

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**CEPHE DEĞERLENDİRMELERİNDE FOTOGRAMETRİK
VE GÖRSELLEŞTİRME YÖNTEMLERİNİN
KIYASLANMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Umut AYDAR
501051626**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 7 Mayıs 2007
Tezin Savunulduğu Tarih : 11 Haziran 2007**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Orhan Altan
Diğer Jüri Üyeleri Prof. Dr. Gönül Toz
Prof. Dr. Ayhan Alkış**

HAZİRAN 2007

ÖNSÖZ

Günümüz dünyasında teknoloji, hız, doğruluk, maliyet vb. kavramlar, içinde bulunulan duruma göre öncelik kazanmaktadır. Bu çalışma, maliyetin ön planda olduğu ancak güven aralığının geniş olduğu durumlarda kullanılabilecek yöntemleri konu almıştır.

Çalışmam süresince bilgi ve katkılarını esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. M. Orhan ALTAN'a; çalışmanın her aşamasında mesleki bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan ve emeklerini esirgemeyen Prof. Dr. Sıtkı KÜLÜR'e, Yrd. Doç. Dr. Zaide DURAN'a, Ar. Gör. Özgün AKÇAY'a ve kendimi aralarında her zaman bir aile sıcaklığı içinde hissettiğim, desteklerini aldığım tüm İTÜ İnşaat Fakültesi Fotogrametri Anabilim Dalı Öğretim Üye ve Yardımcıları'na ve ayrıca sevgili laboratuvar sorumlumuz Kadriye YÜCETÜRK'e teşekkürü borç bilirim.

Bu çalışmanın ortaya çıkmasındaki emekleri, katkıları ve sabırları için canım arkadaşlarım Emin Özgür AVŞAR, Arif GÜNAY, M. Uğur ALTIN ve Melis Mine ŞENER'e;

Herkesten ve her şeyden ayrı, her zaman yanımda olan, tüm üzüntü ve sevinçlerimi paylaşan değerli aileme;

Sevgi ve Teşekkürlerimle...

Mayıs, 2007

Umut AYDAR

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÖZET	vii
SUMMARY	viii
1. GİRİŞ	1
2. TARİHİ ESERLERİN DOKÜMANTASYONU VE GÖRSELLEŞTİRİLMESİ	5
2.1. Fotogrametrinin Tanımı ve Tarihçesi	5
2.1.1. Hava fotogrametrisi	9
2.1.2. Yersel fotogrametri	9
2.1.3. Tarihi eserlerin dokümantasyonu	11
2.1.4. Mimari fotogrametri	16
2.1.4.1 Hızlı ve görece basit ölçmeler	17
2.1.4.2 Hassas ölçmeler	18
2.1.4.3 Çok hassas ölçmeler	18
3. YÖNTEM VE FOTOGRAMETRİK GÖRSELLEŞTİRME	20
3.1. Digital Fotogrametri	20
3.1.1. Digital resim ve özellikleri	21
3.1.2. Veri toplama yöntemleri	22
3.1.3. Veri elde etme donanımları ve özellikleri	23
3.2. Tek resim fotogrametrisi (Düşeye çevirme)	24
3.2.1. Düşeye çevirmenin matematik modeli	25
3.2.2. Düşeye çevirme yöntemleri	25
3.2.2.1 Hesapla düşeye çevirme	25
3.2.2.2 Grafik düşeye çevirme	26
3.2.2.3 Optik düşeye çevirme	27
3.2.3. Ortorektifikasyon	28
3.2.3.1 Ortofotoların elde edilmesi	28
3.2.4. Panorama	30
3.2.4.1 Resimlerden panoramik görüntü elde edilmesi	30
4. UYGULAMA	33
4.1. İstanbul Tapu ve Kadastro II. Bölge Müdürlüğü Binası	33

4.2. Arazi Çalışması	34
4.2.1. Kontrol noktalarının tesisi ve ölçülmesi	34
4.2.2. Resim çekimi	35
4.3. Fotogrametrik Değerlendirme	36
4.3.1. Pictran	36
4.3.1.1 Resimlerin programa eklenmesi	36
4.3.1.2 Tek resim düzeltmesi	37
4.3.2. Photomodeler	40
4.3.2.1 Resimlerin programa eklenmesi	40
4.3.2.2 Düşeye çevirme	41
4.3.3. PhoTopol	44
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	49
KAYNAKLAR	53
EKLER	55
Ek A: 96 Numaralı Cep Telefonu Kamerası ile Çekilmiş Resmin Dengeleme Raporu	56
Ek B: 30 Numaralı Digital Kamera ile Çekilmiş Resmin Dengeleme Raporu	57
ÖZGEÇMİŞ	58

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 4.1. Kontrol Noktaları Koordinatları ve Yükseklikleri.....	34
Tablo 5.1. Cep telefonu ile elde edilmiş ve düşeye çevrilmiş resim üzerinde ölçülen kontrol noktalarının koordinatları.....	49
Tablo 5.2. Digital kamera ile elde edilmiş ve düşeye çevrilmiş resim üzerinde ölçülen kontrol noktalarının koordinatları.....	49
Tablo 5.3. Arazide ölçülmüş ve hesaplanmış kontrol noktalarının koordinatları.....	50
Tablo 5.4. Standartlaştırılmış nokta konum hataları.....	51

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : Fotogrametrinin Tarihi Gelişimi.....	8
Şekil 2.2 : Yersel Resim Çekme İşlemi.....	10
Şekil 2.3 : Melas Kilisesi, Fransa.....	17
Şekil 2.4 : Düşeye Çevirme ile Bir Pencerenin Ölçülmesi (I.G.N. Fransa)..	17
Şekil 2.5 : Gök Medrese, Sivas,Türkiye.....	18
Şekil 2.6 : Prof. Dr. Mustafa Aytaç'ın Fotogrametrik Yöntemle Üretilmiş 3 Boyutlu Modeli (İ.T.Ü Fotogrametri Anabilim Dalı).....	19
Şekil 3.1 : Resim Koordinat Sistemi.....	22
Şekil 3.2 : Resim Düzlemi, O: Objektif Düzlemi, İ: İzdüşüm düzlemi.....	27
Şekil 3.3 : Düşey bir resimde kabul edilen bir düzlemin dışındaki noktaların radyal görüntü kaymaları.....	28
Şekil 3.4 : Silindirik panorama.....	31
Şekil 3.5 : ArcSoft Panorama Maker 3.....	31
Şekil 3.6 : Dizi Halinde Bindirmeli Olarak Çekilmiş Resimler.....	32
Şekil 3.7 : Sultanahmet Meydanına ait Panoramik Görüntü.....	32
Şekil 4.1 : SonyEricsson W610i ve Olympus µ 1000 Digital Kamera.....	35
Şekil 4.2 : Kalibrasyon Tabloları.....	36
Şekil 4.3 : Resimlerin Projeye Eklenmesi.....	37
Şekil 4.4 : Pictran Programında Kontrol Noktalarının Ölçülmesi.....	38
Şekil 4.5 : Olympus µ 1000 Digital Kamera ile elde edilmiş orijinal resim.	39
Şekil 4.6 : Düşeye Çevrilmiş Resim.....	39
Şekil 4.7 : SonyEricsson W610i cep telefonu kamerası ile elde edilmiş orijinal resim.....	40
Şekil 4.8 : Düşeye çevrilmiş resim.....	40
Şekil 4.9 : Resimlerin Projeye Eklenmesi.....	41
Şekil 4.10 : Photomodeler programında yüzey tanımlanması.....	42
Şekil 4.11 : Kamera Pozisyonu ve oluşturulmuş yüzeyin görünümü.....	43
Şekil 4.12 : Ortofoto oluşturma işlemi.....	43
Şekil 4.13 : Photmodeler ile Düşeye Çevrilmiş Resim.....	44
Şekil 4.14 : 30 Nolu Orijinal Resim.....	45
Şekil 4.15 : 30 Nolu Düşeye Çevrilmiş Resim.....	45
Şekil 4.16 : 32 Nolu Orijinal Resim.....	46
Şekil 4.17 : 32 Nolu Resmiden Düşeye Çevrilerek Elde Edilmiş Parça.....	46
Şekil 4.18 : 38 Nolu Orijinal Resim.....	47
Şekil 4.19 : 38 Nolu Düşeye Çevrilmiş Resim.....	47
Şekil 4.20 : Mozaiklenmiş Resim.....	48

CEPHE DEĞERLENDİRMELERİNDE FOTOGRAMETRİK VE GÖRSELLEŞTİRME YÖNTEMLERİNİN KIYASLANMASI

ÖZET

İstanbul Tapu ve Kadastro II. Bölge Müdürlüğü Binası İstanbul Tarihi Yarımada'da yeralan en etkileyici binalardan bir tanesidir. Konum olarak Sultan Ahmet Meydanı'nda yer almaktadır. Yakın çevresinde birçok tarihi öneme sahip bina bulunmaktadır. Bu binalar arasında UNESCO tarafından Dünya Kültür Mirasları listesine kaydedilen Ayasofya Müzesi ve Sultan Ahmet Camii yer almaktadır.

İstanbul Tapu ve Kadastro II. Bölge Müdürlüğü Binası iki kısımdan oluşmaktadır. İlk kısım 1881 yılında yapılmıştır ve halen Osmanlı arşivinden gelen tapu kayıtlarının saklandığı yerdir. İkinci kısım 1910 yılında Mimar Vedat Efendi tarafından inşaa edilmiş ve ilk kısım ile birleştirilmiştir. Binanın ön cephe alanı 850m² 'dir.

Bu çalışmada binanın ön cephe resimleri cep telefonu kamerası ve digital kamera ile çekilmiş ve elde edilen resimler Pictran, Photomodeler ve PhoTopol fotogrametrik yazılımları kullanılarak düşeye çevrilmiştir. Çalışmanın amacı, iki ayrı veri elde etme aracı ile alınan resimlerin düşeye çevirme yöntemi kullanılarak kıyaslanmasıdır. Ayrıca, kullanılan yazılımlar da kullanım kolaylığı ve diğer görselleştirme yazılımları ile entegrasyonları açısından incelenmiştir.

COMPARISON OF PHOTOGRAMMETRIC AND VISUALIZATIONS METHODS IN OBTAINING FAÇADE PLAN

SUMMARY

Turkeys National Cadastres Istanbul Branch Office Building is one of the most impressive buildings of Historical Peninsula. It is located in the Sultan Ahmet Square, in Istanbul. In the near vicinity of this building, there are several historical buildings, like the Hagia Sophia, which is registered as a World Heritage by UNESCO and Sultan Ahmet Mosque known as Blue Mosque.

The building consists of two parts. First part was built in 1881 and still used for storing of the Ottoman Archive. Second part was built in 1910 by the Architect Vedat Mehmet Efendi and merged with the first part. The area of the façade of the building is 850m².

In this project, digital images of this office building have been taken from different sources such as mobile phone and digital camera. Then these images were rectified using the Pictran, Photomodeler and PhoTopol. The aim of this study is to compare the image sources regarding the capability of using them for various purposes and the capacity and usability of the software's regarding manpower, obtained results and transfer to other visualization tools.

1. GİRİŞ

Fotogrametri, bir cismin fotoğraflar yardımıyla biçim ve konumunun yeniden oluşturulmasıdır.[8] Fotogrametrinin temel amacı plan ve harita yapma işlemi olmakla birlikte, zamanla teknolojiadaki gelişmelere paralel olarak birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Fotogrametrinin bu denli gelişme göstermesinin en önemli nedeni fotogrametrinin temel işlevlerinin, pozitif bilim dallarının temel kabul ettiği doğruluk, esneklik ve pratiklik prensiplerini esas kabul etmesidir.

Fotogrametride digital görüntülerin kullanılması yolundaki önemli gelişmeler, mikro elektronik ve yarı iletkenlerdeki teknolojik ilerlemelere bağlı olarak son birkaç yılda ortaya çıkmış ve yarı iletken dizi ve video görüntüleme sistemleri fotogrametrik uygulamalar için yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır [7].

Bu sistemlerin başlıca avantajları; otomatik resim ölçmesi ve cismin üç boyutlu verileri için eş zamanlı işlemleri yapmasıdır. Son zamanlarda kişisel bilgisayarlarda görüntü digitalleştirme donanımları ve uygun yarı iletken görüntü algılama dizilerinin düşük maliyetle üretilerek kullanma olanağının sağlanması, gelişmeleri hızlandırmıştır [6].

Digital fotogrametrik sistemler; optik, elektronik, matematik, fotoğrafçılık ve bilgisayar teknolojisi gibi çeşitli bilim dallarından yararlanılarak oluşturulmuş bir mühendislik uygulamasıdır. Bu sistemlerde, gerek kullanılan donanım ve yazılım gerekse yapılan işlemlerin tümü digital olarak yapılmaktadır. Digital görüntü işleme bir bilgisayar yardımı ile görüntülerin elde edilmesi, depolanması işlenmesi ve çeşitli ölçme ve yorumlama amaçları için farklı türdeki gösterimlere hazır hale getirilmesidir. Böylelikle mühendislik uygulamalarında önemli olan veri kaybı, presizyon, zaman gibi etkenler minimum seviyelerinde tutulmaktadır. Bu sistemde yapılacak uygulamalarda gereksinim duyulan, sayısal görüntüleme sistemleri başlıca dört bileşenden oluşmaktadır. Bunlar;

- Digital Kameralar,
- Digital Görüntüler,

- Ana Bilgisayar,
- Görüntü Analiz Yazılımı.

Fotogrametri, kullanılan kameranın durumuna, ölçülecek nesnenin yakın ya da uzak oluşuna, edinilecek bilgi türüne, değerlendirme yöntemine ve uygulama alanlarına ve amaçlarına göre farklı isimlerle sınıflandırılabilir [9].

Buna göre:

- Yersel Fotogrametri: Yer üzerinde çekilmiş fotoğrafların kullanıldığı fotogrametri uygulamaları.
- Hava Fotogrametrisi: Uçaktaki, ya da genel olarak bir hava aracında bulunan bir kamera ile çekilmiş fotoğrafların kullanıldığı fotogrametri uygulamaları.
- Yakın Resim Fotogrametrisi: Nesne-kamera uzaklığı en çok 300 m olan bir fotogrametri uygulamaları.
- Foto-Yorumlama: Fotoğrafik dokuyu inceleyerek nesne ve yakın çevresi hakkında bilgi üreten, arazinin yapısını ve yüzey özelliklerini inceleyen fotogrametri uygulamaları
- Topografik Fotogrametri: Topografik harita üretimi amacıyla yapılan fotogrametri uygulamaları.
- Topografik Olmayan Fotogrametri: Topografik harita yapımı, topoğrafik ölçmeler dışında, başka bir deyişle haritacılık dışında kalan fotogrametri uygulamaları.
- Kadastro Fotogrametrisi: Kadastro haritalarının yapımında kullanılan fotogrametri uygulamaları.
- Jeodezik Fotogrametri: Jeodezik nokta üretiminde kullanılan fotogrametri uygulamaları.
- Mühendislik Fotogrametrisi: Mühendislik projelerinin hazırlanmasında vb. çalışmalarda kullanılan fotogrametri uygulamaları.
- Mimarlık Fotogrametrisi: Özellikle tarihsel yapıların belgelenmesinde kullanılan fotogrametri uygulamaları.

- Analog Fotogrametri: Değerlendirmelerin, özellikle harita çizimlerinin analog aletlerde yapıldığı fotogrametri uygulamaları.
- Analitik Fotogrametri: Çözümlerin matematiksel yöntemlerle yapıldığı, bilgisayar destekli fotogrametri uygulaması uygulamaları.
- Sayısal (Digital) Fotogrametri: Sayısal (Digital) fotoğraflarla çalışan fotogrametri uygulamaları.
- Tek Resim Fotogrametrisi: Tek tek fotoğrafları kullanarak metrik bilgiler üretmeyi amaçlayan, foto-plan, foto-mozaiik üreten fotogrametri uygulamaları.
- Çift Resim Fotogrametrisi: Ortak alanları olan fotoğraf çiftleri üzerinde ölçüler yaparak bilgi üretmeyi amaçlayan fotogrametri uygulamaları. Stereoskopik (3 boyutlu) görüşte söz konusu olduğundan buna stereo-fotogrametri de denir.
- Ortofoto: Çizgi harita ile aynı geometrik doğruluğa sahip foto haritalarının üretimi ile ilgilenen fotogrametri uygulamaları.

Yersel fotogrametri uygulamalarının çok büyük bir çoğunluğu mimarlık fotogrametrisi ile ilgilidir. Bu çalışmalar daha tarihi yapıların restorasyon projelerinde kullanılan rölelerin hazırlanması amacıyla yapılmaktadır. Klasik yöntemlerle çok zaman alan ve istenilen konumsal doğruluğa ulaşılamayan çalışmaların gerçekleştirilmesinde fotogrametri kullanılabilecek en iyi teknoloji olarak kabul görmektedir. Genel olarak önemli tarihi bina ve yapıların içi ve cephelerin kaydı için kullanılan mimarlık fotogrametrisi aynı zamanda hiçbir tarihi değeri olmayan binalarda ya da objelerde de ticari amaçla çok fazla kullanılmaktadır. Fotogrametri, tarihi bina ve yapıların yüksekliği ve cephelerinin temsili için yaygın olarak kullanılır.

