

HARİTA DERGİSİ

ÖZEL SAYI : 6

**ANALOG - KIYMETLENDİRME ALETLERİNİN
GEOMETRİK - STATİK TESTLERİ
ÜZERİNDE BİR İNCELEME**

İ Ç İ N D E K İ L E R

	<u>Sayfa No.</u>
1. Amaç	7
2. Yardımcı malzeme	7
3. Bölümleri	7
4. Test neticesinde kontrol edilecek hatalar	
4.1. Ölçülere bağlı olarak	7-8
4.2. Dengelemeden sonra kontroledilecek hatalar	8
5. Tavsiyeler	
5.1. Tek ölçü için	8
5.2. Model ölçümü için	9
6. Tek ölçü	
6.1. Koordinat sistemi	9
6.2. Kullanılan özel işaretler	9-10
6.3. Ölçme işlemi	10-13
6.4. Tatbik sırası	13
6.5. Formüller	13-15
6.6. Hesap işlemleri	15-31
7. Model ölçümü	
7.1. Genel	32
7.2. Kullanılan özel işaretler	32
7.3. Ölçme işlemi	32-33
7.4. Formüller	33
7.5. Hesap işlemleri	33-34
8. Kriteriyum	34-39
9. Sonuç	39-40

ÖNSÖZ :

Son senelerin kullanma sanasına koyduğu Analog Kıymetlendirme aletlerinin gerek prensip gerekse tip bakımından çeşitli durumlar göstermesi, bu aletleri kullanacak operatörlerin uygulama ve bakım personelinin onarma zorluklarını ortaya çıkardı. Ayıryeten uzun seneler boyunca kullanılmış kıymetlendirme aletlerinin hassasiyet yönünden yeterlikleri o aleti kullanan operatörce bilinmesi gerekiyordu.

Bu durumda (I. S. P.) Uluslar Arası Fotogrametri Cemiyeti tarafından II. Komisyona bir görev verildi. 1966/67 senesinde Prof. Dr. Yük. Müh. Burkhardt başkanlığında kurulan bir heyet, analog kıymetlendirme aletlerini prensip ve tip olarak bütünüyle kapsamına alacak bir standart test metodunu ortaya koydu. "Analog Kıymetlendirme Aletlerinin Geometrik-Statik Testleri" olarak isimlendirilen bu metodun ana prensiplerini tespit eden bu test, I. S. P. ye dahil bütün uluslara tavsiye edildi.

Aşağıdaki inceleme, bu tavsiyeler çerçevesinde yapılan testin detay ve sonuçlarını göstermektedir.

Ümit SÜATAÇ
Yük. Müh. Bnb.

ANALOG KIYMETLENDİRME ALETLERİNİN GEOMETRİK - STATİK TESTLERİ

Yazan : Ümit SÜATAÇ
Yük. Müh. Bnb.

1. Amaç :

Testin amacı, teste tabi tutulan kıymetlendirme aletlerinin o anki ayar durumlarını tespit etmek ve elde edilen hata değerleri çerçevesinde o aletin çalışabilir durumda olup olmadığını, aksi halde düzeltme gerekliliğini ortaya koymaktır. Bu test kendi başına hiç bir zaman bir ayar mahiyetini taşımaz.

2. Yardımcı Malzeme :

Testin yürütülebilmesi için gerekli malzeme,

- 10-25 mm. aralıklı kareli cam ($m_{maks.} = \pm 2 - 4 \mu m$)
- Aletin prensibine göre gerekiyorsa düzeltme plâkaları.
- Büyültmesi oldukça fazla yardımcı dürbünler.
- Hesap işlemleri için mümkünse elektronik sistemler aksi halde hesap makinesi.

3. Bölümleri :

I. Tek ölçü,

II. Model ölçümü.

4. Test neticesinde kontrol edilecek hatalar :

4.1. Ölçülere bağlı olarak;

4.1.1. Simetri hatası :

Orta noktadan itibaren X ve Y eksenleri istikâmetinde ve eşit uzunluktaki kare taksimat köşelerinin farklılık göstermesi.

4.1.2. Benzerlik hatası :

Birbirine dik iki eşit uzunluğun ölçek farkı göstermesi.

4.1.3. Diklik hatası :

Bu iki uzunluğun birbirine dik olamaması durumu.

4.1.4. Doğru parçası olmama hatası :

4.1.5. Bozulma hatası :

Orta noktadan itibaren ışınal olarak her hangi bir yöndeki uzunluk farkı hatası,

4.1.6. Statik hata :

Aynı noktaya gidiş ve dönüş olarak iki ayrı tatbik yapıldığında elde edilen değerlerin farklı olması.

4.1.7. İzleme hatası :

İzlenen istikâmete dik istikâmetteki değer farklılığı. Örneğin X istikâmeti gidiş ve dönüş olmak üzere iki kere izlendiğinde Y değerinin birbirinden farklı olması.

4.2. Dengelemeden sonra kontrol edilecek hatalar :

4.2.1. Kamara sabitesi hatası (dc)

4.2.2. Orta nokta hatası (dx_p dy_p)

4.2.3. Nadir noktası hatası (dx_N dy_N),

4.2.4. Birim vezin ortalama hatası (so'_0)

5. Tavsiyeler :

5.1. Tek ölçü için :

5.1.1. Ölçü noktası adedi olarak 9 nokta seçilmesi hem hesap işlemlerinin kapasitesi yönünden hem de hataların görülebilmesi bakımından en uygun çözüm yoludur.

5.1.2. Ölçüler, her resim taşıyıcısının aşağı ve yukarı konumlarında ve her birinde 1 silsile olarak yapılır.

5.1.3. Ölçüden önce aletin,

a) X — Y eşitliği,

b) Z sütununun dikliği,

c) Kamara sabitesinin tayini yapılmalıdır.

5.2. Model ölçümü için :

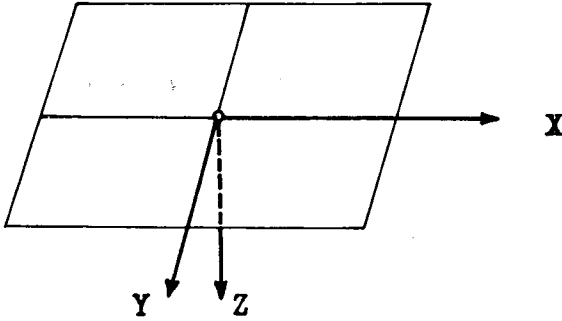
5.2.1. Projeksiyon mesafesi ve model bazı normal kıymetlendir-medeki gibi olmalıdır.

5.2.2. Ölçülecek nokta adedi 15 olmalı ve bu noktalardan beşi Model Y eksenini üzerinde bulunmalıdır.

6. Tek Ölçü :

6.1. Koordinat Sistemi :

Koordinat sistemi, X eksenini baz istikâmetinde Y eksenini öne doğru (operatöre doğru) ve Z eksenini aşağı doğru olmak üzere seçilmelidir.



6.2 Kullanılan özel işaretler :

XY	Orta noktanın olması lâzım gelen koordineleri, (Makine mikyasında)
Z ₁	Aletin yukarı durumu,
Z ₂	Aletin aşağı durumu,
XY	Orta noktanın okunan koordineleri (Mak. Mik.) (X _H gidiş X _R dönüş)
dX	X - X (X-Koordine hatası,)
dY	Y - Y (Y-Koordine hatası,)
c	Kamara sabitesi (mm)
k	Sabite (metrik sistemde k=10 ³)
Δ X	1/2 (dX _R - dX _H)
Δ Y	1/2 (dY _R - dY _H)

$dx \ dy$	Resim düzleminde koordine hataları ($\mu \ m$)
p	Vezin,
A	Hata denklemleri katsayıları matriksi
$A^T A$	Normal denklemler katsayıları matriksi,
b	Ölçü vektörü (resim düzlemine indirgenmiş koordine hataları)
e	$-v$ hata vektörü,
Q	Vezin katsayıları matriksi
E	Birim matriksi
$ex \ ey$	$(-v_x) \ (-v_y)$ (mikrometre olarak)
dx_o dy_o dc_o	doğrusal parametreler ($\mu \ m$)
dw $d\varphi$ $d\zeta$	
q^c	6366, 198
$dx_p \ dy_p$	Orta nokta hataları ($\mu \ m$)
dc	Kamara sabitesi hatası ($\mu \ m$)
$dx_N \ dy_N$	Nadir noktası hatası ($\mu \ m$)
dZ	Z-İndeks hatası ($\mu \ m$)
s'_o	Resim düzleminde birim vezin hatası
m_j	j değişkeninin ortalama hatası

6.3. Ölçme işlemi :

6.3.1. X Y eşitliği :

Kare taksimatlı camlar üzerinde her hangi bir işaret yoksa, ölçü yapılacak taksimatın kesim noktaları cam üzerine ve taksimatın işlenmediği tarafta yumuşak bir kalemle yuvarlak içine alınarak belirtilir. Kare taksimatlı camlar resim taşıyıcılarına normal olarak kıymetlendirme görevlerinde olduğu gibi oturtulur ve resim taşıyıcıları alete takılır. Bu durumda aletin doğrusal $X \ Y \ Z$ ve açısal ω, φ, κ değerleri sıfırlanır. Mevcut ruhlu ile her resim taşıyıcısı X ve Y istikâmetinde yataylanır. Bunun için gerekli düzeltmeler ω, φ ve κ vidaları ile verilir. Bilahere 2,4,6,8

noktalarının her iki resim taşıyıcısı için ayrı ayrı koordine değerleri okunur. $X_6 - X_4$ ve $Y_8 - Y_2$ teşkil edilir. Bu uzunluklar birbirlerine eşit olmalıdır. Aksi halde eşitleme yoluna gidilir. Eşitleme işlemi için ilk önce bu farklar teşkil edilir ve orta noktanın X, Y değerlerine ilâve edilerek elde edilen değerler X ve Y çarklarına bağlanır. Bu durumda ölçü markası orta noktadan kaçmıştır. Bu kaçış φ ve ω vidaları ile yerine getirilir. Ölçü farkı 0,03 mm. oluncaya kadar tekrarlanır. φ ve ω vidaları ile verilecek açısal hareketler bu kenarların uzama veya kısalmalarını temin ederek gerektiği gibi eşitlenmesini sağlar. Bu ayar neticesinde her iki resim taşıyıcısının da φ ve ω değerleri sıfırdan farklı bir değere dönüşmüştür. Ayar sonunda bu taksimatlar da ilgili vidalar vasıtasıyla sıfırlanır.

