

## İŞİN DEMETLERİ İLE FOTOTRIYANGÜLASYONU VE İLAVE PARAMETRELERLE BİRLIKTE DENGELENMESİ

Abdullah PEKTEKİN

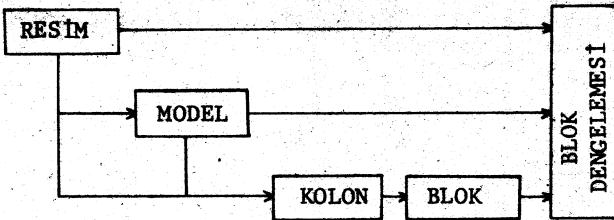
### ÖZET

Fotogrametrik nokta belirlenmesinde, çeşitli fototriyangülasyon yöntemleri kullanılır. Son yıllarda modern fotogrametrik yöntemlerin çözümlerinde sistematik resim ve model hatalarını gidermek için birtakım teknikler ileri sürülmüştür. Bunlardan biride matematik olarak modellenmemiş sistematik hataları giderici, özel ilave parametrelerin matematik modele eklentisi ile bu model yeterli hale getirilir. Böylece fotogrametrik belirlenen noktalarda yüksek incelik düzeyine erişilir. Ağ sıklaştırması, kadastro ölçmeleri, endüstriyel ve tüm mühendislik uygulamaları ve çok yüksek incelik ve güvenililik isteyen çalışmalarda, jeodezik yöntemlerle artık yarışır duruma gelmiş ve süratli, ekonomik ve güvenilir bir yöntem olmuştur.

İlave parametrelerle demet dengelenmesinde, büyük bir incelik artımı olmakta ve 2,1 oranına ulaşmaktadır. Fotogrametrik olarak  $(3-5)\mu\text{m}$  incelikle koordinatları belirlemek olasıdır..

### 1. GİRİŞ

Fototriyangülasyonu üzerinde ölçmelerin yapıldığı fotogrametrik birimi esas alınırsa; analog, yarı analitik ve analitik olmak üzere üçe ayrılır. Ayrıca blokun oluşumuna göre kolon, model ve resimler birim olarak ele alınıp yapılan fotogrametrik dengeleme yöntemleri ise; kolondar ile, bağımsız modelle ve işin demetleri ile (resimlerle) dengeleme diye de sınıflandırılır (/17/) (Şekil:1). Son yıllarda sistematik resim ve model hatalarının işlenmesine ilişkin değişik teknikler ileri sürülmüş (/3/, /6/, /11/, /12/, /19/, /20/) ve bu model hatalarının en etkin bir şekilde giderilmesi için DEMET DENGELEMESİNİN MATEMATİK MODELİ'NE eklentiler yapılarak genişletilmiştir. Böylece analitik ya da modern presizyonlu fotogrametrinin (/13/) en genel durumu olan demet dengeleme yöntemi; modellerin değerlendirilmesi için kontrol noktalarının belirlenmesinde, jeodezik ülke ağının sıklaştırılmasında, kadastral ölçmelerde, mühendislik ölçmelerinde, uzay denemelerinde ve b.b. çalışmalarda günden güne daha çok uygulanmaktadır ve popüler olmaktadır (/2/, /9/, /13/, /16/, /23/).



İşin Demetleri Yöntemi

Bağımsız Modeler Yöntemi

Polinom Yöntemi

Şekil : 1 Blok dengeleme hesap yöntemleri

Demetler ile fotogrametrik kolon ya da blok dengeleme işleminde; arazi noktası, alım kamerasının projeksiyon merkezi ve resimdeki arazi noktasının izdüşümü bir doğru üzerinde bulunduğu modeli esas alınır. Diğer bir deyişle, merkezsel projeksiyonun matematik tanımı yani kolineerita koşulu (Aynı doğru üzerinde olma koşulu) fotogrametrik gözlemler için matematik model kabul edilir.

