

KARADENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTUSU

JEODEZİ VE FOTOGRAFİYERİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

TEZ ÇALIŞMASI

PROGRAM NO :  
ANA BİLİM DALI NO :  
ENSTİTÜ NO :

K. Ü.
MERKEZ KÜTÜPHANESİ
Depo No : 10496
Platı : 100

BAĞIMSIZ MODEL BLOK DENGELEME İÇİN MODEL OLUŞTURMA  
VE ÖN SAYISAL BİLGİ İŞLEMLERİ

EMİNNUR TOPSAKAL

Yönetici : Doç. Dr. Ahmet YAŞAYAN

Trabzon , 1985

- . Çalışmalar sırasında her türlü yardımı esirgemeyen tez yöneticisi sayın Doç.Dr. Ahmet Yaşayan'a, sayın Dr. Davut Koyuncu'ya
- . Tez çalışmasının yazımında gerekli olan araç gereçleri sağlayan İnş. Fak. görevli sayın Ersegün Bergün'e , sayın Yaşar Yavuz'a
- . Çalışmalarım süresince bana destek olan tüm arkadaşlarıma

teşekkürlerimi sunarım.

# BAĞIMSIZ MODEL BLOK DENGELEME İÇİN MODEL OLUŞTURMA VE ÖN SAYISAL BİLGİ İŞLEMLERİ

## İçindekiler

1.	Giriş	1
2.	Analitik yöntemle model oluşturma	2
2.1	Hazırlık çalışmaları	2
2.2	Ölçme işlemleri	3
2.2.1	İşlevleri yönünden nokta türleri	4
2.2.2	Oluşturulmuş biçimleri yönünden nokta türleri	4
2.2.3	Komparatörler	6
2.3	Kayıtların komparatör koordinat sisteminden resim koordinat sistemine dönüştürülmesi	8
2.3.1	Resim koordinatları	8
2.4	Resim koordinatlarına getirilecek düzeltmeler	12
2.4.1	Başlangıcın düzeltilmiş asal noktaya alınması ve film deformasyonu	12
2.4.2	Mercek distorsiyonu	12
2.4.2.1	Radyal distorsiyon	13
2.4.2.2	Teğetsel distorsiyon	15
2.4.3	Atmosferik kırılma	18
2.4.4	Yer küreselliği	19
2.5	Sayısal karşılıklı yöneltme	22
2.5.1	Sayısal karşılıklı yöneltme için co-planarity ( Düzlemdeşlik ) koşulu	23
2.5.2	Co-planarity koşulunun doğrusallaştırılması	28

2.5.2.1	Sıfır durumunda doğrusallaştırma	30
2.5.2.2	Genel durumda doğrusallaştırma	32
2.5.3	Co-planarity eksikliğinin hesaplanması ( Sabit terimler )	32
2.5.4	Sayısal karşılıklı yöneltmede genel işlemler	33
2.5.5	Son iterasyon için ölçüt	35
2.6	Model koordinatlarının hesaplanması	36
2.6.1	Model koordinatlarının elde edilmesinde genel işlemler	40
2.7	Sayısal yöntemle model oluşturmada kullanılan programlar	41
2.7.1	Programların tanıtılması	41
2.7.2	Programların akış çizgeleri	43
2.7.3	Analitik yöntemle arazi koordinatları elde edilmiş bir model örneği	52
3.	Analog yöntemle model oluşturma	62
4.	Deneysel çalışmalar	65
4.1	Amaç ve içerik	65
4.2	Sorunlar - öneriler	66
5.	Analitik ve analog yöntemlerle oluşturulan modellerin , arazi sistemine dönüştürülmüş koordinatlarının karşılaştırılması	68
6.	Sonuç	77

## GİRİŞ

Fotogrametrik nirengi çeşitli ölçütlere göre sınıflandırılabilir. Bu ölçütler dengelemede kullanılan birim ( kolon, resim, model ) veri toplamada kullanılan yöntem ve araçlar ( analog, analitik, yarı analog ) olabilir.

Son yıllarda hesaplama araçlarındaki gelişmelere paralel olarak analitik yöntemlere ilgi gittikçe artmaktadır. Analitik yöntemlerin tümünde giriş verileri mono veya stereo komparatör ölçmeleri yardımıyla elde edilen resim koordinatlarıdır. Elde edilen resim koordinatları bilinen tüm hatalardan arındırıldıktan sonra fotogrametrik nirengide kullanılabilir.

İster analitik , isterse analog yöntemde olsun fotogrametrik nirenginin gerçek anlamda gerçekleştirilebilmesi için modeller kolonlar arasındaki bağlantının çok iyi bir şekilde sağlanmış ve resimler üzerinde yer alan yer kontrol noktalarının kesin olarak belirlenmiş olması gerekir. Bu işlemleri içeren hazırlık çalışmaları, çalışmaların önemli bir kısmını kapsamaktadır. Analitik yöntemde monokomparatörle olan işlemlerde bu çalışmaların önemi dahada artmaktadır.

Bu çalışmanın ilk bölümünü fotogrametrik nirengi süreci içerisinde bağımsız model blok dengeleme için girdi olabilecek verilerin ölçülmesi ve analitik yoldan elde edilmesi teşkil etmektedir. Bu bölümde bağımsız modellerle blok dengeleme için tek resim ölçülerinden stereo modelin oluşturulması ve ilgili noktaların model koordinatlarının elde edilmesi için aşağıda gösterilen adımlar tek tek ele alınmıştır.

- . Hazırlık çalışmaları
- . Ölçme işlemleri
- . Resim koordinatlarının elde edilişi
- . Resim koordinatlarına düzeltmelerin getirilişi
- . Sayısal karşılıklı yöneltme
- . Model koordinat hesabı

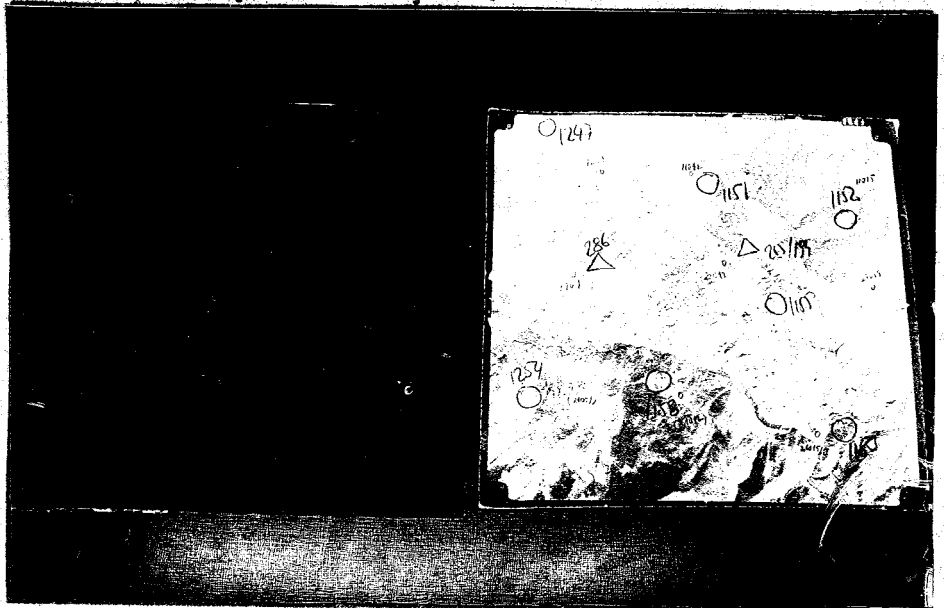
İkinci bölümde ise analog yöntem ile model oluşturma ve ölçme işlemleri yer almaktadır.

## 2. ANALİTİK YÖNTEMLERLE MODEL OLUŞTURMA

### 2.1 HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

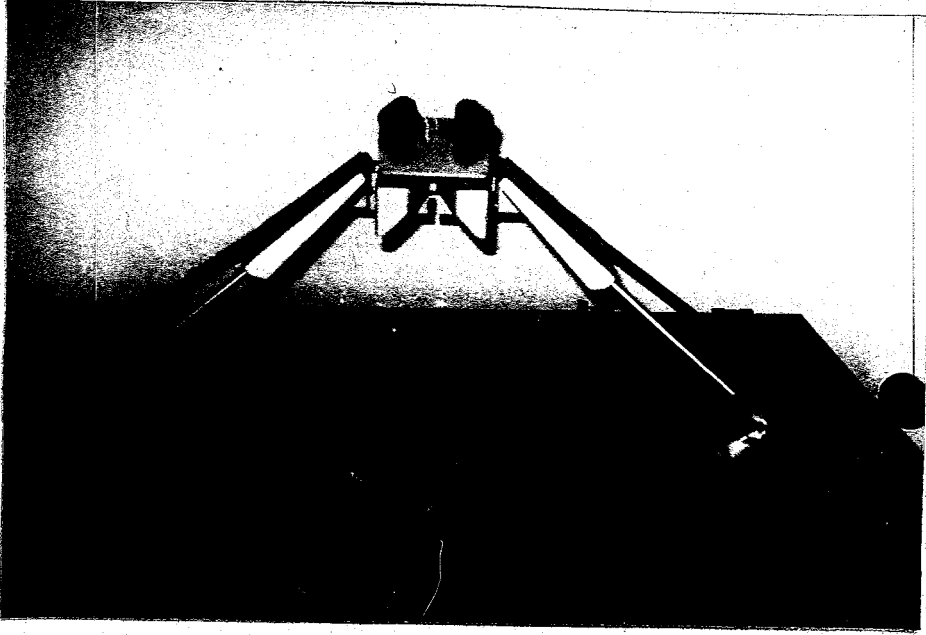
Fotogrametrik işlemlere başlamadan önce kart baskı resimler üzerinde kaba bir şekilde yerleri belirtilen ve krokileri çıkartılmış olan tüm yer kontrol noktalarının diyapozitifler üzerinde kesin olarak belirlenmesi gerekmektedir. Yer kontrol noktalarından başka oluşturulacak modeller ve kolonlar arasındaki bağlantıyı sağlayacak olan bağlantı noktalarının da diyapozitifler üzerinde yerleri belirlenmelidir. Fotogrametride diğer bütün işlemler hazırlık çalışmaları adı verilen bu çalışmaların üzerine inşa edileceğinden hazırlık çalışmalarının önemi büyüktür.

Hazırlık çalışmaları sırasında mevcut diyapozitifler üzerinde üç kez büyütme aynalı stereoskop yardımıyla yer kontrol noktaları , bağlantı noktaları ve diğer noktalar tesbit edilmiş , işaretlenip krokileri çıkarılmıştır.



Şekil 1 : Diyapozitifler ve kart baskı resimler

Çalışmalar sırasında kullanılan diyapozitifler kart baskı resimler şekil (1)'de ,stereoskop şekil (2)'de gösterilmiştir.



Şekil 2 : Stereoskopun resmi

## 2.2 ÖLÇME İŞLEMLERİ

Bağımsız model blok dengeleme amacıyla resimler üzerinden gerekli bilgilerin alınması çeşitli aletlerle yapılabilir. Bu çalışmada fotogrametrik ölçme aleti olarak mono komparatör kullanılmıştır. Ölçme işlemlerinin tanımına geçmeden önce resimler üzerinde yer alan ve ölçüleri yapılacak noktalar türleri, işlevleri ve oluşturuluş biçimleri yönünden aşağıda kısaca incelenmiştir.

### 2.2.1 İŞLEVLERİ YÖNÜNDEN NOKTA TÜRLERİ

- . YER KONTROL NOKTALARI : Triyngulasyon , trilaterasyon poligonasyon gibi çeşitli jeodezik ölçme ve hesaplama yöntemleri ile yer kontrol noktalarının koordinatları elde edilebilmektedir. Yer kontrol noktaları uçuştan önce arazide belirtilmiş veya belirtilmemiş olabilir. Belirtilmemiş ise iyi görülebilen doğal noktalar ,yer kontrol noktaları olarak seçilebilir. Bunların koordinatları daha sonra arazide yapılacak jeodezik ölçme yöntemleri ile ve gerekli hesaplamalarla elde edilir.
- . KÜÇÜK KONTROL VE BAĞLANTI NOKTALARI : Fotogrametrik nirengi ile koordinatları bulunmak istenen küçük kontrol noktaları , daha sonraki stereo değerlendirmede modellerin mutlak yönelttilmesinde kullanılır. Fotogrametrik ölçme ve hesaplamalar sırasında da aynı kolondaki ardışık modellerin birbirine bağlanmasında bu noktalar geçiş noktası olarak kullanılır. Küçük kontrol noktalarının model köşelerinde ve modeller arası ortak alanlarda olması gerekir. Küçük kontrol noktalarının aynı zamanda komşu kolonları birbirine bağlayan noktalar olarakda kullanılması arzu edilirse de , çoğu kez pratik güçlükler nedeniyle , ayrıca bağlantı noktaları seçmek gerekir. / 5 /

### 2.2.2 OLUŞTURULUŞ BİÇİMLERİ YÖNÜNDEN NOKTA TÜRLERİ

- . İŞARETLİ NOKTALAR : Resim çekilmeden önce arazide işaretlenmiş noktalardır. İşaretlerin geometrik biçimleri kare , üçgen veya daire olabilir.

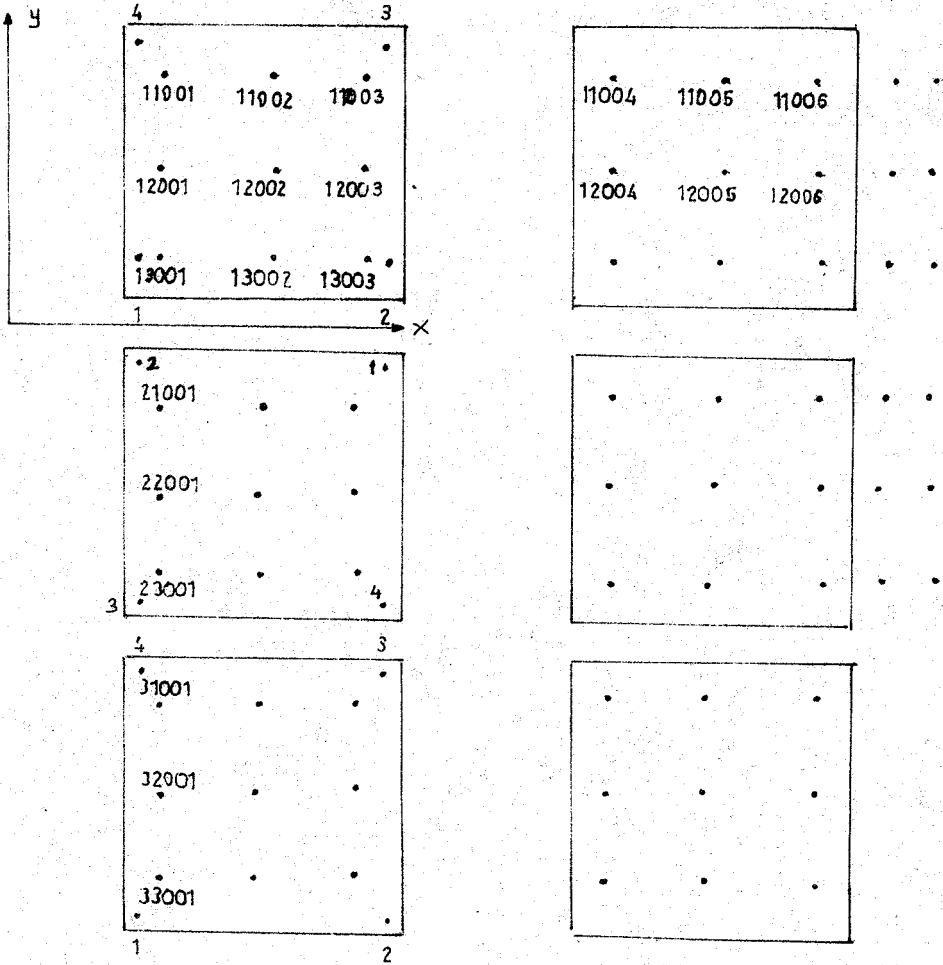
Noktalar uçuştan önce işaretlenmesi fotogrametrik nirengi sırasında tanınma ve transfer hatalarını ortadan kaldırması ve ölçü markasını (işareti) daha



incelikle uygulama imkanı sağlaması bakımından en doğru bir çözüm şeklidir. Ancak işaretli noktaların resimler üzerinde uygun dağılımlarını sağlamak için çok iyi bir uçuş tekniğine gereksinme vardır.

- . DOĞAL NOKTALAR : Resimler üzerinde amaca uygun yerlerde seçilmiş , yol kavşakları , parsel kırık noktaları, bina köşeleri gibi ayrıntı noktalarıdır.
- . YAPAY NOKTALAR : Özel iğnelerle ve Wild " PUG " , Zeiss " Snop marker " gibi özel aletlerle diyapozitiflerin emilsiyonlu yüzünde küçük delikler açılarak yapay noktalar yapılabilir , ve bunlar küçük kontrol noktası olarak kullanılabilir. Seçim kolaylığı yönünden işaretli ve doğal noktalara göre daha kullanışlıdır. İki şekilde uygulanabilir ya her nokta her kolonda sadece bir cama delinir veya bütün noktalar ilgili bütün camlara delinir.

Bu çalışmada ilk önce resim çerçeve noktaları daha sonra modeller , kolonlar arası bağlantıyı sağlayan daha önceden tesbit edilmiş , krokileri çıkarılmış bağlantı noktaları ve son olarakta yer kontrol noktaları ölçülmüştür. Çerçeve noktaları şekilde görüldüğü (1,2,3,4) şeklinde numaralanmış bağlantı noktaları ise şekil (3)'de gösterildiği ( 11001, 11002, 21001, 21002 ) gibi numaralanmıştır. Modeller ve kolonlar arasında , ortak olan noktalarda ilk resim , model , kolona göre verilen nokta numarası , nokta numarası olarak alınmıştır.



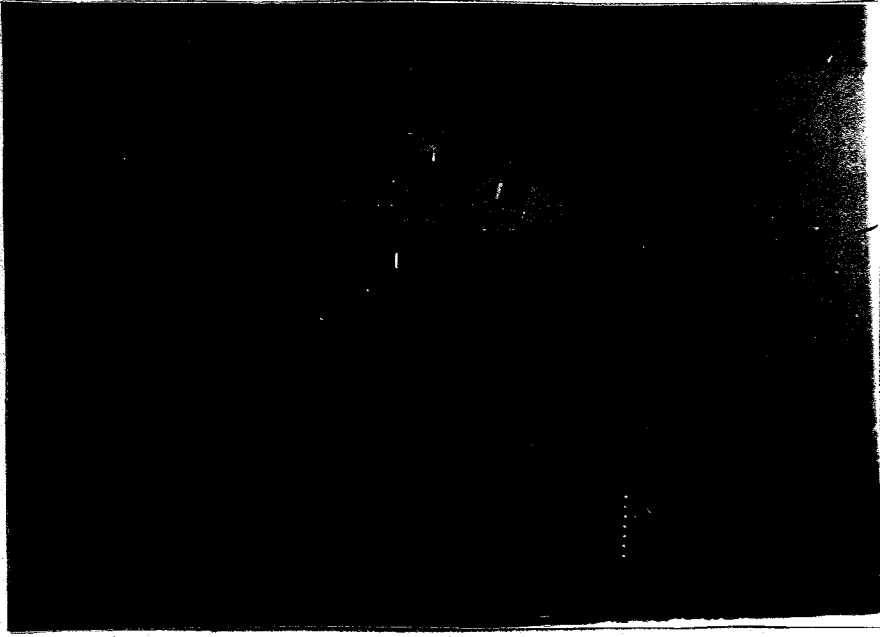
Şekil 3 : Resim noktalarının numaralanışı

### 2.2.3 KOMPARATÖRLER

Resim koordinatlarını ölçmeye yarayan komparatörlerin mono ve stereo olmak üzere iki türü mevcuttur. Mono komparatörlerde tek bir resimle çalışılırken stereo komparatörlerde adındanda anlaşılacağı üzere iki resimle çalışılmaktadır.

Mono komparatörler bir koordinat ölçme düzeni bir gözetleme sistemi , ölçü markası ve koordinat kayıt ediciden oluşurlar. Bu çalışmada kullanılan mono komparatör SPACE OPTIC 102 aleti

şekil (4)'de gösterilmiştir. 23x23 cm lik ve ek düzeneğe gerektirerek 18x18 cm lik camlarla çalışmaya olanak veren bu alet merkezleri arasındaki uzaklık 20 mm olan 12x12 daireden oluşan bir altlığa sahiptir. Ölçü markası ise 1 µm luk incelikle ölçü yapılmasına olanak sağlayacak şekilde teşkil edilmiştir. Aşağı - yukarı ve sağa - sola olan el çarkı hareketleri , iki daire merkezi arasındaki mesafe ile sınırlıdır. Aletin koordinat göstergesinden başka noktanın tanınmasını sağlayan herbiri altı ondalık basamaklı iki penceresi vardır.

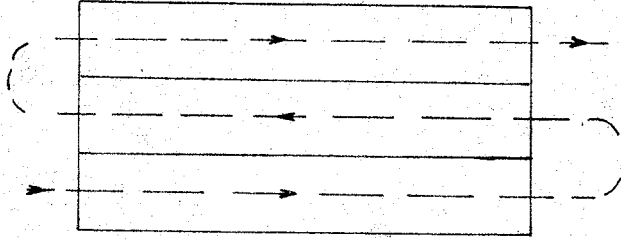


Şekil 4 : Mono komparatörün resmi

Komparatörde okunan ve tanıma bilgileri verilen noktaların kayıtları MEGA - TNT 1 birimi aracılığıyla bilgisayar kayıt ortamı olan disketlere aktarılabilir.

Komparatörden bilgisayara aktarılan bilgilerin kullanıma hazırlanması için bir takım işlemlerden geçirilmesi gerekmektedir. Elde edilen kayıtlar programlar yardımıyla komparatör koordinatları olarak diğer işlemlere hazır duruma getirilebilir.

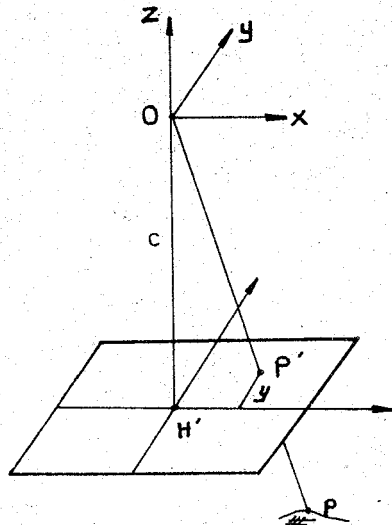
### 2.3 KAYITLARIN KOMPARATÖR KOORDİNAT SİSTEMİNDEN RESİM KOORDİNAT SİSTEMİNE DÖNÜŞTÜRÜLMESİ



Şekil 5 : Çalışma alanının uçuş planı

Uçuş kolonları yukarıda gösterilen çalışma alanında ilk önce rastgele konumdaki komparatör dik koordinat sistemi ile kalibrasyon raporundan alınan resim koordinat sistemi arasında bir uyum sağlanmaya çalışılmıştır. Bir kalibrasyon raporu örneği EK -1'de verilmiştir. İki sistem arasındaki dönüşüme geçmeden resim koordinatları ele alınmıştır.

