T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MEVLANA MÜZESİNİN İNSANSIZ HAVA ARACI İLE MODELLENMESİ

Ahmet ŞASİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Ocak-2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Ahmet ŞASİ tarafından hazırlanan "Mevlana Müzesinin İnsansız Hava Aracı İle Modellenmesi" adlı tez çalışması 21/01/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	**İmza**
Başkan Prof. Dr. Ferruh YILDIZ	.....
Danışman Prof. Dr. Murat YAKAR	.....
Üye Prof. Dr. Hacı Murat YILMAZ	.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Yakup KARA
Enstitü Müdürü

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 material and results that are not original to this work.

Ahmet ŞASİ

Tarih: 21.01.2019

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MEVLANA MÜZESİNİN İNSANSIZ HAVA ARACI İLE MODELLENMESİ

Ahmet ŞASİ

Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Murat YAKAR

2019, 123 Sayfa

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

Geçmişten günümüze kadar pek çok medeniyet ve uygarlığa tanıklık etmiş tarihi ve kültürel mirasların korunması ve belgelenmesi oldukça önemlidir. Bu yapılar insanlık tarihinde kuşaklar arasında bağlantı kuran bir köprüdür. Bu yapılarda; ilgisizlik ve doğal afet gibi durumlardan kaynaklanan birtakım bozulma ve deformasyonlar meydana gelebilmektedir. Söz konusu eserlerde meydana gelen tahribat ve zararların aslına uygun bir biçimde restore edilmesi gerekmektedir. İnsansız hava aracı ile tarihi ve kültürel mirasın korunması esas alınarak elde edilecek bilgi ve belgeler bu amaç doğrultusunda kullanılacaktır.

Bu çalışmada Konya İli, Karatay İlçesi'nde yer alan Mevlana Müzesi ele alınmıştır. Türkiye'de en çok ziyaret edilen müze olan Mevlana Müzesi bu tür deformasyonlara uğrama riski en fazla olan tarihi ve kültürel mirastır. Bu yüzden gelecek zamanda tek parsel ölçeğinde türbe ve müze binaları birbirinden ayrılması planlanmaktadır. Yapılan bu çalışmada meydana gelebilecek deformasyonlara yönelik yenileme çalışmalarının aslına uygun bir biçimde yapılması için gelecek nesillere bir kaynak olması hedeflenmektedir. İnsansız hava aracı ile bu çalışmanın planlama, arazi ve büro çalışmaları yapılmıştır. İnsansız hava aracı bu çalışmada bize klasik yöntemlere göre zaman ve maliyet açısından avantaj sağlamıştır. Tarihi ve kültürel mirasa ait üç boyutlu model ve ortofoto harita elde edilerek çalışma tamamlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: İnsansız Hava Aracı, İha, Mevlana Müzesi, Modelleme, Tarihi ve Kültürel Mirasın Korunması, Üç Boyut

ABSTRACT

MS THESIS

MODELLING OF MEVLANA MUSEUM WITH UNMANNED AERIAL VEHICLE

Ahmet ŞASİ

Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Geomatic Engineering

Advisor: Prof. Dr. Murat YAKAR

2019, 123 Pages

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

The preservation and documentation of historical and cultural heritages that have witnessed many civilizations and civilizations from the past to the present day are very important. These structures are a bridge linking generations in human history. In this structure; irregularities and natural disasters caused by a number of distortions and deformations can occur. Damage and damage to the works must be restored in a proper way. Unmanned aerial vehicles and information and documents obtained based on the protection of historical and cultural heritage will be used for this purpose.

In this study, Mevlana Museum located in Karatay District of Konya was discussed. The most visited museum, the Mevlana Museum, the risk of incurring such deformation has the most historical and cultural heritage in Turkey. Therefore, it is planned to separate the tombs and museum buildings from each other at the next parcel scale. It is aimed to be a source for future generations in order to make the renewal works for the deformations that can be made in this work done in a proper way. Unmanned aerial vehicles were used for planning, land and office work. The unmanned aerial vehicle gives us an advantage in terms of time and cost in comparison with classical methods. Tarihi ve kültürel mirasa ait hava fotoğrafları, ölçeklendirilmiş sayısal model ve üç boyutlu animasyon modeli sunularak tamamlanmıştır. A three-dimensional model and an orthophoto map of the historical and cultural heritage were obtained and the study was completed.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicle, Uav, Mevlana Museum, Modeling, Preservation of Historical and Cultural Heritage, Three Dimensions

ÖNSÖZ

Dünya üzerinde varlıklarını sürdüren insanlar yıllardır tabiatla, doğal kaynaklarla ve yerkürenin kendisine sunduğu fiziki imkânlarla hayatlarını sürdüre gelmektedir. Geçmişten günümüze nüfusun hızla artış göstermesi, dünya üzerindeki kaynakların tüketiminin kontrolünde ve söz konusu kaynakların tüketiciye ihtiyaçlar doğrultusunda planlı bir şekilde sunulması hususunda zorluklar yaşanmasına neden oldu. 1950' li yıllardan itibaren başlayan hızlı kentleşme ile birlikte artan nüfus ve göç olayları nedeniyle sosyal, ekonomik, kültürel ve çevresel boyutlarda ciddi sıkıntılarla karşılaşılmıştır. Bu sıkıntılar; yerküreye ait doğru verilerle, üzerinde yaşayan canlıların istatistiki bilgileriyle ve doğal kaynakların insanların ihtiyaçları doğrultusunda dikkate alınarak tüketime sunulması ile ancak çözüme kavuşacaktır.

Haritalar günümüzde fiziki büyüme gösteren kentlerde insanların yaşamını kolaylaştıran faktörlere bir altlık oluşturur. Günümüzde Harita Mühendislerinin üretim yetkisi alanına giren haritalar, yönetici konumunda olan idarecilere sorunlara çözüm üretebilme noktasında doğru karar verebilme yeteneği sağlar. İhtiyaçların planlanması, doğru yere doğru zamanda yatırım yapılabilmesi, şehrin ve beraberinde ülkenin dengeli büyüyebilmesi için harita üretimi şarttır.

Geçmişten günümüze harita üretimi ve standartları teknolojiye bağlı değişim göstermektedir. Günümüzde pek çok alanda kullanılan insansız hava araçları harita üretimi noktasında teknolojinin bizlere sunduğu son teknolojik ürünlerden biridir. Bu çalışmada tarihi ve kültürel bir miras olan Mevlana Müzesi'nin üç boyutlu modellenmesi ve ortofoto harita üretimi ele alınacaktır. Gerçekleştirdiğim çalışmanın bu tarihi yapıda meydana gelebilecek deformasyonların tarihi ve kültürel bir miras olan Mevlana Müzesi'nin aslına uygun bir biçimde restorasyon çalışmalarının yapılabilmesi için gelecek nesillere ışık tutmasını ve yol göstermesini hedefliyorum.

Lisans ve yüksek lisans eğitim sürecim boyunca değerli katkılarını ve desteklerini benden esirgemeyen Mühendislik Fakültesi Dekanı Sayın Prof. Dr. Ferruh YILDIZ'a ve danışmanım Sayın Prof. Dr. Murat YAKAR'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Hem bu zorlu ve uzun süreçte hem de hayatım boyunca yanımda bana destek olan aileme babam Şahabettin ŞASİ, annem Ayşe ŞASİ ve kardeşim Olcay Nur ŞASİ' ye teşekkürlerimi sunarım.

Ahmet ŞASİ
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **4**

3. MEVLANA CELALEDDİN RUMİ'NİN HAYATI VE ESERLERİ **7**

4. MÜZELER VE TARİHİ ÖNEMİ **9**

5. MATERYAL VE YÖNTEM **13**

5.1. Fotogrametri 14
5.1.1. Fotogrametrinin tanımı 14
5.1.2. Fotogrametrinin sınıflandırılması 15
5.1.3. Hava fotogrametrisi ve uygulama alanları 16
5.1.4. Fotogrametri tekniği ile üç boyutlu modelleme 17
5.2. Çalışma Alanına Ait Genel Bilgiler 18
5.3. Çalışmada Kullanılan Teknik Donanım ve Yazılımlar 28
5.4. İnsansız Hava Araçları 29
5.4.1 İnsansız hava araçlarının tanımı 29
5.4.2. İnsansız hava araçlarının tarihçesi 30
5.4.3. İnsansız hava araçlarının sınıflandırılması 33
5.4.4. Djı phantom 4 insansız hava aracı 37

6. UYGULAMA **39**

6.1. Uygulama Alanının Coğrafi Konumu 39
6.2. Uygulama Alanının İha ile Üç Boyutlu Modellenmesi 40
6.2.1. Uygulama alanına ait uçuş ve kamu güvenliği 40
6.2.2. Uygulama alanına ait arazi çalışması 42
6.2.3. Uygulama alanına ait büro çalışması 48
6.2.4. Uygulama alanına ait modelin ölçeklendirilmesi 64
6.3. Uygulama Alanına Ait Ortofoto Harita Üretimi 67
6.4. Uygulamada Karşılaşılan Sıkıntılar ve Çözüm Önerileri 106
6.4.1. İnsansız hava aracı için uçuş izni alınması 106
6.4.2. İnsansız hava aracı ile fotoğraf çekimi 107
6.4.3. Nokta bulutları arasındaki kot farkının giderilmesi 111
6.4.4. Arazi koordinatlarının modele optimize edilmesi 114

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 116

7.1 Sonuçlar 116
7.2 Öneriler 117

KAYNAKLAR 119

EKLER 121

ÖZGEÇMİŞ.....123

SİMGELER VE KISALTMALAR (İNGİLİZCE)

Kısaltmalar

DEM : Digital Elevation Model
DSM : Digital Surface Model
ESC : Electronic Speed Control
FPV : First Person Wiev
GCP : Ground Control Point
GPS : Global Positioning System
ICOM : International Council for Museums
ICOMOS : International Council for Monuments and Sites
IMU : Inertial Measurement Unit
INS : International Navigation System
ISPRS : International Society for Photogrammetry and Remote Sensing
NOTAM : Notice To Airmen
RSSI : Received Signal Strength Indicatör
SLR : Single Lens Reflect
UAV : Unmanned Aerial Vehicle
UIA : International Union of Architects
UNESCO : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UVS : Unmanned Vehicle Systems

.

SİMGELER VE KISALTMALAR (TÜRKÇE)

Kısaltmalar

İHA : İnsansız Hava Aracı
SHGM : Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü
YKN : Yer Kontrol Noktası

1. GİRİŞ

Üzerinde yaşadığımız coğrafya tarih boyunca birçok medeniyet ve uygarlığa başkentlik yapmıştır. Türkiye; her bölgesi ve şehri itibariyle çok büyük bir tarihe ve kültürel değerlere sahip bir ülkedir. Kültür ve Turizm Bakanlığı'nın 2019 yılı kayıtlarına göre Türkiye'de korunması gerekli taşınmaz kültür varlığı sayısı toplam 106.359'dur (URL-1, 2019). 1720 tanesi Konya il sınırları içerisindedir (URL-1, 2019). Ülkemiz için önem arz eden bu değerlerin belgelenmesi, korunması ve tahrip olduğu zaman restore edilmesi insanlık tarihi açısından oldukça önemlidir.

Kültür mirasları insanlığın geçmiş ile geleceği arasında bir bağlantı kuran en önemli köprülerden biridir (Şasi ve Yakar, 2018). Toplumların gelişiminde tarihe ve geleceğe bir bakış açısı imkânı vermesi açısından önemli bir yere sahiptir. UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization), ICOMOS (International Councilfor Monuments and Sites), ISPRS (International Society for Photogrammetry Remote Sensing), ICOM (International Council for Museums), ICCROM (International Centre for the Conservation and Restoration of Monuments) ve UIA (International Union of Architects) gibi birçok uluslararası kuruluş dünya kültür miraslarının korunması ile ilgili görevler üstlenmişlerdir (Callegari, 2003). Ülkemiz büyük bir tarihe ve kültürel değerlere sahip olmasına rağmen sahip olduğumuz coğrafyada kültür miraslarına gerektiği kadar önem verilmemektedir. (Yakar ve Yılmaz, 2008).

Kültürel ve doğal miraslar, doğal ve doğal olmayan nedenlerden dolayı artan bir şekilde yok olma tehlikesi altındadır. Kültürel ve doğal miraslara sahip olan ülkeler, ekonomik, bilimsel ve teknik kaynakların yetersizliği nedeniyle bu mirasın korunmasında yetersiz kalmaktadır. Bundan dolayı, kültürel mirası korumak adına yapılan bilimsel çalışmaları ve geliştirilen yeni teknikleri paylaşmak tüm milletlerin görevidir. Tarih boyunca farklı uygarlık ve kültürlere ev sahipliği yapmış ve yapmaya devam eden Türkiye coğrafyası, bu halklardan kalan kültürel mirasları üzerinde barındırmaktadır. Bu eserlerin dokümantasyonuna yönelik belgeleme çalışmaları ülkemiz için önemli olduğu kadar dünya kültür mirası için de büyük önem taşımaktadır.

Kültürel mirasın korunmasına yönelik yapılacak belgeleme çalışmalarında elde edilen bilgilerin, oluşturulan çeşitli ölçek ve nitelikteki dokümanların koruma çalışmalarında görev alacak farklı meslek gruplarına mensup uzmanlar tarafından anlaşılır ve kullanılabilir biçimde düzenlenmesi gerekir. Metrik, yazılı ve görsel

belgeleme, kültürel mirasın mevcut durumu ve problemlerinin tespiti ile bu problemlerin çözümüne ilişkin her türlü koruma çalışmalarında temel veri olarak kullanıldığı gibi kültürel mirasın gelecek kuşaklara aktarılmasının ve topluma tanıtılmasının da önemli bir yoludur (Yakar ve ark., 2015).

Bir kültürel mirasın belgelenmesi işlemi; tarihi veya kültürel bir yapının belirlenen üç boyutlu bir uzayda mevcut durumunun yani boyutunun, şeklinin ve konumunun belirlenmesi için gerekli olan ölçme, değerlendirme, kayıt ve sunum işleridir (Georgopoulos ve Ioannidis, 2004). Kültürel mirasların dokümantasyonuna yönelik belgeleme çalışmaları; yenileme, kent bilgi sistemi gibi birçok mühendislik projesinde çalışma altlığı niteliğindedir (Toprak, 2014). Tarihi ve kültürel mirasların belgelenmesinde kullanılan bazı belgeleme yöntemleri vardır (Böhler ve Heinz, 1999). Bu yöntemler kültürel mirasların korunması için vazgeçilmez olup klasik elle gerçekleştirilen belgeleme yöntemi, topoğrafik yöntemler, fotogrametrik yöntemler ve tarama yöntemleridir (Scherer, 2002).

Kültür varlıklarının deprem ve yangın gibi doğal afetler sonucu tahrip olması, bir kısmının zarar görmesi, yıkılması gibi ihtimallere karşılık bugün coğrafyamızda sahip olduğumuz kültür miraslarının olası bir restorasyon çalışmalarına altlık sağlayabilecek diğer meslek disiplinlerine de çalışma imkânı sunabilecek ürünler elde edilmektedir. Fotogrametri tekniği ile elde edilen üç boyutlu model çalışmaları kentin ve ülkenin yöneticilerine doğru karar verebilme noktasında kaynak teşkil etmektedir (Sasi ve Yakar, 2017).

Fotogrametri tekniği, yıllardır arkeolojik ölçmeler ve tarihi eserlerin dokümantasyonu için kullanılan bir yöntemdir. Dijital tekniklerin gelişimiyle birlikte fotogrametri, mimari eserlerin dokümantasyonu ve korunmasında daha verimli ve ekonomik bir yöntem haline gelmiştir (Ulvi, 2008).

Bu tez çalışması kapsamında uygulama alanı; kültür varlığı niteliğinde olan Konya il sınırı içerisinde yer alan Mevlana Müzesi'dir. İnsansız hava aracı yardımı ile Mevlana Müzesi'ne ait üç boyutlu model çalışması öncesinde Konya İl sınırları içerisinde yer alan Sakahane Mescidi ve Hasbey Dar'ülhuffaz olmak iki adet tarihi yapıya ait üç boyutlu model çalışması yapılmıştır. Bu çalışmalar akademik dergilerde makale olarak yayımlanmıştır. Bu çalışmalardan elde ettiğim deneyim ve kazanımlarla Mevlana Müzesi'ne ait üç boyutlu model çalışmalarında daha doğru teknikler kullanılmıştır.

Tarihi eserlerin doğal dokuya zarar verilmeden dokümantasyonu ve korunması, gelecek nesillere aktarılması için vazgeçilmez unsurlardandır. Kültürel mirasların dokümantasyonu için farklı teknikler kullanılmaktadır. İnsansız hava aracı yardımıyla fotogrametri tekniği kullanılarak Mevlana Müzesi'ne ait üç boyutlu model ve ortofoto harita elde edilmiştir. Çalışmanın;

İkinci bölümünde, insansız hava araçlarının mühendislik uygulamalarında kullanımına yönelik literatür özeti sunulmuştur.

Üçüncü bölümünde, Mevlana Celâleddin Rumi'nin hayatı ve eserleri anlatılmıştır.

Dördüncü bölümünde, müze kavramının tanımı yapılarak ülkemizdeki müzecilik olgusunun tarihsel gelişimi ve öneminden bahsedilmiştir.

Beşinci bölümünde, kullanılan materyal ve yöntem ile ilgili olarak; fotogrametrinin tanımı, sınıflandırılması, hava fotogrametrisi ve uygulama alanları ile fotogrametri tekniği ile üç boyutlu modelleme, çalışma alanının tanıtımı, çalışmada kullanılan teknik donanım ve yazılımlar, insansız hava araçlarının tanımı, tarihçesi, sınıflandırılması, modelleme çalışmalarında kullanılan Djı Phantom 4 marka insansız hava aracı anlatılmıştır.

Altıncı bölümünde Mevlana Müzesi'ne ait üç boyutlu modelleme çalışmalarında arazi ve büro aşamasında yapılan çalışmalara yer verilmiştir. Mevlana Müzesi'ne ait üç boyutlu modelin ölçeklendirilmesi ve ortofoto harita üretimi ile ilgili uygulamalar yapılmış, doğruluk ve hassasiyetleri incelenerek sonuçlar incelenmiştir. Mevlana Müzesi'ne ait üç boyutlu model ve ortofoto harita üretiminde karşılaşılan sorunlar ve bu sorunlara getirilen çözüm önerilerinden bahsedilmiştir.

Yedinci bölümünde, Mevlana Müzesi'ne ait fotogrametri tekniği kullanılarak insansız hava aracı ile yapılan üç boyutlu model ve ortofoto harita üretimi sonucunda elde edilen hassasiyet ve doğruluklardan bahsedilmiş ve öneri kısmı ile çalışma tamamlanmıştır.

Ekler bölümünde ise uygulama alanına ait uçuş ve kamu güvenliği kapsamında insansız hava aracına ve kullanıcıya ait Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'nden temin edilen belgeler ek olarak sunulmuştur.

Bu çalışmanın bilime katkısı; üç boyutlu sorgulanabilir kent modeli uygulamalarına örnek teşkil etmesi ve tarihi eserin dokümantasyonuna yönelik yapılan belgeleme çalışmalarının birçok farklı meslek disiplininin çalışmalarına temel bir altlık olabileceği konusunda dikkate değer buluyorum.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Akgül ve Hacıoglu (2010), çalışmalarında insansız hava araçlarını tanımlamışlardır. İnsansız hava aracı tasarımı üzerine çalışma yapmıştır. Tasarım kapsamında kullanılan parametrelerin belirlenmesi ve tasarım hesaplarını anlatan bir dokümandır.

Akyürek ve ark. (2012), çalışmalarında insansız hava aracına ait tanım ve sınıflandırılmasından bahsedilmiştir. İnsansız hava araçlarının dünya üzerinde tarihsel gelişimini anlatan tarihçesinden bahsetmişlerdir. Tüm dünyada insansız hava araçlarının artan önemi ve gelişmeler ışığında Türkiye'de bu alanda yapılan çalışmaları anlatılmış ve insansız hava araçlarının avantaj ve dezavantajları doğrultusunda bilgiler sunmuşlardır.

Böhler ve Heinz (1999), çalışmalarında kültürel mirasın dokümantasyonuna yönelik belgelenmesinde farklı yöntemler, farklı uygulama alanları olduğu ve bu alanda farklı disiplinlerin görev aldığını anlatmaktadırlar. Nesnelerin geometrisini, boyutunu ve konumunu belirleyen bir ölçüm tekniği olduğu anlatılmaktadır.

Callegari (2003), çalışmasında ülkeyi veya şehri yöneten karar merkezlerine kıyı bölgelerine yönelik kıyı yönetim programları ve planlama çerçevesinde kültürel mirasın optimum şekilde dahil edilmesini sağlamak için ele alınması gerekli kılavuzları belirlemiştir. Dünya kültür miraslarının korunmasında görev alan uluslararası kuruluşlardan bahsetmiştir.

Georgopoulos ve Ioannidis (2004), çalışmalarında arkeolojik anıtların nesnelerin boyutlarını ve şekillerini belirleyen fotogrametri tekniği ile üç boyutlu model ve ortofoto üretimini ele almışlardır. Arkeolojik anıtların incelenmesinde arkeolog ve mimarların sorumluluğunda olduğunu ama son yıllarda gelişen deney ve teknolojilerin ışığında fotogrametrik ölçme ve değerlendirme yöntemlerine ihtiyaç duyulduğu bu veriler üzerinden yapılan çizimlerin daha doğru bir yaklaşım olduğunu anlatmışlardır.

Newhall (1969), çalışmasında ''Hava ve Uzayda Dünya'' isimli bir kitap yazmıştır. Bu kitapta hava kameralarının tarihsel gelişimi, kullanım alanları, fotogrametrik değerlendirmede hava fotoğraflarının gereksinimine ilişkin hususlardan bahsetmiştir.

Przybilla ve Wester-Ebbinghaus (1979), çalışmalarında fotogrametri de ilk kez sabit kanatlı insansız hava aracı ile uçuş gerçekleştirmişlerdir. 150 m yükseklikten ve 11

m/s hızında uçabilen manuel kontrollü insansız hava aracı ile yapılan uygulama anlatılmaktadır.

Scherer (2002), çalışmasında kültürel mirasın dokümantasyonuna yönelik belgeleme işlemlerinde farklı yöntemlerin sentezi hakkında bilgi vermiştir. Elle gerçekleştirilen belgeleme yöntemi, topoğrafik yöntemler, fotogrametrik yöntemler ve tarama yöntemleri anlatılmaktadır.

Sasi ve Yakar (2017), bu çalışmada Konya il sınırları içerisinde bulunan Anadolu Selçuklu Dönemine ait Sakahane Mescidi'nin insansız hava aracı ile fotogrametrik olarak üç boyutlu modellenmesi konu edilmektedir. Uygulamada Djı Phantom 4 marka insansız hava aracı kullanılmıştır. Tarihi esere ait üç boyutlu model elde edilmiştir.

Şasi ve Yakar (2018), bu çalışmada Konya il sınırları içerisinde yer alan Karamanoğulları Beylik Dönemine ait Hasbey Dar'ülhuffazı'nın fotogrametri tekniği kullanılarak insansız hava aracı yardımıyla üç boyutlu modellenmesi konu edilmektedir. Uygulamada tesis edilen kontrol noktaları GPS ile koordinatlandırılmıştır. Esere ait üç boyutlu model koordinatlı bir şekilde elde edilmiştir.

Toprak (2014), çalışmasında mühendislik projelerinde fotogrametri tekniği kullanılarak insansız hava araçları ile düşük maliyet, daha az zaman ve yüksek hassasiyette sonuç verilerinin üretilebileceği ve gelişen teknolojinin bize sunmuş olduğu insansız hava araçlarının fotogrametri tekniği ile farklı mühendislik projelerinin üretiminde kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Ulvi (2008), çalışmasında Muğla il sınırları içerisinde Knidos Antik Tiyatrosu'nun fotogrametri tekniği kullanılarak üç boyutlu modeli elde edilmiştir. Tarihi eserin dokümantasyonuna yönelik belgeleme çalışmasında farklı meslek disiplinleri arasında veri alışverişi sağlanacağı ve yapılacak restorasyon planlarına doğru bir altlık elde edildiği sonucuna varılmıştır.

Yakar ve ark. (2015), çalışmalarında Konya il sınırları içerisinde yer alan Anadolu Selçuklu mimarisi olan Sahip Ata Külliyesi'ne ait giriş yapısı ve minaresine ait belgeleme amaçlı fotogrametrik rölöve çalışması ve üç boyutlu model elde edilmiştir.

Yakar ve Yılmaz (2008), çalışmalarında kültürel mirasın dokümantasyonuna yönelik belgeleme yapılmış olup Konya İl sınırları içerisinde bulunan Horozlu Han'ın fotogrametrik yöntemle ölçümü ve üç boyutlu modeli elde edilmiştir.

Wanzke (1984), çalışmasında üç boyutlu fotogrametrik belgelemede zeplin kullanmıştır. Pakistan'daki 5000 yıllık kasabanın mimari bilgilerini elde etmek için kullanıldı.

Wester Ebbinghaus (1980), çalışmasında hava fotoğraflarını radyo kontrollü döner kanatlı insansız hava aracı ile çekerek fotogrametrik amaçlı ilk denemesini gerçekleştirmiştir.

Whittlesey (1970), çalışmasında arkeolojik alana ait hava fotoğrafları için balon kullanmış ve radyo kontrollü hava kamerası ile arkeolojik alana ait hava fotoğraflarını elde etmiştir.

3. MEVLANA CELALEDDİN RUMİ'NİN HAYATI VE ESERLERİ

Hz. Mevlana'nın yaşadığı Konya şehri Neolitik çağlarda M.Ö. 8000-7000'de insanla tanışmıştır. Büyük gelişimi Maden Devriyle M.Ö. 3000'de Alâeddin Tepesi'ne yerleşmesiyle başlar ve yüzyıllarca devam eder.

Klasik Çağlarda, Roma İmparatorluğu'nun sömürgesi olarak Romalı valiler tarafından yönetilmiş, yüzyıllarca Diyar-Rum olarak yaşamıştır. Doğu Roma (Bizans) zamanında ise Hristiyan azizlerinden Saint Paul' ün Konya'yı iki defa ziyaret etmesiyle şehir kutsallık kazanmıştır (Odabaşı, 1998).

1077 yılında Süleyman Bey tarafından Konya fethedilmiş ve yönetim Selçuklulara geçmiştir. Haçlı seferlerinin geçit yolu olan Konya'nın 1096 yılında başkent olmasıyla Türk İslam medeniyeti süreci başlamış, bayındırlık yapıları ve ilim yuvaları yapılmıştır.

Bir süre Karamanoğlu egemenliği altına geçen Konya'nın önemi Karamanoğlu-Osmanlı çekişmeleri ile bir kat daha artmıştır. Zaman içerisinde Konya şehri bir kasaba düzeyinde yerini almıştır.

Konya'nın karanlık günleri, Anadolu-Bağdat demiryolunun Konya'ya ulaşması ve 1901 yılında Avlonyalı Ferit Paşa'nın Konya'ya vali tayin edilmesi ile değişmiştir. Şehrin fiziki yapısı değişmiş, modern mimari tarzda binalar inşa edilmiştir (Odabaşı, 1998).

1950 yılından itibaren şehir; yenilik hareketi başlatmış ve bugün sayılı büyük şehirlerimizden olmuştur. Konya, Anadolu Selçuklu Devleti'ne başkentlik yaptığı sırada Mevlana ile tanışmıştır.

Mevlana, 30 Eylül 1207 tarihinde Afganistan'ın kuzeyinde bulunan Belh şehrinde dünyaya gelmiştir. Babası Alimler Sultanı diye tanınmış soylu ve seçkin ailelere mensuptur (Şafak, 2007). Tasavvuf ehli bu durumu çekemeyince babası Bahaeddin Veled Belh'ten göç etmek zorunda kalmıştır. Hacca gitme niyetiyle önce Bağdat sonra Kâbe'ye ulaşmıştır. Hac farizasını yerine getirdikten sonra Şam'a geçmiş oradan Malatya'ya daha sonra Erzincan'a oradan da Karaman'a uğramış ve bir müddet kaldıktan sonra Konya'yı seçip oraya yerleşmiştir (Hidâyetoğlu, 2006).

Bahaeddin Veled 3 Mayıs 1228 yılında vefat etmiş, Mevlana bu tarihten itibaren Konya'da dini ilimleri öğretmeye ve halkı irşad etmeye başlamıştır. Özellikle fıkıh ve hadis ilimlerinde yüksek mertebeye erişmiş, şöhreti her tarafa yayılarak müritleri çoğalmıştır (Şafak, 2007).

1244 yılında Şems-i Tebriz'i ile tanışmış ve Şems'ten başka kimseyle görüşmez olmuş, derslerini ve vaazlarını aksatmıştır. Bu durumu çekemeyenler Şems'in gitmesiyle her şeyin düzeleceğine inanmış ama Şems'in gitmesi Mevlana'yı daha çok üzmüştür. Onu aramak için Şam'a gitmişse de izini bulamamış ve Konya'ya dönmüştür. 1250 yılında ki bu dönüşünden sonra yavaş yavaş kendine gelmeye başlamıştır. Kuyumcu Selahaddin'i kendine arkadaş edinmiştir (Şafak, 2007). Mevlana hayatının son 10-15 yılını Çelebi Hüsameddin'e Mesnevi'yi yazdırarak geçirmiştir.

İyice yorulan ve yaşlanan Mevlana 17 Aralık 1273 Pazar günü ebedi âleme kavuşmuştur. Cenaze namazını vasiyeti üzerine Şeyh Sadrettin Konevi kıldırmıştır (Atasagun, 2007).

Mevlana'ya, fikirlerine, eserlerine sempati duyanlara Mevlevilikte ‘‘Muhibban‘‘ denmiştir. Mevlevi tarikatı Türkiye'de Hz. Mevlana tarafından kurulmuştur. Fakat onun en büyük oğlu Sultan Veled bu tarikatın asıl düzenleyicisidir.

Mevlana fikirleri üzerine tesis edilen Mevlevi tekkelerinden büyük şairler ve sanatkârlar yetişmiştir. Mevlevihaneler asırlarca güzel sanat okulları gibi işlev görmüştür. Etkisi Anadolu ile sınırlı kalmamıştır (Şafak, 2007).

Mevlana'nın eserlerine baktığımızda en önemlisi yirmi altı bin beyiti bulan Mesnevi'dir. Mesnevi'de insan ruhunun elemleri, neşeleri, zaafları, istekleri, hatta çocuklukları, hasılı çeşitli haletleri gerçekten çok üstün ve açık bir şekilde görünür (Gölpınarlı, 1953). Divan-ı Kebir (şiir kitabı), Fihi Ma Fih (sohbet ve nasihatlerinin yazılı olduğu kitap), Mecalis-i Seb-a (Mevlana'nın yedi vaazı), Mektubat (Mevlana'nın emir, dost, vezirlere yazdığı mektuplar) Mevlana'nın diğer önemli bizlere ışık tutacak eserleridir.

4. MÜZELER VE TARİHİ ÖNEMİ

Müzeler; toplumun hizmetinde olan ve onun gelişimi için çalışan, insanlığı somut ve soyut kültürel mirası ile çevresini tanıması ve sahiplenmesi amacıyla ilmi yöntemlerle açığa çıkaran, inceleyen, değerlendiren, koleksiyonlar oluşturan, koruyan, tanıtan, sürekli ve geçici olarak sergileyen, eğiten, kültürel, sanatsal zevkini ve dünya görüşünü geliştirmesinde etkili olan, kamuya açık, kar amacı gütmeyen daimi kuruluşlardır.

Kültürel değerlerin korunmasında ve geleceğe taşınmasında önemli rol oynayan müzecilik olgusu tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de koleksiyonculukla başlamıştır. Ünlü tarihçi Heredot'un "gök kubbenin altındaki en güzel coğrafya yeryüzünün en güzel iklimine sahip" olarak tanımladığı ülkemiz coğrafyasında Türk Müzeciliğinin ilk izleri, Selçuklu Dönemi'nde (13.yy) eski Konya'nın bulunduğu höyüğü çevreleyen ve günümüzde hiçbir izi kalmayan sur duvarlarının etrafında ellerine geçen çeşitli dönemlere ait eserlerin nizami bir şekilde dizilmesi ile karşımıza çıkar. Daha sonra Dulkadiroğulları Beyliği Dönemi'nde de Kahramanmaraş Kalesi etrafında Geç Hitit eserlerinin biriktirildiği bilinmektedir. Osmanlı Dönemi'nde ise ata yadigârı kıymetli eserler, hediyeler ve savaşlarda elde edilen ganimetler sarayların hazine dairelerinde korunmaktaydı. İstanbul'un fethinden sonra Fatih Sultan Mehmet zamanında sarayın bir bölümünün hazine dairesi haline getirilmesi, özellikle Yavuz Sultan Selim'in doğu seferinden sonra halifeliğin Osmanlılara geçmesi ile birlikte başta kutsal emanetler olmak üzere çok değerli kültür varlıklarının Osmanlı sarayına taşınması zengin bir koleksiyon oluşmasını sağlamıştır. Bu koleksiyonlar ve zengin Anadolu tarihi Türk Müzeciliğinin başlamasına öncülük etmiştir (URL-2, 2018).

Gerçek anlamda Türk Müzeciliğinin temeli İstanbul Arkeoloji Müzeleri'nin temelini de oluşturan Mecma-ı Asar-ı Atika'ya (Eski Eserler Koleksiyonu) dayanmaktadır. Padişah Abdülmecit'in 1845 yılında Yalova'ya gerçekleştirdiği gezi sırasında gördüğü Doğu Roma yazıtlarını İstanbul'a naklettirmesi üzerine eserler 1846 yılında Osmanlı Devlet adamı Ahmet Fethi Paşa tarafından o güne kadar silah deposu (Harbiye Ambarı) olarak kullanılan Aya İrini'de toplatılmaya başlandı. Müze, Mecma-i Eslihai Atika ve Mecma-i Asar-ı Atika olmak üzere iki bölüm halinde düzenlenmiş, kuruluşu daha eski dönemlere dayanan Mecma-i Eslihai Atika bölümü Harbiye Askeri Müzesi'nin temelini oluşturmuştur.

Mecma-ı Asar-ı Atika koleksiyonu Sadrazam Ali Paşa döneminde düzenlenmiş ve 1869 yılında dönemin Maarif Nazırı Saffet Paşa tarafından Müze-i Hûmayun (İmparatorluk Müzesi) adıyla Osmanlı İmparatorluğu'nun ilk müzesi kurulmuştur. Aynı yıl, ilk müze müdürü olarak Galatasaray Lisesi öğretmenlerinden Edward Goold görevlendirilmiştir. Ayrıca vilayetlere bir genelge gönderilerek çevrelerindeki bütün tarihi eserlerin tahrip edilmeden müzeye iletmeleri istenmiştir. Bunlara ek olarak aynı yıl içerisinde ilk Asarı Atika Nizamnamesi yürürlüğe girmiştir. Müzede toplanan eserlerin sayısının gittikçe artması sonucu yeni bir bina arayışına başlanmış ve müzenin Çinili Köşk'e taşınmasına karar verilmiştir. Çinili Köşk'e taşınan Müze 1880 yılında faaliyete geçmiştir. Müzenin Çinili Köşk'e taşınmasından sonra Müze Müdürü Anton Dethier'in ölmesi üzerine yeni müdür arayışları başlamış, Türk Müzecilik tarihinde önemli bir yere sahip olan Osman Hamdi Bey 11 Eylül 1881 tarihinde bu göreve atanmıştır.

1887 yılında Sayda'da gerçekleştirilen kazılar sonucunda İskender Lahdinin de dahil olduğu bir grup lahit ortaya çıkarılmış ve İstanbul'a nakledilmesinden sonra Osman Hamdi Bey yeni bir müze binası yapımı için girişimlere başlamıştır. Müze binasının tasarlanması işi Mimar Alexandre Vallaury'e verilmiştir. Bu bina ülkemizde, müze binası olarak tasarlanan ilk binadır ve Müze-i Hümayun adıyla 1891 tarihinde açılmıştır. Açılışından kısa bir süre sonra müzede kitaplık, fotoğraf laboratuvarı ve maket atölyesi kurulmuştur. Kazılar sonucunda getirilen yeni eserleri sergilemek amacıyla 1903'te ve 1907'de müzeye ek binalar yapılmıştır.

Yine bu dönemde, İstanbul dışında Anadolu'daki bazı şehirlerde de müze kurma çalışmaları başlatılmıştır. 1902'de Konya'da ve 1904'de Bursa'da yeni müzeler kurulmuştur. Yabancı arkeolog ve uzmanlardan yararlanılarak müze koleksiyonlarının kayıt, katalog ve sergilemeleri geliştirilmiştir. Kısacası bu dönemde müzeciliğin saklama ve depolamadan daha önemli olan koruma, kayıt tutma, düzenli sergileme faaliyeti ülkemizde hızla gelişmiştir. Ayrıca bu dönemde Türkler tarafından birçok kazı çalışması yapılmıştır.

1910 yılında Osman Hamdi Bey'in ölümünden sonra müze müdürlüğüne kardeşi Halil Edhem getirilmiştir. Müdürlük süresi boyunca Edhem Bey, yabancı uzmanlardan da faydalanarak bilimsel yayınlar çıkartılmasına odaklanmıştır. 1912-1914 yılları arasında Gustav Mendel'in yaptığı üç ciltlik "Catalogues de Sculptures Grecgues, Romaines et Byzantines" isimli taş eserler kataloğu Müzey-i Hümayun'u dünyaya tanıtan yapıt olmuştur. 1914 yılında Türk ve İslam eserleri için Evkaf-ı İslamiye

Müzesi, Süleymaniye Camii'nin imaretinde açılmıştır. Halil Edhem; geleneksel Batı müzeciliği anlayışı içerisinde bir sergi-depo mantığıyla Yakındoğu ülkelerinin eserlerini ayırarak, binayı Eski Şark Eserleri Müzesi olarak düzenlemiştir. 1917 yılında müze dışındaki eski eserleri korumak için çalışmalar yapacak olan Eski Eserleri Koruma Encümeni, meclis kararıyla kurulmuştur.

Ülkemizde bir sanat müzesi kurulması yönündeki çalışmalar ilk kez XIX. yüzyıl sonlarında başlatılmıştır. Güzel Sanatlar Okulunun (Sanayi-i Nefise Mektebi) kuruluşuyla da yakından ilgisi olan bu girişimin sonunda bir koleksiyon oluşturulmaya başlanmış ancak müzenin açılışı gerçekleştirilememiştir. 1883'te açılan Güzel Sanatlar Okulu'nun öğrencilerinin eğitimini desteklemek bilgi ve görgülerini artırmak amacıyla bir resim koleksiyonu ile bu koleksiyonun sergileneceği bir resim salonu oluşturulması düşüncesi sanat koleksiyonları için de bir başlangıç olmuş ve Elvah-ı Nakşiye olarak anılan resim koleksiyonu da bu amaçla meydana getirilmiştir. Ancak ilk sanat müzesi, Cumhuriyet'in ilanından sonra 1937 yılında Atatürk'ün emriyle kurulan İstanbul Resim ve Heykel Müzesi olmuştur.

Cumhuriyet döneminde Müzeler, Millî Eğitim Bakanlığı bünyesinde bulunan ve sonradan adı "Âsâr-ı Atika ve Müzeler Müdürlüğü" olan Hars Müdürlüğüne bağlanmış, daha sonra 1944'te "Eski Eserler ve Müzeler Genel Müdürlüğü" kurulmuştur. 1924 yılında Bakanlar Kurulu kararıyla, Topkapı Sarayı'nın mevcut koleksiyonu ile müze olarak ziyarete açılması kararı alınmıştır. Atatürk'ün Ankara'da bir Hitit Müzesi'nin açılmasını istemesi üzerine 1923 yılında Kurşun Han ve Mahmut Paşa Bedesteni Milli Eğitim Bakanlığı tarafından onarılarak Ankara Arkeoloji Müzesi olarak açılmış ve 1967 yılında yeniden düzenlenerek müzedeki eserlerin çeşitliliği de göz önünde bulundurularak adı Anadolu Medeniyetleri Müzesi olarak değiştirilmiştir.

Cumhuriyet döneminde yapılan ilk müze binası Ankara Etnografya Müzesi olup inşasına 1925 yılında başlanmış ve 1930 yılında ziyarete açılmıştır. 1925 yılında çıkarılan kanun kapsamında kapatılan tekke, türbe ve zaviyelerdeki eşya ve eserlerin çoğu Ankara Etnografya Müzesi'nde sergilenmeye başlanmış, halk yaşamından kesitler sunmak amacıyla törensel ya da günlük eşyalar kullanılmıştır. Diğer taraftan Konya Mevlana Türbesi Atatürk'ün isteği üzerine kapatılmayarak koleksiyonları ile birlikte müze haline dönüştürülmüştür.

Cumhuriyet' in ilk yıllarında adı geçen müzelerimizin dışında, Anadolu'nun birçok ilinde yeni müzeler açılmış ve ülke çapında yaygınlaşması sağlanmıştır.

Günümüzde aralarında Avrupa'da yılın müzesi ödülünü de kazanmış, 187'si Kültür Bakanlığı'na bağlı, 183'ü Kültür Bakanlığı denetiminde özel müze olmak üzere toplam 370 müze bulunmaktadır. Sayıları gün geçtikçe artan müzelerimiz, artık sadece eserlerin sergilendiği ve depolandığı mekânlar olmaktan çıkmış, halkın eğitimi için ulusal ve uluslararası konferansların, seminerlerin düzenlendiği, çeşitli sosyal ve kültürel faaliyetlerin gerçekleştirildiği, sergilerin açıldığı, bilimsel yayınların yapıldığı, ülkemizin tanıtımına katkıda bulunan eğitim ve kültür kurumları hâline gelmiştir.

5. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasında Konya il sınırları içerisinde yer alan Mevlana Müzesi ele alınmıştır. Mevlana Müzesi Türkiye'de en çok ziyaretçi kabulüne ev sahipliği yapan tarihi geçmişe ve öneme sahip bir yapıdır. Bu yüzden Mevlana Müzesi deformasyonlara uğrama riski en fazla olan tarihi ve kültürel bir mirastır. Kültür varlığına ait üç boyutlu model ve ortofoto harita elde edilmiştir.

Mühendislik projesi olarak tanımlanan kültürel mirasın dokümantasyonuna yönelik belgeleme çalışmaları kapsamında kültür varlığına ait üç boyutlu model ve ortofoto harita üretimi; fotogrametri tekniği kullanılarak üretilmiştir. Kültürel mirasa ait üretilen üç boyutlu modelin koordinatlı bir şekilde elde edilmesi için 12 adet kontrol noktası, elde edilen modelin mutlak doğruluğunu belirleyebilmek için ise 23 adet denetleme noktası olmak üzere arazi üzerine toplam 35 adet nokta tesis edilmiştir. Uygulama alanında belirlenen 12 adet kontrol noktası ile 23 adet denetleme noktasının koordinatları GPS ile ölçülmüştür. Kültürel mirasa ait hava fotoğrafları insansız hava aracı ile çekilmiştir. Projede Djı Phantom 4 marka insansız hava aracı kullanılmıştır. İnsansız hava aracının uçuş işlemi için Djı Go 4 ve Pix4Dcapture mobil uygulamaları kullanılmıştır. Araziden elde edilen tüm veriler Agisoft PhotoScan programında kıymetlendirme işlemi büro aşamasında yapılmıştır. Sonucunda kültür mirasına ait üç boyutlu model ve ortofoto harita elde edilmiştir. Elde edilen ortofoto netcad programında raster olarak açılmıştır. Arazide tesis edilen noktaların, fotogrametrik teknikle üretilen ortofoto harita üzerinden değerleri bulunmuş ve bu değerler arasında x, y ve z koordinat değer farkları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu fark değerlerine göre x, y ve z koordinatlarının karesel ortalama hatası ve üç boyutlu modelin konum doğruluğu elde edilmiştir.

Arazide tesis edilen 35 adet noktanın koordinatları GPS ile ölçülmüş ve kesin değer olarak kabul edilmiştir. Arazi üzerine tesis edilen 35 adet noktanın ortofoto harita üzerinden değerleri bulunmuş ve bu değerler arasında farklar hesaplanmıştır. Elde edilen bu fark değerlerinin anlamlı olup olmadığının tespitinde t-testi test edilmiştir.

Bu kapsamda ilk olarak fotogrametrinin tanımı, sınıflandırılması, hava fotogrametrisi ve uygulama alanları, fotogrametri tekniği ile üç boyutlu modelleme anlatılmıştır. Mevlana Müzesi ve müze içerisinde yer alan eklentilere ait genel bilgiler ile çalışmada kullanılan teknik donanım ve yazılımlardan bahsedilmiştir. Elde edilen üç boyutlu model ve ortofoto haritaya ait tüm ayrıntılar uygulama bölümünde anlatılmıştır.

5.1. Fotogrametri

5.1.1. Fotogrametrinin tanımı

Fotogrametri kelimesi eski Yunan dilinde Photos, grama ve metron kelimelerinin birleşmesinden oluşmaktadır. Photos kelimesi ışık, grama çizim ve metron kelimesi de ölçme anlamına gelmektedir. Bu durumda fotogrametri; ışık yardımıyla ölçme ve çizim olarak da tanımlanabilmektedir.

Bir diğer tanımı ile fotogrametri; fiziksel objeler ve çevre hakkında görüntülerinden ölçüler alarak ve yorumlar yaparak güvenilir bilgiler elde etme bilimidir.

Fotogrametrinin matematiksel modeli merkezsel izdüşümdür. Merkezsel izdüşüm, uzaydaki noktaların izdüşüm merkezi adı verilen bir noktadan geçen doğrularla, bir düzlem üzerine veya başka bir uzay bölümüne izdüşürülmesidir. Fotogrametrinin temelini oluşturan fotoğraf ise uzaydaki noktaların bir düzlem üzerine, o düzlem dışındaki bir noktadan geçen ışık ışınları ile izdüşürülmesidir. Merkezsel izdüşümün matematiksel ve geometrik özellikleri kullanılarak fotoğraftaki nesnelerin; şekil, konum, büyüklük, görünüş vb. özellikleri kolayca belirlenmektedir. Fotoğrafta görülen nesnelerin renk ya da gri tonlarındaki değişimlerin incelenmesi ve bunların yorumlanması sayesinde nesnelerle ilgili semantik ve topolojik veri ve bilgiler elde etmek mümkündür.

Fotogrametri, teknolojiye paralel bir şekilde her geçen yıl gelişme göstermekte ve ilerlemektedir. Fotografik emülsiyon ve optik kamera kombinasyonunun gelişmesi, fotoğraflarda yüksek çözünürlük ve düşük distorsiyonlu görüntülerin elde edilmesini sağlamıştır. Dijital fotogrametri de son yıllarda büyük gelişim gösteren bir bilim dalı olmuştur. Dijital fotogrametri dijital görüntüler ile işlem yapar. Dijital fotogrametride dijital forma dönüştürülmüş stereo görüntülerin tamamen grafik işlemcili bilgisayarlar ile bilgisayar ortamında tüm yöneltme ve değerlendirme işlemlerini kapsar. Dijital formdaki görüntüler, ayırma gücü yüksek optik kameralar ile alınmış ise yüksek çözünürlüklü tarayıcılarla taranarak dijital forma dönüştürülmüş olur ya da doğrudan yüksek çözünürlüklü sayısal kameralarla alınmıştır.

Bunların yanı sıra günümüzde bilgisayar teknolojisinin ilerlemesi, güçlü bellek ve hızlı işlemcilerin yapılması sayesinde dijital fotogrametriye olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır.

5.1.2. Fotogrametrinin sınıflandırılması

Fotogrametri farklı ölçütlere göre farklı biçimlerde sınıflandırılmaktadır. Uygulanılan tekniğin ve yöntemlerin gelişmesi, sınıflandırmanın da zamanla değiştirilmesini gerektirmektedir.

Fotogrametri genel olarak aşağıdaki şekilde sınıflandırılır.

- Uygulama alanına göre
  - Topografik fotogrametri
  - Topografik olmayan fotogrametri
  - Foto yorumlama
  - Mühendislik fotogrametrisi
  - Mimarlık fotogrametrisi
  - Kadastro fotogrametrisi
  - Jeodezik fotogrametri
- Resimlerin çekim yerlerine göre
  - Hava fotogrametrisi
  - Yersel fotogrametri
  - Uydu fotogrametrisi
- Değerlendirme yöntemine göre
  - Grafik fotogrametri
  - Analog fotogrametri
  - Analitik fotogrametri
  - Sayısal (dijital) fotogrametri
- Değerlendirilecek objenin büyüklüğüne göre
  - Mikro fotogrametri
  - Makro fotogrametri

Fotogrametrinin ana amacı uzaktaki cisimlerin geometrik parametrelerini fotoğraflar yardımı ile elde etme işlemidir. Fotogrametri, kullanılan kameranın durumuna göre, ölçülecek olan nesnenin yakın ve uzak oluşuna göre, edinilecek bilgi türüne göre, değerlendirme yöntemine ve uygulama alanlarına göre sınıflandırmak mümkündür.

5.1.3. Hava fotogrametrisi ve uygulama alanları

Havadan çekilmiş resimlerin değerlendirilmesi işlemi hava fotogrametrisi ile yapılır. Fotogrametrinin, harita yapımında uygulanması geniş ölçüde hava fotogrametrisi ile olmaktadır. Ayrıca geniş alanların herhangi bir amaç için incelenmesi de havadan çekilmiş resimlerden yapılmaktadır.

Hava fotogrametrisinde resimler özel kameralarla çekilir. Odak uzaklığı sabit, distorsiyonu az, ayırma derecesi (ayırma gücü) yüksek olan hassas objektiflerin bulunduğu bu kameralarla, istenilen oranda boyuna örtülü resimler otonom olarak seri halde ya da manuel olarak elle çekilebilir. Hava fotogrametrisi, çok kapalı veya çok dik araziler hariç her türlü arazide kullanılabilmektedir. Ayrıca resim çekimi havadan yapıldığı için haritalanacak alanın bataklık, taşlık vb. gibi yürümeye elverişli olmaması çalışmayı etkilemez.

Tarihi eserlerin üç boyutlu modelleme çalışmalarında yersel tekniklere göre havadan fotoğraf çekim yapıldığı için kültür varlığına ait yapının çatı ve çatı üstündeki yapılarında resimleri elde edilmektedir. Bu durum üç boyutlu modelleme çalışmalarında yapının tamamına ait modeli, yersel tekniklere göre daha kolay elde edilmesi imkânı vermektedir.

Hava fotogrametrisi atmosferde belirli bir yükseklikteki uçak vb. hava araçları yardımıyla elde edilen fotoğrafları kullanan fotogrametri tekniğidir. Hava fotogrametrisinin klasik yöntemlere göre üstünlükleri söyle sıralanabilir:

Doğrudan nesneler üzerinde ölçüler yapmak, veri toplamak yerine fotoğraflar üzerinde çalışmak daha kolay, hızlı sonuç alarak daha ekonomiktir.

