



T.C.

**AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**İNSANSIZ HAVA ARACI (İHA) VERİLERİNİN
KÜLTÜREL MİRASLARIN BELGELENMESİNDE
KULLANILABİLİRLİĞİ: BİNBİR KİLİSE ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet Samet SUCU

DANIŞMAN

Prof. Dr. Hacı Murat YILMAZ

AKSARAY, 2019

Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 102306408 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi **Mehmet Samet SUCU** tarafından hazırlanan “**İNSANSIZ HAVA ARACI (İHA) VERİLERİNİN KÜLTÜREL MİRASLARIN BELGELENMESİNDE KULLANILABİLİRLİĞİ: BİNBİR KİLİSE ÖRNEĞİ**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile HARİTA MÜHENDİSLİĞİ Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir

Danışman: Prof. Dr. Hacı Murat YILMAZ
Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Prof. Dr. Fatih İŞCAN
Konya Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Doç. Dr. Ferruh YILMAZTÜRK
Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 21/08/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Doç. Dr. Mehmet Ali HINIS

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak hazırlayıp sunduğum bu çalışmayı, bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol yardımı başvurmaksızın hazırladığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterdiklerimden olduğunu ve nu eserleri her kullanımında alıntı yaparak yararlandığımı belirtir; bunu doğrularım.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Mehmet Samet SUCU



TEŞEKKÜR

“İnsansız Hava Aracı (İHA) Verilerinin Kùltürel Mirasların Belgelenmesinde Kullanılabilirliği: Binbir Kilise Örneği” konulu çalışmam ve tarihi Binbir Kilise’nin 3 boyutlu modellenmesinde ve restorasyonunda insansız hava araçlarının kullanılabilirliği üzerine yaptığım uygulamamda, öncelikle tez danışmanlığımı üstlenerek büyük bir sabır örneği göstererek bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren çok kıymetli hocam Prof. Dr. Hacı Murat YILMAZ’a çok teşekkür ederim.

Tezimle ilgili yaptığım uygulama çalışmalarımda bana özellikle sahada her türlü desteğini esirgemeyen değerli meslektaşım Konya Ovası Projesi (KOP) Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı personeli Ahmet Suad TOPRAK ve Öğretim Görevlisi Ali ULVİ’ye ve saha çalışmalarımda büyük emekleri geçen meslektaşlarım, çalışma arkadaşlarım Arif Ali İŞ ve Mustafa AYAZ’a teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, her türlü maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen, çalışmalarım esnasında gösterdikleri sabır ve özveriden dolayı hayatımın mihenk taşı olan eşim başta olmak üzere çok kıymetli aileme sonsuz teşekkür ederim.

Mehmet Samet SUCU

Aksaray, 2019

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
3. GENEL KAVRAMLAR	6
3.1 Fotogrametri	6
3.1.1 Yersel fotogrametri	6
3.1.2 Hava fotogrametrisi	7
3.1.3 Ortofoto haritalar	8
3.2 İnsansız Hava Araçları (İHA).....	9
3.2.1 İnsansız hava araç (İHA) türleri.....	9
3.2.1.1 İnsansız hava araçlarının yararları	10
3.2.1.2 İnsansız hava araçlarının olumsuz yönleri	11
3.2.2 İHA uygulama alanları.....	12
4. UYGULAMA	14
4.1 Arazi Çalışması	14
4.1.1 Koordinatlandırma işlemleri	16
4.1.2 Havadan görüntüleme işlemi	19
4.2 Büro Çalışması	22
4.2.1 Agisoft Photoscan Professional yazılımı ile 3B model üretilmesi	22
4.2.2 Pix4D mapper Pro yazılımı ile 3B model üretilmesi	26
4.2.3 Visual SFM-Meshlab yazılımı ile 3B model üretilmesi	34
5. BULGULAR VE TARTIŞMA	38
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	40
KAYNAKLAR	42
ÖZGEÇMİŞ	44

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İNSANSIZ HAVA ARACI (İHA) VERİLERİNİN KÜLTÜREL MİRASLARIN BELGELENMESİNDE KULLANILABİLİRLİĞİ: BİNBİR KİLİSE ÖRNEĞİ

Mehmet Samet SUCU

Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hacı Murat YILMAZ

ÖZET

Fotogrametri tekniği, yıllardır arkeolojiye dair ölçmelerle tarihi eserlerin dokümantasyonu için kullanılan bir yöntemdir. Günümüzde farklı mühendislik projelerinde fotogrametrik yönteminin kullanıldığı görülmekte olup, son dönemlerde büyük gelişim gösteren ve adından söz ettiren İHA'lar (İnsansız Hava Aracı) da fotogrametrik tekniklerle birlikte kullanılmaktadır. Kültürel miraslar geçmiş ve gelecek kuşakların ortak manevi değerleridir. Tarihi eserlerin doğal dokuya zarar verilmeden dokümantasyonu ve korunması, gelecek nesillere aktarılması için vazgeçilmez unsurlardandır. Yersel fotogrametrik ve klasik mimari belgeleme yöntemleri ile kültürel mirasın dokümantasyonu çalışmaları yapılmakta olup, yersel fotogrametri ulaşılamayan veya tehlikeli olan yapıların, çok yüksek ya da çok alçak binaların ölçümüne imkân vermesiyle büyük avantaj sağlamaktadır. Kültürel miras dokümantasyonunun, İHA'lar yardımıyla fotogrametrik yöntemler kullanılarak yapılması, fotoğraf çekme olanaklarının artması ve dolayısı ile çalışmanın daha kapsamlı, güvenilir ve gerçekçi olmasına olanak sağlamaktadır.

Bu çalışma, Karaman ilinin kuzeyinde yer alan ve Hititler döneminde de kutsal bir merkez olarak kabul edilen Karadağ'ın üzerinde Orta Çağ Bizans sanatını yansıtan ve antik dönemde Piskoposluk merkezi olarak kullanıldığı düşünülen Binbir Kilise İHA verileri ile üç farklı yazılım kullanılarak modellenmiştir. İHA ile fotogrametrik teknikler kullanılarak üretilen 3B modeller üzerinde, Agisoft Photoscan Professional yazılımında konum hatasının $m_{xy}=\pm 3.01$ cm, yükseklik hatasının $m_z=\pm 3.68$ cm, Pix4D mapper Pro yazılımında konum hatasının $m_{xy}=\pm 2.26$ cm, yükseklik hatasının $m_z=\pm 1.15$ cm ve Visual SFM-Meshlab yazılımında ise konum hatasının $m_{xy}=\pm 11.18$ cm, yükseklik hatasının $m_z=\pm 8.11$ cm. olduğu görülmüştür. Agisoft Photoscan Professional ve Pix4D mapper Pro yazılımlarının konum ve yükseklik hatalarının BÖHHBÜY açısından kabul edilebilir bir düzeyde olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fotogrametri, Kültürel Miras, İnsansız Hava Araçları (İHA), 3B model, Binbir Kilise.

Ağustos, 2019; 44 sayfa

M. Sc. THESIS

UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) DATA DOCUMENTATION OF CULTURAL HERITAGE AVAILABILITY: ONE THOUSAND CHURCHES

Mehmet Samet SUCU

Aksaray University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geomatics Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Hacı Murat YILMAZ

ABSTRACT

Photogrammetry technique is a method used for the documentation of historical artifacts with measurements on archaeology for many years. Today, photogrammetric method is used in different engineering projects, and recently, large development and the name of the mentioned UAVs (unmanned aerial vehicle) are also used in conjunction with photogrammetric techniques. Cultural legacies are the common spiritual values of past and future generations. The documentation and preservation of historical monuments without damage to the natural tissue is essential for their transfer to future generations. Local photogrammetric and classical architectural documentation methods and cultural heritage documentation studies are being done, and local photogrammetry provides a great advantage by allowing the measurement of buildings that are inaccessible or dangerous, buildings that are too high or too low. Cultural heritage documentation is made using photogrammetric methods with the help of UAVs, increasing the possibilities for taking pictures and thus enabling the work to be more comprehensive, reliable and realistic.

This work is modeled using three different software with a thousand Church UAV data, which reflects medieval Byzantine art over Montenegro, which was in the north of Karaman province and was also considered a sacred center during the Hittites period, and is thought to have been used as a Diocesan Center in antiquity. On 3D models produced using photogrammetric techniques with UAV, position error $m_{xy}=\pm 3.01$ cm in Agisoft Photoscan Professional software, height error $m_z=\pm 3.68$ cm, position error $m_{xy}=\pm 2.26$ cm in Pix4D mapper Pro software, height error $m_z=\pm 1.15$ cm and position error $m_{xy}=\pm 11.18$ cm in Visual SFM-Meshlab software, height error $m_z= \pm 8.11$ cm. it was seen to be. Agisoft Photoscan Professional and Pix4D mapper Pro software have concluded that location and height errors are acceptable in terms of size.

Keywords: Photogrammetry, Cultural Heritage, Unmanned Aerial Vehicles (UAV), 3D Model, 1001 Church.

August, 2019; 44 pages

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Binbir Kilise	14
Şekil 4.2. Bölgeye ait İHA görüntüsü	16
Şekil 4.3. Binbir Kilise bölgesine ait sit sınırları	16
Şekil 4.4. Çalışma alanındaki poligon noktaları	16
Şekil 4.5. Çalışma alanına dair hava fotoğrafı	16
Şekil 4.6. Çalışma alanının farklı bir görüntüsü	17
Şekil 4.7. DJI Phantom 3 Advanced Serisi İHA	18
Şekil 4.8. Çalışma alanı üzerinde detay ölçümü yapılan noktalar	20
Şekil 4.9. Yapıya ilişkin yan cepheye ait yapı kontrol noktaları ve kontrol noktalarının dağılımı	20
Şekil 4.10. Çalışma alanının İHA ile yukarıdan görüntüsü-1	21
Şekil 4.11. Çalışma alanının İHA ile yukarıdan görüntüsü-2	21
Şekil 4.12. Araziden ölçülen noktaların gösterimi	22
Şekil 4.13. Agisoft Photoscan Professional yazılımında dengeleme işlemi esnasında koordinat tanımlama (georeferans) işlemi	23
Şekil 4.14. Agisoft Photoscan yazılımında georeferans sonrası model üzerinde işaretlenen dengeleme noktalarına arazi koordinatları bu aşamadan sonra yapılmıştır. (Mutlak yönelme)	24
Şekil 4.15. Nokta bulutundan üretilen üçgen model (mesh model 3B)	24
Şekil 4.16. Elde edilen mesh modelin texture hali (doku kaplanmış hali)	25
Şekil 4.17. Değerlendirme sonucunda Binbir Kilisede bulunan eski kiliseye ait ortofoto görüntüsü	25
Şekil 4.18. Çalışma alanındaki taş büyüklüklerinin Agisoft Photoscan Professional yardımıyla 3B model üzerinden ölçülmesi	25
Şekil 4.19. Agisoft Photoscan Professional yardımıyla 3B model üzerinden ölçmeler	25
Şekil 4.20. Çalışma alanına ait ortofoto(a) ve sayısal yüzey modeli(b) (SYM-DSM)	26
Şekil 4.21. Çalışma alanının Pix4D mapper Pro yardımıyla oluşturulan ortofoto görüntüsü	26
Şekil 4.22. Çalışma alanının Pix4D programındaki kontrol noktası görüntüsü	28
Şekil 4.23. Çalışma alanının Pix4D mapper Pro programındaki rapor görüntüsü	29
Şekil 4.24. Çalışma alanının Pix4D mapper Pro programındaki ortofoto üretilmesine dair işlem adımları-1	29

Şekil 4.25. Çalışma alanının Pix4D mapper Pro programındaki ortofoto üretilmesine dair işlem adımları-2.....	30
Şekil 4.26. Çalışma alanının Pix4D mapper Pro programındaki ortofoto üretilmesine dair işlem adımları-3.....	30
Şekil 4.27. Çalışma alanının Pix4D mapper Pro programındaki ortofoto üretilmesine dair işlem adımları-4.....	31
Şekil 4.28. Çalışma alanının Pix4D mapper Pro programındaki ortofoto üretilmesine dair işlem adımları-5.....	31
Şekil 4.29. Pix4D mapper Pro'da Ortofoto haritası çıkarılan alan.....	32
Şekil 4.30. Çalışma alanının Pix4D mapper Pro programındaki ortomozaik görüntüsü.....	33
Şekil 4.31. Visual SFM yazılımının yükleme aşaması	34
Şekil 4.32. Visual SFM yazılımına aktarılan çalışma alanına ait fotoğraflar	35
Şekil 4.33. Visual SFM yazılımında nokta bulutu işlemleri	35
Şekil 4.34. Visual SFM yazılımında üretilen modele örnek	36
Şekil 4.35. Visual SFM yazılımında oluşan nokta bulutu	36
Şekil 4.36. Visual SFM yazılımında kontrol noktaları girildikten sonra oluşan nokta bulutu	37
Şekil 4.37. Meshlab programında üretilen ortofoto görüntüsü	37

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. DJI Phantom III serisi İHA ve teknik özellikleri.....	19
Çizelge 5.1. Elde edilen konum ve yükseklik hataları.....	38



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BÖHNBÜY	Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği
GNSS	Küresel Navigasyon Uydu Sistemi
GPS	Global Konum Belirleme Sistemi
INS	Ataletsel Ölçme Sistemi
IMU	İnertial Ölçme Ünitesi
İHA	İnsansız Hava Aracı
Ortofoto	Koordinatlı, eğiklik ve dönüklüğü giderilmiş fotoğraf haritalar
3D	Üç Boyutlu



1. GİRİŞ

Kültürel miras önceki kuşaklar tarafından oluşturulmuş/inşa edilmiş ve kültürel değerlere sahip eski eserlere verilen genel bir addır. Kültürel miraslarımız insanlığın ortak değerlerinden olup, tarihi yapıların doğal dokularına zarar verilmeksizin dokümantasyonu ve korunması, gelecek kuşaklara aktarılması için vazgeçilmez unsurlardandır [1]. Kültürel miras denilince akla insan yapımı eserler (tablolar, heykeller), tarihi binalar ve arkeolojik alanlar gelir. Ancak kültürel miras ifadesi bununla sınırlı değildir; yani fotoğrafları, kitapları, belgeleri ve el yazmalarını kapsayacak şekilde düşünülmektedir.

