

170948

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

TARİHİ BİNALARIN BİLGİSAYAR DESTEKLİ RÖLÖVE ALIMLARI VE
MODELLEMELERİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Mimar Murat TUTKUN

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Yüksek Mimar”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 22.07.2005
Tezin Savunma Tarihi : 11.08.2005

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Hamiyet ÖZEN

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Şinasi AYDEMİR

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Eminnur AYHAN

H. Özen
[Signature]

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Emin Zeki BAŞKENT

[Signature]

Trabzon 2005

ÖNSÖZ

“Tarihi Binaların Bilgisayar Destekli Rölöve Alımları ve Modellemeleri Üzerine Bir Uygulama” isimli bu araştırma, KTU Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez çalışması süresince ilgi ve desteklerini esirgemeyen, danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Hamiyet ÖZEN başta olmak üzere, değerli hocalarım Prof. Dr. Şinasi AYDEMİR ve Yrd. Doç. Dr. Eminnur AYHAN’a, özellikle fotogrametri uygulaması aşamasındaki yardımları için Sayın Dr. Fevzi KARSLI, Esra TUNÇ ve Oğuz KANSU’ya, simülasyon uygulamasındaki yardımlarından dolayı Miraç BOZAL’a, tez çalışması süresince yardım ve desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşlarım Süleyman ÖZGEN, Ali İhsan KADIOĞULLARI ve Sanem ÖZEN’e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, tez çalışması süresince maddi ve manevi desteklerini hep yanımda hissettiğim Ebru SİNAN’a ve değerli aileme sonsuz teşekkürler.

Murat TUTKUN
Trabzon, 2005

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Araştırmanın Amacı.....	2
1.2. Problemin Belirlenmesi.....	4
1.3. Araştırmanın Kapsamı ve Uygulanan Yöntemler.....	5
1.4. Koruma Kavramı Bağlamında Rölöve.....	5
1.4.1. Rölöve.....	13
1.4.2. Rölöve Ön Araştırması.....	14
1.4.3. Rölöve Alımlarında Kullanılan Ölçme Teknikleri.....	15
1.4.3.1. Ölçme.....	16
1.4.3.2. Geleneksel Ölçme Teknikleri.....	18
1.4.3.3. Çağdaş Ölçme Teknikleri.....	20
1.4.3.3.1. Çağdaş Ölçme Tekniklerinde Kullanılan Yardımcı Araçlar.....	23
1.4.3.3.2. Fotogrametri.....	25
1.4.3.3.2.1. Yakın Resim Fotogrametrisi.....	28
1.4.3.3.2.2. Yakın Resim Fotogrametrisinin Uygulama Alanları.....	28
1.4.3.3.2.2.1. Mimarlıkta - Tarihi Binaların Restorasyonunda Yakın Resim Fotogrametrisinin Kullanımı	29
1.4.3.3.2.2.2. Arkeolojide Yakın Resim Fotogrametrisinin Kullanımı.....	36
1.4.3.3.3. Lazer Tarama Sistemleri.....	38
1.4.3.3.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS).....	42
1.4.3.3.4.1. Konumsal Bilgi Sistemleri.....	42
1.4.3.3.4.2. Konumsal Olmayan Bilgi Sistemleri.....	43
1.4.3.3.4.3. CBS Veri Kaynakları ve Sınıflandırılması.....	43

1.4.3.3.4.4.	CBS Veri Tabanı Oluşturulması.....	44
1.4.3.3.4.5.	CBS Analiz ve Sorgulamaları.....	44
1.4.3.3.4.6.	CBS Uygulama Örnekleri.....	44
1.4.4.	Restitüsyon.....	45
1.4.5.	Restorasyon	46
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR VE BULGULAR.....	47
2.1.	Çalışma Alanının Belirlenmesi.....	47
2.1.1.	Alana Ait Bilgiler.....	47
2.1.2.	Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binasına Ait Bilgiler...	49
2.2.	Yakın Resim Fotogrametrisi Uygulaması.....	50
2.2.1.	Kullanılan Koordinat Sistemleri.....	50
2.2.2.	Planlama.....	53
2.2.3.	Fotogrametrik Veri Kaydı.....	56
2.2.3.1.	Kamera Sistemleri.....	58
2.2.3.1.1.	Kamera Kalibrasyonu.....	59
2.2.3.2.	Fotoğraf Çekimi.....	62
2.2.4.	Fotogrametrik Veri Değerlendirme İşlemleri.....	65
2.2.4.1.	Dijital Görüntü Eşleştirme.....	67
2.3.	Rölöve ve Restitüsyonun Hazırlanması.....	77
2.4.	Restorasyona Yönelik 3D Modelin Hazırlanması.....	79
2.5.	Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Uygulaması.....	83
2.5.1.	Uygulama Alanına Ait Veri Tabanının Oluşturulması.....	83
2.5.2.	Binaya Ait Verilerin CBS Üzerinde İncelenmesi.....	85
3.	TARTIŞMA.....	88
4.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	91
5.	KAYNAKLAR.....	96
6.	EKLER.....	101
7.	ÖZGEÇMİŞ.....	109

ÖZET

Koruma altına alınması planlanan binalar ve yakın çevrelerinin, günümüz teknolojileri kullanılarak kayıt altına alınmasında çağdaş ölçme ve görüntüleme tekniklerinden faydalanılması bir zorunluluk olarak ön plana çıkmaktadır. Bilgisayar desteğinin ön planda tutulduğu bu çalışmalarda, doğru ve hassas ölçümlerin yapılabilmesi amacı ile Yakın Resim Fotogrametrisi, üç boyutlu görüntülerin elde edilmesinde yine Yakın Resim Fotogrametrisi ve 3D Modelleme Tekniklerinden, sağlıklı bir dijital envanterin elde edilmesinde ise Coğrafi Bilgi Sistemlerinden faydalanılmaktadır. Bu çerçevede hazırlanan çalışmada, Trabzon Ortahisar Sit Alanı ve içerisinde yer alan Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası üzerinde bir uygulama yapılarak, bina ve yakın çevresinin ölçülmesi, görüntülenmesi, veritabanının oluşturulmasında Yakın Resim Fotogrametrisi, 3D Modelleme Teknikleri ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kullanımı denenmiştir.

Bu çerçevede hazırlanan çalışmanın ilk bölümünde; çalışmanın amaç ve yöntemi, kullanılan teknikler ve literatürde yer alan uygulama örnekleri hakkında genel bilgiler verilmektedir.

Çalışmanın ikinci bölümünde; Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası cephelerinin fotogrametrik rölöveleri ve binanın mevcut durumunun anlatıldığı 3D Foto-Model elde edilmekte, mimari çizim programları kullanılarak bina ve yakın çevresine ait 3D CAD Modelleri hazırlanmakta ve kullanılan teknikler sonucunda elde edilen ürünler, Coğrafi Bilgi Sistemleri altında birbirleri ile ilişkilendirilmektedir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, kullanılan tekniklerin olumlu ve olumsuz özellikleri tartışılmaktadır.

Çalışmanın dördüncü ve son bölümünde ise, sonuçlar ve öneriler yer almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Rölöve, Restitüsyon, Yakın Resim Fotogrametrisi, 3D Modelleme, Coğrafi Bilgi Sistemleri

SUMMARY

An Application of Computer Aided Measured Drawings and Modelling of Historic Buildings

It has been necessary to utilizing contemporary measurement and visualizing techniques in order to recording historic buildings and their sites which are under protection. In this computer based studies; Close Range Photogrammetry is used to get accurate and sensitive measurements, Close Range Photogrammetry and 3D Modelling Techniques are used to build 3D Models, and Geographic Information Systems are used to get an accurate digital inventory. In the frame work of this study; Close Range Photogrammetry, 3D Modelling Techniques and Geographic Information Systems are tested to measure, render and form a database on the Ortahisar historic district and the Trabzon Provincial Culture and Tourism Directorate Building in it.

In the first chapter; general information is given about the goal and the method of the study, the techniques which are used and the application examples related to subject which are in the literature.

In the second chapter; the photogrammetric measured drawings of façades of the Trabzon Provincial Culture and Tourism Directorate Building and its 3D Photogrammetric Model which are related to the existing conditions of the building, and the 3D CAD Models of the building and the surrounding site are prepared. These products prepared by contemporary techniques are related with each other by the help of Geographic Information System.

In the third chapter; the positive and negative aspects of the techniques that are used had been discussed.

In the forth and the last chapter; the results of the research and recommendations had given.

Keywords: Measured Drawings, Restitution, Close Range Photogrammetry, 3D Modelling, Geographical Information Systems

ŞEKİLLER DİZİNİ

		<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.	Akış şeması	3
Şekil 2.	Geleneksel ölçme teknikleri a) üçgenleme tekniği, b) dik koordinat tekniği c) kutupsal koordinat tekniği.....	19
Şekil 3.	Cephe rektefiyesi.....	22
Şekil 4.	Fotogrametrik teknikler kullanılarak apsis tonozundaki plastik bozulmaları ortaya konulan Saint-Denis, Paris.....	22
Şekil 5.	Konya Karatay Medresesi Kapısı ile Konya İnce Minareli Medresenin yakın resim fotogrametrisi aracılığı ile rölövelerinin çıkarılması.....	29
Şekil 6.	Balmumcu Seniye (Seniha) Sultan Köşkü'nün fotogrametrik rölövesi.....	30
Şekil 7.	Yakın resim fotogrametrisinden faydalanılarak, Trabzon Ayasofya Müzesi ile Atatürk Köşkü'ne ait 3D modellerin elde edilmesi.....	30
Şekil 8.	Süleymaniye Camii'ne ait kubbe ve buna bağlı dört ana kemerin fotogrametrik rölövesi.....	31
Şekil 9.	Etruscan'da yer alan tarihi kale ve kilisenin fotogrametrik rölöveleri ve 3D modeli.....	32
Şekil 10.	Asma köprü canlandırması üzerinde biçimsel değişim sorgulaması.....	32
Şekil 11.	Telc. tarihi kent merkezinde dijital fotogrametri ve coğrafi bilgi sistemlerinden faydalanılarak üç boyutlu sanal tarihi kent modelinin elde edilmesi.....	33
Şekil 12.	Graz'da yer alan tarihi binaların yakın resim fotogrametrisi kullanılarak çizimlerinin ve 3D modellerinin elde edilmesi.....	34
Şekil 13.	Yunanistan'da, olimpiyat oyunlarının doğduğu yer olan Antik Olympia kentinde yer alan tarihi binaların, fotogrametri ve 3D modelleme teknikleri kullanılarak görüntülenmesi.....	35
Şekil 14.	Floransa "Opera Del Duoma" müzesindeki donatello'nun ahşap heykeli Maddaleno'ya ait 3D modelin elde edilmesi.....	36
Şekil 15.	Bizans Kriptası'nın fotogrametrik teknikler, 3D lazer tarama sistemleri ve sanal restorasyon teknikleri kullanılarak görselleştirilmesi.....	37

Şekil 16.	Roma döneminden kalma Pomposa Manastırı'nın lazer tarama sistemleri, fotogrametri, görüntü tabanlı modelleme ve yakın mesafeden modelleme gibi teknikler kullanılarak görüntülenmesi.....	39
Şekil 17.	Michelangelo'nun "Florentine Pieta"sına ait dijital modelin 3D lazer tarama teknolojisi kullanılarak elde edilmesi.....	40
Şekil 18.	Kaliforniya Berkley şehir merkezinde hava ve yer referanslı lazer tarama sistemleri kullanılarak üretilen 3D kent modeli.....	41
Şekil 19.	3D model, Karadeniz Teknik Üniversitesi Merkez Kampüsü Trabzon.....	45
Şekil 20.	Ortahisar sit alanı 2005 yılı uydu görüntüsü.....	48
Şekil 21.	Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası batı ve kuzey cepheleri rölövesi	49
Şekil 22.	Dijital görüntünün yapısı, piksel ve görüntü koordinat sistemleri.....	51
Şekil 23.	Görüntü koordinat sistemi.....	52
Şekil 24.	Görüntü ve arazi koordinat sistemleri.....	53
Şekil 25.	Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası'na ait fotogrametri uygulaması çekim planı.....	54
Şekil 26.	Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası'na ait fotogrametri uygulaması düzenek kurulum noktalarını gösteren ölçüm planı.....	55
Şekil 27.	Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası kuzey cephesi üzerinde belirlenen kontrol noktaları.....	55
Şekil 28.	Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası güney cephesi üzerinde belirlenen kontrol noktaları.....	55
Şekil 29.	Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası doğu cephesi üzerinde belirlenen kontrol noktaları.....	56
Şekil 30.	Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası batı cephesi üzerinde belirlenen kontrol noktaları.....	56
Şekil 31.	Önden kestirme işlemi.....	57
Şekil 32.	Kalibrasyon amacı ile elde edilen sayısal verilerin yazılıma yüklenmesi.....	61
Şekil 33.	Kalibrasyon işlemi.....	61
Şekil 34.	Kalibrasyon işlemine ait sonuç grafiği.....	62
Şekil 35.	Fotoğraf alım şekilleri a) normal alım durumu b) dönük alım durumu c) konvergent alım durumu	63

Şekil 36.	Geniş nesnelere için ardışık çekim planı	63
Şekil 37.	Veri girişi için kullanılacak olan birimin, çalışma alanının yaklaşık büyüklüğünün ve uygulamada kullanılacak fotoğrafların belirlenmesi.....	66
Şekil 38.	Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası doğu cephesine ait fotoğraf çiftinin karşılıklı yöneltmesi.....	68
Şekil 39.	Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası güney cephesine ait fotoğraf çiftlerinin karşılıklı yöneltmesi.....	68
Şekil 40.	Bina konturlarının belirlenmesi.....	69
Şekil 41.	Fotoğraf çiftlerinin karşılıklı yönlendirilmesi işlemi.....	70
Şekil 42.	Fotoğraf çiftlerinin karşılıklı yönlendirilmesi işlem sonuç grafiği.....	70
Şekil 43.	3D görüntüleyici ara yüzü.....	71
Şekil 44.	3D fotomodel ölçeklendirme adımı.....	72
Şekil 45.	3D fotomodel koordinat dönüşüm adımı.....	73
Şekil 46.	Kontrol noktalarına ait koordinatların yüklenmesi.....	74
Şekil 47.	Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası 3D fotomodeline ait yüzeylere doku atanması işlemi.....	75
Şekil 48.	Yüzeylerine fotoğraf giydirilmiş 3D fotomodel.....	75
Şekil 49.	Yakın resim fotogrametrisi çalışması sonucunda elde edilen fotomodel, (kuzeybatıdan bakış).....	76
Şekil 50.	Yakın resim fotogrametrisi çalışması sonucunda elde edilen fotomodel, (kuzeydoğudan bakış).....	76
Şekil 51.	Yakın resim fotogrametrisi çalışması sonucunda elde edilen fotomodel, (güneybatıdan bakış).....	76
Şekil 52.	Ortofoto uygulaması.....	77
Şekil 53.	Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası kuzey ve güney cepheleri fotogrametrik rölöveleri.....	78
Şekil 54.	Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası batı ve doğu cepheleri fotogrametrik rölöveleri.....	79
Şekil 55.	Restorasyona yönelik hazırlanan 3D CAD modele ait görüntüler	80
Şekil 56.	Çalışma alanına ait katı model (kuzeydoğudan bakış).....	81
Şekil 57.	Çalışma alanına ait katı model (kuzeybatıdan bakış).....	82
Şekil 58.	Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binasının çalışma alanı içerisindeki konumu.....	82

Şekil 59.	Arcgis 8.3 yazılımı ile oluşturulan veri tabanı üzerinde, Ortahisar sit alanına ait halihazır harita ve korunması önerilen tarihi binalar ile surlar.....	84
Şekil 60.	Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası ve yakın çevresindeki birkaç tarihi binanın zemin kat planları.....	86
Şekil 61.	Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası ve tarihi ortahisar camii zemin kat planları.....	86
Şekil 62.	Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binasına ve koruma katmanında yer alan tarihi binalara ait nitelik tabloları.....	87
Şekil 63.	Veri tabanına yüklenen Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binasına ait görüntü.....	87
Şekil 64.	Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası cephelerinin görüntülenmesine engel olan unsurlar.....	89



TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Kullanım amacına göre rölöveler.....	14
Tablo 2. Farklı uygulamalarda kullanım olanağı bulan fotogrametrinin, farklı değerlendirme ölçütleri bağlamında sınıflandırılması.....	26
Tablo 3. Kamera parametrelerine ilişkin tanımlamalar.....	59
Tablo 4. Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binasında fotogrametri amaçlı fotoğraf çekimi örnekleri.....	64
Tablo 5. Geleneksel ölçme teknikleri – Çağdaş ölçme teknikleri karşılaştırması.....	94
Ek Tablo 1. 101-102 noktalarından elde edilen veriler.....	101
Ek Tablo 2. 102-103 noktalarından elde edilen veriler.....	102
Ek Tablo 3. 103-104 noktalarından elde edilen veriler.....	103
Ek Tablo 4. 104-105 noktalarından elde edilen veriler.....	105
Ek Tablo 5. 105-106 noktalarından elde edilen veriler.....	106
Ek Tablo 6. 106-107 noktalarından elde edilen veriler.....	107

1. GENEL BİLGİLER

Koruma altına alınması planlanan binalar, zaman içinde iç ve dış etkiler sonucunda bozulmalara uğrayarak özgünlüklerini kaybetmekte, bazıları ise zamana karşı koyamayarak tamamen yok olmaktadır. Bu nedenle koruma altına alınması planlanan binalar üzerinde meydana gelen fiziksel değişimler ve eskimelerin incelenerek, nedenlerinin sorgulanması ve önlemler alınması gerekmektedir.

Binalar, ait oldukları dönemlerin özelliklerini günümüze taşıyarak, tarihsel sürekliliğini sağlamaktadırlar. Her bina, yapıldığı döneme ait bir misyonu, içindeki yaşam şeklini ve buna bağlı bir işlevi sergilemektedir. Yapı malzemesi ve tekniği ile döneminin yapı geleneğine ve özelliklerine ışık tutarken, aynı zamanda tanıklık ettikleri tarihi olaylar ve onunla özdeşleşmiş önemli kişilerin yaşamlarından izler barındırmaktadırlar. Tüm bu değerler söz konusu binaya özgün bir kimlik kazandırmaktadır [1,2,3].

Binaların bütün bu özelliklerinin kaybolmadan bugüne kadar ulaşmasında, belgelemenin bir aşaması olan rölöve çalışmaları ön plana çıkmaktadır. Binaların mevcut durumları ile zaman içerisinde meydana gelen hızlı değişimlerin etkilerinin kayıt altına alınması belgeleme için gerekmektedir. Bu nedenle tarihi / eski binaların belirli aralıklarla gözlemlenip ölçülerek rölövelerinin çıkarılması ve binanın fiziksel özellikleri ile tarihsel özellikleri hakkında yazılı ve görsel verilerin elde edilmesi, belgeleme için bir zorunluluk haline gelmektedir.

Binanın mevcut durumunun ölçülerek kağıda aktarılması ile oluşturulan rölöve çalışmasının devamında, binanın geçmişte var olduğu ya da varsayılan halinin çizimsel anlatımı olan restitüsyon çalışması yapılmaktadır. Hazırlanan rölöve ve restitüsyon üzerinden yapılan değerlendirmeler sonucunda, binaya ait restorasyon projesinin hazırlanmasına ya da binanın geçirdiği değişimler, ilaveler ve bozulmalar üzerinde tarihsel bir sorgulamaya gidilebilmektedir. Günümüzde bu çalışmalar, bilgisayarlar ve fotogrametri teknikleri kullanılarak hızlandırılabilir [1,4].

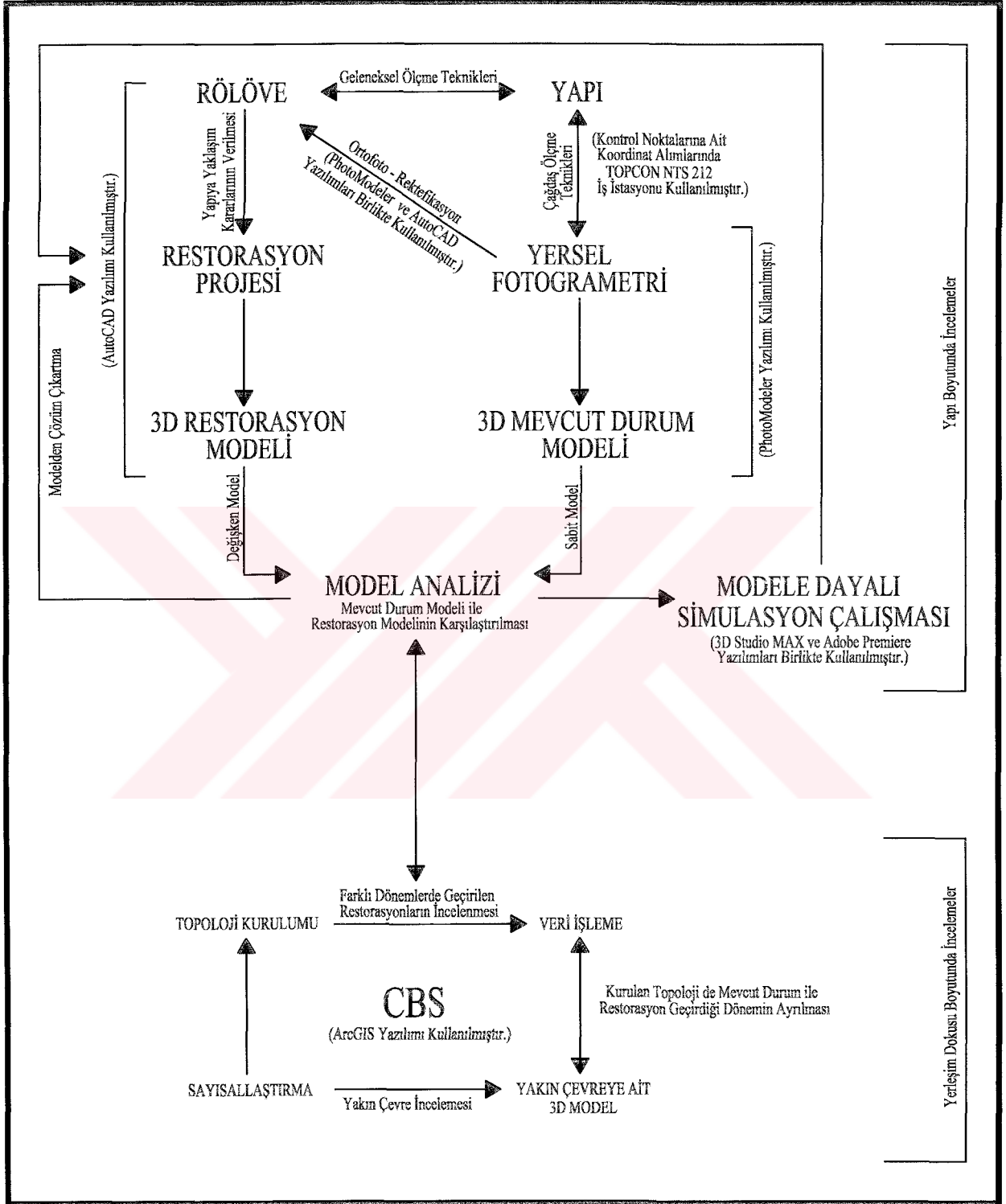
1.1. Araştırmanın Amacı

Tarihi binaların belgelenmesi ve sağlıklı bir şekilde projelendirilebilmesi için çağdaş teknikler ile rölövelerinin çıkarılması kaçınılmaz bir hal almaktadır. Elde edilen rölöveler, hazırlanacak olan restitüsyon ile restorasyon projesine altlık oluşturması nedeni ile önemlidir. Binaya gerekli müdahalelerin yapılabilmesi için kullanılması planlanan teknik(ler), hazırlanan restorasyon projesi ile belirlenmektedir. Restorasyon aşamasında uygulanan teknikler ya da kullanıcı istekleri nedeni ile binaya az ya da çok mutlaka bir etkide bulunmaktadır. Bu nedenle, ne kadar hassas yaklaşırsa yaklaşılsın korunması gereken binalar, yapılan müdahale ve onarımlarla zaman içerisinde özgünlüklerini kaybedebilmektedirler.

Bu araştırmanın amacı, bilgisayar desteği kullanılarak rölöve ve restorasyon çalışmaları aşamalarının daha hassas ve daha kısa sürede yapılmasına yol gösterecek bir yöntem geliştirmektir. Bu amacın gerçekleştirilebilmesi için, rölöve aşamasında yersel fotogrametri tekniğinin kullanılması hedeflenmektedir. Yersel fotogrametri tekniği kullanılarak binaya ait ölçülerin çekilen fotoğraflar üzerinden alınması sonucunda, ölçülerdeki hassasiyetin artırılması ve alan çalışması için gereken zamanın kısaltılması sağlanacaktır. Alan çalışması için harcanan zamanın kısaltılması, bina üzerinde çalışma yapılırken iç ve dış etkenlerden kaynaklı olarak binada meydana gelebilecek hasarların, binaya ait orijinal ölçüleri değiştirmesi riskini ortadan kaldıracaktır.

Yakın Resim Fotogrametrisi kullanılarak binanın mevcut durumuna ait üç boyutlu (3D) foto-model, mimari çizim programları kullanılarak da restorasyon projesine ait üç boyutlu (3D) restorasyon modeli hazırlanacaktır. Kabuller sonucunda uygun görülen model ya da modeller, çevresel verileri de içeren coğrafi bilgi sistemine (CBS) yerleştirilecektir. Aynı zamanda oluşturulan modellerin CBS ortamında karşılaştırılması sağlanacaktır. Yapılacak olan değerlendirme sonucunda, özgünlüğün ne derece kaybedildiği / kaybedileceği hakkında bir karşılaştırma ve karar verme sürecine gidilmesi amaçlanmaktadır.

Çalışmanın sonunda ortaya konulmak istenen; bilgisayar ve yersel fotogrametri teknikleri kullanılarak rölövenin elde edilmesi, dijital haritalar üzerinde, amaca yönelik olarak binanın orijinal durumu ile restorasyon geçirmiş durumunun görüntülenebilmesi ve gerektiğinde üzerinden ölçü alabileceğimiz, üç boyutlu modeller sisteminin oluşturulmasıdır. Böylelikle bu haritalar üzerinden hem binalara ait her türlü veriye ulaşılabilecek, hem de farklı dönemlerde binalarda meydana gelmiş olabilecek olan bozulmaların ve değişmelerin gelişiminin izlenebilmesine olanak verilebilecektir.



Şekil 1. Akış şeması

1.2. Problemin Belirlenmesi

Günümüzde gelişen teknolojiye rağmen, rölöve çalışmalarında halen geleneksel teknikler kullanılmaktadır. Rölövelerde tüm ölçüler şerit metre, su terazisi, hortum terazi, şakul, markır vs.. gibi aletler kullanılarak alınıp, el çizimine aktarılmaktadır. Alınan ölçüler geometrik ve trigonometrik ilişkilere dayandırılrsa da, hata payı istenilen seviyeye indirgenememektedir. Hata payının daha düşük seviyeye indirgenebilmesi için, nivo, teodolit, lazerli gönye ve lazer-metre gibi gelişmiş ölçüm cihazlarının kullanımına gerek duyulmaktadır [5,6,7]. Kullanılan aletlerde, her ne kadar büyük bir gelişme gözlense de, alan çalışması için harcanan zaman yeteri kadar kısaltılamamaktadır. Uzun süren bir alan çalışması sırasında, bina üzerinde fiziksel eskimeye bağlı bozulmalar oluşabilmekte, bu bozulmalarsa alınan ölçülerde değişiklikler olmasına ve sonraki ölçülerle aralarında farklar doğmasına neden olabilmektedir. Sonuç olarak, geleneksel teknikler ve aletler kullanılarak elde edilen rölövelerde hata payı daha fazla olmaktadır [5].

Rölöve ve restitüsyonun çalışmalarının hazırlanmasının ardından, oluşturulan restorasyon projesinde binanın orijinalliğinin ne derece kaybedildiğinin açık bir şekilde kontrol edilememesi nedeni ile, bina hakkında verilen kararların değerlendirilmesi aşamasında çelişkili sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bina sürekli kağıt üzerindeki iki boyutlu çizimler kullanılarak değerlendirildiği için, üçüncü boyutu hakkında belirgin bir fikir edinilmesi zordur. Geleneksel yöntemlerde, bu problemin önüne geçmek için maket tekniği kullanılmaktadır. Fakat maket üzerinde kullanılan malzemeler ile, yapı malzemesine ait gerçek dokunun tam anlamı ile yansıtılamaması, işlenen detayların maketin boyutları nedeni ile gerçek durumundaki etkiyi vermemesi gibi etkenler, hedeflenen başarının önüne geçmektedir.

Rölöveleri hazırlanan binaların, buldukları bölge içerisindeki konumları ve bu konumları itibari ile yarattıkları etki sorgulaması yetersiz kalmakla birlikte, çizimleri paftalarda bulunan bu binalar hakkındaki gerekli bilgilere arşivlerdeki dosyalardan ulaşılmaktadır. Aradaki bu kopukluk, tarihi binaların sorgulanmasını zorlaştırdığı gibi, bu binaların belirli dönemlerde geçirdiği restorasyonlara bağlı evriminin bir bütünlük içerisinde karşılaştırılmasına da engel olmaktadır. Olması gerekense, tarihi binaların rölöveleri, restorasyon projeleri, genel vaziyet planları ile yazılı bilgiler ve envanter kayıtlarının bir bütün halinde ortaya konulmasıdır. Bu nedenlerden dolayı söz konusu süreçlerin bilgisayar yardımı ile yapılması hem sorgulama aşamasında hem de doğru kararların verilebilmesinde tercih nedeni olmaktadır [5].

1.3. Araştırmanın Kapsamı ve Uygulanan Yöntemler

Çalışma, bir binanın rölövesinin çıkarılması ve devamında projelendirilme aşamasında bilgisayar desteğinin kullanılmasını kapsamaktadır. Bu kapsamda yersel fotogrametri, üç boyutlu modelleme ve CBS tekniklerinden faydalanılmaktadır.

Elde edilen 3D modellerin karşılıklı değerlendirilmesinin ardından, hem mevcut durum modeli, hem de restorasyon modeli CBS’de, kendi dönemlerine ait haritalar üzerine yerleştirilerek, bu haritaların çakıştırılması sağlanmaktadır.

Gerekli verilerin CBS ortamında tablosal olarak girilmesi ile çalışma son halini almakta ve böylelikle, binanın evrim süreci sayısal olarak görüntülenebildiği gibi, istenildiğinde bina ve dönemleri hakkında gerekli bilgilere ulaşılabilmektedir.

Bu anlamda örnek uygulama alanı olarak, kentin tarihi merkezi olması nedeni ile Trabzon Ortahisar bölgesi, örnek bina olarak ise Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası (Eski Valilik Binası) seçilmiştir. Ortaya konulan çalışmalar, bu örnek bina üzerinde uygulanmıştır.

1.4. Koruma Kavramı Bağlamında Rölöve

Tarihi ya da sanatsal değeri olan varlıkların, bir kültür ve tarih belgesi olarak, özgün varlıklarını sürdürebilmelerini sağlama düşüncesi korumanın temeli, bu düşünce çerçevesinde ortaya konulan teknik ve mimari müdahaleler restorasyon etkinliği, söz konusu varlıklara müdahale gerektiğinde yapılması gerekli ilk iş ise rölöve olarak tanımlanmaktadır [4,8,9].

Binalar zaman içerisinde, kültürel değişimler, fiziksel eskimeler, fonksiyon değişiklikleri ve değişen mimari akımların etkileri ile çeşitli bozulmalara uğramaktadırlar. Bazı binalar sağlam kalırken, bazılarının günümüze ulaşabilmesi için müdahalelerde bulunulması gerekmektedir [2,3,10]. Örneğin doğu kültüründe koruma düşüncesinin en eski örneklerinden birisi olarak görülen ahşap Şinto Tapınağı, kutsal inanın bir gereği olarak, her yirmi yılda bir yıkılıp yeniden yapılmaktadır. 7. yy.da yapıldığı bilinen tapınağın, günümüze kadar bu şekilde ayakta kalabilmesi sağlanmıştır [1,4].

Zaman içerisinde korunması gerekli binalar üzerinde görülen kültürel, fiziksel ve fonksiyonel değişimler, bu binaların yapıldıkları dönemin mimari üslubu, yöresel

özellikleri, yapım teknikleri, mülkiyet durumu vs.. gibi bilgiler ile, binanın genel konumu ve mevcut durumunun belgelenmesi gerekliliğini beraberinde getirmektedir [1,4,5].

Temel amacı açıklama ve görselleştirme olan belgeleme, bir savı, bu amaçla toplanmış belgelere dayandırma işlemi; fiziksel dünya ile fiziksel çevrenin ölçülmesi ve hakkında bilgi toplanmasını sağlayan metotların tamamını kapsayan bir disiplin; yeraltındaki ve yerüstündeki noktaların ilişkili konumlarının tanımlandığı bir bilim olarak tanımlanmaktadır [4,10,11].

Mimarlıkta ise belgeleme; tarihi binalar hakkındaki grafiksel anlatımlar ve yazılı kaynakların derlenmesi ile tarihi binaların belirli özgün özelliklerinin görselleştirilmesi olarak ifade edilmektedir. Tarihi binaların korunmasında, rölöve ve rölöveyi destekleyen ön araştırmalar olarak ortaya konulmaktadır [1,4]. Koruma, restorasyon ve yeniden kullanım programına alınan herhangi bir bina hakkında yapılması gereken detaylı saptamaları kapsamaktadır. Bu saptamalar, yazılı ve sözlü verilerin yanında, binanın fiziksel durumuna açıklık getiren kat planları, görünüşler, kesitler, belirli noktalara ait detaylar ve binanın durumunu gösteren yüksek çözünürlüklü fotoğraflar ile ortaya konulmaktadır. Bina üzerinde zaman içerisinde eksilen parçaların tekrar yerine konulabilmesi için, öncesinde bulunulan her müdahalede, gerekli kayıtların özenle tutulmuş olması gerekmektedir [10,11,12].

Tarihsel süreçte belgelemeye yönelik ilk uygulama örnekleri, ölçme ve mülkiyet sınırlarının belirlenmesinde görülmektedir. Bu anlamdaki en eski kayıtlar Mısır'da bulunmuştur. Yunan düşünürü Herodotus, Sesostris'in M.Ö. 1400'lerde, vergilendirme yapmak amacı ile Mısır'ın bölümlenmelere ayrılmış halini çizdiğini kaydetmiştir [10].

4. yy.da Julian ve Symmachus zamanında ise, antik tapınak ve mezarların korunması bir görev haline getirilmiş, bir pagan filozofu olan Maximus'tan etkilenen Julian'in, tüm dinlere hoşgörü ile yaklaşılacağını, tahrip edilen pagan tapınak, mezar ve kamu binalarının restore edilerek yeniden kullanıma açılacağını ilan etmesinin ardından, Roma dönemini kapsayacak şekilde, tüm tarihi binalara numara verilerek envanterleri çıkarılmıştır. Bu çalışma tarihte bilinen ilk envanter çalışması olmuştur [3].

Antik dönemdeki uygulamaların farkına varan Avrupa, koruma düşüncesine kendi geçmişi olan klasik antikiteyi araştırarak başlamıştır. Kendi geçmişini aydınlatarak yola çıkan Avrupa, sanat tarihi ve arkeoloji alanlarında elde ettiği verileri analiz etme ve arşivlemede uzmanlaşmıştır. Tarihsel gelişimin aşamalarının ve teknolojinin gelişmesi ile

Avrupa'da araştırmalar hız kazanmıştır. Yunan ve Roma kùltürleri incelenerek, bu incelemelerde mimari özellikler ön plana çıkarılmıştır [2,8].

15. yy.da hümanistler, eserleri kimlerin neden tahrip ettiği sorularının cevaplarını aramış, bu tahribatı gözlemleyerek hiçbir şey yapmadan oturmak yerine, tarihi koruma mantığı genel çerçevede yerleşene kadar, bir takım emir ve yaptırımlarla eski eserler (antik eserler) için koruma görevlileri konulmasını sağlamışlardır. Roma'nın genel durumunun düzeltilmesi için yapılan ilk ölçümler ve çizimlerin bir kısmı da bu çalışmalar sonucunda hazırlanmıştır [3].

Roma'da koruma altına alınan anıtların ilk listesi, 1521 yılında yayınlanan "Epigrammata antiquae urbis"dir. Tapınaklar, kemerler, kolonlar, şehir kapıları ve köprüler gibi pek çok önemli anıtın da içinde yer aldığı yayın; Mazochius'un bölgelere göre grupladığı binalar için tablolar oluşturması ve Raphael'in Antik Roma haritasını hazırlayarak, Roma ve İtalya'dan belirli binaların rölövelerini eklemesi ile daha da zenginleştirilmiştir. Bu rölövelerin en güzel örneklerinden bir tanesi, detaylı çizimleri yapılan Pantheon'dur. Parthenon'un ciddi hasarlar almadan önceki ilk çizimleri ise, Jacques Carrey (1649-1726) tarafından yapılmıştır [3].

Envanter çalışmalarının ön plana çıktığı Roma'da, devam eden yıllarda yapılmış olan bazı çalışmaları şu şekilde örnelemek mümkündür;

- Cassiano dal Pozzo (1588-1657), Roma Antikitesi üzerinde yaptığı çalışmalar sonucunda hazırladığı çizimlerini bir sistematığe sokarak kategorilerine göre 23'e ayırtmış, böylelikle kendi müzesini oluşturarak orada sergilemiştir.
- Gotik mimar olarak da bilinen James Essex'in (1722-1784), Ortaçağ mimarisinde antik döneme ilgi duyarak çalışmalar yapan ilk mimar olduğu düşünölmektedir. Essex, Kral'ın Kolej şapeli'nin rölövelerini çıkartmıştır.
- Fransa Ekonomi Bakanı Jean Baptiste Colbert'in de girişimleri ile, antik eserler üzerinde incelemeler yapmak, ölçüler alarak eserlerin rölövelerini çıkarıp, restitüsyon ve restorasyonları üzerinde çalışmalar yapmak amacı ile Roma'da Fransız Akademisi kurulmuştur.
- 1742'de, çalışmak üzere Roma'ya gelen James Stuart (1713-1788) ve Nicholas Revett (1720-1804), Yunan Antikitesini ölçmek ve çizimlerini çıkartmak üzere, Yunanistan'a geçmişlerdir [3].

1762-1763 yılları yıllarında, Klasik Antikite'nin de etkisi ile İngiltere'de "Klasik Dönemin Canlandırılması (Classic Revival)" ve "Yunan Döneminin Canlandırılması (Greek Revival)" gibi akımların oluştuğu gözlemlenmektedir. Bu doğrultuda, Robert Adam tarafından yayımlanan, Spalato'da, Diokletiano Sarayı'nın rölöveleri ile James Stuart ve Nicholas Revett'in yayımladığı "Atina Antikitesi (Antiquities of Athens)" ön plana çıkmaktadırlar. [4] James Stuart ve Nicholas Revett, araştırmalarında yeni yöntemler geliştirerek Akropolis'in ölçekli çizimlerini yapmışlardır. Avrupalılar, Klasik Antikite sanat ve mimarlığı üzerindeki araştırmalarında profesyonelleştikçe, elde ettikleri verileri kaydedebilmek için yeni teknikler geliştirmeye başlamışlardır [2].

1765'ten sonra, La Vega, gün ışığına çıkarılan kazıların sistematik bir şekilde envanterlerinin hazırlanması gerekliliğini savunmuştur [3].

Rönesans'ın ardından, mimari mirasın, entelektüel etkinlikler, araştırmalar, kuramlar ve rölöveler ile zenginleştirildiği, kültürel bir birikimin oluşturulduğu görülen Avrupa'da, ressamlar da, Venedik, Roma, İngiltere ve Avrupa'nın pek çok yerinde, tarihi eserleri ve heykelleri detaylı bir şekilde resmederek, eserlerin fotoğrafik görüntülerinin elde edilmelerini sağlamışlardır [3,4].

1789 yılında, modern tarih ve koruma politikalarının gelişiminde oldukça önemli bir yeri olan Fransız Devrimi, onlarca yılın birikimini bir arada toplayarak, farklı düşüncelerin gelişmesine yardımcı olmuş, böylelikle kültürel yapıların korunmasında ulusal sorumluluğu ön plana çıkararak, ülkedeki tüm binalar için sistematik bir envanter hazırlanması ve tüm tarihi eserlerin sınıflandırılarak korunması gerekliliğini ortaya koymuştur [3].

Fransız devrimi sırasında, önceki dönemleri yansıtan pek çok bina yıkıma maruz kalarak zarar görmüştür. Bu nedenlerle aydınlanma yılı olarak adlandırılan süreçte, tarihi özellikler taşıyan binalar "ulusal tarihi yapılar" olarak adlandırılarak korunmaya değer bulunmuş olup, 1789'da Fransa'da, 1798-1814 yılları arasında da İtalya'da restorasyon çalışmalarına başlanıldığı görülmüştür [3,4,5].

1815 yılında Almanya'da, Karl Friedrich Schinkel'in, Ortaçağ anıtlarının korunmasıyla ilgili bir rapor hazırladığı, 1818 yılında ise, Hesse-Darmstadt dükü 10.Lui'nin, tarihi binaların rölöveleri ve tanımlamalarının yapılarak müzelerde saklanması gerekliliğinden bahseden bir kararname yayınladığı bilinmektedir [4].

1840 yıllarında restorasyon prensipleri üzerindeki tartışmalar devam ederken, bir restorasyonun ne kadar sürmesi gerektiği, geçen zamanın bina üzerinde neden olduğu izler

ve bozulmaların tamir edilip edilmemesi gibi sorulara cevaplar aranmaktadır. İki farklı görüşün ön plana çıktığı bu yıllarda, bir grup, binaların geçmişe tanıklık etmiş tarihi belgeler olduğunu ve önemli kısımlarında bozulmalar ya da eksiklikler olmadıkça oldukları gibi korunmaları gerekliliğini, diğer bir grup ise, özenle ve dikkatle yapılan restorasyonların olması gerekliliğini savunmaktadır [3].

1845'ten sonra, Atina'da Güzel Sanatlar Topluluğunun kurulması ile, Roma'daki Fransız Akademisinin öğrencilerini Akropolis ve diğer alanlarda, ayrıntılı rölöveleri, restitüsyonları, heykeller ve üzerlerindeki süslemelerin incelenmesini de kapsayan uygulamalarda çalıştırmak üzere Yunanistan'a gönderdiği de bilinmektedir [3].

19.yy.da koruma ve restorasyon konusunda en çok adı duyulan kuramcı Viollet-le-Duc'tür. (1814–1879) 1842'de, Paris Notre-Dame Katedralinin restorasyonu için açılan yarışmaya, Jean-Baptiste Lassus (1807-1857), öğrencisi Eugene Viollet-le-Duc (1814-1879) ile birlikte katılarak jüri tarafından seçilmişlerdir. Çalışmalarını sistematik bir şekilde kayıt eden Viollet-le-Duc, hasarlı noktaların ölçülerini alarak hasarları ölçekli çizimlere işlemekte, rölövelerde özel noktaları 1/1 ölçekte çizerek detaylandırmaktadır. Ona göre modern restorasyon 19. yy.ın ilk çeyreğinden beri denenmektedir. Viollet-le-Duc ve Lassus, Helen Sanatı ve Fransız Gotiğinin, birbirinden farklı kendine özgü kuralları ve başyapıtlarının olduğunu düşünmeleri nedeni ile, ortaçağ binalarına klasik stildeki eklerin yapılmasına karşı çıkmaktadırlar [3].