Doğrudan ölçme yöntemi ile ölçülmesi güç olan nesnelerin fotoğraflar yardımıyla ölçülmesi daha kolay olabilir.

Hareketli nesnelerin ölçülmesinde olduğu gibi, doğrudan ölçülmesi olanaksız nesnelerin ölçülmesi sağlanabilir.

Ölçüm ve veri toplama işlemleri fotoğraf çekimi gibi işlemler hareket halindeki bir araçtan da çekilebilmektedir.

Hava fotogrametrisi yöntemi ile harita üretimi, arazi çalışmalarını azaltmaktadır.

Hava fotogrametrisi yöntemi ile istenildiği zaman 24 saat hava koşullarına ve gün ışığına bağımlı olmaksızın çalışılabilir.

5.1.4. Fotogrametri tekniği ile üç boyutlu modelleme

Tarihi ve kültürel bir yapının yapı grubunun, bir anıtın, bir fabrikanın, herhangi bir yapı ve çevresinin bilgisayar ortamında üç boyutlu modeli oluşturulabilir. Fotogrametri yöntemi ile insansız hava aracı sayesinde kaydedilen görüntüler obje yüzeyine giydirilerek gerçeğe uygun hassas bir üç boyutlu model elde edilebilir ve bu şekilde bir kentin tamamı modellenebilir.

Mevlana Müzesi'nin dokümantasyonuna yönelik belgeleme çalışmamızda insansız hava aracı ile hava fotogrametrisi tekniğinden faydalanılmıştır. Aynı zamanda tarihi eser binanın cephelerinin modellemesinin daha iyi sonuç verebilmesi noktasında fotoğraf makinesi ile yersel fotogrametri tekniği kullanılmıştır.

Mevlana Müzesi'nin fotogrametri tekniği ile üç boyutlu modellenmesi çalışması arazi ve büro çalışmaları yapılarak gerçekleştirildi. Arazi çalışmasında kültür mirasına ait yer ve hava fotoğrafları çekildi. İnsansız hava aracı ile çekilen hava fotoğrafları insansız hava aracında bulunan IMU, pusula ve GPS sayesinde enlem boylam ve yükseklik bilgisi içerdiğinden elde edilen model kültür varlığına ait coğrafi koordinatları yansıtmaktadır. Tarihi eserin çevresine tesis edilen 12 adet kontrol noktası ve 23 adet denetleme noktasının koordinatları GPS ile ölçülmüştür. 12 adet kontrol noktası ile üç boyutlu model ve ortofoto harita ITRF-96 koordinat sisteminde elde edilmiştir. Arazide tesis edilen noktaların, fotogrametrik teknikle üretilen ortofoto harita üzerinden değerleri bulunmuş ve bu değerler arasında x, y ve z koordinat değer farkları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu fark değerlerine göre x, y ve z koordinatlarının karesel ortalama hatası ve üç boyutlu modelin konum doğruluğu elde edilmiştir.

Fotoğrafların değerlemesinde kullanılan yazılım fotoğrafı çekilen kameraya ait kalibrasyon raporunu oluşturmaktadır. İnsansız hava aracı ile manuel kontrol edilerek elde edilen fotoğraflar ile otonom çekilen fotoğrafların birbirine entegrasyonunun sağlanabilmesi için fotoğraflar arasında bağ noktaları atılıp bu noktalara ait fotoğraflarla eşlenmesi sağlanmıştır. Eşleme işleminden sonra fotogrametrik yazılımlarla araziden ve bürodan elde ettiğimiz bütün bilgilerle değerlendirme işlemleri yapılmıştır.

Noktaların koordinatlarına ait hesaplanan fark değerlerinin anlamlı olup olmadığının tespiti t-testi ile sağlanmıştır. Test sonucunda anlamlı çıkan farklara ilişkin noktalardan uzunluk ve alan bilgileri ortofoto ve arazi verisi üzerinden kıyaslanmıştır.

5.2. Çalışma Alanına Ait Genel Bilgiler

Bu tez çalışmasında Konya ili ve Karatay ilçe sınırları içerisinde yer alan tarihi ve kültürel bir yapı olan Mevlana Müzesi ele alınmıştır.

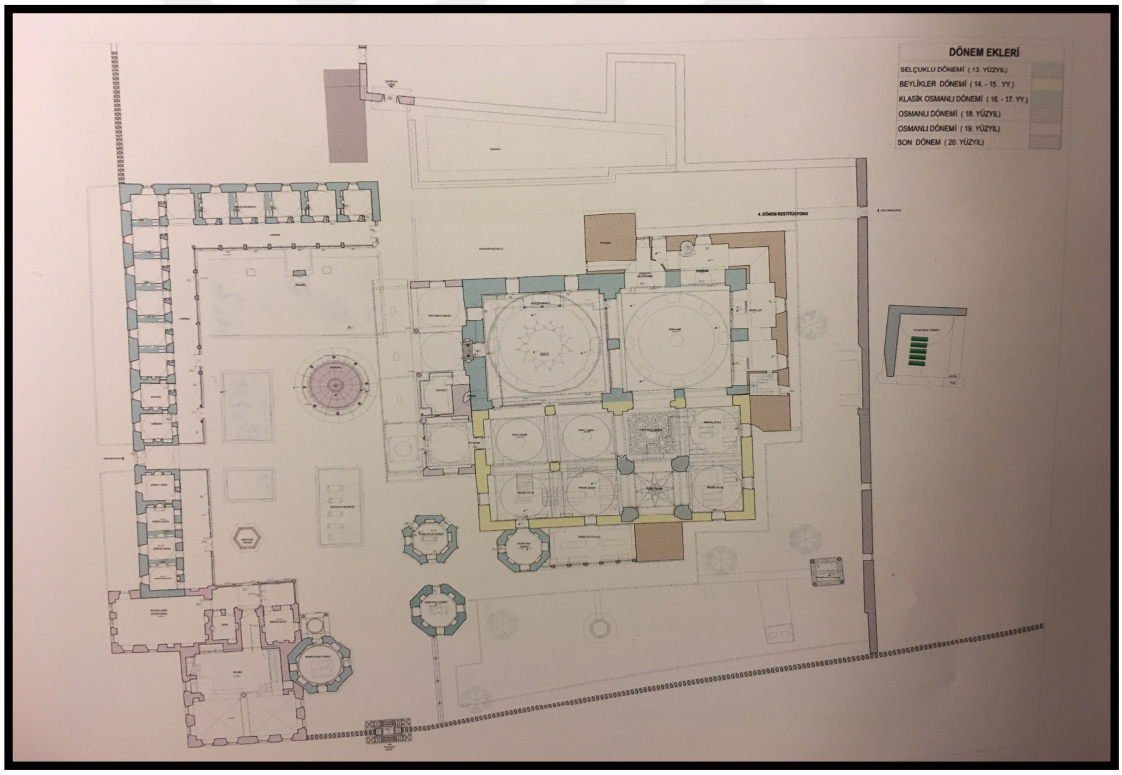
Şekil 5.1. Mevlana Müzesi'nin genel görünümü

Hz. Mevlana'nın babası Bahaeddin Veled vefat edince 12 Ocak 1231 tarihinde türbedeki bugünkü yerine defnedilmiştir. Bu defin gül bahçesine yapılan ilk defindir. Bahaeddin Veled'in ölümünden sonra kendisini sevenler Mevlâna'ya müracaat ederek babasının mezarının üzerine bir türbe yaptırmak istediklerini söylemişlerse de Mevlâna "Gök kubbeden daha iyi türbe mi olur" diyerek bu isteği reddetmiştir. Ancak kendisi 17 Aralık 1273 yılında vefat edince Mevlâna'nın oğlu Sultan Veled Mevlâna'nın mezarı üzerine türbe yaptırmak isteyenlerin isteklerini kabul etmiştir.

Mevlevi tarikatının yapılarının en büyüğüdür. Dergâh belirli bir plan düzenine sahip değildir. M. 1273 yılında ölen Mevlana Celâlettin Rumi'nin türbesinin çevresinde bir manzume oluşturan yapılar Mevlevi tarikatının merkez tekkesini meydan getirmiştir.

İlk türbenin M. 1274'te yapıldığı kabul edilmektedir. Anadolu Selçuklu Veziri Pervane Muineddin Süleyman, Gürcü Hatun, Emir Alamuddini Kayser ve Sultan Veled tarafından yaptırılmıştır. Yapıda sanatçı kitabesi yoktur; ancak Mevlana'nın sandukasındaki sanatçı kitabesinde mesleği mimar olarak geçen kümbetin yapımında Mimar Bedreddin-i Tebrizi ile beraber çalışmış olması mümkündür. Ayrıca Mevlana

Celâlettin Rumi'nin sandukasının ayak tarafındaki kapak üzerinde Abdü'l-Vahid bin Selim ismine de rastlanmaktadır. ''Kubbe-i Hadra'' (Yeşil Kubbe) denilen türbe dört fil ayağı (kalın sütun) üzerine 130.000 Selçukî Dirhemine Mimar Tebrizli Bedrettin'e yaptırılmıştır. Günümüzde türbenin ''Kubbe-i Hadra'' (Yeşil Türbe) diye anılmasını sağlayan yeşil çinilerle kaplı dilimli gövdeli ve külahlı muhteşem gövde ilk türbenin üzerine Karamanoğlu Ali Bey (1357-1358) tarafından yaptırılmıştır. 16. yüzyılda semahane, mescit, L planlı derviş hücreleri ve avludaki türbeler (Fatma Hatun, Sinan Paşa, Hasan Paşa Türbeleri) bu dönemde eklenmiştir. 17. yüzyıldan sonra doğu, kuzey ve güneydeki payandalar yapılmış semahanenin doğu kısmına mahfiller eklenmiştir. Bu tarihten sonra inşa faaliyetleri hiç bitmemiş 19. yüzyılın sonuna kadar yapılan eklemelerle devam etmiştir. 19. yüzyıl ilaveleri Matbah-ı Şerif, Meydan-ı Şerif ve Şadırvan ile Şeb-i Arus havuzudur. 1274 – 19. yüzyıl tarihleri arasında ve Selçuklu-Osmanlı Dönemi tarihi eser olarak kabul edilmektedir.



Şekil 5.2. Mevlana Müzesi'ne yapılan eklentilerin tarihsel dönemleri

Mevlevî Dergâhı ve Türbe 1926 yılında ''Konya Âsâr-ı Âtîka Müzesi'' adı altında müze olarak hizmete başlamıştır. 1954 yılında ise müzenin teşhir ve tanzimi yeniden gözden geçirilmiş ve müzenin adı ''Mevlâna Müzesi'' olarak değiştirilmiştir.

Derviş Hücreleri

Mevlana Müzesi'nin kuzeyinde sıralanan derviş hücreleri, avlunun doğu ve kuzeyini L şeklinde çevreleyen çelebi hücrelerinin önlerindeki revaka bağlı kubbeli mekânlardır. Bu bölümler aslında III. Murat (M.1584) zamanında medrese olarak yapılmıştır. 1926 yılından itibaren sergi salonu haline getirilmiştir.

Şekil 5.3. Derviş hücrelerine ait genel görünüm

Hürrem Paşa Türbesi

Mevlana Müzesi'nin içerisinde matbah bölümüne bitişiktir. Eserin plan tipi içte ve dışta sekizgendir. Türbe girişinde iki mermer sütunla revak oluşturulmuş ve üzeri kubbe ile örtülmüştür. Türbe cepheleri dikdörtgen biçimli büyük nişlerle hareketlendirilmiştir. Yapının üst örtüsünde kubbe dıştan kurşun ile kaplanmıştır.

Şekil 5.4. Hürrem Paşa Türbesi'ne ait genel görünüm

Fatma Hatun Türbesi

Mevlana Müzesi'nde yer alan türbenin yapım malzemesi kesme taş ve mermerdir. Sekizgen planlı yapı, kubbe ile örtülmüştür. Girişi yapının kuzeydoğu cephesinde yer alır. Süslemede kubbe içinde sıva üzerinde Osmanlı dönemine ait rokoko ampir üslupta kalem işi süsleme uygulanmıştır.

Şekil 5.5. Fatma Hatun Türbesi'ne ait genel görünüm

Eflaki Dede Türbesi

Mevlana Müzesi'nin doğu istikametinde bulunmaktadır. Kazı çalışmaları sonrasında Eflaki Dede'nin mezar taşı bulunmuştur. Özellik olarak Selçuklu Dönemi eseridir. Türbe dikdörtgen planlıdır. Yapı kalıntılarında iki tane duvar bulunmaktadır. Yer yer çini parçalarının kullanıldığı izlenmektedir.

Şekil 5.6. Eflaki Dede Türbesi'ne ait genel görünüm

Hasan Paşa Türbesi

Mevlana Müzesi'nde yer alan türbenin yapım malzemesi olarak kesme taş ve mermer kullanılmıştır. Mevlana Türbesi'ne bitişik tasarlanan yapı sekizgen planlıdır. Eserin üzeri kurşun kaplı kubbe ile örtülüdür. Basık kemerli giriş ile türbeye geçiş verilmiştir.

Şekil 5.7. Hasan Paşa Türbesi'ne ait genel görünüm

Mehmet Bey Türbesi

Mevlana Müzesi'nin güneydoğusundadır. Yapı dört ayaküstünde baldaken türbe biçimindedir. Üstteki kubbeyi sivri kemerler aracılığıyla taşıyan mermer sütunlar, taş kare zemin üzerine altta kare üstte daire kesitli mermer altlıklarla oturtulmuştur.

Şekil 5.8. Mehmet Bey Türbesi'ne ait genel görünüm

Sinan Paşa Türbesi

Mevlana Müzesi'nde bulunan yapının yapım malzemesinde kesme taş ve mermer kullanılmıştır. Sekizgen planlı yapı içte ve dışta sekiz kenarlıdır. Zeminden hafifçe yükseltilmiş bir oturtmalığa sahip olan türbenin girişi kuzey cephedendir.

Şekil 5.9. Sinan Paşa Türbesi'ne ait genel görünüm

Mevlana Dergâhı Mescidi

Mevlana Müzesi'nde bulunan yapı kare planlı tasarlanmış ve üzeri kubbe ile örtülmüştür. Yapının semahane, türbe aralığı ve dış avlu ile bağlantısı bulunmaktadır. Kuzey duvarı boyunca ahşap bir mahfile sahiptir. Kuzeybatı köşesinde kibir merdivenle minareye çıkılmaktadır.

Şekil 5.10. Mevlana Dergâhı Mescidi'ne ait genel görünüm

Meydanı Şerif

Mevlana Müzesi'nde yer alan Meydan-ı Şerif 19. yüzyıl Osmanlı Dönemi yapısıdır. Binanın planı dikdörtgen bir mekândan oluşmaktadır. Alçı tavanlarda 19. yüzyıl manzara resimleri vardır.

Şekil 5.11. Meydanı Şerif'e ait genel görünüm

Selsebil

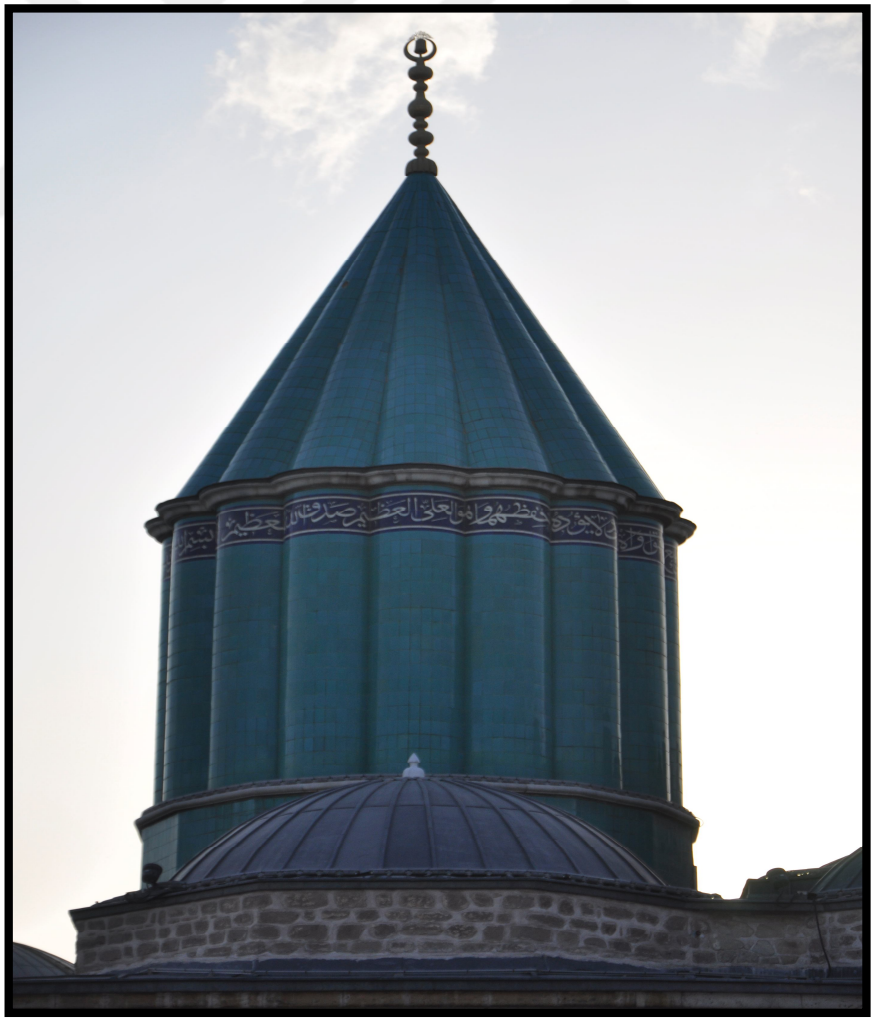
Mevlana Müzesi'nin avlusunda bulunmakta olup yapım malzemesi mermerdir. Selsebil zeminde yarım daire planlı bir havuz bunun üstünde yanları ilave mermer kaplı, çanakçıklı ayna ve daha yukarıda frizli alınlık olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır.

Şekil 5.12. Selsebil'e ait genel görünüm

Kubbe-i Hadra

Türbe; Dergâhın Karamanoğulları döneminde yapılan ve sandukayı da içine alan dokuz kubbeli bölümde yer alır. Kubbe-i Hadra'nın ilk bölümü olan baldekeni yaptıran M. 1274 yılında Emir Muinüddin Pervane, eşi Gürcü hatun ile Alameddin-i Kayser'dir. Eserin mimarı Mimar Bedreddin-i Tebrizi'dir. Karamanoğlu Alaaddin Bey bugünkü dilimli ve konik külahı yeşil üst yapıyı inşa ettirmiştir. Mimarı Aslıoğlu Abdullahoğlu Ahmet'tir. Kare planlı eser dört tane fil ayak üzerinde yükselmektedir. Ana gövdede altıgen kasnak üzerindeki sivri külah on altı dilime bölünmüştür.

Gövdeden külaha geçerken gövdeyi saran şerit halinde çini üzerinde sülüs hat ile Ayete'l Kürsi yazılmıştır. İçerde kubbeyi taşıyan ayaklar üzerinde sivri kemere yer verilmiştir. Kemerlere oturan kubbe yıldız tonozludur. Türbenin; duvarları, sütunları, tonoz örtüsü, kemerleri, alçı üzerine kalem işi tekniğinde süslenmiştir.



Şekil 5.13. Kubbe-i Hadra'ya ait genel görünüm

Tilavet Odası

Tilavet odasının yapımı 18. yüzyıla tarihlendirilmektedir. Kuzey cephede yer alan duvarla iki mekân birbirinden ayrılmıştır. Yapının kubbesi giriş kısmında iki tane sütuna otururken arka kısımda duvarlara bindirilmiştir. Yapıya batı cepheden basık kemerli çift kanatlı kapı ile girilmektedir.

Şekil 5.14. Tilavet Odası'na ait genel görünüm

Şeb-i Arus Havuzu

Havuz, Matbah-ı Şerif'in önünde yer alır. Eser altıgen yapılıdır. Yapım malzemesinde gök mermer kullanılmıştır.

Şekil 5.15. Şeb-i Arus Havuzu'na ait genel görünüm

Şadırvan

Mevlana Müzesi'nin en eski yapılarından birisidir. 1869 yılında yapılan revak ve onun üzerindeki kubbeden oluşan şadırvanın yıkılmasından sonra 1984 yılında aslına uygun olarak yeniden inşa edilmiştir.

Şekil 5.16. Şadırvan'a ait genel görünüm

Kütüphane

Eser; Mevlana Müzesi'nin güneyinde Hasan Paşa Türbesi'nin yanında bulunmaktadır. Dikdörtgen planlı mekânın üzeri çatı ile örtülmüş ve kurşun ile kaplanmıştır. Giriş; güney yönde çift kanatlı bir kapı ile sağlanmıştır. Kütüphane içerisinde yatırların sandukalarını görecek şekilde Niyaz Penceresi açılmıştır. Günümüzde kütüphanede yaklaşık 11.000 adet kitap bulunmaktadır.

Çelebi Misafirhanesi (Selamlık)

Yapı Mevlana Müzesi'nin kuzeybatı köşesinde yer almaktadır. Tek katlı yapı olup dikdörtgen planlıdır. Üst örtü çatı ile kapatılmıştır. Plan tipi ortada ki sofaya açılan odalardan oluşmaktadır. Sofanın doğu ve batısında iki büyük, iki küçük oda bulunur. Giriş güney yönde olup ön bölümü iki ahşap sütunla üç bölüme ayrılmış ve camekânla kapatılmıştır. Yapı sofanın tavanındaki duvar resimleri bakımından çok zengindir. Kalem işi resimlerde konu olarak manzaralar ve kent görünümleri işlenmiştir.

Yemekhane

Yapı, Çelebi Misafirhanesi'nin kuzeyinde yer almaktadır. Plan dikdörtgen formda olup tek katlı ve yığma tekniğinde inşa edilmiştir. Üst örtüde kırma çatı kullanılmıştır. Yemekhaneye giriş; batı cephesinden çift kanatlı yapı ile sağlanmaktadır. Girişte camekânlı bir ara bölmeden sonra yemekhaneye ulaşılır. Yemekhanenin tavanı ahşap kaplamalı olup duvarlar pencere hizasına kadar ahşap lambri ile kaplanmıştır. Bina içte ve dışta beton ile sıvanmıştır. Pencereler dikeyde dikdörtgen formda ve düz lentolu tasarlanmıştır.

5.3. Çalışmada Kullanılan Teknik Donanım ve Yazılımlar

Kültür varlıklarının üç boyutlu modellemesinde fotoğraf çekiminde Nikon D90 marka fotoğraf makinası ve Djı Phantom 4 marka insansız hava aracı kullanılmıştır. İnsansız hava aracının havada uçuşunu yapmak için Djı Go 4 mobil uygulaması ile Pix4Dcapture mobil uygulaması kullanılmıştır. Kültür varlığının etrafına tesis edilen kontrol ve denetleme noktalarının koordinatlandırılması için Topcon Fc-250 marka GPS kullanılmıştır. Uçuş için hava durumunun kontrol edilmesi işlemi UAV Forecast mobil uygulaması ile gerçekleştirilmiştir.

Şekil 5.17. Çalışmada kullanılan teknik donanımlar

Elde edilen fotoğrafların fotogrametrik değerlendirilmesi aşamasında kullanılan yazılım ise Agisoft PhotoScan'dır. Arazi üzerine tesis edilen nokta koordinatları Netcad yazılımı ile düzenlenmiştir. Agisoft Photoscan yazılımı ile fotoğrafların model ve ortofoto harita üretimi için değerleme işlemleri; Sony Vaio F serisi Core i7 işlemciye sahip dizüstü bilgisayar ile yapılmıştır. Sony marka dizüstü bilgisayara ait teknik özellikler; 16.4 inç ekran boyutu, 1920 x 1080 Full HD ekran, dört çekirdekli Core i7 işlemci, Nvıdıa GeForce GT 540M (1GB) veya 520M (512MB) grafik işlemci, 750 GB'ye kadar depolama gibi seçenekleri bulunan bir bilgisayardır.

5.4. İnsansız Hava Araçları

5.4.1 İnsansız hava araçlarının tanımı

İnsansız hava araçları; pek çok kaynakta yaptığım araştırma ve incelemelerde insansız hava sistemleri, havacılık robotları ve uzaktan kumandalı havacılık sistemleri olarak da ifade edilmektedir.

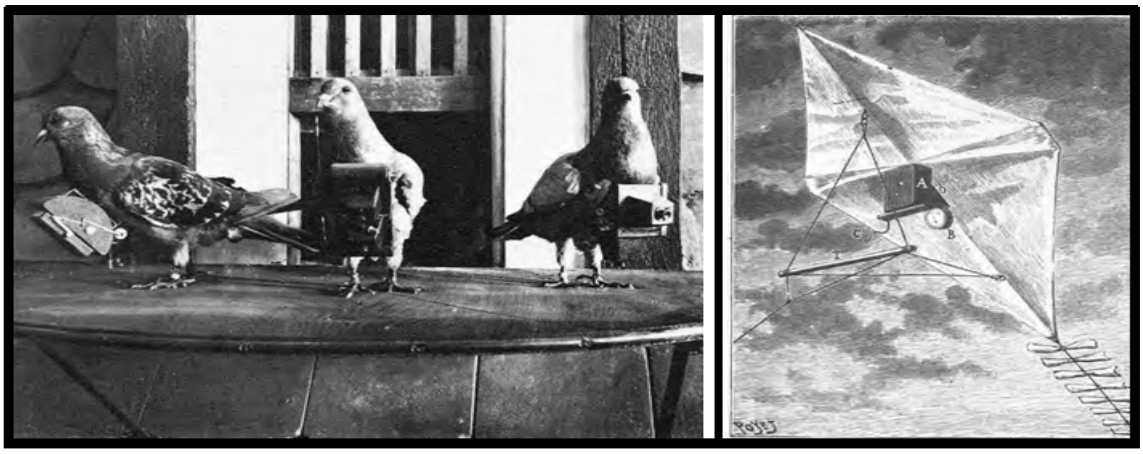
Şekil 5.18. Djı Phantom 4 marka insansız hava aracı

İnsansız hava aracı sistemleri; isminden de anlaşılacağı üzere içerisinde insan bulunmadan uçabilen ve de üstlendikleri görevleri uzaktan yönetilerek ya da otonom olarak insan etkisi olmaksızın yerine getirebilen hava platformları olarak tanımlanmaktadır (Akgül ve Hacıoglu, 2010). Ülkemizde insansız hava araçları (iha) ilk olarak askeri ve sivil alanlarda kullanılmaya başlandı. Daha sonra mühendislik uygulamalarında genellikle tarihi ve kültürel miras niteliği olan yapıların modellenmesi, deformasyon ölçümleri, uygulama alanına ulaşımı zor olan bölgelerde ölçüm ve modelleme çalışmaları gibi pek çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Harita üretimi geçmişten günümüze kadar teknolojiye bağlı değişim göstermektedir. Geçmişte harita üretiminin klasik yöntem ve tekniklerle yapıldığı göz önünde bulundurulursa günümüzde insansız hava araçları ile üretilen harita altlıklarına ait standartların, doğruluklarının, hassasiyetlerinin iyileştirilmesi yönünde çalışma ve araştırmalar yapılmaktadır. Klasik yöntemlere göre ekonomik, zaman ve iş gücünden tasarruf sağlayan insansız hava araçları günümüzde pek çok uygulamada tercih edilmektedir.

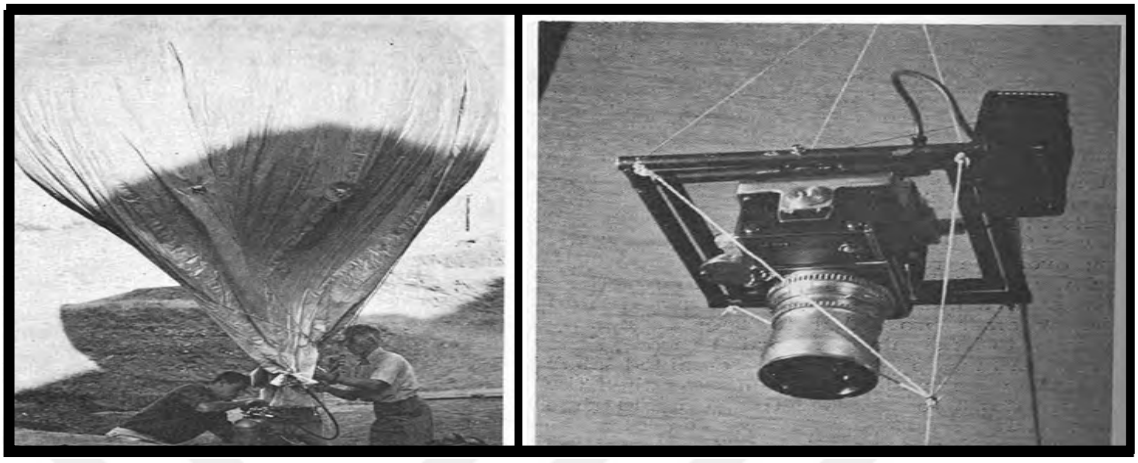
5.4.2. İnsansız hava araçlarının tarihçesi

Hava fotoğrafları ilk kez dünyada 1858 yılında Paris'te Gaspard Tournachon tarafından balondan çekilmiştir. Daha sonra teknolojideki gelişmelerle ve bu gelişmelerin ışığında yapılan deney ve gözlemlerle insanın yer aldığı balonların yerini model balonlar aldı. Balonların yanı sıra geçtiğimiz yüzyılda meydana gelen dünya savaşları sırasında uçurtmalar, güvercinler ile roketler; gözlem ve casusluk için kullanılmıştır (Newhall, 1969).



Şekil 5.19. Soldaki resim güvercinlere örnek iken sağdaki çizim uçurtmaya örnek (Newhall, 1969)

Şekil 5.20'de soldaki görüntü ise 1967 yılında helyum gazı dolu bir balon ile Whittlesey tarafından arkeolojik dokümantasyon çalışması yapılmıştır (Whittlesey, 1970).



Şekil 5.20. Soldaki resim: Gerilmekte olan bir balon. Sağdaki resim: Bir çerçeve üzerine asılı Hasselblad EI 500 radyo kontrollü kamera (Whittlesey, 1970)

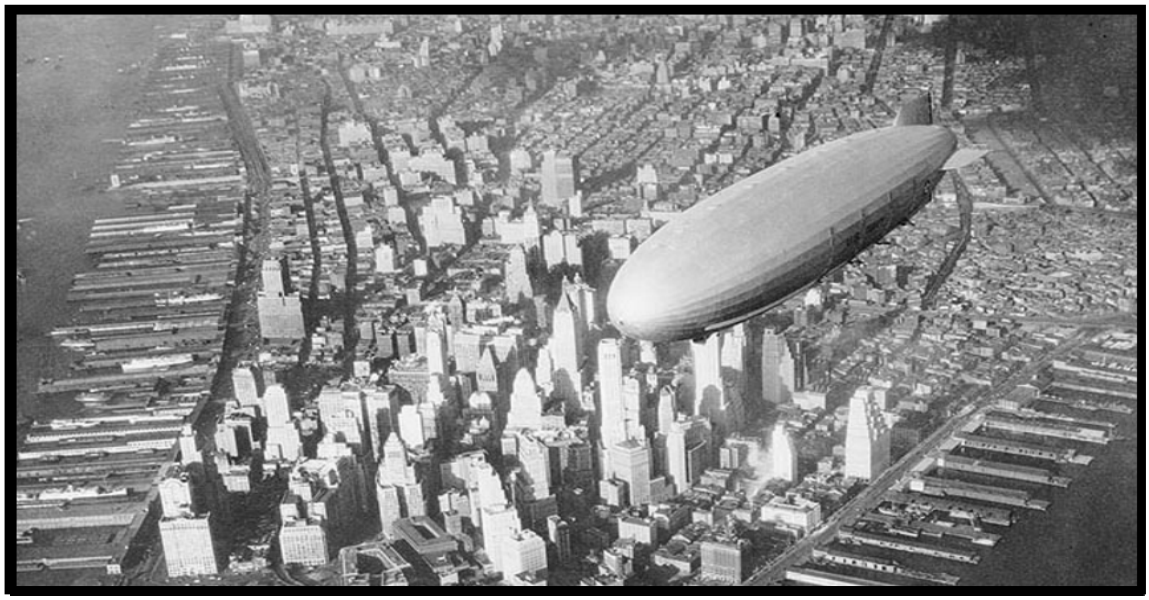
1979 yılında fotogrametride ilk kez sabit kanatlı insansız hava aracı kullanılmıştır (Şekil 5.21). Sabit kanatlı insansız hava aracı ile yapılan ilk uygulamada 150 m yükseklikten ve 11 m/s hızında uçabilen manuel kontrollü insansız hava aracı kullanılmıştır (Przybilla ve Wester-Ebbinghaus, 1979).

Şekil 5.21. Model uçak firmasının ismi Hegi (Przybilla ve Wester-Ebbinghaus, 1979)

Wester Ebbinghaus fotogrametride ilk kez döner kanatlı insansız hava aracını 1980 yılında kullanmıştır (Şekil 5.22). Schlüter tarafından yapılan döner kanatlı insansız hava aracı bir model helikopter olup 3 kg maksimum yük taşıma kapasitesine sahiptir (Wester Ebbinghaus, 1980).

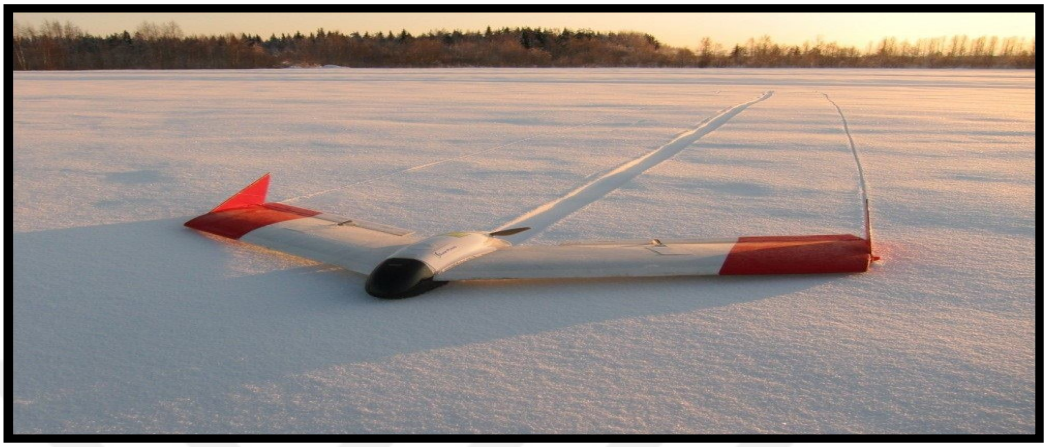
Şekil 5.22. Schlüter tarafından yapılan model helikopter (Wester Ebbinghaus, 1980)

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



Şekil 5.23. İnsansız hava aracına örnek olarak zeplin (Wanzke, 1984)

Geçmişten günümüze kadar günden güne gelişim kaydeden ve kullanımı yaygınlaşan insansız hava sistemleri; günümüzde büyük ölçekli projelerde klasik yöntemlere göre optimum sürede, daha az maliyetli, zaman ve iş gücü açısından olumlu sonuçlar verebilen teknolojik bir ürün haline gelmiştir.



Şekil 5.24. Sabit kanatlı insansız hava aracı (URL-3, 2018)

5.4.3. İnsansız hava araçlarının sınıflandırılması

İHA'ların havada uçuşunu sağlayan motorların çalışma prensibine göre;

- İçten yanmalı
- Elektrikli
- Güneş enerjisi sistemli

olmak üzere üçe ayrılmaktadır. İçten yanmalı motora ait insansız hava araçlarının elektriklilere nazaran avantajı; uçuş süresinin ve yük taşıma kapasitesinin fazla olması iken dezavantajı ise uçuş platformunda sarsıntıya sebep olmasıdır.

Şekil 5.25. İnsansız hava aracına ait genel görüntü (URL-4, 2017)

İnsansız hava aracının hareket kabiliyetine göre ise;

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

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

Şekil 5.26. Sabit kanatlı ve döner kanatlı insansız hava araçlarına ait genel görüntü (URL-4, 2017)

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

- Micro insansız hava araçları
- Mini insansız hava araçları
- Küçük insansız hava araçları
- Taktik insansız hava araçları
- Operatif insansız hava araçları

olmak üzere beşe ayrılmaktadır.

Şekil 5.27. a) Micro (Mini) insansız hava aracı, b) Küçük insansız hava aracı, c) Taktik insansız hava aracı, d) Operatif insansız hava aracı (URL-4, 2017)

İnsansız hava araçları faydalı yük türüne göre ise;

- Silahlı insansız hava araçları
- Silahsız insansız hava araçları

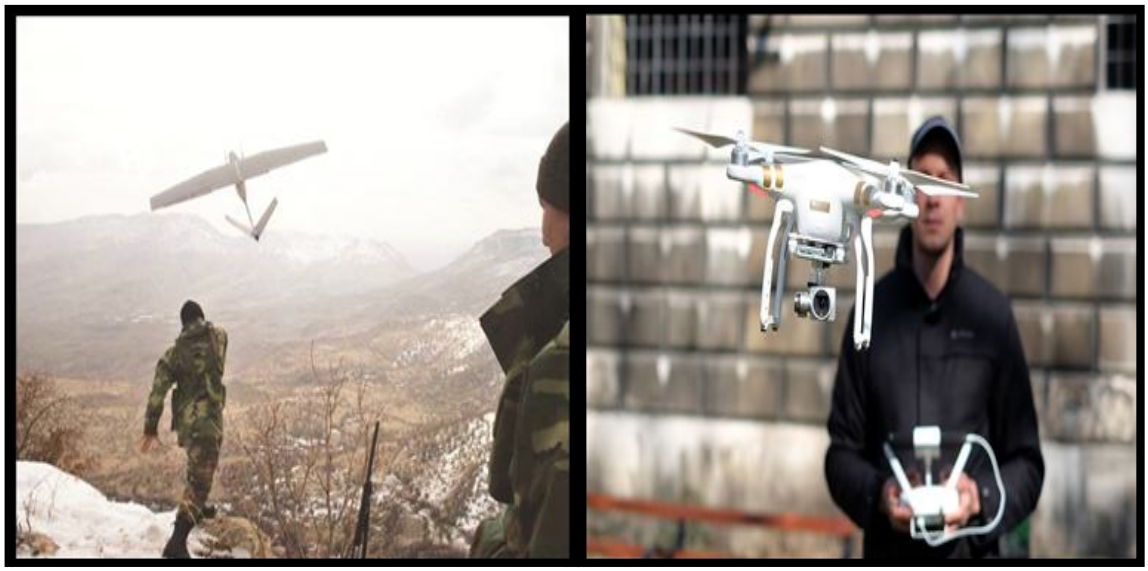
olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Şekil 5.28. Silahlı ve silahsız insansız hava araçlarına ait genel görüntü (URL-4, 2017)

İnsansız hava araçlarının komuta biçimine göre ise;

- Otomatik pilotlu insansız hava araçları
- Uzaktan kumandalı insansız hava araçları

olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.



Şekil 5.29. Otomatik pilotlu ve uzaktan kumandalı insansız hava araçları (URL-4, 2017)

Türkiye'de insansız hava araçları sınıflandırılmasında temel kriter ''irtifa'' iken, Avrupa Birliği ülkelerinde ''ağırlık'' baz alınmaktadır (Akyürek ve ark., 2012).

Çizelge 5.1. İnsansız hava araçlarının sınıflandırılması (Akyürek ve ark., 2012)

Sınıf	Kategori	İrtifası (feet)	Menzil Yarıçapı (km)	Uçuş süresi (saat)	Örnek Sistemler
Sınıf 1 (<150 kg)	Mikro < 2 kg	AGL + 200	5	1	Black Widow ,MicroStar, Microbat, Fancopter, QuattroCopter, MO5quito, Homet, Mite, Arı
	Mini 2 – 20 kg	AGL + 3000	25	< 2	ScanEagle, Skylark, DH3, Mikado, Aladin, Tracker, DragonEye, Raven, PointerII, Carolo C40/P50, 5korpio, Rmax and R50, Robocopter, YH-3005L, Bayraktar, Efe, Gözcü
	Küçük > 20 kg	AGL + 5000	50	3 - 6	Hermes 90, Scorpi 6/30, Luna, SilverFox, EyeView, Firebird, RmaxAgri/Photo, Homet, Raven, phantom, GoldenEye 100, Flyrt, Neptune
Sınıf 2 (150-600 kg)	Taktik	AGL + 10000	200	6 - 10	Sperwer, İview 250, Watchkeeper, Hunter B, Mücke, Aerostar, Sniper, Falco, Armor X7, Smart UAV, UCAR, Eagle Eye+, Alice, Extender, Shadow 200/400, Taktik (ODTÜ), Çaldıran, Karayel
Sınıf 3 (> 600 kg)	Operatif	AGL + 45000	Sınırsız	24 - 48	Reaper, Hermes 900, Skyforce, Hermes 1500, Heron TP, MQ-I Predator, Predator-IT, Eagle 1/2, Darkstar, E-Hunter, Dominator, Anka
	Stratejik	AGL + 65000	Sınırsız	24 - 48	Global Hawk, Raptor, Condor, Theseus, Hellos, Predator B/C, Libellule, EuroHawk, Mercator, SensorCraft, Global Observer, Pathfinder Plus
	Taaruz - Atak	AGL + 65000	Sınırsız	> 48	Pegasus
AGL: Above Ground Level (Zemin Seviyesi)					

Helikopter tipindeki ihaların, Uluslararası UVS (Unmanned Vehicle Systems) Topluluğu tarafından yapılan sınıflandırılması Çizelge 5.2'de belirtilmiştir.

Çizelge 5.2. Helikopter tipindeki insansız hava araçlarının sınıflandırılması (URL-5, 2017)

Kategori İsmi	Ağırlık (kg)	Menzil (km)	Uçuş Yüksekliği (m)	Çalışma Süresi (saat)
Mikro	< 5	< 10	250	1
Mini	< 25 / 30 / 150	< 10	150 / 250 / 300	< 2
Yakın Menzil	25 – 150	10 – 30	3000	2 - 4
Orta Menzil	50 – 250	30 – 70	3000	3 - 6
Yüksek İrtifa ve Uzun Çalışma Süresi	< 250	< 70	< 3000	< 6

5.4.4. Djı phantom 4 insansız hava aracı

İnsansız hava aracı sınıflandırılmasında Avrupa Birliği ülkelerinde ağırlık temel alınmaktadır. Djı Phantom 4 marka insansız hava aracı 1380 gramdır. Bu kritere göre Djı Phantom 4 marka insansız hava aracının sınıfı ''Sınıf 1'' olarak adlandırılmaktadır. Ağırlığı 2 kg'dan az olduğu için mikro kategorisinde yer almaktadır.

Maksimum uçuş yüksekliği deniz seviyesinden 6000 m yükseklikten uçuş yapabilme olanağı sağlamaktadır. Djı Phantom 4 marka insansız hava aracının en önemli özelliklerinden biri cihazda iki tane IMU yer almaktadır. Bu durum; cihazın uçuş yaptığı irtifada elde edilen görüntülerin daha net olmasını sağlar. Aynı zamanda havada rüzgara karşı stabil olarak uçuş yapabilme olanağı sağlar. Bu durum görüntü elde etme açısından oldukça önemlidir.

Bu nedenle tez çalışmasında Djı Phantom 4 marka insansız hava aracının kullanımı tercih edilmiştir.

Djı phantom 4'ün donanım bileşenleri

İnsansız hava araçlarında en büyük problem enerji kaynağının uzun süreli uçuşlar için yetersiz olmasıdır. Bu yüzden bir insansız hava aracının, tanımlanan görevi yerine getirebilmesi için uzun süre havada kalabilmesi gerekmektedir. Bundan dolayı projelerde kullanılacak olan insansız hava araçlarına ait motor, ESC (Electronic Speed Controller), batarya, kamera çözünürlüğü, IMU ve GPS bilgileri inansız hava aracı seçiminde etkilidir.

Djı phantom 4 marka insansız hava aracındaki donanım bileşenleri şöyledir;

- Batarya,
- Uçuş ve manevra motorları,
- Gövde,
- Pervaneler,
- GPS,
- IMU,
- Yüksek çözünürlüklü kamera,
- Uçuş kontrolü için sensörler,
- Uzaktan kumanda, algılayıcı ve kontrol kartları, tablet ve bilgisayardır.

Djı phantom 4'e ait genel özellikler

Uçuş yapılan insansız hava aracının bütün özelliklerinin bilinmesi uçuş esnasında bize anlık ve doğru karar verebilme imkânı sağlamaktadır. Özellikle uçuş yapılacak alanın ortam sıcaklığı son derece önemlidir. Soğuk havalarda uçuş yapmadan önce 20° C' ye kadar ideal çalışma sıcaklığına bataryanın getirilmesi gerekmektedir. Aksi halde bu durum insansız hava aracının düşmesine neden olabilmektedir.

Çizelge 5.3. Djı Phantom 4 marka insansız hava aracının özellikleri (URL-6, 2018)

UÇAK	**Ağırlık (Batarya İle Birlikte)**	1380 g
	Max Yükseliş Hızı	6 m/s (Sport Mode)
	Max İniş Hızı	4 m/s (Sport Mode)
	Max Hız	20 m/s (Sport Mode)
	Max Yükseklik (Deniz Sev.)	19685 feet (6000 m)
	Max Uçuş Zamanı	28 dakika
	Çalışma Sıcaklığı Aralığı	32° ile 104° F (0° ile 40° C)
	Uydu Sistemi	GPS / GLONASS
GİMBAL	**Kontrol Edilebilir Aralık**	-90° ile +30°
ENGEL TANIMA	**Engel Tanıma Aralığı**	2 – 49 feet (0.7 – 15 m)
	Çalışma Ortamı	Yeterli Işık Yüzeyi
GÖRÜNTÜ KONUMLA. SİSTEMİ	**Hız Aralığı**	≤10 m/s (2m Yer yüzeyinden)
	Yükseklik Aralığı	0-33 feet (0-10 m)
	Çalışma Aralığı	0-33 feet (0-10 m)
KAMERA	**Sensör**	1/2.3'' (12 Megapixel)
	Lens	FOV 94°- 20 mm - f/2.8 focus
	ISO Aralığı	100-3200 Video / 100-1600 Fotoğraf
	Deklanşör Hızı	8s ile 1/8000 s
	Max Görüntü Boyutu	4000 x 3000
	Video Bit Hızı	60 Mbps
	Çalışma Sıcaklığı	32° ile 104° F (0° ile 40° C)
UZAKTAN KUMANDA	**Çalışma Frekansı**	2.400 GHz ile 2.483 GHz
	Çalışma Sıcaklığı	32° ile 104° F (0° ile 40° C)
	Batarya Tipi	6000 mAh LiPo 2S
UÇUŞ BATARYASI	**Batarya Tipi**	LiPo 4S

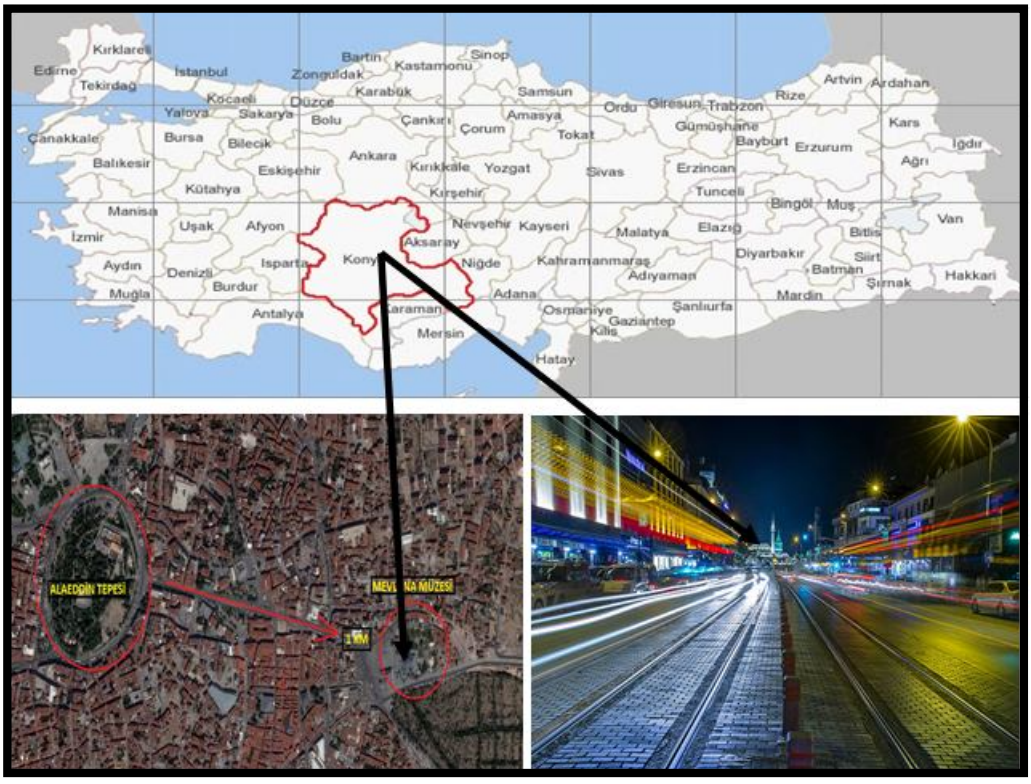
6. UYGULAMA

Uygulamada insansız hava aracı yardımıyla fotogrametri tekniği kullanılarak Mevlana Müzesi'ne ait üç boyutlu model ve ortofoto harita üretimi ele alınmıştır.

Bu uygulamanın iş akışı; uygulama alanına ait coğrafi konum, uygulama alanının insansız hava aracı ile modellenmesi, uygulama alanına ait uçuş ve kamu güvenliği, arazi çalışması, büro çalışması, modelin ölçeklendirilmesi ve uygulama alanına ait ortofoto harita üretimi çalışmaları oluşturmuştur.

6.1. Uygulama Alanının Coğrafi Konumu

Kültür varlığı niteliğinde olan Mevlana Müzesi 37°52'14.57"K enleminde 32°30'18.07"D boylamında yer yüzeyinde yer almaktadır. Müze alanı bahçesi ile birlikte 6.500 m² iken, yeri istimlak edilerek gül bahçesi olarak düzenlenen bölümlerle birlikte 18.000 m²'ye ulaşmıştır (URL-7, 2018). Mevlana Müzesi şehrin merkezinde yer almakta olup Alâeddin Tepesi'nin doğusunda bulunmaktadır. Günümüzde şehir dokusuyla bütünleşmiş durumda olan Mevlana Müzesi yapıldığı dönemin izlerini taşıması açısından tarihi ve kültürel değere sahip bir kültür mirasıdır.



