



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARİHİ ve KÜLTÜREL VARLIKLARIN RÖLÖVE ALIMI İÇİN FARKLI YÖNTEMLERİN BİRLİKTE KULLANILMASI

Sevgi BÖGE

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Haziran-2013
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARİHİ ve KÜLTÜREL VARLIKLARIN RÖLÖVE ALIMI İÇİN FARKLI YÖNTEMLERİN BİRLİKTE KULLANILMASI

Sevgi BÖGE

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. Hakan KARABÖRK

2013, 76 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Ferruh YILDIZ
Doç.Dr. Hakan KARABÖRK
Doç. Dr. H. Murat YILMAZ

Tarihi öneme sahip kültürel mirasların, kültürel devamlılığının sağlanması adına korunması ve belgelenmesi kaçınılmaz bir olgudur. Bu düşünce ışığında, kültürel varlıkların restorasyon, rekonstrüksiyon, rölöve ve belgeleme gibi çalışmalarında en sağlıklı sonuçlara ulaşabilmek için farklı tekniklerin kullanımı, teknolojiye paralel olarak klasik yöntemlere nazaran yeni tekniklerin ortaya çıkması kaçınılmaz olmuştur.

Bu çalışmada, Sille Aya-i Eleni Kilisesinin dış cephe çizimleri fotogrametrik yöntemle ayrı ayrı yapılmış ve Autocad ortamında birleştirilmiştir. Kilisenin çatı resimleri insansın hava araçları ile çekilmiş, fotogrametrik yöntemle çizilmiş ve diğer dış cephe çizimleriyle Autocad ortamında birleştirilerek objenin 3 boyutlu modeli oluşturulmuştur. Ayrıca kilisenin dış cepheleri ve iç kısmı lazer tarayıcı ile taranmış ve iç kesimine ait bazı kesitler nokta bulutları ve kilisenin çekilen resimleri yardımıyla çizilmiştir. Bununla beraber detayı çok fazla olan Karatay Medresesi ve İnce Minare Müzesi'nin kapıları lazer tarayıcı ile taranmıştır. Karatay Medresesi kapısının genel görünüşü, simetrik olan detaylarından birer tanesi ve simetrik olmayan yazılar nokta bulutları yardımıyla çizilmiştir. Kapının ortofoto görüntüsü de oluşturulmuştur. İnce Minare kapısının ise nokta bulutları yardımıyla sadece ortofoto görüntüsü elde edilmiştir. Sonuç olarak, farklı özellikteki objelerin belgeleme çalışmalarında yöntemlerin birlikte kullanılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: İnsansız Hava Aracı, Lazer Tarama, Mimari Fotogrametri, Rölöve.

ABSTRACT

MS THESIS

INTEGRATION OF DIFFERENT METHODS FOR ARCHITECTURAL SURVEY OF HISTORICAL AND CULTURAL HERITAGES

Sevgi BÖGE

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

Advisor: Assoc. Prof.Dr. Hakan KARABÖRK

2013, 76 Pages

Jury
Prof. Dr. Ferruh YILDIZ
Assoc. Prof.Dr. Hakan KARABÖRK
Assoc. Prof.Dr. H. Murat YILMAZ

Protection and documentation of cultural heritages which have historical significance for the sake of continuity of culture are inevitable events. In the light of this thought, using new techniques, in comparison to classic methods arising of new techniques in parallel with technology in order to achieve the most reliable results in works such as restoration, reconstruction, building survey and documentation of cultural entities are inevitable.

In this work, facade drawings of Sille Aya-I Eleni Church were done separately by using photogrammetric method and they were put together in Autocad environment. Pictures of the roof of the church were taken by unmanned aerial vehicles, they were drawn by using photogrammetric method and putting them together with other facade drawings in Autocad environment, three dimensional model of the object was created. Also, facades and inside of the church were scanned by using laser scanner and some interior sections were drawn with the help of point clouds and church's pictures taken. Along with this, doors of Karatay Madrasah and Ince Minare Museum which have a lot of details were scanned by using laser scanner. General view, one of the symmetrical details and unsymmetrical writings were drawn with the help of point clouds. Orthophoto image of door was also created. Only orthophoto image of door of Ince Minare was created with the help of point clouds. As a conclusion, it is suggested that methods should be used together in documentation works of objects which have different characteristics.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicle, Laser Scanning, Architectural Photogrammetry, Statical Survey.

ÖNSÖZ

Geçmişe ışık tutan tarihi/kültürel varlıkların yaşatılması, gelecek nesillere aktarılması için en iyi şekilde bakım ve onarımlarının yapılması gerektiği muhakkaktır. Alım, çizim ve sunum ne kadar sağlıklı olursa, rölöve ve restorasyon projeleri o kadar sağlıklı olacak ve gerçeğe yakın olarak onarımları yapılıp, geleceğe taşınacaktır. Bu proje kapsamında haritacılığın ve fotogrametrinin katkıları, farklı tekniklerin dizaynı uygulamalı olarak işlenmeye çalışıldı. Çalışmanın en iyi şekilde noktalanması için harcanan zaman, emek ve maliyeti göz önünde bulundurarak; tüm sabrını, enerjisini, imkanlarını benim için seferber eden, her daim yanımda olan annem, babam ve kardeşime; mesleki tecrübeleriyle teze şekil veren, en iyiyi hedefleyen danışmanım Doç. Dr. Hakan KARABÖRK'e; seminer ve tez önerisi aşamalarında yardımcı olan Arş. Gör. Fatih SARI'ya; projenin uygulama aşamasında Sille için keşiflerde yardımcı olan Anıtlar Kurulu'ndan Tuğba FİLİZ'e, Selçuklu Belediyesi'nden Bşk. Yrd. İnşaat Müh. Hayrettin YALNIZ, Mimar Abdullah YILDIRIM ve Halkla İlişkiler Ahmet BİLGİÇ'e; hava fotoğraflarının çekiminde katkıda bulunup, emek harcayan Mevlana Sportif Havacılık Kulubü Derneği Başkanı İsmet TUNA'ya, dernek üyelerinden Ahmet TOPAL ve İrfan KOCAKANAT'a; arazinin haritacılık faaliyetlerinde deneyimleri ve gerekli hesapların yapımında emeği olan Har. Müh. İbrahim ÖZUĞUR'a; uygulamanın büro aşamasında, dengeleme ve çizimlerde destek veren Arş. Gör. Pınar BACAKSIZ KARAKUŞ'a; mimari bakış açısını ve mesleki tecrübelerini biz haritacılara özveri ile aktarıp yardımlarını esirgemeyen Mimar Dursun KAPLAN, Yrd. Doç. Dr. Osman Nuri DÜLGERLER ve Mimar M. Argun KOCADAĞISTAN'a; kaynak konusunda kendi çalışmalarını paylaşarak katkıda bulunan Öğr. Gör. Dr. Özlem SAĞIROĞLU'na ve Mersin Üniversitesi'nden Meltem UÇAR'a; projenin şekillendirilmesinde ve sağlıklaştırılmasında katkıları olan Har. Müh. Azim METİN ve Tuğrul GÖÇMEN'e; master boyunca tüm ilgi alakasını esirgemeyen arkadaşlarım, dostlarım ve hocam Prof. Dr. İ. Öztuğ BİLDİRİCİ'ye sonsuz saygı ve şükranlarımı sunar, teşekkürü bir borç bilirim.

Sevgi BÖGE

KONYA-2013

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

ŞEKİL LİSTESİ ..... **ixi**

ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xix**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **3**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **8**

3.1. Kullanılan Donanımlar 9
3.1.1. Hirobo Shuttle ZX Model Helikopter İnsansız Hava Aracı 9
3.1.2. Canon SX 150 IS Fotoğraf Kamerası 11
3.1.3. Nikon D80 Dijital Fotoğraf Makinesi 13
3.1.4. ILRIS 3D Optech Yersel Lazer Tarayıcı 14
3.1.5. Topcon GPT 3007 Total Station 14
3.2. Kullanılan Yazılımlar 15
3.2.1. Photomodeler Yazılımı 15
3.2.2. Parser ve Polyworks Yazılımı 15
3.2.3. Z-Map Yazılımı 16
3.3. Kullanılan Yöntemler 16
3.3.1. Fotogrametri 16
3.3.2. Lazer Tarama 17
3.2.2.1. Lazer Tarayıcıların Ölçüm Prensipleri ve Sınıflandırılması 18

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **20**

4.1. Rölöve, Restitüsyon ve Restorasyon Kavramları 20
4.2. Yersel Lazer Tarayıcıyla Sille Aya-i Eleni Kilisesi Dış Cephelerinin Ölçümü 22
4.3. Yersel Lazer Tarayıcıyla Sille Aya-i Eleni Kilisesi İç Kısmının Ölçümü 29
4.4. Sille Aya-i Eleni Kilisesi İç Kısmındaki Bazı Görünüşlerinin SYM, Ortofoto ve Çizimi 33
4.5. Karatay Medresesi Kapısının Nokta Bulutlarından Ortofotosunun Elde Edilmesi 47
4.6. İnce Minare Kapısının Nokta Bulutlarından Ortofotosunun Elde Edilmesi 51
4.7. Canon SX 150 IS Fotoğraf Kamerası Kalibrasyonu 53
4.8. İnsansız Hava Aracı ile Çatı Rölöve Alımı 54

4.9. Fotogrametri Yöntemiyle Sille Aya-i Eleni Kilisesi Dış Cephelerinin Rölöve Alımı 59
4.9.1. Güney-Doğu Cephesi 64
4.9.2. Güney-Batı Cephesi 66
4.9.3. Kuzey-Batı Cephesi 67
4.9.4. Kuzey-Doğu Cephesi 68

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 70

5.1 Sonuçlar 70
5.2 Öneriler 70

KAYNAKLAR 72

ÖZGEÇMİŞ 76

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

α , $\Delta\alpha$, ξ : Açılar
σ_x , σ_y : Standart sapmalar
y, x, h : Koordinatlar
r : Mesafe
h : Yükseklik
% : Yüzde
cm : Santimetre
m : Metre
mm : Mimimetre
sn : Saniye

Kısaltmalar

3D : Three Dimensional
7C : Seven Channel
APIS : Architectural Photogrammetric System
AV : Audio & Video
CAD : Computer Aided Design
CBS : Coğrafi Bilgi Sistemleri
CCD : Charge couple Device
CIPA : Comite International de la Photogrammetric Architecturale
GHZ : GigaHertz
GPS : Global Positioning System
HD : High Definition
HDMI : High Definition Multimedia Interface
ICCSA : International Conference on Computational Science and Aplications
ICOMOS : International Council on Monuments and Sites
İTÜ : İstanbul Teknik Üniversitesi
LCD : Liquid Crystal Display
PPM : Parts Per Million
RGB : Red Green Blue
SD : Secure Digital
SDHC : Secure Digital High Capacity
SDXC : Secure Digital Extended Capacity
SYM : Sayısal Yükseklik Modeli
TC : Türkiye Cumhuriyeti
TFT LCD : Thin Film Transistor Liquid Crystal Display
TKGM : Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü
TMMOB : Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TUTGA : Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı
TÜBİTAK : Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
USB : Universal Serial Bus

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1. Sille Aya-i Eleni Kilisesi....8
Şekil 3.2. Hirobo Shuttle ZX Model Helikopter....9
Şekil 3.3. Model Helikopter Ekipmanları....10
Şekil 3.4. Futaba 7C Uzaktan Kumanda Vericisi....10
Şekil 3.5. Futaba 7C Uzaktan Kumanda Alıcısı....11
Şekil 3.6. Canon PowerShot Sx150 Dijital Fotoğraf Makinesi....12
Şekil 3.7. Nikon D80 Dijital Fotoğraf Makinesi....13
Şekil 3.8. Topcon GPT 3007 Total Station....15
Şekil 3.9. Yersel Lazer Tarayıcının Genel Yapısı....17
Şekil 3.10. Lazer Tarayıcı Konumu....18
Şekil 3.11. Lazer Tarayıcıların Ölçme Mesafeleri....19
Şekil 4.1. Sille Aya-i Eleni Kilisesi dış cephesinin lazer tarama istasyonları....22
Şekil 4.2. Parser yazılımında nokta bulutlarının .pif uzantılı dosyaya dönüştürülmesi....22
Şekil 4.3. Nokta bulutlarının Polyworks yazılımına aktarılması....23
Şekil 4.4. Polyworks yazılımına tarama aralığının girilmesi....24
Şekil 4.5. Polyworks yazılımında ilgilenilmeyen nokta bulutlarının silinmesi....24
Şekil 4.6. Aynı tarama istasyonunda elde edilen alt grup nokta bulutlarının gruplandırılması....25
Şekil 4.7. Nokta bulutlarının gizlenmesi....25
Şekil 4.8. Nokta bulutunun istenen konuma getirilmesi....26
Şekil 4.9. Farkı istasyondaki nokta bulutları görünüşlerinin ayarlanması....26
Şekil 4.10. Nokta bulutlarındaki aynı noktaların eşlenmesi....27
Şekil 4.11. Değişen maksimum mesafeyle nokta bulutlarının eşlenmesi....27
Şekil 4.12. İki istasyondaki nokta bulutlarının gruplandırılması....28
Şekil 4.13. Sille Aya-i Eleni Kilisesinin 3 Boyutlu görüntüsü (Güney-Batı)....28
Şekil 4.14. Sille Aya-i Eleni Kilisesinin 3 Boyutlu görüntüsü (Kuzey-Doğu)....29
Şekil 4.15. Sille Aya-i Eleni Kilisesinin Üstten 3 Boyutlu görüntüsü....29
Şekil 4.16. Sille Aya-i Eleni Kilisesinin iç kısmına ait 3 Boyutlu Modelin Üstten Görünüşü....30
Şekil 4.17. Sille Aya-i Eleni Kilisesinin iç kısmına ait 3 Boyutlu Modelin Alttan Görünüşü....30
Şekil 4.18. Sille Aya-i Eleni Kilisesinin iç kısmına alınan kesitleri....30
Şekil 4.19. Sille Aya-i Eleni Kilisesinin iç kısmının DD` kesiti....31
Şekil 4.20. Sille Aya-i Eleni Kilisesinin iç kısmının CC` kesiti....31
Şekil 4.21. Sille Aya-i Eleni Kilisesinin iç kısmının AA` kesiti....31
Şekil 4.22. Sille Aya-i Eleni Kilisesinin iç kısmının BB` kesiti....32
Şekil 4.23. Sille Aya-i Eleni Kilisesinin iç ve dış kısmının birleştirilmiş nokta bulutları....32
Şekil 4.24. Giriş kısmına ait nokta bulutunun seçilmesi....33
Şekil 4.25. Giriş kısmına ait nokta bulutlarından elde edilen SYM....34
Şekil 4.26. Giriş kısmına ait nokta bulutlarından elde edilen ortofoto....35
Şekil 4.27. AA` kesitine ait nokta bulutlarından elde edilen SYM....36
Şekil 4.28. AA` kesitine ait nokta bulutlarından elde edilen ortofoto (nokta bulutu üzerine bindirilmiş)....37
Şekil 4.29. AA`ait nokta bulutlarından elde edilen çizim....38
Şekil 4.30. CC` kesitine ait nokta bulutlarından elde edilen SYM....39
Şekil 4.31. CC` kesitine ait nokta bulutlarından elde edilen ortofoto....40
Şekil 4.32. CC`ait nokta bulutlarından elde edilen çizim....41

Şekil 4.33. BB` kesitine ait nokta bulutlarından elde edilen SYM 42
Şekil 4.34. BB` kesitine ait nokta bulutlarından elde edilen ortofoto (165 ve 166 numaralı görüntülerden elde edilen) 43
Şekil 4.35. Mozaik işlemlerinde kullanılan parametreler 44
Şekil 4.36. BB` kesitine ait mozaik 44
Şekil 4.37. BB` kesitine ait nokta bulutlarından elde edilen çizim 45
Şekil 4.38. Tavandaki süse ait nokta bulutlarından elde edilen SYM 46
Şekil 4.39. Tavandaki süse ait nokta bulutlarından elde edilen ortofoto 46
Şekil 4.40. Tavandaki süse nokta bulutlarından elde edilen çizim 47
Şekil 4.41. Karatay Medresesi Kapısına Z-Map yazılımında yüzey tanımlanması 48
Şekil 4.42. Karatay Medresesi Kapısı SYM 48
Şekil 4.43. Karatay Medresesi Kapısı ortofoto 49
Şekil 4.44. Karatay Medresesi Kapısı nokta bulutlarından çizimi 50
Şekil 4.45. İnce Minare Kapısı SYM 51
Şekil 4.46. İnce Minare Kapısı ortofoto 52
Şekil 4.47. Kullanılan kalibrasyon kalıbı (a) ve resim alım şekli (b) 53
Şekil 4.48. PhotoModeler programında kamera kalibrasyonunun yapılması 54
Şekil 4.49. Hirobo Shuttle ZX Model Helikopter 55
Şekil 4.50. Hirobo Shuttle ZX Model Helikopter üzerine fotoğraf makinesinin yerleştirilmesi 55
Şekil 4.51. Fotoğraf alımı için kontrollerin yapılması 56
Şekil 4.52. Fotoğraf alımı için arazide düzeneğin hazırlanması 56
Şekil 4.53. Yer kontrol noktası olarak kullanılan plaka örneği 57
Şekil 4.54. Yer kontrol noktası olarak kullanılacak plakaların kilise üzerine yerleştirilmiş hali 57
Şekil 4.55. Koordinatlandırılarak kullanılan yer kontrol noktaları 58
Şekil 4.56. Kilisenin çatı çiziminde kullanılan fotoğrafların kamera konumları 59
Şekil 4.57. Kilisenin çatı çizimleri ve son hali 59
Şekil 4.58. Kilisenin1/500 ölçekli halihazır ve kadastro haritası 60
Şekil 4.59. Kilise etrafında tesis edilen poligon noktalarını gösteren kroki 61
Şekil 4.60. Yapıştırılan işaret örneği ve kilisedeki görüntüsü 61
Şekil 4.61. Kilise cephe çiziminde kullanılan fotoğrafların kamera konumları 62
Şekil 4.62. Kilise detay alımı yapılırken kadastro tescilli ve alım için kullanılan poligonlar 63
Şekil 4.63. Kilise detay alımı yapılırken kadastro tescilli ve alım için kullanılan poligonlar 64
Şekil 4.64. Kilisenin güney-doğu cephe çizimleri 65
Şekil 4.65. Kilisenin güney-batı cephe çizimleri 65
Şekil 4.66. Kilisenin kuzey-batı cephe çizimleri 67
Şekil 4.67. Kilisenin kuzey-doğu cephe çizimleri 68
Şekil 4.68. Kilisenin autocad ortamında birleştirilmiş 3 boyutlu hali 69

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1 Nikon D80 kamerasının kalibrasyon değerleri……...13

Çizelge 3.2 ILRIS-3D Yersel Tarayıcı Teknik Özellikleri.....14
Çizelge 4.1. DD′ kesitine ait nokta bulutu ile resim arasındaki dönüşüm sonucu elde edilen standart sapmalar 34
Çizelge 4.2. AA′, BB′, CC′ kesitlerine ait nokta bulutu ile resim arasındaki dönüşüm sonucu elde edilen standart sapmalar 35
Çizelge 4.3. Nokta bulutu ile resim arasındaki dönüşüm sonucu elde edilen standart sapmalar.....47
Çizelge 4.4. Nokta bulutu ile resim arasındaki dönüşüm sonucu elde edilen standart sapmalar…… 50
Çizelge 4.5. Canon Sx 150 IS fotoğraf kamerası kalibrasyonu değerleri…….… 54

1. GİRİŞ

Kültürel mirasın belgelenmesi ve izlenmesi sürecinde kullanılan yöntemlerin geliştirilmesi, gerek mimari koruma uygulamaları, gerekse sanat tarihi, mimarlık tarihi, arkeoloji ve mimarlık araştırmaları açısından önemlidir. Bir proje çalışmasında yapılan işin hızının ve doğruluğunun artması maliyetinin de azalması büyük önem arz etmektedir.

Tarihi ve kültürel varlıkların belgelenmesi işlemleri, mimarlar tarafından ve mevzuatta geçen hükümlerce yapılmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte geleneksel yöntemlerin alternatifleri artmıştır. Belgeleme amaçlı alternatif yöntemlerle ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmaların sonucunda her bir yöntemin, avantaj ve dezavantajları sıralanmıştır. Hemen hemen her bir yöntemin diğer yöntemlerden daha güvenli, daha doğru ve hızlı veri ürettiği iddia edilmektedir.

Mimarların rölöve ve belgeleme çalışmalarında, klasik yöntemlerden modern tekniklere geçiş bir avantaj olarak görülmektedir. Modern teknikler, klasik yöntemlerin yaptığını yapmakla kalmayıp, çözümlemede zorluk çekilen işlem adımlarında değişik çözüm alternatifleri sunmaktadır. Fakat modern teknikler sadece bu kadarıyla kalmayıp dar mekânların cephe alımı veya çatıların ölçümü ve bunların modellenip proje için hazır hale getirilmesinde de yeni çözüm önerileri sunmaktadır. Ayrıca rölöve alım işlemlerinde vaziyet planlarının çıkarılmasında kinematik GPS ölçüm yönteminin kullanılması yapılan işleme hız kazandırması açısından önemlidir. Çatıların rölövesinde karşılaşılan sorunlar insansız hava araçlarının kullanılması ile insan hayatını tehlikeye sokmadan ve güvenilir bir şekilde alıma imkân vermektedir.

Dar mekanların çok geniş açıdan görülmesi için balık gözü lense sahip kamera tercih edilebilir. Bunun üzerinden kalibrasyon, çizim ve modelleme aşamalarına yapılabilir. Tehlike arz eden, gerektiğinde yüksek bir yere çıkıp çekim yapılmasını gerektiren durumlar böylece ortadan kaldırılacaktır. Ayrıca daha geniş yüzeylerin çok geniş açılı kamera ile görüntülenmesi mümkün olabilecektir. Böylece yapılan iş hem kısa zamanda düşük maliyette yapılan bir proje olacak, hem de farklı disiplinlere yeni ufuklar açacağından yaygın bir kullanıcı kitlesine hitap etmesi beklenmektedir.

Mevzuat incelendiğinde, rölöve işleminde birden çok detaylı çalışma yapılması gerektiği ve yapılan çalışmalarda kullanılan tüm yöntemlerin belli bir amaç doğrultusunda birçok avantajı olduğu görülmektedir. Ancak hiçbir yöntemin mevzuatta belirtilen rölöve işlem adımlarının tamamını kapsayacak şekilde kullanılabileceğini

belirtmek zordur. Bu araştırmanın amacı, tarihi ve kültürel varlıkların rölöve alımındaki farklı yöntemlerin birlikte kullanılıp kullanılmayacağını ortaya koymaktır. Bu araştırmadan beklenen yarar, rölöve alımı yapan kişilerin farklı konum ve şartlardaki tarihi ve kültürel varlıkların rölöve alımında kullanacağı yöntemi belirlemesine yol göstermektir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Alanyalı, F., Çabuk, A., Deveci, A., Ergincan, F., Avdan, U., Akça, S., 2007, Arkeoloji ve Mimari Rekonstrüksiyon Çalışmalarında Yersel Fotogrametri ve Gerçek Zamanlı Küresel Konumlandırma Sistemi Uygulaması: Patara Hurmalık Hamamı ve Palestra Kompleksi Örneği, Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma Grubu, Tübitak Projesi, Prj No: 105K049, Eskişehir.

Arkeolojik belgeleme ve yeniden yapılandırma projelerinde, uzaktan algılama, coğrafi bilgi sistemleri, yersel fotogrametri, lazer tarama, GPS gibi ileri teknoloji ürünlerinin kullanımı ve sonuç ürüne doğruluk ve hız açısından etkilerini tartışan ve bir uygulama ile sonuca bağlayan bir Tübitak projesidir.

Anay, H., 2007, Sayısal Tek Görüntü Düzeltme Tekniğinin Mimari Belgelemede Kullanımının Değerlendirilmesi: Lefkoşa Mısırlızade Han Örneği,Yapı Dergisi.

Fotogrametrik teknikler içinde sayısal görüntü düzeltme işinin bilgisayarlar aracılığı ile yapılmasının birçok avantajı olduğunu vurgulayan, mimari belgeleme ve restorasyon çalışmalarında da bilgisayar kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşan ve bu teknolojilerin getirdiği saklama, çoğaltma, kopyalama, değiştirme, iletme, erişim ve manipülasyon olanakları irdeleyen ve bilgisayar yazılımları aracılığı ile yapılan sayısal tek görüntü tekniğinin bir örnek çalışma üzerinden değerlendiren bir makaledir.

Avşar, E. Ö., 2006, Tarihi Köprülerin Dijital Fotogrametri Tekniği Yardımıyla Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Tarihi bir köprünün yersel fotogrametrik tekniklerle dijital olarak fotoğraflanmasını amaçlayan ve köprüyü oluşturan her bir taşın 2B ve 3B koordinatlarını dijital resimlerden elde eden ve sonuçları değerlendiren bir yüksek lisans tezidir.

Avşar, E. Ö., Aydar, U., Şeker, D. Z., 2011, İTÜ Geomatik Mühendisliği Bölümünde Kültürel Mirasın Dokümantasyonuna Yönelik Olarak Öğretilen Yöntemler ve Yersel Fotogrametri Eğitimi, TMMOB Harita ve Kadastro Müh. Odası, 13. Türkiye Harita Bilimsel Teknik Kurultayı, Ankara.

İTÜ Geomatik Mühendisliği Bölümünde verilen Sayısal ve Yersel Fotogrametri dersinin dokümantasyon amaçlı olarak nasıl geliştirildiği ele alınmış ve konu ile ilgili tezler irdelenmiştir.

CIPA (Comite Internationale de la Photogrammetric Architecturale) URL2

Kültürel mirasın belgelenmesi amacı ile veri ve bilgilerin derlenmesini hedefleyen, bilgileri işlerken ve geliştirirken fotogrametri süzgecinden geçiren "Uluslar arası Kültürel Mirası Belgeleme Komitesi" olarak çevirebileceğimiz bir kuruluştur.

Çorumluoğlu, Ö., 1991, Yersel Fotogrametrinin Mimariye Uygulanması ve Mevlana Müzesi Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Mimari rölövenin içeriğinin araştırılması ve fotogrametrinin kullanım oranı artırılması amacıyla yapılan ve sonuçlarıyla değerlendirilen bir çalışmadır.

Duran, Z., Toz, G., 2003, Tarihi Eserlerin Fotogrametrik Olarak Belgelenmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemine Aktarılması, İTÜ Dergisi, Cilt:2, Sayı: 6, İstanbul.

Dijital fotogrametri ve Cografi bilgi sistemlerinin (CBS) birlikte kullanılması ile oluşturulacak bir bilgi sistemi, tarihi eser veya alanların korunması konusunda çalısan ve ilgilenen tüm kişilerin ulaşabilecekleri bir ortam sağlayacağı düşüncesi üzerine yoğunlaşan bir bildiridir.

Erdoğan, C., 2005, Tarihi Çeşmelerin Dijital Fotogrametrik Yöntemle Rölövelerinin Hazırlanması, Harita ve Kadastro Müh. Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu, 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, İstanbul.

Tarihi çeşmeler üzerinde fotogrametrik teknikle röleve çizimlerinin oluşturulması ve işlen adımlarının anlatan bir bildiridir.

Güleç, A., 2007, Yersel Fotogrametri Yöntemi ile Rölöve Alım Tekniğinin Taç Kapılarda Uygulanışı Konya Örnekleri, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Yersel fotogrametri ile elde edilen sayısal verilerin mimarlıktaki mevcut durum tespitini yapmaya yönelik belgeleme çalışmalarında avantaj ve dezavantajları değerlendiren bir yüksek lisans tezidir.

Gültekin, R. E., 2007, Ülkemizdeki Taşınmaz Kültür Varlıkları'nın Restorasyonuna İlişkin Sorunlar, Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu-1, Ankara.

Ekip işine dayanan rölöve ve restorasyon çalışmalarında yaşanan sorunları dile getiren bir bildiridir.

Hamamcıoğlu Turan, M., 2004, Mimari Fotogrametri Alanındaki Çağdaş Gelişmelerin Değerlendirilmesi, Gazi Üniversitesi Müh.-Mim. Fakültesi Dergisi, Cilt:19.

Mimari koruma alanındaki gelişmelerin, fotogrametrik olarak gelidiği nokta ve tekniklerin anlatıldığı bir bildiridir.

Hamamcıoğlu Turan, M., Akbaylar, İ., 2007, Tarihi Yapıların Değişimlerinin Belgelenmesi ve Bulguların Arşivlenmesi için Fotogrametrik Bir Yöntem Araştırması, Mühendislik Araştırma Grubu, Tübitak Projesi, Prj No: MAG – 104 I 102, İzmir.

İzmir – Çeşme'deki bir kilise üzerinde uygulama yapılarak, tarihi yapıların degişimlerinin belgelenmesindeki etki alanları ve bulguların dijital ortamda arşivlenmesinin olanaklarını araştıran bir Tübitak projesidir.

ICOMOS (International Council on Monuments and Sites) URL4

Dünyadaki koruma uzmanlarını bir araya getirerek, bir mesleki diyalog ve fikir alışverişi forumu oluşturmayı amaçlayan, mimarlık mirasının korunmasını ve geliştirilmesini amaçlayan uluslararası sözleşmelerin kabulü ve yürürlüğe sokulması için çalışan "Uluslar arası Anıt ve Sitler Konseyi" diye çevirebileceğimiz bir kuruluştur.

