

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TAKSİM CUMHURİYET MEYDANI ÖRNEĞİNDE FOTOGRAMETRİ VE LAZER
TARAMA VERİLERİYLE BÜTÜNLEŞİK 3B KENT MODELİ ÜRETİMİ**

CUMHUR ŞAHİN

**DOKTORA TEZİ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
UZAKTAN ALGILAMA VE CBS PROGRAMI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. AYHAN ALKIŞ**

İSTANBUL, 2011

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TAKSİM CUMHURİYET MEYDANI ÖRNEĞİNDE FOTOGRAMETRİ VE LAZER
TARAMA VERİLERİYLE BÜTÜNLEŞİK 3B KENT MODELİ ÜRETİMİ**

Cumhur ŞAHİN tarafından hazırlanan tez çalışması 28.10.2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Ayhan ALKIŞ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Ayhan ALKIŞ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Sıtkı KÜLÜR
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Fatmagül BATUK
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Derya MAKTAV
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Naci YASTIKLI
Yıldız Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın her aşamasında değerli görüşlerini ve katkılarını esirgemeyip, bana yol gösteren danışman hocam Prof. Dr. Ayhan ALKIŞ'a ve tez izleme komitemde bulunan hocalarım Prof. Dr. Sıtkı KÜLÜR ile Prof. Dr. Fatmagül BATUK'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam boyunca yakın ilgisini ve desteğini esiremeyen Doç. Dr. Bahadır ERGÜN'e, çalışmama altlık oluşturacak lazer tarama verilerin temin edilmesi hususundaki ilgi ve desteklerinden dolayı İMP başkanı Prof. Dr. İbrahim BAZ'a, panoramik resim çekim kamerasının GYTE'ye kazandırılması hususunda göstermiş oldukları yakından dolayı GYTE eski rektörü Prof. Dr. Alinur BÜYÜKAKSOY'a, GYTE rektörü Prof. Dr. Orhan ŞAHİN'e ve GYTE rektör yardımcısı Prof. Dr. Taşkın KAVZOĞLU'na, jeodezik ölçme çalışmasında yardımlarını esirgemeyen İTÜ Geomatik Mühendisliği'nden Yrd. Doç. Dr. Himmet KARAMAN'a ve Graftek AŞ.'den Semih YILDIZ'a, uygulama sonuçlarının yorumlanmasındaki katkılarından dolayı YTÜ Şehir ve Bölge Planlama Bölümünden Yrd. Doç. Dr. Ali KILIÇ'a ayrı ayrı teşekkür ediyorum.

Her zaman sevgi ve sabır gösteren, maddi manevi destek olan aileme de ayrıca teşekkür ediyor, şükranlarımı sunuyorum.

Ağustos, 2011

Cumhur ŞAHİN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	ix
KISALTMA LİSTESİ	x
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ	xiv
ÖZET	xv
ABSTRACT	xviii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	9
1.3 Hipotez	9
BÖLÜM 2	
TANIM VE TEMEL KAVRAMLAR.....	12
2.1 Mekan	12
2.2 Kentsel Mekan Kavramı ve Kentsel Mekanda Etkinlik Türleri	13
2.3 Meydan Tanımı ve Önemi	15
2.4 Kentsel Planlama ve Kentsel Tasarım	15
2.4.1 Şehir Planlama	16
2.4.2 Kentsel Tasarım	16
2.4.3 Kentsel Tasarımın Ana Hedefi.....	17
2.4.4 Modeller	17
2.5 Digital Tasarım Kavramı.....	18
BÖLÜM 3	
ÜÇ BOYUTLU KENT MODELLERİ, MODELLEME İÇİN VERİ ÜRETİMİ, VERİ OPTİMİZASYONU VE VERİ ENTEGRASYONU	21

3.1	Üç Boyutlu Kent Modelleri.....	21
3.1.1	Üç Boyutlu Kent Modelleri ve Bileşenleri.....	22
3.1.2	Üç Boyutlu Bigisayar Destekli Kentsel Tasarımın Üstünlükleri.....	23
3.1.3	Üç Boyutlu Şehir Modellerinin Kullanım Alanları	25
3.2	Üç Boyutlu Modellemede Veri Üretimi	26
3.2.1	Fotogrametrik Veri Toplama Yöntemleri.....	27
3.2.1.1	Hava Fotogrametrisi.....	27
3.2.1.2	Yersel Fotogrametri.....	29
	Fotograf Çekimi	29
	Algılayıcı Yöneltilmeleri	31
	Cisim Koordinatların Hesaplanması.....	32
3.2.1.3	Uzaktan Algılama.....	33
3.2.1.4	Fotogrametrik Yöntemlerle Ana Vektörlerin Çizimi.....	34
3.2.2	Lazer Ölçme Yöntemleri	35
3.2.2.1	Yersel Lazer Tarayıcılar ve Çalma İlkesi	35
	Lazer Işının Gidiş Geliş Zamanıyla İşlem Yapanlar	35
	Faz Karşılaştırma Metoduyla İşlem Yapanlar.....	36
	Triangulasyon Metoduyla İşlem Yapanlar	36
3.2.2.2	Yersel Lazer Tarayıcıların Veri Yapısı	37
3.2.2.3	Yersel Lazer Tarayıcıların Georeferanslandırılması	38
3.2.2.4	Yersel Lazer Tarama Yöntemi ile Ana Vektörlerin Çizimi	39
3.2.2.5	Lidar	40
3.2.3	Jeodezik Ölçmeler	40
3.2.3.1	Jeodezik Yöntem ile Ana Vektörlerin Çizimi.....	41
3.2.4	Uygun Raster Veri Yapısının Oluşturulması	41
3.2.4.1	Ortofotolar ve Ortofotoların Üretimi	41
	Sayısal Resim Oluşturma Yöntemleri	43
	Kontrol Noktası Koordinatları.....	43
	Sayısal Arazi Modeli.....	44
3.2.4.2	Düşeye Çevirme	44
3.3	Üç Boyutlu Kent Modellemede Veri Entegrasyonu.....	45
3.3.1	Bütünleşik Vektör Veri Yapısının Oluşturulması	49
3.3.2	Raster Veri Yapısının Oluşturulması.....	51
3.3.2.1	Ortofotoların Kesme ve Ölçeklendirilmesi	52
3.3.2.2	Düşeye Çevrilmiş Resimleri Kesme ve Ölçeklendirme ...	55
	Geoetrik Dönüşümler	57
3.3.3	Modelin Filtrelenmesi ve Maskelenmesi	60
3.3.4	Doku Kaplama ve Işıklandırma.....	61

BÖLÜM 4

PİLOT UYGULAMA.....	65
4.1 Taksim Cumhuriyet Meydanı	65
4.1.1 Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın Tarihi Gelişimi.....	66
4.1.2 Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın Biçimsel Niteliği	70
4.1.3 Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın İşlevsel Niteliği.....	71
4.2 Yazılım ve Donanımlar	71

4.2.1 Donanımlar	71
4.2.1.1 Ladybug2 Panoramik Kamerası	71
Balıkgözü Mercek Tanımı ve Yapısı.....	74
Balıkgözü Merceklerde Resim koordinat Sistemi ve Distorsiyon Modeli	74
4.2.1.2 Rollei Metrik Resim Çekim Kamerası	79
4.2.1.3 Fuji Finepix F47 Digital Resim Çekim Kamerası.....	80
4.2.1.4 HDS4500 ve HDS300 Yersel Lazer Tarayıcılar.....	82
4.2.1.5 Topcon HiperPro GPS	82
4.2.1.6 Trimble S6 total Station	83
4.2.1.7 Javad Thiumph1	83
4.2.1.8 Topcon GPT7000-3i	83
4.2.2 Yazılımlar	83
4.2.2.1 Pictran	83
4.2.2.2 PI3000.....	84
4.2.2.3 LadybugCapPro ve LadybugCap	84
4.2.2.4 Cyclone	84
4.2.2.5 AutoCAD	84
4.2.2.6 3DSMax	85
4.2.2.7 Adobe Photoshop.....	85
4.2.2.8 Matlab7.1	85
4.2.2.9 Leica Network Adjustment.....	85
4.3 Yöntemler	86
4.4 Jeodezik Çalışma.....	86
4.5 Modellemede Yersel Fotogrametrik Tekniklerin Karşılaştırılması	88
4.5.1 Metrik Resim Çekme Makinesi ile Yapılan Çalışma	91
4.5.2 Panoramik Kamera ile Yapılan Çalışma	92
4.5.3 Metrik Olmayan Kamera ile Yapılan Çalışma	93
4.5.4 Çalışmada Kullanılan Farklı Kamera Uygulamalarının Analizi	94
4.6 Üç Boyutlu Modelleme Teknikleri.....	96
4.6.1 Metrik Olmayan Yersel Resim Çekim Makinesi ile Yapılan Çalışma	96
4.6.2 Yersel Lazer Tarayıcı ile Yapılan Çalışma	99
4.6.3 Üç Boyutlu Modellemede Kullanılan Yersel Fotogrametri ve Yersel Lazer Tarama Tekniklerinin Karşılaştırılması.....	104
4.6.3.1 Nokta Konum Doğruluğu Karşılaştırılması	104
4.6.3.2 Modele Grafiksel Uygunluk Avantaj ve Dezavantajları.....	108
4.6.3.3 Ekonomi Avantajları ve Dezavantajları	110
4.7 Üç Boyutlu CAD Modelde Raster ve Vektör Verilerin Entegrasyonu	111
4.7.1 Katı Model Elde Edilmesi.....	111
4.7.1.1 Üç Boyutlu Binalar.....	112
4.7.1.2 Hava Fotogrametrisi ve 1/1000 lik Sayısal Haritalar	115
4.7.2 Doku Kaplamada Kullanılan Fotoğraflar	117
4.7.2.1 Ortofotoğraflar	118
4.7.2.2 Bina Cephelerinin Düşeye Çevrilmiş Fotoğrafları.....	119
4.8 Uygulama Sonuçları	124

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER	129
-------------------------	-----

KAYNAKLAR.....	138
----------------	-----

EK-A

LADYBUG2 RESİM ÇEKİM KAMERASININ DİSTORSİYON PARAMETRELERİNİ HESAPLAYAN KOD	146
--	-----

EK-B

FUJİ FİNEPIX F47 KAMERASININ PİCTRAN D YAZILIMINDA KULLANILAN DİSTORSİYON PARAMETRELERİNİ HESAPLAYAN KOD	148
---	-----

EK-C

343 DETAY NOKTASININ KOORDİNATLARI	150
--	-----

EK-D

MARMARA CEPHESİNE AİT METRİK RESİM ÇEKİM KAMERASI İÇİN BUNBIL.OUT DOSYASI	158
--	-----

EK-E

MARMARA CEPHESİNE AİT PANORAMİK KAMERA İÇİN BUNBIL.OUT DOSYASI.....	163
---	-----

EK-F

MARMARA CEPHESİNE AİT METRİK OLMAYAN KAMERA İÇİN BUNBIL.OUT DOSYASI	169
--	-----

EK-G

YERSEL FOTOGRAMETRİKÇALIŞMALARDA KULLANILAN KAMERALARIN DOĞRULUK ANALİZİNDEKİ FARKLARI GÖSTEREN TABLO	176
--	-----

EK-H

YERSEL LAZER TARAYICININ JEOREFERANSLANDIRILMASI İÇİN KULLANILAN NOKTALARIN KOORDİNATLARI	178
--	-----

EK-I

YLT İLE ELDE EDİLEN MODEL KOORDİNATLARI VE YERSEL FOTOGRAMETRİK MODEL KOORDİNATLARINI -YANSITICI YÜZEYLER İÇİN- KARŞILAŞTIRAN TABLO	180
--	-----

EK-İ

YLT İLE ELDE EDİLEN MODEL KOORDİNATLARI VE YERSEL FOTOGRAMETRİK MODEL KOORDİNATLARINI -IŞIK GEÇİRGEN YÜZEYLER İÇİN- KARŞILAŞTIRAN TABLO	183
--	-----

EK-J

FOTOGRAMETRİ VE LAZER TARAMA VERİLERİYLE BÜTÜNLEŞİK 3B TAKSİM CUMHURİYET MEYDANI MODELİ.....	185
ÖZGEÇMİŞ.....	186

SİMGE LİSTESİ

P	Cisim noktası
P'	Resim noktası
X, Y, Z	Cisim noktasının koordinatları
ξ, η	Resim koordinatları
r_{ik}	Uzaysal dönme matrisinin elemanları
R	Uzaysal dönme matrisi
x_0, y_0	İç yöneltme elemanları
f	Odak uzaklığı
ρ	Ölçülen noktaya olan eğik uzaklık
A	Ölçüm doğrusunun x eksenine ile yatay düzlemde yaptığı açı
Θ	Ölçüm doğrusunun yatay düzlemle yaptığı eğim açısı
ξ	Düşey (zenit) açısı
X_0, Y_0, Z_0	İzdüşüm merkezi koordinatları
ω, ϕ, χ	Dış yöneltme elemanları
a_i, b_i, c_i	Kolinearite denklemleri ile hesaplanan parametreler
t_x, t_y, t_z	Yer değiştirme uzaklıkları
s_x, s_y, s_z	Ölçeklendirme parametresi
R_k	Dönüklük parametrelerini tanımlayan matris
T_k	Öteleme parametrelerini tanımlayan matris
(x, y, z)	İz düşüm koordinat sistemi
(x', y')	Resim koordinat sistemi
r'	Distorsiyon miktarı
K_1, K_2	Radyal distorsiyon parametreleri
P_1, P_2	Teğetsel distorsiyon parametreleri
A_1, A_2	Pictran yazılımında distorsiyon parametreleri

KISALTMA LİSTESİ

ALS	Airbone Laser Scanning
AKM	Atatürk Kültür Merkezi
BDT	Bilgisayar Destekli Tasarım
CAD	Computer Aided Design
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CCD	Charge Coupled Device
GPS	Global Positioning System
GRS80	Geodetic Reference System 1980
GSM	Global System for Mobile Communications
ISO	Uluslararası Standardizasyonlar Örgütü
ITRF	International Terrestrial Reference Frame
LIDAR	Light Detection Ranging
LOD	Level of Detail
NURBS	Non-uniform Rational Basis Spline
SAM	Sayısal Arazi Modeli
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli
TUTGA	Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı
VRLM	Virtual Reality Modeling Language
YLT	Yersel Lazer Tarayıcı

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Üç boyutlu kent modelleme şeması	10
Şekil 1.2 Önerilen hipotezin şeması	11
Şekil 3.1 Üç boyutlu model için veri toplama.....	26
Şekil 3.2 Resim ve cisim koordinatları arasındaki bağıntı	28
Şekil 3.3 F21C25B4B paftası	29
Şekil 3.4 Çift resimle bir objenin fotograflanması	30
Şekil 3.5 İç yöneltme geometrisi	31
Şekil 3.6 Dış yöneltme	32
Şekil 3.7 Çift resim değerlendirmesi.....	33
Şekil 3.8 Pictran yazılımında fotogrametrik değerlendirmeyle üretilen üç boyutlu çizgisel bina örneği.....	34
Şekil 3.9 Üç boyutu çatı örneği.....	35
Şekil 3.10 Uçuş zamanı prensibi.....	36
Şekil 3.11 YLT lokal koordinat sistem	38
Şekil 3.12 Reigl lazer tarayıcı çalışma ilkesi.....	39
Şekil 3.13 Gürültüden arındırılmış model (sol), modelden elde edilen çizim (sağ)	39
Şekil 3.14 Jeodezik yöntemle nesnelere ait konum belirleme.....	41
Şekil 3.15 Digital ortofoto üretimi için akış diyagramı.....	43
Şekil 3.16 Üç boyutlu modellemede veri bütünleştirme aşamaları.....	48
Şekil 3.17 Gerçek hava fotoğraflarıyla kaplama.....	54
Şekil 3.18 Gerçek uydu görüntüsü ile kaplama	54
Şekil 3.19 Üç boyutlu uzayda nesnenin yer değiştirilmesi işlemi	58
Şekil 3.20 Üç boyutlu uzayda nesnenin ölçeklendirilmesi işlemi.....	59
Şekil 3.21 Maskeleme öncesi ve sonrası görüntüler	61
Şekil 3.22 Doku kaplama işlemi.....	62
Şekil 3.23 Üç boyutlu gösterim şekilleri (a) Tel kafes –wireframe- gösterim, (b) Katı –solid- model (c) Doku kaplı gösterim –texture mapped-	63
Şekil 3.24 Binaların havadan (çatılar için) ve yerden alınan fotoğraflarla kaplanması	64
Şekil 4.1 Modelleme çalışmasının yapıldığı Taksim Cumhuriyet Meydanı	65
Şekil 4.2 Taksim Maksemi 1900’lü yılların başında ve günümüz	66
Şekil 4.3 1930 Taksim Kışlası ve ahır binaları	67
Şekil 4.4 Taksim Cumhuriyet Anıtı.....	68
Şekil 4.5 Çeşmeli duvar	68

Şekil 4.6	1970’li yıllarda Taksim meydanı.....	69
Şekil 4.7	The Marmara Otelі’nin inşasından sonra şekillenen meydan	69
Şekil 4.8	Panoramik görüntülerin üretimi için geliştirilen teknikler.....	72
Şekil 4.9	Ladybug2 kamera sistemi	73
Şekil 4.10	Blok – Lokal Kamera koordinat sistemleri	73
Şekil 4.11	Balıkgözü görüntü algılayıcıda iz düşünüm model.....	75
Şekil 4.12	Ladybug2 için ek parametre hesaplama yöntemleri.....	77
Şekil 4.13	Birinci algılayıcının distorsiyonlu resmi (sol), rektifiye resmi (sağ)	78
Şekil 4.14	Matlab7.0 ile yapılan yazılım akışı	79
Şekil 4.15	Çalışmada kullanılan Rollei Metrik resim çekim kamerası	80
Şekil 4.16	Çalışmada kullanılan Fuji FinepixF47 sayısal resim çekme kamerası	81
Şekil 4.17	P13000 yazılımında FujiFinepixF47 sayısal kamerasının kalibrasyonu.....	81
Şekil 4.18	Leica HDS3000(sol), Leica HDS4500(sağ)	82
Şekil 4.19	Üç boyutlu modelleme için kullanılan ölçme yöntemleri.....	86
Şekil 4.20	Poligon tesisi ve GPS ile koordinatlandırılması.....	87
Şekil 4.21	Poliganasyon ve ölçü krokisi	88
Şekil 4.22	Stereo model için yersel resim çekiminin planlanması	89
Şekil 4.23	Rolleiflex6008metric, Ladybug2 ve Fuji FinePixF47 resim çekim kameralarına ait cepheler	90
Şekil 4.24	Arazi uygulaması resim çekim planı.....	91
Şekil 4.25	Marmara cephesi için Rolleiflex 6008 kamerasından alınan resimlerle Pictran D yazılımında oluşturulan model	92
Şekil 4.26	Marmara cephesi için Ludybug2 kamerasından alınan resimlerle Pictran D yazılımında oluşturulan model	93
Şekil 4.27	Marmara cephesi için Fuji FinePixF47 kamerasından alınan resimlerle Pictran D yazılımında oluşturulan model	94
Şekil 4.28	Yersel fotogrametrik çalışmada kullanılan kameralarının doğruluk analizi grafiği	95
Şekil 4.29	Fuji resim çekim kameraları ile oluşturulan modeller	97
Şekil 4.30	Fuji resim çekim kameraları ile resim çekim krokisi	98
Şekil 4.31	Yersel lazer tarayıcı istasyon noktaları	100
Şekil 4.32	Taramadan elde edilen nokta bulutu verisi (sol), gereksiz taramalar silindikten sonraki nokta bulutu verisi (sağ)	101
Şekil 4.33	İki ayrı oturumdan elde edilen nokta bulutunun birleştirilmesindeki sapmalar.....	101
Şekil 4.34	Taksim Meydanın cephelerine ait nokta bulutu verisi	102
Şekil 4.35	Taksim Meydanın nokta bulutu verisi	103
Şekil 4.36	Üç boyutlu model etme yöntemlerinin konumsal analiz grafiği (yansıtıcı yüzeyler)	105
Şekil 4.37	Üç boyutlu model elde etme yöntemlerinin eksenlerindeki konumsal analiz grafiği (yansıtıcı yüzeyler)	106
Şekil 4.38	Üç boyutlu model etme yöntemlerinin konumsal analiz grafiği (ışık geçirgen yüzeyler).....	107
Şekil 4.39	Üç boyutlu model elde etme yöntemlerinin eksenlerindeki konumsal analiz grafiği (ışık geçirgen yüzeyler).....	108

Şekil 4.40	Atatürk Kültür Merkezi bina köşe noktalarının vektör verilerinin oluşturulması ve modele aktarımı	112
Şekil 4.41	Balkon çıkıntılarının vektör verilerinin oluşturulması.....	113
Şekil 4.42	Cumbaların vektör verilerinin oluşturulması.....	113
Şekil 4.43	Cam giydirme cepheli binalarda vektör verinin oluşturulması.....	114
Şekil 4.44	Plastik malzemeden imal edilmiş objelerin vektör verinin oluşturulması	115
Şekil 4.45	Taksim Gezi Parkı merdivenlerinin 1/1000 ölçekli sayısal haritalar yardımıyla oluşturulan üç boyutlu görüntüsü	116
Şekil 4.46	Veri bütünleştirilmesi ile elde edilen Taksim Cumhuriyet Meydanı tel kafes görüntüsü	116
Şekil 4.47	Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın üç boyutlu katı modeli.....	117
Şekil 4.48	Meydanda bulunan çeşitli binaların çatıları	118
Şekil 4.49	Meydandaki yol ve kaldırım alanları.....	119
Şekil 4.50	PI3000 yazılımında bir binanın düşeye çevrilmiş resminin üretimi aşamaları (a), (b) yöneltmede kullanılan resimler, (c) bina için tanımlanan koordinat sistemi, (d) PI3000 yöneltme ekranı, (e) 3D model, (f) düşeye çevrilmiş resim.....	120
Şekil 4.51	Aynı binaya ait iki ayrı düşeye çevrilmiş resim	121
Şekil 4.52	Maskeleme öncesi ve sonrası The Marmara Oteli alt kısmı görüntüleri.....	122
Şekil 4.53	Maskeleme uygulaması yapılmayan bina örneği	122
Şekil 4.54	Binaların fotogrametri çalışması yapılmamış yan ve arka cepheleri.....	123
Şekil 4.55	Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın 3DSMax yazılımındaki görüntüsü.....	124
Şekil 4.56	Üç boyutlu Taksim Cumhuriyet Meydanı örneği.....	125
Şekil 4.57	Sınırlayıcılık etkisini arttıran ağaçlar eklenmiş model	126
Şekil 4.58	Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın kuzey (üst) ve güney (alt) silüetleri.....	126
Şekil 4.59	The Marmara Oteli kesit silüeti	127
Şekil 4.60	Üç boyutlu modelden perspektif görünüşler	128

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3. 1 Algılayıcıların karşılaştırılması	46
Çizelge 3. 2 Doku kaplama aşamaları	62
Çizelge 4.1 Ladybug2 kameralarının distorsiyon parametre değeri.....	79
Çizelge 4.2 RolleiMetrik resim çekim kameralarının kalibrasyon değeri.....	80
Çizelge 4.3 Fuji FinepixF47 sayısal kamerasının kalibrasyon sonuçları.....	81
Çizelge 4.4 Fuji FinepixF47 sayısal kamerasının (4.3) eşitliğindeki kalibrasyon sonuçları.....	82
Çizelge 4.5 Jeodezik ölçüler için tesis edilen poligonların koordinatları	87
Çizelge 4.6 RolleiMetrik resim çekim kamerası için cephelere ait baz/mesafe oranı	92
Çizelge 4.7 Ladybug2 kamerası için cephelere ait baz/mesafe oranı	93
Çizelge 4.8 Fuji FinepixF47 resim çekim kamerası için cephele ait baz/mesafe oranı	94
Çizelge 4.9 Yersel fotogrametrik çalışmalarda kullanılan resim çekim kameralarının doğruluk analizi	95
Çizelge 4.10 Fuji resim çekme kamerası için cephelere ait baz/mesafe oranı	98
Çizelge 4.11 Yersel lazer tarama verisini koordinatlandırmak için tesis edilen poligon koordinatları	103
Çizelge 4.12 Üç boyutlu modelleme yöntemlerinin konumsal analizi (yansıtıcı yüzeyler)	105
Çizelge 4.13 Üç boyutlu model elde etme yöntemlerinin eksenlerindeki konumsal analiz (yansıtıcı yüzeyler)	105
Çizelge 4.14 Üç boyutlu modelleme yöntemlerinin konumsal analizi (ışık geçirgen yüzeyler)	107
Çizelge 4.15 Üç boyutlu model elde etme yöntemlerinin eksenlerindeki konumsal analiz (ışık geçirgen yüzeyler).....	107
Çizelge 4.16 Grafiksel uygunluk avantajları.....	109
Çizelge 4.17 Taksim Cumhuriyet Meydanı örneğinde YLT yöntemi için obje yüzeylerinin sınıflandırılması	109
Çizelge 5.1 Genel puanlama tablosu	130

TAKSİM CUMHURİYET MEYDANI ÖRNEĞİNDE FOTOGRAMETRİ VE LAZER TARAMA VERİLERİYLE BÜTÜNLEŞİK 3B KENT MODELİ ÜRETİMİ

Cumhur ŞAHİN

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ayhan ALKİŞ

Teknolojilerindeki hızlı gelişmeler üç boyutlu mekansal-sayısal verinin üretimini ve bu verilerin herkes tarafından anlaşılır, görsel, etkin sunumlarını kolaylaştırmaktadır. Bunun sonucu olarak iki boyutlu çizimlere göre algıyı çok daha fazla arttıran üç boyutlu kent modellerine olan ilgi hızla artmaktadır. Üç boyutlu kent modellerinin en yaygın kullanım alanlardan biri kentsel tasarımıdır. Sağlıklı kentsel tasarım çalışmaları; ancak tasarımcı ile tasarıma müdahil olması gereken toplum kesimlerinin etkin iletişimiyle olur. Tasarımcılar üç boyutlu kent modeli ile tasarımlarını daha kolay anlatabilmekte, tasarımlara müdahil olması gereken kesimler ise söz konusu tasarımları kolayca anlayıp, yorumlar yapabilmekte böylelikle tasarımlara katkı sunabilmektedirler. Üç boyutlu kent modelleri günümüzde tasarımın aktörleri arasındaki iletişimi sağlayan en önemli araçlardır.

Üç boyutlu modelleme çalışmalarının en önemli bileşeni mekansal verilerdir. Üç boyutlu kent modelleri üretebilmek için; modellenecek alanın üç boyutlu kaliteli (yeterli doğrulukta ve görsel zenginlikte), ekonomik ve güncel verilerine ihtiyaç bulunmaktadır. Günümüzde fotogrametri ve lazer tarama yöntemleri üç boyutlu modelleme çalışmalarında yoğun olarak kullanılan mekansal verilerdir. Fotogrametri ve lazer tarama yöntemlerinin birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. İki tekniğin birlikte kullanılmaya başlanmasıyla birlikte, gerçek dünyanın konumsal doğruluğu daha yüksek ve gerçeğe oldukça yakın üç boyutlu sanal modellerini elde etme ve sunma olanakları artmıştır.

Bu çalışmanın amacı; özellikle şehir ve kent plancıların gereksinim duyduğu kalitede üç boyutlu kent modelleri üretebilmek için; çeşitli yöntemlerle, çeşitli ve farklı standartlarda elde edilen mekansal verilerin analizi, karşılaştırılması, optimizasyonu ve bütünleştirilmesidir. Mevcut ölçme yöntemlerin hiç biri bunların tamamını tek başına sağlayamamaktadır. Bu nedenle model için gereksinim duyulan farklı yöntemlerle, farklı formatlarda elde edilen verilerin analizi, optimizasyonu ve entegrasyonu yapılmıştır. Elde edilen mekansal verilerin üç boyutlu kent modellerinde entegrasyonu için karşılaştırma kriterleri ortaya konmuştur. Yapılan modelleme çalışmaları sonunda elde edilen verilerin karşılaştırılması için doğruluk, üç boyutlu sunum detayları, maliyet karşılaştırma ilkeleri olarak kabul edilmiştir.

Üç boyutlu kent modelleme çalışmalarıyla ilgili literatür incelendiğinde günümüzde veri entegrasyonunun optimum olarak yapılabileceği bir entegrasyon modeli konmamıştır. Bu çalışmalar incelendiğinde üç boyutlu kent modeli yapılan bölgelere ait veri setlerinin tamamının bütün ölçme yöntemleriyle elde edildiği daha sonra bölgenin mekansal özelliklerine ve geometrisine bağlı olarak gerekli olanların kullanıldığı belirlenmiştir. Ancak ülkemizde bu setlerin elde edilmesinin maliyetli bir iş olduğu göz önüne alındığında veri entegrasyonu için özellikle metropollerde doğruluk, görsel zenginlik ve maliyet açısından bir optimizasyonun yapılmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. İşte bu optimizasyonun yapılabilmesi için çalışmada bir hipotez geliştirilmiştir.

Tezin hipotezinde temel kriterler olarak; temel koordinat sistemine altlık amacıyla 1/1000'lik sayısal haritaların kullanıldığı, betonarme binalarda ve bina yüksekliklerinin belirlenmesinde yersel lazer tarayıcıların kullanıldığı, cam binalarda yersel fotogrametri tekniğinin kullanıldığı; modele doku olarak kaplanacak raster verilerin ise hava fotogrametrisi ve yersel fotogrametrik resimlerden alındığı bir çalışma sistematigi düşünülmüştür.

Tezin pilot uygulama alanı olarak Taksim Cumhuriyet Meydanı seçilmiştir. Bu çalışmanın uygulamasında öncelikle Taksim Cumhuriyet Meydanı'nda çekilen resimlerin yöneltmesi ardından da yersel lazer tarama tekniği ile fotogrametri tekniğinden elde edilen noktaların nokta konum doğruluklarının karşılaştırması için jeodezik arazi çalışması yapılmış, dört noktalı bir jeodezik ağ kurulup bu ağ üzerinde 343 adet detay noktası ölçülmüştür. Detay noktalarının ölçümünden sonra, yakın resim fotogrametrinde farklı resim çekim kameralarından elde edilen detay noktalarının konumsal doğruluklarını analiz etmek için bir uygulama yapılmıştır. Bu analizde analog metrik resim çekim kamerası, sayısal metrik olmayan resim çekim kamerası ve panoramik kameraya ait balıkgözü mercek kameralardan alınan resimlerle oluşturulan modellerin doğruluklarını karşılaştırılan bir analiz yapılmıştır. Ardından üç boyutlu bina modellemesinde kullanılan yakın resim fotogrametri ile lazer ölçme tekniklerinin doğruluk, görsel zenginlik ve ekonomi kriterleri bakımından karşılaştırılması yapılmıştır. Doğruluk karşılaştırması sonunda yansıtıcı özelliğe sahip materyellerle kaplı binalarda yersel lazer tarayıcı yönteminden, ışık geçirgen özelliğe sahip binalarda yersel fotogrametri yönteminden elde edilen geometrik verilerin alındığı, temel altlık amacıyla 1/1000'lik sayısal haritaların kullanıldığı Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın katı modeli elde edilmiştir. Ardından 1/5000'lik ortofotolar ve düşeye çevrilmiş resimler katı modelde uygun alanlara doku olarak kaplanıp Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın üç

boyutlu bütünleşik modeli elde edilmiştir. Böylece görselleştirilmesi sağlanan model, animasyon ile dinamik hale getirilmiştir.

Çalışma sonunda tez konusu; ön görülen hipotez çerçevesinde seçilen pilot uygulama alanında denenmiş ve uygulanabilirliği kanıtlanmıştır. Başka kentsel bölgelerde de kullanılabilecek bir yöntemdir. Çalışma sonunda elde edilen model gerçek ölçeğinde (1/1 ölçekli) üç boyutlu haritalar üzerine işlenmiş, gerçek fotogrametrik verilerin kullanıldığı yersel lazer tarayıcı destekli üç boyutlu meydan modelidir. Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın bütünleşik üç boyutlu modeli ile kentsel plancılarının mikro ölçekte planlama çalışmalarına önemli katkılar sağlayacaktır. Çalışma sonunda üç boyutlu animasyon (.avi formatında) tamamlanmıştır. Elde edilen üç boyutlu model internet üzerinde sunulabilir. Ayrıca öznetelik bilgileriyle ilişkilendirilerek Coğrafi Bilgi Sistemleri'nde altlık olarak kullanılabilir.

Çalışma sonunda elde edilen üç boyutlu kent modeli Coğrafi Bilgi Sistemlerinde kullanım açısından irdelendiğinde, özellikle literatürde çok sık kriter olarak kullanılan detay seviyesi (LOD –level of detail-) kriteri açısından yeterli olduğu, yurt dışında yapılan benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında görülmüştür. Esasen bu konuya ait literatür irdelendiğinde temel kriterin LOD olduğu açıkça anlaşılmaktadır. Yurt dışında yapılan çalışmalar bu temel kritere dayanan bir üç boyutlu modelleme sistemi içerilmektedir. Ancak yurtdışındaki çalışmaların koşulları düşünüldüğünde özellikle mekansal üç boyutlu verilerin elde edilmesinde bir sıkıntı yaşanmadığı, coğrafi-mekansal verilerin ek bir ölçme çalışması yapmadan gerekli kurumlardan temin edilebildiği görülmektedir. Bu yüzden yurt dışı çalışmalarında tek veri standardı üç boyutlu modelin görsel kriterlerini içeren LOD'dur. Ancak ülkemizde mekansal verilerin veri kaliteleri ve hatta doğrulukları dahi kurumdan kuruma değişmektedir. Bu sebeple LOD veri standardının yanında veri entegrasyonunu optimize edecek doğruluk, görsel zenginlik ve maliyet gibi ek kriterlere ihtiyaç bulunmaktadır.

Ülkemizde CBS üretiminde kullanılan kurumlar arası bir veri standardı bulunmadığından mekansal verilerin üç boyutlu olarak CAD ortamında üretilmesinde kullanılabilecek doğruluk, görsellik ve maliyet standartları bulunmamaktadır. Öne sürülen hipotez, uygulama ve sonuçlar incelendiğinde üç boyutlu kent modellerinin üretimi için temel standartların belirlenmesinin ihtiyaç olduğu açıkça ortaya çıkmaktadır.

Bu tez çalışmasının ilk bölümünde literatür özeti, çalışmanın amacı ve çalışmanın hipotezi üzerinde durulmaktadır. İkinci bölümde, kentsel tasarımla ilgili bazı tanım ve temel kavramlar verilmiştir. Üçüncü bölüm, üç boyutlu kent modelleri, modelleme için gerekli verilerin üretimi ile tezin teorik kısmını oluşturan veri optimizasyonu, veri entegrasyonunun anlatıldığı bölümdür. Dördüncü bölümde tezin pilot uygulaması bulunmaktadır. Beşinci bölümde sonuçlar irdelenmiş, katkılar vurgulanmış ve önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: 3B Kent modeli, lazer tarama, fotogrametri, veri entegrasyonu

**PRODUCING 3D CITY MODEL WITH THE COMBINED PHOTOGRAMMETRIC
AND LASER SCANNER DATA IN THE EXAMPLE OF TAKSIM CUMHURİYET
SQUARE**

Cumhur ŞAHİN

Department of Geomatics Engineering

PhD. Thesis

Advisor: Prof. Dr. Ayhan ALKIŞ

Rapid development in three dimensional technologies facilitates the production of spatial-numeric data and their comprehensible, visually efficient presentations. As a result, a growing interest on three dimensional city modeling occurs, which enhances the perception compared to two dimensional drawings. Three dimensional urban modeling is commonly used in the area of urban design. Reliable urban design studies can only be realized by the interaction of the designer and the social entities which should take a part in the process. Designers are able to explain their designs via three dimensional urban models; social entities which should get involved in the process are able to understand the designs more easily, and comment on them, so they might be able to contribute to the design process. Today, three dimensional models are the most essential tools that provide communication between the agents of design.

Spatial data is the most important component of three dimensional modeling studies. In order to produce three dimensional urban models; high-quality (with sufficient accuracy and visual details), cost-effective and up-to-date three dimensional data on the area to be modeled, are necessary. Nowadays, photogrammetry and laser scanning methods are the most frequently used spatial data which are used in three dimensional modeling studies. Both photogrammetry and laser scanning methods have advantages and disadvantages. With the combination of two techniques, it is

possible to obtain more real-like positional accuracy of three dimensional virtual models and to present them.

The purpose of this study is the analysis, comparison, optimization and complementation of spatial data, acquired by various methods, with various and different standards; in order to produce three dimensional urban models with adequate quality for city planners and urban planners. None of the current measurement methods may succeed all of these steps on their own. So, the analysis, optimization and integration of data in different formats were made by different methods that are required for the model. For integrating the acquired spatial data into the three dimensional urban models, some comparison criteria was put forth. In the end of the modeling studies, accuracy, cost, details of three dimensional presentations have been accepted as the principles of comparison for the comparison of acquired data.

When literature related to three dimensional urban modeling studies is examined, today there is no integration model in which data integration can optimally be realized. When these studies are examined, it has been determined that data sets that belong to the areas of three dimensional urban models were acquired entirely by all of the measurement methods, and then only the required ones were used, depending on the spatial qualities and geometry of the region. However, the acquisition of these sets is costly in our country, so particularly in metropolitans, a need for optimization for the sake of accuracy, visual richness and cost-effectiveness is obvious. That is, a hypothesis is developed in this study for making this optimization.

The main criterion of hypothesis of the thesis is organized as 1/1000 scale numeric maps as a baseline for the main coordinate system, terrestrial laser scanners are used in concrete buildings and to determine the height of the buildings, terrestrial photogrammetry technique is used in glass buildings; and raster data to be covered on to the model are obtained from aerial photogrammetry and terrestrial photogrammetric images.

Pilot application area of the thesis was determined to be Taksim Cumhuriyet Square. In the implementation of the study, at first, the direction of the acquired images from Taksim Cumhuriyet Square has been made, then geodesic territory study has been performed in order to compare the point accuracies of the points acquired by photogrammetry method with terrestrial scanning technique. A geodesic network of four points had been established and 343 points of detail was measured over this network. After the measurement of points of detail, an implementation was made for analyzing the positional accuracy of the points of detail, which were acquired by different image acquisition cameras in close-up photogrammetry. In this analysis, a comparative analysis of the accuracy of the models taken with analog metric image acquisition camera, numeric non-metric image acquisition camera and with the fish-eye lenses that belong to a panoramic camera has been made. After that, a comparison made between the close-range image photogrammetry that are used in three dimensional building modeling and laser measurement techniques in terms of their accuracy, visual richness and cost-effectiveness criteria. In the end of accuracy comparison, data taken with terrestrial laser scanner method for the buildings covered with reflective materials and geometric data taken with terrestrial photogrammetry

method on translucent buildings are used. For the baseline, 1/1000 scale numeric maps are benefited in order to obtain Taksim Cumhuriyet Square's solid model. Orthophotos and images which were converted into vertical plane were covered over proper areas as textures, and the three dimensional integrated modeling of Taksim Cumhuriyet Square was obtained. The model, which was visualized in this way, became dynamic with animations.

In the conclusion of the study, the subject matter of the thesis has been tested on a selected pilot implementation area and it was proved to be feasible. It is a method that can be used in other urban regions, too. The resulting model is a three dimensional square model, powered by terrestrial laser scanners which use real photogrammetric data. It is processed onto three dimensional maps in its real scale (1/1 scaled). It significantly contributes to the complimentary three dimensional model of Taksim Cumhuriyet Square and urban planners' micro-scale planning studies. As a result of the study, a three dimensional animation was completed (in .avi format). The obtained three dimensional model can be presented via Internet. Moreover, it can be used as a baseline in Geographical Information Systems, by associating them with the attribute information.

When the resulting three dimensional urban model is examined for the purpose of using in Geographical Information systems, if it is compared with the similar foreign studies, it seems that it is sufficient for the level of detail criteria (LOD), which is a very common criteria in the literature. In fact, when the literature on this topic is discussed, it is apparent that the main criterion is LOD. The foreign studies, has a three dimensional modeling systematic based on this main criteria. However, when the conditions of foreign studies are considered, particularly in acquisition of spatial three dimensional data, there is no difficulty and geographical-spatial data can be obtained from relevant institutions without any additional measurement. So, the only data standard in foreign studies is LOD, which has the visual criteria of the three dimensional model. However, in our country, the quality of spatial data and even their accuracies varies from one institution to another. Therefore, there is the necessity of additional criteria such as accuracy, visual richness and cost-effectiveness that might optimize data integration as well as LOD data standard.

In our country, since there isn't a data standard which is used in CBS production inter-institutionally, there is no accuracy, visual and cost standards for the production of spatial data three dimensionally in CAD environment. When the suggested hypothesis, implementation and results are examined, key standards for the production of three dimensional urban models are necessary.

In the first part of the study, main focus is an overview on literature, the purpose of the study and the hypothesis of the study. In the second part, some general definitions and key concepts about urban design are presented. In the third part, three dimensional urban models, production of data required for modeling and data optimization, data integration (the technical part of the thesis) are explained. In the fourth part, a pilot implementation of the thesis is available. In the fifth part, the results are discussed, contributions are highlighted and suggestions are made.

Key words: 3D city model, laser scanner, photogrammetry, data integration

1.1 Literatür Özeti

Gerek mekansal verilerin elde edilebilmesi için geliştirilen yeni teknikler gerekse bunlardan elde edilen farklı formattaki verilerin bir araya getirilip daha etkin sunumları için geliştirilen bilgisayar teknolojileri sayesinde üç boyutlu şehir modellerine olan ilgi hızla artmaktadır. [1] de şehir modelleri “Dünya yüzeyinin ve şehir alanlarına ait ilgili nesnelerin digital temsili” şeklinde tanımlanmaktadır. Üç boyutlu şehir modelleri şehir ortamlarının üç boyutlu basitleştirilmiş temsilleridir. Bu modeller zemini, binaları, sokakları, bitki örtüsünü ve diğer insan yapımı yapıları temsil eden modelleri içerir [2]. Üç boyutlu şehir modelleri için dört farklı uygulama kategorisi bulunabilir: Planlama, yönetim ve simülasyon çalışmaları (örn. felaketler, elektromanyetik dalgaların çevresel etkisi ve ışınlı); altyapı ve belediye hizmetleri; ticari sektör, pazarlama; promosyon ve şehirlere dair bilgilerin öğrenilmesi [2]. Üç boyutlu model sanal turizm uygulamalarında kullanılabilir, çünkü her yerde gösterilebilir ve insanların seyahat etmeden şehri tanımasını sağlar. Üç boyutlu model tarihi, mimari ve kültürel miras belgeleri için değerli bir araçtır [2]. Başlangıçta iki boyutlu haritalarla başlayan kent rehberi uygulamaları zamanla yerlerini üç boyutlu kent modelleri şeklindeki ürünlere bırakmaktadır [3].

Üç boyutlu kentsel sanal modellerin iki itici gücü, bilgisayar grafik teknolojileri ile coğrafi bilgi sistemleridir [4].

Üç boyutlu kentsel modeller, kapsamlı mekansal incelemeler ve analizlerde analitik bir değerlendirmenin yanı sıra, görselleştirme aracı olarak bilgi erişimi ve paylaşımında da

katkılar sağlamaktadır [4]. Görsel bilginin belirli araçlar ve yöntemlerle betimlenmesi ve ifade edilmesi olarak tanımlanan görselleştirme uygulamaları, teknik olan ve olmayan tüm katılımcılar ve aktörler için ortak bir dil sağlamaktadır [4]. Üç boyutlu kentsel modelden üretilmiş ve mekansal çevreye ait gerçeğe olabildiğince yakın düzeyde görüntüleri, kartografya ve harita işaretleri hakkında hiçbir bilgisi olmayanlar, sezgisel olarak daha kolay anlayabilmektedirler [4]. Üç boyutlu ölçekli maketler, farklı açılardan alınan üç boyutlu görünümü sağlayan diğer geleneksel görselleştirme araçlarındandır. Ancak maketler göz hizasında görünümü sağlayamamaktadır ve algılanan ölçekte yanılsamalara neden olabilmektedir. Maketler ölçek bakımından üçüncü boyut etkisini, sadece yapı yükseklik, kütle-oran, kütle-ölçek ilişkilerinde değerlendirebilmektedir [4].

Etkin görsel benzetim özelliğiyle CAD, bir nesnenin ya da çevrenin geometrisine ait tanımlanmış bir matematiksel verinin iki boyutlu ya da üç boyutlu ifade tekniklerinde görselleştirilmesini ve geometrik içeriğinin yorumlanmasını sağlamaktadır. CAD uygulamalarıyla gelişen tasarımda, bilgisayar destekli modeller foto-gerçekçi görüntüleri de yaratabilmektedir. Kent planlama sürecinde de CAD teknolojisi, kentsel çevrenin mekansal yapısının tespiti, analizi ve değerlendirilmesi ile mekansal önerilerin geliştirilmesinde zaman ve emeğin kazanılmasında önemli olanaklar sağlayabilmektedir [4]. Son yıllarda artan ve güncel araştırma konusu haline gelen CBS'in ise mekansal veri analizi sürecinde sorgulama ve görselleştirme uygulamalarında işlevselliği daha yüksek düzeyde olabilmektedir. Ancak CBS uygulamaları henüz geometrik içerik olarak CAD uygulamalarının yakaladığı düzeye ulaşamamaktadır [4].

Görsel algıyı çok büyük oranda arttıran üç boyutlu şehir modellemede temel amaç analiz, keşif, karar verme, takip, yönetme vs. çok farklı amaçlar için farklı kaynaklardan elde edilmiş mekansal verinin bütünleştirilip, coğrafi referanslandırılmış olarak sunumudur. Tüm bu farklı amaçlar için modelden farklı görsel ayrıntılar talep edilebilir. Üç boyutlu şehir modellerinin en gerçekçi örneklerinden biri Google-Earth'te bulunabilir. Bu uygulamada 3D Buildings (Üç boyutlu binalar) adı verilen özel bir seçenek vardır, bu seçenek şehirlerin üç boyutlu sunumunu göstermeyi amaçlar. Ancak sadece üç boyutlu modeli uygulamaya eklenmiş olan şehirler için çalışır. Örneğin, Atina'nın üç boyutlu sunumu izlenemezken, New York için bu sağlanmaktadır. Farklı şehirler için üç boyutlu model kalitesi aynı değildir; örneğin, New York şehri

incelendiğinde, bina yan yüzeyleri düşük çözünürlüğe sahiptir; ancak Washington DC’de ise Beyaz Saray gibi önemli binaların çözünürlüğü yüksektir, fakat diğer binalarda bir takım bloklar dokusuz bırakılmıştır [1].

1990’larla birlikte geliştirilen üç boyutlu kentsel sanal modeller planlama süreçlerinde kentin geliştirilmesine yönelik önerilerin tartışılmasında önem kazanmaya başlamıştır. Edinburg ve Bath modelleri ilk önemli sanal kent modelleri olarak bilinmektedir [5]. Strathclyde University’de (Avustralya) ABACUS grubun geliştirdiği Edinburg modeli ile University Collage of London’da yer alan CASA grubunun Bath University ile birlikte geliştirdikleri Bath sanal kentsel modeli, kendi alanlarında akademik ve mesleki deneyimlerin gelişmesine katkıda bulunmuşlardır [5]. Bu modeller zengin kültürel mirasa sahip kentlerde tarih ve kültür bilincinin artırılmasında ve bu kentlerin korunmasında doğrudan katkılar sunabilmektedir [5]. Ayrıca görselleştirme ve sunum tekniklerinde sahip oldukları grafik kalitenin özellikle halkın ve diğer aktörlerin kavrama ve algılama düzeylerini olumlu anlamda geliştirdiği görülmektedir [4].

Çok aktörlü katılımcı planlama ve tasarım sürecinde kullanılan üç boyutlu sanal görselleştirme uygulama örneklerinin başında internet üzerinden fazla sayıda kullanıcıya erişebilen ve etkileşim kurabilen sanal kent uygulamaları gelmektedir. Bu kentlerin bazıları Bath, Glasgow, Dublin, Philadelphia ve Los Angeles’tır [4].

Sanal Bath modeli kentsel tasarım bakış açısında web üzerinden kentsel yapı bilgisinin erişimini sağlamaktadır. 10 km. kenar uzunluğuna sahip kare büyüklükte oluşturulan model, kent dokusu ve arazi yapısını ve Bath Manastırını daha ayrıntılı biçimde içermektedir. Bath modeli gelişme kontrolü sağlamak ve yaşayanların kentin geleceği hakkındaki görüşlerini değerlendirmek üzere yerel planlama kurumu tarafından kullanılmaktadır [4].

Glasgow Rehberi kentin günümüzdeki yapısının üç boyutlu mimari detaylarının belgelenmesi ile mimari mirasa dayanan veri tabanı geliştirmeyi amaçlamaktadır. Glasgow rehberi 25km². alana oturmaktadır. Rehber, kente ait önerileri görüntülemek ve kentin internet üzerinden mimarisiyle tanıtımının sağlanması amacıyla yatırımcılar tarafından da kullanılmaktadır [4].

Sanal Dublin projesi, Dublin Teknoloji Enstitüsü'nden Hugh McAtamney tarafından hazırlanmıştır ve O'Connel Caddesi ve yakın çevresinin sanal mekanını temsil etmektedir [4].

Philadelphia Model Kenti; kentin internet üzerinden üç boyutlu olarak izlenebilmesini amaçlamaktadır. Kentin gelişim stratejileri ile yenileme ve yeniden canlandırma yönetiminde ve turizm sektöründe kullanılmaktadır [4].

Sanal LosAngeles Projesi, kentin yüksek kalitede gerçek zamanlı görsel benzetim modelinin oluşturulması amacıyla üretilmiştir [4].

CBS için de altlık oluşturan üç boyutlu şehir modellerinin en çok kullanıldığı alanlardan birisi kentsel tasarımıdır. Kentsel tasarım çalışmalarının sağlıklı gerçekleştirilebilmesi için; yerel yöneticiler, merkezi yöneticiler, tasarımda rol alanlar, sivil toplum örgütleri, bölge halkı ve kamuoyu tasarımlara müdahil olmalıdır. Öncelikle mevcut durumun, ardından mevcut duruma ilave olarak geliştirilen yeni tasarımların bilgisayar ekranında üç boyutlu canlandırılması gelişen teknoloji ile hem çok kolaylaşmış hem de aranır hale gelmiştir. Zira üç boyutlu modeller elde edildikten sonra animasyonlar ile algı -iki boyutlu çizimlere göre- çok daha fazla arttırılmış olur. Bu tasarımcı ile hedef kitle arasındaki iletişimi arttırmaktadır. Sanal ortamda oluşturulan üç boyutlu tasarımlar ile tasarımcılar tasarımlarını daha kolay anlatabilmekte, diğer taraflar ise tasarımı çok daha kolay algılayıp, yorumlayarak katkıda bulunabilmektedirler. Böylelikle tasarlanan planın uygulamaya geçmeden önce varsa eksiklerinin giderilmesine ya da bazı değişikliklere olanak sağlamaktadır. Bunun sonucu olarak tasarımlarda başta fonksiyonellik ve estetik anlamında kazanımlar artmaktadır.

Üç boyutlu meydan modelleri ile modellenen alanın içinde geziniyormuş hissi verilir. Bu plancının çalışılan alanı okunmasını kolaylaştırır. Fizik mekana ilişkin her türlü bilgi gerçekten alana çıkmış gibi modelden alınabilir. Alana çıkıldığındaki bakış açılarıyla meydana bakılması sağlanır. Bu sayede plancıların meydanı sınırlayan öğeleri (bina, anıt, duvar vs.), meydanın baskın öğelerini, meydanın ölçeğini, ölçeğe dayalı olarak bu öğelerin ebatlarını (en, boy, yüksek) doğru olarak algılamalarına imkan verir. Söz konusu modeller; topoğrafyayı ve meydanı oluşturan öğelerin topoğrafya ile ilişkilerini anlamayı da kolaylaştırır. Ayrıca bina yüzeylerindeki cephelerde kullanılan doku

malzemesi ve bunların geçirgenliği, şeffaflığı hakkında bilgiler verir. Bu son derece önemli bir bilgidir, zira cephelerde kullanılan malzemeler, bina yükseklikleri ile birlikte binaların inşa edildiği tarihsel perfpektifi verirler.

Çok aktörlü planlama anlayışının temel amacı, özellikle tartışmalı konularda müzakere sağlayarak ilgili paydaşları bir araya getirmek olarak tarif edilmektedir [4].

Etkileşimli üç boyutlu sanal çevreye çok kullanıcıli erişim olanağı, alışıla gelmiş tashih ve juri kavramlarını değıştirerek tasarım ile ilgili eleştirilerin, ağa bağı bilgisayarlarla veya internet aracılığıyla tasarımların içerisinde öğrenci ve eğitimden birlikte deneyimlerken yapılmasını sağlamaktadır [6]. Belirli coğrafyalara uygun yerleşim, yapı yoğunluğuna bağı trafik ve sirkülasyon sorunları, bir bölgedeki binaların kat adedine bağı güneşlenme ve iklimlenme özellikleri, yaratılan üç boyutlu sanal şehirlerle deneyimlenebilir. Bina bazında düşünöldüğünde, şehrin bir noktası için tasarlanan yapının araç ve insan sirkülasyon değerlerine bağı olarak genel trafiğe etkileri ve çevre ile ilişkisi, çevrenin bir parçası olarak, etkileşimli üç boyutlu sanal çevrede tespit edilebilir [6].

Mekan algısı bakımından kişinin bakış açısı ve mekan içerisindeki konumu önemlidir. Mekan ile ilgili kişide oluşan izlenim ve deneyimlerin pekişmesi için mekan algısının net olması ve çevre ile girilen özgür bir etkileşim önem taşımaktadır. İki boyutlu çizim, iki boyutlu görsel, üç boyutlu görsel ve canlandırma çalışmalarının dinamik olmayan ve etkileşime izin vermeyen yapıları, kullanıcılar tarafından net anlaşılmasını engellemekte, dolayısıyla bu yöntemlerle oluşan mimari sunumlar tasarımları anlatmakta yetersiz kalabilmektedir. Bu eksikliği gidermek için birçok açıdan sabit görsel ve farklı rotalı canlandırmalar hazırlamak zaman ve işgücü kayıplarına neden olmaktadır. Etkileşimli üç boyutlu sanal çevre oluşturmada kullanılan yazılımların yapısı sayesinde, bir bütün olarak sunum hazırlık süreci, gerekli bilgi donanımına sahip mimar ve tasarımcılar tarafından kısa sürede tamamlanabilir. Dolayısıyla sunum oluşturma sürecinde zaman ve iş gücü kaybı yaşanmamaktadır [6]. Günümüzün bilgisayar teknolojileri ile gelişen görselleştirme araçlarından üç boyutlu kentsel benzetim modelleri, bilgi paylaşımı ve etkileşimini de arttırmıştır [4].

Mevcut fiziksel çevrenin bilgisayar destekli oluşturulduğu ve kullanıcıya aktarıldığı durumlarda mekan algısı, çevrenin doğru okunması ve buna bağlı öğrenme karşılıklı iletişime bağlıdır [6].

Çok aktörlü katılımcı yaklaşımı benimseyen bilim adamları ve araştırmacıların odaklandıkları temel konulardan biri, disiplinler arası ve aktörler arası çalışma takımlarında en yararlı ve en etkin uygulama araç ve yöntemlerin üretilmesi, geliştirilmesi ve kullanılmasıdır. Bu bağlamda veri tipleri, organizasyonu ve akışı gibi unsurlar aracılığıyla verinin aktör grupları arasında kullanılabilir ve yorumlanabilir bir bilgiye dönüşümünün sağlanması önem kazanmaktadır [4].

Sanal üç boyutlu model üretmek günümüzde bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler nedeniyle kolay bir iş olarak düşünülür. Fakat gerçek objelerin ya da dünyanın tam bir geri kazanımı ve fotorealistik sayısal model üretimi hala önemli bir çaba gerektirir [7]. Üç boyutlu modelleme çalışmalarının en önemli bileşeni coğrafi verilerdir. Söz konusu coğrafi veriler farklı kaynaklardan, farklı yöntemlerle üretilirler, farklı doğruluklarda ve farklı formattadırlar. Üç boyutlu şehir modeli üretebilmek için öncelikle çok çeşitli kaynaklardan modellenecek alanın üç boyutlu mekansal verilerinin toplanması gerekmektedir. Üç boyutlu model üretebilmek için kullanılan geleneksel yöntemler jeodezik ölçme ve fotogrametrik çalışmalardır. Jeodezik ölçme otomasyon yetenekleri yüzünden sınırlıdır. Fotogrametrik teknikler üç boyutlu modelleme için iki boyutlu görüntüleri kullanır. Fotogrametrik teknikleri yersel görüntüleme, panoramik görüntüleme, havadan görüntüleme ve uydusal görüntüleme olarak kategorilere ayırmak mümkündür [2]. Analog ve sayısal fotogrametri uzun yıllar nesnelerin üç boyutlu modellenmesinde kullanılmıştır [7]. Günümüzde yersel ve havadan lazer tarama yöntemleri de üç boyutlu modelleme çalışmalarında yoğun olarak kullanılmaktadır. Sayısal fotogrametri ve lazer tarama tekniği üç boyutlu sayısal modellerin kazanımı için en yaygın olarak kullanılan iki tekniktir [7]. Melez sensör sistemleri, doğru ve otomatik şehir modelleri oluşturmak için farklı görüntü kaynaklarından ve aktif sensörlerden gelen verileri birleştirir [2].

Üç boyutlu modelleme çalışmaları için jeodezik ölçme yöntemi günümüzde özellikle zaman açısından yeterli görülmemekte ve kullanılmamaktadır. Lazer tarayıcıların en

önemli ve en geniş kullanım alanlarından birisi üç boyutlu şehir modelleri için binaların kayıt ve modellenmesidir [8]. Yersel lazer tarayıcılar, zaman açısından uygun olsalar da yüksek maliyetlidirler. İki tekniğin birlikte kullanılmaya başlanmasıyla birlikte gerçek dünyanın konumsal doğruluğu daha yüksek ve fotorealistik olarak daha gerçekçi üç boyutlu sanal modellerinin elde edip, sunulması olanakları artmıştır. Yersel lazer tarayıcıların en büyük dezavantajı taradıkları objelerin renk bilgisini gerçekçi bir model için gereken hassasiyette verememeleridir. Literatürde buna sık sık vurgu yapılmaktadır. Lazer taraması, yüksek çözünürlüklü geometrik modeller oluşturmak için gerekli olan yoğun üç boyutlu nokta-bulut verileri ortaya koyabilir, ancak renk bilgisinin kalitesi bazen gerekenden daha düşük olur [9]. Lazer tarayıcıların en önemli dezavantajlarından birisi objenin renk görüntüsünün elde edilememesi ya da fotogrametriden daha kötü olarak elde edilmesidir. Bir objenin gerçek rengini daha hassas kayıt etmek için mutlaka fotoğrafları çekilmelidir [9].

Tarayıcıların bu eksikliği yüzünden literatür de başarılı bir üç boyutlu model için, sayısal fotogrametri tekniği ile lazer tarama tekniğinin birleştirilmesi tavsiye edilmektedir. Geçtiğimiz birkaç yılda, karmaşık nesnelerin üç boyutlu modellemesi alanında pek çok araştırma yürütülmüş olmasına rağmen, tüm uygulamalar için en iyisi olduğu düşünülebilecek tek bir teknik yoktur. Teknikler, doğrulukları, güvenilirlikleri, ayrıntı yakalama becerileri ve otomasyon seviyeleri açısından da çeşitlilik gösterir. Bu nedenle, karmaşık mimarilerin modellenmesi için farklı teknolojilerden edinilen verilerin birleştirilmesi çoğu zaman yararlı olur. Görüntü tabanlı yaklaşımlar ile tarayıcı tabanlı yöntemler genellikle birbirini bütünler durumdadır [10]. Fotogrametrik yöntemler yüksek geometrik doğruluğa sahip olabilir, ancak tüm ince geometrik ayrıntıları yakalayamazlar. Tarayıcı tabanlı modelleme ile çoğu geometrik ayrıntı yakalanabilir, ancak ayrıntıların doğruluğu bir tarayıcıdan diğerine belirgin şekilde farklılık gösterir. Görüntü tabanlı modelleme yerine yersel lazer tarayıcılarının kullanılmasına yol açan nedenlerden birisi de, üç boyutlu modeli oluşturmak için iyi açılara ve iyi çakışmalara sahip resimleri elde etmenin imkansız olmasıdır; bazı durumlarda kısa sürede yüksek seviyede ayrıntıya ulaşmak gereklidir [10]. [10]'da İtalya'daki, 35 m. kule yüksekliğine sahip 40x70 m. tabana sahip, Valer Kalesi'nin küçük bir tepede bulunmasından dolayı görüntü yakalamak için yeterli yer bulunamadığı için dış duvarların ve tavanların

modellenmesinde helikopterden çekilmiş 16 hava fotoğrafının kullanıldığı ifade edilmektedir [9]. Foto-gerçekçi modelleme, yersel lazer tarayıcısından ve nesnenin yüzey dokularından gelen geometri verilerini entegre ederek, bir nesnenin yüksek kaliteli dokulu üç boyutlu sanal kopyalarını ortaya koyan bir tekniktir [2]. Sonuç olarak, çoğu durumda, yukarıda bahsedilen yöntemlerin faydaları göz önüne alınarak bir araya getirilmeleri en iyi çözüm olabilmektedir [11], [12], [13]. Birleştirme işlemi; nokta bulutlarından elde edilen metrik bilgi ile sayısal görüntülerden elde edilen tanımlayıcı bilgiden yararlandığı için, bir optimal üç boyutlu ölçme aracına doğru önemli bir adım olarak düşünülebilir [7]. Bu iki teknolojinin yüksek kaliteli üç boyutlu kayıtlar ve sunumlar sağlamakta birbirlerini destekledikleri konusunda şüphe yoktur [9]. Modern tarayıcılardan bazıları lazer tarayıcı üzerinde yüksek çözünürlüklü bir kamera ile üretilirler. Bu donanımla belki arzulanan kombinasyon elde edilmiş olur fakat bazı kesin sınırlamalara sahiptir. Tarayıcı ile aynı konumdan görüntü elde etmesi nedeniyle çoğu durumda elde edilen fotoğraflar kötü kalitededir ve kameranın tarayıcının görüş açısına göre daha dar bir görüş açısına sahip olması en büyük sınırlamalarıdır. Bu yüzden tarayıcıdan bağımsız olarak elle fotoğraf çekimleri zorunludur [7].

Sanal gerçeklik uygulamaları için gerçekçi bir üç boyutlu şehir temsili, binaların zeminin, tavanlarının ve cephelerinin yüksek kaliteli dokularına ve ağaçların, kaldırımların ve çitlerin kopyalarına sahip olmalıdır [2]. Tüm bu verilerin doğru şekilde birleşmesi için iki veri kümesinin ilk olarak ortak bir referans sistemine bağlı olması gereklidir [14].

Teknolojideki baş döndürücü gelişmeler sayesinde veri elde edilmesi ya da veriye ulaşılması sorun olmaktan çıkmıştır. Mevcut veri kaynaklarından elde edilen verilerin kalitesi, optimizasyonu, birbirleriyle entegrasyonu gibi yeni çözüm bekleyen sorunlar ortaya çıkmaktadır.

Günümüzde üç boyutlu şehir modellerinin üretimi ile ilgili standartlar henüz oluşturulmamıştır. Sadece CityGML yazılımı tarafından farklı kaynaklardan elde edilen verilerin görselleştirilmesi için geliştirilmiş standartlar mevcuttur. CityGML şehir modelleri için detay seviyesine göre beş ayrı ayrıntı düzeyi (Level of Detail) –LoD- tanımlanmaktadır. CityGML şehirlerde ve bölgesel modellerde en alakalı topografik nesneler için sınıfları ve ilişkileri, geometrik, topolojik, semantik ve görünüm

özelliklerine göre tanımlar [15]. Buradan da anlaşıldığı üzere bilgisayar yazılımları standartları yukarıya çekmekte ya da standartları belirlemektedir.

1.2 Tezin Amacı

Bu çalışmanın ana amacı; özellikle kent plancıların gereksinim duyduğu kalitede üç boyutlu kent modelleri üretebilmek için; çeşitli yöntemlerle, çeşitli ve farklı standartlarda elde edilen mekansal verilerin analizi, karşılaştırılması, optimizasyonu ve bütünleştirilmesidir. Plancıların ihtiyaç duydukları verilerin en uygunlaştırılarak, sunulmasıdır. Bu entegrasyonun nasıl ve ne şekilde yapılacağı, yapılacak entegrasyon sonunda nasıl ve ne kalitede bir ürün elde edileceği gibi temellerin tartışılmasıdır. Bu sayede şehir bölge planlama için bilinen söz konusu verilerin kullanılabilirliği, uygunluğu araştırılmıştır. Elde edilen coğrafi verilerin üç boyutlu şehir modellerinde entegrasyonu ve optimizasyonu için analiz kriterleri ortaya konmuştur. Yapılan modelleme çalışmaları sonunda elde edilen bu verilerin karşılaştırılması için doğruluk, üç boyutlu sunum detayları, maliyet temel karşılaştırma ilkeleri olarak kabul edilmiştir. Bu amaçla İstanbul'un simgesi olma özelliğini taşıyan Taksim Cumhuriyet Meydanı pilot uygulama alanı olarak seçilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen model gerçek ölçeğinde (1/1 ölçekli) üç boyutlu haritalar üzerine işlenmiş, gerçek fotogrametrik verilerin kullanıldığı yersel lazer tarayıcı destekli üç boyutlu kent modelidir.

