

# XVI. ISPRS KONGRESİ IŞIĞINDA FOTOGRAMETRİDEKİ GELİŞMELER

Necati ÖLÇÜCÜOĞLU

## 1. GİRİŞ

Uluslararası Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği (ISPRS)'nin XVI. Kongresi Kyoto (Japonya)'da 1-10 Temmuz 1988 tarihleri arasında yapılmıştır. Toplantıya 62 ülkeden 2103 üye katılmıştır. Türkiye'den katılım sayısı 6'dır.

ISPRS tarihinde en fazla teknik bildiri bu kongrede sunulmuştur. 1050 teknik bildirinin 7075 sayfa tutan ISPRS arşivlerinde basımı sağlanmıştır. 11 ciltten oluşan bu arşivler elde edilip Harita Genel Komutanlığı Kütüphanesine teslim edilerek okuyucuların hizmetine sunulmuştur.

Kyoto'daki 59 teknik toplantıda 320 bildiri, 51 poster toplantıda ise 623 bildiri verilmiştir. Türkiye, Harita Genel Komutanlığından bir, Yıldız Üniversitesinden iki teknik bildiri sunmuştur.

Ayrıca toplantı süresince Fotogrametri ve Uzaktan Algılama konularında son gelişen teknolojinin ürünleri olan alet ve sistemler, 65 kuruluşun oluşturduğu ticari sergide kullanıcılara takdim edilmiştir.

Bu bildirinin amacı, kongrede sunulan bildiriler ışığında fotogrametri-deki yeni gelişmeleri sunmaktır. Fotogrametri-deki yeni gelişmeler, ikinci bölüm altında belirli alt başlıklarla açıklanırken, bazı kısımlarda daha iyi anlaşılabilirliğini sağlamak için temel açıklamalarda da bulunulmuştur. Ayrıca, günümüzde yapılan güncel çalışmaların yanında gelecekte düşünülen çalışmalar da üçüncü bölümde açıklanmıştır.

## 2. FOTOGRAMETRİDE YENİ GELİŞMELER

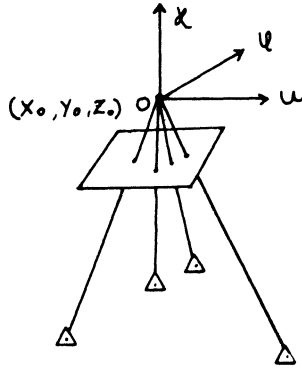
### 2.1. KONTROL NOKTASIZ FOTOGRAMETRİ

Fotogrametri-de yeni gelişmelerden biri olan kontrol noktasız fotogrametri konusunda çalışmalarını açıklamadan önce, kısaca fotogrametri-de kontrol noktalarına olan gereksiniminin açıklanması yararlı olacaktır.

Bilindiği üzere hava fotoğrafları alınmadan önce arazide kontrol noktaları tesis edilir ve bunların fotoğraflar üzerinde görümlerini sağlamak

için büyük özen gösterilir. Fotogrametrik nirengi tekniğinin uygulanması durumunda, sıklaştırılan fotogrametrik nirengi noktaları yardımıyla kıymetlendirme safhasına geçilmektedir.

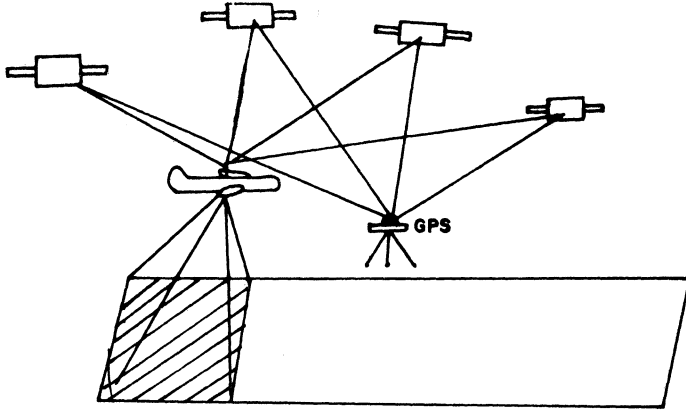
Gerek fotogrametride gerekse fotogrametrik nirengide temel amaç, fotoğrafın alım anında objektifin bulunduğu izdüşüm merkezi koordinatlarının ve uçak eğiklik açılarının saptanmasıdır. İşte uçuştan önce yereye işaretlenen kontrol noktaları, ilerden kestirme ile uçağın konumunun belirlenmesine yaramaktadır (Şekil-1).



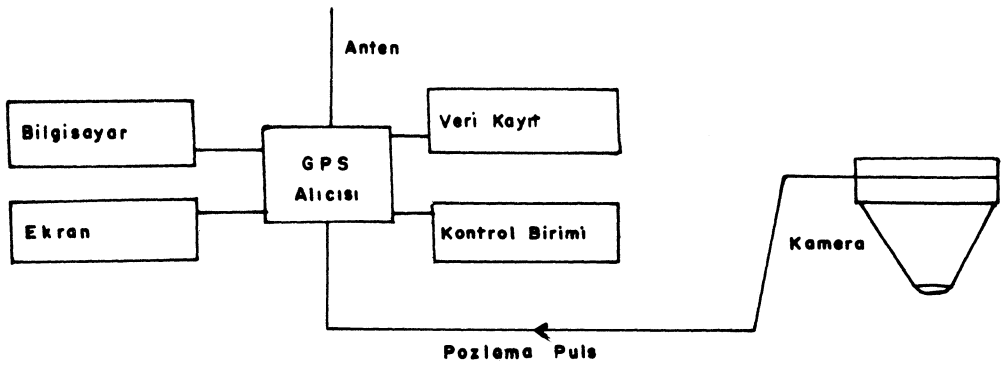
Şekil-1

Daha önceki yıllarda bu amaca hizmet edebilecek ufuk kamerası, stataskop gibi cihazlar geliştirilmiş ise de yeterli doğruluk elde edilememiştir. Son yıllarda gelişen GPS (Global Positioning System) teknolojisi uçaklarda konum belirlemek amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Şimdiye kadar GPS'ler statik konumda bulunurken, harita üretiminde ilk kez dinamik uygulamaya geçilmiştir (Şekil-2).