Kültürel miras sadece gördüğümüz somut nesnelere ifade edilecek kadar sınırlı değildir. Bu mirasların oluşumlarına katkı sağlayan soyut unsurlar da vardır; bir toplumda nesilden nesile geçen gelenekler, toplumdaki uygulamalar ve törenler gibi. Tüm toplumlar dünya kültürüne katkıda bulunur. Bu sebeple tüm kültürel mirası yasalarla ve uluslararası anlaşmalarla korumak oldukça önem arz etmektedir. Kültürel miras dokümantasyonunda fotogrametrik yöntemlerin rahatlıkla uygulanabileceği; zaman, maliyet ve de tarihi eserlerin tahribatına mahal vermemek adına uygun bir yöntem olduğu, ilerleyen dönemlerde röleve, restitüsyon ve de restorasyon çalışmaları düşünülürse bu konuya da ışık tutacağı gerçeği görülünmüş bulunmaktadır.

Kültürel mirasların belgelenmesinde uygulanması düşünülen teknikler birden fazla parametreye göre; gerekli olan hassasiyet, doğruluk ve zaman faktörü, objeye ulaşılabilirlik, metoda dair izinler ve gerekli çalışma için ölçme aletlerinin temini şeklinde sınıflandırılabilirler.

Son teknolojiyi kullandığı için her formatta veri elde edebilmesi, elde edilen verilerin dijital ortamlarda arşivlenebilmesi, hızlı bir şekilde sonuca minimum hata ile ulaşabilmesi sebebiyle kültürel miraslarımızın önemini anlamak ve nesillere aktarılmasını sağlamak adına fotogrametrik yöntemin daha aktif bir şekilde kullanılmasının gerekliliği önem arz etmektedir.

Türkiye genelinde 108.813 adet tescilli taşınmaz bulunmakta olup, bu tescilli taşınmaz kültür varlıklarına dair taşınmaz sayılarının dağılımı şu şekildedir;

-Sivil Mimarlık Örneği: 69.104

-Dinsel Yapılar: 10.147

-Kültürel Yapılar: 12.530

-İdari Yapılar: 2.985

-Askeri Yapılar: 1.252

-Endüstriyel ve Ticari Yapılar: 4.171

-Mezarlıklar: 5.169

-Şehitlikler: 307

-Anıt ve Abideler: 375

-Kalıntılar: 2.702

-Korunmaya Alınan Sokaklar: 71 [2].

İnsansız Hava Aracı (İHA); içinde pilotu ve yolcusu olmayan, amaca uygun fotoğraf makinesi ve kamera taşıyan, kontrol ünitesi olarak akıllı telefon ve tabletler kullanılarak görevini yerine getiren bir çeşit uçaktır. İHA'nın temel bileşenleri;

(a) ana gövde; iskelet, kanat, pervane, motor ve batarya,

(b) kontrol birimi; elektronik algılayıcılar, haberleşme elektroniği, GNSS

(c) kullanım amacına yönelik sensör, kamera ile İHA planlama, uçuş ve yönetimi amaçlı haberleşme, yazılım ve donanımdan oluşmaktadır [3].

Öncelikle bahse konu alan olan Binbir Kilisede yapılan araştırmalar detaylıca incelenmiştir. Akabinde çalışma konusu olan Binbir Kilisenin bulunduğu alanda arazi istikşafı yapılarak gerekli kontrol noktalarının tesisi yapıldı ve İnsansız Hava

Aracı uçuş planı hazırlanarak sahada uçuş işlemleri yapılmıştır. Kontrol noktalarının koordinatları Totalstation yardımıyla ölçülerek arazi çalışması tamamlanmıştır. Elde edilen veriler ile büro çalışmasına geçilmiş, veriler bir İHA yazılımına aktarılarak gerekli fotogrametrik işlemler yapılarak çalışma bölgesinin üç boyutlu modeli ve dokümantasyonu yapılmıştır. Bu sayede İHA verilerinin bu tür uygulamalarda kullanılabilirliği incelenmiştir.

Bu çalışmada; geçmişimizden bize bırakılan tarihi ve kültürel birçok mirasın, kültürün gelecek nesillere aktarılması için günümüz ilerleyen teknoloji imkânlarından faydalanarak üç boyutlu modelleme ve belgeleme işlemini İnsansız Hava Aracı (İHA) Verilerinin Kültürel Mirasların Belgelemesinde Kullanılabilirliği tarihi Binbir Kilise üzerinde gerçekleştirilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Fotogrametri tekniği, yıllardır arkeolojik ölçmeler ve tarihi eserlerin dokümantasyonu için kullanılan bir yöntem olup günümüzde farklı mühendislik projelerinde Fotogrametri tekniğinin kullanıldığı görölmektedir [4]. Son dönemlerde büyük değişim ve gelişim gösteren ve adından söz ettiren İHA'lar (İnsansız Hava Aracı) da fotogrametrik tekniklerle birlikte kullanılmaktadır [5]. İHA'lar (İnsansız Hava Aracı), üzerinde pilot olmadan uçabilen, döner veya sabit kanatlı hava araçlarıdır [6]. Bu araçlar uzaktan kontrol edilmesiyle, yarı-otonom, otonom ya da bu kabiliyetlerin tamamına sahiptir [7].

Kültürel dokular, miraslar insanlığın ortak kültürel değerleridir. Tarihi eserlerin doğal dokuya zarar verilmeden korunması, gelecek kuşaklara aktarılması için vazgeçilmez unsurlardandır [8]. Yersel fotogrametri; ulaşılamayan veya tehlikeli olan yapıların, yüksek binaların ölçümüne imkân vermesiyle büyük bir avantaj sağlamaktadır [1]. Son yıllarda İHA'ların kullanımı ile hem hava hem de yersel fotogrametrinin sağlamış olduğu avantajları bir araya toplanmıştır [9].

Kültürel miras dokümantasyonunun, İHA'lar yardımıyla fotogrametrik teknikler kullanılarak yapılması, fotoğraf çekme olanaklarını artması ve dolayısı ile çalışmanın daha kapsamlı ve gerçekçi olmasına olanak sağlamaktadır [4].

Kültürel mirasların sürecinde iki aşamanın oldukça önemli olduğunu belirtmekte fayda vardır. Bunlardan birincisi verilerin toplanma süreci, diğeri ise karar verme sürecidir. Veri toplama aşaması, karar verme sürecini de doğrudan etkileyen, dikkat edilerek takip edilmesi gereken bir süreç olup, bu süreçte ilgili veri toplanırken araştırma süreci üç önemli adımı kapsayacak şekilde olmalıdır: Bunlar; Ölçüm, uygun metot seçimi ve iletişim olarak üç paydada ifade edilebilir [10].

Karaman'ın kuzeyinde yer alan ve volkanik bir dağ olan Karadağ kitlesinin üzerinde orta çağ Bizans sanatını yansıtan birçok kalıntı vardır. Bu kalıntılar Madenşehir, Örenyeri, Değle Örenyeri ve Başdağ Askeri Yapıları adıyla bilinen yerlerde yoğunluk göstermektedir. Bu bölge yörede Binbir kilise olarak bilinir. [11]. Karadağ'ın, Hititler tarafından da kutsal kabul edildiği bilinmektedir [12].

Bu hususta gerek uygulanacak teknik, gerekse çalışma alanı düşünüldüğünde yapılacak çalışma büyük önem arz etmektedir.

Binbir Kilise’de çokça bulunan dinî yapıların ciddi bir bölümünü mezarlar oluşturmaktadır. Burada tespit edilen beş mezar türü içerisinde en yaygın olanlar, kaya oyu mezarlar ile taşınabilir lahitlerdir. Buna karşılık anıt mezar ve kaya ostoteki de birer örnek ile temsil edilmektedir. Bu değişik yapıdaki mezar türleri, Binbir Kilise ölü gömme geleneklerinin çeşitliliğine işaret etmektedir. Yükseltisi daha az olan ve daha düz bir sahada bulunan Madenşehir mezarları taşınabilir lahitlerden oluşmaktadır. Kaya oyu mezar türünün arazinin yapısına bağlı olarak daha çok Değle’de yoğunlaştığı görülmektedir. Zira buralarda uygun kaya yüzeyleri daha fazladır. Ana kayaya oyulmuş bu mezarların tekne kısımları büyük ölçüde sağlamdır. Ancak çevrede nadiren kapağa rastlanmakta olup, başka yerlere taşınmış olmalıdır. Genellikle sade olan bu yapılar içerisinde bölgenin ekonomik faaliyetleri konusunda fikir verebilecek çiftçi betimlemeli bir türe de rastlanılmıştır.

3. GENEL KAVRAMLAR

3.1 Fotogrametri

Fotogrametri kelimesi; eski Yunanca'daki kelimelerin fotos, grama ve metron kelimelerinin birleşmesinden meydana gelmiş olup, "ışık yardımı ile ölçme ve yorumlama" anlamına gelmektedir. Buradan da anlaşılacağı üzere yorumlama ve ölçüm olarak iki ana başlık olarak ta kabul edilebilir. Genel anlamda Fotogrametri, cisimler ile oluşturdukları çevreden yayılan ışınların şekillendirdiği fotoğraflık görüntülerin kayıt, ölçüm ve yorumlanma işlemleri sonucunda bu cisimlere ve çevresine dair güvenilir bilgilerin elde edildiği bir bilim dalıdır [13].

Fotogrametrik ölçümün sonunda yapılan değerlendirmeler neticesinde üç ayrı bilgiye ulaşılır. Bunlar;

- (a) Topoğrafik harita,
- (b) Objelere ait x, y, z koordinatları,
- (c) Ortofoto,

3.1.1 Yersel fotogrametri

Fotogrametrinin ilk uygulamaları bu alanda olmuştur. Fotoğrafın bulunmasından bir süre sonra 1800' lü yıllarda Aime Laussedat ve Alman Meydenbauer'in bu alanda ön plana çıktığını görüyoruz. Laussedat'ın ilk fotogrametrik araç ve yöntemleri geliştirdiğini, Alman Meydenbauer'in ise fotoğrafın nesnel içeriğini ölçme tekniği ile birleştirerek, harabe halindeki bir kilisenin elde kalan mevcut fotoğraflarına bakarak onarımını gerçekleştirdiğini biliyoruz. Yersel fotogrametri; yakın ve uzak mesafeli bölgelerde üç boyutlu çizimlerin yapılmasını sağlayan bir yöntemdir. Yersel fotogrametri, geniş bir uygulama alanına sahiptir. Uygulama alanlarına baktığımızda; madencilik, tıp alanına dair plastik cerrahide, kültürel mirasın korunması için yapılan arkeolojik çalışmalar, suçlulara dair araştırmalar sayılabilir. Verilerin toplanması ve ölçüm işlemi süresinin kısa olması yersel fotogrametrinin en önemli özelliğidir.

3.1.2 Hava fotogrametrisi

Kısaca hava fotogrametrisi; Uçak vb. hava araçlarından çekilen fotoğraflarla çalışan, orta ve büyük ölçekli harita yapımında yaygın olarak kullanılan fotogrametri yöntemidir. Yer yüzeyinden belirli bir yükseklikte bulunan bir zemin üzerindeki kameradan çekilen resimleri kullanan ölçme yöntemi de denebilir. Hava fotogrametri yöntemi ilk kez 1900 lü yılların başlarında kullanılmaya başlanılmıştır. Dünyanın farklı ülkelerinde ve Ülkemizde büyük ve orta ölçekli haritaların üretiminde bu yöntemin sıkça kullanılan bir yöntem olduğu görülmektedir.

Önceleri yerden çekilen resimler yardımı ile klasik jeodezik problemler için değişik bir bakış açısı sunan fotogrametri, tarihsel gelişimi sürecinde de görüleceği üzere daha sonra resim çekme noktasının yerden havaya çıkması üzerine, genişleyen bir görüntü alanının vermiş olduğu avantaj ile haritaların elde edilmesinde ekonomik yönden vazgeçilmez bir yöntem olmuştur. Son dönemde uçak ve helikopterlerden resim çekimlerinin yapıldığını görmekteyiz. Resim çekimleri yapılacak alana ait uçuş planı ile birlikte uçuş yönü, şerit sayısı, poz süresi ve aralığı, rüzgâr yönü etkisi göz önüne alınarak uçağın rotası, hızı, kamera ve tipi belirlenir. Fotogrametrik çalışmalarda kullanılacak yer kontrol noktaları havadan görülebilecek şekilde işaretlenir. Uçuş yapılması planlanan alandaki yer kontrol noktalarının jeodezik yöntemler yardımıyla koordinatları belirlenir. Sahaya ait çekilen resimlerden oluşturulan modellerin fotogrametrik değerlendirilmesi yapılarak daha önce planlaması yapılmış ölçekte topoğrafik haritalar ile sayısal arazi modelleri elde edilir. Hava Fotogrametrisinin kullanım alanları gelişen teknolojiyle birlikte farklı birçok amaç için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları; şehirlerin büyüme gösterdiği yönler, mevcut orman alanları, planlaması yapılacak arazi özellikleri, su ve yol yapılarının takibi, suyollarının yön değiştirebileceği yerler, tarımsal arazi alanının verimliliği, çevre incelemesi, kadastro çalışmaları, gibi birçok alanda uygulanır [13].

3.1.3 Ortofoto haritalar

Ortofoto ifadesi; dönüklük, eğiklik ve yükseklik hatası giderilmiş, yer yüzeyinde herhangi bir bozukluğa mahal verilmeksizin belirli bir ölçekte gösteren düzenlenmiş hava görüntülerinin adıdır.

Ortofoto harita kavramına gelirsek; Belirli bir pafta bölümlemesine göre üretilen ve üzerine harita kenar bilgileri, eş yükselti eğrileri vs. gibi bilgilerin eklendiği ortofotolara verilen addır.

Ortofoto Haritalar; kentsel dönüşümlerde proje altlığı olarak, afet yönetim bilgi sistemleri ile kadastronun yenilenmesi vs projelerinde ilgili kurumlarca altlık olması amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır.

Teknolojinin hızla değiştiği ve geliştiği coğrafyamızda güncel haritalara olan ihtiyaçlar gün geçtikçe artmaktadır. Hassasiyet kriterleri ve güvenilirlik açısından büyük önem taşıyan ortofoto haritaların birçok uygulama alanı vardır. Bunlardan bir kısmı; Harita yapım ve revizyonu, arazi kullanım planlaması ve ilgili haritalarının yapılması, yol güzergâh seçimleri gibi uygulamalardır.

Günümüz koşullarında ortofoto harita üretimine dair son teknolojiler kullanılmaktadır. Bunlardan bir tanesi ise İnsansız Hava Araçları (İHA) kullanılarak ortofoto haritalarının üretilmesidir. Söz konusu proje kapsamında Binbir Kilise de bulunan eski bir kilisenin gelecek kuşaklara doğru bir şekilde aktarılabilmesi için ortofoto haritası yapılmıştır.