Viollet-le-Duc, kişisel görüşlere bağlı olarak yapılmış olan restorasyonları bir sisteme yerleştirmeye çalıştığı için, restorasyonun bilimsel temelini kurduğu söylenmektedir. Korumanın onarmak değil, o binanın ait olduğu dönemi yansıtacak şekilde, hiçbir zaman var olmadığı haliyle görünüş ve strüktür olarak yeniden ayağa kaldırılması olduğunu savunmaktadır. Bu düşünceyi temel alan akım ise "stilistik rekompozisyon" olarak adlandırılmaktadır. Stilistik restorasyonun köklerini Merime ve Didron atmış, ilk uygulamalarını ise Fransa'da Viollet-le-Duc ve İngiltere'de Sir George Gilbert Scott yapmıştır. Bu akımı takip eden restorasyonlar, pek çok binanın tarihsel süreçte geçirdiği değişimleri, binanın ilk tasarımını koruması adına yok saymaktadır. Bu yaklaşımın sonucunda, binaların tarihsel kimlikleri değişime uğramaktadır. Viollet-le-Duc, edindiği deneyimlerin sonucunda, stilistik rekompozisyonun binaya zarar verdiğini görmekte ve restorasyon öncesinde, binaların mevcut durumlarının çizimler ve fotoğraflarla tespit edilmesi, bina ve çevresel verileri hakkında bilgi sahibi olunmasının gerekliliğini kitaplarında yazmaktadır [1,3,8].

19. yy.ın ikinci yarısında, Ampir üslubunun da etkisi ile, Antik Çağ binaları ile onlara ait detay ve süslemelerin ön plana çıktığı endüstri öncesi dönemde, İngiliz üçlüsü olarak tanınan A.W.N. Pugin, John Ruskin ve William Morris'in düşünceleri ön plana çıkmaktadır [2]. John Ruskin, 1819-1900 yılları arasında, Romantik Görüş olarak adlandırılan ve tarihi binaya hiçbir müdahalede bulunulmadan, tarihi belge niteliği ile saklanmasını öngören kuramsal düşüncenin en önemli temsilcisi olarak görülmektedir. Anti-Restorasyon akımı olarak da tanımlanan bu görüş restorasyonu, "bir binanın başına gelebilecek en büyük felaket" olarak tanımlamaktadır [1,4]. John Ruskin, binaların tarihi gerçekliklerinin yok edilmesini eleştirmekte, binaların oldukları gibi korunmaları gerekliliğini savunmaktadır [3,8,13].

1864'te, Monsieur Castagnary'nin, bina üzerindeki yıpranmaların binanın yaşını gösterdiğini ve bu nedenle korunması gerektiğini söylemesi, bunun da geniş yankılar bulması ile, John Ruskin ve William Morris'in aksine, Viollet-le-Duc ve George Gilbert Scott, yıkıcı restorasyonun simgeleri olarak gösterilmişlerdir [3].

Tarihsel süreçte ön plana çıkan bu iki görüşün ardından, 1836-1914 yılları arasında, İtalyan Camillo Boito(1836-1914) tarihi binayı, ne stilistik rekompozisyon, ne de romantik görüş kapsamında ele almakta ve restorasyonu da, tarihi belge niteliği taşıyan binayı tüm içeriği ile koruyabilmek için yapılan teknik müdahaleler olarak tanımlamaktadır. Günümüze oldukça yakın olduğu görülen bu yaklaşımda, bir bölümü yıkılmış dahi olsa, tarihi binaların rölövelerinin çıkarılarak arşivlenmesi ve binaya ait seri halde çekilmiş fotoğrafların resmi kurumlara iletilmesi gibi temel ilkeler ön plana çıkmaktadır. Binanın üzerine bir yazıt yerleştirilerek, tarihleri ile birlikte bulunulan müdahalelerin bu yazıtta işlenmesi, belgeleme adına önemli adımlardan biri olarak yorumlanmaktadır [3,4].

1877 yılında kurulan SPAB (The Society for the Protection of Ancient Buildings – Antik Binaları Koruma Topluluğu), tarihi binaların belgelenerek korunması gerekliliğini savunan ilk topluluktur. SPAB'ın ardından, 18.yy mimarisi 1937'de kurulan Georgian Grup (Georgian Group), 19.yy mimarisi 1958'de kurulan Victorian Topluluğu (Victorian Society), içinde bulunduğumuz yüzyıla ait mimari 1979'da kurulan Yirminci Yüzyıl Topluluğu (Twentieth Century Society) ve modern döneme ait mimari ise 1990'da kurulan DOCOMOMO-UK (Documentation and Conservation of the Modern Movement – Modern Hareketin Korunması ve Belgelenmesi) tarafından belgelenerek koruma altına alınmaya çalışılmıştır [8,10].

1900 yılında Dresten’de yapılan bir toplantıda, Baurath Paul Tornow-Metz, açıkladığı prensiplerde, binalarda zamanla oluşan strüktürel hataların düzeltilmesi gerekliliğine ve binanın dayanımının artırılabilmesi için teknik özelliklerinin yükseltilmesi gerekliliğine dikkat çekmiş, bu işlemler yapılırken orijinal parçaların kullanılmasına özen gösterilmesi, eski formların değiştirilmemesi gerekliliği, restorasyondan önce rölöveler, fotoğraflar ve maketlerden oluşan iyi bir belgelemenin yapılması gerekliliğini fakat en önemlisi, tüm bu detaylı incelemelerin belirli periyodik aralıklarla yapılması gerekliliğini vurgulamıştır [3].

20.yy. başlarında bilimsel restorasyon kuramı ön plana çıkmaktadır. Belgesel araştırma, konstrüksiyon analizi, üslupsal analiz (mimarlık ve sanat tarihi karşılaştırmaları), rölöve ve restitüsyon çalışmalarının sistematik olarak yapılması gerekliliği bu kuramın en önemli özelliklerindedir. Bu kuramın, Viollet-le-Duc’ten beri süre gelen diğer kuramlardan farkı, restoratörün isteğine bağlı olmayan bir restorasyon hazırlığı sisteminin oluşturulmaya başlanmış olmasıdır. Nitekim I. Dünya Savaşının (1914-1918) ardından, bugünkü restorasyon ölçütlerinin ana çizgileri ile ortaya konduğu görülmektedir. 1883 yılında Camillo Boito’nun açıkladığı kuramı benimseyen ve geliştiren Gustavo Giovannoni ile Ambrogio Annoni’yi, çağdaş restorasyon kuramının öncüleri olarak göstermek mümkündür [1,3,4].

1931 yılında Atina’da düzenlenen Uluslararası Modern Mimarlar Konferansı’nda, katılımcı mimarlar ve teknisyenler Giovannoni’nin geliştirdiği kuramı benimsemekte ve bu doğrultuda Atina Kartası (Charte d’Athenes) adı altında bir belge yayımlamaktadır. Söz konusu belgede, her ülkenin belgelemeye önem vermesi gerekliliğine ve koruma konusunda uluslararası bilgi ve deneyim alışverişinin sağlanması gerekliliğine değinilmektedir. Ayrıca, arkeolojik kazılarda sıkça rastlanıldığı gibi korunması olanaksız görülen verilerin, rölöveleri çıkarıldıktan sonra tekrar kapatılarak tahribatın önüne geçilmesi ve rölöve alımından sonra restorasyonu yapılacak olan binalardaki hasarların özenle saptanıp kaydedilerek, özel arşivlerde saklanması gibi ilke kararları alınmaktadır. Atina’da düzenlenen konferans sonuçları, yayımlanan belgeyi imzalayan ülkeler tarafından yürürlüğe konulmuştur. İtalya’da ise, Giovannoni’nin görüşlerinin ayrıntılı olarak yer aldığı Restorasyon Tüzüğü (Carta del Restauro) 1832 yılında yayımlanarak, İtalya için restorasyon ilkelerinin yasal hale gelmesini sağlamıştır [1].

20.yy.da, özellikle 2. Dünya Savaşının (1939-1945) ardından, tarihi binaların korunmasının, sadece teknolojik gelişmeye paralel olarak ortaya konulmadığı, aynı

zamanda felsefi ve etik anlamda da ön plana çıktığı görülmektedir. Bu gelişmelerle birlikte, tarihi ve kültürel varlıkların korunması, UNESCO, ICCROM, ICOM ve ICOMOS gibi organizasyonların kurulması, uluslararası sözleşmelerin yapılması, yönetmeliklerin hazırlanması, kongre ve kampanyaların düzenlenmesi ile, uluslararası bir boyuta ulaşmıştır [3,8,13]. UNESCO Paris'te, korumanın günümüzdeki durumuna ait doğru ve olması gerekene en yakın bilgileri uluslararası anlamda elde etmekte ve saklamaktadır. ICOMOS ise Paris'te bir dökümantasyon merkezi kurmuştur. Verilerin hızlı bir şekilde yeniden düzenlenerek güncel kalmalarını sağlayabilmek için, tüm kayıtlarını bilgisayar ortamına taşımaktadır [2].

1964 yılında yayınlanmış olan Venedik Tüzüğü ise, korumanın sürekliliğinin sağlanması, anıtların toplumsal amaçlar için aktif olarak kullanılması, onarımlarda çağdaş teknolojiye yararlanılması, her türlü kazı, onarım, düzenleme gibi çalışmaların fotoğraf ve çizimlerle düzenli bir şekilde arşivlenmesi vs.. gibi kararları netleştirerek ortaya koymaktadır. Çağdaş koruma düşüncesi kapsamında, tarihi eserlerin belgelenecek korunması gerekliliği, 1982 yılında İslam Kartası tarafından da kabul görmüştür [4].

Koruma kavramı bağlamında rölövenin gelişim süreci ulusal tarihimiz içerisinde incelendiğinde ilk sistematik rölövelerin, Osmanlı'da 1873 yılında, Uluslararası Viyana sergisi için hazırlandığı bilinmektedir. Montani Efendi ve arkadaşlarının hazırladığı 189 levhadan oluşan bu sergi, Osmanlı Mimarisi Usulleri (Usul-ü Mimari-i Osmani – L'Architecture Ottomane) adlı eserde toplanmıştır [5]. Viyana sergisinin ardından, 1905 yılında özel izinle İstanbul'a gelen Dresden Üniversitesi mimarlık-şehircilik profesörü Cornelius'un, İstanbul'da kaldığı süreç içerisinde öğrencilerine aldıracağı rölöveleri ve fotoğraf çekimlerini kapsayan arşivin, 1907-1912 yılları arasında Berlin'de Gurlitt tarafından "Die Baukunst Konstantinopels" adı ile yayınlandığı bilinmektedir [5].

1912-1918 yılları arasında, Birinci Dünya Savaşı ve sonuçlarından büyük ölçüde etkilenen Osmanlı'da, pek çok binanın tahrip olduğu görülmektedir. Bu savaşların ardından Kurtuluş Savaşı'nın başlaması ile, tarihi binaların uzunca bir süre ihmal edildiğini söylemek mümkündür. Yeni Türkiye Cumhuriyeti'nin kurulduğu bu dönemde, 1931 yılında, Cumhurbaşkanı Atatürk'ün, Başvekil İsmet İnönü'ye gönderdiği bir telgraf, Yeni Cumhuriyet'te koruma etkinliklerinin başlangıcı olarak tanımlanmaktadır. Bu telgrafın sonucunda, "Anıtlar Koruma Komisyonu" kurulmakta ve bu komisyon hazırladığı raporla, tarihi binaların saptanarak, rölövelerinin, stampaj ve mulajlarının çıkarılması ile fotoğraflarının çekilmesi gerekliliğini vurgulamaktadır. Bu komisyon, saptanan binalara ait

fiş ve listelerin hazırlanması, bu fiş ve listelere ek olarak rölövelerin de arşivlendiği bir rölöve müzesi kurulmasını ilke kararı olarak kabul etmektedir. 1932 yılında Sedat Hakkı Eldem'in girişimleri sonucunda, yüksek öğretimde rölöve çalışmalarına yer verilmeye başlandığı, 1936 yılında ise rölöve çalışmalarının kurumsallaştığı görülmektedir [1,5].

1.4.1. Rölöve

Rölöve, tekrar anlamına gelen “re-” ön eki ile, kaldırmak anlamına gelen “lever” in birleşiminden dilimize geçmiştir. Fransızca kökenli bir kelime olan “relever” yeniden ayağa kaldırmak anlamına geliyorsa da, mimarlıkta, mevcut bir binanın yeniden ölçülerek çizimlerinin, plan, kesit, görünüş ve detay olarak elde edilmesi, eski bir sanat eserinin, bir tablo veya bir freskin ise, çoğu zaman sulu boya ile yapılmış kopyası olarak tanımlanmaktadır. Rölöve çıkarmak ise, bir mekanın, bir binanın ölçülerini alarak rölövesini yapmak şeklinde ifade edilmektedir [5,12,14].

Rölöve alımları, yatay uzaklık, yükseklik ve açı ölçümüne dayanmaktadır. Mimari tasarımda izlenen yolun tersine, rölövelerde gelecekteki duruma ilişkin bilgilere yer verilmediği gibi, üç boyutlu mevcut binadan, iki boyutlu çizimlere dönüş yapılmaktadır. Binadaki bozulmalar, yıkılmış kısımlar, ilaveler gibi değişiklikler, binanın ölçüldüğü zaman ki mevcut hali ile yansıtılmaktadır. Rölöveler, 1/50 ve 1/100 ölçekli çizimler kullanılarak anlatılmaktadır [5,12,14].

Rölöveler, arşivleme, restitüsyon – restorasyon projesi hazırlamak, arkeolojik kalıntı ve kent dokusu incelemesi gibi farklı amaçlar için hazırlanmakta, hazırlandığı amaca yönelik değişiklikler göstermektedir. Örneğin, restorasyon amacıyla yapılan bir rölövede, binalardaki çatlak, oyuk, sıva dökülmeleri, çökmeler, yüzey kayıpları.. gibi bozulmalar, konum ve boyutları ölçülerek krokilere işlenmekte, mevcut durumun ayrıntılı olarak gösterilmesi gerekmektedir. Bu nedenledir ki, bazı rölövelerde sadece kaba ölçü alımı yapılırken, bazıları plan, kesit, görünüş ve detay çizimlerinin hassas olarak çıkarılmasını, elde edilen çizimlerin üzerlerine açıklayıcı notlar eklenmesini gerektirmektedir (Tablo 1) [1,5,12].

Tablo 1. Kullanım amacına göre rölöveler [1,5].

Amaç	Gerekli Teknik Çizimler	Ölçü Alımı	Kurula Takdim
Tarihsel Araştırmalar	Yalnız plan şeması	Kaba	Edilemez
Bakım, onarım, belgeleme ve arşivleme çalışmaları	Plan, kesit, görünüş	Hassas	Tescil için sunulabilir.
Eski eserin yıkılıp yeniden yapılması Restitüsyon Restorasyon Projelerinde	Plan, kesit, görünüş ve detayları kapsar, bozulmalar çizimlere işlenir.	Hassas	Edilmelidir.

Koruma altına alınması planlanan binaların rölöveleri çıkarılırken, araştırmacının mevcut durumdaki verileri oldukları gibi kaydetmesi, ne oldukları ya da ne olabilecekleri hakkında fikir yürütmemesi gerekmektedir. Bu da kesin ve net olan elemanların kaydedilmesi anlamını taşımaktadır. Bu tip soru ve yorumlar, elde edilen veriler bütün halinde analiz edildikten sonra, restitüsyon aşamasında sorgulanmalıdır [2].

1.4.2. Rölöve Ön Araştırması

Rölöve çalışmalarının sağlıklı yapılabilmesi ve bir rapora dönüştürülebilmesi için, bina ve yakın çevresi hakkında bir ön araştırma yapılması gerekmektedir. Yazılı ve sözlü kaynaklarla görsel malzemeler üzerinden yapılan bu araştırmalar mevcut durumun doğru ve sağlıklı olarak saptanmasına olanak vermektedir. Bu anlamda gerekli verilerin sağlanabilmesi için tarihi kaynaklardan ve mevcut durum incelemelerinden faydalanılmaktadır [1,4,12].

Tarihi kaynaklar yazılı ve görsel olmak üzere iki temelde toplanmaktadır. Yazılı olanlar; kitaplar, dergiler, gazeteler, karar metinleri, alım satım belgeleri ve bina üzerindeki yazıtlar; görsel olanlar ise; filmler, eski fotoğraflar, minyatürler, gravürler, resimler, haritalar ve mimari çizimlerdir [1,4,12].

Tarihsel veriler ise, mimarlık tarihi ve sanat tarihi araştırmaları olmak üzere iki temelde toplanabilmektedir. Mimarlık tarihi araştırmaları, binanın ilk hali, sonraki değişimleri, geçirdiği onarımlar, biçimsel özellikleri, mekansal ve strüktürel özellikler gibi mimarlık dilinin tüm kullanım alanlarını incelemektedirken; sanat tarihi araştırmaları, binanın tasarımında etkili olan estetik anlayış, yapıldığı dönemin sanat akımı, binanın

tipolojik değeri gibi konuları araştırmakta, mimarlıkta olağan yapı dilinin dışındaki çalışmaları incelemektedir. Elde edilen veriler kronolojik sıra ile arşivlenerek, binanın morfolojik gelişimi hakkında fikir sahibi olunabilmektedir [2,3,15].

Mevcut durum incelemelerinde ise; film, fotoğraf, mimari çizim ve kroki gibi grafik ve görsel tekniklerin yanında, fiziksel ve kimyasal verilerin sağlanabilmesi için yapılan radyografi, termografi, kızılötesi fotoğraf, ultrasonik-test, mikrodalga analizler, manyetometre, fiberoptik ölçümler, jeolojik ölçümler, jeofizik ölçümler, uzaktan algılama, yükleme testi, kapalı devre televizyon sistemi vs.. gibi deneysel çalışmalardan ve karar metinleri ile analiz raporları gibi yazılı verilerden faydalanılmaktadır [5,10,12].

Rölöve ön araştırmalarında, çalışmanın yapılacağı binanın oransal ilişkileri, orijinal malzemeleri, strüktürü, yapım tekniği, temelinde ve üzerindeki fiziksel bozulmaları, örülmüş kapı / pencere açıklıkları gibi sonradan yapılan değişiklikler ve zemin yapısı gibi konularda bilgilerin elde edilmesi amaçlanmaktadır. Binanın restitüsyonu, bu aşamalardaki bilgilenmeye bağlı olarak gelişmektedir [1,5,12].

1.4.3. Rölöve Alımlarında Kullanılan Ölçme Teknikleri

Koruma altına alınması planlanan binaların, zaman içerisinde başlarına gelebilecek olan hasarlara doğru müdahalelerin yapılabilmesi ve söz konusu binalar hakkında gelecek nesillere bırakılacak belgelerin elde edilebilmesi amacıyla kayıtları yapılmaktadır. Bu anlamda, binaların mimari formlarının yanında, yapı strüktürünün zaman içerisinde geçirebileceği, çatlak, sehim vs.. gibi bir takım bozulmalar ve değişimlerin gözlemlenerek, bu gözlemlerin kayıt altına alınması gerekmektedir. Son derece hassas ve yüksek yoğunluklu detaylar isteyen bu kayıtlar bizlere, gelecek kuşaklara aktarılacak bilgilerde, onarımlarımızda ve yenilemelerimizde gerekli olan temel verileri sağlamaktadır.

Koruma altına alınması planlanan binalara ait çizim ve verilerin elde edilebilmesi için, öncelikle bina ve detaylarına ait ölçülerin tam ve doğru bir biçimde alınması gerekmektedir. Bu ölçü alımlarının doğru ve hassas bir şekilde yapılabilmesi için farklı teknikler kullanılmakta ve bu teknikler geleneksel ölçme teknikleri ve çağdaş ölçme teknikleri olmak üzere kabaca iki grupta toplanmaktadır [13,16,17].

Ölçümlerin alan çalışması sırasında basit ölçüm gereçleri kullanılarak yapıldığı geleneksel ölçme teknikleri plan bazında üçgenleme tekniğini, dik koordinat tekniğini ve

kutupsal koordinat tekniğini; görünüş bazında ise, su seviyesinden faydalanılarak kotlandırma ve trigonometrik kotlandırma tekniklerini kapsamaktadır. Bu tekniklerden üçgenleme tekniği ve su seviyesinden faydalanılarak kotlandırma teknikleri mimarlıkta rölöve alımlarında en fazla kullanılan tekniklerdir.

Çağdaş ölçme teknikleri ise bilgisayar desteğinin ön planda olduğu teknikleri kapsamaktadır. Bu anlamda mimarlık alanında, perspektifleri giderilmiş fotoğraflar, fotogrametri, lazer sistemleri, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri gibi tekniklerden faydalanılmaktadır. Büyük anıtlar ve bu anıtların referans kabul edilmesi ile elde edilen diğer varlıkların mutlak yerleri ise, jeodezik teknikler kullanılarak tespit edilmektedir.

Çağdaş ölçme teknikleri kullanılarak plan bazında yapılan ölçümlerde havadan ve yer düzleminden fakat çoğunlukla havadan uygulanan ölçüm teknikleri kullanılmaktadır. Bu nedenle plan bazındaki ölçümlerde hava fotogrametrisi ve uzaktan algılamadan faydalanılmakta; X, Y koordinatları ile tanımlanan yatay düzlemlerdeki yüzeylere atanan noktaların koordinatları belirlenerek, bu noktaların bilgisayar ortamında kayıtları yapılmaktadır. Görünüş bazındaki ölçümlerde ise, modern fotogrametrik teknikler, lazer sistemleri ve düzenlenmiş fotoğraflar kullanılarak elde edilen dijital görünüş modellerinden (Digital Elevation Models - DEM) faydalanılmaktadır. Görünüş bazındaki çalışmalarda, Y, Z koordinatları ile tanımlanan düşey düzlemlerdeki yüzeylere atanan noktaların koordinatları belirlenerek, bu noktaların bilgisayar ortamında kayıtları yapılmaktadır [6,7].

Çağdaş ölçme teknikleri kullanılarak elde edilen veriler standart grafik formlara yerleştirilerek coğrafi bilgi sistemleri altında birbirleri ile ilişkilendirilebilmekte ve oluşturulan dijital veri tabanına eklenebilmektedirler [2,6,7].

1.4.3.1. Ölçme

Ölçme; bir büyüklüğü, aynı cinsten bir başka birimle kıyaslama, başka bir büyüklüğe oranlama eylemi olarak tanımlanmaktadır [17,18,19]. Bir arazi üzerindeki konuların ölçülmesinde, esas olarak geometrik şekillerden faydalanılmaktadır. Bir geometrik şeklin tayin edilebilmesi ise, doğrusal uzunluklar ve iki doğru arasındaki yön farkını ifade eden açıların elde edilmesi ile mümkündür [6,7].

Ölçme; büyüklük, biçim, yerçekimi ve manyetik alan tanımlamak, harita üretmek, topoğrafik belgelemeler yapmak, arazi kullanımı ve doğal çevre yönetimi hakkında veri bankası oluşturmak, ağaç, bina, yol, kanalizasyon hattı, kıyı şeridi, binalar, mühendislik yapıları vs.. gibi varlıkların boyutlarını ve konumlarını tanımlayarak belgelenmelerini sağlamak, özel ve kamusal alan sınırlarını belirlemek gibi farklı amaçlar için kullanılmaktadır [6,7,17].

Ölçme tarihi, matematik ve astronomi tarihi kadar eskiye dayanmaktadır. Ölçmeye dair tarihi kayıtlar, yaklaşık beş bin yıl önce Çin, Hindistan, Babil ve Mısır'da görülmektedir. Mısır'da araştırmacılar, Nil'in taşma sınırını belirlemek için ipler germe sureti ile gerekli mesafeyi ölçmüştür. Bu mesafeler ölçülürken, gerekli dik açığı bulabilmek için, kullandıkları ipler ile 3-4-5 oranını oluşturacak üçgenler hazırlamışlar, böylelikle 90 derecelik açığı bulmuşlardır. Bu nedenle Mısır'lı araştırmacılara "harpedonapata (rope-stretcher, ip gerici)" denilmektedir [7].

Büyük piramitlerin ölçümlerinde, belirli aralıklarla düğümlenmiş ipleri kullanan Mısırlıların kullandığı bir diğer ölçüm aleti de, eşit kenarları aynı doğrultuya gelecek şekilde bir ikizkenar üçgen oluşturan üç tahta parçasıdır. Elde edilen ikizkenar üçgenin tepe açısından, hipotenüsün ortasına indirilen dikmeden faydalanılmıştır. Bu teknik ise, günümüzde geleneksel teknikler arasında yer alan dik koordinat tekniğine karşılık gelmektedir [7].

Mısırlıların bu çalışmaları sonucunda, Yunan düşünürleri, alanda uygulanan bu tekniklerin doğru şekilde çalışmasını, matematiksel olarak açıklamaya çalışmışlardır. Yunanların ardından Roma'lular, yol, su kemeri ve askeri yapıların yapımında ölçme tekniklerini kullanmışlardır [7].

Devam eden dönemlerde, gelişen teknolojiye paralel olarak, ölçü alımında kullanılan aletlerde değişim göstererek, 16.yy.ın ortalarında teodolit, 17.yy.ın başlarında ise Galileo tarafından teleskop geliştirilmiştir. Teleskopun gelişmesi, teodolitlerin yenilenerek daha teknolojik bir hal almalarını sağlamıştır [6,7].

19.yy.da fotogrametrinin geliştirilmesi ile, anıtların ölçülmesinde fotoğraflardan faydalanılmıştır. Çalışmalar kamera ve teodolit birlikte kullanılarak yersel fotogrametri kapsamında gerçekleştirilmiştir. Yapılan uygulamalar sonucunda elde edilen deneyimler ve ölçümler, fotoğraf ve çizimlerin birlikte bir bütün olarak, tekrar tekrar oluşturulabilen ve yenilenebilen fotoğrafik çizimlerin oluşturulmasında kullanılması gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu anlamda ilk uygulamalarında mimarinin belgelenmesi amacı ile kullanılan

fotogrametri, ilerleyen dönemlerde topoğrafik haritalar üretmek amacıyla da kullanılmaya başlanılmıştır [13,20].

20.yy.da optik olanakların artması ile teodolitlerin kullanımında oldukça büyük gelişmeler gözlemlenmiştir. Bu dönemde optiğin yanı sıra mikrometrelerinde kullanılmaya başlanması ile, analog teodolitlerden elektronik teodolitlere geçilmiş, ardından iş istasyonları (total station) ve elektronik mesafe ölçerler (EDM – Electromagnetic Distance Measurement) geliştirilmiştir [7].

Teknik anlamda yaşanan bu gelişmeler, uzunluk ve açı ölçümlerinde doğruluk ve hassaslık kavramlarının ön plana çıkmasına neden olmuştur. Kesinlik olarak da ifade edilen doğruluk; bir grup incelemenin, saflık ya da tutarlılığının derecelendirilmesine referans etmekte, aykırılık derecesini belirlemektedir. Hassaslık ise; incelenen değerlerin, gerçek / doğru değerlerine olan mutlak maksimum yakınlığını ifade etmektedir [6,7].

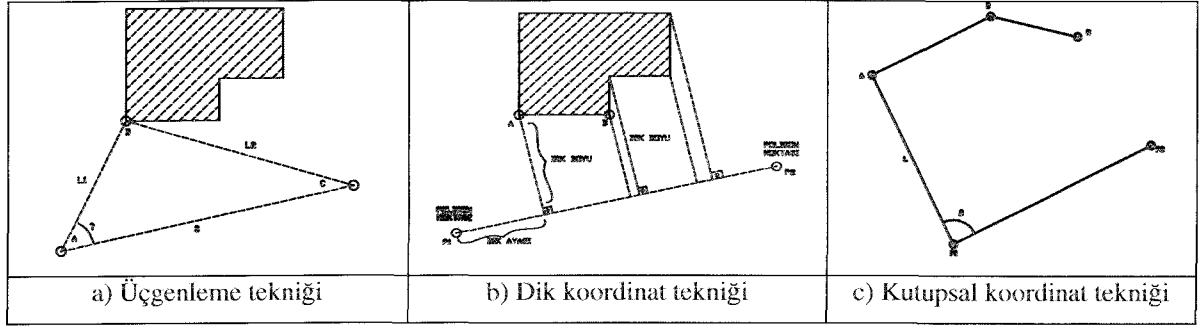
1.4.3.2. Geleneksel Ölçme Teknikleri

Geleneksel ölçme teknikleri, binaya ait tüm ayrıntıların, alan çalışması sırasında birebir ölçüldüğü teknikler olarak tanımlanmaktadır. Geleneksel ölçme teknikleri, iki ya da üç kişilik ekiplerin, boyutları küçük olan binalarda, klasik ölçüm gereçleri olan ölçü şeritleri, jalon, hortum terazi, çekül, uzunluk lataları, mimari gönye (diyoptri aleti), aynalı gönye, prizmalar, cetvel, nivo ya da klasik teodolit gibi aletler kullanarak yaptıkları çalışmaları kapsamaktadır [1,5,17]. Ölçü alımlarının basit ölçü aletleri ile yapılması nedeni ile, ısıdan kaynaklı genleşme, yataylama ve doğrultu sapması, sarkma hatası, alet hataları, kaba hatalar (kontrol ölçüleri ile ortaya çıkarılmaktadır), vs.. gibi hataların göz önünde tutulması gerekmektedir. Özellikle ölçü birimi metre olarak tanımlanan ölçü şeritlerinin ayar sonucu verilen boyu, belirli bir t_0 ısı ve belirli bir P_0 germe kuvveti için geçerlidir [6,7,18].

Geleneksel ölçme tekniklerinde, özellikle plan rölövelerinin çıkarılmasında en çok kullanılan teknik üçgenlemedir. Bağlama yöntemi ya da çift kutup yöntemi olarak da bilinmektedir [1,5]. Geometrideki üç kenarı bilinen bir üçgenin çizimi mantığına dayanmaktadır. Kenar ölçüleri ya da açıları belirlenen bir üçgenin, form olarak sadece bir alternatifinin olduğu bilinmektedir. Ayrıntı noktalarının konumları, bu noktaların belirli iki

noktaya olan uzaklıkları ölçülerek saptanmaktadır. Çelik şerit metre dışında hiçbir araç gerektirmeyen bu sistemde, plan üçgenlere bölünerek ölçülmektedir (Şekil 2) [17,18,21].

Plan ölçümlerinde kullanılan geleneksel ölçme tekniklerinden bir diğeri dik koordinat tekniğidir. Ortogonal ya da prizmatik yöntem olarak da bilinmektedir. Poligon kenarları üzerindeki ölçü doğrularına, ölçümü yapılacak olan ayrıntı noktalarından inilen diklerin, dik ayaklarının ve dik boylarının ölçülmesi esasına dayanmaktadır [17].



Şekil 2. Geleneksel ölçme teknikleri a) Üçgenleme tekniği, b) Dik koordinat tekniği c) Kutupsal koordinat tekniği [17].

Kutupsal koordinat tekniği ile ayrıntı noktalarının konumlarının saptanması işlemi ise, P1 ve P2 noktalarının konumlarının belirli olması ön koşulu ile, β kutup açısı ile L kolunun ölçülmesi esasına dayanmaktadır. Kullanılması gereken ölçüm tekniğinin hangisi olduğuna arazi / bina verilerine bakılarak karar verilmektedir [17].

Görünüş bazında ölçümlerin yapılabilmesi için, bina üzerinde gerekli kotlandırmaların yapılması gerekmektedir. Belirlenen sabit bir kotun, bina geneline taşınmasında su seviyesinin eşitlenmesinden faydalanılmaktadır. Söz konusu teknik şeffaf hortum terazisi kullanılarak uygulanmaktadır. Belirlenen sabit kotun üzerinde kalan bina parçası ile altında kalan bina parçasının ayrı ayrı ölçülmesini gerektirmektedir [5,21].

Görünüş bazında ölçümlerin yapılmasında kullanılan bir diğeri teknik de trigonometrik kotlandırma tekniğidir. Söz konusu teknik, belirlenen yatay düzleme bağlı olarak, düşey açıların ölçülmesini gerektirmektedir. Eğimin yada binaya ait herhangi bir detaya olan yatay uzaklığın bilinmesi ile görünüşe ait yükseklik, trigonometri kullanılarak hesaplanabilmektedir [5,21].

Geleneksel tekniklerde alınan ölçüler, birbirine eklenerek devamlı bir şekilde yazılmaktadır. Sürekli okuma tekniği olarak adlandırılan bu tekniğin olumlu yanı, ölçülerin ayrı ayrı alınarak toplanması ile ortaya çıkabilecek aritmetik hataları azaltmasıdır [1].

1.4.3.3. Çağdaş Ölçme Teknikleri

Çağdaş ölçme teknikleri, teknolojik olanaklar kullanılarak doğru ve hassas ölçümlerin elde edildiği teknikleri kapsamaktadır. Bu anlamda mimarlık alanında, üç boyutlu (3D) modeller, perspektifleri giderilmiş fotoğraflar, fotogrametri, lazer sistemleri, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri gibi tekniklerden faydalanılmaktadır [6,7].

Plan bazında yapılan ölçümler ile yerleşim dokusuna ait veriler çoğunlukla yersel fotogrametri, hava fotogrametrisi fakat çoğunlukla hava fotogrametrisi ve uzaktan algılama teknikleri kullanılarak elde edilmektedir. Bina cephelerinin ölçümlerinde ise perspektifleri giderilmiş fotoğraflar, fotogrametri ve lazer tarama sistemlerinden faydalanılmaktadır. Söz konusu cephelerin genişliklerinin ve yüksekliklerinin fazla olması, bu ölçümlerde geleneksel tekniklerin yetersiz kalmasına, buna karşılık çağdaş tekniklerin kullanımının zorunlu hale gelmesine neden olmaktadır. Bu nedenle teknolojinin gelişmesine paralel olarak artan teknik olanaklar gündeme gelmekte, zamana karşı girilen yarışta bilgisayarlar ile onunla birlikte kullanılan yazılım ve donanımlar ön plana çıkmaktadır [7,10].

Koruma altına alınması planlanan binaların ölçülmesinin yanında, süslemeler, freskler, duvar resimleri ve kabartmalar gibi karmaşık dekorlar ve sınırlarının ölçülmesinde de çağdaş ölçme teknikleri ön plana çıkmaktadır. Bu teknikler kullanılarak doğruluk ve hassaslık kavramları doğrultusunda elde edilen başarı ve karmaşık dokuların daha kolay çözümlenebilir olmasının yanında, uygulamalarda bu tekniklerin kullanımının tercih edilmesine neden olan pek çok olumlu özellik bulunmaktadır [2,7,22].

Çağdaş Ölçme Tekniklerinin Olumlu Özellikleri:

- Arazide ölçü alımı ve ölçü kaydı sırasında, oluşabilecek olan hataların önüne geçilebilmektedir.
- Arazide harcanan zamanı kısaltarak, ofis çalışması için gerekli olan zamanın artırılmasına imkan vermektedir.
- Geleneksel ölçme teknikleri kullanıldığında, ofiste notlar ve krokilerden okunan değerlerin temiz çizimleri yapılmadan anlaşılacağı için sistematik olarak devam eden hatalar, çağdaş teknikler kullanıldığında, henüz arazide iken fark edilip müdahale edilebilmektedir.

- Fazla miktarda veri kaydı gerektiği durumlarda oldukça avantajlı konuma gelmektedir.
- Problemler ve tehlikeli durumların önüne geçmektedir.
- Eğitimli elemanların kullanılması gerektiğinden, nitelikli işler ortaya konulabilmektedir.
- Geleneksel ölçme teknikleri ile yapılmasına olanak bulunmayan bir çok çalışma, çağdaş teknikler ile son derece kolay ve çabuk gerçekleştirilebilmektedir [6,22].

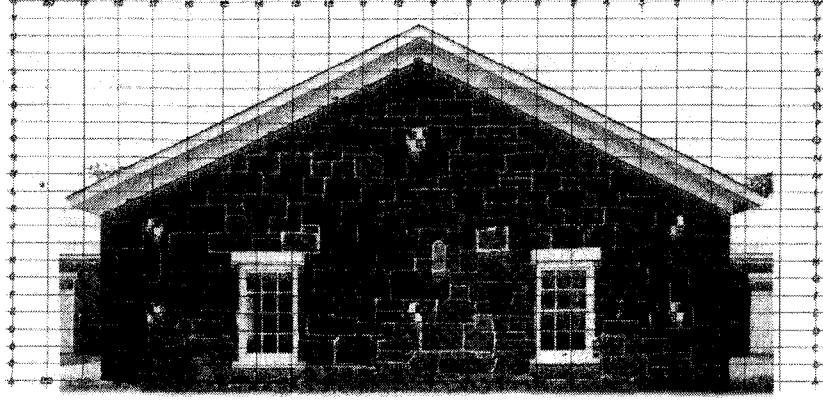
Olumlu özelliklerinin yanı sıra, çağdaş tekniklerin bazı olumsuz özellikleri de bulunmaktadır. Bunlar:

- Aletlerde oluşabilecek bir hasar veri kaybına neden olabilmektedir.
- Yanlışlık ya da dikkatsizlik sonucu veriler silinebilmektedir.
- Eskizler – krokiler, veri olarak alanda girilememektedir.
- Maliyeti oldukça yüksektir.
- Nitelikli işgücü gerektiğinden eğitimli elemanlara gereksinim duyulması şeklinde örneklenebilmektedir [6].

Günümüzde yapılan rölöve, restitüsyon ve restorasyon çalışmalarında, gelişen teknolojinin bu uygulamalarda aktif olarak kullanılması nedeni ile, geçmiş dönemlerde yapılan uygulamalara oranla, daha gerçekçi sonuçlar ortaya konulabilmektedir. Fiziksel anlamda, arkeoloji, mimari, arşivleme ve literatür için kanıt niteliği taşıyan, orijinal strüktürün yerini tutan, üç boyutlu modeller üretilebilmekte ve bu modeller üzerinden analizler yapılabilmektedir. Üç boyutlu modeller üçgen model, katı model ve detaylı model olarak gruplandırılmaktadır. Model anlatımında çizgisel hatların kullanıldığı model üçgen model; yüzeylerin kullanıldığı model katı model; materyaller atanarak malzeme ve detayların ortaya konulduğu model ise detaylı model olarak adlandırılabilir. Üç boyutlu modeller kullanılarak, geçmişin canlandırılmaya çalışılması, kültürel anlamda en riskli ve tehlikeli uygulamalardan birisidir. Bu nedenle, mimari ve tarihsel anlamda, akademik ve bilimsel araştırmalara dayanan, ciddi hipotezleri gerektirmektedir [1,2].

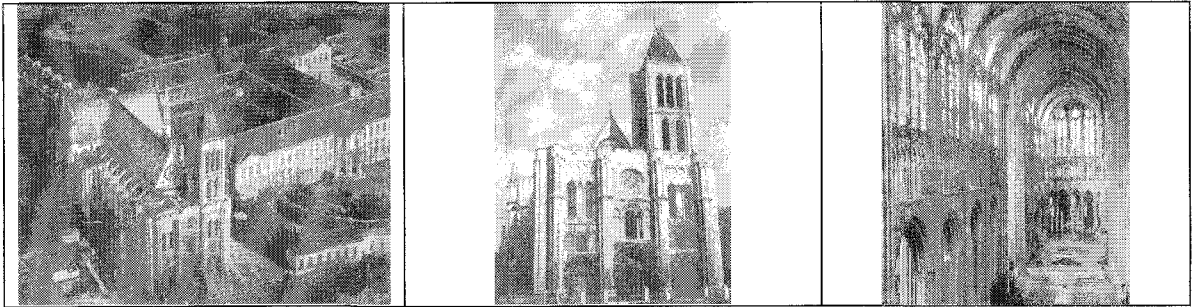
Basit ve ekonomik bir teknik olarak tanımlanan düzenlenmiş (perspektifleri giderilmiş) fotoğrafların kullanımı ise, küçük binaların grafik dokümantasyonunun çıkarılmasında kullanılan kolay ve hızlı bir teknik olarak tanımlanmaktadır. Tek bir fotoğraf kullanılarak, belirli bir ölçekte, iki boyutlu olarak ifade edilmektedir. Bu işlemler, grafik, optik ya da fotoğrafik olarak yürütülebilmekte, fotoğrafik çalışmalarda, amaca yönelik olarak üretilmiş olan özel düzenleyicilerden (rectifier) faydalanılmaktadır [2,23].

Şekil-3’de, başka bir noktaya taşınması planlanan taş binanın, düzenlenmiş fotoğraflardan faydalanılarak, her bir taşın bulunduğu yerin, oluşturulan koordinatlarla belirlenmesi örneklenmektedir [2].



Şekil 3. Cephe rektefiyesi [2].

Çağdaş tekniklerden bir diğeri olan fotogrametri, bir cismin tam olarak ölçülebilmesi için çoğunlukla en doğru ve en pratik yol olarak tanımlanmaktadır. Fotogrametri, binanın boyutuna ve karmaşıklığına bakmaksızın, kayıt işlemini gerçekleştirmektedir. Bunun yanında, yakın zamana kadar fotogrametri, heykellerin modellerinin çıkarılabilmesi için tek yol olarak gösterilirken, günümüzde aynı amaca yönelik olarak lazer tarama sistemleri de kullanılmaktadır. Fotogrametri ve lazer tarama sistemleri, mimari yüzeylerin hiç olmadığı kadar yakından ve titizlikle taranması ve kayıt edilebilmesi olanağını sağlamaktadır. Şekil 3’te, apsis tonozundaki plastik bozulmaları bu şekilde ortaya konulan Paris yakınlarındaki Saint-Denis örneklenmiştir (Şekil 4) [2,10].



Şekil 4. Fotogrametrik teknikler kullanılarak apsis tonozundaki plastik bozulmaları ortaya konulan Saint-Denis, Paris [24].

Strüktürel bozulmaların izlenerek, gelişimlerinin gözlenmesi de yine fotogrametri yardımı ile sağlanmaktadır. Bu gibi önemli bilgilerin elde edilmesi ise, tarihi binaların zamana karşı dayanımında önemli rol oynamaktadır [2,10].

Uydu görüntülerinden elde edilen fotoğraflardaki biçim, doku ve gölge analizinin yapıldığı uzaktan algılama ile konumsal bilgiye dayalı veri tabanının oluşturulduğu coğrafi bilgi sistemleri de, yine koruma uygulamalarında veri elde etme ve depolama amacı ile kullanılan çağdaş teknikler arasında yer almaktadır [7].

1.4.3.3.1. Çağdaş Ölçme Tekniklerinde Kullanılan Yardımcı Araçlar

Günümüzde bilgisayar teknolojisinin de gelişmesi ile, veri elde edilmesinde ve saklanmasında bilgisayarlar, fotoğraf makineleri ve tarayıcılar, elektronik uzaklık ölçerler (EDM), iş istasyonları ve küresel konumlandırma aletleri (GPS) gibi gelişmiş araçların kullanımı yaygınlık kazanmıştır. Bu araçlar, doğruluk derecelerinin ve hassaslıklarının artmış olması, daha küçük, hafif ve kolay taşınabilir olmaları, daha kullanışlı hale gelmeleri ve farklı özellikleri üzerlerinde barındırmaları nedenleri ile özellikle tercih edilmektedirler. En önemli özelliklerinden biri, alınan ölçüleri hafızalarında tutarak, bu ölçüleri uygun format ile bilgisayarlara aktarabilecekleri ara yüzlerinin olmasıdır. İstenildiğinde, bu ara yüzler kullanılarak alınan ölçülere notlar eklenebilmekte ya da müdahaleler yapılabilmektedir. Ölçümler, kısa zamanda, doğru ve hassas bir şekilde alınabilmektedir. Bu araçlardan beklenen en önemli özellik ise, birbirleri ile bütünlük içerisinde bir arada çalışabilir olmalarıdır [6,7,25].

