



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YAZILIM FOTOGRAMETRİSİ İLE ORMAN
ALANLARINA YÖNELİK COĞRAFİ VERİLERİN ELDE
EDİLMESİ**

**Orman Müh. Hüseyin YURTSEVEN
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Ölçme Bilgisi ve Kadastro Programı**

**Danışman
Doç. Dr. Hakan YENER**

Haziran, 2008

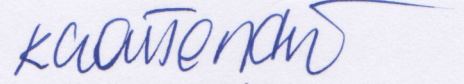
İSTANBUL

Bu çalışma 02/07/2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Ölçme Bilgisi ve Kadastro programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

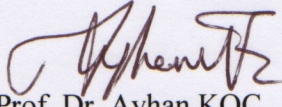
Tez Jürisi



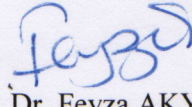
Doç. Dr. Hakan YENER (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



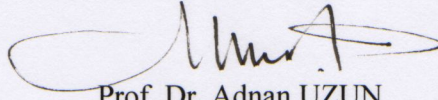
Prof. Dr. Kadir ERDİN
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



Prof. Dr. Ayhan KOÇ
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



Prof. Dr. Feyza AKYÜZ
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



Prof. Dr. Adnan UZUN
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi

Bu alışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliđinin
T-96/15122006 numaralı projesi ile desteklenmiřtir.

ÖNSÖZ

“Yazılım Fotogrametrisi ile Orman Alanlarına Yönelik Coğrafi Verilerin Elde Edilmesi” adlı bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Ölçme Bilgisi ve Kadastro Anabilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmanın yapılmasında yardımlarını esirgemeyen ve değerli düşüncelerinden yararlandığım başta tez danışmanım Doç. Dr. Hakan YENER olmak üzere Prof. Dr. Kadir ERDİN, Prof. Dr. Ayhan KOÇ ve Yrd. Doç. Dr. O. Yalçın YILMAZ hocalarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

Gerek arazi çalışmaları gerekse ofis çalışmaları sırasında yardımlarını esirgemeyen dostum, Orman Mühendisi Ramazan ERDEM’e, sağladığı imkânlar ve desteklerden dolayı Eskişehir Orman Bölge Müdür Yardımcılığı görevinde bulunan Babam Hüsametdin YURTSEVEN’e teşekkürlerimi sunarım.

Haziran, 2008

Hüseyin YURTSEVEN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
TABLO LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	vii
ÖZET.....	viii
SUMMARY	x
1 GİRİŞ.....	1
1.1 TEZİN AMACI.....	2
1.2 TEZİN KAPSAMI.....	3
2 GENEL KISIMLAR	4
2.1 FOTOGRAMETRİ VE FOTOGRAMETRİK SİSTEMLERİN GELİŞİM SÜRECİ	4
2.2 ORMANCILIK ÇALIŞMALARINDA FOTOGRAMETRİNİN YERİ	9
3 MALZEME VE YÖNTEM	11
3.1 ARAŞTIRMA ALANININ ÖZELLİKLERİ	11
3.2 KULLANILAN VERİLER.....	12
3.2.1 Hava Fotoğrafları.....	12
3.2.2 SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) Uydu Verileri.....	13
3.2.3 GPS (Global Positioning Systems) Verileri.....	14
3.2.4 Orman Amenajman Planı	18
3.3 KULLANILAN YAZILIM ve DONANIM	18
3.4 YÖNTEM.....	20
3.4.1 Fotogrametrinin Prensipleri.....	20
3.4.2 Fotoyorumlamanın Prensipleri.....	32
3.4.3 Yazılım Fotogrametrisi	40
3.4.3.1 Alan Tabanlı Eşleştirme (Area-Based Matching).....	49
3.4.3.2 Niteliksel Eşleştirme (Feature-Based Matching).....	52
3.4.3.3 İlişki Tabanlı Eşleştirme (Relation-Based Matching)	52
4 BULGULAR	53
4.1 HAVA FOTOĞRAFLARININ TARANARAK SAYISAL FORMATA ÇEVİRİLMESİ	53
4.2 SİSTEME VERİ GİRİŞİ.....	53
4.3 İÇ YÖNELTME PARAMETRELERİNİN YERİNE GETİRİLEREK İÇ YÖNELTMENİN YAPILMASI.....	55
4.4 DIŞ YÖNELTME (KARŞILIKLI VE MUTLAK YÖNELTME) İŞLEMLERİNİN YAPILMASI	56
4.4.1 Yer Kontrol Noktaları Koordinatlarının ve Fotoğraf Bağlantı Noktalarının Fotoğraf Çiftlerinde Yerlerinin Belirlenerek Sisteme Girilmesi.....	56
4.4.2 Havai Üçgenleme İşleminin Yapılması.....	58
4.5 SAYISAL YÜKSEKLİK MODELİ ÜRETİMİ	59

4.6	ORTOFOTO ÜRETİMİ.....	65
4.7	FOTOYORUMLAMA İLE TALEP EDİLEN KONUSAL HARİTALARIN ÜRETİMİ.....	67
4.8	ÇIKTILARIN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİNE AKTARIMI.....	74
5	TARTIŞMA VE SONUÇ.....	78
	KAYNAKLAR.....	83
	EKLER.....	87
	İç Yöneltilme Raporları.....	87
	1930.....	87
	1931.....	87
	1932.....	87
	1933.....	88
	1966.....	88
	1967.....	88
	1968.....	89
	1969.....	89
	1970.....	89
	1971.....	90
	2025.....	90
	2026.....	90
	2027.....	91
	2028.....	91
	2029.....	91
	2030.....	92
	2031.....	92
	2032.....	92
	2121.....	93
	2122.....	93
	2123.....	93
	2124.....	94
	2125.....	94
	2126.....	94
	2127.....	95
	Havai Üçgenleme Sonuç Raporu.....	96
	Arazi Modeli Üretim Sonuç Raporu.....	115
	Meşcere tiplerinin bakılara göre alansal dağılımı.....	121
	ÖZGEÇMİŞ.....	126

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	: Fotogrametri biliminin gelişim aşamaları.....	6
Şekil 2.2	: Sol resimde analog fotogrametrik, sağ resimde ise analitik fotogrametrik sistemlere ait örnekler.....	7
Şekil 3.1	: Araştırma alanının ülkemiz üzerindeki konumu.....	11
Şekil 3.2	: Araştırma alanının coğrafik komumu.....	12
Şekil 3.3	: Arazi çalışmalarından bir görünüm.....	15
Şekil 3.4 a	: Yer kontrol noktalarının çalışma alanı üzerindeki konumları (nokta kodlarına göre numaralandırılmış).....	17
Şekil 3.4 b	: Yer kontrol noktalarının hava fotoğrafları üzerindeki konumları (nokta kodlarına göre numaralandırılmış).....	17
Şekil 3.5	: Çalışmada kullanılan sisteme ait görünüm.....	19
Şekil 3.6	: Yeryüzü ile fotoğraf arasındaki ölçeksel ilişki (Lillesand, 2000'den düzenlenerek alınmıştır).....	21
Şekil 3.7	: Alım anında meydana gelmesi muhtemel dönüklük ve eğiklikler (Pacheco, 2003'den düzenlenerek alınmıştır).....	22
Şekil 3.8	: Analog bir hava kamerasının şematik gösterimi (RSCC, 2007'den düzenlenerek alınmıştır).....	23
Şekil 3.9	: Boyuna bindirmeli olarak yapılan alımlara ait şematik gösterim (Pacheco, 2003'den düzenlenerek alınmıştır).....	25
Şekil 3.10	: Enine bindirmeli olarak yapılan alımlara ait şematik gösterim (Falkner ve Morgan, 2002'den düzenlenerek alınmıştır).....	26
Şekil 3.11	: İç yöneltme elemanları (Erdas, 2006'dan düzenlenerek alınmıştır)....	27
Şekil 3.12	: Orta nokta buldurucuları ve fotoğraf orta noktasının alım kameralarındaki genel konumları.....	28
Şekil 3.13	: Distorsiyon hatalarına ait şematik gösterim (δr : radyal distorsiyon, δt : teğetsel distorsiyon, o : nadir noktası) (Erdas, 2006'dan düzenlenerek alınmıştır).....	29
Şekil 3.14	: Paralaks etkisi (UCSBDG, 2007'den düzenlenerek alınmıştır).....	30
Şekil 3.15	: Uçan nokta hareketleri (pacheco, 2003'den düzenlenerek alınmıştır)..	31
Şekil 3.16	: Dış yöneltme elemanları ve ilişkisel gösterimi (Erdas, 2006'dan düzenlenerek alınmıştır).....	32

Şekil 3.17	: Fotoyorumlama elamanları arasındaki ilişkiler (UAE, 2008'den düzenlenerek alınmıştır).....	33
Şekil 3.18	: Bazı ağaç türlerinin tepe tacı şekilleri (Lillesand ve Kiefer 1994'den düzenlenerek alınmıştır).....	37
Şekil 3.19	: Fotoyorumlamada kullanılan şablonlara bir örnek (Spurr 1960'dan düzenlenerek alınmıştır).....	39
Şekil 3.20	: Çalışmada izlenen iş aşamaları.....	43
Şekil 3.21	: Yığın blok dengeleme işleminde gerekli yer kontrol noktalarının fotoğraflar üzerindeki optimum dağılımı.....	46
Şekil 3.22	: Arama penceresi büyüklüğü (Erdas, 2006'dan düzenlenerek alınmıştır).....	50
Şekil 4.1	: Blok parametrelerinin tanıtıldığı birinci pencereye ait görünüm.....	54
Şekil 4.2	: Blok parametrelerinin tanıtıldığı ikinci pencereye ait görünüm.....	54
Şekil 4.3	: Orta nokta buldurucuların sisteme tanıtılması.....	55
Şekil 4.4	: Yer kontrol ve bağlantı noktalarının sisteme girildiği ara yüze ait bir görünüm.....	57
Şekil 4.5	: Uyum yüzdelerinin alansal olarak gösterimi.....	62
Şekil 4.6	: Süper impoze ara yüzünden bir görünüm	63
Şekil 4.7	: 3m çözünürlükle üretilen sayısal yükseklik modeli.....	64
Şekil 4.8	: Çalışma alanının 0,5m çözünürlüklü ortofoto mozaik görüntüsü.....	66
Şekil 4.9	: Yorumlama sonucu elde edilen meşcere haritası.....	68
Şekil 4.10	: 2003 tarihli amenajman planından sayısallaştırılan meşcere haritası...	69
Şekil 4.11	: Yorumlama sonucu elde edilen meşcere haritası ile amenajman meşcere haritası arasındaki farka ait bir görünüm.....	70
Şekil 4.12	: Yorumlama sonucu elde edilen meşcere haritası ile amenajman meşcere haritası arasındaki farka ait bir görünüm.....	70
Şekil 4.13	: Yorumlama sonucu elde edilen yol haritası.....	73
Şekil 4.14	: Çalışma alanına eğim sınıfları haritası.....	76
Şekil 4.15	: Çalışma alanına ait bakı haritası.....	77

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1	: Arazide GPS ile ölçülerek çalışmada kullanılan yer kontrol noktalarının koordinatları (UTM Zone 36, International 1909, European 1950 Datum).....	16
Tablo 4.1	: Üretilen arazi modeline ait uyum yüzdeleri.....	61
Tablo 4.2	: Yorumlama ile elde edilen meşcere tiplerinin alansal büyüklükleri....	71
Tablo 4.3	: Amenajman meşcere tipleri haritasının alansal büyüklükleri.....	72
Tablo 4.4	: Eğim sınıflarının alansal dökümü.....	75
Tablo 4.5	: Bakıların alansal dağılımı.....	75
Tablo 7.1	: Bakı kod numaraları.....	121
Tablo 7.2	: Meşcere tiplerinin bakılara göre alansal dağılımı.....	121

SEMBOL LİSTESİ

ag	: Ağaçlandırma alanları
Ar	: Ardiç meşceresi
B	: Bozuk kapalı orman alanı
Bt	: Baltalık orman alanı
C	: Karaçam, Sarıçam veya Kızılçam meşceresi veya karışımları
CCD	: Charge Coupled Device
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
DGPS	: Differential Global Positioning System
Depo	: Orman envali deposu
f	: Odak Uzaklığı
GPS	: Global Positioning System
İs	: İskan alanları
LPS	: Leica Photogrammetry Suite
M	: Meşe meşceresi
ORBİS	: Orman Bilgi Sistemi
OT	: Orman Toprağı
RMSE	: Root Mean Square Error
SAM	: Sayısal Arazi Modeli
SAR	: Synthetic Aperture Radar
SRTM	: Shuttle Radar Topography Mission
Sx	: Arama penceresi büyüklüğü
Su	: Su alanları
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
UTM	: Universal Transverse Mercator
Z	: Ziraat alanları

ÖZET

YAZILIM FOTOGRAMETRİSİ İLE ORMAN ALANLARINA YÖNELİK COĞRAFI VERİLERİN ELDE EDİLMESİ

Günümüzde Türkiye’de ormancılık çalışmalarında kullanılmak üzere üretilen altlıkların büyük bir çoğunluğunun elde edilmesinde fotogrametrik yöntemler kullanılmaktadır. Fotogrametrik yöntemler gelişen bilgisayar teknolojisine paralel olarak, geçmişte kullanılan çok karmaşık yapıdaki analog ve analitik fotogrametrik aletlerin yerini bilgisayar yazılım ve donanımları almıştır. Böylece eskiden hardcopy formatta (kağıt baskı) üretilen altlıklar artık sayısal formatta bilgisayar ortamında üretilebilmekte ve coğrafi bilgi sistemi ortamında değerlendirilebilmektedir. Bu çalışmada, ormancılık çalışmalarında kullanılmak üzere seçilen bir uygulama alanı üzerinden coğrafi verilerin günümüz teknolojik olanaklarından faydalanılarak yazılım fotogrametrisi (sayısal fotogrametri) yöntemi ile nasıl elde edilebileceği incelenmiştir.

Çalışmanın ilk bölümünde fotogrametri kavramı kısaca açıklanarak, tezin amacı ve kapsamı belirtilmiştir.

İkinci bölümde fotogrametri biliminin gelişimi, ormancılık çalışmalarındaki kullanım alanları ve önemi kısaca açıklanarak literatürdeki yeri belirtilmiştir.

Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan yazılım fotogrametrisi yöntemiyle ilintili olarak fotogrametrik prensipler belirtilmiş ve fotoyorumlamanın prensiplerine de değinilerek ormancılık çalışmalarında bu yöntemin nasıl uygulandığı açıklanmıştır. Yazılım fotogrametrisi yöntemi ve yöntemin uygulanmasında kullanılan işlemler açıklanarak, çalışmanın akış diyagramı verilmiştir.

Bulgular bölümünde çalışma alanı üzerinde yazılım fotogrametrisi yönteminin uygulamaları gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Bu sonuçlara göre, yapılan havai üçgenleme sonucunda uygulama modeline ait karesel ortalama hata değeri 1,6230 m olarak elde edilmiştir. Oluşturulan model üzerinden çalışma alanına ait

sayısal yükseklik modeli ve ortofoto haritalar üretilerek bu haritalar tez içerisinde sunulmuştur. Ayrıca stereo model üzerinden yapılan yorumlamalarla, çalışma alanına ait meşcere haritası ve yol durumunu gösterir haritalar üretilmiştir.

Tartışma ve sonuç kısmında elde edilen verilerin nasıl değerlendirilebileceği hakkında yorumlar ve önerilere yer verilmiştir.

Sonuç olarak, yapılan bu çalışma ile ormancılık çalışmalarında altlık olarak kullanılabilecek niteliklere sahip, orman alanlarına yönelik coğrafi veriler tamamen sayısal ortamda elde edilmiştir.

SUMMARY

THE ACQUISITION OF GEOGRAPHIC DATA THROUGH SOFTCOPY PHOTOGRAMMETRY IN FORESTRY

Nowadays many of the maps for using in Turkey's forestry applications are produced by photogrammetric methods. Parallel to the development in computer technology, instruments used in photogrammetric studies replaced from very complex old analog and analytic photogrammetric instrument to computer software and hardware. Thus maps, they produced in hardcopy formats in the past that, are now producing in digital (softcopy) formats and they can be evaluated in geographic information systems. In this research, today's technologic opportunities are applicated on one research area to understand how to obtain geographic data's using by softcopy (digital) photogrammetric methods in forestry applications.

In the first chapter, photogrammetry concept is shortly explained and this thesis' aims and scopes are denoted.

In the second chapter, the development of photogrammetry science, its usage in forestry applications and importance are shortly described and its place in the literature is underlined.

In the third chapter, related to softcopy photogrammetric methods, photogrammetry and photointerpretation principles are explained and approaches to these methods in forestry applications are interpreted. Then, softcopy photogrammetric methods and in their application processes are explained and flow chart is given.

In the findings chapter, softcopy photogrammetric methods and its processes are applied on the research area and results are evaluated. Based on the results, after the application of aerial triangulation process root mean square error (RMSE) of application model is derived as 1,6230 m. Reffered to built model, digital terrain model and orthophoto maps are produced and are given in the thesis. Additionally, produced digital elevation model

is checked on by SRTM data and its results are showed. And based on stereo models, forest stand map and road maps are interpreted and produced, based on stereo models.

In the final chapter, evaluations of the produced data are interpreted and gave some suggestions about how to utilize these data are given.

In conclusion, this research, the acquisition of geographic data qualifiaed for using in forestry applications is accomplished in computer media through softcopy photogrammetry.

1 GİRİŞ

En genel anlamıyla Fotogrametri, fotografik görüntülerin ve yayılan elektromanyetik enerji biçimlerinin kayıt, ölçme ve yorumlama işlemleri sonucu fiziksel cisimler ve çevre hakkında güvenilir bilgileri elde etme sanat, teknoloji ve bilim dalı olarak bilinmektedir(ASPRS, 1980; Erdin, 1986). Uluslararası Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği'nin (ISPRS) tanımına göre ise fotogrametri; "fotografik görüntülerin ve elektromanyetik enerjinin kayıt, ölçme ve yorumlanması sonucu fiziksel cisimler ve bunların çevresine ilişkin bilgileri toplayan ve bu bilgilerin analizini yapan bir bilim dalıdır" (ISPRS, 2006).

Günümüzde fotogrametri; haritacılık, tıp, arkeoloji, inşaat gibi çok değişik disiplinler tarafından çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Fotogrametri biliminin sağladığı en büyük olanak çiftler halinde belirli bindirme oranları ile alınmış görüntüler üzerinden üç boyutlu değerlendirme ve ölçümlere olanak sağlamasıdır. Örneğin, bir hastanın vücudunda oluşan derin bir yaranın hacmi önceleri içine dökülen sıvının hacmi ile ölçülürken, fotogrametrik yöntemle hastaya dokunmaksızın ölçülebilmektedir (Boersma ve diğ., 2000). Keza belirli bir yükseklikten ve belirli bir örtme oranıyla alınan fotoğrafların, fotogrametrik sistemlerle üç boyutlu olarak değerlendirilmesi ile arazi yüzeyi üzerinde bulunan objelere ait niteliksel ve geometrik bilgilerin elde edilmesi mümkün olmaktadır. Fotogrametri bilimi genellikle haritacılık bilimi içerisinde gelişimini sürdürmüş ve sürdürmeye devam etmektedir. Yapılan bu çalışmada fotogrametrinin harita üretim amaçlı olarak kullanımı esas alınmıştır.

Fotogrametrik olarak yapılan değerlendirmeler ile harita üretiminin kolaylığı yersel ölçmelerle harita üretilmesine bir alternatif oluşturması ve yersel ölçmelere oranla çok daha az zaman alıcı bir yöntem olması nedeniyle büyük önem taşımaktadır. Ayrıca hava fotoğraflarının doğrultulması ve topoğrafik farklılıklardan kaynaklanan hataların giderilmesiyle elde edilen ortofoto haritalar, çalışma alanına ait bir görüntüye de sahip olduklarından yersel ölçmeler sonucu elde edilen çizgisel haritalardan daha fazla

bilgiyi bünyelerinde barındırmaktadırlar. Ortofoto haritalara ilave olarak fotogrametrik yöntemler ile yüksek doğrulukta eşyükseiti eğrili haritalar, sayısal arazi modellerinin üretimi, insan yapımı (bina, yol, tarla vb.) ve doğal karakteristiklerin (orman – orman yapısı, nehir, göl vb.) çizgisel ve/veya tematik haritalar şeklinde üretilmesi mümkündür.

Harita Genel Komutanlığınca Ülkemize ait haritaların hemen hepsi fotogrametrik yöntemlerle üretilmekte ve güncelleştirilmeleri de yine fotogrametrik yöntemlerle yapılmaktadır.

Haritacılık açısından yeryüzünü, nitelik olarak birbirinden farklı alanlar ve bu alanlar üzerinde bulunan hatlar ve noktalar kaplamaktadır. Bunlara örnek olarak; orman, tarım, iskân vb. alanları; dereler, demiryolları, elektrik vb. hatları; kule, nirengi vb. noktalar sıralanabilir. Yeryüzü üzerinde bulunan alan, hat ve noktalar da kendi içlerinde farklı nitelik taşıyan alt gruplara ayrılmaktadır. Konumuz olduğu üzere ormancılık açısından irdelenecek olursak meşcere tipleri, göller, göletler, iskan alanları ve ziraat alanlarını alan olarak; yollar, dereler ve nehirleri hat olarak kısaca sıralayabiliriz. Bunların her birinin diğerinden ayrımı, örneğin meşcere tiplerinin yorumlanarak sınıflandırılması görsel bir ayırım gücü ve fotogrametri bilgisinden ziyade uzmanlık gerektirmektedir. Bu noktada ise karşımıza fotoyorumlama kavramı çıkmaktadır.

Fotoğrafta görülen nesnelerin renk ya da gri tonlarındaki değişimlerin incelenmesi ve bunların yorumlanması sayesinde nesnelerle ilgili anlamsal ve topolojik bilgiler elde edilebilmektedir. Bu işleme fotoyorumlama adı verilmektedir. Yine başka bir tanıma göre fotoyorumlama; görüntülerdeki objelerin nitel (kalitatif) ve nicel (kantitatif) yöntemlerle tanınması, çevrelerinden ayırt edilecek sonuçlar çıkarılması şeklinde tanımlanmaktadır (Erdin, 1986).

1.1 TEZİN AMACI

Ormancılık çalışmalarında gereksinim duyulan coğrafi verilerin yazılım fotogrametrisi (sayısal fotogrametri) yöntemi ile bilgisayar ortamında elde edilmesi tezin ana amacını oluşturmaktadır.

Günümüzde ormancılık çalışmalarında kullanılan birçok coğrafi veri artık hava fotoğraflarının bilgisayar ortamında değerlendirilebilmesi sayesinde sayısal formatta elde edilebilmektedir. Ülkemizde ormancılık çalışmalarında fotogrametri önemli bir yer kaplamakla birlikte literatür incelendiğinde coğrafi bilgi sistemi tabanlı sayısal fotogrametrik sistemlerin ormancılık çalışmalarında kullanılması konusunda yeterli düzeyde araştırma olmadığı görülmüştür. Günümüzde halen kullanılan fotogrametrik sistemlerin ormancılık açısından yeteneklerinin irdelenerek üstünlüklerinin ortaya konulması, günümüzde ulaşılan teknolojinin daha üretken kullanılmasını sağlayarak zamansal ve ekonomik açıdan daha az sarfiyata neden olacaktır. Ayrıca literatürdeki bu boşluğun doldurulması ormancılık çalışmalarının hemen hepsinde kullanılan coğrafi verilerin yazılım fotogrametrisi yöntemi ile nasıl elde edileceğinin standartlaştırılması konusunu da gündeme getirerek yeni çalışmaların önünü açacak nitelikte olacağı düşünülmektedir.

1.2 TEZİN KAPSAMI

Yukarıda belirtilen amaca yönelik olarak Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğü bünyesinde yer alan Çatacık Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Gümeledere Orman İşletme Şefliği sınırları içinde kalan orman alanı, çalışma alanı olarak seçilmiştir. Yapılacak olan bu çalışma sonucunda elde edilecek sayısal coğrafi veriler çalışma alanına ait birçok bilgiyi barındıracağından diğer çalışmalara altlık olabilecek ve önünü açabilecek nitelikler taşıyacaktır.

Çalışma kapsamında;

- Ormancılıkta klasik ve güncel fotogrametri,
- Günümüzde sayısal fotogrametrik çalışmalarda gelinen nokta,
- Yazılım fotogrametrisindeki gelişmeler,
- Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğü, Çatacık Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Gümeledere Orman İşletme Şefliği sınırları içinde kalan orman alanında bir uygulama modeli oluşturularak yazılım fotogrametrisiyle ormancılık çalışmalarına yönelik coğrafi verilerin elde edilebilme olanaklarının saptanması çalışmalarının yapılması planlanmıştır.

2 GENEL KISIMLAR

2.1 FOTOGRAMETRİ VE FOTOGRAMETRİK SİSTEMLERİN GELİŞİM SÜRECİ

Fotogrametri bilimi doğal olarak, 1838 yılında Niepce ve Dauguerre'in ilk fotografik alımı gerçekleştirmesinden sonra ortaya çıkmıştır. Fotogrametri farklı bilim dallarındaki gelişmelerin bileşkesi olarak doğmuş ve her bilim dalından kendi payına düşeni alarak hızla gelişmiştir. Öyle ki ilk fotografik alımın gerçekleşmesinden yirmi sene sonra 1858 yılında Fransız fotoğrafçı Gaspard Felix Tournachon, Fransa'da bulunan Petit Bicetre şehrinin balonla birkaç yüz metre yükseklikten fotoğrafını çekerek bilinen ilk hava fotoğrafının alımını gerçekleştirmiştir. Fransız subayı Aim Laussedat tarafından geliştirilen fotogrametrik alet ve yöntemlerle fotogrametri gelişimine devam etmiş ve 1860 yılında Samuel A. King ve J. W. Black yine balonla Boston şehrinin 400 metre yükseklikten hava fotoğraflarını alarak hava fotogrametrisinin temellerini atmışlardır(ASPRS, 1997; Erdin,1986).

Fotogrametrinin ana amacı uzaktaki cisimlerin geometrik parametrelerini fotoğraflar yardımıyla elde etmektir. Fotogrametriyi, fotoğraf alım konumuna, değerlendirmede kullanılan resim sayısına, verilerin kullanım amacına veya değerlendirme yöntemine göre sınıflandırmak mümkündür (ASPRS, 1997; Erdin, 1986):

1. Fotoğraf Alım Konumuna Göre:

- Yersel Fotogrametri : Yer üzerinde çekilmiş fotoğraflarla çalışan fotogrametri.
- Yakın Resim Fotogrametrisi : Nesne-kamera uzaklığı en çok 300m olan bir fotogrametri uygulamasıdır.
- Hava Fotogrametrisi : Uçak, balon gibi taşıyıcı bir platformda bulunan kamera ile alımı yapılan, yeryüzüne ait fotoğraflarla çalışan fotogrametri.

2. Değerlendirmede Kullanılan Resim Sayısına Göre:

- Tek Fotoğraf Değerlendirmesi : Tek tek fotoğrafları kullanarak metrik bilgiler üretmeyi amaçlayan, foto-plan, foto-mozaik üreten fotogrametri.
- Çift Fotoğraf Değerlendirmesi : Ortak alanları olan fotoğraf çiftleri üzerinde ölçüler yaparak bilgi üretmeyi amaçlayan fotogrametri. Stereoskopik (3 boyutlu) görüş de söz konusu olduğundan buna stereo fotogrametri de denir.

3. Verilerin Kullanım Amacına Göre:

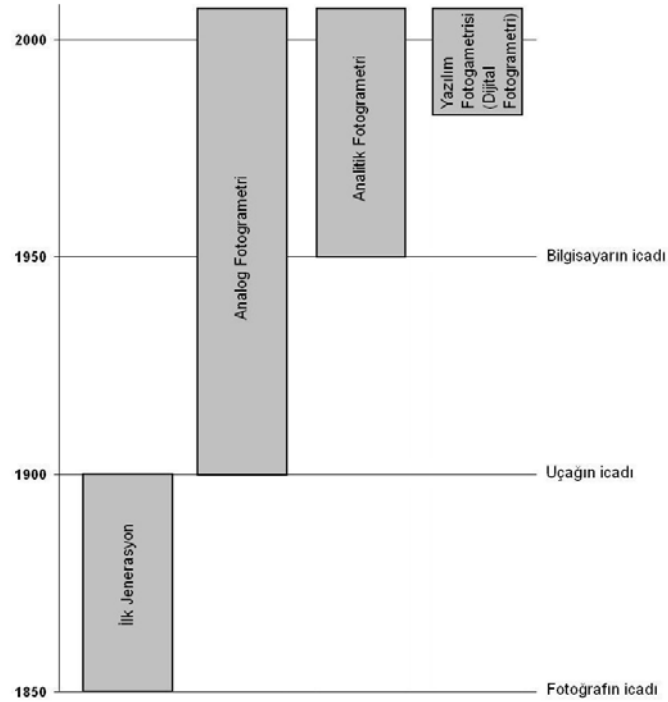
- Metrik Fotogrametri: Fotoğraflardan konum, yükseklik, uzaklık, alan ve hacim gibi metrik bilgilerin alınmasını, ya da doğrudan doğruya harita çizimini amaçlayan fotogrametri.
- Topoğrafik Fotogrametri: Topoğrafik harita üretimi ile ilgili haritacılık fotogrametrisi.
- Topoğrafik Olmayan Fotogrametri: Topoğrafik harita yapımı, topoğrafik ölçmeler dışında, kalan fotogrametrik çalışmalar.
- Kadastro Fotogrametrisi: Kadastro haritalarının yapımında kullanılan fotogrametri.
- Jeodezik Fotogrametri: Jeodezik nokta üretiminde kullanılan fotogrametri.
- Mühendislik Fotogrametrisi: Mühendislik projelerinin hazırlanmasında vb. çalışmalarda kullanılan fotogrametri.
- Mimarlık Fotogrametrisi: Özellikle tarihsel yapıların belgelenmesinde kullanılan fotogrametri.

- Ortofotografi: Çizgi harita ile aynı geometrik doğruluğa sahip foto haritalarının üretimi ile ilgilenen fotogrametri.

4. Değerlendirme Yöntemine Göre:

- Analog Fotogrametri : Değerlendirmelerin, özellikle harita çizimlerinin analog aletlerde yapıldığı fotogrametri.
- Analitik Fotogrametri : Çözümlerin matematiksel yöntemlerle yapıldığı, bilgisayar destekli fotogrametri uygulaması.
- Sayısal Fotogrametri (Yazılım Fotogrametrisi) : Sayısal (digital) fotoğraflarla bilgisayar ortamında çalışan fotogrametri.

Yukarıda belirtilen sınıflandırmada, değerlendirme yöntemine göre fotogrametri başlığı altında bulunan yöntemler bir nevi fotogrametri bilimindeki gelişim aşamalarını temsil etmektedir. Bu gelişim aşamaları şekil 2.1 de görüldüğü gibi bir kronoloji takip etmektedir.



Şekil 2.1 : Fotogrametri biliminin gelişim aşamaları

Balonla ilk hava fotoğrafının alımından uçağın icadına veya ilk stereo fotogrametrik ölçümün yapıldığı tarihe kadar geçen süre fotogrametri biliminin ilk aşaması olarak kabul görmektedir. Bu süre içerisinde dikkate değer birçok gelişme yaşanmıştır.

İlk hava fotoğrafları genellikle objeler ve geometrik prensipler arasındaki ilişkilerin çıkartılması için kullanılmıştır (ERDAS, 2006).

Analog fotogrametri yukarıda da bahsedildiği üzere stereo (üç boyutlu) fotogrametrinin bulunmasıyla karakterize edilmektedir. Bu teknikle ilk stereo ölçümler 1901 yılında yapılmıştır. Uçağın icadı ile alım teknikleri de gelişim göstermiş ve I. ve II. dünya savaşları arasında bugün de geçerliliğini sürdüren ölçüm teknikleri geliştirilmiştir. Analog fotogrametrik değerlendirme aletleri tamamen optik ve mekanik esaslarla çalışan büyük, pahalı optik-mekanik sistemlerdir.



Şekil 2.2 : Sol resimde analog fotogrametrik, sağ resimde ise analitik fotogrametrik sistemlere ait örnekler

Analitik fotogrametrik sistemler ise bilgisayar teknolojisinin bulunmasıyla ortaya çıkmıştır. Bu tekniği kullanan sistemler analog sistemlerde olduğu gibi bazı pahalı optik ve mekanik bileşenlerden oluşmaktadır. Bilgisayar teknolojisindeki gelişme fotogrametri bilimine yeni bir boyut katmış ve ilk aşamada yarı analitik aletler ortaya çıkmıştır. Analitik üçgenleme, analitik çiziciler ve ortofoto projektörleri bu devrede ortaya çıkan önemli gelişmeler olarak görülmektedir. Analitik fotogrametrik sistemler ile topoğrafik haritalar üretilebildiği gibi sayısal formatta harita ve sayısal yükseklik modeli (SYM) de üretilebilmektedir (ERDAS, 2006). İlk hizmete giren analitik

aletlerde, analog aletler için geliştirilen teknikler kullanılmıştır. Günümüzde bile, sayısal aletlerde bağıl ve mutlak yöneltme kullanılmakta olup, henüz tamamen ışın demedi yöneltmesine geçilememiştir. Analog aletler için geliştirilen “bağımsız modellerde blok dengelemesi” yerine, teorik olarak daha doğru bir yaklaşım olan “ışın demetleriyle blok dengelemesi” kullanımına geçiş süreci de çok uzun olmuştur (Jacopsen, 2002).

Analitik stereo çizicilerin analog sistemlere göre bazı üstünlüklerini sıralayacak olursak (Pacheco, 2003):

- Y paralaks farkının otomatik olarak giderilmesi,
- Panaromik veya oblik (eğik) olarak alımı yapılmış birçok çeşit hava fotoğrafı üzerinde işlem yapabilmesi,
- Sistematik hataların düzeltilebilmesi,
- Çıktıların sayısal formatta olması nedeniyle coğrafi bilgi sistemine doğrudan veri sağlayabilmesi olarak sayılabilir.

Günümüzde, hızla gelişen bilgisayar ve yazılım teknolojisi sayesinde artık eski analog ve analitik fotogrametrik sistemlerin yerini bilgisayarlar ve yazılımlar almıştır. Sayısal fotogrametri olarak da tanımlanan yazılım fotogrametrisi, fotogrametri biliminin en son vardığı noktadır ve önceki (analog ve analitik üçboyutlu çiziciler) sistemlerden en önemli farkı fotoğrafın kendisi yerine sayısal piksel sıralarını kullanmasıdır (Leberl, 1991). Yazılımlar sayesinde fotogrametrik değerlendirmelere imkân sağlayan çok bileşenli bilgisayar sistemlerine kısaca yazılım fotogrametrisi sistemleri (softcopy photogrammetric systems), bu tür sistemleri kullanarak bilgisayar ortamında yapılan fotogrametrik değerlendirmeler ise yazılım fotogrametrisi yöntemi olarak bilinmektedir. Yapılan bu çalışmada yazılım fotogrametrisi yöntemi ana yöntem olarak benimsenmiştir. Malzeme ve yöntem kısmında detaylı bir şekilde bu yöntem açıklanacaktır.

2.2 ORMANCILIK ÇALIŞMALARINDA FOTOGRAMETRİNİN YERİ

Ormancılık çalışmalarının planlanmasında yaklaşık bir asırdır hava fotoğraflarından yararlanılmaktadır. Bu yararlanma, orman işletmelerinin planlanması için gerekli eşyükselti eğrili haritaların yapılması şeklinde başlamıştır (Soykan, 1986). Ülkemiz ormancılığında hava fotoğraflarından yararlanma konusuna ilk kez 1924 yılında Esat Muhlis OKSAL tarafından değinilmiştir. Bu tarihten 1950 yılına kadar önemli bir gelişme kaydedilmemiş ve 1951 yılında Harita Genel Müdürlüğü ile Orman Genel Müdürlüğü arasında ortaklaşa çalışma sağlanarak orman alanlarının fotogrametrik yöntemle haritalarının üretimine geçilmiştir. Ülkemiz ormanlarının yayılışı, hava fotoğraflarına olan gereksinmeyi kaçınılmaz kılmaktadır. Ayrıca orman varlığının alansal (yatay) ve yapısal (dikey) varlığının saptanıp plana bağlanması çalışmaları ormancılık sektörünün görevidir (Erdin, 1992).

Ormancılık çalışmalarında günümüzde gelişen uydu teknolojisine rağmen halen hava fotoğrafları kullanılmaktadır. Bunun nedeni olarak uydu verilerine nazaran hava fotoğraflarının daha yüksek ayırma gücüne diğer bir değişle çözünürlüğe sahip olması gösterilmektedir. Ormancılık çalışmalarında, meşcere tipi haritaları gibi fotoyorumlama çalışmaları sonucunda elde edilen haritalar kullanılmaktadır ve ağaç türlerinin yorumlanabilmesi için kullanılan verinin yüksek ayırma gücüne (çözünürlüğe) sahip olması gerekmektedir. Ancak 1999 yılından sonra faaliyete geçen Ikonos, Quickbird vs. gibi uyduların geometrik ayırma güçleri oldukça yüksektir ve bunlar da üç boyutlu değerlendirmelere olanak sağlamaktadırlar.

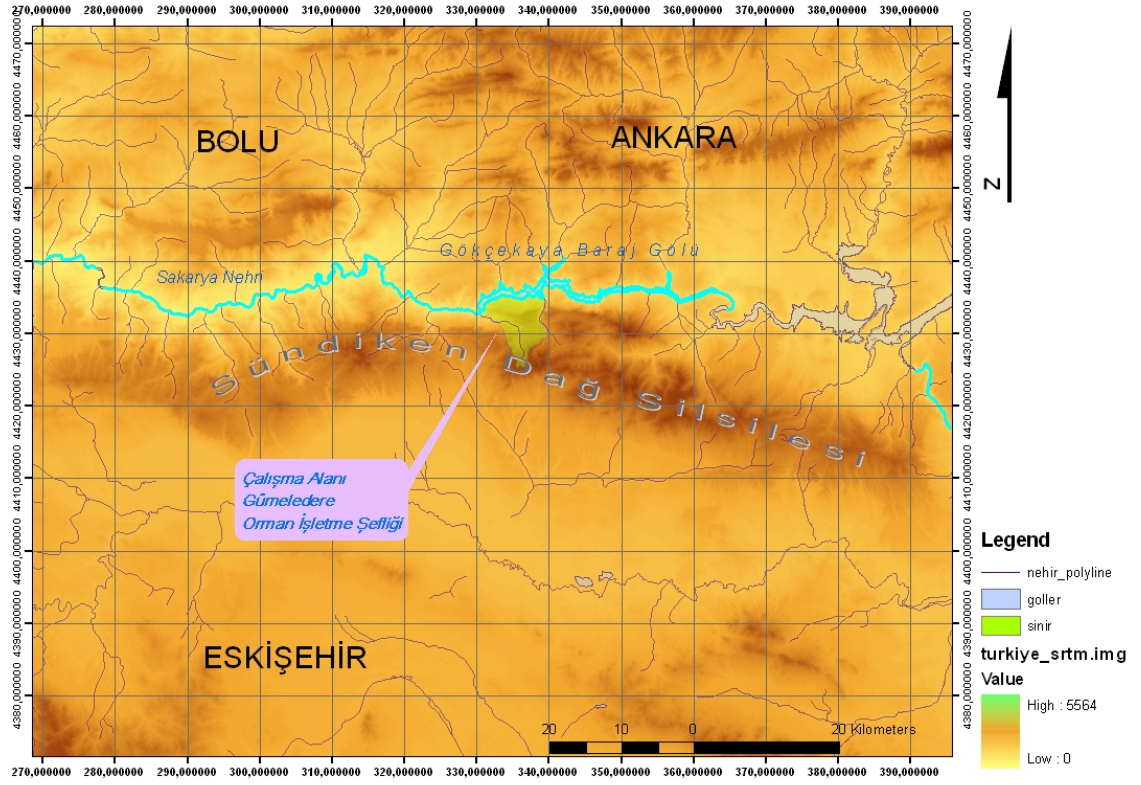
Ülkemizde ormancılık çalışmalarında genellikle 1/15000 ölçekli olarak doğu-batı istikametinde 23cm x 23cm boyutlarında ve %60 boyuna, %30 enine bindirmeli olarak alınmış yanlış renkli (false color) ya da diğer adıyla kızılötesi renkli hava fotoğrafları kullanılmaktadır. Bu hava fotoğraflarının alımı Harita Genel Komutanlığı tarafından gerçekleştirilmekte ve daha sonra Orman Genel Müdürlüğü kullanımına tahsis edilmektedir (OGM, 2006).

Günümüzde çeşitli idari ve siyasi nedenlerden dolayı ormancılık sektörü kendi yapısı içinde bütünleşebileceği bir temel altlık haritaya ulaşamamış, sektörün her birimi kendi

disiplinleri için gerekli altlıkları ya farklı yöntemlerle üretmişler, ya da var olan altlıklardan yararlanmayı ilke edinmişlerdir. Böylece ormancılık sektörünün her birimi farklı nitelik ve ölçekte altlıklar kullanımıyla karşılıklı kalmışlardır. Ayrıca orman doğal bir varlık olup yapay teknik işlemlerle veya doğal olarak sürekli değişim içindedir. Fotogrametrik çalışmalar çağdaş düzeyde ele alındığında, belirtilen sorunları hızlı ve kalıcı bir biçimde çözecek niteliktedir (Erdin, 1992). Bununla birlikte söz konusu çok amaçlı altlıkların üretilmesinde kullanılacak verilerin bilgisayar ortamında depolanması ve ilişkilendirilmesi ile bu veriler her türlü sorgulamaya yanıt verecek konuma ulaşacaktır. Böylece orman alanlarına ait verilere kolayca erişilebilecek, istenildiği an değiştirilebilir ve yenilenebilir niteliğe ulaşacaktır. Bu ise bir bilgi sistemini oluşturacaktır. Orman alanlarına yönelik, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) tabanlı böylesi bilgi sistemi ise Orman Bilgi Sistemi olarak tanımlanabilir (Erdin ve diğ., 1994). Kurulacak olan bir Orman Bilgi Sistemi (ORBİS), ormancılık çalışmalarında gereksinim duyulan temel altlık haritalara ulaşımı kolaylaştıracak ve sayısal formatta olacağından güncellenmesi de daha rahat olacaktır.

