

**Afrika'daki mühendislik ve kadastro çalışmalarında
Fotogrametrik yardımcı olarak**

**DİK İZDÜŞÜMLÜ RESİM VE DİK
İZDÜŞÜMLÜ RESİM HARİTALARI**

Yazan : Prof. Dr. Ing. R. Förstner

Sayın Prof. Dr. Ing. R. Förstner'in, Allgemeine - Vermessungs - Nachrichten (Ocak 1967, 1. Fasikül) dergisinde çıkan, "Dik izdüşümlü resimler ve dik izdüşümlü resim haritaları" adlı yazıları bu konuyu tanıma ve tartışma bakımından yararlı bilgileri verdiğiinden Türkçe'ye çevrildi. Müsaadeleri için kendilerine burada teşekkür etmeyi borç bilirim.

Tercüme Eden : İlhan ÖZDILEK

Yzb. Yük. Müh.

Büyük yerey parçalarının ekonomik yönden maksada uygun olarak tanımlanması, ancak yeterli haritaların var olması ile mümkündür. Aşağıdaki düşünceler, hangi güçlüklerin bu konuda Afrika'yı zorladığını açıklayabilir.

Afrika Kitası, 1 : 1000.000 luk dünya haritasının (IWK), (6° Boylam/ 4° Enlemlik) 125 paftası ile kaplanmıştır. Bütün Afrika Kitası için birimsel olarak ($40'$ Boylam/ $24'$ Enlemlik) 1 : 100.000, ölçekli haritalar yapılacak olsaydı, yapılacak pafta sayısı 10.000, buna uygun olarak yapılacak 1 : 50.000 lik harita içinde bu sayı 40.000 olurdu.

Afrika'nın Topografik - Kartografik yönden bu günkü durumunun tanımlanmasına bu bilgilerle başlayabiliriz. (Bak : 1)

- a) Kitanın yaklaşık olarak % 10 u için 1 : 75.000 veya daha büyük ölçekli haritalar,
- b) Yaklaşık olarak % 60 i için 1 : 75.000 ile 1 : 260.000 arasında ölçekli haritalar ve
- c) Yaklaşık olarak % 30 u için 1 : 260.000 den küçük ölçekli haritalar elde bulunmaktadır.

1 : 50.000 ölçekli haritaların 40.000 paftasından, yaklaşık olarak 35.000 i halen eksik durumdadır. Elde bulunan haritaların yükseklik eğrilerinin bulunup bulunmadığı ve bunların günün ihtiyaçlarına cevap

verip veremeyeceği hususunda birsey söylemek te mümkün değildir. Çöl ve çöle yakın karekterdeki yerler için 1 : 50.000 lik haritalardan vazgeçilerek pafta sayısı % 50 azaltılsa bile, 15.000 - 20.000 paftanın yapılması gereklidir.

1 : 50.000 lik ve daha büyük ölçekli topografik haritaların yanında, özellikle plânlama, mühendislik teknik çalışmaları ile şehir-kasaba bölgelerinde vergi tayini, arazi mülkiyetinin emniyeti gibi kadastro konularının gerçekleşmesi için, daha büyük ölçekli haritalar gerekmektedir. Böylece, belirli yerler için 1 : 10.000 ve daha büyük ölçekli haritaların elde bulunması veya kısa zamanda yapılmasını gerekmektedir.

Bu geniş kapsamlı zorunlukların - hiç olmazsa bazı bölgeler için - çözülmesi, ancak fotogrametriden faydalananmakla mümkün olabilir. Bu arada havadan çekilecek resimler sadece harita yapımına temel unsur olarak kalmaz, içinde yereye ait pek çok bilgi bulundurduğundan, yereyin incelemesinde de büyük yardımcı olur. Genel plânlama işlerinde kullanılabilen 1 : 50.000 lik haritaların yapımında 1 : 60.000 ile 1 : 80.000 lik hava resimlerinin yeteceğini denemeler göstermiştir. Plân ve toprak tanımlamasında kullanılacak haritaların yapımı için hava resimlerinin ölçüleri de 1 : 40.000 ile 1 : 20.000 dir.