Çalışmalarda GPS alıcısının biri proje alanında bir kontrol noktası üzerine, diğeri ise fotoğraf alımında kullanılan uçak üzerine yerleştirilmiştir. Uçak içerisinde GPS ve kamera ilişkisi Şekil-3'de gösterilmiştir. Uçaktaki GPS sürekli konum kaydederken, ayrıca kameranın her pozlama yaptığı anda zaman da kaydedilmektedir. Şekil-3'te görüldüğü gibi kamera ile GPS'in anteni



Şekil-2



Şekil-3

aynı konumda bulunamadığından kameranın bulunduğu yerin koordinatları hesaplanarak kestirilmeye çalışılmaktadır.

Yapılan bir araştırmada saatte 240 km hızla fotoğraf alımında kullanılan uçağa GPS yerleştirilmiş ve 4 uyduya ölçüm yapılmıştır. GPS her 0.6 sn de sürekli kayıt yaparken, hava kamerası ise 3 sn aralıklarla resim almış, ayrıca resim alım zamanı da kaydedilmiştir/1/. Uçaktaki GPS antenin konumundan, kameranın izdüşüm merkezinin koordinatları enterpolasyonla belirlenmiştir.

Uçuşun yapıldığı alanda çok sayıda kontrol noktası tesis edilerek bunların koordinatları  $\pm 2-3$  cm doğrulukla saptanmıştır. Fotogrametrik nirengi ile yerdeki kontrol noktaları kullanılarak izdüşüm merkezinin koordinatları planimetride  $\pm 4$  cm, yükseklikte ise  $\pm 2$  cm doğrulukla bulunmuştur.

Fotogrametrik nirengi ile bulunan izdüşüm noktalarının koordinatları, GPS ile bulunan izdüşüm noktalarının koordinatları ile karşılaştırılmıştır. Sonuçta elde edilen farkların karesel ortalama hatasının  $\pm 10$  cm olarak ortaya çıktığı gözlenmiştir.

Ayrıca Hollanda'da yapılan bir araştırmada, 1/3700 ölçeğinde, % 70 boyuna ve % 60 enine bındirmeli resimler alınmış ve GPS ile izdüşüm merkezinin koordinatları  $\pm 10$  cm doğrulukla saptanmıştır /2/.

Yapılan teorik araştırmalarda ise, değişik ölçeklerde üretilecek haritalar izdüşüm merkezinin koordinatlarının hangi doğrulukta saptanmasının gerektiği Çizelge-1'de belirtilmiştir /5/. Çizelge-1'den görüldüğü gibi GPS ile elde edilen izdüşüm merkezinin koordinatlarının doğruluğu büyük ölçekli harita üretimi için yetecek düzeydedir.

Uçuş anında izdüşüm merkezinin koordinatlarının saptanabilmesi konusu ku-ramsal düzeyden çıkarak uygulamada denenmeye başlanmıştır. Çok yakın gelecekte, GPS ile elde edilen fotoğraf alım noktasının koordinatları fotogrametrik nirengi dengelemesinde kullanılarak hemen hemen kontrol noktasız denebilecek sayıdaki birkaç kontrol noktası ile fotogrametrik nirengi problemleri çözülebilecektir.

## 2.2. FOTOGRAMETRİDE SAYISAL GÖRÖNTÖ İŞLEME

Fotogrametrinin tarihçesi incelendiğinde teknolojik gelişmelerin fotogrametrinin tarihine yansıdığı görülmektedir (Şekil-4) /3/.

Harita ölçeği	Fotograf ölçeği	FN'de gerekli doğruluk		Mühani aralığı	Navigasyon verilerinde gerekli prezisyon	
		$\mu_{x,y}$	$\mu_z$		$\sigma_{x,y}$	$\sigma_z$ 3)
1: 100.000	1: 100.000	5 m.	4 m.	20 m	30 m.	30 m
1: 50.000	1: 70.000	2.5	2	10	15 m	8 m
1: 25.000	1: 50.000	1.2	1.2	5	5 m	4 m
1: 10.000	1: 30.000	0.5	0.4	2	1.6 m	0.7 m
1: 5.000	1: 15.000	0.25	0.2	1	0.8 m	0.35 m
1: 1.000	1: 8.000	5 cm	10 cm	0.5	0.4 m <sup>1)</sup>	0.15 m
Sayısal	1: 4.000	1-2 cm	6 cm		0.15 m <sup>2)</sup>	0.15 m.

Kabuller :  $\sigma_0 = 15 \mu m.$

1)  $\sigma_0 = 6 \mu m.$

2)  $\sigma_0 = 3 \mu m.$

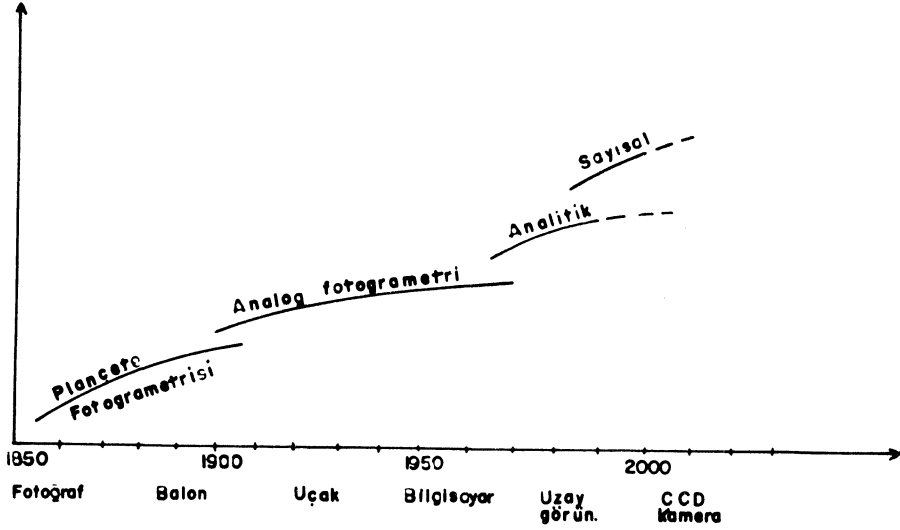
3)  $\sigma_0 = 15 \mu m.$

Çizelge-1

Plançete fotogrametrisi, bir kenara bırakılırsa optik ve mekanik aletlerle grafik çizimin yapıldığı, hiç bir bilgisayar desteğinin bulunmadığı analog fotogrametri uzun süre devam etmiş, günümüzde de devam etmektedir. Daha sonra analog aletlerin x, y, z eksenlerine sayısallaştırıcılar (Encoder) takılarak, elde edilen koordinatlar sonradan yapılacak işlemlerde kullanılmak üzere depolanmışlardır. Nümerik fotogrametri denilen bu aşamada günümüzde küçük ölçekli haritaların sayısal üretiminde ve ortofoto üretiminde yükseklik modeli elde etmede kullanılmaktadır.

