

T.C.  
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YERSEL FOTOGRAMETRİ  
YÖNTEMİ İLE RÖLÖVE ALIM  
TEKNİĞİNİN TAÇ KAPILARDA  
UYGULANIŞI  
KONYA ÖRNEKLERİ

S. Armağan GÜLEÇ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Mimarlık Anabilim Dalı  
Konya - 2007

T.C.  
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YERSEL FOTOGRAMETRİ YÖNTEMİ İLE  
RÖLÖVE ALIM TEKNİĞİNİN  
TAÇ KAPILARDA UYGULANIŞI KONYA ÖRNEKLERİ**

S. Armağan GÜLEÇ  
Mimar

YÜKSEL LİSANS TEZİ  
MİMARLIK ANABİLİMDALI

Bu tez 23.01.2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Danışman

Yrd. Doç. Dr.  
Osman Nuri DÜLGERLER

Jüri Üyesi

Prof. Dr.  
Ferruh YILDIZ

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr.  
A. Deniz OKTAÇ

**ÖZET**  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
YERSEL FOTOGRAMETRİ YÖNTEMİ İLE  
RÖLÖVE ALIM TEKNİĞİNİN TAÇ KAPILARDA UYGULANIŞI  
-KONYA ÖRNEKLERİ-

S.Armağan GÜLEÇ

Selçuk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Mimarlık Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Osman Nuri DÜLGERLER

2007, 124 Sayfa

Jüri: Prof. Dr. Ferruh YILDIZ

Yrd. Doç. Dr. O. Nuri DÜLGERLER

Yrd.Doç.Dr. A. Deniz OKTAÇ

Tarih öncesi ve tarih dönemleri medeniyetleri tarafından oluşturulan kültürel mirasın, kültürel devamlılığının sağlanabilmesi için korunması ve belgelenmesi gerekliliği kabul edilmiş ve çaba harcanılan ortak bir olgu haline gelmiştir. Kültürel mirasın ve bunun gelecek kuşaklara aktarımın sağlanabilmesi ancak kültürel miras denilen yapı ve yapı gruplarının belgelenmesiyle mümkün olabilmektedir.

Kültürel mirasımızın belgelenmesinde en doğru ve sağlıklı veriyi elde edebilmek için yapılan çabalar, belgeleme alanında yeni tekniklerin ortaya çıkmasına neden olmuş, gelişen teknoloji ile birlikte klasik yöntemle belgeleme yerini artık modern belgeleme tekniklerine bırakmış, bu da çağdaş belgeleme tekniklerinin hızlı bir şekilde ilerlemesini sağlamıştır. Bugünkü teknoloji tarihi eserlerin ve korunacak yapıların artık daha hassas ve daha hızlı bir şekilde belgelenmesine ve gelecek nesillere aktarılmasına olanak vermektedir.

Tarihi envanter verilerinin sağlıklı elde edilmesi, mevcut verilerin sayısallaştırılarak dijital ortamda saklanması, haritacılık dışında mimarlıkta da geniş kullanım alanı bulan yersel fotogrametrinin tarihi uygulamalara getirdiği büyük avantajdır. Yersel fotogrametrinin sağladığı sayısal veriler, 3 boyutlu vektörel veriler, görsel görüntüler ve yapının ortofoto görüntüleri tarihi yapının belgelenmesi ve korunması için üretilen projelerde yönlendirici ve yol gösterici olmaktadır. Bir yapının üç boyutlu modellenmesi, kültürel mirasın daha iyi anlaşılmasının ve yapının mevcut durumuyla, koruma projelerinden sonraki durumunun karşılaştırılması ve değerlendirmesinin yapılabilmesinde kolaylık sağlamaktadır.

Çalışmanın Birinci bölümünde, çalışmanın konusu ile ilgili giriş yapılmış, amaç, materyal ve metot açıklanmış, literatür özetleri verilmiştir.

Çalışmanın İkinci bölümünde, mimarlıkta Belge kavramı, mimarlıkta kültürel miras ve belgelemenin önemi ve amacı üzerinde durulmuş, belgelemenin bileşenleri detaylıca anlatılmıştır. Ayrıca bu bölümde, rölöve, çeşitleri, tarihçesi, belgeleme ile ilgili kurum ve kuruluşlar kısaca tanıtılmış, modern ve klasik belgeleme yöntemlerinden bahsedilmiştir.

Çalışmanın Üçüncü bölümü, fotogrametrinin tanımından oluşurken, dördüncü bölümünde ise yersel fotogrametri tekniği tanıtılmış, kullanım alanları örneklerle açıklanmıştır.

Çalışmanın Beşinci bölümünde de, mimari fotogrametrideki mevcut metot ve sistemler anlatılmış, mimari fotogrametride kullanılan ekipman ve seçim ölçütlerine yer verilmiş, mimari fotogrametrinin gelişimi anlatılmıştır.

Çalışmanın 6. bölümü ise, klasik yöntemle rölöve alım teknikleri ile modern yöntemle rölöve alım tekniklerinin birbirlerine göre karşılaştırılması yapılmış, yersel fotogrametri yönteminin geleneksel yöntemle göre avantaj ve dezavantajları belirtmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın 7. bölümü, uygulama bölümü olup bu bölümde Konya Karatay Medresesi ve Sırçalı Medrese portallarının yakın resim fotogrametrisi yöntemiyle belgelenmesi anlatılmış, sonuç ürün ve çizim aşaması resimlerle desteklendirilmiştir.

Çalışmanın sonuç bölümünde ise, yersel fotogrametri yönteminin tarihi envanterlerin belgelenmesinde önemli bir yere sahip olduğu, günümüz uygulamalarında daha da yaygınlaşması gerektiği, disiplinler arası çalışma ile yöntem kullanımının desteklenmesi gerektiği üzerinde durulmuştur.

Çalışmada amaç, yersel fotogrametri yöntemiyle elde edilen sayısal verilerin mimarlıktaki mevcut durum tespitini yapmaya yönelik belgeleme çalışmalarında, özellikle taç kapı gibi ölçülmesi zor ve detaylı bölümlerin bulunduğu yapı ya da yapı bölümlerinin belgelenmesinde sağladığı avantajları ve dezavantajları değerlendirmek ve çözüm önerileri getirmektir. Bu amaçla yöntem Konya Karatay Medresesi ve Sırçalı Medrese portallerinin cephe rölövelerinin elde edilmesinde kullanılmış ve karşılaşılan problemler olmuştur.

Bu tür rölöve çalışmalarında öncelikle yapı ve çevresi görülmeli, ardından kullanılacak ekipmana çok iyi karar verilmeli, fotoğraf alımına ve arazi de koordinat noktalarının ölçülmesinde çok dikkat edilmelidir. Ayrıca yapı önünde ölçü almayı engelleyici herhangi bir şey bulunmamasına özen gösterilmelidir. Burada amaç, disiplinler arası çalışmayla yöntemin yaygınlaşmasını sağlamak olmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Mimari Fotogrametri, Modern Belgeleme Yöntemleri, Kültürel Mirasın Belgelenmesi, Rölöve.

**ABSTRACT**

Master Thesis

**APPLICATION OF CLOSE RANGE PHOTOGRAMMETRY ON PORTALS  
- EXAMPLES FROM KONYA-**

S.Armağan GÜLEÇ

Selçuk University

The Institute of Natural and Applied Sciences

Department of Architecture

Supervisor : Assit. Prof. Dr. Osman Nuri DÜLGERLER

2007, 124 pages

Jury : Prof. Dr. Ferruh YILDIZ

Assit. Prof. Dr. O. Nuri DÜLGERLER

Assit. Prof. Dr. A. Deniz OKTAÇ

The necessity of conservation and documentation of cultural heritage constituted by prehistoric and historic era civilizations for providing cultural continuity has been an accepted common fact which for efforting people. Transmitting this cultural heritage to new generations is only possible with documentation of these buildings and group of buildings.

Efforts made for obtaining the most straight and healthy data in cultural heritage documentation has caused to emerge new techniques in documentation field. With rapid developing technology, modern documentation techniques take the place of conventional documentation techniques and this has provided the improvement of contemporary documentation techniques rapidly. Today's technology gives possibility to documentation and transmitting of cultural heritage to new generations more sensitive and more rapidly.

Obtaining cultural inventory data in more sensitively way, storing these data in digital environment by numerically are significant advantages of close range photogrammetry which founded wide spread using field in architecture out of cartography to historical applications. Numerical, 3D vectoral data, visual images

obtaining from close range photogrammetry and orthoimage of the buildings guide and direct the projects which will be made for documentation and conservation of cultural heritages. A 3D image of building provides big facility in understanding cultural heritage more easily and in comparison of existing situation and future situation of the building after conservation and restoration projects.

In the first chapter of the study, an introduction connected with subject of the study, aim of the study, material and methodology was explained and summary of literatures used in the study was given.

In the second chapter of the study, it has been emphasized on documentation concept in architecture, significance of documentation and cultural heritage in architecture and components of documentation was explained in detailed way. Out of these, in this section, statistical survey, its kinds, short history of it, associations and organizations were introduced and it was mentioned about conventional and modern documentation techniques.

The third chapter of the study is consisted of definition of photogrammetry, the fourth chapter of the study is about close range photogrammetry. In the fourth section, close range photogrammetry technique and the usage fields of it were explained with samples.

In the fifth chapter of the study, extant methods and systems in architectural photogrammetry were described, equipment used in architectural photogrammetry and their selection criterions were given place in this chapter and also development of architectural photogrammetry was told.

In the sixth chapter of the study, comparison of conventional and modern documentation techniques were made and advantages and disadvantages of close range photogrammetry was tried to definite.

In the seventh chapter of the study is the application chapter of the study. And in this chapter, documentation of Konya Karatay Medresesi ve Sırçalı Medrese portals by close range photogrammetry was described, result production and stages of drawing were supported by the photographs and graphics.

In the conclusions, it has been emphasized that close range photogrammetry has an important place in documentation of cultural inventory and the necessity of this method must become more spread in today's applications. And also it was

definitely said that the usage of this method must be supported with interdisciplinary studies.

The aim of this study is making evaluation of advantages and disadvantages of this method which is used in documentation of especially surfaces very detailed and difficult to measure and making suggestion of solutions for the problems. By this aim, this method was used in documentation of Konya Karatay Medresesi and Sırçalı Medrese portals' and during study it has been met with some problems.

In these kind of studies, at first, building and its environment must be seen, then it must be decided that which equipments will be used, also, it must be in careful that how the photographs will be taken. Out of these, the another point is the being so careful when measuring coordinates of the points. Also, there mustn't anything hindering to measure in front of the monument or building. Here, the aim must be to provide the method to become widespread with interdisciplinary work.

**Keywords:** Architectural Photogrammetry, Modern Documentation Techniques, Documentation of Cultural Heritage, Statistical Survey



## ÖNSÖZ

Kültürel Miras ile ilgili koruma, restorasyon gibi eylemlerin yerine getirilebilmesinde, bunlar için yapılan mevcut durum tespitlerinin ilk basamağını sağlıklı bir belgeleme çalışması oluşturmaktadır. Koruma eylemlerinde yapılacak çalışmaların ve ilerliye yönelik kararların alınmasındaki başarı, yapılan belgelemenin hassasiyeti ile doğru orantılıdır. Günümüzün gelişen teknolojisi ile birlikte belgeleme alanında önemli gelişmeler olmuş, haritacılık dışında mimarlıkta da uygulama alanı bulmuş olan yersel fotogrametri tekniği, mimarlıkta rölöve çalışmalarında giderek daha yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmış, klasik yöntemle rölöve alım teknikleri yerini çağdaş belgeleme tekniklerine bırakmıştır. Mimarlıkta koruma projelerine altlık oluşturan rölöve projelerinin hazırlanmasında, koruma, bakım ve onarım amaçlı belgeleme çalışmalarında, yapılarda meydana gelen deformasyonların belirlenmesinde ve yapının müdahale önceki ve sonraki durumlarının karşılaştırılmasında kullanılan yakın resim fotogrametrisi yöntemi, mimarlığa, belgeleme bağlamında büyük avantajları da beraberinde getirmiştir. Çalışmada klasik modern yöntemler hem kendi içlerinde hem de birbirlerine göre değerlendirilmiş, uygulama alanlarından örnekler verilerek bahsedilmiş, mimari fotogrametri için gerekli ölçütler belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışmam sırasında benden yardımlarını esirgemeyen danışmanım sayın *Yrd. Doç. Dr. Osman Nuri DÜLGERLER* hocama, çalışmamla ilgili her türlü problemimde, örneklerin elde edilmesinde ve yöntem seçiminde başvurduğum Selçuk Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Bölümü'nden *Yrd. Doç. Dr. Murat YAKAR* hocama, konuyla ilgili bazı kaynaklara ulaşmamda ve çalışmamla ilgili fikirlerine danıştığım Selçuk Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Bölümü'nden *Prof. Dr. Ferruh YILDIZ* hocama, Konya Karatay Medresesi ve Sırçalı Medrese ile ilgili kaynaklara ulaşmamda yardımcı olan *Yrd. Doç. Dr. Bahtiyar EROĞLU* hocama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam sırasında bana sabırla katlanan oda arkadaşlarım *Arş. Gör. Fatih CANAN* hocama ve arazi çalışmalarında bana yardımcı olan *Arş. Gör. Mustafa KORUMAZ* a şükranlarımı sunarım.

Çalışmam boyunca benden maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen annem *İlter GÜLEÇ*, babam *Zekeriya GÜLEÇ*, kardeşim *Gürkan GÜLEÇ* ve arkadaşım *Gamze COŞKUN* a sonsuz teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım...

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>I</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>IV</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>VII</b>
<b>İÇİNDEKİLER DİZİNİ</b> .....	<b>VIII</b>
<b>RESİM, ŞEKİL, ÇİZİM VE ÇİZELGE DİZİNLERİ</b> .....	<b>XIII</b>
<b>EK LİSTESİ</b> .....	<b>XVI</b>
<b>1.GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. AMAÇ- KAPSAM.....	3
1.2. MATERYAL - METOD.....	4
1.3. LİTERATÜR ÖZETİ.....	5
<b>2. MİMARLIKTA BELGELEME</b> .....	<b>8</b>
2.1. MİMARLIKTA BELGE KAVRAMI.....	8
2.2. KÜLTÜREL MİRAS VE MİMARLIKTA BELGELEMENİN ÖNEMİ..	8
2.3. MİMARLIKTA BELGELEMENİN AMACI.....	11
2.4. BELGELEMENİN BİLEŞENLERİ.....	14
2.4.1. Araştırma.....	14
2.4.2. Uygun Metot Seçimi.....	14
2.4.3. Teorik Alt Yapı.....	14
2.4.4. Teknik Ustalık, Beceri.....	15
2.4.5. İşbirliği.....	15
2.4.6. Yayın ve Bilgi Sistemleri.....	16
2.4.7. Amaç ve Hedeflerin Belirlenmesi.....	16
2.4.8. Ekonomik Destek.....	16
2.5. RÖLÖVE.....	17
2.6. RÖLÖVE ÇEŞİTLERİ.....	18
2.6.1. Arşivleme Amaçlı Rölöve.....	18
2.6.2. Üzerinde Çalışma Yapabilmek Amaçlı Rölöve.....	18
2.6.3. Koruma, Onarım ve Belgeleme Amaçlı Yapılan Rölöve.....	18
2.6.4. Restitüsyon ya da Rekonstrüksiyon Amaçlı Rölöve.....	18
2.7. RÖLÖVENİN TARİHÇESİ.....	19
2.8.MİMARLIKTA BELGELEME İLE İLGİLİ GİRİŞİM VE KURULUŞLAR.....	20
2.8.1. APIS – Architectural Photogrammetric System.....	20

2.8.2. ARCCIP- Associated Research Center for Cultural Heritage Interdisciplinary Projects.....	21
2.8.3. ICOMOS - International Council of Monuments and Sites.....	22
2.8.4. CIPA - The International Committee for Architectural Photogrammetry.....	22
2.8.5. DOCOMOMO – Documentation and Conservation of Buildings, Sites and Neighbourhoods of the Modern Movement.....	22
2.8.6. ISPRS – International Society for Photogrammetry and Remote Sensing.....	24
<b>2.9. MİMARLIKTA BELGELEME (RÖLÖVE) TEKNİKLERİ.....</b>	<b>24</b>
2.9.1. Klasik Yöntemle Belgeleme Teknikleri.....	25
2.9.1.1. Bağlama-Üçgenleme Yöntemi.....	25
2.9.1.2. Dik koordinat Yöntemi.....	26
2.9.1.3. Kutupsal Koordinat Yöntemi.....	27
2.9.1.4. Klasik Yöntemde Ölçü Alımı.....	28
2.9.2. Modern Yöntemler.....	30
<b>3. FOTOGRAMETRİ.....</b>	<b>33</b>
3.1. FOTOGRAMETRİ TANIMI.....	33
3.2. FOTOGRAMETRİNİN SINIFLANDIRILMASI.....	34
3.2.1. Kullanım Alanına Göre.....	34
3.2.2. Fotoğrafların Çekiliş Yerine Göre.....	35
3.2.3. Değerlendirme Yöntemine Göre.....	35
3.2.3.1. Analog fotogrametri.....	36
3.2.3.2. Analitik fotogrametri.....	36
3.2.3.3. Dijital Fotogrametri.....	36
3.2.4. Değerlendirilecek objenin büyüklüğüne göre.....	36
<b>4. YERSEL FOTOGRAMETRİ.....</b>	<b>37</b>
4.1. YERSEL FOTOGAREMTRİ TANIMI.....	37
4.2. YAKINRESİM FOTOGRAMETRİSİNİN KULLANIM ALANLARI...38	
4.2.1. Tıp Alanında Kullanılması.....	38

4.2.2. Trafik Kazalarında Kullanılması.....	38
4.2.3. Güncel Modellemelerde Kullanılması, Doku Kaplama ve Görselleştirme.....	39
4.2.4. Arkeolojide Kullanılması.....	39
4.2.5. Kent ve Bölge Planlamada Kullanılması.....	41
4.2.6. Tünel ve Yer altı Kazı Ölçülerinde Kullanılması.....	42
4.2.7. Yer Kabuğu Hareketlerinin Tespiti.....	42
4.2.8. Erezyon Gözlemleri.....	42
4.2.9. Deformasyon Ölçümlerinde Kullanılması.....	42
4.2.10. Endüstri Ürünleri ve Modellemelerde Kullanılması.....	43
4.2.11. Mimarlıkta Kullanılması.....	43

## **5. MİMARİ FOTOGRAMETRİ VE KÜLTÜREL MİRASIN**

<b>BELGELENMESİ.....</b>	<b>46</b>
5.1. MİMARİ FOTOGRAMETRİ.....	47
5.2. MİMARİ FOTOGRAMETRİDE MEVCUT METOT VE SİSTEMLER	53
5.2.1. Tek Resim Fotogrametrisi.....	57
5.2.1.1. Ortofoto.....	59
5.2.2. Çift Resim Fotogrametrisi.....	62
5.2.3. Işın Demetleri Yöntemi.....	63
5.2.4. Lazer Tarama Yöntemi.....	65
5.2.5. Uygun Metodun Seçimi.....	67
5.3. MİMARİ FOTOGRAMETRİDE KULLANILAN EKİPMAN VE SEÇİM ÖLÇÜTLERİ.....	69
5.3.1. Kameralar.....	69
5.3.1.1. Metrik Kameralar.....	69
5.3.1.2. Metrik Olmayan Kameralar.....	71
5.3.1.3. Dijital CCD kameralar.....	71
5.3.2. Tarayıcılar.....	72
5.3.3. Yazılımlar.....	74
5.4. MİMARİ FOTOGRAMETRİ İÇİN ÖLÇÜTLER.....	76
5.5. MİMARİ FOTOGRAMETRİNİN GELİŞİMİ.....	81

5.6.MEYDENBAUER ARŞİVİ VE KÜLTÜREL MİRASIN BELGELENMESİ.....	86
<b>6.YERSEL FOTOGRAMETRİ YÖNTEMİYLE RÖLÖVE ALIM TEKNİĞİNİN KONYA'DAKİ TAÇ KAPILARA UYGULAMA ÖRN.....</b>	<b>87</b>
6.1. YERSEL FOTOGRAMETRİ YÖNTEMİYLE RÖLÖVE ALIM TEKNİĞİNDE UYGULAMA ADIMLARI.....	87
6.2. UYGULAMA KAPSAMINDA KULLANILAN EKİPMAN ÖZELLİKLERİ.....	88
6.2.1. Kullanılan Kamera Özellikleri.....	88
6.2.2. Kullanılan Jeodezik Ölçüm Aletlerinin Özellikleri.....	89
6.2.3. Kullanılan Fotogrametrik Yazılımın Özellikleri.....	89
6.3. Konya Karatay Medresesi ve Taç Kapısı.....	90
6.3.1. Karatay Medresesi Taç Kapısı Cephe Rölövesi Fotogrametrik Değerlendirmesi.....	91
6.3.1.1. Kamera Kalibrasyonu.....	91
6.3.1.2. Fotoğraf Alımı.....	92
6.3.1.3. Fotogrametrik Çizim.....	93
6.4. Konya Sırçalı Medrese ve Taç Kapısı.....	98
6.4.1. Sırçalı Medrese Taç Kapısı Cephe Rölövesi Fotogrametrik Değerlendirmesi.....	99
6.4.1.1. Kamera Kalibrasyonu.....	99
6.4.1.2. Fotoğraf Alımı.....	100
6.4.1.3. Fotogrametrik Çizim.....	101
<b>7. MİMARİ FOTOGRAMETRİ VE GELENEKSEL YÖNTEMLE RÖLÖVE ALIMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI.....</b>	<b>86</b>
7.1. YERSEL FOTOGRAMETRİ YÖNTEMİNİN GELENEKSEL YÖNTEME GÖRE AVANTAJLARI.....	107
7.2. YERSEL FOTOGRAMETRİ YÖNTEMİNİN GELENEKSEL YÖNTEME GÖRE DEZAVANTAJLARI.....	111
<b>8. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME.....</b>	<b>112</b>
8.1. FOTOĞRAF ALIMI AÇISINDAN.....	112
8.2. HEDEF NOKTALARININ ÖLÇÜLMESİ AÇISINDAN.....	112
8.3. KULLANILAN KAMERA AÇISINDAN.....	113

8.4. KULLANILAN YAZILIM AÇISINDAN.....	114
8.5. SONUÇ.....	114
<b>9. KAYNAKLAR.....</b>	<b>116</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>123</b>

## RESİM, ŞEKİL, ÇİZİM VE ÇİZELGE DİZİNLERİ

Resim 2.1. Mimarlıkta Belgeleme ve Tasarım Süreci arasındaki Analogik Yaklaşım ve Farklar.....	11
Resim 2.2. Koruma Çalışmalarında Restorasyon Süreci ve Bu Süreçte Yapılan Çalışmalar.....	13
Resim 2.3. APIS' ın Veri Tabanı ve Çalışma Sistemi.....	21
Resim 2.4. DOMOMOCO fişi.....	23
Resim 3.1. Hava Fotogrametrisi Kullanılması.....	35
Resim 4.1. Kül Tigin anıt Külliyesinde Bulunan Heykelin Fotogrametrik Çizimi .....	40
Resim 4.2. (a) Thessaloniki' deki Toumba arkeolojik sit alanı fotogrametrik çalışması.....	40
Resim 4.3. Afganistan Bumiyan' daki Buda heykelinin farklı görüntüleri.....	43
Resim 4.4. Afganistan Bumiyan' daki Buda heykelinin modeli.....	44
Resim 5.1: Mısır Luxor' daki Ramses III tapınağının ön ortofoto görüntüsü.....	49
Resim 5.2: Japonya Kankiin duvarından fotogrametrik ortofoto görüntü.....	50
Resim 5.3. Roma hamamları kalıntısı fotoğrafları ve fotogrametrik belgelemesi.....	50
Resim 5.4. İtalya Baptistery Katedrali fotogrametrik modeli.....	51
Resim 5.5. Sabry el-hakim'in eski fotoğraflardan yararlanılarak 3D model oluşturularak restorasyon projelerine altlık hazırlanmasına örnek.....	51
Resim 5.6. Mısır Luxor tapınağında bir heykelin sağ ön perspektif görünüşünün fotogrametrik modellemesi.....	52
Resim 5.7: Gotik üslubun önemli temsilcilerinden olan "Cycle of the Month" kilisesi iç mekanının ve fresklerinin fotogrametrik değerlendirilmesi ,Trento İtalya.....	52
Resim 5.8. Orijinal Fotoğrafın ortofoto haline dönüştürülmesi.....	58
Resim 5.9. Postdam Marmorpalais 'in büyük Holünün tavanının metrik fotoğrafı ve rektife edilmiş dijital modeli.....	60
Resim 5.10. Venedik büyük kanalın yanında çalışılan yapılardan birinin ortofoto görüntüsü.....	60
Resim 5.11. Otto Wagner Köşkü fotogrametrik çalışmaları.....	63

Resim 5.12. Ottoburg, Innsbruck ta yapılan çalışmada farklı açılardan alınan Fotoğraflar, yapının wire frame modeli ve yüzey modeli.....	64
Resim 5.13. Tynemouth Priory, Güney kapısı nokta bulutu detayı ve taranmış modeli.....	66
Resim 5.14. (a) Wild (Leica) P31 tek kamera (b) Rolleiflex 6008 Metrik Kamera.....	70
Resim 5.15. (a) C.Zeiss SMK- 40 ve SMK-120 çift Kameraları (b) Canon Çift Kameraları.....	71
Resim 5.16.(a) Bauakademie (Mimarlık Okulu) (b) Mimari fotogrametrinin ilk ortaya çıktığı Wetzlar Katedrali Eylül 1858.....	82
Resim 5.17.(a) Meydenbauer'in 1867 yılında yapılmış olan ilk fotogrametrik kameralarından biri (b) 1890 yılında üretilen yeni jenerasyon kameralardan biri.....	84
Resim 6.1. Canon IXUS 750 dijital fotoğraf makinesi.....	88
Resim 6.2. Topcon GPT 3007 total station.....	89
Resim 6.3. Konya Karatay Medresesi genel görünüm.....	90
Resim 6.4. (a) Karatay Medresesi portal mukarnası (b) Portal yan panosu.....	91
Resim 6.5. (a) Canon IXUS 750 kalibrasyon sonucu (b) Kalibrasyonda kullanılan şablon.....	92
Resim 6.6. Fotoğraf alım istasyonları.....	93
Resim 6.7. Koordinat noktalarının eşleştirilmesi.....	93
Resim 6.8. Mukarnas çizimi.....	94
Resim 6.9. Mukarnas görüntüsü.....	94



Resim 6.10. 3 boyutlu görüntü –photomodeler- .....	94
Resim 6.11. 3 boyutlu görüntü –autocad- .....	95
Resim 6.12. 3 boyutlu görüntü- autocad- .....	95
Resim 6.13. Konya Sırçalı Medrese Genel Görünüm.....	98
Resim 6.14. (a) Portal üst görünüş (b) Sırçalı Medrese giriş.....	99
Resim 6.15. (a) Canon IXUS 750 kalibrasyon sonucu (b) Kalibrasyonda kullanılan şablon.....	100
Resim 6.16. Koordinat noktalarının eşleştirilmesi.....	101
Resim 6.17. Detay çizimi –photomodeler- .....	101
Resim 6.18. 3 boyutlu görüntü –autocad- .....	102
Resim 6.19. 3 boyutlu görüntü –autocad- .....	102
Resim 6.20. 3 boyutlu görüntü –autocad- .....	103
Resim 6.21. 3 boyutlu modelden portal planı – autocad.....	103
Şekil 4.1. Üç Boyutlu Arazi ve Üzerinde Görselleştirme.....	39
Şekil 4.2. Yersel Fotogrametride Verilerin Elde Edilişi.....	44
Şekil 5.1. Kültürel mirasın belgelenmesinde fotogrametrinin yeri.....	46
Şekil 5.2. Kültürel mirasın belgelenmesinde süreç ve yöntem.....	47

Şekil 5.3. Mimari fotogrametride veri akışı.....	48
Şekil 5.4. The Fresno Metropolitan Müzesi Cephesi Fotogrametrik Rölövesi.....	49
Şekil 5.5: Tek Resim –mono-fotogrametrisinde kameranın konumlandırılması.....	58
Şekil 5.6. Dijital ortogörüntü elde edilmesinde veri akışı şeması.....	61
Şekil 5.7. Stereo görüntü yönteminde kameraların konumlandırılması.....	62
Şekil 5.8. Işın demetleri yönteminde kameraların konumlandırılması.....	64
Şekil 5.9. Lazer tarayıcıda ölçüm prensibi.....	66
Şekil 7.1. Mimari araştırma için farklı metotların kullanılışı, kullanılan aletler ve doğruluk arasındaki ilişki.....	110
Çizim 2.1. Bağlama - Üçgenleme Yöntemiyle Rölöve Alımı.....	26
Çizim 2.2. Dik Koordinat Yöntemiyle Rölöve Alımı.....	27
Çizim 2.3. Kutupsal Koordinat Yöntemiyle Rölöve Alımı.....	28
Çizim 6.1. Karatay Medresesi Taç Kapısı Fotogrametrik Cephe Rölövesi.....	97
Çizim 6.2. Sırçalı Medrese Taç Kapısı Fotogrametrik Cephe Rölövesi.....	106
Çizelge 5.1. Mimari fotogrametride özellikle anıtların belgelenmesinde amaç ve istenenlere göre uygun metotların sınıflandırılması.....	68
Çizelge 5.2. Obje büyüklüğü ve kompleksliğine göre uygun metodun seçimi.....	69

Çizelge 5.3:	İstenilen	Çıktı	Ölçeğine	Göre	Min.	Tarama
Çözünürlükleri.....						
						73
Çizelge 6.1.	Ölçülen	nokta	yerleri	ve	ortalama	hata
payları.....						
						96
Çizelge 6.2.	Ölçülen	nokta	yerleri	ve	ortalama	hata
payları.....						
						105

**EK LİSTESİ**

EK I - Karatay Medresesi Ölçülen Noktaların Arazi Koordinatları .....	123
EK II - Sırçalı Medrese Ölçülen noktaların Arazi Koordinatları.....	124

## 1.GİRİŞ

Yaşadığımız topraklar Anadolu, tarihinin başlangıcından bu yana birçok medeniyete kucak açmış ve buna bağlı olarak da birçok kültürü bünyesinde barındırmıştır. Bu medeniyetler tarafından oluşturulan kültürel mirasın, özellikle kültürel sürekliliğin sağlanabilmesindeki önemi ve korunması gerekliliği kabul edilmiş ve son yıllarda insanlığın çaba harcadığı ortak bir olgu haline gelmiştir. Kültürel devamlılığın ve gelecek kuşaklara aktarımın sağlanabilmesi, restorasyon ve koruma alanındaki eylemlerin ve projelerin hayata geçirilerek tarihi yapıların günümüzde çağdaş kullanımda yer alabilmesi için bu kültürel miras objelerinin belgelenmesi gerekmektedir.

Kültürel mirasımızı oluşturan tarihi eserlerin, mimari yapıların daha kolay anlaşılabilmesi, restorasyon ve koruma eylemlerinin gerçekleştirilebilmesi için en doğru ve sağlıklı veriyi elde etmek amacıyla belgeleme alanında giderek gelişen tekniklerin ortaya çıkması, bilimsel ve teknoloji alanında oldukça çaba sarf edilen ve önemli bir derecede ilerleme kaydedilmiş bir konudur. Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte kültürel mirasın belgelenmesinde de önemli gelişmeler olmuş, çağdaş belgeleme teknikleri hızlı bir şekilde ilerlemiştir. Bugünkü teknoloji tarihi eserlerin ve korunacak yapıların artık daha hassas ve daha hızlı bir şekilde belgelenmesine ve gelecek nesillere aktarılmasına olanak vermektedir.

Gelecek Nesillere aktarabilmede birinci basamak, yapının mevcut durum tespitinin yapılmasıdır. Mimaride rölöve, özellikle koruma projelerinde önemli bir yeri olan, yapının mevcut durum tespitini yapmayı amaçlayan bir eylemdir. Bir tarihi eserin belgelenebilmesi ya da koruma projesinin oluşturulması ancak sağlıklı bir tespit çalışmasıyla yapılabilir. Yapının rölöve ve ileriye yönelik koruma projelerinin başarısı, yapılan mevcut durum tespitinin başarısıyla doğru orantılıdır.

Kültürel mirasın belgelenmesi ve devamında kullanılan yöntemler giderek gelişmekte, mimarlıkta çoğunlukla tarihi yapıların mevcut durum tespiti ve oluşan deformasyonların belirlenmesi ile koruma projelerine altlık oluşturan rölöve projelerinin hazırlanmasında kullanılan yöntemlerden klasik yöntem, zamanla yerini dijital ve daha teknolojik aletlerle yapılan modern yöntemlere bırakmıştır.

Tarihi envanterlerin sağlıklı elde edilmesi, mevcut verilerin sayısallaştırılarak dijital ortamda saklanması, haritacılık dışında mimarlıkta da geniş kullanım alanı bulan yersel fotogrametrinin tarihi uygulamalara getirdiği büyük avantajdır. Yakın mesafeden tek yada çift kameralarla çekilen fotoğrafların, dijital ortamda bazı işlemlerden geçirildikten sonra sayısallaştırılarak iki boyutlu çizim, üç boyutlu modeller ve fotoğraf üzerinden gerçek sayısal veri elde edilmesi esasına dayanan bu yöntem 'Yakın Resim Fotogrametrisi' olarak adlandırılmaktadır.

Fotogrametri mimaride ilk kez mimar Meydenbauer tarafından, yıkılan bir kilisenin mevcut resimlerine göre restore edilmesinde kullanılmıştır. Mimari öğelerin görsel verilerinin elde edilmesinde kullanılan sayısal (dijital) veya analog (fotografik) görüntülerdeki bilgilerin ölçekli olarak değerlendirilmesi tekniklerine mimari fotogrametri denilmektedir. Bunda elde edilen analizler, 3D modellemeler ve bilgisayar ortamında grafik sunumlar, daha gerçekçi ve görsel veriler sunduğu için mimari fotogrametri zamanla daha çok tercih edilen teknik haline gelmiştir.

Mimari fotogrametri mimarlıkta,

1. Koruma Projelerine altlık oluşturan rölöve projelerinin hazırlanmasında
2. Koruma İmar Planlarının yapım ve uygulamasında
3. Kültür varlıklarının koruma, bakım ve onarım amacıyla yapılan belgeleme çalışmalarında
4. Yapılarda meydana gelen deformasyonların belirlenmesinde
5. Onarım sonrası yapının olması gerektiği gibi olup olmadığının -3D modelleme ile- tespitinde kullanılmaktadır.

Yersel fotogrametri tekniğinin mimaride kullanım alanının artması birçok avantajı da beraberinde getirmiştir.

Yersel fotogrametrinin sağladığı sayısal veriler, 3 boyutlu vektörel veriler, görsel görüntüler ve yapının ortofoto görüntüleri tarihi yapının belgelenmesi ve korunması için üretilecek projelerde yönlendirici ve yol gösterici olmaktadır. Bir yapının üç boyutlu modellenmesi, kültürel mirasın daha iyi anlaşılmasının ve yapının mevcut durumuyla gelecekte, koruma projelerinden sonraki durumunun karşılaştırılması ve değerlendirmesinin yapılabilmesinde kolaylık sağlamaktadır.

Koruma projelerinin ve rölöve projelerinin hazırlanmasında, özellikle tarihi yapılarda işleme, kubbe, kemer, oyma, mukarnaslı yüzeyler gibi karmaşık geometri

bölümlerin rölövelerinin daha doğru ve daha hassas çıkarılmasında, yanına yaklaşılamayacak kadar yaşlanmış ve tehlike arzeden yapıların durum tespitinin yapılmasında, yapıda meydana gelen deformasyon miktarlarının tespitinde hassasiyet ve zaman kazanımı da sağlamasından dolayı mimarlıkta koruma projeleri ve rölöve projelerine altlık oluşturmada klasik yöntemle göre daha çok tercih edilen bir yöntem haline gelmiştir.

### 1.1. Amaç ve Kapsam:

Kültürel sürekliliğin sağlanabilmesi ve kültürel mirasın gelecek kuşaklara aktarımının gerçekleştirilebilmesi, restorasyon ve koruma alanındaki eylemlerin ve projelerin hayata geçirilebilmesi ilk olarak sağlıklı belgeleme çalışmasının yapılması ile mümkün olabilmektedir.

Çalışma kapsamında,

- Kültürel mirasın gelecek nesillere aktarılmasında önemli yer tutan tarihi envanterin belgelenmesi ve mimarlıkta belgelemenin yeri, önemi ve amacı belirtilmiş,
  - Belgelemede kullanılan klasik ve modern yöntemlerin çeşitleri ve tarihçesi açıklanmış,
  - Mimarlıkta belgeleme ile ilgili kurum ve kuruluşlarda bahsedilmiş,
  - Modern belgeleme yöntemi yersel fotogrametri tanımı ve kullanım alanları,
  - Mimari Fotogrametri, gelişimi, Mimari Fotogrametrideki mevcut metot ve sistemler,
  - Mimari fotogrametride kullanılan ekipman ve seçim ölçütleri,
  - Mimari fotogrametri için ölçütler,
  - Mimari fotogrametrinin mimarlıktaki uygulama alanlarından ve uygulamalarından örnekler
  - Sağlıklı bir mimari fotogrametri çalışması için dikkat edilmesi gerekenler belirtilmeye çalışılmış,
- Rölöve alım tekniklerinden klasik ve modern yöntemler değerlendirilmiş ve kendi aralarında karşılaştırmaları yapılmıştır. Klasik yöntemle rölöve alım tekniğinin, yersel fotogrametri yöntemine göre avantajlı ve dezavantajlı olduğu yönleri belirlenmeye çalışılmıştır.

- Çalışmada Konya Karatay ve Sırçalı Medrese' nin portalleri yakın resim fotogrametrisi yöntemiyle belgelenmiş, koordinat noktaları , hata yüzdeleri ve hata payları tablolar halinde gösterilmiş ve incelenmiştir.

Çalışmada amaç, yersel fotogrametri yöntemiyle elde edilen sayısal, hassas verilerin, mimarlıktaki mevcut durum tespitini yapmaya yönelik belgeleme çalışmalarında sağladığı avantajlar bakımında taç kapılar üzerinde değerlendirmek ve bu metodu, avantajlarıyla birlikte rölöve, koruma ve restorasyon projelerimizde disiplinler arası ortak çalışmalarla kullanmak ve bunu en üst seviyeye çıkarmaya çalışmaktır.

## 1.2. Materyal – Metot

Çalışmada klasik ve çağdaş belgeleme tekniklerinin tanımları yapılırken, bu konularla ilgili akademik çalışmalar, kitaplar ve geçmiş yıllardaki yayınlarda yapılmış olan tanımlamalardan yararlanılmıştır. Çalışmaya konulan örneklerin temininde internet, CIPA ve ICOMOS organizasyonlarının geçmiş yıllardaki sempozyum içerikleri ve bu sempozyumlarda yer alan yayınlanmış bildiriler kullanılmıştır. Ayrıca konu ile ilgili yurt içi ve yurt dışında hazırlanmış olan tezler incelenerek metot kısmında bu çalışmalardan fikir alınmış, mimari fotogrametri için gerekli ölçütlerin yerine getirilmesinde, kullanılan bilgisayar yazılımlarının tespitinde bu araştırmalar kaynak olarak kullanılmıştır. Konuyla ilgili çalışmaları bulunan hocalar ile görüşülmüş, konunun uygulama alanları ile ilgili yurt içindeki ve yurt dışındaki uygulamalara yer verilmiş ve bunlar örnek olarak değerlendirme kapsamına alınmıştır.

Çalışmada gerekli olan fotoğraflar Canon IXUS 750 dijital fotoğraf makinesiyle alınmış, ölçümler Topcon GPT 3007 lazerli total station ile yapılmış, değerlendirme için ise photomodeler 5.0 fotogrametrik yazılımı kullanılmıştır. Kullanılan fotoğraf makinesi, yazılım içerisinde kalibre edilmiştir.

Ölçüleri alınan Konya Karatay ve Sırçalı Medrese portallerinin çift resim fotogrametrisi yöntemine göre alınan fotoğrafların çakıştırılmasıyla üç boyutlu ve iki boyutlu görüntüleri elde edilmiş, karşılaşılan problemler ve çözüm önerileri



sunulmuştur. Fotogrametrik yazılımda çizimler yapılmış, autocad ortamında da düzenlenmiştir.

### 1.3. Literatür Özeti

Çalışmada belgeleme kavramını mimari boyutta ele alan yayınlar, sempozyumlar ve akademik çalışmalar incelenmiş, belgelemenin mimarlıktaki yeri, önemi ve amacının belirtilmesine yönelik tanımlamalar yapılmıştır.