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

Model uçak ve üzerine yerleştirilen bir metrik olmayan kamera yardımıyla fotogrametrik haritalamanın kullanılabilirliğinin araştırıldığı bir makaledir.

Keleş, S., 2010, Fotogrametrik Yöntemlerle Cephe Rölövesi Alımı: Şevket Bey Konağı Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Fotogrametrinin mimari uygulamalara entegre edilmesi ve emek gerektiren rölöve sürecinin pratik hale getirilmesi hedeflenen bir yüksek lisans tezidir.

Kork, E. S., 2006, Arkeolojik Çalışmalarda Kültürel Mirasın Belgelenmesi ve İzlenmesi Sürecinde Fotogrametrinin Uygulama Alanları, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Muğla.

Kültür mirası üzerinde kullanımı yaygınlaşan fotogrametrik yöntemleri ve arkeoloji alanındaki uygulamalarına ait örnekleri içeren bir yüksek lisans tezidir.

Oğuzer, M. K., 1991, Arapgir Ulu Camii Rölöve ve Restorasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Malatya'daki Arapgir Camii'nin tarihi, coğrafyası ve konumunu inceleyen, ayrıca tarihine, döneminin özelliklerine ve tam kısımlarından yapılan yorumlar ile rölövesi üzerinden restorasyonunu anlatan bir yüksek lisans tezidir.

Sağıroğlu, Ö., 2004, Yersel Fotogrametrik Ölçüm Tekniğinin Ömer Duruk Evi Örneği Üzerinde Uygulanması ve Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Yersel fotogrametrik ölçüm tekniği ve bu tekniğin klasik yöntemlere göre avantaj ve dezavantajlarının incelendiği bir yüksek lisans tezidir.

Taşınmaz Kültür Varlıklarını Tespit ve Belgeleme Yöntemleri Kitabı, 2009, Mersin Üniversitesi Restorasyon ve Koruma Merkezi, Koruma Sempozyumu, Mersin.

Kültür varlıklarını koruma kapsamındaki gelişmeler ve teknolojik değişimleri inceleyen ve belgeleme çalışmalarındaki yeni yaklaşımları ve yöntemleri ortaya koyan bildirilerin toplandığı kitaptır.

T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2004, Mevcut Yapıların İncelenmesi ve Yapı Denetimi Komisyonu Raporu, Deprem Şurası/1.

Mevcut yapıları ve standartları incelemenin yanı sıra, tarihi yapıların onarım ve güçlendirilmesi ile ilgili bilgi veren bir rapordur.

TMMOB Mimarlar Odası, Korunması Gerekli Kültür Varlıklarının Rölöve – Restitüsyon – Restorasyon Hizmetleri Şartnamesi ve En Az Bedel Tarifesi

Mimarlık tanımları, hizmet şartları, hukuki dayanak ve kapsamı, düzenleme esasları ve hizmet bedellerinin sunulduğu rapordur.

Toprak, Y., 2008, Rölöve Ölçmelerinde Kullanılan Jeodezik Yöntemlerin İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Çalışma amacına uygun olarak kullanılan bu aletler ve programlar yardımı ile rölövesi alınacak cephenin projesi; daha kısa sürede gerçeğine en uygun şekilde çizilmesi hedeflenen ve yapılan çalışmanın sonucunda elde edilen hesaplar, çizimler ve Çizelgelar ortaya konarak sonuçlandırılan bir yüksek lisans tezidir.

Tuncer, M., 2003, Ankara'da Tarihsel / Kültürel Çevre Koruması, Sağlıklaştırılması ve Yenilenmesinde Karşılaşılan Bazı Sorunlar, TMMOB Mimarlar Odası, Kültürel Miras Dergisi, Sayı:8.

Ankara'nın tarihi kültürel dokusu üzerinden, günümüzde gözlemlenen bazı sorunlarının irdelemesini yapan ve çözümleri üzerinde duran bir yazıdır.

Yıldız, F., Karabörk, H., Yakar, M., Yılmaz, H. M., 2005, Yersel Fotogrametride Kullanılan Metrik Olmayan Dijital Kameraların Kalibrasyonunda Kullanılan Yazılımların İncelenmesi Üzerine Bir Çalışma, Harita Dergisi, Sayı:134.

Metrik olmayan kameraların uygulamada kullanılan distorsiyon modelleri ve farklı test alanı ve yazılımlarla gerçekleştirilen kalibrasyon sonuçlarının değerlendirildiği bir yazıdır.

Yıldız, F., Yakar, M., Yılmaz, H. M., 2005, Tarihi ve Kültürel Mirasların Belgelenmesinde Jeodezi ve Fotogrametri Mühendislerinin Rolü, TMMOB Harita ve Kadastro Müh. Odası, 10. Türkiye Harita Bilimsel Teknik Kurultayı, Ankara.

Rölöve çalışmalarında yersel fotogrametrinin iş akışını, çalışmaların hukuki boyutunu ve haritacıların rolünü irdeleyen bir bildiridir.

Yıldız, F., Yakar, M., Zeybek, M., Kocaman, E., Pınar, K., Telci, A., Mutluoğlu, Ö., Yılmaz, H. M., 2011, Dağ Pazarı Kilisesi (Mersin-Mut) Rölöve Örneği, TMMOB Harita ve Kadastro Müh. Odası, 13. Türkiye Harita Bilimsel Teknik Kurultayı, Ankara.

Mersin'de bulunan Dağ pazarı Kilisesi'nin rölövesinin fotogrametrik yöntemle elde edilmesini amaçlayan bir bildiridir.

Yılmaz, H. M., Karabörk, H., Yakar, M., 2000, Yersel Fotogrametrinin Kullanım Alanları, Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Sayı:1.

Yersel fotogrametrinin kullanıldığı yerleri özetleyen ve örneklendiren bir yazıdır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez kapsamında çalışma alanı olarak Konya Sille Aya-i Eleni Kilisesi seçilmiştir. Sille, Frigyalılar'a kadar uzanan tarihi bir zenginliğe sahiptir. Kent, Romalılar devrinde Kostatiniye'den (İstanbul) Kudüs'e giden hac yolcuları için önemli bir konaklama yeri olmuştur. Selçuklu döneminde de Konya'nın başkent olması nedeniyle önemini korumuştur. Osmanlıların kurduğu belediyeler arasında ilk sıralarda yer almıştır. Bütün bunların neticesinde, sille küçük bir yazı kapsamına sığamayacak kadar zengin bir tarih ve kültür hazinesine sahip olmuştur. Sille'nin bazı tarihsel ve kültürel varlıkları camiiler, manastırlar, kiliseler, hamamlar, evler, çeşmeler, su yolları, köprüler, çamaşırhaneler ve askeri yapılardır.



Şekil 3.1. Sille Aya-i Eleni Kilisesi

Sille Aya-i Eleni Kilisesi, Konya ili Merkez Selçuklu ilçesi, Sille Subaşı Mahallesi, Tatköy yolu ayrımı solunda kentsel sit alanında 3 pafta, 3635 parselde bulunmaktadır.

Yapım tarihi konusunda net bilgilerin olmamasına karşın; naos giriş kapısı üstünde bulunan onarım kitabesi yapıyı 327 yılına tarihlendirilmektedir. İsa'nın doğumundan 327 sene sonra Bizans imparatoru Konstantinus'un annesi Helena, hac için Kudüs'e giderken Konya'ya uğramış, buradaki ilk hristiyanlık çağlarına ait oyma

mabedleri görmüş, hristiyanlara Sille'de bir mabed yaptırmaya karar vermiştir. Mihail Arkhankolos adına bu kilisenin temel atma töreninde bulunmuştur. Kilise asırlar boyu onarımlar görerek günümüze kadar gelmiştir.

Kilisenin iç yapısının üstünde yunan harfleriyle yazılmış Türkçe bir tamir kitabesi kilisenin tarihi hakkında bilgi vermektedir. Bu kitabe 1833 tarihlidir. Aynı kitabenin üzerinde ise kilisenin Sultan Mecit döneminde dördüncü kez onarım gördüğünü belirten üç satırlık bir kitabe daha bulunmaktadır. Kilise düzgün kesme sille taşı ile yapılmıştır. Avlusunda kayalara oyulmuş odalar bulunmaktadır. Kilisenin kuzeye açılan kapısından dış nartekse girilir. Burada kadınlar mahfeline çıkan iki yönlü taş merdivenler yer almaktadır. Kilisenin ana kubbesi dört fil ayağı üzerinde olup, kilise üç neflidir. Kilisenin içerisinde ahşaptan, üzeri alçı süslü bir vaaz kürsüsü ile apsisle ana mekanı ayıran ahşap alçılı kafes bir sanat şaheseridir. Kubbe geçişlerinde ve taşıyıcı ayaklarda Hz. İsa, Hz. Meryem ile havarilere ait resimler bulunmaktadır.

3.1. Kullanılan Donanımlar

3.1.1. Hirobo Shuttle ZX Model Helikopter İnsansız Hava Aracı

Çalışmanın havadan çekilecek fotoğrafları için, Hirobo Shuttle ZX model helikopter kullanılmıştır. Diğer modellere nazaran, üstün tasarımı sayesinde güç kaybı yaşanmadan verimli ve dengeli bir uçuş sağlamaktadır. Yakıtlı model helikopterlerin en büyük sınıfı içerisinde yer alan bu model, büyük olmaları nedeniyle en stabil uçuşa sahip modellerdir. Yakıt olarak; metil alkol, sentetik yağ ve nitro karışımından oluşan özel bir yakıt ile çalışmaktadır.



Şekil 3.2. Hirobo Shuttle ZX model helikopter

Yakıtsız 2500 gr ağırlığında olan bu model, 300 ml yakıt alan depoya sahiptir. Bu şekilde yaklaşık 1000 gr ağırlık kaldırabilmekte ve 25 dakikaya kadar havada kalabilmektedir. Ayrıca helikopteri yönlendiren kumandanın menziline göre değişmekle beraber 2500 m uzaklığa çıkabilmektedir.

Helikopterin uçuşunu tamamlayan beraberinde alıcı, servo, batarya gibi ekipmanları olmak zorundadır. En önemlisi ekipmanı da uçuşa yön veren kumandasıdır (Şekil 3.4.).



Şekil 3.3. Model helikopter ekipmanları



Şekil 3.4. Futaba 7C uzaktan kumanda vericisi

Çalışmada kullanılan, Futaba 7C 2.4 GHz marka ve modelindeki kumandadır. Dijital olan bu kumanda ile helikopterin ayarları da dijital ekran üzerinden yapılmaktadır. Beraberinde ise kumanda sistemine uygun bir alıcı ile kullanılmaktadır (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. Futaba 7C uzaktan kumanda alıcısı

7 kanallı olan bu kumanda sisteminde; uçak / helikopter yazılımı mevcut olması, yukarı-aşağı zamanlayıcı, ayarlanabilir gaz kesme, hava freni gibi özelliklerinin mevcut olması ayrıca 2,4 GHz olması hiç bir frekansla karışmayacak bir özelliğe sahip olduğundan bu kumandanın en çok tercih edilenler arasında olmasını sağlamaktadır.

Uzaktan kumanda vericisi (transmitter/TX) pilotun elindedir ve kumanda üzerindeki çubukları ve düğmeleri kullanarak uçaktaki alıcıya (receiver/RX) sinyaller gönderir. Bu sinyalleri alan receiver, sinyalleri işleyerek bağlantı kabloları (servo wires) aracılığı ile servolara iletir. Servolar, içerisindeki küçük elektrik motorları ve dişliler ile, gelen elektronik sinyalleri mekanik dairesel hareketlere dönüştürür. Bu dairesel hareketler ise pushrod adı verilen metal çubuklar ile uçağın kontrol yüzeylerine iletilir. Bu sayede pilot, yüzlerce metre uzaktaki uçağını kontrol edebilir. (URL3, URL5, URL6, URL9)

3.1.2. Canon Sx 150 IS Fotoğraf Makinası

Günümüzde, kolay taşınabilir fotoğraf makinesi alacak birçok kişinin tercihi daha ziyade ultra kompakt makineler veya değiştirilebilir lensli aynasızlar olmaktadır. SX150 IS, kolay taşınabilir fotoğraf makinelerinden ziyade biraz daha büyükçe fakat onlar kadar donanımlı değildir. Ancak fiyat/performans değerlendirmesi yapınca ideal bir tercih olarak ortaya çıkmaktadır. Canon Powershot SX150 IS'in arka yüzünde 3 inç büyüklüğünde bir LCD ekran bulunmaktadır. Bu ekranın sağında başparmakla rahatlıkla kullanılabilen kontrol tuşları yer alıyor. Üst kısımdaki flaşı elle açıp kapatılabiliyor. HD video kaydı yapabiliyor olmasına rağmen üzerinde HDMI çıkış yok,

standart bir AV yuvası mevcuttur. Çektiğiniz fotoğraf ve videoları bilgisayara aktarmak için USB bağlantı noktasını kullanılmaktadır. Kart girişi, alttaki pil yuvasının içinde olan makine, iki adet AA pille çalışmaktadır.

Canon PowerShot Sx150 Genel Özellikleri:

Sensör

• 14,1 megapiksel 1/2.3 CCD

Ekran

• 3 inç TFT LCD

Lens

• 5,0 – 60,0 mm (35mm eşdeğeri: 28 – 336 mm)

• f/3,0 – f/5,9

• 12x optik, 4x dijital zoom

ISO

• 80 – 1600

Video

• 1280×720 @30p

Bağlantılar

• mini-USB, AV çıkışı, 3,5 mm kulaklık

Hafıza

• SD, SDHC, SDXC hafıza kartı

Boyutlar / Ağırlık

• 113,3 x 73,2 x 45,8 mm

• 306 gram (piller ve hafıza kartı dahil) (URL1)



Şekil 3.6. Canon PowerShot Sx150 fotoğraf makinesi

3.1.3. Nikon D80 Dijital Fotoğraf Makinesi

Nikon Şirketi tarafından üretilen Nikon D80 dijital fotoğraf makinesiyle 24 mm'lik lens kullanılmıştır. Tek-lens refleks dijital kamera tipindedir. Etkin Piksel (Megapiksel) 10.2 milyon, RGB CCD, 23.6 x 15.8mm; toplam piksel: 10.75 milyon, Nikon DX format görüntü algılayıcısı, 3,872 x 2,592 piksel görüntü boyutlu görüntüler elde edilebilmektedir (URL7). Nikon D80 dijital fotoğraf makinesi Menci şirketi tarafından kalibre edilmiştir (Çizelge 3.1)



Şekil 3.7. Nikon D80 Dijital Fotoğraf Makinesi

Çizelge 3.1 Nikon D80 kamerasının kalibrasyon değerleri

Kamera İsmi	Nikon D80
Odak Uzaklığı	24.471 mm
Pixel Boyutu	0.00610 mm
Resim Boyutları	w : 3872 pixel h : 2592 pixel
Asal Nokta Koordinatları	x : 1957.623 pixel y : 1285.961 pixel
Radyal Simetrik Distorsiyon	k_1 : -0.00017020 mm k_2 : 0.0000003267 mm k_3 : -0.0000000001837 mm
Teğetsel Distorsiyon	p_1 : -0.00002346 mm p_2 : 0.0000001673 mm
Referans Noktaları	x (mm) y (mm) 0: -11.9415 -7.9668 1: 11.6777 -7.9668 2: 11.6777 7.8444 3: -11.9415 7.8444

3.1.4. ILRIS 3D Optech Yersel Lazer Tarayıcı

ILRIS-3D yersel tarayıcı, ticari ölçmeler, mühendislik, maden ve endüstri uygulamaları için hazırlanmış, digital kameralı ve gelişmiş yazılım araçları ile bütünleşik ve taşınabilir bir pakettir.

Özellikleri:

- Yüksek çözünürlük ve doğruluk
- 3 metreden 1 kilometreye mesafe ölçmesi
- 1. sınıf lazer
- Entegre 6 megapixel digital kamera ve geniş formatlı LCD
- Bataryalı
- Düzeçleme gerekmez
- Kullanımı kolay

Çizelge 3.2 ILRIS-3D Yersel Tarayıcı Teknik Özellikleri

Tarama Hızı (nokta/saniye)	2500
Işın açıklığı	0.00974^0
Minimum nokta aralığı (X ve Y yönünde)	0.00115^0
Uzunluk doğruluğu	7 mm@ 100 m
Konum doğruluğu	8 mm@ 100 m
Lazer dalga boyu	1500 nanometre
Digital kamera	Bütünleşik yüksek çözünürlüklü kamera Opsiyonel dış kamera
Görüş alanı	40^0 x 40^0

3.1.5. Topcon GPT 3007 Total Station

Topcon GPT 3007 lazerli alet, arazi durumuna ve yansımaya bağlı olarak 1200 m'ye kadar reflektörsüz ölçüm yapabilir. Sürekli ölçme modunda ve mesafe ölçümü her 0,3 sn'de bir yenilenmektedir.

Genel Özellikleri:

*Lazerli (reflektörsüz okuma)

*2400m tek reflektörle okuma menzili

*30 tane iş dosyası açma özelliği

*Alfanumerik tuş takımı

*Çift aks kompansatör özelliği

*2 boyutlu yol programı

Ölçme hassasiyeti, uzunluk için ±2mm+2ppm ve açı okuma için 2^{cc}'dir. (URL8)



Şekil 3.8. Topcon GPT 3007 Total Station

3.2. Kullanılan Yazılımlar

3.2.1. Photomodeler Yazılımı

Yersel fotogrametri yazılımıdır. Kamera kalibrasyonu, fotogrametrik değerlendirme ve vektörel çizim yapabilme yeteneğine sahiptir. Ayrıca çizimlere resim giydirme yapabilmektedir. Yazılımda elde edilen vektörel çizim, ortofoto ve 3 boyutlu animasyon export edebilmektedir.

3.2.2. Parser ve Polyworks Yazılımı

Parser yazılımı, arazide lazer tarayıcı ile yapılan ölçümlerden sonucu elde edilen *.hdr* uzantılı dosyayı Polyworks yazılımında işleyebilecek çeşitli formatlara dönüştürmektedir. Polyworks yazlımı, nokta bulutlarını işleyen bir yazılımdır. IMAlign, IMMerge, IMEdit, IMInspect, IMCompress, IMTexture, IMView modüllerinden

oluşmaktadır. IMAlign modülünde, nokta bulutlarının birleştirilmesi ve jeoreferanslama yapılabilmektedir. IMInspect modülü ise genellikle yüzeyler üzerinde ölçüm ve hesaplamaların yapıldığı bir araçtır. Bu çalışma kapsamında bu iki modül kullanılmıştır.

3.2.3. Z-Map Yazılımı

Z-Map yazlımı, İtalyan Menci Şirketi tarafından üretilmiştir. Nokta bulutları üzerinde Sayısal yükseklik Modeli Oluşturma (SYM), nokta bulutu yardımıyla resimlerin jeoreferanslanması, çizim yapabilme, ortofoto ve mozaik yapabilme yeteneğine sahiptir. Ayrıca stereo resimlerden SYM, ortofoto ve çizim yapabilme özelliğindedir.

3.3. Kullanılan Yöntemler

3.3.1. Fotogrametri

Fotogrametri, cisimler ve çevresinden yansıyan ışınların şekillendirdiği fotoğrafik görüntülerin ve yaydıkları elektromanyetik enerjinin kayıt, ölçme ve yorumlama işlemleri sonunda, bu cisimleri ve çevre hakkında güvenilir bilgilerin elde edildiği bir teknoloji ve bilim dalıdır. Fotogrametri sözcüğü, Eski Yunanca'da ışık anlamına gelen "photos", çizgi anlamına gelen "gramma", ve ölçme anlamına gelen "metron" kelimelerinin birleşmesiyle elde edilmiştir. Fotogrametrinin başlangıç amacı, yeryüzünün topoğrafik yapısını elde etmek iken, bu amaç bugün yeni ve değişik uygulama alanlarını da içermektedir. Günümüzde fotogrametri, canlı ve cansız cisimlerin geometrik ve yapısal özelliklerini kayıt etme, ölçme ve yorumlamakta başarıyla kullanılmaktadır.

Fotogrametri, resim çekim noktasının konumuna göre

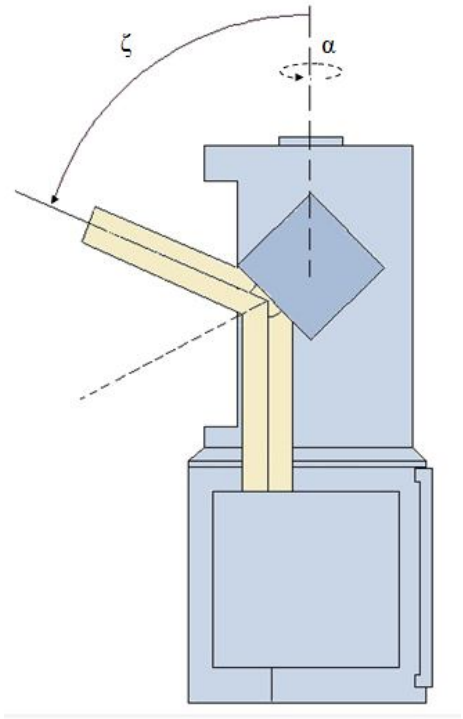
- Hava fotogrametrisi
- Yersel fotogrametri

olmak üzere sınıflandırılabilir (Gürbüz, 2006).

Bunlardan birincisinde yorumlama, ölçme ve değerlendirme işlemleri havadan çekilen resimler kullanılarak yapılır. Bu tez çalışması kapsamında, hava resimlerini insansız hava aracı yardımıyla elde edilmiştir. Yersel fotogrametri kapsamındaki yerden çekilen resimler de dijital bir kamera yardımıyla alınmıştır.

3.3.2. Lazer Tarama

Bir yersel lazer tarayıcı yatay ve düşey yönde dönebilen bir mekanizmaya sahiptir. Modüle edilen lazer ışını aletin elektronik biriminden çıkar ve büyük bir hızla dönen optik kısma çarpar. Bir ayna gibi hareket eden bu optik birim yüzeyindeki ışın yansıtılır ve özel bir açı (ξ) ile aletten çıkar. Lazer tarayıcı bu açıyı elde ettikten hemen sonra bir sonraki açıyı elde etmek için düşey eksen etrafında çok küçük bir açı ($\Delta\alpha$) ile döner (Şekil 3.9) (Vozikis ve ark. 2004). Bu işlem periyodik olarak tarama işlemi bitene kadar devam eder. Bu taramalar esnasında büyük bir noktalar kümesi elde edilir ve bu noktalar kümesindeki her bir nokta kutupsal koordinatlarla (ξ, α ve r – objeye ile tarayıcı arasında ölçülen mesafe) tanımlanır.



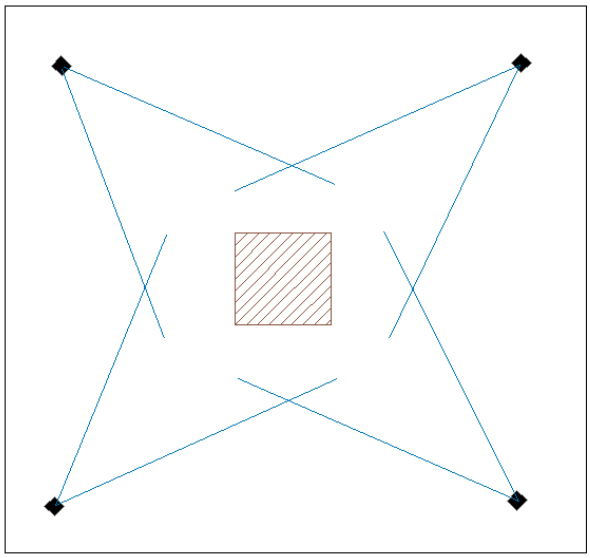
Şekil 3.9. Yersel lazer tarayıcının genel yapısı

Bugün yersel lazer tarayıcılar için en popüler mesafe ölçme sistemi "uçuş zamanı" prensibidir. Ölçülen mesafe doğruluğu birkaç mm'dir.

Lazer tarayıcı çalıştırıldığında ölçülen noktalar dahili bir koordinat sisteminde tanımlanır (Bornaz ve ark. 2004). Bu koordinat sistemi bir kutupsal koordinat sistemidir. Kontrol noktaları yardımıyla bu koordinatlar istenilen bir koordinat sistemine dönüştürülebilmektedir.

Obje, yüzeyinin tam olarak tanımlanabilmesi için genellikle farklı noktalardan taranır (Şekil 3.10) (Impeyong ve Choi 2004). Bu durumda taramalarda obje

köşelerinde bindirme olmasına dikkat edilmelidir. Bu işlem faklı noktalardan taranan obje yüzeylerinin hassas bir şekilde birleştirilmesi için gereklidir. Tarayıcının konumlandırıldığı noktaların koordinatları jeodezik ölçmelerle belirlenir. Obje noktalarının doğrudan koordinatlandırılmaları gerektiğinde tarayıcının her konumuna karşılık gelen yöneltme açılarının ve koordinatlarının bilinmesi gerekir. Ölçülen nokta koordinatlarının doğruluğu tarayıcının konum ve yöneltme elemanlarının doğruluğuna bağlıdır. Ayrıca doğruluk, yansıyan lazer ışınlarının yoğunluğuna da bağlıdır. Obje yüzeyinin özelliği ve ışının yüzeye gidiş açısı da önemli bir etkendir.



Şekil 3.10. Lazer Tarayıcının Konumu

3.3.2.1. Lazer Tarayıcıların Ölçüm Prensipleri ve Sınıflandırılması

Yersel lazer tarayıcıların sınıflandırmasını yapmak oldukça güçtür. Düşünülebilen tüm uygulamaları yapabilecek bir evrensel lazer tarayıcı yoktur. Bazı tarayıcılar, iç yapı ve orta mesafe (100 metreye kadar) için uygunken bazıları da açık alan ve uzun mesafeler için (birkaç 100 metre) uygundur. Bunlara ek olarak, yüksek doğruluk gerektiren çok yakın mesafe (birkaç metre) uygulamaları için de tarayıcılar vardır. Lazer tarayıcının seçimi, yapılan uygulamaya bağlıdır. Lazer tarayıcılar ya ölçme prensiplerine göre ya da teknik özelliklerine göre sınıflandırılabilir (Fröhlich and Mettenleiter, 2004). Lazer tarayıcılar, mesafe ölçme sistemlerine göre **uçuş zamanı, faz**

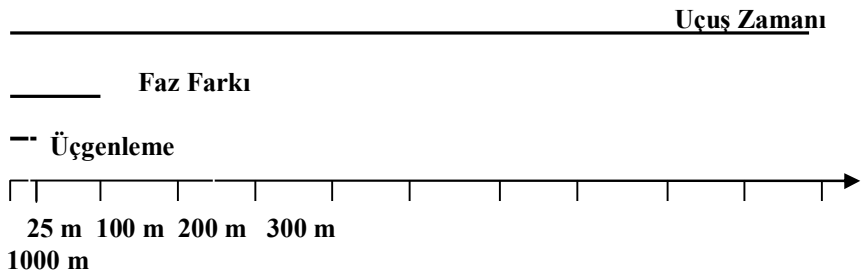
farkı ve **üçgenleme** ölçme prensipleri olmak üzere 3 gurupta sınıflandırılabilir. (Fröhlich and Mettenleiter, 2004; Reznicek and Pavelka, 2008).

Uçuş zamanlı prensiple çalışan lazer tarayıcılarda, bir lazer ışını nesneye gönderilir ve gönderici ile obje arasındaki mesafe, sinyal gönderimi ve alımı arasındaki ulaşım zamanı ölçülür (Wher, 2005; Kertsen, 2007; Gümüş ve Erkaya, 2007; Boehler and Marbs, 2007). Bu ölçme prensibinde, uzun mesafe ölçüleri, kabul edilebilir doğrulukla gerçekleştirilebilir.

Faz farkı prensibine göre çalışan lazer tarayıcılarda gönderici ile obje arasındaki mesafe, iletilen ve alınan sinyaller arasındaki faz farkından hesaplanmaktadır (Wher, 2005; Kertsen, 2007; Gümüş ve Erkaya, 2007; Boehler and Marbs, 2007). Uzunluk 100 metreye kadar sınırlıdır. Birkaç mm doğrulukla mesafe ölçülmesi yapılabilir (Fröhlich and Mettenleiter, 2004).

Üçgenleme prensibine göre çalışan lazer tarayıcılarda gönderici ile obje arasındaki mesafe, 10-25 metredir. Bu prensiple çalışan lazerler, Mensi ve Minolta tarafından üretilmiştir.

Her üç yöntemle çalışan lazer tarayıcıları ölçtükleri mesafeler ile de sınıflayabiliriz. (Kertsen, 2007) (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Lazer Tarayıcıların Ölçme Mesafeleri

Üçgenleme prensibi ile çalışanlar 25 metreye, faz farkı ile çalışanlar 100 metreye ve uçuş zamanına göre çalışanlar ise 1000 metreye kadar ölçme yapabilmektedir. Lazer tarayıcını seçimi yapılan uygulamaya bağlıdır. Bu açıdan tarayıcıların teknik özellikleri dikkate alınarak tarayıcı seçimi yapılması gerekir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Rölöve, Restitüsyon ve Restorasyon Kavramları

Kültür varlığının iyice tanınması için tarihi ve arkeolojik araştırmalar, sanat tarihi araştırmaları ve teknik araştırmalar yapılmalıdır.