#### 2.3.1 RESİM KOORDİNATLARI



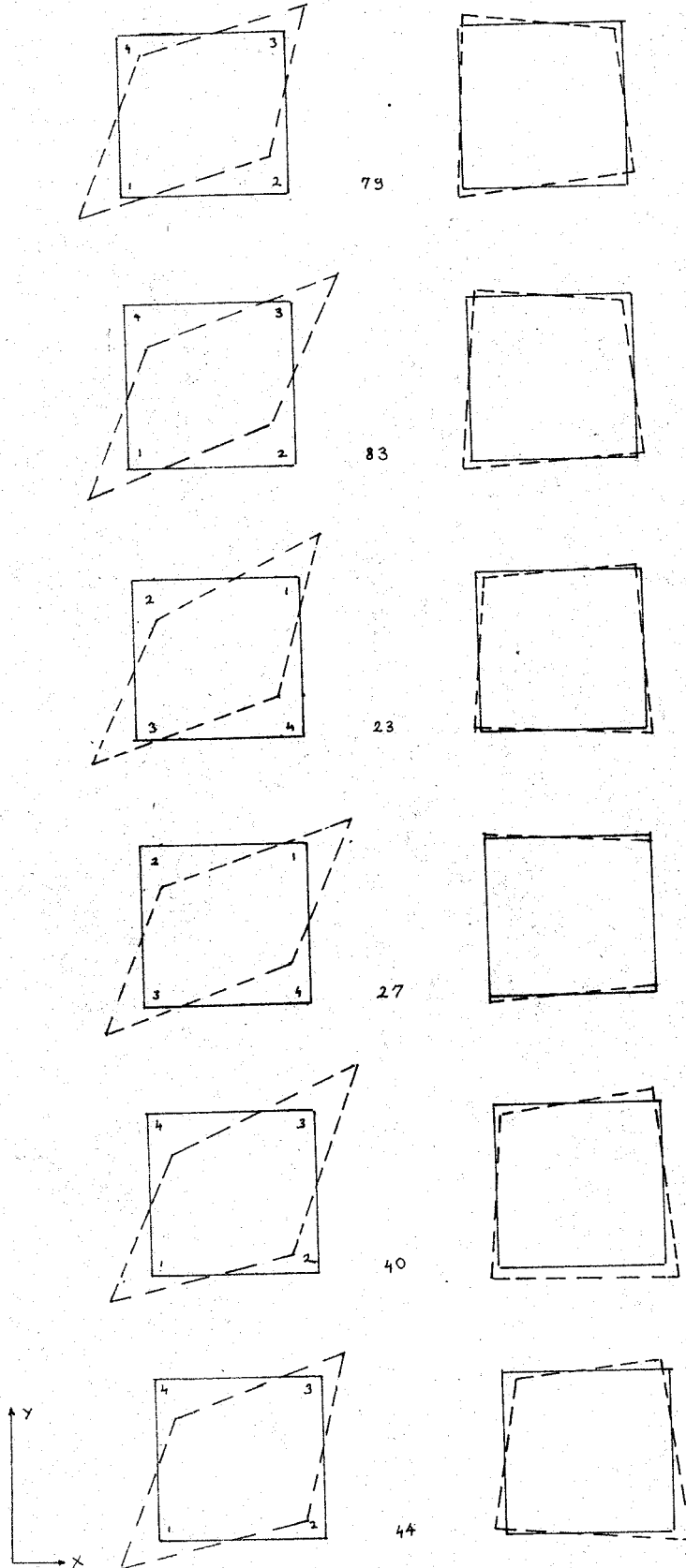
Şekil 6 : Resim koordinat sistemi

Fotogrametride resim koordinatları sisteminin başlangıcı genellikle " O " izdüşüm merkezi alınır. Şekil (6)' da görüldüğü gibi pozitif z eksenini H'O doğrusu ile çakıştır. Bu durumda xy düzlemi resim düzlemine paraleldir. x ve y eksenlerinde resmin kenar ortalarında bulunan göstergelerin karşılıklı birleştirilmesi ile elde edilen eksenlere paraleldir. O halde resim koordinatları resim göstergelerinin belirttiği eksenler yardımıyla , doğrudan doğruya resim üzerinde ölçülebilir. Resim üzerindeki bir P' noktasının koordinatları , pozitif resim kullanıldığında ( xp , yp , -c ), negatif resim kullanıldığında ( xp , yp , +c ) dir.

Kayıtların komparatör koordinat sisteminden resim koordinat sistemine dönüşümü için önce çerçeve işaretleri kullanılarak benzerlik dönüşümü uygulanmıştır. Bloğun çeşitli bölümlerinden alınan resimler üzerinde yapılan uygulamalar sonucunda elde edilen değerlerde ortak noktadaki artık hatalar büyük çıkmıştır. Şekil (8)' de grafik olarak da gösterilen bu hatalar bir benzerlik dönüşümü ile ortadan kaldırılacak nitelikte bulunamamıştır. Benzerlik dönüşümü sonuçlarından oluşturulan artık hataların vektörel durumunu gösteren yapıya uygun olarak afin , projektif dönüşüm veya ikinci , üçüncü dereceden polinomların kullanılması gereği ortaya konulmuştur.

Dört çerçeve noktası kullanılmak suretiyle projektif dönüşüm uygulanırsa artık hatalar sıfır olur. Bu durum kaba hataların kontrol altına alınmaması demektir. Oysa bu dört noktada afin dönüşüm dengelemeli olarak uygulanabilir. Kaba hataların kontrol altına alınmasından dolayı dengeleme tercih edilir. Kısaca komparatör ve resim koordinat sistemleri arasındaki en iyi ilişki afin dönüşüm ile sağlanabilir.





Şekil 8 : 1/300 hata ölçeği ile hatalar 1.ci kolon benzerlik  
2.ci kolon afin dönüşüm sonuçlarını göstermektedir

## 2.4 RESİM KOORDİNATLARINA GETİRİLECEK DÜZELTMELER

Bir merkezi izdüşüm için mümkün olabilen en iyi şartın yerine getirilmesinde bilinen bütün hatalar için resim koordinatlarına düzeltmeler verilir. Söz konusu düzeltmeler

- . Başlangıcın düzeltilmiş asal noktaya alınması
- . Film deformasyonu için düzeltme
- . Mercek distorsiyonu için düzeltme
- . Yer küreselliği için düzeltme
- . Atmosferik kırılma için düzeltme

dir.

### 2.4.1 BAŞLANGICIN DÜZELTİLMİŞ ASAL NOKTAYA ALINMASI VE FİLM DEFORMASYONU

Kalibrasyon raporlarında çerçeve noktalarının ya asal noktaya yada asal noktanın simetrisi olan noktaya göre koordinatları veya bu çerçeve noktaları arasındaki uzunluklar verilmektedir. Uzunluklar verilmişse uygun hesaplamalarla noktaların koordinatları elde edilebilir.

Emilsiyon ve emilsiyon taşıyıcısı film sıcaklık ,nem gibi çevre şartları , eskime ve kimyasal işlemler gibi olayların fonksiyonu olarak çok yönlü deformasyonlara uğrarlar. Film deformasyonları kenarlarda en büyük değerini alır. Resmin ortalarında en küçük değerdedir.

Komparatör koordinatlarından resim koordinatlarına dönüşüm sırasında film deformasyonu da giderilmiş olur.

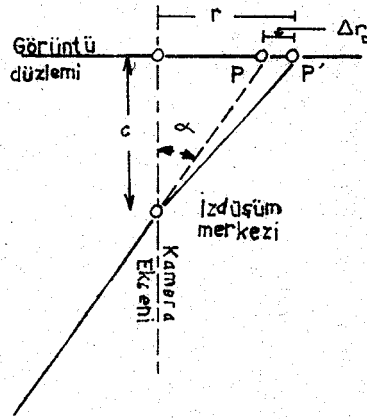
### 2.4.2 MERCEK DISTORSİYONU

Fotogrametrik kameralardaki mercekler birden fazla mercekten oluşan sistemlerdir. Bu nedenle görüntü , merkezi izdüşüm kuramının belirlediği noktadan farklı bir noktada oluşur.



Bugün kullanılan bütün mercekler ölçülebilir distorsiyona ve diğer optiksel kusurlara sahiptirler. Mercek distorsiyonu ölçülerin doğruluğu üzerinde iyi olmayan etkiler bırakan hatalara sebep olur. Bu nedenle bütün kamera merceklerini dikkatlice test etmek esastır. Kamera kalibrasyon raporlarında odak uzaklığı , asal noktanın yeri ve diğer bütün distorsiyon parametreleri tanımlanır. Mercek distorsiyonu radyal ( Çapsal ) ve teğetsel olmak üzere iki kısma ayrılabilir.

#### 2.4.2.1 RADYAL DISTORSİYON



Şekil 9 : Radyal mercek distorsiyonu

Şekil (9)'da görüleceği gibi  $\alpha$  bir ışının düşeyle yani kamera eksenine yaptığı açı , c odak uzaklığı, r asal nokta ile görüntü noktası arasındaki mesafe ve  $\Delta r_0$  radyal distorsiyon, görüntü noktasının merkezi izdüşüm kuramına göre olması gerekli yer ile görüntü noktası arasındaki mesafedir. Şekil (9)'dan odak uzaklığının bir fonksiyonu olarak radyal distorsiyon

$$\Delta r_0 = r - c \cdot \tan \alpha \quad ( 2.1 )$$

formülü ile ifade edilebilir.

Distorsiyonla ilgili olarak aşağıda belirtilen hipotezler göz önünde bulundurulur. / 2 /

- . Işın desteleri mercekten saparak geçer,
- . Distorsiyon sürekli bir fonksiyon yardımıyla gösterilebilir.

Çalışmalar sırasında mercek distorsiyon eğrisine yaklaşımı uygun olan

$$\Delta r_D = a_0 r + a_1 r^3 + a_2 r^5 + a_3 r^7 + a_4 r^9 + \dots \quad ( 2.2 )$$

polinomu kullanılmıştır.

Polinomda eğrinin şeklini " a " katsayıları tayin eder. " a " katsayıları, kamera kalibrasyon raporlarından alınan r değerleri yerine konularak en küçük kareler yöntemiyle elde edilir. Daha sonra resim üzerindeki herhangi bir noktada mercek distorsiyonu ( 2.2 ) formülü yardımıyla bulunabilir. Radyal mesafe ( yarıçap )

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

( 2.3 )

formülü ile hesaplanır.  $\Delta r$  nin  $\Delta x$  ,  $\Delta y$  olmak üzere iki bileşeni söz konusudur. Distorsiyon ve onların bileşenleri arasındaki ilişki

$$\frac{\Delta r}{r} = \frac{\Delta x}{x} = \frac{\Delta y}{y}$$

( 2.4 )

şeklinde ifade edilebilir. Düzeltilmiş resim koordinatları ya da düzeltme sonunda

$$\bar{x} = x - \Delta x = x \left\{ 1 - \frac{\Delta r_D}{r} \right\}$$

$$\bar{y} = y - \Delta y = y \left\{ 1 - \frac{\Delta r_D}{r} \right\}$$

( 2.5 )

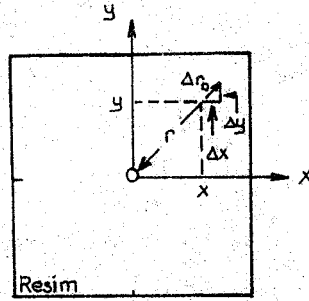
şeklinde hesaplanır. Veya mercek distorsiyonu , varsa atmosferik kırılma ve yer küreselliği düzeltmeleri toplanır.

$$\Delta r = \Delta r_D + \Delta r_R - \Delta r_K \quad ( 2.6 )$$

Resim koordinatları en sonunda hesaplanır.

$$\bar{x} = x \left( 1 - \frac{\Delta r}{r} \right) \quad ( 2.7 )$$

$$\bar{y} = y \left( 1 - \frac{\Delta r}{r} \right)$$

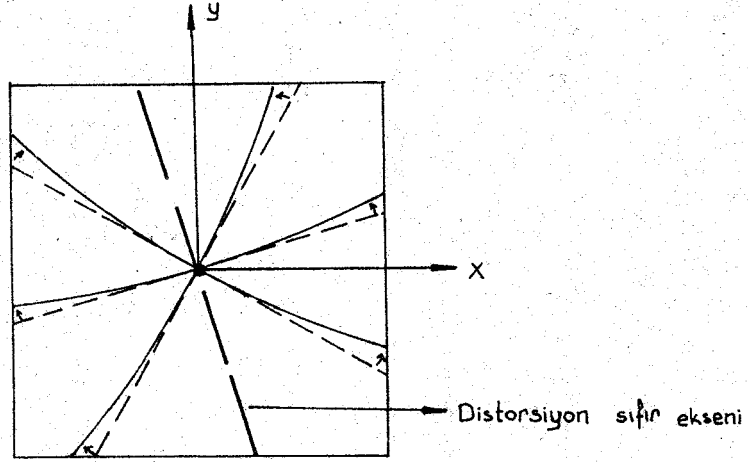


Şekil 10 : Radyal distorsiyonun bileşenleri

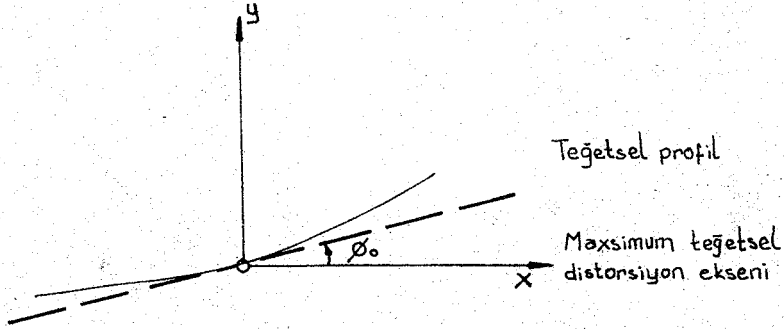
#### 2.4.2.2 TEĞETSSEL DİSTORSİYON

Mercek bileşenlerinin kusurlu merkezlenmesi ve bileşik mercek ürünlerindeki diğer kusurlardan dolayı ortaya çıkar.

Bu distorsiyon nedeniyle farklı bir asal noktanın oluşmasına sebep olur. Çok sayıda merceğin olmasından oluşan bu eksiklik merceğe küçük bir prizma eklenmesi ile aşağı yukarı ortadan kaldırılır.



Şekil 11 : Teğetsel distorsiyon



Şekil 12 : Teğetsel distorsiyonun geometrik anlamı

GHOSH.S.K nın Analytical photogrammetry kitabından teğetsel distorsiyonun bileşenleri için

$$\Delta x = \{ P_1 ( r^2 + 2x^2 ) + 2P_2 xy \} \{ 1 + P_3 r^2 + P_4 r^4 + \dots \}$$

$$\Delta y = \{ 2P_1 xy + P_2 ( r^2 + 2y^2 ) \} \{ 1 + P_3 r^2 + P_4 r^4 + \dots \} \quad ( 2.8 )$$

formülleri verilmektedir. Burada

$$P_1 = -J_1 \sin \varnothing.$$

$$P_2 = J_1 \cos \varnothing.$$

$$P_3 = J_2 / J_1$$

$$P_4 = J_3 / J_1$$

$J_1, J_2$  : Teğetsel distorsiyonun profil fonksiyonunun parametreleri

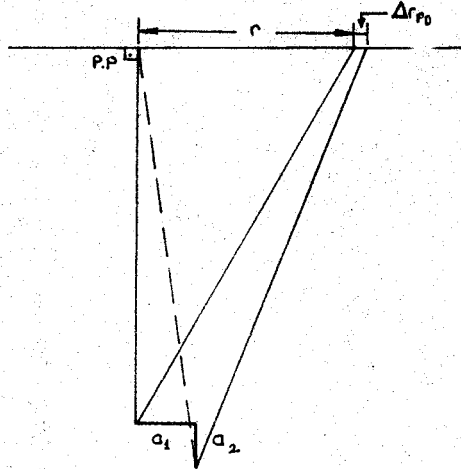
$\phi_0$  : Resmin x eksenini ile max teğetsel distorsiyon eksenini arasındaki açı

$P_i$  : Teğetsel profil fonksiyonunu gösterir yani max teğetsel distorsiyon eksenini boyunca yarıçap mesafesindeki teğetsel distorsiyon

İzdüşüm merkezinin yarıçapa paralel yöndeki değişmesi  $a_1$ ,  $a_1$ ' in dönmeyle olan ilişkisi  $a_1/c$  ve resim düzlemine göre düşey değişme  $a_2$  olarak adlandırılırsa  $\Delta r_{TD}$

$$\Delta r_{TD} = \underline{a}_1 - \frac{r^2 + c^2}{c^2} \underline{a}_1 + \frac{r}{c} \underline{a}_2 \quad ( 2.9 )$$

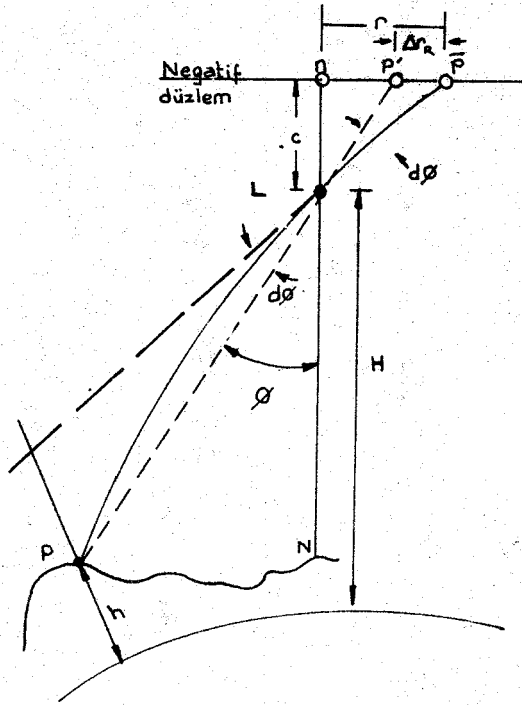
olur.



Şekil 13 : Asal noktanın seçiminde radyal distorsiyon üzerindeki değişimin etkisi

### 2.4.3 ATMOSFERİK KIRILMA (ATMOSPHERIC REFRACTION )

Yerden kameraya gelen bir ışının yolu, yoğunluğu azalan hava içerisinde geçerken kırılır. Bu kırılma ışığın eğilmesine sebep olur. Atmosferik kırılma, ışın yolu boyunca olan bütün noktadaki havanın kırılma oranının bir fonksiyonudur. Kırılma oranı atmosferin bileşimine, basıncına ve sıcaklığına bağlıdır. Bu değişme bütün bir ışın boyunca ölçülemez. Bundan dolayı SNELL kanunlarıyla açıklanabilen ışının alışılmış bir yol izlediği genelleştirilebilir.



Şekil 14 : Atmosferik kırılma

P noktasının görüntüsü resim üzerinde  $\bar{P}$  de oluşur. Oysa izdüşüm merkezi kuramına göre P den çıkan L deki merceğinden geçen bir doğrunun görüntüsü  $P'$  de oluşur.

MOFFIT, F.H , MIKHAIL, E.M 'e göre yarıçap yönündeki atmosferik kırılmanın etkisi  $\Delta r_R$

$$\Delta r_R = K \left( r + \frac{r^3}{c^2} \right) \quad ( 2.10 )$$

ifadesiyle hesaplanmıştır. Bu formüldeki K

$$K = \left[ \frac{2410.H}{H^2 - 6H + 250} - \frac{2410.h}{h^2 - 6h + 250} \left( \frac{h}{H} \right) \right] 10^{-6} \quad ( 2.11 )$$

değerine eşittir . / 4 / . Burada ,

H : Denizden itibaren uçuş yüksekliği ( Km )

h : Ortalama arazi yüksekliği ( Km )

dir.

$$\frac{\Delta r_R}{r} = \frac{\Delta x}{x} = \frac{\Delta y}{y} \quad ( 2.12 )$$

$$\bar{x} = x \left( 1 - \frac{\Delta r_R}{r} \right) , \quad \bar{y} = y \left( 1 - \frac{\Delta r_R}{r} \right) \quad ( 2.13 )$$

#### 2.4.4 YER KÜRESELLİĞİ ( EARTH CURVATURE )

Küçük ölçekli resimlerden oluşan kolonlarda çok büyük bir küresellik hatasından korunmak için analitik çalışmalarda yer küreselliği düzeltmeleri getirilir.

Hava fotoğrafı bir düzlem üzerine merkezi izdüşümdür. Fakat dünya üzerindeki noktalar aşağıda gösterilen referans yüzeylerinden birinde kabul edilirler.

- Jeoid : Çekim potansiyelinin eşit olduğu noktaların geometrik yeridir. Buna bağlı olarak jeoid üzerindeki her nokta yatay bir düzlemedir.
- Yer küresi : En uygun küre , seçilmiş olan referans küresine en yakın durumdur.
- Referans elipsoidi : Dönel düzgün bir elipsoiddir.





Yapılan çalışmalarda resim kenarlarına zorunlu kalmadıkça gidilmemesi gerekir. Çünkü bu kısımlarda

- . Görüntü bozuk
- . Yer küreselliği söz konusudur.

Kısaca bütün resim hatalarının en yoğun olduğu bölgeler bu kısımlardır.

Çalışmalarda ,

Denizden itibaren uçuş yüksekliği	3.655	Km
Ortalama arazi yüksekliği	1.2	Km
Yer yarıçapı	6370 + 1.2	6371.2 Km
Uçuş yüksekliği	2.455	Km
K sabitesi	32.52	$\times 10^{-6}$

kullanılarak çizelge ( 16 ) sonuçları elde edilmiştir.

r (mm)	Kırılma $\Delta r_a$ ( $\mu m$ )	Küresellik $\Delta r_k$ ( $\mu m$ )	Toplam ( $\mu m$ )
10	- 0.326	0.008	- 0.318
20	- 0.661	0.065	- 0.596
30	- 1.013	0.221	- 0.792
40	- 1.389	0.524	- 0.865
50	- 1.799	1.023	- 0.776
60	- 2.249	1.767	- 0.482
70	- 2.750	2.806	0.056
80	- 3.309	4.188	0.88
90	- 3.933	5.964	2.031
100	- 4.633	8.181	3.548
110	- 5.415	10.889	5.474
120	- 6.288	14.137	7.849
130	- 7.261	17.974	10.713
140	- 8.342	22.449	14.107
148	- 9.290	26.521	17.231

Çizelge 16 : Belirli uzaklıklar için kırılma ve küresellik için bulunan değerler

## 2.5 SAYISAL KARŞILIKLI YÖNELTME

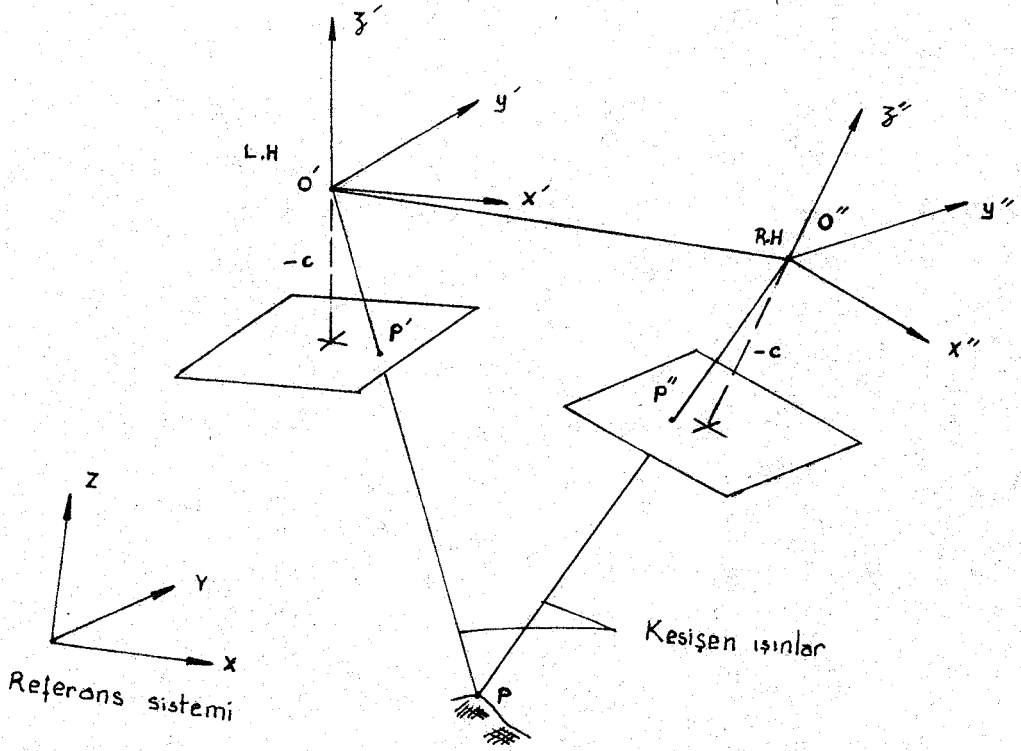
Resim koordinatlarına gerekli düzeltmeler getirildikten sonra model koordinat sistemine geçebilmek için karşılıklı yöneltme yapılır. Aletsel karşılıklı yöneltmeye benzer şekilde sayısal işlemlerde de modelde iyi dağılmış en az beş noktaya ihtiyaç vardır , ve yapılması gereken bu beş noktadan çıkan ışınların kestirilmesidir. Bu kesişme uzay analitik geometri veya vektörel analiz formülleri yardımıyla ve çeşitli yaklaşımlarla sağlanabilir.