## 2. MATEMATİK İFADELER

Üç boyutlu uzay dik koordinat sistemleri arasındaki projektif dönüşüm formüllerinden kolineerita koşul denklemleri yazılır.

$$x' = (x - x_o) = -c \frac{(X - X_o)a_{11} + (Y - Y_o)a_{12} + (Z - Z_o)a_{13}}{(X - X_o)a_{13} + (Y - Y_o)a_{32} + (Z - Z_o)a_{33}} = f \frac{x}{z} \quad (1.1)$$

$$y' = (y - y_o) = -c \frac{(X - X_o)a_{21} + (Y - Y_o)a_{22} + (Z - Z_o)a_{23}}{(X - X_o)a_{31} + (Y - Y_o)a_{32} + (Z - Z_o)a_{33}} = f \frac{y}{z} \quad (1.2)$$

Burada :

$x', y', z'$  : Dönüştürülmüş koordinatlar

$X, Y, Z$  : Kontrol noktasının arazi koordinatları

$X_o, Y_o, Z_o$  : Projeksiyon merkezinin arazi koordinatları

$x, y$  : Ölçüler, resim asal noktasına indirgenmiş resim koor.

$x_o, y_o, z_o$  : Resim koordinat sistemindeki projeksiyon merkezinin koordinatları

$c$  : Kamera sabitesi ( $z = -c$ ), pozitif eksen sisteme göre  $-c$  yerine  $f$  alınır.

$a_{11}, a_{12}, \dots, a_{33}$  :  $(3 \times 3)$  ortogonal dönme matrisinin elemanları  
 $(\omega, \phi, \psi)$  dönme büyükliklerinin trigonometrik forksi.)

$(i = 1, \dots, n)$  arazi noktaları sayısı ve  $(j = 1, \dots, m)$  resimlerin sayısını göstermek üzere  $x = y = 0$  alınırsa,

( $i = 1, \dots, n$ ) arazi noktaları sayısını ve ( $j = 1, \dots, m$ ) resimlerin sayısını göstermek üzere  $x_o = y_o = 0$  alınırsa,

$$x_{ij} = f \frac{X}{Z} ; \quad y_{ij} = f \frac{Y}{Z} \quad (2)$$

olur. İşin demetleri ile dengeleme için lineer olmayan hata denklemleri ( $\omega, \phi, \kappa, X_o, Y_o, Z_o$  dış yöneltme parametreleri ve  $X, Y, Z$  arazi noktası koordinatları, bilinmeyenlerdir.) yazılır.

$$v_{ij} = F_x(\omega, \phi, \kappa, X_o, Y_o, Z_o) - (X, Y, Z)_i, f - x_{ij} \quad (3.1)$$

$$v_{ij} = F_y(\omega, \phi, \kappa, X_o, Y_o, Z_o) - (X, Y, Z)_i, f - y_{ij} \quad (3.2)$$

(3) deki lineer olmayan ifadeler bilinmeyenlere göre Taylor seri açığını ile lineer hale getirilir. Bu açığında ikinci ve yüksek dereceden terimler ihmal edilerek resim koordinatları için lineer duruma getirilmiş hata denklemleri elde edilir.

$$\begin{aligned} v_{x_{ij}} &= \frac{\partial F_x}{\partial \omega_j} d\omega_j + \frac{\partial F_x}{\partial \phi_j} d\phi_j + \frac{\partial F_x}{\partial \kappa_j} d\kappa_j + \frac{\partial F_x}{\partial X_{oj}} dX_{oj} + \frac{\partial F_x}{\partial Y_{oj}} dY_{oj} \\ &+ \frac{\partial F_x}{\partial Z_{oj}} dZ_{oj} + \frac{\partial F_x}{\partial X_i} dX_i + \frac{\partial F_x}{\partial Y_i} dY_i + \frac{\partial F_x}{\partial Z_i} dZ_i + F_x - x_{ij} \end{aligned} \quad (4.1)$$

$$\begin{aligned} v_{y_{ij}} &= \frac{\partial F_y}{\partial \omega_j} d\omega_j + \frac{\partial F_y}{\partial \phi_j} d\phi_j + \frac{\partial F_y}{\partial \kappa_j} d\kappa_j + \frac{\partial F_y}{\partial X_{oj}} dX_{oj} + \frac{\partial F_y}{\partial Y_{oj}} dY_{oj} \\ &+ \frac{\partial F_y}{\partial Z_{oj}} dZ_{oj} + \frac{\partial F_y}{\partial X_i} dX_i + \frac{\partial F_y}{\partial Y_i} dY_i + \frac{\partial F_y}{\partial Z_i} dZ_i + F_y - y_{ij} \end{aligned} \quad (4.2)$$

Bulunan hata denklemleri lineer olmamasından bilinmeyenlerde, istenilen incelige erişinceye kadar demetlerle blok dengelemesinin iteratif çözümü gereklidir (/4/).