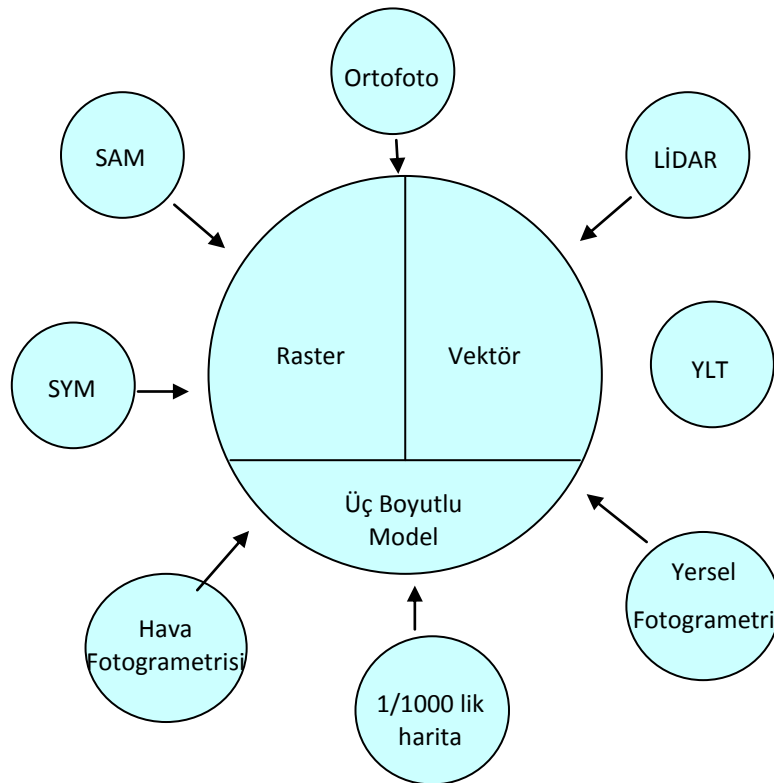
1.3 Hipotez

Kentsel tasarım ve planlama çalışmalarında kullanılmak üzere üç boyutlu model elde etmek için kaliteli (yeterli doğrulukta, görsel zenginlikte, istenilen ayrıntıda), ekonomik ve güncel verilere ihtiyaç vardır. Günümüzde üç boyutlu model elde etmek için farklı yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemler bu ihtiyaçların bazılarını karşılamaktadır. Yöntemlerin hepsinin avantaj ve dezavantajları olduğu için çalışmada tekniklerin bütünleştirilmesi amaçlanmıştır. Kentsel tasarım çalışmalarında kullanılabilecek bilgilerin bütünleştirilerek sunulması bu tezin hipotezidir.

Kentsel tasarım çalışmalarında kullanılabilecek Coğrafi Bilgi Sistemleri'ne aktarılabilir bir ölçme verisine sahip üç boyutlu kent modelleme çalışması tasarımı yapmak için başlıca iki temel işlem adımı bulunmaktadır. Bu işlem adımlarından

birincisi en uygun verilerin en uygun yöntemle elde edileceği ölçme yöntemlerini belirlemektir. İkincisi ise bu verileri bütünleştirerek amaca en uygun üç boyutlu kent modelini elde etmektir. Bu iki temel işlem adımı ışığında yapılan çalışmanın amacı göz önüne alındığında bu hipoteze ait temel kavramların açıklanması şarttır. En uygun ölçme yöntemleri; verilerin gerçek üç boyutlu ortamda en doğru şekilde alınabileceği tüm ölçme yöntemleridir. CAD ortamında üç boyutlu kent modellemesinin en doğru şekilde yapılabileceği iki temel ölçme yöntemi bulunmaktadır. Bunlardan birincisi fotogrametrik diğeri ise lazer tarama yöntemidir. Haritacılığın temel ölçme yöntemi olan jeodezik yöntem, günümüzde kent modelleme çalışmalarında ancak bu iki ana yönetime temel oluşturan bir yöntemdir.

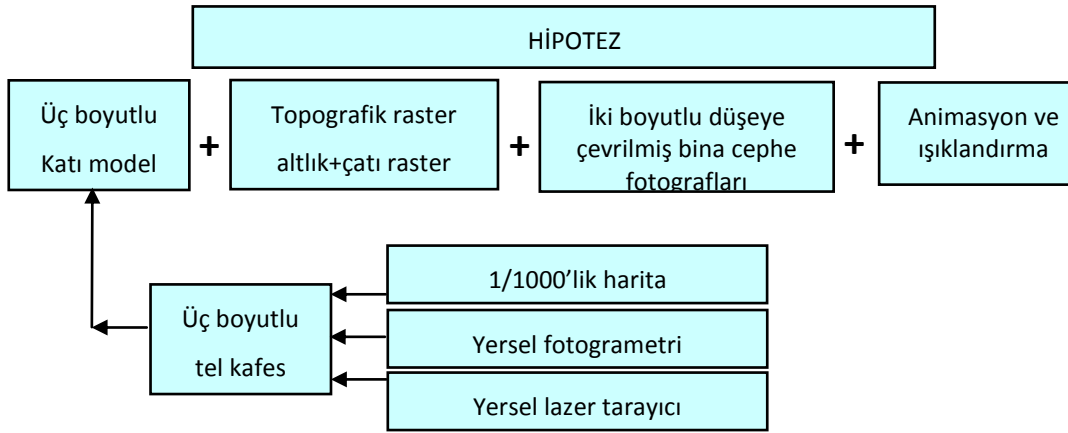
Günümüze kadar yapılan üç boyutlu modelleme çalışmalarına ait literatür incelendiğinde veri bütünleştirmesinde herhangi bir kısıtlama ya da zorunluluğun olmadığı görülmüştür. Şekil 1.1’de üç boyutlu kent modelleme şeması gösterilmektedir.



Şekil 1.1 Üç boyutlu kent modelleme şeması

Üç boyutlu kent modelleme çalışmalarında çalışma sahasındaki geometrik genişliğe ve resim çekim konumlarındaki zorlamanın az olduğu bölgelerde bütünleştirme çalışmasında sıklıkla fotogrametrik olarak elde edilen raster ve vektör verilerin kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır. Ancak geometrik olarak resim çekimini sınırlandıran kentsel bölgelerde üç boyutlu kent modeller üretilirken veri bütünleştirme aşamasında genellikle lazer tarayıcıları kullanılması gerekliliği ifade edilmektedir.

Ayrıca önemli bir nokta da üç boyutlu kent modellerinin altlık kısmını oluşturan SAM ve topografya gösteren raster veri yapısıdır. Literatür incelendiğinde bu noktada önemli uygulama yöntemlerinin bulunduğu ve çalışmaların buna uygun olarak yapıldığı belirlenmiştir. Bu çalışmada SAM veya SYM'ni ve topografyayı belirleyen veri entegrasyonu için yeni bir hipotez sunulmamaktadır. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde üç boyutlu kent modellerin oluşturulması çalışmalarında kullanılan uydu görüntüleri ya da hava fotoğrafı çözünürlüklerine bağlı olarak SAM ve ya SYM verileri tercih edilmektedir. Yapılan uygulama ölçeği düşünüldüğünde SAM çalışmasına ya da SYM çalışmasına gerek görülmemiştir.



Şekil 1.2 Önerilen hipotezin şeması

Şekil 1.2'de gösterilen çalışmanın hipotezi için temel kriterler belirlenirse; cam binalarda yersel fotogrametrinin kullanıldığı, betonarme binalarda ve bina yüksekliklerinin belirlenmesinde yersel lazer tarayıcıların kullanıldığı, temel koordinat sistemi için 1/1000'lik haritaların altlık olarak ele alındığı, raster verilerin ise hava fotogrametrisi ve yersel fotogrametrik resimlerden elde edildiği bir çalışma sistematığı düşünülmüştür.

TANIM ve TEMEL KAVRAMLAR

2.1 Mekan

Mekan kavramının tanımı çeşitli disiplinler tarafından yapılmaya çalışılmış olmasına rağmen kesin bir tanımı yapılamamıştır. Mimarlık sözlüğünde mekan, insanı çevreden belli bir ölçüde ayıran ve içinde eylemlerini sürdürmelerine elverişli olan boşluk olarak tanımlanmıştır. Mekanı mekansızlıktan ayıran en önemli özellik mekanın ölçülebilir, algılanabilir, sınırlarla çevrili, kapalı statik ve kesin oluşudur. Mekan; çevre, yer, egemenlik alanı gibi kavramlardan farklıdır. “Çevre”, insan olmadan da var olan fiziksel ve insani güçlerden ve büyük boyutlu insani eserlerden oluşur. “yer”, kişi ya da grupların kendilerine mal ettiği sınırlandırılmış mekan parçalarıdır. “Egemenlik alanı” ise kişi ve grupların denetimleri altında tutmak istedikleri, erişilebilirliği kendi tasarruflarında olan yerdir [16]. Mekan insanlık var olduğundan beri form, malzeme ve fikir olarak önemli değişikliklere uğramıştır. Mekan, ana işlevini kaybetmeden gelişime her zaman açık bir fiziksel yapıdır [17].

Mekan; insanın insanla, insanın nesneyle, nesnenin nesneyle olan aralıklarının, uzaklıklarının ve ilişkilerinin üç boyutlu bir anlatımıdır [18].

Mekanı sadece dört duvarla çevrili fiziksel bir ortam olarak tanımlamak son derece yetersiz bir tanım olacaktır. Zira mekan insanı çevreden ayıran bir ortam olduğu gibi kullanıcı (algılayıcısı) ile birlikte bir anlam kazanmaktadır. Mekanların oluşturulma amaçları, kullanıcılara hizmet vermek olduğundan, mekan ile kullanıcı arasında bir ilişki vardır. Mekan kullanıcılarının hiyerarşisi, rolleri, statüsü, yaş, cinsiyeti gibi çeşitli

özellikleri vardır. Ancak bunların göz önünde bulundurulması ile oluşturulan mekanlar, kullanıcıların fizyolojik, psikolojik ve toplumsal gereksinimlerini karşılayabilecektir [19]. Mekansal tasarımın amacı yalnızca görsel olarak farklı, ama insanın duygularına hitap etmeyen mekanlar yaratmak olmamalıdır. Bu yüzden [20] başarılı bir mekanı “İyi bir mekan kişiye ve onun kültürüne uygun olan, kendi içinde yaşadığı toplunun geçmişinin, hayat içindeki yeri ve tüm bunları kapsayan zaman-mekan evreninin farkında olmasını sağlayan mekandır” şeklinde tanımlamaktadır [16]. Kullanıcıların davranışları, mekanı biçimlendirdiği gibi yaratılan fiziksel çevrenin de kişinin davranışları üzerinde etkisi olduğu bilinmelidir [19].

Mekanı fiziksel olarak tanımlayan mekan sınırlayıcılarıdır. Mekan sınırlayıcıları bazen tavan, taban, duvarlar olabileceği gibi bazen yeryüzü, gökyüzü, ağaçlar bazen de bunların kombinasyonudur [21].

Mekan sınırlayıcılarının biçimlenişine göre mekanın geometrisi oluşur. Mekan geometrisini oluşturan mekan sınırlayıcılarının yüzeylerinin biçim, doku ve renkleri ile mekandaki donatı elemanları mekanın niteliğini oluştururlar [19].

Bireyin mekanı algılama kapasitesi, dijital ortamda tasarım olanakları ile bilgisayar ortamındaki düşünsel ve fiziksel devinim sonucunda, mimarlığın günümüzde ulaştığı projelendirme yöntemleri değişikliğe uğramıştır. Mekan artık var olmadan deneyimlenmekte ve içerisinde ortaya çıkacak tüm problem ve çözümler dijital ortamda işlev, form, malzeme ve düşünsel fikirler ile çözülmektedir [17].

2.2 Kentsel Mekan Kavramı ve Kentsel Mekanda Etkinlik Türleri

Kentlerde binalar arasına kalan tüm mekanlar kentsel mekan olarak değerlendirilmektedir. Kentsel mekanı yapıların oluşturduğu, tüm kentsel olayların ilişkilendiği ve kentlilerin algıladığı bir bütün olarak tanımlayabiliriz [19]. Kentsel mekanlar yapıların cepheleri, meydanlar, sokaklar, yollar, parklar, tekil ya da grup olarak tarihsel yapılar ile ayrıntı kazanırlar. Özellikle de tarihsel yapı ve anıtlar kentsel mekanlarda tek düzeliği ortadan kaldıracak yapılardır [19].

Kentsel mekân, mülkiyet durumuna göre “özel mekânlar” ve “kamusal mekânlar” olarak ikiye ayrılabilir. Mülkiyeti şahsa ait olanlar özel, kamuya ait olanlar kamusal mekân olarak adlandırılmaktadır [16].

Kamusal mekanlar: Her kentlinin girebildiği, serbestçe hareket edebildiği mülkiyeti kamuya ait mekanlardır. Yapılanmış nitelikteki kamusal alanlar kent yapılarının oluşturan hizmet, sanayi, dinlenme-eğlenme amaçlı yapılardır. Yapı içermeyen kamusal mekanlar ise, kamu mülkiyetindeki tüm kamusal mekanlardır [19].

Kamusal (kentsel) dış mekanlar açık alan/açık yeşil alan olarak da adlandırılırlar. Açık kentsel mekanların en önemli fonksiyonu binaların arasında bir sosyal hayat (doku) yaratmaktır [18]. Kamusal dış mekanlar teknik, ekonomik, politik, ekolojik, sosyo-kültürel ve rekreasyonel bakımdan kentlerin en önemli bölümleri olup kentin omurgası ve yaşam kalitesinin göstergesi durumundadır [18].

Kentsel mekanda gerçekleştirilen etkinlikler 3 grupta sınıflandırılmaktadır [21]

i. Zorunlu etkinlikler: Kişilerin günlük yaşamı sürdürebilmeleri için her türlü koşul altında zorunlu olarak dahil oldukları etkinliklerdir.

ii. Tercihli Etkinlikler: Kişisel seçimlerin yapılabildiği etkinliklerdir. Fiziksel ortama ve kişinin isteğine bağlı olarak değişebilir. Mekanın olumlu özellikleri mekanda geçirilen zamanı ve kişinin memnuniyetini artırır.

iii. Sosyal etkinlikler: Kişilerarası iletişimin başlangıcı olan pasif temas kişinin bir mekanda bulunmasını büyük ölçüde etkiler. Birey en çok görsel olarak uyarıldığı için kentsel mekanda diğer insanların görülmesi/seyredilmesi başlı başına bir etkinlik olmaktadır. Kendiliğinden düzenlenen geçici etkinlikler (müzik, dans, tiyatro, pandomim, okuma vb.) ise toplum değerleri ve yaşantısı hakkında fikir verir; böylelikle ilişki ve etkinlikler doğrultusunda kamusal yaşama dair bilgiye ulaşılır. Toplantı, dinsel tören, kutlama ve festivaller gibi ortak etkinlikler sosyalleşmek için uygun ortamı sağlamaktadırlar [21].

2.3 Meydan Tanımı ve Önemi

Diğer kamusal dış mekanlarla birlikte, meydanlar; toplumsal yaşamın tüm yönleriyle sergilendiği ve yönlendirildiği sosyal iletişim ortamlarıdır. Bu mekanlar birey ve toplumun çok yönlü gereksinimlerinin karşılandığı, temel insan haklarının ve yurttaşlık bilincinin tanımlandığı, korunduğu, birey ile toplumun kendini ifade edebildiği ve sahip olduğu değerlerin korunduğu yerlerdir [18].

Kentlerin oluşumunda en önemli öğelerden biri meydanlardır. Meydan ana cadde ve yolların kesiştiği yerlerde gelişen ve kent merkezlerinde bulunan, kentli insanların pek çok sosyal ihtiyacını karşılayan açık mekandır [16].

İnsanlar bir araya gelmek, buluşmak, günlük sorunlarını tartışmak ve alışveriş yapmak gibi amaçlar için tüm kültürlerde meydanlara ihtiyaç duymuşlardır [22].

Tüm kent halkına eşit kullanım olanağı sunan bu alanlar, çeşitli etkinlikler için ortak bir platform oluşturur [23].

Sanatın ve sosyal etkileşimin mekanı olan meydanlar heykel, anıt ve çeşme gibi sanat öğeleri ile tanımlı olur. Bu öğelerin mekanda bütünlüğü sağlamasına neden olan ise çevrelenme hissidir [21].

[24] Meydanı tanımlarken şu özelliklere sahip olması gerektiğini vurgulamaktadır.

- Mimari elemanlarla sınırları belirlenmiş,
- Belli toplumsal işlevi olan,
- Belli şehir dokusuna entegre olmuş kent parçası [23].

Şehir planlamada önemli elemanlardan biri meydandır. Meydan şehirdeki kamu ve ticari binalar için iyi bir yerleşim alanıdır. Tasarımlarda en önemli olgudur. Meydan binalarla çevrilmiş ve en büyük avantajla binaların sergilenmesi için tasarlanmış alandır [23].

2.4. Kentsel Planlama ve Kentsel Tasarım

Kent: Nüfusu belli bir büyüklüğü ve yoğunluğu aşan, ekonomisi tarım dışı etkinliklerle yoğunlaşan ve kendi nüfusundan başka, etki alanı içinde yaşayanlara da hizmet

sağlayan yerleşmelere verilen addır [23]. Kent bireyin fiziksel ve ruhsal kültürünün bir ögesi ve aslında bu kültürün en önemli ifadesidir [21].

2.4.1 Şehir Planlama

Planlama, kişi ile çevresi arasında uygun ve düzenli ilişkiler kurulmasını sağlayan bir karar verme sürecidir. Planlama sadece bir desen olmayıp karşılaşılan ya da ileride ortaya çıkabilecek sorunlara çözüm getirmek için bilimsel bir araştırma tekniği ile varılan sonuçların değerlendirilmesi ve uygulama olanaklarının önerilmesidir [25].

2.4.2 Kentsel Tasarım

En geniş anlamda kentsel tasarımı ifade etmek gerekirse, şehirdeki objelerin, elemanların hem tek tek hem de tümünün dizaynını içerir. Kentsel tasarımda en önemli husus çeşitli objelerin, yeni bir dizayn anlayışı içinde kombine edilmesidir. [26]'ya göre kentsel tasarım; kent planlamasının, kentin fiziksel formuyla ilgili bölümüdür. kent planlamasındaki en yaratıcı süreç olup imgelem gücünün ve sanatsal kapasitenin çok önemli olduğu bölümü teşkil eder. Bu nedenle en zor ve tartışmalı süreç olduğu düşünülebilir [23].

Günümüzde (özellikle) insan eliyle oluşturulan kentsel mekanlar kentsel tasarım disiplininin konusudur. Kentsel tasarım çalışmalarında, parçaların bütünlüğü önem kazanmaktadır. [23].

Kentsel tasarım, kentin, yapıların arasındaki boşlukların yani kamusal mekanların fiziksel formu ile ilgilenir. Kentsel tasarım çalışması kentin fiziksel formu ile onu yönlendiren ya da onun yönlendirdiği sosyal baskı ile alakadardır. Yani bölgenin fiziksel karakterine odaklanır ancak kamusal ve özel ilişkiler ve bunun kent mekanlarına etkisi ile uğraşır [23]. Kentsel tasarım aynı zamanda kent bölge planlama sürecinin bir iç parçası olarak nitelendirilir. Kentler toplumsal aktivitelerin ve bireysel davranışların zaman ve mekan boyutunda biçimlendiği ortamlar olduklarından, kentsel tasarım olgusu sürekli gelişim ve değişim içerisinde olan bir olgudur [23].

Kentsel tasarımın ana teması, bireylerin bir araya gelip, iletişim ve etkileşim kurmalarını, kendilerini çevreleriyle özdeşleştirmelerini sağlayan mekanları üretmektir.

Fakat ülkemizde ve dünyada var olan “kentsel tasarım yoksunluğu” bu ortamın oluşmasını engelleyen mekansal-sürelilik-çeşitlilik eksikliklerine neden olmaktadır [23].

Binaların kentsel çevrenin biçimlenmesindeki rolünü göz ardı etmek, binanın diğer binalarla, binanın kentle ilişkisini yitirmek anlamına gelmektedir. Oysa binalar ancak kentsel çevreleriyle birlikte düşünüldüklerinde anlam kazanmakta ve bir bütünün parçası olabilmektedirler. Diğer taraftan, binaların tek tek bireysel kimlik arayışlarının ön plana çıkması kolektif bir kimlik oluşturmamak bir yana, birbirlerinin “görsel gürültüsü” arasında kaybolmalarına da neden olabilmektedir [23].

2.4.3 Kentsel Tasarımın Ana Hedefi

Kentsel tasarım kriterlerinin ana hedefi; kentsel uyumun genel kalitesini oluşturmaktır. Bu hedefe ulaşabilmek için, kentsel gelişmenin değişik aktörlerini ve bunları kent formu üzerindeki etkilerini incelemek gerekecektir. Ancak asıl sorun, bu bulguların tasarım süreci ile ilişkilendirilebilmesindedir [23].

2.4.4 Modeller

Karar verirken, deneyimler ve deneyler oldukça önemlidir. Ancak sosyal bilimlerde deney yaparak karar vermek söz konusu olmadığı için, modellerden yararlanılmaktadır. Model; bir objenin, bir sistemin veya fikrin temsildir [27]. Diğer bir deyişle model, sistem veya sistemlerin soyutlanmış şeklidir.

Düşünmeye yardım etme, haberleşmeye yardımcı olma, eğitime hizmet etme, kestirim aracı ve denemelere yardımcı olma gibi fonksiyonlara sahip olan modeller, sistemleri açıklamak, tanımlamak veya iyileştirmek konularında yardımcı olmaktadır [27]. İnceleme konusu gerçek bir sistem ise modelin amacı, sistemin performansını geliştirmek çabasıyla sistemin davranışlarını analiz etmektir. İnceleme konusunun uygulamaya konulmak üzere düşünülen (hayali) bir sistem olması halinde modelin amacı, sistemin bileşenleri arasında fonksiyonel ilişkileri içeren sistemin ideal yapısını tanımlamaktır [27].

Problem belirlendikten sonra yapılacak iş, problemi en iyi şekilde temsil edecek bir modelin kurulmasıdır. Gerçek olayların bir temsilcisi ve özeti olan model, ele aldığı

konunun tamamını belirlemek yerine konu ile ilgili ve özelliği olan ilişkileri göstermektedir. Bir sistemin veya sürecin temsilcisi olarak tanımlanabilen model, sistemin amacına yönelik olan elemanların birleşimidir. Model sistemin ya da sürecin tam bir kopyası değildir. Ancak bazı ayrıntıları bünyesine blundurduğundan sürecin kendisi yerine modeli kullanılabilir [27]. Modeller çeşitli kriterlere göre sınıflandırılmaktadır.

2.5 Digital Tasarım Kavramı

Digital tasarım kavramı tasarımın bir teknoloji aracılığıyla yapıldığını anlatmakta, mimarlıkta tasarım geliştirme amacıyla kullanılan bilgisayar tabanlı teknolojileri kapsamaktadır. “Digital tasarım, tasarım kararlarının kağıt üzerinde değil de ekran üzerinde verildiği süreçtir.” [28].

Digital tasarım geleneksel yöntemlerde yapılamayan bir kısıtlamaya çözüm getirmiştir. Tasarım başlangıcındaki en kitlesel modelden sonuç çıktısına kadar bütün elemanlar kolayca dönüştürülebilmekte ve değiştirilebilmektedir. Yani bütün elemanlar düzenlenebilir. Geleneksel yöntemlerde, yapılan bir değişiklik sonucunda, çizimler maket ve perspektifler yeniden yapılmak durumundadır, ancak digital tasarım sürecinde değişiklikler yapılır, tekrar başa dönülür tekrar yapılır, alternatif olarak kaydedilir, yapılan bu düzenleme sonucunda bütün tasarım kendiliğinden güncellenir [28].

1970 lerde kişisel bilgisayarlarında üretilmeye başlanması ile bilgisayar destekli tasarım için önemli adımlar atılmıştır. Bu dönemden sonra CAD sistemlerinin gelişmesi iki yolla gerçekleşmiştir. Bunlar;

- Geometrik modelleme sistemleri
- Bina özellikindeki sistemler

olarak tanımlanmıştır. Geometrik modelleme mühendislik yönünde özellikle makine mühendislerinin ihtiyaçlarının karşılamaka üzere otomasyon ve havacılık endüstrisindeki uygulamaları için gelişen sistemlerdir, ikinci yol ise bina ve yapı endüstrisi özelinde gelişen sistemlerdir. 1970 ‘li yıllarda bina özelindeki CAD sistemindeki araştırmalar üniversite tabanlı araştırmalar olarak görülmektedir [28].

1980'ler ise, hem donanımsal hem de yazılımsal alanda bir çok gelişmenin hızlı bir şekilde yaşandığı dönem olmuştur. Bilgisayar boyutlarının küçülmesi, maliyet olarak daha erişilebilir seviyelere gelmesi ve mimarlık pratiğinden talep olması bu gelişmeleri hızlandırmıştır. 80'li yılların sonları ve 90'lı yılların başları CAD sistemlerinin sunum aracı olarak yaygın biçimde kullanıldığı dönemlerdir. Bu sırada çizim tabanlı yazılımlar yanında AutoDes-Sys, Kinnetix, Grapisoft, Revit gibi firmalar modelleme ve render programları üzerine yoğunlaşarak mimari modelleme ve görselleştirme yazılımları üretmektedirler [28].

[29] birinci nesil CAD sistemlerini, bina tasarım sistemleri olarak, bu ikinci nesil CAD sistemlerini ise çizim ve modelleme sistemleri olarak tanımlar. Çelişkisel bir şekilde ikinci nesil CAD sistemleri donanım ve grafik açısından güçlü olmasına rağmen, birinci nesil CAD programları tasarım açısından daha kabiliyetli gözükmektedir. [28].

Bilgisayarlar çizim ve görselleştirme adına gelişmesi giderek daha gerçeğe yakın üç boyutlu imajlar elde edilmesini sağlamıştır. İlk üç boyutlu modelleme sistemleri yüzey üzerindeki noktaların birbirlerine bağlanarak poligonları oluşturması ve poligonların bir araya gelerek tel çerçeve/ağ şeklinde bir hacim meydana getirmesi denklemi üzerine kuruluydu [28]. Bu sistemler özellikle dik açılı rasyonel geometrik biçimleri oluşturmakta başarılıydı ancak organik biçimlerin modellenmesinde yetersiz kalmaktaydı. Sonrasında çıkan spline (eğrisel çizgi) tabanlı modelleme sistemleri ise daha düzgün pürüssüz eğrisel yüzeyler yaratmakta oldukça başarılı olmuştur. Spline bilgisayar grafikleri açısından tanımlanırsa knot, node, anchor, control points gibi isimler verilen notalar vasıtası ile kontrol edilelen eğrisel çizgilerdir. Bu eğriler bir ağ şeklinde bir araya gelerek pürüssüz eğrisel yüzeyler oluşturabilirler. Oluşturulan yüzeyler yine kontrol noktaları ile yeniden düzenlenebilir ve oluşturulan yüzey uygulanan harekete göre kendini yeniden günceller ve böylece devamlılık bozulmamış olur "spline"lar çeşitli şekillerde tanımlanarak tiplere ayrılmıştır. Bunlardan bazıları: Bezier splines (b-splines), cardinal splines, NURBS, Cutmull-Rom splines, Hermite splines gibi isimlerle anılmaktadır [27]. Günümüzde üç boyutlu modelleme programlarında en çok kullanılan spline çeşitlerinden biri matematiksel formülü 1960'larda Fransız otomobil tasarımcısı Pierre Bezier tarafından geliştirilen bezier eğrilerine dayalı b-spline'dır [28]. Bir Bezier eğrisi endpoints denilen başlangıç ve bitiş

noktaları ve iki kontrol noktası tarafından şekli belirlenen eğrilerdir. Ancak daha sonra geliştirilen NURBS eğrileri daha rahat ve esnek bir kontrol imkanı sunarak eğriler yaratılmasını sağlamıştır ve bugünkü modelleme sistemlerinin en önemli tekniklerinden biri olarak karşımızda durmaktadır. NURBS modelleme tekniği pürüzsüz eğrisel yüzeyler yaratmakta, kontrol etmekte ve dönüştürmekte oldukça etkili bir yöntemdir. Özellikle organik biçimleri modellemekte yetersiz kalan poligon modelleme tekniğinde ise spline modelleme tekniğinden sonra geliştirilen, poligonları tekrarlı biçimde daha küçük poligonlara bölerek eğrisel bir görüntü kazanılmasını sağlayan subdivision yöntemi kullanılmaktadır. Organik biçimi oluşturmakta kullanılan en yeni yöntemlerden birisi blob yöntemidir [28].

ÜÇ BOYUTLU KENT MODELLERİ, MODELLEME İÇİN VERİ ÜRETİMİ, VERİ OPTİMİZASYONU VE VERİ ENTEGRASYONU

3.1 Üç Boyutlu Kent Modelleri

Gerçek hayatta insanlar çevrelerini üç boyutlu görürler ve algılarları bu yönde daha iyi çalışmaktadır. İki boyutlu çizimler algıda yanılgılara ve yanlış anlaşılmalara sebep olabilir. Ama üç boyutlu anlatım gerçek hayattaki algılara daha yakın olduğu için algılama yönünden daha kuvvetli bir anlatımdır. Geleneksel tasarım süreci, görsel düşünceye dayalı, tasarım düşüncesinin temsil ortamında çizim, maket gibi tekniklerle geliştirildiği ve biçimlendiği bir süreç olarak tanımlanmıştır [28]. Kentsel tasarımda günümüz teknolojileri ve yazılımları önemli bir işleve sahiptir. Üç boyutlu bilgisayar destekli tasarımı (BDT) ile tasarım sonuçları bilgisayar ekranında yüksek konumsal doğruluk ve gerçekçi bir görselleştirilme ile kullanıcıların hizmetine sunulur.

Üç boyutlu model: Yeryüzünün ve yeryüzündeki yapay objelerin, yani gerçek dünyanın, gerçeğe en yakın temsili amacıyla çeşitli veri setlerinden elde edilen verilerin birleştirilmesi ve sunumudur [30]. [31]'e göre üç boyutlu kent modeli, “mekana ait nesnelerin geometrik tanımlarının üç boyutlu ortamda gösterilmesi olarak tanımlanabilmektedir.” Üç boyutlu kent modellerinin ana konusu yeryüzü ve binalardır; ancak amaca bağlı olarak yollar, yeşil alan, ağaç vb. detayları da içirmektedir. Bu detayların tümü aynı koordinat sisteminde bulunmaktadır. Ancak aynı geometrik özellik ve işlevselliklerine göre katmanlar halinde depolanmaktadır. Kullanılan veri tipi

ve kullanım amacına bağı olarak katmandaki veriler 2B, 2.5B veya 3B vektör veri olarak kaydedilmektedir. Bunların yanında ortofoto ve yersel fotoğraflar raster veri türü olarak kullanılabilir [31]. Üç boyutlu kent modelleri kullanım amaçları ve tekniklerine göre genel olarak dört sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar [31];

Üç Boyutlu CAD Modelleri: En genel ve esnek kent modelleridir. Bu tip modeller kentin ya da bir bölgenin üç boyutlu detaylar ve render seçenekleriyle tanımlanmasıdır.

Statik Üç Boyutlu CBS Kent Modelleri: Üç boyutlu CAD modelleriyle aynıdır. Genellikle aynı yazılımlarla oluşturulmakta ve sunulmaktadır. Tek farkları işlevleridir. CAD modelleri görsellik açısından herhangi bir işleve sahip değilken, bu modeller CBS'yi kapsadığından detayların tanımsal sorgulanmasına izin verir hale gelmektedir.

Gezilebilir Üç Boyutlu CBS Kent Modelleri: Bu tür kent modelleri VRLM dili yardımıyla internet üzerinden gezilebilir hale getirilmektedir.

Üç Boyutlu Kentsel Alan Simülasyon Modelleri: Bu tür modeller CBS destekli olup analiz, sorgulama ve karar vermede kullanılmaktadır.

3.1.1 Üç Boyutlu Kent Modelleri ve Bileşenleri

Üç boyutlu kent modelleri temel olarak iki bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler:

- Veri
- Yazılım ve Donanımdır [31].

Veri bileşeni bölüm 3.2'de ayrıntılı olarak işlenecektir.

Yazılım ve Donanım Bileşeni

Üç boyutlu kent modelinin ikinci bileşeni yazılım ve donanımdır. Günümüzde üç boyutlu kent modelleri oluşturmak için kullanılan birçok yazılım mevcuttur. Her yazılım kullanıcılarına farklı çözümler sunmaktadır. Yazılımlar çok çeşitlilik göstermelerine rağmen temelde aynı işlevlere sahiptirler [31].

CAD sistemleri başlangıçta, daha önce kağıt vb. altlıklar üzerindeki çizimlerin sayısal ortama aktarılması amacıyla geliştirilmiştir. En önemli özelliği verilerin sürekli olarak sayısal ortamda yenilenebilmesinin ve düzeltilmesine olanaklı olmasıdır.

Bu da zamandan büyük ölçüde tasarrufu ve veri kalitesinin yüksek kalmasını sağlamaktadır. Hem iki boyutlu hem üç boyutlu veriyi saklayıp işleyebilmektedirler. Bu yazılımlar kullanıcıya büyük ölçüde esneklik tanımaktadır. Çünkü iyi bir CAD yazılımı çizgi, yazı, eğri, katı model gibi eleman yapısı ile geçek ölçü sistemleri ve veri sorgulamalarıyla tam bir uyum göstermektedir. İçlerinde barındırdıkları görselleştirme araçları da sistemin kent modeli oluşturulmasındaki verimliliği arttırmaktadır [31].

Üç boyutlu kent modelleme çalışmaları oldukça yüklü verilerle oluşturulmakta bu yüzden de güçlü bilgisayarlara ihtiyaç duyulmaktadır. Üçlü işlemci, grafik ve yüksek bellek kartlarının kullanımı gerekmektedir. Bunun yanında büyük verilerle çalışıldığı için de kapasitesi yüksek disklere ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle fotografik gerçeklik çalışmalarında raster verilerle çalışılması modelin üzerinde yapılacak çalışmaların oldukça ağır olmasına neden olmaktadır. Güçlü bir bilgisayar kullanımı bu çalışmalarda en önemlisi zamandan tasarruf etmeyi sağlar [24].

3.1.2 Üç Boyutlu Bilgisayar Destekli Kentsel Tasarımın Üstünlükleri

Digital tasarım yöntemlerinin genel özelliği tasarımın erken evresinde bilgisayar ortamının kullanılması ve tasarım kararlarının bu ortamda verilmesidir. Geleneksel süreci ve digital tasarım sürecini karşılaştırdığımız zaman, geleneksel yöntemler kullanılarak yapılan tasarımda, süreç boyunca, tasarımcının biç çok eskiz ve model ürettiği, genelde bu maket ve eskizlerin, bir önceki maket ve eskizler baz alınarak yapıldığı ve bir öncekinden sadece bölgesel bir takım değişikliklerle farklılaştığı görülmektedir. Bundan dolayı eskiz ve maket birçok kere yeniden çizilmesi ve fiziki modelin tekrar yapılması gerekmektedir [28].

Digital tasarım geleneksel yöntemlerde yapılamayan bir kısıtlamaya çözüm getirmiştir. Tasarım başlangıcındaki en kitlesel modelden sonuç çıktısına kadar bütün elemanlar kolayca dönüştürülebilmekte ve değiştirilebilmektedir. Yani bütün elemanlar düzenlenebilir. Geleneksel yöntemlerde, yapılan bir değişiklik sonucunda, çizimler maket ve perspektifler yeniden yapılmak durumundadır, ancak digital tasarım sürecinde değişiklikler yapılır, tekrar başa dönülür tekrar yapılır, alternatif olarak kaydedilir, yapılan bu düzenleme sonucunda bütün tasarım kendiliğinden güncellenir [28].

Kentsel tasarım sektöründe bilgisayarlı tasarım çalışmaları, tasarımın üç boyutlu ifadeleri veya çeşitli yöntemlerle hazırlanmış görsel sunumlarından meydana gelir. Modellemeler, grafik anlatımlar ve hareketli animasyon çalışmaları bu görsellerin en büyük kısmını oluşturur. Bilgisayar ortamında animasyon tekniği ile yapılan sunumda, projenin tüm detayları ile görünebilmesi sağlanır ve herkes tarafından görsel algısal olarak yapılmak istenenler anlaşılır, sanki proje uygulanmış ve kamera ile çekilmiş gibi projenin sonuçları gözlenebilmektedir. Hazırlanan sahne içindeki nesnelerin nitelikleri, bunların mekan içindeki ilişkileri ve bütün mekan, resmi izleyene gayet açıklayıcı şekilde ifade edilmektedir. Çünkü insanlar tanışık oldukları durumları daha iyi algırlar. Öylece tasarım süreci, aktörler tarafından daha iyi anlaşılabilir ve proje tasarımına tasarım aşamasında katkıları sağlanarak başarılı tasarımların ortaya çıkması sağlanacaktır [30].

Bilgisayar destekli tasarımla üretilen tasarımlar çok detaylı bir maket yapmış gibi bu görüntüleyicilerle izlenebilir. Doğrular ve yanlışlar üç boyutlu olarak görülebilir. Sunumlarda algılanabilen ölçekle etkileyici ve etkin bir şekilde yapılabilir. Bu konuda yaşanacak gelişmeler hacimsel görüntüleyicilerin potansiyelini arttıracaktır. Oluşturulacak animasyonlarla sahne içindeki nesnelerin nitelikleri, bunların mekan içindeki ilişkileri ve bütün mekan, resmi izleyene gayet açıklayıcı şekilde ifade edilecektir. Çünkü insanlar tanışık oldukları durumları daha iyi algırlar. Bu sayede daha karmaşık tasarımlar daha kolaylıkla sunulabilecektir. Böylece tasarımcı kafasındaki düşünce neredeyse tam olarak işe yabancı bir kişinin zihninde oluşturabilir. Bu avantajların yanında bu işlemlerin hepsi internet veya ağ sistemleri ile uzaktan bilgi erişimi ile kullanılabilir. Bu imkan farklı yerlerdeki kişilerin iletişimini arttıracaktır [30].

Üç boyutlu geo-enformasyon teknolojilerinin getirdiği görselleştirme kapasiteleri ve animasyon desteği ile mimarlar, şehir plancıları ve karar vericiler, tasarımları mevcut durum içinde görüp değerlendirme yapabilmektedirler. Bu değerlendirmelerin yapılabilmesi için öncelikle üç boyutlu kent modellerinin oluşturulması gerekmektedir. İkinci aşamada mimari tasarımlar modele eklenmelidir. Eş zamanlı olarak yapılacak üç boyutlu kent modellemesi ve tasarım çalışmaları, bölgenin daha iyi anlaşılmasını sağlayıp olası tasarım hatalarının önlenmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca düşünülen tasarımların birbirleriyle karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır. Özetle bu teknolojinin kullanılması, planlama çalışmaları sırasında iletişim ve bilgilendirme

işlemlerinin yapılmasını kolaylaştırmakta sonuç olarak daha şeffaf ve iyi tasarımların hazırlanmasına imkan sağlamaktadır [32].

Ayrıca üç boyutlu şehir modelleri mühendislik üretiminde sonuç ürün olmasına karşın CBS’de altlık oluşturacak ilk görsel üründür [33]. Zira günümüzde CBS’nin sadece sorgulama yapabilen bilgi sistemi yazılımı olarak geliştirilmesinden öte, daha gerçekçi şekilde gerçek dünyayı anlatması istenir [33].

3.1.3 Üç Boyutlu Şehir Modellerinin Kullanım Alanı

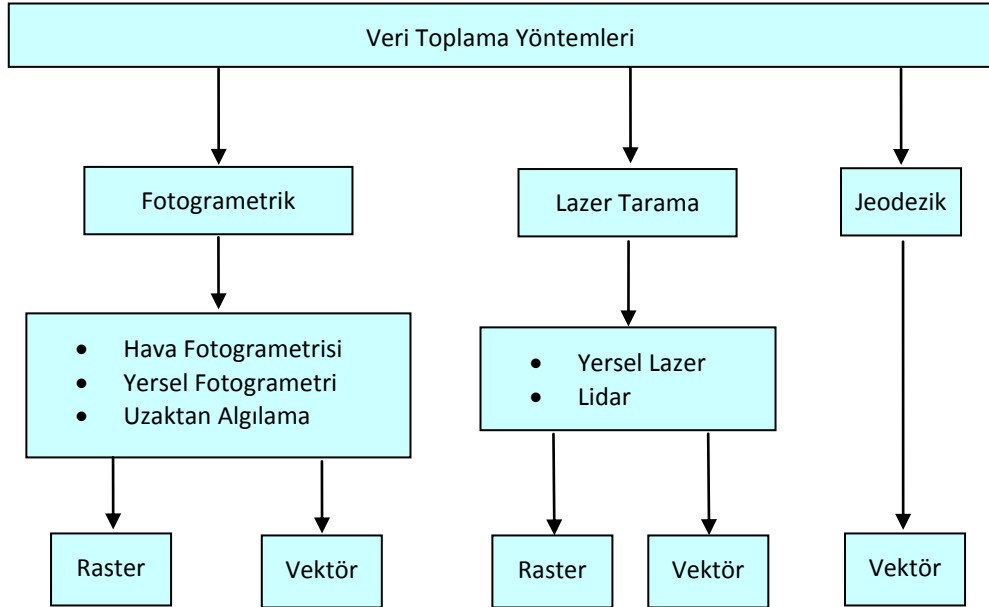
Günümüzde üç boyutlu kent modellerinin kullanım başlıca kullanım alanları şunlardır;

- Coğrafi Bilgi Sistemleri,
- Mevcut yerleşim düzeninin incelenmesi ve iyileştirilmesi,
- Şehir ve bölge planlaması,
- Kent ve sosyal olanaklarının planlanması,
- Altyapı sistemlerinin tasarımı,
- GSM baz istasyonlarının planlaması,
- Çevresel analizler,
- Kadastro ve taşınmaz değerlendirme,
- Acil durum planları ve yönetimi,
- 3D araç yönlendirme,
- Turizm,
- Sürücü, pilot, asker eğitimi,
- Risk değerlendirmesi ve afet yönetimi,
- Maden ocağı çalışmaları,
- Navigasyon ve yönlendirme,
- İki boyutlu harita ve yerleşim planlarının oluşturulması,
- Mimari yapının incelenmesi, sunumu ve arşivlenmesi [31], [34]

3.2 Üç Boyutlu Modellemede Veri Üretimi

Üç boyutlu model elde edebilmek için sayısal verinin elde edilmesi şarttır. Üç boyutlu şehir modeli elde edilmesi sırasındaki en fazla zaman, emek ve para sayısal verilerin elde edilmesi sırasında harcanmaktadır. Sayısal veriler ya araziden doğrudan alınır ya da dolaylı olarak temin edilirler.

Üç boyutlu modelleme için kullanılan yöntemler, tamamen mesleki olan jeodezik ve fotogrametrik çalışmaları içeren ölçme, klasik yöneltme, değerlendirme ve çizim aşamalarından oluşur [33]. Üç boyutlu şehir modellerinin veri toplama yöntemleri Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Üç boyutlu model için veri toplama

Mekânsal veriler raster ve vektör olmak üzere iki ana formattadır. Raster veriler grid hücre yapısındadırlar. Raster formatta görüntü grid hücrelerine bölünmüştür. Bu grid hücreleri görüntünün özelliklerini tanımlar. Raster formatta, en küçük haritalama birimi bu grid hücresidir. Vektör formatın, nokta, çizgi ve poligon gibi elemanları vardır. Bu iki veri tipi, görüldüğü üzere birbirinden temel itibariyle farklıdırlar [35]. Şehir ya da mekanın bilgisayarlarda sunumu olan üç boyutlu kent modelle çalışmalarında raster veri özellikle gerçekçi bir model elde edebilmek için doku kaplamasında (görüntü, desen elemanı olarak) kullanılmaktadır.

- Raster Veriler: Bu veriler genelde görüntü ve görüntü tabanlı veriler.
- Vektör Veriler: Bu veriler genelde ölçme işlemi ile üretilen çizgisel verilerdir.
- Nokta Bulutu Veriler: Bu tür verilerde nokta koordinatlarının taban alındığı nokta bulutu olarak adlandırılan lazer tarayıcıların ürettiği verilerdir. Bu veriler havadan ya da yerden yapılan taramalar ile üretilebilmektedir. Nokta bulutu verileri de vektör veri yapısı olarak değerlendirilmektedir [33].

Veri seti olarak ölçme ve modelleme çalışmasında yukarıda tanımlanan üç veri seti de aynı anda kullanılabilir [33]. Vektör veri yapısı, objelerin düzlemsel özellikleriyle gösterildiği sunumdur. Çizgisel objeler düzlemsel yapılar; sınırları ve konumları olarak gösterilmektedir. Vektör veri yapısı detayları koordinat değerleriyle depolamaktadır [31]. Üç boyutlu kent modellerinde objelere ait modellerin oluşturulması ve saklanması vektör veri yapısında yapılmaktadır. Raster görüntü, birbirine komşu grid yapıdaki, eşit boyutlara sahip hücrelerin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Fotoğraf görüntüsü özelliğine sahip raster modeller, genellikle fotoğraf ya da haritaların taranmasıyla veya sayısal kamera kullanılmasıyla elde edilmektedirler. Raster yapıdaki veriler 2 boyutlu kent modellerinde özellikle görselleştirme işlerinde kullanılmaktadır. Render ve fotografik gerçeklik çalışmalarında bu tür verilerden yararlanılmaktadır [31]. Üç boyutlu kent modellerinde kullanılan verilerin tümü üçüncü boyut bilgisine sahiptir ya da yükseklik bilgileri öznitelik olarak kaydedilmektedir [31].

3.2.1 Fotogrametrik Veri Toplama Yöntemleri

Fotogrametri harita hazırlamadan başlayarak sayısal arazi modelleri ve ortofoto haritalarla birlikte, coğrafi bilgi sistemlerinin katmanlarına veri girişi hazırlayan yöntemler arasında en yaygın olarak kullanılanıdır. Fotogrametri yönteminde resim çekimi anındaki koşullar değerlendirme aletleri yardımıyla tekrar oluşturulmaktadır [36].

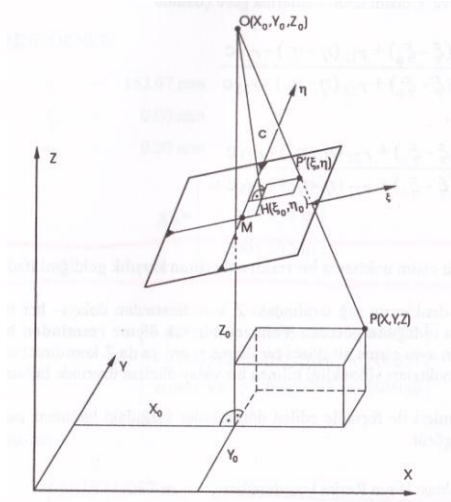
3.2.1.1 Hava Fotogrametrisi

Fotogrametride ışın demetleriyle dengelemede (Demet dengelemesi ile) resim koordinatları ile cisim koordinatları arasındaki ilişki doğrudan sağlanır. Demet dengelemesinin başlangıç malzemesi enine ve boyuna belirli örtü oranlarına sahip blok

yapıdaki resimlerdir. Blok dengelemesinde bir ölçü resmi birim elemandır. Işın demetleri,

- Bağlantı noktalarında olabildiğince iyi şekilde kesişinceye ve
- Kontrol noktalarıyla olabildiğince iyi çakışınca kadar
- Ötelenir ve
- Döndürülür [37].

Bir cisim noktası P nin X, Y, Z koordinatları ile bu noktanın P' resim koordinatları ξ , η resim koordinatları arasındaki ilişki Şekil 3.2'te gösterilmiş ve (3.1) denklemleri ile matematiksel olarak tanımlanmıştır. Bu ifade doğrusallık (kolinearite) bağıntısı diye adlandırılır [37].



Şekil 3.2 Resim ve cisim koordinatları arasındaki bağıntı [37].

$$\begin{aligned}\xi &= \xi_0 - c \frac{r_{11}(X - X_0) + r_{21}(Y - Y_0) + r_{31}(Z - Z_0)}{r_{13}(X - X_0) + r_{23}(Y - Y_0) + r_{33}(Z - Z_0)} \\ \eta &= \eta_0 - c \frac{r_{12}(X - X_0) + r_{22}(Y - Y_0) + r_{32}(Z - Z_0)}{r_{13}(X - X_0) + r_{23}(Y - Y_0) + r_{33}(Z - Z_0)}\end{aligned}\quad (3.1)$$

Burada ortaya çıkan r_{ik} parametreleri uzaysal dönme matrisi R nin elemanlarıdır. Dönme matrisi bu durumda resmin X, Y, Z cisim koordinat sistemine göre uzaysal konumunu tanımlamaktadır. (3.1) denklemleri her bir cisim noktasına bir resim noktasının karşılık geldiğini ifade eder [37].

Hava fotogrametrisi ile elde edilen en önemli ürünler 1/5000, 1/2000, 1/1000, 1/500, ölçekli haritalardır. Ülkemizde 1/5000 ölçekli harita yapımı için “1/5000 ölçekli Standart Topografik Fotogrametrik Harita Yapımına Ait Yönetmelik”, diğer ölçekli haritalar için ise “Büyük Ölçekli Haritaların Yapım Yönetmeliği”ndeki esaslar uygulanır [38]. Şekil 3.3’de hava fotogrametrisi ile üretilen ve Taksim Cumhuriyet Meydanı’nın bir bölümünü de içeren 1/1000’lik sayısal harita gösterilmektedir.



Şekil 3.3 F21C25B4B paftası [39]

3.2.1.2 Yersel Fotogrametri

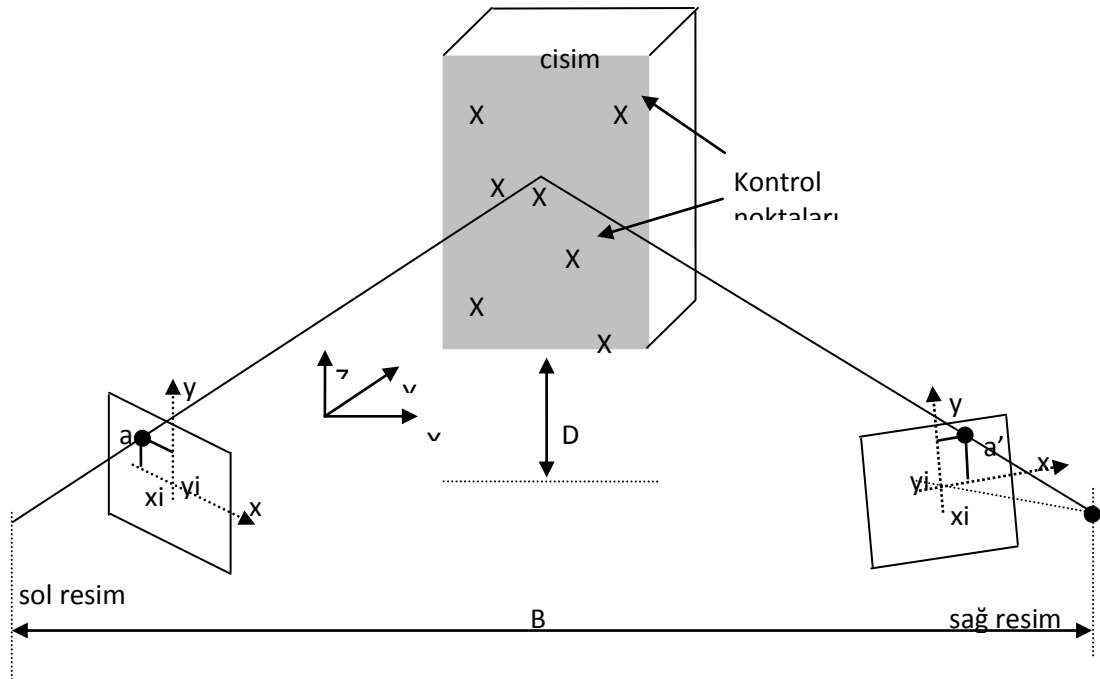
Objeyi tekrar elde edebilmek için fotogrametride üç ana işlem adımı bulunmaktadır.

- Fotoğraf çekimi
- Yöneltilmelerin belirlenmesi
- Resimler üzerinde ölçülmüş noktaların üç boyutlu cisim koordinatlarının hesaplanması [7].

Fotoğraf Çekimi

Şekil 3.4’de görüldüğü gibi en az iki resim, bir cismin fotogrametrik olarak, yeniden inşası için gereklidir. Fotogrametrik ağ dizaynı fotoğraf çekiminden önceki en önemli husustur. Yakın resim alanında yersel Fotogrametri tekniklerinin doğruluğunu etkileyen faktörler özetlenmiştir [7].

- Baz/Mesafe oranı: Artan baz mesafe oranı ile doğruluk artar. Konverget geometriyi kullanarak elde edilen resimler, optik eksenleri paralel resimlerden daha fazla doğruluğa sebep olur [7].
- Fotogrametrik modelin eldesi için kullanılan resim sayısı için: Bir noktayı içeren resimlerin sayısının artması doğruluğu önemli ölçüde artırır. Fakat bu noktanın dörtten fazla resimde olması durumunda doğruluktaki söz konusu etki anlamlı olmaktan çıkar [7].
- Kontrol noktalarının sayısı ve dağılımı: Şayet geometrik konfüğürasyon güçlü ise ve ölçülmüş noktalar iyi tanımlanmış ise görüntü başına ölçülmüş noktaların sayısının artması doğrulukta önemi artışa sebebiyet vermektedir [7].
- Pikselin yerde kapladığı alan: Doğruluk yaygın olarak daha küçük piksel boyutlarında artar. Daha yüksek doğruluk için çözünürlüğü yüksek kameralar kullanmak gerekmektedir [7].

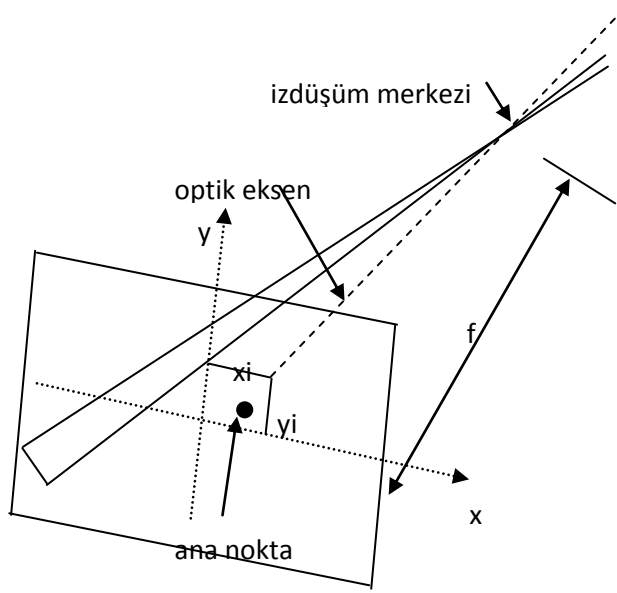


Şekil 3.4 Çift resimle bir objenin fotograflanması [7]

Algılayıcı Yöneltilmeleri

Resimler elde edildikten sonra, parametreleri iç ve dış yöneltilme elemanlarıyla belirlenir [7].

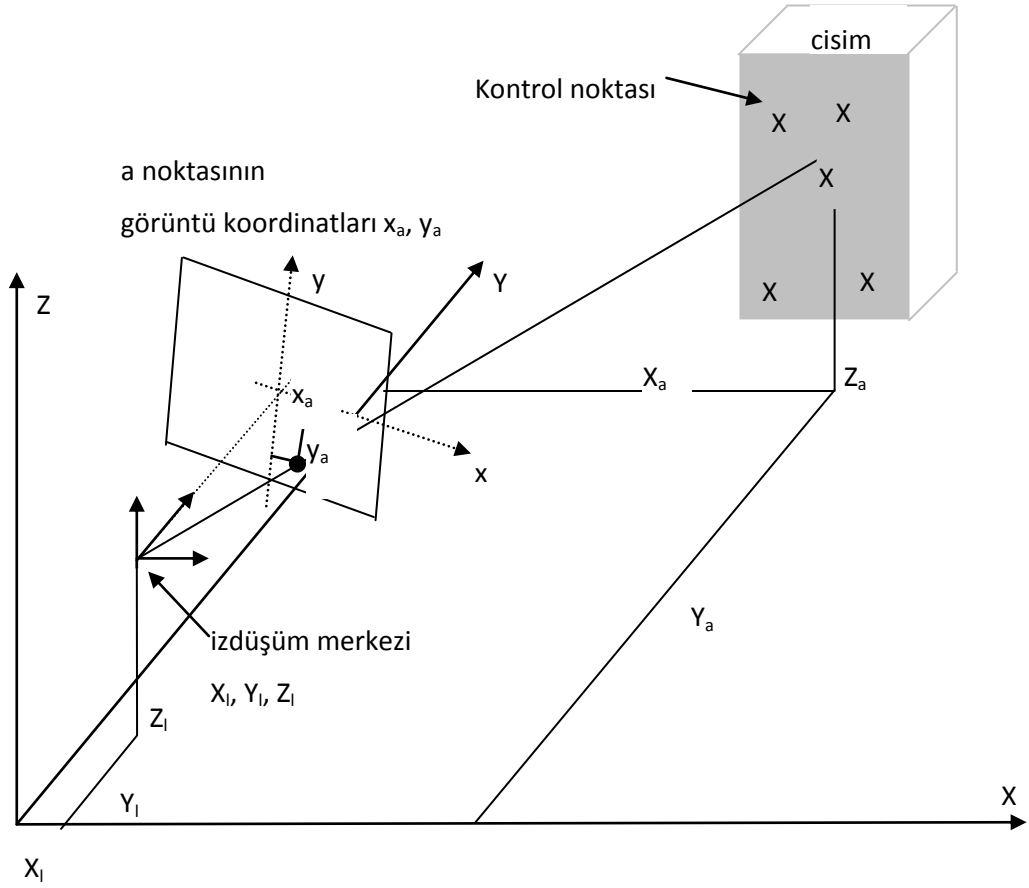
İç yöneltilme: İç yöneltilme; görüntü koordinat sistemine göre izdüşüm merkezinin konumunu temsil eder (Şekil 3.5) [7]. x_i ve y_i iç yöneltilme elemanlarını, f odak uzaklığının temsil etmektedir.



Şekil 3.5 İç yöneltilme geometrisi [7]

Mercek distorsiyon biçimleri de iç yöneltilme elemanlarıdır. Bu değerler normalde kamera kalibrasyonları ile belirlenir [7].

Dış yöneltilme: Fotoğrafın konumu ve yöneltilmesi cisim uzayında belirlenir. Şekil 3.6'da gösterildiği gibi izdüşüm merkezinin obje koordinatları tarafından fotoğrafın konumu belirlenir. Fotoğrafın açısal yöneltilmeleri üç eksen etrafında dönme ile tanımlanır. Kolinerite, kopılanarite ve direkt lineer transformasyon yöntemleri mutlak yöneltilmeyi belirlemek için kullanılır. Ağ geometrisini yeniden elde edebilmek için en optimal yöntem kolinerite eşitliklerini kullanan ışın demetleri ile dengelemedir [7].

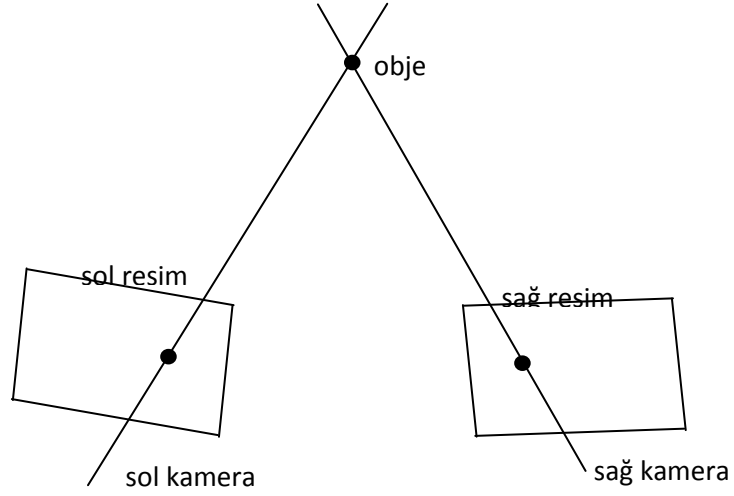


Şekil 3.6 Dış yöneltme [7]

Karşılıklı yöneltme, iki resim arasındaki, eşlenik resim noktalarının ölçülmesiyle belirlenir. Önce ikinci resmin birinci resme göre yöneltilmesi elde edilir. Sonrasında baz uzunluğu ile fotogrametrik model gerçek obje ile ilişkili bir referans koordinat sistemine aktarılır [7].

Cisim Koordinatlarının Hesaplanması

Resimler yöneltildikten sonra, uygun resim noktaları elle, yarı otomatik ya da otomatik işlemlerle ölçülür. Cisim koordinatlarını elde edebilmek için kolinerite eşitliklerini kullanan ilerden kestirme yöntemi kullanılır. Şekil 3.7’de gösterildiği gibi arzu edilen cisim noktasını belirlemek için en az iki tane ışına ihtiyaç duyulur [7].



Şekil 3.7 Çift resim değerlendirme [7]

Eşlenik noktalar ölçüldükten sonra, eşlenmiş iki boyutlu koordinatlar, üç boyutlu obje koordinatlarına iç ve dış yöneltme elemanlarıyla çevrilir. Ardından modelleme, doku kaplama ve görselleştirme işlemleri yapılır [7].

3.2.1.3 Uzaktan Algılama

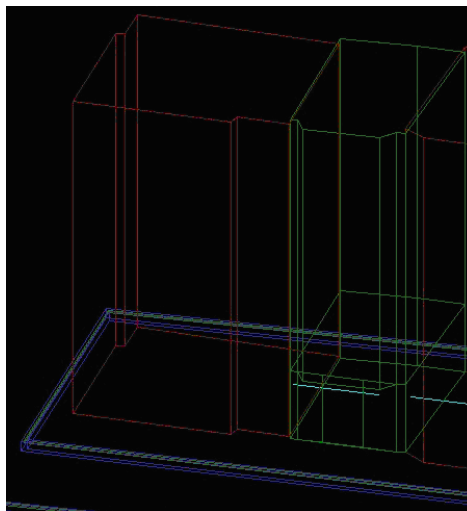
Uzaktan algılama, yeryüzünden belli uzaklıkta, atmosferde veya uzaydaki platformlara yerleştirilmiş ölçüm aletleri aracılığıyla, yeryüzü ve nesneleri hakkında bilgi alma tekniğidir [40]. Bir uzaktan algılama görüntüsünün dört temel çözünürlüğü vardır. Mekansal çözünürlük, spektral çözünürlük, radyometrik çözünürlük ve zamansal çözünürlük [41].

Uzaktan algılama görüntülerinin analizi için iki yol vardır. Bunlar; görsel yorumlama ve sayısal görüntü işleme ile metotlarıdır. Görsel analizin avantajı yüksek çözünürlükte insan beyninin en iyi yorumlayıcı olması; dezavantajı ise, tüm spektral karakteristikleri yorumlamanın mümkün olmaması ve zaman, maliyet, eğitim gerektirmesidir. Sayısal görüntü işlemenin avantajı spektral özelliklerin büyük çoğunlukla yorumlanabilir olması, hızlı işlem ve analiz özelliği sağlamasıdır. Dezavantajları ise çok büyük oranda algoritma geliştirme ve kodlama gerektirmesi ya da uygun yazılımların kullanılması

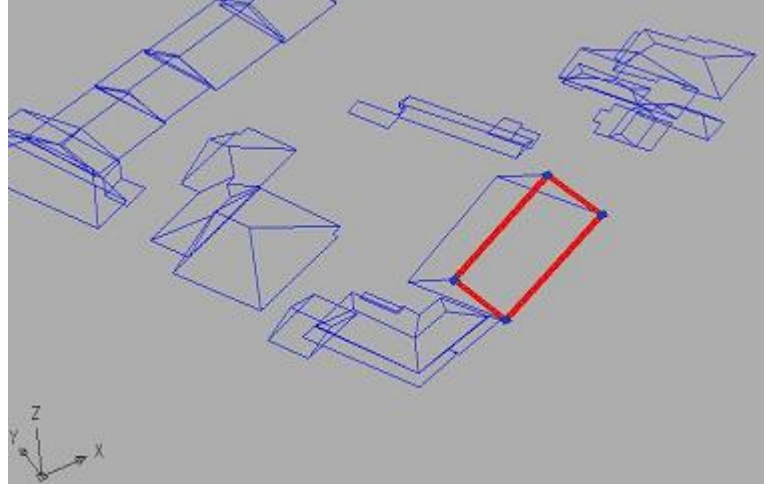
gerekli kılmasıdır. Kullanıcıların kıymetlendirilmiş görüntüyü değerlendirmelerine hala gereksinim duyulabilir [42].