Bu projeden elde edilen bilgiler; BÖHHBÜY kriterlerine uygun şekilde, tüm gelişmiş uydu ve bilgisayar teknolojilerinden faydalanılarak ülke kalkınma planlarının kriterlerine uygun olacak şekilde; elde edilerek, derlenip, analizlerinin yapılması ve coğrafi veri tabanında korunması, arazi uygulaması ve sayısal elektronik ortamlarda iletimine ilişkin teknik esasları kapsamaktadır.

3.2 İnsansız Hava Araçları (İHA)

İnsansız Hava Araçları (İHA); içinde pilotu olmayan, sadece amaca uygun video kamera ve fotoğraf makinesi taşıyan, genellikle telefon, tablet gibi uzaktan komuta edilmek üzere görevini yapabilen bir uçak çeşididir.

3.2.1 İnsansız hava araç (İHA) türleri

İHA'ların askeri ve sivil olarak kullanımları mümkün olup, bilimsel amaç taşıyan profesyonel olarak kullanımları da Dünya ülkelerinde hızla artmaktadır. Bu sebepten ötürü ilerleyen yıllarda İHA konusu büyük önem arz ettiğinden önemli bir gündem oluşturacaktır. Gün geçtikçe kullanımının artmasının temel nedenleri olarak; özellikle askeri amaçtan ziyade sivil amaçlı İHA'ların çok geniş kullanım alanlarının olması, özellikle harita yapım amaçlı kullanımlarda yüksek doğruluk ve zaman tasarrufu sağlanması söylenebilir [14].

İHA'ların gerek meslek gruplarınca, gerekse hobi amaçlı olarak yaşantımıza bu kadar girmiş olması bir takım yasal sorunları da beraberinde getirmektedir. Konu ile ilgili ülkelere baktığımızda birçok ülkede konuya dair bir mevzuat bulunmamakta ve yasal düzenleme henüz taslak halinde geliştirilmektedir. İHA ların geliştirilmesi ve kullanımından kaynaklı bazı olumsuzluklara istinaden ise, Ülkemizde konuyla ilgili olarak Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı'na bağlı Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından bazı çalışmalar yürütülmektedir.

İHA sistemleri, sivil kullanımlarından hariç askeri alanda da Ülkemizde önemli görevler üstlenmektedir. Vazifenin kritik ve tehdidin yoğun olduğu görev bölgelerinde, insan kaybı riskinin bulunmaması ve hava aracı performansının insan zaaflarına bağlı olmaması gibi, insanlı sistemlere göre çok büyük avantajlara sahiptir. Bu sebeple günümüzde ülkelerin birçoğu İHA alımına veya yapımına büyük önem vermektedirler. En büyük özelliklerinden biri olarak havada kalış zamanının fazla olması ve buna bağlı olarak ta menzilin yüksek olması, İHA' ların vazgeçilmez olmasında büyük pay sahibidir [15].

3.2.1.1 İnsansız hava araçlarının yararları

İHA sistemleri, savaşın tüm boyutlarında, askeri hedeflere ulaşmak için muharebe unsurlarına etkili bir şekilde destek sağlamaya başlamıştır. İHA sistemleri insan unsurunu risk altına sokmadan, riskli ve tehlikeli görevlerin icra edilmesi için çok uygundur. İHA insan unsuru içermediği için, yüksek seviyedeki riskli ve uzun havada kalışlı görevlere göre tasarlanabilir. İHA sistemleri istihbarat, gözetleme, keşif, hedef belirleme, lazer işaretleme, taarruz, hasar kıymetlendirmesi, KBRN tespiti ve takibi, kargo nakli, lojistik ikmal, haberleşmenin genişletilmesi alanlarında, muharebe unsurlarına katkı sağlayabilir. Ayrıca, psikolojik harekât, erken ikaz, kaçakçılığa karşı sınırların gözetlenmesi, mayın tespiti, sinyal istihbaratı, deniz araçlarının tespit ve teşhisi, meteorolojik ve oşinografik durumun izlenmesi, arama kurtarma ve kolluk kuvvetlerinin desteklenmesi alanlarında da kullanılabilir.

İHA'ların insanlı hava araçlarına nazaran belli avantajları vardır. En temel başlıklarda ele alacak olursak; Riskli ortamlarda uçuş kabiliyeti, Dizayn esnekliği, havada kalış süresinin uzun olması ve görev esnekliğidir. Bunları açarak detaylandırarak olursak [16].

-Yoğun hava savunması olan bölgelerde, hava savunma sistemlerinin yerinin belirlenmesi amacıyla İHA sistemleri kullanılabilir.

-İnsana bağlı yorgunluk ya da çalışma saati gibi sınırlamaları yoktur.

-Saldırı gibi tehlikeli görevlerde keskin manevra ve riskli hareketler yapması daha elverişli görülmektedir.

-Keşif uçuşlarında düşman tarafından fark edilme ve vurulma riskleri daha düşüktür.

-Çok az gürültü seviyesine sahip oldukları için çevre dostudurlar [17].

İHA'nın insanlı uçuş sistemine karşın en büyük avantajları; İHA insan hayatını tehlikeye atmadan riskli durumlarda ve ulaşılamayan bölgelerde insanlı uçuş sisteminin uçamadığı yerlerde kullanılır. Bu bölgelerde, taşkın ovalar, deprem, doğal afet yerleri ve girilmesi zor olan bölgelerde, uçağın insansız kullanılabildiği yerlerde bazı durumlarda tek çıkış yolu İHA'dır. Bunlara ilaveten, bulutlu ve yağmurlu

havalarda, İHA'lar ile veri toplama işlemi mümkündür. İHA'ların bir başka avantajı da pilotların ekonomik giderleri ile yük olmaması ve görüntü ile video verilerinin toplanmasındaki hızı yani hızlı veri toplama kapasitesidir.

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

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

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

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

İHA ile yapılacak olan bir operasyon için yapılması gereken temel öncelik; Planlamadır. İnsansız Hava Araçları sistemleri birtakım konularda kullanılmaktadır. Bunları; Havadan arama-kurtarma ve haritalama, araştırma, fotoğraf ve video çekim hizmetleri ile hava gözetim, güvenlik hizmetleri başlıklarında ele alabiliriz. Kısmen örnekleme yapacak olursak; Ortofoto harita, güzergâh uçuşu, güneş panelleri gözetimi, boru hattı problemleri, tarım alanları gözetimi, orman alanlarının kontrolü, trafik kontrolü, maden sahalarının ölçümleri, kentsel dönüşüm alanlarının ölçümleri,

sınır güvenliği, yasak kazı kontrolü, kayıp arama kurtarma, arkeolojik yapıların görüntülenmesi gibi iş ve işlemlerde aktif şekilde İHA kullanımını vardır [18].

3.2.1.2 İnsansız hava araçlarının olumsuz yönleri

İHA sistemlerine olan talep her geçen gün artmakta olup günümüz koşullarında askeri alandan ziyade sivil alanlarda da çokça kullanılmaktadır. Ancak teknolojinin hızlı bir şekilde gelişmesi ile sivil kullanımların bu şekilde artıyor olmasının, bazı sorunları da beraberinde getireceği aşikârdır. Bunları insan, çevre ve makine faktörleri olarak üç ana grupta toplayabiliriz. Bunlar;

-İnsan Faktörü; Uçuş ekibinde yer alacak olan personellerin azlığı ve tecrübesizliği, personelin izin ve sosyal etkinliklerden uzak kalması neticesinde yaşadığı motivasyon düşüklüğü ve isteksizliği ve planlama hataları, değerlendirme işlemleri esnasında deneyimli personelin olmaması, Kontrol noktası olmayan yerlerde büro çalışmalarında yapılan değerlendirmelerin sağlıklı sonuçlar vermemesi

-Çevre Faktörü; Uçuş esnasında rüzgâr, yağmur gibi meteorolojik etmenler, Kültürel mirasın tüm cephelerinden fotoğraflar alınamaması durumlarında yapının tam anlamıyla modellenmesinin mümkün olmaması

-Makine Faktörü; Gerekli kalibrasyon ve bakım ayarlarının zamanında yapılmamış olması, uçuş esnasında uçuşu tamamlamaya yetecek düzeyde yedek dokümanın bulundurulmaması, uçuş el monitöründen takip edildiği için iletişimin kopma ihtimali, Sistem donanımı ve yazılım maliyetlerinin yüksek olması, Resimler yüksek çözünürlüklü makinelerle çekilemediğinde, yeterli hassasiyetin yakalanamaması, Fotogrametrik çalışmalarda kullanılan yazılım programlarının ücretli olması, ücretli olmayanların ise 1 aylık deneme süreleriyle izinlendirmeye tabii tutulması nedeniyle yeterli derecede bilgi sahibi olunamaması [19].

3.2.2 İHA uygulama alanları

İnsansız hava araçlarının geliştirilmesi askeri amaçlar için başlatılmış olup ilk insansız hava aracının 20. yüzyılın başında uçuşulmasından sonra İHA'lar askeri amaçlar için kullanılmıştır. 1900'lü yılların ortalarından sonra ise İHA'lar sivil

amaçlar için kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde birçok alanda İHA'lar kullanılabilir. İHA'ların kullanım alanları;

-Büyük ölçekli harita yapımlarında,

-Kültürel, Kentsel, Doğal ve Arkeolojik sit alanlarının ve bu alanlarda bulunan kültürel mirasların belgelenmesinde,

-Orman alanlarına yönelik uygulamalarda,

*Orman yangınları esnasında yangının yönünü hesap ederek önlem alınması,

*Ormandaki kaçakçılarla mücadelelerde,

-Tarımsal uygulamalarda,

-Yapılan tarımsal faaliyetlerin büyüme ve gelişmesinin izlenerek raporlanması ve rapor doğrultusunda ekilen bitkiye ilaç vs gibi müdahalenin kısa sürede ve etkili şekilde yapılmasında,

-Afet yönetiminde,

-Doğal afetler meydana geldiğinde olay yerinin görüntüsü alınarak ilk görüntü ile kıyaslanarak ne ölçekte bir afetin olduğunun ilgili mercilere raporlanmasında,

-Güvenlik güçlerinde,

-Kayıp ya da şüpheli kişilerin takip ve tespiti işlemlerinde

-Kamu ve özel sektör yapılarının takibinde,

-Karayolu ve Demiryolu güvenliğinde,

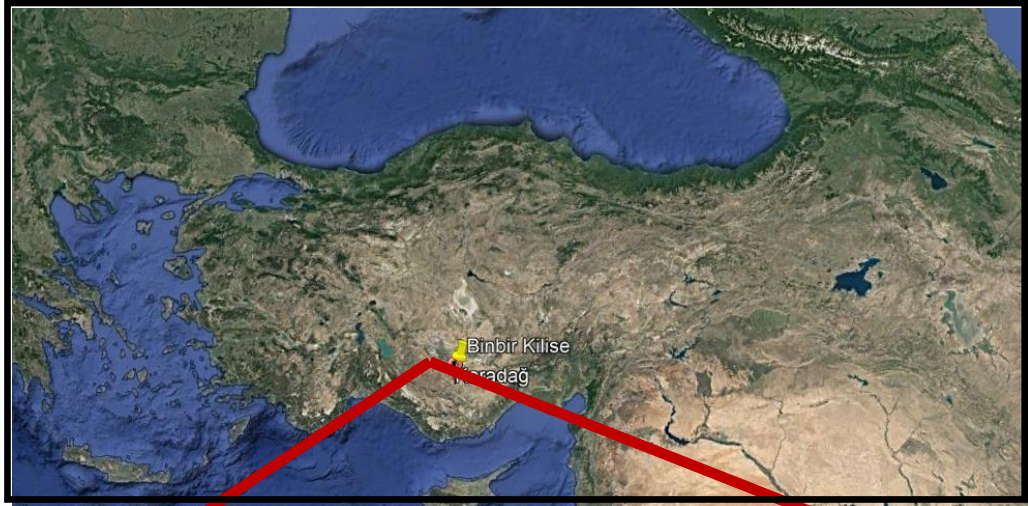
-Yabani hayatın izlenmesi ve korunmasında,

olarak değerlendirilebilir [20].

4. UYGULAMA

4.1 Arazi Çalışması

Karadağ, Karaman'ın kuzeyinde Çumra ve Karaman ovalarıyla Hotamış Bataklığı arasında yükselen sönmüş volkanik bir dağdır. Karadağ, Karaman'ın kuzeyinde Çumra ve Karaman ovalarıyla Hotamış Bataklığı arasında yükselen sönmüş volkanik bir dağdır. Karaman Üçkuyu Köyü sınırları içerisinde yer alan Değle Ören yeri olarak adlandırılan bu bölgede Binbir Kilise yer almaktadır. Karaman'ın kuzeyinde volkanik bir dağ olan Karadağ da yer alan Değle Ören yeri merkeze yaklaşık 35 km uzaklıkta bulunmaktadır. Binbir Kilisenin antik dönemde Piskoposluk merkezi olarak kullanıldığı düşünülmektedir. Şekil 4.1'de Binbir Kilisenin Türkiye'deki konumu ve görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 4.1. Binbir Kilise.



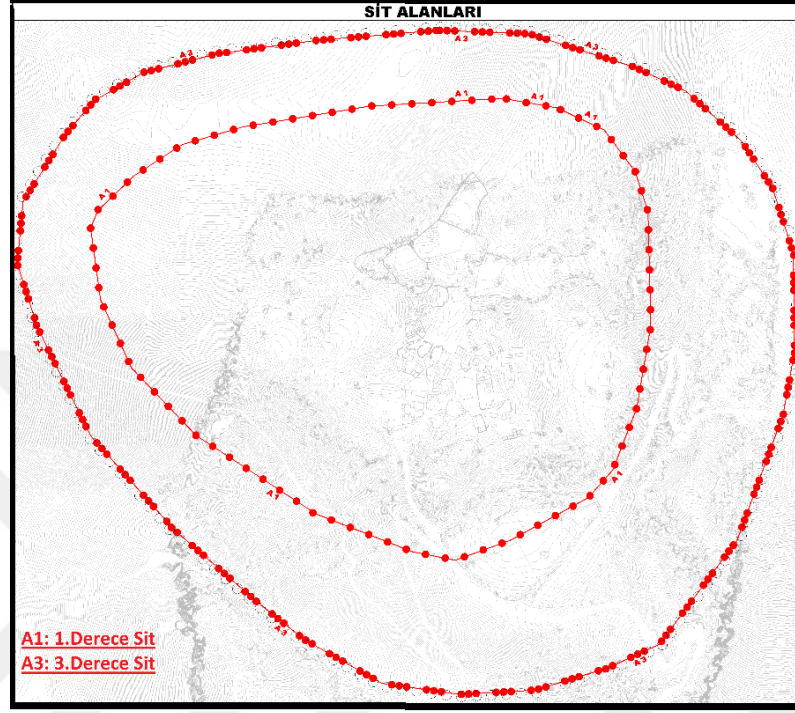
Şekil 4.2. Bölgeye ait İHA görüntüsü.