Şekil 6.1. Mevlana Müzesi'nin konumu

6.2. Uygulama Alanının İha ile Üç Boyutlu Modellenmesi

Modellemesi yapılan eser Mevlana Müzesi; tarihi zenginliği ve mimari özelliklerinin öneminin yanı sıra Türkiye Cumhuriyeti Kültür ve Turizm Bakanlığı'nın 2018 yılı verilerine göre Türkiye'de en çok ziyaret edilen müzeler listesinde birinci sırada olması göz önünde bulundurularak seçilmiştir (URL-8, 2018).

Mevlana Müzesi'ne ait üç boyutlu modelleme ve ortofoto harita üretim çalışmalarında kullanılmak üzere hava fotoğraflarının elde edilmesi için bir adet Djı Phantom 4 marka insansız hava aracı kullanılmıştır.

Şekil 6.2. Djı Phantom 4 marka insansız hava aracına ait donanımlar

6.2.1. Uygulama alanına ait uçuş ve kamu güvenliği

Ülkemizde insansız hava araçları ile ilgili yasal mevzuatlar Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM) tarafından hazırlanmaktadır. Türk Hava Sahası'ndan ayrılmış hava sahalarında uçuş yapabilmek için; insansız hava aracını kullanacak olan kişilerin sahip olması gereken nitelikleri, insansız hava aracının uçuşa elverişliliklerine dair hususları ve insansız hava araçlarının uçuş esnasında verilecek hava trafik hizmetlerine ilişkin usul ve esasları belirlemek amacıyla ''İnsansız Hava Aracı

Sistemlerine İlişkin Talimat'' hazırlanarak Nisan 2016 tarihinde Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından yayımlanmıştır.

İnsansız hava aracına ait ve kullanıcıya ait bilgilerin Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'ne kayıt ettirilmesi gerekmektedir. Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'ne bu bilgiler kayıt ettirildikten sonra uçuş yapılacak ilin ilgili valiliğine bilgilendirme yapılarak izin alınması gerekmektedir. İlgili valilikten uçuş izni alındıktan sonra ilgili İlçe Emniyet Müdürlüğü'ne uçuş yapılacak yer ve saat bilgilerini vermemiz gerekmektedir. En son olarak uçuş yapılacak alanda mülk sahiplerinin de sözlü bir şekilde bilgilendirmesi yapıldıktan sonra güvenli bir şekilde kanun ve yasalara uygun hiç kimseyi tedirgin etmeden güvenli bir uçuş ancak bu şekilde gerçekleştirilmektedir. Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'nün yayımlamış olduğu talimata istinaden kişisel bilgilerim ile Djı Phantom 4 insansız hava aracıma ait bilgiler Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'ne kayıt ettirilerek Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'nün onayına sunuldu.

Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü bu kayıt işleminde insansız hava aracını kullanacak olan pilotun; ad, soy ad, T.C. kimlik numarası, e-posta adresi, cep telefonu ve kişinin ikametgâh adreslerini kayıt altına almaktadır. Bu bilgiler, yaklaşık yirmi gün içerisinde Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından doğruluğu kontrol edilmiştir. Kişisel bilgilerimin doğruluğu kontrol edildikten sonra Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü IHA 19689 iha kullanıcı lisans numarası vererek insansız hava aracı kullanabileceğime dair bir pilotaj belgesi tarafıma verilmiştir (Ek-1).

Mevlana Müzesi'nin üç boyutlu modellemesinde kullanılan insansız hava aracına ait plaka; Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'nün sistemine insansız hava aracına ait üç adet farklı açılardan çekilmiş fotoğraflar ile birlikte öznitelik bilgilerinin sisteme girilmesinin akabinde gerekli kontroller yapıldıktan on iki gün sonra plaka çıkmıştır. Mevlana Müzesi'nin üç boyutlu modellemesinde kullanılacak olan insansız hava aracımın plakası TR-IHA0H4212023 olarak Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından belirlenmiştir (Ek-2).

Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'ne ait sistem, bilgilerin doğruluğunu kontrol ederek girilen her türlü bilgiyi onaylamıştır. Bu çerçevede yapılan iş yasal çerçeveye oturtulmuş ve Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'nün oluşturmuş olduğu sisteme katkı sağlanmıştır.

Tüm bilgiler Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından onaylandıktan sonra çalışma yapılacak ilgili ilin Valilik Makamından da güvenli uçuş yapılması noktasında uçuş izni alınmıştır.

6.2.2. Uygulama alanına ait arazi çalışması

Kültürel bir miras olan Mevlana Müzesi'ne ait hava fotoğraflarının elde edilmesinde kullanılan insansız hava aracının uçuş yapabilmesi için ilk olarak Djı Phantom 4 marka insansız hava aracının Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'ne kaydı gerçekleştirilmişti. Daha sonra Konya Valiliği'nden uçuş izni alınarak uçuş yapılacak mekân bilgisi ve zamanı ilgili ilçe emniyet müdürlüğüne bildirildi. Alınan bu izinlerle birlikte üç boyutlu modeli elde edilecek olan Mevlana Müze Müdürlüğü yetkilileri bilgilendirilerek gerekli izinler alındı. Tüm bu işlemler uçuş ve kamu güvenliği açısından son derece önemlidir.

Uygulama alanında kontrol ve denetleme noktalarının tesisi

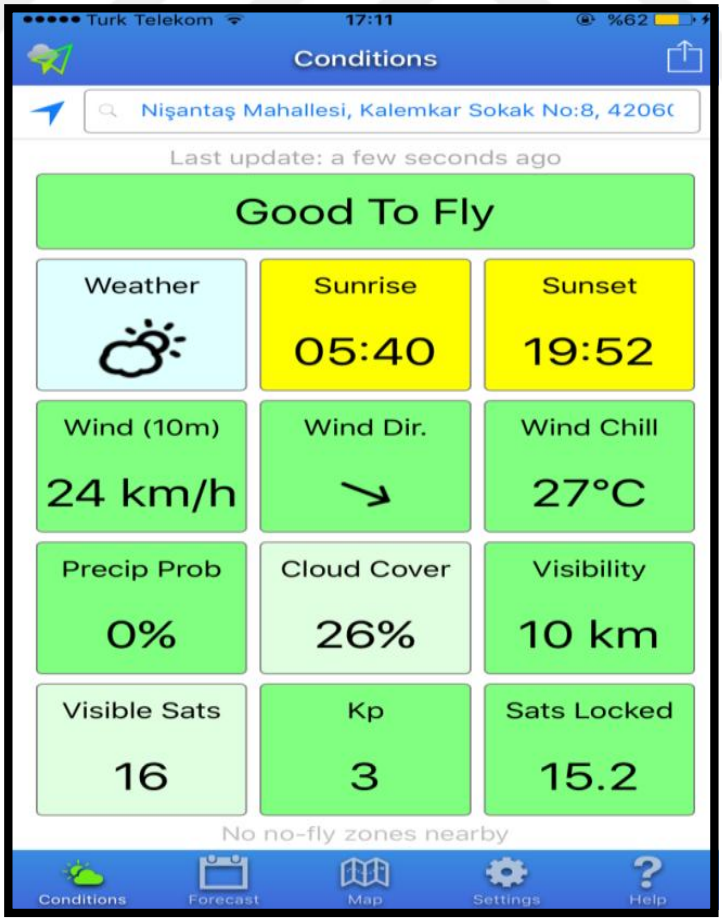
Kültür varlığına ait fotoğrafların dengeleme işleminde ve elde edilen değerlerin mutlak doğruluğunun tespitinde kullanılmak üzere Mevlana Müzesi'nin etrafına 12 adet kontrol noktası ve 23 adet denetleme noktası tesis edilmiştir. Tesis edilen bu noktalar GPS ile ITRF-96 (Epok: 2005) koordinat sisteminde koordinatlandırılmıştır.

Şekil 6.3. Kontrol ve denetleme noktalarının koordinatlandırılması

Kontrol ve denetleme noktalarının koordinatlandırılması GPS yardımı ile yapıldığından uydu bağlantısı ile noktanın arasında bir engel olmamasına ve tesis edilen noktaların birbirini görüş açısı olmasına dikkat edilmiştir. Bu noktalar, koordinatları ile birlikte model üretiminde kullanılan yazılıma iç aktarması gerçekleştirildi. Noktaların koordinatları netcad programı sayesinde .ncn uzantısında kaydedilip mevcut duruma getirilmiştir. Arazi üzerinden alımı yapılan noktalar projenin büro aşamasında elde edilen modelin koordinatlandırılmasında kullanılmıştır.

Uygulama alanına ait hava durumunun uçuş için uygun olduğunun tespit işlemi

Uçuş yapılmadan önce Uav Forecast uygulaması ile uçuş yapılacak olan ortamın insansız hava aracı uçurmaya uygun olup olmadığı konusunda bu uygulamadan faydalanılmıştır. Bu uygulama ile güneş doğuş ve batış saati, varsa rüzgârın hızı, hangi yönde estiği, havanın kapalılık oranı ve görüş mesafesi bilgilerinden faydalanılarak uçuş için uygun bir gün ya da uçuş için uygun bir gün olmadığına karar verilmiştir.



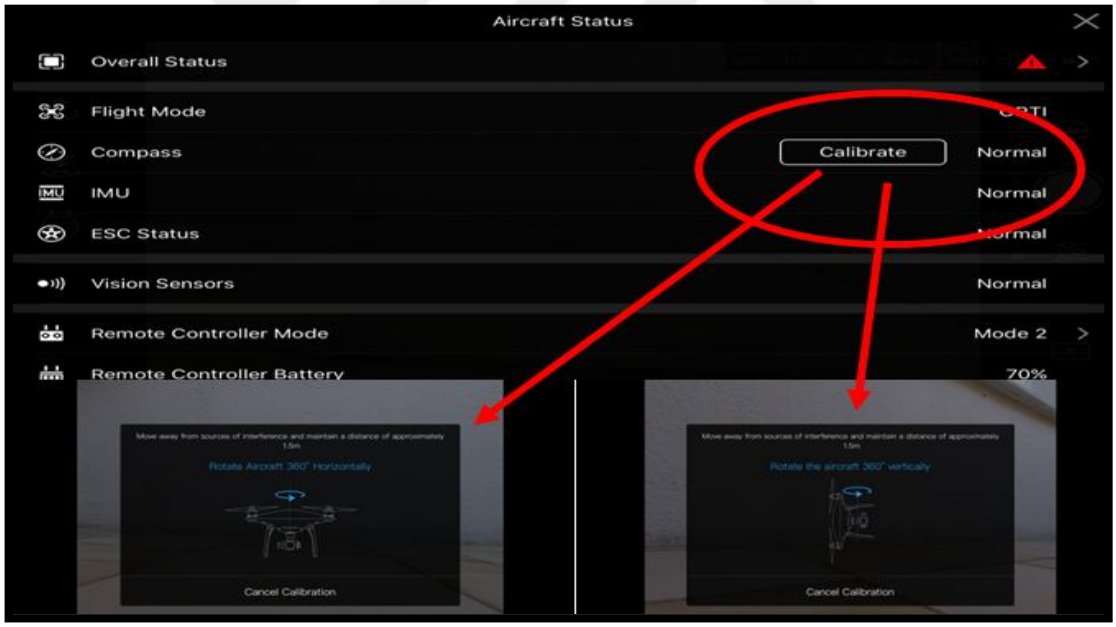
Şekil 6.4. Uçuş durumu için hava durumu kontrolü

İnsansız hava aracına ait donanım bileşenlerinin kalibre edilmesi

Uçuşa başlanmadan önce insansız hava aracı Djı Go 4 mobil uygulamasına tanıtılmıştır. Daha sonra insansız hava aracına ait pusula (compass) ve IMU (Inertial Measurement Unit) kalibrasyonları yapılmıştır.

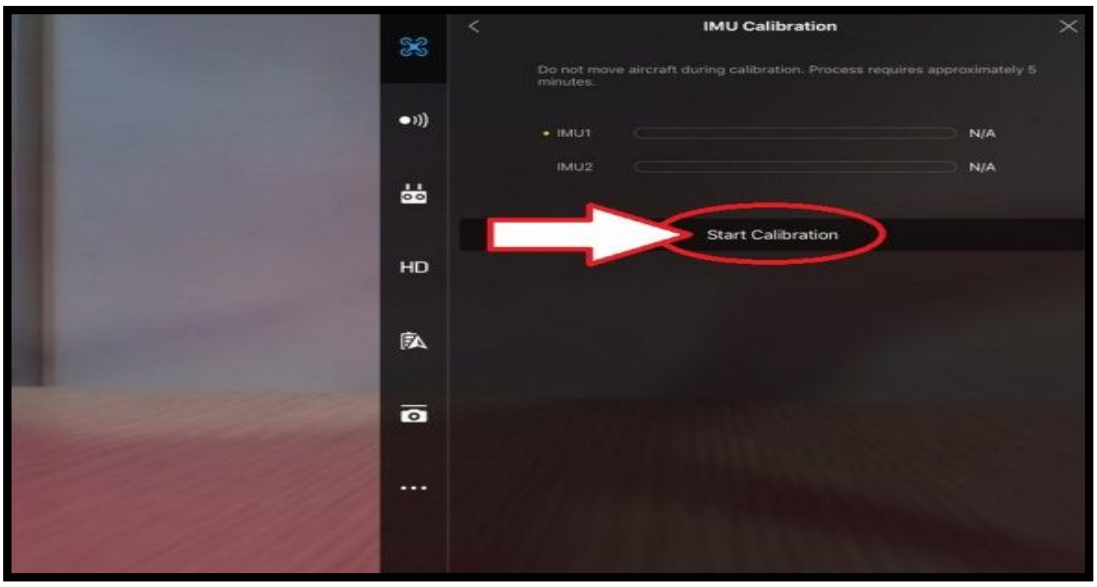
IMU (Inertial Measurement Unit): İşlemciye gönderilen açısal hız ve doğrusal ivme verilerini tek bir yerde toplayan elektronik devreye verilen isimdir ve iki ayrı sensör içerir. Bunlardan biri ivmeölçer diğeri ise jiroskoptur. IMU kalibrasyonu yaparken dikkat edilmesi gereken bazı kurallar vardır. Bunların en başında IMU kalibrasyonunun yapıldığı yerin ne çok sıcak ne de çok soğuk olmaması gerekir. Kalibrasyon işlemi sırasında cihazın hiçbir şekilde hareket ettirilmemesi ve düz bir zeminde olması gerekmektedir.

Pusula (compass): İnsansız hava aracının hangi yönde olduğu veya gittiği, kalkış yerinin nerede olduğu gibi temel yön bilgileri veren birimdir.



Şekil 6.5. İnsansız hava aracına ait pusula kalibrasyonu

Pusula kalibrasyonu yapıldıktan sonra IMU kalibrasyonu yapılmıştır. Özellikle rüzgarlı havalarda uçuş irtifasında insansız hava aracının stabil bir şekilde durmasını ve bu doğrultuda çekilen fotoğraflarda sürüklenme hatasını ortadan kaldırır. Bu kalibrasyon yaklaşık 5 dakika sürmüştür.



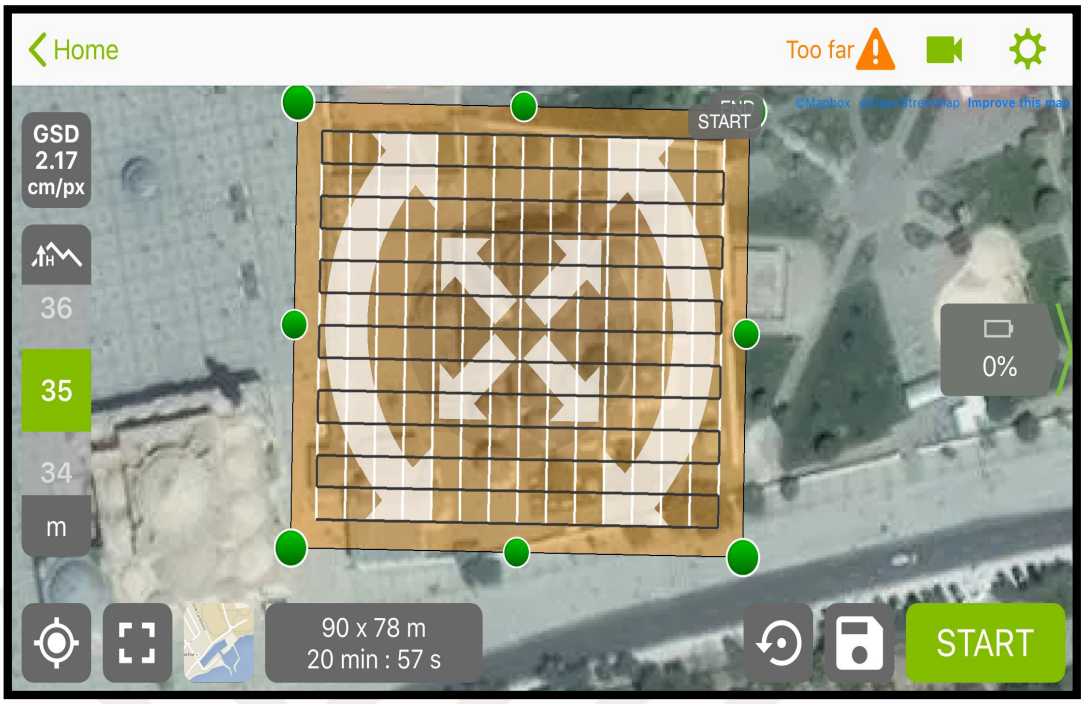
Şekil 6.6. İnsansız hava aracına ait IMU kalibrasyonu

Bu kalibrasyonlar önemlidir çünkü insansız hava aracının titremeden sarsılmadan havada dik bir şekilde asılı kalmasını ve doğru konum bilgisi almasını sağlamaktadır. Pusula kalibrasyonu insansız hava aracının 360° yatay ve dikey yönde kendi etrafında döndürülmesi ile kalibre edilmektedir.

Uygulama alanına ait uçuş planlaması ve fotoğraf çekimi

Mevlana Müzesi'ne ait üç boyutlu model ve ortofoto harita üretimi için yapılan arazi çalışmalarında; tarihi esere ait hava fotoğrafları Djı Go 4 mobil uygulaması sayesinde Djı Phantom 4 marka insansız hava aracı ile manuel, Pix4Dcapture mobil uygulaması ile otonom olarak elde edilmiştir. Kültürel mirasına ait çekilen fotoğraflar arasında yüksek oranda bindirme oranları mevcuttur. Esere ait tüm fotoğraflar bu prensip doğrultusunda çekilmiştir.

Pix4Dcapture mobil uygulaması ile fotoğraflar otonom olarak çekileceğinden insansız hava aracına ait uzaktan kumandanın uçuş modu ''A'' moduna alınmalıdır. Aksi halde ''P'' modunda otonom olarak uçmayacaktır. Pix4Dcapture uygulaması ile fotoğraflar 45° kamera açısı ile enine ve boyuna bindirme oranları %90 olarak tarihi esere ait fotoğraflar otonom elde edilmiştir. 35 m yükseklikten çekilmiştir. Çekilen fotoğrafların GSD değeri 2.17 cm/px'tir. Fotoğrafların çekiminde insansız hava aracının hızı 2.2 m/s'dir. Toplamda 217 adet fotoğraf otonom olarak bu öznitelik bilgileri ile Pix4Dcapture mobil uygulaması ile çekimi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 6.7. Pix4Dcapture mobil uygulaması ile ilgili uçuş planlaması

Toplamda 217 adet fotoğraf otonom olarak bu öznitelik bilgileri ile Pix4Dcapture mobil uygulaması ile çekimi gerçekleştirilmiştir.

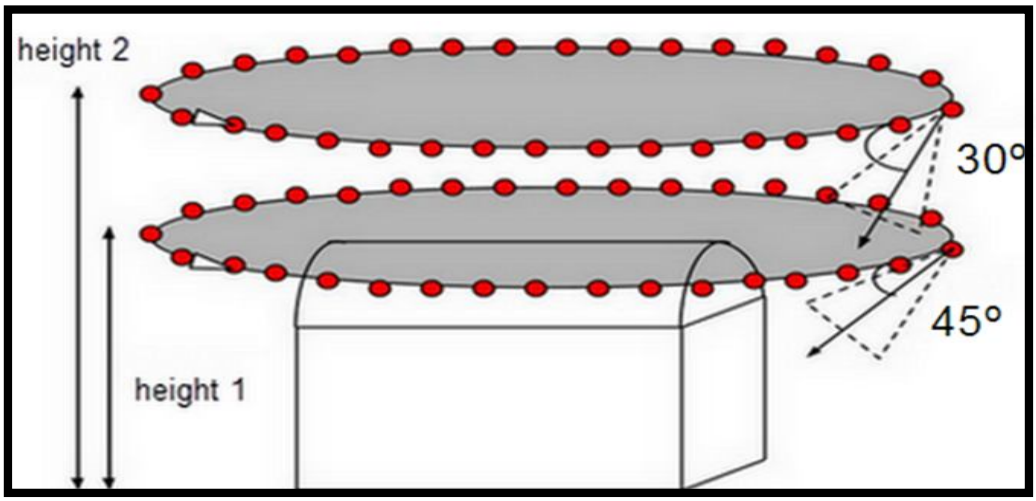
Şekil 6.8. Pix4Dcapture mobil uygulaması ile çekilen fotoğraflardan örnek

Pix4Dcapture mobil uygulaması ile çekilen tarihi eserin üstten görünümüne ait fotoğraflarına tamamlayıcı olarak eserin cephe fotoğrafları insansız hava aracı yardımıyla Djı Go 4 mobil uygulaması ile manuel çekilmiştir. Tarihi eserin cephelerine ait tüm fotoğraflar enine ve boyuna bindirme oranları yüksek bir oranda çekilmiştir.

Şekil 6.9. Djı Go 4 mobil uygulaması ile cephe fotoğraflarının çekim

İnsansız hava aracı ile binanın üç boyutlu modeli Djı Go 4 mobil uygulaması ile manuel olarak elde edilen görüntüler konusunda bir uçuş planlaması yapılması gerekmektedir. Pix4Dcapture programında ki belirlenen uçuş planı ve güzergâhında olduğu gibi. Djı Go 4 mobil uygulaması ile elde edilen görüntülerin çoğu aşağıdaki temel prensipler doğrultusunda elde edilmiştir;

- 45° kamera açısı ile binanın etrafında uçmak.
- Binanın etrafında ikinci veya üçüncü defa uçarken uçuş yüksekliğini artırarak ve her turda kamera açısı azaltılarak uçmak.
- Binanın boyutuna bağlı kalmak şartıyla 5 – 10 derecede bir eğik görüntü elde etmek gerekmektedir.

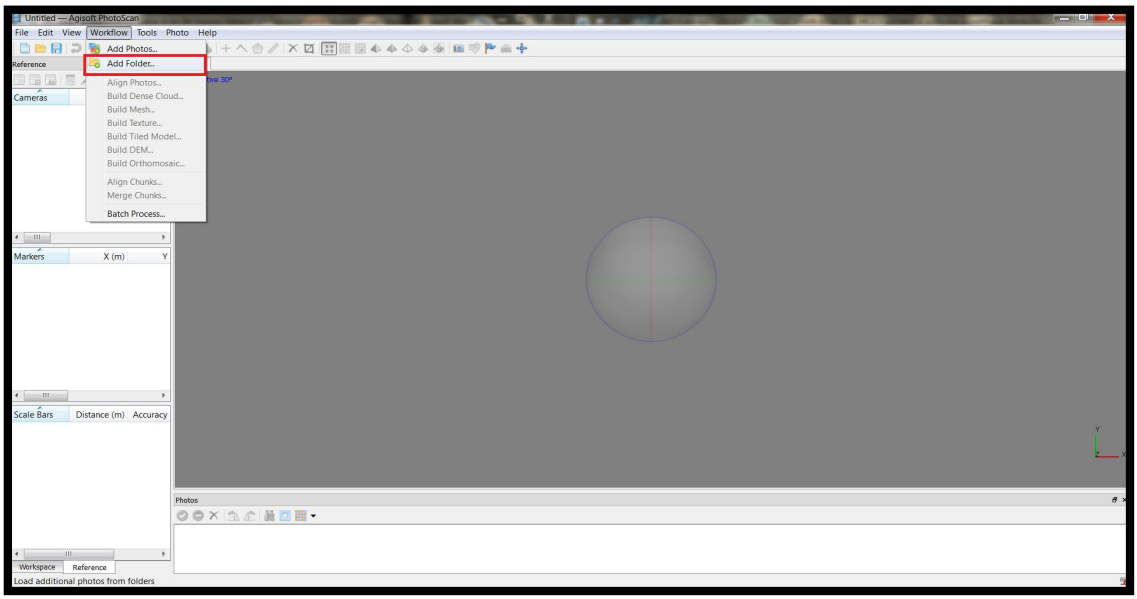


Şekil 6.10. Manuel olarak çekilen fotoğraflardaki uçuş planı

Mevlana Müzesi'ne ait arazi çalışmaları tamamlanmış olup bundan sonraki aşamada arazide elde edilen verilerin büro ortamında üç boyutlu model üretiminde değerlendirilmesi işlemi gerçekleştirilmiştir.

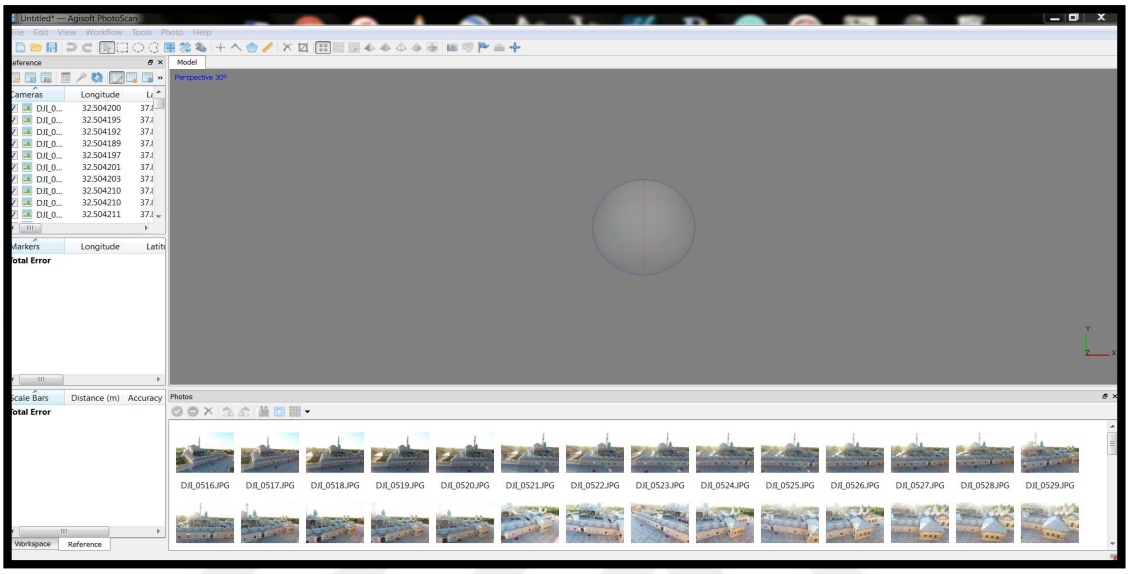
6.2.3. Uygulama alanına ait büro çalışması

Mevlana Müzesi'ne ait arazi çalışmalarında elde edilen veriler Agisoft PhotoScan programında kıymetlendirilme işlemi gerçekleştirilmiştir. İlk olarak çekilen fotoğrafların programa iç aktarması yapılmıştır (Workflow – Add Folder seçenekleri seçildi).



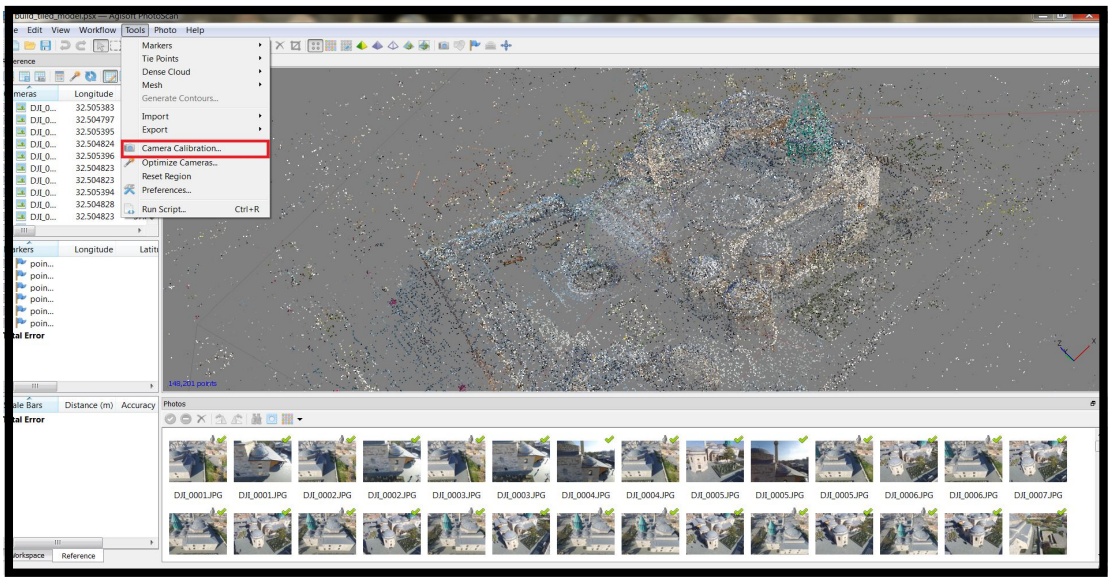
Şekil 6.11. Agisoft PhotoScan programına fotoğrafların iç aktarması

Bilgisayarda üç boyutlu modellemesi yapılacak olan binaya ait fotoğrafların bulunduğu klasör seçilerek klasör içerisindeki fotoğrafların hepsi programa iç aktarması yapılmıştır. Klasör içerisindeki istenilen fotoğraflar elle manuel olarak Workflow – Add Photos sekmesi ile seçilerek de programa iç aktarması yapılabilmektedir.



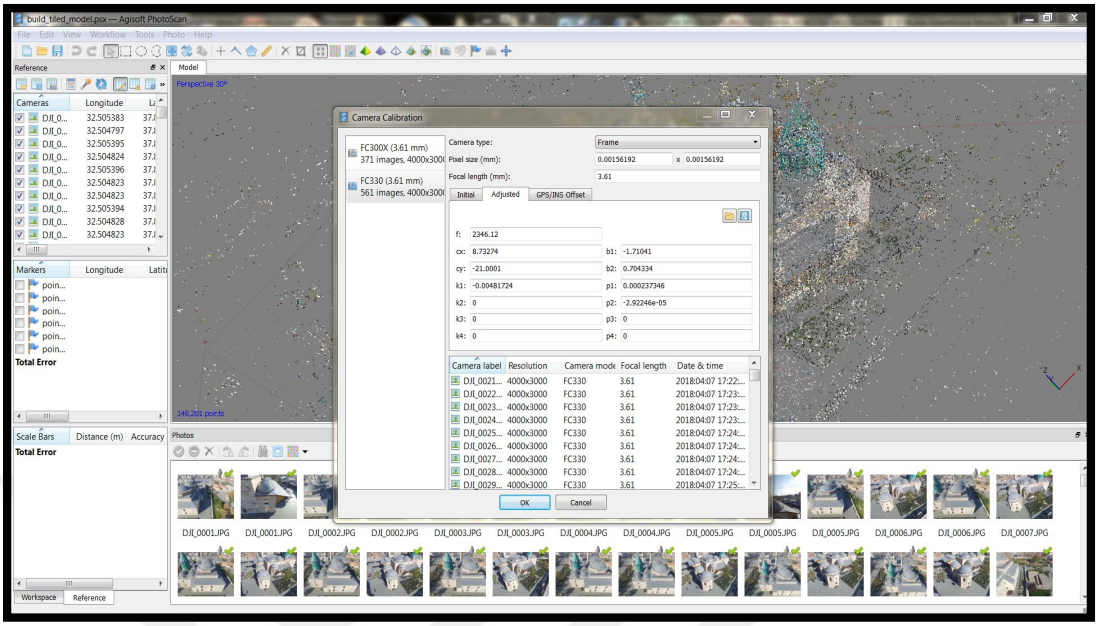
Şekil 6.12. Agisoft PhotoScan programına fotoğrafların eklenmesi

Mevlana Müzesi'nin üç boyutlu model üretimi için hava fotogrametrisi tekniği ile havadan çekilen fotoğraflar Djı Phantom 4 insansız hava aracı ile çekilmiştir. Fotoğrafların çekiminde kullanılan insansız hava aracına ait kameranın kalibrasyon raporu Agisoft PhotoScan programı sayesinde elde edildi (Tools – Camera Calibration).



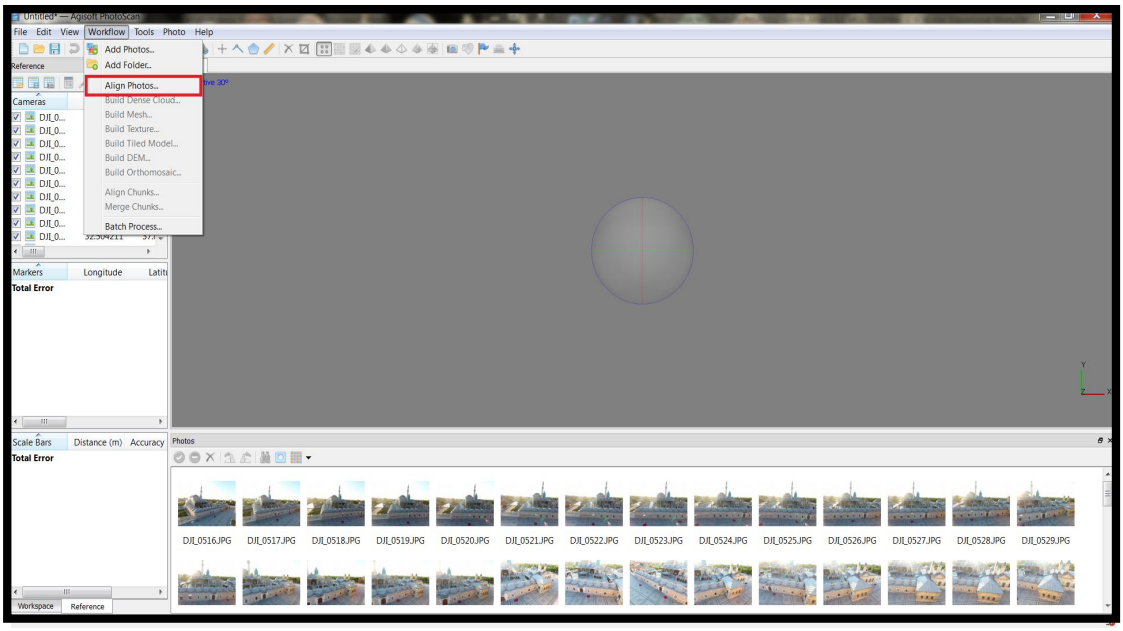
Şekil 6.13. İnsansız hava aracına ait kameranın kalibrasyon raporu

Agisoft Photoscan programında Tools ve Camera Calibration seçenekleri seçildikten sonra insansız hava aracına ait kamera kalibrasyon raporu elde edilmiştir.



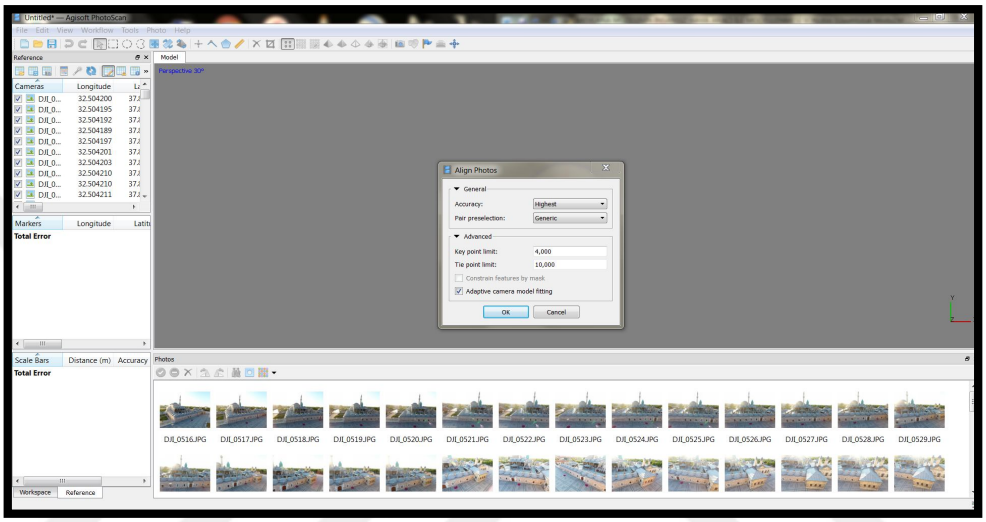
Şekil 6.14. İnsansız Hava Aracına ait kameranın elde edilen kalibrasyon raporu

Agisoft PhotoScan programına iç aktarması yapılan fotoğraflar ve fotoğrafların elde edilmesinde kullanılan insansız hava aracına ait kameranın kalibrasyon raporu tamamlanmıştır. Daha sonra Agisoft PhotoScan programına eklenen fotoğrafların birbiri ile eşleştirilmesi gerçekleştirilmiştir. Workflow – Align Photos seçenekleri seçilerek fotoğraflar arasında birbirleri ile yüksek bindirme oranında eşleştirmeleri sağlandı.



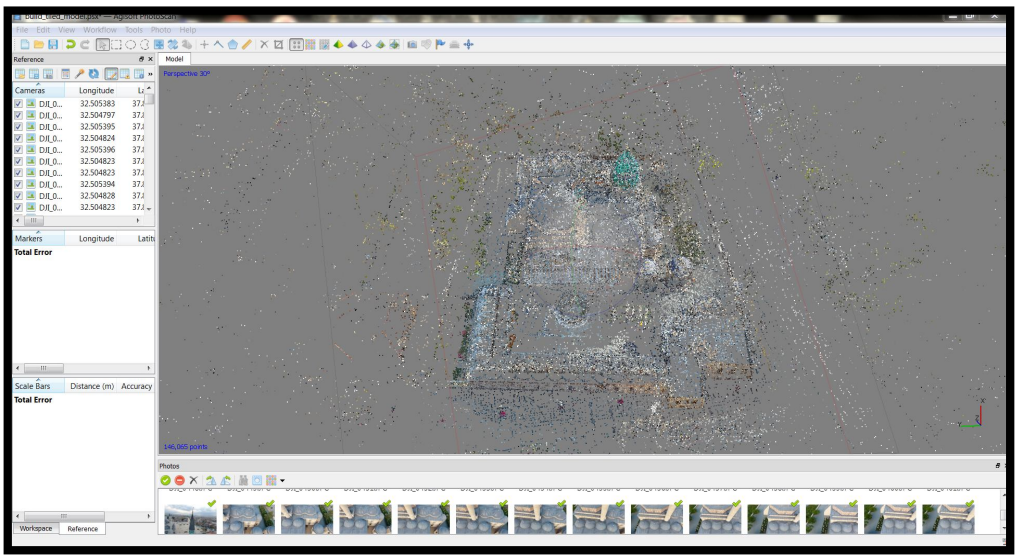
Şekil 6.15. Mevlana Müzesi'ne ait çekilen fotoğrafların eşleştirilmesi (Align Photos)

Align Photos işleminde doğruluk sekmesinde highest, high, medium, low ve lowest seçenekleri vardır. Highest seçeneği fotoğrafların bindirme oranı en düşük olan fotoğrafları da eşleştirirken, lowest seçeneğine doğru gidildikçe bindirme oranı yüksek olmayan fotoğraflar eşleştirilmez. Eşleştirilmeyen fotoğraflardan nokta üretilemez. Advanced menüsünde oluşturulacak noktaların limitleri belirlenmektedir. Detayı az olan modellerde limit değerlerinin yükseltilmesi hatalı noktaların oluşmasına neden olmaktadır.



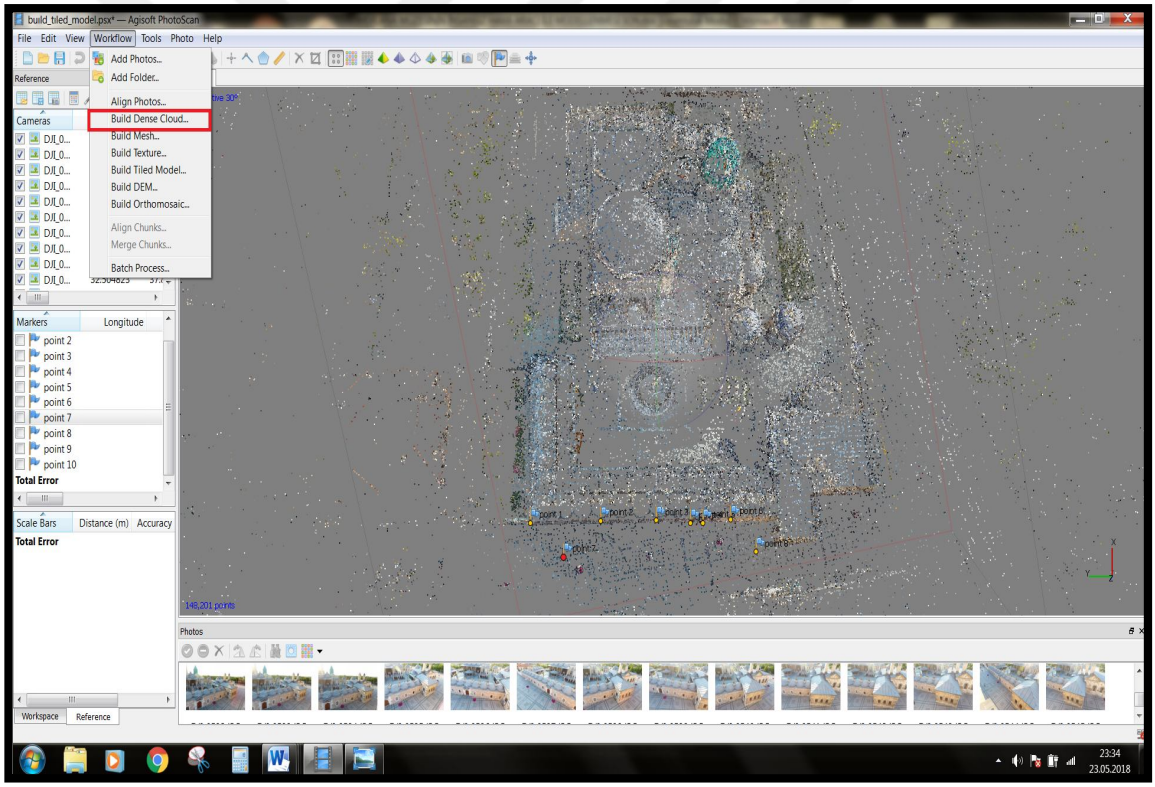
Şekil 6.16. Fotoğrafların eşleşmesinde değerleme kriterleri (Align Photos)

Align Photos seçeneğinden highest ve reference seçenekleri seçilmiştir. Fotoğrafların eşleştirilmesi işlemi 12 saat 58 dakika sürmüştür. Eşleşme sonucunda 148,201 adet nokta bulutu üretilmiştir.



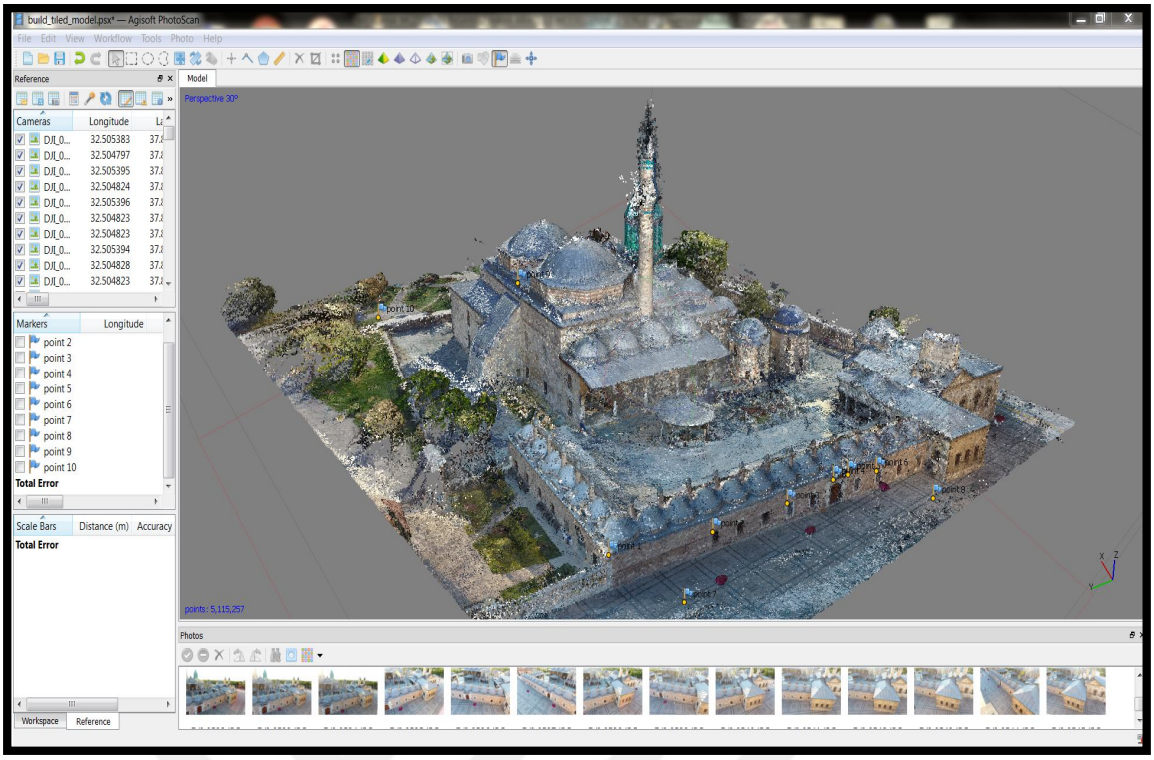
Şekil 6.17. Align Photos işlemi sonucunda elde edilen nokta bulutu görüntüsü

Align Photos işleminin sonucunda elde edilen nokta bulutu verilerinin sınıflandırılması ve nokta bulutunun model oluşturması için gerekli olan nokta sıklığının sağlanması Build Dense Cloud işlemi ile gerçekleştirilmiştir. Yoğun nokta bulutunun elde edilmesi için Workflow menüsünden Build Dense Cloud sekmesi seçildi. Build Dense Cloud menüsünün altında General ve Advanced olmak üzere iki adet seçenek bulunmaktadır. General menüsünün altındaki Quality menüsünde Lowest'tan Ultra High'a kadar 5 adet seçenek mevcuttur. Ultra High'dan Lowest seçeneğine doğru gidildikçe oluşacak nokta sıklığı azalmaktadır. General menüsünden uygun seçenek seçildi ve nokta bulutu üretildi. Advanced menüsünün altında Depth filtering menüsünde Disabled (Kapalı), Mild (Yumuşak), Moderate (Normal), Aggressive (Sert) olmak üzere 4 adet filtre mevcuttur. Filtreler Align Photos işleminin ardından elde edilen noktaların sıklığına ve modelin detaylarına göre seçilmelidir.



Şekil 6.18. Mevlana Müzesi'ne ait nokta sıklaştırması (Build Dense Cloud)

Eşleşmiş fotoğraflardan yüksek bindirme oranı sağlanarak nokta bulutu elde edilmiştir. İkinci adım olarak nokta bulutunun sıklaştırılması gerçekleştirildi. Workflow - Build Dense Cloud – Low – Mild seçenekleri seçildi. Bu işlem 38 saat 37 dakika sürdü. Sonucunda 5.128.993 nokta bulutu üretildi.