Hata denklemlerini matris gösterimiyle,

$$V_x = A_1 dT_j + B_1 dX_i - l_x \quad (5.1)$$

$$V_y = A_2 dT_j + B_2 dX_i - l_y \quad (5.2)$$

yazılır veya kısaca,

$$V_{ij} = A_{ij} dT_J + B_{ij} dX_i - l_{ij} \quad (6)$$

şeklindedir. Gözlemler olarak yer kontrol noktaları de eklenirse, düzeltme denklemleri aşağıdaki gibidir.

$$V_B = AdX + BdX_P + CdT - l_B; P_B \quad (7.1)$$

$$V_P = IdX_P - 0; P_P \quad (7.2)$$

$V_B, V_P$  : Resim ve yer kontrol noktaları için düzeltme vektörleri

$dX, dX_P, dT$  : Yeni noktalar, yer kontrol noktaları ve dış yöneltme (resim parametreleri) parametreleri için çözüm vektörleri (Bilinmeyenler)

$A, B, C$  : Bilinmeyenler için katsayılar matrisi

$I$  : Birim matris

(7) denklemlerinde görüldüğü gibi her resim için 6 yöneltme ve 3 tanede arazi koordinatları bilinmiyenleri vardır. Resim sayısını ( $j = 1, \dots, m$ ) ve arazi nokta sayısını da ( $i = 1, \dots, n$ ) ile göstermişik. İşin demetleri ile dengeleme için toplam bilinmiyen sayısı,

$$6m + 3n \quad (8)$$

olur. Bilinmeyenlerin hesaplanması ve çözüme ilişkin bilgi (/6/, /18/, /21/) de geniş boyutları ile verilmiştir.

## 2.1. İLAVE PARAMETRELERLE DEMET DENGELMESİ

Son birkaç yıldan beri fototriyangülasyonda araştırma ve geliştirme konusu sayısal nokta belirtilmesinde, kullanılan matematik modelin düzeltilmesi ve onun hesaba katılmasıdır (/1/, /18/, s.45). Sistematik resim ve model hatalarını gidermek için özel ilave parametrelerin matematik modele eklenmesi ile model yeterli duruma getirilir (/6/, /11/, /12/).

Blok dengelemesinin optimal çözümü, uygun seçilmiş ve özel ilave parametrelerin aynı zamanda işleme sokulması ve bunların gözlemler olarak dikkate alınması ile mümkündür (/5/).

İlave parametrelerle demet dengelemesi için lineer duruma getirilmiş matematik modeli yani düzeltme denklemlerini (7) ifadelerine benzer yazabiliriz.

$$V_B = A_1 dX + BdX_P + CdT + DdZ - l_B; P_B (= I) \quad (9.1)$$

$$V_Z = IdZ - l_Z; P_Z \quad (9.2)$$

$$V_P = IdX_P - 0; P_P \quad (9.3)$$

Burada (7) dekilere ek olarak :

$v_Z$  : İlave parametreler (ZP) için düzeltme vektörü

$dZ$  : İlave parametreler için çözüm vektörü (Bilinmiyenler)

D :  $dZ$  bilinmiyenleri için katsayılar matrisi

$P_Z$  : İlave parametreler için köşegen şeklinde ağırlık matrisi

(9) daki matris ve vektörler,

$$A = \begin{bmatrix} A_1 & B & C & D \\ 0 & 0 & 0 & I \\ 0 & I & 0 & 0 \end{bmatrix} ; \quad P = \begin{bmatrix} P_B & 0 & 0 \\ 0 & P_Z & 0 \\ 0 & 0 & P_P \end{bmatrix}$$

$$x^T = (dx^T, dx_p^T, dT^T, dZ^T) ; \quad l^T = (l_B^T, l_Z^T, 0^T) ; \quad v^T = (v_B^T, v_Z^T, v_p^T)$$

şeklinde gösterilir ve

$$V = AX - l ; P \quad (10)$$

durumuna getirilir ve çözülür.