Bu çalışmada uygulama alanı olarak seçilen ve eskiden Defterhane-i Hakani Nezareti binası olarak kullanılan Tapu ve Kadastro Bölge Müdürlüğü binası iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm 1881 yılında inşa edilmiş olup, halen Osmanlı Arşivi ve Tapu Sicil Müdürlüklerinden gelen 2. nüsha tapu kayıtlarının arşivlendiği yer olarak kullanılmaktadır.

Yürütülen bu çalışmada, Yersel Digital Fotogrametri tekniği kullanılarak binanın ön cephesinin düşeye çevrilmiş resimleri ve fotoplanlarının elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla cepheye ait resimler cep telefonu kamerası ve metrik olmayan resim çekme makinesi ile elde edilmiş, bu sayede iki veri toplama aracının performanslarının test edilmesine çalışılmıştır.

Bu amaçlar doğrultusunda, çalışmanın 2. bölümünde Tarihi Eserlerin dokümantasyonu ele alınmış, fotogrametrinin tanımı, gelişimi ve sınıflandırılması açıklanmış ve yersel fotogrametrinin önemli bir uygulama alanı olan mimarlık fotogrametrisi hakkında bilgi verilmiştir.

3. bölümde digital fotogrametri, digital veri ve veri toplama yöntemleri hakkında bilgi verilmiş, cephe değerlendirmeleri için kullanılan yöntemler olan Rektifikasyon ve ortorektifikasyon detaylıca açıklanmış ve görselleştirme ürünlerinden birisi olan panorama konusuna değinilmiştir.

Uygulama adımı yapılan fotoplanların elde edilmesi işlemi 4. bölümde anlatılmış, ayrıca kullanılan yazılımlarla ilgili temel bilgiler ve uygulama adımları da bu bölümde verilmiştir.

Son bölümde ise yapılan çalışma ile ilgili sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

2. TARİHİ ESERLERİN DOKÜMANTASYONU VE GÖRSELLEŞTİRİLMESİ

Uygarlık tarihi içerisinde insanın doğrudan veya doğa ile birlikte yarattığı ve bugün “kültür mirası” olarak adlandırılan belgelerin korunması, çağımızda insanlığın ortak çabası haline gelen bir olgudur. İletişim araçlarının hızlı gelişimi dünya halklarının her gün biraz daha yaklaşmasına neden olmakta ve bu ortak mirasa sahip çıkma fikrini kuvvetlendirmeye ve buna paralel olarak bu mirası kendi yerleşimleri üzerinde bulunduran halkların sorumluluğunu da artırmaktadır.

Tarihi mirasa ait yapılar zamanla doğal afetlerle ve insanların verdiği zararlarla sürekli aşınmış ve yıpranmıştır. Şimdiki neslin sorumluluğu bu tarihi mirasın gelecek nesillere aktarılmasıdır. Tarihi eserleri korumada öncelikli olarak belgelenmeleri yani dokümantasyonlarının yapılması gerekmektedir. Kültürel varlıkların mevcut halleriyle veya günümüzdeki durumlarından elde edilecek verilerle üretilecek özgün halleriyle dokümantasyonunu yapmak; oluşmuş ve oluşacak hasarları görmede oldukça önemlidir [6].

2.1. Fotogrametrinin Tanımı ve Tarihçesi

Eski Yunan dilinde “photos” (ışık), “grama” (çizim) ve “metron” (ölçme) sözcüklerinin bir araya gelmesinden oluşan Fotogrametri sözcüğü; resimler yardımıyla ölçme anlamına gelmektedir. Fotogrametri genel olarak, cisimler ve oluşturdukları çevreden yayılan ışınların şekillendirdiği fotografik görüntülerin ve yaydıkları elektro manyetik enerjinin kayıt, ölçme ve yorumlama işlemleri sonucunda bu cisimler ve çevre hakkında **güvenilir bilgilerin** elde edildiği bir bilim dalıdır. Teknik uygulama olarak Fotogrametri; cisimlerin fotoğraflar üzerinden iki veya üç boyutlu olarak ölçülmesidir. Gelişen teknolojiye paralel olarak bugün artık fotoğraf yerine video, CCD kameralar veya tarayıcılarla elektronik olarak disk veya teyplere kaydedilmiş resimler kullanılabilir [9].

Fotogrametrinin temel amacı, plan ve harita yapımı olmakla birlikte zamanla modern tekniğin gelişmesiyle hemen hemen her alanda yerini almıştır. Fotogrametri; cismin

bir veya birkaç resimden yararlanılarak şeklinin, boyutlarının ve konumunun hassas bir biçimde belirlenmesi amaçlamaktadır. Resim ölçmesi geniş kapsamlı olarak aslına uygun merkezi izdüşümün oluşturulmasına ait optik-mekanik yöntem olan fotoğrafçılığın ortaya çıkışıyla başlamıştır. Fotografik yöntemler diğer yöntemlerin uygulanamadığı alanlarda uygulanabilmesiyle avantaj sağlar. Fotogrametrinin sağlamış olduğu temel avantajlar şu şekilde sıralanabilir:

1. Ölçme işlemi yer ve zaman yönünden resim çekme işleminden bağımsız olup sakin ve rahat bir ortamda her an yapılabilir ve tekrarlanabilir.
2. Cisimlere dokunmadan resimler üzerinden cisim ölçümü gerçekleştirilir.
3. Karmaşık yapılı ve hareket halindeki cisimlerin şekil ve davranışları kolaylıkla belirlenebilir.
4. Resimler birer belge niteliğinde olup istenildiğinde tekrar kullanılabilir.
5. Gözle görülemeyen ışıklardan belli ölçülerde yararlanılabilir.

Temelde fotogrametri resim çekme noktasının konumuna göre,

- 1- Hava Fotogrametrisi,
- 2- Yersel Fotogrametri olmak üzere ikiye ayrılır.

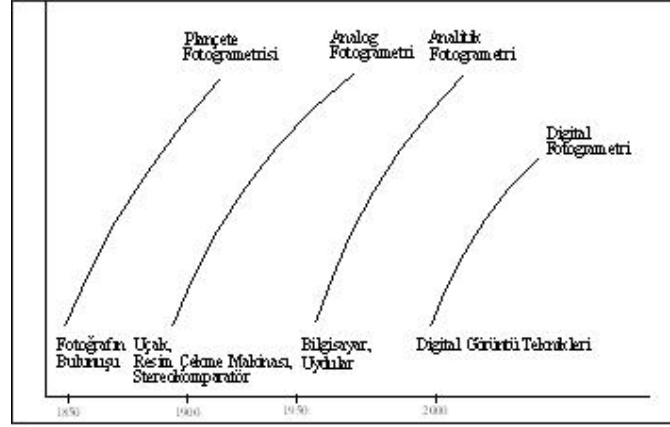
Hava fotogrametrisi genel olarak topoğrafik veya tematik haritaların ve sayısal arazi modellerinin elde edilmesinde kullanılır. Yersel fotogrametri ise mimarlık, inşaat mühendisliği (yapıların mevcut konumlarının kontrolü, deformasyon ve hasar tespiti amacıyla), arkeolojik amaçlı çalışmalarda, cerrahide özellikle plastik cerrahide ve trafik kazaları veya suçların belgelenmesi gibi polisiye çalışmalarda yoğun olarak kullanılmaktadır.

Fotogrametrinin tarihsel gelişimine bakıldığında:

- ✓ 1839: Fotoğrafın Fransız Bilim adamı Louis Jacques Mendé Daguerre tarafından bulundu.
- ✓ 1851: Aime Laussedat ilk fotogrametrik araç ve yöntemleri geliştirdi.
- ✓ 1858: Alman mimar A. Meydenbauer, binaların dokümantasyonu için fotogrametrik teknikleri geliştirdi.
- ✓ 1885: Tarihi Persepolis harabeleri fotogrametrik yöntemle kaydedilen ilk yer oldu.

- ✓ 1897/98: Theodor Scheimpflug düşeye çevirme aletini icat etti.
- ✓ 1901: Pulfrich ilk “Stereokomparator“ ve resim çiftlerinden harita üretimini geliştirdi.
- ✓ 1903: Theodor Scheimpflug “Perspektograph“ isimli ilk optik düşeye çevirme aletini icat etti. Bununla birlikte Hava fotogrametrisi çalışmaları başladı.
- ✓ 1945’e kadar: Gelişmeler analog değerlendirme aletleri ve metrik kameralar üzerinde devam etti.
- ✓ 1968: Fotogrametrinin tarihi eserlerde uygulanması üzerine ilk konferans Paris’te yapıldı.
- ✓ 1970 ler: İlki 1957 yılında Helava tarafından kullanılan analitik değerlendirme aletleri geliştirildi. Bu aletler hava triyangülasyonu, demet dengelemesi gibi daha karmaşık yöntemlerin uygulanmasına ve amatör kameraların kullanılmasına olanak sağladılar.
- ✓ 1980 ler: Bilgisayar teknolojisindeki yazılım ve donanımdaki gelişmelere paralel olarak digital fotogrametri gelişmeye ve gün geçtikçe daha fazla önem kazanmaya başlamıştır.
- ✓ 1990 lar: Digital fotogrametrik değerlendirme sistem ve yöntemlerine geçilmiştir.
- ✓ 2000 ler: Laser tarayıcılar, LiDAR uygulamaları ve Dijital Hava Kameraların kullanımı yaygınlaşmıştır.
- ✓ 2004: Uluslararası Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği’nin (ISPRS) 20. Kongresi İstanbul’da gerçekleştirildi.

Fotogrametrinin tarihsel gelişimi incelendiğinde 4 ana evreden oluştuğu görülmektedir. Bunlar; Plançete fotogrametrisi, Analog fotogrametri, Analitik fotogrametri ve Digital fotogrametridir.[9]



Şekil 2.1 : Fotogrametrinin Tarihi Gelişimi

Plançete Fotogrametrisi: Mutlak düzeyde belli temel geometrik prensiplerle resim elde edilmesine dayanır. Yersel fotogrametride kullanım alanı bulmuştur. Resim çekme makinesi ve teodolitlerin birleştiği fototeodolitler kullanılmıştır.

Analog Fotogrametri: Bir resim çiftinin değerlendirilmesindeki temel ilke her iki resmin dış yöneltme elemanlarının bilinip bilinmemesine, ölçülen resim koordinatlarından hareket ederek değerlendirmenin hesapla veya optik-mekanik aletlerle yapılıp yapılmadığına bağlıdır. Harita üretimi için fotogrametrik yöntemin genel kabul görmesi, uçaklarda, hava kameralarında ve analog fotogrametrik aletlerdeki gelişmeler sonucu gerçekleşmiştir. Bu gelişmelere paralel olarak bağıl ve mutlak yöneltme teknikleri ile dengeleme yöntemi de geliştirilmiştir. Analog yöntem sonucu elde edilen sonuç ürün, doğrudan ölçülen yüksekliklerin eş yükseklik eğrileri ile gösterildiği çizgisel haritadır.[16]

Analitik Fotogrametri: Analog resimlerin elde edilmesi ile başlar. Yöneltme elemanları yapılan ölçmelerin dengelemesi ile hesaplanır. Kullanılan optik aletlerin bir işlemci ile desteklenmesi; ölçmelerin bilgisayar ortamında saklanması ve hesaplarının yapılmasını sağlamıştır. Dengeleme işlemi ilk başlarda bağımsız modeller şeklinde yapılırken, daha sonra ışın demetleriyle dengeleme metodu ile yapılmıştır. Ayrıca değerlendirme işlemi bilgisayarlarda yapıldığından sonuçlar koordinat bilgisi olarak saklanabilmekte ve elde edilen sonuçların bilgisayar destekli tasarım (CAD) sistemlerine aktarılması ve görsel efektlerle desteklenmesi mümkün olmaktadır.[6]

Digital Fotogrametri: Fotogrametrik olarak tüm veri ve sonuçların digital ortamda olduğu fotogrametrik uygulamalardır. Digital fotogrametride tüm işlem adımları

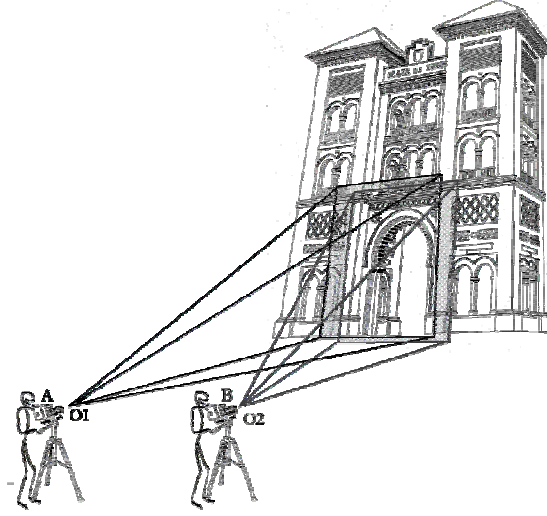
bilgisayar sisteminde yapılmaktadır. Digital resim çekiminin gerçekleşmediği ve analog resim çekme makinelerinin kullanıldığı durumlarda elde edilen resimler tarayıcılarla taranarak digital ortama aktarılır.

2.1.1. Hava fotogrametrisi

Başlangıçta yerden çekilen resimler yardımıyla klasik jeodezik problemler için değişik bir yaklaşım sunan fotogrametri tarihsel gelişimi içinde de görüleceği üzere daha sonra resim çekme noktasının havaya çıkması üzerine, genişleyen bir görüntü alanı ve sabit kabul edilebilecek bir resim ölçeğinin vermiş oldukları avantajlar ile harita ve planların elde edilmesinde ekonomi ve prezisyon yönünden tek yöntem olmuştur. Günümüzde uçaklardan, balonlardan, helikopterlerden resim çekimi yapılabilmektedir. Resim çekimi yapılacak bölgeye ait uçuş planı, istenilen ölçekli haritaya bağlı olarak hazırlanır. Hazırlanan uçuş planı ile birlikte uçuş yönü, şerit sayısı, doğrultu ve konumu, örtü oranları, poz süresi ve aralığı, rüzgâr yönü ve etkisi göz önüne alınarak uçağın rotası, hızı, kamera ve tipi belirlenir. Fotogrametrik çalışmalarda kullanılacak yer kontrol noktaları havadan görülebilecek şekilde işaretlenir. Uçuş yapılacak bölgedeki yer kontrol noktalarının jeodezik yöntemlerle koordinatlarının belirlenir. Hava triyângölasyonu için kullanılacak yer kontrol noktalarının dağılımı ve sıklığı hava triyângölasyonu özelliklerine göre seçilir. Çekilen resimlerden oluşturulan modellerin fotogrametrik değerlendirilmesi yapılarak amaçlanan ölçekte topoğrafik veya tematik haritalar ve sayısal arazi modelleri elde edilir.[5]

2.1.2. Yersel fotogrametri

Resim çekim istasyonları yer yüzeyinde bulunmaktadır. Özellikle yakın resim çalışmalarında kullanılır. Stereo çiftler halinde çekilen bağımsız resimlerin değerlendirilmesi ile cisimlerin veya yapıların 2B veya 3B koordinatlarını elde etme işlemidir. Yersel fotogrametri diğer yöntemlere göre daha hızlı ve ekonomik değerlendirme imkânı sağlar.



Şekil 2.2 : Yersel Resim Çekme İşlemi

Yersel fotogrametri, oldukça geniş uygulama alanına sahiptir. Bunlar arasında; arkeoloji, endüstri, madencilik, tıp, suç araştırmaları, trafik kazaları ve mimarlık sayılabilir.

Türkiye'deki arkeolojik kazı etkinlikleri 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma yasası hükümlerine göre yapılır. Ülkemizde toprak üstünde ve su altında bulunan ve yabancı ekiplerce yürütülen bilimsel kazı çalışmalarına “Kültür ve Tabiat Varlıklarıyla İlgili Olarak Yapılacak Araştırma, Sondaj ve Kazılar Hakkında Yönetmelik” çerçevesinde Bakanlar Kurulu Kararıyla izin verilmektedir. Arkeolojide; kazı çalışmaları ile çıkarılan eserlerin dokümantasyonunu yapmak, çıkarıldığı konumunu ve çıkarıldığı andaki durumunu belirlemek amacıyla yersel fotogrametri kullanılan bir tekniktir.[5]

Endüstride ise gerek makinelerin fabrikalara montajında, gerek üretilen parçaların kalite kontrolünde, gerekse üretilen parçalardan birleştirme işlemlerinin yapıldığı otomobil ve gemi üretimi gibi alanlarda birleştirme işlemlerinin kontrolü amacıyla fotogrametrik teknikler kullanılır.