Orman bilgi sistemi için en sağlıklı verilerin fotogrametrik sayısal yöntemle elde edilen veriler olduğu bilinmektedir. Çünkü hava fotoğraflarının yeni alınmış olmasıyla güncellik sorunu ortadan kalkacak, sayısal değerlendirmeye ise çok yönlü kullanıma açık verilerin istenilen düzende sağlanması gerçekleştirilebilecektir (Erdin, 1992).

Ormancılık çalışmalarında önemli olan bir diğer veri de bir meşcerede bulunan toplam servet miktarıdır. Ağaç servetlerinin tespiti konusunda hava fotoğrafları yer ölçmelerini yok edememiştir, fakat bu ölçümlerin planlanmasını sağlamıştır. Fotoğrafların sağlayabildiği imkân nispetinde orman, meşcere tiplerine ayrılabilir (Tokmanoğlu, 1978).



Şekil 3.2 : Araştırma alanının coğrafik komumu

Eskişehir'in kuzeyinde yer alan Sündiken dağlık kütlesi doğu-batı yönünde uzanmaktadır. Kütlenin kuzey bakılı yamaçları "Karadeniz Ardı İklimi"nin etkisindedir (Çetin ve diğ., 2007).

3.2 KULLANILAN VERİLER

3.2.1 Hava Fotoğrafları

Genel anlamda fotogrametrik değerlendirmeler için kullanılan fotoğraflar, alım anında alım alanına ait tüm ayrıntıyı, hiçbir ayırım gözetmeksizin, ölçülebilir biçimde yapısında bulunduran bir bilgi deposu olarak tanımlanmaktadır(Erdin, 1992). Günümüzde çok çeşitli araştırma ve çalışmalarda fotogrametrik amaçlar için alınmış fotoğraflar kullanılmaktadır. Yapılan bu çalışmada hava fotoğrafları kullanılmıştır.

Çalışmada, Orman Genel Müdürlüğü bünyesindeki Harita ve Fotogrametri Müdürlüğü arşivinde yer alan ve çalışma alanına ait en yeni tarihli (25.07.2001) hava fotoğrafları alınarak kullanılmıştır. Bu çalışmada Orman Genel Müdürlüğün arşivlerinde bulunan fotoğrafların kullanılma nedeni, standart olarak Orman Genel Müdürlüğü'nün, Harita Genel Komutanlığına aldırması olduğu 1/15000 – 1/16000 ölçekli hava fotoğrafları üzerinden Orman Genel Müdürlüğü'nün elinde bulunan olanaklar ile ne gibi verilerin elde edilebileceğini ortaya koymaktır.

Çalışma alanında kurulacak fotogrametrik model için %60 boyuna %30 enine bindirmeli olarak 1/16000 ölçek ile alınmış 23x23 cm boyutlu ve kızılötesi renkli hava fotoğraflarından 25 adet gerekmiştir. 25 adet hava fotoğrafı 4 uçuş hattına çalışma alanı sınırlarına uygun olarak dağılım göstermektedir.

Fotoğraf kenar bilgilerinden elde edilen ve çalışmada kullanılan değerler:

- Kamera Odak Uzaklığı (152,841)
- Alım Ölçeği (1/16000)

3.2.2 SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) Uydu Verileri

Sayısal Arazi Modeli (SAM), yeryüzü topografyasının herhangi bir bölümüne ilişkin konum ve yükseklik bilgisiyle oluşturulmuş, o bölgeyi tüm arazi detaylarıyla yansıtan 3 boyutlu sayısal bir modeldir. Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) ise yeryüzü topografyasını modellerken SAM'dan farklı olarak orman, bina, bitki örtüsü v.b. detayları içermeksizin yalnızca çıplak yeryüzü topografyasını yansıtan sayısal modeldir.

Uyduların kullandığı görüntü alım tekniklerinden biri radar interferometri tekniğidir. Bu teknikte günümüze dek birçok uydu çalışmıştır ve bu uydulardan en önde geleni bu tekniğini kullanarak dünyaya ait üç boyutlu topoğrafik verileri, sayısal arazi modelini üretmek amacıyla 2000 yılı şubat ayında yörüngeye yerleştirilip 11 günlük misyonunu başarıyla tamamlamış olan SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) uydusudur. Bu uydu SYM verilerini C- band ve X- band olmak üzere iki bantlı olarak almıştır. SRTM

C-band, ScanSAR olarak adlandırılan bir modda çalışarak yeryüzünün tamamına yakınından veri toplarken X-band bu moda sahip olmadığından baklava dilimi şeklinde veri boşlukları içermektedir. C-band, 225 km tarama genişliği ile 3 arcsecond (yaklaşık 90m) aralıklı veri toplarken X-band 45km tarama genişliği ve 1 arcsecond (yaklaşık 30m) aralıklı veri toplamıştır. Çalışmada anlamsız piksel değerleri giderilmiş C-band verileri kullanılmıştır.

3.2.3 GPS (Global Positioning Systems) Verileri

GPS sisteminin oluşturulması için Amerikan Savunma Dairesi 1973 yılında çalışmalara başlamıştır. Tasarlanmasındaki amaç her hava koşulunda, 24 saat kesintisiz ve dünya çapında her noktada Amerikan ordu kuvvetlerinin ve müttefiklerinin konumsal ihtiyaçlarını destekleyecek uydu tabanlı bir navigasyon sisteminin kurulması olmuştur (Parkinson, 1994). 1980'lerin başlarında sivil olarak kullanıma geçtiğinde jeodezi ve haritacılıkta bir devrim yaratmıştır. Doğal olarak ilk kullanıcılar yersel ölçmeciler olmuş ve GPS'i bütün harita verileri ve sayısal veri tabanlarının temelini oluşturan birincil kontrol noktası ağları üzerinde çeşitli uygulamalarını gerçekleştirmişlerdir. Günümüzde, tüm dünyada jeodezik uygulamalarda GPS teknolojisi tercih edilmektedir (Bossler, 2001).

1980'lerin başlarında GPS uydularının sivil kullanıma açılması ile birlikte fotogrametristler kendi konularında bu teknolojinin kullanılabilirliğini fark etmişlerdir. GPS teknolojisinin fotogrametride kullanılabileceği dört ana alan bulunmaktadır(Ackermann, 1994):

- Yersel çalışmalar ile yer kontrol noktalarının GPS ile tesis edilmesi,
- GPS kontrollü uçuş hattı navigasyonu,
- Yüksek duyarlılıkta kamera konum bilgisinin elde edilmesi,
- Alım sensörleri (algılayıcılar) için konumlandırma.

Havai üçgenleme işleminin gerçekleştirilebilmesi için ihtiyaç duyulan yer kontrol noktalarının ölçümü sırasında gerek duyarlılık gerekse zamandan tasarruf sağlanması

gibi üstün özelliklerinden dolayı arazi çalışmaları sırasında bu teknolojiden faydalanılmıştır. Çalışmada kullanılacak yer kontrol noktalarının ölçümü için hava fotoğrafları, bilgisayar ortamında ve fotoğrafların yazıcı çıktıları üzerinden aynalı stereoskop yardımı ile değerlendirilerek bir arazi planı yapılmıştır. Yer kontrol noktalarının seçilmesi sırasında yol kesişim noktası veya tarla köşeleri gibi fotoğraflar üzerinde net şekilde görülen ve arazide kolay bulunabilecek olan noktalar olmasına özen gösterilerek, bu noktaların çalışma alanına homojen bir şekilde dağılması esas alınmıştır. Yapılan planlama sonucunda arazi üzerinde ölçümü gerekli 54 adet yer kontrol noktası belirlenmiştir.



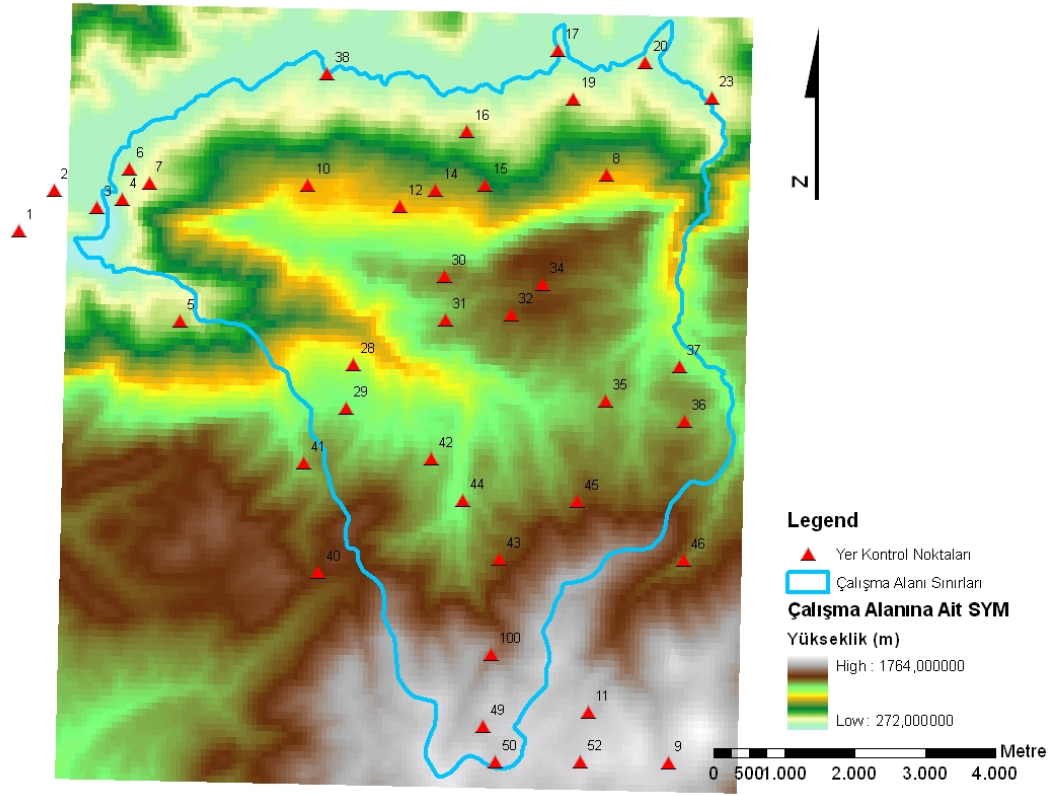
Şekil 3.3 : Arazi çalışmalarından bir görünüm

Fakat arazinin ve iklim koşullarının olumsuzluğu nedeniyle 42 adet noktanın ölçümü yapılabilmektedir. GPS ile X, Y, Z koordinat ölçümleri yapılan 42 adet yer kontrol noktasından 40 tanesi çalışmada kullanılmıştır. Bu sayı çalışma alanına ait hava fotoğraflarının sayısı dikkate alındığında, karşılıklı ve mutlak yöneltme işlemlerinin yapılabilmesi için yeterli bir sayıdır. Çalışmada yer kontrol noktası olarak kullanılan

noktaların çalışma alanı sınırları içerisindeki dağılımı şekil 3.4’de ve nokta koordinatları tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1 : Arazide GPS ile ölçülerek çalışmada kullanılan yer kontrol noktalarının koordinatları (UTM Zone 36, International 1909, European 1950 datum)

	Nokta Kodu	Kullanım	X (m)	Y (m)	Z (m)
1	1	Control	329527.000	4433043.000	275.000
2	4	Control	330997.000	4433497.000	390.000
3	3	Control	330639.000	4433382.000	390.000
4	2	Control	330023.000	4433622.000	390.000
5	6	Control	331098.500	4433932.260	427.000
6	7	Control	331377.000	4433721.000	512.000
7	28	Control	334272.000	4431153.000	1055.000
8	29	Control	334172.000	4430530.000	1153.000
9	42	Control	335377.000	4429810.000	1192.000
10	44	Control	335823.000	4429227.000	1122.000
11	35	Control	337856.000	4430633.000	1204.000
12	23	Control	339360.500	4434940.000	456.000
13	20	Control	338424.000	4435435.000	482.000
14	17	Control	337174.000	4435609.000	395.000
15	19	Control	337403.000	4434920.000	551.000
16	16	Control	335892.000	4434453.500	606.000
17	15	Control	336149.500	4433695.500	815.000
18	14	Control	335441.000	4433623.000	874.000
19	12	Control	334937.500	4433389.000	941.000
20	30	Control	335563.000	4432404.000	1246.000
21	32	Control	336517.000	4431856.000	1289.000
22	31	Control	335583.000	4431789.000	1217.000
23	45	Control	337452.000	4429210.000	1273.000
24	43	Control	336345.000	4428389.000	1296.000
25	36	Control	338974.000	4430347.000	1231.000
26	37	Control	338901.000	4431119.000	1184.000
27	46	Control	338961.000	4428366.000	1256.000
28	40	Control	333776.600	4428198.500	1326.000
29	41	Control	333568.000	4429751.000	1154.000
30	49	Control	336116.000	4426007.000	1596.000
31	34	Control	336963.000	4432282.000	1318.000
32	10	Control	333632.000	4433703.000	930.000
33	100	Control	336237.000	4427036.000	1472.000
34	50	Control	336285.000	4425517.000	1640.000
35	52	Control	337497.000	4425509.000	1660.000
36	38	Control	333902.585	4435276.171	384.000
37	5	Control	331810.948	4431764.594	607.000
38	8	Control	337867.263	4433843.722	941.191
39	9	Control	338745.308	4425500.850	1444.705
40	11	Control	337612.769	4426220.914	1413.600



Şekil 3.4 a: Yer kontrol noktalarının çalışma alanı üzerindeki konumları (nokta kodlarına göre numaralandırılmış)



Şekil 3.4 b: Yer kontrol noktalarının hava fotoğrafları üzerindeki konumları (nokta kodlarına göre numaralandırılmış)

Ölçümler Anabilim Dalımız laboratuvarında bulunan Topcon HiperGGD metre altı duyarlılıkta GPS alıcısı ile yapılmış, ayrıca Magellan ve Garmin marka iki adet el GPS'i ile ölçümler eş zamanlı olarak izlenerek olası hataların önüne geçilmeye çalışılmıştır.

3.2.4 Orman Amenajman Planı

Çalışma alanına ait hali hazırda üretilmiş olan bir diğer veri kaynağı 2002 yılında revizyonu yapılan 2003–2012 yılları arasını kapsayan Orman Amenajman Planıdır. Buradan meşcere, bölme ve bölmecik durumlarını gösterir haritalar sayısallaştırılarak hem çalışma alanının sınırları belirlenmiş hem de var olan veriler sayısal ortama aktarılmıştır.

3.3 KULLANILAN YAZILIM VE DONANIM

Daha önce de bahsedildiği üzere çalışmada yazılım fotogrametrisi yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin bir uygulama alanı üzerinde çalıştırılması için bir yazılım fotogrametrisi sisteminin (Softcopy Photogrammetric System) kurulması gereklidir. Yazılım fotogrametrisi sistemleri iki ana bileşenden meydana gelmektedir. Bunlar; yazılım ve bu yazılımın işletileceği donanımdır.

Çalışmada fotogrametrik işlemlerin yapılmasında Microsoft Windows XP x64 Professional işletim sistemi üzerinde ERDAS Imagine sayısal görüntü işleme yazılımı ve bu yazılımla entegre olarak çalışan ve fotogrametrik işlemlerin yapıldığı LPS (Leica Photogrammetry Suite), ayrıca fotogrametrik kıymetlendirme işlemlerinde yine bu yazılımın bir modülü olan “Stereo Analyst for Imagine” yazılımı kullanılmıştır. Mevcut amenajman meşcere haritalarının sayısallaştırılmasında ve çıktıların alınmasında Arc GIS (Arc Info) coğrafi bilgi sistemi yazılımından faydalanılmıştır. Bunun dışında görüntülerin zenginleştirilmesi, çizgisel veriler için veri tabanlarının oluşturulması ve format dönüşümlerinin yapılması gibi çalışmanın çeşitli aşamalarında Envi, Global Mapper, Er Mapper, NetCAD, QGIS ve tezin yazımında ise Microsoft Office

yazılımları, ayrıca Linux işletim sistemi üzerinde çalışan GRASS ve QGIS coğrafi bilgi sistemi yazılımları da kullanılmıştır.

Kullanılan yazılım ve çalışmada yapılacak işlemler için farklı bir takım donanımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Öncelikle kullanılacak olan sistemin normal bir masaüstü bilgisayardan farklı olarak işlem kapasitesi yüksek bir “iş istasyonu” olması gerekmektedir. Bunun nedeni, üzerinde çalışılan görüntülerin çözünürlüklerinin yüksek olması dolayısıyla dosya boyutlarının büyük olması ve yapılan işlemler sırasında bu boyutların daha da artmasıdır. Örneğin, çalışmada kullanılan her bir hava fotoğrafının 800 dpi çözünürlükte tarandıktan sonraki dosya boyutu 200 Mb civarında olmaktadır. Çalışma alanı için toplam 25 adet hava fotoğrafı gerekmiştir. Sadece işlem görmemiş hava fotoğraflarının toplam boyutu 5 Gb kadardır. Bu nedenle çalışmada, AMD Opteron tabanlı çift işlemcili 4 çekirdekli bir iş istasyonu kullanılmıştır. Stereo değerlendirmeler için ise Anabilim Dalımızda bulunan 3d Cad Cam ekran kartı ve üç boyutlu görüşü ekran üzerinden sağlamak için Crsytal Eyes Stereo senkronizasyon gözlük kiti kullanılmıştır (Şekil 3.5). Bu donanımlar bir stereo fotogrametrik iş istasyonu için neredeyse standartlaşmış donanımlar olarak kabul görmektedir.



Şekil 3.5 : Çalışmada kullanılan sisteme ait görünüm

Ayrıca arazi çalışmaları sırasında yer kontrol noktalarının alımında Magellan Sport Track Pro ve Garmin GPS Map 60 CSX marka iki adet el tipi GPS, Anabilim Dalımızda bulunan Topcon Hyper GGD metre altı duyarlılıkta DGPS (Differantial Global Positioning Systems) ve Dell Inspiron diz üstü bilgisayar kullanılmıştır.

3.4 YÖNTEM

Yapılan bu çalışmada kullanılan yöntemlere ait temel prensip ve literatürün açıklanmasının yerinde olacağı düşünülerek kullanılan yöntemler üç başlık altında kısaca açıklanmıştır.

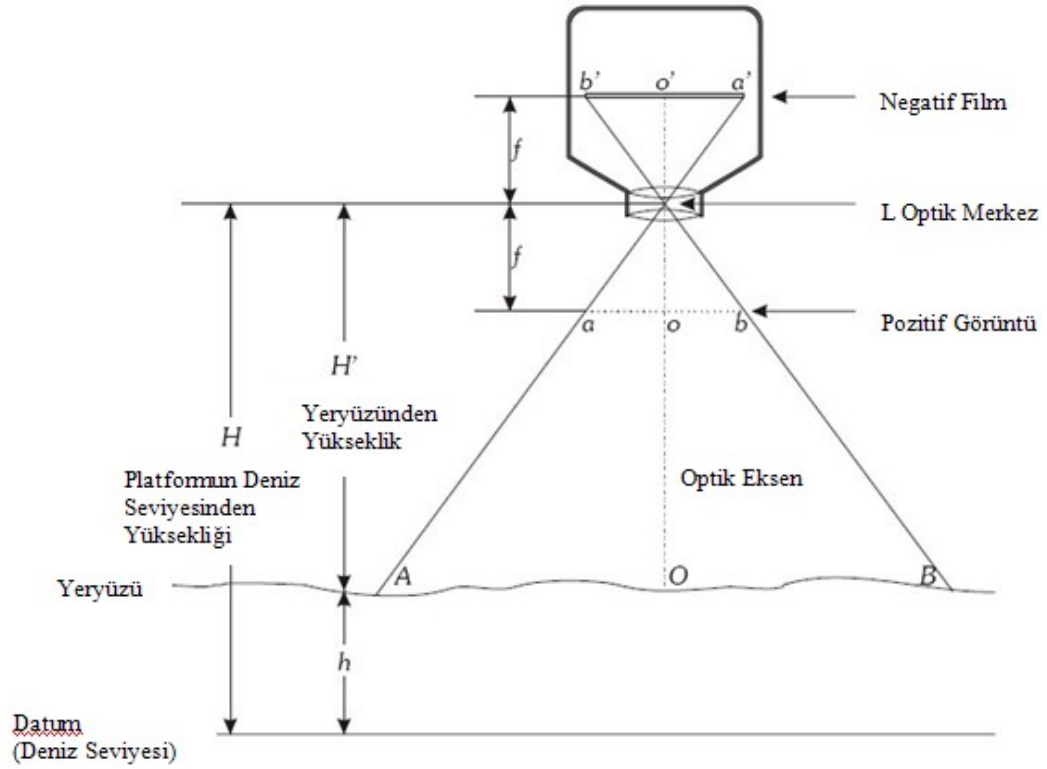
3.4.1 Fotogrametrinin Prensipleri

Fotogrametrinin matematiksel modeli merkezi izdüşümdür. Merkezi izdüşümün matematiksel ve geometrik özellikleri kullanılarak fotoğraftaki nesnelerin; şekil, konum, büyüklük, görünüş, vb özellikleri kolayca belirlenebilir (Erdin, 1986). Tabi bu gibi özelliklerin belirlenmesinde en büyük etkenlerden biri hava fotoğrafının ölçeğidir.

Düz bir arazi üzerinde alımı yapılan hava fotoğrafında ölçek, alım kamerasının odak uzaklığı (f) ile alım kamerasının bulunduğu platformun yeryüzünden olan yüksekliğinin (H') oranıdır (Lillesand, 2000). Bu oran Şekil 3.6'dan da görülebileceği üzere ;

$$\text{Ölçek} = \frac{\overline{ao}}{AO} = \frac{f}{H'} \quad \text{yada} \quad \text{Ölçek} = \frac{f}{H - h} \quad 3.1$$

olarak ifade edilebilir.



Şekil 3.6 : Yeryüzü ile fotoğraf arasındaki ölçeksel ilişki (Lillesand, 2000'den düzenlenerek alınmıştır)

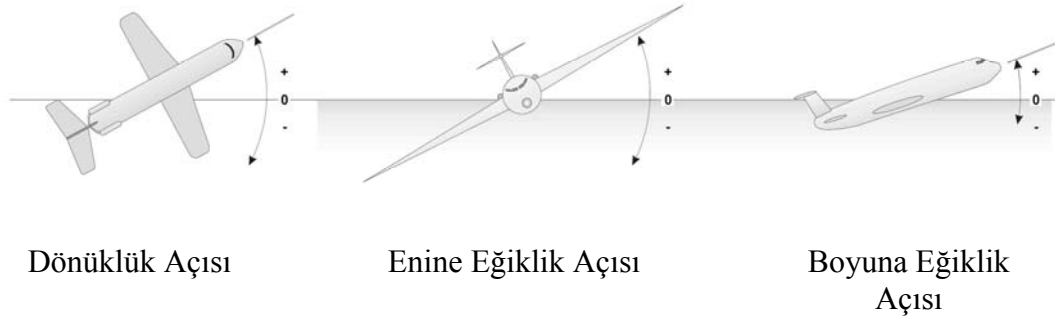
Hava fotoğrafları genellikle aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır;

- Eğik (oblik) fotoğraflar
- Düşey fotoğraflar

Eğik hava fotoğrafları, kamera optik ekseninin mutlak düşeyden farklı bir açıyla platform üzerinde konumlandırılması ile alınmaktadır. Bu tür alımlar özel amaçlara hizmet etmektedir ve ihtiyaç duyulduğunda yapılmaktadır. Bu tür alımlar, çok eğik alımlardır ki ufuk çizgisi görülebilmektedir ve eğik alımlar olarak basit şekilde sınıflandırılabilir. Eğik alımların çeşitli amaçlar doğrultusunda ormancılıkta kullanımları görülmektedir.

Düşey hava fotoğraflarının alımında ise kamera optik ekseninin mümkün olabildiğince düşey ve fotoğraf düzleminin de aynı oranda yeryüzüne paralel olması istenmektedir.

Ancak fotoğrafların tam yatay olması özel bir konum olup pratikte hemen hemen hiçbir zaman sağlanamaz. Bunun nedeni alım kamerasının yerleştirildiği taşıyıcı platformun önüne geçilemeyen hareketleri nedeniyle oluşan dönüklük ve eğikliklerdir.



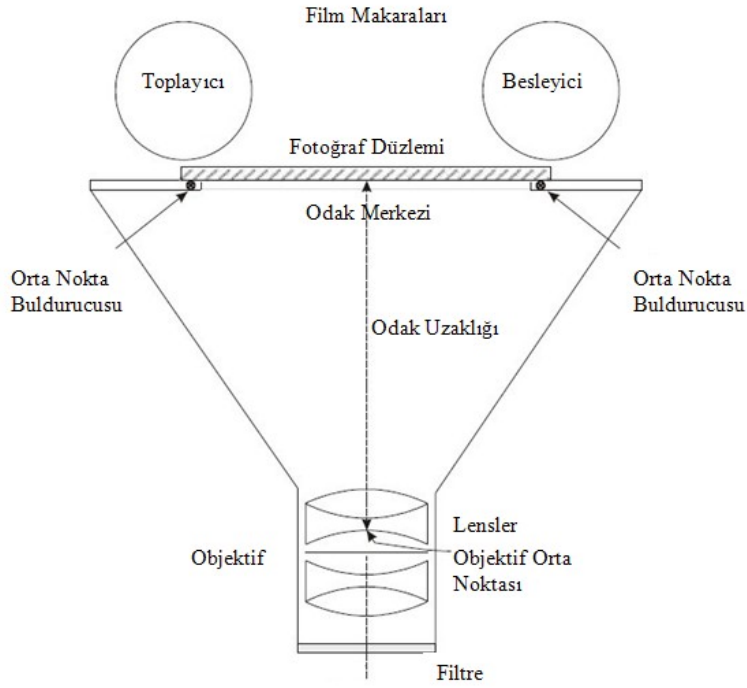
Şekil 3.7 : Alım anında meydana gelmesi muhtemel dönüklük ve eğiklikler (Pacheco, 2003'den düzenlenerek alınmıştır)

Hava fotoğraflarının alımı pratikte her çeşit kamera sistemi ile yapılabilir. Fakat fotogrametrik amaçlı olarak üzerinde çalışılacak fotoğrafların alımı bu iş için özel olarak tasarlanmış kamera sistemleri ile yapılmaktadır. Bu nedenle hava fotoğraflarının alımında çok sayıdaki fotoğrafı neredeyse kusursuz hassasiyette ve hızla almak üzere özel olarak tasarlanmış olan metrik kameralar kullanılmaktadır (Lillesand, 2000).

Fotogrametrik amaçlarla kullanılacak olan görüntülerin alımında kullanılan algılayıcılar tiplerine göre analog ve dijital algılayıcılar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Adından da anlaşılacağı üzere analog algılayıcılarla alımlar; yeryüzündeki objelerden yansıyan güneş ışığının, algılayıcının optik sisteminden geçtikten sonra algılayıcı içerisinde bulunan filmin emülsiyon tabakası ile reaksiyona girerek, genellikle negatif olarak adlandırılan görüntüyü oluşturması sonucu yapılmaktadır. Bu işleme pozlama denilmekte ve analog fotoğrafların elde edilebilmesi için pozlanan filmin banyo edilmesi gerekmektedir. Ancak bu aşamadan sonra hava fotoğrafı kullanılabilir bir hal almaktadır.

Analog hava fotoğrafı alım kameralarının çeşitli odak uzaklıklarına sahip olanları üretilmekteyse de 6 inç (153mm) ve 12 inç (305mm) odak uzaklığına sahip olanları yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu formatlardaki kameralarda 9 x 9 inç (23 x 23 cm) kenar uzunluğuna sahip filmler kullanılmaktadır. Genellikle harita yapım amaçlı

olarak kullanılan bu kameralar günümüz teknolojisine paralel olarak gelişmiştir. Otomatik film besleyicileri ve depolayıcı ünitelerin geliştirilmesiyle, alım kameralarının iki saniyenin altında resim çekme devrine sahip oldukları görülmektedir. Bu yüksek performanslı hava kameraları genelde 1:5000 ile 1:40000 ölçekleri arasında hava fotoğraflarının alımında kullanılmaktadırlar.



Şekil 3.8 : Analog bir hava kamerasının şematik gösterimi (RSCC, 2007’den düzenlenerek alınmıştır)

Hava fotoğrafı alım kameralarının önemli bazı bileşenlerini açıklayacak olursak (RSCC, 2007):

- Film Şarjörü : Alımda kullanılacak olan filmlerin bulunduğu kısımdır ve tekrar doldurulabilmesi için seyyar olarak dizayn edilmiştir.
- Film Makaraları : Film şarjörünün içinde yer almaktadır. Besleyicide pozlama yapılmamış filmler yer alırken pozlaması yapılmış olan filmler toplayıcı kısmında saklanmaktadır.
- Fotoğraf Düzlemi : Pozlaması yapılacak olan film fotoğraf düzlemine besleyici mekanizma tarafından getirildikten sonra film ile fotoğraf düzlemi arasında hava fotoğrafında bozulmalara neden olabilecek herhangi bir hava kabarcığı

kalmaması için vakumlayıcı bir sistem vasıtasıyla film fotoğraf düzlemine vakumlanmakta ve daha sonra alım işlemi gerçekleştirilmektedir.

- Hareket Giderici (Motion Compensation) : Alım anı sırasında uçağın hareketlerinden kaynaklanan kaymaları gidermek amacıyla filmi ayarlayan sistemdir.
- Açısal Hareket Giderici (Angular Motion Compensation) : Alım kamerası jiroskopik bir platform üzerine yerleştirilir bu sayede açısal kaymaların önüne geçilmesi amaçlanır.

Belirli bir süre uzay platformlarında da kullanılan analog algılayıcılar, varlıklarını uçaklara takılı hava kameraları şeklinde sürdürmektedirler. Yaklaşık yüz yıldır kullanılmakta olan analog hava kameraları, uzun bir gelişim süreci yaşamışlardır. Bu gelişmeler sonucunda;

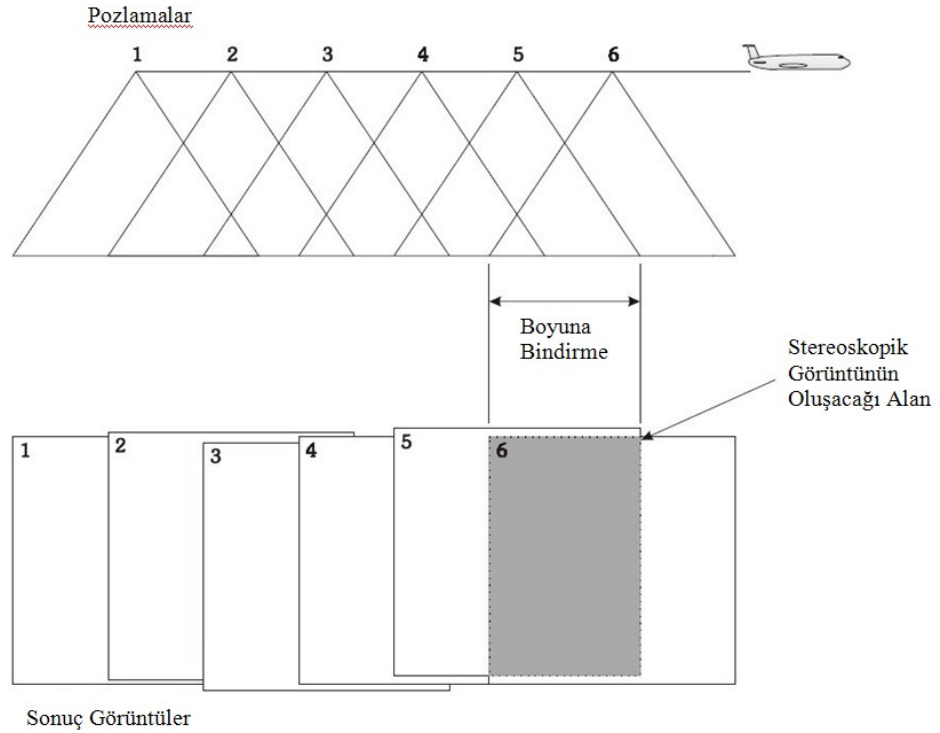
- Yüksek performanslı mercekler ve filtreler ile görüntü kalitesi çok önemli ölçüde artmıştır,
- Hareket giderici sistem ile resim sürüklenmesi önlenmiş,
- Açısal Hareket Giderici kamera altlıkları sayesinde resim alımı sırasındaki öteleme ve dönüklüklerin önüne geçilmiş,
- Objektif açılma süresi 1/1000 sn düzeyine indirilmiş,
- Otomatik hız ve yükseklik ölçümü ile duyarlı bindirme ve FMC kontrolü sağlanmış,
- Otomatik pozlama kontrolü geliştirilmiş,
- Uçuş planlama ve yönetimine ilişkin yazılım ve donanımı geliştirilmiş,
- GPS ile entegrasyonu sağlanmıştır.

Bu gelişmeler sonucunda, optik-mekanik bir cihaz olan analog hava kamerası eletro-optik bir kimliğe kavuşmuştur (Yıldırım, 2004).

Sayısal algılayıcılar ise teknolojideki gelişmeler sonucu ışığa duyarlı elektronik CCD (Charge Coupled Device) algılayıcıların geliştirilmesi ile ortaya çıkmışlardır. Bu türlü

algılayıcılarda banyo işlemine gerek duyulmadığından ve görüntüler sayısal formatta alınarak saklanabildiğinden öncelikle uydu platformlarında kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde sayısal (dijital) algılayıcılar hemen her türlü hava taşıtlarına monte edilerek kullanılmakta ve geliştirilen sistemler sayesinde doğrultma parametreleri sistem tarafından alım sırasında görüntülerin doğrultulmasına olanak sağlamaktadır.

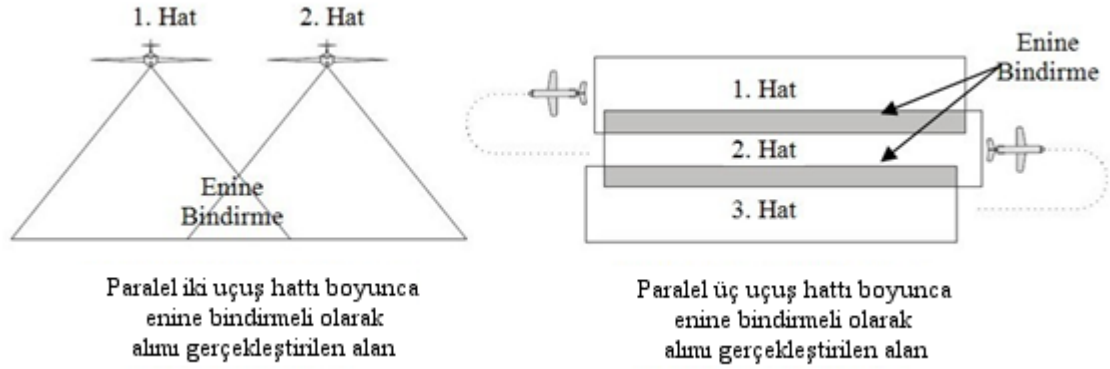
Haritalandırılması veya fotoyorumlama yöntemiyle üzerinde çalışılması planlanan bir alanın tek bir seferde tüm alana ait görüntüsünün alımı yapılamamakta veya yapılmamaktadır. Bunun nedeni, sadece haritalandırma amaçlı olarak kullanılacak bir görüntünün genellikle tüm alanı kapsayacak ölçekte alımının yapılamaması, eğer alana ait üç boyutlu değerlendirmeler yapılacaksa bu işlemin tek bir görüntü üzerinden gerçekleştirilememesidir. Üç boyutlu veya stereoskopik değerlendirmelerin yapılabilmesi için alımlar alım hattı olarak adlandırılan bir uçuş hattı boyunca ve belirli bir boyuna bindirme oranı ile gerçekleştirilmektedir.



Şekil 3.9 : Boyuna bindirmeli olarak yapılan alımlara ait şematik gösterim (Pacheco, 2003'den düzenlenerek alınmıştır)

Eğer tüm çalışma alanı tek bir uçuş hattı boyunca görüntülenemiyorsa birbirine paralel birden fazla uçuş hattı oluşturularak alımlar gerçekleştirilmektedir. Birbirine paralel

olan bu uçuş hatları boyunca da stereoskopik değerlendirmelerin yapılabilmesini garanti altına alabilmek için görüntüler belirli bir oranda enine bindirmeli olarak alınmaktadır.



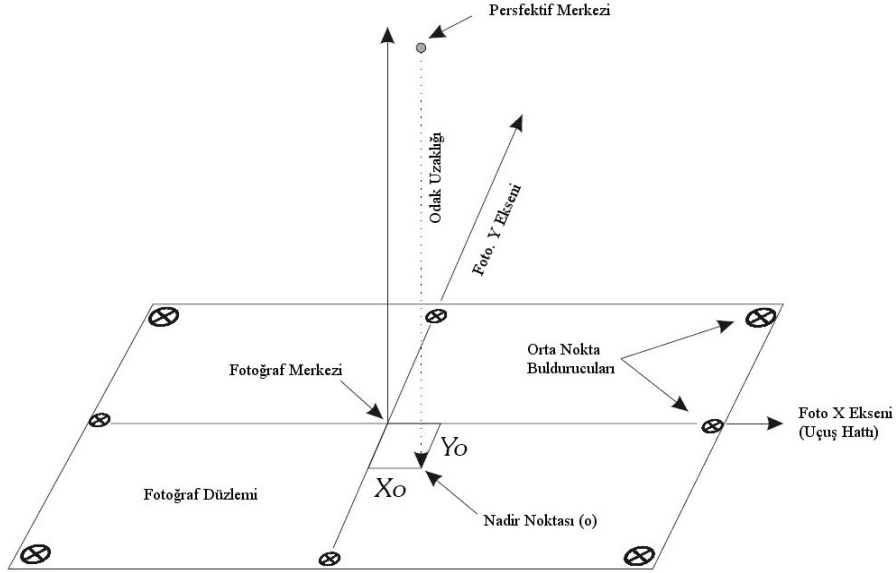
Şekil 3.10 : Enine bindirmeli olarak yapılan alımlara ait şematik gösterim (Falkner ve Morgan, 2002'den düzenlenerek alınmıştır)

Enine ve boyuna bindirme oranları çeşitli çalışmalar için farklı oranlarda kullanılmaktadır. Fakat günümüzde genellikle %55-65 boyuna bindirme %20-40 enine bindirme oranları kullanılmaktadır. Ülkemizde de Harita Genel Komutanlığınca genellikle %60 boyuna ve %30 enine bindirmeli olarak hava fotoğrafı alımlarını gerçekleştirilmektedir.

Bazı özel durumlarda ise hava fotoğrafları yüksek örneğin %80 bindirmeli olarak alınmaktadır. Bunun nedeni bindirme oranı yüksek olduğunda buna paralel olarak havai üçgenleme sonucunda elde edilen koordinatlarında o denli yüksek doğruluğa sahip olmasıdır (Falkner, 1995).

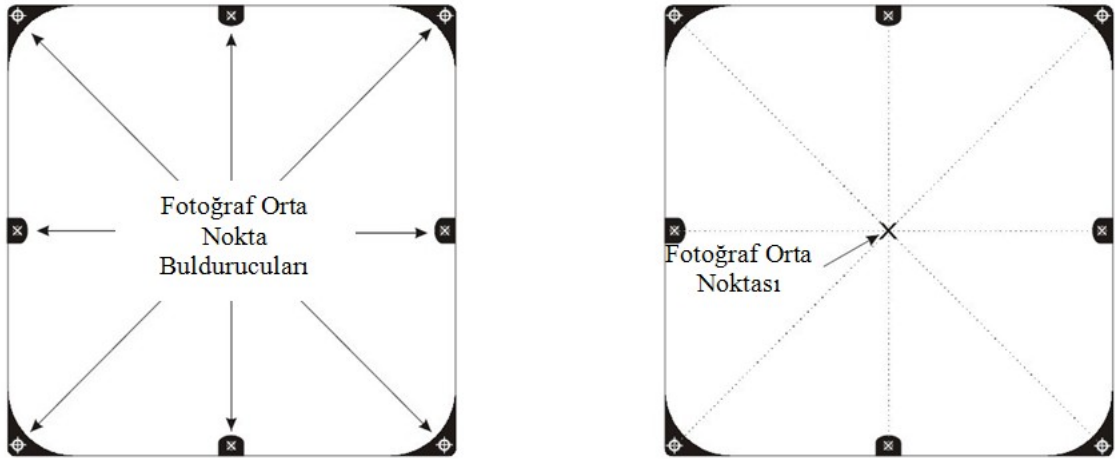
Fotoğrafların alımı gerçekleştirilirken doğal olarak objelerden yansıyan ışınlar bir optik sistemden geçtikten sonra film emülsiyonu ile reaksiyona girmektedir. Bu olay alım kamerasında yer alan optik sistemlerin geometrisi ile film arasında ilişkisel olarak bağıntılıdır. Bu bağıntının hassas işlemlerde kullanılan hava fotoğraflarında bir takım parametreler yardımıyla ortaya konması gerekmektedir. Orta nokta buldurucuları, nadir noktası, objektiflerde bulunan distorsiyon olarak ifade edilen kaymalar ve alım kamerası odak uzaklığı olarak bilinen bu önemli parametreler, iç yöneltme parametreleri olarak adlandırılmakta ve genellikle alımı yapılan fotoğraf üzerine alım kamerası tarafından

işlenmektedir. Bu parametrelerin kullanım amaçları fotoğraf koordinat sistemini tanımlamaktır (ERDAS, 2006).



