

FOTOGRAMETRİ ve UZAKTAN ALGILAMA
ALANINDAKİ GELİŞMELER

Prof.Dr. M.Orhan ALTAN

İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi

Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü

Ayazağa - İSTANBUL

Ö Z E T

Bu yazıda fotogrametri başlangıç yıllarından itibaren ele alınarak hangi evrelerden geçtiği açıklanmış ve bu evreler hakkında bilgi verilerek karakteristik özellikleri anlatılmıştır.

Zamanımızda fotogrametrik uygulamalar ile fotogrametri ve uzaktan algılama alanında geniş bir yer işgal eden analitik yöntemler, CCD-kameralar ve coğrafi bilgi sistemleri açıklanarak, geleceği yönelik bazı gözlemlerden bahsedilmiştir.

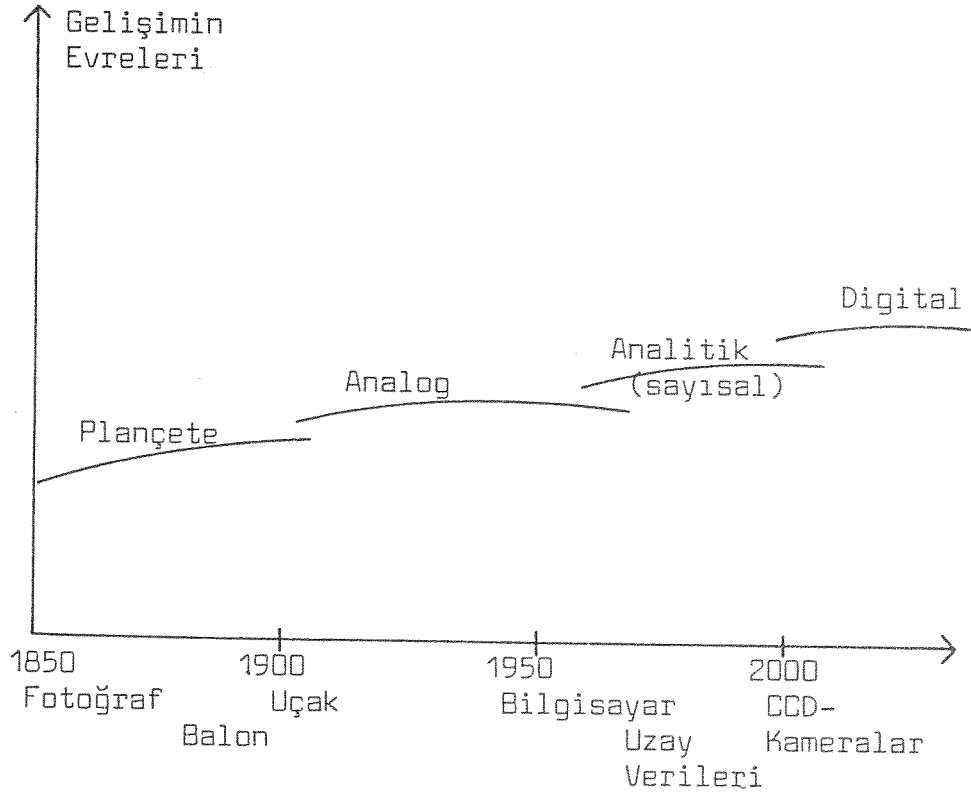
1. GİRİŞ

Kelime anlamı olarak, Grekçe "Işık" anlamındaki photos, "çizgili veya yazılı bir şey ..." anlamındaki gramma ile "ölçmek" anlamına gelen metron kelimelerinin birleşiminden oluşan FOTOGRAMETRİ bilimi'nin başlangıcı eski çağlara dayanır. Fotogrametrinin matematik temelini oluşturan merkezi izdüşüm ve perspektif ile ilgili

kavramlar İtalyan Leonardo da Vinci (1452-1519) ve Alman Albrecht Dürer (1471-1528) tarafından bağımsız olarak ilk kez ele alınmıştır. 1600 lerde Alman astronom Johannes Kepler (1571-1630) stereoskopinin tam bir tanımını yapmış, İsviçreli fizikçi ve tabiat bilgini M.A. Kappeler stereoskopik görüş ve değerlendirme tekniğine dayanarak 1726 yılında Luzern gölü yakınındaki Pilatus dağının iki perspektif resminden bu dağın bir haritasını çizmiştir.