Mimarlıkta *belgeleme* kavramının tanımı yapılırken, Doğan Kuban'ın "*Tarihi Çevre ve Korumanın Mimarlık Boyutu*", Doğan Hasol'un "*Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü*", Zeynep Ahunbay'ın "*Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon*" adlı kitaplarından yararlanılmıştır. Kültürel Mirasın Belgelenmesinin Mimarlıktaki öneminden bahsederken Zeynep Ahunbay'ın "*Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon*", D'Ayala, D. and Smars'ın "*Minimum requirement for metric use of non-metric photographic documentation*" raporundan, Patias P.'nin "*Cultural Heritage Documentation*" adlı detaylı çalışmasından yararlanılmıştır. Mimarlıkta önemli bir yer tutan belgelemenin bileşenlerinin oluşturulmasında farklı birçok kaynak ve Boehler, W., Heinz, G., "*Documentation, Surveying, Photogrammetry*" adlı çalışmaları yardımcı olmuştur. Klasik yöntemle rölöve alım tekniklerinin, tarihçesinin ve alım yöntemlerinin anlatılmasında M. Bülent Uluengin'in "*Rölöve*", Uzel T. Ve Örüklü E.'nin "*Mimarlık Ölçme Bilgisi – Klasik ve Fotogrametrik Yöntemler, Rölöve Çalışmaları*" adlı kitaplarından yararlanılmıştır. Fotogrametrinin tanımının yapılmasında ve çeşitlerinin belirlenerek sınıflandırılmasının yapılmasında ve yersel fotogrametrinin kullanıldığı alanlardaki örneklerin elde edilmesinde, Yrd. Doç. Dr. Murat Yakar'ın "*Yakın Resim Fotogrametrisi ve Kullanım Alanları*" isimli çalışmasından ve Orhun' da yaptığı fotogrametrik çalışmalarından, Hüseyin Gürbüz'ün "*Fotogrametriye Giriş*" adlı kitabından, Mine Turan'ın "*Mimari Fotogrametri Alanındaki Çağdaş Gelişmelerin Değerlendirilmesi*", - Hemmleb, M. Ve Wiedemann, A.'nin "*Digital Rectification and Generation of Orthoimages in Architectural Photogrammetry*", adlı yayınlarından, internetten ve geçmiş yıllarda yapılan çalışmalardan kaynak olarak faydalanılmıştır. Çalışmada ayrıca, mimari fotogrametri için gerekli ölçütlerin belirlenmesinde, kullanılan materyallerin belirlenmesinde, Boehler ve Heinz' in "*Documentation, Surveying,*

*Photogrammetry*”, Csaplovics, E., Herbig, U., Diekmann, C.’nin “World Heritage in the Digital Age- An Interdisciplinary Approach”, Klaus Hanke ve Grussenmeyer’in “*Architectural Photogrammetry : Basic theory, Procedures, Tools*” isimli çalışmaları kullanılmıştır. Mimari fotogrametrideki mevcut metot ve sistemlerin sunulması ve sınıflandırılmasında, CIPA 1999’un mimari fotogrametrideki mevcut metot ve sistemlerle ilgili raporu, Klaus Hanke ve Grussenmeyer’in “*Architectural Photogrammetry : Basic theory, Procedures, Tools*”, Günter Pomaska’nın “Automated Processing of Digital Image Data in Architectural Surveying” adlı çalışmalardan yararlanılmıştır. Mimari fotogrametrinin gelişiminde ve tarihçesinin elde edilmesinde Jörg Albertz’in, “*Albrecht Meydenbauer - Pioneer of Photogrammetric Documentation of the Cultural Heritage*” adlı makalesinden faydalanılmıştır.

Çalışmada ayrıca yararlanılan akademik çalışmalardan bazıları şunlardır:

- Atkinson K.B., 1996. Close Range Photogrammetry And Machine Vision

Kaynakta yakın resim fotogrametrisi, tanımı, sınıflandırılması ve kullanıldığı alanlardan detaylıca bahsedilmiştir. Tez kapsamında mimari fotogrametri, mimari fotogrametrinin tarihçesi, mimarlıkta nasıl ve nerede kullanıldığı alanlarında kaynaktan yararlanılmıştır.

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

Tezde , genel olarak yersel fotogrametrik rölöve ölçüm tekniğinden, bu tekniğin klasik yöntemle rölöve alım tekniklerine göre avantaj ve dezavantajlarından bahsedilmiş, yersel fotogrametrik rölöve ölçüm tekniği ile bir yapının rölövesi alınmış ve teknik uygulamaya dökülmüştür. Kaynağın yersel fotogrametrik rölöve ölçüm tekniğinin klasik yöntemle birlikte karşılıklı değerlendirilmesi bölümlerinden ve bu konuyla ilgili yapılan istatistiklerden yararlanılmıştır.

- Duran Z., 2003. ‘ Tarihi Eserlerin Fotogrametrik olarak Belgelenmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemine Aktarılması’ .İ.T.Ü.,Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Çalışmada tarihi eserlerin belgelenmesinin önemi, fotogrametrik olarak belgelemenin nasıl ve ne çeşitli yollarla olabileceği ve bunların Coğrafi Bilgi Sistemine nasıl aktarılacağı üzerinde çalışılmış, fotogrametrinin kullanım alanları ve bunlarla ilgili örneklere yer verilmiştir. Ayrıca Coğrafi Bilgi Sistemine bu bilgilerin aktarılması için gerekli bilgisayar programları, yazılımlar ve yöntemler de örneklerle açıklanmıştır.

- Brenner C.,2004. ‘ Building Reconstruction from Images and Laser Scanning’.Institute of Cartography and Geinformatics, University of Hannover, German

Çalışma mimarideki otomatik ve yarı otomatik rekonstrüksiyon metotlarını, fotoğraflar ve lazer tarayıcı yardımıyla rekonstrüksiyonların nasıl yapıldığına dair metotları, dijital görüntünün gelişimini anlatan bir çalışmadır.

## 2. MİMARLIKTA BELGELEME

### 2.1 Mimarlıkta Belge Kavramı

Etrafımızdaki yapay çevreyi oluşturan doğal ya da insan yapısı, tarih öncesi ve tarih dönemlerine ait yapı ya da yapı grupları, kendi dönemlerinin kültür ortamlarının mesajlarını taşımaktadırlar. Değişen fiziksel çevre karakteri geçmişten gelen bu mesajın, bu çevre içerisinde değerlendirilmesi ve bu çevreyi bilinçlendirmesini gerektirmektedir. Bu bilinçlendirme için ise, yapının sadece korunması yeterli olmamaktadır.

Günümüze kadar gelmiş ve kendi kültür ortamını yansıtan tarihi bir yapı, şüphesiz bir belge niteliğindedir. Sadece bir açıdan değil, taşıdığı bütün diğer özellikler sebebiyle ayrı ayrı birer belgedir bizim için. Güzel olduğu için estetik bir belge olmasının yanı sıra, dönemdeki sosyal statüsü hakkında bilgi verdiği için sosyal bir belge, döneminin yapım teknolojisi hakkında bilgi verdiği için teknik bir belge ve ekonomik düzey hakkında bilgi verdiği için de ekonomik bir belgedir. Herhangi bir döneme ait yapı ya da yapı kalıntısı, estetik olmasa bile tarihi bir belgedir. Çünkü geçmişe dair, insanlığa dair ve kültüre dair değerleri ve mesajları beraberinde getirmiştir. O dönemde yaşamış olan insanların eylemlerinden, yaşama biçimlerinden, sosyal ve ekonomik statülerinden bir şeyler bize aktarmaya çalışmaktadır ki bu, tarihe tanık olma anlamına gelir. Tarihe tanık olan bir yapı ya da yapı grubu, işlevsel, kültürel ve simgesel bağlamda bir şeyleri bünyesinde bulundurmasından ötürü oldukça önemli bir belgedir. Yapı, her ne kadar kültürel statüsünü günümüzde korumasa da, tarihi bir olaya tanıklık etmesi ve tarihi bir süreci yansıtması, çağdaş restorasyon kuramının koruma ölçütlerinden biridir.

### 2.2. Kültürel Miras ve Mimarlıkta Belgelemenin Önemi

Kültürel miras, kültür zenginliğinin, yaşam tarzının, geçmişteki teknik ve ekonomik düzeyin, sosyal statü düzeyinin ve bunların mekâna yansımalarından oluşan

teknik bir belgedir. Özellikle taşınmaz kültür varlıkları, günümüze kadar gelmiş en somut belgelerdir.

Kültürel mirasın belgelenmesi ile ilgili ihtiyaçlar gün geçtikçe artmaktadır. Gelişmiş ülkelerdeki, mirasın korunmasıyla ilgili artan sosyal bilince karşılık gelişmeyen ülkelerdeki bu konuyla ilgili bilinçsizlik, evrensel çerçevede bu konuda gerekli olan bilincin dengelenmesini gerektirmektedir. Bu dengenin sağlanabilmesi için gerekli olan bilinç talebi, sadece bölgesel, yerel, ulusal ya da uluslar arası alanda tarihi yapıların ve kültür yapılarının korunmasını değil aynı zamanda bu mirasa verilmesi gereken fakat unutulmuş önemi de içermelidir. Tehlike altında olan miras yapıları ve yapı grupları, bunların yer aldıkları bölgelerin çalışılması, değerlendirilmesi ve gerekenin yapılması giderek acil bir durum haline gelmiştir. Kültürel ve teknolojik gelişmelerin yanında artan kentleşme ve rant kaygısı, kültürel mirasın korunmasını zorlaştırmakta, değişen yaşam tarzları ve toplumun ihtiyaçları kültürel mirasın korunmasını tehdit etmektedir. Bu faktörler nedeniyle, tarihi geçmişimiz için önemli olan bu yapı ve yapı gruplarının dokümantasyonu önemli ve gerekli hale gelmiştir. Dokümantasyon, kültürel mirasın gelecek nesillere aktarılabilmesi için yapabileceğimiz tek yoldur.

Dikkate alınması gereken şudur ki, belgeleme, bütün ve uzun bir süreçtir, araştırma, inceleme, gözlem, detaylandırma, tanımlama, terimsel bilgiler ve diğer verileri elde etmeyi kapsayan geniş bir aktiviteler bütünüdür.

“Objenin geometrisi, sadece kayıt edilmesi gereken parametreler değildir. Objeyi, tek ve eşsiz yapan bütün özellikler anlamlıdır; bütün potansiyel değerler-mimari, akustik, tarihi, bilimsel ve sosyal- bunların hepsi dikkate alınması gereken parametrelerdir.” (D’Ayala ve Smars 2003).

Mimarlıkta Belgeleme, en genel anlamıyla yapının fiziksel tanımının yapılmasıdır. Bu çalışma rölöve ve fotografik çalışma ile başlar, analitik rölöve ile devam eder. Analitik rölöve, yapının ölçülmesinin yanı sıra, yapı bünyesini ve değişme sürecini saptamak amacıyla yapılan çalışmaları kapsar.(Kuban 2000). Burada analitik değerlendirme süreci, taşıyıcı elemanların fiziksel ve kimyasal incelenmesini, işlevlerini görüp görmediklerini, yapıda meydana gelen bozulmaların yerleri ve türlerinin tespit edilmesini, eğer varsa sonradan eklenmiş bölümlerin

belirlenmesi ve incelenmesini amaçlar. Malzeme eskimesi, bozulması, yangın, deprem, doğal afet gibi nedenlerle taşıyıcı sistemin statik denge bozuklukları, yapıda meydana gelen bozulmaların tespiti, düşey ve yatay eğilmeler, ezilme ve kabarmalar ve bunların neden olduğu karakteristik çatlakların tespiti teşhise dayalı araştırmalardır. Bu araştırmaların sağlıklı bir şekilde yapılması, yine sağlıklı bir koruma projesi için gerekli olan belgeleme için en önemli ihtiyaçtır. Yapının bugüne ulaşmış, tarihin bütün aşamalarını içeren bu mesajlarının bugün yerine ulaşabilmesi, ancak yapılacak sağlıklı bir belgeleme ile mümkün olabilir. Çünkü restorasyon eylemi, bu alınan mesajla yönelir. Bu nedenle belgeleme, koruma çalışmalarına ve projelerine başlamadan önceki ilk ve en önemli adımdır.

Belgeleme süresince, yapı ya da yapı grubuyla ilgili gerekli bilgiler, eski fotoğraflardan, eski haritalardan, eski çizimlerden ve projelerden, genel ve özel arşivlerden, resimlerden gravürlerden, arkeolojik verilerden ve seyahat notlarından elde edilebilir (Güleç ve ark., 2006).

Mimari açıdan önemli bir tarihi yapının belgelenebilmesi için öncelikle o yapının korunmaya değer bir yapı olması gerekir. Bunun için de;

- Geçmişte tarihi bir olaya tanıklık etmesi
- Geçmişteki tarihi bir süreci yansıtmayı,-tarihsel değerinin olması-
- Özgün ve karakteristik özelliklere sahip olması
- Süreklilik değerinin olması,
- Belge niteliği taşıması,
- Yapının sürekliliğini koruması- kullanımının devam etmesi-
- Artistik ve teknik değerinin olması
- Fonksiyonel bir değerinin olması
- Geleneksel bir değerinin olması
- Eski olması

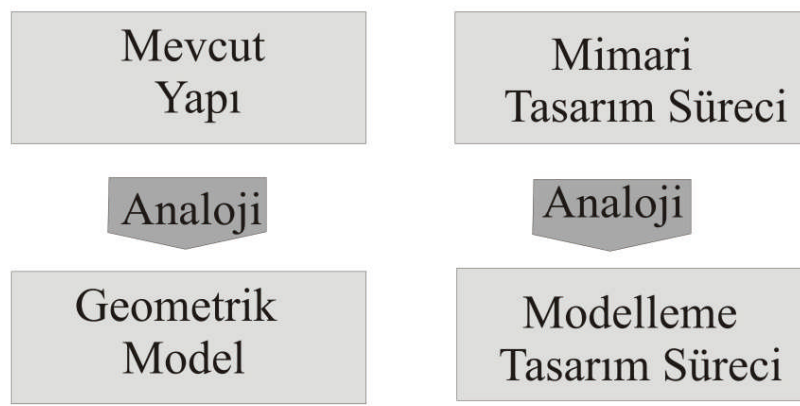
gerekmektedir. Bu özelliklerin biri ya da birkaçının bulunduğu tarihi eser, korumaya değer görülmektedir. Çağdaş restorasyon kuramına göre koruma kararı bir yapı ya da yapı kümelerinin;

- Tarihi belge niteliği
- Eskilik özelliği

-Estetik değeri yönlerinden sahip olduğu öneme bağlı olarak alınmaktadır (Ahunbay, 1996).

### 2.3.Mimarlıkta Belgelemenin Amacı

Mimarlıkta belgeleme, süreç bakımından mimari projeden farklıdır. Mimari bir projede sonuç ürüne ulaşmak için işleyen, tasarım, çizim ve uygulamaya doğru giden süreç, rölöve projelerinin hazırlanmasında tersine işler. Mevcut durumdan çizim elde edilir ve bu çizimler üzerinden uygulama ve işlevlendirme kararları alınır.



Şekil 2.1 : Mimarlıkta belgeleme ve tasarım süreci arasındaki analogik yaklaşım ve farklar (E.Alby ve ark. 2005).

Bir yapının ölçme, çizim ya da sunumu-fotoğraflar modellemeler- nun yapılması yapıyı anlamamanın bir yoludur. Bu anlamayı gerçekleştirecek bir araştırma, mimari açıdan yapıyla ilgili bütün verileri, analizleri ve analiz için gerekenleri içermelidir. Çünkü dokümantasyon, mirası gelecek nesillere aktarmanın ve bizim bu konuda yapabileceğimiz tek yoldur.

Belgeleme,

- Kültürel mirasın taşıdığı mesajın ve kendisinin gelecek nesillere aktarılması,
- Yapı ya da yapılar grubunu günümüzün çağdaş kullanımında değerlendirilerek yaşamasını sağlamak,
- Yapının geçmişi ile ilgili yapı sahibi olmak,
- Yapının mevcut durumunu tespit etmek,
- Gelecekte hazırlanacak olan koruma, restorasyon ve restitüsyon planları için gerekli hassas verileri elde etmek,

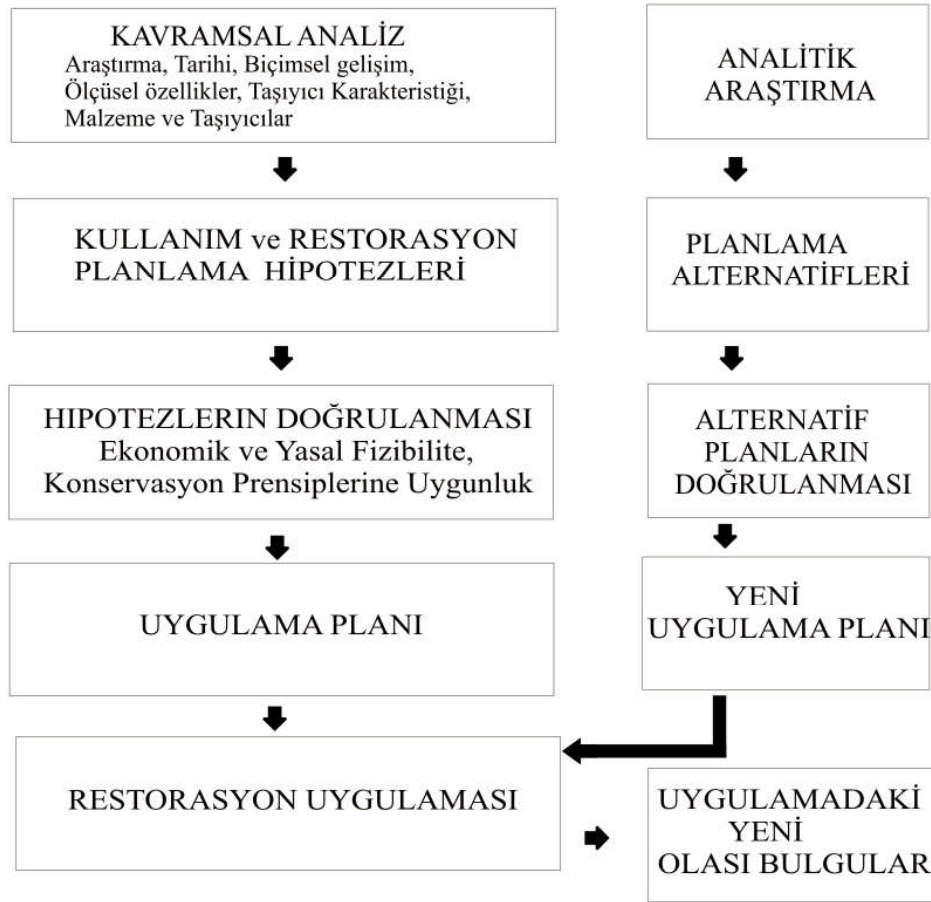
- Tarihi yapı ya da yapı gruplarındaki her türlü problemi tespit edebilmek,
  - Yapı ya da yapı grubunun geçmişi ile ilgili detaylı bilgi sahibi olmak,
  - Koruma projelerine altlık oluşturan rölöve projelerini hazırlayabilmek için gerekli verileri elde etmek
  - Halkı bilinçlendirmek ve yorumlarına açmak,
- amacıyla yapılan bir eylemdir (Güleç ve ark., 2006).

Herhangi bir müdahaleye başlamadan önce restoratörün, yapının tarihi ile ilgili bilgilerin yanında, yapının strüktürel sistemindeki problemler, yapının mevcut durumu, malzemelerdeki deformasyon, distorsiyon, çatlak analizleri, bozulmalar, hasarların değerlendirilmesi gibi tarihi yapıyla ilgili derin ve hassas bilgiye ulaşması gerekir. Daha sonra bu bilgiler, hassas rölöve projelerinin hazırlanması için birer basamak olacaktır.

Yapının fiziksel analiz ve değerlendirilmesi yanında yapılacak olan yapı ile ilgili belgeleme ve yorum, bilimsel ve uygulamaya dönük bir restorasyon çalışmasının başarılı bir şekilde tamamlanması için gereklidir. Yapının fiziksel durumu, esaslı bir şekilde belgelenmek zorundadır. Çünkü ancak o zaman yapı korunabilir ya da kültürel özelliğini devam ettirebilir. Yapının restore edilerek yeniden kullanılması, yapının ilk durumundaki değişikliğin görülmesine yardımcı olur ve o süreç hakkında bilgi verir. Mimari bir çalışmanın belgelenmesi, yapının komple anlaşılmasına, orijinal durumu ile mevcut durumunun kıyaslanabilmesine olanak verir. İşte bu notada sağlıklı sayısal verilere ihtiyaç vardır. Bir tarihi eserin belgelenebilmesi ya da koruma projesinin oluşturulması ancak sağlıklı bir tespit çalışmasıyla yapılabilir. Yapının rölöve ve ileriye yönelik koruma projelerinin başarısı, yapılan mevcut durum tespitinin başarısıyla doğru orantılıdır.

Kültürel mirasın belgelenme amaçları arasında önemli bir faktör daha vardır. O da tanıtım. Kültürel miras, kent kimliğinin ve topluluğunun bir parçasıdır. Bu durumda, belgeleme, sunum ve iletişim etkisi de olan bir faktör haline de gelmektedir.





Şekil 2.2. Koruma çalışmalarında restorasyon süreci ve bu süreçte yapılan çalışmalar (Genovese 2005).

Mimari çalışmaların analizleri belirli bir süreç ve mantıksal bir çerçevede ilerler. Analiz araçları, simetri, kopya, oransal dönüşümler ve bütün geometrik ilişkilerdir. Çeşitli mimari tarzlar, oransal yaklaşımları, kimi tarzlar, simetrisel yaklaşımları bazıları da kopyasal tarzları sunarlar. Pratikte, bir yapı bu yaklaşımlardan birinin ürünüdür. Bu düzenlemeler, yapı tasarımı boyunca kullanılırlar. Bunun gibi aslında mimari bir çalışmanın betimlenmesi ve anlatılması da, araştırmacının kişisel kültürel alt yapı ve çizim tekniğine göre değişir. Bir mimari çalışmayı, bir mimar ile başka bir mimarın sunum şekilleri birbirinden farklıdır. Bir mimari çalışmanın analizi için birçok yöntemin olmasına bağlı olarak, çeşitli veri elde etme yöntemleri de mevcuttur. Bugün teknik çözümler, bir mimari çalışmanın

ve modelin sayısal alanda kullanılmasına ve düzenlenmesine olanak vermektedir. Mimari model, üç boyutlu veri ile mimari bilginin birleşimidir (E.Alby ve ark. 2005).

## **2.4. Belgelemenin Bileşenleri**

Bir belgeleme projesine başlanıldığı zaman, gerekli araştırmaların doğru yapılması için bileşenlerin tam ve dokümanların yeterli olması gerekir.

### **2.4.1.Araştırma**

Mimari açıdan bir belgeleme yapılırken, yapının tarihi ile ilgili araştırmalar, teknik açıdan incelemeler, anıtın yasal statüsü ile ilgili araştırmalar ve anıtın estetik açıdan değerlendirilmesini içeren araştırmalar yapılır. Yapı ve yapı bünyesiyle ilgili geometrik, fiziksel, kimyasal, strüktürel, malzeme ve doku analizleri araştırmaları ve analitik araştırmalar yapılmalıdır. Bunların dışında yapının geometrik tanımlaması ve ayrıntılı hesaplamalar da yapılmalıdır. Bu ayrıntılı hesaplama, basit geometrik tanımlama ile de yapılabilir fakat, mimari terminoloji, çok ayrıntılı ve karmaşıktır. Bu nedenle yapının tümünün anlatılabilmesi için, en küçük detayın bile tarif edilmesinde ihtiyaç vardır.

### **2.4.2. Uygun Metot Seçimi**

Yapı büyüklüğüne ve kompleksliğine göre uygun metodun seçimi önemlidir. Yapıda kullanılan materyallerin tanımlanması için farklı metotlar, eğer gerekirse farklı yaş belirleme metotları kullanılabilir.

### **2.4.3. Teorik alt yapı**

Tarihi yapı ile bilgiler, yapı ilkelerinin değerlendirilmesi için imkân verir. Global bakımdan, bu prensiplerin değerlendirilmesi, yapı ile ilgili kararların alınması, yapının geçmişinde olan ve geçmişinde inşa edildiği gibi yapılmasına, ya da

korunmasına izin veren önemli gerçekler ve politikalarla da ilgilidir. Bu bilgiler mimara, yapım sürecinde ihtiyacı olan teknolojik ve yapısal altyapı hakkında bilgi vererek, yeni yapı modeli oluşturmaya yardımcı olur. Ve daha önceden kalmış herhangi bir bulgunun olup olmadığı, ya da herhangi bir müdahalenin yapılıp yapılmadığı hakkında bilgi sahibi olmasına yardımcı olur. Bu nedenle teorik alt yapı önemlidir ve yapının farklı bölümleri arasındaki ilişkileri ve diğer objelerle ilişkilerini açıklayan ve bunları tarihi bir zemine ve gelişime oturtan bilgiler verilmeli ve bu bilgiler raporlarla desteklenmelidir.

#### **2.4.4. Teknik Ustalık, beceri**

Tarihi bilgi ile teknik ustalık arasında sıkı bir ilişki vardır. Burada yapının kendisi, teknik bilgi ve becerinin temel kaynağıdır. Yapı malzemeleri hakkında bilgiler yapı hakkındaki hipotezleri de yönlendirir. Yapı, bu bilgilerin tekrar keşfedilmesi için asıl bir yardımcıdır. Mimar, yapıdaki deneyimleriyle, yapının çeşidini belirleyen maddeler kurabilir. Burada mimar olan doktrin, deneyimlerinden sonuç çıkarır, formalize eder ve mantığa döker. Aynı zamanda, mimari çalışmaların gidişatını belirler ve çalışmaya ve kapsamına yardımcı olacak birbirine benzer ya da farklı hipotezler ortaya koyar.

#### **2.4.5. İşbirliği**

Belgeleme, birçok özel dalın katkılarını içermektedir. Belgeleme projelerinde yer alan insanlar, mevcut teknikler hakkında iyi bir bilince sahip olmalıdır. Bilim adamları ve bu konuda gönüllü ve istekli olan girişimciler işbirliği içinde olmalı, uygulama ve eğitim sürecinde kullanılan metotların geliştirilmesinde beraber çalışmalıdırlar. Bu konuda CIPA Working Group 3, bu yaklaşım için iyi bir örnektir(Boehler ve Heinz 1999).

#### **2.4.6. Yayın ve Bilgi Sistemleri**

Belgeleme sonuç ürünlerinin kâğıt üzerindeki çıktıları olan planlar, haritaların dağıtımını, saklanması ve halka ulaşımı zor olmaktadır. Fakat analiz ve görselleştirme metotları, kâğıtlardan çıkarılmayan sonuçların elde edilmesine izin vermektedir. Bunun yanında elde edilen sonuçlar, DVD, CD ya da internet üzerinden dağıtılabilmektedir günümüzde ulaşımı daha mümkün hale gelmiştir. Heinz 1997' ye göre, kültürel miras dokümantasyonu ile ilgili bütün kuruluşların ana hedefi modern dağıtım imkânlarını güçlü bir şekilde tavsiye etmek olmalıdır (Boehler ve Heinz 1999).

#### **2.4.7. Amaç ve Hedeflerin Belirlenmesi**

Belgeleme ile ilgili amaç iyi ve doğru tespit edilmelidir. Belgelenecek kültürel miras, kültürel bir peyzaj, içinde bulunduğumuz yapıyı çevrenin bir elemanı ya da el yapımı bir kalıntı olabilir. Her obje aynı alt sisteme ayrılabilir, farklı dokümantasyon süreci gerektirir. Yapının belgeleme sürecinde önceliklere karar verilmek zorundadır. Daha önemli, daha tehlike altında olan yapı ya da yapı grupları öncelikli olarak belgelenmelidir.

#### **2.4.8. Ekonomik Destek**

Kültürel mirasın belgelenmesinin arzu edilenden çok gerekli bir sürecin olduğu tartışılmazdır. Mevcut metotlar ve bunlarla ilgili gelişmeler günümüzde giderek artmaktadır. Koruma ve belgeleme bilinci olan ülkelerde bile, bu çalışmalar için ayrılan fonlar oldukça sınırlıdır. Bu konuda özellikle gelişmekte olan ülkeler, bu tür çalışmalar için oldukça fazla çaba göstermekte ve zorlanmaktadırlar. Sonuçta belgeleme sürecinin sağlıklı bir şekilde tamamlanabilmesi, çalışma aşamasında ekonomik kaygı duyulmamasına bağlıdır. Bunun için, yukarıda bahsedilen öncelikli olarak belgelenmesi gerekli yapılar ve diğerleri için, devlet ve diğer kuruluşlar çaba içerisinde olmalı, bu kültürel mirasın sağlıklı bir şekilde belgelenmesine katkıda bulunmalıdırlar.

## 2.5. Rölöve

Belgeleme, mimarlıkta rölöve çizimleri ve çalışmalarıyla ifade edilir.

“Rölöve, Fransızca bir kelimedir. Fiil hali ‘relever’, isim hali ‘releve’ dir. ‘Re-’ ön eki Latin kökenlidir ve ‘tekrar’ anlamındadır. ‘Lever’ ise kaldırmak demektir. Fiil hali olarak ‘relever’ yeniden ayağa kaldırmak anlamına gelir.” (Uluengin, 2002).

Mimaride rölöve, mevcut bir yapının plan, kesit, cephe ve detayları ile birlikte mimari çizim olarak ifade edilebilmesi için yapılan ölçü alma işlemidir. Yalnız burada önemli olan, rölövenin, yapının o günkü halini anlatması, varsa ilave ve eksikliklerin olduğu gibi çizimlerde gösterilmesidir. Rölöve çalışması yatay mesafe, dikey mesafe-yükseklik-, açı ölçümü ve detay ölçüm işlemlerinden oluşan bir çalışma bütünüdür.

Rölöve eski bir yapının belgelenmesi, incelenmesi, kent dokusundaki yerinin belirlenmesi, restitüsyon, restorasyon projelerinin hazırlanma ve yapımı için kişi veya kurum isteği üzerine yapılmış ön araştırma ve çizimdir. Tescil ve onayı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu’ndan alır.

Başarılı bir rölöve çalışması yapabilmek için;

- Mevcut durumu iyi tespit etmek
  - Problemi iyi anlamak
  - Hassas ve doğru bir şekilde ölçü almak
  - Alınan ölçüleri çizime doğru aktarmak
  - Yapıda önemli olan ve çizime aktarılması gereken yerleri atlamadan doğru bir şekilde çizime aktarmak
  - Çizimin yeterli olmadığı yerlerde çizimi açıklayıcı notlarla desteklemek
  - Ölçü alımını doğru ve hassas yapabilmek için gerekli ekipmanı doğru seçmek
  - Ekipmanın hassasiyetini iyi bilmek
  - Uyumlu bir ekiple çalışmak
  - Konuyla ilgili yeterli deneyime sahip olmak
  - Yapılış amacını iyi belirlemek
- gerekmektedir.

## 2.6. Rölöve Çeşitleri

Rölövenin çizim tekniği ve ölçeği yapılış amacını etkiler ve objenin büyüklüğüne, boyutuna, projenin amacına göre değişir. İstenilen planın ölçülerinde, kesit, görünüş ve detaylarında aranan hassasiyet ve belgelemenin amacı, rölöve projesinin de amacını belirleyen önemli faktörlerdir.

### 2.6.1. Arşivleme Amaçlı Rölöve

Plan şeması ve kaba ölçüler alınarak arşivlemek amacıyla yapılan rölövedir. Genellikle mimarlık tarihi çalışmaları belgelenmesi için kullanılır.

### 2.6.2. Üzerinde Çalışma Yapabilmek Amaçlı Rölöve

Bu tür rölöve çalışmaları üzerinde çalışma yapılması, ölçülerin kontrol edilmesi ya da detaylandırılması için yapılan rölöve çalışmalarıdır. Kurula teslim edilmeyen çalışmalardır.

### 2.6.3. Koruma, Onarım ve Belgeleme Amaçlı Rölöve

Plan, kesit ve görünüşler detaylı bir şekilde ölçülür ve bu çizimler kuruma tescil için verilebilirler. Tarihi bir yapının korunması, onarılması ve rölövesinin çıkartılması için yapılan detaylı çizimlerdir.

### 2.6.4. Restitüsyon ya da Rekonstrüksiyon Amaçlı Rölöve

Bu çizimler de oldukça detaylı bir şekilde hazırlanır ve kurula sunulan projelerdir.

1/200 ölçekli bir çalışma genel olarak planda kütle özelliklerini, binaların genel görünümünü ifade eder. Örneğin bir sokak üzerinde yer alan binaların genel görünümü ve kütle özelliklerini anlatacak bir rölöve çalışmasının 1/200 ölçekli olması yeterlidir.

1/100 ölçekli bir çalışma yeniden kullanıma yönelik projelerde kullanılabilirken,

1/50 ölçekli çalışmalar restorasyona yönelik rölöve projeleri için uygundur ve bu çizimler 1/10, 1/20, 1/5 hatta bazen 1/1 ölçekli detay çizimleriyle de desteklenir.

Tamamlanan rölöve çalışmaları, analiz paftalarıyla desteklenir. Yapı üzerindeki değişik onarımlar, tespit edilen hasarla, üslup benzerliği ve farklılığı gösteren bölgeler planlar, kesitler ve görünüşler üzerinde işlenir. Ayrıca yapı üzerindeki çatlaklar, malzeme bozunmaları da rölöve çizimleri üzerinde belirtilmelidir. Bu tespitlerden sonra gerekli müdahaleler belirlenir ve yapının özgünlüğüne en saygılı onarım, yapı bütünlüğünü göz önünde bulundurularak en uygun müdahale kararı verilir. Bu en uygun müdahale kararının verilmesine kadar işleyen bu hassas süreçte her şey belgelemenin hassas yapılmasına bağlıdır.

## 2.7. Rölövenin Tarihçesi

“Osmanlıdaki ilk rölöveler 1873 Uluslar arası Viyana Sergisi için Montani Efendi ve arkadaşları tarafından hazırlanmıştır. Sergide Osmanlı mimarisinin önemli detayları 189 levhadan oluşan Usul-ü Mimari-i Osmani-L’Architecture Ottomane adlı eserde toplanmıştır.”(Uluengin 2002)

Türkiye’ de koruma etkinlikleri birçok kaynağa göre 19.02.1931 tarihinde, Atatürk’ün Konya gezisi sırasında, Kasım 1930’ da başladığı, birçok ili kapsayan gezisinde Konya’daki anıtları gezerek, İsmet İnönü ‘ye telgraf çekmesi ve Türk medeniyetinin eserlerinin korunması gerektiğine değinmesiyle başlamıştır.

Bu telgrafın ardından 01.04.1931 yılında ‘Anıtlar Koruma Komisyonu’ kurulmuş, ödenek oluşturularak, anıtların onarım, tanzim, tescil, rölöve, estampaj, fotoğraflama, yayınların yapılması, turizme açılması görüşülmüş ve yapılması gerekliliği kararına varılmıştır.

Bunların üzerine 1933 yılında 3500 anıtın tescil fişi hazırlanmış ve onarılması gereken tarihi binalar listesi çıkarılmış ve bir rölöve müzesi kurulmasına karar verilmiştir. İlk kez Sedat Çetintaş 1933 yılından itibaren Bursa ve Edirne’ de çalışarak 49 levhadan oluşan rölöveler hazırlamıştır. 15.06.1936 gün ve 215326 sayılı kararla rölöve bürosu kurulmuş, büro şefliğine Sedat Çetintaş getirilmiştir.(Uluengin 2002)

1932 yılında Güzel Sanatlar Akademisi'nde Milli Mimari Semineri, Sedat Hakkı Eldem öncülüğünde düzenlenerek, Yüksek öğretimde ilk olarak rölöveden bahsedilmiştir. 1944 yılında 'Eski Eserler ve Müzeler Umum Müdürlüğü', 1951 yılında 'Gayrimenkul Eski Eserler ve Anıtlar Kurulu', 1983 yılında ise Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu oluşturulmuştur.

Yurt dışında yapılan rölöve çalışmaları ile ilgili başlıca gelişmeler ise şöyledir.

“Elle çizimi yapılan rölöve çalışmalarının tarihçesi ve kronolojik sıralaması ise Booker (1963) yılında aşağıdaki şekilde açıklamıştır.

- 1397- 1475 – Paolo Ucello perspektifin ilk prensiplerini geliştirmiştir.
- 1738 – Amédée Francoiz Frézier çizilmiş ilk plan ve cephelerin örneklerini ve izdüşümsel bağlantılarını yayınladı.
- 1795 – Gaspard Monge tanımlayıcı geometriyi meydana getirdi.
- 1813 – Farish izometrik izdüşümü buldu
- 1914 - Amerika bir çizim standartı olarak üçüncü boyutu da benimsedi.
- 1927 - The British Standart Drawing Office Practice kuruldu ve tanındı” . (Phillips 1994).

## **2.8. Mimarlıkta Belgeleme ile İlgili Girişim ve Kuruluşlar**

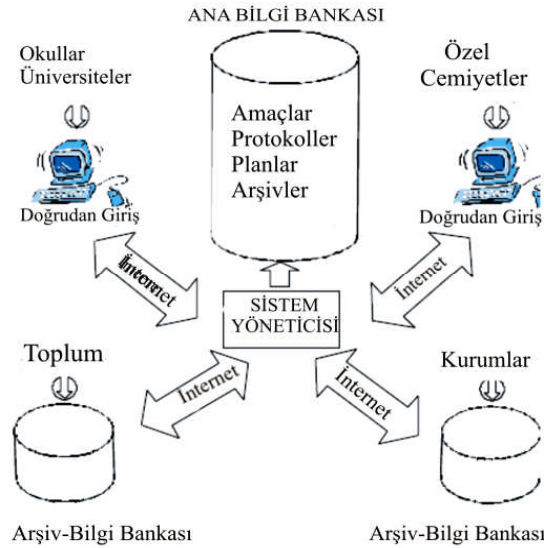
### **2.8.1. APIS – Architectural Photogrammetric System**

APIS' in arkasındaki düşünce, kültürel miras konusunda ilgili olan insanların insan gücünü harekete geçirme ve geçmişin gözle görülür kalıntılarının koruma konusundaki çalışmalar insanların katılımının sağlanması konusunda insanları istekli ve gönüllü hale getirmektir. (Csaplovic ve ark. 2002)

APIS, 1997 yılında Viyana Teknoloji Üniversitesi Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Enstitüsü tarafından kurulmuş ve kültürel miras objelerinin dokümantasyonu, bu alanda çalışan insanların tecrübe ve çalışmalarını paylaşacakları bir yer, bir platform oluşturma çabasıyla kurulmuş bir veri tabanıdır . Üniversite ve ilgili ülkelerin işbirliğinde, dokümantasyonlar toplanmış, toplanılan materyaller toplumun yetkili kişilerinin kullanımını sağlamak amaçlı düzenlenmiştir. Sistem ilk başta tekil yapıların toplanmasını amaçlıyorken, daha sonra kentsel veri içeren modüllerle genişletilmiştir (Herbig ve ark. 1999). Sistem, tüm dünya çevresinde ulaşılabilir bir rehber olma amacını taşıyan bir internet platformuna bağlanmıştır. Bu



internet tabanı içerisinde kayıtlarla ilgili bilgiler toplanabilir, bu bilgilere ekler yapılarak bunlar paylaşılabilir, böylece daha fazla bilginin toplanmasına olanak sağlanabilir ve bu bilgiler bu ortamda düzenlenebilmektedir.



Şekil 2. 3. APIS' ın veri tabanı ve çalışma sistemi (Herbig ve Waldhausl )

### 2.8.2. ARCCIP- Associated Research Center for Cultural Heritage Interdisciplinary Projects

Eylül 2001 yılında Avrupa Workshop Aridane 5 tarafından Prag' ta kurulmuş bir kuruluştur. Kültürel mirasla ilgili veri tabanı kurarak, bu konuyla ilgili genç ve profesyonelleri davet etmektedir (Kuipers,2001).

### 2.8.3. ICOMOS - International Council of Monuments and Sites

ICOMOS, dünyadaki tarihi anıt ve sitelerin korunması için 1965 yılında UNESCO bünyesinde kurulmuş uluslar arası bir örgüttür. Dünya Miras Listesinde yer alacak kültürel varlıkların başvurularının incelenmesi ICOMOS tarafından yapılmakta, bunlara göre UNESCO' ya öneriler yapmaktadır. Koruma alanında yaptığı uluslar arası çalışmalar, yayınladığı kartalar dışında koruma politikaları, koruma ilkeleri ve tekniklerine ilişkin bilgileri toplamak, dünyanın farklı yerlerinden

uzmanları bir araya getirmek ve koruma politikalarına ve bununla ilgili eğitim politikalarına katkıda bulunmak amaçları arasında yer almaktadır. Ayrıca amaçları arasında, uzmanlaşmış dokümantasyon merkezleri oluşturmak ve bunun için diğer uluslar arası kuruluşlarla işbirliği yapmak bulunmaktadır. (<http://international.icomos.org/>).

#### **2.8.4. CIPA - The International Committee for Architectural Photogrammetry**

ICOMOS ve ISPRS- International Society of Photogrammetry and Remote Sensing 1969 yılında CIPA- International Committee for Heritage Documentation ı kurmuşlardır. CIPA' nın asıl amacı, uluslar arası bir platform oluşturmak ve kültürel anıtların ve sitlerin araştırılmasında ve belgelenmesinde kullanılan bütün araştırma metotlarının gelişimlerini desteklemektir. Kültürel mirasın kayıt edilmesi ve görselleştirilmesi ile ilgili bütün metotlar, sit ya da anıt ölçeğinde kültürel anıtların ya da değerli mimari yapıların korunması ve restorasyonu konularında destek sağlamak amacıyla kurulmuştur (<http://cipa.icomos.org/>).

#### **2.8.5. DOCOMOMO – Documentation and Conservation of Buildings, Sites and Neighbourhoods of the Modern Movement**

1988 yılında mimar ve profesör olan Hubert-Jan Henket ve mimar ve araştırmacı ve akademisyen Wessel de Jonge tarafından Hollanda Eindhoven' daki School of Architecture of the Technical University' de başlatılmıştır. Uluslar arası bir belgeleme kuruluşu olan DOCOMOMO' nun amacı, dokümantasyon çalışmalarının önemli örneklerinin uluslar arası seçimini yapmak, bu ihtiyacı karşılamak, halkın bu konudaki bilgisini arttırmak ve koruma alanında bilgi kaynağı oluşturmaktır (<http://www.docomomo.com/>).