İnsan vücudunun tümünü veya bir bölümünün modelleme, hastalıkların veya iyileşme süreçlerini izleme, estetik operasyonlar olanakları yersel fotogrametrik uygulamalarının tıp alanına sağladığı katkılardır.

Kaza anlarının canlandırılması, suçların izlenmesi fotogrametrik tekniklerin hız ve doğruluk yönünden katkı sağladığı alanlardır.

Yersel fotogrametrik teknikler, mimaride; tarihi eserlerin rölevelerinin çıkarılmasında, dokümantasyonlarında kullanılır.

2.1.3. Tarihi eserlerin dokümantasyonu

Toplumlar arası ortak bir kültür yaratmada yol gösterici olan Kültürel Miras, kendini yaratan medeniyetin gelecek kuşaklarına muhteşem bir hediye olmakla birlikte, diğer medeniyetler için de evrensel bir armağandır. Bu eserlerden bazıları barışı simgelemek için, bazıları savaşlar için, bazılarıysa sadece insanların hayatlarını kolaylaştırmak amacıyla oluşturulmuşlardır. Ancak hepsinin ortak bir özelliği vardır; bu eserler insanların doğaya karşı ürettikleri çözümleri ve birlikte yaşama amacıyla yaptıklarını bugünlere anlatan yapıtlardır. Medeniyetlerin binlerce yıllık tarihine bakıldığında, bugün de üzerinde önemle durulan ortak bir problemle karşılaşmaktadır. Bu problem, insanlar ve doğa tarafından yaratılmış bu değerli hazinenin aslına ve doğaya uygun biçimde kayıt altına alınarak korunması problemidir ve günümüzde “Kültürel Mirasın Korunması” kavramıyla literatürdeki yerini almıştır. İletişim teknolojilerindeki hızlı gelişim ulusları birbirlerine yaklaştırmış ve toplumlar bu ortak evrensel hazinenin korunması konusunda sorumluluklarının arttığı bilincine varmışlardır. Bu sorumluluk doğrultusunda en önemli nokta koruma ve belgeleme anlamında ortak bir dil ve kriterler birliği sağlamaktır. Tarihi miras sonraki kuşaklara olabildiğince az hasarla devredilmelidir. Eserlerin korunması, güçlendirilmesi, restore edilmesi ve hepsinden önemlisi arkeolojik, yapısal ve mimari perspektifle anlaşılması için yeni teknolojilerin ve bilgi birikiminin gelişmesi çok önemlidir. Başlangıçta yapılması gereken en önemli adım, tarihi eserlerin dökümante edilmesidir. Aslına uygun şekilde yapılmış olan bir dökümantasyon, eserde daha sonra ortaya çıkabilecek hasarların izlenmesine ve onarılmasına olanak sağlayacaktır.[6] Dünya halklarının ortak evrensel hazinesi olan bu tarihi eserlerin bir kısmı korunmuş ve belgelenmiş olmasına rağmen, detaylı çalışmalar resmi ve resmi olmayan kurum ve kuruluşlar tarafından devam ettirilmektedir. Yapılan bu çalışmalarda yersel fotogrametri kullanılan temel yöntemlerden biridir. Bu çalışmalar daha çok tarihi yapıların restorasyon projelerinde kullanılan rölevelerin hazırlanması amacıyla yapılmaktadır. Fotogrametri tarihi yapıların iç ve dış cephelerinin belgelenmesinde kullanılabildiği gibi ticari amaçlarla sıradan binalarda da kullanılabilir.

Uluslararası düzeyde kültürel mirasın korunmasında ortaya çıkan kaygılara göre çeşitli organizasyonlar kurulmuştur. Bu kuruluşlar UNESCO ile birlikte çalışmakta ve Dünya Kültürel miras listesini üzerinde bulundurmaktadırlar. Bu kuruluşlardan en önemlileri:

- Uluslararası Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği (ISPRS),
- Uluslararası Anıtlar ve Alanlar Konseyi (ICOMOS),
- Uluslararası Mimarlık Fotogrametrisi Komitesi (CIPA)'dır.

Türkiye’de kültür varlıklarının korunması 1950’li yıllardan sonra giderek yoğunluk kazanmıştır. 1951 yılında 5805 sayılı yasayla kurulan Gayrimenkul Eski Eserler ve Anıtlar Yüksek Kurulu, hem ilke koyan hem de uygulamaya yönelik karar alan ve yasayla oluşturulmuş ilk kurumdur. 1957 yılında çıkarılan 6785 sayılı İmar Yasasına kadar, sadece taşınmaz eski eserlerle ilgili görevleri olan Kurula, bu yasa, çevre ölçeğinde de bazı yetkiler vermiştir. Bu yetki, Kurulun giderek “sit” tanım ve kavramlarıyla ilgilenmesi, özellikle “kentsel sit”e yönelik olumlu girişimlerde bulunması sonucunu getirmiştir. 1973 yılında kabul edilen ve Cumhuriyet tarihinin ilk koruma mevzuatı olma özelliğini taşıyan 1710 sayılı “Eski Eserler Yasası” ise, Kurulun çevre ölçeğindeki korumayla, bu kez yasal dayanakları çok daha kuvvetli olarak ilgilenmesini sağlamıştır.[5]

İstanbul’da 1958 yılında, İmar Müdürlüğüne bağlı olarak bir “Eski Eserler Bürosu” kurulması ve plânlamayla koruma arasındaki ilişkiyi kurması öngörülmüşse de, bu husus, tekil bir girişim olarak kalmıştır. Kimi imar plânlarında ise, doğal elemanları, kent panoramalarını ve çeşitli siluet değerlerini önemseyen çabalar görülmektedir. Erzurum, Sivas, Kastamonu ve Urfa imar plânlarında, korunması gerekli sokak, meydan ve cephe tanımları getirilmiş, belli bölgeler “Protokol Alanı” ilân edilmiştir. Bu yaklaşımların genellikle mevcut durumu korumayı öngörmesi, gelişme ve işlevsel yenileme gibi müdahalelerden uzak kalması, “pasif koruma“ anlayışının bir ürünü olmaktadır.

1973 yılında 1710 sayılı yasanın “sit” tanımını getirmesi ve korumanın gerektirmesi hâlinde imar plânlarının değişebileceği hükmünü içermesi, imar plânlarındaki koruma vurgusunun giderek çoğalmasını öngörmüştür. 1975 yılında gerçekleştirilen “Avrupa Mimarî Miras Yılı” etkinlikleri ve bu etkinlikler sonucunda kabul edilen “Amsterdam Deklarasyonu”nda belirlenen ilkeler, Eski Eserler ve Müzeler Genel

Müdürlüğü bünyesinde, “Tesbit ve Tescil” ve “Koruma Plânlaması” birimlerinin kurulmasını gerektirmiştir. Bu nedenle, 1975 yılı, Türkiye’de ilk programlı, belli amaçlara yönelik ve kuralları konmuş bir envanter çalışmasının başlangıç yılı olarak kabul edilebilir.

1980’li yıllardan sonra, belgeleme çalışmalarına ağırlık verilmiş ve bu çalışmalar sonucunda belirlenen yapı ve alanlarla ilgili bilgiler, imar plânlama hizmetlerinde kullanılmak için, başta İller Bankası olmak üzere, ilgili kuruluşlara verilmiştir. Ancak, gerek 1710 gerekse 2863 sayılı yasalarda, “Koruma İmar Plânı” tanımının olması, bu tanımın gerektirdiği değişik teknik ve süreçlerin kullanılması anlamına gelmemiştir. Öyle ki, “Koruma Amaçlı İmar Plânları”nın yapımına ilişkin ilk teknik şartname, Kültür Bakanlığı tarafından 1990 yılında hazırlanabilmiş, yine salt bu amaca yönelik plânların Bakanlık eliyle yaptırılması da yine aynı yıl sağlanabilmiştir.

Kültür Bakanlığı, 1983 yılında kabul edilen 2863 sayılı yasada üst kuruluş olma kimliğini korumaktadır. Bakanlık bu kimliğiyle şu konularda söz sahibi bulunmaktadır:

Hazineye ve diğer kamu kurum ve kuruluşlarına ait taşınmaz kültür varlıkları Kültür Bakanlığının izni olmadan gerçek ve tüzel kişilere satılamaz, Taşınmaz kültür varlıklarının kullanım haklarının kamu kurum ve kuruluşlarına bırakılması ya da gerçek ve tüzel kişilere kiraya verilmesi Kültür Bakanlığının iznine bağlıdır, Kültürel amaçlara ayrılan yapıların Belediyelerce kamulaştırılmasında, Bakanlığın onayı gereklidir.

Ülkenin koruma gündemindeki konuların çeşitlenmesi ve sayıca çoğalması, 2863 sayılı yasanın, yerel koruma kurulları oluşturması vb. nedenlerle, taşınır ve taşınmazların korunması ve değerlendirilmesi ile ilgili hizmetlerin bir tek birim tarafından yürütülemeyeceği görülmüş ve 1989 yılında, Eski Eserler ve Müzeler Genel Müdürlüğü, iki ayrı Genel Müdürlük hâlinde yeniden örgütlenmiştir.

Bu yıl çıkartılan 379 sayılı kanun hükmünde kararnameye göre bölünme sonucu oluşan birimlerden ilki olan “Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü”, taşınır ve taşınmaz kültür varlıklarının arkeolojik araştırma ve kazılarla açığa çıkarılmasını, korunmasını ve değerlendirilmesini sağlamak, müzeler ve koruma laboratuvarları kurmak, müzelerin geliştirilmesi ve kültür ve tabiat varlıklarının restorasyonu için

gerekli önlemleri almakla görevlendirilmiştir. Genel Müdürlük bu hüviyetiyle yatırım ve uygulama ağırlıklı bir konumdadır. İkinci birim olan “Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü” ise, Koruma Yüksek Kurulu ve Koruma Kurulları kararlarının alınması ve uygulanması ile ilgili işlemleri yürütmek, buna yönelik olarak, araştırma, inceleme, belgeleme ve koruma plânlamasına yönelik hizmetleri yapmakla ve koruma kültürünün geliştirilmesini sağlamakla görevlendirilmiştir. Genel Müdürlük bu kimliğiyle, ilke oluşturucu, araştırmacı ve plânlamacı bir görünümde dir.

Vakıflar Genel Müdürlüğünün, 1710 sayılı yasada belirlenen yetkileri bu yasada da devam etmektedir. Vakıflar Genel Müdürlüğü, bunun yanı sıra, yönetim ve denetiminde bulunan mazbut ve mülhak Vakıfların kullanım haklarını özel ve tüzel kişilere verebilmekte ya da kiralayabilmektedir. Genel Müdürlük, Vakıf kökenli kültür varlıkları ile bunların koruma alanlarındaki taşınmazların kamulaştırılmasını da yapabilmektedir. Vakıflar Genel Müdürlüğü, vakıf kökenli yapıların bakım ve onarımından sorumlu en önemli kuruluştur. Başbakanlığa bağlıdır. Genel Müdürlüğün, korumaya yönelik hizmetleri, bünyesinde bulunan Abide ve Yapı İşleri Dairesi tarafından yürütülmektedir. Bu görev, ana hatlarıyla, “...Vakıflar Genel Müdürlüğünün yönetiminde bulunan taşınmaz kültür varlığı niteliğindeki yapıların onarımını sağlamak, vakıf eski eserlerin belgeleme ve değerlendirilmesini yapmak ve arşiv oluşturmak, onarılabacak yapıların röleve ve restorasyon projelerini hazırlamak ve onaylamak, yıllık ve beş yıllık onarım programlarını hazırlamak” şeklinde tanımlanmaktadır.

1983 senesine gelinceye değin, taşınmazların korunmasına ilişkin 2 temel düzenleme, 5805 sayılı GEEAYK Kuruluş Yasası ile 1710 sayılı EEY’dir. Bu iki düzenlemenin, gerek tanımlar ve kavramlardaki gelişme ve değışmeler, gerekse uygulamaya yönelik kimi aksaklıklar nedeniyle yenilenmesi öngörölmüş ve 1983 yılında 2863 sayılı yasa kabul edilmiştir.

Korumanın ilk aşamasını, korunacak değ erlerin belirlenmesi (envanter, tespit) oluşturur. İkinci aşama ise bu belirlemenin bir süreçten geçerek yasallaşması ve o taşınmazın kültür varlığı niteliğı kazanmasıdır.

Kültür Bakanlığı, tüm ülke ölçeğinde kültür varlıklarının belirlenmesi işlemlerinden sorumludur. Bu süreçte diğ er kurum ve kuruluşlardan yardım alabilmektedir. Bu

bölümde Vakıflar Genel Müdürlüğüne bir ayrıcalık tanınmış, idaresinde ya da denetiminde olan vakıf kültür ve tabiat varlıklarının envanterini yapabileceği belirtilmiştir.

Bu yıl çıkartılan 379 sayılı kanun hükmünde kararnameye göre bölünme sonucu oluşan birimlerden ilki olan “Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü”, taşınır ve taşınmaz kültür varlıklarının arkeolojik araştırma ve kazılarla açığa çıkarılmasını, korunmasını ve değerlendirilmesini sağlamak, müzeler ve koruma laboratuvarları kurmak, müzelerin geliştirilmesi ve kültür ve tabiat varlıklarının restorasyonu için gerekli önlemleri almakla görevlendirilmiştir.

Vakıflar Genel Müdürlüğü, vakıf kökenli yapıların bakım ve onarımından sorumlu en önemli kuruluştur. Başbakanlığa bağlıdır. Genel Müdürlüğün, korumaya yönelik hizmetleri, bünyesinde bulunan Abide ve Yapı İşleri Dairesi tarafından yürütülmektedir. Bu görev, ana hatlarıyla, “...Vakıflar Genel Müdürlüğünün yönetiminde bulunan taşınmaz kültür varlığı niteliğindeki yapıların onarımını sağlamak, vakıf eski eserlerin belgeleme ve değerlendirilmesini yapmak ve arşiv oluşturmak, onarılacak yapıların röleve ve restorasyon projelerini hazırlamak ve onaylamak, yıllık ve beş yıllık onarım programlarını hazırlamak” şeklinde tanımlanmaktadır.

Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğünün sorumluluğu altında yürütülen çalışmalar neticesinde bugüne kadar Türkiye sınırları içerisindeki 9 adet varlık ve eser Dünya Miras Listesine alınmasını sağlanmıştır.

Kültürel mirasın, onun değerinin ve değişiminin anlaşılması için gerekli bilginin elde edilmesi, tarihi eserlerin korunması alanında halkın ilgisinin ve katılımının artırılması, kültürel miras üzerinde yapılacak tüm değişikliklerde ve inşaat işlerinin kontrolü ve yönetiminde gerekli bilgilerin, bu işle uğraşan kişilere verilmesi, kültürel mirasın bakım ve korunmasında, kültürel mirasın fiziksel durumunun, yapımının ve onun tarihi ve kültürel öneminin hassa bir biçimde garanti altına almak için çıkarılacak kayıtların;

1. Güvenli bir arşivde korunmalı,
2. İlgili mesleki kuruluşlarının ve halkın kolayca ulaşabileceği şekilde olmalı,
3. Kolayca elde edilebilmeli,

4. Standart bir formatta oluşturulmalı
5. Güncel bilgi teknolojilerinin uygun kullanılması

kültürel mirasın korunması açısından en önemli konulardır [6].

Artan nüfus ve kontrolsüz şehirleşme sonrasında tarihi eserler karakterlerini yitirmeye başlamaktadırlar. Bunu önlemek için geliştirilen yöntemlerden en etkili olanı fotogrametrik tekniğin uygulanmasıdır. Fotogrametrik yöntemle bilinen ölçme yöntemlerine göre çok fazla miktarda veri elde edilebilir. Yeterli veri, tarihi bina ve yapıların resimlerinden, bilgisayar ortamındaki üç boyutlu koordinatların yeniden oluşturulması, koruma ve restorasyon amaçları için yeniden oluşturulur. Diğer ölçme yöntemleriyle nerdeyse yapılması olanaksız olan şekil ve motifler fotogrametrik yöntemle kolaylıkla yapılabilir. Fotogrametrik yöntemle kolaylıkla yapılabilir.

