

**FARKLI KAYNAKLARDAN ELDE EDİLEN SAYISAL
YÜKSEKLİK MODELLERİNİN ORTOFOTO
DOĞRULUĞUNA ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Levent ARSLANBEK

DANIŞMAN

Yrd.Doç.Dr.Mevlüt GÜLLÜ

JEODEZİ FOTOGRAMETRİ ANABİLİM DALI

MAYIS 2009

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI KAYNAKLARDAN ELDE EDİLEN SAYISAL YÜKSEKLİK
MODELLERİNİN ORTOFOTO DOĞRULUĞUNA
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Levent ARSLANBEK

DANIŞMAN
Yrd.Doç.Dr.Mevlüt GÜLLÜ

JEODEZİ FOTOGRAMETRİ ANABİLİM DALI

MAYIS 2009

ONAY SAYFASI

Yrd.Doç.Dr.Mevlüt GÜLLÜ danışmanlığında, Levent ARSLANBEK tarafından yüksek lisans tezi olarak hazırlanan Farklı Kaynaklardan Elde Edilen Sayısal Yükseklik Modellerinin Ortofoto Doğruluğuna Etkilerinin Araştırılması başlıklı bu çalışma, lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek oybirliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

..... / .../2009

	Ünvanı, Adı, SOYADI	İmza
Başkan	Yrd.Doç.Dr.İbrahim YILMAZ	
Üye	Yrd.Doç.Dr.Mevlüt GÜLLÜ	
Üye	Yrd.Doç.Dr.Murat YAKAR	

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetin Kurulu'nun
...../...../..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. Zehra BOZKURT
Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ VE ÇALIŞMANIN AMACI	1
2. FOTOGramETRİNİN TANIMI VE TARİHÇESİ	4
3. SAYISAL (DİJİTAL) KAMERALAR VE SRTM (SHUTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION) UZAY MEKİĞİ	8
3.1 Sayısal (Dijital) Kameralar	8
3.2 Sayısal Kameraların Yapısı ve Genel Özellikleri	9
3.2.1 Optik sistem	9
3.2.2 Elektronik Dedektörler	10
3.2.3 Soğutucu Sistem	12
3.2.4 Görüntü Dedektörleri	12
3.2.4.1 Yarı İletkenler	12
3.2.4.2 Yarı-İletkenlerde Foto Yüklerin Yaratılması, Biriktirilmesi ve Depolanması	13
3.2.4.3 Foto Yüklerin Nakli	14
3.2.4.4 Foto Yüklerin Algılanması	14
3.3 Microsoft Ultracam-X Sayısal Hava Kamerası Ve Özellikleri	15

3.4	SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) Uzay Mekiği	18
3.4.1	SRTM Veri Yapısı	21
4	ORTOFOTONUN DÜŞEYE ÇEVİRME METOTLARI	22
4.1	Metrik Bir Fotoğrafin Deformasyonları	23
4.2	Merkezi Perspektif İzdüşümle Düşeye Çevirme	27
4.2.1	İç yöneltmeli perspektif düşeye çevirme	27
4.2.2	İç yöneltmesiz perspektif düşeye çevirme	27
4.2.2.1	Optik Koşullar	27
4.2.2.2	Geometrik koşullar	29
4.2.2.3	Bilinen Alet Setleriyle Düşeye Çevirme	33
4.2.2.4	Kontrol Noktalarıyla Ve İç Yöneltme Bilgileri İle Düşeye Çevirme	36
4.2.2.5	İç Yöneltmesiz Kontrol Noktaları İle Düşeye	36
4.2.2.6	Kontrol Noktasız Düşeye Çevirme	37
4.2.3	Perspektif Düşeye Çevirmenin Doğruluğu	37
4.3	Diferansiyel Dönüşüm İle Düşeye Çevirme	39
4.3.1	Diferansiyel düşeye çevirmenin teorik ve aletsel prensipleri	39
4.3.2	Düzlem Objelere Ait Eğik Fotoğrafları Düşeye Çevirme	41
4.3.3	Eğik Objeleri Düşeye Çevirme	43
4.3.3.1	Veri Toplama Yöntemleri	44
4.3.3.2	Diferansiyel Düşeye Çevirmede Doğruluk	45
4.4.	Analog ve Analitik Yöntem İle Ortofoto Üretimi	49
4.4.1	Stereo Fotoğraf Çiftinin Yöneltmesi	51

4.4.1	Stereo Fotoğraf Çiftinin Yönelmesi	51
4.4.1.1	İç yönelme	54
4.4.1.2	Dış yönelme	57
5	ORTOFOTO YAPIMI	59
5.1	Sayısal Ortofoto Yapımı	59
5.2	Ortofoto Doğruluğu	61
5.2.1	Fotogrametrik Nirengi Ölçü ve Dengelemesi	62
5.2.1.1	Havuz Yöntemi	62
5.2.1.2	Dizi Yöntemi	63
5.2.1.3	Fotogrametrik Nirengi Yöntemi	64
5.2.1.4	Kinematik GPS Destekli Fotogrametrik Nirengi Yöntemi	65
5.2.1.5	GPS/INS, GPS/IMU Destekli Fotogrametrik Nirengi Dengelemesi	66
5.2.2	SYM Oluşturulması	68
5.2.2.1	Otomatik SYM Üretimi	69
5.2.2.2	Epipolar Geometri	71
5.2.2.3	Görüntü Eşleme (Image Matching)	72
5.2.2.4	SYM Veri Depolama Yöntemleri	78
5.2.2.5	SYM Doğruluğu	79
5.2.3	SYM Doğruluk Standartları	82
5.2.4	Ortorektifikasyon İşlemi / Dengeleme	84
6	UYGULAMA	87

6.1	Giriş	87
6.2	Çalışma Alanı	87
6.3	Kullanılan Yazılım ve Donanımlar	89
6.4	Uygulamada Kullanılan Veriler	91
6.4.1	1:60.000 Ölçekli Sayısal Hava Fotoğrafları	92
6.4.2	Sayısal Eş Yükseklik Eğrileri	92
6.5	İş Akışı	92
6.5.1	SRTM verilerinden SYM Üretimi	96
6.5.2	Sayısal Hava Fotoğraflarından Otomatik Görüntü Eşleme İle SYM Üretimi	97
6.5.3	Sayısal Eş Yükselti Eğrilerinden SYM Üretimi	101
6.5.4	Ortofoto Üretimi	103
6.6	Yer Kontrol Noktalarında doğruluk	106
6.7	Seçilen Detaylarda Doğruluk	106
7	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	115
	KAYNAKLAR	118
	İNTERNET KAYNAKLARI	120
	EKLER	121
	ÖZGEÇMİŞ	147

ÖZET

FARKLI KAYNAKLARDAN ELDE EDİLEN SAYISAL YÜKSEKLİK MODELLERİNİN ORTOFOTO DOĞRULUĞUNA ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

LEVENT ARSLANBEK

Afyon Kocatepe Üniversitesi ,Fen Bilimleri Enstitüsü

Haziran 2009

Danışman: Yrd.Doç.Dr. Mevlüt GÜLLÜ

Bu çalışmanın amacı, ortofoto üretiminde kaynak verilerden biri olan SYM' nin üretim yöntemi, grid aralığı ve girdi verilerinde ki farklılıkların, bu verilerden üretilen ortofonun doğruluğuna olan etkilerinin araştırılmasıdır. Bu uygulamanın daha önceki uygulamalardan farkı kullanılan kaynak verilerdir. Çalışma sırasında 1:60.000 ölçekli sayısal hava fotoğrafları, 3"×3" aralıklı SRTM verileri ve 10 m aralıklı sayısal eş yükseklik eğrileri kullanılmıştır. Blok dengeleme aşamasında dengelemeye dört farklı sayıda YKN dahil edilmiş ve her nirengi noktası tetkiki için dört farklı fotoğraf elde edilmiştir. Sayısal hava fotoğraflarından otomatik görüntü eşleme tekniği ile, SRTM ve eş yükseklik eğrilerinden ise raster yöntemi ile SYM'ler üretilmiştir. Bu verilerden üretilen ortofotolarda; çalışma bölgesine daha önce tesisi yapılmış olan sabit nirengi noktalarında okumalar yapılmış ve bulunan değerler dengelenmiş koordinat değerleri ile karşılaştırılıp analiz edilmiştir. Yine aynı çalışma bölgesi içerisinde farklı arazi arızalarına sahip bir alanda belirli noktalar seçilmiş ve oluşturulan stereo modelden bu noktaların koordinat değerleri; arazi yüzeyine çok iyi yaklaşımak süretiyle okunmuştur. Uygulama sonrası aynı noktaların ortofotodan okunan değerleri karşılaştırılıp tetkik edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sayısal Yükseklik Modeli, Ortofoto, Otomatik Görüntü Eşleme, Sayısal Hava Fotoğrafları

ABSTRACT

ACCURACY ASSESSMENT OF THE EFFECT OF DIGITAL ELEVATION MODELS GENERATED FROM DIFFERENT SOURCES ON ORTHOPHOTO

Levent ARSLANBEK

Afyon Kocatepe University, Institute of Science and Technology

June 2009

Advisor: Asist.Prof.Dr. Mevlüt GÜLLÜ

The aim of this study is, to search the effects of the differences in production method of Digital Elevation Model (DEM), which is one of the source data in ortophoto production, as well as in grid intervals and input data, on the accuracy of the ortophoto that is produced by those data. The difference between this application and those the previous ones is the source data that is used. 1:60.000 scaled digital aerial photographs, SRTM data at 3"x 3" intervals and dijital contour lines at 10 m. intervals have been used during the study. At block adjustment stage, Ground Control Points in four different quantity have been included and four different photographs have been obtained for every investigation of triangulation mark. DEMs have been produced by means of Digital Image Matching technique from Digital Aerial Photograps while by means of raster technique from SRTM and contour lines. In ortophotos that are produced from those data; readings had been implemented on permanent triangulation points that were established on working area before, and obtained values had been analyzed through the comparison with the adjusted coordinate values. Again in the same working area, specific points have been chosen on a region that has diverse land characteristics, and coordinate values of those points have been read from the stereo model by way of

approaching to land surface excellently. Afterwards, values of the same points that were read from ortophoto had been examined through comparison.

Keywords: Digital Elevation Model, Orthophoto, Automatic Image Matching, Digital Aerial Photographs

TEŞEKKÜR

“Farklı Kaynaklardan Elde Edilen Sayısal Yükseklik Modellerinin Ortofoto Doğruluğuna Etkilerinin Araştırılması” konulu bu Yüksek lisans çalışmasının her aşamasında bana yardım ve desteğini esirgemeyen, tez danışmanım hocam Yrd.Doç.Dr. Mevlüt Güllü’ye, Yrd.Doç.Dr. İbrahim YILMAZ’a, Yrd.Doç.Dr Tamer BAYBURA’ya ve Yrd.Doç.Dr. Murat YAKAR’a teşekkürlerimi sunuyorum.

Bu çalışmamda verilerinden faydalandığım Harita Genel Komutanlığına, çalışmam boyunca beni destekleyen Amirim Müh.Alb.Yaşar Tayfun ÜNLÜ’ye, Müh.Bnb.Mustafa ERDOĞAN’a, Müh.Ütğm A.Coşkun KIRACI’ ya ve Müh.Ütğm Murat AKIN’a, ayrıca emeğini esirgemeyen Sv1.Me.Kemal AYGAN’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam boyunca bana her türlü desteği veren anne ve babama, gece gündüz sürekli yanımda olan eşim Elçin’e ve yaramazlık yapmayan canım oğlum Emirhan’a çok teşekkür ediyorum.

Levent ARSLANBEK
AFYONKARAHİSAR, Haziran 2009

1. SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

1. Simgeler

Σ	Toplam
v	Yükseklik farkı
ρ	Çapraz korelasyon katsayısı
μ_1	Kalıp matrisinin ortalama gri tonu
μ_2	Araştırma matrisinin ilgili bölümünün ortalama gri tonu
$f_x(), f_y()$	Dönüşüm fonksiyonları
$g_2(r,c)$	Araştırma matrisinin ilgili bölümünün tek tek gri tonları
$g_1(r,c)$	Kalıp (template) matrisinin tek tek gri tonları
M_h	Yükseklik hatası
M_p	Planimetrik hata
R,C	Kalıp matrisinin satır ve sütun sayısı
S	Standart sapma
Z	Herhangi bir (X,Y) konumuna sahip noktanın yüksekliği
x, y	Orijinal görüntünün piksel koordinatları
\bar{X}	Cebirsel ortalama

2. Kısaltmalar

CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
CCD	Couple Charged Device
GPS	Global Positioning System
KOH	Karesel Ortalama Hata
OH	Ortalama Hata
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli
YKN	Yer Kontrol Noktası

2. ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa
Şekil 2.1	Fotogrametrinin gelişim evreleri	6
Şekil 3.1	CCD kamera ana elemanları	9
Şekil 3.2	Foton ve termal dedektörlerin spektral duyarlıkları	12
Şekil 3.3	Yarı iletkenler	13
Şekil 3.4	Sayısal görüntülerden elde edilen ürünler	15
Şekil 3.5	Sayısal Hava Kamerası	15
Şekil 3.6	Alıcı Birim	16
Şekil 3.7	Hesaplama Birimi	16
Şekil 3.8	Kamera İşletim Arayüzü	16
Şekil 3.9	Veri Depolama Birimi	17
Şekil 3.10	Veri Transfer Birimi	17
Şekil 3.11	SRTM Uydu Mekii	19
Şekil 3.12	C-band veri toplama görüntüsü	19
Şekil 3.13	X-band veri toplama görüntüsü	20
Şekil 3.14	SRTM uydusunun InSAR tekniği ile veri alımı	20
Şekil 3.15	1" den 3" Çözünürlüğe Geçiş	21
Şekil 4.1	Resim ve Arazi Koordinatları arasındaki ilişki	23
Şekil 4.2	Obje düzlemi dışındaki noktalarda radyal görüntü kayıklığı	26
Şekil 4.3	Perspektif düşeye çevirme aletinin optik koşulları	28
Şekil 4.4	Fotoğraf çekiminde geometrik ilişkiler	29

Şekil 4.5	Perspektif düşeye çevirmede, fotoğraf çekimindeki ışın demetleri	31
Şekil 4.6	α yönü, ν nadir uzaklığı ve κ dönüklüğünün tanımı	34
Şekil 4.7	Diferansiyel görüntü transformasyonu ile perspektif düşeye çevirme	42
Şekil 4.8	Ortofotodaki detaylarda görüntü kayıklığı	47
Şekil 4.9	MATRA 693 ortofoto aletinin çalışma ilkesi	50
Şekil 4.10	MATRA 693 ortofoto aletinin görüntüleme düzeni	51
Şekil 4.11	Çizgisel elemanlarla diferansiyel dönüşüm	52
Şekil 4.12	Çizgisel elemanlarla diferansiyel görüntü transferinin sayısal kontrolü	53
Şekil 4.13	İç yöneltmede fotoğraf koordinatları, fotoğraf markası ve asal nokta	55
Şekil 4.14	İç yöneltmede parametreleri	55
Şekil 4.15	Bir hava fotoğrafının dış yöneltmesi	58
Şekil 4.16	Omega, Phi, ve Kappa	58
Şekil 5.1	Fotogrametrik yöntemlerle ortofoto üretimi iş akış şeması	60
Şekil 5.2	Havuz yöntemine göre nirengi ve uçuş planlaması	63
Şekil 5.3	Dizi yöntemine göre nirengi ve uçuş planlaması	64
Şekil 5.4	Fotogrametrik Nirengi Yöntemine Göre Nirengi ve Uçuş Planlaması	65
Şekil 5.5	Kinematik GPS Destekli Fotogrametrik Nirengi Yöntemine Göre Nirengi ve Uçuş Planlaması	66
Şekil 5.6	GPS/INS Entegrasyonu	67
Şekil 5.7	SYM Akış Diyagramı	69
Şekil 5.8	Epipolar sınırlama, epipolar düzlem (P, P', P'') ve epipolar doğrular, e' ve e''	71
Şekil 5.9	Epipolar eşleme	72
Şekil 5.10	Görüntü eşleme	73
Şekil 5.11	Çapraz korelasyon tekniği	74

Şekil 5.12	Çapraz korelasyon	74
Şekil 5.13(a)	Düşük çözünürlükten yüksek çözünürlük için görüntü piramidi	77
Şekil 5.13(b)	Bir görüntü piramidi örneği	77
Şekil 5.14	Ortogonal Raster Ağı	78
Şekil 5.15	Araziyi örten bir üçgen ağı	78
Şekil 5.16	Yumuşak eğimlerde yükseklik hatası M_h , dik eğimlerde oluşan hatalara oranla küçüktür. Buna rağmen, planimetrik hata M_p yumuşak eğimlerde daha büyüktür	81
Şekil 5.17	10 m. aralıklı eş yükseklik eğrisi kullanılarak üretilmiş 1/5.000 ölçekli ortofoto haritada meydana gelebilecek hatalar	83
Şekil 5.18	Diferansiyel rektifikasyon konseptinin bir gösterimi	86
Şekil 6.1	Çalışma bölgesinin genel görünümü	88
Şekil 6.2	Sayısal Hava Kamerası	91
Şekil 6.3	Sayısal Hava Fotoğrafı	92
Şekil 6.4.1	Uygulama iş akışı	93
Şekil 6.4.1	Uygulama iş akışı	94
Şekil 6.4.1	Uygulama iş akışı	94
Şekil 6.4.1	Uygulama iş akışı	95
Şekil 6.5	Çalışma bölgesinin tüm veriden çıkarılıp export edilmesi	96
Şekil 6.6	SRTM verilen oluşturulan SYM	97
Şekil 6.7	Yeni proje dosyasının oluşturulması	98
Şekil 6.8	Kamera kalibrasyon bilgilerinin import edilmesi	99
Şekil 6.9	GPS/IMU değerlerinin projeye import edilmesi	100
Şekil 6.10	24 adet nirengi noktasının projeye import edilmesi	101
Şekil 6.11	PCI OrthoEngine Modülünde Eşyükseklik Eğrilerinden SYM Üretimi	102

Şekil 6.12	Projeye İmport Edilen 24 Adet YKN ve Blok Dengelemeye dahil Edilen 9 Adet YKN	103
Şekil 6.13	Ortofoto Üretilecek Resim Çiftleri ve Dengelemeye Giren 4 adet YKN	104
Şekil 6.14	Ortofoto Üretilecek Resim Çiftleri ve Dengelemeye Giren 5 adet YKN	104
Şekil 6.15	Ortofoto Üretilecek Resim Çiftleri ve Dengelemeye Giren 8 adet YKN	105
Şekil 6.16	Ortofoto Üretilecek Resim Çiftleri ve Dengelemeye Giren 9 adet YKN	105
Şekil 6.17	Çalışma bölgesi içerisindeki bazı yer kontrol noktaları	106
Şekil 6.18	Belirlenen 30 adet nokta	107
Şekil 6.19	Çalışma Bölgesinin Perspektif Görünümü	108
Şekil 6.20	Softplotter yazılımının ana menüsü	109
Şekil 6.21	Yeni block oluşturulması	109
Şekil 6.22	Camera seçimi ve camera editör penceresi	109
Şekil 6.23	Dış yöneltme parametrelerinin import edilmesi (ori dosyası)	110
Şekil 6.24	Stereo modelin oluşturulması	110

3. TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4.1	1:50, 1:100 ve 1:250 ölçeklerinde ΔZ_{\max} yer değişimi	38
Tablo 4.2	Foto dedektörleri	39
Tablo 6.1	Yapılan alışmada Bulunan Planimetrik Hata Oranlarının Genel Gösterimi	112
Tablo 6.2	Yapılan alışmada Bulunan Yükseklik Hata Oranlarının Genel Gösterimi	112
Tablo 6.3	Yapılan alışmada SYM Kaynağı Baz Alındığında Bulunan Değerleri Gösteren Grafik	113
Tablo 6.4	Yapılan alışmada Blok Dengelemeye Giren YKN Sayısı Baz Alındığında Bulunan Değerleri Gösteren Grafik	113
Tablo 6.5	Yapılan alışmada Stereo Model den Okunan Değerler İle Ortofotodan Okunan Değerler Arasındaki Farkı Gösteren Grafik	114

4. ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa	
Çizelge 3.1	Mercek yapısı ve elektromanyetik spektrum	10
Çizelge 3.2	Foto dedektörleri	11
Çizelge 5.1	Yüksek kaliteli ürünler için a ve b değerleri (Burada ' α ' eğim açısıdır)	81
Çizelge 5.2	10° ve 30° eğimleri için M_h ve M_p değerleri	82
Çizelge 6.1	Kamera kalibrasyon raporu	99

1. GİRİŞ VE ÇALIŞMANIN AMACI

Son yıllarda bilgisayar teknolojisinde meydana gelen hızlı gelişmeler etkisini fotogrametri alanında da göstermiş ve ‘Digital Fotogrametri’ kavramının doğmasına ve gelişmesine neden olmuştur. Digital fotogrametri, çok büyük boyutlardaki sayısal görüntüleri kullanma, bu görüntülerden otomatikleşmiş yöntemlerle çeşitli verilerin üretimi ve vektör verileri işleme olanakları sağlamış ve beraberinde ‘Digital Harita’ kavramını getirmiştir. Bunun bir sonucu olarak fotogrametrik harita üretiminin digital olarak gerçekleştirilmesini sağlayan digital fotogrametrik sistemler, görüntü işleme sistemleri, hassas fototarayıcılar ve digital hava kameraları geliştirilmiştir. Bu süreç içinde, basılı topoğrafik haritaların üzerindeki eş yükselti eğrilerinin yerini, vektör eş yükselti eğrileri ve arazi kırıklık hatları ile daha kaliteli ve yüksek çözünürlüklerde “Sayısal Yükseklik Modelleri (SYM)” almıştır.

Digital fotogrametrik sistemler stereo modeller üzerinden digital topoğrafik harita üretiminin yanısıra, otomatik olarak SYM verileri toplama ve digital ortofoto harita üretimine de olanak sağlamaktadır. Önceleri bazı zorluklarla gerçekleştirilen sayısal yükseklik modeli üretimi, digital fotogrametrik sistemler ve görüntü işleme sistemleri yardımıyla daha kolay bir hale gelmiştir.

Yapılan bu çalışmada kaynağı farklı SYM lerin ortofoto doğruluğuna etkileri araştırılmıştır. Ortofoto üretimi yapım aşamasında; matematiksel olarak tanımlanamayacak konumda olan yeryüzü temsil edilmeye çalışılır. Bu uygulama sırasında ortorektifikasyon işlemi yapılmaktadır.

Ortorektifikasyon ile algılayıcı platforma ait distorsiyonlar ve yükseklikten ileri gelen hatalar giderilir. Sonuç ürün, hassas bir harita geometrisine sahip, kullanım alanları yaygın, özellikle Coğrafi Bilgi Sistemlerinde (CBS) kullanımlarından dolayı tercih edilen ortofotolardır. Bir çok disiplin çizgisel verilerle sayısal görüntüleri birleştirme eğilimindedir. CBS ortofotoları doğrudan girdi veri olarak kullanılabilir. Bu, mevcut veri tabanlarını güncelleştirmede oldukça avantajlı bir yöntemdir. Ortofotolar, kartografik yorumlamaya maruz kalmadığından detay kaybına uğramamaktadır. Oysa, klasik haritalar yorumlama ve dönüşümler sebebiyle detayları oldukları gerçek konumlarından farklı yerlerde gösterebilmektedirler. Ortofotoların bir avantajı da, doğrudan sayısal formda olmaları ve bir altlık olarak kolayca CBS`ne alınabilmeleridir.

Sayısal ortofotolar klasik vektör verilerin düzeltilebileceği bir geri besleme sistemi olarak da düşünülebilir (Erdas Imagine 8.4 Field Guide).

Ortofoto üretimi aşamasında üretilen verinin kalitesini ve maliyetini etkileyen en önemli öğelerin başında gelen SYM'lerin; sunum formatları ve bazı formatlar için doğruluklarda standartlık sağlanmış olmasına rağmen, bu standartları sağlamak yada daha da iyileştirmek için kullanılacak veri türleri, bu verilerin kalitesi, üretim yöntemlerine ilişkin standartlar açıkça belirlenmemiştir. Bu şekilde standartların ve açık üretim kriterlerinin bulunmaması, SYM üretimlerinde zaman kaybına ve maliyetlerin artmasına, doğrulukları belli olmayan bir çok farklı SYM'lerin oluşmasına neden olmaktadır. Yine bu standart olmayan üretimler nedeniyle, üretimi yoğun kaynak ve emek gerektiren SYM'lerde veri kaybı oluşmaktadır. Bu konudaki eksiklikleri giderebilmek için farklı veri türleri veya farklı yöntemlerle SYM üretimi ve bunlardan üretilen ortofoto haritaların doğruluklarının belirlenmesi konusunda birçok çalışmalar yapılmıştır.

Yapılan bu çalışmada, farklı sayıda Yer Kontrol Noktası (YKN) kullanılarak blok dengeleme yapılmış, farklı veri türleri kullanılarak farklı çözünürlüklerde SYM'ler üretilmiş ve üretilen SYM'lerin ve aynı zamanda blok dengelemeye giren YKN sayısının ortofoto doğruluğuna olan etkileri incelenmiştir. Çalışmanın amacı; Ortofoto üretiminde kullanılacak optimum YKN sayısı ve SYM kaynağının belirlenmesi olmuştur.

Yapılan çalışmanın ikinci bölümünde fotogrametrinin tanımı ve tarihçesi hakkında kısa bir bilgi verilmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde Sayısal Hava kamerası ve SRTM uydusu hakkında bilgi verilmiştir. Ortofoto hakkındaki temel kavramlar veri kaynakları ve üretim yöntemleri çalışmanın dördüncü ve beşinci bölümünde anlatılmıştır.

Uygulama aşamasında ortofoto üretiminde kullanılan sayısal hava fotoğrafları, SYM'ler ve bunların üretimi için farklı veri türleri kullanılmıştır. Bunlar 1:60.000 ölçekli sayısal hava fotoğrafları, 10 metre aralıklı sayısal eşyükseklik eğrileri (YÜKPAF) ve SRTM uydu görüntülerinden elde edilen 90 metre aralıklı SYM'lerdir. Öncelikle üretilen ortofotolara ait dış yöneltme parametrelerinin belirlenmesi amacı ile yapılan blok dengeleme adımında 4, 5, 8, ve 9 adet YKN dahil edilerek dört ayrı dış yöneltme parametresi tespit edilmiştir. Bu işlem sonrasında stereo modelden otomatik korelasyon

yöntemi ile üretilen 2, 5, ve 10 m aralıklı SYM, 10 metre çözünürlüklü sayısal eşyükseklik eğrileri kullanılarak üretilen SYM ve 90 metre aralıklı Shuttle Radar Topography Mission Uzay Mekiği (SRTM) verilerlerinden elde edilen SYM' ler kullanılarak ayrı ayrı ortofoto üretimi yapılmış; üretilen ortofotoların çalışma bölgesi içerisinde bulunan dengelemeye dahil edilmeyen sabit noktalar baz alınmak suretiyle doğrulukları analiz edilmiştir. Ayrıca yine bölge içerisinde belirlenen farklı arazi arızalarına sahip bir alanda sayısal hava fotoğraflarından elde edilen stereo modelden hassas nokta okumaları yapılmış, anılan nokta koordinatları yine bu alana ait ortofoto üzerinden okunmuş ve farklar tetkik edilmiştir.

Çalışmanın yedinci ve son bölümde ise yapılan uygulamalar ve uygulama neticesinde elde edilen sonuçlar ve öneriler bulunmaktadır.

2. FOTOGRAMETRİNİN TANIMI VE TARİHÇESİ

Fotogrametri, fotoğraflardan ölçme, yorumlama ve değerlendirme yaparak fiziksel nesnelerin büyüklükleri ve konumları ile çevre hakkında güvenilir bilgi elde etme sanat, bilim ve teknolojisidir (Wolf, 1974). Fotogrametrik ölçümlerin sonuçları şunlar olabilir:

- Rakamlar, örneğin nesnelerin, üç boyutlu koordinat sistemindeki koordinatları.
- Çizimler, planimetrik ayrıntılar ve eş yükseklik eğrileri ile birlikte nesnelerin grafik olarak temsil edildiği plan ve haritalar.
- Görüntüler, rektifiye edilmiş fotoğraflar (ortofotolar) ve bunlardan üretilmiş haritalar ve digital görüntüler (Kraus ve Waldhausl 1993).

Fotogrametri;

- Resim çekme noktasının konumuna göre;
Hava fotogrametrisi,
Yersel fotogrametri,
- Uygulama alanlarına göre ise;
Topografik fotogrametri,
Topografik olmayan fotogrametri,
Yersel Fotogrametri
Yakın resim fotogrametrisi,
Diğer alanlarda kullanılan fotogrametri olarak sınıflandırılabilir.

Kelime olarak fotogrametri, Grekçe 'ışık' anlamındaki photos ile 'çizili ya da yazılı bir şey' anlamındaki gramma ve 'ölçmek' anlamına gelen meton kelimelerinin birleştirilmesi ile oluşturulmuştur. İsimden yola çıkarak Fotogrametrinin fotoğrafın bulunuşu ile ortaya çıktığı düşünülse bile, fotogrametrinin temelini oluşturan merkezi izdüşüm ve perspektif ile ilgili kavramlar İtalyan Leonardo da Vinci (1452-1519) ve Alman Dürer (1471-1582) tarafından birbirinden bağımsız olarak ilk defa ele alınmıştır.

1600'lerde Alman astronom Johannes Kepler (1571-1630) üç boyutlu görüşün tam tanımını yapmıştır. Perspektifin bulunması ve resim sanatında kullanılması ile geometri; uzayın düzleme tanımlanmasına ilişkin kuralları ve matematik modelleri geliştirmiştir. İsviçreli M.A.Kappeler ilk olarak düzlem perspektiften ve üç boyutlu cisimlerin yeniden oluşturulmasını topoğrafik amaçlar için kullanmıştır.

1851 yılında Fransız Binbaşı A.Laussedat ilk yersel ölçme kameralarını yapmış ve bu kameraları 'Metrographie' adını verdiği plançete ile arazi alımına benzeyen bir topoğrafik alım yönteminde kullanmıştır. Bu yöntem 'Plançete Fotogrametrisi' denilmektedir. Fotogrametrinin geometrik ve analitik esasları genişletilmiştir. Aynı tarihte Almanya'da mimar A.Meydenbauer, Laussedat'tan bağımsız olarak bina ölçmelerindeki problemlere eğilmiştir.

Th.Scheimpflug, Viyana'da topoğrafik amaçlı hava fotoğrafı çekimi ve bunlar yardımıyla ölçme yapma işlemini sistematik bir düzene oturtmuştur. Hava fotoğraflarının doğrudan doğruya benzerliği nedeniyle 1897 yılında Th.Scheimpflug yaklaşık yatay arazinin tek fotoğraflarının ölçeğe uygun plana geçirilmesi çalışmalarını başlatmıştır.

1915 yılında Messter Almanya'da ilk resim çekme makinesini imal etmiştir. Bu yüzyılın başında üç boyutlu görüşe dayanarak ölçme yapma tekniği ile özellikle S.Finsterwalder tarafından bilgisayar destekli değerlendirme yöntemlerinin temelini oluşturan analitik ve matematik esaslar belirlenmiştir.

İlk defa stereo-fotogrametride, yalnız ölçme resmi ile gerçekleştirilebilen bir ölçme ve değerlendirme şekli ortaya çıkmıştır. Bu yöntemde insan gözünün aynı cisme ait iki düzlem perspektifi uzayda stereoskopik olarak görmesinden faydalanılmıştır. Bu özellik, Almanya'da C.Pulfrich tarafından çizilen, Jena tarafından üretilen stereo-komparatörün ve E.von Orel'in Autograph'ı ölçme tekniğinde kullanılması ile fotogrametriye yeni bir boyut kazandırmıştır.

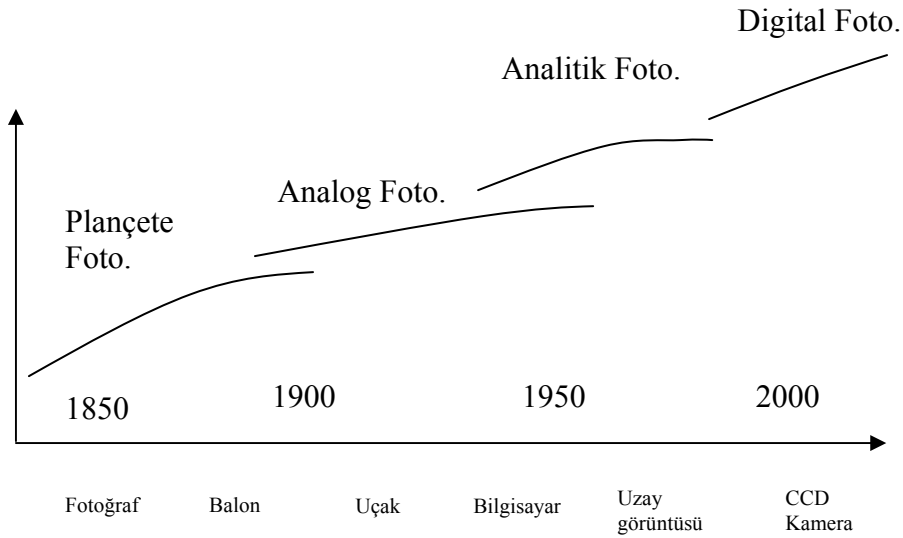
1950 yıllarının başında, başlangıçta sayısal güçlükler nedeniyle ele alınamayan analitik yöntemler, bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler sonucunda ele alınmış ve H.Schmid

fotogrametrideki temel problemleri kolinearite koşuluna dayandırarak çözmüştür. Analitik yöntemlerin yeniden ele alınması sonucunda çeşitli stereo ve monokomparatörler üretilmiş ve bu verileri işleyen çeşitli demet dengeleme programları geliştirilmiştir (Finsterwalder 1983).

1980'li yıllarda ise bilgisayarlarda grafik işlemlerinin yapılmasına olanak sağlayan yazılım ve donanımlarının geliştirilmesi fotogrametri alanında da etkisini göstermiş ve digital fotogrametrinin doğuşuna neden olmuştur.

Digital fotogrametride, fotoğrafik görüntüler bilgisayar ortamına sayısal olarak yüklenmektedir. Bu digital görüntüler ya fotoğrafların hassas tarayıcılarda sayısallaştırılarak ya da digital kameralar, CCD algılayıcılar ve videolardan elde edilen doğrudan digital veriler yardımıyla oluşturulabilmektedir.

Fotogrametri, temellerinin atıldığı günden bugüne tarihsel olarak incelendiğinde, teknolojiye meydana gelen gelişmelere paralel bir şekilde gelişim evreleri göstermiştir. Bu gelişim evrelerini dört grupta toplayabiliriz (Şekil 2.1) (Torlegard 1988).



Şekil 2.1 Fotogrametrinin gelişim evreleri.

Bu gelişmeler aşamasında ilginç olan, gelişme süreleridir. Genel olarak ele alındığında fotoğrafın bulunmasından yaklaşık bir yüzyıl sonra analog fotogrametriye, analog fotogrametriden yaklaşık yarım yüzyıl sonra analitik fotogrametriye geçilirken analitikten digital fotogrametriye yaklaşık 20 yıl içinde geçilmiştir (Gruen 1988).

3. SAYISAL (DİJİTAL) KAMERALAR ve SRTM (SHUTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION) UZAY MEKİĞİ

3.1 Sayısal (Dijital) Kameralar

Son yıllardaki en büyük gelişme görüntünün bilgisayarda sayısal olarak depolanmasını esas alan sayısal fotogrametri alanında olmuştur. Sayısal fotogrametrik çalışmalarda ana aşama olan sayısal görüntünün elde edilmesi sayısal görüntüleme ile sağlanmaktadır.

Fotoğraf, en eski görüntüleme sistemi olup, yeryüzünün doğal ve yapay objelerinden yansıyan enerjinin doğrudan doğruya fotoğrafik bir film üzerine düşürülmesiyle elde edilir. Fotoğraf üzerinden metrik bilgilerin elde edilmesi günümüze kadar etkin biçimde ve başarıyla uygulanmıştır.

Sayısal kameraların genel yapısı, klasik kameralar ile benzerlik göstermektedir. Bunun en büyük nedeni, bu konu ile ilgilenen firmaların büyük bölümünün daha önce klasik kamera üreticisi olmaları ve halen kullanılan klasik kameraların yerine kullanılmaları durumunda mümkün olan en az değişiklik ile veya doğrudan kullanılabilir olmalarına özen gösterilmesidir. Sayısal kameraların klasik kameralara olan benzerliği sadece görünümde kalmıştır. İşlevsellik ve kullanım olarak oldukça farklılıklar göstermektedir.

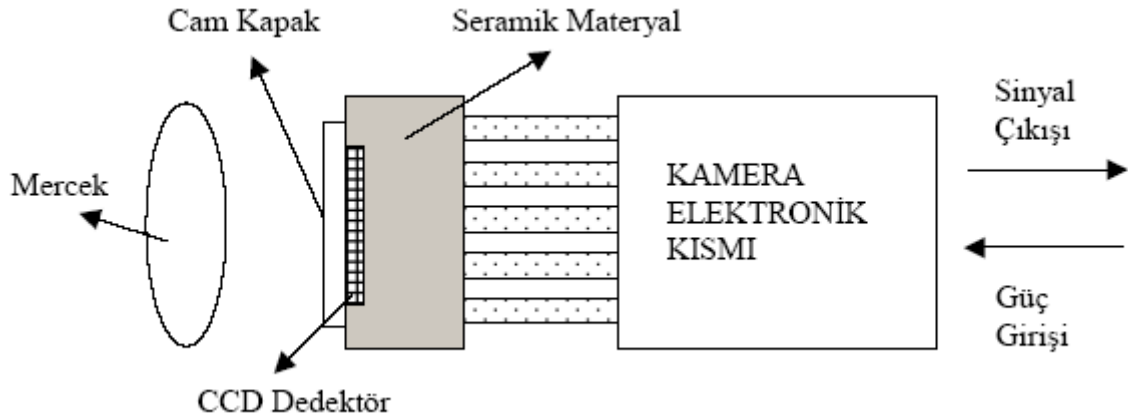
Klasik filmlerin arşivlenmesi tekrar kullanılabilir hale gelmesi gibi zaman ve maliyet gerektiren işlemler ortadan kalktığı gibi uygun yazılımlar ile sayısal olarak elde edilen görüntülerin arşivlenmesi ve tekrar kullanılabilmesi oldukça kolay işlemler olacaktır.

CCD (Charge Coupled Device – Yük Bağlamalı Düzen) kameralar son 20 yıldan beri belirli fotogrametri ve uzaktan algılama uygulamaları için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tür kameralarda görüntü, fotoğrafik emülsiyonlarda meydana gelen kimyasal değişme veya video tüpün hedef levhasının yüzeyi üzerindeki yükte oluşan değişmeden farklı olarak, dedektörlerin duyarlanmasından doğan fotonların elektrik voltajına çevrilmesi ile oluşmaktadır.

CCD kameraların temel avantajı, diğer görüntü algılayıcılarından daha fazla geometrik doğruluk sağlamasıdır. Böylece performansı artan bu sistemlerin gelecekte görüntü elde etme konusuna bütünüyle hakim olması beklenmektedir. Fakat günümüzde bu sistemler düşük çözünürlüğe, küçük dinamik aralığa ve format boyutuna sahiptirler. Bu anlamda, bir CCD kamerası, bir hava fotoğrafının verdiği bilgiyi verebilmesi için yaklaşık 20Kx20K piksel, yersel kameranın verdiği bilgiyi içermesi için 6Kx9K piksel çözünürlüğüne sahip olması gerekmektedir.

3.2 Sayısal Kameraların Yapısı ve Genel Özellikleri

Fotogrametrik uygulamalarda kullanılan CCD kameralar, elektromanyetik spektrumun görünür ve orta kızılötesi bölgelerinde çalışırlar. Bu kameralar, Metal Oksit Yarıiletkenler (MOS) veya fotodiyotlardan oluşan sonlu ışığa duyarlı elemanlardan, başka bir deyişle algılayıcılardan oluşur. Şekil 5.1’de bir CCD kamerasının ana elemanları şematik olarak gösterilmiştir. (Büyüksalih 2004)



Şekil 3.1 CCD kamera ana elemanları

3.2.1 Optik sistem

Kamerada kullanılan optik sistem, tek bir mercekten oluşmayıp, birçok mercek sisteminden meydana gelen bir yapıya sahiptir. Amacı, fotoğrafik görüntüleme sistemlerinde film üzerine görüntü nasıl düşüyorsa, burada da görüntüyü algılama

görevi yapan dedektör üzerine düşürmektedir. Mercek yapısı elektromanyetik spektrumun değişik bölgelerine göre farklılık gösterir (Çizelge 5.1).

Çizelge 3.1 Mercek yapısı ve elektromanyetik spektrum

Görünür bölge ve yakın kızılötesi bölgesi	Orta kızılötesi bölgesi	Temel kızılötesi bölgesi
Silika Cam ($\lambda < 2.5 \mu\text{m}$)	Silisyum Cam ($3 \mu\text{m} < \lambda < 5 \mu\text{m}$)	Germanyum Cam ($8 \mu\text{m} < \lambda < 14 \mu\text{m}$)

Elektromanyetik spektrumun görünür bölgesinde optik olarak kullanılan birçok materyal, kızılötesi bölge için geçirgen değildir. Fotografik sistemlerde kullanılan silikat-tabanlı cam 2.5 μm den büyük dalga boylu radyasyonu geçirmediğinden, kızılötesi görüntüleyicilerin imalatçıları, optik parçalarının üretimi oldukça pahalı olan ve kolay bulunmayan materyalleri kullanmak zorunda kalmışlardır. Silisyum ve germanyum camlar kızılötesi görüntüleme sistemlerinde yoğun olarak kullanılan mercek materyalleridir. Bunlardan silisyum-tabanlı materyaller orta kızılötesi bölgede çalıştırılan CCD kameralarda, germanyum ise termal kızılötesi bölgede işletilen video çerçeve tarayıcılarında kullanılmaktadır (Büyüksalih 2004).

3.2.2 Elektronik dedektörler

Elektronik görüntüleme sistemleri bir fotoğrafik sistemin görüntüyü foto kimyasal yüzey üzerinde çerçevelemesi gibi, görüntüyü fotoelektrik yüzeyde oluşturması açısından fotoğrafik sistemlere benzer. Elektromanyetik enerjinin algılanması ya fotoğrafik ya da elektronik olarak sağlanır. Elektronik görüntüleme sistemlerinde algılama ve kaydetme aşamaları, fotoğrafik emülsiyonlar orta ve termal kızılötesi bölgelere duyarlı olmadığından tamamen farklı bir şekilde yürütülmek zorundadır. CCD kameralar, fotoğrafik uygulamalarda gümüş halojen tabanlı emülsiyonlar yerine nesneden yayılan veya yansıyan ve görüntüleme sisteminin optik elemanları tarafından toplanan radyasyonu algılamak ve onu elektrik sinyali formuna dönüştürmek için elektronik dedektörler kullanır.

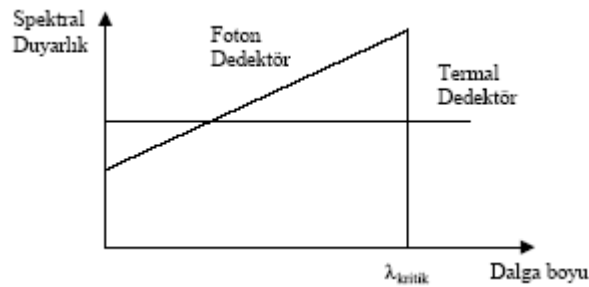
CCD kameralardaki görüntüleme sistemlerinde kullanılan dedektörler termal ve foton dedektörler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Termal dedektörler ısıya duyarlı materyaller kullanır. Gelen radyasyon dedektör üzerine düştüğünde bu onun sıcaklığında algılanabilir bir değişikliğe yol açar. Duyarlanması, gelen radyasyonun dalga boyuna bağlı değildir.

Foton dedektörler ise çabuk duyarlılığa sahiptirler. İçeri giren radyasyonun elektriksel yük taşıyıcılarının, dedektörün içinde bir enerji düzeyinden diğer bir enerji düzeyine hareket etmelerine neden olacak şekilde uyarılmasıdır. Çizelge 3.2’ de bazı foton dedektörlerinde kullanılan materyaller ve her birinin duyarlı olduğu radyasyonun maksimum dalga boyu gösterilmiştir.

Çizelge 3.2 Foton dedektörleri

Dedektör Materyali	λ_{maks}
Silisyum	1.0 μm
Kurşun Sülfür	2.1 μm
İndiyum Antimonit	7.0 μm
Civa Kadmiyum Tellürit	12.0 μm

Örneğin CCD sistemlerinde yaygın olarak kullanılan InSb (İndiyum Antimonit), PbSe (Kurşun Selenyum), PbTe (Kurşun Tellürit) ve PtSi (Platin Silisit) gibi dedektörlerin kritik dalga boyu 7.0 μm ve bu değerden daha büyük dalga boylu radyasyona cevap vermemektedirler. Şekil 5.2’de foton ve termal dedektörlerin spektral duyarlılıkları karşılaştırılmıştır.



Şekil 3.2 Foton ve termal dedektörlerin spektral duyarlılıkları

Burada termal dedektörün bağıl duyarlılığı karşılaştırma için aynı eksenlerde çizilmiştir. Termal dedektörün duyarlılığının, dalga boyundan bağımsız olduğu ve λ_c yakınındaki dalga boyu bölgesinde foton dedektörününkinden daha küçük olduğu görülmektedir. Genel olarak, bir foton dedektörünün maksimum duyarlılığı ve duyarlık hızı, bir termal dedektörününkinden fazladır.

3.2.3 Soğutucu sistem

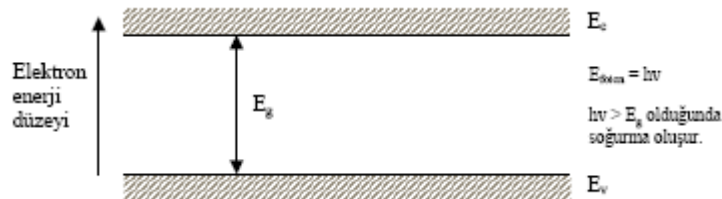
Foton dedektörler, içte oluşan gürültüyü en aza indirmek ve iletkenlerin ısınması sonucu doğan etkileri azaltmak için belirli bir sıcaklık değerine kadar soğutulmalıdır. Kızıl ötesi uygulamalarda kullanılan soğutma yöntemleri, işletilen sıcaklığa ve sistem gereklerine göre değişir. Soğutucular dört ayrı grupta incelenebilir:

- Sıvı nitrojen
- Joule-Thompson mini soğutucu
- Stirling devirli buzdolabı
- Peltier etki tabanlı termoelektrik soğutucusu

3.2.4 Görüntü Dedektörleri

3.2.4.1 Yarı İletkenler

Görüntü dedektörlerinin temeli, elektrik karakteristikli katı hal materyaller olan yarı iletkenlerdir. Katı hal maddeyi, kristal olarak adlandırılan üç boyutlu kafes yapı oluşturur. Böyle bir kristalde, her elektron birkaç enerji bandının birinde bir enerji seviyesine sahiptir. Şekil 5.3'de gösterildiği gibi, bu izin verilen bantlar arasında yasak enerji boşlukları mevcuttur.



Şekil 3.3 Yarı iletkenler

Elektronlar izin verilen enerji durumlarını en düşük enerji seviyesinden en yükseğe doğru işgal ederler. En yüksek (kısmen) doldurulmuş band, iletkenlik bandı; en düşük band ise valans bandı olarak adlandırılır. Bu iki bant arasındaki enerji farklılığı E_g ' ye bant açıklığı denir.

Genel anlamda kimyasal bakımdan saf olup bant yapısı itibariyle yarı iletken olan silisyum, germanyum, selenyum gibi elementlere asal yarı-iletken denir. Bazı yabancı cisimler konsantrasyonları az olsa bile, yarı-iletkenlerin elektriksel özelliklerini anormal biçimde değiştirirler. Örneğin saf silisyuma yüz binde bir oranında bor katılırsa silisyumun direnci, 300°K sıcaklığında, yaklaşık 1000 kez azalır. Bu çeşit yarı-iletkenlere katkılı (safsızlık) yarı-iletken denir.

3.2.4.2 Yarı-İletkenlerde Foto Yüklerin Yaratılması, Biriktirilmesi ve Depolanması

Foto yük çiftlerinin rekombinasyonunu önlemek için onlar yaratımlarından hemen sonra ayrılmalıdırlar. Bu işlem, PN birleşmeleri veya MOS (Metal Oxide Semi-Conductor - Metal oksit yarı-iletken) kapasitör tarafından sağlanan bir elektrik alan sayesinde gerçekleştirilir. PN birleşmeleri, foto diyot görüntü dedektörlerinde; MOS yapıları ise CCD görüntü dedektörlerinin temelini teşkil etmektedir. Bu iki sistem, sadece foto yükleri ayırmakla kalmaz, foto yüklerin biriktirilmesi ve saklanması da kullanılırlar. PN birleşmesi, biri P-tip diğeri N-tip olan iki silisyum kısımdan oluşur. MOS kapasitörler ise bir yalıtkan ve bir metal tarafından kaplanan belirli bir tip yarı-iletken içerir.

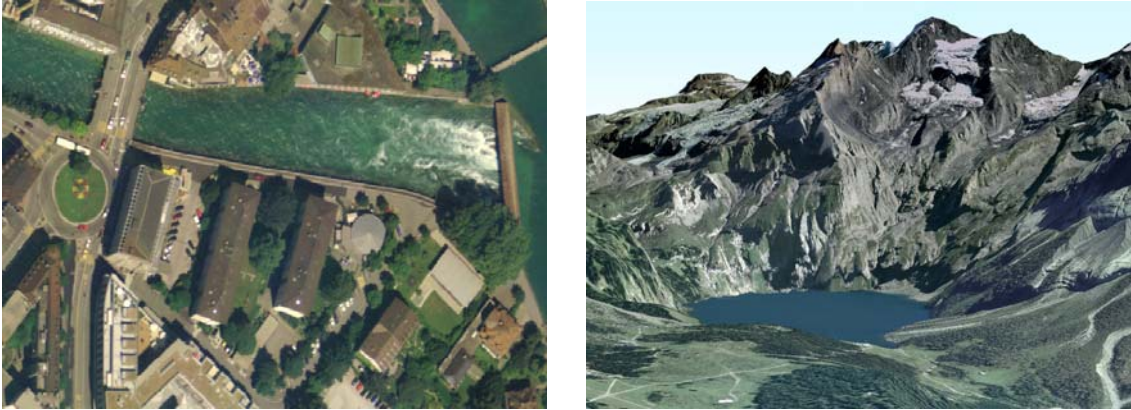
Bir pozitif voltaj elektroda uygulanır, deşikleri yarı iletkene doğru iter ve böylece hiçbir mobil yük taşıyıcının bulunamayacağı alan üretir ki bu alan eksiltme (azaltma) bölgesi olarak adlandırılır. Böylece elektrik alan yaratılmış olur. MOS yapılarındaki bu alan foto yük çiftlerinin ayrımı için kullanılabilir. Elektronlar, pozitif olarak yüklenmiş elektrotlar tarafından teşvik edilir ve onlar, yarı-iletkenle yalıtkan arasında bir ara yüze doğru yayılırlar. Deşikler ise yarı-iletkenin içine doğru geri itilirler ve böylece onlar, daha fazla rol oynamazlar. Yarı iletkenin yüzeyinde oluşan bu potansiyel yayılımının basit tanımlaması yük hücresi veya kovaşdır.

3.2.4.3 Foto Yüklerin Nakli

MOS yapısında birbiri peşi sıra yerleştirilen, yük bağlamalı düzen (Charge Coupled Devices - CCD) olarak adlandırılmaktadır. Burada kullanılan “Charge Coupling” olayı, komşu hücrelerdeki yükü transfer etmek için bir elektrot çiftinin kullanıldığı işlemi tanımlar. Bu elektrotlardaki voltajlar yükü bir kovadan diğerine geçiren bir düzenle yürütülürler. Dedektör hattının sonunda yük çıkış kaydedicilerine transfer edilerek işlem tamamlanır.

3.2.4.4 Foto Yüklerin Algılanması

Foto yükleri ayıran ve depolayan birim, piksel olarak adlandırılır. Bir veya iki boyutlu piksel dizinleri, görüntü dedektörlerini oluşturmaktadır. Pikseller, üzerlerine gelen elektromanyetik radyasyonun yoğunluğuna karşılık olarak belirli düzeyde fotoyük doğurur. Bu fotoyükün okunması ve dönüştürülmesi fotodiyot ve CCD görüntü dedektörlerinde oldukça farklı biçimlerde yürütülür.



Şekil 3.4 Sayısal görüntülerden elde edilen ürünler

3.3 Microsoft Ultracam-X Sayısal Hava Kamerası Ve Özellikleri

Harita Genel Komutanlığı 2008 yılı başlarından itibaren Microsoft UltraCam-X Sayısal Hava Kamerası ile hava fotoğrafı çekme kabiliyetini kazanmıştır.



Şekil 3.5 Sayısal Hava Kamerası

Microsoft UltraCam-X Sayısal Hava Kamerasını altı bölümde inceleyebiliriz.

1-) Alıcı Birimi (SX) :



Şekil 3.6. Alıcı Birim

2-) Hesaplama Birimi (CX) (Görüntü Kayıt İşlemleri)



Şekil 3.7. Hesaplama Birimi

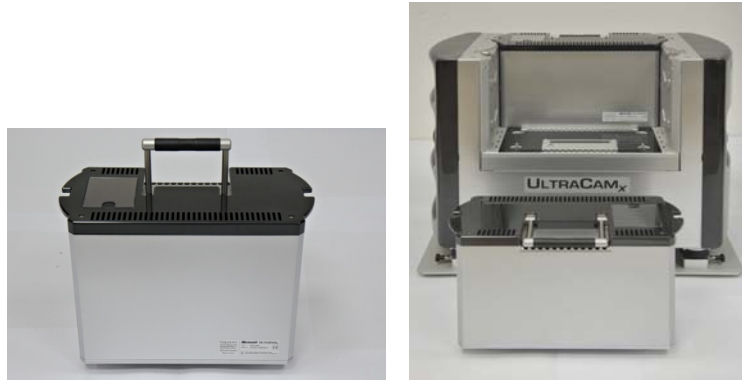
3-) Kamera İşletim Arayüzü (IPX)



Şekil 3.8 Kamera İşletim Arayüzü

4-) Veri Depolama Birimi (DX)

(14 adet 160Gb disk içermekte olup, kapasitesi 2Tb/4741 görüntüdür.)



Şekil 3.9 Veri Depolama Birimi

5-) Veri Transfer Birimi (DKX)

(4 adet infiniband transfer kablosu ve infiniband-SATA PCI kart sayesinde PC'ye bağlanabilmekte ve yaklaşık 4-5 saat içerisinde DX'teki tüm veriyi PC'ye transfer edebilmektedir.)



Şekil 3.10 Veri Transfer Birimi

Microsoft UltraCam-X Sayısal Hava Kamerasını özellikleri aşağıda verilmiştir.

Görüntü boyutu	14430 * 9420 piksel (104 mm * 68.4 mm)
Piksel büyüklüğü	7.2 µm
Bir görüntünün hacmi (4 bantta)	435 Mb
Odak uzaklığı	100 mm
Minimum görüntü alma aralığı	1.35 saniye
Radyometrik çözünürlük	16 bit
DX depolama biriminin hacmi	~2 TB
DX'in görüntü kapasitesi	~ 4741 görüntü

Bir DX ile; %70 ileri ve %20 yan bindirme oranlarında, 20 cm çözünürlüğünde (20 mikronda taranmış 1:10000 ölçeğinde analog filme eşit) kesintisiz 8.5 saat uçulabilir.

Ham görüntülerin kullanılabilir hale getirilmesi için en az 10 dakikalık bir işleme (post process) ihtiyaç duyulmaktadır.

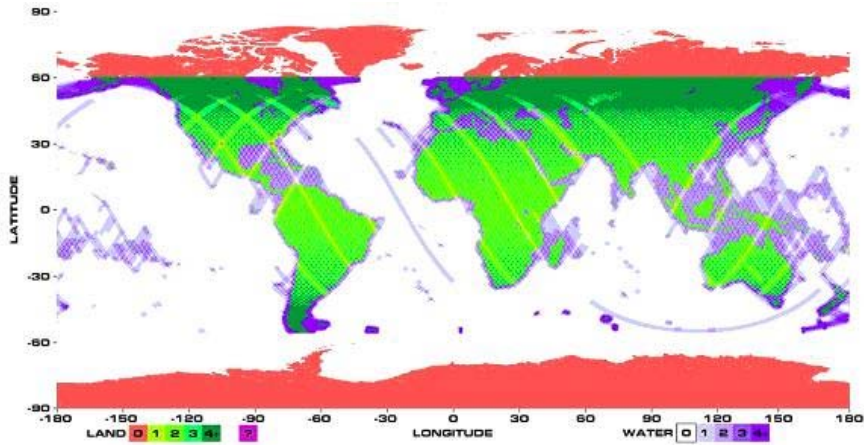
3.4. SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) Uzay Mekiği

Space Radar Topography Mission (SRTM) Amerikan NASA kurumu tarafından yaklaşık 60° kuzey ve güney enlemleri arasında kalan tüm kara parçalarının sürekli ve yüksek çözünürlüklü sayısal yükseklik modelini elde etmek amacıyla gerçekleştirilmiş bir projedir (Faar ve Kobrick, 2000). Bu amaçla geliştirilen uzay mekiği 11 Şubat 2000 tarihinde fırlatılmış yapay açıklıklı radar (SAR) yöntemi ile 11 günlük görevini 22 Şubat 2000 tarihinde başarıyla tamamlayarak dünyaya dönmüştür. Bu yöntemde yeryüzüne mikrodalga sinyaller gönderilerek güneşin konumundan, hava koşullarından ve yüzey kontrastından etkilenmeden veri toplamak mümkün olmaktadır. SRTM uzay mekiğinde 60 m açıklıkta monte edilmiş olan ikinci alıcı ile stereo görüş sağlanmakta ve yükseklikler elde edilmektedir. STRM projesinde yeryüzü kara parçalarının %80'inin taranması hedeflenmiş, bu alanın %99'u bir defa, %95'i iki defa, %50'si ise üç ya da daha çok defa görüntülenmiştir (JPL, 2000). Birden fazla görüntülemenin amacı belli nedenlerden kaynaklanan veri boşluklarını en aza indirmektir. Toplanan verilerin işlenmesinden sonra ABD sınırları içinde kalan bölge için 1" aralıklı, geriye kalan tüm kara parçaları için 3" aralıklı sayısal yükseklik modeli (SYM) elde edilmiştir. Grid formatında hazırlanan verilere ilişkin coğrafi koordinatlar WGS84 datumundadır. Düşey datum ise EGM96 jeoidi ile tanımlı ortalama deniz düzeyidir.