Günümüzde artık dijital veri tabanları daha çok tercih ediliyor olsa da, bu zamana gelinceye kadar, DOCOMOMO' da belgeleme işlemleri pratik olması ve maliyetinin daha ucuz olmasından ötürü fiş denilen bir kağıt üzerine yapılmaktaydı. Yaklaşık olarak 600 adet olan ve dünyada 30 dan fazla ülkeden toplanmış olan bu

fişler, Rotterdam’ daki Mimarlık Enstitüsü’nde toplanmıştır ve Brezilyada’ ki 6. Uluslar arası Sempozyum’ da sergilenmiştir (Kuipers,2001)

<b>IDENTITY OF BUILDING OR GROUP OF BUILDINGS</b>	
current name of building: Airport Budapest	
variant or former name: Public Airport Budapest	
number and name of street: 35. Köőrberéki út	hıraz: 382-386
town: Budapest	zip code: 1112
country: Hungary	
<b>CONSERVATION PROTECTION</b>	
type: protected by the local government of Budapest date: 1994	
agency responsible: Mayor’s Office Department for Protection of Values of the Town	
<b>HISTORY OF BUILDING</b>	
commission responsibility:	
names of architectural designers: Borbíró, Virgil - Kralik, László	
names of other important professionals: Photograph montage of Mrs. Marsovszky. Elemér on the parapet of the circular hall, 2 decorative photographs of Pekáry, István in the waiting room, Uj, Károly (stairs), Farkas, Sándor (design mechanical installations), Kubovics Sándor (design lighting)	
<b>CHRONOLOGY</b>	
Notify if the dates are exactly known (e) or approximately estimate (a) or (z)	
competition: 1935-02	commission:
preliminary design or design period: 1936	
official design permission:	completion of the building: 1937-06-20
<b>PRESENT STATE OF BUILDING</b>	
current use: air services of the Ministry of Agriculture	
current condition: In neglected condition. The plaster has fallen from large areas on the facade. In the seventies (?) the baute concrete structures were strengthened. the terrace standing on consoles supported by an iron structure, the diameter of the columns doubled by panelling them. the controlling cabin was demolished	
<b>EVALUATION</b>	
Short explanation of the choice reasons in regards of national/regional criteria.	
Individual design of a new type of building. very high artistic quality. The organisation of the flow of passengers, the separation of the flow of passengers and luggage on two different levels was an innovation. New structures of steel and glass, reinforced concrete, rubber etc. dominated. When completed it was one of the most modern airports of Europe	

<b>YAPI YA DA YAPI GRUPLARININ KİMLİĞİ</b>	
Yapının bugünkü adı: Diğer ya da resmi adı: Cadde adı ve numarası: Şehir: Ülke:	hrsız: posta kodu:
<b>KORUMA – MUHAFAZA</b>	
Tipi: Sorumlu acente:	
<b>YAPININ TARİHÇESİ</b>	
Komısyon Sorumluluğu: Mimarı tasarımcıların adı: Diğer önemli uzmanların adı: (elektrik, tesisat, statik, fotoğrafçılar)	
<b>KRONOLOJİ</b>	
Tarihlerin kesin olarak ya da yaklaşık olarak biliniş bilinmediğinin belirtilmesi Yanışma: Tasarım başlangıcı ya da tasarım dönemi: Resmî tasarım izni:	Komısyon: Yapının tamamlanması:
<b>YAPININ ŞİMDİKİ DURUMU</b>	
Yapının bugünkü kullanışı: Yapının bugünkü durumu:	
<b>DEĞERLENDİRME</b>	
Bölgesel / Ulusal kriterlere göre seçilme nedenlerinin kısaca açıklaması	

Resim:2.4. DOCOMOMO’ nun yapılar için hazırladığı fiş ( Kuipers,2001)

## 2.8.6. ISPRS – International Society for Photogrammetry and Remote Sensin

ISPRS kuruluşu bağımsız olarak kurulmuş, uluslar arası, karsız 176 dernek ve 120 den fazla ülkenin ortaklaşa kurduğu uluslar arası bir organizasyondur. Bilim, teknoloji ve disiplinler arası çalışmalarını destekleyen bir kuruluştur. Uluslar arası projeleri ve genç araştırmacıların yayınlarını ve çalışmalarını desteklemek amaçlı, fotogrametri ve uzaktan algılama konusundaki çalışmalar ve bunların global ölçekte paylaşılması için çaba göstermektedir.

## 2.9. Mimarlıkta Belgeleme Teknikleri

Kültürel mirasın belgelenmesini D’Ayala ve Smars 2003 yılında aşğıdaki şekilde detaylandırmıştır.

- **Amaç:** ..Amacın temeli, koruma seçimlerinin tartışılmasında bir destek elde etmek için bir garantidir... ve... herhangi bir spesifik veri kullanımı karar verme

sürecini etkiler. Bir araştırmanın uygulanma biçimi, diğer faaliyetleri de önemli ölçüde etkiler.”

- **Değerler:** “Belgeleyenin seçimleri kritiktir. Bugün için alakasız görünen bir şey, yarın oldukça önemli ve değerli olabilir. Bütün belgeleme sürecinin önemi tarihi kanıtın ya da bütünlüğün kaybolmasına izin veren, günümüz koruma çalışmalarında görülemeyen küçük detayların kaybındadır.”

- **Süreci öğrenmek**

- **Süreklilik:** .....“ Belgeleme, belirli bir zaman dilimine sınırlandırılmış bir aktivite olarak görülmemelidir....Bu nedenle, burada temel gereksinim, dokümantasyonun sonuçları gelecekteki kullanımı için elde edilebilir olmalıdır.”

- **Yapı:** ....“ Dokümantasyon, sadece yüzeyde kalmamalıdır. ....Diğer dokümantasyon teknikleri ile entegrasyonu da gereklidir.”...

- **Dokümantasyon Bölümleri:** “Dokümantasyon sırasında elde edilen bilgiler çok çeşitli ve fazla olabilir... bu nedenle metrik araştırmanın destek olduğu mevcut bilgileri organize etmek tehlikeli olabilir. Tematik çizimler (geometri, materyaller, patolojiler...) hazırlanabilir. Diğer alanlarda çalışan uzmanların hazırladıkları bilgileri diğer alanlarda çalışan uzmanlara sunması gereklidir.

- **Geniş Çaplı Bilgi:** ...“Bilginin her bir parçasının belirsizlikle ilişkisi vardır. Dokümantasyon verisi, veri kalitesiyle ilgili bilgilerle desteklenmiş olmalıdır. Kontrol süreci, kalitenin değerlendirilmesi için bir yol önerir (Patias 2006).

Kültürel mirasın belgelenmesinde farklı belgeleme teknikleri vardır. Bu tür teknikler, kültürel mirasın korunması için gerekli olan vazgeçilmez araçlardır. Yapıların dokümantasyonu ve araştırılması için kullanılan yöntemler klasik-manüel yöntemler ve modern yöntemler olarak iki ana başlıkta toplanabilir.

### 2.9.1. Klasik Yöntemle Belgeleme Teknikleri

Manüel metotlarda kullanılan aletler oldukça basittir. Lazer metre, şakul, bant, ip, su terazisi gibi..Bu aletlerle ölçümler yapılırken, orijinalden teorik bilgiye aktarma sırasında bazı bilgiler eksik yada yanlış girilebilir. Bunlar, bazı ekonomik sebeplerden ya da yeterli bilgi düzeyinin olmayışından kaynaklanabilir. Nickerson, yapmış olduğu çalışmada manüel metotlarla yapılan rölöve çalışmalarının doğruluk

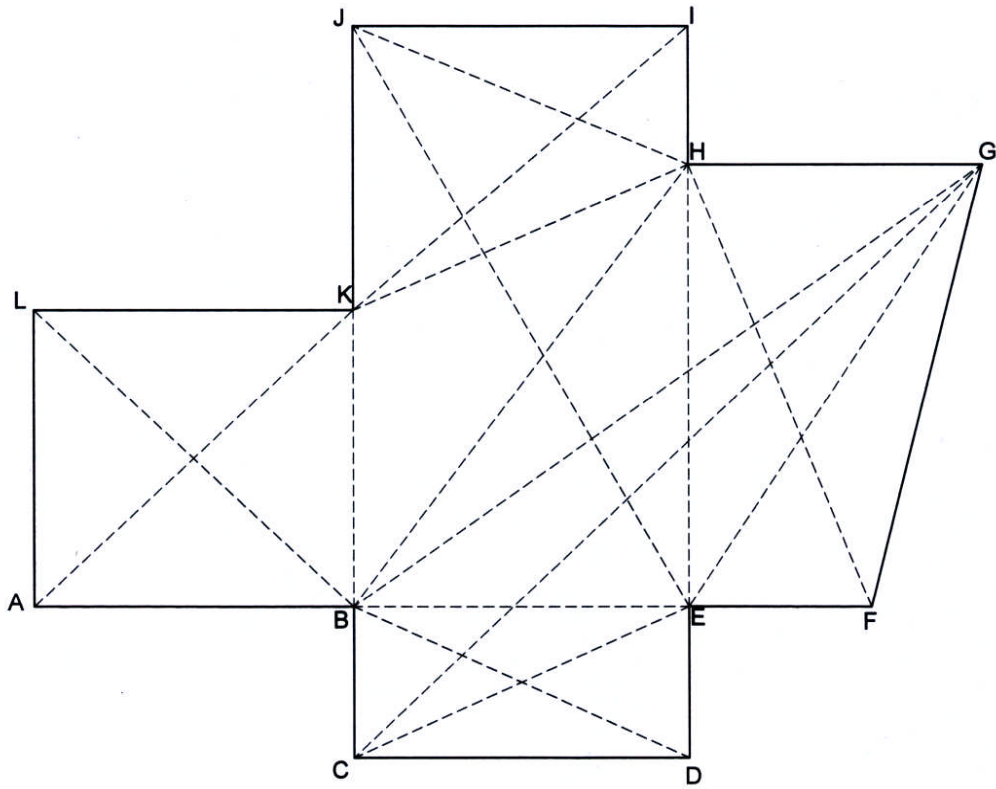
derecelerini değerlendirmiştir. Nickerson, X,Y,Z ölçümleri, üçgenleme metotları ve yön, mesafe ve derinlik adını verdiği üç klasik yöntemle ölçüm metotlarını öğrencilerle birlikte çalışmış ve doğruluk derecelerini değerlendirmiştir. Sonuçlara göre de üçgenleme metodu standart hata payına en yakın hata ve en az sapma ile en yüksek hassas doğruluk derecesine sahip yöntem olmuştur ( Nickerson 1994).

Özellikle yapının planı ve düzlemsel noktalarını belirlemede kullanılan bu yöntemde ölçüm yapılırken, katlanır metre, 5 er 20 şer metrelik şerit metreler yada elektronik metre, teodolit, nivo, su terazisi, hortum terazi şakul, pusula, profil tarağı, tebeşir, ip, fotoğraf makinesi, sehpa, lazerli şakul, lazer terazi, lazer ışın lambası gibi aletler kullanılır.

Klasik yöntemle rölöve üçe ayrılır

#### **2.9.1.1.Bağlama-Üçgenleme Yöntemi**

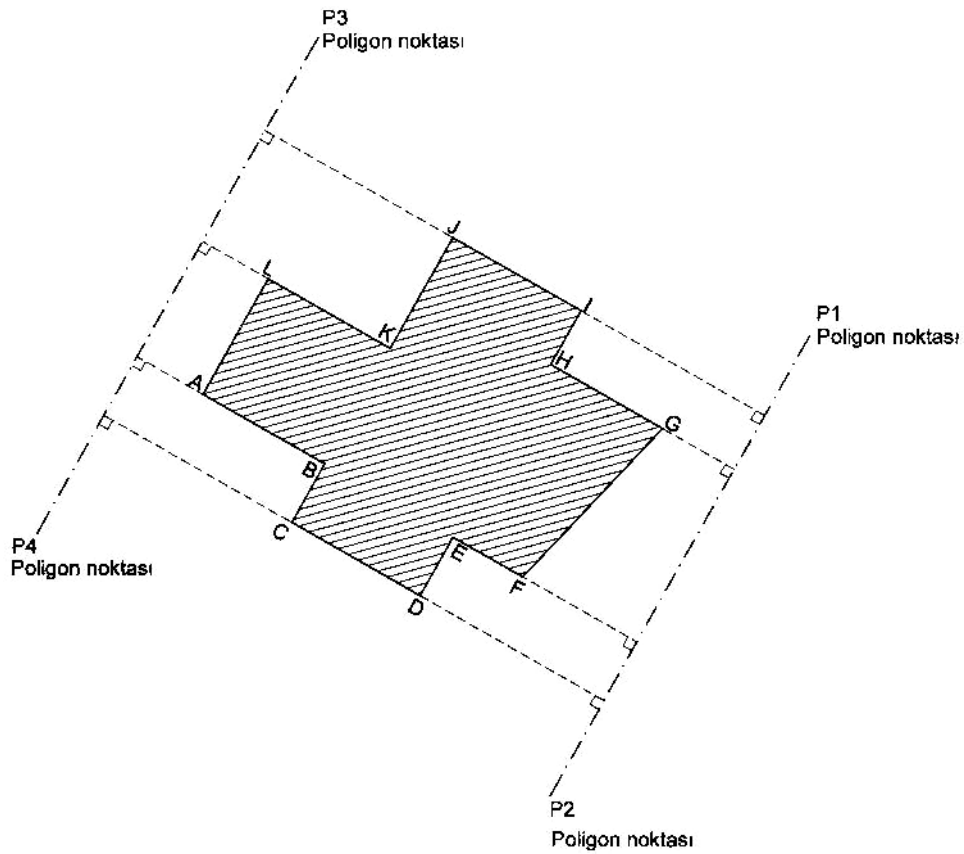
Genellikle yapıların iç kısımları seri bir şekilde ölçülür. İç mekânda kullanılan en yaygın yöntemdir. Çelik şerit metre yardımıyla mekân üçgenlere bölünerek ölçülür. Yalnız bu üçgenlerin açılarının çok küçük olmamasına dikkat edilmelidir. Bu yöntemle en karmaşık yapıların bile rölövelerini çıkarmak mümkündür.



Çizim 2.1. Bağlama - Üçgenleme Yöntemiyle Rölöve Alımı

### 2.9.1.1. Dik koordinat Yöntemi

Büyük yapılarda içten ve dıştan ölçüm yapılmasını sağlayan çelik şerit metre, jalon ve prizmanın kullanıldığı bir yöntemdir. Yapıyı çevreleyen bir poligon oluşturulduktan sonra, poligonların çok sayıda noktanın ölçülmesini sağlayacak şekilde yerleri seçilir. Ölçümü sağlayacak ölçü doğrularına jalonlar yerleştirilir. Daha sonra prizma ve üçgenleme yöntemi kullanılarak ölçüm yapılır. Teodolit yardımıyla eksenler ve karelerden oluşan ağ oluşturularak bu kesişim noktaları çivi ve ip yardımıyla yapının zeminini oluşturacak şekilde, zemin üzerinde belirtilir. Krokiler üzerine eksenler işlenir. Çekül ve metre yardımıyla alınan ölçüler x ve y eksenine olan uzaklıklarına göre ölçülendirilir.



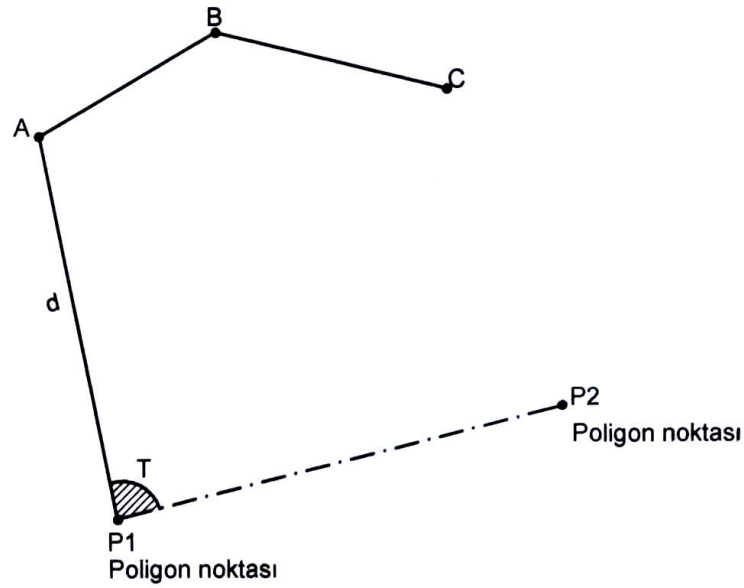
Çizim 2.2. Dik Koordinat Yöntemiyle Rölöve Alımı

### 2.9.1.2. Kutupsal Koordinat Yöntemi

Genellikle büyük, çok düzenli olmayan, birbirinden bağımsız kalıntıların, karmaşık binaların ölçülmesinde kullanılır. Takometre, jalon, çelik şerit ve mira yardımıyla ölçüm yapılır göre yazılır. Ölçüler metreyle alınır.

Noktanın konumu T kutup açısı ile d kutup kolu ölçülerek saptanır. Açı ve uzunluk takometre yardımıyla ölçülür.

Bu yöntemler aynı zamanda bir rölöve projesinin plan kısmının oluşturulmasında kullanılan yöntemlerdir.



Çizim 2.3. Kutupsal Koordinat Yöntemiyle Rölöve

### 2.9.1.3. Klasik Yöntemde Ölçü Alımı

Klasik yöntemde kesit ölçüsü almak, plan ölçüsü almaya göre daha zordur. Ölçülerin alınmasında nivo, şakül, metre ve elektronik metre kullanılır. Nivo, yatay açıları ölçmeye yarar. Ölçülerin alınmasında su terazisi, metre ve şakül kullanılır. Kesitte, mekânların tabanı düz olduğu zaman kat yüksekliklerinin ölçülmesi sorun değildir. Fakat tabanı düz olmayan yerlerde terazi hattı kurarak, düşeydeki yükseklikleri bu hattın yukarısı ve aşağısı biçiminde almak gerekir. Silme, kasnak eteği gibi terazi hattı oluşturabilecek bir hat varsa, ölçüler ona göre alınabilir. Ama eğer yoksa yaklaşık 1 cm çapında şeffaf bir hortuma su doldurularak terazi hattı oluşturulur. Bu hat boyunca mekânın içine –yatay düzlem sağlandıktan sonra- ip gerilerek ölçüler bun ipin üstüne ve altına göre alınır. Kat yüksekliklerinin ölçümünde en doğru sonucu, merdiven boşluğundan döşeme üstünden döşeme üstüne sarkıtılan şakul ve metre ile alınan ölçü verir. Bu işlemin bütün kotlar için yapımı bize bina yüksekliğini verir.

Cephe ölçüleri teorik olarak alınmasına gerek olmayan ölçülerdir. Yataydaki ölçüler plandan, düşeydeki ölçüler de kesitlerden elde edilerek bina yüksekliği ve genişliği bulunabilir. Binanın eğimli bir zemine oturması durumunda terazi düzlemi



kurulmalı ya da cephede bir derz ya da söve alt-üst çizgisi bir hat kabul edilerek belirli yerlerden toprağa olan mesafeleri ölçülerek yükseklikleri bulunur. Cephe ölçüleri alımında önemli olan düşey referans doğruları kurulmasıdır. Duvarın uygun noktalarından çivi çakılarak buralara şakül asılabilir. Bunun dışında yapının yüksek noktalarından ya da pencere boşluklarından şakül sarkıtılarak ölçüler alınabilir. Bunların dışında yine eğer cephede tuğla ya da taş gibi malzeme varsa bunların bir modülünün en boy yüksekliği ölçülüp bu modüller sayılarak da yükseklik bulunabilir.

Kemer ölçümünde, açıklık, tepe noktası ve üzengi yüksekliğini ölçmek yeterli olacaktır. Kemer ölçülürken kemer taşlarının her birinin derzlerini iki uçtaki üzengi noktasına bağlamak ya da her bir taştan, üzengi hattına çekilecek ip üzerine indirilecek şakülün yüksekliğini ve kenardan uzaklığını ölçmek gerekir.

Minare yüksekliğinin ölçümü girilebilirse kolaydır. Yalnız minare çıkılabilebile külah yüksekliği şerefe yüksekliği gibi ölçüleri almak zordur. Bunlar için en kolay yol teodolit kullanmaktır. Arazi düz ya da eğimli olsa bile tek ya da iki yerden ölçü okumayla minare yüksekliği bulunabilir. Eğer mesafe varsa ölçüler teodolit yardımıyla alınabilir.

Kubbe yüksekliğinin ölçümü en zor olanıdır. Kubbenin tepesine ve ucuna birer çubuk yerleştirilir. Bu iki çubuk arası 2 3 yerden sabitlenerek çubuklar arası yatay ve düşey mesafeler alınabilir. Bu işlem daha çok küçük kubbelerde uygulanabilir. Büyük kubbelerde ise kubbeyi uzaktan tam olarak görebilecek şekilde çekilmiş fotoğraflardan yararlanılır.

Detay ölçüleri yapıda birden çok tekrar eden ölçülerdir. Kapı, pencere doğramaları ve silme detayları sürekli tekrar ettikleri için bir defa alınır. Detayların ölçüleri birkaç şekilde alınabilir.

- Profil ve silmeler gönnye ve şakül yardımıyla
- Profil tarağı yardımıyla 1/1 ölçekte
- Karbon kağıdı ile kopyalanarak
- Alçı kalıbı detay üzerinde dondurarak
- Fotoğraf çekilerek

- Detayların çizim ölçeği normal çizim ölçeğinden farklıdır. Bunlar daha gerçeğe yakın ve 1/10 1/5, 1/2 ya da 1/1 ölçekte çizilirler.

Rölöveler ve çizimleri bir yapıya anlatmakta yeterli kalmayabilir. Bu nedenle önceden çekilmiş fotoğraflar rölöveyi desteklemede önemli rol oynar. Herhangi bir müdahalenin öncesinde yapının durumunu en net şekilde gösteren kaynak; fotoğraflardır.

Yerleşim planını çizmede yardımcı olacak fotoğrafların geniş açılı kamerayla çekilmesi gerekir. Bu fotoğraflar ölçü almaktan ziyade, yapının yakın çevresinde nelerin olup olmadığını tespiti için gereklidir.

Silüetler ise asla fotoğrafsız çizilemez. Silüet fotoğraflarında binaların birbirleri ile perspektifi ilişkisi kurulmalı, rölövesi alınacak binanın ise tam karşıdan ve perspektifi olarak fotoğrafı çekilmeli ve böylelikle çevresindeki binalarla ilişkisi, sokak içerisindeki uyumu, diğer binalara göre oranı gözlenmelidir.

Plan çizimi için, kapı ve pencerelerin görüldüğü iç mekân fotoğrafları çekilirken, kesit çizimi için merdivenin fotoğrafı çekilmelidir. Detay fotoğrafları ise detay alımının zor olduğu durumlarda, perspektifsiz, geniş açısız, büyük odak uzaklıklı objektiflerle ve flaşsız çekilmelidir.

## 2.9.2.Modern Yöntemler

Günümüzün gelişen ve ilerleyen teknolojisi ile rölöve alımında klasik yöntemler artık yerini daha modern yöntemlere bırakmış ve bu rölöve projelerinin oluşturulmasına büyük kolaylık sağlamıştır. Rölöve ölçüsü almak, fotoğraf çekmek, çizim yapmak ve bu çizimlerden üç boyutlu veriler elde etmek artık daha hızlı, daha kolay, görsel açıdan daha zengin ve daha hassas veriler elde etme, bu verileri uzun süre sanal ortamda saklayabilme olanağı sunmaktadır.

Modern yöntemlerle rölöve alımlarında daha çok haritacılıkta kullanılan elektronik total station ve/ya da takometrelerin kullanıldığı topoğrafik aletleri, tarayıcılar, dijital fotoğraf makineler, bilgisayar, çeşitli bilgisayar yazılımları, G.P.S.(Global Positioning System), yersel Fotogrametri metotları kullanılmaktadır. Günümüzün gelişen teknoloji olanaklarıyla birlikte, yapılarla ilgili daha detaylı bilgiler elde etmek, daha hızlı iki ve üç boyutlu veri elde etme, bunları paylaşma ve saklama daha kolay hale gelmiştir.

Modern yöntemlerle rölöve alımlarında daha çok haritacılıkta kullanılan elektronik total station ve/ya da takometrelerin kullanıldığı topoğrafik aletleri,

tarayıcılar, dijital fotoğraf makineler, bilgisayar, çeşitli bilgisayar yazılımları, G.P.S.(Global Positioning System), yersel Fotogrametri metotları kullanılmaktadır. Belirlenmesi gereken nokta ulaşılamayacak bir yerde olduğu zaman, **topoğrafik metotlar** diyebileceğimiz takometreler, reflektörsüz ölçüm yapan total stationlar kullanılmaktadır. Bunlar belgeleme çalışmaları için uygundur.

Objeyle çok fazla temasa geçmeden yapılan **yakın resim fotogrametrik metotların** kullanımı, CIPA, ICOMOS gibi organizasyonların da desteğiyle giderek artmaktadır.

Carnobell 1989 ' a göre mimari fotogrametrik araştırmalar üç ana başlıkta toplanmaktadır. Çok hassas fotogrametrik çalışmalar, hassas fotogrametrik çalışmalar ve hızlı ve basit fotogrametrik çalışmalar (Arias ve ark. 2005). Bu başlıklar çalışma amacını ve daha sonra yapılacak olan çalışmaları ve alınacak kararları yönlendireceği için oldukça önemli başlıklardır.

Modern belgelemede kullanılan **tarama metotları** da, mimari uygulamalar için tasarlanmış ve 3d lazer tarayıcılar olarak bilinen araçların kullanıldığı metotlardır. Lazer teknolojisinin gelişimine bağlıdır ve gerekli olan objeyi çok kısa sürede sn' de- 50.000 noktaya kadar- ölçebilirler. 1500 metreye kadar olan mesafelerde bile etkilidirler. Balzani' nin 2002 yılında tarayıcılar üzerinde yapmış olduğu araştırmaya göre hata payı  $\pm 2$  mm -  $\pm 5$  cm arasındadır (Arias ve ark. 2005). Bu metotlar ve özellikleri analiz edildiğinde, objelerin ölçüm ve dokümantasyonunda yukarıda bahsedilen yöntemler, obje büyüklüğü ve çalışma hassasiyeti gibi yan faktörler dikkate alındığında farklı derecelerde uygunluk gösterirler. Bu nedenle mimari çalışmalarda bu yöntemlerin birbirleriyle kombine şekilde çalışmaları uygundur. Mimari belgeleme çalışmalarında her zaman istenen hassas metrik veri elde edilmesidir. Ama bunun yanı sıra bazı durumlarda ki artık artan teknoloji ile birlikte tarihi yapıların iki boyutlu çizimlerinin yanında üç boyutlu ya da görsel sunumları da bu çizimleri desteklemek için kullanılmaktadır. Günümüzde farklı yöntemler ya da bunların kombinasyonundan elde edilen veriler,

- El çizimleri olarak
- CAD ortamında hazırlanmış bilgisayar çizimleri olarak
- 3d görselleştirmeler olarak
- Sanal gezintiler ve
- Animasyonlarla da sunulabilmektedir.



### 3. FOTOGRAMETRİ

#### 3.1. Fotogrametri Tanımı

Fotogrametri, resimler yardımıyla gerçek ölçü ve veri elde etme bilimidir. Yapı ya da ölçüsü alınacak cismin bu yöntemle, fotoğraflar sayesinde, durumu, geometrik yapısı, şekli belirlenir.

“Fotogrametri” kelimesi yunanca bir kelimedir.

Fotos = ışık

Gramma = çizim

Metron = ölçme

kelimelerinin birleşiminden meydana gelir. Anlamı ‘ışık yardımıyla ölçme- çizim’ dir.

“Fotogrametri, vektörel olarak toplam ve doğru iki ve üç boyutlu ölçülerin elde edilmesine olanak veren bir araştırma metodudur ve bu tür uygulamaların gereklerini yerine getiren dijital bir tekniktir.”(Baratin ve ark., 2001)

Bu ölçme tekniği cisimlerin kaydedilmiş perspektif görünüşleri yardımıyla, 3 boyutlu görüntülerinin oluşturulmasını, çizilmesini, çizimlerinin değerlendirme ve yorumunun yapılmasını sağlayan bilim dalıdır.

Fotogrametrinin amacı önceleri sadece plan ve harita yapımında kullanılmaktayken, gelişen teknoloji ile birlikte kullanım alanı giderek artmıştır. Fotogrametride amaç, bir objenin bir ya da birkaç resimden yararlanarak şeklinin, boyutlarının ve konumunun hassas bir biçimde belirlenmesini amaçlamaktadır( Duran, 2003)

Fotoğraflarda istenilen gerçek ölçüler toplanarak değerlendirme ve yorumlama daha kolay bir şekilde yapılır ve istenildiği zaman bu bilgiler tekrar kullanılabilir.

Fotogrametri, 1839 yılında Fransız D.F.J. Arago tarafından fotoğrafın bulunmasından sonra keşfedilmiştir. Fotoğrafın ölçme ve çizim işlerinde kullanılması fikri ilk defa 1849 yılında Fransız ordusunda mühendis olan Aime Laussedat ‘tan çıkmıştır.

Aime Laussedat, 1858 yılında bir uçurtmaya fotoğraf makinesi bağlayarak hava resimleri çekmiştir. Çekilen bu resimler ilk hava resimleri olmuştur. 1867' de ilk yersel resimlerde Paris' in planı sergilenmiştir

Mimari ölçümler için fotoğrafı ilk kez 1858 yılında Dr. Meydanbauer kullanmıştır (Yakar, 2004).

### **3.2. Fotogrametrinin Sınıflandırılması**

Fotogrametriyi çeşitli şekillerde sınıflandırmak mümkündür. Zamanla uygulanan tekniklerin ve yöntemlerin gelişmesi sınıflandırmaya da yeni çeşitler getirmektedir. Genel olarak fotogrametriyi;

- Kullanma alanına göre
- Fotoğrafların çekiliş yerine göre
- Kullanılan fotoğrafların değerlendirme yöntemlerine göre
- Sayılarına göre
- Arazi durumuna göre
- Kullanılan ekipmana göre

olmak üzere birçok sınıfa ayırabiliriz.

#### **3.2.1. Kullanım Alanına Göre**

- Topografik Fotogrametri
- İnterpretasyon Fotogrametrisi ( topografik olmayan fotogrametri)
- Özel amaç Fotogrametrisi

Topografik fotogrametri haritacılıkta, harita yapımı için kullanılan fotogrametridir.

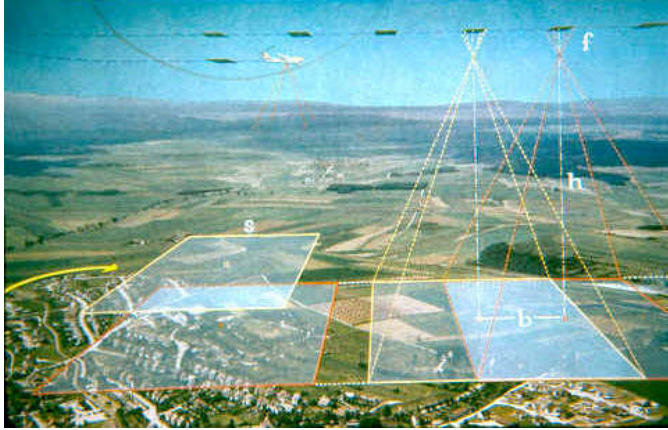
İnterpretasyon fotogrametrisi haritacılık dışında yol yapımı, en boy kesit çıkarma, jeofizik, tarım, ormancılık gibi amaçlarla kullanılan fotogrametridir.

Özel amaç fotogrametrisi de, mimarlık, dişilik, arkeoloji gibi özel alanlarda kullanılan fotogrametridir.

#### **3.2.2. Fotoğrafların Çekiliş Yerine Göre**

- Hava fotogrametrisi
- Yer fotogrametrisi
- Uzaktan algılama

Hava fotogrametrisi, havadan alınan fotoğraflarla, hali hazır haritaların çıkarılmasında kullanılan fotogrametridir. Topografik amaçlar için kullanılır.



Resim 3.1. Uygulama alanı oldukça geniş olan hava fotogrametrisi özel donanımlı uçaklardan çekilen resimler kullanılarak yapılır.

Yer fotogrametrisi, yerden, yakın mesafeden çekilen ve genellikle özel amaçlar için kullanılan fotogrametridir.

Uzaktan algılama (remote sensing) da uydudan alınan fotoğraflar kullanılarak ölçme ve değerlendirme işlemlerinin bu fotoğraflara göre yapıldığı fotogrametridir.

### 3.2.3. Değerlendirme Yöntemine Göre

Değerlendirme tekniği açısından

- Analog
- Analitik
- Dijital
  - Tek resim yataylaması- rödresman )
  - Differansiyel yataylama –ortofoto )

#### 3.2.3.1. Analog fotogrametri

Analog kameralarla çekilen fotoğrafların optik ya da mekanik aletler ve bu aletlere bağlı çizim masaları kullanılarak çizimin yapıldığı mekanik bir sistemdir. Bu sistemde fotoğraf alımlarında tek kameralar, çift kameralar ya da fototeodolitler kullanılır.

“Analog yöntemde değerlendirme aletlerinde, iç yöneltme yapılarak elde edilen resimlerin ışık ışını demetleri kesiştirilerek resmi çekilen bölgenin üç boyutlu modeli elde edilir”. (Duran,2003 )

### **3.2.3.2. Analitik fotogrametri**

Analitik fotogrametride model üzerinde seçilen noktaların koordinatları bilgisayar yardımıyla bulunur. Resimdeki noktaların koordinatlarını ölçen alete de komparator adı verilir. Mono ya da stereo olmak üzere ikiye ayrılır.

### **3.2.3.3.Dijital Fotogrametri**

Dijital fotogrametride her türlü işlem dijital ortamda yapılır. Tüm işlemler aynı bilgisayarda gerçekleştirilir. Her türlü hesaplama fotogrametrik analiz programı yardımıyla yapılır. Bilgisayara aktarılan sayısal resim koordinat sistemi ve piksel konumu arasındaki bağıntı bilinmelidir. Bunun için fotoğraf ölçeği, obje boyutu, piksel boyutu ve resmin çözünürlüğü bilinmelidir (Yakar, 2004).

### **3.2.4. Değerlendirilecek objenin büyüklüğüne göre**

Değerlendirilecek objenin büyüklüğüne göre Mikro fotogrametri ve makro fotogrametri olmak üzere ikiye ayrılır.

“Mikro fotogrametri küçük cisimlerin, makro fotogrametri ise büyük cisimlerin, arazilerin fotogrametrik olarak değerlendirilmesidir.”(Gürbüz,1982)



## 4. YERSEL FOTOGRAMETRİ

### 4.1. Yersel Fotogrametri Tanımı

Yersel fotogrametri yakın ya da uzak mesafeden, tek veya çift kameralar yardımıyla alınan fotoğrafların, özel değerlendiricilerde gerekli yöneltilmelerden sonra iki boyutlu çizim, üç boyutlu modellerin oluşturulmasını sağlayan yöntemdir. (Yakar, 2004)

Uzak Mesafe Yersel Fotogrametri ve Yakın Mesafe Yersel Fotogrametri olarak ikiye ayrılır.

**Uzak Mesafe Yersel Fotogrametride** çoğunlukla topoğrafik çalışmalarda kullanılan, foto-teodolit ya da tek kamerayla, en az iki durak noktasından alınan resimlerin, gerekli yöneltilmelerden sonra çizimidir.

**Yakın Mesafe Yersel Fotogrametrisi**, bir nesne hakkında üç boyutlu konumsal bilgi elde etmek için kullanılan ölçme tekniğidir. Tek ya da stereometrik (iki) fotoğraf makinasıyla alınan fotoğrafların ve üzerindeki hedef nokta koordinatların çeşitli işlemlerden geçtikten sonra, nesnenin gerçek ölçüleriyle iki boyutlu çizim, üç boyutlu modelinin oluşmasını sağlayan bir yöntemdir. Genel olarak topoğrafik olmayan uygulamaları kapsamaktadır.

Yakın resim fotogrametrisinde üç boyutlu veri elde edilebilmesi; değişik istasyonlardan ardışık ve bindirmeli görüntülerin çekilmesine bağlıdır. Bunun için kamera düzeninin ve mesafelerin iyi ayarlanması, cisim üzerindeki kontrol noktalarının sayısı ve konumlarının nerede olması gerektiği ve doğru kalibrasyon yapımı gereklidir.

“ Wolf ve Dewitt ‘ e (2000) göre; yakın resim fotogrametrisinde yersel fotoğraflar için; nesne ile çekim istasyonu arasındaki uzaklık max 300 metre iken bu uzaklık 100 metre de olabilmektedir. Burada, resim çekme makinasındaki hızlı gelişmelerden dolayı, kamera ile nesne arasındaki max çekme uzaklığında bir değişime gözlenmektedir.” (Yakar,2004)

### 4.2. Yakın Resim Fotogrametrisinin Kullanım Alanları

Yakın Resim Fotogrametrisi; harita yapımı dışında birçok uygulamada kullanılmaktadır. Uygulama alanının artmasında da;

- Küçük alanlar ve dar kapsamlı konular için daha kapsamlı olması
- Hem kuruluşlar hem de şahıs tarafından kullanılabilir olması
- Ölçekli resimlerin çekilebilmesi

avantajlarının olması etken olmuştur.

Yakın resim fotogrametrisi haritacılık dışında, tıp alanında, trafik kazalarının tespitinde, güncel modellemelerde, arkeolojide, kent ve bölge planlamada, açık maden işletmelerinde, deformasyon ölçümlerinde, yanma ve dolgu ölçmelerinde, hacim ve kübaj hesaplarında kullanılmaktadır.

#### **4.2.1. Tıp Alanında Kullanılması**

Tıp alanında x ışını fotogrametrisi, vücut kısımlarının şekillerini ve boyutlarını ölçme ve tümör büyüklüklerinin kayıt edilmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca vücuda yabancı maddelerin yerleştirilmesinde de avantajlı bir biçimde kullanılmaktadır(Yakar,2004).

Bunun dışında basınç yaralarının tedavisinde, iyileşme sürecinin gözlemlenmesinde kullanılır. Yaraların iyileşme sürecindeki ölçümler sayesinde, yaraların şekli ve buna bağlı olarak kontur ve hacimleri belirlemek için nesnel ve pratik bir yöntemdir. Üç kameralı görüntü sistemi yardımıyla basınç yaralarının metrik özellikleri ölçülebilmektedir.

Ayrıca diş hekimliğinde çene kalıplarının çıkartılmasında ve bu kalıpların boyutsal değişiminin tespitinde de kullanılmaktadır.

#### **4.2.2.Trafik Kazalarında Kullanılması**

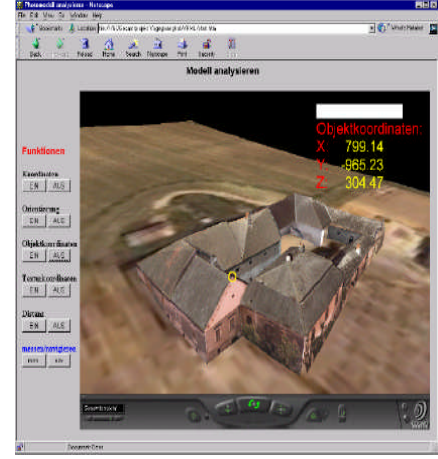
Trafik kazalarında kullanılma amacı; kaza mahali hakkında bilgi vermektir. Çekilen fotoğraflardan yararlanılarak kaza mahallinin planı çıkarılabilmektedir.

#### **4.2.3. Güncel Modellemelerde Kullanılması, Doku Kaplama ve Görselleştirme**

Bir üç boyutlu model, doku bilgisinin cisme ait fotoğraflardan ya da optik kayıt sistemlerden alınan bir cismin ya da objenin modelidir.

Özellikle endüstriyel ürünlerin, resimleri çekilerek, resim üzerinden modellenmesinde kullanılmaktadır.

İki boyutlu resimlerden 3 boyutlu model elde etmek için kullanılan dijital fotogrametri ile elde edilen 3 boyutlu model DXF, VRML ve 3D Studio Max formatına dönüştürülebilmektedir. Fakat doku kalitesi, kullanılan görüntülere göre değişmektedir. Ayrıca cisme ya da yapıya ait ortofotolar tüm distorsiyon etkileri giderildiğinden binayı ya da cisimi gerçek haliyle yansıtır ve bu da gösterimde ve algıda oldukça etkilidir.



Şekil 4.1. Üç Boyutlu Arazi ve Üzerinde Görselleştirme

#### 4.2.4. Arkeolojide Kullanılması

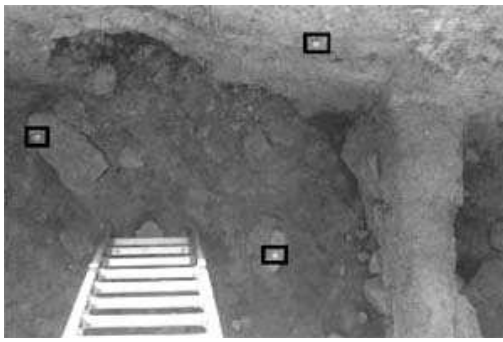
Arkeolojide fotogrametri; heykel, kaya, taş gibi arkeolojik elemanların modellenmesinde kullanılmaktadır.

Bu alandaki fotogrametri çalışmaları iki gruptan oluşmaktadır.

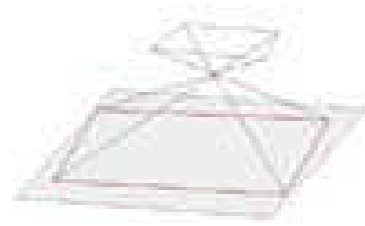
- Kazısı yapılarak ortaya çıkarılmış yapının planının çıkarılması
- Arkeolojik ya da jeolojik tortul tabakaları içeren profillerin ölçülmesi(Tüdeş,1996)



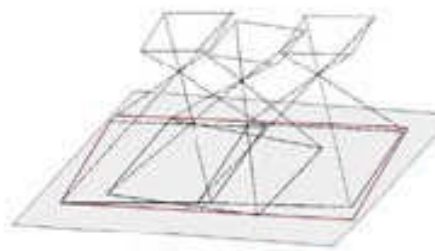
Resim 4.1. K l Tigin anıt K llyesinde Bulunan Heykelin Fotogrametrik  izimi (Yakar,2000).