Kayıt altına alınması gerekli tarihi binalar ve alanların sayısının, buna bağlı olarak da elde edilen veri miktarının gün geçtikçe artması, teknolojik gelişim sonucunda kullanılan araçların değişimi ile, elde edilen verilerin bilgisayar analizlerinde ve görselleştirmelerde kullanılabilmesi, bu alandaki belgeleme ve değerlendirme işlemlerinin bilgisayar ortamında yapılmasını zorunlu hale getirmiştir. Bilgisayarlar, hata sorgusunun ve alan çalışmasının hızlı bir şekilde yapılmasını sağlaması nedeni ile, araştırmacının alanda zaman kaybetmesinin önüne geçmekte, alanda harcanan kısa süreye rağmen elde edilen verilerin, bilgisayar ortamında detaylı ölçümlerin yer aldığı çizimlere dönüştürülebilmesine olanak tanımaktadır. Konumsal veri analizi ve yönetiminde ise bilgisayarlar; depolama,

bütünleme, işleme, yeniden düzenleme, birleştirme, analiz etme, görüntüleme, kullanma ve dijital haritalarda olduğu gibi veri yaymak amaçları ile kullanılmaktadır [10,26,27].

Günümüz ortamında, pek çok ülkede elde edilen yeni verilerin çağdaş ölçme teknikleri kullanılarak bilgisayar ortamında değerlendirilmesinin yanında, geçmiş dönemlerde geleneksel ölçme teknikleri kullanılarak sağlanan arşivlerin de bilgisayar ortamına aktarılmasına çalışıldığı görülmektedir. Örnek bir uygulama olarak İngiltere’de mevcut İngiliz koruma programının, listelenmiş tüm binaların bilgisayar ortamına aktarılmasını öngörmesi ile oluşturulan RCHME (İngiliz ulusal mimari ve arkeolojik eserler veritabanı) ve MONARCH (Anıtlar ve Arşivler) veritabanlarıyla kayıtların NMR (Ulusal Tarihi Eser Kayıtları)’e aktarımını amaçlaması verilebilmektedir [10].

Bir diğer yardımcı araç olarak ön plana çıkan fotoğraf makineleri ve tarayıcılar, çoğunlukla fotogrametrik uygulamalarda kullanılmaktadır. Fotoğraf makineleri, film tabanlı ve dijital olmak üzere iki farklı teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. Film tabanlı fotoğraf makineleri kullanıldığında görüntülerin bilgisayarlara aktarılabilmesi için tarayıcılar kullanılmaktadır. Tarayıcılar bu amaçla, belirli büyüklük, biçim, boşluk ve parlaklığa sahip, pixel olarak adlandırılan ve boyutları mikrometre ile ölçülen ışıkları, fotoğraflık görüntünün üzerine yönlendirerek, görüntünün sayısallaştırılmasını sağlamaktadır. Belirli piksel aralıklarına sahip dijital fotoğraf makinelerinde ise, görüntü doğrudan belleğe kayıt edilerek bilgisayarlara veri transferi yolu ile aktarılmaktadır [19,23,27].

Elektronik Uzaklık Ölçer (EDM) olarak adlandırılan araçlar ise, bir doğrusal hattın bir ucundan diğer ucuna gönderilen elektromanyetik enerjinin, parçalı ve bütün dalgalarının sayısını belirlemek sureti ile mesafe ölçümü yapmaktadır. Uygulamasında enerji birinci noktadan ikinciye gitmekte ve sonra tekrar başladığı noktaya dönmektedir. Bu nedenle mesafe iki kat olarak kat edildiği için, gerçek mesafe, dalga boyunun toplam tur sayısı ile çarpımının yarısı ile ifade edilebilmektedir [6,7].

EDM’ler ilk olarak, 1950’lerde geliştirilmiştir. Öncesinde, açı ve mesafe ölçümleri için kullanılan aletlerin çok daha büyük, ağır, karmaşık ve pahalı olmasına karşılık, yeni geliştirilen EDM’ler daha hafif, basit, kullanımı kolay ve ucuzdur. Ölçü değişimlerinin gerçek zamanlı olarak görüntülenebilmesi bu teknolojinin en önemli özellikleri arasında yer almaktadır. Mimarlıkta kullanılan lazer-metreler, EDM’ler için güzel bir örnektir. Teknolojik gelişim süreci içerisinde EDM’lerin, teodolitler ve iş istasyonları (total station)

ile birlikte kullanılması ile, noktaların karşılıklı olarak yatay ve düşey konumlarının tanımlanabilmesi sağlanmıştır [7,10,18].

Günümüzde ön plana çıkan en önemli yardımcı araç ise Küresel Konumlandırma Aleti (GPS)'dir. GPS uydulardan yayılan sinyalleri kullanarak, dünyanın herhangi bir yerindeki konumsal bilginin, yüksek doğruluk ve düşük maliyet ile elde edilmesini sağlamaktadır. Hava koşullarından etkilenmemesi GPS'in en önemli özelliklerinden birisidir. İster bulutlu, ister güneşli, ister yağmurlu, ister gündüz, ister gece.. her koşulda ölçü alınması ve konumsal bilginin tanımlanması mümkündür. GPS'in bir diğer avantajı ise, ölçüm yapılabilmesi için, iki farklı istasyon arasında düz bir çizgi oluşturulmasına gerek olmamasıdır. GPS, hız ya da mobil alıcının hareket yönü gibi hareketli verileri de, en az belirli - durağan konumsal veriler kadar iyi tanımlamaktadır. Diğer aletlerle kıyaslandığında, gerekli konumsal bilgi GPS kullanılarak çok daha hassas, hızlı ve ekonomik bir şekilde elde edilebilmektedir. Günümüzde ise GPS'in, cep telefonlarına yerleştirilerek 911 acil yardım servisi için, arayanın konumsal bilgisini almak amacı ile kullanımı üzerinde çalışılmaktadır [6,7].

Tez kapsamında yapılan uygulamada hassas ölçümler ve doğru değerlendirmelerin yapılabilmesi için çağdaş ölçme tekniklerinde kullanılan yardımcı araçların büyük çoğunluğundan faydalanılmıştır. Bu nedenle uygulamanın veri elde etme aşamasında dijital fotoğraf makinesi, EDM (lazer metre) ve iş istasyonu, veri değerlendirme ve saklama aşamalarında ise bilgisayarlar kullanılmıştır.

1.4.3.3.2. Fotogrametri

Fotoğraflar üzerinden ölçüm yapma bilimi olarak ifade edilen fotogrametri, "Ölçüm için kolay çizim" anlamına gelen Yunanca kelimelerin kombinasyonundan meydana gelmektedir. Film ya da dijital ortamlarda yapılan kayıtların analizleri sonucunda, objelerin biçim ve büyüklüklerini belirleme bilim ve sanatı olarak da tanımlanmaktadır [7,17,28]. Matematik, fizik ve kimyanın kurallarını içermesi ve bu alanların pratik uygulamaları hakkında bilgi sahibi olunmasını gerektirdiği için bir bilim dalı; iyi bir sonucun elde edilebilmesi için, fotoğraf ve video sanatlarında beceri sahibi olunmasını gerektirmesi nedeni ile de bir sanat dalı olarak nitelendirilmektedir. Fotoğraf üzerinde yapılan ölçümlerle, fotoğrafı çekilen konunun boyutlarını belirlemeye yarayan yöntemlerin

incelenmesini kapsamaktadır. Fotogrametri, fotoğrafik görüntüler ve yayılan elektromanyetik enerji şekillerinin kayıt edilmesi, ölçülmesi ve yorumlanması işlemleri sonucunda, fiziksel cisimler ve çevre hakkında güvenilir verileri ortaya koymaktadır [19,29,30].

Fotogrametri uygulamalarında, söz konusu cismin ya da bölgenin fotoğrafları çekilerek küçük modelleri oluşturulmakta ve bu modeller kullanılarak objenin grafik ve sayısal olarak istenen hassaslık ve ölçekle değerlendirilmesi olanağı sağlanmaktadır. Çalışma, bu modellerin oluşturulması aşamasında iki fotoğraf kullanılıyorsa çift resim fotogrametrisi, tek fotoğraf üzerinden değerlendirme yapılıyorsa da tek resim fotogrametrisi olarak adlandırılmaktadır. Tek resim fotogrametrisinde üç boyut aranmaz [17,31].

Tablo 2. Farklı uygulamalarda kullanım olanağı bulan fotogrametrinin, farklı değerlendirme ölçütleri bağlamında sınıflandırılması [19,32].

Fotogrametri					
Resim Çekim Noktasının Konumuna Göre	Uygulama Alanına Göre		Değerlendirme Yöntemine Göre		Değerlendirilecek Objeye Büyüklüğüne Göre
Hava Fotogrametrisi Yersel Fotogrametri	Topoğrafik olmayan Uygulamalar	Topoğrafik Uygulamalar	Resim Sayısına Göre	Kullanılan Tekniğe Göre	Mikro Fotogrametri Makro Fotogrametri
Yakın Resim Fotogrametrisi	Farklı Ortamlar Fotogrametrisi	Röntgen Fotogrametrisi	Tek Resim Çift Resim	Çizgisel Sayısal Fotoğrafik	
Mimarlık Fotogrametrisi	Biostereometri		Endüstri Fotogrametrisi		

Thompson, ölçü alımlarında fotogrametrik metotların yararlı olduğu durumları, 1962 yılında şu şekilde sıralamıştır [29].

- Ölçülmesi gereken objenin erişilemez ya da erişilmesinin zor olduğu durumlarda,
- Objeye sabit değilse ya da ölçülerinin hızlı bir şekilde alınması gerekiyorsa,
- Ölçüm sırasında hangi ölçülerin gerekli olduğunun bilinmediği durumlarda,
- Objeye yüzeyine ait konturların belirlenmesinin gerektiği durumlarda,
- Objenin çok küçük olduğu durumlarda,
- Ölçülerin direk alınmasının pratik olmadığı ya da imkansız olduğu durumlarda.

Thompson, fotogrametri kullanımının aslında kolay ve basit olmadığını vurgulamaktadır. Gerektiği yere göre, çelik şerit metre ya da teodolit kullanımının daha pratik olabileceğine değinmektedir [29]. Alan çalışmasında harcanan zamanı kısaltması, çalışma alanını tüm detayları ile kayıt altına alarak sonradan problemler yaşanmasının önüne geçmesi, daha tehlikesiz olması ve üzerinde çalışma yapılan objenin boyutundan bağımsız olarak ölçümlerin elde edilmesini sağlaması gibi olumlu özelliklerinin yanında fotogrametri, yoğun bir ofis çalışmasını ve bilgi birikimini gerektirmesi, gelişmiş araçlara ve uzman kişilere gereksinim duyulması gibi zorunlulukları da beraberinde getirmektedir. Bu nedenle çalışmanın yapıldığı objenin fiziksel durumuna bağlı olarak, geleneksel tekniklerin daha pratik olabileceği durumlarla da karşılaşılabilir.

Günümüzde, geleneksel ölçme tekniklerine olan üstünlüğü nedeni ile oldukça ön plana çıkan fotogrametri, daha önceleri bu kadar detaylı incelenemeyen mimari elemanlara ait bozulmaların analitik incelemelerinde de kullanılabilir. Araştırma – inceleme metodlarının fotogrametri kullanılarak rasyonelleştirilmesi, koruma uygulamalarının hız ve verim kazanmasına büyük katkı sağlamaktadır. Bu çalışmalara Gotik tonozların ölçümlerini örnek olarak vermek mümkündür. Bu konu üzerinde, Uluslararası Mimarlık Fotogrametrisi Komitesi'nin hazırladığı ve UNESCO'nun 1972'de Paris'te yayınladığı bir monografide, mimarlık fotogrametrisinin avantajları şu şekilde sıralanmaktadır [2,29,30].

- Uygulamada, alan çalışması ile planların çizilmesine ait olan bölümlerin birbirlerinden net olarak ayrılması sadece fotogrametri ile mümkündür.
- Uygulamalarda fotogrametrinin kullanılması, alan çalışması için daha az zaman ve efor harcanmasını sağlamaktadır.
- Binanın tekil kaydı, doğru ve hassas olarak elde edilebilmektedir.
- Farklı amaçlar için kullanılabilen fotogrametrik kayıtlar, istenildiğinde geriye dönülerek müdahale edilebilmesini sağlamaktadır.
- Dış konturların belirlenmesi gibi basit çalışmalardan, tam ve detaylı araştırmalara kadar her türlü kayıt işleminde kullanılabilir.
- Anıtların, fotoğrafların çekildiği zamana ait doğru biçimlerini, herhangi bir önyargı ya da yönlendirmeye yer bırakmaksızın, bütün nesnelliği ile kaydetmektedir. Anıtın dekorasyonu ya da ne derece karmaşık bir binaya sahip olduğu fark etmeksizin elde edilen bu gerçek biçimler, koruma ve yenileme gibi pek çok uygulama için temel formları oluşturmaktadır.

- Binadaki bozulmaların ölçümü ve oluşan perspektiflerin düzeltilmesi işlemlerini aynı anda yaparak, daha uyumlu bir görüntü elde edilmesini sağlamaktadır. Bu uyumlu görüntü aslında anıtın gerçekteki durumudur.
- Çalışmadaki her bir eleman ve her bir detay aynı doğrulukla kaydedilerek rijit bir bütünün elde edileceğini garanti etmektedir. Anıt ya da bölge üzerinde yapılan bilimsel çalışma sonuçları böylelikle sağlıklı veriler olarak kullanılabilir.
- Kapsamlı çalışmalar söz konusu olduğunda, aynı kalite ve hassasiyette bir sonucun elde edilebileceği diğer araştırma – inceleme metotları arasında en ekonomik olanıdır [2,29,30].

Fotogrametri, günümüzde halen çok pahalı bir teknik olmasının yanında, el ile yapılan ölçüm ve kayıtlarla kıyaslandığında, alan çalışması için gereken zamanın daha az olması, sonuca hızlı bir şekilde ulaşılabilmesi, hava koşulları ve insan faaliyetlerinden etkilenmemesi ve yeni teknolojilere yatkın olması nedenleri ile, gerekliliği tartışılmaz bir noktadadır [2,7].

1.4.3.3.2.1. Yakın Resim Fotogrametrisi

Topoğrafik olmayan fotogrametri uygulamaları arasında yer alan yakın resim fotogrametrisi, kısa mesafeli resim çekimlerini gerektiren çalışmaları kapsamaktadır. Mimarlık fotogrametrisi, biostereometri ve endüstri fotogrametrisi yakın resim fotogrametrisi kapsamında ele alınmaktadır. Çalışma alanı birkaç santimetre ile 100 metre arasında sınırlandırılmış olan yakın resim fotogrametrisi mimarlıkta; yapıların prezisyonlu ölçümlerinde, bina hasarlarının belgelenmesi ve ölçülmesinde, deformasyon ölçümlerinde ve kinematik ölçmelerde kullanılmaktadır [32,33,34].

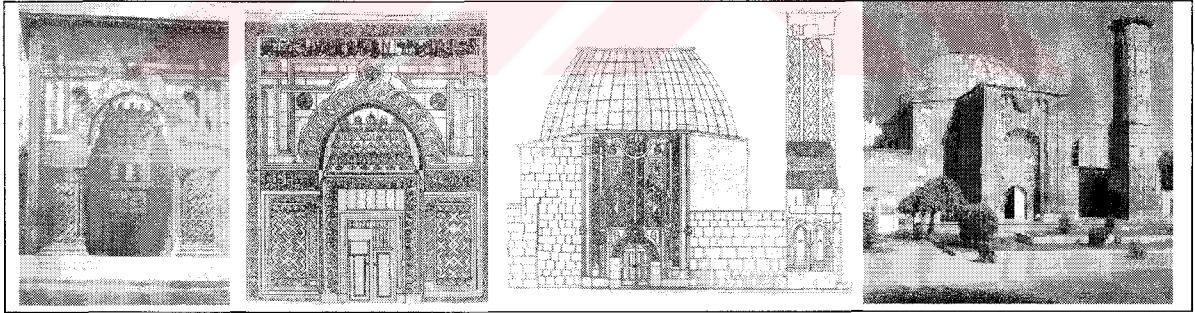
1.4.3.3.2.2. Yakın Resim Fotogrametrisinin Uygulama Alanları

Yakın resim fotogrametrisi, mimarlık ve tarihi binaların restorasyonu dışında çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Örneğin trafik kazalarında, çekilen fotoğraflardan faydalanılarak, kaza yerinin planı, kazaya karışan araçların hasar durumu, fotoğraflarda görünen izlerden yola çıkılarak kazanın oluş biçimi vs.. hakkında bilgi elde edebilmek amacıyla, adli tıp incelemelerinde kaybolması muhtemel izlerin fotoğraflar ile

belgelenerek, gerektiğinde üç boyutlu modelleri oluşturularak soruşturma kapsamında yasal delil olarak kullanılabilmesi amacıyla, endüstriyel alanlarda, açık maden işletmelerinde, özellikle barajlardaki deformasyon ölçümleri ile yeryüzündeki noktaların herhangi bir sebeple yatay ve düşeydeki yer değiştirmelerinin tespitinde yakın resim fotogrametrisinden faydalanılmaktadır. Bu disiplinlerin bazılarında, fotoğraf üzerinden herhangi bir ölçü almaksızın, sadece yorumlama ile (interpretasyon) fotogrametriden yararlanılmaktadır [17,19,33].

1.4.3.3.2.2.1. Mimarlıkta - Tarihi Binaların Restorasyonunda Yakın Resim Fotogrametrisinin Kullanımı

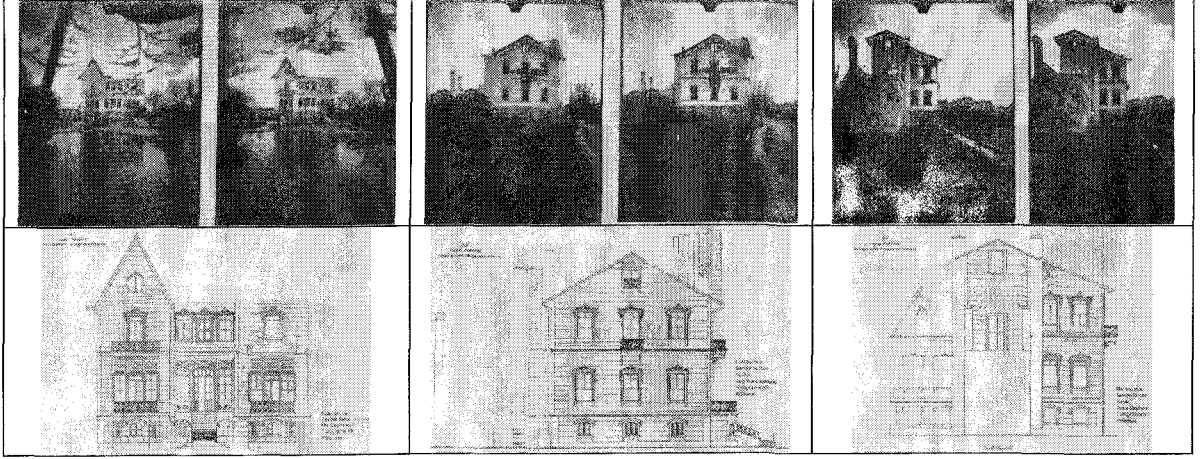
Mimarlıkta fotogrametri, tarihi binaların rölövelerinin çıkarılmasında, binaya ait cephe ve detayların ölçülmesinde, bozulmaların tespit edilerek gelişimlerinin izlenmesi ve ölçülmesinde, mevcut duruma ait 3D modelin çıkarılmasında kullanılmaktadır. Heykellerin detaylı çizimlerinin yapılması ve 3D modellerinin oluşturulması işlemlerinde de yine fotogrametriden faydalanılmaktadır [19,22,23]. Örneğin; Konya Karatay Medresesi (1251) Kapısı ile Konya İnce Minareli Medresenin ölçümleri yersel fotogrametri aracılığı ile alınarak, çizgisel değerlendirmeleri yapılmıştır (Şekil 5) [19,22].



Şekil 5. Konya Karatay Medresesi Kapısı ile Konya İnce Minareli Medresenin yakın resim fotogrametrisi aracılığı ile rölövelerinin çıkarılması [19,22].

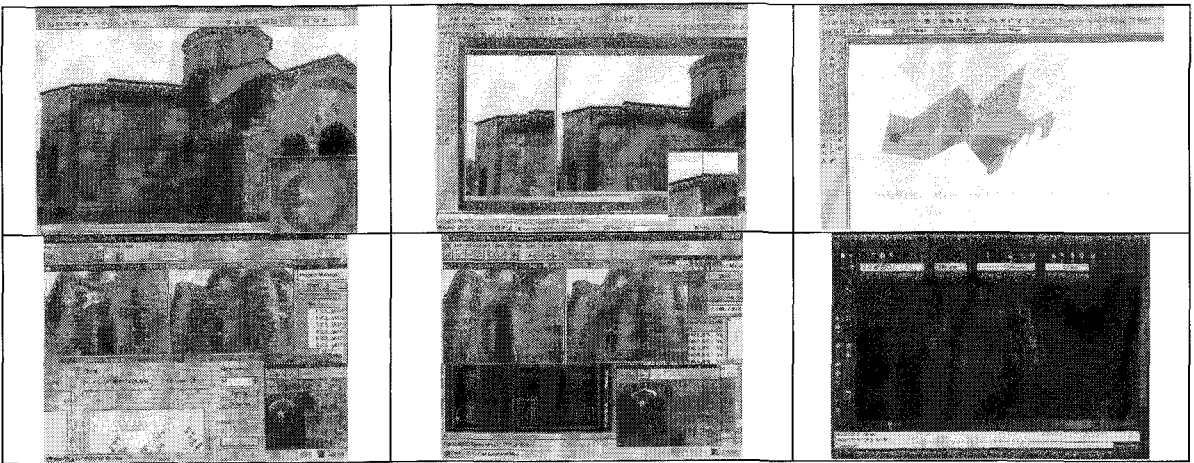
Geçirdiği bir yangın sonucunda harap duruma gelmiş eski bir köşk olan Balmumcu Seniye (Seniha) Sultan Köşkü'nün rölövesi de yine yakın resim fotogrametrisi kullanılarak çıkarılmıştır. Söz konusu çalışmada, fotoğraf çekimleri Zeiss SMK-120 stereometrik kamera ile, değerlendirmeler ise Wild A9-2638 Autograph'ı kullanılarak yapılmıştır.

Fotoğrafların sıcaklık ve nem etkisi ile boyut değiştirmemesi için uygulamada cam plakalar kullanılmıştır (şekil 6) [31].



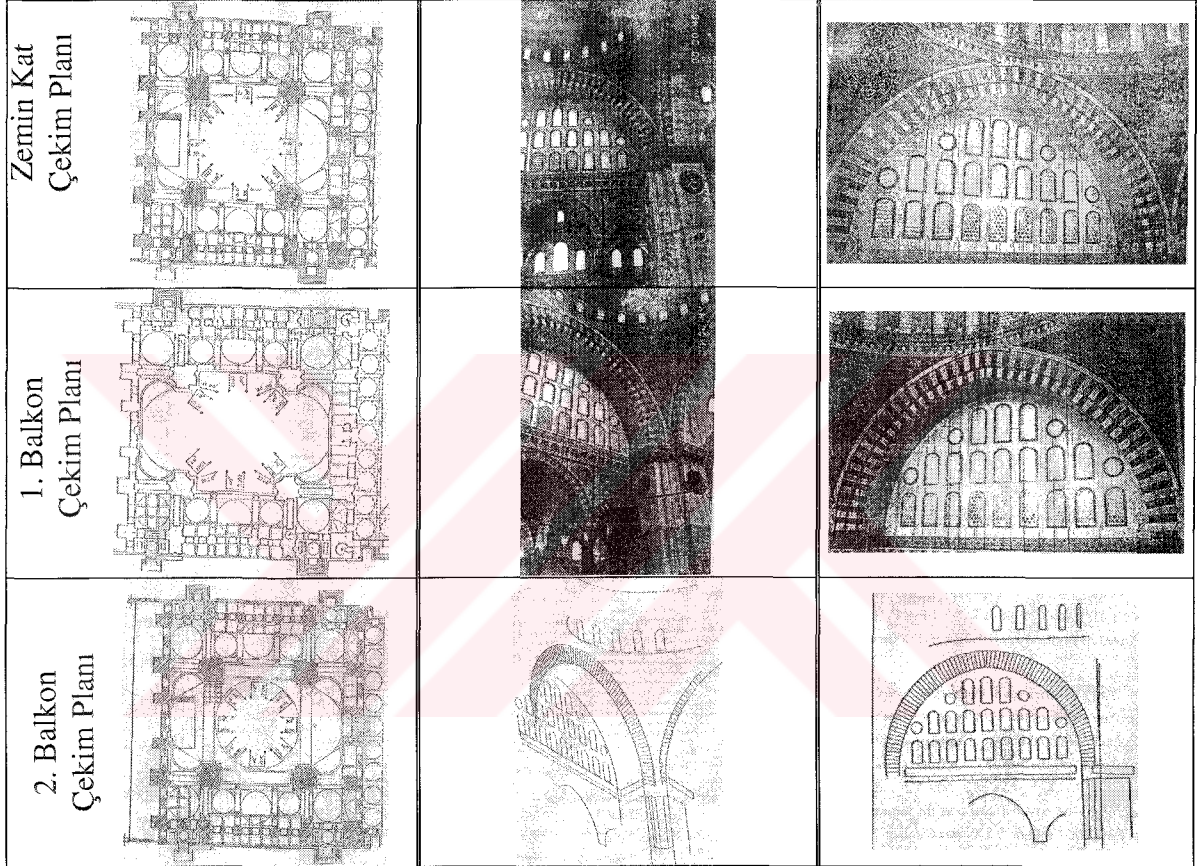
şekil 6. Balmumcu Seniye (Seniha) Sultan Kőřkő'nőn fotogrametrik rölövesi [31].

Bir başka örnek uygulama, Trabzon Ayasofya Mőzesi ve Atatőrck Kőřkő'nőn fotogrametrik değerlendirilmeleri üzerinde yapılmıştır. Ayasofya Mőzesi üzerinde yapılan çalışmada Nikon E2 dijital fotoğraf makinesi ile çekilen 40 fotoğrafın değerlendirilmesi Elcovision 10 yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Atatőrck Kőřkő üzerinde yapılan çalışmada ise, Nikon E2 dijital fotoğraf makinesi ile 17 fotoğraf çekimi yapılarak, çekilen fotoğraflar PhotoModeler yazılımı ile değerlendirilmiştir. Oluşturulan 3D Model őrzerinden ELCAD yazılımı kullanılarak gerekli ölçőler alınmıştır (şekil 7) [35,36].



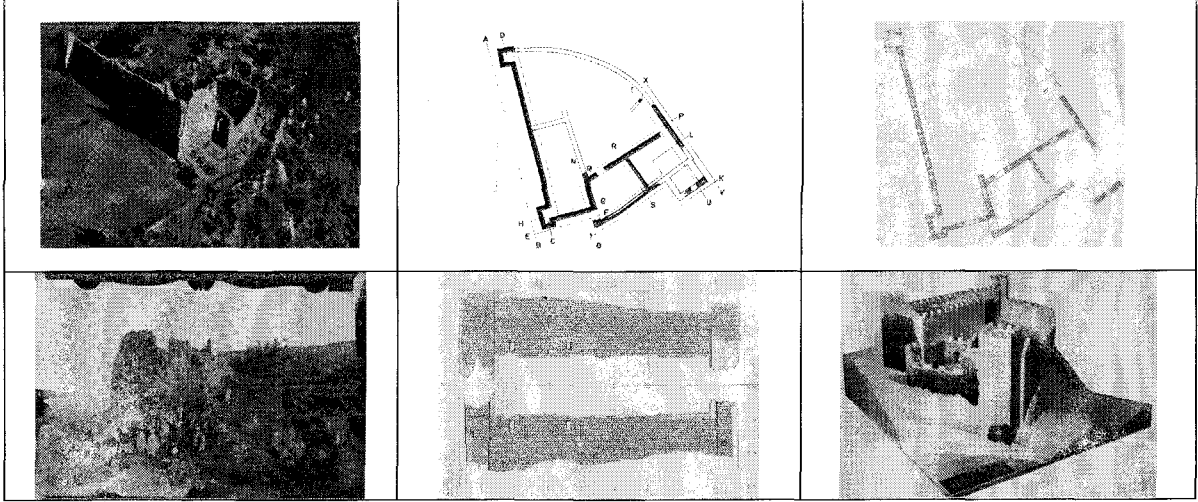
şekil 7. Yakın resim fotogrametrisinden faydalanılarak, Trabzon Ayasofya Mőzesi ile Atatőrck Kőřkő'ne ait 3D modellerin elde edilmesi [35,36].

Süleymaniye Camii'ne ait kubbe ve buna bağlı dört ana kemerin rölövesi ve 3D Modeli de yine yakın resim fotogrametrisi kullanılarak hazırlanmıştır. Yükseklikten kaynaklı olarak çekimler farklı yükseklikteki üç balkondan yapılmıştır. Leica R5 Metrik Kamera kullanılarak gerçekleştirilen çalışmada çekimlerin yapıldığı üç balkonun her birinde yaklaşık 8 istasyon noktası ve 16 fotoğraf kullanılmıştır. 3D modelin oluşturulabilmesi için, her bölüm en az iki fotoğraf ile görüntülenmiştir (Şekil 8) [37].



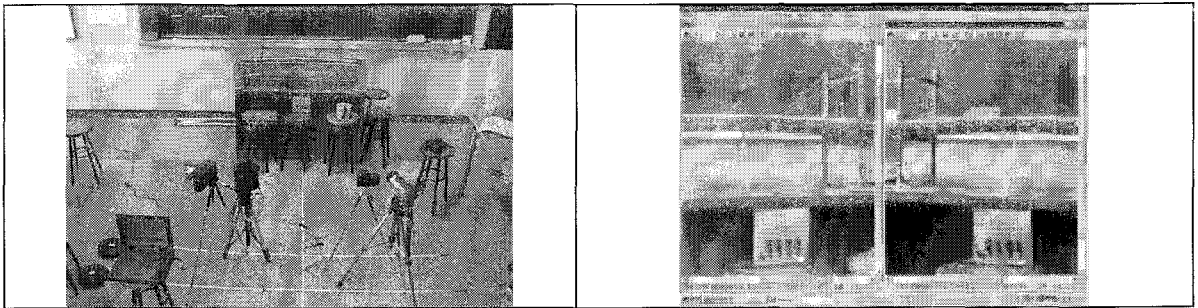
Şekil 8. Süleymaniye Camii'ne ait kubbe ve buna bağlı dört ana kemerin fotogrametrik rölövesi [37].

San Giovenale'nin terk edilmiş yerleşim alanlarından birisi olan Etruscan'da, İsveç arkeolojik kazı alanında yer alan kale ve kilisenin rölöveleri yakın resim fotogrametrisinden faydalanılarak elde edilmiştir. Söz konusu çalışmalarda, Zeiss Ortoprotar foto-teodolit ve Zeiss-TAL-Topogon foto-teodolitleri kendilerine eklenen, kamera sabiti 5,5cm ve 19cm olan iki farklı kamera ile birlikte kullanılmıştır (Şekil 9) [38,39].



Şekil 9. Etruscan’da yer alan tarihi kale ve kilisenin fotogrametrik rölöveleri ve 3D modeli [38,39].

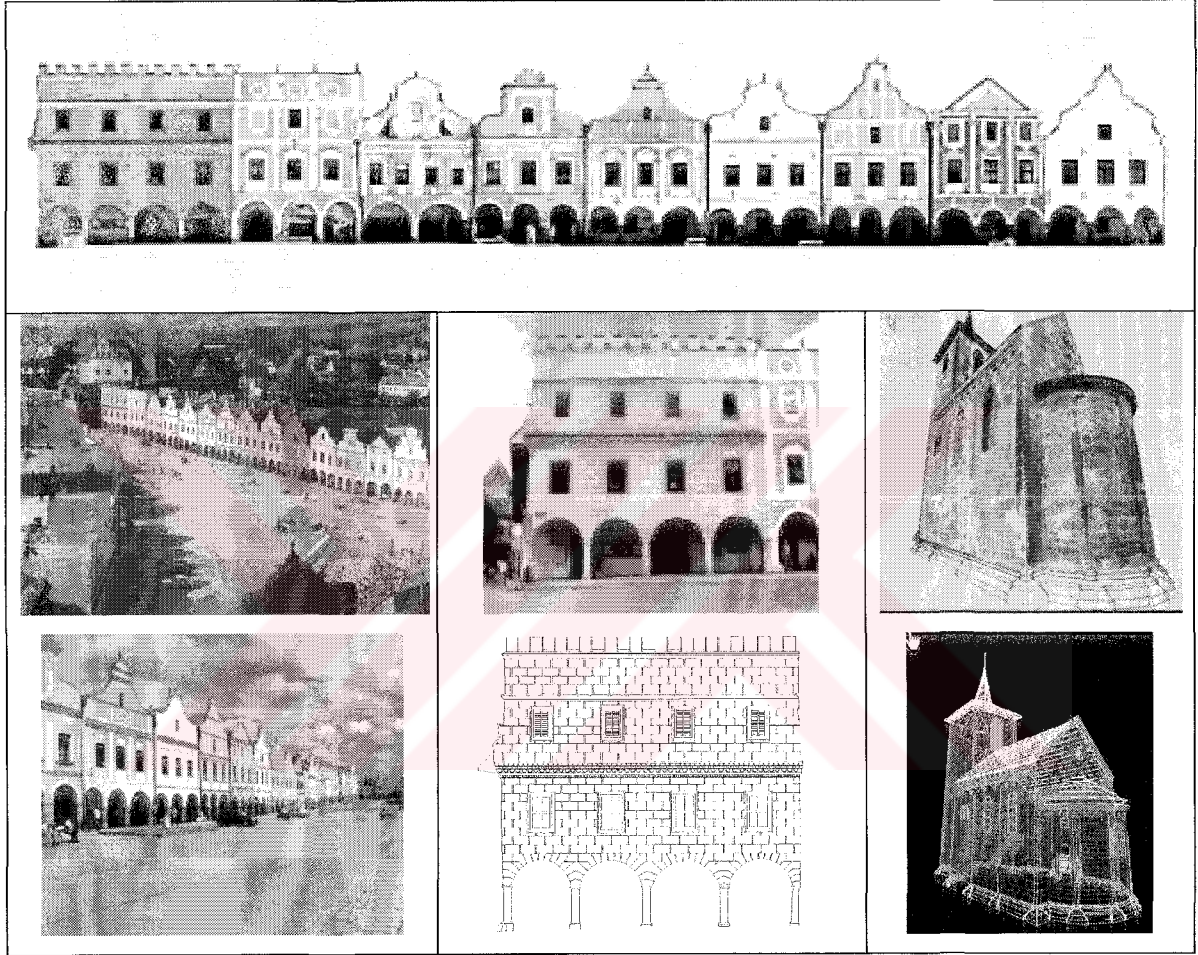
Bae tarafından yapılan bir başka çalışmada, dijital yakın resim fotogrametrisi unsurlarının gelişiminin, biçimsel değişim analizi yorumlarında kullanılması sorgulanmaktadır. Bu çalışmada araştırmacı, görüntü analizine ait çalışma programını nesnel görüş ile tasarlamış, böylelikle biçimsel değişimlerin dijital görüntü analizi ile yorumlanarak verimliliğin ve hızın artmasını sağlamıştır. Çalışmayı farklı aletler ile karşılaştırmalı olarak görüntülediği örnek bir asma köprü canlandırması üzerinde yapmış, köprünün biçimsel değişimleri sonucundaki konumlarını görüntülemiş, bu değişimler sonucunda ortaya çıkan ölçümlerdeki doğruluk derecelerini sınamıştır (Şekil 10) [40].



Şekil 10. Asma köprü canlandırması üzerinde biçimsel değişim sorgulaması [40].

Telc tarihi kent merkezinde yapılan bir başka çalışmada, dijital fotogrametri ve CBS kullanılarak tarihi bina envanterinin çıkarılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, kent merkezinde yapılan fotogrametrik ölçümler sonucunda, 50 kadar örnek objenin / binanın,

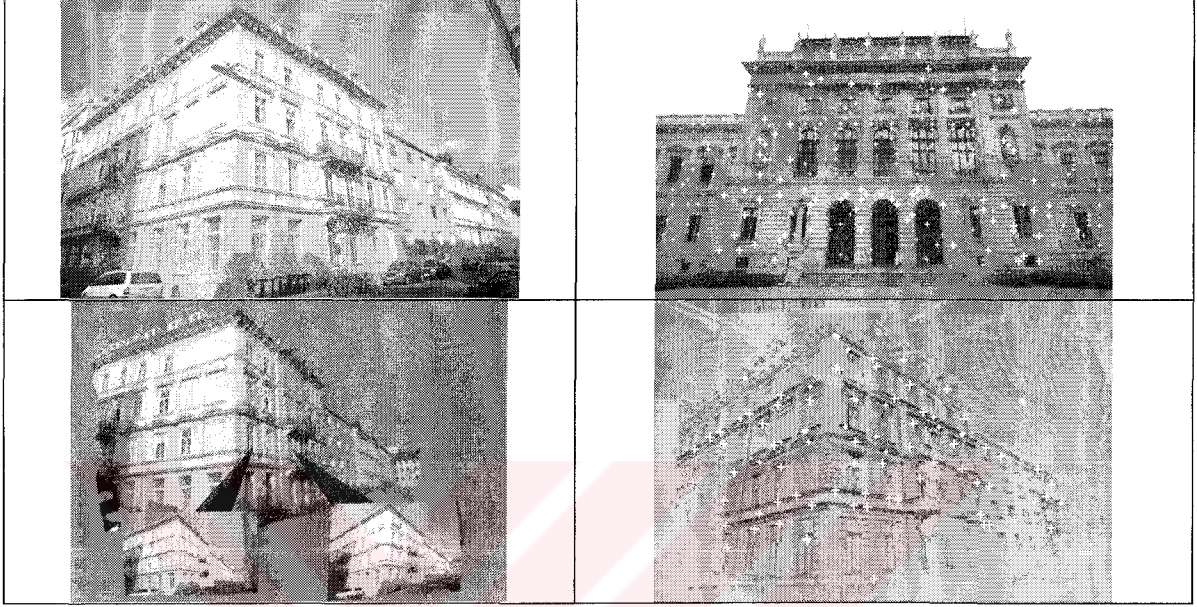
fotogrametri teknikleri kullanılarak 3D ve 2,5D modelleri oluşturulmuştur. Veriler elde edildikten sonra CBS üzerinde depolanarak konumsal analizleri yapılmıştır. Görüntüleme işlemleri ile sunumda, CBS, internet (www) ve CD-ROM'a başvurulmuştur. Uygulamanın sonucunda, CBS'nin yanında, internet üzerine de yerleştirilerek üzerinde sorgulamalar yapılabilen, üç boyutlu sanal tarihi kent elde edilmiştir (Şekil 11) [41].



Şekil 11. Telc tarihi kent merkezinde dijital fotogrametri ve coğrafi bilgi sistemlerinden faydalanılarak üç boyutlu sanal tarihi kent modelinin elde edilmesi [41].

Çağdaş ölçme tekniklerinin ön planda olduğu bir diğer uygulama da tarihi Graz şehrinde gerçekleştirilmiştir. 1999 yılında UNESCO tarafından Dünya Kültür Varlığı listesine alınan ve 2003 yılından beri Avrupa'nın kültür merkezi olarak anılan Graz'daki tarihi şehrin bir bölümü (the old town of graz), yakın resim fotogrametrisi yardımı ile CBS üzerinde bir örnek model oluşturularak görüntülenmiştir. Bu amaçla, hava fotoğrafları ve yersel fotoğraflar üzerinden 2D ve 3D çizimler ile modeller elde edilmiştir. Çalışmanın

sonunda, elde edilen çizimler ve modeller, CBS üzerine yerleştirilerek 3D kent modeli hazırlanmıştır. Kentin görüntülenebilmesi için, mimari veriler ve konumsal veriler LOD (level of detail) ile birlikte kullanılmıştır. Oluşturulan görüntüye dayalı, detaylandırılmış 3D kent modeli, gerçek zamanlı uçuş animasyonu kullanılarak sunulmuştur (Şekil 12) [42].



Şekil 12. Graz'da yer alan tarihi binaların yakın resim fotogrametrisi kullanılarak çizimlerinin ve 3D modellerinin elde edilmesi [42].

Yunanistan'da olimpiyat oyunlarının doğduğu yer olan antik Olympia'da yapılan bir çalışmada; fotogrametri, orthofoto, 3D mimari modelleme, görüntüleme ve VRML tekniklerinden faydalanılarak, tarihi binalar ile kültür varlıklarının, bilgisayarlar aracılığı ile, sanal ortamda modellerinin oluşturularak, binaları / kültür varlıklarını buldukları gerçek yerleri ve çevrelerinden koparmadan ziyaretçilerin görüşüne sunmak amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışmada; gerçek mekan ile sanal mekanın karşılaştırılarak, gerçek dünya objeleri ile sanal dünya objelerinin aynı anda izlendiği sistem olarak tanımlanan artırılmış gerçeklik sistemi (augmented reality system) geliştirilmiştir. Sistemi ziyaret eden kişiler, daha önceden belirlenmiş olan turlardan birini ya da birkaçını ilgileri doğrultusunda seçerek, sesli ve görsel sunumlardan oluşan gezintilerine başlayabilmektedir. Seçilen tura bağlı olarak, sistem tarihi binalar ve varlıklara ait 3D modelleri ve bu modellere bağlı görüntüleri (render) kullanıcıya ait HMD üzerinde görüntülemektedir. Alan çalışmasının

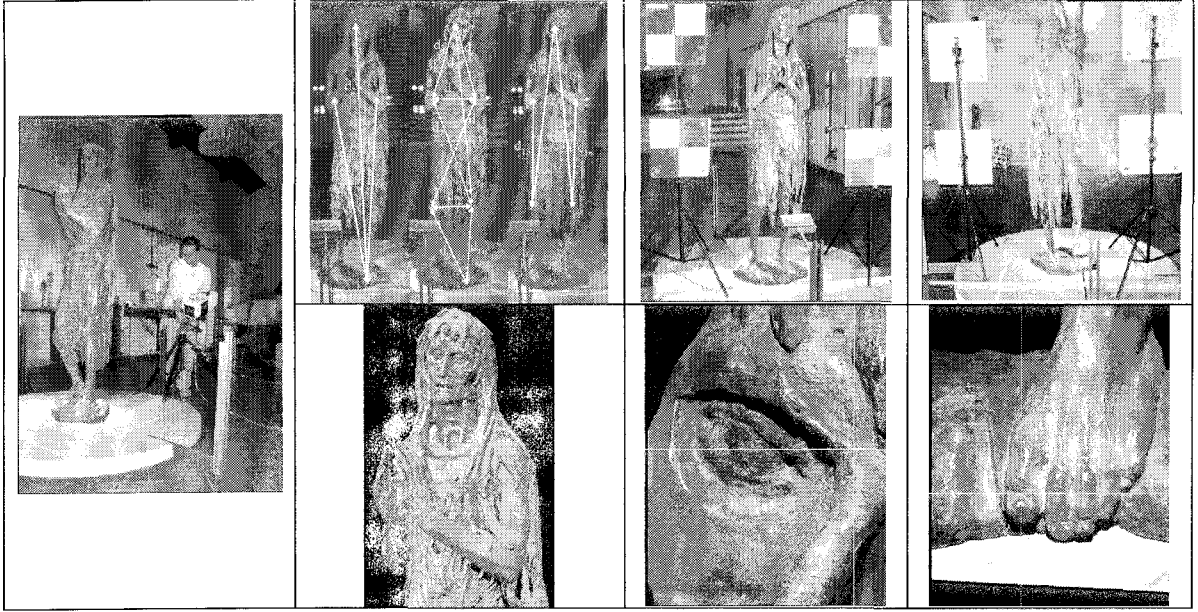
yönetilebilmesi için, stratejik noktalar ön planda tutularak, 4'er metrelik antenlere sahip olan 3 adet baz istasyon yerleştirilmiş, bunlar arasında da WLAN kurulmuştur [43].