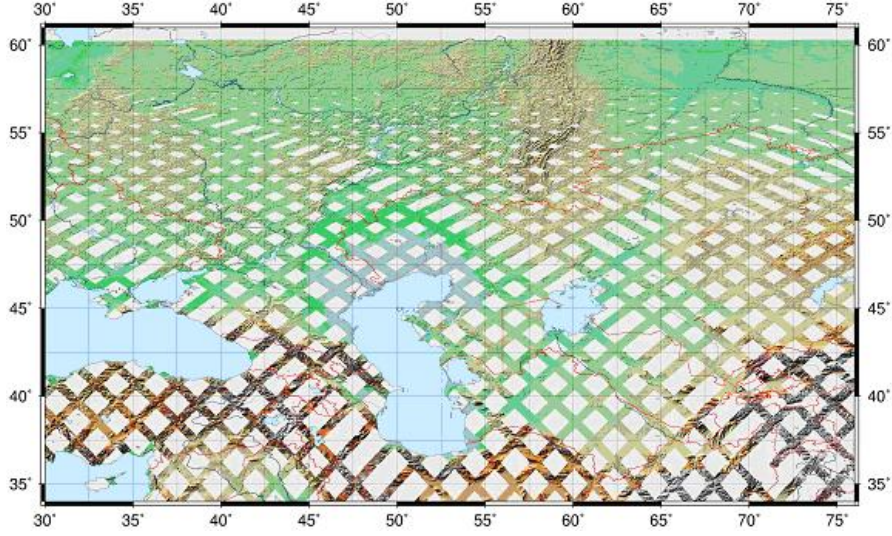


Şekil 3.11 SRTM Uydu Mekii

SRTM verilerinin doğruluğu, %90 güven düzeyinde yatayda 15 m'nin ve düşeyde 10 m'nin altındadır (Salamonowicz 2005; Rodriguez vd 2006).



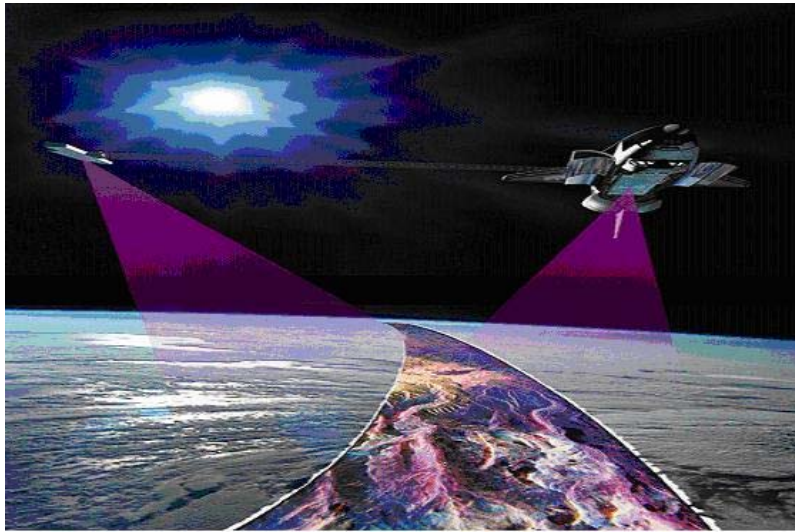
Şekil 3.12 C-band veri toplama görüntüsü



Şekil 3.13 X-band veri toplama görüntüsü

Amerikan C-band yeryüzünden 225 km. tarama genişliğinde 3 arcsecond (yaklaşık 92m) aralıklı veri toplarken Alman-İtalyan X-band 45 km.lik bir tarama genişliğinde 1arcsecond (yaklaşık 30 m.) aralıklı veri toplamıştır. SRTM uydusunun yörünge yüksekliği 233 km., yörünge eğimi 57° , X-band'ın bakış açısı ise 52° 'dir.

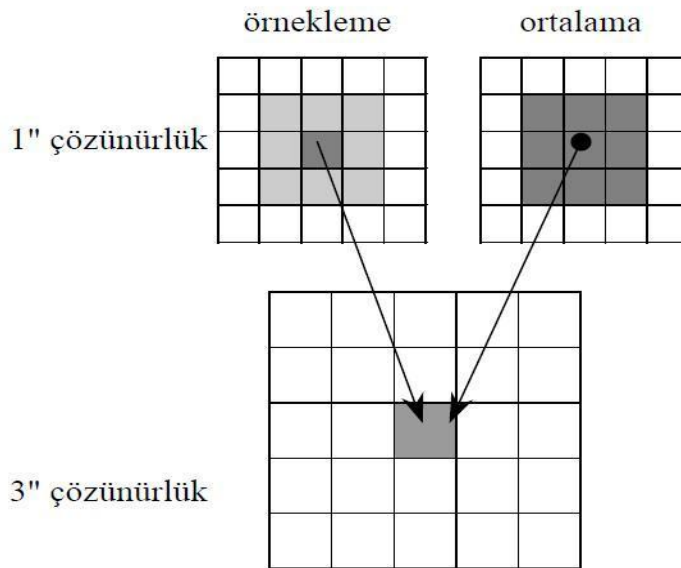
Uydu, tek geçişli Interferometrik Yapay Açıklıklı RADAR (InSAR) tekniğini kullanarak veri toplamıştır. Bu teknikte iki adet Yapay Açıklıklı RADAR (SAR) sistemi biri uydunun gövdesinde diğeri 60 m. uzunluğundaki direğin uç bölümünde konularak yeryüzünde üzerinden geçilen bölgeye ait farklı bakış açılarından eş-zamanlı veri toplamıştır. Bu şekilde aynı bölgenin aynı anda verileri toplanarak 3 üncü boyut elde edilmiştir (Şekil 3.15).



Şekil 3.14 SRTM uydusunun InSAR tekniği ile veri alımı

3.4.1 SRTM Veri Yapısı

SRTM verileri üç farklı çözünürlükte hazırlanmıştır. Orijinal veriler coğrafi koordinatlarda 1", 3" ve 30" çözünürlükte grid biçiminde sunulmaktadır. Ancak orijinal veriler raster biçimindedir. Coğrafi koordinatlar derece biriminde WGS84, yükseklikler metre biriminde EGM96 jeoidine göre tanımlanmıştır. 1" çözünürlükte toplanan verilerden 3" çözünürlüğe iki şekilde geçilmiştir. Örnekleme yönteminde (subsampling) 3" lik piksel içinde yer alan 9 adet 1" lik pikselden ortada yer alanın yüksekliği 3" lik pikselin yüksekliği olarak alınmıştır. Ortalama (averaging) yönteminde ise 9 adet 1" lik pikselin yükseklik ortalaması 3" lik pikselin yüksekliği olarak alınmaktadır (Şekil 3.16). Veri setleri 1x1°lik paftalar (hücreler) halinde değişik dosya formatlarında ve isimlerde sunulmaktadır. Geliştirilen yazılımlar da SRTM formatını temel almaktadır. Bu formatta veri yapısı grid şeklindedir. SRTM formatında başlangıç noktasının enlem ve boylamı dosya isminde (örneğin N34E032.hgt) belirtilerek, dosyada satırlar halinde 2 byte uzunluğunda tamsayı olarak yükseklikler yer almaktadır. Tamsayı değerlerin byte sıralaması Motorola sistemine göredir. Dosya uzantısı "hgt" olarak verilmektedir. Dosya adında verilen enlem ve boylam 1x1° paftanın (tile) sol-alt (güneybatı) köşesine aittir. Ancak dosyadaki ilk noktanın yüksekliği sol-üst köşeye aittir. Her satırda 1201 değer bulunmaktadır. Dosyada toplam 1442401 değer (yükseklik) yer almaktadır. Yüksekliği olmayan noktaların yükseklikleri dosyada -32767 olarak girilmiştir (geçersiz ya da boş noktalar).



Şekil 3.15 1" den 3" Çözünürlüğe Geçiş

4. ORTOFOTONUN DÜŞEYE ÇEVİRME METOTLARI

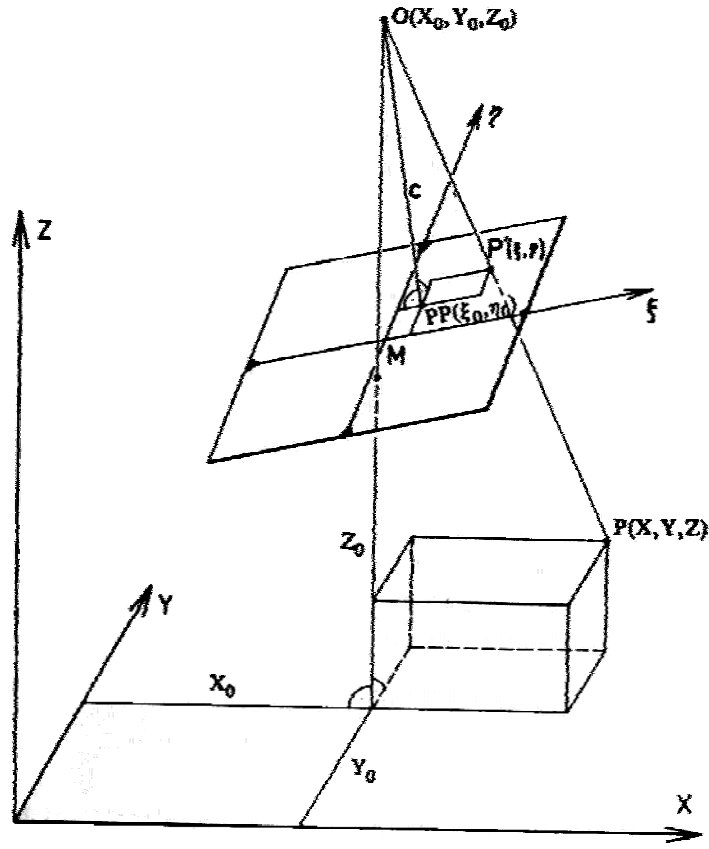
Hava fotoğraflarından elde edilen çizgisel bir harita, gelişmemiş alanlarda çoğu zaman yetersizdir. Arkeologlar, toprak bilimciler, orman bilimcileri, ziraatçiler, coğrafyacılar, jeologlar, planlamacılar ve çevre bilimciler çoğu zaman kendileri için önemli olan detayları çizgisel bir haritada bulamamaktadırlar. Hava fotoğraflarının içeriğini gösteren bir foto harita pek çok kullanıcı için daha iyi bir çözüm sağlamaktadır. Gelişmiş alanlarda bile, hava fotoğraflarındaki detaylara ihtiyaç duyulmaktadır. Foto haritalar, klasik topoğrafik çizgisel haritaların üretiminden daha ucuz ve daha hızlı olduğu için oldukça ilgi çekicidirler (Kraus, K. And Waldhausl, P 1993).

Ortofoto ya da diğer bir deyişle foto-harita, perspektif fotoğraflardaki, fotoğraf eğikliği ve arazideki yükseklik farklarından dolayı görüntü kaymalarının giderilmesi sonucu elde edilmiş, harita gibi belli bir ölçeği olan fotoğrafik görüntüdür (Visser, B., 1988).

Üzerine kartografik bilgilerin (Harita kenar bilgileri, gridler, eş yükselti eğrileri, isimler vs.) eklendiği ortofotolara Foto Harita adı verilir. Birden çok ortofotonun yan yana getirilerek oluşturulduğu tek bir altlık üzerindeki ortofoto görüntüye de foto mozaik adı verilir (Ölçücüoğlu, N).

Ortofoto düşüncesi 1920'lere dayanmaktadır. 1927'de R.Ferber Fransa'da, 1929'da Almanya'da Lacmann bir prototip alet yapmış ve ilk defa uygulama alanına 1953'lerde Bean'in (ABD) yaptığı alet ile girilmiştir ve günümüzde digital fotogrametri aletleri getirdiği kolaylıklarla uygulamaları en üst düzeye çıkmıştır.

Bu çalışmada öncelikle, merkezi izdüşümle alınmış bir hava fotoğrafının, dik izdüşüm ürünü olan haritaya göre deformasyonları incelenecektir. Daha sonra, merkezi izdüşümdeki fotoğrafın yataylanmış fotoğraf olarak adlandırılan ortofotoya dönüşüm yolları ele alınacaktır.



Şekil 4.1 Resim ve Arazi Koordinatları arasındaki ilişki

4.1 Metrik Bir Fotoğrafın Deformasyonları

Fotoğraflar ve görüntülerin deformasyonları, diferansiyel geometride Tissot İndikatrisi yardımıyla tanımlanır. Bu teori, genelde yalnızca düzgün analitik fonksiyonlarla tanımlanabildiği durumlarda uygulanabilir. Yer yüzeyleri genellikle bu şekilde tanımlanamamaktadır. Fotogrametride yer yüzeyi büyük bir grup noktayı sayısallaştırma ile temsil edilir. Başka bir yöntem olarak, birbirine yakın yerleştirilmiş farklı noktaların XYZ koordinatlarını ele alan, metrik fotoğraftaki deformasyonları tanımlamak gerekir.

Şekil 4-1, bir kare XY gridinin Z koordinatıyla tanımlanan nesne yüzeyini göstermektedir. Bu bir haritadaki XY gridi yüzeyinin serbest deformasyonlu görüntüsüdür. Fotoğraftaki deformasyon her bir grid noktasının yerde karşılığı olan noktaların hesaplanmasıyla elde edilir.

5 adedi karşılıklı yöneltme ile çözülür. Bu çözümde koplanarite koşulu kullanılır.

Noktalardaki deformasyon için sayısal sonuçlar, noktanın görüntü koordinatları ζ ve η ve yer koordinatları X ve Y kullanılarak elde edilebilir:

X ve Y yönlerindeki uzunluk deformasyonu,

$$\lambda_x = \frac{\delta_{12}}{\Delta X}, \quad \lambda_y = \frac{\delta_{13}}{\Delta Y} \quad (4.1)$$

$$\delta_{ik} = \sqrt{(\zeta_i - \zeta_k)^2 + (\eta_i - \eta_k)^2}$$

Görüntünün grid karelajında sağ üst noktadaki açının ω_{100} deformasyonu,

$$\omega_{100} = \widehat{100g-2',1',3'} \quad (4.2)$$

$2',1',3'$: Bu görüntü noktaları arasında kalan açı.

İki eşitlikteki λ_1 ve λ_2 maksimum ve minimum uzunluk deformasyonları:

$$\lambda_1 + \lambda_2 = \lambda_x + \lambda_y \quad (4.3)$$

$$\lambda_1 \lambda_2 = \lambda_x \lambda_y \omega_{100}$$

Maksimum açısal deformasyon 2ω :

$$\sin \omega = \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2} \quad (4.4)$$

Alan deformasyonu:

$$\lambda_1 \lambda_2 = \lambda_x \lambda_y \cos \omega_{100} = \frac{\Delta 1',2',3'}{\Delta 1,2,3} \quad (4.5)$$

ile ifade edilir.

Eğer obje yüzeyi yatay bir düzlemse, fotoğraftaki gridin deformasyonu objedeki XY gridine kıyasla kolayca görülebilir.

Deformasyon için sayısal sonuçlar 4.1'den 4.5'e kadar olan eşitliklerden düzlem

yüzeyleri için elde edilebilir. Tissot indikatrisindeki matematiksel formülü bu durumda kullanmak da mümkündür. Bu bağıl kompleks çözümü formüle etmekten çok, küçük açılı dönmelerden kaynaklanan, düzlem objelerin fotoğraflarındaki deformasyonu pratik bir yaklaşımla elde edilebilir. Önce oluşturulan model fotoğrafa dönüştürülür. Sonra $d\alpha=0$ yapılır ve $d\omega=d\phi=v/\sqrt{2}$.

v bir diyagonal boyunca fotoğraf eğikliğidir.

$$\zeta = \eta = \rho / \sqrt{2} \quad \text{ile}$$

$$\Delta\rho = \frac{\rho^2}{c} v \quad (4.6)$$

elde edilir. Deforme olmuş görüntü diyagonalı boyunca yer değiştirme

$\Delta\rho = \sqrt{\Delta\zeta^2 + \Delta\eta^2}$ dir. $\Delta\rho$ görüntü diyagonalinde dönme eksenine dik uzanır.

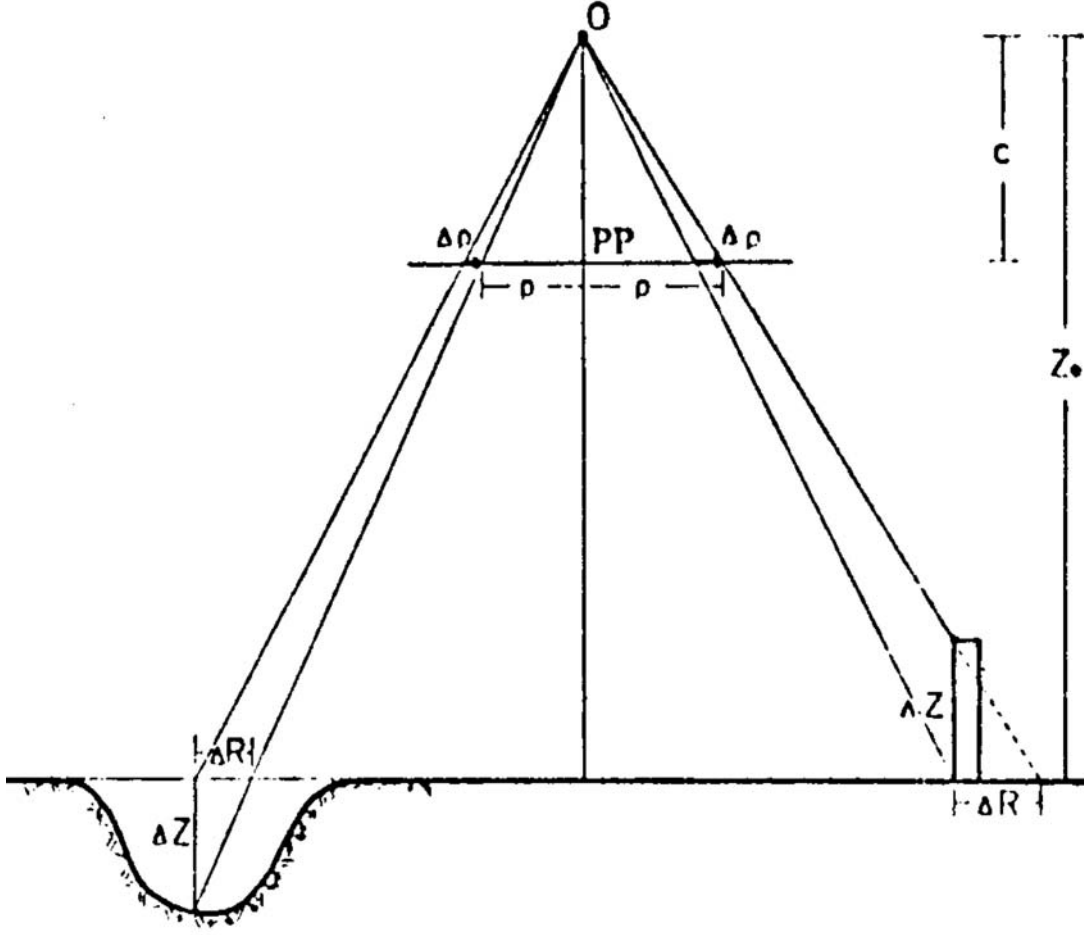
$\Delta\rho$, bir yarı diyagonal $\bar{\rho}$ 'daki uzamayı gösterir. \bar{N} görüntü merkezi noktası ve

\bar{P} görüntü köşesi noktası arasında, v dönüklüğüyle orantılı olarak ρ 'arttırılır veya azaltılır.

Küçük $d\rho$ uzunluğundaki artış veya azalma aşağıdaki diferansiyel eşitlikle ifade edilir:

$$d(\Delta\rho) = 2 \frac{\rho}{c} v d\rho \quad (4.7)$$

Görüntü düzlemi nesne düzlemine paralel hale getirilirse, nesne düzlemindeki karesel grid, fotoğraf düzleminde de karesel grid olarak görüntülenir. Deformasyondan bağımsız fotoğraf yaratmanın basit yolu, mimari fotogrametride kullanılır. Radyal yer değiştirme Şekil 4-2 sayesinde elde edilebilir.



Şekil 0.1 Obje düzlemi dışındaki noktalarda radyal görüntü kayıklığı

$$\Delta\rho = \Delta R \frac{c}{z_0} = \Delta Z \frac{\rho}{z_0} = \Delta Z \frac{\rho}{cm_b} \quad (4.8)$$

(4.8) eşitliği tam dik alınmış hava fotoğrafları için geçerlidir. Fakat düşeye yakın çekilmiş fotoğraflardaki ΔZ yükseklik farkının sebep olduğu radyal yer değiştirme yaklaşık olarak kullanılabilir.

Bu bölümde, orijinal fotoğrafın fotoğrafik düşeye çevirme aletine tekrar izdüşürülmesinden bahsedilmiştir. Yeni fotoğraf, orijinal fotoğrafın merkezi izdüşümüdür, fakat bir ortofotonun geometrik özelliklerini taşır. Bu işlem yalnızca

düzlem objelerin eğik fotoğraflarını düşeye çevirmek için kullanılır.

4.2 Merkezi Perspektif İzdüşümle Düşeye Çevirme

Bu yöntem iç yöneltmeli ve iç yöneltmesiz olarak uygulanabilir.

4.2.1 İç yöneltmeli perspektif düşeye çevirme

Bu işlemin gerçekleştirilmesinde iç ve dış yöneltmenin yapılabildiği bir alet kullanılır. Projektör iç yöneltme yapılabilmesi için köşe işaretlerine sahiptir. Asal uzaklık c orijinal kameranın odak uzaklığına eşit yapılır. Projeksiyon düzleminde keskin bir görüntü oluşturmak için projektör merceğinin odak uzaklığı orijinal kamera merceğinin odak uzaklığından farklı olmalıdır.

Dış yöneltmenin üç elemanı olarak projektördeki z_0^i izdüşüm uzaklığı ve projeksiyon düzlemindeki ω ve ϕ dönüklükleri seçilmelidir. Dış yöneltmenin diğer üç elemanının bu aşamada bir önemi yoktur. Bu elemanlar yer koordinat sistemindeki ortofotonun iki öteleme ve dönüklüğü ile ilgili elemanlardır.

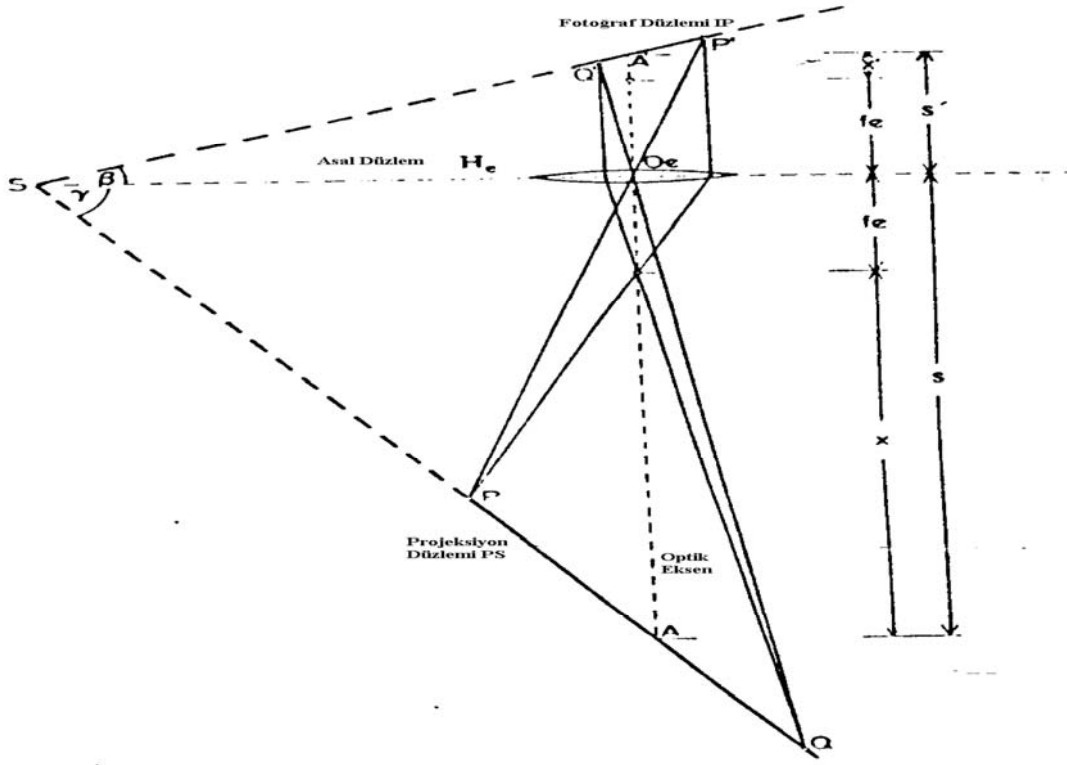
Eğer dış yöneltmenin altı elemanı da bilinmiyorsa, projeksiyon safhasının ve projektörün üç elemanı bulunabilir. Önce fotoğraf projektöre üç kontrol noktasından bağlanır. Sonra da işlemlere devam edilir.

Bu düşeye çevirme yönteminin pratik önemi olmadığı için ayrıntılı olarak anlatılmamıştır.

4.2.2 İç Yöneltmesiz Perspektif Düşeye Çevirme

4.2.2.1 Optik Koşullar

Şekil 4-3'de odak uzaklığı f_e olan O_e objesi, yatay bir düzlemedir ve PS eğik izdüşüm düzleminde P ve Q noktaları mevcuttur. P ve Q noktaları optik geometri koşullarıyla fotoğraftaki P' ve Q' noktaları ile birleştirilir.



Şekil 0.2 Perspektif düşeye çevirme aletinin optik koşulları

Aletteki fotoğraf düzlemi optik eksene bağlı olarak eğilmelidir. Metrik bir kamerada, iç yönlentmenin tanımında önemli bir rol oynayan optik eksene fotoğraf düzlemi diktir. Şekil 4-3'den izdüşüm düzleminde görüntü noktalarını bağıntılı noktalarla birleştirerek, fotoğraf düzlemi IP, asal düzlem H_e ve izdüşüm düzlemi PS'nin, bir S doğrusu boyunca kesişmesi gerektiği görülmektedir. Bu koşul "Scheimpflug koşulu" olarak adlandırılır.

Scheimpflug koşuluna ek olarak, Newton koşulu da sağlanmalıdır;

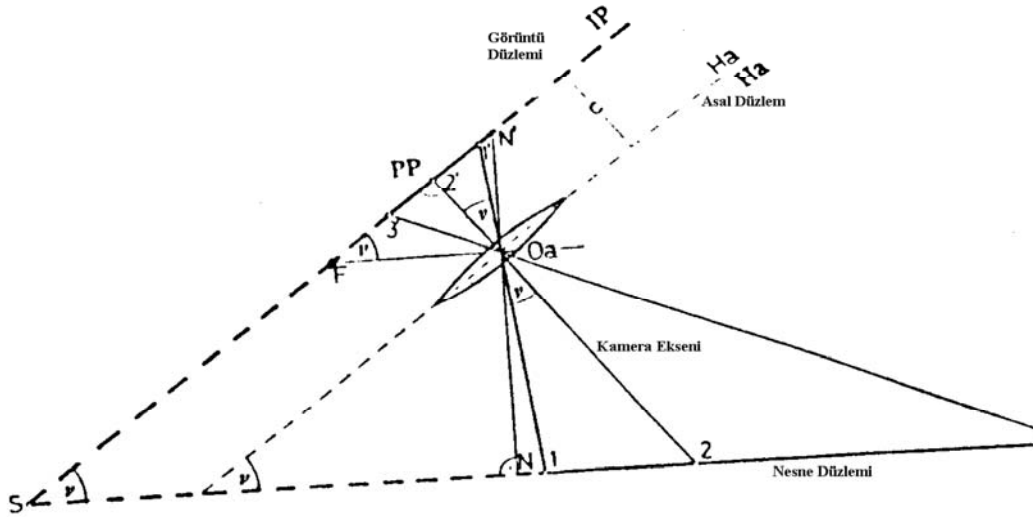
$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f_e} \quad x'x = f_e^2 \quad (4.9)$$

Eğer optik eksen AA' deki noktalarda mercek eşitliği sağlanırsa, Scheimpflug koşulunun fotoğraf düzlemi ve izdüşüm düzlemindeki bütün eşlenik noktalar için de geçerli olacağını gösterir.

Scheimpflug koşulu ve mercek eşitliği, eski mekanik tipteki aletlerde inversor adı verilen aletlerle, yeni tip aletlerde elektronik kontrol sistemleriyle çözülmektedir. İzdüşüm düzlemi eğildiğinde, fotoğraftaki B düzlemi, IP, H_e , ve PS düzlemlerinin S doğrusunda kesiştikleri görülür. İzdüşüm uzaklığı s değiştiğinde, görüntü uzaklığı s' mercek eşitliğine uygun olarak otomatik olarak değişir.

4.2.2.2 Geometrik koşullar

Düzlem bir objenin eğik fotoğrafı Şekil 4-4'de gösterilmiştir. Fotoğraf çekildiği anda Scheimpflug koşulu sağlanmaz. Sonuçta oluşan bulanıklık tamamen önemsiz olmasına rağmen, hava fotoğraflarında büyük obje uzaklıklarında bu şekilde olmamaktadır. Fotoğraf eğikliği alışılmış ω ve ϕ açıları ile belirlenemez, kamera ekseni ve N nadir noktası yönü arasındaki açı olan ve izdüşüm merkezi O_a 'dan dik olarak aşağıda olan nadir uzaklığı v ile belirtilir. Nadir uzaklığı ayrıca, görüntü düzlemi IP ve yatay obje düzlemi kabul edilen OP arasındaki açıdır. F noktası düşeye yakın fotoğraflarda, fotoğrafın dışında yer alan obje düzlemi OP'nin kaçış noktası olup, O_aF doğrusu da kaçış doğrusudur. Orijinal fotoğrafın geometrik koşullarının, perspektif düşeye çevirmenin optik koşullarıyla karşılaştırılabilir olduğunu netleştirmek için Şekil 4.3, Şekil 4.4 üzerine izdüşürülür.



Şekil 0.3 Fotoğraf çekiminde geometrik ilişkiler

- Aletin görüntü düzlemi, yatay nesne düzlemine bağlı nadir uzaklığı v ile eğildiği çekim kamerasının görüntü düzlemiyle aynıdır. IP ve PS düzlemlerinin kesişmesi obje düzlemi OP ve görüntü düzlemi IP'nin arakesiti S ile çakıştırılmıştır. Böylece S kendi üzerine görüntülenebilir.
- Görüntü noktaları $1', 2', 3'$, obje noktaları 1,2 ve 3'ün izdüşüm merkezi O_a 'ya doğru merkezi izdüşümdür. Görüntü eksenini kamera eksenine diktir.
- Önce izdüşüm düzlemi PS keyfi bir eğiklikte seçilir.
- İzdüşüm düzlemindeki görüntü ortofoto olacağından, obje noktaları 1,2 ve 3 dairesel arklarla S merkezinden izdüşüm düzlemine dönüştürülmelidir.
- İzdüşüm düzlemindeki 1,2 ve 3 noktalarının görüntü noktaları $1', 2'$ ve $3'$ ile birleştirilmesi, Scheimpflug koşulu nedeniyle, görüntü düzlemine bağlantılı eğilmiş bir optik eksene ait olan, yeni bir izdüşüm merkezi O_e 'yi verir.

Yeni izdüşüm merkezi O_e için resmi kanıt, F noktasından çıkan \overline{FO}_e uzunluğunun PS düzlemine paralel olduğu en az iki ışın için aşağıdaki koşullar geçerlidir;

$$\begin{aligned}\overline{FO}_{e,1} &= \overline{S1} \frac{\overline{1F}}{\overline{1S}} = \overline{FO}_a \\ \overline{FO}_{e,2} &= \overline{S2} \frac{\overline{2F}}{\overline{2S}} = \overline{FO}_a\end{aligned}\tag{4.10}$$

$\overline{FO}_{e,i}$, iki ışın için aynı olduğundan ve bu nedenle bütün ışınlar \overline{FO}_a uzunluğuna karşı geldiği için izdüşüm merkezi O_e , F'den \overline{FO}_a uzunluğunda izdüşüm düzlemi PS'de F'ye doğru paralel üzerindedir. Eğer izdüşüm düzleminde başka bir eğiklik kabul edersek, yeni bir izdüşüm merkezi O_e elde edilecektir. Burada izdüşüm matrisinin rotasyonundan söz edilmektedir.

Obje düzlemi OP ve kamera eksenine dik olan görüntü düzlemi IP arasındaki matematiksel ilişki sekiz parametreyle tanımlanmıştır. İzdüşüm merkezinin rotasyonu, bu parametrelerle ilişkinin izdüşüm düzlemi PS ve yeni optik eksene göre eğilmiş görüntü düzlemi için de geçerlidir. Böylece IP ve PS düzlemlerinin bir diğerine

(4.11)

$$\sin\beta = \frac{f_e m_0}{Z_0} \sin v$$

(4.12)

β :Fotoğraf eğikliği

m_0 :ortofoto ölçek sayısı

İzdüşüm düzlemi eğikliği v :

$$\overline{FO}_a = \overline{FO}_e = \frac{c}{\sin v} = \frac{f_e}{\sin \gamma}$$

(4.13)

$$\sin \gamma = \frac{f_e}{c} \sin v$$

(4.14)

Görüntü uzaklığı $s' = \overline{O}_e \overline{A}'$:

$$s' = f_e + \overline{FO}_e \cos \gamma \tan \beta$$

(4.15)

(4.13) eşitliği (4.15)'de yerine yazılırsa;

$$s' = f_e \left(1 + \frac{\tan \beta}{\tan \gamma} \right)$$

(4.16)

İzdüşüm uzaklığı $s = \overline{O}_e \overline{A}$:

(4.16) eşitliği (4.9)'da yerine yazılırsa,

$$s = f_e \left(1 + \frac{\tan \gamma}{\tan \beta} \right)$$

(4.17)

bulunur.

Büyütme katsayısı v :

$$v = \frac{s}{s'} = \frac{\tan \gamma}{\tan \beta} \quad (4.18)$$

Asal nokta PP' 'nin optik eksen AA'' 'dan yer değiştirmesi:

$$e = \overline{F(PP)} - \overline{FA'} = c \cot v - \frac{f_e \cot \gamma}{\cos \beta} \quad (4.19)$$

(4.14) eşitliği (4.19)'da yerine yazılırsa :

$$e = \frac{\sqrt{f_e^2 - c^2 \sin^2 \gamma}}{\sin \gamma} - f_e \frac{\cot \gamma}{\cos \beta} \quad (4.20)$$

bulunur. Bu eşitlikler iç yöneltmesiz perspektif düşeye çevirmenin teorik bilgilerini vermektedir.

4.2.2.3 Bilinen Alet Setleriyle Düşeye Çevirme

Fotogrametrik dengeleme, her fotoğrafın dış yöneltme elemanlarının hesaplanmasına olanak sağlamaktadır. Kısaca fotogrametrik dengeleme X_0 , Y_0 ve Z_0 ötelemeleri ve ω , ϕ ve κ dönüklükleri veya konumsal rotasyon matrisi R 'yi verecektir. Düşeye çevirmenin yapılması için ω , ϕ ve κ yerine v nadir uzaklığına ihtiyaç duyulduğu için α açısı, v nadir uzaklığı ve κ 'yı rotasyon matrisi R yardımıyla hesaplanmaktadır. Bu amaç için yeni bir konumsal rotasyon matrisi R (α (birincil), v (ikincil), κ (üçüncül)) oluşturulur. X ve Y eksenine paralel ζ ve η eksenini ile rotasyona başlanır. Fotoğraf α , v ve κ sırasında döndürülür. Konumsal rotasyon matrisi $R_{\alpha v \kappa}$; R_α , R_v ve R_κ matrislerinden yararlanılarak elde edilir.

$$R_{\alpha v \kappa} = R_\alpha R_v R_\kappa \quad (4.21)$$

Matris çarpımı iki aşamadan oluşur. $R_{v \kappa} = R_v R_\kappa$ ve sonra $R_{\alpha v \kappa} = R_\alpha R_{v \kappa}$ çarpımları yapılır ve

$$\tan \alpha = \frac{r_{13}}{-r_{23}} \quad \cos v = r_{33} \quad \tan \kappa = \frac{r_{31}}{r_{32}} \quad (4.23)$$

Bu değerler hesaplandıktan sonra aletteki düzenlemeler aşağıdaki sırada yapılır:

- İzdüşüm mesafesi; düşeye çevirme aletinin odak uzaklığı c , kameranın Z0 koordinatı, ortofotonun ölçek katsayısı m_0 ve konumsal rotasyon matrisinin r_{33} elemanından hesaplanır ((4.23), (4.12), (4.14) ve (4.17) eşitlikleriyle). Kontrol olarak buna karşılık gelen s' uzaklığının otomatik olarak düzenlendiğini gösterir.
- İzdüşüm düzlemi eğikliği v ; aletin odak uzaklığı, kamera asal uzaklığı c ve rotasyon matrisinin r_{33} elemanı yardımıyla ((4.17) ve (4.23) eşitlikleriyle) hesaplanır. Kontrol sistemi, Scheimpflug koşulunun sağlandığını ve böylece fotoğraf eğikliği β 'nin otomatik olarak düzenlendiğini gösterir. Görüntü yer değiştirmesi e , (4.20) eşitliğinden elde edilir. e , aletteki optik eksen AA' ne bağlı fotoğrafın asal noktası PP'nin konumunu tanımlar (Şekil 4-5). Optik eksen A' ve A'ya bağlı kaçış noktası F ile asal noktanın yer değiştirmesi, fotoğraf ve izdüşüm düzleminin dönüklük eksenlerini kapsar. Ayrıca, fotoğraf eğikliği β ve izdüşüm düzlemi eğikliği γ 'nin fonksiyonu olarak sürekli bir biçimde otomatik olarak kontrol edilebilir. Bu kontrol "kaçış noktası kontrolü" olarak adlandırılır.
- Fotoğraf, köşe markaları yardımıyla fotoğraf taşıyıcıya yerleştirilir. Fotoğraf taşıyıcının merkezi e uzaklığı ile kaçış noktası kontrolü ile önceden değiştirilir. Fotoğraf taşıyıcıya bağlanarak κ dönüklüğü, konumsal rotasyon matrisi R'nin r_{31} ve r_{32} elemanlarından hesaplanır.

Perspektif izdüşümde düşeye çevirme işlemi sekiz bağımsız parametre ile tanımlandığından, alette sekiz bağımsız bilinmeyenlerin hangileri olduğuna karar vermek önemlidir. İlk iki adımdan her biri bir bilinmeyi tanımlar. Diğer üç bilinmeyen üçüncü adımda yer alır (iki öteleme ve bir dönüklük). Kalan üç bilinmeyen, yer koordinat sistemine göre izdüşüm düzlemindeki ortofoto görüntünün bir dönüklük ve iki öteleme bilinmeyenleridir.

4.2.2.4 Kontrol Noktalarıyla Ve İç Yöneltilme Bilgileri İle Düşeye Çevirme

Fazla kontrol noktası tüm işlemlerin kontrol edilmesine imkan tanır. Bu işlemin sırası şöyledir:

- Fotoğraflar köşe işaretleri yardımıyla merkezlenerek fotoğraf taşıyıcısına yerleştirilir. Fotoğraf taşıyıcısı ve fotoğraf, izdüşüm düzleminin sonuç eğikliğinin bir fonksiyonu olan kaçış noktasının kontrolünün maksimum eğiklik doğrusu boyunca optik eksenenden e uzaklığıyla otomatik olarak yer değiştirilir. e parametresi alım kamerasının asal uzaklığından hesaplandığından iç yöneltilmenin üç elemanı dikkate alınır.
- İzdüşüm uzaklığı s değiştirilir ve parsellenmiş ve izdüşürülmüş 1 ve 3 noktaları arasında rastlantı sağlanana kadar döndürülür ve yer değiştirilir. Mercek eşitliğinin otomatik çözümü alettaki s' görüntü uzaklığı değiştirilir. Bu “ölçek belirleme” den sonra 2 ve 4 noktalarındaki tutarsızlıklar dört noktanın bir kare oluşturduğu varsayılarak x ve y bileşenlerinde eşit olmalıdır. Dördüncü nokta kontrol amacıyla kullanılır.
- 2 ve 4'üncü noktalardaki tutarsızlık kaldırılır. Bu amaçla, izdüşüm düzlemi iki dik eksen tarafından eğilmelidir. Bazı düşeye çevirme aletlerinde sadece bir izdüşüm düzlemi eğikliği sağlanır ve serbestliğin diğer derecesi fotoğraf taşıyıcının κ dönüklüğü ile verilir. İlk yöntemi uygulamak oldukça kolaydır, fakat optik ve geometrik koşulları sağlamak için daha kompleks bir sistem kullanımı gerekir.

Son iki adım bir kaç kez tekrarlanmalıdır.

Burada ayrıca, perspektif düşeye çevirmenin sekiz bağımsız parametresinin ne olduğunu incelemek gereklidir. Bir resmi konumlandırmak için iki öteleme parametresi gereklidir. İkinci adım dört parametre içerir, bu parametreler iki öteleme ve izdüşüm uzaklığının ayarlanmasıyla birlikte çözümlenir. Kalan iki parametre son adımda çözümlenir.

4.2.2.5 İç Yöneltilmesiz Kontrol Noktaları İle Düşeye Çevirme

Bazı aletlerde kaçış noktasının otomatik kontrolü yoktur ve bu nedenle iç yöneltilme

hakkında detaylı bilgi alınamaz. Ayrıca iç yöneltme bilinmiyor da olabilir. Bu durumlarda perspektif düşeye çevirme işlemindeki sekiz bilinmeyen parametre kontrol noktalarından elde edilmelidir. Ancak bu işlem için dört kontrol noktası gerekir.

Fotoğraf taşıyıcıya herhangi bir konumda ve dönüklükte yerleştirilir. S izdüşüm uzaklığı değişir ve diyagonal karşılıklı iki noktanın izdüşümleri arasında kesişme sağlanıncaya kadar döndürülür. Kalan dört parametre, parsellenmiş dört kenarlıya bağlı izdüşürülmüş kontrol noktalarının deformasyonunu karşılamalıdır.

Birçok olanak arasından iki grup parametre verilmiştir:

- İzdüşüm düzleminin iki yöndeki eğiklikleri,
 - Fotoğrafın iki yöndeki yer değiştirmesi,
- veya
- İzdüşüm düzleminin bir yöndeki eğikliği,
 - Fotoğrafın iki yöndeki yer değiştirmesi ve fotoğrafın dönüklüğü.

4.2.2.6 Kontrol Noktasız Düşeye Çevirme

Kontrol noktaları olmadan düşeye çevirme yapılmasına olanak sağlayan bir yöntem geliştirilmiştir. Ölçek hariç düşeye çevirme parametreleri, keyfi olarak yerleştirilen ikinci metrik bir fotoğraftan elde edilir. Algoritma, başlangıçtaki yaklaşıklıklara ihtiyaç olmaksızın, rektifiye edilecek fotoğrafın dış yöneltme elemanlarını sağlar. Bu elemanlar obje düzlemini ve düşeye çevirme aletinin normal yollardan elde edilebilen parametrelerini ifade ederler.

4.2.3 Perspektif Düşeye Çevirmenin Doğruluğu

Aletteki parametreleri bağlarken oluşan hatalar, diğer bir hata kaynağı olarak kabul edilen referans düzleminden gerçek nesne yüzeyi üzerindeki tutarsızlıklarla kapatılır.

Ortofotodaki Δr yer değiştirmesi, bütün düşey doğruların kaçış noktası olan nadir noktasından kenarlara doğru radyal yöndedir.

Böylelikle, eğer yatay bir yer düzlemi kabul edersek, binaların, ağaçların vb. rektifiye edilmiş ortofotodaki konumu yalnızca yer seviyesinde doğru olacaktır. Çatılar ve ağaçların üst kenarı vb. detaylar gerçek yerlerinden uzaklaşmışlardır. Benzer olarak, ön cephe veya arka düzlemleri rektifiye edilmiş fotoğraflarda nadir noktasından radyal olarak yer değiştirecektir.

(4.8) eşitliğinden yer değiştirmenin büyüklüğü:

$$\Delta r = \Delta Z \frac{r}{Z_0} \quad (4.24)$$

r : Ortofoto görüntüde nadir noktasından itibaren noktanın radyal uzaklığı.

Eğer fotoğraf düşeye yakın ise 4.24 eşitliğinde asal uzaklık c ve fotoğraf ölçek sayısı olarak m_b ifadeleri kullanılırsa ;

$$\Delta r = \Delta Z \frac{r}{cm_b} \quad (4.25)$$

Tablo 4.1 ve Tablo 4.2, 4.25 eşitliğinden yararlanarak tipik fotoğraf ve ortofoto ölçeklerinde ortofotoda maksimum yer değiştirme olarak kabul edilen 1 mm.deki ΔZ_{\max} ı göstermektedir.

Tablo 0.1 1:50, 1:100 ve 1:250 ölçeklerinde ΔZ_{\max} yer değişimi

Ortofoto Ölçeği	Fotoğraf Ölçeği	c=4.5 cm	C=10 cm	c=20 cm
1:50	1:200	3	6	12 cm
	1:400	5	11	24 cm
1:100	1:400	5	11	24 cm
	1:800	10	23	48 cm
1:250	1:1000	13	28	59 cm
	1:2000	25	57	119 cm

Tablo 4.1’de , mimari araştırmalar ve yersel fotogrametri için benzer uygulamaları olan tek fotoğraf fotogrametrisinin sınırlarını göstermektedir. Tablo 4.2’de, küçük ölçeklerde, düzlemsel yer yüzeylerine ait hava fotoğrafları rektifiye edilebilir ve ortofoto üretiminde normal açılı kameralarla çekilen fotoğraflar çok geniş açılı kameralarla çekilen fotoğraflara oranla daha uygun olduğu söylenebilir. Fotoğrafın merkez kısmındaki sınırlama, tablolarda ikinci satırda görülen geliştirilmiş doğrulukları getirir, fakat büyütme ve detay kaybı yüzünden fotoğrafın kalitesi azalır. Eğer yer yüzeyi engebeli olursa perspektif düşeye çevirme genelde başarısız sonuçlar verir. Bu durumlarda diferansiyel düşeye çevirme yöntemi uygulanmalıdır.

Tablo 0.2 1:1000, 1:2500, 1:5.000 ve 1:10.000 ölçeklerinde ΔZ_{\max} yer değişimi

Ortofoto leği	Fotoğraf leği	c=9 cm	c=15 cm	c=30 cm
1:1000	1:3000	1	2	3 m
	1:6000	2	3	5m
1:2500	1:7500	2	3	6 m
	1:15000	4	6	13 m
1:5000	1:15000	4	6	13 m
	1:30000	8	13	26 m
1:10000	1:30000	8	13	26 m
	1:60000	15	26	51 m

4.3 Diferansiyel Dönüşüm İle Düşeye evirme

4.3.1 Diferansiyel Düşeye evirmenin Teorik Ve Aletsel Prensipleri

Modern diferansiyel düşeye çevirmenin temeli, fotoğrafların deformasyonu teorisine dayanır. Elde deforme olmuş gridin köşe noktalarının koordinatları ζ ve η ’yla t anımlı

deformasyonlu bir fotoğraf mevcut olup kare gridli olan yeni bir fotoğraf oluşturulmak istenmektedir. Burada yapılacak iş genelde, rastgele bir dörtgenin fotoğrafik içeriğini bir kareye çevirmektir. Yapılan işlemin grid kenarlarında doğrusal olduğu varsayılırsa, bir raster dört kenarının fotoğrafik dönüşümü matematiksel olarak sekiz parametrelili bilineer dönüşüm olarak tanımlanabilir;

$$\begin{aligned}\zeta &= a_{01} + a_{11}x + a_{21}y + a_{31}xy \\ \eta &= a_{02} + a_{12}x + a_{22}y + a_{32}xy\end{aligned}\tag{4.26}$$

a_{ik} : Bilineer dönüşümün parametreleri.

Bu bilineer dönüşümü aletsel olarak tanımlamanın çeşitli yöntemleri vardır. Bunlardan biri, digital kontrollü optik görüntü transferidir. Bu uygulamada bu yöntem açıklanacaktır.

Çok dar bir s uzunluğunun kesiti, kare gridin genişliği, ortofotonun xy düzlemi üzerinde y yönünde hareket ettirilir . Bu sürekli hareket esnasında $\zeta\eta$ düzleminin bir elemanı xy düzlemi üzerine izdüşürülür. Fotoğrafın doğru elemanları,

- Merkez noktanın iki ötelemesi ($c' \rightarrow c$),
- α açısı boyunca döndürme,
- Ölçeğin değiştirilmesi ($s' \rightarrow s$),

şeklinde ele alınır.

Kontrol bilgisi, grid köşelerinin $\zeta\eta$ ve xy koordinatlarından hesaplanabilir. Öncelikle y-yönünde doğrusal olarak enterpole edilmiş ve birbirine yakın yerleştirilmiş sabit sayıda nokta kullanılır. Bir profildeki noktaları komşu profildeki noktalara birleştiren doğrular, ortofotodaki doğrusal elemanları temsil eder ve onların enterpole edilmiş uç noktalarından fotoğrafta karşılık gelen doğru elemanları uç noktalarının ζ, η koordinatları hesaplanır.

Aşağıdaki hesaplamalar mutlaka yapılmalıdır:

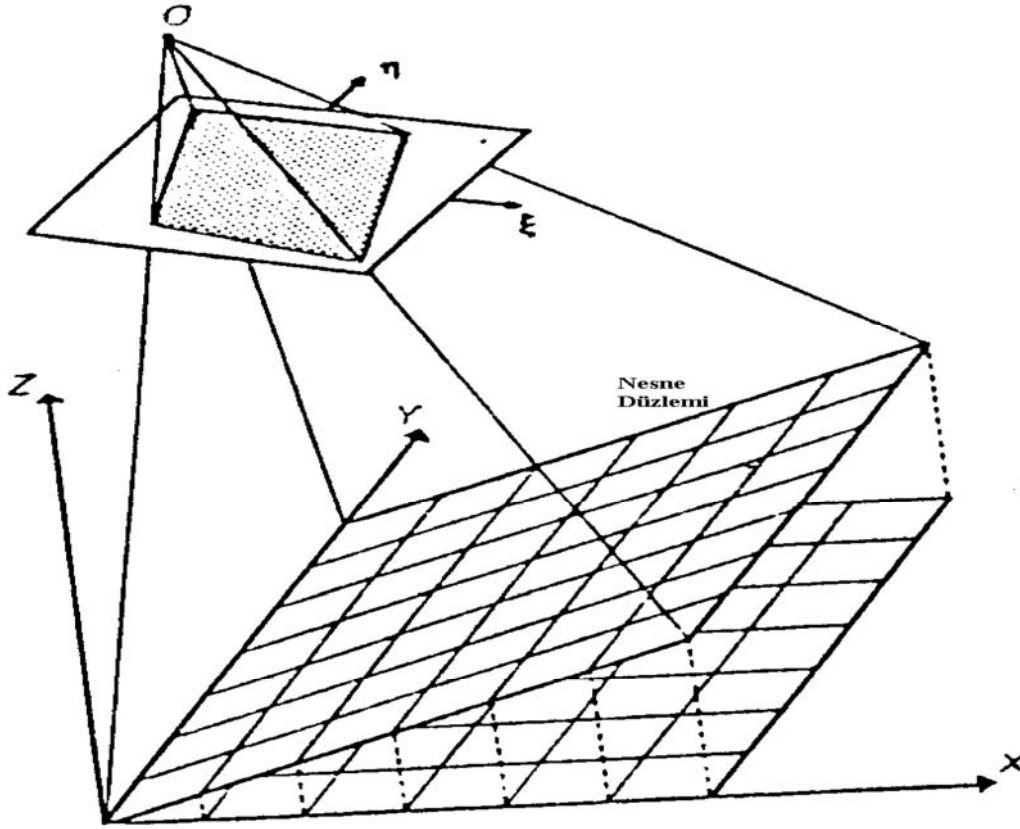
- Orijinal fotoğraftaki her doğru elemanın merkez koordinatları ζ_c ve η_c ,
- Dönüklük ($\Delta/\Delta\zeta$)
- Ölçek faktörü

$$\frac{s'}{s} = \frac{\sqrt{\Delta z^2 + \Delta \eta^2}}{s} \quad (4.27)$$

4.3.2 Düzlem Objelere Ait Eğik Fotoğrafları Düşeye Çevirme

Diferansiyel görüntü transformasyonu, düzlem nesnelere eğik fotoğraflarını rektifiye etmek için de kullanılır. Böyle bir düşeye çevirme yönteminin perspektif düşeye çevirme yöntemine göre bir avantajı vardır. ± 15 gon'dan daha eğik fotoğraflar bile rektifiye edilebilmektedir. Bu açı pek çok perspektif düşeye çevirme işlemleri için sınır değeri olarak kabul edilmektedir.

Düzlem objelerin eğik fotoğraflarını düşeye çevirmede, ζ η gridi perspektif bir griddir ve bu grid, XY düzleminde bir kare grid tanımından sonra hesaplanabilir ya da eğer iç yöneltme elemanları biliniyorsa $Z=0$ yapılarak dönüşüm parametreleri bulunabilir. Dönüşüm parametreleri ışın demetleriyle dengeleme sonucundan veya ikinci bir fotoğraftan elde edilebilir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Diferansiyel görüntü transformasyonu ile perspektif düşeye çevirme

Düzlem objelerin diferansiyel düşeye çevirme ile elde edilmiş ortofotoların doğruluğu, perspektif bir düşeye çevirme ile yaklaşık olarak aynıdır. Grid genişliğince doğrusal olarak hareket etmenin sonucunda başka bir hata ortaya çıkar. Bu hata, grid genişliği büyüklüğünün seçimi ile ilgilidir. Bu enterpolasyon hatası, gridlerin kenarlarının merkezlerini perspektif için geçerli cross-ratio yöntemiyle enterpole ederek ve bunu ortalama oluşturulan değerle oranlayarak hesaplanır.

Diferansiyel görüntü dönüşümü, ayrıca affin ve perspektif düşeye çevirme çözümüne de olanak sağlar. Burada gereksinim, merkezi izdüşüm ürünü olan fotoğraftan eğik objenin dik izdüşümle XY düzlemine izdüşürülmesidir.

Diferansiyel görüntü dönüşümü ile çözüm aşağıdaki hesaplamaları gerektirir:

- XY düzleminde bir kare grid tanımı,

XY kare gridindeki Z koordinatlarının hesaplanmasına karşılık gelen bu gridin eğik

- obje düzlemine izdüşümü,
- Obje noktalarının XYZ koordinatlarıyla fotoğrafa merkezi izdüşümü.

ζη koordinatları, kare formdaki xy gridini tanımlayan bazı parametrelerle birlikte, ölçeği küçültülerek dönüştürülür. Çıktı ürün, deforme olan ζη gridinden elde edilen kare grid olduğundan, XY düzlemi üzerine ölçeği küçültülmüş eğik obje düzleminin dik izdüşümüdür.

Bu bölümde, grid genişliğinin tahmini amacıyla kullanılan bir diferansiyel düşeye çevirme eşitliği verilmiştir. α açısıyla eğilmiş düzlem obje ve bu düzlem üzerinde tam dik bir nokta alınır. Diferansiyel düşeye çevirme deforme olmuş bir ζη gridinde merkezi izdüşüm kurallarına göre değil doğrusal olarak ele alındığından yaklaşık bir çözümdür. Δd enterpolasyon hatası, Δx, Δy veya s kesitinin merkezinde en büyük değerine ulaşır.

$$\Delta d = \frac{s^2}{4h} \tan \alpha \quad (4.28)$$

Enterpolasyon hatası ortofotoda 0.1-0.2 mm'yi geçmemelidir. Δd ve s ortofoto ölçeğinde uçuş yüksekliği (h) cinsinden ifade edilmelidir.

4.3.3 Eğik Objeleri Düşeye Çevirme

Objeye yüzeyinin bir XY gridinin Z koordinatlarıyla tanımlandığı varsayalım. Ortofoto üretmek için bu durumda eğik obje yüzeyinin XY düzlemine dik izdüşümü, obje grid noktalarının XYZ koordinatları, fotoğraf düzlemine merkezi izdüşümle dönüştürülerek sağlanabilir. Sonuçta elde edilen ζη koordinatları deforme olmuş gridi tanımlar. Diferansiyel düşeye çevirmede sonuç ürün, deforme olmuş gridin kare gride dönüştürüldüğü bir ortofotodur.

İç ve dış yöneltme elemanları nesne noktalarının fotoğrafa dönüştürülmesi için gereklidir. Dış yöneltme elemanları ışın demetleriyle blok dengelemesi veya uzaysal geriden kestirme (space resection) ile elde edilebilir.

4.3.3.1 Veri Toplama Yöntemleri

Analitik değerlendirme aletlerinde X ve Y değerleriyle otomatik olarak grid üzerinde keyfi şekilde hareket edilerek Z değerleri ölçülebilmektedir. Operatörün görevi, ölçü markasının hareketini stereo modelin üzerinde, arazi yüzeyinde tutarak Z hareketini kontrol etmektir. Modelin mutlak yöneltmesi tamamlanmış olmalıdır. Gerekli Z koordinatları otomatik olarak kaydedilir. Eşit mesafe, eşit zaman aralıklı veya XY hareketinde kısa bir duraklamadan sonra kayıt yapılabilir. Eğer noktalar sabit zaman aralıklarıyla kaydedilirse kesit boyunca nokta yoğunluğu yerin şekliyle birlikte değişir. Daha sonra Z koordinatlarını kesit boyunca, eşit kesit aralıklarında ve sabit mesafe aralıklarında enterpole etmek gerekir.

