işimize göre seçilmelidir.



Şekil 11. Build Mesh seçilmekten sonra ekrana gelen menü

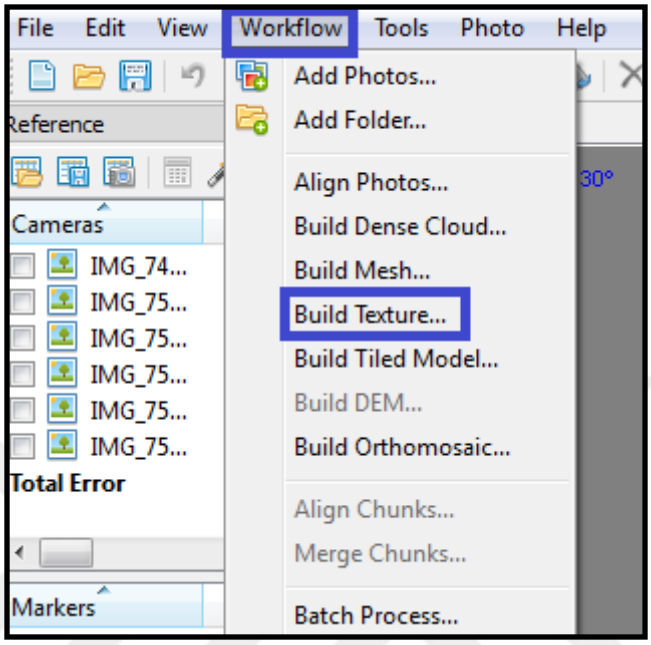


Şekil 12. Face count seçilmesi



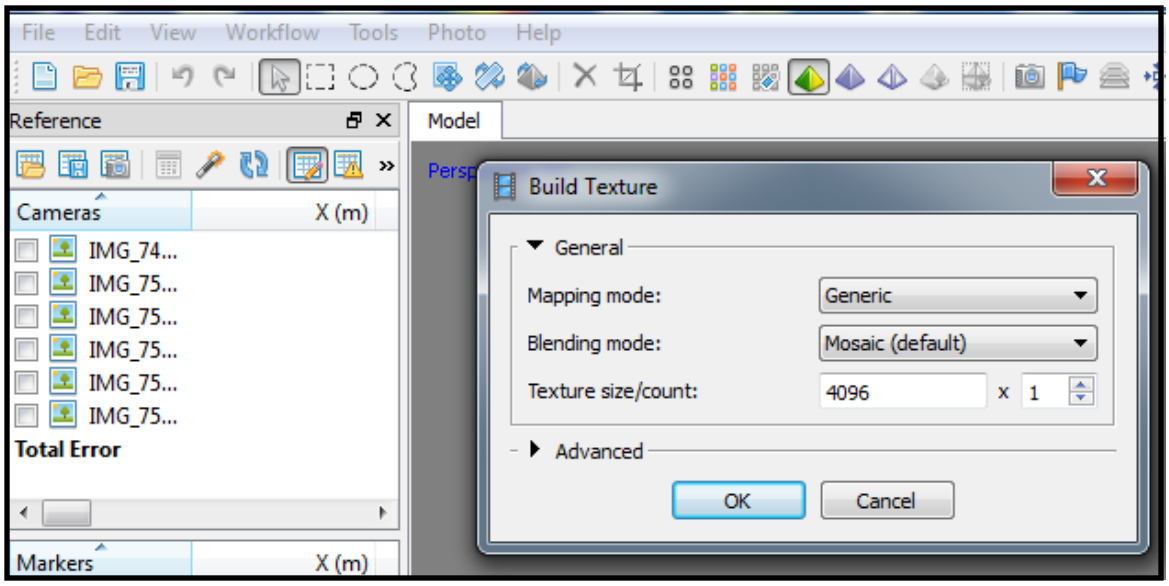
Şekil 13. Build Mesh process görüntüsü