Yaklaşımlar :

- . Karşılıklı ışınlar ve çekim noktalarını birleştiren baz aynı düzlemde bulunmalıdır.
- . Modeldeki  $\gamma$  - paralaksı sıfır olmalıdır.
- . Karşılıklı yöneltme için kullanılan ışınlar arasındaki uzaklık sıfır olmalıdır.

Yöneltmede beş nokta kullanıldığında üç yöntem arasında hiçbir fark yoktur. Daha karmaşık yapıdaki ikinci ve üçüncü yöntemler daha fazla hesabı gerektirir. Beş noktadan fazla nokta kullanıldığında bir dengeleme söz konusudur. Seçilecek ağırlık korelasyon katsayılarına bağlı olarak yukardaki yöntemler farklı sonuçlar verir. / 5 /

2.5.1 SAYISAL KARŞILIKLI YÖNELTME İÇİN " CO - PLANARITY " KOŞULU



Şekil 17 : Co-planarity koşulunun şekil ile ifadesi

$O', O''$  : Sol ve sağ izdüşüm merkezleri

$x', y', z'$  : Sol resim koordinat sistemi

$x'', y'', z''$  : Sağ resim koordinat sistemi

$X, Y, Z$  : Rasgele seçilmiş model koordinat sistemi

$P', P''$  : P noktasın karşılığı olan sol ve sağ resim noktaları

$P$  :  $OP'$  ve  $OP''$  eşlenik izdüşüm ışınlarının kesişmesiyle oluşturulan model noktası

ışınının kesişmesi  $O'OP''$  noktalarının bir düzlemde olmasıdır. Genel olarak üç boyutlu uzayda düzlem denklemi

$$aX + bY + cZ + d = 0$$

( 2.15 )

şeklindedir. Üç noktadan bir düzlem geçer , dördüncü bir noktanda aynı düzlem eşitliğini sağlaması halinde bu noktada aynı düzlem içerisinde olduğu göz önüne alınırsa aşağıdaki matris eşitliği yazılabilir.

$$\begin{bmatrix} X_1 & Y_1 & Z_1 & 1 \\ X_2 & Y_2 & Z_2 & 1 \\ X_3 & Y_3 & Z_3 & 1 \\ X_4 & Y_4 & Z_4 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad ( 2.16 )$$

Dört noktanın bir düzlemde bulunması veya iki izdüşüm ışınının kesişme koşulu ise ( 2.16 ) eşitliğindeki katsayılar matrisi determinantının sıfır olması demektir. Eğer rastgele seçilen model koordinat sistemi X , Y , Z sol izdüşüm merkezinin model koordinat sisteminin başlangıcı ile bir olduğu kabul edilirse

$$X_1 = Y_1 = Z_1 = 0 , X_2 = bx , Y_2 = by , Z_2 = bz \quad ( 2.17 )$$

olur . Bu taktirde ( 2.16 ) eşitliğindeki A matrisinin determinantı

$$|A| = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ bx & by & bz & 1 \\ X_3 & Y_3 & Z_3 & 1 \\ X_4 & Y_4 & Z_4 & 1 \end{vmatrix} = 0 \quad ( 2.18 )$$

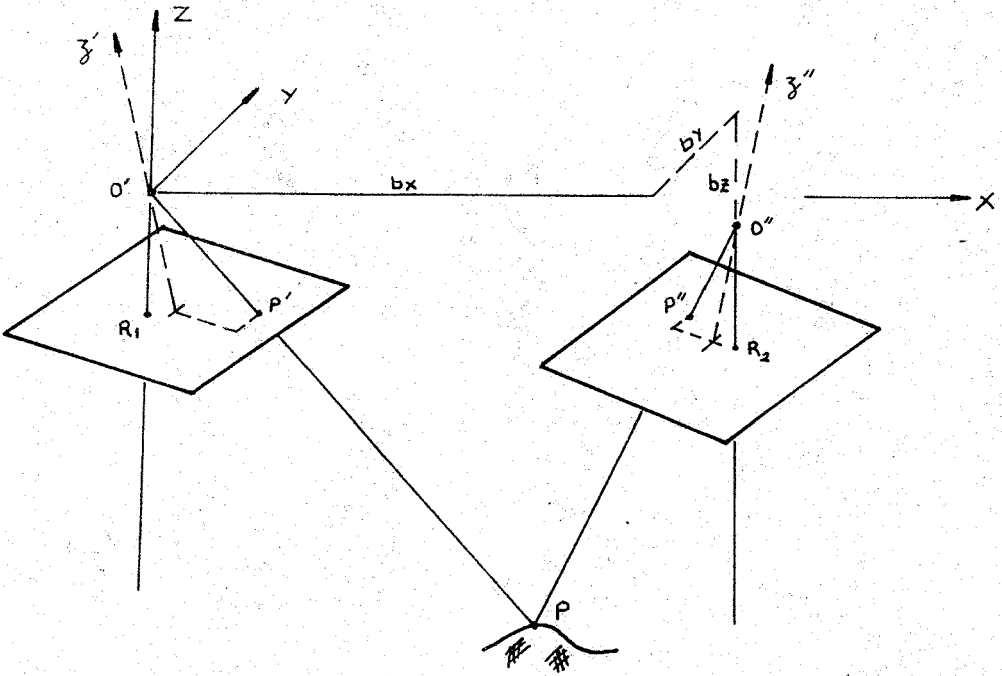
şeklini alır. Determinant 1 ci satıra göre açılırsa

$$\begin{vmatrix} bx & by & bz \\ X_3 & Y_3 & Z_3 \\ X_4 & Y_4 & Z_4 \end{vmatrix} = 0 \quad ( 2.19 )$$

olur.

Burada

$b_x, b_y, b_z$  :  $O''$  noktasının model koordinatları  
 $X_3, Y_3, Z_3$  :  $P'$  noktasının model koordinatları  
 $X_4, Y_4, Z_4$  :  $P''$  noktasının model koordinatları



Şekil 18 :

Buradaki  $X_4, Y_4, Z_4$  koordinatları merkezi  $O''$  de bulunan ve  $X, Y, Z$  sistemine paralel olan  $X', Y', Z'$  sisteminde

$$X_4 = X'_4 + b_x$$

$$Y_4 = Y'_4 + b_y$$

$$Z_4 = Z'_4 + b_z$$

( 2.20 )

olarak yazılabilir. ( 2.19 ) eşitliğinde belirtilen determinantta  $X_4, Y_4, Z_4$  ün değeri yazılırsa

$$\begin{vmatrix} bx & by & bz \\ X_3 & Y_3 & Z_3 \\ X'_4 + bx & Y'_4 + by & Z'_4 + bz \end{vmatrix} = 0 \quad ( 2.21 )$$

elde edilir. ( 2.21 ) eşitliğinde birinci satır üçüncü satırdan çıkartılırsa determinantların değerleri değişmez,

$$\begin{vmatrix} bx & by & bz \\ X_3 & Y_3 & Z_3 \\ X'_4 & Y'_4 & Z'_4 \end{vmatrix} = 0 \quad ( 2.22 )$$

olur. Üç numaralı noktanın sol resim sistemindeki koordinatları (  $x', y', -c$  ) ve dört numaralı noktanın sağ resim sistemindeki koordinatları ise (  $x'', y'', -c$  ) dir.

Merkezleri aynı olan (  $X, Y, Z$  ) ile (  $x', y', z'$  ) ve (  $X', Y', Z'$  ) ile (  $x'', y'', z''$  ) dik koordinat sistemleri koordinatları ile bilinen noktaların bir sistemde bilinen koordinatlarınının diğerinde ifadesi bu koordinatların birer ortogonal dönüşüm matrisleriyle çarpılması suretiyle elde edilir.

$$\begin{bmatrix} X_3 \\ Y_3 \\ Z_3 \end{bmatrix} = R_1 \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ -c \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} X'_4 \\ Y'_4 \\ Z'_4 \end{bmatrix} = R_2 \begin{bmatrix} x'' \\ y'' \\ -c \end{bmatrix} \quad ( 2.23 )$$

( 2.22 ) formülü matris gösterimi ile gösterilecek olursa

$$\begin{bmatrix} X_3 & Y_3 & Z_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & bz & -by \\ -bz & 0 & bx \\ by & -bx & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X'_4 \\ Y'_4 \\ Z'_4 \end{bmatrix} = 0 \quad ( 2.24 )$$

şekline gelir.

( 2.22 ) ve ( 2.24 ) formülleri açılırsa her ikisinde de

$$bxY_3Z'_4 + byZ_3X'_4 + bzX_3Y'_4 - bxZ_3Y'_4 - byX_3Z'_4 - bzY_3X'_4 = 0$$

elde edilir. ( 2.23 ) eşitlikleri ( 2.24 ) de yerine konursa

$$\begin{bmatrix} x' & y' & -c \end{bmatrix} R_1^T \begin{bmatrix} 0 & bz & -by \\ -bz & 0 & bx \\ by & -bx & 0 \end{bmatrix} R_2 \begin{bmatrix} x'' \\ y'' \\ -c \end{bmatrix} = 0 \quad ( 2.25 )$$

olarak genel CO-PLANARITY koşulu elde edilir. / 6 /

Sayısal karşılıklı yöneltmede bx önemli değildir. Bu nedenle bx in etkisi yöneltme elemanlarının bulunması sırasında yani ( 2.25 ) formülünün bilgisayarda kullanılabilir hale getirilmesi amacıyla yapılacak linerleştirme işlemleri sırasında yok edilir. Bu işlem co-planarity eşitliğindeki temel matris elemanlarının bx'e bölünmesiyle gerçekleştirilir.

$$\begin{bmatrix} x' & y' & -c \end{bmatrix} R_1^T \begin{bmatrix} 0 & \beta z & -\beta y \\ -\beta z & 0 & 1 \\ \beta y & -1 & 0 \end{bmatrix} R_2 \begin{bmatrix} x'' \\ y'' \\ -c \end{bmatrix} = 0 \quad ( 2.26 )$$

burada

$$\beta y = \frac{by}{bx} = \tan \alpha y$$

$$\beta z = \frac{bz}{bx} = \tan \alpha z$$

( 2.27 )

eşittir. / 1 /

## 2.5.2 CO-PLANARITY KOŞULUNUN DOĞRUSALLAŞTIRILMASI

Karşılıklı yöneltmede genellikle en az altı standart nokta kullanılır. Bunun içinde en küçük kareler çözümü gereklidir. Çözüm için doğrusal eşitliklere ihtiyacımız vardır. Ancak co-planarity koşulu doğrusal bir fonksiyon değildir.  $R_1$  ve  $R_2$  sırasıyla  $\omega_1, \varphi_1, \delta_1$  ve  $\omega_2, \varphi_2, \delta_2$  nin doğrusal olmayan bir fonksiyonudur.

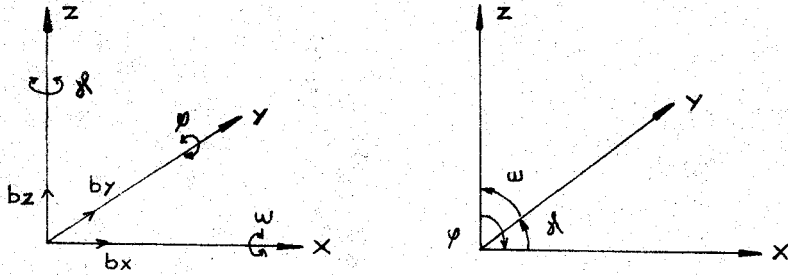
Doğrusallaştırmaya geçmeden önce eksenler ve dönüklükler arasındaki ilişki kısaca ele alınmıştır.

Fotogrametride genellikle

X eksenini ( uçuş doğrultusu ) etrafındaki dönüklük  $\omega$

Y eksenini ( uçuş yönüne dik ) etrafındaki dönüklük  $\varphi$

Z eksenini ( kamera optik eksenini ) etrafındaki dönüklük  $\delta$  ile gösterilir.



Şekil 19 : Eksenler etrafındaki dönüklük ve ötelemeler



Üç boyutlu uzayda

$$A_{\omega} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \omega & -\sin \omega \\ 0 & \sin \omega & \cos \omega \end{bmatrix} \quad A_{\varphi} = \begin{bmatrix} \cos \varphi & 0 & \sin \varphi \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \varphi & 0 & \cos \varphi \end{bmatrix} \quad A_{\alpha} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha & 0 \\ \sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

( 2.28 )

kısmi dönüklük matrisleridir. Üç eksen etrafındaki dönüklük matrisi A ise bu kısmi matrislerin arka arkaya belli bir sırada çarpılmasıyla elde edilir.

$$A = A_{\omega} \cdot A_{\varphi} \cdot A_{\alpha} = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ a_4 & a_5 & a_6 \\ a_7 & a_8 & a_9 \end{bmatrix} \quad ( 2.29 )$$

$$a_1 = \cos \varphi \cos \alpha$$

$$a_2 = -\cos \varphi \sin \alpha$$

$$a_3 = \sin \varphi$$

$$a_4 = \sin \omega \sin \varphi \cos \alpha + \cos \omega \sin \alpha$$

$$a_5 = -\sin \omega \sin \varphi \sin \alpha + \cos \omega \cos \alpha$$

$$a_6 = -\sin \omega \cos \varphi$$

$$a_7 = -\cos \omega \sin \varphi \cos \alpha + \sin \omega \sin \alpha$$

$$a_8 = \cos \omega \sin \varphi \sin \alpha + \sin \omega \cos \alpha$$

$$a_9 = \cos \omega \cos \varphi$$

dönüklük matrisinin elemanlarıdır. / 9 /

$\omega, \varphi, \alpha$  dönüklüklerinin  $2-3^\circ$  veya  $5^\circ$  civarlarında olması, istenilen bir durumdur. Trigonometrik fonksiyonlarda, küçük açılarda sinüs yerine radyan cinsinden açının değeri, kosünüs yerine de 1 yazılabilir. Buna göre dönüklük matrisi

$$dA = \begin{bmatrix} 1 & -d\alpha & d\varphi \\ d\alpha & 1 & -d\omega \\ -d\varphi & d\omega & 1 \end{bmatrix} \quad ( 2.30 )$$

olur. Co-planarity koşulunda

$$\begin{bmatrix} x' & y' & -c \end{bmatrix} R_1^T \begin{bmatrix} 0 & \beta z & -\beta y \\ -\beta z & 0 & 1 \\ \beta y & -1 & 0 \end{bmatrix} R_2 \begin{bmatrix} x'' \\ y'' \\ -c \end{bmatrix} = 0$$

$$\begin{aligned} \beta y &= \bar{\beta} y + \Delta \beta y & \omega_1 &= \bar{\omega}_1 + \Delta \omega_1 & \omega_2 &= \bar{\omega}_2 + \Delta \omega_2 \\ \beta z &= \bar{\beta} z + \Delta \beta z & \varphi_1 &= \bar{\varphi}_1 + \Delta \varphi_1 & \varphi_2 &= \bar{\varphi}_2 + \Delta \varphi_2 \\ \delta_1 &= \bar{\delta}_1 + \Delta \delta_1 & \delta_2 &= \bar{\delta}_2 + \Delta \delta_2 \end{aligned} \quad ( 2.31 )$$

olduğu kabul edilir. Burada

$\bar{\beta} y, \bar{\beta} z, \bar{\omega}_1, \dots$  yaklaşık değerler  
 $\Delta \beta y, \Delta \beta z, \Delta \omega_1, \dots$  düzeltmelerdir.

$$\begin{aligned} R_1 &= \Delta R_1 \cdot \bar{R}_1 \\ R_2 &= \Delta R_2 \cdot \bar{R}_2 \end{aligned} \quad ( 2.32 )$$

$\bar{R}_1 : \bar{\delta}_1, \bar{\varphi}_1, \bar{\omega}_1$  yaklaşık değerlerinden oluşturulmuş ortogonal bir matristir.

$\bar{R}_2 : \bar{\delta}_2, \bar{\varphi}_2, \bar{\omega}_2$  nin bir fonksiyonudur.

$$\Delta R_1 = \begin{bmatrix} 1 & -\Delta \delta_1 & \Delta \varphi_1 \\ \Delta \delta_1 & 1 & -\Delta \omega_2 \\ -\Delta \varphi_1 & \Delta \omega_2 & 1 \end{bmatrix} \quad \Delta R_2 = \begin{bmatrix} 1 & -\Delta \delta_2 & \Delta \varphi_2 \\ \Delta \delta_2 & 1 & -\Delta \omega_2 \\ -\Delta \varphi_2 & \Delta \omega_2 & 1 \end{bmatrix} \quad ( 2.33 )$$

Şartın doğrusallaştırılmasında farklı iki yol izlenebilir.

- . Basitleştirilmiş durum
- . Genel durum

#### 2.5.2.1 SIFIR DURUMUNDA DOĞRUSALLAŞTIRMA ( Basitleştirilmiş )

Karşılıklı yöneltmeye genellikle sıfır pozisyonu diye adlandırabildiğimiz durumda başlarız. Bu durumda başlangıçta yaklaşık değerler sıfır seçilir.

$$\bar{\beta}_y = \bar{\beta}_z = \bar{\omega}_1 = \bar{\psi}_1 = \bar{\alpha}_1 = \bar{\omega}_2 = \bar{\psi}_2 = \bar{\alpha}_2 = 0$$

ve neticede

$$\bar{R}_1 = I \quad \text{ve} \quad \bar{R}_2 = I$$

olur.

$$\beta y = \bar{\beta} y + \Delta \beta y \quad \text{ancak} \quad \bar{\beta} y = 0 \quad \text{olduğu zaman}$$

$$\beta y \approx \Delta \beta y$$

benzer şekilde

$$\omega_1 \approx \Delta \omega_1, \quad \dots \quad \alpha_2 \approx \Delta \alpha_2 \quad \text{ve}$$

$$R_1^T = \bar{R}_1^T \cdot \Delta R_1^T$$

$$\bar{R}_1 = I \quad \text{olduğu zaman}$$

$$R_1^T \approx \Delta R_1^T, \quad R_2 \approx \Delta R_2$$

olur. Bu varsayımlar ( 2.26 ) eşitliğinde yerine konulması ile

$$\begin{bmatrix} x' & y' & -c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & \Delta \alpha_1 & -\Delta \psi_1 \\ -\Delta \alpha_1 & 1 & \Delta \omega_1 \\ \Delta \psi_1 & -\Delta \omega_1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & \Delta \beta z & -\Delta \beta y \\ -\Delta \beta z & 0 & 1 \\ \Delta \beta y & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & -\Delta \alpha_2 & \Delta \psi_2 \\ \Delta \alpha_2 & 1 & -\Delta \omega_2 \\ -\Delta \psi_2 & \Delta \omega_2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x'' \\ y'' \\ -c \end{bmatrix} = 0$$

( 2.34 )

$\Delta \beta y \dots \Delta \alpha_2$  düzeltmelerinde yalnızca birinci dereceden terimler alınır ve açılırsa çizelge 20 'de görülen koşul denklemlerinin katsayıları elde edilir.

$\Delta \alpha_1$	$\Delta \alpha_2$	$\Delta \psi_1$	$\Delta \psi_2$	$\Delta \omega_1$	$\Delta \omega_2$	$\Delta \beta y$	$\Delta \beta z$	Sabit	
$-cx'$	$cx''$	$x'y''$	$-y'x''$	$-(y'y''+c^2)$	$(y'y''+c^2)$	$c(x'-x'')$	$(x'y''-y'x'')$	$cy''-cy'$	=0
$-x'$	$x''$	$\frac{x'y''}{c}$	$-\frac{y'x''}{c}$	$-\frac{(y'y''+c^2)}{c}$	$\frac{(y'y''+c^2)}{c}$	$(x'-x'')$	$\frac{(x'y''-y'x'')}{c}$	$y''-y'$	=0

Çizelge 20 : Koşul denklemlerinin katsayıları

## 2.5.2.2 GENEL DURUM

Burada yaklaşık değerler ve bunlara getirilecek düzeltmeleri aşağıda görüldüğü gibi yöneltme elemanlarının yerine konulabilir.

$$\begin{aligned} \beta y &= \bar{\beta} y + \Delta \beta y & \omega_1 &= \bar{\omega}_1 + \Delta \omega_1 & \omega_2 &= \bar{\omega}_2 + \Delta \omega_2 \\ \beta z &= \bar{\beta} z + \Delta \beta z & \varphi_1 &= \bar{\varphi}_1 + \Delta \varphi_1 & \varphi_2 &= \bar{\varphi}_2 + \Delta \varphi_2 \\ & & \delta_1 &= \bar{\delta}_1 + \Delta \delta_1 & \delta_2 &= \bar{\delta}_2 + \Delta \delta_2 \end{aligned} \quad ( 2.35 )$$

$$R_1^T = \bar{R}_1^T \Delta R_1^T, \quad R_2 = \Delta R_2 \bar{R}_2$$

Bazı yaklaşımlarda göz önünde bulundurularak sıfır durumunda elde edilen çizelge 20 'deki katsayıları veren formüller bu yöntemde de elde edilebilir. Yaklaşık değerler kullanıldığından karşılıklı yöneltmenin çözümü iteratiftir.

## 2.5.3 CO-PLANARITY EKSİKLİĞİNİN (sabit terimlerin) HESAPLANMASI

Determinant şekli ile

$$L_i = \begin{vmatrix} 1 & \bar{\beta} y & \bar{\beta} z \\ \bar{X}_i' & \bar{Y}_i' & \bar{Z}_i' \\ \bar{X}_i'' & \bar{Y}_i'' & \bar{Z}_i'' \end{vmatrix} \text{ burada } \begin{bmatrix} \bar{X}_i' \\ \bar{Y}_i' \\ \bar{Z}_i' \end{bmatrix} = \bar{R}_1 \begin{bmatrix} x_i' \\ y_i' \\ -c \end{bmatrix} \text{ ve } \begin{bmatrix} \bar{X}_i'' \\ \bar{Y}_i'' \\ \bar{Z}_i'' \end{bmatrix} = \bar{R}_2 \begin{bmatrix} x_i'' \\ y_i'' \\ -c \end{bmatrix} \quad ( 2.36 )$$

matris şekli ile

$$L_i = \begin{vmatrix} x_i' & y_i' & -c & \bar{R}_1^T & \begin{vmatrix} 0 & \bar{\beta} z & -\bar{\beta} y \\ -\bar{\beta} z & 0 & 1 \\ \bar{\beta} y & -1 & 0 \end{vmatrix} & \bar{R}_2 & \begin{vmatrix} x_i'' \\ y_i'' \\ -c \end{vmatrix} \end{vmatrix} \quad ( 2.37 )$$

olur.  $R_1$  ve  $R_2$  nin birim matris  $\bar{\beta} y = \bar{\beta} z = 0$  olması durumunda co-planarity şartında yerine konulduğunda

$$\begin{vmatrix} 1 & \bar{\beta}_y & \bar{\beta}_z \\ \bar{X}_1 & \bar{Y}_1 & \bar{Z}_1 \\ \bar{X}_2 & \bar{Y}_2 & \bar{Z}_2 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ x' & y' & -c \\ x'' & y'' & -c \end{vmatrix} = c(y'' - y') \quad (2.38)$$

şekline gelir. Bu bağlantılar co-planarity eksikliğinin y paralaksı ile orantılı olduğunu gösterir ( $y'' - y'$ ) başlangıçta fotoğraf ölçeğindeki y paralaksıdır. / 1 /

Yöneltme elemanları olarak ya,

$\delta_2, \varphi_2, \omega_2, \beta_y, \beta_z$  elemanları kullanılır. Bu durumda

•  $R_1 = I$  iken ( $\omega_1 = \varphi_1 = \delta_1 = 0$ )

•  $R_1$  önceden hesaplanmış iken

hesaplama yapılır. Ya da

$\delta_1, \varphi_1, \delta_2, \omega_2, \varphi_2$

elemanları kullanılarak yöneltme işlemleri yürütülür.