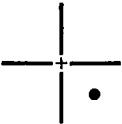
Testimizde bu ayarlar, önceden başka bir inceleme konusu olarak ele alınmış ve neticelendirilmiş formlar üzerinde yürütülmüştür.

Nokta numaralama sırası, bu formlarda bu test ile ilgili standartlardan başka bir sistemdedir.

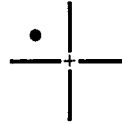
6.3.2. Z Sütununun merkezleştirilmesi :

Z Sütununun merkezleştirilmesinden gaye, resim taşıyıcısının her hangi bir konumunda merkezden geçen ışının daima merkezde kalmasını temin etmektir. Bunun için resim taşıyıcılarının aşağı konumunda ölçü markası merkez noktasına X ve Y çarkları yardımı ile getirilir. Çarkların durumu bozulmadan Z pedalı ile yukarı duruma çıkılır. Ölçü markasının merkezden kayma durumu varsa, o resim taşıyıcısına ait x ve y vidaları ile objektif konisi kaydırılarak bu durum düzeltilir.

Düzeltilme hesabı olarak yapılacağı gibi pratik olarak da yapılabilir. Hesabı durumu gösteren form ilişiktir. Pratik olarak yapıldığında ölçü markasının merkezden kayıktığı gözle tahmin edilir ve bunun yarısı kadar ters istikâmette orta noktayı geçecek şekilde düzeltme verilir. Örneğin :



Düzeltilme verilmeden
önceki durum



Düzeltilme verildikten
sonraki durum

Bu işlem aradaki fark 0,03 mm. oluncaya kadar tekrarlanır.

Not : Bu testte merkezleştirme pratik yol ile yapılmıştır.

6.3.3. Kamara sabitesinin hesaplanması :

Kamara sabitesinin hesaplanmasında ana gaye, bu sabiteyi bağladığımız tambura taksimatı ile bağlanan esas değer arasında bir fark olup olmadığını tespit etmektir. Normal olarak tambura taksimatına sıfır değerini bağladığımız zaman alete, kamara sabitesi olarak objektifin odak mesafesini bağlamış oluruz. Veyahut bu an kamara sabitesi hesabı yaparsak objektifin odak mesafesini bulmamız gerekir. Eğer hesap neticesinde odak mesafesinden farklı bir değer bulursak, bu zaman tambura taksimatının sıfırı, esas sıfırı göstermiyor demektir. Netice olarak tambura taksimatını öyle bir değere bağlamalıyız ki tekrar kamara sabitesi ölçümü yapıldığında odak mesafesini bulabilelim.

Bu husus kıymetlendirme için büyük bir önem taşır. Zira, havadan fotoğraf alımında hangi odak mesafeli hava kamerasını kullanmışsak o odak mesafesini aletlere bağlamak zorunluluğu vardır. Ancak böylelikle geometrik şartlardan biri gerçekleşmiş olur. (İç ayar şartlarından biri). Fakat bizim test çalışmaları için o anki kamara sabitesini bilmemiz yeterlidir. Bununla beraber bu test çalışmaları için hesap edilen kamara sabitelerinden sonra indeks hesabına da gidilmiş ve örnek gayesi ile, indeks değerlerinden istifade ile alete bağlanacak her hangi bir kamara sabitesi için kullanılan formlardan bir adet ilave edilmiştir.

Kamara sabitelerini hesaplamak için, her iki resim taşıyıcısında ayrı ayrı olmak üzere aşağı ve yukarı konumlarda (Z_1 ve Z_2), 4-6 ve 2-8 noktaları arasındaki mesafeler (S ler), bu noktaların koordine değerlerini okuyarak hesaplanır. Bunların ortalama değerleri alınarak elde edilen değerlerden $Z_2 - Z_1$ değişimi

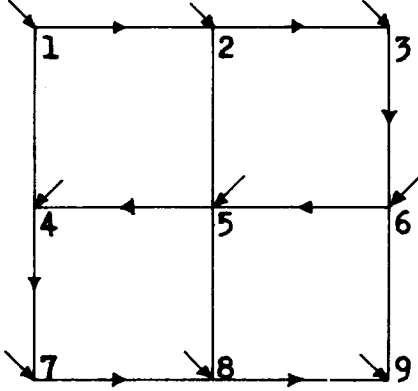
için $S_2 - S_1$ farkı tespit edilir. Tales teoreminden, $C = S \frac{Z_2 - Z_1}{S_2 - S_1}$

formülü ile kamara sabitesi hesaplanır. S değeri, 4 ile 6 veya 2 ile 8 noktaları arasındaki mesafenin mm. cinsinden değeridir.

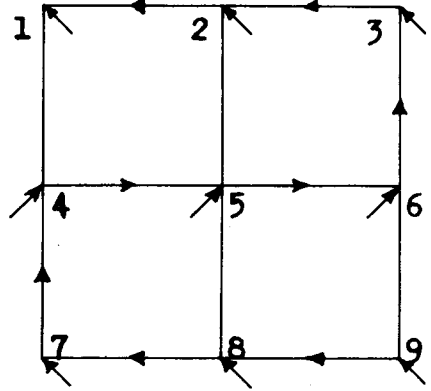
Bu ölçme yapıldığı andaki tambura taksimatına bağlanmış olan değer kamara sabitesinden çıkarılırsa İndeks değeri elde edilir. İlgili şekil form kâğıdında gösterilmiştir. Bundan önceki

ayarlarda olduğu gibi form kâğıdındaki numaralama sırası bu test standartından ayrı olarak başka bir sıra esasına göre tanzim edilmiştir.

6.4. Tatbik sırası :



Gidiş



Dönüş

Yukardaki şekilde gidiş ve dönüş olmak üzere takip edilecek yol ve noktalara yanaşma istikâmetleri ok ile gösterilmiştir. Bu çerçeve dahilinde ölçüm, resim taşıyıcılarının aşağı ve yukarı konumlarında ayrı ayrı olmak üzere uygulanır.

6.5. Formüller :

$$e = - Au + b = - v \quad (1)$$

$$A^T e = - A^T Au + A^T b = 0 \quad (2)$$

$$u = (A^T A)^{-1} A^T b = \quad (3a)$$

$$u = Q A^T b \quad (3b)$$

$$Q = (A^T A)^{-1} \quad (4)$$

$$e = (E - A Q A^T) b \quad (5)$$

e = Hata denklemlerini gösteren vektör

A = Hata denklemleri katsayıları matrisi

u = Doğrusal ve açısal parametreler vektörü

b = Ölçü vektörü

— $A^T A$ = Normal denklemlerin katsayıları matrisi

$A^T b$ = Normal denklemlerin değişkene bağlı olmayan değerleri

$A^T e$ = Normal denklemler

Bu durumda iş sırası :

a) A matrisi verildiğine göre — $A^T e$ matrisini teşkil etmek ve $A^T b$ değerlerini hesaplamak.

b) Normal denklemlerin çözümü ile u vektörünü hesaplamak.

c) u parametlerini (1) numaralı matris eşitliğinde yerine koyarak, b vektörü de bilindiğine göre $e = -v$ düzeltmelerini hesaplamak.