Şekil 3.11 : İç Yönelme elemanları (ERDAS, 2006'dan düzenlenerek alınmıştır)

Orta nokta buldurucular, alım kamerasının gövdesinde bulunmakta ve her fotoğraf üzerine işaretlenmektedir. Günümüzde kullanılan hava fotoğrafı alım kameralarında fotoğraf köşe veya kenarlarında 4 veya 8 adet orta nokta buldurucusu bulunmaktadır. Bu noktalar yardımıyla bulunan fotoğraf orta noktası fotoğraf koordinat sisteminin merkezi olarak kabul edilmektedir. Nadir noktası bu noktaya yakındır ve izdüşüm merkezinden geçen mutlak düşeyin, fotoğraf düzlemini kestiği nokta olarak tanımlanmaktadır. Nadir noktası görüntüdeki geometrik karakteristiklerin belirlenmesinde ve örneğin havai üçgenleme sırasında ve hava fotoğraflarının uçuş hattına konulmasında kullanıldığından fotogrametride, odak uzaklığı ve distorsiyon hatası gibi büyük önem taşıyan parametrelerden biridir. Nadir noktasının yeri bu nedenle büyük önem taşımakta ve fotoğraf orta noktası ile birbirlerine göre olan konumları laboratuvar ortamında ölçülerek kamera kalibrasyon raporunda belirtilmektedir (ERDAS, 2006).



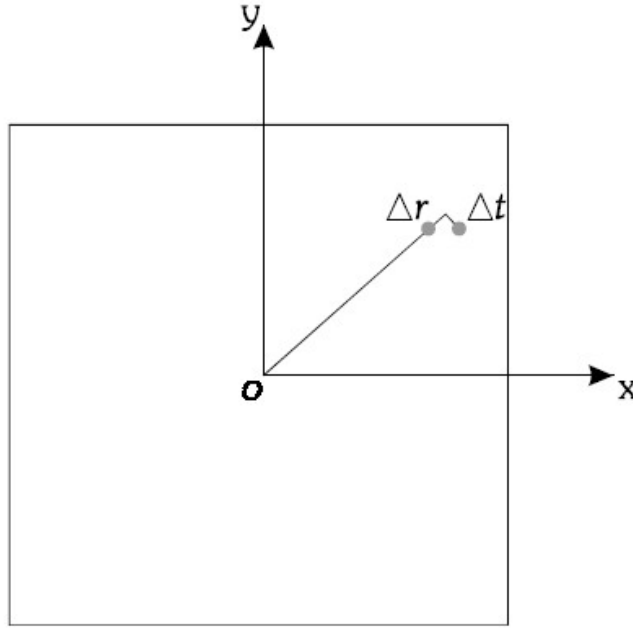
Şekil 3.12 : Orta nokta buldurucuları ve fotoğraf orta noktasının alım kameralarındaki genel konumları

Hava fotoğraflarının alımı sırasında kamera sisteminde kullanılan optik sistemler görüntü üzerinde bir takım bozulmalara veya çarpıklıklara (distorsiyon) neden olmaktadır. Pozlaması yapılan nesnelerden gelen ışınlar alım kamerasına girerken oluşan açılardan farklı bir açıyla optik sistemden çıkarlar. Bu nedenle merceklerde bulunan çarpıklıklar fotoğraf düzlemi üzerine aktarılan nesne görüntülerinin konumsal doğruluklarının düşmesine ve kaymalara sebep olmaktadır.

Fotoğraflar üzerinde iki çeşit distorsiyon söz konusudur (ERDAS, 2006) :

- Radyal distorsiyon : Merkezi nadir noktası olmak üzere fotoğraf üzerinde radyal hatlar boyunca objelerin görüntülerinde meydana gelen çarpıklıklardır.
- Teğetsel (Tangential) distorsiyon : Optiklerin merkezsiz kaymalarından dolayı görüntülerde meydana gelen çarpıklıklardır. Teğetsel distorsiyon radyal distorsiyona oranla çok küçük bir değere sahiptir bu nedenle etkisi genellikle göz ardı edilmektedir.

Mercek distorsiyonlarının da ölçümleri laboratuvar ortamında gerçekleştirilip kamera kalibrasyon raporlarında belirtilmektedir.



Şekil 3.13 : Distorsiyon hatalarına ait şematik gösterim (Δr : Radyal Distorsiyon, Δt : Teğetsel Distorsiyon, O : Nadir Noktası) (ERDAS, 2006'dan düzenlenerek alınmıştır)

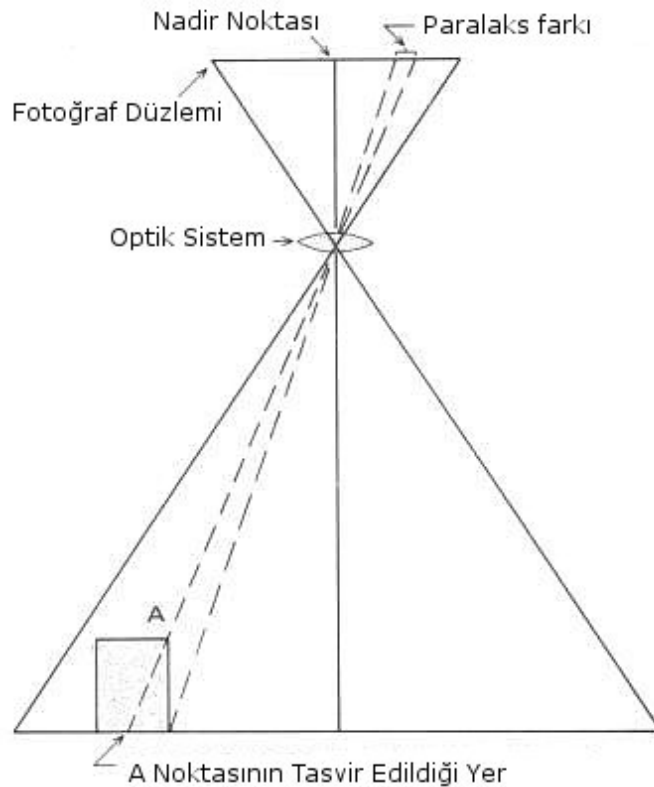
Fotogrametrinin en önemli avantajlarından biri de üç boyutlu değerlendirmelere olanak sağlamasıdır. Bu sayede ölçümü yapılacak objelerin yeryüzü üzerinde X ve Y koordinatlarının yanında yüksekliğini de yani Z koordinatlarını da elde etmek mümkün olmaktadır. Fakat bir objenin üç boyutlu olarak değerlendirilebilmesi için aynı objenin veya yer kesiminin farklı iki noktadan alınmış iki görüntüsünün bulunması gerekmektedir (resim alım koşulu). Doğada bazı gelişmiş canlılara bakıldığında (özellikle avcı konumunda olanlar) kafanın önünde birbirine yakın konumda bulunan iki gözleri vasıtasıyla herhangi bir objeyi farklı iki konumdan görmekte ve bu görüntüler arasındaki paralaks farkı olarak adlandırılan nesnelere ait perspektif farkını kullanmak suretiyle üç boyutlu yani stereoskopik görüş yetisine sahip olmaktadır.

Hava fotoğrafları üzerinden üç boyutlu görüşü sağlayabilmek için bazı koşulların sağlanması gerekmektedir (Erdin, 1992):

- İki gözün izleyeceği fotoğrafların aynı objenin (veya yer kesiminin) farklı iki noktadan alınmış olması gerekir (alım koşulu)

- Farklı iki noktadan alınmış komşu (ardışık) iki fotoğrafın birinin sol göze, diğerinin sağ göze verilmesi, yani ayrı gözler tarafından bağımsız olarak izlenmesi (fotoğraf ayırım koşulu)
- İki gözün, değerlendirilecek fotoğraflardaki karşılıklı noktalara bakış doğrultuları aynı düzlemde olmalı, yani düşey paralaks olamamalıdır (yöneltme koşulu).

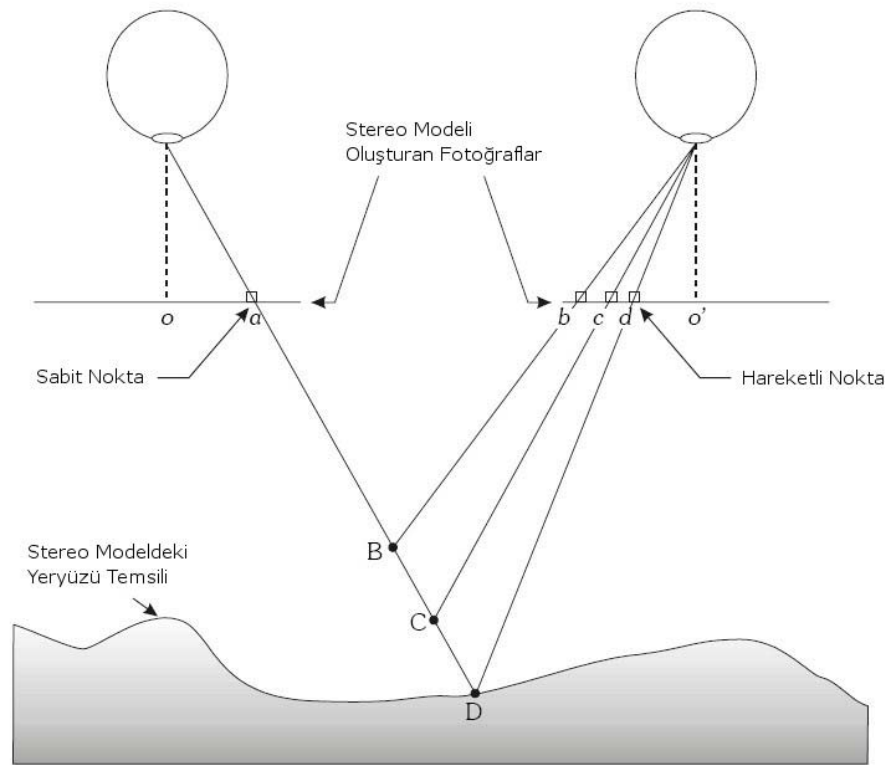
Fotogrametri çalışmalarında yükseklik ölçüm tekniği tamamen iki fotoğraf arasındaki paralaks farkına dayanmaktadır. Paralaks farkı ölçümleri mekanik sistemlerde el ile fotoğraflar üzerinden yapılmakta iken bilgisayar ortamında tamamen otomatik bir şekilde yapılmakta ve bu sonuca dayalı olarak imleç yüksekliği kullanıcıya sunulmaktadır.



Şekil 3.14 : Paralaks etkisi (UCSBDG, 2007'den düzenlenerek alınmıştır)

Bir stereo model üzerinde çalışılırken iki fotoğraf üzerinde aynı objeyi gösterecek şekilde konumlandırılan bir işaret kullanılmaktadır. Stereo model üzerinden bakıldığında bu iki nokta fotoğrafın bir parçası gibi obje üzerinde ve obje ile aynı

yükseklikte görülmektedir. Bu yapay noktaların uçuş hattı (epipolar hat) boyunca aralarında bulunan uzaklığın değiştirilmesi durumunda stereo model üzerinde yüksekliğinin değiştiği görülecektir. Tek bir nokta olarak görülen bu noktalar stereo çiziciler ve stereografik iş istasyonlarında eşyüksehti eğrili harita yapımında ve üç boyutlu ölçüm ve veri toplanmasında kullanılmakta ve uçan nokta olarak adlandırılmaktadır.

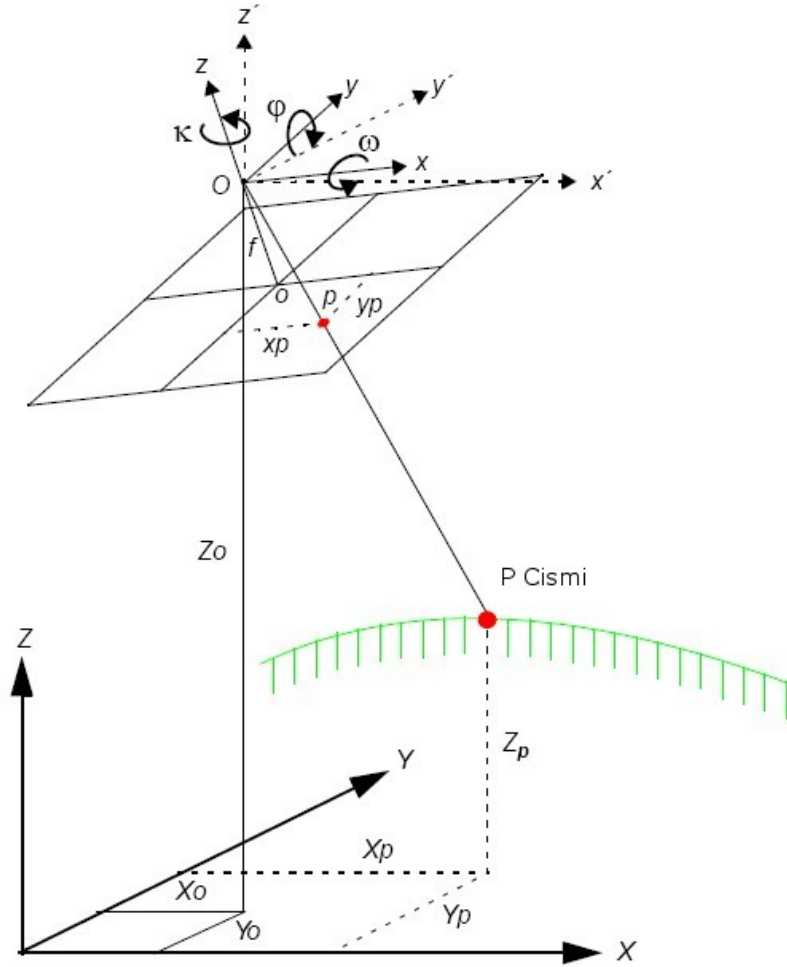


Şekil 3.15 : Uçan nokta hareketleri (Pacheco, 2003'den düzenlenerek alınmıştır)

Dış yöneltme, alımı gerçekleştirilen görüntünün kamera özellikleri, konumu ve açısına göre yer koordinat sistemine göre doğrultulması işlemi olarak tanımlanabilir. Dış yöneltme parametreleri olarak bilenen değişkenler görüntünün konumunu ve açısını tanımlarlar.

Dış yöneltme işleminin konumsal değişkenleri X_0 , Y_0 ve Z_0 'dır. Bu değişkenler yer koordinat sistemine göre (X, Y ve Z) perspektif merkezinin (O) konumunu tanımlamaktadırlar. Z_0 genellikle alım kamerasının datum olarak da adlandırılan denizden olan yüksekliğini tanımlamaktadır. Dış yöneltme işleminin açısal veya

dönüklük parametreleri yer koordinat sistemi (X, Y ve Z) ile görüntü koordinat sistemi (x,y ve z) arasındaki ilişkiyi tanımlamaktadır. Genellikle açısall doğrultma dönüklük ve eğiklik açıları kullanılarak tanımlanmaktadır. Bunlar omega (ω), phi (ϕ) ve kappa (κ) dönüklük açıları olarak bilinmektedir(ERDAS, 2006).



Şekil 3.16 : Dış yöneltme elemanları ve ilişkisel gösterimi (ERDAS, 2006'dan düzenlenerek alınmıştır)

3.4.2 Fotoyorumlamanın Prensipleri

Fotoyorumlama, alımlarda kullanılan fotografik emülsiyonun niteliğine, alım zamanına, alım şekline, doğadaki durumlarına göre fotoğraflar üzerinde resmedilmiş objelerin, belirli bir amaca yönelik, incelenmesi, karşılaştırılması ve sonuçlar çıkartılmasıdır. Her türlü fotoyorumlamada amaç, resmedilen görüntülerden, ait oldukları objelerin niteliklerini saptamaktır. Ormancılık amaçları için fotoyorumlamada ise, objelerin,

farklı türlerde farklı görüntü vermesi nedeniyle ayrı bir özellik gösterir. Dolayısıyla bu amaçla çalışacak fotoyorumlayıcının, genel fotogrametri bilgilerinin yanında, fotoyorumlamanın genel esaslarını da bilmesi gerekir. Ayrıca yorumlayıcı, yorumlama yaptığı konudaki temel bilgilere de sahip olmalıdır. Çünkü her konuda yorumlama, konuya özgü özellikler gösterir (Erdin, 1986).

Genel olarak bir fotoyorumlayıcının, fotoyorumlama elemanları olarak adlandırılan öğeleri bilmesi ve yorumlamayı bu öğeler doğrultusunda yapması gerekir. Bu noktada fotoyorumlama elemanlarının açıklanması uygun olacaktır.

Fotoyorumlamada bir obje onu çevreleyen objelerden veya zeminden ayıran farklılıklardan yararlanılarak tanımlanmaktadır. Bu farklılıklar uzaysal (spatial), spektral (spectral) veya zamansal (temporal) farklılıklar olabilir (UAE, 2008).

- Uzaysal Farklılıklar: Boyut veya konum gibi farklılıkları ifade eder.
- Spektral Farklılıklar: Ton ve renk gibi elektromanyetik yanıt farklılıklarını ifade eder.
- Zamansal Farklılıklar: Zamanla meydana gelen uzaysal ve spektral farklılıkları ifade eder.



Şekil 3.17 : Fotoyorumlama elemanları arasındaki ilişkiler (UAE, 2008'den düzenlenerek alınmıştır.)

Fotoyorumlama elemanları (CCRS, 2007):

- Ton: Bir görüntüdeki objelerin rengini veya relatif parlaklıklarını gösterir. Genellikle ton, farklı obje veya özellikler arasındaki ayrım için temel elemandır. Tondaki değişimler şekil, tekstür elemanlarına ve objelerin desenlerinin ayırt edilmesine imkân tanır.
- Şekil: Genel formu, yapıyı veya tek tek objelerin dış çizgisini (hattını) gösterir. Şekil yorumlama için çok ayırt edici bir ipucu olabilir. Orman gibi (insan tarafından oluşturulan yol veya hasat kesimleri hariç) doğal objeler genellikle daha düzensiz şekilde iken, düzgün kenarlı şekiller tipik olarak insan eli ile oluşturulan kent veya ziraat alanları gibi alanları temsil eder. Örneğin çiftlik veya tahıl arazilerini sulayan döner yağmurlama sistemleri dairesel şekiller olarak görünür.
- Boyut: Bir görüntüdeki objelerin boyutu ölçeğin bir göstergesidir. Bir görüntüdeki diğer objelere göre bir hedefin boyutunu belirlemek, hedef objenin gerçek boyutu kadar o hedefin yorumlanmasına destek sağlamak için önemlidir. Hedef (obje) boyutunun hızlı bir şekilde tahmini doğrudan yorumlama ile uygun bir şekilde gerçekleştirilebilir. Örneğin, yorumlayıcı içerisinde birçok binanın bulunduğu bir araziye mülkiyet şekillerine göre ayırmak için yapacağı çalışmada, fabrika veya depolar gibi büyük binaları ticari mülkiyet olarak, küçük binaları ise yerleşim alanları olarak gösterebilir.
- Desen: Ayırt edilebilen objelerin görülen mekânsal düzenini gösterir. Tipik olarak benzer tonlar ve tekstürlerin düzenli bir şekilde tekrarı, ayırt edici ve nihai tanınabilir bir desen üretecektir. Yapay gençleştirme alanları ve meyve bahçeleri gibi düzenli bir şekilde dikim gerçekleştirilen alanlar ve düzenli boşluklu evler ile kent caddeleri desenin iyi örnekleridir.
- Tekstür: Bir görüntünün belirli alanlarındaki ton değişiminin frekansı ve düzenini gösterir. Pürüzlü tekstürler küçük alanlarda aniden değişen gri renk tonu düzeyleriyle alacalı (benekli) ton içerdikleri halde, düzgün tekstürler çok az ton değişimlerine sahiptir. Düzgün tekstürler çim alanları, tarla, asfalt gibi

çoğunlukla eşdeğer (homojen) olan yüzeylerdir. Düzensiz yapı ve pürüzlü yüzeyi ile orman alanları kaba tekstürlü bir yapıda görünür. Örneğin tekstür, radar görüntülerinde objelerin ayırt edilebilmesi için en önemli elemanlardan biridir.

- Gölge: Kolaylıkla tanınabilen hedef veya hedeflerin relatif yüksekliği ve profili hakkında fikir sağlamada yorumlayıcıya yardımcı olur. Bununla birlikte, gölge içersindeki hedeflerin çevrelerinden ayırt edilebilmelerinin sınırlı olması nedeniyle, etkili olduğu alanda yorumlama yapılamaz ya da az yapılabilir. Gölge özellikle radar görüntülemeye, arazi şekillerinin ve topografyanın belirlenmesinde veya zenginleştirme işlemlerinde kullanılmaktadır.
- İlişki veya Birliktelik (Topluluk): İlgili hedefin (objenin) civarındaki özellikler veya tanınabilen objeler arasındaki ilişkiyi dikkate alır. Örneğin, ticari mülkiyetler genellikle ana transport güzergahı civarında toplanmakta iken yerleşim alanları ise genellikle okullar, oyun alanları ve spor alanları çevresinde bu alanlar ile birlikte topluluklar oluşturmaktadır.

Genellikle ormancılık çalışmalarında hava fotoğrafları alansal bazlı yorumlamalar için kullanılmaktadır. Bunlara örnek olarak meşcere haritaları, yanık saha tespitleri, böcek zararı yayılımının tespitleri, orman alanları üzerindeki değişimlerin hava fotoğrafları üzerinden yorumlanması olarak sıralanabilir.

Ormancılık çalışmalarında kullanılacak olan hava fotoğraflarının alım zamanı büyük önem taşımaktadır. Bunun sebebi orman yapısını oluşturan bitki örtüsünün mevsimlik değişimler göstermesidir. Örneğin geniş yapraklı ağaçlardan oluşan bir orman yapısı üzerinde yapılacak çalışmalarda kullanılacak fotoğrafların ilkbahar sonu ile sonbahar başında alınmış olmaları gerekmektedir. Bu zaman dilimleri dışında alımı yapılan fotoğraflarda ağaçlar yapraksız olduğundan teşhiste sıkıntılar yaşanması söz konusu olacaktır.

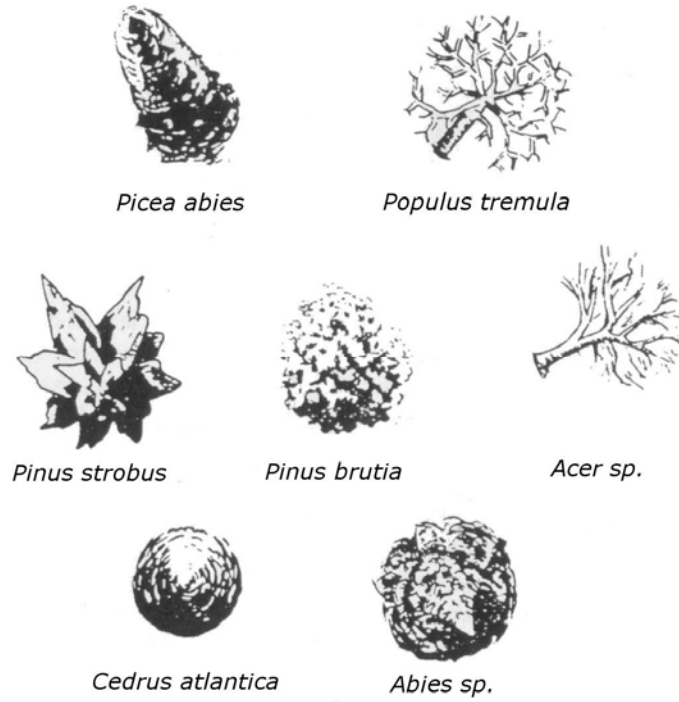
Bunun dışında yine ormancılık çalışmalarında dikkat edilmesi gereken bir husus da hava fotoğraflarının alımında kullanılan film emülsiyonunun çeşidi olacaktır.

Ormancılık amaçları için fotoyorumlamada objelerin bitkisel objeler olması nedeniyle, tanımlama ve ayırt etmede, remisyon (yansıma) değerleri önemli rol oynar. Remisyon değerinin yaprağın yeşil rengi ile sıkı ilişkisi vardır. Örneğin *Populus Alba*'nın açık yeşil renkteki yaprakları, koyu yeşil olan *Acer Platanoides*'in yapraklarının remisyon değerleri farklıdır. *P. Alba* yaprakları üzerine düşen ışığın %20'si geri yansırken *A. Platanoides* yaprakları ancak %6,3'ünü yansıtmaktadır (Erdin, 1986). Ayrıca bitki türlerinin elektro manyetik spektrumun kızılötesi kesiminde ayırt edilmeleri çok daha kolay olmaktadır. Bu nedenle ormancılık çalışmalarında genellikle kızılötesi enerji kesimine duyarlı film emülsiyonları kullanılmaktadır.

Hava fotoğrafları ile çalışırken, çalışma amacını kesin olarak belirlemek ve sınırlandırmak, sürdürülecek yorumlama işlemini kolaylaştırır. Bir işletme sınıfı içerisinde oluşan ve kuruluş şekli nedenleriyle farklılık gösteren kısımların hava fotoğrafları üzerinde tanınması ve ayırımı için çeşitli özelliklerin, değişik kriterlere göre yorumlanıp belirlenmesi gerekir. Meşcere tiplerinin ayırımı işleminin fotoğraflar yardımıyla gerçekleştirilmesinde aşağıdaki kriterler esas alınır (Spurr, 1960):

- Ağacın tepe şekli ve profili,
- Fotoğraflardaki renk tonu farklılıkları,
- Ağaç tepesinin gölgesi,
- Ağacın tekstürü (görünüşü),
- Ağacın meşcere içerisinde yer aldığı sosyal durum
- Meşcere kapallılığı

Ağaç ve tepesinin şekli, ağaç türüne, gelişim çağı ve dolayısıyla yaşına, meşcere içerisindeki sosyal konumuna ve yetiştirme ortamı koşullarına göre değişiklik gösterir. Ağaç gölgeleri, üç boyutlu görünümü kolaylaştırır, buna bağlı olarak tepe çatıları daha rahat belirlenebilir. Fotoğraflardaki gri ton farklılıkları önemli bir tanım karakterini oluşturur. Ağacın tekstürü ve meşcere içerisindeki konumu, tek tek, grup ya da kümeler halinde oluşları tür tanımını ve meşcere tipi ayırımını kolaylaştırır (Soykan, 1986). Şekil 3.18'de bazı ağaç türlerinin karakteristik tepe çatısı formları görülmektedir.



Şekil 3.18 : Bazı ağaç türlerinin tepe tacı şekilleri (Lillesand ve Kiefer 1994’den düzenlenerek alınmıştır)

Fotoğrafların meşcere tipi ayrımı amacıyla yorumlanmasında yukarıda sıralanan kriterler birlikte ele alınarak yorumlama işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada meşcere tipleri tanımlarının sembolize edilmesi sırasında Ülkemizde halen orman amenajmanı uygulamalarında kullanılmakta olan semboller benimsenmiştir. Çam meşcerelerinin birbirinden ayrımı kullanılan fotoğraflar nedeniyle gerçekleştirilememiştir. Bu nedenle çam meşcereleri için sembol genelleştirilerek “C” olarak gösterilmiştir.

- Ağaç türü ve/veya karışımları ve alansal nitelikleri ifade eden semboller

C	: Karaçam, Sarıçam veya Kızılçam meşceresi veya karışımları
M	: Meşe meşceresi
Ar	: Ardıç meşceresi
Z	: Ziraat alanları
OT	: Orman toprağı
İs	: İskan alanları

BBt	: Bozuk baltalık alanlar
ag	: Ağaçlandırma alanları
su	: su alanları
Depo	: Orman envali deposu

- Gelişim çağlarını ifade eden semboller

- a : Gençlik ve sıklık (kabuklu göğüs çapları 7,9 cm'e kadar)
- b : Sıklık ve direklik (kabuklu göğüs çapları 8–19,9 cm arası)
- c : İnce ağaçlık (kabuklu göğüs çapları 20–35 cm arası)
- d : Kalın ağaçlık (kabuklu göğüs çapları 35 cm'den büyük)

- Kapalılığı ifade eden semboller

- 0 : Seyrek kapalı, tepelerin araziye örtme oranı %10'dan az
- 1 : Az kapalı, tepelerin araziye örtme oranı %10–40 arasında
- 2 : Orta kapalı, tepelerin araziye örtme oranı %41–70 arasında
- 3 : Tam kapalı, tepelerin araziye örtme oranı %70'den fazla

Yapılan yorumlamalar sonucu elde edilen meşcere bileşenleri yan yana getirilerek meşcere tipi belirlenmektedir. İki tabakalı meşcereler bölme sembolü (/) ile gösterilir. (Ör: BC/BBt)

Hava fotoğraflarından meşcere tiplerinin yorumlanması sırasında gelişim çağlarını ve kapalılık oranlarını bulmak amaçlarıyla analog olarak yapılan çalışmalarda çeşitli şablonlar kullanılmaktadır. Şekil 3.19'da Michigan Üniversitesi'nde kullanılan ve meşcere sıklığı, tepe tacı çapı gibi meşcereyi karakterize edebilecek parametrelerin bulunmasında kullanılan şablon görülmektedir. Bu tür şablonlar doğal olarak el ile direk hava fotoğrafları üzerinden çalışılırken kullanılmaktadır.

konudaki bilgi ve tecrübesine bağlıdır (Erdin, 1986). Çalışmada tepe kapallılığının saptanmasında ortalama yöntemi kullanılmıştır.

3.4.3 Yazılım Fotogrametrisi

Geçmişte optik – mekanik değerlendirme aletleri kullanılmakta iken, bilgisayar teknolojisinin son dönemde göstermiş olduğu dikkate değer gelişmelerin bir sonucu olarak fotogrametrik değerlendirmeler de artık tamamıyla bilgisayar ortamında gerçekleştirilebilmektedir. Yazılım fotogrametrisi yöntemi olarak adlandırılan bu yöntem, uzaktan algılama verilerinden biri olan hava fotoğraflarının bilgisayar ortamında değerlendirilmesiyle bilgisayar destekli sayısal veri elde etmeye olanak sağlamaktadır. Yazılım fotogrametrisi sistemlerinde hava fotoğraflarının işlenebilmesi için görüntülerin dijital kameralarla alınmış olması veya taranarak sayısal formata geçirilmiş olması gerekmektedir. Yazılım fotogrametrisi ile amaçlanan ortofoto haritaların üretilmesi için gerekli sayısal yükseklik modelinin üretilmesi ve üç boyutlu değerlendirme ve ölçümler ile coğrafi bilgi sistemine veri sağlamaktır. Yüksek doğruluğundaki bu sayısal veriler kurulacak bir CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi)’ne birinci derece veri kaynağı olmaktadır.

Coğrafi Bilgi Sistemi ise donanım, yazılım, veriler ve kullanıcılardan oluşan bilgisayar destekli bir sistemdir. Bu sistemle coğrafi veriler sayısal olarak toplanabilir, organize edilebilir, modellenenebilir, analiz edilebilir ve aynı şekilde alfanumerik ve grafik olarak sunulabilmektedir (Bill ve Fritsch, 1991; Koç, 1995; Yener, 1998).

Taranarak veya doğrudan elde edilen sayısal görüntüler sayesinde analitik aletlerdeki geometrik doğruluğu sağlamak için yapılan kalibrasyon sorunu da ortadan kalkmıştır. Çünkü detayların geometrik konumu piksel adresi ile sabitlenmiştir. Güçlü bir bilgisayar ve bir görüntü ayırma aygıtının yeterli olduğu sayısal iş istasyonları otomasyona da olanak sağlamaktadır. Eğer taranmış görüntüler kullanılıyorsa, otomasyon iç yöneltme ile başlar. Değişik marka hava kameralarının orta nokta buldurucularının sınırlı sayıda şekli olduğundan, merkezi kolayca belirlenebilir (Kertsen ve Haering, 1997).

Taranarak sayısal formata dönüştürülen görüntülerle yapılan çalışmalarda duyarlılık üzerine doğrudan etki yapan en büyük etken tarayıcının cinsi ve tarama çözünürlüğüdür. Bu nedenle tarama çözünürlüğü fotogrametrik çalışmaların optimize edilmesindeki en önemli etkidir. Bir çalışmada kullanılacak hava fotoğraflarının tarama çözünürlüğü, kabul edilebilir hata sınırının büyüklüğü ile ters orantı gösterirken, çözünürlük ne kadar yüksek olursa dosya boyutları da o oranda atmakta, dosya boyutlarının büyüklüğü ise kullanılacak donanım ihtiyacını ve bu görüntülerin işlenmesi sırasında geçecek zamanı arttırmaktadır. Tarama çözünürlüğü; yapılan proje büyüklüğü, ihtiyaç duyulan doğruluk oranı, zaman ve donanım olanaklarına göre proje yöneticileri tarafından belirlenmektedir. Fotogrametrik işlemlerde özel olarak tasarlanmış fotogrametrik tarayıcılar kullanılabildiği gibi masaüstü tarayıcılarda kullanılabilmektedir. Yüksek çözünürlük ve duyarlılıkla çalışan fotogrametrik tarayıcılarla genellikle film üzerinden tarama işlemi gerçekleştirilmektedir. Film üzerinden yapılan taramalar ile kağıt altlıklar üzerine görüntünün aktarılması sırasında ve kağıt altlıkların zaman içerisinde deforme olmasından dolayı meydana gelebilecek hataların önüne geçilebilmektedir. Fotogrametrik tarayıcılar ile çalışılması durumunda elde edilecek doğruluk analog ve analitik aletlerle elde edilebilecek doğruluk oranlarıyla benzer sonuçlar vermektedir. Masaüstü tarayıcıların kullanılmasında dikkat edilmesi gerekli en önemli unsur hava fotoğrafının tarayıcı yüzeyi içerisine sığması ki genellikle günümüzde kullanılan hava fotoğraflarının boyutlarının 9 x 9 inç yani 22,86 x 22,86 cm olmasından dolayı minimum A3 boyutlu bir tarayıcı kullanılması gerekliliğidir.

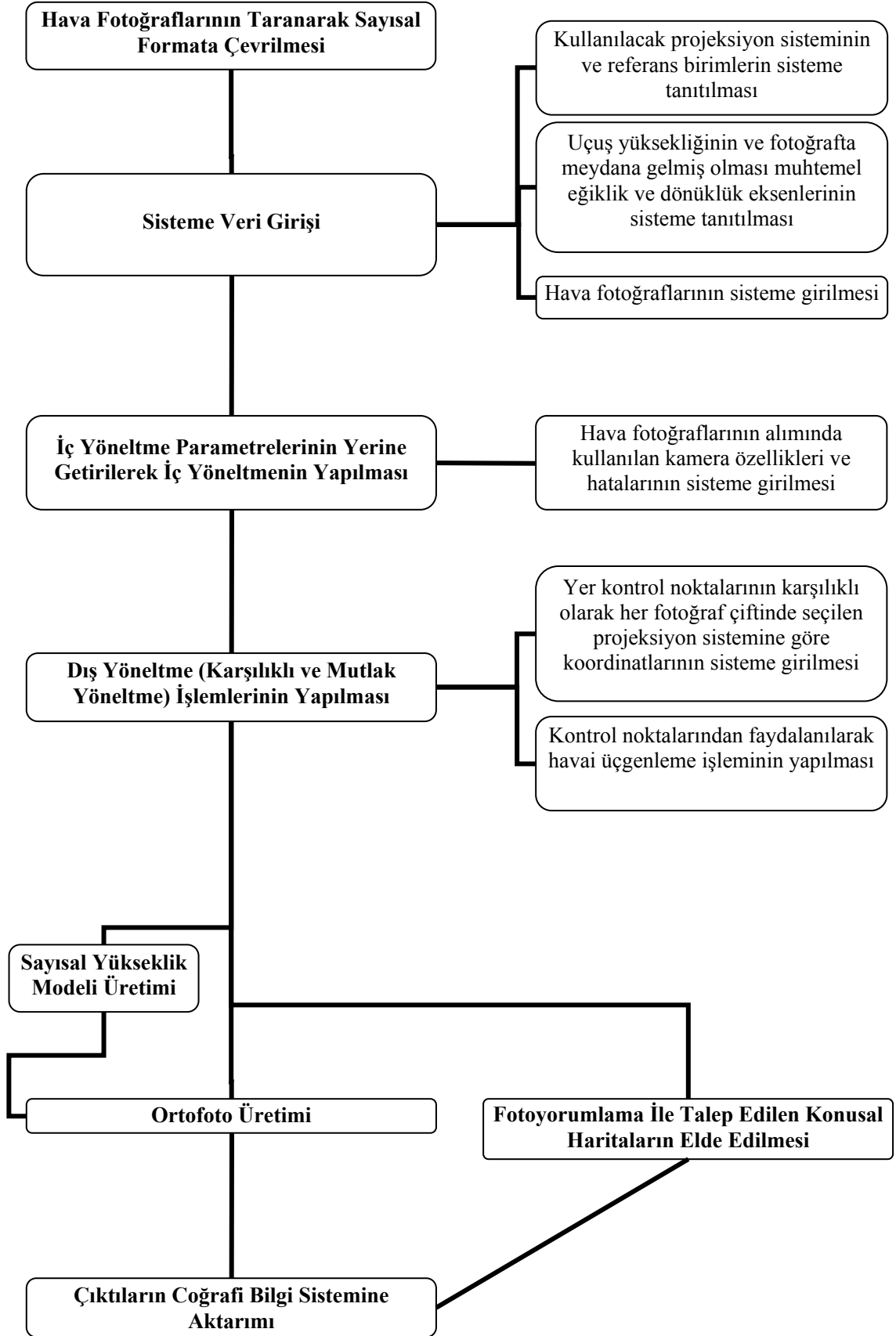
Çalışma aşağıda belirtilen bazı üstünlüklerinden dolayı yazılım fotogrametrisi yöntemi benimsenerek yapılmıştır;

- Maliyeti düşürmesi, fotogrametrik yazılımların ve bilgisayar donanımlarının analog veya analitik üç boyutlu çizicilerden çok daha az maliyetle temin edilebilmeleri,
- Ortofoto üretimi, sayısal yükseklik modeli üretimi gibi birçok fotogrametrik işlemin yazılım fotogrametrisinde otomatik olarak gerçekleştirilebilmesi,
- Ölçümlerde yüksek doğruluk sağlaması,

- Veri depolama işleminin kolay olması,
- Çıktı ürünlerinin sayısal formatta olması ve bu nedenle CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) ve Uzaktan Algılama amaçlı yazılımlarla uyumlu olması,
- Yazılım fotogrametrisi ile CBS'ye doğrudan sayısal veri elde edilebilmesi (Pacheco, 2003).

olarak sıralanabilir.

Bu yöntem kullanılan yazılıma bağlı olarak, izlenen iş aşamalarında çeşitlilik göstermektedir. Fakat genellikle standartlaşmış adımlardan oluşmaktadır. Çalışmada kullanılan yazılıma bağlı olarak izlenen iş aşamaları genel olarak şekil 3.18'de verilen diyagramda gösterilmiştir. Sunulan bu çalışma, çalışmanın başında oluşturulan bu diyagramdaki iş aşamalarına sadık kalınarak yürütülmüştür.



Şekil 3.20 : Çalışmada izlenen iş aşamaları

Yukarıda iş aşamalarını sıraladığımız yöntemin uygulanması sırasında bilinmesi gereken birtakım kavramlar bulunmaktadır. Bu kavramlardan belli başlıları aşağıda açıklanacaktır.

Taranarak veya sayısal alımlarla elde edilen raster görüntülerin coğrafi bilgi sistemi tabanlı yazımlarda kullanılan koordinat sistemine göre doğrultulması işleminde, görüntü koordinat sisteminden yazımlarda kullanılan koordinat sistemine dönüşüm doğruluğunun saptanmasında noktasal bazda kaymaları ifade etmek için karesel ortalama hata (Root Mean Square Error) (RMSE) olarak adlandırılan basit bir fonksiyon kullanılmaktadır.

RMS hatası, bir nokta dönüşüm matrisi ile dönüştürüldüğünde, kontrol noktasının arzu edilen çıktı koordinatları ile gerçek koordinatları arasındaki farktır ve aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır (Denklem 3.2):

$$RMSE = \sqrt{(x_r - x_i)^2 + (y_r - y_i)^2} \quad 3.2$$

x_i ve y_i : referans koordinatları

x_r ve y_r : dönüşüm sonucu oluşan koordinatlar

Yazılım fotogrametrisi ile sonuç olarak elde edilmek istenen verilerden biri ortofoto olarak adlandırılan eğiklik, dönüklük ve topoğrafik farklılıklardan kaynaklanan kaymalar gibi hatalardan arındırılmış harita özelliklerine sahip hava fotoğraflarıdır. Bu sonuca ulaşabilmek için yazılım fotogrametrisi yöntemi de kendi içinde çeşitli çözümleme yöntemleri kullanmaktadır:

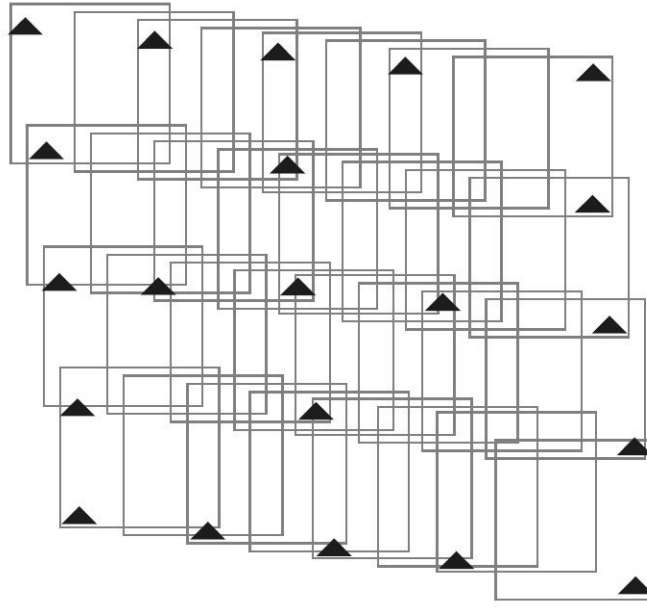
- Geriden Kestirme (Space Resection)
- Önden Kestirme (Space Forward Intersection)
- Demet dengelemesi (Bundle Block Adjustment)
- En Küçük Kareler Doğrultması (Least Square Adjustment)
- Oto Kalibrasyonlu Yığın Doğrultması (Self-Calibrating Bundle Adjustment)
- Otomatik Kaba Hata Saptaması (Automatic Gross Error Detection)

Geriden kestirme yöntemi genellikle, bilinen yer kontrol noktalarını baz alarak görüntü veya görüntülerle dış yöneltme parametrelerinin ilişkilerini saptamak için kullanılmaktadır. Altı dış yöneltme parametresinin bu yöntemle görüntü ile matematiksel ilişkilerinin belirlenebilmesi için en az üç adet yer kontrol noktasının X, Y ve Z koordinatlarının bilinmesi gerekmektedir.