Fotogrametride modelin matematiksel olarak oluşturulduğu analitik fotogrametride, yoğun bilgisayar kullanımı başlamıştır. Analitik aletlerde ölçü markası bilgisayar veya operatör ile veya her ikisi ile kontrol edilmektedir. Bilgisayar kullanma derecesi yüksek olmakla beraber ölçüm için operatöre ihtiyaç bulunmaktadır.

Sayısal fotogrametride, fotografik görüntüler bilgisayara sayısal olarak yüklenmektedir. Bu sayısal görüntüler ya fotoğrafların sayısallaştırılması ya da diğer algılama teknikleri olan algılayıcılar, CCD kameralar, videolar gibi araçlarla elde edilmektedir.



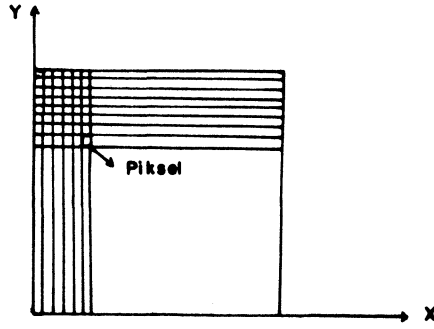
Şekil-4

Bu gelişmeler aşamasında ilginç olan, gelişme süreleridir. Genel olarak ele alındığında fotoğrafın bulunmasından yaklaşık bir yüzyıl sonra analog fotogrametriye, analog fotogrametriden yaklaşık yarım yüzyıl sonra analitik fotogrametriye geçilirken, analitikten sayısal fotogrametriye 12 yıl içinde geçilmiştir /4/.

Sayısal fotogrametri konusundaki çalışmalarını anlatmadan önce piksel kavramının kısaca tanıtılması yararlı görülmektedir.

Herhangi bir görüntü, düzenli satır ve sütunlar biçiminde düzenlenmiş görüntü elemanları olarak düşünülürse, bunların her birine PİKSEL adı verilmektedir (Şekil-5).

Her pikselin bulunduğu konumunu gösteren satır ve sütun numarası vardır, dolayısıyla bir koordinat sisteminde yeri bellidir. Ayrıca her pikselin parlaklık derecesini gösteren bir numarası (Grey value) bulunur. Bir pikselin boyutu, sayısal görüntü elde etmede kullanılan kamera veya sayısallaştırıcının ayırma gücüne bağlı olarak 6-200 mikron arasında değişmektedir. Her pikselin parlaklığını gösteren değeri 6, 8 veya 10 bitlik baytlar halinde gösterilebilirse de en çok 8 bitlik bayt olarak  $2^8 = 256$  seviyede bulunmaktadır.



Şekil-5

Örnek olarak bir 23 x 23 cm. boyutundaki hava fotoğrafının 50 mikron boyutundaki piksellerle sayısallaştırılmasında yaklaşık 25 milyon piksel bulunmaktadır.

Fotogrametri topluluğundaki otoriteler tarafından, fotogrametride sayısal görüntü işlemeye geçişin nedenleri aşağıda açıklanmıştır /6/ ;

a. Analitik aletlerdeki hassas optik ve mekanik bileşenlere gereksinim duyulmamaktadır.

b. Aletlerde hassas optik ve mekanik bileşenler olmadığından düzenli yapılan kalibrasyonlara da gerek bulunmaktadır.

c. Sayısal görüntü durağan olup, iç yöneltme işlemine gerek yoktur.

d. Sayısal görüntü işlemede görüntü optimize edilip kalitesi yükseltilebilir.

e. Görüntülerin birleştirilmesi, görüntü korelasyonu, planimetrik ve yükseklik bilgilerinin çıkarılması gibi işlemler otomatikleştirilebilir.

f. Görüntü sayısal olduğundan arşiv kolaylığı vardır. Depolama ortamı kolay ve fiziksel koşullardan etkilenmemektedir.

Günümüzde sayısal fotogrametri çalışmaları ile aşağıda belirtilenler yapılmaktadır ;

a. Sayısallaştırılmış görüntünün görüntülenmesi ve istendiğinde ekranı iki ayrı bölüme ayırarak stereo gözleminin burada yapılması,

b. Sayısal görüntü işleme tekniğini kullanarak görüntünün zenginleştirilmesi,

c. Sayısal görüntülerden otomatik olarak yükseklik verilerinin (DTM) elde edilmesi,

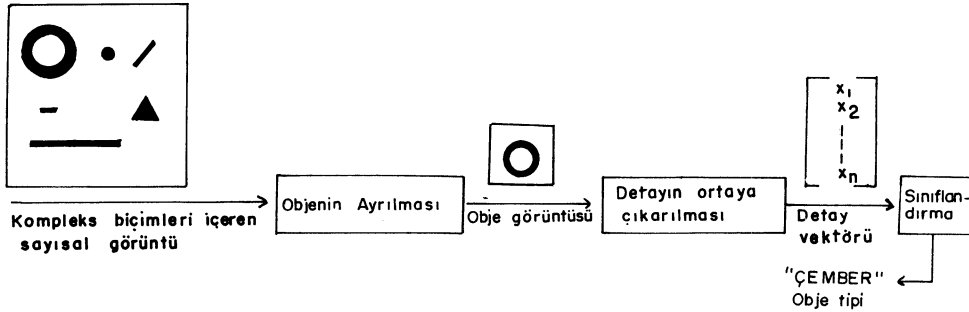
d. Ortofoto üretiminin sayısal olarak yapılması,

e. Sayısal görüntü üzerine vektör grafik verilerin çakıştırılması.