Bu düzeltmelerin bulunmasından sonra;

d) $s'_o = \pm \sqrt{\frac{e^T e}{12}}$ formülden birim vezin ortalama hatasını hesaplamak.

u = Bilinmiyen adedi = 6

n = Ölçü adedi = 18

$n - u$ = Fazla ölçü adedi = 12

e) Orta nokta hatasının hesaplanması :

$$dx_p = + (Z_1 dx_{o1} - Z_2 dx_{o2}) / (Z_1 - Z_2)$$

$$dy_p = + (Z_1 dy_{o1} - Z_2 dy_{o2}) / (Z_1 - Z_2)$$

f) Nadir noktası hatasının hesaplanması :

$$dX_N = - (dx_{o1} - dx_{o2}) Z_1 Z_2 / c (Z_1 - Z_2)$$

$$dY_N = - (dy_{o1} - dy_{o2}) Z_1 Z_2 / c (Z_1 - Z_2)$$

g) Kamara sabitesi hatası hesaplanması :

$$dc = + (Z_1 dc_{o1} - Z_2 dc_{o2}) / (Z_1 - Z_2)$$

h) Z İndeks hatası hesaplanması :

$$dZ = + (dc_{o1} - dc_{o2}) Z_1 Z_2 / c (Z_1 - Z_2)$$

Not : Yukardaki formüllerle ilgili hesap işlemleri için form kullanılması tavsiye edilmiştir.

$$\begin{aligned}
 e &= \begin{vmatrix} ex_1 \\ ex_2 \\ ex_3 \\ . \\ . \\ ex_9 \\ \hline ey_1 \\ ey_2 \\ ey_3 \\ . \\ . \\ ey_9 \end{vmatrix} = -v \quad u = \begin{vmatrix} dx_0 \\ dy_0 \\ dc_0 \\ \hline d\omega \\ d\varphi \\ dx \end{vmatrix} \quad b = \begin{vmatrix} dx_1 \\ dx_2 \\ dx_3 \\ . \\ . \\ dx_9 \\ \hline dy_1 \\ dy_2 \\ dy_3 \\ . \\ . \\ dy_9 \end{vmatrix} \\
 A &= \begin{vmatrix} +1 & 0 & -\frac{x_1}{c} & \frac{x_1 y_1}{c \varrho} & +\frac{c}{\varrho} \left(1 + \frac{x_1^2}{c^2}\right) & -\frac{y_1}{\varrho} \\ +1 & 0 & -\frac{x_2}{c} & \frac{x_2 y_2}{c \varrho} & +\frac{c}{\varrho} \left(1 + \frac{x_2^2}{c^2}\right) & -\frac{y_2}{\varrho} \\ . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ +1 & 0 & -\frac{x_9}{c} & \frac{x_9 y_9}{c \varrho} & +\frac{c}{\varrho} \left(1 + \frac{x_9^2}{c^2}\right) & -\frac{y_9}{\varrho} \\ \hline 0 & +1 & -\frac{y_1}{c} & -\frac{c}{\varrho} \left(1 + \frac{y_1^2}{c^2}\right) & +\frac{x_1 y_1}{c \varrho} & +\frac{x_1}{\varrho} \\ 0 & +1 & -\frac{y_2}{c} & -\frac{c}{\varrho} \left(1 + \frac{y_2^2}{c^2}\right) & +\frac{x_2 y_2}{c \varrho} & +\frac{x_2}{\varrho} \\ . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ 0 & +1 & -\frac{y_9}{c} & -\frac{c}{\varrho} \left(1 + \frac{y_9^2}{c^2}\right) & +\frac{x_9 y_9}{c \varrho} & +\frac{x_9}{\varrho} \end{vmatrix}
 \end{aligned}$$

6.6. Hesap işlemleri :

FORM FAA1 X ve Y UZUNLUKLARININ EŞİTLENMESİ

Tarih	2.Haz.1969	
Ölçmeci	Ü.Süataç	
Alet No./tipi	65610/ C 5	
Son ayar tarihi		
Sabitler		
	I	II
Z A	454 mm.	475 mm.
Z Y	916 mm.	875 mm.
ZÖ	650 mm.	

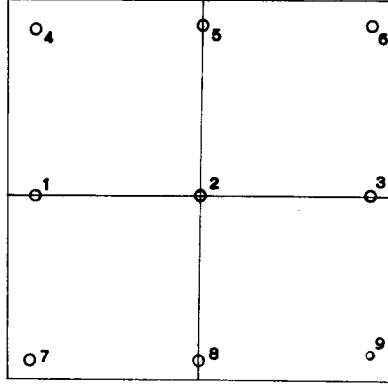
SOL RESİM TAŞIYICISI				SAĞ RESİM TAŞIYICISI			
X	Nok. Nr.		Y	X	Nok. Nr.		Y
82,84	1	5	85,99	81,89	1	5	83,97
296,81	2	2	299,98	296,74	2	2	298,85
510,77	3	8	513,97	511,59	3	8	513,72
213,96	A1	A2	213,99	214,85	A1	A2	214,87
213,97	B1	B2	213,99	214,85	B1	B2	214,88
+ 0,01	C1	C2	0,00	0,00	C1	C2	+ 0,01
	D1	D2			D1	D2	
	E1	E2			E1	E2	
$A1 = X3 - X2$ $B1 = X2 - X4$ $C1 = B1 - A1$ $D1 = X2$ $E1 = X2_{yeni} = C1 + D1$				$A2 = Y6 - Y2$ $B2 = Y2 - Y6$ $C2 = B2 - A2$ $D2 = Y2$ $E2 = Y2_{yeni} = C2 + D2$			

Not : Ölçme, C1 ve C2 0,03 mm. oluncaya kadar tekrarlanır

FORM FAA2: MERKEZLENDİRME

Tarih	
Ölçmeci	
Alet No./tipi	
Son ayar tarihi	

Sabiteler		
	I	II
Za	454 mm.	475 mm.
Zy	916 mm.	875 mm.
Zδ		



SOL RESİM TAŞIYICI			
	X_{2A}	Y_{2A}	
	X_{2Y}	Y_{2Y}	
	A_1	A_2	
	B_1	B_2	
	C_1	C_2	
	D_1	D_2	

SAĞ RESİM TAŞIYICISI			
	$-X_{2A}$	Y_{2A}	
	X'_{2Y}	Y_{2Y}	
	A_1	A_2	
	B_1	B_2	
	C_1	C_2	
	D_1	D_2	

$$A_1 = X_{2A} - X_{2Y}$$

$$B_1 = \frac{1}{3} \cdot A_1$$

$$C_1 = X_{2A}$$

$$D_1 = X_{2A \text{ YENI}} = B_1 + C_1$$

$$A_2 = Y_{2A} - Y_{2Y}$$

$$B_2 = \frac{1}{3} \cdot A_2$$

$$C_2 = Y_{2A}$$

$$D_2 = Y_{2A \text{ YENI}} = B_2 + C_2$$

Not : Ölçme, A ve C 0,03 mm. oluncaya kadar tekrarlanır

FORM : FMA1 KAMARA SABİTESİ BAĞLANMASI

Tarih		$\Delta a = d' - a$ $\Delta c = \frac{\Delta a \cdot c}{a}$ $c' = c + \Delta c$ $I - c' = M'$
Operatör		
Alet No./tipi		
Film No.		
Cam No.		
İş bölgesi		

KAMARA (A)		KAMARA (B)	
a'_1		a_1	
a'_2		a_2	
$a' = \frac{a'_1 + a'_2}{2}$		$a = \frac{a_1 + a_2}{2}$	
a		a	
$\Delta a = d' - a$		$\Delta a = d' - a$	
c		c	
$\Delta c = \frac{\Delta a \cdot c}{a}$		$\Delta c = \frac{\Delta a \cdot c}{a}$	
$c' = c + \Delta c$		$c' = c + \Delta c$	
I_{sol}		$I_{sağ}$	
$M'_{sol} = I_{sol} - c'$		$M_{sağ} = I_{sağ} - c'$	
$M_{sol} = 100 - M'_{sol}$		$M_{sağ} = 100 - M'_{sağ}$	
$M'_{sol} = I_{sol} - c'$		$M_{sağ} = I_{sağ} - c'$	
$M_{sol} = 30 - M'_{sol}$		$M_{sağ} = 30 - M'_{sağ}$	

Δa : Film büzülmesi

Δc : (Δa) dan dolayı kamara sabitesi düzeltmesi

c : Kamara sabitesi (fuaye)

c' : Düzeltilmiş kamara sabitesi

I : Indeks

M' : Mikrometre düzeltmesi

M : Mikrometreye bağlanacak değer

TEK ÖLÇÜ

Alet : Stereoplanigraf C 5 c= 153,52 mm
Alet No. : 65610 Z= 725,00 mm
Tarih : 4.Haziran.1969 h= 425,00 mm
Resim taş. : A (sol) s= 90,00 mm

Ölçüler ve resim düzleminde koordine hataları

Nok. No.	Y	X _H	X _R	X _H -Y =dX _H	X _R -Y =dX _R	ΔX	dX	k $\frac{c}{h}$ dX = $\frac{c}{h}$ dX
1	250,85	250,87	250,83	+0,02	-0,02	-0,020	0,000	0,00
2	500,00	499,99	499,94	-0,01	-0,06	-0,025	-0,035	-12,64
3	749,15	749,06	749,05	-0,09	-0,10	-0,005	-0,005	-34,32
4	250,85	250,86	250,87	+0,01	+0,02	-0,005	+0,015	+ 5,42
5	500,00	500,00	500,01	0,00	+0,01	-0,005	+0,005	+ 1,81
6	749,15	749,11	749,13	-0,04	-0,02	+0,010	-0,030	-10,84
7	250,85	250,87	250,85	+0,02	0,00	-0,010	+0,010	+ 3,61
8	500,00	500,09	500,06	+0,09	+0,06	-0,015	+0,075	+27,09
9	749,15	749,21	749,19	+0,06	+0,04	-0,010	+0,050	+18,06
						$\Sigma \Delta X =$	-0,064	
						$\frac{\Sigma \Delta X}{9} =$	-0,007	
Nok. No.	Y	Y _H	Y _R	Y _H -Y =dY _H	Y _R -Y =dY _R	ΔY	dY	k $\frac{c}{h}$ dY = $\frac{c}{h}$ dY
1	250,85	250,86	250,82	+0,01	-0,03	-0,020	-0,010	- 3,61
2	250,85	250,86	250,87	+0,01	+0,02	+0,005	+0,015	+ 5,42
3	250,85	250,84	250,82	-0,01	-0,03	-0,010	-0,020	- 7,22
4	500,00	500,03	500,05	+0,03	+0,05	+0,010	+0,040	+14,45
5	500,00	500,00	500,03	0,00	+0,03	+0,015	+0,015	+ 5,42
6	500,00	499,94	499,94	-0,06	-0,06	0,000	-0,060	-21,67
7	749,15	749,27	749,29	+0,12	+0,14	-0,010	+0,130	+46,96
8	749,15	749,17	749,18	+0,02	+0,03	+0,005	+0,025	+ 9,03
9	749,15	749,11	749,11	-0,04	-0,04	0,000	-0,040	-14,45
						$\Sigma \Delta Y =$	+0,005	
						$\frac{\Sigma \Delta Y}{9} =$	+0,0006	