2.1.4. Mimari fotogrametri

Fotoğrafın geometrik özelliklerinin mimari ölçümlerde kullanılması fikri 1840 yılında ortaya atılmıştır. 10 yıl sonra, fotoğrafik perspektife dayanan ilk ölçme anıtları üzerinde yapılmıştır. Ayrıca, Fotogrametri terimi de, ilk mimari fotogrametri ölçmesini 1867 yılında yapan Alman mimar Albrecht Meydenbauer tarafından ortaya atılmıştır.[3]

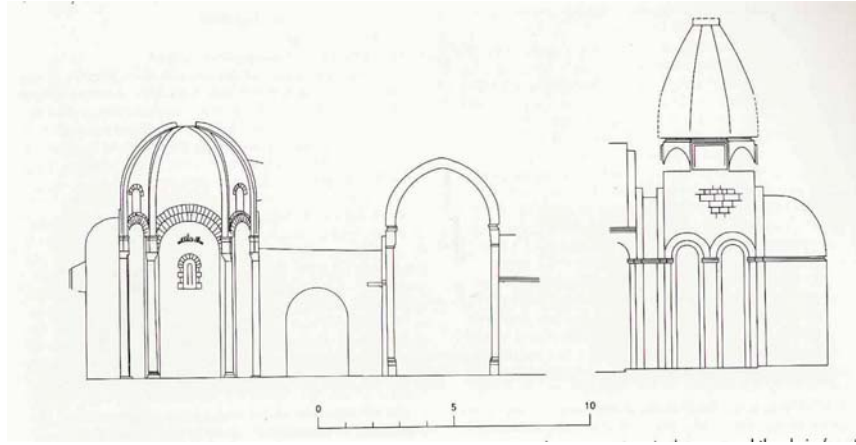
Meydenbauer, resim koordinatları bilinen noktalar olması temelinden hareket eden çizgisel kesişim metodunu kullanmıştır. Meydenbauer, noktasal bazda ölçmeler yapmış ve daha sonra bu noktaları çizgilerle birbirlerine bağlayarak mimari objeleri oluşturmuştur.

Mimari fotogrametrinin yeniden gündeme gelmesi analog metodlar ve değerlendirme aletlerinin yardımıyla olmuştur. 1968 yılında düzenlenen ICOMOS Sempozyumunda, ölçme ve kayıt işlemlerini gereksinimler ve taleplere göre sınıflandırmak amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışma sonucu mimari fotogrametrik ölçmelerin üç ana başlık altında gruplanması fikri benimsenmiştir:

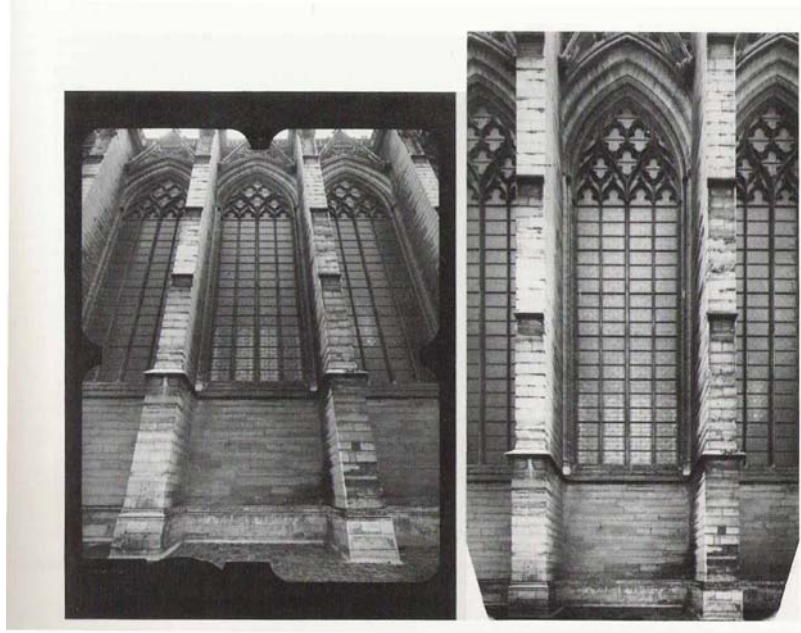
- Hızlı ve Görece Basit Ölçmeler,
- Prezisyonlu Ölçmeler,
- Çok Prezisyonlu Ölçmeler.

2.1.4.1 Hızlı ve görece basit ölçmeler

Bu tip ölçmeler restorasyon öncesi öncül çalışmalarda, envantör çalışmalarında ve sanat tarihi çalışmalarında yapılır.[3] 5 cm'ye kadar olan doğruluk yeterlidir. Genellikle çift resim değerlendirmesi yapılır. Çizim ölçeği genellikle 1:100 ve 1:200'dür ve sadece ana mimari hatlar gösterilecek şekilde limitlendirilip basitleştirilmiştir. Bazı durumlarda basitliği, hızı ve düşük maliyeti nedeniyle cephe planlarının çıkarılmasında düşeye çevrilmiş resimler kullanılır. Bu resimler belli bir ölçekte elde edilmiş ve üzerinden iki boyutlu ölçü almaya olanak veren resimlerdir.



Şekil 2.3: Melas Kilisesi, Fransa

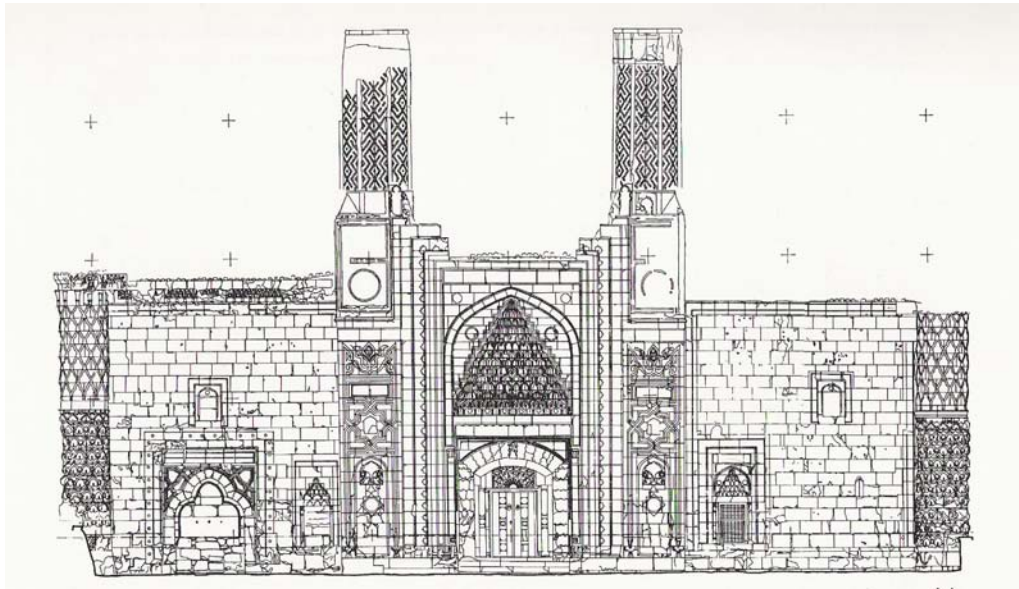


Şekil 2.4: Düşeye Çevirme ile Bir Pencerenin Ölçülmesi (I.G.N. Fransa)

2.1.4.2 Hassas ölçmeler

Bu ikinci grup ölçmeler mimarların ya da sanat tarihçilerinin daha detay içeren ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla yapılır. Kültürel mirasın korunması ve dokümanite edilmesi başlığı altında yapılan ölçmeler de bu grupta yer alır. Çizim ölçeği genellikle 1:50 ve istenilen doğruluk 1cm veya 2 cm'dir. Büyük binalar ya da anıtların mimari analizi söz konusu olduğunda çizim ölçeği genellikle 1:100 olarak tercih edilir. Diğer taraftan binalar üzerindeki özel detaylar için ölçek 1:20 ya da 1:10'dur.

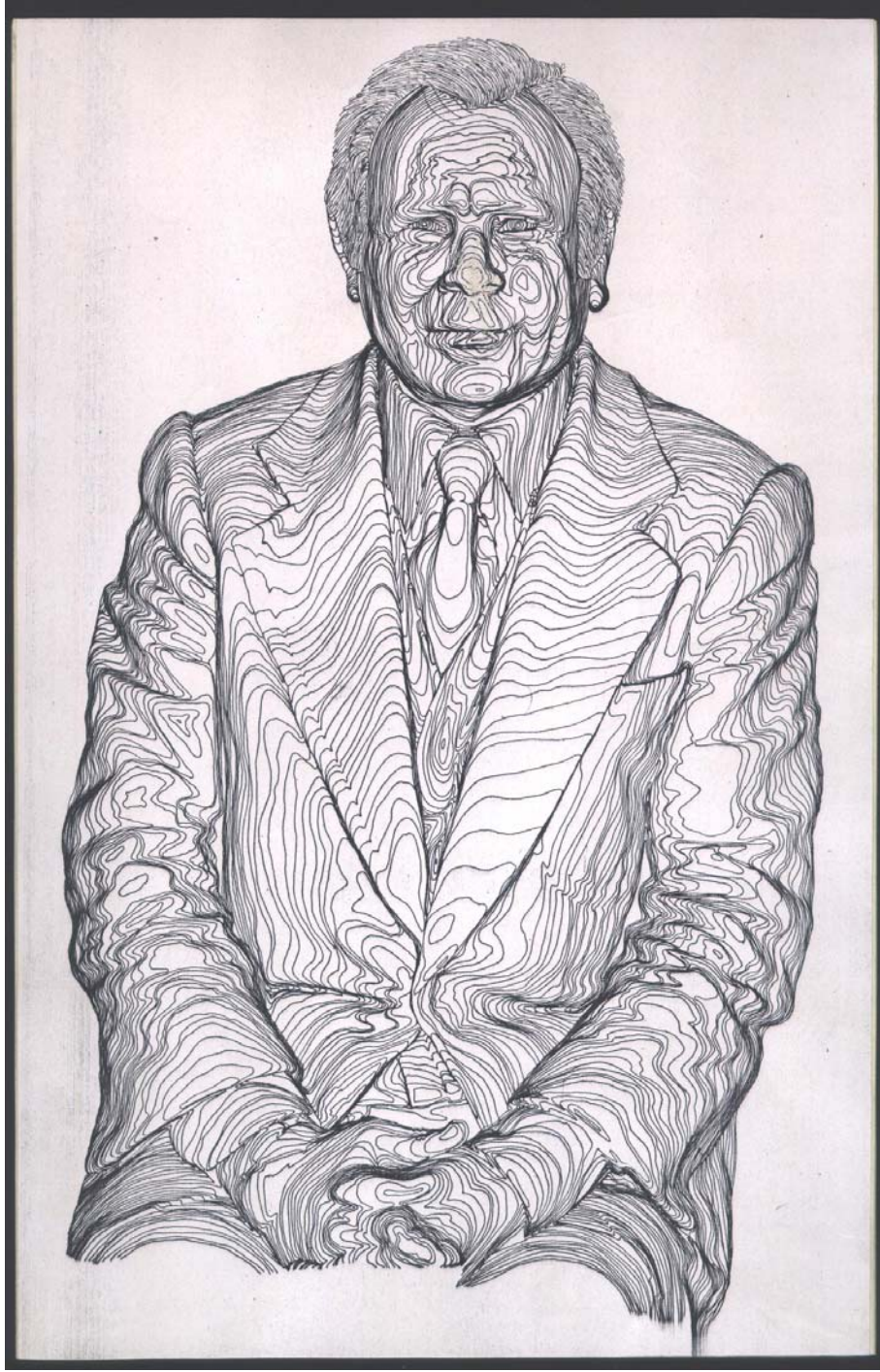
Bu tarz çizgisel kayıtlar; dış cephelerin ve iç duvarların yükseklikler, yatay ve dikey kesit planları, anıtların yerleşim planları ve tavanların ve tonozların planlarını kapsar.



Şekil 2.5: Gök Medrese, Sivas, Türkiye

2.1.4.3 Çok hassas ölçmeler

Bu gruba ait ölçmeler diğer iki gruba oranla çok daha azdır. Çok hassas ölçmeler bir anıtın kesin vaziyetinin 1mm veya bazen 0.1 mm hassaslıkla ölçülmesini ve korunmasını gerektiren projelerde kullanılır. Örneğin, arkeolojik bir nesnenin ya da sanatsal bir eserin orijinaline dokunmadan kalıbının çıkarılması, bir yüzeyin analizi, yüzeydeki bozulmaların takip edilmesi ve ilerleyişinin belirlenmesi gibi çalışmalar bu gruba örnek olarak verilebilir. Hans Foramitti tarafından yürütülen bir çalışmada, yüzyıllar önce taş kesme ustaları tarafından kullanılan aletlerin taş üzerinde bıraktığı izler ve çizgi kabartmalar bu yöntemle ölçülerek kullanılan aletlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 2.6: Prof. Dr. Mustafa Aytaç'ın Fotogrametrik Yöntemle Üretilmiş 3 Boyutlu Modeli (İ.T.Ü Fotogrametri Anabilim Dalı)

3. YÖNTEM VE FOTOGRAMETRİK GÖRSELLEŞTİRME

3.1. Digital Fotogrametri

Digital fotogrametrik sistemler; optik, elektronik, matematik, fotoğrafçılık ve bilgisayar teknolojisi gibi çeşitli bilim dallarından yararlanılarak oluşturulmuş bir mühendislik uygulamasıdır. Bu sistemlerde, gerek kullanılan donanım ve yazılım gerekse yapılan işlemlerin tümü digital olarak yapılmaktadır. Digital görüntü işleme bir bilgisayar yardımı ile görüntülerin elde edilmesi, depolanması işlenmesi ve çeşitli ölçme ve yorumlama amaçları için farklı türdeki gösterimlere hazır hale getirilmesidir. Böylelikle mühendislik uygulamalarında önemli olan veri kaybı, presizyon, zaman gibi etkenler minimum seviyelerinde tutulmaktadır. Bu sistemde yapılacak uygulamalarda gereksinim duyulan, sayısal görüntüleme sistemleri başlıca dört bileşenden oluşmaktadır. Bunlar;

- Digital Kameralar,
- Digital Görüntüler,
- Ana Bilgisayar,
- Görüntü Analiz Yazılımı.

Digital fotogrametrinin günümüzde yaygın olarak kullanılmaya başlamasından sonra digital görüntülerin yorumlanması ve işlenmesi ile ilgili olarak birçok uygulama alanı ortaya çıkmıştır.

Analitik fotogrametriden digital fotogrametriye geçişin sağlanmasıyla fotogrametrideki en büyük gelişmelerden biri gerçekleşmiştir. Digital fotogrametrik değerlendirme; cisimden yansıyan ışık resim çekme makinesi tarafından fotografik olarak değil elektronik araçlarla kaydedilmesiyle başlayıp, insan gözü ve algılamasını taklit eden bilgisayarlı tekniklerle devam eder. Bu yönetime Bilgisayar Görüşü (Computer Vision), Görüntü Anlama (Image Understanding), Görüntü Tanıma (Pattern Recognition) veya Digital Fotogrametri gibi isimler verilmektedir.

Digital fotogrametrik değerlendirmenin fiziksel anlamda ana unsurlarından olan digital resim, donanım ve yazılım altlığı ile tamamlanmış olup veri toplanması ve işlenmesinde tam ve yaygın bir kullanım alanı oluşturmaktadır.[8]

3.1.1. Digital resim ve özellikleri

Tarihsel süreç içerisinde elektronik biliminin hızla gelişmesiyle birlikte ortaya çıkan teknik gelişmelerle fotogrametrik alanda metrik resim çekme makinelerinin odak sensörleri digitalleşmiş ve ilk olarak fotogrametrik kayıt ve ölçme alanlarında kullanılmıştır.

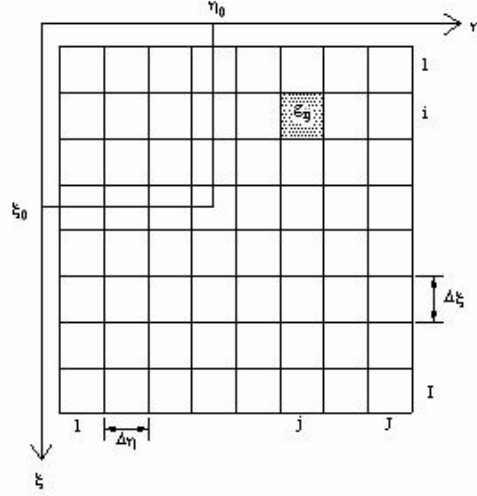
Bu ilerlemelerle; digital resim, analog resmin yerini almış olup öncelikle yakın mesafe fotogrametrisi olarak bilinen yersel uygulamalarda ve uydu fotogrametrisinde kullanılmıştır. Yersel çalışmalarda doğruluk aralığı (esneklik) digital sistemin çözünürlüğüne bağlıdır. Yersel sistemlerin kuruluş amaçları doğrultusunda sistemin hızı ve kalitesi en temel etkindir. Uydulardan çekilen resimleri çekici kılan öge ise, resimlerin direkt olarak digital formda kayıt edilip gerektiğinde nakledilebilmeleridir.

Bir digital resim, elemanları g_{ij} olan 2 boyutlu G matrisinden oluşur. Bir digital resimde gri değere sahip her bir eleman birer pikseldir. Her piksel bir x , y koordinatına sahip Δx ve Δy sonlu büyüklüklerinden oluşan alanlardır. Δx , Δy değerleri pikseller arası farktır.