Olympia'da her nokta, GPS ile belirlenerek ölçülmüştür. GPS ayrıca çalışmanın gerçek zamanlı olarak yürütülebilmesi amacı ile de kullanılmıştır. Tarihi binalar ile kültür varlıklarının, 3D VRML modellerini görüntülenebilmesi için, "Avalon" yazılımı kullanılmıştır. Böylelikle oluşturulan veri tabanında, kaya, ağaç, kalıntılar vs. gibi çevresel faktörler de tek tek işlenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda tasarlanan sistem, artırılmış gerçeklik (augmented reality), çoklu model kullanıcı etkileşimi, multimedya veritabanı, CBS gibi pek çok farklı teknolojinin bir araya getirilerek, uyumlu bir şekilde kullanılması, böylelikle ziyaretçi ve kullanıcılara sanal ortamda farklı bir deneyim yaşatılması ile ön plana çıkmaktadır (Şekil 13) [43].



Şekil 13. Yunanistan'da, olimpiyat oyunlarının doğduğu yer olan antik Olympia kentinde yer alan tarihi binaların, fotogrametri ve 3D modelleme teknikleri kullanılarak görüntülenmesi [43].

Fioransa "Opera del Duoma" müzesindeki Donatello'nun ahşap heykeli Maddaleno üzerinde, yakın resim fotogrametrisi ve lazer tarama sistemleri kullanılarak yapılan bir başka çalışma, heykelin koruma amaçlı belgelenmesini ve üretilen dijital modelin metrik doğruluğunun değerlendirilmesini kapsamaktadır. Bu amaçla, heykelin belirli bölümleri, önce fotogrametrik teknikler ardından da 3D lazer tarayıcı ile ölçülerek, çıkan sonuçlarda aynı noktalar arasındaki mesafeler arasında birebir karşılaştırmalar yapılmıştır. Uygulamanın sonucunda oluşturulan fotogrametrik model, ölçümlerin genelinde daha iyi doğruluk vererek 3D model için gerekli veriyi sağlamıştır. Ürün olarak ortaya konulan 3D model ise, doğrultu hatalarından kaynaklı olarak görülen ölçümlere ait sapmaların belirlenebilmesine olanak tanımıştır (Şekil 14) [44].

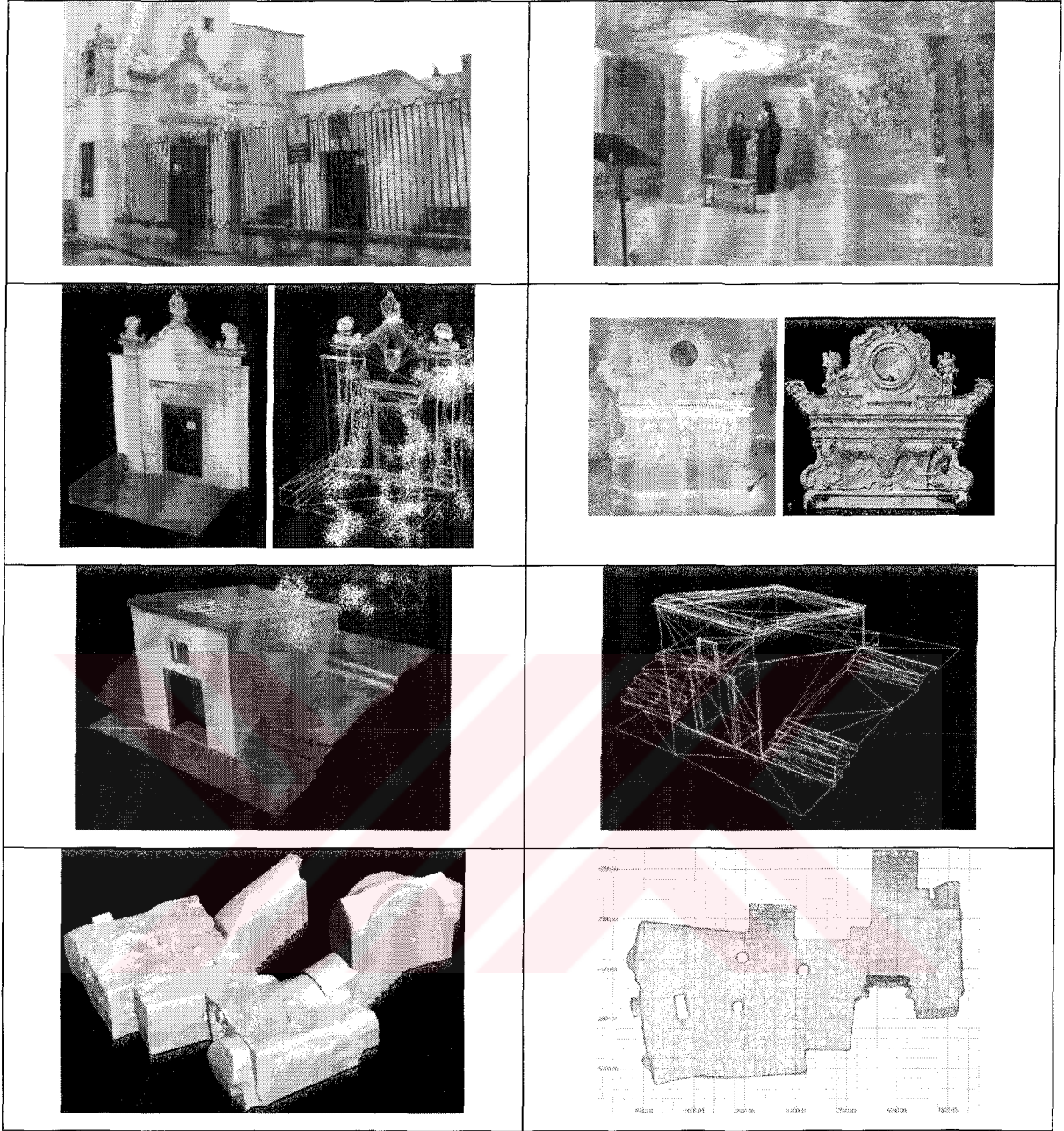


Şekil 14. Floransa “Opera del Duoma” müzesindeki Donatello’nun ahşap heykeli Maddaleno’ya ait 3D modelin elde edilmesi [44].

1.4.3.3.2.2. Arkeolojide Yakın Resim Fotogrametrisinin Kullanımı

Arkeolojik çalışmalarda fotogrametri, kazısı yapılarak gün ışığına çıkarılmış kalıntıların ölçülmesi, plan şemalarının belirlenmesi ve 3D modellerinin oluşturulması ile, henüz yer altında olan arkeolojik ya da jeolojik tabakaların ölçülmesinde kullanılmaktadır [19,23,33].

İtalya’da yer alan, 16,5mx10mx2,5m boyutlarında ve 1000 yaşındaki Bizans Kriptası’nın görselleştirilmesi amacı ile yapılan bir çalışmada, fotogrametrik teknikler, 3D lazer tarama sistemleri ve sanal restorasyon teknikleri bir arada kullanılmıştır. Yapılan uygulamada, Bizans Kriptası hakkında konumsal verileri, dokusuna ait verileri, biçimsel verileri ve detaylı ölçüleri elde edebilmek amacı ile Kripta’ya ait 3D model oluşturulmuştur. Bu model oluşturulurken dış yapının modellenmesi için, kalibrasyonu yapılmış yüksek çözünürlüklü dijital kamera kullanılarak fotogrametri tekniklerinden, iç yapının modellenmesi için de üçgenlemelere dayalı 3D lazer tarama teknikleri ile silindirik yüzeylerde kullanılmak üzere, tarayıcı ile uyumlu bir yazılımdan faydalanılmıştır. İç yapı modellenmesinde gerekli durumlarda yüksek çözünürlüklü dijital kamera da kullanılmıştır. Elde edilen 2D fotoğraflar sadece 3D modelin oluşturulabilmesi için değil, gerektiğinde üzerlerinden ölçü alınabilmesi amacıyla da kullanılmıştır (Şekil 15).



Şekil 15. Bizans Kriptası'nın fotogrametrik teknikler, 3D lazer tarama sistemleri ve sanal restorasyon teknikleri kullanılarak görselleştirilmesi [45].

Oluşturulan 3D modeller üzerlerine doku ve görüntü atamaları yapılmıştır. Bu çalışmaların sonucunda, hem kullanılan tekniklerin test edilmesi sağlanmış, hem de multimedya ortamlarda sunulabilmesi için Kripta'ya ait 3D model ve simülasyonlar hazırlanmıştır. Kullanılan teknikler birbirleri ile kıyaslandığında, özellikle iç mekandaki silindirik yüzeylerde kameranın 2,5m yükseklikte 2,5mm hata yaptığı görülmüştür. Buradan hareketle her iki tekniğinde kendilerine uygun farklı alanlarda kullanılması

gerekliliği ortaya konulmuştur. Oluşturulan modelin gerçekliği göz önünde tutularak, bu modellerin hem sanal restorasyon uygulamalarında, hem de sanal gerçeklik turlarında kullanılabileceği sonuçları çıkarılmıştır [45].

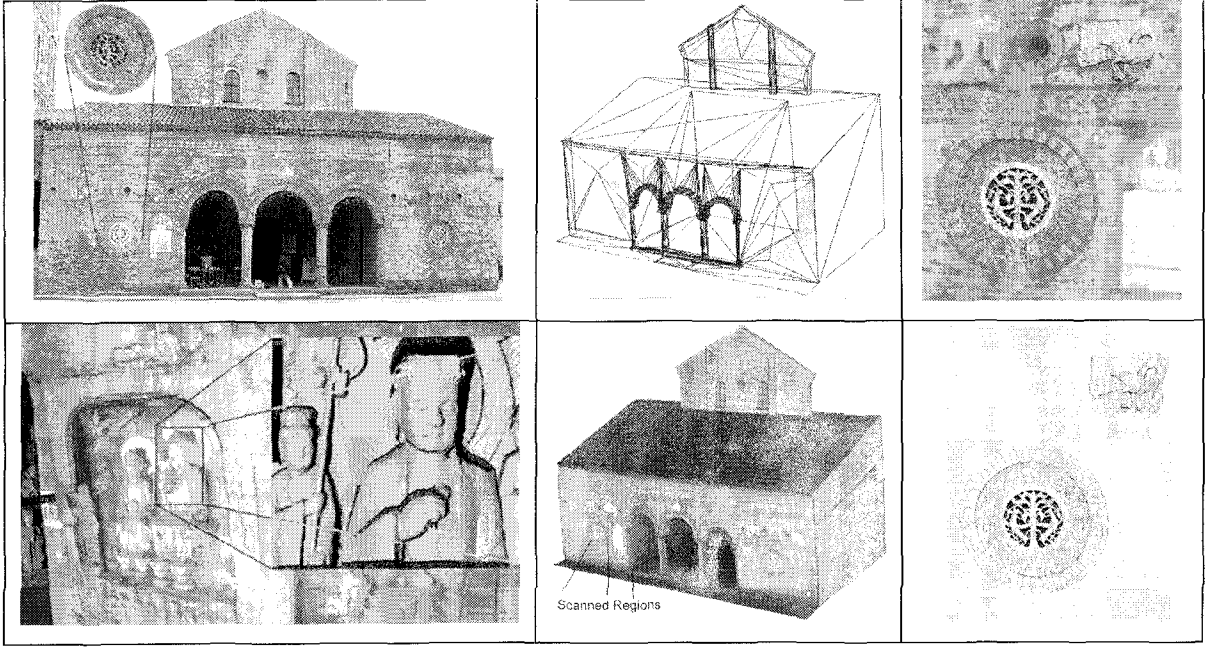
1.4.3.3.3. Lazer Tarama Sistemleri

Lazer ışınları kullanılarak, herhangi bir objenin ölçülmesi ve sayısal verilerinin elde edilmesi işlemine lazer tarama işlemi, bu amaçla kullanılan aletlere de lazer tarayıcı adı verilmektedir. Elde edilen sayısal veriler CAD/CAM ile birlikte kullanılarak, obje üzerinde yapılacak farklı uygulamalara olanak tanımaktadır [46].

Teknik olarak, lazer tarayıcılar kamera ya da vericilerin çalışma mantığı ile hareket ederek obje üzerine gönderdiği ve obje üzerinden yansıyan lazer ışınlarını kullanarak çalışmaktadır. Tarayıcı, gönderdiği ışın ile geri dönen ışın arasındaki süreyi hesaplamakta, bu şekilde ölçümleri yaparak objeye ait 3D model üretebilmektedir. Lazer ışınları altındaki objenin kendi etrafında döndürülmesi ya da lazer tarayıcının obje etrafında döndürülmesi ile 3D kayıt yapılmaktadır [46].

Ferrara yakınlarındaki en çekici İtalyan kiliselerinden birisi olan Roma döneminden kalma Pomposa Manastırı üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada, lazer tarama sistemleri, fotogrametri ve 3D Modelleme gibi farklı teknikler bir arada kullanılmıştır [47].

Benedictine manastırlarının en önemli parçaları arasında yer alan Pomposa Manastırı birkaç binadan oluşmaktadır. Söz konusu binalar 7.yy.'a, çan kulesi ise 11.yy.'a tarihlenmektedir. Manastırın sol tarafında yer alan detaylı süslemeler ile bitiş kolonu Biris 3D sensörü ile taranmış, bina kompleksinin tamamı ise, Olympus 4 mega-pixel dijital kamera ile görüntülenmiştir. Komplekse ait üçgen model, katı model ve detaylı model oluşturularak bu modeller üzerinden ölçüler alınıp sorgulamalar yapılmıştır. Sonuç olarak, çoklu teknikler kullanılarak, taşınmaz kültür varlıkları ve sitlerin 3D detaylı modellerinin oluşturulabildiği, detayların kayıt edilmesinde ve modellenmesinde lazer sistemlerinin kullanımının daha avantajlı olduğu, kompleks bütünüünün kayıt edilmesi ve modellenmesi işlemlerinde ise fotogrametrik yöntemlerin daha kullanışlı olduğu ortaya konulmuştur (Şekil 16) [47].



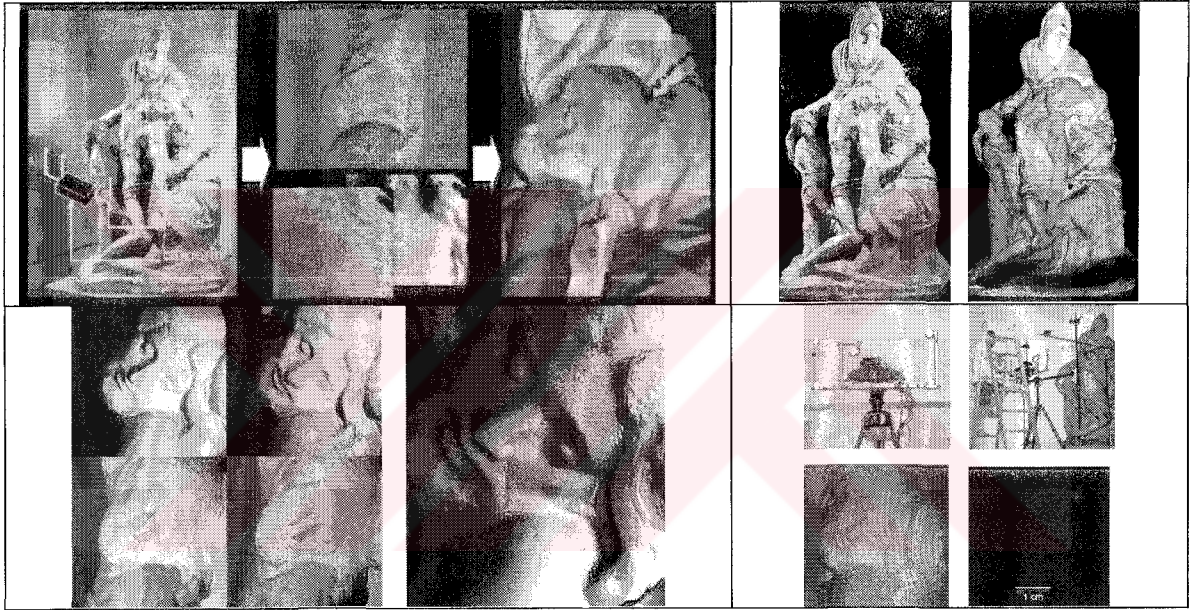
Şekil 16. Roma döneminden kalma Pomposa Manastırı'nın lazer tarama sistemleri, fotogrametri, görüntü tabanlı modelleme ve yakın mesafeden modelleme gibi teknikler kullanılarak görüntülenmesi [47].

Michelangelo'nun "Florentine Pieta"sına ait dijital modelin bilimsel çalışmalarda kullanılmak üzere yeterli detay ve hassasiyetle elde edilmesinde 3D lazer tarama teknolojisinden faydalanılmıştır. Çalışmada, Michelangelo'nun "Florentine Pieta"sına ait dijital modelin bir teknikerden farklı olarak, sanat tarihçisi gözü ile modellenmesine çalışılmıştır. Amaç sadece heykelin modellenmesi değil, aynı zamanda da sanat tarihçilerinin araştırdıkları soruların cevaplarını model üzerinde bulabilmeleridir. Heykel üzerinde senelerce çeşitli çalışmalar yapmış olan Wasserman, bu amaçla yüksek çözünürlüklü geleneksel fotoğraflar, x ışını, ultraviyole ışınlar gibi teknolojilerden faydalanmış, son olarak da yeni teknoloji olarak gördüğü 3D lazer tarama tekniğini denemek istemiş ve o güne kadar elde ettiği en temiz sonuçları 3D model ile elde etmiştir. Sonuç üründe net olarak tanımlanmış görünüşlerin yanında elde edilmesi zor olan görünüşler çıkarılmış, hassas ölçümlerin alınması sağlanmış ve heykel sanal çevre içerisine yerleştirilmiştir. Sonuç olarak 3D lazer tarama teknolojisinin, sanat tarihçileri, mimarlar ve arkeologlar tarafından kullanılmasının yapılan çalışmalar açısından faydalı olacağına karar verilmiştir. Elde edilen 3D modelin sağladığı en önemli avantajlar ise şu şekilde özetlenmiştir;

- Sanal ortamdaki model üzerinde yapılan incelemeler, araştırmacının heykelin yakınında geçirdiği süreç içerisinde gözünden kaçan detayları görmesine ve incelemesine olanak tanımıştır.

- Sanal ortamda ışık faktörünün kontrol edilebilir olması, araştırmacının, heykelin ve üzerindeki detayların orijinal vrelerinde farklı saatlerde, farklı ışıklar altında ne tip tepkiler verdiğini gözlemlemesine olanak tanımıştır.

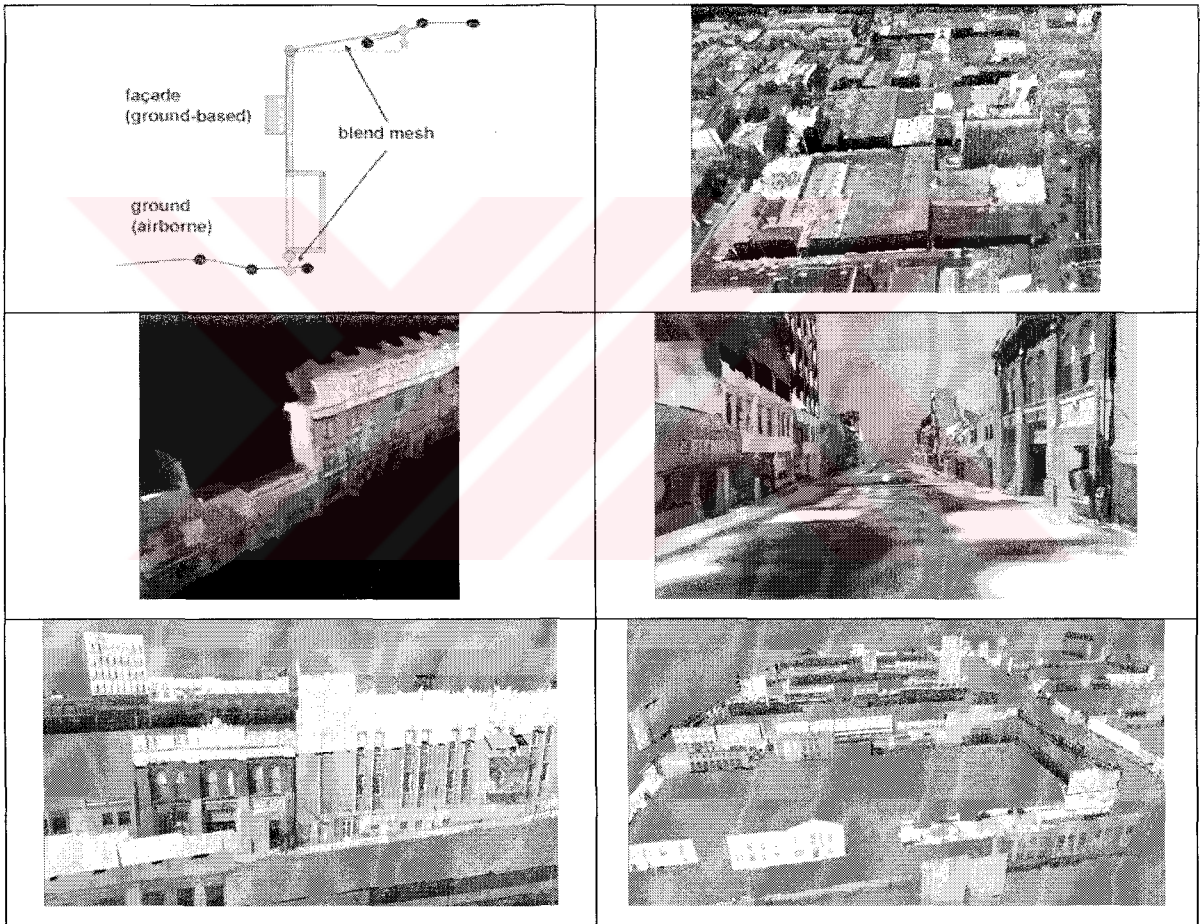
- Model üzerinden heykele ait ölçülerin hassas bir şekilde rahatlıkla alınabilir olması, aynı zamanda heykeli daha iyi anlayabilmek için farklı perspektiflerin kullanılabilir olması araştırmacıya çeşitli kolaylıklar sağlamıştır (şekil 17) [48].



şekil 17. Michelangelo'nun "Florentine Pieta"sına ait dijital modelin 3D lazer tarama teknolojisini kullanarak elde edilmesi [48].

Lazer tarama sistemlerinin kullanıldığı bir diğer alışma Kaliforniya Berkley şehir merkezinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada hava referanslı lazer tarama sistemleri ile yer referanslı lazer tarama sistemleri bir arada kullanılarak, doku atanmış detaylı 3D kent modellerinin üretilmesi sağlanmıştır. Araştırmacılar, konu üzerindeki ilk çalışmalarında bir aracın zerine 2D lazer tarayıcı ve seri bir kamera yerleştirerek, Berkley şehir merkezinde, mevcut şehir trafiğinde normal hızla giderken seri kayıtlar alarak bu kayıtları 3D kent modeli üretiminde kullanmışlardır. Fakat üretilen bu modelde, çatı örtüleri ve binaların yerleşim şekli hakkında veri sağlanamamıştır. Bu nedenle yapılan ikinci çalışmada,

havadan elde edilen kayıtlar ile bir model oluşturulması hedeflenmiştir. Üretilen model üzerine hava fotoğrafı yerleştirilerek, elde edilen verinin detaylandırılması sağlanmıştır. Önceki çalışma ile tam tezat olan ikinci çalışmada, yerleşim dokusu ve çatı örtüleri hakkında detaylı veriler sağlanmıştır. Tüm bu çalışmaların sonucunda, bütün bir modelin elde edilebilmesi için, iki çalışmada hazırlanan modellerin aynı koordinat sistemine oturtularak karşılaştırılması üzerinde çalışılmıştır. Sonuç olarak, istendiği koşulda, her iki düzlemde de görüntü ve ölçüm elde edilebilecek olan 3D modeller üretilmiştir. Bu modellere, ağaç, trafik ışıkları, insanlar, araçlar vs.. gibi 3D çevresel öğelerde eklenerek sunum zenginleştirilmiştir (Şekil 18) [49].



Şekil 18. Kaliforniya Berkley şehir merkezinde hava ve yer referanslı lazer tarama sistemleri kullanılarak üretilen 3D kent modeli [49].

1.4.3.3.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

Geniş veri tabanlarının yönetimi, bu verilerin çağdaş teknolojiler kullanılarak bilgisayar ortamında depolanıp, analiz edilmesi ile mümkündür. Bu amaç doğrultusunda kullanılan coğrafi bilgi sistemleri (CBS), bilgisayar donanımları ve yazılımları ile, coğrafi bilgiler ve kişisel kullanıma ait bilgilerin depolanması, saklanması, birleştirilmesi, güncellenmesi ve analiz edilmesini sağlayan sistemler olarak tanımlanmaktadır. Son yıllarda yaşanan bilgisayara bağlı teknolojik gelişmelerle birlikte CBS, özellikle belgelemede en fazla öne çıkan etkinlik alanı olmuştur [6,7,26].

CBS'nin kavramsal olarak ilk ortaya çıkışı, 1963 yılında Roger Tomlinson liderliğinde hazırlanan Kanada CBS projesiyle gerçekleşmiştir. 1966 yılında Harvard Üniversitesinde gerçekleştirilen bir proje de ilk teorik CBS çalışması olarak bilinmektedir. CBS, 1967 yılında ABD nüfus idaresinde kullanılmaya başlanmıştır. 1969 yılında McHarg tarafından yayınlanan "Design with Nature" adlı kitapta, ilk defa harita katmanlarının üst üste bindirilmesine yönelik teknikler anlatılmıştır. 1970'li yıllarda ise, Kanada CBS projesi tam olarak aktif hale geçmiş ve ilk Landsat uydusu yörüngeye yerleştirilmiştir. Aynı dönemde, ABD'de ulusal boyuttaki ilk CBS uygulama projesi olan MAGI başlatılmıştır. 1980'li yılların ardından CBS, yerel yönetimlerde, eğitimde, mimarlık, koruma ve arkeolojide, şehircilikte, ulaşımda, jeoloji ve hidrolojide, ormancılıkta, sağlık alanında, savunma sanayide, turizmde vs.. pek çok ortak noktada kullanım olanağı bulmuştur. 1980'li yıllarda GPS kullanılmaya başlanmış, raster tabanlı ilk CBS yazılımı olan GRASS geliştirilmiş ve ABD nüfus idaresi tarafından TIGER dijital veri ürünleri ilk kez serbest kullanıma sunulmuştur. 1993'te, Steve Putz tarafından, ilk web-tabanlı etkileşimli harita geliştirilmiştir. 1996'da ilk derlenmiş CBS sözlüğü kullanıma sunulmuştur. 1999 yılında ise Landsat TM7 uydusu yörüngeye yerleştirilerek kullanılmaya başlanmıştır [2,26].

1.4.3.3.4.1. Konumsal Bilgi Sistemleri

Konumsal bilgi sistemleri; coğrafi nesnelerin sadece koordinat değerleri ile değil, aynı zamanda öznitelik bilgileri ile de tanımlanmasını konu alan bilgi sistemleridir. Mekanı açıklayıcı bilgiler ile öznitelik bilgilerinin yanında, koordinat bilgilerinin de referans olarak ele alındığı, genelde haritalar kullanılarak grafik anlamda ifade edilen sistemlerdir. Bu

sistemlere, çevresel bilgi sistemleri, altyapı – mühendislik bilgi sistemleri, kadastral bilgi sistemleri ve sosyoekonomik bilgi sistemleri örnek olarak gösterilebilmektedir [26].

1.4.3.3.4.2. Konumsal Olmayan Bilgi Sistemleri

Konumsal olmayan bilgi sistemleri, kamu kurum ve kuruluşlarına yönelik, yönetsel fonksiyonlar gibi, mekandan bağımsız bilgi sistemlerini kapsamaktadır. Kullanıcılar tarafından doğru karar verme aracı olarak, yönetsel amaçlı kullanılmaktadır. Bu sistemlere, bankacılık, muhasebe, kütüphane, ulaşım, iletişim, yönetim bilgi sistemleri, karar destek sistemleri, ofis otomasyon sistemleri, yapay zeka sistemleri vb.. örnektir [26].

1.4.3.3.4.3. CBS Veri Kaynakları ve Sınıflandırılması

Konumsal veritabanı sistemleri; haritaların ve planların sayısallaştırılması, bilgisayar destekli dijital ölçme teknikleri ile üretilmiş dijital haritalar, fotogrametrik veriler ve GPS ölçümleri gibi çağdaş ölçme ve belgeleme tekniklerinden elde edilen veriler ya da hazır veri tabanlarının transferi ile oluşturulmaktadır. Konumsal verilerden, çağdaş ölçme ve belgeleme teknikleri kullanılarak sağlanan fotogrametrik veriler, yersel ölçmeler, GPS aracılığıyla elde edilen veriler, uzaktan algılama ve uydu fotoğraflarından yararlanılarak elde edilen veriler, mevcut olmayan veriler; harita ve planların sayısallaştırılması, tablosal veriler ve diğer veritabanlarından sağlanan veriler ise mevcut veriler olarak sınıflandırılmaktadır [7,26,50].

CBS'de grafik ve grafik-olmayan veriler olmak üzere iki farklı şekilde ifade edilen veriler, politik sınırlar, mülkiyet durumu, nüfus dağılımı, doğal kaynakların dağılımı, dolaşım ağları, kamu kurumları, bölgeleme, toprak türü, topografya, su bilimi, arazi kullanımı, bitki türü vb.. alanlara ait konuları kapsamaktadır. Grafik veriler, coğrafik varlığın koordinatlarla tanımlanmış konumu, büyüklüğü ve biçimi hakkında bilgiler aktarmaktadır. Grafik olmayan veriler ise, coğrafik varlığın öznitelik bilgilerini aktarmaktadır. Bu iki veri grubu arasında bağlantı (link) kurularak ilişkilendirilmeleri sağlanmaktadır. Bu veriler haritalar, nitelik verileri, fotoğraflar, istatistikler, çizelge ve grafikler şeklinde görüntülenebilmektedir. Farklı katmanlar halinde tanımlanarak bilgisayarlara yüklenen bu tip veriler, birbirleri ile ilişkilendirilerek, bütün halinde amaca yönelik bir şekilde kullanılacakları gibi, sorgulamaları ve analizleri de yapılabilmektedir [26,50].

1.4.3.3.4.4. CBS Veri Tabanı Oluşturulması

Birbirleri ile ilişkili veriler topluluğu olarak tanımlandırılan veri tabanı, coğrafi bilgi sistemleri kapsamında ele alındığında, harita bilgisi ve eşleştirmesini gerektirmektedir. CBS veritabanındaki bilgiler, koordinat tanımlamaları ile birbirleri arasında konumsal anlamda ilişkilidir. Bu konumsal ilişki, her bir nokta ile eşleştirilen tablosal veriler ile desteklenmektedir. Bu ilişkilendirme ile, konumsal bilginin yanında, sadece nokta, doğru ya da alan tanımlamalarını değil, bunlara bağlı nitelik tablolarındaki özellikleri de analiz etmek mümkündür [7].

1.4.3.3.4.5. CBS Analiz ve Sorgulamaları

Coğrafi bilgi sistemlerinin bir karar verme aracı olarak kullanılmasının en önemli nedenlerinden birisi, grafik ve grafik olmayan verilerin bir bütün halinde analiz edilebiliyor olmasıdır. Bu analizleri; konumsal sorgulamalar, konumsal analizler, ağ analizleri, geometrik işlemler, sayısal yükseklik analizleri, grid analizleri ve istatistiksel analizler olarak örneklemek mümkündür.

1.4.3.3.4.6. CBS Uygulama Örnekleri

CBS, mimarlıkta ve tarihi yapıların korunmasında, bir eserin aynı dönemin benzer binalarıyla, üslup ve tipoloji açısından karşılaştırılarak, çağının mimarlığı içerisindeki yerinin belirlenmesinde ve binanın konumsal sorgulamalarının yapılmasında kullanılmaktadır. Binaların yapısal özellikleri, sosyal verileri ve mülkiyet durumlarına ait veriler, haritalar üzerine tablosal olarak işlenebilmektedir [1].

Arkeolojide, yerin altında kalan her katman tek tek kazılarak açılmakta, bir katman açıldıktan sonra, altındaki katmanı çözümlenebilmek için tekrar kazmak gerekmektedir. Üstteki katmanın kazı nedeni ile görebileceği hasarlar düşünülerek, kazı öncesinde açılan her bir katman ölçülmek, incelenmek, fotoğraflanmak ve tanımlanmak sureti ile gerekli bilgiler toplanmakta ve CBS ortamında kayıt edilmekte, böylelikle alanın ya da binaların morfolojik geçmişi sorgulanabilmektedir. Aynı durumun korunmaya çalışılan ve zamanla

değişmiş olan, 2-3 katmanlı binalar için de geçerli olması, CBS'nin restorasyon uygulamalarında kullanılması açısından göz önünde tutulması gereken önemli bir noktadır.

Karadeniz Teknik Üniversitesi Merkez Kampüsü Yönetim Binaları üzerinde yapılan çalışmalarda, fotogrametri, CBS ve CAD teknikleri kullanılarak, tekil binalara ait 3D Modeller oluşturulmuştur. Oluşturulan modeller, CBS sistemine yerleştirilerek 2D haritalar ve binalara ait öznitelik verileri ile ilişkilendirilmiştir. Yapılan uygulamanın sonucunda, kullanılan tekniklere ait yazılımların ihtiyaca ne derece cevap verdiği sorgulanarak, mevcut verinin elde edilmesinde fotogrametri tekniklerinin, bu verilerin görselleştirilmesinde de CBS ve CAD tekniklerinin başarılı oldukları görülmüştür (Şekil 19) [51].



Şekil 19. 3D Model, Karadeniz Teknik Üniversitesi Merkez Kampüsü, Trabzon [51].

1.4.4. Restitüsyon

Eski eserlerin ve yerleşmelerin, bozulmaya uğramış kısımlarının, ilk tasarımında olduğu düşünülen hali ile plan, kesit, görünüş, perspektif ve maketler yardımı ile anlatımı olarak tanımlanmaktadır. Restitüsyonlar, analitik rölöve ve laboratuvar incelemeleri sonucunda oluşturulabilmektedir. Restitüsyonun hazırlanabilmesi için gerekli tarihsel

bilgilere, bina üzerindeki izlerden, arşiv kayıtlarından, binaya ait çizim, fotoğraf, kartpostal, harita, tapu belgeleri gibi belgelerden yararlanılarak ulaşılmaktadır [1,52].

Bina tarihsel süreç içerisinde birden fazla değişikliğe uğramış ve onarımlar geçirmişse, hazırlanan restitüsyonların, tarihleri ile beraber dönem dönem sıralanması gerekmektedir [1].

1.4.5. Restorasyon

Restorasyon, bir sanat yapıtının ya da insanlık tarihine tanıklık eden herhangi bir nesnenin korunması, bu yapıtın / nesnenin, ilk durumuna getirilebilmesi amacıyla yapılan sağlamlaştırma ile, yıpranma sürecini durdurmaya yönelik uygulanan işlemlerin tümü şeklinde tanımlanmaktadır. Binanın morfolojik gelişimi sonucunda ortaya çıkan fiziksel durumdan, geçmişteki fiziksel durumuna dönülme sürecini tanımlayan restorasyon, eski bir binada yıkılmış, bozulmuş olan kısımları aslına uygun şekilde onarmak olarak da ifade edilmektedir [2,10,12].

Quatremere de Quincy, 1832'de hazırladığı sözlükte restorasyonu; ilk tanım olarak eski eserin onarılması için gerekli olan bir iş, ikinci tanım olarak ise, bir tarihi eserin orijinal görüntüsünün grafiksel resmedilişi olarak ifade etmektedir [3].

Viollet-le-Duc'ün yazdığı ve 1866'da yayınlanan sözlükte ise, restorasyon teriminin modern olduğu, bir binanın restore edilmesinin onu korumak, tamir etmek ya da yeniden yapmak olmadığı, aksine binanın hiç olmadığı hali ile yeniden canlandırılmasını ifade ettiği yazmaktadır [3].

Restorasyon uygulamaları, öncesinde yapılmış olan belgeleme, rölöve ve restitüsyon çalışmaları sonucunda elde edilen verileri baz alarak yapılmaktadır. Elde edilen veriler, restorasyon uygulamasında kullanılacak olan tekniklerin belirlenmesine de temel oluşturmaktadır. Venedik Tüzüğü'nün 7, 10, 11, 12, 13 ve 15. maddelerinde de açıklandığı üzere, günümüzde yapılan onarımlarda, geleneksel tekniklerin yanında teknolojinin ön planda olduğu çağdaş tekniklerden de yararlanılmaktadır [1,4,53].

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR VE BULGULAR

2.1. Çalışma Alanının Belirlenmesi

Yapılması planlanan uygulama için çalışma alanı olarak Trabzon Ortahisar Sit Bölgesi'nde yer alan Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası belirlenmiştir. Belirlenen çalışma alanının tarihi bir öneme sahip olması nedeni ile bölge içerisinde pek çok tarihi binanın yer alması; bölge içerisinde yer alan cumhuriyet dönemi yapılarının en özgün örneklerinden birisi olarak görülen Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binasının geçmişinde “Trabzon Vilayet Binası” gibi önemli bir işlevi üstlenmiş olması; söz konusu binanın oldukça geniş (47,5m) ve yüksek (12m) cephelere sahip olması nedeni ile geleneksel ölçme teknikleri kullanılarak rölövesinin çıkarılmasının pratik olmaması gibi etmenler çalışma alanının seçilmesinde belirleyici olmuştur.

Söz konusu uygulamada, çağdaş ölçme tekniklerinden yakın resim fotogrametrisi Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası üzerinde, CBS ise belirlenen binanın yakın çevresi ön planda olmak kaydı ile iki tarihi köprü ve surlarla sınırlandırılan Ortahisar bölgesinin tamamı üzerinde test edilmiştir. Belirlenen çalışma alanının CBS ortamında veri tabanının hazırlanmasının yanında, üç boyutlu modeli oluşturulan bölgenin içerisine, rölövesi yakın resim fotogrametrisi kullanılarak elde edilen Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binasına ait restorasyon modeli yerleştirilerek çalışma alanının sanal ortamda 3D görüntülenmesi sağlanmıştır.

2.1.1. Alana Ait Bilgiler

Trabzon, Asya ile Avrupa arasındaki ticaret yolları üzerinde kurulmuş, kuruluşu İyon medeniyetine kadar dayandırılan bir liman kentidir. Kent adını, İyon Medeniyetinin kenti dört taraftan çevreledikleri surlar sebebi ile, “dört köşeli” anlamına gelen “Trapezus” sözcüğünden almaktadır [54,55,56].

Trabzon savunma yapılarına ait arkeolojik verilere bakıldığında, şehrin üçüncü yüzyıldan önce surlarla çevrilmiş olduğu bilinmektedir. Bizans devrine ait eski temeller üzerine kurulan Trabzon Kalesi, döneme ait eski eserlerin taşlarının kullanılması ile inşa

edilmiştir. Taş duvar ve kulelerden oluşturulan savunma hattı, güneyden kuzeye doğru, Yukarı Hisar, Orta Hisar ve Aşağı Hisar olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Denizden güneye doğru gidildikçe her bölüm, bir öncekinden daha küçük ve daha yüksekte yer almaktadır [54,56,57].

Kalenin en eski bölümünü meydana getiren Yukarı Hisar ile Orta Hisar, Kuzgundere ile İmaret deresi arasındaki yüksek kaya kitlesi üzerine kurulmuştur. Trabzon İmparatoru Alexsioz II. (1297-1330) zamanında Yukarı Hisar'dan Aşağı Hisar'a kadar yaptırılmış olan surların içerisinde yer alan ve İç Kale'ye iki kapı ile bağlanan kısım Orta Hisar olarak adlandırılmıştır. İç Kale'ye, Aşağı Hisar'a ve Batı'ya açılan kapıları mevcuttur [54,55].

Bu bölümde Orta Hisar Camii, *Eski Hükümet Konağı*, Tabakhane Köprüsü, Zağnos Köprüsü ile Kule ve Çifte Hamamlar, Amasya Camisi, Şirin Hatun Camii ve Musa Paşa Camii yer almaktadır. Orta Hisar yoğun iskana tabi tutulduğu için Kule Hamamı, Çifte Hamam, Amasya Camii ve Şirin Hatun Camii günümüze ulaşamamıştır (Şekil 20) [54,55,58].

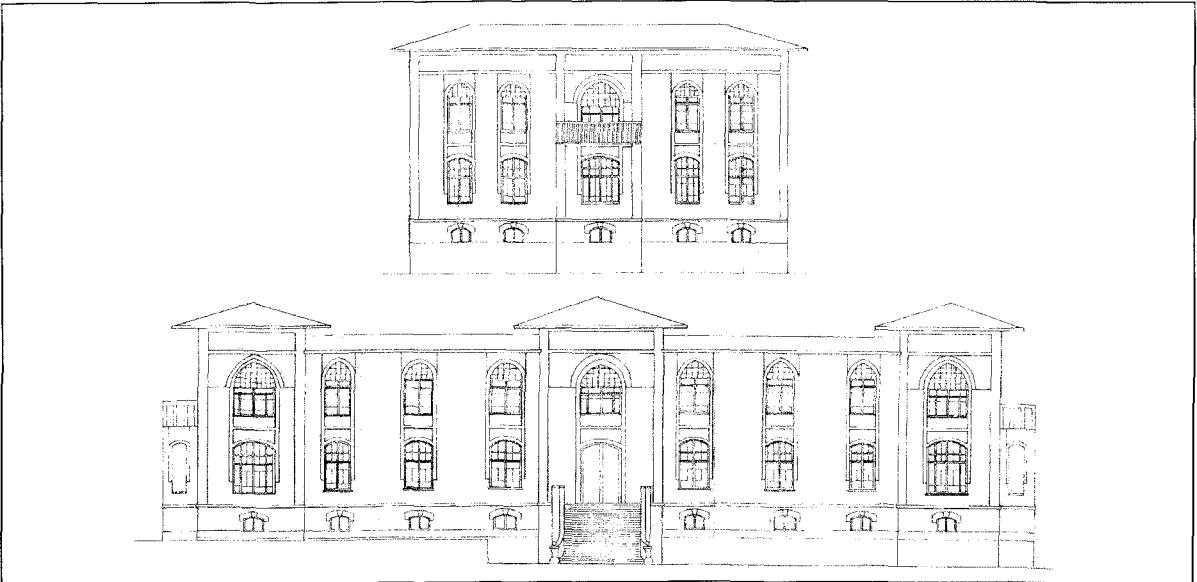


Şekil 20. Ortahisar sit alanı 2005 yılı uydu görüntüsü [59].