Burada belirtilen sayısal ortofoto üretimi ve DTM verilerinin otomatik olarak elde edilmesi daha sonraki bölümlerde ayrıntılı açıklanacaktır.

Günümüzde pratikte uygulanmayan ancak araştırma çalışmalarının yoğunlaştığı konu, sayısal görüntüler yardımı ile tam otomasyonun sağlanmasının son halkalarından olan, görüntü üzerindeki detayların otomatik belirlenmesidir. Sayısal verilerden biçim algılama (Pattern recognition) adı verilen bu çalışmalarda fotogrametri yapay zeka (Artificial Intelligence) ile birleşmektedir. Bu konu ile ilgili güçlü algoritmaların bulunması doğrultusunda yapılan çalışmaların, temel esaslarının genel olarak açıklanmasında yarar görülmektedir. Biçim algılamada üç temel safha bulunmaktadır (Şekil-6).

a. Objenin ayrılması (Object isolation): Bu safhada sayısal görüntü içerisinde bulunan bir obje diğer objelerden ayrılarak izole edilir.



Şekil-6

b. Detayın ortaya çıkarılması (Feature extraction): Bu safhada tespit edilen objenin ölçülebilir özelliklerinin ortaya çıkarılmasıdır. Ölçülebilir

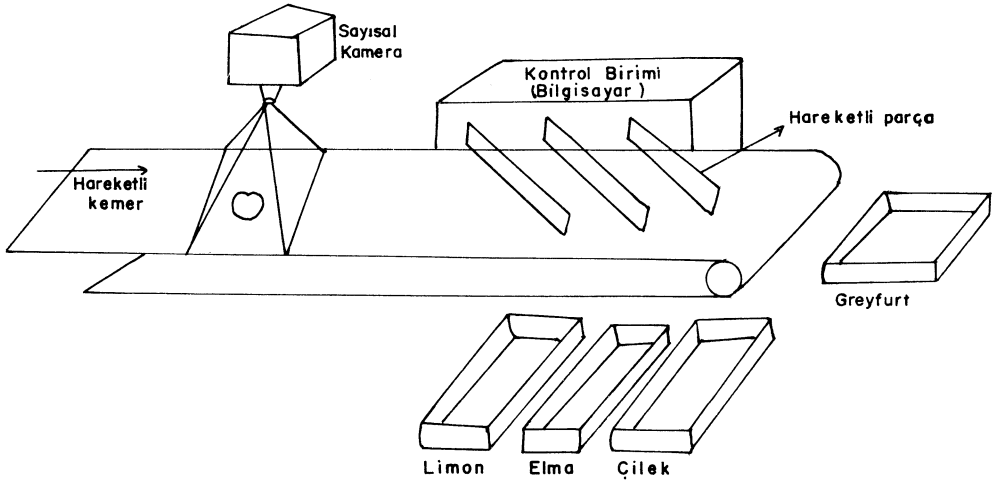


özelliklerine detay vektörü (Feature Vector) adı verilir. Burada önemli olan objenin ölçülebilir hangi özelliklerinin onu ayırt etmede etkili olduğu ve nasıl ölçülebildiğidir. Objenin ölçülebilir özellikleri ;

- \* Ayırt edici olmalıdır. Örneğin çap böyle bir özelliktir.
- \* Güvenilir olmalıdır. Örneğin bazı uygulamalarda renk güvenilir değildir. Farklı renklerde aynı obje olabilir.
- \* Bağımsız olmalıdır. Örneğin ölçülebilir özellik olarak çap ve alan ele alındığında, ikisi arasında sıkı korelasyon vardır.

Bu açıklamaları fotogrametri dışından bir örnek ile yapmaya çalışalım (Şekil-7).

Otomatik olarak hareket eden bir kemer sistemi üzerinde bulunan değişik meyvelerin ayırt edilmesi istenilsin. Bu meyveler çilek, elma, limon ve greyfurt ; bunları ayırt edecek donanım ise sayısal kamera ve bilgisayardan oluşmaktadır.

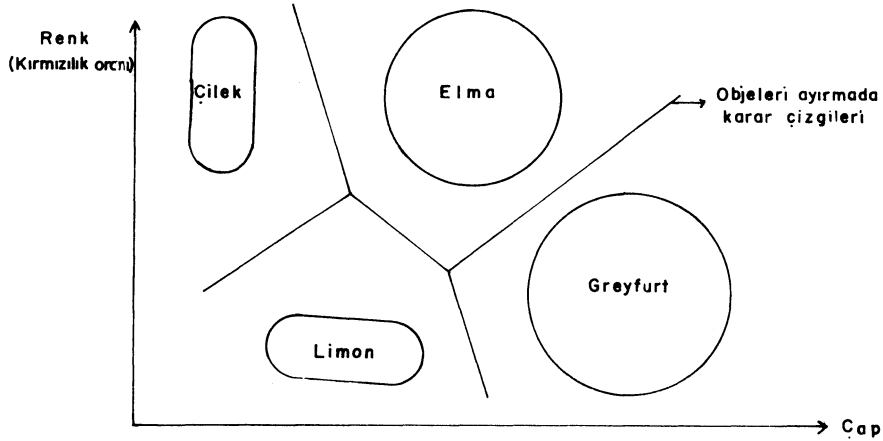


Şekil-7

Bu örnekte objenin sınıflandırılmasında ele alınan ölçülebilir özellik renk ve çaptır. Renkte ise kırmızılık oranı ele alınmaktadır. Bilgisayar sayısal kamera ile sayısallaştırılan bir objenin çapını milimetre olarak ve

rengini de uygun bir değer ile hesaplar. Hesapladığı değerleri kendisine bildirilen değerlerle karşılaştırarak objenin hangi meyve olduğuna karar verir ve hareketli parçalara komuta ederek ilgili kutuya aktarır.

Objelerin hangisi olduğuna karar vermede karar çizgilerinin ayırımı Şekil-8'de gösterilmiştir.