Rölöve, bir yapının veya yapı grubunun, kent dokusunun veya arkeolojik kalıntının yakından incelenmesi, belgelenmesi, mimarlık tarihi açısından değerlendirilmesi ve restorasyon projeleri hazırlanabilmesi için binanın iç ve dış mimarisine, özgün dekorasyonuna ve taşıyıcı sistemi ile yapı malzemelerine ait mevcut durumunun ölçekli çizimlerle anlatımıdır. Rölöve bir amaç değil, araçtır. Yapının ölçüldüğü zamandaki durumunu belirtir. Rölöve çalışmaları çizimsel, yazılı ve görsel belgelerden oluşmaktadır. Rölövenin yapılış amacı çalışma ölçeğini etkiler. Bir sokak silüetini, plan ve kütle özelliklerini rölöve ölçeği için 1/200 ölçeği yeterlidir. Yeniden kullanım çalışmaları için 1/100 ölçeği, restorasyon projelerine yönelik çalışmalara için 1/50 ölçeği uygundur. Ayrıca restorasyon projelerine ait çizimler gerekli görülmesi halinde 1/20 ve daha büyük ölçekli plan, kesit ve görünüşlerle desteklenmektedir.

Rölövenin çizimsel belgeleri vaziyet planı, planlar, görünüşler, kesitler, sistem detayı, mimari elemanlara ilişkin detaylar, tipolojik çalışmalar ve müdahale paftaları olarak sıralanabilir.

Vaziyet planını, parselde yer alan tescilli yapının mimari ve doğal öğeleri, yapı-avlu-bahçe girişleri, sokak-bina ilişkisini gösterir kesiti içermektedir. Başka bir deyimle 1/500 veya 1/200 ölçeğinde mevcut durumunun üstten görünüşünün belirlenmesidir.

Kat planı (2/3 h yüksekliğinde çizilir), döşeme planları, tavan planları, üst örtü planı ve çatı planlarını (yapıda mevcut olmaları ve izlenebildikleri kadar çizilecektir) planlar başlığında sıralayabiliriz. Planlar 1/50 ölçeğinde ölçülendirilmiş ve ölçülendirilmemiş olarak hazırlanmalıdır.

Yapının görünen tüm yüzeyleri 1/50 ölçeğinde ölçülendirilmiş ve ölçülendirilmemiş olarak hazırlanmalıdır.

Kesitler yapının bütün özelliklerini anlatacak şekilde değişik özelliklere sahip mekânlardan, iki yöne bakacak şekilde en az 4 adet olmak üzere 1/50 ölçeğinde ölçülendirilmiş ve ölçülendirilmemiş olarak hazırlanmalıdır.

Sistem detayının amacı, yapısal sistem ile malzemeyi tanımlamaktır. Görünüş 1/20, plan 1/20 ve kesit 1/20 ölçeli olmak üzere 2 adet hazırlanmalıdır.

Pencere, kapı, ocak, dolap, niş, saçak, taşıyıcı sistem süsleme elemanları vb. yapı öğelerinden tipik olanlarına ilişkin sistem ve nokta mimari detaylardır. Ölçekleri 1/10, 1/5 ve 1/1'dir.

Yapıda bulunan mimari elemanlar (kapı, pencere, dolap, ocak, niş vb.) tiplerine göre ayrıştırılacak ve bir çizelge ile verilecektir. Tipolojinin yapılmasında, boyut, form, iç bölümlenme vb. ölçütler kullanılmalıdır.

Yapının mekânsal, mimari, strüktürel ve bezeme özelliklerinin araştırma sonuçları, tanım, açıklama, analiz ve raporları yazılı belgelerdir.

Yapıya ait iç ve dış fotoğraflar, çekildikleri yer ve yönleri plan üzerine işaretlenmesi görsel belgelerdir.

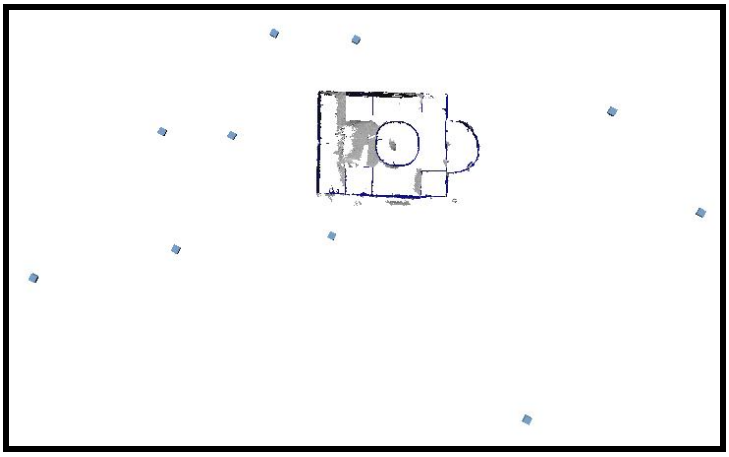
Rölöve tamamlandıktan sonra çizimler üzerinde çalışılarak yapım evrelerinin kronolojik sıralanışı belirlenerek, tarihi doku analiz paftaları hazırlanmaktadır. Plan, kesit ve görünüşler üzerine işlenen hasarların genel değerlendirmesi sonucu müdahale yerleri ve türleri konusunda karar verilmektedir.

Restitüsyon, rölöve analizi, tarihi araştırma ve benzeri örneklerin karşılaştırmalı etüdü sonucunda; dönemler itibariyle değişikliğe uğramış, eklenmiş, kısmen yıkılmış veya yok olmuş öğelerin ve/veya yapıların ilk tasarımlarındaki süreçten itibaren tarihsel durumlarını belirten rapor/belge ile ölçekli çizimlerle ya da maketlerle anlatımıdır. Bir eserin özgün tasarımını açıklamak, tarihi gelişimini irdelemek, kalıntıların daha iyi kavranabilmesini sağlamak için yapılır. Genel ölçeği 1/100 'dür.

Restorasyon, yapının mevcut durumunun belgelenmesinden sonra, sorunların saptanarak potansiyel ve yeni kullanım olanaklarının araştırılması, onarıma yönelik temel yaklaşım ve müdahale biçimlerinin belirlenmesi ile yeni kullanımın gerektirdiği müdahalelerin rapor, ölçülü ve ölçekli çizimlerle aktarımıdır. Kültür varlıklarının korunmasındaki temel yaklaşım sürekli bakımlarının sağlanmasıdır. Restorasyon uygulamalarına geçmeden önce yapılan araştırmalar ve belgeleme çalışmaları binanın ayrıntılı olarak tanınmasını sağlar. Ön araştırmalar sonucunda elde edilen bilgiler hasar nedenlerini ortadan kaldıracak veya etkilerini azaltacak koruma tekniklerinden sağlamlaştırma, bütünleme, yenileme, yeniden yapma, temizleme, taşımadan birinin seçilerek uygulanmasına temel oluşturur (TMMOB Mimarlar Odası, Korunması Gerekli Kültür Varlıklarının Rölöve – Restitüsyon – Restorasyon Hizmetleri Şartnamesi ve En Az Bedel Tarifesi, Tek yapı ölçeğinde Rölöve, Restitüsyon ve Restorasyon Projeleri Teknik Şartnamesi).

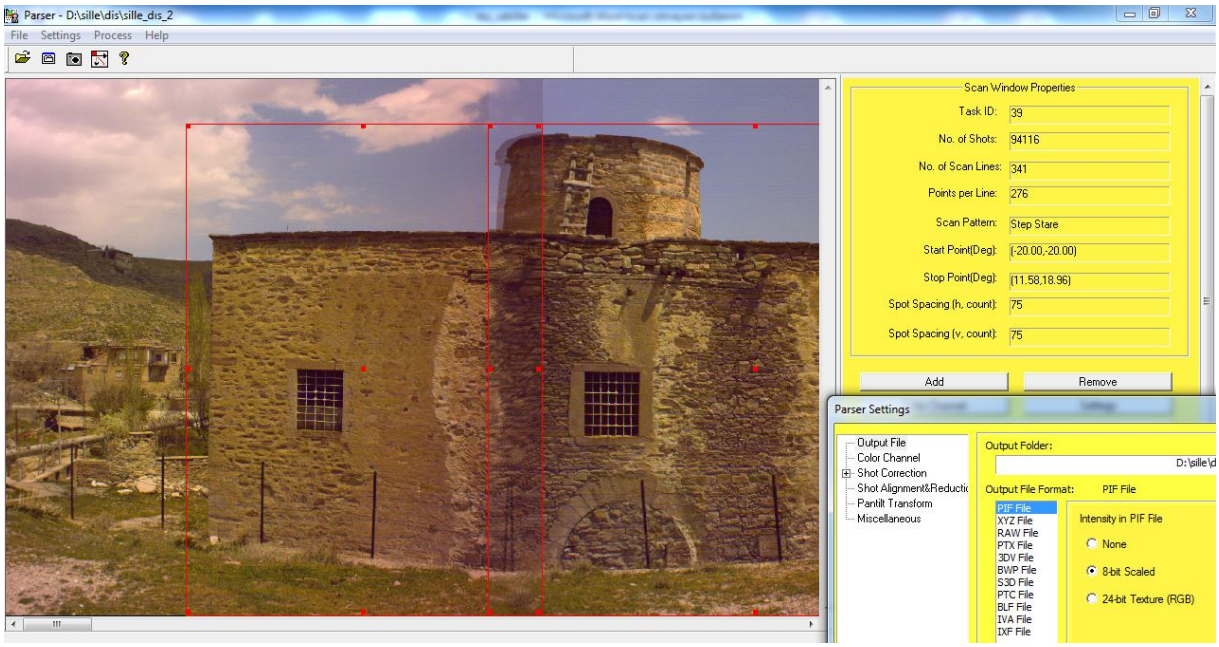
4.2. Yersel Lazer Tarayıcıyla Sille Aya-i Eleni Kilisesi Dış Cephelerinin Ölçümü

Sille Aya-i Eleni Kilisesi, arazinin topoğrafik durumu da dikkate alınarak 10 farklı istasyondan 3D Optech yersel tarayıcı ile taranmıştır (Şekil 4.1). Arazideki ölçü sonucunda .hdr uzantılı dosya ile resim dosyası elde edilmiştir.



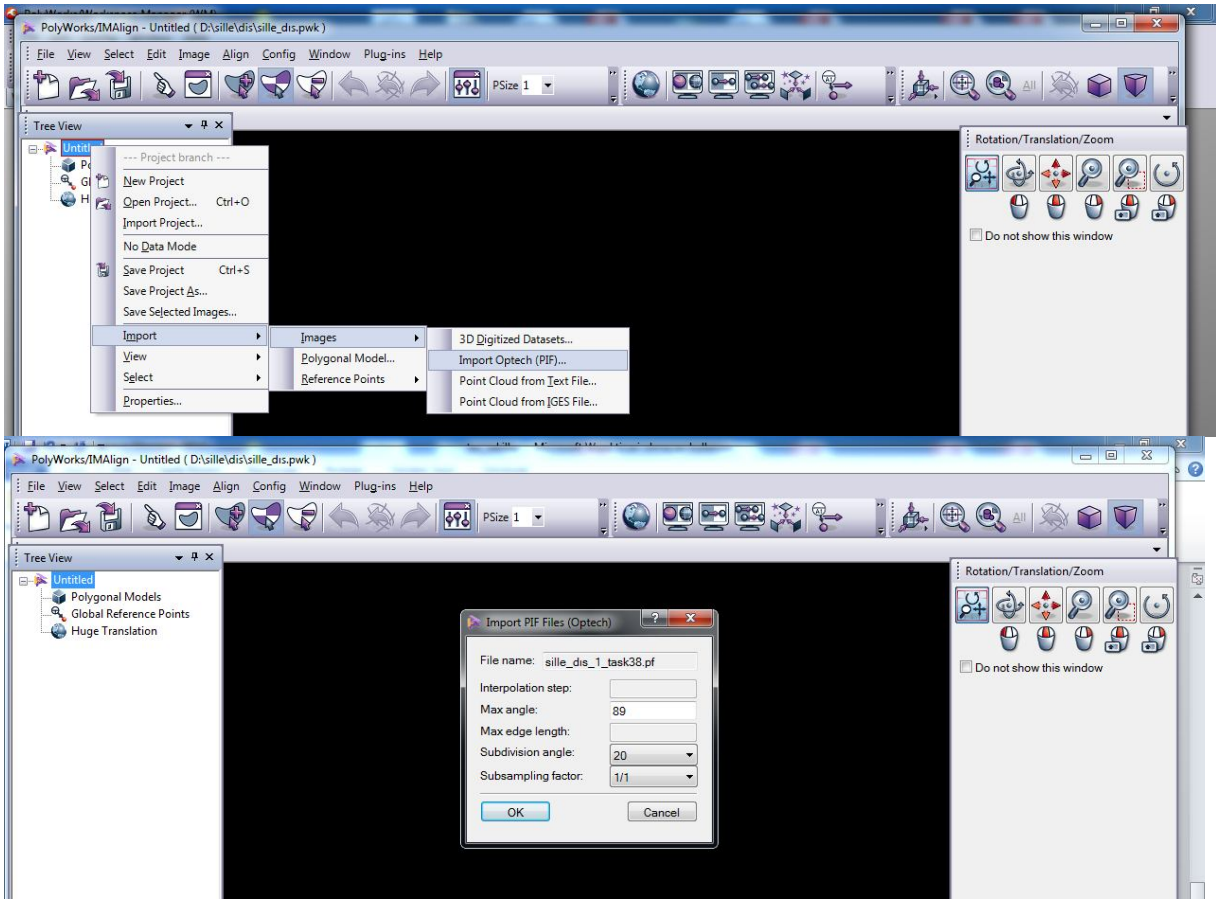
Şekil 4.1. Sille Aya-i Eleni Kilisesi dış cephesinin lazer tarama istasyonları

Arazide elde edilen her istasyondaki dosyalar Parser yazılımında .pif uzantılı dosyaya dönüştürülmüştür (Şekil.4.2). Dönüşüm işlemi gerçekleştirmeden önce ayarlarından yoğunluk için 8 bit değeri seçilmiştir.



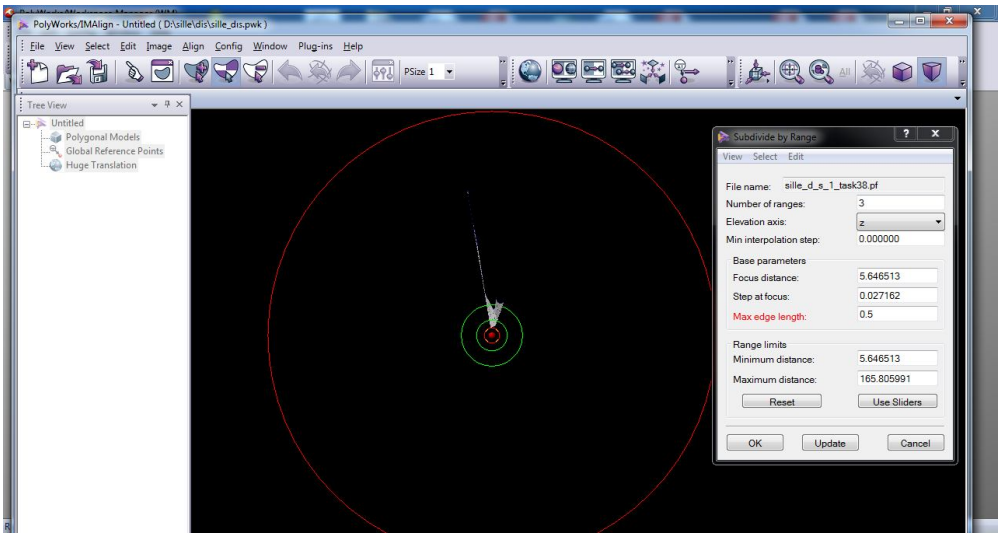
Şekil 4.2. Parser yazılımında nokta bulutlarının .pif uzantılı dosyaya dönüştürülmesi

Elde edilen nokta bulutlarının koordinatları alet merkezli ve birbirinden bağımsızdır. Farklı istasyonlardan elde edilen nokta bulutlarının birleştirilmesi gereklidir. Bu amaçla, nokta bulutları Polyworks yazılımına aktarılmıştır. Aktarma işleminde maksimum açı 89^0, altbölüm açısı 20^0 ve alt örnekleme faktörü 1/1 alınmıştır (Şekil 4.3).



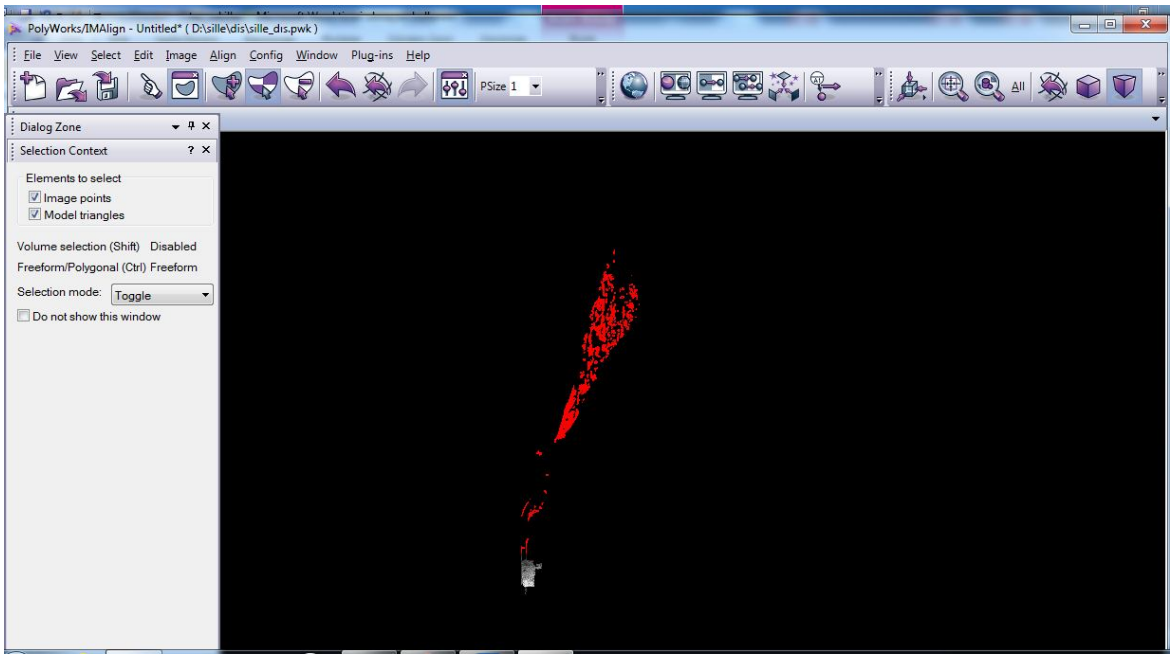
Şekil 4.3. Nokta bulutlarının Polyworks yazılımına aktarılması

Nokta bulutları Parser yazılımında pif formatına dönüştürüldüğünde oluşan *parsinglog* uzantılı dosyada tarama aralığı kayıtlıdır. Bu değer, *minimum interpolasyon step* bölümüne girilmiştir. Ayrıca Maksimum kenar değeri olarak da 0.5 metre değeri girilmiştir (Şekil 4.4).



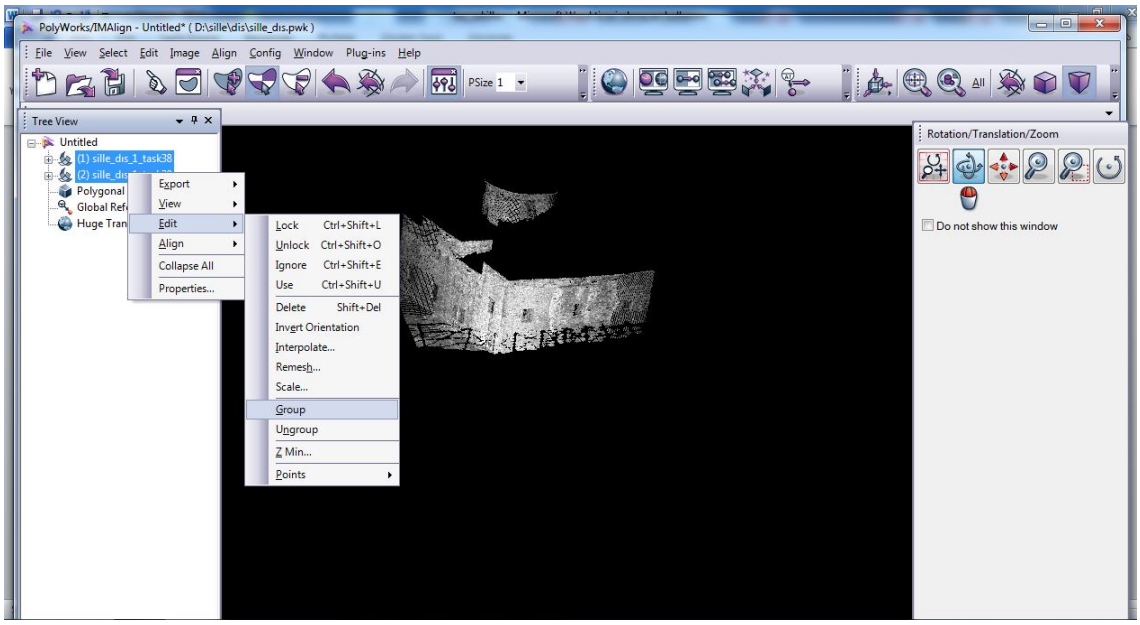
Şekil 4.4. Polyworks yazılımına tarama aralığının girilmesi

Polywork yazılımına aktarılan nokta bulutunda taradığımız obje dışında olan fakat tarama görüş açısı içinde olduğu için kayıt edilen noktalar da vardır. Bu noktalar çalışma objemizi ilgilendirmediği için ilgili komutlar yardımıyla silinmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Polyworks yazılımında ilgilenilmeyen nokta bulutlarının silinmesi

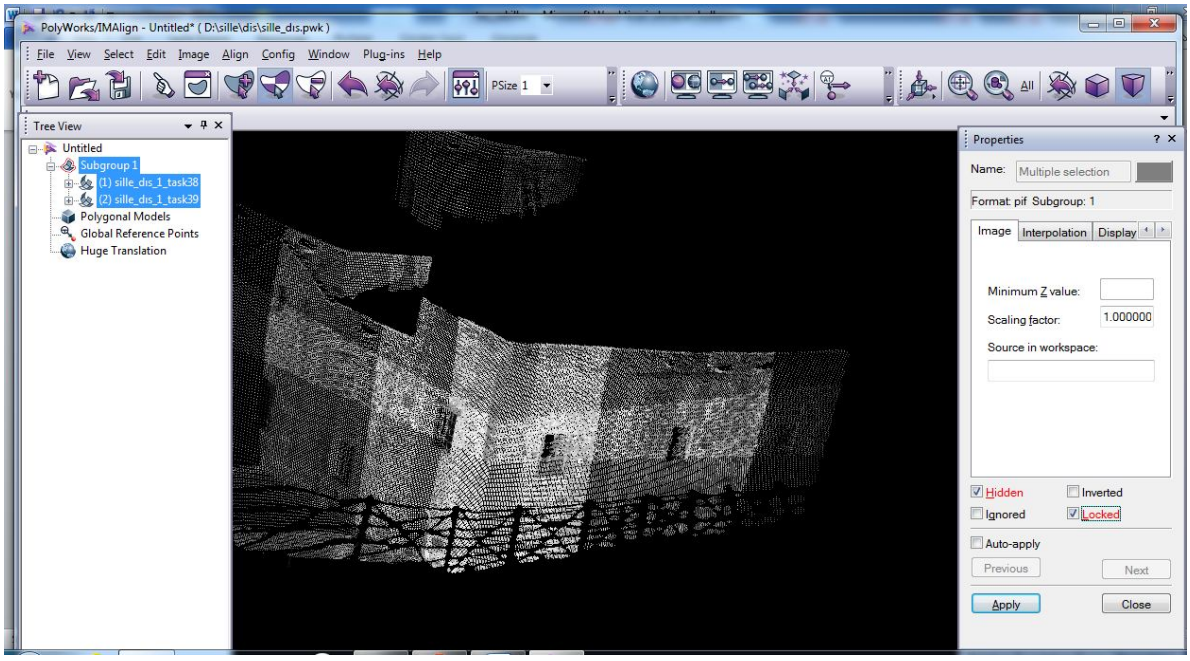
Bazı tarama istasyonlarında tarama alanı birden daha fazla alt grup nokta bulutu ile elde edilmiştir. Bu durumdaki alt grup nokta bulutları aynı istasyondan elde edildikleri için aynı koordinat sistemindedir. Alt grup nokta bulutlarını herhangi bir işlem yapmadan aynı grup altına alınmalıdır. (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Aynı tarama istasyonunda elde edilen alt grup nokta bulutlarının gruplandırılması

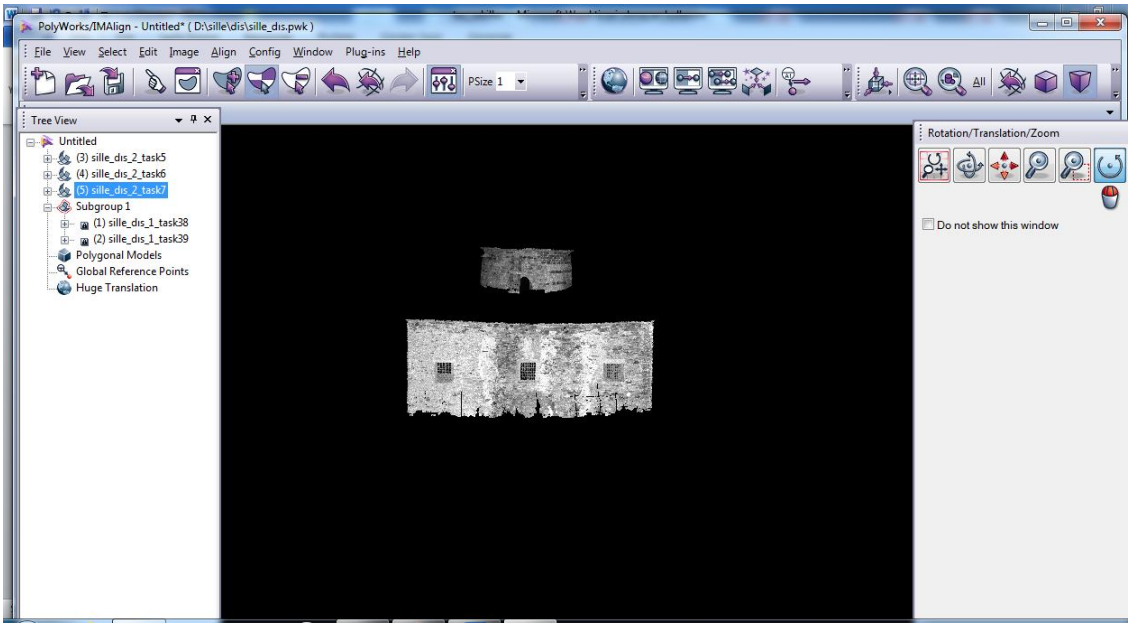
4.2 başlığı altında anlatılan tüm işlem adımları farklı istasyonlarda elde edilen nokta bulutları için gerçekleştirilmiştir.

Ancak nokta bulutları hala farklı koordinat sistemindedir. 3 Boyutlu modelin elde edilmesi için ortak alanları olan nokta bulutlarını birleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Sadece bir tane nokta bulutu ekranda kalmak üzere diğer nokta bulutları *özellikler* komutu yardımıyla gizlenmiştir (Şekil 4.7).



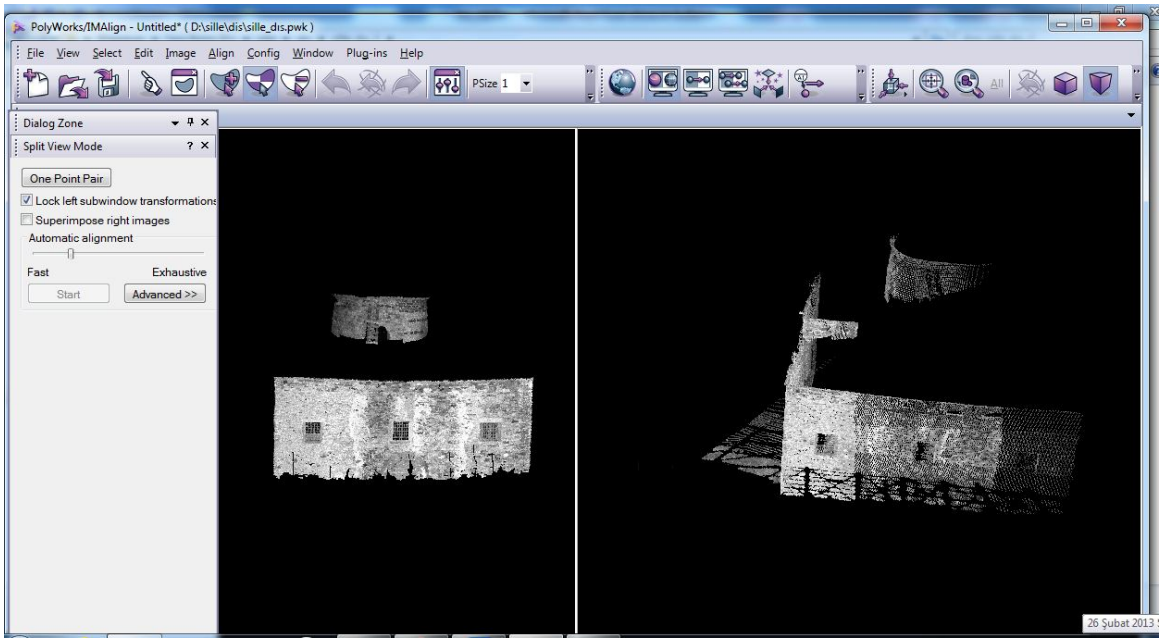
Şekil 4.7. Nokta bulutlarının gizlenmesi

Ekranda açık olan nokta bulutu eşlemeyi yapacak ortak alan görülecek şekilde döndürülür. Uygun konum elde edildiğinde diğer istasyondan elde edilen ve daha önce temizlenmiş nokta bulutları açılmıştır (Şekil 4.8).