Sözü edilen bu resim ölçekleri, kıymetlendirilmenin üç boyutlu, (stereo) gereçlerde yapılması esas kabul edilerek verilmiştir. Fakat, hava resimlerinin, uygun bir düzeltmeden (= rektifiye) sonra doğrula harita yeri'ne kullanılıp kullanılmamayıcağı sorusu gittikçe artmaktadır. Düzgün olmayan yereyin düzeltilemelerinde kullanılan (Orthophotoskop, Spaltenentzerrungsgerat, Orthoprojektor ve diğerleri) gibi gereçlerin yapılmasına ile bu yönde büyük bir adım atılmış oldu.

1 — Yereyin yükseklik farklarından ve resim eğikliklerinden doğan nokta kaçmaları.

Bir hava resminde, resim eğikliklerinden ortaya çıkan nokta kaymaları veya projeksiyon bozmaları, düzeltmek suretiyle kısmen yok edilebilir. Bu tamamen optik esaslara dayanan düzeltme işlemi, yereyin düz olmasını şart koşar. Yereydeki yükseklik farkından doğacak nokta kaymalarını bu işlemle düzeltmek mümkün olmaz. Bir hava resminin 3 defa büyütülmesinde, yükseklik farkından doğacak nokta kaymalarının $\Delta r'$, 1 mm. den fazla olmaması istenirse, bu yereydeki yükseklik farklı; $\Delta h = 0,5 \% h$ dan fazla olmamalıdır. Bu hudut aşılacak olursa, düzeltilecek parçanın daha büyük seçilmesi gereklidir. Bu parçalara ayrıarak düzeltme metodu her ne kadar gayeye uygun çözüm vermektede ise de,

çok uygulama (= pas) noktasına lüzum göstermesi ve geniş çaplı işlerde, düzeltilen çok sayıdaki küçük parçaların bir araya getirilmesinde iş teknigi bakımından tatmin edici değildir. Bu sebeplerden, yükseklik farkının fazla olduğu yerlerde de doğrudan doğruya düzeltme işleminin yapılacağı metodlar aranmıştır.

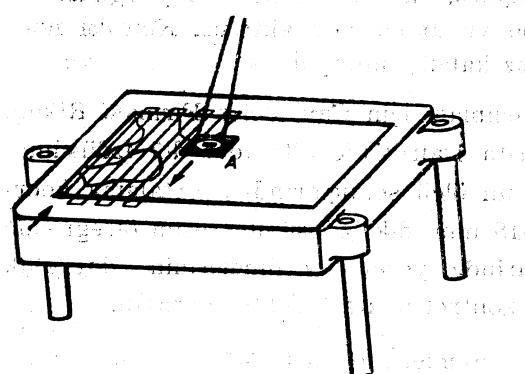
2 - Dik izdüşüm projektörü (Orthoprotector) GZ 1

2.1. Dik izdüşümlü projektörün prensibi :

Resimlerin düzeltilmeleri; küçük alan birimcikleri için, pes pesé ve devamlı ölçek değiştirmek suretiyle yapıldığında, biz bu çeşit düzeltmeye küçük parçalarla yapılan düzeltme (=diferansiyal) yapıyoruz. Bu şekilde elde edilen fotoğrafa da "Dik izdüşümlü resim" denir.

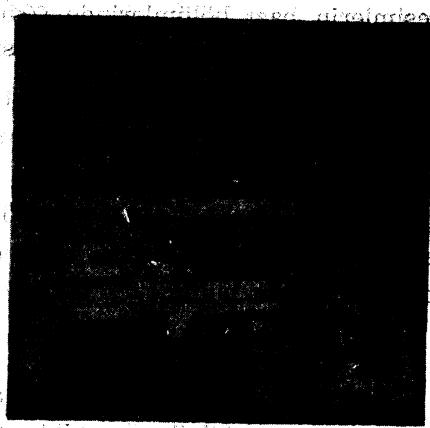
Firma CARL ZEISS'in Prof. Dr. GIGAS ile birlikte çalışarak yaptıkları "Dik izdüşüm projektörü" GZ 1, şerit-metodu [2], [3], [4] ile çalışır.

(Şekil 1) de görüldüğü gibi, A yarıklı - diyaframı izdüşüm düzlemi üzerinde, Y doğrultusunda hareket eder. Bu hareketin hızı, dişlilerin değiştirilmesi ile ayarlanır. X doğrultusundaki sıçramalar (=kolon değiştirmeler) tam, yarıklı diyafram boyu kadar olur ve bu miktar belli, küçük bir hudut içinde değiştirilebilir. Filmin ışıklandırılması sırasında, yere yüksekligine bağlı olarak izdüşüm ölçüği gerecen Z hareket, düzeni yardımcı ile devamlı değişir. (Şekil 2) Görüntülerin netliği, "Bauersfeld" in ek objektif sistemi ile sağlanmıştır.