#### 2.5.4 SAYISAL KARŞILIKLI YONELTMEDE GENEL İŞLEMLER

- $K_1, K_2, K_3, K_4$  ve  $K_5$  ile gösterilebilen beş karşılıklı yöneltme elemanı seçilir.
- $\bar{K}_1, \bar{K}_2, \bar{K}_3, \bar{K}_4, \bar{K}_5$  yöneltme bilinmeyenlerinin yaklaşık değerlerini,  $\Delta K_1, \Delta K_2, \Delta K_3, \Delta K_4, \Delta K_5$  düzeltmelerini gösterdiği kabul edilir.
- Bilinmeyenler için çoğunlukla ilk yaklaşık değerler  $\bar{K}_1 = \bar{K}_2 = \bar{K}_3 = \bar{K}_4 = \bar{K}_5 = 0$  olarak alınır. ( $R_1 = I$ )
- Modeldeki her nokta için co-planarity eksikliğinin  $-L_i = -c(y_i'' - y_i')$  formülü ile hesaplanması
- Modeldeki her nokta için yöneltme bilinmeyenlerinin katsayılarından oluşan A matrisinin oluşturulması  $a_{i1} \Delta K_1 + a_{i2} \Delta K_2 + a_{i3} \Delta K_3 + a_{i4} \Delta K_4 + a_{i5} \Delta K_5 = -L_i$   
Kullanılmış elemanlara ve eşitliğin doğrusallaştırma

- türüne bağlı olarak  $a_{ij}$  katsayıları farklı olur.
- Karşılıklı yöneltme için en az beş nokta gereklidir. beşten fazla nokta için dengeleme yapılır.

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{51} & a_{52} & \cdot & \cdot & a_{55} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta K_1 \\ \Delta K_2 \\ \Delta K_3 \\ \Delta K_4 \\ \Delta K_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -L_1 \\ -L_2 \\ -L_3 \\ -L_4 \\ -L_5 \end{bmatrix}$$

$A \qquad \Delta K \qquad -L$

Dengeleme söz konusu olduğunda normal denklemler kurulur.

$$A^T A \Delta K = -A^T L$$

- Yöneltme bilinmeyenlerinin elde edilmesi için normal denklemler çözülür.

$$(A^T A)^{-1} A^T A \Delta K = - (A^T A)^{-1} A^T L$$

$$\Delta K = - (A^T A)^{-1} A^T L$$

- Düzeltilmiş yöneltme elemanları hesaplanır.

$$\bar{K}_1(\text{ yeni }) = \bar{K}_1(\text{ eski }) + \Delta K_1$$

$$\bar{K}_2(\text{ yeni }) = \bar{K}_2(\text{ eski }) + \Delta K_2$$

$$\bar{K}_5(\text{ yeni }) = \bar{K}_5(\text{ eski }) + \Delta K_5$$

- En uygun sonuç alınana kadar iterasyona devam edilir.
- Yöneltme elemanlarının kesin değerleri hesaplanır.
- Her bir model için standart sapma ve  $y$  paralaksı hesaplanır.

Bu işlemler sırasında izdüşüm merkezine indirgenmiş resim koordinatları kullanımının sağladığı yararlar aşağıda gösterilmiştir.

- . Normal denklem katsayılarının büyüklüğü nispeten küçük olur ve bundan dolayı büyük kapanma hatalarından kaçınılmış olunur.
- . Bazı katsayıların hesaplanması basitleştirilebilir.

### 2.5.5 SON İTERASYON İÇİN ÖLÇÜT

Karşılıklı yöneltmenin yeterliği  $y$  paralaksının büyüklüğü ile tayin edilebilir. Bu nedenle iterasyonun nerede durdurulacağı konusunda bir kriter kullanmak gereklidir. Bu kriter bir önceki hesaplamadan bulunan paralaks ile bir sonrakilerin karşılaştırılması ( oran veya fark ) şeklinde olabileceği gibi bir mutlak paralaks da ölçüt olarak kullanılabilir.

Sayısal karşılıklı yöneltmede yöneltme elemanlarına getirilecek düzeltmeler  $0.00001$  rad dan daha küçük ise iterasyon sona erdirilir. Bu yöntemde bir diğer ölçüt de iterasyon sayısıdır. Yaklaşık düşey resimlerde 3 veya 4 iterasyon sonucunda istenilen sonuç elde edilebilir.

Aletlerdeki deneysel karşılıklı yöneltmede iterasyon ,  $y$  paralaksı  $10\mu\text{m}$  den daha küçük olduğu zaman durdurulur.

Sayısal karşılıklı yöneltmede  $y$  paralaksı değerini veren co-planarity eksikliği yaklaşık düşey resimde

$$P_y (\mu\text{m}) = \frac{1000 \cdot L}{c} ; L = c(y'' - y') \quad ( 2.39 )$$

ile , eğer resim koordinatları izdüşüm merkezine indirgenmiş ise

$$P_y (\mu\text{m}) = 1000 \cdot c \cdot L \quad ( 2.40 )$$

formülü ile elde edilebilir.

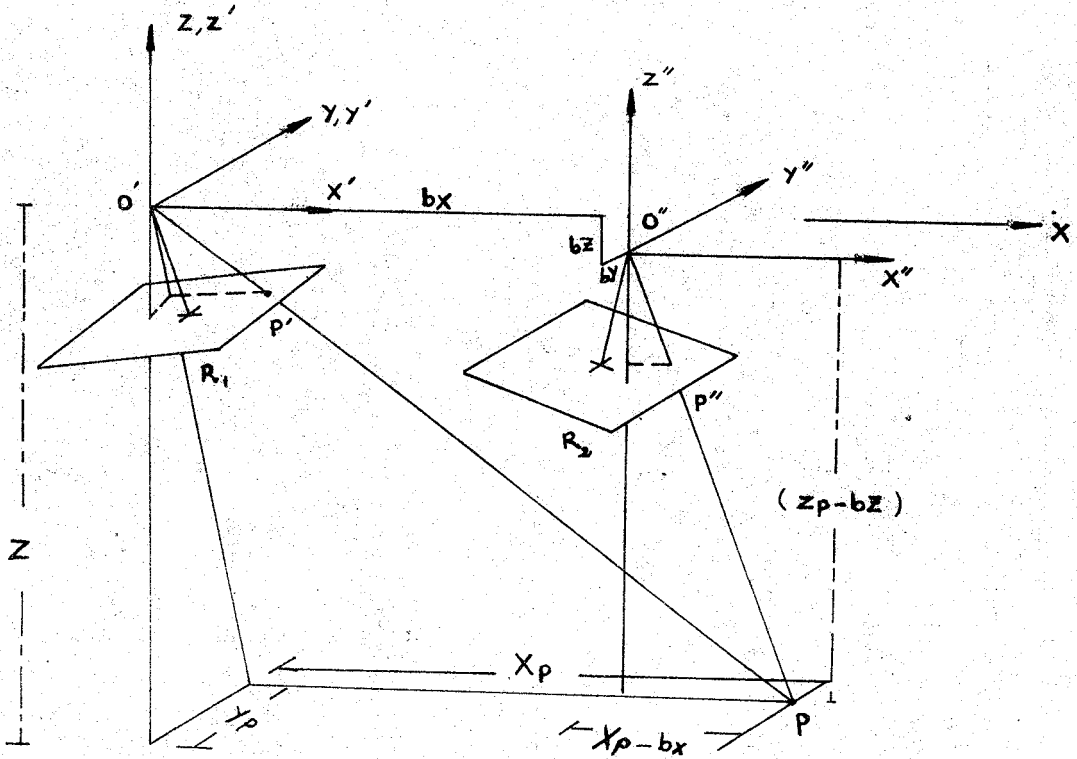
## 2.6 MODEL KOORDINATLARININ HESAPLANMASI

Daha önceden açıklandığı gibi model koordinat sisteminin başlangıcı olarak sol izdüşüm merkezi esas alınır. Modelin ölçeklendirilebilmesi için uygun bir  $b_x$  değerinin verilmesi gerekir.  $b_x$  den başka  $b_y$  ve  $b_z$  baz bileşenleri aşağıda gösterildiği gibi hesaplanır.

$$b_y = b_x \beta_y$$

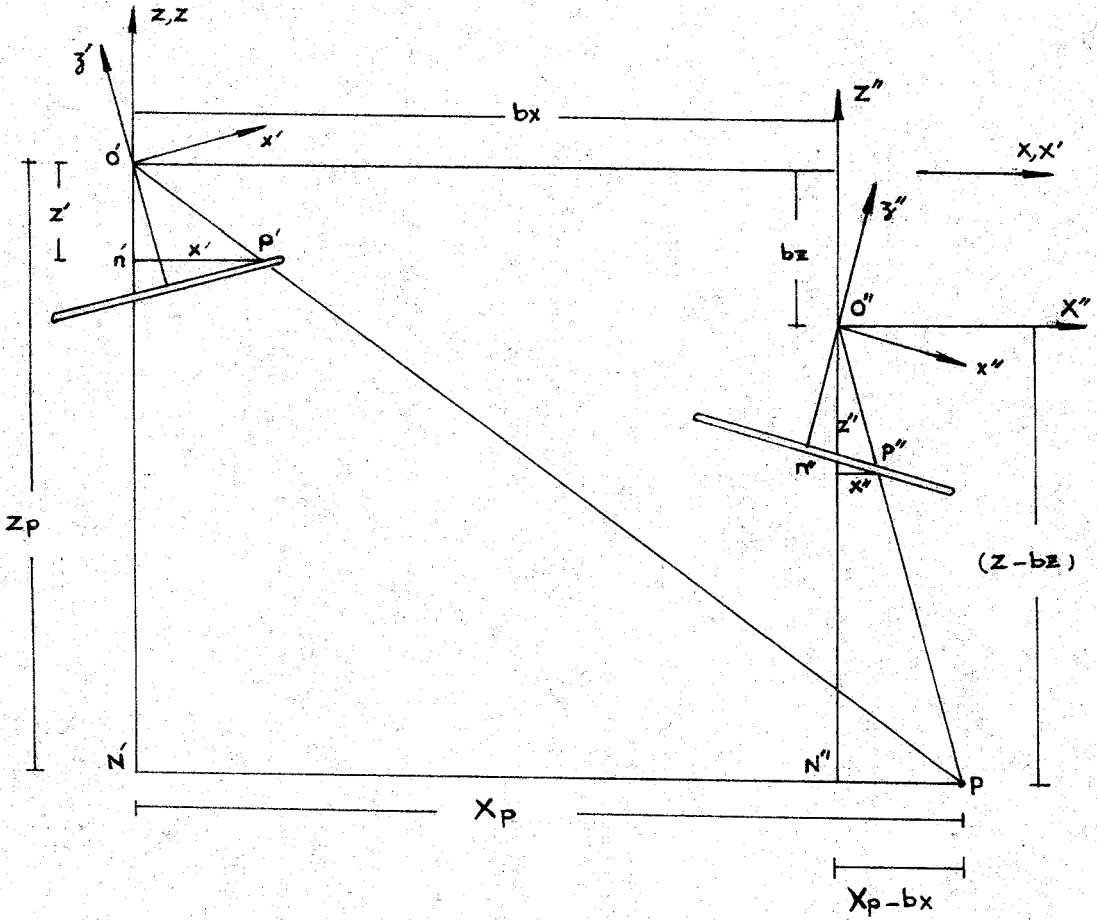
$$b_z = b_x \beta_z$$

$$( 2.41 )$$



Şekil 21 : Model koordinat sistemi



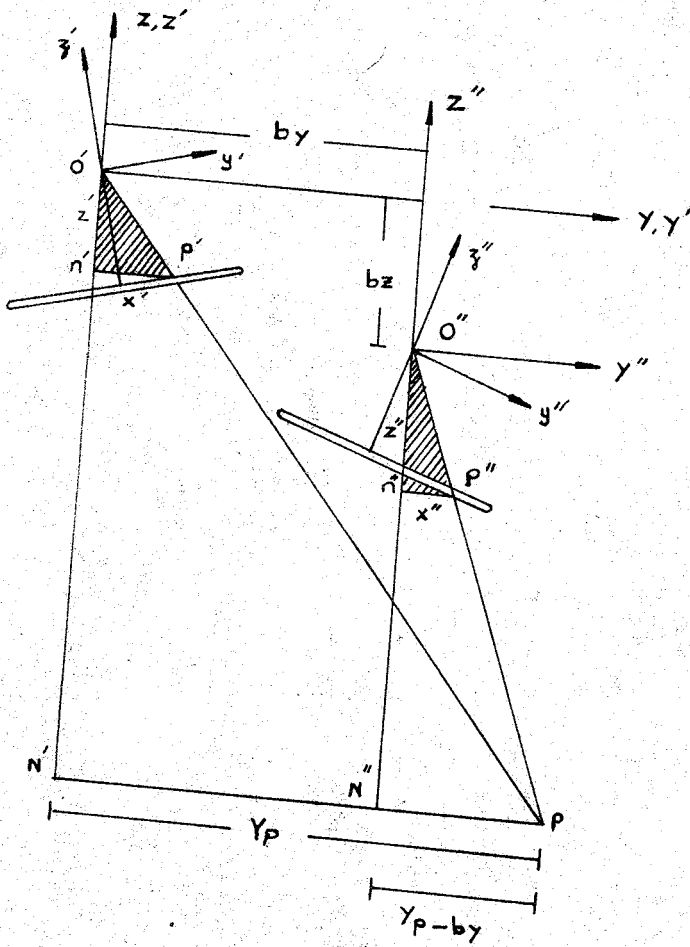


Şekil 22 : XZ düzlemi

Şekil ( 22 ) deki  $O'PN'$  ve  $O''P''N''$  üçgenlerinin benzerliğinden

$$\frac{O'P}{O'P'} = \frac{X_p}{X'} = \frac{Y_p}{Y'} = \frac{Z_p}{Z'} = t' \quad ( 2.42 )$$

bağıntısı yazılabilir. Burada  $t'$  ölçek faktörüdür.



Şekil 23 : YZ düzlemi

"O'P'N'" ve "O''p''n''" üçgenlerindedeki aynı nedenden dolayı

$$\frac{O''P''}{O''P''} = \frac{X_p - bx}{X''} = \frac{Y_p - by}{Y''} = \frac{Z_p - bz}{Z''} = t'' \quad (2.43)$$

şittir.  $t''$  de ikinci ölçek faktörüdür. Burada

$$\begin{bmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{bmatrix} = R_1 \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ -c \end{bmatrix}, \quad R_1 = I \quad \begin{bmatrix} X'' \\ Y'' \\ Z'' \end{bmatrix} = R_2 \begin{bmatrix} x'' \\ y'' \\ -c \end{bmatrix}$$

: Hesaplamalarla elde edilen dönüklük matrisi

Sol izdüşüm merkezi  
koordinatlarından

$$X = t' X'$$

$$Y = t' Y'$$

$$Z = t' Z'$$

Sağ izdüşüm merkezi  
koordinatlarından

$$X = t'' X'' + bx$$

$$Y = t'' Y'' + by \quad ( 2.44 )$$

$$Z = t'' Z'' + bz$$

bağıntılar yazılabilir. Model koordinatlarını elde edebilmek için

$$t' X' = t'' X'' + bx \quad \dots\dots 1$$

$$t' Y' = t'' Y'' + by \quad \dots\dots 2 \quad ( 2.45 )$$

$$t' Z' = t'' Z'' + bz \quad \dots\dots 3$$

1 ve 3 eşitlikleri  $t'$  ve  $t''$  çözümü için kullanılırsa

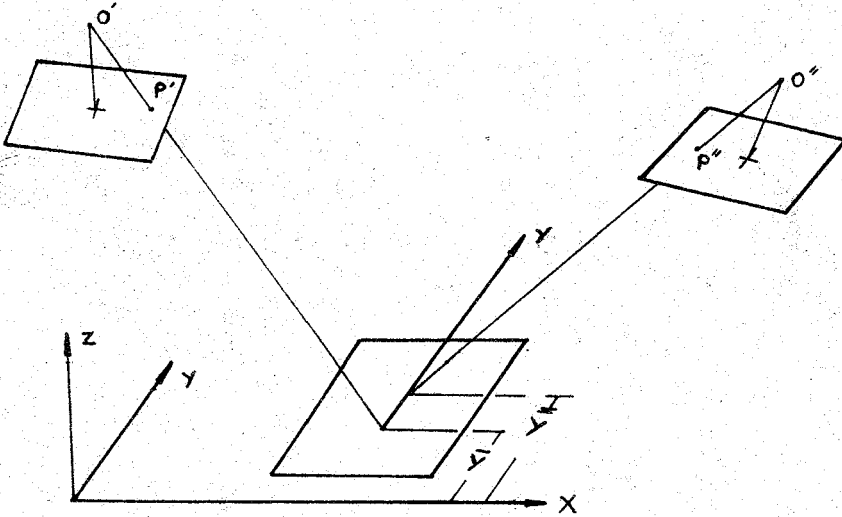
$$t' = \frac{bx Z'' - bz X''}{(X'Z'' - XZ')} \quad , \quad t'' = \frac{bx Z' - bz X'}{(X'Z'' - XZ')} \quad ( 2.46 )$$

değerleri çözülür. Modelde her nokta için bir kez hesaplanan  $t'$  ve  $t''$  ölçek faktörleri yardımıyla

$$X = t' X' = t'' X'' + bx$$

$$Z = t' Z' = t'' Z'' + bz \quad ( 2.47 )$$

model koordinatları kontrollu olarak hesaplanabilir.



Şekil 24 : y paralaksı

Y için iki ayrı değer hesaplanabilir.

$$\bar{Y} = t' Y' \quad \text{ve} \quad \bar{\bar{Y}} = t'' Y'' + by \quad (2.48)$$

$$\Delta Y = \bar{\bar{Y}} - \bar{Y}$$

Ayrılığı modeldeki artık y paralaksına eşdeğerdir.

$\Delta Y = 0$  olduğu ispat edilirse bu co-planarity koşulunun gerçekleştirildiğini gösterir.

### 2.6.1 MODEL KOORDİNATLARININ ELDE EDİLMESİ (Genel çerçevesiyle)

• Uygun bx değerinin seçimi ve

$$by = bx \beta y$$

$$bz = bx \beta z$$

baz bileşenlerinin hesaplanması

•  $R_1$ ,  $R_2$  dönüklük matrisleri ile

$$\begin{bmatrix} X'_i \\ Y'_i \\ Z'_i \end{bmatrix} = R_1 \begin{bmatrix} x'_i \\ y'_i \\ -c \end{bmatrix} \quad \text{ve} \quad \begin{bmatrix} X''_i \\ Y''_i \\ Z''_i \end{bmatrix} = R_2 \begin{bmatrix} x''_i \\ y''_i \\ -c \end{bmatrix}$$

koordinatları hesaplanır. Genellikle  $R_1 = I$ ,  $R_2$  de son iterasyonla elde edilen yöneltme elemanlarının fonksiyonu olan dönüklük matrisidir.

• Her nokta için

$$t'_i = \frac{bx Z'' - bz X''}{(X' Z'' - X'' Z')} \quad , \quad t''_i = \frac{bx Z' - bz X'}{(X' Z'' - X'' Z')}$$

ölçek faktörleri hesaplanır.

• Model koordinatları

$$X_i = t'_i X'_i \quad , \quad Z_i = t'_i Z'_i$$

$$Y_i = \frac{\bar{Y}_i + \bar{\bar{Y}}_i}{2} \quad , \quad \bar{Y}_i = t'_i Y'_i \quad , \quad \bar{\bar{Y}}_i = t''_i Y''_i + by$$

2

ile , y paralaksı

$$\Delta Y = \bar{\bar{Y}}_i - \bar{Y}_i$$

formülleri ile hesaplanır.

## 2.7 SAYISAL YÖNTEMLE MODEL OLUŞTURMADA KULLANILAN PROGRAMLAR

### 2.7.1 PROGRAMLARIN TANITILMASI

Analitik yöntemle model koordinatlarının elde edilmesi için mono komparatörden gönderilen kayıtlar MG - TNT1 de geçici olarak depolanır. Boncuk 09 bilgisayarında PLSOMV3 kayıt programı koşturularak veriler bir disk kütüğüne kaydedilir. Daha sonra sırasıyla aşağıda gösterilen programlar koşturularak model koordinatları elde edilmiştir.

- . ET - ANA2.BAS
- . ET - AFIN.TXT
- . ET - REDZ.TXT
- . ET - DNE.TXT
- . ANAKARYE.BAS

ET - ANA2.BAS : Mono komparatörden disklere aktarılan kayıtlar bir bütün halindedir. Yani NN: nokta numarası , noktaların komparatör koordinatları  $x, y, H$  belli değildir. Bu ana programın içinde yer alan alt programlardan ilki ile bu parçalama işlemleri gerçekleştirilir. Ayrıca ölçülen noktaların numaralarına bağlı olarak noktaların türleri girilir. İkinci alt programda kayıtlarda ve girilen değerlerdeki görünen hatalar, doğru değerleri girilmek suretiyle yok edilirler. Üçüncü alt programda ise bir noktada birden fazla kayıt varsa bu kayıtların ortalaması alınır.

Programın çıktısında özgün komparatör verileri, kütükteki toplam kayıt sayısı, özgün veriler (NT: Nokta türü, NN: Nokta numarası  $x, y, H$ ) değerleri, aykırılıkları girilen bir büyüklükten fazla olan değerler yer alır. Aykırılıkları fazla olan değerler ve özgün veriler ayrı ayrı kütüklere yüklenirler. Program bellekte 6059 byte'lık yer kaplar

ET - AFIN.TXT : Resim koordinatları kalibrasyon raporu kütüğünde , mono komparatör koordinatları ET - ANA2.BAS programı

çıktısı olan kayıtlarda yer alan dört çerçeveye noktası yardımıyla bir afin dönüşüm yapılmasını sağlayan bu program bellekte 7924 byte'lık yer kaplar.

Program çıktısında mono komparatör kayıtları, kalibrasyon değerleri, resim koordinat sistemine dönüştürülmüş koordinatlar koordinatlardaki artık hatalar, ortalama hatalar yer almaktadır. Dönüştürülmüş koordinatlar bir kütüğe kaydedilir.

ET - REDZ.TXT : Dönüştürülmüş resim koordinatlarına operatöre sorulmak suretiyle mercek distorsiyon düzeltilmesi, atmosferik kırılma ve yer küreselliği düzeltmelerinin getirilmesini sağlayan bu programda düzeltmeler üst üste toplanarak en sonunda düzeltilmiş resim koordinatlarına ulaşılmaktadır ve düzeltilmiş koordinatlar kütüğe kaydedilmektedir.