Eğer gerekli kayıt cihazları takılırsa aynı bilgi toplama yöntemi analog değerlendirme aletlerinde de uygulanabilir. Bu aletlerle karşılıklı yöneltmeyi yaptıktan sonra mutlak yöneltmeyi bilgisayarlarla yapmak daha kolay ve ekonomik hale gelmektedir. Modelde kaydedilen xy gridi mutlak yöneltmeyle deforme olacaktır, böylece obje noktaları tam bir kare grid değil aşağı ve yukarıya doğru eğilen düzensiz bir şekil oluşturacaktır. Bu yüzden mutlak yöneltmeden sonra, bilgisayarlarda düzensiz dağılmış noktalardan XY gridinin Z koordinatlarını enterpole etmek gerekir.

Bu hesaplama çerçevesinde ayrıca, mutlak yöneltmede Z koordinatlarının enterpolasyonunu tek bir fotoğrafa ait iki modelde de yapmak mümkündür. Böylelikle model yardımıyla ortofoto üretilir. Gridin fotoğrafa dönüştürülmesiyle, bütün fotoğrafı kaplayan ortofoto diferansiyel düzeye çevirme aletinde bir hareketle üretilmiş olur.

Ormanlık ve yoğun meskun alanlarda, özellikle büyük fotoğraf ölçeklerinde ölçü markasının yer yüzeyi üzerindeki kesit boyunca hareketini kontrol etmek zordur. Böyle durumlarda, operatör için iyi stereoskopik görüntüye sahip alanlarda tek nokta ölçümü daha etkilidir. Bu teknik ayrıca çok düz alanlarda da geçerlidir. Çünkü bu bölgelerde daha az noktaya ihtiyaç duyulmaktadır. Sonra XY gridinin Z koordinatları bilgisayarda enterpole edilir.

Münhaniye sahip ortofotolara sık sık gereksinme duyulmaktadır. Düzensiz bir alanda münhanilerin enterpolasyonu için bir bilgisayar programı yoksa, münhaniler mutlak

yöneltilmiş modelde elde edilmelidir. Bu işlem anında, münhaniler boyunca noktaların yer koordinatları belirli aralıklarla kaydedilir. Bu veri daha sonra XY gridinin ortofoto için gerekli yükseklik değerlerini enterpole etmek amacıyla kullanılır.

Eğer ortofotonun kapsadığı alana ilişkin topoğrafik harita mevcutsa haritadaki münhaniler uygun bir aletle sayısallaştırılabilir.

Yer yüksekliklerine ilişkin veri tabanı oluşturulması ortofoto haritaların revizyonunun ilgi alanına girer. XY gridinin Z koordinatları sürekli olarak böyle bir veri tabanında muhafaza edilir ve böylece daha sonraki fotoğraflardan ortofoto üretimi mümkün olur. Yeni fotoğraflarla ortofoto üretimi için deforme olmuş $\zeta\eta$ grid koordinatları daha önce elde edilen grid bilgisinden hesaplanır. Diferansiyel düşeye çevirmede kullanılacak yeni fotoğrafların ölçeği, veri toplamak için kullanılan orijinal fotoğraftan farklı olabilir.

Görüntü koordinatlarını doğrudan ortofoto üretiminde kullanmak için, analitik değerlendirme aletlerinde karşılıklı ve mutlak yöneltme yapılır ve model alanında doğru kesit izlenerek $\zeta\eta$ koordinatları kaydedilir. $\zeta\eta$ koordinatları analitik değerlendirme aletlerde yan ürün olarak elde edilir.

4.3.3.2 Diferansiyel düşeye çevirmede doğruluk

Öncelikle binaların, ağaçların vb. objelerin diferansiyel olarak rektifiye edilmiş ortofotoda nasıl görüntülediğine bakılması gereklidir. Operatör veri toplama aşamasında bu detayları dikkate almamakta ve böylece yalnızca yer yüzeyinde ölçülmüş olan noktalar ortofotoda doğru konumlarıyla görülmektedir. Çatı sırtı, ağaç tepesi gibi detaylar olması gereken yerlerinden uzaklaşmaktadırlar.

Diferansiyel düşeye çevirmedeki bu hata, veri toplamada bu tip detayların hesaba katılmasıyla giderilememektedir. Diferansiyel düşeye çevirme yöntemi, bir XY kare gridinin Z koordinatlarının, yer yüzeyine uyum derecesine bağlıdır. Bu uyum çok karışık geometrik nesnelerin sayısallaştırılmasına olanak tanımamaktadır. Ayrıca ölü bölgelerde görülmeyen fotoğrafik detayların ortaya çıkarılması sorunu mevcuttur. Tek bir fotoğrafı düşeye çevirme teorisi, obje yüzeyinin grid modeliyle yeterli doğrulukta hesaplanmasıyla sınırlıdır (Şekil 4.8).

$\Delta\rho$ değerinin dik koordinatlardaki karşılığı olan $\Delta\rho'$ yer değiştirmesi de mevcuttur. Bu hayali yer değiştirmeler aşağıda sözü edilen avantajlara sahiptir. \overline{OP} doğrusu ile yer yüzeyi ortofotoda Δr kadar değiştirmektedir. Bu yer değiştirme řu oranlardan elde edilir:

$$\Delta R = \frac{\rho'}{c} \Delta Z - \frac{\rho'}{c} \Delta R \tan \bar{\alpha} \quad (4.29)$$

(4.29) eşitliğindeki ilk terim Şekil 4-8'de noktalı çizgiyle gösterilmiştir. Yer eğimi $\bar{\alpha}$ 'ya bağlı olarak, görüntü işınları yere daha önce çarpar. Bu uzunluk biraz küçültülmelidir. Bu değişim eşitliğin ikinci terimi ile tanımlanır. Eğer yer dışarıya doğru düşerse eşitliğin iki terimi de dikkate alınmalıdır. $\bar{\alpha}$ açısı, yer eğimi, yer eğimi nadir noktası N'den aşağıya doğru yaklaşan olursa mutlaka pozitif bir değer olmalı ve nadir noktasından aşağıya doğru uzaklaşan olursa negatif olmalıdır.

(4.29) eşitliği düzenlenirse aşağıdaki formül elde edilir:

$$\Delta R = \frac{\Delta Z}{\frac{c}{\rho'} + \tan \bar{\alpha}} \quad (4.30)$$

Bu yer değiştirmelere ek olarak aşağıdaki hatalar da dikkate alınmalıdır:

- Aletsel hatalar ve orijinal fotoğraftaki hatalar,
- Fotoęrafın deęerlendirme aletine ve diferansiyel dūřeye çevirme aletine yerleřtirirken yapılan merkezleme hataları,
- Cross-ratio kullanımı yerine, eğimli arazideki grid noktaları arasında görüntü yataylanmasında doğrusal enterpolasyonun kullanılmasının neden olduğu, diferansiyel alettteki enterpolasyon hataları,
- Yer yüzeyi örtüsü ve yerin şekline, sayısallaştırmanın hızına bağlı olarak, yer yüzeyini sayısallaştırmada yapılan yükseklik ölçüm hataları,
- Yerin şekline ve gridin büyüklüğüne bağlı olarak, griddeki kesikli noktalarla da sürekli yeryüzeyinin elde edilmesinde oluşan hatalar,
- Enterpolasyon yöntemi ve yerin şekline bağlı olarak, sayısallaştırılmış noktaların düzensiz dağılımından oluşan XY gridinin Z koordinatlarındaki enterpolasyon hataları.

Bu hatalar, ortofotoda fotoğrafın asal noktasında sifıra yakın olan konumsal hatalara neden olur. Bu noktadan uzaklařtıķa hatalar artar ve asal nokta yönünde olur. Bu nedenle en büyük hatalar, özellikle komşu ortofotoların kenarlaşmasında ve kenar bölgelerinde meydana gelmektedir.

Diferansiyel alettteki enterpolasyon hatası, eğimi fazla olan arazi üzerindeki noktalarda olur. Çok olumsuz koşullarda bile bu hata 0.1 mm.den daha azdır.

Sayısallaştırmadaki yükseklik ölçüm hatası, hatalı bir yer yüzeyi oluşturulmasına neden olur.

$$dr = \frac{dZ / m_0}{\frac{c}{\rho'} + \tan \alpha \cos \beta} \quad \begin{array}{l} \alpha > 0 \\ \alpha < 0 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{i ve dış eğimler} \\ (4.32) \end{array}$$

Veri toplamada ve diferansiyel dūřeye çevirmede eęer aynı fotoęraflar kullanılırsa,

ortofotonun doğruluğu hava kamerasının tipinden bağımsız hale gelir. Normal açılı kameralarla çekilmiş fotoğraflarda yükseklik ölçümündeki en büyük hatalar, ortofotoda planimetrik verilerin küçük yükseklik hatalarıyla giderilebilir.

Diğer yandan, veri toplama için geniş açılı kameralar ve diferansiyel düşeye çevirme için normal açılı kameralar kullanılırsa, doğrulukta yaklaşık olarak iki kameranın asal uzaklıklarının oranı kadar bir artış sağlanmış olmaktadır.

Nokta nokta veri toplama ve Z koordinatlarının enterpolasyonundaki hatalar en büyük yer eğiminin olduğu bölgede oluşur. Bunu tahmin etmek için, çok engebeli bir alanda kısa bir kesitteki detayı bilmek gereklidir.

Eğer bu profil Δt grid aralığında sayısallaştırılırsa ve doğrusal olarak enterpole edilirse, maksimum yükseklik hatası uygun formüllerden elde edilebilir. Uç noktanın yüksekliği d_p ise:

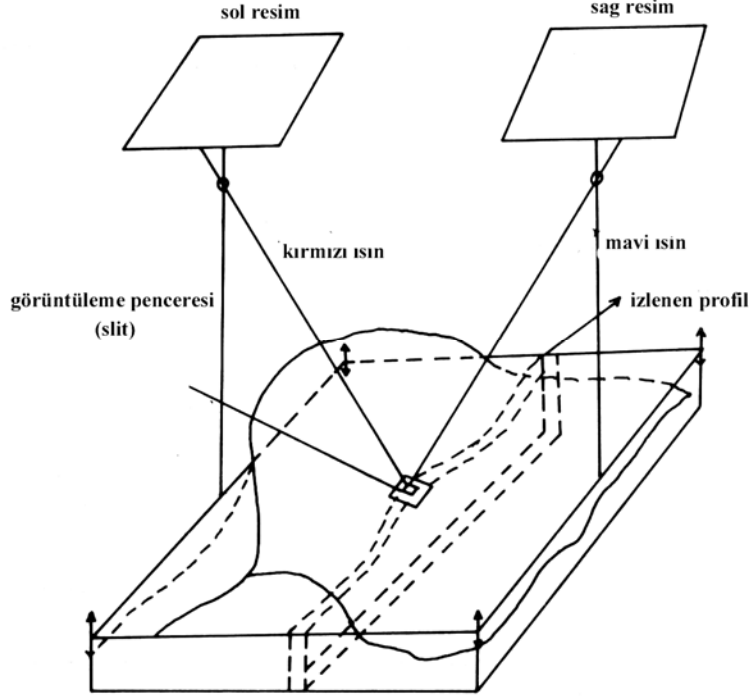
$$\begin{aligned} d_p &= \frac{\Delta t^2}{8r \cos^2 \alpha} \\ dz &= \frac{d_p}{\cos \alpha} = \frac{\Delta t^2}{8r \cos^2 \alpha} \end{aligned} \quad (4.33)$$

Bu hatalar sayısallaştırılmış noktalar arasındaki uzaklığa bağlıdır ve kamera odak uzaklığına bağlı olarak azalır. Hataları azaltmak için bu noktalar arasında belli bir uzaklıkta sayısallaştırma yapılarak, kısa grid aralıklarında enterpole edilmesi gerekir. Enterpole edilen grid noktalarının sayısı manuel olarak sayısallaştırılmış noktaların sayısının yaklaşık iki katıdır. Eğer orijinal noktalar münhani elde etmek amacıyla sayısallaştırılırsa bu oran tersine döner. Münhaniler boyunca nokta sıklığı arazi eğiminin artmasıyla fazlaşmaktadır. Bütün ortofotonun karesel ortalama hatası küçük ölçekler için ± 0.3 mm, büyük ölçekler için ± 0.5 mm.yi geçmemelidir.

4.4 Analog ve Analitik Yöntem İle Ortofoto Üretimi

Analog ve analitik fotogrametride analog görüntüler kullanılır. Metrik fotoğraftaki deformasyonlar, resmin çok küçük parçalar halinde yataylanması şeklinde giderilir. Diferansiyel rektifikasyonu daha iyi açıklayabilmek için, MATRA 693 ortofoto aletini

incelemek yararlı olacaktır (Şekil 4.9).



Şekil 0.7 MATRA 693 ortofoto aletinin çalışma ilkesi

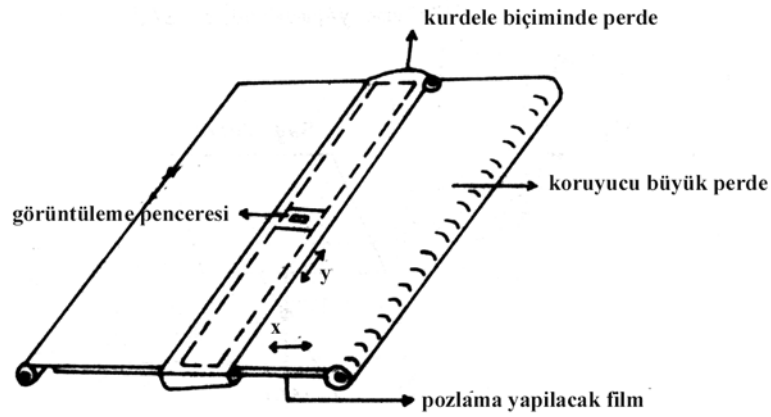
Bu alette sol fotoğraf kırmızı, sağ fotoğraf ise mavi filtre ile aydınlatılır. Operatör bu renklere uyumlu bir gözlükle, anaglif yöntemle oluşmuş modeli stereoskopik olarak gözleyebilir.

Model alanı üzerinde, filmi ışıktan korumak için üzerine perde geçirilmiş film taşıyıcısı bulunmaktadır. Bu taşıyıcı üzerinde (Y) yönünde hareket edebilen ve üzerinde görüntüleme penceresi (slit) bulunan bir perde daha vardır (Şekil 4.10). Analog aletlerdeki ölçü markasına, burada slit karşılık gelmektedir.

Alette stereo model elde edilmekte ve mutlak yöneltmesi yapılmaktadır. Operatör tarafından, gözlükle model izlenirken, (X) yönünde hareket eden görüntüleme penceresi, ölçü markası gibi araziye teğet tutulmaya çalışılmakta ve bu amaçla, filmin bulunduğu taşıyıcı aşağı-yukarı hareket ettirilmektedir. Bir profil bittikten sonra büyük perde otomatik olarak (X) yönünde hareket etmekte ve yeniden profillemeye devam edilmektedir.

Film taşıyıcısı üzerindeki film ortokromatik bir film ise, kırmızı ışıktan etkilenmeyecek, sadece diğer fotoğraftan mavi olarak gelen ışıklı görüntü ile pozlama yapılacaktır. Bu nedenle hem modelin gözlenebilmesi hem de pozlamanın yapılabilmesi için bu ortofoto sisteminin sadece kırmızı ışıkla aydınlatılmış karanlık odada bulunması gerekmektedir.

Burada ortofoto elde edilirken, görüntüleme penceresini arazi üzerinde tutmak için fotoğraf taşıyıcısının yukarı-aşağı hareketi ile ölçek düzeltmesi gerekmektedir. Ayrıca modelden, ortofoto için bir büyültme söz konusu olmayıp üretilen ortofoto model ölçeği ile aynı ölçekte olmaktadır.



Şekil 0.8 MATRA 693 ortofoto aletinin görüntüleme düzeni

Modern diferansiyel rektifikasyonun teorisi, fotoğrafların deformasyonu teorisine dayanır. Elde deforme olmuş gridin köşe noktalarının koordinatları ζ ve η 'yla tanımlı deformasyonu olan bir fotoğraf mevcut olup, kare gridli olan yeni bir fotoğraf oluşturulmak istenmektedir. Burada yapılacak iş genelde, rastgele bir dörtgenin fotoğrafik içeriğini bir kareye çevirmektir. Yapılan işlemin grid kenarlarında doğrusal olduğu varsayılırsa, bir raster dört kenarlıının fotoğrafik dönüşümünü sekiz parametrelili bilineer dönüşüm olarak matematiksel anlamda tanımlanabilir (Kraus 1993).

$$\zeta = a_{01} + a_{11}x + a_{21}y + a_{31}xy \quad (4.34)$$

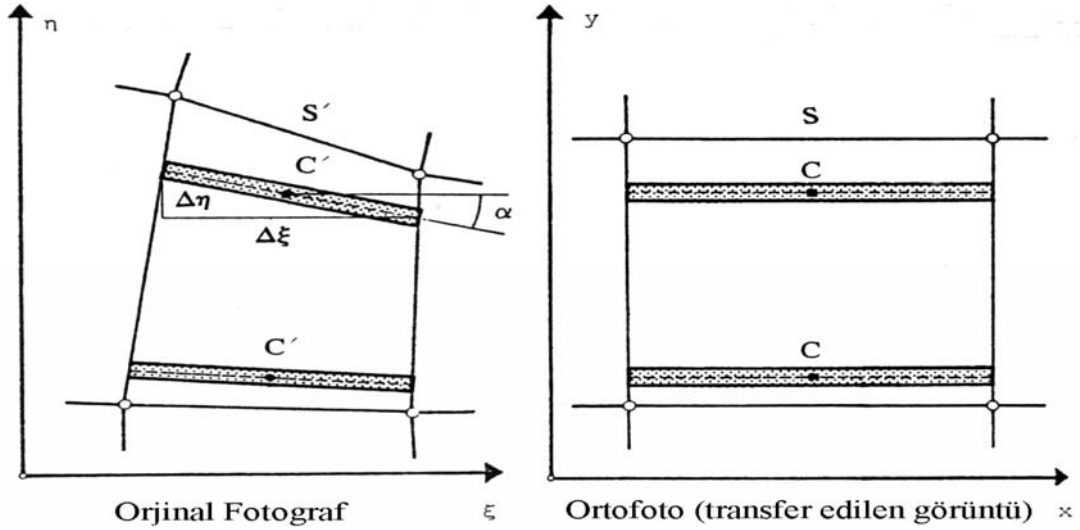
$$\eta = a_{02} + a_{12}x + a_{22}y + a_{32}xy$$

Bu bilineer dönüşümü aletsel olarak tanımlamanın çeşitli şekilleri vardır. Burada, digital

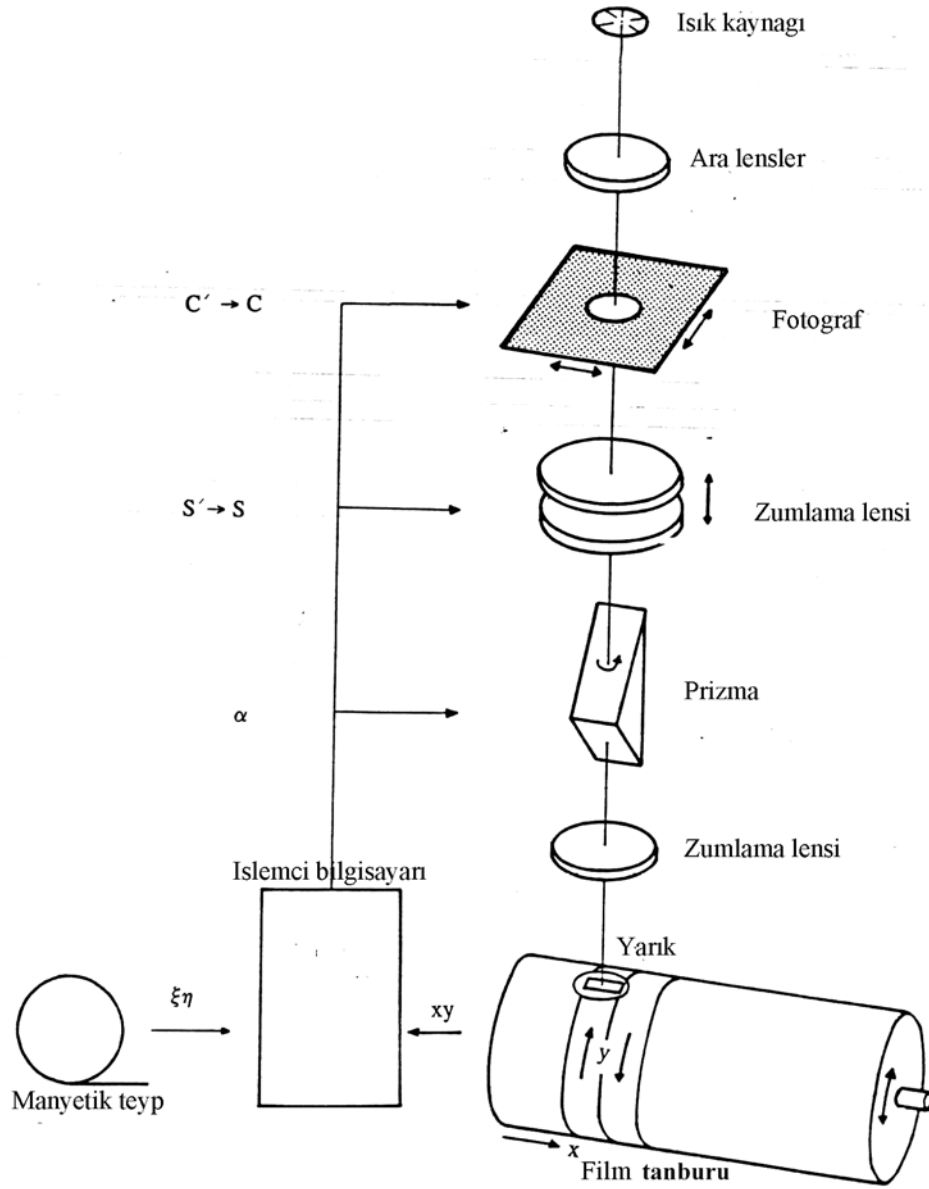
kontrollü optik görüntü transferi ele alınmaktadır.

Çok dar bir S uzunluğunun kesiti, kare gridin genişliği, ortofotonun xy düzlemi üzerinde y yönünde hareket ettirilir . Bu sürekli hareket esnasında $\zeta\eta$ düzleminin bir elemanı, xy düzlemi üzerine izdüşürülür. Fotoğrafın çizgi elemanlarla dönüşümü (Şekil 4-11) aşağıda verilen işlem adımları ile gerçekleştirilir.

- Merkez noktanın iki ötelenmesi ($c' \rightarrow c$),
- α açısı boyunca döndürme,
- Ölçeğin değiştirilmesi ($s' \rightarrow s$).



Şekil 0.9 Çizgisel elemanlarla diferansiyel dönüşüm



Şekil 0.10 Çizgisel elemanlarla diferansiyel görüntü transferinin sayısal kontrolü

Kontrol bilgisi grid köşelerinin $\zeta\eta$ ve xy koordinatlarından hesaplanabilir. Öncelikle y -yönünde her profil boyunca doğrusal olarak enterpole edilmiş birbirine yakın yerleştirilmiş sabit sayıda nokta kullanılır. Bir profildeki noktaları komşu profildeki noktalara birleştiren doğrular, ortofotodaki doğrusal elemanları temsil eder ve onların enterpole edilmiş uç noktalarından fotoğrafta karşılık gelen doğru elemanlarının uç noktalarının $\zeta\eta$ koordinatları hesaplanır.

Aşağıdaki hesaplamalar mutlaka yapılmalıdır:

- Orijinal fotoğraftaki her doğru elemanın merkez koordinatları ζ_c ve η_c ,
- Dönüklük ($\Delta/\Delta\zeta$)
- Ölçek faktörü

$$\frac{s}{S} = \frac{\sqrt{\Delta z^2 + \Delta \eta^2}}{S} \quad (4.35)$$

Çizgi elemanlarla diferansiyel dönüşümün analitik kontrollü yapıldığı bir sistem yukarıda gösterilmiştir (Şekil 4-12).

Nesne yüzeyinin bir XY gridinin, Z koordinatlarıyla tanımlandığı varsayılınsın. Ortofoto üretmek için nesne yüzeyinin XY düzlemine dik izdüşümü, nesne grid noktalarının XYZ koordinatları fotoğraf düzlemine merkezi izdüşümle dönüştürülerek sağlanabilir. Sonuçta elde edilen $\zeta\eta$ koordinatları deforme olmuş gridi tanımlar. Diferansiyel rektifikasyonda sonuç ürün, deforme olmuş gridin kare gride dönüştürüldüğü bir ortofotodur.

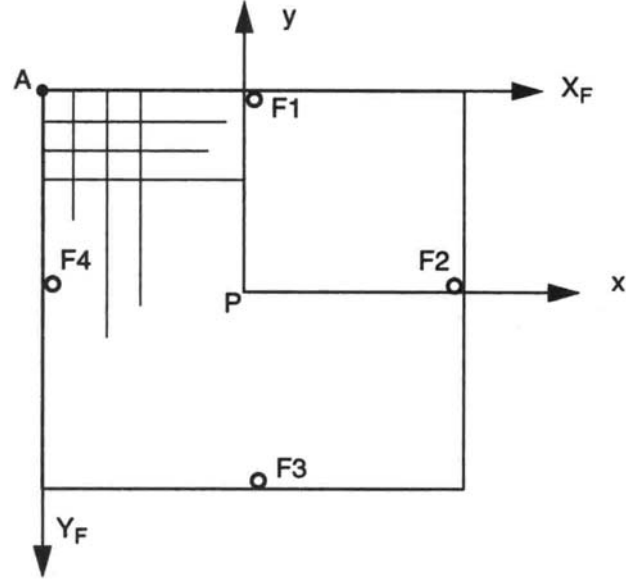
İç ve dış yöneltme elemanları, nesne noktalarının fotoğrafa dönüştürülmesi için gereklidir. Dış yöneltme elemanları, fotogrametrik nirengi işlemleri sonucunda ışın demetleriyle blok dengelemesi veya kontrol noktalarına dayalı olarak stereomodelin oluşturulması (stereo çiftin yöneltmesi) aşamasında elde edilebilir.

4.4.1 Stereo Fotoğraf Çiftinin Yöneltmesi

Bu işlem fotoğrafların alım anındaki konumlarının tekrar oluşturulmasıdır. Stereo yöneltme, iç yöneltme ve dış yöneltme olmak üzere iki aşamada yapılır.

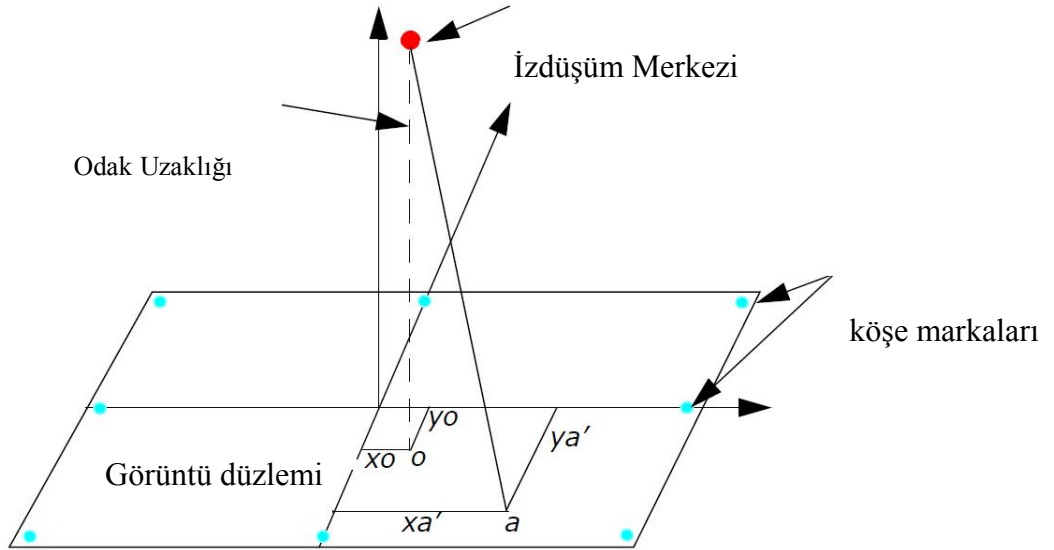
4.4.1.1 İç yöneltme

Görüntülerin alımı esnasında objektif merkezi ile fotoğraf düzlemi arasında oluşan ışın demeti geometrisinin yeniden oluşturulmasıdır. Bu asal uzaklık ve asal nokta bilinmeden yapılamaz ve bunun için distorsiyon düzeltilmelidir (Şekil 4.13).



Şekil 0.11 İç yönlüde fotoğraf koordinatları, fotoğraf markası ve asal nokta

Fotoğraf markaları, bir metrik hava kamerasının çerçevesi üzerinde, sekiz ya da dört belirteçten ibarettir. Fotoğraf markalarının fotoğraf koordinatları, kamera kalibrasyon raporları ile belirlenmiştir.



Şekil 0.14 İç yönlüde parametreleri (Leica Photogrammetry Suite Project Manager User's Guide 2008)

İzdüşüm Merkezi: Perspektif ışın demetlerinin başlangıç ya da orijin noktası olarak kabul edilen, projeksiyon merkezi, mercek merkezi, kamera merkezi, objektif merkezi, alım merkezi, çekim merkezi, dış perspektif merkezi olarak da adlandırılan, bir kamera veya fotoğraf makinası ile pozlama esnasında cisim, obje ve arazi yüzeyinden objektife gelen ışık ışınlarının görüntü oluşturmak üzere objektiften geçtiği nokta, resim çekim işleminin gerçekleştirildiği, pozlamanın veya kısaca ölçümün yapıldığı nokta. hava fotoğrafı alımında genellikle iç perspektif ve dış perspektif merkezi olarak iki perspektif merkezinden söz edilebilir. mükemmel bir kamera ve mercek sisteminde, iç perspektif sisteminden fotografik görüntülere olan perspektif ışınlar ile dış perspektif merkezinden fotoğraflanan görüntülere olan eşlenik ışınlar aynı açılara sahiptirler. bozulma olan bir mercekte, bu kural fotoğrafın sadece belirli bir bölgesi için geçerlidir. iyi düzenlenmiş ve ayarlanmış bir kamera ve mercek sisteminde dış ve iç perspektif merkezleri sırasıyla kamera merceğinin ön ve arka düğüm noktaları ile çakışırlar.

Odak Uzaklığı: Herhangi bir cisimden veya sonsuzdan, bir kamera merceği veya fotoğraf makinası objektifinin üst tepe noktasına gelerek kırılmaya uğrayan ışının mercek eksenini kestiği arka nodal nokta (aynanın tepe noktası) veya merceğin alt ucuna sonsuzdan gelen bir obje ışınının mercek eksenini kestiği ön nodal nokta ile objektif merkezi arasında kalan; fokal mesafe, objektif sabitesi, kamera sabiti, kamera değişmezi, alıcı değişmezi, etkili odak uzaklığı veya etkili fokal mesafe olarak da adlandırılan, genellikle yayın ve bilimsel dokümanlarda f veya c harfleri ile gösterilen doğrusal uzunluk. kısaca, kamera sistemlerinde en iyi nitelikte resim netliği veren resim düzlemine ilişkin odak uzaklığı.

Köşe markaları: Stereo fotogrametrik yöntemle harita üretimi ve stereo model oluşturulmasında kullanılan hava fotoğraflarının köşelerinde bulunan, metrik bilgileri ve özellikleri yeterli duyarlılıkta bilinen bir kamera ile çekilmiş olan fotoğraf üzerinde kaydedilen görüntü alanının kıymetlendirme aleti veya herhangi bir ölçme sisteminde tanımlanmasına ve resimlerin iç yöneltme işlemlerinin yapılmasına olanak sağlayan, herhangi bir kamera veya aletle görüntülenebilen arazi alanının sınırlarını, resim veya görüntünün boyutu ve formatını belirleyen, fotoğraf üzerinde tanımlı noktalar(ölç.) indeks hattı veya noktası, referans bazı olarak kullanılan nokta veya hat olarak

tanımlanır.

4.4.1.2 Dış yöneltme

Görüntü ile yer koordinat sistemi arasındaki ilişkiyi belirlemektir. Her hava kamerası 6 dış yöneltme parametresine sahiptir. Alım noktası koordinatları (X_0, Y_0, Z_0) yer koordinat sisteminde ve üç dönüklük açısı (ω, φ, χ) bunlar (Şekil 4.14)' de gösterilmiştir.

Burada;

P_p = Fotoğraf orta noktası,

O = Alım noktasının yer koordinat sistemine göre koordinatı,

O_x, O_y, O_z = Verileri alım noktası olan görüntü uzayı koordinat sistemi;
 x, y eksenleri, görüntü koordinat sistemi eksenine paralel,

X_0, Y_0, Z_0 = Yer koordinatları,

ω = X eksenindeki dönüklük açısı,

φ = Y eksenindeki dönüklük açısı,

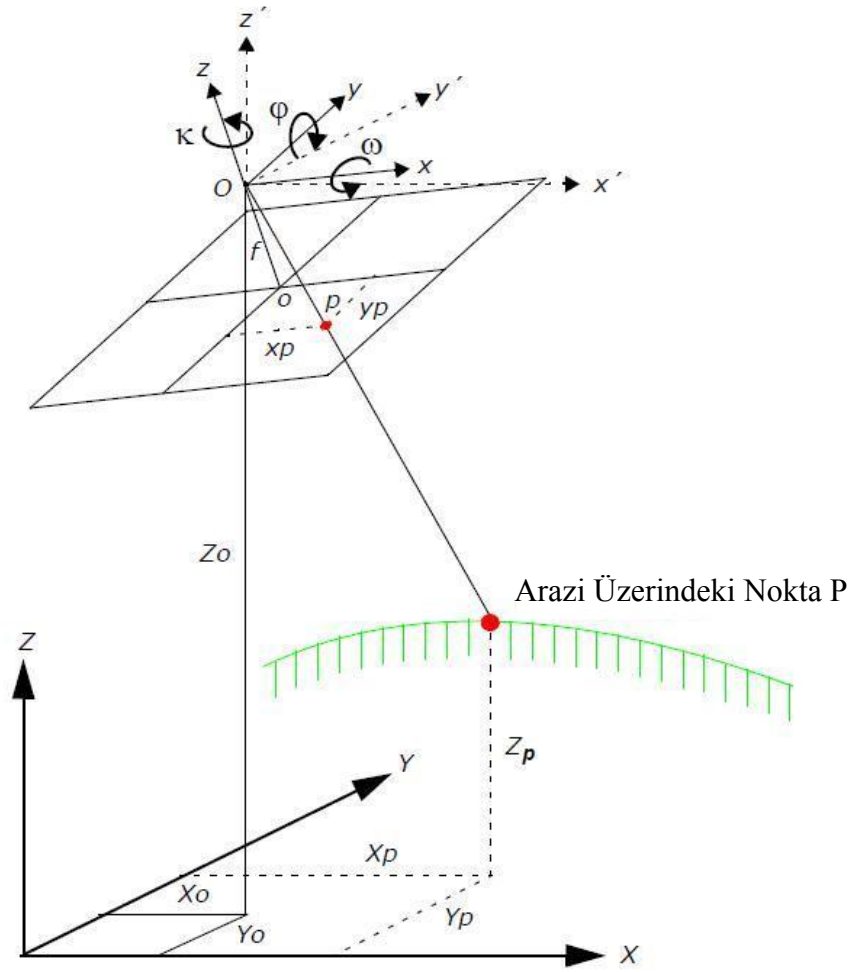
χ = Z eksenindeki dönüklük açısı,

P_1 = Görüntüdeki nokta,

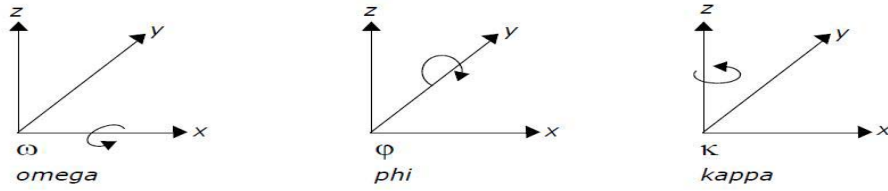
P_G = Yerdeki nokta,

olarak tanımlanmaktadır.

Her birim fotoğraf 6 adet dış yöneltme parametresi içerdiğine göre, bir çift resmin dış yöneltmesi 12 adet yöneltme parametresinin bilinmesi gerekir. Bu 12 adet parametrenin 5 adedi karşılıklı yöneltme ile çözülür. Bu çözümde koplanairete koşulu kullanılır.



Şekil 0.15 Bir hava fotoğrafının dış yöneltmesi (Leica Photogrammetry Suite Project Manager User's Guide 2008)



Şekil 0-16 Omega, Phi, ve Kappa

5. ORTOFOTO YAPIMI

Fotoğraf ve görüntülerdeki içerik zenginliğini koruyan ve harita gibi ölçeklendirilebilen fotoğraflara duyulan ihtiyaç, ortofoto kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur.

1980'lerde analitik ortofoto sistemleri ile hız kazanan uygulamalar, günümüzde sayısal sistemlerin sağladığı olanaklarla en üst düzeye çıkmıştır.

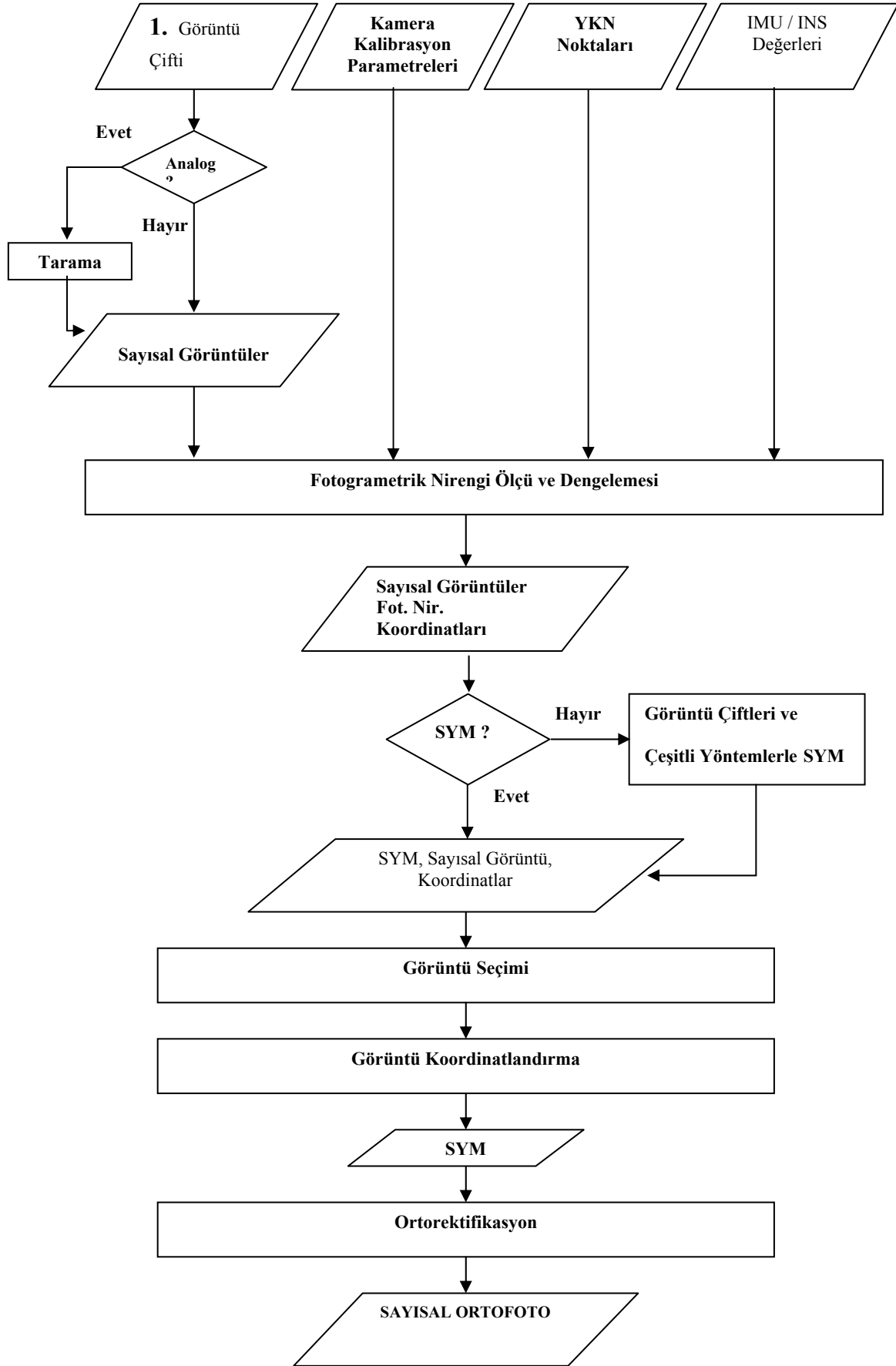
5.1 Sayısal Ortofoto Yapımı

Sayısal ortofotolar özellikle 3-boyutlu kent modelleri, simülasyon vb. amaçlarla 2000'li yıllarda daha çok kullanılmaya başlamıştır. Vektörel haritası olmayan bölgelerde hızlı ve ekonomik harita yapımı için çok sık kullanılır olmuştur. Doğrulukları vektör harita gibi olmasa da görsel unsurları ile eşdeğer bir ürün haline gelmiştir.

Sayısal ortofoto üretiminin temeli , kamera koordinat sistemindeki görüntü matrisinin yer koordinat sisteminin XY düzlemindeki görüntü matrisine dönüştürülmesi ilkesine dayanır. Sayısal ortofoto üretimi, yer kontrol sisteminin XY düzlemindeki gerekli görüntü matrisinin tanımlanmasıyla başlar ve bu elemanların merkezlerinin kamera koordinat sistemine dönüşümü ile devam eder. Bu dönüşüm için XY gridindeki noktaların Z koordinatlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu verileri analitik değerlendirme aletlerinde ölçülmüş yakın grid noktaları ağından elde etmek mümkündür. Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verileri bir XY koordinat ağındaki her noktanın Z koordinatını sağlar.

Fotogrametride hava fotoğrafları ile ortofoto üretimi iş akışı; görüntü alımı, tarama, fotogrametrik nirengi ölçümü ve dengeleme, SYM üretimi ve ortorektifikasyon şeklindedir (Şekil 5.1) ilk aşamada stereo fotoğraf kullanılırken sonuç ürün çiftlerden biri ile oluşturulmaktadır.

Ortofoto maksatlı uçuş planlamasında sonuç üründe kontrast farkı olmaması, perspektif sorunlar oluşmaması açısından sonuç ürünün tek fotoğraf ile oluşabilecek şekilde uçuş planlamaya çalışılır.



Şekil 5.1 Fotogrametrik yöntemlerle ortofoto üretimi iş akış şeması

5.2 Ortofoto Doğruluğu

Ortofotoların kalitesine etki eden en önemli faktör doğruluğudur. Ortofotolar bilinen bir doğrulukla üretildikleri oranda değerlendirilmektedir. Genellikle, ortofotolardaki karşılıklı doğruluk tamamen fotoğrafın ölçeğine, mutlak doğruluk ise yer kontrol noktalarının kalitesine ve fotoğraf ölçeğine bağlıdır.

Ortofotoların mutlak doğruluğu çok büyük oranda SYM üzerine yerleştirilecek veya yönlendirilecek taranmış görüntülerin, kullanılacak kontrol noktalarının kalitesine ve düşeye çevirmede kullanılacak SYM'nin doğruluğuna bağlıdır.

Geniş ölçekli ortofotoların kontrolü için fotoğrafla SYM referanslandırılabilmesi için yer kontrol noktalarında arazi ölçmesi yapılması gerekmektedir. Genel olarak, kontrol noktalarından oluşan ikinci bir ağ kurulur. Bunlara fotogrametrik nirengi noktaları denilir. Dengelemesi yapılmış her çerçevede belirlenen kontrol noktaları bilinen doğruluklarıyla sayısal haritalar ve ortofotoların kontrolü için uygundur.

Hava fotoğraflarından üretilen ortofotoların kalitesi aşağıdaki elemanlara bağlıdır:

- Kamera kalitesi ve odak uzaklığı,
- Fotoğraftan sonuç ürün ölçeğine büyütme,
- Diapozitiflerin yoğunluk oranı veya tarayıcı pikselindeki bitlerin kalitesi,
- Tarayıcının işlenmemiş ham veri tarama kalitesi ve geometrik doğruluğu,
- Mikron veya fotoğraf ölçeğindeki dpi ile ifade edilen tarama örneklerinin kalitesi,
- Yer kontrol noktalarının işaretleme ve koordinat doğruluğu,
- Diferansiyel düşeye çevirme yöntemleri,
- Arazi birimlerinde ifade edilen sonuç piksellerin boyutu,
- Diferansiyel düşeye çevirmeden sonra otomatik radyometrik düzeltme,
- Kontrol noktalarının seçimi,
- Kamera odak uzaklığına bağlı olan arazi veya binadaki varyans,
- SYM verilerinin yoğunluğu ve kalitesidir (Demirel, 1998).

Günümüzde uydu görüntülerinden de ortofoto üretilmektedir. Uydu görüntülerinden üretilen ortofoların kalitesine yukarıdaki maddelere ek olarak;

- Uydu görüntüsünün çözünürlüğü,
- Sensörün radyometrik ayırma gücü,
- Sensörün geometrik modeli etki etmektedir.

5.2.1 Fotogrametrik Nirengi Ölçü ve Dengelemesi

Fotogrametri aletleri yardımıyla noktalara ilişkin (X, Y, Z) koordinatların belirlenmesine Fotogrametrik Nirengi denir. Fotogrametri uygulamalarına göre, gerek tek resim kıymetlendirmesi, gerekse çift resim kıymetlendirmesinde (stereo değerlendirme) mutlak yöneltmesinin yapılabilmesi için kontrol noktaları belirleme yönetimi olarak tanımlanmıştır. (HGK-Fotogrametri Ders Kitabı,2002).

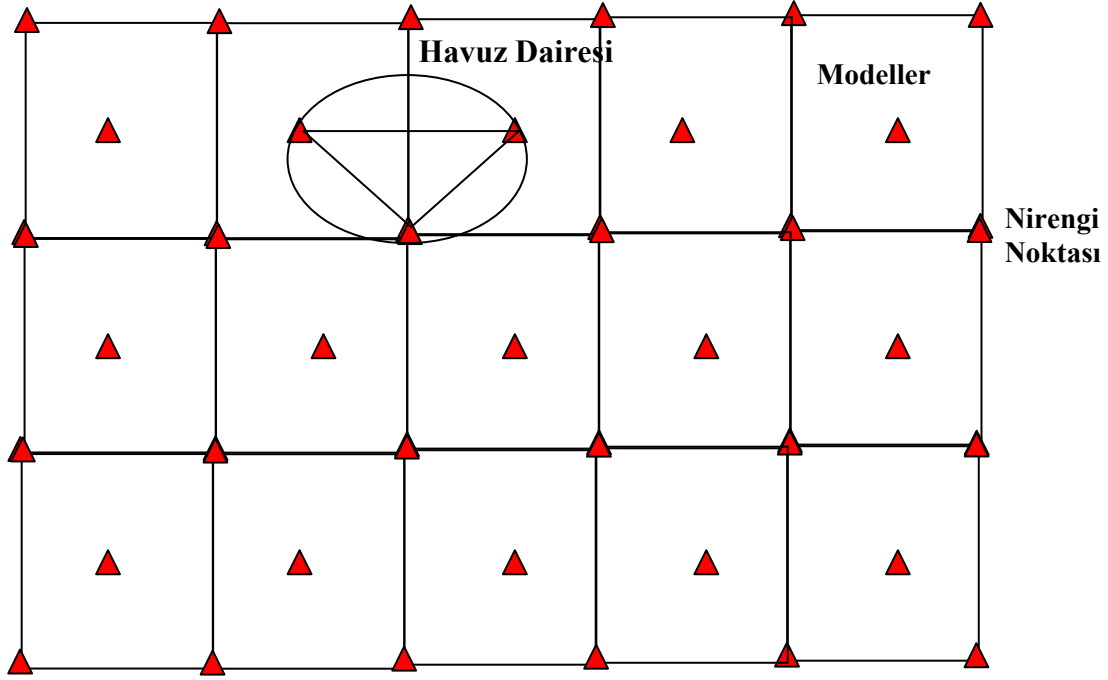
Ülkemizde özellikle 1:25.000 ölçekli haritalar üretilirken, ölçeğin gerektirdiği sayıda kontrol noktası sıklaştırması (I ve II derece nirengi ağına dayalı olarak II ve IV ncü derece noktalar) yapılmıştır. Bundan daha büyük ölçekli (1:5000, 1:2000, 1:1000 gibi) harita üretiminde bu nokta sıklığı yeterli değildir. Zamanla bu noktaların çoğu tahrip olabilmektedir. Büyük ölçekli harita üretiminde mevcut YKN sayısını sıklaştırmak gereklidir. Harita üretiminde gerekli YKN sayısını arttırmak için yeterli sayıda koordinatların üretilmesi gerekmektedir. Bunun için nokta sıklaştırması yöntemleri kullanılmaktadır. Bu konuda fotogrametrik nirengi yöntemiyle mümkün olan minimum sayıda kontrol noktası üretilmeye çalışılmaktadır (HGK-Fotogrametri Ders Kitabı 2002).

Nokta sıklaştırma yöntemlerini tarihsel gelişimlerine göre; Havuz Yöntemi, Dizi Yöntemi, Fotogrametrik Nirengi Yöntemi ve Kinematik GPS Destekli Fotogrametrik Nirengi Yöntemi şeklinde sıralayabiliriz.

5.2.1.1 Havuz Yöntemi

Ardışık bir çift resimden oluşan stereo modelin mutlak yöneltmesini yapabilmek için minimum nokta sayısının sağlanması, resimler hangi yönde çekilirse çekilsin, her durumda model içerisine en az 3 noktanın girmesi gerekir.

Gerekli nirengi noktası sıklığını sağlamak üzere eşkenar üçgenlerin çevresel çemberleri olan ve çapı hesaplanabilecek bir daire kullanılır, buna havuz dairesi (kepçe) denir. Havuz dairesi şeffaf bir altlığa (aydınler, astrolon vb.) nirengi kanavasını ölçüğünde çizilir. Havuz dairesi, iş bölgesine ait nirengi ve uçuş planlaması üzerinde nereye konulursa konulsun, en az 3 noktanın bu daire içine girmesi veya en azından teğet olması gereklidir (Şekil 3.2) (Fotogrametri Ders Kitabı 2002).

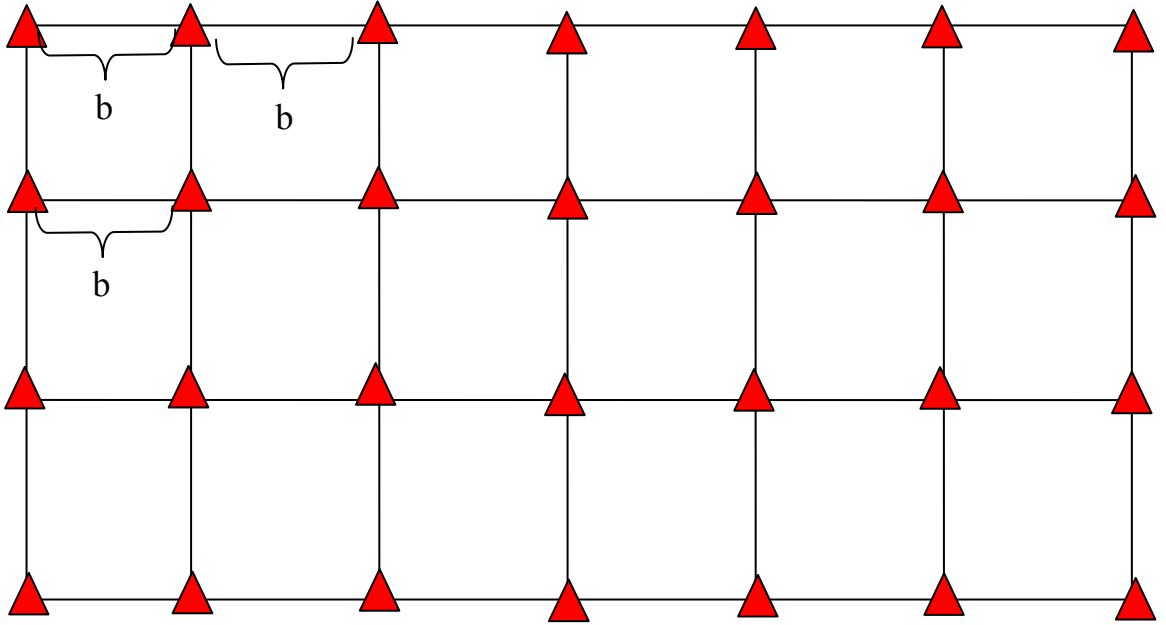


Şekil 5.2 Havuz yöntemine göre nirengi ve uçuş planlaması

5.2.1.2 Dizi Yöntemi

Dizi yönteminde, modelin yaklaşık köşelerinde birer nokta bulunacak şekilde nirengi noktası planlaması ve tesisi yapılır. Tüm nirengi ve uçuş planları buna göre düzenlenir. Böylece kontrollü bir şekilde mutlak yöneltme sağlanabilir. Bunun sağlanması için; önce uçuş yönü, resim ölçeği ve ileri bindirme oranı dikkate alınarak faydalı model alanı hesaplanır. Daha sonra bu değerler dikkate alınarak X ve Y yönlerinde hangi aralıklarla ve kaç nokta tesis edileceği bulunur. Bunun için modelin X yönündeki uzunluğu yaklaşık model bazı kadar alınır, nirengi noktası tesisi baz mesafesi (B) aralığında yapılır (HGK-fotogrametri Ders Kitabı 2002).

Ülkemizde harita üretiminde 1960'lı yıllara kadar havuz yöntemi, 1960'lı yıllardan sonra dizi yöntemi kullanılmaya başlanmıştır. Havuz yönteminde çok sayıda nokta tesisi yapılması zorunluluğu, dizi yönteminde ise uçuşların tam kolon boyunca yapılamaması nedeniyle pek çok çalışmanın yenilenmesi gerekmiştir. Bu nedenle dizi ve havuz yöntemlerinden beklenen doğruluk ve ekonomi sağlanamamıştır (Şekil 53) (HGK-Fotogrametri Ders Kitabı 2002).



Şekil 5.3 Dizi yöntemine göre nirengi ve uçuş planlaması

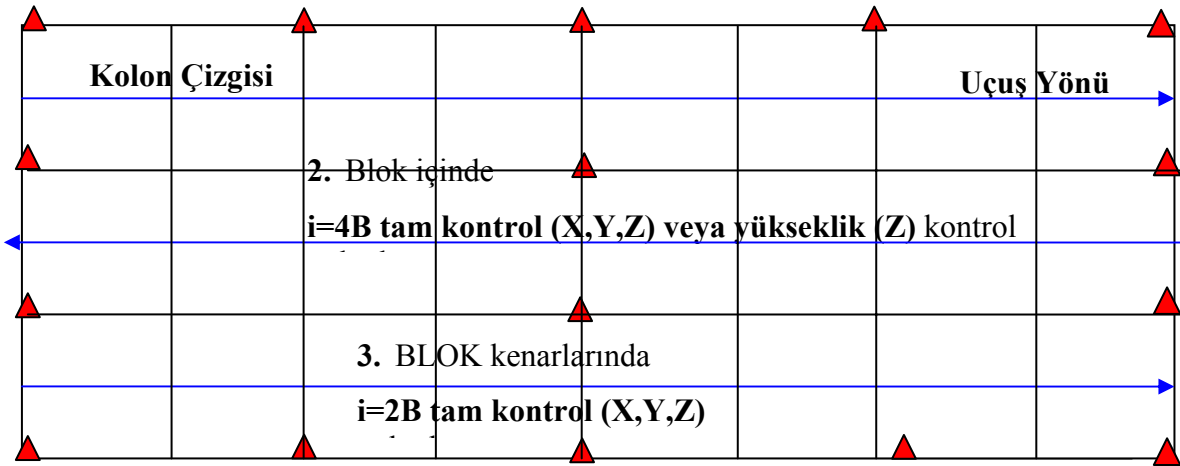
5.2.1.3 Fotogrametrik Nirengi Yöntemi

Havuz ve dizi yönteminde oluşan sakıncaları gidermek üzere 1970'li yıllarda geliştirilen ve arazide tesis edilmesi gereken nirengi nokta sayısını azaltan bir yöntemdir. Yöntemin temel amacı; arazide minimum sayıda nirengi noktası tesis etmek ve stereo modellerin mutlak yönlendirmeleri ile kıymetlendirme işlemlerinin yapılabilmesi için, her modelde bulunması gereken yeterli sayıdaki kontrol noktasının fotogrametrik yöntemlerle belirlenmesidir. Bu yöntemde kolon başında ve sonunda mutlaka nirengi noktası olmalıdır.

Yöntemin uygulanmasında; kıymetlendirilecek paftaları, uçuş hatlarını ve mevcut nirengi noktalarını içeren bir uçuş planı hazırlanır. Bu plan dahilinde, iş bölgesinin dış

çerçevelerinde resim alanına girecek şekilde aralarındaki uzaklık $2B$ kadar olan nirengi noktaları seçimi yapılır. Her kolonun baş ve sonlarında, kolon hattının üst ve altında olmak üzere en az 2 nokta seçilir. Bu noktaların aynı modele düşmesi sağlanmalıdır. Bloğun içerisinde ise, her kolonun üst ve alt tarafında yaklaşık $4B$ aralığında tam kontrol (X, Y, Z) veya sadece yükseklik kontrol noktaları (Z) seçimi yapılır (Şekil 5.4) (HGK-Fotogrametri Ders Kitabı 2002).

Fotogrametrik nirengi yönteminde, arazide tesis edilen az sayıda nirengi noktası ile fotogrametrik yöntemle nokta sıklaştırması yapılarak, doğal veya yapay noktalar biçiminde kolon ve model bağlama noktaları tesis edilir, ölçülür ve dengeleme sonucu bu noktaların üç boyutlu koordinatları hesaplanır. Yeni nokta koordinatlarının hesabı ile beraber, ayrıca her bir modelin 12 adet dış yöneltme parametresi (her iki resmin dış yöneltme elemanları; $X_0, Y_0, Z_0, K, \varphi, \omega$) hesaplanır (HGK-Fotogrametri Ders Kitabı 2002).