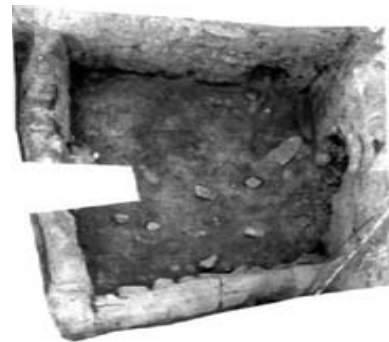
(a)



(b)



(c)



(d)

Resim 4.2. (a) Thessaloniki' deki Toumba arkeolojik sit alanı kontrol noktaları belirlenmesi (b) (c) Alandan resimlerin alınması (d) Fotogrametrik görsel sonuç (Patias 2006)

#### 4.2.5. Kent ve Bölge Planlamada Kullanılması

Kent ve bölge planlamasında, yeryüzünde çeşitli istasyonlardan çekilen fotoğraflar planlamada yönlendirici ve belirleyici olmaktadır.

Özellikle gelişmiş ülkelerde artan nüfusa bağlı olarak kentleşme ve çevre sorunları giderek artmakta, bu sorunların çözümünde ise fotogrametrik yöntemlerin etkinliği giderek artmaktadır.

Kent ve bölge planlama alanında öncelikle imar planlarının yapımında, büyük ölçekli kadastral ve topoğrafik planların ve haritaların hazırlanmasında uygulanmaktadır. Ayrıca planlama ve buna yönelik mühendislik projelerinin yapımı için gerekli olan verilerin toplanmasında fotogrametrik yöntemler kullanılmaktadır.

Kentsel planlama ve tasarım alanında fotogrametrik yöntemlerin oldukça geniş bir uygulama alanı vardır.

- Kentin genel görünüşünü belirleyen yapı gruplarının, yapı tiplerinin ve bunların birbirleriyle olan ilişkilerinin incelenmesi amacıyla cephe açılımlarının çıkarılmasında,

- Kentte yeni yapılması planlanan yapıların doğal ve fiziksel çevreyle uyumunun araştırılmasında

- İmar ve yeni planların düzenlenmesine yönelik araştırmalar için veriler oluşturur.

Örneğin yaya yada sürücü gözüyle kentin değişik görünüş ve perspektiflerinin kesitlerinin çiziminde uygulamaları vardır.

- Yapının çevresiyle bütünleşip bütünleşmediği, mimari ve endüstri yapılarının tasarlanmasında büyük önem taşır. plancı bakımından büyük önem taşır.Yapılması planlanan yapının çeşitli bakış açılarından çizilen perspektiflerinin mevcut durumu gösteren resimler üzerine monte edilmesiyle oluşan görüntüler, yapının henüz tasarım sürecindeyken doğa ve çevre koşullarına ne kadar uyduğu yada uymadığının görülmesine yardımcı olur.Bu çizimlerin yapımında çizgisel ve sayısal fotogrametrik yöntemler kullanılır.

- “Ters Fotogrametri” olarak adlandırılan bu yönteme göre; yol, köprü, gökdelen, üstgeçit gibi yapıların çevresiyle olan uyumlarının araştırılması sağlanır.

- Kentsel maket ve modellerin yapılmasında da yine ters fotogrametri yöntemi kullanılır.

- Büyük ölçekli hava alımları kentsel planlama çalışmalarında, gerekli bölgelerdeki çatı ve bina yüksekliklerinin yol yada sıfır kotuna göre belirlenmesin yardımcı olur.

#### 4.2.6. Tünel ve Yer altı Kazı Ölçülerinde Kullanılması

Bir tünel yapısında, maden ocağında yada herhangi bir kazı mahallindeki basınç değişimlerinden kaynaklanan deformasyonların tespiti ve gözlenmesinde yersel fotogrametri kullanılır. Ayrıca açık maden işletmelerinde hacim hesapları ve kazı miktarı da yersel fotogrametri yardımıyla bulunur.

#### 4.2.7. Yer Kabuğu Hareketlerinin Tespiti

Fotogrametri, deprem kuşağı boyunca yer kabuğu hareketlerinin belirlenmesinde de bir araçtır.

#### 4.2.8. Erezyon Gözlemleri

Herhangi bir fiziksel tesirle (rüzgar, sel vb.) meydana gelebilecek toprak kaymalarının tespit ve gözleminde yersel fotogrametriden yararlanılır. Analitik fotogrametri ile belli miktarda erezyona maruz kalan bir akarsu yatağının erezyon gözlenmesi ve erezyon miktarı belirlenebilir.

#### 4.2.9. Deformasyon Ölçümlerinde Kullanılması

Büyük ve özelliği olan yapılardaki yatay ve düşey düzlemdeki yer değiştirmeleri fotogrametrik olarak ölçülebilmektedir.

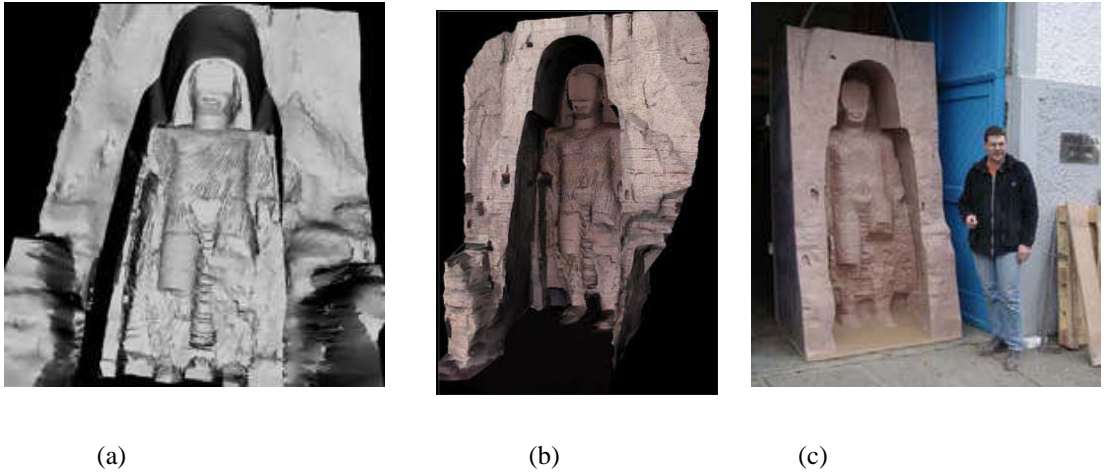
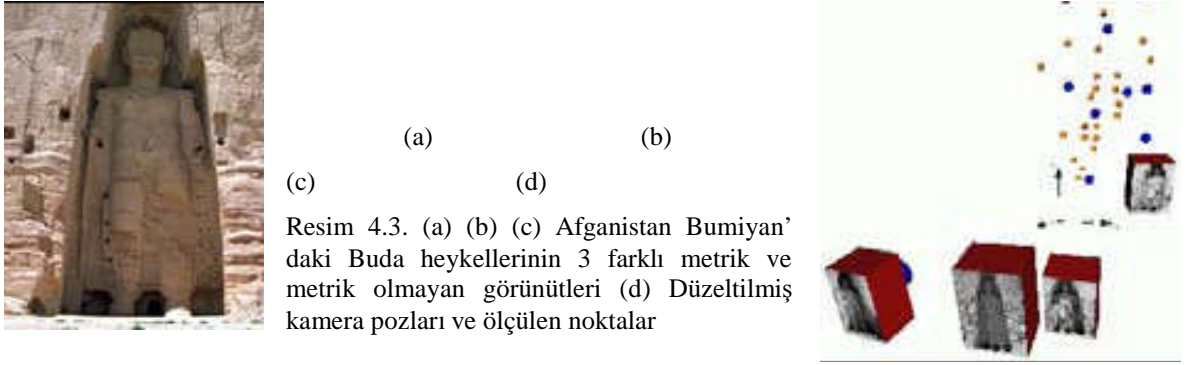
#### 4.2.10. Endüstri Kullanılması



#### Ürünleri ve

#### Modellemelerde





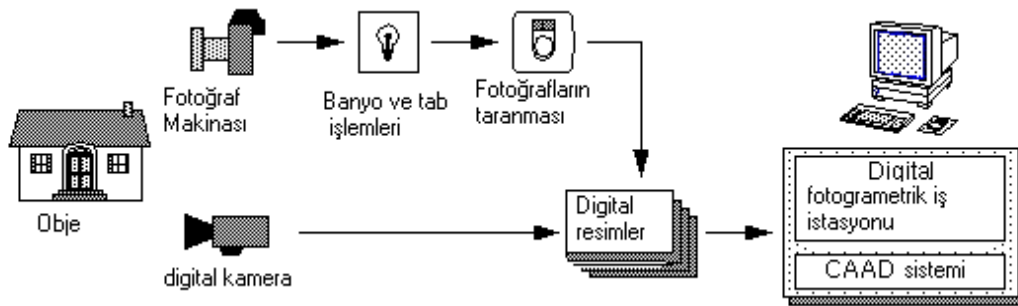
#### 4.2.11.Mimarlıkta Kullanılması

Yersel Fotogrametri mimarlıkta oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Daha önce de bahsedildiği gibi Koruma İmar Planlarının çıkarılmasında, yapım ve uygulamasında, yapıda meydana gelen deformasyon ve hareketlerin cinsinin, büyüklüğünün, sıklığının belirlenmesinde, hacim ve kübaj hesaplamalarında, yapının üç boyutlu modellenmesi ve koordinatlarının belirlenip sayısallaştırılmasında, tarihi ve arkeolojik açıdan tespitinde kullanılmaktadır. Bütün bunların dışında mimaride tarihi eserlerin modellenmesinde ve mimari rölöve alımlarında yersel fotogrametriden yararlanılır.

Yersel fotogrametri tekniği, yıllardır arkeolojik ölçmeler ve tarihi eserlerin dokümantasyonu için kullanılan bir yöntemdir. Dijital tekniklerin gelişimiyle birlikte

fotogrametri, mimari eserlerin dökümantasyonu ve korunmasında daha verimli ve daha ekonomik bir yöntem haline gelmiştir. Var olan fotoğraf ve objelerden elde edilen üç boyutlu modeller, karmaşık yapıların anlaşılmasını sağlar.

Bir üç boyutlu fotomodel, doku bilgisinin cisme ait fotoğraflardan veya diğer optik kayıt sistemlerinden aldığı bir obje modelidir ve objenin şeklinin saklandığı 3 boyutlu obje modelinden ve yüzey parçalarından elde edilen foto dokusundan oluşmaktadır.



Şekil 4.2. Yersel Fotogrametride Verilerin Elde Edilişi (Yakar 2004)

Fotogrametrik veriden elde edilen modeli görselleştirmek için model VRML (Virtual Reality Modelling Language – Sanal Gerçeklik Modelleme Dili) ne dönüştürülür. Bu dil istenilen katı modelleri istenilen şekilde oluşturup bilgisayar ortamında sunulmasında kullanılmaktadır. Bugün kullanılan birçok yazılım bu dile otomatik olarak dönüşüm yapmaktadır.

Tarihi binaların ve cisimlerin dokümantasyonunda yakın resim fotogrametrisi tekniklerinin kullanımının artmasıyla veri elde etme ve 3 boyutlu modelleme teknikleri de hızlanmıştır. 3 boyutlu modeller, ayrıntılı ve gerçekçi bir görüntü vermede oldukça etkilidir. Bu elde edilen modele ayrıca mevcut resimlerinden doku da kaplanabilmekte, böylelikle gerçeklik daha da sağlanabilmektedir. Resim kalitesi arttıkça – piksel boyutu küçüldükçe- 3 boyut etkisi daha da etkili olmaktadır.

“ Fotoğraf ölçeği = nesnenin resim boyutu / nesnenin gerçek boyutu

Fotoğraf ölçeği = çekim mesafesi / kamera odak uzaklığı

Piksel boyutu = 2.54 cm / tarama çözünürlüğü



Bir pikselde tanımlanan en küçük obje boyutu = 1 piksel büyüklüğü \* ölçek” (Sağiroğlu, 2004).

Bir pikseldeki en küçük obje boyutu değeri; fotogrametrik rölövede konum hatası değeri de verir.

Torlegard 1980, yakın resim fotogrametrisinin tarihçesini ve günümüze kadar gelmesinde meydana gelmiş olan başlıca olayları aşağıdaki şekilde özetlemiştir.

- 1885 - Meydenbauer’ in fotogrametriyi mimarlığa uygulaması
- 1889 – Finsterwalder stereo karşılaştırmacıyı kullanması
- 1920- 1960 – Yüksek derecede bilgi sahibi olmak için stereo yazıcıların ve stereo kameraların geliştirilmesi
- 1960- 1980 – Metrik kameraların ve fototeodolitlerin gelişmesi
- 1980 – Bilgisayar sayısal hesaplamaları için ilk defa bilgisayarın kullanılması
- 1980 ler boyunca analitik yazıcılar özel bilgisayarlara veri aktarımı ve girişı için kullanılması (Phillips, 1994)

## 5. MİMARİ FOTOGRAMETRİ VE KÜLTÜREL MİRASIN BELGELENMESİ

Son yüzyıllarda kültürel mirasın mimari fotogrametrik yöntemlerle belgelenmesi alanında birçok çalışma yapılmış, uluslar arası organizasyonlarla tarihi eserlerin dokümantasyonu ve modellerinin oluşturulması yaygınlaşmıştır. Mühendis ve mimarlar için CAD ve CD sistemleriyle uyumlu olarak çalışan bilgisayar çözümleri gerek mühendisler gerek de mimarlar için restorasyon, rekonstrüksiyon ve rölöve amaçlı projeler için oldukça faydalı olmuştur.

Tarihi anıtların ve sitlerin araştırılması için geliştirilen metotlar mimari ve ona destek sağlayan arkeolojik ve sanat tarihi araştırmalarına ışık tutacak, mimari ya da kültürel anıtların restorasyonu, korunması, üzerlerinde meydana gelen değişikliklerin izlenmesi ve gözlemlenmesi için kayıt edilmesine dair önemli bir katkıdır ve destek sağlar.



Şekil 5.1: Kültürel mirasın belgelenmesinde fotogrametrinin yeri (Boehler ve Heinz 1999)

Kültürel miras alanında fotoğrafların kullanılması, başlangıçta, sunum için bir araç olan fotoğrafta odaklanmıştır. Ve resimlerde ölçülebilir bilgi için gerekli olan istek, 19 yy.ın ortalarında fotogrametri tekniğinin gelişmesiyle ortaya çıkmıştır (Csaplovic ve ark. 2002)



Şekil 5.2: Kültürel mirasın belgelenmesinde süreç ve yöntem (Boehler ve Heinz 1999)

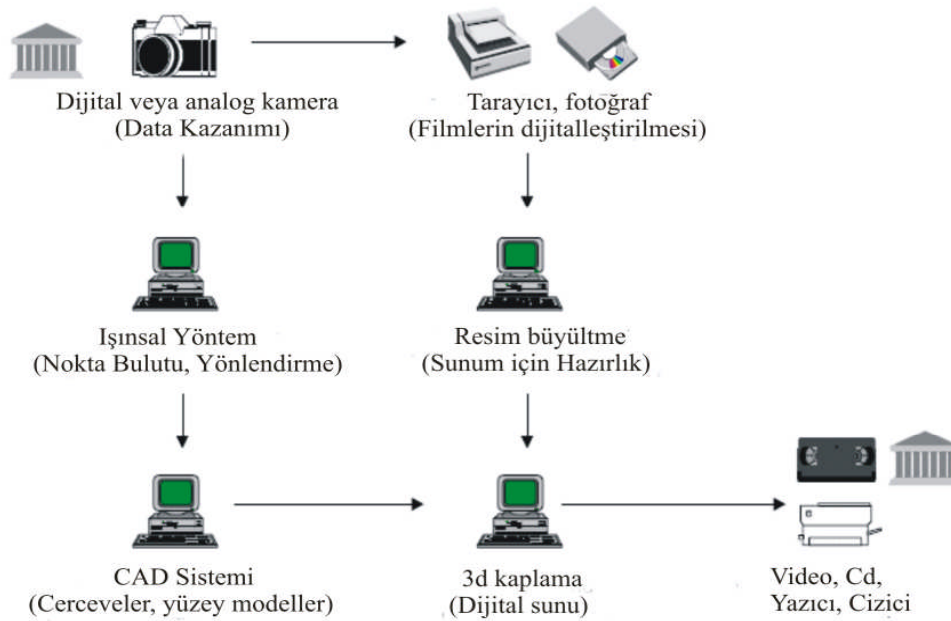
### 5.1. Mimari Fotogrametri

Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte mimari rölöve alım tekniklerinde de gelişmeler olmuştur. Uzun yıllardır yurt dışında kullanılmakta olan, genel anlamıyla resimlerden iki boyutlu çizim, üç boyutlu model elde edilebilen ve mimaride çokça kullanılan yersel fotogrametri yöntemi yurdumuzda da yaygınlaşmaya başlamıştır. Bilgisayarın yaygınlaşması ve yakın resim fotogrametrisinin mimarideki uygulama alanlarının artması mimariye de yansımıştır.

“En geniş kullanım alanı bulan fotogrametri tekniği, tarihi yapıların rekonstrüksiyon ve restorasyonlarında kullanılan mimari fotogrametridir. Yapının korunması ve onarılmasında çeşitli disiplinlerle beraber mimari fotogrametri

alanındaki çalışmalar da gerekli olmaktadır. Mimari fotogrametri yaygın olarak tarihi eserlerin onarılmasından sonraki son halinin görülmesinde, cephe yüzeylerinin ve içlerinin yenilenmesinde çokça kullanılmaktadır.”(Atkinson 1996)

Mimaride bina ilgili araştırmalar, yapılarıdaki eklerin ve değişikliklerin belirlenmesi, yerleşme düzenlerinin ve yapı ile ilgili genel ve detaylı bölümlerin kayıt edilmesi gibi çeşitli amaçlar için yapılmaktadır. 1:1 den 1: 200 e kadar, amacına göre değişen çizimler, plan, kesit, görünüş ve detaylar olarak sunulurlar. Bugün, bu araştırmaların sonuçları, mimarlar tarafından gerek 2 boyutlu gerek de 3 boyutlu sunumlar olarak bilgisayar ortamında sunulmaktadır.



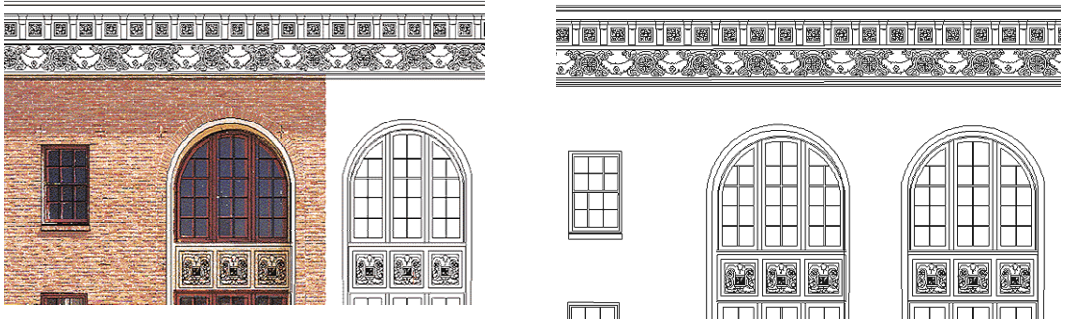
Şekil 5.3: Mimari fotogramtride veri akışı ( Hanke ve Ebrahim

Sayısal (dijital) veya analog (fotografik) görüntülerdeki verilerin ve mimari öğelerin, görsel sunumlarının elde edilmesinde, ölçekli olarak değerlendirme tekniklerine *mimari fotogrametri* denilmektedir.

Mimari fotogrametri diğer fotogrametri teknikleriyle aynı amaçları paylaşmaz. Hava fotogrametrisinde kullanılan yüksek maliyetli yazılımlar, bilgisayar üniteleri ve ekipman gerektirmez. Mimari fotogramtride kullanılan yazılımlar çok yönlü görüntü teknolojileri üzerine kurulmuştur. (Alby ve ark. 2005)

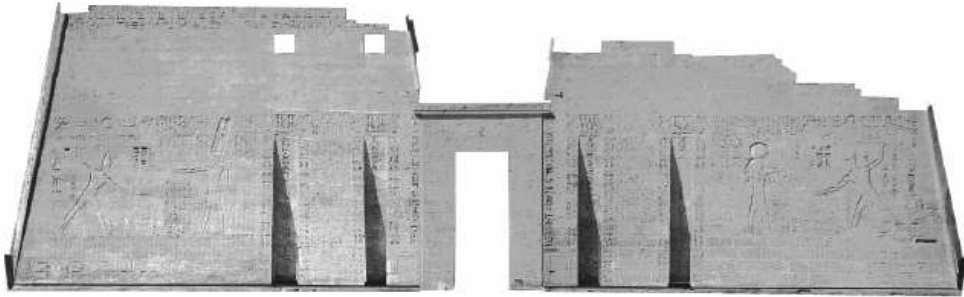
Mimari fotogrametri, fotoğraf üzerinden, mimari objeye ait görsel verileri, objenin geometrik tanımlamasını, objenin düzlemsel ve uzaysal konumunu, obje büyüklüğü ve şeklini, doku bilgilerini ve bu bilgilerin hem düzlemsel hem de uzaysal ayrıntılarını ve özelliklerini içeren bilgiler edinmeyi amaçlar ve bu bilgileri sunar. Yersel fotogrametri üzerine yapılan gerek ulusal gerek uluslar arası çalışmalar, yersel fotogrametrinin önemini arttırmış ve uygulama alanını da genişletmiştir. Mimari fotogrametri,

- Mimari rölöve ve cephelerin çıkarılmasında



Şekil 5.4. The Fresno Metropolitan Müzesi Cephesi Fotogrametrik Rölövesinden detay, Fresno CA(www.asfound.com)

- Tarihi ve arkeolojik sit alanlarının belirlenmesi ve tespitinde



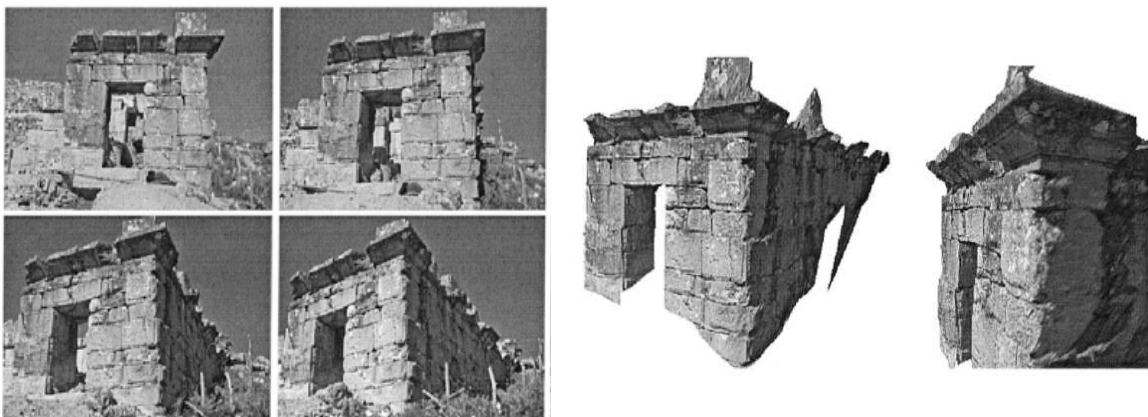
Resim 5.1: Mısır Luxor' daki Ramses III tapınağının ön ortofoto görüntüsü ( Hanke ve Ebrahim

- Şekil ve yapı araştırmalarında

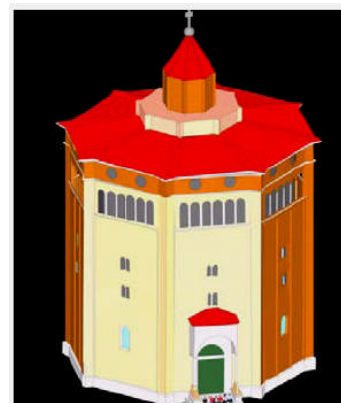


Resim 5.2: Japonya KANKIIN , duvarında bir bölümün, lazer tarayıcı ile belirlenen koordinatlar üzerine fotogrametrik olarak yapılan ortofoto duvar görüntüsü ( Kurashige ve ark.)

- Koruma imar planlarının yapım ve uygulanmasında
- Kültür varlıklarının koruma, bakım ve onarımı amacıyla yapılan belgeleme çalışmalarında



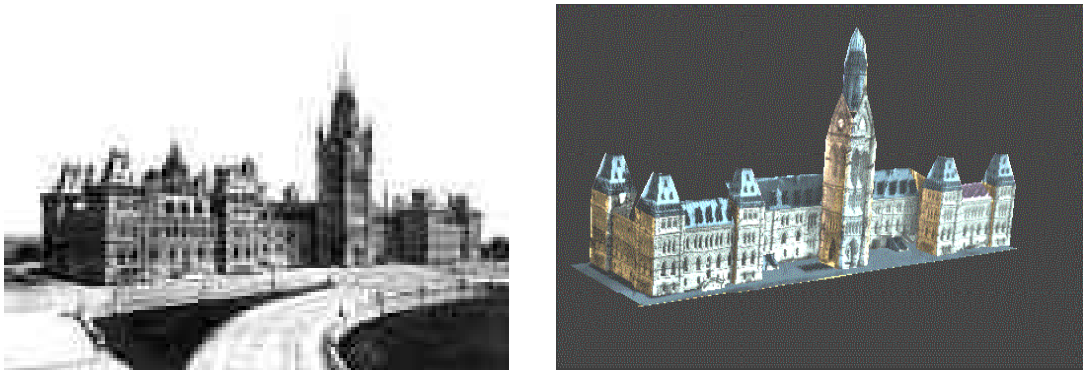
Resim 5.3.: Roma hamamları kalıntısı fotoğrafları ve fotogrametrik belgelemesi (Polhefeys ve ark. 2000)





Resim 5.4: (a) Baptistry Katedrali- İtalya (b) fotomodeler yazılımında hazırlanmış modeli (c) lazer tarayıcı ile elde edilmiş katı model (d) lazer tarayıcı modelin fotoğraf dokusu ile kaplanmış modeli – (Conforti Andreoni ve Pinto 2004)

- Yapılarda eğilme, bükülme, kayma ve çökme hareketlerinin ve deformasyonların ve yapıda eğer varsa hareket büyüklüğü hakkındaki parametrelerin belirlenmesinde
- Onarım sonrası yapının olması gerektiği gibi olup olmadığının kontrolünde
- Şehir ve Bölge Planlama çalışmalarında



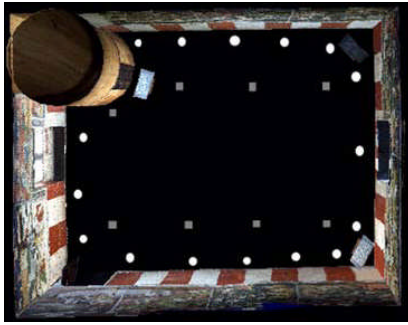
Resim 5.5. Sabry el- hakim'in eski fotoğraflardan yararlanılarak 3D model oluşturularak restorasyon projelerine altlık hazırlanmasına örnek ([www.international.icomos.org](http://www.international.icomos.org))

- Maket, büst, endüstri modellerinin yapılmasında

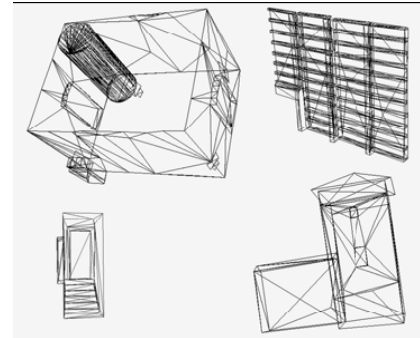


Resim 5.6. Mısır Luxor tapınağında bir heykelin sağ ön perspektif görünüşünün fotogrametrik modellemesi (Hanke ve Ebrahim)

- Önemli tarihi binaların ve yapıların cephe ve iç düzenlerinin kayıt edilmesinde, ya da herhangi bir amaçla eski bir yapının yenileştirilmesinde mimari fotogrametriden yararlanılır.



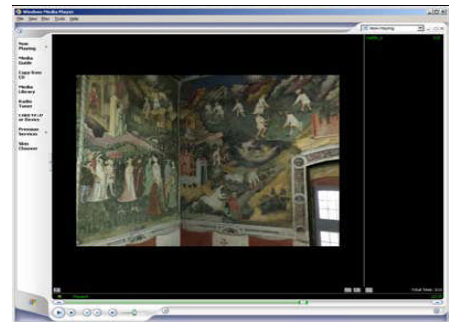
(a)



(b)



(c)



(d)

Resim 5.7: Gotik üslubun önemli temsilcilerinden olan Trento İtalya'daki "Cycle of the Month" kilisesi iç mekanının ve fresklerinin fotogrametrik değerlendirilmesi(a)kamera istasyonlarının üstten görünüşü (b)sırasıyla duvarlar, tavan, kule ve girişin çerçeve modelleri (c)köşe fresklerden detay (d)kayıttan bir görüntü (El-Hakim ve ark. 20)

Bir yapının çevresinin çizgisel olarak ifade edilmesi çoğu zaman yetersiz kalabilir. Ancak bilgisayarda CAD ortamlarında hazırlanan görsel sunularla ifade 3



boyutlu olarak daha açıklayıcı ve yapıyı daha destekleyici olmaktadır. Bu yüzden fotogrametrik ağ, otomatik ve sayısal veri elde etme ve ortofotografik sunumlar sağlayarak yapı çevresini ve dokusunu açıklamada yardımcı olmaktadır.

Mimari fotogrametride, yapı üzerinde işaretlenen belirli noktalar, elektronik total station adı verilen ölçme aletiyle koordinat noktası olarak ölçülür. Çekilen resimler ve bu koordinat noktalarının bilgisayar ortamına aktarılmasıyla, fotoğraflar üzerinden gerçek ölçü alımı sağlanabilir. Bu, özellikle mimaride rölöve alımlarında kullanılan ve ölçülemeyen yerlerin ölçülmesi ve çiziminde büyük bir avantajdır. Ayrıca mevcut fotoğraflar üzerinden çizim yapılarak yapının üç boyutlu modeli elde edilir. 3 Boyutlu modelin doku kaplanması diğer CAD programlarında olabileceği gibi yapının mevcut resimlerinde de yapılabilir. Bu durumda doku kalitesi, çekilen fotoğraf kalitesiyle doğru orantılıdır.

Mimari fotogrametrinin faydası en çok ölçülmesi zor olan yerlerin ve çok detaylı olan, klasik yöntemle çıkarılması çok zor olan bina cephe yüzeylerinin ölçülerinin tespitinde ve çizimlerinin yapımında olmaktadır.

## **5.2. Mimari Fotogrametride Mevcut Metot ve Sistemler**

Kültürel mirasın belgelenmesinde farklı kalite ve çözünürlük gereksinimleri kadar çok özel ve değerli olan objelerin çeşitli şekillerde kayıt edilmesi de arzu edilebilen bir şeydir. Bu nedenle kültürel mirasın belgelenmesi kendi içinde bir amaç olmasının yanı sıra, belgeleme, diğer kullanıcılar için gerekli olan ulaşılabilir, faydalanılabilir bilgiyi elde etmeyi amaçlar. Bu süreçte, uygun metodun seçimi önemlidir.

Uygun teknolojinin seçimi, uygun işlemler, iş akışının tasarlanması ve sonuç ürününle tekniğin uyum içerisinde olması kültürel mirasın belgelenmesinde önemlidir.

Mimari açıdan burada dikkat edilmesi gereken ilk parametreler;

- İstenilen doğruluk, hassasiyetin derecesi,
- Objenin bütünlüğü,
- Objenin şekli ve
- Belgelemenin amacı
- Sonuç ürünün türüdür.

Bu faktörler seçilecek olan metodu ve bu metot sürecinde izlenecek iş akışını etkiler. Bu nedenle uygulanabilir fotogrametri tekniğinin seçimi önemlidir.

İkincil derecede önemli olan faktörler,

- İşin tamamlanması için gerekli olan süre,
- Hız
- İş gücü
- Ayrılan bütçe

Bu faktörler, fotogrametrinin yapısını teknik açıdan etkilememelerinden dolayı ikincil faktörler olarak karşımıza çıksalar da, tamamlanması gereken teknik prosedürü etkileyebilirler.

Mimari fotogrametrideki özel ihtiyaçlara göre, farklı sistemlerle dijital görüntü doğrultuları ya da monoskopik multi görüntü ölçümü, stereoskopik görüntü ölçümü sağlayacak metot ve sistemlerden yararlanılabilir.

CIPA 1999' a göre, farklı sistemler karşılaştırıldığında, aşağıdaki konular dikkate alınmalıdır.

- Sistemin elde edilişi
- Sistemdeki veri akışı
- Proje yönetimi
- Fotoğraf formatı
- İç ve dış yöneltme parametreleri
- Kontrol bilgileri
- CAD bilgileri
- Objenin tamamlanmış modeli
- Sistemin tutarlılık, kesinlik, güvenilirlik ve doğruluk sonuçları
- Sistemi kavrayabilecek ve kullanabilecek fotogrametrik bilginin oluşu
- Nota ölçümleri ve obje geometrisinin elde edilebilmesi için sistemin destek önerip önermediği
- Doku elde edilmesine destek verip vermediği (Mmanea ve Clain 2005).

Bir kültürel miras belgesinin rekonstrüksiyon sürecinin tamamlanarak bir görsel bilgisayar modeli haline gelebilmesi üç aşamada olur.

- Birinci adımda, poz süresince kamera iç yöneltmesi, kamera pozisyonu ve binanın karakteristik özellikleri, dış hatları ve cepheleri matematiksel olarak belirlenmelidir.

Objenin tümünün homojen bir çözümünü elde edebilmek için ışın demetleri görüntü yöntemi ayarlanmalıdır.

- İkinci adımda, gerekli olan ölçüler alındıktan sonra yazılım üzerinde, kontrol noktaları tespit etme, görüntü eşleştirme ve dengeleme işlemleri yapılarak minimum hata ile resimler üzerinden çizimler yapılır. Oluşturulan yapı iskelet görüntü CAD ortamına aktarılır ve CAD ortamında yeniden incelenip gözden geçirilerek ve eğer gerekliyse ilave ölçülerin de eklenmesiyle tamamlanır. Böylece elde edilen 3d model, strüktür çizgileri arasında daha belirgin hale gelecek ve render model için incelenecektir.

- Üçüncü ve son adımda, elde edilen 3d model, CAD ortamında ya da fotoğraf üzerinden orijinal dokusuyla kaplanır ve sunulur. (Hanke ve Ebrahim den geliştirilmiştir).

Fotogrametri alanında görselleştirme çalışmaları 90 lı yılların başında ve ilk olarak CAD yazılımlarının kullanımı ve onların görselleştirme araçları üzerine olmuştur. Mimarlık ve arkeoloji alanındaki görselleştirme uygulamaları ise disiplinler arası çalışma ve başarılı ilk uygulamalar arasında yerini almıştır. Ve bu uygulamalarda da CAD ve CAD destekli görselleştirme araçları kullanılmıştır.( Duran ve Toz, 2003)

3 boyutlu görüntü elde edilmesi için kullanılan koordinat ölçümü, total station ile multi-image fotogrametrisi ve sterero fotogrametri yöntemleriyle ve tarama yöntemleriyle elde edilmektedir.

3 boyutlu görüntü elde edilmesinde lazer tarama yöntemi ve fotogrametri ile birlikte ya da tek olarak kullanılan farklı metotlar ve yöntemler vardır.

Görüntü temelli render- Image-based rendering (IBR): Yöntem 3d geometrik model oluşturmayı kapsamasa da, tekil ve yalın objelerin renderlanabilmesi için uygun bir yöntemdir.

Görüntü Temelli Modelleme'de - Image based modelling, Debevec atı al, 1996 ve El-Hakim 2006 ya göre bu teknik düzenli geometrik yüzeylerin olduğu mimari ve anıtsal yapılarda kullanımı daha uygun bir yöntemdir. Fotogrametrik metotlar bazen bütün olarak geometriyi elde edemese de, yüksek doğrulukta veri elde edilmesini sağlarlar. Bu yöntem daha çok oda gibi geometrisi net olan mekanlarda kullanılmaktadır.

Alana Dayalı Modelleme - Range-based modelling- de aslında lazer tarama tekniğidir. Karmaşık yüzeylerin dahi geometrik olarak belirlenmesini sağlar. Fakat burada doğruluk payı, tarayıcıdan tarayıcıya göre farklılık gösterir.

Burada, doğru bir haritalandırmanın yapılması izdüşüm dönüşümü ile yapılır. (El-Hakim ve ark. 2003).

3D modelde görsel kaliteyi ya da foto-realism denilen dokunun fotoğrafla kaplanmış modelindeki kaliteyi etkileyen çeşitli faktörler vardır. Açıkça görselleştirmenin amacı, model üzerinden pürüzsüz ve sağlıklı bir veri elde etmektir. Bazı donanımlarda, bazı uyumlar olmadan 3d model ya da foto-realistic model elde etmek mümkün olmayabilir. Aslında, çok detaylı modeller için tam olarak ful bir teknoloji henüz ulaşılabilir değildir. Bernardini et al, 2002 ye göre, bir modeli fotoğraf dokusuyla kaplama konusunda, foto realistic model yerine modelin geometrisini elde etme yönündeki çabalar daha çok ilgi görmüştür. Geleneksel olan doku kaplama teknikleri, gerçek görüntüyü ifade etmek için günümüzde artık yetersiz kalmıştır. Fazla detaylı yüzeylerin foto realistic modellerinin oluşturulmasında, geometrik distorsiyonlar, radyometrik distorsiyonlar, dinamik oran ve çizgilerin doğrultuları ve diğer faktörler etkilidir.

Geometrik distorsiyonlardaki hatalar,

- Üçgenlenen yüzey ile görüntü yüzeyi arasında doğru bir haritalandırma-eşleştirme yapılmaması
- Kamera kalibrasyonu ve görüntü kayıt edilmesinin doğru yapılmaması
- Yüzey rekonstrüksiyonundaki varsayımlar ve üçgenleme yöntemiyle biçimin kolaylaştırılmamasından kaynaklanmaktadır..

En uygun doku, poligon şekli ve mesafesine göre seçilir.

Radyometrik distorsiyonlar genellikle farklı görüntülerin farklı açılarından kaynaklanmaktadır. Radyometrik distorsiyonlarda meydana gelen hatalar, aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

- Farklı kamera pozisyonlarına bağlı olan parlaklık farklılığı ve/ ya da aydınlanmadaki değişiklikler
- Görüntünün çizgisel olmayışı- non-linearity of the image response function

Normal bir sistem görüntüleri özel değişmeyen aydınlanma koşullarında elde eder. Görüntüler arasındaki parlaklığın değişmesi, görüntülerin farklı yerlerden ve

farklı ortamlardan, farklı zamanlarda alınmasıyla meydana gelir. Bir piksel için sayısallaştırılmış parlaklık değeri, görüntü parlaklık ölçüsü değildir. Burada parlaklık, bir yüzeyin tüm yönlere doğru yansıyan ışık miktarıdır.

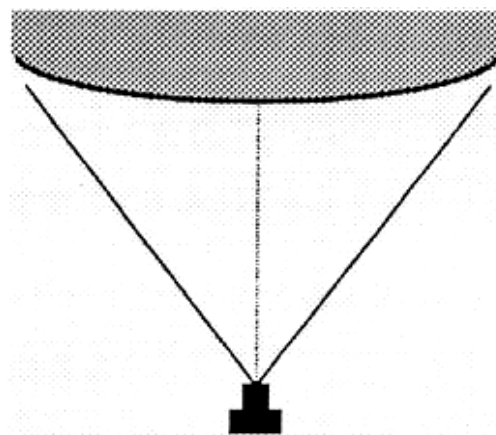
Üç boyutlu bir modelin kaplanmasında çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu teknikler üçgenlerin piksel değerlerinin ortalama değerinde 2 dokunun üst üste bindirilmesiyle oluşturulmuştur. Örneğin, Pulli et al, 1998, yeni doku görüntüsünü hesaplamak için 3 açıdan alınmış en iyi görüntüleri kullanmıştır. Doku haritasının kullanıldığı sanal çevredeki aydınlanma, doku haritasının alındığı aydınlatmaya göre değiştiği zaman, sonuç ürünün renderı, gerçek gibi görünmez.

Doku modelleri uzun mesafeden alındığı zaman ise, karmaşık çizgiler, anlaşılamayan, etkisi düşük doku görüntüsü, ya da görüntü ile ilgili diğer bozukluklar oluşabilir. En uygun doku, poligon büyüklüğü ya da mesafesine göre seçilir.

Dinamik alan hataları, bir görüntünün dinamik alanı, onun en parlak ve en karanlık alanları arasındaki orandır. Debevec and Malik'e (1997) göre, yüksek dinamik oranlı bir görüntü farklı açılardan alınan düşük dinamik oranlı görüntülerden elde edilebilir. (El- Hakim ve ark. 2003).

### 5.2.1. Tek resim –mono- fotogrametrisi

Tek tek çekilen resimlerden veri elde edilmesini amaçlayan, genellikle düz arazilerin foto-plan, foto-mozaik veya foto haritaları yapabilen bir yöntemdir. Mimaride objenin genel olarak şekli ve boyutu ile ilgili yeterli bilgi varken, objenin yüzeyindeki detaylar ve dokusu ile ilgili belgeleme isteniyorsa bu yöntem tercih edilir. Fakat bu yöntemde, üç boyutlu görüş imkânı yoktur. Resimler optik hesaplarla ya da grafik yolu ile perspektif konuma getirilebilirler.