Şekil : 1

Yarık diyaframın şeritler
halinde hareketi



Şekil : 2

Dik izdüşüm projektörü GZ 1 (Sağda duran dolabin içinde, kıymet saklama metodu ile çalışmada gerekli kayıt ve yönlendirme elemanları bulunmaktadır.)

Z. kıymetleri, bağlantı kolları bulunan ve mekanik veya elektromekanik yoldan dik izdüşüm projekktörüne bağlanan üç boyutlu kıymetlendirme gereçlerinden alır. (Doğrudan doğruya bağlantı) Z. değerleri, diğer bir metot olarak, yükseklik kesitleri halinde kaydedilip saklanır ve sonra dik izdüşüm projektörüne bu değerler verilir. Bu şekildeki çalışmalarda ölçme ve düzeltme işlemleri ayrı ayrı olduğundan değişik yerlerde pes peşe yapılabilirler. Bu özelliğin çalışma tekniği bakımından değeri olacağı muhakkaktır.

Düzeltilmiş dik izdüşümlü resmin yanında, dik izdüşüm projektörüne ek bir parça yardımı ile kesit taramaları da elde edilir. Bu taramalar eş yükseklik çizgilerinin [5] çizilmesinde esas olurlar.

2. 2. Dik izdüşümlü resimlerin doğruluk derecesi :

Tatbiki Geodezi Enstitüsünde, (=IFAG) her birinde 90-250 işaretlenmiş kontrol noktası bulunan 45 dik izdüşümlü resimle yapılan (doğruluk derecesi), kontrolelerinde $m_k = \pm 0,10$ mm. ile $\pm 0,17$ mm. arasında ortalama koordinat hatası; (dik izdüşümlü resimlerin ölçeginde) bulunmuştur. Böylece "Neubauer" in önceden verdiği $m_k = \pm 0,12$ mm. lik hata miktarının doğruluğu görülmüştür. Karşılaştırma (arastırma) için RMK 15/23 lük kamara ile 1 : 8000 den 1 : 12.000 e kadar ölçeklerde alınmış hava resimleri kullanılmıştır. Dik izdüşümlü resimlerin doğruluk derecesini etkileyen en önemli unsurlardan biri olan "yerey eğimi" bu resimlerin bazı bölümlerinde % 50 ye kadar çıkmaktadır. Kontrol noktalarının yerey koordineleri hatasız kabul edilmiştir.

Doğruluk derecelerinin arastırılması için Carl Zeiss Firması Rikets Allemanna Kartverk (Isveç Harita Dairesi) 'e altı adet dik izdüşümlü resim vermiştir. "Jonasson" [7] un ölçü sonuçlarından, ortalama koordinat hatası olarak : $m_k = \pm 0,018$ mm. dik izdüşümlü resim ölçüği elde etmekteyiz. Bu resimlerin her birinde, yerey koordinelerinin doğruluk dereceleri tam biinmeyen 50 ser kontrol noktası bulunmaktadır.

2. 3. Dik izdüşüm projektör sistemlerinin gücü.

Afrika'daki büyük ölçülü kartografik görevler göz önünde tutularak; verilecek bilgiler özellikle 1 : 2500 den 1 : 25.000 e kadar ölçekli haritalar için çıkarılmıştır. Hava kamarası; geniş açılı 15/23 lük kamara, kıymetlendirme gereci; dik izdüşüm projektörünün doğrudan doğruya bağlanacağı C-8 Stereoplanigraph'dır.

Dik izdüşüm projektoründe GZ 1 en küçük izdüşüm (= projeksiyon) traklığı $Z_{(\min)} = 380 \text{ mm}$. ve en büyüğü $Z_{(\max)} = 620 \text{ mm}$. dir. Böylece en az ve en fazla "Büyütlme" $V = \frac{\text{mb}}{\text{m}_o} (= \frac{\Delta h}{h})$ (= Dik izdüşümlü resim ölç. sy.) Hava resmi ölçek sayısı

olarak tesbit edilir. Birinci cetvelde, $f = 150 \text{ mm}$. ve $\frac{\Delta h}{h}$

(= $\frac{\text{Yereydeki yükseklik farkı}}{\text{Yereyden uçuş yükseliği}}$) için büyütme hudutları verilmiştir.