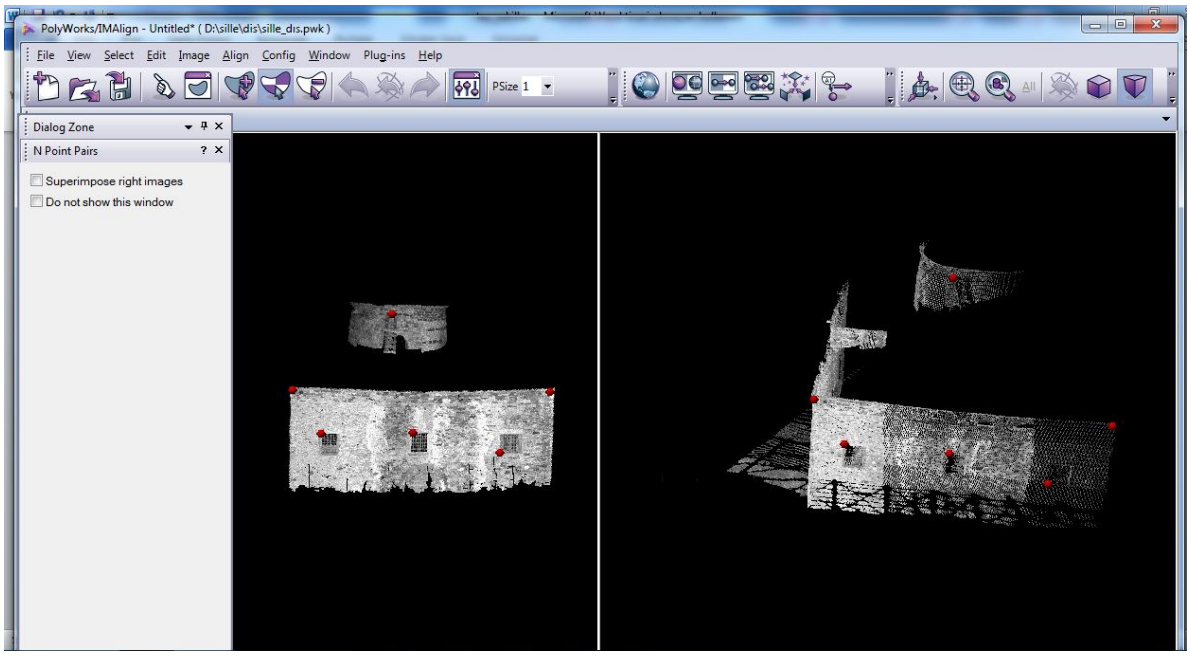


Şekil 4.8. Nokta bulutunun istenen konuma getirilmesi

Örtülü alanı olan nokta bulutları ekranda görünür hale getirildikten sonra *ekranı bölme* komutu ile nokta bulutlarının iki ayrı ekranda görünmesi sağlanmış ve örtü alanları görülecek şekilde yeniden döndürme, büyütme-küçültme işlemlerine tabi tutulmuştur (Şekil 4.9). Ortak alanlar ekranda göründükten sonra her bir nokta bulutunda yaklaşık olarak ortak noktalar işaretlenmiştir. (Şekil 4.10).

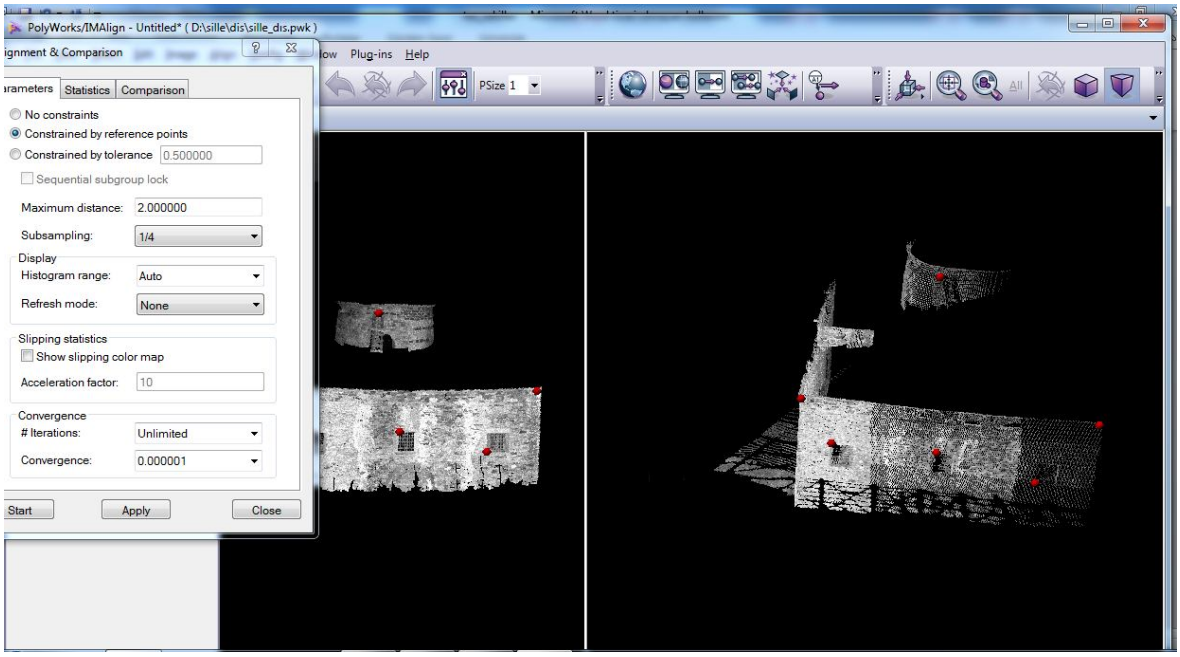


Şekil 4.9. Farkı istasyondaki nokta bulutları görünüşlerinin ayarlanması



Şekil 4.10. Nokta bulutlarındaki aynı noktaların eşlenmesi

Eşleme işleminde kabadan inceye doğru nokta bulutları arasındaki mesafe 2, 1, 0.5, 0.3, 0.1, 0.05, 0.03, 0.01, 0.005, 0.001 m olarak girilmiştir. Her birinde de eşlemenin uygun karesel ortalama hatalar ile eşlendiği görülmüştür (Şekil 4.11).

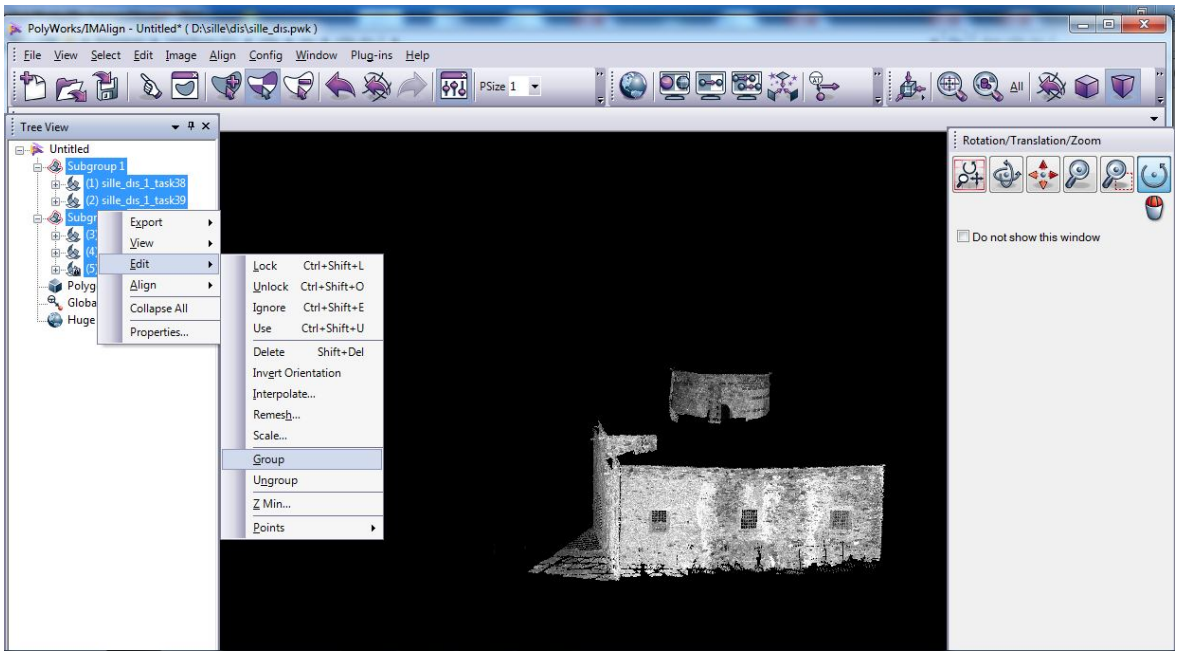


Şekil 4.11. Değişen maksimum mesafeyle nokta bulutlarının eşlenmesi

Eşleme sonucunda, nokta bulutları ilk istasyondaki nokta bulutunun koordinat sisteminde birleştirilmiştir. Birleştirme işleminden sonra iki nokta bulutu

gruplandırılmıştır. Böylece nokta bulutları tek nokta bulutu haline getirilmiştir (Şekil 4.12).

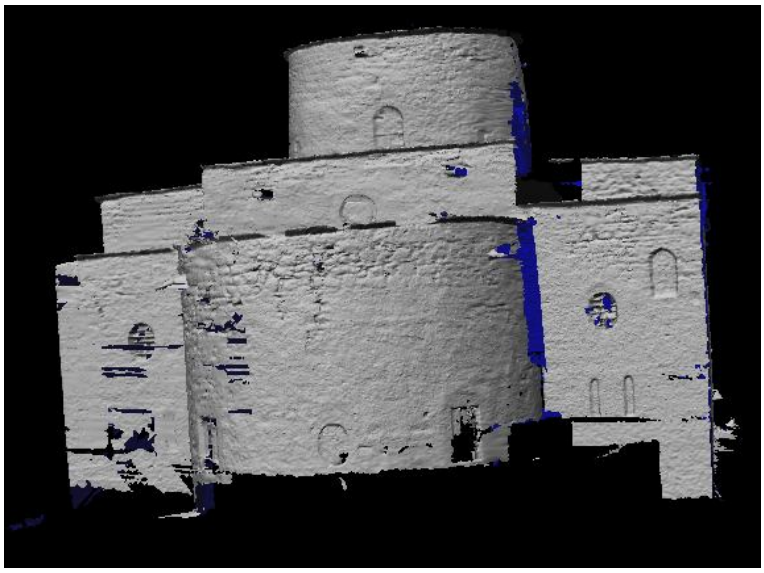
Burada anlatılan iki istasyondaki nokta bulutlarının birleştirilmesi işlemi diğer istasyonlardaki nokta bulutları içinde aynen yapılmıştır. Sonuçta Sille Aya-i Eleni kilisesinin dış cephesinin nokta bulutlarından 3 Boyutlu görüntüsü elde edilmiştir (Şekil 4.13, Şekil 4.14, Şekil 4.15).



Şekil 4.12. İki istasyondaki nokta bulutlarının gruplandırılması



Şekil 4.13. Sille Aya-i Eleni Kilisesinin 3 Boyutlu görüntüsü (Güney-Batı)



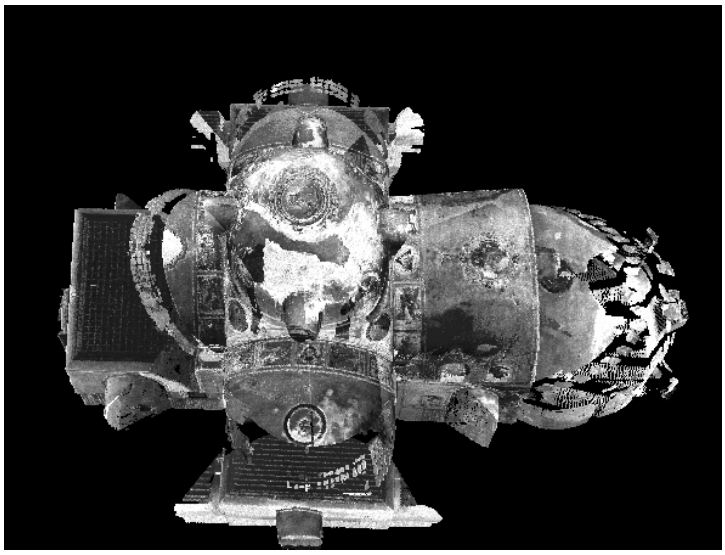
Şekil 4.14. Sille Aya-i Eleni kilisesinin 3 boyutlu görüntüsü (Kuzey-Doğu)



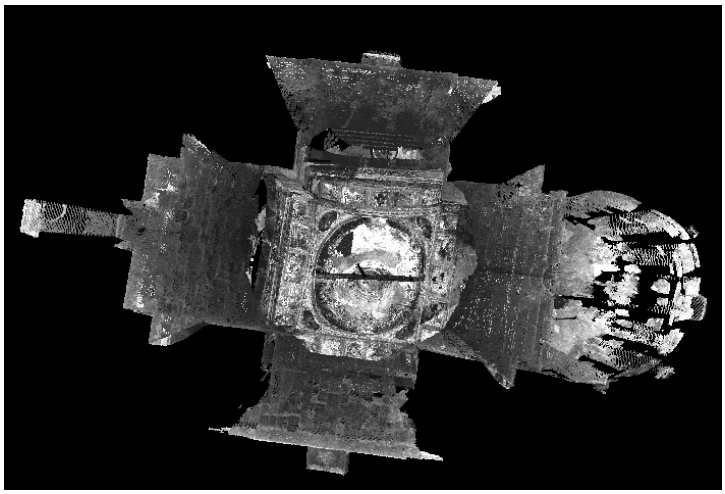
Şekil 4.15. Sille Aya-i Eleni Kilisesinin üstten 3 boyutlu görüntüsü

4.3. Yersel Lazer Tarayıcıyla Sille Aya-i Eleni Kilisesi İç Kısmının Ölçümü

Sille Aya-i Eleni Kilisesinin iç kısmı 14 farklı istasyonda tarama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Sille Aya-i Eleni Kilisesinin iç kısmına ait nokta bulutlarının işlenmesi ve birleştirilmesi işlemleri 4.2 bölümünde (dış cephenin 3 Boyutlu modelinin elde edilmesi) belirtilen şekilde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen 3 Boyutlu modelin alttan ve üstten görünüşler Şekil 4.16 ve Şekil 4.17'te verilmiştir.

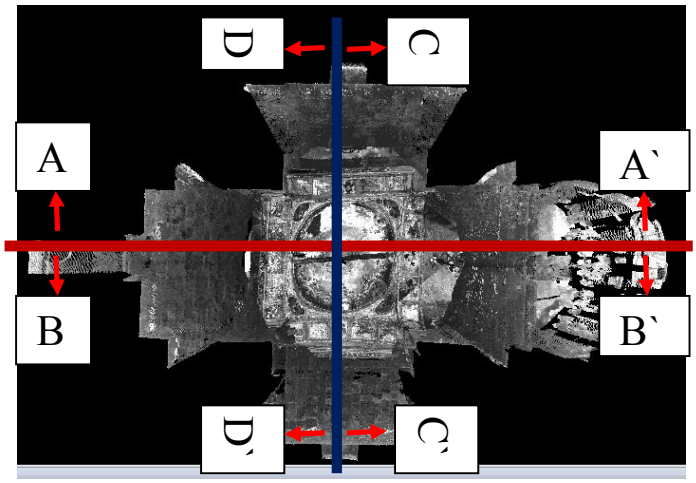


Şekil 4.16. Sille Aya-i Eleni Kilisesinin iç kısmına ait 3 boyutlu modelin üstten görünüşü

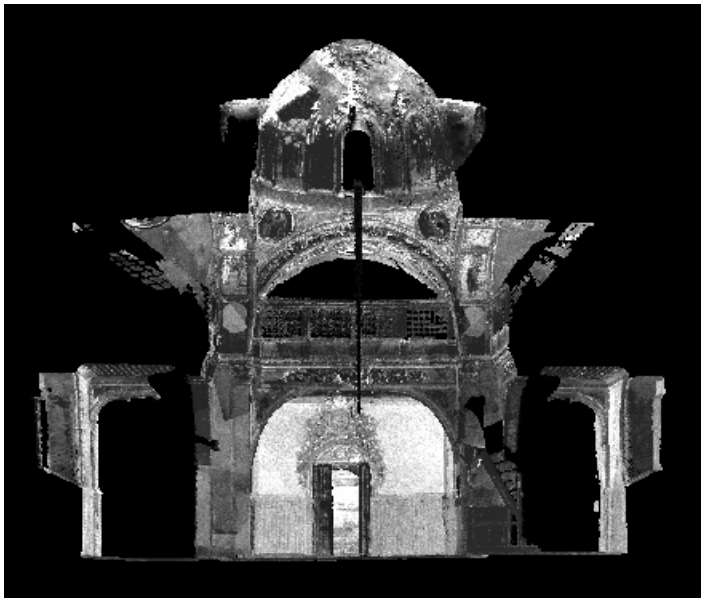


Şekil 4.17. Sille Aya-i Eleni Kilisesinin iç kısmına ait 3 boyutlu modelin alttan görünüşü

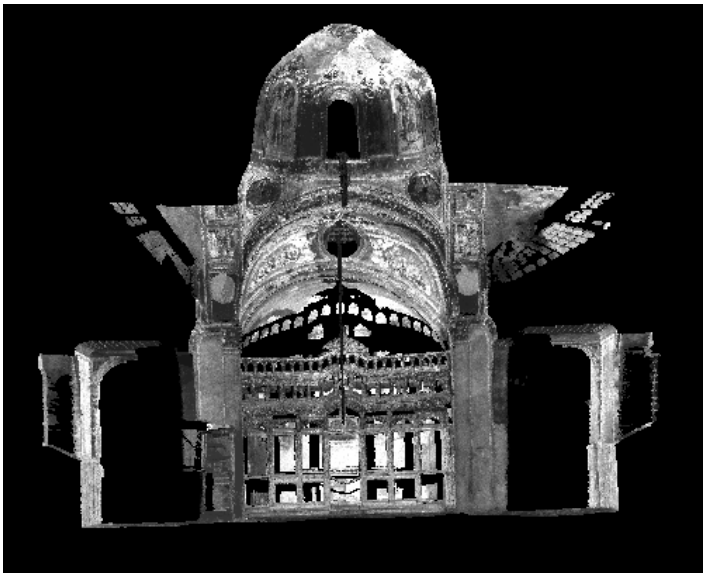
Elde edilen modelin AA`, BB`, CC`, DD` yönlerinde kesitleri (Şekil 4.18) alınarak görünüşleri de elde edilmiştir (Şekil 4.19, Şekil 4.20, Şekil 4.21, Şekil 4.22).



Şekil 4.18. Sille Aya-i Eleni Kilisesinin iç kısmına alınan kesitleri



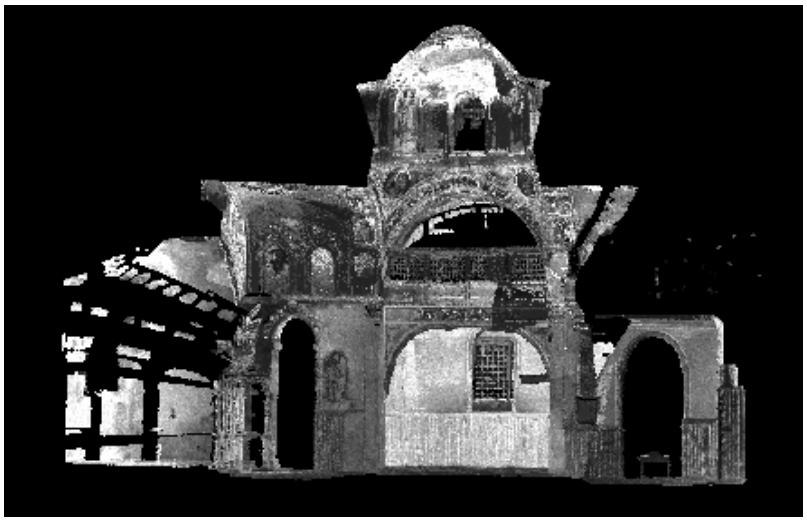
Şekil 4.19. Sille Aya-i Eleni Kilisesinin iç kısmının DD` kesiti



Şekil 4.20. Sille Aya-i Eleni Kilisesinin iç kısmının CC` kesiti



Şekil 4.21. Sille Aya-i Eleni Kilisesinin iç kısmının AA` kesiti



Şekil 4.22. Sille Aya-i Eleni Kilisesinin iç kısmının BB` kesiti

Sille Aya-i Eleni Kilisesinin iç ve dış kısımları ayrı ayrı modellendikten sonra ortak kısımları yardımıyla birleştirilmiştir. Gri renkte görünen kısımlar iç tarama, kahverengi ile görünen kısımlar dış tarama noktalarına ait verilerdir (Şekil 4.18).

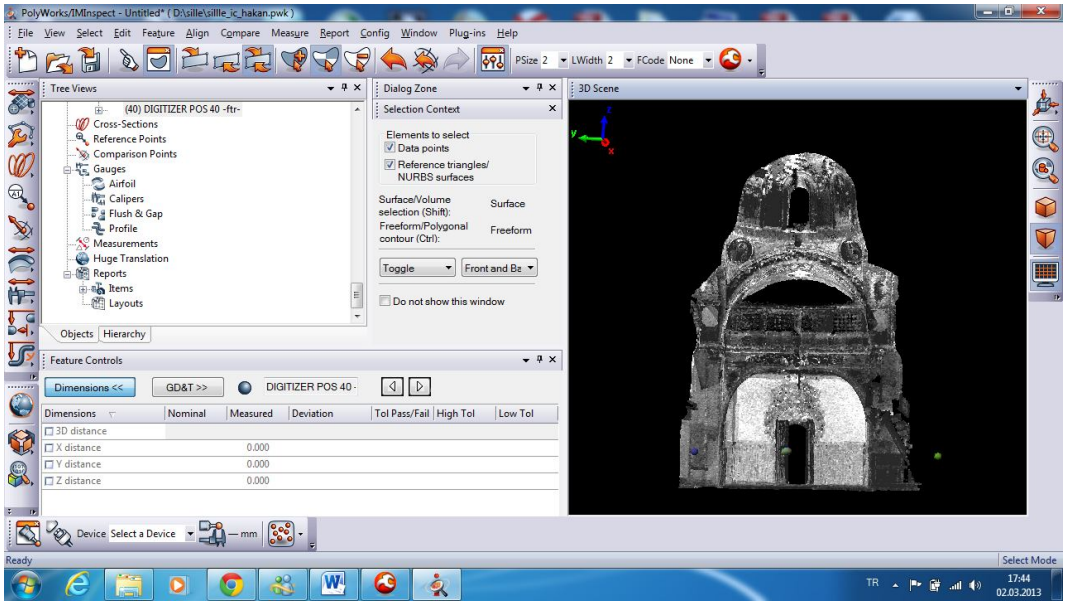


Şekil 4.23. Sille Aya-i Eleni Kilisesinin iç ve dış kısmının birleştirilmiş nokta bulutları

4.4. Sille Aya-i Eleni Kilisesi İç Kısmındaki Bazı Görünüşlerinin SYM, Ortofoto ve Çizimi

Şekil.4.18'de belirtilen AA`, BB`, CC`, DD` kesitlerinin bazı bölümlerinin Z-Map yazılımında SYM, ortofoto ve çizimleri gerçekleştirilmiştir.

Daha önce Polyworks yazılımının IMAlign modülünde birleştirilen nokta bulutları IMInspect modülüne aktarılmıştır. IMInspect modülünde giriş kısmına (DD`) ait nokta bulutları hariç diğer noktalar silinmiştir.



Şekil 4.24. Giriş kısmına ait nokta bulutunun seçilmesi

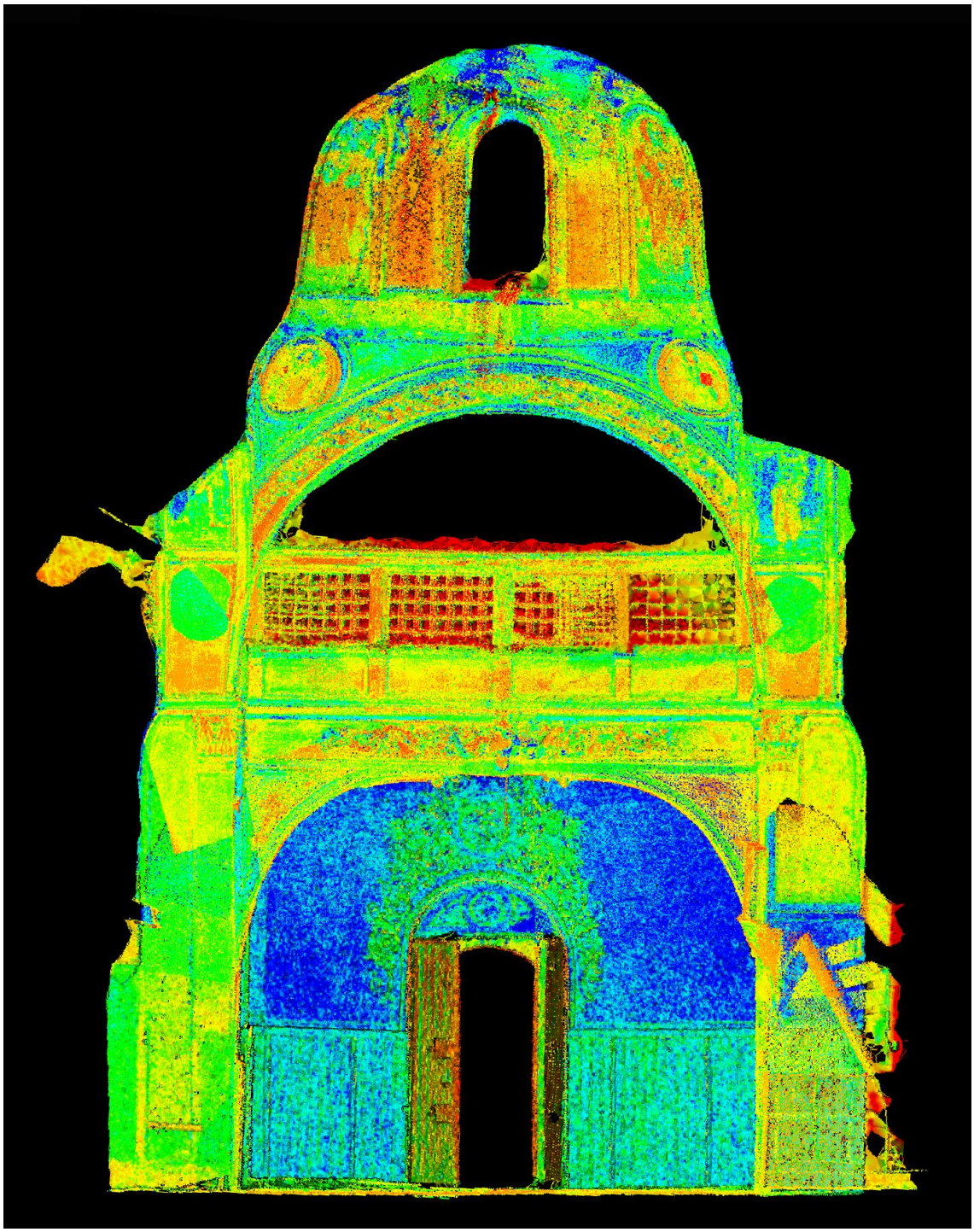
Bu işlemden sonra nokta bulutunun Z-Map yazılımına aktarılacak kısmı seçilmiş ve noktaların yoğunluklarıyla txt dosyasına aktarılmıştır. Bu dosya Z-Map yazılımına tanıtılmış ve ayrıca daha önce kalibrasyonu yapılmış Nikon D80 dijital kamerası ile çekilmiş resimler projeye dahil edilmiştir.

Z-Map yazılımına aktarılan nokta bulutlarında aynı yüzeyde olan en az 4 noktadan bir yüzey geçirilmiştir. Artık tanımlanan koordinat sistemi bu yüzeye ait sistemdir.

Projeye dahil edilen nokta bulutları ile resim eşleştirmesi yapılmak suretiyle 3 boyutlu koordinat dönüşümü gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4.1). Daha sonra nokta bulutlarından Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) oluşturulmuştur (Şekil 4.25).