Digital resim matrisinin (G) her bir elemanı (g_{ij}) için satır indisi i 'den birer birer artarak I 'ya kadar gider. Yani $i = 1(1)I$. Aynı biçimde sütun indisi de $j = 1(1)J$ 'dir. Her matris elemanı bir alanı gösterdiğinden bir resim noktası yerine bir resim elemanı söz konusudur. Resim elemanının büyüklüğü $\Delta\xi \times \Delta\eta$ kadardır.

g_{ij} resim elemanları bilgi taşıyıcılarıdır. Siyah beyaz resimler için değer elemanları 0 ile 255 arasındadır ve bu değer insan gözünün gri renk tonu ayırt etme olanağının üzerindedir. 256 farklı durum için bilgi 8-bit ile gösterilir. Renkli resim için ise, her bir ana renk için (RGB) aynı büyüklükte üç matris vardır.

Bir digital resimdeki fotogrametrik problemlerin çözümünde piksel ile resim koordinat sistemi (Şekil 3.1) arasındaki bağlantı bilinmelidir. [8]



Şekil 3.1: Resim Koordinat Sistemi

Digital resim kullanmanın yararları;

- Optik-mekanik gereksinimlere ihtiyaç duyulmaksızın digital resimlerin bilgisayar ekranında ölçülebilir ve görülebilir olması,
- Ölçme sistemlerinin, kalibrasyon gerektirmeyen değişmez sistemler olması,
- Resim kalitesinin arttırılabilir olması,
- Bu sistemlerin kullanıcılara otomasyon olanağı sağlaması,
- Uygulamaların gerçek zamanlı olarak veya çok yakın zamanda yapılabilir olması

şeklinde sıralanabilir:

3.1.2. Veri toplama yöntemleri

Digital görüntülerin elde edilmesi, digital fotogrametrik uygulamaların en önemli adımlarından biridir. Gerekli hassasiyet gösterilmediği takdirde prezisyon ve ekonomi yönünden olumsuzluklar doğar. Bu nedenle uygulamanın konusuna ve teknik özelliklerine göre uygun veri elde etme yöntemi seçilmelidir.

Digital görüntülerin elde edilmesi günümüz teknolojisinde 2 şekilde yapılmaktadır.

- CCD Kameralar: Fotogrametrik uygulamalarda yüzey üzerine düşen ışık miktarını kaydetmek için en yaygın olarak kullanılan aletlerdir. Bunlar, görüntülerin digital olarak elde edilmesini sağlayan iki boyutlu çizgisel algılayıcılardan oluşmuşlardır. Işığın algılayıcı yüzeye vurmasıyla bu sensörler,

aynı anda düşen ışık miktarını, yüzeye düşen ışıkla oluşan elektronları fotonlara dönüştürerek kayıt ederler. Bu algılayıcı dizilerin büyüklüğü piksel büyüklüğüdür.

- Tarayıcılar (Scannerlar): Analog resim çekme makineleri ile çekilen resimlerin optik tarayıcılar kullanılarak digital sistemlere aktarılmasıdır. Bu şekilde elde edilen digital görüntüler CCD kameralar kullanılarak elde edilmiş digital görüntülerden daha yüksek çözünürlüğe sahiptirler. Ancak resim elde etme işlemi digital resim çekme makinelerine göre daha zahmetli olmakta ve daha uzun sürmektedir. Tüp tarayıcılar, Düzgün çizgisel tarayıcılar, CCD sensör ilave edilmiş analitik çiziciler olmak üzere üç temel tarayıcı tipi vardır.[8]

3.1.3. Veri elde etme donanımları ve özellikleri

Fotogrametrik digital veri işlemede temel gereksinimler uygulamalara göre farklılık gösterir. Digital donanımın amacına göre sıralanacak özellikler kesinlikle birbirinden farklı olsalar da temelde ölçme yapabileceğimiz yazılım en önemli noktadır. Ölçme sisteminin en önemli olduğu fotogrametrik uygulamalarda, donanımda 3 ayrı koordinat sistemi kullanılır.

Bunlar:

- Piksel koordinat sistemi,
- Resim koordinat sistemi,
- Cisim koordinat sistemi.

Temel bir ölçme donanımının sahip olması gereken sistemler ise;

- Resim görüntüleme sistemi,
- Resim hafıza sistemi,
- Ölçme sistemi,
- Dış ortamdan veri girişini sağlayan sistemler,
- Kamera veya tarayıcı ile bağlantı ara yüz donanımları,
- Veri çıkış sistemidir.

3.2. Tek resim fotogrametrisi (Düşeye çevirme)

Düşeye çevrilmiş resimler, cephe değerlendirmelerinde klasik olarak yapılan el ile ölçme ya da çift resim fotogrametrisine alternatif olarak, zamandan tasarruf sağlaması ve diğer yöntemlere kıyasla daha ucuz olması bakımından giderek artan bir kullanım oranına sahiptir. Çeşitli kaynaklarda; fotomozaik, fotomontaj ya da fotoçizim olarak da geçen bu yönteme en uygun olan ve sıklıkla kullanılan terim “Düşeye çevirmedir”. [4]

Düşeye çevirme işlemi, eğimli çekilmiş bir resmin eğimsiz bir düzleme ölçekli olarak izdüşürülmesidir. Matematik model olarak merkezi izdüşüme eşittir. [2] Bir cismin tek bir ölçme resminden yeniden elde edilebilmesi cismin ancak iki boyutlu bir nokta dağılımına sahip olması durumunda mümkündür, yani cisim herhangi bir biçimde tam veya parça parça sürekli analitik fonksiyonlar yardımıyla tanımlanabilen bir yüzey olmalıdır. Bu anlamda en basit durum cismin düzlem olmasıdır. Bu durumda resim ve cisim düzlemleri birbirlerine göre projektif konumdadır ve perspektif konuma getirilebilir. [9] Bir bina cephesinin projektif dönüşümünde, cephe üzerindeki yaklaşık 30 cm.’lik derinlik farkları kabul edilebilir olarak düşünülebilir. [11] Cisim düzlemi resim düzleminin grafik, hesaplama veya optik olarak projektif veya perspektif dönüşümü ile elde edilirler. [9]

Bu ürün kullanıcıya daha fazla detay barındırması açısından klasik çizgisel bir haritaya oranla çok daha fazla yarar sağlar. Ancak işlem, çift resim Fotogrametrisi ya da Ortofotonun sağlamış olduğu doğruluğu sağlamaktan uzaktır.

Düşeye çevirme işleminde göz önünde bulundurulması gereken üç ana hata kaynağı bulunmaktadır.

1- Yüzeydeki derinlik farklarından kaynaklanan ölçek ve ötelenme hataları: Bir resim, merkezi izdüşüm olduğundan yüzey üzerinde resim çekme makinasının lensine göre farklı uzaklıklarda bulunan özellikler farklı kaydedilirler ve kendi gerçek pozisyonlarından ötelenirler.

2- Resim düzleminin cepheye tam paralel olmamasından kaynaklanan değişken ölçek,

3- Lens distorsiyonları.

Ötelenmeler, mümkün olabildiğince uzun odak uzaklığına sahip lensler kullanılarak bir dereceye kadar azaltılabilir, ancak bu işlem resimde kaplanan alanı azaltacağından genellikle düşeye çevirme işleminin sağlamış olduğu faydayı azaltır. İkinci bir yöntem ise, yüzeyleri ayrı ayrı ölçeklendirip düşeye çevirmek ve daha sonra elde edilen bu yüzey parçalarını mozaik şeklinde birleştirmektir.[2]

3.2.1. Düşeye çevirmenin matematik modeli

Düşeye çevirme işleminin temeli 8 parametrelili projektif transformasyona dayanır. Projektif transformasyon; resim koordinatları ile cisim koordinatları arasındaki bağıntıyı sağlamak amacıyla lineer fonksiyonlar oluşturur.[10]

$$x'' = \frac{a.x' + b.y' + c}{g'.x' + h.y' + 1} \quad y'' = \frac{d.x' + e.y' + f}{g'.x' + h.y' + 1}$$

Bilinenler: x'', y'' Cisim Koordinatları

x', y' Ölçülen Resim Koordinatları

Bilinmeyenler: a, b, c, d, e, f, g, h

Herbir nokta için iki eşitlik vardır. Bu nedenle, her iki koordinat sisteminde de ölçülen minimum 4 adet noktaya ihtiyaç vardır ($4 \times 2 = 8$ eşitlik). Eğer bu önkoşul yerine getirilirse denklem sistemi çözümlü olur (8 denklem, 8 bilinmeyen) ve transformasyon parametreleri olan a, b, c, d, e, f, g, h bu 8 denklemden hesaplanabilir.

4 noktadan daha fazla noktanın mevcut olması durumunda bu kez en küçük kareler yöntemine göre dengeleme yapılır. Böylece, düşeye çevirme işleminin doğruluğu hesaplanabilir.[14]

3.2.2. Düşeye çevirme yöntemleri

3.2.2.1 Hesapla düşeye çevirme

Resim ve arazi düzlemi arasındaki analitik bağıntılar merkezi izdüşüm denklemleri ile verilmiştir. Kolaylık olmak üzere arazi düzlemi yatay kabul edilmiş ve uzay koordinat sisteminin sıfır noktası hava fotoğrafının nadir noktasına konulmuştur. Yeryüzünden itibaren uçuş yüksekliği H ise

$$X_0 = Y_0 = 0$$

$$\mathbf{Z} = \mathbf{0}; \mathbf{Z}_0 = \mathbf{H}$$

X eksenini hava fotoğrafının ana düşey düzlemi olarak alınırsa, ana düşey düzlem içinde resim çekim eksenini çekül doğrultusu ile ν nadir uzaklığında ise χ dönüklüğü sıfır alınarak

$$\begin{aligned}\varphi &= -\nu \\ \omega &= \chi = 0\end{aligned}$$

olur. Buna göre **D dönme** matrisi aşağıdaki biçimde oluşur.

$$\mathbf{D} = D_\varphi = \begin{pmatrix} \cos \nu & 0 & -\sin \nu \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \nu & 0 & \cos \nu \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{pmatrix}$$

Uzay koordinatları

$$\begin{pmatrix} X - X_0 \\ Y - Y_0 \\ Z - Z_0 \end{pmatrix} = \lambda \begin{pmatrix} \cos \nu & 0 & -\sin \nu \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \nu & 0 & \cos \nu \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ -f \end{pmatrix}$$

Buradan

$$\frac{X - X_0}{Z - Z_0} = \frac{x \cos \nu + f \sin \nu}{x \sin \nu - f \cos \nu}$$

3.2.2.2 Grafik düşeye çevirme

Resim ve arazi düzlemi arasındaki projektif bağımlılık iki düzlemdeki çifte oranın aynı olmasından hareket eden nokta yeniden inşa etmede de kullanılabilir. Bu işlem için 3 ü bir doğru üzerinde bulunmayan 4 noktanın harita ve resimde çifter çifter karşılıklarının verilmesi ön şarttır. Yani hava fotoğrafında izdüşümü bulunana 4 arazi noktasının koordinatlarının bilinmiş olması ve bu 4 noktanın haritadaki konumlarının mevcut olması gerekir.[9]

3.2.2.3 Optik düşeye çevirme

Bugün en çok kullanılan düşeye çevirme işlemi tüm resim kapsamının optik-fotografik yolla izdüşürülmesidir. Elde edilen sonuç arazi düzleminin mutlak düşey resminin çekilmesi ile özdeştir ve böylece geometrik yünden bir haritaya eşdeğerdir. Optik izdüşüm görüntünün izdüşüm düzlemine keskin olarak izdüşürülmesini esas alarak **Newton** ve **Scheimpflug** koşullarına dayanmaktadır.

- ♦ **Newton** koşulu mercek sisteminde görüntü uzaklığı, cisim uzaklığı ve odak uzaklığı arasındaki bağıntıyı deyimler.

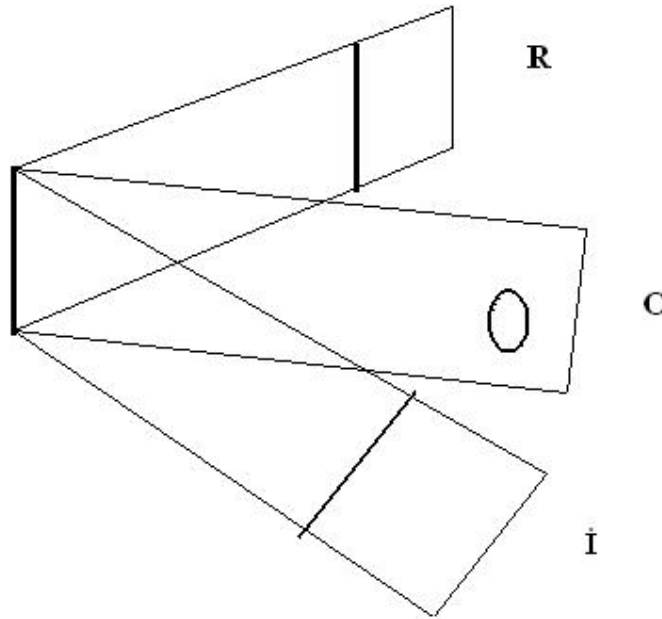
$$a = f + x$$

$$a' = f + x'$$

$$xx' = f^2$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a'} + \frac{1}{a}$$

- ♦ **Scheimpflug** koşulu ise **R** resim düzlemi, **O** objektif düzlemi ve **İ** izdüşüm düzleminin bir doğru boyunca kesişmeleri gerektiğini deyimler.



Şekil: 3.2: R: Resim Düzlemi, O: Objektif Düzlemi, İ: İzdüşüm düzlemi

Optik Düşeye çevirme esnasında mercek denkleminin otomatik olarak göz önüne alınması resim ve harita düzlemi arasındaki uzaklığın düzenlenmesini gerekli kılar. Bu amaçla mercek denkleminin Newton biçiminden $xx' = f^2$ hareket edilir. Burada

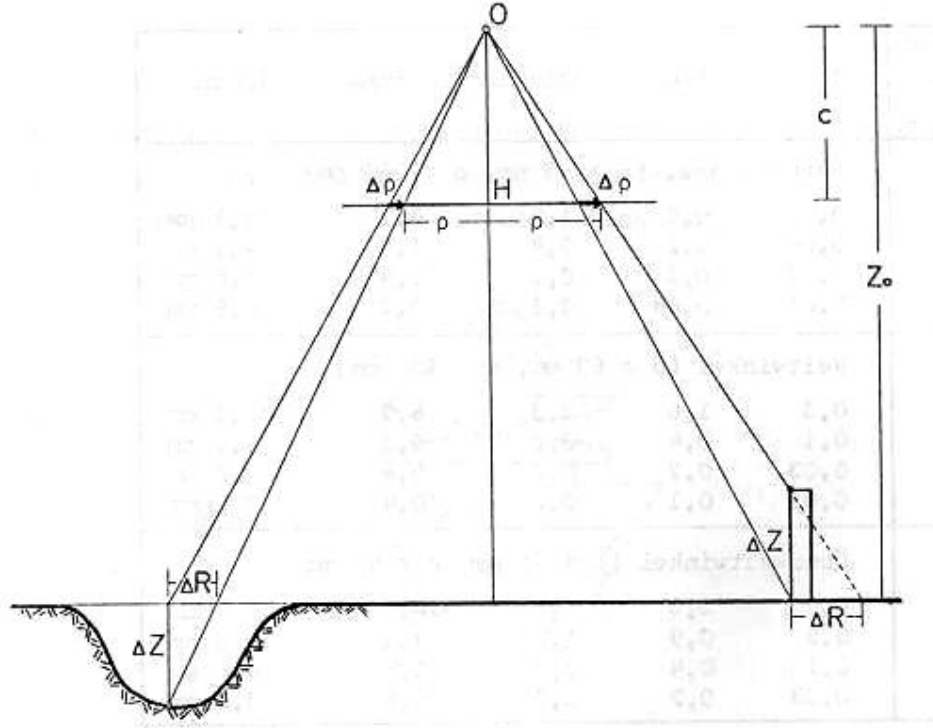
x x' cisim ve resim noktasından ön ve arka odak düzlemine olan uzaklıklardır ve invers büyüklükler olarak yer alırlar. Bu uzaklıkları düzenleyecek kumandalara **inversör** denilir. En basit inversör dik açılı inversör dür. Bu düzen Scheimpflug koşulunu otomatik olarak sağlar.[8]

3.2.3. Ortorektifikasyon

Perspektif resimlerdeki, resim eğikliği ve arazideki yükseklik farklarından dolayı ortaya çıkan görüntü kaymalarının giderilmesi sonucu elde edilmiş, harita gibi belli bir ölçeği olan fotografik görüntü elde edilme işlemine ortorektifikasyon, elde edilen ürüne de ortofoto denir.