2.1.2. Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binasına Ait Bilgiler

Trabzon Cumhuriyet dönemi yapılarının en özgün örneklerinden birisi olan Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası, tescilli tarihi eser statüsündedir. 1860 yılında Osmanlı hakimiyetindeki Trabzon'un vilayet olmasının ardından, Ortahisar'da Hükümet Konağı'nın yapımına başlanılmıştır. 1862 yılında yapımı henüz tamamlanmış olan hükümet konağı, çıkan yangının ardından kullanılmaz duruma gelmiş ve 1930 yılında yıkılmıştır. Yıkılan konağın yerine, projesini Vedat Bey ve Kemalettin Bey'lerin hazırladığı yeni hükümet konağı yapılmıştır. Müteahhitliğini Kıratioğlu Hasan Tahsin Efendi'nin yaptığı binanın inşaat çalışmalarına 1926 yılında başlanılmış, 29 Ekim 1933 yılında da bina hizmete açılmıştır. Osmanlı'nın son dönemi ile Cumhuriyetin ilk yıllarında Hükümet Konağı işlevini üstlenen bina, 1987 yılında Kültür Bakanlığına devredilmiştir. 1989 yılında onarım geçiren bina, 1992 yılında kültür merkezi işlevi ile yeniden kullanıma açılmıştır [60,61,62].

Günümüzde kültür müdürlüğü olarak kullanılan binada, ıslak hacimlerden oluşan çekirdek ve avlular yapının ortasında yer almakta, toplantı salonları ve bürolar, bu çekirdeği çevreleyen koridorun etrafında, her biri cephelerden ışık alabilecek şekilde konumlanmaktadır. Dikdörtgen planlı olan yapı, ortasındaki iki küçük avluya ait aydınlıktan, bodrum kat da dahil olmak üzere tüm katlara doğal ışık almaktadır. Kaide ile yerden yükseltilmiş olan binanın giriş kapısı ve tavanı ahşaptan yapılmıştır [60].



Şekil 21. Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası batı ve kuzey cepheleri rölövesi [63].

2.2. Yakın Resim Fotogrametrisi Uygulaması

Çağdaş teknikler kapsamında ele alınan yakın resim fotogrametrisi, koruma altına alınması planlanan binaların belgelenmesi ve ölçümleri yapılarak rölövelerinin oluşturulması amacı ile kullanılmaktadır. Yapılan uygulamada söz konusu teknik Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası üzerinde test edilmiştir. Bu amaçla kullanılacak koordinat sistemleri belirlenerek çalışma alanı üzerinde bir planlama yapılmıştır. Planlama aşamasında kullanılacak kontrol noktalarının, düzenek kurulum noktalarının ve çekim noktalarının yerleri belirlenerek uygulamanın yapılabilmesi için gerekli fotoğraf sayısına karar verilmiştir. Çekimler sırasında kullanılacak olan dijital kameranın kalibrasyonunun yapılmasının ardından alan çalışmasına geçilmiştir. Kurulum yerleri planlama aşamasında belirlenen düzenek kullanılarak kontrol noktalarının her birinin koordinatları önden kestirme tekniği ile elde edilmiştir. Kontrol noktalarına ait sayısal değerlerin elde edilmesinin ardından fotoğraf çekimleri aşamasına geçilmiştir. Fotoğraf çekimleri Sony DSC-P51 dijital fotoğraf makinesi kullanılarak yapılan uygulamanın değerlendirme işlemleri PhotoModeler Pro 4.0 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Değerlendirmenin yapılabilmesi için 24 adet fotoğraf ve bina üzerinde koordinatları TOPCON NTS 212 iş istasyonu kullanılarak belirlenen 57 kontrol noktası kullanılmıştır.

Ofis ortamında yapılan değerlendirme işlemleri sonucunda çekilen fotoğraflar üzerindeki perspektif bozulmalar giderilerek, fotoğraflar kontrol noktalarına ait koordinatların yazılıma yüklenmesi ile ölçeklendirilmiştir. Bu ölçeklendirmenin ardından, AutoCAD ortamına aktarılan fotoğraflar üzerinden çizimler elde edilerek Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası'na ait cephe rölövelerinin çıkarılması sağlanmıştır.

Rölövenin elde edilmesinin yanında Photomodeler Pro 4.0 yazılımında koordinat değerleri yüklenen kontrol noktaları ve düzenlenmiş fotoğraflar kullanılarak 3D foto-model elde edilmiştir. Elde edilen 3D foto-modelin, uygulamanın ilerleyen aşamalarında AutoCAD ortamında hazırlanan 3D restorasyon modeli ile karşılaştırması yapılmıştır.

2.2.1. Kullanılan Koordinat Sistemleri

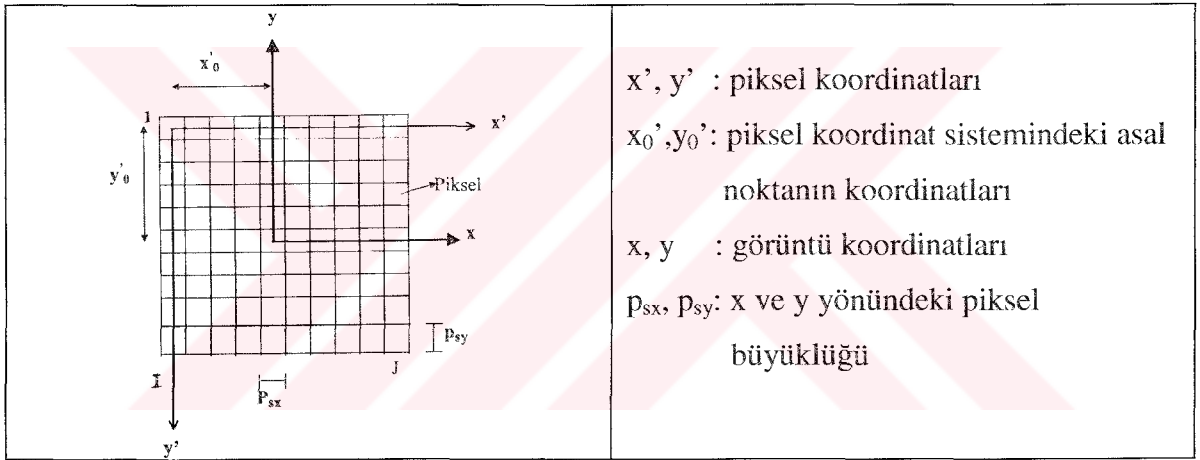
Koordinat sistemleri, bir noktanın yerinin tanımlandığı sistemlerdir. Bir P noktasının yeri, birbirine dik en az iki doğrudan uzaklıkları ile elde edilmektedir. Bu amaçla kullanılan doğrular koordinat eksenlerini, eksenlerin kesişimleri de koordinat sisteminin

başlangıç noktasını oluşturmaktadır. Mimarilik fotogrametrisinde en çok kullanılan koordinat sistemi, doğrudan binaya bağlı olarak kullanılan lokal koordinat sistemidir. Bu sistemde ölçek tanımlamasının yapılabilmesi için, bina üzerinden en az bir ölçü alınması gerekmektedir [6,7,19].

Koordinat sistemleri, düzlem, yüzey ve uzay koordinat sistemleri olarak gruplara ayrılmaktadır. Düzlem koordinat sistemlerini de kendi içinde, dik koordinat sistemleri ve kutupsal koordinat sistemleri olarak ayırmak mümkündür. Fotogrametri uygulamalarında kullanılan dik koordinat sistemleri aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

- **Piksel Koordinat Sistemi;**

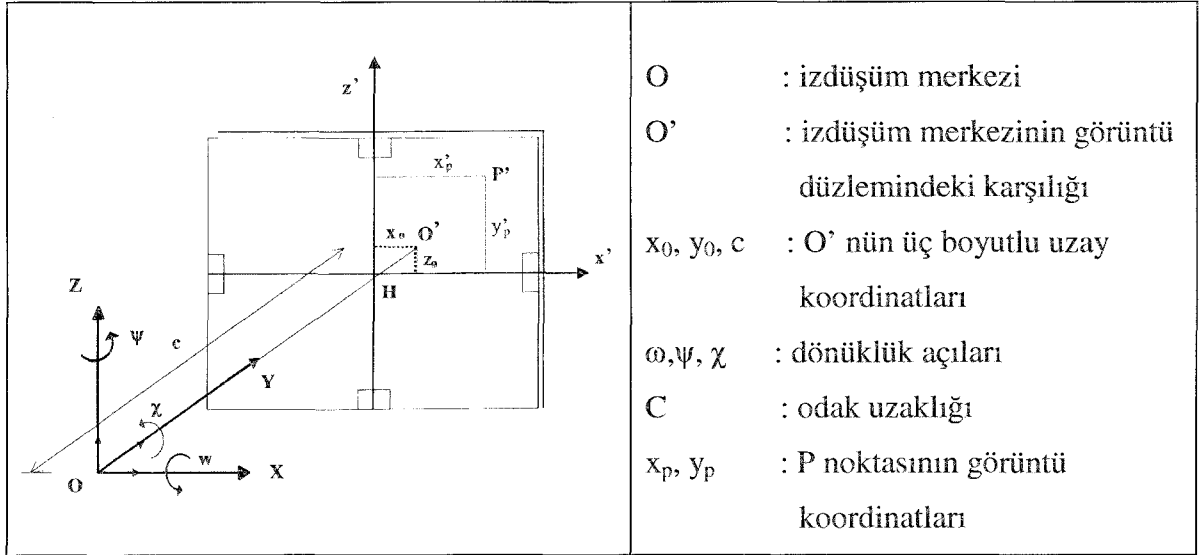
Dijital görüntüdeki ölçümlerin ifade edildiği iki boyutlu sistemdir. Bir görüntü üzerinde resim koordinat bilgisinin elde edilebilmesi için, görüntü koordinatları ile pixel koordinatları arasındaki geçişin sağlanması gerekmektedir (Şekil 22) [33,37].



Şekil 22. Dijital görüntünün yapısı, piksel ve görüntü koordinat sistemleri

- **Görüntü Koordinat Sistemi;**

Çekim sırasında resim üzerine düşürülen işaretlerin belirlediği iki boyutlu sistemdir. Başlangıç noktası, yatay ve dikey eksenlerinin kesişim noktasıdır. Görüntü üzerindeki detaylar bu koordinat sistemine göre ölçülmektedir (Şekil 23) [33,37].



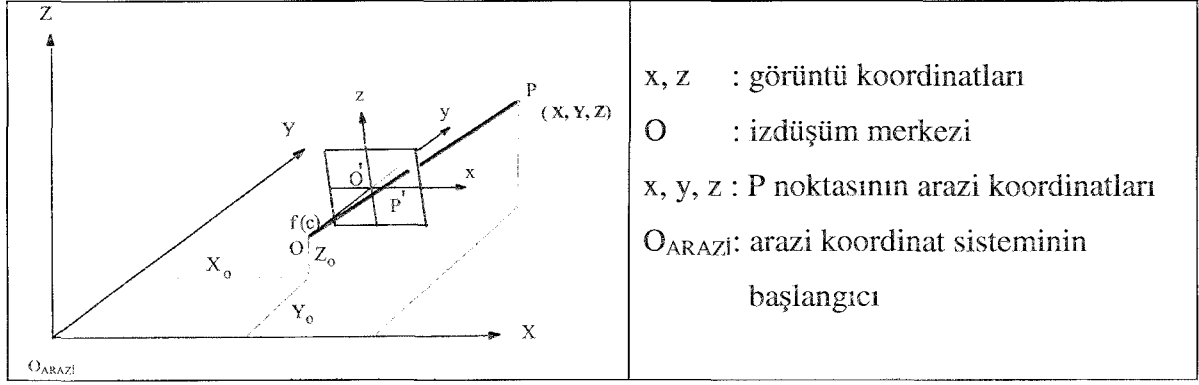
Şekil 23. Görüntü koordinat sistemi

▪ Model Koordinat Sistemi;

xy düzlemi yatay, z eksenini ise düşey olarak tanımlanmış, üç boyutlu arazi koordinat sistemidir. Başlangıç noktası sol resmin istasyon noktasıdır. Kamera bu noktaya yerleştirildiğinde, kameranın da belirli bir yüksekliği olması nedeni ile, Z_0 değeri olarak noktanın yüksekliği değil, bu yüksekliğe kamera yüksekliğinin eklenmesi ile elde edilen değer alınmalıdır. Kameranın her kurulmasında alet yüksekliği değişeceği için, her kurulumda ilk yapılması gereken bu yüksekliğin ölçülmesi olmalıdır. Bu sistemde xy düzlemi, Z_0 'dan geçen yatay düzlem olarak tanımlanmaktadır [33,37].

▪ Arazi Koordinat Sistemi;

Noktaların konumlarını cisim uzayında belirlemek için kullanılan üç boyutlu sistemdir. Ülke koordinat sistemi yada çalışmaya özgü bölgesel bir koordinat sistemi olabilmektedir. Rölöve alımlarında kullanılan noktaların üçgenlemeler ile bağlanması sonucu oluşturulan ağ sisteminde, bir noktanın koordinatı belirli ise, bu diğer noktaların koordinatlarının da hesaplanabileceği anlamını taşımaktadır (Şekil 24) [33,37].



Şekil 24. Görüntü ve arazi koordinat sistemleri

Fotogrametri uygulamalarında sayısal değerlendirmelerin yapılabilmesi için, bu dik koordinat sistemleri arasındaki dönüşümlerden oluşan bir takım hesaplamaların yapılması gerekmektedir. Bazı noktaların bir sistemden diğerine taşınabilmesi için, iki koordinat sistemi arasında bir ilişkinin kurulması gerekmektedir. Bu ilişki koordinat sistemleri arasındaki dönüşüm olarak tanımlanmaktadır. Bu ilişkinin kurulabilmesi için, her iki koordinat sisteminde de, koordinatları belli iki nokta gerekmektedir. Dönüşüm işlemleri, piksel koordinatlarından görüntü koordinatlarına, model koordinatlarından da arazi koordinatlarına yapılmaktadır [6,7,19].

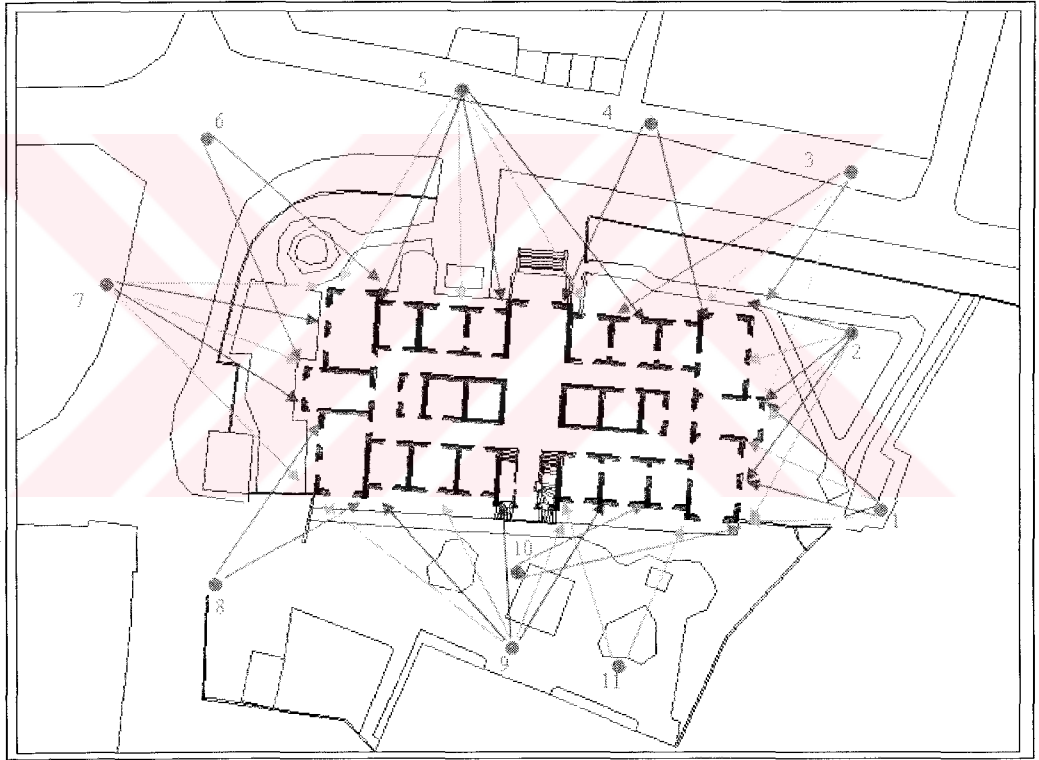
2.2.2. Planlama

Planlama, yersel fotogrametri uygulamalarına başlanmadan önce, ana kararların verildiği aşama olması nedeni ile yapılması gerekli temel işlem olarak ön plana çıkmaktadır. Bu adımda uygulamadan maksimum yararın sağlanabilmesi için, uygulama sırasında kullanılacak olan kamera, yazılım ve donanıma karar verilmekte, binanın en uygun görüntülerinin elde edilebileceği çekim türü belirlenerek bir çekim planı oluşturulmaktadır. Oluşturulan çekim planı temel alınarak, kullanılacak olan kontrol noktalarının yerlerine ve sayısına karar verilmektedir. Kontrol noktalarının ölçümlerinin yapılabilmesi için, belirlenen ölçme tekniğine bağlı olarak bir ölçüm planı oluşturulması da yine planlama aşamasında yapılması gerekli işlemler arasında yer almaktadır.

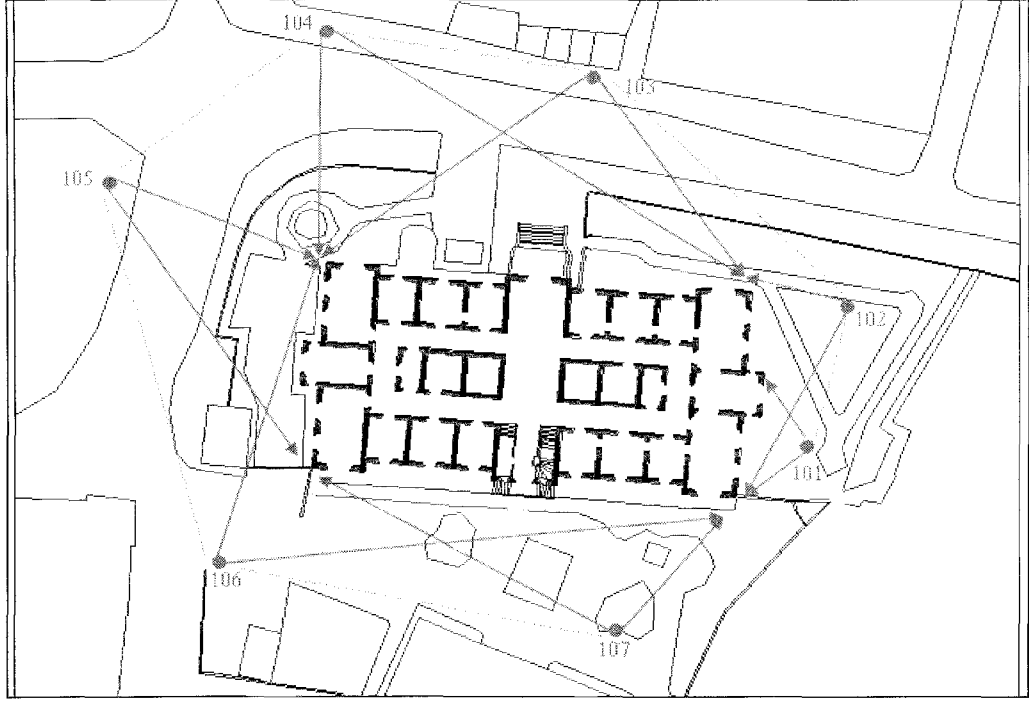
Bir binanın fotoğraf çekimi yapılmadan önce, binanın plan şeması üzerinde çekim açıları ile fotoğrafta vurgulanması istenen noktalar belirlenerek bir çekim planı oluşturulması, oluşturulan plan şeması üzerinde, kullanılan kameralar ile bu kameraların

yerleştirildikleri istasyon noktalarının, kameralar arasındaki baz uzunluklarının ve kontrol noktalarının belirli bir düzen içerisinde birbirleri ile ilişkilendirilerek gösterilmesi, yapılan çekimlerin ise plan üzerinde numaralandırılarak belirlenmesi gerekmektedir [16,19,33].

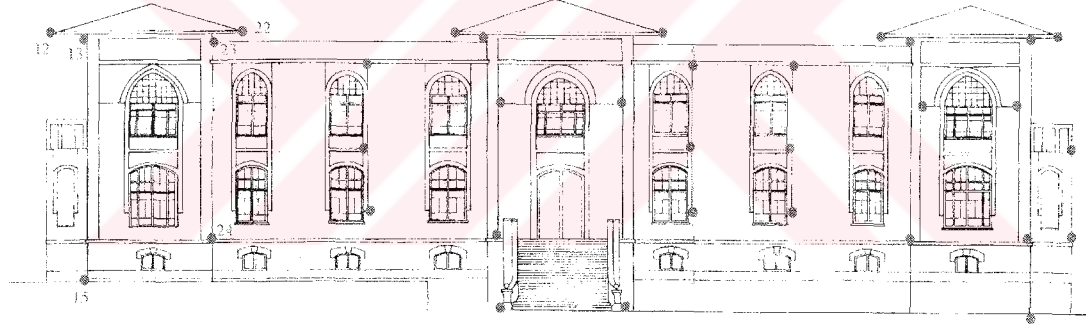
Yapılan uygulamanın planlama aşamasında binanın büyüklüğü ve çekim mesafesinin darlığı göz önünde tutularak bir çekim planı hazırlanmıştır. Kontrol noktalarının yerleri binaya ait görünüşler üzerinde, ölçümlerin yapılacağı düzeneğin kurulacağı istasyon noktalarının yerleri ise, çekim planı ve kontrol noktalarına ait planlama göz önünde bulundurularak ölçüm planı üzerinde belirlenmiştir. Bu çalışmalar sonucunda, alan çalışmasına başlanmadan önce, kaç adet fotoğrafa ve kontrol noktasına gereksinim duyulduğu tespit edilmiştir (Şekil 25,26,27,28,29,30).



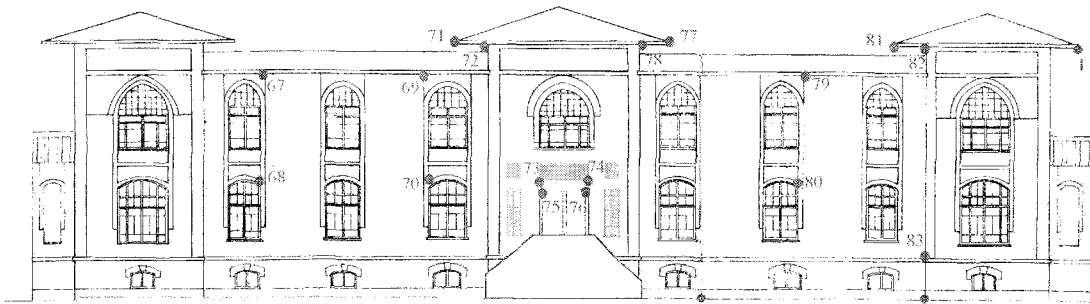
Şekil 25. Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası'na ait fotogrametri uygulaması çekim planı



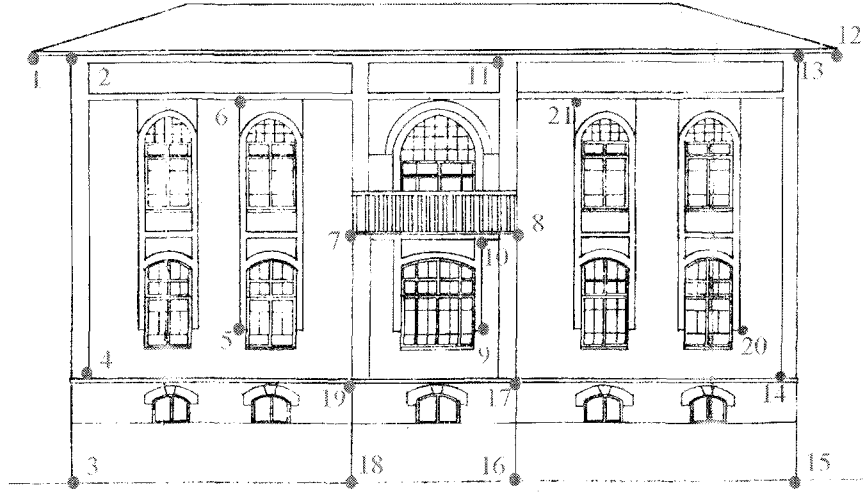
Şekil 26. Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası'na ait fotogrametri uygulaması düzenek kurulum noktalarını gösteren ölçüm planı



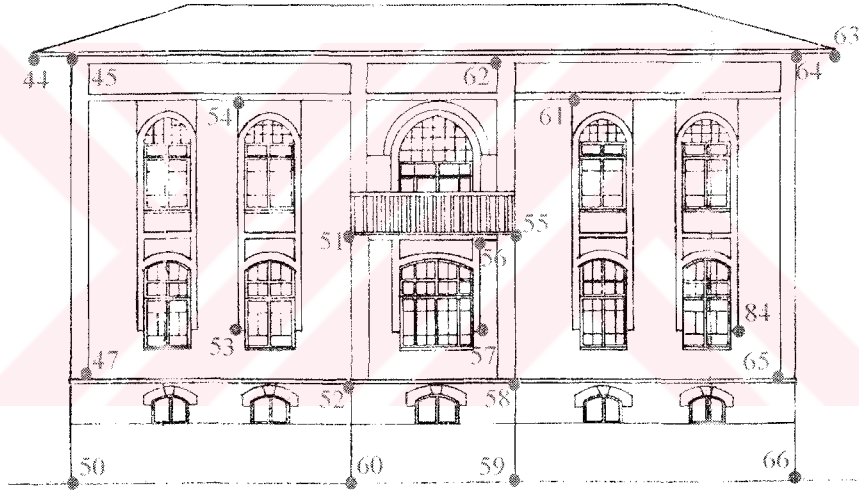
Şekil 27. Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası kuzey cephesi üzerinde belirlenen kontrol noktaları



Şekil 28. Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası güney cephesi üzerinde belirlenen kontrol noktaları



Şekil 29. Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası doğu cephesi üzerinde belirlenen kontrol noktaları



Şekil 30. Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası batı cephesi üzerinde belirlenen kontrol noktaları

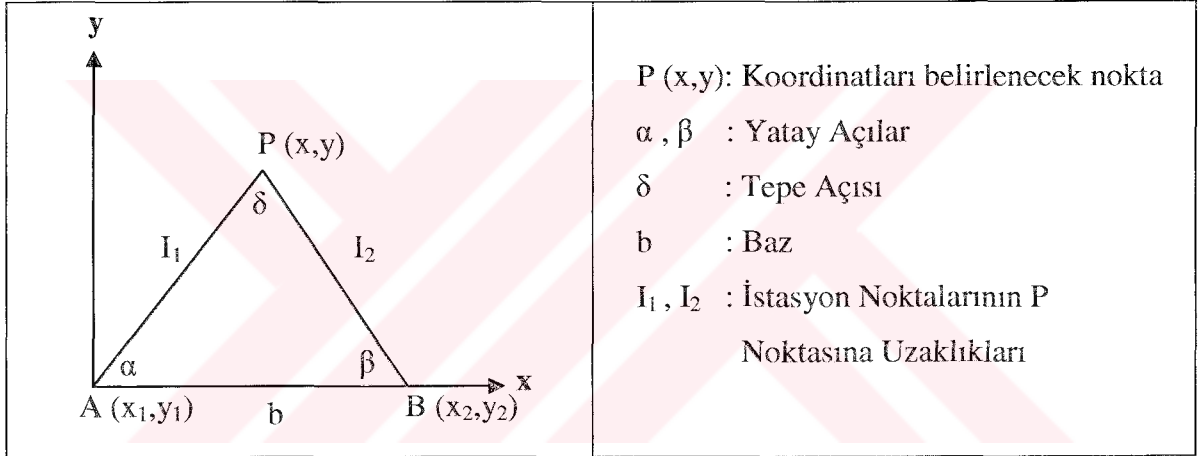
2.2.3. Fotogrametrik Veri Kaydı

Fotoğraf çekimi fotogrametride bilgilerin toplanması aşamasını oluşturmaktadır. Fotogrametrik yöntemlerle elde edilecek bilgilerin tamamına yakını fotoğraflar ile koordinatları ya da birbirleri arasındaki uzaklıkları ölçülen kontrol noktaları kullanılarak elde edilmektedir [19,22].

Yapılan örnek uygulamada, planlama adımı ortaya konulan veriler doğrultusunda belirlenen kontrol noktalarının koordinatları, bu amaçla önceden planlanmış olan düzener

kurulum noktalarına TOPCON NTS 212 aleti kurularak elde edilmiştir. Alet kurulumu esnasında, asal eksenin belirlenen düzenek kurulum noktasından geçmesine, dönme ekseninin ise önce küresel düzeç ile, ardından silindirik düzeç yardımı ile düşeylenmesine dikkat edilmiştir.

Elde edilen koordinatların dönüşümleri, jeodezik önden kestirme yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Önden kestirme yöntemi, koordinatları bilinen noktalara alet kurulup, koordinatları bilinen diğer noktalar ile koordinatları belirlenecek noktaların gözlemlenerek aralarındaki açılar ölçülmesi prensibine dayanmaktadır (Şekil 31). Yapılan açı ölçümleri sonucunda üçüncü noktanın koordinat değerleri elde edilmektedir. Kullanılan yöntem temelde, geleneksel tekniklerde anlatılan üçgenleme tekniği ile aynı doğrultuda çalışmakta fakat teknik olanaklar ön planda tutulmaktadır.



Şekil 31. Önden kestirme işlemi

Çekimi yapılan fotoğraflardan maksimum yararın sağlanabilmesi için, fotoğraf çözünürlüğünün mümkün olduğunca yüksek olması, fotoğrafın çekildiği kameranın kalibrasyonunun hassas bir şekilde yapılarak iç yöneltme elemanlarının belirginleştirilmiş olması ve çekimlerin belirli bir plan çerçevesinde yapılması gerekmektedir. Kullanılan kameranın geniş açılı, metrik ve dijital olması, değerlendirme aşamasında araştırmacıya oldukça büyük kolaylıklar sağlamaktadır.

2.2.3.1. Kamera Sistemleri

Yüksek binalara ait mimari fotoğraflar, geniş açılı objektifler, teknik kameralar yada perspektif kontrol objektifli (PC) sabit kameralar kullanılarak çekilmektedir. Geçmiş dönemlerde bu amaçla, tek tek fotoğraflar çeken el kameraları kullanılırken, devamında seri çekimler yapabilen otomatik kameralar kullanılmaya başlanmıştır. Özellikler ikinci dünya savaşının ardından elektronik ve optik alanlarındaki gelişmelerin etkisi ile kullanılan fotoğraf makineleri ve değerlendirme aletlerinde önemli gelişmeler yaşanmıştır [5,60].

Fotogrametri uygulamalarında kullanılan ilk fotoğraf makineleri foto-teodolitlerdir. İlerleyen dönemlerde stereo-kameralar, analog kameralar ve dijital kameralar kullanılmıştır [17,19,22].

Yakın resim fotogrametrisinde resim çekme makineleri, metrik, yarı metrik ve metrik olmayan makineler (non-metrik) olarak üç grupta toplanmaktadır. Metrik olmayan resim çekme makineleri, analitik yöntem uygulanarak kullanılmaktadırlar. Bu makinelerin iç yöneltme elemanlarının tamamı veya bir bölümü bilinmemekle birlikte, dış yöneltme elemanlarının da belirsiz ve birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Bu tip kameralar ile çekilen resimlerin değerlendirilebilmesi için, 6 adet modele iyi dağılmış kontrol noktasına ihtiyaç vardır. Hazırlanan uygulamada, non-metrik kamera olan Sony DSC-P51 dijital fotoğraf makinesi ve model üzerine yerleştirilmiş 57 adet kontrol noktalarından faydalanılmıştır [19,22,23].

Metrik resim çekme makineleri ise, prezisyonlu düzeçleme ve yöneltme sistemi olan, netleştirme donanımı bulunan makineler olarak tanımlanmaktadır. Metrik kameralar hassas bir şekilde belirlenmiş kalibrasyon verisine sahiptir. Bu makineleri kendi içinde çift makineler ve tek makineler olarak gruplamak mümkündür [19,22,33].

Bu sınıflandırmaların yanında, bazı değiştirilebilen kameralar / değiştirilemeyen kameralar, odak uzaklıklarına göre; değişmeyenler / çekim uzaklığına göre ayarlanabilenler, kullandıkları malzemelere göre; yalnız cam kullananlar / yalnız film kullananlar / hem cam hem film kullananlar ve dijital makineler şeklinde gruplandırmalar yapmak da mümkündür [19,22].

Yüksek hassasiyette kayıt almaya yarayan fotogrametri, optik olarak basit bir işleme dayanmasının yanında, uzman kişilere ve oldukça yüksek özelliklere sahip makinelere gereksinim duymaktadır. Stereo görüntü elde edilebilen fotoğraf çiftlerinin kullanımı ile, iki yada üç boyutlu çizimlerin elde edilmesine olanak tanıyan fotogrametri, bu kayıtların

yapılabilmesi için fotoğrafların çekildiği kameraya ait odak uzaklığı, resim boyutları, yatay ve dikey görüş açısı, distorsiyon hatası ve değişimi, objektif ayırma derecesi, değişik alım uzaklığına ayarlanabilirliği, iç yöneltme elemanlarının belirliliği ve sayısallaştırma ölçeği gibi temel özelliklerin bilinmesini gerektirmektedir. İki nokta arasındaki mesafenin, fotoğraftaki ölçüsü ile, yer düzlemindeki ölçüsü arasındaki oran olarak tanımlanan fotoğraf ölçeği, binanın kaydı alınırken, gerekli fotoğraf sayısını ve detaylandırma derecesini etkileyeceğinden önemlidir [7,13,28].

2.2.3.1.1. Kamera Kalibrasyonu

Kamera kalibrasyonu, kamerayı ölçüm gereci olarak kullanmak amacı ile kameranın karakteristik özelliklerini saptama yöntemi olarak ifade edilmektedir. Çekim anında kameraya giren ışın demetinin geometrisinin çıkarılmasını tanımlamaktadır. Söz konusu işlem için, kameranın iç yöneltme parametreleri olarak tanımlanan asal nokta ve asal uzaklığın konumu referans olarak gösterilmektedir. Bu nedenle, farklı türde kameralarla çalışabilen fotogrametri yazılımları, bu çalışmaları yapabilmek için kullanılan kameralara ait spesifik parametrelere ihtiyaç duymaktadır. Kameranın objektifine ait odak uzaklığı, kamera yada tarayıcıya ait CCD formatındaki sayısallaştırma ölçeği, odak noktası, kameranın distorsiyon özellikleri vs.. şeklinde örneklenebilen bu parametrelerin elde edilmesi işlemlerinin tümü kalibrasyonu tanımlamaktadır [29,32,64].

Tablo 3. Kamera parametrelerine ilişkin tanımlamalar

Projeksiyon Merkezi	Fotoğraf düzlemi dışında bulunan ve izdüşüm doğrularının üzerinden geçtiği noktadır. Bu nokta aynı zamanda kamera optik sisteminin merkezidir.
Asal Eksen	Projeksiyon merkezi ile, asal noktadan geçen eksendir.
Nadir Noktası	Projeksiyon merkezinden geçen dikey doğrunun resim ve arazi ile kesiştiği noktalaradır.
Odak Noktası	Kameraya ait lensin optik ekseni ile fotoğrafın kesişim noktasıdır.
Odak Uzaklığı	Odak noktası ile projeksiyon merkezi arasındaki uzaklığı tanımlar.
Distorsiyon	Bir ışık ışınının teorik olarak gitmesi gereken yoldan sapması şeklinde ifade edilmektedir.

Odak uzaklığının (kamera sabiti) saptanmasında yapılacak bir hata iç yöneltmeyi bozmakta, dolayısı ile üç boyutlu modelde hata yapılmasına neden olmaktadır. Bu nedenle her kameranın kalibrasyon raporunda, odak uzaklığı ile distorsiyon hatasının sayısal yada grafik olarak verilmesi gerekmektedir [17,32,64].

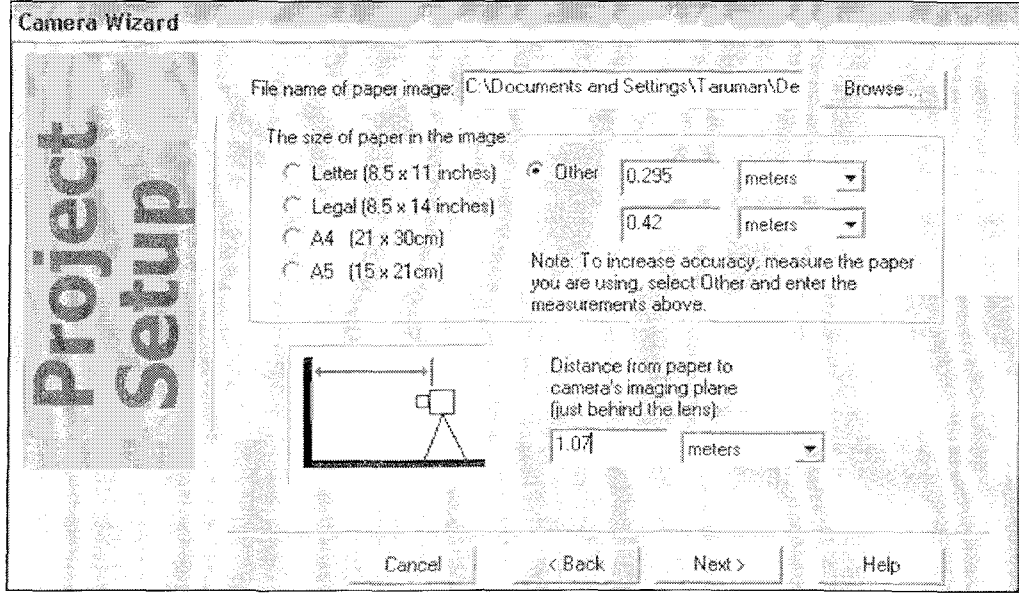
Kamera kalibratörü, kamerayı tek ürün için kalibre etmektedir. Bu nedenle;

- Kamera yersel fotogrametri yazılımlarında ilk kez kullanılacaksa,
- Kamera farklı bir lens ile kullanılacaksa,
- Kameraya ait farklı odak uzaklıkları birlikte kullanılacaksa,
- Kamera yada lensin hasar görmesi durumunda,
- Resimlerin taranacağı tarayıcının değiştirilmesi durumunda,
- Kullanılan kameranın değiştirilmesi durumunda, kalibrasyon işleminin yeniden yapılması gerekmektedir [29,32,64].

Uygulamada kullanılan kameralardan birisi olan Sony DSC-P51'in kalibrasyonu, PhotoModeler Camera Calibrator yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Bu amaçla, PhotoModeler Camera Calibrator yazılımı tarafından önerilen, yoğun noktasal gride sahip A3 ebatındaki kalibrasyon slaytı kullanılmıştır.

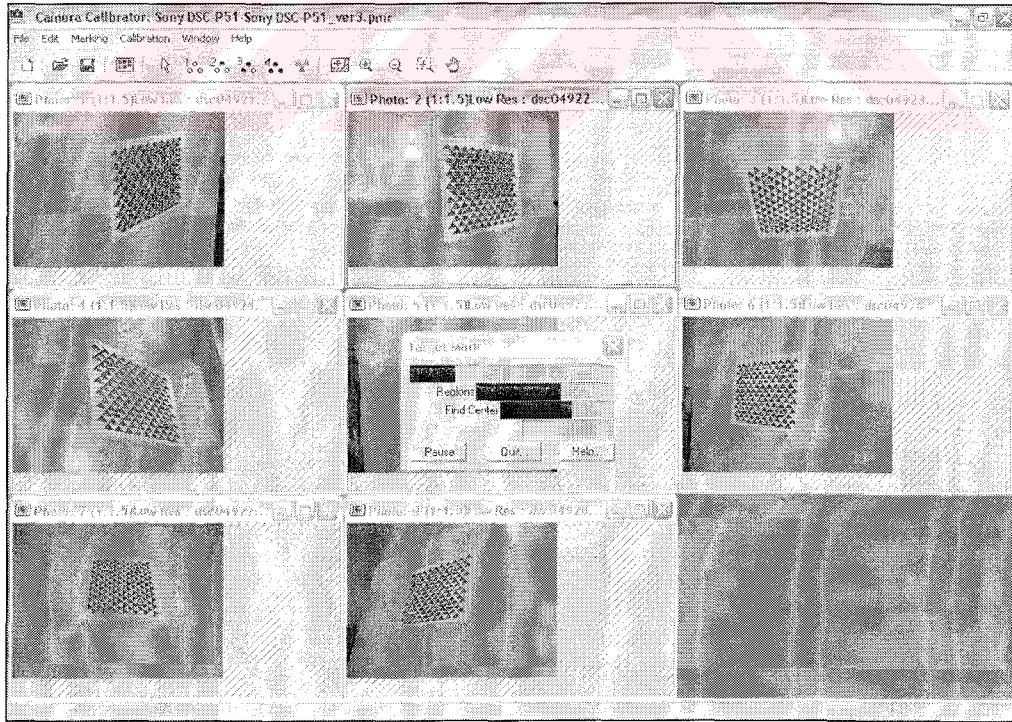
Yazılım üzerinde değerlendirmeye başlanmadan önce, kameranın odak uzaklığı, kameraya ait lensin panoya olan uzaklığı ve panoya yapıştırılan slaytın boyutları gibi sayısal veriler elde edilmiştir. Odak uzaklığı kamera üzerinden okunarak $f: 6.3$ olmak üzere, lensin panoya olan uzaklığı Leica Disto Plus (lazer metre) ile ölçülerek $d_x: 1.07$ metre olmak üzere, slaytın boyutları ise 60'lık gönye ile ölçülerek 0.42×0.295 metre olmak üzere belirlenmiştir. Elde edilen değerlerin ardından serbest kalibrasyon çekimlerine geçilerek, kalibrasyon slaytına ait 8 fotoğraf çekimi yapılmıştır. Fotoğraf çekimlerinin tamamlanmasının ardından, elde edilen dijital fotoğraflar ve sayısal veriler bilgisayara aktarılarak PhotoModeler Camera Calibrator yazılımı üzerinde değerlendirilmiştir.