Şekil 5.4 Fotogrametrik Nirengi Yöntemine Göre Nirengi ve Uçuş Planlaması

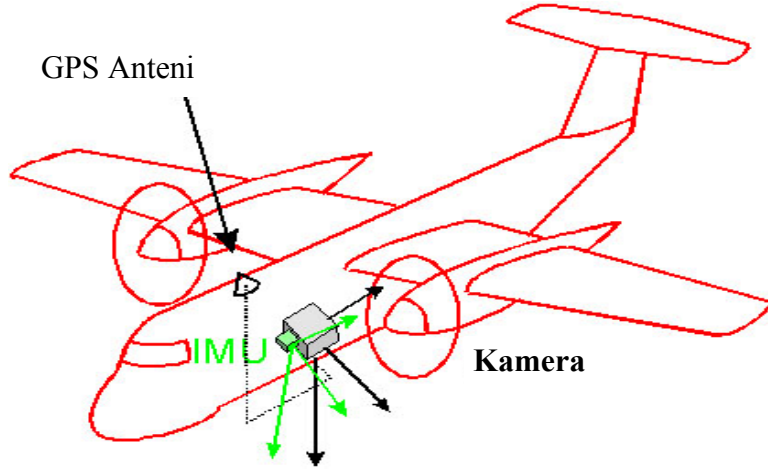
5.2.1.4 Kinematik GPS Destekli Fotogrametrik Nirengi Yöntemi

Fotogrametrik nirengi yöntemi; arazide tesis edilen nirengi noktası sayısını minimuma indirerek nirengi noktası sayısında yaklaşık % 90-95'lik bir tasarruf sağlayan, resim uçuşu sırasında resim çekim noktalarının 3 boyutlu koordinatlarını (X_0, Y_0, Z_0) GPS uydularına yapılan gözlemlerle tespit etmeye yarayan, böylece mutlak yöneltme ve dengelemede bilinmeyenlerin büyük bir kısmının çözümlenebildiği bir yöntem olarak ortaya çıkmıştır (HGK-Fotogrametri Ders Kitabı 2002).

İteratif Kalman Filtreleme yöntemi ile her iki sistemin (GPS ve INS) avantajları birleştirilebilir ve böylece GPS-INS Doğrudan Algılayıcı Yönelmesi (Direct Sensor Orientation - DSO) için kullanılabilir.

Bu sistemlerin birlikte kullanımı, tek tek kullanımları ile elde edilecek doğruluğu ve güvenilirliği önemli ölçüde geliştirmeye olanak sağlamaktadır. INS'in kısa aralıklardaki yüksek durağanlığı, GPS gözlemlerinde görülen hataları düzeltmeye olanak sağlar. Kestirim suretiyle elde edilen INS konumu ve hızı, GPS alıcısının taşıyıcı faz atlamalarını (cycle slip) belirtmeye ve uydu ile kopan bağlantıları bağlamaya yardımcı olur. Bağlama kapasitesi INS'in performansına bağlıdır. Diğer taraftan, GPS'in hayli uzun süreli durağanlığı sayesinde, GPS gözlemlerinin kullanılması ile INS'in sistematik ve zamana bağlı hatalarının giderilmesi mümkündür.

Temelde entegrasyon, donanım ve yazılım düzeyi konularının her ikisini de içerir. Donanım düzeyindeki entegrasyonda sistem bileşenleri bir "kara kutu" içerisinde birleştirilir ve bağlantıları kurulur (Şekil5.6).



Şekil 5.6 GPS/INS Entegrasyonu

Özetle GPS-INS ve GPS/IMU sistemleri, fotogrametri ve uzaktan algılama uygulamalarında, nirengi noktasına ihtiyaç duyulmadan harita üretim faaliyetlerini gerçekleştirebilmek amacıyla yapılan çalışmalarda gelinen son noktadır. GPS-INS ve GPS-IMU sistemlerinin esas amacı, arazide nirengi noktası olmadan ve herhangi bir arazi çalışmasına ihtiyaç duyulmadan dış yönelme parametrelerini uçuşta veya uçuştan

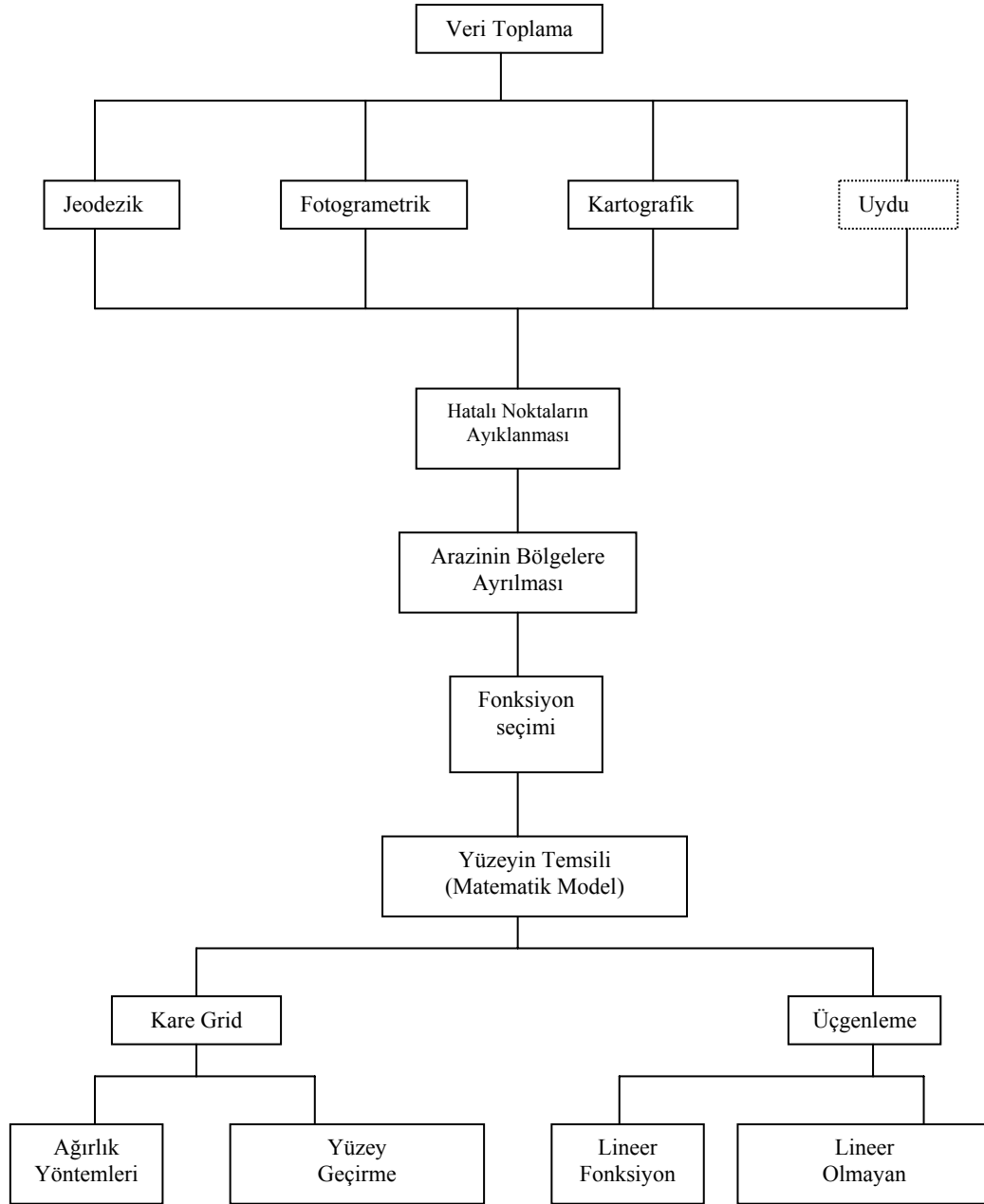
hemen sonra tespit etmektir. Günümüzde gelişen teknolojik gelişmeler sonucunda IMU (Inertial Measurement Unit) ve DGPS (Diferential Global Positioning System)'in birlikte kullanılmasıyla oluşturulan GPS/IMU sistemi kullanılarak uçuş sırasında gerçekleştirilen ölçümler sonucunda dış yöneltme elemanları doğrudan hesaplanarak elde edilebilmektedir. Dolayısıyla; resimlerin yöneltmesi için gerekli olan iç ve dış yöneltme bilinmeyenlerinin tamamı uçuş sırasında doğrudan elde edilebilmekte ve yer kontrol noktasına (YKN) teorik olarak ihtiyaç kalmamaktadır. Ancak, bu durumda elde edilen sonuç verilerinin kontrolünün yapılabilmesi veya datum dönüşümünün gerçekleştirilmesi mümkün değildir. GPS/IMU ile doğrudan coğrafi konumlandırma doğruluğu üzerine yapılan araştırmaların sonucu yer kontrol noktası ihtiyacının yapılacak fotogrametrik çalışmanın amacı ve doğruluk kriterine göre belirlenmesi gerektiği üzerinde yoğunlaşmıştır (A.C.Kiracı, Tufuap 2008).

5.2.2 SYM Oluşturulması

Sayısal Yükseklik Modelleri, arazinin topoğrafik yapısının matematiksel olarak ifadesidir. Klasik olarak SYM analog kıymetlendirme aletleri kullanılarak üretilirlerdi. Operatör (sayılaştırma yapan kişi) belirli noktalarda stereo model üzerinde yanaşarak yükseklik verisi toplar ve bu veriler bir dönüştürücü sistem yardımıyla sayısal veri haline dönüştürülürdü.

Yarı analitik sistemlerde ise belirli bir aralıkta grid tanımlanır, sistem stereo modelde sırası ile bu noktaların üzerine gelerek operatörün yanaşarak veri toplamasına olanak sağlar. Sonuç ürün direk sayısal toplanmış oluyordu.

Günümüzde bilgisayar ve yazılım teknolojisinin gelişmesi ile beraber bütün bu işlemler otomatik olarak yapılmaktadır. Sayısallaştırılmış eş yükseklik eğrilerinden, stereo modellerden fotogrametrik yazılımlar kullanılarak otomatik olarak SYM üretilmektedir.



Sekil 5.7 SYM Akış Diyagramı

5.2.2.1 Otomatik SYM Üretimi

Sayısal Yükseklik Modelleri (SYM) otomatik korelasyon yöntemlerinden elde edilen algoritmalar kullanılarak stereo görüntülerden elde edilebilirler. Otomatik görüntü korelasyonu, bir stereo çiftin aynı anda sayısal analizine dayanır. İşlem, her iki görüntü için algılayıcı konumunu ve dönüklüklerini modelleyerek ve epipolar geometriyi

hesaplayarak başlar. Sonra, çiftin bir görüntüsü epipolar geometride örneklenir. Epipolar doğrular ve herhangi bir referans noktası arasında korelasyon hesaplanır; en iyi karşılık gelen nokta araştırılır. Korelasyon sonuçları kontrol edilir ve yumuşatma işlemiyle düzeltilir. Eğer sonuçlar tatmin edici değil ise, işlem daha iyi bir eşleme tanımlanarak bir sonraki adıma kadar iterasyona devam eder. Son olarak, yükseklikler harita geometrisinde hesaplanır.

Karesel bir komşuluk olarak piksellerin benzerliğinin ölçülmesi, özellikle hesaplama açısından uygundur. Pencere boyutları deneysel olup, normal olarak 3X3 ile 9X9 arasında değişir. Analizci pencere boyutunu, tecrübelerinin, görüntülerin çeşit ve kalitesinin, rölyef çeşidinin (dik eğimler için küçük pencereler) ve hesaplama zamanının bir fonksiyonu olarak seçer. Benzerlik ölçümü yapmak için, görüntülerden birisi referans görüntü olarak seçilir ve pencere araştırmanın yapılacağı piksel üzerine merkezlenir. Sonra, ikinci görüntü üzerinde pencere dolaştırılarak her bir piksel konumu için benzerlik indeksi hesaplanır. Bu işlem, en yüksek korelasyona sahip piksel bulununcaya kadar devam eder. Bütün bu süreç çok fazla hesaplama zamanı gerektirir. İşlemi hızlandırmak için, stereo çiftteki görüntüler epipolar geometride yeniden örneklenir ve araştırma tek bir doğru üzerinde hareket eder. Bu boyut, ilgilenilen alan içerisindeki minimum ve maksimum yükseklikler dikkate alınarak daha da küçültülebilir. İlave olarak, benzerlik indeksini daha çabuk hesaplamak için görüntü piramitleri kullanılabilir (Steiner 1991).

Genel olarak, bir komşuluktaki pikseller oldukça korelasyonludur. Diğer bir deyimle, bilgilerin çoğu fazladır ve araştırma algoritmaları çok fazla zaman alabilir. Benzerlik indeksinin hesaplama zamanını azaltmak için araştırma işlemi, piramitsel bir görüntü üzerinde sürdürülebilir. Görüntü piramidi, ilgilenilen görüntünün artan çözünürlük seviyelerini içeren genelleştirilmiş bir yapıdır. Bir piramitte, kötüden-iyiye artan algoritmalar olarak adlandırılıp, tek seviyede yüksek çözünürlüklü benzerlerinden daha kullanışlı olan görüntü yapıları kullanılır (Erdoğan 2000).

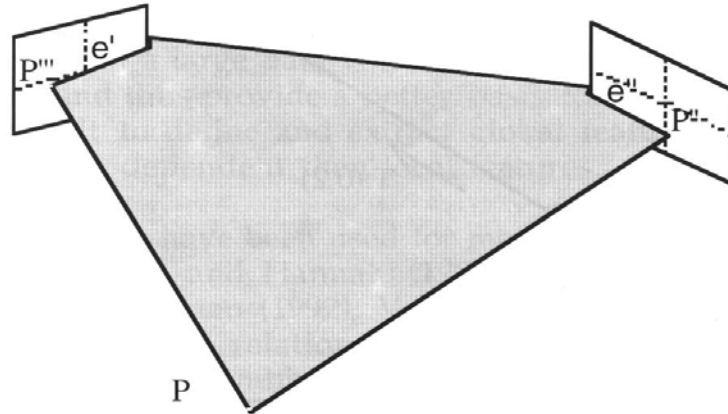
Otomatik olarak oluşturulan SYM'lerin doğruluğunu etkileyen önemli ve temel faktörlerden birisi de kullanılan görüntü eşleme tekniğidir.

5.2.2.2 Epipolar Geometri

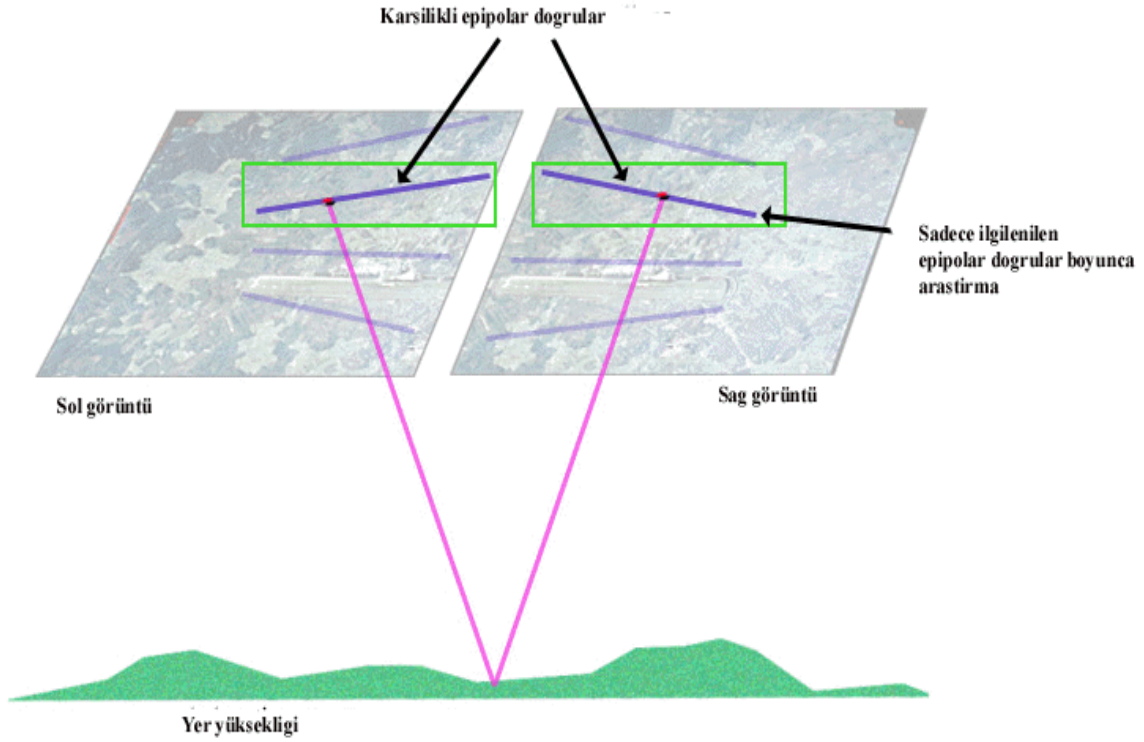
Fotogrametrik görüntüyle işlem yapılırken genellikle merkezi perspektif projeksiyon kullanılır. Merkezi perspektif projeksiyon, epipolar geometri olarak adlandırılan çok önemli bir sınırlama sağlar (Şekil 5.7). İki görüntü dikkate alınır, üç boyutlu uzayda (model veya obje uzayı) epipolar düzlem, bu obje noktasını ve her iki görüntünün projeksiyon merkezini içeren düzlem olarak tanımlanır. Bu düzlem, her iki görüntüyü epipolar doğru olarak adlandırılan doğrularla keser. Eğer iki görüntünün de bağlı yöneltmesi biliniyorsa, bir görüntüde verilen bir nokta için diğer görüntüde epipolar doğru hesaplanabilir ve bu noktaya karşılık gelen nokta mutlaka bu epipolar doğrular üzerinde bulunur. Böylece görüntü eşleme problemi, iki boyutlu görevden bir boyutlu bir göreve dönüşür.

Epipolar doğrular boyunca eşlemeyi kullanabilmek için, her iki görüntü bütün stereo modelde düşey veya y-paralaksını gidererek normal duruma dönüştürülmelidir. Sonuç olarak, eşlemenin sadece baz doğrusu (yatay) yönünde yapılması gerekir. Epipolar sınırlamayı kullanabilmek için bir ön işlem gerekli değildir. Bir görüntüde verilen bir nokta için, diğer görüntüdeki epipolar doğru bağlı yöneltme parametreleri kullanılarak hesaplanabilir ve eşleme bu epipolar doğrular boyunca sürdürülür.

Epipolar sınırlama, belirsizlik problemlerinin çözümü ve hesaplama süresini azaltmak için çok önemlidir. Bağlı yöneltme parametrelerinin yaklaşık değerleri bilinse bile, eşlenik noktalar için baza dik doğrultuda araştırma alanını azaltmak için epipolar sınırlama kullanılmalıdır (Şekil 5.8). Epipolar sınırlamanın sadece görüntü çiftleri için hesaplanabildiği unutulmamalıdır (Heipke 1996).



Şekil 5.8 Epipolar sınırlama, epipolar düzlem (P,P',P'') ve epipolar doğrular, e' ve e'' (Heipke, 1996).



Şekil 5.9 Epipolar eşleme

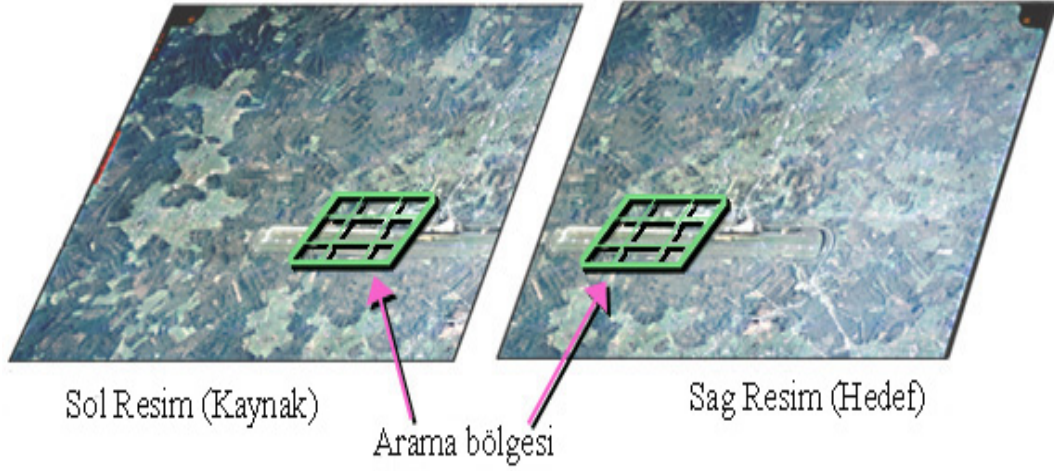
5.2.2.3 Görüntü Eşleme (Image Matching)

Match (eş, denk, benzer), kelime anlamı olarak; bir diğerine benzer ya da eşit (aynı) olan bir kimse ya da şeydir. Eşleme (matching); eşitini ya da benzerini bulmak veya yapmak anlamında kullanılır. Aynı şekilde eşleme problemi de, ilişki kurma (correspondence problem) olarak ifade edilir. Veri setleri; görüntüleri, haritaları, obje modellerini ve GBS verilerini temsil eder (Yılmaz 2002).

Sayısal görüntü eşleme (digital image matching), en azından kısmen aynı alanı kapsayan iki veya daha fazla digital görüntüden elde edilen temel elemanlar arasındaki ilişkinin (correspondence) otomatik olarak kurulmasıdır (Şekil 5.9). Temel elemanlar, görüntülerden çıkarılan detaylar veya gri düzey ton pencereleri olabilir.

Fotogrametrik işlem adımlarının çoğunluğu bir şekilde eşleme ile ilişkilidir. Somut örnekler gösterecek olursak; iç yönlümede fotoğraf kenar göstergesinin iki boyutlu modelinin eşlenmesi, karşılıklı yönlümede ve fotogrametrik nirengide nokta transferi,

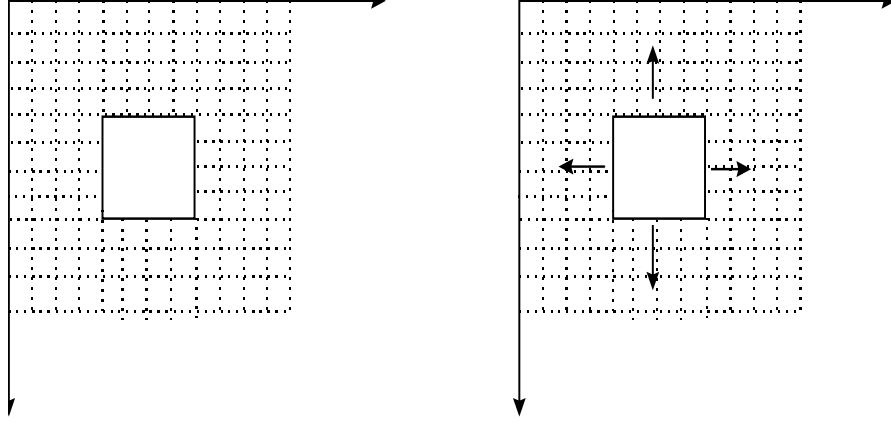
sayısal arazi modellerinde bir görüntü bölümünün diğer görüntü bölümleriyle eşlenerek üç boyutlu arazi noktalarının elde edilmesi sayılabilir.



Şekil 5.10 Görüntü eşleme

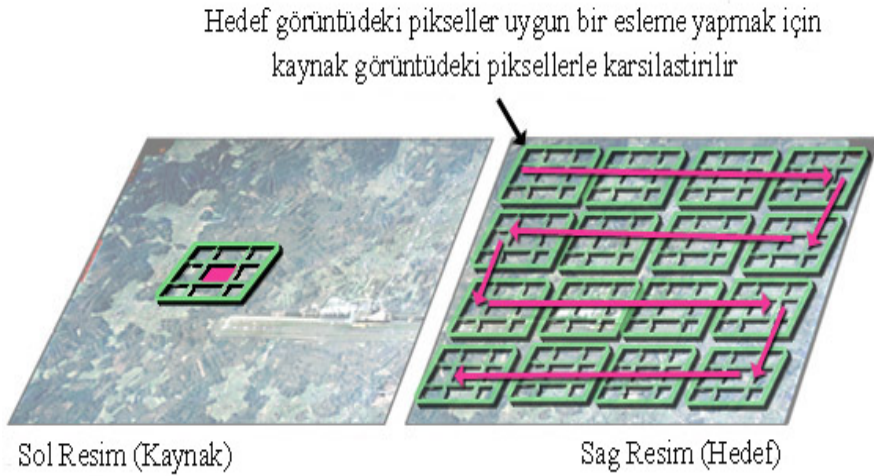
Görüntü eşleme ile ilgili ilk çalışmalar 1950’li yılların sonlarında (1959, Hobrough) başlamış olmasına rağmen, sonuçlanmasının neden çok uzun zaman aldığı düşünülebilir. Verilecek ilk cevap, piksel olarak adlandırılan en temel görüntü elemanının bilgi içeriği dikkate alınarak ortaya konur. 15 µm ile taranan bir hava fotoğrafı yaklaşık olarak 285 milyon pikselden ve her bir gri tonu da 0 - 255 arasında bir değerden oluşur. Bu değerlerin büyüklüğü; tek tek piksellere dayalı bir eşlemenin imkansız olduğunu göstermektedir. Bu nedenle görüntü eşlemede farklı yöntemler geliştirilmiştir (Heipke 1996). Çapraz korelasyon, Alana Bağlı Eşleme, Detaya Bağlı Eşleme, Görüntü Piramidi, yöntemlerden bazılarıdır.

Çapraz Korelasyon; kalıp ile eşleme penceresi arasındaki benzerliğin korelasyon faktörünün hesaplanması sonucu ölçülmesidir (Şekil 5.10, Şekil 5.11).



Şekil 5.11 Çapraz korelasyon

İki pencerenin çapraz korelasyon fonksiyonunu hesaplamak için , bir kalıp pencere daha büyük bir araştırma penceresi boyunca piksel piksel gezdirilir ve her bir konum için kalıp pencere ile araştırma penceresinin ilgili bölümü arasında (5.1) eşitliği ile hesaplanan bir ρ çapraz korelasyon katsayısı bulunur (Sağ penceredeki kalıp sol penceredeki kalıbın olduğu yeri bulmaya çalışmaktadır). Çapraz korelasyon fonksiyonunun maksimum değeri, kalıp ve araştırma pencereleri arasındaki en iyi eşleme durumunu ifade eder.



Şekil 5.12 Çapraz korelasyon

$$\rho = \frac{\sum_{r=1}^R \sum_{c=1}^C (g1(r,c) - \mu1)(g2(r,c) - \mu2)}{\sqrt{\sum_{r=1}^R \sum_{c=1}^C (g1(r,c) - \mu1)^2 \sum_{r=1}^R \sum_{c=1}^C (g2(r,c) - \mu2)^2}}; \quad -1 \leq \rho \leq +1 \quad (5.1)$$

$g1(r,c)$: Kalıp (Template) Matrisinin Tek Tek Gri Tonları,

$\mu1$: Kalıp Matrisinin Ortalama Gri Tonu,

$g2(r,c)$: Araştırma Matrisinin İlgili Bölümünün Tek Tek Gri Tonları,

$\mu2$: Araştırma Matrisinin İlgili Bölümünün Ortalama Gri Tonu,

R,C : Kalıp Matrisinin Satır Ve Sütun Sayısı,

Çeşitli eşleme algoritmaları arasındaki en önemli fark, eşlemede kullanılan temel elemanların farklı olmasıdır.

Alana bağlı eşlemedeki varlıklar gri seviyelerdir. Buradaki düşünce, görüntü parçası adı verilen küçük bir görüntü parçasındaki gri düzey dağılımının diğer görüntüdeki karşılık gelen parçasıyla karşılaştırılmasıdır. Görüntülerden birinde kalıp (template) adı verilen görüntü parçası genellikle sabit konumda kalmaktadır. Kalıp ile karşılaştırılacak olan görüntü parçalarının kapladığı alana tarama penceresi (search window) veya eşleme pencereleri olarak adlandırılır. Karşılaştırma çeşitli benzerlik ölçüm kriterleri ile gerçekleştirilir. Çapraz korelasyon ve en küçük kareler eşlemesi en iyi bilinen iki kriterdir (Schenk 1996).

Alana bağlı eşleme düzgün dokulu görüntü bölümlerinde yüksek bir doğruluk potansiyeline sahiptir. Gri tonların aydınlatma vb. nedenlerle ortaya çıkabilecek radyometrik değişimlere duyarlılığı, eşlemede çeşitli lokal uçları da içeren büyük bir araştırma alanının kullanılması ve uğraşılması gereken veri hacminin büyük olması, bu eşleme yönteminin zayıf taraflarını oluşturmaktadır. Örtülü alanlarda ve zayıf dokulu alanlarda kaba hatalar ortaya çıkabilir

Detaya bağlı eşlemede; karşılık gelen varlıklar orijinal gri seviye görüntüsünden türetilmiş detaylardır. Bu özellikler detay noktalarını, kenarları ve bölgeleri ihtiva etmektedir. Kenarlar özellikle fotogrametride sıkça kullanılan detaylardır. İlgili noktaları olarak da adlandırılan detay noktaları popüler olmasına rağmen bu detay noktalarını eşleme tam olarak detaya bağlı eşlemenin kriterlerini sağlayamamaktadır.

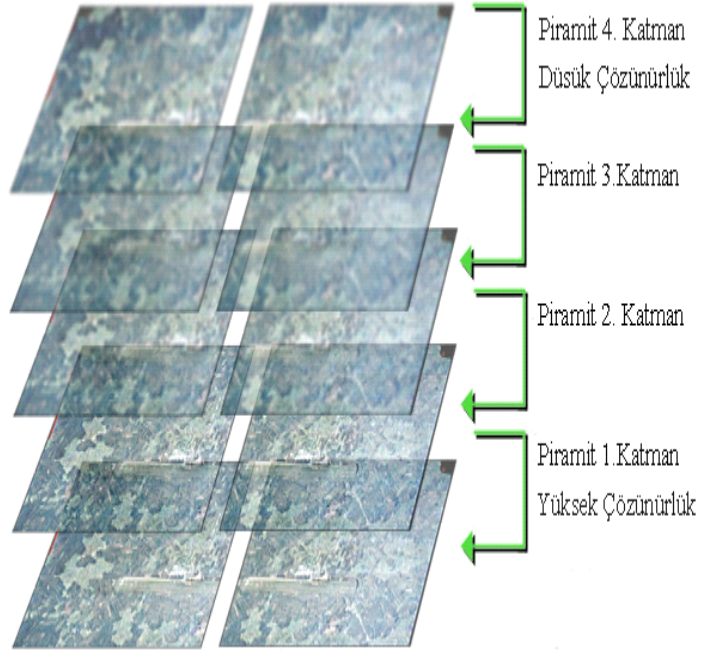
Detaya bağlı eşleme yöntemi iki adımdan oluşmaktadır. (Gruen 1998)

- Bütün görüntülerdeki detayların tespit edilmesi,
- Detayların eşlenmesi

Kenarlar görüntüdeki ışık farklarına karşılık gelmektedir. Bu farklar ani (keskin kenar) olabilir veya uzayan bir alan üzerinde (düzgün kenar) olabilir. İdeal olarak bir program operatörü ani ve düzgün kenarları tespit edebilmelidir. Ynden bağımsız operatör gerektiren bütün ynelmelerde genellikle kenarlar oluşmaktadır. Dijital görüntülerdeki dağınık fonksiyonlar gibi türevleri belirlenmesi ya da n-dereceli farkların belirlenmesi için ışık fark miktarları bulunmaktadır. Farkları almak gürültüyü arttırmaktadır, bu nedenle kenar operatörleri gürültüye karşı duyarlıdır. Önceden yapılması gereken bir başka işlem ise gürültünün etkisini azaltmak için görüntünün yumuşatılmasıdır.

Görüntü piramidi; çok büyük miktarlardaki görüntü verisinden doğan hesaplama zamanını azaltmak ve eşlemenin güvenirliğini attırmak için görüntü eşleme tekniklerinde uygulanır. Görüntü piramidi, her seferinde azalan konumsal çözünürlükte aynı görüntünün birkaç kez temsil edilmesidir. Piramidin her seviyesi görüntünün belirli bir çözünürlüğünü içerir.

Eşleme işlemi çözünürlüğün her seviyesinde yapılır. Araştırma özellikle en düşük çözünürlük seviyesinde yapılır ve sonra daha yüksek çözünürlük seviyelerine taşınır. Şekil 5.13(a) ve 5.13(b)' de, dört seviyeli bir görüntü piramidini göstermektedir.



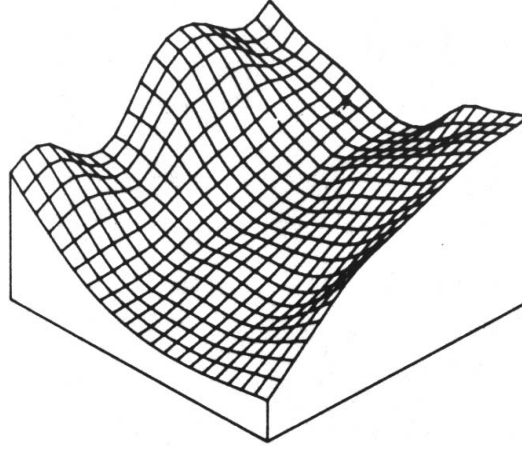
Şekil 5.13(a) Düşük çözünürlükten yüksek çözünürlük için görüntü piramidi (Erdas Imagine Field Guide,1996).



Şekil 5.13(b) Bir görüntü piramidi örneği (Erdas Imagine Field Guide,1996)

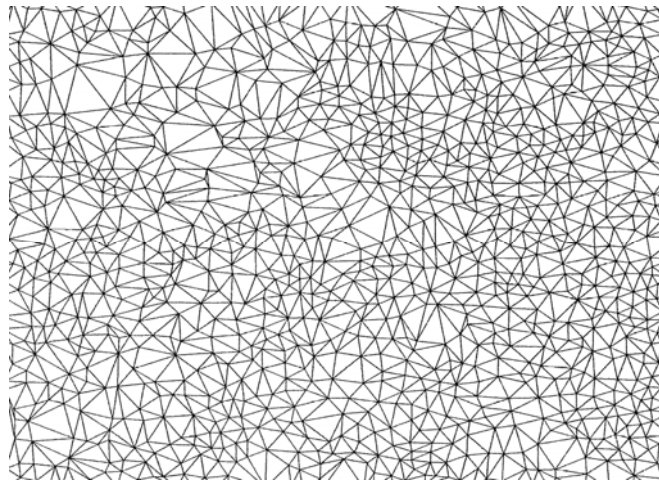
5.2.2.4 SYM Veri Depolama Yöntemleri

Sayısal yükseklik modelleri Grid ve Düzensiz Üçgenleme Ağı (TIN-Triangulated Irregular Network) olarak iki şekilde depolanmaktadır. Grid yönteminde arazi yüzeyine karesel ya da dikdörtgensel bir grid sistemi yerleştirilir ve grid düğüm noktalarının yükseklikleri hesaplanır (Şekil 5.13). Bu, üç şekilde gerçekleştirilir. Birincisi fotogrametrik model üzerinden doğrudan ölçmelerle, ikincisi arazi yüzeyine rastlantısal olarak dağılmış olan dayanak noktalarının ölçülmesi ile, üçüncüsü ise mevcut eş yükseklik eğrisi vektör verilerinden enterpolasyon ile gerçekleştirilir.



Şekil 5.14 Ortogonal Raster Ağı

Düzensiz Üçgenleme Ağı yönteminde ise, arazi yüzeyine rastlantısal ya da düzgün olarak dağılmış bulunan dayanak noktalarının birleştirilmesi ile arazi düzlem üçgenlerden oluşan (polihedron) çok yüzlü bir yüzeyle kaplanır (Şekil 5.14).



Şekil 5.15 Araziyi örten bir üçgen ağı.

Bu şekilde elde edilen üçgen ağlarının bazıları, topoğrafik yapı çizgileri ve arazinin kırık çizgileri üzerinde bulunan dayanak noktalarına, üçgenlemede bir öncelik vermeksizin tüm noktaların aynı nitelikte olduğu varsayımına dayanır. Bu ağlarda sözgelimi struktur çizgilerini üçgen kenarları kesebilir. Günümüzde, arazinin yapısını gösteren iskelet çizgilerin ve kırık çizgilerin üçgenlerin mutlaka bir kenarını oluşturması sağlanmıştır.

Bu amaçla noktaların tanınmasını sağlayan bir kodlama sistemi kurulur. Bu kodlama, noktalar arasındaki ilişkiyi ve noktanın bulunduğu yerin niteliğini belirtir. Birçok olanak gözönünde bulundurularak dayanak noktalarından oluşturulan üçgen ağının kısa kenarlı üçgenlerden meydana gelmesi amaçlanır. Böyle bir ağ, minimal ağırlıklı üçgenleme ağı olarak adlandırılır.

5.2.2.5 SYM Doğruluğu

Sayısal yükseklik modelleri, tüm ölçü sonucu oluşan ürünlere, bir takım ilişkili faktörlere bağlı olarak büyük küçük hatalar içerirler. Tüm haritacılık işlemleri gibi, arazi modelinin doğruluğu da seçilen veya istenilen uygulamaya uygun olmalıdır. Örneğin, hiçbir mühendis, detaylı bir inşaat projesinin planlama ve kontrolü için 1/50.000 ölçekli haritadan büyütülen eş yükseklik eğrilerini kullanmayacaktır. Böyle amaçlar için, bu eş yükseklik eğrileri verisinden elde edilen SYM'ni kullanmak tavsiye edilmeyecektir. Sayısal yükseklik modelinin doğruluğu ve bu doğruluğu etkileyen faktörler, bu modellerin oluşturulması ve uygulaması için dikkate alınması gereken faktörlerdir (Shearer 1994).

Haritacılıkta, tek “doğru” durum, arazi yüzeyinin kendisidir. “Mutlak” doğruluk ölçmeyle elde edilemeyeceğinden, arazi ölçmelerinin, fotogrametrik yöntemle yapılan ölçmelerin veya tamamlanmış bir harita üzerinden yapılan ölçmelerin doğruluğu; belli bir doğruluk seviyesine kadar yapılmış ölçülerle karşılaştırılarak elde edilebilir. Bundan dolayı doğruluğu tanımlarken, çoğu durumda mutlak olmaktan çok bağıl doğruluktan bahsedilir. İki çeşit hatadan bahsetmek mümkündür:

(a) Rastgele hatalar: İsminden de anlaşılacağı gibi, bu hatalar doğada tamamen tesadüfi olarak yer almaktadır. Yükseklik olarak rastgele hatalar, “gerçek” değerlerden hem büyük hem de küçük değerlerle ifade edilir.

(b) Sistematik hatalar: Bu hatalar belirli bir kayıklık veya ekleme içerirler. Örneğin, kontrol edilen yükseklik değerlerinin hepsi pozitif (gerçek değerinden yüksek değerler) bir değere sahipse, pozitif bir sistematik hataya sahip demektir (Yılmaz 2002).

Klasik haritacılığa bağlı olarak SYM üretiminde kullanılabilen, yükseklik bilgisinin kayıt ve temsil edildiği iki temel girdi vardır. Bunlar:

(a) Nokta yükseklikleri: Bunlar, düzenli veya düzensiz dağılmış noktalar. Sayısallaştırılmış detayların kırık noktaları da (vertex) bu noktalardandır.

(b) Amaca uygun haritaya, ölçeğe ve arazi eğimine bağlı olarak seçilen harita ölçeğinin gerektirdiği düşey aralıktaki eş yükseklik eğrileri.

Her iki durumda da, doğruluk hem planimetrik hem de yükseklik değeri olarak düşünülmektedir. Örneğin; bir nokta yükseklikte doğru fakat planimetrik olarak yanlış konumlandırılmış; planimetrik olarak doğru fakat yükseklik olarak yanlış ya da çoğunlukla karşılaşıldığı gibi her ikisi de yanlış olabilir.

Nokta yükseklikleri böylelikle, planimetrik ve yükseklikle ilişkili olarak KOH değerleri şeklinde doğruluk için toplanır veya belirlenir. Eş yükseklik eğrileri çizgisel detaylardır ve doğruluklarına nokta veriler gibi kolaylıkla karar verilemez. Hatalara ve böylelikle KOH değerlerine belirli nokta konumlarında karar verilebilir. Fakat eş yükseklik eğrileri üzerinde böyle noktaları belirlemek imkansızdır. Eş yükseklik eğrisi doğruluğunu sayısal olarak ifade etmek için çeşitli çabalar olmasına rağmen, eş yükseklik eğrisi doğruluğunu belirlemede genellikle kullanılan yöntem şudur: Eş yükseklik eğrilerinde kabul edilebilir hatalar için bir tolerans (KOH) belirlemek ve harita üzerindeki veya araziden ve fotogrametrik olarak elde edilen noktaların bu tolerans içine girip girmediğini kontrol etmektir. Belirlenen doğruluğa; ölçek, arazi eğimi ve düşey aralık faktörleri göz önüne alınarak karar verilir. Doğruluk kullanılan noktaların KOH'sına dayanmaktadır. Normalde, eş yükseklik eğrisi için kabul edilen standart, ölçülen noktalardan elde edilenin üç katıdır. Düşey aralığa bağlı olarak olasılık terimleriyle ifade edilir. Örneğin, test edilen noktaların % 90'ı gerçek değerlerin düşey aralığının yarısı kadardır.

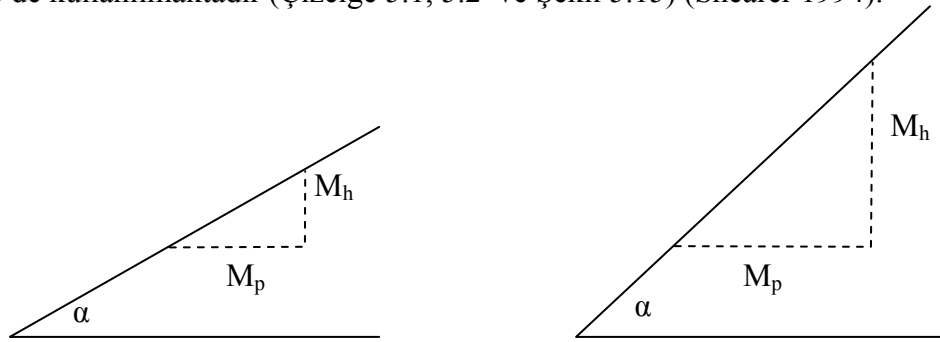
Haritada yüksekliğin temsili için belirlenmiş doğruluklar çoğunlukla, bu yüzyılın başında Koppe tarafından gerçekleştirilen çalışmalara dayanmaktadır. Koppe yükseklik

hatalarının eğimle doğrudan ilişkili olarak arttığını göstermiştir ve aşağıdaki ifadeleri ortaya çıkarmıştır. Burada α , eğim açısıdır.

$$\text{KOH yükseklikte } M_h = \pm(a + b \tan \alpha) \quad (5.2)$$

$$\text{KOH planimetrik } M_p = \pm(b + a \cot \alpha) \quad (5.3)$$

a ve b , haritanın ölçeğine (ve doğruluk gereklerine) bağlı olarak belirlenmiş sabitlerdir. Koppe bu prensibi ilk ortaya çıkardığından beri 85 yıl geçmiştir ve yıllar boyunca geçerliliği tartışılmıştır (tartışmaların özeti için Lyytikainen, 1986'ya bakılabilir). Yine de, formül, çoğu modern haritacılık işlerinde yükseklik hatasının belirlenmesinde temeli oluşturmaktadır. Formül noktalara ilişkindir, fakat eş yükseklik eğrilerinin doğruluğunu belirtmede de kullanılmaktadır (Çizelge 5.1, 5.2 ve Şekil 5.15) (Shearer 1994).



Şekil 5.16 Yumuşak eğimlerde yükseklik hatası M_h , dik eğimlerde oluşan hatalara oranla küçüktür. Buna rağmen, planimetrik hata M_p yumuşak eğimlerde daha büyüktür.

Çizelge 5.1 Yüksek kaliteli ürünler için a ve b değerleri (Burada ' α ' eğim açısıdır).

Ölçek	Eş yükseklik eğrisi aralığı (metre)	M_h (metre)	M_p (metre)
1:1 000	1	$\pm (0.1 + 0.3 \tan \alpha)$	$\pm (0.3 + 0.1 \cot \alpha)$
1:5 000	5	$\pm (0.4 + 3 \tan \alpha)$	$\pm (3 + 0.4 \cot \alpha)$
1:10 000	10	$\pm (1 + 5 \tan \alpha)$	$\pm (5 + \cot \alpha)$
1:25 000	10	$\pm (1 + 7 \tan \alpha)$	$\pm (7 + \cot \alpha)$
1:50 000	20	$\pm (1.5 + 7 \tan \alpha)$	$\pm (10 + 1.5 \cot \alpha)$

Çizelge 5.2 10° ve 30° eğimleri için M_h ve M_p değerleri

Ölçek	Eş yükseklik eğrisi aralığı (metre)	M_h (metre)		M_p (metre)	
		a=10°	a=30°	a=10°	a=30°
1:1 000	1	0.15	0.27	0.86	0.47
1:5 000	5	0.92	2.13	5.26	3.69
1:10 000	10	1.88	3.89	10.67	6.73
1:25 000	10	2.23	5.04	12.67	8.73
1:50 000	20	3.26	7.27	18.51	12.59

5.2.3 SYM Doğruluk Standartları

Arazinin tipine bağlı veya SYM boyutuna bağlı olarak SYM doğruluğu hakkında herhangi bir kabul edilen kıstas bulunmamaktadır. Klasik eş yükseklik haritalarında eş yükseklik eğrisi aralıkları ile eş yükseklik doğruluğu arasında tanımlanmış ilişkiler bulunmaktadır. Sadece grid boyutunun özellikleri ile ilgili olarak belirgin olmayan kurallar bulunmaktadır. Örneğin 5 metre aralıklı bir gridin çok doğru olduğu düşünülürse, düzgün arazi yapısında karesel ortalama hatasının 10-25 cm ve kayalık alanların hariç edildiği engebeli arazi yapısında ise bunun yaklaşık iki katı daha fazla olacağı belirtilmektedir. 10 m. ve 50 m. aralıklı SYM verilerinin karesel ortalama doğruluğu, 0.5 m, düzgün arazide ise 2.5 m. arasında tahmin edilmektedir. SYM gridi ile ilgili olarak genel bir kural koymak yararlı olacaktır. Düşey doğruluk, doğrusal grid boyutunun düzgün arazilerde 1/20 si kadar, engebeli arazilerde 1/10 u kadarına karşılık gelmelidir. SYM'lerin yanlış değerlendirilmesini engellemek amacı ile bu şekildeki bağlantıların araştırılması ve belirlenmesi tavsiye edilmektedir (Yılmaz 2002).

SYM amaçlı veri elde etmedeki en büyük sorun istenen doğruluğu elde etmek için gözlenen noktaların hangi yoğunlukta belirleneceğidir (Yılmaz 2002).

SYM'lerdeki objektif kalite kıstasları tam olarak kullanılmamaktadır. Kaç tane veya hangi kırıklı çizgilerin başlangıç olarak alınacağı gibi işlemler tamamen operatörün kişisel yargısına bırakılmıştır. Normalden çok fazla kırıklı çizgi alındığında, bunların çoğunun SYM'ni etkilemeyeceğine inanılmaktadır (Yılmaz 2002).

Çizgisel haritalar için oluşturulan standartlar SYM'leri için de iyi bir örnek oluşturmaktadır. Yalnız bir problem şudur: Harita standartları daima ölçekle ilişkili olmasına rağmen, bir SYM, verilen hassas koordinat terimleri ile ifade edildiğinden ölçekten bağımsızdır. SYM'de ölçeğe eş olarak grid nokta ayırımı veya yatay çözünürlüğü önermektedir. Ayrıca 30 m'den 100 m'ye kadar nokta ayırımları 1/50.000'den 1/250.000'e kadar harita ölçeklerine eşittir. Doğruluğu, grid nokta uzaklığının bir fonksiyonu olarak düşünür. Örneğin; grid nokta yüksekliklerinin standart hatası, birinci sınıf bir doğruluk için grid nokta aralıklarının üçte biri olmalıdır. Bu yaklaşım, sadece grid bazlı SYM'nin, grid yükseklik değerlerinin doğrudan ölçümünden oluşturulduğu yerlerde geçerli olduğu görülmektedir (örneğin, fotogrametrik veya arazi ölçümü yöntemleri ile). Grid nokta değerleri orijinal rastgele dağılmış veriden enterpole edildiği yerlerde çoğu SYM paketi, kullanıcıya nokta aralıklarını seçme olanağını sunmaktadır. Kullanıcı seçimi girdi verilerinin yoğunluk ve dağılımına bağlı olarak yapılmalıdır. Nokta aralıklarını azaltmanın, doğrulukta bir artışa sebep olmayacağı açıktır (Yılmaz 2002).



Şekil 5.17 10 m. aralıklı eş yükseklik eğrisi kullanılarak üretilmiş 1/5.000 ölçekli ortofoto haritada meydana gelebilecek hatalar

5.2.4 Ortorektifikasyon İşlemi / Dengeleme

Ortorektifikasyon işlemi, görüntünün bir harita projeksiyon sistemi ile teçhiz edilmesidir. Görüntü verisine atanan harita koordinatları, georeferancing (coğrafi referanslama) olarak adlandırılmaktadır. Tüm projeksiyon sistemleri harita koordinatları ile ilişkili olduğundan, rektifikasyon coğrafi referanslamayı kapsar.

Orthorektifikasyon, görüntünün ; kamera / sensor oryantasyonu, topoğrafik rölyef ve sistemden kaynaklanan geometrik hatalarını ortadan kaldırma işlemi içerir. Ortorektifiye edilmiş görüntüler, yer sathındaki objelerin gerçek dünya üzerindeki X ve Y konumlarını temsil eden planimetrik doğruluğu vermektedir. Bu nedenle GIS kapsamında üretilecek ve güncelleştirilecek vektör veriler için gereksinim duyulan ideal referanslardır. “Resampling” (tekrar örnekleme) ve “Calibration” (kalibrasyon), ortorektifiye işlemlerinin devam niteliğindeki özelliklerdir.

“Resampling” ; rektifiye edilmiş görüntülerin dosya değerlerinin hesaplanması ve yeni bir dosya üretilmesi işlemidir. Kaynak kütükleri içindeki tüm raster veri katmanları birer resample’ dir.

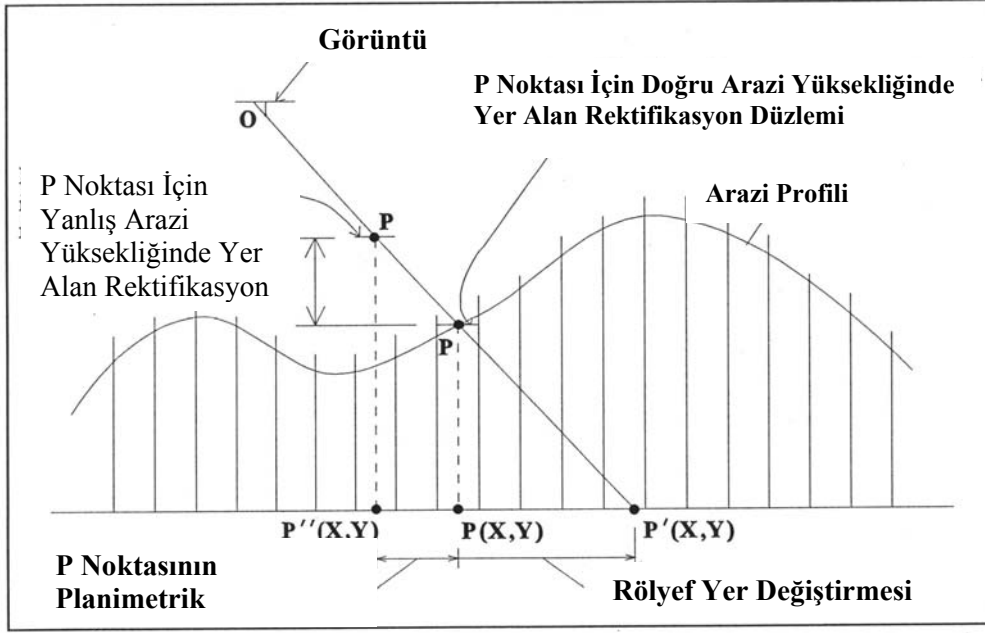
Orijinal görüntüyü tekrar örnekleme ile rektifiye ederek yeni bir görüntü oluşturmanın yerine, “Calibration” işlemine tabi tutulması sonucunda, görüntü içerisine ilave matematiksel bir model eklenmektedir. Kalibrasyon yeni bir görüntü üretmemekle beraber üretilen matematiksel model istenildiği zaman kullanılabilir.

Elde edilen veri; üzerinde arazinin coğrafi konumunun, uzunlukların, açıların ve alanların doğrudan ölçülebildiği planimetrik olarak doğru olan bir ortogörüntüdür. Rektifiye edilmemiş görüntüde, bu ölçüler, rölyef ve görüntü yer değiştirmelerine bağlı olarak ancak yaklaşık olarak yapılabilir. Görüntülerde geometrik hatalara sebep olan değişkenler şunlardır:

- Kamera ve algılayıcı yönelmesi,
- Kamera ve algılayıcıya ilişkin sistematik hatalar,
- Topoğrafik rölyef kayıklığı,
- Dünyanın küreselliği.

Blok dengelemeyle veya tek fotoğraf kestirmesiyle (single frame resection), kamera ve algılayıcı yöneltmesine ilişkin parametreler belirlenir. Blok dengelemesi sırasında en küçük karelerle dengeleme tekniği kullanılarak kamera veya algılayıcının tutarsızlığına ilişkin hatalar minimize edilir. Ek olarak, kendi kendini kalibre edici ışın demetleriyle dengeleme tekniğini, ilave parametrelerle modellemeyle birlikte kullanmak, kamera iç geometrisine ilişkin sistematik hataları giderir. Eğer çok fazla sayıda fotoğraftan oluşan bir blok veya uydu görüntüleri kullanılıyorsa dünyanın küreselliğinin etkileri dikkate alınmalıdır. Bu hata, blok dengeleme sırasında bir sayısal yükseklik modeli (SYM) kullanılarak giderilir. Topoğrafik rölyef kayıklığının etkilerini ortorektifikasyon işlemi sonucunda elimine ederek oluşan ürün, ortogörüntü veya ortofoto olarak adlandırılır. Ortogörüntü veya ortofotoların koordinatlı olarak bir araya getirilmelerinden ortofoto mozaikler oluşur (Visser 1988).

Şekil 5.18'de gösterilen yöntem, çoğunlukla diferansiyel rektifikasyon olarak adlandırılan işlemdir. P noktası rölyef yer değiştirmesine bağlı olarak harita düzleminde P' konumunda görüntülenir. P noktasını içeren rektifikasyon parçasının sınırları içerisine düşen araziye ait ortalama yüksekliğe bir rektifikasyon düzlemi yerleştirilerek ortogonal projeksiyon gerçekleştirilir. Sayısal fotogrametride, bu işlem için sayısal görüntüler kullanılır. Bu sayısal görüntüler, bir rektifikasyon düzlemine piksel piksel diferansiyel olarak dönüştürülür ve sayısal olarak bir harita düzlemine, dönüklük ve rölyef yer değiştirmeleri giderilmiş olarak izdüşürülürler. Şekil 5.18'de gösterilen arazi profili, sayısal bir görüntüdeki bir tarama satırı olarak düşünülebilir. Eğer ortofotoyla, ham görüntü piksellerinin kapsadığı alan birebir eşlenebilirse, bir rektifikasyon düzleminin görüntü pikseline karşılık geldiği görülebilir.



Şekil 5.18 Diferansiyel rektifikasyon konseptinin bir gösterimi

Görüntü noktalarının ortografik konumları, rektifikasyon parçaları olarak adlandırılan bir rektifikasyon düzlemi, bir arazi profili boyunca düzenli aralıklarla yerleştirilerek belirlenir. Rektifikasyon düzlemi, her bir parça için arazinin ortalama yüksekliğine yerleştirilir ve parça içindeki görüntü verisi bu düzleme yataylanmış olur (Kraus, Waldhausl 1993). Şekil 5.18 bu durumu göstermektedir.