TEK ÖLÇÜ

Alet : Stereoplanigraf C 5 c = 153,00 mm
Alet No. : 65610 Z = 475,00 mm
Tarih : 7.Haziran.1969 h = 175,00 mm
Resim taş.: B (sağ) s' = 90,00 mm

Ölçüler ve resim düzleminde koordine hataları

Nok. No.	$\bar{X}$	X_H	X_R	$X_H - \bar{X}$ = dX_H	$X_R - \bar{X}$ = dX_R	ΔX	dX	$k \frac{c}{h} dX$ = dx
1	397,43	397,38	397,37	-0,05	-0,06	-0,005	-0,055	-48,26
2	500,00	500,02	499,98	+0,02	-0,02	-0,020	0,000	0,00
3	602,57	602,68	602,64	+0,11	+0,07	-0,020	+0,090	+78,97
4	397,43	397,38	397,39	-0,05	-0,04	+0,005	-0,045	-39,49
5	500,00	500,00	500,02	0,00	+0,02	+0,010	+0,010	+ 8,77
6	602,57	602,65	602,63	+0,08	+0,06	-0,010	+0,070	+61,42
7	397,43	397,41	397,41	-0,02	-0,02	0,000	-0,020	-17,55
8	500,00	500,06	500,00	+0,06	0,00	-0,030	+0,030	+26,32
9	602,57	602,66	602,65	+0,09	+0,08	-0,005	+0,085	+74,59
						$\Sigma \Delta X =$	-0,075	
						$\frac{\Sigma \Delta X}{9} =$	-0,008	
Nok. No.	$\bar{Y}$	Y_H	Y_R	$Y_H - \bar{Y}$ = dY_H	$Y_R - \bar{Y}$ = dY_R	ΔY	dY	$k \frac{c}{h} dY$ = dy
1	397,43	397,36	397,36	-0,07	-0,07	0,000	-0,070	-61,42
2	397,43	397,35	397,35	-0,08	-0,08	0,000	-0,080	-70,20
3	397,43	397,35	397,35	-0,08	-0,08	0,000	-0,080	-70,20
4	500,00	500,02	500,04	+0,02	+0,04	+0,010	+0,030	+26,32
5	500,00	500,00	500,03	0,00	+0,03	+0,015	+0,015	+13,16
6	500,00	500,01	500,02	+0,01	+0,02	+0,005	+0,015	+13,16
7	602,57	602,68	602,69	+0,11	+0,12	+0,005	+0,115	+100,91
8	602,57	602,67	602,68	+0,10	+0,11	+0,005	+0,105	+92,14
9	602,57	602,67	602,68	+0,10	+0,11	+0,005	+0,105	+92,14
						$\Sigma \Delta Y =$	+0,045	
						$\frac{\Sigma \Delta Y}{9} =$	+0,005	

A Matriksi

+1	0	+0,586	+0,008	+0,032	-0,014
+1	0	0	0	+0,024	-0,014
+1	0	-0,586	-0,008	+0,032	-0,014
+1	0	+0,586	0	+0,032	0
+1	0	0	0	+0,024	0
+1	0	-0,586	0	+0,032	0
+1	0	+0,586	-0,008	+0,032	+0,014
+1	0	0	0	+0,024	+0,014
+1	0	-0,586	+0,008	+0,032	+0,014
0	+1	-0,586	-0,032	-0,008	-0,014
0	+1	-0,586	-0,032	0	0
0	+1	-0,586	-0,032	+0,008	+0,014
0	+1	0	-0,024	0	-0,014
0	+1	0	-0,024	0	0
0	+1	0	-0,024	0	+0,014
0	+1	+0,586	-0,032	+0,008	-0,014
0	+1	+0,586	-0,032	0	0
0	+1	+0,586	-0,032	-0,008	+0,014

$$x_1=x_4=x_7 = - 90 \text{ mm}$$

$$x_2=x_5=x_8 = 0$$

$$x_3=x_6=x_9 = + 90 \text{ mm}$$

$$y_1=y_2=y_3 = + 90 \text{ mm}$$

$$y_4=y_5=y_6 = 0$$

$$y_7=y_8=y_9 = - 90 \text{ mm}$$

$$c_{s01} = 153,52 \text{ mm}$$

$$c_{s08} = 153,56 \text{ mm}$$

$$1/\rho = 0,0001571$$

TEK ÖLÇÜ

Alet : Stereoplanigraf C 5 c= 153,52 mm
 Alet No. : 65610 Z= 475,00 mm
 Tarih : 5.Haziran.1969 h= 175,00 mm
 Resim tay. : A (sol) b= 90,00 mm

Ölçüler ve resim düzleminde koordine hataları

Nok. No.	X	X _H	X _R	X _H - Y = dX _H	X _R - Y = dX _R	ΔX	dX	k $\frac{c}{h}$ dX = dx
1	397,41	397,34	397,35	-0,07	-0,06	+0,005	-0,065	- 57,02
2	500,00	500,02	499,97	+0,02	-0,03	-0,025	-0,005	- 4,39
3	602,59	602,61	602,60	+0,02	+0,01	-0,005	+0,015	+ 13,16
4	397,41	397,37	397,36	-0,04	-0,05	+0,005	-0,045	- 39,48
5	500,00	500,00	500,04	0,00	+0,04	+0,020	+0,020	+ 17,55
6	602,59	602,65	602,68	+0,06	+0,09	+0,015	+0,075	+ 65,79
7	397,41	397,35	397,37	-0,06	-0,04	+0,010	-0,050	- 43,86
8	500,00	500,10	500,05	+0,10	+0,05	-0,025	+0,075	+ 65,79
9	602,59	602,73	602,71	+0,14	+0,12	-0,010	+0,130	+114,04
$\Sigma \Delta X =$						-0,010		
$\frac{\Sigma \Delta X}{9} =$						-0,001		
Nok. No.	Y	Y _H	Y _R	Y _H - Y = dY _H	Y _R - Y = dY _R	ΔY	dY	k $\frac{c}{h}$ dY = dy
1	397,41	397,37	397,39	-0,04	-0,02	+0,010	-0,030	- 26,32
2	397,41	397,36	397,37	-0,05	-0,04	+0,005	-0,045	- 39,48
3	397,41	397,35	397,37	-0,06	-0,04	+0,010	-0,050	- 43,86
4	500,00	500,02	500,03	+0,02	+0,03	+0,005	+0,025	+ 21,93
5	500,00	500,00	500,02	0,00	+0,02	+0,010	+0,010	+ 8,77
6	500,00	499,99	500,01	-0,01	+0,01	+0,010	0,000	0,00
7	602,59	602,69	602,71	+0,10	+0,12	-0,010	+0,110	+ 96,50
8	602,59	602,67	602,67	+0,08	+0,08	0,000	+0,080	+ 70,18
9	602,59	602,63	602,64	+0,04	+0,05	+0,005	+0,045	+ 39,48
$\Sigma \Delta Y =$						+0,045		
$\frac{\Sigma \Delta Y}{9} =$						+0,005		

TEK ÖLÇÜ

Alet : Stereoplanigraf C 5

c = 153,56 mm

Alet No. : 65610

Z = 725,00 mm

Tarih : 6. Haziran. 1969

h = 425,00 mm

Resim taş. : B (sağ)

s' = 90,00 mm

Ölçüler ve resim düzleminde koordine hataları

Nok. No.	X	X _H	X _R	X _H -X = dX _H	X _R -X = dX _R	ΔX	dX	k $\frac{c}{h}$ dX = dx
1	250,91	251,03	250,99	+0,12	+0,08	-0,020	+0,100	+36,13
2	500,00	500,03	500,01	+0,03	+0,01	-0,010	+0,020	+ 7,73
3	749,09	749,15	748,12	+0,06	+0,03	-0,015	+0,045	+16,26
4	250,91	251,03	251,05	+0,12	+0,14	+0,010	+0,130	+46,97
5	500,00	500,00	500,05	0,00	+0,05	+0,025	+0,025	+ 9,03
6	749,09	749,07	749,11	-0,02	+0,02	+0,020	0,000	0,00
7	250,91	251,03	250,99	+0,12	+0,08	-0,020	+0,100	+36,13
8	500,00	500,05	500,00	+0,05	0,00	-0,025	+0,025	+ 9,03
9	749,09	749,15	749,14	+0,06	+0,05	-0,005	+0,055	+19,87
						Σ ΔX =	-0,040	
						$\frac{\Sigma \Delta X}{9} =$	-0,004	
Nok. No.	Y	Y _H	Y _R	Y _H -Y = dY _H	Y _R -Y = dY _R	ΔY	dY	k $\frac{c}{h}$ dY = dy
1	250,91	250,99	250,98	+0,08	+0,07	-0,005	+0,075	+27,10
2	250,91	250,95	250,94	+0,04	+0,03	-0,005	+0,035	+12,65
3	250,91	250,94	250,92	+0,03	+0,01	-0,010	+0,020	+ 7,23
4	500,00	500,06	500,07	+0,06	+0,07	+0,005	+0,065	+23,49
5	500,00	500,00	500,02	0,00	+0,02	+0,010	+0,010	+ 3,61
6	500,00	500,00	500,02	0,00	+0,02	+0,010	+0,010	+ 3,61
7	749,09	749,20	749,19	+0,11	+0,10	-0,005	+0,105	+37,94
8	749,09	749,11	749,11	+0,02	+0,02	0,000	+0,020	+ 7,23
9	749,09	749,16	749,17	+0,07	+0,08	+0,005	+0,075	+27,10
						Σ ΔY =	+0,005	
						$\frac{\Sigma \Delta Y}{9} =$	+0,0006	