3.2.1.4 Fotogrametrik Yöntemlerle Ana Vektörlerin Çizimi

CAD model için ana vektörlerin çizilmesinde uzun süre kullanılan yöntem yersel fotogrametri yöntemi olmuştur. Bunun en önemli sebebi sayısal resim çekme makinelerinin çözünürlüğünün artması, buna karşılık fiyatlarının düşmesidir. Fotogrametrik yöntemle ana vektörlerin elde edilebilmesindeki ilk aşama resimleri yönleltmek için kullanılacak olan kontrol noktalarının jeodezik yöntemlerle ölçülmesi ve ardından resimlerin çekimini kapsayan arazi çalışmasıdır. Büro çalışması ise; fotoğraf makinesinin kalibrasyonu, çift resimden modellerin elde edilmesi ve üç boyutlu değerlendirme, çizim şeklinde özetlenebilir. Bugün pek çok fotogrametri yazılımı üç boyutlu çizim işlemine olanak vermektedir. Elde edilen çizimler AutoCAD yazılımına export edilerek gerekli düzenlemeler yapılmaktadır. Literatürde fotogrametrik yöntemlerle ana vektörlerin çizimine ilişkin çok sayıda uygulama bulunmaktadır. Şekil 3.8’de Taksim Cumhuriyet Meydanı’nın Pictran yazılımı ile modellenen bir yapı adasındaki binalara ait vektör verilerin AutoCAD ortamında üç boyutlu çizgisel modeli gösterilmektedir Şekil 3.9’da İstanbul Haydarpaşa’da 10 cm. çözünürlüklü stereo hava fotoğraflarından sayısallaştırılarak elde edilen üç boyutlu çatı fotoğrafı gösterilmektedir [32].



Şekil 3.8 Pictran yazılımında fotogrametrik değerlendirme ile üretilen üç boyutlu çizgisel bina modeli



Şekil 3.9 Üç boyutu çatı örneği [32]

3.2.2 Lazer Ölçme Yöntemleri

Lazer teknolojisi alanındaki araştırmalar 1960 yılında beri devam etmektedir. 1990'lı yıllarda lazer teknolojisi total stationlarda kullanılmıştır. Reflektörsüz total stationlar, bir bakıma modern lazer tarayıcıların öncüleri sayılmaktadır. Yersel lazer tarama ile hava lazer tarama tekniklerinde aynı ölçme prensipleri kullanılmaktadır. Yersel lazer tarayıcıların ticari olarak piyasaya ilk çıkışından itibaren geçen zaman içerisinde farklı alanlardaki kullanımı gözle gözüktür şekilde artmıştır. Hava yollu lazer tarama teknolojisi (ALS-Airbone Laser Scanning) 1980'lerde gelişmiştir. 1988'de Stuttgart Üniversitesi, ALS tekniğiyle sayısal arazi modeli ve yüzey modelleri uygulamalarında kullanılmaya başlanmıştır [43].

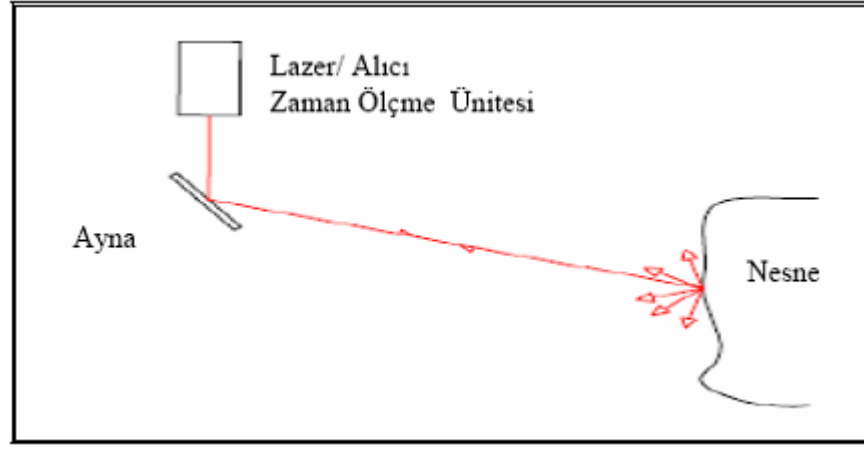
3.2.2.1. Yersel Lazer Tarayıcıları ve Çalışma İlkesi

Yersel lazer tarayıcıların ölçme prensibi üçe ayrılır.

Lazer Işının Gidiş Geliş Zamanıyla İşlem Yapanlar

Bir lazer ışını nesneye gönderilir. Gönderici ile yüzey arasındaki uzunluk, sinyal iletimi ile alımı arasındaki uçuş zamanıyla ölçülür (Şekil 3.10). Bu prensip, total stationların çalışma prensibinden dolayı da iyi bilinir. Tarayıcılar, lazer ışının açısız sapması için küçük dönüş aletleri ve uzunluk hesaplaması için basit algoritmalar kullanırlar. Uzunluk

ölçümlerinin tipik standart sapmaları, birkaç milimetre olmaktadır. Üç boyutlu doğruluğu aynı zamanda, ışının açısal noktalama doğruluğundan etkilenir [43].



Şekil 3.10 Uçuş zamanı prensibi [43]

Faz Karşılaştırma Metoduyla İşlem Yapanlar

Bu yöntem de yine total stationlar da bilindiği gibidir. Uzunluk, iletilen ve alınan dalgalar arasındaki faz farkından hesaplanır. Daha karışık sinyal analizinden dolayı sonuçlar daha doğru olmaktadır. İyi tanımlanmış bir dönüş sinyaline ihtiyaç olduğu için faz karşılaştırma yöntemini kullanan tarayıcılar, kısa uzunluklarda daha etkilidir [43].

Triangulasyon Metoduyla İşlem Yapanlar

Tek kameralı ve çift kameralı olarak ikiye ayrılmaktadır.

Tek Kamera Çözümü: Bu tarayıcı, basit bir ışın yayma düzeneğinden oluşur. Tarayıcıdan nesneye, artan değişen açılarla ve lazer noktalarını sezen bir CCD kamerasıyla lazer ışınını gönderir. Yansıtıcı yüzey elementlerinin üç boyutlu konumları, sonuç üçgeninden elde edilir. Bu prensip, menzil bulucuların kullanıldığı araştırmada önceliklere sahiptir. Bu açıdan, tarayıcı ve nesne arasındaki uzunluğun doğruluğu, uzunluk alanıyla birlikte ifade edilir. Bu tarayıcılar, doğruluk isteyen daha hassas çalışmalarda kısa mesafeler ve küçük nesneler için önemli bir rol oynar [43].

İki Kamera Çözümü: Triangulasyon prensibinin bir değişkeni, iki CCD kamerası kullanımıdır. İncelenecek nokta ya da bölge, hiçbir ölçme fonksiyonu olmayan ayrı bir ışık projektörü ile üretilir. Projeksiyon, hareket eden şerit bölümlerinin bir ışık

izgisinden oluşur. Geometrik özüm, tek kamera prensibiyle aynıdır ve aynı doğrulukta sonuç verir. Bu tarayıcılar, yukarıda belirtilen tarama aletlerine bir alternatif olarak görülebilir [43].

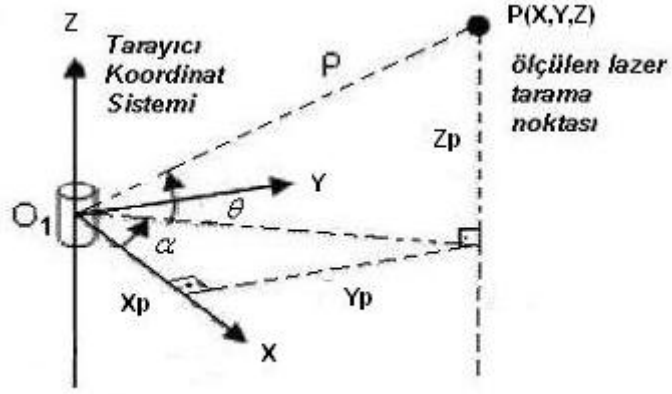
3.2.2.2 Yersel Lazer Tarayıcıların Veri Yapısı

Yersel lazer tarayıcılar, ölçülecek objeyi yatay ve düşey yönde belirli bir açı altında nokta dizileri şeklinde tarayarak, nokta bulutu olarak görüntülenmesini sağlar. Nokta bulutu verisi, ölçülen her nokta için tarayıcı alet merkezli kutupsal koordinat (x,y,z) ve yansıma yoğunluk değeri (ton) bilgisi ihtiva eder. Bu değler (kutupsal koordinat, ton) başta txt formatı olmak üzere çeşitli formatlarda çıktı olarak alınabilmektedir [36].

Yersel lazer tarama karmaşık geometriye sahip bina, makine vb. objelerden hızlı ve kolayca veri alınmasını sağlayan yeni bir teknolojidir. Son yıllarda bazı üreticiler özel amaçlar için farklı sistemleri dizayn edip geliştirdiler [44]. Yersel resim fotogrametrisi ile yeni bir teknoloji olan YLT metotlarının birleştirilmesi üç boyutlu fotorealistik modellerin sunumu, gerçek objelerinin sınıflandırılması ve görsel gerçekliğin yaratılması için yeni fırsatlar sunmaktadır [44].

Farklı istasyon noktalarından yapılan tarama verilerinin tek bir koordinat sisteminde bütönlönməsi ise yapay hedefler ile gerçekleştirilir. Söz konusu hedeflerin jeodezik yöntemlerle (Total Station vb.) koordinatlandırılması ile de istenilen referans sisteminde obje koordinatları elde edilmiş olur [44].

Lazer tarayıcılar, ölçülecek objeyi yatay ve düşey yönde belirli bir açı altında nokta dizileri şeklinde tarayarak nokta bulutu halinde görüntülenmesini sağlarlar. Her lazer noktası için tarayıcı alet merkezli kutupsal koordinatlar ölçölür. Bunlar; şekil 3.11'te gösterildiği gibi ölçölen noktaya olan eğik uzaklık ρ , ölçüm doğrusunun x eksenini ile yatay düzlemde yaptığı açı α ve ölçüm doğrusunun yatay düzlemle yaptığı eğim açısı θ dır [45].



Şekil 3.11 YLT lokal koordinat sistemi [45]

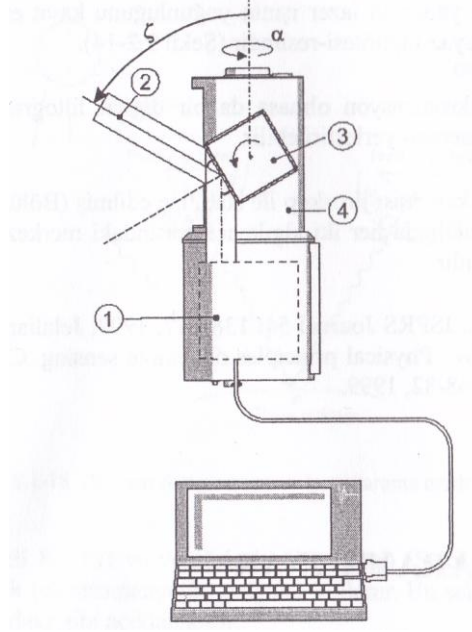
Bu ölçüler arasındaki geometri ilişki ve taranan noktaların tarayıcı alet orijinli üç boyutlu koordinatları (x, y, z) (3.2) eşitliğiyle ifade edilebilir [45].

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta \cos \alpha \\ \cos \theta \sin \alpha \\ \sin \theta \end{bmatrix} \quad (3.2)$$

3.2.2.3 Lazer Tarayıcıların Georeferanslandırılması

Lazer Tarayıcının durak noktası (X_0, Y_0, Z_0) ve lazer tarayıcının durum açısı (α, ξ, s) belirlenmesi koşuldur. Şekil 3.12'deki gibi α, ξ, s kutupsal koordinatları parametreleri ile XYZ koordinatları bir üst koordinat sisteminde (3.3) eşitliği ile verilebilir [37]. ξ : Düşey (zenit) açısı, sıfır doğrultusu κ ekseninde bulunur. α : Sıfır doğrultusu κ dönme ekseninin sıfır doğrultusu ile çakışan yatay açıdır.

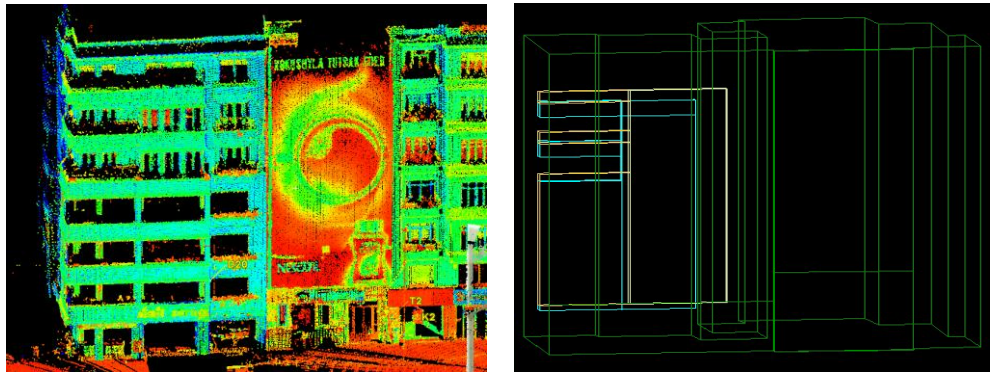
$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix} + R_{\alpha\phi\kappa} \begin{bmatrix} s \cdot \sin \xi \cdot \cos \alpha \\ s \cdot \sin \xi \cdot \sin \alpha \\ s \cdot \cos \xi \end{bmatrix} \quad (3.3)$$



Şekil 3.12 Reigl lazer tarayıcı çalışma ilkesi [37].

3.2.2.4 Yersel Lazer Tarama Yöntemi ile Ana Vektörlerin Çizimi

Yersel Lazer Tarama Yöntemi ile ana vektörlerin çizimi için; tarayıcıdan elde edilmiş, pek çok farklı yönden sağlanan nokta kümelerinin tek bir koordinat sisteminde bütünleştirilmesi gerekmektedir. Bu noktaların jeodezik yöntemlerle bir koordinat sistemine bağlanması suretiyle ölçülerin referanslanması sağlanmaktadır. Böylece taranan yapı, tanımlanan koordinat sisteminde üç boutu nokta kümesi şeklinde sağlanmaktadır [46]. Şekil 3.13’de Taksim Cumhuriyet Meydanı’nda bulunan yapıların Leica HDS4500 lazer tarama ile modellenmesinden sonra elde edilmiş çizimi gösterilmektedir.



Şekil 3.13 Gürültüden arındırılmış model (sol), modelden elde edilen çizim (sağ)

3.2.2.5 Lidar

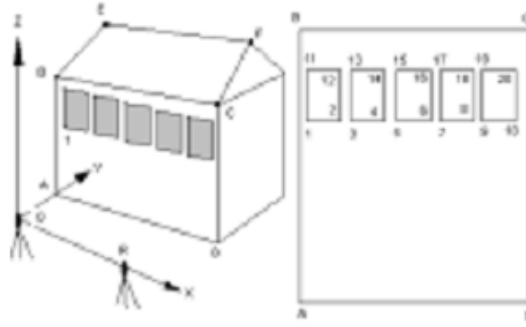
Lidar, yüksek doğruluklu konumsal veri elde edilmesinde kullanılan lazer tarayıcı algılama sistemidir. Bu teknoloji 1960'lı yılların sonunda gelişmeye başlamış ve ilk ticari Lidar sistemi 1993'te topografik haritalama amaçlı piyasaya sürülmüştür. Lidar çalışma prensibi, lazer tarayıcı sistem tarafından gönderilen ve obje yüzeyinden yansıyan lazer sinyalinin geri dönme süresinin ölçülme işlemidir. Modern Lidar sistemlerinde lazer sinyali aynı zamanda intensity bilgisini de kaydederek "intensity görüntü" oluşturmaktadır [47]. Lidar günümüzde üç boyutlu kent modelindeki tüm nesneler için referans yüzeyi olan sayısal arazi modelinin üretiminde oldukça etkin bir yöntem olarak kullanılmaktadır.

3.2.3 Jeodezik Ölçmeler

Bu yöntemde mekanların karakteristik noktalarını elde edebilmek için karakteristik noktalar jeodezik yöntemlerle ölçülür. Ölçüler değişen birbirinden sapan değerler olduğundan onlar yardımıyla bir büyüklüğün beklenen ya da gerçek değeri belirlenemez. Büyüklük için yalnızca bir kestirim değeri elde edilir. Parametre kestirimi (bilinmeyenlerin hesabı) için gerekli olandan daha çok sayıda ölçü yapılmışsa ölçü hataları nedeniyle çelişkiler ortaya çıkar [48]. Bu durumda dengeleme hesabı yapılır. Dengeleme hesabının konusu, belli büyüklüklerin gözlenmesiyle elde edilen sayısal değerler, kısaca ölçülerdir. Dengelemenin ödevi; ölçüler yardımıyla istatistiksel anlamda bilinmeyenler, dengeli ölçüler ve bunların fonksiyonlarının en büyük olasılıklı değerlerini belirlemektir. Bu ancak; bu ölçülerin ya da hataların normal dağılımlı olması koşulu altında gerçekleşir. Ölçü hataları genellikle normal dağılımdan az ya da çok saptığından ölçülerin belli kombinasyonları ile elde edilen dengeleme sonuçları genellikle en uygun değer olarak adlandırılır. Dengeleme hesabının bir başka ödevi, ölçüler, dengeli (düzeltilmiş) ölçüler, bilinmeyenler ve bunların fonksiyonları için doğruluk ölçütleri, genellikle standart sapmaları belirlemektir. Önce bilinmeyenlerin sayısı belirlenir [48].

3.2.3.1 Jeodezik Yöntem ile Ana Vektörlerin Çizimi

Modellenen objelerin ya da mekanların çizgisel modellerinin elde edilmesinde kullanılan fotogrametri ve lazer tarama yöntemlerinin yanında üçüncü bir yöntemde jeodezik yöntemdir. Bu yöntemde modellenecek alanda yer alan binaların karakteristik noktaları jeodezik yöntemlerle ölçülür (Şekil 3.14). Bu çok uzun zaman alan ve uzun süreli arazi çalışması gerektiren zahmetli bir yöntem olduğu için zamanla yerini ayrıntıları istenilen ölçekte verebilen fotogrametriye devretmiştir.



Şekil 3.14 Jeodezik yöntemle nesnelere ait konum belirleme [49].

3.2.4 Uygun Raster Veri Yapısının Oluşturması

Model için oluşturulacak raster veri yapısı iki grupta ele alınır. Bunlar hava foograflarından elde edilen ortofotolar ve bina yüzeylerine ait düşeye çevrilmiş resimlerdir.

3.2.4.1 Ortofoto ve Ortofotoların Üretimi

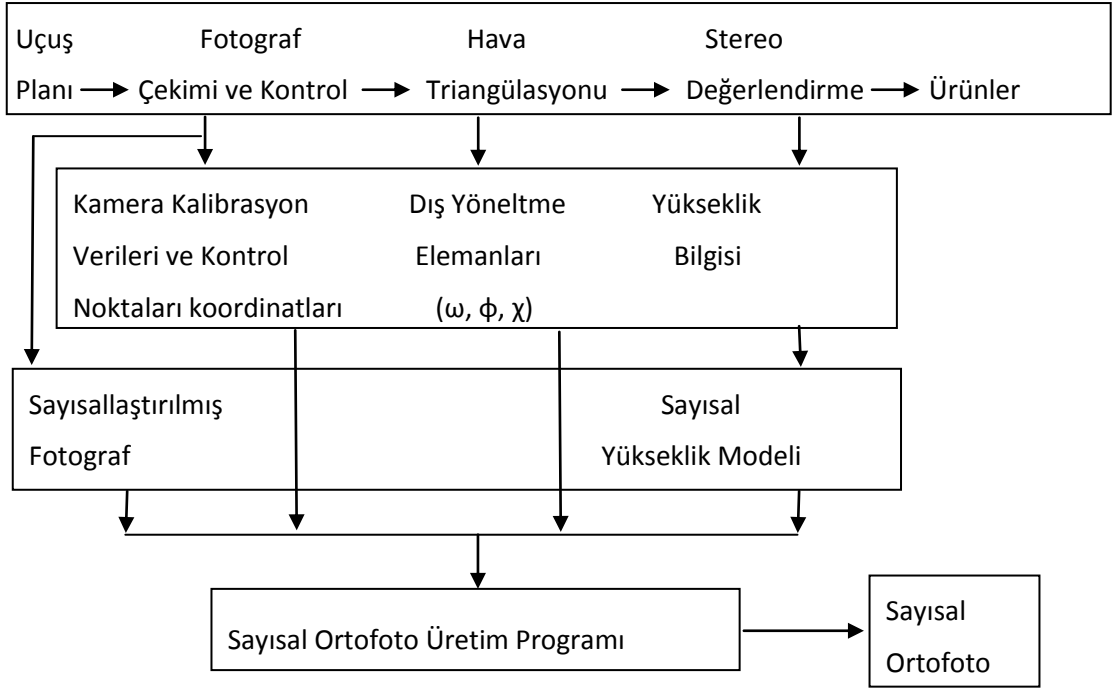
Tek bir ölçme resmi, mekansal bir cismin tekrar oluşturulması için yeterli değildir. Buna rağmen, tek bir resmi kullanabilmek için yöntemler geliştirilmiştir [37]. Sensör dizileriyle elde edilen dijital görüntüler, sensörlerin kapasitesi, atmosferik şartlar ve izdüşüm geometrisinden kaynaklanan hatalarla yüklüdürler. Bu hatalar, sensörlerin ölçtüğü elektromanyetik dalgaların enerjilerinin değerlerini ve ayrıca sensörlerin karşılık geldiği nesne detaylarının uzaydaki geometrik dizilişini etkilerler. Geometrik hataların giderilmesi için yapılan bu işlemlere genel olarak görüntü rektifikasyonu adı verilir. Dijital görüntülerin rektifikasyonu için üç ana yöntem kullanılır; polinomal rektifikasyon, projektif rektifikasyon ve diferansiyel rektifikasyon. Bu tekniklerden ilk

iki tanesi, sensör geometrisini ve yöneltmesini dikkate almadan görüntü ve ortofoto arasında tanımlanan analitik dönüşümlerle gerçekleştirilir. Son teknik, görüntüleme sisteminin fiziksel gerçekliğini kolinearite eşitlikleriyle modeller ve yükseklik farklarından kaynaklanan bozulmaları da düzeltir [50]. Daha duyarlı ortofotoların üretilmesi için yükseklik farklarından dolayı oluşan hataların da geometrik olarak düzeltilmesi gerekir [50].

Üretilen ortofotolara genellikle grafik elemanlar eklenerek ortofoto haritalar oluşturulur. Sayısal ortofoto haritalar sıklıkla topografik bilgi sistemlerinin temel verisi olarak kullanılmaktadır. Ortofotolar, coğrafi bilgi sistemlerine büyük ölçüde gerçek dünyayı taşımaktadır. Bu nedenle digital ortofotolar, CBS kullanıcısı için çok mükemmel bir yönlendiricidir. Digital ortofotolar foto yorumlama için kullanılabilir, sonuçları manuel olarak vektör modunda sayısallaştırılabilirler [37].

Digital fotogrametrik sistemler stereo modeller üzerinden digital topografik harita üretiminin yanı sıra, otomatik olarak sayısal yükseklik modeli (SYM) verileri toplama ve digital ortofoto üretimine de olanak sağlamaktadır. Önceleri bazı zorluklarla gerçekleşen ortofoto harita üretimi, digital fotogrametrik sistemler yardımıyla daha kolay hale gelmiştir. Bunun bir sonucu olarak, digital ortofoto haritalara duyulan ilgi ve istek artmıştır [51].

Şekil 3.15 digital ortofoto üretimi için akış şemasını göstermektedir. Ortofoto üretilebilmesi için ilk olarak uçuş planı hazırlanır, kamera kalibrasyonu yapıldıktan sonra fotoğraf çekilir. Çekilen resimler digital ise iç ve dış yöneltmeleri yapılır, değilse banyo yapıldıktan sonra fotoğraf sayısallaştırılır. Yöneltme bittikten sonra noktalar ölçülür ve sayısal yükseklik modeli yapılır ve arazi ne kadar iyi temsil edilirse, üretilecek ortofoto doğruluğu o kadar artar. En son adım ortofoto üretim programıdır [52].



Şekil 3.15 Digital ortofoto üretimi için akış diyagramı [52]

- **Girdi Verileri:** Sayısal resimler, sayısal arazi modeli, dış yöneltilme (X_0, Y_0, Z_0) ve üç dönme açısı) ve iç yöneltilme (x_0, y_0, c) elemanlarıdır [53].

Sayısal Resim Oluşturma Yöntemleri

Fotografların Taranması: Ulusal harita organizasyonları genelde dijital görüntülerin yüksek performanslı kamera ile çekilen hava fotoğraflarının, yüksek performanslı tarayıcılar tarafından taranması yoluyla elde edilmesini tercih etmektedirler [51].

Digital Kameralar: Üç boyutlu objeleri kayıt etmek amacıyla kullanılan digital kameralar iki boyutlu algılayıcıları üzerinde ihtiva etmektedir. CCD algılayıcılı kameralar digital kameralar içinde en duyarlı görüntüyü elde eden kameralardır [51].

Kontrol Noktası Koordinatları

Yeryüzünün hava fotoğrafına dönüşümünün yapılabilmesi için hava fotoğrafının çekim anındaki yöneltilme parametrelerine ihtiyaç vardır. Eğer yeteri sayıda kontrol noktası varsa, dış yöneltilme elemanları uzaysal geriden kestirme ile hesaplanabilir. Eğer GPS

alıcısı varsa arazide resim üzerinde net görülen noktaların ölçülen koordinatları kontrol noktası olarak kullanılabilir [53].

Sayısal Arazi Modeli

Hava fotoğraflarında arazi rölyefinden kaynaklanan distorsiyonu düzeltmek için yüzey yükseltisini tanımlayan bir modele ihtiyaç duyulur [53].

SAM ve SYM: Sayısal arazi modeli (SAM), yeryüzünün ya da yer altının sayısal olarak gösterilmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu gösterim yeryüzünün topografik yapısının koordinatlarıyla birlikte gösteren sürekli matematiksel ifadeden oluşmaktadır. SAM'ın yanı sıra sayısal yükseklik modeli (SYM) terimi de sıkça kullanılmaktadır. Bu iki terim arasında önemli bir fark bulunmaktadır. Bu fark; sayısal yükseklik modelinde de tüm objelerin (topografik ve topografik olmayan) yükseklikleri gösterirken sayısal arazi modelinde sadece araziye temsil eden yüksekliklerin gösterilmesi şeklinde tanımlanabilmektedir. Ancak genellikle bu iki terim eş anlamlıymış gibi kullanılmaktadır [31].

3.2.4.2 Düşeye Çevirme

Bir düzlem cisimden elde edilen tek bir digital resmin değerlendirilmesidir. Düşeye çevirme işleminin sonuç ürünü geometrik olarak doğru (bozulmamış) bir digital resimdir. Bina yüzeylerinin ya da düzlem olarak kabul edilebilecek nesne yüzeylerinin yakın fotogrametri ile değerlendirilmesinde ve foto-realistik texture haritalama için kullanılacak görüntülerin orto rektifikasyonunda projektif dönüşüm kullanılabilir [50]. Projektif dönüşüm, görüntülerdeki merkezi izdüşümden kaynaklanan perspektif etkisinin giderilmesi amacıyla kullanılır. Görüntülerdeki perspektif etki giderilerek ortogonal bir görüntü elde edilir. Yani görüntü paralel izdüşümle elde edilmiş gibi nesne düzlemine paralel hale getirilir [50].

Projektif dönüşüm, iki düzlem arasındaki ilişkiyi tanımlar. İki görüntüdeki karşılıklı dört nesne noktasından elde edilen sekiz parametreyle tanımlanır. İç ve dış yöneltme elemanlarına gerek yoktur. Dönüşüm fonksiyonları:

$$x = \frac{a_1x' + a_2y' + a_3}{c_1x' + c_2y' + 1} = f_x(x', y') \quad y = \frac{b_1x' + b_2y' + b_3}{c_1x' + c_2y' + 1} = f_y(x', y') \quad (3.4)$$

şeklinde [50]. Fonksiyon kolinearite eşitliklerine benzemektedir. a_i , b_i , c_i parametreleri kolinearite denklemleri yardımıyla hesaplanır. Kolinearite denklemlerinde “Z=0” alınıp, $(-r_{33}.c)$ ile bölünürse, kolinearite eşitlikleri (3.4) deki şeklini alır. Burada r_{33} , dönüklük matrisinin elemanı ve c kameranın asal uzaklığıdır [50].

3.3 Üç Boyutlu Kent Modellemede Veri Entegrasyonu

Geçtiğimiz yıllarda, karmaşık nesnelerin üç boyutlu modellemesi alanında pek çok araştırma yürütülmüş olmasına rağmen, tüm uygulamalar için en iyisi olduğu düşünülebilecek tek bir teknik yoktur. Teknikler, doğrulukları, güvenilirlikleri, ayrıntı yakalama becerileri ve otomasyon seviyeleri açısından da çeşitlilik gösterir [10].

Üç boyutlu modelleme için pek çok metodoloji ve sensör kullanılabilir olsa da, günümüzde, gerekli ayrıntı seviyesine sahip iyi ve gerçekçi bir üç boyutlu model elde etmek için en iyi yaklaşım hala farklı modelleme tekniklerinin ve sensörlerin kombinasyonudur. Aslında, tek bir teknik; yüksek geometrik doğruluk, taşınabilirlik, otomasyon, fotografik gerçekçilik ve düşük maliyetler, ayrıca esneklik ve verimlilik düşünüldüğünde, tüm durumlarda başarılı sonuçlar için yeterli olamadığından, görüntü ve tarama verileri genellikle birleştirilir [54].

Yersel lazer tarama, fotogrametri ve dijital haritacılık gibi birden çok tekniğin bir arada kullanılması ihtiyacı bazı yapıların karmaşıklığından ve tek bir tekniğin tüm ölçüm koşullarında başarılı sonuçlar verememesinden kaynaklanır [10].

Genel olarak, üç boyutlu kent modelleri, mevcut harita ve planlar, arazi ölçmeleri ve arazi etütleri, lazer tarama, fotogrametri veya bilgisayarlı görüntüleme yöntemleri gibi farklı yaklaşımlar ile gerçekleştirilebilir [12]. Aslında, çeşitli yazarlar fotogrametriyi görüntü tabanlı bir yöntem olarak tavsiye etmekteyken [55], [56], [57], [58] diğerleri lazer taramasını önermektedir [59]. Görüntüleme yöntemlerinin avantajları; ayrıntı seviyeleri, ekonomik oluşları, taşınabilirlik, mekansal olarak sınırlı ortamda kullanılabilirliği ve kısa veri toplama süresidir. Dezavantajları ise, nesnelerin dokusu

zayıf olduğu zaman işleme sonrasında kendini gösterir. Yersel lazer tarayıcılar gibi aktif bir sensör sistemini kullanmanın avantajları, üç boyutlu etüt becerisi ve üç boyutlu yüzey kazanımıdır. Yine de, bu teknoloji lineer elemanların yakalanması için optimum değildir ve daha sonraki işleme süreci için azaltılması gereken fazlasıyla geniş miktarda veri ortaya koyar. Sonuç olarak, çoğu durumda, yukarıda bahsedilen yöntemlerin faydaları göz önüne alınarak bir araya getirilmeleri en iyi çözüm olabilmektedir [11], [12], [13].

Çizge 3.1’de her iki algılayıcının çeşitli özellikleri karşılaştırılmaktadır [60]. Her iki teknikte avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Fotogrametri tekniğinin en büyük avantajı, nesnelerin üç boyutlu koordinatlarını iki ya da daha çok çakışan fotograftan elde edilmesi ve bu fotoğrafların aynı zamanda nesnelerin görünüşleri kaydetmesi ve temsil etmesidir [9]. Fotogrametri tekniğinde arazi çalışması büro çalışmasına göre daha az zaman almaktadır. Diğer taraftan, tarayıcılar ise, obje hakkında yoğun bir nokta bulutu verisini hemen ve iyi bir doğrulukla veriler [7]. Buna karşın yersel lazer tarayıcılar ile veri toplamak için arazide geçirilen süre fotogrametriye göre daha fazladır.

Çizelge 3.1 Algılayıcıların karşılaştırılması [60]

	Lazer Tarayıcı	Fotograf Makineleri
Mekansal çözünürlük	Yüksek	Çok yüksek
Mekansal kapsama	Çok iyi	İyi
Yoğunluk/Renk	Sınırlı	Çok iyi
Aydınlatma	Aktif	Pasif (ve aktif)
Üçboyutlu nokta yoğunluğu	Yüksek	Dokuya bağlı
Derinlik doğruluğu	Yüksek	Yüksek
Çekim işlemi	Dinamik	Anlık çekim
Üçüncü boyutu elde etme uğraşısı	Orta	Yüksek

Doku elde edilmesi	Yok ya da çok sınırlı	Çok iyi
Cihaz maliyeti	Yüksek	Düşük

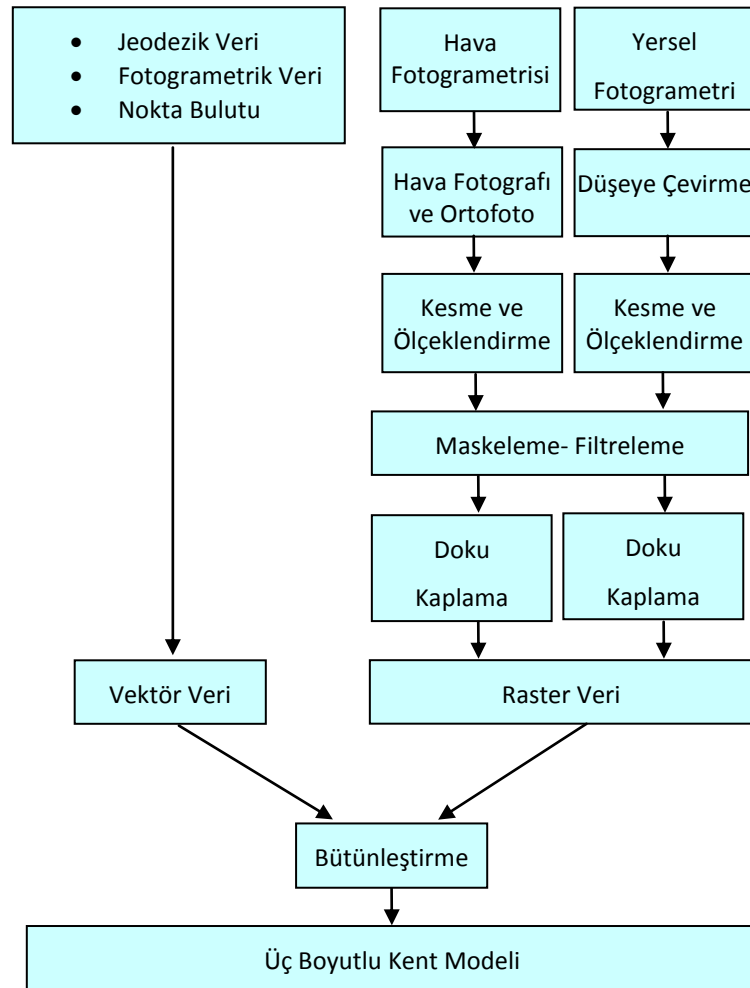
Lazer tarayıcı verilerini yerinde kullanabilmek için, tarayıcı kalitesinin değerlendirilmesi kaçınılmazdır. Literatürde yersel lazer tarayıcıların veri kalitesi ile ilgili yayınlar bulunmaktadır [61], [62]. Bu yayınların çoğu tarayıcının geometrik doğruluğu (eksen hatası-kullanılan hedeflerin mesafe doğruluğu gibi) ile ilgilidir. [8] de yersel lazer tarayıcının ölçme doğruluğuna yapı duvarlarında (dokusunda) sıklıkla kullanılan farklı materyal ve renk etkisi tartışılmıştır [8]. Yersel lazer tarayıcıların kalitesi yalnızca tarayıcı cihaza değil, aynı zamanda farklı objelerin yansıtıcılık karakterlerine bağlıdır [8]. Söz konusu aratırmada bir Trimble GX tarayıcı ile bazı testler yapılmıştır. Çalışmada gri tonlu ve renkli yüzeyler, metal yüzeyler, yüzey cephe sıvasının farklı parça büyüklüğü, ışık geçirgen yüzeyler ve yüzeyin farklı ıslaklık durumunun değişikliği araştırılmıştır. Yapılan çalışmalar sonunda genel çıkarımlar yapılmıştır. Değişik ahşap türlerinin ve ıslaklığın farklı durumlarının mesafe doğruluğuna etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Buna karşın ışık geçirgen materyaller ve metal yüzeylerde, eğer geliş açısı dik ise, k.o.h. önemli ölçüde tarayıcının (üreticiler tarafından verilen) doğruluğundan yüksek çıkmaktadır. Bu çalışmada belirtilen bir diğer sonuç ise gece yapılan ölçülerin, gün ışığında yapılanlara göre daha yüksek doğrulukta olduğudur. [63] de ise siyah yüzeylerin zayıf yansıtıcılık göstermesine rağmen, beyaz yüzeylerin güçlü yansıtıcılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Renkli yüzeylerde bu etkiler lazerin karakteristik özelliklerine bağlıdır. Parlak yüzeylerin kaydının da kolay olmadığı bu çalışmada ifade edilmektedir [63].

Görüntü tabanlı modelleme yerine yersel lazer tarayıcılarının kullanılmasına yol açan nedenlerden biri, üç boyutlu modeli oluşturmak için iyi açılara ve iyi çakışmalara sahip resimleri elde etmenin imkansız olmasıdır; dahası, bazı durumlarda kısa sürede yüksek seviyede ayrıntıya ulaşmak gereklidir [10].

Üç boyutlu şehir modelleri, en basit ifade ile farklı veri yapılarının bilgisayar yardımıyla tasarım (CAD) ortamında bir araya getirilmesinden oluşur. Bu tanım itibarıyla üç boyutlu şehir modelleri bir veri bütünlüğünü sağlamalıdır. Bu bütünlüğün iskeletini

koordinat sistemi oluşturur [33]. Üç boyutlu şehir modeli elde edebilmek için öncelikle koordinatsız verilerin koordinatlandırılması ardından modelde kullanılacak tüm verilerin aynı koordinat sistemin getirilmesi veri setlerinin birbirleri ile uyumu için bir zorunluluktur [33], [14]. Farklı veri setlerinin farklı yapı ve özelliklerinin etkin bir şekilde kullanılması hem teknolojik imkanları hem de disiplinler arası mühendislik bilgilerini ön plana çıkartacaktır [33].

Bölüm 1.3'te bahsedildiği gibi toplanan verilerin bütünleştirilmesinde önerilen hipotezin uygulanabilirliği aşağıda Şekil 3.16'da gösterildiği gibi işlem akışlarıyla tanımlanmıştır. Farklı dosya formatları ve diğer özellikler nedeniyle, materyaller entegre edilmeden önce ayrı ayrı işlenmelidir.



Şekil 3.16 Üç boyutlu kent modellemede veri bütünleştirme aşamaları

3.3.1 Bütünleşik Vektör Veri Yapısının Oluşturulması

Çalışmada belirlenen hipoteze uygun olarak vektörel altlık verinin üretilmesi temel unsurdur. Bu altlık veriler ölçme işlemleri ile üretilen çizgisel verilerdir. Bu üç boyutlu nokta bulutu ya da yersel ölçmeler ile belirlenen cisim detayları (bina köşeleri, bina kenarları, çatı ve saçak çizgileri, bina zemin çizgileri, cumba, çıkma ve girintiler) CAD model üzerinde orijinal koordinat sisteminde belirlenerek çizilmelidir.

Çalışmanın hipotezine uygun olarak temel altlığı oluşturacak vektör veri 1/1000'lik sayısal haritalardan alınmalıdır. [54] te İtalya Pompeii'deki 150X80 m.'lik Roma Forumu'nun gerçeğe uygun olarak modellenmesinde 1/3500 ölçekli klasik hava fotoğraflarından yararlanılmıştır [54].

[64] de veri edinimi için fotogrametrik ve lazer tarama tekniklerinden faydalanılır. Ek olarak, taban haritası gibi diğer mevcut kaynaklar, farklı modelleme amaçları için kapsamlı bir veri kümesi elde etmek üzere kullanılmıştır [64]. Bu yöntem belirlenen hipoteze en uygun yöntem olmakla birlikte ölçeksel ve koordinatsal bazda kent modelleme de temel koordinat birliğini sağlayacak ve yöntemler arası koordinat farklarını en aza indirecek yöntemdir. 1/1000'lik sayısal haritaların yapımı göz önüne alındığında; hava fotogrametrisi kullanılarak üretilen bu halihazır veriler kent modellemede temel CAD altlığını oluşturabilecek en uygun vektör veri yapısıdır. Çizim aşamasına gelene kadar yapılan tüm jeodezik, fotogrametrik ve yersel lazer tarayıcı ölçmeleri kontrol noktaları yardımıyla bu temel altlıktan oluşturulacak modelin gerçek (ITRF, vb.) koordinat sistemine aktarılmasıyla ölçek ve koordinat birliği tüm model için sağlanmalıdır.

Esasen temel altlık olarak kullanılabilecek ortak koordinat birliğine sahip vektörel altlığın daha hassas olması gerektiği durumlarda 1/1000 ölçekli haritalar yerine 1/500 ya da 1/250 ölçekli haritaların kullanılması düşünülebilir. Ancak normal veri toplama aşamalarında 1/500 ya da 1/250 ölçekli altlık vektörel yapının hazırlanması için ya bölge için takeometrik haritalama çalışması yapılmalı ya da özel fotogrametrik (uçuş yüksekliği azaltılarak) uçuş yapılanması zorunluluğu bulunmaktadır. Ülkemizdeki veri setleri düşünüldüğünde genel 1/1000'lik haritalar temel haritalar olarak yeterli olmalıdır.

Ana vektör yapısı olarak hipoteze uygun şekilde 1/1000'lik fotogrametrik sayısal haritalardan bina oturumları, kaldırımlar ve yolları belirleyen vektörler ve mekanın karakteristik geometrik bilgileri alınır.

Farklı teknikleri bir araya getirmeden önce, karşılaştırmalarını yapmak gerekir [13].

Ölçüm yönteminin seçimi (rekonstrüksiyon sistemi) pek çok faktöre bağlıdır: bütçe, uygulama, nesnenin şekli, işlem süresi. İkinci bir sorun da taranan yüzeylerin farklı özellikleri nedeniyle çeşitlilik gösteren ölçüm doğruluklarıdır. Farklı araştırma çalışmaları şu an bununla uğraşmaktadır [65].

Elde edilen coğrafi verilerin üç boyutlu şehir modellerinde entegrasyonu ve optimizasyonu için analiz kriterleri konmalıdır. Bu çalışma için yapılacak modelleme çalışmalarının karşılaştırılması için doğruluk, maliyet, üç boyutlu sunum detayları temel karşılaştırma ilkeleri olarak kabul edilmelidir.

Lazer tarayıcıların en önemli ve en geniş kullanım alanlarından birisi üç boyutlu şehir modelleri için binaların kayıt ve modellenmesidir [8]. [8]'de yersel lazer tarayıcıların ölçme doğruluğuna etki eden yapı duvarlarında sıklıkla kullanılan farklı malzemelerin türlerinin ve renklerinin lazer tarayıcı doğruluğuna etkileri araştırılmıştır [8].

Önerilen hipoteze uygun olarak 1/1000'lik sayısal haritalardan oluşturulan ana vektörel altlığın, CAD ortamında, ülke koordinat sisteminde (ITRF) oluşturulmasından sonra yersel modellemede en yeni teknoloji olarak kullanılan ve bina cephelerinin geometrisiyle binaların tabana oturum ve saçak payları dışındaki bina sınırlarını vektörel veri olarak elde edebileceğimiz yersel lazer tarama sistemi kullanılmalıdır. Bina cephe geometrisini yersel fotogrametriye nazaran çok daha detaylı bir vektörel veriyle sunan yersel lazer tarama teknolojisi donanımsal olarak kamera entegrasyonu olmadığı durumlarda modelleme için gerekli olan raster veri desteği sağlamamaktadır. Bu tip donanımla yapılan çalışmalarda bina düşey sınırları ve bina cephesine ait yüzeysel farklılıklar (cumba, balkon vs.) fotogrametriye göre daha maliyetli olmasına rağmen, daha yüksek doğruluklu olduğu için yersel lazer tarama verisinden alınmalıdır. Alınan bu verilerin ana vektör yapısı ile koordinatsal ve ölçek uyumunun sağlanması için yardımcı jeodezik çalışma ile lazer verisini ana vektör yapıyla aynı koordinat sisteminde bütünleştirecek bir yardımcı jeodezik çalışmanın yapılması zorunludur. Bu bağlamda

çalışmada önerilen bütünleştirme hipotezine bağlı olarak ana vektör yapıya ilave edilecek düşey vektörler yersel lazer tarama çalışmasıyla elde edilmelidir. Ancak donanımın özelliğinden kaynaklanan bina cephelerinin ırsal geçirgenlikleri göz önüne alındığında yersel lazer tarayıcı kullanımında geçirgenliği yüksek objelerle kaplanmış (cam giydirme cephe) cephelerde düşey vektör verilerde ve bina cephesine ait topografik yapıda vektörel veri kaybı olmaktadır [8]. Bu yüzden geçirgenliği yüksek olan objelerle kaplı bina cephelerinde, yersel fotogrametri tekniğı yersel lazer tekniğine göre daha yüksek doğruluk sağladığı için, vektörel verileri elde etmede kullanılmalıdır.

3.3.2 Raster Veri Yapısının Oluşturulması

Foto-gerçekçi modelleme, yersel lazer tarayıcısından ve nesnenin yüzey dokularından gelen geometri verilerini entegre ederek, bir nesnenin yüksek kaliteli dokulu üç boyutlu sanal kopyalarını ortaya koyan bir tekniktir [2].

Sanal dünyanın gerçeğe en yakın görselleştirilmesi için gerçek görüntülerin kullanılması gereklidir. Gerçek olarak üç boyutlu şehir modellerinin hazırlanmasında en önemli nokta, yersel ve hava fotoğraflarının üç boyutlu modelde birlikte kullanılmasıdır [33].

Bu tür veriler genellikle görüntü ve görüntü tabanlı verilerdir. Elde edilen raster veriler iki ana grupta ele alınır. Hava fotoğraflarından elde edilen bölgenin ortofotoları ve diğer grup olarakta yersel teknikle ile yerden alınan bina cephelerinin raster verileridir. Üç boyutlu modelleme de bina çatı görüntüleri ve topogafya için doku kaplamasında ortofotolar kullanılır. Bina yüzeyleri için ise; binalara ait düşeye çevrilmiş resimler kullanılmalıdır. Lazer tarayıcıların en önemli dezavantajlarından birisi objenin renk görüntüsünün elde edilememesi ya da fotogrametriden daha kötü elde edilmesidir [9]. Bunun giderilebilmesi ve raster veri desteğinin orijinal düşeye çevrilmiş cephe görüntüleriyle geri kazanılabilmesi için yersel fotogrametrik çalışma temel çözümdür. Bir objenin gerçek rengini kayıt etmek için mutlaka fotoğrafının çekilmesi gereklidir [9]. Görüntüler, bir üç boyutlu modelleme uygulaması için geometri ve dokuyu elde etmek üzere yararlı tüm bilgileri içerir [54].

Modelin vektörel yapısı elde edildikten sonra dokusunun kaplanması gerekmektedir. Bunun için ortofoto görüntüler ve düşeye çevrilmiş resimler kullanılır. Bu iki grup raster

veri bina modellerinin vektörel özelliklerine bağlı olarak düşeye çevirme teknikleri ile ve fotografik kesme teknikleri yardımıyla her bir binanın gerçek ölçeklerine uygun olarak işlenerek o binanın yüzeylerine kaplanması için birer raster veri grubunu oluştururlar.

Modelin gerçek görünümlü olması için, binaların cephelerinin dijital olarak alınan görüntülerinden ve zeminin ortofoto görüntülerinden, binaların tavanlarından ve diğer yatay yüzeylerden dokular yapılır. Son olarak bu dokular bir işleme algoritması kullanılarak eşlenir [2].

Çalışmanın başında önerilen hipoteze uygun olarak yeni bir jeodezik kontrol noktası çalışması olmaksızın sadece yersel lazer tarama verisi desteğiyle yapılacak yersel fotogrametrik düşeye çevirme çalışması düşey vektörel veri setindeki geometrik eksiklikleri gidereceği gibi gerekli olan raster veri yapısının da kazanılmasını sağlayacaktır.

3.3.2.1 Ortofotoların Kesme ve Ölçeklendirilmesi

Hava fotoğraflarından, SAM ve SYM'ye bağlı olarak, ortofoto görüntülerin oluşturulması sonuç ürünlerin özelliklerine göre ikiye ayrılır. Özellikle hava fotoğrafı yada yüksek çözünürlükte uydu görüntülerinden ortofoto üretiminde genellikle bina yüksekliklerini de içeren sayısal yükseklik modelleri kullanılmaktadır. Bu tip ortofoto rektifikasyon örnekleri özellikle üç boyutlu CAD ortamında kullanılabilecek kaplanmış görüntü içeren üç boyutlu ürünlerdir. Ancak bu ürünler incelendiğinde SYM'nin polinomsal ortorektifikasyonda kullanılmasından dolayı özellikle şehirleşmiş bölgelerde bina çatılarının geometrik raster özelliklerde bir takım bozulmalara sebep olmaktadır. Bu veri CAD ortamında direkt kullanılabilecek üç boyutlu kaplanmış veri olmasına rağmen, özellikle yapılaşmanın yoğun olduğu bölgelerde üç boyutlu kent modellerinin çatı görüntülerinin bu veriden elde edilerek kullanılmasını zorlaştırmaktadır. Özellikle yapılaşmamış arazi ile yapılaşmış arazi arasındaki geçişler geometrik bozulmanın en fazla görüldüğü kısımlardır. Bu sebeplerle üç boyutlu kent modellerinde bu tür veri kullanımı tercih edilmez.

Daha büyük ölçekli hava fotoğraflarından ve uydu görüntülerinden yapılan ve SYM yerine SAM'nin kullanıldığı ortofoto rektifiye görüntüler ise haritacılık kullanımına kolaylık sağlaması açısından iki boyutlu ürünler olarak hazırlanır. Klasik anlamda ortofoto olarak tanımlanan bu ürünler SAM kullanılarak orto rektifikasyonu yapılmış iki boyutlu raster görüntüler üzerine yine iki boyutlu eş yükseklik eğrilerinin çakıştırılmasıyla oluşturulur. Klasik anlamda ortofoto görüntü olarak tanımlanan bu ürünler esasen iki boyutlu (kağıt çıktı olarak) kullanılan ve üretilen ürünlerdir. Üç boyutlu şehir modellerinin üretimi aşamasında özellikle yapılaşmış bölgelerdeki binalara ait geometrik doğruluk ve özellikle topografyanın görsel raster verisindeki geometrik doğruluk ve resim ölçeği dikkate alındığında tercih edilen ürünlerdir. Üç boyutlu şehir modellerindeki bina çatı görüntülerinin ve arazi yüzeyine ait topografya görüntüsünün üç boyutlu modeldeki kaplama için kullanıldığı ortofotolar bu özellikteki ortofotolardır.

Bu tez çalışmasında yapılan uygulama için; bina çatı modellerinin ve arazi topografyasının üzerindeki tüm kaplamalara ait görüntüler bu şekilde üretilmiş fotogrametrik ortofoto ürünlerden elde edilmiştir.

Topoğrafik olarak sayısal yüzey modeli, üç boyutlu olarak fotogrametrik yöntemler ile belirlenmiş, çıplak ya da ince örtülü yüzeyler (0-1.5 m yüksekliğe kadar bitki örtüsü ile kaplı yüzeyler) sadece hava fotoğrafları ya da yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri kullanılarak oluşturulabilir ve kaplanabilir [66]. Şekil 3.17 gerçek hava fotoğraflarıyla, Şekil 3.18 gerçek uydu görüntüleriyle kaplamayı göstermektedir.

Burada öncelikle kaplamada kullanılacak tüm resimlerin, tüm objeler için ayrı ayrı sayısal yüzey modeli kullanılarak uydu görüntüleri ya da hava fotoğraflarının diferansiyel yataylaması yapılır. Teknik olarak kaplama işlemi, resim üzerindeki iki boyutlu piksel örtüsünün üç boyutlu sayısal arazi modeli üzerine örtülmesidir. Bu işlem sonrasında iki boyutlu resmi oluşturan piksellerin geometrisi bozulacaktır. Bu bozulma sanal gerçekliği oluşturan görüntüyü ve görüntünün doğru algılanmasını bozacaktır. Bunu önlemek için, ya sayısal arazi modeli ölçeği değiştirilir ya da ayırma gücü yüksek görüntüler kullanılır. Teknik açıdan, kullanılan bilgisayar sistemlerinin gücünün yüksek olması gereklidir. Eğer ikisi de gerçek bir görüntüleme için sonuç vermiyorsa yamalama (patching) tekniği kullanılır [66].



Şekil 3.17 Gerçek hava fotoğraflarıyla kaplama



Şekil 3.18 Gerçek uydu görüntüsü ile kaplama [66].

Bu teknik, piksel bozulması sonucunda görüntü olarak doğru ifade edilemeyen yüzey modellerinin, farklı resimlerden yüzeye giydirilmesi ve diğer resimlerle olan renk ve ton farklılıklarının giderilmesi işlemidir. Yapılan bu çalışmalar sonunda elde edilen gerçeğe yakın üç boyutlu arazi modeli üzerinde, çeşitli uçuş ve gezinti animasyonları yapılabilmektedir [66].

Kentsel yerleşim bölgelerindeki sayısal yüzey modelinin üç boyutlu olarak belirlenmiş kaplama tekniği ise daha farklı teknikler yardımıyla yapılır. Topografik yüzeyin bulunduğu yerler için yukarıda anlatılan teknik kullanılır. Bina veya bitki örtüsü için ise bu alanlara gelen kaplamalar kesilip atılarak bu bölgelerin havadan ya da üç boyutlu şehir modellerinde gerçekliği arttırmak amacıyla yersel fotogrametri kullanılarak alınana fotoğrafları bina cephelerine giydirilerek üç boyutlu sanal gerçeklik elde edilebilir [66].

3.3.2.2 Düşeye Çevirmiş Resimleri Kesme ve Ölçeklendirme

Yersel fotogrametrik düşeye çevirme tekniğinde en önemli unsur bina dış yüzey detaylarını tanımlayan grafik bilgilerin geometrik ve ölçeksel doğruluğudur. Bir bina cephesine ait düşeye çevirme çalışması üç boyutlu kent modelleme çalışması içindeki entegrasyon düşünüldüğünde iki türlü yapılabilir. Birincisi klasik olarak belirlenen ve ölçülen cepheye ait kontrol noktaları kullanılarak, ikincisi ise cepheye ait geometrik vektörler kullanılarak. Klasik yersel fotogrametrideki düşeye çevirme çalışmasında kontrol noktalarının kullanılması durumunda kullanılan kontrol noktalarının koordinatları jeodezik olarak ölçülebildiği gibi yersel lazer tarayıcı yardımıyla da binaya ait keskin detaylardan lazer nokta bulutu içerisinden alınabilmektedir. Entegrasyon çalışmasında kullanılan düşeye çevirme yöntemi hangisi olursa olsun sonuç ürün olarak cephe üzerine kaplanacak orto rektifiye görüntüdeki bina detayları (kapılar, pencereler) gerçek geometriye uymalıdır. Yani pencere köşeleri, kapı köşeleri, kapı uzunlukları gerçekte dik açıyla kesişen düzgün bir geometri ise kaplanacak düşeye çevrilmiş görüntüde de birbirlerine dik olmalıdırlar. Düşeye çevrilmiş görüntüde minimum geometrik bozukluk ve maksimum doğruluk aranmalıdır.

Bu düşeye çevrilmiş resimlerde doğruluğun sağlanması için gerekli durumlarda aynı cepheye ait birden fazla resim düşeye çevrilir. Bu resimler içerisinde geometrik doğrulukların korunduğu bölgeler alınarak tek bir cephe için birden fazla düşeye çevrilmiş resimden elde edilen bir orto rektifiye görüntü (kes-yapıştır tekniğiye) elde edilir. Bu çalışma için tek bir cepheye ait birden fazla ortafoto görüntüler çeşitli foto editörler yardımıyla tek bir rektifiye görüntü oluşturacak şekilde birleştirilmelidir.

Yakın resim fotogrametrisi uygulanmış yerleşim bölgelerinde ortofoto tekniği sınırlarına dayanmaktadır. Ortofoto bir düzleme, kural olarak da cisim koordinatları sisteminin XY- düzlemine ortogaonal izdüşümüdür. Bu durumda ortofotoda düşey cephelerdeki resim dokusu eksiktir; çok sayıda üst üste binmiş bulunan birçok cisim üst yüzeylerinden yalnızca bir tanesi resim dokusu ile kaplanabilir. Bu sakıncalar foto model ile ortadan kaldırılabilir. Foto modelden, cisim üst yüzeyi fotografik doku ile kaplanmış üç boyutlu bir geometrik model (genellikle bir CAD-Vektör modeli) anlaşılmaktadır [37]. Foto modellerin çatı kısımlarındaki resim dokuları genellikle büyük ölçekli hava resimlerinden alınmaktadır [37]. Üç boyutlu bina geometrileri yersel veya havadan laser tarama ve fotogrametrik yöntemler ve yersel ölçmelere dayanan jeodezik yöntemlerle elde edilmektedir [67]. Bina yüzeylerine ise binaya ait ortofoto dokuları kaplanmaktadır. Üç boyutlu foto modeller, ayrıntılı ve gerçekçi bir görüntü vermede oldukça etkilidirler. Bu modellerin oluşturulması için, dijital görüntüler gereklidir. Digital veri elde etme araçlarının gelişmesi ile birlikte, bunların işlenmesi ve sonrasında daha hızlı ve daha gerçekçi modeller üretebilmek mümkün olmuştur. Bir üç boyutlu orto foto model, doku bilgisinin cisme ait fotoğraflardan veya diğer optik kayıt sistemlerinden alındığı bir obje modelidir ve iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısım, objenin şeklinin saklandığı 3 boyutlu obje modeli olup, bitişik yüzey parçaları objeyi andırır. İkinci kısım ise yüzey parçalarından elde edilen foto dokusudur [68].

Fotogrametri gibi çeşitli yöntemlerle elde edilen görüntüler ve model bilgileri daha sonra gelişmiş üç boyutlu modelleme programlarına aktararak, yüzey kaplamaları ve doku bakımından oldukça gerçekçi modeller oluşturulabilmektedir. Uygulamadaki çeşitlik beraberinde herhangi bir görselleştirme algoritmasının çalışacağı yazılım ve donanımda da çeşitlilik getirmektedir [68].

Üç boyutlu foto model ile yapay üst yüzey dokuları (render edilmiş) cisim modellerine göre fayda ve sakıncaları şöyle özetlenebilir.

- 3B-foto modelin en büyük faydası resim dokular yardımı ile geometrik modele dokunmadan çok büyük bir detay zenginliğine erişilebilmesidir. Bu tür detaylar pencere ve duvar yapılarıdır. (Ayrıca belirtilmelidir ki, detaylar sadece görselleştirme içindir, geometrik modelde bulunmamaktadır.)

- 3B-foto model gerçeğin optik bir izdüşümü olan dokusundan dolayı çok görsel bir dökümantasyon değerine sahiptir.
- Yapay üst yüzeyin dokusu (kolaylıkla gerçekleştirilebilir) farklı aydınlatma düzenleri kullanılarak değiştirilebilir.
- 3B foto modeldeki fotoğrafın dokusu, fotoğrafın tüm yetersizlikleri ile donatılmıştır, kural olarak zaman olan görüntü işleme teknikleri yardımıyla homojen hale getirilmelidir [37].

Üç boyutlu modelin geometrik şeklinin saklandığı modele ait dokuların modele kaplamasına geçmeden önce ortofoto görüntüler yada binaların düşeye çevrilmiş görüntülerinin modele üzerinde bir takım işlemlerin yapılması zorunludur. Bu işlemler geometrik dönüşümler olarak adlandırılırlar, geometrik dönüşümler genellikle görüntü işleme yazılımlarında yapılırlar.

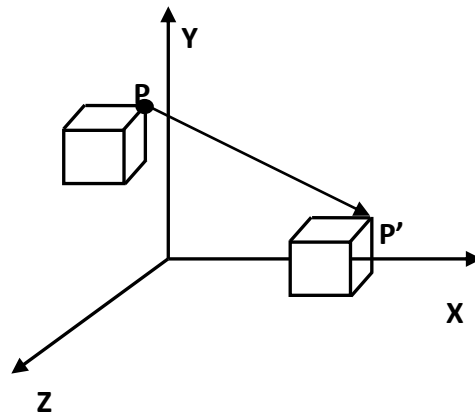
Geometrik Dönüşümler

Bazı uygulamalarda şekiller üzerinde çeşitli işlemler yapmak gerekebilir. Şekilleri ekrana yerleştirmek için büyütülmesi veya küçültülmesi istenebildiği gibi, resmin görüntüsünü sınamak için, parçaların göreceli yer ve boyutlarının yeniden düzenlenmesi istenebilir. Animasyon uygulamalarında, ekrandaki nesnelerin sürekli hareket etmesi sağlanmalıdır. Bütün bunlar, şekillerin koordinat noktaları üzerinde, uygun geometrik dönüşüm işlemlerinin yapılması ile elde edilir. Temel dönüşüm işlemleri, yer değiştirme, ölçeklendirme ve döndürmedir [69].

Dönüşümler, nesnelerin koordinat tanımlarının değiştirilmesi için yapılan işlemlerdir. Nesnelerin konum, şekil, boyut özelliklerinin değiştirilmesi gerektiğinde kullanılırlar [70]. Önce, nesneyi tanımlayan koordinatlar ölçeklendirilir, ardından ölçeklendirilmiş koordinatlar istenilen yere hareket ettirilir. Sonuç koordinatlarını hesaplamanın daha etkin yolu, başlangıç koordinatlarından matris yöntemleri yardımıyla doğrudan elde etmektir. Bu durumda temel dönüşüm işlemleri, matris formunda gösterilir. Noktalar tekdüze koordinatlar şeklinde gösterilerek dönüşüm denklemleri matrislere yazılır [69].

Yer değiştirme: Üç boyutlu uzayda bir cismin yer değiştirmesi, cismin kontrol noktalarının tamamının (3.5) eşitliğiyle belirtilen dññřüm matrisi yardımıyla taşınmasıdır. şekil 3.19'te yer değiştirme işlemi gösterilmiştir [70].

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & 0 & t_y \\ 0 & 0 & 1 & t_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} \quad (3.5)$$



şekil 3.19 Üç boyutlu uzayda nesnenin yer değiştirilmesi işlemi [70]

t_x, t_y, t_z parametreleri eksenlerdeki yer değiştirme uzaklıklarıdır.

$$x' = x + t_x, \quad y' = y + t_y, \quad z' = z + t_z \quad (3.6)$$

(3.5) teki matris işlemleri (3.6) ile gerçekteştirilir [69].

Dñndürme:Üç boyutlu dñndürme işlemi için dñndürme ekseninin belirtilmesi gerekmektedir. Z eksenine etrafındaki dñndürme (3.7) da, X eksenine etrafındaki dñndürme (3.8) de, Y eksenine etrafındaki dñndürme (3.9) da gösterilmiştir [70].

Z eksenine etrafında dñndürme:

$$\begin{aligned} x' &= x \cdot \cos \theta - y \cdot \sin \theta \\ y' &= x \cdot \sin \theta + y \cdot \cos \theta \\ z' &= z \end{aligned} \quad (3.7)$$

X eksenine etrafında dñndürme:

$$\begin{aligned}
y' &= y.\cos\theta - z.\sin\theta \\
z' &= y.\sin\theta + z.\cos\theta \\
x' &= x
\end{aligned} \tag{3.8}$$

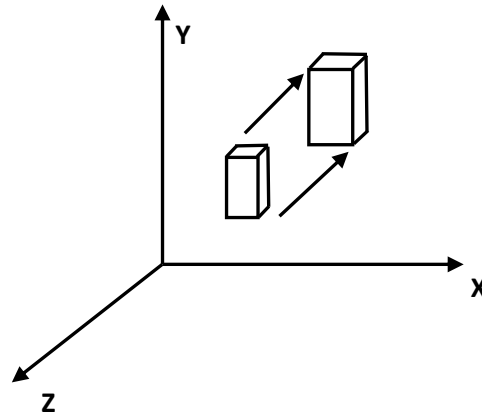
Y eksenini etrafında döndürme:

$$\begin{aligned}
z' &= z.\cos\theta - x.\sin\theta \\
x' &= z.\sin\theta + x.\cos\theta \\
y' &= y
\end{aligned} \tag{3.9}$$

Bir nesneyi döndürebilmek için, nesnenin döndürüleceği dönme eksenini ve döndürme açısının miktarı bilinmelidir. Üç boyutta dönme eksenini herhangi bir uzaysal yönde olabilir. En kolay dönme eksenini X, Y, Z eksenlerindeki döndürme işlemlerinin bileşimi ile sağlanır. θ parametresi dönme açısıdır [69].