3.2.3.1 Ortofotoların elde edilmesi

Eğer resim çekim anında resim düzlemi cisim düzlemine paralel ise ölçme resmi doğrudan doğruya ortofotoya karşılık gelir. Bu durumda cisim düzlemindeki kareler ağı resim düzlemine kare ağ olarak iz düşürülmüştür. Ancak bu basit yöntem ancak cisim düzleminin yaklaşık bir düzlem olması ve bu düzlemin dışında noktaların bulunmaması durumunda kullanılabilir. Eğer bu düzlemin dışında noktalar var ise- yani arazide veya resmi çekilen cephe üzerinde yükseklik farkları bulunması – bu durumda bu tür noktaların izdüşümleri resim ana noktası **H** doğrultusunda ötelenecektir. Ortaya çıkan radyal görüntü kayması Şekil 3.3 ve buna bağlı olarak elde edilen bağıntıdan hesaplanabilir.



Şekil 3.3: Düşey bir resimde kabul edilen bir düzlemin dışındaki noktaların radyal görüntü kaymaları

$$\Delta \rho = \Delta R \frac{c}{Z_0} = \Delta Z \frac{\rho}{Z_0} = \Delta Z \frac{\rho}{cm_0}$$

Yukarıda elde edilen formül düşey olarak çekilmiş resimlerdeki yükseklik farklarından dolayı ortaya çıkacak görüntü kaymalarının değerini vermektedir.

Resim eğikliği ve yükseklik farklarından dolayı görüntü kaymasına maruz kalmış Resmi çekilen cismin üzerindeki tüm noktalar bir düzlem üzerinde iseler, -yani cisim yüzeyinde yükseklik farkı yok ise- bu resim yeniden fotoğrafı çekilerek düşeye çevrilebilir. Yeniden fotoğrafı çekilerek düşeye çevrilmiş bu resim ilk resmin bir merkezi izdüşümüdür ve bir ortofotonun tüm geometrik özelliklerine sahiptir. Ancak bu yöntem yalnızca eğik fakat düzlemsel cisimler için geçerlidir. (Örneğin mimarlık fotogrametrisinde bir cephenin değerlendirilmesi) Eğer cisim bir düzlem değil ise ve üzerinde yükseklik farkları bulunuyor ise, bu durumda evrensel olarak uygulanan bir düşeye çevirme yönteminden bahsedilir. Bu yöntemde ilk çekilen resimden küçük parçalar alınarak bunlar fotografik olarak düşeye çevrilirler. Bu yöntem **diferensiyal düşeye çevirme** denilir.[8]

3.2.4. Panorama

Merriam-Webster sözlüğüne göre, “panorama” sözcüğü iki Yunan teriminin biraraya gelmesi ile oluşmaktadır. *Pan* (παν) tüm, *horama* (ὅραμα) ise bakış anlamındadır. Dolayısıyla *panorama* sözcüğüne türkçe karşılık olarak *tümbakış* denilebilir. Yine bu sözlükte, sözcüğün 1796 yılında yaygın olarak kullanılmaya başlandığı belirtilmektedir. Panorama ile benzer anlamda İngilizce’de daha teknik olan diğer bir terim “omnidirectional” da kullanılmaktadır. Her iki kelime de anlam olarak geniş bir görüş alanını ifade etmektedir.

Geniş ve yüksek çözünürlüklü bir görüntüyü otomatik olarak elde etmek fotogrametri, görüntü işleme ve bilgisayar görüntüleme alanlarında güncel bir araştırma alanı haline gelmiştir. Görüntü mozaikleri çeşitli uygulamalarda kullanılabilir. En klasik uygulama birçok görüntünün biraraya getirilmesinden oluşturulan geniş hava ve uydu görüntüleridir. Son zamanlarda gerçel seyahat (virtual travel) ve gerçel çevre (virtual environment) yapımı gibi uygulamalarda kullanılan dijital panoramik mozaik yapımı, klasik film bazlı panorama yapımının yerine, geniş bir araştırma alanı olmuştur.[1]

Gerçel seyahat veya mimari gezintiler gibi uygulama alanları için tüm görüşlü panoramalar (örneğin her yönde görüş imkanı sağlayan küresel mozaikler) oldukça aranan bir yöntemdir.

Panoramik görüntü üretiminde birden çok alternatifin gelişen teknolojiyle beraber sunulduğu daha önce belirtilmişti. Bu ilerlemede kamera ve bilgisayar teknolojisinin büyük payı olmuştur. Günümüzde, panoramik görüntüyü elde etme tekniklerini üç ana başlıkta ele alabiliriz:

- Panoramik kameralar ile,
- Çok yönlü görüntü algılayıcıları ile,
- Dizi resimler ile.

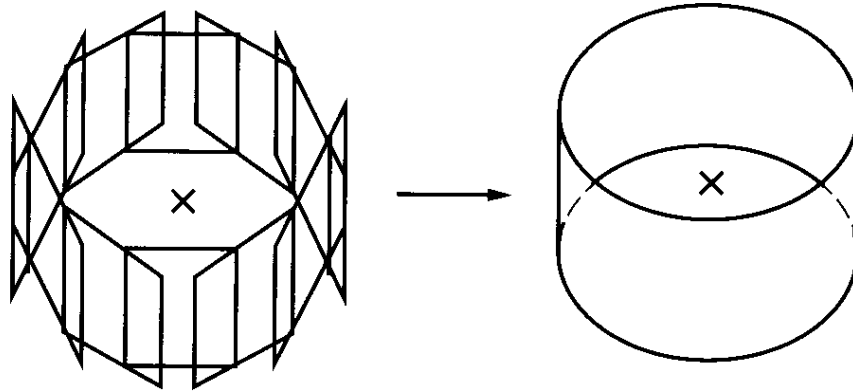
3.2.4.1 Resimlerden panoramik görüntü elde edilmesi

Günümüzde panoramik görüntü elde edebilmek için panoramik kamera şart değildir. Gerçek Dünyanın (Real World) panoramik görüntü ile elde edilebilmesi için daha az donanım gerektiren bir yöntem ise düzenli şekilde çekilmiş resimlerden veya video görüntülerden tüm görüş alanını kapsayacak şekilde bir panoramik görüntü

yapımıdır. Bu görüntüler, görüntü mozaik veya dizilendirme algoritması ile sıralanıp bütünleştirilir.

Dijital veya dijital olmayan bir kamera ile çekilen bir dizi resimden yapılan dijital panoramik görüntü çok uzun zaman almayan bir işlem olduğu için panoramik görüntü üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu yöntemle panoramik görüntü elde edilmesi, tek bir noktadan peşi sıra belli bir örtü oranına bağlı kalarak 360° lik veya daha az bir tarama ile son bulan resim çekme esasına dayanır. Bu elde edilen resimler Şekil 3.3 deki gibi silindirik bir yüzeye izdüşürülerek panorama oluşturulur. Ayrıca küre yüzeyine izdüşürülen küresel panoramalar da bu yöntemle kolaylıkla elde edilebilir. Ancak böyle bir durumda Çekilen resimler silindirik panoramada olduğu gibi tek sıra boyunca değildir. Bütün görüşü verebilecek şekilde kamera ile birden fazla dönülerek çekilen resimlerle etraf taranır.[1]



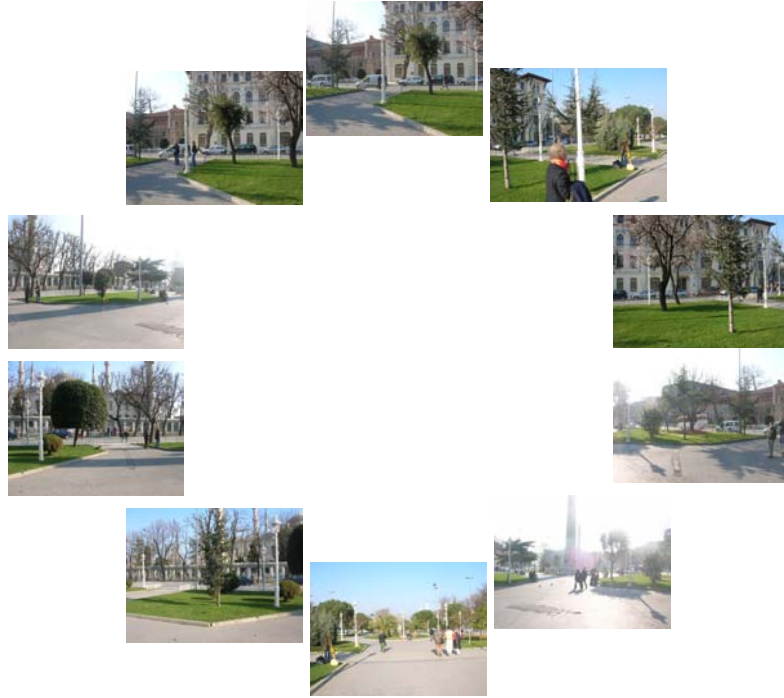
Şekil 3.4 Silindirik panorama

Bu tez çalışmasındaki panoramik görüntü de şekil 3.4 esasına dayanılarak dizi resimlerden elde edilmiştir.

Sultanahmet Meydanı'nda tek bir durak noktasından bindirmeli resimler çekilmiş (Şekil 3.6) ve bu resimlerden panoramik görüntü elde edilmiştir. (Şekil 3.7) Panoramik görüntü oluşturulması işleminde ArcSoft Panorama Maker 3 programı kullanılmıştır. (Şekil 3.5)



Şekil 3.5: ArcSoft Panorama Maker 3



Şekil 3.6: Dizi Halinde Bindirmeli Olarak Çekilmiş Resimler



Şekil 3.7: Sultanahmet Meydanına ait Panoramik Görüntü

4. UYGULAMA

4.1. İstanbul Tapu ve Kadastro II. Bölge Müdürlüğü Binası

Tapu ve Kadastro Bölge Müdürlüğü binası iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm 1881 yılında inşa edilmiş olup, halen Osmanlı Arşivi ve Tapu Sicil Müdürlüklerinden gelen 2. nüsha tapu kayıtlarının arşivlendiği yer olarak kullanılmaktadır. Bina yapıldığı zaman resmi tapu işlemleri hizmeti verilmeye başlanmıştır. Buraya Defteri Hakaniye (Tapu ve Kadastro'dan sorumlu Devlet Bakanlığı) denilmiştir. Daha sonra önde bulunan ikinci kısım ise mimarisini Vedat Mehmet Efendi'nin yaptığı, 1910 yılında inşa edilen binadır. Birinci bölümle birleştirilerek Defteri Hakani adına tescili yapılmıştır.

Binanın arşiv bölümünde, tahminen on altıncı yüzyıldan itibaren Osmanlı Döneminden kalma, Tapu Sicil Müdürlüklerinin, Mahkemelerin ve Vakıflar Genel Müdürlüğünün ihtiyaçlarını karşılayan Kuyudu Umumiye defterleri, ilmühaberler, Mahalli Tapu Dairelerince tutulmuş yoklamaya müstenit defterler, Daimi Defterler, hasılat defteri adı verilen defterler, yalnız İstanbul' a mahsus müdevvere defterleri, hacizleri ihtiva eden fihrist mahiyetinde kullanılan defterler, zabıt defterleri ve tapu kayıtları mevcuttur.

Ayrıca binanın içerisinde Serverip Sır vermeyen Server Dede mezarı mevcuttur. Server Efendi zamanın Defter Eminidir. Ülkenin bütün defterleri, nüfus kayıtları, vergi defterleri Defteri Emin' in elinde bulunurdu. Bu kayıtlar Defter hazinesinde saklanır ve Padişah mühürü ile mühürlenirdi. Binada halen Tapu ve Kadastro Bölge Müdürlüğü Eminönü, Fatih Tapu Sicil Müdürlükleri ve Kadastro Müdürlüğünün hizmet verdiği ve konum itibarıyla merkezi bir yerde olduğu ve vatandaşların kolayca ulaşabileceği ve hizmetin özelliği nedeniyle (Valilik, Belediye, Defterdarlık, İş Kurumu gibi) kamu kurumlarına yakın olduğu ve bina aynı zamanda Bölge Müdürlüğümüze bağlı Kocaeli, Sakarya, İstanbul İl ve İlçelerindeki Tapu Sicil ve Kadastro Müdürlüklerindeki 2. suret tapu senetleri ve fenni evrakların arşivlendiği yerdir. Aynı zamanda yukarıda belirtilen Tapu Sicil ve Arşivlerinin de bulunduğu bu

evraklarında tescile esas evraklar olup imhasının bulunmadığı ve kıymetli evrak olduğu tespit edilmiştir.

Bina, yakın bir tarihte restore edilmiş ve cephe dokusu özel bir madde kullanılarak temizlenmiştir. Binanın ön cephe alanı 850m²’dir.[15]

4.2. Arazi Çalışması

Öncelikle çalışma objesi olarak seçilen bina cephesinin karşısında 3 adet noktadan oluşan bir açık poligon dizisi oluşturulmuştur. Oluşturulan açık poligon dizisinde yatay doğrultu, düşey açı ve kenar okumaları İTÜ Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü Ölçme Donanımları Laboratuvarından alınan 311706 seri numaralı Pentax PTS-III 05 Total Station ile yapılmıştır. Ölçülen kenarlar ve hesaplanan açılarla poligon noktalarının koordinatları ve yükseklikleri lokal bir koordinat sisteminde hesaplanmıştır. (Tablo (4.1))

Tablo 4.1: Kontrol Noktaları Koordinatları ve Yükseklikleri

Kontrol Noktası	X(m)	Y(m)	H(m)
33	160,57	116,82	114,57
1	138,95	115,14	115,24
7	181,82	115,4	114,93
9	156,15	115,19	115,14
2	160,81	110,98	114,95
34	177,56	104,17	115,18
35	181,19	104,11	114,81
36	183,42	104,12	114,78
32	158,68	103,01	114,13
10	137,42	102,51	114,71
21	145,69	102,53	115,41

4.2.1. Kontrol noktalarının tesisi ve ölçülmesi

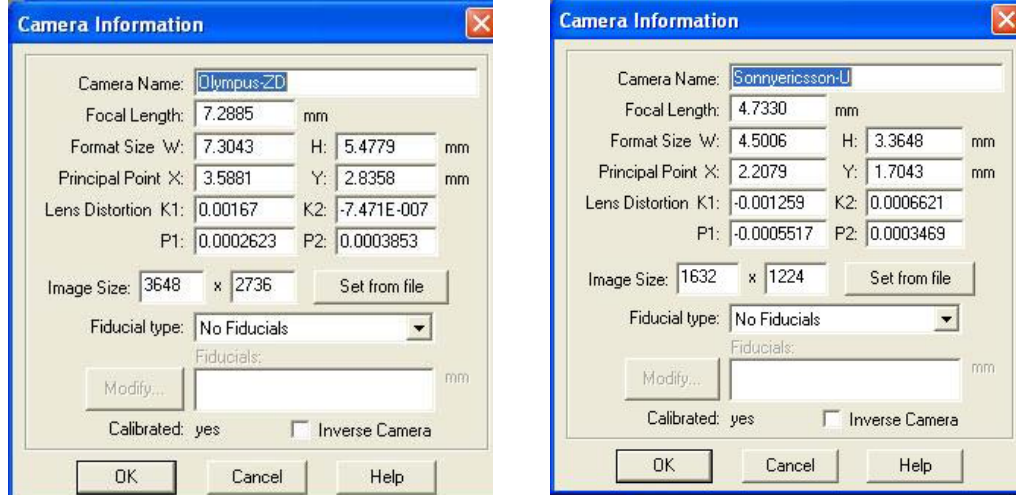
Bina cephesine homojen dağılacak şekilde 13 adet 16cm*18cm boyutlarında kontrol noktası tesis edilmiş, ayrıca bina yüzeyinde yer alan ve resimde kolaylıkla ayırt edilebilecek 5 adet detay noktası da kontrol noktası olarak belirlenmiştir. Daha sonra, oluşturulmuş olan poligon dizisinden kontrol noktalarına yatay doğrultu ve düşey açı ölçmeleri yapılmış ve ileriden kestirme yöntemi ile kontrol noktalarının koordinatları oluşturulmuş olan lokal sistemde hesaplanmıştır. Kontrol noktaları tesis edilirken, yüzeydeki derinlik farkları göz önüne alınmış, mümkün olduğunca aynı düzlemde olan yerlere noktalar tesis edilmiştir.