Çizelge 4.1 DD´ kesitine ait nokta bulutu ile resim arasındaki dönüşüm sonucu elde edilen standart sapmalar

Resim Numarası	Nokta Sayısı	σ_x(mm)	σ_y(mm)
202	8	4	11
201	8	11	12



Şekil 4.25. Giriş kısmına ait nokta bulutlarından elde edilen SYM

SYM işleminden sonra 201 numaralı resimden piksel büyüklüğü 3 mm olan ortofoto görüntüsü elde edilmiştir. Böylece resim eğikliğinden ve yükseklik farkından oluşan görüntü kaymaları giderilmiş ve ölçekli bir görüntü elde edilmiştir (Şekil 4.26).

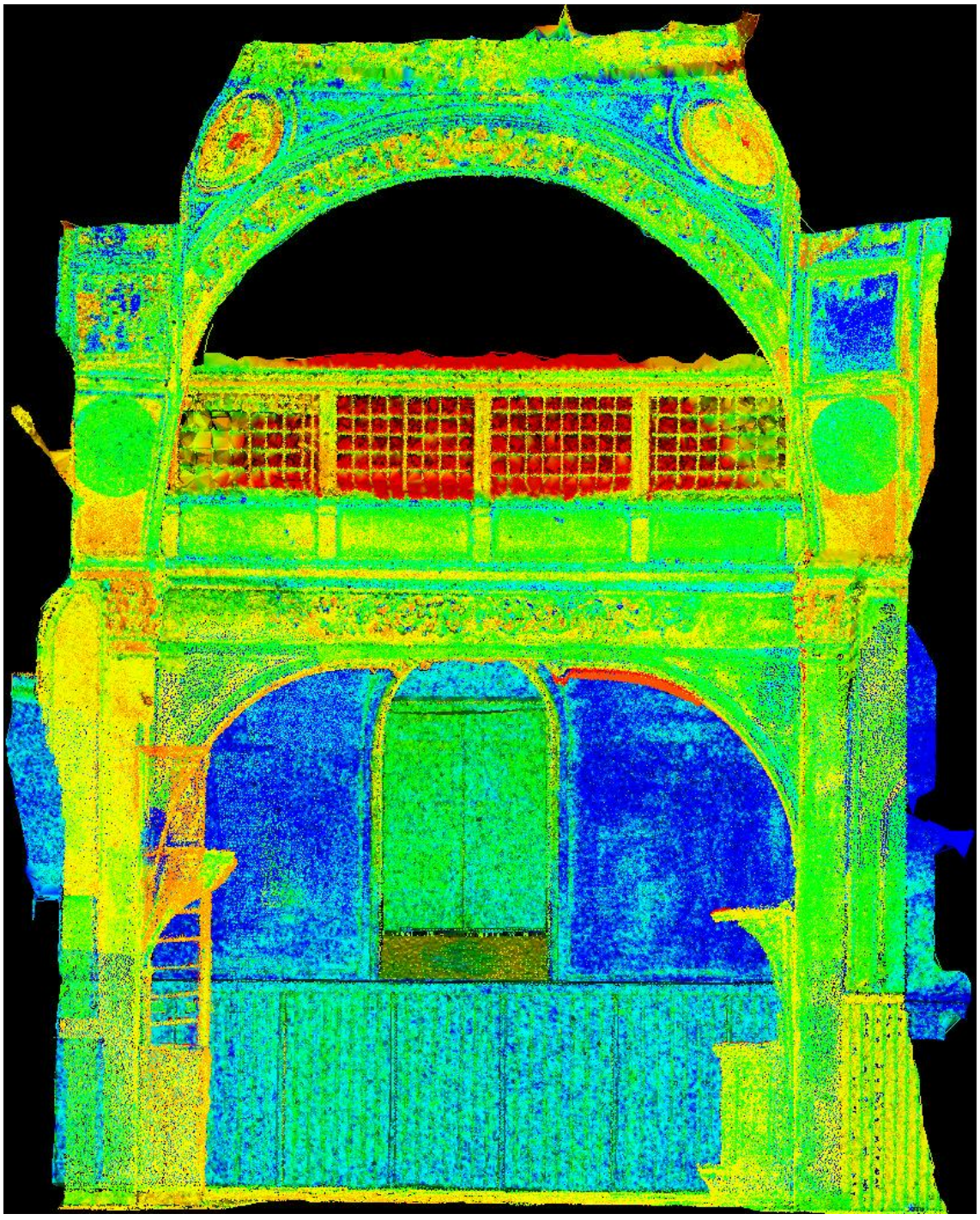


Şekil 4.26. Giriş kısmına ait nokta bulutlarından elde edilen ortofoto

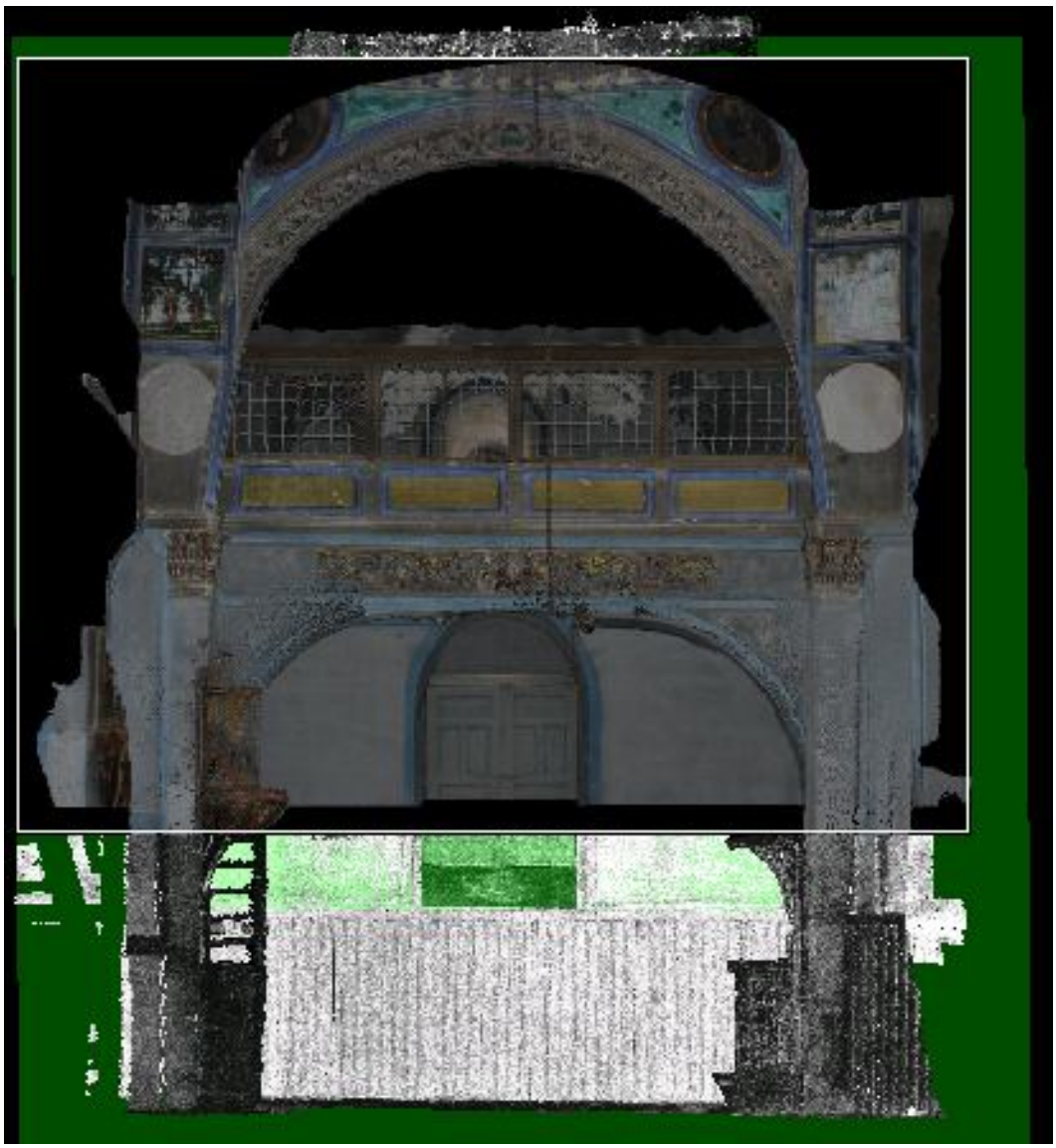
AA`, BB`, CC` kesitlerinin bazı bölümlerine ait işlemler giriş bölümü için (DD´) yapılan işlemlerin tekrarıdır. Nokta bulutları ile resimlerin eşleştirmelerinde elde edilen dönüşüm sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Sonuçta her bir kesite ait SYM, ortofotolar (piksel büyüklükleri 3mm) ve çizimler elde dilmiştir.(Şekil 4.27-28-29-30-31-32-33-34-35).

Çizelge 4.2. AA´, BB´, CC´ kesitlerine ait nokta bulutu ile resim arasındaki dönüşüm sonucu elde edilen standart sapmalar

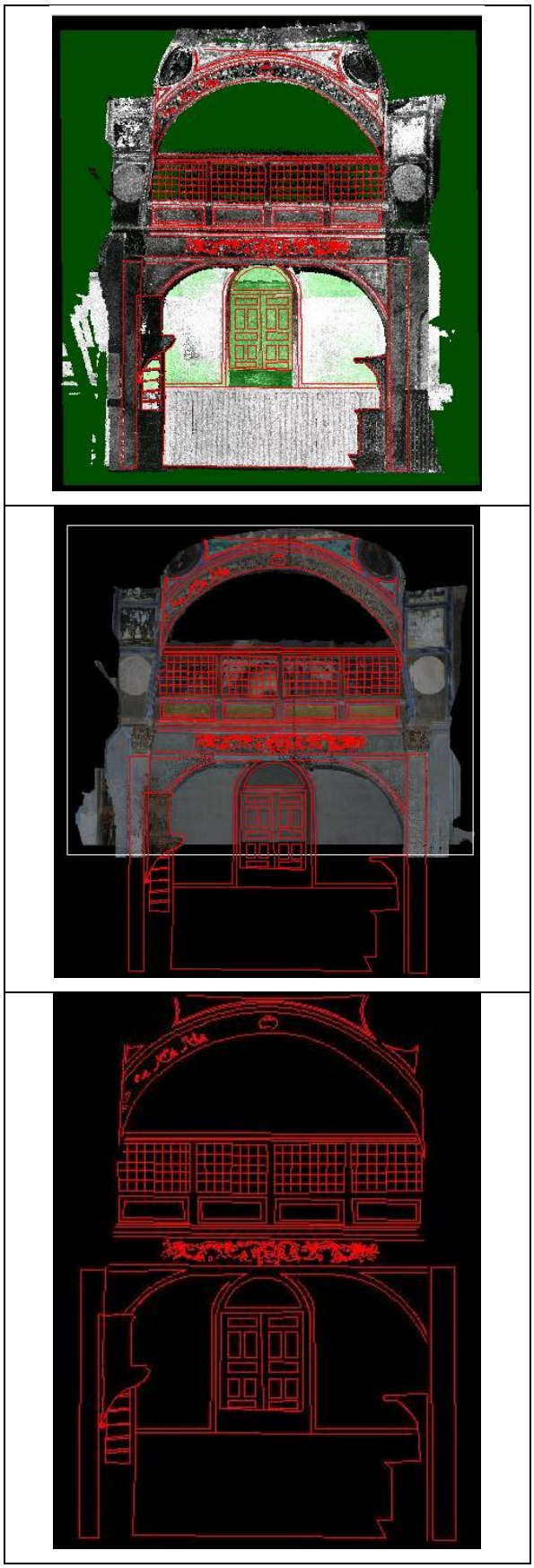
Kesit Adı	**Resim Numarası**	**Nokta Sayısı**	**σ_x(mm)**	**σ_y(mm)**
AA´	190	7	15	3
AA´	192	11	7	2
BB´	165	12	12	5
BB´	166	11	9	2
CC´	161	9	13	8



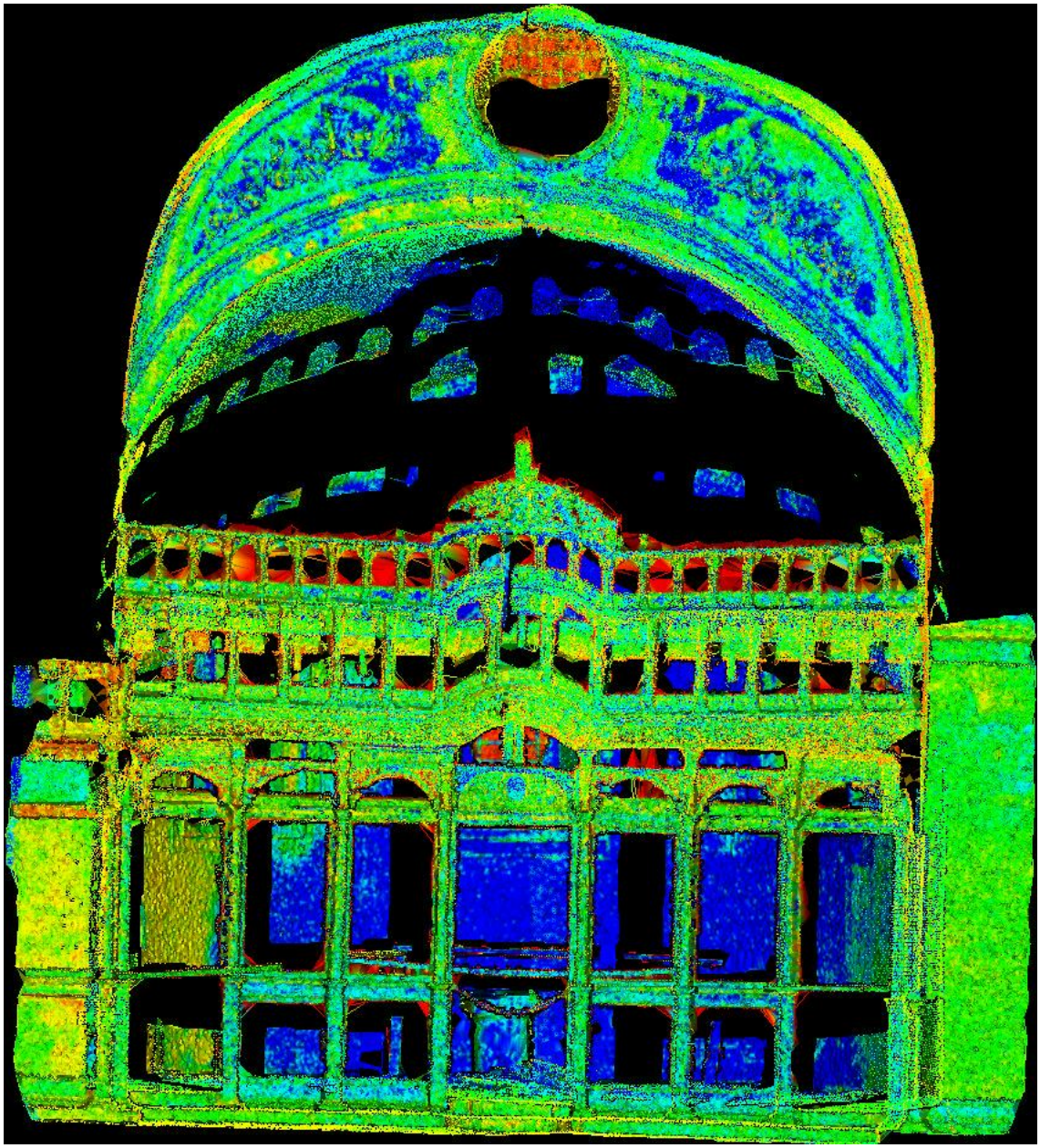
Şekil 4.27. AA` kesitine ait nokta bulutlarından elde edilen SYM



Şekil 4.28. AA` kesitine ait nokta bulutlarından elde edilen ortofoto (nokta bulutu üzerine bindirilmiş)



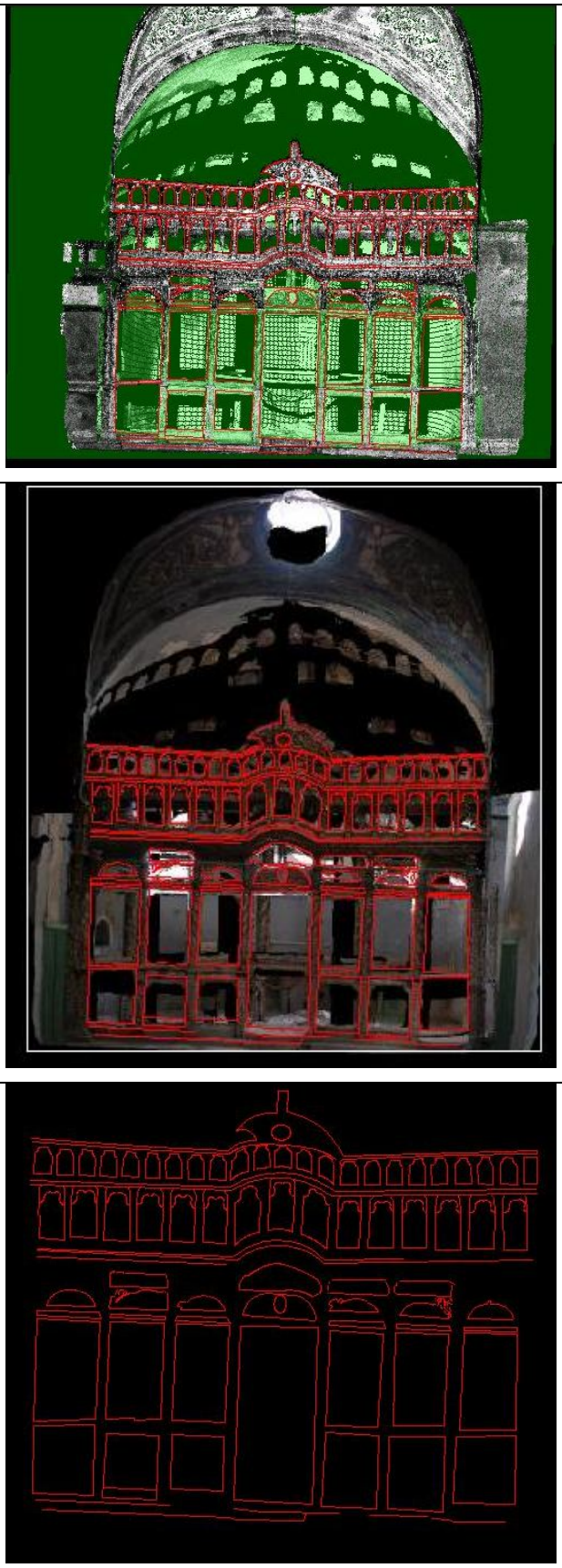
Şekil 4.29. AA`ait nokta bulutlarından elde edilen çizim



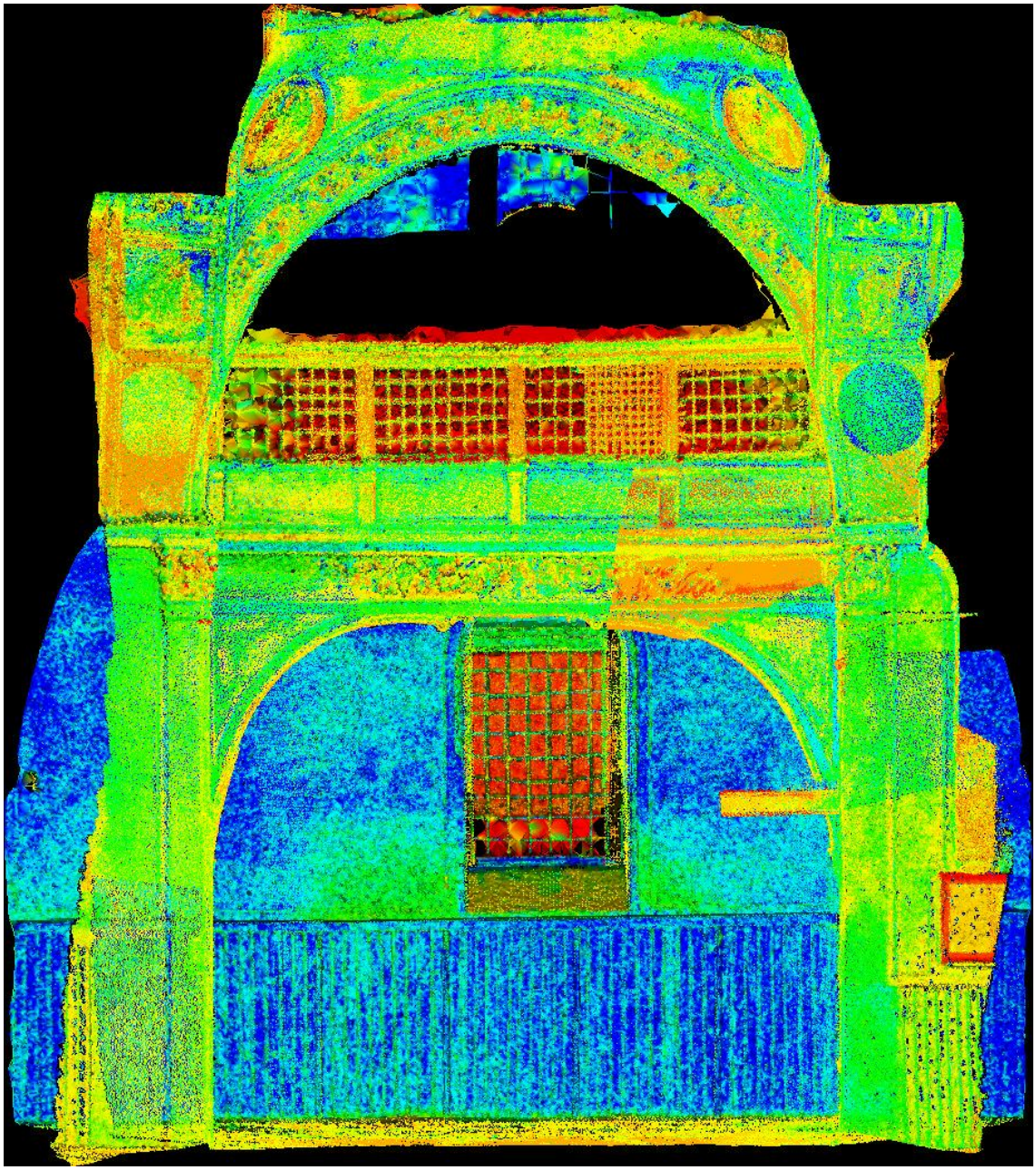
Şekil 4.30. CC` kesitine ait nokta bulutlarından elde edilen SYM



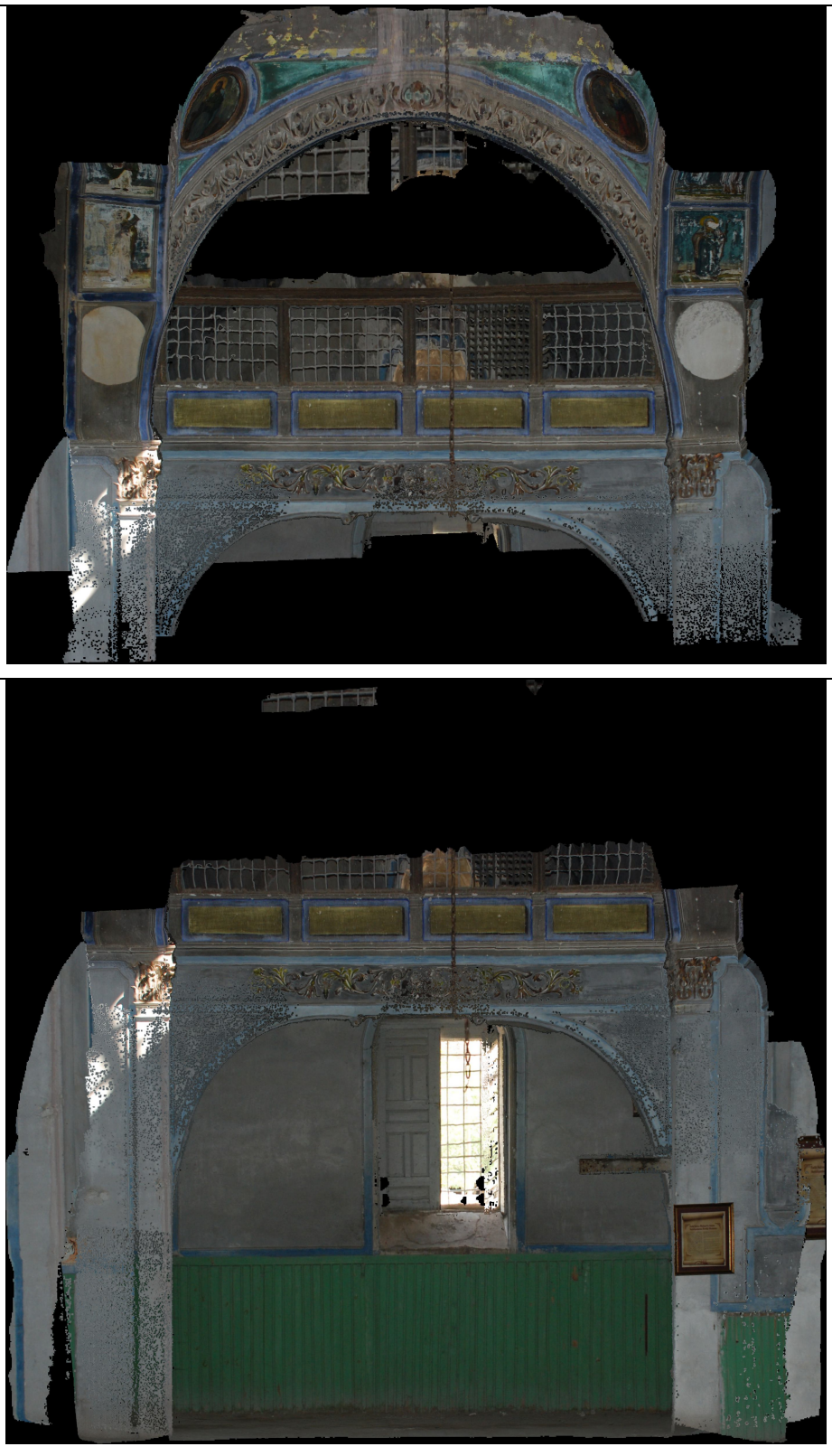
Şekil 4.31. CC` kesitine ait nokta bulutlarından elde edilen ortofoto



Şekil 4.32. CC`ait nokta bulutlarından elde edilen çizim

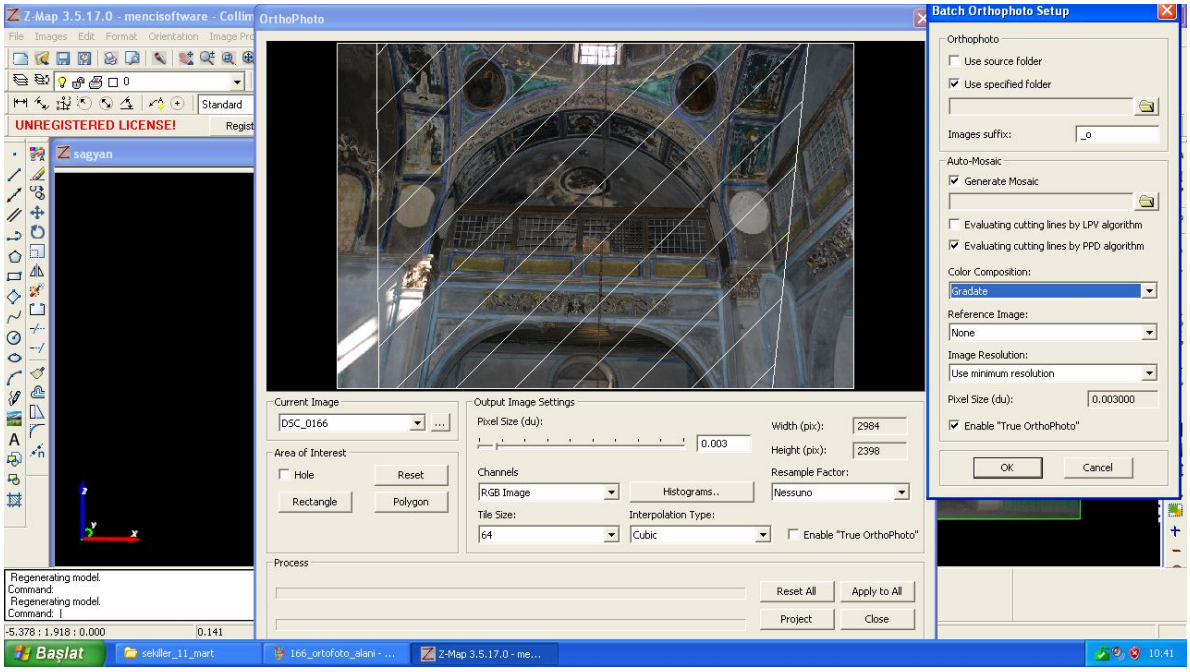


Şekil 4.33. BB` kesitine ait nokta bulutlarından elde edilen SYM



Şekil 4.34. BB` kesitine ait nokta bulutlarından elde edilen ortofoto (165 ve 166 numaralı görüntülerden elde edilen)

BB` kesitinin ortofotolarını tek parça elde etmek için ortofoto mozaik işlemleri gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.32'de verilen iki ortofoto görüntü Z-Map yazılımında aşağıdaki parametreler kullanılarak birleştirilmiştir.