Çıktısında toplam düzeltme değerleri ve düzeltilmiş resim koordinatları yer alan bu program bellekte 5537 byte'lık yer kaplamaktadır.

ET - DNE.TXT : ANAKARYE.BAS sayısal karşılıklı yöneltme programına girdi hazırlamak için oluşturulan bir programdır.

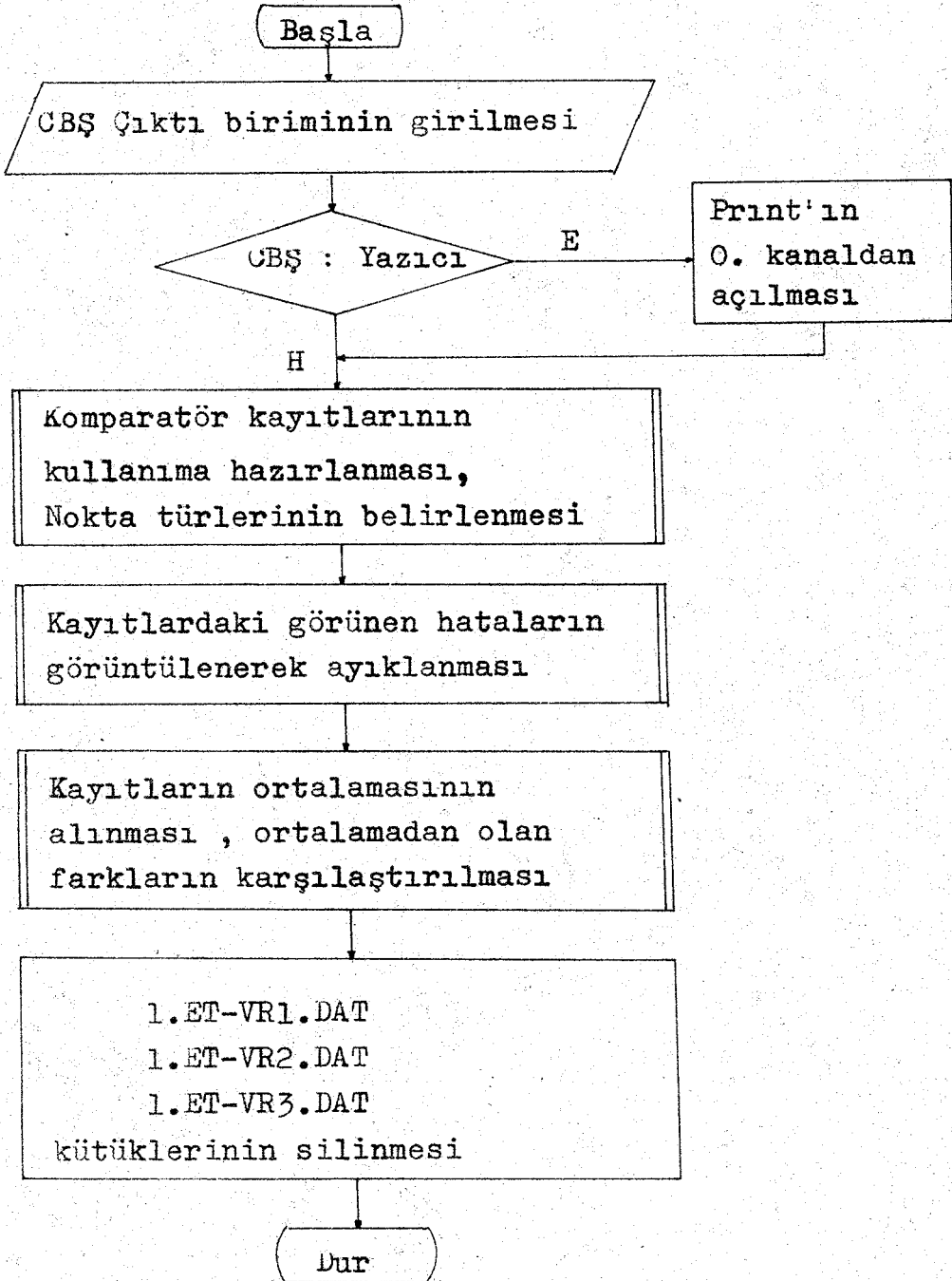
Çıktısında sol ve sağ resim koordinatları, kontrol noktası ve karşılıklı yöneltmede kullanılan nokta sayısı yer alır. bellekte 4944 byte'lık yer kaplayan bu program sonuçta başlangıç resmi başta olmak üzere sol ve sağ resim koordinatları bir satırda olmak üzere bir kütüğe yazdırılır.

ANAKARYE.BAS : Resimlerin sayısal yöntemle karşılıklı yönelttilmesini sağlayan bu programın oluşturulması sonucunda model koordinatları elde edilir.

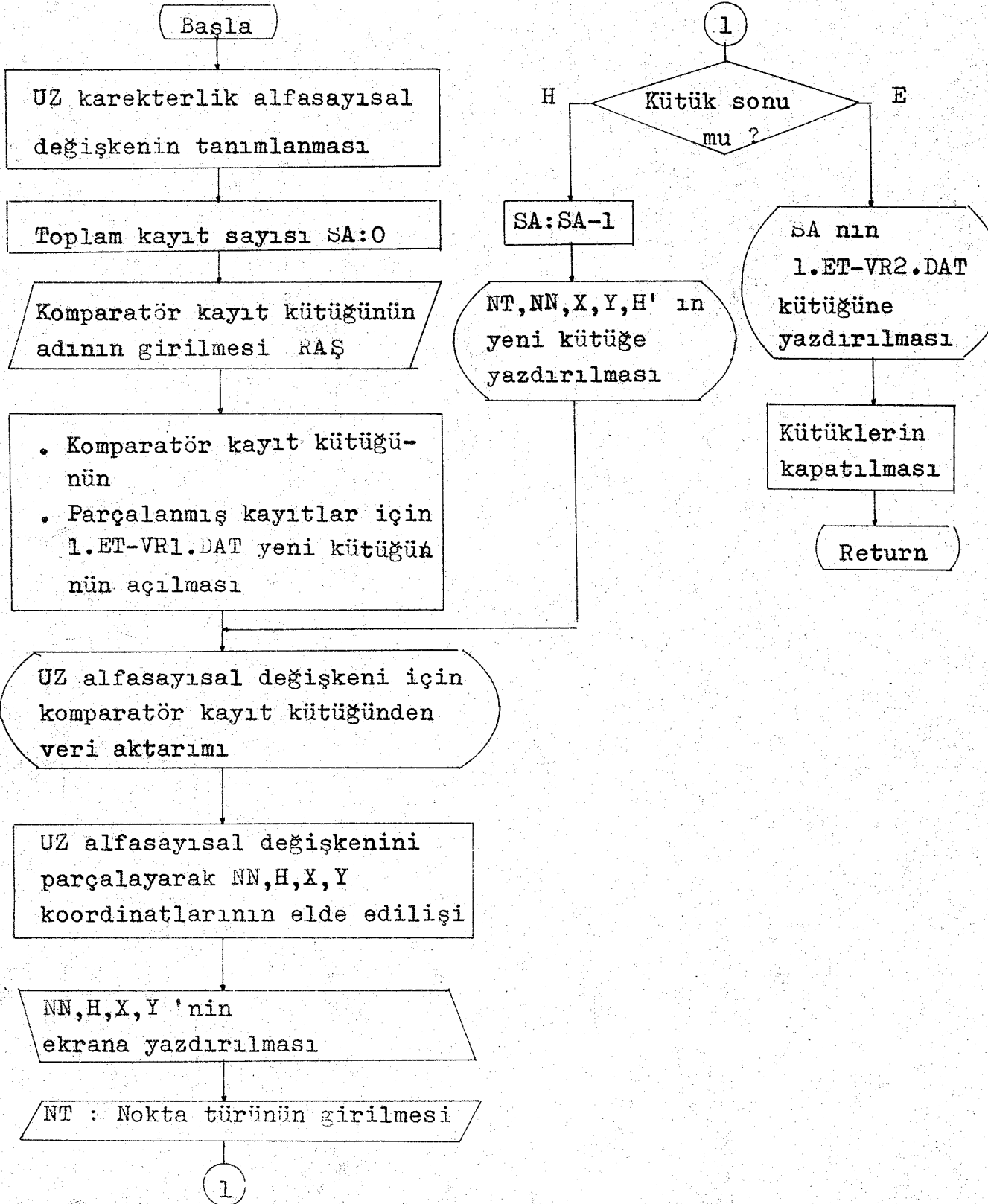
Çalışmaların en son aşamasında yapılan ölçü ve hesaplamaların kontrolü amacıyla bağımsız modellerin mutlak yönelttilmesini sağlayan MUTLAK - Y.TXT programı oluşturulur.

## 2.7.2 PROGRAMLARIN AKIŞ ÇİZGELERİ

## KOMPARATÖR KAYITLARINI DÜZENLEYEN ANA PROGRAM

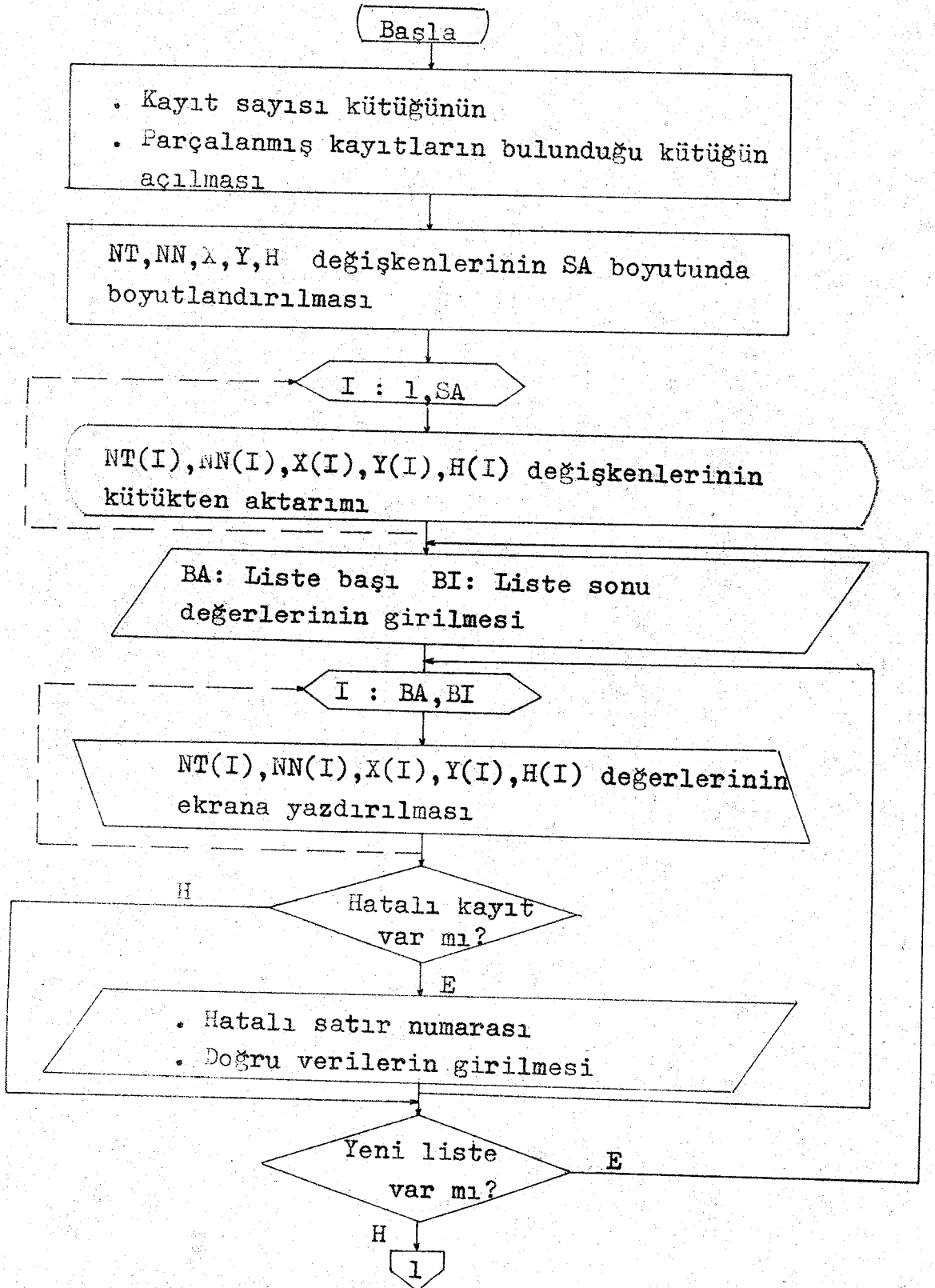


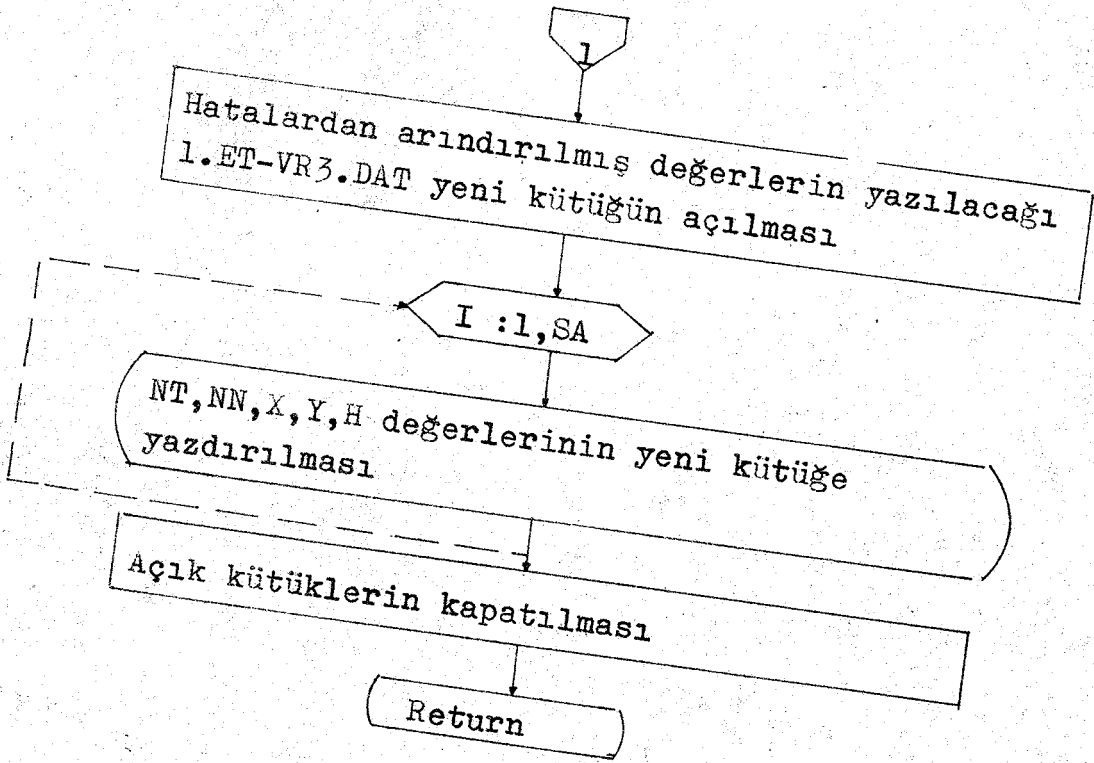
KOMPARATÖR KAYITLARININ KULLANIMA HAZIRLANMASI , NOKTA  
TÜRLERİNİN BELİRLENMESİ





## KAYITLARDAKİ GÖRÜNEN HATALARIN GÖRÜNTÜLENEREK AYIKLANMASI





## KAYITLARIN ORTALAMASININ ALINMASI

Başla

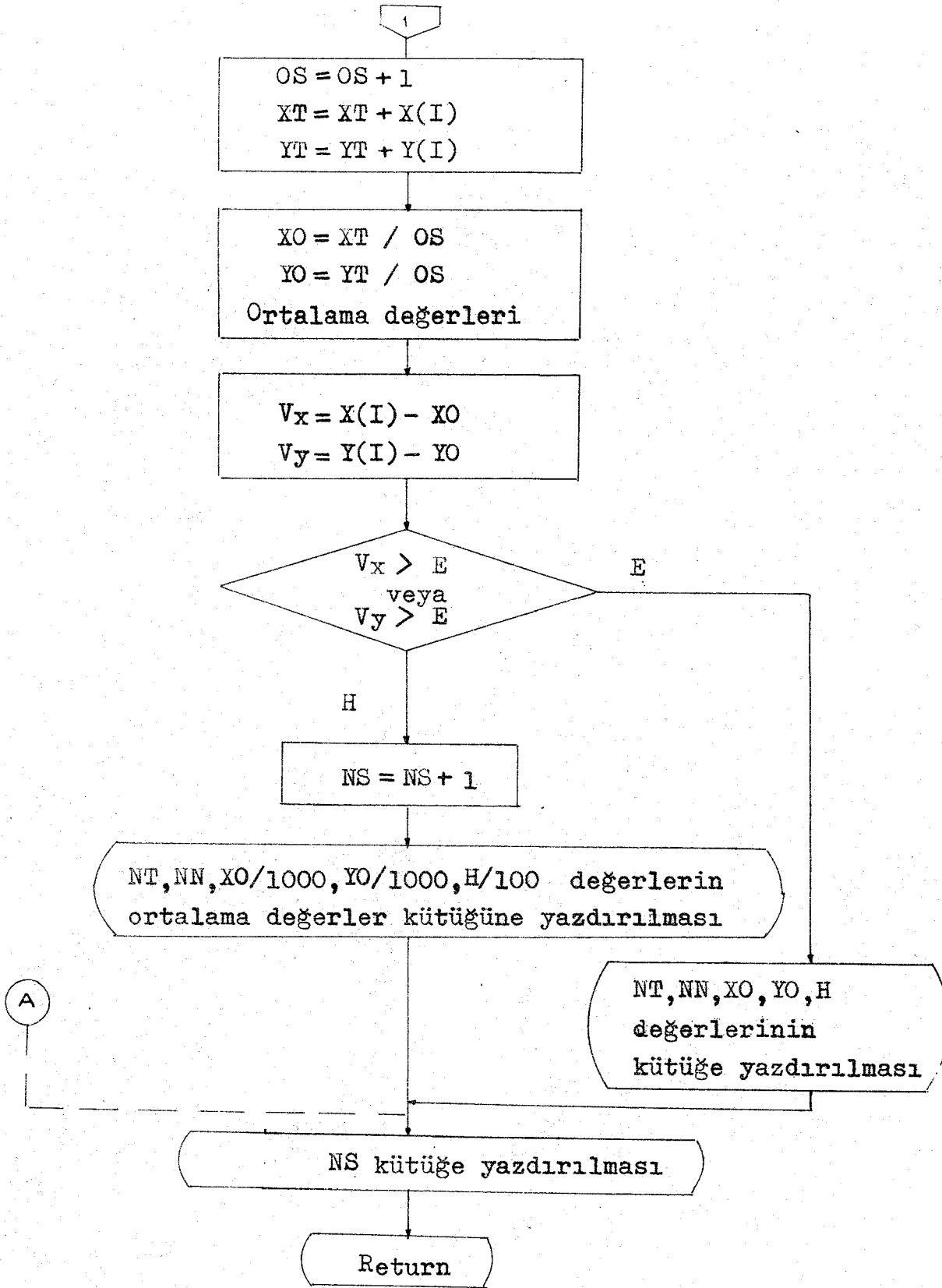
- Görünen hatalardan arındırılmış değerlerin bulunduğu kütüğün,
- Kalıntı hataları büyük olan değerlerin yazılacağı yeni kütüğün,
- Ortalama değerlerin yazılacağı yeni kütüğün,
- Nokta sayısının yazılacağı yeni kütüğün açılması

- Görünen hatalardan arındırılmış değerlerin bulunduğu sıralı kütüğün rastgele kütük haline getirilmesi

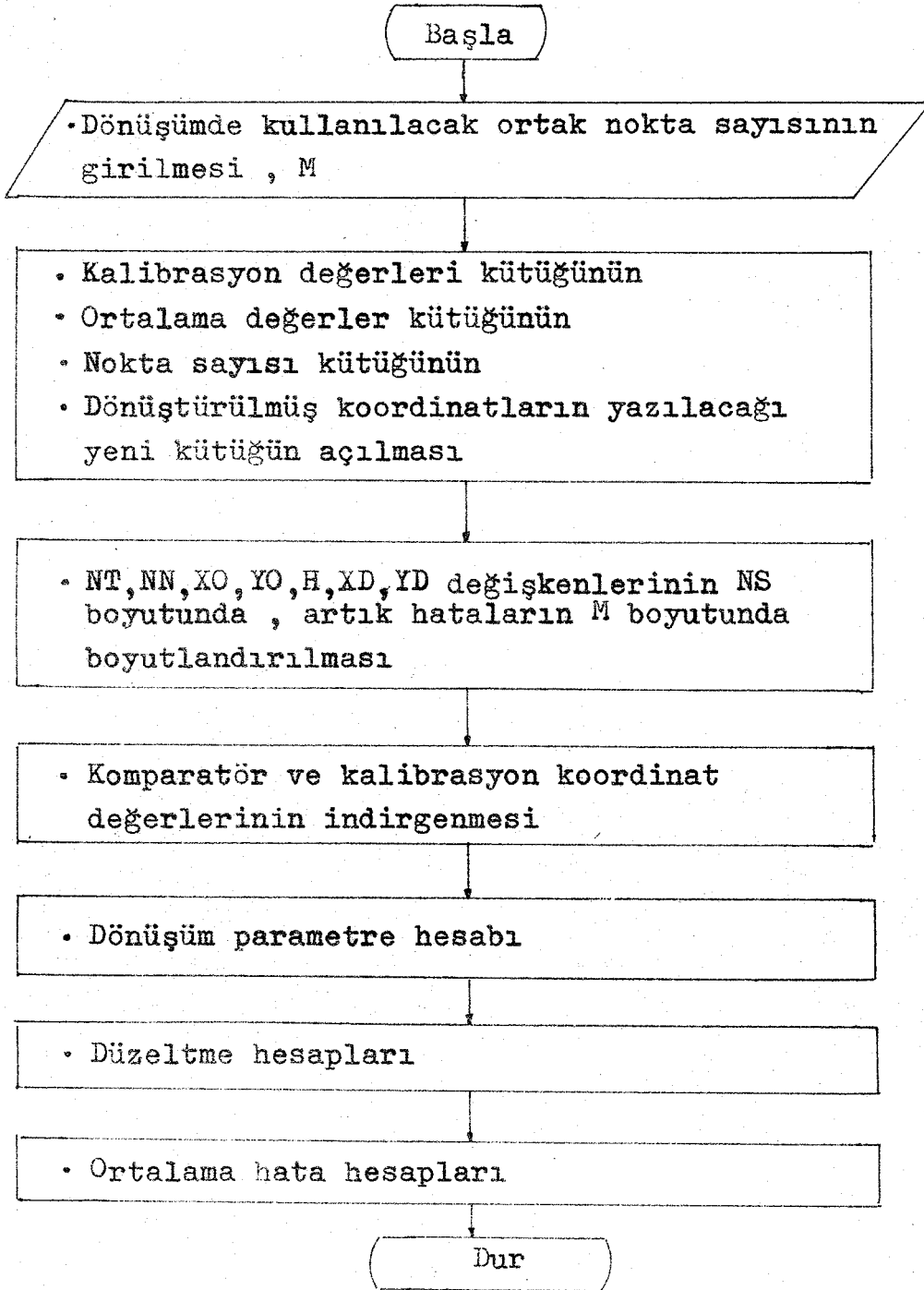
 $AC = SA - 1$  ,  $KS = 1$  ,  $NS = 0$ 
 $I = KS, AC$ 
 $XT = 0$  ,  $YT = 0$  ,  $OS = 0$ 
 $J = 2, SA$ 
 $NN(I) = NN(J)$ 
 $OS = OS + 1$   
 $XT = XT + X(J)$   
 $YT = YT + Y(J)$   
 $H = H(J)$ 

1

A



## AFIN DÖNÜŞÜM HESABI



## DÜZELTİLMİŞ RESİM KOORDİNATLARININ HESABI

Başla

- Resim numarasının
- Dönüştürülmüş koordinatların bulunduğu kütük adının,
- Nokta sayısının bulunduğu kütük adının,
- Düzeltilmiş koordinatların yazılacağı kütük adının girilmesi

- Kalibrasyon değerleri kütüğünün (A)
- Yukarıda bahsedilen kütüklerin açılması

- Denizden itibaren uçuş yüksekliği H (Km)
  - Ortalama arazi yüksekliği H1 (Km)
  - Yer yarıçapı RY (Km)
  - Odak uzaklığı F (mm)
- girilmesi

Düzeltilmiş koordinatlar XU ,YU değişkenlerinin NS boyutunda boyutlandırılması

I = 1, NS

NT(I), NN(I), XD(I), YD(I), H(I)  
değerlerinin kütükten aktarımı

$$R = \sqrt{XD(I)^2 + YD(I)^2}$$

$$RD = R/100$$

$$D1 = A(1) \cdot RD + A(2) \cdot RD^3 + A(3) \cdot RD^5 + A(4) \cdot RD^7 + A(5) \cdot RD^9$$

$$S1 = D1 \cdot 100/R$$

$$TX = S1 \cdot XD(I)$$

$$TY = S1 \cdot YD(I)$$

1

1

Atmosferik kırılma var mı ? (E-H)

H

EHS ?

