T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTİK TİYATROLARIN FOTOGRAMETRİK RÖLÖVE PLANLARININ ÇIKARILMASI ÜZERİNE DENEYSEL BİR ÇALIŞMA

Ali ULVİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

KONYA, 2008

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ANTİK TİYATROLARIN FOTOGRAMETRİK RÖLÖVE PLANLARININ ÇIKARILMASI ÜZERİNE DENEYSEL BİR ÇALIŞMA

Ali ULVİ
Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Fotogrametri Anabilim Dalı
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Murat YAKAR
2008,62 Sayfa

Jüri: Prof. Dr. Ferruh YILDIZ
Doç. Dr. İ.Öztuğ BİLDİRİCİ
Yrd. Doç. Dr. Murat YAKAR

Bu çalışma 2005–2007 yıllarında Muğla ili Datça ilçesi Knidos antik tiyatrosunda yapılmıştır. Bu çalışmada, tarihi eserlerin fotogrametrik olarak belgelenmesi Knidos Antik Kentindeki antik Tiyatronun Rölevelerinin fotogrametrik olarak çıkarılması, yapılacak restorasyon planlarına daha hassas bir altlık oluşturulması ve bu belgelemenin uygun kullanım olanaklarına ulaştırılması, koruma, restorasyon ve dokümantasyon işlemi boyunca elde edilen veriler daha sonrada kullanılacağı için maliyette bir azalma sağlanacağı, farklı disiplinler arasındaki veri alışverişi sağlayacağı amaçlanmış ve sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Knidos, Röleve, Fotogrametri, Antik Tiyatro

ABSTRACT

Masters Thesis

AN EXPERIMENTAL STUDY ON PREPARING PHOTOGRAMMETRIC ROLOVE PLANS OF ANTIQUE THEATRES

Ali ULVİ

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Photogrammetry

Supervisor: Yrd. Doç. Dr. Murat YAKAR

2008,62 Page

Jury: Prof. Dr. Ferruh YILDIZ

Doç. Dr. İ.Öztuğ BİLDİRİCİ

Yrd. Doç. Dr. Murat YAKAR

This study was contucted in Knidos antique theater which is located in a town of Muğla, Datça, from 2005 to 2007. In this study, Knidos is documented with photogrammetric method and a rolove of the antique theater is prepared.This work will provide sensitivity for possble future restoration activities.The data will be used for protection,restoration and documentation activities of these activities which may decrease the cost of this process.Additionally,the study will offer multidisciplinary data which may be used by practitioners in the field.

Key words: Knidos,rolove photogrammetry, antique theater

ÖNSÖZ

Bu Tez çalışmamda öncelikle Tez konumu belirleyen çalışmalarımın her aşamasında yakın ilgi ve yardımlarını esirgemeyen çok değerli danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Murat YAKAR'a sonsuz şükranlarımı sunuyorum.

Ayrıca Tez çalışmam da bana yardımcı olan sayın Prof. Dr. Ferruh YILDIZ'a, Dr. Hakan KARABÖRK'e, Arş. Grv. Cihan ALTUNTAŞ'a , Arş. Grv. Lütfiye KARASAKA'ya teşekkür ediyorum.

Bunun yanında beni bugünlere getiren ve çalışmalarım sırasında gösterdikleri özveri ve destekten dolayı bütün aileme teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER Sayfa

ÖZET……..…..……..i

ABSTRACT…….……..…..ii

ÖNSÖZ……..…..…….iii

İÇİNDEKİLER……..…..……iv

ŞEKİL LİSTESİ……... ….....vi

EKLER LİSTESİ …….....…….viii

SİMGE LİSTESİ …….ix

1.GİRİŞ……...……..1

2.KAYNAK ARAŞTIRMASI……..……...……...…….6

3.FOTOGRAMETRİ ……...…..……..9

3.1 Fotogrametrinin Sınıflandırılması …….....10

3.1.1.Yersel Fotogrametri…….....11

3.1.1.1. Yersel Fotogrametrinin Uygulama Alanları…….....11

3.2. Resimlerin Yöneltilmesi ……...…..15

3.2.1. İç yöneltme ……..15

3.2.2 Dış yöneltme……..17

4. TEORİK ESASLAR…… ……..……20

4.1. Yersel Fotogrametri de Resim Çekimi……...……20

4.1.1 Yersel Fotogrametri de resim çekim durumları…….....22

4.1.1.1. Normal çekim durumu……23

4.1.1.2 Dönük çekim durumu ……24

4.1.1.3 Konvergent çekim durumu…….25

5.MATERYAL VE METOD……..……..…...…..27

5.1. Çalışma Öncesi Hazırlık……..…..…..27

5.2. Yer Kontrol Noktalarının Tesisi……..…35

5.3. Obje Üzerindeki Detay Noktalarının Ölçülmesi ……..…..…..37
5.4. Fotoğraf Çalışmasının Yapılması ……..…….37
5.5. Büro İşlemleri ……..……..…..……37
6. UYGULAMALAR…….38
6.1. Çalışma Bölgesi……...38
6.2. Çalışma Şekli ve İş Akışı…….38
6.2.1.Çalışma öncesi hazırlık……..38
6.2.2. Arazi çalışması……..39
6.2.2.1. Yer kontrol noktalarının tesisi……...39
6.2.2.2. Çalışma alanındaki kontrol noktalarının ölçülmesi……...39
6.2.2.3. Fotoğraf çalışmasının yapılması……40
6.2.3. Büro çalışması……..……..…42
7. SONUÇLAR……...45
8.KAYNAKLAR……47

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1. Knidos Antik Tiyatrosu ……..…...…. 2
Şekil 1.2. Knidos'un harita üzerindeki yeri……..…....2
Şekil 1.3.Knidos antik tiyatrosunun uzaydan görünümü…….….3
Şekil 3.1. Amiens Katedrali' nin üç boyutlu modeli……13
Şekil 3.2. Giza Platosunun üç boyutlu modellenmesi projesi,.....15
Şekil 3.3. İç yöneltme ile elde edilen ışın demeti…….…...16
Şekil 4.1 Yersel fotogrametri de üç boyutlu cisim elde edilmesi……...20
Şekil 4.2. Yersel fotogrametri de resim çekimi…...……...21
Şekil 4.3. (b/D) oranının değişimine göre Y doğrultusundaki prezisyon değişimi ……21
Şekil 4.4. D sabit iken b' ye bağlı derinlik belirleme hatası …….....……..…...22
Şekil 4.5. Normal çekim durumunda resim çekimi ……..…….....23
Şekil 4.6. Dönük çekim durumunda resim çekimi …….24
Şekil 4.7. Konvergent çekim durumunda resim çekimi …….…...…..…...25
Şekil 5.1. Topcon GPT 3007……...29
Şekil 5.2. Kodak EasyShare DX4530…….31
Şekil 5.3. Uçuş ve kontrol ünitesi……34
Şekil 5.4. Yer Kontrol Noktaları(Havadan), Knidos antik tiyatrosu, Datça, Muğla...35
Şekil 5.5. Yer Kontrol Noktaları(Yerden), Knidos antik tiyatrosu, Datça, Muğla….36
Şekil 5.6. Havadan çekilen resimlerde kullanılan yer kontrol noktasının yakından görünümü……36
Şekil 5.7. Yerden çekilen resimlerde kullanılan yer kontrol noktasının yakından görünümü……37
Şekil 6.1. Tiyatronun fotoğraflanması çalışmasının genel görünümü……41
Şekil 6.2. Fotoğrafların nasıl çekildiğine örnek…….……..…..…41
Şekil EK.1.1 Fotomodeler programında yeni bir proje çalışmasının seçilimi ……...49
Şekil EK.1.2 Fotomodeler programında işlemler sıralaması ekranı…….....…..49
Şekil EK.1.3 Veri girişi ve ölçü modunun seçilmesi ekranı ……..…..…..50
Şekil EK.1.4 Kullanılan kameranın seçilim ekranı ……...50
Şekil EK.1.5 Kayıtlı bulunan kamera parametre dosyasının seçim ekranı ...…..…...51

Şekil EK.1.6 Seçilen kameranın kalibrasyon değerlerinin girilmesi ekranı ……..51
Şekil EK 1.7 Çekilen fotoğrafların fotomodeler programına yüklenmesi ekranı ……..……..……..52
Şekil EK 1.8 Projeye seçilen fotoğraflar ekranı ……..……..……...…..52
Şekil EK 1.9 Projeye ilave edilen fotoğraflar ekranı ……..……..….....53
Şekil EK 1.10 Seçilen fotoğrafların projede kaydedilmesi aşaması ekranı ..…….....53
Şekil EK1.11 Projede fotoğrafların çizilebilmesi aşamasının ekranı ..…..……....54
Şekil EK 1.12 Knidos Antik Tiyatrosunun Doğu aksındaki bölümünün görünüşü....55
Şekil EK 1.13Knidos Antik Tiyatrosunun Kuzey aksındaki bölümünün görünüşü...56
Şekil EK 1.14 Knidos Antik Tiyatrosunun Kuzeybatı aksındaki bölümünün görünüşü……..56
Şekil EK 1.15 Knidos Antik Tiyatrosunun Batı aksındaki bölümünün görünüşü ……57
Şekil EK 1.16 Knidos Antik Tiyatrosunun Doğu bölümünün üstten görünüşü ..…….……..57
Şekil EK 1.17 Knidos Antik Tiyatrosunun Batı bölümünün üstten görünüşü……....58
Şekil EK 1.18 Knidos Antik Tiyatrosunun Kuzeydoğu bölümünün üstten görünüşü …….....58
Şekil EK 1.19 Knidos Antik Tiyatrosunun Kuzey bölümünün üstten görünüşü…....59
Şekil EK 1.20 Knidos Antik Tiyatrosu doğu bölümü taşlarının çizilmesi örneği ……59
Şekil EK 1.21 Knidos Antik Tiyatrosu çizilen taşların 3 boyutlu hale getirilmesine bir örnek...……...60
Şekil EK 1.22.Knidos antik tiyatrosunun 3 boyutlu modellenmiş şekli…….60

EKLER LİSTESİ

EK.1 Photomodeler Programının Tanımı, İşlevi ve Tez Projesinde kullanımı……..48
1.1.Tanımı……..…....48
1.2.İşlevi……..48
1.3. Tez Projesinde Kullanımı……..…..48
1.4. Programın Kullanım Süreci……..…48
1.5. Knidos Antik Tiyatrosunun 3 Boyutlu Modellenmesine Altlık Oluşturan Resimlerin Kullanımı ve Yönsel Tanımlanması…….……....55
1.5.1. Antik tiyatro zemininden çekilen fotoğraflar…….....55
1.5.2. Antik tiyatro üzerinden kuşbakışı çekilen fotoğraflar……..….57
1.5.3. Antik tiyatro zemininden çekilen fotoğraflarla çizim örneği…….…....59
EK.2 Uçuş Ünitesi…….….61
EK.3 Knidos Antik Tiyatrosunun 1/250 ve 1/100 çizimi…….……..62

SİMGE LİSTESİ

α, β ve χ	: Açılar
X_0, Y_0 ve Z_0	: Resim çekme noktasının koordinatları
ω, φ ve χ	: Işın demetinin üç dönme parametreleri
χ_1 , χ_2 ,φ_1 ,φ_2 ve ω_2	: Beş bağımsız dış yöneltme elemanı
X, Y, Z	: Cisim koordinat sistemi,
xi, yi	: Resim koordinat sistemi,
Oi	: İzdüşüm merkezleri,
b	: Resim çekim bazı,
D	: Resim çekim uzaklığı (ortalama)
x', z', x'' ve z''	: Değerler resim ölçmeleri,
b	: Resim çekim merkezleri arasındaki mesafe,
f	: Odak uzaklığı

ANTİK TİYATROLARIN FOTOGRAMETRİK RÖLÖVE PLANLARININ ÇIKARILMASI ÜZERİNE DENEYSEL BİR ÇALIŞMA

1.GİRİŞ

Knidos ,”Datça” yarımadası olarak adlandırılan yarımadanın en dış burnunda yer alır. Bu ada, kuzeyde Ege denizi ve güneyde Akdeniz arasındaki sınırı oluşturur. Knidos Datça ilçesine 38 km mesafededir. Bugün Muğla ilinin bir parçası olan bu bölge, antik dönemlerde Karia Bölgesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Buradaki antik tiyatro yüzyıllardır hava şartları ve diğer nedenlerden dolayı tahrip olmuştur. Knidos, en parlak döneminde 4 adet tiyatroya sahiptir. Şehrin ne kadar büyük olduğunu ve Knidos’luların kültürünün ne kadar geliştiğini göstermesi açısından bu önemli bir bilgidir. Ancak şehirde sadece iki adet tiyatro bulunabilmiş, büyük olan 20.000 kişi kapasiteli tiyatro günümüze ulaşamamış, ulaşan parçaları ise her zaman olduğu gibi diğer ülkelerin müzelerine ve gösteriş düşkünü, antika meraklısı insanların evlerine yolculuk yapmıştır. 5.000 kişilik diğer tiyatro ortaya çıkarılmıştır. Şehrin girişinde yer alan tiyatro, tipik bir Yunan tiyatrosudur. Oditoryum bir yamaca dayandırılmış, orkestra alanı daire planlıdır, tonozlu girişlere sahip en erken tiyatrolardan birisidir(Bkz. Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Knidos Antik Tiyatrosu(www.kyndos.blogspot.com)



Şekil 1.2. Knidos'un harita üzerindeki yeri(www.datcarehber.com)



Şekil 1.3.Knidos antik tiyatrosunun uzaydan görünümü

Knidos'un harita üzerindeki yeri (Şekil 1.2) de gösterilmiştir. Günümüzde genellikle mimarlar tarafından yapılan bu belgeleme çalışmalarında artık çağdaş teknolojilerin kullanılması bir zorunluluk olmuştur. **(** Yakar ve diğerleri 2005). Klasik mimari belgelemede yani röleve çalışmalarında ve restorasyon projelerinin hazırlanmasında çoğu zaman basit ölçme araç ve teknikleri kullanılmakta ve sonuç ürün olarak da tamamen kağıt baskılar olarak eserlerin çizimleri sunulmaktadır. Röleve bir binanın mevcut durumunun ölçekli çizimlerle (plan, kesit ve görünüşler) anlatımıdır. Röleve bir proje değildir. Projeye altlık veridir. Röleve bir yapının, kent dokusunun veya arkeolojik kalıntının yakından incelenmesi, belgelenmesi, mimarlık tarihi açısından değerlendirilmesi ve restorasyon projesinin hazırlanabilmesi için bir araçtır (Demir ve diğerleri 2005).

Tarihi eserlere ve kültürel varlıklara sahip çıkmak, korumak ve gelecek nesillere aktarmak kutsal bir görevdir. Bir topluluğun ulus olabilmesi için bir kültür

varlığına sahip olması gerekir. Kültürel varlıklar ise sadece bizim değil tüm insanlığın mirası ve gelecek nesillerin biz de olan alacağı, yani gelecek nesillere bizim olan borcumuzdur(Alkış ve Alkış 1999).

Bu varlıkların gelecek nesillere aktarılması ve korunması için ise dokümantasyon çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Çünkü doğal veya doğal olmayan nedenlerle kültürel mirasın zarar görmesinden sonra onun aslına benzer şekilde yeniden onarılması yani restore edilebilmesi için dokümantasyonunun var olması, yani röleve planlarının yapılmış olması gerekir. Röleve, kültürel bir nesnenin herhangi bir nedenle zarar görmesi veya yıkılması durumunda yeniden yapılmasını sağlayan yapının en ince ayrıntısına kadar yapılan ölçmeler, plan ve kesitlerinin çıkarılması işlemidir. Röleve bir proje değildir. Projeye altlık veridir. Dolayısı ile kültürel mirasın belgelenmesi ve izlenmesi sürecinde kullanılan yöntemlerin geliştirilmesi mimarlık, sanat tarihi, arkeoloji açısından önemlidir. Bu bağlamda, yersel fotogrametrik tekniklerin mimari ve arkeolojik uygulamalara önemli katkıları olmaktadır.