10. Daha sonra “Workflow” menüsünden , “Build Texture” seçilmektedir.

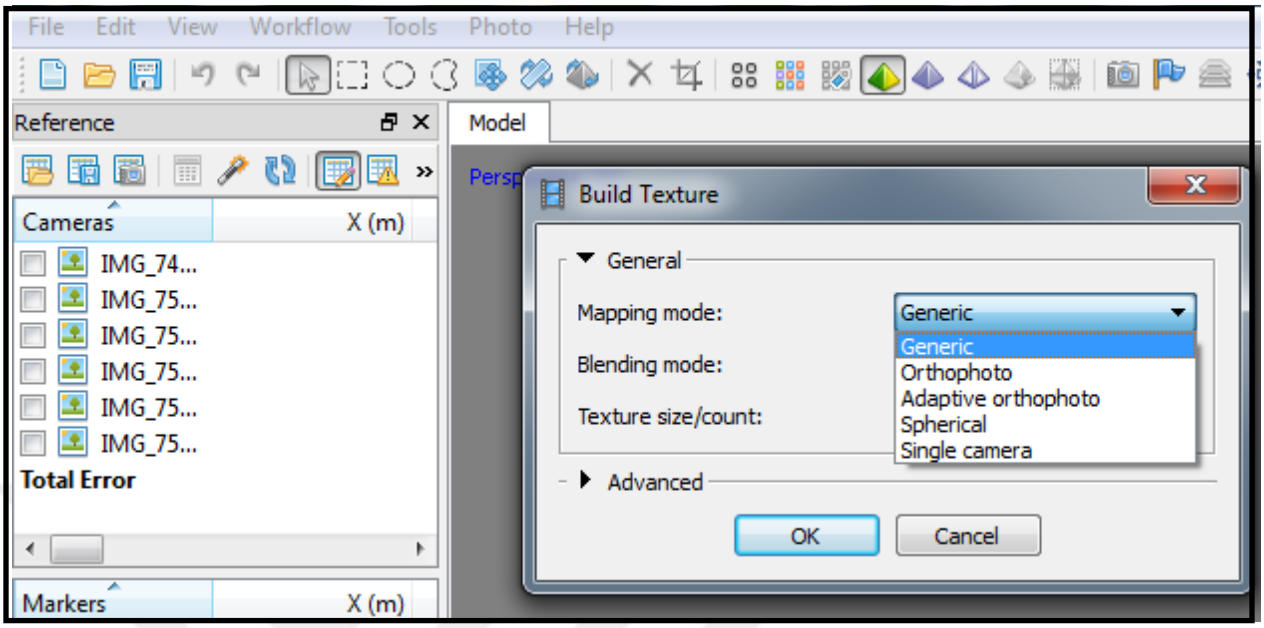


Şekil 14 . Build Texture seçilmesi

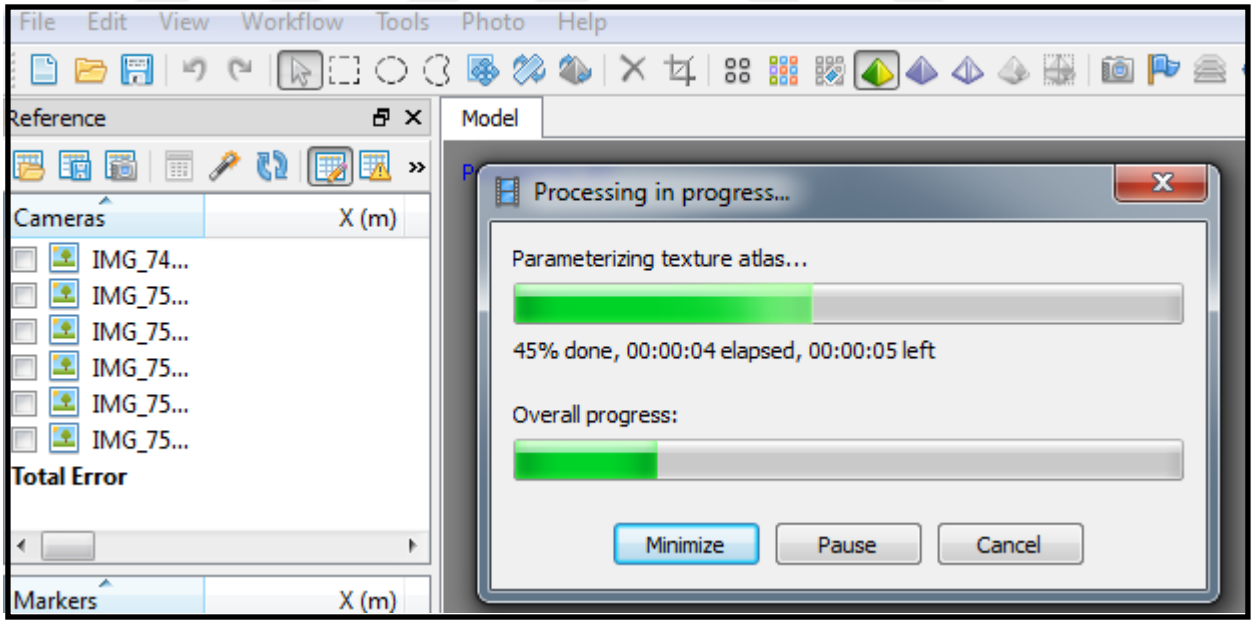
“Build Texture” seçmekten sonra şu görüntü ekrana gelir ve işimize göre menülerden seçilmeliyiz .