Şekil 4.35. Mozaik işlemlerinde kullanılan parametreler

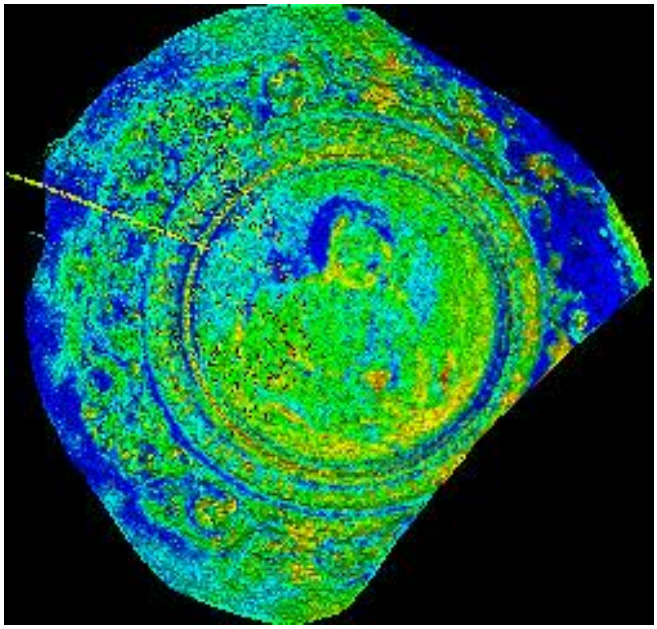


Şekil 4.36. BB` kesitine ait mozaik



Şekil 4.37. BB` kesitine ait nokta bulutlarından elde edilen çizim

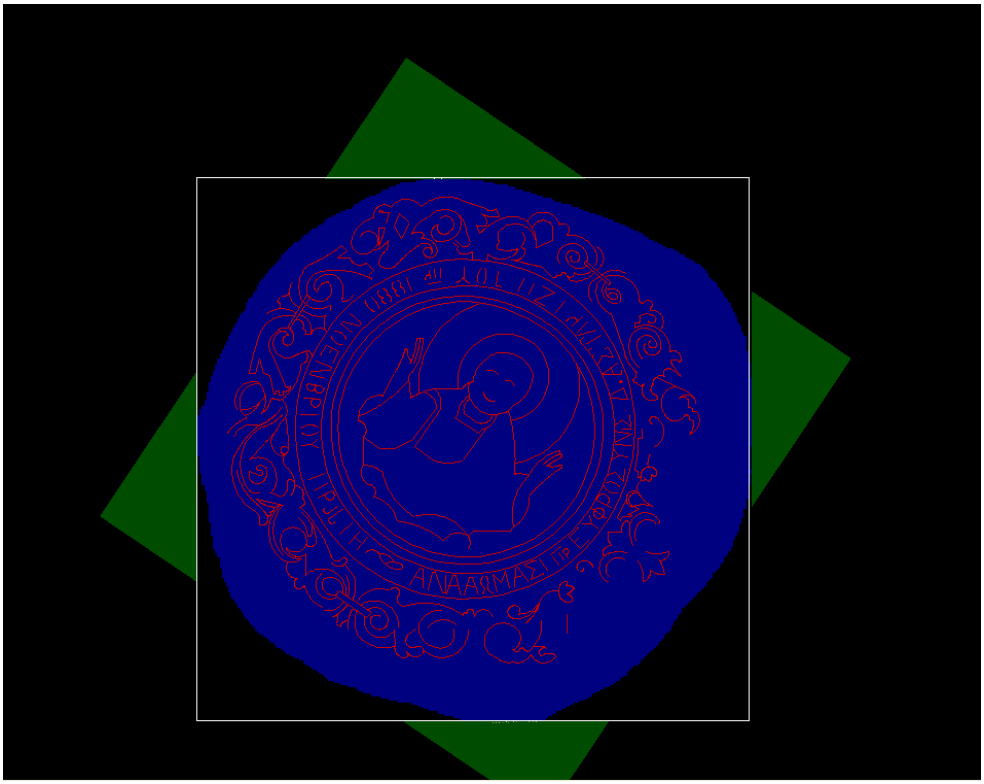
Bu kesitlere ilaveten, ulaşılması çok zor olan tavandaki bir süslemenin nokta bulutları yardımıyla SYM, ortofoto görüntüsü (piksel büyüklüğü 1 cm) ve çizimi elde edilmiştir (Şekil 4.38-39-40).



Şekil 4.38. Tavandaki süse ait nokta bulutlarından elde edilen SYM



Şekil 4.39. Tavandaki süse ait nokta bulutlarından elde edilen ortofoto



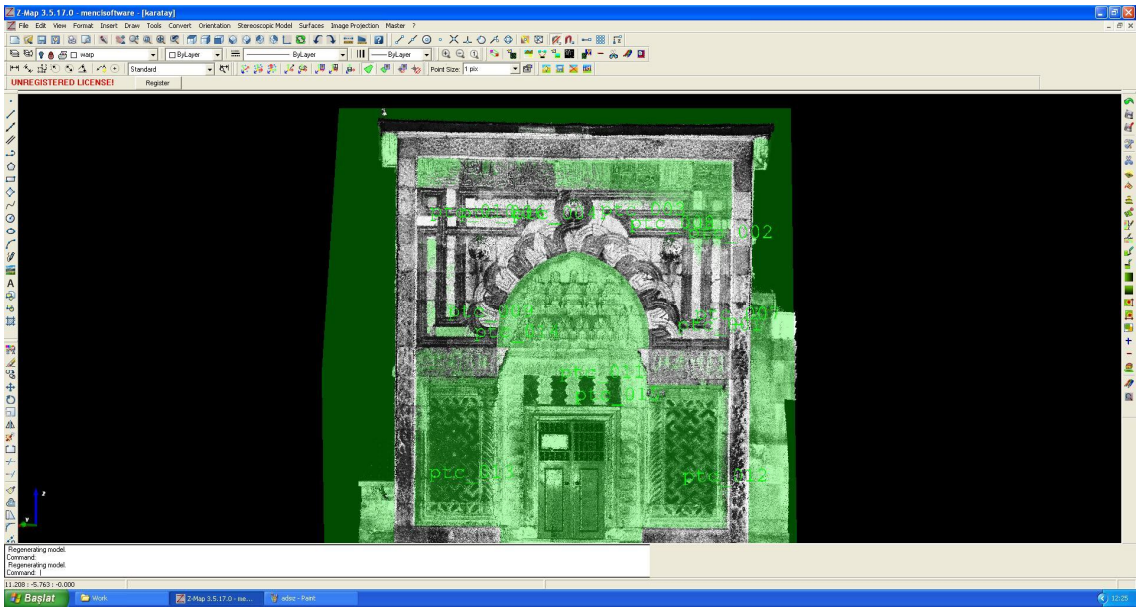
Şekil 4.40. Tavandaki süse nokta bulutlarından elde edilen çizim

4.5. Karatay Medresesi Kapısının Nokta Bulutlarından Ortofotosunun Elde Edilmesi

Karatay Medresesinin Kapısı 6 farklı istasyondan taranmıştır. Nokta bulutları Parser yazılımında .pif uzantılı dosyaya dönüştürülmüştür. Polyworks yazılımının IMAlign modülünde birleştirilmiştir. Polyworks yazılımının IMInspect modülünde çalışılacak alan iyice temizlenerek .txt uzantılı dosya olarak kaydedilmiştir. Bu dosya Z-Map yazılımına aktarılmıştır (Şekil 4.41) ve Nikon D80 dijital kamera ile çekilen görüntüler projeye dahil edilmiştir. Nokta bulutu üzerinde 4 noktadan bir yüzey tanımlanmıştır. Daha sonra nokta bulutu ile resimler arasında 3 Boyutlu dönüşümü 15 nokta kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4.3).

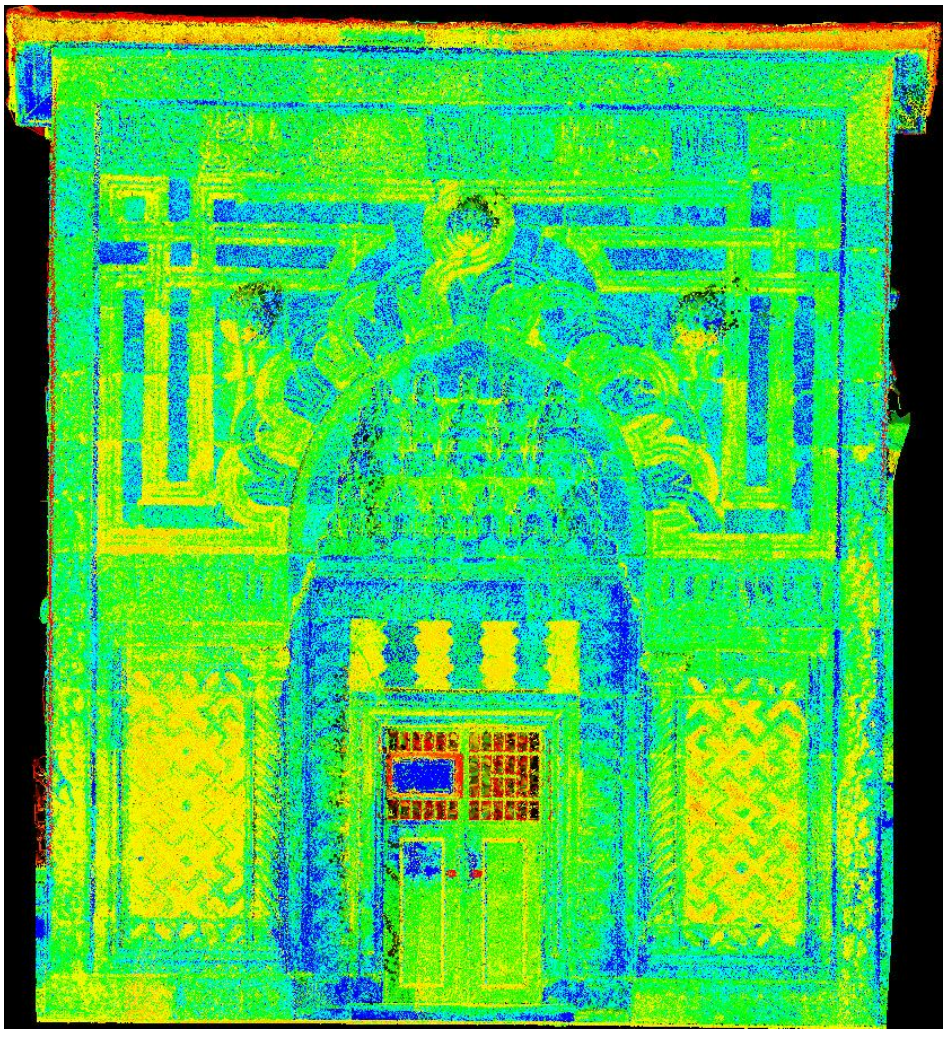
Çizelge 4.3. Nokta bulutu ile resim arasındaki dönüşüm sonucu elde edilen standart sapmalar

σ_x(mm)	σ_y(mm)
7	3



Şekil 4.41. Karatay Medresesi Kapısına Z-Map yazılımında yüzey tanımlanması

Dönüşüm işleminden sonra nokta bulutundan SYM ve ortofoto görüntü (1 cm piksel büyüklüğünde) oluşturulmuştur (Şekil 4.42-43).



Şekil 4.42. Karatay Medresesi Kapısı SYM



Şekil 4.43. Karatay Medresesi Kapısı ortofoto

Çizim işleminde arazide çekilen resim nokta bulutu üzerine bindirilmiş ve çizime işlemi gerçekleştirilmiştir. Çizilen her bir yüzeyin Z değeri kontrol edilmiş ve tanımlanan yüzeyden farklı yüzeyde ise *Translate Plane* komutu ile yüzey değiştirilmiştir. Her bir çizilen obje ise farklı tabakalara çizilebilmiştir (Şekil 4.44).



Şekil 4.44. Karatay Medresesi Kapısı nokta bulutlarından çizimi

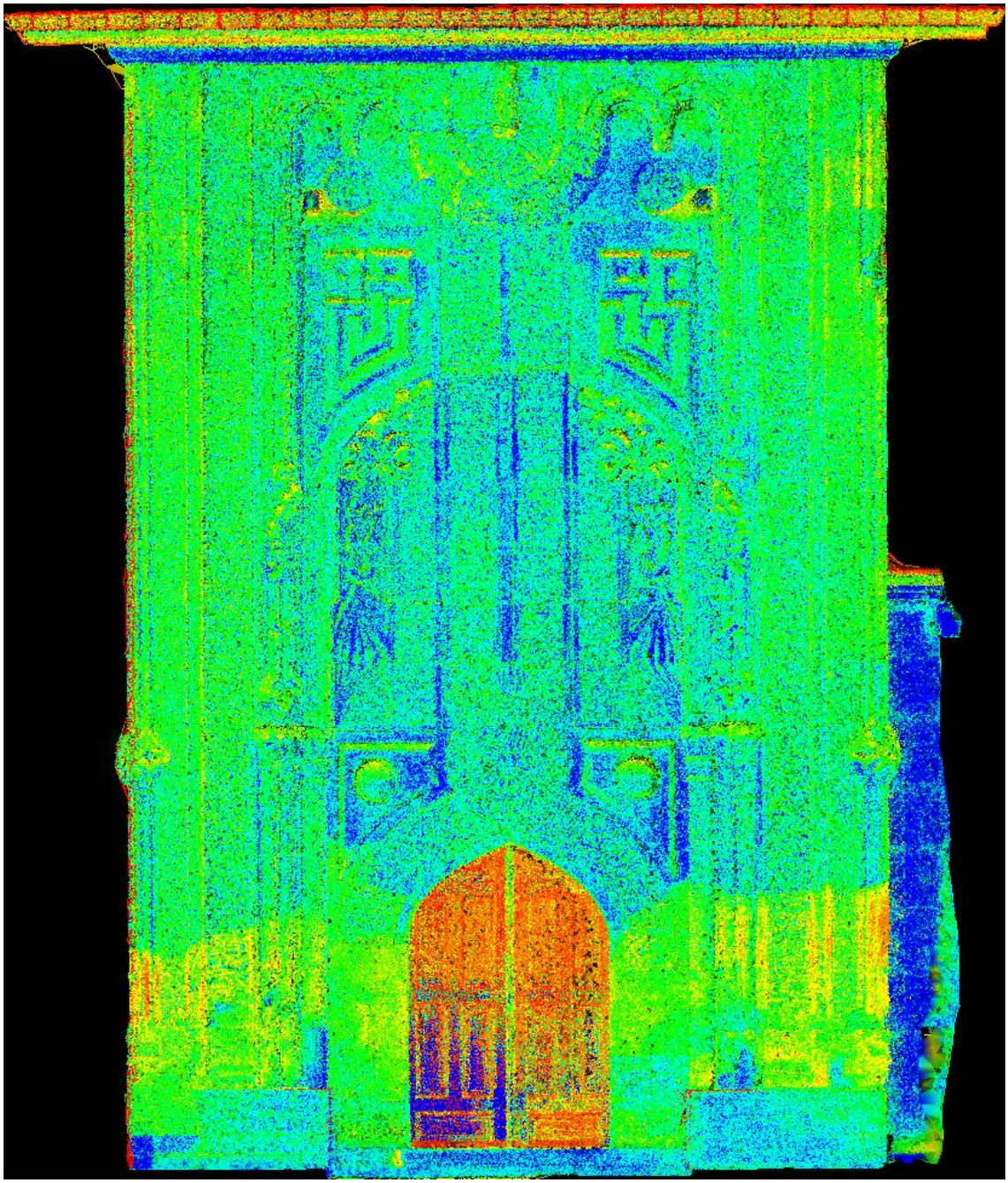
4.6. İnce Minare Kapısının Nokta Bulutlarından Ortofotosunun Elde Edilmesi

İnce Minare Kapısı 6 farklı istasyondan taranmıştır. Nokta bulutları Parser yazılımında .pif uzantılı dosyaya dönüştürülmüştür. Polyworks yazılımının IMAlign modülünde birleştirilmiştir. Polyworks yazılımının IMInspect modülünde çalışılacak alan iyice temizlenerek .txt uzantılı dosya olarak kaydedilmiştir. Bu dosya Z-Map yazılımına aktarılmış ve Nikon D8 dijital kamera ile çekilen görüntüler projeye dahil edilmiştir. Nokta bulutu üzerinde 4 noktadan bir yüzey tanımlanmıştır. Daha sonra nokta bulutu ile resimler arasında 3 Boyutlu dönüşüm 7 noktadan gerçekleştirilmiştir (Çizelge.4.4).

Çizelge 4.4 Nokta bulutu ile resim arasındaki dönüşüm sonucu elde edilen standart sapmalar

σ_x(mm)	σ_y(mm)
7	5

Dönüşüm işleminden sonra nokta bulutundan SYM ve ortofoto görüntü (2 mm piksel büyüklüğünde) oluşturulmuştur (Şekil 4.45-46).



Şekil 4.45. İnce Minare kapısı SYM



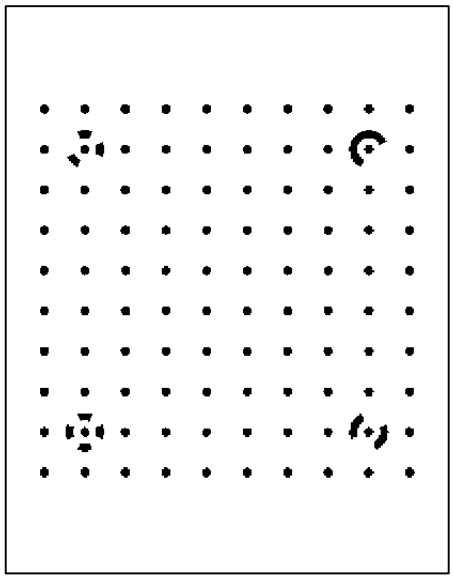
Şekil 4.46. İnce Minare kapısı ortofoto

4.7. Canon Sx 150 IS Fotoğraf Kamerası Kalibrasyonu

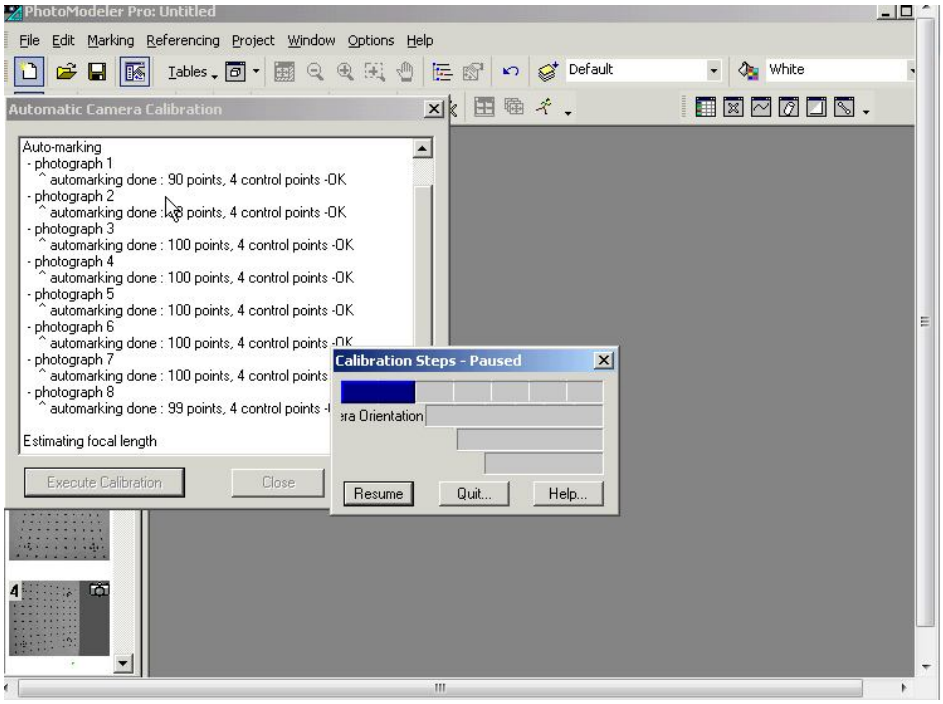
Kamera kalibrasyonu, kamera sistemini en iyi şekilde ifade eden parametrelerin bulunması olarak ifade edilir. Bu parametreler bilindiği üzere resim çekme merkezin uzaklığı (odak uzaklığı c), resim koordinat sistemi eksenlerinin yönleri ve dönüklükleri ile distorsiyon parametreleridir. Aynı zamanda bir resim çekme makinesini kalibrasyonu fotogrametrik nokta belirleme işleminin tersi olarak da ifade edilebilir. Fotogrametrik nokta belirlemesinde iç yöneltme elemanları bilinir ve cisim noktalarının koordinatları istenir. Kalibrasyonda ise cisim noktalarının koordinatları bilinir ve iç yöneltme elemanları aranır.

Kalibrasyon, metrik olmayan kameralarda üretici şirket tarafından daha önce belirlenmemiş olan kameranın odak uzaklığı dışında fotogrametrik işlemler için gerekli olan asal nokta kayıklıkları, görüntünün köşe koordinatları gibi bilgilerin bulunabilmesi için yapılması gerekli bir işlemdir. Kalibrasyon işleminin yapılması, fotogrametrik değerlendirmede gerekli olan odak uzaklığının hesaplanabilmesi için gereklidir.

Çalışmada kullanılan Canon fotoğraf makinesi, ilgili kalibrasyon kalıbı (Şekil 4.47.) ile farklı yönlerden çekilmiş olan fotoğraflar PhotoModeler ortamına alınmıştır, program içindeki camera calibrator birimiyle kalibre edilmiş, sonuçları dosyalanmıştır (Çizelge 4.5). Kalibrasyon kalıbı dört farklı yönden fotoğraf makinesinin yatay ve dikey durumlarında pozlanır. Fotoğraf çekimleri kullanılan yazılıma göre değişmektedir.



Şekil 4.47. Kullanılan kalibrasyon kalıbı



Şekil 4.48. PhotoModeler programında kamera kalibrasyonunun yapılması

Çizelge 4.5. Canon Sx 150 IS fotoğraf kamerası kalibrasyonu değerleri

Kamera İsmi	CANON
Odak Uzaklığı	5.00164 mm
Asal Nokta	x_h: 2.7045 mm y_h: 1.6968 mm
Distorsiyon Parametreleri	K_1: 3.364e-003 P_1: 0.000e+000 K_2: 0.000e+000 P_2: 0.000e+000 K_3: 0.000e+000
Resim Boyutu	3744 x 2104 pixel

4.8. Hirobo Shuttle ZX Model Helikopter (İnsansız Hava Aracı) ile Çatı Rölöve Alımı

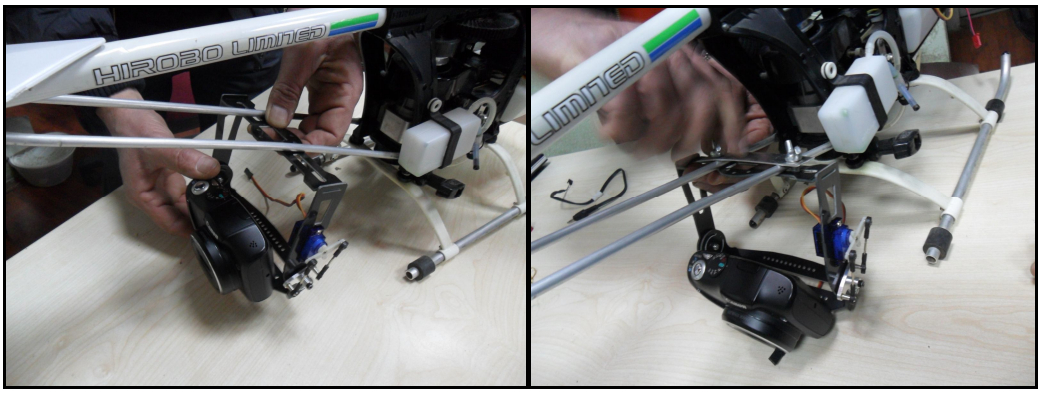
İnsansız hava araçları ile fotogrametri, fotogrametrik ölçüm platformlarını, platformda oturan bir pilot ve insansız hava araçları görüntülerinin fotogrametrik işleme gerek olmadan, ya da uzaktan kumandalı, yarı-bağımsız ya da bağımsız olan faaliyetlerini açıklamaktadır. Geniş tanımı, fotogrametrik veri toplama, yarı-otomatik ve otomatik uçuş modu özelliği ile balonlar, uçurtmalar, planör, döner ve sabit kanatlı İHA'ları kapsamaktadır.

Çalışma bu kısmında, insansız hava araçları fotogrametrik veri toplama ve işleme için nasıl uygulanabileceğini göstermek için hazırlanmıştır. Kilisenin üst kısının alımı ve modellenmesi için fotoğraf çekiminde kullanılacak kumandalı Hirobo Shuttle ZX model helikopter kullanılmıştır (Şekil 4.49.).



Şekil 4.49. Hirobo Shuttle ZX Model Helikopter

İnsansız hava aracının uçuşa hazırlanması aşamalarında, motor titreşimini en aza indirmek ve sağlıklı fotoğraf alımı hedeflenerek, gerekli olan pervanelerin tracking ayarları yapılıp fotoğraf makinesi uygun biçimde sabitlenmiştir (Şekil 4.50.). Ayrıca kullanılan kamera titreşimi önleme ve otomatik odaklama sistemi destekli bir diğer kamera olmasından görüntü alımı istenilen kalitede olacağı muhtemeldir.



Şekil 4.50. Hirobo Shuttle ZX Model Helikopter üzerine fotoğraf makinesinin yerleştirilmesi

Havada çekilen fotoğrafların aşağıdan görülmesi için gerekli düzenek ayarları yapılıp, kontrol edilerek arazideki uçuş için hazır hale getirilmiştir (Şekil 4.51.).

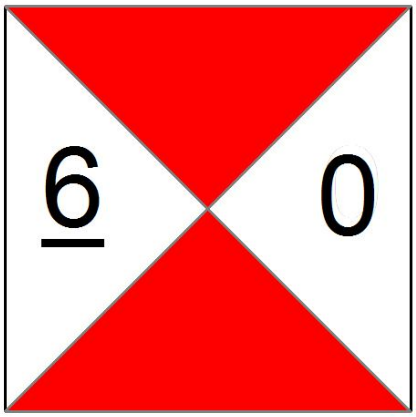


Şekil 4.51. Fotoğraf alımı için kontrollerin yapılması



Şekil 4.52. Fotoğraf alımı için arazide düzeneğin hazırlanması

Kilisenin içinde üst kısıma geçiş ile üstüne çıkılıp, 35x35 cm boyutlarında, kırmızı-beyaz renklerde boyalı ve üzerinde numaraları siyah kalemle yazılı plakalar (Şekil 4.53) çatıya uygun aralıklarda homojen olarak yerleştirilmiştir (Şekil.4.54.).

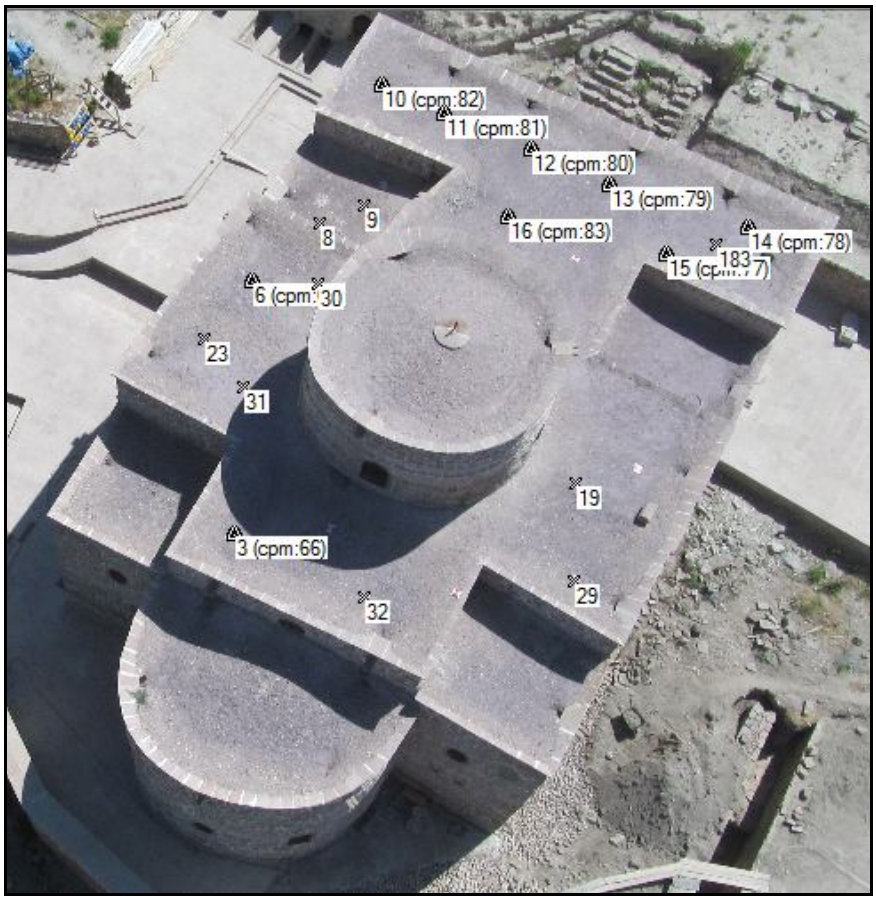


Şekil 4.53. Yer kontrol noktası olarak kullanılan plaka örneği

Toplamda 20 tane levha yerleştirilmiş olup, güneş parlaması ve koordinat kayması gibi nedenlerden dolayı bunlardan sadece 9 tanesi dengelemeye tabi tutulup, modelleme yapılmıştır (Şekil 4.55.).