Ölçeklendirme: Bir nesneyi ölçeklendirmek, kontrol noktalarını (3.10) eşitliğindeki gibi dönüşüm matrisi ile çarparak yeni konumlarına taşıma işlemidir. Şekil 3.20’te ölçeklendirme işlemi gösterilmiştir [70].

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & s_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} \tag{3.10}$$



Şekil 3.20 Üç boyutlu uzayda nesnenin ölçeklendirilmesi işlemi [70]

$$x' = x.s_x \quad y' = y.s_y \quad z' = z.s_z \tag{3.11}$$

ölçeklendirme denklemleri (3.11) şeklindedir. s_x, s_y, s_z ölçeklendirme parametreleridir. Bu matris işlemi, yeri $P(x, y, z)$ 'de olan bir noktayı, yeri $P(x', y', z')$ olan duruma gelecek şekilde ölçeklendirir [69].

Bir nesne tüm noktalarına uygulanan ölçeklendirme ile ölçeklendirilir ve orjine göre hareket eder. Ölçeklendirme parametrelerinin hepsi eşit değil ise, nesnenin göreceli boyutları değişir. Düzgün ölçeklendirme (s_x, s_y, s_z) nesnenin orijinal şeklini korur [69].

3.3.3 Modelin Filtrelenmesi ve Maskelenmesi

Bu aşama hem hava fotogrametrisinde hem de yersel fotogrametride geçerli bir aşamadır. Elde edilen ortofoto ve düzeye çevrilmiş resimlerde var olan çeşitli hata ya da kusurların resimlerden arındırılması işlemidir.

Filtrelemede amaç isteneni istenmeyenden ayırmaktır. Örneğin elektronik kayıt edici algılayıcıların noise'ları istenmeyen resim içeriğidir. Filtreleme ayrıca zayıf gözükten resim bilgisini güçlendirmede kullanılır. Örneğin, insan resimde ki açıkça belli (gri renk tonu) kenarları iyi tahmin eder [37].

Radyometrik düzeltmenin sonucu olarak kontrast ve parlaklık iyileştirme ve yüksek kalitede radyometrik standart elde edilir.

Radyometri kısa ve uzun dönemli değişebilen değişkenlere bağlıdır:

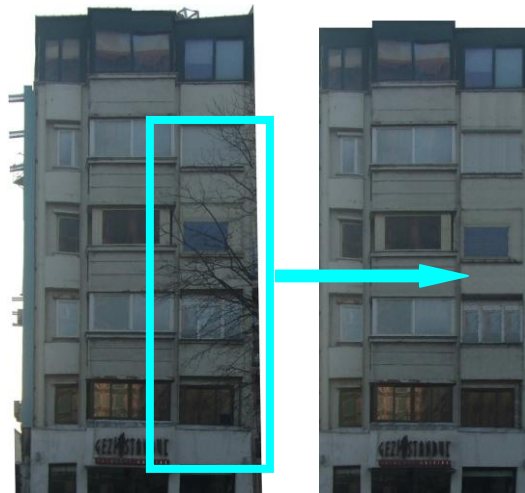
- Güneşin konumuna bağlı olarak aydınlanma yönü,
- Resim çekme makinesinin odak uzaklığı,
- Hava durumu; bulut yoğunluğunun yükseklik ve şiddeti, pus ve ışıqlandırma,
- Hava kirliliği; aerosol miktarı,
- Farklı topografik cisimlerin yansıması.

Kontrast aralığı ve parlaklığı resim çekim anındaki ışıqlandırma şartlarına ve cismin alandaki yansımasına bağlıdır. Kontrast uyumu yöntemiyle resmin kontrast aralığı dijital sistemin mevcut aralığına (genellikle 256 adet gri değeri) dönüştürülür. Hava fotoğraflarının açık bölgelerinde detaylar çoğunlukla daha az tanınabilir. Böyle bölgelerde daha çok detaya inmek için kontrastın arttırılması gerekir [53]. Görüntü

işleme yöntemleri radyometrik kalitenin artırılması olanağını sağlar, kontrastın ve parlaklığın değiştirilerek iyi bir görünüm elde edilmesi ve detayların iyi bir şekilde ortaya çıkması sağlanır [53].

Editleme SYM lerinde hataları düzeltme ve güncelleştirme için gereklidir. Filtreleme, düşük ve yüksek geçiş filtrelemenin sayısal kullanımı ile çoğaltma ve yumuşatma fonksiyonlarını içerir. Yumuşatma fonksiyonu ile SYM indeki detaylar azaltılır ya da ortadan kaldırılır [52].

Ayrıca gölgeler nedeniyle oluşan doku kaybı ya da resimde olmaması gereken noise'lar mümkün olduğunca üç boyutlu modelde kullanılmadan önce filtrelenmelidir. Şekil 3.21'de Taksim Cumhuriyet Meydanı'na Gümüşsuyu tarafından girişte AKM yanındaki ilk binanın maskelenmiş fotoğrafları gösterilmektedir.



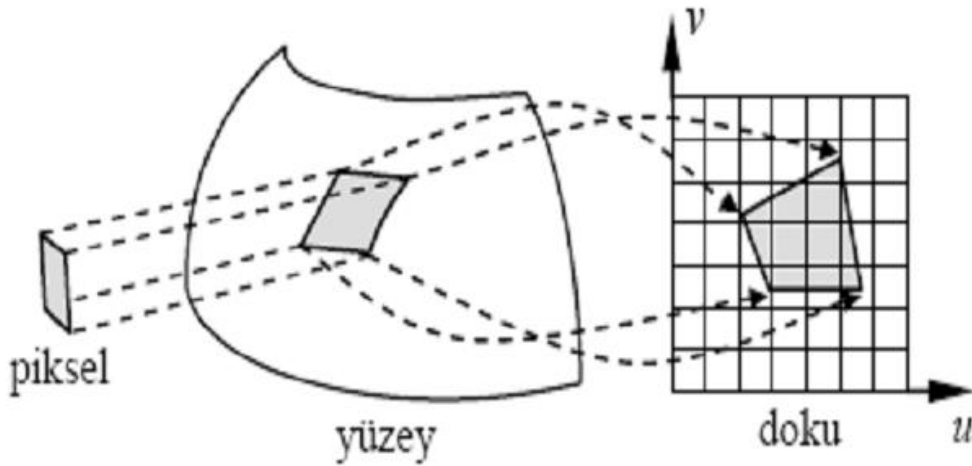
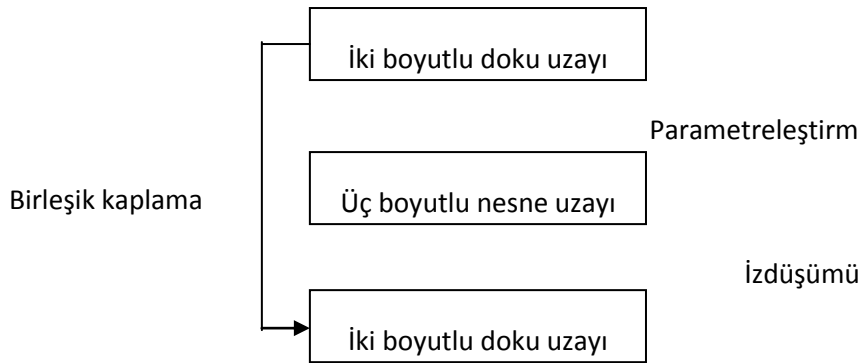
Şekil 3.21 Maskeleme öncesi ve sonrası görüntüler

3.3.4 Doku Kaplama ve Işıklandırma

Doku kaplama, gerçekçi görünüm kazandırmak için desen resminin uygun dönüşümler yardımı ile üç boyutlu nesnelerin üzerine kaplanmasıdır. Doku kaplaması yapılmamış model, tek renk ile boyandığında derinlik etkisini vermesine rağmen görünümü gerçekçi olmayacaktır. Doku kaplama yöntemi, iki boyutlu resimlerin ya da prosedürel teknikler ile tanımlanmış dokuların nesne yüzeyleri üzerine kaplanmasıdır. Doku kaplamanın yararı sahneye ayrıntı katmasıdır. Doku kaplama aydınlanma modelinin bağlı olduğu parametrelerin doku adı verilen yapılardan alınmasıdır [70].

Doku kaplama tekniği iki temel aşamada gerçekleşir. İlk adımda ekranda görüntülenecek pikselin dört köşesinin yüzey üzerine izdüşümü alınır. Ardından piksel köşeleri dokunun tanımlandığı iki boyutlu (u,v) koordinat sistemine taşınır. Dört (u,v) koordinatı doku üzerinde dörtgen belirtir. Bu dörtgen içinde bulunan doku elemanlarının ortalama değeri alınır. Çizelge 3.2’de görüldüğü üzere doku kaplamanın birinci adımı, doku uzayının nesne uzayına eşlenmesidir. Ardından görünüm dönüşümü uygulanarak nesne modelinin iki boyutlu ekran uzayına izdşrlmesidir. şekil 3.22.’te doku kaplama işlemi gösterilmiştir [70].

Çizelge 3.2 Doku kaplama aşamaları [70]

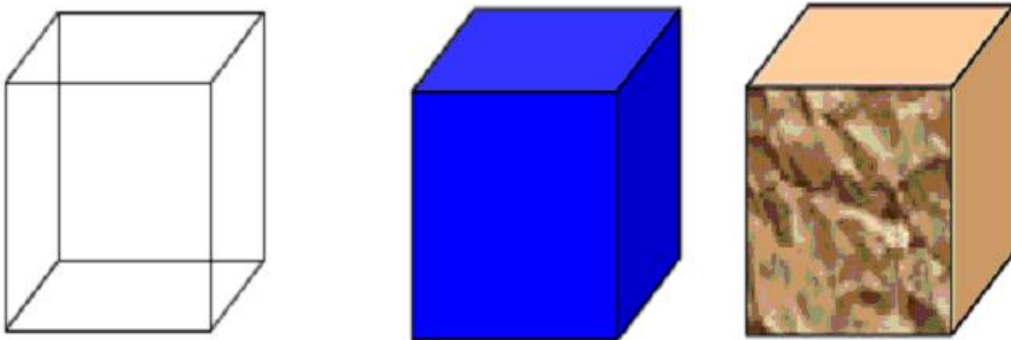


şekil 3.22 Doku kaplama işlemi [70]

Oluşturulan sahneler, sınırsız sayıda noktasal, spot, doğrusal ve alanı tanımlı ışık kaynakları ile aydınlatılabilir. Burada önemli olan gerçekçi bir görüntü elde etmek için ışık-nesne etkileşimini iyi bilmektir. Bu nedenle ışık kaynakları ve malzeme hakkında

doğru bilgilere sahip olmak gerekmektedir. Işık kaynaklarının aydınlatma değerleri verilirken sahnede bulunan nesnelerin birbirleri arasındaki ışık etkileşimlerinin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir [68].

Katı modelleme yapıldığında nesnelerin yapıldığı madde, yansıtıcılık ve geçirgenlik gibi özellikleri, yüzeylerin renk, doku özellikleri ve kenarların özellikleri de veri yapılarına uygun şekilde depolanmalıdır. Nesnelerin bu tür özelliklerinin dikkate alınarak görüntülenmeleri katı gösterim (solid representation) olarak adlandırılır. Nesnelerin yüzey yapısının sadece çerçevelerinden oluşan gösterim biçimine tel kafes gösterim (wireframe representation) adı verilmektedir. Şekil 3.23'te tel kafes, katı ve doku kaplamalı gösterim görülmektedir. Sadece kenarlar çizildiğinden ve yüzeyleri oluşturan her bir noktanın renginin hesaplanması ve çizilmesi gerekmediğinden genelde övizlemelerde nesnelerin genel görüntüsünü veren telkafes gösterim kullanılır. Kenar listesinin tutulması telkafes görüntülerin doğrudan oluşturulmasını sağlar [70].



Şekil 3.23 Üç boyutlu gösterim şekilleri (a) Tel kafes —wireframe- gösterim, (b) Katı – solid- model (c) Doku kaplı gösterim —texture mapped- [70]

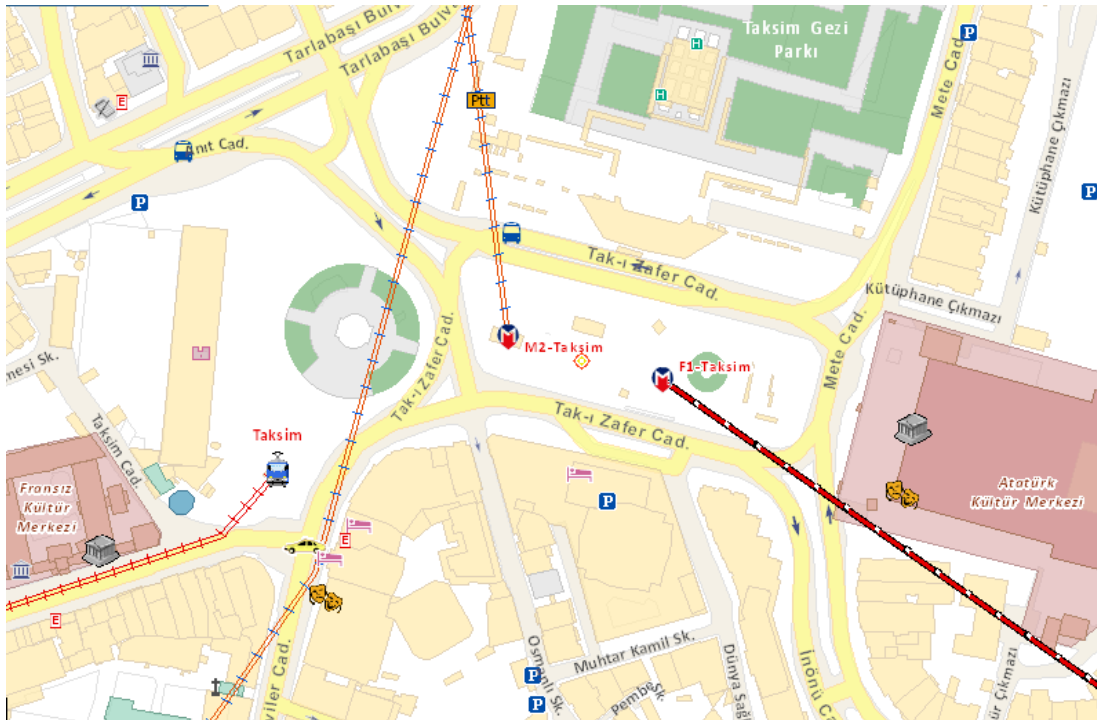
Şekil 3.16'daki gösterilen bütünleştirme modeline göre üç boyutlu bütünleşik kent modeli elde edebilmek için öncelikle vektör verilerden tel kafes modelin elde edilmesi gerekmektedir. Elde edilen bu tel kafes sayesinde üç boyutlu katı model üretilir, üretilen katı modele iki boyutlu raster verilerin entegrasyonu ile üç boyutlu kent modelleri CAD ortamında üretilmiş olur. Şekil 3.24 ortofotolar ile yersel fotogrametri tekniği kullanılarak alınan ve düşeye çevrilen cephe fotoğraflarının bina cephelerine doku olarak kaplanmasıyla elde edilen üç boyutlu sanal gerçeklik modeline ilişkin bir örneği göstermektedir



Şekil 3.24 Binaların havadan ve yerden alınan fotoğraflarla yüzey görüntüsünün kaplanması

Ülkemizdeki veri standartları ve üç boyutlu kent modelleme de erişilebilecek veriler düşünüldüğünde çalışma amacı için en doğru, en hızlı, en ekonomik bütünleştirme yönteminin kurgulanan hipotez olacağı düşünülmüştür. Teorik olarak Bölüm 1.3'te üç boyutlu kent modellemesi çalışması için veri bütünleştirme yöntemi olarak tanımlanan hipotezin Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın da yapılacak uygulaması düşünüldüğünde bölüm başında (Bölüm 3.3) belirlenen referanslar ışığında ele alınması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Esasen teorik kısmın kalite yönünden karşılaştırmasının uygulamada kullanılan ölçme yöntemleri arasındaki doğruluk, görsellik kalitesi, maliyet karşılaştırması olduğu açıktır. Gerçekte ülkemizde haritacılık mesleğinde kullanılan ölçme yöntemleri ve bunlara ilişkin yönetmelik kriterleri düşünüldüğünde yapılan pilot uygulama sonucunda da elde edilecek üç boyutlu modelin yine aynı kriterlerin (doğruluk, görsellik kalitesi, maliyet) karşılaştırılmasıyla yapılabileceği sonucuna varılmıştır. Bu genel olarak ülkemizdeki haritacılık veri standartlarının getirdiği sonuçtur. Bu karşılaştırmalar sonuç ve tartışma bölümünde irdelenmiştir.

Çalışmanın pilot uygulama alanı Şekil 4.1’de gösterilen Taksim Cumhuriyet Meydanıdır.



Şekil 4.1 Üç boyutlu modelleme çalışmasının yapıldığı Taksim Cumhuriyet Meydanı [71]

Taksim Cumhuriyet Meydanı; Beyoğlu ilçesinin sınırları içinde, İstiklal Caddesi, Sıraselviler Caddesi, Gümüşsuyu Caddesi, Cumhuriyet Caddesi ve Tarlabaşı Bulvarı'nın kesiştiği alanda yer almaktadır. Cumhuriyet döneminde oluşturulan ve İstanbul'un simgesi olma niteliği taşıyan meydan, günümüzde kent yaşamının önemli bir merkezi durumundadır; ancak trafik yoğunluğu nedeniyle tanımlı bir meydan olmaktan uzaktır.

1928 yılında Cumhuriyet Anıtı'nın açılmasıyla Cumhuriyet Meydanı adını almıştır. 1980'li yıllara kadar etkinliklere ve mitinglere sahne olan meydan, daha sonra yapılan düzenlemeyle bu özelliğini kaybederek bir toplu ulaşım merkezi haline dönüşmüştür [72].

Taksim Cumhuriyet Meydanı, çevresinde bulunan Atatürk Kültür Merkezi, Taksim Gezi Parkı, The Marmara Otelı gibi açık ve kapalı mekanların varlığı ve kentin en yoğun kullanımına sahip yayalaşmış alanı olan İstiklal Caddesi'ne bağlantısı ile İstanbul'un sosyal ve kültürel odağı haline gelmiştir. Bugün, fiziksel koşullarındaki tüm olumsuzluklarına rağmen kentin simgesi olma özelliğini korumaktadır [58].

4.1.1 Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın Tarihi Gelişimi

Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın gelişimi, 1732 yılında I.Mahmut'un Boğaziçi kıyılarındaki yerleşmelere su sağlamak amacıyla yaptırdığı su dağıtım tesisi olan ve bugün de varlığını sürdüren Şekil 4.2'de gösterilen Taksim Maksemi ile başlamıştır [22]. Maksem içinde mermerden bir sarnıç bulunan sekizgen planlı bir yapıdır [22].



Şekil 4.2 Taksim Maksemi 1900'lü yılların başında ve günümüz [22]

Bugün gezi parkı olarak bilinen alana 1870 yılında Şekil 4.3'te gösterilen Topçu Kışlası inşa edilmiştir [22].



Şekil 4.3 1930, Taksim Kışlası ve Ahır Binaları [22]

20. yüzyılda, 19. yüzyılda ki gelişmelere paralel olarak yeni kagir ve çağdaş apartmanların yapılması, açılan lüks kahve ve lokantaların artışı Beyoğlu'nu daha da önemli hale gelmiştir. 1913'te kullanılmaya başlanan elektrikli tramvaya, motorlu araç trafiği de yüklenince, trafik ve yol düzeninin günün koşullarına göre yeniden ele alınması gerekmiştir [22].

Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın gelişiminde ikinci ama en önemli ve en parlak dönem meydanın anıtlı beraber biçimlendiği 1925-1940 yılları arasındır. İmparatorluk başkentinin önde gelen toplanma ve tören alanları Sultanahmet ve Beyazıt Meydanları iken Cumhuriyet Anıtı'nın getirdiği simgesel değerle Taksim Meydanı 1925 sonrası İstanbul'un önemli alanı olarak ortaya çıkmıştır [22].

Cumhuriyet dönemi anıtlarının yerleşim planlamasında, genellikle bunların önlerinde insan kalabalıklarının toplanacağı göz önüne alınarak buna göre bir çevre düzenlemesine gidilmiştir. Taksim Cumhuriyet Anıtı bunun ilk örneğini vermektedir [22]. Taksim Cumhuriyet Anıtı İtalyan heykeltıraş Pietro Canonica, anıtın kaide ve çevre düzeni ise mimar Giulio Mongeri tarafından 1928'de yapılmıştır. Şekil 4.4'te gösterilen Heykel kompozisyonlarında genç Türkiye'nin kuruluşu betimlenmektedir [22].



Şekil 4.4 Cumhuriyet Anıtı

Maksem'in önünden Harbiye'ye doğru dönüldüğünde önünden geçilen duvar arkasında Taksim Su Deposunu gizleyen Çeşmeli Duvar'dır (Şekil 4.5). Çeşmeli Duvar'ın bugünkü 1930'ların stilini hissettiren cephesi, Cumhuriyet dönemindeki yenilemede oluşturulmuştur. Duvar bugün sadece meydanın bir kenarını çizen bir duvardır [22].



Şekil 4.5 Çeşmeli duvar [22]

Su Deposu ise Maskemle aynı zamanda yapılmış, olağanüstü bir durumda 12 adet haznesiyle, o dönem nüfusunun bir yıllık su ihtiyacını karşılayacak hacimde tasarlanmıştır [22]. İstiklal Caddesi ile Taksim Caddesinin birleştiği yerde bulunan su deposu günümüzde Taksim Cumhuriyet Sanat Galerisi adıyla sergi salonu olarak kullanılmaktadır.

1940 yılında kentsel tasarım projesi çerçevesinde Taksim Kışlası yıktırılarak düzenlenen Gezi Parkı meydanla ilişkilendirilmiştir [22].

Bundan sonra Taksim Cumhuriyet Meydanı daha da önem kazanmıştır. Beyoğlu çevresindeki çağdaş semtlerin yoğun biçimde gelişmesi Taksim Cumhuriyet Meydanı'nı kentin merkezi durumuna getirmiştir (Şekil 4.6) [22].



Şekil 4.6 1970'li yıllarda Taksim Cumhuriyet Meydanı[22]

Taksim Karakolu'nun bulunduğu yere Atatürk Kültür Merkezi, eski Osmanlı Bankası'nın yerine Şekil 4.7'de gösterilen Intercontinental Oteli'nin (sonraki adıyla The Marmara Oteli). yapılmasıyla Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın bugünkü durumunun temelleri atılmıştır [22].



Şekil 4.7 The Marmara Oteli'nin inşasından sonra şekillenen meydan [22]

Atatürk Kültür Merkezi'nin cephesinin modern yorumu ve çevrede ki binalarla estetik uyumu uzun yıllar mimarlık çevrelerinde tartişılmıştır. Atatürk Kültür Merkezi ve The Marmara Otel yapılarının yüksekliliği önceki tarihsel yapı y ksekliliklerinin 4-5 kat üstüne  kmış, bu binalar yanında meydan'ın güney ve doğu cephesindeki diğer yeni binalarla düşey ölçek değişime uğramış anıt ve çevresindeki meydan tarihsel etkisini kaybeder duruma girmiştir [22]. Bugün için etkinliklere kapalı olan Atatürk Kültür Merkezi; Opera-bale, tiyatro, konser ve kongre amacıyla kullanılan içinde bir sergi salonu ve sinema da bulunan yapıdır. Taksim Cumhuriyet Anıtı, Taksim Cumhuriyet Sanat Galerisi, Taksim Maksemi ile birlikte Atatürk Kültür Merkezi de günümüzde meydanın karakteristik yapılarındanır.

1986'da imar uygulamasıyla Tarlabası Bulvarı'nın açılmış ve arada kalan diğer blokların da yıkılmasıyla Cumhuriyet Anıt'ı tanımsız bir boşlukta yüzer duruma gelmiştir. Bugünkü haliyle anıt meydanın genişliği içinde küçük ve  stiklal Caddesine doğru itilmiş durumda görünmektedir [22].

4.1.2 Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın Biçimsel Niteliği

Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın belirli bir geometrik şekli yoktur. Gözlemci bulunduğu noktaya göre meydanı farklı şekillerde algılayabilir. Taksim Cumhuriyet Meydanı belli geometrik kalıplara bağlı olmayan, insan görüş açısını esas edinmeyen, boyutları açısından akılcı geometik ve matematiksel ilişkiler kurulamayan bir meydan özelliğindedir [22].

Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın ortalama derinliği 246 metre genişliği ise 95 metredir. Ayrıca meydan her tarafından yollara bölünmüş olması sebebiyle bütün olarak algılanamamaktadır. Metro  ıkış noktalarının meydanın merkezinde yer alması olumlu bir etki yaratırken, yoğun yaya trafiğinin meydanı bölen yollar yüzünden çok sıkışık kalabalık bir etki yaratmamaktadır. Bu nedenle meydan içi erişebilirlik yaya kullanıcıları için çok zor olmamaktadır. Meydan yenileme çalışmaları yapılırken ağaçlandırma ya da bitki çeşitliliği gibi peyzaj düzenlemeleri yapılmadığı için meydan kullanıcılarına konforlu bir ortam sunamamaktadır [73].

Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın sınırlayıcı elemanları binalar ve duvarlardan oluşur. Batı yönündeki Çeşmeli Duvar meydandaki en belirgin sınırlayıcı öğedir. Diğer yönlerde meydanı saran araç yolu sınırlayıcı binalar ile meydan arasında kalmaktadır, bu da blok yüksekliklerine göre yer yer sınırlayıcılarının etkisini azaltmaktadır. Sıraselviler ve Gümüşsuyu yönünde yer alan yüksek yapılar çevrelenme hissi oluşturur. Atatürk Kültür Merkezi görsel açıdan yeterli sınırlamayı sağlayamamaktadır. Taksim Gezi parkı yönünde de hiçbir kapalılık etkisi bulunmamaktadır, geri plandaki binalar rahatlıkla algılanmaktadır. Meydanda bu yönde baskın sınırlayıcı bir öğe mevcut değildir [22].

4.1.3 Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın İşlevsel Niteliği

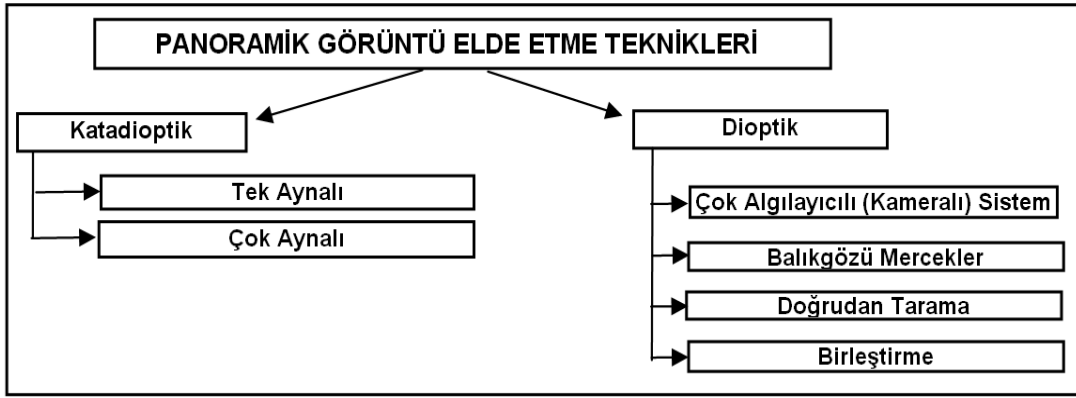
Taksim Cumhuriyet Meydanı, Cumhuriyet Anıtı ile birlikte kentin kimliğini belirleyen en önemli meydandır. Taksim Cumhuriyet Anıtı'nın inşasından sonra meydan milli bayramlar, milli ve sosyal olaylar için kent ölçeğinde tören ve miting meydanı halini almıştır. Bu arada, İstanbul'un Beyoğlu yakasının trafiğinin düğüm ve dağılım yeri de burası olmuştur. Meydan bugün ağırlıklı biçimde trafik meydanı karakterine bürünmüştür [22]. Meydanın bugün en büyük ve çözülmemiş sorunu yaya ve taşıt trafik karmaşasıdır. Taksim Cumhuriyet Meydanı her yaş düzeyinde kullanıcıyı, günün her saati, haftanın yedi günü barındırması açısından gerçekten yaşayan bir mekandır [22].

4.2 Donanım ve Yazılımlar

4.2.1 Donanımlar

4.2.1.1 Ladybug2 Panoramik Kamerası

Şekil 4.8'de gösterilen panoramik görüntü elde etmek için kullanılan dioptik sistemlerden birisi çok algılayıcı (kameralı) sistemdir [74].



Şekil 4.8 Panoramik görüntülerin üretimi için geliştirilen teknikler [74]

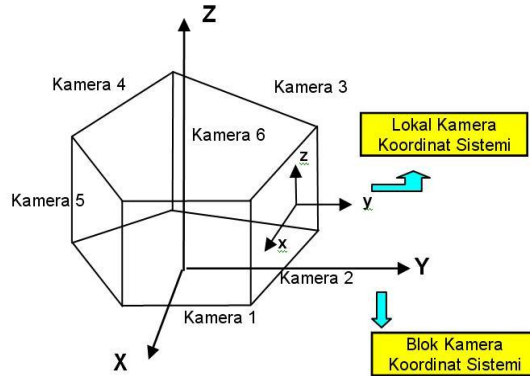
Çok algılayıcı panoramik görüntüleme sistemi; bir merkeze açılal olarak yayılmış ve sabitlenmiş eşlenik ve bağımsız kameraların birleşimidir [75]. Çok algılayıcı görüntü elde etme sistemleri son yıllarda özellikle dikkat çeken ve farklı birçok uygulamada kullanılan görüntüleme sistemleridir.

Çok algılayıcı panoramik görüntü elde etme donanımlarından birisi Şekil 4.9’da gösterilen Point Grey firmasının ürettiği Ladybug2 kamera sistemidir. Ladybug2 kamera sistemi tüm kürenin yüzde 75 inden fazlasının videosunu 1024X768 çözünürlükte, saniyede 30 resim ile toplayabilen bir video kamera sistemidir. Dakikada yaklaşık 1 GB. veri üretebilmektedir. Ladybug2 çok algılayıcı kamera sisteminde görüntü elde etme donanımı iki ana kısma ayrılır: Altı adet algılayıcıyı ve kontrol ünitesini içeren bir ana ünite ile fiber optik vasıtasıyla ana üniteye bağlanan bir depolama ünitesi. Ana ünite renkli, 1024X768 çözünürlüklü, piksel büyüklüğü 4,65 μm olan altı tane Sony ICX204AQ 1/3'' CCD algılayıcının birleştirilmesinden oluşur. Algılayıcılardan beş tanesi aynı yatay düzlem üzerindedir, diğer algılayıcı ise bu düzleme dik konumdadır. Her bir algılayıcının odak uzaklığı sabit ve yaklaşık 2.5 mm. dir. Algılayıcılar bir katı ana ünite üzerine oturtulmuşlardır. Ladybug2 bu altı algılayıcıdan gelen görüntüleri otomatik olarak birleştiren yazılımı ile panoramik görüntüleme imkanı veren, dönme mekanizmasına ihtiyaç duymayan kamera sistemidir [75]. Bitişik kameralar arasında küçük bir üst üste binme alanı olduğu için, mercekler elde edilmiş verinin birleştirilmesine olanak verecek şekilde seçilmiştir [76].



Şekil 4.9 Ladybug2 kamera sistemi

[77] de Ladybug2 nin dış yöneltme parametrelerinin mutlak tespiti için pratik ve kesin bir yöntem önerilmiştir. Şekil 4.10'da gösterildiği gibi tüm sistem için tek bir blok koordinat sistemi ve konumları birbirlerine göre bulunabilen her algılayıcı (kamera) için bir lokal koordinat sistemi tanımlanmıştır. Bu sistemlerin hepsi üç boyutludur.



Şekil 4.10 Blok – Lokal Kamera koordinat sistemleri [77]

Her bir algılayıcı kendi koordinat sistemine sahiptir. Algılayıcılar arasındaki dönüşüm hassas şekilde bilindiği için tüm algılayıcıların üzerinde ortak bir sanal koordinat sistemi tasarlamak mümkün olmaktadır. Blok kamera koordinat sisteminin başlangıcı birinci lokal kamera koordinat sisteminin başlangıcıdır. Kamera koordinat sistemi Z eksenine düşey doğrultudadır. X eksenine ise birinci kameranın X eksenine doğrudur ve Y eksenine sağ el koordinat sistemi tanımlar [74].

Cisim koordinat sisteminden blok koordinat sistemine koordinatlar (4.1) eşitliğindeki gibi 4x4'lük M matrisi ile transforme edilir. Bu matris yapısı R_k ve T_k matrislerinden oluşmaktadır [74].

$$M = \begin{bmatrix} R_k & T_k \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

R_k matrisi tüm sistemi tanımlayan dönüklük parametrelerini, T_k matrisi de yine tüm sistemi tanımlayan öteleme parametrelerini içermektedir [74].

Ladybug2 çok algılayıcı kamera sisteminde kullanılan altı özdeş merceğin her biri balıkgözü mercek olduğu için; görüntü büyük ölçüde bozulmaktadır. İlave geometrik hesaplamalar uygulanması bu distorsiyonu hesaplayabilmek için gereklidir. En yaygın yaklaşım distorsiyon transformasyonunun polinomal yaklaşımı temeline dayanan yaklaşımdır [78].

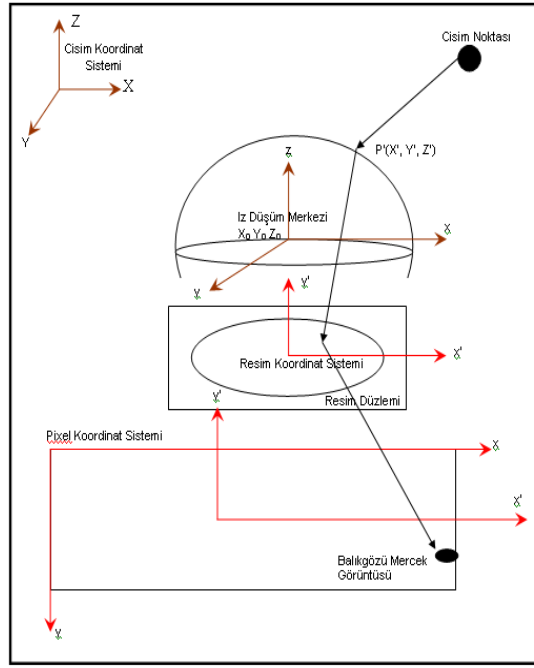
Balıkgözü Mercek Tanımı ve Yapısı

Ladybug2 çok algılayıcı kamera sisteminde kullanılan altı adet algılayıcı özdeş olup, algılayıcıların her biri balıkgözü mercektir. Balıkgözü mercekler geniş görüş alanı yüzünden, halka açık binaların ya da toplu ulaşım araçlarının gözetlenmesi, iç mekanların ya da caddelerin genel görüntülerinin elde edilmesi gibi çok sayıda fotogrametrik olmayan uygulamada uzun yıllar kullanılmışlardır. Son yıllarda yürütülen bilimsel çalışmalarda da balıkgözü merceklerin kullanımı artmaktadır.

Balıkgözü mercekler, iz düşüm geometrilerine göre Eqidistant, equisolid-angle, orthographic, stereographic projeksiyonlu mercekler olarak dört farklı şekilde sınıflandırılabilirler. Balıkgözü merceklerin çoğunun yapısı eqidistant ve equisolid-angle projeksiyona uymaktadır. Nadir olarak orthographic projeksiyona uyarlar. Stereographic projeksiyonlar ise genellikle teoriktir [79].

Balıkgözü Merceklerde Resim Koordinat Sistemi ve Distorsiyon Modeli

Bir obje noktasının yarı küresel balıkgözü mercek görüntüsü içinde projeksiyonunu tanımlamak için; Şekil 4.11'de gösterildiği gibi üç koordinat sistemi kullanılır.



Şekil 4.11 Balıkgözü görüntü algılayıcıda iz düşüm modeli [75]

Cisim koordinat sistemi: (X, Y, Z)

İz düşüm koordinat sistemi: (x, y, z)

Resim koordinat sistemi: (x', y') geleneksel fotogrametrik uygulamalardaki gibi tanımlanır. Yani başlangıcı görüntü merkezidir ve x' ve y' eksenleri izdüşüm koordinat sisteminin x ve y eksenlerine paraleldir. r' distorsiyon miktarıdır [75].

Balıkgözü merceklerin projeksiyon modellerinde resim koordinatları:

$$x' = \frac{r'}{\sqrt{\left(\frac{y}{x}\right)^2 + 1}} \quad y' = \frac{r'}{\sqrt{\left(\frac{x}{y}\right)^2 + 1}} \quad (4.2)$$

(4.2) ile bulunur. Eşitlikler son olarak ana noktanın koordinatları (x₀' ve y₀') ve düzeltme terimleri ile sistematik hataları telafi edebilmek için ek parametreleri içeren Δx ve Δy ile genişletilir [75].

Resim çekme makinelerinin mercek sistemlerinin fiziksel özellikleri nedeniyle ışık ışını resim düzlemi üzerinde olması gereken yerden farklı bir noktaya iz düşürülmektedir. Bu hata kaynaklarına genel olarak distorsiyon adı verilir. Resim çekme makinelerinde iki ana distorsiyon ile karşılaşılır. Bunlar; radyal distorsiyon, teğetsel distorsiyondur.

Eksen dışı bir hedefin görüntüsü ana noktadan radyal olarak ya uzak ya da yakın yer değiştirmişse, resim radyal olarak distorsiyona uğramıştır. Resim çekme makinelerinde kullanılan çoklu mercek sistemini oluşturan merceklerin bütün elemanları aynı doğru üzerinde oluşmaması nedeniyle mercek merkezleri aynı doğru üzerinde bulunmazlar. Doğrultudan sapma resimde teğetsel (tanjant) distorsiyon adı verilen geometrik yer değiştirmeye sebep olacaktır [80].

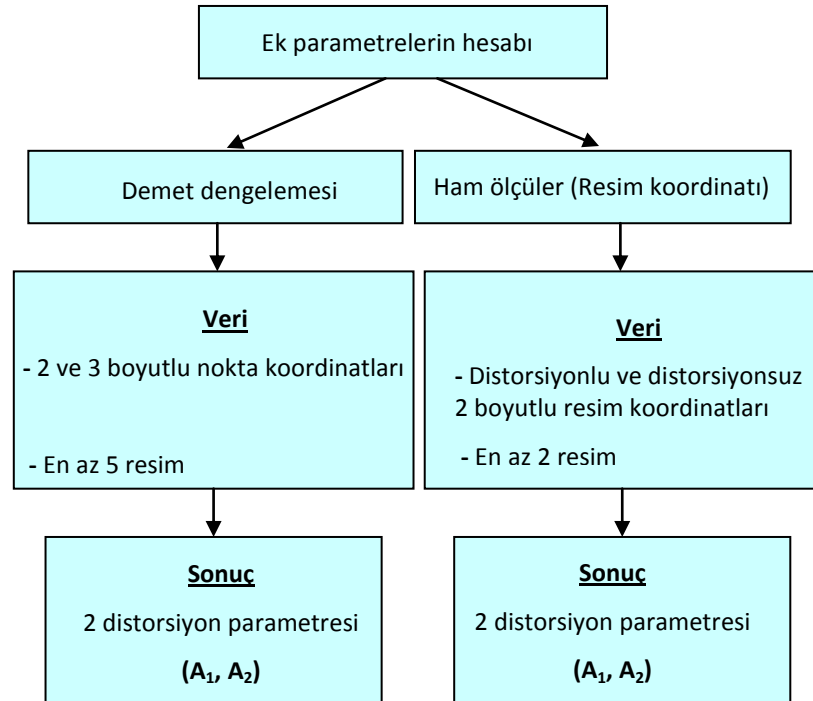
Ek parametrelerin resim üzerinde iki boyutlu resim koordinatları ve üç boyutlu cisim koordinatları bilinen noktaların girdi olarak kullanıldığı demet dengelemesi ile hesaplanması mümkündür. Bu yöntemde distorsiyon parametreleri bilinmeyen olarak demet dengelemesine dahil edilirler.

Bu çalışmada; 8410870 seri numaralı Ladybug2 çok algılayıcı kamera sistemine ait altı algılayıcının her biri ile 145 noktalı test alanının ham (distorsiyonlu) görüntüleri alınıp, bunlara ait rektifiye (düzeltilmiş) görüntüler Ladybug2cap.exe yazılımı ile elde edilmiştir. Her bir algılayıcıya ait ham ve rektifiye görüntülerdeki 145 tane resim koordinatları ile Pictran yazılımının [81] kullandığı (4.3) denkleminde tanımlanmış olan model kullanılarak altı algılayıcı için distorsiyon parametreleri Matlab 7.1 yazılımda geliştirilen kod ile hesaplanmıştır.

$$dr = A_1.r.(r^2 - R_0^2) + A_2.r.(r^4 - R_0^4) \quad (4.3)$$

Formülde geçen $R_0=20$ mm. sabit değerdir. Balıkgözü merceklerin distorsiyon parametrelerinin hesabı için geleneksel yöntem ek parametrelerin demet dengelemesine bilinmeyen olarak ilave edilmesi ve dengeleme sonucunda hesaplanmasıdır. Geleneksel dengeleme yapısı olarak kullanılan bu parametre belirleme yöntemi veri olarak iki ve üç boyutlu koordinat sistemine uygun koordinat verisi ve en az beş farklı görüntünün elde edilmesini gerekli kılar. Ancak günümüz kamera sistemleri, kullanıcıya belirli bir alanın ya da objenin ham (distorsiyonlu) görüntüsünü ve optiksel olarak donanımın kalibrasyon parametrelerine göre belirlenmiş rektifiye (distorsiyonsuz) görüntülerini birlikte verebilmektedir. Ladybug2 çok algılayıcı kamera sistemi bu tarz bir donanımdır. Bu yeni kamera sistemlerinde ek parametreler olarak kullanılan distorsiyon parametrelerinin, ham ve rektifiye resim koordinatı ölçmelerinden de hesaplanabilmesi mümkün olabilecektir. Ladybug2

benzeri ham ve rektifiye görüntüyü kullanıcıya birlikte veren kamera sistemlerinde distorsiyon parametreleri Şekil 4.12’de gösterildiği gibi iki farklı yöntemle hesaplanabilir.

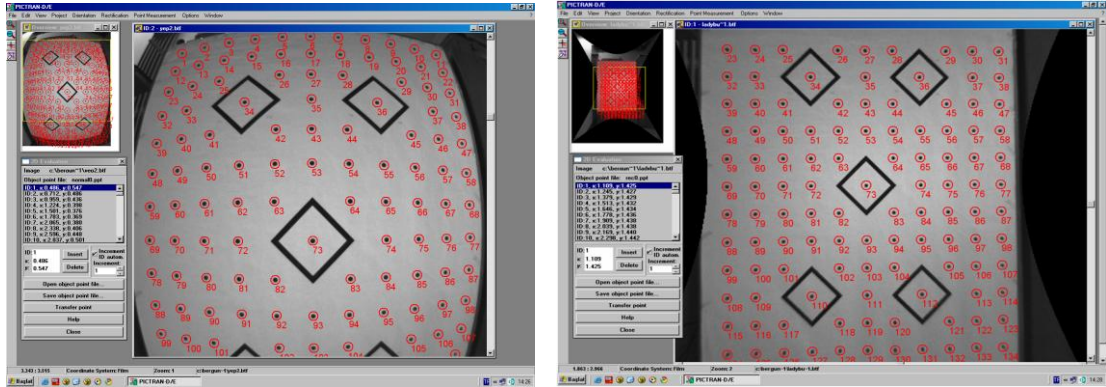


Şekil 4.12 Ladybug2 için ek parametre hesaplama yöntemleri [75]

Bu çalışmada; distorsiyonlu görüntü ve onun Ladybugcap. exe yazılımı tarafından üretilen rektifiye görüntüsünden Ladybug2 çok algılayıcı sisteminin her algılayıcısı için (4.3) denkleminde modellenmiş olan A_1 ve A_2 parametreleri Pictran D ve Matlab 7.1 yazılımları kullanılarak hesaplanmıştır.

Uygulamada Ladybug2 çok algılayıcı kamera sistemindeki algılayıcıların dikey olması nedeniyle 1189X841 mm. boyutlarında (A_0 kağıt ölçüsünde) iki boyutlu test alanı dikey şekilde konulmuştur. Test alanının her satırında 11 tane resim noktası bulunmaktadır. Toplam satır sayısı ise 15 tir. Noktalar arasındaki mesafe 8 cm. dir. Öncelikle; test alanının tamamı Ladybug2 çok algılayıcı kamera sisteminin birinci algılayıcısının tüm görüş alanına girecek şekilde konumlandırılmıştır. Birinci algılayıcı için test alanına ait ham (distorsiyonlu) ve rektifiye edilmiş (distorsiyonsuz) görüntüler elde edilmiştir. Test alanının ham ve rektifiye görüntüleri 1024x768 çözünürlüğündedir. Şekil (4.13sol)’da

birinci algılayıcıya (kameraya) ait distorsiyonlu resim, Şekil (4.13sağ)'da ise aynı algılayıcıya ait rektifiye resim gösterilmektedir.

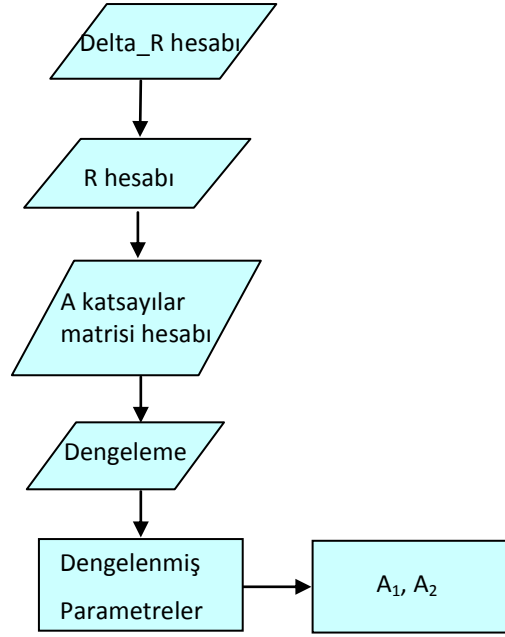


Şekil 4.13 Birinci algılayıcının distorsiyonlu resmi (sol), rektifiye resmi (sağ) [75]

Bu işlem diğer beş algılayıcının her biri için tekrarlanmış, sonuçta altı algılayıcı için görüntü elde etme işlemi tamamlanmıştır. Görüntüler elde edildikten sonra her bir algılayıcıya ait ham ve yazılım tarafından rektifiye edilmiş iki resim Pictran D yazılımında açılıp, hedef resim koordinatları otomatik ölçme yöntemi ile ölçülmüş, iki boyutlu resim koordinatları elde edilmiştir.

Resim koordinatları veri olarak kabul edilip, Matlab 7.1 yazılımı ile öncelikle test alanındaki her nokta için radyal distorsiyonlar bulunmuştur.

Bu değerler ile (4.3) teki bilinmeyenlerin katsayıları hesaplanıp, 290X2 boyutunda A katsayılar matrisi elde edilmiştir. Dengeleme hesabı ile A_1 , A_2 distorsiyon parametreleri hesaplanmıştır. Matlab7.1'de geliştirilen yazılımın akış şeması Şekil 4.14'de gösterilmektedir. Söz konusu matlab kodu EK-A'da verilmektedir.



Şekil 4.14 Matlab7.0 ile yapılan yazılım akışı [75]

Ladybug2 çok algılayıcı kamera sistemindeki özdeş altı algılayıcının her birine ait ikişer adet distorsiyon parametreleri (A_1 , A_2) katsayı değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Ladybug2 kameraların distorsiyon parametre değerleri

	Kamera 1	Kamera 2	Kamera 3	Kamera 4	Kamera 5	Kamera 6
A_1	0.036744	0.039158	0.03431	0.029173	0.034065	0.039606
A_2	-4.359E-06	-4.653E-06	-4.048E-06	-3.425E-06	-4.016E-06	-4.712E-06

Ladybug2 kamerası ile çekilen resimlerin yöneltilmesi ve değerlendirmesi Pictran D yazılımında yapılırken, altı algılayıcının her birinin kamera dosyalarına Çizelge 4.1’deki değerler distorsiyon parametresi olarak girilmiştir.

4.2.1.2 Rollei Metrik Resim Çekim Kamerası

Metrik kameralar laboratuvar ortamında yapılan çalışmalarla iç yöneltme elemanları kesin olarak belirlenmiş kameralardır. Asal uzaklık ve asal noktanın konumunu tanımlayan üç koordinata iç yöneltme elemanları adı verilir. Metrik kameraların bunun kadar önemli olan diğer özellikleri de; mercek sisteminin nitelikli olması, distorsiyon

hatalarının bilinebilmesi ve fotoğraf düzleminin tam düzlem olmasıdır [34]. Çalışmada metrik resim çekim kamerası olarak Şekil 4.15'te gösterilen Rolleiflex6008 kullanılmıştır. Söz konusu kamera 121 noktali kareler ağı içermektedir. Üretici firma tarafından verilen kalibrasyon değerleri Çizelge 4.2'de gösterilmektedir. Resim çekiminde 60mm.X 60 mm.'lık film formatı kullanılmıştır.

Çizelge 4.2 Rolleimetrik resim çekim kamerasının kalibrasyon değerleri

c_k (mm.)	x_h (mm.)	y_h (mm.)	A_1	A_2	R_0 (mm.)
-40.28	-0.07	0.05	-3.430E-05	2.236E-08	20



Şekil 4.15 Çalışmada kullanılan Rollei Metrik resim çekim kamerası

4.2.1.3 Fuji FinepixF47 Digital Resim Çekim Kamerası

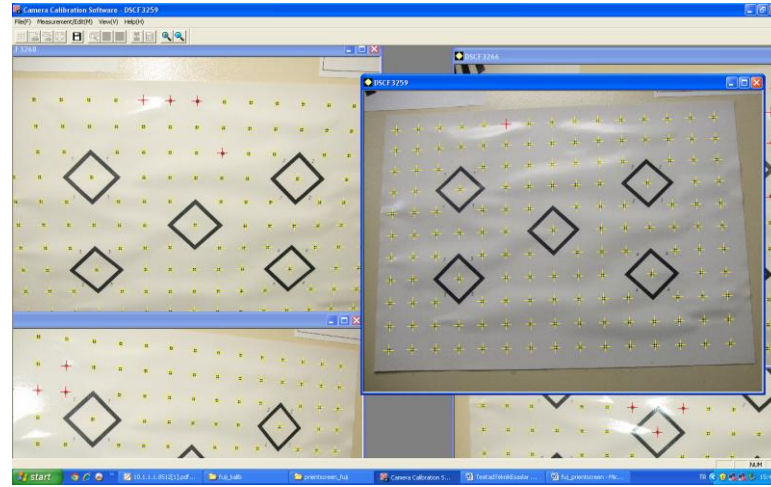
Sayısal fotoğraf makineleri özellikle ucuzluğu ve pratikliği nedeniyle çok fazla hassasiyet gerektirmeyen işlerde kalibre edildikten sonra kullanılmaktadırlar. Bu çalışmada da sayısal metrik olmayan Fuji FinepixF47 sayısal kamerası kullanılmıştır.

Şekil 4.16'da gösterilen Fuji FinepixF47 sayısal kamerası CCD görüntü işlemcili, 3488X2616 resim çözünürlüğünde, 9.03 Megapiksel çözünürlüğe sahip, 7,6x sayısal zoom, 3x optik zoom objektif özelliklere sahip, ISO 200 ışık hassasiyet değerinin kullanımına olanak sağlayan, 2.5 inç ekran büyüklüğünde ekrana sahip bir kameradır [82].



Şekil 4.16 Çalışmada kullanılan Fuji FinePixF47 sayısal resim çekme kamerası

Fuji FinepixF47 kamerasının kalibrasyonu: Taksim Cumhuriyet Meydanı'nda yapılan son yersel fotogrametrik çalışma Fuji FinepixF47 resim çekim kamerası ile yapılmıştır. Bu çalışma için 21X29 mm. boyutlarında Şekil 4.17'de gösterilen 145 adet nokta içeren düzlem kalibrasyon levhası kullanılmıştır. Fuji FinepixF47 resim çekim kamerası ile 5 adet farklı açılardan 8 mm. odak uzaklığı ile çekilmiş fotoğraflar ile Fuji FinepixF47 sayısal resim çekim kamerasının kalibrasyonu PI3000 yazılımında yapılmıştır. 8 mm. mercek için kalibrasyon sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.17 PI3000 yazılımında Fuji FinePixF47 sayısal kamerasının kalibrasyonu

Çizelge 4.3 Fuji FinepixF47 sayısal kamerasının kalibrasyon sonuçları

c_k (mm.)	x_h (mm.)	y_h (mm.)	K_1	K_2	P_1	P_2
7.823834	4.08540	2.900250	2.6098E-03	-5.8458E-05	-1.7758E-03	4.8364E-04

PI3000 yazılımında [83] kullanılan distorsiyon fonksiyonu (4.4) eşitliği ile verilmiştir.

$$dr = K_1.r^3 + K_2.r^5 \quad (4.4)$$

PI3000'den elde edilen distorsiyon parametreleri (4.3) eşitliği ile verilen parametrelerden farklıdır. Bu parametrelerin Pictran D yazılımında kullanılabilmesi için Matlab7.1 yazılımında EK-B'de verilen kod geliştirilmiştir. Bu koda göre (4.3) eşitliğindeki A_1 ve A_2 değerleri Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4 Fuji FinepixF47 sayısal kamerasının (4.3) eşitliğindeki kalibrasyon sonuçları

c_k (mm.)	x_h (mm.)	y_h (mm.)	A_1	A_2	R_0 (mm.)
7.823834	0.004	0.003	-0.001612	2.0253E-07	20

4.2.1.4 Leica HDS3000 ve HDS4500 Yersel Lazer Tarayıcılar

Şekil 4.18(sol)'da gösterilen Leica HDS3000 yersel lazer tarayıcısı 300 m. menzilli, saniyede 4000 nokta atabilen $270^\circ \times 360^\circ$ tarama açısına sahip, [4mm.@50m.](#) mesafe doğruluğuna, 6@50. konumsal doğruluğa sahiptir. Şekil 4.19(sağ)'da Leica HDS4500 yersel lazer tarayıcısı ise; 53 m. menzilli, saniyede 500000 nokta atabilen, $360^\circ \times 310^\circ$ tarama açısına sahip, yüzde yüz yansıtıcı yüzeylerde $5\text{mm} \pm 120\text{ppm}$. mesafe doğruluğuna, 13.7 mm@25 konumsal doğruluğa sahiptir [44]. HDS3000 uçuş zamanı, HDS4500 ise faz farkı ölçme yöntemini kullanmaktadır [84].



Şekil 4.18 Leica HDS3000(sol), Leica HDS4500(sağ) [84]

4.2.1.5 Topcon HiperProGPS

HiperPro çift frekanslı GPS alıcısıdır. L_1 ve L_2 sinyallerini birlikte kaydedip, işleyebilir. Ölçme işlemleri için en gelişmiş ve kompakt alıcılardan biridir. RS seri port, bir USB port

ve bir Bluetooth iletişim portuna sahiptir. Statik, hızlı statik modlarda H: 3mm.+0.5ppm(x baz uzunluğu), V: 5mm.+0.5ppm(xbaz uzunluğu) ölçme doğruluğuna sahiptir [85].

4.2.1.6 Trimble S6 total station

(2mm.±2ppm.) ölçme doğruluğuna sahip, reflektörsüz ölçme yapabilen bir total stationdır [86].

4.2.1.7 Javad Thiumph1

GPS L1/L2/L2CL5 iletişim kanallı, hızlı statik modda yatayda (3cm.±0.5 ppm.) düşeyde (0.5 cm.±0.5 ppm.); RTK modda yatayda (1 cm.±1 ppm.), düşeyde (1.5 cm. ± 1 ppm.); kinematik modda yatayda (1 cm.±0.5 ppm.) düşeyde (1.5 cm. ±1.5 ppm.) hassasiyete sahip, 2 seri RCS porta sahip, 2048 MB. Dahili hafızaya sahiptir [87].

4.2.1.8 Topcon GPT7000-3i

250 metre mesafeyi prizmasız ölçebilen ve prizmasız modda 5 mm. hassasiyete sahip total stationdır [88] .

4.2.2 Yazılımlar

4.2.2.1 Pictran

Pictran yazılımı digital görüntü işlemek için kullanılan bir yazılımdır. Berlin Teknik Üniversitesi öğretim üyeleri tarafından yazılan, ticari yönünden çok akademik ve bilimsel yönü ağır basan bir programdır. Pictran D modülü resmi çekilen cisimlerin bir takım işlemler sonucu bilgisayar ortamında yeniden modellendirilmesini sağlar. Modeli oluşturulan bölge üzerinde yapılan üç boyutlu nokta ölçümü esnasında kullanılan resimlerde uzaysal doğrultular oluşturur. Bu sayede nokta ölçümünün hassas olması sağlanır. Pictran B modülü Pictran programının dengeleme yapan modülüdür. Demet dengelemesi yapan modülde iç yöneltmesi yapılan resimleri oluşturulan proje kapsamında kontrol noktaları ile dış yöneltmeye tabi tutulurlar. Dengeleme esnasında resim çekim noktasının koordinatlarına ve dönüklük değerlerine ihtiyaç yoktur. Bu

değerler dengeleme esnasında Pictran B tarafından hesaplanmaktadır. Bu Pictan B'nin en önemli bir özelliğidir. Ayrıca dengelemede cisim üzerinden alınmış her hangi bir ölçü ve koordinat farkı parametre olarak verilebilir [89].

4.2.2.2 PI3000

Kullanımı kolay bir arayüz ile gelişmiş matematiksel işlemleri birleştiren PI3000 yazılımı son derece hassas üç boyutlu model oluşturulmasına olanak tanır. Yazılım, farklı pozisyonlardan alınan sayısal fotoğraflarla üç boyutlu koordinat noktalarını ve yüzeyleri oluşturur [83].

4.3.2.3 LadybugCabPro ve LadybugCabPro

Point Grey firması tarafından geliştirilen altı ayrı kameradan elde edilen görüntüleri birleştirebilen, her bir kameranın rektifiye görüntülerini de verebilen bir yazılımdır [90].

4.2.2.4 Cyclone

Leica Geosystem tarafından geliştirilen üç boyutlu nokta bulutları üzerinde çeşitli işlemlerin yapılmasına izin veren bir yazılımdır [91]. Cyclone yazılımı, kullanıcıların veri tabanında verileri etkili biçimde yönetmesini kolaylaştırır. Herkes nokta veri tabanlarında eş zamanlı olarak çalışabilir, böylelikle geniş nokta bulut proje dosyalarını kopyalamak ve/veya aktarma ihtiyacı azalır [65].

4.2.2.5 AutoCAD

Autodesk firması tarafından üretilmiş bir Computer Aided Drawing (Bilgisayar Destekli Tasarım) paketidir. AutoCAD programının en önemli özelliklerinden birisi de; hangi ortamda üretilirse üretilsin, çizim dosyalarının hiçbir ek değişikliğe gerek duyulmadan diğer bir bilgisayar ortamında okunup, üzerinde işlem yapılabilmesidir. AutoCAD'in bu kadar yaygın olarak tercih edilen bir yazılım olmasının sebebi, gerek iki gerekse üç boyut tasarım ve çizim için sağladığı olanaklar ve kullanım kolaylığıdır [89]. Çizimin üç boyutlu uzayda, istenilen konumu, istenilen bölümü görüntülenebilir, yakından ya da uzaktan bakılabilir, gerçek perspektif görüntüler elde edilebilir [89].

4.2.2.6 3DSMax

Autodesk firması tarafından üretilen 3D Studio MAX, parametrik üç boyutlu modelleme, kaplama ve canlandırma yazılımıdır. Sayısal video üretiminden, multimedia uygulamalara, ürün tasarımı, eğitim paketlerine, mimari görselleştirmeden, mekanik sistemlerin canlandırılmasına kadar 3 boyutlu grafik kullanımının olanaklı olduğu her yerde, 3D Studio MAX programı başarılı ve güçlü çözümler sunabilmektedir [89].

4.2.2.7 Adobe Photoshop

Özellikle fotoğrafçılık alanlarında çok tercih edilen photoshop bugün görüntülerle ilgilenen herkes tarafından etkin olarak kullanılmaktadır. Görüntüler üzerinde piksel bazında bir çok düzeltmeler, eklemeler vs. yapabilen yazılım uygulamalarda görüntülerdeki istenmeyen detayların temizlenmesinde netlik, parlaklık ayarlarının yapılmasında kullanılmaktadır [34].

4.2.2.8 Matlab7.1

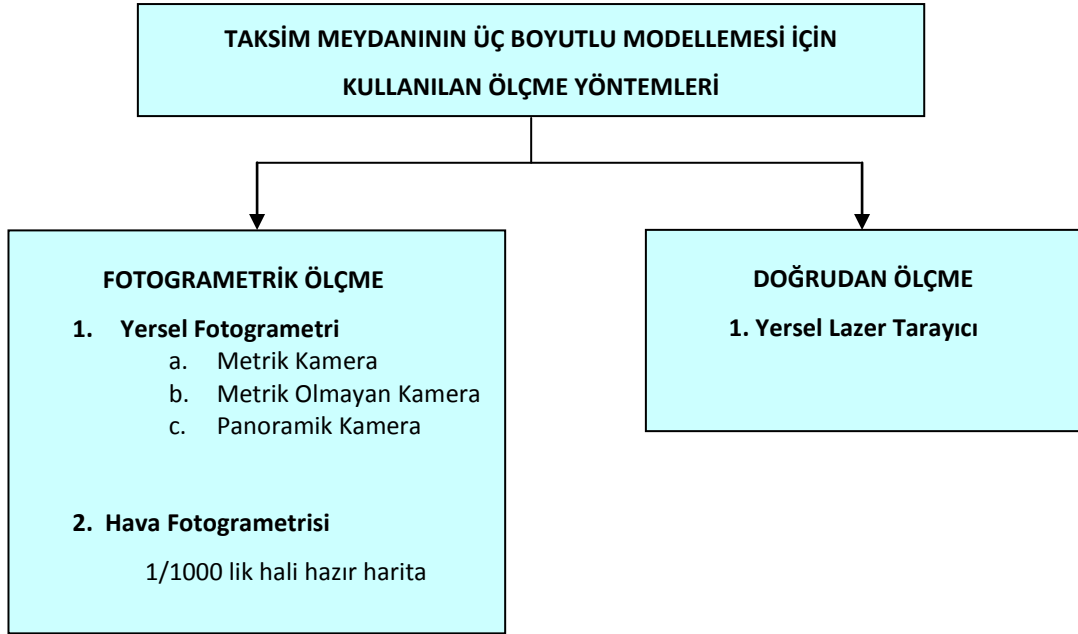
MATLAB adı, MATrix LABoratory (Matrix Laboratuvarı) kelimelerinden gelir. MATLAB, ilk olarak Fortran Linpack ve Eispack projeleriyle geliştirilen ve bu programlara daha etkin ve kolay erişim sağlamak amacıyla 1970'lerin sonlarında yazılmıştır. İlk başlarda bilim adamlarına problemlerin çözümüne matris temelli teknikleri kullanarak yardımcı olmaktadır. Bugün ise geliştirilen yerleşik kütüphanesi ve uygulama ve programlama özellikleri ile gerek üniversite ortamlarında (başta matematik ve mühendislik olmak üzere tüm bilim dallarında) gerekse sanayi çevresinde yüksek verimli araştırma, geliştirme ve analiz aracı olarak yaygın bir kullanım alanı bulmuştur [92].

4.2.2.9 Leica Network Adjustment

Her tip ölçünün birleştirilmesini sağlar. Bu ölçüler üç boyutlu GPS ölçüsü, iki boyutlu TPS ölçüsü ve bir boyutlu nivelman ölçüsüdür. Ya da tüm bu ölçüleri dengeler. Ayrıca ileri bir avantajı kullanıcının noktaları araziye gitmeden, ölçüleri yapmadan ağın uygunluğunu test etmesine ağı dizayn ve analiz etmesini sağlar [93].

4.3 Yöntemler

Sayısal arazi modelleri, ortofoto haritalar, fotogrametrik haritalardan sağlanan bina geometrileri, hava fotoğrafları, LİDAR verileri, mimari modeller Taksim meydanının üç boyutlu modellenmesinde kullanılabilecek birbirinden bağımsız veri kaynaklarıdır. Bu çalışmada pratik ve ekonomik nedenlerle üç boyutlu modelleme için Şekil 4.19’da gösterilen Fotogrametrik Ölçme Yöntemleri ve Doğrudan Ölçme Yöntemleri kullanılmıştır.



Şekil 4.19 Üç boyutlu modelleme için kullanılan ölçme yöntemleri

4.4 Jeodezik Çalışma

Çalışmada öncelikle Taksim Cumhuriyet Meydanı’nda çekilen resimlerin yöneltilmesi ardından da yersel lazer tarama tekniği ile fotogrametri tekniğinden elde edilen noktaların nokta konum doğruluklarının karşılaştırması için jeodezik arazi çalışması yapılmıştır. Bu çalışma için Taksim Cumhuriyet Meydanı’nda gezi parkının girişinde mevcut olan, 2120234 numaralı nirengiye ilave olarak üç adet poligon noktası tesis edilmiştir. Şekil 4.20’de P1 ve P2 poligonunda yapılan GPS ölçümünü göstermektedir.