4.2.2. Resim çekimi

Cephe resimleri Sony Ericsson cep telefonu kamerası ve Olympus μ 1000 digital resim çekme makinesiyle (Şekil 4.1) çekilmiştir. Kullanılan Olympus μ 1000 kameranın çözünürlüğü 10 megapikseldir. Çekilen tüm resimler 3648*2736 piksel formatındadır. Kameranın sensör genişliği 7.30 mm ve sensör yüksekliği 5,47 mm'dir. Kullanılan kameranın kalibrasyonu İTÜ İnşaat Fakültesi Fotogrametri Laboratuvarında yapılmıştır. Kalibrasyon sonucunda odak uzaklığı 7.2885 mm olarak belirlenmiştir. Sony Ericsson cep telefonu kamerasının çözünürlüğü 2.0 megapikseldir. Sensör boyutları 4.5006 mm genişlik ve 3.3648 mm yükseklik ve yapılan kalibrasyon sonucu odak uzaklığı 4.7330 mm olarak belirlenmiştir. Bina cephesinin resimleri her iki kamera ile mümkün olduğunca yüzeye paralel olarak yaklaşık 30 ve 40 m mesafeden çekilmiştir. Kalibrasyon değerleri Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1: SonyEricsson W610i ve Olympus μ 1000 Digital Kamera



Şekil 4.2: Kalibrasyon Tabloları

4.3. Fotogrametrik Değerlendirme

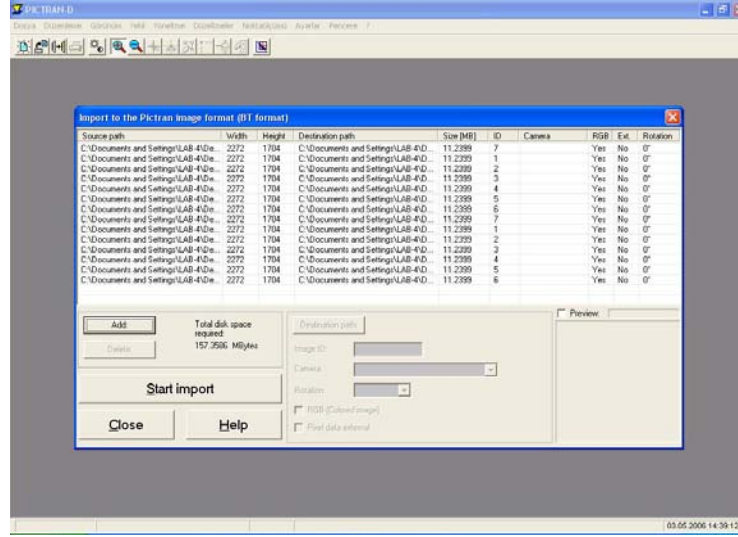
Elde edilen resimler, Pictran Fotogrametrik yazılımı, Photomodeler ve PhoTopol programları kullanılarak düşeye çevrilmiştir. Her üç yazılım için de birisi cep telefonu kamerası ve diğeri digital kamerayla elde edilmiş iki aynı resim çifti kullanılmıştır. Bu resimler binanın sol kanadını oluşturan resimlerdir. Daha sonra düşeye çevrilen resimler üzerinde aynı 8 adet detay noktası ve 3 adet kontrol noktasının koordinatları tekrar ölçülmüştür. Elde edilen bu koordinat değerleri veri setinin kıyaslanmasında kullanılmıştır.

4.3.1. Pictran

Resimlerin düşeye çevrilmesi Pictran E modülü kullanılarak yapılmıştır. Pictran E modülü eğik çekilen resimlerin düşeye çevrilmesine yarayan modüldür. Bu modülde resim üzerinde düzlemsel eğikliklerden dolayı meydana gelen perspektif görünüm giderilir. Böylece düşeye çevrilen resimler üzerinden iki boyutlu değerlendirme mümkün olur.[14]

4.3.1.1 Resimlerin programa eklenmesi

Oluşturulan projeye değerlendirmede kullanılacak resimler “jpeg” olarak Şekil 4.3’te görülen şekilde eklenmiştir. Pictran yazılımı kendi resim formatını kullandığı için söz konusu resimleri “btf” formatında yeniden oluşturmuştur.

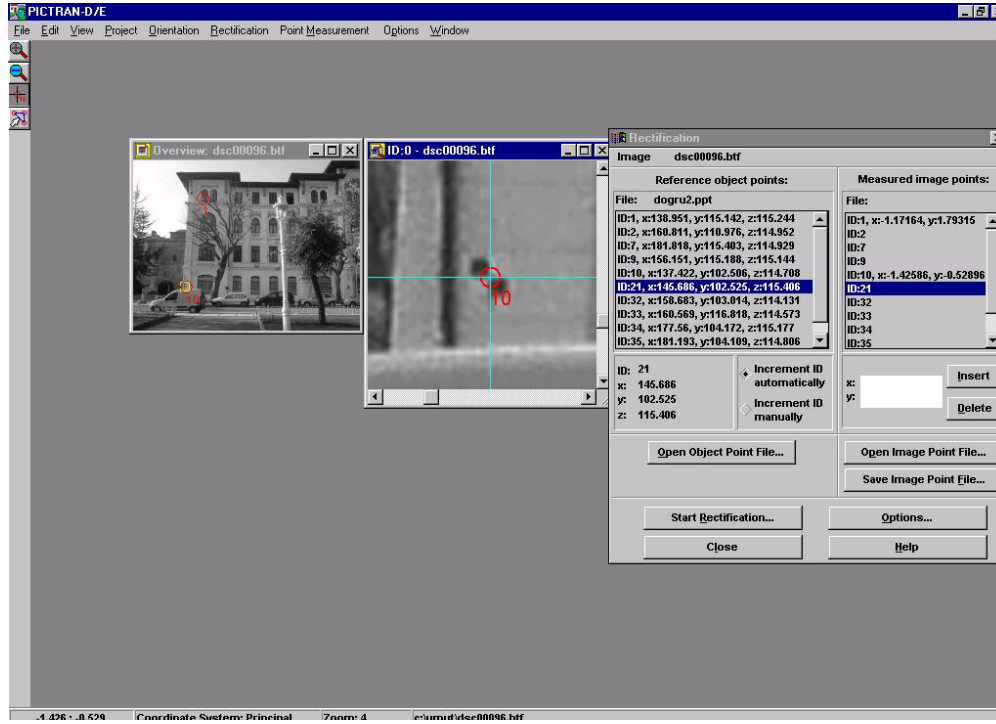


Şekil 4.3 : Resimlerin Projeye Eklenmesi

Resim çekiminin yapıldığı kamera eğer yazılımda var olan bir kamera değilse veya kamera bilgilerinde değişiklikler var ise kameranın bilgilerinin yazılıma eklenmesi gerekmektedir. Bu amaçla kameranın adı, türü, biliniyorsa seri numarası, yapılan kalibrasyon sonucunda elde edilen odak uzaklığı, sensör genişliği, sensör yüksekliği ve mercek distorsiyonları ile kamera yazılımının mevcut kameralarına eklenmiştir. Daha sonra projeye eklenen resimlerin yazılıma tanıtılması yani başlık bilgilerinin girilmesi işlemi her bir resim için yapılmıştır. Bu bilgiler resimlerin projedeki resim tanımlama numarası, resmin çekildiği kamera, projenin ismi, kullanıcısı ve eğer var ise gerekli açıklamalardan oluşmaktadır. Daha sonra resimlerin iç yönlentmeleri yapılmıştır.

4.3.1.2 Tek resim düzeltmesi

İç yönlentmelerin tamamlanmasından sonra, “Düzeltilmeler” menüsü altında yer alan tek resim düzeltmesi işlemine geçilmiştir. Bu işlemde, koordinatları arazi ölçümleri sonucu elde edilmiş olan kontrol noktaları programa girilmiş ve bu noktaların resim koordinatları ölçülmüştür. Kontrol noktaların koordinatları yazılıma teker teker girilebileceği gibi toplu halde import edilebilmektedir. Bu doğrultuda hesaplanan koordinat değerleri “ppt” uzantılı olarak kaydedilmiş ve import edilmiştir. Ölçme işlemlerinin tamamlanmasından sonra, tek resim düzeltmesi işlemi başlatılmıştır.



Şekil 4.4: Pictran Programında Kontrol Noktalarının Ölçülmesi

Pictran programında düşeye çevirme işlemi ölçülen kontrol noktalarının sayısına bağlı olarak iki biçimde gerçekleştirilmektedir. Düşeye çevirme işlemi için, daha önce de değinildiği gibi, en az 4 tane kontrol noktası gereklidir. Bu durumda program iki boyutlu Afin Dönüşüm uygulamaktadır. 4'ten daha fazla kontrol noktası olması durumunda ise bu kez En Küçük Kareler yöntemine göre dengeleme yapılmaktadır. Bu çalışmada her iki resim üzerinde de 5'er adet kontrol noktası ölçmesi yapılmıştır. İşlem sonunda resimlere ait dönüşüm raporları ".txt" uzantılı olarak elde edilir.

Sonuç olarak, eğik çekilmiş olan orijinal resimlerin(Şekil 4.5 ve 4.7) düşeye çevrilmiş halleri elde edilmiştir.(Şekil 4.6 ve 4.8)



Şekil 4.5: Olympus μ 1000 Digital Kamera ile elde edilmiş orijinal resim



Şekil 4.6: Düşeye Çevrilmiş Resim



Şekil 4.7: SonyEricsson W610i cep telefonu kamerası ile elde edilmiş orijinal resim

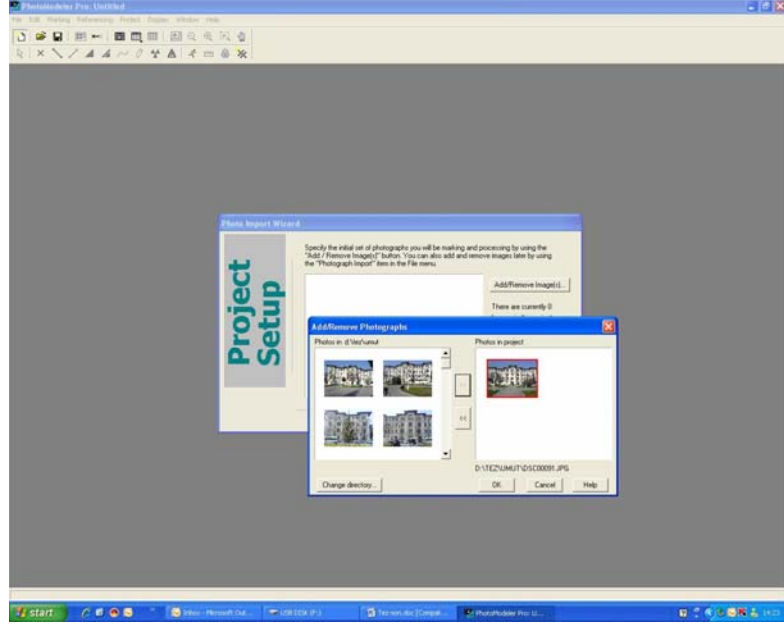


Şekil 4.8: Düşeye çevrilmiş resim

4.3.2. Photomodeler

4.3.2.1 Resimlerin programa eklenmesi

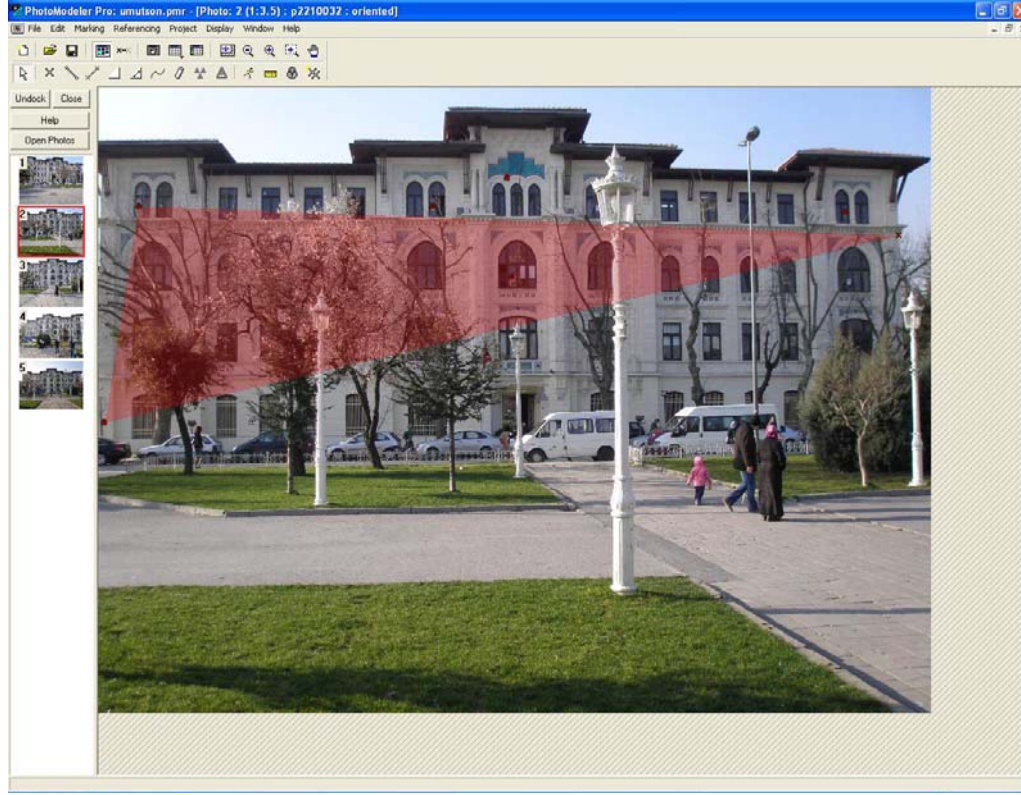
Photomodeler programında öncelikle proje oluşturulmuştur. Proje oluşturma sırasında kullanılan kamera bilgileri, ölçülecek olan objenin bir kenarının yaklaşık uzunluğu girilmiş ve kullanılacak olan resim programa eklenmiştir. Şekil (4.9)[12]



Şekil 4.9: Resimlerin Projeye Eklenmesi

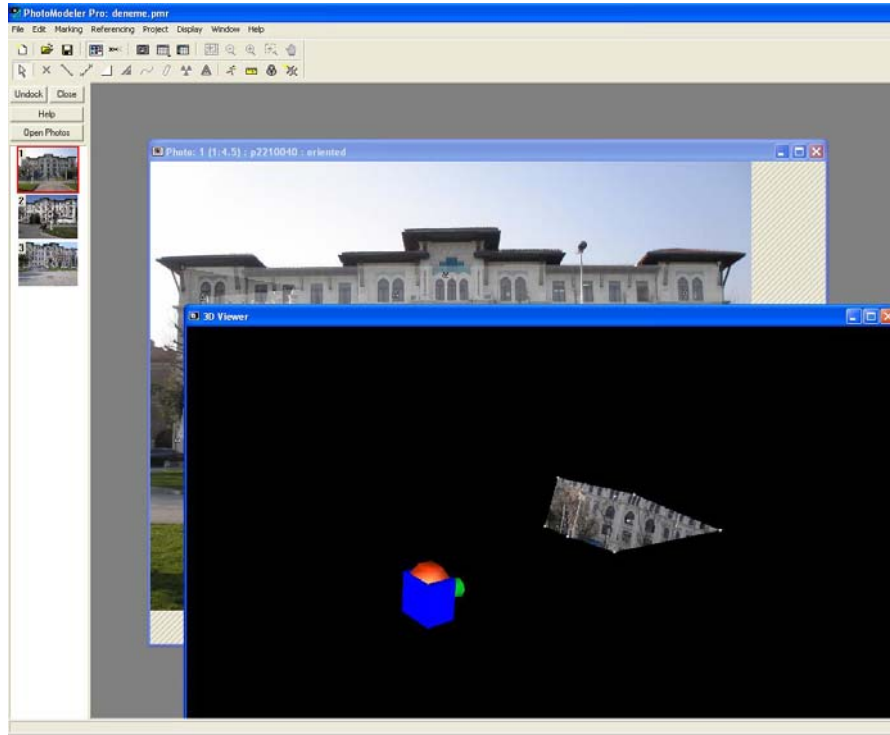
4.3.2.2 Düşeye çevirme

Düşeye çevirme işlemi için gerekli olan kontrol noktaları “txt” uzantılı olarak hazırlandıktan sonra programa aktarılmıştır. Daha sonra resim üzerinde görünen kontrol noktaları ölçülmüş ve dengeleme işlemi başlatılmıştır. Dengeleme işlemi sonunda iç yöneltmesi tamamlanmış resim elde edilmiştir. Photomodeler programında düşeye çevirme işlemi, resim üzerinde ölçülmüş olan bu 3 boyutlu kontrol noktaları ile bir yüzey tanımlanması ve tüm cephenin tanımlanan bu yüzeye projeksiyonunun yapılması ile gerçekleştirilmiştir. Şekil (4.10)