Binlerce yıllık uygarlık tarihi içinde insanın doğrudan veya doğa ile birlikte yarattığı ve bugün “ Kültür Mirası” diye adlandırılan belgeleri koruma olayı, çağımızda insanlığın ortak çabası olarak kabul edilen ve üzerinde önemle durulan bir olgudur. İletişim araçlarının ulaştığı hızlı gelişimin dünya insanlığının her gün biraz daha birbirine yaklaştırması, bu ortak mirasa sahip çıkmayı da kuvvetlendirmekte ve bu mirası kendi yerleşimleri üzerinde bulunduran halkların sorumluluğunu artırmaktadır. Bu sorumluluğun en önemli sonucu ise, kültür mirası korumada tüm dünya ülkelerinin aynı anlayış ve kritere sahip olma zorunluluğudur. Kuşkusuz bu zorunluluk, on bin yıllık tarihi mirasa sahip Anadolu coğrafyası için, tüm dünya insanlığından öte bir anlam taşımaktadır.

Ne yazık ki bu tarihi mirasa ait yapılar zamanla doğal afetlerle ve insanların verdiği zararlarla sürekli aşınmış ve yıpranmışlardır. Şimdiki neslin sorumluluğu bu tarihi mirasın gelecek nesillere zarar görmeden aktarılmasıdır. Bu; tarihi, arkeolojik, yapısal ve mimari çalışmaları bir bütün olarak anlamak ve bunların restorasyonu, sağlamlaştırılması ve korunması için bilgi ve yeni teknikler geliştirmek için önemlidir.

Yersel fotogrametri tekniği, yıllardır arkeolojik ölçmeler ve tarihi eserlerin dokümantasyonu için kullanılagelen bir yöntemdir. Dijital tekniklerin gelişimiyle birlikte fotogrametri, mimari eserlerin dokümantasyonu ve korunmasında daha verimli ve ekonomik bir yöntem haline gelmiştir.

Son yıllarda Dijital Fotogrametri ve Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler sonucu binaların 3 boyutlu olarak tekrar oluşturulması güncel araştırma konulan içinde yer almıştır. 3 boyutlu bina modelleme, şehir planlama ve turizm için gittikçe zorunlu hale gelmektedir(Suveg ve Vosselman 2000).

Bu çalışmada kullanılan 3D foto modelleme gerçekte erişilmez olan yersel objeleri anlamada oldukça etkilidir. Var olan objelerden elde edilen fotomodellerin kullanılması, karmaşık yersel yapıların anlaşılmasını kolaylaştırır**(**Hamamcıoğlu 2004).

Bu çerçevede; tarihi ve kültürel değerlerin gelecek nesillere aktarılmasına katkıda bulunabilmek, rölöve çalışması yapan meslekler arası bilgi alışverişine destek olabilmek ve bu alandaki bilimsel gelişmeleri bir üst seviyeye çıkarabilmek amacıyla tez çalışması bu çerçevede tamamlanmıştır.

Tez çalışmasının alan kapsamı Knidos antik tiyatrosu ile sınırlıdır. Bu alanda yapılmış çalışma ile diğer tarihi mekânlarda bu örnek çalışmanın benzerinin yapılabileceği ortaya konmaya çalışılmıştır.

2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

Alkış ve Alkış **(**1999**),** yaptıkları araştırmada, fotogrametrik eğitim ve mimari fotogrametrik çalışmaları tanıtmışlardır. Türkiye'deki kültürel mirasların korunması ve belgelenmesi hakkında bazı öneriler sunmuşlardır.

Demir ve diğ.(2005), insanlık açısından büyük önem taşıyan tarihi ve kültürel değerlerin korunması sürecinde bu değerlere ait jeoinformasyon arşivinin oluşturulmasında, restorasyon (yenileme) ve röleve çalışmalarında, eserlerin dijital olarak resimlendirilmesinde, eserlerin 3-boyutlu taranması ve modellenmesinde, hukuki ve teknik bilgilerin oluşturulmasında, büyük sit alanlarının koruma amaçlı planlanmasında; uzaktan algılama, mimari fotogrametri, coğrafi bilgi sistemleri (CBS), küresel konum belirleme sistemi (Global Positioning System - GPS) ve yersel ölçme tekniklerinin kullanılması açısından harita mühendislerine büyük sorumluluk ve görevler düşeceğini belirtmişlerdir. Bu bağlamda, harita mühendisliği eğitiminde bunlara yönelik hukuksal ve teknik eğitimin altyapısının verilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, Kapadokya bölgesindeki doğal sit alanları ile birlikte tarihi ve kültürel varlıklar tanıtılıp, bu değerlerin korunması için hukuksal ve teknik önlemlerin alınmasında harita mühendislerinin yetki ve sorumlulukları tartışılmaktadır.

Erdoğan'a (2005) göre, restorasyon projeleri, anıta ait ayrıntılı bir röleveye dayanılarak hazırlanır. Erdoğan'ın bu çalışmasında Vakıflar Genel Müdürlüğü mülkiyetindeki 7 adet çeşmenin restorasyon projesine altlık teşkil etmek amacı ile fotogrametrik yöntemle hazırlanan röleve projeleri yapımı anlatılmıştır.

Duran ve Toz'a (2003) göre, tarihi eser veya alanları koruma; bu eser veya alanlara ait ilk teknik dokümanları üretmeyi ve bu dokümanları oluşturabilmek için gerekli plan ve çalışmaları organize edebilmeyi gerekli kılmaktadır. Elde edilen bu dokümanlar yardımıyla tarihi eser veya alanlarda yapılacak herhangi bir çalışma için istenilen her türlü bilgiye kolaylıkla ulaşabilmek olanaklı olacaktır. Dijital

Fotogrametri ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) birlikte kullanılması ile oluşturulacak bir bilgi sistemi, tarihi eser veya alanların korunması konusunda çalışan ve ilgilenen tüm kişilerin ulaşabilecekleri bir ortam sağlayacaktır. Bu çalışmada, tüm bu gelişmelerden yararlanılarak tarihi eserlerin fotogrametrik olarak belgelenmesi ve bu belgelemenin CBS ile en uygun kullanım olanaklarına ulaştırılması amaçlanmıştır.

Hamamcıoğlu (2004) , sayısal (dijital) veya analog (fotoğrafik) görüntüler üzerindeki bilgilerin, mimari nesnelerin ölçekli görsel belgelerinin elde edilmesinde kullanılmak üzere değerlendirilmesi tekniklerinin bütününe mimari fotogrametri denildiğini belirtmiştir. Tarihi uygulamalarda genellikle ayrıntılı cephe çizimleri ile belgeleme sonuçları sunulurken, çağdaş olanaklar, koruma uzmanı mimarın gereksinim duyduğu çözümleyici görselleştirmelerin sunumuna da olanak verdiğini, artık fotogrametri ile belgelenen tarihi binalar; bilgisayar ortamında hazırlanan üç boyutlu modelleri, çeşitli perspektifleri ve tematik bilgilerin döküldüğü ayrıntılı haritaları ile incelenebildiğini ifade etmiştir. Etkileşimsel çoklu ortamda gerçekleştirilen sunumlar da yapılabildiğini, bu sunumlara olanak veren yüksek geometrik hassasiyetteki filmli ve dijital fotoğraf makineleri, yüksek çözünürlükteki tarayıcılar ve görüntü değerlendirme yazılımlarının hızla geliştirildiğini, diğer yandan fotogrametrinin temel ilkeleri yeniden yorumlanarak yöntem ve kurgularının çeşitlenmekte olduğunu belirtmiştir. Tüm bu çağdaş gelişimlerin mimari koruma alanındaki yeri, derlenen kaynaklar yorumlanarak bu çalışma kapsamında vurgulanmıştır.

Yakar ve diğerlerine (2005) göre; çalışmalarında röleve ölçülerinin ve cadde çizim çalışmalarının gelişme planlarına uygunluğu araştırılmıştır. Fotogrametrik prosedür ve ürünlerin elde ettiği sayısal veriler çalışma ile bağdaşması sağlanmıştır. Marangoz (2002), tez çalışmasında fotogrametrinin tanımı, kullanım olanakları ve sayısal kameralarla tarihsel yapıların Rölevelerinin çıkarılması çalışmalarından bahsetmiştir.

Suveg ve Vosselman (2000), çalışmalarında dijital tekniklerin gelişimiyle birlikte fotogrametri, mimari eserlerin dokümantasyonu ve korunmasında daha verimli ve ekonomik bir yöntem haline geldiğini son yıllarda Dijital Fotogrametri ve Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler sonucu binaların 3 boyutlu olarak tekrar oluşturulmasının güncel araştırma konulan içinde yer aldığını 3 boyutlu bina modelleme, şehir planlama ve turizm için gittikçe zorunlu hale geldiğini anlatmışlardır.

Yakar ve diğerleri(2005), günümüzde genellikle mimarlar tarafından yapılan bu belgeleme çalışmalarında artık çağdaş teknolojilerin kullanılması bir zorunluluk olduğunu belirtmişlerdir. Klasik mimari belgelemede yani röleve çalışmalarından da ve restorasyon projelerinin hazırlanmasında çoğu zaman basit ölçme araç ve teknikleri kullanılmakta ve sonuç kağıt baskılar halinde, eserlerin çizimleri şeklinde sunulmaktadır. Bu bildiriye göre bir röleve çalışmasındaki yersel Fotogrametri yöntemine göre işlem akışı sunulup, çalışmaların idari ve hukuki boyutu ele alınıp ve bu kapsamda Jeodezi-Fotogrametri Mühendislerinin bu tür projelerdeki görevleri ve yetkileri üzerinde durulmuştur.

3. FOTOGRAMETRİ

Fotogrametri, fiziksel cisimler ve oluşturdukları çevreden yansıyan ışınların şekillendirdiği fotogrametrik görüntülerin ve yaydıkları elektromanyetik enerjilerin kayıt, ölçme ve yorumlama işlemleri sonucu güvenilir bilgilerin elde edildiği bir teknoloji, bilim ve sanat 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.

Fotogrametrinin temelini oluşturan merkezi izdüşüm ve perspektifle ilgili kavramların Leonarda da Vinci ve Albrecht Dürer gibi sanatçılar tarafından uzayın, düzlem perspektiflerden ve üç boyutlu resimlerin yeniden inşa edilmesinde kullanılmaya başlanması fotogrametri biliminin başlangıcı olarak kabul edilir.

Fotogrametrinin geometrik ve analitik esasları, 1800' lü yıllarda S. Finsterwalder tarafından genişletilmiştir. Elektronik çağında ortaya çıkan bütün analitik yöntemler kendisinin ve öğrencilerinin 20. yy başında yaptıkları çalışmalara dayanmaktadır. 1851 yılında Fransız binbaşı A .Laussedat ilk yersel ölçme kameralarını yapmış ve bunları "Metrographie" adını verdiği plançete ile klasik arazi alımına benzeyen bir topoğrafik alım yöntemi kullanmıştır. Alman mimar Meydenbauer bunu, 1858' den itibaren mimarlık ölçmelerine uygulamasıyla "mimarlık fotogrametrisi" nin bulucusu olmuştur ve çalışmaları 1901 yılına kadar sürmüştür.

Günümüzde ise elektronik sistemlerin kullanılmasında son adım ise sayısal fotogrametri ile olmaktadır. Fotogrametrik resim elde edilmesi ve elde edilen resimlerin değerlendirilmesindeki otomasyon ve doğruluk, üç boyutlu cisim koordinatlarının resimlerdeki ölçmelerden elde edilmesindeki kolaylık ve sürat,

artık fotogrametrinin gelişim yönünü belirleyen en önemli etkendir(Marangoz, 2002).

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

3.1 Fotogrametrinin Sınıflandırılması

Fotogrametri genel olarak aşağıdaki şekilde sınıflandırılır.

•Uygulama alanına göre:

- Topoğrafik fotogrametri
- Topoğrafik olmayan fotogrametri
- Foto yorumlama
- Mühendislik fotogrametrisi

•Obje büyüklüğüne göre:

- Mikro fotogrametri
- Makro fotogrametri

•Resim çekim noktasının konumuna göre:

- Hava fotogrametrisi
- Yersel Fotogrametri

•Değerlendirme yöntemine göre:

- Grafik (Plançete) fotogrametri
- Analog fotogrametri
- Analitik fotogrametri
- Sayısal (dijital) fotogrametri

3.1.1. Yersel Fotogrametri

Fotogrametrinin ilk uygulamaları yersel fotogrametri alanında olmuştur. Fotoğrafın bulunuşundan kısa bir süre sonra 1858 yılında Alman Meydenbauer, resmin nesnel içeriğini ölçme tekniği ile bütünleştirerek, yıkılan bir kilisenin eldeki mevcut resimlere göre onarımını gerçekleştirmiştir. Fotogrametrinin topoğrafik olmayan uygulama alanlarında genellikle yerden çekilen resimlerden yaralanılır. Bu nedenle topoğrafik olmayan uygulamalar yersel fotogrametri adı verilen bölüme dâhil edilmektedir. Yersel fotogrametrinin uygulanabilmesi için

- Arazide yeterince yükseklik farkının bulunması,
- Arazinin açık olması

gerekmektedir. Ayrıca bu yöntemle büyük alanların haritalanması zor olmakta, çok sayıda yer kontrol noktasının gerektirdiğinden, yapım zamanı ve maliyeti yükselmektedir.

3.1.1.1.Yersel Fotogrametrinin Uygulama Alanları

Yersel fotogrametri oldukça geniş uygulama alanlarına sahiptir. Bu alanlar, mimarlık, arkeoloji, endüstri, madencilik ve deformasyon ölçmeleri, taşıt yollarının inşası, su yapıları, tıp ve veterinerlik, kriminoloji, trafik kazaları vs. olarak sayılabilir. Sayısal sistemlerde şu anda erişilen noktada, yersel fotogrametrinin uygulama alanları kişinin hayal gücüne dayanmaktadır.

-Mimarlıkta ve tarihi yapıların restorasyonunda fotogrametrinin uygulanması:

Artan nüfus ve sanayileşmenin doğurduğu hızlı bir kentleşme sonucu eki yerleşim bölgelerinde özen gösterilmeden yeni imar planlarına göre, hatta çoğu kez hiçbir plan ve programa bağlı kalınmadan yeni inşaat yapılması, kitle turizmine

neden olan tarihi eserler ve sitlerin civarının yerleşim bölgesi durumuna getirilmesi sonucu bu bölgeler eski karakterlerini tamamen yitirmektedir.

Bu bakımdan mimarlık ve arkeoloji fotogrametrisi ön plana çıkar. Bu itibarla tarihi yapının yerden ve havadan üç boyut oluşturacak şekilde resimleri çekilir, röleve planları yapılır. Düşey ve yatay resimlerden ortofoto, ortofotoplan ve kesitler elde edilir. Alınan resimlerin değerlendirilmesi grafik veya sayısal olarak yapılabilir. Bu sayede bilinen ölçme metotları ile elde edilecek detayla kıyaslanmayacak sayıda çok bilgi bulunabilir. Yeterli veri, tarihi bina ve yapıların resimlerinden, bilgisayar ortamındaki üç boyutlu koordinatlarından tekrar inşası, koruma veya restorasyon amaçları için elde edilir. Bunun yanında röleve ölçüleri ve çizimleri gelişme planlarının uygulanmasında büyük kolaylık sağlamaktadır(Yakar ve diğ. 2005). Tarihi yapılarda bulunan karmaşık şekil ve motiflerin ölçekli çizimleri klasik metotlarla çoğu kez yapılamazken, fotogrametrik yöntemler bu şekilleri gerçek konumlarında ve bütün ayrıntıları ile istenen ölçekte vermektedir.

Fotogrametrik yöntemle elde edilen resimler karışık yapı taşlarını içeren yüzeylerin yenilenmesi veya tamir edilmesini içeren mimarlık projelerinde ve diğer alanlardaki projelerde ne kadar önemli olduğunu ispatlamıştır. Fotogrametri çoğunlukla tarihi yapılarda kullanılmakla beraber, modern yapıların ölçümlerinde de kullanılmaktadır.

Mimarlık fotogrametrisinin çalışma alnı içine sadece binaların çizimi ile ilgili çalışmalar girmemektedir. Aynı zamanda binaların çeşitli hasarlardan sonra yenilenmesi, deformasyon değişikliklerinin ve restorasyon çalışmalarındaki ölçmelerin elde edilmesin de mimarlık fotogrametrisinin içinde yer almaktadır.

Mimarlık fotogrametrisinde değerlendirme bugün için genellikle çizgisel olarak yapılmaktadır. Büyük zaman almasına rağmen istenirse ayrıntılı bir değerlendirme yapılabilmektedir. Çizgisel değerlendirmenin fazla zaman alması ve ayrıntıların istenildiği gibi gösterilmemesi, hava fotogrametrisinde olduğu gibi yersel fotogrametri de de ortofotonun kullanılması fikrini doğurmuştur. Ortofotonun çizgisel değerlendirmeye göre maliyeti %50, zaman açısından %400 daha tasarruflu olduğu belirtilmektedir.