Şekil 4.20 Poligon tesisi ve GPS ile koordinatlandırılması

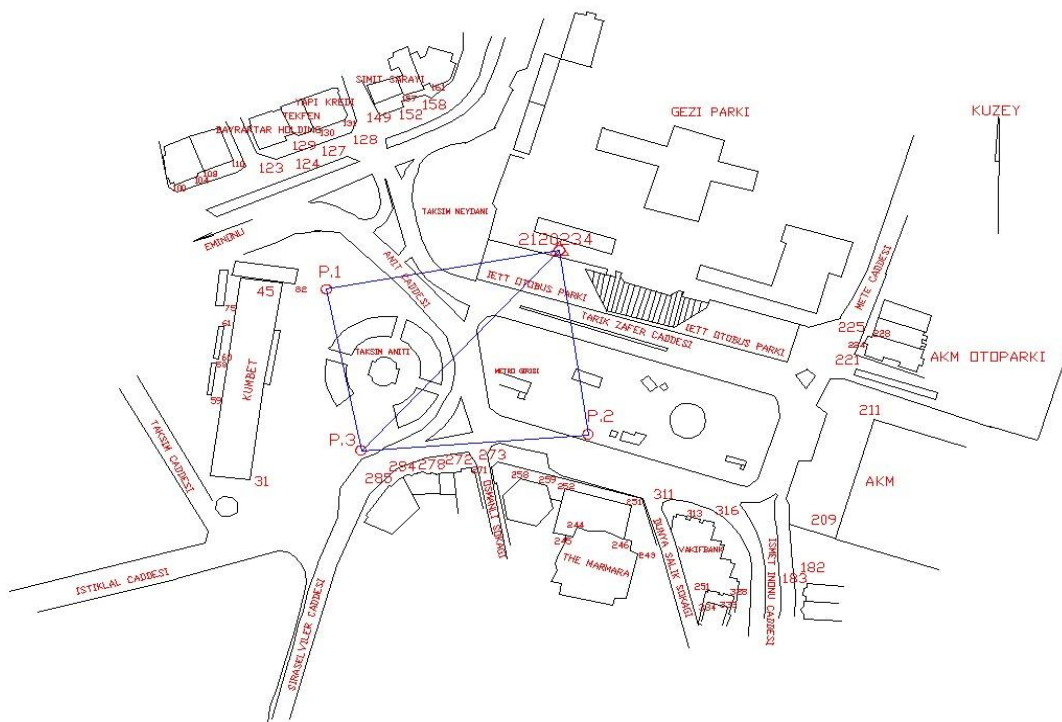
Noktalar arasındaki mesafeler kısa olduğu için statik GPS yöntemiyle yapılan ölçmeler dengeleme işlemine tabi tutulduğunda nokta konum doğrulukları mesafeleriyle ve ölçme esnasında nokta etrafındaki yansıtıcı yüzeyler ve sayılarıyla orantılı olarak çıkmıştır. Dengeleme sonrası elde edilen nokta konum doğrulukları Çizelge 4.5'te verilmektedir.

Çizelge 4.5 Jeodezik Ölçüler için tesis edilen poligonların koordinatları

Nokta	X (m.)	Y (m.)	Z (m.)	m_x (mm.)	m_y (mm.)	m_z (mm.)	m_0 (mm.)
2120234	4545240.666	414747.081	83.856	0.0	0.0	0.0	0.0
P1	4545218.255	414632.551	79.539	2.2	1.3	3.1	4.0
P2	4545149.615	414757.931	80.523	0.0	0.0	0.0	0.0
P3	4545130.148	414642.242	79.194	2.4	1.4	3.3	4.3

Buna göre nirengi noktasına en yakın olan noktalarda nokta konum doğrulukları sıfıra yakın çıkmıştır. P1ve P3 numaralı poligon noktalarındaki GPS ölçmesi sırasında nokta etrafındaki otobüsler ve The Marmara Oteli nedeniyle multipad etkisi yüksek çıkmıştır. Bu nedenle nokta konum doğruluğu da yüksek çıkmıştır. Multipad etkisinde ölçme

Meydanda mevcut olan 2120234 numaralı nirengi ve tesis edilen üç adet poligon noktaları ile 343 adet detay noktası Trimble S63 total station ile reflektörsüz olarak ölçülmüştür. Şekil 4.21 poligon noktaları ile ölçülen detay noktalarının krokisini göstermektedir. Yapılan bu ölçmeler sonunda detay noktalarının en düşük koh. sı 2.2 mm., en yüksek koh sı 6.5 mm. olmaktadır. Jeodezik çalışma ile ölçülen 343 noktanın koordinatları EK-C’de verilmektedir.



4.5 Modellenmede Yersel Fotogrametrik Tekniklerin Karşılaştırılması

88

Taksim Cumhuriyet Meydanı'nda fotogrametrik modelleme amaçlı yapılan yakın resim fotogrametri çalışmasında;

- Metrik Resim Çekim Kamerası (Rolleiflex6008 metric, 714481001)
- Panoramik Resim Çekim Kamerası (Ladybug2, 8410870)
- Metrik Olmayan Resim Çekim Kamerası (Fuji Finepix F47)

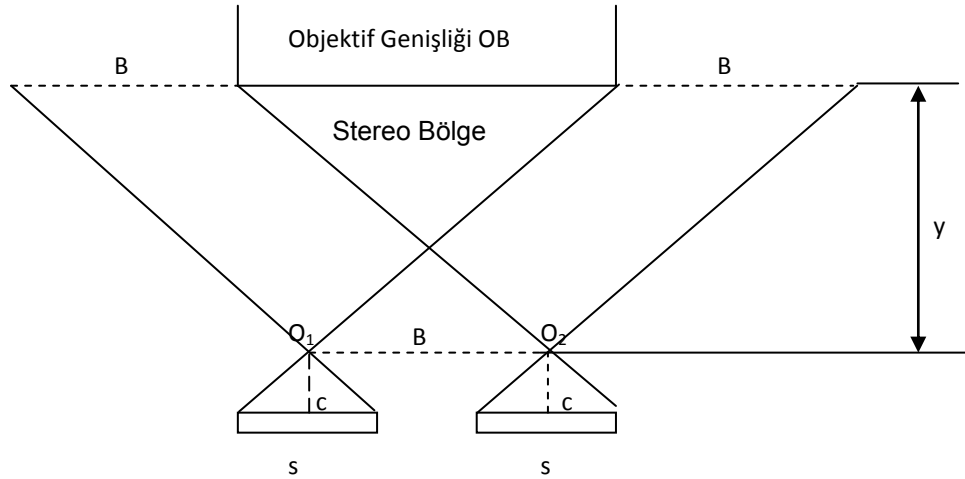
resim çekimi için kullanılmıştır. Tüm modeller Pictran D yazılımında oluşturulmuştur.

Yukarıda belirtilen tüm kameralar için aynı resim çekim tekniği farklı odak uzaklıklarına göre farklı baz- mesafeler hesaplanarak uygulama yapılmıştır.

Örtü oranının belirlenmesine yönelik bu stereo resim çekim tekniği için aşağıdaki bağıntılar kullanılmıştır.

Şekil 4.22'de stereo resim çifti tarafından kaplanan alan görülmektedir [37]. Resim bazı B, resim çekim uzaklığı y, cisim genişliği OB, kamera sabiti c ve kullanılabilir resim genişliği s arasındaki bağıntı (4.5) ile gösterilmiştir [37].

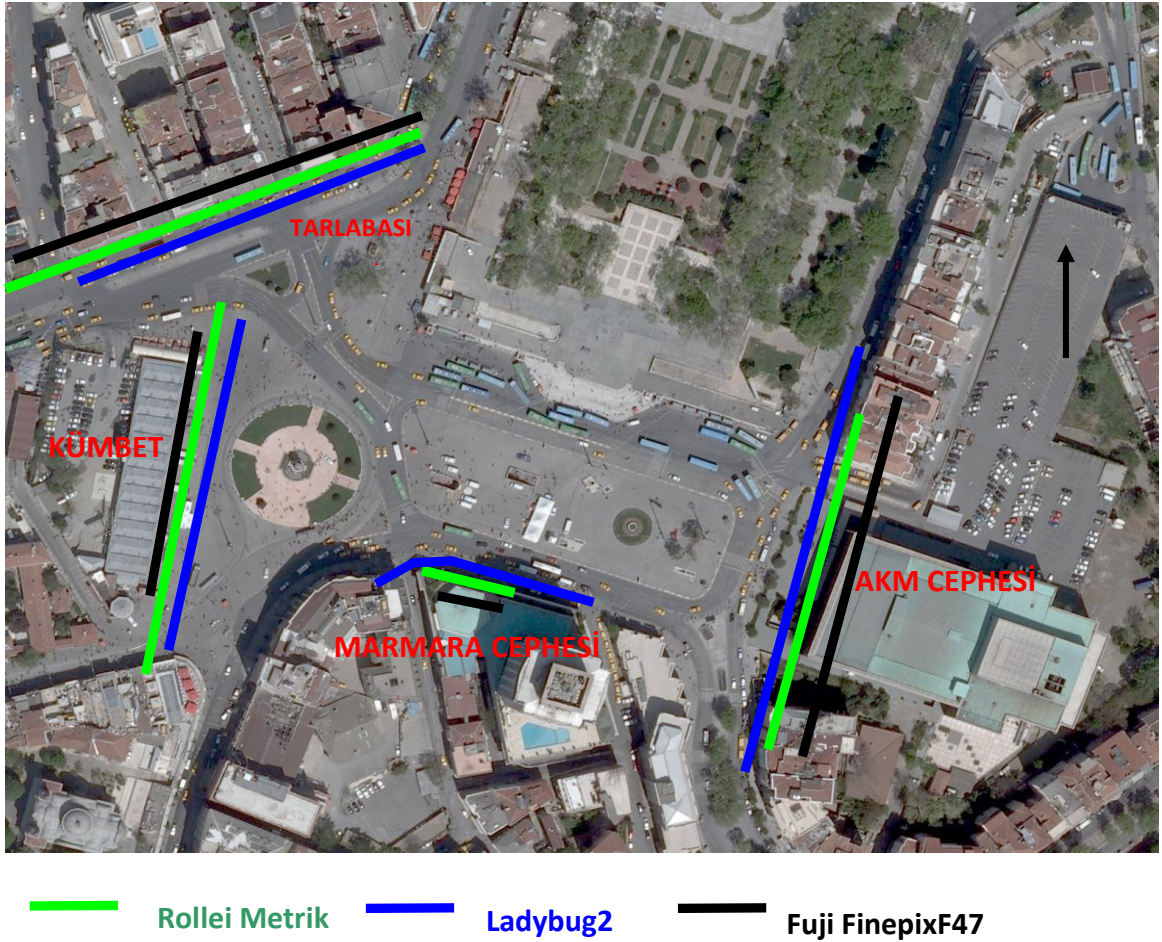
$$\frac{s}{c} = \frac{B + OB}{y} \quad (4.5)$$



Şekil 4.22 Stereo model için yersel resim çekiminin planlanması [37]

Yersel fotogrametri de kullanılan resim çekme makinelerinin odak uzaklıklarının farklı olması sebebiyle tüm meydanın üç boyutlu modelinin üretimi göz önüne alındığında en uygun resim çekme geometrisinin cephe cephe çalışmak olduğu açıktır. Çalışma sahasında dört adet cephe tanımlanmış olup bu cepheler söz konusu cephelerdeki

karakteristik yapılar ile adlandırılmışlardır. Buna göre meydana; The Marmara otelinin olduğu “Marmara Cephesi”, Atatürk Kültür Merkezi’nin bulunduğu “AKM Cephesi”, Taksim Cumhuriyet Sanat Galerisinin bulunduğu “Kümbet Cephesi” ve Tarlabası Bulvarının başlangıcı “Tarlabası Cephesi” olarak adlanmışlardır. Şekil 4.23’te Rolleiiflex metrik, Ladybug2 ve metrik olmayan Fuji FinePixF47 sayısal resim çekim kamerası için yukarıda tanımlanan cephelerin görüşüne giren alanları göstermektedir.



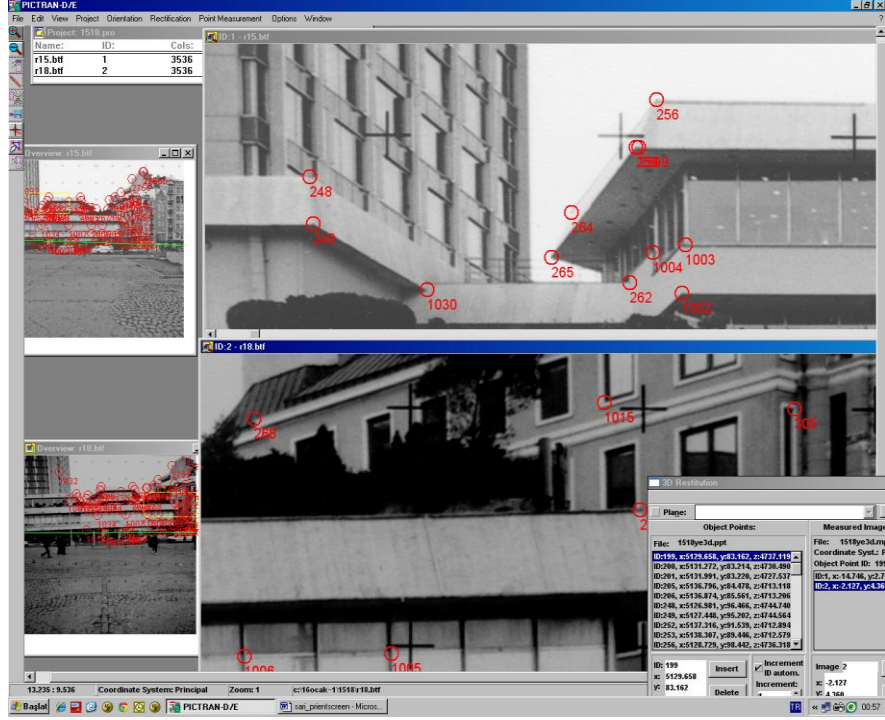
Şekil 4.23 Rolleiiflex6008metric, Ladybug2 ve Fuji FinepixF47 resim çekim kameralarına ait cepheler

Taksim Cumhuriyet Meydanı’nın Rolleiiflex6008 metrik resim çekim makinesi ile resim çekimi sırasında, AKM ve Kümbet cephelerinin yaklaşık ortalarına gelecek şekilde, oluşturulan bazın her iki ucundan dört cephenin de resim çekimi yapılmıştır. Bazın AKM ve Kümbet cephelerine paralel olması sağlanmıştır. Ardından bu baza dik ve daha kısa bir bazın her iki ucundan da dört cephenin resim çekimi yapılmıştır. Bu bazında The Marmara cephesine paralel olması sağlanmıştır. Böylelikle dört istasyon noktası

kullanılarak meydanın tüm cephelerinin resim çekimi tamamlanmıştır. Rolleiflex6008 metrik resim çekim makinesi ile yapılan çalışmaya benzer bir çalışma Ladybug2 ve Fuji FinepixF47 sayısal resim çekim kameraları içinde yapılmıştır. Şekil 4.24'te resim çekim planlamasının krokisi gösterilmektedir. Her üç çalışmadan elde edilen resimler ile Pictran D yazılımında ayrı ayrı ikiyeşerli modeller oluşturulmuştur.

Şekil 4.24 Arazi uygulaması resim çekim planı

Taksim Cumhuriyet Meydanı'nda yapılan ilk yersel fotogrametrik çalışma Rollei Metric kamerası ile yapılmıştır. Şekil 4.24'te gösterilen bazlardan resim çekimi yapılmıştır. Çekilen resimler film tabanlı oldukları için öncelikle film banyoları yaptırılmış ardından filmler taranarak sayısal hale getirilmiştir. Sayısal hale gelen resimlerle Pictran D yazılımında stereo modeller oluşturulmuştur (Şekil 4.25). Oluşturulan modellerden elde edilen modellere ait baz, mesafe ve obje genişliği ile kullanılan resim çekim makinesinin resim genişliği ve odak uzaklığı Çizelge 4.6'da verilmiştir. Marmara Cephesine ait metrik resim çekim kamerası için Bunbil.out dosyası EK-D'de verilmektedir.



Şekil 4.25 Marmara cephesi için Rolleiflex 6008 resim çekim kamerasından alınan resimlerle Pictran D yazılımında oluşturulan model

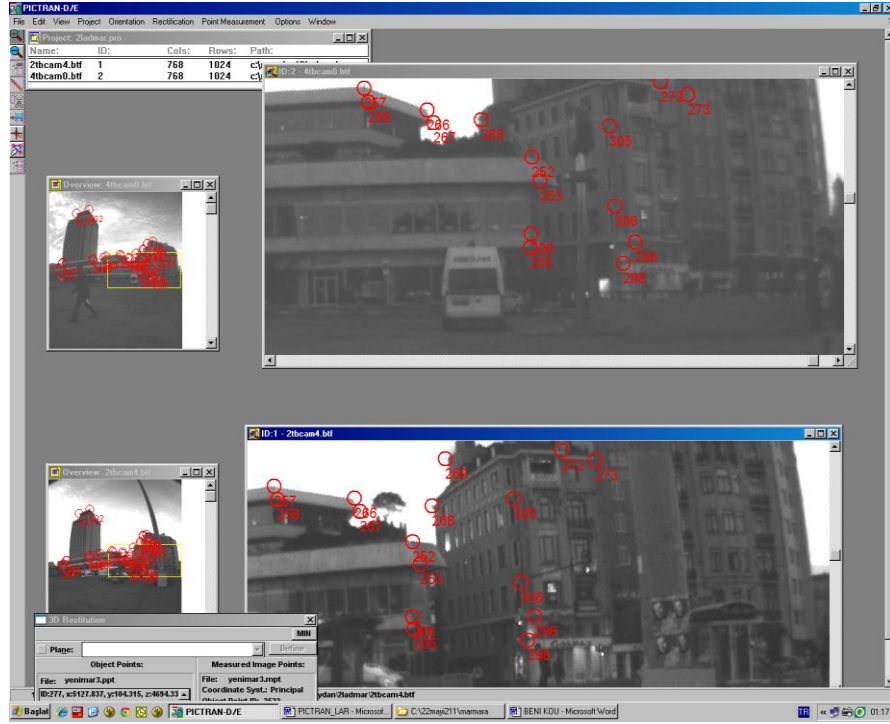
Çizelge 4.6 Rollei Metric resim çekim kamerası için cephelere ait baz/mesafe oranı

Cepheler	B (m.)	y (m.)	B/y	OB (m.)	C (mm.)	s (mm.)
Marmara	16.126	49.605	1/3	57.759	40.280	60,00
AKM	20.476	132.246	1/6	176.520	40.280	60,00
Kümbet	20.476	139.088	1/7	186.712	40.280	60,00
Tarlabaşı	12.787	160.271	1/12	225.946	40.280	60,00

4.5.2 Panoramik Kamera ile Yapılan Çalışma

Taksim Cumhuriyet Meydanı'nda yapılan ikinci yersel fotogrametrik çalışma Ladybug2 panoramik kamerası ile yapılmıştır. Şekil 4.24'te gösterilen iki bazdan resim çekimi yapılırken Ladybug2 kamerasının yatayda 360 derece görüşü sağlayan beş kameradan her birinin cephelerden birisini görecektir şekilde yerleştirilmesine özen gösterilmiştir. Pictran D yazılımında oluşturulan ve Şekil 4.26'da gösterilen modellerden elde edilen modellere ait baz, mesafe ve obje genişliği ile kullanılan resim çekim makinesinin resim

genişliği ve odak uzaklığı izelge 4.7’de verilmiştir. Marmara Cephesine ait panoramik resim çekim kamerası için Bunbil.out dosyası EK-E’de verilmektedir.



şekil 4.26 Marmara cephesi için Ladybug2 resim çekim kamerasından alınan resimlerle Pictran D yazılımında oluşturulan model

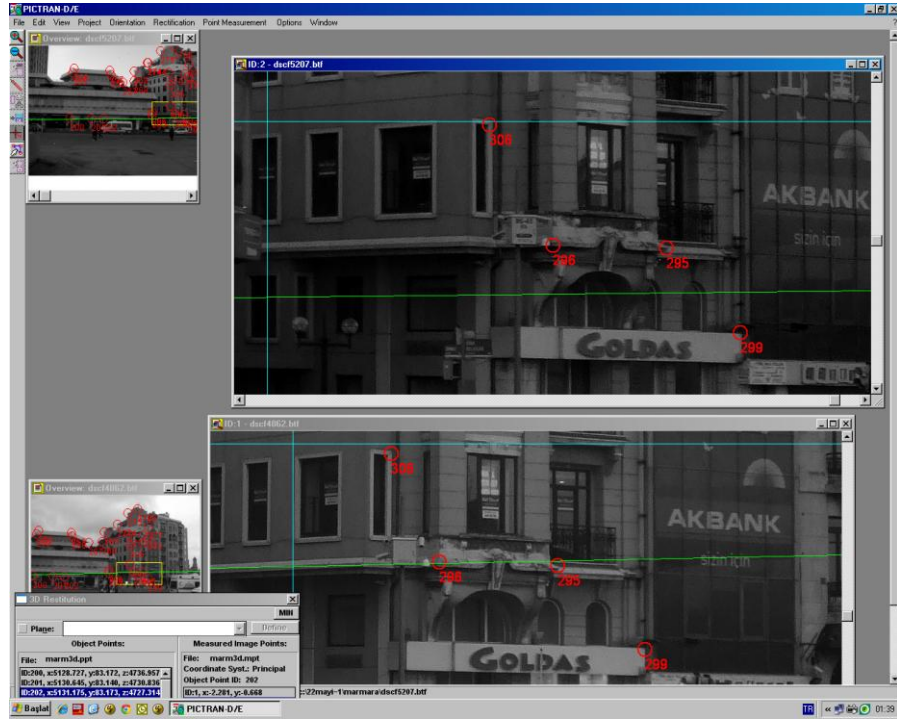
Çizelge 4.7 Ladybug2 kamerası için cephelere ait baz/mesafe oranı

Cepheleler	B (m.)	y (m.)	B/y	OB (m.)	c (mm.)	s (mm.)
Marmara	15.159	63.590	1/4	75.672	2.571	3.571
AKM	23.244	147.43	1/6	187.355	2.571	3.571
Kümbet	23.244	125.83	1/5	156.502	2.5 71	3.571
Tarlabası	23.244	142.973	1/6	180.979	2.571	3.571

4.5.3 Metrik Olmayan Kamera ile Yapılan alışma

Taksim Cumhuriyet Meydanı’nda yapılan nc yersel fotografik çalışma sayısal Fuji FinePixF47 sayısal kamerası ile yapılmıştır. şekil 4.24’te gösterilen bazlardan çekilen resimlerle Pictran D yazılımında stereo modeller oluşturulmuştur (şekil 4.27). Oluşturulan modellerden elde edilen modellere ait baz, mesafe ve obje genişliği ile

kullanılan resim çekim makinesinin resim genişliği ve odak uzaklığı Çizelge 4.8’te verilmiştir. Marmara Cephesine ait metrik olmayan resim çekim kamerası için Bunbil.out dosyası EK-F’de verilmektedir.



Şekil 4.27 Marmara cephesi için Fuji FinePixF47 resim çekim kamerasından alınan resimlerle Pictran D yazılımında oluşturulan model

Çizelge 4.8 Fuji FinepixF47 resim çekim kamerası için cephelere ait baz/mesafe oranı

Cepheler	B (m.)	y (m.)	B/y	OB (m.)	c (mm.)	s (mm.)
Marmara	14.0434	67.802	1/5	49.26	7.844	7.324
AKM	34.320	176.023	1/5	130.027	7.844	7.324
Kümbet	17.315	123.5335	1/7	98.025	7.844	7.324
Tarlabaşı	22.111	168.059	1/7	134.0802	7.844	7.324

4.5.4 Çalışmada Kullanılan Farklı Kamera Uygulamalarının Analizi

Uygulama çalışmasında Yersel Fotogrametrik çalışma için üç farklı özellikli ve farklı odak uzaklığına sahip kamera kullanılmıştır. Bunlar aşağıda belirtildiği gibi:

- 1) 40.280 mm odak uzaklıklı Rolleiflex6008 metrik 6008 resim çekim makinesi,

2) 7.844 mm odak uzaklıklı Fuji FinepixF47 resim çekim makinesi,

3) 2.571 mm odak uzaklıklı Ladybug2 resim çekim makinesidir.

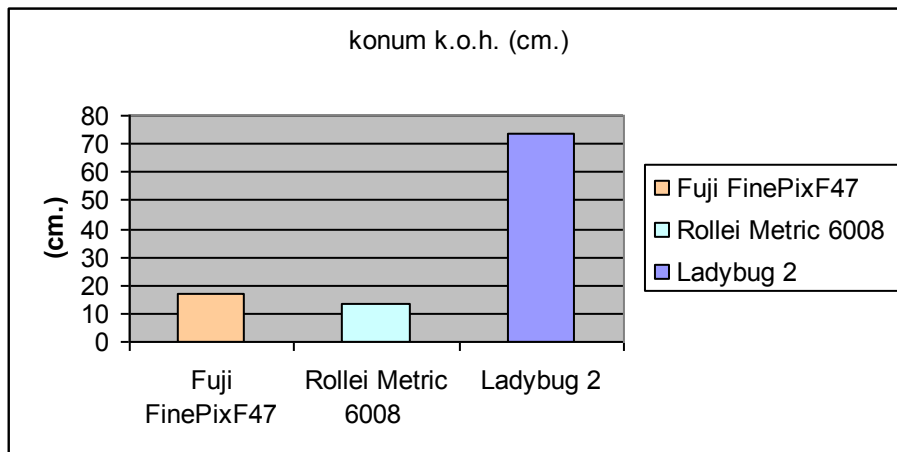
Çalışma sonucunda her kamera için elde edilen üç boyutlu model koordinatları aynı detay noktaları için, bina cephelerine ait jeodezik koordinatlar baz alınarak, bir doğruluk çalışması yapılmıştır. 32 nokta ile konum doğruluğu hesabı (4.6) ve (4.7) eşitlikleriyle [43] hesaplanmış, doğruluk analizi Çizelge 4.9’da verilmiş, grafiksel olarak Şekil 4.28’de gösterilmiştir. Yersel fotogrametrik kameraların analizinde kullanılan noktalar EK-G’de verilmektedir.

$$s_x = \sqrt{\frac{[VxVx]}{n-1}} \quad s_y = \sqrt{\frac{[VyVy]}{n-1}} \quad s_z = \sqrt{\frac{[VzVz]}{n-1}} \quad (4.6)$$

$$m_{3B} = \sqrt{(s_x)^2 + (s_y)^2 + (s_z)^2} \quad (4.7)$$

Çizelge 4.9 Yersel fotogrametrik çalışmada kullanılan resim çekim makinelerinin yapılan çalışmada doğruluk analizi

R.Ç.M.	Çözünürlük (piksel)	Odak Uzaklığı (mm.)	Konum k.o.h.(cm.)
Rollei Metric 6008	3536X3536	40.280	13.6
FujiFinePixF47	3488X2616	7.844	16.7
Ladybug 2	1024X768	2.571	73.6



Şekil 4.28 Yersel fotogrametrik çalışmada kullanılan resim çekim makinelerinin doğruluk analizi grafiği

Analize göre çalışma bölgesinde üç yersel fotogrametrik ölçme tekniği içerisinde en iyi nokta konum doğruluğuna sahip modeller Rollei Metric 6008 resim çekme makinesi ile elde edilen modellerdir. Buna en yakın doğruluk Fuji Finepix F47 resim çekim makinesi kullanılarak oluşturulan stereo modellerde elde edilmiştir. En düşük nokta konum doğruluğu ise balıkgözü merceklerle sahip panoramik Ladybug2 resim çekim kamerası ile elde edilen resimlerden oluşturulan modeller ile elde edilmiştir. Bu karşılaştırmanın yapılabilmesi için jeodezik ölçüler baz olarak alınıp jeodezik ölçülerin hepsi aynı ağırlıkla yöneltmeye katılmış ve kontrol noktalarının konum hataları sıfır kabul edilmiştir.

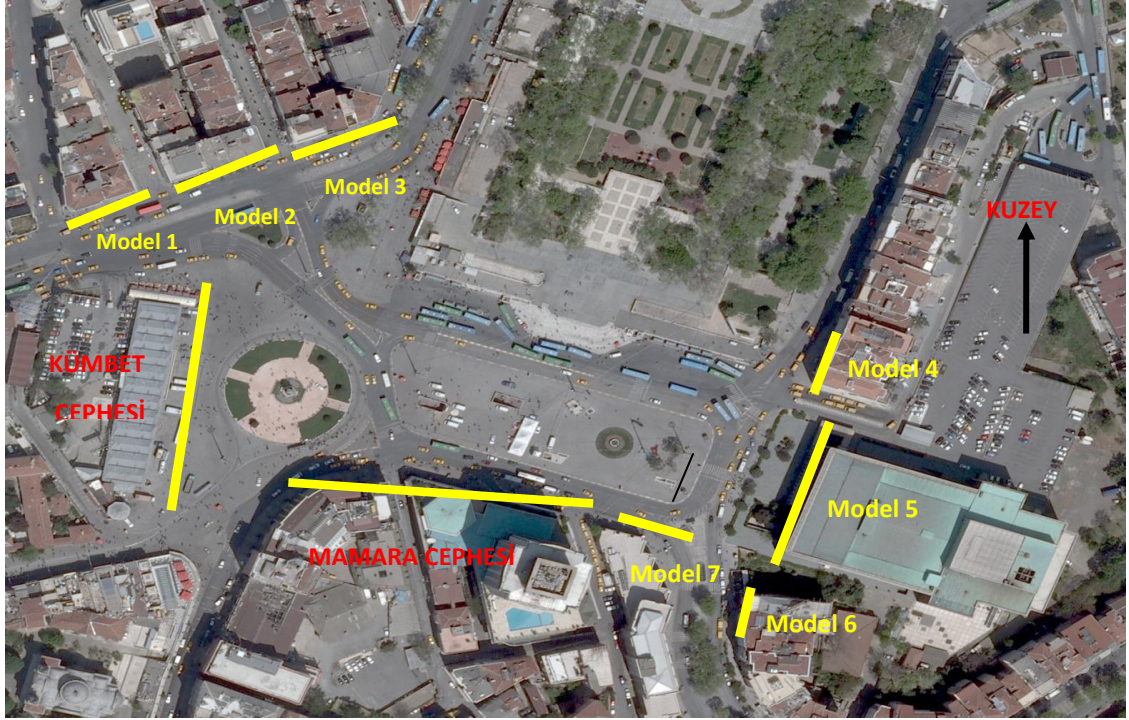
Ladybug2 kamerası ile yapılan fotogrametrik değerlendirme sonucunda elde edilen cisim noktalarına ait k.o.h. 20 cm.- 80cm. aralığında olduğundan Ladybug2 kamerası çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde kullanılmamıştır. Yarı metrik Rollei 6008 kamerası ise sayısal bir kamera olmadığı ve banyo çalışmasının ardından kullanıldığı için tarama çalışmasından kaçınabilmek amacıyla, ayrıca tarama sırasında beklenmeyen bozulmalar olabileceği gerekçesiyle pratik bulunmamıştır. Rolleimetric 6008’de çalışmanın diğer bölümlerinde kullanılmamıştır. Sayısal Fuji FinepixF47 resim çekme kamerası ile resimler çekildikten sonra, hızla bilgisayar ortamına aktarılıp, veri işlemeye hazır hale gelirler ve Fuji FinepixF47 sayısal kamerası anlamlı şekilde diğer iki kameradan ucuzdur. Ayrıca çalışmanın amacı için yapılan bu hata analizi sonucunda Fuji FinepixF47 kamerası yeterli bulunmuştur. Bu yüzden, çalışmanın yersel lazer tarayıcı ile fotogrametrinin doğruluk, görsel zenginlik, ekonomi karşılaştırmasında ve bu karşılaştırma sonrasında elde edilecek üç boyutlu modelde doku kaplanmasında kullanılmak üzere Fuji FinepixF47 resim çekim kamerasından alınan resimlerin kullanılmasına karar verilmiştir.

4.6 Üç Boyutlu Modelleme Teknikleri

4.6.1 Metrik Olmayan Sayısal Yersel Resim Çekim Makinesi ile Yapılan Çalışma

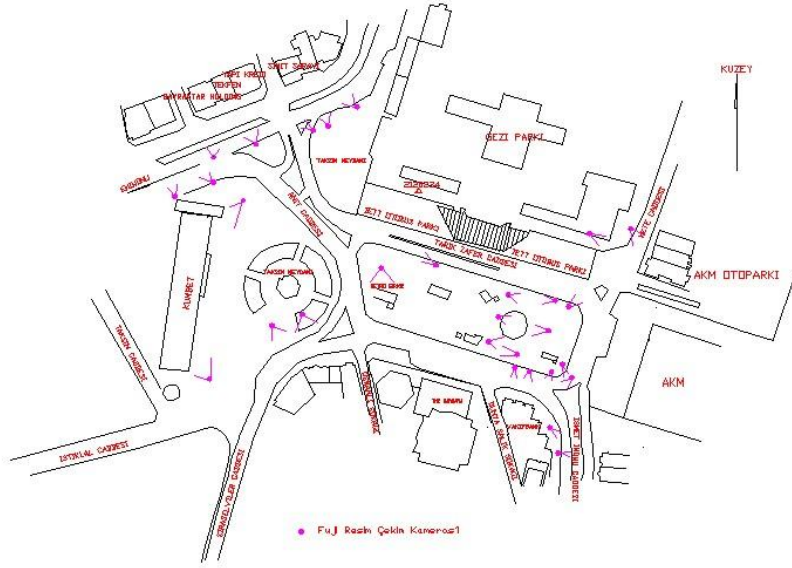
Üç boyutlu modelleme tekniklerinin Taksim Cumhuriyet Meydanı pilot uygulamasında karşılaştırılması için, (yersel lazer tarayıcı ile karşılaştırılacak) yersel fotogrametri tekniğinde model oluşturulması amacıyla metrik olmayan Fuji Finepix47 dijital resim çekim kamerası kullanılmıştır. Fuji Finepix47 resim çekim kamerası ile yapılan modelin

doğruluğunu arttırabilmek için, Marmara Cephesi ve Kümbet Cephesi dışında cephe bazında değil bina ya da yapı adası bazında çalışılmış ve tüm cephelerde konvergent çekim tekniğinden yararlanılmıştır. Fuji FinepixF47 resim çekim kamerasından elde edilen resimler ile oluşturulan modellerden Marmara ve Kümbet cepheleri dışında diğer iki cephe için, Şekil 4.29’da gösterildiği gibi modeller 1’den 7’ye kadar sıralanmıştır.



Şekil 4.29 Fuji resim çekim kameraları ile oluşturulan modeller

Resimler, konvergent resim çekim tekniğiyle çekilmiş, modellerde ikiden fazla resim kullanılmıştır. Fuji Finepix47 resim çekim kamerası ile resim çekim planlaması ise Şekil 4.30’da gösterilmektedir.



Şekil 4.30 Fuji resim çekim kameraları ile resim çekim krokisi

Oluşturulan modellerden elde edilen modellere ait baz, mesafe ve obje genişliği ile kullanılan resim çekim makinesinin resim genişliği ve odak uzaklığı Çizelge 4.10'te verilmiştir.

Çizelge 4.10 Fuji resim çekme kamerası için cephelere ait baz/mesafe oranını

Cepheler/Modeller	B (m.)	y (m.)	B/y	OB (m.)	c (mm.)	s (mm.)
Marmara	53.883	165.481	1/3	165.481	7.844	7.324
Kümbet	83.739	194.037	1/2	97.697	7.844	7.324
Model 1	35.791	125.091	1/3	81.003	7.844	7.324
Model 2	10.360	57.8222	1/5	43.627	7.844	7.324
Model 3	12.0417	51.177	1/4	35.742	7.844	7.324
Model 4	15.437	48.013	1/3	29.398	7.844	7.324
Model 5	11.030	76.257	1/7	60.184	7.844	7.324
Model 6	19.43	38.420	1/2	16.4424	7.844	7.324
Model7	9.330	38.607	1/4	26.716	7.844	7.324

Buna göre; Fuji resim çekim kamerası ile Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın; Marmara cephesi için ortalama baz uzaklığı 53.883 m., resim çekim uzaklığı yaklaşık 165.481 m., obje genişliği 165.481 m.

Kümbet cephesi için ortalama baz uzaklığı 83.47 m., resim çekim uzaklığı yaklaşık 194.037 m., obje genişliği 97.697 m.

1 numaralı model için ortalama baz uzaklığı 35.791 m., resim çekim uzaklığı 125.091 m., obje genişliği 81.003 m.

2 numaralı model (Yapı Kredi Bankası binasını) için ortalama baz uzaklığı 10.360 m., resim çekim uzaklığı 57.822 m., obje genişliği 43.627 m.

3 numaralı model için ortalama baz uzaklığı 12.041 m., resim çekim uzaklığı 51.177 m., obje genişliği 35.742 m.

4 numaralı model için ortalama baz uzaklığı 15.43 m., resim çekim uzaklığı 48.013 m., obje genişliği 29.398 m.

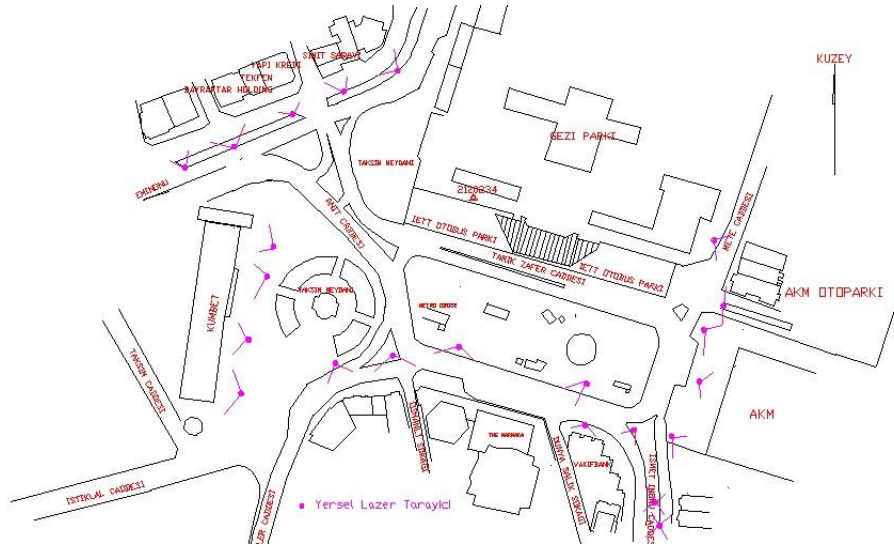
5 numaralı model (AKM binası) için ortalama baz uzaklığı 11.030 m., resim çekim uzaklığı 76.257 m., obje genişliği ise 60.184 m..

6 numaralı model için ortalama baz uzaklığı 19.43 m., resim çekim uzaklığı 38.420 m., obje genişliği ise 16.4424 m..

7 numaralı model (VakıfBank Binası) için ortalama baz uzaklığı 9.330 m., resim çekim uzaklığı 38.607 m., obje genişliği 26.716 m. dir.

4.6.2 Yersel Lazer Tarayıcı ile Yapılan Çalışma

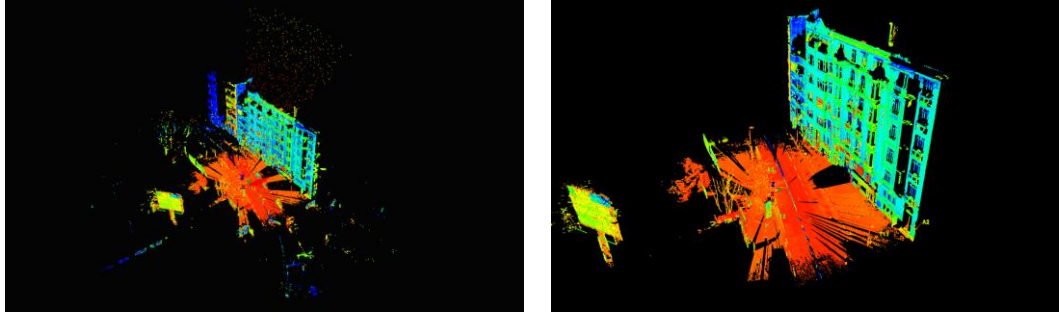
Üç boyutlu modellemede kullanılan diğer teknik ise yersel lazer tarama tekniğidir. Çalışma bölgesinde; The Marmara Oteli bina yüksekliği nedeniyle Leica HDS3000 tarayıcı ile, meydandaki diğer yapılar ise, Leica HDS4500 lazer tarayıcı ile 2 cm. nokta sıklığı ile taranmıştır. Tarama yapılmadan önce ölçme planlaması yapılmıştır. Taksim meydanının bütünü düşünüldüğünde tüm meydanın 22 farklı istasyon noktasından taranabileceği planlanmıştır. Şekil 4.31 taramaların yapıldığı istasyon noktalarının krokiğini göstermektedir.



Şekil 4.31 Yersel lazer tarayıcı istasyon noktaları

Her bir istasyonda önceki istasyonun bir kısmının da taranmasına dikkat edilmiştir. Yersel lazer tarayıcının her istasyon noktasında bağımsız koordinat sistemine sahip olması nedeniyle farklı noktalardan yapılan oturumların birleştirilebilmesi ve taramaların ülke koordinat sistemine aktarılabilmesi için her oturumda, daha önceden çalışma bölgesine yerleştirilen, üç adet kağıt ya da metal hedef taranmıştır. HDS4500 ve HDS3000 yersel lazer tarayıcıları ile tarama yapılmadan önce tarama parametre değerleri girilmiştir. Bu değerler Leica firması tarafından geliştirilen Cyclone5.2 yazılımı ile girilmiştir. Bu işlem tüm oturumların öncesinde tekrarlanmıştır. Ardından tarama pencereleri ile tarama yapılacak olan tarama yüzeyi seçilmiştir. Tarama yapılırken birleştirme ve konumlandırmada kullanılacak hedefler daha sık taranmıştır. Taramalar yaklaşık 20 saatte tamamlanabilmektedir.

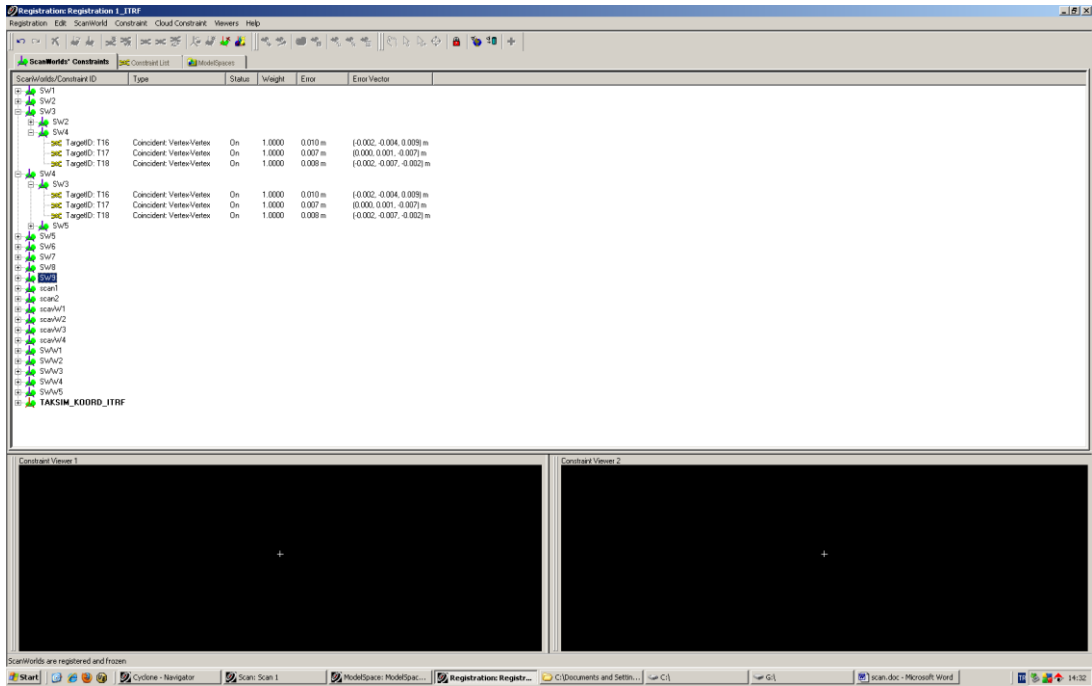
Tarama işleminin tamamlanmasından sonra büro çalışmalarına geçilmiştir. Öncelikle model içinde gerekli olmayan ve dosya büyüklüğüne sebep olan taramalar temizlenmiştir (Şekil 4.32).



Şekil 4.32 Taramadan elde edilen nokta bulutu verisi (sol), gereksiz taramalar silindikten sonraki nokta bulutu verisi (sağ)

Ardından tüm oturumlardan elde edilen nokta bulutu verisi lokal koordinat sisteminde birleştirilmiştir. Bu işlem; her oturumda, diğer oturumdan en az bir tanesi ile ortak olarak taranan hedefler yardımı ile gerçekleştirilmiştir.

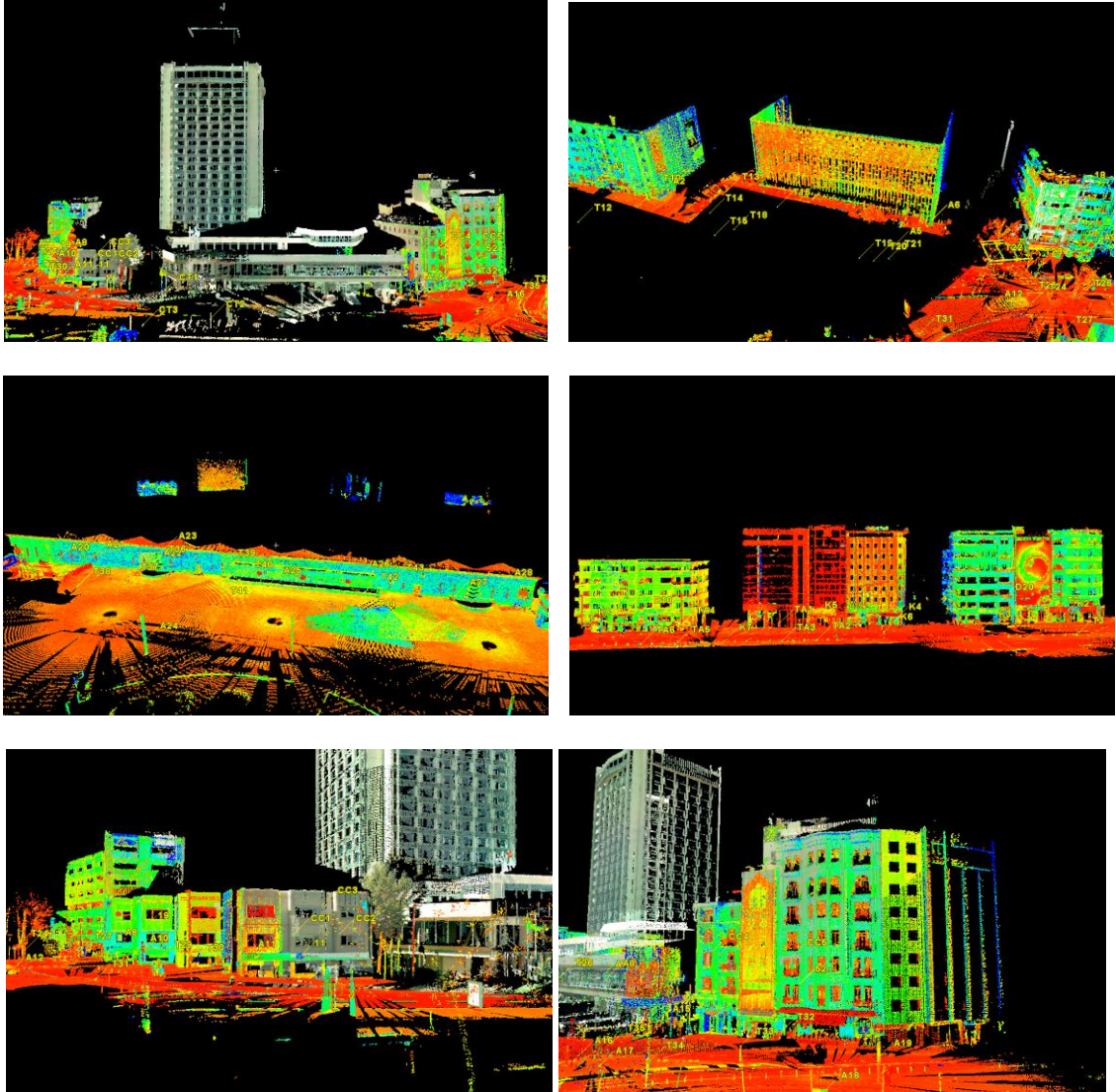
Şekil 4.33 iki ayrı oturumdan elde edilen nokta bulutunun birleştirilmesinin mm. hassasiyetindeki sapmalarını göstermektedir.



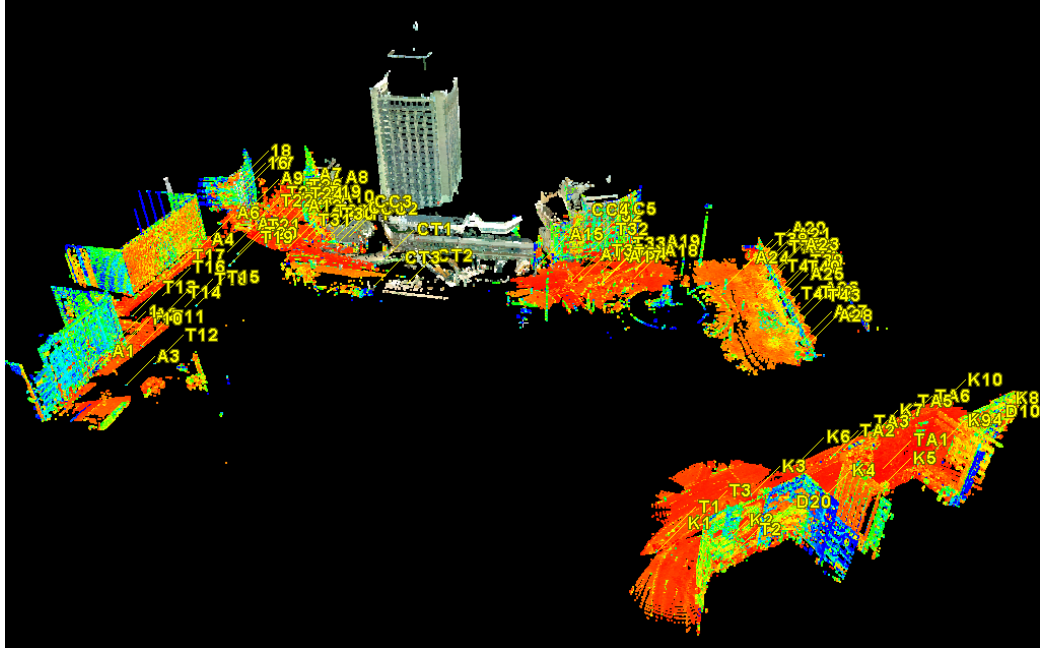
Şekil 4.33 İki ayrı oturumdan elde edilen nokta bulutunun birleştirilmesindeki sapmalar

Arazi çalışmalarının ardından gereksiz taramaların temizlenmesi, nokta bulutlarının birleştirilmesi (registration) ve koordinatlandırılması şeklinde özetlenebilecek büro çalışması yaklaşık 10 saat sürmüştür.

Taksim Cumhuriyet Meydanı'na ait AKM, Kümbet, Tarlabası, Marmara Cephelerinin tamamı taranmıştır. Cephelele ilişkin tarama görüntüleri Şekil 4.34'de, meydanın tamamına ait nokta bulutu verisi ise Şekil 4.35'da gösterilmektedir.



Şekil 4.34 Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın cephelerine ait nokta bulutu verisi



Şekil 4.35 Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın nokta bulutu verisi

Modelin ülke koordinat sisteminde koordinatlandırılabilmesi için Javad marka Triumph-1 serisi Cors-TR uyumlu ile 6 adet poligon noktası tesis edilmiştir. Tesis edilen bu poligon noktaları ile Topcon GPT7000-3i marka total station kullanılarak 40 hedef noktası ölçülmüştür. Çizelge 4.11 tesis edilen poligon noktalarının koordinatlarını göstermektedir. EK-H'da yersel lazer tarayıcı verisinin jeo-referanslandırılmasında kullanılan 40 adet noktanın koordinatları verilmektedir.

Çizelge 4.11 Yersel lazer tarama verisini koordinatlandırmak için tesis edilen poligon koordinatları

Nokta	X (m.)	Y (m.)	Z (m.)
P4	4545254.470	414596.466	77.226
P5	4545296.150	414681.398	78.884
P6	4545184.420	414849.890	83.159
P7	4545155.870	414832.184	82.992
P8	4545150.540	414689.520	79.754
P9	4545160.880	414620.684	79.738

4.6.3 Üç Boyutlu Modellemede Kullanılan Yersel Fotogrametri ile Yersel Lazer Tarama Tekniklerinin Karşılaştırılması

Yapılan modelleme çalışmaları sonucu elde edilen fotogrametrik ve lazer tarama verilerinin karşılaştırılması için geometrik ve bölgesel modellenecek binaların özelliklerine bağlı olarak doğruluk, üç boyutlu sunum detayları, ekonomi temel karşılaştırma ilkeleri olarak belirlenmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda üç boyutlu modelleme yöntemlerin avantaj ve dezavantajları üç ana parametre altında sıralanabilir:

- 1) Doğruluk (Nokta Konum Doğruluğu Karşılaştırması)
- 2) Modele grafiksel uygunluk (Bina Yüzey Cinsi ve Fotografik Destek)
- 3) Ekonomi (Maliyet –Zaman)

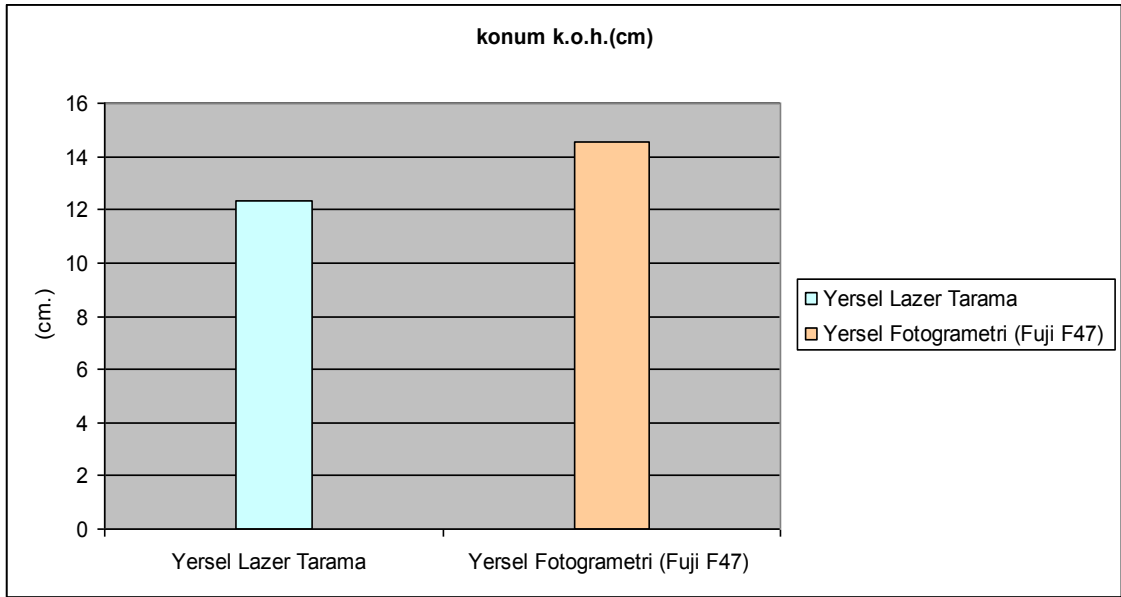
Belirlenen bu temel başlıklar üç boyutlu modelleme çalışmalarında kullanılan yersel yöntemlerin birbirleri ile kıyaslanması (karşılaştırma ya da değerlendirme) için kullanılabilirler. Böylece; çalışılacak bölgenin büyüklüğüne, istenen doğruluğa, eldeki donanım ve imkanlara, binaların yüzey karakteristiklerine bağlı olarak çalışma öncesinde en uygun yöntemi seçmek mümkün olacaktır.

4.6.3.1 Nokta Konum Doğruluğu Karşılaştırması

Çalışma sonucunda elde edilecek üç boyutlu meydan modelinin nokta konum doğruluğunun belirlenebilmesi için temel altlık olarak jeodezik ölçme işlemi ile ölçülen detay noktaları referans alınmıştır. Bu referansa göre 360 dereceye dağılmış geçirgenliği olmayan 70 nokta ile yapılan konum doğruluğu (4.6) ve (4.7) eşitlikleri ile hesaplanmış, analizi Çizelge 5.12’de belirtilmiş ve Şekil 4.36’da grafik olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.12 Üç boyutlu modelleme yöntemlerinin konumsal analizi (yansıtıcı yüzeyler)

Yöntem	Konum k.o.h.(cm.)
YLT	12.3
Yersel Fotogrametri	14.5

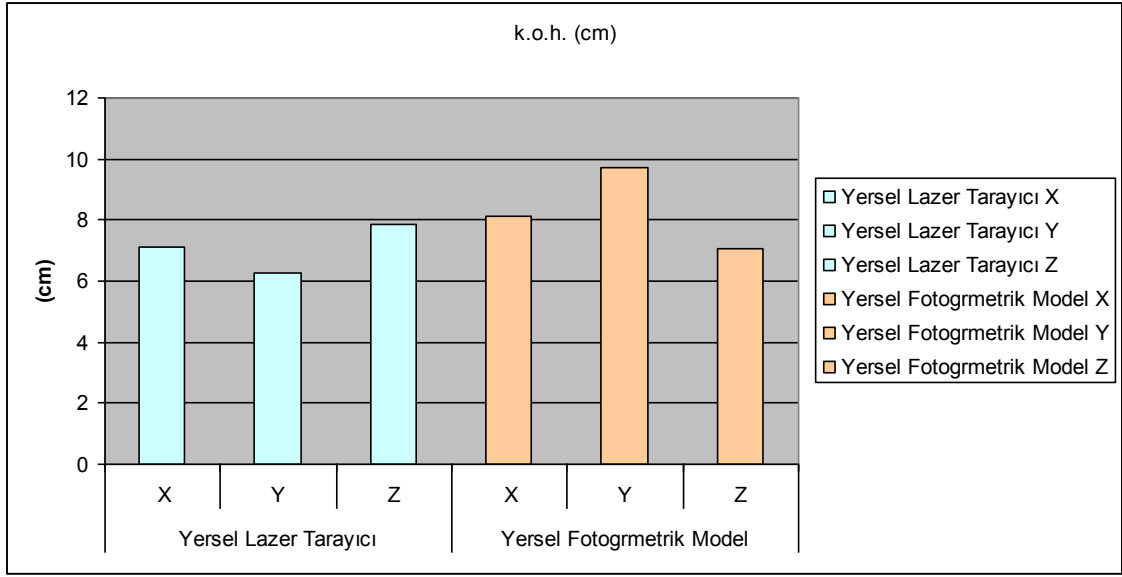


Şekil 4.36 Üç boyutlu model etme yöntemlerinin konumsal analiz grafiği (yansıtıcı yüzeyler)

Bununla birlikte bu üç modelleme (ölçme) yönteminin sonuç konum doğruluklarının hesaplandığı 360 dereceye dağılmış 70 nokta için ölçme eksenlerindeki konumsal doğrulukları da analiz edilmiş ve Çizelge 4.13’de verilmiştir, Tablonun grafiksel gösterimi Şekil 4.37’de verilmektedir.

Çizelge 4.13 Üç boyutlu model elde etme yöntemlerinin eksenlerindeki konumsal analiz (yansıtıcı yüzeyler)

Yöntem	YLT Model			Yersel Fotogrametrik Model		
Eksenler	X(cm)	Y(cm)	Z(cm)	X(cm)	Y(cm)	Z(cm)
k.o.h.(c m.)	7.1	6.3	7.9	8.1	9.7	7.0



Şekil 4.37 Üç boyutlu model elde etme yöntemlerinin eksenlerindeki konumsal analiz grafiği (yansıtıcı yüzeyler)

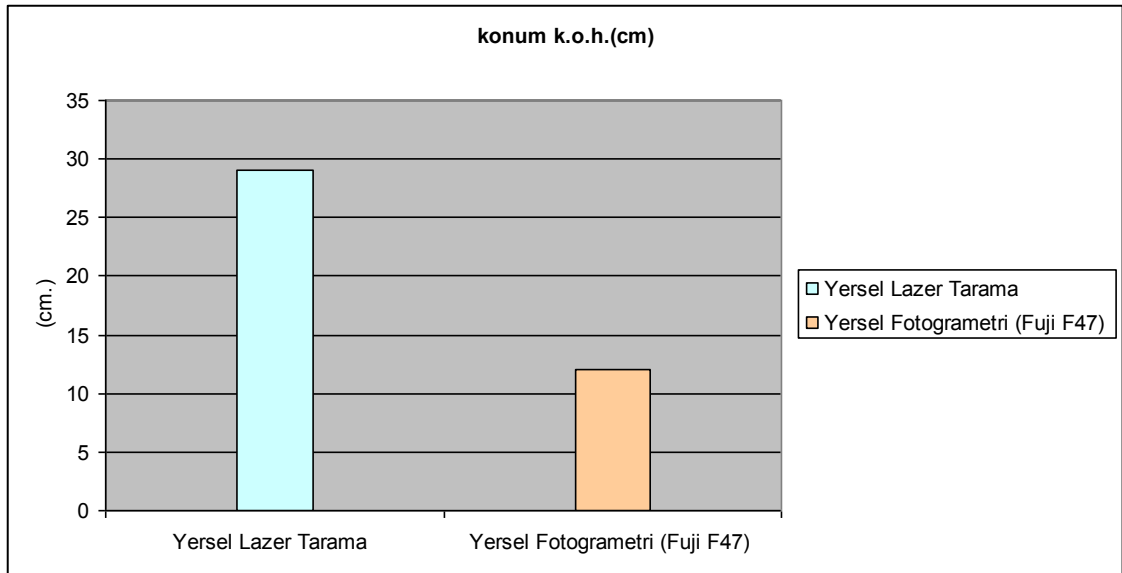
Yersel lazer tarayıcı ile elde edilen model koordinatları ve yersel fotogrametrik model koordinatlarını –yansıtıcı yüzeyler için- karşılaştıran tablo, EK-I olarak verilmiştir.

Şekil 4.37 incelendiğinde yöntemlerin aynı eksenlere ait k.o.h.larının farklı olduğu görülmektedir. Z eksenini yersel üç boyutlu modellemede zeminden yüksekliği temsil etmektedir. Buna bağlı olarak YLT yönteminde en fazla hata bu ekseninde olmaktadır. YLT sisteminde bina yükseklikleri arttıkça lazerdeki tarama hareketinin mekaniği ve saçılma nedeni ile bina yükseklik sınırlarındaki keskinlik yok olmaktadır. Buna karşın yersel fotogrametri yönteminde bina yükseklikleri çok daha keskin belirlenmektedir. X eksenini yersel üç boyutlu modellemede yukarı değeri temsil etmektedir. Her iki yöntemde yaklaşık birbirlerine yakın hassasiyetlerde konum doğruluğunu bu eksen üzerinde yakalamaktadırlar. Y eksenini yersel fotogrametrik üç boyutlu modellemede derinliği ifade etmektedir. Derinlik ekseninde en az hassas yöntem yersel fotogrametri olmaktadır. Kontrol noktalarının dağılımı ve derinlik çeşitliliğinin durumuna göre stereo modelde yersel olarak belli bir örtü oranında her derinlik mesafesinin doğru olarak ölçülebilmesi Baz/Mesafe oranının doğal bir sonucudur. Bu ekseninde tarama sıklığı ile mesafe kontrolünde yapabilen YLT ölçme yöntemi daha doğruluklu sonuç vermektedir.