Şekil 5.5: Tek Resim –mono-fotogrametrisinde kameranın konumlandırılması (Hanke ve Grussenmeyer 2002)

Tek Görüntü Yönteminde dijital görüntü düzeltimi süreci;

- Fotoğraf makinesi, belgelenecek olan objenin yüzeyinin merkezine, merkeze mümkün olduğu kadar dik bakacak şekilde konumlandırılıp çekim yapılması,
- Elde edilen dijital görüntüler üzerinde, kullanılan yazılım yardımıyla bina düzlemlerinin düzeltiliminin yapılması aşamalarından oluşur (Turan 2004).



Resim 5.8: (a) Orijinal Fotoğraf (b) Ölçekli Düzeltilmiş Fotoğraf ortofoto

Tek görüntü yönteminde, obje yüzeyi tek bir fotoğrafta gösterilir. Ve bu yöntemde fotoğraf, 8 değişen parametreyle birlikte minimum 4 kontrol noktası kullanılarak rektife edilebilir. Kamera verisi ya da fotoğraf pozisyonu ile ilgili bilgilere ve metrik kameraya ihtiyaç yoktur (Pomaska 1998)

### 5.2.1.1.Ortofoto

Bir üç boyutlu obje yüzeyi, bir dijital modelin tek noktalarından üçgenlemelerle yaklaşık değer olarak hesaplanabilir. Modelle ilgili olarak, kamera verileri ve pozisyonlarının bilinmesi gereklidir. Hesap sonucu, ortogonal gösterimdir. Her bir grid noktası için gri değer hesaplanması gerekir. Bu grid noktasından başlayan düşey bir çizgi, yüzeye isabet eder. Işın buradan projeksiyon merkezi boyunca devam eder ve görüntü yüzeyiyle kesişir. Bu pozisyondan gri değeri alınır. Ortofoto süreci yapının sadece x, y koordinatları üzerindedir (Pomaska 1998).

“Dik fotoğraf ortofoto, düzeltilmiş görüntülerin bir araya getirilmesi ile meydana gelen dijital görüntü haritalarından oluşur. Dijital görüntü haritası bir mimari nesne yüzeyini kaplayan fotoğraflar dizisinin düzeltim yazılımında sıra ile işlenmesi sonucu elde edilen görüntülerin, nesne yüzeyini tanımlayacak şekilde bir araya bir araya getirilmeleri ile elde edilen görünümüdür. Ortofoto, dijital görüntü haritasının photohop gibi bir görüntü işleme yazılımı yardımı ile fotoğraflardaki örtülü alan – hidden area- sorunları çözülerek bütünlemesi sonucu elde edilen görünümüdür.” (Turan 2004).

Görüntü düzeltimi – fotogrametrik retriifikasyon- için farklı yaklaşımlar vardır. En basit metot, geçmişte kullanılan izdüşüm metodudur. Dijital ortogörüntü teknikleri, hava fotogrametrisinde daha çok bilinmesine rağmen, mimari fotogrametride de kullanılmaktadır. Bähr (1980) ve Karras ‘a göre (1996) dijital görüntü değerlendirme sürecindeki gelişimle birlikte, yeni rektifikasyon teknikleri de ortaya çıkmıştır. Dijital rektifikasyon için uygun metodun seçimi, çeşitli faktörlere bağlıdır. İlk olarak, rektife edilecek yüzeyin tanımlanması gereklidir. Eğer neredeyse düz bir düzlem ise, izdüşüm rektifikasyonu seçilmelidir. Küçük, düz olmayan pürüzlü yüzeyler için –polynomial rectification- polinom rektifikasyon uygun olabilir. Eğer obje, parametrik bir model yani silindir ya da bir koni ise, dijital çözümleme metotları kullanılmalıdır. Kompleks yüzeyler farklı rektifikasyon teknikleri ile düzeltilmelidir (Hemmler ve Wiedemann,1997)

“Marten ‘ göre (1994) bazı durumlarda karmaşık yüzeylerin rektife edilebilmesi için yukarıda bahsedilen metotların bir ya da birkaçının kombinasyonu gerekebilir. Bu metotları kombine edebilmek için, görüntünün farklı bölümlere ayrılması ve bölüm bölüm rektife edilmesi gerekir. Bu, görüntüleri birleştirmek ve kesmek için oldukça iş ve kontrol noktası gerektiren bir şeydir. Kenarlarda küçük hatalar

meydana gelebilir. Bu problemler gözden geçirildiğinde, bu yaklaşım iyi sonuçlar vermektedir(Hemmler ve Wiedemann,1997).”



(a)



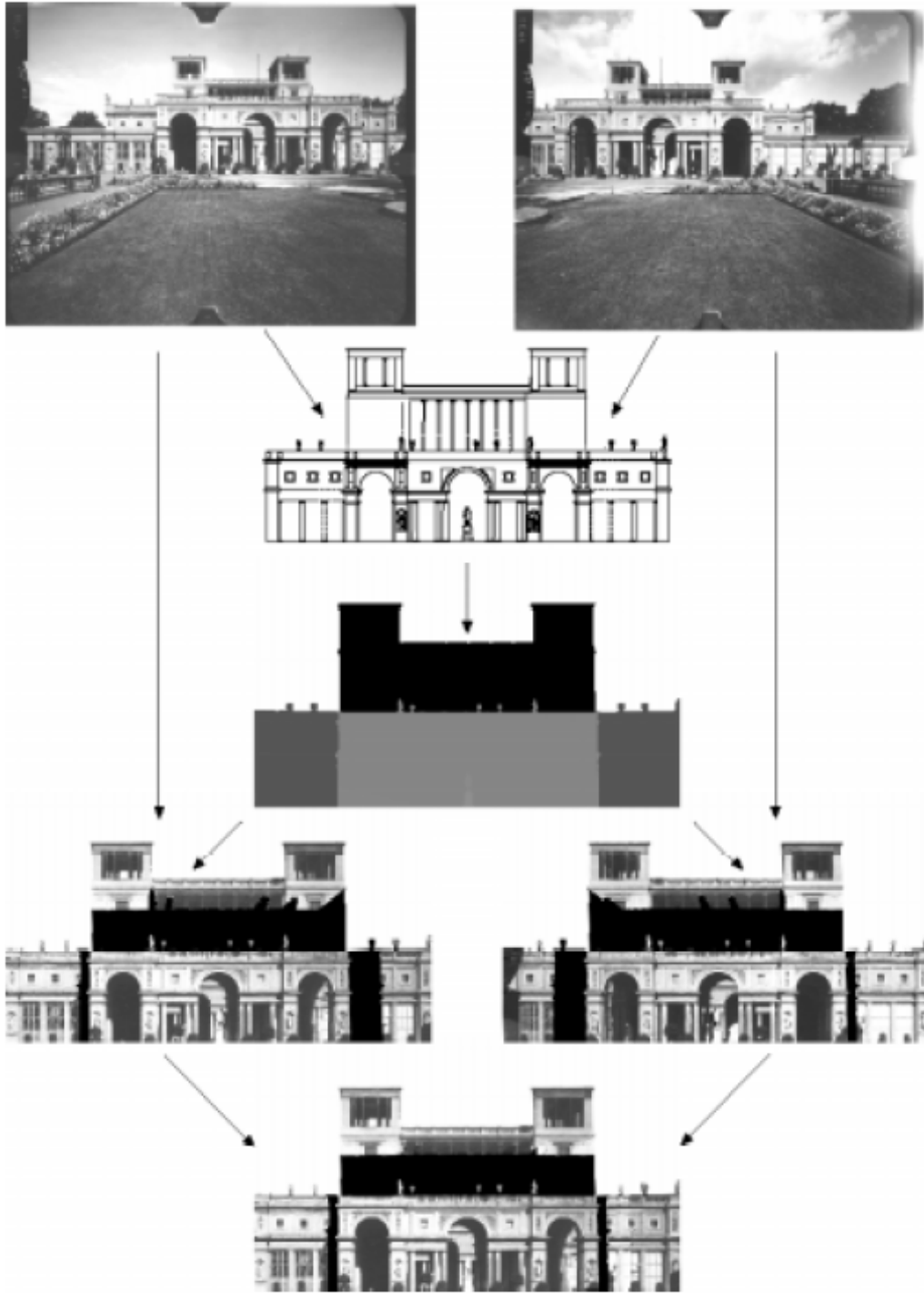
(b)

Resim 5.9. (a) Marmorpalais ‘in büyük Holünün tavanının metrik fotoğrafı ve (b) rektife edilmiş dijital modeli, Potsdam, New Garden (Hemmler ve Wiedemann)



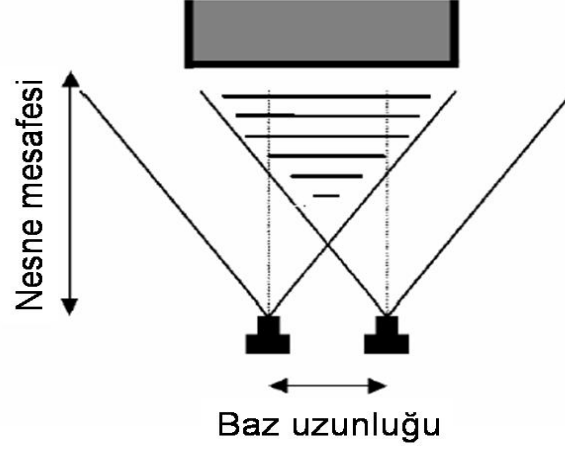
Resim 5.10. Venedik büyük kanalın yanında çalışılan yapılardan birinin ortofoto görüntüsü ( Guerra ve ark. 2005).





Şekil 5.6. Dijital ortogörüntü elde edilmesinde veri akışı şeması (Hemmler ve Wiedemann)

### 5.2.2. Çift Resim Fotogrametrisi –Stereo GörüntüYöntemi-

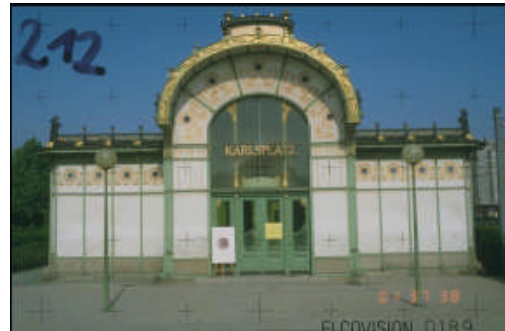


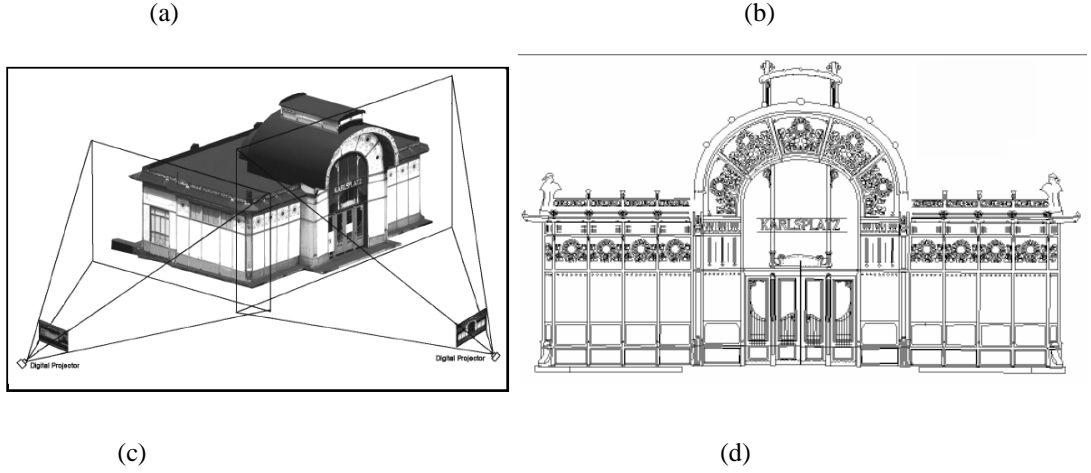
Şekil 5.7. Stereo görüntü yönteminde kameraların konumlandırılması (Hanke ve Grussenmeyer,2002)

Özel değerlendirme aletlerinde ikişer fotoğrafların çakıştırılarak ortak alanlar elde edilmesi ve bunlardan üç boyutlu görüş sağlanması esasına dayanan fotogrametri yöntemidir. Düz olan olmayan her türlü arazinin üç boyutlu görüşü sağlanabilir. Bu yöntemin çalışma prensibi insan gözünün çalışmasına benzer. Gözlerle bakıldığında iki ayrı perspektiften alınan görüntüler beyne gönderilerek üç boyutlu görüş ve algı elde edilir.

Pomaska G., ye göre, mimari amaçlı stereo fotoğrafların çekimi için stereo fotoğraf makinesi, bir stereo baz çubuğuna monte edilmiş ikiz makineler veya çubuk üzerinde kaydırılan tek makine kullanılır (Turan 2004).

İyi bir stereoskopik görüntü için kameraların birbirine mümkün olduğu kadar paralel olması gereklidir. İç yönelmeleri iyi bilinen ve kalibre edilmiş metrik kameralar kullanılır. Stereoskopik görüntüden iyi sonuçlar elde edebilmek için kameralar arasındaki mesafenin-baz uzunluğu- , kameraların objeye olan mesafesine oranı 1:5 ile 1:15 oranları arasında olması gerekir (Hanke ve Gruseenmeyer 2002).

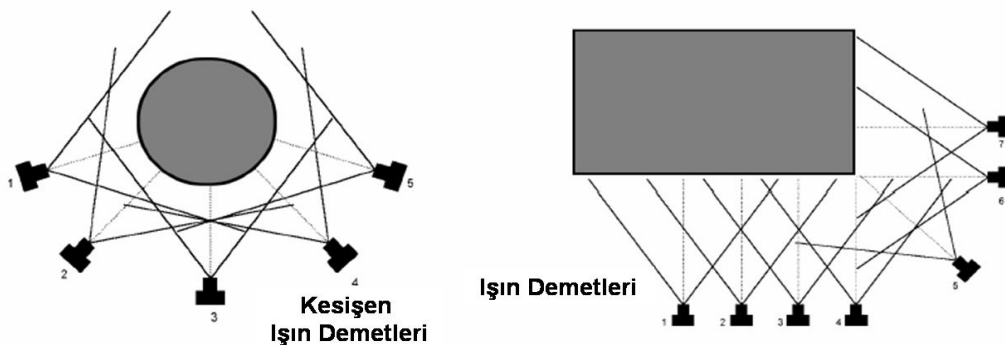




### 5.2.3. Işın Demetleri Yöntemi

Bazı durumlarda karmaşık binaların oluşturulmasında tek bir stereo çifti yeterli olamamaktadır. Çok yüzeyli binaların yüzeylerinin oluşturulabilmesi ve yüzeyin kaplanabilmesi için çok sayıda fotoğraf kullanılmasına olanak sağlayan yöntemdir.

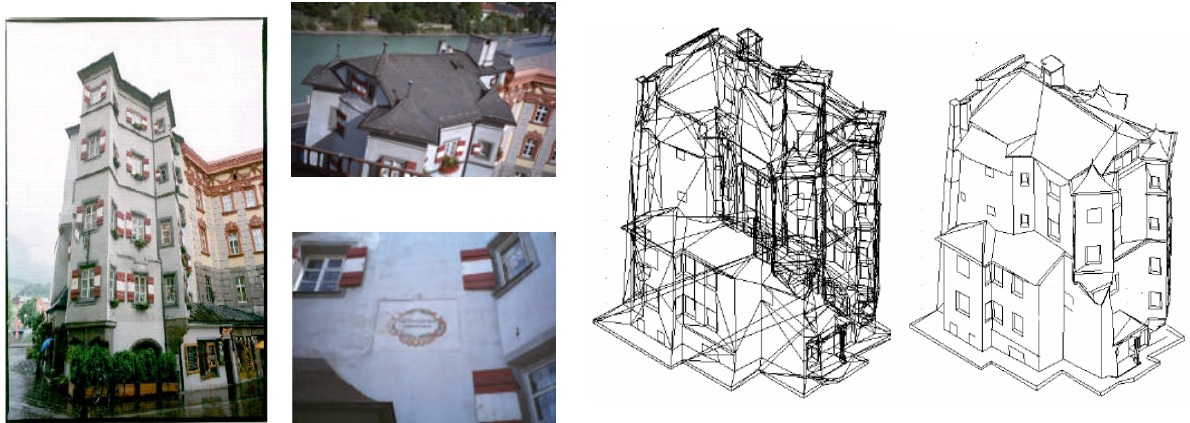
Fotoğraf makinesinin konumlandıkları yerler ile obje arasındaki mesafede üçgenler oluşur. Fotoğrafların çekilmesi gereken herhangi bir yer yoktur. Stereo görüntü eşleşmesindeki ya da tek görüntü sistemindeki gibi obje ile kamera arasında olması gereken bir paralellikten söz edemeyiz. Fotoğraflar, rasgele seçilmiş noktalardan çekilir. Fakat fotoğraf çekimleri yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi birbirini takip edecek şekilde çekilmelidir.



Şekil 5.8. Işın demetleri yönteminde kameraların konumlandırılması (Hanke, ve Grussenmeyer 2002)

Bu yöntemde fotoğraf çekilirken, belirlenecek her nokta en az iki kesişen açı ışını ile kesiştirilmelidir. Bu açı, doğruluk ihtiyacına bağlıdır. Ayrıca bu yöntem, metrik olmayan amatör ya da yarı metrik kameralarla da uyumlu çalıştığı, farklı açılardan çekilmiş fotoğrafları değerlendirdiği ve CAD ortamıyla da uyumlu çalıştığı için günümüzün mimari fotogrametri pratiklerinde oldukça tercih edilen bir yöntem haline gelmiştir.

Multi image görüntü yönteminde kamera istasyonları keyfi seçilebilir ve farklı kamera sistemleri kullanılabilir (Pomaska 1998). Burada dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta ise, 3 boyutlu model elde edebilmek için, yapının çatısı ile ilgili fotoğraflara da ihtiyaç vardır. Bu durumda, hava fotogrametrisinden yararlanmak gerekir.



Resim 5.12. Hanke&Ebrahim 1999' dan Ottoburg, Innsbruck ta yapılan çalışmada farklı açılardan alınan Fotoğraflar , solda yapının wire frame modeli, sağda yüzey modeli (Hanke ve Grussenmeyer 2002).

#### 5.2.4. Lazer Tarama Yöntemi

Lazer tarama, bir obje yüzeyinin verilen bir bölümünün üç boyutlu koordinatlarını otomatik olarak, lazer aletiyle sistematik bir düzende ölçmeye yarayan bir ölçüm tekniğidir.

Obje üzerinde nokta bulutları oluşturarak, en küçük objelerin, detaylı mimari yüzeylerin, bina cephelerinin tarama yöntemiyle ölçer. Özellikle mimarlıkta detaylı yüzeylerin ölçülmesi ve kültürel mirasın belgelenmesi uygulamalarında oldukça yüksek oranda doğruluk sağlayan bir yöntemdir.

Objeye olan mesafenin ölçülmesi, metodu değiştiren bir safhadır. 3D lazer tarayıcılar, objeye sürekli ışın dalgaları göndererek, ışın dalgaları ile yansıyan dalgalar arasındaki farkları bir mesafe ile elde eder. 3D koordinatlar, aletin yönü ve objeye olan mesafesi ile belirlenir. Ve çözüm, motorun dönme hızına bağlıdır çünkü lazer sürekli ışın göndermektedir. Lazer tarayıcı sistemlerinde diğer önemli nokta ise, renkler ve materyaller arasındaki farklılıkları yoğunluk olarak belirleyebilmesidir. Yöntem, genellikle yüzey hakkında detaylı bilgi elde edilmesinde, ya da 3d uzaysal oryantasyon elde edilmesinde, ya da diğer ölçüm teknikleri yetersiz olduğunda kullanılmaktadır. Yöntem süresindeki nokta yoğunluğu, objenin alanına bağlıdır. Bu nedenle tarama süresince bütün obje üzerinde sürekli bir nokta yoğunluğu elde etmek mümkündür. Bu genellikle çok özel bir objenin, ya da özel bir cephenin ya da yapı detayının belgelenmesinde kullanılır ve bu tür belgelemelerde düzenli nokta yoğunluğu istenmektedir.

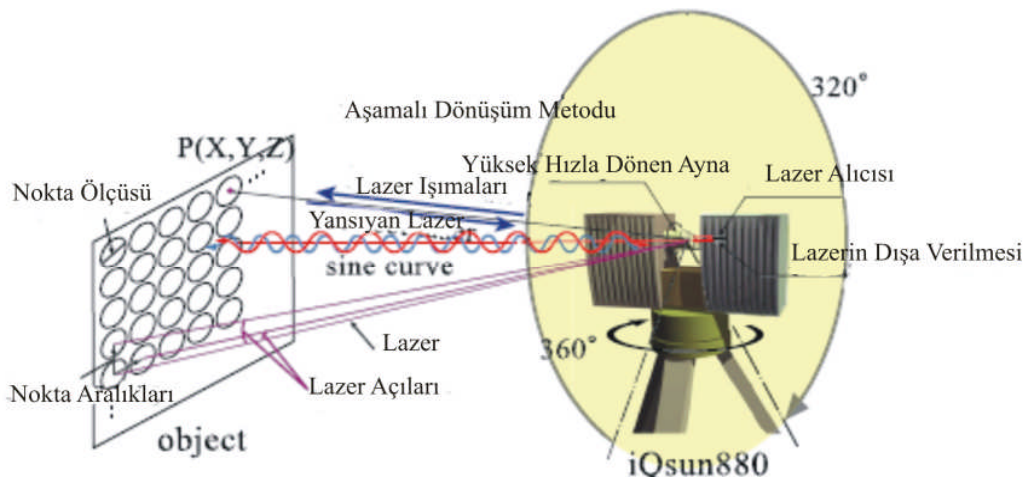
“Burada nokta yoğunluğu ve taranacak obje yüzeyi arasında aşağıdaki bağıntı rehber olabilir.

$$Q = 1 - \{m / \lambda\}$$

Burada Q, verinin kalitesini yani, taranan objenin seviyesini, m obje üzerindeki nokta yoğunluğunu ve  $\lambda$  minimum yüzeyin büyüklüğünü göstermektedir. Örneğin nokta yoğunluğu 2mm, en küçük yüzeyin 5x5 mm olduğu bir çalışmada,

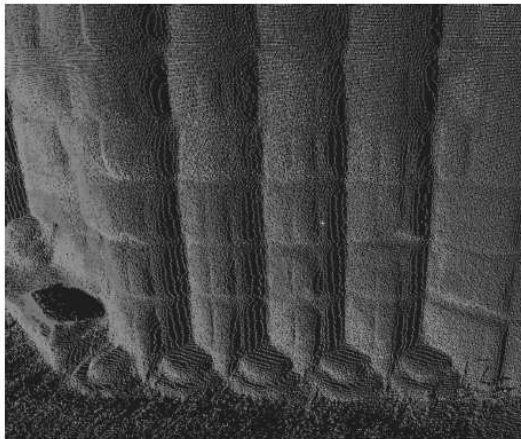
$$Q = 1 - (2 / 5) = 0.60 \text{ çıkar.}$$

Yani, objenin % 60 ı taranabilecek demektir.”(Mills ve Barber, 2003).



Şekil 5.9: Lazer tarayıcıda ölçüm prensibi (Kurashige ve ark.)

Lazer tarama yöntemiyle, yüzlerce, binlerce nokta elde edilmesi, araştırılan yüzey hakkında yüksek doğruluk sağlar ve önemli sonuçların elde edilmesine yardımcı olur. Bu nedenle, veri değerlendirilmesinde, çok sayıda temel fonksiyonların ve bütün noktaların incelenmesine izin veren esnek, araştırılan yüzeyin modellemesini yapabilen ve aynı zamanda veri değerlendirebilecek ve yapının geometrik primitiflerini oluşturabilen bir yazılımın kullanılması önemlidir.



Resim 5.13: Tynemouth Priory, Güney kapısı nokta bulutu detayı ve taranmış modeli (Mills ve Barber 2003).

### 5.2.5. Uygun Metodun Seçimi

Mimari fotogrametrik uygulamalar ve görsel teknikler farklı parametrelere göre çeşitli şekilde sınıflandırılabilirler. Burada mimari açıdan en önemli nokta, belgeleme amacıdır. Bu nedenle sınıflandırmanın belgeleme amacına göre yapılması en uygun olanı olacaktır.

Anıtların mimari açıdan analizleri yapılırken, buradaki amaç, strüktürel elemanların, başlıca teknik ve estetik özelliklerin gösterilmesidir. Ve burada hata

payı 0.5 – 5 cm arasında kabul edilebilir değerler arasındadır. Burada gerekli olan 2 boyutlu planlar, kesitler ve görünüşlerdir. Bu çalışma genellikle analitik değerlendirme olduğundan, genelde düzeltilmiş fotoğraflar ve doku haritaları kullanılır.

Anıtların koruma ve restorasyon amaçlı çalışmalar, anıtın mimari strüktürünü ortaya çıkarmak, malzeme türleri ve çeşitlerini tespit etmek, meydana gelen çatlak, yarık ve yıpranmaları göstermek amaçlı yapılan çalışmalardır. 1 cm ye kadar hata payı kabul edilebilir bir değerdir. Bu tür çalışmalarda da genellikle 2 boyutlu vektörel çizimler ve doku haritaları kullanılır.

Yapılarla ilgili özel çalışmalar, yapıda meydana gelen yıpranmaların ve strüktürel problemlerin, çevre, insan, kimyasal faktörler, doğanın sebep olduğu hasarlar, ya da insanlar tarafından yapılmış hasarların, yüzey ve malzeme bozulmalarının, yapıda eğer varsa yatay ve düşey sapmaların tespit edilmesi amacıyla yapılan çalışmalardır. Bu tür çalışmalarda ölçek ve hassasiyet değişiklik gösterir. Yüksek çözünürlüklü veri elde edilmesi gerekmektedir. İki boyutlu ve üç boyutlu verilerin elde edildiği teknikler ihtiyaca göre kullanılabilir.

İnsan eliyle yapılmış olan, ya da yapıdaki özel kalıntı ve detayların belgelenmesiyle ilgili çalışmalar, hata payı oldukça düşük olan ve detaylı bir çalışma gerektiren çalışmalardır. İhtiyaca göre objenin iki boyutlu da 3 boyutlu da doku kaplı modelleri de elde edilebilir.

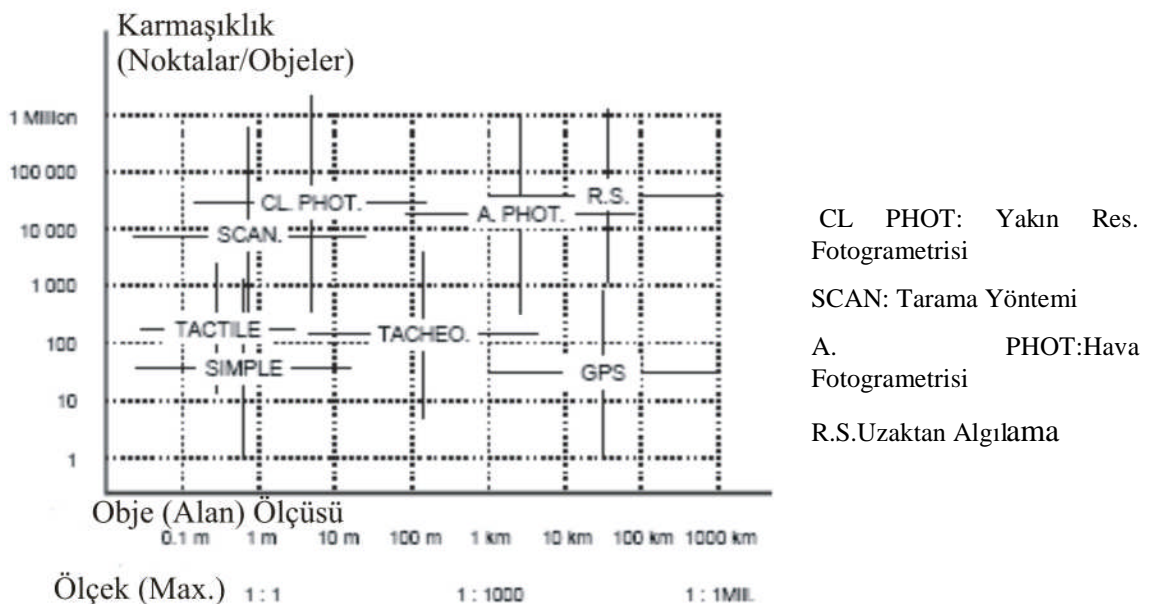
Uygulamaların Sınıflandırılması		Amaçlarına Göre						
		Mimari Anıtların Analizleri	Anıtların Korunması ve Restorasyonu	El Yapımı Eserlerdeki Çalışmalar	Özel Çalışmalar	Arkeolojik Belgeleme	Kent merkezleri ve yerleşim yerleri çalışmaları	GIS Sanal Müzeler
Ürünler Göre	2 Boyut Vektörler Plan / Kesitler							
	2 Boyut Doku Haritaları							
	3 boyut Vektör rekonstrüksiyon							
	3 Boyutlu Rekonstrüksiyon ve dokular							
Metodolojilere Göre	Tek Resim							
	Çok Resimli							
	Çok Sensörlü Birleştirmeler							
Uygularına Göre	Teknik Yönler							
	Belgeleme, Arşivleme Görselleştirme Yönleri							
	Finansal Yönleri							
	Zaman Yönleri İle							

Çizelge 5.1: Mimari fotogrametride özellikle anıtların belgelenmesinde amaç ve istenlere göre uygun metotların sınıflandırılması (english heritage, 2005 <http://www.english-heritage.org.uk/>)

Yukarıdaki tabloda mimari fotogrametrinin kullanıldığı diğer alanlar olan arkeolojik belgeleme, şehir merkezleri ve yerleşme alanları çalışmaları, GIS ve görsel amaçlı müzelerin hazırlanması için gerekli belgeleme çalışmalarının amaçlarına ve istenlere göre sınıflandırılmaları yapılmıştır.

Tabloda metodoloji, veride isteneler ve önem ile belgelemenin amaçları arasında ilişki kurulmuş, belgeleme uygulamaları çeşitli sınıflara ayrılmıştır. Tablonun özellikle mimari uygulamalar ile ilgili bölümü dikkatle incelendiğinde, anıtların mimari analizleri, anıtların koruma ve restorasyon amaçlı belgelenmesi ve özel çalışmalar için tek resim fotogrametrisi ve stereo fotogrametri uygunken, çok alıcılı füzyonun, mimari analizler için uygun olmadığı görülmektedir.

Mimari fotogrametride büyük objeler, siteler, yerleşim alanları, büyük anıtlar için mimari haritalamalar, topoğrafik araştırmalar ve lazer tarama teknikleri fotogrametrik tekniklerle birlikte kullanılmaktadır. Çoğu zaman manüel metotlar ve bu metotların karışımı kullanılmaktadır. Özellikle mimari fotogrametri çalışmalarında, fotogrametriyle birlikte lazer tarama tekniği birlikte kullanılmaktadır.





Çizelge 5.2. Obje büyüklüğü ve kompleksliğine göre uygun metodun seçimi (Boehler, ve Heinz 1999).

### **5.3. MİMARİ FOTOGRAMETRİDE KULLANILAN EKİPMAN VE SEÇİM ÖLÇÜTLERİ**

#### **5.3.1. Kameralar**

##### **5.3.1.1.Metrik Kameralar**

Bu kameralar fotogrametrik çalışmalarda en çok kullanılan kamera çeşididir. Bunlar prezisyonlu düzeçleme ve yöneltme sistemi olan, distorsiyonlu, f ve köşe işaretleri koordinatları, yatay açı dairesi belli, kalibrasyon raporu kullanıcıya teslim edilen makinelerdir.

“Carbonell’e (1989) göre “ Metrik kameralar tüm sistemin toplam stabilitesini garantilemek için tasarlanmışlardır. Bu stabiliteyi sağlayan ise lensle duyarlaştırılmış yüzeyin çekim sırasında üzerine yerleştirildiği kamera arasındaki sağlam konstrüksiyonun sağlanmış olmasıdır.” (Sağiroğlu, 2004).

Uzun poz süresi uygulanabildiğinden pozlanması yavaş, ayırma derecesi yüksek yani tanecikleri küçük emülsiyon taşıyan film veya camlar kullanılabilirler. Metrik kameralar odak uzaklıklarına, resim boyutlarına ve poz sürelerine göre sınıflandırılırlar. Odak uzaklıkları 56 – 30 mm ,resim boyutları 55 \* 55 mm den 130 \* 180 mm, poz süreleri 1/25 sn den 1/5000 snye ye kadar olabilen makinelerdir. Metrik kameralarda genel olarak cam plaka ya da rulo filmler kullanılır. Fakat depolanma ve kullanım kolaylığı bakımından rulo filmler daha çok tercih edilir.

Tek makineler, yer fotogrametrisinde kullanılan tek kameralar, uzaktaki cisimlerin ölçülmesinde kullanılırlar ve genellikle ayarları sonsuza ayarlanmış kameralardır.

“Mimarlık fotogrametrisinde stereo kameralar gibi tek kameralar da kullanılabilir.” (Tüdeş 1996).

Uzaktaki bir cismi yakın resim fotogrametri yöntemiyle çekmeye başlayınca görüntü, odak düzleminin daha gerilerine düşmektedir. Bunu engellemek için odak uzaklığı sonsuza ayarlanmaktadır.



(a)

Resim 5.14. (a) Wild (Leica) P31 tek kamera



(b)

(b) Rolleiflex 6008 Metrik Kamera

Çift Stereo makineler, iki tek kameranın birbirlerine göre değişik yerlerden çekilmesi sonucu stereo kameralar elde edilen kameralardır. Prensip olarak bu iki kameranın da aynı cins olması gerekir.



(a)

Resim 5.15. (a) C.Zeiss SMK-40 ve SMK-120 çift Kameraları



(b)

(b) Canon Çift Kameraları

İki kamera birbirine bir boru ile bağlanmıştır. Bu boru uzunluğu yakın resim fotogrametri çalışmaları için 120 cm, çok yakıları için 40 cm dir. 120 cm lik boru – baz – 5-50 metre arasındaki cisimlerin çekiminde, 40 cm lik baz 2.5-10 metre uzaklıktaki cisimlerin çekiminde kullanılır.

### **5.3.1.2.Metrik Olmayan Kameralar**

İç yöneltme elemanlarından tamamı veya bir kısmı bilinmeyen veya değişken olan amatör resim çekme makinelerdir. Analitik ve dijital yöntemde kullanılabilirler. Bu kameraların fotogrametride kullanılabilmesi çeşitli fotogrametrik analiz programı içerisine entegre edilmiş kalibrasyon değerleri yardımıyla olmaktadır. İç yöneltmelerde kullanılan artikeller metrik olmayan kameralarda olmadığı için fotoğrafların sadece köşe noktaları kullanılır.

### **5.3.1.3. Dijital CCD kameralar**

Doğrudan dijital resim çekme makineleri (CCD kameralar) de fotogrametri uygulamalarında en yaygın olarak kullanılan kameralardır. Dijital teknolojinin de gelişmesiyle birlikte CCD kameraların sağladıkları avantajlar, görüntü kaliteleriyle birlikte artmaktadır. CCD kameralar, direkt olarak sayısal veri elde etme, elde edilen görüntülerin kalitelerinin kontrol etmede kolaylık sağlaması ve artık günümüzde ucuz olmasından dolayı elde ediliminin kolay olması, mimari fotogrametrik uygulamalarda tercih edilmesinin sebebi olmuştur.

Mimari fotogrametride fotoğraf makinesi seçimi için kesin bir kural yoktur. Belgeleme amacı ve çalışma kapsamına göre değişen çözünürlük ve istenen görüntü formatı burada önemlidir. Düşük çözünürlüklü dijital fotoğraf makineleri ölçekli çizimler için yeterli olmamaktadır. Mimaride ölçekli çizim elde etmek için yüksek çözünürlüklü fotoğraf makineleri kullanılmalıdır. Filmler fotoğraf makineleri burada daha avantajlı görünmektedir.

Orta formattaki dijital kameralar binaların belgelenmesi ve kayıt edilmesi için uygundur. Fakat dijital fotoğraf makineleri ancak otofokusları kapatıldığı zaman kalibre edilebilir ve fotogrametrik uygulamalar için kullanılabilirler.(Pomaska 1998).

Görüntü formatı 60x60 mm olan kameralar orta formatta kameralardır. Yakın resim uygulamaları için en yaygın olarak bilinen kamera rolleiflex 6008 kameradır. Bu kamera kültürel mirasın belgelenmesinde ideal çözünürlüğe sahiptir. Ayrıca SLR-Kodak Blue Plus Color Full Frame olarak bilinen dijital kameralar mimari fotogrametri için oldukça önemlidir.(Pomaska 2001).

Tarama çözünürlüğü ( dpi )	İmaj Büyüklüğü ( piksel )	İmaj Büyüklüğü ( greyscale )	Maximum retrifikasyon/ çıktı ölçeği
300	2244	5	1/200

Reseau ağı tekniği ile çalışan yarı metrik kameralar, mimari fotogrametri çalışmaları için kurulmuş kameralardır. Farklı film formatlarında çeşitli üretimleri vardır. Rollei, Leica, Hasselblad gibi markaların yarı metrik kamera çeşitleri mevcuttur. Genellikle mimari uygulamalarda amatör kameralar kullanılmaktadır. Fakat bu amatör kameralar, detaylı bir fotogrametrik projede değil, hasarlı ya da yıkılmış binaların belgelenmesinde herhangi bir başka belgeleme aracı olmadığı zaman kullanılmaktadır( Hanke ve Grussenmeyer 2002).

### 5.3.2. Tarayıcılar

Dijital fotogrametrik yöntemle değerlendirme yapılabilmesi için elde edilen verilerin sayısallaştırılması gerekir. Dijital kameralarla elde edilen veriler sayısal olarak saklanabilmekte fakat analog kameralarla elde edilen veriler sayısal olmamaktadır. İşte bu verileri sayısallaştırmak, dijital hale getirmek için tarayıcılar kullanılır.

Tarayıcılar fotogrametrik belgeleme sürecinde çok önemli araçlardır. Yüksek çözünürlükte görüntü elde edebilen analog kameralar, tarayıcılarla birlikte hızlı ve hassas değerlendirme yapmanın yanı sıra arşivleme kolaylığı da sağlarlar.

600	4488	20	1/100
1200	8976	80	1/50

Çizelge 5.3: İstenilen Çıktı Ölçeğine Göre Min. Tarama Çözünürlükleri (Sağiroğlu 2004)

Tarayıcılar genel olarak algılayıcılarına ve tarama düzenlerine göre ikiye ayrılırlar.

- Masa üstü tarayıcılar (Algılayıcı hareketli-tarama düzlemi sabit)
- Silindirli tarayıcılar (Algılayıcı sabit-tarama düzlemi hareketli)
- Fotogrametrik tarayıcılar

Silindirli tarayıcılara resim yerleştirmek zor dur ve çok dikkat ister. Ayrıca resimde kayma olabilmektedir. Bu nedenle fotogrametrik değerlendirme işlemlerinde daha çok masaüstü tarayıcılar kullanılmaktadır. Normal standart bir masaüstü tarayıcıda tarama yapabilmek için kalibrasyona ihtiyaç vardır. Çünkü istenilen çıktı ölçeğine göre çözünürlük değişir.

Masaüstü tarayıcılar, özel olarak fotogrametrik amaç için üretilmiş tarayıcılar değildir fakat ucuz olmaları ve fotoğrafları sayısallaştırmaları bakımından mimari fotogrametrik çalışmalarda tercih edilirler ve kullanılabilirler.

Fotogrametrik tarayıcılar ise, fotogrametri firmalarından özel olarak imal edilmiş, çok yüksek geometrik çözünürlüğü ve doğruluğu olan tarayıcılardır.

Mimari araştırmalar önemli olan, imaj büyüklüğü, çıktı ölçeği- obje çözünürlüğü- ve görüntü çözünürlüğü önemlidir. Objenin detaylı araştırılması ve belgelenebilmesi için, sonuç ürününün yüksek çözünürlüklü olması gerekir.

Fotoğrafik ürünlerin sayısallaştırılmasında, hem film esaslı kameraların hem de dijital kameraların avantajlarından yararlanılmalıdır. Her ikisinin de kendine göre avantajları vardır. Film esaslı kameralar, kaliteli görüntü ve daha büyük görüntü formatı elde edilmesini sağlarken, dijital kameralar da sayısal veri elde edilimini kolaylaştırması ve toplanan verilerin depolanması bakımından daha avantajlıdır. Her ne şekilde olursa olsun, mimari belgeleme için gerekli çözünürlüğe göre, özellikle detayların özgünlüğü ve bütünlüğü bozulmayacak şekilde tarama işlemi gerçekleştirilmelidir.

### **5.3.3. Yazılımlar**

Alınan ölçekli fotoğraf ve görüntülerde olan deformasyon, görüntü ve şekil bozuklukları ile sistemden kaynaklanan her türlü hatanın giderilerek, ölçeklendirme işlemiyle gerekli düzeltmelerin yapılması, fotoğraf ve görüntülerin ölçekli ve çalışmaya hazır hale getirilmesine kadar yapılan işlemlerin hepsine değerlendirme işlemleri denilmektedir.

Fotoğraf çekimi, kontrol noktalarının yeri ve koordinat noktalarının ölçülmesi işlemlerinden sonra tüm bu verileri değerlendirecek bir fotogrametrik sistem gereklidir. Günümüzde bu değerlendirme dijital sistemlerle gerçekleşmektedir. Hava fotogrametrisi değerlendirmesi yapan aletlerin çoğu kapasiteleri büyük olduğundan yersel değerlendirme de yapabilir. Bunların dışında yersel değerlendirme günümüzde çeşitli dijital kameralarla da yapılabilmektedir.

Dijital kameralar klasik kameralara oranla üstünken bazı yönlerden de birçok dezavantaja da sahiptirler. Bu kameraların hassasiyetini etkileyen en önemli konular pixel boyutu, ayırma gücü ve doğruluktur. Dijital kameraların görüntü düzlemi, iki boyutlu algılayıcı tarafından oluşturulmuştur. Algılayıcılar belirli aralıklarla alınan sinyalleri kaydederler. Bu sinyaller de daha sonra sayısallaştırılarak sayısal görüntü verisi haline gelir.