Mimarlık fotogrametrisinde elde edilen üç boyutlu modeller;

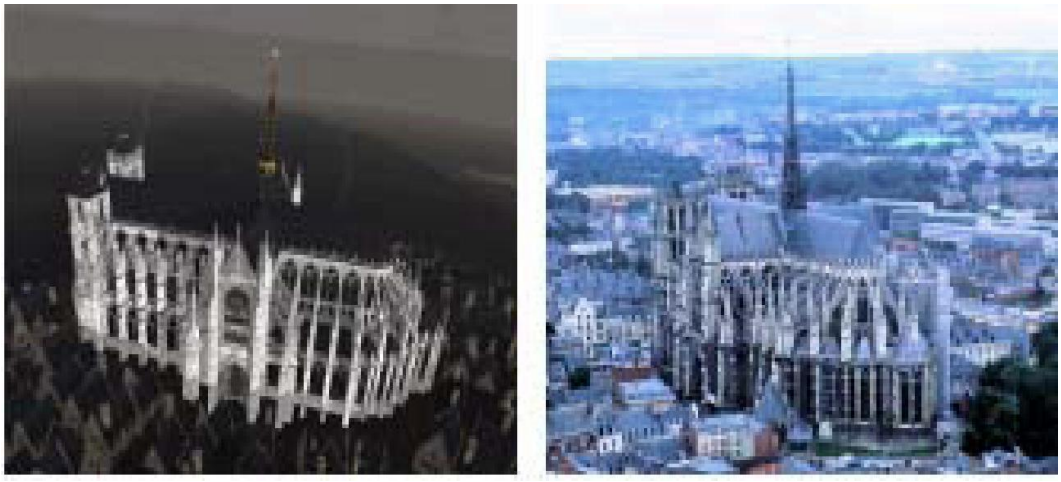
- Yapıların imalat sonrası ölçümünün yapılması (as-built projesinin hazırlanması),

- Yeni yapılar içeren alanların planlanması,

- Mevcut temel planların değiştirilmesi ve geliştirilmesi,

- Oluşturulan üç boyutlu modellerle modelin üzerinden uçarak veya içinde gezerek yapılan animasyon uygulaması ve

- Verilen CAD ve mühendislik yazılımlarına DXF ve IGES dosyası olarak dönüştürülmesi amacıyla kullanılmaktadır.



Şekil 3.1. Amiens Katedrali' nin üç boyutlu modeli, Kolombiya Üniversitesi(Marangoz 2002)

Sayısal fotogrametrinin mimari fotogrametri uygulamalarına sağlamış olduğu katkılar aşağıda sıralanmıştır:

- Bina cepheleri üzerindeki detaylı yüzeylerin geniş ve bağımsız olmasını sağlar.

- Yüzeylerin belirlenebilir tüm inceliklerini ortaya çıkarır. Sağlamış olduğu doğruluk bakımından diğer yöntemlere göre daha ekonomiktir.

-Yüzey fotoğrafları ve kontrolüne yönelik uygulamalar küçük hatalar içerir.

- Bina yapısı ve benzeri ileri çalışmalarda hızlı sonuç verir. Elle yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında geniş hacimli temel veriler daha hızlı elde edilir.

- Bu yöntem elle yapılan araştırmalara göre daha güvenlidir. Uzaktan algılamayla veri elde etme önemli bir unsurdur.

- Elde edilen verileri direkt olarak CAD sistemlerine aktarmada ideal bir yöntemdir. Kompleks veri tabanları çizim fiyatını arttırmaz.
- Üç boyutlu verilerin direkt olarak elde edilmesini sağlar. Bu durum CAD alanında önemini giderek arttırmaktadır.
- Klasik yöntemler ile fotoğrafçılığa göre daha çok bilgi edinilmesini sağlar ve ihtimallerin değerlendirilebilme imkânı sunar.

Tüm bu avantajların yanında, bazı projelerde fotogrametrik ürünlerin kullanımını sınırlandırabilecek çeşitli dezavantajlar bulunmaktadır. Bunlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- Karışık bir teknik olup, özel girdiler ister. Küçük uygulamalar için uygun değildir.
- Bazı mimari yapıların çizimi olmayabilir.
- Ayrıntıların standardı ve ürünlerin kalitesi çok iyi olabilir. Fakat bu değerler söz konusu proje için çok yüksek olabilir. Ürünü parasal değeri yeterli olsa bile projenin tümüyle karşılaştırıldığında gerçek fiyat daha yüksek çıkabilir.
- Bazı çalışmalarda fotogrametrik teknikleri uygulamak mümkün değildir veya kullanılan teknikler projenin tümünde uygulanabilir.

- **Arkeolojide Fotogrametrinin uygulanması:**

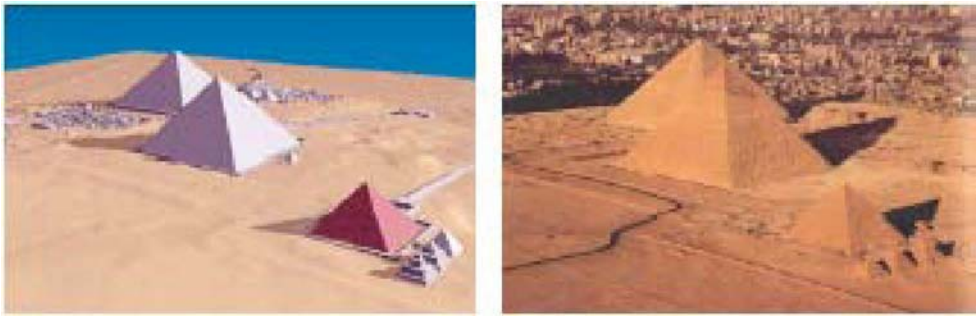
Yersel fotogrametrinin arkeolojide kullanılması ile yapılacak olan çalışmaları iki grupta toplamak mümkündür:

-Kazısı yapılarak ortaya çıkarılmış yapının planının çıkarılması,

- Arkeolojik ve jeolojik tortul tabakaları ihtiva eden profillerin ölçülmesi.

Elde edilen üç boyutlu veriler, arkeolojistler ve antropolojistler için kazılardan çıkarılan eserlerin korunması amacıyla şu şekilde kullanılır.

Kazı alanlarının ve kazıdan çıkan araçların resimleri üç boyutlu bilgisayar modeline dönüştürülür. Fotografik yazılımlar kullanılarak kazıdan çıkarılan eserler doğru olarak ölçülendirilir. Elde edilen üç boyutlu modeller animasyon amaçlı kullanılabilir (Bkz. Şekil 3.2).



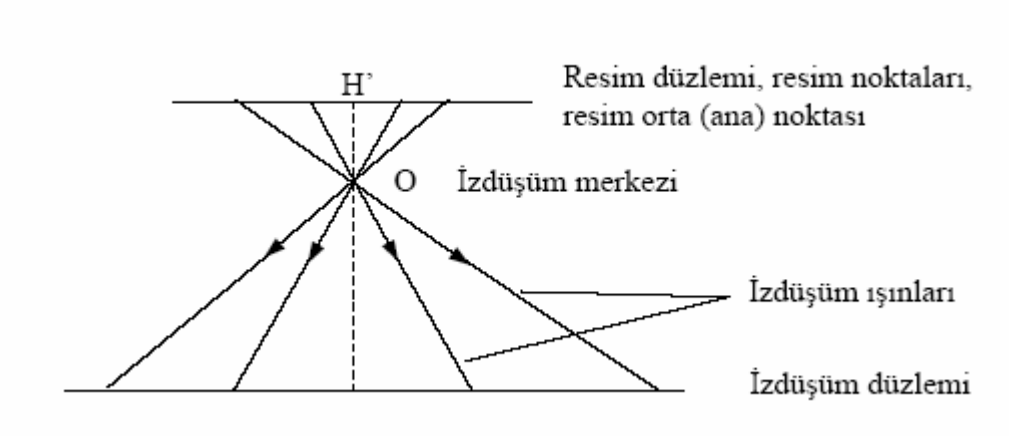
Şekil 3.2 Giza Platosunun üç boyutlu modellenmesi projesi, Chicago Üniversitesi(Marangoz 2002)

3.2. Resimlerin Yöneltilmesi

Resimlerini resim çekim anındaki konumlarının yeniden elde edilmesi işlemine resimlerin yöneltilmesi adı verilir. İç ve dış yöneltme olmak üzere iki adımda yapılır.

3.2.1. İç yöneltme

Resmi oluşturan ışınların, yani resim çekimi sırasında objektiften geçen ışınların küçültülmüş veya büyültülmüş olarak ışın demeti oluşturacak biçimde yeniden elde edilmesidir. İç yöneltme, izdüşüm merkezine göre resim noktalarının konumunu esas alarak cisim uzayındaki ışınların aralarındaki açısal bağıntıyı ifade eder. Böylece resim koordinat sistemine göre izdüşüm merkezinin konumu yöneltmenin geometrik elemanlarıyla ifade edilir. İç yöneltme ile resim çekim anındaki ışın demeti yeniden oluşturulmuş olur.(Bkz. Şekil 3.3).



Şekil 3.3 İç yöneltme ile elde edilen ışın demeti

İç yöneltme elemanları, resim ana noktası H'' nün orta noktaya göre konumu ve izdüşüm merkezinin resim düzlemine olan uzaklığıdır.
Bu değerler;

hava fotogrametrisinde $x_{H'}$, $y_{H'}$, c,

yersel fotogrametri de $x_{H'}$, $z_{H'}$, c elemanlarıdır.

Bu geometrik düşünce yanında iç yöneltme parametrelerine optik izdüşümü belirleyen mercek hatalarının bilinmesi gerekir. İç yöneltme elemanlarının bilinmesi durumunda sabit değer olarak alınırlar. Dengeleme hesabında bilinen olarak kabul edilirler. Eğer bu değerler daha önceden laboratuarlarda kalibrasyon ölçmeleriyle belirlenmiş iseler, o zaman düzeltme getirilecek bilinmeyen değerler olarak dengeleme hesabına katılırlar.

Sayısal ortamda iç yöneltme, kamera bilgilerindeki orta nokta bulucu koordinatlarının görüntü üzerindeki izleri ölçülür, bu ölçülere eşlenen görüntü üzerindeki piksellerin ortalaması alınarak asal nokta koordinatları piksel sisteminde koordinatlandırılmış olur. Metrik kameralarda iç yöneltme yapmak kolaydır. Çünkü resim orta nokta bulucuları resimler üzerinde mevcuttur. Fakat amatör kameralarda orta nokta bulucuları bulunmadığından iç yöneltme işleminde sayısal olarak oluşturulan görüntünün köşe noktaları piksel koordinat sisteminde çözülerek sorun giderilir.

3.2.2 Dış yöneltme

Bilinen iç yöneltmeli izdüşüm, eğer “O” izdüşüm merkezinin X_0, Y_0 ve Z_0 koordinatları ile resim koordinat sisteminin uzay koordinat sistemindeki yöneltmesinin bilinmesi durumunda analitik olarak ve tek anlamlı olarak belirlidir. Bu yöneltme birbirinden bağımsız ve çeşitli şekilde seçilebilen üç α,β ve χ açıları ile gösterilir.

Bir ışın demetinin uzaydaki konumunun belirlenmesi üç dönme ve ötelenme değerlerinin bilinmesi mümkün olur. Bu değerler resim çekme noktasının X_0, Y_0 ve Z_0 koordinatları ile ışın demetinin üç dönme parametresi ω, φ ve χ ’ dır. Bu altı parametreye dış yöneltme elemanları denir.

Üç boyutlu bir cismin yeniden oluşturulması tek bir ölçme resminde mümkün olmayacağı ve bir cismin en az iki merkezi izdüşümünün gerekli olduğu düşünülürse, bir çift ölçme resminde 6x2 = 12 dış yöneltme elemanı bulunduğu söylenebilir. Bu 12 bağımsız yöneltme elemanının belirlenmesini amaçlayan dış yöneltme işlemi iki adımda gerçekleştirilir. Bu işlemlere karşılıklı ve mutlak yöneltme adı verilir.

Karşılıklı yöneltme ile her iki resimden elde edilen ışın demetleri resim çekim anındaki konuma getirilir. Bu adımda resim kapsamı içinde bulunan bilgilere dayanarak, her iki resimdeki homolog ışın çiftinin kesiştirilmesi sağlanır. Karşılıklı yöneltme ile bir uzay modeli elde edilir. Bu adım sonunda beş bağımsız dış yöneltme elemanı χ_1 , χ_2 ,φ_1 ,φ_2 ve ω_2 elde edilir.

Karşılıklı yöneltme ile elde edilen uzay modelinin ölçeği belirsiz olduğu gibi, uzaydaki konumu ve yöneltmesi de belirsizdir. Bu modelin istenilen model ölçeğine getirilmesi ve cisim koordinat sistemindeki o cisme ait koordinat değerleri ile model koordinatlarının çalışacağı biçimde ötelenmesi ve döndürülmesi gerekir. Bu adım için bir ölçek çarpanı, üç boyutlu modelin, uzaydaki üç dönme ve üç ötelenmesi için toplam 7 adet parametresinin belirlenmesi gerekir. Bu 7 parametrenin belirlendiği adıma mutlak yöneltme denir.

Mutlak yöneltme elemanlarının belirlenebilmesi için model ve arazi koordinatları arasında en az 7 denklem oluşturulmalıdır. Bu denklemlerin

kurulabilmesi için cisim uzayında koordinatı bilinen geçiş noktalarına ihtiyaç vardır. İç ve dış yöneltme ile resim, model ve cisim koordinat sistemleri resim çekim anındaki konumuna getirilmiş olur. Elde edilen bu stereoskopik model ile ölçülen resim koordinatlarından üç boyutlu cisim koordinatları hesaplanabilir.

Sayısal ortamda, resimler üzerinde hem resim hem de cisim koordinatları bilinen kontrol noktaları ile uzaysal geriden kestirme (space resection) hesabı yöntemiyle her bir resmin dış yöneltme parametrelerinin yaklaşık değerleri hesaplanır. Bulunan bu yaklaşık değerler ve resimler üzerinde ölçülmüş olan diğer bağlantı noktalarının resim koordinatları fazla ölçü oluşturduğundan üç boyutlu model için dengeleme hesabına gerek vardır. En küçük kareler yöntemine göre yapılacak dengeleme için iki temel yöntem vardır. Resimlerin dış yöneltme parametrelerinin beraberce hesap edilmesi için aşağıdaki dengeleme yöntemleri kullanılır.

-Bağımsız modeller yöntemi ile dengeleme

-Işın demetleri yöntemi ile dengeleme

Uygulamada kullanılan dengeleme hesabı yöntemi olması ve daha iyi sonuçlar vermesi sebebiyle burada ışın demetleri ile dengeleme ele alınacaktır. Işın demetleri ile dengelemenin temel matematiksel temeli kolinearite koşuluna dayanmaktadır. Fotogrametrik ölçmelerde jeodezik ölçmeler gibi hata teorisine bağlı olarak rastlantısal bir takım hatalar içerirler. Ölçmeler sonucunda hesaplanacak değerlerin (dış yöneltme elemanları) bu hatalardan temizlenebilmesi ve belli bir doğrulukla bulunabilmesi için yapılan ışın demetleri ile dengeleme sonucunda, resim koordinat sisteminden cisim koordinat sistemine olan koordinat dönüşümünü belli bir doğrulukla, oluşan model üzerinden yapabilecek transformasyon matrisi bulunur.