Geçirgen özelliklere sahip 19 adet detay noktası ile yapılan konum doğruluğu yine (4.6) ve (4.7) eşitlikleri ile hesaplanmış, analizi Çizelge 4.14’de belirtilmiş ve Şekil 4.38’de grafik olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.14 Üç boyutlu model elde etme yöntemlerinin eksenlerindeki konumsal analiz (ışık geçirgen yüzeyler)

Yöntem	Konum k.o.h.(cm.)
YLT	29.1
Yersel Fotogrametri	11.9

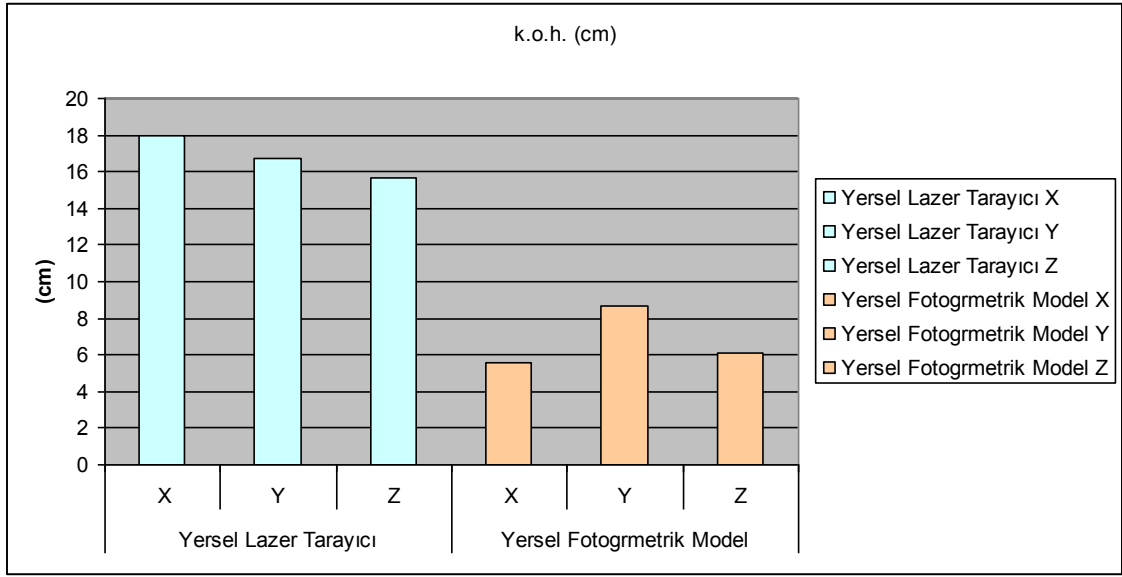


Şekil 4.38 Üç boyutlu model etme yöntemlerinin konumsal analiz grafiği (ışık geçirgen yüzeyler)

Ölçme eksenlerindeki konumsal doğrulukları da analiz edilmiş ve Çizelge 4.15’de verilmiştir, tablonun grafiksel gösterimi Şekil 4.39’de verilmektedir.

Çizelge 4.15 Üç boyutlu model elde etme yöntemlerinin eksenlerindeki konumsal analiz (ışık geçirgen yüzeyler)

Yöntem	YLT Model			Yersel Fotogrametrik Model		
Eksenler	X(cm)	Y(cm)	Z(cm)	X(cm)	Y(cm)	Z(cm)
k.o.h. (cm.)	18.0	16.7	15.6	5.5	8.7	6.1



Şekil 4.39 Üç boyutlu model elde etme yöntemlerinin eksenlerindeki konumsal analiz grafiği (ışık geçirgen yüzeyler)

Yüzeylerdeki geçirgenlik özelliği arttıkça özellikle cam cephe giydirilmiş binalarda yersel lazer tarayıcı ile yapılan ölçmeler oldukça düşük doğruluk ortaya koymaktadır. Buna karşın böyle binalarda yersel fotogrametri hem doğruluk hem de bina detaylarının CAD ortamında keskin bir şekilde çizilebilmesine olanak vermesi açısından oldukça büyük bir üstünlük sağlamaktadır.

Yersel lazer tarayıcı ile elde edilen model koordinatları ve yersel fotogrametrik model koordinatlarını –ışık geçirgen yüzeyler için- karşılaştıran çizelge, EK-İ olarak verilmiştir.

4.6.3.2 Modele Grafikselle Uygunluk Avantaj ve Dezavantajları

Yapılan üç boyutlu meydan modelleme çalışması için kullanılan yöntemler bina cephelerinin grafikselle detaylarının belirlenmesi ve çizime aktarılabilmesi için gerekli olan raster ve vektörel verilerin elde edilmesindeki ihtiyaçların karşılanması ile sağlanmaktadır. Gerekli raster ve vektör veriler yapılacak üç boyutlu model çizimi için yeterlilik bakımından karşılaştırıldığında Çizelge 4.16'deki sonuçlar bulunmuştur.

Çizelge 4.16 Grafiksel Uygunluk Avantajları

Yöntem	Bina Yüzey Cinsine Uygunluk	Raster Destek
Yersel Fotogrametrik	Cam+Yansıtıcı	Var
YLT	Yansıtıcı	Yok

Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın yersel lazer tarayıcı kullanılarak üç boyutlu modelinin elde edilmesi sırasında donanımsal özellik olarak lazer ışınları cam yüzeylerden yansımamaktadır. Bu üç boyutlu meydan modelinin elde edilmesinde vektörel bir veri kaybına dolayısı ile geometrik olarak veri eksikliğine sebep olmaktadır. Bu veri eksikliği ancak görüntü desteği sağlayabilen yersel lazer tarayıcılar yardımı ile üç boyutlu model oluşturma çalışmasında giderilebilmektedir. Bu sebeple üç boyutlu modeli çıkartılacak olan bir bölgeye ait raster ve vektör veri elde edilmesinde bina yüzeylerinin yansıtıcı yüzey ve yansıtıcı olmayan yüzey olarak sınıflandırılması gerekmektedir. Yapılan arazi çalışmasında yersel lazer tarama yöntemi için modellenen obje yüzeylerine ait bu sınıflandırma alansal olarak 15 bina için yapılmış ve Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.17 Taksim Cumhuriyet Meydanı örneğinde YLT yöntemi için obje yüzeylerinin sınıflandırılması

	Binalar	Toplam Yüzey (m ²)	CAM Yüzey (m ²)	Yansıtıcı Yüzey (m ²)	Veri Kaybı (%)
MARMARA CEPHESİ	Bina 1	186	55	131	29
	Bina 2	179	54	125	31
	Bina 3	175	10	165	6
	Bina 4	485	140	345	29
	Bina 5	154	47	107	31
KÜMBET CEPHESİ	Kümbet	396	0	396	0
AKM CEPHESİ	AKM	1400	700	700	50

	Bina 1	220	50	170	23
	Bina 2	184	87	97	47
TARLABAŞI CEPHESİ	Bina 1	312	120	192	38
	Bina 2	312	90	222	29
	Bina 3	230	200	30	87
	Bina 4	412	279	133	67
	Bina 5	240	107	133	45
	Bina 6	252	107	1445	43

Yersel fotogrametrik yöntem ise hem raster hem vektör veri bütünlüğünü ve uyumunu içinde en iyi kaynaştıran çalışma yöntemidir. Yöneltilen modellerden cephelere ait yüzey ortofotolarının üretilip modele entegrasyonu kolaylıkla yapılabilmektedir. Aynı zamanda üç boyutlu model üzerinden fotoğrafik iki boyutlu (2B Röleve) çizim yapılmasını sağlamaktadır. Bütün çalışma ortamı meydan modellemesi olarak düşünüldüğünde üç yöntem için karşılaştırma Çizelge 4.17’de verilmiştir. Tablodan da görüleceği üzere görsel zenginlik, modele grafiksel uygunluk bakımından fotogrametri daha avantajlı olmaktadır.

4.6.3.3 Ekonomi Avantajları ve Dezavantajları

Çalışmanın geneli düşünüldüğünde maliyeti etkileyen birçok faktör bulunabilir. Bu uygulama çalışması için kullanılan iki modelleme yönteminde birbirinden bağımsız en önemli maliyet unsurları kullanılan donanımın satın alma maliyeti ve zamandır. Bu iki faktör aslında birbirlerinden tamamen ayrı düşünülebilmesine rağmen diğer tüm maliyeti değiştiren faktörlerin (çalışan insan sayısı ve ücreti, donanım kirası vb.) hepsini belirleyen iki temel etkindir. Modellemede kullanılan en fazla kira bedeli –doğrusal bir yaklaşımla- satın alma bedeli en pahalı donanım için verilebilir. Donanım satış bedelleri göz önüne alındığında YLT donanımı gerçekten yüksek bir maliyet gerektirmektedir. Dolayısı ile bu donanımın kira (kullanım) bedeli de fotogrametri donanımlarından yüksek olmaktadır. Yersel fotogrametrik yöntemde kamera donanımı haricinde

mutlaka kontrol noktaları için bir jeodezik ölçü çalışması altlık olarak gerekmektedir. Benzer şekilde lazer tarayıcı verisini jeo-referanslandırmak için de jeodezik çalışma gereklidir. Bu çalışmalar için kullanılabilecek reflektörsüz total station satın alma bedeli yaklaşık 20.000 TL.dir. Fotogrametrik resim çekiminde kullanılan digital fotoğraf makinesinin satın alma bedeli yaklaşık 400TL., kullanılan yazılım ise 18.000TL.dir. Lazer tarayıcının satın alma bedeli ise yaklaşık 200.000TL. dir. Fotogrametri yönteminde harcanan zamanın çoğu büroda geçmekte iken, lazer tarayıcı yöntemi arazide emek yoğun bir çalışma gerektirir. Ayrıca lazer tarama yönteminde arazi çalışmasının ardından yürütülen büro çalışmalarında, yoğun nokta bulutu verisinden gereksiz taramaların temizlenmesi gerekmektedir. Çalışmadaki insan sayısı arttıkça işin tamamlanma süresi azalsa bile mühendislik birim ücretleri göz önüne alınırsa maliyetin daha da artacağı düşünülmüştür.

Çalışma bölgesi için fotogrametri yöntemi lazer tarama yöntemine göre çok daha az maliyetli bir yöntemdir. Lazer tarama yöntemi fotoğraf çekiminde zorluk yaşanan bina yoğunluğunun olduğu alanlarda ve büyük ölçekli çalışmalarda maliyet açısından ekonomik olabilecek bir yöntem olarak ortaya çıkmaktadır.

4.7 Üç Boyutlu CAD Modelde Raster ve Vektör Verilerin Entegrasyonu

Üç boyutlu Taksim Cumhuriyet Meydanı Modelinin veri entegrasyonu ve optimizasyonu sırasında;

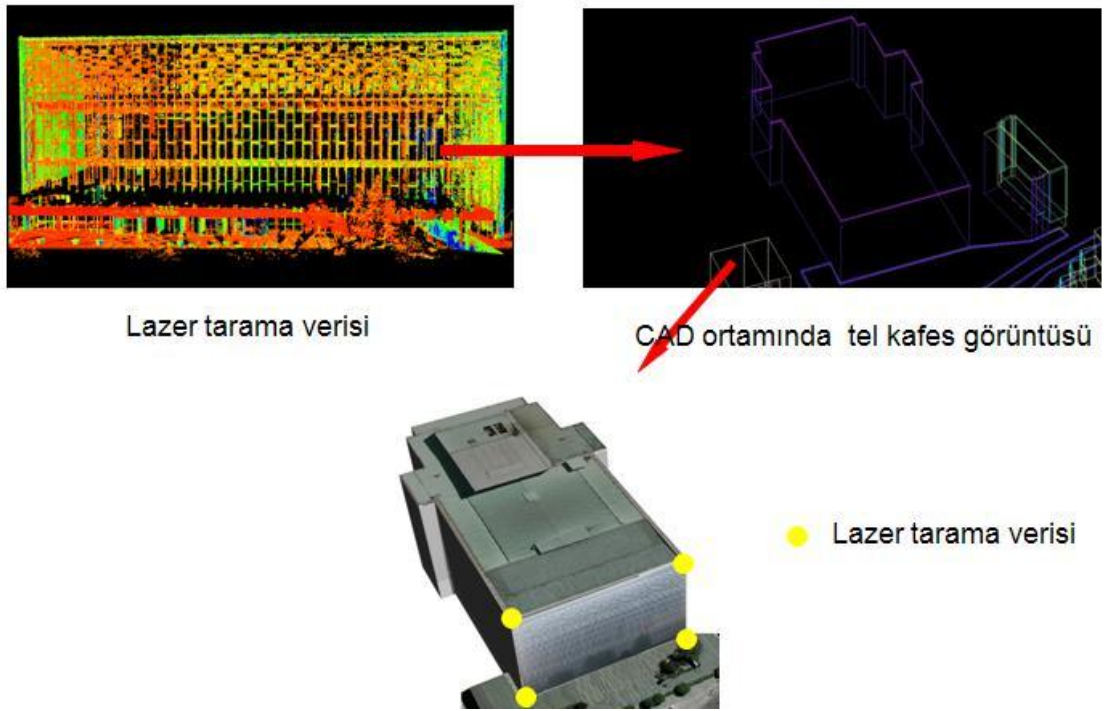
Meydanın otofoto görüntüsü, meydanda bulunan yapıların düşeye çevrilmiş resimleri, yersel lazer tarama verisi, stereo modellerle yapılan değerlendirme sonucu elde edilen koordinat değerleri, 1/1000 ölçekli halihazır haritalardan oluşan tüm vektör ve raster formatındaki veriler ITRF koordinat sistemindedir.

4.7.1 Katı Modelin Elde Edilmesi

Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın üç boyutlu katı modelini 3 DMax yazılımında oluşturmadan önce bu işleme altlık olarak, meydanın AutoCAD'te binaları, kaldırımları ve yolları içeren tel kafes modeli oluşturulmuştur. Bu işlem için tezin hipotezine göre meydandaki binalar, kaldırım ve yollar için en uygun olan veriler seçilmiştir.

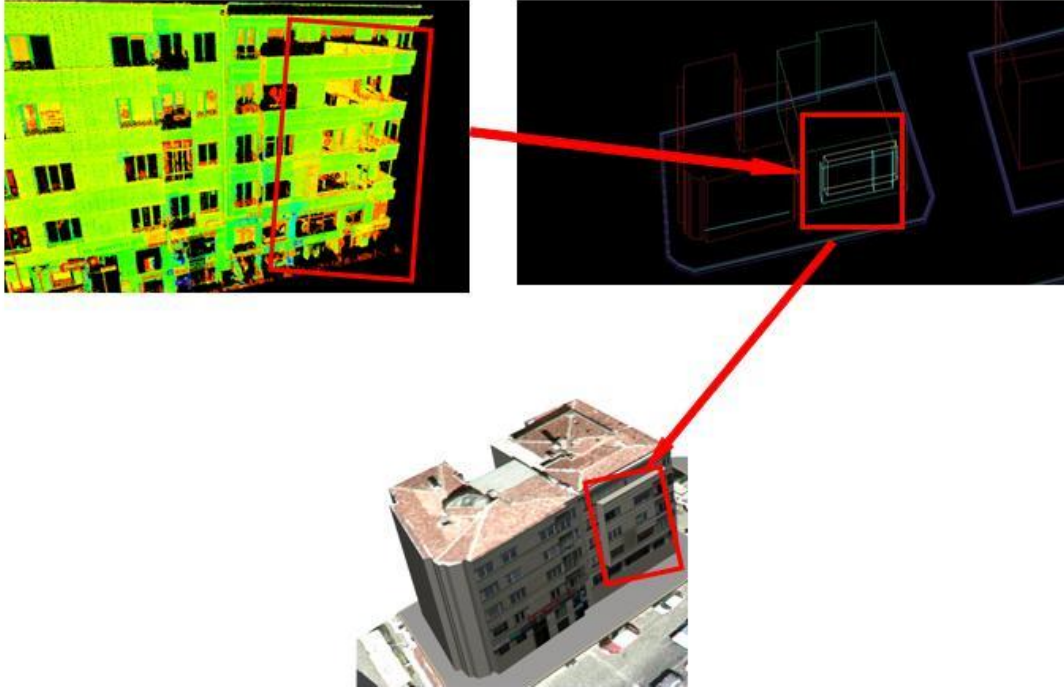
4.7.1.1 Üç Boyutlu Binalar

Taksim Cumhuriyet Meydanı'nda yapılan uygulamalar sonucu elde edilen ve bir önceki bölümde Çizelge 4.12'de gösterilen değerlere göre lazer tarayıcı verisinin k.o.h.sı fotogrametrik modelden elde edilen k.o.h'dan düşük olduğu için; meydana bulunan geçirgenliği yüksek binalar hariç, diğer binaların ön cephelerinin taban oturumları ve tavan koordinatları (çatı tabanları) yersel lazer tarama verisinden modele aktarılmıştır. Diğer cepheler için ise 1/1000'lik haritalar kullanılmıştır. Şekil 4.40'de Atatürk Kültür Merkezi binasının köşe noktalarının modele aktarımı göstermektedir.

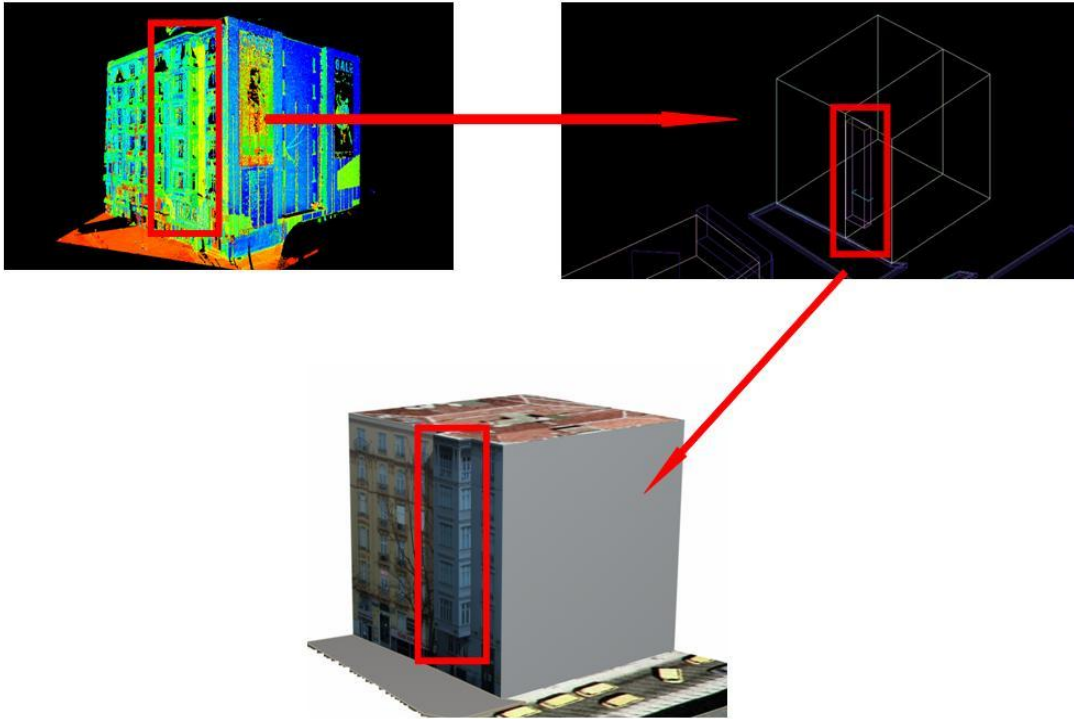


Şekil 4.40 Atatürk Kültür Merkezi bina köşe noktalarının vektör verilerinin oluşturulması ve modele aktarımı

Geçirgenliği düşük metaryallere kaplı cephelere sahip binaların (betonarme, taş vs) balkon ve cumba çıktılarının üç boyutlu koordinatları da Şekil 4.41 ve Şekil 4.42'de gösterildiği gibi lazer tarama verisinden AutoCAD ortamına aktarılmıştır.



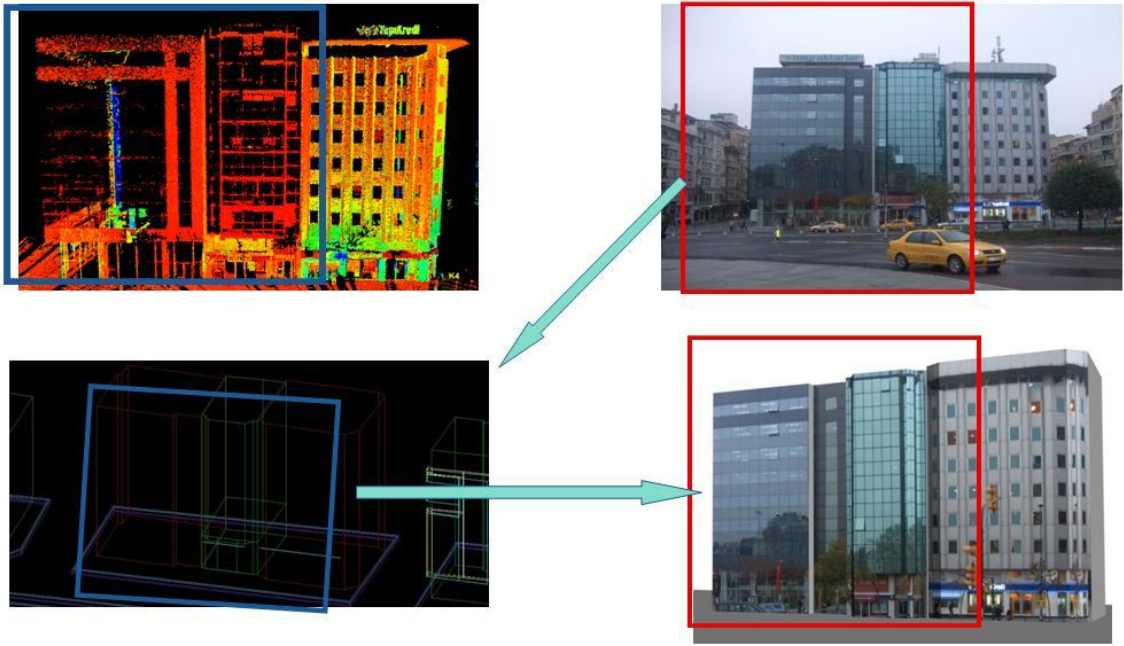
Şekil 4.41 Balkon çıktılarının vektör verilerinin oluşturulması



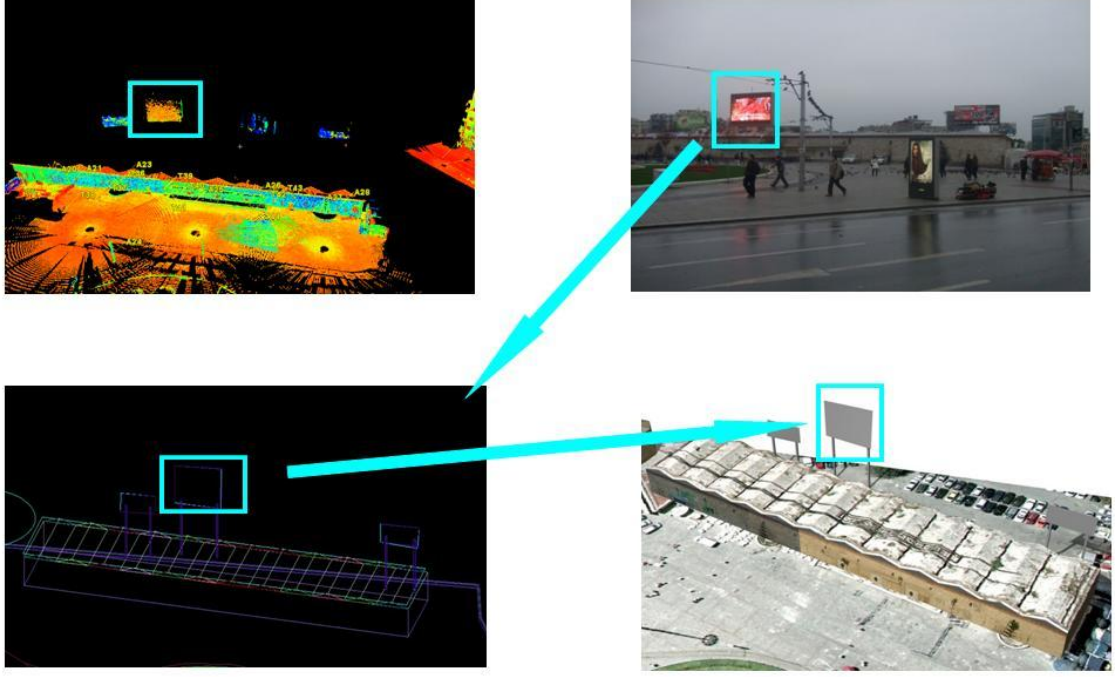
Şekil 4.42 Cumbaların vektör verilerinin oluşturulması

Meydanda bulunan ve şekil 4.43'te gösterilen cam giydirme yüzeye sahip binalarda ışık geçirgenliği yüzünden ve şekil 4.44'te gösterilen siyah plastik malzemeden imal edilen ışıklı reklam panosu ile yanındaki metal malzemeden imal edilmiş iki adet reklam

panolarının obje yüzeylerini net olarak elde etmede yersel lazer tarama verisinin veri eksikliği söz konusudur. Çizelge 4.13'te görüldüğü gibi siyah plastik yüzeylerde ve ışık geçirgenliği olan cisimlerde nokta konum k.o.h. sı yüksek çıkmakta, yani doğruluk düşmektedir. Bu durumla ilgili literatürde çalışmalar mevcuttur [8, 63]. CAD model için, bu tarz binaları ve plastik malzemeden imal edilen reklam panolarını lazer tarama verisinden çizebilecek yeterli veri bulunmadığı için bu objelerin CAD modelde vektör verilerini elde ederken fotogrametrik model değerlendirilmesinden gelen üç boyutlu koordinatları kullanılmıştır.



Şekil 4.43 Cam giydirme cephe binalarda vektör verinin oluşturulması



Şekil 4.44 Plastik malzemeden imal edilmiş objelerin vektör verinin oluşturulması

Taksim Meydanı'nda yapılan uygulama sonucunda geçirgenliği fazla olan yüzeye sahip bina sınırlarını ve binanın görsel özelliğini belirleyen detayları (pencere, pervaz vs.) vektörel olarak lazer verisinden oluşturmak mümkün olamamaktadır. CAD ortamında çizimde böyle durumlarda ancak tahmini vektörel çizimler yapılabilmektedir.

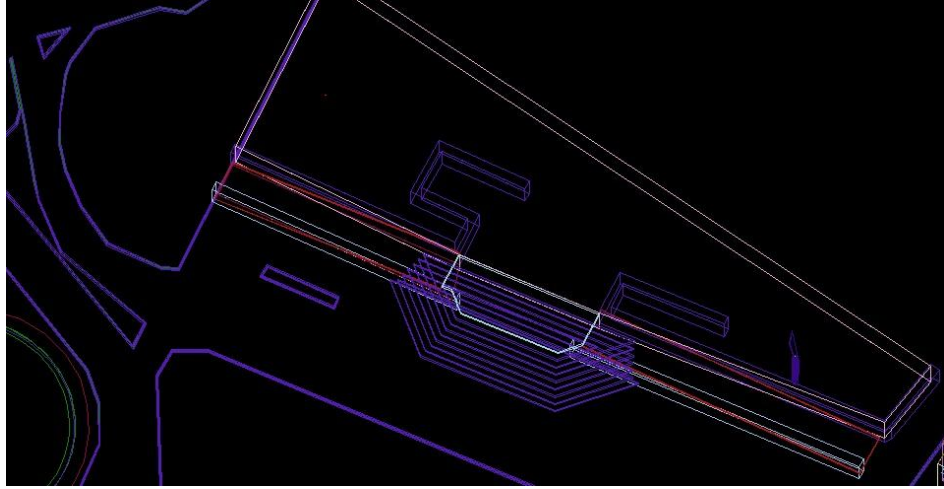
4.7.1.2 Hava Fotogrametrisi ve 1/1000 lik Sayısal Haritalar

Hava Fotogrametrisi ile üretilen 4 adet 1/1000'lik halihazır harita üç boyutlu model için konumsal altlık olarak kullanılmıştır. F21C25B1C, F21C25B4B, F21C25B3A, F21C25B2D çalışmada kullanılan paftalardır. Söz konusu paftalar; Eylül 2006 tarihinde çekilen renkli hava fotoğraflarından İstanbul Büyükşehir Belediyesi için özel firmalar tarafından TUTGA'ya bağlı 2005.0 epoğunda, GRS80 elipsoidi ve Transversal Merkator izdüşümünde üretilmişlerdir.

- **Kaldırım, yol ve merdivenler**

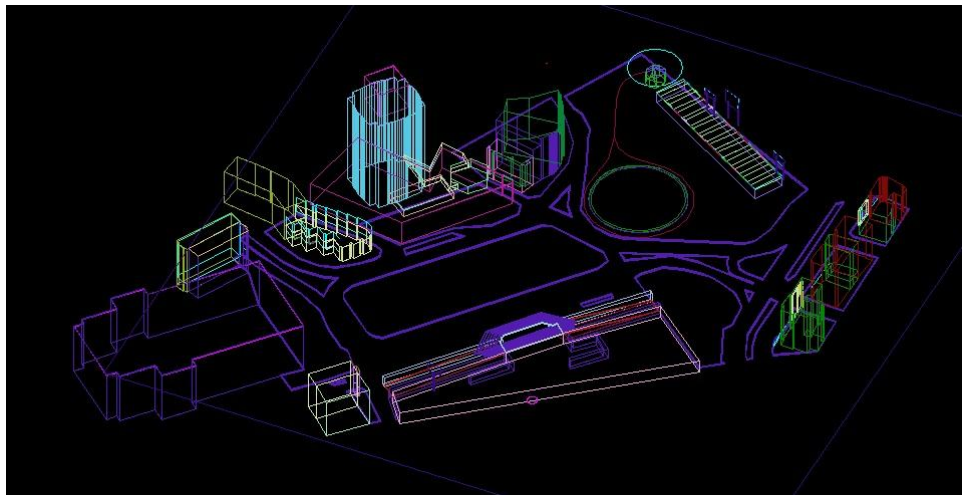
Meydana cephesi bulunan 18 adet binanın karakteristik noktaları vektörel olarak modele aktarıldıktan sonra kaldırımların ve yolların karakteristik noktaları 1/1000 ölçekli haritalardan AutoCAD modele aktarılmıştır. Şekil 4.45'te gösterildiği gibi Taksim

Gezi Parkı'nın bir bölümü ve parkın merdivenleri de yine 1/1000 ölçekli sayısal haritalar kullanılarak AutoCAD ortamında modellenmiştir.



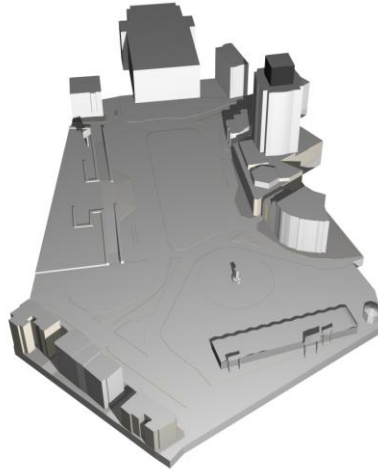
Şekil 4.45 Taksim Gezi Parkı merdivenlerinin 1/1000 ölçekli sayısal haritalar yardımıyla oluşturulan üç boyutlu görüntüsü

Lazer tarama verisi, yakın resim fotogrametrisi ve 1/1000 ölçekli sayısal haritaların 3 boyutlu modelleme için hata analizi karşılaştırmaları yapıldıktan sonra en uygun, en doğru, en ekonomik olanların koordinatları AutoCAD2008 yazılımına teker teker girilmiş, bina ve yollar ayrı katmanlarda olmak üzere gerekli çizimler AutoCAD2008 ortamında yapılmıştır. Böylece modelin vektör verileri elde edilmiştir. Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın üç boyutlu tel kafes görüntüsü Şekil 4.46'de verilmektedir.



Şekil 4.46 Veri bütünleştirilmesi ile elde edilen Taksim Cumhuriyet Meydanı tel kafes görüntüsü

Bu dosya AutoCAD2008'den (.dwg) uzantısı ile import edilmiştir. 3DSMax programına export edilen dosya ile Şekil 4.47'deki üç boyutlu katı model oluşturulmuştur.



Şekil 4.47 Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın üç boyutlu katı modeli

4.7.2 Doku Kaplama Kullanılan Fotoğraflar

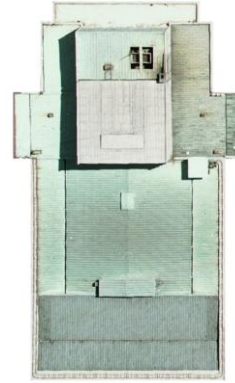
Üç boyutlu katı modelin elde edilmesinden sonraki aşama ortofotoların ve düşeye çevrilmiş bina resimlerinin katı modele kaplanmasıdır. Üç boyutlu kent modellerinin kullanımında ölçü doğruluğu önemli olduğu gibi bunun yanında göze hitap etmesi de önemlidir. Çünkü üretilen ürün görsel bir üründür. Görselleştirme işlemlerinden geçen bir kent modeli çok daha gerçekçi olacak ve üzerinde çalışmak daha kolay ve keyifli olacaktır [31]. Bina dokularının fotogrametriden gelen resimlerle kaplanmasının sebebi resimlerinin yersel lazer taracıya göre doku bilgisini çok daha gerçekçi olarak vermeleridir [7, 9, 60]. Doku kaplamasında kullanılacak olan raster veriler iki ana grupta ele alınır. Bunlar; binaların ön yüzleri dışında üç boyutlu modelin diğer kısımlarını oluşturan bina çatıları, kaldırımlar, yollar ve diğer detaylar için ortofotolardan kesme ve ölçeklendirme çalışmaları ile o bölgede CAD yüzeyin üzerine yapıştırılan raster veri grubu ve yersel tekniklerle yerden alınan fotoğraflardan üretilen bina cephelerinin düşeye çevrilmiş raster verileridir.

4.7.2.1 Ortofotolar

Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın modellenmesinde modelin görsel olarak daha gerçekçi olması için hava fotoğraflarından üretilen ortofotolar ve bina ön yüzlerinin düşeye çevrilmiş fotoğrafları kullanılmıştır. Bunun için kullanılan ortofoto haritalar 2010 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi için bir özel firma tarafından üretilmiştir. Bu haritaların üretimi için UltraCam X,S/N UCX-SX-1-80511529 sayısal hava kamerası kullanılmıştır. Söz konusu multi spektral kameranın odak uzaklığı 100.5 mm. $x_0=0.0$ mm., $y_0=0.144$ mm. dir. Piksel boyutları 21.6 mikrondur. Görüntü formatı ise 103.896 mm.X 67.824 mm.(4810X3140 piksel) dir. Ortofotoların üretimi için %70 boyuna, %35 enine örtü oranı oluşturacak şekilde bir ölçme planlaması yapılmıştır. Söz konusu ortofotoların çözünürlüğü 30 cm. dir [39]. Modelin daha gerçekçi bir sunumu için kaldırımlar, yollar ve çatı görüntülerinin doku kaplama malzemesi olarak 1/5000 ölçekli sayısal ortofotolar kullanılmıştır. Şekil 4.48'de, 1/5000 ölçekli ortofotolardan kesilen meydandaki mevcut bazı binaların çatı fotoğrafları örnekleri, Şekil 4.49'da ise yine aynı ortofotolardan kesilen bazı kaldırım ve yollar gösterilmektedir. Bu resimlerin modele kaplanmasında bina ön görünümündeki resimlerin kaplanmasına benzer işlemler yapılmıştır.



The Marmara Oteli çatısı



AKM çatısı



Şekil 4. 48 Meydanda bulunan çeşitli binaların çatıları



Anıt



Metro girişı



Şekil 4.49 Meydandaki yol ve kaldırım alanları

4.7.2.2 Bina Cephelerinin Düşeye Çevrilmiş Fotoğrafları

Görsel zenginliği arttırılmış ve daha gerçekçi bir model elde edebilmek için katı modele kaplanacak binaların ön cephelerinin düşeye çevrilmiş resimleri PI3000 yazılımında elde edilmiştir. Bunun için Fuji F47 sayısal kamerası ile çok sayıda resim çekimi yapılmıştır. Söz konusu binaların düşeye çevirme işlemi için uygun olan resimler seçilip Topcon PI3000 yazılımında çift resim ile yöneltilmiş, elde edilen yöneltme parametrelerinden tek resimden düşeye çevirme işlemi yapılmıştır. PI3000 yazılımında düşeye çevirme işleminin ilk aşaması olarak yersel lazer tarayıcı ile elde edilen Taksim Cumhuriyet Meydanı'ndaki binaların nokta bulutu verileinden her bir bina için ayrı birer Cyclone 5.2 dosyası oluşturulmuştur. Oluşturulan her dosya için ayrı bir koordinat sistemi tanımlanmıştır. Bu koordinat sistemi ile her iki resimde görülen karakteristik noktalara ait (.csv) dosyaları oluşturulmuştur. Bu dosyalar ve uygun resim çiftleri ile meydandaki her bir bina için ayrı ayrı düşeye çevrilmiş resimler elde edilmiştir. Yapılan bu çalışma sonunda elde edilen düşeye çevrilmiş resimlerin çözünürlüğü 2-5 cm. arasında

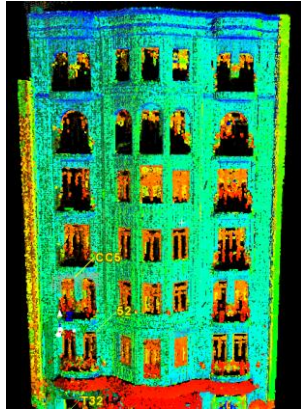
değişmektedir. Şekil 4.50’de Taksim Cumhuriyet Meydanı’ndaki bir binanın düşeye çevirme aşaması örnek olarak gösterilmektedir.



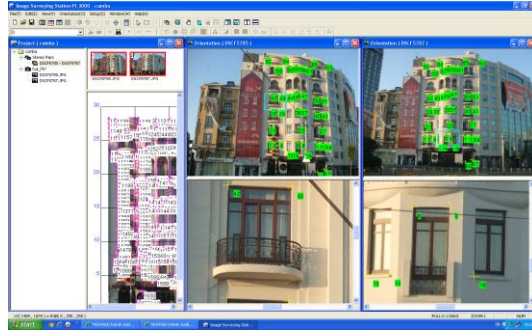
(a)



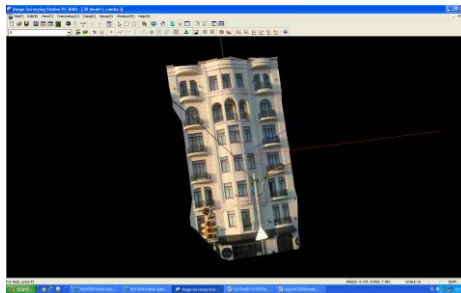
(b)



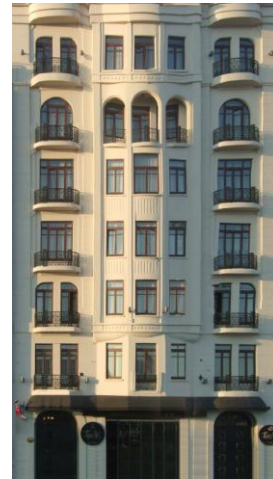
(c)



(d)



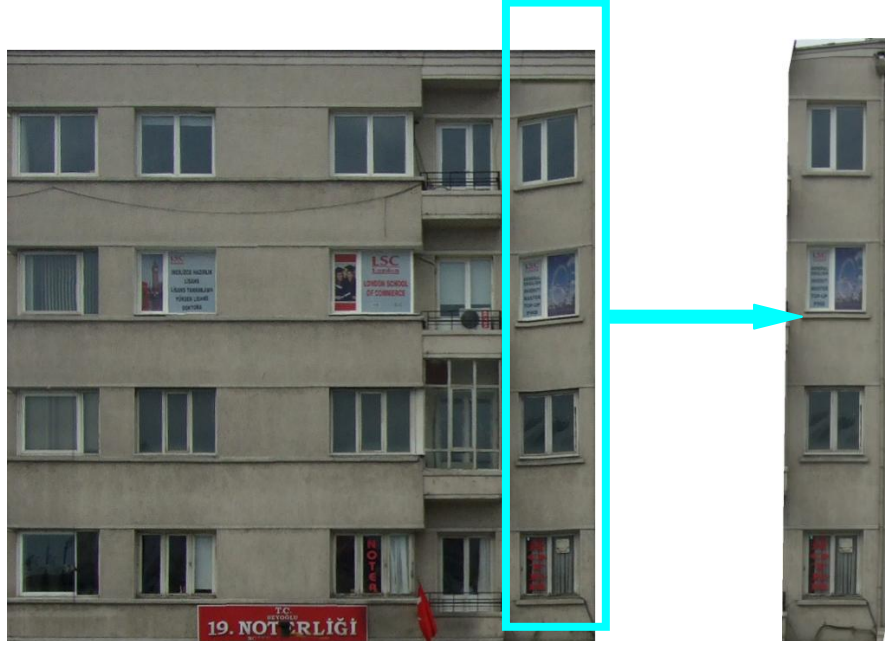
(e)



(f)

Şekil 4.50 PI3000 yazılımında bir binanın düşeye çevrilmiş resminin üretimi aşamaları (a), (b) yönlendirmede kullanılan resimler, (c) bina için tanımlanan koordinat sistemi, (d) PI3000 yönlendirme ekranı, (e) 3D model, (f) düşeye çevrilmiş resim

Cumba ve balkonların olduğu binalar için aynı binaya ait iki ve daha fazla düşeye çevrilmiş resim elde edilmiştir. Örneğin Şekil 4.51’de ilk fotoğrafın sağ tarafındaki görüntü sağlıklı olmadığı için sağ taraf için ayrı bir düşeye çevirme işlemi uygulanmıştır.



Şekil 4.51 Aynı binaya ait iki düşeye çevrilmiş resim

Her cephenin düşeye çevrilmiş görüntüleri Photoshop yazılımına aktarılıp, katı modelde kullanılacak hale getirilmiştir.

Ortofoto görüntüler ve düşeye çevrilmiş resimlerden oluşan iki grup raster veri fotografik kesme teknikleri yardımıyla her bir binanın gerçek ölçeklerine uygun olarak işlenerek o binanın doku kaplamasında kullanılacak birer raster veri grubu oluşturulmuştur. Resimlerin katı modele kaplanmasına geçmeden önce, bazı düşeye çevrilmiş bina resimlerinin önündeki istenmeyen görüntüler maskelenmiştir. (temizlenmiştir) Şekil 4.52’de The Marmara Oteline ait maskelenmiş ve maskelenmemiş iki ayrı fotoğraf göstermektedir. Ancak Şekil 4.53’te gösterilen bina önündeki ağaçlar ise şayet maskelenirse binanın orijinal dokusunu bozacağı düşüncesiyle maskelenmemiştir.



Şekil 4.52 Maskeleye öncesi ve sonrası The Marmara Oteli alt kısmı görüntüleri

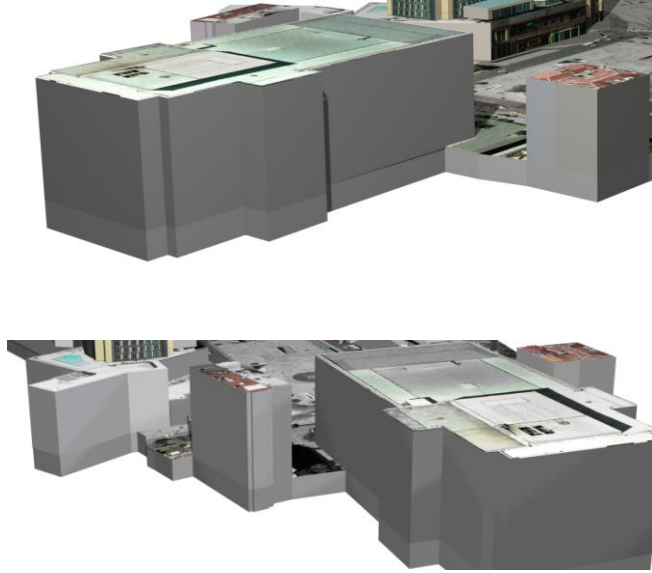


Şekil 4.53 Maskeleye uygulaması yapılmayan bina örneği

Photoshop yazılımında yapılan bu maskeleye işleminden sonra 3DSMax yazılımında yapılan modelin görselleştirilmesi için modele doku kaplamasına geçilmiştir. Modelin düşey cephelerinin kaplanmasında düşeye çevrilmiş (.jpeg formatındaki) bina resimleri kullanılmıştır.

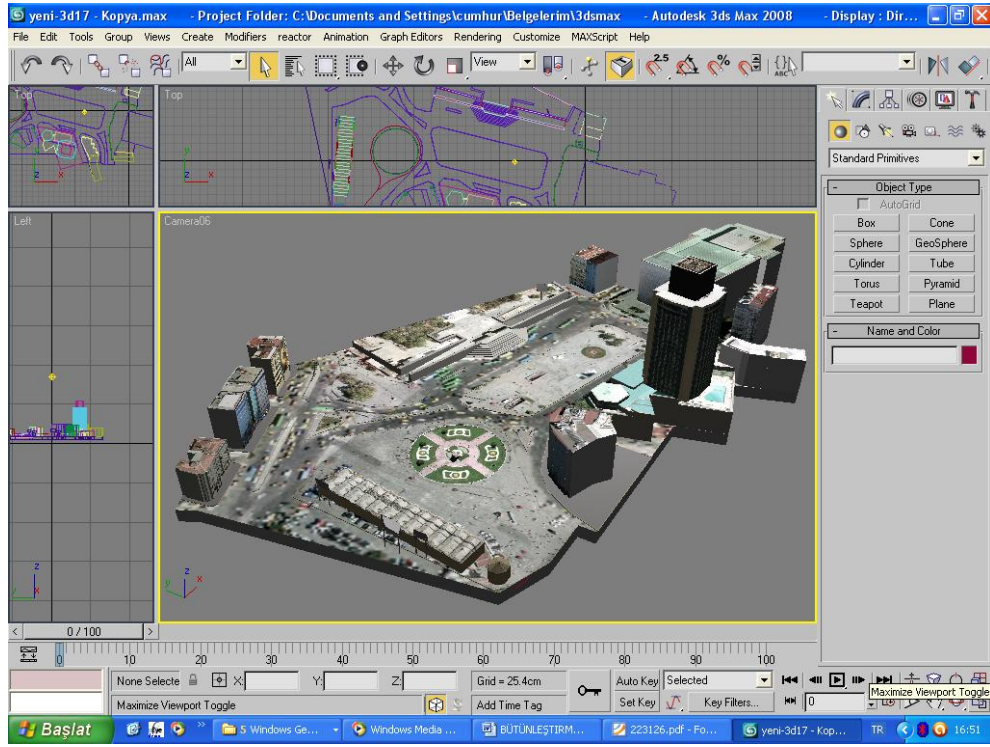
Düşeye çevrilmiş resimler uygun şekilde kesilerek (.jpg olarak) saklanır. Ardından önceden 3DSMax yazılımında elde edilmiş üç boyutlu model üzerinde ilişkili olduğu

yüzeye ölçeklendirilerek kaplanır. Bu işlem; “material editor” penceresi kullanılarak yapılmıştır. Kaplanmak istenen cephe seçilerek malzemesi atanmıştır. Tüm binaların ön cepheleri benzer şekilde düşeye çevrilmiş gerçek fotoğraflarla kaplanmıştır. Şekil 4.54’te gösterildiğı gibi binaların yan ve arka cephelerinde ise fotogrametri çalışması yapılmamış ve kaplamasız bırakılmıştır.



Şekil 4.54 Binaların fotogrametri çalışması yapılmamış yan ve arka cepheleri

Tüm bu işlemlerin ardından Şekil 4.55’te gösterilen 3DSMax yazılımında Taksim Cumhuriyet Meydanı’nın üç boyutlu modeli elde edilmiştir.



Şekil 4.55 Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın 3DSMax yazılımındaki görüntüsü

3DSmax ortamında Taksim Cumhuriyet Anıtı etrafındaki, Gezi Parkı'ndaki, AKM önündeki, Metro girişindeki ağaçlar yaklaşık gerçek yüksekliklerinde modele eklenmişlerdir.

Modelleme çalışmasının en son aşamasında 3DSMax ortamında görüntü alınmak istenen açılara toplam 28 kamera yerleştirilerek render işlemi yapılmış, yani oluşturulan sanal modelin fotoğrafı çekilmiştir.

Çalışma sonunda üç boyutlu animasyon (.avi formatında) tamamlanmıştır. Fotogrametri ve lazer tarama veririyle bütünleşik 3B Taksim Cumhuriyet Meydan Modeli EK-J de verilmektedir.

4.8 Uygulama Sonuçları

Taksim Cumhuriyet Meydanı'nda üç boyutlu modelleme için kullanılan görüntü elde etme, işleme yöntemlerinin karşılaştırılması ve bütünleştirilmesi ile İstanbul'un bu en önemli meydanının halihazırdaki güncel kaydı ve dökümantasyonu gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen model gerçek ölçeğinde (1/1 ölçekli) üç boyutlu haritalar

üzerine işlenmiş, gerçek fotogrametrik verilerin kullanıldığı yersel lazer tarayıcı destekli üç boyutlu meydan modelidir.

Farklı veri kaynaklarından üretilen verilerin doğruluk, görsellik kalitesi (üç boyutlu sunum detayları) ve ekonomi analizleri yönünden karşılaştırılması sonucu en uygun olan veriler ile elde edilmiş, Şekil 4.56’da gösterilen Taksim Cumhuriyet Meydanı’nın bütünlük üç boyutlu modeli kentsel plancıların mikro ölçekte planlama çalışmalarına önemli katkılar sağlayacaktır.



Şekil 4.56 Üç boyutlu Taksim Cumhuriyet Meydanı Modeli

Model, içerik ve güncellik bakımından kent plancılar tarafından son derece başarılı bulunmuştur. Özellikle meydanda sınırlayıcılık hissi veren ağaçların modele eklenmesi gerçekçiliği daha da arttırmıştır (Şekil 4.57).



Şekil 4.57 Sınırlayıcılık etkisi sağlayan ağaçlar eklenmiş model

Model; kalıcı meydan düzenlemesi için gerekli olan teknik bilgiyi bütünleşik veri seti ile sunmaktadır. Oluşturulan model üzerinden en ve boy kesitler alınabilir, alan hesabı yapılabilir. Modelden silüet (Şekil 4.58), kesit silüet (Şekil 4.59) gibi her türlü geometrik veriyi alabilmek mümkündür. Farklı perspektiflerden görünüşler alınabilir (Şekil 4.60). Söz konusu model ile kentsel yoğunluk hesaplanabilir.



Şekil 4.58 Taksim Cumhuriyet Meydanı'nın kuzey (üst) ve güney (alt) silüetleri



Şekil 4.59 The Marmara Otel kesit silüet





Şekil 4.60 Üç boyutlu modelden perspektif görüşler

Mikro ölçekte maket üzerinden insan gözüyle mekanı algılamak zordur. Model üzerinden mekana her açıdan bakmak mümkündür. Ayrıca çalışma sonunda elde edilen fotogrametri ve lazer tarama verileriyle bütünleşik üç boyutlu Taksim Cumhuriyet Meydan modeliyle kent plancılar için önemli olan meydandaki günün çeşitli saatlerindeki gölge durumu analiz edilebilmekte, ışık etkisi gözlenebilmektedir. Bu da üç boyutlu modelin makete üstünlüğüdür.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Taksim Cumhuriyet Meydanı örneğinde üç boyutlu bütünleşik kent modelinin üretilmesini amaçlayan bu tez çalışmasında, harita mühendisliği disiplini içerisindeki tüm ölçme teknikleri (havadan lazer tarama hariç) kullanılmıştır. Çalışmada üç boyutlu modelleme yöntemleri doğruluk, görsel zenginlik, maliyet açısından karşılaştırılmış, ileride yapılacak çalışmalara örnek olacak yöntemlerin seçiminde çalışılan bölgeye uygunluk bakımından tercih edilebilecek yöntem üstünlükleri ortaya konmuştur. Çalışma sonunda tez konusu; ön görülen hipotez çerçevesinde seçilen pilot uygulama alanında denenmiş ve uygulanabilirliği kanıtlanmıştır. Bu çalışma ileride imar yönetmeliklerinde (çalışma bölgesindeki) yapı özelliklerine bağlı olarak yersel modelleme yöntemlerinin seçilmesi ve üç boyutlu CBS uygulamaları için şehirlerin gerçek modellerinin bilgisayar ortamına üretilmesi aşamasında yöntem seçiminde kolaylık sağlayacaktır.

Tez çalışmasında vektörel veri elde ederken; temel koordinat sistemine altlık olarak 1/1000'lik sayısal haritalar verileri kullanılmıştır. Yapılan doğruluk analizleri neticesinde yansıtıcı yüzeylere sahip betonarme binalarda ve bina yüksekliklerinin belirlenmesinde yersel lazer tarayıcı verileri kullanılmıştır. Işık geçiren cam binalarda, plastik materyellerle üretilmiş ilan panolarında yersel fotogrametri tekniği tercih edilmiştir. Modelde bina çatıları, kaldırım, yol, merdivenlere doku olarak kaplanacak resimler ise 1/5000 ölçekli ortofotolarından alınmıştır. Meydanda bulunan yapıların ön cephelerine ait düşeye çevrilmiş resimleri için görüntüler Fuji FinepixF47 sayısal kamerasıyla alınmış ve PI3000 yazılımında düşeye çevrilmiştir. Bu işlem için Taksim Cumhuriyet Meydanı'nda bulunan binaların nokta bulutu verilerinden her bir bina için ayrı ayrı

Cyclone 5.2 dosyası oluşturulmuştur. Oluşturulan her bir dosya için ayrı ayrı koordinat sistemi tanımlanmıştır. Bu dosyalar ve uygun resim çiftleri ile meydana her bir bina için ayrı ayrı düzeye çevrilmiş resimler elde edilmiştir.

Yapılan uygulama ile belirlenen üç temel parametre için (doğruluk, grafiksel uygunluk, ekonomi) değerlendirilen yersel fotogrametrik modelleme ve yersel lazer tarayıcı ile modelleme yöntemleri için elde edilen veriler yardımı ile 1 ile 2 olarak puanlama yöntemi ile karşılaştırılma yapılmıştır. Bu puan sınıflandırmasında 1 iyi, 2 ise kötü olanı temsil etmektedir.

Genel durum olarak Taksim Cumhuriyet Meydanı'na cephesi olan binaların üç boyutlu modellenmesi çalışması için kullanılacak ölçme yöntemleri aşağıdaki genel puanlama Çizelge 5.1 ile verilmiştir.

Çizelge 5.1 Genel puanlama tablosu

Yöntem	Konum Doğruluğu	Grafiksel Uygunluk	Maliyet	Genel Sonuç
Yersel Fotogrametri	2	1	1	4
YLT	1	2	2	5

Çizelge 5.1'de görüldüğü üzere yapılan uygulama ölçeğinde toplam puanlama değerlerinde en çok toplam puanı alan yöntem en dezavantajlı yöntem olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma alanı büyüklük ve yapı yoğunluğu olarak çok yoğun bir bölge değildir. Bu sebeple uygulamanın yapıldığı bölgeye benzer şehir bölgelerinin modellenmesinde bu çalışma ile sunulan bilimsel katkının doğru ve ispatlanır olduğu söylenebilir.

Çalışma sonunda elde edilen model gerçek ölçeğinde (1/1 ölçekli) üç boyutlu haritalar üzerine işlenmiş, gerçek fotogrametrik verilerin kullanıldığı yersel lazer tarayıcı destekli üç boyutlu modeldir.

Mevcut hali hazır durumu gösteren modele kent plancılar, çeşitli tasarımlarını entegre edip, geliştirdikleri tasarımın meydana nasıl görüleceği simüle edebilirler. Tasarım hayata geçirilmeden önce nasıl sonuçlar alınacağını önceden görmek mümkün olabilecektir. Kent plancılar tasarımlarını daha kolay anlatabilecektir. Plancının hedef

kitlesi ise tasarımı çok daha kolay algılayıp, yorumlayarak katkıda bulunabilecektir. Böylelikle tasarlanan planın uygulamaya geçmeden önce varsa eksiklerinin giderilmesine ya da bazı değişikliklere olanak sağlanacaktır. Bunun sonucu olarak tasarımlarda başta fonksiyonellik ve estetik olmak üzere kazanımlar artacaktır.

Kent plancılar alana gitmeden önce bölge ile ilgili araştırma yaparlar. Bunu yaparken iki boyutlu haritalardan yararlanırlar. Üç boyutlu model; plancıları alana hazırlar, alana gitmeden önce mekanı birebir tanımlarına olanak verir. Fizik mekana ilişkin her türlü bilgiyi gerçekten alana çıkılmış gibi modelden alabilirler. Üç boyutlu bütünleşik model; alana çıkıldığındaki bakış açılarıyla meydana bakılmasını sağlar. Mekana çıkmadan önce üç boyutlu olarak mekanı görmek ve arkasından modellenen mekana gitmek plancıya büyük bir avantaj sağlar. Üç boyutlu modellerle kentsel plancılar mekana girmeden; mekanı doğru olarak algılayıp, mekan hakkında fikir sahibi olurlar, doğru yorumlar yaparlar. Bu şekilde plancının mekanı algılama süreci azalacağı için üç boyutlu bütünleşik model plancıya tasarım sürecinde zaman kazandıracaktır. Çalışmanın pilot uygulaması olan ve veri bütünleştirilmesiyle elde edilen üç boyutlu Taksim Cumhuriyet Meydanı modeli plancılar için bu kazanımı sağlamaktadır.

Binaların gerçek fotoğraflarının doku olarak kaplamada kullanılmadığı katı modeller; meydanın ölçeğini, topografya ile ilişkileri, yapı parsel ilişkileri, yapılar arası ilişkileri, modeli sınırlandıran öğeleri ve baskın öğeleri ve bunların boyutlarını tanıma ve anlamada faydalıdır. Ancak; binaların cephelerine ait gerçek fotoğrafların doku olarak modele kaplanması ile binaların inşa edildiği dönemler görülebilmektedir. Bu sayede binaların yapıldığı tarihsel süreçler ve meydanın farklı zamanlarda nasıl değiştiği görülebilmektedir. Elde edilen model, mekanı kimliği ile tanıma şansı vermektedir. Bu kentsel plancılar için çok büyük bir avantaj sağlamaktadır.

Bölüm 1.1’de özetlenen benzer çalışmalar ışığında Bölüm 1.3’te ortaya konulan çalışma hipotezi yapılan pilot uygulama sonuçları ışığında analiz edilirse;

- Çalışma sonunda elde edilen doğruluk ortaya konan hipotez ışığında irdelendiğinde elde edilen sonuçlara göre üç boyutlu kent modelleme çalışmalarında kullanılan veri bütünleştirme yöntemlerinin uygun sırada olduğu ve veri elde etme yöntemlerine bağlı olarak elde edilen doğrulukların mantıksal

kurgusunun doğru olduğu görölmüştür. Bu sonuç literatürde [8,63] elde edilen sonuçlara benzerlik göstermektedir. Ancak çalışmada kullanılan veri bütünleştirme kurgusunun çalışmanın başlangıcı düşünöldüğünde veri elde etme yöntemlerine bağılı olarak doğruluk analizinin farklı olacağı şeklinde bir algıya yol açtığı da görölmektedir. Yani üç boyutlu kent modelleme veri toplama yöntemleri içerisinde kullanılan yersel lazer tarayıcı ölçme yöntemlerinin doruluğunun yersel fotogrametriye göre daha yüksek olacağı sanılmaktadır. Literatürde ve yapılan çalışmada bu kanının doğru olduğunu gösteren sonuçlar elde edilmesine rağmen, tarama sıklığına bağılı olan veri yoğunluğu düşünöldüğünde lazer verisinin modelleme çalışmasında CAD ortamında kullanımı yüksek maliyetli ve zaman alıcıdır. Yapılan bu çalışma ışığında modelleme çalışmasında nokta bulutu tarama sıklığının konumsal doğruluğı çok etkilemediğı ancak veri bütünleştirmesinde çok önemli bir iş yoğunluğu getirdiğı görölmektedir. Binalara ait yüzey modellerinin fotogrametrik olarak üretildiğı çalışmalarda nokta bulutu tarama sıklığının düşürölmesi gerektiğı ve bina ana hatlarının belirlenmesine yetecek bir sıklıkta tarama yapılmasının aynı zamanda yeterli doğruluğı da sağlayacağı görölmüştür. Bu durum başta düşünölen hipotezde yer almayan beklenmeyen farklı bir sonuçtur. Üç boyutlu kent modelleme çalışmalarında yersel lazer tarayıcıların kullanılmasının modellemenin doğruluğunu önemli ölçüde arttıracığını kanısı yaygındır. Yersel lazer tarayıcılarla yapılan çalışmaların üç boyutlu kent modelleme çalışmalarını sadece yüzeyin geometrik yapısının çok kesin belirlenmesini sağlayan bir avantajı bulunmaktadır. Bunun dışında yersel lazer tarayıcı ile hem veri elde etmek hem de bu verinin işlenmesi maliyeti arttıran ancak bunun karşılığında doğruluğı büyük ölçüde yükseltmeyen bir çalışma yöntemi getirmektedir. Gerçekte yersel lazer tarayıcıda nokta konumlarını lazer teodelitlerin hassasiyetinde vermektedir. Bu sonuç yapılan çalışmanın özgün akademik sonuçlarındanır.

- Sunulan hipotez ve yapılan uygulamaya göre elde edilen yersel fotogrametrik doğruluklar için jeodezik altlıklarda konumlandırma hedeflenmemiştir. Onun yerine konumlandırmanı 1/1000 lik altlıklarla yapılması düşünölmüştür.

Çalışma sonunda 1/1000 lik sayısal haritalarla değilde jeodezik çalışma yapmanın daha doğruluklu sonuç verdiği görülmüştür. Ancak CAD modelleme çalışmalarında uygulama alanı büyüdükçe takeometrik çalışma yapmak zaman, maliyet giderlerini arttıracığından 1/1000 lik altlıkların kullanılması yeterli görülmüştür. Dolayısıyla bu tarz çalışmaların konumlandırma doğruluğu 1/1000 lik haritaların doğruluğuna bağlıdır. Bu sonuç kent modelleme çalışmalarının altlık verilerine referans olacak özgün bir sonuçtur.

- Bölüm 1.3'te sunulan hipotezin ve Bölüm 1.1'de değinilen görselleştirme referansları ışığında yukarıda elde edilen sonuçlar analiz edildiğinde veri bütünleştirmesinde tanımlanan görselleştirme kriteri en iyi çözünürlükte gerçek ölçekte, gerçek ortofoto ya da düşeye çevrilmiş görüntüdür. Hipotezde tanımlanan bütünleştirme yöntemi içerisinde kullanılan raster veriler düşünüldüğünde sonuç olan üründe görünecek topografya yüzeyi, çatı yüzeyi ve bina cephesine ait raster görüntülerdir. Bu görüntülerde en iyi ve en gerçek görüntüyü gerçek fotoğrafların orto rektifikasyonu verecektir. Buna bağlı olarak elde edilen sonuçta da en iyi görsellik gerçek orto rektifiye görüntülerle sağlanmıştır. Ancak çalışma ölçeğine ve çalışılan bölgenin büyüklüğüne bağlı olarak bütünleştirilen orto rektifiye görüntüler için sabit bir çözünürlükten söz etmek mümkün değildir. Arazi topografyası ve bina çatılarını görselleştiren orto rektifiye görüntüler hava fotoğrafları ya da yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden elde edilen orto rektifiye görüntülerden sağlanmalıdır. Bu söz edilen bölgeler için bölüm 13'te belirlenen hipoteze en uygun görselleştirmeyi sağlamaktadır. Bina cephelerine ait görselleştirmede ise alanları ve derinlikleri birbirinden farklı tüm bina cepheleri için yersel fotogrametrik çalışma ön koşuldur. Burada yersel fotogrametrik çalışma için belirlenen resim çekim makinesinin çözünürlüğü mümkün olduğunca yüksek tutulmalıdır. Sunulan hipoteze uygun olarak Bölüm 1.1'de verilen literatür özeti ışığında seçilen yöntemin doğru olduğu ve elde edilen sonuçların yapılan uygulama ölçeğine uygun görselleştirme sonuçları verdiği söylenebilir. Ancak yüksek binalarda (The Marmara Oteli gibi) resim çekim şartlarının çok iyi olmaması elde edilen ortorektifiye görüntünün çözünürlük kalitesinin düşmesine neden olmaktadır.

Dolayısıyla Bölüm 1.1’de literatürlerde de karşılaşıldığı gibi üç boyutlu kent modelleme çalışmalarında çalışılan bölgenin şartlarına uygun olarak havadan ek donanımlar (helikopter, model helikopter, balon vs.) ile resim çekimi yapılması gerekebilir. Böyle bir çalışma ise maliyeti arttıran bir unsurdur. Bu durum sunulan hipotezin içerisinde ayrıntısal olarak belirtilmemiş bir detaydır. Görselleştirme sonuçları irdelendiğinde kamera çözünürlüğünün yüksek olması yersel fotogrametrik görselleştirme kalitesini arttırmaktadır.

- Çalışmanın pilot uygulama alanı olan Taksim Cumhuriyet Meydanı’nda yersel fotogrametri için alanı sınırlayan geometrik koşullar mevcut değildir. Ayrıca meydana binaların yüzeyleri karmaşık geometriye sahip değildir. Çalışmanın amacı ve yersel lazer tarama verilerinin elde edilme maliyeti düşünülürse taramanın bu alan için gerekli olmayabileceği düşünülmektedir.
- Ladybug2 kamerası ile yapılan fotogrametrik değerlendirme sonucunda elde edilen cisim noktalarına ait k.o.h. Rollei metric 6008 ve Fuji FinePixF47’nin 4-5 katı olduğu için vektör veri elde edilmesinde, metrik Rollei Metric 6008 kamerası ise sayısal bir kamera olmadığı ve banyo çalışmasının ardından kullanıldığı için vektör verilerin elde edilmesi sırasında kullanılmamıştır. Yine çalışma sırasında Ladybug2 kamerası distorsiyonlu görüntüye sahip oluşu ve çözünürlüğünün düşük olması sebebiyle, Rollei Metric 6008 metrik resim çekim kamerası ise kros işaretlerinin veri kaybına yol açması nedeniyle düşeye çevrilmiş görüntü elde etmek için kullanılmamışlardır.