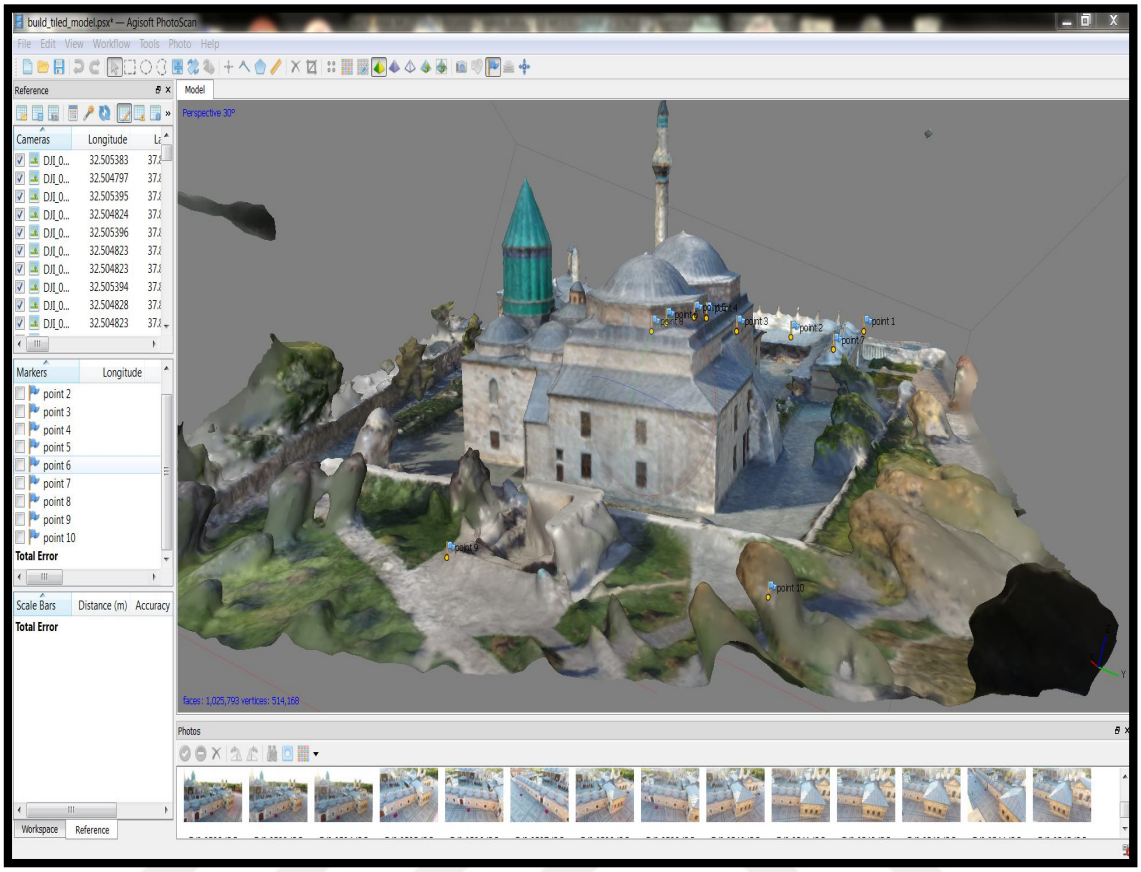


Şekil 6.19. Mevlana Müzesi'ne ait nokta sıklaştırması genel görünüm

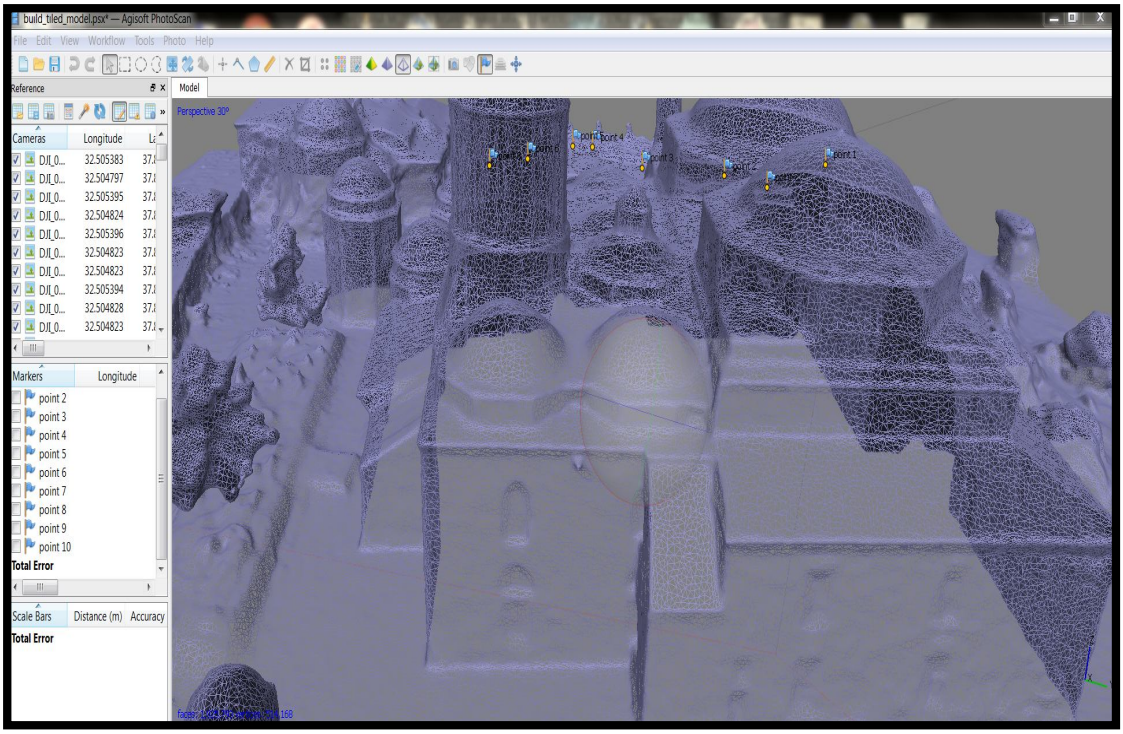
Elde edilen yoğun nokta bulutundan katı model oluşturulmak üzere Workflow sekmesinden Build Mesh seçeneği seçildi. Build Mesh menüsünün içerisinde General ve Advanced olmak üzere 2 adet bölüm bulunmaktadır. General menüsünün içerisindeki Surface Type kısmının içerisinde Arbitrary ve Height Field seçenekleri mevcuttur. Arbitrary; bina, heykel v.b. gibi objelerin modellenmesinde kullanılmakta olup Height Field; arazi, kabartmalı çalışmalar ve düzlemsel yüzeyli objelerin modellenmesinde kullanılmaktadır. Source Data kısmının içerisinde Sparse Cloud ve Dense Cloud seçenekleri mevcuttur. Sparse Cloud; yumuşak yüzeyli objeler için kullanılmakta olup dense cloud ise detayların daha net bir şekilde çıkmasını istediğimiz ve keskin yüzeyli objelerde kullanılmaktadır. Face Count kısmında high (max yüzey/çizgi), medium (orta yüzey/çizgi) ve low (min yüzey çizgi) seçenekleri mevcuttur. Advanced bölümünde ise Interpolation menüsünde Enabled, Disabled ve Extrapolated seçenekleri mevcuttur.

Çalışmamızda katı model oluşturmak için Arbitrary, Dense Cloud , High ve Enabled seçenekleri seçildi.

Katı model; üretilmiş olan noktaların arasına çizgi ve yüzeyler oluşturularak elde edilmektedir. 12 saat 29 dakika süren process sonucu oluşturulan katı modelde 1,025,793 adet yüzey ve 514,168 adet çizgi mevcuttur.

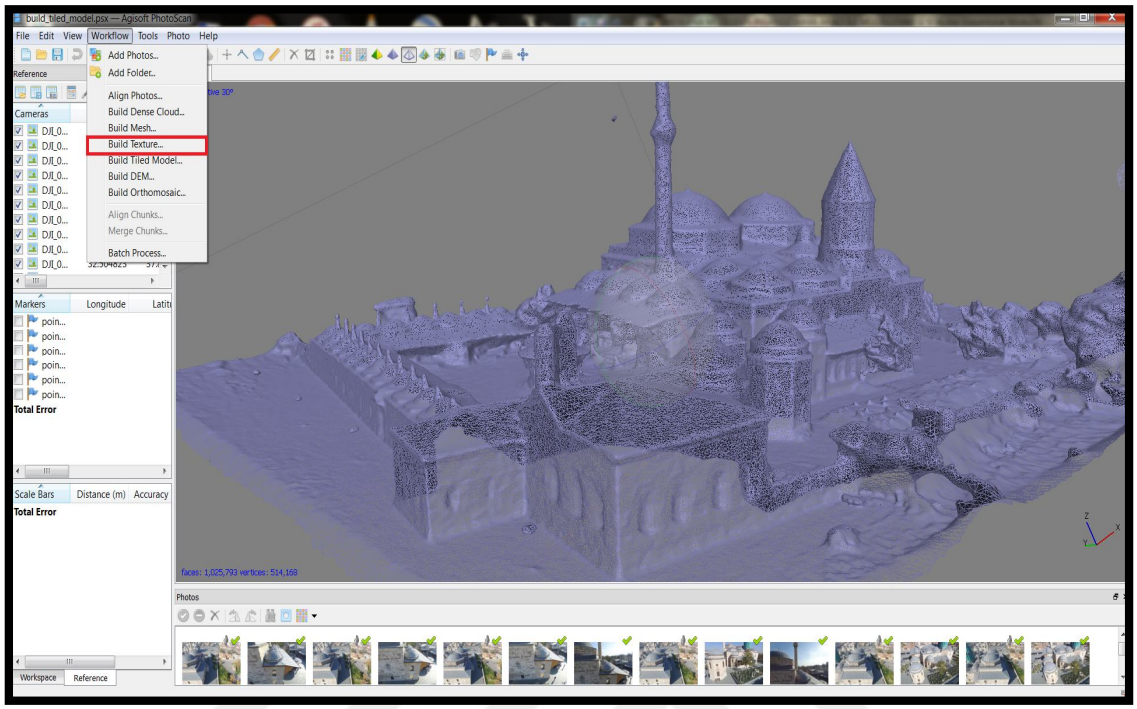


Şekil 6.20. Nokta bulutundan katı model elde edilmesi (Build Mesh)



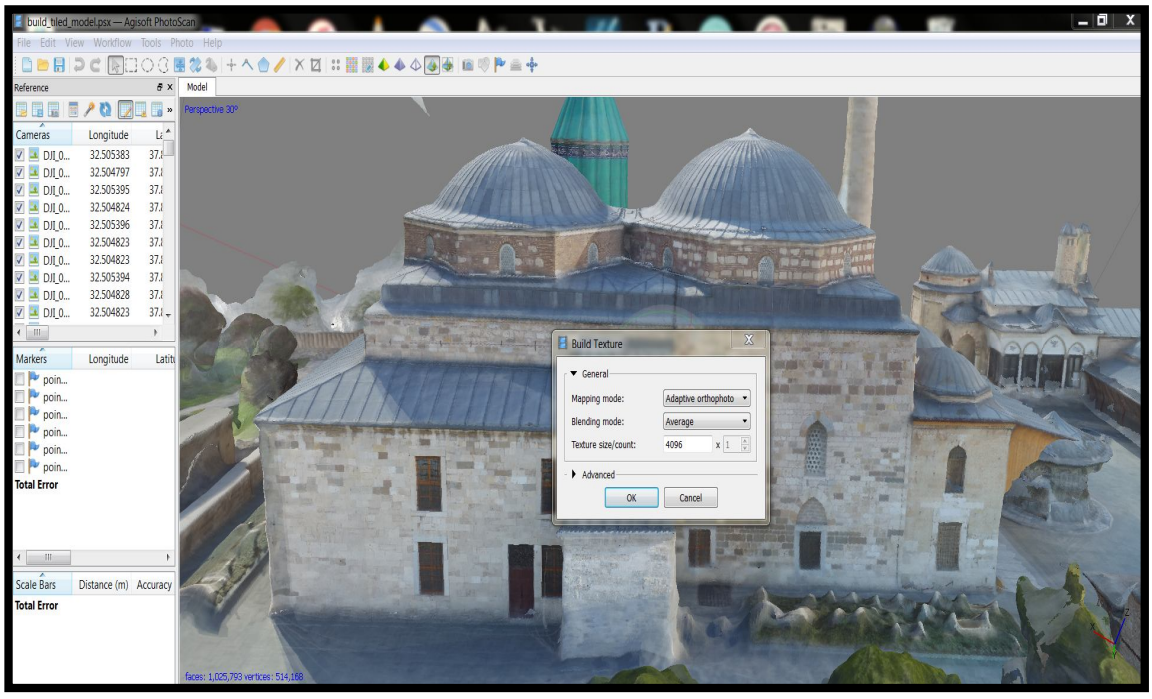
Şekil 6.21. Katı model üretiminde üçgen modelin oluşturulması (Build Mesh)

Oluşturulan modelin cephe ve yüzey giydirilmesi için Workflow menüsünden Build Texture seçeneği seçildi.



Şekil 6.22. Oluşturulan katı modele yüzey giydirmesi (Build Texture)

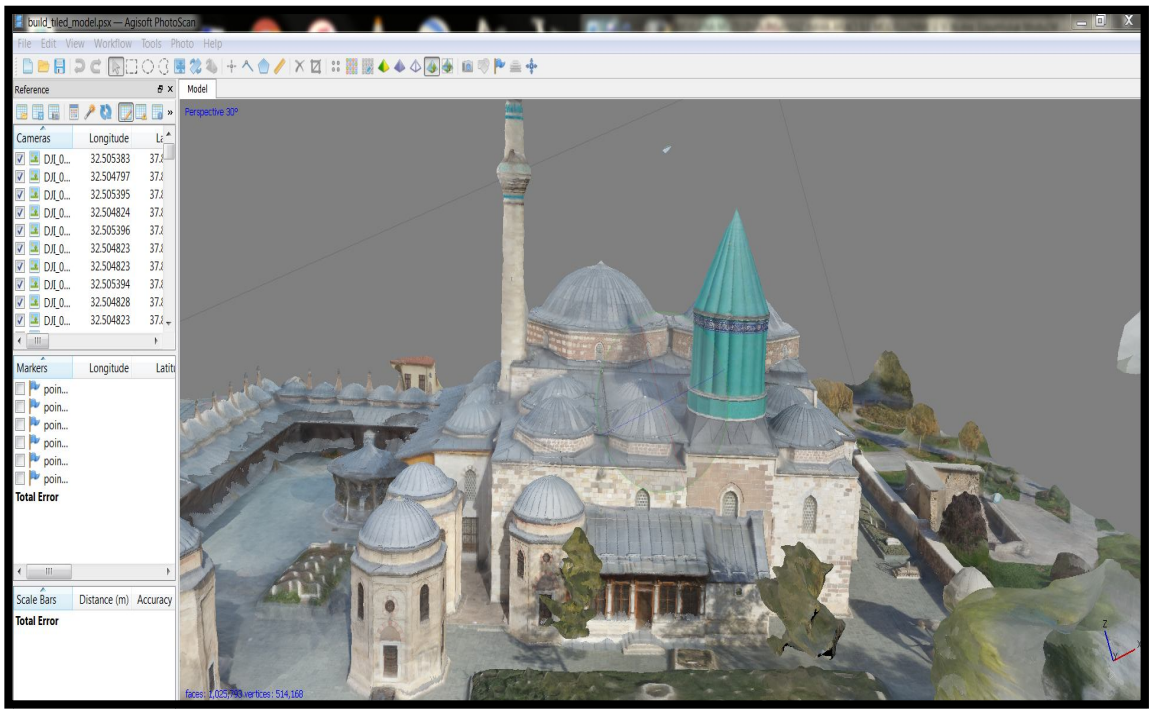
Build Texture menüsünün içinde Mapping mode ve Blending mode olmak üzere 2 adet seçenek mevcuttur.



Şekil 6.23. Mapping Mode: Adaptive Ortophoto seçildi (Build Texture)

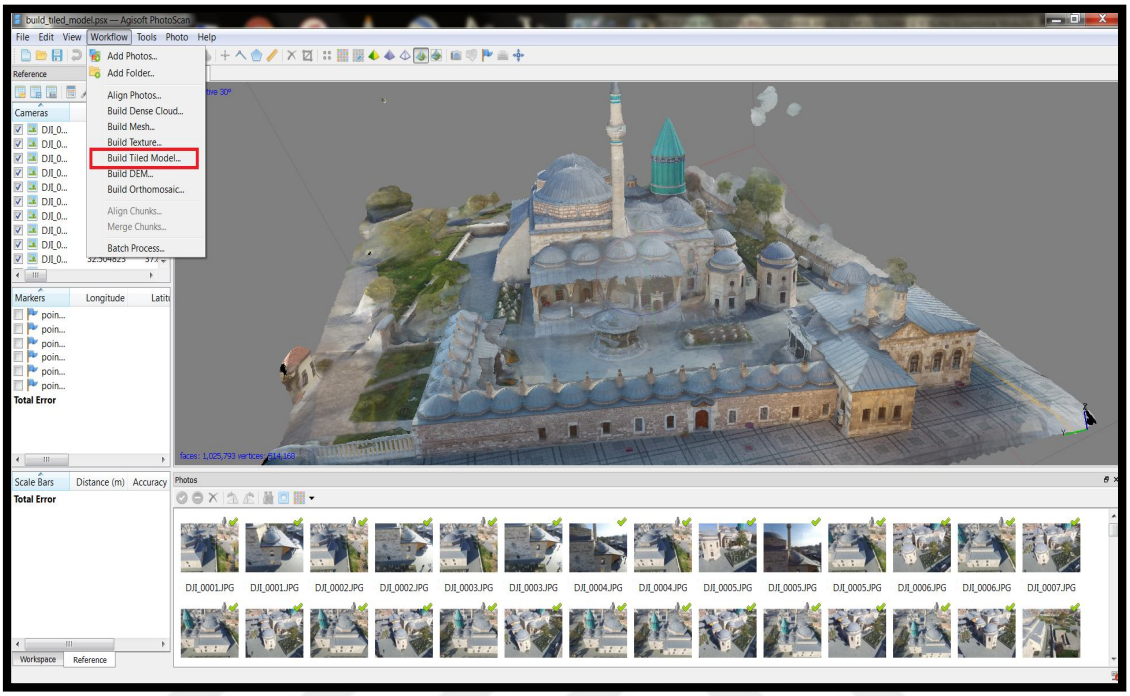
Mapping mode menüsünde Generic, Orthophoto, Adaptive Orthophoto, Spherical ve Single Camera seçenekleri mevcuttur. Generic; seçeneğiyle mümkün olduğunca obje üzerinde homojen doku oluşturulmaya çalışılır. Orthophoto; objeye ortografik projeksiyon dokusu giydirmek için kullanılır. Dikey düzlemlerde Adaptive Orthophoto seçeneği daha iyi sonuçlar vermektedir. Adaptive Orthophopto ve Orthophoto seçenekleri düzlemsel objeler ve arazilerin giydirilmesinde kullanılır. Spherical; küresel kameralardan elde edilen fotoğrafların objeye giydirilmesinde kullanılır. Single Camera; objeye tek bir fotoğraftan giydirme yapılır.

Blending Mode sekmesinde Mosaic, Avarage, Disabled, Max Intensity ve Min Intensity seçenekleri mevcuttur. Avarage; bütün fotoğrafların ortalama piksel değerlerini okuyarak kaplama oluşturur. Mosaic; bindirmeli fotoğraflardan elde edilen ve çok karışık olmayan detaylara sahip objelerin ortografik ve kaplamalarda giydirme işleminde, Avarageden daha kaliteli sonuç verir. Max Intensity; kaplama için uygun olan piksel değerini maksimum ölçüde kaplamaya uygular. Min Intensity; kaplama için uygun olan piksel değerini minimum ölçüde kaplamaya uygular. Çalışmamızda, Adaptive Orthophoto, Avarage seçenekleri kullanıldı. Advanced menüsünde Colour Correction (Renk Düzeltme) seçeneği aktif olarak kullanıldı. Process işlemi 14 saat 47 dakika sürmüştür. Process işleminin sonucunda katı modelin giydirilmesi tamamlandı.



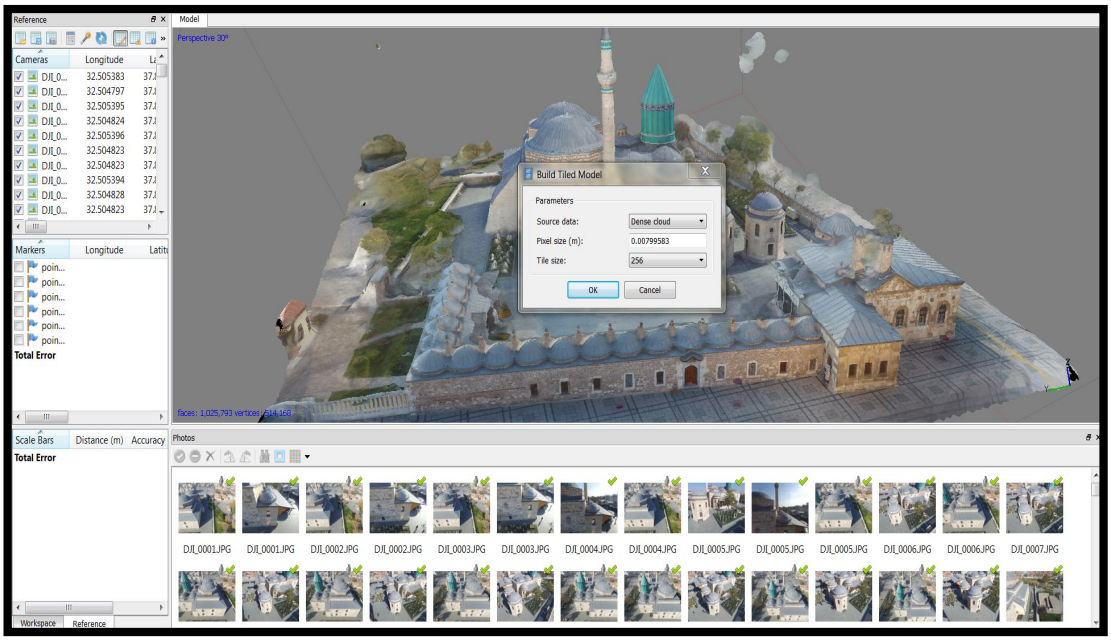
Şekil 6.24. Katı modelin yüzey giydirmesi genel görünüm (Build Texture)

Oluşturulan katı model üzerine giydirilen detayların ve kaplamaların daha kaliteli görünmesi için Workflow menüsünden Build Tiled Model seçildi. Build Tiled Model oluşturulurken piksel değeri düşürülürse oluşan model daha kaliteli elde edilir.



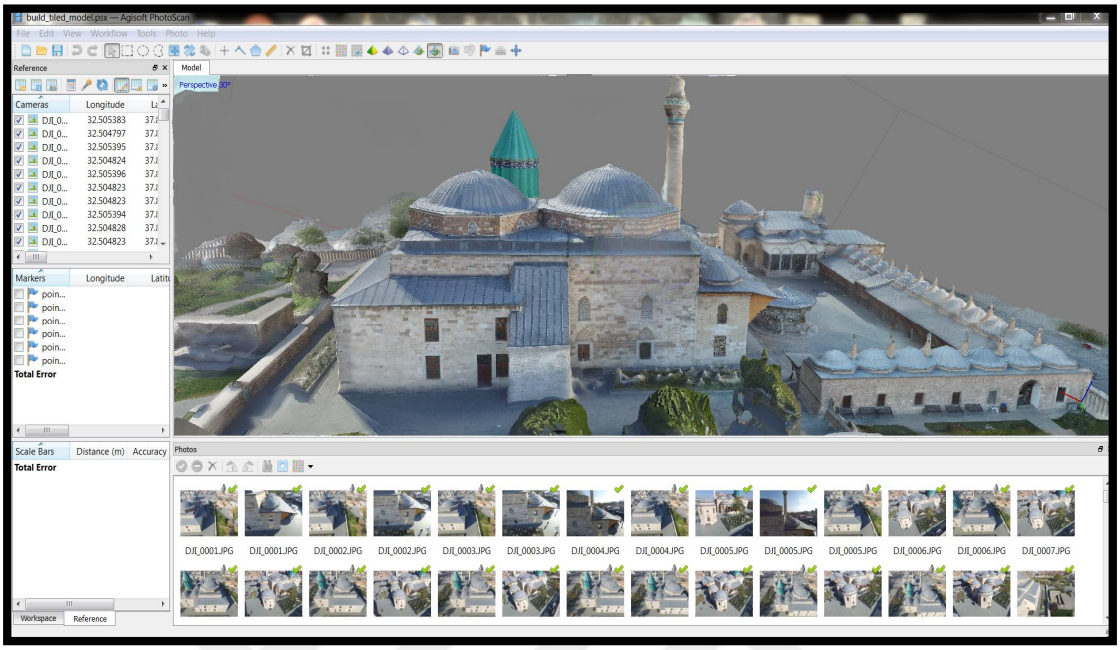
Şekil 6.25. Build Tiled Model işlem sıralaması

Source Data kısmından Dense Cloud (yoğun nokta bulutu) seçeneği seçildi. Piksel değeri 0.00799583 programa girildi.



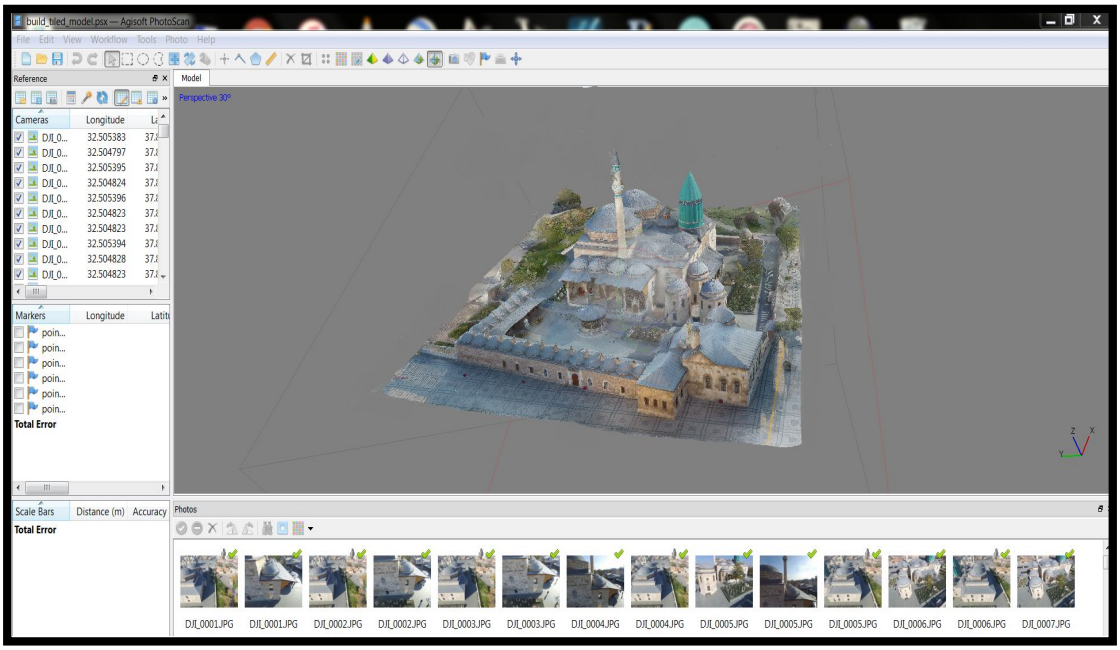
Şekil 6.26. Build Tiled Model işlem verilerinin tanımlanması

Build Tiled Model process işlemi 11 saat 56 dakika sürmüştür. Build Texture Model işleminden daha kaliteli bir görünüme sahip model üretilmiştir.

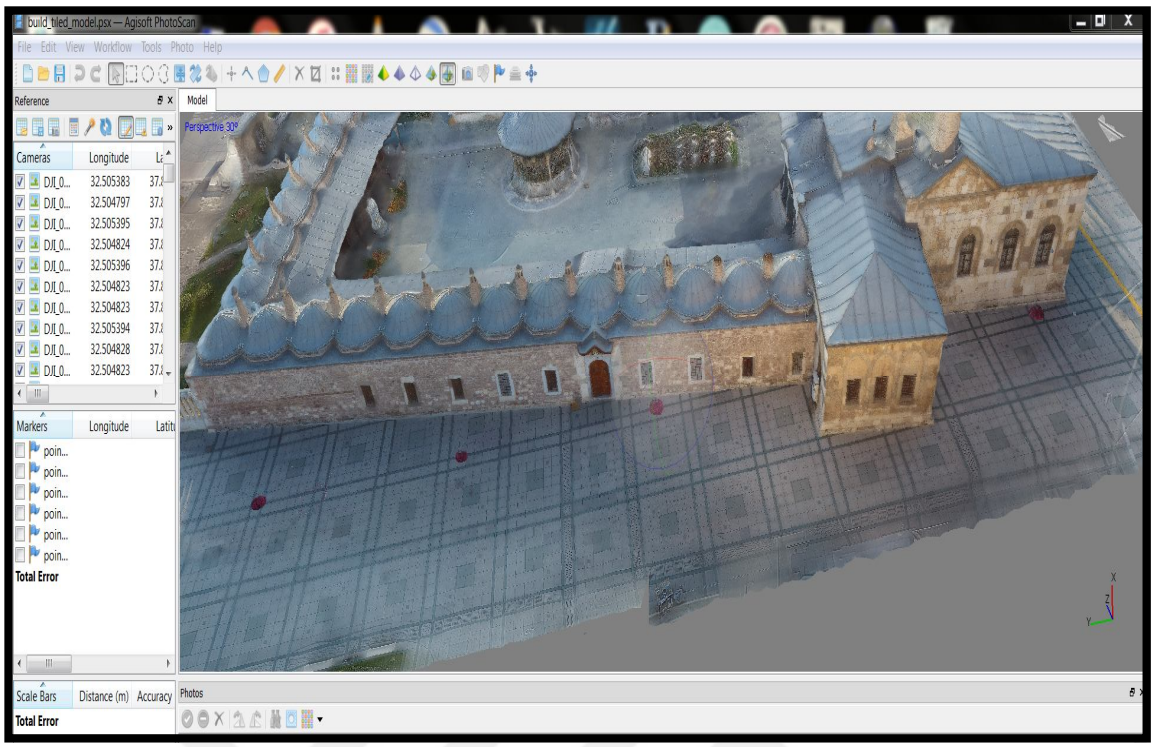


Şekil 6.27. Elde edilen modele ait genel görünüm

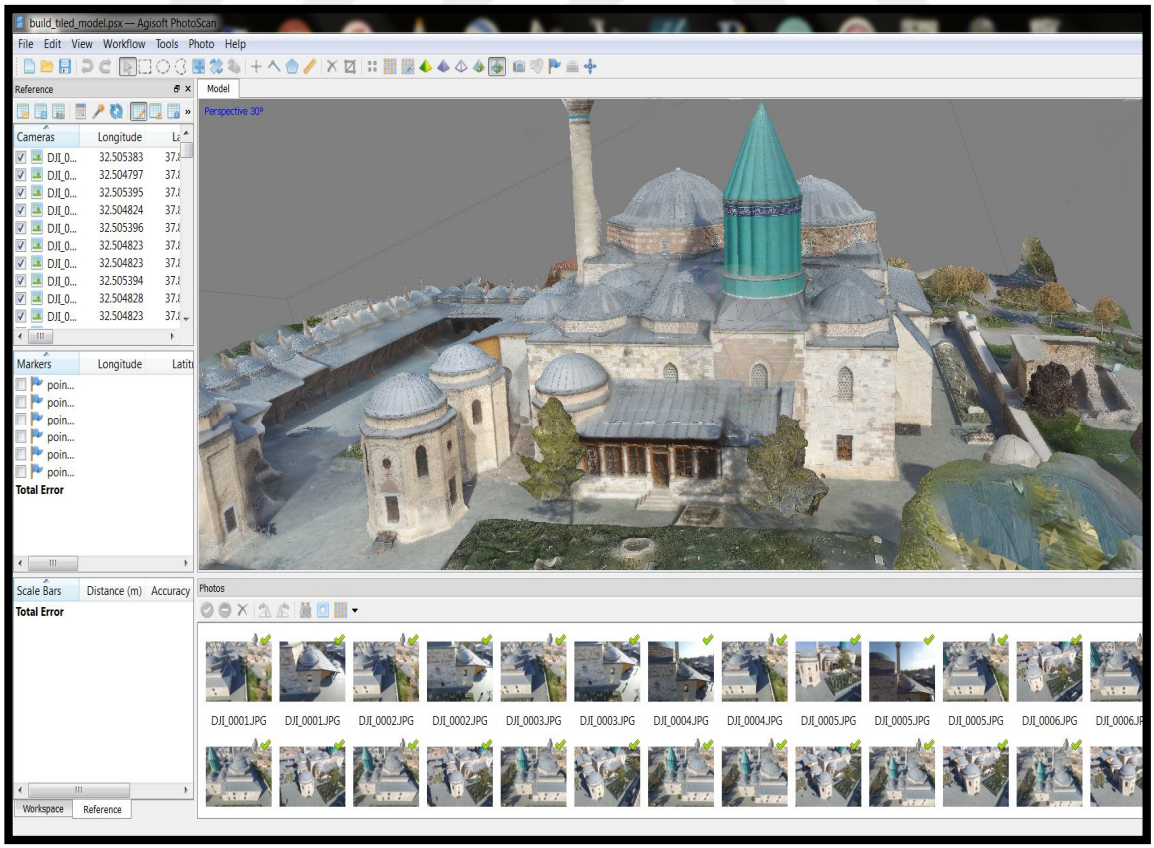
Mevlana Müzesi'ne ait araziden elde edilen veriler ile Agisoft Photoscan programında söz konusu kültür varlığına ait üç boyutlu modelleme çalışması yapılmıştır. Agisoft PhotoScan programında tüm process işlemi 92 saat 55 dakika sürmüştür.



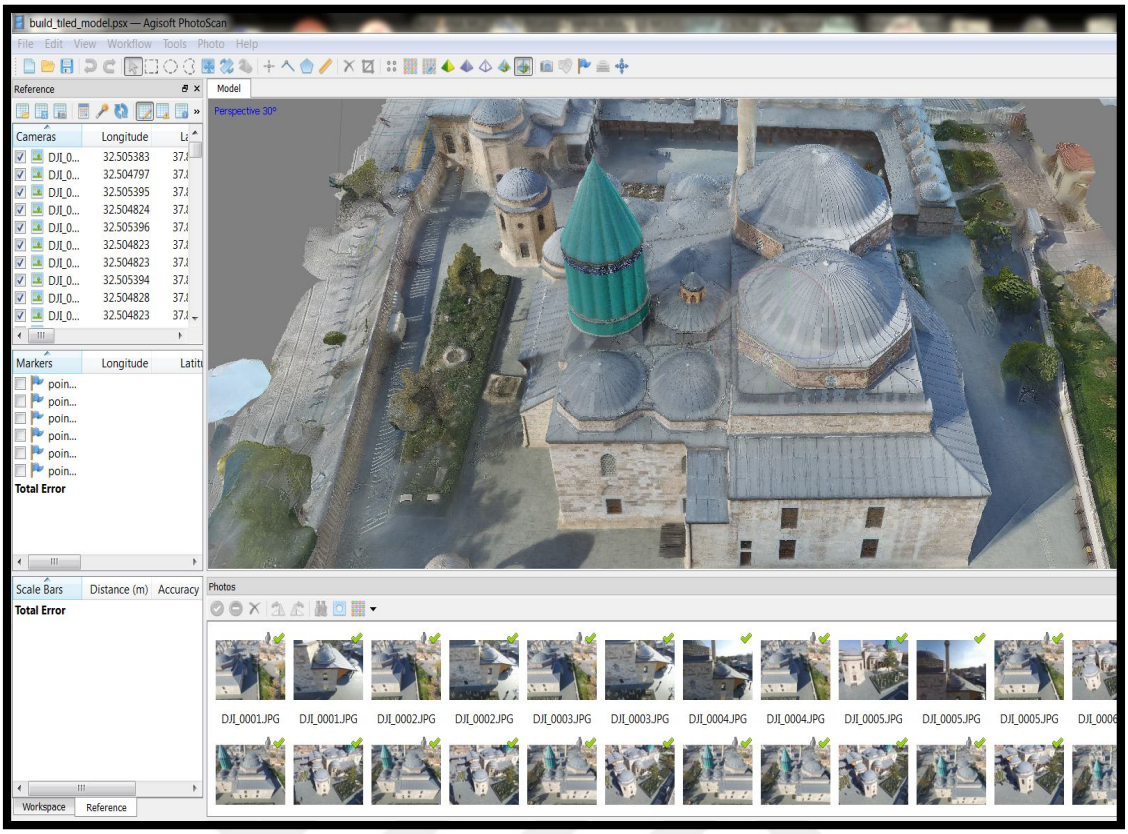
Şekil 6.28. Elde edilen modele ait genel görünüm



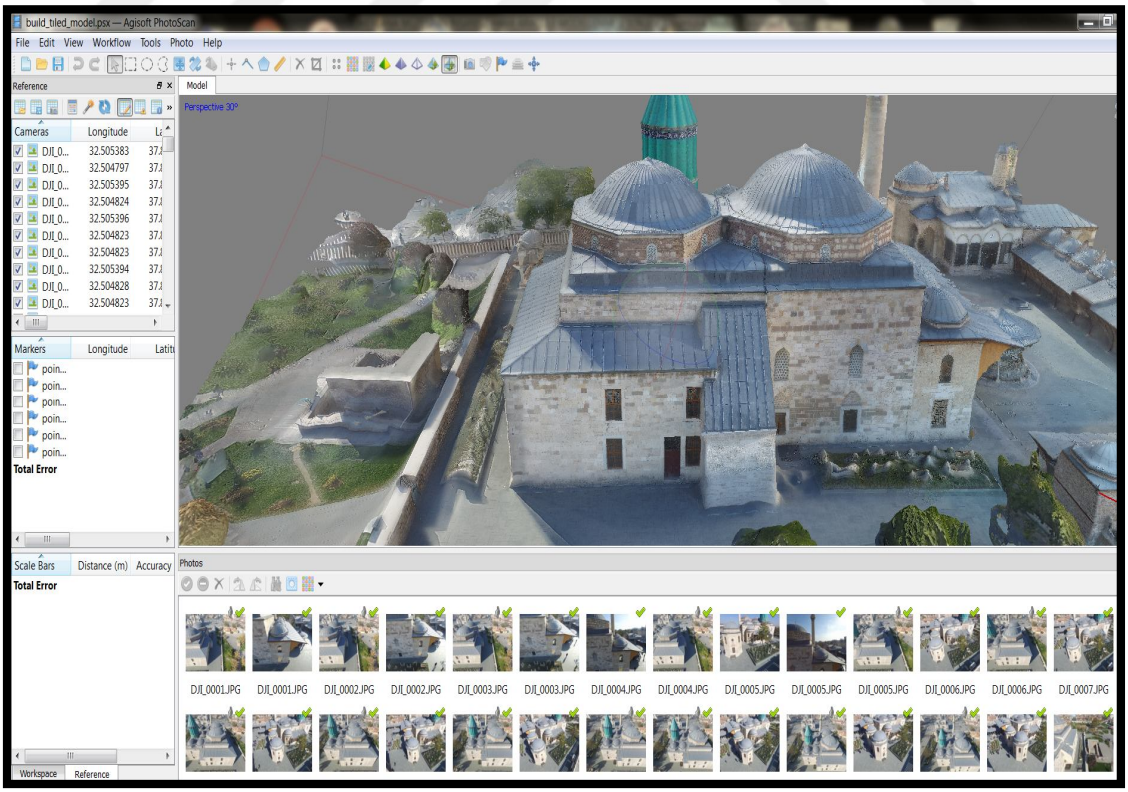
Şekil 6.29. Derviş hücrelerine ait dış duvarın modeli



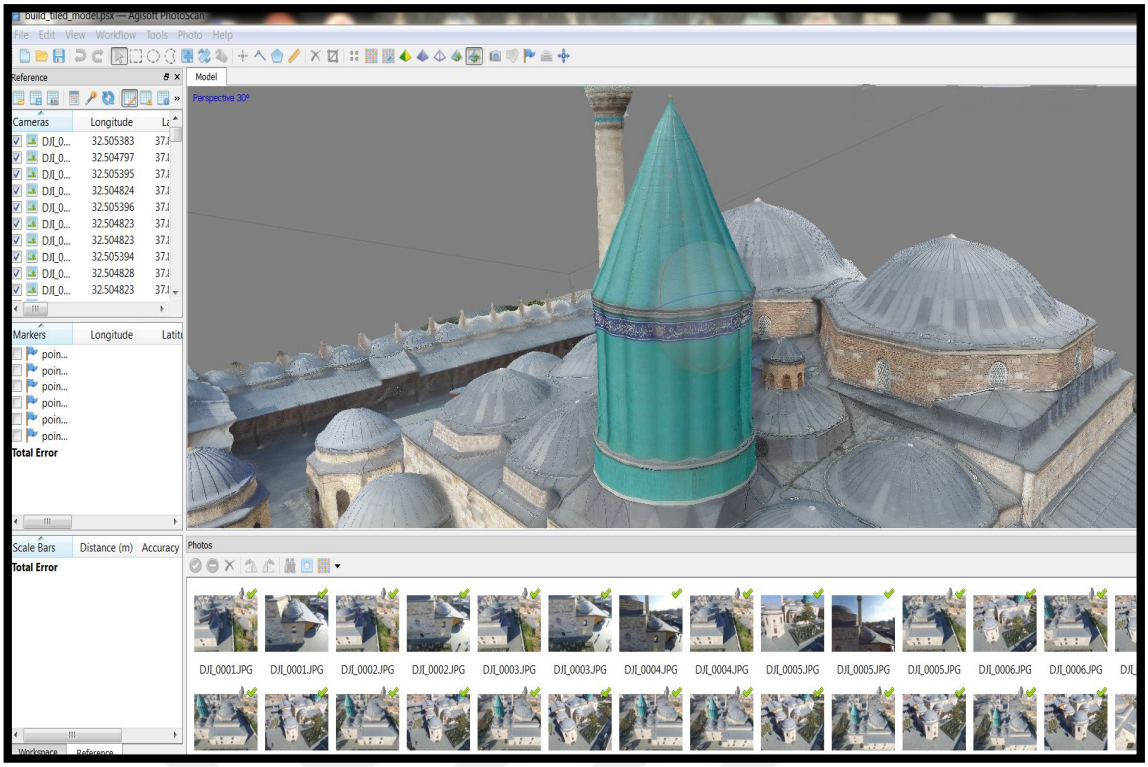
Şekil 6.30. Mevlana Müzesi'nin güney cephesine ait genel görünüm



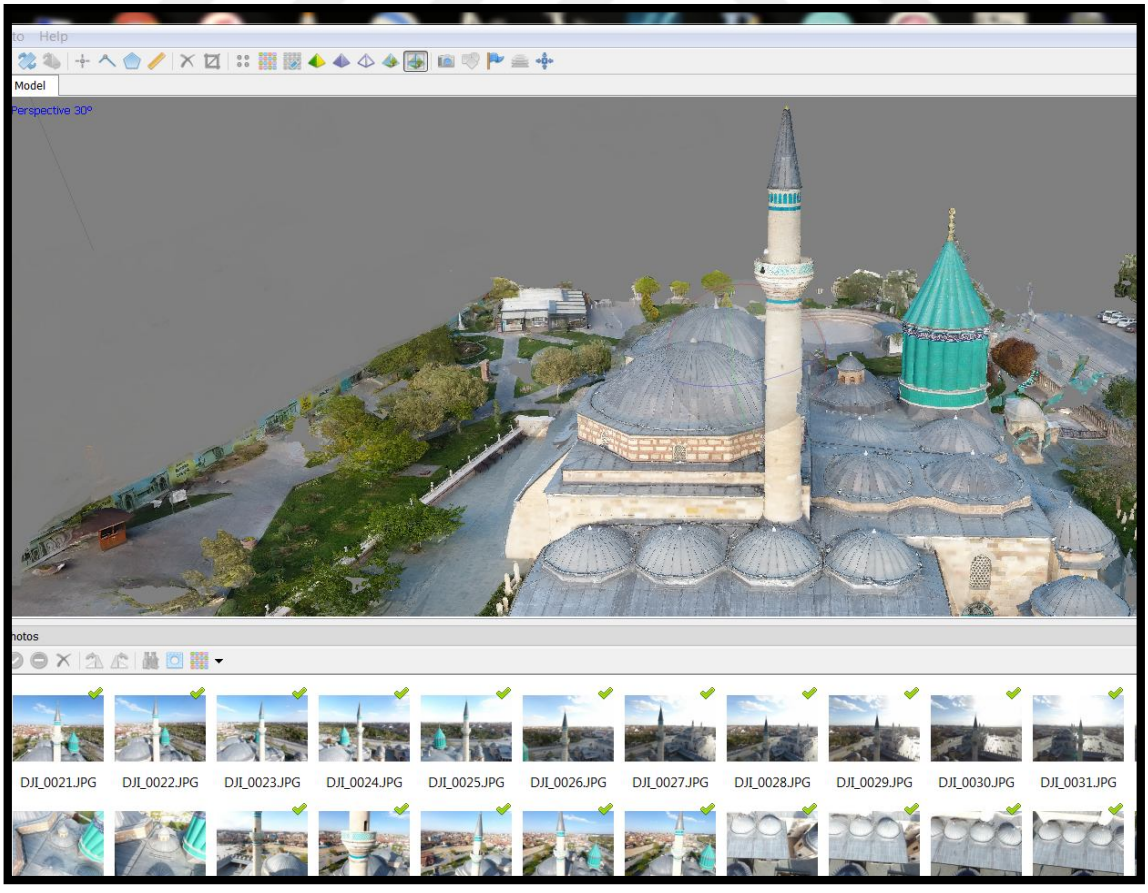
Şekil 6.31. Mevlana Müzesi'nin doğu cephesine ait genel görünüm



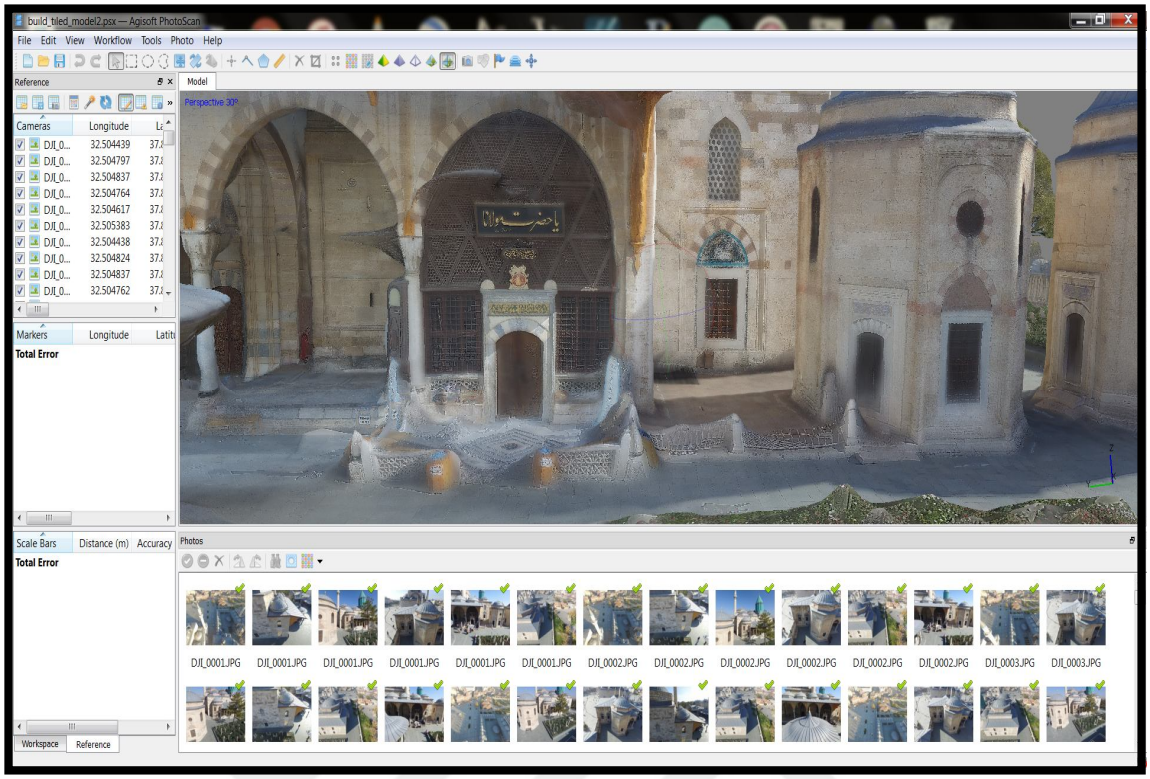
Şekil 6.32. Mevlana Müzesi'nin kuzey cephesine ait genel görünüm



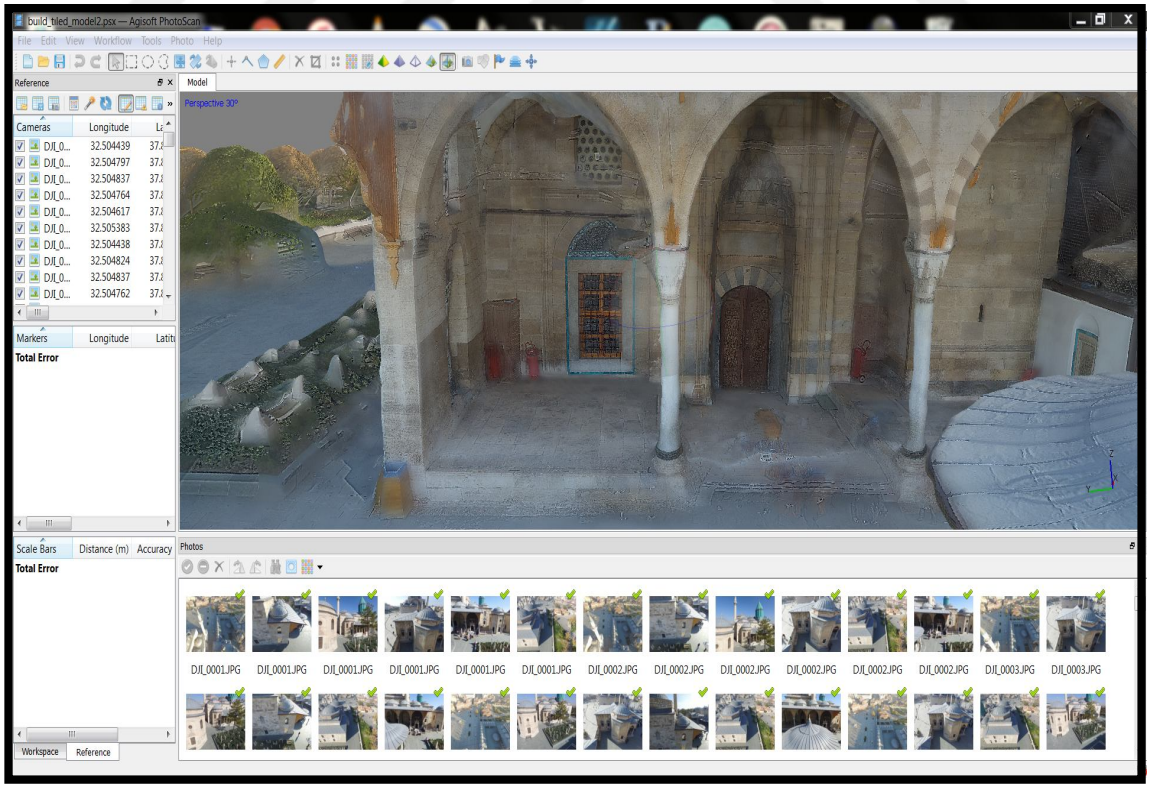
Şekil 6.33. Mevlana Müzesi'nde Kubbe-i Hadra'ya ait genel görünüm



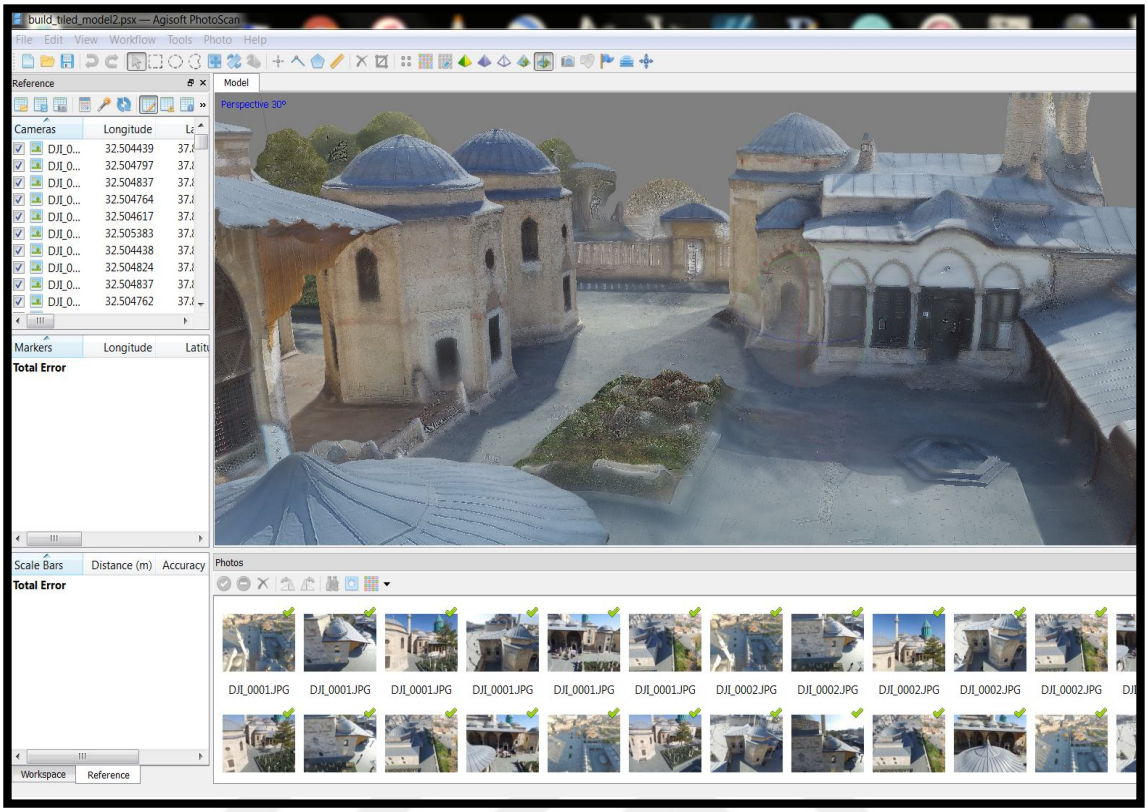
Şekil 6.34. Mevlana Müzesi'nde minareye ait genel görünüm



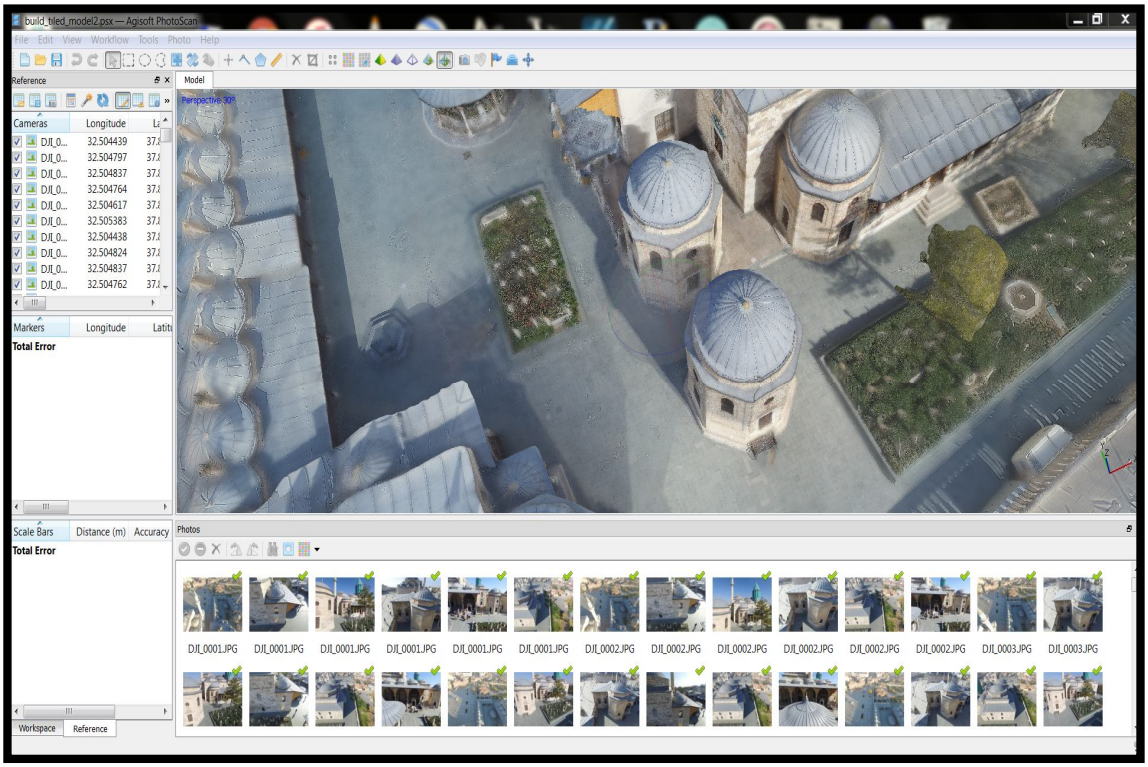
Şekil 6.35. Mevlana Müzesi'nin batı cephesine ait genel görünüm



Şekil 6.36. Mevlana Müzesi'nin giriş kapısına ait genel görünüm



Şekil 6.37. Mutfak giriş kapısı ve Şeb-i Arus Havuzuna ait model



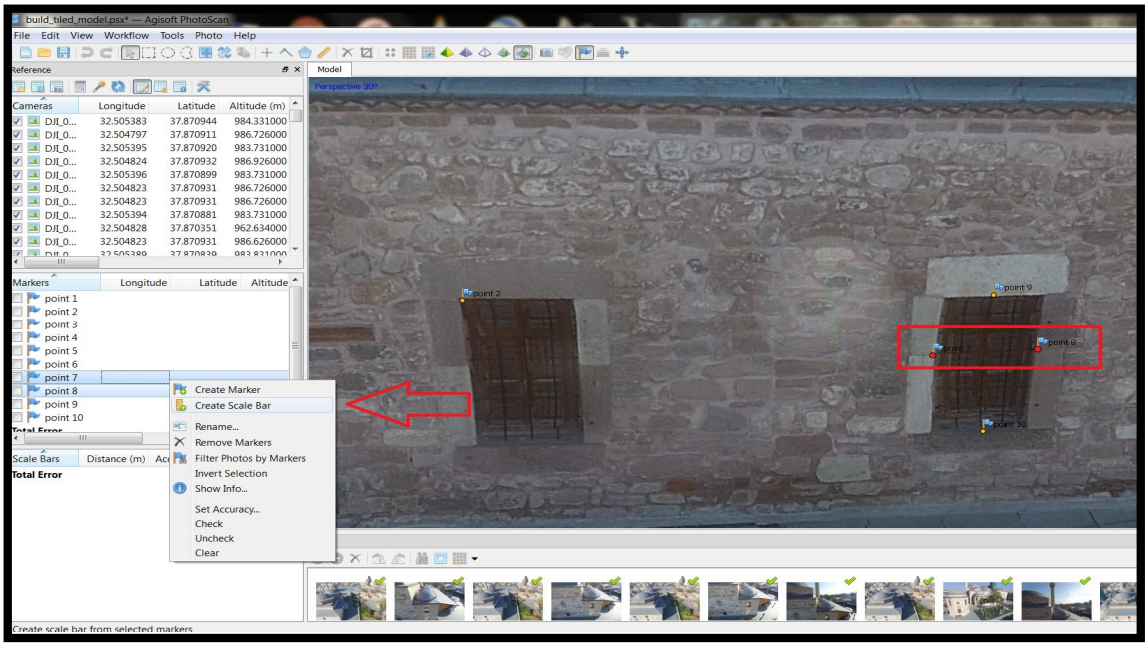
Şekil 6.38. Fatma Hatun, Sinan Paşa ve Hasan Paşa Türbelerine Ait Model

6.2.4. Uygulama alanına ait modelin ölçeklendirilmesi

Mevlana Müzesi'ne ait Agisoft PhotoScan programında Tiled Model elde edildikten sonra türbeye ait üç boyutlu modelin ölçeklendirme işlemi gerçekleştirildi. Ölçeklendirme işlemi arazide türbe üzerinden çelik şerit metre yardımı ile ölçüler alınarak yapıldı.