Şekil-8

Sayısal fotogrametride gelecekte yapılacak çalışmalarda aşağıdaki gelişmeler beklenilmektedir // ;

a. Hızlı ve güçlü algoritmalar geliştirilmelidir.

b. Özel donanım gerekmektedir. Fotoğrafların 25 mikron yani 400 çizgi/cm ayırma gücünde sayısallaştırılmasının yeterli olacağı düşünülürse, bir stereo-modelin alanı için yaklaşık 180 MB disk gerekmektedir. Bu kadar yoğun verinin işlenmesi için stereo çalışma istasyonlarının hızı en az 10 MIPS olmalıdır.

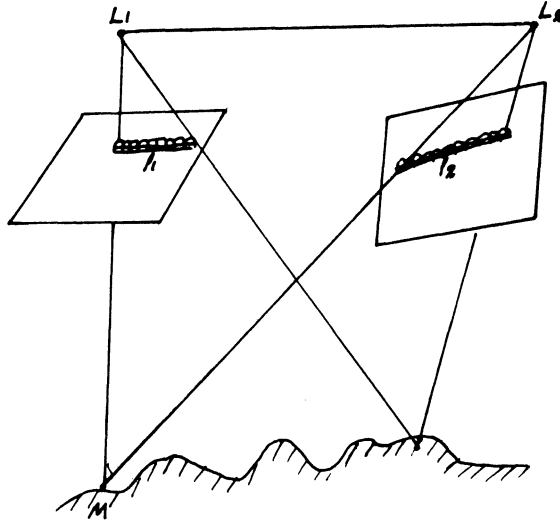
c. Özel donanımla beraber paralel prosesrler gerekmektedir. Günümüzde SIMD (Single Instruction Multiple Data), MIMD (Multiple Instruction Multiple Data) ve Systolic Array türü paralel prosesrler bulunmaktadır.

1990'lı yıllarda, güçlü algoritmalar ve güçlü donanım sayesinde biçim

algılama tekniklerindeki ilerlemeler, fotogrametrideki tekdüze rutin işlemleri ortadan kaldırarak otomasyonu daha da geliştirecektir /3/.

### 2.3. YÜKSEKLİK VERİLERİNİN (DTM) OTOMATİK OLUŞTURULMASI

Sayısal fotogrametrik uygulamaların içerisinde gerçekleşen çalışmalardan birisi de yükseklik verilerinin otomatik elde edilmesidir. Yaygın olarak uygulamada kullanılmamakla beraber, bazı sistemlerde bu tür yazılımlar bulunmaktadır. Bu konudaki ilk çalışmalar sayısal uzay görüntüleri üzerinde yapılmış, daha sonra sayısallaştırılan hava fotoğrafları üzerinde de denemeye başlanmıştır. Otomatik DTM oluşturulmasının açıklanmasından önce EPİPOLAR DÜZLEMİ VE EPİPOLAR ÇİZGİSİ'nin tanımlanması gerekmektedir (Şekil-9).



Şekil-9

Yeryeindeki bir noktaya ait ışınların, diğer deyimle bu noktanın fotoğraflar üzerinde oluşturduğu pikselden geçen ışınların oluşturduğu düzlem EPİPOLAR düzlemdir. Bu düzlemin resimler üzerindeki ara kesitleri ( $l_1$  ve  $l_2$ ) ise epipolar çizgilerdir.

Epipolar çizgilerin en önemli özelliği, bu çizgiler üzerindeki yereye ait noktalara ilişkin piksellerin sadece kolon numaralarının değişmesi, diğer

bir deyimle en uygun çakıştırma sonucu elde edilen farkların, noktaların yüksekliklerine ait paralaks farkları olmasdır.

Böylece otomatik DTM elde etmeden önce her piksele ait paralaks farkları elde edilir. Paralaks farkları ile yükseklikler arasında ilişki bulunduğundan yükseklik farkları hesaplanır. Son olarak modelde bulunan kontrol noktalarının yükseklikleri girilerek, yükseklik farklarından mutlak yüksekliklere geçilir. Bu konudaki çalışmalar içerisinde, özellikle gölgeli ve şehir alanlarında algoritma sırasında yanlış çakışmadan (Mis-matching) dolayı anormal yükseklikler ortaya çıkabilmektedir. Anormal yükseklikleri önlemede korelasyon analizleri veya önceden yapılacak bir ön işleme etkili olmaktadır /9/.

#### 2.4. SAYISAL ORTOFOTO

Sayısal fotogrametri uygulamaları içerisinde pratiğe geçmiş ve bir sorunu bulunmayan uygulama sayısal ortofotodur.

Sayısal ortofoto, analitik ortofotonun doğasında bulunan ve aşağıda belirtilen sakıncalarını ortadan kaldırmaktadır ;

a. Analitik ortofotoda bir paftanın bir resimle kapatılma koşulu bulunmaktadır. Aksi takdirde doğruluğu olumsuz etkileyen ve göze hoş görünmeyen mozayik işleme ortaya çıkılmaktadır. Görüntüler sayısal olunca bunların en uygun yerlerden birleştirilmesi sorun olmamaktadır.