Bu çalışmanın amacı elde edilen üç boyutlu modelin web tabanlı bir servis sağlayıcısından sunumu olmamasına rağmen, elde edilen model internette sunulabilir. Böylece insanlar bulundukları mekanlarda meydana sanal olarak gezebilirler. Çalışma sonunda üretilmiş bulunan meydan öz nitelik bilgileriyle ilişkilendirilerek CBS’de altlık olarak kullanılabilir.

Sonuç ürün olarak elde edilen üç boyutlu modelin;

- Gerçek görsel verilerinde olduğu, kesit ve silüet çalışmalarının yapılabileceği bir veri üretimi sağlayan üç boyutlu model oluşu,

- Binalar için restorasyon projelerinde gerekli olan röleve altlıklarının direkt model üzerinden üretiminin sağlanabileceği bir CAD modeli oluşu,
- Kentsel çalışma için gerekli olan meydana ait bir animasyon çalışmasının hazırlanabileceği eksiksiz bir üç boyutlu model oluşu

çalışmanın literatüre katkıları şeklinde özetlenebilir.

Ladybug 2 resim çekim kamerası objelerin (nesnelerin) distorsiyonlu ve rektifiye görüntülerini veren bir donanımdır. Çalışmada ladybug2 kamerası için distorsiyon parametreleri demet dengelemesiyle hesaplanmayıp, distorsiyonlu ve rektifiye görüntülerle hesaplanmıştır. Bu da çalışmanın farklı bir akademik katkısıdır.

Çalışmanın pilot uygulamasında elde edilen veri ve oluşturulan bütünleşik üç boyutlu modelin niteliksel ve niceliksel özellikleri düşünüldüğünde aşağıdaki kullanımlar için uygun olduğu açıkça görülmektedir.

- Kentsel planlama ve tasarım uygulamaları,
- Üç boyutlu CBS uygulamaları,
- İnternet ve web üzerinden hizmet sunumu,
- Kent rehberi oluşturma,
- Mühendislik hizmetleri ve planlama,
- Mimarlık ve kültürel mirasın korunması amacıyla dökümantasyon.

Taksim Cumhuriyet Meydanı pilot uygulama çalışmasında test edilen bu bütünleştirme hipotezi doğruluk, görselleştirme ve maliyet açısından başka kentsel bölgelerde de kullanılabilecek bir yöntemdir. Ancak bölgenin ölçeği, alanda bulunan bina yüzeylerin cinsleri, fotogrametrik ve lazer çalışma yapılacak bölgedeki geometrik sınırlamalara bağlı olarak maliyet her zaman değişkenlik gösterirken görsellik ve doğruluk değişmeyecektir.

Günümüzde doğru, güvenilir, hızlı, doğrudan ya da dolaylı olarak ulaşılabilen mekansal veriye olan talep her geçen gün artmakla beraber, teknolojideki yenilikler söz konusu veriyi geçmişe oranla düşük maliyetle sağlayabilmektedir. Üç boyutlu kent modeli uydu görüntüleri, hava fotoğrafları, LİDAR tarama yöntemi, ortofoto haritalar, yersel

jeodezik ve fotogrametrik ölçüm, yersel lazer tarayıcılar gibi farklı teknoloji ve farklı formattaki birbirinden bağımsız mekansal veri kaynaklarının birleştirilmesi ile oluşturulur. Üç boyutlu modelleme amacıyla çok çeşitli kaynaklardan elde edilen verilerin tümü eşdeğer kalitede olmadığı için verilerin optimizasyonunda ve entegrasyonunda belirli karşılaştırma kriterlerine göre standartlar geliştirilmemiştir. Elde edilecek modelin kullanım amacına göre standartlar geliştirilmesi gerekmektedir. Bu ülkemizde olduğu kadar uluslararası literatürde de önemli bir çalışma konusunu oluşturmaktadır.

Disiplinler arası çalışmalar düşünüldüğünde böyle bir modelleme çalışması esasen üç mesleki disiplini kapsamaktadır. Bunlar; modelin üretim aşamasında harita mühendisliği ve şehir bölge planlaması, üretilen modelin kullanımı aşamasında şehir planlama ve mimarlık disiplinleridir. Gerçekte üç boyutlu kent modelin hem üretimi hem bu çalışmadan elde edilecek ürünlerin kullanımı açısından belli kriterlere uyulma zorunluluğu bulunmalıdır. Ancak özellikle üretim aşamasında temel veri toplama ve işleme sistemlerini kullanan harita mühendisliği bakımından yersel fotogrametrik ve yersel lazer tarayıcı ölçme yöntemlerinin üç boyutlu kent modelleme de kullanımını tanımlayan standartlar bulunmamaktadır. Kullanım aşamasında ise elde edilecek ürünlerin çeşitleri incelendiğinde üretim aşamasıyla ilişkilendirilebilecek hiçbir temel kriter ve standart bulunmamaktadır. Sadece mimari açıdan düşünüldüğünde röleve altlıklarının oluşturulması ve plan kesitlerinin oluşturulması için yönetmeliklerde kriter bulunmaktadır. Bu durum göz önüne alındığında özellikle üç boyutlu şehir modellerinin üretim ve kullanım amaçlarına bağlı olarak yukarıda belirtilen her üç disiplini de içerecek üç boyutlu kentsel model üretim ve kullanım standartlarına ihtiyaç vardır. Bu standartlar aynı zamanda literatürde CBS standartlarında da yer alan detay seviyesi (level of detail) kriterlerini de içinde bulundurmalıdır.

Üç boyutlu bütünleşik kent modeli üretimi aşamasında özellikle;

- Yersel fotogrametrik kamera çözünürlüğü, kullanılacak objektifin odak uzaklığı, özelliği ve buna bağlı olarak kamera kalibrasyonu,
- Kullanılacak kamera ve arazideki coğrafi şartlara uygun olarak resim çekim planlaması,

- Yersel fotogrametrik yöneltme de elde edilecek konum doğruluğuna bağlı kontrol noktası dağılımı ve jeodezik ölçme planlaması,
- Yersel lazer tarayıcı için arazi şartlarına ve modellenecek objelerin büyüklüklerine bağlı olarak menzil ve tarama sıklığı, çalışılacak yöntemlerin birlikte kullanım ve entegrasyonuna bağlı yersel lazer tarayıcı da kamera desteğinin olup olmayacağı, eğer varsa kamera çözünürlüğü,
- Mekana bağlı olarak yersel lazer tarayıcı ölçme ve konum planlaması,
- Yersel lazer tarayıcıda kullanılacak bağlantı noktalarının dağılımı, doğruluk ve jeodezik ölçme planlaması,

kriterleri için standartlar düzenlemelidir.

Yukarıda belirtilen sonuçlar ve öneriler ışığında özellikle CBS’de altlık olabilecek üç boyutlu kent modelleri üretiminin içerisinde çok önemli bir yer tutan veri bütünleştirmesi çalışmasının temel kriterleri ve temel problemleri ortaya konmaya çalışılmıştır. Özellikle çok farklı yöntemlerle ölçme çalışmalarını içeren harita mühendisliği disiplini düşünüldüğünde veri bütünleştirilmesi yöntemlerinin sonuca giden çok farklı çözümlerinin olabileceği görülmektedir. Ancak gelişen teknoloji ve mesleğin vizyonu açısından bakıldığında günün birinde tüm dünyada tamamıyla yeraltı ve yerüstü tesislerinin dijital ortama aktarılacağı ve arazi uygulamaları ile arazi uygulamalarının artık sahada yapılmadan önce dijital ortamda görselleştirileceği ve tüm uygulama verilerinin bu dijital ortamdan üretilerek araziye uygulanacağı kesindir. İşte o günün gelebilmesi için üç boyutlu kent modellerinin üretimindeki tüm standartların belirlenmiş olması zorunludur. Bu standartlara giden yol ölçme yöntemlerinin entegrasyonu ve optimizasyonundan geçmektedir. Mesleğimizin geleceğini ölçme yöntemlerinin optimizasyonu ve entegrasyonu oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR

-
- [1] Fard, J., Z., (2009), "3D City Modeling", Digital Image Processing CSI 8810, The Univerity of Georgia.
 - [2] Ortiz, P. ve Sanchez, H., (2005), "Virtual City Models Combining Cartography and Photorealistic Texture Mapped Range Data", XXIIth International Cartography Conferance , 9- 16 July 2005, Coruna, Spain.
 - [3] Şimşek, İ., Buhur, G., Büyüksalih, G. ve Baz, İ., (2009), "Kültürel Mirasın Lazer Tarama Teknikleri ile Dökümantasyonu ve 3 Boyutlu Kent Modeli Üretimi: İstanbul Tarihi Yarımada ve Mostar Tarihi Kent Merkezi Örnek Uygulamaları", TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 02-06 Kasım 2009, İzmir.
 - [4] Koraman, T., K., (2009), Kentsel Koruma Sürecinde Görselleştirme Tekniklerinin Etkinliğine Yönelik Kullanıcı Algısının Ölçülmesi, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
 - [5] Hamilton, A., Trodd, N., Zhang, X., Fernando, T. ve Watson, K., (2001), "Learning Through Visial Systems to Enhance the Urban Planning Process", Environment And Planning B: Planning And Design, 28, (6), 833-845; Derleyen: Koraman, T., K., (2009), Kentsel Koruma Sürecinde Görselleştirme Tekniklerinin Etkinliğine Yönelik Kullanıcı Algısının Ölçülmesi, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
 - [6] Satay, D., (2010), Etkileşimli Üç Boyutu Sanal Çevrenin Oluşturulması ve Mimarlıkta Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
 - [7] Abdelhafiz, A., (2009), Integrating Digital Photogrammetry and Terrestrial Laser Scanning, Doktora Tezi, Institute of Geodesy and Photogrammetry, TU, Braunschweig, Germany.
 - [8] Voegtli T., Schwab, I. ve Landes, T., (2008), "Influences of Different Meterials on the measurements of a Terrestrial Laser Scanner (TLS)", The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XXXVII (B5), Beijing, 2008.
 - [9] Kadobayashi, R., Kochi, N., Otani, H. ve Furukawa, R., (2004), "Comparision and Evaluation of Laser Scanning and Photogrammetry and Their Combined Use For Digital Recording of Cultural Heritage", XXth ISPRS Congress, 12-23 July 2004, İstanbul, Türkiye 401- 406.

- [10] Gonzo, L., Voltolini, F., Girardi, S., Rizzi, A., Remondino, F. ve El-Hakim, S.F. (2007), "Multiple Techniques Approach to the 3D Virtual Reconstructions of Cultural Heitage", 5 th Eurographics Italian Chapter Conference, 14-16 Feb 2007, Trento, Italy.
- [11] Fuchs, A. , Alby, E., Begriche, R., Grussenmeyer, P. ve Perrin, J P., (2004), "Confrontation du Relevé Laser 3D Aux Techniques de Relevé Conventionnelles et Développement D'outils Numériques Pour la Restitution Architecturale." Revue de la Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection n°173/174 (2004-1/2), 36-47.; Derleyen Grussenmeyer, P., Landes, T., Voegtle, T., Ringle, K., (2008), "Comparision Methods of Terrestrial Laser Scanning Photogrammetry and Tacheometry Data For Recording of Cultural Heritage Buildings", The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science, XXXVII (B5), Beijing.
- [12] Gonzo, L., El-Hakim, S., Picard, M., Girardi, S. ve Whiting, E., (2004), Photo-Realistic 3-D Reconstruction of Castles with Multiple-Sources Image-Based Techniques. In: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 35 (B5):120-125. ; Derleyen Grussenmeyer, P., Landes, T., Voegtle, T., Ringle, K., (2008), "Comparision Methods of Terrestrial Laser Scanning photogrammetry and Tacheometry Data For Recording of Cultural Heritage Buildings", The International Archives of the Photogrammetry, Remote sensing and Spatial Information Science, Vol. XXXVII (B5), Beijing.
- [13] Grussenmeyer, P., Landes, T., Voegtle, T. ve Ringle, K., (2008), "Comparision Methods of Terrestrial Laser Scanning photogrammetry and Tacheometry Data For Recording of Cultural Heritage Buildings", The International Archives of the Photogrammetry, Remote sensing and Spatial Information Science, Vol. XXXVII (B5), Beijing.
- [14] Guarnieri, A., Remondino, F. ve Vettore, A., (2006), "Digital Photogrammetry and TLS Data Fusion Applied to Cultural Heritage 3D Modeling", International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XXXVI (5) (onCD-Rom) ISPRS Commission V Symposium, Dresden, Germany.
- [15] Metral, C., (2007), "Ontologies for the Integration of Air Quality Models and 3D City Models", 2nd Workshop COST Action C21- Towntology, 14-17 May 2007, Madrid.
- [16] Aydın, A., (2006), Kent Merkezlerinde Meydanların Gelişimi "Sivas Hükümet Meydanı Örneği",Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- [17] Türgan, İ., (2005), Dijital Ortamda Tasarımın Mekan Kavramına ve Kurumsal Kimlik Anlayışına Yansımaları, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- [18] Çubukçu, C., (2007), Kent Meydanlarının Simgesel İşlevleri Bakımından Antalya Cumhuriyet Meydanı ve Çevresi Örneğinde Değerlendirilmesi - Geliştirilmesi ve Bilgisayar Destekli Görsel Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- [19] Çınar, H. S., (1994), Kentsel Alanlarda Mekan Organizasyonu ve Beyazıt Çevresinin İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [20] Lynch, K., The Image of The City, MIT Pres, Massachusetts, 1960.; Derleyen Aydın, A., (2006), Kent Merkezlerinde Meydanların Gelişimi "Sivas Hükümet Meydanı Örneği",Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- [21] Toka, D., (2009), Kentsel Tasarım Sürecinde Araştırma ve Veri Toplama Yöntemleri Bergama Cumhuriyet Meydanı Örneği, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [22] Aslan, S., (2006), Anıt ve Meydanlarda Oran ve Ölçek Kavramları Taksim Cumhuriyet Anıtı İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [23] Semerci, F., (2008), Kentsel Tasarım Gereklilikleri Açısından Beyazıt Meydanı Örneği, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [24] Zucker, P., 1959. Town and Square: From Agora to the Village Green, Columbia University Pres, New York.; Derleyen Semerci, F., (2008), Kentsel Tasarım Gereklilikleri Açısından Beyazıt Meydanı Örneği, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [25] Oğuz, A., (2005), Sanal Şehir Parametrelerinin Otomatik Belirlenmesi İçin Bir Sistem Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [26] Suher, H. (1996), Şehircilik, İTÜ, İstanbul, Derleyen Semerci, F., (2008), Kentsel Tasarım Gereklilikleri Açısından Beyazıt Meydanı Örneği, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [27] Dikçınar, B., (2000), Planlama Sürecinde Bilgi Teknolojileri Planlama Destek Sistemi Modeli, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [28] Turan, B. O., (2009), Dijital Tasarım Sürecinin Geleneksel Tasarım Stüdyosuna Etkileri, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [29] Kalay, Y. E., (2004), Architecture's New Media: Principles, Theories and Methods of Computer-Aided Design, MIT Pres, Cambridge; Derleyen Turan, B. O., (2009), Dijital Tasarım Sürecinin Geleneksel Tasarım Stüdyosuna Etkileri, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [30] Düzova, M.A., (2007), Kentsel Tasarım Projelerinin Bilgisayar Ortamında Sunum Tekniklerinin Bağdat Caddesi Örneğinde İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Üniversitesi, İstanbul.

- [31] Emem, O., (2002), 3 Boyutlu Kent Modelleme, Tasarım ve Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [32] Buhur, S., Ross, L., Büyüksalih, G. ve Baz, İ., (2009), "Planlama Aktiviteleri İçin 3-Boyutlu Kent Modeli Örnek Uygulaması: Haydarpaşa Tren İstasyonu ve Geri Sahası", TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri kongresi, 2-6 kasım 2009, İzmir.
- [33] Ergun, B., (2010), "Üç Boyutlu Şehir Modellerinin Veri Yapısı ve Kullanım Özellikleri", 3. Uzaktan Algılama ve CBS Sempozyumu, 11-13 Ekim 2010, Kocaeli.
- [34] Aydın, C.C., (2003), Video ve Sayısal Kameralarla Coğrafi Sistemlerine Veri Toplama Olanakları, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [35] Karagöz, Ö., (2008), Modern Kartografik Yönelimlerde Raster-Vektör Dönüşüm Algoritmaları ve Örnek Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [36] İTÜ İnşaat Fakültesi Fotogrametri ABD, (2001), Fotogrametri Arazi Çalışması Kitapçığı, İstanbul.
- [37] Kraus, K., (2004), Photogrammetrie, 7. Baskı, Wien, Österreich., ISBN 3-11-017708-0.; Çevirenler Altan, O., Külür, S., Toz, G., Demirel, H., Duran, Z., Çelikoyan, M., (2007), Fotogrametri, Cilt 1, 1. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- [38] TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, (1997), Büyük Ölçekli Haritaların Yapım Yönetmeliği, 4. Baskı, Fersa Matbacılık, Ankara.
- [39] İstanbul Büyükşehir Belediyesi Harita Müdürlüğü.
- [40] Türkiye Bilimler Akademisi Ulusal Açık Ders Malzemeleri, http://www.acikders.org.tr/pluginfile.php/632/mod_resource/content/0/Ders_Notlari/Unite1_Uzaktan_Algilamaya_Giris.pdf, 10Ağustos 2011.
- [41] Türkiye Bilimler Akademisi Ulusal Açık Ders Malzemeleri, http://www.acikders.org.tr/pluginfile.php/633/mod_resource/content/0/Ders_Notlari/Unite2_Uzaktan_Algilamada_Veri.pdf, 10Ağustos 2011.
- [42] Türkiye Bilimler Akademisi Ulusal Açık Ders Malzemeleri, http://www.acikders.org.tr/pluginfile.php/638/mod_resource/content/0/Ders_Notlari/Unite7_Goruntu_Analizi.pdf, 10Ağustos 2011.
- [43] Gümüş, K., (2008), Yersel Lazer Tarayıcılar ve Konum Doğruluklarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [44] Ay, E., (2009), Lazer Tarama Verisinde Geometrik Obje Tabanlı Üç Boyutlu Filtreleme Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, GYTE Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- [45] Altuntaş, C., Yıldız, F., (2008), "Yersel Lazer Tarayıcı Ölçme Prensipleri ve Nokta Bulutlarının Birleştirilmesi", Jeodezi jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, 2008/1, sayı 98.

- [46] Demir, N., Vatan, M., ve Alkış, Z., (2005), "Laser Tarama Sisteminin Mimarlıkta Kullanımı", Bilimde Modern Yöntemler Sempozyumu, Kocaeli.
- [47] Uzar, M., Yastıklı, N., (2011), "Lidar ve Hava Fotoğraflarının Füzyonu ile Otomatik Bina Çıkarımı", TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, 18-22 Nisan 2011.
- [48] Demirel, H., (2003), Dengeleme Hesabı, YTÜ.İN.DK-03.0703, İN.JFM-2003.003, Yıldız Teknik Üniversitesi Basım-Yayım Merkezi, İstanbul.
- [49] Akçın, H. ve Erkan, Y., (2002), "Mekansal Nesnelerin Görselleştirilmiş Üç Boyutlu Modellerini Oluşturma Teknikleri ve Bir Örnek Uygulama", Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu, 16-18 Ekim 2002, Konya.
- [50] Temiz, M. S. ve Doğan, S., (2005), "Digital Görüntülerin Rektifikasyonu: Sensör Modelleri, Geometrik Görüntü Dönüşümleri ve Yeniden Örnekleme", TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 28 Mart-1 Nisan 2005, Ankara.
- [51] Eker, O., (2000), Digital Topografik Haritalar ile Digital Ortofoto Haritaların Doğruluk, Maliyet ve Üretim Zamanı Açısından Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [52] Bashir, B., (1999), Digital Fotogrametrik Ortofoto Üretimine Yönelik Bir SYM Bilgisayar Programı ve Uygulamaları, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [53] Divan, O., (1998), Dijital Ortofoto Üretimi ve Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [54] Guidi, G., Remondino, F., Russo, M., Menna, F. ve Rizzi, A., (2008), "3D Modeling of Large and Complex Site Using Multi-Sensor Integration and Multi-resolution Data", 9th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage.
- [55] Hanke, K. ve Oberschneider, M., (2002), "The Medieval Fortress Kufstein, Austria - An Example for the Restitution and Visualization of Cultural Heritage. In: The International Archives of the Photogrammetry", Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 34 (5): 530-533.; Derleyen: Grussenmeyer, P., Landes, T., Voegtli, T., Ringle, K., (2008), "Comparison Methods of Terrestrial Laser Scanning photogrammetry and Tacheometry Data For Recording of Cultural Heritage Buildings", The International Archives of the Photogrammetry, Remote sensing and Spatial Information Science, XXXVII (B5), Beijing.
- [56] Mayer, H., Mosch, M. ve Peipe, J., (2004), "3D Model Generation and Visualization of Wartburg Castle", ISPRS Int. Workshop on Processing and Visualization Using High-Resolution Imagery", 36 (5/W1), 18-20 November, Pitsanulok, Thailand.; Derleyen: Grussenmeyer, P., Landes, T., Voegtli, T., Ringle, K., (2008), "Comparison Methods of Terrestrial Laser Scanning photogrammetry and Tacheometry Data For Recording of Cultural Heritage

- Buildings", The International Archives of the Photogrammetry, Remote sensing and Spatial Information Science, XXXVII (B5), Beijing.
- [57] Kersten, T., (2006), Combination and Comparison of Digital Photogrammetry and Terrestrial Laser Scanning for the Generation of Virtual Models in Cultural Heritage Applications. The 7th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage, VAST (2006), 207–214, M. Ioannides, D. Arnold, F. Niccolucci, K. Mania (Editors).; Derleyen: Grussenmeyer, P., Landes, T., Voegtler, T., Ringle, K., (2008), "Comparison Methods of Terrestrial Laser Scanning photogrammetry and Tacheometry Data For Recording of Cultural Heritage Buildings", The International Archives of the Photogrammetry, Remote sensing and Spatial Information Science, XXXVII, (B5), Beijing.
 - [58] El-Hakim, S., Gonzo, L. Voltolini, F., Girardi, S., Rizzi, A., Remondino, F. ve Whiting, E., (2007), Detailed 3D Modelling of Castles. International Journal of Architectural Computing, Vol.5(2), pp. 199-220.; Derleyen Grussenmeyer, P., Landes, T., Voegtler, T., Ringle, K., (2008), "Comparison Methods of Terrestrial Laser Scanning photogrammetry and Tacheometry Data For Recording of Cultural Heritage Buildings", The International Archives of the Photogrammetry, Remote sensing and Spatial Information Science, Vol. XXXVII, Part B5, Beijing.
 - [59] Allen, P.K., et al., (2003), New methods for digital modeling of historic sites. IEEE Computer Graphics and Applications, 26(6), Nov./Dec., 32-41.; Derleyen: Grussenmeyer, P., Landes, T., Voegtler, T., Ringle, K., (2008), "Comparison Methods of Terrestrial Laser Scanning photogrammetry and Tacheometry Data For Recording of Cultural Heritage Buildings", The International Archives of the Photogrammetry, Remote sensing and Spatial Information Science, XXXVII (B5), Beijing.
 - [60] Jansa, J., Studnicka, N., Forkert, G., Haring, A. ve Kager, H., (2004), "Terrestrial Laserscanning and Photogrammetry- Acquisition Techniques Complementing one Another", Proceeding of the ISPRS XXth Congress, XXXV (B/7), 12-23 Temmuz 2004, İstanbul.
 - [61] Lichti, D. ve Harvey, B., (2002), "The Effects of Reflecting Surface Material Properties on Time-of-flight Laser Scanner measurements." Symposium of Geospatial theory, processing and applications, Ottawa; Derleyen Abdelhafiz, A., (2009), Integrating Digital Photogrammetry and Terrestrial Laser Scanning, Doktora Tezi, Institute of Geodesy and Photogrammetry, TU, Braunschweig, Germany.
 - [62] Clarke, J. ve Robson, S., (2004), "Accuracy of Measurements Made With A Cyrax2500 Laser Scanner Against Surfaces of Known Colors", XXth Congress, Commission 4, 12-23 July İstanbul, Turkey; Derleyen Abdelhafiz, A., (2009), Integrating Digital Photogrammetry and Terrestrial Laser Scanning, Doktora Tezi, Institute of Geodesy and Photogrammetry, TU, Braunschweig, Germany.
 - [63] Boehler, W., Vicent, B. M. ve Marbs, A. (2004), "Investigating laser scanner accuracy", Originally presented at the XIXth CIPA Symposium at Antalya, 30 Sept.- 4 Oct., Antalya.

- [64] Erving, A., Rönholm, P. ve Nukikka, M., (2009), "Data Integration From Different Sources to Create 3D Virtual Model", ISPRS 3D-ARCH2009, 25-28 February 2009, Trento, Italy.
- [65] Pop, G., (2008), "Integrating Photogrammetric Technologies and Geodetic Methods for 3d Modeling", The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, ISPRS Congress, XXXVII (B5):549-554, Beijing.
- [66] Uçar, E. ve Ergun B., (2004), "Fotogrametride Üç Boyutlu Şehir Modelleme Teknikleri ve CBS Kullanımı", Harita Dergisi, 132, 48-56.
- [67] Yücel, M. A., ve Selçuk, M., (2009), "Farklı Ayrıntı Düzeylerinde 3 Boyutlu Kent Modelleme ve CityGML", Journal of Yasar University, 4(15), 2337-2355.
- [68] Efe, P., (2007), Arkeolojik Yerleşimlerin Sayısal Olarak Modellenmesi ve Etkileşimli Sanal Çevrede Görselleştirme Yöntemleri: "Bodrum Pedasa Örneği", Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [69] Uğur, A., (1996), Üç Boyutlu Çizim ve Animasyon, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- [70] Köylü, F., (2006), 2 Boyutlu Nesnelere Bilgisayar Destekli Desen Kaplama, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- [71] İstanbul Büyükşehir Belediyesi, <http://sehirrehberi.ibbigovitr/map.aspx>, 18 Ağustos 2011.
- [72] Arısalan T., (2003), Kentsel Açık Alanlarda Peyzaj-Sanat İlişkileri, İstanbul Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [73] Inceoğlu, M., (2007), Kentsel Açık Mekanların Kalite Açısından Değerlendirilmesine Yönelik Bir Yaklaşım: İstanbul meydanlarının incelenmesi, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [74] Ergun, B. ve Şahin, C., (2009), "Günümüzde Kullanılan Optik ve Dijital Küresel Fotogrametri Teknikleri", Harita Dergisi, Sayı 142, 40-50.
- [75] Şahin, C., (2011), "Çok Algılayıcı Panoramik Kameralarda Kullanılan Balıkgözü Mercek Distorsiyonu İçin bir Hasap Modeli", Harita Dergisi, Sayı 145, 29-37.
- [76] Uyttendaele, M., Criminisi, A., Kang, S. B., Winder, S., Hartley, R. ve Szeliski, R., (2003), "High-quality Image-based Interactive Exploration of Real-World Environments", Technical Report, MSR-TR-2003-61.
- [77] Sato, T., Ikeda, S., ve Yokoya, N., (2004), "Extrinsic Camera Parameter Recovery from Multiple Image Sequences Captured by an Omni-directional Multi-camera System", Lecture Notes in Computer Science Book Series ISBN 978-3-540-21983-5, 3022(2004): 326-340.
- [78] Kock, O., (2007), "Wide-Area Egomotion from Omnidirectional Video and Coarse 3D Structure", Master of Science, Massachusetts Institute of Technology, Boston.

- [79] Schneider, D., Schwalbe, E. ve Mass H.-G., (2009), "Validation of geometric models for fisheye lenses", ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 64: 259-266.
- [80] Marangoz, A. İnternet Sitesi, http://jeodezi.karaelmas.edu.tr/linkler/akademik/marangoz_files/Yayinlar/C/AycanTezi.pdf, 20 mart 2011.
- [81] Pictran Yazılımı.
- [82] Fuji Film, http://www.fuji.nl/fujifilm_com/_5f99e51648ffba326e66bbb5259f1a79.php, 10 Ağustos, 2011
- [83] PI3000 Yazılımı.
- [84] Leica Geosystem Firması İnternet Sayfası, http://www.leica-geosystems.com/downloads123/zz/general/general/TruStories/Forbidden%20City%20TRU_en.pdf, 10 Temmuz 2011.
- [85] Hiper Pro Manuel Kitapçığı.
- [86] Graftek A.Ş. İnternet Sayfası http://www.graftek.com.tr/brosur/Trimble_S6_DS_0110_sec.pdf, 10 Ağustos 2011.
- [87] Nedo İthalat Limited Şirketi, www.nedoithalat.com.tr/javad-gps.html, 23 Ekim 2011.
- [88] Paksoy Teknik Hizmetler Limited Şirketi, www.paksoytekNIK.com.tr/optk/total-station/gpt-7000i-sers.html (11 Ekim 2011).
- [89] Avşar, E. Ö., (2006), Tarihi Köprülerin Digital Fotogrametri Tekniği Yardımıyla Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [90] LadybugCap Yazılımı Help Menüsü.
- [91] Leica Geosystem Firması İnternet Sayfası, http://www.leica-geosystems.com/en/Leica-Cyclone_6515.htm, 9 Kasım 2011.
- [92] Yrd. Doç. Dr. Aslan İnan İnternet Sayfası, www.yildiz.edu.tr/~inan/TemelBilgiler.doc, 8 Ağustos 2011.
- [93] Leica Geosystem Firması İnternet Sayfası, www.leica-geosystems.com/en/4621.htm (11 Ekim 2011).

LADYDUG2 RESİM ÇEKİM KAMERASININ DİSTORSİYON PARAMETRELERİNİ HESAPLAYAN KOD

```
%Distortion parametreleri hesabı
%-----
clc;
clear all;
Matris_DPN = load ('normal5.txt');
[ns,ss]=size(Matris_DPN);
ns;
RDX=Matris_DPN(:,2);RDY=Matris_DPN(:,3);
Matris_RNP = load ('rec05.txt');
RNX=Matris_RNP(:,2);RNY=Matris_RNP(:,3);
%distorsiyon hesabı (Delta r)
for i=1:ns
    Delta_DR(i,1) = sqrt( (RNY(i,1) - RDY(i,1))^2 + (RNX(i,1) - RDX(i,1))^2);
end
for i=1:ns
    Delta_R(i,1) = sqrt((RDX(i,1)^2 + RDY(i,1))^2);
end
Matris_Dist = [Delta_DR,Delta_R];
%fonksiyon grafiği
t=1:ns;
plot(Delta_DR,Delta_R,'-mo');
%Dengelemeli parametre hesabı
R0=20;
for i=1:ns
    Matris_A(i,1) = (Delta_R(i,1)^3-Delta_R(i,1)*R0^2);
```

```

Matris_A(i,2) = (Delta_R(i,1)^5-Delta_R(i,1)*R0^5);
    %Matris_A(i,3) = (Delta_R(i,1))^7;
end
Matris_N = transpose(Matris_A) * Matris_A;
Matris_n = transpose(Matris_A) * (-Delta_DR);
Matris_K = inv(Matris_N) * Matris_n;
%Radial Distorsiyon parametreleri
A1=Matris_K(1,1);
A2=Matris_K(2,1);
%%K3=Matris_K(3,1);

```

FUJİ FİNEPIXF47 SAYISAL KAMERASININ PİCTRAN D YAZILIMINDA KULLANILAN DİSTORSİYON PARAMETRELERİNİ HESAPLAYAN KOD

```
%distorsiyon fonksiyonu değişim programı fujif47 Delta r hesabı

clc;
clear all;
Matris_olcme = load ('nokta(xy).txt');
[ns,ss]=size(Matris_olcme);
ns;
RDX=Matris_olcme(:,2);RDY=Matris_olcme(:,3);
%Matris_RNP = load ('rec0.txt');
%RNX=Matris_RNP(:,2);RNY=Matris_RNP(:,3);
x0=4.209047;
y0=2.829841;
K1=0.001799;
K2=-0.0000024159;
R0=20;
%RDEG[ns,1]=0;
%DeltaR[ns,1]=0;
for i=1:ns
    RDEG(i,1)= sqrt((RDX(i,1)-x0)*(RDX(i,1)-x0) + (RDY(i,1)-y0)*(RDY(i,1)-y0));
end
for i=1:ns
    DeltaR(i,1)= K1*(RDEG(i,1)^3)+ K2*(RDEG(i,1)^5)
end
csvwrite ('Radial_Distortion_degerleri.txt',DeltaR);
%Matris_A[ns,2]=0;
for i=1:ns

Matris_A(i,1) = (RDEG(i,1)^3-RDEG(i,1)*R0^2);
```

```

Matris_A(i,2) = (RDEG(i,1)^5-RDEG(i,1)*R0^5);
Matris_L(i,1) = DeltaR(i,1);
end
%radyal distorsiyonun Pictran A1,A2 parametreleri
Matris_N = transpose(Matris_A) * Matris_A;
Matris_n = transpose(Matris_A) * (-Matris_L);
Matris_Par = inv(Matris_N) * Matris_n;
A1=Matris_Par(1,1);
A2=Matris_Par(2,1);

```

343 DETAY NOKTASININ KOORDİNATLARI

Nokta	X (m)	Y (m)	Z (m)
1	4545088.5240	414607.7950	87.7700
2	4545086.9470	414602.9530	87.7580
3	4545085.6310	414598.9130	87.5390
4	4545084.4850	414592.9210	86.9760
5	4545054.9980	414557.0190	105.8270
6	4545066.2620	414554.1930	105.7510
7	4545069.6800	414553.0800	102.3820
8	4545067.3160	414544.6140	102.2260
9	4545030.5310	414567.9740	113.9300
10	4545014.8660	414565.1650	113.9810
11	4545019.9940	414581.8680	111.4410
12	4545024.3380	414601.3930	94.5920
13	4545086.6280	414616.8130	84.9460
14	4545084.4340	414609.4800	85.0740
15	4545091.2160	414617.3320	82.1250
16	4545088.2270	414607.8850	82.0910
17	4545087.0040	414603.4810	81.1980
18	4545082.3250	414585.9800	87.0230
19	4545106.7820	414595.8860	84.5320
20	4545109.4130	414598.6340	84.5310
21	4545113.0630	414598.6540	84.5580
22	4545115.8990	414596.2000	84.5300
23	4545115.9870	414592.4670	84.5300
24	4545111.4400	414594.3260	87.8250
25	4545114.1820	414586.4080	85.6370
26	4545117.7760	414591.2920	85.7160
27	4545120.6060	414589.3790	85.7100
28	4545120.6070	414589.3890	86.0710
29	4545121.2570	414590.6500	85.7990
30	4545124.4230	414586.2920	91.4880
31	4545122.2980	414587.9210	86.2210
32	4545124.2270	414597.1620	78.2380

33	4545133.0060	414604.0580	83.1390
34	4545147.9370	414605.5210	83.1540
35	4545139.4760	414604.5600	83.1370
36	4545138.3100	414609.9190	83.0010
37	4545143.2980	414610.9190	83.0280
38	4545142.2720	414612.5070	79.3890
40	4545138.7570	414611.3200	79.2220
41	4545155.2590	414605.9980	83.6870
42	4545162.8580	414606.8910	83.1110
43	4545170.2430	414607.5750	83.1180
44	4545177.7080	414608.2640	83.1310
45	4545216.3000	414611.9730	84.6180
46	4545098.9440	414581.9710	83.9030
47	4545095.2270	414585.0110	81.7980
48	4545095.8590	414512.3880	96.5000
49	4545086.2260	414512.2590	98.4940
50	4545081.4530	414505.8540	100.9920
51	4545052.6410	414501.0020	99.2770
52	4545058.3140	414515.1780	94.0880
53	4545140.0480	414579.9430	91.8610
54	4545144.0950	414586.5340	91.4980
55	4545144.1610	414586.4940	87.5210
56	4545144.4910	414586.7040	87.5220
57	4545152.4660	414586.2070	87.6640
58	4545152.7210	414586.5620	91.5580
59	4545144.6640	414586.7500	91.8970
60	4545156.4520	414583.1320	96.7980
61	4545167.3330	414584.1180	96.8100
62	4545167.3480	414584.1200	88.4410
63	4545156.4730	414583.1580	88.4290
64	4545215.3300	414591.2610	91.7300
65	4545215.3010	414591.2820	87.7600
66	4545198.7350	414530.7150	94.6370
67	4545199.6420	414536.2420	96.0650
68	4545200.6250	414543.4060	94.3610
69	4545207.7950	414543.7240	94.1800
70	4545245.2720	414536.8360	102.6260
71	4545250.3410	414548.2310	102.2040
72	4545255.6310	414546.7670	102.1870
73	4545062.8190	414612.4310	88.4690
74	4545258.0880	414545.3690	102.6260
75	4545207.4220	414590.1960	91.7940
76	4545225.7190	414493.0880	97.8000
77	4545231.1250	414506.2670	97.8560
78	4545241.9530	414500.5600	98.1370
79	4545239.6290	414499.2220	101.4570
80	4545231.0180	414506.5370	92.8850
81	4545245.0980	414494.2290	92.6850
82	4545216.6280	414617.3830	82.1610
83	4545207.6990	414610.7970	84.0140
84	4545200.5900	414610.1340	83.8820

85	4545193.0720	414609.4390	83.8280
86	4545185.6950	414608.7360	83.7980
87	4545178.2990	414608.0670	83.7950
88	4545178.3020	414658.2940	89.7270
89	4545176.2030	414657.7270	89.7380
90	4545245.2720	414536.3620	90.0080
91	4545243.5030	414532.1340	89.9950
92	4545223.6320	414613.4020	81.4440
93	4545243.4200	414532.1350	82.8090
94	4545243.3610	414532.1670	88.2120
95	4545240.5730	414525.6870	88.1730
96	4545240.6180	414525.3820	86.4400
97	4545238.8350	414521.4490	86.4580
98	4545243.2450	414531.6260	83.8080
99	4545240.7830	414525.9900	83.8670
100	4545260.0640	414562.8740	94.8170
101	4545260.7510	414561.5690	82.1530
102	4545265.7060	414572.9860	81.1600
103	4545264.2800	414571.6200	94.1360
104	4545265.6450	414573.1310	94.8000
105	4545264.6140	414571.2020	81.1240
106	4545266.4950	414574.5520	93.4440
107	4545266.5160	414574.5320	83.7430
108	4545266.7770	414575.1060	94.9250
109	4545272.3630	414587.3530	94.9220
110	4545272.1610	414588.0720	94.2690
111	4545266.8040	414577.3910	92.0430
112	4545266.9480	414577.2820	90.5000
113	4545269.8790	414583.6950	90.4950
114	4545272.3390	414587.4970	92.0100
115	4545272.3190	414587.4800	82.3750
116	4545266.9200	414577.4390	82.3950
117	4545267.0120	414577.2790	81.4350
118	4545270.6920	414585.2700	81.4200
119	4545272.2980	414587.5810	80.6870
120	4545266.7210	414575.4100	80.6880
121	4545281.0730	414601.8590	106.1410
122	4545286.0700	414612.7850	106.0780
123	4545277.4260	414600.4240	102.8800
124	4545282.6350	414611.7760	102.8740
125	4545285.0710	414615.1300	102.9530
126	4545285.0600	414615.1580	103.7360
127	4545284.7120	414617.0030	103.7320
128	4545287.4220	414622.9410	103.7120
129	4545288.7490	414623.7620	103.6560
130	4545288.0940	414625.4790	103.6480
131	4545293.5290	414637.3020	103.6350
132	4545295.8580	414638.2380	103.6030
133	4545277.4390	414600.4300	82.1700
134	4545279.4750	414616.4440	82.0250
135	4545278.5280	414613.1030	82.1390

136	4545285.0240	414615.2480	82.9430
137	4545284.8760	414617.0840	82.8930
138	4545287.4260	414622.6320	82.8950
139	4545289.1480	414623.8890	82.5870
140	4545289.4860	414624.6430	84.1500
141	4545294.1830	414634.5950	84.1200
142	4545278.7880	414601.0260	79.7250
143	4545283.7920	414611.9140	79.7160
144	4545284.8430	414615.2150	80.7470
145	4545280.6050	414624.9970	81.1660
146	4545294.6630	414635.6260	81.2070
147	4545294.6670	414635.6260	81.2070
148	4545301.3160	414650.1450	102.3610
149	4545300.4490	414649.8570	101.0920
150	4545300.0090	414649.6030	81.2880
151	4545300.3570	414649.6600	82.6540
152	4545307.0730	414662.3520	103.2700
153	4545306.5170	414662.5630	101.0350
154	4545300.2010	414649.7110	92.1560
155	4545304.2260	414659.0630	91.9640
156	4545306.7670	414662.5350	91.9270
157	4545306.7660	414662.5350	91.9270
158	4545309.9170	414670.9900	101.5870
159	4545309.8820	414670.8560	96.2380
160	4545306.3670	414663.0210	96.2740
161	4545311.6880	414674.7950	102.5760
162	4545311.1880	414674.6030	101.2210
163	4545311.4950	414674.7290	92.1680
164	4545099.5200	414498.1540	93.7300
165	4545108.0190	414506.6060	93.1300
166	4545127.2170	414502.2490	93.3140
167	4545123.8060	414507.5690	93.2950
168	4545193.9730	414528.0510	91.2800
169	4545193.0570	414523.4400	93.6720
170	4545186.7440	414527.3910	93.7950
171	4545188.1210	414530.5820	89.9730
172	4545184.2790	414532.8740	91.4260
173	4545160.6190	414459.7600	91.4000
174	4545164.1400	414455.7780	91.5290
175	4545088.0840	414888.7970	107.2310
176	4545088.6630	414876.6480	109.9490
177	4545088.9020	414876.7770	104.5400
178	4545088.0560	414887.9280	104.7760
179	4545088.0540	414887.1660	92.6680
180	4545089.7670	414863.9840	106.7350
181	4545089.7520	414863.8330	93.5100
182	4545089.6670	414854.6850	107.3970
183	4545087.7960	414853.8980	107.4330
184	4545084.6100	414853.6730	107.4330
185	4545081.7170	414854.0400	107.3910
186	4545081.7330	414853.6270	107.8490

187	4545089.7090	414854.9000	104.9280
188	4545089.7940	414854.7650	91.7050
189	4545089.7900	414854.7700	90.4160
190	4545087.6730	414854.0910	94.9400
191	4545087.8270	414854.7580	94.9940
192	4545087.7620	414854.6980	103.5700
193	4545087.8500	414854.5340	107.4040
194	4545125.0660	414772.9000	83.5250
195	4545125.5270	414767.9650	85.5580
196	4545127.4870	414742.9270	84.5100
197	4545128.6030	414737.3820	84.4820
198	4545127.4610	414742.9120	83.6560
199	4545129.5840	414737.0570	83.2270
200	4545131.2290	414730.4590	83.2490
201	4545131.8430	414727.6380	83.2540
202	4545134.1270	414716.3660	83.2560
203	4545134.1270	414716.3660	83.2560
204	4545134.1280	414716.3680	83.2560
205	4545136.8010	414713.2530	84.5140
206	4545136.8090	414713.2800	85.5850
207	4545123.0520	414776.7830	85.5950
208	4545123.0340	414776.7840	84.5260
209	4545112.2250	414866.6200	108.7390
210	4545112.5360	414866.7030	92.1800
211	4545166.3810	414881.1340	108.7500
212	4545166.0730	414881.0890	92.1080
213	4545154.2080	414944.6280	108.2480
214	4545087.4550	414854.0290	90.0850
215	4545084.5920	414853.8110	90.0970
216	4545084.5930	414853.8110	90.0970
217	4545082.0530	414854.2490	90.2970
218	4545073.8820	414853.3380	107.6820
219	4545079.9900	414854.6320	89.4720
220	4545074.8570	414854.6100	89.4980
221	4545197.0230	414874.3240	106.4390
222	4545197.8170	414874.6110	87.7150
223	4545199.7790	414875.1300	87.7100
224	4545200.6730	414875.3150	105.8080
225	4545205.6780	414874.9020	105.5180
226	4545205.1020	414875.3250	87.9970
227	4545201.5070	414874.3630	88.0190
228	4545206.2230	414876.7200	106.4110
229	4545221.3540	414880.8060	106.3530
230	4545221.3650	414880.7360	102.4950
231	4545206.2810	414876.5440	102.4450
232	4545208.1270	414876.1190	102.4570
233	4545209.6720	414876.5320	102.4610
234	4545206.2320	414876.8150	88.1160
235	4545219.8430	414879.7910	88.2580
236	4545113.3340	414510.0770	93.3460
237	4545173.4970	414534.0520	90.7360

238	4545176.6100	414538.0370	90.8800
239	4545188.3570	414530.4400	91.3230
240	4545175.3340	414661.0370	89.7250
241	4545177.4550	414660.9170	83.4820
242	4545177.9940	414661.6510	81.7530
243	4545103.0840	414782.1040	153.0740
244	4545112.2360	414754.8710	151.1030
245	4545109.7640	414751.0660	153.0880
246	4545103.3970	414780.6190	152.8720
247	4545120.9250	414773.8780	96.4340
248	4545127.1380	414744.8270	96.4260
249	4545127.4610	414744.6120	95.2150
250	4545121.1070	414774.1120	95.2180
251	4545123.5300	414777.1900	91.4770
252	4545137.4950	414713.0630	91.4730
253	4545138.3770	414712.7820	89.4460
254	4545124.3650	414777.4720	89.5000
255	4545124.3620	414777.4730	89.5000
256	4545128.6890	414736.3560	98.4460
257	4545131.0050	414725.3940	98.4550
258	4545131.6140	414725.2230	97.1770
259	4545129.2360	414736.4370	97.1910
260	4545130.4450	414725.4600	95.0630
261	4545188.2770	414736.8050	89.3490
262	4545122.2990	414737.6480	95.5110
263	4545123.0080	414737.4180	94.2180
264	4545118.5750	414739.6120	98.4640
265	4545118.4370	414740.2380	97.1070
266	4545123.1540	414718.2050	98.5020
267	4545123.2940	414717.5430	97.1630
268	4545116.1590	414709.6160	99.5390
269	4545111.5700	414707.2830	105.4340
270	4545133.4170	414704.4760	99.5660
271	4545189.0600	414725.4320	92.2760
272	4545134.4500	414698.5540	99.5480
273	4545132.5510	414695.1340	99.5300
274	4545111.5640	414700.2300	110.1960
275	4545118.9990	414698.0280	113.7000
276	4545125.8470	414696.3890	113.6120
277	4545132.5720	414694.8390	104.2380
278	4545131.8370	414689.5150	104.2300
279	4545131.8060	414689.4740	108.3840
280	4545131.8680	414684.8080	108.3360
281	4545130.9010	414677.6310	108.3350
282	4545130.9130	414689.6720	110.4790
283	4545128.8130	414674.3680	110.4670
284	4545129.3750	414673.2480	108.4880
285	4545125.8150	414668.1930	108.6780
286	4545125.8770	414668.0880	82.3090
287	4545125.3870	414668.8350	82.3180
288	4545125.3920	414668.8450	108.8930

289	4545129.3760	414673.1830	82.3040
290	4545128.8690	414672.5380	85.3900
291	4545128.8350	414672.5130	106.9070
292	4545131.4220	414684.5520	88.4850
293	4545130.5630	414678.0140	88.5050
294	4545132.4720	414695.1990	85.1620
295	4545133.8440	414698.7840	85.1660
296	4545134.3550	414702.6180	85.1700
297	4545132.7860	414703.2310	85.0760
298	4545133.5310	414703.1680	83.1950
299	4545132.5630	414695.1910	83.1440
300	4545132.7410	414695.0890	82.4800
301	4545132.0050	414689.2840	82.4730
302	4545129.4560	414674.7760	87.2580
303	4545131.7930	414680.6250	87.2740
304	4545131.0660	414685.3930	87.2330
305	4545132.7560	414703.3000	95.6240
306	4545132.7610	414703.2620	88.2780
307	4545306.2480	414662.9240	83.3920
308	4545304.2130	414659.1040	84.2460
309	4545299.9690	414649.7020	84.2630
310	4545299.4600	414687.2240	85.0240
311	4545118.0590	414794.5090	93.0300
312	4545117.2210	414798.8210	93.0070
313	4545116.8310	414800.4440	93.0060
314	4545115.9260	414804.8290	92.9970
315	4545115.5600	414806.4400	93.0010
316	4545114.6390	414810.7720	93.0110
317	4545114.8400	414810.6750	85.2630
318	4545118.2540	414794.5650	85.2570
319	4545124.2310	414792.3130	84.4790
320	4545115.4520	414806.8890	86.0300
321	4545116.7340	414800.9010	86.0120
322	4545118.0100	414794.9650	85.9950
323	4545084.2230	414810.5240	105.1220
324	4545084.2830	414811.7280	105.1690
325	4545083.4670	414816.0340	105.1700
326	4545083.0210	414818.1200	105.1940
327	4545082.2110	414822.4160	105.1810
328	4545081.7090	414823.5080	105.0860
329	4545082.2200	414822.2120	100.9270
330	4545083.0430	414818.1230	100.9430
331	4545083.4390	414816.0050	100.9310
332	4545084.2990	414811.7290	100.9430
333	4545077.8650	414819.4580	107.0140
334	4545079.2100	414811.8520	106.9720
335	4545082.7270	414818.2010	100.1820
336	4545083.9770	414811.8170	100.1710
337	4545083.9820	414811.8140	97.2920
338	4545082.7280	414818.2010	97.3140
339	4545115.4940	414806.7850	91.2320

340	4545116.7630	414800.8410	91.2280
341	4545118.0270	414794.9100	91.2280
342	4545189.8030	414711.3760	110.3900
343	4545190.6350	414711.9610	79.8530

EK-D

MARMARA CEPHESİNE AİT METRİK KAMERA İÇİN BUNBIL.OUT DOSYASI

DATE: 09/11/20 21:54:27	PAGE: 1
PROGRAM SYSTEM PICTRAN-B (VERSION 3.3 (C) TECHNET 1995-1997) OUTPUT OF MODULE BUNBIL BUNDLE ADJUSTMENT TECHNET GMBH PESTALOZZISTRASSE 8 D-70563 STUTTGART TEL.: +49711/9018297 FAX.: +49711/9018296	
PROJECT: 2633	

DATE: 09/11/20 21:54:27

PAGE: 2

LEGEND OF THE MODULE BUNBIL

V = RESIDUAL
MFV = STANDARD DEVIATION OF OBSERVATIONS A PRIORI
EV = REDUNDANCY NUMBER
GF = PROBABLE DIMENSION OF A BLUNDER
EK = DISPLACEMENT IF OBSERVATION DOES NOT TAKE PART OF THE ADJUSTMENT
NV = NORMALIZED RESIDUAL
GRZW = THRESHOLD VALUE FOR NOT TRACEABLE BLUNDERS
EGK = EFFECT OF GRZW ON THE RELATIVE POSITION
M = STANDARD DEVIATION OF UNKNOWNNS
STA = STATE (0=FIX, 1=UNKNOWN, 2=OBSERVED)
** = BLUNDER IS SUPPOSED
*** = BLUNDER IS PROBABLE

DIMENSION OF BUNBIL:

MAXIMUM NUMBER OF IMAGE COORDINATES = 15000
MAXIMUM NUMBER OF OBJECT COORDINATES = 1500
MAXIMUM NUMBER OF SYSTEMS = 100
MAXIMUM NUMBER OF PLANES = 20
MAXIMUM NUMBER OF CAMERAS = 5
MAXIMUM NUMBER OF DISTANCES = 100
MAXIMUM NUMBER OF DIFFERENCES = 100
MAXIMUM NUMBER OF DIAGONAL SUBMATRICES = 25000
MAXIMUM NUMBER OF SUBMATRICES IN THE NORMAL EQUATION MATRIX = 120000
MAXIMUM NUMBER OF SINGEL ELEMENTS IN THE NORMAL EQUATION MATRIX = 600000

DATE : 09/11/20 21:54:27

BUNBIL-OUTPUT

PAGE: 3

PROJECT: 2633

USER DEFINED SETTINGS

PRECISION OF CALCULATION 0.1000E-11
TERMINATION RIGHT SIDE 0.1000E-09
TERMINATION COORDINATES 0.1000E-08
ST. DEV. OF POINT IN PLANE 0.1000E+00
ST. DEV. OF PLANE CONDITION EQUATION 0.1000E-01
ST. DEV. OF IMAGE COORDINATE X 0.3000E-01
ST. DEV. OF IMAGE COORDINATE Y 0.3000E-01
ST. DEV. OF IMAGE COORDINATE Z 0.1000E-04
MAXIMUM NUMBER OF ITERATIONS 15
NAME OF THE PROJECT 2633

IMAGE- AND OBJECT DATA

NU. OF IMAGES 2
NU. OF IMAGE POINTS 28
NU. OF OBJECT POINTS 14
NU. OF CONTROL POINTS 14
NU. OF CAMERAS 1
NU. OF PLANES 0
NU. OF DISTANCES 0
NU. OF DIFFERENCES 0

ITERATIONS

ITERATION	UNKNOWNNS	RIGHT SIDE	TIME [s]
1	0.1000E+11	0.2754E+11	0.00
2	0.1670E-01	0.1274E+08	0.00
3	0.6208E-04	0.6870E+02	0.00
4	0.1023E-06	0.3670E+01	0.00
5	0.3346E-09	0.4324E+01	0.00

DATA OF THE ADJUSTMENT

OBSERVATIONS (OB) 84
UNKNOWNNS (UN) 42
NU. CONSTR. EQUATIONS (CON) 2
REDUNDANCY (OB-UN+CON) 44
SUM OF REDUNDANCY NUMBERS 44.000
NU. OF DIAGONAL SUBMATRICES 45
NU. OF ALL SUBMATRICES 174
NU. OF ALL SINGLE ELEMENTS 2047
FILLING OF ATPA [%] 0.4489E+02

SYSTEM-NU	POINT-NU	X Y	IMAGE COORDINATES		MFVX MFVY	EVX EVY	GFX GFY	EKK EKY	NVX NVY	GRZWX GRZWY	EGKX EGKY
			BEDBX BEDBY	VX VY							
1	198	-10.995844 0.855743	-10.971300 0.840000	-0.0245 0.0157	0.0300 0.0300	0.795 0.813	-0.031 -0.019	-0.006 -0.004	0.917 0.582	0.139 0.137	0.028 0.026
1	199	-6.653776 0.709089	-6.696300 0.692100	0.0425 0.0170	0.0300 0.0300	0.835 0.854	-0.051 -0.020	-0.008 -0.003	1.551 0.613	0.136 0.134	0.022 0.020
1	202	8.260062 1.212140	8.289900 1.186300	-0.0298 0.0258	0.0300 0.0300	0.788 0.819	0.038 -0.032	0.008 -0.006	1.120 0.952	0.140 0.137	0.030 0.025
1	205	11.162348 2.253672	11.158300 2.233100	0.0040 0.0206	0.0300 0.0300	0.722 0.733	-0.006 -0.028	-0.002 -0.007	0.159 0.801	0.146 0.145	0.041 0.039
1	248	-12.696785 9.859321	-12.657200 9.846900	-0.0396 0.0124	0.0300 0.0300	0.799 0.786	0.050 -0.016	0.010 -0.003	1.476 0.467	0.139 0.140	0.028 0.030
1	249	-12.517260 9.050798	-12.497400 9.025000	-0.0199 0.0258	0.0300 0.0300	0.804 0.799	-0.025 -0.032	0.005 -0.006	0.738 0.962	0.138 0.139	0.027 0.028
1	252	11.376152 7.356366	11.349100 7.339000	0.0271 0.0174	0.0300 0.0300	0.760 0.694	-0.036 -0.025	-0.009 -0.008	1.035 0.695	0.142 0.149	0.034 0.046
1	256	-6.578256 11.339073	-6.563800 11.374000	-0.0145 -0.0349	0.0300 0.0300	0.880 0.873	0.080 0.016	0.002 0.005	0.514 1.246	0.132 0.133	0.016 0.017
1	257	1.223220 11.470198	1.204500 11.514700	0.0187 -0.0445	0.0300 0.0300	0.885 0.908	-0.021 0.049	-0.002 0.005	0.663 1.557	0.132 0.130	0.015 0.012

DATE : 09/11/20 21:54:27	BUNBIL-OUTPUT	PAGE: 9
PROJECT: 2633		

POINT-NU	VERBBEOB	BEOB	VERB	POINTS OF PLANE	MFVE	EVP	GFP	EKP	NVP	GRZWP	EGKP	PLANE-NU
----------	----------	------	------	-----------------	------	-----	-----	-----	-----	-------	------	----------

NO PLANES OBSERVED

PLANE-NU	A	MA	STAA
	B	MB	STAB
	C	MC	STAC
	D	MD	STAD

NO PLANES OBSERVED

CAMERANAME	X0	BEOBX0	PRINCIPAL	POINT AND	FOCAL LENGTH	EKX0	NVX0	GRZX0	EGKX0	MX0	STAX0
	Y0	BEOBY0	VX0	MFVX0	EVX0	GFX0	NVY0	GRZY0	EGKY0	MY0	STAY0
	C	BEOBC	VY0	MFVY0	EVY0	GFY0	NVC <td>GRZWC <td>EGKC <td>MC <td>STAC</td> </td></td></td>	GRZWC <td>EGKC <td>MC <td>STAC</td> </td></td>	EGKC <td>MC <td>STAC</td> </td>	MC <td>STAC</td>	STAC
			VC	MFVC	EVC	GFC					
RYIL_402	-0.070000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	0.050000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	40.280000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0

CAMERANAME	A1	MA1	STAA1
	A2 <td>MA2 <td>STAA2</td> </td>	MA2 <td>STAA2</td>	STAA2
	A3 <td>MA3 <td>STAA3</td> </td>	MA3 <td>STAA3</td>	STAA3
	A4 <td>MA4 <td>STAA4</td> </td>	MA4 <td>STAA4</td>	STAA4
	A5 <td>MA5 <td>STAA5</td> </td>	MA5 <td>STAA5</td>	STAA5
	A6 <td>MA6 <td>STAA6</td> </td>	MA6 <td>STAA6</td>	STAA6
	R00		

RYIL_402	-3.430000D-05	-	0
	2.263000D-08	-	0
	0.000000D+00	-	0
	0.000000D+00	-	0
	0.000000D+00	-	0
	0.000000D+00	-	0
	20.000000D+00	-	0

DATE : 09/11/20 21:54:27	BUNBIL-OUTPUT	PAGE: 10
PROJECT: 2633		

CAMERANAME	PARAMETER1	PARAMETER2	CORRELATION
------------	------------	------------	-------------

NO CORRELATIONS BETWEEN PARAMETERS OF THE INTERIOR ORIENTATION

TOTAL	IMAGE COORD	PROJ.CENT	CONTROL OF THE ADJUSTMENT	DIF	PLANE PO	PLANE PARAM	PRINC PO+C
REDUNDANCY	44.000000	44.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
SIGMA	0.942624	0.942624	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
VTPV	39.095756	39.095756	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

FINAL OBSERVATIONS

TERMINATION LIMIT REACHED AFTER	5. ITERATIONS
TOTAL TIME OF CALCULATION [min]	0.0
MAXIMUM NORMALIZED RESIDUAL AT:	IMAGE COORDINATES
SYSTEM NU.:	1
POINT NU.:	260
NORMALIZED RESIDUAL (NV):	1.71

EK-E

MARMARA CEPHESİNE AİT PANORAMİK KAMERA İÇİN BUNBIL.OUT DOSYASI

DATE: 01/30/20 14:11:00	PAGE: 1
PROGRAM SYSTEM PICTRAN-B (VERSION 3.3 (C) TECHNET 1995-1997) OUTPUT OF MODULE BUNBIL BUNDLE ADJUSTMENT TECHNET GMBH PESTALOZZISTRASSE 8 D-70563 STUTTGART TEL.: +49711/9018297 FAX.: +49711/9018296	
PROJECT: 57BABI	

DATE: 01/30/20 14:11:00

PAGE: 2

LEGEND OF THE MODULE BUNBIL

V = RESIDUAL
MFV = STANDARD DEVIATION OF OBSERVATIONS A PRIORI
EV = REDUNDANCY NUMBER
GF = PROBABLE DIMENSION OF A BLUNDER
EK = DISPLACEMENT IF OBSERVATION DOES NOT TAKE PART OF THE ADJUSTMENT
NV = NORMALIZED RESIDUAL
GRZW = THRESHOLD VALUE FOR NOT TRACEABLE BLUNDERS
EGK = EFFECT OF GRZW ON THE RELATIVE POSITION
M = STANDARD DEVIATION OF UNKNOWNNS
STA = STATE (0=FIX, 1=UNKNOWN, 2=OBSERVED)
** = BLUNDER IS SUPPOSED
*** = BLUNDER IS PROBABLE

DIMENSION OF BUNBIL:

MAXIMUM NUMBER OF IMAGE COORDINATES = 15000
MAXIMUM NUMBER OF OBJECT COORDINATES = 1500
MAXIMUM NUMBER OF SYSTEMS = 100
MAXIMUM NUMBER OF PLANES = 20
MAXIMUM NUMBER OF CAMERAS = 5
MAXIMUM NUMBER OF DISTANCES = 100
MAXIMUM NUMBER OF DIFFERENCES = 100
MAXIMUM NUMBER OF DIAGONAL SUBMATRICES = 25000
MAXIMUM NUMBER OF SUBMATRICES IN THE NORMAL EQUATION MATRIX = 120000
MAXIMUM NUMBER OF SINGEL ELEMENTS IN THE NORMAL EQUATION MATRIX = 600000

DATE : 01/30/20 14:11:00

BUNBIL-OUTPUT

PAGE: 3

PROJECT: 57BABI

USER DEFINED SETTINGS

PRECISION OF CALCULATION 0.1000E-11
TERMINATION RIGHT SIDE 0.1000E-09
TERMINATION COORDINATES 0.1000E-08
ST. DEV. OF POINT IN PLANE 0.1000E+00
ST. DEV. OF PLANE CONDITION EQUATION 0.1000E-01
ST. DEV. OF IMAGE COORDINATE X 0.2000E-01
ST. DEV. OF IMAGE COORDINATE Y 0.2000E-01
ST. DEV. OF IMAGE COORDINATE Z 0.1000E-04
MAXIMUM NUMBER OF ITERATIONS 15
NAME OF THE PROJECT 57BABI

IMAGE- AND OBJECT DATA

NU. OF IMAGES 2
NU. OF IMAGE POINTS 30
NU. OF OBJECT POINTS 15
NU. OF CONTROL POINTS 15
NU. OF CAMERAS 1
NU. OF PLANES 0
NU. OF DISTANCES 0
NU. OF DIFFERENCES 0

ITERATIONS

ITERATION	UNKNOWNNS	RIGHT SIDE	TIME [s]
1	0.1000E+11	0.2465E+11	0.00
2	0.3882E+00	0.1158E+09	0.00
3	0.1330E-01	0.1552E+06	0.00
4	0.1466E-03	0.2402E+02	0.00
5	0.1257E-05	0.5265E-01	0.00
6	0.1769E-07	0.1978E-01	0.00
7	0.3579E-09	0.4560E-01	0.00

DATA OF THE ADJUSTMENT

OBSERVATIONS (OB) 90
UNKNOWNNS (UN) 44
NU. CONSTR. EQUATIONS (CON) 2
REDUNDANCY (OB-UN+CON) 48
SUM OF REDUNDANCY NUMBERS 48.000
NU. OF DIAGONAL SUBMATRICES 48
NU. OF ALL SUBMATRICES 186
NU. OF ALL SINGLE ELEMENTS 2170
FILLING OF ATPA [%] 0.4297E+02

[illegible][illegible][illegible]

DATE : 01/30/20 14:11:01	BUNBIL-OUTPUT	PAGE: 6
PROJECT: 57BAB1		

POINT-NU	X			OBJECT COORDINATES												MX	STAX
	Y	Z	BE0BX BE0BY BE0BZ	VX	MFVX	EVX	GFY	EKY	NVX	GRZWX	EGKX	MY	STAY				
				VY	MFVY	EVY	GFY	EKY	NVY	GRZWY	EGKY						
				VZ	MFVZ	EVZ	GFZ	EKZ	NVZ	GRZWZ	EGKZ			MZ	STAZ		
298	5133.531000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0				
	83.195000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0				
	4703.168000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0				
306	5132.761000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0				
	88.278000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0				
	4703.262000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0				