E

$$K = \left[ \frac{2410H}{H \quad 6H \quad 250} - \frac{2410H1}{H1 \quad 6H1 \quad 250} \right] \cdot 10^{-6}$$

$$D2 = K \cdot (R + R^3/F^2)$$

$$S2 = D2 / R$$

$$TX = TX + S2 \cdot XD(I) , \quad TY = TY + S2 \cdot YD(I)$$

Yer küreselliği var mı ? (E-H)

H

EHS ?

E

$$R1 = RY + H1$$

$$H2 = H - H1$$

$$D3 = H2 \cdot R^3 / 2R1 \cdot F^2$$

$$S3 = D3 / R$$

$$TX = TX - S3 \cdot XD(I) , \quad TY = TY - S3 \cdot YD(I)$$

$$XU(I) = XD(I) - TX , \quad YU(I) = YD(I) - TY$$

Düzeltilmiş resim koordinatları

B

Düzeltilmiş değerlerin kütüğe yazdırılması

Dur

### 2.7.3 ANALİTİK YÖNTEMLE ARAZİ KOORDİNATLARI ELDE EDİLMİŞ BİR MODEL ÖRNEĞİ

Bu örnekte analitik yöntemle model koordinatları ve yapılan ölçülerin kontrolü amacıyla arazi koordinatları elde edilen programların çıktıları yer almaktadır.

#### 23. Resim

\*\*\*\*\* İKİ BOYUTLU AFİN DÖNÜŞÜM \*\*\*\*\*

	NN	X0	Y0	H
	1	19.209	13.410	0.000
	2	231.329	14.520	0.000
	3	230.280	226.618	0.000
	4	18.165	225.509	0.000
	23012	80.656	153.700	0.000
	22012	70.318	111.246	0.000
	11012	57.844	34.428	0.000
	11015	153.299	48.269	0.000
	22015	134.224	116.371	0.000
	23015	136.559	215.653	0.000
	23017	173.265	220.281	0.000
	102218	222.862	150.876	0.000
	22018	222.857	150.880	0.000
	11018	210.686	36.795	0.000
	258	211.839	79.752	1227.780
	1157	180.232	133.651	1182.560
	1159	172.852	172.660	1117.390
	1163	134.974	180.851	1024.310
	1152	146.278	50.684	1130.630
	1155	96.696	106.121	1157.150
	194	73.953	65.369	1312.950
	1153	28.997	151.349	1129.740

\*\*\*\*\* KALİBRASYON KOORDİNATLARI \*\*\*\*\*

	NN	X	Y	H
	1	-106.005	-106.011	0.000
	2	106.001	-106.006	0.000
	3	106.008	106.000	0.000
	4	-106.007	105.999	0.000

.....DÖNÜŞÜM PARAMETRELERİ.....

A1= 0.9994697064  
A2= 0.0049431987  
A3=-125.2736024077  
A4= -0.0052140819  
A5= 0.9995475850  
A6=-119.3140191953



.Dönüklük açıları (Alfa,Beta),ölçekler (UK,UQ)....

ALFA= -0.3321119706

BETA= 99.6852019701

K= 0.9994833068

Q= 0.9995598081

\*\*\* DÖNÜSTÜRÜLMÜŞ KOORDINATLAR \*\*\*

NN	XD	YD	H
1	-106.009	-106.010	0.000
2	106.005	-106.007	0.000
3	106.004	106.001	0.000
4	-106.003	105.998	0.000
23012	-43.901	33.896	0.000
22012	-54.443	-8.485	0.000
11012	-67.290	-85.203	0.000
11015	28.183	-71.866	0.000
22015	9.454	-3.696	0.000
23015	12.279	95.529	0.000
23017	48.988	99.964	0.000
102218	98.216	30.332	0.000
22018	98.211	30.336	0.000
11018	85.483	-83.634	0.000
258	86.847	-40.703	1227.780
1157	55.523	13.337	1182.560
1159	48.340	52.367	1117.390
1163	10.523	60.751	1024.310
1152	21.177	-69.416	1130.630
1155	-28.104	-13.745	1157.150
194	-51.037	-54.360	1312.950
1153	-95.544	31.815	1129.740

.....DÜZELTMELER.....

NN	VX (mm)	VY (mm)
1	-0.0035	0.0008
2	0.0035	-0.0008
3	-0.0035	0.0008
4	0.0035	-0.0008

[VX]= 0.0000

[VY]= -0.0000

[VXVX+VYVY]= 0.0001

.....ORTALAMA HATALAR.....

..Bir koordinatın ort.hat.= 0.0050648792

..Konum ort.hatası...= 0.0050648792

A1,A4 Bilinmeyenler. ort. hat.= 0.0000238774

A2,A5 Bilinmeyenler. ort. hat.= 0.0000238795

RES-23

.....TOPLAM DÜZELTMELER.....(mm)

TX	TY
0.0126935	0.0126937
-0.0126932	0.0126935
-0.0126933	-0.0126928
0.0126932	-0.0126926
0.0011566	-0.0008930
0.0014800	0.0002307
0.0010369	0.0013129
0.0002938	-0.0007491
-0.0011082	0.0004332
0.0000929	0.0007230
-0.0011063	-0.0022574
-0.0002576	-0.0000796
-0.0002569	-0.0000794
-0.0040487	0.0039612
0.0006990	-0.0003276
-0.0012563	-0.0003018
0.0001808	0.0001959
-0.0001355	-0.0007824
0.0001160	-0.0003802
0.0023608	0.0011546
-0.0004003	-0.0004263
-0.0001116	0.0000371

DÜZELTMELER GETİRİLMİŞ RESİM KOORDİNATLARI....(mm)...

NN	X	Y	H
1	-106.021	-106.023	0.000
2	106.017	-106.019	0.000
3	106.017	106.013	0.000
4	-106.016	106.011	0.000
23012	-43.902	33.897	0.000
22012	-54.444	-8.485	0.000
11012	-67.291	-85.205	0.000
11015	28.182	-71.865	0.000
22015	9.456	-3.696	0.000
23015	12.279	95.529	0.000
23017	48.990	99.966	0.000
102218	98.216	30.332	0.000
22018	98.211	30.336	0.000
11018	85.487	-83.638	0.000
258	86.847	-40.702	1227.780
1157	55.525	13.337	1182.560
1159	48.340	52.366	1117.390
1163	10.523	60.752	1024.310
1152	21.177	-69.415	1130.630
1155	-28.107	-13.746	1157.150
194	-51.036	-54.360	1312.950
1153	-95.544	31.815	1129.740

RES -24

\*\*\*\*\* İKİ BOYUTLU AFİN DÖNÜŞÜM \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\* KOMPARATOR KOORDİNATLARI \*\*\*\*\*

NN	X0	Y0	H
1	18.642	13.569	0.000
2	230.762	12.353	0.000
3	232.036	224.449	0.000
4	19.920	225.667	0.000
23009	53.316	205.765	0.000
123009	54.643	206.322	0.000
223009	56.857	206.205	0.000
22009	58.553	127.630	0.000
11009	69.019	21.612	0.000
111009	69.181	21.713	0.000
11012	133.431	44.243	0.000
22012	141.664	121.739	0.000
23012	145.880	164.432	0.000
23015	198.658	230.241	0.000
22015	204.122	130.318	0.000
11015	227.114	63.702	0.000
1152	220.884	65.816	1130.630
1163	200.703	195.159	1024.310
1155	168.900	118.202	1157.150
194	152.200	76.780	1312.950
1153	97.043	159.756	1129.740
286	69.668	94.725	1262.560
1254	34.318	172.115	1167.090

\*\*\*\*\* KALİBRASYON KOORDİNATLARI \*\*\*\*\*

NN	X	Y	H
1	-106.005	-106.011	0.000
2	106.001	-106.006	0.000
3	106.008	106.000	0.000
4	-106.007	105.999	0.000

.....DÖNÜŞÜM PARAMETRELERİ.....

A1= 0.9994587759

A2= -0.0060010723

A3=-124.5587283634

A4= 0.0057489098

A5= 0.9995457946

A6=-119.6805135915

.Dönüklük açıları (Alfa,Beta),ölçekler (UK,UQ)....

ALFA= 0.3661812433

BETA= -99.6178264811

K= 0.9994753097

Q= 0.9995638090

\*\*\* DÖNÜSTÜRÜLMÜŞ KOORDİNATLAR \*\*\*

NN	XD	YD	H
1	-106.008	-106.011	0.000
2	106.004	-106.006	0.000
3	106.005	106.000	0.000
4	-106.004	105.999	0.000
23009	-72.506	86.298	0.000
123009	-71.183	86.862	0.000
223009	-68.970	86.758	0.000
22009	-66.803	8.228	0.000
11009	-55.707	-97.682	0.000
111009	-55.545	-97.580	0.000
11012	8.535	-74.691	0.000
22012	16.298	2.818	0.000
23012	20.256	45.515	0.000
23015	72.610	111.598	0.000
22015	78.671	11.752	0.000
11015	102.050	-54.702	0.000
1152	95.811	-52.625	1130.630
1163	74.864	76.544	1024.310
1155	43.541	-0.561	1157.150
194	27.098	-42.060	1312.950
1153	-28.527	40.561	1129.740
286	-55.497	-24.598	1262.560
1254	-91.292	52.554	1167.090

.....DÜZELTMELER.....

NN	VX mm	VY mm
1	-0.0032	0.0005
2	0.0032	-0.0005
3	-0.0032	0.0005
4	0.0032	-0.0005

[VX]= -0.0000

[VY]= -0.0000

[VXVX+VYVY]= 0.0000

.....ORTALAMA HATALAR.....

..Bir koordinatın ort.hat.= 0.0046441360

..Konum ort.hatası...= 0.0046441360

A1,A4 Bilinmeyenler. ort. hat.= 0.0000218937

A2,A5 Bilinmeyenler. ort. hat.= 0.0000218959

RES-24

.....TOPLAM DÜZELTMELER.....(mm)

TX	TY
0.0126935	0.0126938
-0.0126932	0.0126934
-0.0126933	-0.0126928
0.0126933	-0.0126926
0.0019174	-0.0022821
0.0018002	-0.0021967
0.0014662	-0.0018443
0.0001563	-0.0000193
0.0014317	0.0025104
0.0014013	0.0024617
0.0000725	-0.0006349
-0.0017975	-0.0003108
-0.0008051	-0.0018091
-0.0066175	-0.0101708
0.0009576	0.0001431
-0.0036184	0.0019396
-0.0016554	0.0009092
-0.0008815	-0.0009012
-0.0024021	0.0000310
-0.0010629	0.0016498
0.0011499	-0.0016350
0.0008234	0.0003649
0.0007168	-0.0004126

DÜZELTMELER GETİRİLMİŞ RESİM KOORDİNATLARI....(mm)...

NN	X	Y	H
1	-106.021	-106.023	0.000
2	106.017	-106.019	0.000
3	106.017	106.013	0.000
4	-106.016	106.011	0.000
23009	-72.508	86.300	0.000
123009	-71.185	86.864	0.000
223009	-68.971	86.760	0.000
22009	-66.803	8.228	0.000
11009	-55.708	-97.684	0.000
111009	-55.547	-97.582	0.000
11012	8.534	-74.690	0.000
22012	16.300	2.818	0.000
23012	20.256	45.517	0.000
23015	72.617	111.608	0.000
22015	78.670	11.752	0.000
11015	102.054	-54.704	0.000
1152	95.812	-52.625	1130.630
1163	74.865	76.545	1024.310
1155	43.543	-0.561	1157.150
194	27.099	-42.062	1312.950
1153	-28.528	40.562	1129.740
286	-55.498	-24.598	1262.560
1254	-91.293	52.554	1167.090

## SAYISAL KARŞILIKLI YÖNELTME

PT.NO	XL	YL	XR	YR
11012	8.534	-74.690	-67.291	-85.205
22012	16.300	2.818	-54.444	-8.485
23012	20.256	45.517	-43.902	33.897
23015	72.617	111.608	12.279	95.529
22015	78.670	11.752	9.456	-3.696
11015	102.054	-54.704	28.182	-71.865
1152	95.812	-52.625	21.177	-69.415
1163	74.865	76.545	10.523	60.752
1155	43.543	-0.561	-28.107	-13.746
194	27.099	-42.062	-51.036	-54.360
1153	-28.528	40.562	-95.544	31.815

## INITIAL VALUES

OMEGA= 0.000000 PHI= 0.000000 KAPPA= 0.000000 BY= 0.000000 BZ= 0.000000

## RESUDIALS (IN MICRONS) ARE :

11012	424.09
22012	-228.80
23012	-707.55
23015	-1491.14
22015	-361.97
11015	65.33
1152	84.05
1163	-1050.08
1155	-210.81
194	204.26
1153	-680.48

## RESUDIALS (IN MICRONS) ARE :

11012	185.16
22012	111.26
23012	144.78
23015	234.37
22015	149.28
11015	269.74
1152	252.41
1163	166.14
1155	125.00
194	126.66
1153	120.91

## RESUDIALS (IN MICRONS) ARE :

11012	-50.82
22012	-37.65
23012	-30.28
23015	-19.46
22015	-40.04
11015	-69.59
1152	-68.10
1163	-29.97
1155	-42.21
194	-60.15
1153	-38.81

RESUDIALS (IN MICRONS) ARE :

11012	9.43
22012	12.67
23012	13.96
23015	11.99
22015	12.75
11015	8.29
1152	7.86
1163	7.80
1155	10.90
194	0.37
1153	9.18

RESUDIALS (IN MICRONS) ARE :

11012	2.43
22012	1.97
23012	1.46
23015	-2.93
22015	1.65
11015	-1.64
1152	-1.98
1163	-5.73
1155	0.25
194	-8.63
1153	-4.10

THE ORIGIN IN THIS COMPUTATION IS IN THE LEFT HAND PROJECTION CENTRE

THE COORDINATES OF THE LEFT HAND PROJECTION CENTRE ARE:

X= 0.000 Y= 0.000 Z= 0.000

THE COORDINATES OF THE RIGHT HAND PROJECTION CENTRE ARE:

X= 100.000 Y= 18.429 Z= 0.828

PT. NO	T1	T2	X	Y-MEAN	Z	DY
11012	1.400819	1.402039	11.955	-104.629	-214.970	0.003
22012	1.391622	1.400551	22.683	3.920	-213.558	0.003
23012	1.464956	1.478286	29.675	66.680	-224.812	0.002
23015	1.464337	1.480359	106.335	163.434	-224.717	-0.004
22015	1.419925	1.424293	111.705	16.685	-217.902	0.002
11015	1.415992	1.411052	111.507	11.507	-217.902	0.002

1152	1.398690	1.394704	134.012	-73.605	-214.643	-0.003
1163	1.430011	1.441827	107.058	109.464	-219.449	-0.008
1155	1.384230	1.390457	60.273	-0.777	-212.424	0.000
194	1.317321	1.320872	35.698	-55.404	-202.156	-0.011
1153	1.396274	1.413165	-39.833	56.639	-214.272	-0.006



## MUTLAK YÖNELTME

NOKTA	ALET KOORDINATLARI			ARAZI KOORDINATLARI		
	X	Y	Z	X*	Y*	Z*
1152	134.012	-73.605	-214.643	618553.200	4519224.520	1130.630
1163	107.058	109.464	-219.449	618676.160	4516775.390	1024.310
1155	60.273	-0.777	-212.424	617783.350	4518085.640	1157.150
194	35.698	-55.404	-202.156	617324.110	4518729.250	1312.950
1153	-39.833	56.639	-214.272	616629.570	4517079.470	1129.740
1152	-74.570	-80.869	-2.054	759.922	1245.666	-20.326
1163	-47.616	102.200	-6.861	882.882	-1203.464	-126.646
1155	-0.832	-8.040	0.165	-9.928	106.786	6.194
194	23.743	-62.667	10.433	-469.168	750.396	161.994
1153	99.275	49.376	-1.683	-1163.708	-899.384	-21.216
X0=	617048.360					
Y0=	4517868.575					
Z0=	3981.924					

NOKTA	VX	VY	VZ
1152	-0.233	0.137	2.672
1163	-0.106	-0.338	-0.608
1155	-0.068	-0.102	-1.932
194	0.178	0.436	-2.339
1153	0.229	-0.133	2.207
Sigma-X=	0.23		
Sigma-Y=	0.34		
Sigma-Z=	3.29		

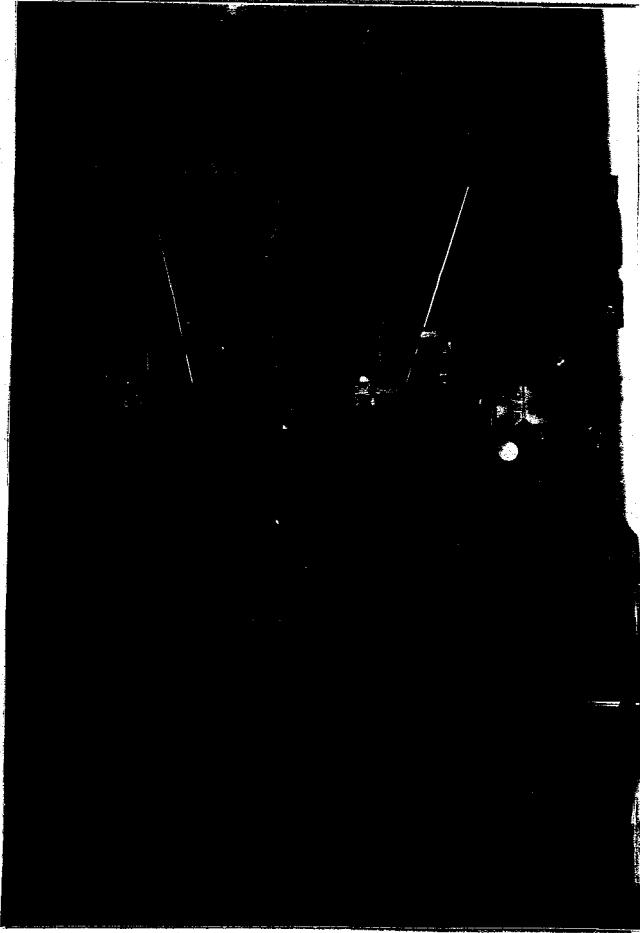
## ALET KOORDINATLARI

## DÖNÜSTÜRÜLMÜŞ KOORDINATLAR

NOKTA	X	Y	Z	X**	Y**	Z**
11012	-11.955	-104.629	-214.970	616885.018	4519311.222	1158.324
22012	-22.683	3.920	-213.558	617306.323	4517927.106	1145.290
23012	-29.675	66.680	-224.812	617557.501	4517131.761	977.576
23015	-106.335	163.434	-224.717	618805.432	4516072.556	939.102
22015	-111.705	16.685	-217.902	618496.257	4517993.304	1069.007
11015	-144.507	-77.459	-217.298	618678.886	4519302.655	1097.369
1152	-134.012	-73.605	-214.643	618552.967	4519224.657	1133.302
1163	-107.058	109.464	-219.449	618676.054	4516775.052	1023.702
1155	-60.273	-0.777	-212.424	617783.282	4518085.538	1155.218
194	-35.698	-55.404	-202.156	617324.288	4518729.686	1310.611
1153	39.833	56.639	-214.272	616629.799	4517079.337	1131.947

### 3. ANALOG YÖNTEMLE MODEL OLUŞTURMA

Analog çalışmalarda resmi şekil ( 25 )de görülen PLANİMAT D2 ZEISS aleti kullanılmıştır.



Şekil 25 : Planimat D2 nin resmi

Analog yöntemle model oluşturma işlemlerinde

- . Analitik yöntemle model oluşturma bölümünde ayrıntılı olarak bahsedilen hazırlık çalışmaları bu yöntemde de ilk adımda yapılacak işlemlerdir.
- .  $b_x$  bazı hesap edilir.

$$b_x = ( b \cdot Z_{max} \cdot 0.8 ) / c$$

burada

b : Ortalama resim bazı

$Z_{max}$  : Maksimum izdüşüm mesafesi

c : Asal uzaklık

Çalışmalarda,  $b_x$ : 180 mm ,  $Z_{max}$  :  $c + 310$  mm , c : 153.46 mm olarak alınmıştır.

• Karşılıklı yöneltme yapılır.