A Resim taşıyıcısı ve Z= 725,00 mm için

A Matrisi

a	b	c	d	e	f
+1	0	+0,056	+0,008	+0,032	-0,014
+1	0	0	0	+0,024	-0,014
+1	0	-0,586	-0,008	+0,032	-0,014
+1	0	+0,586	0	+0,032	0
+1	0	0	0	+0,024	0
+1	0	-0,586	0	+0,032	0
+1	0	+0,586	-0,008	+0,032	-0,014
+1	0	0	0	+0,024	-0,014
+1	0	-0,586	+0,008	+0,032	-0,014
0	+1	-0,586	-0,032	-0,008	-0,014
0	+1	-0,586	-0,032	0	0
0	+1	-0,586	-0,032	+0,008	+0,014
0	+1	0	-0,024	0	-0,014
0	+1	0	-0,024	0	0
0	+1	0	-0,024	0	+0,014
0	+1	+0,586	-0,032	+0,008	-0,014
0	+1	+0,586	-0,032	0	0
0	+1	+0,586	-0,032	-0,008	+0,014
+9	+9	0	-0,264	+0,264	0

$A^T A$ Matrisi

+9,000	0	0	0	+0,264	0
0	+9,000	0	-0,264	0	0
0	0	+4,121	0	0	0
0	-0,264	0	+0,008	0	0
+0,264	0	0	0	+0,008	0
0	0	0	0	0	0

A ve B resim taşıyıcıları için $Z_1 = 725,00$ mm ve
 $Z_2 = 475,00$ mm durumlarında (b) vektörleri:

(A) 725	(A) 475	(B) 725	(B) 475
0,000	+57,020	-36,130	+48,260
+12,640	+ 4,390	- 7,230	0,000
+34,320	-13,160	-16,260	-78,970
- 5,420	+39,480	-46,970	+39,490
- 1,610	-17,550	- 9,030	- 8,770
+10,840	-65,790	0,000	-61,420
- 3,610	+43,860	-36,130	+17,550
-27,090	-65,790	- 9,030	-26,320
-18,060	-114,040	-19,870	-74,590
+ 3,610	+26,320	-27,100	+61,420
- 5,420	+39,480	-12,650	+70,200
+ 7,220	+43,860	- 7,230	+70,200
-14,450	-21,930	-23,490	-26,320
- 5,420	- 8,770	- 3,610	-13,160
+21,770	0,000	- 3,610	-13,160
-49,960	-96,500	-37,940	-100,910
- 9,030	-70,180	- 7,230	-92,140
+14,450	-39,480	-27,100	-92,140

$A^T b$ vektörleri

(A) 725	(A) 475	(B) 725	(B) 475
+ 1,8100	-131,5800	-180,6500	-144,7700
- 37,3300	-127,2000	-149,9600	-136,0100
- 50,4433	+ 10,2730	- 63,5160	- 97,7040
+ 0,8200	+ 3,1220	+ 4,5240	+ 4,2130
- 0,2990	- 3,8940	- 5,5070	- 4,3500
+ 0,1160	- 1,2280	+ 0,6330	0,3060
6149,5040	49424,9830	8442,1720	62368,4890

$A^T e$ Matriks eşitliğinin çözümlenmesinden sonra bulunan u parametre vektörleri

(A) 725	(A) 475	(B) 725	(B) 475
- 27,09	+ 12,02	+ 4,18	+ 8,22
+ 25,15	+ 60,65	+ 7,11	- 1,92
+ 12,24	- 2,49	+ 15,41	+ 24,43
+716,15	+1585,94	-325,52	-580,73
+916,67	+ 88,54	+541,67	+268,23
- 58,00	+614,00	-212,50	+153,00

$e = -v$ düzeltme vektörleri
(- Hata vektörleri)

(A) 725	(A) 475	(B) 725	(B) 475
+ 15,95	+74,50	- 5,21	+72,59
+ 8,36	+ 9,93	+12,93	+12,52
+ 24,47	-18,14	+ 1,80	-73,98
+ 3,99	+52,87	-16,43	+70,61
- 6,90	- 3,41	+ 8,15	+ 5,89
+ 5,91	-49,48	+12,48	-58,94
- 0,74	+53,16	- 5,97	+55,46
- 32,99	-43,05	+ 5,17	- 9,52
- 18,07	-76,44	-12,97	-74,62
- 7,85	+28,37	-19,95	+59,47
- 10,36	+50,84	- 4,15	+72,54
+ 8,80	+64,53	+ 2,62	+76,83
- 5,68	- 7,94	- 5,59	-16,44
+ 2,54	+13,82	+11,31	- 1,14
+ 28,82	+31,19	+ 8,33	+ 1,00
- 32,42	-95,95	- 4,07	-69,92
+ 0,37	-61,74	+19,33	-61,16
+ 15,71	-23,15	- 7,85	-61,17

s_o birim vezin ortalama hatası

± 20 mik. ± 61 mik. ± 13 mik. ± 68 mik.

Dengeleme işlemlerinden sonra hesap edilecek hatalar:

A Resim taşıyıcısı için

Z_1	725,00	$Z_1/D=I$	2,9	I^2	8,41
Z_2	475,00	$Z_2/D=II$	1,9	II^2	3,61
$Z_1-Z_2=D$	250,00	$Z_1Z_2/cD=III$	8,97277	c	153,52
dx_{01}	-27,09	dy_{01}	+25,15	dc_{01}	+12,24
dx_{02}	+12,02	dy_{02}	+60,65	dc_{02}	-2,49

$+dx_{01} I$	-78,56	$+dy_{01} I$	+72,94	$+dc_{01} I$	+35,50
$-dx_{02} II$	-22,84	$-dy_{02} II$	-115,24	$-dc_{02} II$	+4,73
dx_p	-101,40	dy_p	-42,30	dc	+40,23

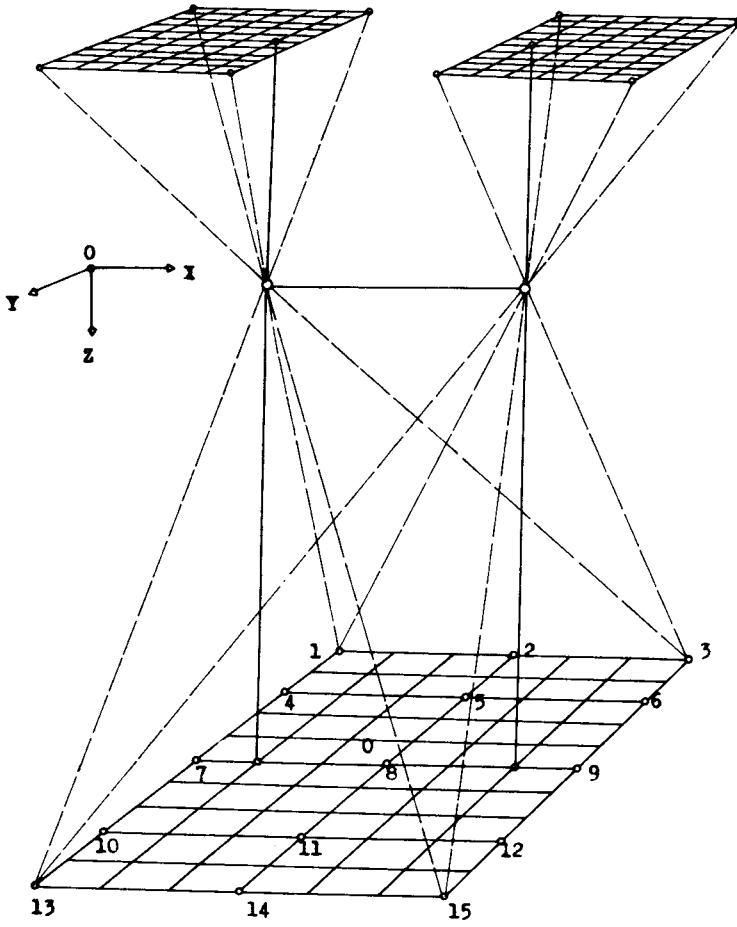
$-dx_{01}$	+27,09	$-dy_{01}$	-25,15	$+dc_{01}$	+12,24
$+dx_{02}$	+12,02	$+dy_{02}$	+60,65	$-dc_{02}$	+2,49
Σ	+39,11	Σ	+35,50	Σ	+14,73
$\Sigma III=dX_N$	350,9	$\Sigma III=dY_N$	318,5	$\Sigma III=dZ$	132,2