En iyi sayısal atabilite, ağırlıklı gözlemler olarak ilave parametrelerin dengelenmeye ve bunların minimum koşuluna katılması ile garanti altına alınır (/5/). En küçük karelere göre bu koşul :

$$v_B^T P_B v_B + v_Z^T P_Z v_Z + v_p^T P_p v_p = \min \quad (11)$$

dir. (10) eşitliği çözülderek,

$$X = (A^T P A)^{-1} A^T P l \quad (12)$$

bilinmiyenler bulunur.  $Q_{xx}^{-1} = (A^T P A)^{-1}$  denirse, birim ağırlığın ortalama hatası ( $\sigma_o$ ) ve bilinmiyenlerin ortalama hataları ( $\sigma_x$ ),

$$\sigma_o^2 = \frac{v^T P v}{n-u} ; \quad \sigma_x^2 = Q_{xx}^{-1} \sigma_o^2 \quad (13)$$

formülleriyle hesap edilir.

### 3. SAYISAL UYGULAMA

Resim çekimi ve diğer hazırlık çalışmaları tamamlandıktan sonra resimlerden stereo veya mono komparatör yardımcı ile resim koordinatları ölçülür. Dengelenmeye başlamadan önce, resim koordinatlarının sayısal düzeltilmesi yapılır. Komparatör koordinatlarının affin dönüşümle kalibrasyonu, atmosferik kırılma, yer küreselliği, alım kamerasının optik distorsiyonu ve film büzülmeleri hesap edilerek resim koordinatları düzeltilir. Sonra bu koordinatla-

rın resim koordinat sistemine indirgemesi yapılır. Varsa kaba hatalar ayıklanır. En son olarak da resim koordinatlarından istenilen bir sisteme dengelenmiş fotogrametrik - blok koordinatları hesap edilir.

Tüm sayısal uygulamalar 20.10.1978 - 1.4.1979 tarihleri arasında Almanya'nın Münih Teknik Üniversitesinde (MTÜ) yapılmıştır. Resimlerden, resim koordinatlarının ölçülmesi MTÜ Fotogrametri Kürsüsünde bulunan ZEISS-PSK 1 ve ZEISSPLANICOMP- C 100 de. hesaplamlarda A.Grun tarafından hazırlanan işin demetleri programı ile yapılmıştır. Bu program likeratürde MBOP adıyla anılmaktadır. ALCOL 60 programlama lisanına göre yazılmıştır. Kısıtlımlı bellek teknigi ve Gauss Algoritması ile çözüm yapılmaktadır. MBOP ile istenirse sistematik hataların birlikte dengelemesi de yapılır. Sistematik hataların dengelenmesinde, parametrelerin sayısında ve tipinde hiçbir sınırlama yoktur.

Bu uygulamada sistematik hataların giderilmesinde, H.Ebner tarafından geliştirilen 12 parametreli ortogonal polinomlar kullanılmıştır.

Dengelemede, Finlandiya test sahasına ait aşağıdaki tertipler uygulanmıştır.

1. Değişik nokta dağılımına göre dengeleme,
2. PSK 1 ve PLANICOMP-C 100 aletleri ile ölçülen resim koordinatlarına göre dengeleme,
3. İlave parametresiz ve ilave parametrelerle (H.Ebner'e göre 12 parametremi ortogonal polinomlar) dengeleme yapılmıştır.

Pratik incelik ölçütleri olarak uygulamada, kolonun ya da blokun dengelenmiş noktaların doğruluğu için birim ağırlığın ortalama hatalı ( $\sigma_o$ ) ve dengelemeden sonra her koordinatın karesel ortalama hatalarından ( $u_x, u_y, u_z$ ) karesel ortalama değerler hesaplanır.

$$u_x = \left( \sum_{i=1}^n (m_{x,i})^2 / n \right)^{1/2} = \left( \sum_{i=1}^n (x_f - x_g)_i^2 / n \right)^{1/2} \quad (14)$$

$u_y$  ve  $u_z$  için (14) formülü ayrı ayrı uygulanır.

Burada :

$x_f$  : Kontrol noktalarının fotogrametrik yer koordinatları

$x_g$  : Kontrol noktalarının jeodezik koordinatları

$n$  : Kontrol noktalarının sayısıdır.

Çizelge 1'de PSK 1 ve PLANICOMP-C 100 de ölçüleri yapılan dengeleme sonuçları kıyaslanmış ve özet olarak verilmiştir.