Görüntülenen ara-yüzde, kalibrasyon slaytının boyutları, kameraya ait lensin kalibrasyon slaytına olan uzaklığı ve bu uzaklığa bağlı olarak çekilen dik fotoğraf yazılıma veri olarak girilmiş, söz konusu değerler kullanılarak ölçeklendirmenin yapılabilmesi için 1.07 metre uzaklıktan çekilen dik fotoğrafın köşe noktaları işaretlenerek kalibrasyon slaytının sınırları tanımlanmıştır (Şekil 32).



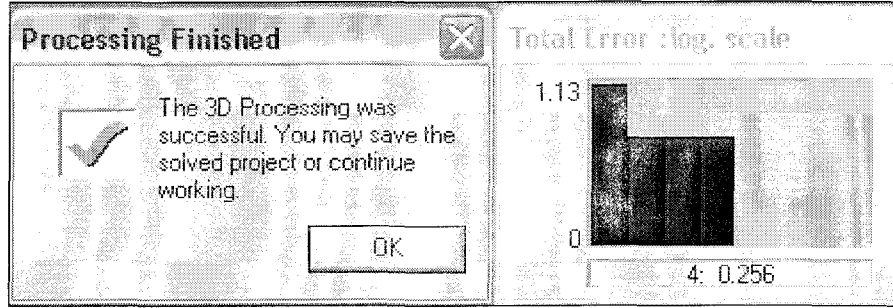
Şekil 32. Kalibrasyon amacı ile elde edilen sayısal verilerin yazılıma yüklenmesi

Çekim sırasına uygun olarak yüklenen fotoğraflar, sırası ile açılarak kontrol noktaları tek tek işaretlenmiştir. “Kalibrasyon ölçeği”nin tanımlanmasının ardından, “kalibrasyon aşamaları”na geçilerek “kalibrasyon işlemi” başlatılmıştır (Şekil 33).



Şekil 33. Kalibrasyon işlemi

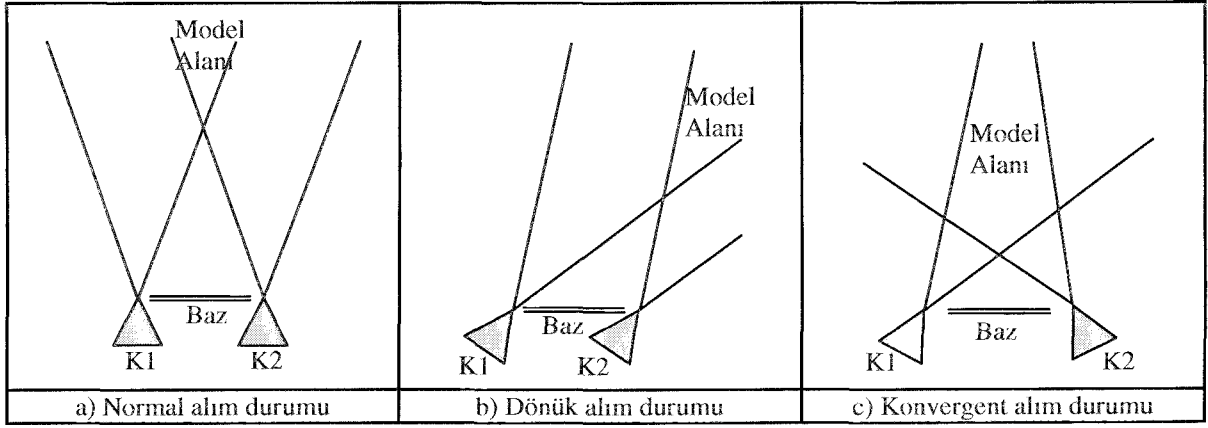
Kalibrasyon işleminin tamamlanması ile görüntülenen grafik, işlemdeki hata payını ortaya koymaktadır. Grafikte görüntülenen 1.13 değeri, hata payının oldukça düşük olduğunu göstermektedir. Kalibrasyon işleminin tamamlanmasının ardından elde edilen, “Sony DSCP-51.cam” dosyası, Trabzon İl Kültür Müdürlüğü Binasının fotogrametrik rölovesinin çıkarılmasında kullanılmıştır (Şekil 34).



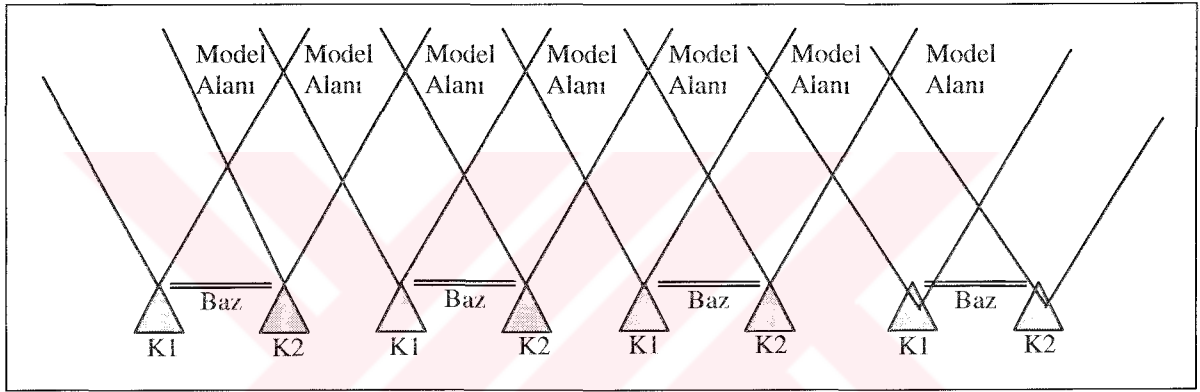
Şekil 34. Kalibrasyon işlemine ait sonuç grafiği

2.2.3.2. Fotoğraf Çekimi

Fotoğraf çekimi, yakın resim fotogrametrisinin en önemli aşamalarından birini oluşturmaktadır. Fotogrametri uygulamaları için temel verilerin elde edildiği fotoğraf çekimleri, çekim amacına ve ortam koşullarına bağlı olarak; normal alım durumu, dönük alım durumu ve konvergent alım durumu olmak üzere 3 farklı şekilde yapılmaktadır. Çekim şekilleri içerisinde en fazla kullanılanlar arasında yer alan normal alım durumunda, bazın her iki ucundan alınan fotoğraflar birbirine paralel ve baza diktir. Bu nedenle dik alım olarak da adlandırılmaktadır. Hesaplamaları en kolay olan alım şeklidir. Dönük alım durumunda ise, bazın iki ucundan alınan fotoğraflara ait alım eksenleri birbirine paraleldir fakat baza dik değildir. Bu alım şekli, objenin tam karşısına kameranın yerleştirilemediği yada bir bazdan yapılan çekimlerin yeterli olmadığı durumlarda kullanılmaktadır. Konvergent alımlarda ise, bazın her iki ucundan alınan fotoğrafların alım eksenleri birbirine paralel olmadığı gibi baza da dik değildir. Çekim eksenlerinin bir tanesinin baza dik olması ise, bu alım türü için özel bir durum oluşturmaktadır. Bu alımlarda önemli olan, objenin model alanı içerisinde kalmasıdır. Konvergent alımlar, çekim alanının yakın bölgede genişletilmesine olanak tanımaktadır. Değerlendirilmesi ise, diğer alım türleri ile kıyaslandığında çok daha karmaşıktır (Şekil 35,36) [19].



Şekil 35. Fotoğraf alım şekilleri a) normal alım durumu b) dönük alım durumu c) konvergent alım durumu [33].





Şekil 36. Geniş nesnelere için ardışık çekim planı [33].

Yapılan uygulamada, Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası'nın doğu cephesinden 4, kuzey cephesinden 6, batı cephesinden 4, güney cephesinden 6 ve kuzey doğu, kuzey batı, güney doğu ve güney batı yönlerinden de 1'er tane olmak üzere toplam 24 fotoğraf çekimi yapılmıştır. Çekimler yapılırken planlama aşamasında hazırlanan çekim planı ve konvergent alım kuralları ön planda tutulmuştur.

Çekimleri yapılan Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası'nın geniş ve yüksek olması nedeni ile fotoğraflar ardışık olarak çekilmiştir. Yapılan çekimlerin sonucunda üç boyutlu model elde edilebilmesi için ise, ardışık çekilen her fotoğrafın, model alanı oluşturacak şekilde üst üste bindirilmesine dikkat edilmiştir. Bu çalışma sırasında model alanının, çekim alanının %30'u ile %50'si arasında alan kaplaması gerekliliği göz önünde tutulmuş, bu alanlar içerisinde minimum 3-6 kontrol noktasının bulunmasına dikkat edilmiştir. Köşe noktaları yine üst üste bindirilmiş iki fotoğraf ile belirlenmiştir (Tablo 4) [33].

Tablo 4. Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası'nda fotogrametri amaçlı fotoğraf çekimi örnekleri

			
Doğu cephesi			
			
Kuzey cephesi			
			
Batı cephesi			
			
Güney cephesi			

2.2.4. Fotogrametrik Veri Değerlendirme İşlemleri

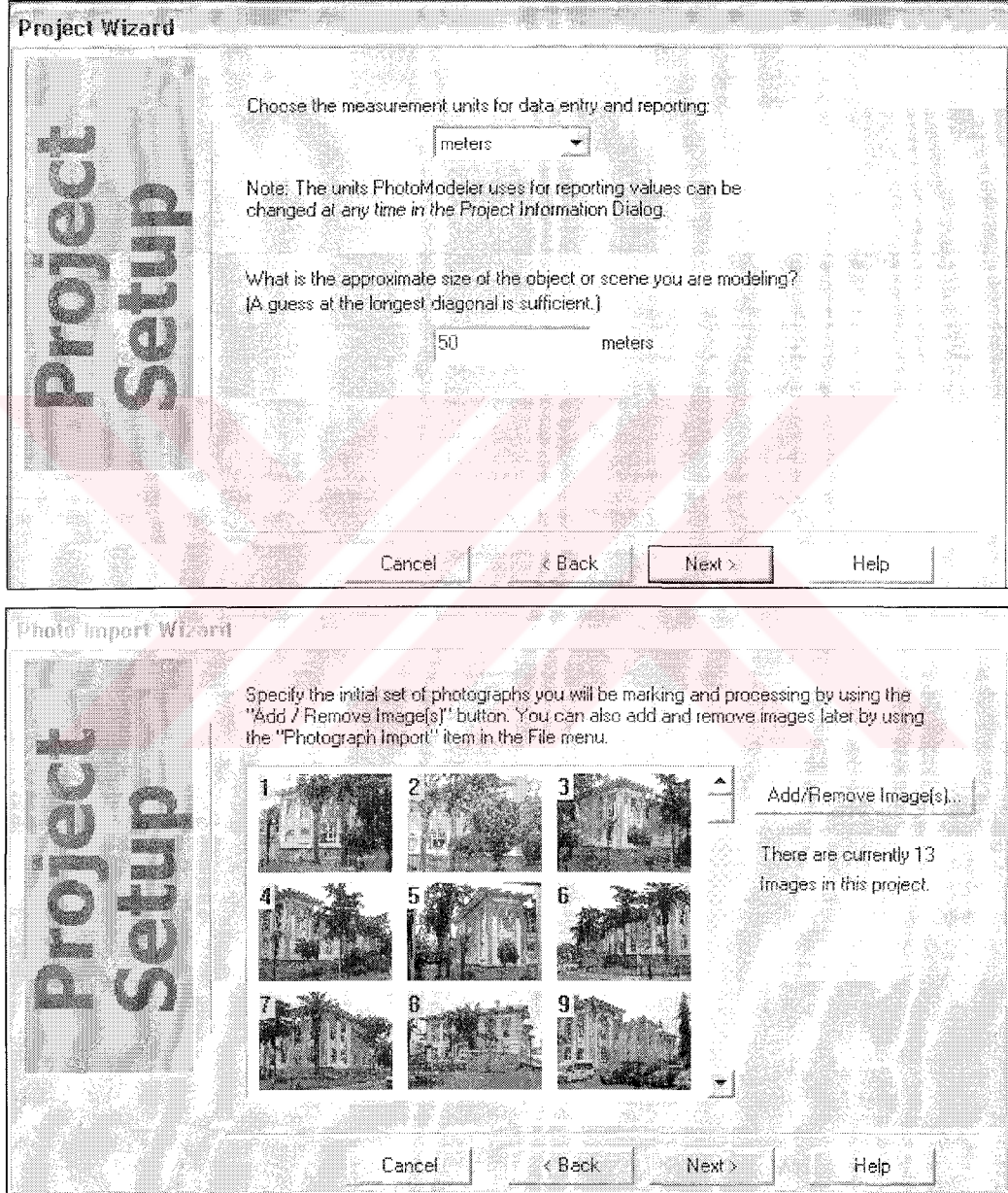
Fotogrametrik veri değerlendirme işlemleri, fotogrametri uygulamalarının son aşaması olarak tanımlanmaktadır. Çekilen fotoğrafların amaca uygun fotogrametrik değerlendirme yazılımları kullanılarak, amaca yönelik bir dizi işlemde geçirilmesi anlatılmaktadır.

Fotoğrafların rektifiye edilebilmesi ve üç boyutlu foto-modelin oluşturulabilmesi için, yöneltme adımlarının uygulanması gerekmektedir. Bir kameranın, fotoğrafın, modelin yada bir cismin, belirli bir koordinat sistemine bağlı kalınarak uzaydaki yerinin tespit edilmesi olarak tanımlanan yöneltme işlemleri, iç yöneltme ve dış yöneltme olmak üzere iki aşamada yapılmaktadır. İç yöneltme; kamera kalibrasyonu ile elde edilen, kameraya ait odak uzaklığı ve odak noktasının koordinatları gibi kameraya ait parametreler ile, sistematik hataları tanımlayan parametreleri içermektedir. Piksel koordinatlarından görüntü koordinatlarına dönüşümün gerçekleştirildiği adımdır. Dış yöneltme ise; görüntü alınması sırasında, kameranın bir referans sistemine göre konumunun belirlenmesini ve görüntü ile cisim uzayı koordinat sistemleri arasındaki açısal ilişkiyi ifade etmektedir. Başka bir ifade ile, görüntü ile nesne koordinat sistemleri arasındaki dönüşüm olarak tanımlanmaktadır [32,37].

İki yada daha çok kameranın dış yöneltmesi iki farklı yöntemle yapılabilmektedir. Bunlardan birincisi eş zamanlı yöneltme, ikincisi ise karşılıklı ve mutlak yöneltme işlemleridir. Eş zamanlı yöneltme’de, fotoğrafların yöneltmeleri ve nokta koordinatları, doğrudan cisim uzayı koordinatlarına göre belirlenmektedir. Karşılıklı yöneltme, üst üste bindirilmiş fotoğraflara ait yöneltmelerin, model koordinat sisteminde üç boyutlu bir stereo-model oluşturularak birbirlerine göre belirlenmesini anlatmaktadır. Bu yöneltme işleminde, görüntü koordinat sisteminden model koordinatlarına dönüşüm gerçekleştirilmektedir. Mutlak yöneltme ise, cisim uzay sistemi ile, model koordinat sistemi arasındaki dönüşümü anlatmaktadır. Modelin üç dönme, üç öteleme ve bir ölçek değişimi ile arazi (obje) kontrol sistemine dönüşmesi olarak ifade edilmektedir. Mutlak yöneltme, karşılıklı yöneltmenin tamamlayıcısıdır [34,37].

Hazırlanan uygulamada, fotogrametrik değerlendirme işlemlerinin yapılabilmesi amacı ile PhotoModeler Pro 4.0 yazılımı ve AutoCAD 2006 yazılımı birlikte kullanılmıştır. Değerlendirme işlemlerinin yapılabilmesi için öncelikle raster yapıda olan görüntülerin, çekildikleri kameraya ait görüntü koordinat sistemine dönüştürülmesi

gerekmektedir. Bu nedenle çekimlerin yapıldığı kameranın metrik özelliklerinin yazılıma veri olarak yüklenmesi gerekmektedir. Kullanılacak olan birim ile çalışma alanının yaklaşık olarak büyüklüğünün tanımlanmasının ardından, uygulama kapsamında kalibrasyonu yapılarak kalibrasyon dosyası elde edilen Sony DSC-P51 yazılıma yüklenmiştir.



Şekil 37. Veri girişi için kullanılacak olan birim, çalışma alanının yaklaşık büyüklüğü ve uygulamada kullanılacak fotoğrafların belirlenmesi

Kameraya ait metrik özelliklerin ardından, çekilen fotoğraflar da doğu cephesine ait fotoğraflardan başlanmak sureti ile yazılıma yüklenmiştir. Yüklenen ardışık fotoğraflar üzerinde, planlama aşamasında yerleri belirlenen kontrol noktaları işaretlenerek fotoğrafların ilişkilendirilmesi aşamasına geçilmiştir.

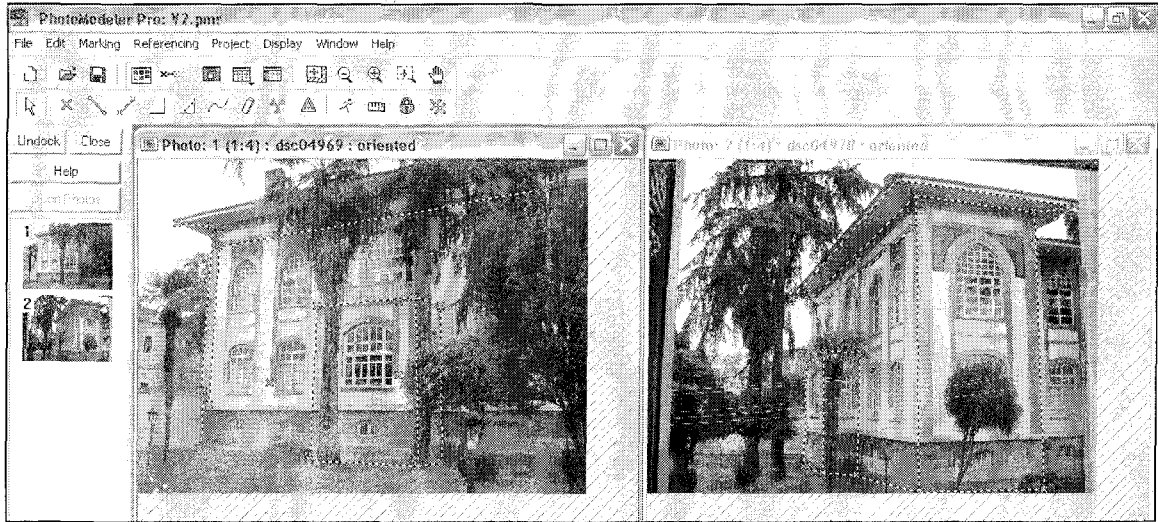
2.2.4.1. Dijital Görüntü Eşleştirme

Dijital görüntü eşleştirme, iki yada daha fazla görüntüde yer alan aynı objeye ait benzer görüntülerin ilişkilendirilmesini anlatmaktadır. Bu ilişkilendirme sayısal teknikler kullanılarak objenin bulunması, konumlandırılması yada 3D modelinin oluşturulması olarak örneklendirilebilir [34].

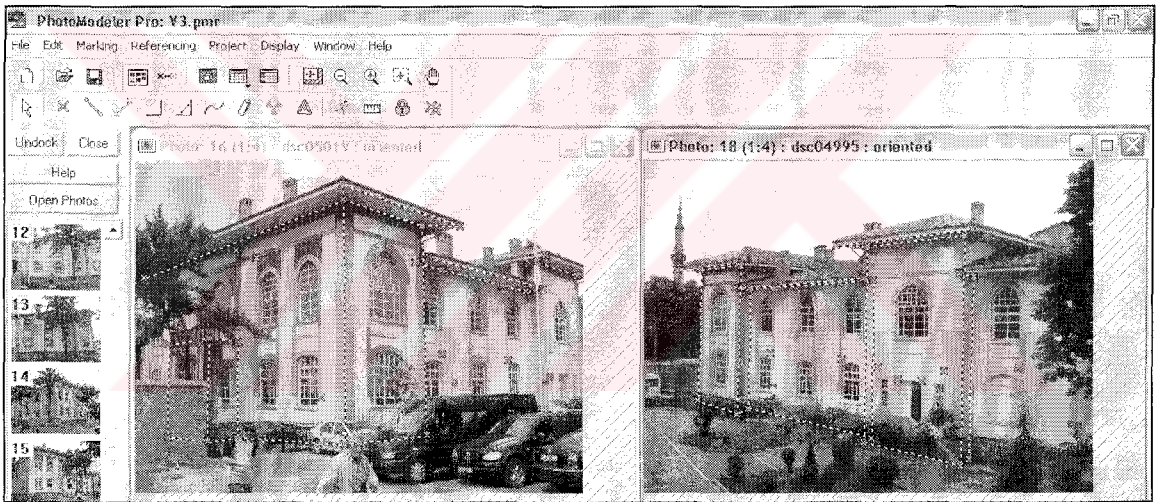
Dijital görüntü eşleştirme, fotogrametrik işlemlerin hemen hemen her aşamasında görülmektedir. Örneğin iç yönlüde resim kenar göstergesinin iki boyutlu modelinin eşlenmesinde, karşılıklı yönlüde iki ardışık görüntü arasındaki bağlantı noktalarının bulunmasında ve sayısal arazi modellerinde 3D modellerin oluşturulmasında dijital görüntü eşleştirmeden faydalanılmaktadır [32].

Dijital fotogrametride görüntü eşleştirme, alana dayalı, şekle dayalı ve ilişkisel olmak üzere üç farklı teknikte yapılabilmektedir. Alana dayalı eşleştirmede, piksellerin gri değerleri kullanılarak yoğunluk dengelemesi yapılmaktadır. Şekle dayalı eşleştirmede, görüntülerde yer alan detayların belirlenerek, bu detayların eşleştirilmesi ön plana çıkmaktadır. Bu sebeple detay tabanlı eşleştirme olarak da bilinmektedir. İlişkisel eşleştirme tekniğinde ise, özellikleri belirlenen detayların, belirli özellikleri ön planda tutularak eşleştirme yapılmaktadır [34].

Şekle dayalı eşleştirme tekniği kullanılarak gerçekleştirilen uygulamanın karşılıklı yönlüde adımında, ardışık fotoğraflar arasındaki bindirme alanında, en az 3'er ortak nokta olmasına dikkat edilerek yönlendirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Karşılıklı yönlendirmeleri yapılarak kontrol noktalarının yerleri belirlenen fotoğraf çiftlerine, yine kontrol noktalarından faydalanılarak diğer yönlendirilmemiş fotoğraflar da sırayla eklenmiştir (Şekil 38,39,41,42).



Şekil 38. Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası doğu cephesine ait fotoğraf çiftinin karşılıklı yöneltmesi

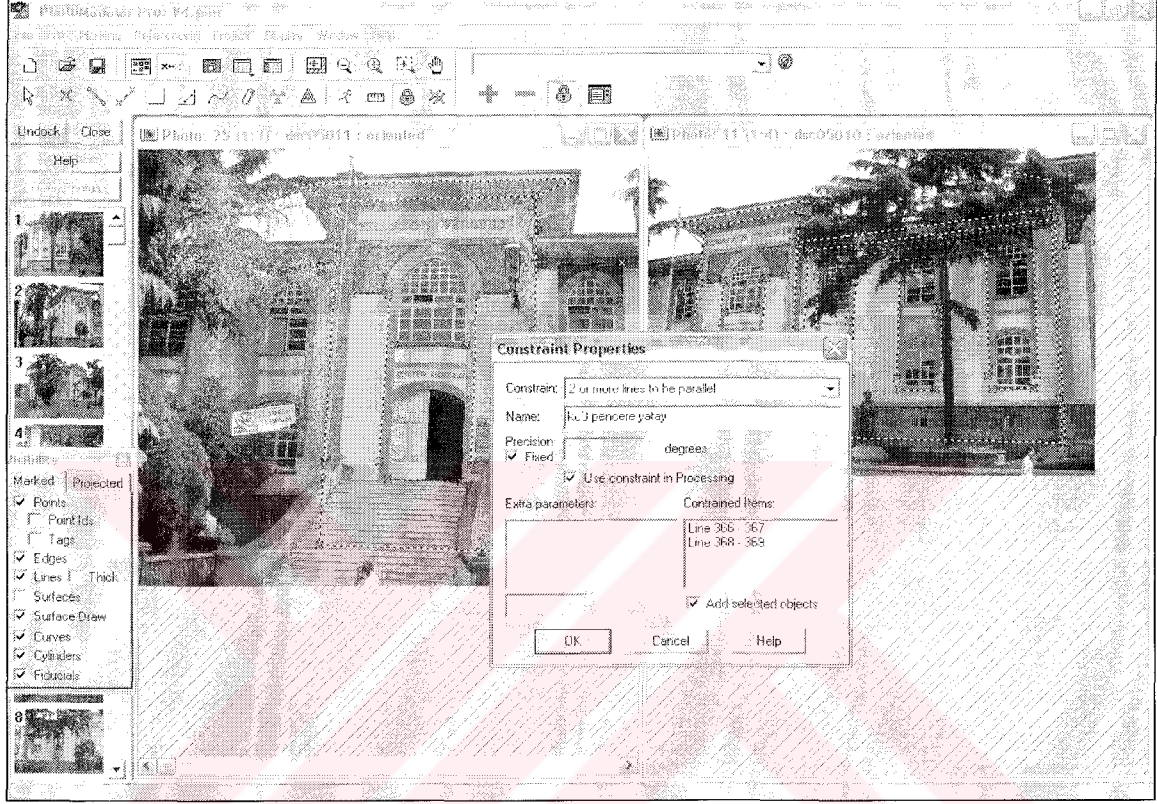


Şekil 39. Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası güney cephesine ait fotoğraf çiftlerinin karşılıklı yöneltmesi

Kullanılan fotoğraf çiftleri arasında hangi noktaların karşılıklı olarak ilişkilendirildiği, hangilerinin henüz ilişkilendirilmediği gibi sorgulamaların yapılabilmesi için “visibility” komutu kullanılmıştır.

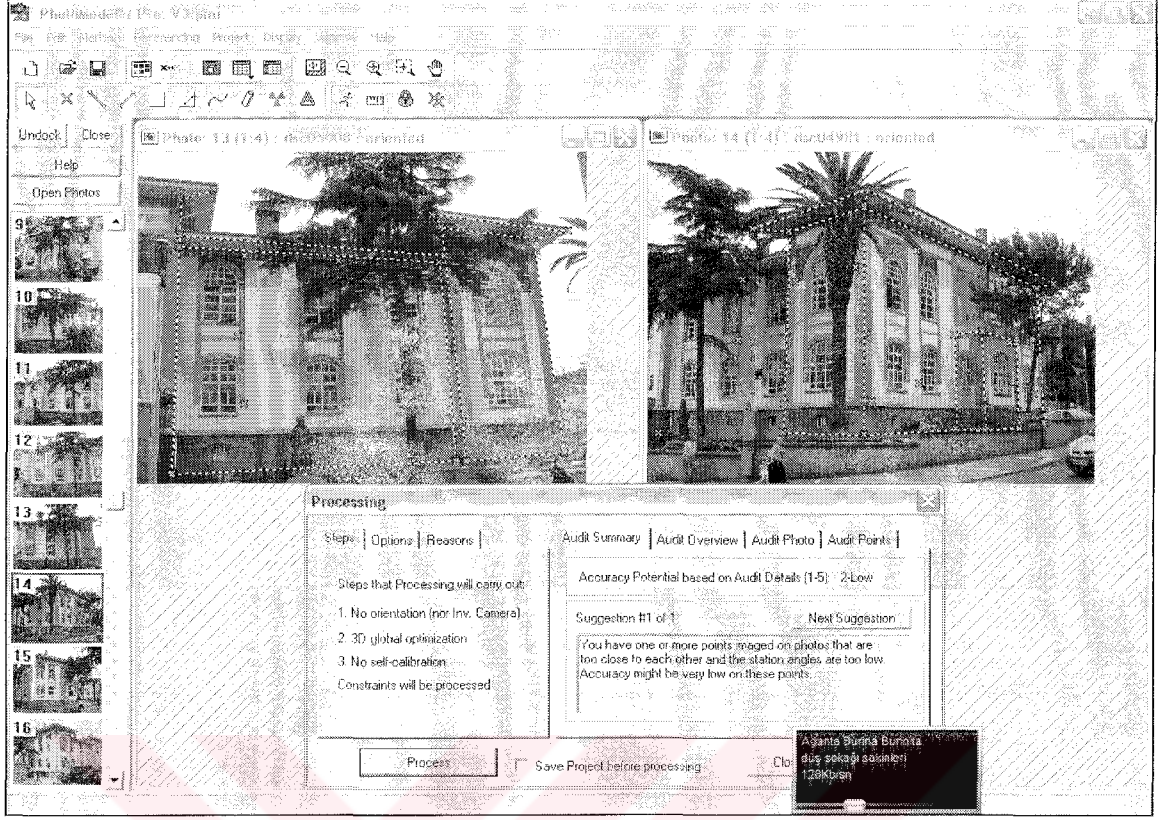
Yazılıma yüklenerek karşılıklı yönlendirmeleri yapılan fotoğrafların bölüm 2.3.’de detaylı olarak anlatılacak olan ortho-foto işlemlerinden geçirilerek rektefiye edilebilmeleri için, bir takım sınırlamaların tanımlanması ve bu sınırlamaların fotoğraflar arasında karşılıklı olarak yönlendirilmesi gerekmektedir. Bu sınırlamalar, düşeyde ve yatayda

birbirini takip etmesi gereken hatlar ile, birbirlerine paralel olması gereken hatların belirlenmesi, cephenin köşe ve konturlarının belirlenmesi vs.. gibi örneklenebilir. Bu amaçla “proje” menusunda yer alan “constraint definition mode” komutu kullanılarak, öncesinde belirlenerek işaretlenen sınırlamalar yapılmıştır (Şekil 40).

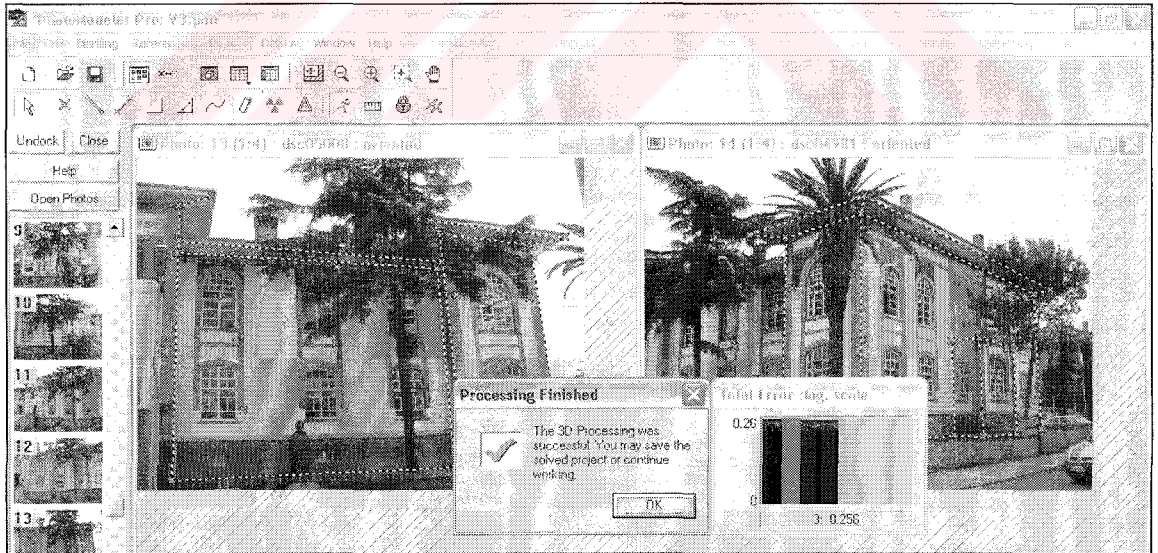


Şekil 40. Bina konturlarının belirlenmesi

Kontrol noktalarının ve tanımlanan sınırlamaların her bir fotoğraf çifti üzerinde birbirleri ile ilişkilendirilmesinin ardından, “processing” komutu kullanılarak ilişkilendirme süreci sonuçlandırılmıştır. Elde edilen sonuçların 3D olarak görüntülenebilmesi için “3D Viewer” komutu kullanılmıştır. İlişkilendirilen her resim için aynı işlemler tekrarlanarak 3D modelin elde edilmesi sağlanmıştır.



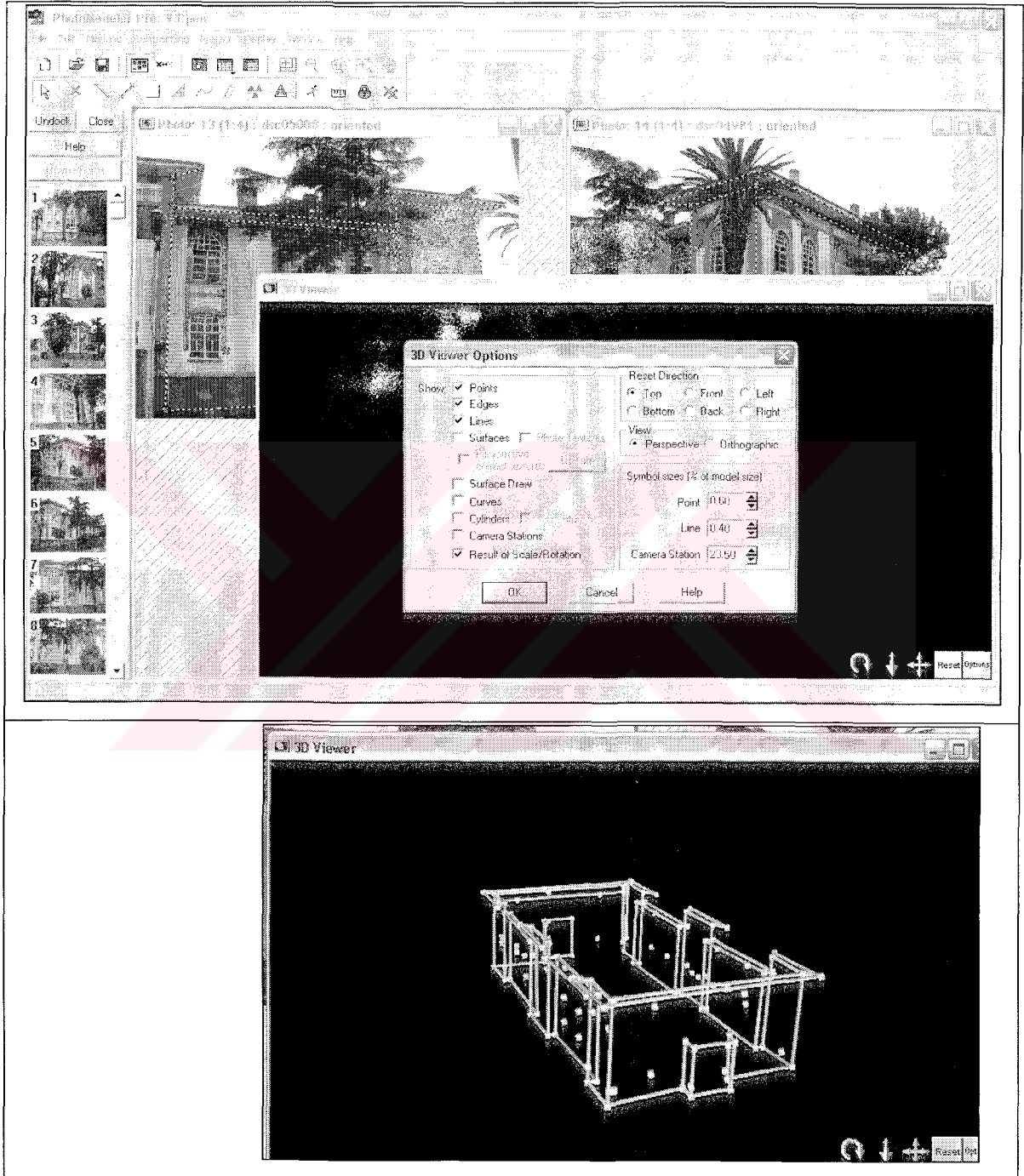
Şekil 41. Fotoğraf çiftlerinin karşılıklı yönlendirilmesi işlemi



Şekil 42. Fotoğraf çiftlerinin karşılıklı yönlendirilmesi işlem sonuç grafiği

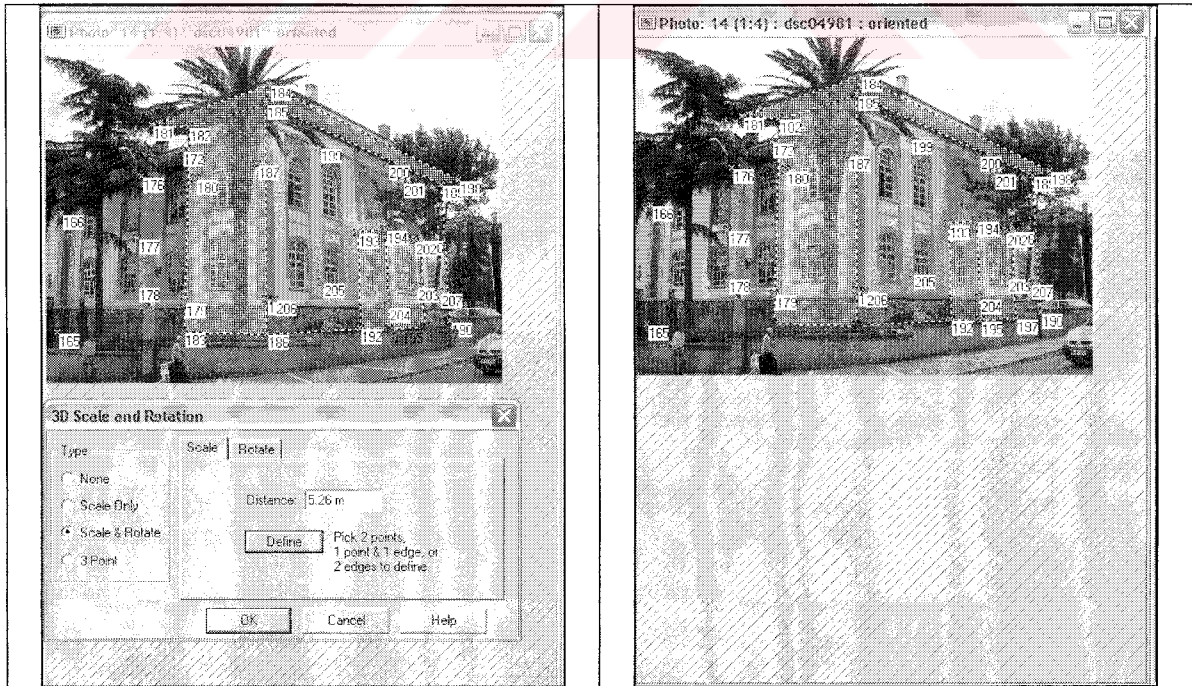
“3D Viewer” komutu kullanılarak bu aşamada görüntülenen model ızgara modeldir. Komut çalıştırıldığında kullanılan ara yüz; kontrol noktaları ve bu noktaları birleştiren

çizgiler ile kameraların büyüklükleri, görüntüleme türü (perspektif / orthografik) ve görüntüleme yönü (üst, alt, sağ, sol..) hakkında bilgiler içermektedir. Bu bilgilere ait değerler değiştirilerek model, tercih edilen şekilde görüntülenebilmektedir (Şekil 43).

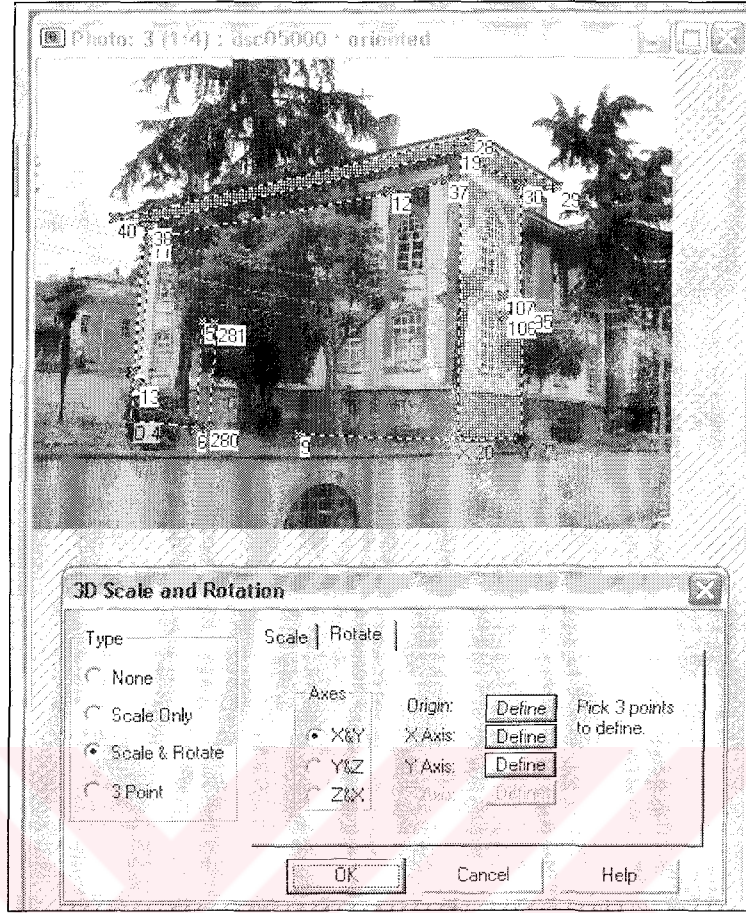


Şekil 43. 3D görüntüleyici arayüzü

Görüntülenen ızgara modelin belirli bir koordinat sistemine oturtulması ve ölçeklendirilerek, model üzerindeki ölçülerin gerçek ölçüler halini alması gerekmektedir. Ölçeklendirme işlemi iki şekilde sağlanabilmektedir. Bunlardan birincisi, “Scale&Rotate” kullanılarak, bina üzerinde ölçülmüş olan bir referans uzaklığın yazılıma değer olarak girilmesi ile sağlanmaktadır. Bu amaçla, hangi noktalar arasındaki uzaklığın girildiğinin belirtilebilmesi için önce noktalar seçilmekte, ardından bu iki nokta arasındaki uzaklık değeri metre cinsinden yazılıma yüklenmektedir. Bu işlemin tamamlanması ile yazılım bütün modeli, söz konusu referans uzaklığına göre ölçeklendirmektedir. Ölçeklendirmenin kontrolü, “measure” komutu kullanılarak başka noktalar arasındaki mesafeler ölçülerek yapılabilmektedir. Ölçeklendirmenin iki nokta arasındaki uzaklık ölçüsünün veri olarak girilmesi yöntemi ile yapıldığı durumlarda, koordinat sistemi yine “proje” menüsünde yer alan “Scale&Rotate” komutu kullanılarak tanımlanmaktadır. Bu komut içerisinde yer alan “Rotate” seçeneği seçilerek, lokal koordinat sistemi için belirlenen üç nokta Orijin, X ve Y olarak tanımlanmaktadır. Modelin CBS ve CAD yazılımları gibi başka yazılımlarda kullanılmak üzere veri olarak dışarıya verilmesi gerektiği durumlarda, düzgün bir modelin ortaya konulabilmesi için bu şekilde bir koordinat tanımlaması kesinlikle gerekmektedir. Hazırlanan uygulamada, bu yöntemlerde denenerek elde edilen ara yüz görüntüleri altta sunulmuştur (Şekil 44,45).