$\frac{\Delta h}{h}$ % olarak	$V_{(\min)}$	$V_{(\max)}$
0	2,5	4,1
10	2,7	3,9
20	2,8	3,8
30	3,0	3,6
40	3,2	3,4
48	3,3	3,3

(1. Cetvel)

Dik izdüşüm projektoru GZ 1'in $f = 150 \text{ mm}$. için büyütme alanı.

h = yereyden olan ortalama uçuş yükseliği.

Δh = model içindeki en yüksek ve en alçak yer arasındaki yükseklik farkı.

Örnek olarak; 2. Cetvelde yükseklikler oranı $\frac{\Delta h}{h}$ % 30 olan gestelli dik izdüşümlü resim ölçekleri $1 : m_o$ için en küçük ve en büyük havadan alınmış resim ölçekleri görülmektedir.

$1 : m_o$	1 : mb Maximum	1 : mb Minimum
1 : 2.500	1 : 7.500	1 : 9.000
1 : 5.000	1 : 15.000	1 : 18.000
1 : 10.000	1 : 30.000	1 : 36.000
1 : 25.000	1 : 75.000	1 : 90.000

(2. Cetvel)

$\frac{\Delta h}{h} = \% 30$ luk yükseklik koranı ve 15/23 geniş açılı kamara için en büyük ve en küçük resim ölçekleri.

Resim ölçekleri bu hudutlar içinde degillerse projeksiyon ölçüğünü değiştirmek ve sonradan dik izdüşümlü resmi fotomekanik yoldan istenilen ölçüye getirmek gerekir.

Dik izdüşümlü projektor sistemi için resim alımı esaslarını açıkladıktan sonra, gerekli çalışma zamanını hesaplayabiliriz. Diyaframın y yönündeki hareketinin doğrudan doğruya olan bağlantıda hızı; 2,5 mm./san. den 10 mm./san. ye kadar 5 basamakta değiştirilebilir. Fakat gerekin çalışma sırasında ayarlanmış (=bağlanmış) hızı değiştirmek mümkün değildir. Bir modelin kıymetlendirilme zamanı; diyafram genişliğine, diyafram hareket hızına ve dik izdüşüm projektoründeki büyütme

miktari "v" ye bağlıdır. 3 numaralı Cetvelde, 4 mm. lik diyaframın çeşitli hareket hızları ve çeşitli büyütmeler için bir modelin kıymetlendirmeye faydalı alanının ölçümme zamanları gösterilmiştir.

$v = \frac{m_0}{mb}$	Diyaframın hareket hızı mm/san.	Stunden	
	2,5	5	10
2,6	3,4	1,7	0,8
2,8	3,9	2,0	1,0
3,0	4,5	2,3	1,1
3,2	5,1	2,6	1,3
3,3	5,4	2,7	1,4
3,4	5,8	2,9	1,4
3,6	6,5	3,2	1,6
3,8	7,2	3,6	1,8
4,0	8,0	4,0	2,0

(3. Cetvel)

Dik izdüşümlü projeksiyonda 4 mm. lik diyaframın çeşitli hareket hızlarındaki kıymetlendirme zamanları.

Bu cetvelde verilen kıymetlendirme zamanlarına kenarlasma için gerekli zaman katılmış fakat ayar için gerekli zaman sokulmamıştır. Bu zaman, ortalama 2-2,5 saat kadardır. [8]. Kullanılacak faydalı model alanı ileri $p = \%60$ ve yan $q = \%25$ bindirme miktarlarına bağlıdır.

4. Cetvelde, dik izdüşüm projektörünün çeşitli ölçekleri için 2 numaralı Cetveldeki resim ölçeklerinde en küçük, ortalama ve en büyük kıymetlendirilecek alanlar verilmiştir.

$1 : m_0$	$F \text{ km}^2$		
	Minimum	Ortalama	Maximum
1 : 2.500	0,8	1	1,2
1 : 5.000	3,3	4	4,7
1 : 10.000	13	16	19
1 : 25.000	82	100	118

(4. Cetvel)

Faydalı model alanı F
Geniş açılı kamaralar 15/23
 $p = \%60, q = \%25$

Örneğin, diyafram açıklığı 2 mm. olursa, 3. Cetveldeki kıymetlendirme zamanı 2 misli olur, ileri bindirme $\%80$ olursa, faydalı model alanı $\%50$ artar ve buna bağlı olarak kıymetlendirme zamanı artar.