Türkiye’de inanç turizmi açısından öne çıkan bölgeler arasında sayılan köy Bizans döneminin önemli dini merkezlerinden biridir. Alanda Bizans döneminden çok sayıda kilise ve konut kalıntıları bulunmaktadır. Burada yer alan kilise ve konutlar Hıristiyanlığı yaymak için Anadolu’ya defalarca gelmiş Aziz Paulos’un ardından Karaman’daki en eski yerleşim yerlerinden olan Derbe’ye gelmesinin sonrasında kurulmuştur. Değle Aziz Paulos’un Anadolu’da geçtiği yerlerden biri olması inanç turizmi açısından oldukça önemlidir. Şekil 4.2’de bölgeye ait bir görüntü yer almaktadır.

Bölgede Bizans dönemine tarihlenen kilise kalıntılarının yanı sıra, Bizans Devrine ait kaya mezarları, mezar kapakları ile alanın değişik yerlerinde inşa edilmiş oda mezarlar bulunmaktadır. Şehir Bizans Devrinde Hıristiyanlığın önemli şehirlerinden biri olmuştur. Karadağ’ın farklı yükseltilerinde yer alan ören yerinde yüzyıllar önce yapılmış birçok kilise, sarnıç, manastır, bazilika, mezar yapısı, konut, bazilika, şapel, ve askeri yapılar bulunmaktadır. Binbir kilise yapıları düzgün kesme taşlarla ve kireç harcı ile inşa edilmişlerdir. Dini yapılarda bazilika, serbest haç ve yuvarlak planlar görülmektedir. Binbir kilisede dini yapıların çokluğu dikkat çekmektedir.

Karaman’ın kuzeyinde yer alan ve Hititler döneminde de kutsal bir merkez olarak kabul edilen Karadağ’ın üzerinde Orta Çağ Bizans sanatını yansıtan birçok kalıntıya rastlanmaktadır. Bu kalıntılar Madenşehir Öreni, Yukarı Ören ve Değle Öreni adıyla

bilinen yerlerde yoğunluk göstermektedir. Bu bölge yöre halkı arasında Binbir Kilise adıyla bilinmektedir. Binbir sözcüğü kiliselerin sayısını değil kiliselerin çokluğunu ifade etmektedir [21]. Ayrıca Konya Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu tarafından bölge I. ve III. Derece sit alanları ilan edilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Binbir Kilise bölgesine ait sit sınırları.

4.1.1 Koordinatlandırma işlemleri

Karaman İli Üçkuyu Köyü sınırları içerisinde yer alan Binbir Kiliseye gidilerek uçuş yapılacak alan tayin edilmiştir. Uçuş yapılacak alan içerisine Şekil 4.4’de gösterildiği gibi 5 adet poligon noktası ve 1 adet ara tesis olmak üzere toplamda 6 adet poligon noktası, düzgün dağılımlı 25 adet yer ve detay noktası tesis edilerek arazi istikşafı tamamlanmıştır.



Şekil 4.4. Çalışma alanındaki poligon noktaları.

Tesis işlemi tamamlanan noktalarla ilgili koordinatlandırma işlemine geçilmiştir. Bu koordinatlandırma işlemi TopconKS-102 reflektörsüz total station ile yapılmıştır. Bu cihaz 200m lazerle okuma, 2mm+2ppm mesafe hassasiyeti, Tek prizma ile 2000m okuma, 2" açı hassasiyeti, 24.000 Nokta dahili hafıza, 24 Tuşlu tam alfa numerik çift taraflı klavye, Detay alımı-Aplikasyon-Geriden Kestirme-Alan Hesabı-2B Yol Programı vb. programlar, 23 Saat batarya süresi (Lithium-ion),Toz ve su geçirmez IP54 yapıya sahiptir.

Binbir Kilisede bulunan ve düzgün kesme taşlardan inşa edilmiş ve bir dönem ev ve ağıl olarak kullanılan ve önemli bir kilise yapısı olan Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da gösterilen yapının 3D modelini çıkarabilmek için havadan çekilen fotoğraflarda kullanmak amacıyla Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'da belirtildiği gibi kilise yapısının duvarları ile yan neflerinden detay alımı yapılmıştır.



Şekil 4.5. Çalışma alanına dair hava fotoğrafı.



Şekil 4.6. Çalışma alanının farklı bir görüntüsü.

4.1.2 Havadan görüntüleme işlemi

Uçuş yapılacak sahaya gidildiğinde Şekil 4.7 deki İHA' nın uçuş için son kontrolleri yapıp uçuşa hazır hale getirilmiştir. Sahada uçuşu yapılan DJI Phantom 3 serisi İHA ve teknik özellikleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.7. DJI Phantom 3 Advanced Serisi İHA.

Çizelge 4.1. DJI Phantom 3 serisi İHA ve teknik özellikleri.

Parametreler	Aralığı
Çalışma Sıcaklığı	-10 ⁰ C /-50 ⁰
Güç Tüketimi	3. 12 W
Desteklenen Pil	Sadece 3S Lipo
Uçuş Hassasiyeti (GPS modlu)	Dikey ±0,8 m. Yatay ±2. 5 m
Mak. Yavaşsal hızı	2000/s
Mak. Tilt açısı	450
Mak. Çıkış/İniş hızı	±6 m/s
Maksimum Uçuş Hızı	10 m/s
Diagonal mesafesi (motor merkezi motorlu merkezi)	350 mm
Ağırlık	670 g
Ağırlık (Pilli)	800 g
Çalışma Frekansı	2. 4 Hz ISM 6 kanallı kumanda
Kontrol mesafesi	300 metre
Özellikleri	ATTI. / GPS ATTI. Modu, Geliştirilmiş Fail-Safe, Düşük Voltaj Uyarısı
Maksimum Kalkış Ağırlığı	800 g – 1200 g
Kamera Video Çözünürlüğü	2.7K
Kamera Video Formatı	MP4,MOV (H.264/MPEG-4 AVC)
Fotograf Çözünürlüğü	12 MP

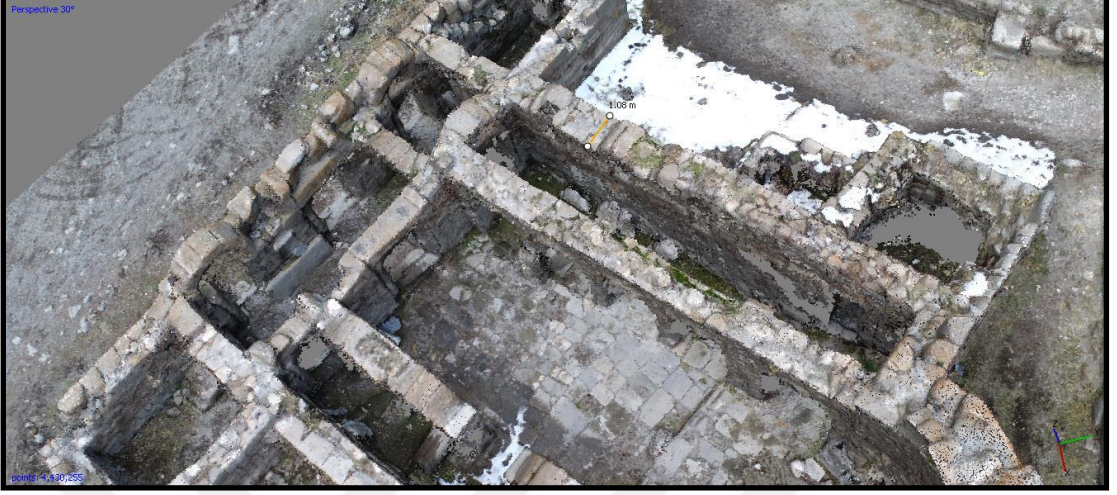


Şekil 4.8. Çalışma alanı üzerinde detay ölçümü yapılan noktalar.



Şekil 4.9. Yapıya ilişkin yan cepheye ait yapı kontrol noktaları ve kontrol noktalarının dağılımı.

Uçuş işlemi bittiğinde İHA aşağıya indirilerek, İHA'nın almış olduğu görüntüler bilgisayara aktarılmıştır. Çekilen görüntülere/fotoğraflara örnek Şekil 4.10 ve Şekil 4.11'deki gibidir.



Şekil 4.10. Çalışma alanının İHA ile yukarıdan görüntüsü-1.



Şekil 4.11. Çalışma alanının İHA ile yukarıdan görüntüsü-2.

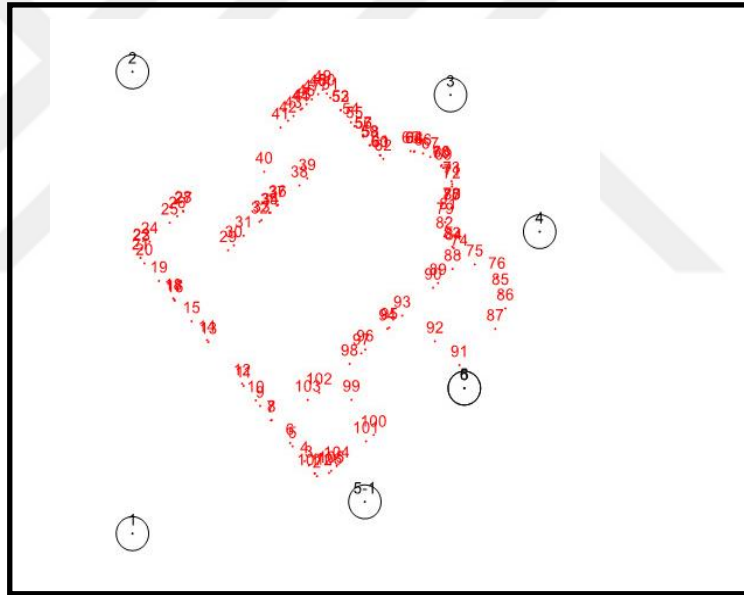
4.2. Büro Çalışması

Çalışma kapsamında İHA fotogrametrisi yöntemi ile kültürel miras alanlarının 3b modellenmesi için farklı yazılımlar ile araştırmalar yapılmıştır.

Bu yazılımlardan Agisoft Photoscan Professional, Pix4D mapper Pro ve Visual SFM-Meshlab yazılımları kullanılarak gerekli çalışmalar yapılmıştır.

Topcon KS-102 total elektronik uzaklıkölçerden ham veriler bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Akabinde NETCAD yazılımı ile poligon noktalarından yararlanılarak detay noktalarının “X,Y,Z” koordinatları hesaplanmıştır (Şekil 4.12).

Elde edilen noktaların koordinatları çalışma yapılacak yazılımlarda kullanılmak üzere hazır hale getirilmiş ve .txt formatında kayıt edilmiştir.



Şekil 4.12. Araziden ölçülen noktaların gösterimi.

4.2.1 Agisoft Photoscan Professional yazılımı ile 3B model üretilmesi

Agisoft Photoscan Professional programı temin edilerek araziden elde edilen fotoğraflar pc ye aktarılarak cephe cephe aktarılmak suretiyle hazır hale getirilerek fotogrametrik çalışmanın ilk aşaması olan Agisoft Photoscan Professional yazılımında işlemlere başlanılmıştır.

Agisoft Photoscan Professional'de proje hazırlanırken:

-Ham görüntüler ve bu görüntülere ait GPS/IMU verileri yazılıma girilip projeksiyon değerleri girilmesi

-Tiepoint toplatılması işlemi

-Yer kontrol noktalarının girilmesi ve dengeleme işlemi

-Nokta bulutu oluşturma işlemi

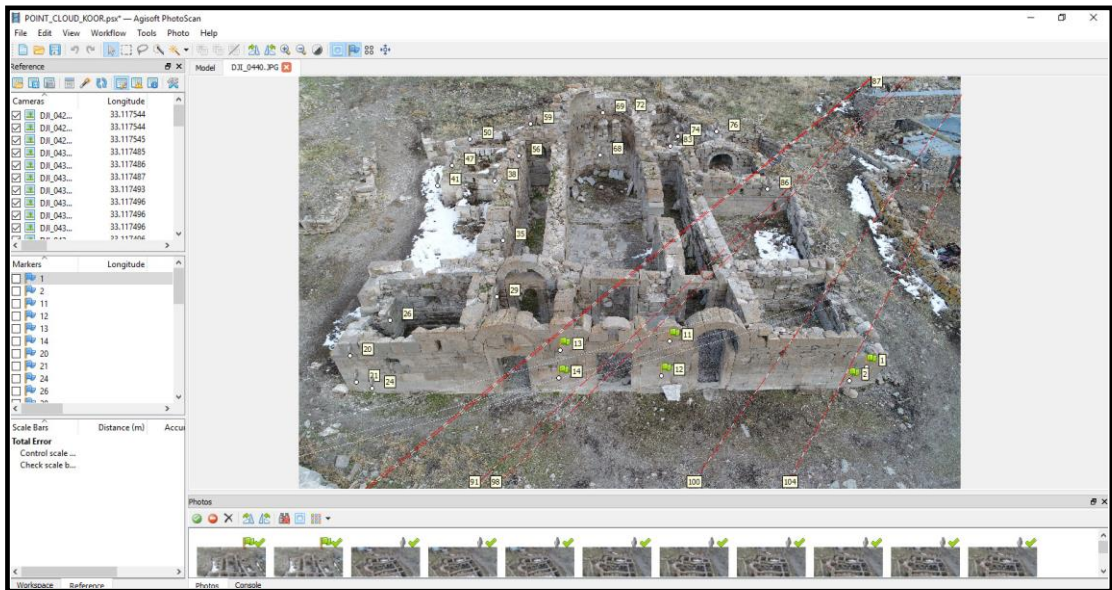
-Mesh model oluşturulması işlemi

-Texture giydirilmiş 3B model oluşturulması

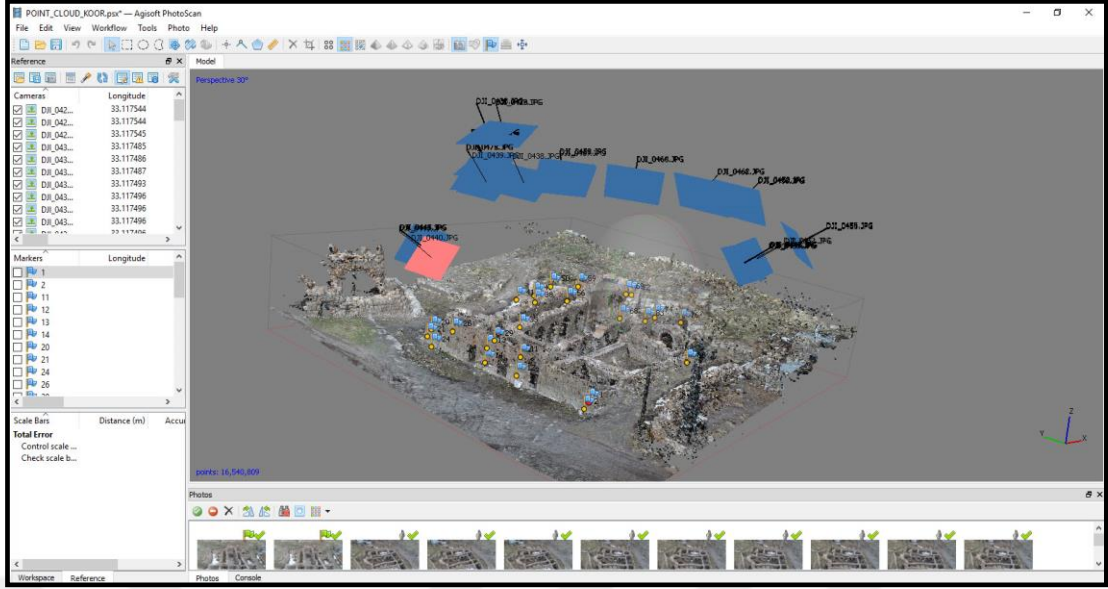
-Üretilen veri modelleri Agisoft File sekmesi altından Nokta bulutu, 3B model ve Ortofoto elde edilmesi.