Bulunan bu dönüşüm matrisinin hesap işlemi sırasında yapılan iterasyon sayısının az olması resimlerle oluşan modelin iç doğruluğunun başka bir deyişle, gerekli doğrulukta ve yeterli sayıda kontrol noktasının kullanıldığının göstergesidir.

$$f_1 = x - x_0 + c\frac{a_{11}(X - X_0) + a_{12}(Y - Y_0) + a_{13}(Z - Z_0)}{a_{31}(X - X_0) + a_{32}(Y - Y_0) + a_{33}(Z - Z_0)}$$

$$f_2 = y - y_0 + c\frac{a_{21}(X - X_0) + a_{22}(Y - Y_0) + a_{23}(Z - Z_0)}{a_{31}(X - X_0) + a_{32}(Y - Y_0) + a_{33}(Z - Z_0)}$$

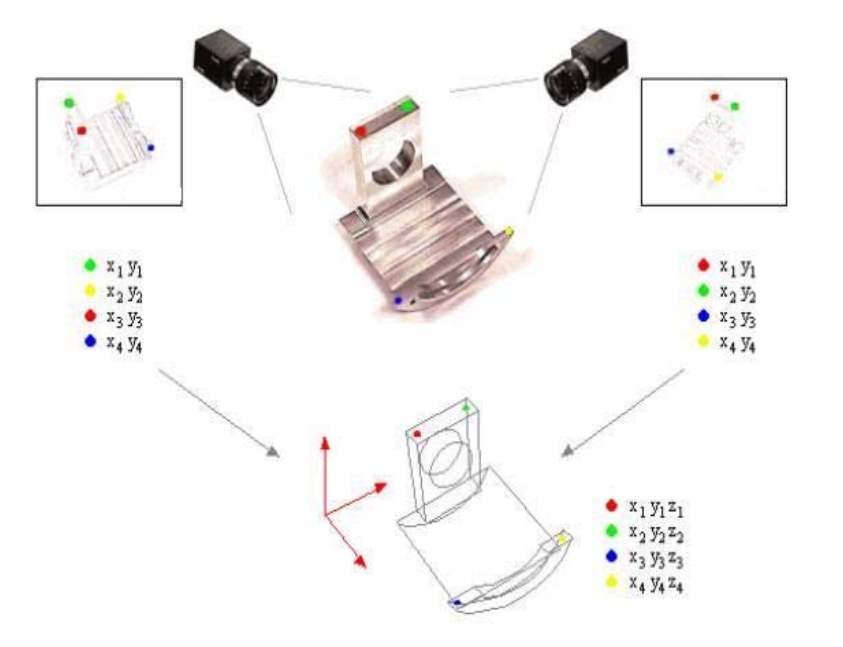
Oluşan modelde yapılacak üç boyutlu ölçmelerin doğruluğu ise modelin uygun ölçeklenmesi ve konumlanmasına bağlı olarak toplam yöneltmenin karesel ortalama hatası olan ve kontrol noktaları ve resim üzerindeki ölçme doğruluna bağlı, modelin her bölgesi için değiştirilebilir sabit olmayan bir değerdir. Bu tamamen yöneltmeyi yapan mühendisin, proje için istenen minimum doğruluğu ve buna göre seçeneği ölçme yöntemine bağlı bir ifadedir.

Bir mühendislik probleminde yapılacak ölçü sayısını belirlemek için, yapılacak dengeleme sonucunda hesaplanacak karesel ortalama hataların değerini önceden ampirik olarak belirlenerek yapılan proje için yeterli olup olmamasına veya ölçme yönteminin doğruluğuna istenen düzeyde olup olmamasına göre karar verilmesi gerekir. Örneğin, iki resimden oluşan bir model için, üç kontrol noktası kullanılırsa ve bu modelde üç yeni nokta ölçülecekse, toplam modelde 12 (birinci resim) + 12 (ikinci resim) = 24 resim koordinatı ölçülmüş demektir. Buna karşılık demetlerde oluşacak bilinmeyenler doğrusallık koşuluna göre; 6 (iki resmin dönüklükleri) + 6 (iki resmin izdüşüm merkezi koordinatları) + 9 (üç yeni noktanın cisim noktaları) = 21 tane bilinmeyen olacaktır. Yapılması gereken demet dengelemesi (24 > 21) için serbestlik derecesi 24 - 21 = 3 olur.

4. TEORİK ESASLAR

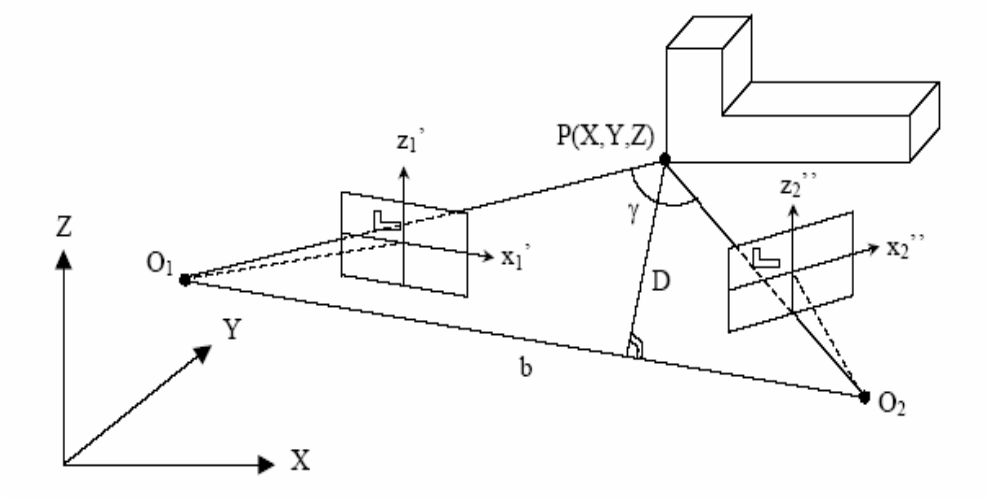
4.1. Yersel Fotogrametri de Resim Çekimi

Yersel fotogrametri de üzerinde ölçme yapılacak üç boyutlu modeli elde etmek için iki farklı noktadan cismin resmi çekilir (Bkz. Şekil 4.1).



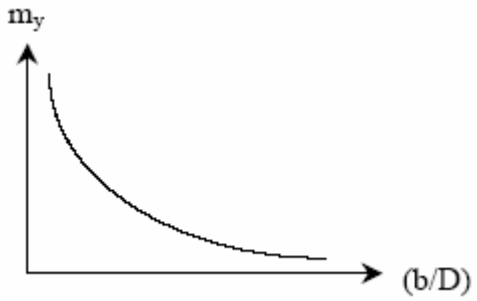
Şekil 4.1 Yersel fotogrametri de üç boyutlu cisim elde edilmesi

İzdüşüm merkezleri arasındaki uzaklığa ise resim çekme bazı denir (Bkz. Şekil 4.2). (Marangoz 2002)



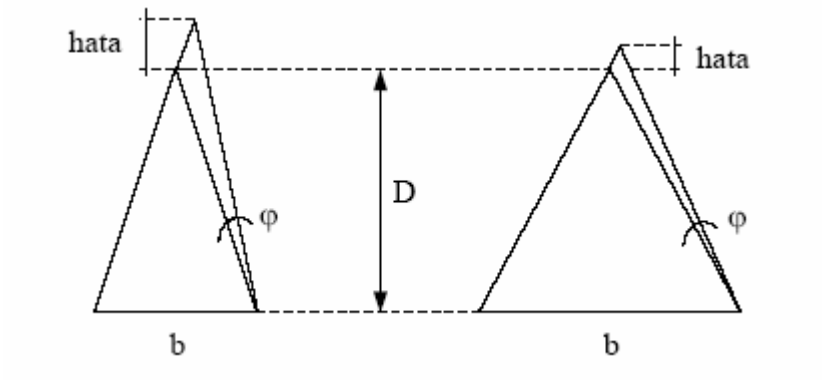
Şekil 4.2. Yersel fotogrametri de resim çekimi (Marangoz 2002)

Burada; X, Y, Z : Cisim koordinat sistemi, x_i, y_i : Resim koordinat sistemi, O_i : İzdüşüm merkezleri, b : Resim çekim bazı, D : Resim çekim uzaklığı (ortalama) ve : İzdüşüm ışınları kesişme açısını tanımlamaktadır. Resim çekim bazının resim çekim uzaklığına oranı (b/D) hava fotogrametrisinde olduğu gibi yersel fotogrametri de de önemlidir ve arzu edilen bu oranın büyük olmasıdır. Zira bu oran ölçmelerin prezisyonunu doğrudan etkiler (Şekil 4.3). Üç boyutlu cisimlerde D değeri olarak ortalama değer alınır. Prezisyonlu ölçmelerde ise bu oranını küçük değerine göre hesap yapılır.



Şekil 4.3 (b/D) oranının değişimine göre Y doğrultusundaki prezisyon değişimi (Marangoz 2002)

Baz oranının küçük olması durumunda yükseklik belirlemedeki hatanın artması nedeniyle, küçük ölçme hataları derinlik belirlemesinde büyük hata meydana getirir. (Şekil 4.4)' de bu hata geometrik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.4 D sabit iken b' ye bağlı derinlik belirleme hatası (Marangoz 2002)

Yersel fotogrametride derinlik belirlemesinde m_{Px} = +_ 0.01 ve % 0.1' lik oransal doğruluk için $\frac{b}{D} \geq \frac{10}{f}$ olmalıdır. Baz oranı $\frac{1}{4} \geq \frac{b}{D} \geq \frac{1}{20}$ aralığında bulunmalıdır. Ortalama değer olarak % 0.1' lik bir incelik için $\frac{b}{D} \geq \frac{1}{10}$ şartı sağlanmalıdır.

4.1.1 Yersel fotogrametri de resim çekim durumları

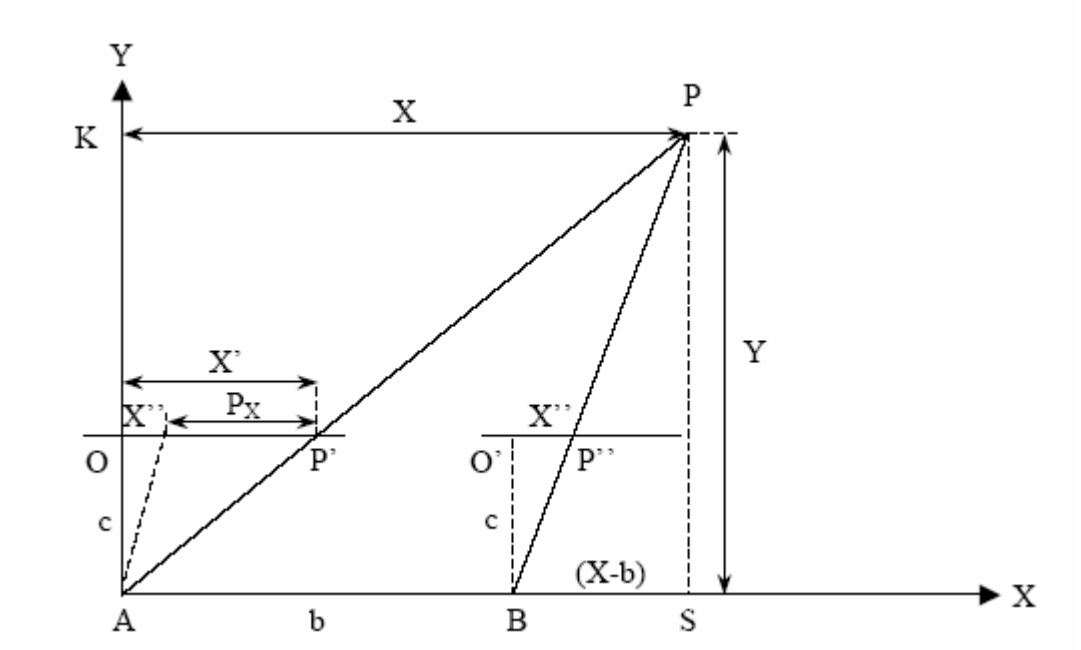
Yersel resimlerin çekimi, alım eksenlerinin birbirlerine ve çekim bazına göre,

- Normal
- Dönük ve
- Konvergent

olmak üzere üç şekilde yapılabilir. Bunlardan en fazla uygulanan normal çekim durumudur. Dönük çekim durumu geniş objelerin aynı bir bazdan resimlenmesi amacıyla kullanılır.

4.1.1.1. Normal çekim durumu

Yersel fotogrametri de normal resim çekim durumunda, resim çekim ekseni resim çekim bazına dik durumdadır (Şekil 4.5). Resim çekimi ve değerlendirilmesi kolaydır.



Şekil 4.5 Normal çekim durumunda resim çekimi(Marangoz 2002)

$X_A = Y_A = H_A(Z_A) = 0$, $X_B = b$, $Y_B = 0$, $H_B = \Delta H_A$ ve f = c alınıp üçgen benzerlikleri kullanılarak P noktasının koordinatları;

$$X = \frac{b.x'}{P_x}$$

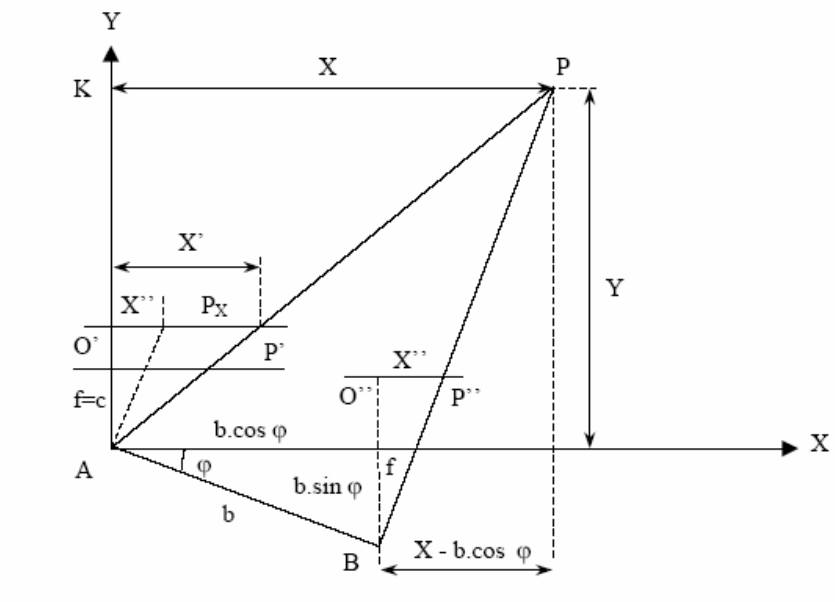
$$Y = \frac{b.f}{P_x}$$

$$H = \frac{b.z'}{P_x}$$

formülleriyle hesaplanabilir. Bu formüllerde x', z', x'' ve z'' değerleri resim ölçmeleri, b resim çekim merkezleri arasındaki mesafe, f odak uzaklığı ve P_X = x'-x'' dir.

4.1.1.2 Dönük çekim durumu

Bu çekim durumunda, resim düzlemlerinden biri baza göre belirli bir φ açısı kadar döndürülerek stereoskopik görüş olanağı arttırılır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Dönük çekim durumunda resim çekimi (Marangoz 2002)

$X_A = Y_A = H_A(Z_A) = 0$, $X_B = b.\cos\varphi$, $Y_B = -b.\sin\varphi$, $H_B = \Delta H_A^B$ ve $f = c$

alınıp üçgen benzerlikleri kullanılarak P noktasının koordinatları;

$$X = \frac{b.\sin\varphi}{P_X.f}.x'.(f.\cot\varphi + x'')$$

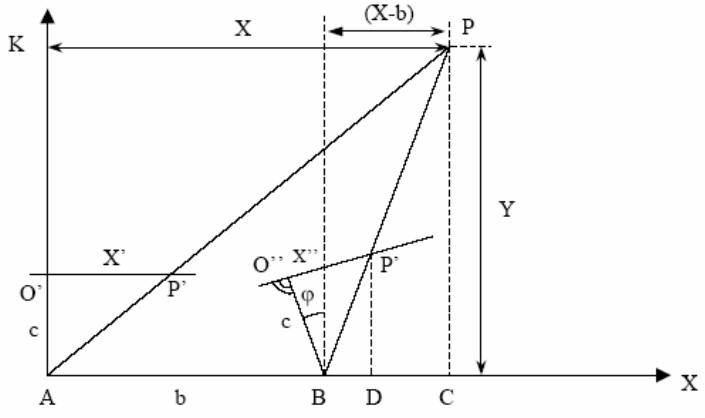
$$Y = \frac{b.\sin\varphi}{P_X}(f.\cot\varphi + x'')$$

$$H = \frac{b.\sin\varphi}{P_X.f}.z'.(f.\cot\varphi + x'')$$

formülleriyle hesaplanabilir. Bu formüllerde x', z', x'' ve z'' değerleri resim ölçmeleri, b resim çekim bazı, f = c odak uzaklığı, φ resim ekseni ile baz arasındaki açı ve $P_X = x'-x''$ dir.

4.1.1.3 Konvergent çekim durumu

Yersel fotogrametri de konvergent resim çekim durumunda ise daha geniş stereoskopik görüş olanağı için iki resim düzlemi birbirlerine göre döndürülmüştür (Şekil 4.7). Bu durumda çekilmiş resimlerin değerlendirilmesinde özel yapıda aletler kullanılır.