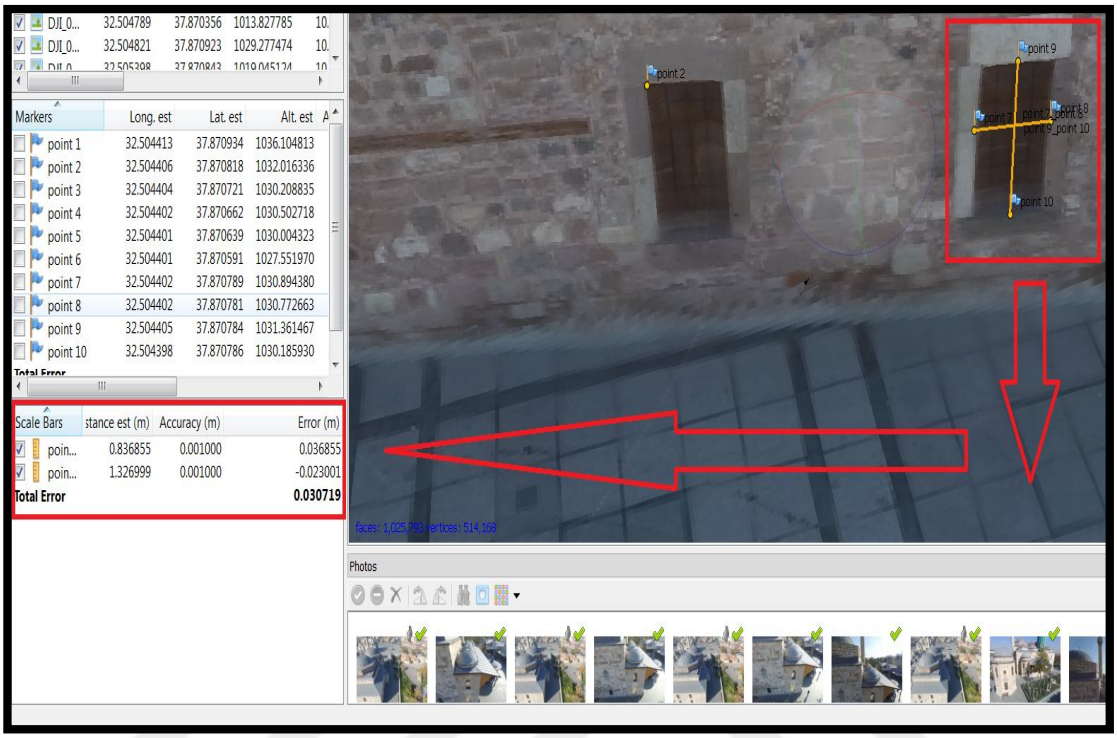
Şekil 6.39. Türbe üzerinden ölçü alma işlemi

Alınan ölçülerin model üzerine aktarılması için modelin üzerinde sağ tıklanarak ölçü alınan noktalar ''create marker'' ile model üzerinden işaret noktaları oluşturuldu. Oluşturulan işaret noktalarından ''scale bar'' oluşturulabilmesi için işaret noktası çiftleri seçilerek sağ tıklanarak ''Create Scale Bar'' işlemi gerçekleştirildi.



Şekil 6.40. Objenin ölçeklendirilmesi için Create Scale Bar işlemi

Oluşturulan ölçeklendirme için atılan referans noktaları arasındaki araziden alınan ölçüler metre biriminden model üzerinden Distance Estimate kısmına iç aktarması yapıldı.



Şekil 6.41. Objenin ölçeklendirme işlemi sonrasında ölçü hassasiyeti

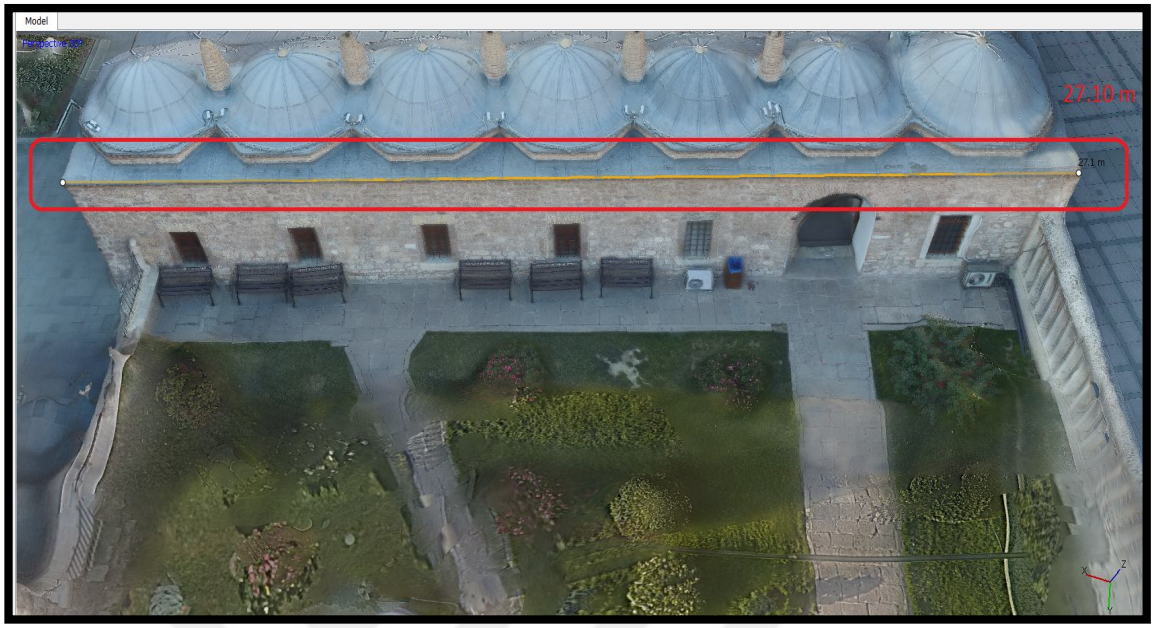
Mevlana Müzesi'ne ait Agisoft PhotoScan programında elde edilen üç boyutlu modelin ölçeklendirme işleminde elde edilen ölçü hassasiyeti ±3,071 cm olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6.1).

Çizelge 6.1. Objenin ölçeklendirme işlemi sonrasında ölçü hassasiyet tablosu

Modelin Ölçeklendirme İşlemine Ait Ölçü Hassasiyeti Tablosu		
KATMAN	**MESAFE (m)**	**HATA (m)**
Point7 – Point8	0.836855	0.036855
Point9 – Point10	1.326999	-0.023001
	Toplam Hata	**0.030719**

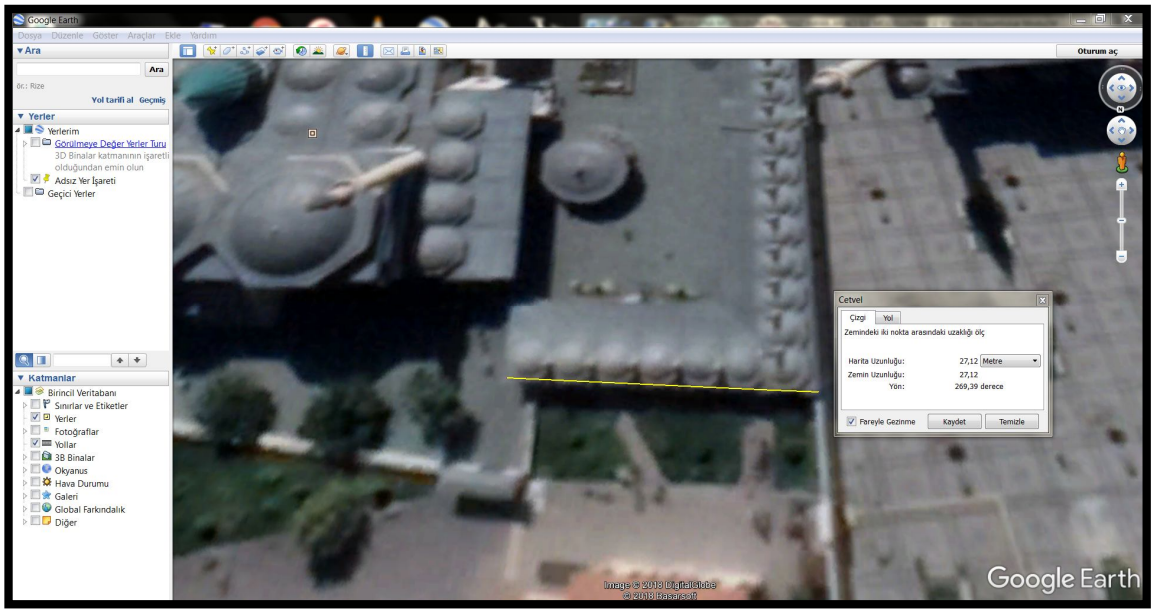
Mevlana Müzesi'ne ait model üzerine tesis edilen dört nokta sayesinde objeye ait modelin ölçeklendirme işlemi yapılmıştır. Bu ölçeklendirme işlemi sonucunda Mevlana Müzesi'ne ait model üzerinden uzunluk sorgulaması yapılabilmektedir.

Cümle giriş kapısına ait derviş hücrelerinin dış duvar kısmı model üzerinden 27.10 m ölçülmüştür.



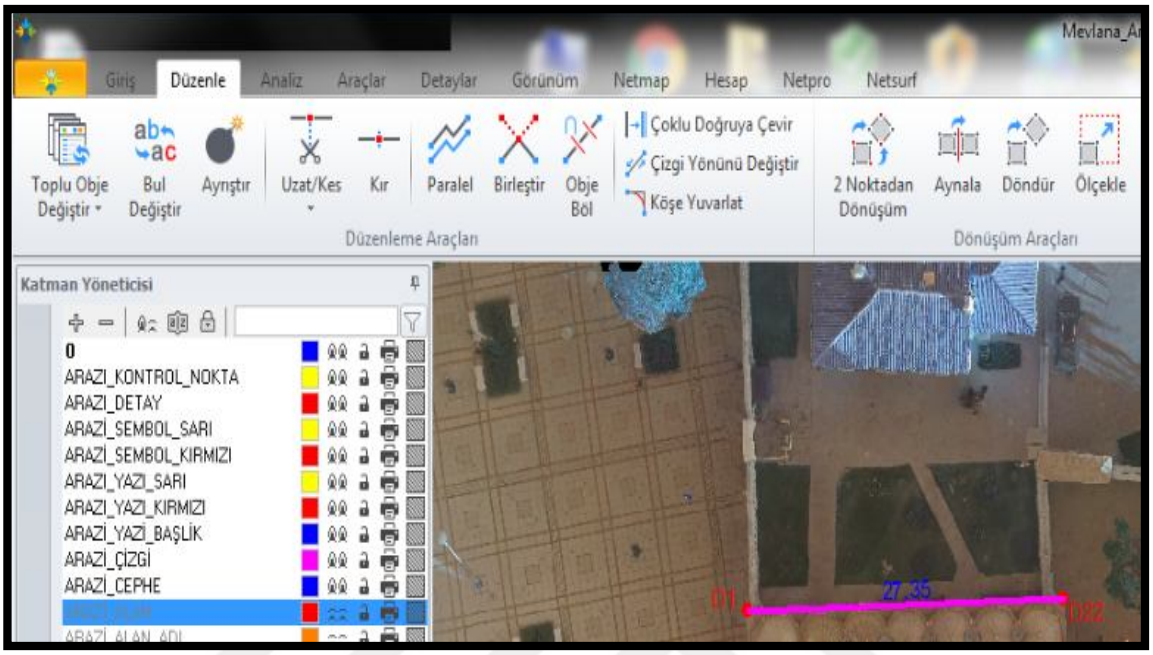
Şekil 6.42. Elde edilen model üzerinden iki nokta arasındaki uzunluk ölçümü

Model üzerinden ölçülen iki nokta arasındaki mesafe ölçümü 27.10 m gelmiştir. Aynı yapı üzerinden aynı iki nokta arasındaki mesafe Google Earth sayesinde ölçülmüştür. Agisoft PhotoScan sayesinde elde edilen model üzerinden mesafe ölçümü yapılan aynı iki nokta arasındaki mesafe; Google Earth sayesinde ölçülerek 27.12 m uzunluk değeri elde edilmiştir.



Şekil 6.43. Google Earth yardımıyla iki nokta arasındaki uzunluk ölçümü

Arazi üzerinden aynı iki noktanın GPS yardımıyla koordinatları ölçülmüştür. Bu noktalar arasında mesafe hesabı Netcad ortamında belirlenmiştir. Çıkan sonuç 27.35 m olarak ölçülmüştür.



Şekil 6.44. Google Earth yardımıyla iki nokta arasındaki uzunluk ölçümü

6.3. Uygulama Alanına Ait Ortofoto Harita Üretimi

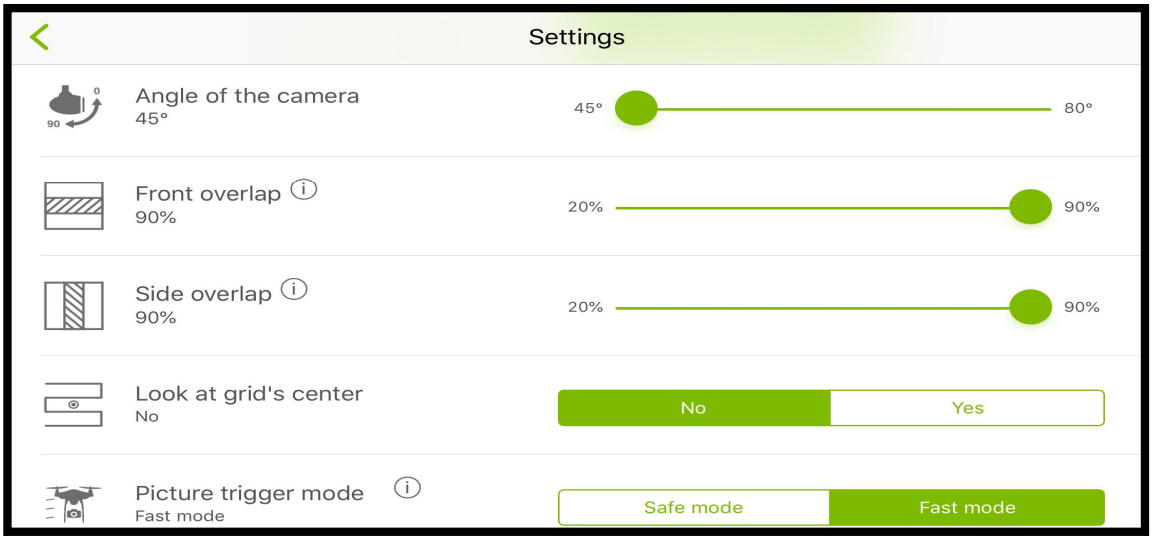
Mevlana Müzesi'nin üç boyutlu modellenmesi için yapılan arazi çalışmalarında; tarihi esere ait hava fotoğrafları Djı Go 4 mobil uygulaması sayesinde Djı Phantom 4 marka insansız hava aracı ile manuel, Pix4Dcapture mobil uygulaması ile otonom olarak elde edilmiştir.

Mevlana Müzesi'ne ait ortofoto harita üretimi için Pix4Dcapture ve Djı Go 4 mobil uygulamaları ile Djı Phantom 4 marka insansız hava aracı ile elde edilmiş fotoğraflar kullanılmıştır.

Pix4Dcapture uygulaması ile fotoğraflar 45° kamera açısı ile enine ve boyuna bindirme oranları %90 olarak tarihi esere ait fotoğraflar otonom olarak elde edilmiştir. 35 m yükseklikten çekilmiştir. Çekilen fotoğrafların GSD değeri 2.17 cm/px'tir. Fotoğrafların çekiminde insansız hava aracının hızı 2.2 m/s'dir. Toplamda 217 adet fotoğraf otonom olarak bu öznitelik bilgileri ile Pix4Dcapture mobil uygulaması ile çekimi gerçekleştirilmiştir.

Şekil 6.45. Pix4Dcapture mobil uygulaması ile uçuş planlaması

Djı Phantom 4 marka insansız hava aracı Pix4Dcapture mobil uygulaması ile havada otonom olarak uçuş yapılmıştır. Bu yüzden uçuş yapmadan önce insansız hava aracına uçuş planlaması ve uçuş bilgileri Pix4Dcapture mobil uygulamasına girilmiştir. Uçuş planlamasında insansız hava aracının uçuş yapacağı alanın ve güzergâhın belirlenmesinin akabinde kamera açısı, insansız hava aracı tarafından çekilen fotoğrafların enine ve boyuna bindirme oranları, insansız hava aracının uçuş modu (hızlı mod seçildi çünkü havada kalma süresi 30 dakikayı geçiyor olması sebebiyle) ve kalkış yaptığı yere güvenli olarak insin vb. gibi bilgiler programa girildi.



Şekil 6.46. Pix4Dcapture mobil uygulamasına uçuş bilgilerinin girilmesi

Uçuş planlaması tamamlandıktan sonra insansız hava aracı havada 20 dakika 58 saniye kalarak uçuşunu tamamladı ve fotoğraflar otonom olarak elde edilmiştir. Otonom olarak elde edilen fotoğraf sayısı 217'dir.

Şekil 6.47. Pix4Dcapture mobil uygulaması ile otonom olarak elde edilen fotoğraf

Mevlana Müzesi'nin güneybatısında yer alan Selimiye Camii'ne ait minarelerden dolayı Pix4Dcapture mobil uygulaması ile otonom çekilen fotoğraflarda Mevlana Dergâhının Derviş Hücreleri olan yapının dış yapısı fotoğraflanamamıştır. Selimiye Camii'ne ait minarelere çok yakın bir uçuş yapıldığı için uçuş planlamasında belirlediğim güzergâh genişletilemedi çünkü insansız hava aracının minarelere çarpma riski çok yüksekti. Bu yüzden Mevlana Müzesi'ne ait Derviş Hücreleri olan yapının dış görünümü Djı Go 4 mobil uygulaması ile hava fotoğrafları elde edildi.

Şekil 6.48. Derviş Hücreleri'nin dış yapısına ait olan hava fotoğrafı

Derviş Hücrelerinin dış yapısı Djı Go 4 mobil uygulaması ile insansız hava aracının manuel kontrol edilmesiyle 179 adet fotoğraf çekilerek görüntülenmiştir. Mevlana Müzesi'ne ait ortofoto harita yapımı için fotoğraf çekimi tamamlanmıştır.

Mevlana Dergâhına ait ortofoto harita yapımında kullanılacak fotoğrafların elde edilmesi tamamlandıktan sonra arazi üzerinde kontrol noktaları belirlenmiştir. Tarihi esere ait elde edilecek olan modeli kapsayan 12 adet kontrol noktası belirlenmiştir. Kontrol noktaları Topcon Fc-250 marka GPS ile ITRF-96 (Epok:2005) koordinat sisteminde koordinatlandırılmıştır. Bununla birlikte 23 adet denetleme noktası belirlenmiş ve bu noktalarında GPS yardımı ile ITRF-96 (Epok:2005) koordinat sisteminde koordinatlandırılması gerçekleştirilmiştir.

Kontrol ve denetleme noktalarının belirlenmesinde; ortofoto haritası yapılan alanı kapsamasına dikkat edilmiştir. İlave olarak ortofoto harita üretiminde kullanılan fotoğrafları da kapsayıcı olması planlanmıştır. GPS ile ölçüm yapıldığından ve aynı zamanda ortofoto harita üzerinden koordinat ölçümü yapılacağından üzerlerinde herhangi bir nesne, ağaç, elektrik hattı vb. yapıların bulunmamasına da özen gösterilmiştir.

Şekil 6.49. Mevlana Müzesi GPS ile koordinat ölçümü (D7 numaralı nokta)

Şekil 6.50. Mevlana Müzesi GPS ile koordinat ölçümü (D8 numaralı nokta)

Şekil 6.51. Mevlana Müzesi GPS ile koordinat ölçümü (D11 numaralı nokta)

Şekil 6.52. Mevlana Müzesi GPS ile koordinat ölçümü (D9 numaralı nokta)

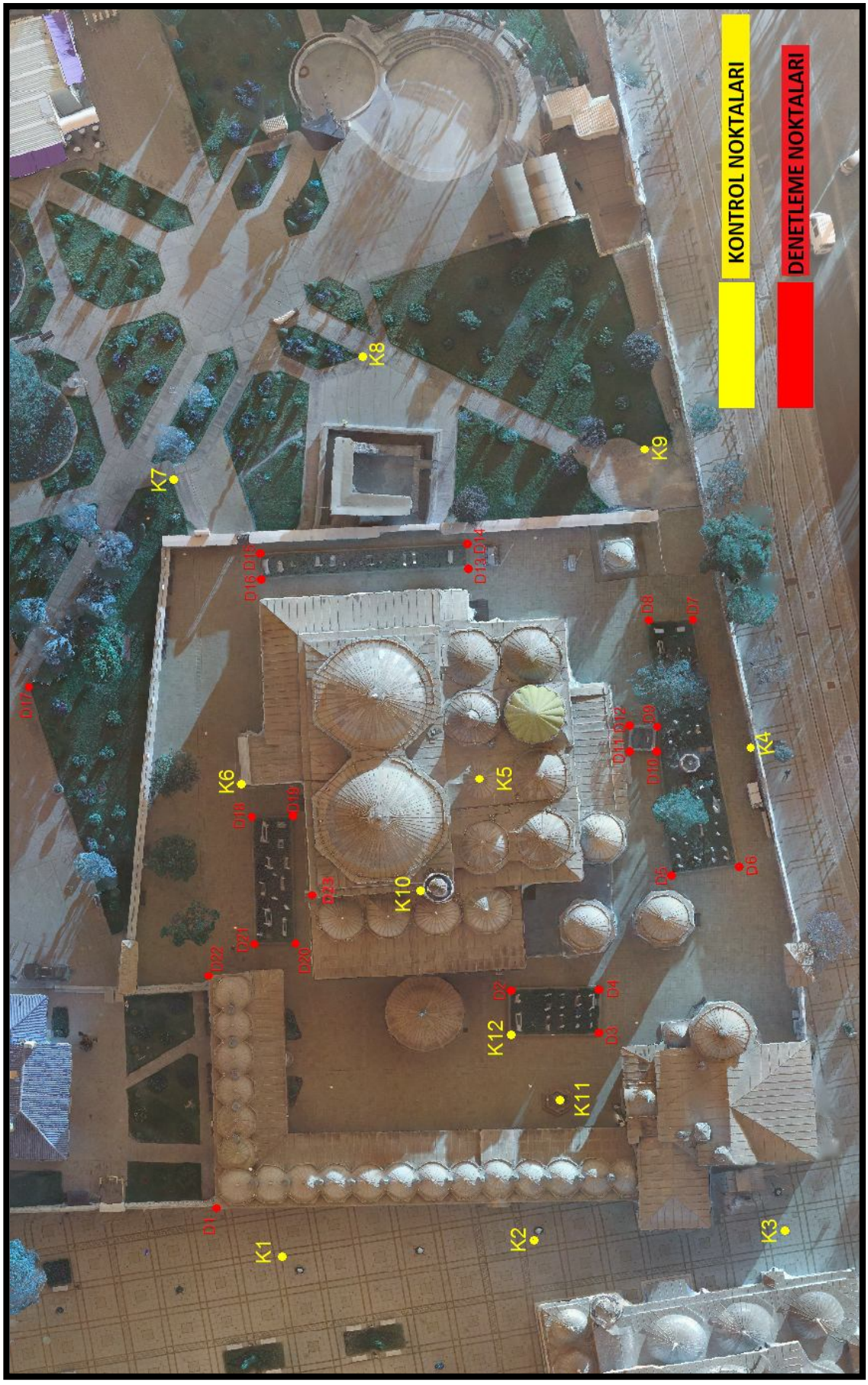
Şekil 6.53. Mevlana Müzesi GPS ile koordinat ölçümü (D13 numaralı nokta)

Şekil 6.54. Mevlana Müzesi GPS ile koordinat ölçümü (D15 numaralı nokta)

Şekil 6.55. Mevlana Müzesi GPS ile koordinat ölçümü (D18 numaralı nokta)

Şekil 6.56. Mevlana Müzesi GPS ile koordinat ölçümü (D21 numaralı nokta)

Şekil 6.57. Mevlana Müzesi GPS ile koordinat ölçümü (K9 numaralı nokta)



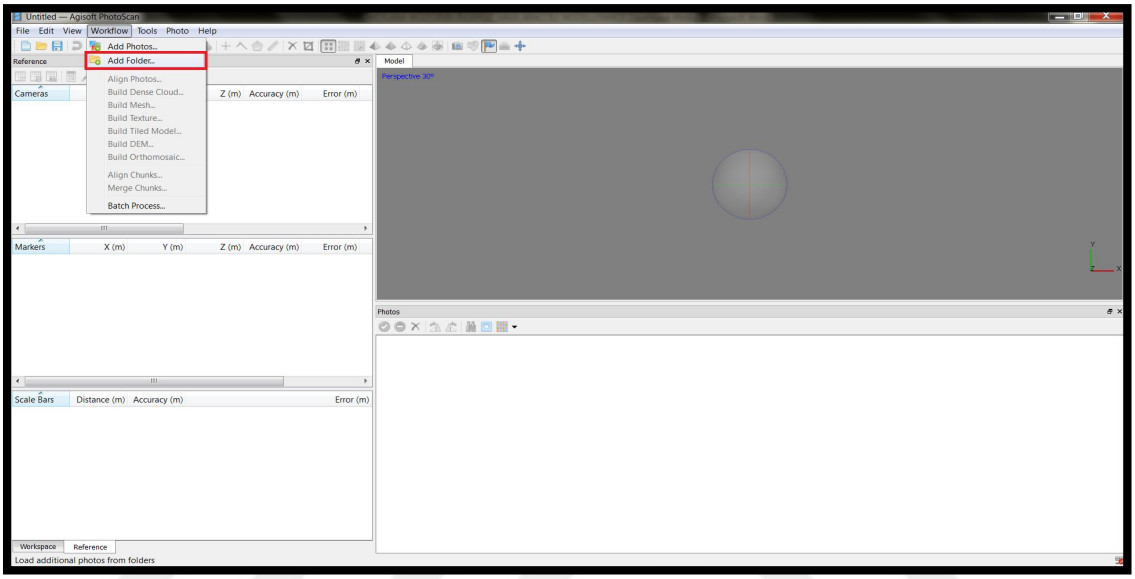
Şekil 6.58. Mevlana Müzesi kontrol ve denetleme noktalarına ait kroki

Şekil 6.58'de yer alan krokide mevcut kontrol noktaları ve denetleme noktalarına ait koordinatlar GPS ile ITRF-96 (Epok:2005) koordinat sisteminde ölçülmüştür (Çizelge 6.2).

Çizelge 6.2. Kontrol ve denetleme noktalarına ait koordinat değerleri (Arazi verileri)

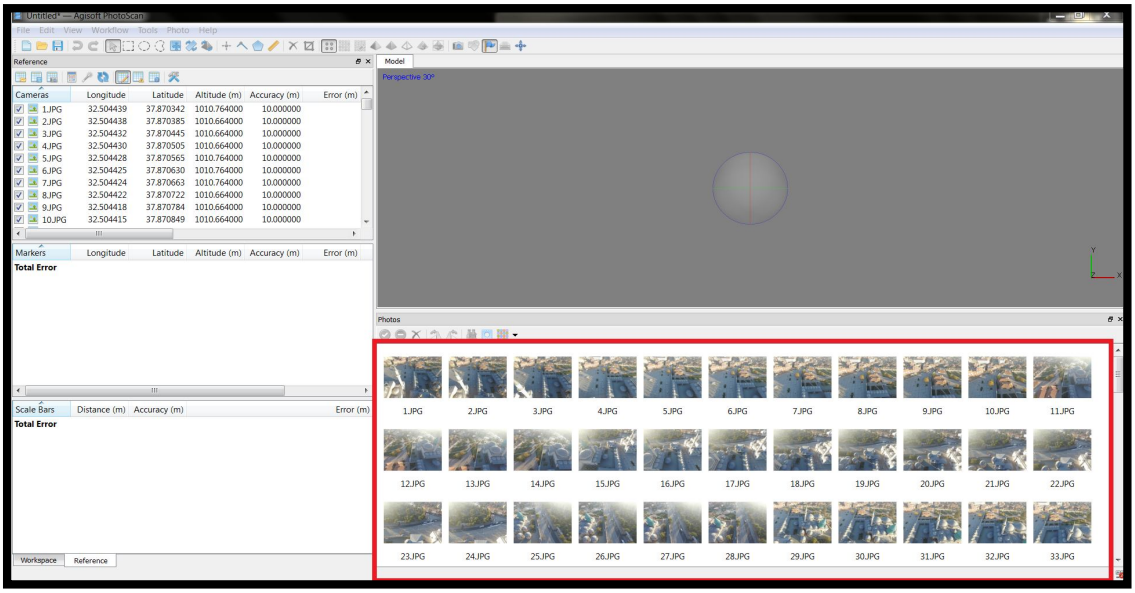
Konya İli Karatay İlçesi Aziziye Mahallesi 30 Ada 1 Parsel Koordine Özet Çizelgesi (Arazi Verileri) (ITRF-96 Epok:2005)			
Nokta No	**Y (m)**	**X (m)**	**Z (m)**
D1	456395.86	4193287.10	1049.43
D2	456421.40	4193253.64	1049.73
D3	456416.43	4193243.63	1049.71
D4	456421.51	4193243.66	1049.73
D5	456435.04	4193235.38	1049.95
D6	456436.05	4193227.75	1050.05
D7	456465.18	4193233.00	1049.80
D8	456465.10	4193237.98	1049.80
D9	456452.54	4193237.06	1049.84
D10	456449.53	4193237.11	1049.89
D11	456449.59	4193240.13	1050.00
D12	456452.57	4193240.12	1049.89
D13	456471.16	4193258.43	1049.80
D14	456474.04	4193258.55	1049.83
D15	456472.93	4193282.05	1049.74
D16	456469.88	4193282.00	1049.74
D17	456457.21	4193308.35	1049.64
D18	456441.91	4193283.04	1049.68
D19	456441.97	4193278.36	1049.73
D20	456426.97	4193278.07	1049.69
D21	456426.89	4193282.70	1049.67
D22	456423.19	4193287.94	1049.31
D23	456432.30	4193276.12	1061.13
K1	456390.09	4193279.69	1049.42
K2	456392.05	4193251.16	1049.47
K3	456393.20	4193222.51	1049.83
K4	456449.87	4193226.55	1049.41
K5	456446.34	4193257.23	1062.21
K6	456445.74	4193284.21	1049.31
K7	456481.63	4193291.92	1049.75
K8	456496.09	4193270.43	1049.52
K9	456485.21	4193238.42	1049.38
K10	456433.17	4193262.91	1061.14
K11	456408.60	4193248.10	1049.67
K12	456416.22	4193253.60	1049.69

Mevlana Müzesi'ne ait ortofoto harita yapımı için arazi çalışmaları tamamlanmış olup bundan sonraki aşamada arazide elde edilen verilerin ofis ortamında ortofoto harita üretiminde değerlendirilmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Mevlana Müzesi'ne ait arazi çalışmalarında elde edilen verilerin Agisoft PhotoScan programında kıymetlendirilme işlemi gerçekleştirilmiştir. İlk olarak çekilen fotoğrafların programa iç aktarması yapılmıştır (Workflow – Add Folder seçenekleri seçildi).



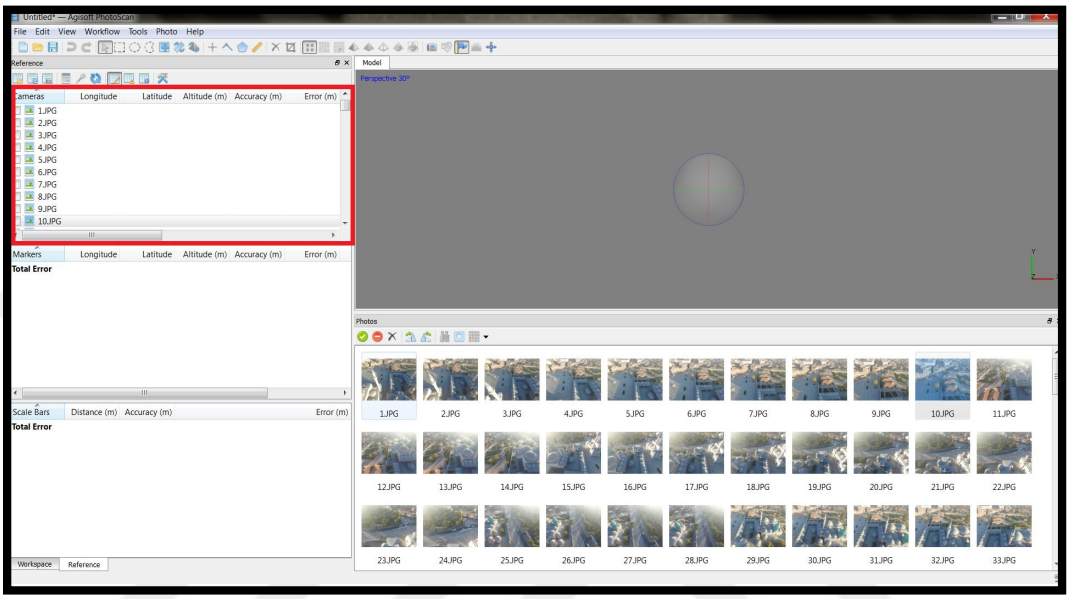
Şekil 6.59. Mevlana Müzesi'ne ait hava fotoğraflarının iç aktarması

Mevlana Müzesi'ne ait hava fotoğrafları Agisoft Photoscan programına iç aktarması tamamlanmıştır.



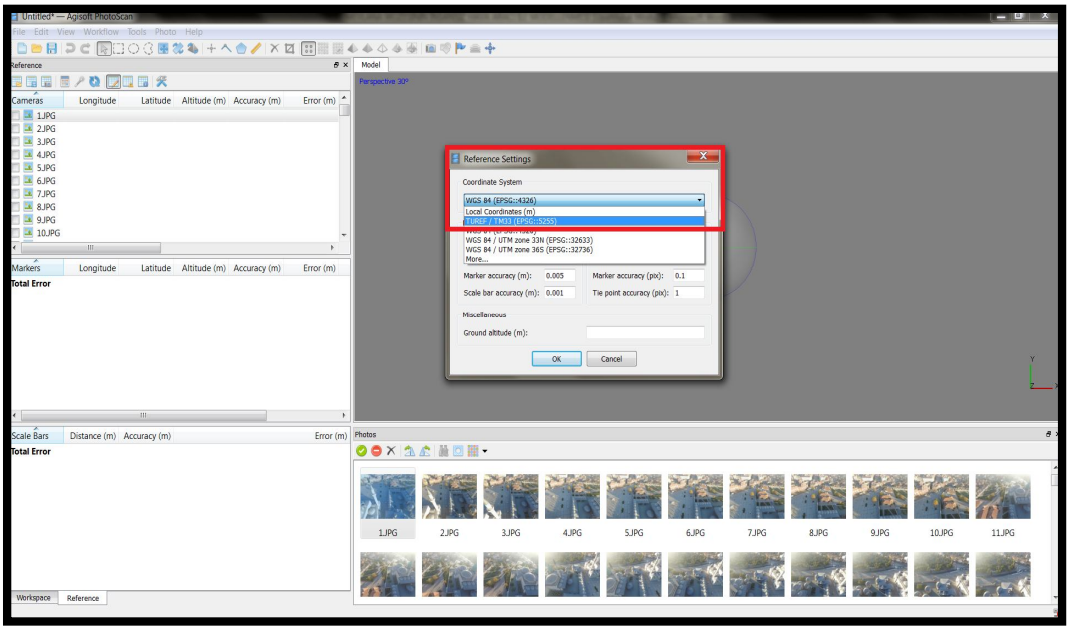
Şekil 6.60. Mevlana Müzesi'ne ait hava fotoğrafları programa aktarılması

Mevlana Müzesi'ne ait hava fotoğrafları Agisoft Photoscan programına aktarıldı. Elde edilen hava fotoğrafları insansız hava aracında bulunan hassas olmayan konumlandırma sistemi ile koordinatlandırılmıştır. Enlem, boylam ve yükseklik bilgisi içermektedir. Elde edilen ortofoto harita ITRF koordinat sistemine dönüştürüldüğü için fotoğraflara ait enlem, boylam ve yükseklik bilgileri silinmiştir.



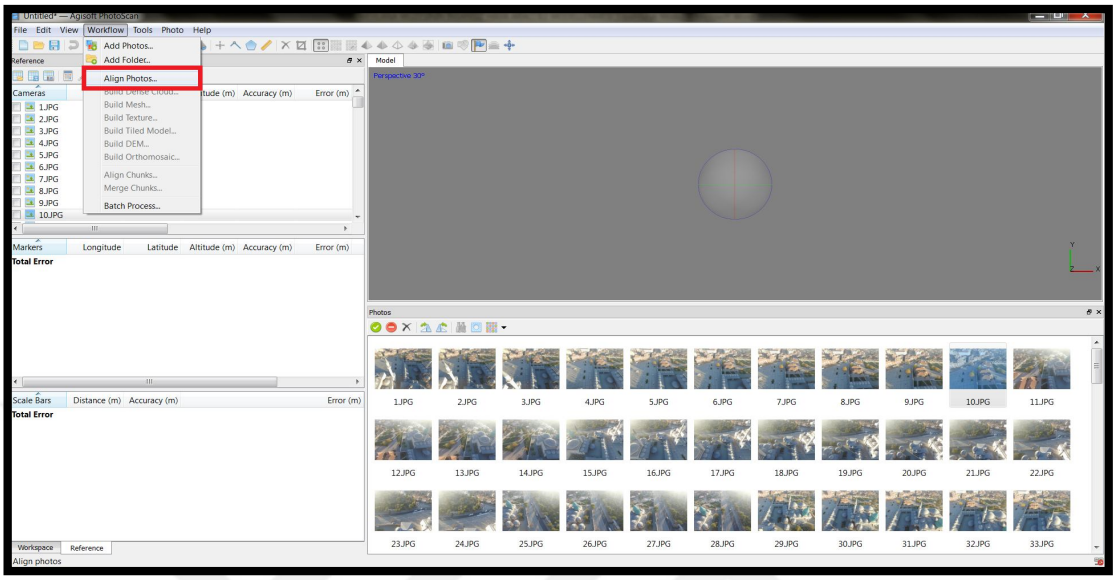
Şekil 6.61. Hava fotoğraflarına ait koordinatların silinmesi işlemi

Hava fotoğraflarına ait koordinatların silinmesi işleminin akabinde Reference Settings kısmından koordinat sistemi: Turef / TM 33 (EPSG::5255) seçilmiştir.



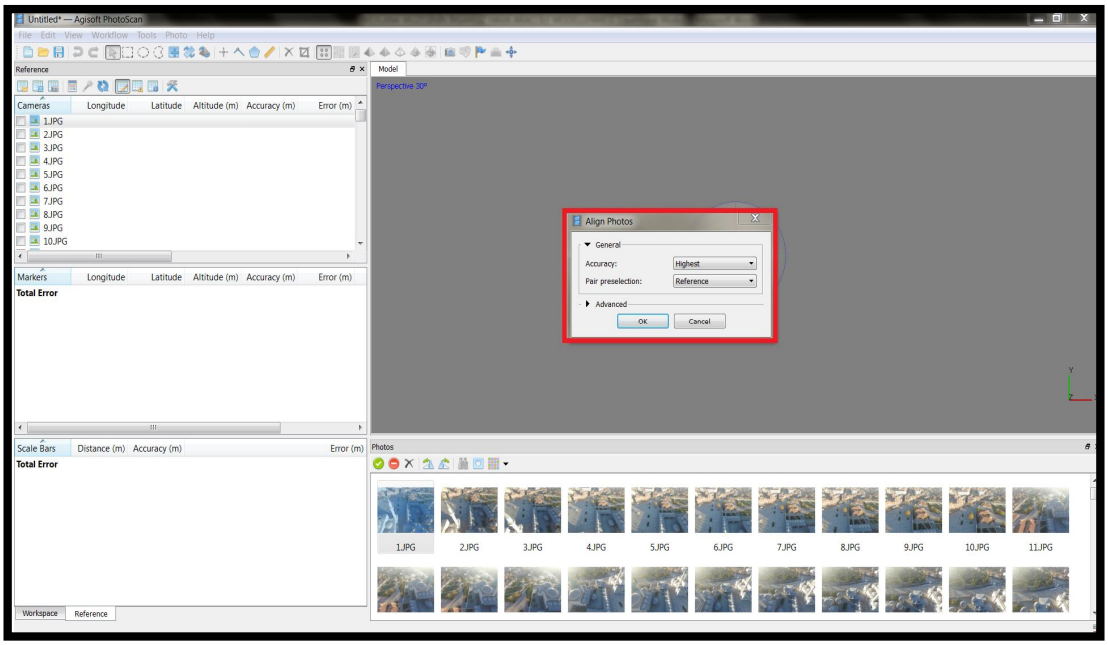
Şekil 6.62. Projeye ait koordinat sistemi seçildi (Turef / TM 33 (EPSG::5255))

Agisoft PhotoScan programına eklenen fotoğrafların birbirleri ile eşleştirilme işlemi gerçekleştirilmiştir. Workflow – Align Photos seçenekleri seçilerek fotoğraflar arasında eşleştirmeler yapılmıştır.



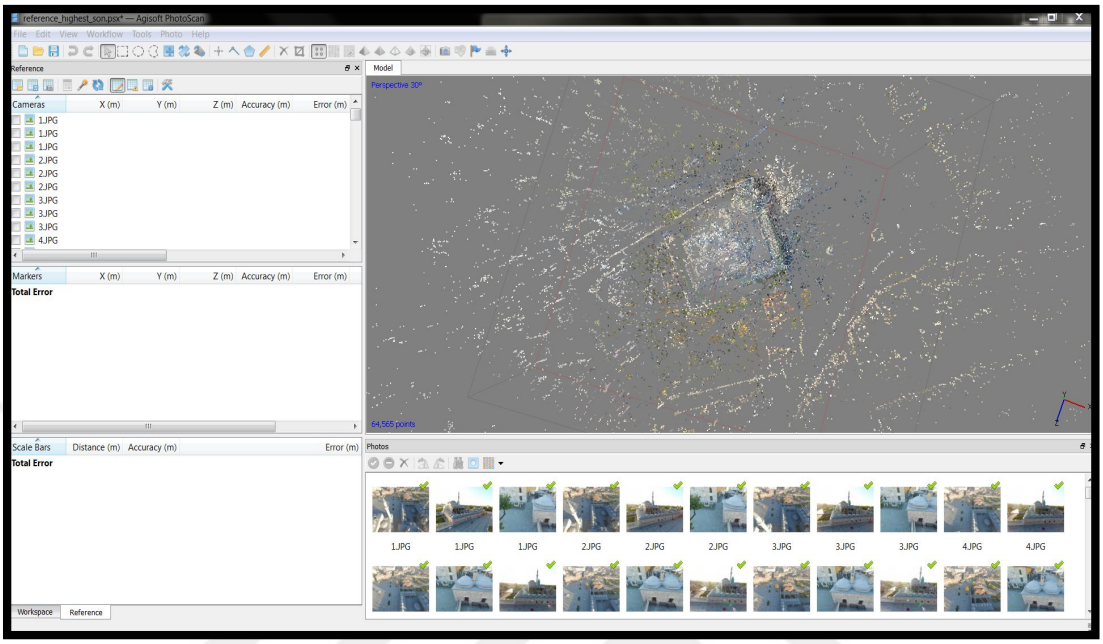
Şekil 6.63. Hava fotoğraflarının birbirleri ile eşleştirilmesi (Align Photos)

Align Photos sekmesinden Highest ve Reference seçenekleri seçilmiştir. Highest: Fotoğraflar arasında yüksek oranda bindirme sağlayarak eşleştirme yapılmasını sağlamıştır. Reference: Ortofoto harita üretimi olması ve araziden ölçülen koordinatlarla ITRF koordinat sisteminde üretim yapıldığından seçildi.