5. 6. UYGULAMA

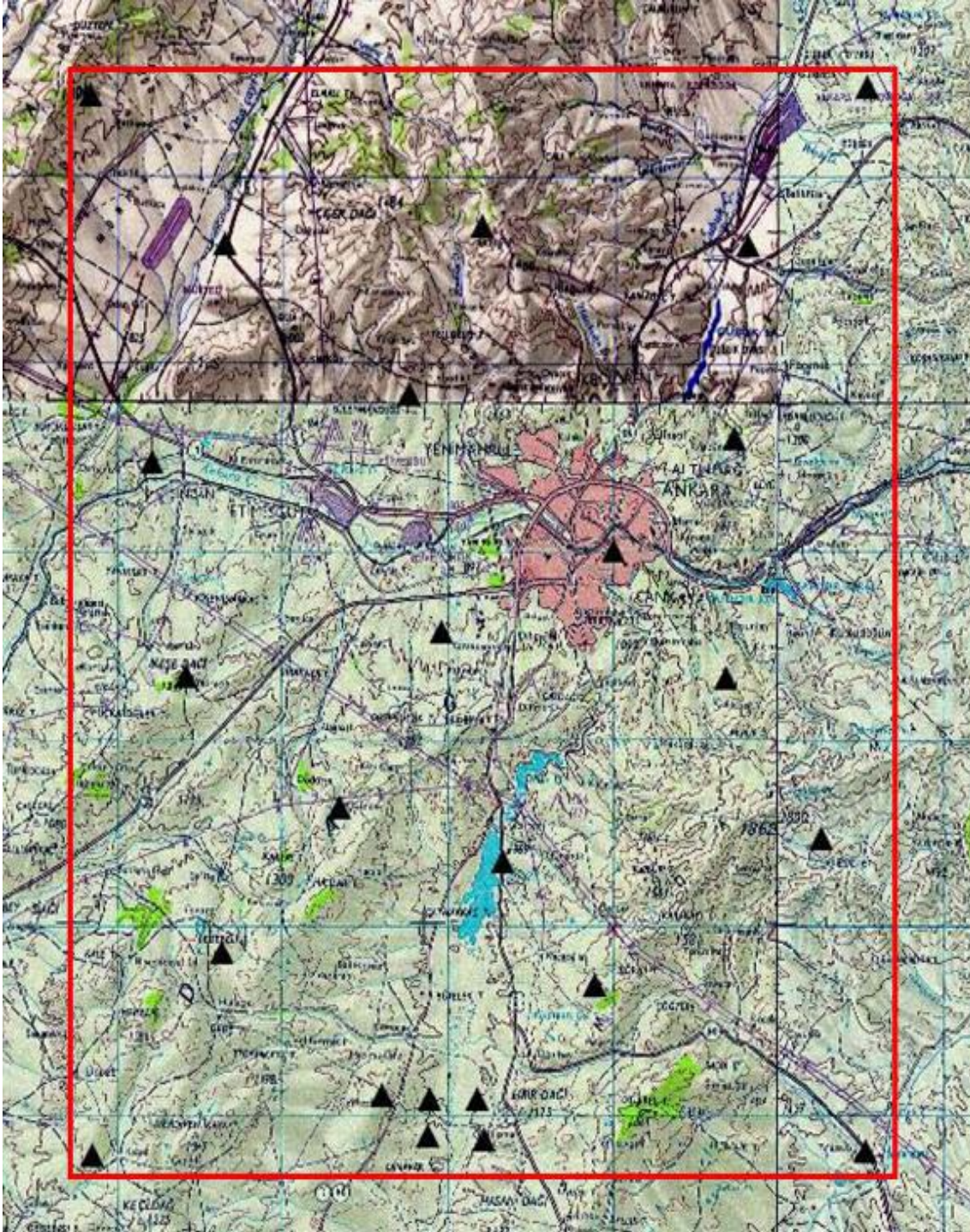
6.1 Giriş

Uygulamada SYM üretimi için farklı veri türleri kullanılmıştır. Bunlar 1:60.000 ölçeğinde(43 cm yer örnekleme aralığı) çekilmiş sayısal hava fotoğrafları, Yüksek verileri ve bölgeye ait SRTM verileridir. Bu veriler ayrıntılı olarak açıklanacaktır. Mevcut veriler yardımıyla üretilen SYM ler kullanılmak suretiyle ortofotolar oluşturulmuş; üretilen SYM'lerinin ortofotonun planimetrik ve düşey doğruluğu üzerindeki etkileri incelenmiştir. Ayrıca ortofoto üretiminde kullanılan sayısal hava fotoğraflarının blok dengelemesi farklı sayıda YKN ile yapılmış yine elde edilen sonuçlar tetkik edilmiştir. Yine bölge içerisinde farklı arazi arızalarına sahip olan bir alanda sayısal hava fotoğrafları ile oluşturulan stereo model, tecrübeli bir operatör tarafından kıymetlendirilerek bölge içerisindeki belirlenen detaylar üzerinde okuma yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler bölgeye ait farklı kaynaklar kullanılarak oluşturulan ortofotolarla karşılaştırılıp sonuçlar analiz edilmiştir.

Bölge içerisine uçuş öncesinde tesis edilmiş olan 24 adet nirengi noktası bulunmaktadır. Bu sabit noktalar referans verilerimizi oluşturmakta olup, çalışma anılan nirengi noktalarının buldukları resim çiftlerinde gerçekleştirilmiştir.

6.2 Çalışma Alanı

Çalışma bölgesi olarak Ankara' yı kapsayan 3600 km²lik bölge seçilmiştir. Bölgenin geniş bir alana sahip olup farklı arazi kullanımlarının bulunması, üretilecek SYM'nin bu tür farklı yerlerdeki doğruluğunun test edilebilmesi açısından bir avantajdır. Bölgede çok farklı eğim grupları ve yükseklikler bulunmaktadır. Bu özellik de yine yapılacak testler için oldukça uygundur. Bölgede yükseklik yaklaşık 700 ile 1400 metre arasında değişmektedir (Şekil 6.1).



Şekil 6.1 Çalışma bölgesinin genel görünümü

6.3 Kullanılan Yazılım ve Donanımlar

Uygulama sırasında kullanılan donanım ve yazılımlar Harita Genel Komutanlığı Fotogrametri Daire Başkanlığı bünyesinde kullanılmakta olup çalışma süresince uygulama yapılan tüm yazılımların lisansları bulunmaktadır.

İnpro Application Master Yazılımı (Match AT - Match T - Ortho Master modülleri) : Hava fotoğrafları ile uydu görüntülerinden arazi ve detay hakkında sayısal veri elde etmeyi sağlayan bir digital fotogrametri yazılımıdır. Proje tanımlama, fotogrametrik blok oluşturma, dengeleme, stereo model oluşturma, otomatik SYM ve TIN verisi toplama ve stereo düzeltme, ortofoto görüntü oluşturma, ortofoto mozaik yapma, stereo ve/veya ortofoto üzerinden üç boyutlu veri toplama, kabul görmüş çeşitli formatlardaki raster veya vektör import/export olanağı sağlayan geniş kapsamlı bir yazılımdır.

Yazılımın modüler yapıda olması, kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Projeksiyon sisteminin seçilmesi ve yeni projede kullanılan sistemin oluşturulması; kamera bilgilerinin tanımlanması; proje yönetiminde raporlama işlemlerinde kullanılan proje hakkında grafik gösterimlere olanak sağlaması; otomatik veya manuel iç yöneltme ve bağlama noktalarının ölçülmesi; dış yöneltme parametrelerinin alınması veya dengeleme ile oluşturulması; stereo modellerin oluşturulması ve görüntülenmesi; grid veya üçgen yapıdaki SYM verilerinin oluşturulması, raporlanması, stereo modelden düzeltilmesi ve morfolojik verilerin SYM'lere eklenmesi; ortofoto görüntü oluşturulması ve mozaikleme yapılması; uzunluk, alan, vb. ölçümlerin yapılabilmesi; Stereo veya ortofoto görüntüler üzerinden değerlendirmelerin yapılması ve toplanan sayısal verilerin çeşitli formatlara dönüştürülmesi işlemleri yapılabilmektedir.

Global Mapper 9.0: Dünya üzerinde bulunan birçok vektör ve raster dosya formatını destekleyen bir görüntüleyicinin yanında bu verilerin birçok formata dönüştürebilmesine, düzenlenmesine ve çıktı alınabilmesine ayrıca GPS ile takip yapılabilmesine olanak sağlayan bir yazılımdır.

Verilerinizi katmanlar halinde (rastır, vektör,dem vs.) açıp farklı projeksiyon sistemlerinizdeki verileri bile tek bir projeksiyon altında toplayarak üst üste gösterebilme ve kullanabilme özelliği. Verileri istendiği takdirde "workspace" mantığı

altında kaydedebilme. İleride projenizde kaldığımız yerden devam etmenizi sağlamaktadır. İstenildiği takdirde verinizin projeksiyon sistemini değiştirip kaydetme özelliği. Noktasal bazlı lokasyon tespiti, mesafe, alan hesaplamaları gibi özelliklerin yanında sayısal yükseklik modelleri üzerinde "Path profile" özelliği sayesinde kesit alınıp farklı kesitlerle karşılaştırmalar ve "line of sight" hesaplamaları yapılabilme özelliği. Gelişmiş raster ve vector veri üzerinde ölçme (alan, çevre, uzunluk) özelliği. Yüklü bütü vektör veriler üzerinde atributeler üzerinden arama yapılabilme özelliği. Görüntü ve vektör veriler üzerinde yeni digitize veriler oluşturabilme ve edit edebilme özelliği. Görüntüler üzerinde kontrast ayarlamaları yapılabilme özelliği. Görüntüleri koordinatlandırma özelliği. 3D nokta veri setlerinin (XYZ) otomatik olarak üçgenleme (triangulation) ile gridlenmesi, veriyi birçok yükseklik datasına çevirebilmesi yanında bu veriler üzerinde akış (shed) analizi, kontur generasyonu gibi analizlerin yapılabilme özelliği. Ayrıca bu sayısal yükseklik verilerini istenilen formata export edebilme özelliği. Sayısal Yükseklik modellerini 3D olarak gösterebilme özelliği. 3 boyutlu ortamda sayısal yükseklik modeli üzerine rastır görüntüleri giydirebilme gibi özelliklere sahiptir.

Erdas Imagine Essentials Yazılımı: Veriyi görüntüleme, vektör ve raster veriyi kullanma, görüntü yönetimi, geometrik düzeltme, basit sınıflandırma ve görüntüyü haritalama işlemlerini yapmak için gerekli temel aletleri içeren bir yazılımdır. Yazılımın kalbini teşkil eden “Viewer” etkileşimli ve güçlü bir tarzda görüntüleri; gösterir, birleştirir ve analiz eder.

Autometrik Softplotter Yazılımı: Stereo görüntü çifti oluşturulması, otomatik SYM ve TIN verisi toplama ve stereo düzeltme, ortofoto görüntü oluşturma, ortofoto mozaik yapma, stereo ve/veya ortofoto üzerinden üç boyutlu veri toplama, kabul görmüş çeşitli formatlardaki raster veya vektör import/export olanağı sağlayan geniş kapsamlı bir yazılımdır.

PCI Yazılımı : Uydu görüntüleri, SAR ve RADAR görüntüleri ve hava fotoğraflarının işlenmesi, zenginleştirilmesi ve ortofoto üretimi işlemlerinin gerçekleştirilmesini sağlayan bir görüntü işleme yazılımıdır. Mozaikleme ve görüntü zenginleştirme işlemlerinde oldukça kolaylıklar sağlamakta olup, uzaktan algılama uygulamaları için elverişlidir. Yazılımda; görüntülerin yöneltmesi ve görüntülenmesi, hava

fotoğraflarının düşeye çevrilmesi ve SYM oluşturulması, SAR görüntülerinin işlenmesi, görüntüler üzerinde yer kontrol noktalarının ölçülmesi, kartoğrafik amaçlı düzeltme ve harita üretilmesi ve gerçek zamanlı, perspektif görüntüler üzerinde uçuş simülasyonuna olanak sağlayan modüller bulunmaktadır

6.4 Uygulamada Kullanılan Veriler

Çalışmada 1:60.000 ölçekli sayısal hava fotoğrafları, yükpaflar verileri ve SRTM verileri kullanılmıştır. Bu verilere ilişkin bilgiler aşağıda verilmiştir.

6.4.1 1:60.000 Ölçekli Sayısal Hava Fotoğrafları

1:60.000 ölçekli (43 cm yer örnekleme aralığında) sayısal hava fotoğrafları ile yapılan çalışma yaklaşık 9 adet 1:50.000 ölçekli topoğrafik haritayı kapsayan 3600 km lik bir alandır.. Bölgenin 2006 tarihli UltracamX Vexcel kamerasıyla (odak uzaklığı: 100.5 mm) boyuna bindirme oranı % 60, enine bindirme oranı ise % 30 olarak tespit edilen uçuşta GPS/IMU tekniği uygulanarak 1:60.000 ölçekli sayısal hava fotoğrafları elde edilmiştir. Sayısal hava fotoğrafları renkli ve 7.2 x 7.2 pixel çözünürlüğündedir Şekil (6.2 ve 6.3).



Şekil 6.2: Sayısal Hava Kamerası



Şekil 6.3 Sayısal Hava Fotoğrafi

6.4.2 Sayısal Eş Yükseklik Eğrileri

1/25.000 Ölçekli Topoğrafik haritalardan sayılaştırılan 10 m. aralıklı sayısal eş yükseklik eğrileri.

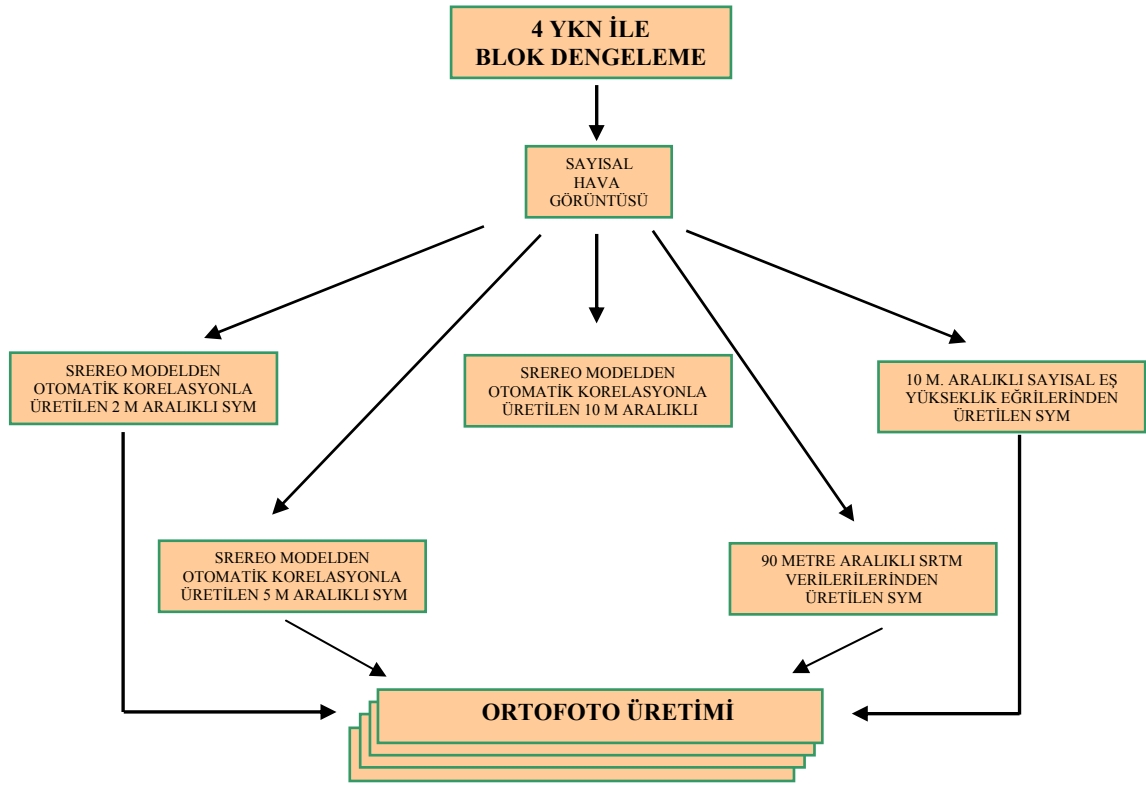
6.4.3 SRTM verileri

Çalışma bölgesine ait SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) uzay mekiğinden radar interferometri tekniği ile elde edilen 3"×3" çözünürlüklü sayısal yükseklik verileridir.

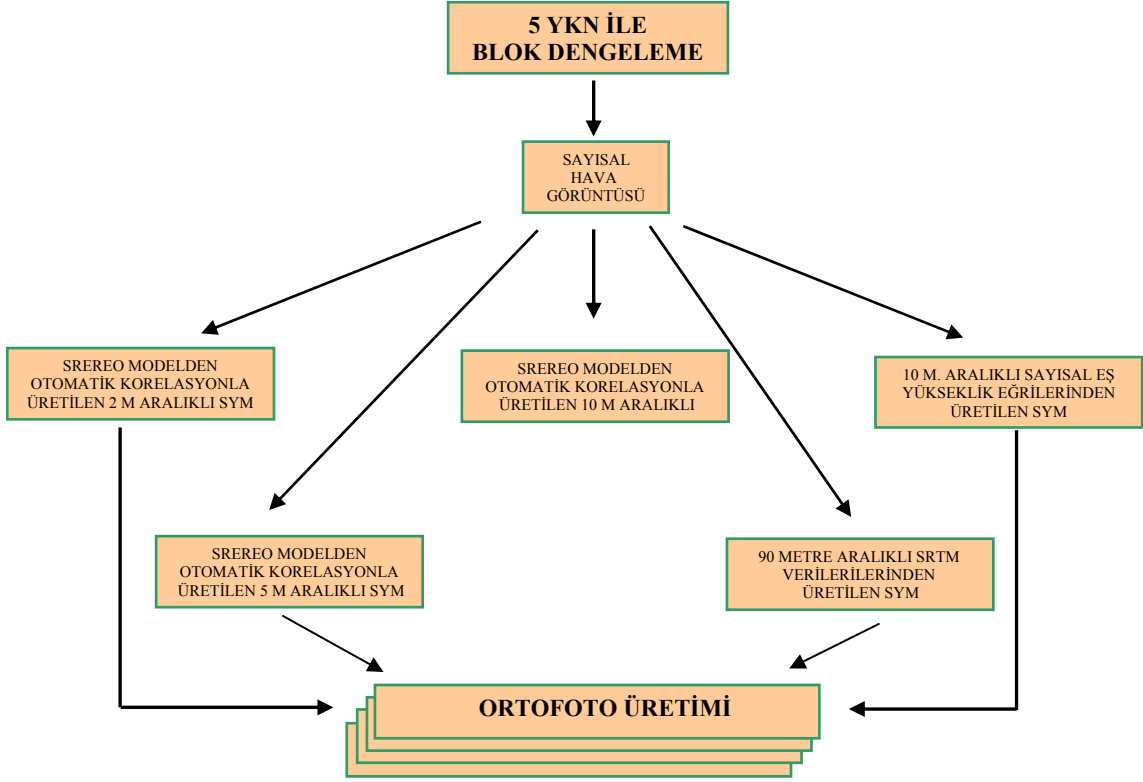
6.5 İş Akışı

Uygulamada aşamasında iş akışı Şekil 6.4.1, Şekil 6.4.2, Şekil 6.4.3 ve Şekil 6.4.4'de gösterilmiştir. Uygulama kapsamında SRTM, yükpaflar ve sayısal hava fotoğraflarından elde edilen stereomodeller kullanılmak suretiyle sayısal yükseklik modelleri üretilmiştir. Üretilen SYM'lerden ayrı ayrı olmak üzere ortofoto üretimi yapılmıştır. Öncelikle üretilen ortofotoların fotogrametrik nirengi ölçü ve dengelemesi aşamasında blok dengelemeye 4, 5, 8, ve 9 adet YKN dahil edilerek her dengeleme için ayrı olmak üzere dört farklı sayısal görüntü ve model parametreleri tespit edilmiştir.

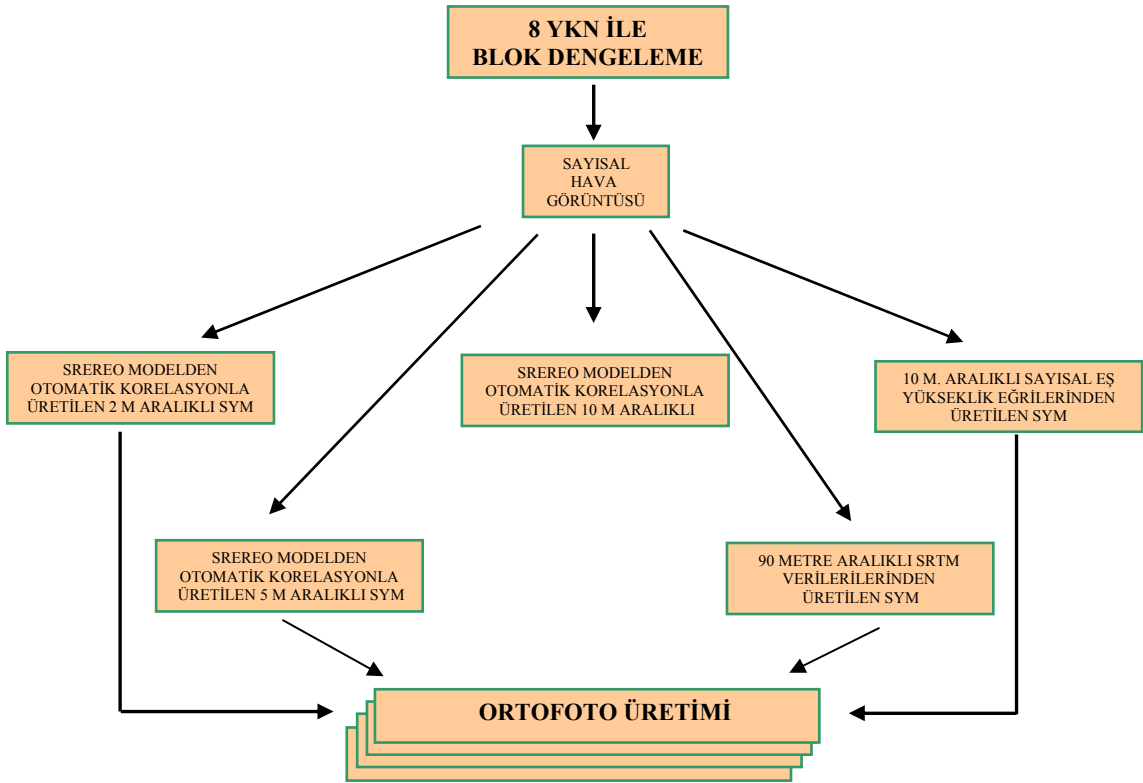
Ortofoto üretimi aşamasında stereo model den otomatik korelasyonla 2, 5 ve 10 metre grid aralıklı SYM, 90 metre aralıklı SRTM verilerinden elde edilen SYM ve 10 metre çözünürlüklü sayısal eşyükseklik eğrilerinden üretilen SYM olmak üzere toplam beş farklı SYM kullanılmıştır. Bu durumda çalışma bölgesinde tesisi yapılmış olan 24 adet nirengi noktasının her biri için 20 adet olmak üzere toplam 480 adet ortofoto üretimi yapılmıştır. Farklı kombinasyonlarda üretilmiş olan ortofotolarda YKN koordinatları okunmuş, sabit nirengi noktaları baz alınarak yatay ve düşey konum hassasiyetleri tespit edilmiştir.



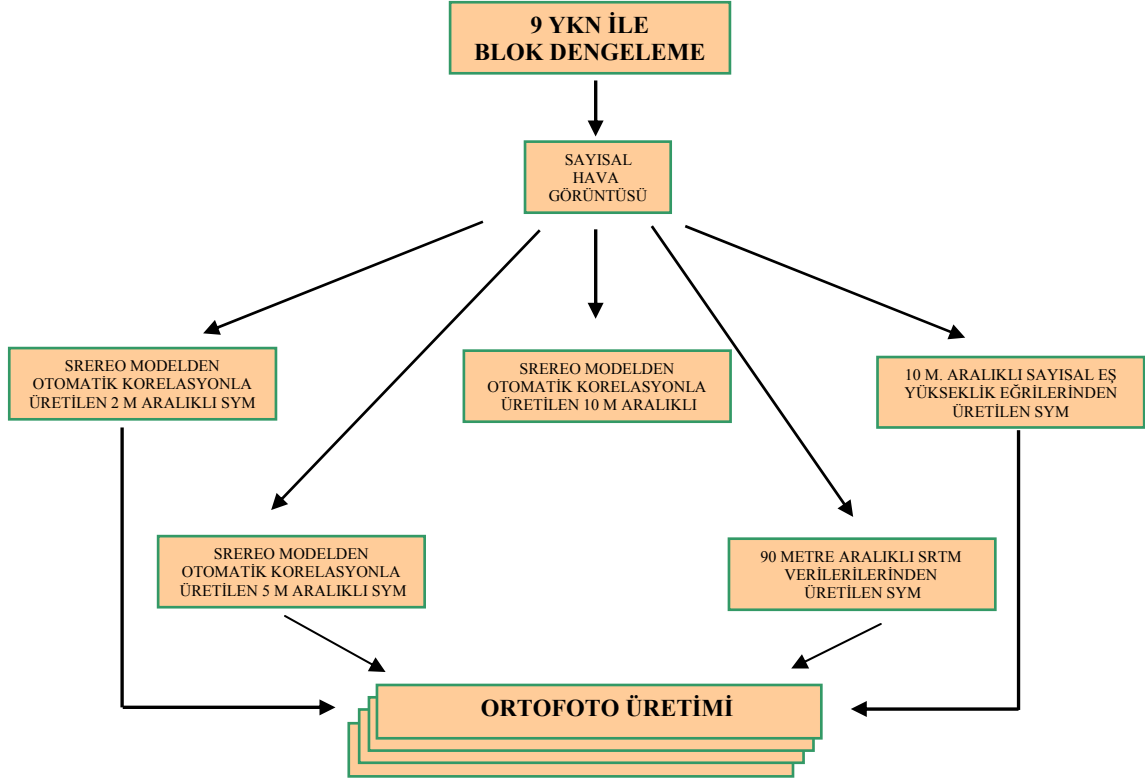
Şekil 6.4.1 Uygulama iş akışı



Şekil 6.4.2 Uygulama iş akışı



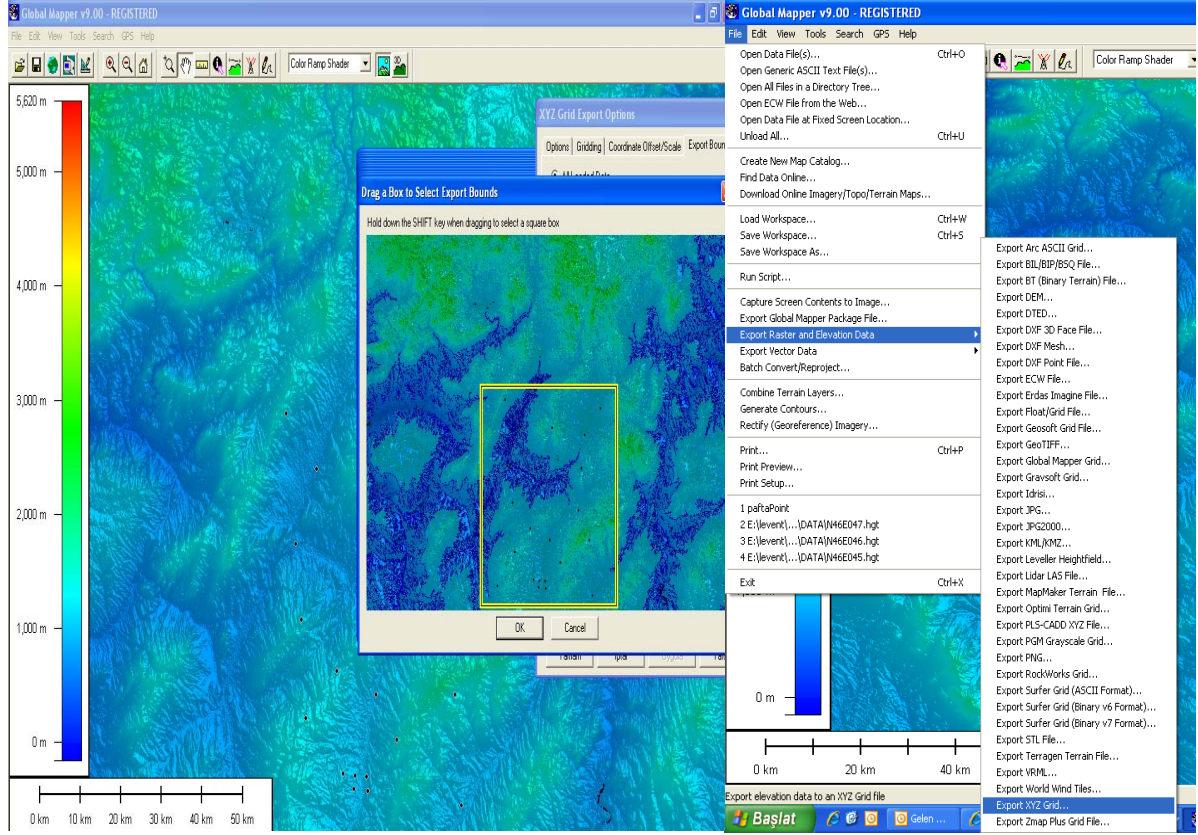
Şekil 6.4.3 Uygulama iş akışı



Şekil 6.4.4 Uygulama iş akışı

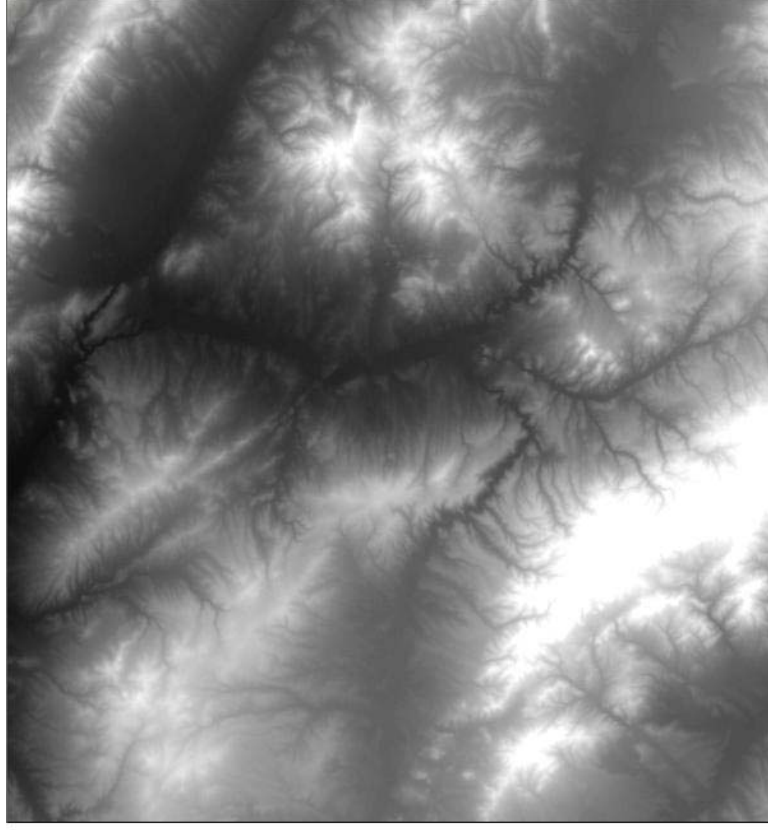
Çalışmanın ikinci bölümünde yine çalışma bölgesi içerisinde yer alan Ankara H29-d1 paftası içerisinde test çalışması yapılmıştır. Bu bölgedeki yükseklik 800 ile 1300 metre arasında değişmekte olup belirgin arazi arızalarına sahip bir alandır. Çalışma sırasında bölge içerisinde farklı arazi yapılarında 30 adet belirgin nokta tespit edilmiştir. Sayısal hava fotoğraflarında blok dengelemeye aşamasında 4 adet YKN dahil edilmiş ve elde edilen stereo model üzerinde, bu noktalara en hassas şekilde yaklaşılacak suretiyle gözlemler yapılmıştır. Elde edilen sayısal hava görüntüleri ile beş farklı SYM kullanılarak oluşturulan toplam 120 adet ortofoto üretilmiştir. Her bir ortofoto üzerinde, tespit ettiğimiz 30 adet detay noktasında okumalar yapılmış ve sonuçlar stereo modelden yapılan okumalar ile karşılaştırılıp, tetkiki yapılmıştır.

6.5.1 SRTM verilerinden SYM Üretimi



Şekil 6.5 Çalışma bölgesinin tüm veriden çıkarılıp export edilmesi

Uygulama Şekil 6.5 de görüldüğü üzere SRTM verileri ve çalışma bölgesine homojen dağılmış SHP formatındaki nirengi noktaları Global Mapper programında görüntülenmiştir. Bu sayede çalışma bölgesi veriler üzerinde tespit edilir. XYZ Grid formatında export edilirken “XYZ Grid Export Options” penceresinde “Export Bounds” sekmesi seçilerek sadece çalışma bölgemizin verilerini export etmiş oluruz. Daha sonra XYZ Grid formatlı veriler kullanılarak Erdas imagine 9.2 yazılımı ile SYM oluşturulmuştur.



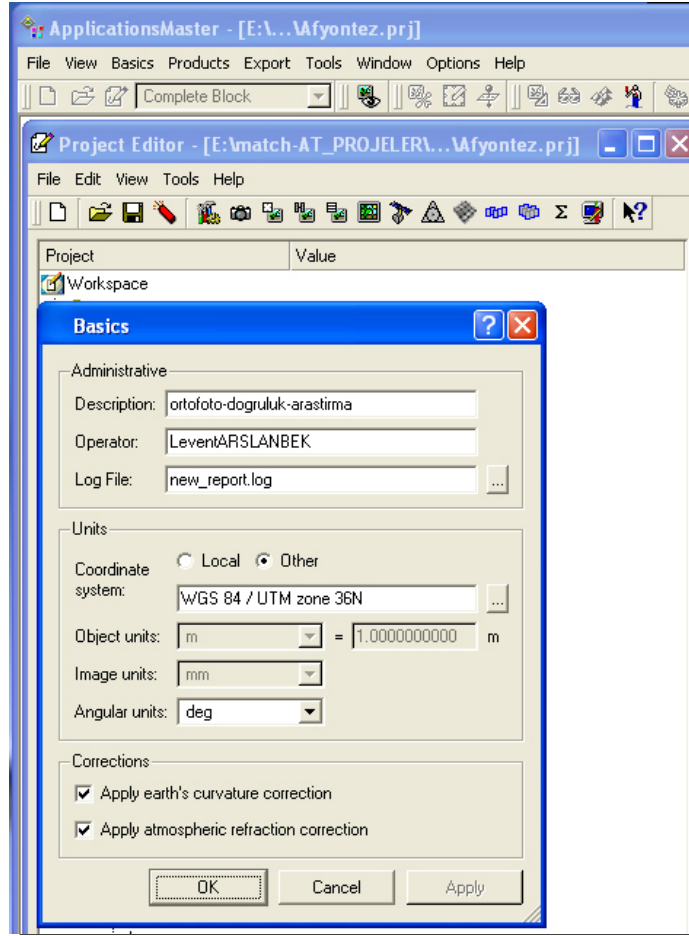
Şekil 6.6 SRTM verilen oluşturulan SYM

6.5.2 Sayısal Hava Fotoğraflarından Otomatik Görüntü Eşleme İle SYM Üretimi

1:60.000 ölçekli sayısal hava fotoğraflarından farklı sayıda YKN kullanılarak blok dengeleme yapılmış; oluşturulan stereo modelden otomatik SYM üretimi gerçekleştirilmiş ve yapılan çalışmalar aşağıda sunulmuştur.

Çalışma bölgesinde nirengi noktalarımızın bulunduğu fotoğraf çiftleri tespit edilmiştir. Bu noktalar arasından blok dengelemeye girecek farklı sayıda YKN ler belirlenmiş elde edilen sayısal görüntülerden her dengeleme için ayrı ayrı olmak üzere 2, 5 ve 10 m grid aralıklı çözünürlüğe sahip SYM'ler üretilmiştir. Çalışma bölgesinin oldukça geniş olması farklı arazi yapısına sahip bölgelerde çalışma imkanı sağlaması çalışmanın amacı doğrultusunda avantaj sağlamaktadır. Üretim aşamasında Fotogrametri Dairesi ortofoto üretim istasyonunda lisanslı olarak kullanılmakta olan İnpho Application Master yazılımı kullanılmıştır.

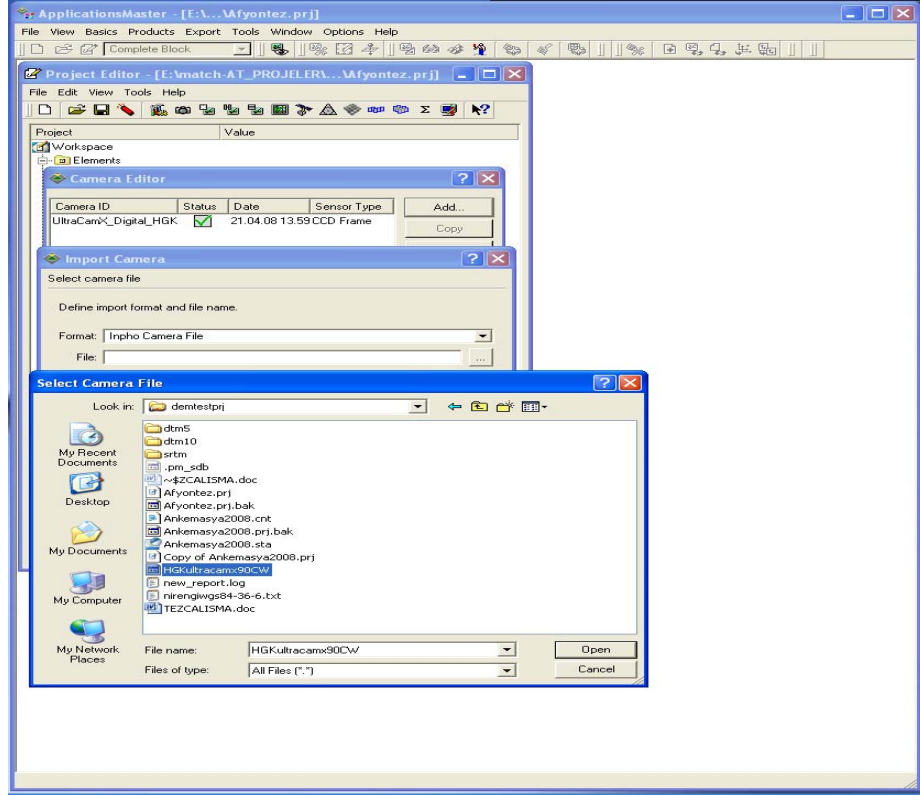
Çalışmanın ilk aşamasında “Afyon_tez” isimli yeni bir proje dosyası oluşturulmuştur (Şekil 6.7).



Şekil 6.7 Yeni proje dosyasının oluşturulması

Öncelikle projede datum ve projeksiyon bilgileri tanımlanmıştır. Projeksiyon UTM 36'nci dilim, elipsoit ve datum WGS84 seçilmiştir. İkinci aşamada kamera kalibrasyon bilgileri sistemde tanımlanmış ve görüntüler projeye import edilmiştir.(Şekil 6.8)

Application Master fotogrametri yazılımının Match AT modülü kullanılarak fotogrametrik blok oluşturulmuş, blok oluşumu esnasında fotoğraf alımında kullanılan kamera, blokta kullanılacak fotoğraflar ve yöneltme parametreleri girilmiştir. Kullanılan görüntüler 100.5 mm. odak uzaklıklı UltracamX Vexel sayısal hava kamerasıyla alınan 48 adet (her bir nirengi noktası için iki adet fotoğraf) 1:60.000 ölçekli hava fotoğraflarıdır.



Sekil 6.8 Kamera kalibrasyon bilgilerinin import edilmesi

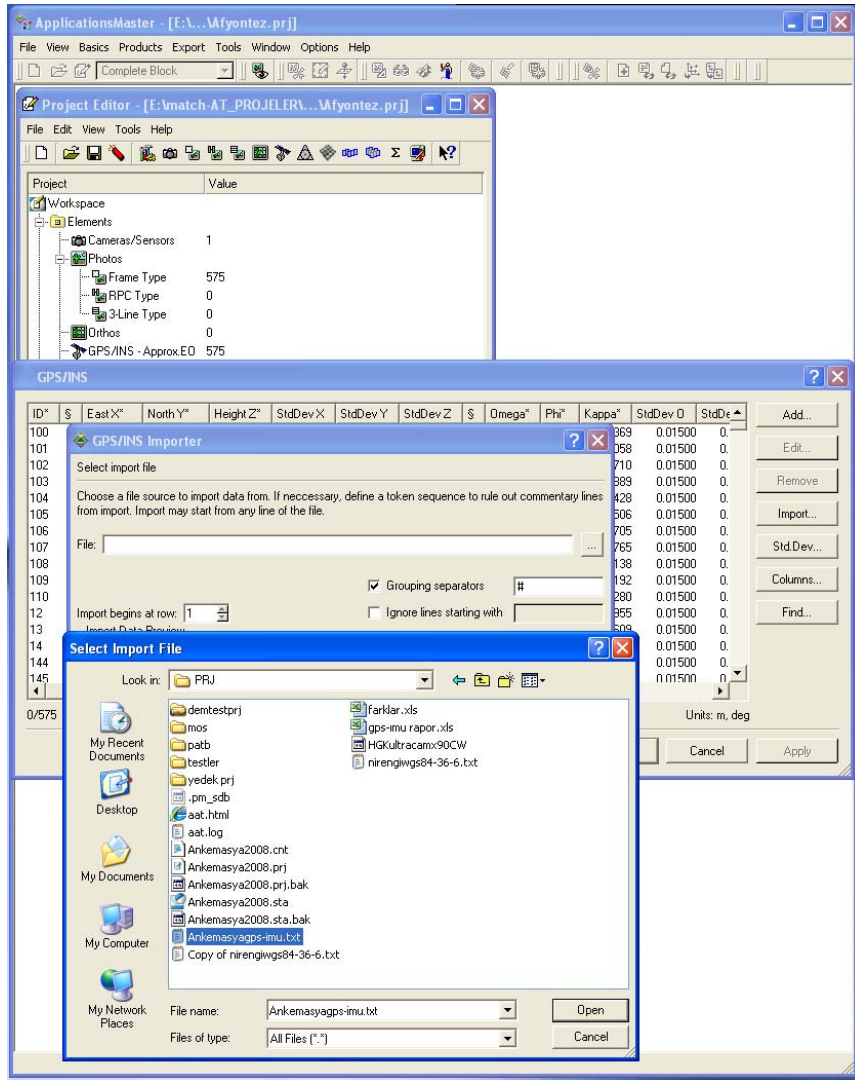
Çizelge 6.1 Kamera kalibrasyon raporu

```

$PROJECT 5.0.0
  $STARTING_DATE : Fri Jan 18 11:42:08 2008
  $LAST_CHANGE  : Mon Apr 21 14:00:20 2008
  $LINEAR_UNITS_OF_OBJECT : m
  $LINEAR_UNITS_OF_IMAGE  : mm
  $ANGULAR_UNITS  : grad
$END
$AAT
$END
$CAMERA
  $TYPE : UltraCamX_Digital_HGK
  $DATE : 13:59:58 21/04/2008
  $BRAND : UltraCamX\ x-left
  $KIND  : CCDFrame
  $CCD_INTERIOR_ORIENTATION :|
    -138.888888888889      0.0000000000      4729.5000000000
    -0.0000000000      138.888888888889      7214.5000000000
  $CCD_COLUMNS : 9420
  $CCD_ROWS   : 14430
  $PIXEL_REFERENCE : TopLeftTopLeft
  $FOCAL_LENGTH : 100.500000
  $PRINCIPAL_POINT_PPA : 0.000000 0.000000
  $PRINCIPAL_POINT_PPS : 0.144000 0.000000
  $GPS_ANTENNA_OFFSET  : 0.000000 0.000000 0.000000
  $CAMERA_MOUNT_ROTATION : 0.000000
$END

```

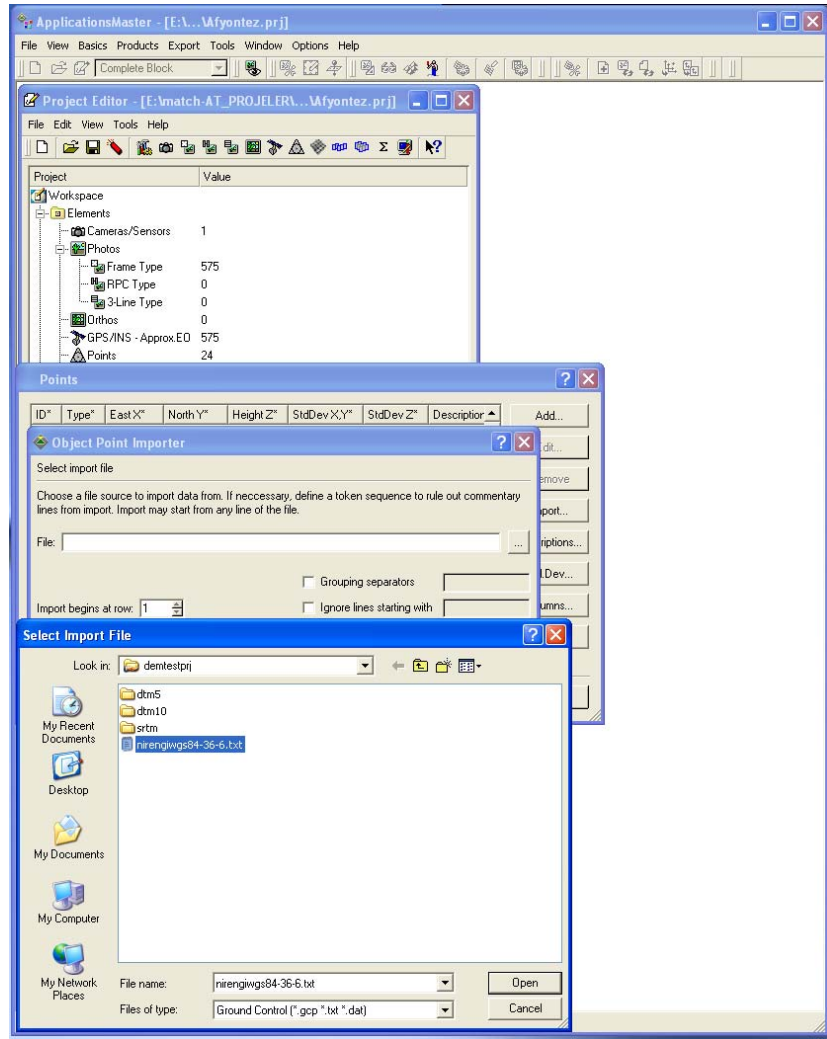
Üçüncü aşamada yerde bulunan sabit GPS ve uçaktan alınan GPS verileri GraffNav yazılımı ile işlenip (post process) daha sonra AeroOffice programı ile GPS ve IMU(Inertial Measurement Unit) verileri birleştirilmesi sonucu elde edilmiş olan resim dış yöneltme parametreleri projeye import edilmiştir (Şekil 6.9). GPS/IMU entegrasyonu ile elde edilen bu parametreler, blok dengelemede başlangıç değerleri olarak kullanılmıştır.



Şekil 6.9 GPS/IMU değerlerinin projeye import edilmesi

GPS/IMU verileri ve blok köselerindeki YKN'ları kullanılarak bağlama noktaları Inpho Match-AT yazılımı ile otomatik olarak elde edilmiştir. Nirengi sayısının ve çapraz kolonların dengeleme sonuçlarına etkisini araştırmak için blok dengeleme 4, 5, 8 ve 9

adet olmak üzere 4 farklı sayıda YKN dahil edilerek yapılmıştır. Sonrasında 24 adet sabit nirengi noktalarının koordinatları projeye tanımlanmış ve bu noktalar içinde dengelemeye dahil edilecek YKN ler belirlenmiştir (Şekil 6.10). Görüntülerin iç yönlentmeleri yapılarak blok dengeleme işleminin tamamlanması aşaması sonucu oluşan sayısal görüntülerden Match T modülü ile stereo modeller oluşturulmuştur. Bu stereo modellerden de yine Match T modülü kullanılarak 2m, 5m ve 10m grid aralıklarında toplam 288 farklı SYM üretilmiştir.

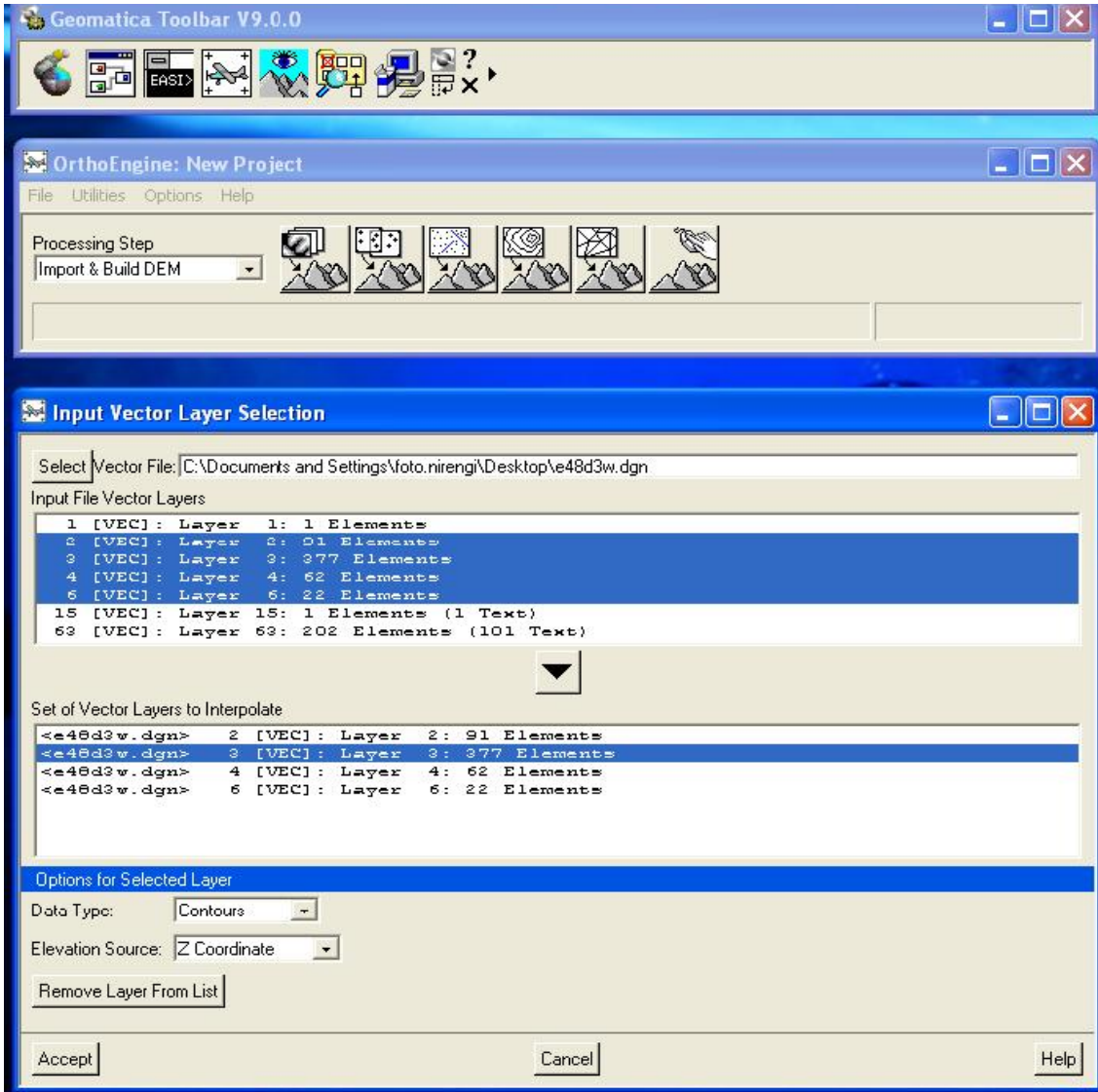


Şekil 6.10 24 adet nirengi noktasının projeye import edilmesi.

6.5.3 Sayısal Eş Yükselti Eğrilerinden SYM Üretimi

SYM üretimi için kullanılan yöntemlerden biri basılı topoğrafik haritalardan eş yükselti eğrilerinin sayısallaştırılması ve diğeri stereo modellerden doğrudan eş yükselti eğri

çizimidir. Eş yükselti eğrisi üretimi zaman alıcıdır, bununla birlikte topoğrafik haritalar için vazgeçilmez bir detaydır. Otomatik görüntü eşleme ile üretilen SYM'lerden de eş yükselti eğrileri üretilebilir. Ancak bu üretimler dere yatakları, tepe noktaları gibi kritik arazi yapılarında başarılı olamamaktadır. Bu nedenle otomatik görüntü eşleme ile üretilmiş SYM'lerden eş yükselti eğrisi üretimi çok kullanılmayan ve tercih edilmeyen bir yöntemdir. Ancak tersi şekilde eş yükselti eğrilerinden SYM üretimi ise çok yaygındır. Eş yükselti eğrilerinden SYM üretiminde üretilen SYM'nin doğruluğunun eş yükselti eğrisi aralığının 1/3'ü ile 1/5'i arasında olması beklenir. Bölgeye ait 10 m aralıklı sayısal eşyüksekti eğrileri kullanılarak PCI OrthoEngine modülünde SYM üretilmiştir (Şekil 6.11).

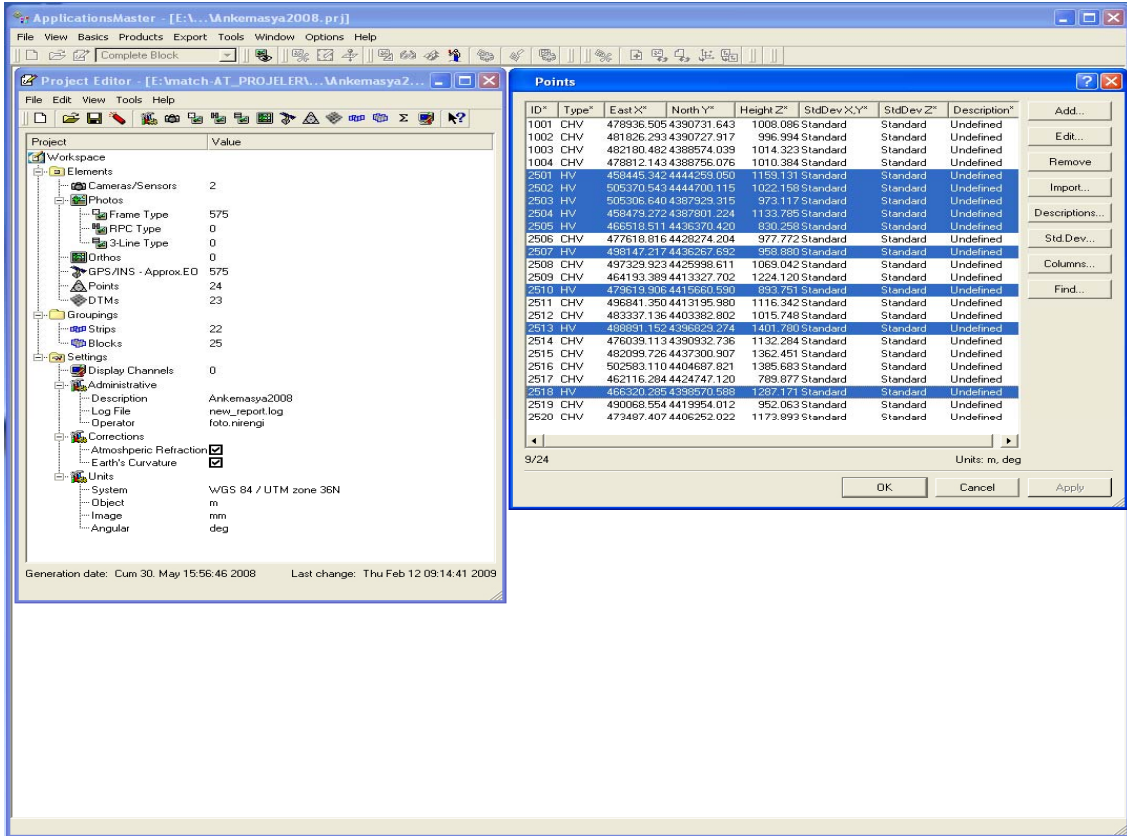


Şekil 6.11 PCI OrthoEngine Modülünde Eşyükseklik Eğrilerinden SYM Üretimi

6.5.4 Ortofoto Üretimi

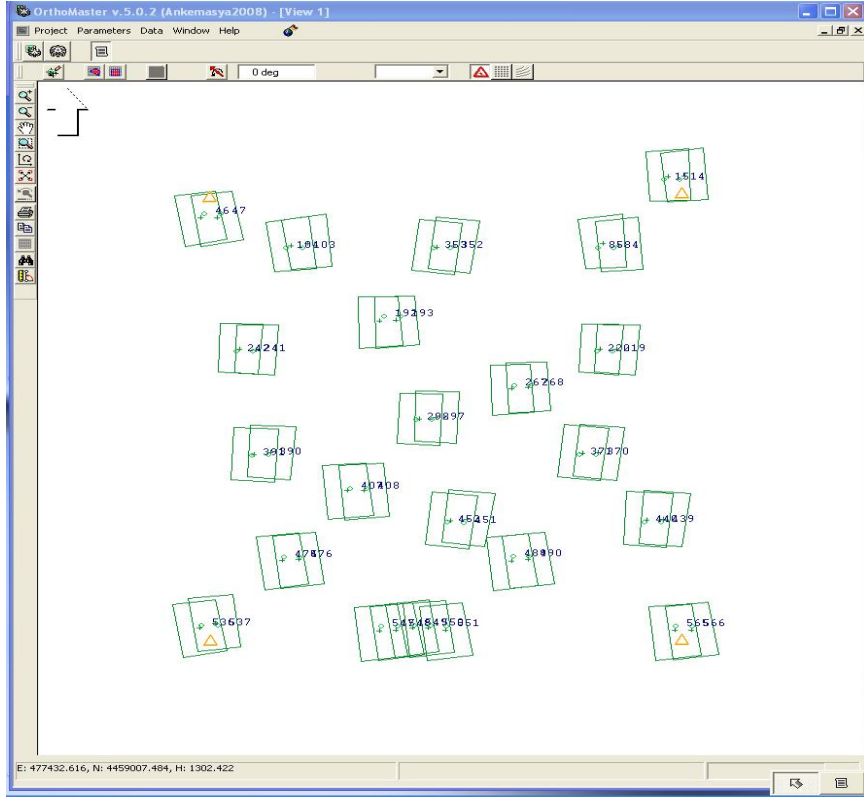
Her bir blok dengeleme sonucu elde edilen sayısal görüntülerde 5 farklı SYM kullanılarak ortofotolar üretilmişlerdir. Ortofoto üretirken yine “Afyon_tez” isimli proje kullanılmıştır. Proje içerisine import edilen tüm datalar ortofoto üretiminde kullanılacak olan verilerdir. Bu aşamada toplam 480 adet ortofoto üretimi gerçekleştirilmiştir. Ortofoto üretimi Inpho Application Master yazılımının Ortho Master modülü kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Blok dengeleme, her bir resme ait dış yöneltme parametrelerinin belirlenmesi amacı ile yapılmaktadır. Bunun için de blok köselerinde yeterli sayıda nirengilere ihtiyaç duyulmaktadır. Blok dengelemeye farklı sayıda YKN dahil edilmesi şüphesizki ortofoto doğruluğuna etki eden önemli faktörlerden biridir. Bu çalışma sırasında blok dengeleme 4, 5, 8 ve 9 adet YKN dahil edilerek yapılmıştır. Şekil 6.12 de blok dengelemeye dahil edilen 9 adet YKN gösterilmektedir.