Şekil 15. Proses başlamadan önce

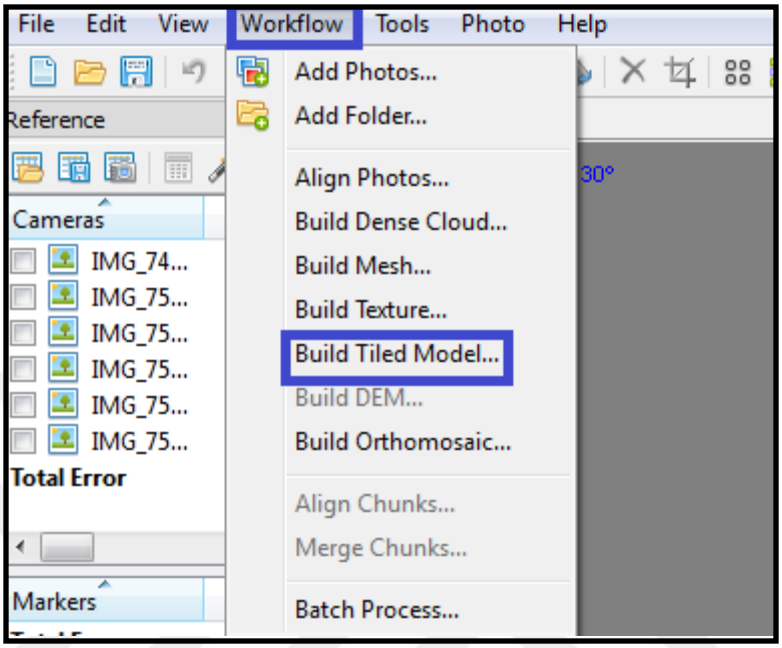


Şekil 16. Harita modu seçilmesi

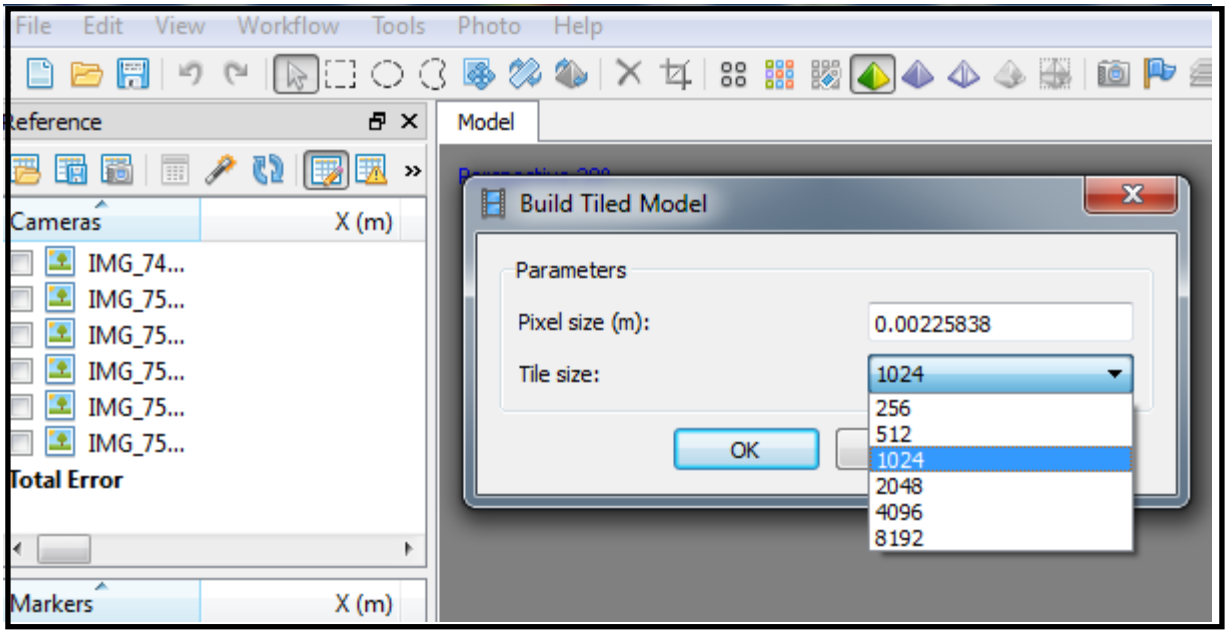


Şekil 17. Build Texture üretilmesi

11. Daha sonra “Workflow” dan, “Build Tiled Model” seçilmelidir .