Şekil 4.7 Konvergent çekim durumunda resim çekimi (Marangoz 2002)

$X_A = Y_A = H_A(Z_A) = 0$, $X_B = b$, $Y_B = 0$, $H_B = \Delta H_A^B$ ve $f = c$ alınıp üçgen benzerlikleri kullanılarak P noktasının koordinatları;

$$X = Y\frac{x'}{f}$$

$$Y = b.f\frac{f + x''.\tan\varphi}{f.P_X + (f^2 + x'.x'').\tan\varphi}$$

$$H = Y\frac{z'}{f}$$

formülleriyle hesaplanabilir. Bu formüllerde x', z', x'' ve z'' değerleri resim ölçmeleri, b resim çekim bazı, $f = c$ odak uzaklığı, φ ikinci resim ekseninin birinci resme göre dönüklüğü ve $P_X = x'-x''$ dir.

5. MATERYAL VE METOD

Bu tez projesi kapsamında Muğla ili Datça ilçesi sınırları içerisinde bulunan Knidos antik kentinin antik tiyatrosunun fotogrametrik röleve çalışmaları yapılmıştır.

Proje esas olarak:

5.1. Çalışma öncesi hazırlık

5.2. Yer kontrol noktalarının tesisi

5.3. Obje üzerindeki detay noktalarının ölçülmesi

5.4. Fotoğraf çalışmasının yapılması

5.5. Büro işlemleri

Çalışmalarından oluşmuştur.

5.1. Çalışma Öncesi Hazırlık

Çalışma için gerekli olan fotoğraf makinesi, tiyatronun havadan çekimi için lazım olan uçurtma ve uzaktan kumanda sistemi, ölçümlerin yapılabilmesi için Total Station elektronik ölçüm aleti temin edilmiştir.

- Teknik donanımın tanıtımı

- Topcon GPT 3007 Serisi Elektronik Total Station Teknik Özellikleri:

- Direkt bilgisayara aktarım
- Aletten bilgisayara ham data + xyz koordinatlar
- Bilgisayardan alete aplikasyon, sabit nokta koordinatları ve sembol kütüphanesi aktarımı
- Çift bilgi depolama
- Dahili 8000 nokta detay alımı
- Dahili 16000 nokta aplikasyon koordinatı

- MS-DOS çalışma sistemi
- Çift taraflı klavye(GPT–3007 modelinde tek taraflı)
- Tamamen Türkçe
- Alfanümerik giriş
- İş dosyası oluşturma
- Hızlı okuma hassas 1.2 san/norm 0.5 san /traking 0.3 sn
- Standart dâhili yazılım paketleri
- İş dosyası açma(30 adet)
- Takeometrik alım
- Aplikasyon koordinatlı veya açı mesafe ile
- Prizmatik alım
- Geriden kestirme (7 nokta)
- Geriden kot kestirmesi(10 nokta)
- Semt hesabı ve bağlanması
- Trigonometrik yükseklik hesabı
- Kot taşıma
- En kesit
- Ofset ölçümü
- Alan hesabı
- Dâhili batarya ile sadece açı ölçümü 45 saat normal kullanım 4.2 saat 1.5 saat şarj
- Açı okuma
- En küçük okuma 0.2mgon(2cc)
- Mesafe ölçme
- 30x büyütmeli dürbün
- 3mm+-2ppm mesafe ölçme hassasiyeti
- Reflektörlü tek prizma ile 3000-3500m mesafe ölçme menzili
- Reflektörsüz 250m mesafe ölçme menzili
- Mesafe ölçümünde görünür lazer noktası(Lazer Point)
- Aplikasyon Işığı (PG-Point Guide) standart
- Tamamen su geçirmez(IP66)

- Topcon GPT 3007 aletinin kullanım şekli:

- Aletin ön hazırlık işlemleri:

Alet düzeçlenip power tuşuna basılır alet açıldıktan sonra, 1. Yıldız tuşuna bir defa basılır ve göze göre kontrast ve ışık ayarları yapılır. Yıldız tuşuna bir kez daha basılır, sıcaklık ve basınç değerlerinin girilmesi için F4 tuşu, daha sonra F3 tuşuna basılır. F1 tuşu ile değerler girilir. F4 ile değerler kabul edilir. İşlem bittikten sonra F4 tamam denir ve değerler kaydedilir. İki kez ESC tuşu ile o menüden çıkılır



Şekil 5.1. Topcon GPT 3007

- Aletin ölçme aşaması işlemleri:

2. Menu tuşuna basılarak sırayla şu işlemler gerçekleştirilir:F1 ‘e basıldığında Data kayıt hazır hale gelir. F1 Gir ile proje ismi yazılır (ya da kayıtlı proje açılır), ANG tuşuna sırayla basarak harf veya sayılar görüntülenir ve ilgili ekran tuşları kullanılarak yazım tamamlanır.

F4 Kabul ile proje ismi onaylanır ve kaydedilir. Ekrana yeni bir menü çıkar. F1 Durulan Nokta F1 Gir ile durulan nokta adı girilir F4 ile kabul edilir. Açıklama, alet yüksekliği aynı şekilde girilir.

F3 Tuşu ile durulan nokta kaydedilir.

F2 Bakılan Nokta

F1 Gir ile nokta ismi girilir F4 kabul edilir. Açıklama, reflektör yüksekliği aynı şekilde girilir.

F2 O Bağ tuşu ile alet poligon noktasına sıfır grad yatay açı değeriyle bağlanır.

F3 Ölçüm -+ F2

*EM basılarak Eğik Mesafe, Yatay Açı, Düşey Açı ölçülüp kaydedilir.

F3 Alım

F1 Gir ile yukarıda açıklanan şekilde nokta numarası, açıklama, varsa reflektör yüksekliği girilir. F4 tuşu ile ölçüm yapılır.

- Reflektörsüz ölçüm:

Alım menusunda değerler girildikten sonra sırasıyla F3 - F4 - F3 NP/P tuşlarına basarak ekrana Np yazdırılır ESC tuşu ile çıkılarak F4 hesapla tuşu ile ölçüm yapılır. Koordinatsız ölçü yaptığımızdan ekrana gelen XYZ değerleri onaylanır. Ölçülerimize hiçbir etkide bulunmaz.

NOT: Alım menüsünden çıkıldığında ya da ölçüm sırasında aletin şarjı bittiğinde bakılan ve durulan nokta aynı ve alet yerinden oynatılmamışsa F3 alım menüsü ile ölçüye kalın an yerden devam edilir

- Dosya Aktarımı:

Önce Topcon aktarım programı açılır ve aşağıdaki sırayla dosya aktarımı yapılır.

F3 Hafıza Kontrol

F4 Tuşuna iki defa basılır

F 1 Data Aktarma

F1 GTS Format

F 1 Data Gönderme

F1l Ölçme Dosyası

Dosya Seç F4 e bas Bilgisayardaki Aktarım Programı da Tamam tuşuna basın Alette F3 tuşuna basılarak aktarım başlatılır

- Aletteki dolu hafızayı temizleme:

Menü F3 Hafıza Kontrol İki Kez F4 F2 Format F1 Dosya adına göre siler, F3 Tüm datayı siler Seçimden sonra F4 evet ile onaylanır.

- Saha çalışmasında kullanılan fotoğraf makinesinin özellikleri



Şekil 5.2. Kodak EasyShare DX4530

CCD çözünürlüğü:

5.2MP (2654x1954 piksel)

Görüntü çözünürlüğü

5.0 megapixel (2588x1954 piksel)

Görüntü kalitesi

4.0 MP - best (en iyi; baskı, büyütme 20"x30")

4.5MP - best (en iyi; IOx15 cm baskılar için en uygun oran, 3:2)

3.0MP - better (daha iyi)

1.2MP - good (iyi; e-posta)

Zoom

10Xtoplam zoom

3Xoptik zoom, 8-24mm (35mm equivalent: 38-114mm) 3.3Xge1işmiş dijital zoom

Objektif

37 mm objektif adaptörü için objektif diş1ileri Odak/otomatik odak

Çok bölgeli AF

Odak mesafesi

0.6 m (23.6 in) - sonsuzluk arası,

Ekran

LCD - 4.6cm (1.8") iç/dış çekim ekranı

Açıklık

G geniş açı - f/2.8-5.1; tele - f/4.8-8.7

Obtüratör hızı

1/2-1/1700 saniye; seçilebilir uzun süreli pozlama: 0.7-4 saniye
ISO eşdeğeri
Otomatik (130 -200); 140 (flaş açık)
Beyaz ayan
Otomatik
Flaş modu
Otomatik, dolgu, kırmızı göz, kapalı
Flaş etki mesafesi
Geniş açı - 0.6-3.4m (2-11.2 ft); tele 0.6-2.0m (2-6.6 ft) Vizör
Gerçek görüntülü optik vizör
Otomatik zamanlayıcı
10 saniye

Görünüm/diğer modlar

Otomatik, spor, gece, manzara, yakın çekim, video Makro/yakın çekim modu

Poz kontrolü

Çekim -yakalama

0.79 saniye (canlı görüntü açık)

Çekim - çekim

<2 saniye obtüratör hızı 0.79 saniye (canlı görüntü açık) Seri çekim modu

<2 saniye

Video modu

Ses almlı sürekli dijital video, makinede ses dinleme Video görüntü çözünürlüğü

15 fps'de 320 x 240 piksel

Video uzunluğu

Harici bellek kartının kapasitesine bağlıdır; en çok 60 dakika

Video çıkışı

NTSC, PAL (kullanıcı seçim yapabilir)

Yazılım

Kodak EasyShare yazılımı

Ek Özellikler

Depolama

Dahili depolama: 32MB dahili bellek

Harici depolama: *MMC/SD* kartı genişletme yuvası

Güç seçenekleri

Şarj edilebilir Ni-MR pil paketi (makine içinde şarj), 3Vadaptör için makin yanında OC giriş jakı, 2 aa lityum veya Ni-MR pil ya da 1 CRV3 lityum pile sahip isteğe bağlı Kodak EasyShare yuvaları

Garanti: İki yıl

Sistem Gereksinimleri:

Windows 98, 98SE, 2000, ME veya XP işletim sistemi

233 MHZ

64MB RAM (Windows XP için 128MB RAM)

- Uçuş ve Kontrol ünitesi



Şekil 5.3. Uçuş ve kontrol ünitesi

Fotoğraf çekimi için öncelikle havadan fotoğrafların çekilebilmesi için bir sistem hazırlanmıştır. (Bkz.Şekil5.3.) .Bu sistem 2 üniteden oluşmuştur:

- Uçuş ünitesi

- Kontrol ünitesi

Uçuş Ünitesi: Uçurtma, Kamera Platformu ve kameradan oluşmaktadır.

NOT: Uçuş ünitesinin ayrıntılı çizimine ekler bölümünden bakılabilir.(EK.2)

Kontrol Ütesi: Uzaktan kumanda sisteminden oluşmaktadır.

5.2. Yer Kontrol Noktalarının Tesisi

Yer kontrol noktalarının tesisi yapılırken harita üzerinde teorik olarak noktaları yaklaşık yerleri birbirini görecek ve kapatacak şekilde yönetmeliğe(Büyük Ölçekli Harita Yapım Yönetmeliği) uygun olarak seçilmelidir. Yer kontrol noktalarının seçiminde;

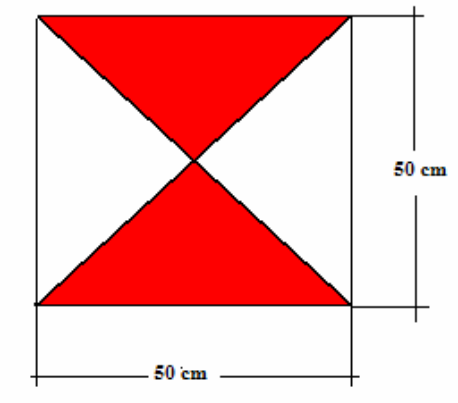
- Noktalar birbirini görecek ve kapatacak şekilde dağılmasına
- Zemine atılan noktaların objeyi en iyi şekilde çevrelemesine
- Üzerinde ölçüm yapılırken aleti dürbününün objeyi bütün ve rahat bir şekilde görülebilmesine dikkat edilmelidir.(Bkz. Şekil 5.4.)



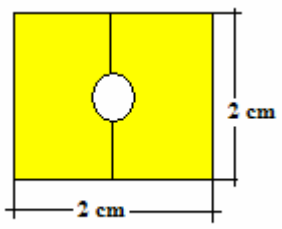
Şekil 5.4. Yer Kontrol Noktaları(Havadan), Knidos antik tiyatrosu, Datça, Muğla



Şekil 5.5. Yer Kontrol Noktaları(Yerden), Knidos antik tiyatrosu, Datça, Muğla



Şekil 5.6. Havadan çekilen resimlerde kullanılan yer kontrol noktasının yakından görünümü



Şekil 5.7. Yerden çekilen resimlerde kullanılan yer kontrol noktasının yakından görünümü

5.3. Obje Üzerindeki Detay Noktalarının Ölçülmesi

Çalışma alanındaki kontrol noktalarının ölçümleri: lazerle reflektörsüz ölçüm yapabilen elektronik alet ile yapılmalıdır. Aleti sabitleyip düzeçledikten sonra görebilen bir poligon noktasına tutulan reflektörün dibine aletin dürbünü yönlendirilerek sıfırlanmalı, aleti yatay yönde hareket ettirmeden sadece dürbünü reflektöre sabitleyip mesafe ve açıları ölçülüp kontrol için diğer bir poligon noktasına gözlem yapılmalıdır. Aletin sıfırlama yataylama işlemi bittikten sonra obje üzerinde her fotoğrafa 6 nokta düşecek şekilde yeterli miktarda nokta ölçülüp ölçülen noktalar krokiler üzerinde ayrıntılı bir şekilde gösterilmelidir.

5.4. Fotoğraf Çalışmasının Yapılması

Öncelikle alanın fotogrametrik tekniklere göre fotoğrafları çekilip gerekli hesaplamalar ile yer kontrol ve detay noktalarının kot ve koordinatları hesaplanmalıdır. Gerekli olan resimlerin bilgisayara aktarılması işlemi bitirildikten sonra çizimler için Photomodeller programına yapılmalıdır.

5.5. Büro İşlemleri

Alanda çekilen fotoğraflar, ölçülen kontrol noktalarının X,Y,Z koordinatları ve fotoğraf çekiminde kullanılan kameranın kalibrasyon değerleri Photomodeler programına aktarılıp gerekli değerlendirmeler yapıldıktan sonra fotoğrafların çizimleri tamamlanmalıdır.

6. UYGULAMALAR

6.1. Çalışma Bölgesi

Knidos antik tiyatrosu Muğla ilinin Datça ilçesinde Knidos yarım adasında bulunmaktadır. Bu ada, kuzeyde Ege denizi ve güneyde Akdeniz arasındaki sınırı oluşturur. Knidos Datça ilçesine 38 km mesafededir. Bu bölge, antik dönemlerde Karia Bölgesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Buradaki antik tiyatro yüzyıllardır hava şartları ve diğer nedenlerden dolayı tahrip olmuştur. Knidos, en parlak döneminde 4 adet tiyatroya sahiptir. Ancak şehirde sadece iki adet tiyatro bulunabilmiş, büyük olan 20.000 kişi kapasiteli tiyatro günümüze ulaşamamış, ulaşan parçaları ise her zaman olduğu gibi diğer ülkelerin müzelerine ve gösteriş düşkünü, antika meraklısı insanların evlerine yolculuk yapmıştır. 5.000 kişilik diğer tiyatro ortaya çıkarılmıştır.(Bkz.Şekil 1.1) Şehrin girişinde yer alan tiyatro, tipik bir Yunan tiyatrosudur.

6.2. Çalışma Şekli ve İş Akışı

Bu bölgedeki çalışma şeklimiz üç kısımdan oluşmaktadır.