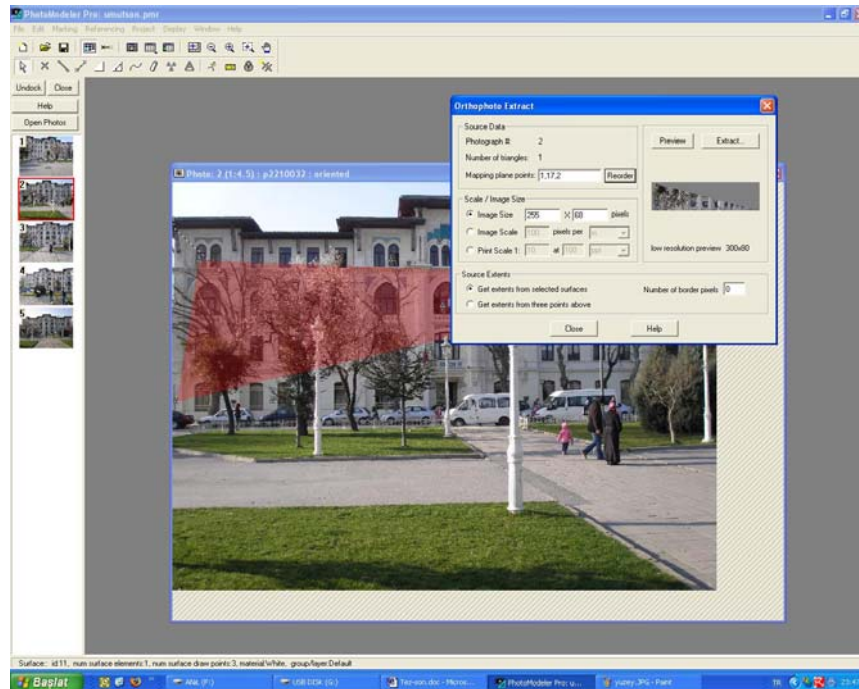
Şekil 4.10: Photomodeler programında yüzey tanımlanması

Yüzey tanımlama işlemi “surface mode” menüsü kullanılarak gerçekleştirilir. Yüzey menüsü seçildikten sonra en az 3 nokta ya da cephe üzerindeki tüm noktalar seçilerek bir yüzey tanımlanır. Bu aşamadan sonra, “surface point mode” menüsü yardımı ile başlangıç noktası belirlenen yüzey üzerinde olmak kaydı ile cephenin tümünü kapsayan yüzey oluşturulur. Yine bu menü kullanılarak yüzey üzerinde yer alan objeler çizilebilir.Şekil(4.11)



Şekil 4.11: Kamera Pozisyonu ve oluşturulmuş yüzeyin görünümü

Bu yöntemle bina cephesinin tümü belirlenmiş olan yüzeye göre kaplandıktan sonra ortofoto olarak “tiff” resim formatında kaydedilmiştir. Şekil(4.12)



Şekil 4.12: Ortofoto oluşturma işlemi

Photomodeler programı kullanılarak Nikon μ 1000 ve SonyEricsson W610i cep telefonu kamerası ile elde edilmiş eğik resimler düşeye çevrilmiştir.



Şekil 4.13: Photmodeler ile Düşeye Çevrilmiş Resim

4.3.3. PhoTopol

Photopol programı iki ayrı modülden oluşmaktadır. Düşeye çevirme işlemi için Topol modülü kullanılmıştır. Bina cephesi 3 ayrı parça olarak ele alınmış, değişik resimlerden düşeye çevrilen parçalar yine Topol programı kullanılarak mozaikleme işlemi yapılmıştır.

Düşeye çevrilecek olan resim programa aktarıldıktan sonra “Raster” menüsü altında yeralan “Transformation” seçeneği kullanılmıştır. Kontrol noktaları dosyası açılarak resim üzerinde görünen kontrol noktaları seçilmiş ve daha sonra bu kontrol noktalarının resim koordinatları ölçülmüştür. Topol programı tüm resmi düşeye

çevirebildiği gibi, kullanıcıya resim üzerinde bir parça tanımlama şansı vermekte ve sadece tanımlanan bu parçayı düşeye çevirmektedir. Bu çalışmada bina sol blok, orta blok ve sağ blok olarak ayrı parçalar halinde ele alınarak düşeye çevirme işlemi yapılmıştır. Sol blok için 30 no'lu resim, orta blok için 30 no'lu resim ve sağ blok için 38 no'lu resim kullanılmıştır. Kontrol noktalarının ölçülmesinden sonra düşeye çevrilmek istenen alan bir kare içine alınarak belirlenmiş ve Kolineer Dönüşüm yöntemi ile düşeye çevrilmiştir. [13]



Şekil 4.14: 30 Nolu Orijinal Resim



Şekil 4.15: 30 Nolu Düşeye Çevrilmiş Resim



Şekil 4.16: 32 Nolu Orijinal Resim



Şekil 4.17: 32 Nolu Resmiden Düşeye Çevrilerek Elde Edilmiş Parça



Şekil 4.18: 38 Nolu Orijinal Resim



Şekil 4.19: 38 Nolu Düşeye Çevrilmiş Resim

Parçalar halinde düşeye çevrilmiş olan resimler daha sonra Topol programında mozaiklenmiştir. (Şekil 4.20)



Şekil 4.20: Mozaiklenmiş Resim

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yürütülen bu tez çalışmasında tek resim fotogrametrisi yöntemi kullanılmış ve digital kamera ve cep telefonu kamerasıyla elde edilen resimlerin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Özellikle cep telefonu kamerasının düşeye çevirme işlemi için yeterli doğruluğu sağlayıp sağlamadığı araştırılmıştır. Bu amaçla her iki kamerayla da elde edilen resimler düşeye çevrilmiştir. Her iki veri grubuna ait düşeye çevirme sonuçlarının doğruluklarının belirlenmesi amacıyla 5 adet kontrol noktasının koordinatları düşeye çevirme sonrası yeniden ölçülmüş ve Tablo 5.1’de verilmiş olan değerler bulunmuştur:

Tablo 5.1 : Cep telefonu ile elde edilmiş ve düşeye çevrilmiş resim üzerinde ölçülen kontrol noktalarının koordinatları

Nokta No	X(m)	Y(m)
101	138,95	115,15
109	156,15	115,18
110	137,43	102,52
121	145,66	102,50
132	158,70	103,04

Tablo 5.2 : Digital kamera ile elde edilmiş ve düşeye çevrilmiş resim üzerinde ölçülen kontrol noktalarının koordinatları

Nokta No	X(m)	Y(m)
101	138,96	115,15
109	156,12	115,13
110	137,41	102,51
121	145,71	102,53
132	158,68	103,02

Tablo 5.3 : Arazide ölçülmüş ve hesaplanmış kontrol noktalarının koordinatları

Nokta No	X(m)	Y(m)
101	138,95	115,14
109	156,15	115,19
110	137,42	102,51
121	145,69	102,53
132	158,68	103,01

Düşeye çevirme sonucu bulunan koordinatlar; arazide yapılan ölçmelerden hesaplanan koordinatlarla farkları alınarak x, y yönlerindeki m_x , m_y değerleri ve kontrol noktaları için nokta konum hatası m_{xy} ,

$$m_o = \frac{\sqrt{[vv]}}{\sqrt{n}}$$

formülü yardımıyla;

Cep telefonu için:

$$m_x = 1.8 \text{ cm};$$

$$m_y = 2.3 \text{ cm};$$

$$m_{xy} = 3 \text{ cm};$$

Digital kamera için:

$$m_x = 1.8 \text{ cm};$$

$$m_y = 3 \text{ cm};$$

$$m_{xy} = 3.6 \text{ cm}$$

olarak hesaplanmıştır.

Daha sonra elde edilen nokta konum hataları resim ölçeklerine göre standartlaştırılmış ve aşağıdaki değerler elde edilmiştir.

Tablo 5.4 : Standartlaştırılmış nokta konum hataları

Resim	Resim çekim uzaklığı; Resim ölçeği	mx	my	mxy	Standartlaştırılmış değerler mxy=%D
Cep Telefonu	30m; 1/6400	1.8 cm	2.3 cm	3 cm	%0.1cm
Digital Kamera	50m; 1/7000	1.8 cm	3 cm;	3.6 cm	%0.072cm

Elde edilen sonuçlara göre cep telefonu ile elde edilen resmin digital kamera ile elde edilene göre daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Ancak burada gözönüne alınması gereken faktörler bulunmaktadır. Resim çekimi esnasında cep telefonunun çözünürlüğünün daha az oluşu gözönünde bulundurularak daha yakından resim çekimi yapılmıştır. Dolayısıyla resim ölçekleri farklıdır. Digital kamera ile elde edilen resimler, daha uzaktan çekildiği için kıyaslama için ölçülen kontrol noktaları resmin kenarlarında yer almış ve daha fazla distorsiyon içermişlerdir. Bir diğer önemli faktör dengeleme sonucu elde edilmiş olan resim koordinat ölçme doğruluklarının farklı oluşudur. Cep telefonu ile elde edilmiş resimler digital kamera ile elde edilen resimlere oranla daha prezilyonlu ölçülmüşlerdir. Dengeleme sonuçları tablosu Ek A ve Ek B’de gösterilmiştir.

2 Megapiksel çözünürlüğe sahip SonyEricsson W610i marka cep telefonu kamerası ile elde edilecek büyük ölçekli resimler düşeye çevirme işleminin gerektirdiği doğruluğu sağlamaktadır. Bununla birlikte resim çekimi öncesi planlamanın iyi yapılması ve yeterli doğruluğu sağlayacak resim ölçeğinin iyi belirlenmesi gerekmektedir.

Ancak, böylesine bir kıyaslamanın yapılabilmesi için her iki kamera ile de aynı koşullarda ve şartlarda resim çekimi yapılmalıdır. Resim ölçeklerinin aynı olması ve resim ölçme doğruluklarının her iki resim ölçmesi için de yaklaşık eşit olması gerekmektedir.

Bu çalışma bir pratik uygulama içerisinde yapılmıştır. Dolayısıyla, hata incelemeleri için yeterli sayıda kontrol noktası kullanılamamıştır. Ancak, bilimsel kriterlere uygun

Çalışma için bu test alanı ortamında gerçekleştirilmesi gerekmektedir. alışmalar bu yöndedir.

Çalışma süresince kullanılan yazılımlar, düşeye çevirme işleminde farklı algoritmalar kullanılmaktadırlar. Pictran, 4 nokta ölçülmesi durumunda Afın Dönüşümü yapmakta, 4'ten fazla nokta ölçülmesi durumunda ise En Küçük Kareler yöntemine göre dengeleme yapmaktadır. PhoTopol programı düşeye çevirme işleminde 2 boyutlu Kolineer Dönüşümü kullanmaktadır. Photomodeler programında da düşeye çevirme yukarıda bahsedilen algoritmalarından birisine göre yapılmaktadır.

Çalışma sonucunda aşağıda belirtilen sonuçlara ve önerilere ulaşılmıştır:

- Mimari Fotogrametri alışmalarının Yersel Digital Fotogrametri tekniğı ile yapılması zaman ve para tasarrufu sağılamakta ve istenilen doğırulukta sonuçlar vermektedir.
- Düşeye evirme yöntemi, yüzey üzerinde yükseklik farklarının az olduğı durumlarda, iki boyutlu değıerlendirmenin yeterli olacağı restorasyon öncesi öncül planların çıkarılması, envanter ve sanat tarihi gibi çalışmalarda gerek hız, gerek maliyet gerekse değıerlendirme kolaylığı bakımından 3 boyutlu değıerlendirme yöntemlerine tercih edilebilir.
- Düşeye evirme işleminde kullanılacak kontrol noktalarının tesis edileceğı yerler seğıilirken, yaklaşık aynı düzlemde bulunacak noktaların seğıilmesine dikkat edilmelidir.
- Üretilen modeller ülke koordinat sisteminde koordinatlandırılmalıdır. Bu sayede bütün tarihi eserlerin ülke ve dünya genelinde dokümantasyonlarının yapılması mümkün kılınabilecektir

KAYNAKLAR

- [1] **Akçay, Ö.**, 2002, Panoramik Görüntüleme Ve Turist Bilgi Sistemi Pilot Projesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [2] **American Society of Photogrammetry**, 2004. Manual of Photogrammetry, Fifth Edition, American Society of Photogrammetry, Bethesda, Maryland.
- [3] **American Society for Photogrammetry and Remote Sensing**, 1989. Non – Topographic Photogrammetry, Second Edition, American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Falls Church, Virginia.
- [4] **Atkinson, K.B.**, 1980. Developments in Close Range Photogrammetry – 1, Applied Science Publishers Ltd, London.
- [5] **Avşar, E.Ö.**, 2006. Tarihi Köprülerin Digital Fotogrametri Tekniği Yardımıyla Modellenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [6] **Duran, Z.**, 2003. Tarihi Eserlerin Fotogrametrik Olarak Belgelenmesi Ve Coğrafi Bilgi Sistemine Aktarılması, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [7] **Geodetic Systems, Inc.**, 2003. Basics of Photogrammetry, Geodetic Systems, Inc., Melbourne FL.
- [8] **Kraus, K.**, 1993. Photogrammetry, Volume 1 Fundamentals and Standard Processes, Dümmlers Verlag, Bonn.
- [9] **Külür, S.**, 2002. Fotogrametri Ders Notları (basılmamış), İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- [10] **Ladd, G. B.; Nagchaudhuri, A.; Earl, T.J.; Mitra, M.; Bland, G.L.**; 2006. Rectification, Georeferencing, And Mosaicking Of Images Acquired With Remotely Operated Aerial Platforms, *ASPRS 2006 Annual Conference Reno*, Nevada, USA, 1 – 5 May 2006, p. 458 – 468.
- [11] **Streilein A.; van den Heuvel, F.**, 1999, Potential and Limitation for the 3D Documentation of Cultural Heritage from a Single Photo, *XVII CIPA Symposium*, Olinda, Brazil, 3 – 6 October 1999, s 252 – 258.
- [12] **Photomodeler User Manual**
- [13] **Photopol User Manual**

- [14] **Pictran User Manual**
- [15] **URL:** <http://www.tkgm.gov.tr/ana.php?Sayfa=bolgemud&BolgeID=3>
- [16] **Yıldırım, A.,** 2006. Fotogrametrik Harita Üretimi Amaçlı Görüntü Sağlanması Optimizasyonu, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

EKLER

Ek A: 96 Numaralı Cep Telefonu Kamerası ile Çekilmiş Resmin Dengeleme Raporu

Rectification Protocol:

=====

Date(d.m.y): 25. 4.2007

Time: 13:24:12

Source file: c:\umut\dsc00096.btf

	Residuals			Control points		Image points	
ID	x	y	Absolute x, y	x	y	x	y
----- ----- ----- -----							
1	-0.0006	0.0116	0.0116	138.9506	115.1417	-1.1716	1.7931
9	0.0002	-0.0124	0.0124	156.1507	115.1875	0.5846	1.7517
10	0.0147	0.0060	0.0158	137.4220	102.5060	-1.4259	-0.5290
21	-0.0231	-0.0248	0.0339	145.6860	102.5253	-0.5061	-0.5612
32	0.0088	0.0197	0.0216	158.6833	103.0140	0.9556	-0.5004

Sigma0 = 0.0328

Transformation matrix:

	9.353915	-5.821239 150.2331

	0.3373618	0.9817716 105.4056

	0.00169626	-0.03948728 1

Ek B: 30 Numaralı Digital Kamera ile Çekilmiş Resmin Dengeleme Raporu

Rectification Protocol:

Date(d.m.y): 13. 4.2007

Time: 15: 4:52

Source file: c:\umut\p2210039.btf

ID	Residuals		Absolute x, y	Control points		Image points	
	x	y		x	y	x	y
1	-0.1570	-0.0129	0.1575	115.1320	135.8150	-2.6813	1.2324
2	0.0506	-0.0461	0.0685	110.8310	113.9810	0.2442	0.7268
7	-0.1252	0.0066	0.1254	115.1270	92.9470	3.1070	1.3108
9	0.0220	0.0398	0.0454	115.0710	118.6150	-0.3945	1.2775
10	0.0279	0.0394	0.0482	102.5060	137.4220	-2.9696	-0.4303
21	0.0024	-0.0495	0.0495	102.4740	129.1580	-1.8358	-0.4306
32	-0.0174	0.0261	0.0314	102.8820	116.1580	-0.0618	-0.3651
33	0.1968	-0.0033	0.1968	116.6740	114.1870	0.2072	1.5185

Sigma0 = 0.1071

Transformation matrix:

0.3433589	5.804754	105.5218
-6.835075	-1.673342	115.7339
0.003826037	-0.01440291	1

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Van'ın Muradiye İlçesinde doğdu. İlk ve ortaöğrenimini Antalya'da tamamladı. 2000 yılında İTÜ İnşaat Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü'nde başladığı lisans eğitimini 2005 yılında tamamladı. Aynı yıl İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı Geomatik Mühendisliği Programı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2005 yılında İTÜ İnşaat Fakültesi Fotogrametri Anabilim Dalı'na Araştırma Görevlisi olarak atandı ve halen görevini sürdürmektedir.