Önden kestirme yöntemi genellikle, bindirmeli olarak alımı gerçekleştirilen görüntülerde kesişim yerlerinde bulunan noktaların X, Y ve Z koordinatlarının iç ve dış yöneltme parametreleri kullanılarak belirlenmesinde kullanılmaktadır.

İkiden daha fazla görüntünün yer aldığı haritalandırma projelerinde geriden ve önden kestirme tekniklerinin sağladığı imkânlar yetersiz kalmaktadır. Örneğin 20 görüntüden oluşan bir projede yukarıda belirtilen teknikler kullanılarak görüntülerin doğrultulması işlemi için en az 60 adet yer kontrol noktasının kullanılması gerekecektir. Her bir yer kontrol noktasının arazide tesis edilmesinin bir maliyeti olduğu düşünüldüğünde yer kontrol noktalarının sayısının minimumda tutulmasının maliyet ve iş yükü açısından büyük bir önemi bulunmaktadır. Yüksek duyarlılıkta ve en az maliyetle bu işin yapılmasında yığın blok doğrultma olarak adlandırılan yöntem tercih edilmektedir.

Demet dengelemesi, blokta yer alan her bir fotoğrafa ait dış yöneltme parametrelerini, bağlantı ve yer kontrol noktalarının X, Y ve Z koordinatlarını kullanarak çözümü hesaplamaktadır. Projede yer alan görüntü bloğunu oluşturan görüntüler, eşzamanlı olarak tek bir çözüm için işlenmektedir. En küçük kareler yöntemi olarak bilinen bir istatistiksel teknik kullanılarak bütün bir blok için çözüm kestirimi yapılır. Aynı zamanda bu yöntemde hatalar minimize edilerek dağıtılır. Bu yöntemde projede yer alan görüntüler arasındaki ilişkilerin kurulmasında alım kamerası özellikleri ve arazi üzerinde tesis edilen yer kontrol noktalarının konumları önem arz etmektedir. Yer kontrol noktalarının konumlarının seçiminde genel bir kural olarak her üç görüntü için bir kontrol noktasının tesis edilmesi avantajlı olmaktadır. Ayrıca, eğer mümkün ise yer kontrol noktalarının görüntü köşelerine yakın olması ve bu noktalar arası mesafelerin yaklaşık aynı olması tercih edilmelidir.



Şekil 3.21 : Yığın blok dengeleme işleminde gerekli yer kontrol noktalarının fotoğraflar üzerindeki optimum dağılımı

Blok üçgenleme, blok içindeki görüntülerin kamera veya algılayıcı (sensör) parametreleri ile yeryüzü arasındaki matematiksel modelin tanımlanması işlemidir. Birkaç çeşit blok üçgenleme tekniği bulunmaktadır. Bunlar hat doğrultması, bağımsız model doğrultması ve demet dengelemesi olarak sıralanabilir. Bunların arasında demet dengelemesi yöntemi hataların minimize edilip dağıtılması işleminde en sağlıklı sonuçları vermektedir. Demet dengelemesi collinearity (aynı doğrultu üzerinde bulunma koşulu) koşulunun oluştuğunu temel alarak görüntüler ile yeryüzü arasındaki ilişkileri formülize etmektedir. Collinearity eşitliğine göre ise dış yöneltme parametreleri olarak adlandırılan 6 bilinmeyen bulunmaktadır. Bunlar omega (ω), phi (ϕ), kappa (κ), X_0 , Y_0 ve Z_0 'dır. Collinearity koşuluna göre ardışık görüntülerdeki perspektif merkezleri ile yine bu görüntüler üzerinde yer alan aynı objeye ait noktaları bir doğru üzerindeymiş gibi modellemektedir. Görüntüler üzerinde bulunan her bir nokta için model oluşturularak yeryüzü, görüntü ve kamera arasındaki ilişkiler matematiksel olarak modellenir (ERDAS, 2006; Ebadi, 1997).

Her bir yer kontrol noktası için eşitlik formülize edildikten sonra en küçük kareler yöntemini referans alarak collinearity koşulunun çözümü yapılabilir.

En küçük kareler doğrultması bir çözüm ile ilgili bilinmeyen parametrelerin hesaplanmasında ve ayrıca hataların minimize edilmesinde kullanılmaktadır. Blok üçgenleme ile alakalı olarak en küçük kareler doğrultma tekniği (ERDAS, 2006);

- Dış yöneltme ile ilişkili değerlerin hesaplanmasında veya doğrultulmasında,
- Bağlantı noktalarının X, Y ve Z koordinatlarının hesaplanmasında,
- İç yöneltme ile ilişkili değerlerin hesaplanmasında veya doğrultulmasında,
- Yer kontrol noktalarından kaynaklanan hataların minimize edilerek dağıtılmasında kullanılmaktadır.

Collinearity koşulu ve en küçük kareler doğrultma tekniği hakkında daha detaylı bilgi ve formüller ERDAS (2006) ve Ebadi (1997)'de verilmiştir.

Görüntülerin alımı veya işlenmesi sırasında kamera çarpıklıkları, film çarpıklıkları, atmosferik saçılmalar, tarayıcı kaynaklı vb. az veya çok sistematik olan birtakım hatalar meydana gelmektedir. Bu hatalar üçgenleme sonuçlarındaki doğruluk oranını düşürmektedir. Sistematik hataların etkilerini düşürebilmek için sonradan düzeltme (posteriori compensation), deneme alanı üzerinden kalibrasyon ve en yaygın olarak da oto kalibrasyon yöntemi kullanılmaktadır (Konecny, 1994; Wang, 1990).

Oto kalibrasyonlu metotlar sistematik hataların giderilebilmesi için üçgenleme işleminde ilave birtakım parametreler kullanılmaktadır. Modellerin ne kadar iyi çalıştığı; görüntü bloğunun kalitesi (bindirme oranları, uçuş hatlarının kesişimleri), yer kontrol ve bağlantı noktalarının görüntü bloğundaki dağılımları ve sayıları, sistematik hataların rastgele hatalara oranı, ilave parametrelerin model üzerindeki anlamlılığı, ilave parametreler arasındaki ilişkiler ve diğer bilinmeyenlere bağlı olarak değişmektedir.

Fotogrametri biliminin gelişmesi ile bahsedilen sistematik hataların giderilmesine yönelik olarak araştırmacılar tarafından birçok ilave modeller geliştirilmiş ve günümüzde bu modeller yazılımlar içerisinde kullanıcılara sunulurken blok üçgenleme işlemi için optimum sonuçlar elde edilebilir hale gelmiştir. İlave modeller ve parametreler ile ilgili detaylı bilgiler Bauer ve Müler (1972), Ebner (1976), Grün (1978), Jacobsen (1980 ve

1982), Li (1985), Wang (1988) ve Stojic, Chandleri, Ashmore, Luce (1998)'den elde edilebilir.

Bu çalışmada kullanılan yazılımda sistematik hataların giderilmesi için beş ayrı ilave model üçgenleme işlemine entegre olarak çalıştırılabilmektedir:

- Bauer basit modeli
- Jacopsen basit modeli
- Ebner ortogonal modeli
- Brown fiziksel modeli
- Lens distorsiyon modeli

İstatistiksel olarak rastgele hataların normal dağılım gösterdiği, kaba hataların normal dağılım göstermediği kabul edilmektedir. Girdi verilerde bulunan kaba hatalar sonuçların güvenilir olmasına neden olmaktadır. Fotogrametri biliminin gelişmesine paralel olarak verilerde bulunan kaba hataların saptanmasına yönelik birçok model araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir (Kubik, 1982; Li 1983; Li 1985; Jacopsen, 1984; El-Hakim ve Ziemann 1984; Wang, 1988).

Kaba hataların saptanması işlemi öncelikle koordinat farklarının kontrolü ile başlar ve daha sonra robust kestirmesi yöntemi kullanılmaktadır. Genellikle robust kestirme yönteminde, seçilen ağırlık oranıyla fonksiyonun iteratif olarak kullanılması tercih edilmektedir(Wang, 1990).

Ortofoto, dünyanın ortogonal temsiline uygun bir şekilde doğrultulmuş ve reliyef kaymaları, merkezsiz izdüşüm, optiksel ve platform hareketlerinden kaynaklanan eğiklik ve dönüklükler gibi hata kaynaklarından arındırılmış hava fotoğrafı olarak tanımlanmaktadır (ASPRS, 1980).

Tipik olarak bir ortofotonun üretilmesi için aşağıda belirtilen üç işlemin tamamlanmış olması gereklidir:

- İç Yönelme

- Dış Yönelme
- Çalışma alanına ait sayısal yükseklik modelinin üretilmesi

İç yönelme ve dış yönelme işlemlerinin tamamlanmasının ardından yükseklik modelinin üretimi gerçekleştirilebilmektedir.

Sayısal yükseklik modeli üretimi gibi yazılım fotogrametrisinin çeşitli aşamalarında çeşitli görüntü eşleştirme teknikleri kullanılmaktadır.

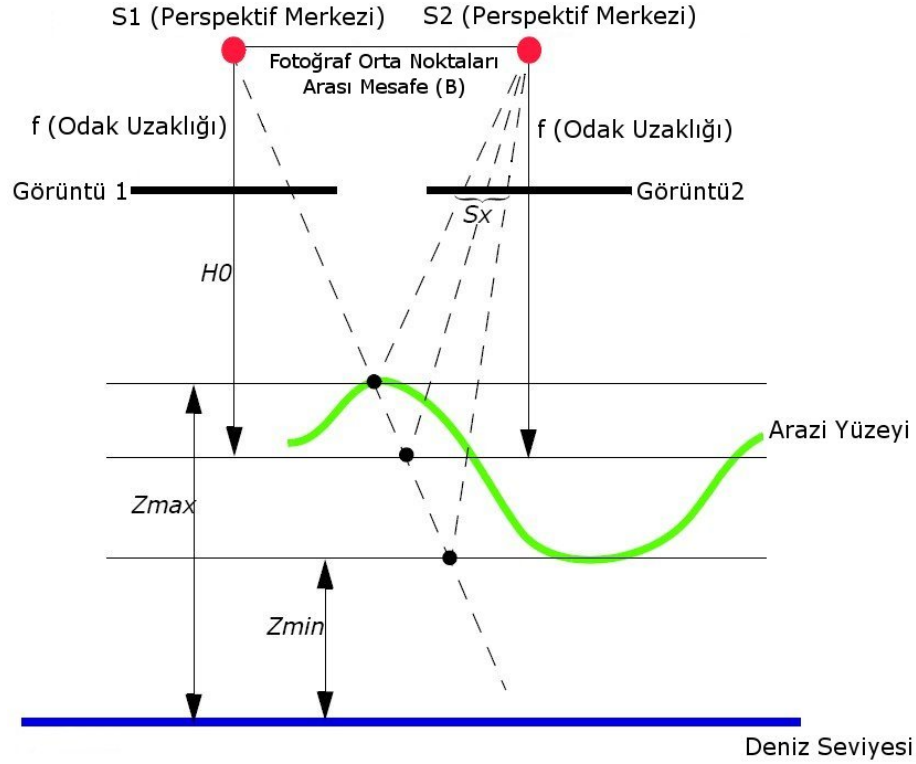
Bu teknikler üç kategoride incelenmektedir:

- Alan tabanlı eşleştirme (Area-based matching)
- Niteliksel eşleştirme (Feature-based matching)
- İlişki tabanlı eşleştirme (Relation-based matching)

3.4.3.1 Alan Tabanlı Eşleştirme (Area-Based Matching)

Bu metot iki görüntü arasında, bu görüntülere ait piksellerin gri renk tonu değerleri arasındaki karşılaştırma ile uyumu saptar. Çapraz korelasyon ve en küçük kareler korelasyon teknikleri alan tabanlı eşleştirme yöntemleri arasında en çok kullanılan tekniklerdir (ERDAS, 2006).

Yazılım tarafından korelasyonu yapılacak olan iki komşu fotoğrafın yer kontrol noktaları kullanılarak yaklaşık bir eşleştirmesi yapılır. Daha sonra yazılım, görüntü çiftlerini verilen pencere büyüklüğüne uygun olarak eşleştirir. Bu işlemler için yazılım önce şekil tabanlı eşleştirme ile yer kontrol noktaları üzerinden görüntüleri eşleştirilip, daha sonra ilişkisel bir eşleştirme yapar. Oluşturulan her blok dosyası için optimal arama penceresi büyüklüğü (S_x), aşağıda verilen formül 3.3 ve 3.4'den de anlaşılacağı üzere arazi yapısı, fotoğraf bindirme oranı, kullanılan kamera özellikleri ve uçuş yüksekliğine bağlı olarak değişmektedir.



Şekil 3.22 : Arama penceresi büyüklüğü (ERDAS, 2006'dan düzenlenerek alınmıştır)

$$S_x = 250 \frac{Z_{max} - Z_{min}}{H_0} (1 - p) \quad 3.3$$

$$S_x = \frac{Bf}{H_0} \cdot \frac{Z_{max} - Z_{min}}{H_0} \quad 3.4$$

Alan tabanlı eşleştirme metodu korelasyonu, kullanıcı tarafından tanımlanan bir pencere boyutu üzerinden gerçekleştirmektedir. Korelasyon penceresi 3x3, 5x5, 7x7 gibi kare şeklindeki komşu piksellerden oluşmaktadır. Korelasyon penceresi boyutu arazi yapısına göre kullanıcılar tarafından belirlenmektedir. Örneğin düz arazilerde (tarla, kumul vb.) büyük desenler (9x9) kullanılabilirken, tez çalışmasında olduğu gibi topoğrafik farklılıkların yüksek bulunduğu alanlarda yapılan çalışmalarda nispeten daha küçük korelasyon pencereleri (3x3) seçilmektedir.

Korelasyon hesapları aşağıda belirtilen iki yöntem kullanılarak yapılmaktadır:

- Çapraz korelasyon: Korelasyon katsayısını iki görüntü arasındaki korelasyon pencerelerindeki piksellerin gri renk tonu değerlerinden aşağıda belirtilen eşitliği kullanarak hesaplamaktadır(ERDAS, 2006).

$$aap = \frac{\sum_{i,j} [g_1(c_1, r_1) - \bar{g}_1][g_2(c_2, r_2) - \bar{g}_2]}{\sqrt{\sum_{i,j} [g_1(c_1, r_1) - \bar{g}_1]^2 \sum_{i,j} [g_2(c_2, r_2) - \bar{g}_2]^2}} \quad 3.5$$

$$\bar{g}_1 = \frac{1}{n} \sum_{i,j} g_1(c_1, r_1) \quad 3.6$$

$$\bar{g}_2 = \frac{1}{n} \sum_{i,j} g_2(c_2, r_2) \quad 3.7$$

aap = korelasyon katsayısı

g(c,r) = piksellerin gri renk tonu değeri(column, row)

c₁, r₁ = sol görüntüdeki piksel koordinatı

c₂, r₂ = sağ görüntüdeki piksel koordinatı

n = penceredeki toplam piksel sayısı

i, j = korelasyon penceresindeki piksel dizisi

- En küçük kareler korelasyonu: Bu metot korelasyon pencereleri arasında en iyi uyumu sağlayan parametreleri türetmek için en küçük kareler kestirim metodunu kullanmaktadır. Bu teknik tamamıyla fotogrametri bilimi içerisinde araştırıla gelmiştir (Ackermann 1983; Grün and Baltsavias 1988; Helava 1988). En küçük kareler korelasyonu iteratif (tekrarlı) bir fonksiyondur. İlk hesaplama sonucunda elde edilen parametreler ikinci hesaplamada, ikinci hesaplamada elde edilen parametreler üçüncü hesaplamada kullanılarak optimum çözüm elde edilene kadar hesaplama tekrarlanır. En küçük kareler eşleştirmesi 0.1 piksel gibi yüksek konumsal doğruluk sağlayabilmektedir (ERDAS, 2006).

3.4.3.2 Niteliksel Eşleştirme (*Feature-Based Matching*)

Niteliksel eşleştirme tekniğinde iki görüntü üzerinde bulunan ayrıntılar arasındaki benzerlikler üzerinden eşleştirme yapılmaktadır.

Niteliksel eşleştirme yapılabilmesi için öncelikle görüntüler üzerinde bulunan ayrıntıların çıkartılması gerekmektedir. Ayrıntıların çıkartılmasında çeşitli modeller kullanılmaktadır. Bunlara örnek olarak Moravec, Dreschler ve Fröstner modelleri sayılabilir (Forstner ve Gulch 1987; Lu 1988).

Ayrıntıların belirlenmesinden sonra iki görüntü arasında bu ayrıntılara ait niteliksel bir kıyaslama yapılarak, uyumlu olan ayrıntı çiftleri kullanılan model tarafından belirlenir.

3.4.3.3 İlişki Tabanlı Eşleştirme (*Relation-Based Matching*)

Bu eşleştirme yöntemi görüntülerde bulunan ayrıntıları ve bu ayrıntılar arasındaki ilişkileri kullanarak eşleştirme yapmaktadır. Görüntü yapıları arasındaki uyuşum herhangi bir tanımlayıcı ön bilgi olmadan otomatik olarak yapılabilir. Fakat görüntü üzerinde yer alan her tip veri arasında kıyas yaptığından oldukça zaman alıcıdır. Bu nedenle yer kontrol noktalarının otomatik tanımlanmasında kullanılmaktadır (ERDAS, 2006).

4 BULGULAR

4.1 HAVA FOTOĞRAFLARININ TARANARAK SAYISAL FORMATA ÇEVİRİLMESİ

Tamamıyla sayısal ortamda çalışan yazılım fotogrametrisi sistemlerinde sayısal görüntüler kullanılmaktadır. Bu görüntülerin temini ise sayısal olarak alımı gerçekleştirilen görüntülerin sisteme çağırılması veya analog olarak alınmış görüntülerin sayısal formata dönüştürülerek sisteme çağırılması şeklinde olmaktadır.

Film bazlı analog hava fotoğraflarının sayısallaştırılması amacıyla, günümüzde çok değişik tip ve modelde tarayıcılar mevcuttur. Bu tür tarayıcılar başlangıçta yaklaşık 25 μm doğruluğa sahip iken günümüzde 7 μm doğruluğa erişmiş bulunmaktadır. Hava fotoğraflarının ayırma gücünün yaklaşık 40 ile 60 çizgi/mm arasında olduğu göz önüne alındığında, 60 çizgi/mm analog fotoğraf ayırma gücü sayısal görüntüde 8 μm piksel boyutuna karşılık gelmektedir. Bugün artık sıradan masa üstü tarayıcıların nominal çözünürlükleri bu değere ulaşmakla birlikte, geometrik kalibrasyonun olanaklı olmaması nedeniyle, analog fotoğrafların sayısallaştırılması amacıyla “fotogrametrik tarayıcı” denilen özel tarayıcılar geliştirilmiştir (Balsavias, 1999).

Hardcopy (kâğıt baskı) olarak alınan fotoğraflar Harita ve Fotogrametri Müdürlüğünde bulunan olanaklar dâhilinde A3 boyutlu profesyonel bir masaüstü tarayıcıda çalışma alanına ait 25 adet hava fotoğrafı 800 dpi yaklaşık 32 μm çözünürlükte, 8bit ve üç bant renkli olarak taranarak sayısal hale getirilmiştir.

4.2 SİSTEME VERİ GİRİŞİ

Çalışmada kullanılan yazılımla ilintili olarak öncelikle oluşturulacak fotogrametrik proje kullanılacak koordinat sistemi parametreleri:

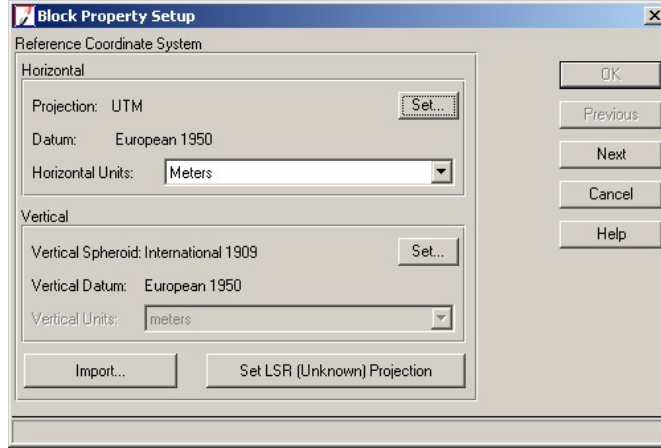
Projeksiyon : UTM

UTM Zone : 36 North

Elipsoid : International 1909

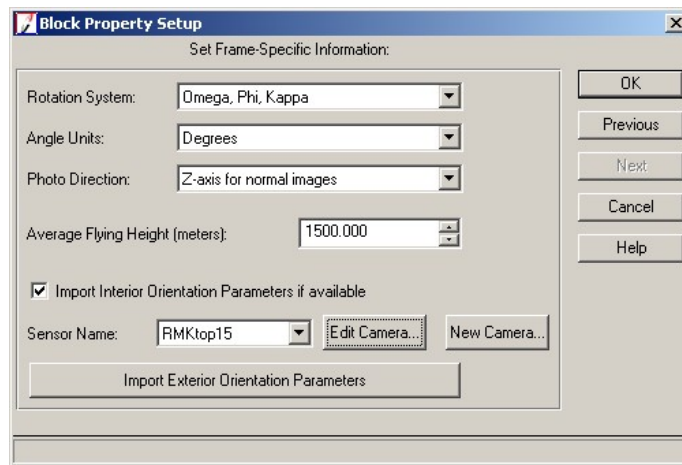
Datum : European 1950

olarak tanımlanmıştır. Bu parametreler Ülkemizde Harita Genel Komutanlığı'nca 1/25000'lik standart topoğrafik haritalarda kullanılan koordinat parametreleriyle aynı seçilmiştir.



Şekil 4.1 : Blok parametrelerinin tanıtıldığı birinci pencereye ait görünüm

Fotoğraf koordinat sisteminde meydana gelmiş olması muhtemel eğiklikler ve dönüklüklerin giderilebilmesi için gerekli olan, eğiklik ve dönüklük açılarının meydana gelebileceği eksen rotasyon sistemleri omega (ω), phi (ϕ) ve kappa (κ) olarak, birimleri derece ve perspektif merkezinin konumunun Z ekseninde olduğu tanımlanmıştır. Fotoğraf kenar bilgilerinden ve alana ait SYM'den (SRTM verilerinden) yararlanılarak ortalama uçuş yüksekliği 1500m ve kamera odak uzaklığı 152,841mm olarak sisteme tanıtılmıştır.

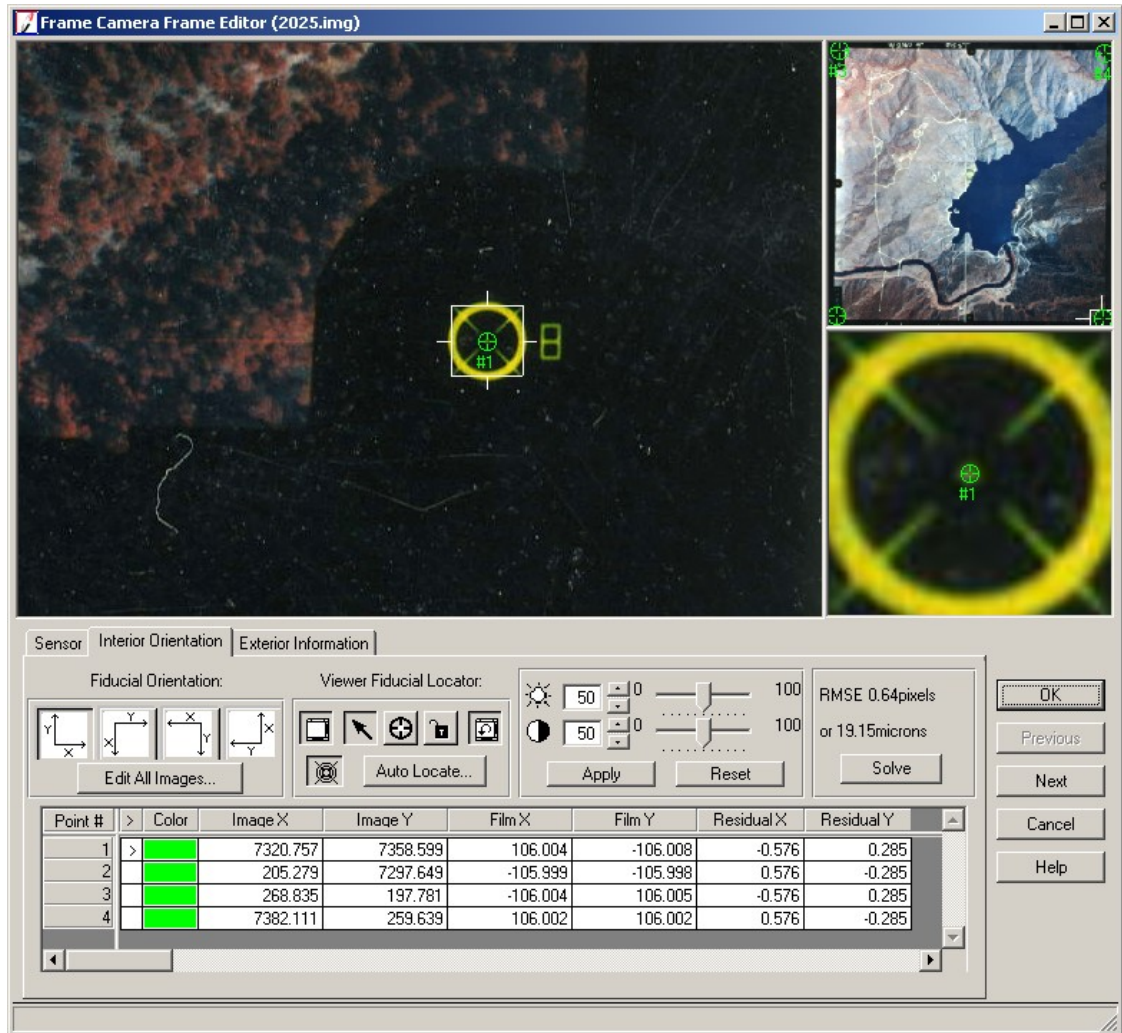


Şekil 4.2 : Blok parametrelerinin tanıtıldığı ikinci pencereye ait görünüm

Bu işlemlerin ardından taranmış olan hava fotoğrafları sisteme girilerek proje dosyası oluşturulmuştur.

4.3 İÇ YÖNELTME PARAMETRELERİNİN YERİNE GETİRİLEREK İÇ YÖNELTMENİN YAPILMASI

Hava fotoğraflarının sisteme girilmesinden sonra iç yöneltme işleminin yapılabilmesi için fotoğrafların sisteme tanıtılması gerekmektedir. Bu işlem hava fotoğrafları üzerinde bulunan orta nokta buldurucuları vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Her bir fotoğraf üzerinde bulunan orta nokta buldurucular program ara yüzü kullanılarak sisteme tanıtılmıştır.



Şekil 4.3 : Orta nokta buldurucuların sisteme tanıtılması

Bu işlem sonucunda her bir hava fotoğrafı orta nokta buldurucuları için elde edilen koordinat farkları ve bunlara ait istatistiksel değerler ekler kısmında iç yöneltme

raporları başlığı altında sunulmuştur. Orta nokta buldurucularının karesel ortalama hata değerleri ortalaması 0,59 piksel yani 18,62 μm olarak bulunmuştur.

4.4 DIŞ YÖNELTME (KARŞILIKLI VE MUTLAK YÖNELTME) İŞLEMLERİNİN YAPILMASI

İç yöneltme işleminin tamamlanmasının ardından karşılıklı ve mutlak yöneltmenin yapılabilmesi için gerekli olan yer kontrol noktalarının arazide ölçümü işine geçilmiştir.

Daha önce belirtildiği üzere arazi ölçümleri tamamlandıktan sonra dış yöneltme işlemine geçilmiştir. Yazılıma bağlı olarak dış yöneltme aşamaları:

- Yer kontrol noktaların fotoğraflar üzerinde belirlenerek koordinatlarının girilmesi,
- Manuel olarak elle veya yazılıma otomatik olarak bağlantı noktalarının (tie points) türettirilmesi,
- Sisteme fotogrametrik (hava) üçgenleme yaptırılarak fotoğrafların doğrultulması

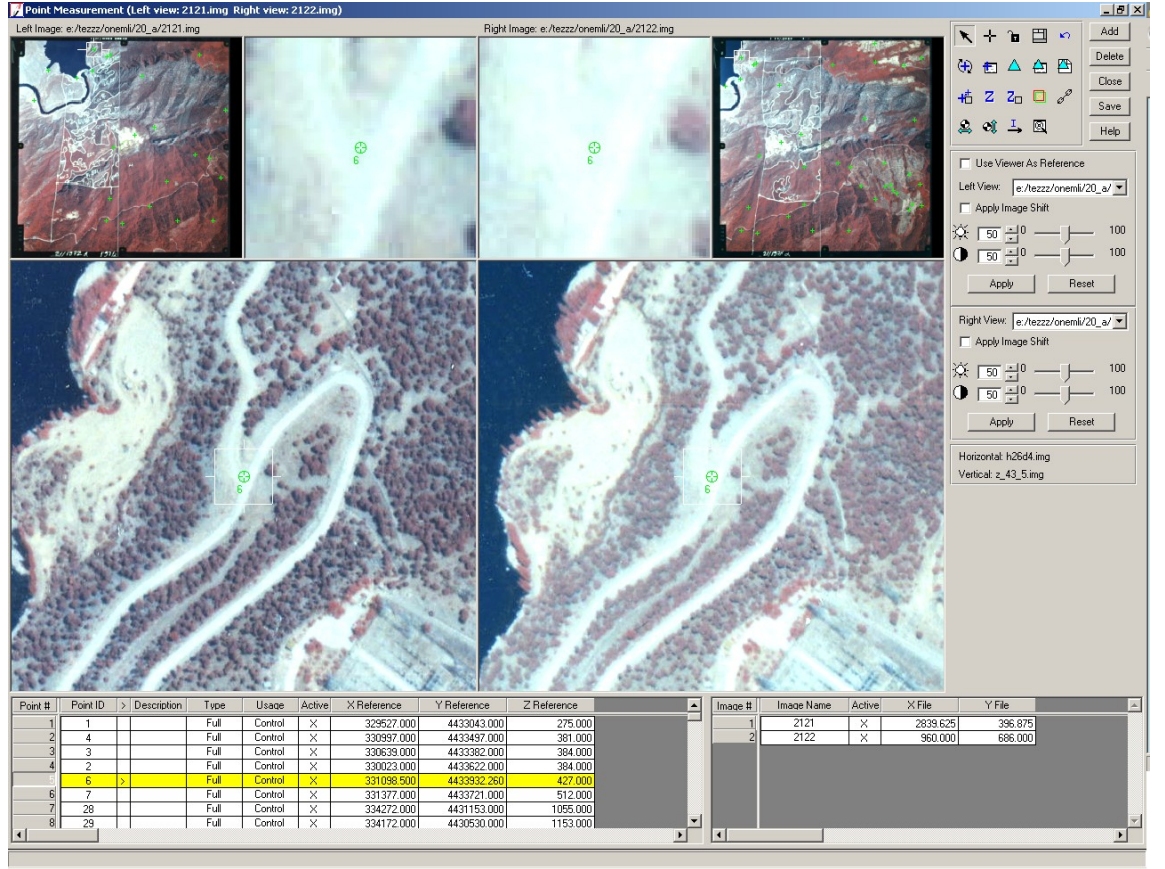
olarak üç ana aşamada sıralanabilir. Arazi çalışmaları sırasında alımı gerçekleştirilen yer kontrol noktalarının sayısı sisteme otomatik olarak bağlantı noktası türettirilmeden üçgenleme işleminin yapılmasına yetecek düzeyde olduğundan çalışmada bu işlemin yapılmasına gerek duyulmamış fakat manüel olarak bağlantı noktaları sisteme girilmiştir.

4.4.1 Yer Kontrol Noktaları Koordinatlarının ve Fotoğraf Bağlantı Noktalarının Fotoğraf Çiftlerinde Yerlerinin Belirlenerek Sisteme Girilmesi

Bu işlem program ara yüzü kullanılarak kullanıcı tarafından arazide ölçümleri yapılan yer kontrol noktalarının fotoğraflar üzerinde konumlarının belirlenerek yer koordinatlarının girilmesi şeklinde yapılmaktadır. Arazi çalışmaları sırasında ölçümü

gerçekleştirilen 40 adet yer kontrol noktasının konumları hava fotoğrafları üzerinde belirtilerek koordinatları sisteme girilmiştir.

Bağlantı noktaları yer kontrol noktalarından farklı olarak, yersel koordinatları bilinmeyen ve havai üçgenlemeye yardımcı olması açısından sisteme otomatik olarak türettirilebilen veya kullanıcı tarafından manüel olarak elle girilebilen görüntü çiftleri üzerinde bulunan eş noktalar olarak tanımlanabilir. Bağlantı noktalarının yersel koordinatları yer kontrol noktalarının koordinatları üzerinden yapılan üçgenleme sonucu elde edilmektedir. Bağlantı noktaları sadece üçgenleme işleminin yapılması sırasında piksel bazlı görüntü eşleştirmede sisteme yardımcı olması amaçlı olarak kullanılmaktadır. Belirtilen amaca yönelik manüel olarak 77 adet bağlantı noktası görüntüler üzerinde tesis edilmiştir. Bu noktalara ait üçgenleme sonucu elde edilen yersel koordinatlar ekler kısmında sunulan havai üçgenleme dengeleme raporunda verilmiştir.



Şekil 4.4 : Yer kontrol ve bağlantı noktalarının sisteme girildiği ara yüze ait bir görünüm

4.4.2 Havai Üçgenleme İşleminin Yapılması

Bu en önemli işlem sırasında kullanılacak olan parametrelerin kullanım stratejilerinin sisteme tanıtılması gerekmektedir. Bu strateji parametrelerini sıralayacak olursak:

- İterasyon katsayısı: Model çözümünün tekrar sayısını ifade eder. Bu katsayı sisteme 20 olarak verilmiştir. Fakat sistem noktasal hatalar için en düşük değere ulaştığında iterasyon yapma işlemini kesmektedir. Ekler kısmında verilen havai üçgenleme dengeleme raporunda da görülebileceği üzere 6 iterasyon sonucunda 1,6230 m hata değerine ulaşılmıştır.
- Yakınsama miktarı: Çözümde kullanılan noktalar arasında kabul edilecek yakınsama miktarını ifade eder. Bu değer sisteme 0,001 m olarak tanıtılmıştır.
- Görüntü ve yer kontrol noktaları koordinatlarının hesaba katılmasında kullanılacak standart sapma miktarları: Görüntülerde bu değer X ve Y doğrultularında 0,33 piksel olarak sisteme tanıtılmış. Yer kontrol noktalarında ise farklı ağırlıklı olarak hesaba katılması için sisteme bırakılmıştır.
- İç yöneltme parametrelerinin hesaba katılmasında kullanılacak standart sapma miktarları: Odak uzaklığı ve her fotoğraf için hesaplanan nadir noktası koordinatları olarak geçen iç yöneltme parametreleri için bir sapma değeri verilmemiş değerler olduğu gibi hesaba katılmıştır.
- Dış yöneltme parametrelerinin hesaba katılmasında kullanılacak standart sapma miktarları: Buradaki parametrelere ait standart sapma değerleri her bir görüntüde farklı ağırlıklı olarak hesaba katılması için sisteme bırakılmıştır.
- Modelde kullanılacak ilave parametreler: İlave parametre olarak topografik farklılıkların çok olduğu alanlarda kullanımı uygun görülen Ebner ortogonal modelinin kullanımı çalışma alanında topografyanın değişken olması nedeniyle uygun görülmüştür.

Havai üçgenleme işleminin yukarıda belirtilen parametreler kullanılarak yapılması sonucunda ortalama görüntü karesel ortalama hatası 1,6230 metre olarak elde edilmiştir. Eklerde sunulan havai üçgenleme dengeleme raporunda her bir görüntü ve bu görüntüler üzerinde bulunan yer kontrol noktaları için hesaplanan hata ve bunlara ait düzeltme miktarları görülebilmektedir.

4.5 SAYISAL YÜKSEKLİK MODELİ ÜRETİMİ

Yazılım, sayısal yükseklik modeli üretiminde görüntüler arası çapraz korelasyon yaparak modeli oluşturmakta, en küçük kareler korelasyon tekniği ile doğruluk denetimi yapmaktadır.

Sayısal yükseklik modeli üretiminde tüm blok için strateji parametreleri girilmemekte ön tanımlı olarak:

- Yüksek dağlık arazi
- Orta yüksek dağlık arazi
- Dalgalı arazi
- Düz arazi
- Yüksek derecede kentleşmiş arazi
- Alçak derecede kentleşmiş arazi
- Orman arazisi
- Modelde yer alması istenmeyen alan
- Kullanıcı tarafından tanımlanan arazi

modelleri içerisinde ara yüz üzerinden sınırları çevrilen alan için uygun olan model seçilerek çıktı oluşturulmaktadır. Bu strateji parametrelerine ait ön tanımlı korelasyon değerleri aşağıdaki gibidir:

- Yüksek dağlık arazi
Arama penceresi büyüklüğü = 27x3

Korelasyon penceresi büyüklüğü = 7×7

Korelasyon katsayı limiti = 0.8

- Orta yüksek dağlık arazi

Arama penceresi büyüklüğü = 21×3

Korelasyon penceresi büyüklüğü = 7×7

Korelasyon katsayı limiti = 0.8

- Dalgalı arazi

Arama penceresi büyüklüğü = 15×3

Korelasyon penceresi büyüklüğü = 7×7

Korelasyon katsayı limiti = 0.8

- Düz arazi

Arama penceresi büyüklüğü = 7×3

Korelasyon penceresi büyüklüğü = 7×7

Korelasyon katsayı limiti = 0.8

- Yüksek derecede kentleşmiş arazi

Arama penceresi büyüklüğü = 19×3

Korelasyon penceresi büyüklüğü = 7×7

Korelasyon katsayı limiti = 0.8

- Alçak derecede kentleşmiş arazi

Arama penceresi büyüklüğü = 11×3

Korelasyon penceresi büyüklüğü = 7×7

Korelasyon katsayı limiti = 0.8

- Orman arazisi

Arama penceresi büyüklüğü = 17×3

Korelasyon penceresi büyüklüğü = 7×7

Korelasyon katsayı limiti = 0.8

Korelasyon katsayı limiti fotoğraf çiftlerindeki aynı yeri işaret eden noktaların eşleşip eşleşmediğini denetlemek için kullanılan, korelasyon katsayı eşik değerini tanımlamaktadır. Eşik değeri 1'e yaklaştıkça noktalar mutlak bir eşleşmeye doğru giderken, değer 0'a yaklaştıkça noktalar arası eşleşme azalmaktadır. Büyük korelasyon limit değerleri ile daha yüksek doğruluk sağlanırken nokta sayısı nispeten daha düşük olmaktadır. Tez çalışmasında yapılan literatür çalışması ve değerlendirmelere göre limit değeri olarak 0,8 değerinin uygun olacağı görülmüştür.

Model içinde noktalara ait korelasyon katsayıları çapraz korelasyon ile fotoğraf çiftlerinde piksellerin gri renk tonu değerleri üzerinden belirlenmekte, eşik değerinin altında değer veren noktalar otomatik olarak iptal edilmektedir.