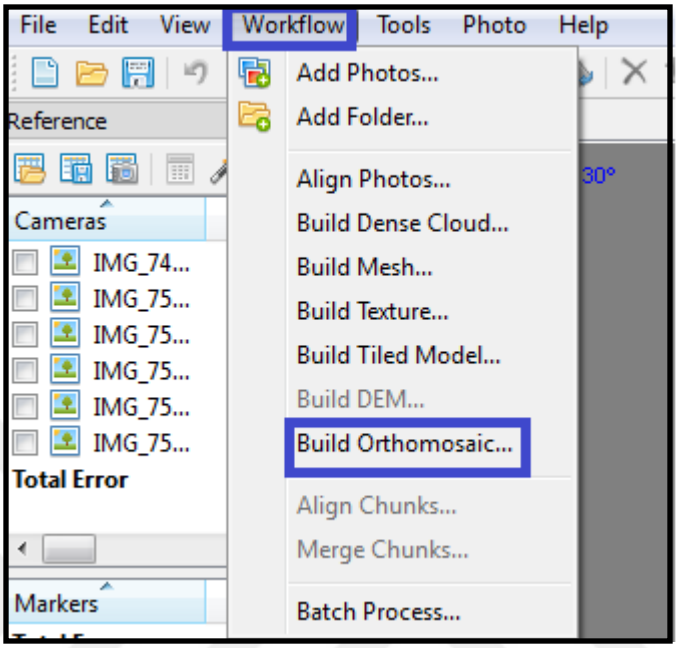


Şekil 18. build Texture seçilmesi

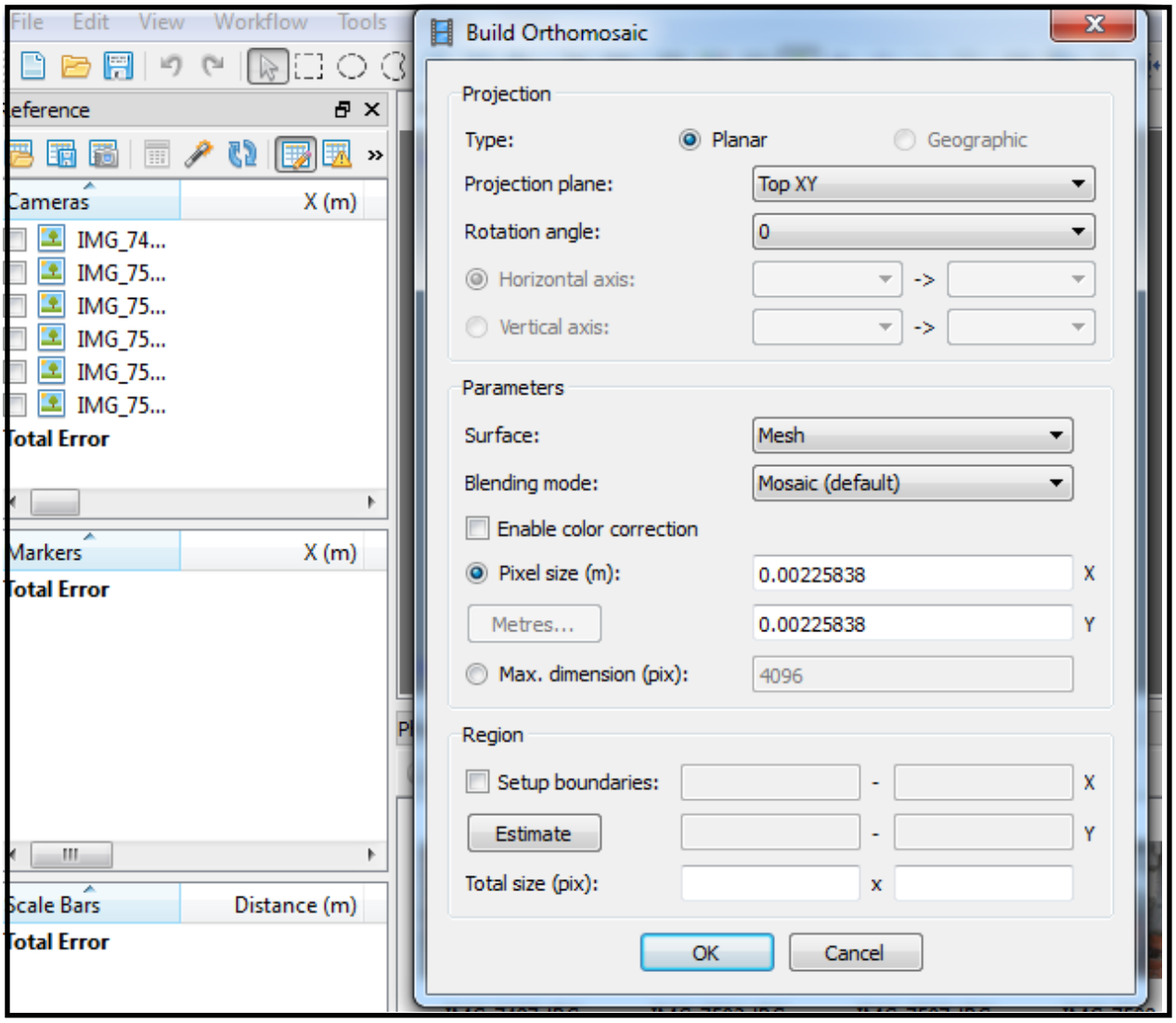


Şekil 19. Piksel boyutu seçilmesi

12. Daha sonra “Workflow” dan, “ Build Orthomosaic” seçilmelidir.