B Resim taşıyıcısı için

Z_1	725,00	$Z_1/D=I$	2,9	I^2	8,41
Z_2	475,00	$Z_2/D=II$	1,9	II^2	3,61
$Z_1-Z_2=D$	250,00	$Z_1Z_2/cD=III$	8,97044	c	153,56
dx_{01}	+4,18	dy_{01}	+7,11	dc_{01}	+15,41
dx_{02}	+8,22	dy_{02}	-1,92	dc_{02}	+24,43

$+dx_{01} I$	+12,12	$+dy_{01} I$	+20,62	$+dc_{01} I$	+44,69
$-dx_{02} II$	-16,00	$-dy_{02} II$	+3,65	$-dc_{02} II$	-45,85
dx_p	-3,88	dy_p	+24,27	dc	-1,24

$-dx_{01}$	-4,18	$-dy_{01}$	-7,11	$+dc_{01}$	+15,41
$+dx_{02}$	+8,22	$+dy_{02}$	-1,92	$-dc_{02}$	-24,43
Σ	+4,04	Σ	-9,03	Σ	-9,02
$\Sigma III=dX_N$	36,0	$\Sigma III=dY_N$	61,0	$\Sigma III=dZ$	61,0



Model teşkilı

MODEL ÖLÇÜMÜ

Alet : Stereoplanigraf C 5

c = 150,00 mm

Alet No.: 65610

b = 150,00 mm

Tarih : 9.Haziran.1969

Z = 550,00 mm

Nok. No.	H _H	H _R	H _M	H _M - H _O = dH	X	Y
1	549,996	549,995	549,996	+10,1	-0,75	-1,50
2	550,100	550,115	550,108	- 1,1	0,00	-1,50
3	550,200	550,173	550,186	- 8,9	+0,75	-1,50
4	550,012	550,008	550,010	+ 8,7	-0,75	-0,75
5	550,046	550,042	550,044	+ 5,3	0,00	-0,75
6	550,196	550,185	550,190	- 9,3	+0,75	-0,75
7	550,019	550,008	550,013	+ 8,4	-0,75	0,00
8	550,097	550,017	550,027	+ 7,0	0,00	0,00
9	550,147	550,125	550,136	- 3,9	+0,75	0,00
10	550,079	550,108	550,093	+ 0,4	-0,75	+0,75
11	550,067	550,057	550,062	+ 3,5	0,00	+0,75
12	550,144	550,144	550,144	- 4,7	+0,75	+0,75
13	550,148	550,155	550,152	- 5,5	-0,75	+1,50
14	550,132	550,142	550,137	- 4,0	0,00	+1,50
15	550,143	550,173	550,158	- 6,1	+0,75	+1,50
$\Sigma H_M / 15 = H_O =$				550,097	- 0,1	0,00

Nok. No.	X dH	XX	Y dH	YY
1	-7,575	0,5625	-15,150	2,2500
2	0,000	0,0000	+ 1,650	2,2500
3	-6,675	0,5625	+13,350	2,2500
4	-6,525	0,5625	- 6,525	0,5625
5	0,000	0,0000	- 3,975	0,5625
6	-6,975	0,5625	+ 6,975	0,5625
7	-6,300	0,5625	0,000	0,0000
8	0,000	0,0000	0,000	0,0000
9	-2,925	0,5625	0,000	0,0000
10	-0,300	0,5625	+ 0,300	0,5625
11	0,000	0,0000	+ 2,625	0,5625
12	-3,525	0,5625	- 3,525	0,5625
13	+4,125	0,5625	- 8,250	2,2500
14	0,000	0,0000	- 6,000	2,2500
15	-4,575	0,5625	- 9,150	2,2500
Σ	-41,250	+5,6250	-27,675	+16,8750
	$[XdH] / [XX] = A = -7,33$		$[YdH] / [YY] = B = -1,64$	
	+0,6366 A = $d\phi^c$ = -4,67 ^c		-0,6366 B = $d\Omega^c$ = -1,04 ^c	

Nok. No.	dH	-AX	-BY	e _H	e _H ²
1	+ 10,1	- 5,50	- 2,46	+ 2,14	4,58
2	- 1,1	0,00	- 2,46	- 3,56	12,67
3	+ 8,9	+ 5,50	- 2,46	- 5,86	34,34
4	+ 8,7	- 5,50	- 1,23	+ 1,97	3,88
5	+ 5,3	0,00	- 1,23	+ 4,07	16,56
6	- 9,3	+ 5,50	- 1,23	- 5,03	25,30
7	+ 8,4	- 5,50	0,00	+ 2,90	8,41
8	+ 7,0	0,00	0,00	+ 7,00	49,00
9	- 3,9	+ 5,50	0,00	+ 1,60	2,56
10	+ 0,4	- 5,50	+ 1,23	- 3,87	14,98
11	+ 3,5	0,00	+ 1,23	+ 4,73	22,37
12	- 4,7	+ 5,50	+ 1,23	+ 2,03	4,12
13	- 5,5	- 5,50	+ 2,46	- 8,54	72,93
14	- 4,0	0,00	+ 2,46	- 1,54	2,37
15	- 6,1	+ 5,50	+ 2,46	+ 1,86	3,46
	- 0,1	0,00	0,00	- 1,10	277,53

$$s_0 = \sqrt{\frac{e_H^2}{12}} = \sqrt{\frac{277,53}{12}} = \pm 4,8 \cdot 10^{-2} \text{ mm}$$

$$\frac{s_0}{z} = 1/11450$$

7. Model Ölçümü :

7.1. Genel

Model ölçümü deyimi ile, her iki resim taşıyıcısındaki kare taksimatlı camların bir arada meydana getirdikleri mücessem kare taksimatının ölçümü anlaşılır. Ölçü işlemi, konum ve kot olarak tek veya daha fazla projeksiyon mesafelerinde yürütülür. Bu tip ölçüm işlemine "Kare Taksimatı Blok Ölçümü" de denilir. Daha ziyade engebeli arazi kıymetlendirmesi için gerekli alet hassasiyeti bakımından önem taşır. Ölçülerin transformasyonu ile elde edilen değerler, aletin pratik görevler için yeterlik derecesini belirtir.

Ölçme işleminden önce yapılacak relatif ayar metodu olarak her hangi bir pratik metod seçilebilir. Arta kalmış paralaksa varsa ayrıyeten bunların da kaydedilmesi gereklidir. Ölçü işleminden önce modele takriben $1,5^\circ$ kadar Ω ve Φ verilerek model düzlemini, X-Y düzlemine göre döndürmek, pratik sahadaki kıymetlendirme durumlarına benzetmek ve hakikate daha yakın değerler elde edebilmek bakımından faydalı olur. Koordinat durumu ve modelin genel ifadesi şekilde gösterilmiştir.

7.2. Kullanılan Özel İşaretler :

X Y	Model noktalarının konum koordine değerleri
Z	Projeksiyon mesafesi (dm.)
$H_H H_R$	Gidiş ve dönüş okunan kot değerleri (mm.)
H	H_H ve H_R nin ortalama değeri (mm.)
H_0	Ufuk düzlemi kotu (H ların ortalama değeri) (mm.)
dH	$H - H_0$ (10^{-2} mm.)
d Ω	X - Ekseni etrafındaki dönüş
d Φ	Y - Ekseni etrafındaki dönüş
e_H	Hatalar (— v ler)
s_0	Birim vezin ortalama hatası
s_0 / Z	Relatif yükseklik ortalama hatası
p_y	Ölçülen Y — Paraklaksaları

7.3. Ölçme İşlemi :

Resim taşıyıcılarına kamara sabiteleri bağlandıktan sonra 6 noktaya göre relatif ayar yapılır ve takriben model $1,5^\circ$ döndürülür. Bu dönüklükten sonra relatif ayar tekrar kontrol edilir, varsa y- Paraklaksaları ölçü yapılacak 15 noktada ölçülerek kaydedilir.

Noktalara tabik daima "yukardan" yanaşarak yapılır. Gidiş ve dönüş olarak bir silsile ölçülür. Ölçü bir sıraya bağlı değildir. Ancak hangi yol gidiş ölçüsü için seçilmişse, aynı yoldan ters olarak dönüş ölçüsü yapılır. Yükseklik sayacına istenilen her hangi bir değer bağlanabilir.

7.4. Formüller :

Hatalar, ölçülerin dengelenmesi ile tespit edilmiş bir düzlemde ölçü farklarının tesbiti ile bulunur. Şu halde bunun için ilk önce ölçülere göre dengelenmiş bir düzlem tespit etmek gerekir. Bununla ilgili matris eşitlikleri bundan önceki tek ölçü bölümünde verilmiştir. O bölüme göre değişik olan hususlar vektör ve katsayı matrislerinin başka değerler olmasından ibarettir. Şöyle ki;

$$e = \begin{vmatrix} e_{H_1} \\ e_{H_2} \\ . \\ . \\ e_{H_{15}} \end{vmatrix} \quad u = \begin{vmatrix} d\Omega \\ d\Phi \\ H_0 \end{vmatrix} \quad b = \begin{vmatrix} H_1 \\ H_2 \\ . \\ . \\ H_{15} \end{vmatrix}$$

$$A = \begin{vmatrix} -Y_1 & +X_1 & +1 \\ -Y_2 & +X_2 & +1 \\ . & . & . \\ . & . & . \\ -Y_{15} & +X_{15} & +1 \end{vmatrix}$$

Birim vezin ortalama hatası

$$s_o = \pm \sqrt{\frac{\sigma^2 T_e}{12}} \quad \begin{matrix} n = 15 \\ u = 3 \\ n - u = 12 \end{matrix}$$

Buna yükseklik ortalama hatası da diyebiliriz.