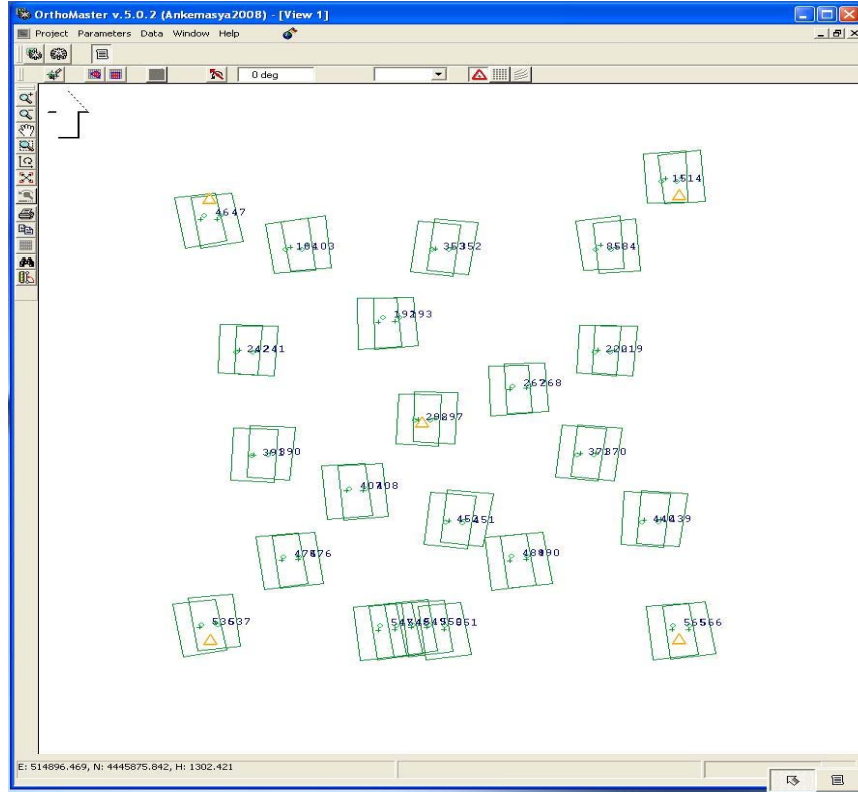


Şekil 6.12 Projeye İport Edilen 24 Adet YKN ve Blok Dengelemeye dahil

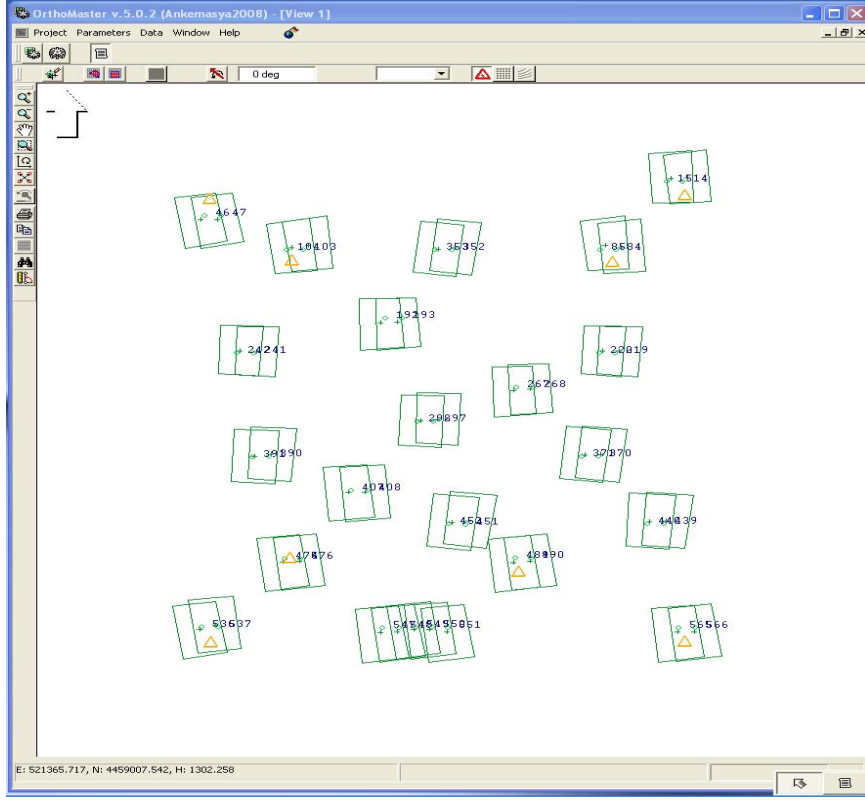
Edilen 9 Adet YKN



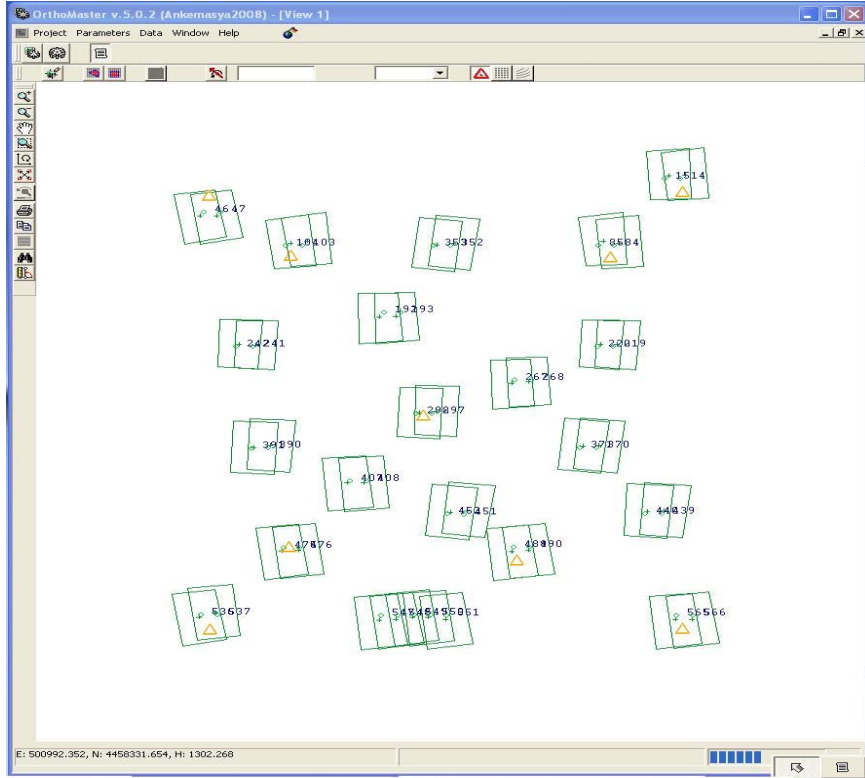
Şekil 6.13 Ortofoto Üretilecek Resim Çiftleri ve Dengelemeye Giren 4 adet YKN



Şekil 6.14 Ortofoto Üretilecek Resim Çiftleri ve Dengelemeye Giren 5 adet YKN



Şekil 6.15 Ortofoto Üretilecek Resim Çiftleri ve Dengelemeye Giren 8 adet YKN



Şekil 6.16 Ortofoto Üretilecek Resim Çiftleri ve Dengelemeye Giren 9 adet YKN

6.6 Yer Kontrol Noktalarında doğruluk

Çalışma süresince 24 adet adet nirengi noktasının bulunduğu bölgelerde 3 farklı kaynaktan toplam 480 SYM üretilmiştir. Yine bu SYM ler kullanılmak suretiyle 480 adet ortofoto üretilmiştir. İlk aşamada bölgeye ait fotoğrafların fotogrametrik nirengi işleminde kullanılan 24 adet nirengi noktalarının koordinatları kullanılmıştır. Doğruluk araştırmasında, oluşturulan ortofotolar ayrı ayrı Erdas Imagine yazılımı kullanılarak açılmıştır. Her bir ortofotoda bulunan tek nirengi noktasının koordinatı okunmuş ve dengelenmiş gerçek koordinat değeriyle karşılaştırılmıştır (Şekil 6.17).

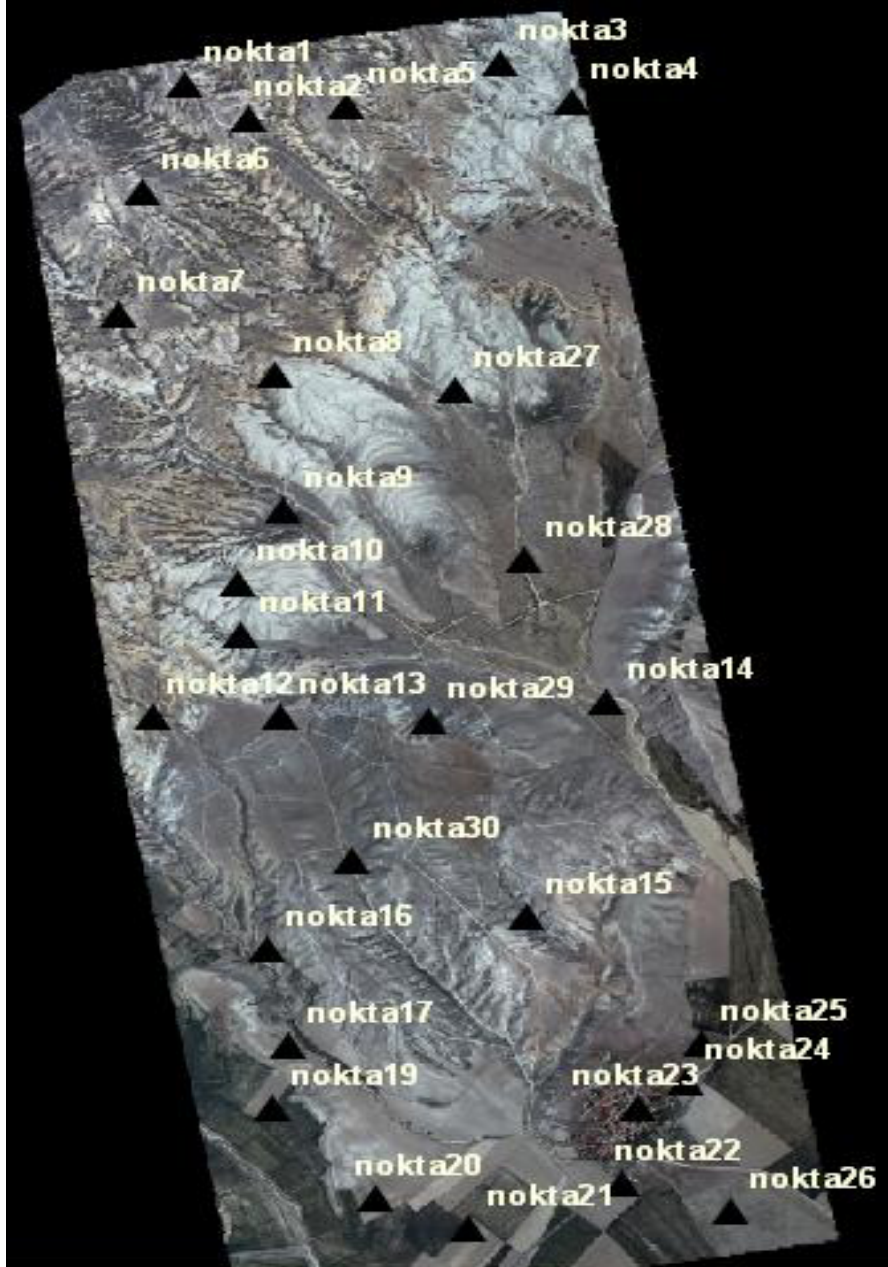


Şekil 6.17 Çalışma bölgesi içerisindeki bazı yer kontrol noktaları

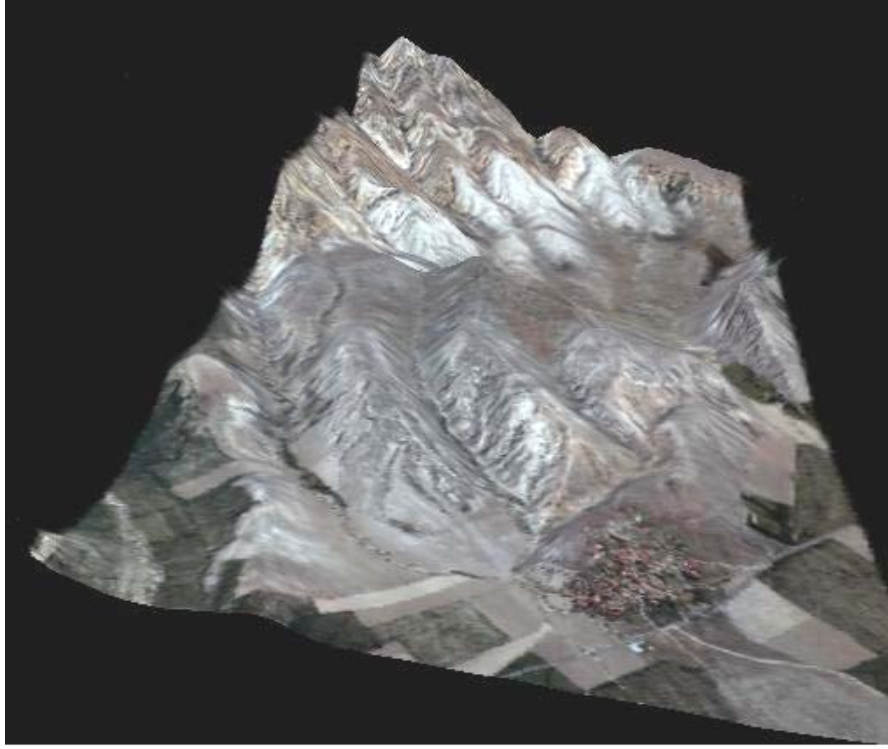
6.7 Seçilen Detaylarda Doğruluk

Ankara h29d1 paftası içerisinde farklı arazi yapılarına sahip 30 adet belirgin nokta tespit edilmiş, dört YKN kullanılarak blok dengeleme işlemi yapılan sayısal hava fotoğraflarından stereo model oluşturulmuştur. Stereo model üzerindeki gözlemler

Vision softplotter yazılımı kullanılarak, tecrübeli bir operatör tarafından arazide belirgin, iyi kontrast sağlayan noktalara hassas şekilde yaklaşılmak suretiyle yapılmıştır. Stereo modeller üzerinde yapılan gözlemler, oluşturulan farklı SYM kaynağı kullanılarak üretilen ortofotolar üzerinde de okunmuş hata miktarları tespit edilmiştir.



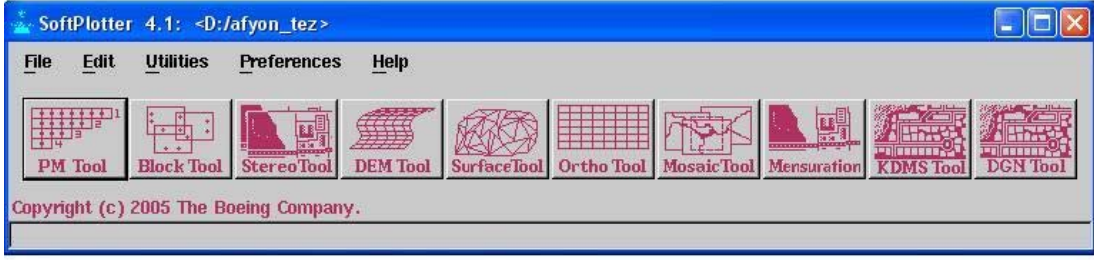
Şekil 6.18 Belirlenen 30 adet nokta



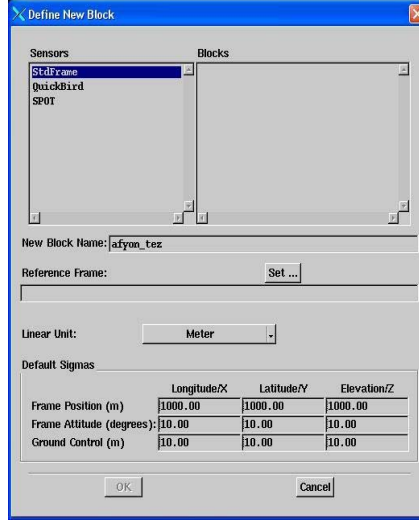
Şekil 6.19 Çalışma Bölgesinin Perspektif Görünümü

Bu çalışma aşamasında Autometric Softplotter fotogrametri yazılımının Block Tool modülü kullanılarak fotogrametrik blok oluşturulmuştur(Şekil 6.21). Blok oluşumu esnasında fotoğraf alımında kullanılan kamera, blokta kullanılacak fotoğraflar ve yöneltme parametreleri girilmektedir. Kullanılan görüntüler 100.5 mm. odak uzaklıklı UltracamX Vexel sayısal hava kamerası ile alınan 46 ve 47 numaralı 1:60.000 ölçekli sayısal hava fotoğraflarıdır.

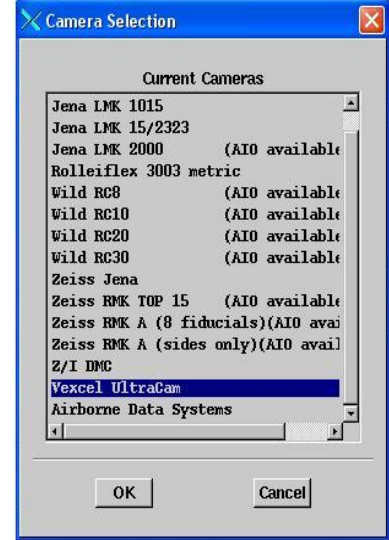
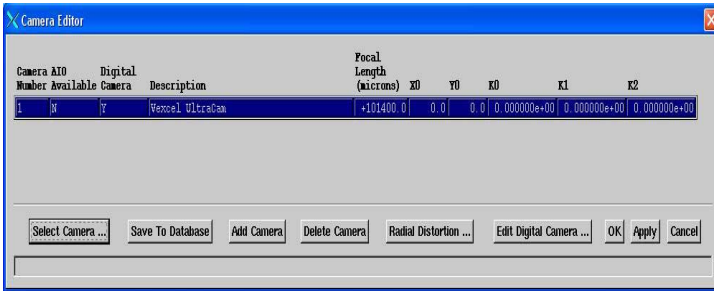
Öncelikle projede datum ve projeksiyon bilgileri tanımlanmıştır. Projeksiyon UTM 36'nci dilim, elipsoit ve datum WGS84 seçilmiştir. İkinci aşamada kamera kalibrasyon bilgileri sistemde tanımlanmış ve 46 ve 47 nolu görüntüler projeye import edilmiştir. Üçüncü aşamada dış yöneltme parametreleri projeye import edilmiştir(Şekil 6.23). Görüntülerin iç yöneltmeleri yapılarak blok oluşumu tamamlanmıştır. Oluşturulan bloktan faydalanılarak Stereo Tool modülü ile 4647 isimli stereo model oluşturulmuştur(Şekil 6.24). Bu stereo modelde daha önce belirlemiş olduğumuz 50 adet noktanın okuması araziye iyi yaklaşabilen tecrübeli bir operatör tarafından yapılmıştır. Bulunan koordinat değerleri aynı noktaların ortofoto dan okunan koordinat değerleri ile karşılaştırılmış, sonuçlar analiz edilmiştir.



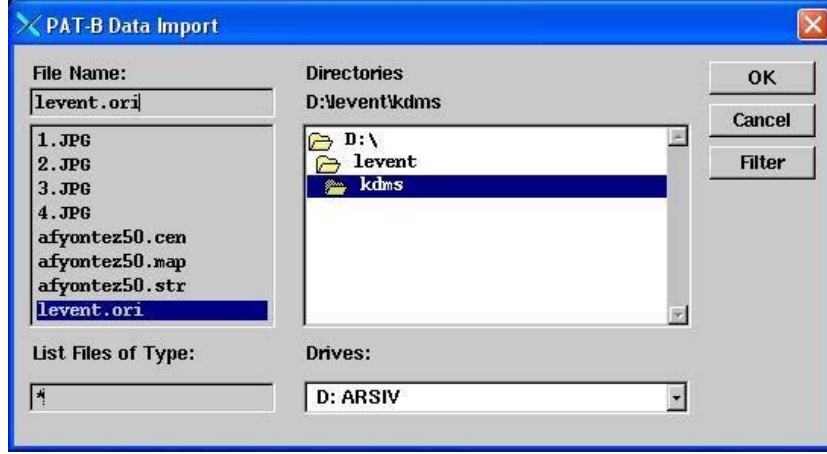
Şekil 6.20 Softplotter yazılımının ana menüsü



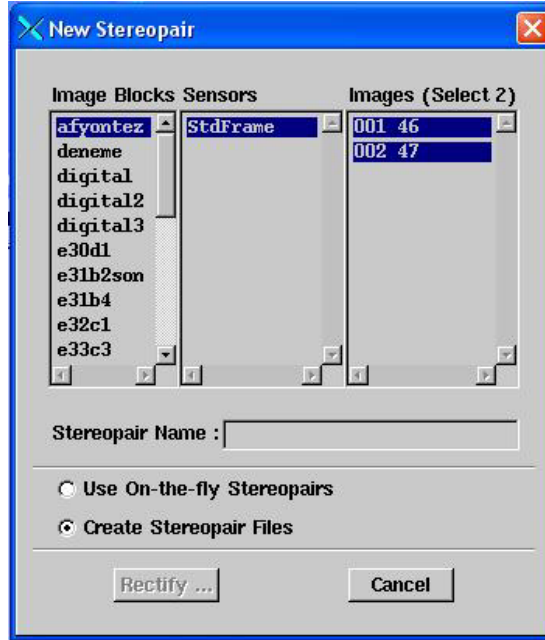
Şekil 6.21 Yeni block oluşturulması



Şekil 6.22 Camera seçimi ve camera editör penceresi



Şekil 6.23 Dış yöneltme parametrelerinin import edilmesi (ori dosyası)



Şekil 6.24 Stereo modelin oluşturulması

Çalışma sırasında yapılan tüm gözlemler ASCII (American Standard Code for Information Interchange, Bilgi Değişimi İçin Amerikan Standart Kodlama Sistemi) formatına dönüştürülmüş ve referans verilerle karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada, baz olarak, ortalama hata ve karesel ortalama hata miktarları hesaplanmıştır. Karşılaştırmada aşağıdaki formüller kullanılmış olup elde edilen tüm sonuçlar Ek' lerde ayrıntılı olarak belirtilmiştir.

Yükseklik Doğruluğu

$$\mathbf{dz} = \mathbf{Z}_{\text{stereo}} - \mathbf{Z}_{\text{orto}} \quad (6.1)$$

$$\mathbf{OH} = \frac{\sum_{i=1}^n |\mathbf{dz}|}{n} \quad (6.2)$$

$$\mathbf{KOH} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \mathbf{dz}^2}{n-1}} \quad (6.3)$$

Planimetrik Doğruluk

$$\mathbf{dx} = \mathbf{X}_{\text{stereo}} - \mathbf{X}_{\text{orto}} \quad (6.4)$$

$$\mathbf{dy} = \mathbf{Y}_{\text{stereo}} - \mathbf{Y}_{\text{orto}} \quad (6.5)$$

$$\mathbf{dp} = \sqrt{\mathbf{dx}^2 + \mathbf{dy}^2} \quad (6.6)$$

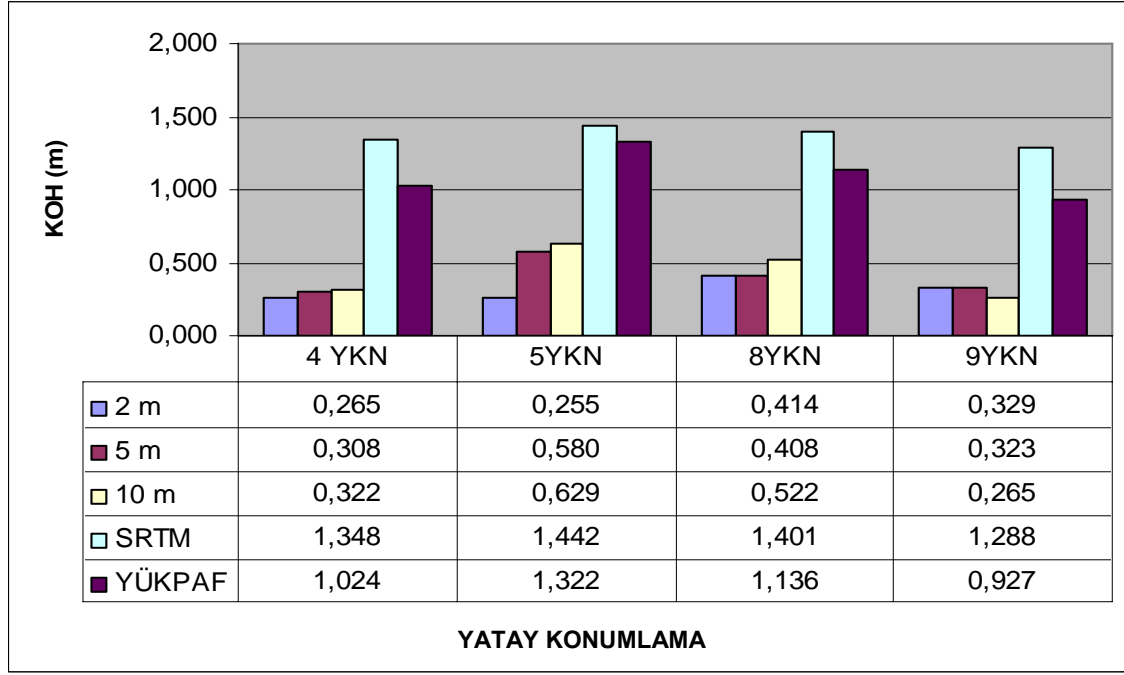
$$\mathbf{OH} = \frac{\sum_{i=1}^n |\mathbf{dp}|}{n} \quad (6.7)$$

$$\mathbf{KOH} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \mathbf{dp}^2}{n-1}} \quad (6.8)$$

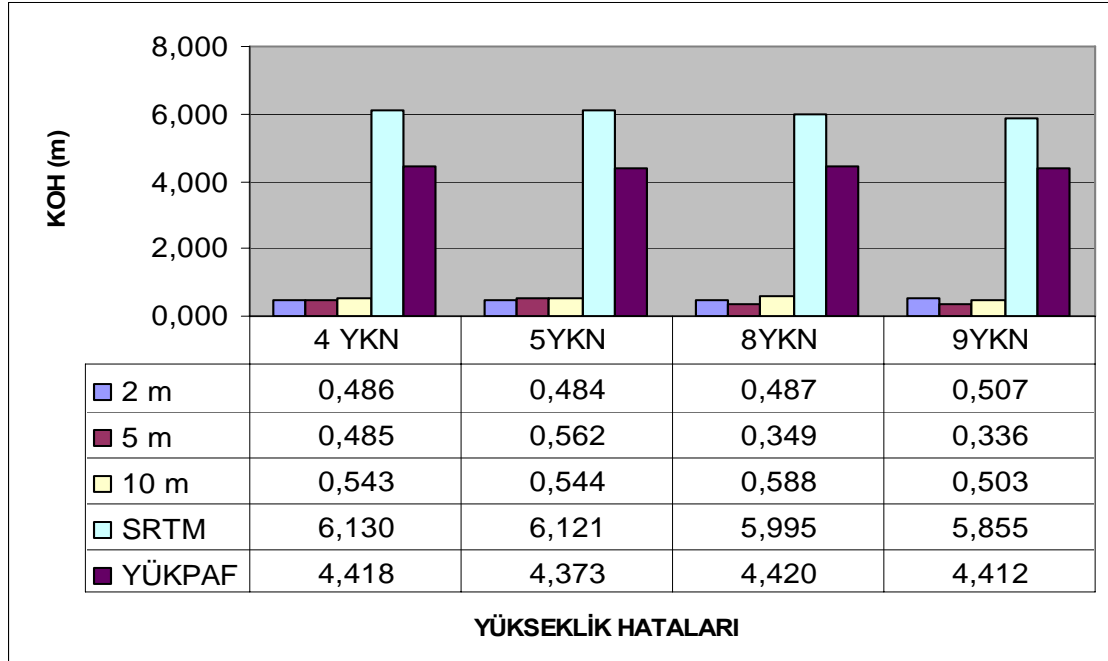
Burada, \mathbf{dp} = Planimetrik hata,

\mathbf{OH} = Ortalama hata,

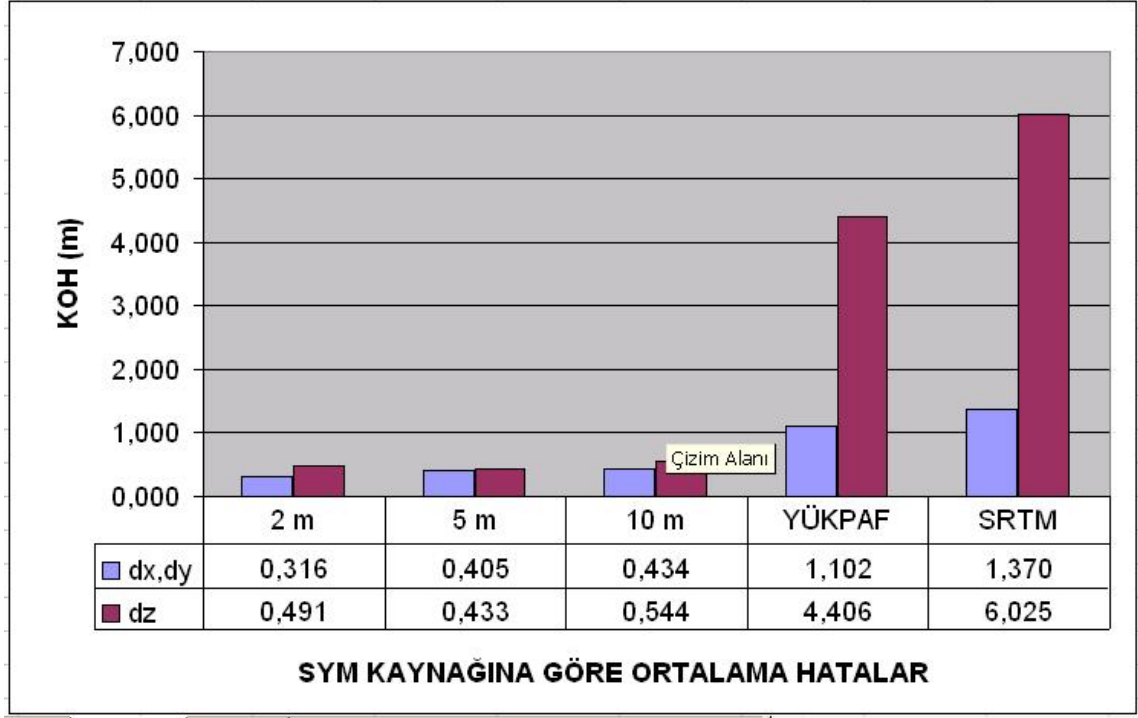
\mathbf{KOH} = Karesel ortalama hatadır.



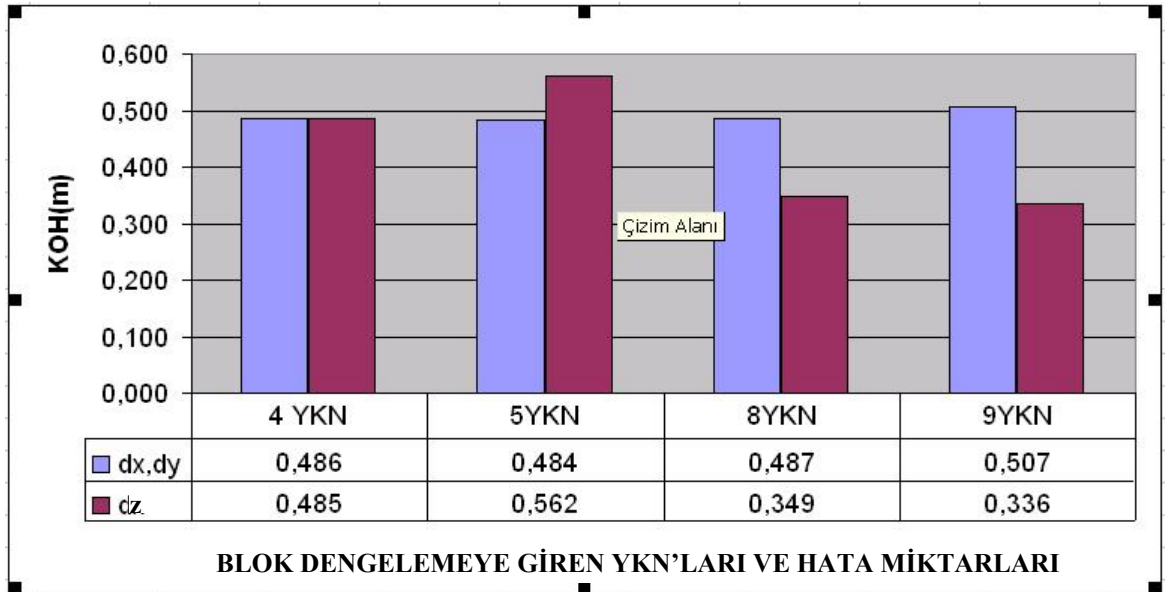
Tablo 6-1 Yapılan Çalışmada Bulunan Planimetrik Hata Oranlarının Genel Gösterimi



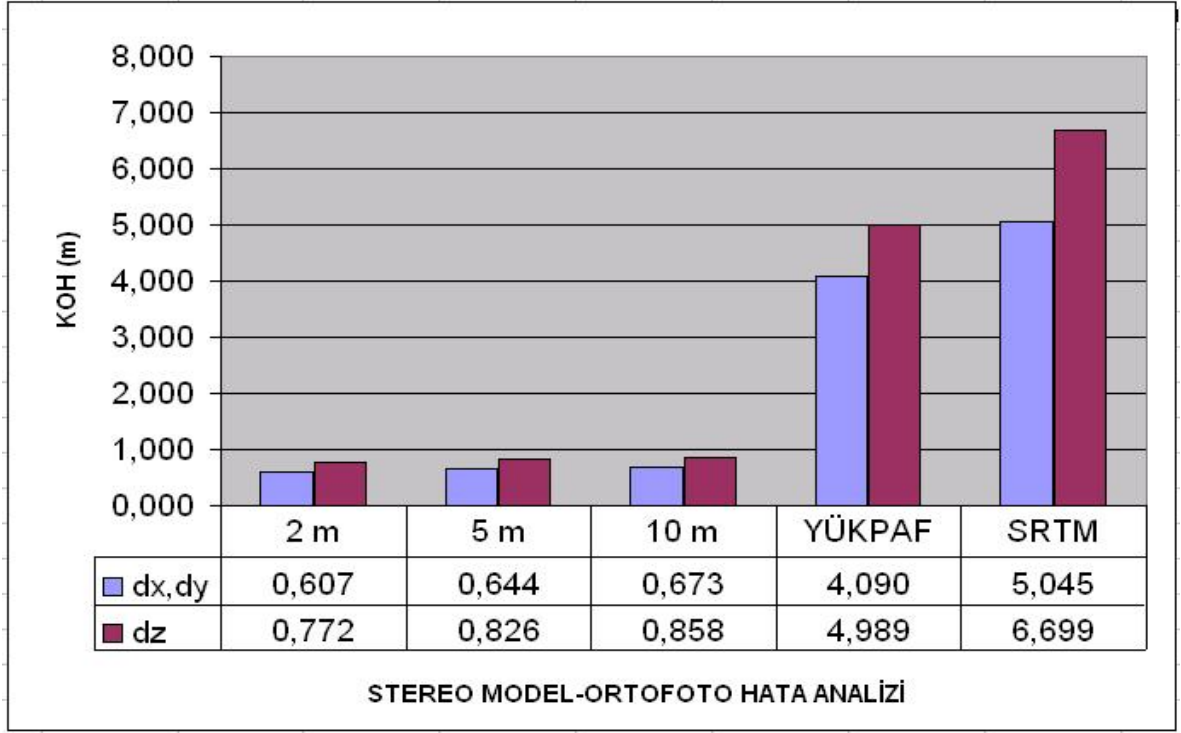
Tablo 6-2 Yapılan Çalışmada Bulunan Yükseklik Hata Oranlarının Genel Gösterimi



Tablo 6-3 Yapılan çalışmada SYM kaynağı Baz alındığında Bulunan Değerleri Gösteren Grafik



Tablo 6-4 Yapılan Çalışmada Blok Dengelemeye Giren YKN Sayısı Baz Alındığında Bulunan Değerleri Gösteren Grafik



Tablo 6-5 Yapılan Çalışmada Stereo Model den Okunan Değerler İle Ortofotodan Okunan Değerler Arasındaki Farkı Gösteren Grafik

Üretilen tüm ortofotoların, referans veriler ile karşılaştırılmalarına ait detaylı tablolar EK-1, EK-2, EK-3, EK-4, EK-5, EK-6, EK-7, EK-8, EK-9, EK-10, EK-11, EK-12, EK-13, EK-14, EK-15, EK-16, EK-17, EK-18, EK-19, EK-20, EK-21, EK-22, EK-23, EK-24, EK-25 ve EK-26' da sunulmuştur.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmanın amaç ve hedeflerine uygun olarak farklı kaynaklardan veriler kullanılarak ortofoto üretimi yapılmıştır. Bu kapsamda farklı sayıda YKN (Yer Kontrol Noktası) kullanılarak blok dengeleme yapılmış, farklı veri türleri kullanılarak farklı çözünürlüklerde SYM'ler üretilmiş ve üretilen SYM'lerin ve aynı zamanda blok dengelemeye giren YKN sayısının ortofoto doğruluğuna olan etkileri incelenmiştir. Çalışmanın amacı; Ortofoto üretiminde kullanılacak optimum YKN sayısı ve optimum SYM kaynağının belirlenmesi olmuştur.

Bu kapsamında ilk olarak çalışma bölgesine ait 1:60.000 ölçekli sayısal hava fotoğraflarının blok dengeleme aşamasında dengelemeye 4, 5, 8 ve 9 adet YKN dahil edilmiş, sonuç ürün olarak testi yapılacak her nirengi noktası için 4 farklı görüntü elde edilmiştir. Bu görüntülerden ortofoto üretiminde ise 5 farklı SYM kullanılmıştır. Bunlar stereo modelden otomatik korelasyon yöntemi ile üretilen 2, 5, ve 10 m aralıklı SYM, 10 metre çözünürlüklü sayısal eşyükseklik eğrileri kullanılarak üretilen SYM ve 90 metre aralıklı SRTM verilerlerinden üretilen SYM'lerdir.

Ortofoto üretiminde kullanılan SYM'nin kaynağı dikkate alınmadığında blok dengelemeye dahil edilen YKN sayısı arttıkça ortofoto doğruluğunun artması öngörülmektedir.

Blok dengelemeye 4 YKN dahil edildiğinde elde edilen ortofotoların KOH 'larının ortalaması 0.683 m, 5 YKN dahil edildiğinde elde edilen ortofotoların KOH 'larının ortalaması 0.845 m, 8 YKN dahil edildiğinde elde edilen ortofotoların KOH 'larının ortalaması 0.776 m, 9 YKN dahil edildiğinde elde edilen ortofotoların KOH 'larının ortalaması 0.626 m olduğu görülmektedir.

Kullanılan kaynağın konumsal çözünürlüğünün 43 cm ve insan gözü ile ölçüm hatalarının en iyi durumda $\pm 1/3$ piksel çözünürlüğü ayırt edebilme kapasitesinde olduğu düşünüldüğünde oluşan bu farkların dikkate alınmayacak kadar düşük olduğu değerlendirilmektedir.

Bu kapsamda GPS/IMU sistemi kullanılarak alınmış olan 1:60.000 ölçekli bu görüntülerde dengelemeye dahil edilen YKN sayısı, ortofoto ve SYM doğruluğunu etkilemekle beraber dikkate alınmayacak kadar düşüktür.

Stereo modelden otomatik korelasyon yöntemiyle 2, 5 ve 10 m aralıklı SYM oluşturulmuş ve bu veriler yardımıyla ortofoto üretimi yapılmıştır. Sonuç olarak SYM çözünürlüğü düştükçe SYM doğruluğunda da bir düşüş eğilimi görülmektedir. Bu da üretilen ortofoto doğruluğunu olumsuz etkilemektedir.

Ayrıca Stereo modelden otomatik korelasyon yöntemiyle elde edilen SYM'lerden üretilen ortofotoların KOH'ları, YÜKPAF ve SRTM verilerinden elde edilen SYM'lerden üretilen ortofotoların KOH 'larına oranla yaklaşık 3 kat daha iyi olduğu; bu durumda otomatik korelasyon yöntemiyle üretilen SYM'lerin ortofoto üretiminde kullanılmasının daha yüksek doğrulukta sonuç verdiği görülmektedir.

Yapılan testler stereo modelden otomatik korelasyon yöntemi ile elde edilen SYM lerin KOH'larının yaklaşık 0.3 m ila 0.5 m civarında olduğunu, anılan SYM'lerden üretilen ortofoto doğruluğunun ise 0.25 ila 0.60 m civarında olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak ortofoto doğruluğunun iyi bir SYM kullanılarak bir pikselin altında bir değer olabileceği değerlendirilmektedir.

SRTM verileri kullanılarak 90 m aralıklı üretilen SYM'nin KOH'larının ortalaması 6.025 m ve 10 m aralıklı sayısal yükseklik eğrilerinden üretilen SYM'lerin KOH'larının ortalaması 4.406 m olduğu, bu veriler ile üretilen ortofotoların KOH'larının ortalamasının yaklaşık 1.3 m olduğu, sonuç olarak yüksek doğruluk gerektirmeyen çalışmalarda YÜKPAF ve SRTM verileri kullanılabilirliği öngörülmektedir.

Yapılan çalışmanın ikinci bölümünde çalışma bölgesinde yer alan Ankara h29d1 paftasında farklı arazi yapılarına sahip 30 adet belirgin nokta tespit edilmiş, dört farklı dengeleme sonucu elde edilen bölgeye ait sayısal hava fotoğraflarından dört farklı stereo model oluşturulmuştur. Yapılan çalışmada stereo modellerde detay noktaları tecrübeli bir operatör tarafından okunmuştur. Sonuç olarak planimetrik karşılaştırmada KOH 0.260 m, yüksekliğin karşılaştırılmasında KOH 0.371 m elde edilmiştir. Doğruluk testinde seçilen detayların arazide belirgin detaylar olması (duvar köşesi, taş vs.) bu noktalarda görüntü eşlemenin kalitesini artırmış ve yüksek doğrulukta sonuçlar elde edilmiştir. Ancak bölge içerisinde örneğin detay olmayan bir tarlanın ortasında yapılan karşılaştırmada hata miktarının artacağı değerlendirilmektedir.

Gelişen teknoloji sonucu son yıllarda IfSAR ve Lidar teknolojilerinden SYM verilerinin elde edilmesi konusunda çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Daha sonraki çalışmalarda,

SYM üretimine ait kaynak veri olarak bu tekniklerin de doğruluk ve en uygun kullanım alanları açısından araştırılmasının faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada kullanılan hava fotoğrafların sayısal hava kamerası ile alınmış olması, analog kameralar ile fotoğraf alımı sonrasında yapılan foto laboratuvar, tarama, fotogrametrik nirengi gibi bir çok işlemi ortadan kaldırmış ve bu işlem aşamalarında harcanan zaman ve maliyeti de ciddi oranda azaltmıştır.

Ayrıca gelişen teknolojiye paralel olarak coğrafi bilgiye olan ihtiyacın giderek artması, talep edilen bilginin güncelliğinin önem kazanması, bu bilgiyi üreten kurumları da sürekli güncel veri toplama ve sunma ihtiyacını ortaya çıkarmıştır . Bu bağlamda Yapılacak olan fotogrametrik çalışmalarda sayısal hava kameralarının kullanılmasının zaman maliyet ve işgücü anlamında yarar sağlayacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- Eker, O., (2000), "Digital Topoğrafik Haritalar ile Digital Ortofoto Haritaların Doğruluk, Maliyet ve Üretim Zamanı Açısından Karşılaştırılması", Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bolstad, P. V. and Stowe, T., (1994) "An Evaluation of DEM Accuracy: Elevation, Slope and Aspect", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 60, pp.1327-1332
- Erdoğan, M., (2000), "Investigating The Effect Of Digital Elevation Model Accuracy On The Planimetric Accuracy Of Orthorectified Spot Imagery", Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yılmaz, A., (2002), "Farklı Karnaklardan Üretilen Sayısal Yükseklik Modellerinin Karşılaştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Schenk, A. F., (1996), "Automatic Generation of DEM's, Digital Photogrammetry", An Addendum to the Manual of Photogrammetry, Chapter 6: 145, USA.
- Erdoğan, M., (2007), "Veri Türü, Kalitesi Ve Üretim Yöntemine Göre Sayısal Yükseklik Modeli (Sym) Standartlarının Belirlenmesi", Doktora tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Gruen, A., (1998), "DTM Generation and Visualization", Symposium on Digital Photogrammetry, İ.T.Ü., İstanbul.
- Heipke, C., (1996), "Overview of Image Matching Techniques", Official Publication, OEEPE.
- Kraus, K. and Waldhausl, P., (1993), "Photogrammetry", Volume 1, Ferd. Dümmlers Verlag, Bonn.

- Kraus, K., Briese, C., Attwenger, M., Pfeifer, N., (2004), "Quality Measures for Digital Terrain Models", ISPRS-2004 Congress, İstanbul.
- Shearer, J.W., 1994. "The Accuracy of Digital Terrain Models", Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 60, pp. 315-336.
- Toz, G., (1989),. "Sayısal Arazi Modelleri", İTÜ Dergisi, 47, 2, İstanbul.
- Wolf, R.P., (1974), "Elements of Photogrammetry", McGraw-Hill, KOGAKUSHA, LTD, Japan.
- Büyüksalih, G. ,"Kızılötesi CCD Kameralar ve Teknik Özellikleri", Harita Dergisi Sayı: 122
- Altan, M. O., (1998), "Why Digital?", Symposium on Digital Photogrammetry, İ.T.Ü., İstanbul.
- İşcan, L., (2005) "İkonos Uydu Görüntüleri İle Ortofoto Yapımının Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü. Fen Birimleri Enstitüsü, İstanbul
- Kiracı, A.C., (2008) "Fotogrametrik Nirengi ve GPS/IMU İle Doğrudan Coğrafi Konumlandırma Test Sonuçları", Tufuap Ankara.
- Demirel, H., (1998), "Digital Ortofotolarda Sayısal Arazi Modellerinin Doğruluğu", İ.T.Ü., İstanbul.
- Steiner, D. R., (1991), "Digital Orthophoto Production on a Microcomputer: A Prototype System", Technical Papers ACSM-ASPRS Annual Convention American Congress on Surveying and Mapping, American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Bethesda.
- Visser, B., 1988, Production and Application of Orthophotographs, ISPRS88

“Erdas Imagine 8.4 Field Guide”, (1996)

“Leica Photogrammetry Suite Project Manager User’s Guide”, (2008)

Ölçücüoğlu, N., “Fotogrametri Ders Notları II”, Basılmamış

Fritsch, D., (1995), “Journal of Photogrammetry&Remote Sensing”,
Volume 49, 1, 118 p.

Heipke, C., Rentsch, H., Würlander, R., (1995), The Digital Orthophoto Map
Vernagfferner, Universitätsverlag Wogner, Innsbruck.

Koçak, E., (1998), Sayısal Arazi Modeli, Yüksek Lisans Ders Notları, ZKÜ, Zonguldak.

Fotogrametri Ders Kitabı, (2002), Harita Yüksek Teknik Okulu, Harita Genel
Komutanlığı, Ankara.

Özer, H., (1989), “Sayısal Arazi Modeli Oluşturma Yöntemleri”, Harita Dergisi,
102, 15-22.

Steiner, D. R., (1991), Digital Orthophoto Production on a Microcomputer: A Prototype
System, Technical Papers ACSM-ASPRS Annual Convention American
Congress on Surveying and Mapping, American Society for
Photogrammetry and Remote Sensing, Bethesda.

İnternet Kaynakları

Erişim Tarihi

1. <http://www.hgk.mil.tr>, Harita Genel Komutanlığı 25 Eylül 2008
2. <http://www.jpl.nasa.gov>. 28 Eylül 2008
3. <http://srtm.usgs.gov>. 28 Eylül 2008
4. <http://www.iobildirici.com>. 25 Aralık 2008
5. <http://www.inpho.de>. 25 Aralık 2008

**EK-1 4 ADET YKN KULLANILARAK YAPILAN BLOK Dengeleme Sonucu Üretilen Ort Ofotoların Doğruluk Analizi
(Otomatik Korelasyonla Üretilen Sym'nin Grid Aralığı : 2 M)**

NOKTANO	FOTO NO	JEODEZİK KOORDİNATLAR			ORT OFOT O KOORDİNATLARI			X, Y, Z KOORDİNAT FARKLARI									
		X	Y	Z	X	Y	Z	dx	dy	dz	dx ²	dy ²	dz ²	dp	l dzl	l dzF	
1001	550	478936,505	4390731,643	1008,086	478936,784	4390731,746	1008,028	-0,279	-0,103	0,058	0,078	0,011	0,088	0,297	0,058	0,003	
1002	551	481826,293	4390727,917	996,994	481826,034	4390727,955	997,576	0,259	-0,038	-0,582	0,067	0,001	0,069	0,262	0,582	0,339	
1003	550	482180,482	4388574,039	1014,323	482180,377	4388574,078	1014,374	0,105	-0,039	-0,051	0,011	0,001	0,013	0,112	0,051	0,003	
1004	551	478812,143	4388756,076	1010,384	478812,209	4388756,347	1011,122	-0,066	-0,271	-0,738	0,004	0,073	0,078	0,279	0,738	0,545	
2501	47	458445,342	4444259,050	1159,131	458445,317	4444258,852	1159,024	0,025	0,198	0,107	0,001	0,039	0,040	0,200	0,107	0,011	
2502	15	505370,543	4444700,115	1022,158	505370,807	4444699,937	1020,978	-0,264	0,178	1,180	0,070	0,032	0,102	0,319	1,180	1,392	
2503	566	505306,640	4387929,315	973,117	505306,605	4387929,149	972,805	0,035	0,166	0,312	0,001	0,028	0,029	0,170	0,312	0,097	
2504	537	458479,272	4387801,224	1133,785	458479,033	4387801,171	1133,551	0,239	0,053	0,234	0,057	0,003	0,060	0,245	0,234	0,055	
2505	104	466518,511	4436370,420	830,258	466518,508	4436370,142	830,530	0,003	0,278	-0,272	0,000	0,077	0,077	0,278	0,272	0,074	
2506	193	477618,816	4428274,204	977,772	477618,515	4428273,881	977,102	0,301	0,323	0,670	0,090	0,104	0,195	0,442	0,670	0,449	
2507	85	498147,217	4436267,692	958,880	498147,393	4436267,232	958,663	-0,176	0,460	0,217	0,031	0,212	0,243	0,493	0,217	0,047	
2508	220	497329,923	4425998,611	1069,042	497329,992	4425998,311	1069,350	-0,069	0,300	-0,308	0,005	0,090	0,095	0,308	0,308	0,095	
2509	391	464193,389	4413327,702	1224,120	464193,562	4413327,549	1223,868	-0,173	0,153	0,252	0,030	0,023	0,053	0,231	0,252	0,064	
2510	298	479619,906	4415660,590	893,751	479619,753	4415660,576	893,727	0,153	0,014	0,024	0,023	0,000	0,024	0,153	0,024	0,001	
2511	371	496841,350	4413195,980	1116,342	496841,434	4413195,926	1116,302	-0,084	0,054	0,040	0,007	0,003	0,010	0,100	0,040	0,002	
2512	452	483337,136	4403382,802	1015,748	483337,493	4403382,869	1015,331	-0,357	-0,067	0,417	0,127	0,004	0,132	0,363	0,417	0,174	
2513	490	488891,152	4396829,274	1401,780	488891,016	4396828,951	1402,309	0,136	0,323	-0,529	0,018	0,105	0,123	0,351	0,529	0,280	
2514	547	478039,113	4390932,736	1132,284	478039,061	4390932,730	1132,212	0,052	-0,014	0,072	0,003	0,000	0,003	0,053	0,072	0,005	
2515	353	482099,726	4437300,907	1362,451	482100,025	4437300,840	1363,494	-0,299	0,067	-1,043	0,090	0,004	0,094	0,307	1,043	1,088	
2516	440	502583,110	4404687,821	1385,683	502583,033	4404687,764	1385,594	0,077	0,057	0,089	0,006	0,003	0,009	0,096	0,089	0,008	
2517	242	462116,284	4424747,120	789,877	462116,265	4424746,929	790,054	0,019	0,191	-0,177	0,000	0,036	0,037	0,192	0,177	0,031	
2518	476	466320,285	4398570,588	1287,171	466320,146	4398570,503	1287,942	0,139	0,085	-0,771	0,019	0,007	0,027	0,163	0,771	0,594	
2519	268	490068,554	4419954,012	952,063	490068,518	4419953,934	952,221	0,036	0,078	-0,158	0,001	0,006	0,007	0,086	0,158	0,025	
2520	408	473487,407	4406252,022	1173,893	473487,287	4406252,021	1174,142	0,120	0,001	-0,249	0,014	0,000	0,014	0,120	0,249	0,062	
														1,620	5,616	8,550	5,443
														0,070			0,237

	Planimetrik Hata (m)	Yükseklik Hatası(m)
ORTALAMA HATA (OH)	0,234	0,356
KARESEL ORTALAMA HATA (KOH)	0,265	0,486

**EK-2 4 ADET YKH KULLANILARAK YAPILAN BLOK DENGELEME SONUCU ÜRETİLEN ORTOFOTOLARIN DOĞRULUK ANALİZİ
(OTOMATİK KORELASYONLA ÜRETİLEN SYM'İNİN GRİD ARALIĞI: 5 M)**

HOKTA NO	FOTO NO	JEODEZİK KOORDİNATLAR			ORTOFOTO KOORDİNATLARI			X, Y, Z KOORDİNAT FARKLARI									
		X	Y	Z	X	Y	Z	dx	dy	dz	dx ²	dy ²	dz ²	d _p	I dz I	I dz I ²	
1001	550	478936,505	4390731,643	1008,086	478936,785	4390731,653	1008,035	-0,280	-0,010	0,051	0,078	0,000	0,078	0,280	0,051	0,003	
1002	551	481826,293	4390727,917	996,994	481826,206	4390727,832	997,561	0,087	0,085	-0,567	0,008	0,007	0,015	0,122	0,567	0,321	
1003	550	482180,482	4388574,039	1014,323	482180,437	4388574,067	1014,347	0,045	-0,028	-0,024	0,002	0,001	0,003	0,053	0,024	0,001	
1004	551	478812,143	4388756,076	1010,384	478812,169	4388756,309	1011,140	-0,026	-0,233	-0,756	0,001	0,054	0,055	0,235	0,756	0,572	
2501	47	458445,342	4444259,050	1159,131	458445,367	4444258,779	1159,032	-0,025	0,271	0,099	0,001	0,074	0,074	0,273	0,099	0,010	
2502	15	505370,543	4444700,115	1022,158	505370,832	4444699,902	1020,997	-0,289	0,213	1,161	0,084	0,045	0,129	0,359	1,161	1,348	
2503	566	505306,640	4387929,315	973,117	505306,499	4387929,132	972,822	0,141	0,183	0,295	0,020	0,034	0,054	0,231	0,295	0,087	
2504	537	458479,272	4387801,224	1133,785	458478,979	4387801,079	1133,548	0,293	0,145	0,237	0,086	0,021	0,107	0,326	0,237	0,056	
2505	104	466518,511	4436370,420	830,258	466518,520	4436370,062	830,557	-0,009	0,358	-0,299	0,000	0,128	0,129	0,359	0,299	0,089	
2506	193	477618,816	4428274,204	977,772	477618,431	4428273,819	977,201	0,385	0,385	0,571	0,148	0,148	0,297	0,545	0,571	0,326	
2507	85	498147,217	4436267,692	958,880	498147,484	4436267,173	958,660	-0,267	0,519	0,220	0,071	0,270	0,341	0,584	0,220	0,048	
2508	220	497329,923	4425998,611	1069,042	497329,901	4425998,234	1069,349	0,022	0,377	-0,307	0,000	0,142	0,143	0,378	0,307	0,094	
2509	391	464193,389	4413327,702	1224,120	464193,516	4413327,852	1223,861	-0,127	-0,150	0,259	0,016	0,023	0,039	0,197	0,259	0,067	
2510	298	479619,906	4415660,590	893,751	479619,666	4415660,441	893,675	0,240	0,149	0,076	0,058	0,022	0,080	0,283	0,076	0,006	
2511	371	496841,330	4413195,980	1116,342	496841,509	4413195,929	1116,293	-0,139	0,051	0,049	0,025	0,003	0,028	0,167	0,049	0,002	
2512	452	483337,136	4403382,802	1015,748	483337,594	4403382,685	1015,168	-0,438	0,117	0,580	0,210	0,014	0,224	0,473	0,580	0,336	
2513	490	488891,152	4396829,274	1401,780	488891,008	4396828,989	1402,288	0,144	0,285	-0,508	0,021	0,081	0,102	0,319	0,508	0,258	
2514	547	476039,113	4390932,736	1132,284	476039,046	4390932,722	1132,207	0,067	0,014	0,077	0,005	0,000	0,005	0,069	0,077	0,006	
2515	353	482099,726	4437300,907	1362,451	482100,036	4437300,746	1363,536	-0,310	0,161	-1,085	0,096	0,026	0,122	0,350	1,085	1,177	
2516	440	502583,110	4404687,821	1385,683	502583,076	4404687,725	1385,598	0,034	0,096	0,085	0,001	0,009	0,010	0,102	0,085	0,007	
2517	242	462116,284	4424747,120	789,877	462116,316	4424746,841	790,077	-0,032	0,279	-0,200	0,001	0,078	0,079	0,281	0,200	0,040	
2518	476	466320,285	4398570,588	1287,171	466320,107	4398570,500	1287,865	0,178	0,088	-0,694	0,032	0,008	0,039	0,199	0,694	0,482	
2519	268	490068,554	4419954,012	952,063	490068,593	4419953,899	952,243	-0,039	0,113	-0,180	0,001	0,013	0,014	0,119	0,180	0,032	
2520	408	473487,407	4406252,022	1173,893	473487,283	4406252,059	1174,120	0,124	-0,037	-0,227	0,015	0,001	0,017	0,130	0,227	0,052	
														2,18	6,43	8,61	5,42
														0,09			0,24

	Planimetrik Hata (m)	Yükseklik Hatası(m)
ORTALAMA HATA (OH)	0,268	0,369
KARESEL ORTALAMA HATA (KOH)	0,308	0,485