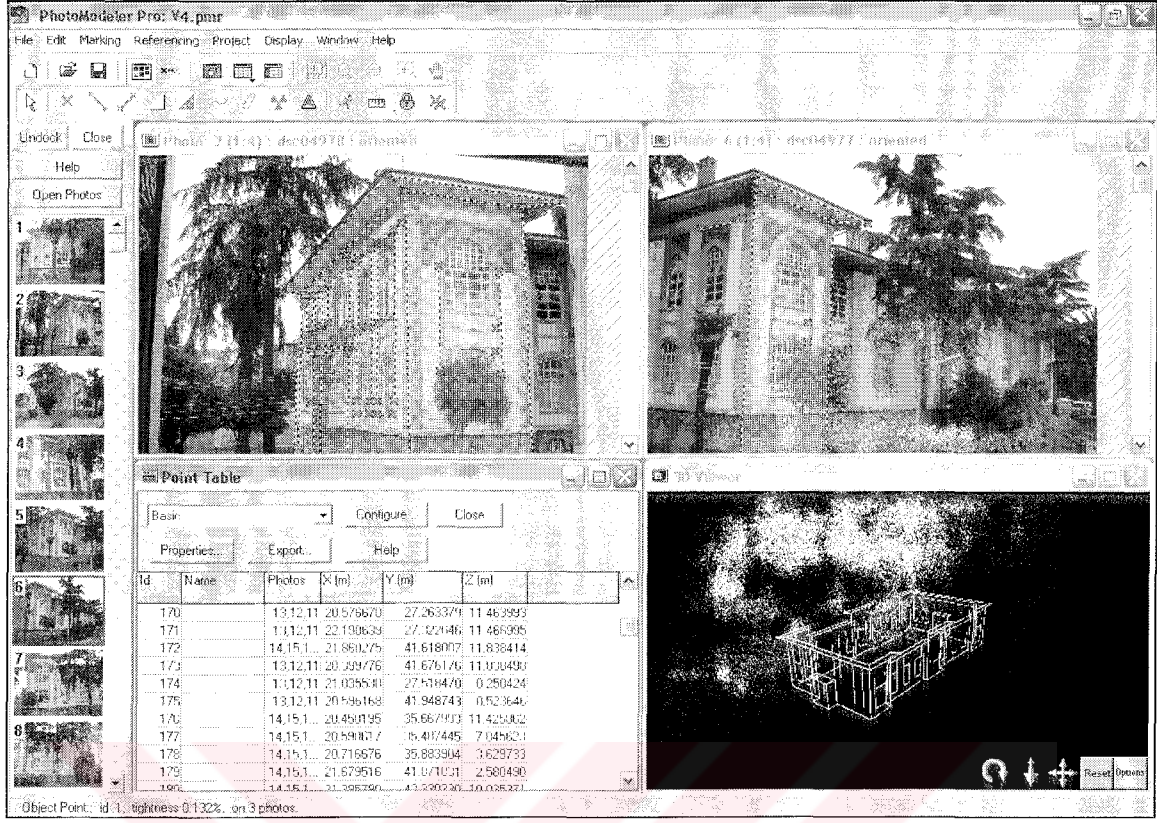


Şekil 44. 3D fotomodel ölçeklendirme adımı



Şekil 45. 3D fotomodel koordinat dönüşüm adımı

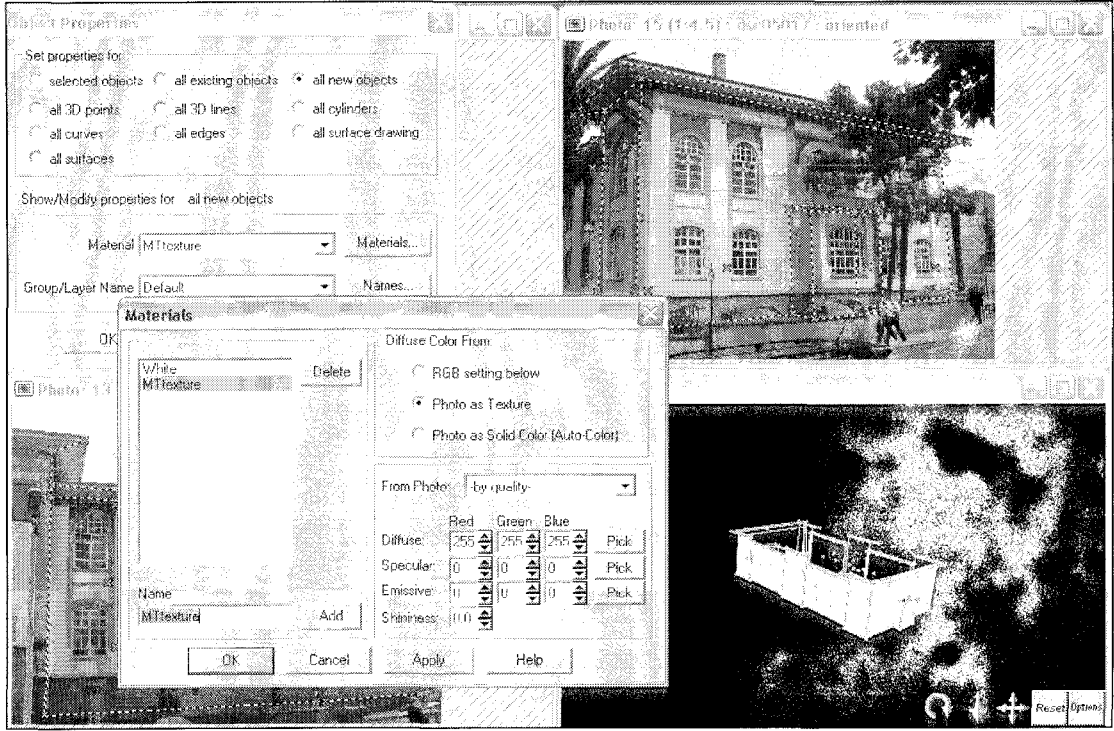
Ölçeklendirme, ikinci yöntem olarak, alan çalışması esnasında elde edilen kontrol noktalarına ait koordinatların yazılıma yüklenmesi ile sağlanabilmektedir (Şekil 46). Araştırmacının alan çalışması sırasında elde ettiği koordinat değerleri, noktalar arasındaki mesafenin tanımlanmasını sağladığı gibi, gerektiğinde CBS, CAD vs.. gibi farklı uygulamalarda, küresel koordinat sistemi ile karşılaştırılarak kullanıma da olanak tanımaktadır. Hazırlanan uygulamada kullanılmak üzere elde edilen koordinat değerleri ve önden kestirme tekniği ile yapılan hesaplamalar ek tablolarda verilmiştir (Ek Tablo 1,2,3,4,5,6).



Şekil 46. Kontrol noktalarına ait koordinatların yüklenmesi

Koordinat ve ölçek tanımlamalarının yapılmasından sonra, hazırlanan ızgara model üzerinde “surface” komutu kullanılarak yüzeyler tanımlanmıştır. Tanımlanan yüzeylere fotoğrafların giydirilerek 3D foto-modelin elde edilebilmesi için, “materials” komutu kullanılarak yeni bir materyal oluşturulmuş ve bu materyal doku olarak fotoğrafların kaplanması şeklinde tanımlanmıştır. Modele atanacak dokunun tanımlandığı bu bölümde, aynı zamanda katman tanımlaması da yapılabilmektedir. Katman tanımlamasının yapılması ise, hazırlanan model CBS yada CAD yazılımlarında kullanılmak istendiğinde, araştırmacıya kullanım kolaylığı sağlamaktadır (Şekil 47).

Hazırlanan 3D modele doku olarak fotoğrafların atanması ile foto-model son halini almıştır. Atanan dokunun mevcut durumu yansıtan fotoğraflardan oluşması nedeni ile binanın biçimi, rengi, bozulmaları, yakın çevresi ile olan ilişkisi vb.. pek çok faktör alana gitmeye gerek kalmadan model üzerinden okunabilmektedir. Oluşturulan modelin ölçeklendirmesi yapıp, koordinat sistemi de tanımlanmış olduğundan, model üzerinden istenilen her noktaya ait gerçek ölçülere ulaşılabilmekte ve istenilen her noktanın koordinat bilgisinin okunabilmesine olanak verilmektedir (Şekil 48).



Şekil 47. Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası 3D fotomodeline ait yüzeylere doku atanması işlemi



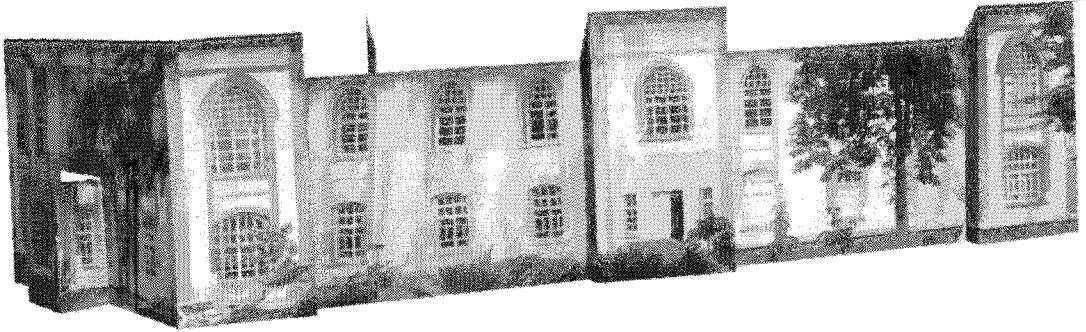
Şekil 48. Yüzeylerine fotoğraf giydirilmiş 3d fotomodel



Şekil 49. Yakın resim fotogrametrisi çalışması sonucunda elde edilen fotomodel,
(kuzeybatıdan bakış)



Şekil 50. Yakın resim fotogrametrisi çalışması sonucunda elde edilen fotomodel,
(kuzeydoğudan bakış)

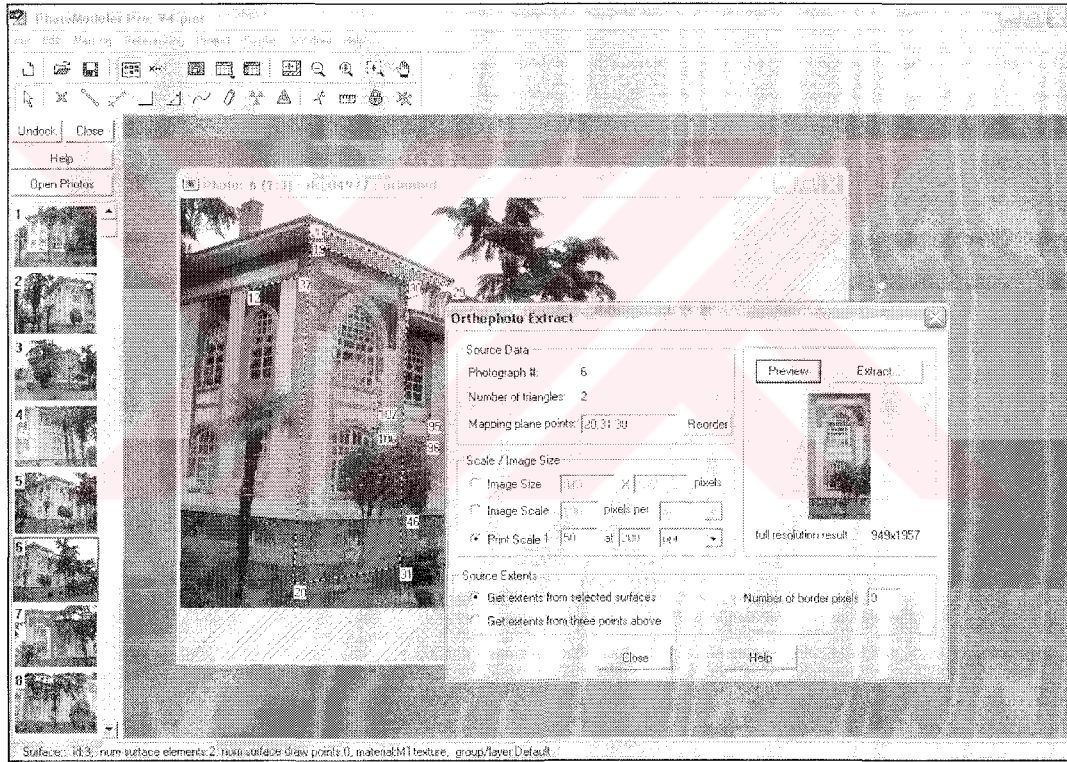


Şekil 51. Yakın resim fotogrametrisi çalışması sonucunda elde edilen fotomodel,
(güneybatıdan bakış)

2.3. Rölöve ve Restitüsyonun Hazırlanması

Karşılıklı yönlendirmeleri yapılan fotoğrafların rektefiye edilerek rölövelerinin çıkarılabilmesi için ortho-foto işlemlerinden faydalanılmaktadır. Bir fotoğrafın tam olarak rektefiye edilebilmesi için, bölüm 2.2.4.1.'de anlatılmış olan sınırlama işlemlerinin fotoğraf üzerinde yer alan her bir eleman için tek tek yapılması gerekmektedir.

Cephe üzerinde yer alan pencere hatlarını oluşturan yatay ve düşey çizgiler paralelliklerine ve doğrusalıklarına göre “constraints” komutu kullanılarak tanımlanmıştır. Bu işlemin ardından çalışmanın yapıldığı yüzey seçilerek, rektefikasyon işleminin gerçekleştirilmesi için “Export Ortho-Photo” komutu kullanılmıştır (Şekil 52).



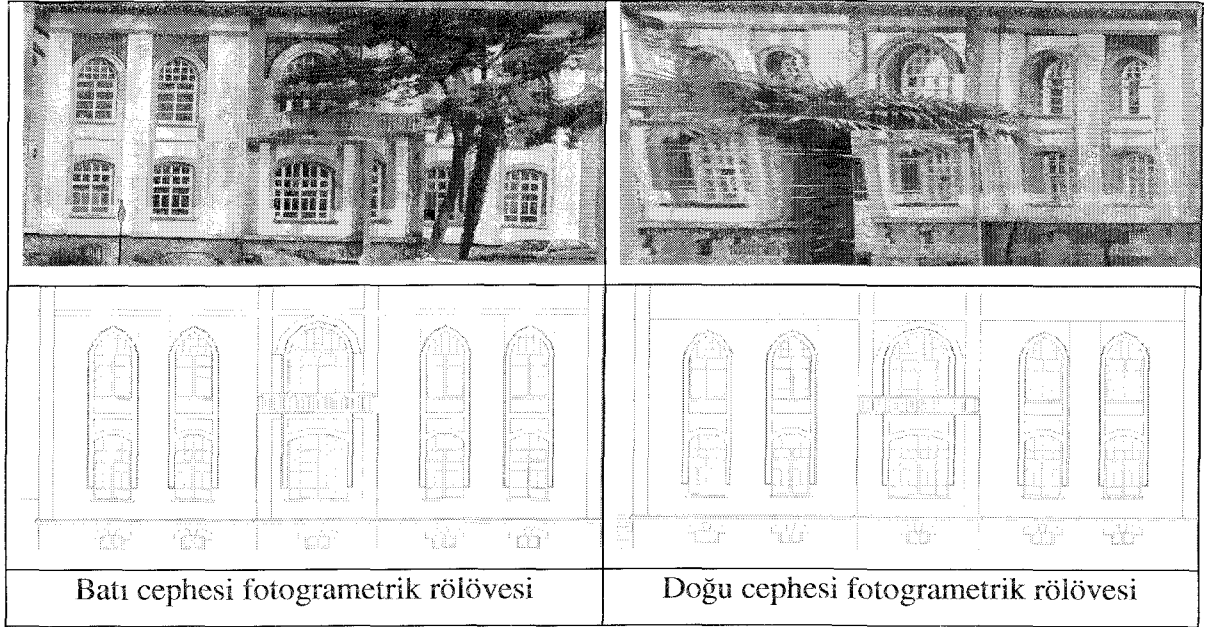
Şekil 52. Ortofoto uygulaması

Görüntülenen ara yüzde, rektefiye edilecek olan yüzeyin toplam kaç fotoğrafta görüntülediği, yüzeyin oluşturulmasında kaç adet üçgenlemeden faydalandığı, düzlemi tanımlayan noktalar ve ölçeklendirmeye yönelik bilgiler yer almaktadır. Düzlemin tanımlandığı noktalar ve ölçeklendirmeye yönelik veriler kullanıcı tarafından isteğe göre değiştirilebilmektedir.

Hazırlanan uygulamada, binanın 4 cephesine ait tüm yüzeyler rektefiye edilmiştir. Elde edilen perspektifleri giderilmiş fotoğraflar, AutoCAD yazılımına aktarılarak nokta koordinatlarına göre ölçeklendirilmiştir. Ölçeklendirilerek gerçek ölçülerine kavuşturulan rektefiye edilmiş fotoğraflar üzerinden çizimler yapılarak, binanın mevcut durumuna ait iki boyutlu rölöve çizimleri elde edilmiştir (Şekil 53,54).



Şekil 53. Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binasi kuzey ve güney cephesi fotogrametrik rölöveleri



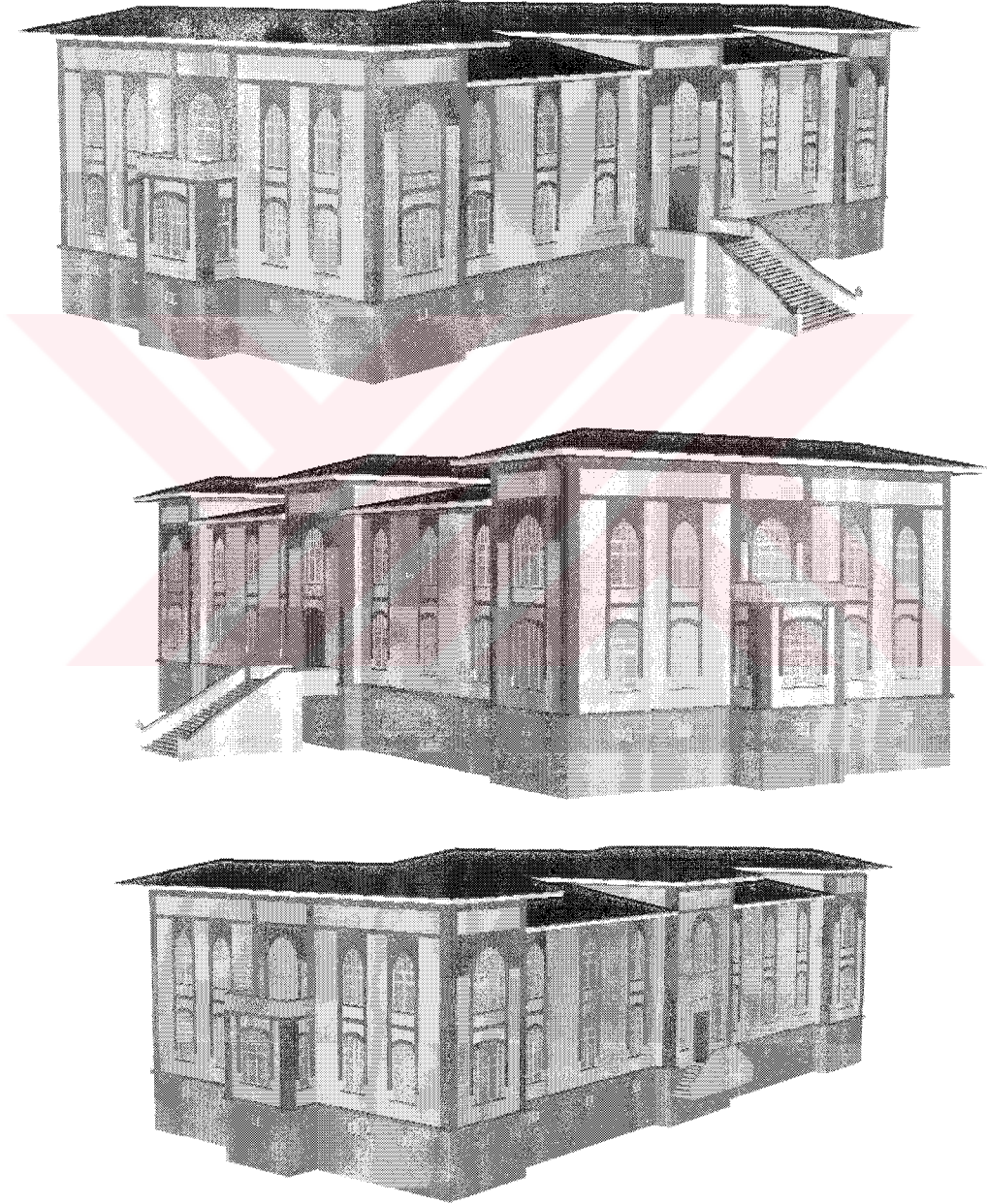
Şekil 54. Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası batı ve doğu cepheleri fotogrametrik rölöveleri

2.4. Restorasyona Yönelik 3D Modelin Hazırlanması

Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binasına ait fotogrametrik rölövenin çıkarılması ve mevcut duruma ait 3D modelinin hazırlanması ile binanın mevcut durumuna ait veriler elde edilmiştir. Mevcut durum göz önünde tutularak ilerleyen dönemlerde bina üzerinde meydana gelebilecek bozulmaların gelişmelerinin aynı teknikler kullanılarak ortaya konulabileceği, bina için hazırlanacak olan restorasyon projelerinin de, mevcut duruma ait verilerle yan yana konularak mevcut durumdan ne kadar uzaklaşmış olabileceği hakkında fikir yürütülebileceği düşünülmüştür. Bu amaçla, ilerleyen dönemlerde Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası için hazırlanmış olduğu varsayılan bir restorasyon projesinin görselleştirilmesine yönelik olarak örnek bir 3D restorasyon modeli hazırlanmıştır. Restorasyon modeli olarak adlandırılan bu model, henüz mevcut olmayan ve restorasyon projesi hazırlanarak önerilen bir durumu ortaya koyması nedeni ile mimari çizime yönelik yazılımlardan AutoCAD 2006 kullanılarak hazırlanmıştır. Binanın kütleli büyüklüğü nedeni ile 3D model üç parçada hazırlanmıştır. Hazırlanan parçalar daha sonra birleştirilerek modelin bütün hali elde edilmiştir.

Binaya ait yapısal elemanların üç boyutlu olarak elde edilmesinin ardından, bölümlere ayrılan binanın her bir parçası plan düzleminde kütleli olarak üçüncü boyuta

taşınmıştır. Binanın detaylara yer verilmeden biçimsel olarak anlatıldığı, katı model olarak adlandırılan kütesel modelin elde edilmesinin ardından, üç boyutlu çizimlere dönüştürülen yapısal elemanlar katı modeller üzerinde bulunmaları gereken koordinatlara yerleştirilmiştir. Detayların işlenmesi tamamlanan parçalar birleştirilerek, üç boyutlu model son halini almıştır. Bina yüzeylerine atanması gerekli dokuların da yerleştirilmesi ile, restorasyon modeli gerçeğe en yakın halini almıştır (Şekil 55).



Şekil 55. Restorasyona yönelik hazırlanan 3d cad modele ait görüntüler

Mimari çizime yönelik yazılımlar kullanılarak 3D restorasyon modeli oluşturulan Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası, içerisinde oldukça fazla sayıda tarihi yapı barındıran önemli bir sit alanının içerisinde yer almaktadır. Buradan hareketle, çalışmanın yapıldığı binanın, içerisinde bulunduğu bölgeden bağımsız düşünülmemeyeceği fikri ile tarihi Ortahisar bölgesinin de 3D katı modeli oluşturularak, hazırlanan restorasyon modeli bu üç boyutlu arazi üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 56,57,58).

Bu çalışmanın AutoCAD ortamında gerçekleştirilebilmesi için, öncelikle halihazır harita üzerinden okunan arazi kotları noktasal olarak, üçgenlemeler yardımı ile üç boyutlu olarak çizilmiş, ortaya çıkan üç boyutlu çizimde, aynı kotta yer alan noktalar birleştirilerek eğim çizgileri elde edilmiştir. Elde edilen eğim çizgileri “boundry” komutu kullanılarak poligon şeklinde tanımlanmıştır. Eğim çizgilerinin tamamı poligon olarak elde edildikten sonra, kotlanmadan kaynaklı buldukları yükseklikler, “extrude” komutu ile katı kütle olarak ortaya konulmuştur. Eğim çizgilerinin tamamı bu işlemlerden geçirildikten sonra “union” komutu ile tüm kütleler birleştirilmiş ve arazi modeli elde edilmiştir.

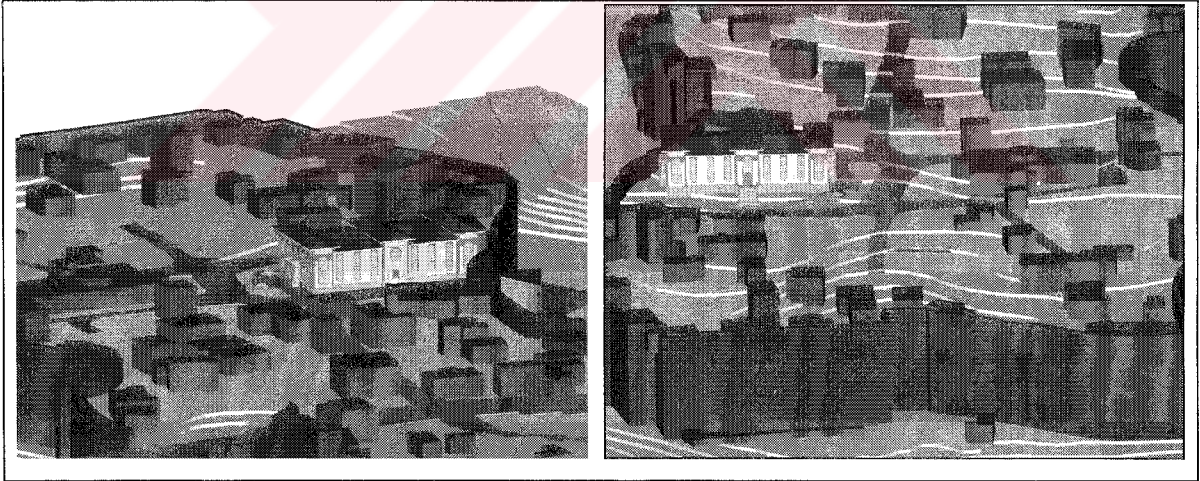
Elde edilen arazi modeli üzerinde, halihazır haritada yer alan yollar ve koruma imar planında yer alan tescilli yapılar ve surlar, katı model olarak eklenmiştir. Son olarak kullanıma yeni açılan Yavuz Selim Bulvarı ile hazırlanan restorasyon modelinin de yerleştirilmesi ile model tamamlanmıştır.



Şekil 56. Çalışma alanına ait katı model (kuzeydoğudan bakış)



Şekil 57. Çalışma alanına ait katı model (kuzeybatıdan bakış)



Şekil 58. Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binasının çalışma alanı içerisindeki konumu

2.5. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Uygulaması

Tez kapsamında yapılan uygulamada kullanılmak üzere hazırlanan veri tabanında;

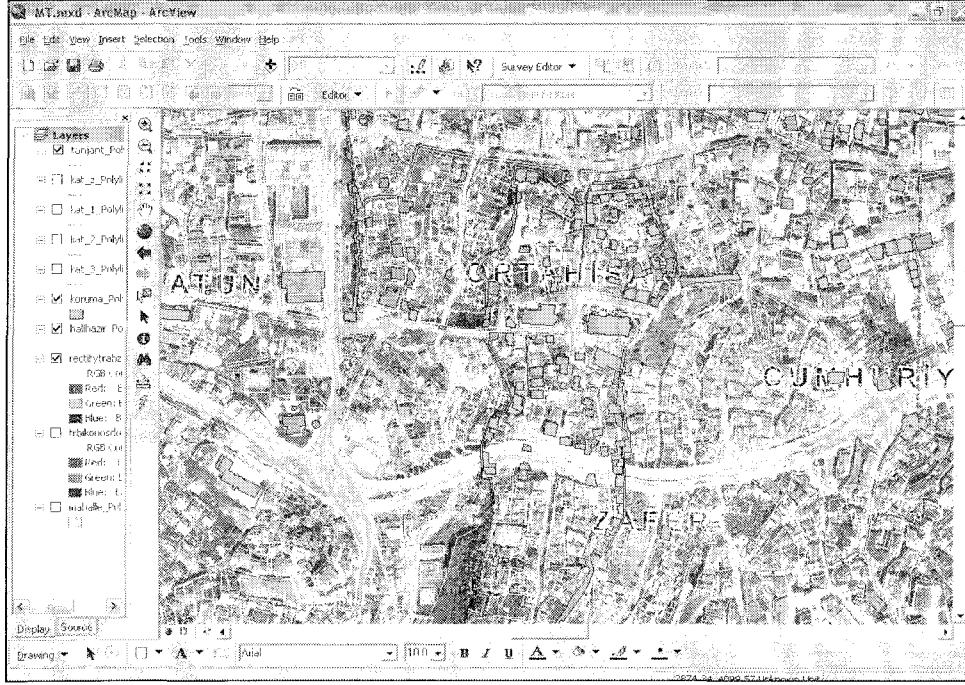
- çalışmanın yapıldığı bölgenin ve çalışma alanının mevcut durumunun görüntülenmesi,
- mevcut durum üzerinde zaman içerisinde meydana gelen değişimlerin farklı katmanlar oluşturularak bölge ve bina bazında ortaya konulması,
- koruma altına alınan binaların veri tabanına yüklenerek bu binaların morfolojik gelişimlerinin görüntülenmesi,
- tarihi binaların plan özelliklerinin CBS üzerinde incelenmesi,
- koruma altına alınan binalara yönelik olarak, kadastral durumlarına ve tescil durumlarına ait bilgilerin dijital ortama aktarılarak arşivlenmesi,
- elde edilen 3D mevcut durum modeli ile restorasyon modelinin oluşturulan veri tabanına yüklenerek restorasyon uygulamaları öncesinde meydana gelebilecek değişimlerin görüntülenmesi hedeflenmiş ve çalışma bu doğrultuda yönlendirilmiştir.

2.5.1. Uygulama Alanına Ait Veri Tabanının Oluşturulması

Belirlenen amaç doğrultusunda, Trabzon Belediyesi İmar Müdürlüğü'nden elde edilen Ortahisar bölgesine ait halihazır harita ile 0.80 metre çözünürlüklü Quickbird uydu görüntüsünün koordinatları AutoCAD ortamında karşılaştırılarak, halihazır harita üzerinde gerekli düzeltmeler yapılmıştır. AutoCAD yazılımı üzerinde işleminden geçirilen harita, ArcGIS 8.3 yazılımı kullanılarak oluşturulan veri tabanına yüklenmiştir.

Veri tabanına yüklenen halihazır harita ve uydu görüntüsü, CBS ortamında çalışma alanında yapılması düşünülen sorgulamalarda altlık olarak kullanılmıştır. Ortahisar bölgesi ve çalışma alanının yakın çevresi, oluşturulan bu altlıklar üzerinde incelenmiştir.

Mevcut duruma ait harita ve görüntülerin yüklenmesinin ardından, Trabzon Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu tescil fişleri ile Sürül (2003) yüksek lisans tezinden faydalanılarak, Ortahisar bölgesinde yer alan tescilli yapılar ile korunması önerilen yapıların yer aldığı harita, AutoCAD ortamında düzenlendikten sonra, koordinatları halihazır harita ile karşılaştırılmak sureti ile veri tabanına yüklenmiştir (Şekil 59).



Şekil 59. Arcgis 8.3 yazılımı ile oluşturulan veri tabanı üzerinde, Ortahisar sit alanına ait halihazır harita ve korunması önerilen tarihi binalar ile surlar

Yapımına 1987 yılında başlanılan ve henüz kullanıma yeni açılmış olan Yavuz Selim Bulvarı, kent bazında oldukça büyük değişimlere neden olduğu gibi, çalışma alanının içerisinde yer aldığı Ortahisar sit alanında oldukça büyük yıkımlara ve fiziksel değişimlere neden olmuştur. Yolun geçtiği güzergahta yer alan pek çok tarihi bina ile tarihi surlar yıkılarak sit alanı içerisinde fiziksel değişime neden olunmuştur.

Trabzon kenti morfolojisinde kendisine bu kadar önemli bir yer edinen Yavuz Selim Bulvarı, Trabzon Valiliği İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Trabzon Kent Planı Haritasından faydalanılarak AutoCAD ortamında çizilmiş, gerekli düzenlemeleri yapılmış ve farklı bir katman olarak veri tabanına yüklenmiştir. Yavuz Selim Bulvarı'nun, halihazır harita üzerinde farklı bir katman olarak görüntülenmesi, yol güzergahı boyunca yıkılmış olan binaların CBS ortamında farklı tarihsel dönemler olarak sorgulanabilmesine olanak tanımıştır.

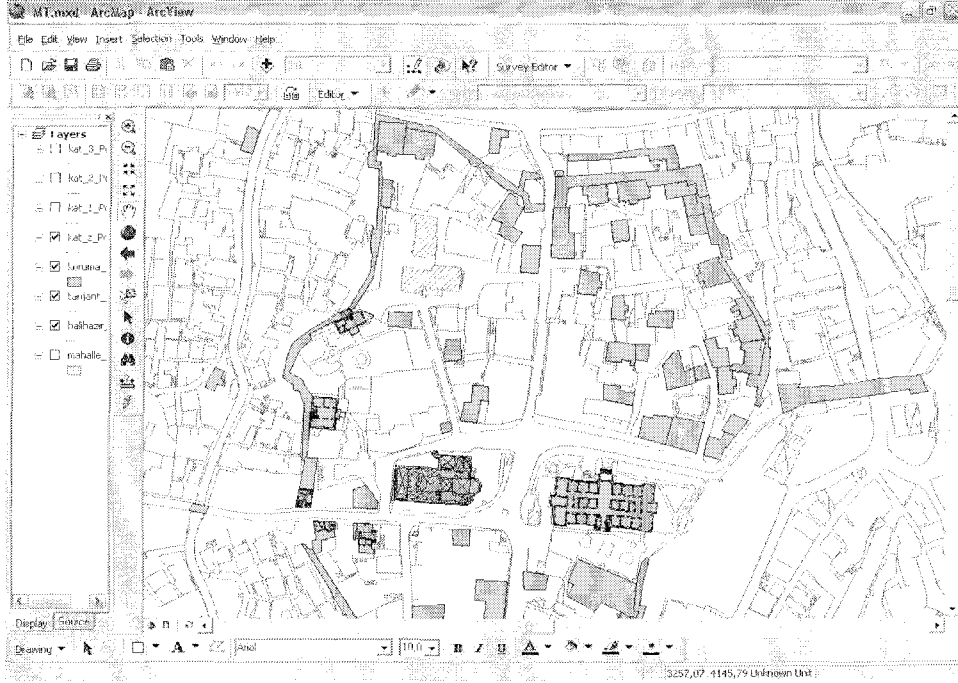
2.5.2. Binaya Ait Verilerin CBS Üzerinde İncelenmesi

Hazırlanan veri tabanında arşivlenmesi planlanan verileri; tarihi binaların planları, görünüşleri, kesitleri, fotoğrafları, 3D modelleri, farklı dönemlerde geçirdikleri restorasyonları, yapısal bozulmaları, yapı elemanları, yapı malzemeleri, tescil durumları ile kadastral durumlarına ilişkin tablosal verileri ile yerel bazda yerleşim dokusu, sosyal donatı, ulaşım vb.. şeklinde örnekleme mümkündür. Bu verilerden ilki olan tarihi binaların kat planlarının CBS ortamında incelenebilmesi, tarihi binaların bir sit alanı içerisinde konumlanmaları, bina girişi sokak ilişkisi, odaların ve yaşama mekanlarının yönlenmelerinin diğer tarihi binalarla birlikte bir bütün halinde irdelenmesi gibi konularda kullanıcıya oldukça büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Binaların yada arkeolojik kalıntıların plan bazında gösterdiği morfolojik değişim görsel olarak sorgulanabilmektedir.

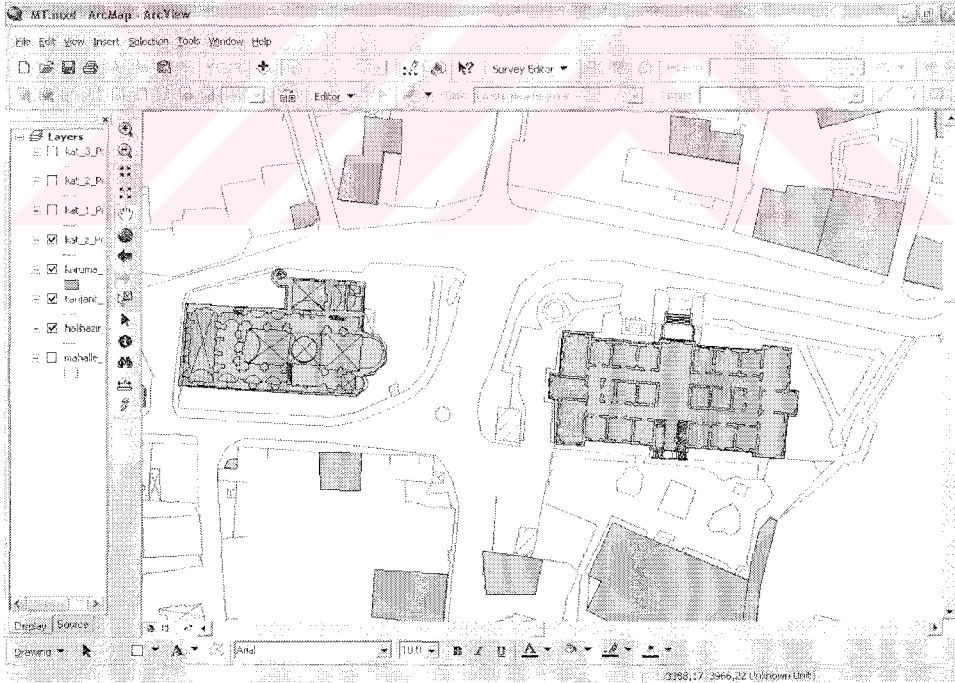
Hazırlanan uygulamada sözü edilen çalışmaların bir örneği olarak, Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası ve yakın çevresinde yer alan birkaç tarihi binanın kat planları, her bir kat planı ayrı katmanlar oluşturacak şekilde haritaları hazırlanmıştır. Hazırlanan bu haritaların koordinatları çakıştırılıp, kat planları üst üste yerleştirilerek sorgulamalar yapılmasına olanak tanınmıştır (Şekil 60,61).

Hazırlanan veri tabanında yer alan tarihi binaları temsilen uygulamanın yapıldığı Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binasının; bina ismi, yapım yılı / çağı, yapı cinsi, yapım amacı, yapım amacı dışındaki kullanımı, değerlendirilebilir mekan donatımı, bugünkü kullanım amacı, kat planlarına göre işlevsel dağılım, çatı biçimi, tescil durumları, kadastral durumları ve yapısal özelliklerine ilişkin tablosal veriler hazırlanmıştır. Hazırlanan tablolara işlenen veriler haritalar ile ilişkilendirilerek kolaylıkla sorgulanmaları sağlanmıştır (Şekil 62).

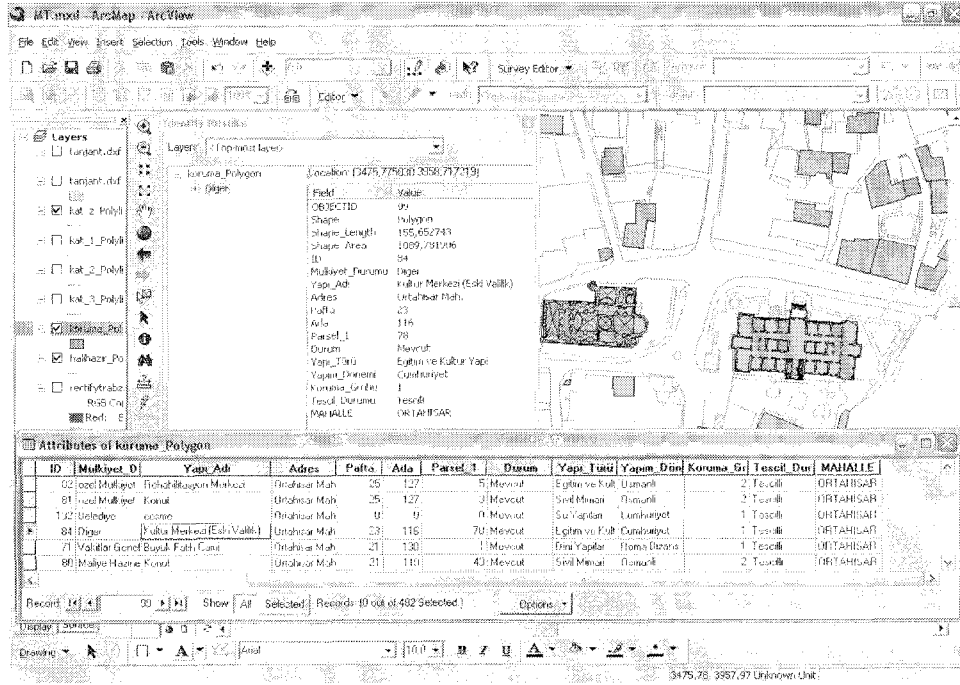
Binanın niteliksel verilerinin yanında, çalışma alanına ait fotoğraflar, 3D foto-model, 3D restorasyon modeli ve fotogrametrik rölöve bina ile ilişkilendirilerek veritabanına yüklenmiştir (Şekil 63).



Şekil 60. Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası ve yakın çevresindeki birkaç tarihi binanın zemin kat planları



Şekil 61. Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası ve Tarihi Ortahisar Camii zemin kat planları



Şekil 62. Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binasına ve koruma katmanında yer alan tarihi binalara ait nitelik tabloları



Şekil 63. Veri tabanına yüklenen Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binasına ait görüntü

3. TARTIŞMA

Koruma altına alınması planlanan yapıların belgelenmeleri ve sağlıklı bir şekilde projelendirilebilmeleri için rölövelerin çıkarılmasında ve elde edilen verilerin arşivlenerek sağlıklı bir envanterin oluşturulmasında çağdaş ölçme tekniklerinden faydalanılması gerekliliği, Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası ve yakın çevresi üzerinde yapılan yakın resim fotogrametrisi ve CBS uygulamaları ile ortaya konulmuştur. Tarihi Ortahisar Sit Bölgesi ve Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası için hazırlanan 3D modeller, çalışma alanının farklı açılardan görüntülenebilmesini ve üçüncü boyutta karşılıklı sorgulamalarının yapılabilmesini sağlamıştır.

Uygulamada birden fazla sistemin birbirleri ile ilişkili olarak kullanılabilmesi, çağdaş tekniklerin önemli ve olumlu bir özelliğini ortaya koymaktadır.

Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası cepheleri üzerinde yapılan rölöve çalışmasında, belirlenen kontrol noktalarının koordinatları TOPCON NTS 212 iş istasyonu kullanılarak elde edildiğinden, ulaşılması zor noktaların ölçümleri için fazladan bir çaba harcanmasına gerek kalmamıştır. Yapılan ölçme işleminin fiziksel anlamda kolaylaşmasının yanında, alan çalışması için harcanan zamanın kısalmış olması ve elde edilen değerlerin el ile yapılan ölçümlere oranla çok daha hassas ve doğru sonuçlar vermesi, yapılan çalışmanın amaca uygunluğunu ortaya koymuştur. Fotoğraf çekimlerinin yapılması ile son bulan alan çalışması sırasında karşılaşılan en önemli zorluk, çekimler sırasında, binaya çok yakın olması nedeni ile cepheyi büyük ölçüde kapatan ağaçlar, otobüs durağı ve araçların arasından, kontrol noktalarının görüntülenebileceği, planlamaya uygun çekimlerin yapılabilmesi olmuştur. Çalışmanın yapıldığı binanın yoğun kullanımlı bir bölgede olması nedeni ile, araç trafiği ve bina yakınına park eden araçlar, çekimlerin yapılmasını güçleştirmiştir. Aynı şekilde, bina cephelerine oldukça yakın olan ağaçlar, kentsel donatılar ve ek binalar, fotoğraflarda cephelerin görüntülenmesini oldukça zorlaştırmıştır. Özellikle doğu cephesinde, görüntü engelleyici unsurların yanında, tarihi surların binaya oldukça yakın olması ve surların devamının uçurum olması, cephenin fotoğraflanmasını oldukça zorlaştırmıştır. Bu noktada daha geniş açılı bir objektif kullanımının gerekliliği ön plana çıkmıştır (Şekil 64).

Değerlendirme işlemlerinin çekilen fotoğraflarda görüntülenen kontrol noktalarına bağlı olarak yapılması nedeni ile, çekilen fotoğraf çiftlerinin her ikisinde de ortak kontrol noktalarının görüntülenebilmesi için zaman zaman oldukça dar açılarla çekimler yapılmak

zorunda kalınmıştır. Dar açılarla yapılan çekimlerse, fotoğraf çiftlerinde kontrol noktalarının eşleştirilmesini güçleştirerek özellikle karşılıklı yöneltme adımıyla oldukça büyük sıkıntılar yaşanmasına ve hata payının artmasına neden olmuştur. Bu tip olumsuz durumların daha az olduğu kuzey ve güney cephelerinde, cepheler daha hatasız ve düzgün bir şekilde düzeltilebilmiştir. Bu durumun yapılan çalışmayı olumsuz yönde etkilemesi nedeni ile, lazer metre kullanılarak yapılan kontrol ölçümlerinde, binanın 23,5 m uzunluğundaki doğu cephesine ait rölöve çizimlerdeki 10 cm'lik bir hataya karşılık, 47,5 m uzunluğundaki güney cephesine ait rölöve çizimlerinde 3 cm hata yapıldığı tespit edilmiştir.



Şekil 64. Trabzon II Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası cephelerinin görüntülenmesine engel olan unsurlar

Fotoğraf çekimlerinin de yapılması ile son bulan alan çalışması sürecini, ofis ortamındaki veri değerlendirme çalışmaları takip etmiştir. Elde edilen koordinat değerleri ve fotoğraflar, bilgisayar desteğinden yararlanılarak değerlendirilmiştir. Veri değerlendirme işlemlerinin tamamlanmasının ardından, uygulamanın yapıldığı binanın cephelerine ait fotoğrafların üzerinden gerekli tüm ölçülerin kolaylıkla elde edilebilir olması, kullanılan tekniğin sağladığı bir diğer olumlu özellik olan, alan çalışması sırasında ölçülmesi yada

incelenmesi unutulmuş herhangi bir noktanın, tekrar alana dönülmesine gerek kalmadan kolaylıkla incelenip ölçülebilmesine olanak tanımaktadır.

Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası cephelerine ait rölövenin elde edilmesinin yanında, yapılan veri değerlendirme işlemlerinin sonucunda elde edilen 3D foto-model, sanal ortamda bina üzerindeki her bir detayın istenilen açıdan bakılarak perspektif / ortografik olarak incelenebilmesine olanak tanımıştır.

CAD yazılımları kullanılarak oluşturulan Ortahisar bölgesine ve Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası'na ait 3D modeller ile fotogrametrik teknikler kullanılarak oluşturulan foto-model, CBS ortamında farklı dönemlerine ait katmanlarda yer alan 2D haritalar üzerinde *hyperlink* kullanılarak ilişkilendirilmiştir. Bu ilişkilendirme, farklı dönemler için söz konusu binanın fiziksel durumunun sorgulanabilmesine olanak tanımıştır.

Yakın resim fotogrametrisi ve 3D modelleme tekniği kullanılarak gerçekleştirilen uygulamanın devamında tablosal veriler, haritalar, fotoğraflar, çizimler ve 3D modeller için hazırlanmış animasyonlar, CBS ortamında birbirleri ile ilişkilendirilerek, oluşturulan yoğun bilgi ve zengin görselleştirme olanaklarına sahip envanter kullanıcı hizmetine sunulmuştur.

Koruma kurullarının, çağımızın teknik imkanlarından faydalanması gerekliliği bağlamında, çalışmada önerilen ölçme ve veri tabanı oluşturma teknikleri değerlendirilmelidir. Bu noktada, korunma altına alınması önerilen tarihi yapılar, çağdaş ölçme teknikleri kullanılarak kayıt altına alınmalı, görüntülenmeli ve elde edilen veriler dijital veri tabanlarında saklanmalıdır.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Hazırlanan çalışma ile, koruma altına alınması planlanan binaların belgelenmesi ve görüntülenmesinde günümüz teknolojisinden faydalanılarak, ölçü alımlarının çağdaş ölçme teknikleri kullanılarak doğru ve hassas bir şekilde yapılması; görüntüleme işlemlerinde 3D modellerin kullanılması; ve hazırlanan envanterin dijital ortamda saklanması gerekliliği ortaya konulmuştur. Bu amaçla yakın resim fotogrametrisi kullanılarak, Ortahisar sit alanında yer alan Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binasının 4 cephesinin fotogrametrik rölöveleri ile binaya ait 3D foto-model, CAD yazılımlarından faydalanılarak da belirli bir dönemde yapıldığı varsayılan 3D restorasyon modeli hazırlanmıştır. Elde edilen modeller ve fotogrametrik rölöve, önceden hazırlanan Coğrafi Bilgi Sistemi veri tabanına yerleştirilmiştir. Bu çerçevede çağdaş ölçme teknikleri kapsamında elde edilen sonuçlar ve öneriler üç ayrı başlık altında incelenmiştir.

1. Dijital Fotogrametri Uygulamasına Ait Sonuçlar ve Öneriler

Sonuçlar;

- Yakın Resim Fotogrametrisinin kullanılması, rölöve alımları sırasında alan çalışması için harcanan zamanı kısaltmaktadır.
- Araziye yapılan ölçü kaydı sırasında oluşabilecek olan hataların önüne geçilmiştir.
- Rölövelerin elde edilmesinde fotoğraflardan faydalanılması, ölçülerin yüksek doğruluk ve hassasiyetle elde edilmesini ve cephe üzerindeki tüm hasarların ve deformasyonların gerçeğe en yakın ölçüleri ile rölöve çizimlerine aktarılmasını sağlamaktadır.
- Cephe üzerinde ulaşılması güç olan noktaların kolaylıkla ölçülebilmesine olanak tanımaktadır. Tez kapsamında yapılan uygulamada, cephe yüksekliklerinin çok fazla olması (12m), geleneksel ölçme teknikleri kullanılarak cephenin ölçülmesini oldukça zorlaştırmasının yanında, fotogrametri teknikleri kullanılarak kolaylıkla ölçülebilmektedir.
- Uygulamanın yer referanslı fotoğraflar kullanılarak yapılması nedeni ile, rölöve alımları sırasında binaların çatı örtüsü hakkında veri elde edilmesi her zaman mümkün olamamaktadır.

- Karşılıklı yöneltme adımıında fotoğraf çekimlerinden kaynaklı problemler yaşanmaması için, çekimlerin yüzey normallerine yakın açı ile yapılması gerekmektedir.
- Doğru ve hassas sonuçların elde edilebilmesi için, yakın mesafeden çekim yapılması gerekmektedir.

Öneriler;

- Cephelerin ve yüzeylere atanan kontrol noktalarının tamamının kısa mesafeden görüntülenebilmesi için geniş açılı objektife sahip metrik kameraların kullanılması önerilmektedir.
- Fotogrametrik teknikler kullanılarak yapılan çalışmanın ilerleyen aşamalarında, aynı uygulamalarda kullanılmak üzere lazer tarama sistemlerinin araştırılması önerilmektedir.
- En kısa zamanda en doğru rölövelerin elde edilebilmesi amacıyla kullanılan yakın resim fotogrametrisi yerine, verilerin fotoğraflar yerine fiber-optik kablolar kullanılarak video görüntülerinden elde edilmesi, gerekli ölçümlerin ise ortamın gerçek zamanlı olarak algılanması sırasında yapılması konularında çalışmaların yoğunlaştırılması önerilmektedir.

2. 3D Foto-Model ve 3D CAD Model Uygulamalarına Ait Sonuçlar ve Öneriler

Sonuçlar;

- CAD yazılımları kullanılarak elde edilen 3D modellerin, her bir detayının tek tek işlenmesi gerekliliği, 3D foto-model ile karşılaştırıldığında daha uzun sürede hazırlanabilmesine neden olmaktadır.
- Bina üzerinde belirlenen kontrol noktaları koordinatlarının yada kontrol noktaları arasındaki mesafelerin, çekimi yapılan fotoğraf çiftleri ile birlikte kullanılması sonucunda elde edilen 3D foto-model, gerekli ölçülerin üzerinden okunabilmesi nedeni ile rölöve çalışmalarında rahatlıkla kullanılabilir. Buna karşılık, bina üzerinden daha önceden alınmış olan ölçüler kullanılarak hazırlanan 3D CAD Modeller, restitüsyon ve restorasyon çalışmalarında kullanılabilir. Bu nedenle foto-model mevcut durum modeli olarak adlandırılırken, 3D CAD model restorasyon modeli yada öneri modeli olarak adlandırılmıştır.

- 3D foto-model yüzeylerine atanan dokunun fotoğraflardan oluşması, dokunun gerçeğe daha yakın algılanmasını sağlamaktadır. 3D CAD modellerde ise, yüzeylere atanan doku, yapay olarak hazırlanmış materyallerden oluşması nedeni ile gerçekten daha uzak olmaktadır.
- Fotogrametri teknikleri kullanılarak bina üzerinde yer alan detayların ve kütleli boşlukların, üç boyutlu ifade edilebilmesinde oldukça güçlükler yaşanmıştır. 3D CAD Modellerinde ise, neden olduğu zaman kaybına karşılık, mevcut duruma ait istenilen detaylar üç boyutlu olarak rahatlıkla işlenebilmektedir.

Öneriler;

- Yapılan literatür incelemelerinde, bina üzerinde yer alan detayların ve kütleli boşlukların, üç boyutlu ifade edilebilmesinde lazer tarama sistemlerinin daha işlevsel olduğu görülmektedir. Bu nedenle mevcut durum modeli olarak adlandırılan foto-model çalışmalarında lazer tarama teknolojisinden faydalanılması önerilmektedir.
- Rölöve çalışmaları, geleneksel anlamda üç boyutlu binaların iki boyutlu çizimlerinin elde edilmesini anlatmaktadır. Buna karşılık çağdaş ölçme tekniklerinin kullanılması ile üç boyutlu binaların yine üç boyutlu modelleri elde edilerek, rölöve, restitüsyon, restorasyon ve envanter çalışması gibi uygulamalarda bu modellerin kullanılması önerilmektedir.

3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamasına Ait Sonuçlar ve Öneriler

Sonuçlar;

- Ortahisar bölgesine ait halihazır harita, 2003 ve 2005 yıllarında çekilmiş iki farklı uydu görüntüsü, alanda yer alan tescilli binalara ait nitelik tabloları, çalışma alanına ait 3D katı model, çalışmanın yapıldığı binanın cephelerine ait fotogrametrik rölöve ve binaya ait 3D foto-model ile 3D restorasyon modeli kullanılarak tamamlanan dijital veritabanı üzerinde, ilişkili sorgulamalar yapılabilmesine olanak tanınmıştır.
- Koruma altına alınması planlanan binaların belgelenebilmesi amacı ile çıkarılan rölöveler ve 3D modellerin CBS ortamına yüklenmesi, oluşturulan dijital envanterin birbirinden farklı teknikler ile ilişkili çalışmasını sağlamaktadır.

- Çağdaş ölçme ve görüntüleme tekniklerinden fotogrametri, 3D Modelleme ve CBS kullanılarak yapılan çalışmada, istenilen herhangi bir zamanda bina üzerinden istenilen herhangi bir ölçü alınabilmektedir.
- Hazırlanan akıllı haritalar üzerinde, amaca yönelik olarak binanın orijinal durumu ile restorasyon geçirmiş durumunun görüntülenmesi sağlanmıştır.
- Yapılan uygulamalarda periyodik aralıklarla tekrarlanması önerilen çalışmanın, farklı dönemlerde binalarda meydana gelebilecek olan bozulmaların ve değişmelerin gelişiminin izlenebilmesine olanak tanınması beklenmektedir.
- Oluşturulan dijital envanterin web / cd-rom vb.. ortamlarda yayınlanması ise, farklı kullanıcıların, araştırdıkları binaların yakınına gitmelerine gerek kalmadan, binaların gerçek ölçüleri, üç boyutlu görüntüleri, ve nitelik bilgileri hakkında bilgi sahibi olmaları sağlanabilmektedir.

Yapılan değerlendirmelere ek olarak, gerçekleştirilen uygulama geleneksel ve çağdaş ölçme tekniklerinin karşılaştırılması bağlamında değerlendirildiğinde, Tablo 5’de belirtilen sonuçlara ulaşılmıştır.

Tablo 5. Geleneksel ölçme teknikleri – Çağdaş ölçme teknikleri karşılaştırması

Değerlendirme Kriterleri	Geleneksel Ölçme Teknikleri	Çağdaş Ölçme Teknikleri
Maliyet	İskele kurulmasını gerektirmeyecek büyüklükteki binalarda maliyeti düşüktür.	Başlangıç maliyeti yüksek olmakla beraber, tek seferlik bir harcamayı gerektirmektedir.
Zaman	Alan çalışması için harcanan zaman oldukça uzundur.	Alan çalışması için harcanan zamanı kısaltmaktadır.
Ekipman	Basit ölçme ve kotlandırma aletleri kullanılmaktadır.	Bilgisayar desteğinin ön planda olduğu teknolojik aletler kullanılmaktadır.
Doğruluk ve Hassasiyet	Toplanması gereken veri miktarı ile ölçülmesi gereken obje boyutlarındaki artış, elde edilen sonuçların doğruluk ve hassasiyetinde azalmaya neden olmaktadır.	Hemen hemen her koşulda uygulamanın yüksek doğruluk ve hassasiyetle yapılabilmesine olanak tanımaktadır.
Karmaşık Dokuların ve Detayların Çözümlemesi	Karmaşık dokuların ve detayların çözümlenmesi güçtür. Genellikle şeffaf kağıtlar yada asetat kullanılarak, detay üzerinden birebir çizimlerin yapılmasını gerektirmektedir.	Karmaşık dokular ve detaylar, yüksek doğruluk ve hassasiyetle, daha kolay çözümlenebilmektedir.

Tablo 5'in devamı

Üzerinde Uygulama Yapılan Obje Boyutları	Obje boyutlarındaki değişme, uygulamanın zorluk derecesini etkilemektedir.	Uygulama obje boyutundan bağımsız olarak gerçekleştirilebilmektedir.
Veri Kaybı	Yüzeylerdeki hasar ve bozulmaların tespitinde veri kaybı yaşanabilmektedir.	Veri kaybı yok denilebilecek kadar düşük miktarlarda görülmektedir.
Ölçü Alımı	Araştırmacı alan çalışması sırasında alınan ölçüler ile yetinmek zorundadır.	Alan çalışması tamamlandıktan sonra, herhangi bir zamanda, istenilen her noktanın ölçümlerinin elde edilebilmesine olanak tanımaktadır.
Sorgulama	Sorgulamalar sadece kağıt üzerinde iki boyutlu olarak yapılabilmektedir.	Dijital ortamda iki boyutlu ve üç boyutlu sorgulamaların yapılabilmesine olanak tanımaktadır.
Çıktı	Tek kopya olan orijinal paftalar, kopyalanarak çoğaltılabilmektedir. Çizimlerin farklı ölçeklerde elde edilebilmesi için yeniden çizilmesini gerektirmektedir.	İstenilen miktarda ve istenilen ölçekte çıktı alınmasına olanak tanımaktadır.

5. KAYNAKLAR

1. Ahunbay, Z., Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon, İkinci Baskı, YEM Yayın, İstanbul, 1999.
2. Fitch, J.M., Historic Preservation: Curatorial Management of the Built World, The University Press of Virginia, Charlottesville and London, USA, 1990.
3. Jokilehto, J., History of Architectural Conservation, First Edition, Butterworth & Heinemann, London, 1999.
4. Kuban, D., Tarihi Çevre Korumanın Mimarlık Boyutu: Kuram ve Uygulama, Birinci Baskı, YEM Yayın, İstanbul, 2000.
5. Uluengin, M.B., Rölöve, Birinci Baskı, YEM Yayın, İstanbul, 2002.
6. Wolf, P.R. and Ghilani, C.D., Elementary Surveying: An Introduction to Geomatics, Tenth Edition, International Edition, Pearson Prentice Hall, New Jersey USA, 2002.
7. Kavanagh, Barry F. and Bird, S.J.Glenn, Surveying: Principles and Applications, Fifth Edition, R.R. Donnelley & Sons Company, USA, 2000.
8. Larkham, P.J., Conservation and the City, First Published, Routledge, London and New York, 1996.
9. Aysu, M.E., Eski Kent Mekanlarını Düzenleme İlkeleri: Kent Planlama Bütünü İçinde Sistematik Bir Çözümleme – Planlama – Tasarlama Modeli Trabzon Kenti Orta – İç Kale Tarihi Yerleşimi Üzerinde Bir Deneme, Doktora Tezi, İstanbul Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi, Mimarlık Bölümü, İstanbul, 1976.
10. Watt, D. and Swallow, P., Surveying Historic Buildings, Third Edition, Donhead Publishing, Great Britain, 2004.
11. Burns, J.A. and The Staff of HABS/HAER, Recording Historic Structures, The American Institute of Architects Press, Canada, 1989.
12. Croci, G., The Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage, First Edition, Computational Mechanics Publications, Southampton, UK, 1998.
13. Weaver, M.E., Conserving Buildings: A Manual of Techniques and Materials, Revised Edition, John Wiley & Sons, Inc., Preservation Press, USA, 1997.
14. Burns, J.A. and The Staff of HABS/HAER, Recording Historic Structures, Second Edition, John Wiley & Sons Inc., New Jersey, 2004.

15. Arel, A., Mimarlık Tarihi / Sanat Tarihi İlişkileri: Bir İlişki Modeli, Yayınlandığı Kitap: Suut Kemal Yetkin'e Armağan, Hacettepe Üniversitesi Armağan Dizisi Cilt 1, Ankara, 1984, 83-88.
16. International Council on Monuments and Sites (ICOMOS), Guide to Recording Historic Buildings, First Published, Butterworth Architecture, London, 1990.
17. Uzel, T., Örüklü E., Mimarlık Ölçme Bilgisi Klasik ve Fotogrametrik Yöntemler, Rölöve Çalışmaları, Çağlayan Basımevi, İstanbul, 1976.
18. Özbenli, E. ve Tüdeş, T., Ölçme Bilgisi, 6. Baskı, KTU Basımevi, Trabzon, 2001.
19. Tüdeş, T., Yer Fotogrametrisi, 2. Baskı, KTU Basımevi, Trabzon, 1996.
20. URL-1, <http://www.ferris.edu/htmls/academics/course.offerings/burtchr/sure340/notes/history.pdf>, History of Photogrammetry, 23.02.2005.
21. Swallow, P., Dallas, R., Jackson, S., Watt, D., Measurement and Recording of Historic Buildings, Second Edition, Donhead Publishing, United Kingdom, 2004.
22. Gürbüz, H., Mimarlık Fotogrametrisinde Ortofoto Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Konya Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi, Harita ve Kadastro Bölümü, Konya, 1981.
23. Dallas, R.W.A., Close Range Photogrammetry and Machine Vision, Edited by Atkinson, K.B., First Edition, Whittles Publishing, Scotland, UK, 1996, syf: 283-302.
24. URL-2, <http://infopuq.quebec.ca/~uss1010/orgues/france/sdenisp1.html>, 03.05.2005.
25. Dewberry & Davis, Land Development Handbook: Planning, Engineering And Surveying, First Edition, McGraw-Hill Publ., New York, 1996.
26. Yomralıoğlu, T., Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar, 1. Baskı, Seçil Ofset, İstanbul, 2000.
27. Kasser, M., and Egels, Y., Digital Photogrammetry, First Published, Taylor & Francis, London and New York, 2002.
28. Şahinler, O. ve Kızıl, F., Mimarlık'ta Teknik Resim, Yay Yayıncılık, İstanbul, 1990.
29. Fryer, J.G., Close Range Photogrammetry and Machine Vision, Edited by Atkinson, K.B., First Edition, Whittles Publishing, Scotland, UK, 1996, 156-179.
30. URL-3, http://www.ihbc.org.uk/context_archive/27/photogrammetry_dir/photogrammetry_s.htm, Photogrammetry in Architecture, Stanbridge, R.M., 20.07.2005.
31. Aytaç, M., Örmeci, C., ve Atlan, M.O., Balmumcu Seniye (Seniha) Sultan Köşkü: Fotogrametrik Rölövesi, Teknik Rapor No.26, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İstanbul, 1976.

32. Ayhan, E., Dönel Yüzeylerin Yakın Fotogrametri Yöntemleriyle Belirlenmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1996.
33. Tunç, E., Yakın Resim Fotogrametrisinde Ağ Tasarımı ve Optimizasyonunun İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2003.
34. Ayhan, E., Yakın Resim Fotogrametrisi Yüksek Lisans Dersi Ders Notları, Yayınlanmamış Ders Notları, 2003.
35. Yıldız, A. ve Uyanık, H., Mimari Yapıların Dijital Fotogrametrik Değerlendirilmesi, Bitirme Çalışması, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, Trabzon, 2001.
36. Çolak, H., ve Altunay, O., Mimari Yapıların Dijital Fotogrametrik Değerlendirilmesi, Bitirme Çalışması, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, Trabzon, 1999.
37. İğdir, İ., Application of Terrestrial Photogrammetric Techniques to the Geometric Definition of Buildings, M.S Thesis, Geodesy Department, Boğaziçi University, İstanbul, 1995.
38. Thordeman, B., The Medieval Castle of San Giovenale, San Giovenale, Vol. VI, Fasc.4, 1967, 4-84.
39. Hallert, B., Terrestrial Photogrammetric Survey of the San Giovenale Castle, San Giovenale, Vol. VI, Fasc.5, 1967, 3-9.
40. Bae, S., The Component Development of Digital Close Range Photogrammetry for the Construction Structure Displacement Analysis.
<http://www.fig.net/pub/proceedings/korea/full-papers/session4/bae.htm>, 26.07.2005.
41. Pavelka, K., Visualisation and Animation of the Historic Town Centre of Telč: Visualisation and Animation of Landscape, ISPRS Commission V, 2002.
42. Zach, C., Klaus, A., Bauer, J., Karner, K. ve Grabner, M., Modeling and Visualizing the Cultural Heritage Data Set of Graz, International Symposium on Virtual Reality, Archaeology, and Cultural Heritage (VAST 2001), Glyfada, Greece, 2001.
<http://portal.acm.org/results.cfm?coll=GUIDE&dl=ACM&CFID=49450319&CFTOKEN=36291688> , 27.07.2005.
43. Stricker, D., Dahne, F., Seibert, F., Christou, I.T., Almeida, L. ve Ioannidis, N., Design and Development Issues for ARCHEOGUIDE: An Augmented Reality Based Cultural Heritage On-site Guide, EuroImage ICAV 3D 2001, Greece, 2001.
http://archeoguide.intranet.gr/papers/AR_mykonos.doc, 27.07.2005.

44. Guidi, G., Ostuni, D., Costantino, F., Pieraccini, M., Tucci, G. ve Beraldin, J.A., Photogrammetry and 3D Scanning: Assessment of Metric Accuracy for the Digital Model of Donatello's Maddalena.
<http://www.und.ac.za/und/survey/forbes/DNS3PE2/CRFAuto/Cache/GuidiPadova.pdf>, 27.07.2005.
45. Beraldin, J.A., Picard, M., El-Hakim, S.F., Godin, G., Valzano, V. ve Bandiera, A., Virtualizing a Byzantine Crypt: Challenge and Impact, Videometrics VIII, SPIE, Volume 5013, 2003, 148-159.
<http://iit-iti.nrc-cnrc.gc.ca/iit-publications-iti/docs/NRC-45827.pdf>, 27.07.2005.
46. URL-4, <http://scantech.dk/showpage.asp?page=113&root=4&url=&search=>, About Laser Scanning, 03.05.2005.
47. El-Hakim, S.F., Beraldin, J.A. ve Picard, M., Detailed 3d Reconstruction of Monuments Using Multiple Techniques, ISPRS-CIPA Workshop, Corfu, 2002, Greece, Bildiriler Kitabı, 13-18.
<http://iit-iti.nrc-cnrc.gc.ca/iit-publications-iti/docs/NRC-44915.pdf>, 27.07.2005.
48. Bernardini, F., Rushmeier, H., Martin, I.M., Mittleman, J. ve Taubin, G., Building a Digital Model of Michelangelo's Florentine Pietà, IEEE Computer Graphics and Applications, 0272-1716 02 (2002) 59-67.
<http://graphics.cs.yale.edu/publications/pieta-cga.pdf>, 27.07.2005.
49. Frueh, C. ve Zakhor, A., Constructing 3D City Models by Merging Ground-Based and Airborne Views.
<http://www.video.eecs.berkeley.edu/papers/frueh/cvpr2003.pdf>, 27.07.2005.
50. Bold, J., Chatenet, M., Cortembos, T. and Naglic, K.K., Guidance on Inventory and Documentation of the Cultural Heritage, Council of Europe Publishing, Strasbourg, 2001.
51. Tunç, E., Karşlı, F. ve Ayhan, E., 3D City Reconstruction by Different Technologies to Manage and Reorganize the Current Situation, XXth ISPRS Congress, İstanbul, 2004.
<http://www.isprs.org/istanbul2004/comm4/papers/388.pdf>, 27.07.2005.
52. Hasol D., Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü, 6. Baskı, YEM Yayın, İstanbul, 1995.
53. URL-5, <http://www.restorasyon.org>, Restorasyon Bilgi ve Danışma Merkezi, 26.06.2004.
54. Bryer A., Winfield D., The Byzantine Monuments and Topography of the Pontos, Volume One, Washington D.C., 1985.
55. Karpuz, Haşim, Kültür Bakanlığı Tanıtma Eserleri , 34, Ankara, 1990.
56. Uspenski F. İ., Çeviren Dr.Enver Uzun, Trabzon Tarihi, Trabzon, 2003.

57. Trabzon Valiliği İl Turizm Müdürlüğü, Tarihi ve Turistik Değerleri ile Trabzon, Yayın-4, 2002.
58. URL-8, <http://www.trabzonturizm.gov.tr/default.asp>, Trabzon İlindeki Tarihi Eserler, 24.05.2004.
59. QuickBird Uydu Görüntüsü, Trabzon, 19.05.2005.
60. URL-9, www.trabzononline.com, 15.07.2005.
61. Çapa, M., Usta, V., Cumhuriyetin İlk Yıllarında Trabzon Vilayeti ile Yazışmalar, T.C. Trabzon Valiliği İl Kültür Müdürlüğü Yayınları, 1997, 158 – 161 s.
62. Usta, V. Arşivi, Dönemin Valisi Rıfat Danışman tarafından Maliye Bakanı Ali Fuat Bey'e yazılan yazı, 19.07.1934.
63. Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu Trabzon İl Müdürlüğü Arşivi, Trabzon İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Binası Rölöve Çizimleri.
64. PhotoModeler Pro 4.0, Eos Systems Inc PhotoModeler Program Camera Calibrator Help, 2000.

EK TABLO 1: 101-102 NOKTALARINDAN ELDE EDİLEN VERİLER

D.N.	B.N.	YATAY AÇI	DÜŞEY AÇI	D.N.	B.N.	YATAY AÇI	DÜŞEY AÇI	S1	S2	
A	B	347.7738	108.882	B	A	386.8486				
	1	257.5194	49.0916	102 noktasındaki veriler	1	28.1996	67.0690	11.5233893	21.1184983	
	2	269.2012	52.8912		2	35.1800	67.8375	12.31449387	20.76801834	
	3	270.0948	108.1548		3	35.4705	104.1694	12.21058565	20.5904833	
	4	272.4166	94.776		4	36.4952	96.4250	12.11868297	20.27891839	
	5	295.0911	88.139		5	46.6877	91.4722	11.60610299	17.28716712	
	6	295.1456	54.0778		6	46.8296	65.5754	11.65161645	17.3133127	
	7	320.8726	69.661		7	55.3674	74.2768	10.65727666	13.20381622	
	8	343.1602	76.1316		8	81.3788	70.6966	13.86600586	11.27865525	
	9	339.4704	89.4154		9	75.3524	87.2968	13.08922523	11.50456693	
	10	339.4874	75.3288		10	75.4276	71.7168	13.10309683	11.509028	
	11	335.0602	61.7308		11	80.3880	55.7448	15.04053846	13.44992288	
	16	343.3332	107.4322		16	81.4156	107.8064	13.84816534	11.23749786	
	17	343.0506	96.7562		17	81.1748	95.3004	13.83852079	11.28283323	
	18	320.7358	109.43		18	54.9460	106.8140	10.5691585	13.17810671	
	19	320.9114	97.374		19	55.4250	95.8290	10.66730864	13.20342413	
XA	XB	YA	YB		X	Y	ZA	ZB	Z	delta Z(A-B)
992.8686974	992.8686974	1009.051686	1009.051686		992.8686974	1009.051686	113.3820298	113.3820293	113.3820296	4.87869E-07
994.2721054	994.2721054	1010.901284	1010.901284		994.2721054	1010.901284	112.7688584	112.8530127	112.8109355	-0.084154395
994.4727174	994.4727174	1010.887954	1010.887954		994.4727174	1010.887954	99.95226996	100.0161086	99.98418926	-0.063838609
994.911982	994.911982	1010.998843	1010.998843	994.911982	1010.998843	102.5216778	102.5065489	102.5141133	0.015128946	
999.1059537	999.1059537	1011.571616	1011.571616	999.1059537	1011.571616	103.7127305	103.6962105	103.7044705	0.016520006	
999.1123931	999.1123931	1011.617759	1011.617759	999.1123931	1011.617759	111.7720023	111.7621119	111.7670571	0.009890388	
1003.431893	1003.431893	1010.089581	1010.089581	1003.431893	1010.089581	107.026832	107.0123367	107.0195844	0.014495386	
1008.696822	1008.696822	1010.799602	1010.799602	1008.696822	1010.799602	106.9818106	106.9587327	106.9702716	0.023077838	
1007.605296	1007.605296	1010.653042	1010.653042	1007.605296	1010.653042	103.7215245	103.6931669	103.7073457	0.028357607	
1007.616203	1007.616203	1010.662298	1010.662298	1007.616203	1010.662298	106.8733633	106.8449717	106.8591675	0.028391539	
1007.870783	1007.870783	1012.81673	1012.81673	1007.870783	1012.81673	111.8397821	112.5844301	112.2121061	-0.744647922	
1008.71491	1008.71491	1010.762064	1010.762064	1008.71491	1010.762064	99.90091464	99.98164796	99.9412813	-0.080733323	
1008.661015	1008.661015	1010.793122	1010.793122	1008.661015	1010.793122	102.2307318	102.200996	102.2158639	0.029735843	
1003.382008	1003.382008	1010.013448	1010.013448	1003.382008	1010.013448	99.94788022	99.95065053	99.94926537	-0.002770301	
1003.441278	1003.441278	1010.096984	1010.096984	1003.441278	1010.096984	101.9652667	102.2328687	102.0990677	-0.267601996	

EK TABLO 3: 103-104 NOKTALARINDAN ELDE EDİLEN VERİLER

D.N.	B.N.	YATAY AÇI	DÜŞEY AÇI	D.N.	B.N.	YATAY AÇI	DÜŞEY AÇI	S1	S2
103 noktasındaki veriler	B	80.0688		104 noktasındaki veriler	A	362.4915			
	22	275.4312	64.9852		22	33.6273	81.9472	25.47995811	46.83772666
	23	273.1404	67.6652		23	35.1511	83.4250	28.80763107	50.10563821
	24	273.5674	92.8934		24	31.2211	97.7830	23.55225301	45.75647007
	25	294.9818	71.4782		25	39.5807	83.8618	23.51390312	40.24573394
	26	294.1716	81.0304		26	39.2891	88.9624	23.5257242	40.48143253
	27	294.9922	89.5108		27	39.3833	96.6171	23.34789528	40.13599481
	28	307.4744	63.8338		28	41.0617	77.3864	21.47473169	35.4741682
	29	311.7679	66.6316		29	45.1701	78.0920	23.23156622	35.05231005
	30	313.0187	74.6708		30	46.0489	83.8734	23.52364083	34.79967739
	32	334.0926	68.274		32	56.8521	72.5006	25.66420663	28.33366223
	33	327.0882	76.8176		33	54.8789	82.0690	25.85485571	31.02001155
	34	333.5292	75.9868		34	62.9943	78.3244	28.8268963	29.81766858
	35	333.0016	84.3428		35	62.3793	86.7900	28.62301054	29.93984817
	36	333.587	91.433		36	62.9077	93.5792	28.76861938	29.76829932
	37	341.434	78.067		37	72.3425	77.9474	31.65399217	27.76202125
	38	341.1858	85.7508		38	72.3521	85.7888	31.72425056	27.90408611
	39	341.7176	92.2686		39	72.8253	93.1418	31.81715507	27.71345404
	43	350.6226	95.1444		43	85.8997	95.4344	35.4075349	25.41161767
	46	356.1018	84.3662		46	99.3089	77.9922	39.64733689	25.22476801
47	356.7222	95.7268	47	101.1141	95.4176	40.25475064	25.30971198		
48	325.6646	104.0552	48	30.6353	103.7768	14.32888309	28.47559946		
49	344.4863	102.662	49	39.3595	103.9544	17.94685785	23.70621135		
50	357.0446	99.5998	50	101.2521	101.6088	40.15586238	25.09004928		

EK TABLO 3'ÜN DEYAMI: 103-104 NOKTALARINDAN ELDE EDİLEN VERİLERE AİT HESAPLAR

XA	XB	YA	YB	X	Y	ZA	ZB	Z	delta Z(A-B)
990.4089103	990.4089103	1023.605916	1023.605916	990.4089103	1023.605916	117.2522875	115.1113208	116.1818042	2.140966713
988.2031785	988.2031785	1026.28145	1026.28145	988.2031785	1026.28145	117.6649911	114.8100362	116.2375136	2.854954849
990.4996085	990.4996085	1021.55113	1021.55113	990.4996085	1021.55113	104.2701186	103.0556612	103.6628899	1.214457399
998.148419	998.148419	1023.440889	1023.440889	998.148419	1023.440889	112.9311257	111.8880949	112.4096103	1.0430308
997.8491736	997.8491736	1023.427199	1023.427199	997.8491736	1023.427199	108.8551623	108.5513489	108.7032556	0.303813402
998.1652934	998.1652934	1023.275697	1023.275697	998.1652934	1023.275697	105.5120848	103.596343	104.5542139	1.915741808
1002.515508	1002.515508	1021.326892	1021.326892	1002.515508	1021.326892	115.3370522	114.6206434	114.9788478	0.716408777
1004.269935	1004.269935	1022.83579	1022.83579	1004.269935	1022.83579	115.0598185	114.0239849	114.5419017	1.035833614
1004.777062	1004.777062	1023.033483	1023.033483	1004.777062	1023.033483	111.5166309	110.4704101	110.9935205	1.046220871
1013.096262	1013.096262	1022.071235	1022.071235	1013.096262	1022.071235	115.5955135	114.5232414	115.0593775	1.072272138
1010.672281	1010.672281	1023.549437	1023.549437	1010.672281	1023.549437	111.4844826	110.4372671	110.9608748	1.047215479
1014.490188	1014.490188	1024.920361	1024.920361	1014.490188	1024.920361	113.0502903	112.0252673	112.5377788	1.025022995
1014.182144	1014.182144	1024.862493	1024.862493	1014.182144	1024.862493	108.8150786	107.7648805	108.2899796	1.050198094
1014.483469	1014.483469	1024.856842	1024.856842	1014.483469	1024.856842	105.5249363	104.4741518	104.9995441	1.050784523
1019.177821	1019.177821	1025.183058	1025.183058	1019.177821	1025.183058	112.9885209	111.4824296	112.2354753	1.506091362
1019.121842	1019.121842	1025.313697	1025.313697	1019.121842	1025.313697	108.8517118	107.7961404	108.3239261	1.055571408
1019.389246	1019.389246	1025.226742	1025.226742	1019.389246	1025.226742	105.5131293	104.458696	104.9859127	1.054433211
1025.280562	1025.280562	1024.790859	1024.790859	1025.280562	1024.790859	104.3358378	103.2871254	103.8114816	1.048712396
1030.589171	1030.589171	1025.223282	1025.223282	1030.589171	1025.223282	111.5669654	110.5465346	111.05675	1.02043079
1031.305903	1031.305903	1025.305836	1025.305836	1031.305903	1025.305836	104.3360958	103.2865183	103.811307	1.049577538
1005.621325	1005.621325	1013.180197	1013.180197	1005.621325	1013.180197	100.7160289	99.77024457	100.2431368	0.945784379
1011.545054	1011.545054	1013.740503	1013.740503	1011.545054	1013.740503	100.8791217	99.98714641	100.433134	0.891975264
1031.356438	1031.356438	1025.085197	1025.085197	1031.356438	1025.085197	101.8824362	100.8273831	101.3549096	1.055053126

EK TABLO 6: 106-107 NOKTALARINDAN ELDE EDİLEN VERİLER

D.N.	B.N.	YATAY AÇI	DÜŞEY AÇI	D.N.	B.N.	YATAY AÇI	DÜŞEY AÇI	S1	S2
A	B	257.8312	80.2102	B	A	348.7618			
	67	355.006	92.4176		67	37.2932	82.9170	25.83723732	30.34746365
	68	354.426	83.5646		68	36.8824	93.7348	25.56610004	30.64682488
	69	364.1942	94.0984		69	47.4818	79.3028	31.57492358	24.81213589
	70	364.5278	79.2374		70	48.0506	92.2580	31.84762104	24.58129319
	71	370.4804	80.8496		71	45.5638	70.5710	31.89711798	21.74192925
	72	369.16	92.0708		72	51.6392	73.0590	33.85620169	21.74537297
	73	371.0766	92.592		73	57.1878	85.9112	36.00561572	20.19933619
	74	373.1206	96.4116		74	64.9726	84.7360	38.62001624	18.56605033
	75	371.3534	96.5668		75	58.6838	93.3298	36.52166752	19.93820667
	76	372.578	83.7498		76	63.3608	93.0006	38.09564438	18.9612691
	77	377.5546	83.7856		77	74.9008	61.1708	41.52467815	15.53044458
	78	374.3458	89.1228		78	71.7784	65.9382	40.62549524	17.63630612
	79	377.1378	96.1028		79	102.2006	71.0030	48.62921425	17.1009139
	80	377.1828	87.6728		80	101.0432	88.6600	48.28160433	16.93884978
	81	382.0834	88.6296		81	120.4082	62.3336	51.7430867	15.14216337
82	380.7922	101.0126	82	124.2582	66.4	53.76545114	17.21133371		
83	280.8508		83	123.2494	102.0136	-67.93410467	-69.46502229		

107 noktasındaki veriler

106 noktasındaki veriler

EK TABLO 6'NIN DEVAMI: 106-107 NOKTALARINDAN ELDE EDİLEN VERİLERE AİT HESAPLAR

XA	XB	YA	YB	X	Y	ZA	ZB	Z	delta Z(A-B)
1019.648371	1019.648371	1016.778092	1016.778092	1019.648371	1016.778092	109.8508119	109.8456687	109.8482403	0.005143163
1019.29012	1019.29012	1016.77846	1016.77846	1019.29012	1016.77846	104.6095072	104.5268372	104.5681722	0.082669979
1026.711076	1026.711076	1016.837287	1016.837287	1026.711076	1016.837287	109.8876559	109.8644565	109.8760562	0.023199333
1027.030389	1027.030389	1016.84129	1016.84129	1027.030389	1016.84129	104.5108282	104.5051814	104.5080048	0.005646797
1028.529005	1028.529005	1014.266114	1014.266114	1028.529005	1014.266114	112.3381035	112.3345411	112.3363223	0.003562496
1029.960669	1029.960669	1015.767077	1015.767077	1029.960669	1015.767077	112.0531459	111.295161	111.6741535	0.757984909
1032.353072	1032.353072	1015.801364	1015.801364	1032.353072	1015.801364	106.057891	106.045679	106.051785	0.012212034
1035.228453	1035.228453	1015.825984	1015.825984	1035.228453	1015.825984	106.0643969	106.0398252	106.052111	0.024571739
1032.886152	1032.886152	1015.885	1015.885	1032.886152	1015.885	103.6107799	103.5977088	103.6042443	0.013071098
1034.615815	1034.615815	1015.906712	1015.906712	1034.615815	1015.906712	103.6064379	103.5941627	103.6003003	0.012275233
1038.970405	1038.970405	1014.338982	1014.338982	1038.970405	1014.338982	112.3858579	112.3538482	112.369853	0.032009753
1037.371324	1037.371324	1015.931572	1015.931572	1037.371324	1015.931572	112.1268187	111.9542041	112.0405114	0.172614607
1045.527009	1045.527009	1017.090698	1017.090698	1045.527009	1017.090698	109.940529	109.877652	109.9090905	0.062876945
1045.213557	1045.213557	1016.936576	1016.936576	1045.213557	1016.936576	104.5093562	104.5506114	104.5299838	-0.04125517
1049.707428	1049.707428	1014.370754	1014.370754	1049.707428	1014.370754	111.6964132	111.6760194	111.6862163	0.020393741
1051.336766	1051.336766	1015.976865	1015.976865	1051.336766	1015.976865	111.2562529	111.534328	111.3952904	-0.278075068
1020.127485	1020.127485	935.1160504	935.1160504	1020.127485	935.1160504	102.6306431	103.6988807	103.1647619	-1.068237625

ÖZGEÇMİŞ

Murat TUTKUN 1979 yılında Kırşehir’de doğdu. İlk ve orta öğrenimini Kırşehir ve İzmir’de sürdürdükten sonra, 1997 yılında İzmir Bornova Anadolu Lisesi’nden mezun oldu. 2002 yılında KTÜ Mimarlık Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl KTÜ Mimarlık Bölümünde yüksek lisans öğrenimine başladı ve araştırma görevlisi olarak atandı. Halen KTÜ Mimarlık Bölümünde araştırma görevlisi olarak akademik çalışmalarını sürdürmektedir. İyi derecede İngilizce ve orta derecede Almanca bilmektedir.