6.2.1.Çalışma öncesi hazırlık

Arazi çalışmamıza geçmeden önce öncelikle çalışma bölgemizde bize yardımcı olacak, çalışmamızda bize katkı sağlayacak olan dijital fotoğraf makinesi temin edilmiştir. Bununla birlikte fotoğraf makinesinin içine yerleştirildiği uçuş ünitesini havaya kaldırmaya yarayan uçurtma çalışma bölgesinde imal edilmiştir. Uçurtmanın çapı 100 cm olup uçurtmayı havada dengede tutan kuyruk kısmı ise 450 cm den oluşup uçurtma altıgen şeklindedir.Tiyatronun havadan çekilen fotoğraflarında kontrol noktası olarak kullanılmak üzere 50x50 cm boyutlarında teneke den yapılmış uzaktan daha net görülmesi amacıyla kırmızı ve beyaza boyanmış malzeme temin edilmiştir.Yerden çekilen fotoğraflarda kontrol noktası olarak kullanılmak üzere ise küçük turuncu etiketler temin edilmiştir.Havadan ve

yerden çekilen fotoğraflarda kullanılan kontrol noktalarının X,Y ve Z değerlerini ölçmek amacıyla elektronik Topcon marka Total Station temin edilmiştir.

6.2.2. Arazi çalışması

6.2.2.1. Yer kontrol noktalarının tesisi

Yer kontrol noktalarımız havadan çekilen fotoğraflarda kullanılan ve yerden çekilen fotoğraflarda kullanılan olmak üzere aynı görevi gören iki farklı kontrol noktalarından oluşmaktadır. Havadan çekilen fotoğraflarda kullanılan kontrol noktaları toplam yirmi dört, yerden çekilen fotoğraflarda kullanılan kontrol noktaları ise üç yüz kırk beş adet olmak üzere toplam üç yüz altmış dokuz adettir.(Bkz. Şekil 3.4.)

Yer kontrol noktalarının tesisi yapılırken;

- Noktaların birbirlerini görecek ve çalışma alanını tamamen kaplayacak şekilde dağıtımının yapılmasına özen gösterilmiştir.
- Zemine atılan kontrol noktalarının alanı en iyi şekilde çevrelemesine dikkat edilmiştir.
- Noktalar üzerinde ölçüm yapılırken elektronik ölçüm aletinin dürbününün objeyi bütün ve rahat bir şekilde görülebilmesine dikkat edilmiştir.

6.2.2.2. Çalışma alanındaki kontrol noktalarının ölçülmesi

Açı ve mesafe ölçüleri: Topcon GPT 3007 lazerle reflektörsüz ölçüm yapan alet ile düşey açı, yatay açı, eğik mesafe ölçüldü. Aleti sabitleyip düzeçledikten sonra görebilen bir poligon noktasına tutulan reflektörün dibine aletin dürbünü yönlendirilerek sıfırlandı. Aleti yatay yönde hareket ettirmeden sadece dürbünü reflektöre sabitleyip mesafe ve açıları ölçülüp kontrol için diğer bir poligon noktasına gözlem yapılmıştır. Aletin sıfırlama yataylama işlemi bittikten sonra obje

üzerinde her fotoğrafa 6 nokta düşecek şekilde yeterli miktarda nokta ölçülüp ölçülen noktalar krokiler üzerinde ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir.

Obje üzerindeki referans noktaların seçiminde ise noktanın fotoğraf üzerinde net bir şekilde görünmesine ve genellikle keskin köşeler olmasına özen gösterilmiştir.Resimlerin birbirlerine daha iyi bağlanıp dengelenebilmesi için havadan çekilen fotoğraflarda altı adet,yerden çekilen fotoğraflarda kullanılan referans noktaları ise yirmi ila yirmi sekiz arasında değişmektedir.

6.2.2.3. Fotoğraf çalışmasının yapılması

Fotoğraf çekimi için Kodak EasyShare DX4530 Marka dijital kamera kullanılmıştır. Kodak marka kamera 5.0 megapixel çözünürlüğe, 256 mb hafızalı kart ve 32mb dâhili hafızaya sahiptir.

Öncelikle bu kameraların kalibrasyonları Sayın Yrd. Doç. Dr. Murat YAKAR tarafından yapılıp kalibrasyon değerleri elde edilmiştir. Bu kalibrasyon değerleri şunlardır:

Focal Lenght:8.1292mm

Format Size: W: 7.0970 H: 5.3171mm

Principal Point: X: 3.5599 Y:2.5789mm

Lens Distortion: K1:2.444e-003 P1: 2.177e-005

K2:-5.881e-005 P2: 9.482e-005

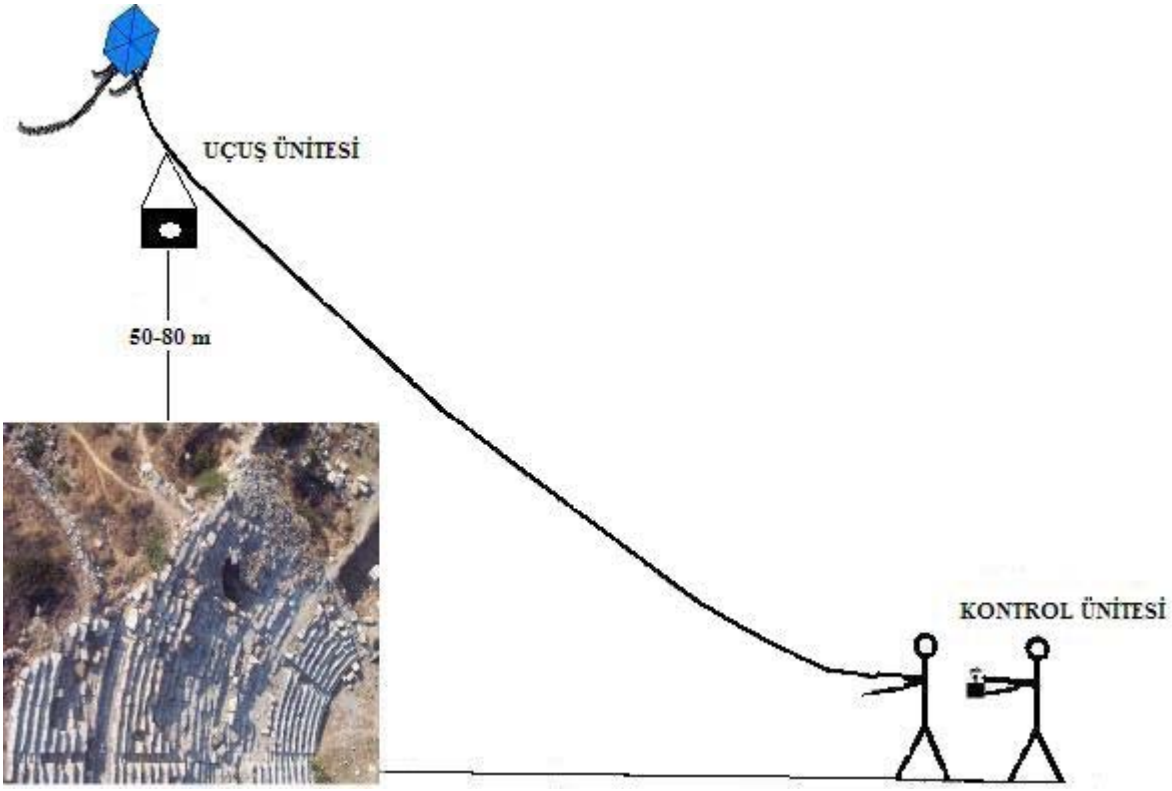
K3:0.000e+000

Image Size: 2580×1932

Daha sonra proje bölgesinde ait fotoğrafların çekimi yapılmıştır.



Şekil 6.1. Tiyatronun fotoğraflanması çalışmasının genel görünümü(Muğla,2006)



Şekil 6.2. Fotoğrafların nasıl çekildiğine örnek.

Fotoğraf çekimi yapılırken dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan biri fotoğraf çekiminde hiçbir şekilde kameranın zoom ayarlarıyla oynanmaması gerektiğiydi. Sebebi ise; kameranın kalibrasyonu yapılırken sabit bir odak uzaklığı baz alınarak kalibrasyon yapılır. Kameranın zoom ayarı odak uzaklığını değiştireceğinden değerlendirme safhasında zoom'lu çekilen fotoğraflar kullanılamayacaktır. Kullanılması isteniliyorsa bile fotoğrafın çekildiği kameranın odak uzaklığı ve zoom değeri belirlenip, yeniden bu değerlere göre kalibre edilmesi gerekir.

Çalışma alanının fotoğraflama işlemi havadan çekilen fotoğraflar ve yerden çekilen fotoğraflar olmak üzere iki kısımdan oluşur. Havadan çekilen fotoğraflar uçurtma sistemi yardımıyla çekilmiştir. Çalışma alanının sürekli rüzgârlı olması uçuş ünitesinin devamlı sallanmasına sebep olmaktadır. Dolayısı ile çok sayıda fotoğraf çekilmiş, çekilen bu fotoğraflar arasından yersel fotogrametrik çizimlerin yapılabilmesine uygun fotoğraflar seçilmiştir. Photomodeler programında kullanılan havadan çekilen fotoğraf sayısı on dört adettir. Yerden çekilip photomodeler programında kullanılan fotoğraf sayısı ise on altı adettir.

6.2.3. Büro çalışması

Arazi çalışmasıyla elde edilen çalışma alanına yönelik alana ait fotoğraflar, elektronik Total Station aletiyle ölçülen kontrol noktalarının X,Y ve Z değerleri ve kameranın kalibrasyon değeri Knidos antik tiyatrosunun üç boyutlu modellemesinin yapılabilmesi için Photomodeler programına aktarılmıştır.

Bu programda yeni bir proje oluşturarak(Bkz. EK.1) ham datalar dengelenmiştir. Dengeleme işlemi bitirildikten sonra alandaki mevcut taşların çizimleri yapılmıştır. Çizimler yapılırken fotoğraf üzerinde oluşturulan noktaların residual değerlerinin beş ten büyük olmamasına dikkat edilmiştir. Eğer beşten büyük olursa çizimlerimizin hata paylarının büyüyeceği göz önünde bulundurulmuştur. Çizim işlemleri bitirildikten sonra DXF formatına çevrilerek Autocad programına aktarılmıştır.

Knidos Antik Tiyatrosunun 3 Boyutlu çizimleri bitirildikten sonra elden edilen veriler şu şekildedir:

Yerden çekilen fotoğrafların çizimlerinin verileri:

- Point Marking Residuals

Toplam Karesel Ortalama Hata: 1.370 piksel
Maksimum : 4.951 piksel
Minimum : 0.001 piksel

Maksimum Karesel Ortalama Hata (RMS) : 4.377 piksel
Minimum Karesel Ortalama Hata (RMS) : 0.000 piksel

- Point Tightness

Maksimum: 0.11 m
Minimum : 4.7 e- 0.006 m

- Point Precisions (Nokta Doğrulukları)

Vektör Uzunluğunun Toplam Karesel Ortalama Hatası : 0.268 m
Maksimum Vektör Uzunluğu : 0.373 m
Minimum Vektör Uzunluğu : 0.186 m

Maksimum X : 0.195 m
Maksimum Y : 0.203 m
Maksimum Z : 0.256 m

Minimum X : 0.106 m
Minimum Y : 0.110 m
Minimum Z : 0.104 m

Havadan çekilen fotoğrafların çizimlerinin verileri:

- Point Marking Residuals

Toplam Karesel Ortalama Hata: 1.690 piksel
Maksimum : 4.726 piksel
Minimum : 0.001 piksel

Maksimum Karesel Ortalama Hata (RMS) : 4.349 piksel
Minimum Karesel Ortalama Hata (RMS) : 0.001 piksel

- Point Tightness

Maksimum : 0.22 m

Minimum : 1.5 e- 0.006 m

- Point Precisions (Nokta Doğrulukları)

Vektör Uzunluğunun Toplam Karesel Ortalama Hatası : 0.602 m
Maksimum Vektör Uzunluğu : 0.410 m
Minimum Vektör Uzunluğu : 0.186 m

Maksimum X : 0.388 m
Maksimum Y : 0.393 m
Maksimum Z : 0.485 m

Minimum X : 0.236 m
Minimum Y : 0.236 m
Minimum Z : 0.238 m

Yerden ve Havadan yapılan çizimlerin birleştirilmesinden elde edilen çizimlerin verileri:

- Point Marking Residuals

Toplam Karesel Ortalama Hata: 1.559 piksel
Maksimum : 4.951 piksel
Minimum : 0.001 piksel

Maksimum Karesel Ortalama Hata (RMS) : 4.377 piksel
Minimum Karesel Ortalama Hata (RMS) : 0.000 piksel

- Point Tightness

Maksimum : 0.22 m
Minimum : 1.5 e- 0.006 m

- Point Precisions (Nokta Doğrulukları)

Vektör Uzunluğunun Toplam Karesel Ortalama Hatası : 0.353 m
Maksimum Vektör Uzunluğu : 0.732 m
Minimum Vektör Uzunluğu : 0.186 m

Maksimum X : 0.388 m
Maksimum Y: 0.393 m
Maksimum Z : 0.485 m

Minimum X : 0.136 m
Minimum Y: 0.110 m
Minimum Z : 0.104 m

7- SONUÇLAR

Kültürel miraslar atalarımız tarafından bizlere bırakılmış en değerli hazinelerdir. Bu nadide eserlerin gelecek nesillere taşınması kıymetini bilen her bilinçli kişinin hayalidir. Ancak bu kültür hazineleri doğal ve doğal olmayan birçok etkilerden zarar gördüğü için, gelecek nesillere aktarılmasında belgeleme çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Belgeleme çalışmaları hem eserin zarar gördüğünde yeniden yapımı için bir plan altlığı oluşturur hem de eserde meydana gelen değişikliklerin incelenmesine, analiz edilmesine, durumunun takip edilmesine imkân tanır. Bu; tarihi, arkeolojik, yapısal ve mimari çalışmalar bir bütün olarak bu yapıları anlamak ve bunların restorasyonu, sağlamlaştırılması ve korunması için bilgi ve yeni teknikler geliştirmek için önemlidir. Yersel Fotogrametri tekniği, yıllardır arkeolojik ölçmeler ve tarihi eserlerin dokümantasyonu için kullanıla gelen bir yöntemdir. Dijital tekniklerin gelişimiyle birlikte Fotogrametri, mimari eserlerin dokümantasyonu ve korunmasında daha verimli ve ekonomik bir yöntem haline gelmiştir. Son yıllarda Dijital Fotogrametri ve Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler sonucu binaların 3 boyutlu olarak tekrar oluşturulması güncel araştırma konuları içinde yer almıştır. 3 boyutlu bina modelleri, şehir planlama ve turizm için gittikçe zorunlu hale gelmektedir.

Bu çalışmada kullanılan 3D foto modelleme gerçekte erişilmez olan yersel objelerin ölçülerini anlamada oldukça etkilidir. Var olan objelerden elde edilen fotomodellerin kullanılması, karmaşık yersel yapıların anlaşılmasını kolaylaştırır. Tarihi eser veya alanları koruma; bu eser veya alanlara ait ilk teknik dokümanları üretmeyi ve bu dokümanları oluşturabilmek için gerekli plan ve çalışmaları organize edebilmeyi gerekli kılar. Elde edilen bu dokümanlar yardımıyla tarihi eser veya alanlarda yapılacak herhangi bir çalışma için istenilen her türlü bilgiye kolaylıkla ulaşabilmek olanaklı olacaktır. Bu tez çalışmasında, Knidos Antik Tiyatrosunun 3 boyutlu modellemesi yapılmıştır. Bu modelleme çalışması gerçekleştirilirken tiyatronun üstten görünümünün fotoğraflanması için uçurtma sistemi kurulmuştur. Uçurtma sisteminin kurulmasını tercih etmemizdeki amacımız diğer sistemlere göre (Balon sistemi, Uzaktan kumandalı helikopter ve uçak

sistemi) çok daha ekonomik olmasıdır. Dezavantajı ise tiyatronun deniz kenarında olması ve boğaz arasında kalması sebebiyle o bölgenin rüzgarı hiçbir zaman eksik olmamaktadır. Dolayısıyla uçurtmaya hakim olmak oldukça güçtür. Buna bağlı olarak Uçuş ünitesi sürekli sallanmaktadır. Çekilen fotoğrafların, fotoğraf çekim işlemi bittikten sonra birçoğunun 3 boyutlu modelleme yapmaya yeterli olmadığı anlaşılmıştır. Buda zaman kaybına sebep olmuştur. Fakat bu sistemin rüzgârı az olan bölgelerde kullanılması güçtür. Bu bölgelerde Balon sistemi, Uzaktan kumandalı helikopter ve uçak sistemi uçurtma sistemine göre ön plana çıkmaktadır.