İlave parametrelerle bulunan demet dengelemesinin sonuçlarının etkinliğini anlamak için teorik doğruluk modelleri ile karşılaştırılır. Teorik incelik modelleri; resim bindirmesi, kontrol noktalarının sayı ve konumlarına bağlı olarak, pratik test koşulları ile karşılaştırırsa önemli farklılar olabilir. Fakat pratik olarak bulunan incelik değerlerinin kontrolu için iyi bir ölçüt olmaktadır (/7/).

Çizelge 2'de fotogrametrik test bloklarının özellikleri, çizelge 3'de ise doğruluk testlerinin sonuçları verilmiştir. İncelik değerleri hesaplanırken (/7/) deki ışın demetleri ile blok dengelemesinin incelik modelinden faydalanyılmıştır.

Bindirme, uçuş yönü, kontrol nokta sayısı	Resim koordinatlarını ölç.de kullanılan alet	$\sigma_o$ { $\mu\text{m}$ }	$\mu_x$ { $\mu\text{m}$ }	$\mu_y$ { $\mu\text{m}$ }	$\mu_{xy}$ { $\mu\text{m}$ }	$\mu_z$ { $\mu\text{m}$ }
İLAVE Parametrelî Bindirme : %60 Uçuş yönü: ← Kontrol nokta sayısı: (20 XYZ+16 Z), i=1	Zeiss Planicomp C 100	4.2	2.5	3.0	2.8	5.5
	Zeiss PSK 1	3.7	2.0	2.8	2.4	4.5
	ORAN	1.14	1.25	1.07	1.17	1.22
İLAVE Parametresiz Bindirme : %60 Uçuş yönü: ← Kontrol nokta sayısı: (20 XYZ+16 Z), i=1	Zeiss Planicomp C 100	4.8	4.25	3.25	3.9	6.8
	Zeiss PSK 1	4.3	2.5	3.0	2.8	5.0
	ORAN	1.12	1.70	1.08	1.39	1.35

Çizelge : 1 PSK 1 ve PLANICOMP C 100 ölçüleriyile yapılan dengeleme sonuçları

#### 4. SONUÇLAR

Fotogrametride son yıllarda hesaplamaya ilişkin sorunlar çözümlenmiştir. Fotogrametrik nokta belirlenmesinde artık ışın demetleri ile blok triangülasyon yöntemi yaygın bir şekilde rahatlıkla uygulanmaktadır. Ayrıca sistematik resim ve model hatalarını giderici birtakım yöntemler geliştirilmiştir. Sistematik hataların özel ilave parametreler olarak; dengeleme hesabında kullanılan matematik modele eklentisiyle, bu model incelik bakımından yeterli duruma getirilmiştir. İlave parametrelerin kullanılması, modern demet dengelemesinde gerçek sistematik hataları, yeterli bir güvenlikle dengeleme olağanı sağlamaktır ve böylece fotogrametrik yöntemle yeni noktaların sıhhatli ve güvenilir bir şekilde koordinatları belirlenmektedir.

Sayısal uygulama neticesinde aşağıdaki ilginç sonuçlar bulunmuştur.

1. Dengelemede kullanılan kontrol nokta sayısı arttığı zaman incelik

Blok İsmi	Fotoğraf Sayısı	Resim Ölçeği	Örtü Oranları		D.Y.Kont N.		Kontrol Nok.	
			P	q	Plan	Yük	Plan	Yük
Jämijärvi	51	1:4000	60	60	8	1	112	111
Oberschwaben P <sub>1</sub>	104	1:28300	60	20	31	47	225	177
Steinbergen	109	1:8000	70	60	14	27	-	55
Moosach	93	1:3300	60	60	25	10	133	-
Passau	14	1:4400	70	60	10	10	15	-
Willunga	48	1:10700	60	60	8	1	85	-

Çizelge : 2 - Fotogrametrik test bloklarının özellikleri

Blok İsmi	İlave Parametresiz			İlave Parametreli			Teorik İncelik	
	$\sigma_o$ { $\mu m$ }	$\mu_{xy}$ { $\mu m$ }	$\mu_z$ { $\mu m$ }	$\sigma_o$ { $\mu m$ }	$\mu_{xy}$ { $\mu m$ }	$\mu_z$ { $\mu m$ }	$\mu_{xy}$ { $\mu m$ }	$\mu_z$ { $\mu m$ }
321 (i=2.5)	4.3	3.3	7.2	3.7	2.6	6.5	2.0	-
Doğruluk Oranları			1.2	1.3	1.3	1.1		