**EK-3 4 ADET YKN KULLANILARAK YAPILAN BLOK Dengeleme Sonucu Üretilen Ortofotoğaların Doğruluk Analizi
(Otomatik Korelasyonla Üretilen SYM'nin Grid Aralığı : 10 M)**

NOKTA NO	FOTO NO	JEODEZİK KOORDİNATLAR			ORTOFOTO KOORDİNATLARI			X, Y, Z KOORDİNAT FARKLARI									
		X	Y	Z	X	Y	Z	dx	dy	dz	dx ²	dy ²	dz ²	dp	dz	dz ²	
1001	550	478936,505	4390731,643	1008,086	478936,821	4390731,716	1008,062	-0,316	-0,073	0,024	0,100	0,005	0,105	0,325	0,024	0,001	
1002	551	481826,293	4390727,917	996,994	481826,086	4390727,816	997,548	0,207	0,101	-0,554	0,043	0,010	0,053	0,230	0,554	0,307	
1003	550	482180,482	4388574,039	1014,323	482180,456	4388574,088	1014,253	0,026	-0,049	0,070	0,001	0,002	0,003	0,056	0,070	0,005	
1004	551	478812,143	4388756,076	1010,384	478812,251	4388756,353	1011,230	-0,108	-0,277	-0,846	0,012	0,077	0,088	0,297	0,846	0,716	
2501	47	458445,342	4444259,050	1159,131	458445,386	4444258,733	1158,924	-0,044	0,317	0,207	0,002	0,100	0,102	0,320	0,207	0,043	
2502	15	505370,543	4444700,115	1022,158	505370,878	4444699,978	1021,008	-0,335	0,137	1,150	0,112	0,019	0,131	0,362	1,150	1,322	
2503	566	505306,640	4387929,315	973,117	505306,475	4387929,227	972,841	0,165	0,088	0,276	0,027	0,008	0,035	0,187	0,276	0,076	
2504	537	458479,272	4387801,224	1133,785	458478,950	4387801,150	1133,534	0,322	0,074	0,251	0,104	0,005	0,109	0,330	0,251	0,063	
2505	104	466518,511	4436370,420	830,258	466518,536	4436370,073	830,589	-0,025	0,347	-0,331	0,001	0,120	0,121	0,348	0,331	0,110	
2506	193	477618,816	4428274,204	977,772	477618,428	4428273,690	976,775	0,388	0,514	0,997	0,151	0,264	0,414	0,644	0,997	0,994	
2507	85	498147,217	4436267,692	958,880	498147,451	4436267,184	958,675	-0,234	0,508	0,205	0,055	0,258	0,312	0,559	0,205	0,042	
2508	220	497329,923	4425998,611	1069,042	497329,968	4425998,289	1069,322	-0,045	0,322	-0,280	0,002	0,104	0,106	0,325	0,280	0,078	
2509	391	464193,389	4413327,702	1224,120	464193,545	4413327,395	1223,854	-0,156	0,307	0,266	0,024	0,094	0,119	0,344	0,266	0,071	
2510	298	479619,906	4415660,590	893,751	479619,791	4415660,462	893,607	0,115	0,128	0,144	0,013	0,016	0,030	0,172	0,144	0,021	
2511	371	496841,350	4413195,980	1116,342	496841,536	4413195,919	1116,208	-0,186	0,061	0,134	0,035	0,004	0,038	0,196	0,134	0,018	
2512	452	483337,136	4403382,802	1015,748	483337,607	4403382,684	1014,647	-0,471	0,118	1,101	0,222	0,014	0,236	0,486	1,101	1,212	
2513	490	488891,152	4396829,274	1401,780	488891,003	4396829,008	1402,243	0,149	0,266	-0,463	0,022	0,071	0,093	0,305	0,463	0,214	
2514	547	476039,113	4390932,736	1132,284	476039,008	4390932,766	1132,202	0,105	-0,030	0,082	0,011	0,001	0,012	0,109	0,082	0,007	
2515	353	482099,726	4437300,907	1362,451	482100,044	4437300,825	1363,467	-0,318	0,082	-1,016	0,101	0,007	0,108	0,329	1,016	1,032	
2516	440	502583,110	4404687,821	1385,683	502583,046	4404687,713	1385,591	0,064	0,108	0,092	0,004	0,012	0,016	0,126	0,092	0,008	
2517	242	462116,284	4424747,120	789,877	462116,454	4424746,874	790,131	-0,170	0,246	-0,254	0,029	0,061	0,089	0,299	0,254	0,065	
2518	476	466320,285	4398570,588	1287,171	466320,187	4398570,485	1287,745	0,098	0,103	-0,574	0,010	0,011	0,020	0,142	0,574	0,329	
2519	268	490068,554	4419954,012	952,063	490068,587	4419953,901	952,018	-0,033	0,111	0,045	0,001	0,012	0,013	0,116	0,045	0,002	
2520	408	473487,407	4406252,022	1173,893	473487,259	4406251,955	1174,107	0,148	0,067	-0,214	0,022	0,005	0,026	0,162	0,214	0,046	
														2,38	6,77	9,38	6,78
														0,10			0,29

	Planimetrik Hata (m)	Yükseklik Hatası (m)
ORTALAMA HATA (OH)	0,282	0,399
KARES EL ORTALAMA HATA (KOH)	0,322	0,543

**EK-4 4 ADET YKN KULLANILARAK YAPILAN BLOK DENGELEME SONUCU ÜRETİLEN ORTOFOTOLARIN DOĞRULUK ANALİZİ
(SRM VERİLERİNDEN ÜRETİLEN 90x90 M ARALIKLI SYM KULLANILMIŞTIR)**

NOKTANO	FOTONO	JEODEZİK KOORDİNATLAR			ORTOFOTO KOORDİNATLARI			X, Y, Z KOORDİNAT FARKLARI								
		X	Y	Z	X	Y	Z	dx	dy	dz	dx ²	dy ²	dz ²	d _p	I dz I	I dz I ²
1001	550	478936,505	4390731,643	1008,086	478937,685	4390731,369	1012,500	-1,180	0,274	-4,414	1,392	0,075	1,467	1,211	4,414	19,483
1002	551	481826,293	4390727,917	996,994	481826,288	4390727,367	1000,767	0,005	0,550	-3,773	0,000	0,303	0,303	0,550	3,773	14,236
1003	550	482180,482	4388574,039	1014,323	482180,569	4388573,866	1013,215	-0,087	0,173	1,108	0,008	0,030	0,037	0,193	1,108	1,228
1004	551	478812,143	4388756,076	1010,384	478812,325	4388756,418	1011,730	-0,182	-0,342	-1,346	0,033	0,117	0,150	0,388	1,346	1,812
2501	47	458445,342	4444259,050	1159,131	458444,610	4444260,069	1155,387	0,732	-1,019	3,744	0,536	1,037	1,573	1,254	3,744	14,018
2502	15	505370,543	4444700,115	1022,158	505369,761	4444700,929	1024,122	0,782	-0,814	-1,964	0,612	0,662	1,274	1,129	1,964	3,857
2503	566	505306,640	4387929,315	973,117	505307,271	4387930,408	976,698	-0,631	-1,093	-3,581	0,398	1,194	1,592	1,262	3,581	12,824
2504	537	458479,272	4387801,224	1133,785	458478,941	4387801,664	1133,902	0,331	-0,440	-0,117	0,110	0,193	0,303	0,551	0,117	0,014
2505	104	466518,511	4436370,420	830,258	466518,353	4436370,336	831,978	0,158	0,084	-1,720	0,025	0,007	0,032	0,179	1,720	2,958
2506	193	477618,816	4428274,204	977,772	477619,341	4428270,670	955,348	-0,525	3,534	22,424	0,276	12,488	12,764	3,573	22,424	502,836
2507	85	498147,217	4436267,692	958,880	498146,742	4436268,218	962,556	0,475	-0,526	-3,676	0,225	0,276	0,302	0,708	3,676	13,513
2508	220	497329,923	4425998,611	1069,042	497330,807	4426000,624	1057,851	-0,884	-2,013	11,191	0,781	4,051	4,831	2,198	11,191	125,238
2509	391	464193,389	4413327,702	1224,120	464194,956	4413329,373	1217,886	-1,567	-1,671	6,234	2,455	2,792	5,247	2,291	6,234	38,863
2510	298	479619,906	4415660,590	893,751	479619,500	4415660,803	897,166	0,406	-0,213	-3,415	0,165	0,045	0,211	0,459	3,415	11,662
2511	371	496841,350	4413195,980	1116,342	496841,185	4413195,692	1117,354	0,165	0,288	-1,012	0,027	0,083	0,110	0,332	1,012	1,024
2512	452	483337,136	4403382,802	1015,748	483338,591	4403383,185	1010,113	-1,455	-0,383	5,635	2,116	0,147	2,263	1,504	5,635	31,753
2513	490	488891,152	4396829,274	1401,780	488889,993	4396827,688	1397,378	1,159	1,586	4,402	1,343	2,514	3,858	1,964	4,402	19,378
2514	547	476039,113	4390932,736	1132,284	476039,311	4390932,505	1133,188	-0,198	0,231	-0,904	0,039	0,053	0,093	0,305	0,904	0,817
2515	353	482099,726	4437300,907	1362,451	482101,524	4437300,011	1356,493	-1,798	0,896	5,958	3,232	0,802	4,034	2,009	5,958	35,498
2516	440	502583,110	4404687,821	1385,683	502582,927	4404687,559	1385,734	0,183	0,262	-0,051	0,034	0,069	0,102	0,320	0,051	0,003
2517	242	462116,284	4424747,120	789,877	462116,518	4424746,786	790,114	-0,234	0,334	-0,237	0,055	0,112	0,166	0,408	0,237	0,056
2518	476	466320,285	4398570,588	1287,171	466319,398	4398570,466	1283,988	0,887	0,122	3,183	0,786	0,015	0,801	0,895	3,183	10,131
2519	268	490068,554	4419954,012	952,063	490068,509	4419953,927	953,782	0,045	0,085	-1,719	0,002	0,007	0,009	0,096	1,719	2,955
2520	408	473487,407	4406252,022	1173,893	473487,156	4406251,860	1173,780	0,251	0,162	0,113	0,063	0,026	0,089	0,299	0,113	0,013
													41,813	24,076	91,921	864,169
													1,818			37,573

	Planimetrik Hata (m)	Yükseklik Hatası(m)
ORTALAMA HATA (OH)	1,003	3,830
KARESEL ORTALAMA HATA (KOH)	1,346	6,130

**EK-5 4 ADET YKN KULLANILARAK YAPILAN BLOK DENGELEME SONUCU ÜRETİLEN ORT OFOT OLARIN DOĞRULUK ANALİZİ
(YÜKPAF VE RİLERİNDEN ÜRETİLEN 10×10 M ARALIKLI SYM KULLANILMIŞ IR)**

NOKTA NO	FOTONO	JE ODEZİK KOORDİNATLAR			ORT OFOT O KOORDİNATLARI			X, Y, Z KOORDİNAT FARKLARI									
		X	Y	Z	X	Y	Z	dx	dy	dz	dx ²	dy ²	dz ²	d _p	dz	dz ²	
1001	550	478936,505	4390731,643	1008,086	478936,206	4390729,941	1021,926	0,299	1,702	-13,840	0,089	2,897	2,986	1,728	13,840	191,546	
1002	551	481826,293	4390727,917	996,994	481826,169	4390727,653	1000,010	0,124	0,264	-3,016	0,015	0,070	0,085	0,292	3,016	9,096	
1003	550	482180,482	4388574,039	1014,323	482180,402	4388575,199	1020,174	0,080	-1,160	-5,851	0,006	1,347	1,353	1,163	5,851	34,234	
1004	551	478812,143	4388756,076	1010,384	478813,852	4388757,523	1018,216	-1,709	-1,447	-7,832	2,921	2,094	5,016	2,240	7,832	61,340	
2501	47	458445,342	4444259,050	1159,131	458445,455	4444258,865	1158,988	-0,113	0,185	0,143	0,013	0,034	0,047	0,217	0,143	0,020	
2502	15	505370,543	4444700,115	1022,158	505370,909	4444699,971	1020,875	-0,366	0,144	1,283	0,134	0,021	0,155	0,394	1,283	1,646	
2503	566	505306,640	4387929,315	973,117	505305,226	4387926,916	965,209	1,414	2,399	7,908	1,999	5,753	7,752	2,784	7,908	62,536	
2504	537	458479,272	4387801,224	1133,785	458478,499	4387799,960	1129,286	0,773	1,264	4,499	0,597	1,598	2,195	1,481	4,499	20,241	
2505	104	466518,511	4436370,420	830,258	466518,373	4436370,236	831,218	0,138	0,184	-0,960	0,019	0,034	0,053	0,230	0,960	0,922	
2506	193	477618,816	4428274,204	977,772	477618,887	4428273,241	973,25	-0,071	0,963	4,521	0,005	0,927	0,932	0,965	4,521	20,439	
2507	85	498147,217	4436267,692	958,880	498147,254	4436267,513	959,732	-0,037	0,179	-0,852	0,001	0,032	0,033	0,182	0,852	0,726	
2508	220	497329,923	4425998,611	1069,042	497330,070	4425998,486	1068,288	-0,147	0,125	0,754	0,022	0,016	0,037	0,193	0,754	0,569	
2509	391	464193,389	4413327,702	1224,120	464193,095	4413327,171	1224,910	0,294	0,531	-0,790	0,086	0,282	0,369	0,607	0,790	0,624	
2510	298	479619,906	4415660,590	893,751	479619,348	4415660,690	897,996	0,558	-0,100	-4,245	0,311	0,010	0,321	0,566	4,245	18,020	
2511	371	496841,350	4413195,980	1116,342	496841,175	4413195,516	1117,877	0,175	0,464	-1,535	0,031	0,215	0,246	0,496	1,535	2,356	
2512	452	483337,136	4403382,802	1015,748	483337,829	4403382,972	1013,909	-0,693	-0,170	1,839	0,481	0,029	0,509	0,714	1,839	3,382	
2513	490	488891,152	4396829,274	1401,780	488890,778	4396828,702	1401,162	0,374	0,572	0,618	0,140	0,327	0,466	0,683	0,618	0,382	
2514	547	476039,113	4390932,736	1132,284	476038,722	4390933,110	1130,093	0,391	-0,374	2,191	0,153	0,140	0,293	0,541	2,191	4,800	
2515	353	482099,726	4437300,907	1362,451	482100,392	4437300,583	1361,120	-0,666	0,324	1,331	0,443	0,105	0,548	0,740	1,331	1,772	
2516	440	502583,110	4404687,821	1385,683	502583,182	4404687,922	1384,899	-0,072	-0,101	0,784	0,005	0,010	0,015	0,124	0,784	0,615	
2517	242	462116,284	4424747,120	789,877	462116,165	4424746,770	791,765	0,119	0,330	-1,888	0,014	0,123	0,137	0,370	1,888	3,565	
2518	476	466320,285	4398570,588	1287,171	466319,733	4398570,468	1285,256	0,552	0,120	1,915	0,304	0,014	0,319	0,564	1,915	3,667	
2519	268	490068,554	4419954,012	952,063	490068,410	4419953,682	950,182	0,144	0,330	1,881	0,021	0,109	0,130	0,360	1,881	3,538	
2520	408	473487,407	4406252,022	1173,893	473487,170	4406251,809	1172,197	0,237	0,213	1,696	0,056	0,046	0,102	0,319	1,696	2,876	
														24,10	17,95	72,17	448,91
														1,05			19,52

	Planimetrik Hata (m)	Yükseklik Hatası(m)
ORTALAMA HATA (OH)	0,748	3,007
KARESEL ORTALAMA HATA (KOH)	1,024	4,418

**EK-6 5 ADET YKN KULLANILARAK YAPILAN BLOK DENGELEME SONUCU ÜRE TİLEN ORT OF OT OLARIN DOĞRULUK ANALİZİ
(OTOMATİK KORELASYONLA ÜRE TİLEN SYM'İNİN GRİD ARALIĞI : 2 M)**

NOKTANO	FOTO NO	JEODEZİK KOORDİNATLAR			ORT OF OT O KOORDİNATLARI			X, Y, Z K OORDİNAT FARKLARI									
		X	Y	Z	X	Y	Z	dx	dy	dz	dx ²	dy ²	dz ²	dp	dz	dzF	
1001	550	478936,505	4390731,643	1008,086	478936,633	4390731,739	1008,029	-0,128	-0,096	0,057	0,016	0,009	0,026	0,160	0,057	0,003	
1002	551	481826,293	4390727,917	996,994	481826,032	4390727,959	997,561	0,261	-0,042	-0,567	0,068	0,002	0,070	0,264	0,567	0,321	
1003	550	482180,482	4388574,039	1014,323	482180,571	4388574,173	1014,381	-0,089	-0,134	-0,058	0,008	0,018	0,026	0,161	0,058	0,003	
1004	551	478812,143	4388756,076	1010,384	478812,153	4388756,290	1011,148	-0,010	-0,214	-0,764	0,000	0,046	0,046	0,214	0,764	0,584	
2501	47	458445,342	4444259,050	1159,131	458445,384	4444258,724	1158,992	-0,042	0,326	0,139	0,002	0,106	0,108	0,329	0,139	0,019	
2502	15	505370,543	4444700,115	1022,158	505370,900	4444700,018	1020,994	-0,357	0,097	1,164	0,128	0,009	0,137	0,370	1,164	1,355	
2503	566	505306,640	4387929,315	973,117	505306,552	4387929,308	972,888	0,088	0,007	0,229	0,008	0,000	0,008	0,088	0,229	0,052	
2504	537	458479,272	4387801,224	1133,785	458479,123	4387801,310	1133,553	0,149	-0,086	0,232	0,022	0,007	0,030	0,172	0,232	0,054	
2505	104	466518,511	4436370,420	830,258	466518,449	4436370,186	830,53	0,062	0,234	-0,273	0,004	0,055	0,059	0,242	0,273	0,075	
2506	193	477618,816	4428274,204	977,772	477618,753	4428273,843	977,087	0,063	0,361	0,685	0,004	0,130	0,134	0,367	0,685	0,469	
2507	85	498147,217	4436267,692	958,880	498147,540	4436267,317	958,663	-0,323	0,375	0,217	0,104	0,141	0,245	0,495	0,217	0,047	
2508	220	497329,923	4425998,611	1069,042	497330,065	4425998,366	1069,349	-0,142	0,245	-0,307	0,020	0,060	0,080	0,283	0,307	0,094	
2509	391	464193,389	4413327,702	1224,120	464193,532	4413327,766	1223,861	-0,143	-0,064	0,259	0,020	0,004	0,025	0,157	0,259	0,067	
2510	298	479619,906	4415660,590	893,751	479619,775	4415660,607	893,745	0,131	-0,017	0,006	0,017	0,000	0,017	0,132	0,006	0,000	
2511	371	496841,350	4413195,980	1116,342	496841,493	4413195,851	1116,308	-0,143	0,129	0,034	0,021	0,017	0,037	0,193	0,034	0,001	
2512	452	483337,136	4403382,802	1015,748	483337,504	4403382,628	1015,370	-0,368	0,174	0,378	0,135	0,030	0,165	0,407	0,378	0,143	
2513	490	488891,152	4396829,274	1401,780	488891,092	4396829,086	1402,295	0,060	0,188	-0,515	0,004	0,036	0,039	0,198	0,515	0,265	
2514	547	476039,113	4390932,736	1132,284	476039,068	4390932,752	1132,210	0,045	-0,016	0,074	0,002	0,000	0,002	0,047	0,074	0,005	
2515	353	482099,726	4437300,907	1362,451	482099,958	4437300,761	1363,501	-0,232	0,146	-1,050	0,054	0,021	0,075	0,274	1,050	1,102	
2516	440	502583,110	4404687,821	1385,683	502583,066	4404687,723	1385,806	0,044	0,098	-0,123	0,002	0,010	0,012	0,108	0,123	0,015	
2517	242	462116,284	4424747,120	789,877	462116,619	4424746,990	790,059	-0,335	0,130	-0,182	0,112	0,017	0,129	0,359	0,182	0,033	
2518	476	466320,285	4398570,588	1287,171	466320,246	4398570,607	1287,939	0,039	-0,019	-0,768	0,002	0,000	0,002	0,044	0,768	0,590	
2519	268	490068,554	4419954,012	952,063	490068,571	4419953,913	952,233	-0,017	0,099	-0,170	0,000	0,010	0,010	0,100	0,170	0,029	
2520	408	473487,407	4406252,022	1173,893	473487,328	4406252,105	1174,131	0,079	-0,083	-0,238	0,006	0,007	0,013	0,115	0,238	0,057	
														1,49	5,28	8,49	5,39
														0,06			0,28

	Planimetrik Hata (m)	Yükseklik Hatası(m)
ORTALAMA HATA (OH)	0,220	0,354
KARESEL ORTALAMA HATA (KOH)	0,255	0,464

**EK-7 5 ADET YKN KULLANILARAK YAPILAN BLOK DENGEME SONUCU ÜRETİLEN ORT OF OT OLARIN DOĞRULUK ANALİZİ
(OT OMATİK KORELASYONLA ÜRETİLEN SYM'NİN GRİD ARALIĞI : 5 M)**

NOKTANO	FOTONO	JE ODEZİK KOORDİNATLAR			ORT OF OT O KOORDİNATLARI			X, Y, Z KOORDİNAT FARKLARI									
		X	Y	Z	X	Y	Z	dx	dy	dz	dx ²	dy ²	dz ²	dp	l dzl	l dzF	
1001	550	478936,505	4390731,643	1008,086	478936,737	4390731,757	1008,054	-0,232	-0,114	0,032	0,054	0,013	0,067	0,258	0,032	0,001	
1002	551	481826,293	4390727,917	996,994	481826,418	4390728,023	997,564	-0,125	-0,106	-0,570	0,016	0,011	0,027	0,164	0,570	0,325	
1003	550	482180,482	4388574,039	1014,323	482180,767	4388574,253	1014,199	-0,285	-0,214	0,124	0,081	0,046	0,127	0,356	0,124	0,015	
1004	551	478812,143	4388756,076	1010,384	478812,172	4388756,189	1011,098	-0,029	-0,113	-0,714	0,001	0,013	0,014	0,117	0,714	0,510	
2501	47	458445,342	4444259,050	1159,131	458446,018	4444258,151	1158,924	-0,676	0,899	0,207	0,457	0,808	1,265	1,125	0,207	0,043	
2502	15	505370,543	4444700,115	1022,158	505368,963	4444699,117	1021,010	1,580	0,998	1,148	2,496	0,996	3,492	1,869	1,148	1,318	
2503	566	505306,640	4387929,315	973,117	505306,494	4387928,891	972,916	0,146	0,424	0,201	0,021	0,180	0,201	0,448	0,201	0,040	
2504	537	458479,272	4387801,224	1133,785	458479,151	4387801,066	1133,518	0,121	0,158	0,267	0,015	0,025	0,040	0,199	0,267	0,071	
2505	104	466518,511	4436370,420	830,258	466518,464	4436370,033	830,589	0,047	0,387	-0,331	0,002	0,150	0,152	0,390	0,331	0,110	
2506	193	477618,816	4428274,204	977,772	477618,898	4428273,381	976,468	-0,082	0,823	1,304	0,007	0,677	0,684	0,827	1,304	1,700	
2507	85	498147,217	4436267,692	958,880	498147,425	4436267,009	958,663	-0,208	0,683	0,217	0,043	0,466	0,510	0,714	0,217	0,047	
2508	220	497329,923	4425998,611	1069,042	497329,932	4425998,443	1069,264	-0,009	0,168	-0,222	0,000	0,028	0,028	0,168	0,222	0,049	
2509	391	464193,389	4413327,702	1224,120	464193,552	4413327,697	1223,816	-0,163	0,005	0,304	0,027	0,000	0,027	0,163	0,304	0,092	
2510	298	479619,906	4415660,590	893,751	479619,681	4415660,456	893,556	0,225	0,134	0,195	0,051	0,018	0,069	0,262	0,195	0,038	
2511	371	496841,350	4413195,980	1116,342	496841,573	4413195,675	1116,200	-0,223	0,305	0,142	0,050	0,093	0,143	0,378	0,142	0,020	
2512	452	483337,136	4403382,802	1015,748	483337,605	4403382,346	1014,590	-0,469	0,456	1,158	0,220	0,208	0,428	0,654	1,158	1,341	
2513	490	488891,152	4396829,274	1401,780	488891,149	4396829,323	1402,256	0,003	-0,049	-0,476	0,000	0,002	0,002	0,049	0,476	0,227	
2514	547	476039,113	4390932,736	1132,284	476039,111	4390932,482	1132,199	0,002	0,254	0,085	0,000	0,065	0,065	0,254	0,085	0,007	
2515	353	482099,726	4437300,907	1362,451	482099,945	4437300,641	1363,460	-0,219	0,266	-1,009	0,048	0,071	0,119	0,345	1,009	1,018	
2516	440	502583,110	4404687,821	1385,683	502583,233	4404687,787	1385,685	-0,123	0,034	-0,002	0,015	0,001	0,016	0,128	0,002	0,000	
2517	242	462116,284	4424747,120	789,877	462116,686	4424746,910	790,092	-0,402	0,210	-0,215	0,162	0,044	0,206	0,454	0,215	0,046	
2518	476	466320,285	4398570,588	1287,171	466320,329	4398570,730	1287,663	-0,044	-0,142	-0,492	0,002	0,020	0,022	0,149	0,492	0,242	
2519	268	490068,554	4419954,012	952,063	490068,516	4419953,799	952,159	0,038	0,213	-0,096	0,001	0,045	0,047	0,216	0,096	0,009	
2520	408	473487,407	4406252,022	1173,893	473487,383	4406252,022	1173,927	0,024	0,000	-0,034	0,001	0,000	0,001	0,024	0,034	0,001	
														7,750	9,710	9,545	7,272
														0,337			0,316

	Planimetrik Hata (m)	Yükseklik Hatası(m)
ORTALAMA HATA (OH)	0,405	0,398
KARESEL ORTALAMA HATA (KOH)	0,580	0,562

**EK-8 5 ADET YKN KULLANILARAK YAPILAN BLOK DENGEME SONUCU ÜRE TİLEN ORTOFOTO LARIN DOĞRULUK ANALİZİ
(OTOMATİK KORELASYONLA ÜRE TİLEN SYM' NİN GRID ARALIĞI : 10 M)**

NOKTANO	FOTO NO	JEODEZİK KOORDİNATLAR (REFERANS)			ORTOFOTO KOORDİNATLARI			X, Y, Z KOORDİNAT FARKLARI									
		X	Y	Z	X	Y	Z	dx	dy	dz	dx ²	dy ²	dz ²	dp	dx	dx P	
1001	550	478936,505	4390731,643	1008,086	478936,686	4390731,629	1008,053	-0,181	0,014	0,033	0,033	0,000	0,033	0,182	0,033	0,001	
1002	551	481826,293	4390727,917	996,994	481826,331	4390727,831	997,564	-0,038	0,086	-0,570	0,001	0,007	0,009	0,094	0,570	0,325	
1003	550	482180,482	4388574,039	1014,323	482180,835	4388574,079	1014,199	-0,353	-0,040	0,124	0,125	0,002	0,126	0,355	0,124	0,015	
1004	551	478812,143	4388756,076	1010,384	478812,211	4388756,190	1011,097	-0,068	-0,114	-0,713	0,005	0,013	0,018	0,133	0,713	0,508	
2501	47	458445,342	4444259,050	1159,131	458445,935	4444258,414	1158,928	-0,593	0,636	0,203	0,352	0,404	0,756	0,870	0,203	0,041	
2502	15	505370,543	4444700,115	1022,158	505370,196	4444700,320	1021,011	0,347	-0,205	1,147	0,120	0,042	0,162	0,403	1,147	1,316	
2503	566	505306,640	4387929,315	973,117	505306,735	4387929,040	972,917	-0,095	0,275	0,200	0,009	0,076	0,085	0,291	0,200	0,040	
2504	537	458479,272	4387801,224	1133,785	458479,183	4387801,368	1133,518	0,089	-0,144	0,267	0,008	0,021	0,029	0,169	0,267	0,071	
2505	104	466518,511	4436370,420	830,258	466518,465	4436369,947	830,589	0,046	0,473	-0,331	0,002	0,224	0,226	0,475	0,331	0,110	
2506	193	477618,816	4428274,204	977,772	477619,071	4428273,391	978,265	-0,255	0,813	-0,493	0,065	0,661	0,726	0,852	0,493	0,243	
2507	85	498147,217	4436267,692	958,880	498147,378	4436267,077	959,220	-0,161	0,615	-0,340	0,026	0,378	0,404	0,636	0,340	0,116	
2508	220	497329,923	4425998,611	1069,042	497330,090	4425998,445	1069,892	-0,167	0,166	-0,850	0,028	0,028	0,055	0,235	0,850	0,723	
2509	391	464193,389	4413327,702	1224,120	464193,403	4413327,621	1225,124	-0,014	0,081	-1,004	0,000	0,007	0,007	0,082	1,004	1,008	
2510	298	479619,906	4415660,590	893,751	479619,965	4415660,688	893,524	-0,059	-0,098	0,227	0,003	0,010	0,013	0,114	0,227	0,052	
2511	371	496841,350	4413195,980	1116,342	496841,565	4413195,667	1116,985	-0,215	0,313	-0,643	0,046	0,098	0,144	0,380	0,643	0,413	
2512	452	483337,136	4403382,802	1015,748	483337,372	4403382,985	1015,562	-0,236	-0,183	0,186	0,056	0,033	0,089	0,299	0,186	0,035	
2513	490	488891,152	4396829,274	1401,780	488891,191	4396829,417	1402,147	-0,039	-0,143	-0,367	0,002	0,020	0,022	0,148	0,367	0,135	
2514	547	476039,113	4390932,736	1132,284	476039,221	4390932,427	1132,586	-0,108	0,309	-0,302	0,012	0,095	0,107	0,327	0,302	0,091	
2515	353	482099,726	4437300,907	1362,451	482097,621	4437299,686	1362,658	2,105	1,221	-0,207	4,431	1,491	5,922	2,433	0,207	0,043	
2516	440	502583,110	4404687,821	1385,683	502583,123	4404687,752	1385,927	-0,013	0,069	-0,244	0,000	0,005	0,005	0,070	0,244	0,060	
2517	242	462116,284	4424747,120	789,877	462116,523	4424746,981	788,836	-0,239	0,139	1,041	0,057	0,019	0,076	0,276	1,041	1,084	
2518	476	466320,285	4398570,588	1287,171	466320,179	4398570,809	1287,257	0,106	-0,221	-0,086	0,011	0,049	0,060	0,245	0,086	0,007	
2519	268	490068,554	4419954,012	952,063	490068,489	4419953,932	952,547	0,065	0,080	-0,484	0,004	0,006	0,011	0,103	0,484	0,234	
2520	408	473487,407	4406252,022	1173,893	473487,354	4406252,008	1173,532	0,053	0,014	0,361	0,003	0,000	0,003	0,055	0,361	0,130	
														9,09	9,23	10,42	6,80
														0,40			0,30

	Planimetrik Hata (m.)	Yükseklik Hatası(m.)
ORTALAMA HATA (OH)	0,385	0,434
KARESEL ORTALAMA HATA (KOH)	0,629	0,544

**EK-9 5 ADET YKN KULLANILARAK YAPILAN BLOK DENGELEME SONUCU ÜRETİLEN ORTOĞOT OLARIN DOĞRULUK ANALİZİ
(SRTM VERİLERİNDEN ÜRETİLEN 90×90 M ARALIKLI SYM KULLANILMIŞTIR)**

NOKTA NO	FOTONO	JE ODEZİK KOORDİNATLAR(REFERANS)			ORTOĞOT O KOORDİNATLARI			X, Y, Z KOORDİNAT FARKLARI									
		X	Y	Z	X	Y	Z	dx	dy	dz	dx ²	dy ²	dz ²	dp	dz	dz F	
1001	550	478936,505	4390731,643	1008,086	478937,587	4390730,985	1012,491	-1,082	0,658	-4,405	1,171	0,433	1,604	1,266	4,405	19,404	
1002	551	481826,293	4390727,917	996,994	481824,726	4390727,794	1000,645	1,567	0,123	-3,651	2,455	0,015	2,471	1,572	3,651	13,330	
1003	550	482180,482	4388574,039	1014,323	482180,599	4388574,044	1013,218	-0,117	-0,005	1,105	0,014	0,000	0,014	0,117	1,105	1,221	
1004	551	478812,143	4388756,076	1010,384	478812,212	4388756,253	1011,716	-0,069	-0,177	-1,332	0,005	0,031	0,036	0,190	1,332	1,774	
2501	47	458445,342	4444259,030	1159,131	458444,661	4444259,916	1155,377	0,681	-0,866	3,754	0,464	0,750	1,214	1,102	3,754	14,093	
2502	15	505370,543	4444700,115	1022,158	505368,128	4444699,968	1024,102	2,415	0,147	-1,944	5,832	0,022	5,854	2,419	1,944	3,779	
2503	566	505306,640	4387929,315	973,117	505307,202	4387930,240	976,681	-0,562	-0,925	-3,564	0,316	0,856	1,171	1,082	3,564	12,702	
2504	537	458479,272	4387801,224	1133,785	458479,201	4387801,359	1133,869	0,071	-0,135	-0,084	0,005	0,018	0,023	0,153	0,084	0,007	
2505	104	466518,511	4436370,420	830,258	466518,557	4436370,297	831,760	-0,046	0,123	-1,502	0,002	0,015	0,017	0,131	1,502	2,256	
2506	193	477618,816	4428274,204	977,772	477619,669	4428270,519	955,353	-0,853	3,685	22,419	0,728	13,579	14,307	3,782	22,419	502,612	
2507	85	498147,217	4436267,692	958,880	498146,680	4436267,777	962,563	0,537	-0,085	-3,683	0,288	0,007	0,296	0,544	3,683	13,564	
2508	220	497329,923	4425998,611	1069,042	497331,046	4426000,399	1057,834	-1,123	-1,788	11,208	1,261	3,197	4,458	2,111	11,208	125,619	
2509	391	464193,389	4413327,702	1224,120	464194,796	4413329,372	1217,924	-1,407	-1,670	6,196	1,980	2,789	4,769	2,184	6,196	38,390	
2510	298	479619,906	4415660,590	893,751	479619,494	4415660,596	897,174	0,412	-0,006	-3,423	0,170	0,000	0,170	0,412	3,423	11,717	
2511	371	496841,350	4413195,980	1116,342	496841,368	4413195,569	1117,361	-0,018	0,411	-1,019	0,000	0,169	0,169	0,411	1,019	1,038	
2512	452	483337,136	4403382,802	1015,748	483338,578	4403382,951	1010,098	-1,442	-0,149	5,650	2,079	0,022	2,102	1,450	5,650	31,923	
2513	490	488891,152	4396829,274	1401,780	488890,049	4396827,718	1397,401	1,103	1,556	4,379	1,217	2,421	3,638	1,907	4,379	19,176	
2514	547	476039,113	4390932,736	1132,284	476039,384	4390932,380	1133,187	-0,271	0,156	-0,903	0,073	0,024	0,098	0,313	0,903	0,815	
2515	353	482099,726	4437300,907	1362,451	482101,598	4437299,869	1356,512	-1,872	1,038	5,939	3,504	1,077	4,582	2,141	5,939	35,272	
2516	440	502583,110	4404687,821	1385,683	502582,951	4404687,621	1385,728	0,159	0,200	-0,045	0,025	0,040	0,065	0,256	0,045	0,002	
2517	242	462116,284	4424747,120	789,877	462116,663	4424746,896	790,109	-0,379	0,224	-0,232	0,144	0,050	0,194	0,440	0,232	0,054	
2518	476	466320,285	4398570,588	1287,171	466319,541	4398570,540	1283,985	0,744	0,048	3,186	0,554	0,002	0,556	0,746	3,186	10,151	
2519	268	490068,554	4419954,012	952,063	490068,628	4419954,027	953,775	-0,074	-0,015	-1,712	0,005	0,000	0,006	0,076	1,712	2,931	
2520	408	473487,407	4406252,022	1173,893	473487,352	4406251,979	1173,784	0,055	0,043	0,109	0,003	0,002	0,005	0,070	0,109	0,012	
													47,82	24,87	91,44	861,84	
													2,08			37,47	

Planimetrik Hata (m)	Vüseldeki Hatası(m)
1,036	3,810
1,442	6,121

ORTALAMA HATA (OH)

KARESEL ORTALAMA HATA (KOH)

**EK-10 5 ADET YKN KULLANILARAK YAPILAN BLOK DENGEME SONUCU ÜRE TİLEN ORTOFOTO LARIN DO ĞRULUK ANALİZİ
(YÜKPAF VERİLERİNDEN ÜRE TİLEN 10x10 M ARALIKLI SYM KULLANILMIŞ TIR)**

NOKTA NO	FOTO NO	JEODEZİK KOORDİNATLAR(REFERANS)			ORTOFOTO KOORDİNATLARI			X, Y, Z KOORDİNAT FARKLARI									
		X	Y	Z	X	Y	Z	dx	dy	dz	dx ²	dy ²	dz ²	dp	dx	dx ²	
1001	550	478936,505	4390731,643	1008,086	478939,667	4390729,739	1021,708	-3,162	1,904	-13,622	9,998	3,625	13,623	3,691	13,622	185,539	
1002	551	481826,293	4390727,917	996,994	481824,925	4390727,972	1000,014	1,368	-0,055	-3,020	1,871	0,003	1,874	1,369	3,020	9,120	
1003	550	482180,482	4388574,039	1014,323	482179,049	4388575,481	1020,274	1,433	-1,442	-5,951	2,053	2,079	4,133	2,033	5,951	35,414	
1004	551	478812,143	4388756,076	1010,384	478812,053	4388757,453	1018,157	0,090	-1,377	-7,773	0,008	1,896	1,904	1,380	7,773	60,420	
2501	47	458445,342	4444259,050	1159,131	458445,309	4444258,911	1159,002	0,033	0,139	0,129	0,001	0,019	0,020	0,143	0,129	0,017	
2502	15	505370,543	4444700,115	1022,158	505369,148	4444698,847	1020,864	1,395	1,268	1,294	1,946	1,608	3,554	1,885	1,294	1,674	
2503	566	505306,640	4387929,315	973,117	505305,354	4387926,904	965,207	1,286	2,411	7,910	1,654	5,813	7,467	2,733	7,910	62,568	
2504	537	458479,272	4387801,224	1133,785	458478,728	4387799,828	1129,266	0,544	1,396	4,519	0,296	1,949	2,245	1,498	4,519	20,421	
2505	104	466518,511	4436370,420	830,258	466518,468	4436370,172	831,219	0,043	0,248	-0,961	0,002	0,062	0,063	0,252	0,961	0,924	
2506	193	477618,816	4428274,204	977,772	477619,249	4428272,889	973,406	-0,433	1,315	4,366	0,187	1,729	1,917	1,384	4,366	19,062	
2507	85	498147,217	4436267,692	958,880	498147,296	4436267,039	959,728	-0,079	0,653	-0,848	0,006	0,426	0,433	0,658	0,848	0,719	
2508	220	497329,923	4425998,611	1069,042	497330,157	4425998,566	1068,247	-0,234	0,045	0,795	0,055	0,002	0,057	0,238	0,795	0,632	
2509	391	464193,389	4413327,702	1224,120	464193,303	4413327,436	1224,882	0,086	0,266	-0,762	0,007	0,071	0,078	0,280	0,762	0,581	
2510	298	479619,906	4415660,590	893,751	479619,394	4415660,770	897,955	0,512	-0,180	-4,204	0,262	0,032	0,295	0,543	4,204	17,674	
2511	371	496841,350	4413195,980	1116,342	496841,334	4413195,262	1117,088	0,016	0,718	-0,746	0,000	0,516	0,516	0,718	0,746	0,557	
2512	452	483337,136	4403382,802	1015,748	483337,672	4403382,739	1013,884	-0,536	0,063	1,864	0,287	0,004	0,291	0,540	1,864	3,474	
2513	490	488891,152	4396829,274	1401,780	488891,044	4396828,869	1401,170	0,108	0,405	0,610	0,012	0,164	0,176	0,419	0,610	0,372	
2514	547	476039,113	4390932,736	1132,284	476038,875	4390933,017	1130,092	0,238	-0,281	2,192	0,057	0,079	0,136	0,368	2,192	4,805	
2515	353	482099,726	4437300,907	1362,451	482100,332	4437300,502	1361,122	-0,606	0,405	1,329	0,367	0,164	0,531	0,729	1,329	1,766	
2516	440	502583,110	4404687,821	1385,683	502583,243	4404688,031	1384,880	-0,133	-0,210	0,803	0,018	0,044	0,062	0,249	0,803	0,645	
2517	242	462116,284	4424747,120	789,877	462116,240	4424746,997	791,749	0,044	0,123	-1,872	0,002	0,015	0,017	0,131	1,872	3,504	
2518	476	466320,285	4398570,588	1287,171	466319,808	4398570,440	1285,258	0,477	0,148	1,913	0,228	0,022	0,249	0,499	1,913	3,660	
2519	268	490068,554	4419954,012	952,063	490068,522	4419953,640	950,183	0,032	0,372	1,880	0,001	0,138	0,139	0,373	1,880	3,534	
2520	408	473487,407	4406252,022	1173,893	473487,442	4406251,381	1172,219	-0,035	0,641	1,674	0,001	0,411	0,412	0,642	1,674	2,802	
														40,19	22,75	71,04	439,90
														1,75			19,13

	Phinin etrik Hata (m.)	Vükseklik Hatası(m.)
ORTALAMA HATA (OH)	0,948	2,960
KARESEL ORTALAMA HATA (KOH)	1,322	4,373

**EK-11 8 ADET YKN KULLANILARAK YAPILAN BLOK Dengeleme Sonucu Üretilen Ort Of Ot Oların Doğruluk Analizi
(OT Omatik Korelasyonla Üretilen Sym' nin Grid Aralığı : 2 M)**

NOKTANO	FOTO NO	JE ODEZİK KOORDİNATLAR(REFERANS)			ORT OFOT O K OORDİNATLARI			X , Y, Z KOORDİNAT FARKLARI								
		X	Y	Z	X	Y	Z	dx	dy	dz	dx ²	dy ²	dz ²	dp	dz	dzF
1001	550	478936,505	4390731,643	1008,086	478936,719	4390731,733	1007,826	-0,214	-0,090	0,260	0,046	0,008	0,054	0,232	0,260	0,068
1002	551	481826,293	4390727,917	996,994	481826,313	4390727,855	997,380	-0,020	0,062	-0,386	0,000	0,004	0,004	0,065	0,386	0,149
1003	550	482180,482	4388574,039	1014,323	482180,481	4388574,131	1014,180	0,001	-0,092	0,143	0,000	0,008	0,008	0,092	0,143	0,020
1004	551	478812,143	4388756,076	1010,384	478812,229	4388756,203	1010,910	-0,086	-0,127	-0,526	0,007	0,016	0,024	0,153	0,526	0,277
2501	47	458445,342	4444259,050	1159,131	458445,747	4444258,735	1158,920	-0,405	0,315	0,211	0,164	0,099	0,263	0,513	0,211	0,045
2502	15	505370,543	4444700,115	1022,158	505370,586	4444700,136	1020,943	-0,043	-0,021	1,215	0,002	0,000	0,002	0,048	1,215	1,476
2503	566	505306,640	4387929,315	973,117	505306,784	4387929,101	972,606	-0,144	0,214	0,511	0,021	0,046	0,067	0,258	0,511	0,261
2504	537	458479,272	4387801,224	1133,785	458479,243	4387801,224	1133,414	0,029	0,000	0,371	0,001	0,000	0,001	0,029	0,371	0,138
2505	104	466518,511	4436370,420	830,258	466518,421	4436370,166	830,427	0,090	0,254	-0,169	0,008	0,065	0,073	0,269	0,169	0,029
2506	193	477618,816	4428274,204	977,772	477619,163	4428273,703	976,958	-0,347	0,501	0,814	0,120	0,251	0,371	0,609	0,814	0,663
2507	85	498147,217	4436267,892	958,880	498147,583	4436266,790	958,522	-0,366	0,902	0,358	0,134	0,814	0,948	0,973	0,358	0,128
2508	220	497329,923	4425998,611	1069,042	497329,949	4425998,281	1069,189	-0,026	0,330	-0,147	0,001	0,109	0,110	0,331	0,147	0,022
2509	391	464193,389	4413327,702	1224,120	464193,452	4413327,674	1223,721	-0,063	0,028	0,399	0,004	0,001	0,005	0,069	0,399	0,159
2510	298	479619,906	4415660,590	893,751	479619,775	4415660,645	893,590	0,131	-0,055	0,161	0,017	0,003	0,020	0,142	0,161	0,026
2511	371	496841,350	4413195,980	1116,342	496841,623	4413195,862	1116,159	-0,273	0,118	0,183	0,075	0,014	0,088	0,297	0,183	0,033
2512	452	483337,136	4403382,802	1015,748	483337,476	4403382,732	1015,174	-0,340	0,070	0,574	0,116	0,005	0,121	0,347	0,574	0,329
2513	490	488891,152	4396829,274	1401,780	488891,277	4396829,418	1402,113	-0,125	-0,144	-0,333	0,016	0,021	0,036	0,191	0,333	0,111
2514	547	476039,113	4390932,736	1132,284	476039,201	4390932,485	1132,102	-0,088	0,251	0,182	0,008	0,063	0,071	0,266	0,182	0,033
2515	353	482099,726	4437300,907	1362,451	482100,577	4437300,597	1363,419	-0,851	0,310	-0,968	0,724	0,096	0,820	0,906	0,968	0,937
2516	440	502583,110	4404687,821	1385,683	502583,261	4404688,035	1385,288	-0,151	-0,214	0,395	0,023	0,046	0,069	0,262	0,395	0,156
2517	242	462116,284	4424747,120	789,877	462116,654	4424746,986	789,923	-0,370	0,134	-0,046	0,137	0,018	0,155	0,394	0,046	0,002
2518	476	466320,285	4398570,588	1287,171	466320,571	4398569,871	1287,786	-0,286	0,717	-0,615	0,082	0,514	0,596	0,772	0,615	0,378
2519	268	490068,554	4419954,012	952,063	490068,587	4419953,873	952,103	-0,033	0,139	-0,040	0,001	0,019	0,020	0,143	0,040	0,002
2520	408	473487,407	4406252,022	1173,893	473487,365	4406251,915	1173,991	0,042	0,107	-0,098	0,002	0,011	0,013	0,115	0,098	0,010

3,94	7,48	9,11	5,45
0,17			0,24

	Parametrik Hata (m)	Yükseklik Hatası(m)
ORTALAMA HATA (OH)	0,312	0,379
KARESEL ORTALAMA HATA (KOH)	0,414	0,487

**EK-12 8 ADET YKN KULLANILARAK YAPILAN BLOK DENGELEME SONUCU ÜRETİLEN ORTOFOTOLARIN DOĞRULUK ANALİZİ
(OTOMATİK KORELASYONLA ÜRETİLEN SYM'İN GRİD ARALIĞI : 5 M)**

NOKTANO	FOTONO	JEODEZİK KOORDİNATLAR(REFERANS)			ORTOFOTO KOORDİNATLARI			X , Y , Z KOORDİNAT FARKLARI									
		X	Y	Z	X	Y	Z	dx	dy	dz	dx ²	dy ²	dz ²	dp	dz	dz ²	
1001	550	478936,505	4390731,643	1008,086	478936,724	4390731,765	1008,080	-0,219	-0,122	0,026	0,048	0,015	0,063	0,251	0,026	0,001	
1002	551	481826,293	4390727,917	996,994	481826,197	4390727,822	997,658	0,096	0,095	-0,664	0,009	0,009	0,018	0,135	0,664	0,441	
1003	550	482180,482	4388574,039	1014,323	482180,576	4388574,156	1014,225	-0,094	-0,117	0,098	0,009	0,014	0,023	0,150	0,098	0,010	
1004	551	478812,143	4388756,076	1010,384	478812,180	4388756,259	1010,925	-0,037	-0,183	-0,541	0,001	0,033	0,035	0,187	0,541	0,293	
2501	47	458445,342	4444259,050	1159,131	458445,425	4444258,911	1158,987	-0,083	0,139	0,144	0,007	0,019	0,026	0,162	0,144	0,021	
2502	15	505370,543	4444700,115	1022,158	505369,880	4444700,869	1022,423	0,663	-0,754	-0,265	0,440	0,569	1,008	1,004	0,265	0,070	
2503	566	505306,640	4387929,315	973,117	505306,742	4387929,343	973,025	-0,102	-0,028	0,092	0,010	0,001	0,011	0,106	0,092	0,008	
2504	537	458479,272	4387801,224	1133,785	458479,157	4387801,145	1133,635	0,115	0,079	0,150	0,013	0,006	0,019	0,140	0,150	0,023	
2505	104	466518,511	4436370,420	830,258	466518,547	4436370,137	830,325	-0,036	0,283	-0,067	0,001	0,080	0,081	0,285	0,067	0,004	
2506	193	477618,816	4428274,204	977,772	477618,911	4428273,692	977,148	-0,095	0,512	0,624	0,009	0,262	0,271	0,521	0,624	0,389	
2507	85	498147,217	4436267,692	958,880	498147,368	4436267,198	958,725	-0,151	0,494	0,155	0,023	0,244	0,267	0,517	0,155	0,024	
2508	220	497329,923	4425998,611	1069,042	497330,014	4425998,412	1069,214	-0,091	0,199	-0,172	0,008	0,040	0,048	0,219	0,172	0,030	
2509	391	464193,389	4413327,702	1224,120	464193,349	4413327,960	1223,947	0,040	-0,258	0,173	0,002	0,067	0,068	0,261	0,173	0,030	
2510	298	479619,906	4415660,590	893,751	479619,760	4415660,803	893,625	0,146	-0,213	0,126	0,021	0,045	0,067	0,258	0,126	0,016	
2511	371	496841,350	4413195,980	1116,342	496841,632	4413195,892	1116,289	-0,282	0,088	0,053	0,080	0,008	0,087	0,295	0,053	0,003	
2512	452	483337,136	4403382,802	1015,748	483337,536	4403382,930	1014,875	-0,400	-0,128	0,873	0,160	0,016	0,176	0,420	0,873	0,762	
2513	490	488891,152	4396829,274	1401,780	488891,204	4396829,812	1402,143	-0,052	-0,538	-0,363	0,003	0,289	0,292	0,541	0,363	0,132	
2514	547	476039,113	4390932,736	1132,284	476039,009	4390932,389	1132,239	0,104	0,347	0,045	0,011	0,120	0,131	0,362	0,045	0,002	
2515	353	482099,726	4437300,907	1362,451	482100,507	4437300,480	1363,124	-0,781	0,427	-0,673	0,610	0,182	0,792	0,890	0,673	0,453	
2516	440	502583,110	4404687,821	1385,683	502583,317	4404688,066	1385,696	-0,207	-0,245	-0,013	0,043	0,060	0,103	0,321	0,013	0,000	
2517	242	462116,284	4424747,120	789,877	462116,717	4424747,076	789,989	-0,433	0,044	-0,112	0,187	0,002	0,189	0,435	0,112	0,013	
2518	476	466320,285	4398570,588	1287,171	466320,185	4398570,514	1287,237	0,100	0,074	-0,066	0,010	0,005	0,015	0,124	0,066	0,004	
2519	268	490068,554	4419954,012	952,063	490068,478	4419954,088	952,238	0,076	-0,076	-0,175	0,006	0,006	0,012	0,107	0,175	0,031	
2520	408	473487,407	4406252,022	1173,893	473487,423	4406252,152	1173,687	-0,016	-0,130	0,206	0,000	0,017	0,017	0,131	0,206	0,042	
														3,821	7,822	5,876	2,801
														0,166			0,122

	Planimetrik Hata (m)	Yükseklik Hatası(m)
ORTALAMA HATA (OH)	0,326	0,245
KARESEL ORTALAMA HATA (KOH)	0,408	0,349

EK-13 8 ADET YKN KULLANILARAK YAPILAN BLOK Dengeleme Sonucu Üretilen Ort Of Ot Oların Doğruluk Analizi
(OT Omatik Korelasyonla Üretilen Sym'nin Grid Aralığı : 10 M)

NOKTA NO	FOTONO	JEODEZİK KOORDİNATLAR(REFERANS)			ORT OF OT O KOORDİNATLARI			X, Y, Z KOORDİNAT FARKLARI									
		X	Y	Z	X	Y	Z	dx	dy	dz	dx ²	dy ²	dz ²	dp	dz	dz ²	
1001	550	478936,505	4390731,643	1008,086	478936,779	4390731,770	1007,857	-0,274	-0,127	0,229	0,075	0,016	0,091	0,302	0,229	0,052	
1002	551	481826,293	4390727,917	996,994	481826,010	4390728,106	997,344	0,283	-0,189	-0,350	0,080	0,036	0,116	0,341	0,350	0,123	
1003	550	482180,482	4388574,039	1014,323	482180,686	4388574,165	1014,030	-0,204	-0,126	0,293	0,042	0,016	0,058	0,240	0,293	0,086	
1004	551	478812,143	4388756,076	1010,384	478812,055	4388756,318	1010,884	0,088	-0,242	-0,500	0,008	0,059	0,066	0,258	0,500	0,250	
2501	47	458445,342	4444259,050	1159,131	458445,073	4444258,418	1158,896	0,269	0,632	0,235	0,072	0,399	0,472	0,687	0,235	0,055	
2502	15	505370,543	4444700,115	1022,158	505369,056	4444699,396	1020,964	1,487	0,719	1,194	2,211	0,517	2,728	1,652	1,194	1,426	
2503	566	505306,640	4387929,315	973,117	505306,585	4387929,385	972,682	0,055	-0,070	0,435	0,003	0,005	0,008	0,089	0,435	0,189	
2504	537	458479,272	4387801,224	1133,785	458479,242	4387801,226	1133,379	0,030	-0,002	0,406	0,001	0,000	0,001	0,030	0,406	0,165	
2505	104	466518,511	4436370,420	830,258	466518,633	4436370,241	830,468	-0,122	0,179	-0,210	0,015	0,032	0,047	0,217	0,210	0,044	
2506	193	477618,816	4428274,204	977,772	477618,982	4428273,470	976,617	-0,166	0,734	1,155	0,028	0,539	0,566	0,753	1,155	1,334	
2507	85	498147,217	4436267,692	958,880	498147,389	4436266,989	958,536	-0,172	0,703	0,344	0,030	0,494	0,524	0,724	0,344	0,118	
2508	220	497329,923	4425998,611	1069,042	497330,045	4425998,443	1069,108	-0,122	0,168	-0,066	0,015	0,028	0,043	0,208	0,066	0,004	
2509	391	464193,389	4413327,702	1224,120	464193,343	4413327,891	1223,712	0,046	-0,189	0,408	0,002	0,036	0,038	0,195	0,408	0,166	
2510	298	479619,906	4415660,590	893,751	479619,807	4415660,713	893,393	0,099	-0,123	0,358	0,010	0,015	0,025	0,158	0,358	0,128	
2511	371	496841,350	4413195,980	1116,342	496841,431	4413195,840	1116,082	-0,081	0,140	0,260	0,007	0,020	0,026	0,162	0,260	0,068	
2512	452	483337,136	4403382,802	1015,748	483337,641	4403382,898	1014,468	-0,505	-0,096	1,280	0,255	0,009	0,264	0,514	1,280	1,638	
2513	490	488891,152	4396829,274	1401,780	488891,159	4396829,726	1402,031	-0,007	-0,452	-0,251	0,000	0,204	0,204	0,452	0,251	0,063	
2514	547	476039,113	4390932,736	1132,284	476039,139	4390932,325	1133,235	-0,026	0,411	-0,951	0,001	0,169	0,170	0,412	0,951	0,904	
2515	353	482099,726	4437300,907	1362,451	482100,398	4437300,639	1363,391	-0,672	0,268	-0,940	0,452	0,072	0,523	0,723	0,940	0,884	
2516	440	502583,110	4404687,821	1385,683	502583,204	4404687,805	1385,335	-0,094	0,016	0,348	0,009	0,000	0,009	0,095	0,348	0,121	
2517	242	462116,284	4424747,120	789,877	462116,711	4424747,209	789,944	-0,427	-0,089	-0,067	0,182	0,008	0,190	0,436	0,067	0,004	
2518	476	466320,285	4398570,588	1287,171	466320,128	4398570,751	1287,516	0,157	-0,163	-0,345	0,025	0,027	0,051	0,226	0,345	0,119	
2519	268	490068,554	4419954,012	952,063	490068,468	4419954,053	952,052	0,086	-0,041	0,011	0,007	0,002	0,009	0,095	0,011	0,000	
2520	408	473487,407	4406252,022	1173,893	473487,539	4406251,931	1173,952	-0,132	0,091	-0,059	0,017	0,008	0,026	0,160	0,059	0,003	
														6,26	9,13	10,70	7,95
														0,27			0,35

	Panometrik Hata (m)	Yükseklik Hatası(m)
ORTALAMA HATA (OH)	0,380	0,446
KARESEL ORTALAMA HATA (KOH)	0,522	0,588

**EK-14 8 ADET YKN KULLANILARAK YAPILAN BLOK DENGELEME SONUCU ÜRETİLEN ORTOFO TOLARIN DOĞRULUK ANALİZİ
(SRTM VERİLERİNDEN ÜRETİLEN 90x90 M ARAKLIKLİ SYM KULLANILMIŞ İDR)**