şekliyle değerlendirme işlemi tamamlanmıştır.

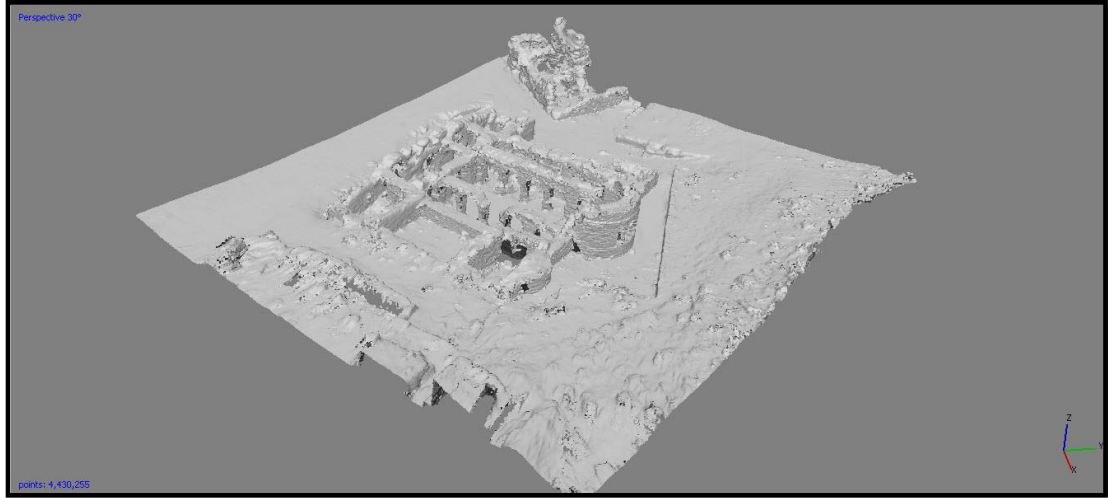
Yer kontrol noktaları Totalstation ile ölçülmüş ve hassasiyet araştırmasında arazide ölçülen değerler kesin değer olarak kabul edilmiştir. Bu işlemden sonra noktaların, İHA fotogrametrik teknikler kullanılarak üretilen resimlerden koordinatlar elde edilmiştir.



Şekil 4.13. Agisoft Photoscan Professional yazılımında dengeleme işlemi esnasında koordinat tanımlama (georeferans) işlemi.



Şekil 4.14. Agisoft Photoscan yazılımında georeferans sonrası model üzerinde işaretlenen dengeleme noktalarına arazi koordinatları bu aşamadan sonra yapılmıştır (Mutlak yönelme).



Şekil 4.15. Nokta bulutundan üretilen üçgen model (mesh model 3B).

Değerlendirme sonucunda Binbir Kilisede bulunan eski kilisenin mesh modelin texture hali ve ortofoto görüntüsüne ait görüntüler Şekil 4.16 ve Şekil 4.17 de gösterilmektedir.



Şekil 4.16. Elde edilen mesh modelin texture hali (doku kaplanmış hali).



Şekil 4.17. Değerlendirme sonucunda Binbir Kilisede bulunan eski kiliseye ait ortofoto görüntüsü.

Ayrıca Agisoft Photoscan Professional yazılımı ile 3B model üzerinden ölçü alma imkânı olmaktadır. Bu ölçülere dair alınan görüntülerden birkaçı Şekil 4.18 ve Şekil 4.19’da gösterilmektedir.



Şekil 4.18. Çalışma alanındaki taş büyüklüklerinin Agisoft Photoscan Professional yardımıyla 3B model üzerinden ölçülmesi.



Şekil 4.19. Agisoft Photoscan Professional yardımıyla 3B model üzerinden ölçmeler.

4.2.2 Pix4D mapper Pro yazılımı ile 3B model üretilmesi

Bu uygulamada Agisoft Photoscan Professional yazılımında olduğu gibi belirli bir iş akışına sahiptir. Bu sıralamayı şu şekilde ifade edebiliriz.

Pix4D mapper Pro'de proje hazırlanırken:

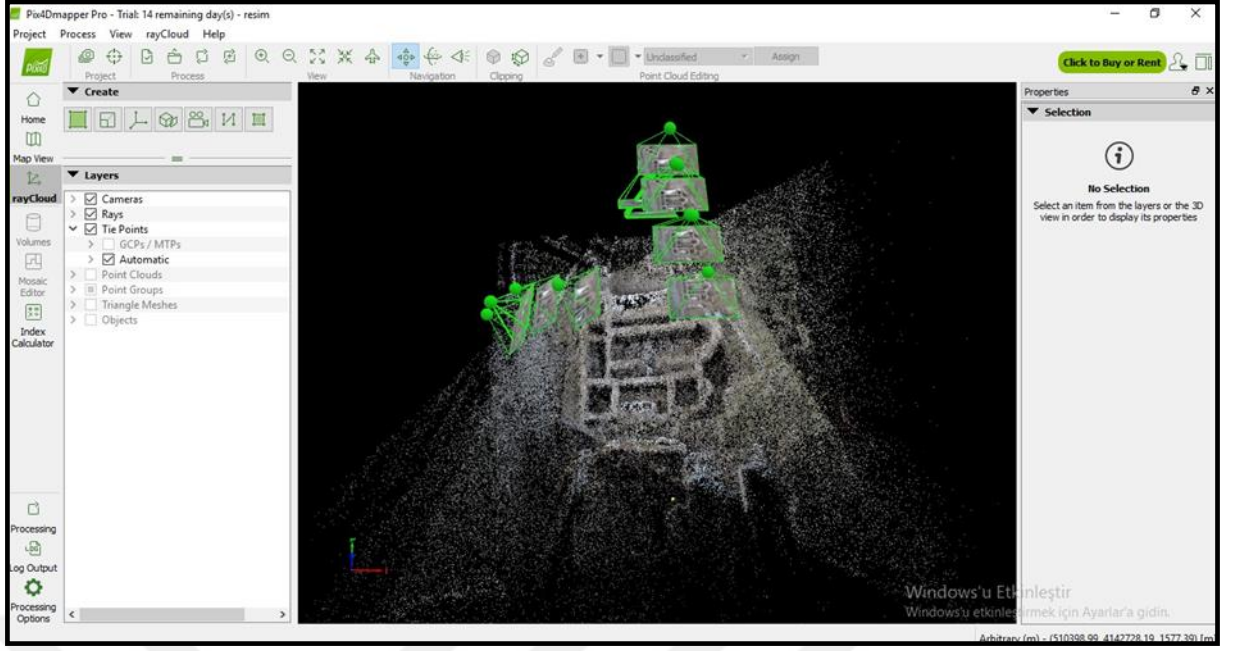
- Programın açılarak klasör seçilerek isim verilmesi işlemi
- Yeni proje açılması işlemi
- Sahadan aldığımız resimlerin eklenmesi işlemi
- Resim koordinat sisteminin ayarlanması işlemi
- Model koordinat sisteminin seçilmesi işlemi
- İşlem seçenekleri şablonundan gerekli (3D maps) verinin seçilmesi işlemi
- Proses ayarlarının yapılma işlemi
- Nokta bulutunun oluşması işlemi
- Seçtiğimiz kontrol noktalarının eklenmesi işlemi (Şekil 4.22)
- Kontrol noktaları sonrası sistemden rapor alınması işlemi (Şekil 4.23)
- Son olarak girilen veriler ışığında ortofoto elde edilmesi
şekliyle değerlendirme işlemi tamamlanmıştır.



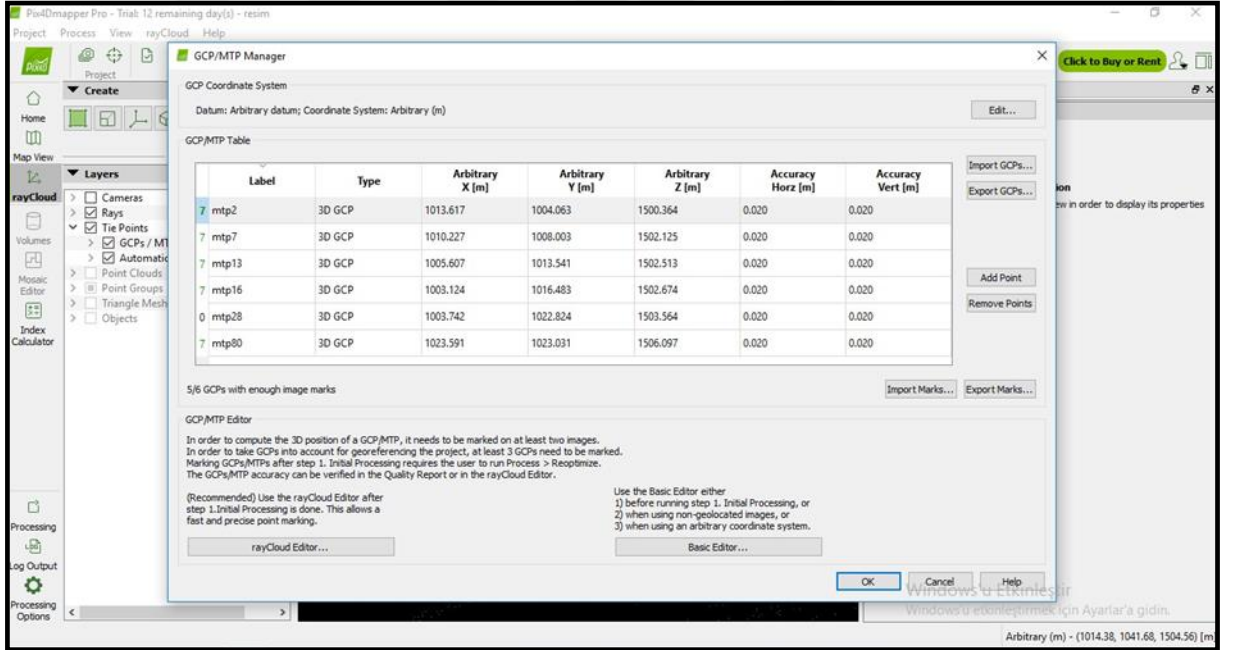
(a)

(b)

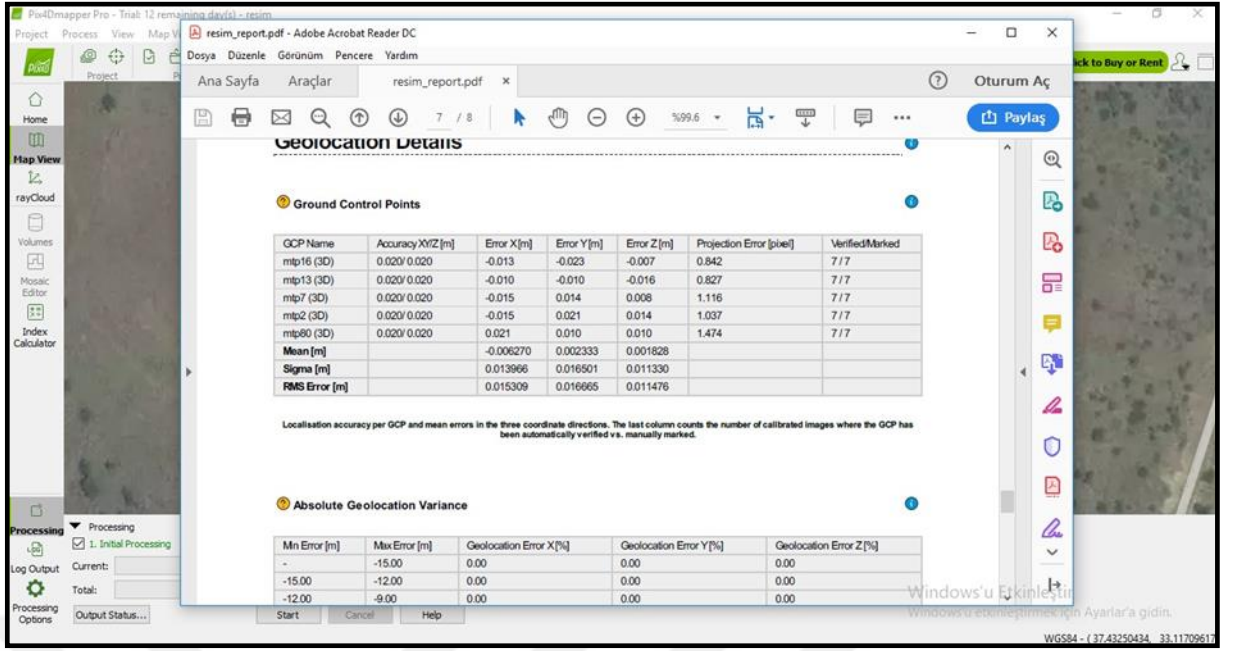
Şekil 4.20. Çalışma alanına ait ortofoto (a) ve sayısal yüzey modeli (b) (SYM-DSM).