Oluşturulan sayısal yükseklik modelinin doğruluk denetimi istenirse sistem tarafından:

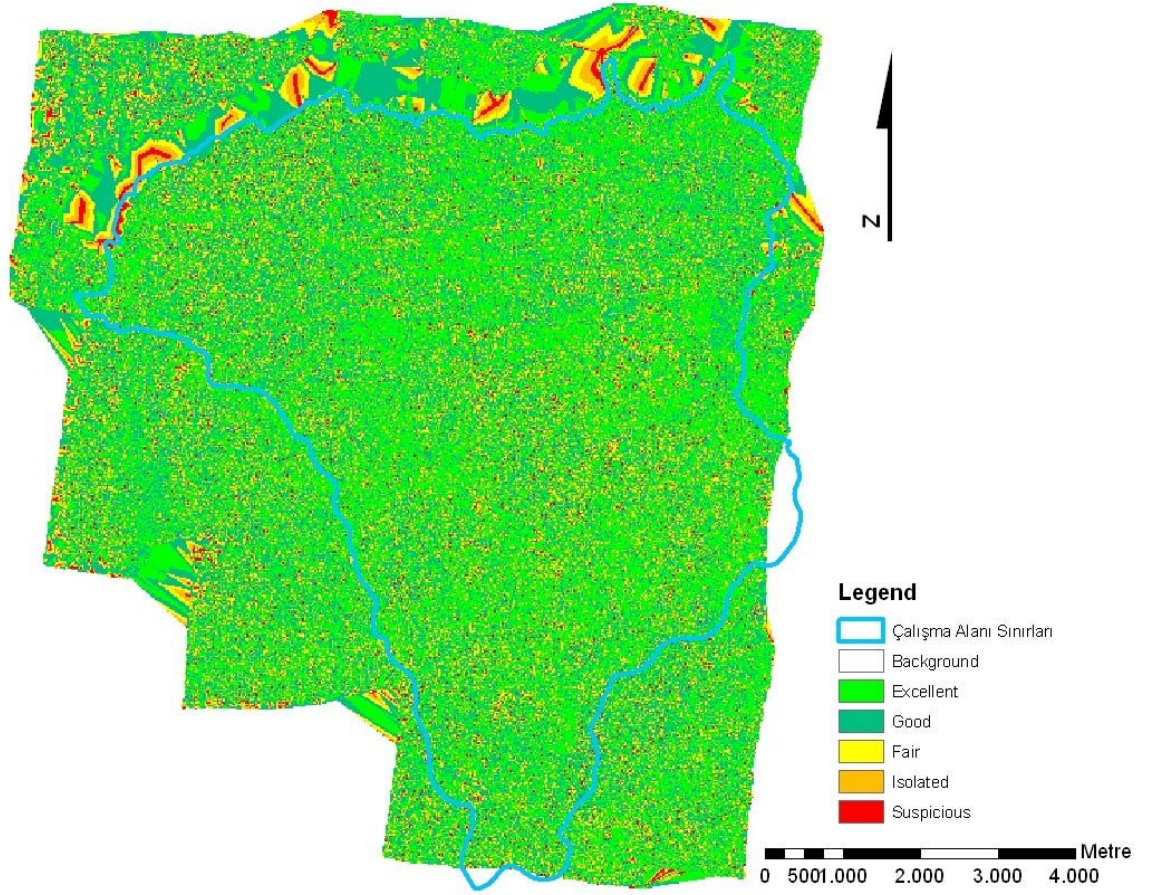
- Yer kontrol noktaları,
- Sisteme otomatik atırılan bağlantı noktaları koordinatları,
- Hazırdaki sayısal yükseklik modeli,
- Kullanıcı tarafından arazi üzerinde tanımlanan noktalar

vasıtası ile yaptırılabilir. Doğruluk denetimi aynı zamanda daha önceden farklı yöntem veya yöntemlerle üretilen sayısal yükseklik modeli ile çalışma sonucu üretilen sayısal yükseklik modeli arasında da kıyas imkânı sağlamaktadır.

Bu çalışmada, üretilen sayısal yükseklik modeli ile aynı alana ait SRTM uydu verisinden elde edilen sayısal yükseklik modeli uyum yüzdeleri incelenmiştir. Üretilen yükseklik modeli ile SRTM verileri arasındaki alansal uyum yüzdeleri tablosu (tablo 4.1) ile bu verilere ait görüntü şekil 4.5'de verilmiştir. Ayrıca ekler kısmında sayısal yükseklik modeline ait sonuç raporunun tamamı sunulmuştur.

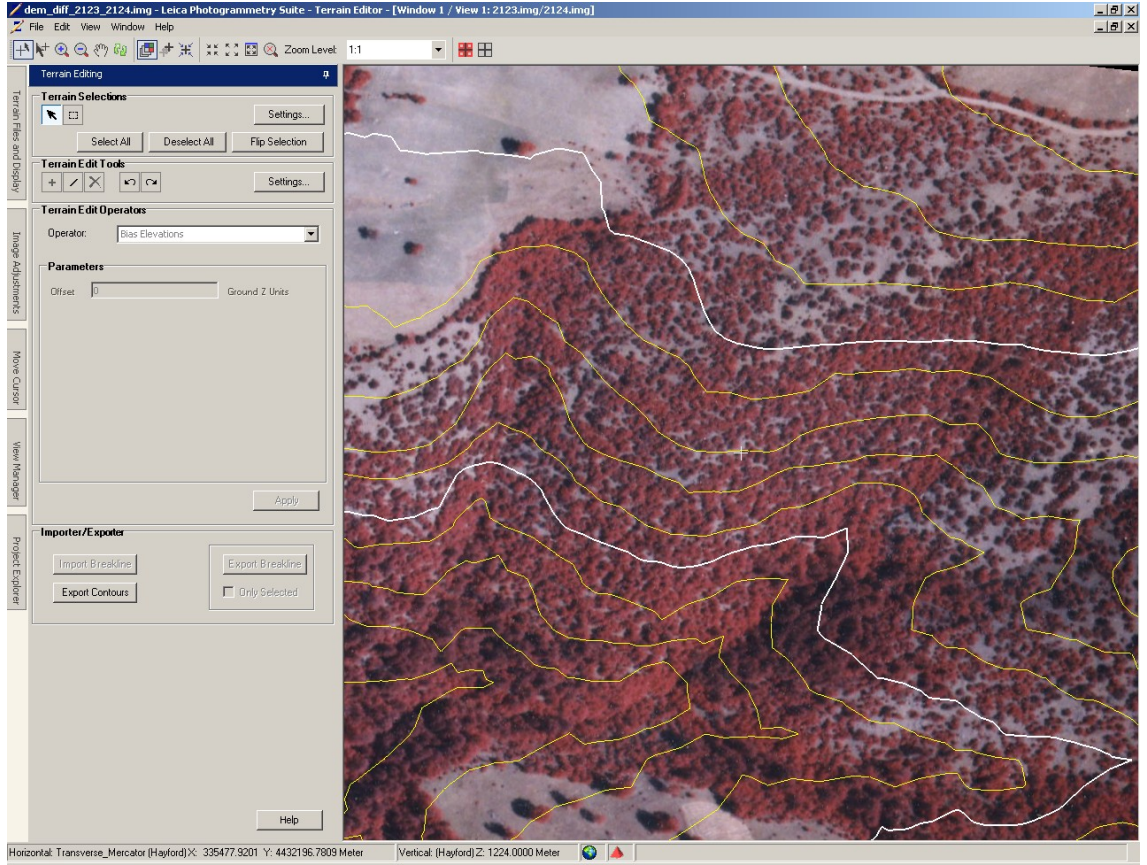
Tablo 4.1 : Üretilen yükseklik modeline ait uyum yüzdeleri

Kusursuz Uyumlu % (100 – 85)	56.5189 %
İyi Derecede Uyumlu % (85 – 70)	30.0039 %
Orta Derecede Uyumlu % (70 – 50)	0.0000 %
Uyumsuz	0.0000 %
Güvenilmez	13.4771 %



Şekil 4.5 : Uyum yüzdelerinin alansal olarak gösterimi

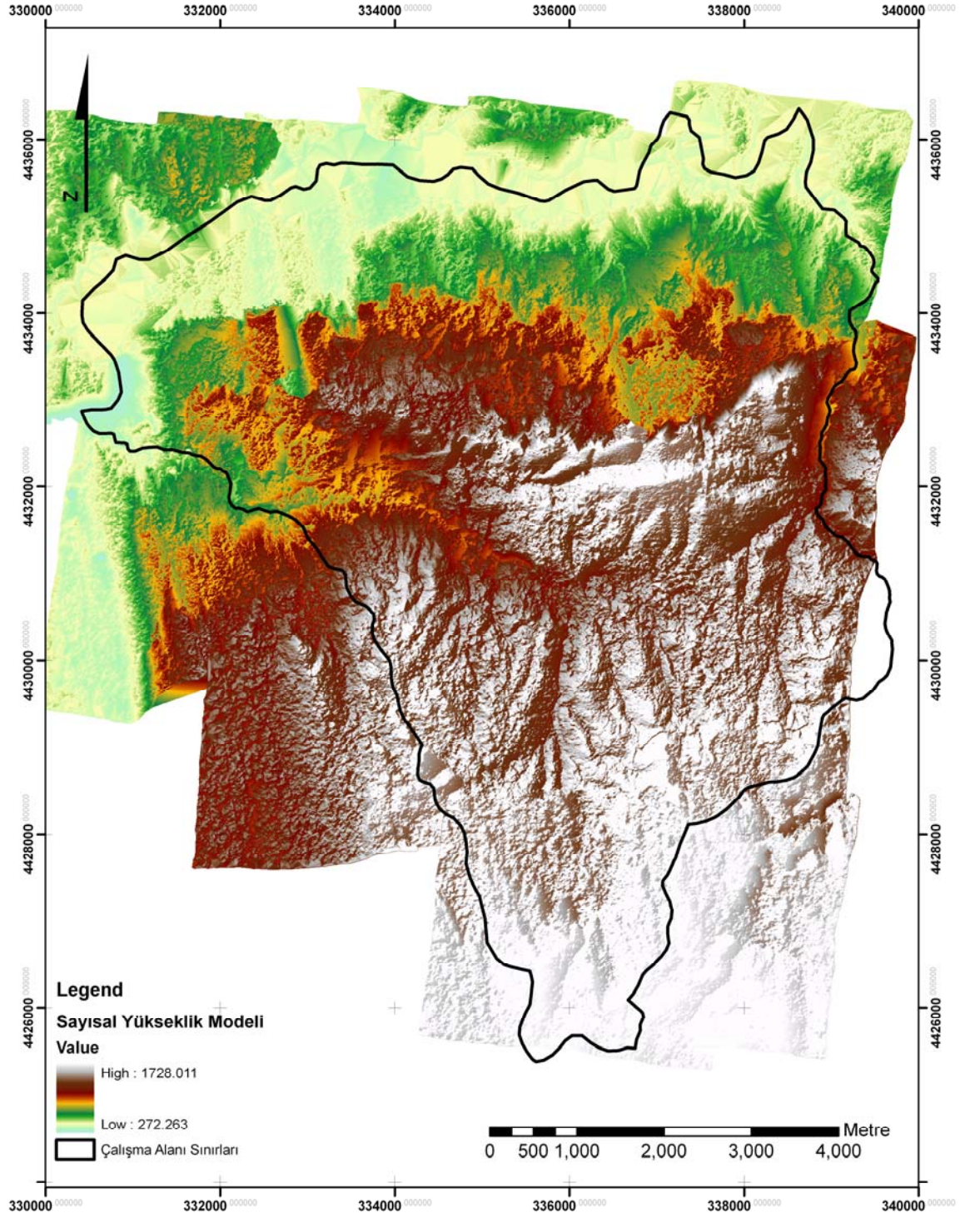
SRTM verilerinin 90m yersel çözünürlükte ve çalışmada üretilen sayısal yükseklik modelinin 3m çözünürlükte oldukları göz önüne alındığında sistem tarafından %13,4771 olarak hesaplanan güvenilmez alan oranının aslında çözünürlük farkından kaynaklandığı düşünülebilir. Fakat oluşturulan yükseklik modeli stereo model üzerine süper impoze edildiğinde (şekil 4.6) bazı kesimlerin stereo modelle uyuşmadığı görülmüştür. Bu olumsuzluklar program ara yüzü kullanılarak elle manüel olarak giderilmiştir.



Şekil 4.6 : Süper impoze ara yüzünden bir görünüm

Sonuç olarak elde edilen sayısal yükseklik modelinin 3m çözünürlüklü bir modeli şekil 4.7’de sunulmuştur.

Pek çok kullanım alanı olan sayısal yükseklik modelinin oluşturulmasındaki temel amaç, koordinatları (X,Y) bilinen noktaların yükseklik değerlerinin (Z) bulunmasıdır (Yener, 1993). Çalışmada bu amaç yanında, ortofotoların üretiminde kullanılmak üzere arazi modelinin üretimi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca elde edilen arazi modeli ormancılık çalışmalarında büyük önem taşıyan eğim, bakı ve görünebilirlik analizleri gibi birçok analizin doğrudan, meşcere tiplerinin yükseklik sınıflarına, eğim ve bakıya göre dağılımlarının saptanabilmesi için altlık oluşturmaktadır.



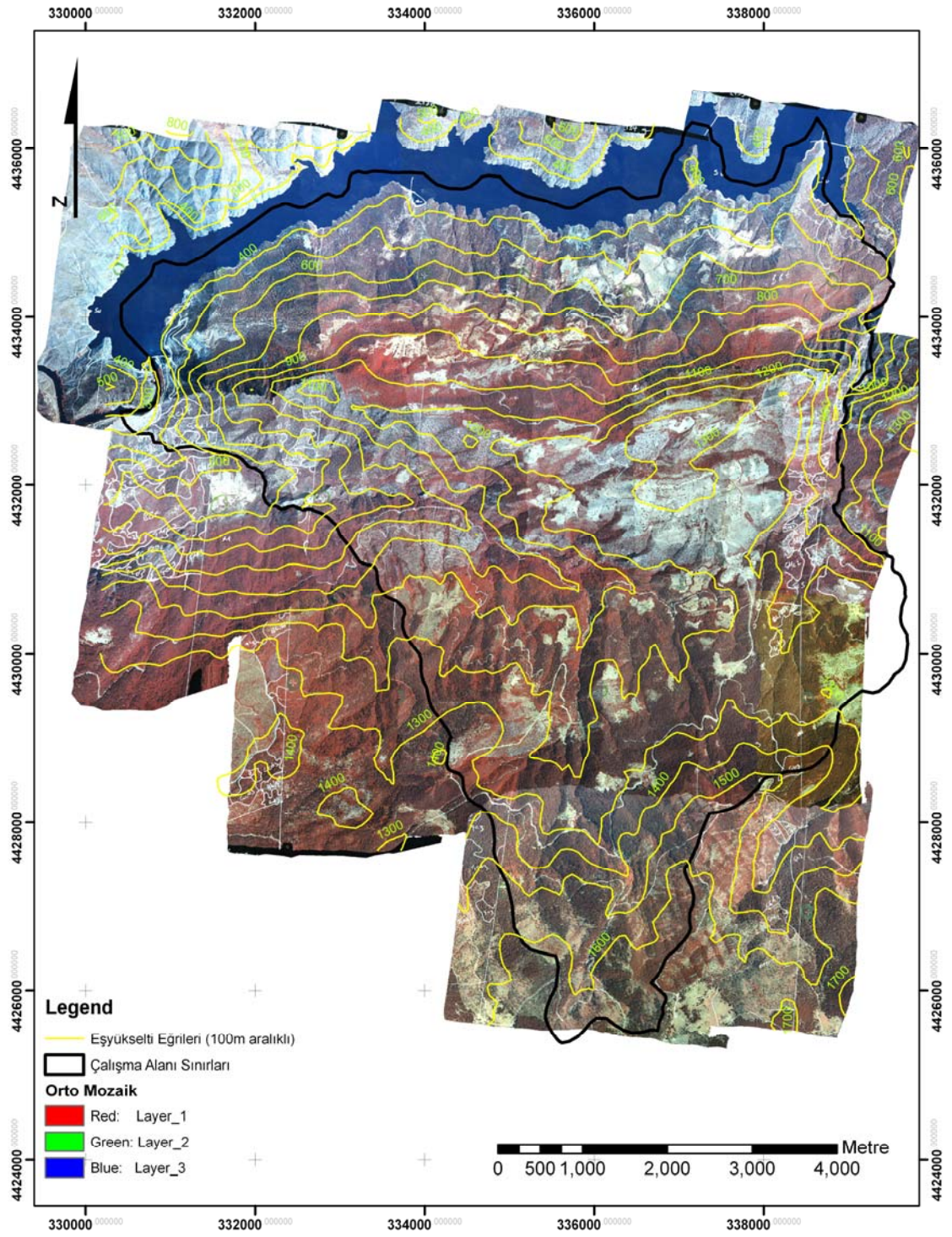
Şekil 4.7 : 3m çözünürlükle üretilen sayısal yükseklik modeli

4.6 ORTOFOTO ÜRETİMİ

Bilindiği üzere fotoğraflar üzerinde objeler merkezsel izdüşüm prensiplerine göre resmedilmektedir. Herhangi bir hava taşıtından alınan hava fotoğraflarında da durum aynıdır. Merkezsel izdüşüm kaynaklı görüntü kaymaları, alınan görüntülerin arazi modeli üzerine giydirilmesi ile ortadan kaldırılabilir.

İç ve dış yöneltme işlemlerinin tamamlanmasının ardından sayısal yükseklik modelinin üretimi gerçekleştirilerek çalışmanın amaçlarından biri olan ortofotoların üretimine geçilmiştir. Bu aşamada proje dosyasında yer alan doğrultma işlemleri tamamlanmış 25 adet hava fotoğrafı üretilen arazi modeli üzerine, seçilen bir enterpolasyon yöntemi kullanılarak kullanıcı tarafından öngörülen çözünürlük ile rektifiye (geometrik düzeltme) edilmektedir. Çalışmada ortofotoların üretiminde bilinear enterpolasyon yöntemi kullanılmıştır.

Sonuç olarak elde edilen ortofotolar görüntü mosaik komutu kullanılarak birleştirilerek şekil 4.8’de sunulmuştur. Yine şekil 4.8’de görülebileceği üzere çalışma alanına ait 100 m aralıklı eşyüksekti eğrili harita sayısal yükseklik modeli üzerinden oluşturularak sunulmuştur. İstenildiği takdirde istenilen aralıklarla eşyüksekti eğrili haritaları sayısal yükseklik modeli üzerinden elde etmek mümkün olabilmektedir.



Şekil 4.8 : Çalışma alanının 0,5m çözünürlüklü ortofoto mozaik görüntüsü

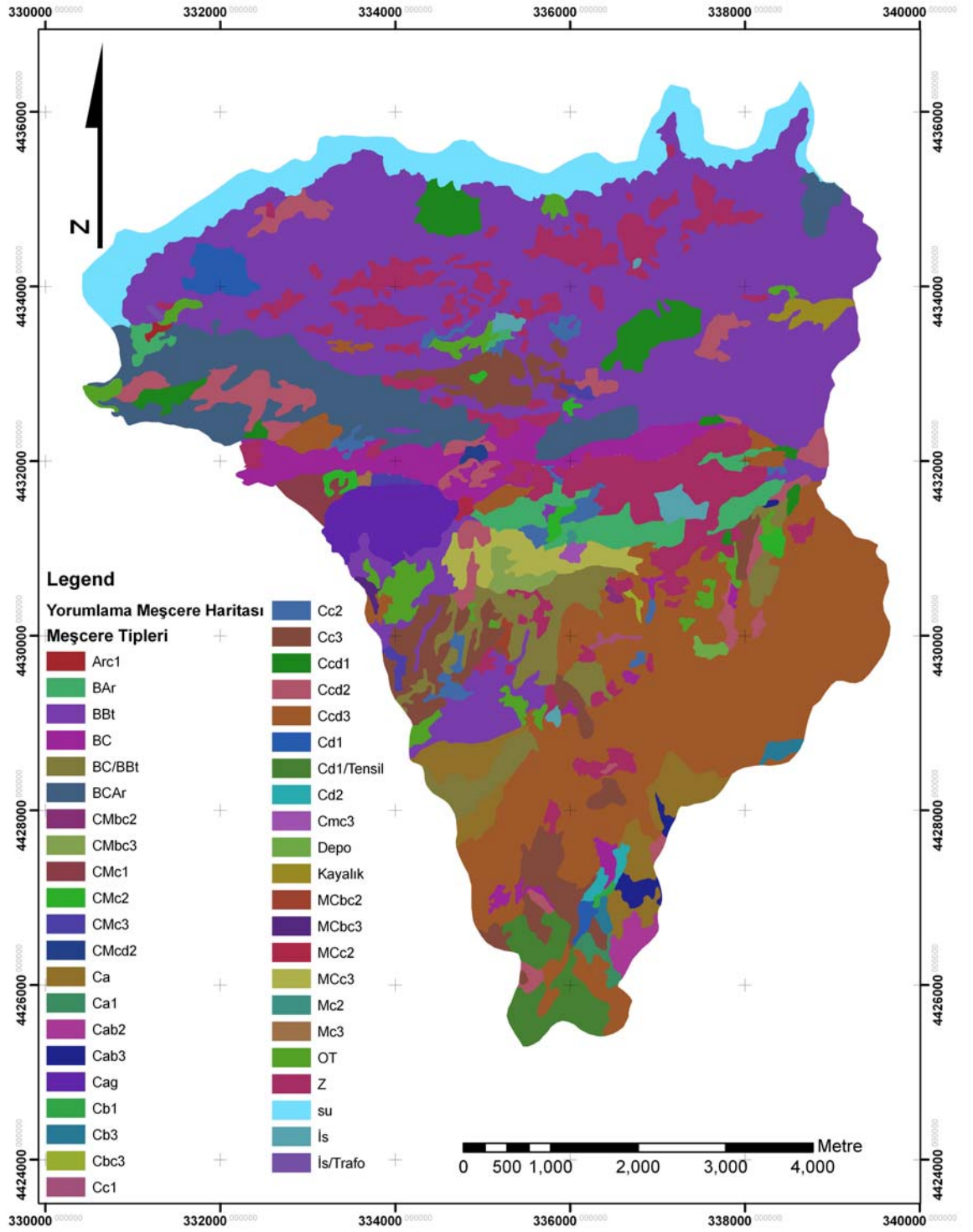
4.7 FOTOYORUMLAMA İLE TALEP EDİLEN KONUSAL HARİTALARIN ÜRETİMİ

Çalışmanın başında da belirtildiği üzere ormancılık çalışmalarında kullanılan en temel altlıklardan biri meşcere tiplerini gösterir haritalardır. Bu haritaların üretimi Orman Genel Müdürlüğü bünyesinde bulunan Harita Fotogrametri Müdürlüğü ve Orman Amenajman Heyetleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Öncelikle Harita ve Fotogrametri Müdürlüğünde fotoyorumlama yöntemi ile çalışma alanına ait meşcere haritaları oluşturulduktan sonra Orman Amenajman Heyetlerince bu meşcere haritaları üzerinde belirlenen alanlarda yersel çalışmalarla örneklemeler yapılarak alana ait gereksinim duyulan dendrometrik ve niteliksel veriler elde edilmekte ve bu veriler doğrultusunda orman meşcere haritaları üretilmektedir. Fakat genellikle yapılan yersel çalışmalarda gerekli titizliğin gösterilmemesinden dolayı bu haritalarda birtakım hatalar söz konusu olmaktadır. Fotogrametrik çalışmalarla üretilen meşcere haritalarında ise en büyük eksiklik bazı türlere ait meşcere sınırlarının çevrilmesinde sıkıntı yaşanmasıdır. Bu nedenle kesinlikle fotoyorumlama sonucu elde edilen meşcere haritalarının titiz yersel kontroller ile desteklenmesi gerekmektedir.

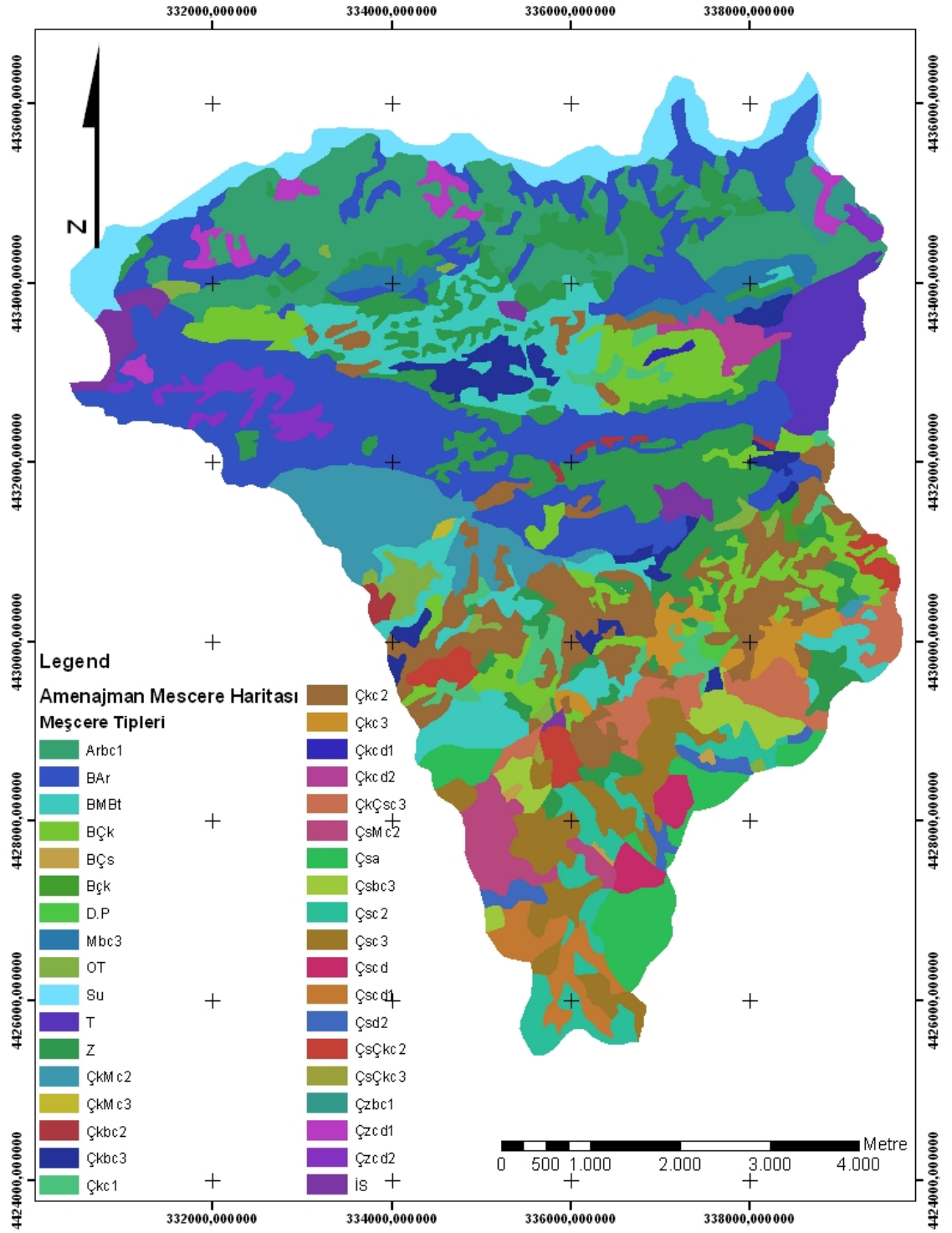
Çalışma alanına ait yorumlama sonucu elde edilen meşcere tipleri haritası (şekil 4.9) ve mevcut yol durumunu gösterir haritaların (şekil 4.13) üretimi, oluşturulan blok dosyası üzerinden stereoskopik değerlendirmeler programı ara yüzü kullanılarak yapılmıştır.

Meşcere haritalarının yorumlanması sırasında yaşanan en büyük sıkıntı karaçam, sarıçam ve kızılçam meşcerelerinin birbirinden ayrımı konusunda yaşanmıştır. Çalışma alanında karaçam – kızılçam ve karaçam – sarıçam meşcerelerinin genellikle karışımlar halinde bulunması nedeniyle bu alanlarda genel bir sembol (C) kullanılmıştır.

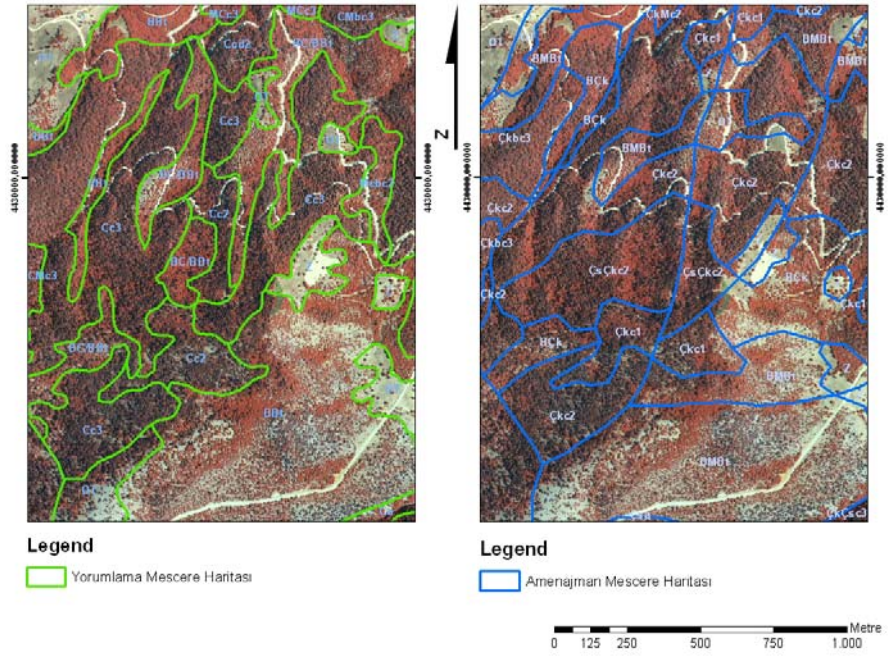
Fotoyorumlama sonucu elde edilen meşcere haritası ile amenajman çalışmaları sonucunda yersel ölçmelerle de desteklenerek yapılmış olan meşcere haritası arasındaki fark şekil 4.11 ve şekil 4.12’de sunulmuştur.



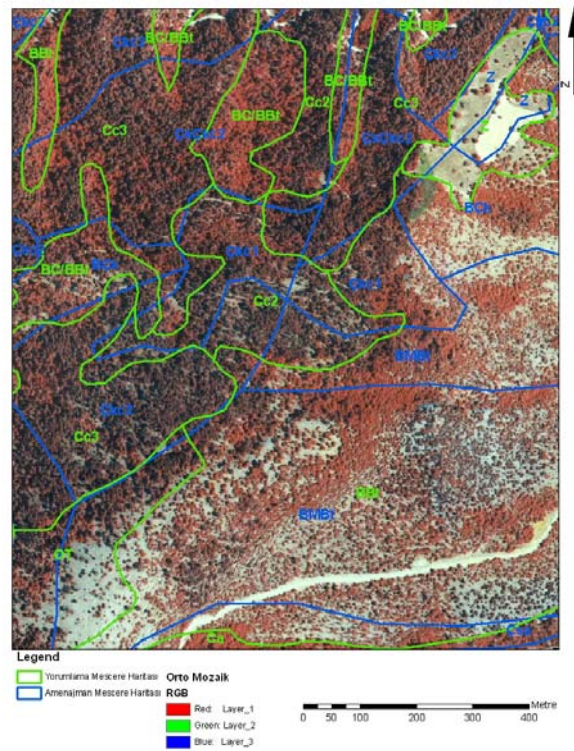
Şekil 4.9 : Yorumlama sonucu elde edilen meşcere haritası



Şekil 4.10 : 2003 tarihli Amenajman Planından sayısallaştırılan meşcere haritası



Şekil 4.11 : Yorumlama sonucu elde edilen meşcere haritası ile amenajman meşcere haritası arasındaki farka ait bir görünüm



Şekil 4.12 : Yorumlama sonucu elde edilen meşcere haritası ile amenajman meşcere haritası arasındaki farka ait bir görünüm

Yorumlama sonucu elde edilen meşcere haritasının alansal dökümü tablo 4.2’de, amenajman meşcere haritasının alansal dökümü tablo 4.3’de görülmektedir.

Tablo 4.2 : Yorumlama ile elde edilen meşcere tiplerinin alansal büyüklükleri

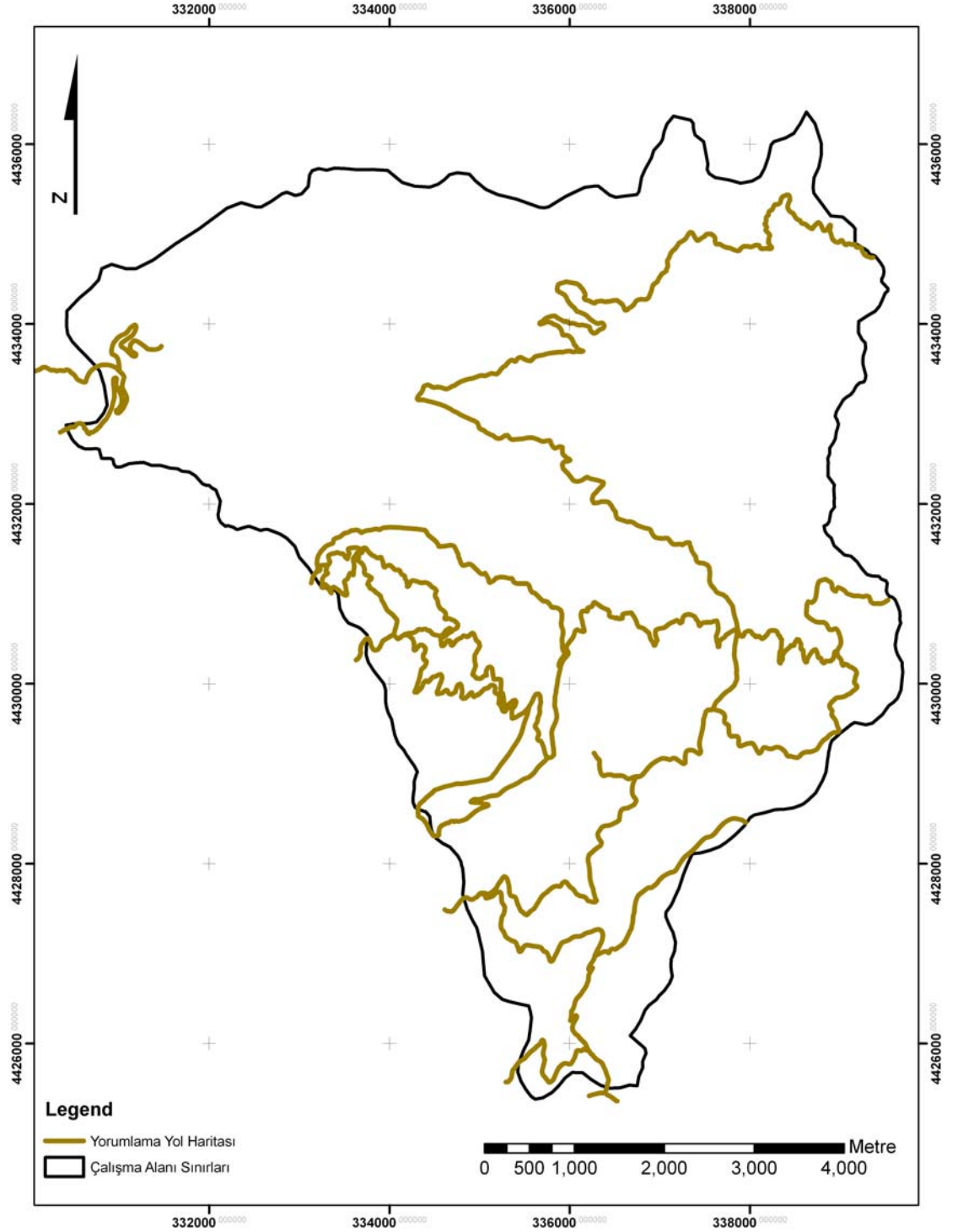
Meşcere Tipi	Alan (ha)
Arc1	2,7226
BAr	113,6005
BBt	1593,2135
BC	194,6300
BC/BBt	183,4277
BCAr	344,2767
Ca1	128,7160
Ca1	10,9600
Cab2	20,7784
Cab3	17,2923
Cag	103,6436
Cb1	2,6321
Cb3	13,3619
Cbc3	2,3258
Cc1	3,8824
Cc2	55,7417
Cc3	240,5138
Ccd1	112,7567
Ccd2	184,8211
Ccd3	987,2792
Cd1	42,3772
Cd1/Tensil	87,9153
Cd2	9,9513
CMbc2	2,5089
CMbc3	19,7027
CMc1	4,6076
CMc2	25,0518
CMc3	20,7758
CMcd2	4,5555
Depo	6,3239
Is	27,6836
Kayalık	19,9377
Mc2	1,5728
Mc3	2,1653
MCbc2	4,1966
MCbc3	4,4729
Mcc2	3,8897
Mcc3	65,3338
OT	70,2752
Su	263,4435
Z	474,9115
Toplam	5478,2286

Tablo 4.3 : Amenajman meşcere tipleri haritasının alansal büyüklükleri

Meşcere Tipi	Alan (ha)
Arbc1	523,1381
BAr	959,1531
BCk	304,4639
BCs	6,3736
BMBt	385,3126
Ckbc2	17,7674
Ckbc3	135,3902
Ckc1	85,5151
Ckc2	404,9392
Ckc3	71,8063
Ckcd1	5,0968
Ckcd2	35,2605
CkCsc3	127,7468
CkMc2	212,3024
CkMc3	7,1249
Csa	150,6021
Csbc3	65,4678
Csc2	130,5923
Csc3	193,0201
Cscd	39,9518
Cscd1	73,5445
CsCkc2	62,6404
Csd2	37,7691
CsMc2	80,5872
Czbc1	35,1663
Czcd1	63,6948
Czcd2	74,3625
D.P	6,6447
IS	63,9662
Mbc3	83,5982
OT	58,7565
Su	227,9700
T	128,4602
Z	619,9616
Toplam	5478,1472

Mevcut yol durumunu gösteren haritaların yorumlanmasında ise göz önünde bulundurulan en önemli kıstas yolun aktif olarak ormancılık çalışmalarının yapılmasına izin verecek nitelikte olması gerekliliğidir. Bu kıstas gözetilerek yorumlanan yollara ait

harita, şekil 4.13’de görülmektedir. Elde edilen bu haritaya göre yapılan analizler sonucunda çalışma alanı sınırları içerisinde toplam 72117,95 m yol bulunmaktadır.



Şekil 4.13 : Yorumlama sonucu elde edilen yol haritası

4.8 ÇIKTILARIN COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİNE AKTARIMI

Uzaktan algılama, görüntü işleme ve hava fotoğraflarından elde edilen coğrafi bilgiler genellikle bu amaca özel olarak hizmet eden veri tabanları içerisinde saklanmaktadır. Bu verilere ait ilişkisel sorgulama ve analizler de yine bu veri tabanları aracılığı ile yapılmaktadır. Sayısal olarak veritabanlarında saklanan ve analiz edilebilen bu verilere ait güncellemeler ve ayrıca yeni verilerin böylesi bir veritabanına girilmesi de çok rahat olmaktadır. Daha önce de bahsedildiği üzere yazılım fotogrametrisi sistemleri ile elde edilen sonuç veriler sayısal formattadır. Bu nedenle elde edilen veriler gerekli format dönüşümleri yapılarak veya doğrudan kullanılmak istenilen herhangi bir coğrafi bilgi sistemi yazılımına çağırılarak bu yazılımlar içerisinde talep edilen analiz ve gösterimler için hazır duruma getirilebilmektedir.

Sonuç olarak elde edilen sayısal yükseklik modeli, ortofoto, meşcere haritası ve mevcut yol durumunu gösterir haritalar coğrafi bilgi sistemine aktarılarak yapılabilecek analizler ve istenilen ölçekte çıktıların alınabilmesi için hazırda tutulmaktadır. Tez içerisinde çeşitli aşamalarda sunumu yapılan haritaların tamamının çıktıları coğrafi bilgi sistemi yazılımları üzerinden alınmıştır.

Ormancılık çalışmalarında meşcerelerin eğim bakı ve yüksekliğe göre dağılımları orman üzerine yapılacak silvikültürel işlemlerde önemli kısıtlayıcılar olarak karşımıza çıkmaktadır. Çalışma sonucunda elde edilen sayısal yükseklik modeli kullanılarak eğim, bakı ve yükseklik sınıfları haritaları CBS ortamında üretilmiştir.

Eğim haritasının oluşturulmasında eğim sınıfları için standartlaşmış herhangi bir sınıflandırma bulunmamaktadır (Yener, 1998). Uygun görülen eğim sınıfları yüzdelere göre hazırlanan eğim sınıflarını gösterir harita şekil 4.14’de görülmektedir. Eğim sınıflarının alansal dökümü ise tablo 4.4’de verilmiştir.