Değerlendirmede kullanılan yazılımlar mono, stereo ve ışın demetleri yöntemlerini kullananlar olmak üzere sınıflandırılırlar. Mono değerlendirme yapan yazılım Rollei firması tarafından üretilmiş MSR dır. Stereo değerlendirme yapan yazılımlar ise photomodeler, CDW,pictran, photocad, phodis, photomod, Vexcel FOTOG, 3DMapper, tritop, sahaecapture, photo3D, spg data 3D, digi 21, v- stars, cap, aicon 3d studio, dpa-pro gibi yazılımlardır. Bu yazılımlar genel olarak sayısal arazi, sayısal yükseklik ortofoto ve ortofoto mozaik oluşturulması için kullanılmaktadır.

Mimaride koruma amaçlı belgelenelerde esas olan, yapının geometrisi, dokusu, meydana gelen bozulma ve deformasyonların tespitidir.

Mimaride yapı yüzeyine ait ayrıntıları görselleştirmede kullanılan yazılımlara **düzeltilim yazılımları**, yapının geometrisini belirlemede kullanılan yazılımlara da **ölçüm yazılımları** denmektedir.

“Düzeltilim yazılımları, tek bir fotoğraf üzerinde düzlem tanımlama yoluyla, perspektif görüntüyü ortogonal bir görüntü haline dönüştüren, fotoğraf makinesi içinde oluşan çarpıklıklardan oluşan görüntü bozukluklarını kontrol edebilen yazılımlar düzeltilim yazılımlarıdır.”(Turan 2004)

Düzeltilmiş yazılımları, fotoğraflardan düzeltilmiş- rektife edilmiş- görüntüler ve bu düzeltilmiş görüntülerden de fotomozaik, fotoplan, sayısal ortofoto gibi görüntüler elde edilmektedir.

Yaygın olarak kullanılan düzeltim yazılımı Roleimetric MSR' dir. Bu yazılımın dışında ELPS, Photoplan gibi yazılımlar da kullanılmaktadır. Mimari koruma alanında malzeme, bozulma, deformasyon gibi verileri ayrı ayrı sınıflandıran yazılım da Metigomap yazılımıdır (Turan 2004).

Nesne geometrisini belirlemede kullanılan yazılımlar ölçüm yazılımlarıdır. Stereo görüntü ve ışın demetleri yöntemlerini kullanan yazılımlarla ölçüm yapmak mümkündür. Günümüzde ışın demetleri yöntemine dayanan yazılımlar daha çok tercih edilmektedir. Ölçüm yazılımlarından elde edilen 3 boyutlu görsel veriler, kültürel mirasın belgelenmesinde önemli bir yere sahiptir. Ayrıca bu veriler üzerinden CAD ortamlarında isteğe bağlı olarak doku kaplı modeller, renderlı modeller ya da iki boyutlu veriler oluşturulabilmektedir.

Yazılım seçilirken sistem kurgusunun sade oluşu, proje ilerlemesinde sağladığı kolaylık, yöneltme hassasiyeti, kullanım kolaylığı gibi özelliklere dikkat edilmelidir.

Lebel' e göre (1994), fotogrametrik çalışmalarda kullanılacak olan yazılımların aşağıdaki özellikleri sağlaması gerekmektedir.

- Görüntü elde edilimi
  - Matematiksel model
  - Koordinat dengelemesi
  - İç ve dış yöneltmeleri içeren fotogrametrik iş akışı
  - Yaklaşık değer üretimi
  - Veri elde edimi için noktalar, çizgiler ve sembollerle ilgili birimler
  - GIS/ CAD arabirimi
  - Dijital değerlendirme modeli(DEM)
  - Veri elde etme, doğrulama, görselleştirme, bilgisayar ortamında örneklendirebilme
  - Otomatik görüntü eşleştirme, çizgi izleme vs.
  - Görüntü düzeltimi
  - Orto görüntü elde etme,
  - Görüntü dengeleme
  - Dijital görüntüleri analiz için daha düzenli hale getirme
- gibi özellikleri barındırmalıdır (Manea ve Calin 2005).

#### 5.4. Mimari Fotogrametri için Ölçütler

Başarılı bir mimari fotogrametrik çalışma için çeşitli bakış açıları değerlendirilmelidir. Örneğin, görüntü elde edilimi için maksimum zaman limiti, görüntülerin elde edilmesinden sonraki fotogrametrik süreç, fotoğrafların renkli ya da siyah beyaz olması, sonuç üründe istenilen detaylar, görüntü elde edilmesinin maksimum ve minimum zamanları, sistem maliyeti, sistemin taşınabilirliği, projenin amacı, sonuç üründe istenen hassasiyet gibi faktörler sağlıklı bir fotogrametrik çalışma için değerlendirilmesi gereken şeylerdir.

“CIPA (1981)’ a göre, fotogrametrik araştırmalar için gerekli olan fotografik çalışmaların planlanması, kaçınılmaz olarak, araştırılan binanın ve çevresinin özelliklerine, görünürdeki amaca, gerekli doğruluğun derecesine, mevcut ekipmana ve minimum maliyette en yararlı sonuçlara ulaşmadaki isteğe bağlıdır.”( Phillips 1994).

Mimari projeler için en çok gerekli olan, mümkün olduğu kadar doğru veridir. Burada doğruluğun derecesi, projenin çeşidine bağlıdır. Her uygulamada istenilen doğruluğun sağlanabilmesi için farklı doğruluk gerekleri yapılması gerekecektir. Bazı durumlarda da, istenilen hassasiyet için fotogrametrik yöntem değil, elle ölçüm yapılması da gerekebilir.

##### 5.4.1. Fotoğraf Alımı ve Kamera

Bir objenin 3 boyutlu modelini oluşturabilmek için en az iki ışın-fotoğrafla obje arasında- ya da bir ışın ve bu noktanın elde olduğu yüzey arasında bir kesişime ihtiyacınız vardır. Eğer ikiden fazla ışın varsa, bu obje 3 ya da daha fazla fotoğrafta göstertiliyor ve ışınsal çözümün mümkün olduğunu göstermektedir.

Kamera iç yöneltmesi ve dış yöneltmesi parametreleri bilindiği takdirde herhangi bir problem yoktur. Fakat dış yöneltme parametreleri bilinmediği zaman, dış yöneltmeyi hesaplamak için obje üzerinde en az 3 kontrol noktasına ihtiyaç vardır. Kamera parametrelerinin bilinmemesi durumunda ise obje yüzeyi ile görüntü yüzeyi arasındaki bağlantı izdüşümü denklemi ile sağlanır. Fakat bunun yanında, iki



mesafedeki minimum 4 kontrol noktası elde edilmek zorundadır. İyi bir stereoskopik görüntü elde edilebilmesi için, kameralar birbirlerine mümkün olduğu kadar paralel olmalı, iyi bilinen, iç yöneltmeleri kalibre edilmiş ve lens distorsiyonları az olan metrik kameralar tercih edilmeli ve kamera pozisyonları arasındaki mesafenin, kameraların objeye olan mesafesine oranı 1:5 ile 1:15 arasında olmalıdır. (Hanke ve Grussenmeyer 2002).

Dijital görüntülerin kaliteleri, sonucu da önemli oranda etkiler. Düşük çözünürlüklü dijital kameraların kullanılması ya da ucuz tarayıcıların kullanılması, 3d görsel modelin oluşturulması için yeterli olsa da hassas bir metrik veri elde edilmesi için yeterli olmamaktadır.

“Günümüzde yaygın olarak kullanılan dijital kameralar mimari fotogrametrik uygulamaların büyük bir kısmı için yeterli çözünürlüğü sağlamaktadır” (Alby 2003)

Uluslar arası araştırmaların sonuçları, minimum kontrol noktası, uygun kalibrasyon dikkate alındığında, modern bilgisayar teknolojisi, metrik olmayan küçük formattaki fotoğrafların da fotogrametrik işlemlerde kullanılmasına izin verdiğini göstermektedir.

Bu varsayımların sağlanabilmesi için fotoğraf çekimini dikkate alarak bir çerçeve hazırlanmak zorunda kalınmıştır. Bu çerçevedeki kurallar 3 başlık altında toplanmış, her başlık kendi içinde 3 alt başlığa ayrıldığı için bu kurallara 3x3 kuralı denmiştir.

Mimari fotogrametri ile ilgili 3x3 minimum kuralları Waldhaeusl&Ogleby 1994’ te aşağıdaki şekilde açıklanmıştır.

- 3 geometrik kural

- Objeye üzerindeki kontrol bilgilerinin hazırlanması
- Objeye bütününe kaplanması için fotoğrafların nasıl alınacağına planlanması
- Stereo değerlendirme için fotoğraf alımının planının yapılması

- 3 fotografik kural

- En uygun kameranın seçimi
- Kameranın elde edilişi
- Homojen aydınlanmanın seçilmesi- fotoğrafların çekileceği uygun zamanın ayarlanması

- 3 düzenleme kuralı

- Uygun taslak, eskizlerin yapılması

- Fotogrametrik operatör için gerekli olan ek bilgilerin, uygun protokolün yazılması

- Sonuç ürünün kontrolü ve depolanması (Csaplovics ve ark. 2002).

Bu kurallar fotogrametri ya da onunla ilgili disiplinlerle uğraşan insanlar için kolay anlaşılabilir ve rehber olma niteliğinde hazırlanmış, mimari fotogrametride sağlıklı sonuçlar elde etmek için dikkate alınması gereken kurallardır. Fotoğraf, antropoloji, sanat tarihi ya da mimarlık alanında çalışan insanlarla işbirliği yapıldığında, bu kurallar farklı koşullar altında çok farklı objelere pratik olarak uygulanabilmektedir.

Mimari fotogrametride yapının fotoğrafları alımı yapılmadan önce, rölövenin hassasiyet derecesine karar verilmelidir. Ve istenilen bu hassasiyete göre de kamera seçimi yapılmalıdır. Metrik kameralar bu işler için oldukça uygun olsa da, günümüzde dijital kameralar da kalibrasyon birimi aracılığıyla gerekli hassasiyeti sağlar duruma gelmişlerdir. İstenilen hassasiyete göre alım yapılabilecek maksimum uzaklık tespit edilmelidir. Bu bilgiler ışığında maksimum alımın yapılabileceği uzaklık aşağıdaki bağıntıların yardımıyla hesaplanabilir.

“Fotoğraf Ölçeği = Görüntü Doğruluğu / Değerlendirme Doğruluğu  
Alım Uzaklığı = Odak Uzaklığı / Fotoğraf Ölçeği” (Sağiroğlu, 2004)

Bu konuda ICOMOS’ un 1993 yılı kongresinde kameranın bulunduğu platform ile çekim yapılan obje arasındaki mesafenin 1/5 ile 1/15 arasında olması gerektiği yayınlanmıştır (ICOMOS, 1993)

Mimari fotogrametride fotoğraf alımı yapılırken,

- Gölge, yansıma, yanmış fotoğrafların oluşmasını engellemek için fotoğrafik çekimler uygun aydınlanma koşullarında olmalıdır. Bu konuda pozometre denilen araçlar yardımcı olabilmektedir. Pozometre, fotoğrafta görüntülenmek istenen yüzeyleri tespit ederek ortamın ışık şiddetini ölçer ve sonuçları verir. Kameraya entegre edilebildiği gibi ayrı olarak da kullanılabilir. Ortamdaki parlaklığın yanı sıra kontrastlığın ayarlanması da oldukça önemlidir. Kontrastlık fotogrametrik analiz programlarında değiştirilebiliyorsa da, fotoğraf alımı sırasında ayarlanması gereken

bir konudur. Ortamdaki ışığı güçlendirebilmek için flaş gibi vericiler kullanılabilceği gibi, ışığı azaltmak için günün uygun saatlerini beklemekte de yarar vardır.

- Fotoğraf alımına başlanılmadan önce, çalışılacak alan önceden mutlaka görülmeli ve izlenecek yöneme önceden karar verilmelidir.

- Her bir cephe için en az 3 fotoğraf çekilmesi gerekmektedir. Farklı açılardan alınan bu fotoğraflar arasındaki yakınsamada optimum değer 90 derecedir. Fakat 60 derece de iyi bir derece olarak kabul edilir. Bu fotoğrafların birbiri üzerine binme oranı en az %50 oranında olmalıdır. Bu binmenin yapılması yüzey kaplaması için gereklidir.(Arias ve ark 2005).

“Belli bir uzaklıktan çekilen fotoğrafın kapsayabileceği maksimum obje büyüklüğü ise aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplanabilir

Resme Girecek Maksimum Obje Boyutu = Faydalı Resim Boyutu / Fotoğraf Ölçeği  
(Yiğitoğlu 2002)”

- Hareket eden, kayan fotoğrafları engellemek için makine mümkün olduğu kadar bir tripod üzerine oturtulmalı, ya da o yoksa kamera sabit bir elemanla desteklenerek çekim yapılmalıdır.

- Fotoğrafların, alandan yükseltilmiş bir platformda çekilmesi tercih edilmelidir.

- Fotoğraf alımı için ideal olan, bir fotoğrafın tam orta yükseklik pozisyonundan, diğerlerinin de mümkünse daha düşük ya da daha yüksek noktalardan alınması, mimari objenin geometrik açıdan tamamlanması için idealdir. Cepheye ait detaylar ise yakın resim fotogrametrisi yöntemiyle alınan diğer fotoğraflardan tamamlanabilir.(Gomes ve ark. 1999)

- Yapı önünde ölçü almayı engelleyici herhangi bir engelin bulunmaması gerekir.

- Yapıya ait fotoğrafın alınabilmesi için yeterli uzaklığın sağlanması gerekir.

- Doku kalitesi için resimler yakından ve yüksek çözünürlüklü fotoğraf makineleriyle çekilmelidir.

- Fotoğraf almada her nokta, yeterli kesişim açısının en az iki noktasıyla kesişmelidir. Çizgilerin paralel oluşlarının bilinmesine ilave olarak, düzlemlerin düz

olması ve hatların dik olması objenin geometrisin güçlü ve homojen sonuçlarının elde edilmesine yardımcı olur (Hanke ve Grussenmeyer 2002).

- “Alkış, 1978’e göre resim ölçeği en uygun alım ve değerlendirmeyi sağlayacak biçimde seçilmelidir. Resim ve değerlendirme ölçekleri arasındaki oran mimari alımlardaki denemelere göre 10:1’ den daha küçük olması sağlıklı olur.
- Fotoğraf alım kamerasıyla koyu yada açık renkte alım yapılmasının önlenmesi için makinenin ISO değeri kontrol edilmelidir.

#### **5.4.2. Hedef noktaları ölçülmesi**

Yersel fotogrametri yöntemiyle rölöve alımlarında ya çalışılacak alanın fotoğrafı daha önceden alınır ve hedef noktaların ölçülmesi sırasında bu kroki altlık olarak kullanılır ve ölçülen hedef noktaları bu kroki üzerine işaretlenir ya da fotoğraf üzerinde koordinat noktaları bilinen noktalar da fotoğraflanır. Böyle durumlarda fotoğraf üzerindeki hedef noktası işareti kolaylıkla görülebilir olmalıdır. Yapı üzerine yapıştırılan hedef nokta işaretleri, yapının önemli bölümlerini kapatmamalı, yapı renginden farklı dikkat çekici bir renkte olmalı ve okunabilir büyüklükte olmalıdır. Ayrıca, yağmur, kar ve rüzgâr gibi kötü hava koşullarına karşı dayanıklı olabilmesi için polyester kağıt gibi zarar görmeyecek kağıtlar üzerine çıktı alınmalıdır. Fakat bu tür kağıt ya da yapışkan maddelerin yapıya ya da hassas bölgelerine – kalemişi, oyma, çini gibi bölgelerine- zarar vermemesine dikkat edilmeli, bu gibi durumlarda, hassas bölgelerin yakın çevresine yapıştırılmalıdır.

Sağlıklı bir fotogrametrik değerlendirme yapabilmek için fotoğraf alımı yapılırken, fotoğraf alanına giren hedef noktası sayısına dikkat edilmelidir. Tek resim fotogrametrisi yönteminde, fotoğraf alanına yeterli sayıda –minimum 4- nokta girmesi gerekmektedir. Yöntem olarak çift resim fotogrametrisi yönteminin kullanıldığı durumlarda ise, fotoğraf çiftlerinin ortak alanlarına girecek hedef noktası –minimum 4- yeri ve sayısı iyi belirlenmelidir.

#### **5.4.3. Kullanılan Yazılım**

Mimari fotogrametrik çalışmalarda kullanılan yazılımlardan Pictran, Rollei CDW, Imbun, VerTech gibi birkaç yazılım arasında en uygununun seçilebilmesi için

bir performans değerlendirmesi çalışması yapılmış araştırma sonucunda, hangi yazılımin en başarılı olduğu sonucuna varılmamış, her birisinin kendi içerisinde avantaj ve dezavantajları olduğu ortaya çıkmış ve işin türüne göre uygun çözümün seçilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Burada önemli olan yazılımin, çalışmanın gereklerine ve çalışmanın amacına uygun olup olmadığıdır. (Wiedemann ve ark.)

### 5.5. Mimari Fotogrametrinin Gelişimi

Genç bir mimar olan Albrecht Meydenbauer, 1858 yılında fotoğrafik görüntüleri binaların dokümantasyonunda kullanılması fikrini bulmuştur. Fakat bu düşüncesinin teknik açıdan gerçekleşebilmesi için büyük bir istekle çalışmış ve ortaya attığı bu yöntemin bir dokümantasyon yöntemi olarak kabul görmesi için mücadele etmiştir. Mimar Meydenbauer, kültürel mirasın gelecekte ne gibi problemlerle karşılaşabileceğini, kültürel miras objelerinin ileride rekonstrüksiyon ya da yeniden inşa edilme durumlarının olabileceğini o zamanlar fark etmiş, bu nedenle kültürel mirasın belgelenmesinin kaçınılmaz olduğu üzerinde şiddetle durmuştu.

1834 yılında 'Toley' de doğan Alman mimar Meydenbauer, Berlin' de Bauakademie(Mimarlık Okulu) okuduktan sonra, Prusya hkmetinde yapı araştırmacısı olarak göreve başlamıştır. İlk görevi Wetzlar şehrindeki katedralin belgelenmesi olmuştur. 1858 yılında, katedrali belgelemesi için rölöve alması sırasında, katedralin yan tarafındaki dar geçitten düşmüş ve bu olaydan cephedeki direkt ölçümlerin yerine fotoğraflar üzerinden ölçülerin alınmasının daha kolay olacağını ve bunun gerektiğine karara vermiştir. Ve bu olaydan sonraki çalışmalarını bu düşünceye adanmıştır.



(a)



(b)

Resim 5.16: (a) 1885-1932 yılları arasında fotogrametrik enstitü olarak kullanılan Bauakademie (Mimarlık Okulu) (b) Mimari fotogrametrinin ilk ortaya çıktığı Meydenbauer'in dar geçidinden düştüğü Wetzlar Katedrali Eylül 1858 ( Albertz, 2001)

1860 yılında Prusya Kültürel miras müze müdürü' ne bir not yazarak, fotoğrafik görüntülerin objeyle ilgili daha ayrıntılı ve yüksek doğrulukta bilgi saklayacağına dair bir not yazmıştır. Kültürel mirasın belgelenmesinin gerekli olduğuna inanarak Kültürel Miras Arşivi düşüncesini geliştirmiştir- *Denkmalerarchiv*-. Bununla birlikte bu düşüncesinin bir belgeleme yöntemi olarak kabul görmesine kadar, hükümetten bu konuyla ilgili maddi ve manevi destek alana kadar birçok problemle karşılaşmıştır.

Çalışmalarını bu yönde yoğunlaştıran Meydenbauer, zamanla ticari kameraların bu iş yeterli olmadığını bu nedenle özel kameraların geliştirilmesi gerektiğini fark etti. Fakat burada asıl problem, fotogrametrik bir kamerayla bir ölçüm aletinin tek bir sistemde nasıl kombine edileceğiydi. Bu nedenle 1867 yılında Pantoskop adı verilen geniş açılı lenslerin kullanıldığı bir alet icad etti. Bu alet, günümüzdeki metrik kameraların,

- Pozlandırmadan önce görüntü düzleminin tanımlanması,
- Görüntü koordinat sisteminin entegrasyonu,
- Poz süresinde fotoğraf tabakası üzerinde görülen çapraz kıllar sistemi
- Başlıca mesafeyi belirlemek için karmaşık odaklı tasarım, kalibre edilmiş odak uzaklığı
- Yatayda kamera düzlemini, düşeyde görüntü düzlemini ve bir görüntü koordinat eksenini yatayda ayarlayacak tripot

gibi özellikleri taşıyordu. Meydenbauer' in bulduğu bu teknik çözümler, daha sonra geliştirilecek olan bütün fotogrametrik kameraların temel elemanlarını şekillendirmiştir ( Albertz, 2001).

İcat ettiği bu aletle, Berlin' in 180 km güneyindeki Feryburg- on- Unstrut kent kilisesinin metrik görüntülerini kayıt etti. Yaptığı bu çalışmalarda kamerası başarılı oldu ve fotogrametrinin mimari ve topoğrafya amaçlı da kullanılabileceğini ispat etti. Ve Meydenbauer, fotogrametri başlığını 1857 yılında ilk kez bir mimari gazetede yayımladı.

Meydenbauer' in kullandığı yöntemler tanımlayıcı geometrik kuralları takip eden grafik çizimlerdi. Bunun yapımı ise görüntünün tam olarak düşey oryantasyonuyla mümkündü. Onun prensibi, her bir görüntünün obje üzerinde en az 1 kontrol noktası ve yan oryantasyonunun belirlenmesiydi.

Kültürel miras olarak belgelenecek bir yapının tamamlanmış modelini oluşturabilmek için iki yöntem kullanıyordu. Birincisi, eğer obje üzerinde yatay çizgiler varsa, burada gözden kaybolan noktaların belirlenmesi. Ve bu tür görüntüleri elde etmek için köşeden çekilmiş fotoğrafları kullanırdı. İkincisi iki ışının grafiksel olarak kesişmesiyle bir noktanın yerinin bulunması. Bu metodun diğer bir adı düzlem- masa fotogrametrisi- plane- table photogrammetry-. İki ya da daha fazla görüntüde belirlenmiş olan herhangi bir obje noktasının plandaki yerinin belirlenmesi. Bundan bir sonraki adımda da, yüksekliğin çizilmesi idi.



(a)



(b)

Resim 5.17: (a) Meydenbauer' in 1867 yılında yapılmış olan ilk fotogrametrik kameralarından biri (b) 1890 yılında üretilen yeni jenerasyon kameralardan biri( Albertz, 2001)

Meydenbauer' in çalışmalarına Prusya Kültür Müdürü' nden destek gelmiş, 1882 yılında, hükümet kontrolünde bir ofis kurulmuştur. Uzun tartışmalar ve Meydenbauer' in yapmış olduğu fotogrametrik belgelerin tarafsız uzmanlar tarafından tekrara ölçülerek fotogrametrinin doğruluğunun ispatlanmasından sonra, 1 Nisan 1885 yılında Royal Prusya Fotogrametrik Enstitüsü, dünyadaki ilk fotogrametrik enstitü kuruldu. Enstitü Berlin şehir merkezine kuruldu. Enstitü binası, Meydenbauer' in 30 yıl önce mimarlık öğrenciliğini yaptığı *Bauakademie* ydi.

1886 yılında Meydenbauer, yeni jenerasyon kameraları üretti ve taşınabilen, takılıp sökülebilen bir kamera tasarladı. Görüntü formatı 40x40 cm idi. Hatta özel amaçlar için 30x30 cm ve 20x20 cm olanları da yapılmıştı. Fakat maalesef bu kameralar 2. Dünya Savaşı sırasında yok oldu. Bunlardan sadece iki kamera mevcut, onlar da ne Meydenbauer, ne de arkadaşları tarafından kullanılmamıştır.

Meydenbauer ve ekibi, çalışma süresince, yani 1885 ve 1909 yılları arasında o ve ekibi yaklaşık 1200 anıtın yaklaşık 11000 araştırma fotoğrafını çekmiştir. Prusya dışında Almanya' da yaklaşık 100 binadan yaklaşık 1600 fotoğraf elde etmiştir. Ve Almanya dışında yaklaşık 800 fotoğraf, çekilmiştir. Bunlar genellikle Yunanistan, Lübnan ve Türkiye' de İstanbul'dan olmuştur. Meydenbauer emekli olduktan sonra arkadaşları 1920 tarihine kadar çalışmalarını devam ettirmiş ve arşiv yaklaşık 2600 objenin 20000 fotoğraf kaydına ulaşmıştır. I. Dünya Savaşı' ndan sonra, politik değişiklikler ve ekonomik zorluklarla birlikte Almanya' daki gelişim ve buna bağlı olarak enstitüdeki durum da değişmiştir. 1920' den sonra fotogramterik çalışmalar minimuma inmiş ve enstitü'nün adı Public Institute for Images olarak değiştirilmiştir. Ve asıl amacı, çeşitli amaçlar için fotoğraf satarak para kazanmak olmuştur. (Albertz 2001)

## 5.6. Meydenbauer Arşivi ve Kültürel Mirasın Belgelenmesi

Meydenbauer oldukça ileri görüşlü bir insandı. Hayatı ve çalışmaları boyunca amacı, Prusya' da mimari fotogrametriyi yaymak ve tüm Almanya için Kültürel miras arşivi oluşturmaktı. Bu nedenle düşüncelerini, yazılı basınla, yaptığı yayınlarla, verdiği konferans seminer ve derslerle yaymaya çalıştı. Başlıca yayınlarından biri 1894 yılında yayınlanan Bir Alman Kültürel Miras Arşividir.-A German Cultural



Heritage Archive. 2 sene sonra Kültürel Miras Arşivi ve Onun Fotogrametriyle Oluşturulması – A Cultural Heritage and its Creation by Photogrammetry- başlıklı notlarını yayınlamıştır. Bu notlarında Meydenbauer, arşivleme ve belgeleme için en uygun teknikleri ve çeşitli amaçlar için metrik fotoğrafların kullanılmasını anlatmıştır. Ve yaklaşık olarak 12-15 yıl süresince Almanya'nın tüm en önemli kültürel mirasının belgelenebileceğini de ileri sürmüştür. Fakat en yazık ki, ne yayınları, ne seminerleri, ne notları beklediği etkiyi yaratmamış ve Meydenbauer 1909 yılında 75 yaşındayken Royal Prusya Fotogrametri Enstitüsü'nden Müdür olarak istifa etmiş ve görevinden ayrılmıştır.

Meydenbauer' in koleksiyonu, 35 yıl boyunca enstitü raflarında saklanmış, 1933 yılında enstitü bir başka binaya taşınınca koleksiyon II. Dünya Savaşı boyunca Berlin Sarayı'nın çatısında saklanmıştır. 1945' te Sovyet ordusu koleksiyonu tüm materyalleri 935 adet ahşap kutuyla Moskova' ya getirmiştir. İçeriği hala bilinmeyen 56 kutu bir sanat müzesine, kalan 879 kutu Mimarlık Akademisi Müzesi' ne getirilmiştir. 1958 yılında bu kutular Alman hükümetine geri verilmiş fakat geri verilen belgeler içinde kamera kalibrasyonları, kataloglar ve ölçümle ilgili dokümanlar yoktur. Ve bu dokümanlar hala kayıptır.

Cam plakaların çeşitli nedenlerle yıpranmasından dolayı, bu koleksiyonun bir kopyayla korunması kararına varılmış ve 1893 tarihinden itibaren orijinal negatifler yeniden yapılmış ve sağlam filmlere çevrilmiştir. 40x40 cm olan görüntü formatları da 18x18 cm e düşürülmüştür. Arşiv şuanda Waldstadt, Berlin' e yaklaşık 30 km güneyde bir kentte, Office for the Preservation of Monuments of Culture of the Federal County of Brandenburg ' da koruma altına alınmış ve modern koşullar altında korunmaktadır.



## 6. YERSEL FOTOGRAMETRİ YÖNTEMİYLE RÖLÖVE ALIM TEKNİĞİNİN KONYA'DAKİ TAÇ KAPILARA UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Yersel Fotogrametri yönteminin mimaride özellikle detaylı ve işlemeli yapıların ve bölümlerinin rölövelerinin alınmasında kullanılabilirliği, Konya Karatay Medresesi ve Konya Sırçalı Medrese örneği üzerinde yapılan uygulamalarla araştırılmıştır. Çalışma kapsamında uygulamadan elde edilen iki ve üç boyutlu sonuçlar gösterilmiştir.

### 6.1. Yersel Fotogrametri Yöntemiyle Rölöve Alım Tekniğinde Uygulama Adımları

Yersel fotogrametri yöntemi ile rölöve alım projeleri birkaç basamaktan oluşmaktadır. Bu yöntemle rölöve alımına başlamadan önce

- Çalışmanın hassasiyet derecesine karar verilmesi
- Çalışma alanında yapılması gerekenlerin planlanması
- Çalışma alanında kullanılacak ekipmana karar verilmesi

gerekmektedir.

Bu kriterlerin belirlenmesinin ardından sağlıklı bir şekilde arazi ve büro çalışması yapılmalıdır.

Arazi çalışmasında,

- Yapıyı tarifleyen fotoğrafların uygun zaman ve uygun açıdan çekilmesi
- Yapı üzerindeki kontrol noktalarının belirlenmesi
- Yapı üzerinde belirlenen kontrol noktalarının ölçülmesi

Büro çalışmasında,

- Ölçülen noktaların fotoğraf üzerinde işaretlenmesi
- Yüzeylerin tanımlanarak fotoğraf üzerinden çizilmesi
- Projenin işlenmesi
- Eğer istenirse doku ile kaplanması (Dülgerler ve ark., 2005)

işlemleri yapılmaktadır.

### 6.2. Uygulama Kapsamında Kullanılan Ekipman Özellikleri

Yersel Fotogrametri yönteminin Konya Sırçalı ve Karatay Medreselerinin taç kapılarının rölövelerinin alımlarında uygulanması sırasında kullanılan yazılımda ve hassasiyette herhangi bir problemle karşılaşılmamış, detayların çizimi için yüksek çözünürlüklü dijital fotoğraf makinesi tercih edilmiştir. Yazılım, ülkemizde ve yurt dışında da kullanılan bir yazılım olup fotogrametrik değerlendirme sırasında üç ve iki boyutlu model, çizim, koordinat verilerini de barındıran bir programdır.

Yersel fotogrametri yönteminde, metrik kameraların daha hassas olması ve daha doğru sonuç vermesine rağmen, oldukça pahalı ve az bulunur olması sebebiyle araştırma kapsamında dijital kamera kullanılmıştır.

Yapılar üzerinde belirlenen kontrol noktalarının ölçülmesi, reflektörsüz, lazer total station yardımıyla yapılmıştır.

### 6.2.1. Kullanılan Kamera Özellikleri

Konya Karatay Medresesi taç kapısının fotogrametrik yöntemle rölöve alımının yapılmasında, Sony DSC-F828 dijital fotoğraf makinesi, Sırçalı Medrese taç kapısında Canon dijital IXUS 750 dijital fotoğraf makinesi kullanılmıştır. Kullanılan bu kameranın özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

Canon dijital IXUS 750 kamera özellikleri

- Piksel sayısı: 7.1 milyon piksel
- Maksimum çözünürlük: 3072x2304
- Optik zoom dahil
- Sabit odak uzaklık
- Diyafram: F2.8 - F4.9



Resim 6.1. Canon IXUS 750

### 6.2.2. Kullanılan Jeodezik Ölçüm Aletinin Özellikleri

Çalışmada lazerli total station kullanılmıştır. TOPCON GPT 3007 total station aleti özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

Topcon GPT 3007 total station özellikleri

- 1200 metreye kadar reflektörsüz ölçüm yeteneği
- Dahili 24000 nokta alımı ve hafızada tutabilme
- Direkt bilgisayara aktarım
- Usb çıkışı ve bağlantı olanağı



Resim 6.2. Topcon GPT 3007 Total station

### 6.2.3. Kullanılan Fotogrametrik Yazılımın Özellikleri

Konya Karatay ve Sırçalı Medrese Fotogrametrik değerlendirme çalışmasında Photomodeller 5.0 yazılımı kullanılmıştır.

Photomodeller programı Windows 95 ve daha üstü versiyonlarında çalışabilen ve minimum şartları; 16 M.B. Ram, 30 M.B. boş alan, 800x600 ekran çözünürlüğü, 32000 renkli özelliklere sahip Pentium model bilgisayarlardır.

Photo Modeller'de fotoğraflardan 3 boyutlu verilerin elde edilmesi, 3 boyutlu ölçümlerin yapılması ve 3 boyutlu modellerin oluşturulması esasına dayanır. Otomatik kamera istasyon yönelimi, Kamera kalibrasyon arabirimi, yataylama – rektifikasyon- , karakteristiği bilinmeyen bir kamera ile alınan bir fotoğraftan kamerayı yeniden kurma, nokta ölçümü, 3d görüntüleme, 2d görüntüleme, yüzey birleştirme gibi özellikler taşıyan bir yazılımdır.

Elde edilen sonuç görüntü, 3d ya da 2d olarak depolanır. Bu sonuç ürün aynı zamanda dxf (2D ve 3D), 3D studio, Wavefront OBJ, WRML (1 ve 2), Raw ve Microsoft Direct x formatlarına da dönüştürülebilmektedir.

### 6.3. Konya Karatay Medresesi ve Taç Kapısı



Resim 6.3. Konya Karatay Medresesi genel görünüm

Selçukluların zengin abidevi yapılarından olan Konya Karatay Medresesi, kubbeyi ve duvarları kaplayan çini mozaik süslemelerinin yanında görkemli portali ile de önemli bir yere sahip olan eserimizdir.

Medrese adını, Selçuklu Devleti'nin en büyük vezirlerinden olan Celaleddin Karatay' dan almıştır. Zengilere ait olan köşe dolguları, renkli taş kakma geçmeler, Selçuklu sülüsü kabartma yazılar, ince detaylı mukarnaslar, sarma kemer motifleriyle taş işleminin en asil kompozisyonlarından biridir.



(a)



(b)

Resim 6.4. (a) Karatay Medresesi Portal mukarnası (b) Portal yan panosu

Taç kapıdaki kitabede 652/12251 rakamı, medresenin inşa edildiği tarihi belgelemekte fakat kitabedeki taşların farklı olması inşa tarihinde tereddütler yaratmaktadır. İki renk mermerin kullanıldığı medrese doğu cephesinin güney ucunda yer alan taç kapıda beyaz olan mermer daha çok kullanılırken, gri olan mermere daha az yer verilmiştir. 2 metre derinlik, 7.40 metre genişlik ve 8.5 metre yüksekliğiyle dışta en çok göze çarpan eleman olan portal, mimari düzen, malzeme ve kompozisyonu ile Anadolu Selçuklu portal geleneğinden ayrılmaktadır. Selçuklu portallerinde kavsarayı dolduran mukarnaslar, yukarıya doğru gittikçe daralıp tepede tek hücre ile tamamlanırken, burada yan yana beş hücre ile bitmektedir. (Erdemir 2001)

Eser günümüzde Çini Eserleri Müzesi olarak kullanılmaktadır.

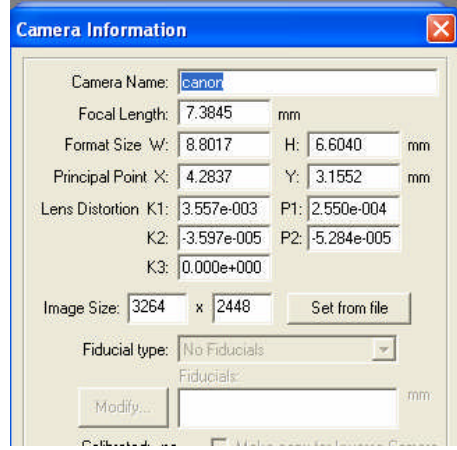
### **6.3.1. Karatay Medresesi Taç Kapısı Cephe Rölövesi Fotogrametrik Değerlendirmesi**

#### **6.3.1.1. Kamera Kalibrasyonu**

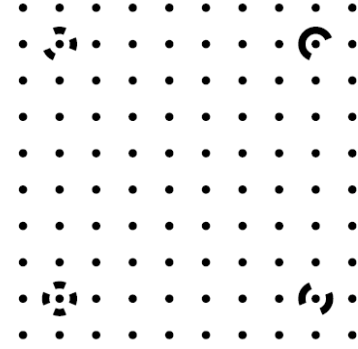
Kalibrasyon, metrik olmayan kameralarda üretici şirket tarafından daha önce belirlenmemiş olan kameranın odak uzaklığı dışında fotogrametrik işlemler için gerekli olan asal nokta kayıklıkları, görüntünün köşe koordinatları gibi bilgilerin bulunabilmesi için yapılması gerekli bir işlemdir (Sağiroğlu,2004). Kalibrasyon

işleminin yapılması, fotogrametrik değerlendirmede gerekli olan odak uzaklığının hesaplanabilmesi için gereklidir.

Çalışmada kullanılan Canon fotoğraf makinesi, photomodeler programı içindeki camera calibrator birimiyle kalibre edilmiş, kalibrasyon sonuçları aşağıda gösterilmiştir.



(a)



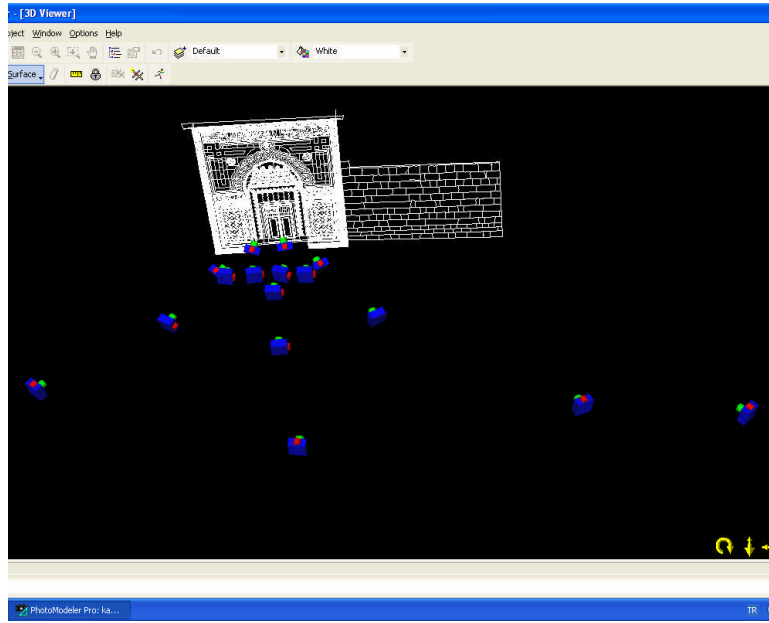
(b)

Resim: (a) Canon IXUS 750 kalibrasyon sonucu (b) Kalibrasyonda kullanılan şablon

### 6.3.1.2. Fotoğraf Alımı

Karatay Medresesi fotogrametrik değerlendirmesi sırasında Photomodeler 5.0 yazılımı ve Canon IXUS 750 dijital fotoğraf makinesi kullanılmıştır. Fotoğraflar yapının ve havanın uygun olduğu gün ve saatlerde farklı açılardan alınmıştır. Karatay Medresesi Taç Kapısı cephesinin fotogrametrik değerlendirmesi için 16 adet fotoğraf kullanılmış, çift resim fotogrametrisi yöntemi ile her bir fotoğraf, ortak hedef noktalarının olduğu diğer fotoğraflarla çakıştırılmış, birbirine referans edilmiştir. Fotoğraf alımında, yapı önünde, yapıyı ya da yapının herhangi bir bölümünü engelleyecek bir durumla karşılaşılmamıştır. Sadece yapı önünden ana yol geçmesinden dolayı, fotoğrafların, trafiğin yoğun olmadığı zaman dilimlerinde alınmasına özen gösterilmiştir.