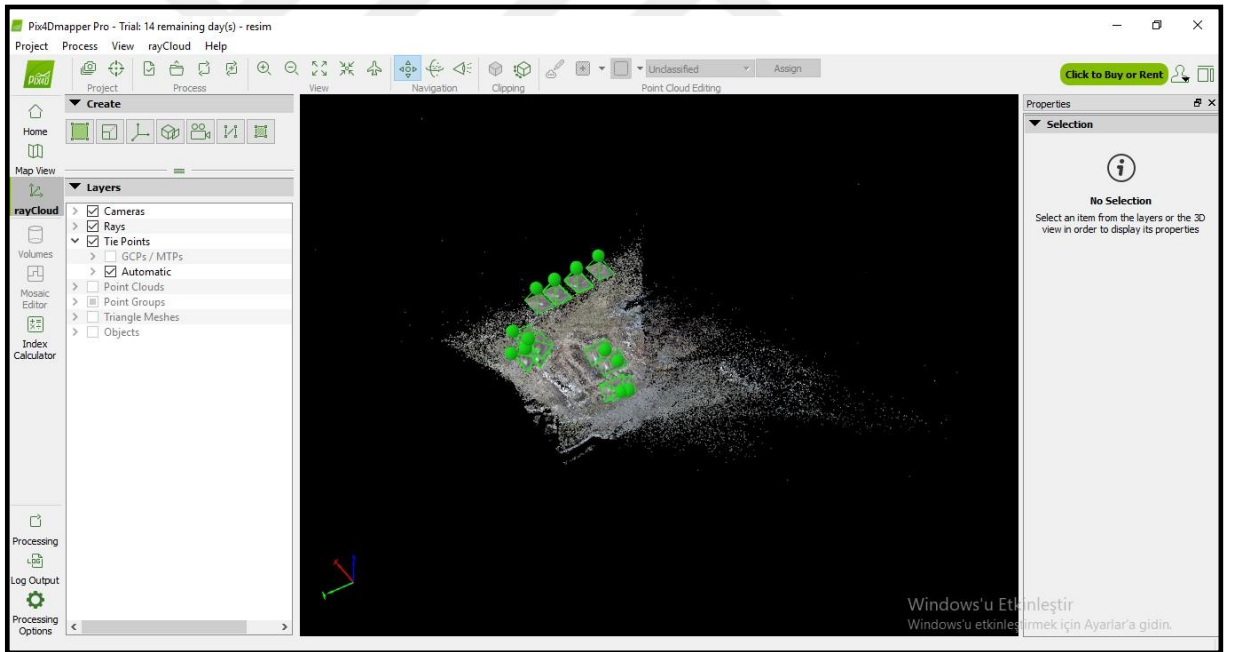
Şekil 4.21. Çalışma alanının Pix4D mapper Pro yardımıyla oluşturulan ortofoto görüntüsü.



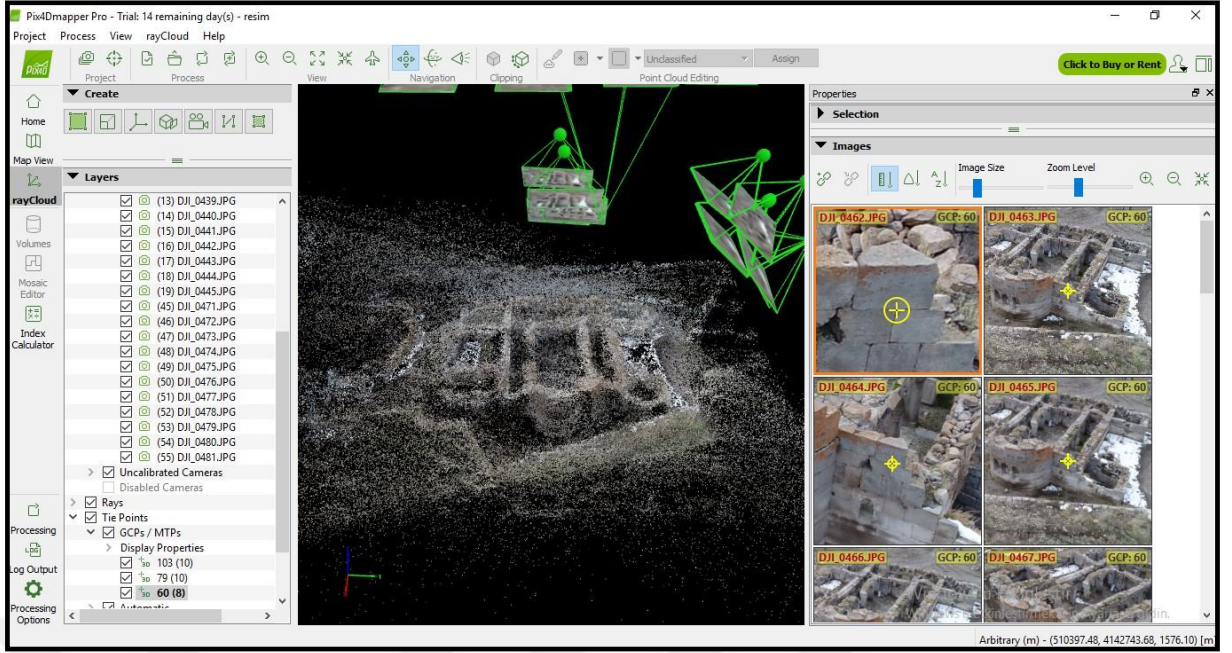
Şekil 4.22. Çalışma alanının Pix4D mapper Pro programındaki kontrol noktası görüntüsü.



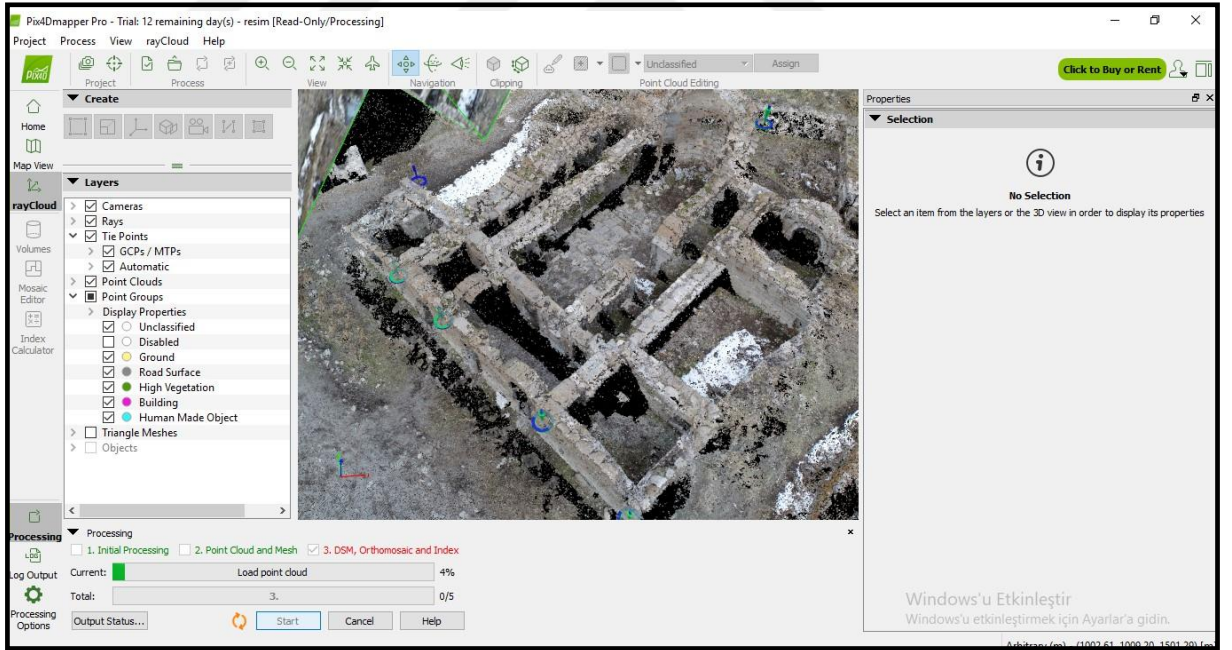
Şekil 4.23. Çalışma alanının Pix4D mapper Pro programındaki rapor görüntüsü.



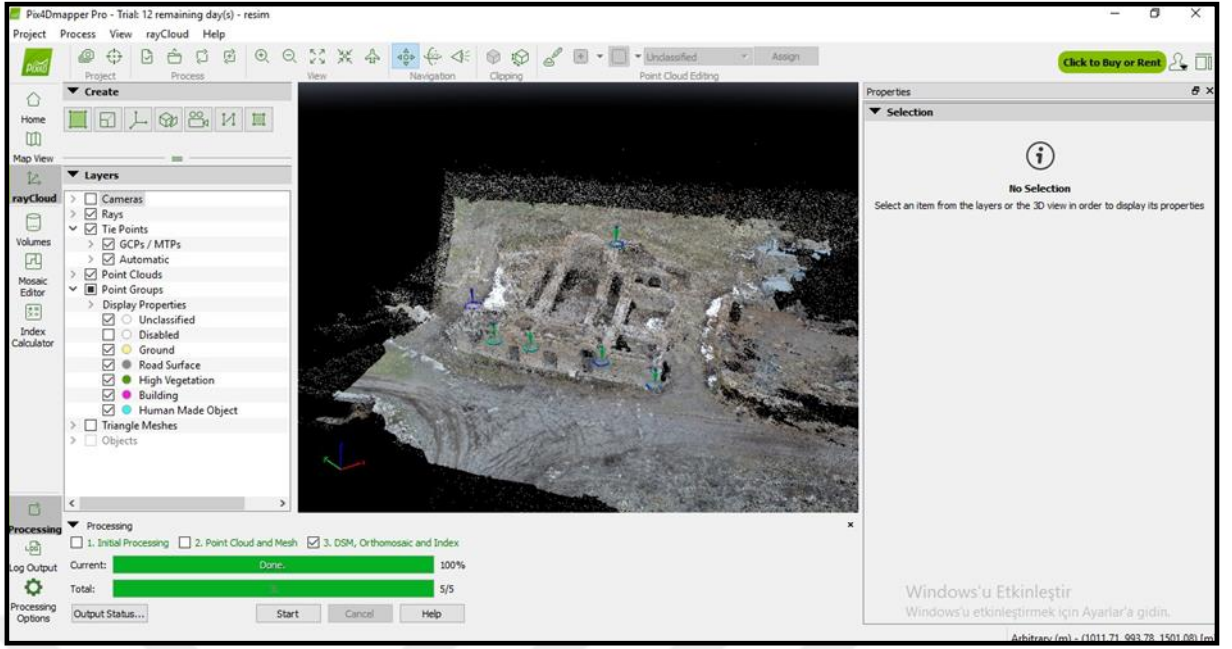
Şekil 4.24. Çalışma alanının Pix4D mapper Pro programındaki ortofoto üretilmesine dair işlem adımları-1.



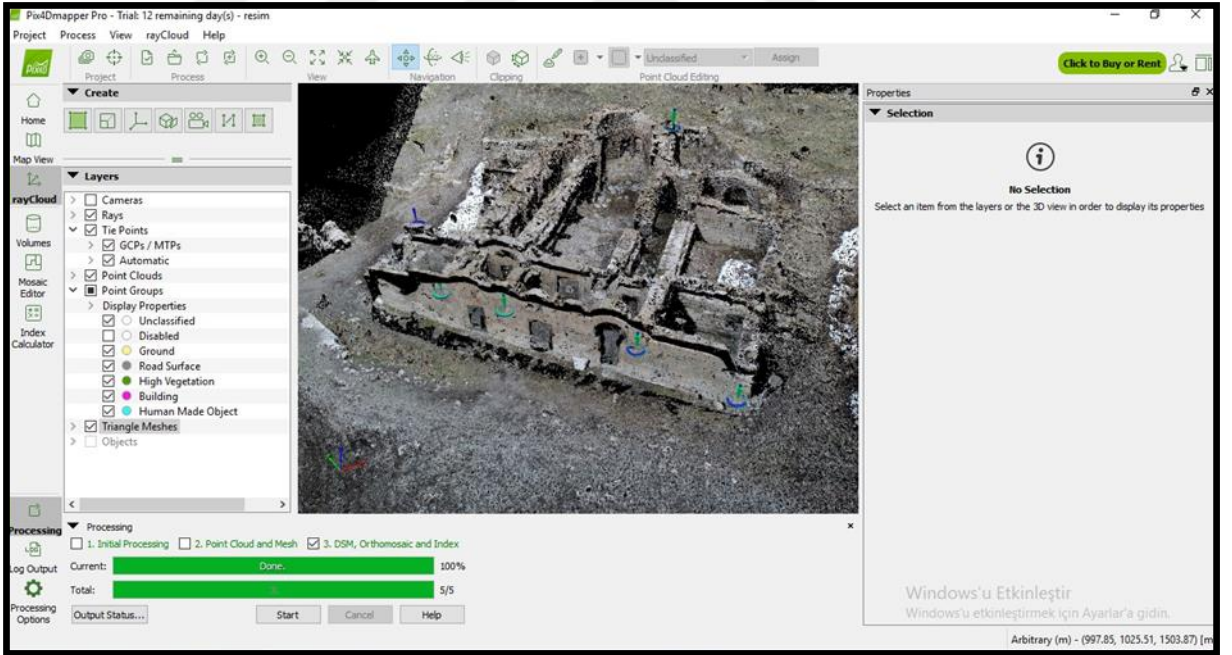
Şekil 4.25. Çalışma alanının Pix4D mapper Pro programındaki ortofoto üretilmesine dair işlem adımları-2.



Şekil 4.26. Çalışma alanının Pix4D mapper Pro programındaki ortofoto üretilmesine dair işlem adımları-3.



Şekil 4.27. Çalışma alanının Pix4D mapper Pro programındaki ortofoto üretilmesine dair işlem adımları-4.



Şekil 4.28. Çalışma alanının Pix4D mapper Pro programındaki ortofoto üretilmesine dair işlem adımları-5.



Şekil 4.29. Pix4D mapper Pro'da Ortofoto haritası çıkarılan alan.