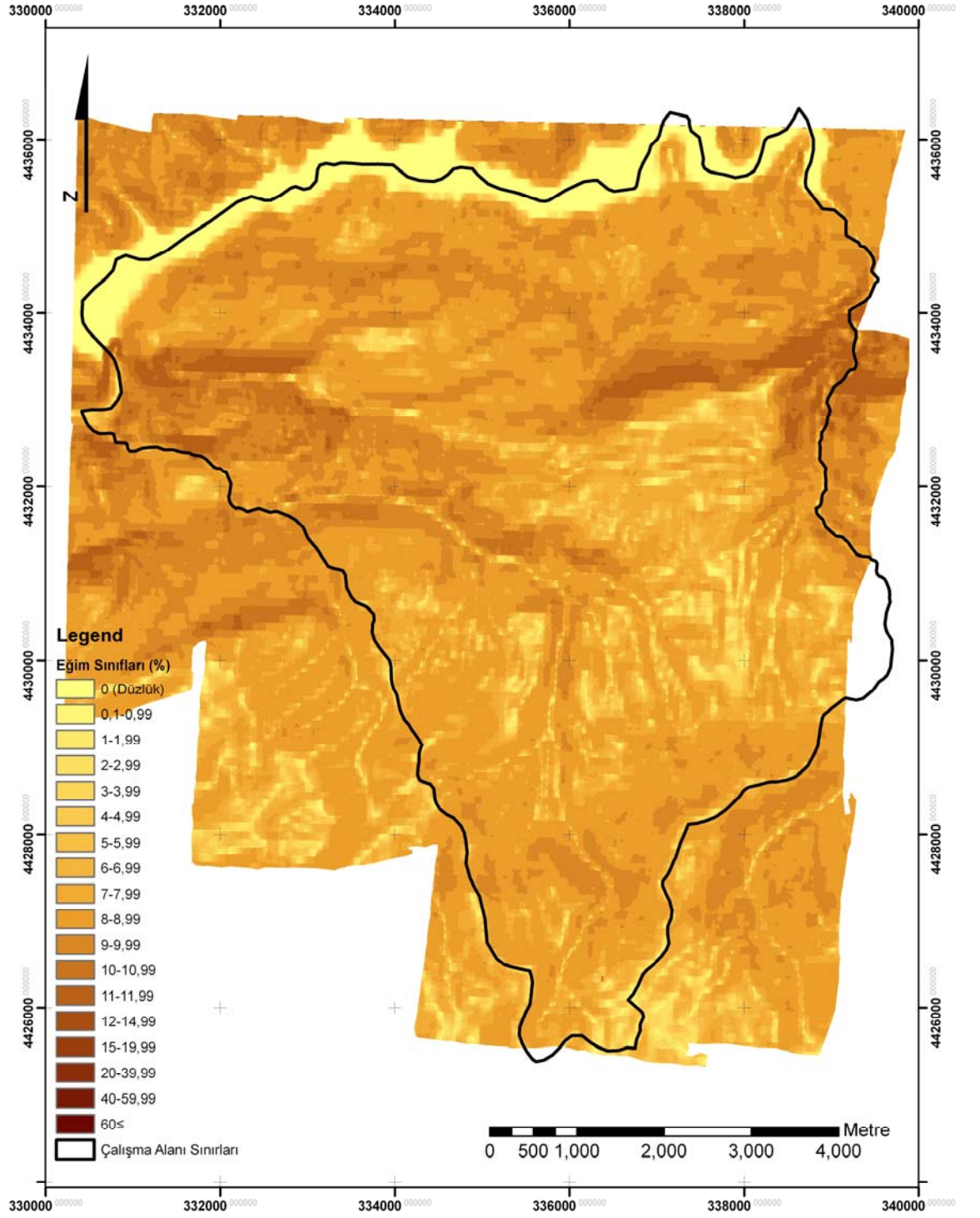
Tablo 4.4 : Eğim sınıflarının alansal dökümü

Eğim Sınıfları (%)	Alan (ha)
0 (Düz Alanlar)	352,203
0.1-0.99	59,773
1-1.99	75,613
2-2.99	127,130
3-3.99	185,013
4-4.99	243,825
5-5.99	285,700
6-6.99	514,480
7-7.99	956,935
8-8.99	3419,305
9-9.99	1732,125
10-10.99	440,548
11-11.99	190,200
12-14.99	1,733
15-19.99	1,958
20-39.99	1,465
40-59.99	0,395
60≤	0,095

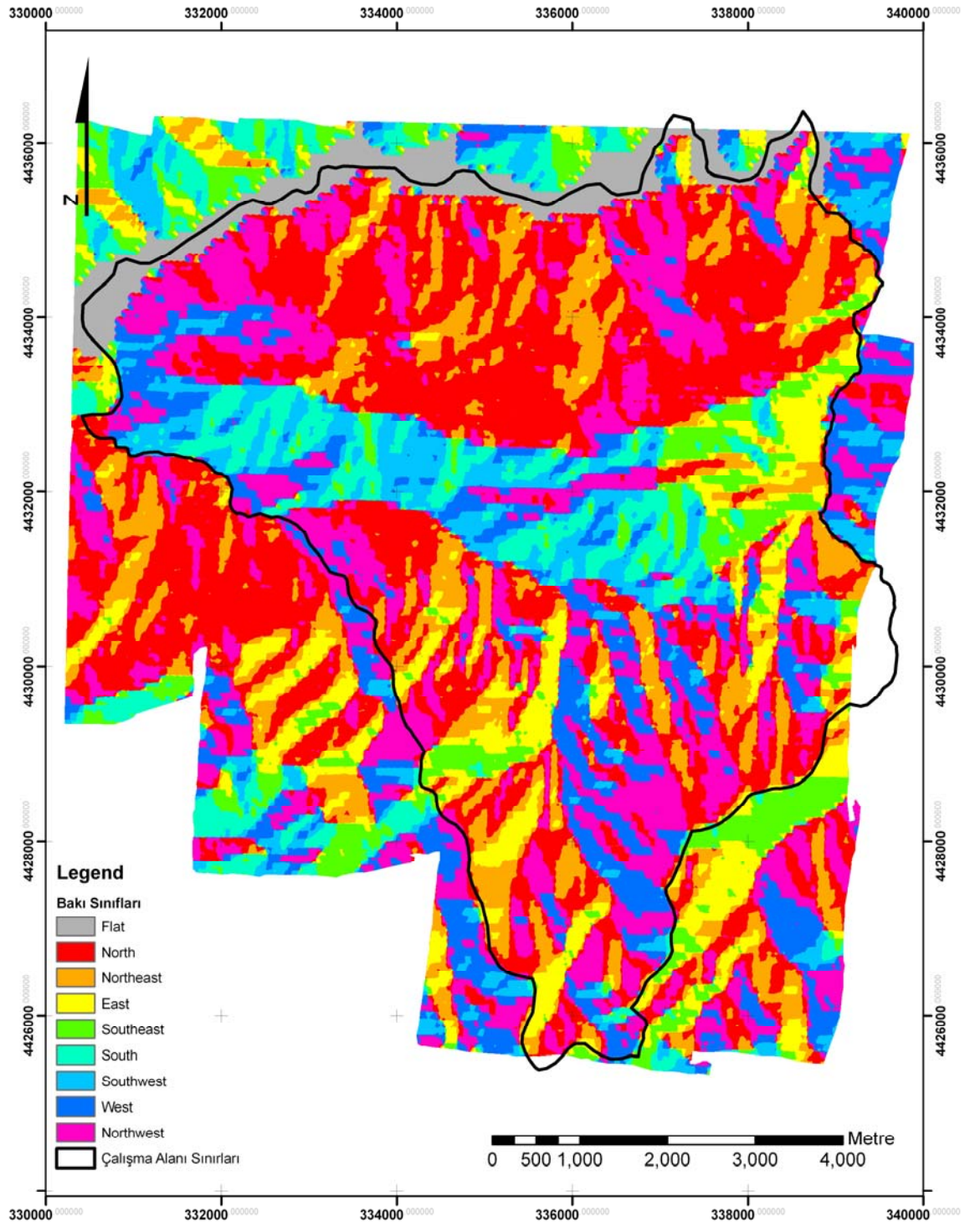
Bakı haritasının üretilmesi sırasında dört ana ve dört ara yön olmak üzere sekiz yönde bakılar gösterilmiştir. Bakıların gördükleri açı değerleri ve bakı haritası şekil 4.15’de bakıların alansal dökümü ise tablo 4.5’de verilmiştir. Ayrıca meşcere tiplerinin bakılara göre alansal dağılımları ekler kısmında sunulmuştur.

Tablo 4.5 : Bakıların alansal dağılımı

Bakılar(°)	Alan (ha)
Düzlük	352,2500
Kuzey (0-22.5; 337.5-360)	2200,2825
Kuzeydoğu (22.5-67.5)	1141,7275
Doğu (67.5-112.5)	674,4150
Güneydoğu (112.5-157.5)	556,3300
Güney (157.5-202.5)	586,1575
Güneybatı (202.5-247.5)	649,1650
Batı (247.5-292.5)	871,2875
Kuzeybatı (292.5-337.5)	1556,8775



Şekil 4.14 : Çalışma alanına eğim sınıfları haritası



Şekil 4.15 : Çalışma alanına ait bakı haritası

5 TARTIŞMA VE SONUÇ

Ormancılık çalışmalarının planlanmasında ve uygulanmasında gereksinim duyulan altlıkların hazırlanmasında fotogrametrik yöntemler yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Fakat mevcut olanakların yeterli olmasına karşın tercih edilen fotogrametrik yöntemlerin güncelliğini yitirmiş yöntemler olması ülkemizde yaşanan bir diğer olumsuzluk olarak göze çarpmaktadır. Orman Genel Müdürlüğü teşkilatı bünyesinde bulunan Harita ve Fotogrametri Müdürlüğünde yapılan incelemeler sonucu bu çalışmada yöntem olarak tercih edilen yazılım fotogrametrisi yöntemi ile çalışmaların yapılabilmesi için gerekli donanım ve yazılım olanaklarının bulunduğu fakat bu olanaklardan yeterli ölçüde yararlanılmadığı görülmüştür. Harita ve Fotogrametri Müdürlüğünde çalışmalarda kullanılacak hava fotoğrafları Harita Genel Komutanlığından kâğıt baskıları alınarak aynalı stereoskop altında fotoğraflar üzerinde değerlendirmeler yapılmakta ve bu fotoğraflar daha sonra masa üstü tarayıcılarda taranarak sayısal formata dönüştürülmektedir. Gerekli doğrultmalar 1/25000'lik haritalardan faydalanılarak yapılmakta ve daha sonra fotoğraflar üzerinde daha önceden aynalı stereoskop ile yapılan değerlendirmelere ait çizgiler coğrafi bilgi sistemi yazılımı kullanarak sayısallaştırılmaktadır. Sayısal bu veriler yersel çalışmalar ile zenginleştirilmek üzere amenajman heyetlerine teslim edilmektedir. Bu şekilde yapılan çalışmalar birtakım olumsuzlukları içermektedir.

Öncelikle hava fotoğraflarının kâğıt formatta alınması arşivlenecek olan bu fotoğrafların zaman içerisinde deformasyona uğramalarına ve renk tonlarında bozulmaların meydana gelmesine neden olacaktır. Sayısal formatta alınan görüntülerde veriler sayısal ortamda saklandığından bu çeşit problemlerle karşılaşılmamaktadır. Ayrıca kâğıt fotoğraflar üzerinde yorumlamaların stereoskop ve kalem ile yapılması başlı başına duyarlılık ile ilgili sorunlara yol açmaktadır. Bu fotoğrafların taranması ile elde edilen sayısal görüntüler üzerinde bulunan çizgiler görüntüler arasında piksel bazlı eşleştirme yapılması sırasında doğruluk oranına doğrudan etki etmekte ve doğruluğu düşürmektedir. Fotoğrafların gerekli duyarlılıkla doğrultulmamasına ilave olarak görüntüler üzerinde bulunan meşcere sınırlarının aynalı stereoskop yardımı ile yorumlanması sırasında fotoyorumlamacı tarafından kullanılan kalemin belirgin bir kalınlığı bulunmaktadır ki yapılan incelemeler sonucunda doğrultulmuş görüntüler

üzerinde meşcere sınırlarını gösteren çizgilerin kalınlığının yer yer 30 metreye kadar çıktığı görülmüştür. Meşcere sınır çizgilerinin bu denli kalın olması, CBS uzmanı tarafından bu çizgilerin sayısallaştırılması sırasında karşılaştığı bir diğer problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Yazılım fotogrametrisi ile yapılan işlemler ve değerlendirmeler, bir görüntü üzerinde sadece bir kez çalışılması sonucunda talep edilen altlıkların en hızlı biçimde elde edilmesini sağlayacaktır. Yukarıda da bahsedildiği üzere bir fotoyorumlamacı ve bir CBS uzmanı olmak üzere görüntüler üzerinden iki defa geçilmektedir ki bu da zaman kaybına neden olmaktadır. Ayrıca sayısal ortamda çalışılması sonucunda elde edilen veriler vektör formatta ayrı bir katmanda olacağından yukarıda bahsedilen ve fotoğraflar üzerinde tahribata da yol açan çizgi kalınlıklarından kaynaklanan herhangi bir problem yaşanması söz konusu olmayacaktır.

Bir diğer problem görüntülerin çözünürlüğünden kaynaklanan duyarlılık yetersizliği ve veri kaybıdır. Çalışmada da kullanıldığı üzere masaüstü bir tarayıcıda hava fotoğraflarının taranarak sayısal formata dönüştürülmesi sırasında hava fotoğrafında bulunan ayırma gücü tam olarak sayısal görüntüye aktarılamamaktadır. Görüntülerin daha yüksek çözünürlükle fotogrametrik tarayıcılarla taranması ile yersel çalışmaların da en aza indirilmesi mümkün olacaktır. Yüksek çözünürlüklü görüntüler üzerinden yapılan fotogrametrik değerlendirmeler ile ağaç boyu ve bireysel ağaç türü tespiti gibi çok önemli birtakım dendrometrik verilerin de elde edilmesi kolaylaşacaktır. Böylesi verilerin araziye çıkılmadan arzu edilen doğrulukta elde edilmesi yersel çalışmaları en aza indirerek maliyeti de düşürecektir. Bilindiği üzere orman amenajman heyetleri, saptadıkları deneme alanlarında yersel çalışmalar ile elde ettikleri verileri tüm alana istatistiksel olarak oranlayarak çalışma alanlarındaki toplam serveti hesaplamakta, meşcere tipleri ve yukarıda bahsedilen veriler üzerinden hesapladıkları verilere dayanarak çalışma alanları üzerinde uygulanacak silvikültürel işlemleri öngörmektedirler. Sistematik veya rastgele atılan örnekleme alanları üzerinden elde edilen veriler ile yapılan planlamaların yetersiz kaldığı veya çalışma alanını temsil etmediği Orman Genel Müdürlüğü taşra teşkilatında çalışan orman mühendisleri tarafından en çok dile getirilen konulardan biridir. Örnekleme alanlarının sayısının arttırılması bir çözüm gibi görülse de arazi çalışmalarının maliyetinin yüksek olması ve iş gücünün kimi zaman yetersiz kalması da bilinen gerçeklerdir. Fotogrametrik yöntemler ile arazi çalışmalarının minimum düzeyde tutulması sağlanabilir ve bu

yöntemler ile elde edilecek verilerin de sağlıklı olup olmaması problemi, mevcut sistemlerin tam anlamıyla kullanımı yani, personelin bu konu üzerine yetiştirilmesi ile aşılabılır. Fakat Harita Genel Komutanlığı tarafından alımı gerçekleştirilen hava fotoğraflarının taranması işlemi böylesi bir çalışmanın yapılmasında kilit noktada bulunacaktır. Bu çalışmanın yapılması sırasında fotoğraf çözünürlüklerinin yetersiz kalması nedeniyle bazı meşcere tiplerinin teşhis edilmesi sırasında sıkıntı yaşanmıştır. Çalışma alanında kızılçam, karaçam ve sarıçam meşcerelerinin genellikle karışımlar halinde bulunması nedeniyle bu alanlarda yaşanan sıkıntının bir sonucu olarak, küçük ölçekli veya düşük çözünürlüklü hava fotoğraflarıyla yapılan ormancılık çalışmalarının yersel çalışmalarla desteklenmesi gereklidir. Ayrıca, küçük ölçekli hava fotoğrafları kullanılarak meşcerelere ait ağaç yüksekliği gibi önemli bir dendrometrik parametrenin de ölçümü yeterli duyarlılıkta gerçekleştirilememektedir. Ormancılık çalışmalarında daha büyük ölçekli hava fotoğraflarıyla veya daha yüksek çözünürlüklü görüntüler ile çalışılması bu tür olumsuzlukların önüne geçilmesini sağlaması yanında daha sağlıklı verilerin elde edilmesini de mümkün kılacaktır. Bu nedenle sayısal fotogrametrik yöntemler ile çalışılması sırasında masaüstü tarayıcılar yerine fotogrametrik işlemlerde kullanılmak üzere tasarlanmış tarayıcıların kullanılması ve taramada hava fotoğraflarının kağıt baskıları yerine orijinal dia baskılarının kullanılması daha uygun olacaktır.

Hava fotoğraflarının sayısal hale dönüştürülmesini mümkün kılan tarayıcı sistemler, bunların görüntülenmesini sağlayan grafik görüntü ekranları, otomatik çizim sistemleri, veri sıkıştırma ve depolama tekniklerindeki gelişmeler neticesinde özellikle fotogrametri alanındaki kıymetlendirme çalışmalarında sayısal kıymetlendirme aletleri analitik değerlendirme aletlerinin yerini almaya başlamış ve otomatik korelasyon tekniği, havai nirengi (üçgenleme) ve otomatik arazi modeli oluşturulması çalışmalarında kullanılır hale gelmiştir. Günümüzde artık pek kullanılmayan optik ve mekanik ilkelere dayalı olarak çalışan analog ve analitik aletlerin kullanımında çok iyi yetişmiş personelin bulunması gerekmektedir. Birçok bileşenden oluşan bu türlü sistemlerin maliyetleri yüksek ve bakımları zor olmaktadır. Ayrıca zamanla hassasiyet problemleri görülmektedir. Ancak bilgisayar ortamında kullanılan yazılımlar sayesinde hassasiyet, bakım ve maliyet sorunları ortadan kalkmış, değerlendirmeleri yapmak üzere yetiştirilecek personelin bu konu üzerinde uzmanlaşması da daha kolay olmaktadır.

Ayrıca, böylesi sistemler ile elde edilen veriler yukarıda sayılan nitelikleri yanında, daha önce de belirtildiği gibi, sayısal depolama birimlerinde (sabit disk, manyetik kayıt üniteleri v.b.) saklanabilmekte, üzerinde değişiklikler, güncellemeler kolay bir şekilde yapılabilmekte ve kullanılacak herhangi bir coğrafi bilgi sistemi yazılımı ile veriler üzerinden analizler yapılabilmekte, çıktıları çok rahat bir şekilde alınabilmektedir. Elde edilen fotogrametrik veriler konumuz olduğu üzere ormancılık çalışmaları için birçok verinin türetilmesinde temel olarak kullanılabilecek niteliktedir. Ormancılık çalışmalarında kullanılmak üzere bu çalışma sonucu üretilen çıktı ürünler coğrafi bilgi sistemi ortamında kullanılarak:

- Eğim, Bakı ve Yükseklik Sınıfları haritaları,
- Ağaç türlerinin coğrafik etkenlere (eğim, bakı, yükseklik) göre dağılımlarını gösterir haritalar,
- Havza sınırlarını gösterir harita,
- Arazi sınıfları haritası,
- Görülebilirlik haritası (Ör: Yangın kulesi kurulması için en uygun yerlerin belirlenmesi),
- Yangın risk haritası,
- Erozyon risk haritaları

gibi konusal haritalar üretilenilebilecektir.

Yazılım fotogrametrisi yöntemi ile sadece hava fotoğrafları üzerinden değerlendirmeler yapılmamakta, gelişen algılayıcı ve uydu teknolojilerine paralel olarak uzaktan algılama verilerinden olan uydu verilerinin de üç boyutlu olarak değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Belirli bir örtme oranıyla ve sayısal formatta alımı gerçekleştirilen uydu görüntüleri doğrudan bilgisayar ortamında yazılım fotogrametrisi sistemlerinde değerlendirilebilmektedir. Çok bantlı olarak alımı gerçekleştirilen uydu görüntüleri üzerinden yapılan sınıflandırmalar ile çok zaman alıcı olan meşcere tiplerin ayrımı da otomatik olarak yapılabilmektedir. Ayrıca son zamanlarda kullanılmaya başlanan radar ve lazer tarayıcı sistemler sayesinde çok duyarlı olarak ormandaki toplam ağaç serveti hesaplanabilmekte, periyodik alımlar ile ormandaki toplam hasıllar

hesaplanabilmektedir. Ancak ÷lkemizde böylesi sistemlerin henüz kullanılmaya başlanmamış olması göze çarpan bir diğerk olumsuzluktur.

Ülkemizde, kurumların mevcut olanaklarını verimli bir şekilde kullanmamalarının nedeni genelde personelin eğitim ve bilgi eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Personel eğitimlerine önem verilmesi durumunda yaşanan olumsuzlukların aşılacağı düşüncesindeyiz. Bu çalışmadan anlaşılabileceğı üzere çok zaman alıcı olan bir işlemin var olan imkânlar ile nasıl daha kısa sürede ve az maliyet ile yapılabileceğı görülebilmektedir. Bu ve bunun gibi ayrıntı olarak gör÷len işler ÷lkemizin asıl yükünü oluşturmakta ve ÷lkemizi hantal bir gör÷n÷me büründürmektedir. Eğitim ve öğretim kurumları ile işbirliği içerisinde gerçekleştirilecek çalışmalar ile ÷lkemizin kalkınmasında büyük yol katedileceğı kanaatindeyiz.

KAYNAKLAR

- ACKERMANN, F.E., 1983, High Precision Digital Image Correlation., *39th Photogrammetric Week*, Institute Of Photogrammetry, University Of Stuttgart, 231-243.
- ACKERMANN, F.E., 1994, On The Status And Accuracy Performance Of GPS In Photogrammetry, *Proceedings of Mapping and Remote Sensing Tools for the 21st Century*, 26-29 August, Wahington D.C., 80-90.
- ATEŞ, H. 2003, *Otomatik Korelasyon Tekniği İle Üretilen Sayısal Arazi Modellerinin Büyük Ölçekli Ortofoto Harita Yapımında Kullanılması*, Doktora, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü
- ASPRS, 1980, American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Maryland, XLVI:10:1249.
- ASPRS, 1997, American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, *Manual of Photogrammetric Interpretation*, American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Maryland, 1-57083-039-8.
- BALSAVIAS, E.P., 1999, On the Performance of Photogrammetric Scanners, *Proceeding of Photogrammetry Week 1999, 6 – 10 September 1999, Stuttgart, Germany*.
- BAUER, H., MÜLLER, J., 1972, Height Accuracy of Blocks and Bundle Block Adjustment with Additional Parameters, *Internertional Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) 12th Congress*, 1972, Ottawa.
- BOERSMA, S., HEUVEL, F. A., VAN DEN COHEN, A. F., SCHOLTENS, R. E. M., 2000, Photogrammetric Wound Measurement with a Three-Camera Vision System, *Proceedings of 19th Congress of ISPRS, 16 – 23 July 2000, Amsterdam, Netherlands*.
- BILL, R., FRITSCH, D., 1991, *Geo-Informationssysteme, Band 1, Hardware*, Herbert Wichman Verlag GmbH, Karlsruhe, Germany, 3-87907-227-2.
- BOSSLER, J., D., 2001, *Manual Of Geospatial Science And Technology*, Taylor & Francis, Florence, KY, USA, 0-7484-0924-6.
- CCRS, 2007, *Canada Centre for Remote Sensing*, <http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/> [Erişim Tarihi: 12.07.2007]
- ÇETİN, M., KANTARCI, M. D., MUSAOĞLU, N., 2007 Sündiken Dağlık Kütlesinde Yer Ölçmeleri İle Uydu Verilerinden Yükselti Ve Bakıya Bağlı Olarak Yüzey Sıcaklığı Değişimin Belirlenmesi, *Türkiye Ulusal Fotogrametri Ve Uzaktan Algılama Birliği IV. Sempozyumu*, 2007.

EBADI, H., 1997, *A Comprehensive Study on GPS Assisted Aerial Triangulation*, Thesis Ms, The University of Calgary.

EBNER, H., 1976, *Self Calibrating Block Adjustment*, Bildmessung und Luftbildwesen 4.

EL-HAKIM, S. F., ZIEMANN, H., 1984, A Step-by-Step Strategy for Gross Error Detection, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 50 (6): 713-718.

ERDAS, 2006, *Leica Photogrammetry Suite Project Manager*, Leica Geosystems Geospatial Imaging, LLC, USA.

ERDİN, K. 1986, *Fotoyorumlama ve Uzaktan Algılama*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları İ.Ü. Yayın No. : 3404, O.F. Yayın No. : 381, İstanbul.

ERDİN, K., 1992, *Fotogrametri*, İ.Ü. Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları İ.Ü. Yayın No. : 3674, O.F. Yayın No. : 421, İstanbul, ISBN 975-404-251-9.

ERDİN, K.; ŞENTÜRK, N.; YEŞİL, A.; KOÇ, A.; SELİK, C.; YENER, H.; YILMAZ, Y.; ATICI, E., 1994, *1. Nasıl Bir Orman Bilgi Sistemi.(ORBİS) ?*, CBS'94 1.Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu Bildirileri, 18-20 Ekim 1994, Trabzon, s.136-141.

FALKNER, E. 1995, *Aerial Mapping Methods and Applications*, Lewis Publishers, 320p.

FALKNER, E., MORGAN, D. 2002, *Aerial Mapping Methods and Applications (Second Edition)*, Lewis Publishers, 1-56670-557-6.

FÖRSTNER, W., GÜLCH, E., 1987, A Fast Operator For Detection And Precise Location Of Distinct Points, Corners And Centers Of Circular Features, *Intercommission Conference On Fast Processing Of Photogrammetric Data, Interlaken, Switzerland, June 1987*, 281-305.

GRUN, A., 1978, Experiences with Self Calibrating Bundle Adjustment, *American Congress on Surveying and Mapping / American Society of Photogrammetry (ACSM-ASP)*, February/March 1978, Washington D.C.,

GRÜN, A., BALTSAVIAS, E. P., 1988, Geometrically Constrained Multiphoto Matching, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54.5: 633-641.

HELAVA, U. V., 1988, Object Space Least Square Correlation, *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing* 27.B3: 321-331.

ISPRS, 2006, *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing*, <http://www.isprs.org/>, [Erişim Tarihi: 14.09.2006].

JACOPSEN, K., 1980, *Vorschläge zur Konzeption und zur Bearbeitung von Bündelblockausgleichungen*, Ph.D. dissertation, wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Vermessungswesen der Universität Hannover, No. 102.

JACOPSEN, K., 1982, Programmgesteuerte Auswahl der zusätzlicher Parameter. *Bildmessung und Luftbildwesen* 1982, 213-217.

JACOPSEN, K., 1984, Experiences in Blunder Detection for Aerial Triangulation, *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) 15th Congress*, June 1984, Rio de Janeiro, Brazil.

JACOPSEN, K., 2002, State-of-the-Art in Mapping – Past, Present and Future, *INCA workshop 2002, 30 October – 01 November 2002, Ahmedabad, India*.

KERSTEN, T., HAERING, S. 1997, Automatic Interior Orientation of Digital Aerial Images, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 63, No. : 8, 1007-1011.

KOÇ, A., 1995, *Bilgisayar Destekli Konusal Orman Bilgi Sisteminin Oluşturulması*, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.

KONECNY, G., 1994, New Trends in Technology and their Application: Photogrammetry and Remote Sensing – Analog to Digital, *13th United Nations Regional Cartographic Conference for Asia and the Pacific*, May 1994, Beijing, China.

KUBIK, K., 1982, An Error Theory for the Danish Method, *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) Commission III Conference*, June 1982, Helsinki, Finland.

LEBERL, B.F., 1991, The Promise of Softcopy Photogrammetry, *Digital Photogrammetric Systems Conference, Munich*, Ed. Wichman, 340p.

LI, D., 1983, *Ein Verfahren zur Aufdeckung grober Fehler mit Hilfe der a posteriori-Varianzschätzung*, *Bildmessung und Luftbildwesen* 5.

LI, D., 1985, *Theorie und Untersuchung der Trennbarkeit von groben Paßpunktfehlern und systematischen Bildfehlern bei der photogrammetrischen punktbestimmung*, Ph.D. dissertation, Deutsche Geodätische Kommission, Reihe C, No. 324.

LILLESAND, T. M., 2000, *Remote Sensing and Image Interpretation, 4th Edition*, Editorial Wiley, 718. s.

LILLESAND, T. M., KIEFER, R., W., 1994, *Remote Sensing and Image Interpretation, 3th Edition*, John Wiley and Sons Inc., Canada, 0-471-57783-9.

LÜ, Y., 1988, Interest Operator And Fast Implementation, *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing (IASPRS)*, 27.B2.

OGM, 2006, *Orman Genel Müdürlüğü*, <http://www.ogm.gov.tr/birim12.htm> , [Erişim Tarihi: 29.09.2006]

PACHECO, J.A.N. 2003, *Digital Stereo Image Interpretation for Natural Hazard Assessment*, Msc, ITC, 103p.

- PARKINSON, B. W. 1994, GPS Eyewitness: The Early Years, *GPS World*, 5(9), 32-45p.
- RSCC, 2007, *The Remote Sensing Core Curriculum*, <http://www.r-s-c-c.org/> , [Erişim Tarihi: 24.11.2007].
- SOYKAN, B. 1986, *Ormancılıkta Foto Yorumlama*, Karadeniz Üniversitesi Basımevi, Genel yayın No. : 103, Fakülte Yayın No. : 9, Trabzon.
- SPURR, S. 1960, *Photogrammetry and Photo-Interpretation; With a Section on Application to Forestry*, Roland Pres, New York 472p.
- STOJIC, M., CHANDLER, J., ASHMORE, P., LUCE, J., 1998, The Assessment of Sediment Transport Rates by Automated Digital Photogrammetry, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 64 (5): 387 - 395.
- TOKMANOĞLU, T., 1978, *Türkiye’de Kullanılan Hava Fotoğraflarının Amenajman İşlerimize Elverişlilik Derecesinin Tespiti Hakkında Araştırmalar*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 2480-258.
- UCSBDG, 2007, *University of California Santa Barbara Department of Geography*, <http://www.geog.ucsb.edu/> , [Erişim Tarihi: 12.10.2007].
- UAE, 2008, *UAE University*, http://faculty.uaeu.ac.ae/myagoub/Remote1/Wk_4_interpretation.ppt [Erişim Tarihi: 28.12.2007].
- WANG, Y., 1988, A Combined Adjustment Program System For Close Range Photogrammetry, *Journal of Wuhan Technical University of Surveying and Mapping* 12.2.
- WANG, Z., 1990, *Principles of Photogrammetry (with Remote Sensing)*, Press of Wuhan Technical University of Surveying and Mapping, Beijing, China.
- YENER, H., 1993, *Sayısal Arazi Modelleri*, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- YENER, H., 1998, *Orman İşletmeciliğinde Bilgi Sistemi*, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- YILDIRIM, A., 2004 *Fotogrametrik Harita Üretimi Amaçlı Görüntü Sağlanması Optimizasyon*, Doktora, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

EKLER

İÇ YÖNELTME RAPORLARI

1930

Frame Editor

Row	>	Color	Image X	Image Y	Film X	Film Y	Residual X	Residual Y
1	>		7279.970	7328.050	106.004	-106.008	-0.677	0.233
2			169.616	7288.428	-105.999	-105.998	0.677	-0.233
3			213.783	183.359	-106.004	106.005	-0.677	0.233
4			7321.531	223.677	106.002	106.002	0.677	-0.233
Count	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	#	N/A	#####	#####	0.003	0.001	-0.000	0.000
Mean	#	N/A	3746.225	3755.878	0.001	0.000	-0.000	0.000
Minimum	#	N/A	169.616	183.359	-106.004	-106.008	-0.677	-0.233
Maximum	#	N/A	7321.531	7328.050	106.004	106.005	0.677	0.233
Stddev	#	N/A	4104.487	4101.978	122.401	122.402	0.782	0.269

1931

Frame Editor

Row	>	Color	Image X	Image Y	Film X	Film Y	Residual X	Residual Y
1	>		7323.426	7339.534	106.004	-106.008	-0.591	0.352
2			212.837	7340.126	-105.999	-105.998	0.591	-0.352
3			216.126	234.703	-106.004	106.005	-0.591	0.352
4			7324.453	235.283	106.002	106.002	0.591	-0.352
Count	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	#	N/A	#####	#####	0.003	0.001	-0.000	0.000
Mean	#	N/A	3769.211	3787.411	0.001	0.000	-0.000	0.000
Minimum	#	N/A	212.837	234.703	-106.004	-106.008	-0.591	-0.352
Maximum	#	N/A	7324.453	7340.126	106.004	106.005	0.591	0.352
Stddev	#	N/A	4104.648	4101.980	122.401	122.402	0.682	0.406

1932

Frame Editor

Row	>	Color	Image X	Image Y	Film X	Film Y	Residual X	Residual Y
1	>		7305.876	7351.156	106.004	-106.008	-0.703	0.252
2			195.035	7330.451	-105.999	-105.998	0.703	-0.252
3			218.835	225.221	-106.004	106.005	-0.703	0.252
4			7326.968	246.700	106.002	106.002	0.703	-0.252
Count	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	#	N/A	#####	#####	0.003	0.001	0.000	-0.000
Mean	#	N/A	3761.679	3788.382	0.001	0.000	0.000	-0.000
Minimum	#	N/A	195.035	225.221	-106.004	-106.008	-0.703	-0.252

Maximum #	N/A	7326.968	7351.156	106.004	106.005	0.703	0.252
Stddev #	N/A	4104.685	4102.001	122.401	122.402	0.811	0.291

1933

Frame Editor

Row	>	Color	Image X	Image Y	Film X	Film Y	Residual X	Residual Y
1	>		7325.897	7355.013	106.004	-106.008	-0.929	0.392
2			214.632	7345.118	-105.999	-105.998	0.929	-0.392
3			229.095	239.371	-106.004	106.005	-0.929	0.392
4			7336.744	250.599	106.002	106.002	0.929	-0.392
Count	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	#	N/A	#####	#####	0.003	0.001	-0.000	-0.000
Mean	#	N/A	3776.592	3797.525	0.001	0.000	-0.000	-0.000
Minimum	#	N/A	214.632	239.371	-106.004	-106.008	-0.929	-0.392
Maximum	#	N/A	7336.744	7355.013	106.004	106.005	0.929	0.392
Stddev	#	N/A	4104.654	4102.125	122.401	122.402	1.073	0.452

1966

Frame Editor

Row	>	Color	Image X	Image Y	Film X	Film Y	Residual X	Residual Y
1	>		142.729	204.595	106.004	-106.008	-0.601	0.089
2			7249.175	171.886	-105.999	-105.998	0.601	-0.089
3			7283.091	7276.871	-106.004	106.005	-0.601	0.089
4			174.141	7310.170	106.002	106.002	0.601	-0.089
Count	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	#	N/A	#####	#####	0.003	0.001	-0.000	-0.000
Mean	#	N/A	3712.284	3740.880	0.001	0.000	-0.000	-0.000
Minimum	#	N/A	142.729	171.886	-106.004	-106.008	-0.601	-0.089
Maximum	#	N/A	7283.091	7310.170	106.004	106.005	0.601	0.089
Stddev	#	N/A	4103.675	4102.280	122.401	122.402	0.694	0.103

1967

Frame Editor

Row	>	Color	Image X	Image Y	Film X	Film Y	Residual X	Residual Y
1	>		103.586	175.911	106.004	-106.008	-0.386	0.062
2			7209.672	175.180	-105.999	-105.998	0.386	-0.062
3			7210.146	7280.217	-106.004	106.005	-0.386	0.062
4			102.415	7281.432	106.002	106.002	0.386	-0.062
Count	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	#	N/A	#####	#####	0.003	0.001	0.000	0.000
Mean	#	N/A	3656.455	3728.185	0.001	0.000	0.000	0.000
Minimum	#	N/A	102.415	175.180	-106.004	-106.008	-0.386	-0.062
Maximum	#	N/A	7210.146	7281.432	106.004	106.005	0.386	0.062
Stddev	#	N/A	4103.175	4102.234	122.401	122.402	0.446	0.072

1968

Frame Editor

Row	>	Color	Image X	Image Y	Film X	Film Y	Residual X	Residual Y
1	>		75.133	193.110	106.004	-106.008	-0.707	0.125
2			7179.876	134.585	-105.999	-105.998	0.707	-0.125
3			7238.032	7239.264	-106.004	106.005	-0.707	0.125
4			130.363	7298.524	106.002	106.002	0.707	-0.125

Count	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	#	N/A	#####	#####	0.003	0.001	-0.000	-0.000
Mean	#	N/A	3655.851	3716.371	0.001	0.000	-0.000	-0.000
Minimum	#	N/A	75.133	134.585	-106.004	-106.008	-0.707	-0.125
Maximum	#	N/A	7238.032	7298.524	106.004	106.005	0.707	0.125
Stddev	#	N/A	4102.901	4102.242	122.401	122.402	0.816	0.144

1969

Frame Editor

Row	>	Color	Image X	Image Y	Film X	Film Y	Residual X	Residual Y
1	>		84.374	168.524	106.004	-106.008	-0.749	0.045
2			7188.743	139.578	-105.999	-105.998	0.749	-0.046
3			7217.895	7244.360	-106.004	106.005	-0.749	0.046
4			110.432	7273.723	106.002	106.002	0.749	-0.045

Count	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	#	N/A	#####	#####	0.003	0.001	-0.000	-0.000
Mean	#	N/A	3650.361	3706.546	0.001	0.000	-0.000	-0.000
Minimum	#	N/A	84.374	139.578	-106.004	-106.008	-0.749	-0.046
Maximum	#	N/A	7217.895	7273.723	106.004	106.005	0.749	0.046
Stddev	#	N/A	4102.634	4102.103	122.401	122.402	0.865	0.053

1970

Frame Editor

Row	>	Color	Image X	Image Y	Film X	Film Y	Residual X	Residual Y
1	>		71.693	160.782	106.004	-106.008	-0.712	0.109
2			7176.488	140.302	-105.999	-105.998	0.712	-0.109
3			7197.941	7245.032	-106.004	106.005	-0.712	0.109
4			90.196	7266.182	106.002	106.002	0.712	-0.109

Count	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	#	N/A	#####	#####	0.003	0.001	0.000	0.000
Mean	#	N/A	3634.079	3703.074	0.001	0.000	0.000	0.000
Minimum	#	N/A	71.693	140.302	-106.004	-106.008	-0.712	-0.109
Maximum	#	N/A	7197.941	7266.182	106.004	106.005	0.712	0.109
Stddev	#	N/A	4102.823	4102.129	122.401	122.402	0.823	0.125

1971

Frame Editor

Row	>	Color	Image X	Image Y	Film X	Film Y	Residual X	Residual Y

1	>		110.189	172.505	106.004	-106.008	-0.590	-0.028
2			7215.270	151.058	-105.999	-105.998	0.590	0.028
3			7236.207	7256.048	-106.004	106.005	-0.590	-0.028
4			128.665	7277.619	106.002	106.002	0.590	0.028

Count	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	#	N/A	#####	#####	0.003	0.001	-0.000	-0.000
Mean	#	N/A	3672.582	3714.308	0.001	0.000	-0.000	-0.000
Minimum	#	N/A	110.189	151.058	-106.004	-106.008	-0.590	-0.028
Maximum	#	N/A	7236.207	7277.619	106.004	106.005	0.590	0.028
Stddev	#	N/A	4102.847	4102.122	122.401	122.402	0.682	0.032

2025

Frame Editor

Row	>	Color	Image X	Image Y	Film X	Film Y	Residual X	Residual Y

1	>		7320.757	7358.599	106.004	-106.008	-0.576	0.285
2			205.279	7297.649	-105.999	-105.998	0.576	-0.285
3			268.835	197.781	-106.004	106.005	-0.576	0.285
4			7382.111	259.639	106.002	106.002	0.576	-0.285

Count	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	#	N/A	#####	#####	0.003	0.001	0.000	-0.000
Mean	#	N/A	3794.245	3778.417	0.001	0.000	0.000	-0.000
Minimum	#	N/A	205.279	197.781	-106.004	-106.008	-0.576	-0.285
Maximum	#	N/A	7382.111	7358.599	106.004	106.005	0.576	0.285
Stddev	#	N/A	4107.646	4099.002	122.401	122.402	0.665	0.329

2026

Frame Editor

Row	>	Color	Image X	Image Y	Film X	Film Y	Residual X	Residual Y

1	>		7386.358	7382.410	106.004	-106.008	-0.561	0.304
2			269.961	7364.966	-105.999	-105.998	0.561	-0.304
3			289.205	264.775	-106.004	106.005	-0.561	0.304
4			7403.459	283.202	106.002	106.002	0.561	-0.304

Count	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	#	N/A	#####	#####	0.003	0.001	-0.000	0.000
Mean	#	N/A	3837.246	3823.838	0.001	0.000	-0.000	0.000
Minimum	#	N/A	269.961	264.775	-106.004	-106.008	-0.561	-0.304
Maximum	#	N/A	7403.459	7382.410	106.004	106.005	0.561	0.304
Stddev	#	N/A	4108.048	4099.027	122.401	122.402	0.648	0.351

2027

Frame Editor

Row	>	Color	Image X	Image Y	Film X	Film Y	Residual X	Residual Y

1	>		7336.277	7376.768	106.004	-106.008	-0.460	0.253
2			220.275	7333.035	-105.999	-105.998	0.460	-0.253
3			264.404	233.286	-106.004	106.005	-0.460	0.253
4			7378.666	277.800	106.002	106.002	0.460	-0.253

Count	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	#	N/A	#####	#####	0.003	0.001	-0.000	-0.000
Mean	#	N/A	3799.905	3805.222	0.001	0.000	-0.000	-0.000
Minimum	#	N/A	220.275	233.286	-106.004	-106.008	-0.460	-0.253
Maximum	#	N/A	7378.666	7376.768	106.004	106.005	0.460	0.253
Stddev	#	N/A	4107.999	4098.896	122.401	122.402	0.532	0.293

2028

Frame Editor

Row	>	Color	Image X	Image Y	Film X	Film Y	Residual X	Residual Y

1	>		7386.017	7379.534	106.004	-106.008	-0.508	0.416
2			269.551	7368.582	-105.999	-105.998	0.508	-0.416
3			281.758	268.120	-106.004	106.005	-0.508	0.416
4			7396.292	280.503	106.002	106.002	0.508	-0.416

Count	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	#	N/A	#####	#####	0.003	0.001	-0.000	0.000
Mean	#	N/A	3833.404	3824.185	0.001	0.000	-0.000	0.000
Minimum	#	N/A	269.551	268.120	-106.004	-106.008	-0.508	-0.416
Maximum	#	N/A	7396.292	7379.534	106.004	106.005	0.508	0.416
Stddev	#	N/A	4108.141	4099.046	122.401	122.402	0.587	0.481

2029

Frame Editor

Row	>	Color	Image X	Image Y	Film X	Film Y	Residual X	Residual Y

1	>		7326.618	7378.520	106.004	-106.008	-0.468	0.477
2			211.132	7383.975	-105.999	-105.998	0.468	-0.477
3			208.041	283.580	-106.004	106.005	-0.468	0.477
4			7321.754	279.798	106.002	106.002	0.468	-0.477

Count	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	#	N/A	#####	#####	0.003	0.001	-0.000	0.000
Mean	#	N/A	3766.886	3831.468	0.001	0.000	-0.000	0.000
Minimum	#	N/A	208.041	279.798	-106.004	-106.008	-0.468	-0.477
Maximum	#	N/A	7326.618	7383.975	106.004	106.005	0.468	0.477
Stddev	#	N/A	4107.617	4098.933	122.401	122.402	0.541	0.551