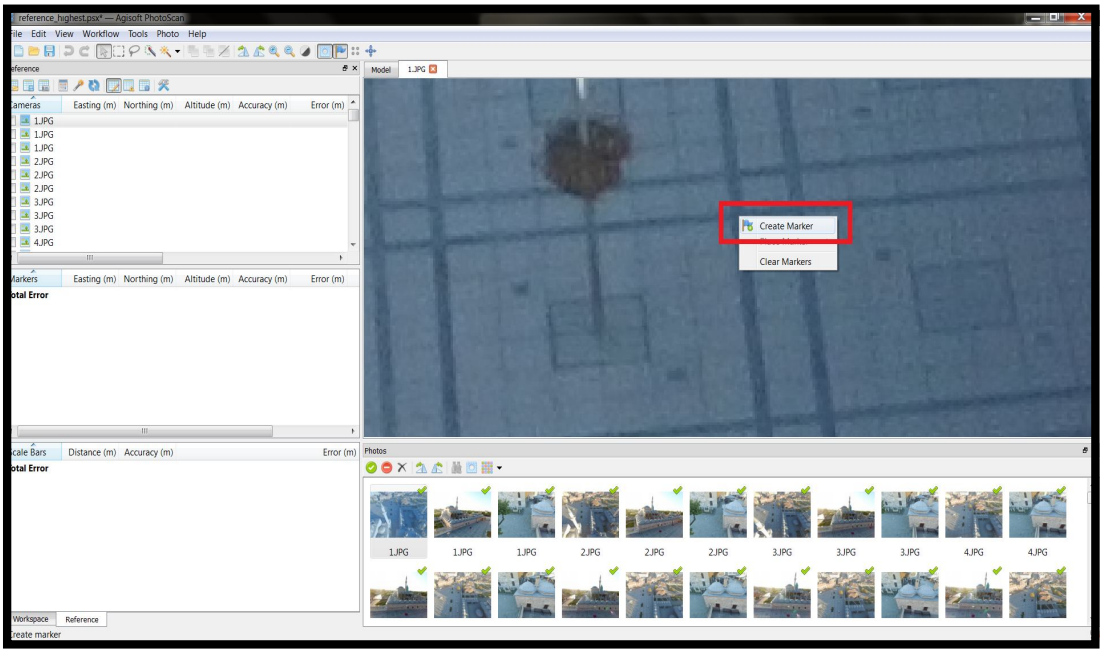
Şekil 6.64. Align Photos (Highest - Reference seçenekleri kullanıldı.)

Yüksek oranda bindirme sağlanan ortak alanlardan yani fotoğraf üzerindeki model alanlardan nokta bulutu oluşmuştur. Fotoğrafların eşleştirilme işlemi 7 saat 22 dakika sürmüştür. Eşleşme sonucunda 64,573 adet nokta bulutu üretilmiştir.



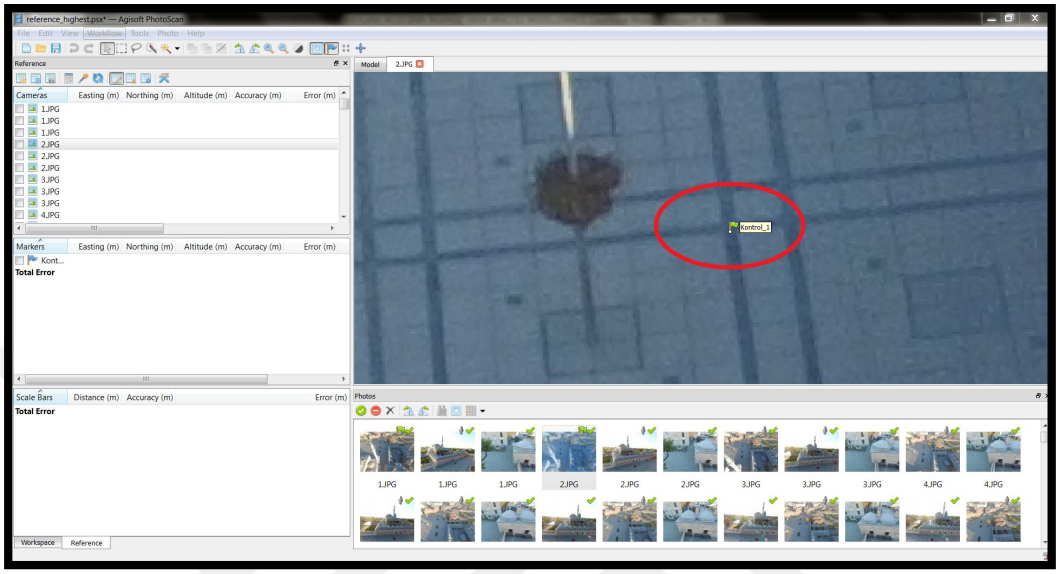
Şekil 6.65. Align Photos işlemi sonucunda elde edilen nokta bulutu görüntüsü

Align Photos işlemi ile fotoğrafların eşleştirilme işlemi yapılmıştır. Align Photos ile eşlemesi yapılan fotoğrafların arazide belirlenen ve koordinatları GPS yardımıyla ölçülen kontrol noktaları ile dengeleme işlemi yapılmıştır.



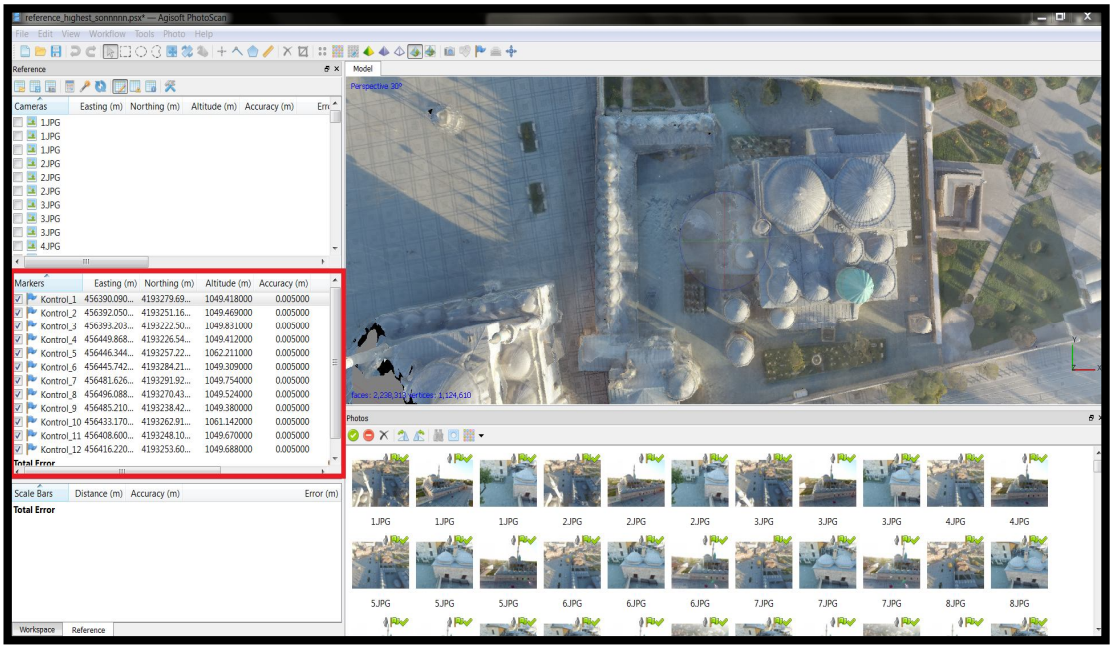
Şekil 6.66. Fotoğraflara kontrol noktalarının tesis edilmesi

Kontrol 1 (K1) noktası fotoğraf üzerinde yeri Create Marker sekmesi ile belirlenmiştir. Aynı noktaya tekabül eden diğer fotoğrafta Kontrol 1 (K1) noktası kırmızı çizgi ile doğrultusu gösterilmekte olup bilgisayarın faresi ile sağ tık yapılarak Place Marker sekmesi ile noktanın yeri ikinci fotoğrafta da belirlenmiştir.



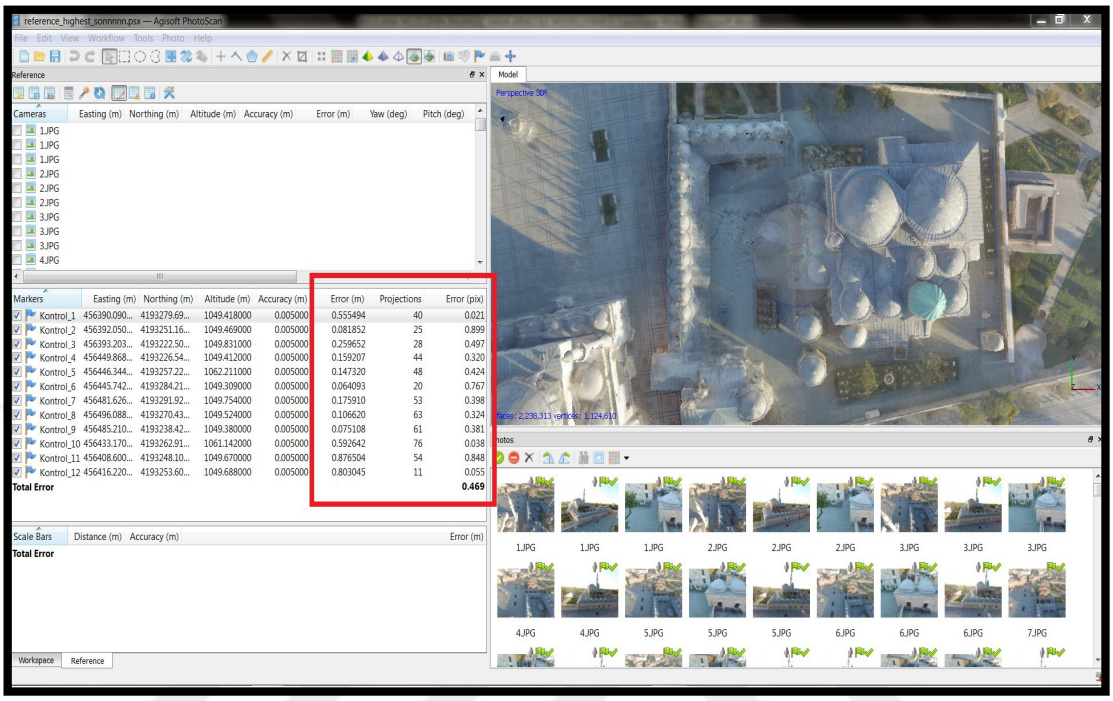
Şekil 6.67. Kontrol noktalarının fotoğraflar üzerinde dengelenmesi (K1) noktası

Arazi üzerinde tesis edilen 12 adet kontrol noktası Mevlana Müzesi'ne ait üretilen ortofoto harita için çekilen fotoğrafların tümüne tesis edilerek dengeleme işlemi yapılmıştır. Her bir kontrol noktasına ait koordinatlar programa girilmiştir.



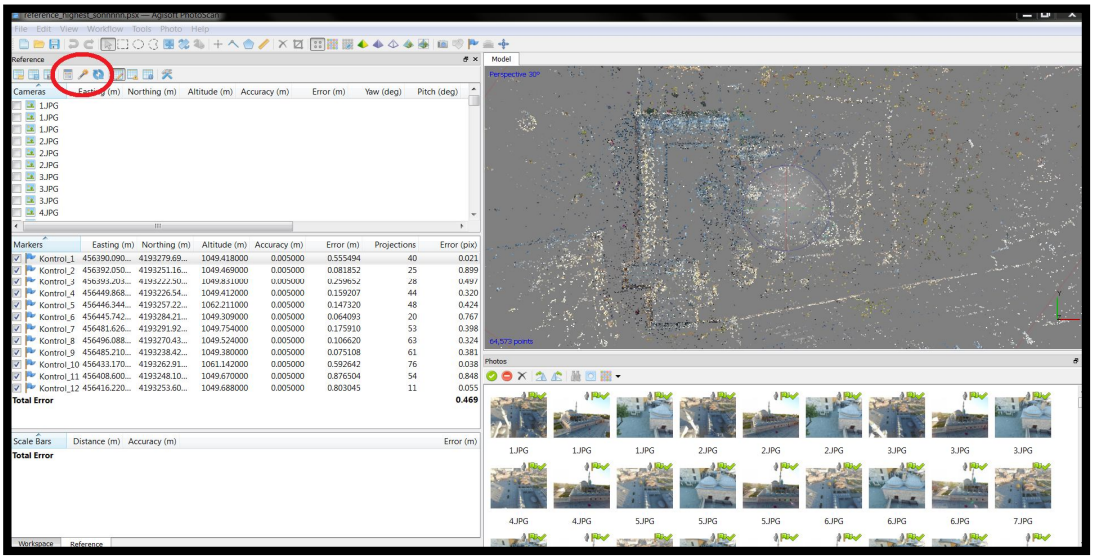
Şekil 6.68. Kontrol noktalarının fotoğraflar üzerinde dengelenme işlemi

Bütün fotoğrafların dengelenme işlemi tamamlanmıştır. Kontrol noktalarına arazide ölçülen koordinat değerleri ITRF-96 koordinat sisteminde girilmiştir. Dengeleme işleminin sonucunda 0.46 pixel hata miktarı elde edilmiştir.



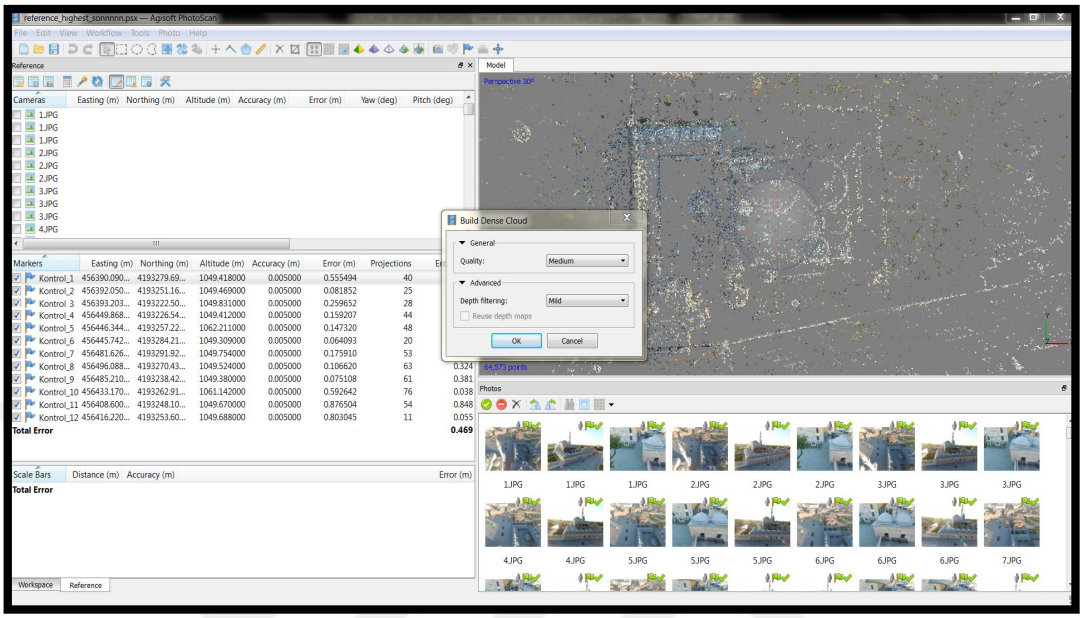
Şekil 6.69. Kontrol noktalarının dengelenmesi işlemi sonucundaki hata miktarları

Dengeleme işlemi tamamlandıktan sonra fotoğraflar ve fotoğrafların eşleştirilmesi işlemi ile birlikte elde edilen nokta bulutu arazi koordinat sistemine optimize edilmiştir. Optimize Camera Alignment sekmesi ile yapılmıştır.



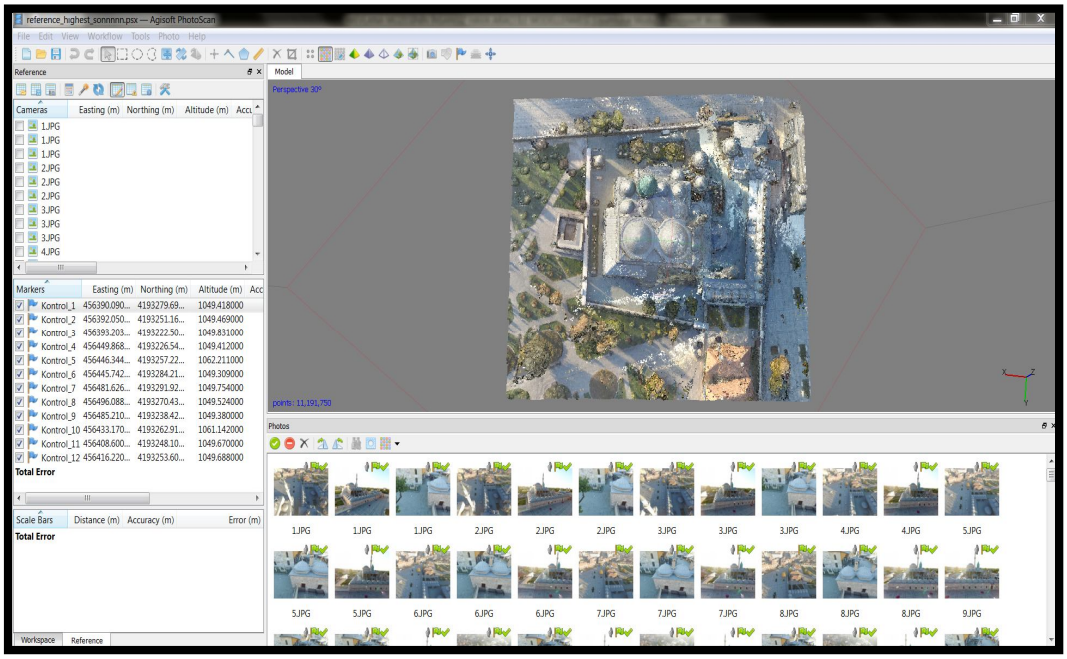
Şekil 6.70. Fotoğrafların arazi koordinat sistemine optimize edilmesi

Eşleşmiş fotoğraflar arazi koordinat sistemine optimize edilmiştir. Akabinde nokta bulutunun sıklaştırılma işlemi gerçekleştirildi. Workflow - Build Dense Cloud – Medium – Mild seçenekleri seçildi.



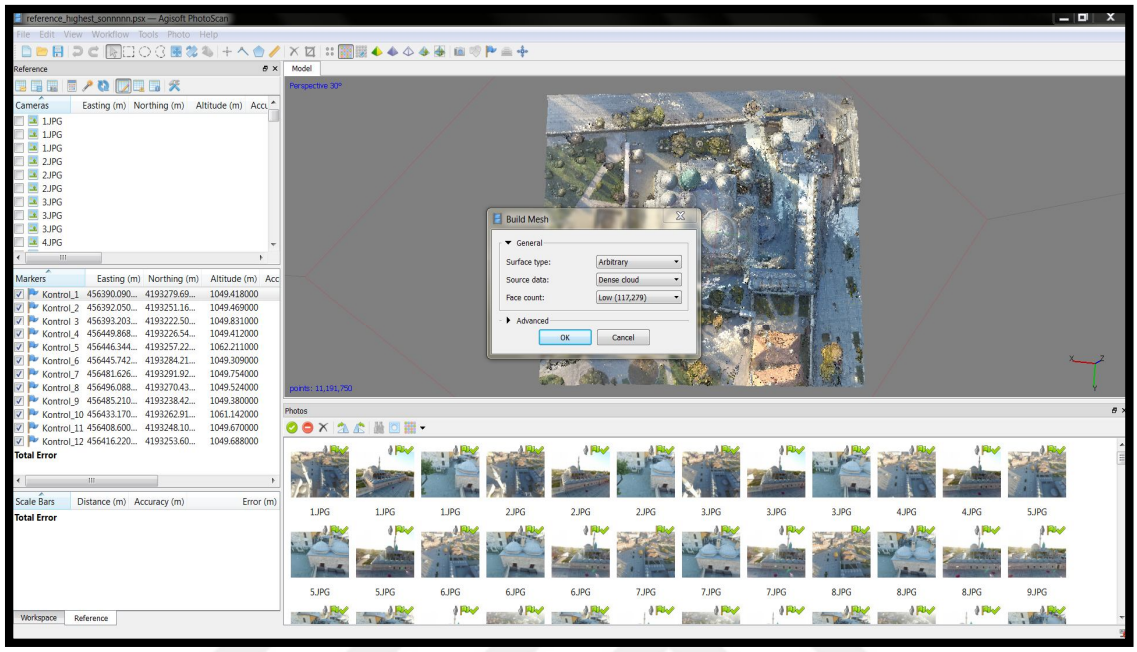
Şekil 6.71. Yoğun nokta bulutu elde edilmesi

Build Dense Cloud işlemi 33 saat 52 dakika sürmüştür. Sonucunda 11.191.750 nokta bulutu üretildi. Build Dense Cloud işlem adımında Mild sekmesi kullanıldı çünkü genellikle üç boyutlu modelleme çalışmalarında daha iyi sonuçlar vermektedir.



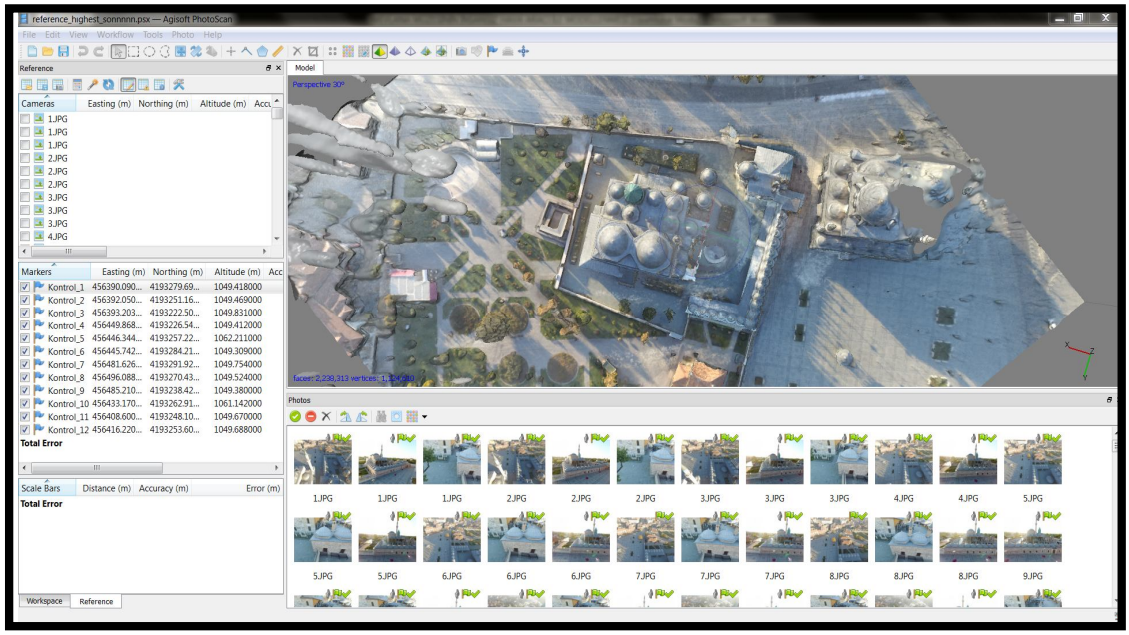
Şekil 6.72. Build Dense Cloud işlemi sonucunda elde edilen nokta bulutu

Elde edilen yoğun nokta bulutundan katı model oluşturulmak üzere Workflow sekmesinden Build Mesh seçeneği seçildi. Çalışmamızda katı model oluşturmak için Arbitrary, Dense Cloud, High ve Enabled seçenekleri seçildi.



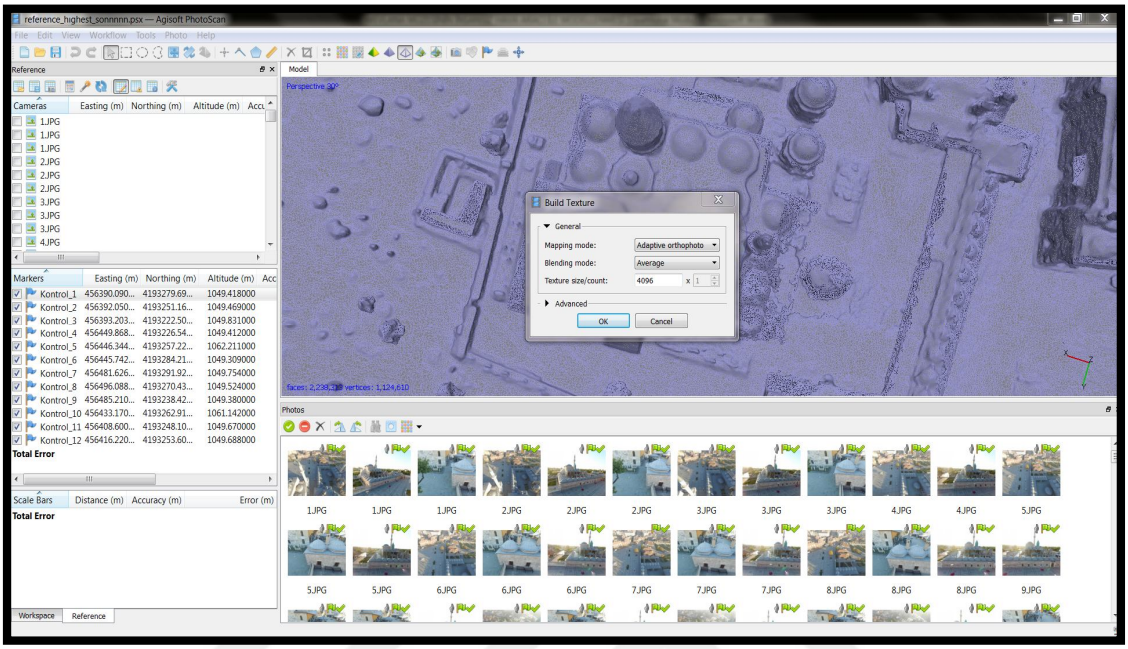
Şekil 6.73. Build Mesh işlemi veri girdileri

Katı model; üretilmiş olan noktaların arasına çizgi ve yüzeyler oluşturulmasıyla elde edilmektedir. 40 saat 39 dakika süren process sonucu oluşan katı modelde 2,238,313 adet yüzey ve 1,124,610 adet çizgi üretilmiştir.



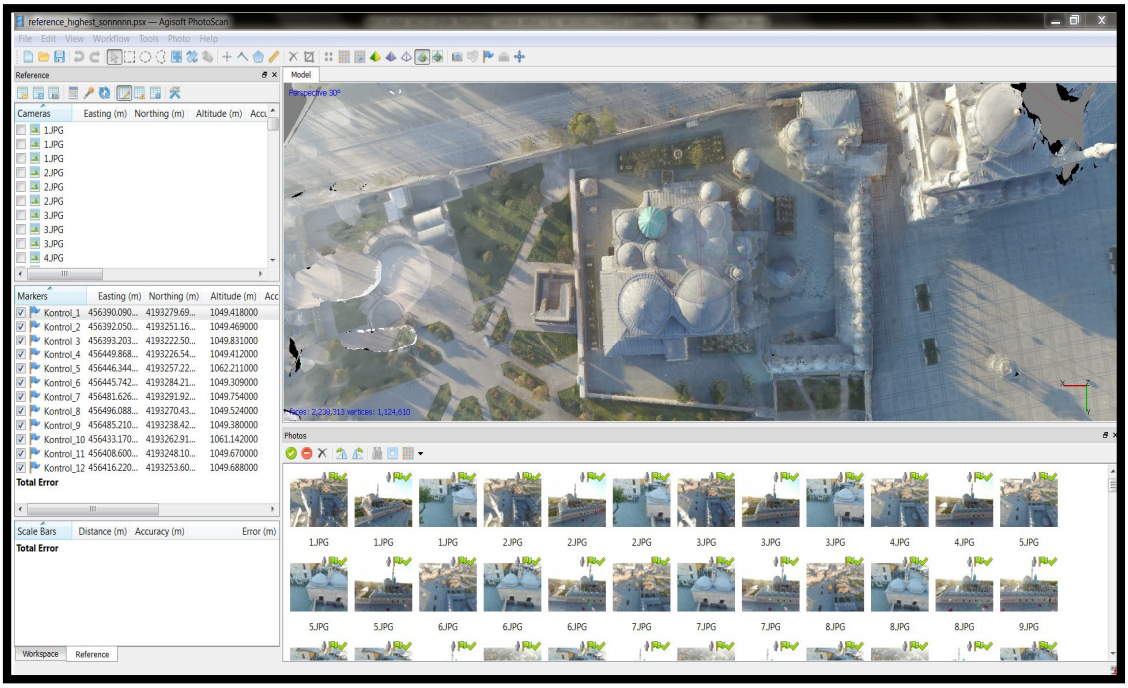
Şekil 6.74. Build Mesh işlemi sonucunda katı modelin oluşması

Ortofoto harita üretimi için yapılan Build Texture işleminde; Adaptive Orthophoto ve Avarage seçenekleri kullanıldı. Advanced menüsünde Colour Correction (Renk Düzeltme) seçeneği aktif olarak kullanıldı.



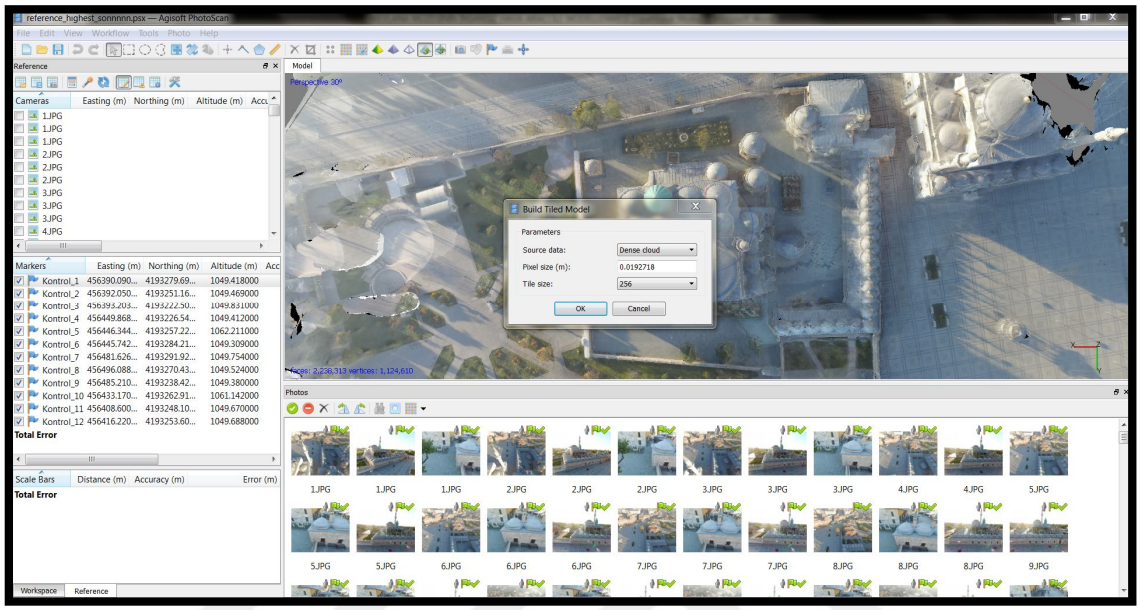
Şekil 6.75. Build Texture işlemi için veri girdileri

Process işlemi 14 saat 57 dakika sürmüştür. Process işleminin sonucunda katı modelin giydirilmesi tamamlanmıştır.



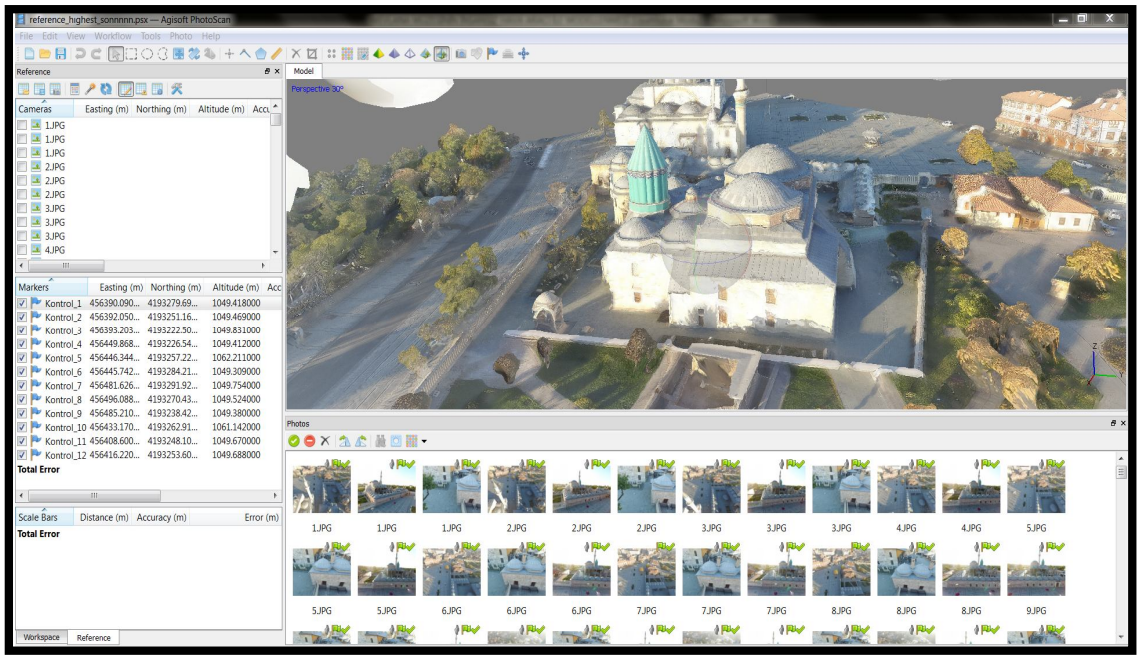
Şekil 6.76. Build Texture işlemi sonucunda katı modelin giydirilmesi

Oluşturulan katı model üzerine giydirilen detayların ve kaplamaların daha kaliteli görünmesi için Workflow menüsünden Build Tiled Model seçildi. Source data kısmından Dense Cloud (yoğun nokta bulutu) seçeneği seçildi. Piksel değeri 0.0192718 programa girildi.



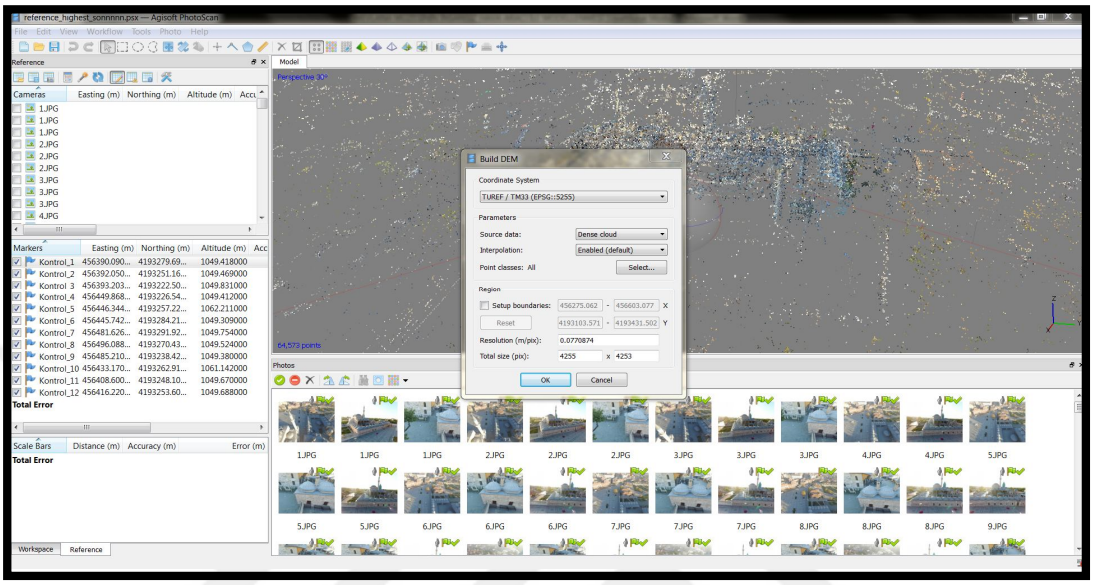
Şekil 6.77. Build Tiled işlemi için veri girdileri

Build Tiled Model process işlemi 13 saat 42 dakika sürmüştür. Build Texture Model işleminden daha kaliteli bir görünüme sahip model üretilmiştir.



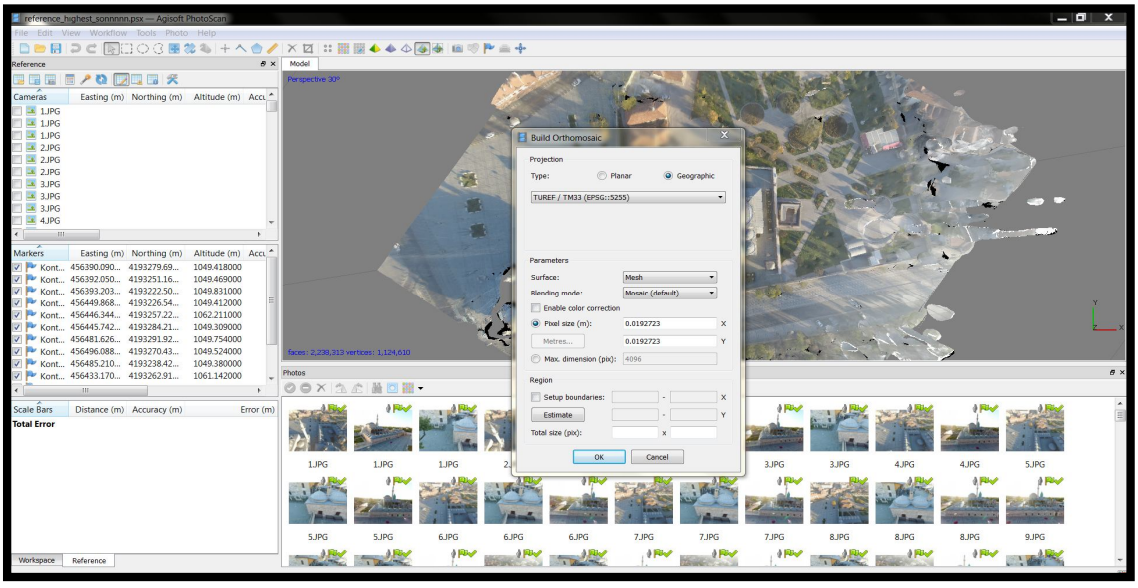
Şekil 6.78. Build Tiled işlemi sonucunda model görünümü

Mevlana Müzesi'ne ait ortofoto harita üretimi için Build Tiled işleminin akabinde Build DEM (Dijital Elevation Model) işlemi gerçekleştirildi. Sayısal Yükseklik Modeli elde edilirken ise Dense Cloud (nokta bulutu) kaynak veri olarak kullanılmaktadır.



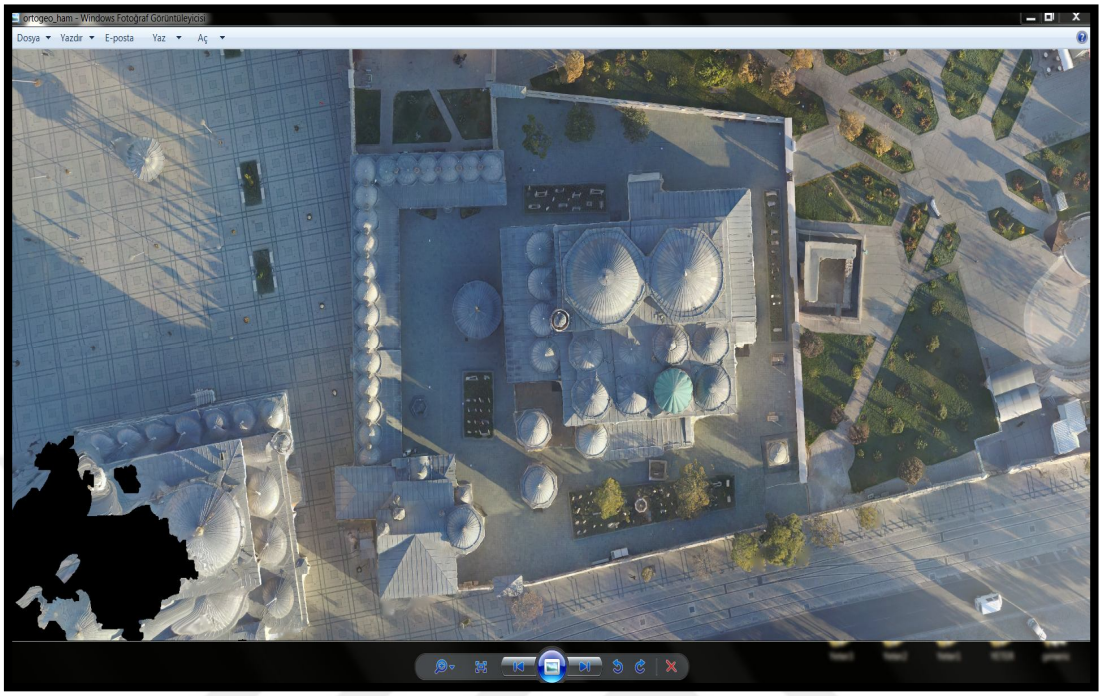
Şekil 6.79. Sayısal Yükseklik Modeli üretimi için veri girdisi

Build Dem işlemi 42 dakika sürmüştür. Mevlana Müzesi'ne ait ortofoto harita üretimi için kaynak veri olarak Sayısal Yükseklik Modeli (DEM: Dijital Elevation Model) ve modele ait mesh verisi kullanılmaktadır. Build Dem işleminden sonra Build Orthomosaic işlemi gerçekleştirildi.



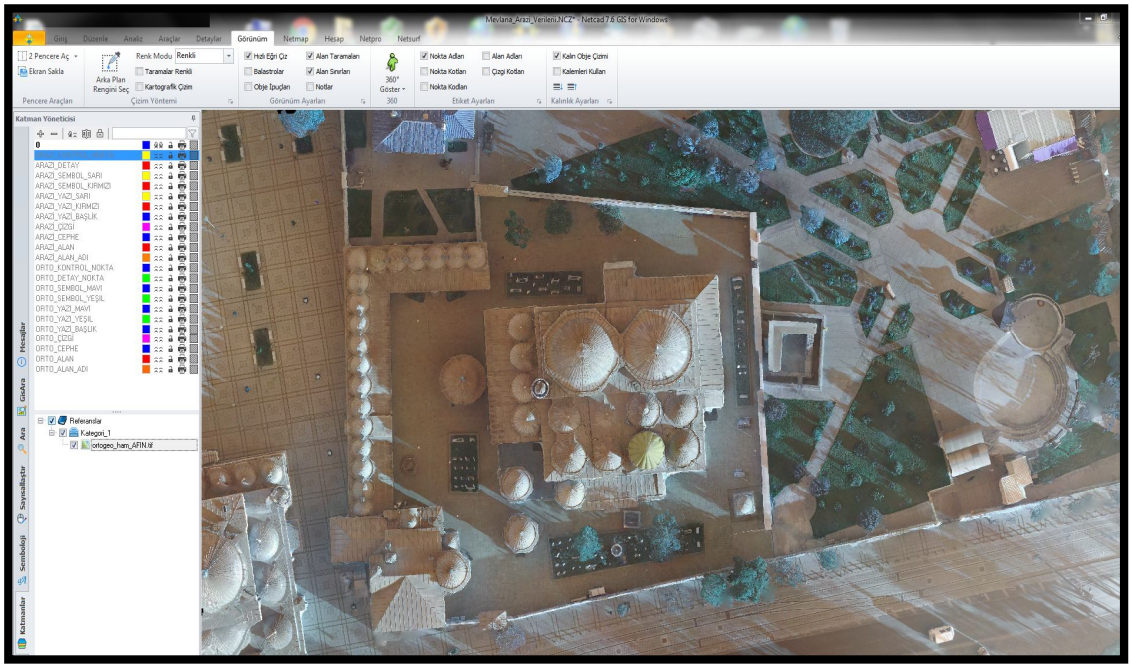
Şekil 6.80. Build Orthomosaic işlemi için veri girdisi

Build Orthomosaic işlemi 39 dakika sürmüştür. Mevlana Müzesi'ne ait orto görüntü .tif uzantısında elde edilmiştir.



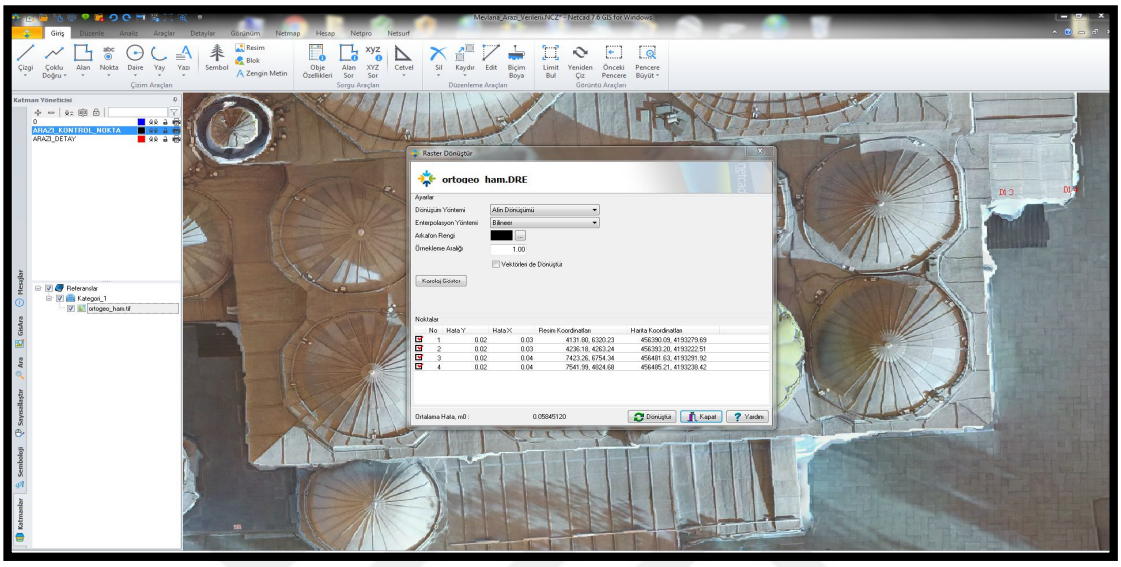
Şekil 6.81. Mevlana Müzesi'ne ait .tif uzantılı orto görüntü

Agisoft Photoscan programında Mevlana Müzesi'ne ait ortofoto harita üretimi tamamlanmış ve process süresi 111 saat 53 dakika'dır. Elde edilen ortofoto netcad programında raster olarak açılmıştır.



Şekil 6.82. Ortofoto haritanın raster olarak netcad programında açılması

Agisoft Photoscan programında elde edilen ortofoto harita netcad programında açılmıştır. Ortofoto harita ile araziden alımı yapılan kontrol ve denetleme noktaları aynı proje sayfasında üst üste bindirilmiştir. Kontrol 1 (K1), Kontrol 3 (K3), Kontrol 7 (K7) ve Kontrol 9 (K9) numaralı kontrol noktaları ile afin dönüşümü yapılmıştır.

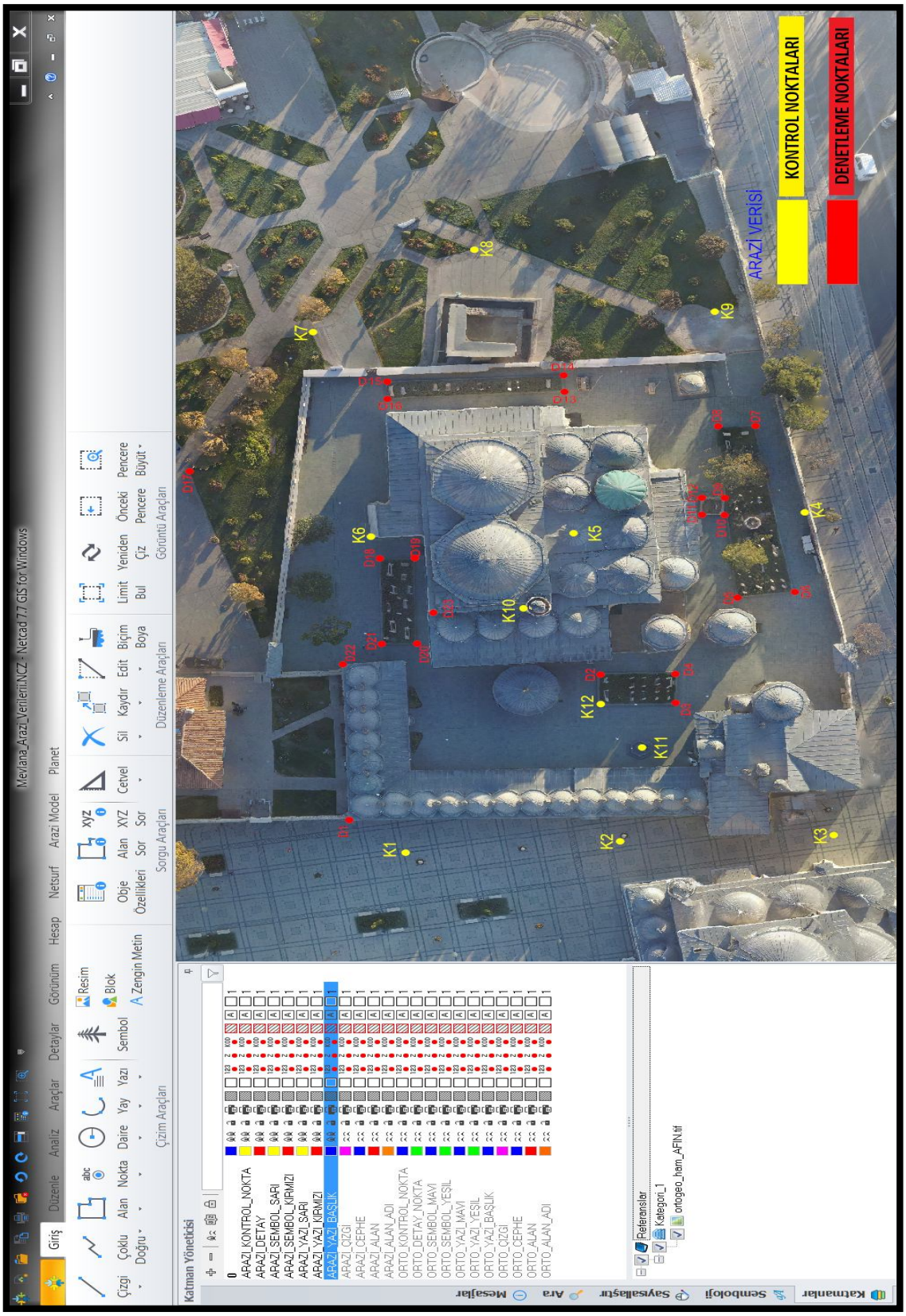


Şekil 6.83. Dört adet kontrol noktasından yapılan afin dönüşümü

Dört adet kontrol noktasından yapılan afin dönüşümünde ortalama hata m_0: 0.05845120 m olarak elde edilmiştir. Afin dönüşümünden sonra araziden alımı yapılan on iki (12) kontrol noktası ve yirmi üç (23) denetleme noktası ortofoto üzerinde arazi üzerinde alım yapılan doğru yerlere isabet etmiştir.