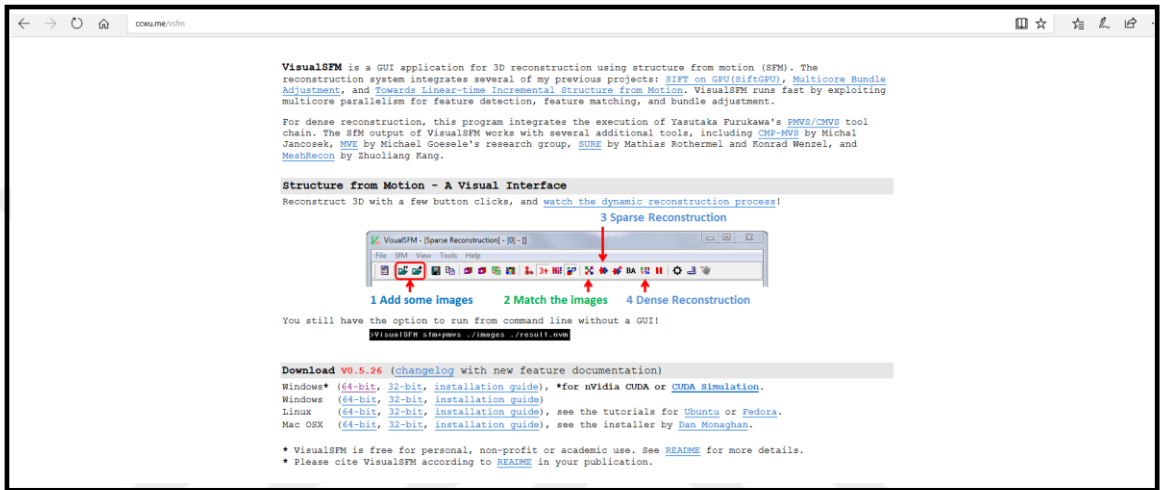




Şekil 4.30. Çalışma alanının Pix4D mapper Pro programındaki ortomozaik görüntüsü.

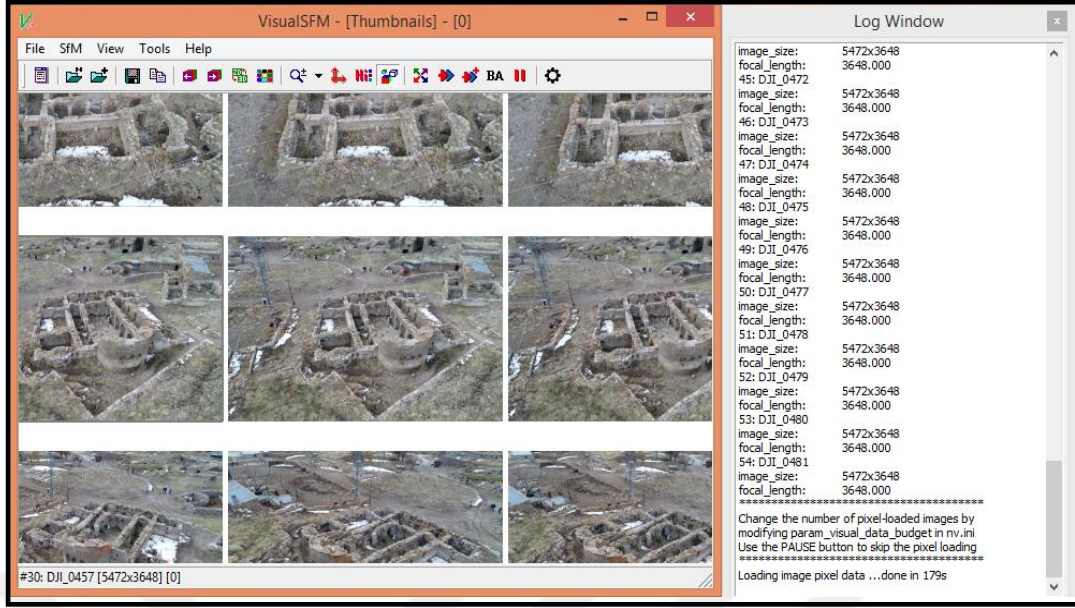
4.2.3 Visual SFM-Meshlab yazılımları ile 3B model üretimi

Visual SFM ücretsiz bir yazılım olup açık kaynak kodlu bir yazılım programıdır. SFM, görüntüden yapısal model oluşturma anlamına gelmekte olup görüntülerden objelerin 3B modellerinin üretimi için kullanılan açık kaynak kodlu bir yazılım olan Visual SFM genel kamu lisansına sahiptir. Şekil 4.31 de yükleme işlemine dair ekran görüntüsü mevcuttur.

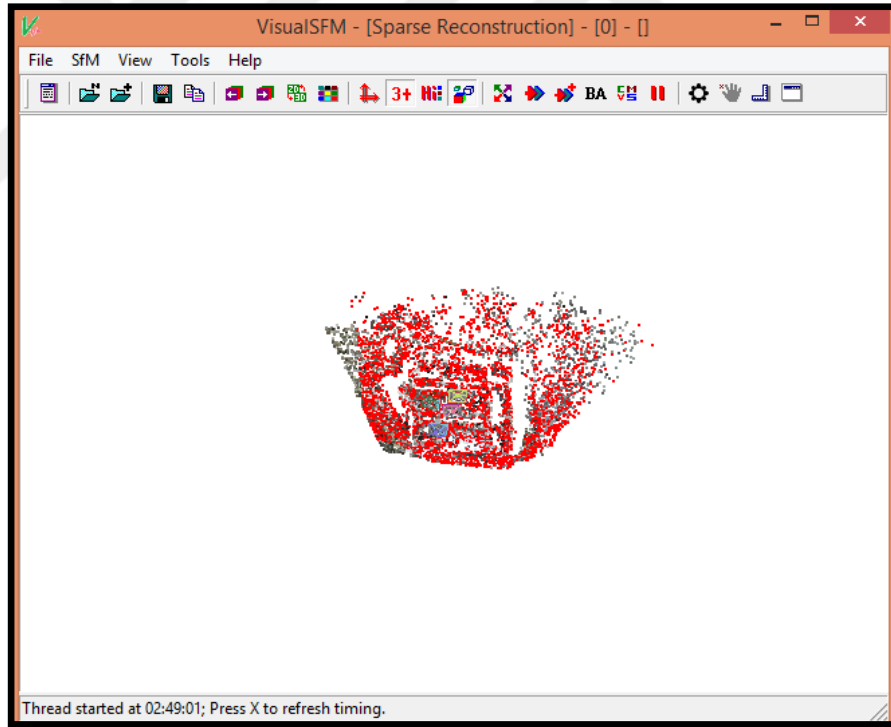


Şekil 4.31. Visual SFM yazılımının yükleme aşaması.

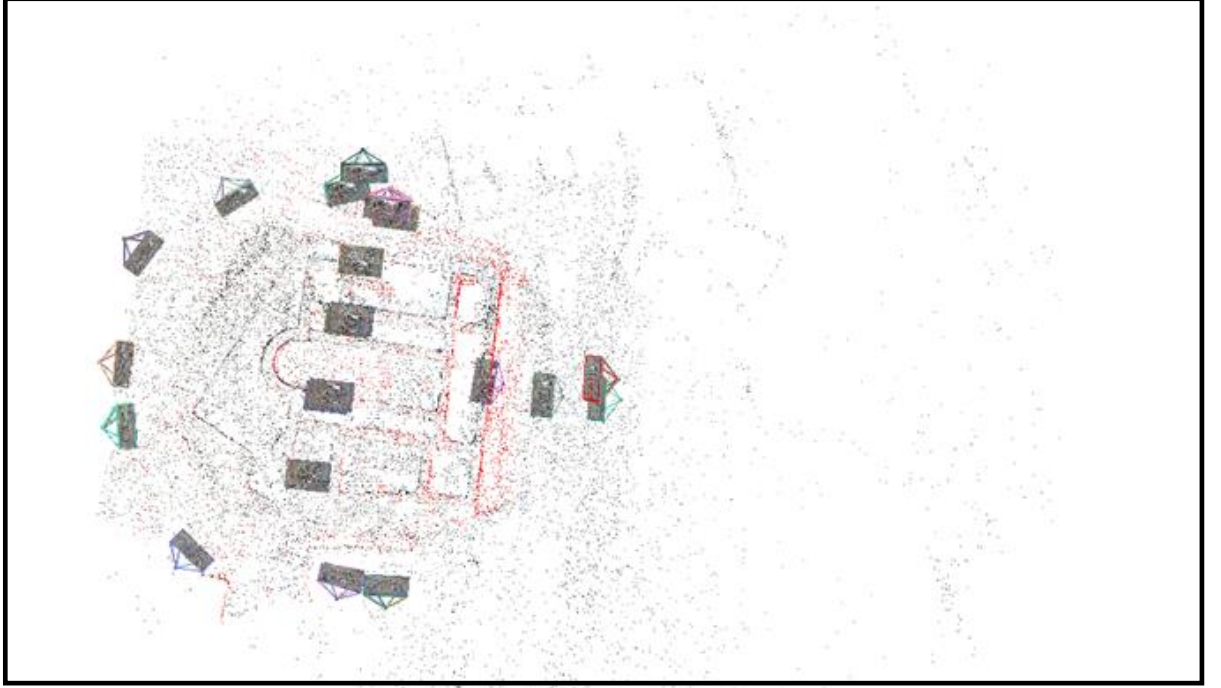
İlk başta Agisoft Photoscan Professional yazılımında da olduğu gibi kullanılacak olan fotoğraflar yazılıma aktarılarak birbirleriyle eşleştirilmesi işlemi yapılmıştır (Şekil 4.32). Bu işlem, Scale-Invariant Feature Transform kombinasyonunu kullanarak fotoğraflar arasındaki ortak detayların bulunmasına dayanmaktadır. Ardından görüntüler arası eşleme işlemi, programın otomatik olarak yaptığı demet dengelemesi ve bunların sonucunda seyrek nokta bulutu ile yoğun nokta bulutu işlemlerini yapmaktadır. Visual SFM; CMVS/PMVS gibi açık kaynak kodlu bir materyalin de entegreli bir şekilde çalışmasına olanak sağlamaktadır. Visual SFM de son olarak yoğun nokta bulutu oluşturulduktan sonra model “ply” ve “nvm” formatlarında kaydedilebilmektedir. Kaydedilen model, mesh işlemi ve doku oluşturulma işlemleri için yine açık kaynak kodlu bir yazılım olan Meshlab yazılımına aktarılmıştır. Meshlab yazılımında gerekli işlemler yapılarak Şekil 4.37’de görülen ortofoto görüntüsü elde edilmiştir.



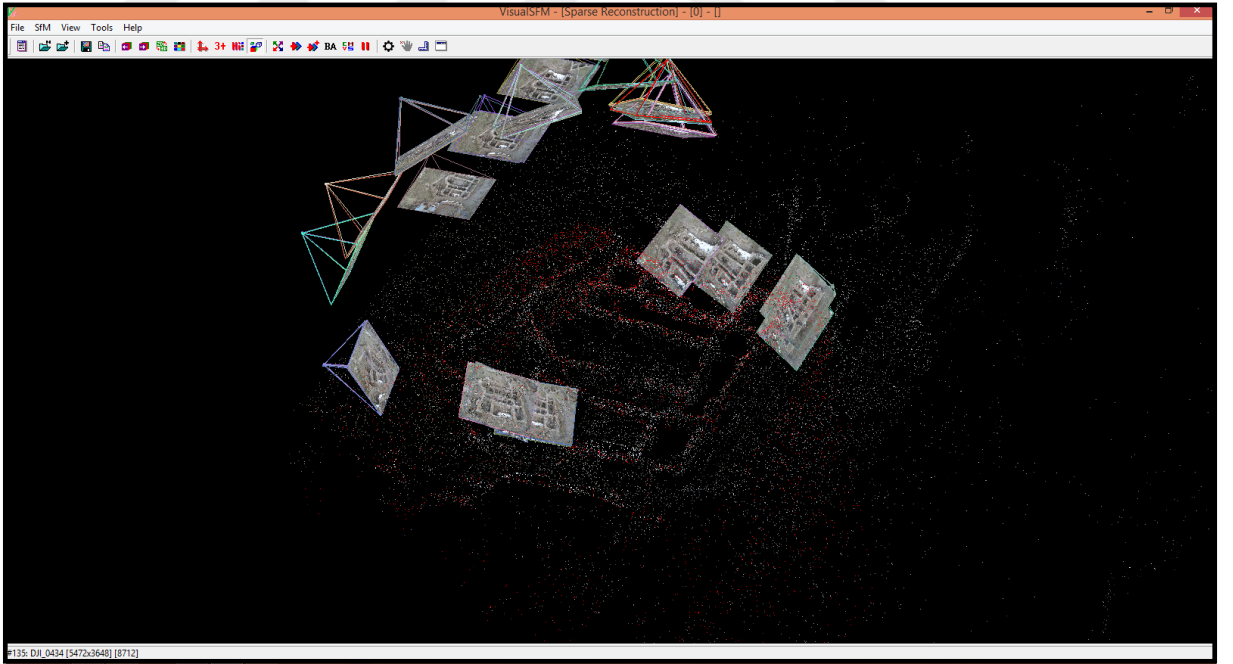
Şekil 4.32. Visual SFM yazılımına aktarılan çalışma alanına ait fotoğraflar.



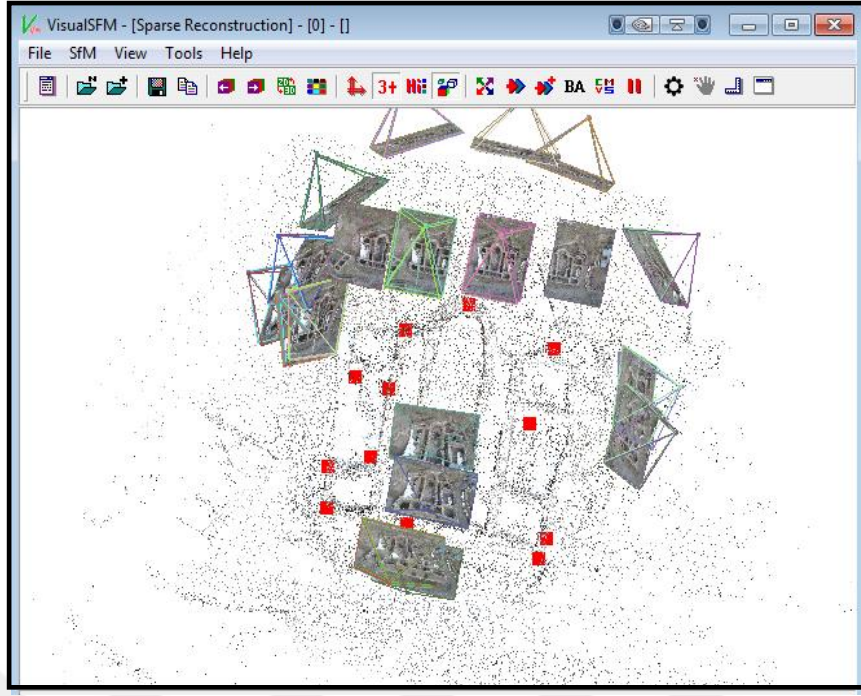
Şekil 4.33. Visual SFM yazılımında nokta bulutu işlemleri.