Relatif yükseklik ortalama hatası

$$\frac{m_H}{H} = \frac{s_o}{Z}$$

7.5. Hesap İşlemleri :

A Matrisinin durumu dolayısı ile, dengeleme hesaplarının matris işlemleri yoluyla yapılması yerine daha kolay bir hesap yolu seçebiliriz. Koordine sistemi başlangıç noktasını, model orta noktası kabul ettiğimizde, $[X] = [Y] = [X Y] = [d H] = 0$ olur.

Bu durumda ${}_A T_A$ matriksini genel olarak ifade edip yukardaki değerler yerine sıfır koyarsak matriksimiz diogonal matrikse dönüşür.

${}_A T_A$ Matriksi;

$$\begin{vmatrix} [Y Y] & [Y X] & [Y] \\ [Y X] & [X X] & [Y] \\ [Y] & [X] & 15 \end{vmatrix}$$

Yukardaki değerler yerine sıfır değerlerini koyduğumuzda

${}_A T_A$ Matriksi

$$\begin{vmatrix} [Y Y] & 0 & 0 \\ 0 & [X X] & 0 \\ 0 & 0 & 15 \end{vmatrix}$$

Diğer taraftan ${}_A T_b$ vektörünü yazıp burada da sıfır değerlerini yerine koyarsak,

$$\begin{vmatrix} [Y d H] \\ [X d H] \\ [d H] \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} [Y d H] \\ [X d H] \\ 0 \end{vmatrix} \quad \text{bulmuş oluruz.}$$

Bu durumda;

$$\frac{d \Phi}{e} = + \frac{[X d H]}{[X X]} \quad \frac{d \Omega}{e} = \frac{[Y d H]}{[Y Y]} \quad H_0 = \left[\frac{H_H + H_R}{2} \right]_{15}$$

eşitliklerinden direkt olarak u vektörünü hesaplayabiliriz. e vektörünü hesaplayabilmek için ise, $-A u + b$ matriks işlemini yapmak gerekir.

Bu test çalışmalarında alt komisyonca da bu yol tavsiye edilmiş ve uygulanmak üzere bir form hazırlanmıştır.

8. Kriterium :

Stereo kıymetlendirme aletlerinin testlerini genel olarak iki kısımda mütalaa edebiliriz. Araştırmacı testler ve alışlagelmiş tesler. Araştırmacı testler daha ziyade labaratuvar imkânlarını gerektiren testlerdir. Testin yürütülebilmesi için çeşitli tip aletlere, birden fazla ölçmiye, hesap işlemleri için elektronik sistemlere ve uzun zamana ihtiyaç vardır. Genel olarak

aletlerin mukayesesi ve inkişafı için gereklidirler. Halbuki alışagelmış testler daha ziyade günlük imkânlarla yapılabilecek testlerdir. Tek bir operatör, basit hesap makineleri, tek bir alet yeterlidir. Elde edilen netice de maksadına uygun olarak daha basittir. O aletin, kullanma şartlarını gerçekleştirebilecek nitelikte olup olmadığını veya aleti bu halde kullanmak mecburiyeti varsa hangi işlemler için kullanılabileceğini ortaya koyar. Böyle bir teste tabi tutulan alet produktivite sahasında olan bir alettir. Dolayısı ile test uzun ölçme ve hesap işlemleri gerektirmemeli, alet uzun bir süre produktiviteden alakoyulmamalıdır.

Alışagelmış testlerin pek çok çeşidi vardır. Nitekim, Uluslararası Fotoğrametri Cemiyeti'nin bir standarizasyona gitmesinin gereği de budur.

Analog kıymetlendirme aletlerinin geometrik statik testleri olarak isimlendirilen ve bundan önceki kısımlarda genel olarak ifadesi yanında 65610 numaralı Stereoplanigraf C 5 aleti üzerinde uygulamayı da içine alan bu testin en büyük faydası, hassasiyet değerleri ve hataların resim düzlemi üzerine indirgenerek verilmiş olmasıdır. Böylelikle çeşitli kamara sabiteleri ve Z durumlarında hassasiyetin mukayesesi imkânı elde edilmiş olur. Keza model ölçümünde yükseklik ortalama hatası Z Projeksiyon mesafesine göre orantılı olarak verildiğinden, aynı zamanda resim ölçeği ve uçuş yüksekliği vasıtası ile, arazi kordine değerlerine hata ve hassasiyet intikâli yapılabilir.

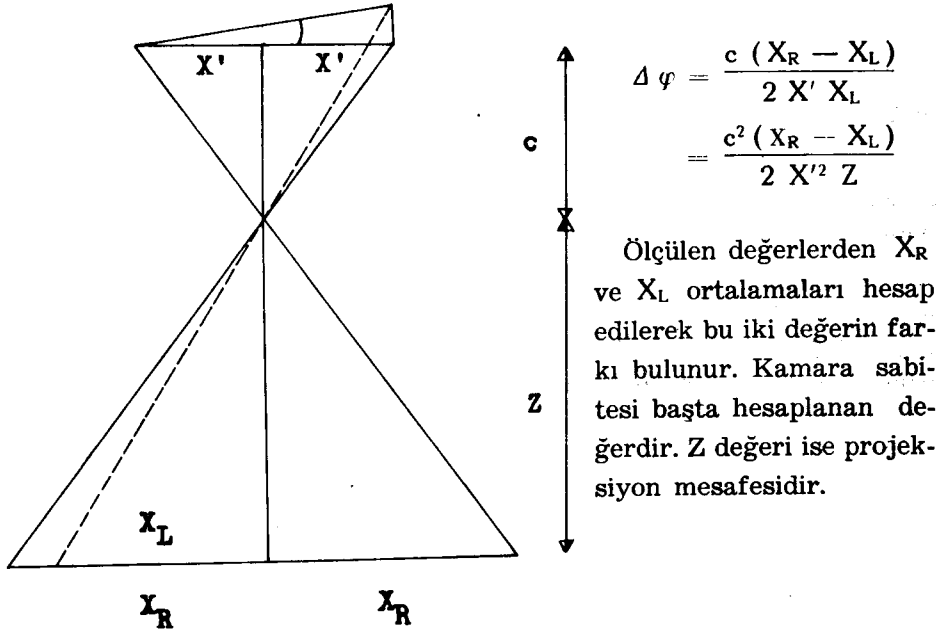
Bu açıklamadan sonra test neticesinde elde edilen değerlere göre hata incelemesine geçelim.

Dengelemeden önce kontrol edilecek hatalar :

Simetri hatası :

Yukarda da izah edildiği gibi, simetri hatası, orta noktadan itibaren X ve Y eksenleri istikâmetinde ve eşit uzunluktaki kare taksimat köşelerinin farklılık göstermesi, veya başka bir deyimle, projektörlerin projeksiyon eksenlerinin Z - Eksenine paralel olmaması demektir. Bu durum, Z Stünunun merkezlendirilmesi ve ölçü markalarının ayarlanması yolu ile giderilir. Bilindiği gibi bu paralellik, kare atksimatlı camın orta noktasında sağlanır ve çeşitli Z durumlarında kontrol edilir. Teste başlamadan önce Z sütununun dikliği yapılmasına rağmen test neticesinde simetri hatası gene de ortaya çıkarsa o zaman hatayı, resim düzleminin, model XY düzlemi ile paralel olmamasında aramak gerekir. Genel olarak bütün kıymetlendirme aletlerinde bu husus giderilebilir.

Şekilde görüldüğü gibi, bu paralellik farkı $\Delta \varphi$ benzerlik oranından faydalanılarak formüle edilebilir.



Örneğimizde $X_R - X_L$ değeri A resim taşıyıcısı için + 0,04 mm. B resim taşıyıcısı için - 0,06 mm. bulunmuştur. Bunun yanında $Z = 600$ mm. ve $X' = 90$ mm. dir.