2030

Frame Editor

Row	>	Color	Image X	Image Y	Film X	Film Y	Residual X	Residual Y

1	>		7324.618	7418.548	106.004	-106.008	-0.402	0.281
2			209.218	7395.104	-105.999	-105.998	0.402	-0.281
3			234.149	295.561	-106.004	106.005	-0.402	0.281
4			7348.043	319.896	106.002	106.002	0.402	-0.281

Count	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	#	N/A	#####	#####	0.003	0.001	0.000	0.000
Mean	#	N/A	3779.007	3857.277	0.001	0.000	0.000	0.000
Minimum	#	N/A	209.218	295.561	-106.004	-106.008	-0.402	-0.281
Maximum	#	N/A	7348.043	7418.548	106.004	106.005	0.402	0.281
Stddev	#	N/A	4107.667	4098.689	122.401	122.402	0.464	0.325

2031

Frame Editor

Row	>	Color	Image X	Image Y	Film X	Film Y	Residual X	Residual Y

1	>		7384.819	7370.068	106.004	-106.008	-0.597	0.512
2			269.303	7341.963	-105.999	-105.998	0.597	-0.512
3			299.185	242.141	-106.004	106.005	-0.597	0.512
4			7412.415	272.062	106.002	106.002	0.597	-0.512

Count	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	#	N/A	#####	#####	0.003	0.001	0.000	-0.000
Mean	#	N/A	3841.431	3806.559	0.001	0.000	0.000	-0.000
Minimum	#	N/A	269.303	242.141	-106.004	-106.008	-0.597	-0.512
Maximum	#	N/A	7412.415	7370.068	106.004	106.005	0.597	0.512
Stddev	#	N/A	4107.519	4098.594	122.401	122.402	0.689	0.592

2032

Frame Editor

Row	>	Color	Image X	Image Y	Film X	Film Y	Residual X	Residual Y

1	>		7341.670	7369.946	106.004	-106.008	-0.503	0.387
2			229.547	7351.849	-105.999	-105.998	0.503	-0.387
3			250.323	245.730	-106.004	106.005	-0.503	0.387
4			7360.534	265.142	106.002	106.002	0.503	-0.387

Count	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	#	N/A	#####	#####	0.003	0.001	-0.000	-0.000
Mean	#	N/A	3795.518	3808.167	0.001	0.000	-0.000	-0.000
Minimum	#	N/A	229.547	245.730	-106.004	-106.008	-0.503	-0.387
Maximum	#	N/A	7360.534	7369.946	106.004	106.005	0.503	0.387
Stddev	#	N/A	4105.650	4102.354	122.401	122.402	0.581	0.447

2121

Frame Editor

Row	>	Color	Image X	Image Y	Film X	Film Y	Residual X	Residual Y

1	>		7397.177	7305.334	106.004	-106.008	-0.474	0.271
2			285.287	7259.131	-105.999	-105.998	0.474	-0.271
3			333.637	152.657	-106.004	106.005	-0.474	0.271
4			7443.733	199.711	106.002	106.002	0.474	-0.271

Count	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	#	N/A	#####	#####	0.003	0.001	-0.000	0.000
Mean	#	N/A	3864.959	3729.208	0.001	0.000	-0.000	0.000
Minimum	#	N/A	285.287	152.657	-106.004	-106.008	-0.474	-0.271
Maximum	#	N/A	7443.733	7305.334	106.004	106.005	0.474	0.271
Stddev	#	N/A	4105.625	4102.767	122.401	122.402	0.547	0.313

2122

Frame Editor

Row	>	Color	Image X	Image Y	Film X	Film Y	Residual X	Residual Y

1	>		7423.293	7252.188	106.004	-106.008	-0.464	0.326
2			311.297	7265.021	-105.999	-105.998	0.464	-0.326
3			299.407	158.575	-106.004	106.005	-0.464	0.326
4			7409.649	146.811	106.002	106.002	0.464	-0.326

Count	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	#	N/A	#####	#####	0.003	0.001	0.000	0.000
Mean	#	N/A	3860.912	3705.649	0.001	0.000	0.000	0.000
Minimum	#	N/A	299.407	146.811	-106.004	-106.008	-0.464	-0.326
Maximum	#	N/A	7423.293	7265.021	106.004	106.005	0.464	0.326
Stddev	#	N/A	4105.613	4102.606	122.401	122.402	0.535	0.376

2123

Frame Editor

Row	>	Color	Image X	Image Y	Film X	Film Y	Residual X	Residual Y

1	>		7404.361	7249.030	106.004	-106.008	-0.610	0.153
2			292.036	7253.538	-105.999	-105.998	0.610	-0.153
3			288.928	147.035	-106.004	106.005	-0.610	0.153
4			7398.914	142.903	106.002	106.002	0.610	-0.153

Count	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	#	N/A	#####	#####	0.003	0.001	-0.000	0.000
Mean	#	N/A	3846.060	3698.127	0.001	0.000	-0.000	0.000
Minimum	#	N/A	288.928	142.903	-106.004	-106.008	-0.610	-0.153
Maximum	#	N/A	7404.361	7253.538	106.004	106.005	0.610	0.153
Stddev	#	N/A	4105.628	4102.834	122.401	122.402	0.704	0.176

2124

Frame Editor

Row	>	Color	Image X	Image Y	Film X	Film Y	Residual X	Residual Y

1	>		7355.441	7231.103	106.004	-106.008	-0.567	0.219
2			243.962	7252.272	-105.999	-105.998	0.567	-0.219
3			225.455	146.130	-106.004	106.005	-0.567	0.219
4			7334.766	125.603	106.002	106.002	0.567	-0.219

Count	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	#	N/A	#####	#####	0.003	0.001	0.000	-0.000
Mean	#	N/A	3789.906	3688.777	0.001	0.000	0.000	-0.000
Minimum	#	N/A	225.455	125.603	-106.004	-106.008	-0.567	-0.219
Maximum	#	N/A	7355.441	7252.272	106.004	106.005	0.567	0.219
Stddev	#	N/A	4105.204	4102.565	122.401	122.402	0.655	0.253

2125

Frame Editor

Row	>	Color	Image X	Image Y	Film X	Film Y	Residual X	Residual Y

1	>		7366.291	7286.382	106.004	-106.008	-0.264	0.245
2			254.795	7243.631	-105.999	-105.998	0.264	-0.245
3			298.954	137.323	-106.004	106.005	-0.264	0.245
4			7409.496	180.820	106.002	106.002	0.264	-0.245

Count	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	#	N/A	#####	#####	0.003	0.001	0.000	0.000
Mean	#	N/A	3832.384	3712.039	0.001	0.000	0.000	0.000
Minimum	#	N/A	254.795	137.323	-106.004	-106.008	-0.264	-0.245
Maximum	#	N/A	7409.496	7286.382	106.004	106.005	0.264	0.245
Stddev	#	N/A	4105.626	4102.689	122.401	122.402	0.305	0.283

2126

Frame Editor

Row	>	Color	Image X	Image Y	Film X	Film Y	Residual X	Residual Y

1	>		7329.306	7263.475	106.004	-106.008	-0.474	0.243
2			217.771	7254.159	-105.999	-105.998	0.474	-0.243
3			227.612	148.163	-106.004	106.005	-0.474	0.243
4			7337.353	158.215	106.002	106.002	0.474	-0.243

Count	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	#	N/A	#####	#####	0.003	0.001	0.000	-0.000
Mean	#	N/A	3778.010	3706.003	0.001	0.000	0.000	-0.000
Minimum	#	N/A	217.771	148.163	-106.004	-106.008	-0.474	-0.243
Maximum	#	N/A	7337.353	7263.475	106.004	106.005	0.474	0.243
Stddev	#	N/A	4105.332	4102.440	122.401	122.402	0.547	0.280

2127

Frame Editor

Row	>	Color	Image X	Image Y	Film X	Film Y	Residual X	Residual Y
1	>		7364.365	7270.280	106.004	-106.008	-0.355	0.169
2			252.614	7272.408	-105.999	-105.998	0.355	-0.169
3			251.957	165.564	-106.004	106.005	-0.355	0.169
4			7362.389	163.880	106.002	106.002	0.355	-0.169
Count	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	#	N/A	#####	#####	0.003	0.001	-0.000	-0.000
Mean	#	N/A	3807.831	3718.033	0.001	0.000	-0.000	-0.000
Minimum	#	N/A	251.957	163.880	-106.004	-106.008	-0.355	-0.169
Maximum	#	N/A	7364.365	7272.408	106.004	106.005	0.355	0.169
Stddev	#	N/A	4105.591	4103.010	122.401	122.402	0.410	0.196

HAVAI ÜÇGENLEME SONUÇ RAPORU

The Triangulation Report With LPS	5058.375	6	3099.625
The output image x, y units:	5432.375	7	3663.125
pixels		101	2011.203
The output angle unit:	1390.775	102	1784.766
degrees		103	2621.551
The output ground X, Y, Z	3464.534	104	4510.125
units: meters	2645.901	105	4629.875
The Input Image	3204.375	106	3624.375
Coordinates	image ID = 4	107	5063.875
Point ID	x	108	5880.000
y		109	6355.125
1	2651.375	111	6595.625
6450.125		112	7396.000
4	5148.875	127	5193.625
5362.875			
3	4522.375		
5661.875			
2	3342.125		
5360.875			
6	5262.125		
4562.125			
7	5897.375		
4931.375			
101	4423.825		
823.568			
102	3989.167		
2944.185			
103	4805.307		
2146.562			
104	6673.550		
2767.094			
105	7072.156		
5653.963			
106	6168.731		
473.094			
107	7314.053		
726.790			
Affine coefficients from			
file (pixels) to film (millimeters)			
A0	A1	A2	
B0	B1	B2	
-114.0494	0.029797	0.000263	
111.8504	0.000257	-0.029860	
Affine coefficients from			
file (pixels) to film (millimeters)			
A0	A1	A2	
B0	B1	B2	
-114.0494	0.029797	0.000263	
111.8504	0.000257	-0.029860	
image ID = 5			
Point ID	x		
y			
1	600.375		
7060.625			
4	3043.125		
5877.125			
3	2409.875		
6200.125			
2	1199.625		
5926.375			
image ID = 6			
Point ID	x		
y			
4	787.625		
5763.875			
3	174.125		
6066.875			
6	785.125		
4968.625			
7	1293.125		
5350.875			
10	5947.625		
4967.375			
38	5607.625		
1664.125			
103	269.125		
2539.875			
104	2225.125		
3127.875			
105	1972.176		
6099.471			
106	952.655		
842.326			
107	2783.125		
1003.125			

2430.000	108	3628.000	-114.3965	0.029795	0.000048
5028.375	109	3638.875	114.0103	0.000048	-0.029861
425.875	111	4408.875	image ID = 8		
3982.000	112	4734.000	Point ID		
475.875	113	6966.375	x		
3271.375	114	7096.375	y		
1531.125	115	6997.125	17	6960.375	
6286.625	116	7403.375	16	5132.875	
4600.125	127	2642.125	15	6128.375	
Affine coefficients from			14	4639.125	
file (pixels) to film (millimeters)			12	3596.625	
A0	A1	A2	10	401.375	
B0	B1	B2	38	1151.875	
-113.9108	0.029795	0.000182	2733.625	2456.625	
112.9303	0.000184	-0.029862	113	1568.125	
image ID = 7			114	1964.375	
Point ID			115	2532.375	
x			117	4757.625	
y			118	4276.125	
5382.125	14	7358.625	119	3538.375	
6122.125	12	6380.375	120	6341.375	
5751.375	10	3209.875	121	5981.875	
2368.375	38	3482.375	122	6655.375	
1665.875	107	749.375	Affine coefficients from		
3049.625	108	1522.625	file (pixels) to film (millimeters)		
5721.625	109	1001.125	A0	A1	A2
1163.375	111	2353.375	B0	B1	B2
4673.875	112	2187.125	-112.1848	0.029799	-0.000016
1263.875	113	4837.375	114.4917	-0.000020	-0.029862
4015.375	114	4609.875	image ID = 9		
2262.625	115	4873.125	Point ID		
7227.625	116	4577.375	x		
1440.875	117	7116.125	y		
2473.625	118	6595.875	20	7334.625	
3794.125	119	6082.625	17	4849.875	
Affine coefficients from			19	5558.125	
file (pixels) to film (millimeters)			16	2707.375	
A0	A1	A2	15	3443.125	
B0	B1	B2	14	1890.375	
			12	782.875	
			8	7185.125	
			115	260.625	
			2530.875		

1584.875	117	2559.875
4140.125	119	1030.875
1968.375	120	4194.375
427.125	121	3863.375
3355.875	122	4328.375
5339.190	123	5453.740
567.413	124	6060.654

Affine coefficients from
file (pixels) to film (millimeters)

	A0	A1	A2
B0	B1	B2	
	-112.9993	0.029798	0.000102
114.8167	0.000099	-0.029864	

	Point ID	image ID = 10 x
y		
	23	6936.875
2534.375	20	5070.875
1872.125	17	2735.875
1974.625	19	3304.625
3090.875	16	386.625
4465.875	15	857.125
6117.625	8	4585.625
5348.375	117	527.875
2356.625	120	2109.875
2708.375	121	1805.875
1278.875	122	2094.625
4077.375	123	2878.373
6194.999	124	3889.375
1387.625	125	6490.875
7063.875	126	5813.375
3784.875		

Affine coefficients from
file (pixels) to film (millimeters)

	A0	A1	A2
B0	B1	B2	
	-114.9310	0.029799	0.000121
113.2155	0.000121	-0.029864	

	Point ID	image ID = 11 x
y		

2638.625	23	4610.375
2009.375	20	2689.125
2159.625	17	383.625
3312.125	19	851.875
5609.000	8	1751.000
6465.960	123	153.170
1522.522	124	1541.968
7330.125	125	3044.875
3979.125	126	3199.625

Affine coefficients from
file (pixels) to film (millimeters)

	A0	A1	A2
B0	B1	B2	
	-113.4724	0.029813	0.000084
113.3290	0.000078	-0.029837	

	Point ID	image ID = 13 x
y		
	1	760.125
2147.875	4	2771.375
1152.875	3	2248.625
1389.875	2	1252.125
1097.375	6	2839.625
396.875	7	3300.375
630.625	5	4286.000
3755.000	200	2928.875
6590.875	201	5876.125
6362.375	202	6207.180
619.765	205	6842.125
4386.125	206	5679.625
3448.125	217	2632.875
3877.875	222	4844.647
1390.232		

Affine coefficients from
file (pixels) to film (millimeters)

	A0	A1	A2
B0	B1	B2	
	-115.9669	0.029812	0.000200
110.5025	0.000195	-0.029833	

image ID = 14

[illegible]

6729.375	211	5241.875	Affine coefficients from file (pixels) to film (millimeters)			
5081.375	212	6518.125	A0	A1	A2	
1582.875	216	6749.875	B0	B1	B2	
121.125	219	5580.125	-114.9339	0.029812	0.000184	
2893.125	220	5755.125	110.0554	0.000180	-0.029834	
			image ID = 18			
			Point ID		x	
			y			
				35	4660.375	
			6234.625	32	1618.375	
			4220.875	36	6930.125	
			6500.375	37	6531.125	
			4981.625	15	900.875	
			1085.875	16	512.125	
			110.375	34	2392.375	
			3245.125	8	3736.875	
			400.375	210	662.875	
			2189.625	211	612.375	
			7294.625	212	1834.625	
			5623.125	213	3649.625	
			4951.625	214	3796.625	
			1938.375	215	4602.875	
			3963.625	216	1782.875	
			2076.375	218	5987.625	
			1058.625	219	1755.125	
			492.875	220	902.625	
			3429.625	221	2538.125	
			821.875			
			Affine coefficients from file (pixels) to film (millimeters)			
			A0	A1	A2	
			B0	B1	B2	
			-112.7818	0.029815	0.000038	
			110.4239	0.000040	-0.029836	
			image ID = 19			
			Point ID		x	
			y			
				35	2321.375	
			6495.875	36	4584.875	
			6770.625	37	4229.125	
			5244.375	8	1623.375	
			598.875	213	1256.875	
			5216.625			
			Affine coefficients from file (pixels) to film (millimeters)			

2188.875	214	1338.875	43	1714.875
4226.125	215	2211.875	36	6985.375
1250.875	218	4061.125	37	6744.875
1013.613	221	524.882	46	7077.875

Affine coefficients from
file (pixels) to film (millimeters)

	A0	A1	A2
B0	B1	B2	
	-113.5042	0.029813	-0.000005
	110.9515	-0.000009	-0.029832

5956.125	300	3624.812
1753.625	301	4585.991
215.875	302	6441.905
5814.625	303	4155.875
482.392	304	2852.875
549.886	305	6956.125
1746.745	306	5591.097
1158.375	307	3979.979
1475.625	308	3906.375
1682.375	310	1619.125
2148.825	311	1910.875
4775.413	317	156.125
2702.625	318	3630.375

	Point ID	image ID = 22 x
y		
1435.503	35	2343.879
4291.000	45	1533.000
1932.625	36	4612.375
419.875	37	4435.125
5983.125	46	4643.125
623.920	300	1366.447
708.264	301	2273.896
1913.929	302	4087.288
1294.220	303	1895.108
1583.125	304	641.375
1862.125	305	4584.125
2296.375	306	3291.875
4873.187	307	1504.606
2809.625	308	1539.625
6290.875	318	923.125

Affine coefficients from
file (pixels) to film (millimeters)

	A0	A1	A2
B0	B1	B2	
	109.0829	-0.029831	-0.000002
	-111.2592	0.000005	0.029838

	Point ID	image ID = 24 x
y		
944.875	28	176.125
3308.160	42	2187.919
4425.875	44	3131.625
1452.115	35	7085.724
4352.000	45	6488.000
6190.875	43	4255.625
705.656	300	6033.227
892.573	301	6594.863
1348.625	303	6549.375
1670.875	304	5225.625
4955.375	307	6612.625

Affine coefficients from
file (pixels) to film (millimeters)

	A0	A1	A2
B0	B1	B2	
	110.2153	-0.029827	0.000137
	-112.1350	0.000139	0.029837

	Point ID	image ID = 23 x
y		
4242.625	44	779.125
1272.625	35	4660.125
4191.875	45	3937.125

2859.625	308	6414.875
1218.125	310	3968.125
3954.375	311	4358.375
6629.375	312	1267.375
3213.125	313	64.625
5187.625	314	1268.375
1131.375	317	2418.375
6426.125	318	6495.875

Affine coefficients from
file (pixels) to film (millimeters)

	A0	A1	A2
B0	B1	B2	
	108.1784	-0.029832	0.000238
	-111.7920	0.000248	0.029837

	Point ID	image ID = 25 x
y	28	2437.625
771.625	29	2200.125
1854.375	42	4586.625
3216.625	44	5447.625
4363.375	43	6717.875
6155.125	40	1307.375
6649.125	41	1027.375
3397.625	309	525.375
2814.375	310	6339.875
1154.875	311	6776.125
3924.625	312	3766.375
6519.375	313	2411.375
3064.625	314	3706.625
5079.375	316	319.375
1083.625	317	4662.375
1028.125		

Affine coefficients from
file (pixels) to film (millimeters)

	A0	A1	A2
B0	B1	B2	
	108.4794	-0.029834	0.000115
	-111.0482	0.000123	0.029839

image ID = 26

	Point ID	x
y	28	4636.625
409.125	29	4507.125
1551.625	42	6978.625
2910.625	40	3876.625
6343.125	41	3347.375
3161.375	309	2857.375
2576.375	312	6307.375
6161.125	313	4756.625
2797.625	314	6178.375
4778.875	315	278.125
4943.625	316	2338.875
779.625	317	6867.000
638.000		

Affine coefficients from
file (pixels) to film (millimeters)

	A0	A1	A2
B0	B1	B2	
	108.1082	-0.029833	0.000083
	-110.8150	0.000088	0.029839

	Point ID	image ID = 27 x
y	28	6916.625
685.375	29	6916.125
1780.125	40	6577.125
6641.125	41	5797.875
3377.625	5	2440.625
441.875	309	5327.790
2804.598	313	7215.375
2998.875	315	2953.125
5219.875	316	4565.375
1077.625		

Affine coefficients from
file (pixels) to film (millimeters)

	A0	A1	A2
B0	B1	B2	
	109.2595	-0.029833	0.000082
	-111.1645	0.000091	0.029839

	Point ID	image ID = 28 x
y		

	43	6054.625
1250.875	40	1305.625
2261.875	49	6692.625
6008.125	100	6429.875
3759.625	400	3323.375
5780.375	401	2726.625
3777.875	402	3288.875
699.375	403	4471.625
2681.125	404	4603.625
4344.375		

Affine coefficients from
file (pixels) to film (millimeters)

	A0	A1	A2
B0	B1	B2	
	-112.3921	0.029821	0.000180
111.4477	0.000167	-0.029839	

image ID = 29

	Point ID	x
y	43	3839.625
1008.625	49	4074.875
5847.375	100	4010.875
3649.875	52	7152.375
6517.125	50	4587.625
6848.375	11	7178.125
5000.875	400	861.125
5615.875	401	303.625
3654.625	402	949.625
398.875	403	2171.375
2528.625	404	2108.375
4232.375	405	5857.375
1673.875	406	5949.125
5761.375	407	7283.375
2097.625		

Affine coefficients from
file (pixels) to film (millimeters)

	A0	A1	A2
B0	B1	B2	
	-112.4335	0.029820	0.000010
113.0192	-0.000001	-0.029840	

image ID = 30

	Point ID	x
y	43	1595.875
1025.875	46	6705.375
619.375	49	1475.375
5892.875	100	1573.625
3715.375	52	4438.875
6691.375	50	1920.875
6895.875	9	7132.125
6475.375	11	4554.125
5206.125	405	3342.875
1817.125	406	3256.375
5902.625	407	4973.125
2301.875	408	6363.875
4244.125		

Affine coefficients from
file (pixels) to film (millimeters)

	A0	A1	A2
B0	B1	B2	
	-112.5300	0.029820	0.000095
112.7139	0.000088	-0.029839	

image ID = 31

	Point ID	x
y	46	4468.875
1111.875	52	1749.625
7098.875	9	4481.625
6987.125	11	1929.625
5581.625	405	829.875
2157.625	406	552.375
6238.375	407	2628.875
2683.625	408	3843.625
4665.375		

Affine coefficients from
file (pixels) to film (millimeters)

	A0	A1	A2
B0	B1	B2	
	-112.8208	0.029820	0.000054
113.1493	0.000043	-0.029839	

THE OUTPUT OF SELF-CALIBRATING
BUNDLE BLOCK ADJUSTMENT

the no. of iteration =1 the
standard error = 1.4402
the maximal correction of the
object points = 61.49604

the no. of iteration =2 the
standard error = 1.4463
the maximal correction of the
object points = 6.62266

the no. of iteration =3 the
standard error = 1.4477
the maximal correction of the
object points = 0.29516

the no. of iteration =4 the
standard error = 1.4477
the maximal correction of the
object points = 0.01789

the no. of iteration =5 the
standard error = 1.4477
the maximal correction of the
object points = 0.00114

the no. of iteration =6 the
standard error = 1.4477
the maximal correction of the
object points = 0.00015

The exterior
orientation parameters

image ID	Xs	Ys
Zs	OMEGA	KAPPA
4	330379.7752	4434493.1598
3141.4859	-0.8993	0.0623
8.0725		
5	331578.2263	4434466.9723
3127.3326	1.0613	-0.1775
9.1574		
13	331571.3939	4432050.7562
3809.7437	-4.7068	0.6484
6.0731		
6	332783.8824	4434454.4718
3117.2173	-3.0325	-0.0005
8.8602		
14	332742.5297	4432019.4908
3799.1432	-3.1590	-0.1624
5.6985		
27	332559.3225	4429618.7028
3777.8966	0.5669	1.8022
176.9555		
7	333962.0680	4434438.0487
3102.8753	1.0419	-0.6695
6.7674		
15	333934.5589	4432010.4524
3789.4637	2.8196	-0.7633
5.9632		
26	333728.6076	4429561.5731
3746.9442	-1.9749	0.6222
178.1661		
8	335131.1821	4434448.9476
3113.4329	0.7444	-1.5610
9.2810		
16	335135.7116	4432000.3505
3785.5515	0.4695	-0.9231
7.0267		

25	334930.7627	4429523.4881
3744.4240	1.0926	0.5751
179.3869		
9	336371.5722	4434488.8728
3132.8037	-3.8902	-0.8802
8.5036		
35	336311.5409	4431955.6462
3790.6605	1.5860	-1.5316
7.7794		
24	336132.7234	4429473.3355
3738.6183	2.2224	0.6209
178.2144		
28	334900.5055	4427162.6085
3971.8278	1.6551	-0.5796
8.7053		
10	337641.3116	4434470.4426
3123.0900	1.3769	0.1248
8.5862		
18	337534.7456	4431920.4625
3795.7386	0.9199	-1.3896
8.0141		
23	337355.4478	4429498.4907
3740.7653	-1.2782	0.7724
178.1433		
29	336114.8413	4427113.1952
3974.2488	-2.7568	0.1373
8.0985		
11	338893.9166	4434409.1501
3075.5200	0.4840	1.3052
9.9593		
19	338755.0421	4431879.6747
3807.9794	0.7720	-1.1749
8.4356		
22	338549.2760	4429494.2410
3745.7601	-0.6137	0.6293
179.3800		
30	337321.3029	4427061.2886
3967.3166	-3.6664	0.4390
5.6502		
31	338525.0301	4427053.4936
3967.5440	-1.5649	0.2230
3.4359		

The residuals of
exterior orientation parameters

image ID	rXs	rYs
rZs	rOMEGA	rKAPPA
4	7.7505	-40.8819
-2.8960	0.6975	0.0512
0.4208		
5	43.7362	-53.1599
0.5155	1.0891	0.1389
13	41.1153	-7.5615
4.0855	0.0959	0.5807
6	42.5182	-34.4215
-4.0911	0.7579	0.7781
0.0538		
14	18.4805	-35.0519
2.4455	0.6080	0.2574
27	-33.5230	11.8549
-85.8247	0.1338	-1.2931
0.1294		
7	37.1904	-13.0385
7.3878	0.2083	0.8181
15	23.5681	-26.1843
0.7287	0.4889	0.3750

26	-10.1155	-87.0626
-114.5730	2.3107	-0.3568
1.0831		
8	11.4959	-3.0458
0.6021	0.0160	0.2355 0.2280
16	20.4481	-34.8116
-1.1678	0.6994	0.3664
0.1467		
25	-57.1374	10.4758
12.4871	-0.1893	-1.1850
0.0063		
9	23.2699	56.9614
8.2500	-1.0553	0.2473 0.4074
35	34.1291	-5.3861
5.0791	0.1243	0.7089 0.0986
24	-23.7844	-0.8337
4.0336	-0.0456	-0.4992 -0.0628
28	-341.5985	-230.4379
-137.3990	3.6221	-2.6257
1.3765		
10	60.2531	76.1047
-4.9250	-1.3375	0.9236
0.5345		
18	382.6969	-312.9354
187.8670	8.1169	-1.7862 -
0.2310		
23	12.4329	20.0071
6.7884	-0.3498	0.3118 -0.0409
29	-99.1998	69.4066
-49.8154	-1.8687	-2.2201
0.9466		
11	129.0419	28.2200
-79.5644	0.0356	2.5862
0.6169		
19	234.7061	-459.2941
279.1884	10.2420	3.3693 -
2.3486		
22	495.1468	231.1030
-72.4003	-4.3667	10.8023
0.8383		
30	13.0482	40.0385
8.8442	-0.5712	0.1316 0.1700
31	-13.0724	-81.3412
-101.8146	0.0453	-0.1469 -
0.8174		

The interior orientation
parameters of photos

	image ID	f(mm)
xo(mm)	yo(mm)	
	4	152.8410
0.0000	0.0000	
	5	152.8410
0.0000	0.0000	
	13	152.8410
0.0000	0.0000	
	6	152.8410
0.0000	0.0000	
	14	152.8410
0.0000	0.0000	
	27	152.8410
0.0000	0.0000	
	7	152.8410
0.0000	0.0000	
	15	152.8410
0.0000	0.0000	

26	152.8410
0.0000	0.0000
8	152.8410
0.0000	0.0000
16	152.8410
0.0000	0.0000
25	152.8410
0.0000	0.0000
9	152.8410
0.0000	0.0000
35	152.8410
0.0000	0.0000
24	152.8410
0.0000	0.0000
28	152.8410
0.0000	0.0000
10	152.8410
0.0000	0.0000
18	152.8410
0.0000	0.0000
23	152.8410
0.0000	0.0000
29	152.8410
0.0000	0.0000
11	152.8410
0.0000	0.0000
19	152.8410
0.0000	0.0000
22	152.8410
0.0000	0.0000
30	152.8410
0.0000	0.0000
31	152.8410
0.0000	0.0000

The values and accuracy of the
additional parameters

No.	Ai	mAi
MaxX	MaxY	
1	-1.9158E-003	
-6.6352	-6.4286	
2	-1.1226E-003	
-3.7756	3.8804	
3	-1.1588E-005	
5.9002	4.0619	
4	-1.3426E-005	
-4.6041	-6.0298	
5	-1.4049E-005	
-3.1404	-0.0270	
6	1.9173E-006	
0.0043	-0.4900	
7	1.9972E-007	
4.6467	0.0400	
8	-8.1333E-009	
-0.0018	0.2064	
9	-1.9887E-007	
-5.0578	-0.0435	
10	-3.0090E-007	
-0.0616	6.9859	
11	6.1929E-010	
1.0565	0.0091	
12	1.5035E-009	
0.0226	-2.5595	
Total	3521.98Mx	3295.46My
-11.6461	-0.3948	

The residuals of the control

points	Point ID	rX	rY
rZ			
1	14.1666	-7.9524	
12.6157	4	-1.2662	1.5124
-7.3255	3	-1.3182	1.5747
-1.8026	2	-4.0174	8.0866
-2.9006	6	0.8620	2.0867
-4.0835	7	0.0312	-1.8624
2.3263	28	2.4205	3.5098
-7.9332	29	1.0807	4.1922
-1.8740	42	-1.0086	-4.0026
7.2841	44	-2.6045	-4.5860
6.1304	35	6.1597	0.8787
1.4254	23	-7.2504	19.4477
18.1765	20	4.3295	9.8154
11.1622	17	1.9273	0.9052
10.8766	19	10.2166	13.2179
-8.2743	16	-1.4416	6.4885
-4.5238	15	3.9093	1.6920
1.4402	14	0.0400	0.0470
1.0613	12	1.6171	-1.6016
6.1309	30	-1.9856	-1.0816
14.2030	32	0.2077	3.2331
2.3992	31	0.0071	4.0029
-0.8101	45	0.2158	3.0800
2.2762	43	-1.9301	1.9626
-1.6556	36	-1.5566	-1.8576
1.2045	37	3.3679	-3.7842
2.2246	46	3.4860	0.4727
-6.7413	40	-2.6063	-1.0762
-3.4225	41	-1.7269	-0.6243
7.2929	49	-0.6198	1.4790
3.9043	34	-1.1750	-6.6578
8.4545			

10	0.4008	-3.0176
5.6209		
100	-2.1539	6.4440
0.2518		
50	4.7214	0.6039
3.5833		
52	-4.6988	8.8019
-1.0265		
38	3.8533	19.9644
35.4328		
5	-10.5901	-15.2198
-1.2442		
8	-12.8451	-16.3924
1.5838		
9	11.6266	-0.7702
-3.1084		
11	-3.4803	-7.6541
6.9843		

	aX	aY
aZ		
	0.2593	1.1340
-0.8494		
	mX	mY
mZ		
	5.0168	7.2460
8.5026		

The coordinates of

object points	Point ID	X	Y
Z			
Overlap			
1	329527.0000		
4433043.0000	275.0000		3
4	330997.0000		
4433497.0000	390.0000		5
3	330639.0000		
4433382.0000	390.0000		5
2	330023.0000		
4433622.0000	390.0000		3
6	331098.5000		
4433932.2600	427.0000		5
7	331377.0000		
4433721.0000	512.0000		5
28	334272.0000		
4431153.0000	1055.0000		7
29	334172.0000		
4430530.0000	1153.0000		6
42	335377.0000		
4429810.0000	1192.0000		3
44	335823.0000		
4429227.0000	1122.0000		3
35	337856.0000		
4430633.0000	1204.0000		6
23	339360.5000		
4434940.0000	456.0000		2
20	338424.0000		
4435435.0000	482.0000		3
17	337174.0000		
4435609.0000	395.0000		4
19	337403.0000		
4434920.0000	551.0000		3
16	335892.0000		
4434453.5000	606.0000		4
15	336149.5000		
4433695.5000	815.0000		7

14	335441.0000		112	333199.2785	
4433623.0000	874.0000	6	4434183.7629	769.3371	3
12	334937.5000		127	332170.8878	
4433389.0000	941.0000	6	4434026.5807	664.5494	2
30	335563.0000		113	334704.3230	
4432404.0000	1246.0000	3	4435809.0871	349.0188	3
32	336517.0000		114	334335.3613	
4431856.0000	1289.0000	3	4434351.7665	753.2026	3
31	335583.0000		115	334659.4888	
4431789.0000	1217.0000	3	4435266.6327	341.9778	4
45	337452.0000		116	334124.1767	
4429210.0000	1273.0000	3	4433086.8810	1040.3694	2
43	336345.0000		117	335943.9032	
4428389.0000	1296.0000	6	4435586.2622	345.6683	4
36	338974.0000		118	335583.6731	
4430347.0000	1231.0000	4	4435049.6808	344.4777	2
37	338901.0000		119	335071.1790	
4431119.0000	1184.0000	4	4434375.0789	652.2769	3
46	338961.0000		120	336782.0006	
4428366.0000	1256.0000	4	4435270.9231	349.8256	3
40	333776.6000		121	336722.6763	
4428198.5000	1326.0000	4	4436082.0116	343.8230	3
41	333568.0000		122	336728.3008	
4429751.0000	1154.0000	3	4434525.1138	513.8302	3
49	336116.0000		123	337067.1084	
4426007.0000	1596.0000	3	4433552.4631	875.0287	3
34	336963.0000		124	337851.7228	
4432282.0000	1318.0000	3	4435836.2634	384.6252	3
10	333632.0000		125	338388.7026	
4433703.0000	930.0000	6	4433253.2344	1301.9606	2
100	336237.0000		126	338555.1223	
4427036.0000	1472.0000	3	4434402.0997	724.3232	2
50	336285.0000		200	330891.3680	
4425517.0000	1640.0000	2	4430358.5557	1218.4477	2
52	337497.0000		201	332433.7627	
4425509.0000	1660.0000	3	4430391.3253	1311.8894	2
38	333902.5852		202	332837.4944	
4435276.1710	384.0000	3	4433235.4657	1198.9967	3
5	331810.9477		205	333206.9504	
4431764.5938	607.0000	4	4431259.8943	907.3565	4
8	337867.2634		206	332615.4671	
4433843.7217	935.0000	6	4431862.7796	809.9295	3
9	338745.3078		217	330778.8760	
4425500.8502	1655.0000	2	4431783.6547	725.0738	2
11	337612.7690		222	332207.5019	
4426220.9139	1617.0000	3	4433041.7360	900.8094	3
101	330878.2350		203	333750.5867	
4435849.0470	614.5279	2	4432153.4087	847.1688	3
102	330538.9123		204	333674.8892	
4434877.0798	428.1548	2	4432894.2822	1149.4889	3
103	331035.5110		207	334461.9935	
4435248.8307	382.3388	3	4432675.4098	1226.9320	3
104	332001.9525		209	334508.9402	
4434792.6339	365.7173	3	4431940.4557	943.0609	4
105	331775.2711		208	335164.5394	
4433389.3054	777.4472	3	4431202.7096	922.2317	3
106	331697.8053		210	336047.7299	
4435852.9502	713.1140	3	4433000.5394	1033.0290	4
107	332478.1440		211	335734.0807	
4435833.6389	370.4830	4	4430354.7231	1113.6035	3
108	332803.5557		212	336483.8898	
4435048.7824	355.0767	3	4431134.0114	1169.1128	3
109	332628.8487		216	336745.1130	
4433783.4086	796.6926	3	4432866.7246	1324.7872	3
111	333365.5381		219	336621.1084	
4436012.0319	356.0850	3	4434161.4436	560.1558	3

220	336203.6879		
4432293.0771	1253.5740	3	
213	337447.4379		
4431362.4002	1254.1240	3	
214	337727.2546		
4432816.3007	1330.2490	3	
215	337987.0224		
4431781.5578	1270.7726	3	
221	337117.6943		
4433777.8091	769.9581	3	
218	339199.6443		
4433401.8215	698.7039	2	
300	337367.9215		
4431046.2778	1193.5662	3	
301	337802.0818		
4431087.7880	1004.1693	3	
302	338720.9710		
4430367.7176	1206.8296	2	
303	337620.3201		
4430711.8257	1178.9025	3	
304	336956.1697		
4430599.3419	1128.7818	3	
305	338966.0264		
4430385.4899	1217.6646	2	
306	338318.2868		
4430199.6250	1157.2563	2	
307	337460.1953		
4428942.3280	1336.7486	3	
308	337464.4936		
4429933.7235	1263.8588	3	
318	337272.2041		
4428364.9892	1518.7832	3	
310	336321.1986		
4430876.9417	1111.4883	3	
311	336449.4435		
4429440.3490	1216.9019	3	
317	335476.0584		
4431038.2511	970.0784	4	
312	334941.1356		
4428259.8459	1337.8388	3	
4	6	-5.766	1.171
4	14	-7.252	-1.648
Point	Image	Vx	Vy
3	4	8.113	3.456
3	5	3.069	7.613
3	13	-0.776	4.021
3	6	-0.014	-3.710
3	14	-3.937	3.505
Point	Image	Vx	Vy
2	4	5.925	17.920
2	5	8.638	15.348
2	13	7.033	8.279
Point	Image	Vx	Vy
6	4	-1.621	2.741
6	5	-2.469	7.374
6	13	-4.946	-2.290
6	6	-0.367	11.241
6	14	-3.835	-2.476
Point	Image	Vx	Vy
7	4	-2.804	-6.346
7	5	11.663	-4.838
7	13	-6.834	-1.032
7	6	-3.095	-7.559
7	14	-0.685	3.086

313	334280.4602		
4429903.2119	1169.6904	4	
314	334924.7601		
4428907.5622	1272.9788	3	
309	333334.9325		
4430046.8350	1199.3038	3	
316	333049.1686		
4431086.4689	918.5927	3	
315	332105.5502		
4428954.0437	1392.9882	2	
400	334591.3977		
4426322.4640	1554.6213	2	
401	334427.8517		
4427298.9784	1466.3781	2	
402	334925.9236		
4428890.4631	1287.3004	2	
403	335386.1150		
4427740.3432	1328.3762	2	
404	335289.1036		
4426898.2016	1542.0137	2	
405	337198.3604		
4427822.2669	1596.8278	3	
406	336976.6100		
4425961.3417	1674.8627	3	
407	337972.0173		
4427576.5886	1395.3898	3	
408	338523.9130		
4426571.4031	1542.1713	2	
The total object points			
= 117			

The residuals of image points

Point	Image	Vx	Vy
1	4	-18.334	-19.701
1	5	-18.283	-28.588
1	13	-8.753	-3.616
Point	Image	Vx	Vy
4	4	9.112	7.454
4	5	0.370	11.273
4	13	0.564	-0.063
Point	Image	Vx	Vy
28	14	5.972	12.995
28	27	-4.009	-14.565
28	15	6.876	12.908
28	26	-4.754	-3.314
28	16	-5.167	13.141
28	25	-8.567	0.658
28	24	-14.433	3.831
Point	Image	Vx	Vy
29	14	9.313	11.486
29	27	-14.875	0.925
29	15	11.107	10.257
29	26	-6.776	8.169
29	16	-2.489	13.506
29	25	-1.343	6.902
Point	Image	Vx	Vy
42	26	-6.099	-7.392
42	25	-3.677	-1.861
42	24	7.588	-9.774
Point	Image	Vx	Vy
44	25	1.878	-6.940
44	24	4.047	-10.616
44	23	12.384	-13.683
Point	Image	Vx	Vy
35	35	-9.547	2.558