PSK 1                   Ölçüleri Jämijärvi test sonuçları

P <sub>1</sub> Oberschwaben	5.3	8.8	15.8	3.3	5.2	12.2	3.0	5.7
	Doğruluk Oranları			1.6	1.7	1.3		
Steinbergen	5.6	-	14.3	5.4	-	8.0	-	5.9
	Doğruluk Oranları			1.0	-	1.8		
Moosach	5.0	10.6	-	4.2	5.1	-	2.6	-
	Doğruluk Oranları			1.2	2.1	-		
Passau	4.2	7.7	-	4.0	4.8	-	2.4	-
	Doğruluk Oranları			1.1	1.6	-		
Willunga	4.9	4.9	-	3.5	2.8	-	2.0	-
	Doğruluk Oranları			1.4	1.8	-		

Çizelge : 3 - Fotogrametrik doğruluk testlerinin sonuçları

ister istemez artmaktadır.  $\mu_{xy}/\sigma_0$  ve  $\mu_z/\sigma_0$  oranları belirgin bir şekilde küçülmektedir.

2. PSK 1 ve PLANICOMP-C 100 aletleri kullanımı ile elde edilen resim koordinat ölçülerine göre yapılan denelemede, aynı parametreli sonuçlar karşılaştırılırsa, PSK 1'in sonuçları, (1.4) oranında daha hassas olmaktadır. Bu farklar koordinat okuma inceliğinden ileri gelmektedir. PSK 1, resim koordinat okuma inceliği bakımından daha duyarlıdır. Buna karşın PSK 1 ile ölçü süresi, PLANICOMP-C 100'e göre 4 kat daha fazladır.
3. İlave parametrelerle ve ilave parametresiz yapılan demet deneleme sonuçları kıyaslanırsa, değişik nokta dağılımına ve proje parametrelerine bağlı olarak ilave parametreli sonuçlarda göze çarpan bir incelik artımı olmaktadır ve (2.1) değerine kadar ulaşmaktadır. En büyük gelişmeye, genellikle çok seyrek nokta dağılımı olduğu zaman ulaşılmaktadır.
4. Teorik incelik beklentilerine, ilave parametrelerle yapılan demet denelemesi ile oldukça yaklaşımaktadır. Fakat teorik incelik beklentilerinin tamamen karşılanması olanaksızdır. Çünkü pratik blok düzenlemelerinin, kullanılan teorik incelik modellerine tümüyle uymaması ve ayrıca kontrol ve yer kontrol noktalarının uygun olmayan presizyonlarından ileri gelmektedir. Fotogrametrik denelemede kullanılan yer kontrol noktalarının koordinatlarını yeterli incelikle belirlemek için büyük bir jeodezik gayret zorunlu olmaktadır.

Özet olarak demet yöntemi ile dengelenmiş blok koordinatlarının inceliği; resim koordinatlarının inceligi, kamera sabitesine, resim ölçegine, enine bindirme oranına, blok büyüklüğüne ve kontrol noktası dağılımı gibi projeden projeye değişen parametrelerle bağlıdır (/7/).

Yüksek incelik isteyen işlerde, ilave parametrelerle demet deneleme-si uygun bir araç olup güvenilir bir şekilde kullanılır (/8/, /12/, /18/). Böylece fotogrametrik olarak resim ölçeginde (3-5) mikron incelikle koordinatlar belirlenir. Kendi kendine kalibrasyon parametrelerinin (ilave parametreler) eklenmesi ile fotogrametrinin potansiyeli bir patlama noktası na gelmiştir. Ayrıca komparatör ölçmeleri ve hesaplamalar on-line (aynı anda - doğrudan doğruya) sisteme olması genel istektir. Böylece hızlı ve

güvenilebilir bir hesap mümkündür. Bu gelişmelere paralel olarak demet den-  
gelemesi sadece hava trigülasyon yöntemi ile nokta belirlenmesinde kullanılmayıp, yakın yer fotogrametrисinde; anında alım, mevcut durumun bir ani-  
nın saptanması istenirse, bilihassa deformasyon ölçmelerinde (/23/), endüstriyel  
uygulamalarda (/14/) ve değişik mühendislik hizmetlerinde (/21, /22/) çok yaygın bir biçimde kullanılmaktadır.