Ancak tüm bu gelişmeler, merkezi izdüşümün tek anlamlı ve aynı anda kayıt edilmesi olanağını sağlayan fotoğrafçılığın, Fransız fizikçi Louis J.M.Daguerre tarafından bulunuşundan sonra tüm teknik alandaki gelişmelere ve gelişme evrelerine uygun bir süreç izlemiştir. Teknik alandaki gelişmeler belirli evreler boyunca ilerler. Her evre yeni bir buluşun özelliklerini taşır ve bu buluşa bağlı olarak yeni alet ve yöntemler geliştirilir. Bir süre geçtikten sonra bu evre süresini tamamlar, gelişme teknik olanakların sınırına dayanır. Bu durumda yeni bir gelişme bir öncekinin yerini alır.

Bu gelişme zinciri fotogrametride de gözlenebilir. Fotoğrafın bulunuşu ile fotogrametri harita üretiminde kullanılan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. 1800 lü yılların son yarısında **plançete** için gerekli yatay ve düşey açılar elde ediliyordu. Bu analog çağ, yüzyılımızın başında Pulfrich (1901) ve Fourcade (1902) tarafından bağımsız olarak resim çiftleri üzerinde homolog noktaların konumunu belirleyen stereokomparatörün bulunması ile en olgun zamanını yaşamıştır.



Şekil 1. Fotogrametrinin Geçirdiği Evreler

Fotogrametrik gelişmenin ikinci büyük evrimi stereoautograph'ın icadına dayanır. Orel-Pulfrich çiftinin birbirinden bağımsız olarak yapmış olduğu çalışmalar ve Vivian Thompson (1908) analog fotogrametri çağını başlatır. Bu gelişmeye en büyük yardım, ABD' de Wright kardeşlerin birinci dünya savaşından önce ilk kez kullandıkları uçağın icadı gelir. Analog fotogrametri çağında fotogrametri harita yapımının standart yöntemi durumuna gelir.

Gelişmenin üçüncü adımı ise analitik (veya sayısal) fotogrametri adını almaktadır. Bu çağın başlangıcı bilgisayar teknolojisinin uygulamaya konmasına dayanır. Fotogrametri alanında sayısal işlemlerin hız ve kapsam yönünden önemi uzun yıllar boyu bilinmesine rağmen, problemlerin sayılar olarak ele alınamayışının bir nedeni de elde uygun hesap aracının bulunmayışı idi. Bu nedenle sayısal yöntemlerden uzaklaşılarak benzeşime dayanan analog yöntemlere önem verilmiş ve bilgisayarları ilk kullananlar arasında fotogrametristler başta gelmektedir.

Modern mono ve stereo komparatorlar 1960 ların başında piyasaya sürülmüş ve analitik hava triyangülasyonu yöntemleri geliştirilmeye başlanmıştır. Paralel olarak fotogrametrinin topoğrafik olmayan uygulama alanlarında da gelişme, analitik yöntemlerin sağladığı esneklik ve presizyon artışı sayesinde önemli derecede olmuştur. 1970 li yıllarda ise değişik firmalardan analitik plotterler imal edilmiş, buna bağlı olarak birçok sayısal arazi modeli (SAM) yazılımı ortaya çıkmıştır. Analitik fotogrametri çağı 1980 li yıllarda zirveye ulaşmıştır.