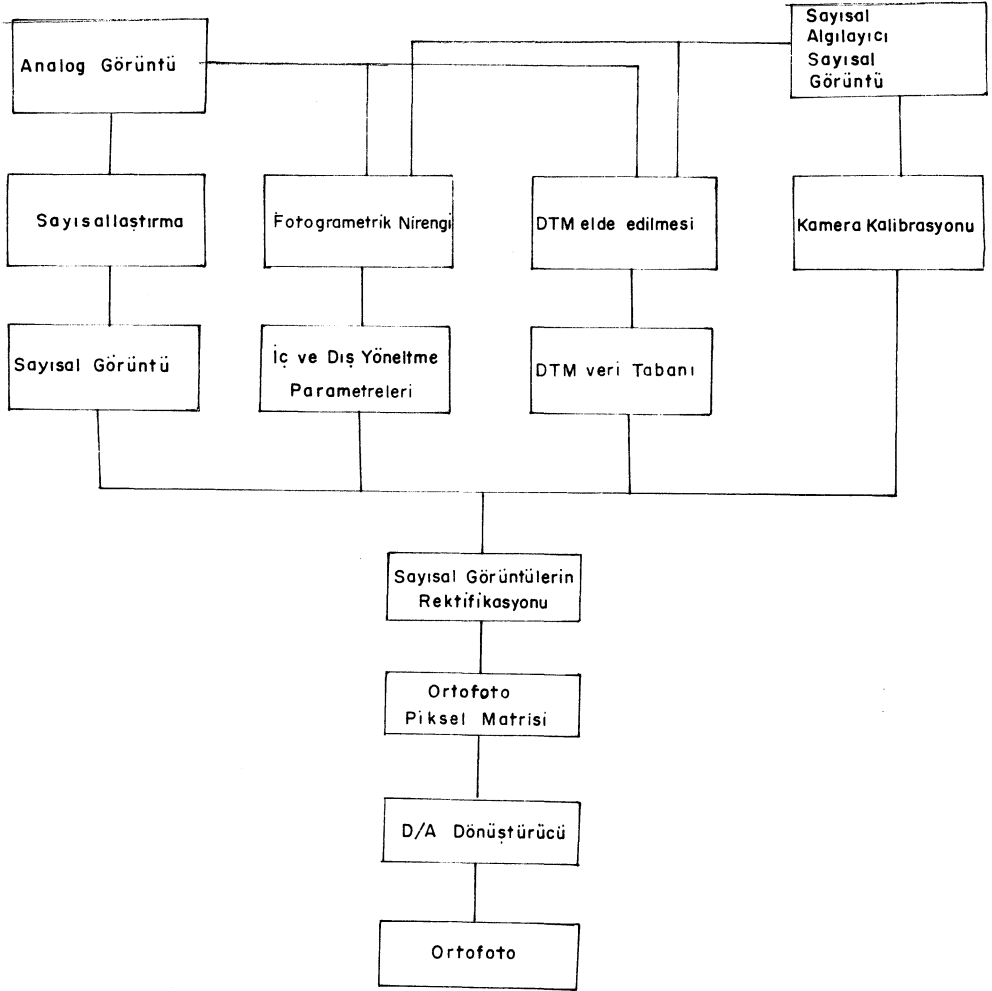
b. Analitik ortofoto üretiminde ortofotonun kalitesi doğrudan orjinal filmin kalitesi ile ilgili olup, kalitesiz orjinal filmde iyi bir ortofoto üretmek mümkün olmamaktadır. Görüntülerin sayısal olması durumunda, görüntünün tamamı veya bölümler halinde zenginleştirerek ortofotonun fotoğrafik kalitesini artırabilmektedir. Özellikle renkli ortofoto üretiminde bu yarar daha da önem kazanmaktadır.

Bütün bu yararlarına karşın sayısal ortofoto sistemleri oldukça pahalı sistemler grubuna girmektedir.

Sayısal ortofoto üretiminde safhalar Şekil-10'da verilmiştir.

#### 2.5. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ

Coğrafi bilgi sistemleri (GIS), kısaca nesnelere arasındaki ilişkileri de



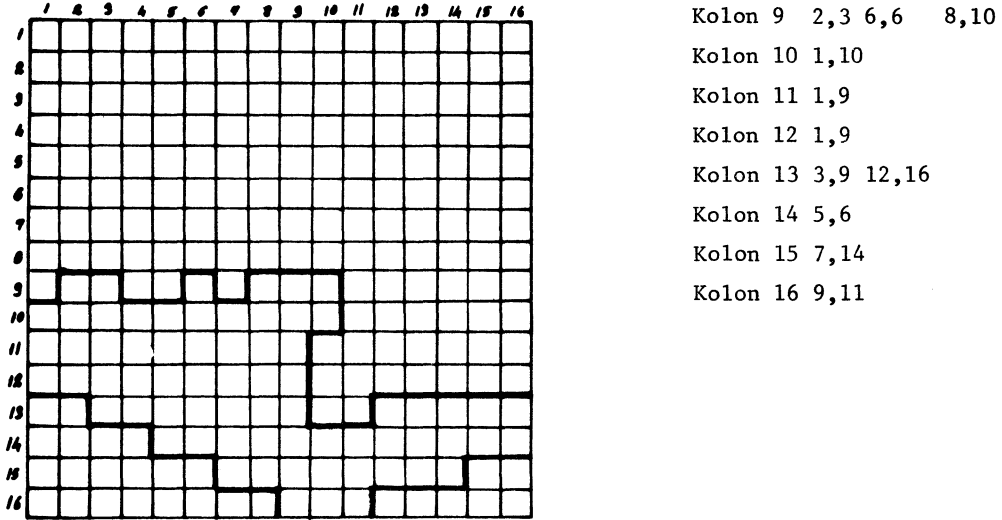
Şekil-10

göz önüne alan veri tabanları olarak tanımlanabilir. GIS'in bilgisayar destekli harita üretiminden olan en önemli farkı, grafik veriler ile grafik olmayan verilerin ilişkilendirilmesidir. GIS çalışmalarında önemli yeri olan veri toplama işleminin genellikle fotogrametri aletleri tarafından yapılması üzerine, özellikle analitik fotogrametri sistemlerinin bünyesinde GIS yazılımları da yer almaya başlamıştır. Örnek olarak Zeiss analitik aletlerinde PHOCUS, Kern analitik aletlerinde INFOCAM ve Wild analitik aletlerinde SYSTEM 9 verilebilir.

GIS yazılımları vektör ve raster olmak üzere genelde iki türdür. Vektör GIS yazılımlarında objelerin kodlanması ve geometrik dönüşümler daha kolaydır. Bununla beraber yukarıda, aşağıda, kuzeyde, içerisinde, yakınında, dışında, birleşme, arakesit gibi işlemler daha zor ve zaman alıcıdır.