Şekil 4.34. Visual SFM yazılımında oluşan nokta bulutu.



Şekil 4.35. Visual SFM yazılımında oluşan nokta bulutu.



Şekil 4.36. Visual SFM yazılımında kontrol noktaları girildikten sonra oluşan nokta bulutu.



Şekil 4.37. Meshlab programında üretilen ortofoto görüntüsü.

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Agisoft Photoscan Professional, Pix4D mapper Pro ve Visual SFM-Meshlab yazılımlarına elde edilen y, x ve z yönündeki hatalar Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Elde edilen konum ve yükseklik hataları.

Kullanılan Yazılım	m_{xy} (cm)	m_z (cm)
Agisoft Photoscan Professional	± 3.01 cm	± 3.68 cm
Pix4D mapper Pro	± 2.26 cm	± 1.15 cm
Visual SFM-Meshlab	± 11.18 cm	± 8.11 cm

Çizelge 5.1 incelendiğinde Agisoft Photoscan Professional programı ile fotogrametrik teknikler kullanılarak üretilen 3B model üzerinden yapılan hassasiyet araştırmasında konum hatasının $m_{xy}=\pm 3.01$ cm, yükseklik hatasının $m_z=\pm 3.68$ cm olduğu, Pix4D mapper Pro yazılımı ile fotogrametrik teknikler kullanılarak üretilen 3B model üzerinden yapılan hassasiyet araştırmasında konum hatası $m_{xy}=\pm 2.26$ cm, yükseklik hatası ise $m_z=\pm 1.15$ cm bulunmuştur. Son olarak açık kaynak kodlu yazılım olan Visual SFM-Meshlab yazılımlarında üretilen model üzerinden yapılan hassasiyet araştırmasında konum hatası $m_{xy}=\pm 11.18$ cm, yükseklik hatası ise $m_z=\pm 8.11$ cm bulunmuştur.

Hesaplanan sonuçlara göre İHA ile fotogrametrik teknikler kullanılarak, arkeolojik dokümantasyonda yeterli konum hassasiyetinin sağlandığı görülmektedir. Bu sayede kazı çalışmalarında altlık üretimi, kazı öncesi ve sonrası modelleme, kazı evrelerinin gelişiminin izlenmesi, çalışma alanı tespiti ve restorasyon projelerinde altlık olabilecek nitelikleri taşıma özelliğine sahip olabilecektir.

Zaman kavramı açısından büyük avantaj sağlayan arkeolojik dokümantasyon ile istenilen ölçü ve değerler 3B model üzerinden hassas bir şekilde elde edilebilmektedir.

Agisoft Photoscan Professional kullanılarak daha önce yapılan bir akademik çalışma ile yapmış olduğumuz çalışma karşılaştırıldığında;

Toprak, 2014; İHA ile fotogrametrik teknikler kullanılarak kültürel mirasların dökümantasyonu uygulaması çalışmasında; hassasiyet araştırması yaptığı bu çalışmada total station cihazı ile ölçmüş olduğu yer ve yapı kontrol noktalarının koordinatlarını kesin değer olarak kabul etmiştir. Yer ve yapı kontrol noktalarının, kesin değer olarak kabul edilen ve İHA ile fotogrametrik teknikler kullanılarak kültürel mirasların dökümantasyonu uygulamasından hesaplanan koordinat değerleri arasında y, x ve z eksenlerinde koordinat farkları alınmış ve bu farklardan yararlanılarak karesel ortalama hatalar hesaplanarak ortalama konum hassasiyetinin ± 5.01 cm olarak bulunduğu görülmektedir.

Bu tez çalışmasında İHA ile fotogrametrik teknikler kullanılarak üretilen 3B model üzerinden yapmış olduğumuz hassasiyet çalışmamızda ortalama konum hassasiyetinin ± 4.75 cm olduğu görülmektedir.

Aynı veriler ile Pix4D mapper Pro ve Agisoft Photoscan Professional programlarında yapmış olduğumuz modellemeler neticesinde kullanım kolaylığı, zaman ve doğruluk açısından bir karşılaştırma yapıldığında elde edilen sonuçlarla ilgili aşağıdaki yorumlar yapılabilir;

Aynı bilgisayar kullanılarak, Agisoft Photoscan Professional yazılımı ortofoto görüntü ve DSM üretme işlemini 1 saat 55 dakikada, Pix4D mapper Pro yazılımı ile ise 24 dakikada tamamlamıştır. Doğruluk açısından kıyaslandığında, Agisoft Photoscan Professional yazılımında konum hatası $m_{xy}=\pm 3.01$ cm, yükseklik hatası ise $m_z=\pm 3.68$ cm lik bir doğruluk elde edilirken, Pix4D mapper Pro ile konum hatası $m_{xy}=\pm 2.26$ cm, yükseklik hatası ise $m_z=\pm 1.15$ cm bir doğruluk elde edilmiştir.

Her iki yazılıma ilave olarak açık kaynak kodlu bir yazılım olan Visual SFM-Meshlab yazılımı ile yapılan çalışmada konum hatası $m_{xy}=\pm 11.18$ cm, yükseklik hatası ise $m_z=\pm 8.11$ cm olarak elde edilmiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Saha çalışmasında elde edilen tecrübeler neticesinde İHA ve dijital kamera' nın seçimi büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle Binbir Kilisedeki çalışmamızda uçuş hassasiyeti ve kamera çözünürlüğü dikkate alındığında DJI Phantom III Advanced Serisi ile uçuş yapılması öngörülmüş olup ortalama 26 m yükseklikten uçuş yapılmıştır. Büro çalışmamızda ise yapılacak olan proje, yazılımların çizim yetenekleri ve diğer özellikleri göz önüne alınarak paket program olan Agisoft Photoscan Professional ve Pix4D mapper Pro yazılımları ile açık kaynak kodlu yazılımlar olan VisualSFM-Meshlab yazılımları kullanılarak ortofoto görüntü ve DSM üretme işlemleri tamamlanmıştır.

Bu işlemler neticesinde toparlayacak olursak; Agisoft Photoscan Professional ve Pix4D mapper Pro yazılımlarının m_{xy} ve m_z konum ve yükseklik hatalarının, BÖHNBÜY' nin "Detay Ölçme Doğruluğu" başlıklı 46-1. Maddesinde yer alan detay noktalarının konum ve yükseklik doğrulukları sınırlarında olduğu görülmüştür. Bu da yapılan işlemin doğruluğunu kanıtlar niteliktedir.

Aynı bilgisayar kullanılarak, Agisoft Photoscan Professional yazılımı ortofoto görüntü ve DSM üretme işlemini 1 saat 55 dakikada, Pix4D mapper Pro yazılımı ile ise 24 dakikada tamamlamıştır. Doğruluk açısından kıyaslandığında, Agisoft Photoscan Professional yazılımı ile konum hatasında $m_{xy}=\pm 3.01$ cm, yükseklik hatasında ise $m_z=\pm 3.68$ cm lik bir doğruluk elde edilirken, Pix4D mapper Pro yazılımı ile konum hatasında $m_{xy}=\pm 2.26$ cm, yükseklik hatasında ise $m_z=\pm 1.15$ cm lik bir doğruluk elde edilmiştir. Her iki yazılıma ilave olarak açık kaynak kodlu bir yazılım olan Visual SFM-Meshlab yazılımlarını eklediğimizde bu yazılımdan hassasiyet araştırmamızda elde edilen konum hatasında $m_{xy}=\pm 11.18$ cm, yükseklik hatasında ise $m_z=\pm 8.11$ cm lik bir hata olduğu görülmüştür.

Bu üç yazılımdan elde edilen verilere göre yapılan değerlendirmeler sonucunda Pix4D mapper Pro ve Agisoft Photoscan Professional yazılımlarının doğruluk, zaman ve kullanım kolaylığı (paket program olması) açısından Visual SFM-Meshlab yazılımına oranla daha uygun bir yazılım olduğu kanaatine varılmıştır.

Sonuç olarak; yürürlükte olan Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği'nin (BÖHHBÜY);“Detay Ölçme Doğruluğu” başlıklı 46-1. Maddesinde yer verilen “Detay noktalarının izdüşüm koordinatları ve yükseklikleri, elektronik takeometri, GNSS, LİDAR veya diğer teknik ve yöntemler kullanılarak; konum doğruluğu ± 7 cm (dahil)’den daha iyi ve Helmert ortometrik yükseklik doğruluğu ± 7 cm (dahil)’den daha iyi olacak şekilde ölçülecektir” hükümleri gereği detay noktalarının ölçülmesinde yeni teknolojik yöntemlerin kullanılmasına olanak sağlamıştır. Buradan da anlaşılacağı üzere; Agisoft Photoscan Professional ve Pix4D mapper Pro yazılımlarından elde ettiğimiz veriler ışığında İHA ile fotogrametrik teknikler kullanılarak kültürel mirasların dokümantasyonu detay ölçme doğruluğu sağlayan tekniklerden olduğu görülmektedir. Ancak Açık Kaynak Kodlu Visual SFM-Meshlab yazılımı ile yapılan çalışmanın BÖHHBÜY hükümlerine göre istenen doğruluğu sağlamadığı görülmektedir.

İnsansız Hava Aracı (İHA) verileri ile tarihi ve kültürel mirasın belgeleme ve üç boyutlu modelleme çalışmaları uygun yazılımlar kullanılarak beklentilere cevap vermekte ve yönetmelik hükümlerine uygun doğrulukta veriler elde edilebilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Yakar, M., Uysal, M., Toprak, A. S. ve Polat, N., 2013. "3d modeling of historical doger caravansaries by digital photogrammetry", XXIV International CIPA Symposium, Strasbourg-France.
2. URL-2<<https://kvmgm.ktb.gov.tr/TR-44798/turkiye-geneli-korunmasi-gerekli-tasinmaz-kultur-varligi-.html>>, Erişim tarihi: 22.12.2018.
3. Torun, A., 2017. İnsansız hava aracı (İHA) sektörü ve İHA fotogrametrisinin ölçme bağlamında konumlandırılması, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.
4. Toprak, A.S., 2014. Fotogrametrik tekniklerin insansız hava araçları ile mühendislik projelerinde kullanılabilirliğinin araştırılması, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
5. Karakış, S., 2011. "Küçük alanlarda model uçaklarla haritalama amaçlı veri üretim olanaklarının araştırılması", Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
6. Eroğlu, O., 2013. İnsansız hava araçlarında arazi verilerine dayalı uçuş yönü Sınırlamasız konumlandırma sistemi benzetim çalışması, Yüksek Lisans Tezi, Hava Harp Okulu Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü.
7. Eisenbeiss, H., 2009. "UAV Photogrammetry" Doctor of Sciences.
8. Yakar, M. ve Yılmaz, H.M., 2008. Kültürel miraslardan tarihi Horozluhan'ın fotogrametrik rölöve çalışması ve 3 boyutlu modellenmesi, S.Ü. Müh.- Mim. Fak. Dergisi, 23, 2.
9. Uysal, M., Toprak, A. S. ve Polat, N., 2013. Afyon Gedik Ahmet Paşa (İmaret) Camisinin fotogrametrik yöntemle üç boyutlu modellenmesi, Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği Sempozyumu, Trabzon.
10. Yakar, M., Yıldız, F. ve Yılmaz, H.M., 2005. 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı Tarihi ve kültürel mirasların belgelenmesinden Jeodezi Fotogrametri Mühendislerinin Rolü, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası.
11. Eyice, S., 1971. Karadağ (Binbir Kilise) ve Karaman, İst. Edebiyat Fakültesi Yayınları.
12. Kurt, M., 2013. Karadağ-Mahalaç Tepesi (Karaman) üzerine bir araştırma, KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi 15, 39.
13. Aydar, U. 2007. Cephe değerlendirmelerinde fotogrametrik ve görselleştirme yöntemlerinin kıyaslanması, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
14. Kahveci, M. ve Can, N. 2017. İnsansız hava araçları: Tarihçesi, tanımı, dünyada ve Türkiye'deki yasal durumu, S.Ü. Müh. Bilim ve Tekn. Derg., 5, 4.

15. Eryavuz, M. ve Gencer, C. , 2001. Araç rotalama problemine ait bir uygulama, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yayınlanmamış Y. Lisans Tezi, Isparta.
16. Ferit, M. ve Akyol, Y., 2004. İnsansız hava aracı sistemlerinin dünyadaki gelişimi ve uygulamalar, Kayseri V. Havacılık Sempozyumu, Kayseri, 234-239,.
17. Kök, T., 2012. İnsansız hava araçlarının güvenli kullanım için spektrum ihtiyaçlarının belirlenmesi ile ilgili öneriler, Teknik Uzmanlık Tezi, İstanbul.
18. URL-1<<http://www.hobbyking.com>>, Erişim tarihi: 15.12.2018.
19. Başak, H. ve Gülen, M., 2008. İnsansız hava aracı kazalarının önlenmesi için risk ölçümü ve yönetimi modeli, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14, 55.
20. Çömert, R., Avdan, U. ve Şenkal, E., 2012. İnsansız hava araçlarının kullanım alanları ve gelecekteki beklentiler. IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Zonguldak.
21. Kurt, M., 2011. Karaman Binbir Kilise Mezarları, KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 13, 125.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Mehmet Samet SUCU

Adres : Kayacık Araplar Mahallesi Malkoç Sokak Burak Apartmanı
No:5/5 Karatay/KONYA

E-posta adresi : sucumehmetsamet@gmail.com

EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

Lisans :Afyon Kocatepe Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri
Mühendisliği, 2003-2009

Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi, Harita Mühendisliği, 2010-

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

1. Karatay Belediyesi / Harita Mühendisi, 2009-2011
2. Enerya Konya / Proje Mühendisi, 2011-2013
3. Karaman İl Özel İdaresi / Harita Mühendisi, 2013-2016
4. Karaman İl Özel İdaresi / İmar Ve Kentsel İyileştirme Müdür V., 2016-...