• Ölçme işlemleri

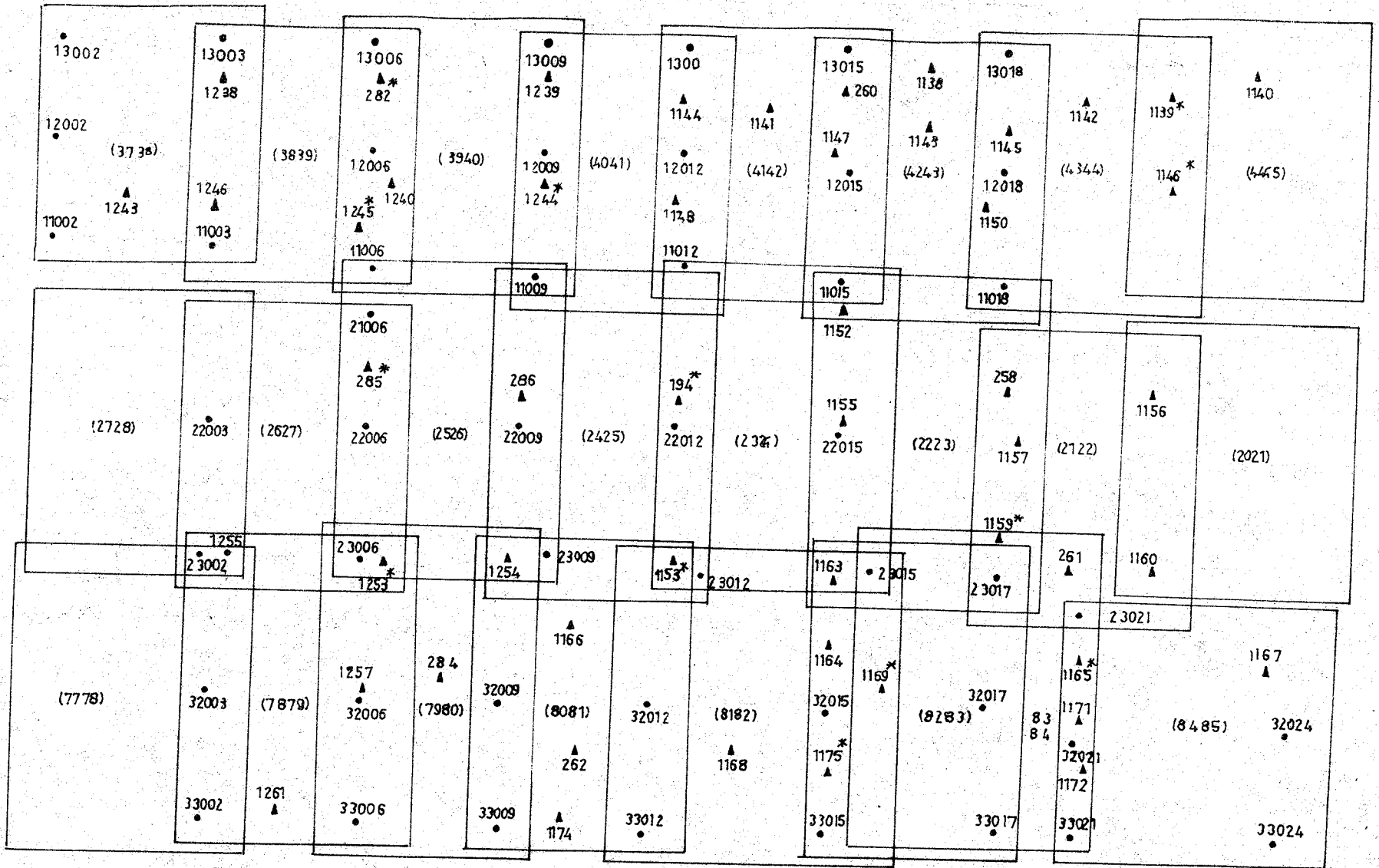
Ölçme işlemlerine geçmeden önce bilgisayarda PLSOMV3 programının planimatla ilgili kısmı koşturulur.

1 . İzdüşüm merkezi koordinatlarının ölçülmesi

Bu ölçüler sol ve sağ izdüşüm merkezlerinde ayrı ayrı yapılır. Bunun için izdüşüm çubukları üzerinde bulunan ve değerleri aletin kullanma kitabında yer alan işaretler tesbit edilir. Çalışmalarda işaret yüksekliği 340 mm olarak alınmıştır. Bu değer model koordinatları oluşturulduktan sonra kaydedilen izdüşüm merkezi koordinatlarının  $\frac{1}{2}$  değerlerine eklenir.

2 . Diğer noktaların ölçülmesi

Bu ölçüler el ve ayak çarkları yardımıyla ölçü markasının noktaya tatbik edilmesi suretiyle gerçekleştirilir. Ve alınan bütün kayıtlar disklere aktarılır. Tüm kayıtlar tamamlandıktan sonra PLSOMV3 programı durdurulur. Böylece makine dilinde kayıtlar alınmış olur. Daha sonra CONVERT ve DÜZENLE.BAS programları çalıştırılmak suretiyle model koordinatları elde edilir. Programların tanıtıldığı bölümde belirtildiği gibi kontrol amacıyla arazi koordinatlarını elde etmek için de MUTLAK - Y.TXT programı çalıştırılır.



Şekil 26 : Çalışma alanının index haritası

#### 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

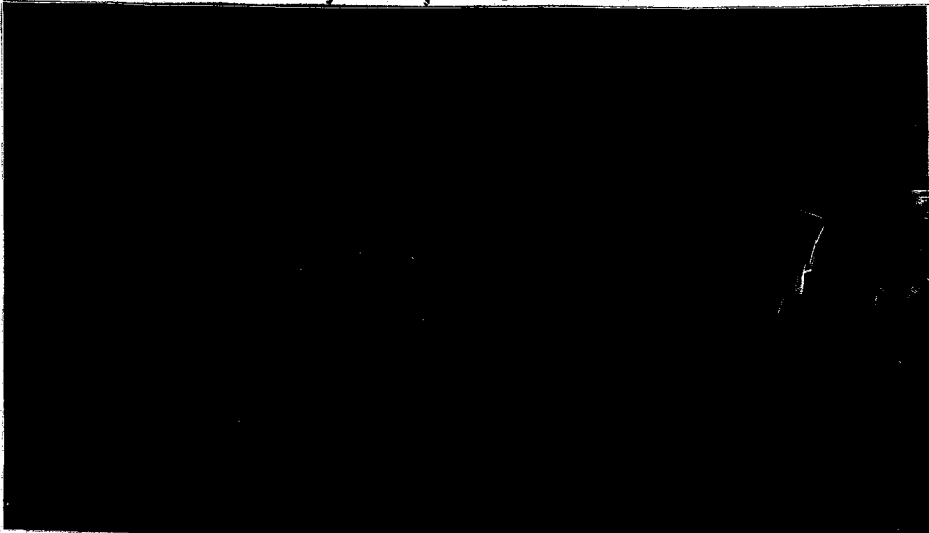
##### 4.1 AMAÇ VE İÇERİK

Deneyisel çalışmalardan amaçlanan bağımsız model blok dengeleme için ölçüler yaparak sayısal ve analog yöntemlerle model koordinatlarının oluşturulmasıdır.

Bu çalışmalar index haritası şekil ( 26 ) da görülen Çankırı bölgesine ait 23 x 23 boyutunda 153.46 mm asal uzaklıklı kamera ile çekilmiş 3 x 9 resim üzerinde gerçekleştirilmiştir. 24 modelden oluşan blokta , bulunabilen tüm noktaların sayısal yöntemle model koordinatları oluşturulmuştur. Model koordinatlarının sayısal yöntemle elde edilişi mono komparatör ölçüleri ve bir ana program altında toplanan çok sayıdaki geçiş programlarının çalıştırılması ile gerçekleştirilmiştir.

Analog yöntemle model koordinatlarının oluşturulması ise ancak dört model üzerinde denenmiştir.

Sayısal ve analog yöntemlerin her ikisinde de kayıt ortamı olarak disketler kullanılmıştır. Şekil ( 27 ) de resmi görülen BONCUK 09 bilgisayarında koşturulan programlar yardımıyla istenilen sonuçlara ulaşılmıştır.



Şekil 27 : Boncuk 09 bilgisayarı

#### 4.2 SORUNLAR - ÖNERİLER

Hazırlık çalışmaları sırasında

- . Önceden kart kopyalar üzerine kaba bir şekilde işaretlenmiş olan yer kontrol noktaları , işaretli alanların oldukça değişik yerlerinde veya bu işaretlerin dışında kalmaları ,
- . Yer kontrol noktaları boyutlarının kireçlerin dağılmasından veya başka nedenlerden dolayı standart olmamaları ,
- . Kontrol noktaları çevresinde bulunan arazideki bazı taşların işaretlerden daha muntazam olmaları ,
- . Resimleri alınmış olan arazinin çok engebeli oluşu ,
- . Resim kalitesinin yer yer bozulmuş olması ,
- . Bağlantı noktası olarak seçilecek uygun arazi kırık noktalarının bulunamayışı ,
- . Kolon baş ve sonlarındaki ortak alanların çok dar olması gibi sorunlarla karşılaşmıştır.

Bahsedilen bütün bu etkenlerden de anlaşılacağı gibi yer kontrol noktalarının belirlenmesi ve bağlantı noktalarının tesbiti oldukça zaman alıcı ve yorucu işlemleri gerektirmiştir . Ormanlık , kayalık arazilerdeki yer kontrol noktalarının tesbiti ise hemen hemen imkansız olmuştur.

Bulunabilen yer kontrol noktaları ve tesbit edilen bağlantı noktaları ile ölçü işlemleri , daha sonra da hazırlanan programlar yardımıyla model koordinatları oluşturulmuştur. Yapılan işlemleri kontrol amacıyla bağımsız modellerin mutlak yöneltilmesi yapılmıştır. Ancak elde edilen bilgilerden yer kontrol noktası olarak işaretlediğimiz bir kısım noktaların yanlış , bağlantı nokta seçiminin doğru olmadığı anlaşılmıştır. Ve tüm işlemler yeniden ele alınmıştır.

Bilhassa kolonların başlarındaki ve sonlarındaki modellerde ve 2.ci kolonda bulunan 25.ci resim ve ondan sonra gelen 26,27,28 ci resimlerde yer kontrol noktaları kesin olarak belirleneme-

miştir. Bu sebeple bu resimlerdeki yer kontrol noktalarıda işlemler sırasında bağlantı noktası olarak işlem görmüştür.

Bulunamayan veya şüpheli olan yer kontrol noktalarının bulunabilmesi için <sup>altındaki</sup> stereoskop işlemlerden sonra doğruluğundan emin olduğumuz yer kontrol noktalarını kullanarak komparatör ölçmelerine dayalı " Uzay geriden kestirme " yapılarak noktaların tesbiti yoluna gidilmiştir. Yine de kart baskı resimler üzerinde işaretlenmiş bulunan tüm yer kontrol noktaları bulunamamıştır.

Modeller ve kolonlar arasındaki bağlantıyı sağlamak için ortak alanlarda doğal noktaların tesbiti gerekmiştir. Ancak esasen kısıtlı olan ortak alanlarda bağlantı için güvenilir nokta seçimi çok güç olmuş , özellikle kolon başlarında ve sonlarında kolonlar arası bağlantı bazı yerlerde sağlanamamıştır.

Resim kalitesinin yer yer bozulmuş olması ve işaretlerin düzgün olmamaları nedeniyle iki veya daha fazla modelde ortak oldukları belirlenmiş noktalar ortak oldukları bütün modellerde bulunamamıştır. Bu nedenle şekil ( 26 ) da görüldüğü üzere modeller ve kolonlar arasındaki bağlantılar yer yer kopmuştur.

Yukarıda bahsedilen sorunlara çözüm olarak düşünülebilecek birkaç önlem aşağıda belirtilmiştir.

- . Noktaların tanınması amacıyla tüm yer kontrol noktalarının nokta tanıtım krokileri önceden yapılmış olmalıdır.
- . Bağlantı noktaları için uygun doğal noktaların bulunmadığı bölgelerde yapay noktalardan yararlanılmalıdır. Bu nedenle uygun yapay nokta üretim araçları bulunmalıdır.
- . Planlanan uçuştan kısa bir süre önce , yer kontrol nokta işaretlerinin bir takım etkenlerden dolayı bozulmuş olabilecekleri düşünülerek önemli noktalar gözden geçirilmelidir.
- . Kolonlar arasında standart ortak alanları oluşturabil-

ecek , uçuş planları ve uçuşlar dikkatle yapılmalıdır.

Ölçüler sırasında ,

Şekil (5) de görüldüğü üzere birinci ve üçüncü kolonlarda aynı yönde ikinci kolonda ise bunlara ters yönde uçuş yapılmıştır.

Keyfi olarak seçilen komparatör koordinat sisteminde kolonlar arasındaki bağlantıyı sağlamak için ölçüler sırasında resimlerin emilsiyonlu yüzleri aşağıya gelecek şekilde birinci ve üçüncü kolonlardaki resimler komparatöre aynı şekilde ikinci kolondaki resimler ise birinci ve üçüncü kolonlara göre saat ibresi yönünde 180 derece döndürülmüş şekilde yerleştirilmiştir.

##### 5. ANALİTİK VE ANALOG YÖNTEMLERLE OLUŞTURULAN MODELLERİN , ARAZİ SİSTEMİNE DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ KOORDİNATLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Bu bölgede daha önceden fotogrametrik yöntemle harita yapıldığından her modelde bağımsız mutlak yöneltme yapılabilecek sayıda yer kontrol noktası yer almaktadır. Burada dört modelin analog ve analitik yöntemlerle oluşturulan model koordinatları arazi koordinat sistemine dönüştürülerek bir karşılaştırma yapılmıştır.



2223 (Analitik veriler ile)

NOKTA	ALET KOORDİNATLARI			ARAZİ KOORDİNATLARI		
	X	Y	Z	X*	Y*	Z*
258	-13.459	68.194	-203.052	619766.020	4518813.740	1227.780
1157	27.152	-2.639	-207.004	619354.950	4517790.950	1182.560
1159	35.917	-56.193	-211.935	619337.250	4517058.170	1117.390
1163	87.210	-70.161	-219.628	618676.160	4516775.390	1024.310
1155	139.407	35.162	-210.679	617783.350	4518085.640	1157.150
258	68.705	73.321	7.408	782.474	1108.962	85.942
1157	28.093	2.489	3.455	371.404	86.172	40.722
1159	19.329	-51.066	-1.476	353.704	-646.608	-24.448
1163	-31.965	-65.034	-9.168	-307.386	-929.388	-117.528
1155	-84.162	40.290	-0.219	-1200.196	380.862	15.312

X0= 619756.930

Y0= 4517881.261

Z0= 3970.432

NOKTA	VX	VY	VZ
258	-0.006	-0.040	0.026
1157	0.135	-0.210	-0.051
1159	-0.028	0.194	-0.012
1163	0.054	0.025	0.050
1155	-0.155	0.031	-0.013

Sigma-X= 0.12

Sigma-Y= 0.17

Sigma-Z= 0.06

## ALET KOORDİNATLARI

## DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ KOORDİNATLAR

NOKTA	X	Y	Z	X**	Y**	Z**
11015	-61.107	115.252	-213.438	618679.080	4519302.824	1103.905
22015	-87.932	21.072	-216.137	618496.399	4517993.639	1072.397
23015	-84.835	-123.001	-225.929	618805.608	4516073.435	938.369
23017	-33.373	-126.084	-220.180	619500.398	4516128.745	1004.983
22018	24.319	-24.288	-199.060	620085.243	4517597.942	1278.590
11018	18.327	130.583	-213.406	619712.009	4519656.542	1087.553
258	13.459	68.194	-203.052	619766.014	4518813.700	1227.806
1157	-27.152	-2.639	-207.004	619355.085	4517790.740	1182.509
1159	-35.917	-56.193	-211.935	619337.222	4517058.364	1117.378
1163	-87.210	-70.161	-219.628	618676.214	4516775.415	1024.360
1152	-71.187	110.840	-210.990	618553.130	4519225.026	1139.057
1155	-139.407	35.162	-210.679	617783.195	4518085.671	1157.137

2223 (Analog veriler ile)

NOKTA	ALET KOORDINATLARI			ARAZI KOORDINATLARI		
	X	Y	Z	X*	Y*	Z*
258	662.680	614.840	246.545	619766.020	4518813.740	1227.780
1155	418.420	521.310	242.115	617783.350	4518085.640	1157.150
1157	613.640	487.550	242.180	619354.950	4517790.950	1182.560
1163	531.010	360.310	224.355	618676.160	4516775.390	1024.310
1159	612.630	396.690	234.425	619337.250	4517058.170	1117.390
258	95.004	138.700	8.621	782.474	1108.962	85.942
1155	-149.256	45.170	4.191	-1200.196	380.862	15.312
1157	45.964	11.410	4.256	371.404	86.172	40.722
1163	-36.666	-115.830	-13.569	-307.386	-929.388	-117.528
1159	44.954	-79.450	-3.499	353.704	-646.608	-24.448
0=	614378.413					
0=	4513933.147					
0=	-866.730					

NOKTA	VX	VY	VZ
258	-0.841	-0.581	0.014
1155	0.197	0.922	0.053
1157	0.326	0.501	0.016
1163	-0.106	-1.010	-0.033
1159	0.424	0.168	-0.049
igma-X=	0.59		
igma-Y=	0.91		
igma-Z=	0.06		

NOKTA	ALET KOORDINATLARI			DÖNÜSTÜRÜLMÜŞ KOORDINATLAR		
	X	Y	Z	X**	Y**	Z**
1	499.970	500.000	590.000	618393.213	4517896.176	3975.452
2	668.510	501.610	581.630	619754.801	4517889.880	3930.191
1152	511.860	663.400	238.130	618554.617	4519222.812	1141.292
258	662.680	614.840	246.545	619765.179	4518813.159	1227.794
1155	418.420	521.310	242.115	617783.547	4518086.562	1157.203
1157	613.640	487.550	242.180	619355.276	4517791.451	1182.576
1163	531.010	360.310	224.355	618676.054	4516774.380	1024.277
1159	612.630	396.690	234.425	619337.674	4517058.338	1117.341
261	724.880	328.100	244.835	620234.362	4516491.414	1214.301
23017	636.690	279.540	220.460	619520.205	4516110.266	1004.566
22018	706.700	463.290	252.605	620102.189	4517584.584	1278.345
0181	656.260	717.100	228.745	619727.511	4519639.811	1086.086
1018	672.830	709.360	230.120	619860.174	4519575.379	1099.160
1015	529.220	671.590	233.255	618696.321	4519287.038	1104.460
2015	508.790	509.370	230.085	618513.144	4517980.030	1071.703
3015	550.220	271.640	213.800	618822.272	4516056.676	939.171

2324 (Analitik veriler ile)

NOKTA	ALET KOORDINATLARI			ARAZI KOORDINATLARI		
	X	Y	Z	X*	Y*	Z*
1152	-29.242	95.831	-211.884	618553.200	4519224.520	1130.630
1163	-15.022	-86.725	-219.044	618676.160	4516775.390	1024.310
1155	38.687	18.909	-211.239	617783.350	4518085.640	1157.150
194	66.735	71.076	-200.669	617324.110	4518729.250	1312.950
1153	133.663	-44.519	-214.689	616629.570	4517079.470	1129.740
1152	68.206	84.917	-0.380	759.922	1245.666	-20.326
1163	53.986	-97.639	-7.539	882.882	-1203.464	-126.646
1155	0.277	7.995	0.266	-9.928	106.786	6.194
194	-27.771	60.161	10.836	-469.168	750.396	161.994
1153	-94.699	-55.434	-3.184	-1163.708	-899.384	-21.216
0=	618396.851					
0=	4517888.562					
0=	3970.777					

NOKTA	VX	VY	VZ
1152	-0.236	0.133	2.673
1163	-0.104	-0.342	-0.613
1155	-0.069	-0.103	-1.920
194	0.176	0.445	-2.348
1153	0.233	-0.133	2.208
sigma-X=	0.23		
sigma-Y=	0.35		
sigma-Z=	3.29		

NOKTA	ALET KOORDINATLARI			DÖNÜSTÜRÜLMÜŞ KOORDINATLAR		
	X	Y	Z	X**	Y**	Z**
1012	-93.396	118.246	-212.997	616885.027	4519311.205	1158.349
22012	-75.485	11.751	-212.772	617306.328	4517927.105	1145.308
23012	-64.246	-49.621	-224.581	617557.506	4517131.758	977.593
23015	17.997	-140.009	-224.897	618805.432	4516072.555	939.105
22015	13.334	5.197	-216.379	618496.253	4517993.300	1069.020
1015	39.370	100.377	-214.368	618678.884	4519302.648	1097.371
1152	29.242	95.831	-211.884	618552.964	4519224.653	1133.303
1163	15.022	-86.725	-219.044	618676.056	4516775.048	1023.697
1155	-38.687	18.909	-211.239	617783.281	4518085.537	1155.230
194	-66.735	71.076	-200.669	617324.286	4518729.695	1310.602
1153	-133.663	-44.519	-214.689	616629.803	4517079.337	1131.948

2324 (Analog veriler ile)

NOKTA	ALET KOORDINATLARI			ARAZI KOORDINATLARI		
	X	Y	Z	X*	Y*	Z*
194	526.890	602.460	248.190	617324.110	4518729.250	1312.950
1152	682.140	665.140	220.770	618553.200	4519224.520	1130.630
1155	584.900	520.440	228.455	617783.350	4518085.640	1157.150
1153	438.740	392.290	231.200	616629.570	4517079.470	1129.740
1163	698.530	353.810	211.505	618676.160	4516775.390	1024.310
194	-59.350	95.632	20.166	-469.168	750.396	161.994
1152	95.900	158.312	-7.254	759.922	1245.666	-20.326
1155	-1.340	13.612	0.431	-9.928	106.786	6.194
1153	-147.500	-114.538	3.176	-1163.708	-899.384	-21.216
1163	112.290	-153.018	-16.519	882.882	-1203.464	-126.646
X0=	613215.985					
Y0=	4514032.077					
Z0=	-824.470					

NOKTA	VX	VY	VZ
194	-0.075	0.945	-2.678
1152	-0.940	-0.849	2.679
1155	-0.450	0.318	-1.306
1153	0.306	0.727	2.251
1163	1.158	-1.141	-0.946
igma-X=	0.92		
igma-Y=	1.09		
igma-Z=	3.32		

NOKTA	ALET KOORDINATLARI			DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ KOORDINATLAR		
	X	Y	Z	X**	Y**	Z**
1	500.000	500.000	590.000			
2	671.550	502.700	584.665	617042.929	4517880.330	3981.010
194	526.890	602.460	248.190	618393.940	4517898.545	3973.267
1152	682.140	665.140	220.770	617324.035	4518730.195	1310.272
1155	584.900	520.440	228.455	618552.260	4519223.671	1133.309
1153	438.740	392.290	231.200	617782.900	4518085.958	1155.844
1163	698.530	353.810	211.505	616629.876	4517080.197	1131.991
3015	714.990	264.260	201.870	618677.318	4516774.249	1023.364
2015	675.290	508.640	215.310	618807.094	4516070.348	939.221
1015	698.020	675.010	215.675	618496.550	4517992.822	1068.747
1012	470.550	675.700	229.200	618678.408	4519301.663	1097.636
2012	524.380	500.160	228.930	616885.811	4519310.286	1159.211
3012	556.070	398.780	208.515	617306.207	4517927.600	1145.004
				617557.740	4517131.653	977.522

4142

(Analitik veriler ile)

NOKTA	ALET KOORDINATLARI			ARAZI KOORDINATLARI		
	X	Y	Z	X*	Y*	Z*
1141	44.368	-87.558	-197.491	617839.320	4522269.650	921.520
1144	-7.682	-38.472	-197.133	617028.100	4521612.550	942.690
1148	-11.011	52.645	-190.648	616878.470	4520292.400	1049.850
260	67.240	-67.454	-194.075	618149.940	4521952.440	977.680
1147	85.268	34.347	-188.798	618299.800	4520452.920	1078.230
1141	-8.731	-66.259	-3.862	200.194	953.658	-72.474
1144	43.318	-17.173	-3.504	-611.026	296.558	-51.304
1148	46.647	73.943	2.981	-760.656	-1023.592	55.856
260	-31.603	-46.156	-0.446	510.814	636.448	-16.314
1147	-49.631	55.646	4.831	660.674	-863.072	84.236
X0=	617098.139					
Y0=	4521086.164					
Z0=	3822.992					

NOKTA	VX	VY	VZ
1141	-0.009	-0.204	2.320
1144	-0.264	0.372	-3.877
1148	0.342	0.049	2.646
260	-0.048	0.010	0.457
1147	-0.021	-0.227	-1.546
Sigma-X=	0.25		
Sigma-Y=	0.28		
Sigma-Z=	3.87		

ALET KOORDINATLARI

DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ KOORDINATLAR

NOKTA	X	Y	Z	X**	Y**	Z**
13012	24.215	-120.908	-194.492	616878.347	4522830.974	959.871
12012	8.276	4.099	-195.331	616972.186	4520994.660	974.016
11012	5.389	119.768	-184.895	616886.501	4519310.975	1150.562
13015	-107.615	-125.595	-200.974	618801.480	4522752.213	865.723
12015	-121.621	-15.948	-199.113	618884.170	4521142.059	916.033
11015	-117.137	110.978	-188.767	618678.826	4519302.728	1093.543
1141	-44.368	-87.558	-197.491	617839.311	4522269.446	923.840
1144	7.682	-38.472	-197.133	617027.836	4521612.922	938.813
1148	11.011	52.645	-190.648	616878.812	4520292.449	1052.496
260	-67.240	-67.454	-194.075	618149.892	4521952.450	978.137
1147	-85.268	34.347	-188.798	618299.779	4520452.693	1076.684