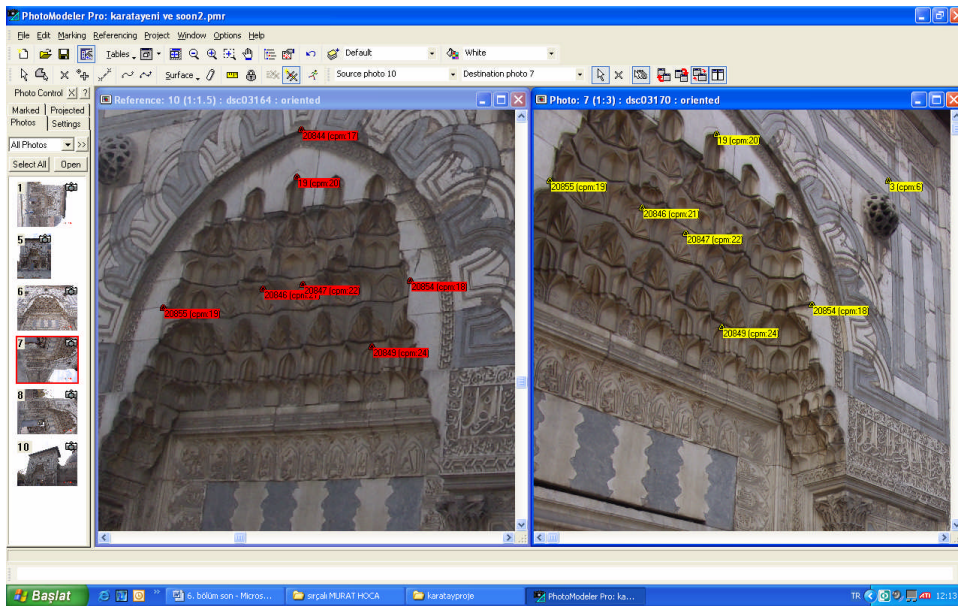




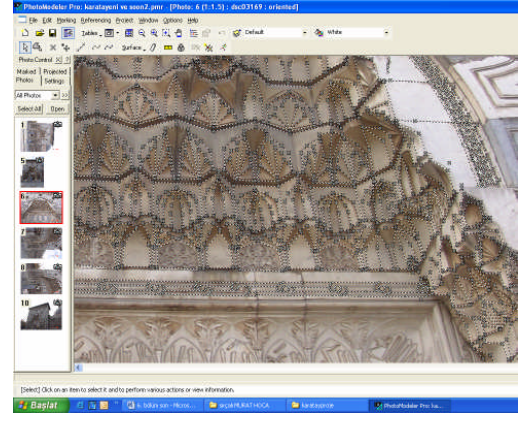
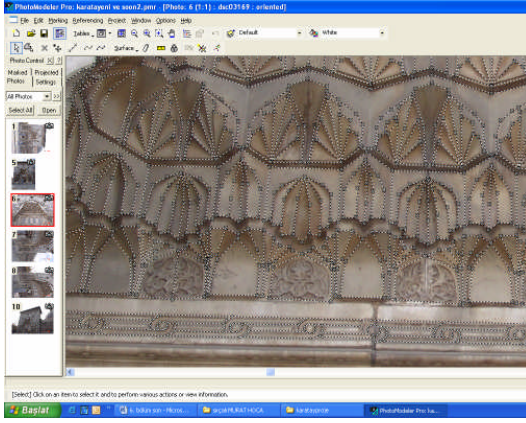
Resim 6.6.:Fotoğraf alım istasyonları –photomodeler-

### 6.3.1.3. Fotogrametrik Çizim

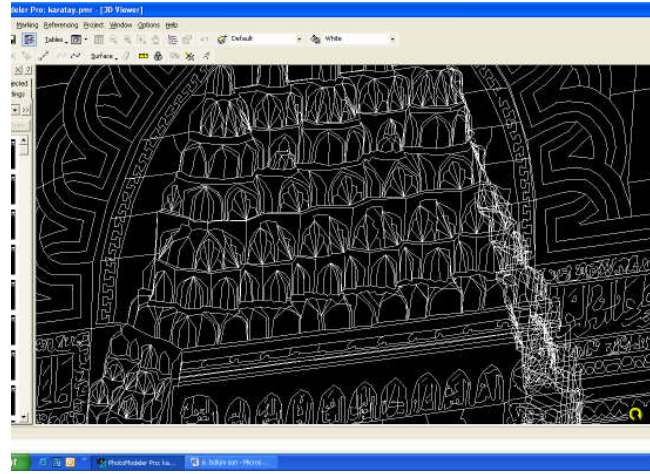
Fotogrametrik yazılımda önce koordinat noktaları eşleştirilerek yüzeyler oluşturulmuş, ardından çizime başlanılmıştır.



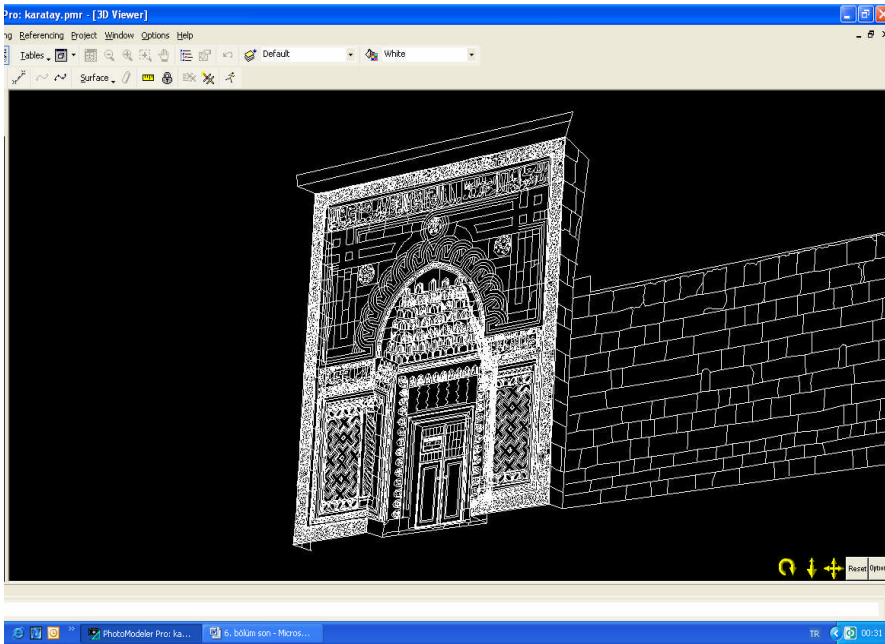
Resim 6.7. Koordinat noktalarının eşleştirilmesi -photomodeler-



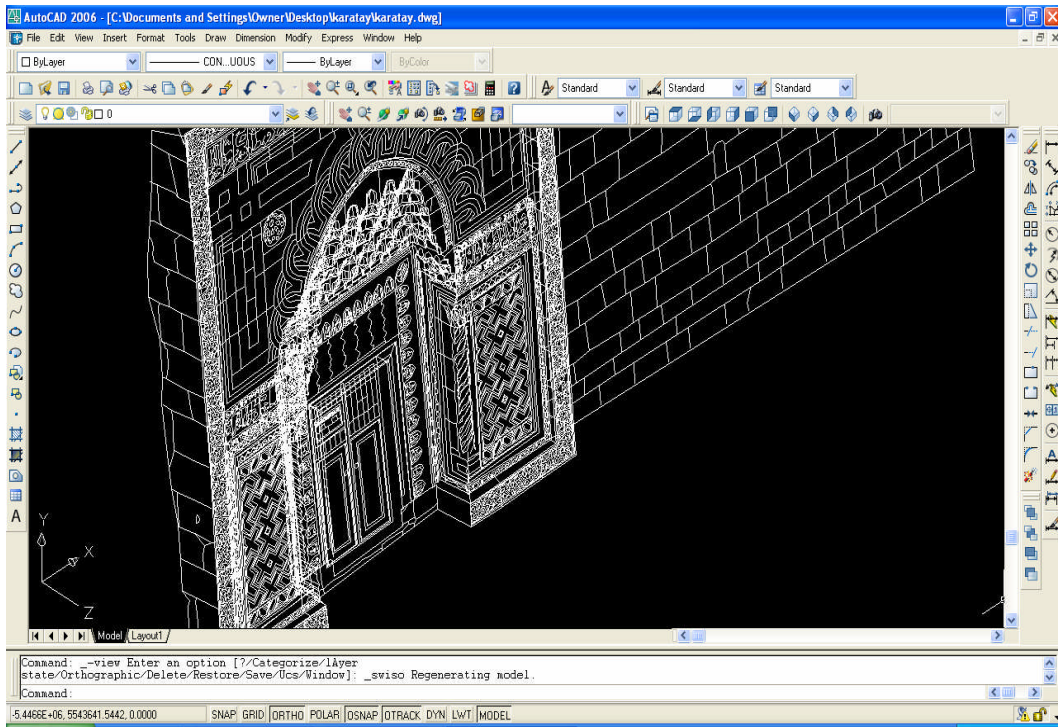
Resim 6.8.Mukarnas çizimi –photomodeler-



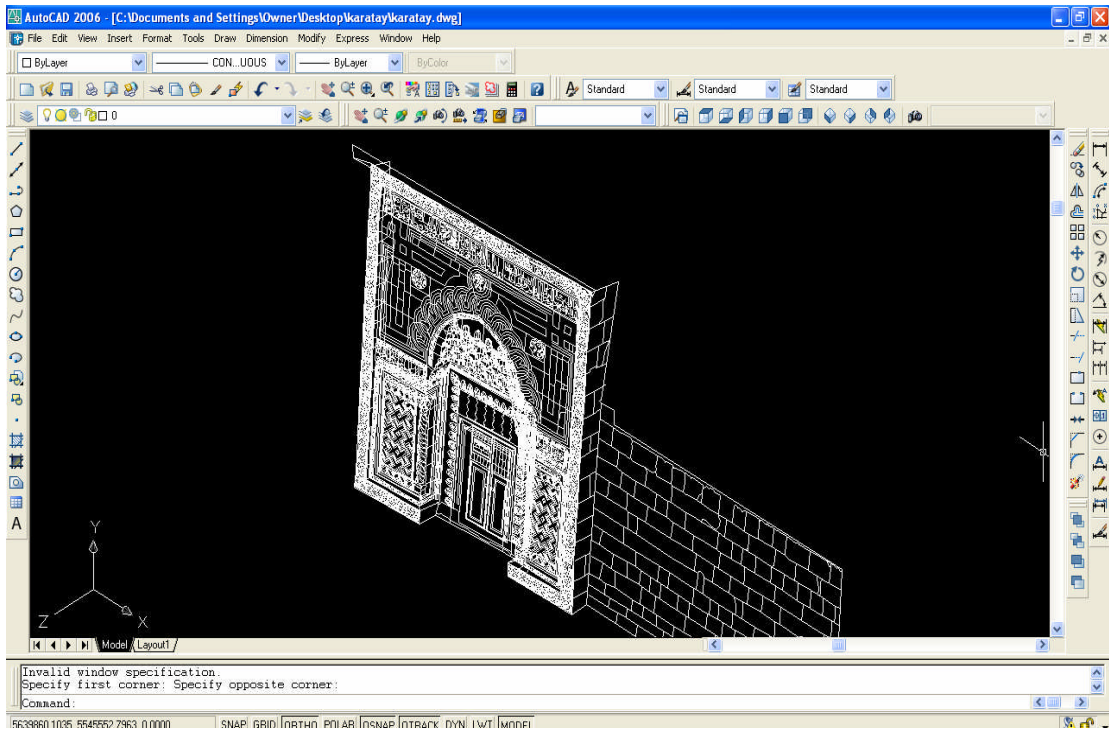
Resim 6.9.Mukarnas görüntüsü –photomodeler-



Resim 6.10. 3 boyutlu görüntü –photomodeler-



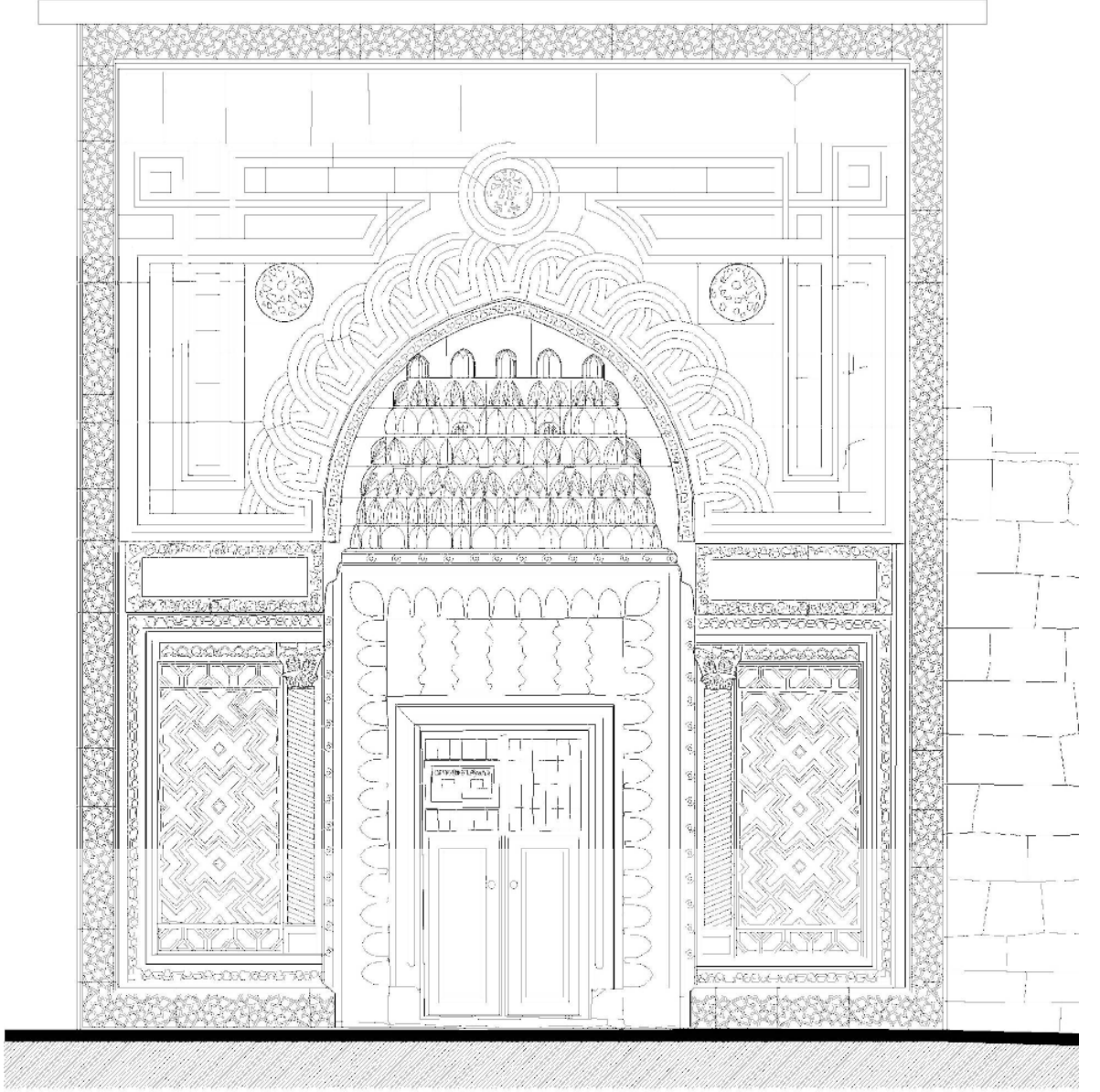
Resim 6.11. 3 boyutlu görüntü –autocad-



Resim 6.12. 3 boyutlu görüntü –autocad-

Ölçülen nokta koordinatları				Hedef noktası doğruluğu			Hata payı (%)	Hata payı (m)
No	X	Y	Z	X	Y	Z		
1	93910.0990	55428.9550	1028.7780	0,024921	0,014218	0,034991	0,032369	0,013092
2	93917.5030	55429.1110	1028.8080	0,034389	0,085192	0,024401	0,043865	0,013466
3	93909.7240	55429.2570	1028.8530	0,023889	0,013539	0,003842	0,044425	0,013606
4	93917.8520	55429.4940	1028.9570	0,000838	0,01788	0,010818	0,024579	0,008645
5	93917.1340	55429.1160	1028.4310	0,008028	0,020924	0,018095	0,045852	0,013963
6	93916.0710	55429.0360	1027.1520	0,015967	0,016917	0,025976	0,039996	0,009999
7	93911.1510	55428.9320	1027.1280	0,00274	0,002198	0,012777	0,019967	0,004992
8	93910.1220	55428.9210	1025.3740	0,010891	0,015401	0,026124	0,002547	0,000637
9	93910.4710	55428.8360	1020.5480	0,004335	0,005378	0,014439	0,053808	0,013452
10	93910.1520	55428.8150	1020.2210	0,002998	0,015358	0,033381	0,043571	0,010893
11	93917.5270	55429.0070	1020.2600	0,001488	0,013757	0,015072	0,045578	0,011395
12	93910.5420	55428.8650	1024.3720	0,031843	0,025330	0,058543	0,021586	0,005397
13	9317.0880	55429.0140	1024.4080	0,023862	0,029525	0,012395	0,027608	0,006902
16	93912.2270	55428.8830	1024.3830	0,040056	0,026851	0,010238	0,026784	0,006696
19	93912.6480	55428.8770	1025.0820	0,025559	0,015382	0,015559	0,040484	0,010121
22	93913.8240	55428.6490	1025.2680	0,026933	0,0359816	0,017014	0,048335	0,012084
25	93912.8050	5428.1820	1023.8180	0,017074	0,028972	0,017134	0,049455	0,012364
28	93912.8180	55428.1690	1023.1760	0,03821	0,029477	0,015784	0,057468	0,014367
30	93910.7030	55428.7520	1020.7690	0,034154	0,012485	0,024298	0,042188	0,010547
32	93915.7590	55428.8350	1020.9190	0,015101	0,021312	0,025217	0,037055	0,009264
33	93912.8310	55428.1120	1020.6620	0,017585	0,013132	0,017477	0,050003	0,012501
Ortalama hata							0.03789	0.00966

Çizelge 6.1. Ölçülen nokta yerleri ve ortalama hata payları



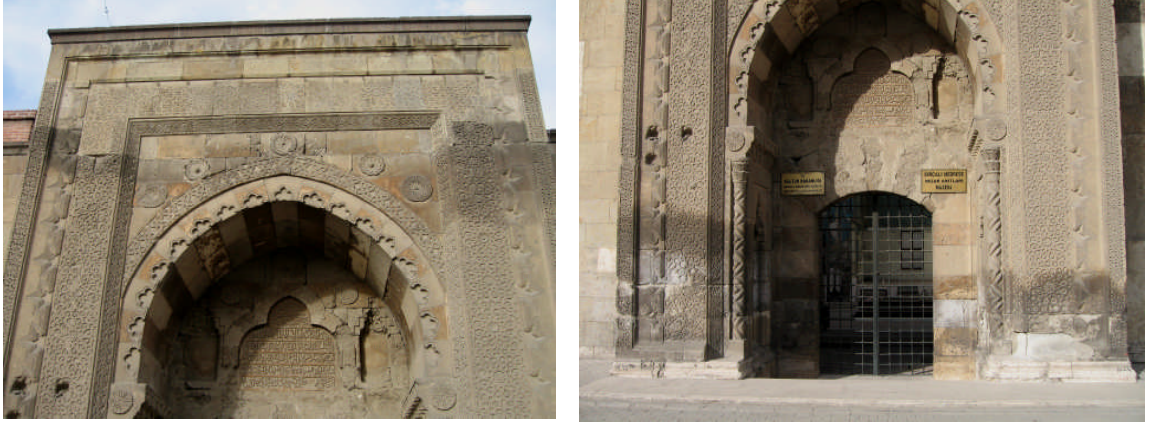
Çizim 6.1.Karatay Medresesi Taç Kapısı Fotogrametrik Cephe Rölövesi

#### 6.4. Konya Sırçalı Medrese ve Taç Kapısı



Resim 6.13.Konya Sırçalı Medrese Genel Görünüm

Sırçalı Medrese, bugün Alaeddin Tepesi'nin güneyinde Sahip Ata Camii'ne giden Sırçalı Medrese Sokağı ile Şube Sokak'ın köşesinde yer almaktadır. Medresenin taç kapısının üzerindeki kitabeden 1242-1243 yıllarında fıkıh ilmi okutulmak üzere Bedreddin Muslih tarafından yaptırıldığı ve Hanefi mezhebinden olanlara eğitim ve öğretim vermek amacıyla vakfedildiği ortaya çıkmaktadır (Erdemir, 2001). Selçuklu döneminde fıkıh ilimlerinin okutulduğu medresede daha sonraları ihmal ve ilgisizliğe terk edilmiştir. Medrese adını çinilerinden almıştır. Medresenin yapımında çok zengin çini kullanıldığı ve avluya bakan iç duvarların –bugün çoğu dökülmüş- çini ile kaplı olmasından dolayı “Çinili Medrese” anlamına gelen “Sırçalı Medrese” olarak adlandırılmıştır.



(a)

(b)

Resim 6.14. (a) Portal üst görünüş (b) Sırçalı medrese giriş

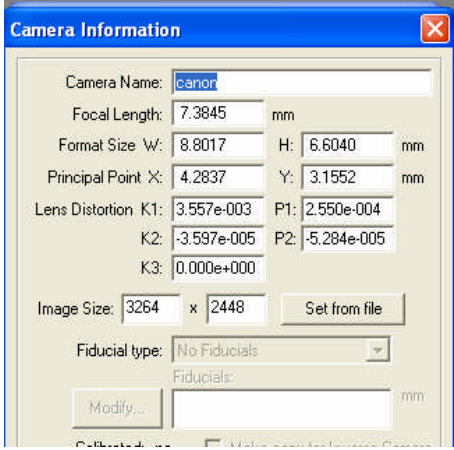
Medresenin taç kapısı Konya'daki diğer medreselerde de olduğu gibi doğu cephede yer almakta ve Selçuklu taç kapı geleneğini devam ettirmektedir. Cephedeki kuşatma kemeri, kitabelik ve rozetlerle Selçuklu portal geleneği ve taş işçiliğine zenginlik katmıştır. Taç kapı, cumhuriyetten sonra hızla tahrip olan medresenin en sağlam kalabilen ve büyük ölçüde orijinalliğini koruyan bölümlerindedir. Gerek taş işleme, gerek motif kompozisyonları, gerek mukarnassız cephe düzenlemesiyle daha çok kervansarayların taç kapılarına benzetilmektedir.

Zaman içerisinde ara ara çeşitli onarımlar geçiren medrese, restore edilerek 1961 yılından itibaren Konya Mezar Anıtları Müzesi olarak düzenlenmiş, 1985 yılındaki tadilat ile üst katı Konya Rölöve ve Anıtlar Müdürlüğü'ne tahsis edilmiştir. Yapı bugün alt katı müze, üst katı Konya Rölöve ve Anıtlar Müdürlüğü olarak varlığını sürdürmektedir.

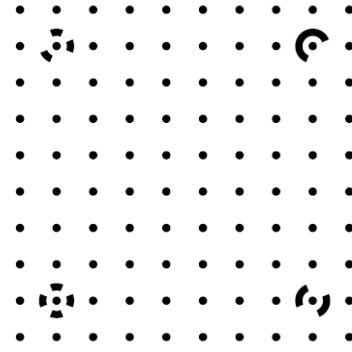
#### **6.4.1. Sırçalı Medrese Taç Kapısı Cephe Rölövesi Fotogrametrik Değerlendirmesi**

##### **6.4.1.1. Kamera Kalibrasyonu**

Çalışmada kullanılan Canon fotoğraf makinesi, photomodeler programı içindeki camera calibrator birimiyle kalibre edilmiş, kalibrasyon sonuçları aşağıda gösterilmiştir.



(a)



(b)

Resim 6.15. (a) Canon IXUS 750 kalibrasyon sonucu (b) Kalibrasyonda kullanılan şablon

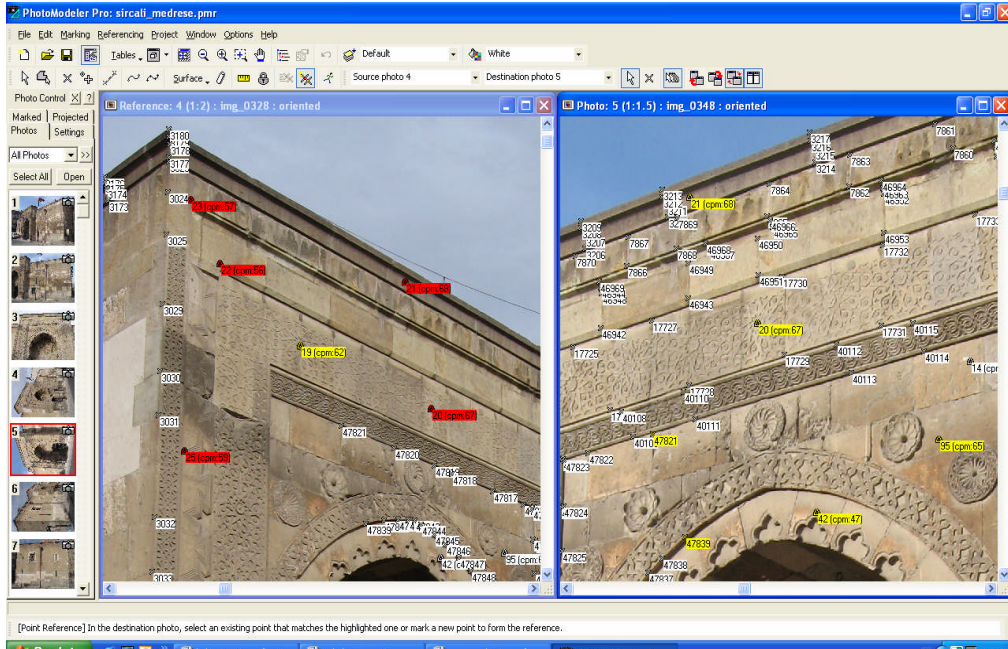
#### 6.4.1.2. Fotoğraf Alımı

Sırçalı Medrese taç kapısı fotogrametrik değerlendirmesi sırasında Photomodeler 5.0 yazılımı ve Canon IXUS 750 dijital fotoğraf makinesi kullanılmıştır. Fotoğraflar yapının ve havanın uygun olduğu gün ve saatlerde farklı açılardan alınmıştır. Sırçalı Medrese Taç Kapısı cephesinin fotogrametrik değerlendirmesi için 9 adet fotoğraf kullanılmış, çift resim fotogrametrisi yöntemi ile her bir fotoğraf, ortak hedef noktalarının olduğu diğer fotoğraflarla karşılaştırılmış, birbirine referans edilmiştir. Fotoğraf alımında, yapı önünde, yapıyı ya da yapının herhangi bir bölümünü engelleyecek bir durumla karşılaşmamıştır. Yapının günümüzde Konya Rölöve ve Anıtlar Müdürlüğü olarak kullanılmasından dolayı hafta içi mesai saatleri dahilinde yapı önüne park edilen araçlar, sağlıklı fotoğraf ve ölçü alımını engellediği için, daha çok hafta sonu ve güneşin durumuna göre fotoğraf alımı gerçekleştirilmiştir. Projede kullanılan fotoğrafların dışında yapının uygun olduğu zamanlar farklı açılardan fotoğraflar çekilmiş, bu fotoğraflar, arazide ölçülen koordinat noktalarının üzerine yazılabilmesi için altlık kroki olarak kullanılmıştır.

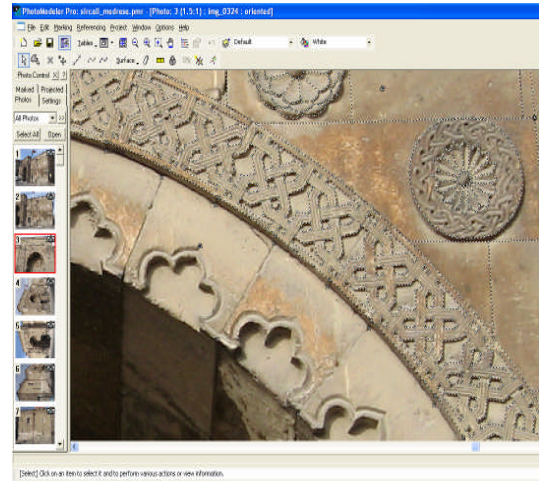
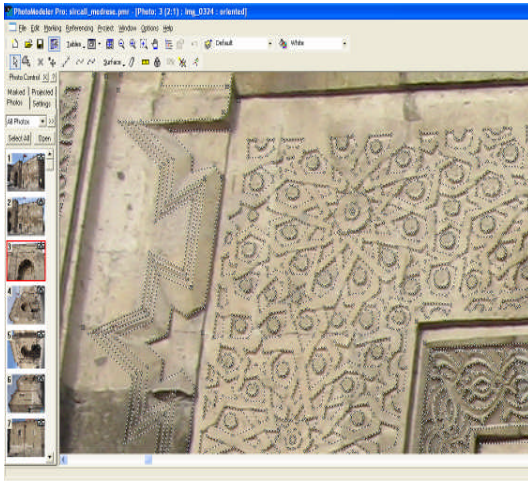
#### 6.4.1.3. Fotogrametrik Çizim



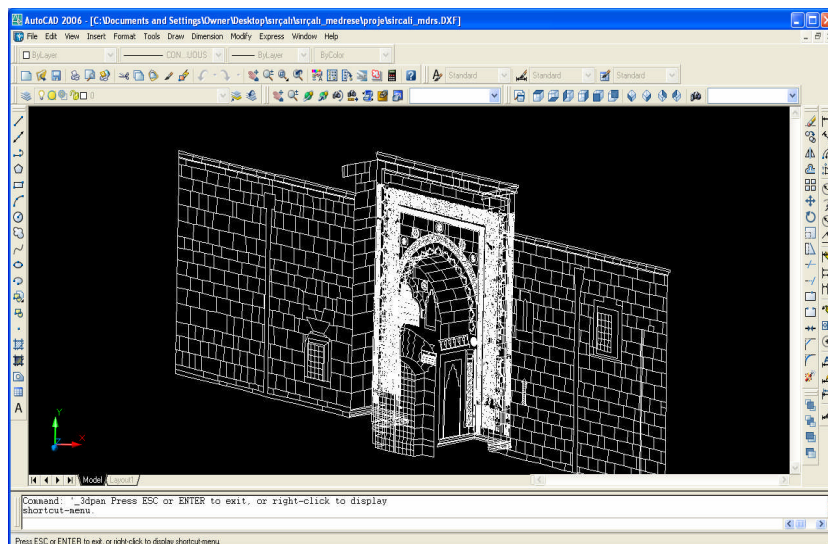
Sırcalı Medrese taç kapısının fotogrametrik değerlendirmesinde de Karatay Medresesi taç kapısı rölövesindeki yöntem izlenmiştir.



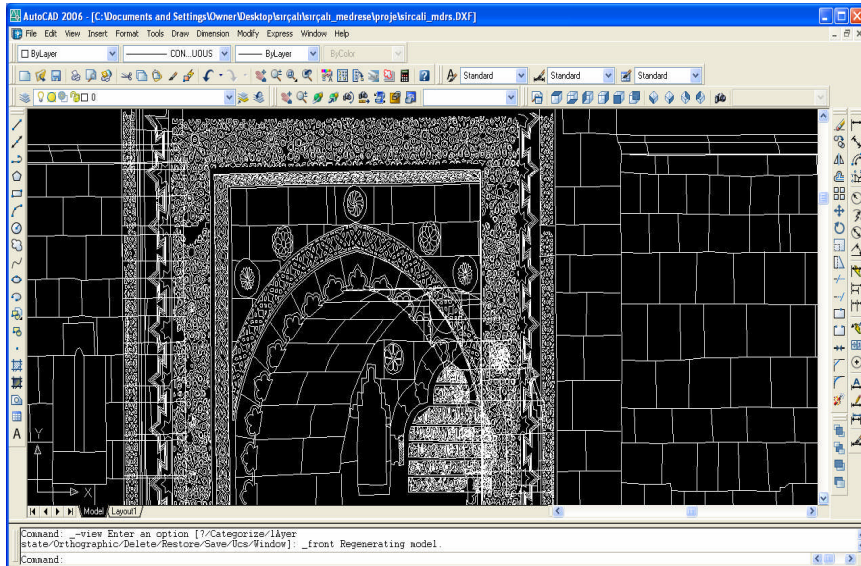
Resim 6.16. Koordinat noktalarının eşleştirilmesi –photomodeler



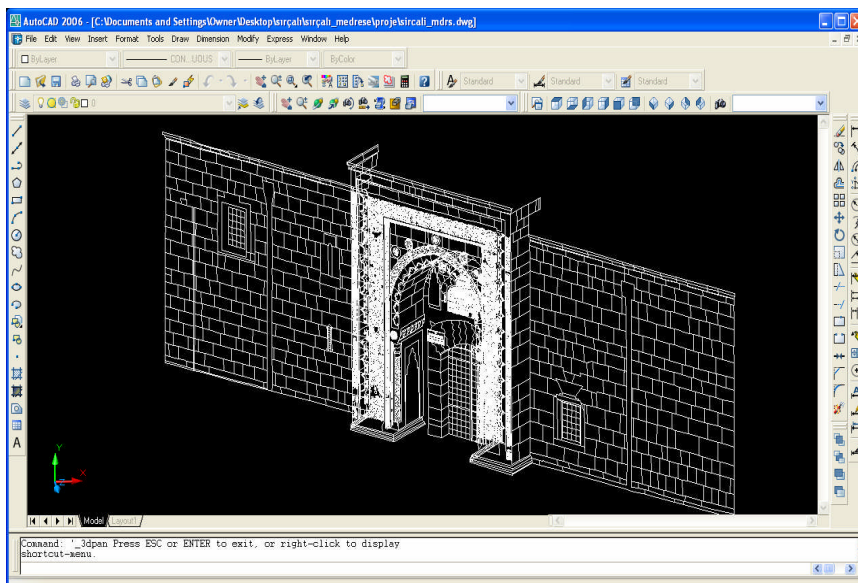
Resim 6.17. Detay çizimi –photomodeler-



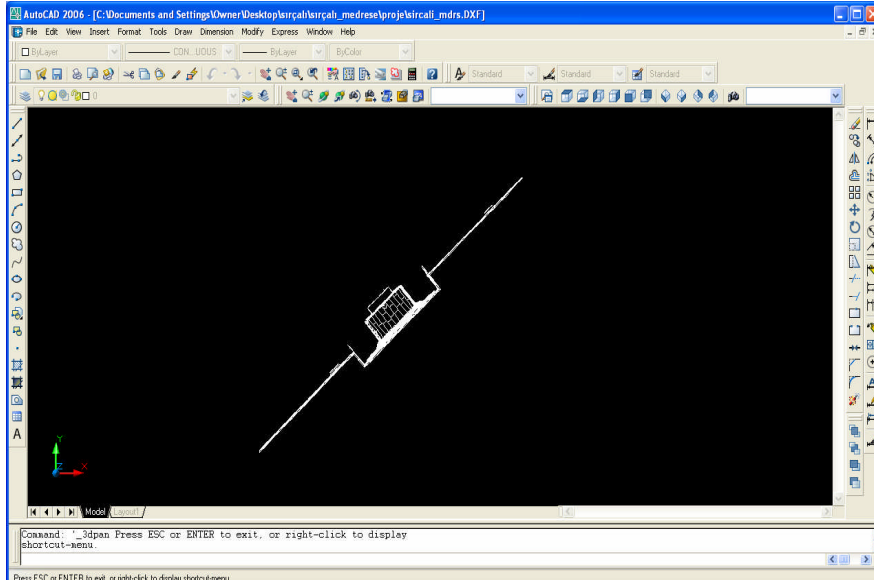
Resim 6.18. 3 boyutlu görüntü – autocad-



Resim 6.19. 3 boyutlu görüntü – autocad-



Resim 6.20. 3 boyutlu görüntü –autocad-



Resim 6.21. 3 boyutlu modelden portal planı –autocad-

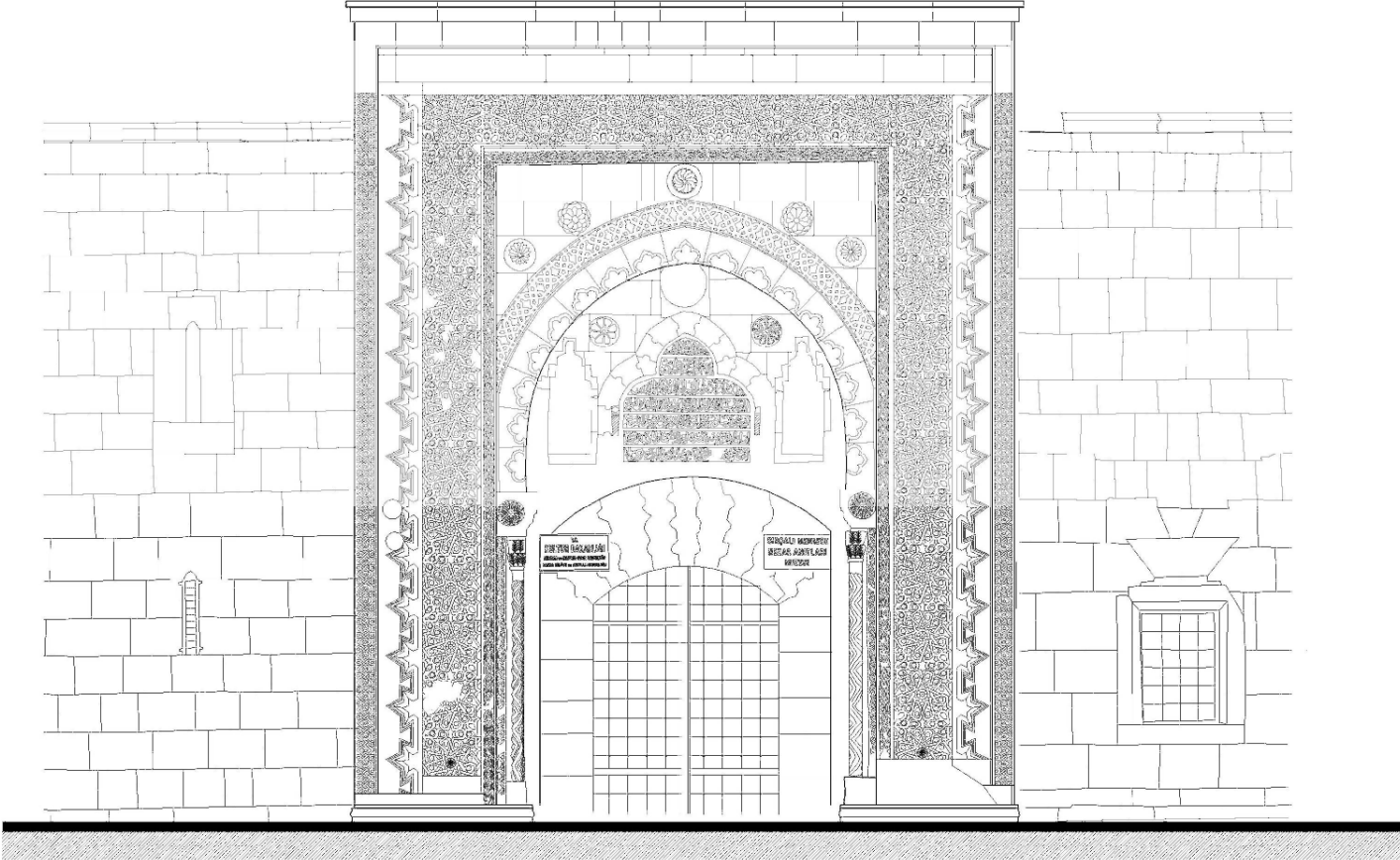
Ölçülen nokta koordinatları				Hedef noktası doğruluğu			Hata payı (%)	Hata payı (m)
No	X	Y	Z	X	Y	Z		
5	1027,062548	972,079139	111,297062	0,055927	0,05628	0,047936	0,007507	0,001877
6	1027,324164	971,729791	111,680251	0,060683	0,06117	0,051216	0,015433	0,003858
27	1034,309399	966,849462	108,13881	0,102756	0,105456	0,097438	0,014594	0,003648
8	1033,839243	967,274937	110,146243	0,101157	0,105622	0,094522	0,013514	0,003379

17	1034,190109	966,971689	104,837167	0,106986	0,108533	0,099744	0,012398	0,003099
18	1031,352871	969,584795	104,80413	0,077929	0,087075	0,071999	0,016331	0,004083
19	1029,326615	971,447097	105,817979	0,055632	0,070463	0,052087	0,000467	0,000117
9	1027,410456	971,598378	103,434419	0,069513	0,071739	0,058202	0,003743	0,000936
8	1027,414032	971,662761	110,142004	0,050407	0,045529	0,045529	0,006754	0,001689
66	1026,423095	972,969437	110,286649	0,045367	0,045561	0,041144	0,034307	0,008577
48	1025,765324	973,622162	109,324821	0,040666	0,040547	0,039286	0,006008	0,001502
49	1026,590952	972,892004	107,965409	0,037922	0,037779	0,037264	0,020726	0,005181
64	1023,807352	975,408033	108,036151	0,045431	0,047727	0,044807	0,025035	0,006259
63	1024,042253	975,101136	109,875434	0,047867	0,050214	0,04664	0,002753	0,000688
62	1023,662076	975,217671	110,905789	0,055099	0,056175	0,050579	0,003843	0,000961
67	1025,031083	973,964787	110,916276	0,049925	0,050313	0,044843	0,033074	0,008269
68	1024,503456	974,231537	112,017307	0,060028	0,060817	0,051728	0,018505	0,004626
56	1022,859512	975,871683	111,266742	0,062293	0,063865	0,056906	0,015296	0,003824
57	1022,498412	976,08973	111,658842	0,067101	0,068889	0,060781	0,000922	0,000231
59	1022,639979	976,090478	109,460515	0,055288	0,057938	0,053804	0,00465	0,001163
60	1022,640127	976,055034	108,395386	0,066886	0,147692	0,076579	0,003221	0,000805
45	1026,577953	975,092029	107,798249	0,087158	0,097008	0,052286	0,003301	0,000825
46	1026,225983	975,418769	107,365077	0,041953	0,041986	0,041753	0,004013	0,001003
41	1025,235069	976,072694	107,25071	0,108677	0,168367	0,061706	0,001369	0,000342
54	1025,941581	975,574191	108,813119	0,044973	0,046781	0,043967	0,018352	0,004588
44	1025,853855	975,749576	107,908069	0,045249	0,046952	0,043477	0,002827	0,000707
2	1027,312048	971,857973	109,516752	0,046139	0,04532	0,042864	0,003501	0,000875
3	1027,28337	971,835803	108,450331	0,059668	0,047534	0,046018	0,010761	0,002696
4	1027,313012	971,842815	107,399917	0,060116	0,048169	0,044016	0,004312	0,001078
47	1025,485592	973,883576	109,507295	0,040398	0,040562	0,038801	0,026235	0,006559
50	1026,836925	974,740387	108,636826	0,03858	0,038893	0,039518	0,026174	0,006543
10	1022,430296	976,168516	103,44529	0,078571	0,087254	0,067533	0,004496	0,001124
15	1022,672082	976,096273	105,739779	0,060952	0,067144	0,056634	0,002935	0,000734
31	1027,220272	974,49341	106,152781	0,045095	0,045727	0,043051	0,003591	0,000898
13	1027,329059	971,873615	105,301157	0,053365	0,054107	0,047694	0,002028	0,000507