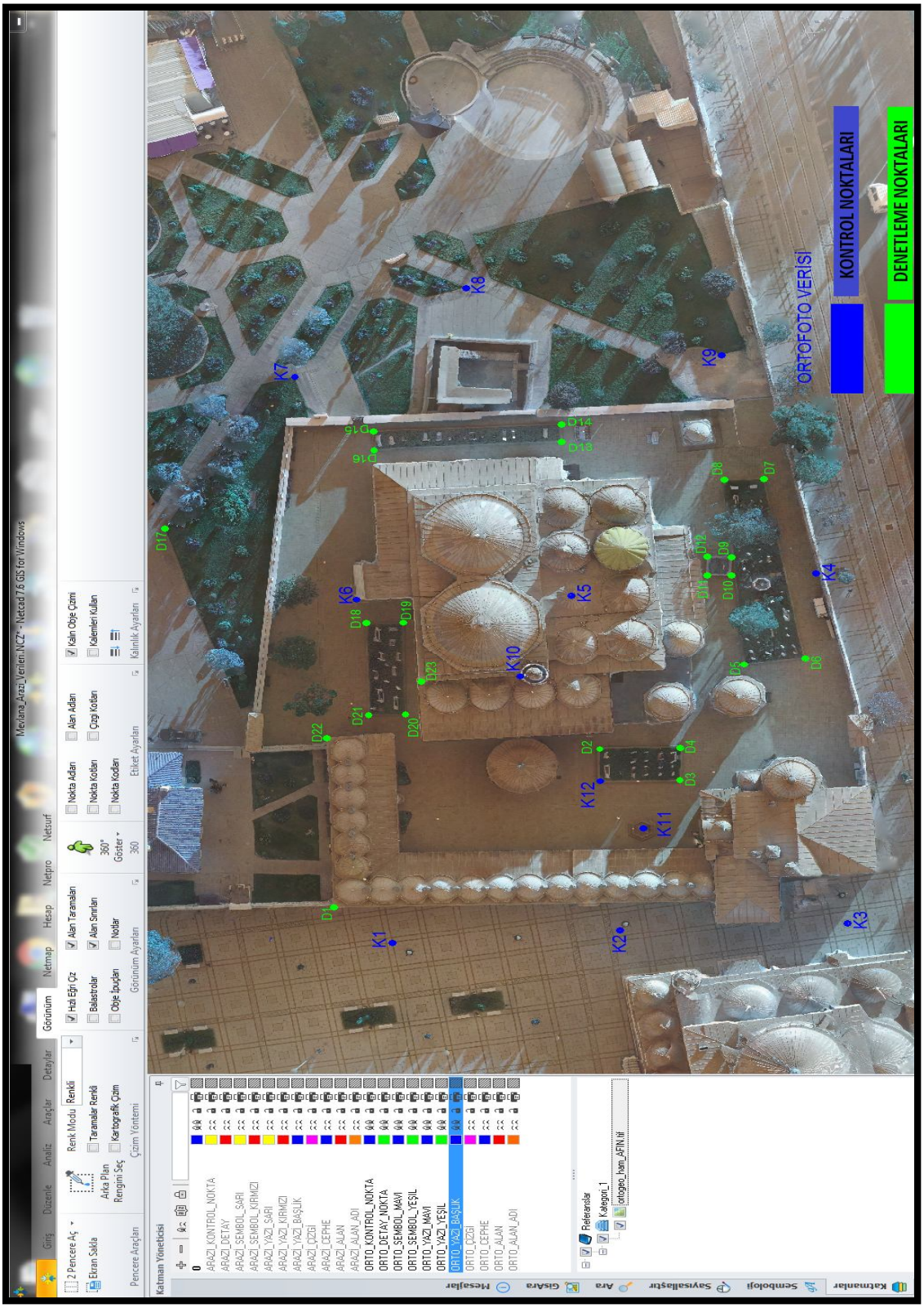
Şekil 6.84. Afin dönüşümü akabinde noktaların ortofoto üzerindeki görüntüsü

Arazi verileri netcad programında ortofoto harita ile üst üste bindirilerek genel görünüm elde edilmiştir.



Şekil 6.85. Netcad programında noktaların ortofoto ile çakıştırılması

Netcad programında; arazi verilerine ait tabakalar kapatılarak ortofoto harita üzerinden arazide alımı yapılan on iki kontrol noktası ve yirmi üç denetleme noktasının yerleri işaretlenip koordinatları belirlenmiştir.



Şekil 6.86. Ortofoto harita üzerinden noktalara ait koordinatların belirlenmesi

GPS yardımıyla ölçülen kontrol ve denetleme noktaları netcad programından ortofoto harita üzerinden işaretlenip koordinatları Çizelge 6.3.'deki gibi elde edildi.

Çizelge 6.3. Kontrol ve denetleme noktalarının koordinat değerleri (Ortofoto verileri)

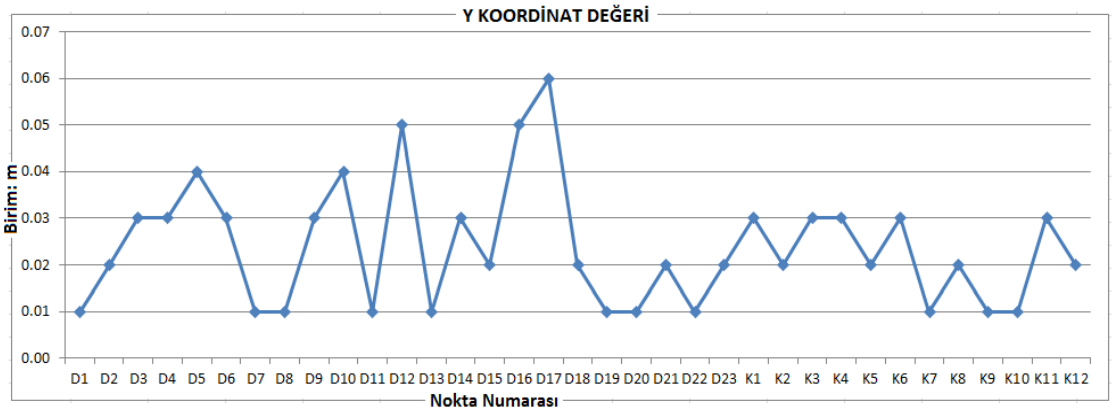
Konya İli Karatay İlçesi Aziziye Mahallesi 30 Ada 1 Parsel Koordine Özet Çizelgesi (Ortofoto Verisi) (ITRF-96 Epok:2005)			
Nokta No	**Y (m)**	**X (m)**	**Z (m)**
D1	456395.85	4193287.00	1049.54
D2	456421.38	4193253.62	1049.80
D3	456416.40	4193243.60	1049.78
D4	456421.54	4193243.63	1049.81
D5	456435.08	4193235.45	1050.02
D6	456436.08	4193227.79	1050.11
D7	456465.19	4193233.01	1049.83
D8	456465.11	4193238.03	1049.87
D9	456452.57	4193237.08	1049.89
D10	456449.57	4193237.13	1049.95
D11	456449.58	4193240.18	1050.09
D12	456452.62	4193240.13	1049.98
D13	456471.17	4193258.42	1049.82
D14	456474.01	4193258.50	1049.90
D15	456472.91	4193282.01	1049.77
D16	456469.83	4193282.01	1049.83
D17	456457.15	4193308.23	1049.79
D18	456441.89	4193283.00	1049.73
D19	456441.96	4193278.34	1049.80
D20	456426.96	4193278.06	1049.73
D21	456426.87	4193282.69	1049.74
D22	456423.18	4193287.93	1049.35
D23	456432.32	4193276.16	1061.04
K1	456390.06	4193279.65	1049.46
K2	456392.07	4193251.08	1049.54
K3	456393.23	4193222.54	1049.85
K4	456449.90	4193226.49	1049.49
K5	456446.32	4193257.20	1062.10
K6	456445.71	4193284.25	1049.40
K7	456481.64	4193291.95	1049.78
K8	456496.07	4193270.41	1049.54
K9	456485.22	4193238.39	1049.42
K10	456433.16	4193262.94	1061.09
K11	456408.57	4193248.16	1049.77
K12	456416.24	4193253.55	1049.74

Denetleme noktaları ve kontrol noktalarının arazi koordinat değerleri ile ortofoto üzerinden okunan koordinat değerleri arasındaki farklar Çizelge 6.4.'deki gibi hesaplandı.

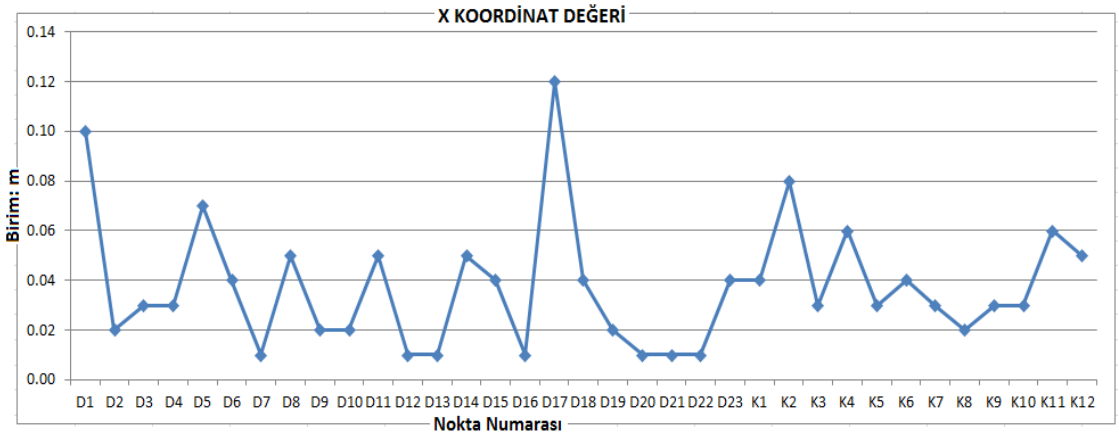
Çizelge 6.4. Kontrol ve denetleme noktalarının koordinatlarına ait arazi ve ortofoto arasındaki farklar

Konya İli Karatay İlçesi Aziziye Mahallesi 30 Ada 1 Parsel Koordine Özet Çizelgesi (Arazi Verisi ile Ortofoto Verisi Arasındaki Farklar) (ITRF-96 Epok:2005)									
Nokta No	**Arazi Verisi (m)**			**Ortofoto Verisi (m)**			**Farklar (m)**		
	Y (m)	**X (m)**	**Z (m)**	**Y (m)**	**X (m)**	**Z (m)**	**Y**	**X**	**Z**
D1	456395.86	4193287.10	1049.43	456395.85	4193287.00	1049.54	0.01	0.10	0.11
D2	456421.40	4193253.64	1049.73	456421.38	4193253.62	1049.80	0.02	0.02	0.07
D3	456416.43	4193243.63	1049.71	456416.40	4193243.60	1049.78	0.03	0.03	0.07
D4	456421.51	4193243.66	1049.73	456421.54	4193243.63	1049.81	0.03	0.03	0.08
D5	456435.04	4193235.38	1049.95	456435.08	4193235.45	1050.02	0.04	0.07	0.07
D6	456436.05	4193227.75	1050.05	456436.08	4193227.79	1050.11	0.03	0.04	0.06
D7	456465.18	4193233.00	1049.80	456465.19	4193233.01	1049.83	0.01	0.01	0.03
D8	456465.10	4193237.98	1049.80	456465.11	4193238.03	1049.87	0.01	0.05	0.07
D9	456452.54	4193237.06	1049.84	456452.57	4193237.08	1049.89	0.03	0.02	0.05
D10	456449.53	4193237.11	1049.89	456449.57	4193237.13	1049.95	0.04	0.02	0.06
D11	456449.59	4193240.13	1050.00	456449.58	4193240.18	1050.09	0.01	0.05	0.09
D12	456452.57	4193240.12	1049.89	456452.62	4193240.13	1049.98	0.05	0.01	0.09
D13	456471.16	4193258.43	1049.80	456471.17	4193258.42	1049.82	0.01	0.01	0.02
D14	456474.04	4193258.55	1049.83	456474.01	4193258.50	1049.90	0.03	0.05	0.07
D15	456472.93	4193282.05	1049.74	456472.91	4193282.01	1049.77	0.02	0.04	0.03
D16	456469.88	4193282.00	1049.74	456469.83	4193282.01	1049.83	0.05	0.01	0.09
D17	456457.21	4193308.35	1049.64	456457.15	4193308.23	1049.79	0.06	0.12	0.15
D18	456441.91	4193283.04	1049.68	456441.89	4193283.00	1049.73	0.02	0.04	0.05
D19	456441.97	4193278.36	1049.73	456441.96	4193278.34	1049.80	0.01	0.02	0.07
D20	456426.97	4193278.07	1049.69	456426.96	4193278.06	1049.73	0.01	0.01	0.04
D21	456426.89	4193282.70	1049.67	456426.87	4193282.69	1049.74	0.02	0.01	0.07
D22	456423.19	4193287.94	1049.31	456423.18	4193287.93	1049.35	0.01	0.01	0.04
D23	456432.30	4193276.12	1061.13	456432.32	4193276.16	1061.04	0.02	0.04	0.09
K1	456390.09	4193279.69	1049.42	456390.06	4193279.65	1049.46	0.03	0.04	0.04
K2	456392.05	4193251.16	1049.47	456392.07	4193251.08	1049.54	0.02	0.08	0.07
K3	456393.20	4193222.51	1049.83	456393.23	4193222.54	1049.85	0.03	0.03	0.02
K4	456449.87	4193226.55	1049.41	456449.90	4193226.49	1049.49	0.03	0.06	0.08
K5	456446.34	4193257.23	1062.21	456446.32	4193257.20	1062.10	0.02	0.03	0.11
K6	456445.74	4193284.21	1049.31	456445.71	4193284.25	1049.40	0.03	0.04	0.09
K7	456481.63	4193291.92	1049.75	456481.64	4193291.95	1049.78	0.01	0.03	0.03
K8	456496.09	4193270.43	1049.52	456496.07	4193270.41	1049.54	0.02	0.02	0.02
K9	456485.21	4193238.42	1049.38	456485.22	4193238.39	1049.42	0.01	0.03	0.04
K10	456433.17	4193262.91	1061.14	456433.16	4193262.94	1061.09	0.01	0.03	0.05
K11	456408.60	4193248.10	1049.67	456408.57	4193248.16	1049.77	0.03	0.06	0.10
K12	456416.22	4193253.60	1049.69	456416.24	4193253.55	1049.74	0.02	0.05	0.05

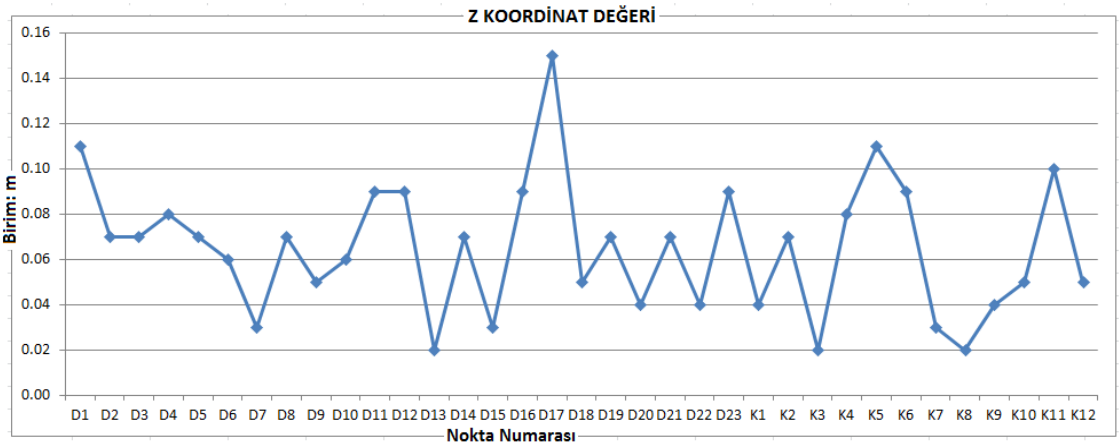
Arazi üzerinden ölçülen noktaların koordinat değerleri ile ortofoto üzerinden arazide ölçülen noktalara isabet eden noktaların koordinatları arasında Çizelge 6.4.'deki gibi farklar meydana gelmiştir. Bu değerler proje kapsamında arazi üzerine aplike edilen toplam 35 adet nokta için geçerlidir.



Şekil 6.87. Farklar tablosundaki noktaların Y koordinatlarına ait grafik



Şekil 6.88. Farklar tablosundaki noktaların X koordinatlarına ait grafik



Şekil 6.89. Farklar tablosundaki noktaların Z koordinatlarına ait grafik

Ortofoto verisi ile arazi verisi arasında oluşan fark değerlerine ait standart sapma değerleri Denklem (6.1)'deki formülle hesaplanmış Çizelge 6.5.'de gösterilmiştir. Üç boyutlu konum doğruluğu Denklem (6.2)'deki formülle hesaplanmıştır.

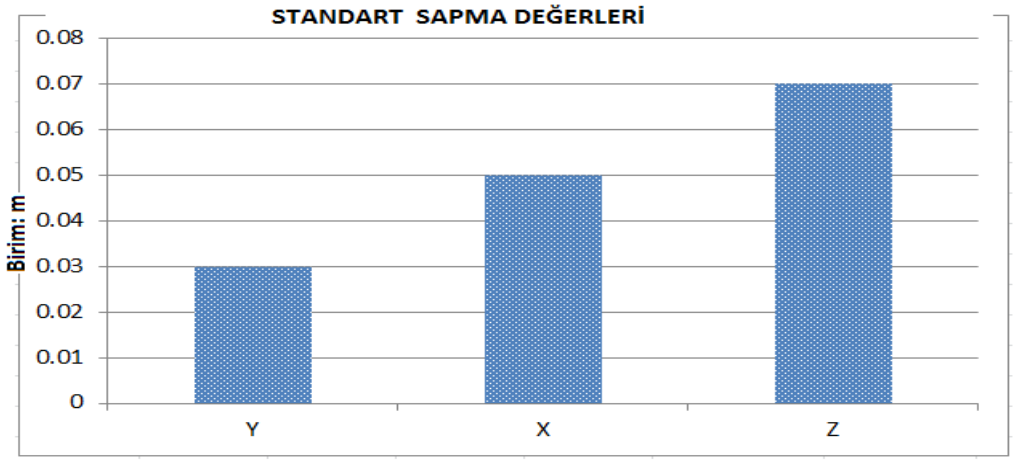
$$S_{x_0} = \sqrt{\frac{[V_x V_x]}{n-1}} \qquad S_{y_0} = \sqrt{\frac{[V_y V_y]}{n-1}} \qquad S_{z_0} = \sqrt{\frac{[V_z V_z]}{n-1}} \tag{6.1}$$

$$S_{3B} = \sqrt{Sx_0^2 + Sy_0^2 + Sz_0^2} \tag{6.2}$$

Çizelge 6.5. 23 adet denetleme ve 12 adet kontrol noktası olmak üzere toplam 35 adet noktaya ait farklara ilişkin istatistiksel değerler tablosu

Değişken	Min (m)	Mak (m)	Ort (m)	Standart Sapma (m)
Y	0.01	0.06	0.02	±0.027
X	0.01	0.12	0.04	±0.046
Z	0.02	0.15	0.06	±0.072

Projede kullanılan 23 adet denetleme ve 12 adet kontrol noktası olmak üzere toplam 35 adet noktaya ait oluşan farklara ilişkin standart sapma değerleri bir grafikle ifade edilmiştir.



Şekil 6.90. X, Y ve Z koordinat değerlerine ait standart sapma grafiği

$S_{3B} = \sqrt{Sx_0^2 + Sy_0^2 + Sz_0^2}$ = **±0.089 m konum doğruluğu** elde edilmiştir.

Koordinat farkları ve bunların standart sapmaları hesaplanarak elde edilen koordinat farklarının anlamlı olup olmadığının irdelenmesinde t-testi uygulanmıştır. T-testi için 30 nokta kullanılmıştır. T-testinde kullanılan 30 noktanın fark değerleri Çizelge 6.6'daki gibidir. Farklar Denklem (6.3)'deki formülle hesaplanmıştır.

V = Kesin Değer – Ölçü Değeri **(6.3)**

Çizelge 6.6. Arazi verisi ile ortofoto verisi arasındaki farklardan oluşan düzeltme değerleri (V=Kesin Değer-Ölçü Değeri)

Nokta No	Vy (m)	Vx (m)	Vz (m)
D2	0.02	0.02	-0.07
D3	0.03	0.03	-0.07
D5	-0.04	-0.07	-0.07
D6	-0.03	-0.04	-0.06
D7	-0.01	-0.01	-0.03
D8	-0.01	-0.05	-0.07
D9	-0.03	-0.02	-0.05
D10	-0.04	-0.02	-0.06
D11	0.01	-0.05	-0.09
D12	-0.05	-0.01	-0.09
D13	-0.01	0.01	-0.02
D14	0.03	0.05	-0.07
D15	0.02	0.04	-0.03
D16	0.05	-0.01	-0.09
D18	0.02	0.04	-0.05
D20	0.01	0.01	-0.04
D21	0.02	0.01	-0.07
D22	0.01	0.01	-0.04
D23	-0.02	-0.04	0.09
K1	0.03	0.04	-0.04
K2	-0.02	0.08	-0.07
K3	-0.03	-0.03	-0.02
K4	-0.03	0.06	-0.08
K6	0.03	-0.04	-0.09
K7	-0.01	-0.03	-0.03
K8	0.02	0.02	-0.02
K9	-0.01	0.03	-0.04
K10	0.01	-0.03	0.05
K11	0.03	-0.06	-0.10
K12	-0.02	0.05	-0.05

Her bir koordinat bileşeni için duyarlık ölçütleri belirlenmiştir. Bu aşamada duyarlık ölçütleri ağırlıklı olarak hesaplanmıştır. GPS ile obje noktaları arasındaki

ortalama uzaklık So = 40 m birim uzunluk seçilerek her nokta için ağırlık Denklem (6.4)'deki formülle hesaplanmıştır. Her nokta için ağırlık Çizelge 6.7'deki gibidir.

$$Pi = So / Si \quad \textbf{(6.4)}$$

Çizelge 6.7. Obje üzerinden noktalara olan uzaklıklar ve ağırlıklar

Nokta No	Mesafe (Si=m)	Ağırlık (Pi=So/Si)
D2	48.99	0.8165
D3	42.55	0.9401
D5	54.33	0.7362
D6	48.03	0.8328
D7	34.11	1.1727
D8	59.83	0.6686
D9	71.61	0.5586
D10	54.52	0.7337
D11	25.14	1.5911
D12	35.59	1.1239
D13	35.29	1.1335
D14	46.15	0.8667
D15	34.69	1.1531
D16	52.53	0.7615
D18	23.95	1.6701
D20	39.02	1.0251
D21	22.29	1.7945
D22	33.23	1.2037
D23	28.05	1.4260
K1	45.98	0.8699
K2	62.87	0.6362
K3	25.36	1.5773
K4	27.71	1.4435
K6	40.90	0.9780
K7	31.72	1.2610
K8	28.43	1.4070
K9	25.04	1.5974
K10	33.18	1.2055
K11	71.53	0.5592
K12	46.59	0.8586

GPS ile obje noktaları arasındaki uzaklıklardan faydalanılarak bu değerlerin ortalaması alınmıştır. Çizelge 6.7'deki Si (Mesafe) sütununda bulunan uzaklık değerlerinin ortalaması 40.97 m olarak hesaplanmıştır. Bu yüzden Denklem (6.4)'deki formülde kullanılan So değeri 40.00 m olarak belirlenmiştir. Ortalama elde edilen uzaklığın, Gps ile ölçümü yapılan nokta ile obje noktaları arasındaki uzaklıklara oranı

her bir noktaya ait ağırlık değerini göstermektedir. Ağırlıklı olarak bulunan sonuçlardan yararlanılarak nokta konum değişimleri belirlenmiştir. Ölçülere ait ağırlıklı standart sapma değerleri Denklem (6.5)'deki formülle hesaplanmıştır.

$$S_{x_0} = \sqrt{\frac{[PV_xV_x]}{n-1}} \qquad S_{y_0} = \sqrt{\frac{[PV_yV_y]}{n-1}} \qquad S_{z_0} = \sqrt{\frac{[PV_zV_z]}{n-1}} \tag{6.5}$$

Çizelge 6.8. Ağırlık duyarlılığına sahip fark değerlerine ilişkin standart sapma değerleri (m)

Syo (m)	Sxo (m)	Szo (m)
±0.026	±0.039	±0.065

Ağırlıklı değerlendirme sonucunda noktaların konum doğrulukları Denklem (6.5)'deki formüle göre hesaplanmış ve sonuç değerleri Çizelge 6.8'deki gibidir.

Her bir noktaya ait ağırlıklı ölçülerin standart sapma değerleri Denklem (6.6)'daki formül ve her nokta için üç boyutlu konum doğruluğu Denklem (6.7)'deki formülle hesaplanmıştır. Bu değerler Çizelge 6.9'daki gibidir.

$$S_{x\,i} = \frac{Sx_0}{\sqrt{P_i}}$$

$$S_{y\,i} = \frac{Sy_0}{\sqrt{P_i}}$$

$$S_{z\,i} = \frac{Sz_0}{\sqrt{P_i}} \tag{6.6}$$

$$S_{3B} = \sqrt{Sx_0^2 + Sy_0^2 + Sz_0^2} \tag{6.7}$$

Çizelge 6.9. Her nokta için ağırlıklı olarak bulunan 3B konum doğrulukları

Nokta No	Syi (m)	Sxi (m)	Szi (m)	S3B (m)
D2	0.029	0.043	0.072	0.089
D3	0.027	0.040	0.067	0.083
D5	0.030	0.045	0.076	0.094
D6	0.029	0.043	0.071	0.088
D7	0.024	0.036	0.060	0.074
D8	0.032	0.048	0.080	0.098
D9	0.035	0.052	0.087	0.107
D10	0.031	0.046	0.076	0.094
D11	0.021	0.031	0.052	0.064
D12	0.025	0.037	0.061	0.076
D13	0.025	0.037	0.061	0.075
D14	0.028	0.042	0.070	0.086
D15	0.024	0.036	0.061	0.075
D16	0.030	0.045	0.075	0.092
D18	0.020	0.030	0.050	0.062
D20	0.026	0.039	0.064	0.079
D21	0.020	0.029	0.049	0.060
D22	0.024	0.036	0.059	0.073
D23	0.022	0.033	0.055	0.067
K1	0.028	0.042	0.070	0.086
K2	0.033	0.049	0.082	0.101
K3	0.021	0.031	0.052	0.064
K4	0.022	0.032	0.054	0.067
K6	0.026	0.039	0.066	0.081
K7	0.023	0.035	0.058	0.071
K8	0.022	0.033	0.055	0.068
K9	0.021	0.031	0.052	0.063
K10	0.024	0.036	0.059	0.073
K11	0.035	0.052	0.087	0.107
K12	0.028	0.042	0.070	0.087

Arazide ölçülen noktalar ile ortofoto harita verisi üzerinden ölçülen koordinat değerleri arasındaki farkların anlamlı olup olmadığının irdelenmesinde ilk olarak düzeltme değerleri bulundu. Daha sonra her bir nokta için ağırlık değerleri hesaplandı. Ağırlık duyarlılığına sahip veriler ile her bir noktaya ait standart sapma değerleri ve üç boyutlu konum doğruluğu hesaplandı. Belirlenen otuz noktaya ait t-testi Çizelge 6.10'daki gibidir.

Bu değerler; serbestlik derecesi (f=n-1) ve α=0.05 yanılma olasılığı ile t tablosundaki sınır değeri ile karşılaştırılmıştır.

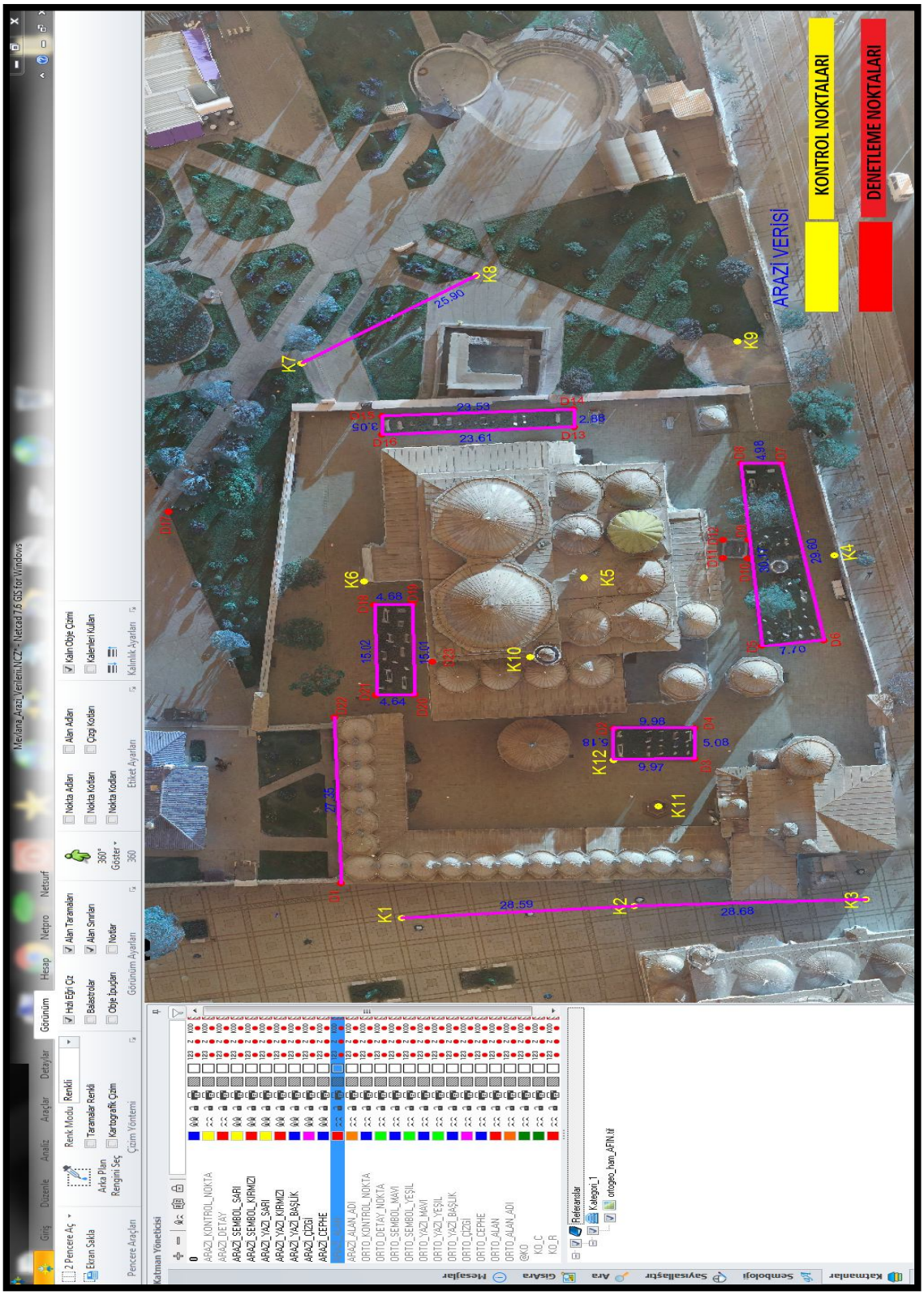
Çizelge 6.10. t – testi

Nokta No	Ty=Vi/Syi	Tx=Vi/Sxi	Tz=Vi/Szi
D2	0.691	0.463	-0.972
D3	1.113	0.746	-1.043
D5	-1.313	-1.540	-0.923
D6	-1.047	-0.936	-0.841
D7	-0.414	-0.278	-0.499
D8	-0.313	-1.048	-0.879
D9	-0.858	-0.383	-0.574
D10	-1.311	-0.439	-0.790
D11	0.483	-1.617	-1.744
D12	-2.028	-0.272	-1.466
D13	-0.407	0.273	-0.327
D14	1.068	1.194	-1.001
D15	0.822	1.102	-0.495
D16	1.669	-0.224	-1.207
D18	0.989	1.326	-0.993
D20	0.387	0.260	-0.622
D21	1.025	0.344	-1.441
D22	0.420	0.281	-0.674
D23	-0.914	-1.225	1.651
K1	1.070	0.957	-0.573
K2	-0.610	1.637	-0.858
K3	-1.441	-0.966	-0.386
K4	-1.379	1.849	-1.477
K6	1.135	-1.015	-1.367
K7	-0.430	-0.864	-0.518
K8	0.907	0.608	-0.364
K9	-0.483	0.972	-0.777
K10	0.420	-0.845	0.843
K11	0.858	-1.151	-1.149
K12	-0.709	1.188	-0.712

Arazide ölçülen noktalar ile ortofoto harita verisi üzerinden ölçülen koordinat değerleri arasındaki farkların anlamlı olup olmadığının irdelenmesinde t-testi uygulanmıştır.

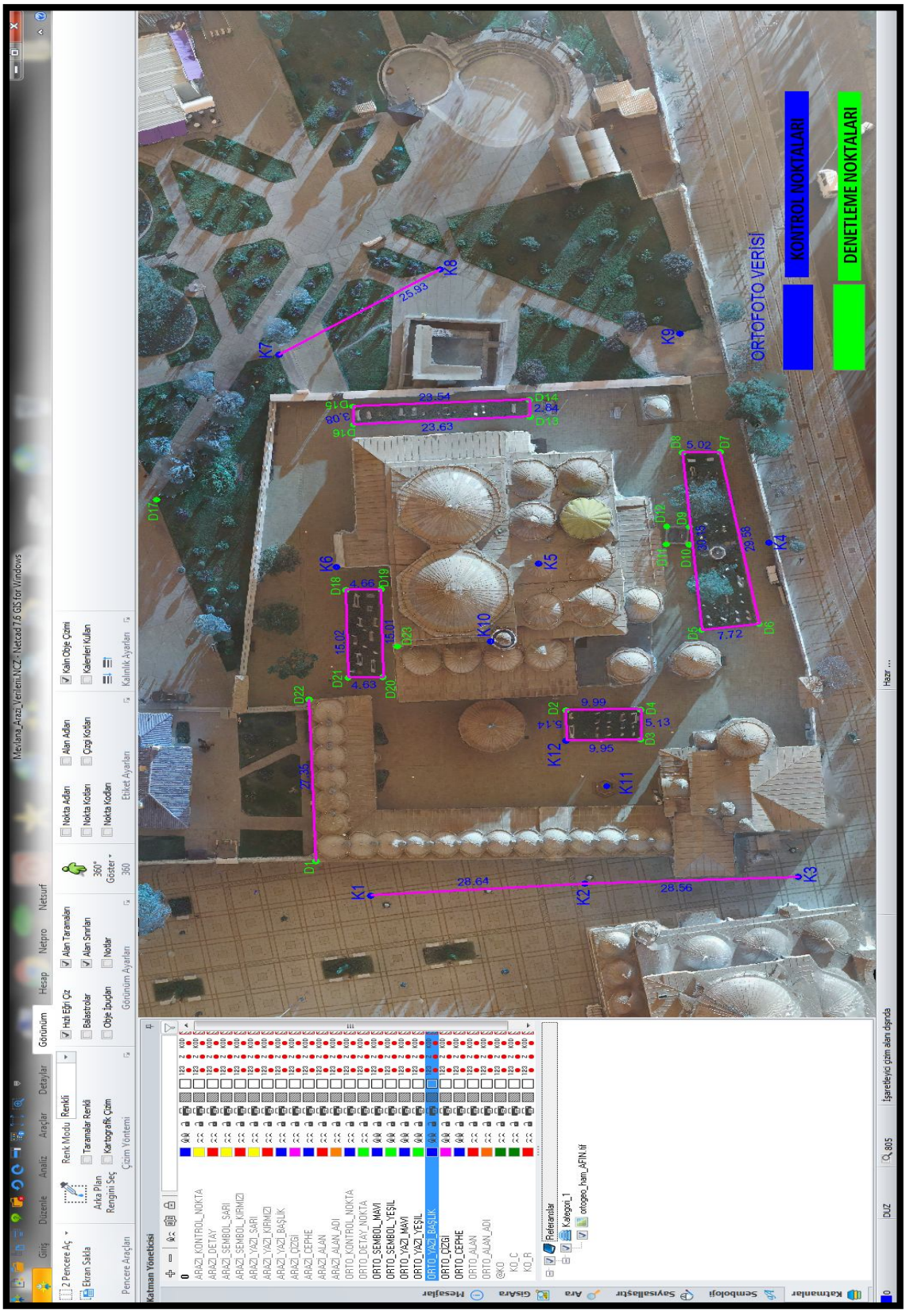
Hesaplanan test büyüklükleri Çizelge 6.10'da verilmiştir. Bu değerler; serbestlik derecesi (f=n-1) ve α=0.05 yanılma olasılığı ile t tablosundaki sınır değeri ile karşılaştırılmıştır. T-testi sınır değeri; (f=30-1=29 serbestlik derecesi ve α=0.05 yanılma olasılığı için) 2.05'dir. Bu değerden küçük olan değerlerin uyumlu, büyük olan değerlerin ise uyumsuz olduğuna karar verilir. Çizelge 6.10 incelendiğinde bütün test değerlerinin sınır değerinin altında kaldığı görülmektedir.

Arazi verisi ile ortofoto verisi arasındaki koordinat farkları hesaplanmış ve akabinde noktalar arasındaki uzunlukların kıyaslaması da yapılmıştır. Araziden elde edilen noktalar arasındaki uzunluklar şekil 6.91'deki gibidir.



Şekil 6.91. Arazi verisi üzerinden noktalar arasındaki uzunluklar

Ortofoto harita üzerinden arazide ölçümü yapılan noktalar işaretlenip o noktalar arasındaki elde edilen uzunluklar Şekil 6.92'deki gibidir.



Şekil 6.92. Ortofoto verisi üzerinden noktalar arasındaki uzunluklar

Arazi üzerinden GPS yardımıyla ölçümü yapılan nokta verisi arasındaki uzunluk ile ortofoto üzerinde yine arazide alımı yapılan noktalara tekabül eden nokta verisi arasındaki uzunluk fakı Çizelge. 6.11'deki gibidir.

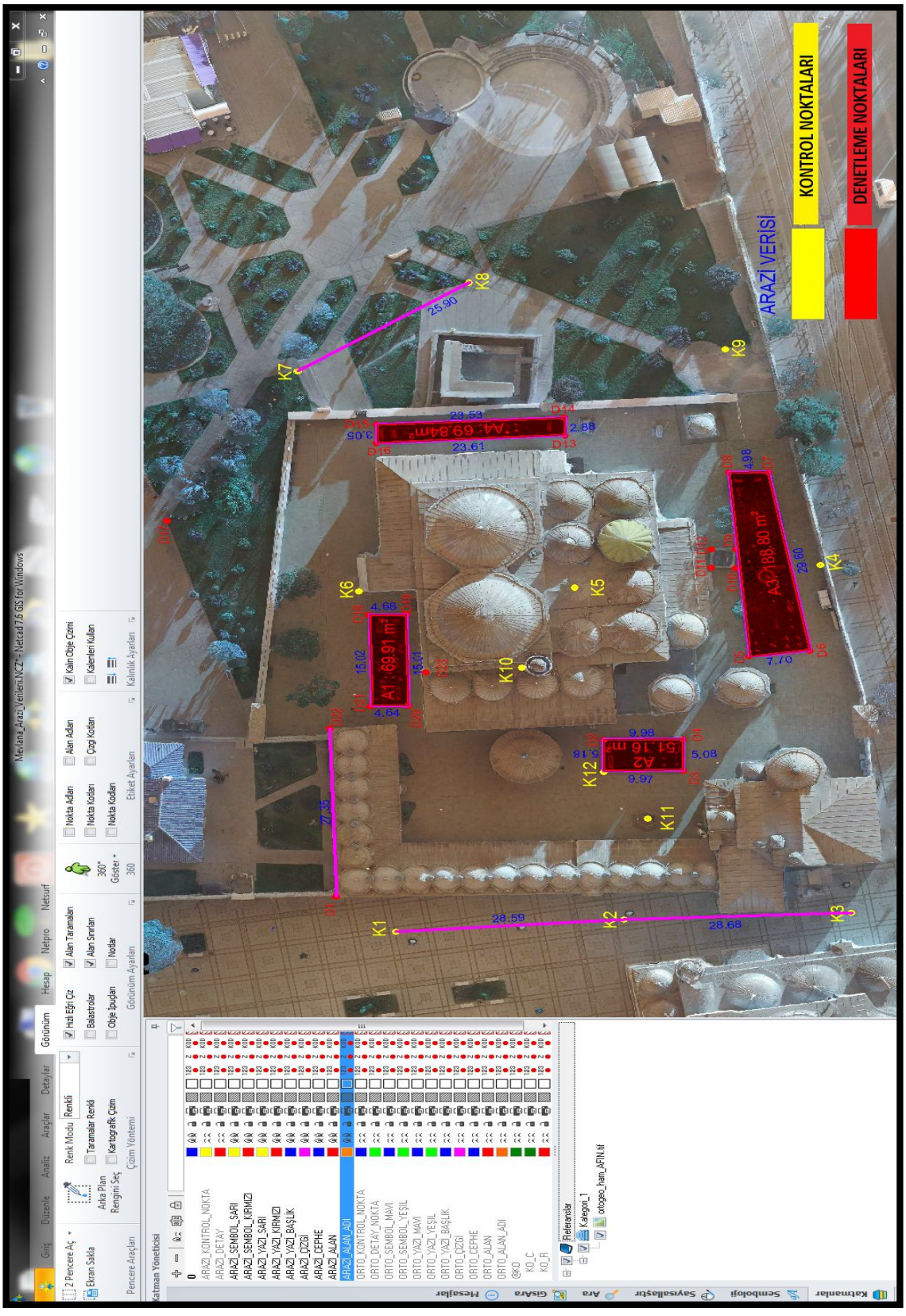
Çizelge 6.11. Arazi ve ortofoto verisi arasındaki uzunluk farkları

Arazi Verisi ile Ortofoto Verisi Arasındaki Uzunluk Kıyaslaması ve Farkları			
Nokta No	**Arazi Uzunluk Verisi (m)**	**Ortofoto Uzunluk Verisi (m)**	**Fark (m)**
K1-K2	28.59	28.64	0.05
K2-K3	28.68	28.56	0.12
D1-D22	27.35	27.35	0.00
K12-D2	5.18	5.14	0.04
D2-D4	9.98	9.99	0.01
D4-D3	5.08	5.13	0.05
D3-K12	9.97	9.95	0.02
D5-D8	30.17	30.15	0.02
D8-D7	4.98	5.02	0.04
D7-D6	29.60	29.58	0.02
D6-D5	7.70	7.72	0.02
D13-D14	2.68	2.84	0.16
D14-D15	23.53	23.54	0.01
D15-D16	3.05	3.08	0.03
D16-D13	23.61	23.63	0.02
D18-D19	4.68	4.66	0.02
D19-D20	15.01	15.01	0.00
D20-D21	4.64	4.63	0.01
D21-D18	15.02	15.02	0.00
K7-K8	25.90	25.93	0.03

Mevlana Müzesi'ne ait ortofoto harita üretiminde on iki adet kontrol noktası ve yirmi üç adet denetleme noktası toplamda 35 noktanın arazi koordinatları ITRF-96 koordinat sisteminde bilinmektedir. Bu noktalar yardımıyla ortofoto harita üretilmiştir. Elde edilen model koordinatlandırılmıştır. Elde edilen ortofoto haritanın doğruluğu kontrol edilmiştir. Koordinatlar ve uzunluklar arasındaki farkın tespiti gerçekleştirilmiştir.

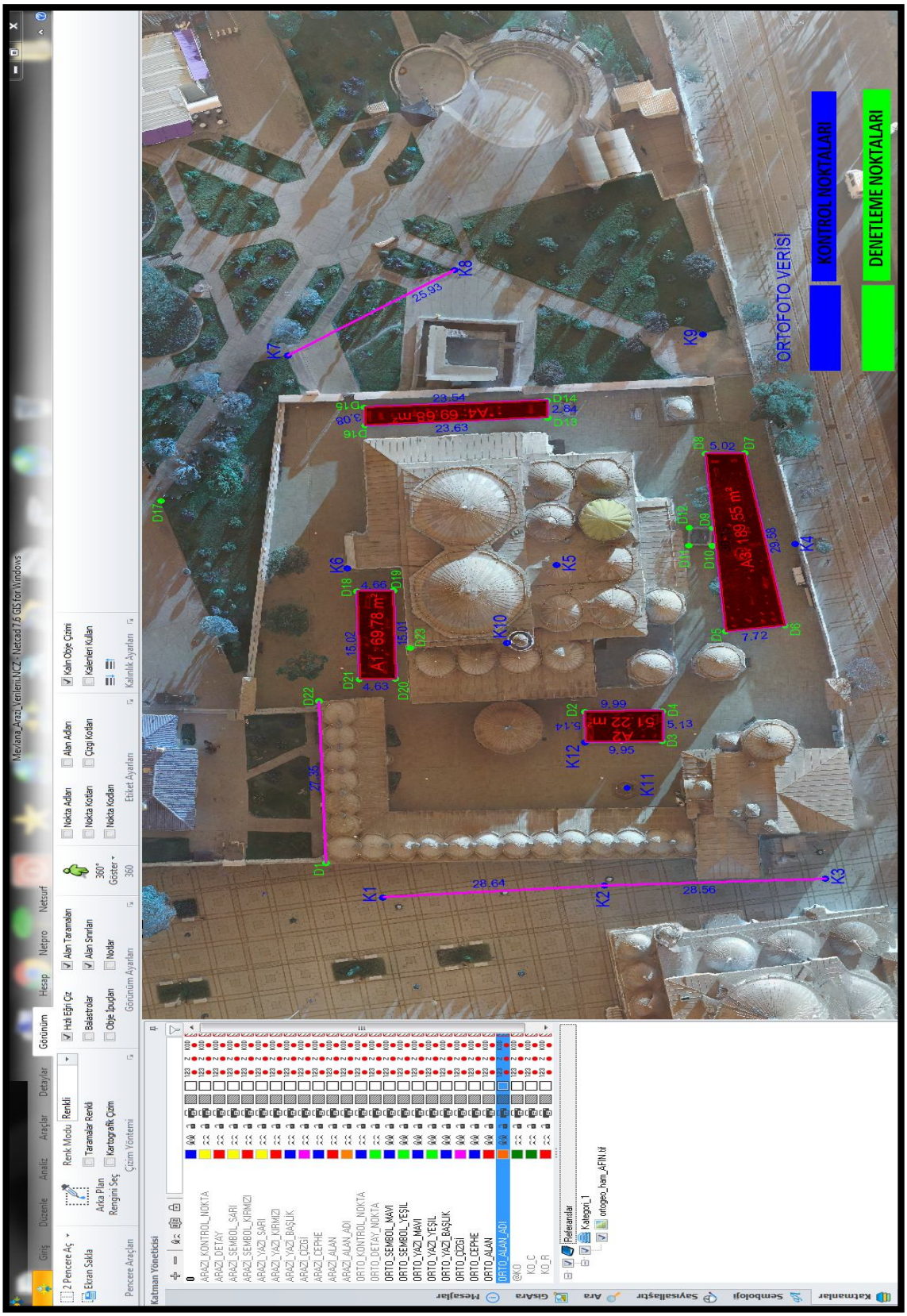
Son olarak ortofoto harita üzerinde oluşturulan dört adet alan bilgisi araziden alınan nokta verilerinden çevrilen alan bilgisi ile kıyaslanmıştır.

Arazide ölçümü yapılan noktaların oluşturduğu alan bilgileri Şekil 6.93'deki gibidir.



Şekil 6.93. Arazi verisi üzerinden elde edilen dört adet alan bilgisi

Ortofoto harita üzerinden arazide ölçümü yapılan noktaların işaretlenip o noktaların oluşturduğu alan bilgileri Şekil 6.94'deki gibidir.



Şekil 6.94. Ortofoto harita üzerinden elde edilen dört adet alan bilgisi

Arazi üzerinden GPS yardımıyla ölçümü yapılan nokta verisiyle oluşturulan alan bilgisi ile ortofoto üzerinde yine arazide alımı yapılan noktalara tekabül eden nokta verisiyle oluşturulan alan bilgisi karşılaştırılması yapılmıştır.

Çizelge 6.12. Arazi ve Ortofoto verisi arasındaki alan farkları

Arazi Verisi ile Ortofoto Verisi Arasındaki Alan Kıyaslaması ve Farkları			
Alan Adı	**Arazi Alan Verisi (m²)**	**Ortofoto Alan Verisi (m²)**	**Fark (m²)**
A1	69.91 m²	69.78 m²	0.13 m²
A2	51.16 m²	51.22 m²	0.06 m²
A3	188.80 m²	189.55 m²	0.75 m²
A4	69.84 m²	69.68 m²	0.16 m²

Mevlana Müzesi'ne ait ortofoto harita üretimi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ortofoto harita ile arazi verileri; nokta koordinatları, uzunluk ve alan bilgileri açısından karşılaştırılmıştır. Nokta koordinatları açısından Çizelge 6.4., uzunluk bilgileri açısından Çizelge 6.11. ve alan bilgileri açısından Çizelge 6.12.'deki tablolarda değerler ve farklar olarak açık bir şekilde gösterilmiştir.