35	24	-42.175	17.550	45	22	0.164	8.930
35	18	-14.368	5.913				
35	23	5.638	-3.611	Point	Image	Vx	Vy
35	19	-9.489	15.586	43	25	1.621	15.753
35	22	-3.210	-19.263	43	24	7.899	16.182
				43	28	-7.177	-6.801
Point	Image	Vx	Vy	43	23	15.025	1.614
23	10	41.372	34.239	43	29	-4.531	-1.637
23	11	24.171	17.469	43	30	10.577	-3.526
Point	Image	Vx	Vy	Point	Image	Vx	Vy
20	9	6.088	22.669	36	18	1.286	-0.892
20	10	8.446	9.670	36	23	5.898	-3.090
20	11	-16.414	1.056	36	19	6.637	-12.502
				36	22	-6.763	-1.307
Point	Image	Vx	Vy	Point	Image	Vx	Vy
17	8	16.089	-5.113	37	18	-26.062	-2.224
17	9	2.326	-14.142	37	23	14.076	0.079
17	10	-27.565	-9.556	37	19	-17.085	-15.182
17	11	-4.074	3.238	37	22	-8.121	-3.776
Point	Image	Vx	Vy	Point	Image	Vx	Vy
19	9	-4.875	28.579	46	23	-3.066	20.376
19	10	-28.854	27.103	46	22	1.660	-1.902
19	11	-20.474	23.441	46	30	-2.355	-8.381
				46	31	-3.193	-6.503
Point	Image	Vx	Vy	Point	Image	Vx	Vy
16	8	18.697	0.936	40	27	8.154	2.919
16	9	-5.498	16.899	40	26	8.661	2.670
16	10	0.913	11.391	40	25	0.887	-0.910
16	18	-7.098	16.158	40	28	1.082	-4.500
Point	Image	Vx	Vy	Point	Image	Vx	Vy
15	15	-0.632	-8.937	41	27	-3.915	4.324
15	8	-4.665	-1.761	41	26	7.950	-1.146
15	16	-5.417	3.571	41	25	9.114	-4.040
15	9	-18.729	12.183				
15	35	-1.829	18.291	Point	Image	Vx	Vy
15	10	-11.261	-7.573	49	28	-2.385	-3.482
15	18	-2.643	18.659	49	29	-0.983	-1.284
				49	30	6.586	2.652
Point	Image	Vx	Vy	Point	Image	Vx	Vy
14	7	7.676	0.090	34	16	-10.666	-7.121
14	15	-9.608	-1.536	34	35	-5.113	-10.608
14	8	2.052	-7.469	34	18	5.290	-15.425
14	16	-4.188	6.483				
14	9	-1.119	-0.601	Point	Image	Vx	Vy
14	35	-0.556	5.920	10	6	-9.150	-8.232
				10	14	-12.382	0.745
Point	Image	Vx	Vy	10	7	0.808	-9.367
12	7	-8.145	0.102	10	15	1.785	1.083
12	15	-9.048	3.782	10	8	-0.501	-10.415
12	8	-5.569	-10.660	10	16	22.569	-9.653
12	16	1.685	4.965				
12	9	6.424	-22.050	Point	Image	Vx	Vy
12	35	-5.197	0.036	100	28	7.795	10.891
				100	29	2.909	16.002
Point	Image	Vx	Vy	100	30	7.863	10.372
30	15	-13.606	6.133				
30	16	0.225	5.589	Point	Image	Vx	Vy
30	35	12.021	-4.356	50	29	-11.330	-5.905
				50	30	-6.783	0.741
Point	Image	Vx	Vy	Point	Image	Vx	Vy
32	16	-2.712	10.260	52	29	11.579	9.343
32	35	1.094	1.396	52	30	13.957	21.785
32	18	1.830	7.655	52	31	9.769	24.767
Point	Image	Vx	Vy	Point	Image	Vx	Vy
31	15	1.944	8.066	38	6	14.648	17.505
31	16	1.785	9.900	38	7	8.900	14.695
31	35	0.152	6.058	38	8	-41.949	22.648
Point	Image	Vx	Vy				
45	24	-4.380	2.016				
45	23	2.790	6.806				

Point	Image	Vx	Vy
5	13	16.474	-31.217
5	14	16.505	-30.123
5	27	21.072	-19.625
5	15	3.173	-22.924
Point	Image	Vx	Vy
8	9	20.244	-45.798
8	35	22.094	-18.884
8	10	21.749	-41.602
8	18	34.416	-36.895
8	11	8.546	-47.802
8	19	24.570	-22.666
Point	Image	Vx	Vy
9	30	-20.293	6.749
9	31	-24.434	2.097
Point	Image	Vx	Vy
11	29	-3.053	-20.946
11	30	1.157	-20.293
11	31	13.031	-23.888
Point	Image	Vx	Vy
101	4	0.286	2.705
101	5	-0.360	-2.783
Point	Image	Vx	Vy
102	4	-0.036	-0.327
102	5	0.044	0.327
Point	Image	Vx	Vy
103	4	1.155	2.028
103	5	-1.383	3.098
103	6	0.218	-4.926
Point	Image	Vx	Vy
104	4	-0.674	-5.204
104	5	0.596	2.937
104	6	0.185	2.218
Point	Image	Vx	Vy
105	4	-0.375	-3.572
105	5	0.118	1.421
105	6	0.334	2.135
Point	Image	Vx	Vy
106	4	0.459	1.556
106	5	-0.330	1.815
106	6	-0.126	-3.125
Point	Image	Vx	Vy
107	4	-1.860	-3.226
107	5	0.867	6.180
107	6	5.269	6.040
107	7	-3.973	-9.519
Point	Image	Vx	Vy
108	5	-0.802	-1.162
108	6	1.639	2.850
108	7	-0.813	-1.796
Point	Image	Vx	Vy
109	5	-2.364	-4.957
109	6	3.541	1.555
109	7	-1.240	3.364
Point	Image	Vx	Vy
111	5	0.215	-4.681
111	6	-1.061	4.425
111	7	0.826	-0.150
Point	Image	Vx	Vy
112	5	-0.056	-7.799

112	6	-1.409	5.529
112	7	1.300	2.288
Point	Image	Vx	Vy
127	5	-0.219	-1.467
127	6	0.209	1.496
Point	Image	Vx	Vy
113	6	-0.123	-11.471
113	7	-1.906	9.508
113	8	1.726	2.783
Point	Image	Vx	Vy
114	6	0.092	-4.132
114	7	-1.114	2.143
114	8	0.974	1.927
Point	Image	Vx	Vy
115	6	-3.391	-9.690
115	7	-0.241	5.985
115	8	8.064	2.351
115	9	-4.439	1.706
Point	Image	Vx	Vy
116	6	-0.221	-1.559
116	7	0.166	1.421
Point	Image	Vx	Vy
117	7	1.827	-9.378
117	8	1.267	4.591
117	9	-9.514	-3.434
117	10	7.294	8.720
Point	Image	Vx	Vy
118	7	-0.342	-2.780
118	8	0.460	2.760
Point	Image	Vx	Vy
119	7	-3.017	-5.474
119	8	3.831	-3.204
119	9	-0.718	8.630
Point	Image	Vx	Vy
120	8	0.135	1.353
120	9	0.015	-1.254
120	10	-0.125	-0.025
Point	Image	Vx	Vy
121	8	0.694	14.852
121	9	2.072	-9.617
121	10	-2.695	-4.160
Point	Image	Vx	Vy
122	8	-0.441	-7.124
122	9	-1.197	2.267
122	10	1.517	4.759
Point	Image	Vx	Vy
123	9	3.177	4.571
123	10	-4.775	0.791
123	11	1.754	-5.082
Point	Image	Vx	Vy
124	9	3.315	6.224
124	10	-6.144	-7.346
124	11	2.628	0.594
Point	Image	Vx	Vy
125	10	-1.796	-16.391
125	11	1.995	16.429
Point	Image	Vx	Vy
126	10	0.608	5.949
126	11	-0.745	-5.850

Point	Image	Vx	Vy
200	13	-0.136	-1.999
200	14	0.149	1.919
Point	Image	Vx	Vy
201	13	0.549	7.016
201	14	-0.596	-6.789
Point	Image	Vx	Vy
202	13	1.132	4.089
202	14	-1.320	2.764
202	15	0.160	-7.583
Point	Image	Vx	Vy
205	13	-2.124	8.904
205	14	1.441	-3.000
205	15	4.711	-3.030
205	16	-4.148	-2.490
Point	Image	Vx	Vy
206	13	-1.267	1.978
206	14	2.498	-3.811
206	15	-1.204	1.723
Point	Image	Vx	Vy
217	13	-0.074	-1.009
217	14	0.076	0.999
Point	Image	Vx	Vy
222	13	-1.159	3.188
222	14	2.794	-0.822
222	15	-1.666	-2.695
Point	Image	Vx	Vy
203	14	-1.121	-2.223
203	15	2.093	2.772
203	16	-0.961	-0.530
Point	Image	Vx	Vy
204	14	-0.296	5.138
204	15	1.657	0.837
204	16	-1.453	-6.087
Point	Image	Vx	Vy
207	14	0.166	4.270
207	15	0.459	-0.064
207	16	-0.716	-4.312
Point	Image	Vx	Vy
209	14	-7.711	-0.852
209	15	5.086	2.510
209	16	13.179	-0.908
209	35	-10.446	-1.245
Point	Image	Vx	Vy
208	15	-3.583	-1.864
208	16	6.760	-2.482
208	35	-3.016	4.265
Point	Image	Vx	Vy
210	15	-0.779	-6.810
210	16	-1.586	0.644
210	35	4.174	1.809
210	18	-1.631	4.108
Point	Image	Vx	Vy
211	16	-0.856	-10.055
211	35	-0.130	0.084
211	18	1.142	9.693
Point	Image	Vx	Vy
212	16	-0.851	0.815
212	35	1.284	-4.920
212	18	-0.408	4.107

Point	Image	Vx	Vy
216	16	-1.396	-10.047
216	35	0.921	-2.172
216	18	0.602	12.085
Point	Image	Vx	Vy
219	16	0.977	-20.618
219	35	-3.806	12.693
219	18	2.834	8.205
Point	Image	Vx	Vy
220	16	-1.994	1.984
220	35	3.830	-4.241
220	18	-1.806	2.237
Point	Image	Vx	Vy
213	35	0.247	-6.648
213	18	-2.392	-5.865
213	19	2.295	12.418
Point	Image	Vx	Vy
214	35	-2.380	4.843
214	18	4.413	-12.138
214	19	-2.031	7.353
Point	Image	Vx	Vy
215	35	-1.247	1.856
215	18	2.241	-5.614
215	19	-0.987	3.767
Point	Image	Vx	Vy
221	35	-2.807	-2.638
221	18	4.048	-12.998
221	19	-1.093	15.472
Point	Image	Vx	Vy
218	18	0.667	6.413
218	19	-0.728	-6.353
Point	Image	Vx	Vy
300	24	-11.258	21.105
300	23	24.597	-11.295
300	22	-13.602	-8.498
Point	Image	Vx	Vy
301	24	61.001	-59.037
301	23	-114.061	30.308
301	22	54.882	24.092
Point	Image	Vx	Vy
302	23	-0.060	-1.831
302	22	0.028	1.863
Point	Image	Vx	Vy
303	24	-10.327	12.729
303	23	21.909	-8.267
303	22	-11.833	-3.701
Point	Image	Vx	Vy
304	24	-7.723	5.524
304	23	15.991	-4.639
304	22	-8.463	-0.661
Point	Image	Vx	Vy
305	23	-0.019	-0.562
305	22	0.009	0.573
Point	Image	Vx	Vy
306	23	-0.035	-1.069
306	22	0.016	1.085
Point	Image	Vx	Vy
307	24	-0.899	-7.776
307	23	1.286	3.317
307	22	-0.499	4.764

Point	Image	Vx	Vy
308	24	-5.956	-5.902
308	23	11.540	-0.806
308	22	-5.818	6.796
Point	Image	Vx	Vy
318	24	4.853	9.348
318	23	-9.487	-3.118
318	22	4.625	-6.965
Point	Image	Vx	Vy
310	25	-3.106	2.078
310	24	6.752	6.066
310	23	-3.527	-7.790
Point	Image	Vx	Vy
311	25	-1.572	-0.172
311	24	2.984	-2.788
311	23	-1.436	2.955
Point	Image	Vx	Vy
317	26	-0.332	-3.236
317	25	-5.091	-0.247
317	24	11.856	9.452
317	23	-6.136	-5.291
Point	Image	Vx	Vy
312	26	-1.903	7.702
312	25	3.845	-5.596
312	24	-1.860	-1.673
Point	Image	Vx	Vy
313	27	-0.358	-5.387
313	26	-1.011	4.962
313	25	2.736	5.828
313	24	-1.628	-5.437
Point	Image	Vx	Vy
314	26	-2.368	4.453
314	25	4.670	1.060
314	24	-2.359	-5.356
Point	Image	Vx	Vy
309	27	-1.050	9.295
309	26	2.450	-2.539
309	25	-1.055	-6.781
Point	Image	Vx	Vy
316	27	-1.865	14.081
316	26	4.341	-6.921
316	25	-2.010	-6.941
Point	Image	Vx	Vy
315	27	0.032	4.389
315	26	0.030	-4.440
Point	Image	Vx	Vy
400	28	0.188	1.714
400	29	-0.184	-1.814
Point	Image	Vx	Vy
401	28	-0.041	-0.383
401	29	0.039	0.381
Point	Image	Vx	Vy
402	28	0.451	4.523
402	29	-0.411	-4.089
Point	Image	Vx	Vy
403	28	-0.091	-0.889
403	29	0.085	0.857
Point	Image	Vx	Vy
404	28	-0.144	-1.363

404	29	0.138	1.383
Point	Image	Vx	Vy
405	29	2.739	4.363
405	30	-4.789	-4.224
405	31	2.310	-0.078

Point	Image	Vx	Vy
406	29	0.770	-2.686
406	30	-2.221	-0.599
406	31	1.183	3.244

Point	Image	Vx	Vy
407	29	1.865	6.593
407	30	-2.481	-3.695
407	31	1.048	-2.922

Point	Image	Vx	Vy
408	30	-0.181	-2.085
408	31	0.103	2.075

The image residuals of the control points

The image ID = 4			
Point	ID	Vx	Vy
1		-18.334	-19.701
4		9.112	7.454
3		8.113	3.456
2		5.925	17.920
6		-1.621	2.741
7		-2.804	-6.346

RMSE of 6 points: mx=9.404,
my=11.723

The image ID = 5			
Point	ID	Vx	Vy
1		-18.283	-28.588
4		0.370	11.273
3		3.069	7.613
2		8.638	15.348
6		-2.469	7.374
7		11.663	-4.838

RMSE of 6 points: mx=9.666,
my=14.808

The image ID = 13			
Point	ID	Vx	Vy
1		-8.753	-3.616
4		0.564	-0.063
3		-0.776	4.021
2		7.033	8.279
6		-4.946	-2.290
7		-6.834	-1.032
5		16.474	-31.217

RMSE of 7 points: mx=8.190,
my=12.413

The image ID = 6			
Point	ID	Vx	Vy
4		-5.766	1.171
3		-0.014	-3.710
6		-0.367	11.241
7		-3.095	-7.559
10		-9.150	-8.232
38		14.648	17.505

RMSE of 6 points: mx=7.542, my=9.771

The image ID = 14			
Point	ID	Vx	Vy
4		-7.252	-1.648
3		-3.937	3.505
6		-3.835	-2.476
7		-0.685	3.086

28	5.972	12.995
29	9.313	11.486
10	-12.382	0.745
5	16.505	-30.123

RMSE of 8 points: mx=8.884,
my=12.447

The image ID = 27

Point ID	Vx	Vy
28	-4.009	-14.565
29	-14.875	0.925
40	8.154	2.919
41	-3.915	4.324
5	21.072	-19.625

RMSE of 5 points: mx=12.354,
my=11.184

The image ID = 7

Point ID	Vx	Vy
14	7.676	0.090
12	-8.145	0.102
10	0.808	-9.367
38	8.900	14.695

RMSE of 4 points: mx=7.161, my=8.714

The image ID = 15

Point ID	Vx	Vy
28	6.876	12.908
29	11.107	10.257
15	-0.632	-8.937
14	-9.608	-1.536
12	-9.048	3.782
30	-13.606	6.133
31	1.944	8.066
10	1.785	1.083
5	3.173	-22.924

RMSE of 9 points: mx=7.799,
my=10.529

The image ID = 26

Point ID	Vx	Vy
28	-4.754	-3.314
29	-6.776	8.169
42	-6.099	-7.392
40	8.661	2.670
41	7.950	-1.146

RMSE of 5 points: mx=6.985, my=5.307

The image ID = 8

Point ID	Vx	Vy
17	16.089	-5.113
16	18.697	0.936
15	-4.665	-1.761
14	2.052	-7.469
12	-5.569	-10.660
10	-0.501	-10.415
38	-41.949	22.648

RMSE of 7 points: mx=18.614,
my=10.830

The image ID = 16

Point ID	Vx	Vy
28	-5.167	13.141
29	-2.489	13.506
15	-5.417	3.571
14	-4.188	6.483
12	1.685	4.965
30	0.225	5.589
32	-2.712	10.260
31	1.785	9.900
34	-10.666	-7.121
10	22.569	-9.653

RMSE of 10 points: mx=8.464,
my=9.016

The image ID = 25

Point ID	Vx	Vy
28	-8.567	0.658
29	-1.343	6.902
42	-3.677	-1.861
44	1.878	-6.940
43	1.621	15.753
40	0.887	-0.910
41	9.114	-4.040

RMSE of 7 points: mx=5.053, my=7.221

The image ID = 9

Point ID	Vx	Vy
20	6.088	22.669
17	2.326	-14.142
19	-4.875	28.579
16	-5.498	16.899
15	-18.729	12.183
14	-1.119	-0.601
12	6.424	-22.050
8	20.244	-45.798

RMSE of 8 points: mx=10.604,
my=23.845

The image ID = 35

Point ID	Vx	Vy
35	-9.547	2.558
15	-1.829	18.291
14	-0.556	5.920
12	-5.197	0.036
30	12.021	-4.356
32	1.094	1.396
31	0.152	6.058
34	-5.113	-10.608
8	22.094	-18.884

RMSE of 9 points: mx=9.320,
my=10.016

The image ID = 24

Point ID	Vx	Vy
28	-14.433	3.831
42	7.588	-9.774
44	4.047	-10.616
35	-42.175	17.550
45	-4.380	2.016
43	7.899	16.182

RMSE of 6 points: mx=18.897,
my=11.524

The image ID = 28

Point ID	Vx	Vy
43	-7.177	-6.801
40	1.082	-4.500
49	-2.385	-3.482
100	7.795	10.891

RMSE of 4 points: mx=5.457, my=7.022

The image ID = 10

Point ID	Vx	Vy
23	41.372	34.239
20	8.446	9.670
17	-27.565	-9.556
19	-28.854	27.103
16	0.913	11.391
15	-11.261	-7.573
8	21.749	-41.602

RMSE of 7 points: mx=23.833,
my=23.933

The image ID = 18

Point ID	Vx	Vy
35	-14.368	5.913
16	-7.098	16.158
15	-2.643	18.659
32	1.830	7.655

36	1.286	-0.892
37	-26.062	-2.224
34	5.290	-15.425
8	34.416	-36.895

RMSE of 8 points: mx=16.433,
my=16.984

The image ID = 23

Point ID	Vx	Vy
44	12.384	-13.683
35	5.638	-3.611
45	2.790	6.806
43	15.025	1.614
36	5.898	-3.090
37	14.076	0.079
46	-3.066	20.376

RMSE of 7 points: mx=9.717, my=9.812

The image ID = 29

Point ID	Vx	Vy
43	-4.531	-1.637
49	-0.983	-1.284
100	2.909	16.002
50	-11.330	-5.905
52	11.579	9.343
11	-3.053	-20.946

RMSE of 6 points: mx=7.091,
my=11.699

The image ID = 11

Point ID	Vx	Vy
23	24.171	17.469
20	-16.414	1.056
17	-4.074	3.238
19	-20.474	23.441
8	8.546	-47.802

RMSE of 5 points: mx=16.507,
my=25.105

The image ID = 19

Point ID	Vx	Vy
35	-9.489	15.586
36	6.637	-12.502
37	-17.085	-15.182
8	24.570	-22.666

RMSE of 4 points: mx=16.044,
my=16.907

The image ID = 22

Point ID	Vx	Vy
35	-3.210	-19.263
45	0.164	8.930
36	-6.763	-1.307
37	-8.121	-3.776
46	1.660	-1.902

RMSE of 5 points: mx=4.996, my=9.699

The image ID = 30

Point ID	Vx	Vy
43	10.577	-3.526
46	-2.355	-8.381
49	6.586	2.652
100	7.863	10.372
50	-6.783	0.741
52	13.957	21.785
9	-20.293	6.749
11	1.157	-20.293

RMSE of 8 points: mx=10.468,
my=11.884

The image ID = 31

Point ID	Vx	Vy
46	-3.193	-6.503
52	9.769	24.767
9	-24.434	2.097
11	13.031	-23.888

RMSE of 4 points: mx=14.769,
my=17.541

ARAZİ MODELİ ÜRETİM SONUÇ RAPORU

DTM Extraction Report

Date Created: 01/03/08
Time Created: 11:53:24

DTM PROJECT INFORMATION

Block File Used: sil_gusel_2_tez_dene_1.blk
Block File Location: c:/aa_tez_dene/
DTM Correlation Time (seconds): 513
Points Per Second: 4662
DTM Generation Time (seconds): 421
Total Processing Time (seconds): 934

DTM Type: DEM
DTM Name: c:/aa_tez_dene/single_dtm.img
Number of Columns: 2107
Number of Rows: 2282
Cell Width: 3.0000 1
Cell Height: 3.0000 1
Upper left DEM corner coordinates: (329444.7765, 4436684.0704)
Lower right DEM corner coordinates: (339974.7765, 4425279.0704)

Minimum Mass Point Elevation: 393.7907
Maximum Mass Point Elevation: 1834.0205
Mean Mass Point Elevation: 1108.8684

Projection: UTM
Spheroid: International 1909
Datum: ED 1950-PT7
Horizontal Units: meters
Vertical Units: meters

Strategy Parameter Settings:

Image Pair Name: 2025_2026
Region Description: Default Region
Name of Strategy Used: Middle Mountains
List All of the Strategy Parameter Values Used:
Search Size: 21 x 3
Allow Adaptive Change: No
Correlation Size: 7 x 7
Allow Adaptive Change: No
Coefficient Limit: 0.8000
Allow Adaptive Change: No
Topographic Type: Mountains
Object Type: Forest
Use Image Band: 1
DTM Filtering: mod

Region Description: no description
Name of Strategy Used: Flat Areas
List All of the Strategy Parameter Values Used:
Search Size: 7 x 3
Allow Adaptive Change: No
Correlation Size: 7 x 7
Allow Adaptive Change: No
Coefficient Limit: 0.8000
Allow Adaptive Change: No
Topographic Type: Flat Areas
Object Type: Forest

Use Image Band: 1
DTM Filtering: high

Region Description: no description
Name of Strategy Used: Exclude Area
Elevation of Exclude Area: undefined

Image Pair Name: 2026_2027
Region Description: Default Region
Name of Strategy Used: Middle Mountains
List All of the Strategy Parameter Values Used:
Search Size: 21 x 3
Allow Adaptive Change: No
Correlation Size: 7 x 7
Allow Adaptive Change: No
Coefficient Limit: 0.8000
Allow Adaptive Change: No
Topographic Type: Mountains
Object Type: Forest
Use Image Band: 1
DTM Filtering: mod

Region Description: no description
Name of Strategy Used: Flat Areas
List All of the Strategy Parameter Values Used:
Search Size: 7 x 3
Allow Adaptive Change: No
Correlation Size: 7 x 7

Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Flat Areas
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: high

Region Description: no description
 Name of Strategy Used: Flat Areas
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 7 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Flat Areas
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: high

Image Pair Name: 2027_2028
 Region Description: Default Region
 Name of Strategy Used: Middle Mountains
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 21 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Mountains
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: mod

Region Description: no description
 Name of Strategy Used: Flat Areas
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 7 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Flat Areas
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: high

Region Description: no description
 Name of Strategy Used: Flat Areas
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 7 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Flat Areas
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: high

Image Pair Name: 2028_2029

Region Description: Default Region
 Name of Strategy Used: Middle Mountains
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 21 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Mountains
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: mod

Region Description: no description
 Name of Strategy Used: Flat Areas
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 7 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Flat Areas
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: high

Image Pair Name: 2029_2030
 Region Description: Default Region
 Name of Strategy Used: Middle Mountains
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 21 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Mountains
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: mod

Region Description: no description
 Name of Strategy Used: Flat Areas
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 7 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Flat Areas
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: high

Image Pair Name: 2030_2031
 Region Description: Default Region
 Name of Strategy Used: Middle Mountains
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 21 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000

Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Mountains
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: mod

Region Description: no description
 Name of Strategy Used: Flat Areas
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 7 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Flat Areas
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: high

Region Description: no description
 Name of Strategy Used: Flat Areas
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 7 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Flat Areas
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: high

Image Pair Name: 2031_2032
 Region Description: Default Region
 Name of Strategy Used: Middle Mountains
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 21 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Mountains
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: mod

Region Description: no description
 Name of Strategy Used: Flat Areas
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 7 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Flat Areas
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: high

Image Pair Name: 2121_2122
 Region Description: Default Region
 Name of Strategy Used: Middle Mountains

List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 21 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Mountains
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: mod

Image Pair Name: 2122_2123
 Region Description: Default Region
 Name of Strategy Used: Middle Mountains
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 21 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Mountains
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: mod

Image Pair Name: 2123_2124
 Region Description: Default Region
 Name of Strategy Used: Middle Mountains
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 21 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Mountains
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: mod

Image Pair Name: 2124_2125
 Region Description: Default Region
 Name of Strategy Used: Middle Mountains
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 21 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Mountains
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: mod

Image Pair Name: 2125_2126
 Region Description: Default Region
 Name of Strategy Used: Middle Mountains
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 21 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000

Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Mountains
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: mod

Image Pair Name: 2126_2127
 Region Description: Default Region
 Name of Strategy Used: Middle Mountains
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 21 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Mountains
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: mod

Image Pair Name: 1966_1967
 Region Description: Default Region
 Name of Strategy Used: Middle Mountains
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 21 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Mountains
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: mod

Image Pair Name: 1967_1968
 Region Description: Default Region
 Name of Strategy Used: Middle Mountains
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 21 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Mountains
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: mod

Image Pair Name: 1968_1969
 Region Description: Default Region
 Name of Strategy Used: Middle Mountains
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 21 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Mountains
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: mod

Image Pair Name: 1969_1970
 Region Description: Default Region
 Name of Strategy Used: Middle Mountains
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 21 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Mountains
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: mod

Image Pair Name: 1970_1971
 Region Description: Default Region
 Name of Strategy Used: Middle Mountains
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 21 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Mountains
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: mod

Image Pair Name: 1930_1931
 Region Description: Default Region
 Name of Strategy Used: Middle Mountains
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 21 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Mountains
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: mod

Image Pair Name: 1931_1932
 Region Description: Default Region
 Name of Strategy Used: Middle Mountains
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 21 x 3
 Allow Adaptive Change: No
 Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No
 Topographic Type: Mountains
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: mod

Image Pair Name: 1932_1933
 Region Description: Default Region
 Name of Strategy Used: Middle Mountains
 List All of the Strategy Parameter Values Used:
 Search Size: 21 x 3
 Allow Adaptive Change: No

Correlation Size: 7 x 7
 Allow Adaptive Change: No
 Coefficient Limit: 0.8000
 Allow Adaptive Change: No

Topographic Type: Mountains
 Object Type: Forest
 Use Image Band: 1
 DTM Filtering: mod

ACCURACY INFORMATION

General Mass Point Quality:

Excellent % (1-0.85): 56.5189 %
 Good % (0.85-0.70): 30.0039 %
 Fair % (0.70-0.5): 0.0000 %
 Isolated %: 0.0000 %
 Suspicious %: 13.4771 %

Global Accuracy:

Vertical Accuracy:

Total # of 3D Reference Points Used: 139
 Minimum, Maximum Error: -396.8477, 241.8481
 Mean Error: -49.1931
 Mean Absolute Error: 60.3983
 Root Mean Square Error (RMSE): 89.2387
 Absolute Linear Error 90 (LE90): 140.6479
 NIMA Absolute Linear Error 90: +/- 122.5534

Planimetric (Horizontal) Accuracy:

Total # of 3D Reference Points Used: 225
 Mean Error in X: 0.0000
 Mean Absolute Error in X: 5.6000
 Root Mean Square Error (RMSE) in X: 8.2192
 Mean Error in Y: -0.2889
 Mean Absolute Error in Y: 4.6889
 Root Mean Square Error (RMSE) in Y: 8.0485
 Circular Error 90 (CE90): 20.6155
 NIMA Circular Error 90: +/- 17.4497

Block GCP to DTM Vertical Accuracy

Total # of GCPs Used: 40
 Minimum, Maximum Error: -462.1859, 189.3169
 Mean Error: -6.9317
 Mean Absolute Error: 38.9323
 Root Mean Square Error: 87.9481
 Absolute Linear Error 90: 79.9268
 NIMA Absolute Linear Error 90: +/- 129.8060

Detailed Point Accuracy Information:

Pt.ID	X	Y	Z	DTM Z	Residual
1	329583.3673	4433049.1072	466.7752	473.5481	6.7729
4	331053.3278	4433503.0952	581.7941	579.9150	-1.8791
3	330695.3374	4433388.0983	581.7896	575.2507	-6.5389
2	330079.3539	4433628.0917	581.7819	569.8117	-11.9702
6	331154.8250	4433938.3435	618.7956	616.8002	-1.9954
7	331433.3175	4433727.0892	703.7993	711.8303	8.0310
28	334328.2402	4431159.1589	1246.8372	1254.8373	8.0001
29	334228.2429	4430536.1757	1344.8362	1366.6401	21.8040
42	335433.2107	4429816.1953	1383.8513	1405.1492	21.2979
44	335879.1988	4429233.2111	1313.8566	1316.5862	2.7296
35	337912.1440	4430639.1735	1395.8825	1398.6970	2.8145
23	339416.6029	4434946.0575	647.8994	638.1577	-9.7418
20	338480.1280	4435441.0440	673.8879	680.8132	6.9254
17	337230.1615	4435615.0391	586.8719	575.6961	-11.1758
19	337459.1555	4434926.0578	742.8752	746.6145	3.7393

16	335948.1961	4434459.5701	797.8564	789.5891	-8.2673
15	336205.6893	4433701.5906	1006.8602	1005.0565	-1.8038
14	335497.2084	4433629.0925	1065.8516	1070.2436	4.3921
12	334993.7219	4433395.0987	1132.8454	1138.9685	6.1230
30	335619.2053	4432410.1254	1437.8542	1460.9030	23.0488
32	336573.1797	4431862.1403	1480.8662	1493.9148	13.0486
31	335639.2048	4431795.1420	1408.8543	1424.5779	15.7236
45	337508.1550	4429216.2118	1464.8775	1448.6921	-16.1854
43	336401.1849	4428395.2338	1487.8636	1477.4543	-10.4093
36	339030.1140	4430353.1814	1422.8966	1402.6971	-20.1995
37	338957.1158	4431125.1605	1375.8956	1366.1365	-9.7592
46	339017.1146	4428372.2348	1447.8962	1637.2131	189.3169
40	333832.8539	4428204.7386	1517.8314	1529.3869	11.5554
41	333624.2593	4429757.1967	1345.8285	1366.6423	20.8138
49	336172.1914	4426013.2981	1787.8613	1736.7777	-51.0836
34	337019.1677	4432288.1289	1509.8720	1525.0631	15.1912
10	333688.2570	4433709.0900	1121.8291	659.6432	-462.1859
100	336293.1880	4427042.2703	1663.8626	1602.1893	-61.6733
50	336341.1870	4425523.3113	1831.8635	1766.1063	-65.7572
52	337553.1544	4425515.3117	1851.8788	1771.9520	-79.9268
38	333958.8346	4435282.2187	575.8308	519.6708	-56.1600
5	331867.2539	4431770.7359	798.8048	785.1513	-13.6536
8	337923.4065	4433849.8086	1133.0729	1116.1600	-16.9128
9	338801.4287	4425507.1624	1636.5987	1739.6276	103.0289
11	337668.9202	4426227.2064	1605.4792	1761.1350	155.6558

User Defined Reference DEM to DTM Vertical Accuracy

Reference DEM Name: 1

Total # of DEM Points Used for Checking Vertical Accuracy: 478

Minimum, Maximum Error: -472.6534, 405.3085

Mean Error: 139.8992

Mean Absolute Error: 163.9455

Root Mean Square Error: 175.6372

Absolute Linear Error 90: 215.5844

NIMA Absolute Linear Error 90: 103.7149

MEŞCERE TİPLERİNİN BAKILARA GÖRE ALANSAL DAĞILIMI

Tablo 7.1 : Bakı kod numaraları

Bakılar	Bakı Kod Numaraları	Bakının Gördüğü Açı Değerleri(°)
Düz	0	-
Kuzey	2	0-22.5
Kuzeydoğu	3	22.5-67.5
Doğu	4	67.5-112.5
Güneydoğu	5	112.5-157.5
Güney	6	157.5-202.5
Güneybatı	7	202.5-247.5
Batı	8	247.5-292.5
Kuzeybatı	9	292.5-337.5
Kuzey	10	337.5-360
Arazi Modeli dışında kalan alanlar	1	-

Tablo 7.2 : Meşcere tiplerinin bakılara göre alansal dağılımı

Meşcere Tipi	Bakı Sınıfı	Alan (ha)
İs	2	2,36517
İs	3	2,18461
İs	5	8,71365
İs	6	4,05774
İs	7	3,33267
İs	8	0,90455
İs	9	1,20285
İs	10	3,10138
İs/Trafo	6	0,00141
İs/Trafo	7	0,40630
İs/Trafo	8	1,21480
İs/Trafo	9	0,19844
Arc1	8	0,60890
Arc1	9	2,10639
Arc1	10	0,00728
BAr	2	2,80541
BAr	3	2,64969
BAr	4	5,58407

BAr	5	19,76828
BAr	6	40,89181
BAr	7	25,92884
BAr	8	9,94645
BAr	9	3,36729
BAr	10	2,65865
BBt	0	15,67835
BBt	1	0,04516
BBt	2	264,97927
BBt	3	270,51614
BBt	4	128,47927
BBt	5	99,68530
BBt	6	36,28351
BBt	7	37,55863
BBt	8	55,84621
BBt	9	303,08062
BBt	10	381,06100
BC	0	8,02129
BC	2	9,82473
BC	3	10,54092
BC	4	2,71793
BC	5	7,48910
BC	6	32,30142

BC	7	47,26317
BC	8	25,77065
BC	9	44,35325
BC	10	6,34753
BC/BBt	0	0,02637
BC/BBt	2	24,61810
BC/BBt	3	27,17602
BC/BBt	4	39,50731
BC/BBt	5	7,53764
BC/BBt	6	2,12640
BC/BBt	7	6,86714
BC/BBt	8	18,02235
BC/BBt	9	34,99706
BC/BBt	10	22,54929
BCAr	0	8,79129
BCAr	2	9,14000
BCAr	3	20,15272
BCAr	4	3,96711
BCAr	5	15,21598
BCAr	6	93,20861
BCAr	7	107,75251
BCAr	8	44,42956
BCAr	9	18,91599
BCAr	10	22,70291
Ca	0	0,05961
Ca	1	0,00250
Ca	2	16,77367
Ca	3	21,07663
Ca	4	14,98630
Ca	5	7,26293
Ca	6	1,48149
Ca	7	2,25613
Ca	8	0,00341
Ca	9	33,09667
Ca	10	8,85336
Ca1	0	0,00122
Ca1	1	0,00250
Ca1	2	0,08610
Ca1	3	0,73061
Ca1	4	0,43808

Ca1	5	0,89653
Ca1	6	1,11998
Ca1	7	0,79274
Ca1	8	1,06117
Ca1	9	5,46782
Ca1	10	0,36328
Cab2	0	0,05508
Cab2	2	1,09922
Cab2	3	2,38199
Cab2	4	0,38961
Cab2	5	0,00758
Cab2	6	0,02928
Cab2	7	0,70165
Cab2	8	1,49712
Cab2	9	9,38408
Cab2	10	5,23283
Cab3	0	0,02983
Cab3	2	0,07505
Cab3	3	0,03730
Cab3	4	0,00889
Cab3	5	0,01856
Cab3	6	0,00750
Cab3	7	0,02206
Cab3	8	3,55177
Cab3	9	13,07170
Cab3	10	0,46966
Cag	0	0,77957
Cag	2	38,65901
Cag	3	11,65206
Cag	4	0,32091
Cag	5	0,03750
Cag	6	0,13509
Cag	7	0,40772
Cag	8	5,43620
Cag	9	29,99642
Cag	10	16,21911
Cb1	2	0,25784
Cb1	9	1,33706
Cb1	10	1,03724

Cb3	0	0,00759
Cb3	2	3,25075
Cb3	3	3,48827
Cb3	4	1,63375
Cb3	5	0,59545
Cb3	6	0,16593
Cb3	7	0,01283
Cb3	8	0,04837
Cb3	9	1,85382
Cb3	10	2,30513
Cbc3	2	0,25556
Cbc3	3	1,72462
Cbc3	4	0,04857
Cbc3	8	0,08331
Cbc3	9	0,07935
Cbc3	10	0,13444
Cc1	2	0,13430
Cc1	3	0,76339
Cc1	4	1,16196
Cc1	8	0,46672
Cc1	9	1,15282
Cc1	10	0,20316
Cc2	2	10,52497
Cc2	3	5,24649
Cc2	4	1,68065
Cc2	5	0,95126
Cc2	6	7,52527
Cc2	7	9,52749
Cc2	8	6,61575
Cc2	9	3,04099
Cc2	10	10,62638
Cc3	0	0,03937
Cc3	1	0,00250
Cc3	2	54,96387
Cc3	3	30,40786
Cc3	4	19,07027
Cc3	5	1,71295
Cc3	6	0,07613
Cc3	7	2,40706
Cc3	8	25,97527

Cc3	9	60,95184
Cc3	10	44,90672
Ccd1	2	15,07741
Ccd1	3	12,20738
Ccd1	4	4,53962
Ccd1	5	1,58642
Ccd1	6	2,75350
Ccd1	7	13,38515
Ccd1	8	3,75340
Ccd1	9	28,06301
Ccd1	10	31,39083
Ccd2	0	1,78970
Ccd2	2	13,57542
Ccd2	3	17,15056
Ccd2	4	11,28780
Ccd2	5	2,92060
Ccd2	6	31,34318
Ccd2	7	24,69167
Ccd2	8	15,74497
Ccd2	9	44,48929
Ccd2	10	21,82787
Ccd3	0	0,25118
Ccd3	1	0,00660
Ccd3	2	106,39057
Ccd3	3	198,97850
Ccd3	4	79,43333
Ccd3	5	22,16342
Ccd3	6	9,85287
Ccd3	7	46,28552
Ccd3	8	173,59869
Ccd3	9	249,36427
Ccd3	10	100,95421
Cd1	2	0,21695
Cd1	3	0,34624
Cd1	4	0,66447
Cd1	5	0,02874
Cd1	7	3,31564
Cd1	8	10,23433
Cd1	9	21,69968
Cd1	10	5,87117

Cd1/Tensil	0	0,07804
Cd1/Tensil	2	11,32880
Cd1/Tensil	3	12,39417
Cd1/Tensil	4	19,46964
Cd1/Tensil	5	3,97094
Cd1/Tensil	6	1,81430
Cd1/Tensil	7	4,22650
Cd1/Tensil	8	7,42167
Cd1/Tensil	9	15,22825
Cd1/Tensil	10	11,98306
Cd2	2	0,52004
Cd2	3	0,98945
Cd2	4	2,33750
Cd2	5	0,51663
Cd2	6	0,01250
Cd2	7	0,00500
Cd2	8	3,89937
Cd2	9	1,25860
Cd2	10	0,41224
CMbc2	7	0,27834
CMbc2	8	1,10620
CMbc2	9	1,12432
CMbc3	2	3,94329
CMbc3	3	0,59307
CMbc3	8	0,56709
CMbc3	9	9,31057
CMbc3	10	5,28866
CMc1	2	4,48321
CMc1	3	0,12441
CMc2	2	2,33766
CMc2	3	4,67563
CMc2	4	3,46661
CMc2	5	0,01000
CMc2	6	1,42894
CMc2	7	5,23695
CMc2	8	0,49245
CMc2	9	2,97159
CMc2	10	4,43201

CMc3	0	0,00041
CMc3	2	3,21280
CMc3	3	1,31259
CMc3	4	1,87782
CMc3	5	0,21021
CMc3	6	0,63084
CMc3	7	1,61658
CMc3	8	1,77496
CMc3	9	6,11721
CMc3	10	4,02241
CMcd2	7	2,76477
CMcd2	8	0,89582
CMcd2	9	0,89491
Depo	2	1,72895
Depo	3	0,69637
Depo	4	0,03761
Depo	5	0,05585
Depo	6	0,05388
Depo	7	0,87824
Depo	8	0,79971
Depo	9	0,81872
Depo	10	1,25461
Kayalık	0	0,00003
Kayalık	2	8,46676
Kayalık	3	5,32757
Kayalık	4	1,37471
Kayalık	5	0,23019
Kayalık	10	4,53842
Mc2	6	0,77701
Mc2	7	0,79578
Mc3	2	1,57992
Mc3	10	0,58537
MCbc2	2	0,97686
MCbc2	3	2,24387
MCbc2	4	0,29302
MCbc2	9	0,33066
MCbc2	10	0,35222

MCbc3	0	0,01025
MCbc3	2	0,95329
MCbc3	3	0,95011
MCbc3	8	1,19027
MCbc3	9	1,19574
MCbc3	10	0,17327
MCc2	2	0,03534
MCc2	3	0,50478
MCc2	4	0,01735
MCc2	5	0,01750
MCc2	6	0,01250
MCc2	7	2,49349
MCc2	8	0,68772
MCc2	9	0,09377
MCc2	10	0,02727
MCc3	2	14,35003
MCc3	3	21,67644
MCc3	4	0,73841
MCc3	5	0,14937
MCc3	6	2,80612
MCc3	7	6,84342
MCc3	8	5,30016
MCc3	9	7,52424
MCc3	10	5,94555
OT	0	3,33731
OT	1	0,00500
OT	2	23,48884
OT	3	16,96114
OT	4	12,01240
OT	5	4,78616
OT	6	0,93499
OT	7	2,61908
OT	8	3,69235
OT	9	17,36814
OT	10	15,06977
su	0	263,4435
Z	0	0,98088
Z	1	0,00500

Z	2	69,34940
Z	3	68,87592
Z	4	22,70841
Z	5	39,77782
Z	6	56,43310
Z	7	40,52520
Z	8	38,51374
Z	9	82,79453
Z	10	54,94748

ÖZGEÇMİŞ

1982’de İstanbul’da doğdum. İlköğrenimimi 1993 yılında Eskişehir Milli Zafer İlkokulu’nda tamamladım. 1996 yılında Süleyman Çakır Ortaokulu’ndan mezun oldum ve 1999 yılında Süleyman Çakır Lisesi’ni bitirerek orta öğrenimimi tamamladım.

2000 yılında İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği bölümünü kazandım. İlk sene isteğe bağlı olarak yabancı dil hazırlık görerek 2005 yılında Lisans eğitimimi tamamlayarak Orman Mühendisi olarak mezun oldum.

28.12.2005 tarihinde İ.Ü. Orman Fakültesi Ölçme Bilgisi ve Kadastro Anabilim Dalına Araştırma Görevlisi olarak atandım ve halen bu görevimi sürdürmekteyim.