Ölçülen nokta koordinatları			Hedef noktası doğruluğu			Hata payı (%)	Hata payı (m)	
No	X	Y	Z	X	Y			Z
7	1026,427038	972,493064	111,999495	0,06022	0,060697	0,050349	0,008932	0,002233
35	1025,607528	975,941502	106,294208	0,049428	0,049353	0,046118	0,008186	0,002046
55	1024,752766	975,787465	108,497773	0,04429	0,044422	0,042856	0,009082	0,002271
51	1025,593148	975,950955	108,658239	0,046454	0,048938	0,045463	0,021685	0,005421
42	1026,162565	975,456936	108,490355	0,044839	0,046515	0,043398	0,004677	0,001169
52	1025,97676	975,539193	108,189611	0,044546	0,046719	0,043041	0,007743	0,001936
53	1026,459345	975,104361	108,17965	0,043331	0,044355	0,041611	0,001044	0,000261
65	1026,231248	973,15602	109,804669	0,042129	0,042088	0,039283	0,014075	0,003519
38	1025,360883	976,198631	104,962523	0,059795	0,06092	0,052296	0,003637	0,000909
29	1027,173172	974,558971	104,574893	0,057121	0,058382	0,049795	0,01343	0,003358
16	1027,135212	974,602126	103,637799	0,065676	0,067467	0,054904	0,021547	0,005387
30	1026,889136	974,713592	106,374349	0,056491	0,056515	0,042828	0,00697	0,001743
20	1020,527506	979,445496	105,973573	0,113082	0,107115	0,091854	0,004064	0,001016
21	1019,41934	980,454321	105,964143	0,101799	0,101936	0,097833	0,006948	0,001737
25	1018,327982	981,439682	109,078549	0,131263	0,1203	0,132211	0,001888	0,000472
22	1019,160169	980,683083	109,12673	0,115646	0,097553	0,115236	0,002381	0,000595
24	1021,910703	978,185911	107,653025	0,146642	0,104331	0,069208	0,001681	0,00042
23	1016,662302	982,941003	105,54719	0,178732	0,152957	0,140697	0,001754	0,000439
Ortalama hata							0,009633	0,002366

Çizelge 6.2. Ölçülen nokta yerleri ve ortalama hata payları

Çizim 6.2. Sırçalı Medrese Taç Kapısı Fotogrametrik Cephe Rölövesi



## 7. MİMARİ FOTOGRAMETRİ VE GELENEKSEL YÖNTEMLE RÖLÖVE ALIMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

### 7.1.Yersel Fotogrametri Yönteminin Geleneksel Yönteme Göre Avantajları

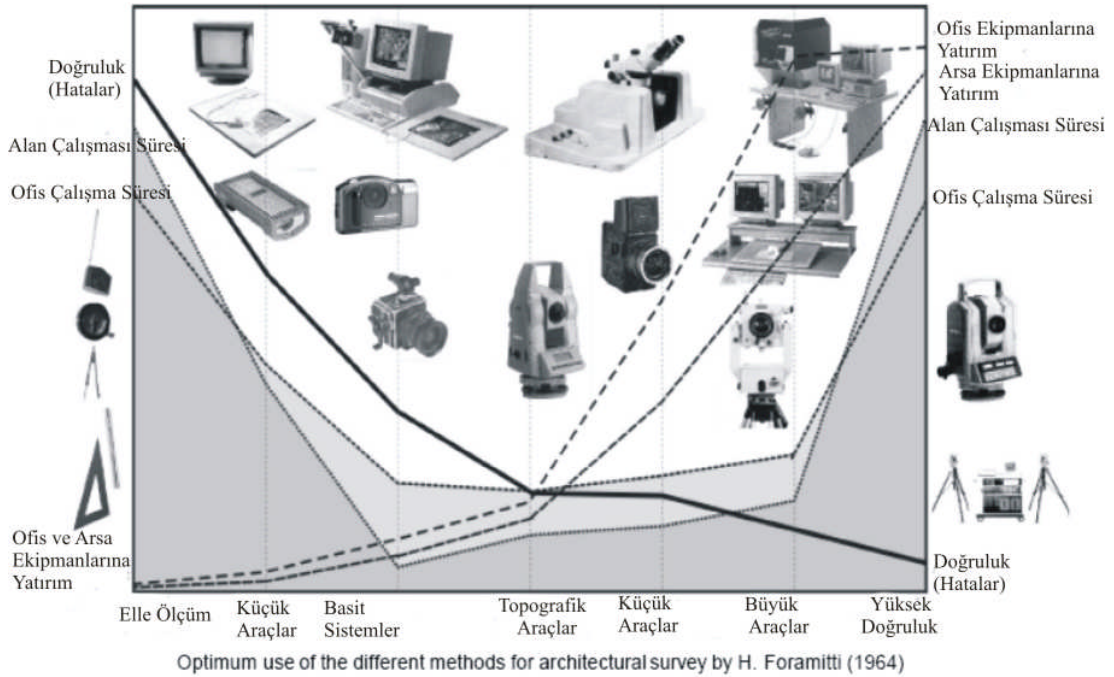
- Yersel fotogrametrik rölöve alımının geleneksel yöntemle rölöve alımına göre avantajlı olduğu yönleri şunlardır:
- Tarihi eserler üzerindeki kesin gösterim ve görselleştirmeyi sağlayarak, stereo değerlendirme ve 3D çizim yapabilme imkanı vermektedir. Bu gösterimde bağlantılar daha iyi gözlenebilmekte, rölöve, restorasyon ve restitüsyon projeleri için önemli bir altlık oluşturmaktadır. Tarihi eserlerin korunmasında bu modellerin doku ile kaplanabilmesi de ayrı bir avantajdır.
- Geleneksel rölöve alım yöntemine göre sonuçları daha doğrudur. Avusturya’ da yapılan araştırmalarda aynı personel sayısı ile, klasik ve fotogrametrik yöntemle rölöveler alınmış ve sonucunda, fotogrametrik yöntemin klasik yöntemlere göre 100-130 kez, çizgisel değerlendirmede 2-5 kez daha verimli olduğu ve 10 kez daha büyük hassasiyete ulaştığı sonucuna varılmıştır.
- Özellikle tarihi yapılarda işleme, kubbe, kemer, oyma, mukarnas gibi karmaşık geometri bölümlerin rölövesi kesin doğrulukta çıkarılmaktadır. Bu bölümlerde meydana gelen bozulmalar, klasik yöntemle alınan rölövede sonuç ürüne yansıtılamayabilirken, fotogrametrik yöntemde modelin her noktasından ölçü almak, model üzerinde istenilen kadar nokta ölçümü yaparak, bu karmaşık geometri bölümün modellenmesini yapmak mümkündür.
- Klasik yöntemle göre daha ekonomiktir. Klasik yöntemle istenilen hassasiyete ulaşmak için masrafların da o oranda artırılması gerekir.
- Çok yüksek, çok alçak, çok tehlikeli, yanına yaklaşılabilen yapıların yada yapı bölümlerinin rölövelerinin çıkarılması mimar açısından zor olmaktadır. Fakat bu yöntem sayesinde çekilen fotoğraflar üzerinde ölçülen birkaç nokta ile rölöve alınabilmektedir.
- Güvenli bir rölöve yöntemidir. Yapıda meydana gelen çökme veya aşırı çürüme durumunda ölçülecek kısma, yapının sağlam olmamasından dolayı ulaşılamaması durumunda uzaktan da olsa çekilen fotoğraf yardımıyla hayati risk engellenmiş olmaktadır.

- Fotoğraf alımı, hedef noktası belirlenmesi, bu noktaların ölçülmesinden oluşan arazi çalışması kısa sürdüğü için belgeleme, pek çok yapı da olsa kısa zamanda tamamlanabilir.
- Eğer gerek duyulursa belge niteliği taşıyan fotoğraflar zaman içerisinde istenilen şekilde kombine edilerek, üzerlerinden rölöve alınabilir. Daha önce alınan fotoğraflarla daha sonra alınan fotoğraflar yardımıyla oluşturulan modeller karşılaştırılabilir. Böylelikle yapıda zamanla meydana gelen bozulmalar belirlenebilir ve ölçülebilir.
- Belgeleme ve direkt olarak ölçmede kullanılan geleneksel ölçüm metotları, anıtların yeteri kadar anlaşılabilmesine katkı sağlamış ve sağlamaya da devam etmektedir. Çünkü eğer geleneksel metotlar, eğer esaslı ve uygun bir şekilde kullanılırsa, binayla ilgili gerekli olan ve binanın anlaşılması için gerekli olan direkt ilişkinin kurulmasında büyük avantaja sahiptirler. Ve eğer yüksek hassasiyette doğruluk isteniyorsa, yavaşça yapılır ve zahmetli ve iş emeği fazla olan, özen isteyen, yorucu ve bazen de tehlikeli bir yöntemdir. Bazı zamanlarda işletimsiz olduğu dönemler de vardır. Bunun bir sonucu olarak, dünya ölçeğinde kültürel mirasın belgelenmesi gerekliliği sadece geleneksel yöntemler kullanıldığında yeterli olmayabilir ve geleneksel yöntemler ihtiyacı karşılayamayabilir. Fotogrametri direkt ölçü alımında ve metrik veri elde edilmesinde karşılaşılan zorlukların çözümünde oldukça faydalı olmuştur. Fakat yine de gereken hallerde, geleneksel ve fotogrametrik yöntemlerin birlikte kullanılması da sağlıklı bir belgeleme için gereklidir.
- Fotogrametri yıllar önce birçok tekniker tarafından ekonomik kaynakların yetersizliğinden ötürü dikkate alınmıyordu. Fakat artık günümüzde fotogrametri uygulama fiyatları eskisi kadar pahalı değildir. Fakat fotogrametrik yazılımları kullanan kişilerin eğitilmiş olması şarttır.
- Fotogrametrik yöntem ile arazi çalışması noktalar doğru ölçüldüğü takdirde bir defa yapılmakta, böylelikle zamandan, emekten ve maddi açıdan kazanç sağlanmaktadır. Çünkü istenilen bilgilere bilgisayar ortamından ölçekli olarak istenilen zamanda ulaşılabilir.
- Mimarın isteğine göre noktasal, çizgisel ve alansal değerlendirme imkanı veren tek yöntemdir.



- Oluşturulan modellerin arazinin gerçek koordinatlarında olması, sonradan hazırlanabilecek olan koruma imar planı gibi projeler veri oluşturur.
- Çalışma maliyeti ve buna bağlı yönetim maliyetini düşürür.
- Kaliteli çizim imkanı verir, istenilen ölçü ve nitelikte çıktı alınabilir.
- Restorasyonda kullanılacak gerçekçi yöntemdir.
- Mimari ve arkeoloji çalışmalarında şehir görünüşlerinin çiziminde, projelendirilen yapıların çevresel uyum araştırmaları çalışmalarında hassas ve gerçekçidir.
- Zaman açısından klasik yöntemle göre kazançlıdır.
- Gerekli ekipman açısından işgücü ve masrafı önemli ölçüde azaltmaktadır.
- Ulusal ve uluslar arası normlara uygundur.
- İstenilen hassasiyette rölöve almak mümkündür. Hassasiyet gerekli görüldüğü takdirde gözden geçirilebilir yada artırılabilir.
- Fotogrametrik değerlendirmeye yardımcı yada sonuç üzerinde etkili olabilecek olumlu özelliklere CAD ve GIS olanak verir. Rölöve çizimine ek olarak yapıda meydana gelen değişiklikler veritabanı ile çizimin entegresinden sorgulanabilir.
- Sonuç ürününün dökümanite edilebilmesi, sayısal ortamda bulunması sayesinde paylaşımı ve saklanması kolay olmaktadır.
- Tek görüntü yöntemi özellikle analitik belgeleme sürecinin hızlandırılması açısından önemlidir.
- Hızlı, güvenilir ve çağdaş teknolojiye uygundur.
- Görsel ve nicesel bilgi daha fazladır.
- Fotogrametri, cephelerin belgelenmesi için kullanılırsa, sonuç değerlendirme çizimleri dijital görüntü haritaları olarak elde edilebilir. Bu görüntü haritalarının avantajı, geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında, daha az çaba ile cepheyle ilgili daha fazla detaylı veri elde edilmesini sağlamaktadır. Ve sonuç ürün üzerinde inceleme ve detaylandırma, araştırmacı tarafından yapılabilir.

Yaklaşık 30 yıl kadar önce, fotogrametrik uygulamaların gönüllü girişimcisi, CIPA' nın kurucu üyelerinden Hnas Foramitti yukarıdaki diyagramı hazırlamıştır. Diyagramda, detayda daha az kesinliği olmasına rağmen, 1960' larda fotogrametri kullanımının avantajları açıkça gösterilmektedir. Grafik yoluyla, fotogrametrinin



Şekil 7.1. Mimari araştırma için farklı metotların kullanılışı, kullanılan aletler ve doğruluk arasındaki ilişki. 1964 yılında H. Formatti tarafından hazırlanmış. (Almagro A.2004)

nasıl sunulduğu, fotogrametrinin belgeleme çalışmasının tamamlanması için gerekli olan zamanı ne kadar azalttığı ve hataları azaltma derecesi gösterilmektedir.

Bunların dışında, fotogrametrik çalışmaları kolaylaştıran aletlerin gelişimi ve bunların gelişimine bağlı sonuçlar Hnas Formatti tarafından diyagramda gösterilmiştir. Bir diğer dikkat edilmesi gereken nokta da, yatırım maliyeti ve zaman arasındaki optimum alanda yatırım maliyeti, zaman ve doğruluğun arasındaki ilişki ve mimari uygulamalarda fotogrametrik sistemler arasındaki ilişki gösterilmiştir. Formatti tarafından hazırlanmış olan grafikte gösterilen aletlerin çoğunluğu ki bunların bazıları günümüzde bazı alanlarda hala kullanılmaktadır. Geleneksel optik teodolitler, metrik kameralar, analog stereo yazıcılar, fotografik doğrultular gibi. Fotogrametrik alandaki başarıları ve kaliteli yapımlarından ötürü hala takdir edilen aletler, 1980 lerin başında başlayan bilgisayar alanındaki gelişmelerden ötürü hemen hemen her yerde kullanılmamaya başlamışlardır. Mimari fotogrametri alanındaki çalışmalarda kullanılan elektronik teodolitler, kızıl ötesi metreler ve lazer metreler, mimari belgelemede oldukça tatmin edici seviyede ilerlemişlerdir.

Altan (1997) ' a göre dijital fotogrametrinin diğer avantajı da şudur;

- Dijital görüntüler stabil geometriye sahiptirler. Basit alanda, düşük seviyede görüntü değerlendirme yazılımları, görüntü koordinatlarının ölçülmesinde karşılaştırıcı olarak ucuz pc kullanımına izin verir. Bu fotogrametrik sistem kullanıcılarını pahalı yazılımlardan kurtarır(Li ve ark.).

## 7.2. Yersel Fotogrametri Yönteminin Geleneksel Yönteme Göre Dezavantajları

- İlk aşamada program ve sistem kurulumu pahalıya mal olmaktadır.
- Hatalı aydınlatma ve banyo değerlendirmede hataya neden olabilir
- Flaş gibi aydınlatma elemanları, total station gibi uzmanlık gerektiren aletlerin kurulumu ve kullanımını gerektirmektedir.
- Çevre şartlarının uygun olmadığı durumlarda, yapı önünde rölöve almayı engelleyici bir nesne olması durumunda fotoğraf ve koordinat alımı zorlaşmaktadır.
- Yapıya ait fotoğrafın alınabilmesi için istenilen uzaklığın sağlanamaması, örneğin sokağın çok dar olması durumunda fotoğraf ve koordinat alımı zorlaşmaktadır.
- Vektörizasyon işleminde yetişmiş elemana ihtiyaç duyulmaktadır.
- Tüm cephelere ait resimler tam olarak alınamadığı takdirde yapının tam olarak modellenmesi mümkün olmamaktadır.
- Kontrol noktası olmadığı yerlerde - örneğin çatı bölgesinde – değerlendirmelerde bozulmalar ortaya çıkmaktadır.
- Doku –texture- kalitesi için resimlerin yakından ve yüksek çözünürlüklü makinelerle çekilmesi gerekmektedir.
- Fotogrametrik analiz programları kısıtlı ve pahalıdır.
- Fotogrametrik alım ve analiz programları özel eğitim gerektirmektedir.
- Ucuz ve uygun stereo monitörlerin azlığından dolayı, stereoskopik görüntü tamamlamalarının ucuz maliyette yapılması henüz mevcut değildir. Sadece stereo teknikler, görüntü tamamlaması için yeterli bir çizgi oluşturabilirler(Li ve ark.)

## 8. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Çalışmada, Konya Karatay Medresesi ve Sırçalı Medrese'nin taç kapılarının fotogrametrik cephe rölöveleri çıkarılmış, fotogrametrik yöntemin taç kapı gibi ölçülmesi zor ve detaylı bölümlerinin rölövelerinin çıkarılmasındaki yeri çalışılmıştır. Farklı açılardan Canon IXUS 750 dijital fotoğraf kamerasıyla alınan fotoğraflarla, photodeler programında fotogrametrik değerlendirme yapılmış, klasik yöntemle göre avantaj ve dezavantajlarından bahsedilmiştir.

Yöntemle elde edilen sonuçlar ve değerlendirme aşağıda özetlenmiştir.

### 8.1. Fotoğraf Alımı Açısından

- Yersel fotogrametri yöntemi ile çeşitli yazılımlar kullanılmakta, fotoğraf alımı da kullanılan yazılımlara göre farklılık gösterebilmektedir. Çalışmada kullanılan yazılıma göre, yapının tam karşısından, yakından alınan fotoğraflar, yapının detaylı bölümlerindeki motiflerin çiziminde yararlı olmuştur.

- Mümkün olduğu kadar farklı açılardan alınan fotoğrafların dengelemenin hassasiyet derecesini arttırdığı, yakın açılardan alınan fotoğraflarda ise, 3. boyutlu görüntüde derinlik hatalarının olduğu görülmüştür.

- Farklı açılardan çekilen, çakıştırılan fotoğraflarda, kesişim alanına giren bölümlerde yeteri kadar –minimum 4- kontrol noktası olmadığı durumlarda, dengelemenin sağlıklı olmadığı, hatta bazı durumlarda yapılamadığı gözlemlenmiş, bu nedenle o bölümlerde referans ve kontrol noktası artırılması yoluna gidilmiştir. Bu tür problemlerle karşılaşılmasını için çalışma alanı önceden görülmeli ve koordinat noktalarının yeri iyi tespit edilmelidir.

### 8.2. Hedef Noktalarının Ölçülmesi Açısından

- Yapı üzerinde hedeflenen noktaların koordinatlarının ölçülmesi sırasında kağıt reflektörler yerine fotoğraf çıktısı kullanılmıştır. Yapının önceden uygun

zamanlarda, detaylı bölümlerinin ve genelinin fotoğrafları çekilmiş, çekilen bu fotoğrafların çıktıları alınmış, arazide bu çıktılar üzerinde hedeflenen noktalar işaretlenerek numaralandırılmıştır. Burada ölçüm yapan kişi ve krokiyi işleyen kişi arasında uyumlu bir ilişki gerekmektedir. Ayrıca, ölçümü yapan kişinin kroki ve yapı üzerinde aynı noktayı görebilmesi önemlidir. Burada alternatif olarak, okunabilir büyüklükte kağıt reflektör de kullanılabilir. Fakat kağıt reflektörlerin kullanılması, yersel fotogrametrinin ölçülmesi zor olan bölgelerde avantajlı olduğu ilkesiyle uyuşmamaktadır. Ayrıca kağıt reflektör kullanımının tercih edildiği durumlarda, kötü hava koşulları nedeniyle bu kağıtların yıpranabilme olasılığı da göz önünde bulundurulmalı, dayanıklı asetat ya da onun gibi bir kağıt cinsi seçimine gidilmelidir.

- Hedef noktalarının yerlerinin tayin edilmesinde, öncelikle yapının köşe noktaları, motif merkezleri, mukarnaslı bölümlerde kesişim noktaları olması tercih edilmiştir.
- Hedef noktalarının ölçülmesinde reflektörlü total station yerine lazerli total station kullanılmıştır. Böylelikle reflektörden kaynaklanabilecek, nokta yerinin hatalı okunması da önlenmiştir.
- Arazide ölçülen noktaların homojen bir şekilde yapı üzerine dağılmasına dikkat edilmiş, derlendirme sırasında bazı noktaların kullanılmayacağı düşünülerek ölçülen nokta sayısı fazla tutulmasının avantajlı olduğu gözlemlenmiştir.
- Lazerli total station ile ölçüm yapılırken, güneşin fazla olmamasına ve havanın yağışlı olmamasına dikkat edilmelidir. Lazer ışını, yağmur damlasına çarparak noktanın hatalı okunmasına neden olacağından, ölçüm işlemleri havanın güzel olduğu ve karanlık bölgelerin oluşmayacağı kadar aydınlık olduğu zamanlarda yapılmış, bunun daha avantajlı olduğu gözlemlenmiştir.

### **8.3. Kullanılan Kamera Açısından**

- Karatay Medresesi fotogrametrik cephe rölövesi için gerekli olan fotoğrafların çekilmesinde ilk olarak Sony DSC F-828 -8 milyon piksel- fotoğraf makinesi kullanılmış fakat odak uzaklığının sabitlenmesi ve ISO değerlerinde oluşan problemlerden ötürü sağlıklı bir kalibrasyon yapılamamış, dengeleme sırasında da derinlik hatalarına rastlanmış bu nedenle kullanımı terk edilmiştir. Onun yerine sabit odak uzaklıklı Canon IXUS 750 kullanılmıştır.

- Dijital kamera ile yapılan çekimlerde görüntünün önceden ekranda görülebilmemesinin fotoğraf alımını kolaylaştırdığı ve çakıştırılan fotoğrafların kesişim yüzeylerinin daha kolay belirlenmesine yardımcı olduğu gözlemlenmiştir.
- Yapı üzerinde detaylı bölümlerin çizilebilmesi ve hassas bir değerlendirme yapılabilmesi için yüksek çözünürlü makinelerin kullanımının daha avantajlı olduğu gözlemlenmiştir.

#### **8.4. Kullanılan Yazılım Açısından**

- Kullanılan Photomodeler 5.0. yazılımında birbirine referans edilen nokta ve resim sayısının fazla tutulmasının hassasiyeti arttırdığı gözlemlenmiştir.
- Yazılım içerisinde koordinat ve kontrol noktalarının yerleri ve hata payları gösterildiğinden, hatalı nokta tespiti ve düzeltilebilme imkanı vermiş, bu da hassasiyeti arttırıcı olumlu bir özellik olarak görülmüştür.
- Çalışmada bulunana hata payları ICOMOS' un kabul ettiği değerler içinde kalmıştır.
- Yazılım içerisinde dengeleme sonuçları, hassasiyet derecesi ve hata nedenlerinin rapor halinde sunulması oldukça faydalı olmuştur.
- Gerek yazılım gerek de yüksek çözünürlüklü fotoğrafların kullanılması nedeniyle, çalışma için kullanılan bilgisayarın yüksek kapasiteli olmasının çalışmayı hızlandırıcı bir etken olduğu görülmüştür.
- Çalışmada Karatay medresesi cephesindeki kabaların geometrisinde bozukluklar, eksenlerinde de kayıklıklar görülmüştür.

#### **8.5. Sonuç**

Kültürel mirasın tespit ve belgelenmesinde kullanılan yöntemlerin bugün geldiği nokta oldukça ümit vericidir. Yersel fotogrametrik ölçüm tekniğinin kültür varlıklarımızın korunmasına yönelik belgeleme çalışmalarında kullanılmasının klasik yöntemle göre pek çok avantajının olduğu açıktır. Bu yöntemle tarihi envanterin mevcut durum tespitinin yapılmasının yanı sıra, koruma projelerine altlık oluşturan rölöve projelerine, zaman ve hassasiyet bakımından, büyük kolaylık sağlamaktadır. Bu yöntemle yapılan tespit çalışmalarının sayısallaştırılabilmesi, sonuç ürünün görsel

bilgi açısından daha zengin olmasına ve elde edilen verilerin her zaman güncelleştirilebilmesine olanak sağlamaktadır. Özellikle yapıların karmaşık bölümlerinin rölövelerinin kolaylıkla çıkarılabilmesi ve 3D modelin çizimle beraber oluşabilmesi, bu yöntemin sağladığı diğer avantajlardan biridir. Ayrıca hızlı bir belgeleme tekniği olmasının yanında yapıda meydana gelen deformasyon ve bozulmaların ölçüm ve gözlemlerinin kolaylıkla yapılabilmesi bu yöntemin klasik yönleme göre avantajlı olduğu yönlerden biridir.

Fakat, tüm bu avantajların yanında, fotoğrafların doğru ve net bir şekilde alımını yada koordinat noktalarının sağlıklı ölçülmesini engelleyecek, yapı önünde herhangi bir cismin olması durumunda, ya da ölçülen hedef noktalarının sayısının yetersiz olduğu durumlarda bu yöntem ile sonuç alınması zor olmaktadır. Benzer problemlerle, eksik fotoğraf alımında ve kamera ile ilgili bilgilerin eksik girilmesinde de karşılaşılabilir.

Ayrıca yöntemin, elle ölçülmesi çok zor ya da mümkün olmayan bezemeli, süslemeli ya da yüzey farkı olan yapı bölümleri ya da yapılarda, klasik yöntemle iskele kurulan yerlerde klasik yönleme göre daha avantajlı olduğu, iskele kurmadan alınan ölçülerle sayısal veri elde edildiği görülmüştür.

Çalışmada kullanılan yöntem, portallerin sadece cephe rölövelerinin çıkarılmasında denenmiştir.

Tez çalışmasında detaylı bir şekilde anlatılan yersel fotogrametri yönteminin, kültürel mirasın gelecek nesillere aktarılması için yapılan belgeleme çalışmalarında kullanımının artırılması, disiplinler arası çalışma ile konuyu desteklenmesinin gerekli olduğu açıktır.

## KAYNAKLAR

- Albertz, J., 2001. “*Albrecht Meydenbauer - Pioneer of Photogrammetric Documentation of the Cultural Heritage*”. CIPA 2001 International Symposium, Surveying and Documentation of Historical Buildings, Monuments, Sites – Traditional and Modern Methods, University of Postdam, Germany.
- Alby, E., Grussenmeyer, P., Perin, J.P., 2005. “*Analogy Between Architecture and Documentation*”. CIPA 2005 XX International Symposium, 26 Eylül – 01 Ekim, 2005, Torino, İtalya
- Alby E, Grussenmeyer P, Perrin J.P, 2003. “*Integration of Close Range Photogrammetric Surveys in the Design Process of Architectural Projects*”. CIPA 2003 XIX th International Symposium, New Perceptives to Save Cultural Heritage, 30 September-04 October, 2003, Antalya TURKEY
- Almagro A., 1999. “*Photogrammetry for everybody*”. CIPA International Symposium 1999. October 3-6, 1999. Recife/Olinda –PE- Brazil.
- Andreoni, C., Pinto L., 2004. “*The Creation of the Digital Models for the Protection of Cultural Heritage: The Baptistery of Cremona*” Geo-Imagery Bridging Continents XXth ISPRS Congress, 12-23 July 2004 Istanbul, Turkey Commission 5 2004
- Arias, P., Herraes J., Lorenzo H., Ordonez C.2005. “*Control of Structural Problems in Cultural Heritage Monuments Using Close Range Photogrammetry and Computer Methods*”. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).
- Arias, P., Lorenzo, H., Ordoñez, C., 2004. “*Simple Methods for Close Range Photogrammetry Surveying of Rural Industrial Constructions*”. Geo- Imagery Bridging Continents, XX th ISPRS Congress, 12- 23 July 2004, İstanbul, Turkey. Commission 5 [www.isprs.org/istanbul2004/comm5/papers/619.pdf](http://www.isprs.org/istanbul2004/comm5/papers/619.pdf)



- Atkinson, K.B.,1996. "Close Range Photogrammetry and Machine Vision, Whittles Publishing Service", London.
- Baratin, L., Bitelli, G., Unguendoli, M., Zanutta, A., 2001. "*Close Range Photogrammetry in Support of Architectural Restoration and Structural Works: A case Study*". CIPA 2001 International Symposium, Surveying and Documentation of Historical Buildings, Monuments, Sites –Traditional and Modern Methods, University of Postdam, Germany.
- Boehler, W., Heinz, G. 2002. "*Documentation, Surveying, Photogrammetry*". CIPA Working Group VI.
- Csaplovics, E., Herbig, U., Diekmann, C., 2002. "*World Heritage in the Digital Age- An Interdisciplinary Approach*". UNESCO Virtual Congress, Ekim- Kasım 2002.
- D'Ayala, D. and Smars, P. 2003. "*Minimum Requirement for Metric Use of Non-Metric Photographic Documentation*", University of Bath Report. See <http://www.englishheritage.org.uk/server/show/conWebDoc.4274>
- Duran, Z., Toz, G.,2003. "*Tarihi Eserlerin Fotogrametrik Olarak Belgelenmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemine Aktarılması*".İTÜ Dergisi, Cilt:2, Sayı: 6, 19-30, Aralık 2003.
- Duran, Z., 2003. "*Tarihi Eserlerin Fotogrametrik Olarak Belgelenmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemine Aktarılması*". İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Duran, Z.,Toz G., 2002. "*Tarihi Eserlerin Fotogrametrik Yöntemle 3D Modellenmesine Örnek*" Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu, Konya

- Dülgerler, O.N., Yakar, M.,Güleç,S.A.,”*Yersel Fotogrametri Yönteminin Koruma Projelerine Getirdiği Yenilikler*” ,Korumada 50 Yıl Sempozyumu,Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, 17-18 Kasım 2005.
- English Heritage, 2005 “*Metric Survey Specifications for English Heritage*”.  
<http://www.english-heritage.org.uk>
- El-Hakim,S., Gonzo, L., Picard, M., Girardi, S., Simoni, A., Paquet, E., Viktor, H., Brenner, C., 2003. “*Visualization of Highly Textured Surfaces*”. 4th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage.
- Genovese, R.A., 2005. “*Architectural, Archeologic and Environmental Restoration Planning Methodolgy: Historic Research and Techniques of Survey Aiming to Conservation*”. CIPA 2005 XX International Symposium, 26 Eylül – 01 Ekim, 2005, Torino, İtalya
- Gomes, C.,J.,M., Prado, W.S., Erwes, H., Koatz, G.D., 1999. CIPA International Symposium, October 3-6 1999. Recife/Onlinda – PE – Brazil.
- Guerra, F., Pilot, L., Vernier, P., 2005. “*The Facades of Gothic Buildings in Venice: Surveys Verifying Construction Theories*”. CIPA 2005 XX International Symposium, 26 Eylül – 01 Ekim, 2005, Torino, İtalya
- Güleç, S. A., Dülgerler, O.N., Yakar, M.,2006. “*The Significance of Close Rnage Photogrammetry in Documentation of Historical Buildings*”. Fifth International Symposium –Geodesy and Geinformation in the Service of Our Daily Life, March 28-31 , 2006.Berlin.
- Güleç, S.A., Dülgerler, O.N., Korumaz, M., 2006. “*Drawing Detailed Surfaces in Maindoors by Close Rnage Photogrammetry and Comparison with Conventional Methods*”. Fifth International Symposium –Geodesy and Geinformation in the Service of Our Daily Life, March 28-31 , 2006.Berlin.

- Gürbüz, H. 1982. “*Fotogrametriye Giriş*”. Konya Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi Yayını.
- Hanke K., Ebrahim, A.M., 1997. “*Monument Presentation Using Digital Architectural Photogrammetry*” . CIPA 1997 Volume XXXII, October 1-3, 1997 Goteborg, Sweden ISPRS - International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing.
- Hanke, K., Grussenmeyer, P., 2002. “*Architectural Photogrammetry : Basic theory, Procedures, Tools*” .Corfu, September 2002. ISPRS Comission 5 Tutorial
- Hasol, D., 1993. *Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü*, Yem Yayınları, İstanbul
- Hemmleb, M., Wiedemann, A., 1997. “*Digital Rectification and Generation of Orthoimages in Architectural Photogrammetry*”. CIPA International Symposium, Göteborg, Sweeden, 1-3 October 1997, IAPRS, Vol. XXXII, Part 5C1B, pp. 261-267.
- Herbig, U., Gmeinhardt, G., Landerer M., “*Administration Examples for the Use of Cultural Heritage*”. Institute of Photogrammetry and Remote Sensing, University of Technology, Vienna.
- Herbig, U., Waldhäusl, P., “*APIS – Architectural Photogrammetry Information System*”.Institute of photogrammetry and remote sensing, Vienna University of Technology, Vienna, Austria
- ICOMOS,1993. “*Optimum Practice in Architectural Photogrammetry Surveys*”. Comité Scientifique International 10 éme Assemblée Généralé, Sri Lanka ,30 July- 4 August 1993.
- Kuban, D., 2000., “*Tarihi çevre Koruma ve Onarımın Mimarlık Boyutu Kuram ve Uygulama*” Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul.
- Kuipers, M., 2001. “*Traditional Tools For Recording Recent Heritage*”. CIPA 2001 International Symposioum, Surveying and Documentation of Historical

Buildings, Monuments, Sites –Traditional and Modern Methods, University of Postdam, Germany.

- Kurashige, H., Kato, J., Nishimura, S., “*The Colored Comparison of the Wall Sculpture with 3d Laser Scanner and Orthophoto*”. Commission VI.

- Li, C., Rodehorst, V., Wiedemann, A., “*Digital Image Processing for automation in architectural photogrammetry*”

<http://www.cv.tu-berlin.de/~vr/papers/acrobat/TGJGD97.pdf>

- Manea, G., Clain, A., 2005. “*The Advantages of Digital Approach in Architectural Photogrammetry*”. CIPA 2005 XX International Symposium, 26 Eylül – 01 Ekim, 2005, Torino, İtalya.

- Mills, J., Barber, D., 2003. “*An Addendum to the Metric Survey Specifications for English Heritage- The Collection and Archiving of Point Cloud Data Obtained by Terrestrial Laser Scanning or Other Methods*”. University of Newcastle Upon Tyne. English Heritage’s Arceology Commission tarafından desteklenmiştir. <http://www.english-heritage.org.uk>.

- Nickerson, S., 1994. “*Comparison of Hand Measurement Techniques*”. <http://www.nickerson.icomos.org/steve/papers/mea-c.html>.

- Patias P., 2006. “*Cultural Heritage Documentation*”. International Summer School “Digital Recording and 3D Modeling”, Aghios Nikolaos, Crete, Greece, 24-29 Nisan 2006

- Phillips, F., R., 1994. “*A Comparison between close range computer monophotogrammetry techniques for historical building documentation*” .Doctor of Philosophy, Doktora tezi, Texas A&M University, USA.

- Pollefeys, M., Koch, R., Wergavuen, M., Van Gool, L., 2000. “*Automated Reconstruction of 3D Scenes From Sequences of Images*”. ISPRS Journal of

- Photogrammetry & Remote Sensing 55\_2000.251–267 .  
[www.elsevier.nl/locate/isprsjprs](http://www.elsevier.nl/locate/isprsjprs)
- Pomaska, G.,1998. “*Automated Processing of Digital Image Data in Architectural Surveying*”. ISPRS Hakodate 1998, Comission V, Working Group V
  - Pomaska, G., 2001. “*Image Acquisition for Digital Photogrammetry Using off Shelf and Metric Cameras*”. CIPA 2001 International Symposioum, Surveying and Documentation of Historical Buildings, Monuments, Sites –Traditional and Modern Methods, University of Postdam, Germany.
  - Sağıroğlu, Ö., 2004. “*Yersel Fotogrametrik Rölöve Ölçüm Tekniğinin Ömer Duruk Evi Örneği Üzerinde Uygulanması ve Değerlendirilimesi*” ,Yüksek Lisans Tezi,Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
  - Turan, M., 2004. “*Mimari Fotogrametri Alanındaki Çağdaş Gelişmelerin Değerlendirilmesi*”. Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi Cilt 19, No 1, 43- 50, 2004.
  - Uluengin, B. M., 2002. “*Rölöve*”. Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul.
  - Uzel T.,Örüklü E.,1976. “*Mimarlık Ölçme Bilgisi – Klasik ve Fotogrametrik Yöntemler, Rölöve Çalışmaları*”
  - Wiedemann, A., Moré, J., Suthau, T., Theodoropoulou, I.,Weferling, U., Ergün, B., “*Comparison of Bundle Block Adjustments for Close Range Applications*”.  
[www.cv.tu-berlin.de/publications/pdf/wiedemann01\\_bundle.pdf](http://www.cv.tu-berlin.de/publications/pdf/wiedemann01_bundle.pdf)
  - Yakar,2000. Orhun Abidelerinde Fotogrametrik Belgeleme Çalışmaları - Kül tigin çalışması.
  - Yakar, M., 2004. “*Yakın Resim Fotogrametrisi ve Uygulama Alanları*” ders notları
  - Yakar, M., 2003. “*Yakın Resim Fotogrametrisi*” ders notları

- Yakar, M., 2003. “*Mimari Fotogrametri- İşlem Adımları- Temel Kavramlar- Araçlar*” ders notları
- Yaşar, E.,2001. “*Karatay Medresesi Çini Eserler Müzesi*,”T.C. Konya Valiliği, İl Kültür Müdürlüğü, Konya.
- Yaşar, E.,2001. “*Sırçalı Medrese Mezar Anıtları Müzesi*,”T.C. Konya Valiliği, İl Kültür Müdürlüğü, Konya.
- Yiğitoğlu, A.,2002. “*Yersel Fotogrametride Sayısal Sistemler ve Dolmabahçe Sarayında Örnek Uygulamalar*”. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- [www.international.icomos.org](http://www.international.icomos.org)
- <http://cipa.icomos.org/>
- <http://www.docomomo.com/>
- [www.asfound.com](http://www.asfound.com).
- [www.isprs.org/](http://www.isprs.org/)
- www.sony.com.tr.
- www.aydinlarfoto.com

**EK I - Karatay Medresesi Ölçülen Noktaların Arazi Koordinatları**

Ölçülen koordinat noktaları			
N O	X	Y	Z
1	93910.0990	55428.9550	1028.7780
2	93917.5030	55429.1110	1028.8080
3	93909.7240	55429.2570	1028.8530
4	93917.8520	55429.4940	1028.9570
5	93917.1340	55429.1160	1028.4310
6	93916.0710	55429.0360	1027.1520
7	93911.1510	55428.9320	1027.1280
8	93910.1220	55428.9210	1025.3740
9	93910.4710	55428.8360	1020.5480
10	93910.1520	55428.8150	1020.2210
11	93917.5270	55429.0070	1020.2600
12	93910.5420	55428.8650	1024.3720
13	9317.0880	55429.0140	1024.4080
14	93916.9720	55428.9970	1023.6800
15	93910.6640	55428.8440	1023.6420
16	93912.2270	55428.8830	1024.3830
17	93913.8070	55428.9800	1026.4580
18	93914.9720	55428.9300	1025.0980
19	93912.6480	55428.8770	1025.0820
20	93913.8200	55428.9390	1026.0720
21	93913.4330	55428.6400	1025.2630
22	93913.8240	55428.6490	1025.2680
23	93913.6340	55428.4460	1024.7860
24	93914.4030	55428.4440	1024.7930
25	93912.8050	5428.1820	1023.8180
26	93914.8500	55428.2320	1023.8360
27	93914.8520	55428.2210	1023.1910
28	93912.8180	55428.1690	1023.1760
29	93916.9860	55428.9420	1020.7890
30	93910.7030	55428.7520	1020.7690
31	93916.8310	55428.9100	1023.3910
32	93915.7590	55428.8350	1020.9190
33	93912.8310	55428.1120	1020.6620
34	93911.2940	55428.7430	1022.1310
35	93916.3560	55428.8700	1022.1460

## EK II – Sırçalı Medrese Ölçülen noktaların Arazi Koordinatları

Ölçülen nokta koordinatları			
No	X	Y	Z
5	1027,062548	972,079139	111,297062
6	1027,324164	971,729791	111,680251
27	1034,309399	966,849462	108,13881
8	1033,839243	967,274937	110,146243
17	1034,190109	966,971689	104,837167
18	1031,352871	969,584795	104,80413
19	1029,326615	971,447097	105,817979
9	1027,410456	971,598378	103,434419
8	1027,414032	971,662761	110,142004
66	1026,423095	972,969437	110,286649
48	1025,765324	973,622162	109,324821
49	1026,590952	972,892004	107,965409
64	1023,807352	975,408033	108,036151
63	1024,042253	975,101136	109,875434
62	1023,662076	975,217671	110,905789
67	1025,031083	973,964787	110,916276
68	1024,503456	974,231537	112,017307
56	1022,859512	975,871683	111,266742
57	1022,498412	976,08973	111,658842
59	1022,639979	976,090478	109,460515
60	1022,640127	976,055034	108,395386
45	1026,577953	975,092029	107,798249
46	1026,225983	975,418769	107,365077
41	1025,235069	976,072694	107,25071
54	1025,941581	975,574191	108,813119
44	1025,853855	975,749576	107,908069
2	1027,312048	971,857973	109,516752
3	1027,28337	971,835803	108,450331
4	1027,313012	971,842815	107,399917
47	1025,485592	973,883576	109,507295
50	1026,836925	974,740387	108,636826
10	1022,430296	976,168516	103,44529
15	1022,672082	976,096273	105,739779
31	1027,220272	974,49341	106,152781
13	1027,329059	971,873615	105,301157

No	X	Y	Z
7	1026,427038	972,493064	111,999495
35	1025,607528	975,941502	106,294208
55	1024,752766	975,787465	108,497773
51	1025,593148	975,950955	108,658239
42	1026,162565	975,456936	108,490355
52	1025,97676	975,539193	108,189611
53	1026,459345	975,104361	108,17965
65	1026,231248	973,15602	109,804669
38	1025,360883	976,198631	104,962523
29	1027,173172	974,558971	104,574893
16	1027,135212	974,602126	103,637799
30	1026,889136	974,713592	106,374349
20	1020,527506	979,445496	105,973573
21	1019,41934	980,454321	105,964143
25	1018,327982	981,439682	109,078549
22	1019,160169	980,683083	109,12673
24	1021,910703	978,185911	107,653025
23	1016,662302	982,941003	105,54719