SYSTEM-NU	POINT-NU	X Y	IMAGE COORDINATES		MFVX MFVY	EVX EVY	GFY GFY	EKX EKY	NVX NVY	GRZWX GRZWY	EGKX EGKY
			BEDBX BEDBY	VX VY							
1	199	-0.615449 0.095606	-0.641100 0.092400	0.0257 0.0032	0.0200 0.0200	0.798 0.847	-0.032 -0.004	-0.007 -0.001	1.436 0.174	0.092 0.090	0.019 0.014
1	205	0.467944 0.244558	0.481900 0.233100	-0.0140 0.0115	0.0200 0.0200	0.745 0.795	0.019 -0.014	0.005 -0.003	0.808 0.643	0.096 0.093	0.024 0.019
1	248	-0.938585 0.613946	-0.916600 0.600400	-0.0220 0.0135	0.0200 0.0200	0.766 0.794	0.029 -0.017	0.007 -0.004	1.256 0.760	0.094 0.093	0.022 0.019
1	249	-0.932355 0.568399	-0.916600 0.556300	-0.0158 0.0121	0.0200 0.0200	0.773 0.802	0.020 -0.015	0.005 -0.003	0.896 0.676	0.094 0.092	0.021 0.018
1	252	0.463849 0.591813	0.463300 0.591100	0.0005 0.0007	0.0200 0.0200	0.762 0.776	-0.001 -0.001	0.000 0.000	0.031 0.040	0.095 0.094	0.023 0.021
1	256	-0.607040 0.734115	-0.595800 0.742300	-0.0112 -0.0082	0.0200 0.0200	0.874 0.864	0.013 0.009	0.002 0.001	0.601 0.440	0.088 0.089	0.011 0.012
1	257	-0.149461 0.790891	-0.155200 0.807400	0.0057 -0.0165	0.0200 0.0200	0.900 0.919	-0.006 0.018	-0.001 0.001	0.302 0.861	0.087 0.086	0.009 0.007

DATE : 01/30/20 14:11:01	BUNBIL-OUTPUT	PAGE: 7
PROJECT: 57BAB1		

SYSTEM-NU	POINT-NU	X Y	IMAGE COORDINATES				MFVX MFVY	EVX EVY	GFX GFY	EKX EKY	NVX NVY	GRZWX GRZWY	EGKX EGKY
			BEOBX BEOBY	VX VY									
1	258	-0.140110 0.744852	-0.143600 0.758500	0.0035 -0.0136	0.0200 0.0200	0.891 0.918	-0.004 0.015	0.000 0.001	0.185 0.712	0.087 0.086	0.009 0.007		
1	259	-0.613350 0.688757	-0.634100 0.688800	0.0208 0.0000	0.0200 0.0200	0.872 0.868	-0.024 0.000	-0.003 0.000	1.111 0.002	0.088 0.089	0.011 0.012		
	260	-0.143551 0.636714	-0.152900 0.651600	0.0093 -0.0149	0.0200 0.0200	0.906 0.926	-0.010 0.016	-0.001 0.001	0.491 0.773	0.087 0.086	0.008 0.006		
1	269	0.449907 0.820176	0.474900 0.862000	-0.0250 -0.0418	0.0200 0.0200	0.694 0.599	0.036 0.070	0.011 0.028	1.500 2.702**	0.099 0.107	0.030 0.043		
1	275	0.812456 1.222145	0.782900 1.192100	0.0296 0.0300	0.0200 0.0200	0.587 0.481	-0.050 -0.062	-0.021 -0.032	1.928 2.166	0.108 0.119	0.044 0.062		
1	298	0.900097 0.188857	0.906700 0.186000	-0.0066 0.0029	0.0200 0.0200	0.758 0.799	0.009 -0.004	0.002 -0.001	0.379 0.160	0.095 0.092	0.023 0.019		
1	305	0.844633 0.740166	0.837600 0.731800	0.0070 0.0084	0.0200 0.0200	0.831 0.818	-0.008 -0.010	-0.001 -0.002	0.386 0.463	0.091 0.091	0.015 0.017		
1	306	0.867697 0.412949	0.875900 0.406300	-0.0082 0.0066	0.0200 0.0200	0.809 0.825	0.010 -0.008	0.002 -0.001	0.456 0.366	0.092 0.091	0.018 0.016		
2	199	-0.529627 0.131134	-0.548100 0.133100	0.0185 -0.0020	0.0200 0.0200	0.814 0.846	-0.023 0.002	-0.004 0.000	1.024 0.107	0.092 0.090	0.017 0.014		
2	205	0.341091 0.204572	0.343500 0.199400	-0.0024 0.0052	0.0200 0.0200	0.761 0.801	0.003 -0.006	0.001 -0.001	0.138 0.289	0.095 0.092	0.023 0.018		
2	248	-0.791748 0.571085	-0.779500 0.564400	-0.0122 0.0067	0.0200 0.0200	0.768 0.786	0.016 -0.009	0.004 -0.002	0.699 0.377	0.094 0.093	0.022 0.020		
2	249	-0.786368 0.532444	-0.777100 0.524900	-0.0093 0.0075	0.0200 0.0200	0.774 0.794	0.012 -0.009	0.003 -0.002	0.527 0.423	0.094 0.093	0.021 0.019		
2	252	0.349875 0.471616	0.348200 0.473700	0.0017 -0.0021	0.0200 0.0200	0.772 0.779	-0.002 0.003	0.000 0.001	0.095 0.118	0.094 0.094	0.021 0.021		

DATE : 01/30/20 14:11:01	BUNBIL-OUTPUT	PAGE: 8
PROJECT: 57BAB1		

SYSTEM-NU	POINT-NU	X Y	IMAGE BEOBX BEOBY	COORDINATES VX VY	MFVX MFVY	EVX EVY	GFX GFY	EKX EKY	NVX NVY	GRZW GRZWY	EGKX EGKY
2	256	-0.508530 0.651948	-0.510900 0.651600	0.0024 0.0003	0.0200 0.0200	0.874 0.865	-0.003 0.000	0.000 0.000	0.127 0.019	0.088 0.089	0.011 0.012
2	257	-0.129867 0.671782	-0.134300 0.680600	0.0044 -0.0088	0.0200 0.0200	0.901 0.919	-0.005 0.010	0.000 0.001	0.234 0.460	0.087 0.086	0.009 0.007
2	258	-0.122610 0.632569	-0.120300 0.638800	-0.0023 -0.0062	0.0200 0.0200	0.893 0.918	0.003 0.007	0.000 0.001	0.122 0.325	0.087 0.086	0.009 0.007
2	259	-0.513182 0.613667	-0.531800 0.612100	0.0186 0.0016	0.0200 0.0200	0.872 0.868	-0.021 -0.002	-0.003 0.000	0.997 0.084	0.088 0.089	0.011 0.012
2	260	-0.130903 0.548557	-0.112200 0.555100	-0.0187 -0.0065	0.0200 0.0200	0.909 0.926	0.021 0.007	0.002 0.001	0.981 0.340	0.087 0.086	0.008 0.006
2	269	0.343935 0.711571	0.356300 0.735300	-0.0124 -0.0237	0.0200 0.0200	0.643 0.555	0.019 0.043	0.007 0.019	0.771 1.592	0.103 0.111	0.037 0.049
2	275	0.653385 1.013680	0.637600 0.995700	0.0158 0.0180	0.0200 0.0200	0.573 0.506	-0.028 -0.036	-0.012 -0.018	1.042 1.264	0.109 0.116	0.047 0.057
2	298	0.669355 0.150670	0.670800 0.147600	-0.0014 0.0031	0.0200 0.0200	0.769 0.808	0.002 -0.004	0.000 -0.001	0.082 0.171	0.094 0.092	0.022 0.018
2	305	0.648501 0.584491	0.646900 0.583000	0.0016 0.0015	0.0200 0.0200	0.837 0.824	-0.002 -0.002	0.000 0.000	0.088 0.082	0.090 0.091	0.015 0.016
2	306	0.653896 0.327094	0.658600 0.323800	-0.0047 0.0033	0.0200 0.0200	0.815 0.830	0.006 -0.004	0.001 -0.001	0.261 0.181	0.092 0.091	0.017 0.015

POINT1-NU	S	BEOBS	DISTANCE VERS	OBSERVATIONS MFVS	EVS	GFS	EKS	NVS	GRZWS	EGKS
POINT2-NU										

NO DISTANCES OBSERVED

DATE : 01/30/20 14:11:01	BUNBIL-OUTPUT	PAGE: 9
PROJECT: 57BAB1		

POINT1-NU	DIFX	BEOBDIFX	DIFFERENCES OF COORDINATES VDIFX	MFVDIFX	EVVDIFX	GFDIFX	EKDIFX	NVDIFX	GRZWDIFX	EGKDIFX
POINT2-NU	DIFY	BEOBDIFY	VDIFY	MFVDIFY	EVVDIFY	GFDIFY	EKDIFY	NVDIFY	GRZWDIFY	EGKDIFY
	DIFZ	BEOBDIFZ	VDIFZ	MFVDIFZ	EVVDIFZ	GFDIFZ	EKDIFZ	NVDIFZ	GRZWDIFZ	EGKDIFZ

NO DIFFERENCES OBSERVED

POINT-NU	VERB	BEOB	VERB	POINTS OF PLANE MFVE	EVP	GFP	EKP	NVP	GRZWP	EGKP	PLANE-NU
----------	------	------	------	-------------------------	-----	-----	-----	-----	-------	------	----------

NO PLANES OBSERVED

PLANE-NU	A	MA	STAA	PARAMETERS OF PLANES
	B	MB	STAB	
	C	MC	STAC	
	D	MD	STAD	

NO PLANES OBSERVED

CAMERANAME	X0 Y0 C	BEOBX0 BEOBY0 BEOBC	PRINCIPAL VX0 VY0 VC	POINT AND FOCAL LENGTH MFVX0 MFVY0 MFVC	EVX0 EVY0 EVC	GFX0 GFY0 GFC	EKX0 EKY0 EKC	NVX0 NVY0 NVC	GRZW0 GRZWY0 GRZWC	EGKX0 EGKY0 EGKC	MX0 MY0 MC	STAX0 STAY0 STAC
ladybug00000	0.000000 0.000000 2.452704	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	0 0 0

DATE : 01/30/20 14:11:01	BUNBIL-OUTPUT	PAGE: 10
PROJECT: 57BAB1		

PARAMETERS OF DISTORTION			
CAMERANAME	A1	MA1	STAA1
	A2	MA2	STAA2
	A3	MA3	STAA3
	A4	MA4	STAA4
	A5	MA5	STAA5
	A6	MA6	STAA6
	R00		

ladybug00000	3.6744000-02	-	0
	-4.3500000-06	-	0
	0.0000000+00	-	0
	0.0000000+00	-	0
	0.0000000+00	-	0
	0.0000000+00	-	0
	20.0000000+00		

CORRELATION BETWEEN INTERIOR ORIENTATION PARAMETERS			
CAMERANAME	PARAMETER1	PARAMETER2	CORRELATION
NO CORRELATIONS BETWEEN PARAMETERS OF THE INTERIOR ORIENTATION			

	CONTROL OF THE ADJUSTMENT				DIS	DIF	PLANE PD	PLANE PARAM	PRINC PD+C
	TOTAL	IMAGE COORD	PROJ.CENT	OBJECT COORD					
REDUNDANCY	48.000000	48.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
SIGMA	0.752607	0.752607	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
VTPV	27.188045	27.188045	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

DATE : 01/30/20 14:11:01	BUNBIL-OUTPUT	PAGE: 11
PROJECT: 57BAB1		

FINAL OBSERVATIONS	
TERMINATION LIMIT REACHED AFTER	7. ITERATIONS
TOTAL TIME OF CALCULATION [min]	0.0
MAXIMUM NORMALIZED RESIDUAL AT:	IMAGE COORDINATES
SYSTEM NU.:	1
POINT NU.:	269
NORMALIZED RESIDUAL (NV):	2.70

EK-F

MARMARA CEPHESİNE AİT METRİK OLMAYAN KAMERA BUNBIL.OUT

DOSYASI

DATE: 09/11/20 22:22:44	PAGE: 1
PROGRAM SYSTEM PICTRAN-B (VERSION 3.3 (C) TECHNET 1995-1997) OUTPUT OF MODULE BUNBIL BUNDLE ADJUSTMENT TECHNET GMBH PESTALOZZISTRASSE 8 D-70563 STUTTGART TEL.: +49711/9018297 FAX.: +49711/9018296 PROJECT: MARMARA	

DATE: 09/11/20 22:22:44

PAGE: 2

LEGEND OF THE MODULE BUNBIL

V = RESIDUAL
MFV = STANDARD DEVIATION OF OBSERVATIONS A PRIORI
EV = REDUNDANCY NUMBER
GF = PROBABLE DIMENSION OF A BLUNDER
EK = DISPLACEMENT IF OBSERVATION DOES NOT TAKE PART OF THE ADJUSTMENT
NV = NORMALIZED RESIDUAL
GRZW = THRESHOLD VALUE FOR NOT TRACEABLE BLUNDERS
EGK = EFFECT OF GRZW ON THE RELATIVE POSITION
M = STANDARD DEVIATION OF UNKNOWNNS
STA = STATE (0=FIX, 1=UNKNOWN, 2=OBSERVED)
** = BLUNDER IS SUPPOSED
*** = BLUNDER IS PROBABLE

DIMENSION OF BUNBIL:

MAXIMUM NUMBER OF IMAGE COORDINATES = 15000
MAXIMUM NUMBER OF OBJECT COORDINATES = 1500
MAXIMUM NUMBER OF SYSTEMS = 100
MAXIMUM NUMBER OF PLANES = 20
MAXIMUM NUMBER OF CAMERAS = 5
MAXIMUM NUMBER OF DISTANCES = 100
MAXIMUM NUMBER OF DIFFERENCES = 100
MAXIMUM NUMBER OF DIAGONAL SUBMATRICES = 25000
MAXIMUM NUMBER OF SUBMATRICES IN THE NORMAL EQUATION MATRIX = 120000
MAXIMUM NUMBER OF SINGEL ELEMENTS IN THE NORMAL EQUATION MATRIX = 600000

DATE : 09/11/20 22:22:44

BUNBIL-OUTPUT

PAGE: 3

PROJECT: MARMARA

USER DEFINED SETTINGS

PRECISION OF CALCULATION 0.1000E-11
TERMINATION RIGHT SIDE 0.1000E-09
TERMINATION COORDINATES 0.1000E-08
ST. DEV. OF POINT IN PLANE 0.1000E+00
ST. DEV. OF PLANE CONDITION EQUATION 0.1000E-01
ST. DEV. OF IMAGE COORDINATE X 0.1000E-01
ST. DEV. OF IMAGE COORDINATE Y 0.1000E-01
ST. DEV. OF IMAGE COORDINATE Z 0.1000E-04
MAXIMUM NUMBER OF ITERATIONS 15
NAME OF THE PROJECT MARMARA

IMAGE- AND OBJECT DATA

NU. OF IMAGES 2
NU. OF IMAGE POINTS 54
NU. OF OBJECT POINTS 27
NU. OF CONTROL POINTS 27
NU. OF CAMERAS 1
NU. OF PLANES 0
NU. OF DISTANCES 0
NU. OF DIFFERENCES 0

ITERATIONS

ITERATION	UNKNOWNNS	RIGHT SIDE	TIME [s]
1	0.1000E+11	0.1440E+11	0.00
2	0.4403E-01	0.1266E+08	0.00
3	0.1757E-03	0.1342E+03	0.00
4	0.5842E-06	0.1918E+00	0.00
5	0.4974E-08	0.3123E+00	0.00
6	0.3359E-10	0.1660E+00	0.01

DATA OF THE ADJUSTMENT

OBSERVATIONS (OB) 162
UNKNOWNNS (UN) 68
NU. CONSTR. EQUATIONS (CON) 2
REDUNDANCY (OB-UN+CON) 96
SUM OF REDUNDANCY NUMBERS 96.000
NU. OF DIAGONAL SUBMATRICES 84
NU. OF ALL SUBMATRICES 330
NU. OF ALL SINGLE ELEMENTS 3646
FILLING OF ATPA [%] 0.2831E+02

DATE : 09/11/20 22:22:44	BUNBIL-OUTPUT	PAGE: 7
PROJECT: MARMARA		

POINT-NU	X Y Z	BEOBX BEOBY BEOBZ	OBJECT VX VY VZ	COORDINATES MFVX MFVY MFVZ	EVX EVY EVZ	GFX GFY GFZ	EKX EKY EKZ	NVX NVY NVZ	GRZW GRZWY GRZWZ	EGKX EGKY EGKZ	MX MY MZ	STAX STAY STAZ
299	5132.563000 83.144000 4695.191000	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	0 0 0

SYSTEM-NU	POINT-NU	X Y	BEOBX BEOBY	COORDINATES VX VY	MFVX MFVY	EVX EVY	GFX GFY	EKX EKY	NVX NVY	GRZW GRZWY	EGKX EGKY
1	199	-3.606820 -0.638912	-3.591100 -0.644700	-0.0157 0.0058	0.0100 0.0100	0.792 0.842	0.020 -0.007	0.004 -0.001	1.767 0.631	0.046 0.045	0.010 0.007
1	200	-2.693306 -0.651590	-2.688100 -0.657300	-0.0052 0.0057	0.0100 0.0100	0.878 0.888	0.006 -0.006	0.001 -0.001	0.555 0.606	0.044 0.044	0.005 0.005
1	201	-2.313068 -0.657533	-2.297500 -0.665700	-0.0156 0.0082	0.0100 0.0100	0.894 0.903	0.017 -0.009	0.002 -0.001	1.646 0.860	0.044 0.043	0.005 0.004
1	202	-0.860209 -0.682637	-0.863100 -0.693000	0.0029 0.0104	0.0100 0.0100	0.903 0.930	-0.003 -0.011	0.000 -0.001	0.304 1.075	0.043 0.043	0.004 0.003
1	205	-0.389775 -0.531734	-0.403200 -0.537600	0.0134 0.0059	0.0100 0.0100	0.869 0.908	-0.015 -0.006	-0.002 -0.001	1.440 0.616	0.044 0.043	0.006 0.004

DATE : 09/11/20 22:22:44	BUNBIL-OUTPUT	PAGE: 8
PROJECT: MARMARA		

SYSTEM-NU	POINT-NU	X Y	BEOBX BEOBY	COORDINATES VX VY	MFVX MFVY	EVX EVY	GFX GFY	EKX EKY	NVX NVY	GRZW GRZWY	EGKX EGKY
1	206	-0.389891 -0.398807	-0.401100 -0.403200	0.0112 0.0044	0.0100 0.0100	0.873 0.908	-0.013 -0.005	-0.002 0.000	1.200 0.461	0.044 0.043	0.006 0.004
1	253	-0.254489 0.091385	-0.249900 0.100800	-0.0046 -0.0094	0.0100 0.0100	0.849 0.881	0.005 0.011	0.001 0.001	0.498 1.003	0.045 0.044	0.007 0.005
1	256	-3.392112 1.249927	-3.376900 1.255800	-0.0152 -0.0059	0.0100 0.0100	0.843 0.818	0.018 0.007	0.003 0.001	1.656 0.649	0.045 0.046	0.007 0.008
1	257	-1.964063 1.166793	-1.969900 1.184400	0.0058 -0.0176	0.0100 0.0100	0.923 0.916	-0.006 0.019	0.000 0.002	0.608 1.840	0.043 0.043	0.003 0.004
1	258	-1.937837 1.029125	-1.934200 1.037400	-0.0036 -0.0083	0.0100 0.0100	0.921 0.919	0.004 0.009	0.000 0.001	0.379 0.863	0.043 0.043	0.003 0.004
1	259	-3.413266 1.113070	-3.427300 1.117200	0.0140 -0.0041	0.0100 0.0100	0.843 0.826	-0.017 0.005	-0.003 0.001	1.528 0.454	0.045 0.045	0.007 0.008
1	260	-1.998746 0.754592	-2.001400 0.768600	0.0027 -0.0140	0.0100 0.0100	0.931 0.927	-0.003 0.015	0.000 0.001	0.275 1.455	0.043 0.043	0.003 0.003
1	267	-1.260057 0.767352	-1.255800 0.764400	-0.0043 0.0030	0.0100 0.0100	0.952 0.924	0.004 -0.003	0.000 0.000	0.436 0.307	0.042 0.043	0.002 0.003
1	269	-0.605111 1.214069	-0.604800 1.211700	-0.0003 0.0024	0.0100 0.0100	0.843 0.757	0.000 -0.003	0.000 -0.001	0.034 0.272	0.045 0.047	0.007 0.012
1	272	1.054437 1.049214	1.064700 1.062600	-0.0103 -0.0134	0.0100 0.0100	0.932 0.925	0.011 0.014	0.001 0.001	1.063 1.391	0.043 0.043	0.003 0.003
1	273	1.263586 0.969668	1.262100 0.978600	0.0015 -0.0089	0.0100 0.0100	0.929 0.927	-0.002 0.010	0.000 0.001	0.154 0.928	0.043 0.043	0.003 0.003
1	274	-0.035793 1.537607	-0.035700 1.533000	-0.0001 0.0046	0.0100 0.0100	0.821 0.736	0.000 -0.006	0.000 -0.002	0.010 0.537	0.046 0.048	0.008 0.013
1	275	0.400762 1.991600	0.405800 1.994500	-0.0050 -0.0029	0.0100 0.0100	0.870 0.808	0.006 0.004	0.001 0.001	0.540 0.323	0.044 0.046	0.006 0.009

DATE : 09/11/20 22:22:44	BUNBIL-OUTPUT	PAGE: 9
PROJECT: MARMARA		

SYSTEM-NU	POINT-NU	X Y	IMAGE BEDBX BEDBY	COORDINATES VX VY	MFVX MFVY	EVX EVY	GFX GFY	EKX EKY	NVX NVY	GRZWX GRZWY	EGKX EGKY
1	277	1.290665 1.443635	1.291500 1.449000	-0.0008 -0.0054	0.0100 0.0100	0.922 0.918	0.001 0.006	0.000 0.000	0.087 0.560	0.043 0.043	0.003 0.004
1	278	1.706928 1.359390	1.707300 1.369200	-0.0004 -0.0098	0.0100 0.0100	0.894 0.900	0.000 0.011	0.000 0.001	0.039 1.034	0.044 0.044	0.005 0.004
1	279	1.706033 1.759833	1.690500 1.759800	0.0155 0.0000	0.0100 0.0100	0.884 0.887	-0.018 0.000	-0.002 0.000	1.652 0.004	0.044 0.044	0.005 0.005
1	282	1.637504 1.936159	1.633800 1.932000	0.0037 0.0042	0.0100 0.0100	0.877 0.882	-0.004 -0.005	-0.001 -0.001	0.396 0.443	0.044 0.044	0.005 0.005
1	295	0.995368 -0.509090	1.003800 -0.514500	-0.0084 0.0054	0.0100 0.0100	0.897 0.928	0.009 -0.006	0.001 0.000	0.890 0.561	0.044 0.043	0.005 0.003
1	296	0.646639 -0.495385	0.648900 -0.497700	-0.0023 0.0023	0.0100 0.0100	0.908 0.933	0.002 -0.002	0.000 0.000	0.237 0.240	0.043 0.043	0.004 0.003
1	299	1.259943 -0.737749	1.264200 -0.751800	-0.0043 0.0141	0.0100 0.0100	0.863 0.920	0.005 -0.015	0.001 -0.001	0.458 1.465	0.044 0.043	0.006 0.003
1	305	0.508288 0.643864	0.495600 0.636300	0.0127 0.0076	0.0100 0.0100	0.947 0.949	-0.013 -0.008	-0.001 0.000	1.304 0.776	0.042 0.042	0.002 0.002
1	306	0.504996 -0.155241	0.489300 -0.172200	0.0157 0.0170	0.0100 0.0100	0.933 0.947	-0.017 -0.018	-0.001 -0.001	1.625 1.743	0.043 0.042	0.003 0.002
2	199	-1.899650 -0.296970	-1.898500 -0.304500	-0.0011 0.0075	0.0100 0.0100	0.813 0.839	0.001 -0.009	0.000 -0.001	0.127 0.822	0.046 0.045	0.009 0.007
2	200	-0.932119 -0.313467	-0.945000 -0.325500	0.0129 0.0120	0.0100 0.0100	0.883 0.883	-0.015 -0.014	-0.002 -0.002	1.371 1.280	0.044 0.044	0.005 0.005
2	201	-0.530834 -0.321116	-0.525000 -0.331800	-0.0058 0.0107	0.0100 0.0100	0.896 0.897	0.007 -0.012	0.001 -0.001	0.616 1.128	0.044 0.044	0.005 0.004
2	202	1.001424 -0.353103	1.010100 -0.361200	-0.0087 0.0081	0.0100 0.0100	0.904 0.925	0.010 -0.009	0.001 -0.001	0.913 0.842	0.043 0.043	0.004 0.003

DATE : 09/11/20 22:22:44	BUNBIL-OUTPUT	PAGE: 10
PROJECT: MARMARA		

SYSTEM-NU	POINT-NU	X Y	IMAGE BEDBX BEDBY	COORDINATES VX VY	MFVX MFVY	EVX EVY	GFX GFY	EKX EKY	NVX NVY	GRZWX GRZWY	EGKX EGKY
2	205	1.555695 -0.187888	1.549800 -0.193200	0.0059 0.0053	0.0100 0.0100	0.872 0.907	-0.007 -0.006	-0.001 -0.001	0.631 0.558	0.044 0.043	0.006 0.004
2	206	1.554029 -0.041573	1.547700 -0.042000	0.0063 0.0004	0.0100 0.0100	0.876 0.909	-0.007 0.000	-0.001 0.000	0.676 0.045	0.044 0.043	0.005 0.004
2	253	1.735973 0.501771	1.734600 0.510300	0.0014 -0.0085	0.0100 0.0100	0.856 0.889	-0.002 0.010	0.000 0.001	0.148 0.905	0.045 0.044	0.006 0.005
2	256	-1.750834 1.775696	-1.745100 1.776600	-0.0057 -0.0009	0.0100 0.0100	0.847 0.800	0.007 0.001	0.001 0.000	0.623 0.101	0.045 0.046	0.007 0.009
2	257	-0.235000 1.683129	-0.234700 1.698400	-0.0003 -0.0153	0.0100 0.0100	0.915 0.907	0.000 0.017	0.000 0.002	0.031 1.604	0.043 0.043	0.004 0.004
2	258	-0.189814 1.532531	-0.186900 1.539300	-0.0029 -0.0068	0.0100 0.0100	0.913 0.912	0.003 0.007	0.000 0.001	0.305 0.709	0.043 0.043	0.004 0.004
2	259	-1.756161 1.626316	-1.770300 1.623300	0.0141 0.0030	0.0100 0.0100	0.846 0.810	-0.017 -0.004	-0.003 -0.001	1.537 0.335	0.045 0.046	0.007 0.009
2	260	-0.276566 1.225721	-0.277200 1.239000	0.0006 -0.0133	0.0100 0.0100	0.926 0.924	-0.001 0.014	0.000 0.001	0.066 1.382	0.043 0.043	0.003 0.003
2	267	0.311359 1.218169	0.328100 1.223800	-0.0167 -0.0056	0.0100 0.0100	0.954 0.930	0.018 0.006	0.001 0.000	1.714 0.584	0.042 0.043	0.002 0.003
2	269	0.766856 1.677132	0.781700 1.685800	-0.0148 -0.0087	0.0100 0.0100	0.865 0.789	0.017 0.011	0.002 0.002	1.596 0.976	0.044 0.047	0.006 0.010
2	272	2.924265 1.544580	2.927500 1.551900	-0.0032 -0.0073	0.0100 0.0100	0.932 0.929	0.003 0.008	0.000 0.001	0.335 0.759	0.043 0.043	0.003 0.003
2	273	3.082470 1.449528	3.076600 1.449000	0.0059 0.0005	0.0100 0.0100	0.926 0.928	-0.006 -0.001	0.000 0.000	0.610 0.055	0.043 0.043	0.003 0.003
2	274	1.341488 2.026062	1.358200 2.033300	-0.0167 -0.0072	0.0100 0.0100	0.842 0.763	0.020 0.009	0.003 0.002	1.821 0.828	0.045 0.047	0.007 0.011

DATE : 09/11/20 22:22:44	BUNBIL-OUTPUT	PAGE: 11
PROJECT: MARMARA		

SYSTEM-NU	POINT-NU	X		IMAGE COORDINATES		MFVX	EVX	GFX	EKX	NVX	GRZWX	EGKX
		Y		BEOBX	VX							
				BEOBY	VY	MFVY	EVY	GFY	EKY	NVY	GRZWY	EGKY
2	275	1.902537		1.916800	-0.0143	0.0100	0.873	0.016	0.002	1.526	0.044	0.006
		2.539088		2.536300	0.0028	0.0100	0.814	-0.003	-0.001	0.309	0.046	0.009
2	277	3.107819		3.097600	0.0102	0.0100	0.917	-0.011	-0.001	1.067	0.043	0.004
		1.973736		1.969800	0.0039	0.0100	0.920	-0.004	0.000	0.410	0.043	0.003
2	278	3.509261		3.494500	0.0148	0.0100	0.886	-0.017	-0.002	1.568	0.044	0.005
		1.875095		1.879500	-0.0044	0.0100	0.901	0.005	0.000	0.464	0.044	0.004
2	279	3.506177		3.490300	0.0159	0.0100	0.873	-0.018	-0.002	1.700	0.044	0.006
		2.318634		2.305800	0.0128	0.0100	0.888	-0.014	-0.002	1.362	0.044	0.005
2	282	3.413102		3.404200	0.0089	0.0100	0.865	-0.010	-0.001	0.957	0.044	0.006
		2.511413		2.503200	0.0082	0.0100	0.881	-0.009	-0.001	0.875	0.044	0.005
2	295	2.857951		2.870800	-0.0128	0.0100	0.885	0.015	0.002	1.366	0.044	0.005
		-0.170787		-0.161700	-0.0091	0.0100	0.925	0.010	0.001	0.945	0.043	0.003
2	296	2.522611		2.528500	-0.0059	0.0100	0.901	0.007	0.001	0.620	0.043	0.004
		-0.154041		-0.149100	-0.0049	0.0100	0.931	0.005	0.000	0.512	0.043	0.003
2	299	3.088465		3.089200	-0.0007	0.0100	0.842	0.001	0.000	0.080	0.045	0.007
		-0.421655		-0.422100	0.0004	0.0100	0.915	0.000	0.000	0.047	0.043	0.004
2	305	2.327753		2.331100	-0.0033	0.0100	0.949	0.004	0.000	0.344	0.042	0.002
		1.095233		1.092000	0.0032	0.0100	0.951	-0.003	0.000	0.332	0.042	0.002
2	306	2.331600		2.324800	0.0068	0.0100	0.931	-0.007	-0.001	0.705	0.043	0.003
		0.217340		0.207900	0.0094	0.0100	0.945	-0.010	-0.001	0.971	0.042	0.002
POINT1-NU	S	BEOBS		DISTANCE	OBSERVATIONS							
POINT2-NU				VERS	MFVS	EVS	GFS	EKS	NVS	GRZWS	EGKS	
NO DISTANCES OBSERVED												

DATE : 09/11/20 22:22:44	BUNBIL-OUTPUT	PAGE: 12
PROJECT: MARMARA		

POINT1-NU		DIFX	BEOBDIFX	DIFFERENCES OF COORDINATES					GFDIFX	EKDIFX	NVDIFX	GRZWDIFX	EGKDIFX
POINT2-NU		DIFY	BEOBDIFY	VDIFX	MFVDIFX	EVDIFX	GFDIFY	EKDIFY	NVDIFY	GRZWDIFY	EGKDIFY		
		DIFZ	BEOBDIFZ	VDIFZ	MFVDIFZ	EVDIFZ	GFDIFZ	EKDIFZ	NVDIFZ	GRZWDIFZ	EGKDIFZ		
NO DIFFERENCES OBSERVED													
POINT-NU		VERBBEOB	BEOB	VERB	POINTS OF PLANE		GFP	EKP	NVP	GRZWP	EGKP	PLANE-NU	
					MFVE	EVP							
NO PLANES OBSERVED													
PLANE-NU		A	MA	STAA	PARAMETERS OF PLANES								
		B	MB	STAB									
		C	MC	STAC									
		D	MD	STAD									
NO PLANES OBSERVED													
CAMERANAME		X0	BEOBX0	VX0	MFVX0	EVX0	GFY0	EKX0	NVX0	GRZWX0	EGKX0	MX0	STAX0
		Y0	BEOBY0	VY0	MFVY0	EVY0	GFY0	EKY0	NVY0	GRZWY0	EGKY0	MY0	STAY0
		C	BEOBC	VC	MFVC	EVC	GFC	EKC	NVC	GRZWC	EGKC	MC	STAC
fujikalib	0.004000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	0.003000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	7.823834	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0

DATE : 09/11/20 22:22:44	BUNBIL-OUTPUT	PAGE: 13
PROJECT: MARMARA		

CAMERANAME	PARAMETERS OF DISTORTION		
	A1 A2 A3 A4 A5 A6 R00	MA1 MA2 MA3 MA4 MA5 MA6	STAA1 STAA2 STAA3 STAA4 STAA5 STAA6

fujikalib	-1.6120000-03	-	0
	2.0253000-07	-	0
	0.0000000+00	-	0
	0.0000000+00	-	0
	0.0000000+00	-	0
	0.0000000+00	-	0
	20.0000000+00	-	0

CORRELATION BETWEEN INTERIOR ORIENTATION PARAMETERS			
CAMERANAME	PARAMETER1	PARAMETER2	CORRELATION

NO CORRELATIONS BETWEEN PARAMETERS OF THE INTERIOR ORIENTATION

	TOTAL	IMAGE COORD	CONTROL OF THE ADJUSTMENT			DIF	PLANE PO	PLANE PARAM	PRINC PO+C
			PROJ.CENT	OBJECT COORD	DIS				
REDUNDANCY	96.000000	96.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
SIGMA	0.938257	0.938257	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
VTPV	84.511366	84.511366	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

DATE : 09/11/20 22:22:44	BUNBIL-OUTPUT	PAGE: 14
PROJECT: MARMARA		

FINAL OBSERVATIONS	
TERMINATION LIMIT REACHED AFTER	6. ITERATIONS
TOTAL TIME OF CALCULATION [min]	0.0
MAXIMUM NORMALIZED RESIDUAL AT:	IMAGE COORDINATES
SYSTEM NU.:	1
POINT NU.:	257
NORMALIZED RESIDUAL (NV):	1.84

**YERSEL FOTOGRAMETRİK ÇALIŞMADA KULLANILAN KAMERALARIN
DOĞRULUK ANALİZİNDEKİ FARKLARI GÖSTEREN TABLO**

NOKTA NO	JEODEZİK ÖLÇÜ			FUJİ FINEPIX47			FUJİ FARKLAR			ROLLEI METRIC			ROLLEI METRIC FARKLAR			LADYBUG2			LADYBUG FARKLAR		
	X (m)	Y (m)	Z (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Delta X	Delta Y	Delta Z	X (m)	Y (m)	Z (m)	Delta X	Delta Y	Delta Z	X (m)	Y (m)	Z (m)	Delta X	Delta Y	Delta Z
45	4545216,300	414611,973	84,618	4545216,262	414611,795	84,768	0,038	0,079	0,080	4545216,379	414611,866	84,645	-0,079	0,107	-0,027	4545216,795	414610,182	83,884	-0,495	1,291	0,734
60	4545156,452	414583,132	96,798	4545156,534	414583,129	96,877	-0,082	0,003	-0,079	4545156,318	414583,125	96,719	0,134	0,007	0,079	4545155,239	414583,616	95,806	0,781	-0,484	0,892
63	4545156,473	414583,158	88,429	4545156,567	414583,290	88,449	-0,094	-0,132	-0,020	4545156,446	414583,017	88,441	0,027	0,141	-0,012	4545157,909	414583,286	89,596	-0,724	-0,128	-1,067
124	4545282,635	414611,776	102,874	4545282,597	414611,994	103,032	0,038	0,128	0,085	4545282,707	414611,931	102,889	-0,072	-0,155	-0,015	4545282,938	414611,350	102,755	-0,303	0,426	0,119
125	4545285,071	414615,130	102,953	4545285,046	414614,826	103,095	0,025	0,304	0,094	4545284,991	414615,240	102,963	0,080	-0,110	-0,010	4545284,506	414614,693	102,632	0,565	0,437	0,321
127	4545284,712	414617,003	103,732	4545284,749	414616,933	103,915	-0,037	0,070	0,083	4545284,605	414617,020	103,741	0,107	-0,017	-0,009	4545284,278	414616,696	103,448	0,434	0,307	0,284
128	4545287,422	414622,941	103,712	4545287,476	414622,926	103,897	-0,054	0,015	0,085	4545287,370	414622,916	103,743	0,052	0,025	-0,031	4545286,555	414622,834	103,361	0,867	0,107	0,351
153	4545306,517	414662,563	101,035	4545306,247	414662,620	101,280	0,173	-0,057	0,089	4545306,546	414662,655	101,056	-0,029	-0,092	-0,021	4545306,046	414662,889	101,836	0,471	-0,326	-0,801
158	4545309,917	414670,990	101,587	4545309,856	414671,035	101,719	0,061	-0,045	0,093	4545309,999	414670,924	101,658	-0,082	0,066	-0,071	4545309,124	414670,625	101,841	0,793	0,365	-0,254
182	4545089,667	414854,685	107,397	4545089,569	414854,289	107,570	0,098	0,226	0,128	4545089,621	414854,594	107,422	0,046	0,091	-0,025	4545089,899	414855,344	107,430	-0,232	-0,659	-0,032
183	4545087,796	414853,898	107,433	4545087,830	414853,975	107,478	-0,034	-0,077	-0,045	4545087,728	414854,061	107,345	0,068	-0,163	0,088	4545088,042	414854,881	107,398	-0,246	-0,983	0,035
209	4545112,225	414866,620	108,739	4545112,054	414866,683	108,793	0,171	-0,063	-0,054	4545112,054	414866,683	108,793	0,171	-0,063	-0,054	4545112,001	414866,010	108,720	0,224	0,610	0,019
211	4545166,381	414881,134	108,750	4545166,482	414881,141	108,887	-0,101	-0,007	-0,137	4545166,499	414881,189	108,799	-0,118	-0,055	-0,049	4545166,931	414881,656	109,080	-0,550	-0,522	-0,330
221	4545197,023	414874,324	106,439	4545196,889	414874,200	106,509	0,134	0,124	-0,070	4545197,046	414874,481	106,508	-0,023	-0,157	-0,069	4545197,114	414874,949	106,406	-0,091	-0,625	0,033
225	4545205,678	414874,902	105,518	4545205,607	414874,956	105,601	0,072	-0,054	-0,083	4545205,646	414875,056	105,468	0,032	-0,154	0,050	4545205,491	414875,058	105,074	0,187	-0,156	0,444
248	4545127,138	414744,827	96,426	4545127,173	414745,023	96,385	-0,035	-0,196	0,041	4545126,981	414744,740	96,466	0,157	0,087	-0,040	4545127,343	414744,978	96,072	-0,205	-0,150	0,355
252	4545137,495	414713,063	91,473	4545137,317	414713,217	91,537	0,178	-0,154	-0,064	4545137,494	414713,030	91,514	0,001	0,033	-0,041	4545137,652	414713,056	91,608	-0,156	0,007	-0,135
256	4545128,689	414736,356	98,446	4545128,594	414736,395	98,557	0,095	-0,039	-0,111	4545128,729	414736,318	98,442	-0,040	0,038	0,004	4545128,596	414736,268	98,682	0,094	0,088	-0,236
257	4545131,005	414725,394	98,455	4545131,041	414725,306	98,442	-0,036	0,088	0,013	4545131,011	414725,441	98,498	-0,006	-0,047	-0,043	4545131,314	414725,318	98,876	-0,309	0,076	-0,421
199	4545129,584	414737,057	83,227	4545129,635	414737,207	83,154	-0,051	-0,150	0,073	4545129,658	414737,120	83,162	-0,073	-0,063	0,065	4545129,878	414737,401	83,019	-0,294	-0,344	0,209
205	4545136,801	414713,254	84,514	4545136,776	414713,218	84,444	0,025	0,036	0,070	4545136,796	414713,118	84,478	0,005	0,136	0,036	4545136,482	414713,233	84,338	0,319	0,021	0,176
206	4545136,809	414713,280	85,585	4545136,779	414713,298	85,560	0,030	-0,018	0,025	4545136,874	414713,206	85,561	-0,065	0,074	0,024	4545137,112	414713,316	85,610	-0,303	-0,036	-0,025
249	4545127,461	414744,612	95,215	4545127,454	414744,500	95,181	0,007	0,112	0,034	4545127,448	414744,564	95,202	0,013	0,048	0,013	4545127,170	414744,431	94,983	0,291	0,181	0,232
252	4545137,495	414713,063	91,473	4545137,341	414712,938	91,589	0,154	0,125	-0,116	4545137,494	414713,030	91,514	0,001	0,033	-0,041	4545137,921	414713,253	91,518	-0,426	-0,190	-0,045
253	4545138,377	414712,782	89,446	4545138,334	414712,706	89,494	0,043	0,076	-0,048	4545138,316	414712,672	89,468	0,061	0,110	-0,022	4545138,467	414712,566	89,379	-0,090	0,216	0,067
258	4545131,614	414725,223	97,177	4545131,496	414725,154	97,197	0,118	0,069	-0,020	4545131,704	414725,183	97,116	-0,090	0,040	0,061	4545131,404	414725,214	97,616	0,210	0,009	-0,438
259	4545129,236	414736,437	97,191	4545129,209	414736,798	97,140	0,027	0,161	0,051	4545129,217	414736,783	97,091	0,019	-0,149	0,100	4545129,133	414737,020	97,271	0,103	-0,583	-0,080
260	4545130,445	414725,460	95,063	4545130,362	414725,416	95,111	0,083	0,044	-0,048	4545130,471	414725,493	95,093	-0,025	-0,033	-0,030	4545130,568	414725,793	95,314	-0,123	-0,333	-0,251
270	4545133,417	414704,476	99,566	4545133,441	414704,415	99,698	-0,024	0,061	-0,132	4545133,454	414704,499	99,632	-0,037	-0,023	-0,066	4545133,268	414704,847	99,455	0,149	-0,371	0,111
305	4545132,756	414703,300	95,624	4545132,805	414703,243	95,403	-0,049	0,057	0,122	4545132,828	414703,440	95,483	-0,072	-0,140	0,141	4545132,419	414702,984	95,731	0,337	0,316	-0,107
306	4545132,761	414703,262	88,278	4545132,861	414703,243	88,079	-0,100	0,019	0,118	4545132,828	414703,388	88,168	-0,067	-0,126	0,110	4545132,369	414702,617	88,232	0,392	0,645	0,046

**YERSEL LAZER TARAYICININ JEOREFERANSLANDIRILMASI İÇİN
KULLANILAN NOKTALARIN KOORDİNATLARI**

Nokta	X (m)	Y (m)	Z (m)
K1	4545305.73	414689.967	79.385
K2	4545306.917	414672.865	80.677
K3	4545286.484	414657.115	80.164
K4	4545289.285	414636.082	79.839
K6	4545274.768	414638.893	80.164
K7	4545261.169	414608.172	77.805
K8	4545258.115	414566.508	78.299
K9	4545268.347	414588.878	78.83
K10	4545247.951	414578.053	78.722
D10	4545266.655	414575.422	80.659
D20	4545304.191	414659.084	84.245
A1	4545220.771	414880.683	85.241
A3	4545223.886	414864.255	84.407
11	4545116.228	414804.005	84.647
A11	4545114.37	414810.792	84.586
A10	4545096.677	414820.71	84.69
A12	4545103.422	414835.545	83.141
A9	4545074.512	414854.492	85.176
A7	4545067.477	414836.696	84.041
A6	4545112.27	414866.668	84.706
A5	4545123.695	414854.151	84.689
16	4545089.238	414854.828	100.347
17	4545081.907	414854.334	97.057
18	4545081.811	414854.397	103.48
19	4545098	414819.859	87.967
52	4545131.057	414685.417	87.191
A19	4545146.444	414666.847	81.767
A17	4545159.694	414685.767	81.651
A18	4545152.51	414668.61	80.34
A15	4545135.704	414709.603	80.619
A24	4545163.973	414630.638	81.765

A20	4545134.144	414604.102	79.668
A21	4545141.951	414604.8	80.88
A22	4545153.453	414606.014	80.276
A23	4545156.662	414606.126	83.754
A25	4545175.924	414610.065	80.073
A26	4545190.101	414609.359	81.784
A24	4545163.972	414630.636	81.765
A28	4545211.024	414611.137	82.433
A27	4545204.993	414610.748	80.248

**YLT İLE ELDE EDİLEN MODEL KOORDİNATLARI VE YERSEL
FOTOGRAMETRİK MODEL KOORDİNATLARINI –YANSITICI YÜZEYLER İÇİN-
KARŞILAŞTIRAN TABLO**

No	JEODEZİK			Yersel Lazer Tarayıcı			Farklar (Yersel Lazer Tarayıcı)			Yersel Fotogrametri			Farklar (Yersel Fotogrametri)		
	X (m)	Y (m)	Z (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Delta X	Delta Y	Delta Z	X (m)	Y (m)	Z (m)	Delta X	Delta Y	Delta Z
33	4545133,006	414604,058	83,139	4545132,967	414603,975	83,075	0,039	0,083	0,064	4545132,860	414604,003	83,007	0,126	0,055	0,132
42	4545162,858	414606,891	83,111	4545162,797	414606,884	83,086	0,061	0,007	0,025	4545162,911	414606,835	82,978	-0,053	0,056	0,133
43	4545170,243	414607,573	83,118	4545170,150	414607,573	83,127	0,093	0,002	-0,009	4545170,137	414607,498	83,030	0,106	0,077	0,088
44	4545177,708	414608,264	83,131	4545177,652	414608,249	83,115	0,056	0,015	0,016	4545177,551	414608,221	83,102	0,157	0,043	0,029
45	4545216,300	414611,973	84,618	4545216,197	414611,968	84,604	0,103	0,005	0,014	4545216,262	414611,795	84,768	0,038	0,178	-0,150
58	4545152,721	414586,562	91,558	4545152,707	414586,656	91,514	0,014	-0,094	0,044	4545152,838	414586,485	91,668	-0,117	0,077	-0,110
59	4545144,664	414586,750	91,897	4545144,593	414586,785	91,917	0,071	-0,035	-0,020	4545144,672	414586,811	91,965	-0,008	-0,061	-0,068
75	4545207,422	414590,196	91,794	4545207,425	414590,273	91,692	-0,003	-0,077	0,102	4545207,338	414590,343	91,821	0,084	-0,147	-0,027
83	4545207,699	414610,797	84,014	4545207,778	414610,835	83,970	-0,079	-0,038	0,044	4545207,944	414610,715	83,946	0,083	0,125	0,068
84	4545200,590	414610,134	83,882	4545200,510	414610,151	83,797	0,080	-0,017	0,085	4545200,501	414610,117	83,895	0,089	0,017	-0,013
85	4545193,072	414609,439	83,828	4545192,999	414609,458	83,786	0,073	-0,019	0,042	4545193,087	414609,548	83,846	-0,015	-0,109	-0,018
86	4545185,695	414608,736	83,798	4545185,613	414608,774	83,682	0,082	-0,038	0,116	4545185,665	414608,849	83,773	0,030	-0,113	0,025
87	4545178,299	414608,067	83,795	4545178,186	414608,086	83,710	0,113	-0,019	0,085	4545178,333	414608,249	83,866	-0,034	-0,182	-0,071
100	4545260,064	414562,874	94,817	4545260,016	414562,919	94,770	0,048	-0,045	0,047	4545260,051	414562,997	94,809	0,013	-0,123	0,008
103	4545264,280	414571,620	94,136	4545264,189	414571,630	94,074	0,091	-0,010	0,062	4545264,327	414571,565	94,193	-0,047	0,055	-0,057
106	4545266,495	414574,552	93,444	4545266,514	414574,519	93,303	-0,019	0,033	0,141	4545266,497	414574,502	93,499	-0,002	0,050	-0,055
107	4545266,516	414574,532	83,743	4545266,405	414574,556	83,712	0,111	-0,024	0,031	4545266,628	414574,481	83,716	-0,112	0,051	0,027
108	4545266,777	414575,106	94,925	4545266,686	414575,146	94,805	0,091	-0,040	0,120	4545266,818	414575,139	94,988	-0,041	-0,033	-0,063
109	4545272,363	414587,353	94,922	4545272,268	414587,350	94,842	0,095	0,003	0,080	4545272,323	414587,280	94,902	0,040	0,073	0,020
110	4545272,161	414588,072	94,269	4545272,149	414588,117	94,153	0,012	-0,045	0,116	4545272,095	414588,077	94,302	0,066	-0,005	-0,033
111	4545266,804	414577,391	92,043	4545266,716	414577,381	91,977	0,088	0,010	0,066	4545266,669	414577,279	92,069	0,085	0,142	-0,026
112	4545266,948	414577,282	90,500	4545266,828	414577,321	90,495	0,120	-0,039	0,005	4545266,976	414577,272	90,542	-0,028	0,010	-0,041
113	4545269,879	414583,695	90,495	4545269,789	414583,720	90,494	0,090	-0,025	0,001	4545269,946	414583,660	90,518	-0,067	0,035	-0,023
114	4545272,339	414587,497	92,010	4545272,310	414587,533	91,965	0,029	-0,036	0,045	4545272,410	414587,464	92,039	-0,071	0,033	-0,029
115	4545272,319	414587,480	82,375	4545272,287	414587,474	82,412	0,032	0,006	-0,037	4545272,230	414587,517	82,342	0,089	-0,037	0,033
116	4545266,920	414577,439	82,395	4545266,839	414577,412	82,388	0,081	0,027	0,007	4545266,811	414577,338	82,328	0,109	0,101	0,067
117	4545267,012	414577,279	81,435	4545266,865	414577,285	81,458	0,147	-0,006	-0,023	4545266,962	414577,317	81,356	0,050	-0,038	0,079
118	4545270,692	414585,270	81,420	4545270,606	414585,351	81,413	0,086	-0,081	0,007	4545270,796	414585,335	81,380	-0,104	-0,065	0,040
119	4545272,298	414587,581	80,687	4545272,241	414587,598	80,682	0,057	-0,017	0,005	4545272,265	414587,589	80,632	0,033	-0,008	0,055
133	4545277,439	414600,430	82,170	4545277,348	414600,452	82,133	0,091	-0,022	0,037	4545277,244	414600,467	82,100	0,195	-0,037	0,070
140	4545289,486	414624,643	84,150	4545289,423	414624,670	84,085	0,063	-0,027	0,065	4545289,480	414624,858	84,074	0,006	-0,215	0,076
148	4545301,316	414650,145	102,361	4545301,224	414649,980	102,248	0,092	0,165	0,113	4545301,123	414650,249	102,338	0,094	0,134	0,023
149	4545300,449	414649,857	101,092	4545300,299	414649,727	101,014	0,150	0,130	0,078	4545300,508	414649,936	101,271	-0,059	-0,079	-0,179
151	4545300,357	414649,660	82,654	4545300,194	414649,666	82,569	0,163	0,090	0,170	4545300,179	414649,666	82,569	0,178	-0,006	0,085
154	4545300,201	414649,711	92,156	4545300,234	414649,886	92,181	-0,033	-0,175	-0,025	4545300,097	414649,641	92,099	0,105	0,070	0,058

155	4545304,226	414659,063	91,964	4545304,196	414659,133	91,857	0,030	-0,070	0,107	4545304,191	414659,121	92,084	0,036	-0,058	-0,120
161	4545311,688	414674,795	102,576	4545311,629	414674,716	102,469	0,059	0,079	0,107	4545311,786	414674,689	102,699	-0,098	0,106	-0,123
162	4545311,188	414674,603	101,221	4545311,276	414674,592	101,386	-0,088	0,011	-0,165	4545311,186	414674,568	101,377	0,002	0,035	-0,156
163	4545311,495	414674,729	92,168	4545311,498	414674,831	92,231	-0,003	-0,102	-0,063	4545311,428	414674,722	92,251	0,067	0,007	-0,082
247	4545120,925	414773,878	96,434	4545120,907	414773,891	96,422	0,018	-0,013	0,012	4545120,917	414773,952	96,366	0,008	-0,074	0,068
248	4545127,138	414744,827	96,426	4545127,122	414744,872	96,402	0,016	-0,045	0,024	4545127,173	414745,023	96,385	-0,035	-0,196	0,041
256	4545128,689	414736,356	98,446	4545128,715	414736,296	98,405	-0,026	0,060	0,041	4545128,594	414736,395	98,557	0,095	-0,039	-0,111
259	4545129,236	414736,437	97,191	4545129,271	414736,520	97,038	-0,035	-0,083	0,153	4545129,363	414736,567	97,004	-0,127	-0,130	0,187
272	4545134,450	414698,554	99,548	4545134,445	414698,563	99,530	0,005	-0,009	0,018	4545134,371	414698,456	99,623	0,079	0,099	-0,075
273	4545132,551	414695,134	99,530	4545132,616	414695,144	99,577	-0,065	-0,010	-0,047	4545132,548	414695,027	99,600	0,003	0,107	-0,070
276	4545125,847	414696,389	113,612	4545125,898	414696,435	113,667	-0,051	-0,046	-0,055	4545126,108	414696,364	113,623	0,025	0,161	-0,011
277	4545132,572	414694,839	104,238	4545132,536	414694,811	104,122	0,036	0,028	0,116	4545132,549	414694,806	104,304	0,023	0,033	-0,066
278	4545131,837	414689,515	104,230	4545131,953	414689,551	104,122	-0,116	-0,036	0,108	4545131,886	414689,602	104,268	-0,049	-0,086	-0,038
279	4545131,806	414689,474	108,384	4545131,706	414689,496	108,231	0,100	-0,022	0,153	4545131,717	414689,478	108,406	0,089	-0,004	-0,022
282	4545130,913	414689,672	110,479	4545130,981	414689,685	110,405	-0,068	-0,013	0,074	4545130,890	414689,638	110,584	0,023	0,034	-0,105
284	4545129,375	414673,248	108,488	4545129,343	414673,337	108,358	0,032	-0,089	0,130	4545129,285	414673,448	108,441	0,090	-0,200	0,047
285	4545125,815	414668,193	108,678	4545125,831	414668,186	108,817	-0,016	0,007	-0,139	4545125,972	414668,507	108,760	-0,157	-0,313	-0,082
298	4545133,531	414703,168	83,195	4545133,581	414703,151	83,104	-0,050	0,017	0,091	4545133,669	414703,086	83,183	-0,138	0,082	0,012
299	4545132,563	414695,191	83,144	4545132,562	414695,178	83,181	0,001	0,013	-0,037	4545132,547	414695,159	83,135	0,016	0,032	0,009
301	4545132,005	414689,284	82,473	4545132,016	414689,346	82,446	-0,011	-0,062	0,027	4545132,020	414689,239	82,457	-0,015	0,045	0,016
307	4545306,248	414662,924	83,392	4545306,309	414663,091	83,481	-0,061	-0,167	-0,089	4545306,409	414662,678	83,348	0,121	0,246	0,044
308	4545304,213	414659,104	84,246	4545304,151	414659,083	84,273	0,062	0,021	-0,027	4545304,272	414659,080	84,275	-0,059	0,024	-0,029
311	4545118,059	414794,509	93,030	4545118,030	414794,592	92,967	0,029	-0,083	0,063	4545118,064	414794,533	93,021	-0,005	-0,024	0,009
312	4545117,221	414798,821	93,007	4545117,187	414798,755	92,923	0,034	0,066	0,084	4545117,129	414798,843	93,018	0,092	-0,022	-0,011
313	4545116,831	414800,444	93,006	4545116,811	414800,421	92,972	0,020	0,023	0,034	4545116,848	414800,422	93,026	-0,017	0,022	-0,020
314	4545115,926	414804,829	92,997	4545115,867	414804,800	92,960	0,059	0,029	0,037	4545115,866	414804,835	92,999	0,060	-0,006	-0,002
315	4545115,560	414806,440	93,001	4545115,506	414806,476	92,980	0,054	-0,036	0,021	4545115,557	414806,389	93,005	0,003	0,051	-0,004
316	4545114,639	414810,772	93,011	4545114,581	414810,699	92,980	0,058	0,073	0,031	4545114,779	414810,759	93,064	-0,140	0,013	-0,053
317	4545114,840	414810,675	85,263	4545114,802	414810,567	85,313	0,038	0,108	-0,050	4545114,648	414810,690	85,244	0,103	-0,015	0,019
320	4545115,452	414806,889	86,030	4545115,401	414806,878	86,011	0,051	0,011	0,019	4545115,606	414806,885	85,991	0,054	0,004	0,039
321	4545116,734	414800,901	86,012	4545116,643	414800,983	86,091	0,091	-0,082	-0,079	4545116,940	414800,915	85,986	0,106	-0,014	0,026
322	4545118,010	414794,965	85,995	4545117,972	414794,956	85,972	0,038	0,009	0,023	4545118,101	414794,987	86,000	-0,090	-0,022	-0,005
339	4545115,494	414806,785	91,232	4545115,423	414806,932	91,208	0,071	-0,153	0,024	4545115,527	414806,841	91,234	-0,033	-0,056	-0,002
340	4545116,763	414800,841	91,228	4545116,709	414800,872	91,129	0,054	-0,031	0,099	4545116,740	414800,868	91,242	0,023	-0,027	-0,014
341	4545118,027	414794,910	91,228	4545117,991	414794,914	91,381	0,036	-0,004	-0,153	4545118,040	414794,970	91,231	-0,013	-0,060	-0,003

**YERSEL LAZER TARAYICI İLE ELDE EDİLEN MODEL KOORDİNATLARI VE
YERSEL FOTOGRAMETRİK MODEL KOORDİNATLARINI –IŞIK GEÇİRGEN
YÜZEYLER İÇİN- KARŞILAŞTIRAN TABLO**

Nokta no	JEODEZİK			Yersel Lazer Tarayıcı			Farklar (Yersel Lazer Tarayıcı)			Yersel Fotogrametrik			Farklar (Yersel Fotogrametrik)		
	X (m)	Y (m)	Z (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Delta X	Delta Y	Delta Z	X (m)	Y (m)	Z (m)	Delta X	Delta Y	Delta Z
123	4545277,426	414600,424	102,880	4545277,489	414600,365	102,577	-0,063	0,059	0,303	4545277,469	414600,404	102,868	-0,043	0,020	0,012
124	4545282,635	414611,776	102,874	4545282,612	414611,635	102,751	0,023	0,141	0,123	4545282,612	414611,691	102,968	0,023	0,085	-0,094
125	4545285,071	414615,130	102,953	4545284,944	414615,165	102,782	0,127	-0,035	0,171	4545285,065	414615,180	103,009	0,007	-0,050	-0,056
126	4545285,060	414615,158	103,736	4545285,209	414615,669	103,552	-0,149	-0,511	0,184	4545285,000	414615,131	103,830	0,060	0,083	-0,064
127	4545284,712	414617,003	103,732	4545284,678	414617,112	103,339	0,034	-0,109	0,393	4545284,793	414616,926	103,873	-0,081	0,107	-0,081
128	4545287,422	414622,941	103,712	4545287,360	414622,884	103,518	0,062	0,057	0,194	4545287,435	414622,964	103,860	-0,013	0,123	-0,104
129	4545288,749	414623,762	103,656	4545288,775	414623,546	103,436	-0,026	0,216	0,220	4545288,692	414623,906	103,692	0,057	-0,144	-0,036
133	4545277,439	414600,430	82,170	4545277,348	414600,452	82,133	0,091	-0,022	0,037	4545277,485	414600,395	82,119	-0,046	0,035	0,051
134	4545285,071	414615,130	82,025	4545284,815	414614,792	82,081	0,256	0,338	-0,056	4545284,892	414615,216	82,103	0,179	-0,086	-0,078
135	4545282,635	414611,776	82,139	4545282,591	414611,814	82,084	0,044	-0,038	0,055	4545282,623	414611,913	82,092	0,012	-0,137	0,048
136	4545285,024	414615,248	82,943	4545284,946	414615,199	82,850	0,078	0,049	0,093	4545285,042	414615,187	82,867	-0,018	0,061	0,076
137	4545284,876	414617,084	82,893	4545284,754	414617,080	82,924	0,122	0,004	-0,031	4545284,899	414617,032	82,932	-0,023	0,052	-0,039
138	4545287,426	414622,632	82,895	4545287,396	414622,746	82,799	0,030	-0,114	0,096	4545287,383	414622,685	82,871	0,043	-0,053	0,024
139	4545289,148	414623,889	82,587	4545288,796	414624,034	82,572	0,352	-0,145	0,015	4545288,990	414624,039	82,678	0,158	-0,150	-0,091
182	4545089,667	414854,685	107,397	4545089,462	414854,707	107,372	0,205	-0,022	0,025	4545089,687	414854,677	107,393	-0,020	0,008	0,004
183	4545087,796	414853,898	107,433	4545087,316	414853,906	107,414	0,480	-0,008	0,019	4545087,803	414853,884	107,435	-0,007	0,014	-0,002
184	4545084,610	414853,673	107,433	4545084,873	414853,841	107,489	-0,263	-0,168	-0,056	4545084,544	414853,710	107,443	0,066	-0,037	-0,010
185	4545081,717	414854,040	107,391	4545081,854	414854,271	107,365	-0,137	-0,231	0,026	4545081,703	414854,120	107,476	0,014	-0,080	-0,085
193	4545087,850	414854,534	107,404	4545087,714	414854,720	107,442	0,136	-0,186	-0,038	4545087,785	414854,429	107,344	0,065	0,105	0,060

**FOTOGRAMETRİ VE LAZER TARAMA VERİLERİYLE BÜTÜNLEŞİK 3B
TAKSİM CUMHURİYET MEYDANI MODELİ ANİMASYON CD'Sİ**

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	Cumhur ŞAHİN
Doğum Tarihi ve Yeri	17/01/1977 - Edirne
Yabancı Dili	İngilizce
E-posta	cumhursahin2007@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Jeodezi ve Fotogrametri	Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü	2004
Lisans	Jeodezi ve Fotogrametri	İstanbul Teknik Üniversitesi	2001
Lise	Bilgisayar	Tuzla Teknik Lisesi	1996

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2011 -2001	Gebze Yüksek Tenoloji Enstiüsü	Araştırma Görevlisi

YAYINLARI

Makale

1. Ergun, B., **Sahin, C.**, Baz, I., Ustuntas, T. , (2010), “A case study on the historical peninsula of Istanbul based on three-dimensional modeling by using photogrammetry and terrestrial laser scanning”, Environmental Monitoring And Assessment, Volume: 165 Issue: 1-4 Pages: 595-601 DOI: 10.1007/s10661-009-0971-0
2. Aydin, E.O., Ergun, B., **Sahin, C.**, (2010), “Documentation of an Ottoman replica tile via photogrammetric modeling”, Scientific Research And Essays Volume: 5 Issue: 15 Pages: 1978-1985
3. Ergun, B., Kavzoglu, T., Colkesen, I., **Sahin, C.**, (2010), “Data filtering with support vector machines in geometric camera calibration”, Optics Express Volume: 18 Issue: 3 Pages: 1927-1936
4. Ergun, B. ve **Şahin, C.**, (2009), "Günümüzde Kullanılan Optik ve Dijital Küresel Fotogrametri Teknikleri", Harita Dergisi, Sayı 142, 40-50
5. Ergun, B., Şahin, C., Aydın, E.O., (2010), “Fotogametrik Modelleme Tekniği ile Bir Osmanlı Çinisinin Dökümantasyonu”, Jeododezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, Sayı 103, 25-32
6. **Şahin, C.**, (2011), “Çok Algılayıcılı Panoramik Kameralarda Kullanılan Balıkgözü Mercek Distorsiyonu İçin bir Hasap Modeli”, Harita Dergisi, Sayı 145, 29-37

Bildiri

1. Ergun, B., Kulur, S., Alkis, A., **Sahin, C.**, (2009), “Three Dimensional Calibration Room Design and Application for Architectural Documentation Methods”, 22nd CIPA Symposium, October11-15, Kyoto, Japon.
2. **Şahin, C.**, Ergun, B., (2007), “Yakınlaşma Yapan Objektiflerde Farklı Odak Uzaklıklarında Kalibrasyon Ve Distorsiyon Parametrelerinin

Hesaplanması İçin Üç Boyutlu Bir Test Alanı Yüzeyi Kullanılması", 3. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, 24-26 Ekim 2007, , 411-417 Konya

3. **Şahin, C.**, Ergun, B., Baz, İ., (2005), "Yersel Fotogrametrik Kamera Kalibrasyonuna Yönelik Bir Kalibrasyon Alanı Tesisi", 10. Türkiye Harita Bilimsel Ve Teknik Kurultayı, 28 Mart- 01 Nisan, Ankara
4. Baz, İ., Kavzoğlu, T., Aksoy, S., **Şahin C.**, (2003), "BKBS'nin Analizi, TAKBİS Projesini Bekleyen Muhtemel Sorunlar ve Çözüm Önerileri", 9. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 31 Mart- 4Nisan, Ankara
5. Saka, H., Karaş, İ, R, **Şahin, C.**, (2004), "Ülke Gps Ağının Sıklaştırılmasına Yönelik Yazılım: Gpsvek", Türkiye Ulusal Jeodezi Komisyonu(Tujk) 2004 Yılı Bilimsel Toplantısı: Mühendislik Ölçmelerinde Jeodezik Ağlar Çalıştayı, 14-16 Ekim, Zonguldak
6. **Şahin, C., Alkış, A.**, (2010), "Üç Boyutlu Silüet Çalışmalarında CMS Yaklaşımı", 3. Uzaktan Algılama ve CBS Sempozyumu, 11-13 Ekim 2010, 750-756, Kocaeli

Proje

1. Ergun, B., **Şahin, C.**, "Yakın Resim Fotogrametrisinde mikro Fotogrametrik Ölçme Sistemi Tasarımı, Tesisi ve Kalibrasyonu" GYTE BAP2007-11