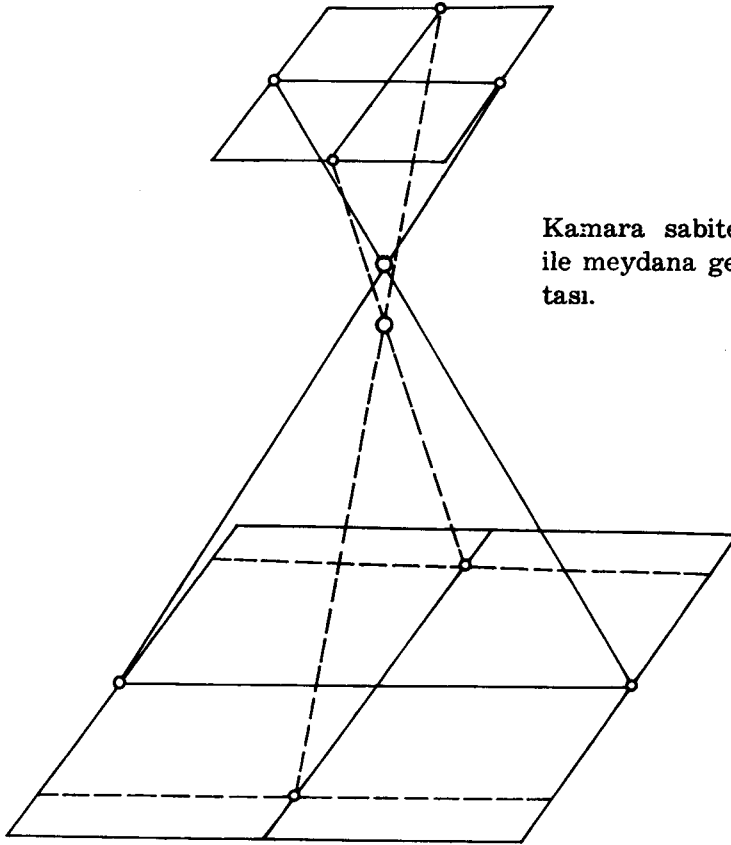
Hesap işlemlerinden sonra bulunan paralellik farkları ise;

$$\Delta \varphi A = + 56^{\circ} \quad \Delta \varphi B = - 83^{\circ} \text{ dir.}$$

Benzerlik hatası :

Benzerlik hatası, birbirine dik iki eşit uzunluğun ölçek farkı göstermesi olarak tarif edilir. Sebebi, kamara sabitesi farklılığı veya mafsallarıdır. Her ikisini de düzeltme imkânı vardır.

Örneğimizde benzerlik hatası A resim taşıyıcısı için ortalama 0,03 mm. B resim taşıyıcısı için 0,04 mm. dir.



Kamara sabitesi hatası sebebi ile meydana gelen benzerlik hatası.

Diklik Hatası :

Diklik hatası ölçümü için, kare taksimatlı camın taksimat çizgilerinin X ve Y Eksenleri paralellliğini ölçümden önce kontrol etmek gerekir. Bu hata daha ziyade mekanik sistemli kıymetlendirme aletlerinde rol oynar. Farklı kamara sabiteleri ve çeşitli Z durumlarında kontroller yapılmalı ve ortalamaya göre ayar yapılmalıdır. Basit olarak diklik, tersim masasında grafik olarak da kontrol edilebilir.

Örneğimizde bu fark 0,03 mm. içinde kalmaktadır.

Doğru parçası olmama hatası :

X ve Y eksenleri istikâmetinde ve fazla miktarda konum koordinatı ile ölçümü ile ölçü hattının doğru olmama hatası tespit edilebilir. Bunun giderilmesi mümkün değildir. Bu bakımdan test içinde bu kontrol yapılmıştır.

Bozulma Hatası:

Orta noktadan itibaren ışınsal istikâmetlerdeki uzunluk farkı hatası olarak tarif ettiğimiz bu hata, objektif hata eğrilerinin bir fonksiyonudur. Ancak çok hassas bir ölçü ile tespit edilebilir. Ölçüm noktaları kare taksimatlı camın orta ve köşe noktalarıdır. Objektif hata eğrisi bu ölçüm şemasına taşınır. Öyleki bu taşıma anında ölçülen değerler birbirlerine yaklaşsınlar. Modern stereo kıymetlendirme aletlerinde objektif hataları çok küçük olduğundan kontrol yoluna gidilmemiştir.

Statik Hata :

Bundan önce tatbik sırası başlığı altında belirtildiği gibi noktalara yanaşma, gidiş ve dönüş ölçümlerinde birbirine ters yönde yapılması öngörülmüştür. Aradaki fark bize statik hatayı verir. Bunun sebebi; mafsalların, hareketi intikâl ettiren dişli sistemlerinin ve diğer mekanik parçaların aşınmaları dolayısıyla intikâl boşluklarıdır. Bunun hassas stereoplannigraflarda 0,02 mm. yi geçmemesi gerekir. Nokta ölçümlerinde (analitik ölçümde) önemli bir rol olnamamakla beraber kıymetlendirmede hatalara sebep olabilir. Örneğimizde bu hata A resim taşıyıcısının X istikâmetinde 0,05 mm. Y istikâmetinde 0,04 mm. ve B resim taşıyıcısının X istikâmetinde 0,05 mm. Y istikâmetinde 0,03 mm. olarak tespit edilmiştir. Bu durum ortalama 0,04 mm. kabul edilirse 0,02 mm. hata sınırının iki katı olmuş olur.

İzleme Hatası :

Her hangi bir eksen istikâmetinde izleme yapıldığında bu istikâmete dik olan istikâmet değerlerinde bir değişme olmamalıdır. Eğer mevcutsa bunun sebebi, yanlış ayarlanmış veya ayarı bozulmuş rulmanlardır. Küçük Z değerlerinde ve büyük kamara sabiteleri ile yapılan ölçümlerde statik hatanın tesiri nispeten azaltıldığı için izleme hatası daha çok kendini belirtir. Bunun yanında statik hatanın ortadan kaldırılması için de hep aynı istikâmette izleme yapılır. Hassas stereo kıymetlendirme aletlerinde bu hata 0,01 mm. yi geçmemelidir. Bu hatanın tesiri, dağlık arazilerin kıymetlendirmesinde bariz kötü hatası olarak belirir. Örneğimizde bu hata 0,03 mm. olmaktadır.

Dengelemeden sonra kontrol edilecek hatalar :

Hassa kıymetlendirme aletlerinde (Stereoplanigraf, Autograf A 7) konum hatası $m_x \leq \pm 0,015$ mm. ve kot hatası $m_h \leq \pm 0,10$ ‰ h_g olarak verilmiştir. ($m_x = m_y$)

Bu Değerlere Göre;

Hata hesaplandığında, $s'_0 = \pm 0,02$ mm. bulunur. Oysa ki bizim hesapladığımız değerlerde A resim taşıyıcısı için Z_1 projeksiyon mesafesinde $\pm 0,020$ mm. ve Z_2 mesafesinde $0,061$ mm. B resim taşıyıcısı için Z_1 projeksiyon mesafesinde $\pm 0,013$ mm. ve Z_2 mesafesinde $\pm 0,068$ mm. bulunmuştur.

Bu durumda görülüyorki, aletin yukarı durumunda (Z_1) elde edilen hassasiyet yeterli olmasına rağmen, aşağı durumda (Z_2) hata 3 misli kadar artmaktadır.

Bu fark, aletin bundan önceki kısımlarda bahsedilen hatalardan ortaya çıkmaktadır. Gerek simetri hatasının mevcut olması gerekse statik hatanın normal değerinden iki misli fazla olması başlıca sebep olarak gösterilebilir. Nitekim aşağı durumlarda bulunan değerlerle yukarı durumlara bulundan değerlerin farklılığı bariz simetri hatasıdır.

Kamara sabitesi hatası dc_0 B resim taşıyıcısı için pratik olarak sıfır bulunmuştur. A resim taşıyıcısı için ise bu değer $0,04$ mm. dir. $dc_0/Z = 0,04/475$ oranı hesaplanmak istenirse $1/11800$ bulunur. İstenilen hassasiyet ise $1/10000$ dir.

Nitekim model ölçümünden sonra bu oran daha hassas olarak $1/11500$ bulunmuştur. Bu durumda kamara sabitesi hatası istenilen sınırlar içinde kalır.

9. Sonuç :

Alet bu durumda kullanıldığında, $1/5000$ ölçekli kıymetlendirmeler için;

Resim ölçeği : $1/14000$

Makine ölçeği : $1/7000$ seçileceğinden $c = 150$ mm. için bu değerler çerçevesinde uçuş yüksekliği $h_g = 2150$ m. bulunur.

0,06 mm. konum hatası 1/5000 ölçekli kıymetlendirmede 42 cm. ye ve 2150 m. uçuş yüksekliğinde de kot hatası $2150/11500 = 19$ cm. ye tekâbül eder. Bulunan bu değerler ise 1/5000 ölçekli kıymetlendirmeden istenilen hassasiyeti normal olarak gerçekleştirirler.

Bu durumda 1/5000 ölçekli harita kıymetlendirmesi ve daha küçük ölçekli kıymetlendirmelerde alet bu durumu ile kullanılabilir durumdadır. Daha büyük ölçekli kıymetlendirmeler için ise, aletin yukarda bahsedilen hatalarını giderici bir revizyonu gerekmektedir.

KAYNAKLAR :

- G. Bormann Geometrisch - statische Tests für Analog-Auswertegeräte. 1968 Presented Paper. Heerbugg
- R. Burkhardt Standart-Tests für photogrammetrische Auswertegeräte. 1968 Berlin.
- K. Szangolies Vorschläge zur einheitlichen Testung und Bewertung von Stereoauswertegeräten. Carl Zeiss Jena. Sonderdruck aus der Zeitschrift Vermessungstechnik Heft 10 und 12 1967.
- K. Szangolies Zur Universalität und Genauigkeit von Stereokartiergeräten. Bildmessung-und Luftbildwesen 35 Heft 4 S. 165-169 1967.
- B. Hallert Quality problems in photogrammetry Stockholm 1967 Gerätebeschreibung und Justieranleitung. Stereoplanigraph C 8. Carl Zeiss-Oberkochen.
- K. Schwidefsky Grundriss der Photogrammetrie.