Şekil 20 . Build Tiled Model seçilmesi



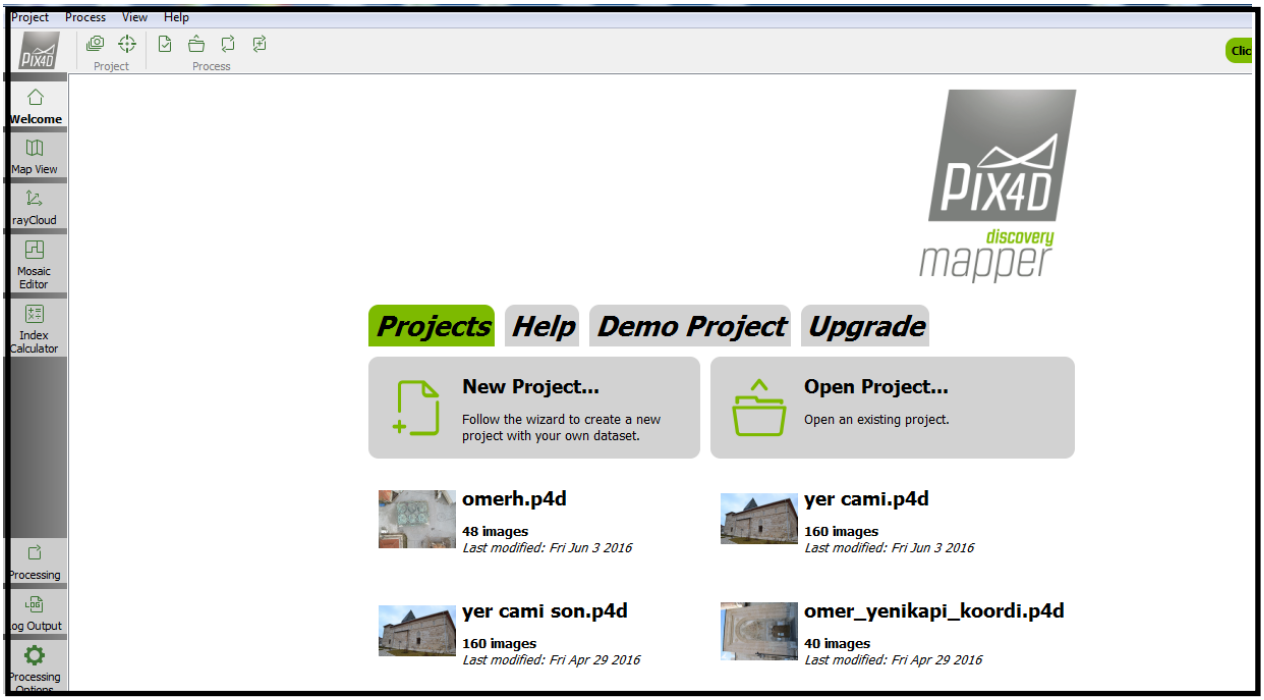
Şekil 21. Orthomosaik üretme aşaması

EK-5.2. Pix4d Programı

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.