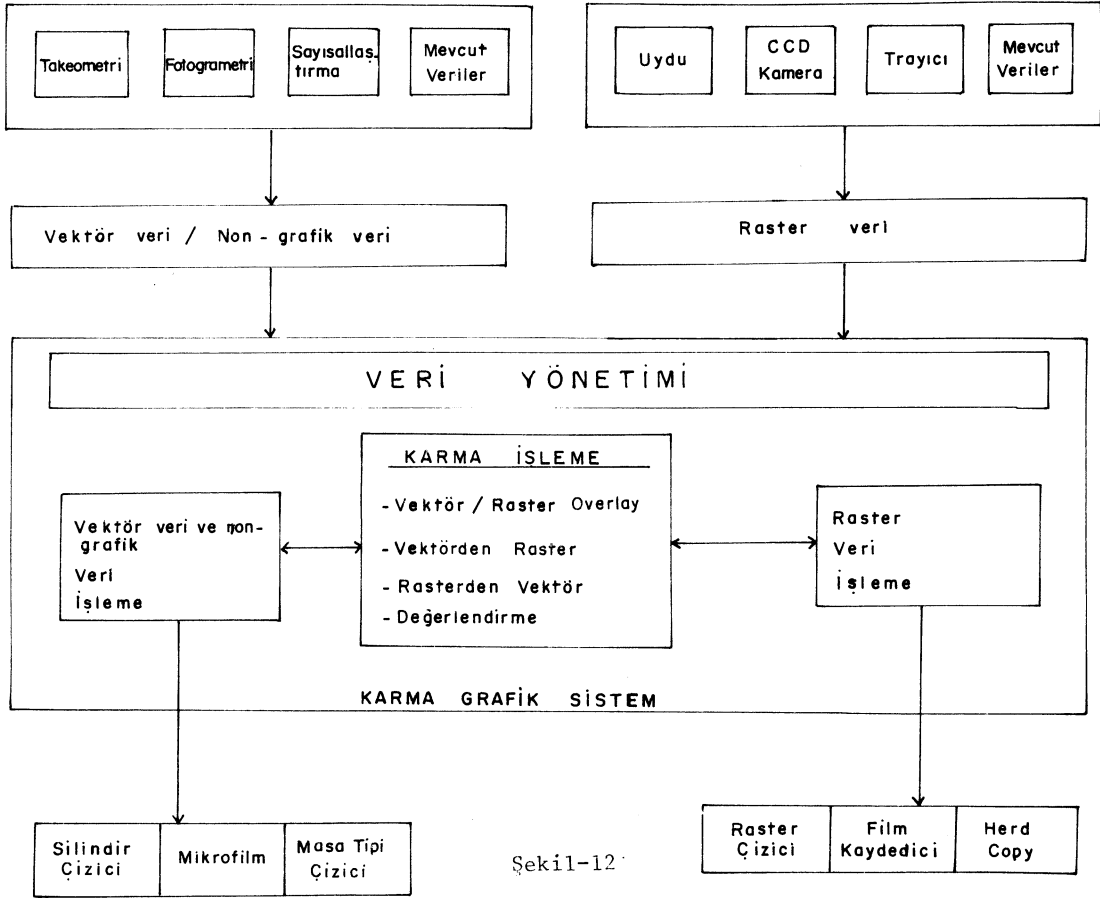
Raster GIS yazılımlarında en önemli sorunlardan biri yoğun bilginin depolanmasıdır. Raster türü verilerin depolanmasında genel olarak zincir kodlama (Chain code), Blok kodlama (Block code), sıralı kodlama (Run-length code) ve dörtlü ağaç kodlama (Quadtrees) yöntemleri kullanılmaktadır.

Bu yöntemler içerisinde sıralı kodlamanın, depolama kolaylığı, hızlı görüntüleme ve işlemlerdeki avantajları bulunmaktadır /10/. Bu kodlama yönteminin açıklaması Şekil-11'de görülmektedir.



Şekil-11

Şekil-11'de de görüldüğü gibi 69 pikselden oluşan bir obje, 22 sayı ile kodlanmıştır. Raster verilerin ; yönsel işlemler (yukarıda, aşağıda, kuzeyde vs.), alansal işlemler (içerisinde, yakın, dışında vs.) ve geometrik işlemler (birleşme, arakesit vs.) gibi çalışmalarda üstünlüklerinden dolayı vektör ve raster türü verileri işleyen GIS yazılımları geliştirilmeye başlanmıştır. KARMA (Hybrid) adı verilen bu yazılımların genel yapısı Şekil-12'de verilmiştir /11/.



Şekil-12

KONTROL NOKTA SAYISI	İÇ DUYARLILIK						
	$\sigma_0$	$\sigma_{xy \text{ max.}}$	$\sigma_{xy \text{ ort.}}$	$\sigma_z \text{ max.}$	$\sigma_z \text{ ort.}$		
18	8.4	8.7	5.2	10.9	8.5		
34	7.9	6.1	4.5	8.8	7.1		
8.3	6.1	4.5	3.0	5.6	5.0		
Test Nok.	Kontrol Nok.	FARKLARIN ORTALAMASI			FARKLARIN KARESEL ORT.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
68	18	7.9	10.4	4.8	10.9	13.7	6.5
52	34	8.3	10.5	4.5	11.3	13.8	6.2

Çizelge-2

## 2.6. ENDÜSTRİ FOTOGRAMETRİSİ

Endüstri fotogrametrisi ; fotogrametrinin endüstride kullanılması, diğer bir deyimle, fotogrametriden topografya dışında imalat, fabrika yapımı, inşaat, uçak, otomobil, gemi vs. alanlarında yararlanılmasıdır. Fotoğraflar alınarak ölçüm yapılmak suretiyle yani klasik yaklaşımla fotogrametri endüstride kullanılmaktadır. Bununla beraber sayısal fotogrametri de endüstride real-time olarak denenmeye başlanmıştır. Genellikle bu çalışmalarda video kameralar kullanılmaktadır. Fakat endüstride değişik ölçüm görevlerinin olması ve bu konuda bir standardın bulunmamasından dolayı gelişmeler arzu edilen düzeyde olmamaktadır. Ayrıca günümüzdeki birleştirme (Matching) algoritmalarının güvenirliliği de yeterli düzeyde bulunmamaktadır.

## 2.7. UZAY GÖRÜNTÜLERİNDEN HARİTA ÜRETİMİ

Uydu görüntülerinin kartografik amaçlı kullanımı SPOT uydu verilerinin elde edilmesi ile daha da artmıştır. Burada çeşitli ülkelerde yapılan çalışmalar ve elde edilen doğruluklardan söz edilecektir.