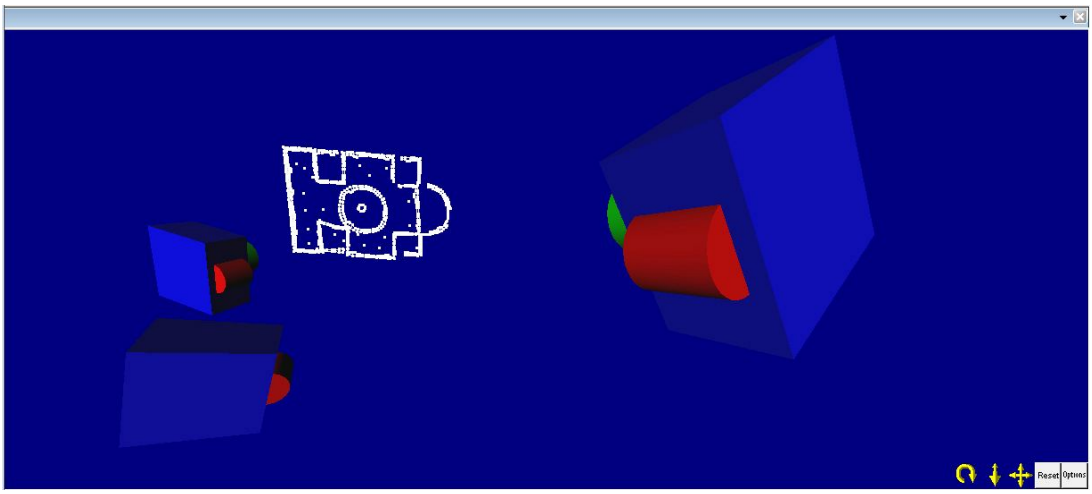


Şekil 4.54. Yer kontrol noktası olarak kullanılacak plakaların kilise üzerine yerleştirilmiş hali



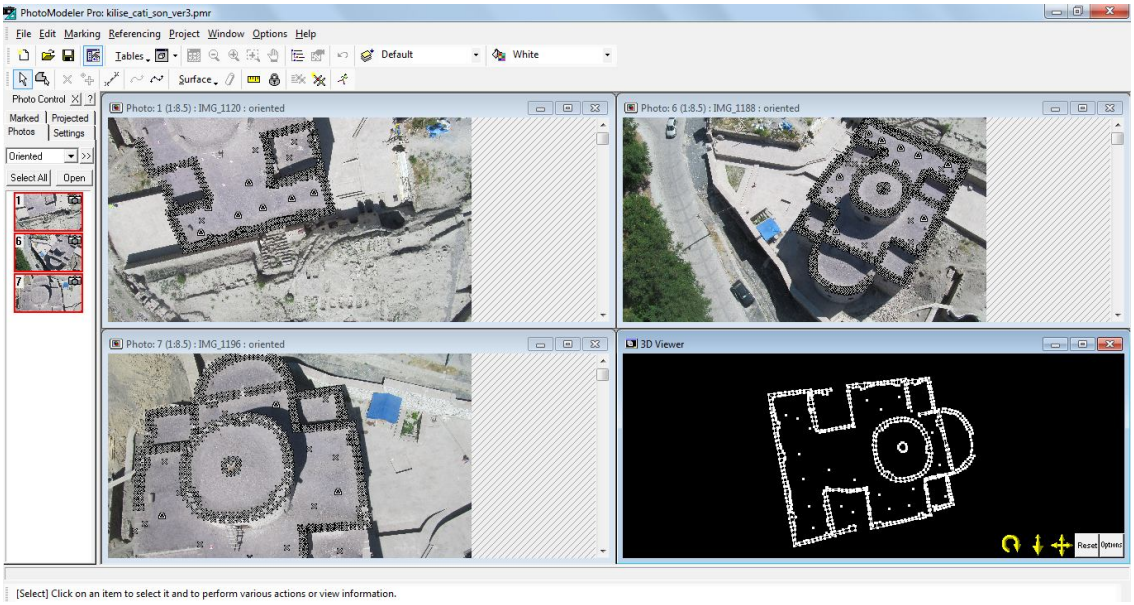
Şekil 4.55. Koordinatlandırılarak kullanılan yer kontrol noktaları

Kilisenin üst kısmının alımı için, fotoğrafta gölge bırakmaması ve plakaların güneşten parlamaması istendiğinden, havanın uygun olduğu gün ve saatlerde farklı açılardan fotoğraf alımı yapılmıştır. Bir kez kuzey cephesinden, bir kez de güney cephesinden kalkış yapılmış, toplamda iki kez uçulmuş ve fotoğraf alımı yapılmıştır. İlk kalkış, istenilen yüksekliğe ulaşıp fotoğraf alımı ve iniş 10-15 dakikalık zaman almıştır. Seçilen objenin büyüklüğü göz önünde bulundurularak, dengelemenin ve modellemenin daha sağlıklı olması için diğer istikametteki cepheden de uçuş yapılmasına karar verilmiş ve fotoğraf alımı aynı süre zarfında tamamlanmıştır. 300 gr olan kamera ile kalkış-iniş iki kez yapılmış ve 300 ml yakıt ile yaklaşık 25 dakika havada kalınmıştır. İlk olarak uçuş yapılıp ardından plakalara total station ile koordinat verilmesi aşamaları izlenmiştir. Plakaların yerleştirilmesi, uçuşun yapılması ve koordinatların verilmesi işlemlerinin hepsi yaklaşık 60 dakikalık bir zaman dilimine yayılmıştır.



Şekil 4.56. Kilise çatı çiziminde kullanılan fotoğrafların kamera konumları

Kalkış ve iniş esnası dahil toplam 134 fotoğraf alınmıştır. Tam olarak objenin üstten görünüşünün elde edildiği 95 fotoğraf mevcuttur. 95 fotoğraf içinden, kiliseyi parça parça değil de tam tepeden ve bütün olarak gören 3 fotoğraf seçilip, plakalara verilen koordinatlarla işaretlenip ve dengelenip çatı modellemesi yapılmıştır (Şekil 4.57.).

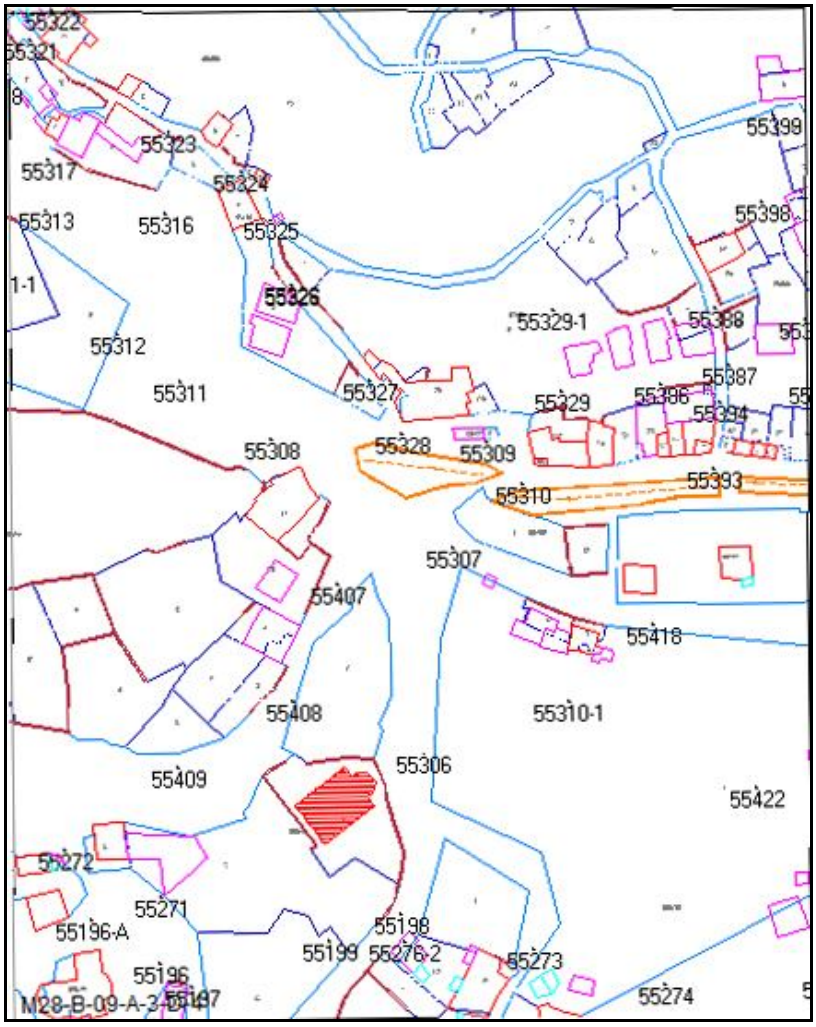


Şekil 4.57. Kilisenin çatı çizimleri ve son hali

4.9. Fotogrametri Yöntemiyle Sille Aya-i Eleni Kilisesi Dış Cephelerinin Rölöve Alımı

Arazi ölçümünde ilk olarak ön hazırlık yapılmak üzere istikşaf yapılmıştır. Tesis edilecek poligonların yerlerinin daha sağlıklı olabilmesi adına bölgenin halihazır ve kadastrosundan faydalanılmıştır (Şekil 4.58.). Objenin detay alımı için, 2009 yılında TKGM'nün yürüttüğü Selçuklu 22/a Kadastro Yenileme çalışmasında, C1, C2, C3 ve

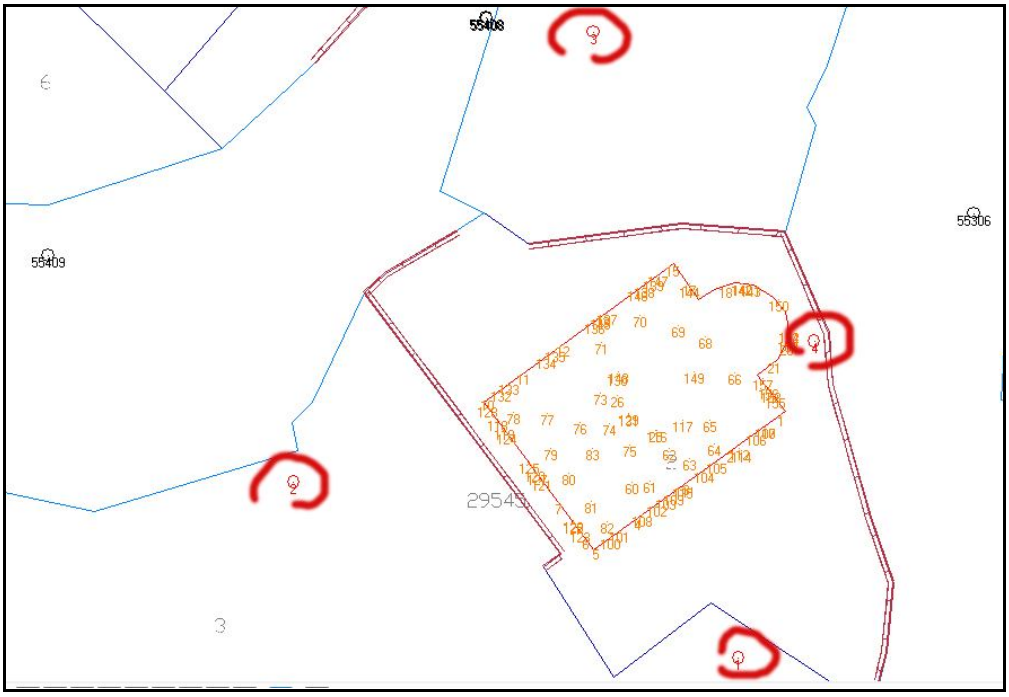
TUTGA noktalarından çıkış alınıp, en az 20 dakika statik oturum yapılarak koordinatları elde edilen ve Kadastro Müdürlüğü tarafından tescillenen kadastro poligonlarından çıkış alınmıştır. İlk olarak kullanılacak poligonların, röper ölçü krokileri yardımıyla arazide nokta yerleri tespit edilmiştir. Alımdan önce, ülke koordinat sistemine bağlamamızı sağlayacak ve hesap yaparken kullanılacak poligon noktaları belirlenmiştir.



Şekil 4.58. Kilisenin 1/500 ölçekteki halihazır ve kadastro haritası

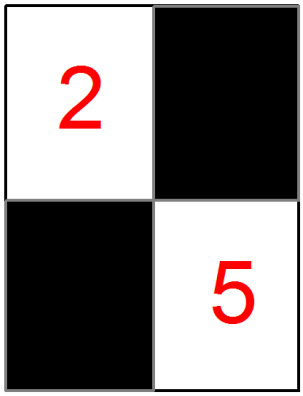
Detay alımı öncesinde, obje etrafında kapalı poligon oluşturup, ölçüm ve daha sonrasında hesaplarımızı yapmamızı sağlayacak olan poligon noktaları çivilerle tesis edilmiştir. Kilise etrafı için birbirini gören toplamda 4 tane poligon noktası yerlerinin uygun olduğu düşünülerek tesis edilmiş ve bir kroki üzerinde yaklaşık ölçekte gösterilmiştir. Poligon istikşafı için obje üzerinde her yüzeydeki detay okumalarını yapabilmek amacıyla seçilen (bina cephelerine dik olacak şekilde) uygun yerlere olmasına özen gösterilmiş ve bu tesis edilen poligon noktaları kendi aralarında bir

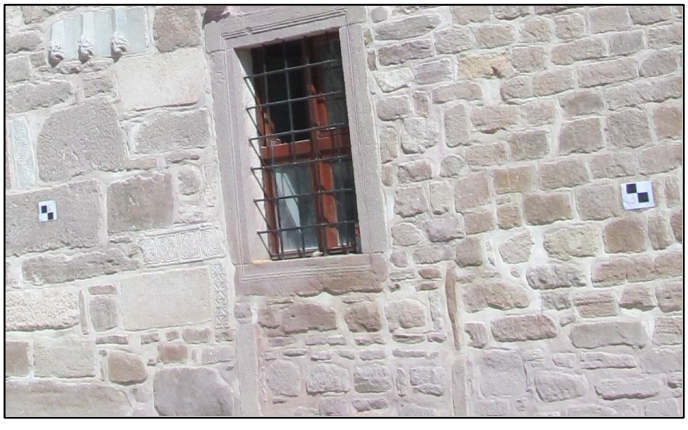
birlerini görmek zorunda olduğu göz önüne alınarak poligon noktaları seçimine dikkat edilmiştir (Şekil 4.59.).



Şekil 4.59. Kilise etrafında tesis edilen poligon noktalarını gösteren kroki

Zemine tesis etmiş olduğumuz poligonlara alet kurulduğunda obje üzerinde kolaylıkla alım yapabilmemize yaran işaretler aletin okuyabileceği şekilde obje üzerine yapıştırılmıştır (Şekil 4.60.). Kilisenin fotoğrafları arazi öncesi çıktı alınıp, kroki olarak düzenlenmesine karar verilmiş ve koordinatları okunan noktalar kroki üzerinde işaretlenmiştir. Ayrıca işaret yapıştırılamayan yerlere, aletin lazeriyle hedef alınıp okuma yapılmıştır (pencere kenarları, farklı taşların olduğu bölgeler, sivri yerler). Okunan noktalara numara verilmiş ve krokiler üzerinde yerleri belirtilip, büro aşamasında ilgili yerlere işaretlemeleri yapılmıştır.



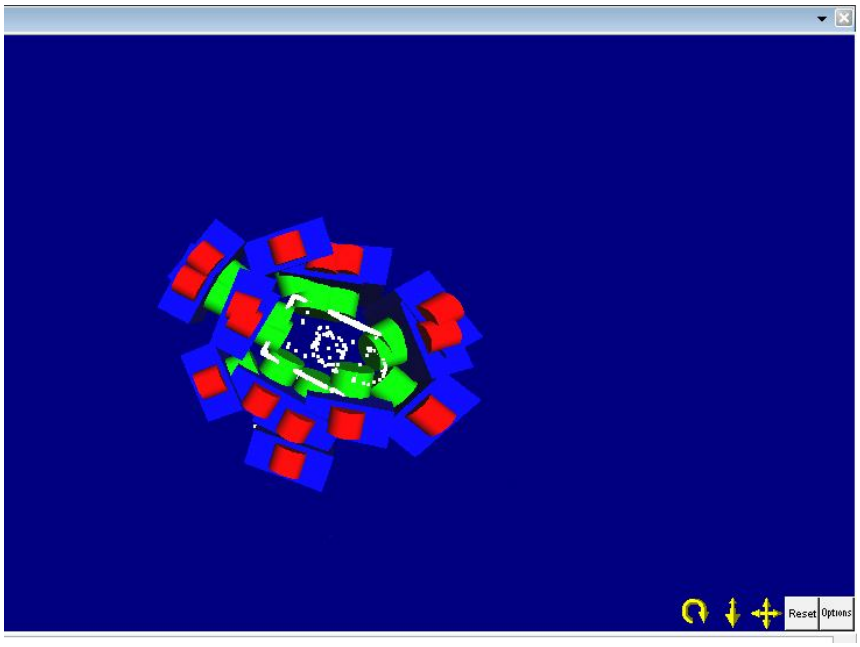


Şekil 4.60. Yapıştırılan işaret örneği ve kilisedeki görüntüsü

Kalibrasyon değerini daha önceden belirlediğimiz fotoğraf makinesi yardımıyla, işaretler yapıştırıldıktan sonra kilisenin resim çekimine başlanmıştır. Bu işlem sırasında, fotoğrafların çekildiği yerlerin, çekim yapılan bölgenin merkezine sabit uzaklıklı bir yay üzerinden seçilmesi gereklidir (Şekil 4.61). Fotoğrafların bazıları kötü ışıklandırma ya da kötü odak ayarına sahip olabilir veya daha sonra planlanandan daha fazla detaya ihtiyaç duyulabilir. Bu nedenle fotoğraf çekiminde ihtiyaç olandan daha fazla fotoğraf almak gerekir. Dikkat edilecek hususlar sıralanacak olursa:

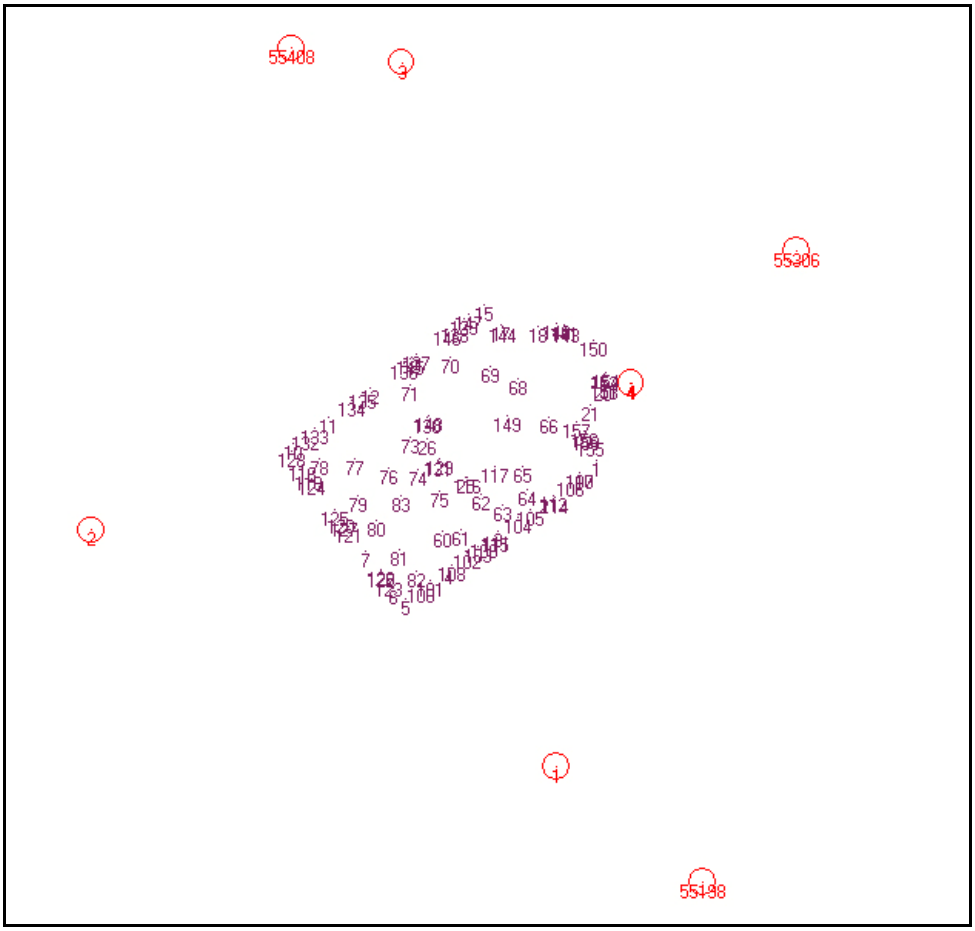
- Durulan noktadan sadece fotoğraf makinesinin yönünü değiştirerek çekilen fotoğraflar dengelemede problem yaratabilir bu yüzden her fotoğrafta yer değiştirmek gerekmektedir .
- Bütün objeyi kapsayacak şekilde bindirmeli olarak fotoğraflar çekilmeli ve aynı yüzeyle alakalı olan resimler birbirleriyle yaklaşık %60 - %70 bindirme oranında olacak çekilmelidir.
- İki fotoğraf arasındaki açı minimum 30^{o} olmalıdır.
- Fotoğraf makinesinin zoom ayarını oynanmamalıdır. Kalibrasyonu hangi ayarda yapıldıysa fotoğrafları da o ayarda çekilmelidir.

Objeyi fotoğraflama aşamasında, yukarıdaki hususlara dikkat edilerek çalışılmaya özen gösterilmiştir. Kilise etrafında yersel olarak toplamda 128 fotoğraf çekilmiş, modelleme esnasından bunlardan 16 tanesi kullanılmıştır. Ayrıca Kuzey-Doğu cephesinin üst kısmının yeterli görüşü sağlayan fotoğrafları çekilemediğinden, insansız hava aracı ile çekilen 4 fotoğraf da kullanılmıştır.



Şekil 4.61. Kilise cephe çiziminde kullanılan fotoğrafların kamera konumları

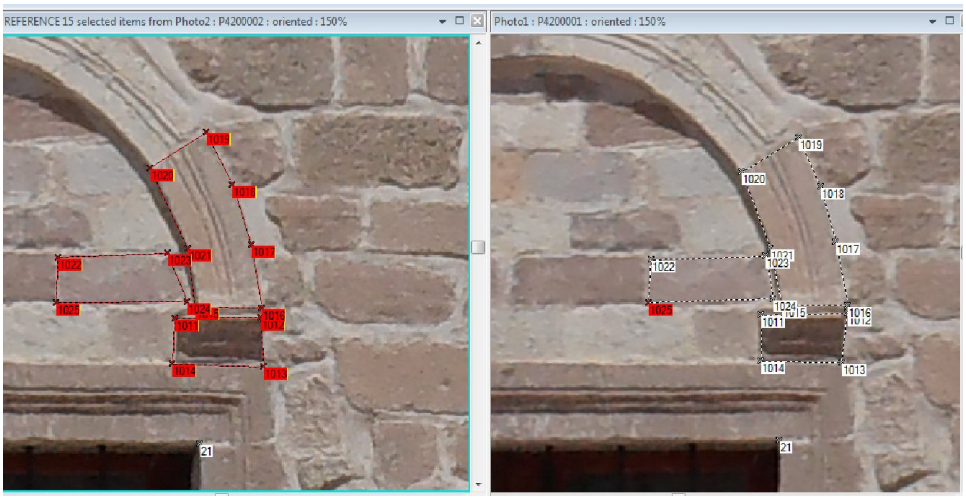
Çalışma alanında tesis edilen poligon noktaları, oluşturulan yerel koordinat sistemine göre total station vasıtası ile ölçülmüştür. Gerektiğinde tekrar hesap yapabilmek için lazerli total station ile noktaların detay alımı sırasında açı ve mesafe (yatay açı, düşey açı, eğik mesafe) ölçülerek veriler toparlanmıştır. Objenin çatı hariç, tüm cepheleri için homojen olarak toplamda 69 noktadan detay alımı yapılmıştır. Cephelerin alımı yapılırken daha önce de belirtildiği gibi, çatıdaki levhaların da reflektör ile koordinatlandırılması yapılıp ölçüm işlemi tamamlanmıştır. Çalışmanın büro kısmında arazide toplanan tüm detaylar, tescilli kadastro poligonlarına bağlanarak hesapları yapılmış ve modelleme öncesi tüm alınan noktaların koordinatları (y, x, h) hesaplanmıştır.



Şekil 4.62. Kilise detay alımı yapılırken kadastro tescilli ve alım için kullanılan poligonlar

Cephe çizimleri için kullanılabilir yeterlilikte olan 20 fotoğraf programa aktarılıp, arazide alım yapılırken düzenlenen krokiler yardımıyla ilgili noktaların fotoğraflar üzerinde tanımlanma işlemi yapılıp, dengelemeye tabi tutulmuştur.

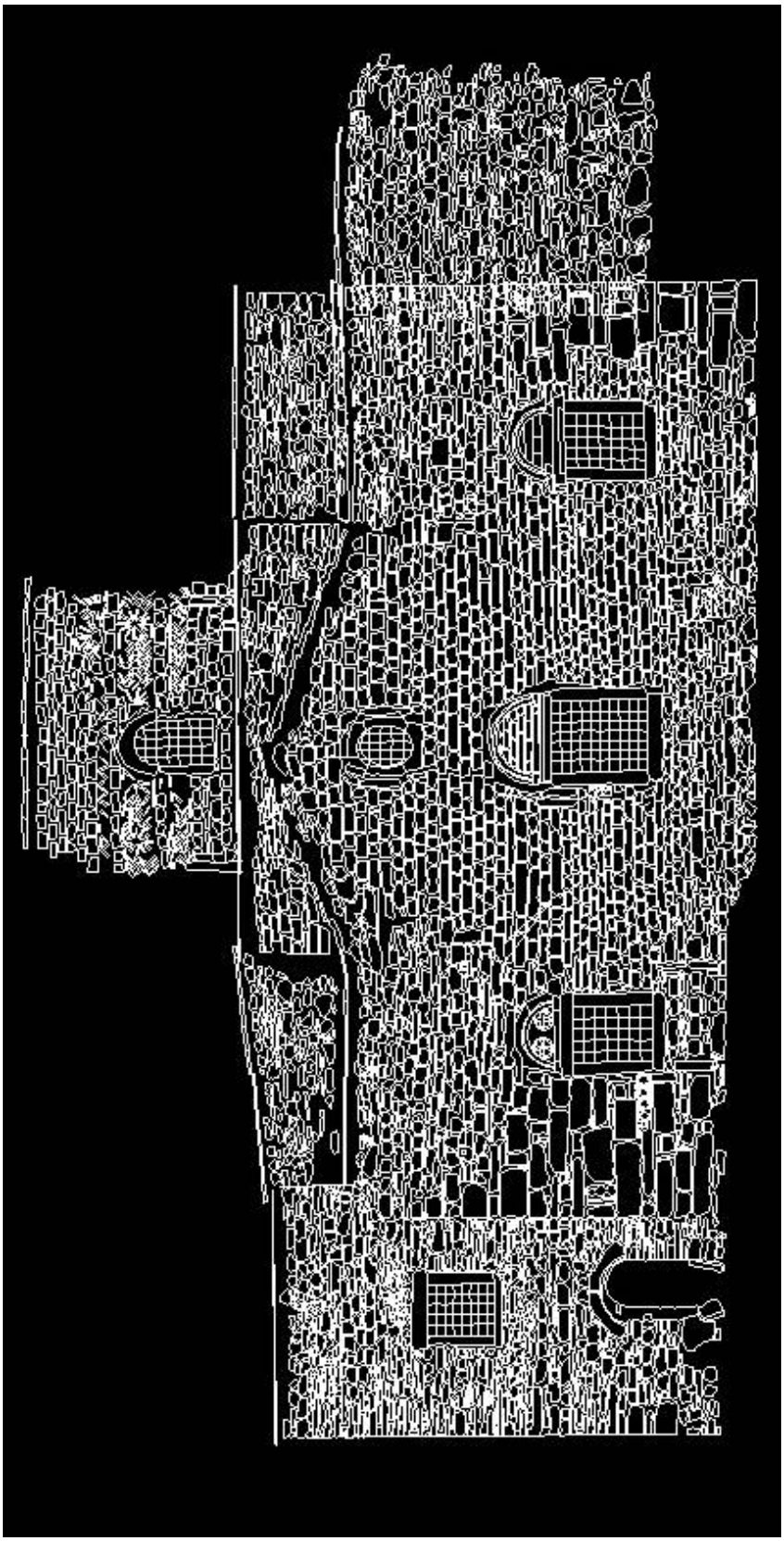
Dengelemenin sonuçlanmasının ardından çatı çizimlerinde olduğu gibi fotogrametrik modellemenin gereği olan iki fotoğraf üzerinden çizim işlemlerine başlanmıştır.