Aşağıdaki örnekle konu daha iyi anlaşılabilir :

15/23 lük geniş açılı kamaralarla çekilmiş resimlerden, 1 : 10.000 ölçüğünde dik izdüşümlü resimler yapılacakım düşünelim. Yerey, uçuş yüksekliğinin $\%30$ u kadar ($\Delta h = \%30 h$) yükseklik farkı gösteren dağlık

bir bölge olsun. 1 numaralı Cetvelden, dik izdüşüm projektörünün en küçük büyütme miktarı olarak 3,0 ve en büyük büyütme miktarı olarak 3,6 bulunur. Bu değerlerle 2. Cetvelden bulunacak resim ölçekleri 1 : 30.000 ile 1 : 36.000 arasındadır. Resim ölçüği olarak 1 : 30.000 alalım, büyütme miktarı $v=3,0$. Diyafram açıklığı 4 mm. ve diyafram hızı 5 mm./san. için 3. Cetvelden model kıymetlendirme zamanı olarak 2,3 saat bulunur.

Biz örneğimizde büyük resim ölçüği seçtiğimizden (2. Cetvele bak) dik izdüşümlü resim 13 km^2 lik küçük bir alanı kaplar. (4. Cetvele bak)

3. Dik izdüşümlü resim ve kullanıldığı yerler :

Dik izdüşümlü resim; küçük parçalarla düzeltilmiş bir resimdir. Dik izdüşümlü resim plâni, birçok dik izdüşümlü resmin bir araya getirilmesiyle meydana getirilir. Mühendislik çalışmaları ve diğer görevler için, kartografik bakımından temel olacak böyle bir plân, gayeye yetecek niteliktedir. Topografik haritaya nazaran resim plâni daha çok bilgi bulundurduğu halde, okunması daha zordur. Dik izdüşümlü resim plânları üzerinde kartografik çalışmaların yapılmasıyle dik izdüşümlü resim haritaları elde edilir. Topografik haritalarla, dik izdüşümlü resim haritalarının faydalı yönlerini bir araya getirmeye çalışmak gerekmektedir. Afrika'nın ekonomik tanımlanması için de şart olan haritaların yapımında, dik izdüşümlü resim haritaları günden güne artan şekilde kullanılacaktır.

ILGİLİ KİTAPLARIN LİSTESİ

- [1] W. BORMANN, H. WEYGANDT : Gedanken um die Entwicklung und Zukunft der Atlaskartographie. Petermanns Geograph. Mitt., Gotha 1961 (3) Tafel 21.
- [2] K. SCHWIDEFSKY ! Die Orthophotokarte und die Entzerrungsverfahren für unebenes Gelände. Bildmessung und Luftbildwesen, Karlsruhe 1965 (4).
- [3] M. AHREND, W. BRUCKLACHER, H.-K. MEIER, H. UTZ : Der Orthoprojektor Gigas-Zeiss. Bildmessung und Luftbildwesen, Karlsruhe 1964 (3).
- [4] H.-K. MEIER : Theorie und Praxis des Orthoprojektors Gigas-Zeiss. Zeiss Mitt., Stuttgart 1966 (2).
- [5] H.-K. MEIER : Art und Genauigkeit der Höhendarstellung im Orthoprojektor Gigas-Zeiss. Bildmess. und Luftbildwesen, Karlsruhe 1966 (2).
- [6] H. G. NEUBAUER : On the Accuracy of Orthoprojector Maps. Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, Reihe II, H. 18 (engl.), Reihe I, H. 30 (deutsch), Frankfurt a. M.
- [7] F. JONASSON : Die Ökonomische Karte 1 : 10.000 von Schweden; ihre Technologie, kartographische Gestaltung und Genauigkeit. Bildmessung und Luftbildwesen, Karlsruhe 1965 (4).
- [8] H. BELZNER : Das Orthoprojektorsystem, eine neue Gerätegruppe der Photogrammetrie. In : Bericht über die Tätigkeit des Instituts für Angewandte Geodäsie im Jahre 1965, Frankfurt a. M. 1966.