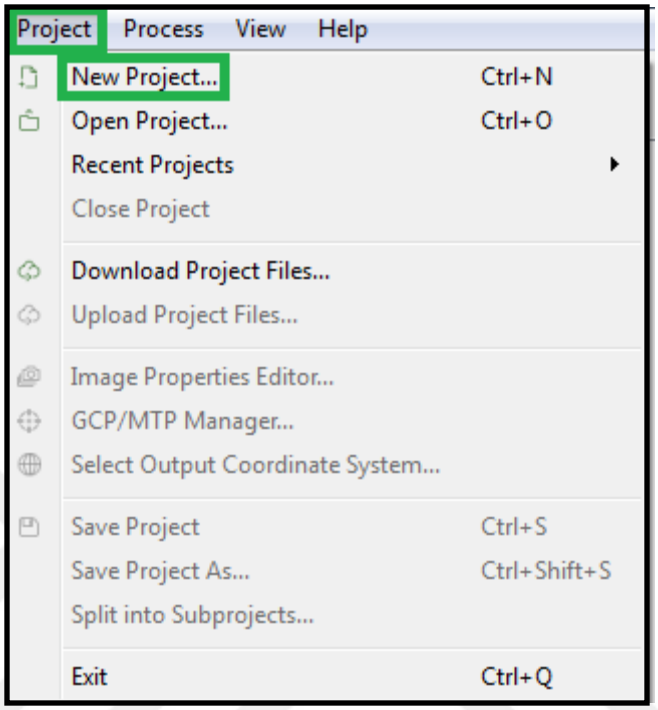
EK-5.2.1. Pix4d İşlem Adımları

1. Ilk önce masa üstünden “PİX4D” programi tıklıyarak program açılır



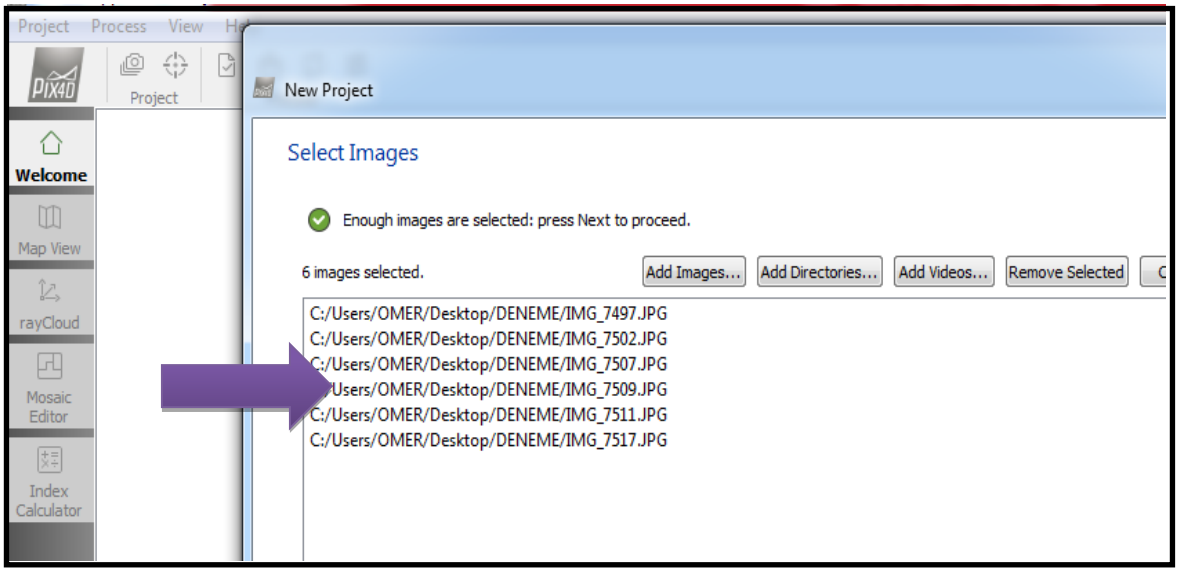
Şekil 22. Program açılış sayfası

2. Program ilk açıldığından “Project” menüsünden “New Project” tuşuna tıklıyarak yeni proje oluturulmaktadır.



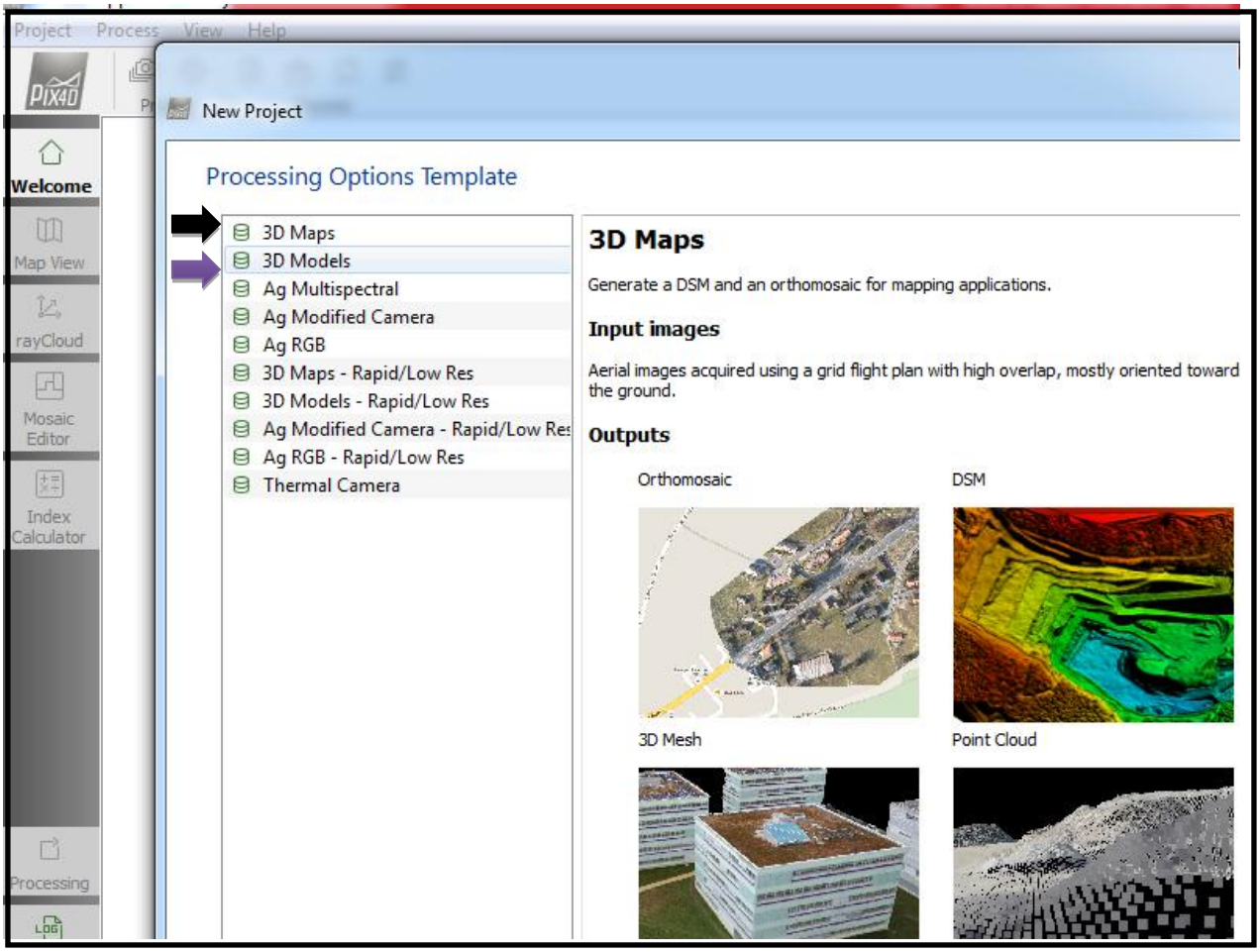