Şekil 4.63. İki fotoğraftan aynı bölgenin modellenmesi işlemi

4.9.1. Güney-Doğu Cephesi

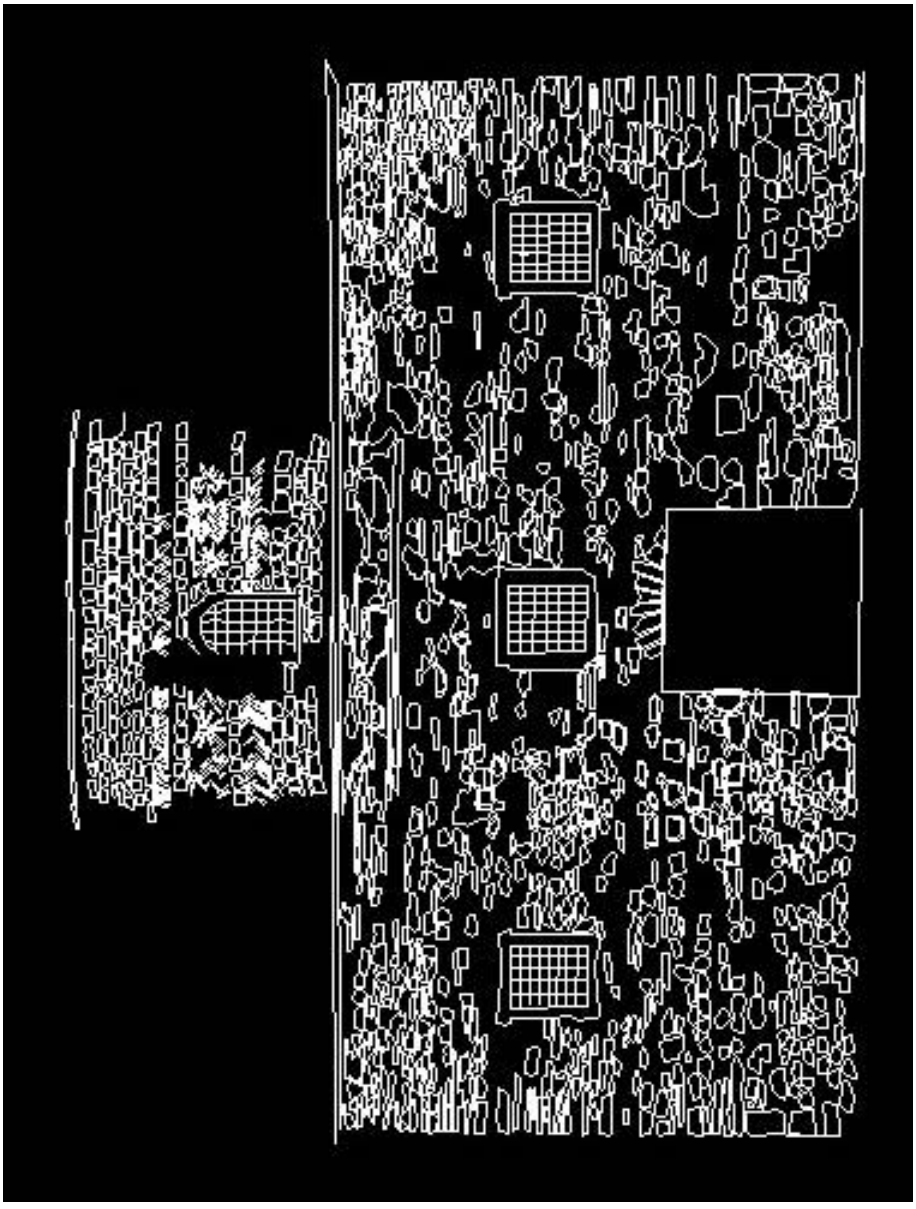
Kilisenin ön giriş kısmı olan güney-doğu cephesi için farklı açılardan, kameranın yatay ve düşey konumlarında, yerden toplam 32 adet fotoğraf alınmıştır. Bu fotoğraflar içinden seçilen 4 tanesi modelleme esnasında kullanılmıştır. Kilisenin güney-doğu cephesinden arazide 19 detay noktası alınmış, alınan detay noktalarının işaretlemesi ve ardından dengelemesi yapılarak, photomodeler programında çizim işlemi tamamlanmıştır.



Şekil 4.64. Kilisenin güney-doğu cephe çizimleri

4.9.2. Güney-Batı Cephesi

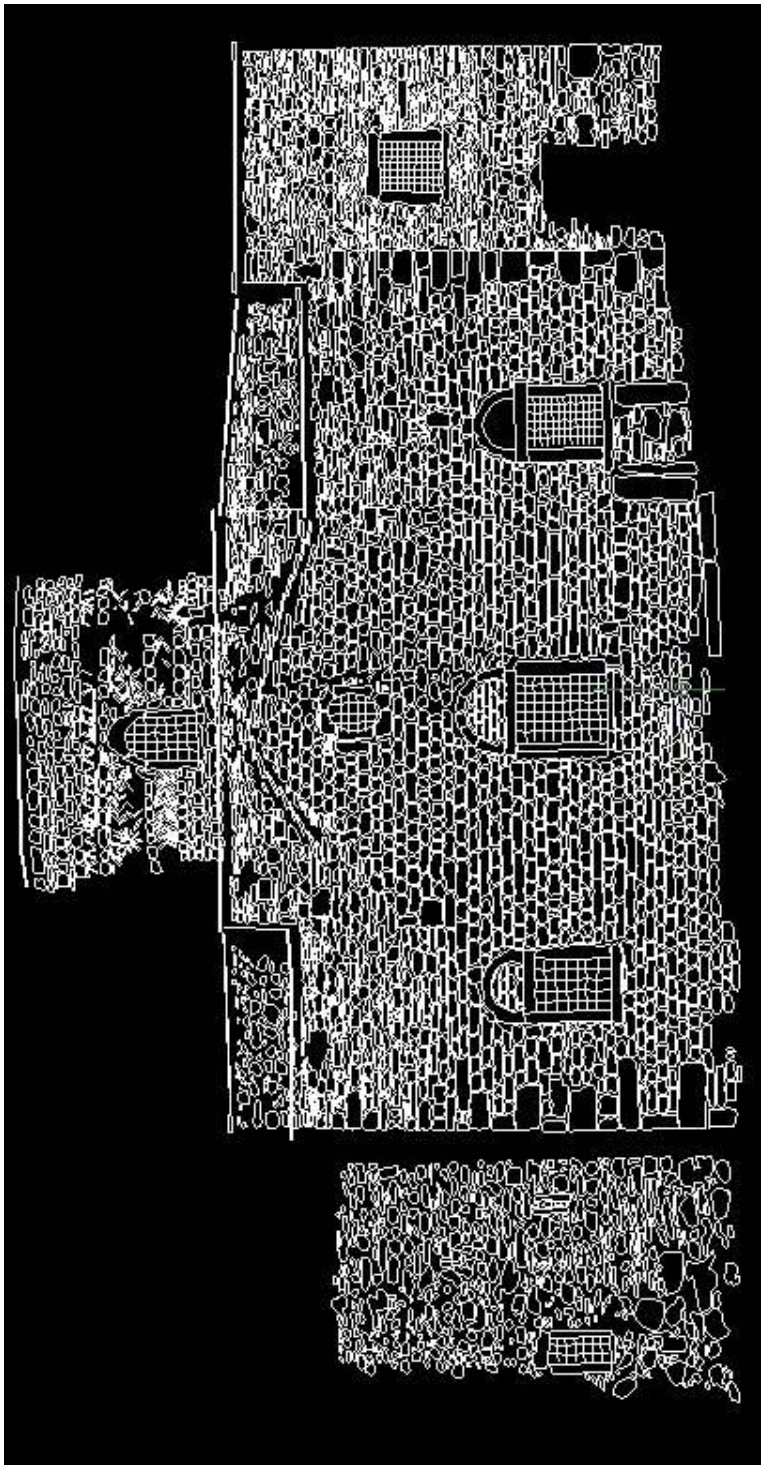
Kilisenin ön giriş kısmından başlayıp saat ibresi yönünde döndüğümüzde, diğer cephe olan güney-batı cephesi için farklı açılardan, yersel olarak toplam 29 adet fotoğraf alınmıştır. Bu fotoğraflar içinden cepheyi karşıdan gören 4 tanesi kullanılmak üzere seçilmiştir. Kilisenin güney-batı cephesinden arazide 14 detay noktası alınmış, bu noktaların fotoğraflar üzerinden yeri tanımlanarak dengelemeye tabi tutulmuş ve çizimleri tamamlanmıştır.



Şekil 4.65. Kilisenin güney-batı cephe çizimleri

4.9.3. Kuzey-Batı Cephesi

Kilisenin arka giriş kısmı olan kuzey-batı cephesi için farklı açılardan ve konumlardan yersel olarak toplam 28 adet fotoğraf alımı yapılmıştır. Bu fotoğraflardan, ihtiyacı karşılayan 4 tanesi kullanılmak üzere seçilmiştir. Kilisenin kuzey-batı cephesinden arazi çalışması sırasında 16 detay noktası alınmış, bu noktalar fotoğrafların ilgili kısımlarında işaretlenip, dengelenip, çizimleri tamamlanmıştır.



Şekil 4.66. Kilisenin kuzey-batı cephe çizimleri

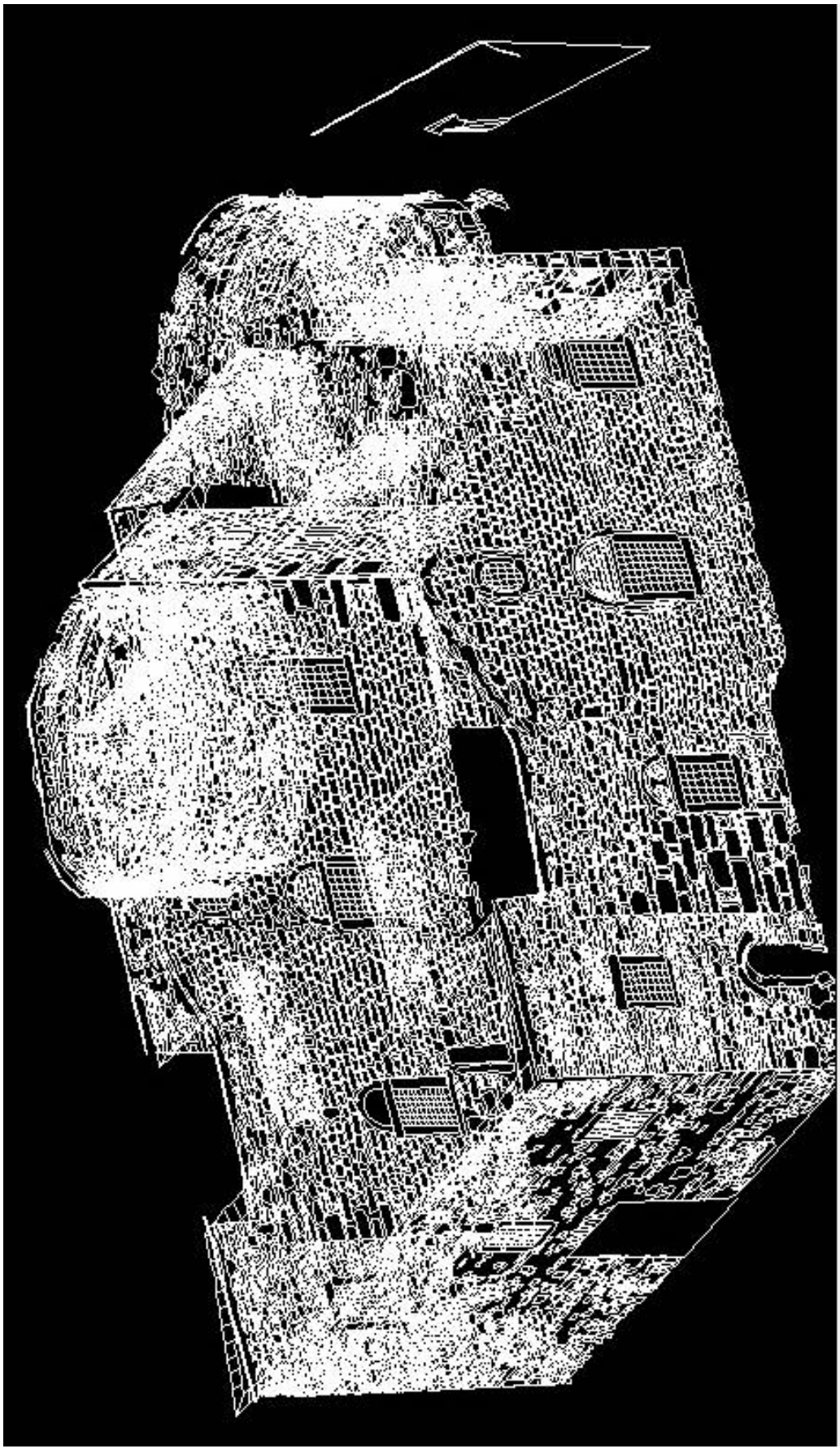
4.9.4. Kuzey-Doğu Cephesi

Kilisenin, çalışma esnasında son cephesi olarak nitelendirdiğimiz kuzey-doğu cephesi için yine yersel olarak toplam 39 adet fotoğraf alımı yapılmıştır. Bu fotoğraflardan 4 tanesi kullanılmak üzere seçilmiştir. Kilisenin kuzey-doğu cephesinden toplamda 20 detay noktası alınmış, fotoğraflar ile noktalar programda eşleştirilip, dengelenip, çizimleri tamamlanmıştır.

Kilisenin çizimleri tamamlanan cepheleri ve çatının çizimi AutoCad ortamında birleştirilerek 3 boyutlu modeli oluşturulmuştur (Şekil 4.68.).



Şekil 4.67. Kilisenin kuzey-doğu cephe çizimleri



Şekil 4.68. Kilisenin autocad ortamında birleştirilmiş 3 boyutlu hali

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Sille Aya-i Eleni Kilisesinin dış cephe çizimleri fotogrametrik yöntemle ayrı ayrı yapılmış ve Autocad ortamında birleştirilmiştir. Kilisenin çatı resimleri insansız hava araçları ile çekilmiş, fotogrametrik yöntemle çizilmiş ve diğer dış cephe çizimleriyle Autocad ortamında birleştirilerek objenin 3 boyutlu modeli oluşturulmuştur. Ayrıca kilisenin dış cepheleri ve iç kısmı lazer tarayıcı ile taranmış ve iç kesimine ait bazı kesitler nokta bulutları ve kilisenin çekilen resimleri yardımıyla çizilmiştir. Bununla beraber detayı çok fazla olan Karatay Medresesi ve İnce Minare kapıları lazer tarayıcı ile taranmıştır. Karatay Medresesi kapısının genel görünüşü, simetrik olan detaylarından birer tanesi ve simetrik olmayan yazılar nokta bulutları yardımıyla çizilmiştir. Kapının ortofoto görüntüsü de oluşturulmuştur. İnce Minare Müzesi kapısının ise nokta bulutları yardımıyla sadece ortofoto görüntüsü elde edilmiştir.

5.2 Öneriler

Mevcut mevzuata göre restorasyon projelerinde işin %30'unu rölöve alımı işleri oluşturmaktadır. Rölöve alımı ise vaziyet planı, planlar, mimari detaylar, dış cephe kesitlerden oluşmaktadır. Rölöve alımı uygulamalarında dar sokak, yüksek çatılar, eski yazılar ve simetrik olmayan detay alımlarının çalışma zorluğu yaşanmaktadır. Tez kapsamında yapılan çalışmada lazer tarayıcı ile objenin taranması hem kesit çizimlerine hem de gerçek ölçüleriyle objenin arşivlenmesine imkân vermektedir. Gerçek ölçüleri ile en ince ayrıntısı ile objenin 3 boyutlu modelinin elde edilerek arşivlenmesi, kesit ve dış cephe çizimlerine katkıdan belki de daha fazla önemlidir. Şu anda, belirli kesitlerle tasvir edildiği düşünülen obje hakkında daha sonraki yıllarda değişik tasarruflar olması durumunda, arşivdeki 3 boyutlu nokta bulutları rahatlıkla kullanılabilecektir. Açıkta ve derinliği olmayan dış cephelerin çiziminde lazer verisinin kullanılmasının fazla gerekli olmadığını fotogrametrik yöntemle rahatlıkla ve yeteri doğrulukla bu çizimlerin yapılabileceğini söyleyebiliriz. Ancak kilisenin Kuzey-Doğu cephesi (Şekil 4.67.) incelendiğinde alt taraflarda objeye yakın yerde duvar olması sebebiyle hem lazer verisinde hem de fotogrametrik yöntemle elde edilen çizimlerde eksiklik olduğu görülmektedir. Bu eksiklik ekstra ölçülerle giderilebilir. Ancak bu işlem her iki yönteminde iş yükünü artıracaktır. 3 boyutlu modeli oluşturma ortamı olarak CAD

ortamını düşündüğümüzde de bu eksikliğin çelik şerit metre ile yapılacak arazi ölçüsü ile rahatlıkla ve daha az zahmetle tamamlanacağını söyleyebiliriz. Yüksek ve üzerinde çalışılması tehlikeli çatılarda insansız hava aracı ile çizim yapmak gayet pratik bir çözüm olarak durmaktadır. Daha sonra Lidar verileri ile çatılar çizmek mümkün olabilecekse de şimdi bu yönteminde çok pahalı olmasından dolayı önerilmemektedir. Ayrıca çeşitli sebeplerden fotoğraf alma zorluğu olan objelerin (Bu çalışmada Kuzey-Doğu cephesini üst kısmı) kesitlerin alımında insansız hava araçlarından alınacak görüntülerden de faydalanılabilir.

Detayı fazla olan objelerin çalışılmasında hem lazer tarayıcı verisi hem de fotogrametrik yöntem etkin birer çözüm sunmaktadırlar. Bu yöntemlerle hem çizimler hem de ortofotoları yapılabilmektedir. Ortofotolar da belgelemek açısından etkin bir çözüm sunmaktadırlar. Detayı fazla olan obje çalışılırken mutlaka detayın uzmanı ile beraber çalışılmalı ve detay çiziminde gerekli düzeltmelerin yapılmasına fırsat verilmelidir. Her iki yöntemle etkin çözümler sunulmasına rağmen detay çizim kolaylığı dikkate alındığında nokta bulutları ile çizimin daha pratik olduğu söylenebilir. Çünkü fotogrametrik yöntemde 3 boyutlu koordinatı oluşturabilmek için mutlaka aynı detay noktasının en az iki resimde kesiştirilmesi (homolog ışınların kesiştirilmesi) gerekmektedir. Bu işlem hem zaman almakta hem de bazı zamanlar aynı detay noktasını işaretleme zorluğuna sebep olmaktadır. Ancak aynı düzlem içindeki noktaların çizimleri, 3 boyutlu koordinatları bilinen noktalardan geçirilecek bir düzlem içinde kolaylıkla yapılabilir. Düz olmayan obje parçaları için bu işlem etkin bir çözüm olarak önerilmemektedir. Genel olarak, lazer ile taranan objenin resimleri yüz binlerce 3 boyutlu nokta bulutları ile üst üste çakıştırılmakta, çizim işlemi ve ortofoto elde edilmektedir. Bu ürünlerin, Total Station ile alınan birkaç 3 boyutlu noktanın, objenin çekilen resimleri üzerine örtüştürülmesi (uygulamada yapılan) sonucu, elde edilen ürünlerinden daha doğru olduğunu söylemek mümkündür.

KAYNAKLAR

Alanyalı, F., Çabuk, A., Deveci, A., Ergincan, F., Avdan, U., Akça, S., 2007, Arkeoloji ve Mimari Rekonstrüksiyon Çalışmalarında Yersel Fotogrametri ve Gerçek Zamanlı Küresel Konumlandırma Sistemi Uygulaması: Patara Hurmalık Hamamı ve Palestra Kompleksi Örneği, Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma Grubu, Tübitak Projesi, Prj No: 105K049, Eskişehir.

Anay, H., 2007, Sayısal Tek Görüntü Düzeltme Tekniğinin Mimari Belgelemede Kullanımının Değerlendirilmesi: Lefkoşa Mısırlızade Han Örneği,*Yapı Dergisi*.

Avşar, E. Ö., 2006, Tarihi Köprülerin Dijital Fotogrametri Tekniği Yardımıyla Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.

Avşar, E. Ö., Aydar, U., Şeker, D. Z.,2011, İTÜ Geomatik Mühendisliği Bölümünde Kültürel Mirasın Dokümantasyonuna Yönelik Olarak Öğretilen Yöntemler ve Yersel Fotogrametri Eğitimi, *TMMOB Harita ve Kadastro Müh. Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel Teknik Kurultayı*, Ankara.

Boehler, W., Marbs, A., 2007, 3D Scanning Instruments, *CIPA – ISPRS workshop on scanning for cultural heritage recording*, Greece.

Bornaz, L., Rinaudo, F., 2004, Terrestrial Laser Scanner Data Processing, *Proceedings of XX ISPRS Congress*, Istanbul, Turkey.

Çorumluoğlu, Ö., 1991, Yersel Fotogrametrinin Mimariye Uygulanması ve Mevlana Müzesi Örneği, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

Duran, Z., Toz, G., 2003, Tarihi Eserlerin Fotogrametrik Olarak Belgelenmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemine Aktarılması, *İTÜ Dergisi*, Cilt:2, Sayı:6, 19-30.

Erdoğan, C., 2005, Tarihi Çeşmelerin Dijital Fotogrametrik Yöntemle Rölövelerinin Hazırlanması, Harita ve Kadastro Müh. Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu, *2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu*, İstanbul, 187-200.

Fröhlich, C., Mettenleiter, M., 2004, Terrestrial Laser Scanning – New Perspectives In 3D Surveying, International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVI – 8/W2, 7-13.

Güleç, A., 2007, Yersel Fotogrametri Yöntemi ile Rölöve Alım Tekniğinin Taç Kapılarda Uygulanışı Konya Örnekleri, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

Gültekin, R. E., 2007, Ülkemizdeki Taşınmaz Kültür Varlıkları'nın Restorasyonuna İlişkin Sorunlar, *Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu-1*, Ankara, 159-168.

Gümüş, K., Erkaya, H., 2007, Mühendislik Uygulamalarında kullanılan Yersel Tarayıcı Sistemleri, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Harita Kurultayı*, Ankara.

Gürbüz, H., 2006, Genel Fotogrametri 1, *Birlik Yayıncılık*, Ankara, 11-12.

Hamamcıoğlu Turan, M., Mimari Fotogrametri Alanındaki Çağdaş Gelişmelerin Değerlendirilmesi, Gazi Üniversitesi Müh.-Mim. Fakültesi Dergisi, Cilt 19, 2004

Hamamcıoğlu Turan, M., Akbaylar, İ., 2007, Tarihi Yapıların Değişimlerinin Belgelenmesi ve Bulguların Arşivlenmesi için Fotogrametrik Bir Yöntem Araştırması, *Mühendislik Araştırma Grubu*, Tübitak Projesi, Prj No: MAG-104I102, İzmir.

Impyeong, L., Yunsoo, C., 2004, Fusion of Terrestrial Laser Scanner Data and Images for Building Reconstructions, *ISPRS XX. Symposium*, Istanbul, Turkey.

Karabork, H., Yıldız, F., Yakar, M., Altuntas, C., Karasaka, L., 2007, Modeling and Visualization Using Laser Scanner In Documentation of Cultural Heritage, CIPA *XXI. International Symposium*, Athens, Greece.

Karakış, S., 2012, İnsansız Hava Aracı Yardımıyla Büyük Ölçekli Fotogrametrik Harita Üretim Olanaklarının Araştırılması, *Harita Dergisi*, Sayı: 147, 13-20.

Kertsen T., 2007, Terrestrial Laser Scanning – A new Tecnique for 3D Data Acquisition, *Modern 3D Mapping Technologies for Municipality Applications*, Istanbul, Turkey.

Keleş, S., 2010, Fotogrametrik Yöntemlerle Cephe Rölövesi Alımı: Şevket Bey Konağı Örneği, Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon

Kork, E. S., 2006, Arkeolojik Çalışmalarda Kültürel Mirasın Belgelenmesi ve İzlenmesi Sürecinde Fotogrametrinin Uygulama Alanları, Yüksek Lisans Tezi, *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Muğla

Oğuzer, M. K., 1991, Arapgir Ulu Camii Rölöve ve Restorasyonu, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.

Reznicek, J., Pavelka, K., 2008, New Low-Cost 3D Scanning Techniques For Cultural Heritage Documentation, *The International Archives of the Photogrammetry*, Vol. XXXVII. Part B5. Beijing, 237-240.

Sağıroğlu, Ö., 2004, Yersel Fotogrametrik Ölçüm Tekniğinin Ömer Duruk Evi Örneği Üzerinde Uygulanması ve Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.

Taşınmaz Kültür Varlıklarını Tespit ve Belgeleme Yöntemleri Kitabı, 2009, Mersin Üniversitesi Restorasyon ve Koruma Merkezi, *Koruma Sempozyumu*, Mersin

T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2004, Mevcut Yapıların İncelenmesi ve Yapı Denetimi Komisyonu Raporu, *Deprem Şurası/1*, 12-44

Tek yapı ölçeğinde Rölöve, Restitüsyon ve Restorasyon Projeleri Teknik Şartnamesi

TMMOB Mimarlar Odası, Korunması Gerekli Kültür Varlıklarının Rölöve – Restitüsyon – Restorasyon Hizmetleri Şartnamesi ve En Az Bedel Tarifesi

Toprak, Y., 2008, Rölöve Ölçmelerinde Kullanılan Jeodezik Yöntemlerin İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.

Tuncer, M., 2003, Ankara'da Tarihsel / Kültürel Çevre Koruması, Sağlıklaştırılması ve Yenilenmesinde Karşılaşılan Bazı Sorunlar, *TMMOB Mimarlar Odası, Kültürel Miras Dergisi*, Sayı:8, 10-13.

Vozikis, G., Haring, A., Vozikis, E., Kraus, K., 2004, Laser Scanning: A New Method for Recording and Documentation in Archaelogy, FIG Working Week, Athens, Greece, 1-16.

Wehr A., 2005, Laser Scanning and Its Potetntial To Support 3D Panoramic Recording, Proceedings of the ISPRS working Group V/5 Berlin, German.

Yıldız, F., Karabörk, H., Yakar, M., Yılmaz, H. M., 2005, Yersel Fotogrametride Kullanılan Metrik Olmayan Dijital Kameraların Kalibrasyonunda Kullanılan Yazılımların İncelenmesi Üzerine Bir Çalışma, *Harita Dergisi*, Sayı:134, 61-70.

Yıldız, F., Yakar, M., Yılmaz, H. M., 2005, Tarihi ve Kültürel Mirasların Belgelenmesinde Jeodezi ve Fotogrametri Mühendislerinin Rolü, *TMMOB Harita ve Kadastro Müh. Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel Teknik Kurultayı*, Ankara.

Yıldız, F., Yakar, M., Zeybek, M., Kocaman, E., Pınar, K., Telci, A., Mutluoğlu, Ö., Yılmaz, H. M., 2011, Dağ Pazarı Kilisesi (Mersin-Mut) Rölöve Örneği, *TMMOB Harita ve Kadastro Müh. Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel Teknik Kurultayı*, Ankara.

Yılmaz, H. M., Karabörk, H., Yakar, M., 2000, Yersel Fotogrametrinin Kullanım Alanları, *Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Sayı:1, 18-28.

İNTERNET KAYNAKLARI

URL 1: http://www.canon.com.tr

URL 2: http://cipa.icomos.org

URL 3: www.ehirobo.com

URL 4: http://www.icomos.org

URL 5: http://www.futaba-rc.com

URL 6: http://www.modelhelikopterler.net

URL 7: www.nikon.com.tr

URL 8: http://www.paksoyteknik.com.tr

URL 9: http://www.rchelidergisi.com

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Sevgi BÖGE
Uyruğu : TC
Doğum Yeri ve Tarihi : Aksaray / 25.01.1986
Telefon :
Faks :
e-mail : sevgiboge@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Konya Selçuklu Atatürk Lisesi	2003
Üniversite	:	Konya Selçuk Üniversitesi	2010
Yüksek Lisans	:		
Doktora	:		

YAYINLAR

(TMMOB COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ KONGRESİ 2009 İZMİR)

"CBS ve Bilgi Teknolojileri ile Orta ve Küçük Ölçekli Kartografik Tasarım: Konya İli Haritası Yapımı" İ. Öztuğ BİLDİRİCİ, H. Zahit SELVİ, **Sevgi BÖGE**, Aydın ÜSTÜN

"Ücretsiz Veri ve Teknolojiler ile Web Haritalarının Oluşturulması: Google Map Api Teknolojisi" İ. Öztuğ BİLDİRİCİ, **Sevgi BÖGE**, Burak Seçkin ALPSAL

(AKADEMİK BİLİŞİM 2010 MUĞLA ÜNİVERSİTESİ)

"Google Map Api Teknolojisi ile Web Harita Uygulamaları" İ. Öztuğ BİLDİRİCİ, **Sevgi BÖGE**

(13. HARİTA BİLİMSEL VE TEKNİK KURULTAYI 2011 ANKARA)

"Diş Hekimliğinde Uygulanan İki Farklı İnsizyon Çeşidinin Postoperatif Ağrı ve Şişlik Üzerine Etkisinin Fotogrametrik Yöntemlerle İncelemenmesi" Ferruh YILDIZ, Murat YAKAR, **Sevgi BÖGE**, Mustafa ZEYBEK, Engin KOCAMAN, Doğan DOLANMAZ, Buğra ÖZDEMİR, Ceyhun ARICIOĞLU