6.4. Uygulamada Karşılaşılan Sıkıntılar ve Çözüm Önerileri

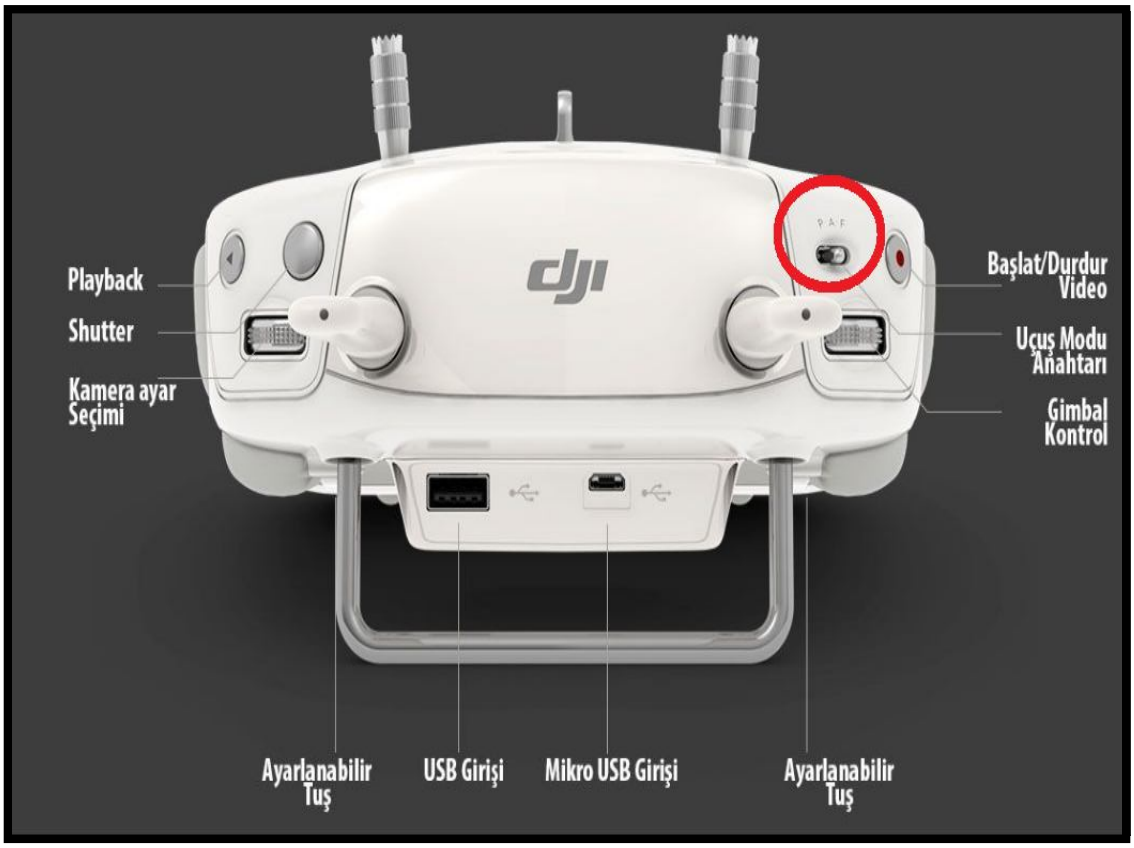
Bu çalışmanın bu bölümünde projenin yapım aşamasında karşılaşılan sıkıntılar ve bu sıkıntılara getirilen çözüm önerileri anlatılmıştır. Bundan sonraki kültür varlıklarına ait üç boyutlu model ve ortofoto harita üretim çalışmalarında bu bölümün edinilen kazanımlar açısından proje yapan kişi, kurum ve kuruluşlarca dikkate alınması gerektiğine inanıyorum.

6.4.1. İnsansız hava aracı için uçuş izni alınması

Son yıllarda kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşan insansız hava araçları amaç dışı kullanımlardan dolayı güvenlik güçleri tarafından denetimleri sıkı tutulmaktadır. İnsansız hava aracı ile izinsiz yapılan uçuşlarda emniyet mensuplarınca çalışmam hep yarıda kesildi. İnsansız hava aracı ile uçuş yapılmadan önce ilgili ilin; Valilik Makamından, İl Emniyet Müdürlüğü'nden ve İlçe Emniyet Müdürlüğü'nden gerekli tüm izinler alınmalıdır. Bu kısmı kamu güvenliği, kişi hak ve hürriyetleri açısından önemli ve dikkate değer buluyorum.

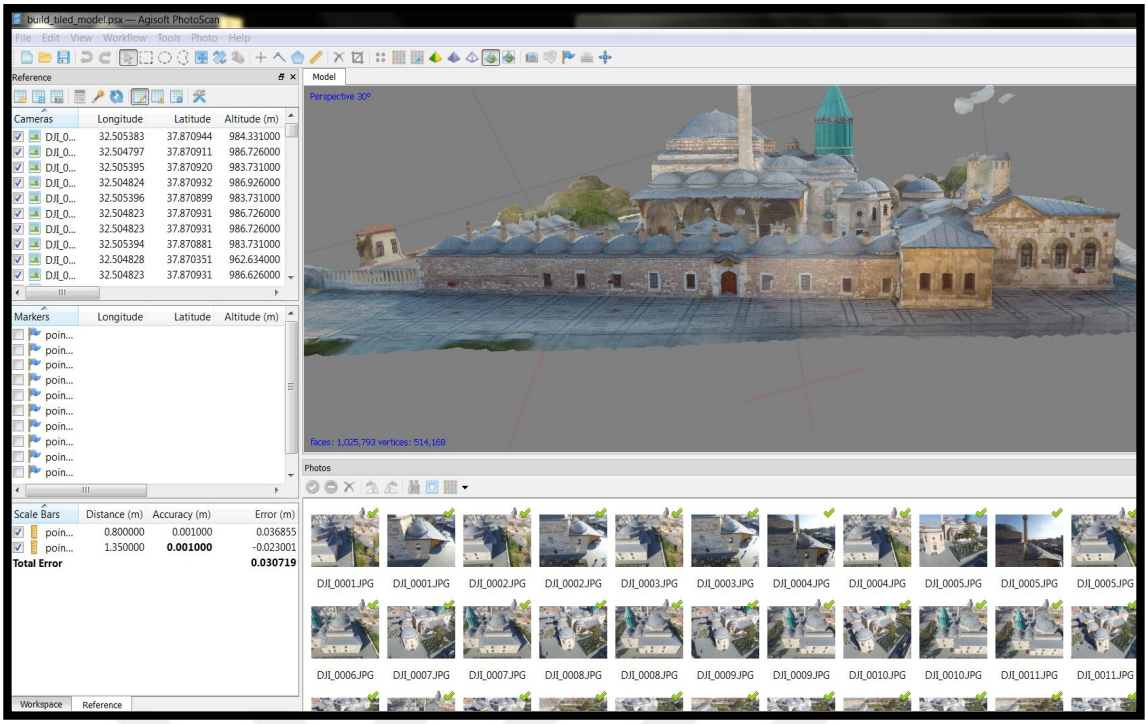
6.4.2. İnsansız hava aracı ile fotoğraf çekimi

Djı Phantom 4 marka insansız hava aracı için Pix4Dcapture uygulaması ile fotoğraflar otonom olarak çekileceğinden insansız hava aracına ait uzaktan kumandanın uçuş modu ''A'' moduna alınmalıdır çünkü ''P'' modunda otonom olarak uçmayacaktır. Djı Go 4 mobil uygulamasında manuel olarak uçarken ise uzaktan kumandanın uçuş modu ''P'' moduna alınarak uçuş yapılmalıdır.



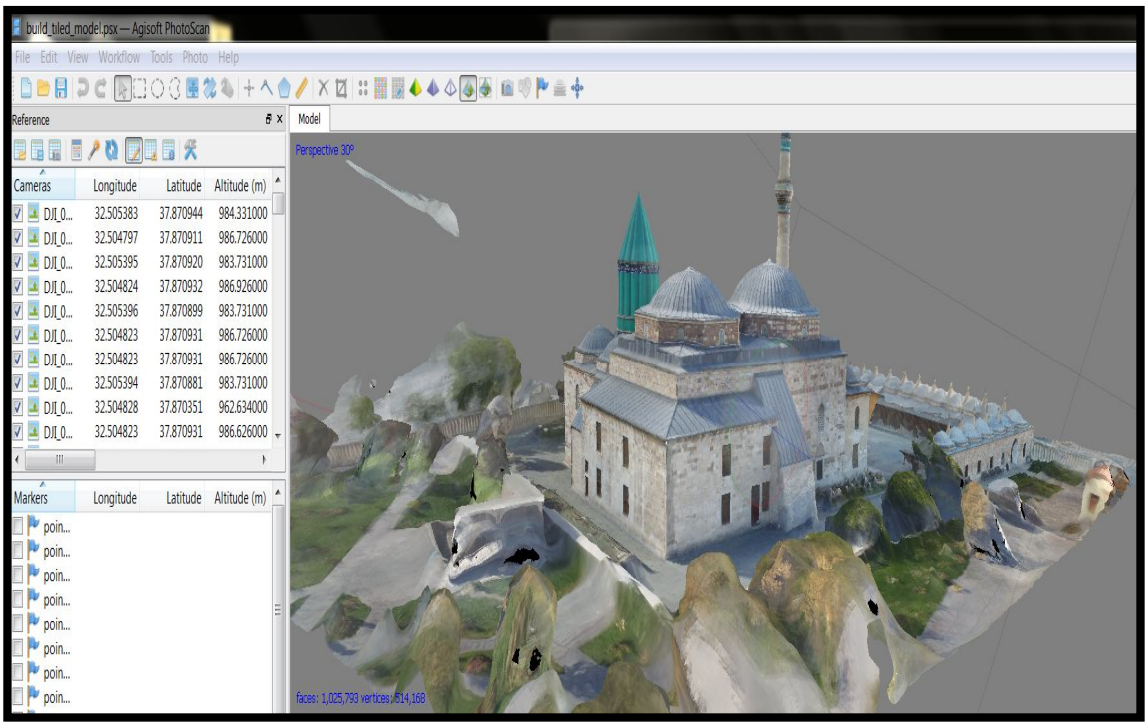
Şekil 6.95. Djı Phantom 4 marka insansız hava aracı uzaktan kumandası

Üç boyutlu modeli elde edilecek kültür varlığına ait fotoğraflar insansız hava aracı ile özenle ve dikkatle çekilmelidir. Dikkat edeceğimiz bir başka husus tarihi esere ait çekilen fotoğraflar güneşin doğma ve batma vakitlerine yakın bir zaman aralığında çekilmelidir çünkü bina üzerine direk güneş ışığının tekabül etmesi ile üretilecek modelin dış yapısı aslına uygun bir doku modeli oluşmamaktadır. Modelin bir cephesi güneşli ve rengi farklı bir tonda, güneş görmeyen cephesi de soluk bir doku görünümüne sahip olacaktır.



Şekil 6.96. Güneş ışığından kaynaklanan model yapısındaki doku bozukluğu

Mevlana Müzesi'nde fotoğraf çekim aşamasında müzenin batı cephesini güneşin batmasına yakın bir zaman aralığında, doğu cephesini güneş doğduktan hemen belli bir süre sonra fotoğraflar çekilmiştir. Böylelikle elde edilen modelde doku bütünlüğü saplanmıştır.

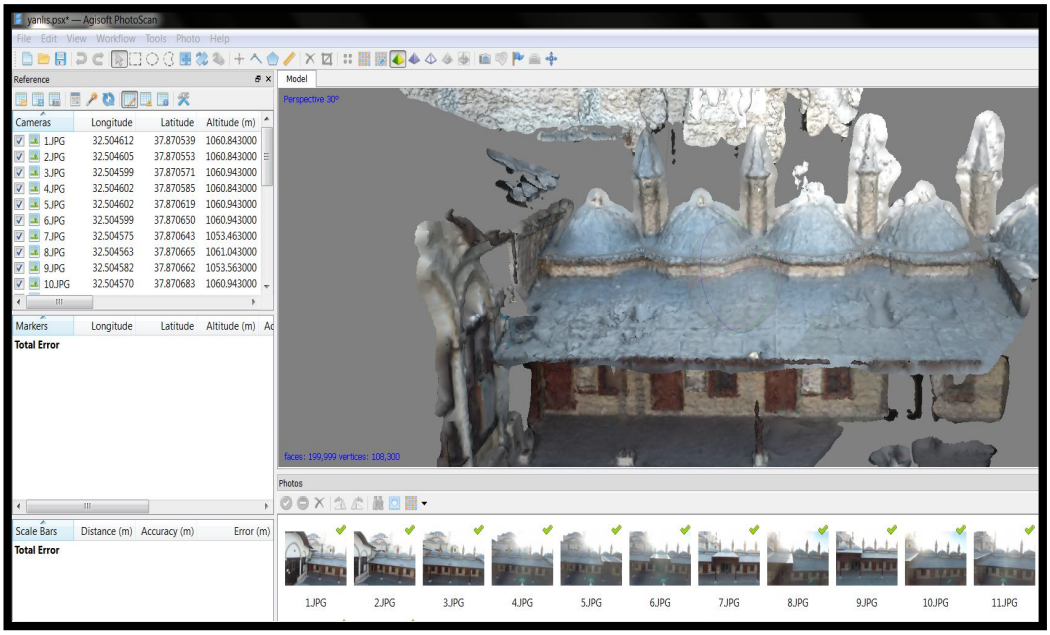


Şekil 6.97. Güneş ışığı dikkate alındığında model yapısındaki doku bütünlüğü

Üç boyutlu modeli elde edilecek olan kültür varlığına ait fotoğraflar güneş ışığına karşı çekildiği zaman yapının etrafında beyaz nokta bulutları oluşmaktadır. Bunlar modelde yapıya parazit olmakla beraber yapının aslına uygun modellenememesine neden olmaktadır.

Şekil 6.98. Güneş ışığına karşı çekilen bir fotoğraf

Bu fotoğraflar vb. gibi güneş ışığına maruz kalan fotoğrafların oluşturduğu model, çok sağlıklı bir model olmamaktadır. Yapının kendisinde olmayan nokta bulutları yani parazitler oluşmakta ve Şekil 6.99'da mevcuttur. Bu parazitler gürültü bir başka deyişle noice diye de adlandırılmaktadır.

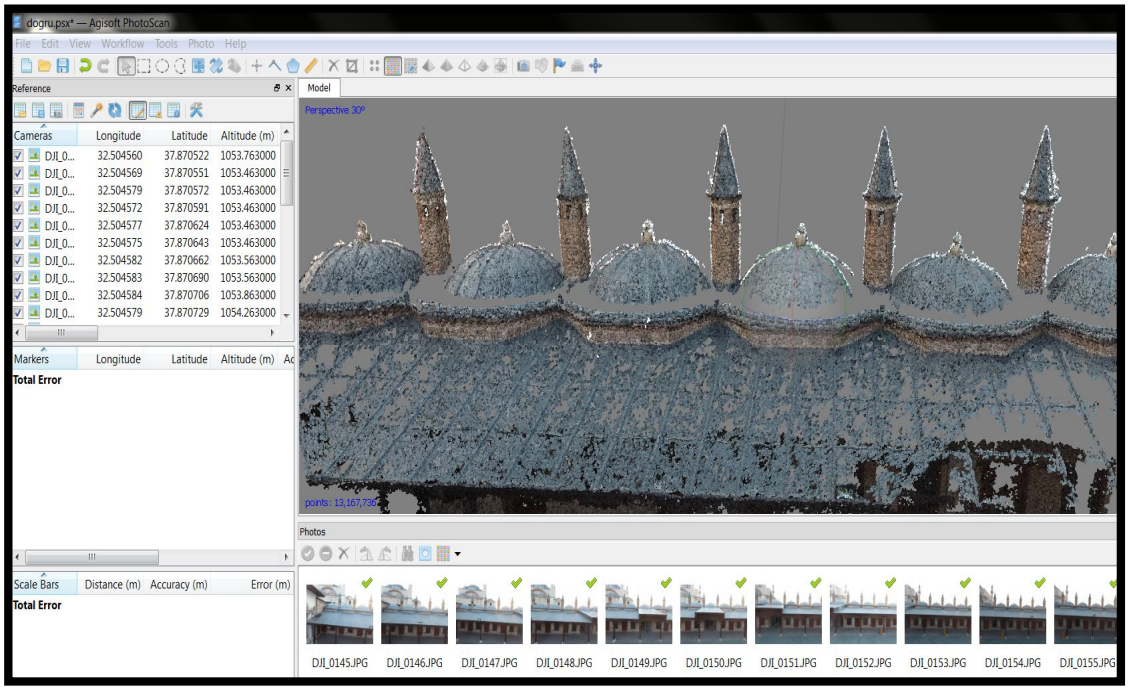


Şekil 6.99. Model üzerinde yapının aslında olmayan nokta bulutlarının oluşumu

Güneşin doğuş ve batışına uygun bir saatte aynı zamanda yeterli ışık miktarı olması da gözetilerek çekilen doğru fotoğrafla düzgün bir model elde edilebilmektedir.

Şekil 6.100. Güneş ışığı dikkate alınarak çekilen fotoğraf

Bu ve buna benzer fotoğrafı olumsuz yönde etkiyen ışın, ışıma ve yansıma gibi olumsuz veriler yoksa düzgün bir model üretimi mümkündür.



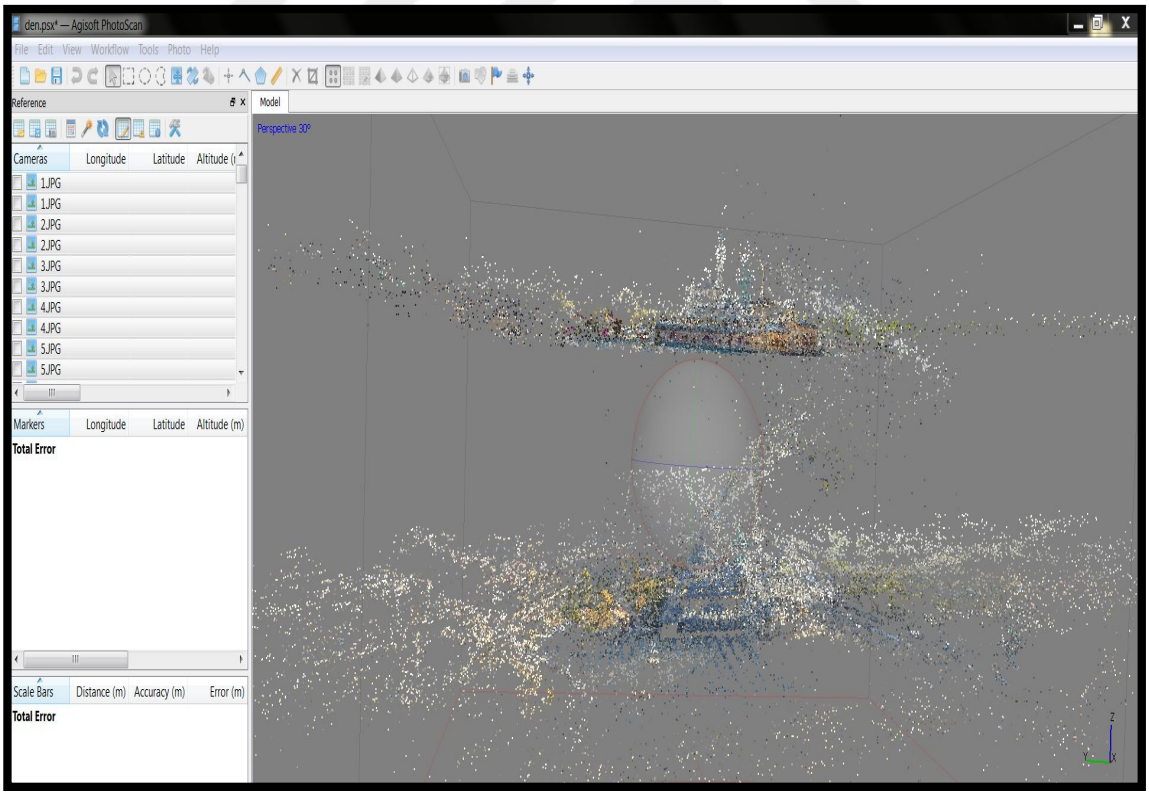
Şekil 6.101. Güneş ışığı dikkate alındığında oluşan nokta bulutu

6.4.3. Nokta bulutları arasındaki kot farkının giderilmesi

Pix4Dcapture mobil uygulaması ile otonom olarak fotoğraflar çekilmiştir. Yalnız Pix4Dcapture mobil uygulaması ile çekilen fotoğraflarda derviş hücrelerinin dışarıya bakan yüzeyleri fotoğraflanamamıştır. Bunun sebebi Mevlana Müzesi'nin hemen yanında bulunan Selimiye Camisi'ne ait minaredir. Pix4Dcapture mobil uygulaması ile belirlenen uçuş planı ızgarası minareye çok yakın yerde bitmiştir. İnsansız hava aracının minareye çarpma olasılığı çok yüksektir.

İnsansız hava aracının uçuş yüksekliğini minareden 5 – 10 m yükseklikten gerçekleştirsem bu sefer nokta bulutu ve modelleme açısından çok geniş bir modellenecek alan oluşmakla beraber faydasız alan ortaya çıkacaktı. Bu yüzden derviş hücrelerinin dış yapısı Djı Go 4 mobil uygulaması ile manuel kontrolle çekilmiştir.

Bu fotoğraflar Agisoft PhotoScan programında Align Photos işlemine tabi tutulduğunda manuel çekilen fotoğraflar ile otonom çekilen fotoğraflardan elde edilen nokta bulutu arasında kot farkı meydana gelmiştir ve Şekil 6.102.'de mevcuttur.



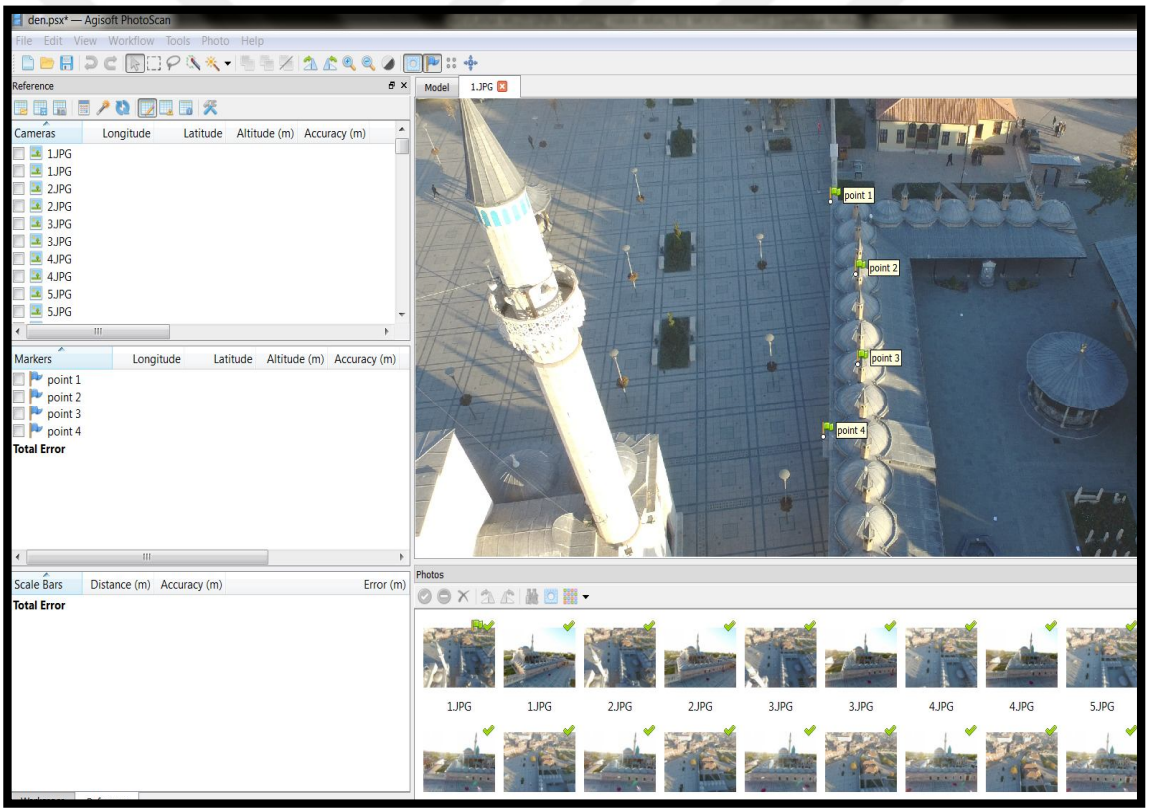
Şekil 6.102. Nokta bulutları arasındaki kot farkı oluşması

Djı Go 4 mobil uygulamasıyla manuel çekilen fotoğraflar ile Pix4Dcapture mobil uygulamasıyla çekilen otonom fotoğraflar arasındaki koordinatlarında yükseklik

verilerinin birbiri arasındaki farklarından kaynaklanmaktadır. Fotoğrafların koordinatları silinip tekrar Align Photos işlemi yapıldı ama yine aynı nokta bulutları arasında bir kot farkı meydana geldi. Yani bu çözüm nokta bulutları arasındaki kot farkını ortadan kaldırmadı.

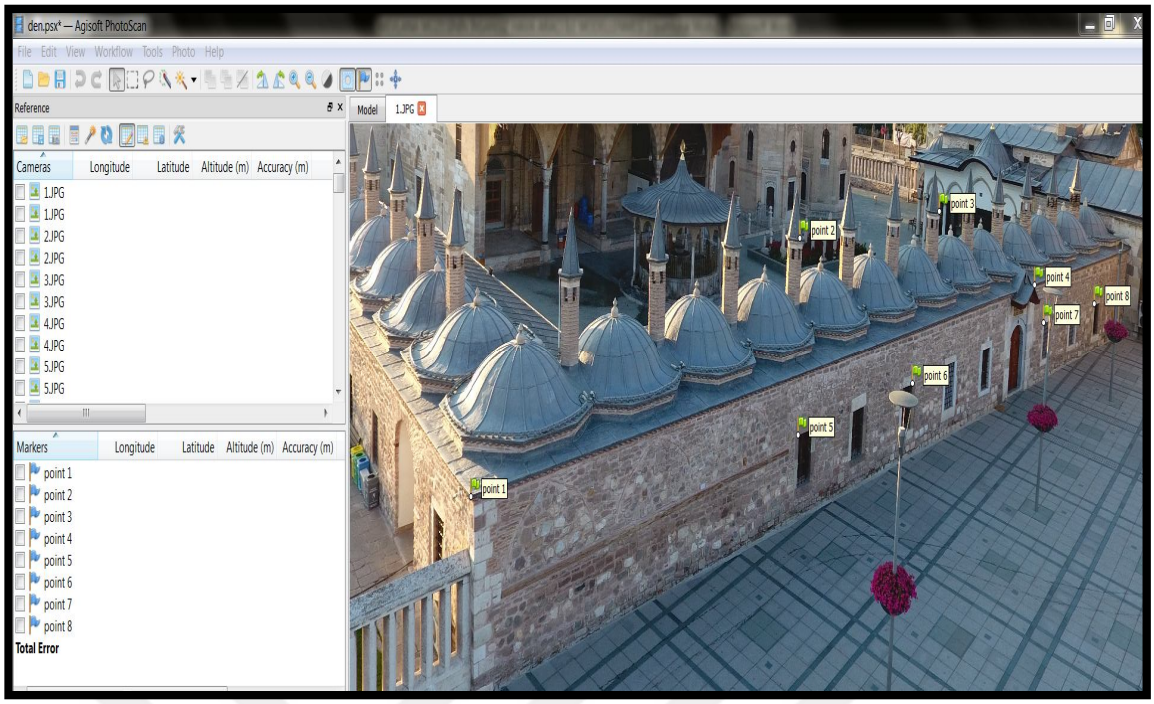
Fotoğraf koordinatlarının silinmesi sorunu ortadan kaldırmadı. Bir başka yöntem olarak manuel çekilen fotoğraflar ile otonom çekilen fotoğraflar arasında birbirlerini bağlayacak bağ noktaları kullanıldı. İlk önce Djı Go 4 mobil uygulaması ile çekilen fotoğraflar üzerinde Agisoft Photoscan programında sağ tık yapılarak Reset Camera Alignment işlemi yapıldı. Bu işlemle manuel çekim yapılan fotoğrafların Align Photos işlemi iptal edildi.

Daha sonra otonom çekilen fotoğraflar üzerine dört adet bağ noktaları atıldı.



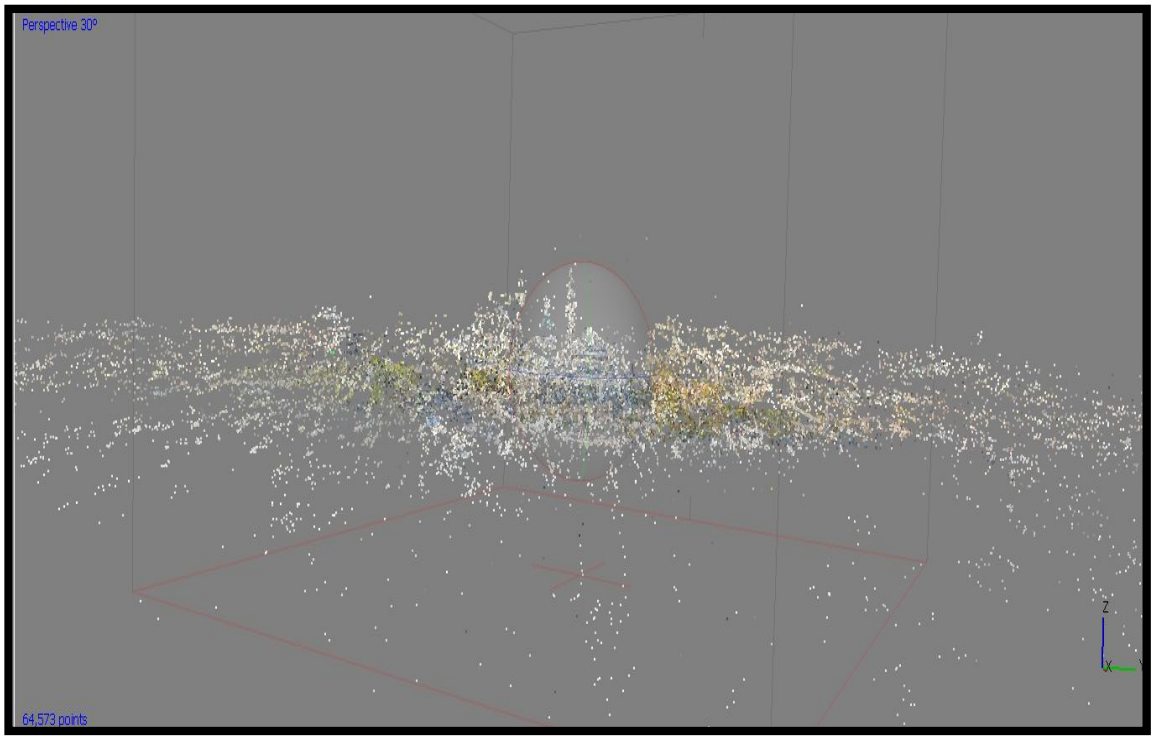
Şekil 6.103. Nokta bulutları arasındaki kot farkı sorunun giderilmesi

Daha sonra manuel çekilen fotoğraflara da aynı bağ noktaları fotoğraf üzerinde sağ tık yapılarak Place Marker sekmesi ile noktalar belirlendi. Manuel çekilen fotoğraflar ile otonom çekilen fotoğraflar arasında bir köprü kurulduktan (4 adet bağ noktası ile) sonra manuel çekilen fotoğrafları da birbirine bağlamak için dört (4) adet daha bağ noktası kullanıldı. Toplamda sekiz (8) adet bağ noktası kullanıldı.



Şekil 6.104. Fotoğrafların bağ noktaları ile birbirleri arasında sıralanması

Mevlana Müzesi'ne ait Derviş Hücreleri yapısının dış yüzeyine ait fotoğraflar bağ noktaları ile birbirleri arasında bağ kuruldu. Akabinde Reset Camera Alignment dediğimiz fotoğraflara tek tek sağ tık yaparak Align Selected Cameras seçilerek nokta bulutları aynı hizaya geldi ve bütünlük kazandı.



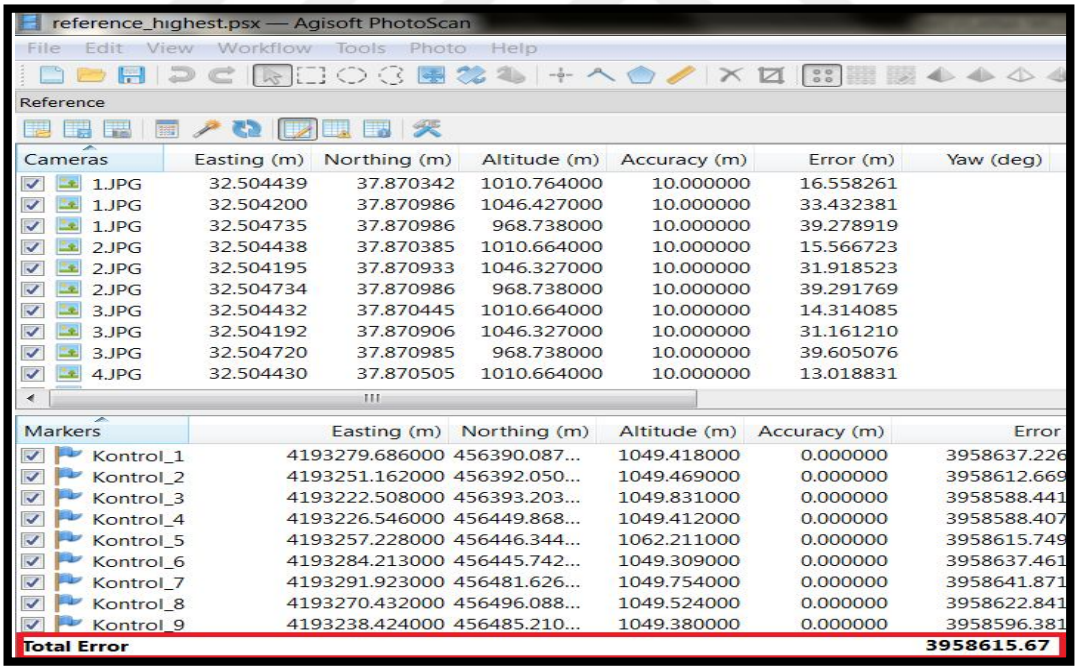
Şekil 6.105. Nokta bulutları arasındaki kot farkı sorunu düzeltildi

6.4.4. Arazi koordinatlarının modele optimize edilmesi

Mevlana Müzesi'ne ait çekilen fotoğraflar Djı Phantom 4 marka insansız hava aracı ile çekilmiştir. Djı Phantom 4 marka insansız hava aracı ile çekilen bu fotoğraflar coğrafi koordinat sistemine sahiptir. Bu koordinat sisteminin adı WGS84'tür. Araziden GPS yardımı ile ölçülen noktaların koordinatları kartezyen koordinat sistemine sahiptir. Bu koordinat sisteminin adı ITRF-96 (Epok:2005)'tir.

Elde edilen model ve ortofoto haritanın ITRF-96 (Epok:2005) koordinat sisteminde olması gerekmektedir. Bu yüzden araziden alımı yapılan nokta koordinatları fotoğraflar üzerinde dengelemesi yapılarak fotoğraflar üzerine optimize edilmiştir.

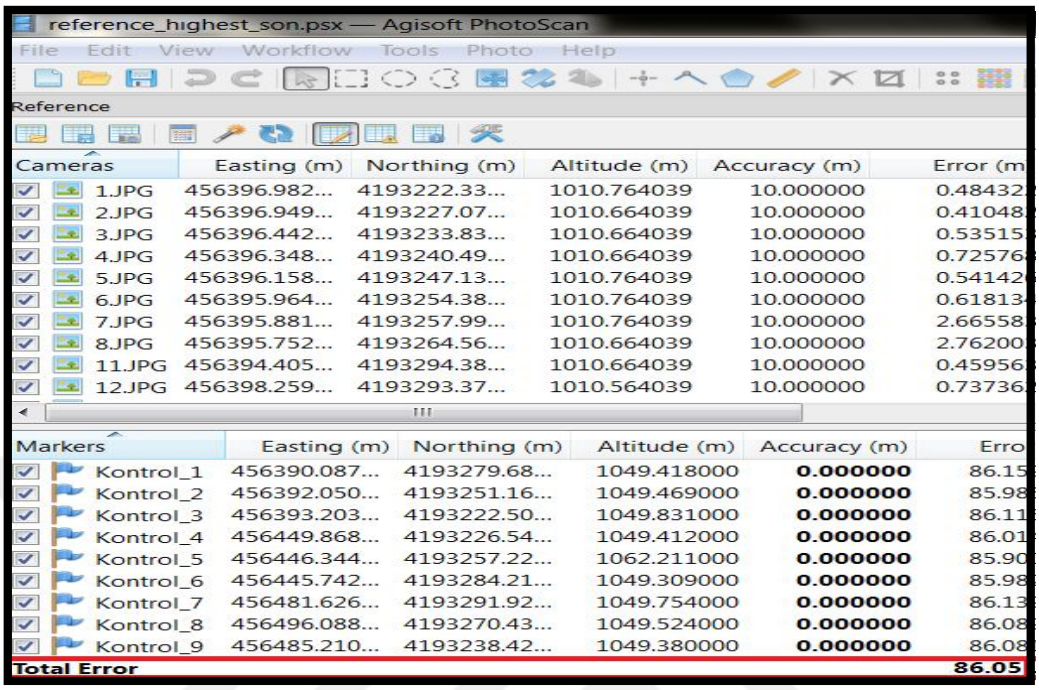
İlk olarak fotoğraflar coğrafi koordinat sisteminde olup araziden alınan nokta koordinatları ITRF-96 (Epok:2005) olarak optimize edildi. Hata miktarı: 3958615.67 piksel hata miktarı elde edildi. Temel sorun coğrafi koordinat sistemine sahip fotoğraflara, ITRF-96 koordinat sistemindeki noktaları optimize etmeye çalıştığım için hata miktarı oldukça fazla çıktı.



Şekil 6.106. Koordinat uyumsuzluğundan hata miktarının fazla çıkması

Daha sonra fotoğraflara ait coğrafi koordinat sistemi olan WGS-84'ü Reference Settings sekmesinden Turef / TM33'e koordinat dönüşümü gerçekleştirildi. Turef / TM33 olan koordinat sistemine araziden GPS yardımıyla koordinatları ölçülen ve

koordinat sistemi ITRF-96 (Epok:2005) olan kontrol noktalarının optimizasyonu gerçekleştirildi. Hata miktarı: 86.05 piksel hata miktarı elde edildi.



Şekil 6.107. Koordinat sistemi Turef/TM33'e çevrildiği zaman çıkan hata miktarı

Bu işlemden sonra son kez fotoğraflara ait koordinat sistemi Turef / TM33 seçilmiştir. Akabinde fotoğrafların koordinatları silinmiştir. Daha sonra koordinatları silinen fotoğraflara araziden alımı yapılan kontrol nokta koordinatları optimize edilmiştir. Çıkan hata miktarı: 0.46 piksel hata miktarına düşürülmüştür.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

7.1 Sonuçlar

Bu çalışmada; Konya İli, Karatay İlçesi, Aziziye Mahallesi'nde bulunan Mevlana Müzesi'nin fotogrametri tekniği ile üç boyutlu modeli elde edilmiştir. Aynı zamanda Mevlana Müzesi'ne ait ortofoto harita elde edilmiştir. Esere ait üç boyutlu modelleme çalışması arazi ve ofis çalışması olmak üzere iki aşamada gerçekleşmiştir. Mevlana Müzesi'ne ait Djı Phantom 4 marka insansız hava aracı ile birbirleri ile yüksek oranda bindirme sağlanarak fotoğraflar çekilmiştir. İnsansız hava aracı Djı Go 4 ve Pix4Dcapture mobil uygulamaları ile yönetilmiştir. On iki (12) adet kontrol noktası ve yirmi üç adet (23) denetleme noktası belirlenip Topcon Fc-250 marka GPS ile ITRF-96 (Epok:2005) koordinat sisteminde koordinatlar ölçülmüştür.

Ofis çalışmalarında ise araziden elde edilen tüm bilgiler kullanılarak kültür varlığına ait üç boyutlu model ve ortofoto harita elde edilmiştir. Modelleme ve ortofoto harita işlemi Agisoft PhotoScan programında gerçekleştirilmiştir. Modelleme için toplam 932 fotoğraf kullanılmıştır. Agisoft PhotoScan programında yapılan modelleme işlem süresi toplam 92 saat 55 dakika sürmüştür. Yapı üzerinden alınan ölçü değerleri ile Mevlana Müzesi'ne ait model üzerinde ölçeklendirme işlemi yapılmış olup yapılan ölçeklendirme işleminin doğruluğu ±3,071cm olarak Agisoft PhotoScan programı tarafından tespit edilmiştir. Elde edilen model ±3,071cm hassasiyetinde ölçeklendirilmiştir.

Ofis çalışmalarında ikinci ürün olarak ortofoto harita elde edilmiştir. Araziden elde edilen on iki (12) adet kontrol noktası ile fotoğraflar arazi koordinat sistemine yani ITRF-96 (Epok:2005) dönüştürülmüştür. Dengeleme işleminin sonucunda 0.46 pixel hata miktarı elde edilmiştir. Dengeleme işleminden sonra Agisoft PhotoScan programında ilgili process işlemleri gerçekleştirilerek arazi koordinat sisteminde ortofoto harita elde edilmiştir. Mevlana Müzesi'ne ait ortofoto harita netcad programı yardımıyla Kontrol 1 (K1), Kontrol 3 (K3), Kontrol 7 (K7) ve Kontrol 9 (K9) numaralı kontrol noktaları ile afin dönüşümü yapılmıştır. Afin dönüşümü sonucunda ortalama hata m_0: 0.05845120 m olarak elde edilmiştir. Ortofoto harita üzerinden arazide GPS yardımı ile ölçümü yapılan noktaların koordinat değerleri Netcad üzerinden ölçülmüştür. Arazi verileri ile ortofoto harita üzerinden alınan nokta koordinatları arasında farklar Çizelge 6.4.'deki gibidir. 23 adet denetleme noktası ile 12 adet kontrol

noktası olmak üzere toplam 35 noktaya ait fark değerlerine ait standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Kontrol ve denetleme noktalarına ait farklara ilişkin standart sapma değerleri y koordinat değişkeni için ± 0.027 m, x koordinat değişkeni için ±0.046 m ve z koordinat değişkeni için ±0.072 m olarak hesaplanmıştır. Modele ait üç boyutlu konum doğruluğu ± 0.089 m olarak hesaplanmıştır.

Arazide ölçülen noktalar ile ortofoto harita verisi üzerinden ölçülen koordinat değerleri arasındaki farkların anlamlı olup olmadığının irdelenmesinde t-testi uygulanmıştır. Hesaplanan test büyüklükleri Çizelge 6.10.'da verilmiştir. Bu değerler; serbestlik derecesi (f=n-1) ve α=0.05 yanılma olasılığı ile t tablosundaki sınır değeri ile karşılaştırılmıştır. T-testi sınır değeri; (f=30-1=29 serbestlik derecesi ve α=0.05 yanılma olasılığı için) 2.05'dir. Bu değerden küçük olan değerlerin uyumlu, büyük olan değerlerin ise uyumsuz olduğuna karar verilir. Çizelge 6.10. incelendiğinde bütün test değerlerinin sınır değerinin altında kaldığı görülmektedir.

Elde edilen üç boyutlu model ve ortofoto harita ile hem ülkemiz kültür varlıklarının dokümantasyonuna yönelik belgelendirme çalışmalarına hem de dünya kültür mirasının korunması ve gelecek nesillere aktarılması açısından katkı sağlanmıştır. Olası doğal afet veya fiziki müdahalelerle Mevlana Müzesi'nin tahrip olması ya da yıkılması durumunda aslına uygun restorasyon imkanı sağlamaktadır. Bu çalışmanın ileri ki zamanlarda çok farklı meslek disiplinleri tarafından Mevlana Türbesi'nde oluşabilecek sorunların çözümü noktasında bir kaynak teşkil etmesi amaçlanmaktadır.

7.2 Öneriler

İnsansız hava araçları günümüzde pek çok mühendislik uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmamızda kültür varlığı niteliğinde olan Mevlana Müzesi uygulama alanı olarak seçilmiş ve esere ait üç boyutlu model ile ortofoto harita üretilmiştir.

Arazi çalışmasında elde edilen tecrübeler neticesinde yapılacak olan çalışmada kullanılacak insansız hava aracının seçimi büyük önem arz etmektedir. İnsansız hava aracının arazide uçuş süresi göz önünde bulundurularak yapılacak çalışmaya ait alanın büyüklüğüne göre insansız hava aracı seçilmelidir. Büyük alanlarda yapılacak çalışmalar için havada kalma süresi fazla olan insansız hava araçları tercih edilmelidir.

Büro çalışmalarında elde edilen tecrübeler neticesinde kullanılan fotogrametri tekniği ile değerlendirme işlemin yapıldığı bilgisayar önemlidir. Yazılımlardaki her türlü işlemde yüksek hassasiyette işlem yapabilmek için ekran kartı, harici hard diski ve

ram özelliklerinin oldukça ileri teknolojide olan bilgisayarlar kullanılmalıdır. Ayrıca fotogrametri tekniği ile değerlendirme çalışmalarında tercih edilen yazılımın seçimi de büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın ülkemizde gelecekte yapılacak birçok çalışmaya ışık tutacağı inancındayım.

KAYNAKLAR

Akgül, A. S. ve Hacıoglu, A., 2010, To design and build of a surveillance/attack mini unmanned aerial vehicle (UAV), *JOURNAL OF AERONAUTICS AND SPACE TECHNOLOGIES*, 4 (3), 1-6.

Akyürek, S., Yilmaz, M. A. ve Taşkıran, M., 2012, İnsansız Hava Araçları Muharebe Alanında ve Terörle Mücadelede Devrimsel Dönüşüm, *Bilge Adamlar Stratejik Araştırmalar Merkezi Yayınları, İstanbul*, 2.

Atasagun, G., 2007, Mevlana Celaleddin-i Rumi'nin Hayatı ve Eserleri, *Türk İslam Medeniyeti Akademik Araştırmalar Dergisi*, 3.

Böhler, W. ve Heinz, G., 1999, Documentation, surveying, photogrammetry, *XVII CIPA Symposium. Recife, Olinda. Brazil*.

Callegari, F., 2003, Sustainable development prospects for Italian coastal cultural heritage: a Ligurian case study, *Journal of Cultural Heritage*, 4 (1), 49-56.

Georgopoulos, A. ve Ioannidis, C., 2004, Photogrammetric and surveying methods for the geometric recording of archaeological monuments, *FIG Working Week*, 22-27.

Gölpınarlı, A., 1953, Mevlana Celaleddin Hayatı, Felsefesi, Eserleri.

Hidâyetoğlu, A. S., 2006, Hazret-i Mevlânâ Muhammed Celâleddin-i Rumi: hayâti ve şahsiyeti, İl Kültür Müdürlüğü, p.

Newhall, B., 1969, Airborne camera: The world from the air and outer space, Hasting House, p.

Odabaşı, A. S., 1998, 20. yüzyıl başlarında Konya'nın görünümü, TC Konya Valiliği İl Kültür Müdürlüğü, p.

Przybilla, H. ve Wester-Ebbinghaus, W., 1979, Bildflug mit ferngelenktem Kleinflugzeug, *Bildmessung und Luftbildwesen*, 47 (5), 137-142.

Sasi, A. ve Yakar, M., 2017, Photogrammetric modelling of sakahane masjid using an unmanned aerial vehicle, *Turkish Journal of Engineering*, 1 (2), 39.

Scherer, M., 2002, About the synthesis of different methods in surveying, *INTERNATIONAL ARCHIVES OF PHOTOGRAMMETRY REMOTE SENSING AND SPATIAL INFORMATION SCIENCES*, 34 (5/C7), 423-429.

Şafak, Y., 2007, Mevlâna Celâleddin-i Rûmi, Konya Büyükşehir Belediyesi, p.

Şasi, A. ve Yakar, M., 2018, Photogrammetric modelling of Hasbey Dar'Ülhuffaz (Masjid) using an unmanned aerial vehicle, *International Journal of Engineering and Geosciences*, 3 (1), 6-11.

Toprak, A. S., 2014, Fotogrametrik tekniklerin insansız hava araçları ile mühendislik projelerinde kullanılabilirliğinin araştırılması, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Ulvi, A., 2008, Antik tiyatroların fotogrametrik rölöve planlarının çıkarılması üzerine deneysel bir çalışma, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

URL-1, 2019, Türkiye Geneli Korunması Gerekli Taşınmaz Kültür Varlığı İstatistiği, http://www.kulturvarliklari.gov.tr/TR-44798/turkiye-geneli-korunmasi-gerekli-tasinmaz-kultur-varlig-.html:

URL-2,2018, Türkiye'de Müzecilik, http://www.kulturvarliklari.gov.tr/TR-69904/turkiyede-muzecilik.html:

URL-3, 2018, İnsansız Hava Araçları, http://www.ataymuhendislik.com/:

URL-4, 2017, Unmanned Aerial Vehicles, https://www.wikipedia.org/:

URL-5, 2017, Federating, Promoting & Advancing The Community, https://uvs-international.org/:

URL-6, 2018, Djı Phantom 4, https://www.dji.com/:

URL-7, 2018, Mevlana Müzesi, http://www.mevlana.gov.tr/TR-78226/mevlana-muzesi.html:

URL-8, 2018, Müze İstatistikleri, http://www.kulturvarliklari.gov.tr/TR-43336/muze-istatistikleri.html:

Wanzke, H., 1984, The Employment of a Hot air Ship for the Stereophotogrammetric Documentation of Antique Ruins, *International Archives of the 166 Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 25 (5), 746-756.

Wester Ebbinghaus, W., 1980, Aerial photography by radio controlled model helicopter, *The Photogrammetric Record*, 10 (55), 85-92.

Whittlesey, J. H., 1970, Tethered balloon for archaeological photos, *Photogrammetric Engineering*, 36 (2), 181-+.

Yakar, M. ve Yılmaz, H. M., 2008, Kültürel miraslardan tarihi Horozluhan'ın fotogrametrik rölöve çalışması ve 3 boyutlu modellenmesi.

Yakar, M., Orhan, O., Ulvi, A., Yiğit, A. Y. ve Yüzer, M. M., 2015, Sahip Ata Külliyesi Rölöve Örneği, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası*, 10.

EKLER

EK-1 Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'nden Pilotaj Belgesi Temin İşlemi

Şekil Ek-1.1. Pilotaj belgesi

EK-2 İnsansız Hava Aracının Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'ne Kayıt İşlemi

Şekil Ek-2.1. İnsansız hava aracına ait plaka tesis edilmesi

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ahmet ŞASİ
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Konya / 01.03.1989
Telefon : 0 554 253 40 93
Faks :
e-mail : sasiahmet@gmail.com

EĞİTİM

Derece		Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:	Selçuklu (YDA) Lisesi	2007
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi	2013
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi	2019
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
(2014-halen)	Konya Büyükşehir Belediyesi	Harita Mühendisi

UZMANLIK ALANI

Harita Mühendisliği / Fotogrametri A.B.D., İnsansız Hava Araçları, Üç boyutlu Model Üretimi / Ortofoto Harita Yapımı

YABANCI DİLLER

İngilizce

YAYINLAR

1-) Sasi, A. ve Yakar, M., 2017, Photogrammetric modelling of sakahane masjid using an unmanned aerial vehicle, *Turkish Journal of Engineering*, 1 (2), 39.

2-) Şasi, A. ve Yakar, M., 2018, Photogrammetric modelling of Hasbey Dar'Ülhuffaz (Masjid) using an unmanned aerial vehicle, *International Journal of Engineering and Geosciences*, 3 (1), 6-11.