Şekil 23. Proje oluşturulması

3. Daha sonra fotoğraflar seçilir ve next tıklıyarak projeye devam edilmektedir.



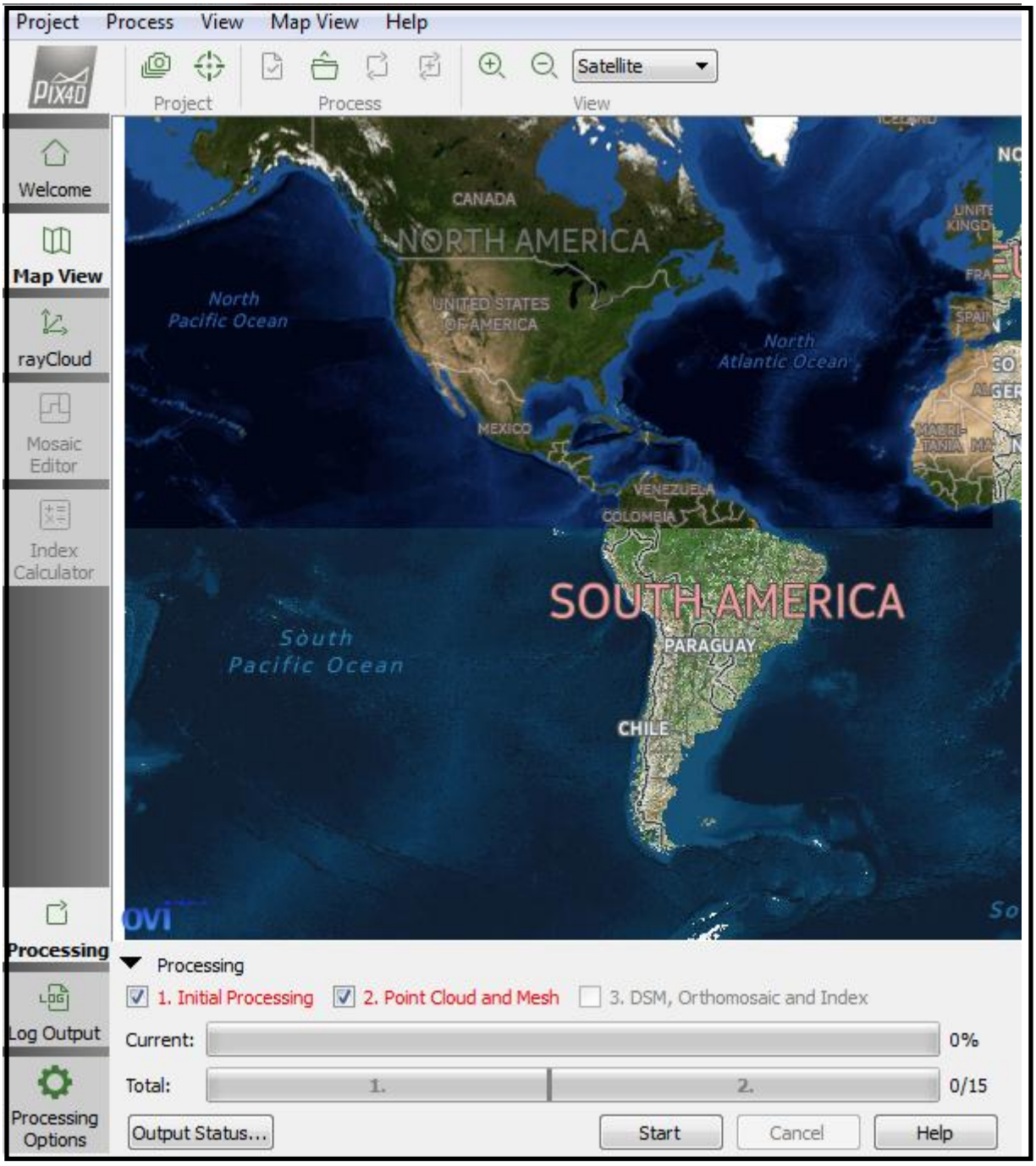
Şekil 24. Fotoğraf programa aktarılması

4. Fotoğrafalrı aktarmaktan sonra şu görüntü ekrana gelir ve buradan işimize göre seçmeliyiz. Örneğin 3D Map , 3D Models v.s seçilerek next tuşuna tıklamalıyız.