Buna benzer çalışma yapmak isteyenler bu sistemin diğer sistemlere göre maddi imkânlarını, avantaj ve dezavantajlarıyla birlikte çalışma yapacağı alanın nerede olduğunu göz önünde bulundurarak tercihlerini yapmalıdırlar.

Tez çalışmamızın sonunda tüm bu gelişmelerden yararlanılarak tarihi eserlerin fotogrametrik olarak belgelenmesi Knidos Antik Kentindeki antik Tiyatronun Rölevelerinin fotogrametrik olarak çıkarılması, yapılacak restorasyon planlarına daha hassas bir altlık oluşturulması ve bu belgelemenin uygun kullanım olanaklarına ulaştırılması, koruma, restorasyon ve dokümantasyon işlemi boyunca elde edilen veriler daha sonrada kullanılacağı için maliyette bir azalma sağlanacağı, farklı disiplinler arasındaki veri alışverişi sağlayacağı amaçlanmış ve sonucuna varılmıştır.

8.KAYNAKLAR

Alkış ,Z ve Alkış, A.,1999. Architectural Photogrammetric Studies In Turkey, Commission IV, Working Group 4

Demirkesen, A.C. , Özlüdemir, M.T., Demir, H.M.,2005. Kapadokya örneğinde tarihi ve kültürel mirasın korunması ve bu işlemlerde harita mühendislerinin yetki ve sorumlulukları,TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 28 Mart -1 Nisan 2005, Ankara

Duran, Z. , Toz, G., 2003. Tarihi eserlerin fotogrametrik olarak belgelenmesi ve coğrafi bilgi sistemine aktarılması. İTÜ dergisi-Mühendislik serisi, Cilt.2,Sayı.6,Aralık–2003

Erdoğan C., 2005.Tarihi Çeşmelerin Dijital Fotogrametrik Yöntemle Rölevelerinin Hazırlanması,Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu,2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu 23-25 Kasım 2005, İTÜ-İstanbul

Hamamcıoğlu, M., 2004. Mimari fotogrametri alanındaki çağdaş gelişimlerin değerlendirilmesi, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 19, no 1, 43–50, 2004

Marangoz A.M., 2002.Sayısal kameralarla tarihsel yapıların Rölevelerinin çıkarılması olanakları.Temmuz, 2002

Suveg, I. , Vosselman, G. , 2000. 3d Reconstruction of Building Models,Technical University of Delft, The Netherlands Photogrammetry and Remote Sensing,{I.Suveg, G.Vosselman}@geo.tudelft.nl ,Working Group IV/2 – 2000

Yakar M., Yıldız F., Yılmaz, H.M.,2005. Tarihi ve Kültürel mirasın belgelenmesinde Jeodezi ve Fotogrametri Mühendislerinin rolü.TMMOB harita ve kadastro mühendisleri odası 10. Türkiye harita bilimsel ve teknik kurultayı 28 Mart - 1 Nisan 2005, Ankara

Yakar M, Yıldız F. , Yılmaz H.M., Ulvi A. , Karasaka L., Karabörk H., 2005 , Photogrammetric Silhouette Study and Sille Example, Cipa 2005 XX International Symposium, 26 September - 01 October, 2005, Torino, Italy

EK.1. Photomodeler Programının Tanımı, İşlevi ve Tez Projesinde Kullanımı

EK.1. 1.Tanımı:

Kavramsal olarak İngilizceden Türkçeye aktardığımızda fotoğraf modelleyici anlamına gelmektedir.

EK.1. 2. İşlevi:

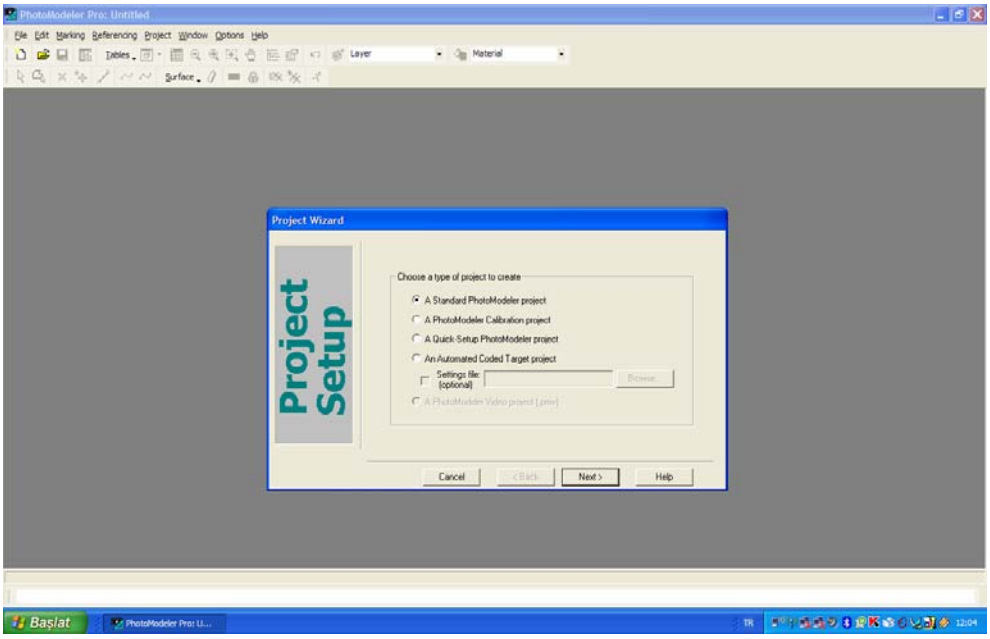
Kontrol noktaları ölçülen bir nesnenin yada mekanın/yapının farklı açılardan çekilen fotoğraflar yardımıyla 3 boyutlu modellenmesini sağlar.

EK.1. 3. Tez Projesinde Kullanımı:

Bu program ekonomik ve satın alınabilirliğinin kolay olması, kullanılması ve öğreniminin kolaylığı, ayrıca tez projesinin temel amaçlarını bilgisayar ortamında karşılayabilir teknik özellikleri nedeniyle tercih edilmiştir.

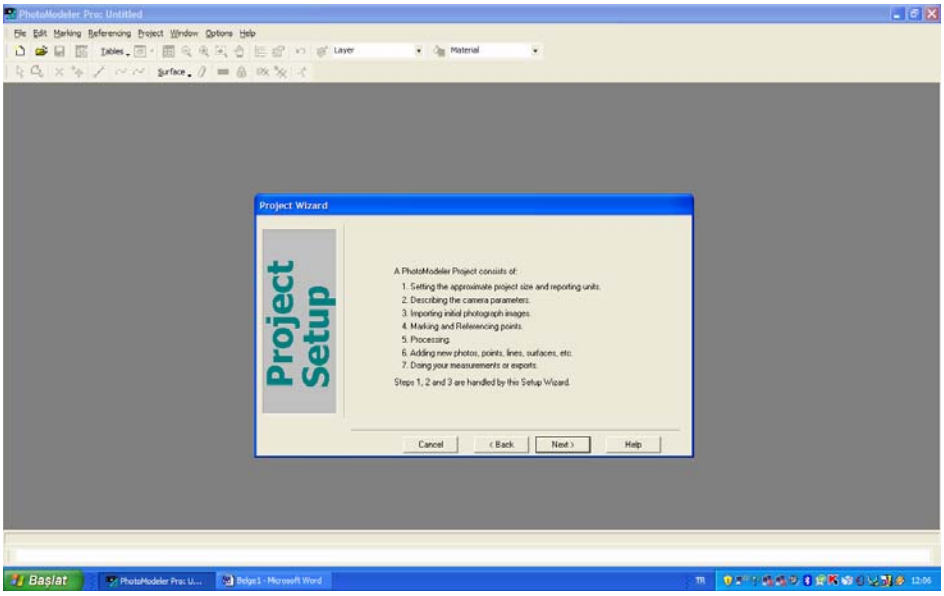
EK.1. 4. Programın Kullanım Süreci:

Öncelikle Photomodeler programı açılır.Sol üst köşedeki File butonuna ve ardından New Project butonuna basılır.Karşımıza Şekil 5.13 deki ekran gelir.



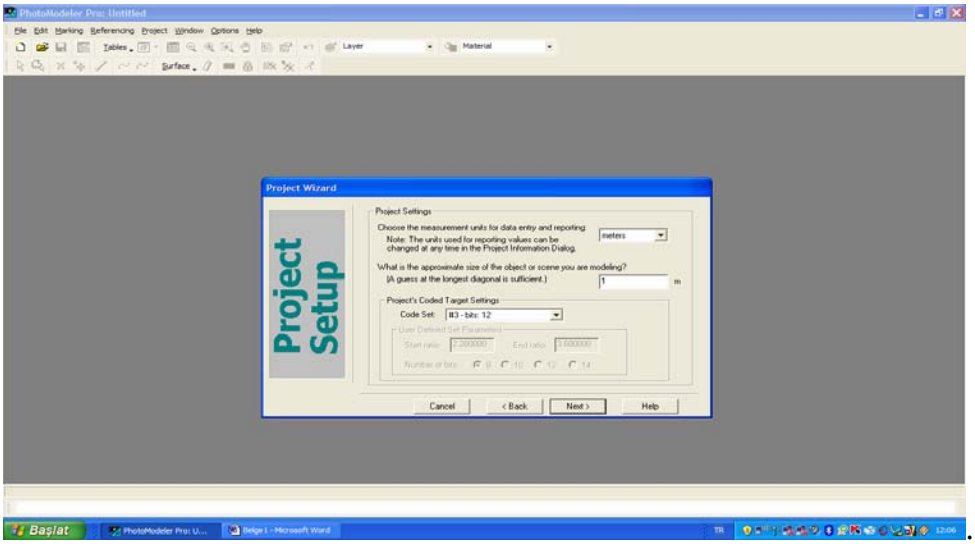
Şekil EK.1.1: Potomodeler programında yeni bir proje çalışmasının seçilimi

Burada A Standart Photomodeler Project kısmı seçilerek Next butonuna basılır. Karşımıza (Şekil EK.1.2) ekranı gelir.



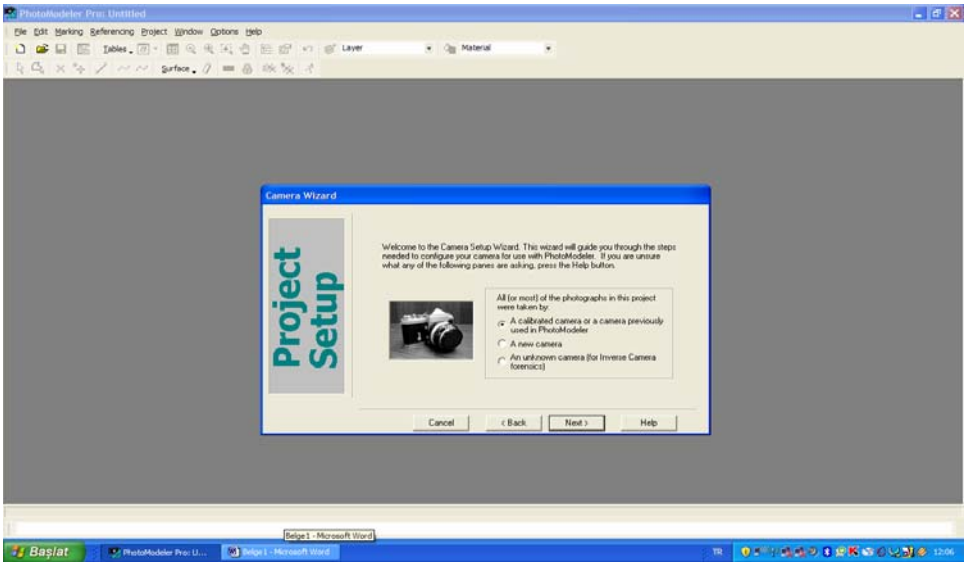
Şekil EK.1.2: Potomodeler programında işlemler sıralaması ekranı

Tekrar Next butonuna basılır. Karşımıza (Şekil EK.1.3) ekranı gelir



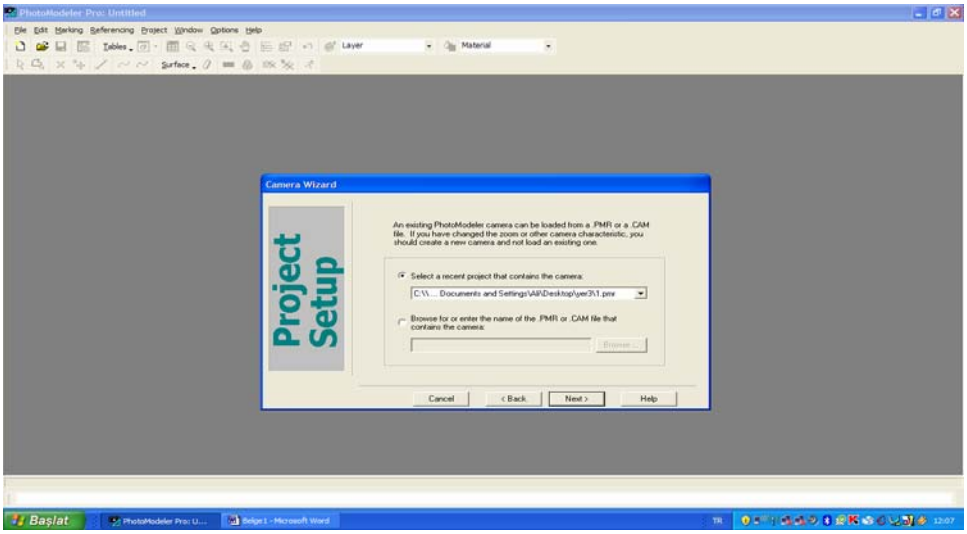
Şekil EK.1.3: Veri girişi ve ölçü modunun seçilmesi ekranı

Burada proje çalışma mesafesi ve ölçüsü girilerek Next butonuna basılır. (Şekil EK.1.4) ekran karşımıza gelir.



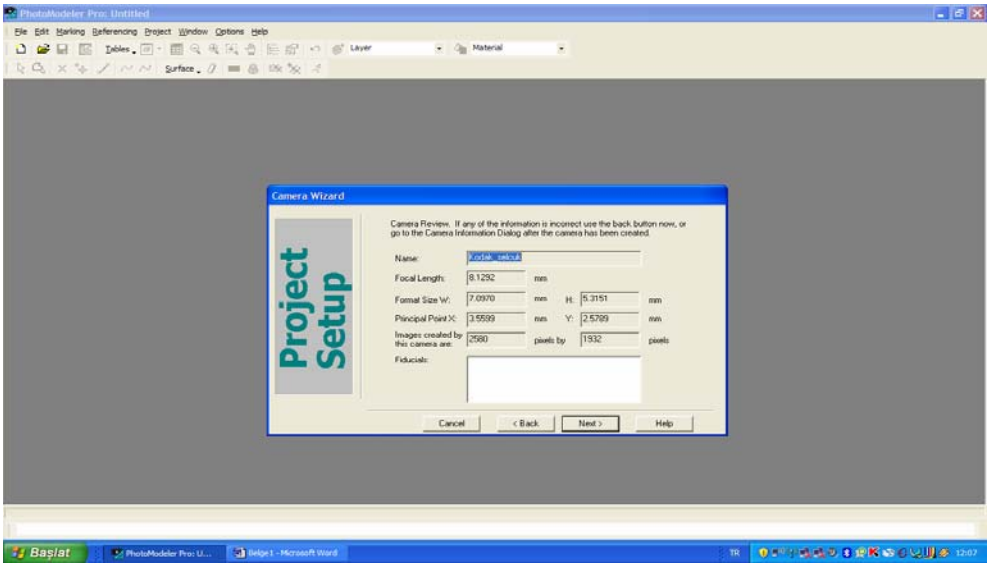
Şekil EK.1.4: Kullanılan kameranın seçilim ekranı

Burada daha önceden kamera kalibrasyonu yapılan bir kamera seçilerek Next butonuna basılır. Karşımıza (Şekil EK.1.5) deki ekran çıkar.