## K A Y N A K Ç A

- /1/ Ackermann, P.E. : Stand und Tandemzen der numerischen Photogrammetric. Vortrage der 35.photogrammetrischen Woche an der Universitat Stuttgart 1975,Heft 2, a.5-21.
- /2/ Atsushi, O. : Orientation and Construction of Models.Phot.Eng. 1981, s.1438-1454, 1615-1626, 1739-1752.
- /3/ Brown, D.C. : Bundle Adjustment with additional parameters. Bul 1974, Heft 6, s.210.
- /4/ Ebner, H. : Methoden der raumlichen Blockausgicichungen und ihre numerischer Aufwand. Sonderdruck aus der ÖZEV 59.Jahrgang, Nr.5, Okt.1971, s.129-139.
- /5/ Ebner, H. : Zusätzliche Parameter in Ausgleichungen. ZfV 1973, Heft 9, s. 385-391.
- /6/ Ebner, H. : Blockausgleichung mit Selbskalibrierung. DGK, Reihe B, Heft 226, 1977, s.39-54.
- /7/ Ebner, H.,Krack, K.,Schubert, E. : Genauigkeitsmodelle für Bündelbloctriangulation. Bul 1977, Heft 5, s.141-148
- /8/ Erdogan, V. : Fotogrametrik Nirengide Yeni Sonuçlar ve Nirengi Siklastirmasi, Harita ve Kadastro Müh.Der.44/1983
- /9/ Ghosh, Sanjip.K. : Phototriangulation.Lexinngton Books, The Ohio State University 1975.
- /10/ Ghosh, Sanjip.K. : Analytical Photogrammetry. Pergamon Press 1979.
- /11/ Grün, A. : Die Simultane Kompensation systematischer Fehler mit dem Münchener Bündalprogramm MBOP.XII Congres of the ISP, Helsinki 1976, s.1-23.
- /12/ Grün, A. : Experiences with self-calibrating Bundle Adjustment. ACSM-ASP Convention Washington, D.C.February/March 1978, s.141-148.

- /13/ Grün, A. : Zur Anwendung der modernen Prazisionsphotogrammetrie in der Netzverdichtung und Kadastervermessung. ZfV 1979, Heft 3, s.85-97
- /14/ Hadem, I. : Bundle Adjustment in industrial Photogrammetry. ISP Hamburg 1980. Comm. V. s.262-275.
- /15/ Kurt, H. : Die Photogrammetrische Bündelausgleichung und die Auflösung grosser Normalgleichungssysteme. DGK Reihe C, Heft 232, 1977.
- /16/ Leupin M., Monvoisin, P. : Grundsätzliche Probleme bei der Anwendung der Photogrammetris in der Netzverdichtung. ZfV 1981 Heft 6, s.316-321.
- /17/ Pektekin, A. : Analog Kolon Triyangülasyon Yönteminin Polinomlarla Dengelenmesi ve Jeodezik Yöntemle Karşılaştırılması. İDMMA, Doktora Tezi, 1976.
- /18/ Pektekin, A. : İşin Demetleri ile Blok Triyangülasyon Yönteminin İflave Parametrelerle Birlikte Dengelenmesi Üzerine İnceleme. İDMMA, Doçentlik Tezi, 1980.
- /19/ Schut, G.H. : On correction term for systematic Errors in Bundle Adjustment. ISP Stuttgart, Comm.III, 1974.
- /20/ Slama, C., Ebner H. : Manual of Photogrammetry, Aerotriangulation. 1980, Fritz, L. s.453-518.
- /21/ Steidler, F. : Darstellung und Vergleich von Lösungsstrategien für grosse schwach besetzte Normalgleichungssysteme in der Geodasie und in der Photogrammetrie. DGK, Reihe C, Heft 261, 1980.
- /22/ Stephani, H. : Methode Grundlagen der Nahbereichsphotogrammetrie Landtechnik Weihenstephan, in Freising-Weihenstephan 6/1981, s.31-45.
- /23/ Wittmann, G. : Auswertung photogrammetrischer Aufnahmen nach der Bündelmethode - Anwendung auf Deformationsmessungen. VR 5/1980, s.201-210.