BINGO yazılımı ve analitik alet kullanılarak yapılan bir araştırmada Çizelge-2'deki sonuçlar elde edilmiştir /12/. Bu denemede B/H oranı 1/1.05 olup, modelin yarısı deniz ile kaplıdır. Kontrol noktaları mevcut 1/25000 ölçekli haritalardan alınmıştır. Çizelge-2'den görüleceği üzere kontrol noktalarının artması aynı oranda doğruluğu da artırmamıştır. Stabil bir çözüm elde edilmesinde 18 kontrol noktası yeterli olmuştur.

IGN (Institut Geographique National)'de yapılan bir araştırmada 60 adet SPOT stereo görüntüsünde 561 ölçüm yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir /13/.

$$\frac{B}{H} = 1 \quad \text{olanlarda ;}$$

X, Y doğruluğu 6.0 m., Z doğruluğu 3.5 m.

$$\frac{B}{H} = 0.5 \quad \text{olanlarda ;}$$

X,Y doğruluğu 6.0 m., Z doğruluğu 7.0 m.

Avusturalya'da gerçekleştirilen bir projede SPOT stereoskopik görüntüleri Zeiss Planicomp aleti kullanılarak 100 m. aralıklarda yükseklik verileri toplanmış ve HIFI yazılımı ile 25 m.ye sıklaştırılmıştır /14/. Aynı alanın



1/25000 harita üretimi için çekilmiş hava fotoğraflarından 50 m. aralıklarla yükseklik verileri toplanmış ve HIFI ile 25 m.ye sıklaştırılmıştır. Aradaki farklardan hesaplanan RMS değerleri 6.4 m. bulunmuştur.

### 3. FOTOGRAMETRİDE GELECEKTEKİ GELİŞMELER

ISPRS'88 Kyoto Kongresinde yapılan çalışmalar ve alınan komisyon kararları doğrultusunda önümüzdeki dört yıl içinde fotogrametri ve uzaktan algılama konularında aşağıdaki gelişmeler ve araştırmalar beklenmektedir ;

a. Etkin uzay programlarının planlanması sırasında harita üretimi ve kaynak araştırmalarındaki uzay verilerinin elde edilmesinde fotogrametristler daha etkili rol alacaklardır.

b. Sayısal görüntü sistemlerinin kalibrasyonu, görüntü kalitesi, algılayıcıların özellikleri ve harita üretim görevleri ile ilgili konumsal, spektral, radyometrik ve zamansal çözümler birbirleriyle koordineli olarak devam edecektir.

c. GPS'in dinamik kullanım alanlarında gelişmeler daha da hızlanacaktır.

d. Mevcut analitik aletlerde bir standardizasyona gidilecektir.

e. Fotogrametrik sayısal görüntü işleme sistemleri ile çalışma istasyonlarında gelişmeler daha da artacaktır.

f. Vektör ve raster veri formatlarında standartlaşma konusunda çalışmalar yapılacaktır.

g. Coğrafi bilgi sistemleri içerisinde fotogrametri sistemlerinin bütünleşmesi için çalışılacaktır.

h. Uzay görüntülerinden harita üretiminde daha etkili yazılımlar geliştirilecektir.

i. Güneş sistemi içinde çeşitli gezegenlerin haritalarının yapılması için çalışmalar yapılacaktır.

j. CAD/CAM ile sayısal fotogrametrinin bütünleşmesi üzerinde çalışılacaktır.

k. Machine vision, computer vision ve robot vision bilim dalları ile fotogrametri daha sıkı ilişkide bulunacaktır.

#### 4. SONUÇ

İlk uygulama yıllarında, detay verilerinin toplanmasına yönelik görevi olan fotogrametri, günümüzde çok disiplinli bir bilim dalı olarak karmaşık yapıya bürünmüştür. Fotogrametrinin hedefi, tüm uygulamalarında tam otomasyona gitmektir. Hızlı bilgisayarların gelişmesi ve kullanım alanına girmesi fotogrametrinin hedefine yaklaşmasını da hızlandırmaktadır. Fotogrametride ilk evrelerin 50-100 yıl gibi süreler aldığı, son dönem olan sayısala geçişin ise 12 yıl olduğu göz önüne alınırsa, fotogrametri gelecekte tekdüze işlemlerin otomatikleştirildiği bir uygulama yapısı kazanacaktır.

## KAYNAKLAR

- /1/ Empirical Accuracy of positions computed from airborne GPS data  
ISPRS 88 Arşivi
- /2/ Utilisation of GPS in Large Scale photogrammetry  
J.W.Vegt, D.Boswinkel, R.Witmer  
ISPRS'88
- /3/ Some Photogrammetric experiments with Digital Image Processing.  
A.K.I.Terlegard, ISPRS 88
- /4/ Digital Photogrammetric Processing Systems Current Status and Prospects  
A.W.Gruen, ISPRS'88
- /5/ K.G.Löfström Memorial Lecture  
Camera orientation data for Aerial Triangulation  
F.Ackermann, The Photogrammetric Journal of Finland  
Vol.1, No.1, 1986
- /6/ Kern DSP-1-Digital stereo Photogrammetric System  
L.Cogan, ISPRS'88
- /7/ Digital stereophotogrammetry-Experience with an experimental system.  
G.Koenig, W.Nickel, J.Storl, ISPRS'88
- /8/ Kern Integrated Systems  
Hardware and Software Architecture  
L.Cogan, A.Polasek, ISPRS'88
- /9/ A study of Reducing abnormal elevations in automatic computation of  
elevation from satellite Data  
M.Nagos, Y.Mukai, K.Ayabe, ISPRS'88
- /10/ Management of Remotly sensed Imagery based on Geographical Information  
System  
Li Yang, Jion-Kong Wu, ISPRS'88
- /11/ Object Oriented Management of Raster Data in Geographic Information  
System  
D.Fritsch, M.Schilcher, H.Yang, ISPRS'88
- /12/ Evaluation of SPOT Imagery on Analytical Photogrammetric Instruments  
G.Konencny, P.Lohmann, H.Engel, E.Kruck
- /13/ SPOT 1 Current Status and first application results  
J.C.Revereou  
SPOT Image, Toulouse-Fransa
- /14/ Cartographic applications of SPOT Imagery  
R.Priebbenow, E.Clerici, ISPRS'88