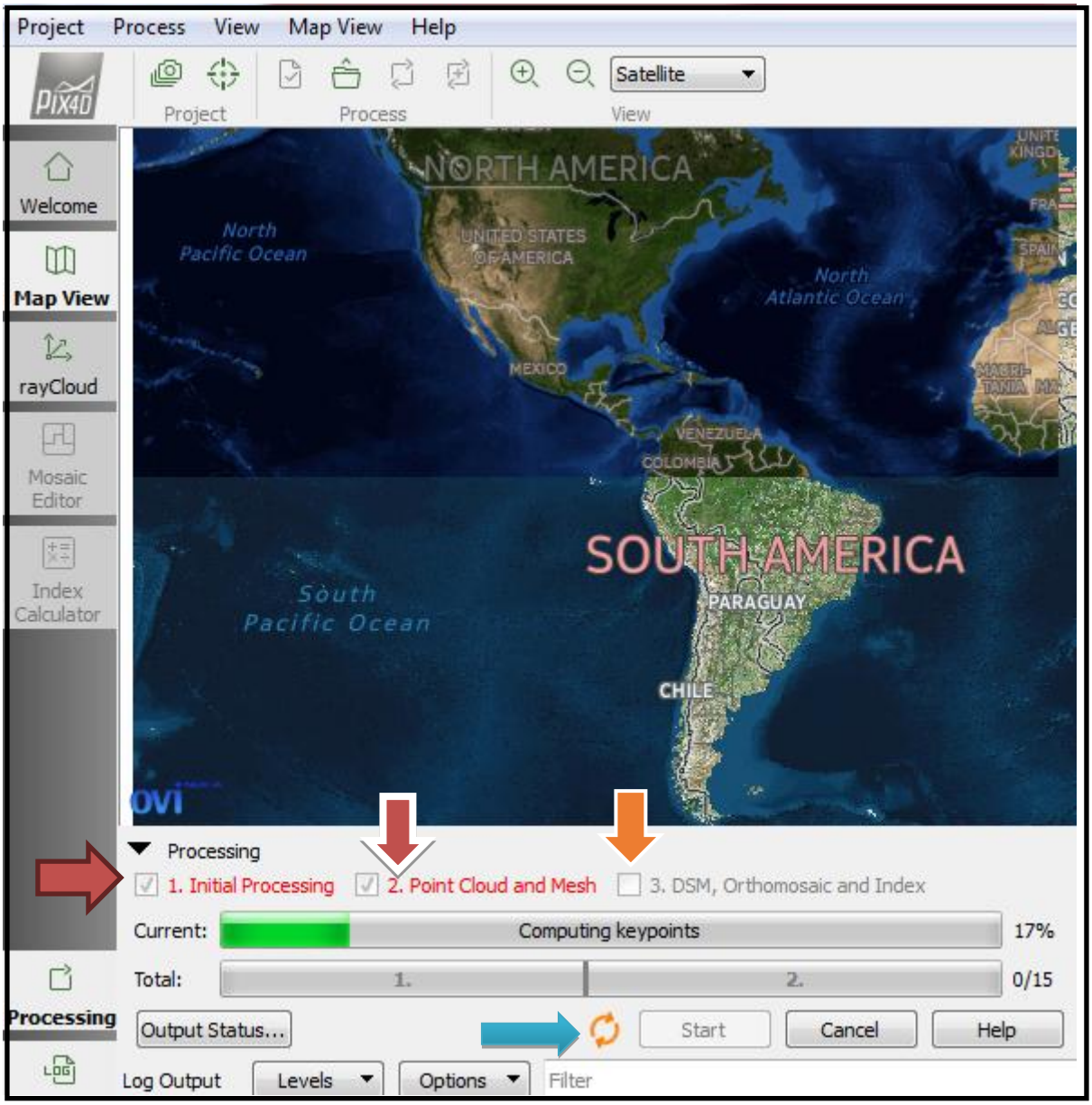
Şekil 25 . 3D map seçilmesi

5. 3D map seçilmekten sonra şu görüntü ekrana geldi



Şekil 26. Processing başlamadan önce

Processing alt kısmında 3 tane küçük kare var. ilk önce birinci kareye seçilir ve start tuşuna tıklanınır. Işlem bittikten sonra ikinci ve üçüncü kareler seçilir ve start tuşuna basılır.



Şekil 27. Proses görüntüsü

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Omar Hasan MOHAMMED
Uyruğu : IRAK
Doğum Yeri ve Tarihi : KERKÜK – 03.10.1990
Telefon : 05346224766
Faks :
e-mail : omern8@yahoo.com

EĞİTİM

Derece		Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:	**KERKÜK - IRAK**	**2008**
Üniversite	:	**KERKÜK ÜNİVERSİTESİ- IRAK**	**2012**
Yüksek Lisans	:	**SELÇUK ÜNİVERSİTES- TÜRKİYE**	**2016**
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi

UZMANLIK ALANI

Harita Mühendisliği Fotogrametri Anabilim Dalı

YABANCI DİLLER

Arapça Ve İngilisce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR*

Dergiler

Murat YAKAR , **Omar MOHAMMED** , Yersel Fotogrametrık Yöntem İle İbadethanelerin Modellenmesi , Selçuk Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Teknik-Online Dergi Cilt 15, Sayı : 2-2016 .