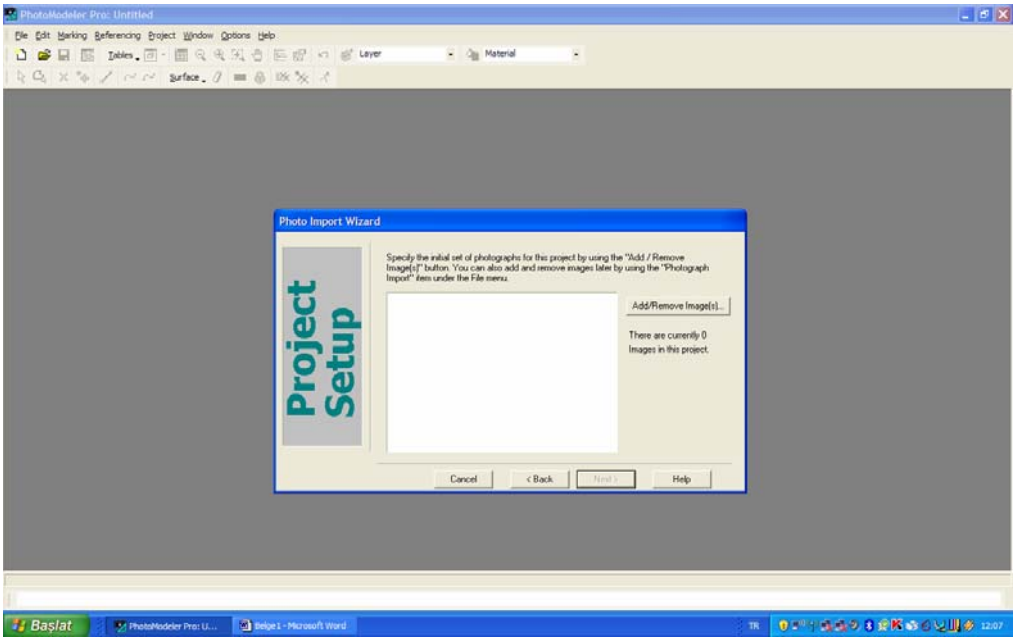
Şekil EK.1.5: Kayıtlı bulunan kamera parametre dosyasının seçim ekranı

Tekrar Next butonuna basılır. (Şekil EK.1.6) deki ekran çıkar.



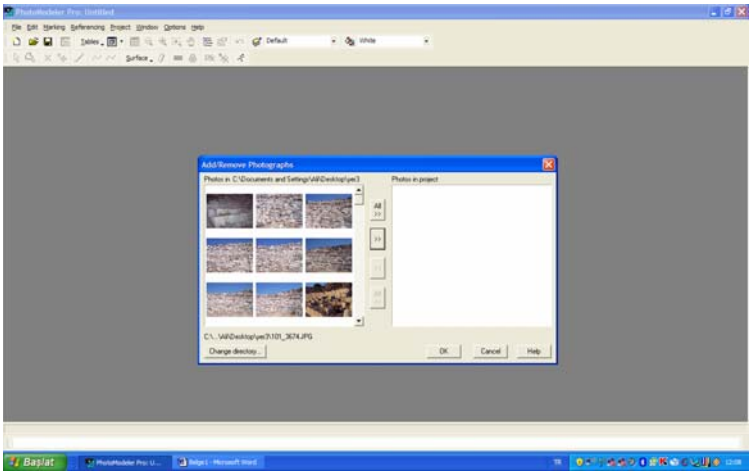
Şekil EK 1.6: Seçilen kameranın kalibrasyon değerlerinin girilmesi ekranı

Burada kameranın kalibrasyon değerleri ekrana gelir. Next butonuna tekrar basılır ve (Şekil EK.1.7) ekranıyla karşılaşırız.

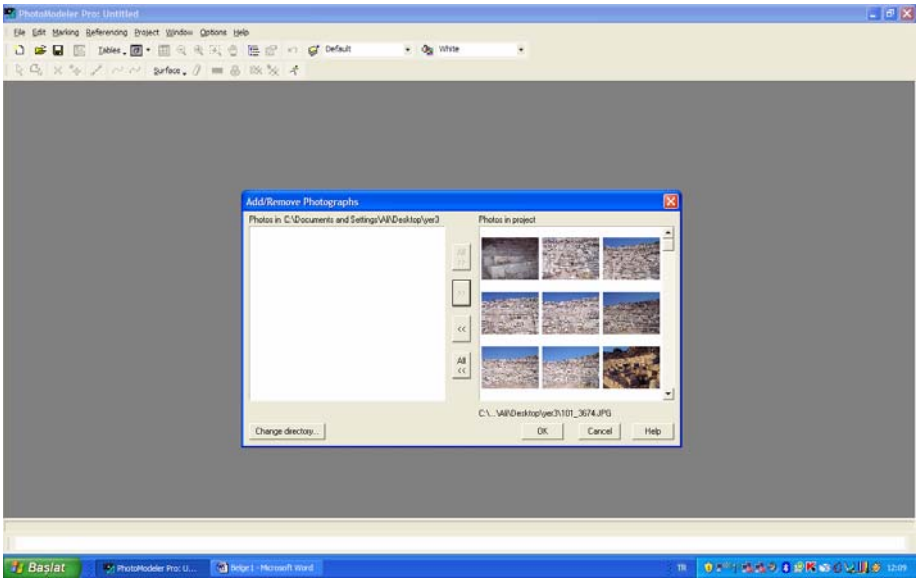


Şekil EK.1.7: Çekilen fotoğrafların Potomodeler programına yüklenmesi ekranı

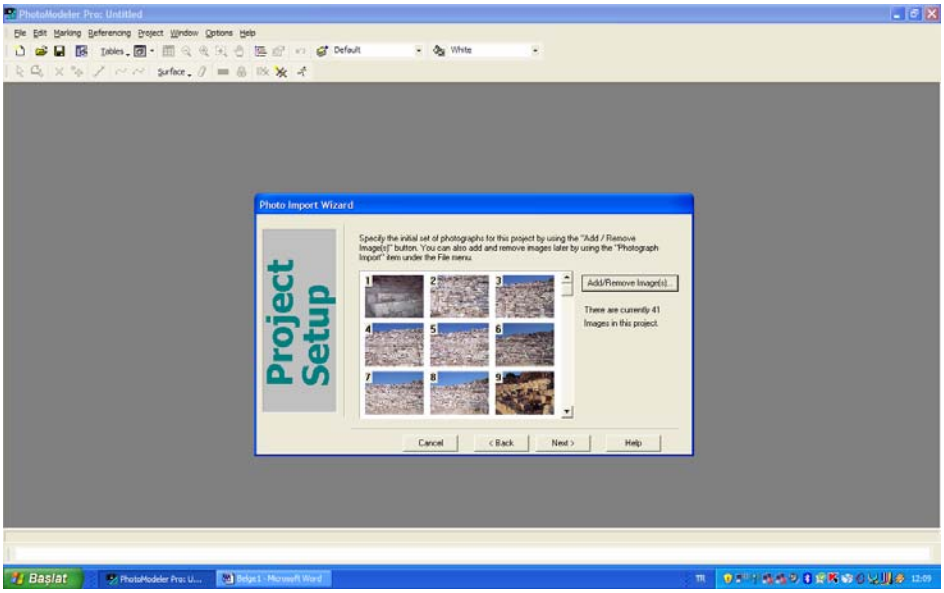
Resimler bu ekranda projeye eklenir ve Next butonuna basılır. Şekil EK.1.8, Şekil EK.1.9, Şekil EK.1.10 ekranlarıyla karşılaşılır. Her seferinde Next butonuna basılarak proje çizim aşamasına getirilir.



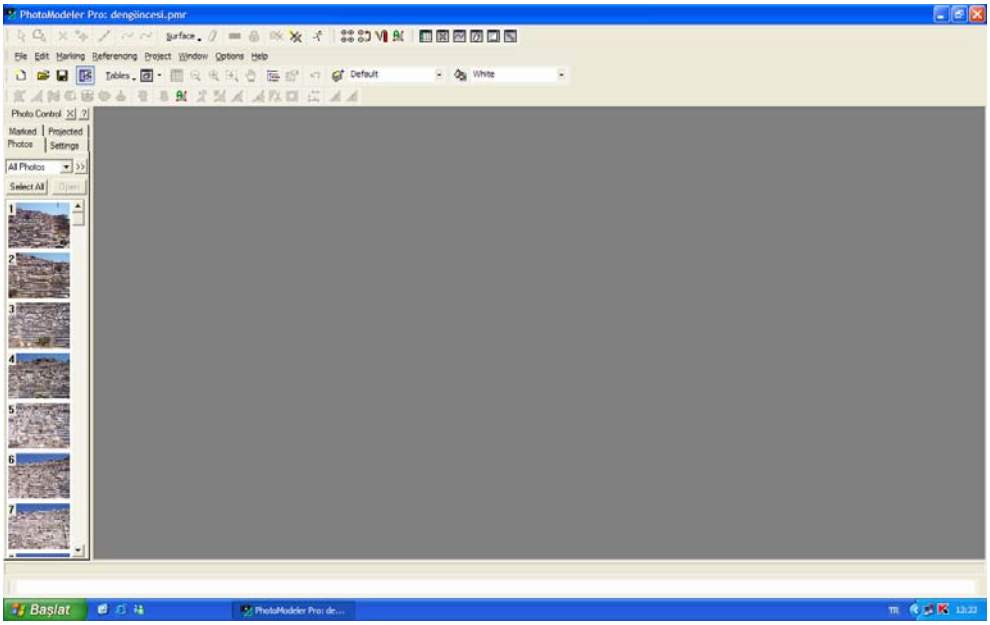
Şekil EK.1.8: Projeye seçilen fotoğraflar ekranı



Şekil EK.1.9: Projeye ilave edilen fotoğraflar ekranı



Şekil EK.1.10: Seçilen fotoğrafların projede kaydedilmesi aşaması ekranı



Şekil EK.1.11: Projede fotoğrafların çizilebilmesi aşamasının ekranı

Son olarak next tuşuna basıldığında program ekranın sol köşesine şerit halinde aşağıya doğru sıralar.

Daha sonra arazide ölçülmüş kontrol noktalarını bütün resimler de işaretleyerek process tuşuna basılarak resimler dengelenmiş olur. Bu şekilde resimlerimiz çizim yapılmaya hazır hale gelir.

EK.1.5 Knidos Antik Tiyatrosunun 3 Boyutlu Modellenmesine Altlık Oluşturan Resimlerin Kullanımı ve Yönsel Tanımlanması

EK.1. 5.1. Antik tiyatro zemininden çekilen fotoğraflar:



Şekil EK 1.12: Knidos Antik Tiyatrosunun Doğu aksındaki bölümünün görünüşü



Şekil EK 1.13: Knidos Antik Tiyatrosunun Kuzey aksındaki bölümünün görünüşü



Şekil EK 1.14: Knidos Antik Tiyatrosunun Kuzeybatı aksındaki bölümünün görünüşü



Şekil EK 1.15: Knidos Antik Tiyatrosunun Batı aksındaki bölümünün görünüşü

EK.1. 5.2. Antik tiyatro üzerinden kuşbakışı çekilen fotoğraflar:



Şekil EK 1.16: Knidos Antik Tiyatrosunun Doğu bölümünün üstten görünüşü



Şekil EK 1.17: Knidos Antik Tiyatrosunun Batı bölümünün üstten görünüşü



Şekil EK 1.18: Knidos Antik Tiyatrosunun Kuzeydoğu bölümünün üstten görünüşü

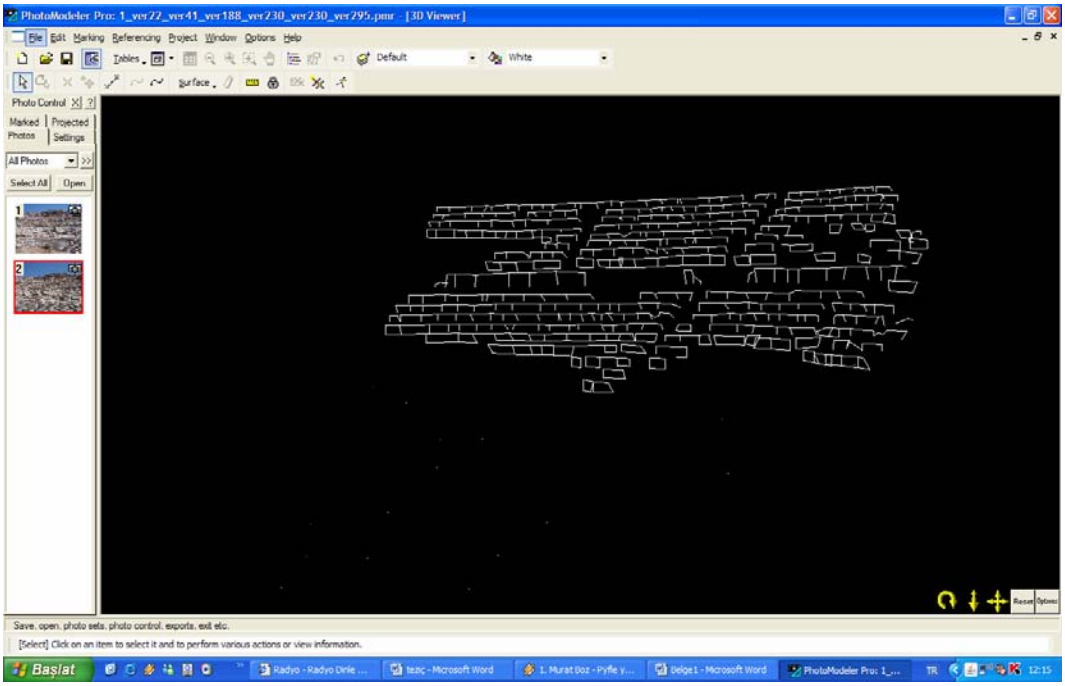


Şekil EK 1.19: Knidos Antik Tiyatrosunun Kuzey bölümünün üstten görünüşü

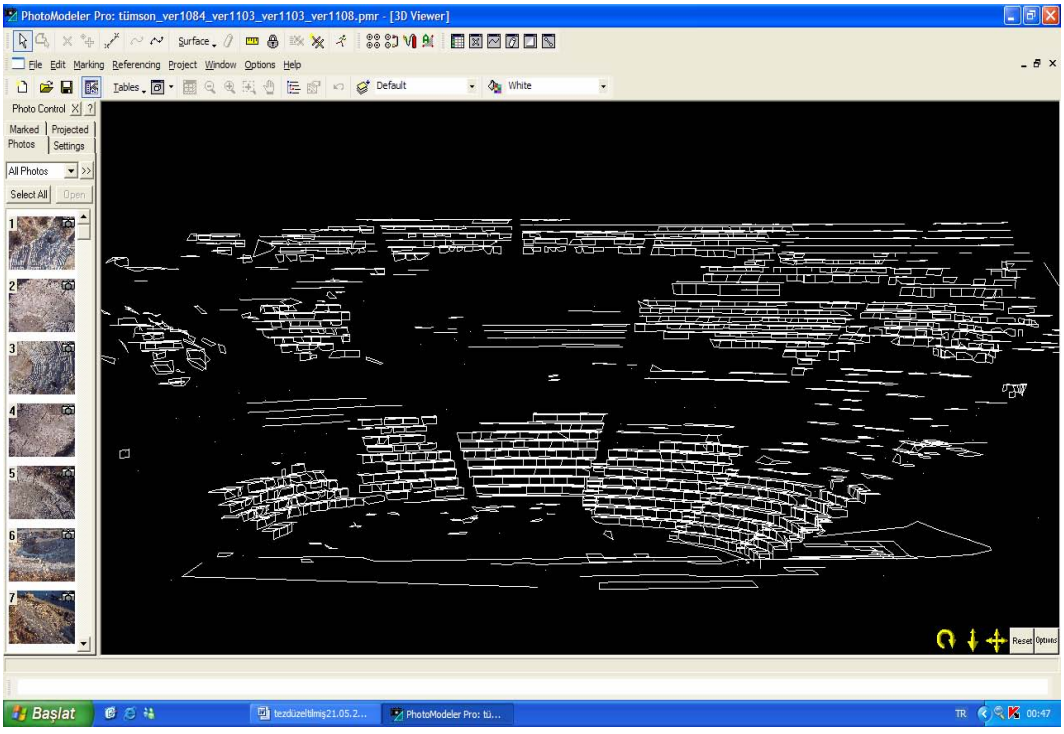
EK.1.5. 3. Antik tiyatro zemininden çekilen fotoğraflarla çizim örneği



Şekil EK 1.20: Knidos Antik Tiyatrosu doğu bölümü taşlarının çizilmesi örneği



Şekil EK 1.21. Knidos Antik Tiyatrosu çizilen taşların 3 boyutlu hale getirilmesine bir örnek



Şekil EK 1.22.Knidos antik tiyatrosunun 3 boyutlu modellenmiş şekli