NOKTA NO	FOTO NO	JEODEZİK KOORDİNALAR (REFERANS)			ORTOFOTO KOORDİNATLARI			X, Y, Z KOORDİNAT FARKLARI									
		X	Y	Z	X	Y	Z	dx	dy	dz	dx ²	dy ²	dz ²	dp	dz	dx ²	
1001	550	478936,505	4390731,643	1008,086	478937,589	4390730,973	1012,490	-1,084	0,670	-4,404	1,174	0,448	1,623	1,274	4,404	19,395	
1002	551	481826,293	4390727,917	996,994	481825,977	4390727,511	1000,743	0,316	0,406	-3,749	0,100	0,165	0,265	0,514	3,749	14,055	
1003	550	482180,482	4388574,039	1014,323	482180,853	4388574,053	1013,216	-0,371	-0,014	1,107	0,138	0,000	0,138	0,371	1,107	1,225	
1004	551	478812,143	4388756,076	1010,384	478812,592	4388756,261	1011,732	-0,449	-0,185	-1,348	0,202	0,034	0,236	0,486	1,348	1,817	
2501	47	458445,342	4444259,050	1159,131	458445,016	4444260,095	1155,339	0,326	-1,045	3,792	0,106	1,092	1,198	1,095	3,792	14,379	
2502	15	505370,543	4444700,115	1022,158	505368,079	4444700,086	1024,102	2,464	0,029	-1,944	6,071	0,001	6,072	2,464	1,944	3,779	
2503	566	505306,640	4387929,315	973,117	505307,289	4387930,272	976,690	-0,649	-0,957	-3,573	0,421	0,916	1,337	1,156	3,573	12,766	
2504	537	458479,272	4387801,224	1133,785	458479,265	4387801,393	1133,860	0,007	-0,169	-0,075	0,000	0,029	0,029	0,169	0,075	0,006	
2505	104	466518,511	4436370,420	830,258	466518,475	4436370,575	831,762	0,036	-0,155	-1,504	0,001	0,024	0,025	0,159	1,504	2,262	
2506	193	477618,816	4428274,204	977,772	477619,761	4428270,574	955,362	-0,945	3,630	22,410	0,893	13,177	14,070	3,751	22,410	502,208	
2507	85	498147,217	4436267,692	958,880	498146,871	4436268,252	962,564	0,346	-0,560	-3,684	0,120	0,314	0,433	0,658	3,684	13,572	
2508	220	497329,923	4425998,611	1069,042	497330,733	4426000,839	1057,856	-0,810	-2,248	11,186	0,656	5,054	5,710	2,389	11,186	125,127	
2509	391	464193,389	4413327,702	1224,120	464194,820	4413329,176	1225,780	-1,431	-1,474	-1,660	2,048	2,173	4,220	2,054	1,660	2,756	
2510	298	479619,906	4415660,590	893,751	479619,346	4415660,863	897,171	0,560	-0,273	-3,420	0,314	0,075	0,388	0,623	3,420	11,696	
2511	371	496841,350	4413195,980	1116,342	496841,344	4413195,605	1117,359	0,006	0,375	-1,017	0,000	0,141	0,141	0,375	1,017	1,034	
2512	452	483337,136	4403382,802	1015,748	483338,564	4403383,207	1010,096	-1,428	-0,405	5,652	2,039	0,164	2,203	1,484	5,652	31,945	
2513	490	488891,152	4396829,274	1401,780	488890,122	4396828,038	1397,433	1,030	1,236	4,347	1,061	1,528	2,589	1,609	4,347	18,896	
2514	547	476039,113	4390932,736	1132,284	476039,384	4390932,580	1133,188	-0,271	0,156	-0,904	0,073	0,024	0,098	0,313	0,904	0,817	
2515	353	482099,726	4437300,907	1362,451	482101,518	4437300,238	1356,470	-1,792	0,649	5,981	3,211	0,421	3,632	1,906	5,981	35,772	
2516	440	502583,110	4404687,821	1385,683	502583,007	4404687,691	1385,712	0,103	0,130	-0,029	0,011	0,017	0,028	0,166	0,029	0,001	
2517	242	462116,284	4424747,120	789,877	462116,647	4424747,181	790,105	-0,363	-0,061	-0,228	0,132	0,004	0,135	0,368	0,228	0,052	
2518	476	466320,285	4398570,588	1287,171	466319,572	4398570,372	1283,988	0,713	0,216	3,183	0,508	0,047	0,555	0,745	3,183	10,131	
2519	268	490068,554	4419954,012	952,063	490068,684	4419954,132	953,766	-0,130	-0,120	-1,703	0,017	0,014	0,031	0,177	1,703	2,900	
2520	408	473487,407	4406252,022	1173,893	473487,296	4406252,094	1173,777	0,111	-0,072	0,116	0,012	0,005	0,018	0,132	0,116	0,013	
														45,17	24,44	87,02	826,61
														1,96			35,94

	Planimetrik Hata (m)	Yükseklik Hatası (m)
ORTALAMA HATA (OH)	1,018	3,626
KARESEL ORTALAMA HATA (KOH)	1,401	5,996

**EK-15 8 ADET YKN KULLANILARAK YAPILAN BLOK DENGELEME SONUCU ÜRETİLEN ORTOFOTOLARIN DÖĞRULUK ANALİZİ
(YÜKPAF VERİLERİNDEN ÜRETİLEN 10*10 M ARALIKLI SYM KULLANILMIŞ TIR)**

NOKTA NO	FOTO NO	JEODEZİK KOORDİNATLAR(REFERANSA)			ORTOFOTO KOORDİNATLARI			X, Y, Z KOORDİNAT FARKLARI										
		X	Y	Z	X	Y	Z	dx	dy	dz	dx ²	dy ²	dz ²	dp	dz	dz P		
1001	550	478936,505	4390731,643	1008,086	478936,386	4390729,952	1021,914	0,119	1,691	-13,828	0,014	2,861	2,875	1,696	13,828	191,214		
1002	551	481826,293	4390727,917	996,994	481826,183	4390727,422	1000,009	0,110	0,495	-3,015	0,012	0,245	0,257	0,507	3,015	9,090		
1003	550	482180,482	4388574,039	1014,323	482178,849	4388575,303	1020,289	1,633	-1,264	-5,966	2,665	1,597	4,262	2,064	5,966	35,593		
1004	551	478812,143	4388756,076	1010,384	478814,058	4388757,363	1018,213	-1,915	-1,287	-7,829	3,667	1,656	5,324	2,307	7,829	61,293		
2501	47	458445,342	4444259,050	1159,131	458445,459	4444258,814	1158,997	-0,117	0,236	0,134	0,014	0,056	0,069	0,263	0,134	0,018		
2502	15	505370,543	4444700,115	1022,158	505369,156	4444699,229	1020,861	1,387	0,886	1,297	1,924	0,785	2,709	1,646	1,297	1,682		
2503	566	505306,640	4387929,315	973,117	505305,411	4387926,920	965,183	1,229	2,395	7,934	1,510	5,736	7,246	2,692	7,934	62,948		
2504	537	458479,272	4387801,224	1133,785	458478,638	4387799,966	1129,276	0,634	1,258	4,509	0,402	1,583	1,985	1,409	4,509	20,331		
2505	104	466518,511	4436370,420	830,258	466518,401	4436370,319	831,217	0,110	0,101	-0,959	0,012	0,010	0,022	0,149	0,959	0,920		
2506	193	477618,816	4428274,204	977,772	477619,151	4428272,960	973,366	-0,335	1,244	4,406	0,112	1,548	1,660	1,288	4,406	19,413		
2507	85	498147,217	4436267,692	958,880	498147,143	4436267,352	959,724	0,074	0,340	-0,844	0,005	0,116	0,121	0,348	0,844	0,712		
2508	220	497329,923	4425998,611	1069,042	497330,066	4425998,687	1068,253	-0,143	-0,076	0,789	0,020	0,006	0,026	0,162	0,789	0,623		
2509	391	464193,389	4413327,702	1224,120	464193,048	4413327,443	1224,920	0,341	0,259	-0,800	0,116	0,067	0,183	0,428	0,800	0,640		
2510	298	479619,906	4415660,590	893,751	479619,167	4415661,025	897,976	0,739	-0,435	-4,225	0,546	0,189	0,735	0,858	4,225	17,851		
2511	371	496841,350	4413195,980	1116,342	496841,282	4413195,512	1117,877	0,068	0,468	-1,535	0,005	0,219	0,224	0,473	1,535	2,356		
2512	452	483337,136	4403382,802	1015,748	483337,703	4403382,851	1013,888	-0,567	-0,049	1,860	0,321	0,002	0,324	0,569	1,860	3,460		
2513	490	488891,152	4396829,274	1401,780	488890,919	4396829,114	1401,169	0,233	0,160	0,611	0,054	0,026	0,080	0,283	0,611	0,373		
2514	547	476039,113	4390932,736	1132,284	476038,875	4390933,017	1130,093	0,238	-0,281	2,191	0,057	0,079	0,136	0,368	2,191	4,800		
2515	353	482099,726	4437300,907	1362,451	482100,620	4437300,643	1361,117	-0,894	0,264	1,334	0,799	0,070	0,869	0,932	1,334	1,780		
2516	440	502583,110	4404687,821	1385,683	502583,322	4404688,187	1384,844	-0,212	-0,366	0,839	0,045	0,134	0,179	0,423	0,839	0,704		
2517	242	462116,284	4424747,120	789,877	462116,497	4424747,180	791,723	-0,213	-0,060	-1,846	0,045	0,004	0,049	0,221	1,846	3,408		
2518	476	466320,285	4398570,588	1287,171	466319,937	4398570,309	1285,253	0,348	0,279	1,918	0,121	0,078	0,199	0,446	1,918	3,679		
2519	268	490068,554	4419954,012	952,063	490068,496	4419953,836	950,173	0,058	0,176	1,890	0,003	0,031	0,034	0,185	1,890	3,572		
2520	408	473487,407	4406252,022	1173,893	473487,256	4406251,758	1172,203	0,151	0,264	1,690	0,023	0,070	0,092	0,304	1,690	2,856		
															29,661	20,023	72,249	449,316
															1,290			19,535

	Planım etrik Hata (m)	Yükseklik Hatası (m)
ORTALAMA HATA (OH)	0,834	3,010
KARESEL ORTALAMA HATA (KOH)	1,136	4,420

E K-16 9 ADET YKN KULLANILARAK YAPILAN BLOK Dengeleme Sonucu Üretilen Ort Of Ot Oların Doğruluk Analizi
(OT OMatik K Orelasyonla Üretilen SYM' NİN GRİD ARALIĞI : 2 M)

NOKTANO	FOTO NO	JE ODEZİK KOORDINATLAR(REFERANS)			ORT OF OT O KOORDINATLARI			X, Y, Z KOORDINAT FARKLARI									
		X	Y	Z	X	Y	Z	dx	dy	dz	dx²	dy²	dz²	dp	dz	dz ²	
1001	550	478936,505	4390731,643	1008,086	478936,813	4390731,632	1007,828	-0,308	0,011	0,258	0,095	0,000	0,095	0,308	0,258	0,067	
1002	551	481826,293	4390727,917	996,994	481825,656	4390728,169	997,349	0,637	-0,252	-0,355	0,406	0,064	0,469	0,685	0,355	0,126	
1003	550	482180,482	4388574,039	1014,323	482180,434	4388574,378	1014,205	0,048	-0,339	0,118	0,002	0,115	0,117	0,342	0,118	0,014	
1004	551	478812,143	4388756,076	1010,384	478812,257	4388756,294	1010,948	-0,114	-0,218	-0,564	0,013	0,048	0,061	0,246	0,564	0,318	
2501	47	458445,342	4444259,050	1159,131	458445,711	4444258,639	1158,899	-0,369	0,411	0,232	0,136	0,169	0,305	0,552	0,232	0,054	
2502	15	505370,543	4444700,115	1022,158	505370,794	4444700,148	1020,937	-0,251	-0,033	1,221	0,063	0,001	0,064	0,253	1,221	1,491	
2503	566	505306,640	4387929,315	973,117	505306,606	4387929,009	972,610	0,034	0,306	0,507	0,001	0,094	0,095	0,308	0,507	0,257	
2504	537	458479,272	4387801,224	1133,785	458479,090	4387801,375	1133,431	0,182	-0,151	0,354	0,033	0,023	0,056	0,236	0,354	0,125	
2505	104	466518,511	4436370,420	830,258	466518,472	4436370,209	830,439	0,039	0,211	-0,181	0,001	0,045	0,046	0,215	0,181	0,033	
2506	193	477618,816	4428274,204	977,772	477618,723	4428274,141	978,511	0,093	0,063	-0,739	0,009	0,004	0,013	0,112	0,739	0,546	
2507	85	498147,217	4436267,692	958,880	498147,397	4436267,109	958,054	-0,180	0,583	0,826	0,032	0,340	0,372	0,610	0,826	0,682	
2508	220	497329,923	4425998,611	1069,042	497330,090	4425998,418	1069,189	-0,167	0,193	-0,147	0,028	0,037	0,065	0,255	0,147	0,022	
2509	391	464193,389	4413327,702	1224,120	464193,393	4413327,584	1223,737	-0,004	0,118	0,383	0,000	0,014	0,014	0,118	0,383	0,147	
2510	298	479619,906	4415660,590	893,751	479619,900	4415660,848	893,580	0,006	-0,258	0,171	0,000	0,067	0,067	0,258	0,171	0,029	
2511	371	496841,350	4413195,980	1116,342	496841,633	4413195,846	1116,167	-0,283	0,134	0,175	0,080	0,018	0,098	0,313	0,175	0,031	
2512	452	483337,136	4403382,802	1015,748	483337,476	4403382,705	1015,186	-0,340	0,097	0,562	0,116	0,009	0,125	0,354	0,562	0,316	
2513	490	488891,152	4396829,274	1401,780	488891,222	4396829,351	1402,115	-0,070	-0,077	-0,335	0,005	0,006	0,011	0,104	0,335	0,112	
2514	547	476039,113	4390932,736	1132,284	476039,211	4390932,727	1132,050	-0,098	0,009	0,234	0,010	0,000	0,010	0,098	0,234	0,055	
2515	353	482099,726	4437300,907	1362,451	482099,729	4437300,402	1363,435	-0,003	0,505	-0,984	0,000	0,255	0,255	0,505	0,984	0,968	
2516	440	502583,110	4404687,821	1385,683	502583,124	4404688,093	1385,298	-0,014	-0,272	0,385	0,000	0,074	0,074	0,272	0,385	0,148	
2517	242	462116,284	4424747,120	789,877	462116,527	4424747,072	789,934	-0,243	0,048	-0,057	0,039	0,002	0,061	0,248	0,057	0,003	
2518	476	466320,285	4398570,588	1287,171	466320,223	4398570,687	1287,770	0,062	-0,099	-0,599	0,004	0,010	0,014	0,117	0,599	0,359	
2519	268	490068,554	4419954,012	952,063	490068,525	4419954,007	952,092	0,029	0,005	-0,029	0,001	0,000	0,001	0,029	0,029	0,001	
2520	408	473487,407	4406252,022	1173,893	473487,410	4406252,074	1173,990	-0,003	-0,052	-0,097	0,000	0,003	0,003	0,052	0,097	0,009	
														2,490	6,592	9,513	5,913
														0,108			0,257

	Planimetrik Hata (m)	Yükseklik Hatası(m)
ORTALAMA HATA (OH)	0,275	0,396
KARESEL ORTALAMA HATA (KOH)	0,329	0,507

**EK-17 9 ADET YKN KULLANILARAK YAPILAN BLOK DENGELEME SONUCU ÜRETİLEN ORT OFOT OLARIN DOĞRULUK ANALİZİ
(OTOMATİK KORELASYONLA ÜRETİLEN SYM'İNİN GRİD ARALIĞI : 5 M)**

NOKTA NO	FOTO NO	JEDEZİK KOORDİNATLAR			ORT OFOTO KOORDİNATLARI			X, Y, Z KOORDİNAT FARKLARI									
		X	Y	Z	X	Y	Z	Δx	Δy	Δz	Δx^2	Δy^2	Δz^2	$\Delta \rho$	$ \Delta z $	$ \Delta z ^2$	
1001	550	478936,505	4390731,643	1008,086	478936,715	4390731,669	1008,075	-0,210	-0,026	0,011	0,044	0,001	0,045	0,212	0,011	0,000	
1002	551	481826,293	4390727,917	996,994	481825,650	4390728,305	997,589	0,643	-0,388	-0,595	0,413	0,151	0,564	0,751	0,595	0,354	
1003	550	482180,482	4388574,039	1014,323	482180,742	4388574,396	1014,154	-0,260	-0,357	0,169	0,068	0,127	0,195	0,442	0,169	0,029	
1004	551	478812,143	4388756,076	1010,384	478812,291	4388756,227	1010,852	-0,148	-0,151	-0,468	0,022	0,023	0,045	0,211	0,468	0,219	
2501	47	458445,342	4444259,050	1159,131	458445,763	4444258,945	1158,854	-0,421	0,105	0,277	0,177	0,011	0,188	0,434	0,277	0,077	
2502	15	505370,543	4444700,115	1022,158	505370,831	4444700,217	1022,357	-0,288	-0,102	-0,199	0,083	0,010	0,093	0,305	0,199	0,040	
2503	566	505306,640	4387929,315	973,117	505306,725	4387929,150	972,926	-0,085	0,165	0,191	0,007	0,027	0,034	0,186	0,191	0,036	
2504	537	458479,272	4387801,224	1133,785	458479,222	4387801,314	1133,688	0,050	-0,090	0,097	0,002	0,008	0,011	0,103	0,097	0,009	
2505	104	466518,511	4436370,420	830,258	466518,452	4436370,174	830,435	0,059	0,246	-0,177	0,004	0,060	0,064	0,253	0,177	0,031	
2506	193	477618,816	4428274,204	977,772	477618,712	4428274,066	977,268	0,104	0,138	0,504	0,011	0,019	0,030	0,173	0,504	0,254	
2507	85	498147,217	4436267,692	958,880	498147,219	4436267,130	958,721	-0,002	0,562	0,159	0,000	0,316	0,316	0,562	0,159	0,025	
2508	220	497329,923	4425998,611	1069,042	497330,093	4425998,404	1069,201	-0,170	0,207	-0,159	0,029	0,043	0,072	0,268	0,159	0,025	
2509	391	464193,389	4413327,702	1224,120	464193,344	4413327,995	1224,039	0,045	-0,293	0,081	0,002	0,086	0,088	0,296	0,081	0,007	
2510	298	479619,906	4415660,590	893,751	479619,925	4415660,957	893,666	-0,019	-0,367	0,085	0,000	0,135	0,135	0,367	0,085	0,007	
2511	371	496841,350	4413195,980	1116,342	496841,587	4413195,862	1116,254	-0,237	0,118	0,088	0,056	0,014	0,070	0,265	0,088	0,008	
2512	452	483337,136	4403382,802	1015,748	483337,476	4403382,705	1014,799	-0,340	0,097	0,949	0,116	0,009	0,125	0,354	0,949	0,901	
2513	490	488891,152	4396829,274	1401,780	488891,158	4396829,323	1402,089	-0,006	-0,049	-0,309	0,000	0,002	0,002	0,049	0,309	0,095	
2514	547	476039,113	4390932,736	1132,284	476039,211	4390932,727	1132,271	-0,098	0,009	0,013	0,010	0,000	0,010	0,098	0,013	0,000	
2515	353	482099,726	4437300,907	1362,451	482099,752	4437300,501	1363,096	-0,026	0,406	-0,645	0,001	0,165	0,166	0,407	0,645	0,416	
2516	440	502583,110	4404687,821	1385,683	502583,219	4404687,915	1385,691	-0,109	-0,094	-0,008	0,012	0,009	0,021	0,144	0,008	0,000	
2517	242	462116,284	4424747,120	789,877	462116,572	4424747,063	789,894	-0,288	0,057	-0,017	0,083	0,003	0,086	0,294	0,017	0,000	
2518	476	466320,285	4398570,588	1287,171	466320,185	4398570,703	1287,248	0,100	-0,115	-0,077	0,010	0,013	0,023	0,152	0,077	0,006	
2519	268	490068,554	4419954,012	952,063	490068,518	4419954,062	952,193	0,036	-0,050	-0,130	0,001	0,003	0,004	0,062	0,130	0,017	
2520	408	473487,407	4406252,022	1173,893	473487,318	4406252,058	1173,705	0,089	-0,036	0,188	0,008	0,001	0,009	0,096	0,188	0,035	
														2,396	6,484	5,596	2,592
														0,104			0,113

	Planimetrik Hata (m)	Yükseklik Hatası(m)
ORTALAMA HATA (OH)	0,270	0,233
KARESEL ORTALAMA HATA (KOH)	0,323	0,336

**EK-18 9 ADET YKN KULLANILARAK YAPILAN BLOK DENGELEME SONUCU ÜRETİLEN ORTOFOTOLARIN DOĞRULUK ANALİZİ
(OTOMATİK KORELASYONLA ÜRETİLEN SYM' NİN GRİD ARALIĞI: 10 M)**

NOKTA NO	FOTO NO	JEODEZİK KOORDİNALAR(REFERANS)			ORTOFOTO KOORDİNALARI			X, Y, Z KOORDİNAT FARKLARI								
		X	Y	Z	X	Y	Z	dx	dy	dz	dx ²	dy ²	dz ²	dp	dz	dx ²
1001	550	478936,505	4390731,643	1008,086	478936,784	4390731,746	1007,854	-0,279	-0,103	0,232	0,078	0,011	0,088	0,297	0,232	0,054
1002	551	481826,293	4390727,917	996,994	481826,034	4390727,955	997,328	0,259	-0,038	-0,334	0,067	0,001	0,069	0,262	0,334	0,112
1003	550	482180,482	4388574,039	1014,323	482180,377	4388574,078	1014,058	0,105	-0,039	0,265	0,011	0,001	0,013	0,112	0,265	0,070
1004	551	478812,143	4388756,076	1010,384	478812,209	4388756,347	1010,917	-0,066	-0,271	-0,533	0,004	0,073	0,078	0,279	0,533	0,284
2501	47	458445,342	4444259,050	1159,131	458445,317	4444258,852	1158,998	0,025	0,198	0,133	0,001	0,039	0,040	0,200	0,133	0,018
2502	15	505370,543	4444700,115	1022,158	505370,807	4444699,937	1020,962	-0,264	0,178	1,196	0,070	0,032	0,102	0,319	1,196	1,430
2503	566	505306,640	4387929,315	973,117	505306,605	4387929,149	972,696	0,035	0,166	0,421	0,001	0,028	0,029	0,170	0,421	0,177
2504	537	458479,272	4387801,224	1133,785	458479,033	4387801,171	1133,387	0,239	0,053	0,398	0,057	0,003	0,060	0,245	0,398	0,158
2505	104	466518,511	4436370,420	830,258	466518,508	4436370,142	830,498	0,003	0,278	-0,240	0,000	0,077	0,077	0,278	0,240	0,058
2506	193	477618,816	4428274,204	977,772	477618,515	4428273,881	977,578	0,301	0,323	0,194	0,090	0,104	0,195	0,442	0,194	0,038
2507	85	498147,217	4436267,692	958,880	498147,393	4436267,232	958,550	-0,176	0,480	0,330	0,031	0,212	0,243	0,493	0,330	0,109
2508	220	497329,923	4425998,611	1069,042	497329,992	4425998,311	1069,118	-0,069	0,300	-0,076	0,005	0,090	0,095	0,308	0,076	0,006
2509	391	464193,389	4413327,702	1224,120	464193,562	4413327,549	1223,679	-0,173	0,153	0,441	0,030	0,023	0,053	0,231	0,441	0,194
2510	298	479619,906	4415660,590	893,751	479619,753	4415660,576	893,419	0,153	0,014	0,332	0,023	0,000	0,024	0,153	0,332	0,110
2511	371	496841,350	4413195,980	1116,342	496841,434	4413195,926	1116,102	-0,084	0,054	0,240	0,007	0,003	0,010	0,100	0,240	0,058
2512	452	483337,136	4403382,802	1015,748	483337,493	4403382,869	1014,460	-0,357	-0,067	1,288	0,127	0,004	0,132	0,363	1,288	1,659
2513	490	488891,152	4396829,274	1401,780	488891,016	4396828,951	1402,057	0,136	0,323	-0,277	0,018	0,105	0,123	0,351	0,277	0,077
2514	547	476039,113	4390932,736	1132,284	476039,061	4390932,750	1132,037	0,052	-0,014	0,247	0,003	0,000	0,003	0,053	0,247	0,061
2515	353	482099,726	4437300,907	1362,451	482100,025	4437300,840	1363,352	-0,299	0,067	-0,901	0,090	0,004	0,094	0,307	0,901	0,812
2516	440	502583,110	4404687,821	1385,683	502583,033	4404687,764	1385,248	0,077	0,057	0,435	0,006	0,003	0,009	0,096	0,435	0,189
2517	242	462116,284	4424747,120	789,877	462116,265	4424746,929	789,971	0,019	0,191	-0,094	0,000	0,036	0,037	0,192	0,094	0,009
2518	476	466320,285	4398570,588	1287,171	466320,146	4398570,503	1287,535	0,139	0,085	-0,364	0,019	0,007	0,027	0,163	0,364	0,132
2519	268	490068,554	4419954,012	952,063	490068,518	4419953,934	952,051	0,036	0,078	0,012	0,001	0,006	0,007	0,086	0,012	0,000
2520	408	473487,407	4406252,022	1173,893	473487,287	4406252,021	1173,918	0,120	0,001	-0,025	0,014	0,000	0,014	0,120	0,025	0,001
													1,600	5,616	9,008	5,815
													0,070			0,253

	Planım etrik Hata (m)	Yükseklik Hatası(m)
ORTALAMA HATA (0 H)	0,234	0,375
KARES EL ORTALAMA HATA (K0 H)	0,265	0,503

**EK-19 9 ADET YKN KULLANILARAK YAPILAN BLOK DENGEME SONUCU ÜRETİLEN ORTOFOTOLARIN DOĞRULUK ANALİZİ
(SR TM VERİLERİNDEN ÜRETİLEN 90×90 M ARALIKLI SYM KULLANILMIŞ TIR)**

NOKTA NO	FO TO NO	JEODEZİK KOORDİNATLAR(REFERANS)			ORTOFOTO KOORDİNATLARI			X, Y, Z KOORDİNAT FARKLARI									
		X	Y	Z	X	Y	Z	dx	dy	dz	dx ²	dy ²	dz ²	dp	dx	dx P	
1001	550	478936,505	4390731,643	1008,086	478937,752	4390731,059	1012,650	-1,247	0,584	-4,564	1,555	0,341	1,896	1,377	4,564	20,830	
1002	551	481826,293	4390727,917	996,994	481825,847	4390727,373	1000,892	0,446	0,544	-3,898	0,199	0,296	0,495	0,703	3,898	15,194	
1003	550	482180,482	4388574,039	1014,323	482181,141	4388574,288	1013,315	-0,659	-0,249	1,008	0,434	0,062	0,496	0,704	1,008	1,016	
1004	551	478812,143	4388756,076	1010,384	478812,206	4388756,428	1011,413	-0,063	-0,352	-1,029	0,004	0,124	0,128	0,358	1,029	1,059	
2501	47	458445,342	4444259,050	1159,131	458444,979	4444260,196	1155,441	0,363	-1,146	3,690	0,132	1,313	1,445	1,202	3,690	13,616	
2502	15	505370,543	4444700,115	1022,158	505369,847	4444701,165	1024,823	0,696	-1,050	-2,665	0,484	1,102	1,586	1,259	2,665	7,102	
2503	566	505306,640	4387929,315	973,117	505307,383	4387930,384	976,415	-0,743	-1,069	-3,298	0,552	1,143	1,695	1,302	3,298	10,877	
2504	537	458479,272	4387801,224	1133,785	458479,041	4387801,673	1133,790	0,231	-0,449	-0,005	0,053	0,202	0,255	0,505	0,005	0,000	
2505	104	466518,511	4436370,420	830,258	466518,377	4436370,526	831,663	0,134	-0,106	-1,405	0,018	0,011	0,029	0,171	1,405	1,974	
2506	193	477618,816	4428274,204	977,772	477619,441	4428270,856	956,425	-0,625	3,348	21,347	0,391	11,207	11,598	3,406	21,347	455,694	
2507	85	498147,217	4436267,692	958,880	498146,523	4436268,119	962,892	0,694	-0,427	-4,012	0,482	0,182	0,664	0,815	4,012	16,096	
2508	220	497329,923	4425998,611	1069,042	497330,847	4426000,756	1056,525	-0,924	-2,145	12,517	0,854	4,599	5,453	2,335	12,517	156,675	
2509	391	464193,389	4413327,702	1224,120	464194,674	4413329,531	1226,003	-1,285	-1,829	-1,883	1,651	3,345	4,996	2,235	1,883	3,546	
2510	298	479619,906	4415660,590	893,751	479619,449	4415660,814	896,926	0,457	-0,224	-3,175	0,209	0,050	0,259	0,509	3,175	10,081	
2511	371	496841,350	4413195,980	1116,342	496841,276	4413195,767	1117,215	0,074	0,213	-0,873	0,005	0,045	0,051	0,225	0,873	0,762	
2512	452	483337,136	4403382,802	1015,748	483338,528	4403382,802	1011,124	-1,392	0,000	4,624	1,938	0,000	1,938	1,392	4,624	21,381	
2513	490	488891,152	4396829,274	1401,780	488890,084	4396827,987	1398,029	1,068	1,287	3,751	1,141	1,656	2,797	1,672	3,751	14,070	
2514	547	476039,113	4390932,736	1132,284	476039,156	4390932,283	1133,158	-0,043	0,453	-0,874	0,002	0,205	0,207	0,455	0,874	0,764	
2515	353	482099,726	4437300,907	1362,451	482100,416	4437300,651	1357,259	-0,690	0,256	5,192	0,476	0,066	0,542	0,736	5,192	26,957	
2516	440	502583,110	4404687,821	1385,683	502583,183	4404687,654	1385,669	-0,073	0,167	0,014	0,005	0,028	0,033	0,182	0,014	0,000	
2517	242	462116,284	4424747,120	789,877	462116,386	4424747,007	789,996	-0,102	0,113	-0,119	0,010	0,013	0,023	0,153	0,119	0,014	
2518	476	466320,285	4398570,588	1287,171	466319,057	4398570,633	1284,265	1,228	-0,045	2,906	1,508	0,002	1,510	1,229	2,906	8,445	
2519	288	490068,554	4419954,012	952,063	490068,807	4419954,100	953,562	-0,053	-0,088	-1,499	0,003	0,008	0,011	0,103	1,499	2,247	
2520	408	473487,407	4406252,022	1173,893	473487,494	4406252,139	1173,802	-0,087	-0,117	0,091	0,008	0,014	0,021	0,146	0,091	0,008	
														36,128	23,175	84,439	788,409
														1,658			34,279

Ortametik	Vüseklik
Fkta (m.)	Fkta(m.)
ORTALAMA HATA (OH)	0,966
KARESEL ORTALAMA HATA (KOH)	1,288
	5,855

**EK-20 9 ADET YKN KULLANILARAK YAPILAN BLOK DENGELEME SONUCU ÜRETİLEN ORTOFOTOLARIN DOĞRULUK ANALİZİ
(YÜKPAF VERİLERİNDEN ÜRETİLEN 10×10 M ARALIKLI SYM KULLANILMIŞTIR)**

NOKTA NO	FOTO NO	JEODEZİK KOORDİNATLAR(REFERANS)			ORTOFOTO KOORDİNATLARI			X, Y, Z KOORDİNAT FARKLARI								
		X	Y	Z	X	Y	Z	dx	dy	dz	dx ²	dy ²	dz ²	dx	dy	dz
1001	550	478936,505	4390731,643	1008,086	478936,424	4390729,869	1021,910	0,081	1,774	-13,824	0,007	3,146	3,152	1,776	13,824	191,103
1002	551	481826,293	4390727,917	996,994	481826,237	4390727,593	1000,010	0,056	0,324	-3,016	0,003	0,105	0,108	0,329	3,016	9,096
1003	550	482180,482	4388574,039	1014,323	482180,500	4388575,320	1020,167	-0,018	-1,281	-5,844	0,000	1,641	1,641	1,281	5,844	34,152
1004	551	478812,143	4388756,076	1010,384	478812,046	4388757,660	1018,168	0,097	-1,584	-7,784	0,009	2,509	2,519	1,587	7,784	60,591
2501	47	458445,342	4444259,050	1159,131	458445,328	4444258,899	1159,001	0,014	0,151	0,130	0,000	0,023	0,023	0,152	0,130	0,017
2502	15	505370,543	4444700,115	1022,158	505370,953	4444700,070	1020,874	-0,410	0,045	1,284	0,168	0,002	0,170	0,413	1,284	1,649
2503	566	505306,640	4387929,315	973,117	505305,311	4387927,191	965,147	1,329	2,124	7,970	1,767	4,510	6,277	2,505	7,970	63,521
2504	537	458479,272	4387801,224	1133,785	458478,548	4387799,962	1129,282	0,724	1,262	4,503	0,524	1,594	2,118	1,455	4,503	20,277
2505	104	466518,511	4436370,420	830,258	466518,458	4436370,368	831,218	0,053	0,052	-0,960	0,003	0,003	0,006	0,074	0,960	0,922
2506	193	477618,816	4428274,204	977,772	477618,920	4428273,264	973,297	-0,104	0,940	4,475	0,011	0,883	0,894	0,946	4,475	20,026
2507	85	498147,217	4436267,692	958,880	498147,297	4436267,664	959,736	-0,080	0,028	-0,856	0,006	0,001	0,007	0,085	0,856	0,733
2508	220	497329,923	4425998,611	1069,042	497330,180	4425998,585	1068,262	-0,257	0,026	0,780	0,066	0,001	0,067	0,258	0,780	0,608
2509	391	464193,389	4413327,702	1224,120	464193,192	4413327,290	1224,893	0,197	0,412	-0,773	0,039	0,170	0,209	0,457	0,773	0,598
2510	298	479619,906	4415660,590	893,751	479619,365	4415660,807	897,956	0,541	-0,217	-4,205	0,292	0,047	0,340	0,583	4,205	17,682
2511	371	496841,350	4413195,980	1116,342	496841,099	4413195,567	1117,831	0,251	0,413	-1,489	0,063	0,170	0,234	0,483	1,489	2,217
2512	452	483337,136	4403382,802	1015,748	483338,026	4403382,817	1013,924	-0,890	-0,015	1,824	0,792	0,000	0,792	0,890	1,824	3,327
2513	490	488891,152	4396829,274	1401,780	488890,944	4396828,952	1401,169	0,208	0,322	0,611	0,043	0,104	0,147	0,383	0,611	0,373
2514	547	476039,113	4390932,736	1132,284	476039,221	4390932,706	1130,090	-0,108	0,030	2,194	0,012	0,001	0,013	0,112	2,194	4,814
2515	353	482099,726	4437300,907	1362,451	482100,416	4437300,651	1361,114	-0,690	0,256	1,337	0,476	0,066	0,542	0,736	1,337	1,788
2516	440	502583,110	4404687,821	1385,683	502583,258	4404688,130	1384,881	-0,148	-0,309	0,802	0,022	0,095	0,117	0,343	0,802	0,643
2517	242	462116,284	4424747,120	789,877	462116,090	4424747,066	791,752	0,194	0,054	-1,875	0,038	0,003	0,041	0,202	1,875	3,516
2518	476	466320,285	4398570,588	1287,171	466319,747	4398570,629	1285,26	0,538	-0,041	1,912	0,289	0,002	0,291	0,540	1,912	3,656
2519	268	490068,554	4419954,012	952,063	490068,429	4419953,947	950,168	0,125	0,065	1,895	0,016	0,004	0,020	0,141	1,895	3,591
2520	408	473487,407	4406252,022	1173,893	473487,246	4406251,902	1172,198	0,161	0,120	1,695	0,026	0,014	0,040	0,201	1,695	2,873
													19,767	15,931	72,038	447,771
													0,859			19,468

	Planim etrik Hata (m.)	Yükseklik Hatası (m.)
ORTALAMA HATA (OH)	0,664	3,002
KARESEL ORTALAMA HATA (KOH)	0,927	4,412

**EK-21 4 ADET YKN KULLANILARAK YAPILAN BLOK DENGEME SONUCU ÜRETİLEN STEREO MODEL VE ORTOFOTOLARIN DOĞRULUK ANALİZİ
(OTOMATİK KORELASYONLA ÜRETİLEN SYM'İNİN GRID ARALIĞI : 2M)**

NOKTANO	STEREO MODEL KOORDİNATLARI			ORTOFOTO KOORDİNATLARI			X, Y, Z KOORDİNAT FARKLARI									
	X	Y	Z	X	Y	Z	dx	dy	dz	dx ²	dy ²	dz ²	dφ	dz	dz F	
1	457540,393	4444318,315	1290,336	457539,702	4444317,972	1290,539	0,691	0,343	-0,203	0,477	0,118	0,595	0,771	0,203	0,041	
2	457768,423	4444163,895	1228,526	457768,616	4444163,947	1230,324	-0,193	-0,052	-1,798	0,037	0,003	0,040	0,200	1,798	3,233	
3	458683,369	4444414,053	1138,475	458683,037	4444414,074	1139,435	0,332	-0,021	-0,960	0,110	0,000	0,111	0,333	0,960	0,922	
4	458945,023	4444245,315	1072,149	458944,554	4444245,403	1072,046	0,469	-0,088	0,103	0,220	0,008	0,228	0,477	0,103	0,011	
5	458131,796	4444221,162	1187,220	458131,435	4444222,200	1186,874	0,361	-1,038	0,346	0,130	1,077	1,208	1,099	0,346	0,120	
6	457387,797	4443838,047	1291,900	457387,325	4443838,283	1291,953	0,472	-0,236	-0,053	0,223	0,056	0,278	0,528	0,053	0,003	
7	457301,841	4443289,866	1174,128	457301,495	4443290,087	1174,784	0,346	-0,221	-0,656	0,120	0,049	0,169	0,411	0,656	0,430	
8	457866,865	4443019,763	1113,816	457866,421	4443019,923	1113,788	0,444	-0,160	0,028	0,197	0,026	0,223	0,472	0,028	0,001	
9	457901,447	4442418,686	1037,851	457901,276	4442419,088	1037,835	0,171	-0,402	0,016	0,029	0,162	0,191	0,437	0,016	0,000	
10	457730,700	4442093,903	1099,012	457730,516	4442094,080	1099,952	0,184	-0,177	-0,940	0,034	0,031	0,065	0,255	0,940	0,884	
11	457744,744	4441860,951	1042,864	457744,388	4441861,190	1042,786	0,356	-0,239	0,078	0,127	0,057	0,184	0,429	0,078	0,006	
12	457423,271	4441498,685	1064,683	457422,931	4441498,811	1064,029	0,340	-0,126	0,654	0,116	0,016	0,131	0,363	0,654	0,428	
13	457887,345	4441498,187	1045,757	457887,020	4441498,412	1046,248	0,325	-0,225	-0,491	0,106	0,051	0,156	0,395	0,491	0,241	
14	459075,002	4441567,388	956,537	459074,677	4441567,808	957,014	0,325	-0,420	-0,477	0,106	0,176	0,282	0,531	0,477	0,228	
15	458778,712	4440598,427	953,398	458778,357	4440598,660	953,539	0,355	-0,233	-0,141	0,126	0,054	0,180	0,425	0,141	0,020	
16	457840,288	4440453,461	978,651	457840,070	4440453,623	978,589	0,218	-0,162	0,062	0,048	0,026	0,074	0,272	0,062	0,004	
17	457918,196	4440029,361	954,218	457917,885	4440029,655	954,241	0,311	-0,294	-0,023	0,097	0,086	0,183	0,428	0,023	0,001	
18	457295,959	4442409,239	1148,985	457295,506	4442409,249	1148,943	0,453	-0,010	0,042	0,205	0,000	0,205	0,453	0,042	0,002	
19	457857,839	4439751,110	950,731	457857,602	4439751,415	951,089	0,237	-0,305	-0,358	0,056	0,093	0,149	0,386	0,358	0,128	
20	458229,476	4439347,806	939,966	458229,364	4439348,025	940,836	0,112	-0,219	-0,870	0,013	0,048	0,061	0,246	0,870	0,757	
21	458571,136	4439209,576	911,894	458570,873	4439210,021	912,203	0,263	-0,445	-0,309	0,069	0,198	0,267	0,517	0,309	0,095	
22	459122,857	4439412,549	899,579	459123,105	4439413,088	901,230	-0,248	-0,539	-1,651	0,062	0,291	0,352	0,593	1,651	2,726	
23	459187,810	4439748,760	909,331	459187,568	4439748,509	908,587	0,242	0,251	0,744	0,059	0,063	0,122	0,349	0,744	0,554	
24	459358,874	4439858,961	905,399	459358,898	4439858,827	904,260	-0,024	0,134	1,139	0,001	0,018	0,019	0,136	1,139	1,297	
25	459415,071	4440032,818	909,429	459414,661	4440032,819	909,047	0,410	-0,001	0,382	0,168	0,000	0,168	0,410	0,382	0,146	
26	459518,886	4439288,916	887,631	459518,502	4439289,279	888,029	0,384	-0,363	-0,398	0,147	0,132	0,279	0,528	0,398	0,158	
27	458520,251	4442960,715	1048,008	458520,807	4442960,242	1048,067	-0,556	0,473	-0,059	0,309	0,224	0,533	0,730	0,059	0,003	
28	458776,373	4442199,018	990,430	458775,713	4442199,892	990,247	0,660	-0,874	0,183	0,436	0,764	1,199	1,095	0,183	0,033	
29	458426,669	4441474,206	1020,542	458426,339	4441474,325	1019,432	0,330	-0,119	1,110	0,109	0,014	0,123	0,351	1,110	1,232	
30	458152,429	4440854,451	988,898	458151,895	4440855,102	989,027	0,534	-0,651	-0,129	0,285	0,424	0,709	0,842	0,129	0,017	
												8,484	14,461	14,403	13,719	
												0,369			0,596	

	Panometrik Hata (m)	Yükseklik Hatası(m)
ORTALAMA HATA (OH)	0,603	0,600
KARESEL ORTALAMA HATA (KOH)	0,607	0,772

**EK-22 4 ADET YKN KULLANILARAK YAPILAN BLOK DENGELEME SONUCU ÜRETİLEN STEREO MODEL VE ORTOFOTO LARIN DOĞRULUK ANALİZİ
(OTOMATİK KORELASYONLA ÜRETİLEN SYM' NİN GRID ARALIĞI : 5 M)**

NOKTA NO	STEREO MODEL KOORDİNATLARI			ORTOFOTO KOORDİNATLARI			X, Y, Z KOORDİNAT FARKLARI									
	X	Y	Z	X	Y	Z	dx	dy	dz	dx ²	dy ²	dz ²	dp	dx	dz	
1	457540,393	4444318,315	1290,336	457539,882	4444317,778	1288,543	0,511	0,537	1,793	0,261	0,288	0,549	0,741	1,793	3,215	
2	457768,423	4444163,895	1228,526	457768,634	4444164,221	1230,387	-0,211	-0,326	-1,861	0,045	0,106	0,151	0,388	1,861	3,463	
3	458683,369	4444414,053	1138,475	458683,056	4444414,005	1139,554	0,313	0,048	-1,079	0,098	0,002	0,100	0,317	1,079	1,164	
4	458945,023	4444245,315	1072,149	458944,664	4444245,387	1072,034	0,359	-0,072	0,115	0,129	0,005	0,134	0,366	0,115	0,013	
5	458131,796	4444221,162	1187,220	458131,467	4444222,267	1186,776	0,329	-1,105	0,444	0,108	1,221	1,329	1,153	0,444	0,197	
6	457387,797	4443838,047	1291,900	457387,454	4443838,113	1291,993	0,343	-0,066	-0,093	0,118	0,004	0,122	0,349	0,093	0,009	
7	457301,841	4443289,866	1174,128	457301,376	4443290,221	1174,887	0,465	-0,355	-0,759	0,216	0,126	0,342	0,585	0,759	0,576	
8	457866,865	4443019,763	1113,816	457866,545	4443020,234	1113,656	0,320	-0,471	0,180	0,102	0,222	0,324	0,569	0,180	0,026	
9	457901,447	4442418,686	1037,851	457901,264	4442419,183	1037,752	0,183	-0,497	0,099	0,033	0,247	0,280	0,530	0,099	0,010	
10	457730,700	4442093,903	1099,012	457730,444	4442094,231	1099,965	0,256	-0,328	-0,953	0,066	0,108	0,173	0,416	0,953	0,908	
11	457744,744	4441860,951	1042,864	457744,488	4441861,332	1042,796	0,256	-0,381	0,068	0,066	0,145	0,211	0,459	0,068	0,005	
12	457423,271	4441498,685	1064,683	457423,221	4441498,993	1064,113	0,050	-0,308	0,570	0,002	0,095	0,097	0,312	0,570	0,325	
13	457887,345	4441498,187	1045,757	457887,996	4441498,343	1046,334	-0,651	-0,156	-0,577	0,424	0,024	0,448	0,669	0,577	0,333	
14	459075,002	4441567,388	956,537	459074,747	4441567,888	957,111	0,255	-0,500	-0,574	0,065	0,250	0,315	0,561	0,574	0,329	
15	458778,712	4440598,427	953,398	458778,402	4440598,553	953,664	0,310	-0,126	-0,266	0,096	0,016	0,112	0,335	0,266	0,071	
16	457840,288	4440453,461	978,651	457840,121	4440453,565	978,569	0,167	-0,104	0,082	0,028	0,011	0,039	0,197	0,082	0,007	
17	457918,196	4440029,361	954,218	457917,935	4440029,572	954,254	0,261	-0,211	-0,036	0,068	0,045	0,113	0,336	0,036	0,001	
18	457295,959	4442409,239	1148,985	457295,497	4442409,325	1148,886	0,462	-0,086	0,099	0,213	0,007	0,221	0,470	0,099	0,010	
19	457857,839	4439751,110	930,731	457857,574	4439751,554	931,113	0,265	-0,444	-0,382	0,070	0,197	0,287	0,517	0,382	0,146	
20	458229,476	4439347,806	939,966	458229,443	4439348,112	940,998	0,033	-0,306	-1,032	0,001	0,094	0,095	0,308	1,032	1,065	
21	458571,136	4439209,576	911,894	458570,959	4439210,132	912,278	0,177	-0,556	-0,384	0,031	0,309	0,340	0,583	0,384	0,147	
22	459122,857	4439412,549	899,579	459123,212	4439413,226	901,241	-0,355	-0,677	-1,662	0,126	0,458	0,584	0,764	1,662	2,762	
23	459187,810	4439748,780	909,331	459187,456	4439748,665	908,434	0,354	0,095	0,897	0,125	0,009	0,134	0,367	0,897	0,805	
24	459358,874	4439858,961	905,399	459358,987	4439858,833	904,246	-0,113	0,128	1,153	0,013	0,016	0,029	0,171	1,153	1,329	
25	459415,071	4440032,818	909,429	459414,551	4440032,793	909,025	0,520	0,025	0,404	0,270	0,001	0,271	0,521	0,404	0,163	
26	459518,886	4439268,916	887,631	459518,487	4439269,301	888,238	0,399	-0,385	-0,607	0,159	0,148	0,307	0,554	0,607	0,388	
27	458520,251	4442960,715	1048,008	458520,903	4442960,365	1048,076	-0,652	0,350	-0,068	0,425	0,122	0,548	0,740	0,068	0,005	
28	458776,373	4442199,018	990,430	458775,878	4442199,897	990,233	0,495	-0,879	0,197	0,245	0,773	1,018	1,009	0,197	0,039	
29	458426,669	4441474,206	1020,542	458426,455	4441474,465	1019,393	0,214	-0,259	1,149	0,046	0,067	0,113	0,336	1,149	1,320	
30	458152,429	4440854,451	988,898	458151,912	4440855,152	989,113	0,517	-0,701	-0,215	0,267	0,491	0,759	0,871	0,215	0,046	

9,527	15,494	17,778	18,838
0,414			0,820

	Planimetrik Hata (m)	Yükseklik Hatası(m)
ORTALAMA HATA (OH)	0,646	0,741
KARESEL ORTALAMA HATA (KOH)	0,644	0,905

**EK-23 4 ADET YKN KULLANILARAK YAPILAN BLOK DENGEME SONUCU ÜRETİLEN STEREO MODEL VE ORTOFOTOLARIN DOĞRULUK ANALİZİ
(OTOMATİK KORELASYONLA ÜRETİLEN SYM'İN GRID ARALIĞI: 10 M)**

NOKTA NO	STEREO MODEL KOORDİNATLARI			ORTOFOTO KOORDİNATLARI			X, Y, Z KOORDİNAT FARKLARI									
	X	Y	Z	X	Y	Z	dx	dy	dz	dx ²	dy ²	dz ²	dp	dz	dz P	
1	457540,393	4444318,315	1290,336	457539,773	4444317,871	1290,638	0,620	0,444	-0,302	0,384	0,197	0,582	0,763	0,302	0,091	
2	457768,423	4444163,895	1228,526	457768,649	4444164,283	1230,374	-0,226	-0,388	-1,848	0,051	0,151	0,202	0,449	1,848	3,415	
3	458683,369	4444414,053	1138,475	458683,028	4444414,122	1139,685	0,341	-0,069	-1,210	0,116	0,005	0,121	0,348	1,210	1,464	
4	458945,023	4444245,315	1072,149	458944,598	4444245,294	1072,062	0,425	0,021	0,087	0,181	0,000	0,181	0,426	0,087	0,008	
5	458131,796	4444221,162	1187,220	458131,437	4444222,194	1186,847	0,359	-1,032	0,373	0,129	1,065	1,194	1,093	0,373	0,139	
6	457387,797	4443838,047	1291,900	457387,571	4443838,094	1291,839	0,226	-0,047	0,061	0,051	0,002	0,053	0,231	0,061	0,004	
7	457301,841	4443289,866	1174,128	457301,454	4443290,253	1174,773	0,387	-0,387	-0,645	0,150	0,150	0,300	0,547	0,645	0,416	
8	457866,865	4443019,763	1113,816	457866,499	4443020,378	1113,656	0,366	-0,615	0,160	0,134	0,378	0,512	0,716	0,160	0,026	
9	457901,447	4442418,686	1037,851	457901,252	4442419,256	1037,798	0,195	-0,570	0,053	0,038	0,325	0,363	0,602	0,053	0,003	
10	457730,700	4442093,903	1099,012	457730,421	4442094,351	1099,922	0,279	-0,448	-0,910	0,078	0,201	0,279	0,528	0,910	0,828	
11	457744,744	4441860,951	1042,864	457744,495	4441861,399	1042,766	0,249	-0,448	0,098	0,062	0,201	0,263	0,513	0,098	0,010	
12	457423,271	4441498,685	1064,683	457423,198	4441498,982	1064,023	0,073	-0,297	0,660	0,005	0,088	0,094	0,306	0,660	0,436	
13	457887,345	4441498,187	1045,757	457888,030	4441498,379	1046,303	-0,685	-0,192	-0,546	0,469	0,037	0,506	0,711	0,546	0,298	
14	459075,002	4441567,388	956,537	459074,738	4441567,910	957,223	0,264	-0,522	-0,686	0,070	0,272	0,342	0,585	0,686	0,471	
15	458778,712	4440598,427	953,398	458778,453	4440598,474	953,453	0,259	-0,047	-0,055	0,067	0,002	0,069	0,263	0,055	0,003	
16	457840,288	4440453,461	978,651	457840,267	4440453,521	978,284	0,021	-0,060	0,367	0,000	0,004	0,004	0,064	0,367	0,135	
17	457918,196	4440029,361	954,218	457917,948	4440029,523	954,233	0,248	-0,162	-0,015	0,062	0,026	0,088	0,296	0,015	0,000	
18	457295,959	4442409,239	1148,985	457295,484	4442409,243	1148,558	0,475	-0,004	0,427	0,226	0,000	0,226	0,475	0,427	0,182	
19	457857,839	4439751,110	950,731	457857,582	4439751,382	951,212	0,257	-0,472	-0,481	0,066	0,223	0,289	0,537	0,481	0,231	
20	458229,476	4439347,806	939,966	458229,394	4439348,158	940,884	0,082	-0,352	-0,918	0,007	0,124	0,131	0,361	0,918	0,843	
21	458571,136	4439209,576	911,894	458570,911	4439210,201	912,297	0,225	-0,625	-0,403	0,051	0,391	0,441	0,664	0,403	0,162	
22	459122,857	4439412,549	899,579	459123,301	4439413,210	901,289	-0,444	-0,661	-1,710	0,197	0,437	0,634	0,796	1,710	2,924	
23	459187,810	4439748,760	909,331	459187,463	4439748,773	908,358	0,347	-0,013	0,973	0,120	0,000	0,121	0,347	0,973	0,947	
24	459358,874	4439858,961	905,399	459358,883	4439858,845	904,345	-0,009	0,116	1,054	0,000	0,013	0,014	0,116	1,054	1,111	
25	459415,071	4440032,818	909,429	459414,652	4440032,814	909,017	0,419	0,004	0,412	0,176	0,000	0,176	0,419	0,412	0,170	
26	459518,886	4439288,916	887,631	459518,425	4439289,424	888,372	0,461	-0,508	-0,741	0,213	0,258	0,471	0,686	0,741	0,549	
27	458520,251	4442960,715	1048,008	458520,912	4442960,431	1048,012	-0,661	0,284	-0,004	0,437	0,081	0,518	0,719	0,004	0,000	
28	458776,373	4442199,018	990,430	458775,739	4442199,880	990,102	0,634	-0,862	0,328	0,402	0,743	1,145	1,070	0,328	0,108	
29	458426,669	4441474,206	1020,542	458426,546	4441474,412	1019,221	0,123	-0,206	1,321	0,015	0,042	0,058	0,240	1,321	1,745	
30	458152,429	4440854,451	988,898	458151,993	4440855,384	989,343	0,436	-0,933	-0,445	0,190	0,870	1,061	1,030	0,445	0,198	
													10,433	15,902	17,293	16,915
													0,454			0,735

	Pislik Hata (m.)	Yükseklik Hatası (m.)
ORTALAMA HATA (OH)	0,663	0,721
KARESEL ORTALAMA HATA (KOH)	0,673	0,858

EK-26 Blok dengelemeye 4 YKN dahil edildiğinde elde edilen Yönelme Kütüğü
(Orientation File)

Foto No:

550	480390.13546 -0.992357366812 -0.117087238374 0.038954269904	4389834.68641 0.118512035071 -0.992280521667 0.036527576756	7502.81855 0.034376650175 0.040864959687 0.998573132521
551	482015.32699 -0.990177973628 -0.134345399227 0.038715555647	4389824.15080 0.137059127217 -0.987405525177 0.079026100100	7502.13913 0.027611160589 0.083556223927 0.996120465232
449	486992.98216 0.996470239141 -0.076011826712 0.035626741448	4402925.44023 0.072421068829 0.993021769011 0.093074996961	7555.86614 -0.042452930357 -0.090166337785 0.995021497373
15	503565.06372 0.995923055526 0.050422998483 0.074798320142	4446560.94080 -0.055222991581 0.996449214436 0.063556150379	7148.60202 -0.071328035673 -0.067427622486 0.995171255138
47	459593.98343 -0.983269541671 -0.164238215772 0.078783354216	4442169.31711 0.168711184259 -0.984190364833 0.053906048597	7126.25569 0.068684384888 0.066295808686 0.995433232830
566	506432.48304 -0.989370698878 -0.140928366625 0.035844325672	4389805.04881 0.143101393572 -0.987383480215 0.067792729376	7498.77069 0.025838176408 0.072201512997 0.997055329538
537	459232.77193 -0.991169286074 -0.128181545749 0.033954935922	4389893.02426 0.126681327719 -0.991003737606 -0.043167502339	7506.41820 0.039182745585 -0.038484846110 0.998490675504
104	466069.75456 0.988714493818 0.127302108376 0.078979889321	4437813.80557 -0.131540050321 0.989998987430 0.050982546510	7247.09379 -0.071699824794 -0.060796201282 0.995571673479

193	477414.44972 -0.995817699990 0.050346437943 0.076238734079	4429196.35290 0.056308780585 -0.995346999608 0.078189971222	7098.77557 0.071947408686 - 0.082155867453 0.994019106369
85	496990.08489 0.992396135268 0.086603924418 0.087462397521	4437872.46541 -0.094339958265 0.991592006362 0.088573501649	7242.93267 -0.079056201397 -0.096151199656 0.992222285491
220	496900.02472 0.997034860073 -0.058226582670 0.050310564203	4424773.55258 0.056372089624 0.997704342253 0.037526430168	7035.02366 -0.052380104155 -0.034579047417 0.998028363409
391	462637.13231 0.997916872822 -0.053678622956 0.035784359372	4411549.85692 0.053265470479 0.998503378059 0.012401357135	7473.62651 -0.036396491488 -0.010469452793 0.999282585641
298	478939.57932 0.997902946373 -0.039065173432 0.051610288166	4416030.30903 0.038358228127 0.999157119851 0.014618350987	7254.63128 -0.052137855295 -0.012608016313 0.998560304624
371	495184.58729 0.992664179111 -0.115375035952 0.036144551302	4411610.16739 0.114031485221 0.992778084968 0.037262506428	7470.53441 -0.040182681442 -0.032867538488 0.998651629461
452	482106.79013 0.992434356612 -0.117313089086 0.036217218910	4402964.66570 0.115839486231 0.992445355772 0.040415705312	7557.45695 -0.040684901944 -0.035914550467 0.998526356096
490	490221.51198 -0.991846690342 -0.122817416926 0.034000367020	4398630.35049 0.124367637428 -0.991073822050 0.048014268804	7434.97996 0.027799885224 0.051851338921 0.998267802262

548	477143.10849 -0.988631087703 -0.145792871245 0.036783299480	4389802.24743 0.148131204178 -0.986351991788 0.071881114664	7503.46106 0.025801526612 0.076512659021 0.996734716077
353	480733.53107 0.992428378432 -0.117367294598 0.036205411771	4437886.71767 0.116710856493 0.992969581290 0.019748078645	7377.35499 -0.038268651131 -0.015372989049 0.999149228868
440	501630.56200 0.996975842850 -0.068934423813 0.035877764529	4402998.54366 0.066964466682 0.996320895410 0.053483021344	7554.06376 -0.039432587741 -0.050918744915 0.997924021377
242	461097.75201 0.997587226740 -0.048960326785 0.049220030950	4424693.55003 0.046093713323 0.997264711247 0.057779453903	7041.10895 -0.051914300897 -0.055371311185 0.997115300885
476	467434.87712 -0.992336553280 -0.118866438333 0.033748109007	4398559.06636 0.120196826675 -0.991920116367 0.040585780809	7439.29842 0.028651141001 0.044331169449 0.998605958091
268	490367.43658 -0.997411336614 -0.049415362537 0.052237415121	4420416.06266 0.050923272752 -0.998311661232 0.027940066936	7040.40948 0.050768552131 0.030527839646 0.998243760372
408	474005.90216 -0.995743989766 -0.083672175905 0.038637725411	4407225.19119 0.084808739989 -0.995981633479 0.028776090653	7566.22742 0.036074706749 0.031930436125 0.998838857265

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	Levent ARSLANBEK
Doğum Yeri	Mecitözü/ÇORUM
Doğum Tarihi	25.06.1977
Medeni Hali	Evli
Yabancı Dili	İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise	1991-1994	Çorum Atatürk Lisesi
Lisans	1995-2000	Yıldız Teknik Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Böl.
Yüksek Lisans	2006-	Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeodezi ve Fotogrametri ABD.

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl aralığı

2004-2009	Harita Genel Komutanlığı
-----------	--------------------------