442

Analog verilerle )

NOKTA	ALET KOORDINATLARI			ARAZI KOORDINATLARI		
	X	Y	Z	X*	Y*	Z*
260	638.190	612.980	253.295	618149.940	4521952.440	977.680
1141	602.050	653.750	246.235	617839.320	4522269.650	921.520
1144	498.990	577.900	245.035	617028.100	4521612.550	942.690
1148	472.960	416.740	255.910	616878.470	4520292.400	1049.850
1147	647.950	428.220	262.665	618299.800	4520452.920	1078.230
260	66.162	75.062	0.667	510.814	636.448	-16.314
1141	30.022	115.832	-6.393	200.194	953.658	-72.474
1144	-73.038	39.982	-7.593	-611.026	296.558	-51.304
1148	-99.068	-121.178	3.282	-760.656	-1023.592	55.856
1147	75.922	-109.698	10.037	660.674	-863.072	84.236
X0=	613143.434					
Y0=	4516688.843					
Z0=	-902.971					

NOKTA	VX	VY	VZ
260	-0.278	-0.398	1.443
1141	-0.409	-0.068	1.089
1144	0.058	0.693	-3.286
1148	0.202	0.236	2.380
1147	0.427	-0.463	-1.626
Sigma-X=	0.40		
Sigma-Y=	0.55		
Sigma-Z=	3.34		

## ALET KOORDINATLARI

## DÖNÜSTÜRÜLMÜŞ KOORDINATLAR

NOKTA	X	Y	Z	X**	Y**	Z**
1	496.420	508.600	597.845	617090.272	4521094.100	3823.689
2	677.490	507.020	600.655	618565.613	4521149.335	3816.503
260	638.190	612.980	253.295	618149.662	4521952.042	979.123
1141	602.050	653.750	246.235	617838.911	4522269.582	922.609
1144	498.990	577.900	245.035	617028.158	4521613.243	939.404
1148	472.960	416.740	255.910	616878.672	4520292.636	1052.230
1147	647.950	428.220	262.665	618300.227	4520452.457	1076.604
11015	687.920	285.120	263.575	618679.711	4519302.295	1094.956
12015	723.770	509.710	245.900	618884.165	4521142.183	917.259
13012	487.380	728.000	249.415	616877.803	4522831.704	958.560
12012	488.560	502.380	247.960	616972.151	4520994.781	974.285
11012	468.010	296.080	265.845	616885.416	4519309.575	1148.883

4243

(Analitik veriler ile)

NOKTA	ALET KOORDINATLARI			ARAZI KOORDINATLARI		
	X	Y	Z	X*	Y*	Z*
1138	31.142	-104.875	-198.054	619090.570	4522632.200	894.150
260	-30.400	-54.926	-193.366	618149.940	4521952.440	977.680
1147	-14.527	46.748	-187.384	618299.800	4520452.920	1078.230
1143	42.548	-49.680	-194.410	619212.880	4521816.190	956.710
1150	64.565	68.162	-189.927	619439.240	4520074.470	1042.290
1145	98.282	4.842	-187.998	619984.350	4520974.090	1054.950
1138	0.793	-89.920	-6.198	61.107	1315.148	-106.518
260	62.335	-39.971	-1.509	-879.523	635.388	-22.988
1147	46.462	61.702	4.472	-729.663	-864.132	77.562
1143	-10.613	-34.725	-2.553	183.417	499.138	-43.958
1150	-32.630	83.117	1.930	409.777	-1242.582	41.622
1145	-66.347	19.797	3.858	954.887	-342.962	54.282
X0=	618565.731					
Y0=	4521155.960					
Z0=	3816.805					

NOKTA	VX	VY	VZ
1138	0.046	0.055	0.537
260	-0.081	0.004	-1.375
1147	-0.041	0.022	1.790
1143	-0.050	-0.169	-0.103
1150	0.080	0.238	-1.643
1145	0.046	-0.151	0.794
Sigma-X=	0.07		
Sigma-Y=	0.17		
Sigma-Z=	1.71		

## ALET KOORDINATLARI

## DÖNÜSTÜRÜLMÜŞ KOORDINATLAR

NOKTA	X	Y	Z	X**	Y**	Z**
13015	-12.039	-113.262	-200.381	618817.748	4522770.170	860.565
12015	-22.738	-2.522	-197.794	618884.289	4521141.673	916.441
11015	-15.675	123.714	-186.714	618678.997	4519302.361	1100.687
13018	-112.822	-104.600	-193.761	620285.825	4522562.330	951.712
12018	-109.913	32.649	-189.237	620131.809	4520557.412	1041.452
11018	-84.688	95.617	-187.088	619711.615	4519657.079	1085.440
1138	-31.142	-104.875	-198.054	619090.616	4522632.255	894.687
260	30.400	-54.926	-193.366	618149.859	4521952.444	976.305
1147	14.527	46.748	-187.384	618299.759	4520452.942	1080.020
1143	-42.548	-49.680	-194.410	619212.830	4521816.021	956.607
1150	-64.565	68.162	-189.927	619439.320	4520074.708	1040.647
1145	-98.282	4.842	-187.998	619984.396	4520973.939	1055.744

4243

(Analog veriler ile)

NOKTA	ALET KOORDINATLARI			ARAZI KOORDINATLARI		
	X	Y	Z	X*	Y*	Z*
260	460.170	604.650	249.750	618149.940	4521952.440	977.680
1138	581.080	675.500	243.205	619090.570	4522632.200	894.150
1143	586.050	576.070	250.005	619212.880	4521816.190	956.710
1147	460.620	423.250	260.415	618299.800	4520452.920	1078.230
1145	668.440	466.020	263.120	619984.350	4520974.090	1054.950
1150	592.830	364.640	258.290	619439.240	4520074.470	1042.290
260	-98.028	86.295	-4.381	-879.523	635.388	-22.988
1138	22.882	157.145	-10.926	61.107	1315.148	-106.518
1143	27.852	57.715	-4.126	183.417	499.138	-43.958
1147	-97.578	-95.105	6.284	-729.663	-864.132	77.562
1145	110.242	-52.335	8.989	954.887	-342.962	54.282
1150	34.632	-153.715	4.159	409.777	-1242.582	41.622
X0=	614782.259					
Y0=	4516563.298					
Z0=	-957.493					

NOKTA	VX	VY	VZ
260	-0.395	-0.735	-0.174
1138	0.193	0.943	-0.669
1143	-0.217	-0.271	-0.261
1147	0.594	0.803	1.436
1145	-0.312	-0.819	2.112
1150	0.137	0.079	-2.443
Sigma-X=	0.42		
Sigma-Y=	0.84		
Sigma-Z=	2.08		

## ALET KOORDINATLARI

## DÖNÜSTÜRÜLMÜŞ KOORDINATLAR

NOKTA	X	Y	Z	X**	Y**	Z**
1	491.360	501.040	591.330	618556.088	4521152.521	3814.722
2	670.150	498.590	595.745	620036.336	4521275.310	3815.575
260	460.170	604.650	249.750	618149.545	4521951.705	977.506
1138	581.080	675.500	243.205	619090.763	4522633.143	893.481
1143	586.050	576.070	250.005	619212.663	4521815.919	956.449
1147	460.620	423.250	260.415	618300.394	4520453.723	1079.666
1145	668.440	466.020	263.120	619984.038	4520973.271	1057.062
1150	592.830	364.640	258.290	619439.377	4520074.549	1039.847
11015	492.630	280.950	262.050	618679.027	4519303.240	1097.554
12015	539.030	499.190	243.230	618884.288	4521142.322	915.481
13018	723.250	652.910	254.085	620285.756	4522560.866	956.897
12018	710.450	502.210	259.420	620301.532	4521305.559	1015.155
11018	635.700	301.900	265.900	619845.279	4519590.893	1099.137



Model No	Nokta No	Vx (m)	Vy (m)	Vz (m)
4142	13012	0.50	-0.73	1.31
	12012	0.04	-0.12	-0.27
	11012	1.08	1.40	1.68
	12015	0.09	-0.12	-1.23
	11015	-0.88	0.43	-1.41
	1141	0.40	-0.14	1.23
	1144	-0.32	-0.32	-0.59
	1148	0.14	-0.19	0.27
	260	0.23	0.41	-0.99
	1147	-0.45	0.24	0.08
4243	1			
	12015	0.00	-0.65	0.96
	11015	-0.03	-0.88	-3.13
	13018	0.07	1.46	-5.18
	1138	-0.15	-0.89	1.21
	1147	-0.64	-0.78	0.35
	1143	0.17	0.10	0.16
	1150	-0.06	0.16	0.80
	1145	0.36	0.67	-1.32
	260	0.31	0.74	-1.21
2324	11012	-0.78	0.92	0.86
	22012	0.12	-0.50	0.30
	23012	-0.23	0.11	0.07
	23015	-1.66	2.21	-0.12
	22015	-0.30	0.48	0.27
	11015	0.48	0.98	-0.26
	1152	0.70	0.98	-0.01
	1163	-1.26	0.80	0.33
	1155	0.38	-0.42	-0.61
	1153	-0.07	-0.86	-0.04
194	0.25	-0.50	0.33	
2223	258	0.84	0.54	0.01
	1152	-1.49	2.21	-2.24
	1155	-0.35	-0.89	-0.07
	1157	-0.19	-0.71	-0.07
	1163	1.83	1.04	0.08
	1159	-0.45	0.02	0.04

$$M_x = 0.68$$

$$M_y = 0.87$$

$$M_z = 1.32$$

Çizelge 28 : Örneğe ilişkin farklar çizelgesi  
Vx, Vy, Vz ' ler analitik - analog  
değerlerden elde edilmiştir.

## 6. SONUÇ

Bu çalışmada bağımsız model fotogrametrik blok dengelemeye girdi olabilecek model koordinatlarının analitik ve analog yöntemlerle oluşturulması amacıyla gerekli işlevsel ve matematik modeller de verilerek 3x9 modellik bir blok için ölçü ve hesaplamalar yapılmıştır.

Büyük ölçüde deneysel işlemlere dayanan bu çalışmalar sonucunda Space Optic mono komparatör ve Zeiss planimat D2 aletlerinin kullanımına ilişkin bilgi, beceri ve mikro bilgisayarda program geliştirme deneyimi kazanılmıştır.

Komparatör - kalibrasyon koordinat sistemlerinin uyandırulmasında önce benzerlik dönüşümü uygulanmış elde edilen artık hataların büyük olması nedeniyle afin dönüşüm uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlardan bu dönüşümün uygun olduğu gözlenmiştir.

Bazı resimlerin kalitesinin kötü oluşundan dolayı kritik konumlardaki bazı yer kontrol noktaları ölçülemedi. Öte yandan blok köşelerinde bağlantının sağlanmasına olanak verecek şekilde gerekli enine bindirmelerin uçuş sırasında sağlanamamış olması yüzünden blokta kopukluklar olmuştur.

İlgili resim çiftlerinin analitik karşılıklı yöneltilmesi sonucunda oluşan artık paralaks hataları resim kalitesi iyi olan resimlerde 7-8  $\mu$ m daha kötü kaliteli resimlerde ise 13-14  $\mu$ m civarında elde edilmiştir.

Çalışma bölgesinin daha önceden fotogrametrik haritası yapılmış olduğundan her modelde üç veya daha fazla işaretli yer kontrol noktası düşmektedir. Yapılan ölçülerin duyarlığına ilişkin genel anlamda bir bilgi edinmek üzere, analitik ve analog olarak oluşturulmuş modeller yer kontrol sistemine dönüştürülmüştür. Gerek dönüştürülmüş koordinatlar arasındaki farklar, gerekse dönüşümle türetilen ortalama hatalar ölçülerin ve hesaplamaların güvenilir nitelikte olduğunu göstermektedir.

EK - 1

CAMERA CALIBRATION CERTIFICATE

CAMERA: RC10 LENS: 15 UAG I NO.: 6035 CALIBRATION DATE: 18.02.82  
CAMERA TYPE: RC10  
LENS TYPE: 15UAG I

APERTURE: F / 5.6  
FILTER ON GONIOMETER: 450 NM  
FILTER ON CAMERA: --  
CALIBRATED FOCAL LENGTH: 153.46 MM

AXIAL DISTORTION (MICROMETERS) REFERRED TO PRINCIPAL POINT OF SYMMETRY (POSITIVE VALUES DENOTE IMAGE DISPLACEMENT AWAY FROM CENTER)

RADIUS (MM)	SEMI - DIAGONAL				MEAN
	1	3	2	4	
0	-1.2	-2.2	-0.8	-3.7	-1.9
0	-3.9	-3.4	-1.7	-4.4	-3.3
0	-3.9	-2.9	-2.7	-6.6	-4.0
0	-3.4	-3.6	-1.0	-4.2	-3.0
0	-2.2	-0.3	-1.0	-2.8	-1.5
0	-3.2	-1.0	-1.8	-3.9	-2.4
0	0.2	1.1	2.3	-0.2	0.8
0	1.8	2.3	3.5	-0.7	1.7
0	3.0	3.0	4.3	1.5	2.9
0	4.3	4.9	3.2	2.0	3.6
0	3.0	3.9	2.2	2.7	3.2
0	3.1	2.3	2.8	2.0	2.5
0	1.9	-0.9	-0.4	0.8	0.3
0	-1.8	-2.8	-2.1	-0.3	-1.7
0	0.2	1.9	-3.8	0.5	-0.3

GRAPHIC RESOLUTION (LINE PAIRS PER MILLIMETER)

INTERNATIONAL 3-LINE TEST-CHART, CONTRAST (LOG): 2.0  
APERTURE: 5.6  
FILTER: 450 NM  
FILM: AGFAPAN 25 PROFESSIONAL (ASA SPEED: 25)  
DEVELOPER: AGFA-GEVAERT STUDIONAL LIQUID 1:15 6 MIN

RESOLUTION (LINES)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
106	94	83	58	56	48	65	61	32	13	
106	94	67	56	53	49	63	45	31	30	

CAMERA CALIBRATION

CAMERA: RC10 LENS: 15 UAG : NO.: 6035

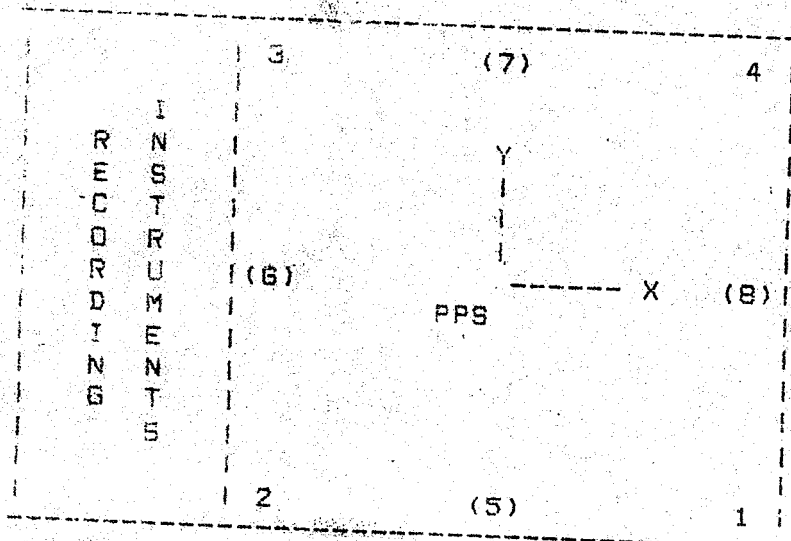
CALIBRATION DATE : 18.02.82

PRINCIPAL POINT OF AUTOCOLLIMATION (PPA) AND FIDUCIAL CENTER (FC)  
 REFERRED TO PRINCIPAL POINT OF SYMMETRY (PPS), SEE DIAGRAM

	X (MM)	Y (MM)
PPA	0.007	-0.003
FC	0.007	0.000

FIDUCIAL MARKS, REFERRED TO PPS

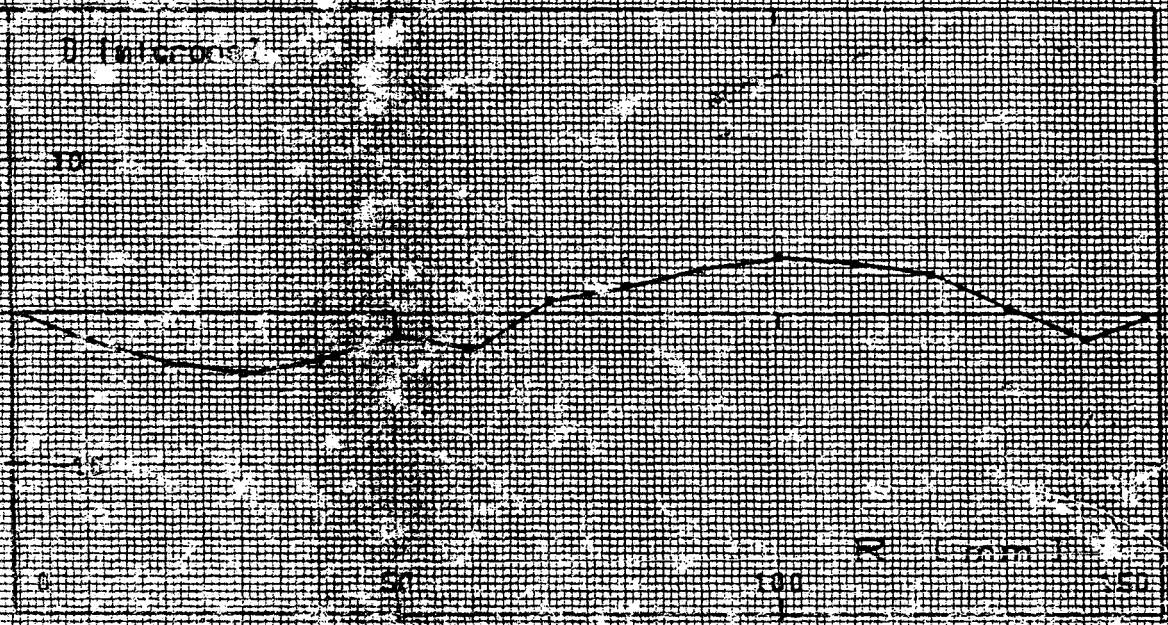
	X (MM)	Y (MM)
1	106.011	-106.005
2	-105.999	-105.007
3	-106.000	106.008
4	106.006	106.001



AS SEEN ON FOCAL PLANE FRAME

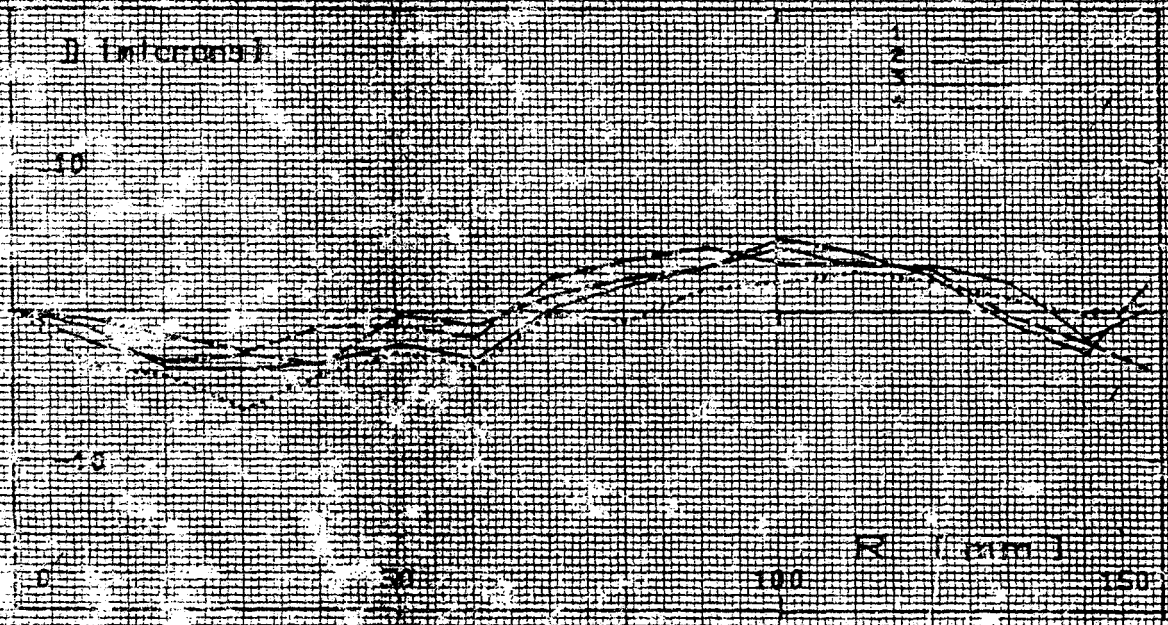
APPROX. 15  
FILTERED BY GONION. PER. 1.53.85  
PHYSIC. ON CAMERA  
C.F. 153.85.10

D. Intercom



SPATIAL INTERCOM SECTION CURVE

B. Intercom



SPATIAL INTERCOM SECTION FOR SEMI-DISCOMALS  
RECORDED BY GONION

## KAYNAKLAR

- /1 / AMER, F  
1974 " Photogrammetric Triangulation"  
Part II  
Digital orientation of a stere-  
model and digital strip  
formation
- /2 / GHOSH, S.K  
1979 " Analytical photogrammetry"  
Pergaman Press
- /3 / MOFFITT, F.H  
MIKHAIL, E.M  
1980 " Photogrammetry " third editon  
Harper Row, Publisher
- /4 / ASP  
1980 " Manual of photogrammetry "  
Fourt editon
- /5 / YAŞAYAN, A  
1973 " Türkiyede hava triyangulasyonu  
analiz ve teklifler "  
Doktora tezi , ITU İnş. Fak.  
İstanbul
- /6 / KOYUNCU, D  
1981 " Büyük ölçekli fotogrametrik  
çizgisel haritaların güncelleş-  
tirilmesinde fotogrametrik  
sayısal yöntemler"  
Doktora tezi , KTÜ  
Trabzon
- /7 / OLÇUCUOĞLU, N  
1981 " Bağımsız modellerle blok  
dengeleme tez çalışması "  
Trabzon
- /8 / OLÇUCUOĞLU, N  
1984 " Işın demetleri ile blok dengele-  
me" Harita dergisi Yıl 50  
sayısı 92

- /9 / YAŞAYAN ,A " Fotogrammetri ders notları "  
1981 Trabzon
- /10/ YAŞAYAN,A " Afin dönüşüm ve dengelemesi "  
1981 İÜ.Orman Fak.D.cilt 31,sayı 2  
İstanbul
- /11/ YAŞAYAN,A " Üç boyutlu ortogonal transfor-  
1970 masyon ve fotogrammetrideki  
uygulaması " İTÜ.D.cilt 28  
Yıl 28,sayı 2  
İstanbul
- /12/ GÜRBÜZ,H " Fotogrammetride çift resim  
1981 değerlendirmesi "  
Konya
- /13/ YAŞAYAN,A " Hava fotogrammetrisinde iki  
1978 boyutlu doğrusal dönüşümler ve  
uygulamaları " KTÜ yayını No:102  
Trabzon
- /14/ METHLEY,B.D.F " A computer program for analytical  
1972 relative orientation and formati-  
on of independent model co-ordi-  
nates " Department of geography  
university of Glasgow
- /15/ TOPSAKAL,E " Fotogrammetrik nirengide anblok  
1983 yöntem seminer çalışması "  
KÜ . Trabzon
- /16/ OLÇÜCÜOĞLU,N " Bağımsız modellerle blok dengeleme "  
1983 Harita dergisi Yıl 49,sayı 91
- /17/ STEFONOVIC,P " Aerial Triangulation Part I "  
1975 " ITC Lecture notes, c. 16  
Enschede