Gelişmenin dördüncü adımını **digital** fotogrametri oluşturmakta olup, bir bilgisayarda digital olarak depolanmış görüntü bilgilerine dayanmaktadır. Fotogrametristler bu tür bilgilere 1972 yılında Ottawa'daki ISP kongresinde ilk LANDSAT - resimlerinin sunulmasıyla karşılaştılar. Bu yıldan itibaren farklı terminoloji, yöntem ve alet donanımı kullanan uzaktan algılama hızlı bir gelişim göstermeye başladı. Uzaktan algılamanın digital bilgileri depolama, yorumlama ve ölçme alanında kaydettiği gelişmeler fotogrametrik uygulama alanındaki araştırmalara da yön vermeye başlamıştır. Örneğin yakın resim fotogrametrisinde CCD- array sensor'lerin (CCD- satır tarayıcılar) veya CCD- matrix sensor'lerin (CCD- matris tarayıcılar) ne şekilde kullanılacağı araştırılmaya başlanmıştır.

Fotogrametrinin cisimlerle herhangi bir temas olmadan ölçme yapma olanağını sağlayan özelliğini daha geniş bir boyutta uygulayan **Uzaktan Algılama** ise başlangıç yıllarında balon, uçak v.b. cisimlerden elde edilen resimlerdeki görüntüleri klasifiye etmeye çalışarak, yorumlamaya yönelik veriler üretmekte idi. Bu amaçla çok sayıda anahtarlar geliştirildi. Ancak 1970 li yılların sonuna doğru gerek bilgi depolamada, gerekse bilgi işlemede elde edilen

gelişmeler ve bilgileri elde etme sırasında daha kaliteli veri toplama olanakları, uzaktan algılama alanından da metrik özelliklerin elde edilmesini sağlamaktadır.

Bu durumda fotogrametri ve uzaktan algılama kendi iç gelişmeleri içinde aynı bir özellikte buluşmuş ve birçok alanda da birlikte gelişmeleri yürütmeye başlamıştır. Bundan sonra, gerek fotogrametri, gerek uzaktan algılama alanında nereye varıldığını ve çeşitli uygulama alanlarında hangi ortak çalışmanın yürütüldüğü açıklanacaktır.

2. FOTOGRAMETRI ve UZAKTAN ALGILAMANIN ZAMANIMIZDAKİ KONUMU

Fotogrametrinin sayısal bilgi üretim sistemi içinde bugün en önemli uygulama yöntemi analitik uygulamalardır. Basit amatör kameralardan, yüksek presizyonlu kameralara varıncaya kadar birçok bilgi kaynağından elde edilen verileri işlemeye hazır hale getiren analitik plotterler, komparatörler ve buralardan elde edilen verileri işleyen bilgisayar programları fotogrametrinin klasik uygulama alanı olan harita üretimi yanında, özellikle topografik olmayan alanda standart yöntem haline gelmiştir. Analitik yöntemin gerek resim çekimi, gerekse incelenecek cisim üzerinde kısıtlamaları ortadan kaldırmakta, uygulamaya büyük bir esneklik getirmektedir. En büyük uygulama alanı harita alanında presizyonu ele alacak olursak, "Oberschwaben" Test blokundan elde edilen sonuçlar, işaretlenmiş noktalarda RMK 15/23 kamerası ile % 20 enine örtü oranı ile, yerleştirme noktası aralığı konumda $i_{x,y} = 2b$ ve yükseklikte $i_z = 4b$ durumunda ;

Bağımsız Modellerde : $m_{x,y} = 9.9 \mu\text{m}$, $m_z = 14.7 \mu\text{m}$

Demet Yönteminde : $m_0 = 5.3 \mu\text{m}$, $m_{x,y} = 8.8 \mu\text{m}$, $m_z = 15.8 \mu\text{m}$

eğer yükseklik yerleştirme noktası aralığı $i_z = 2,5$ b ve enine örtü oranı % 60 olacak olursa, kalibrasyonlu demet yönteminde :

$$m_0 = 3.6 \mu\text{m}, \quad m_{x,y} = 2.5 \mu\text{m} \quad m_z = 5.0 \mu\text{m}$$

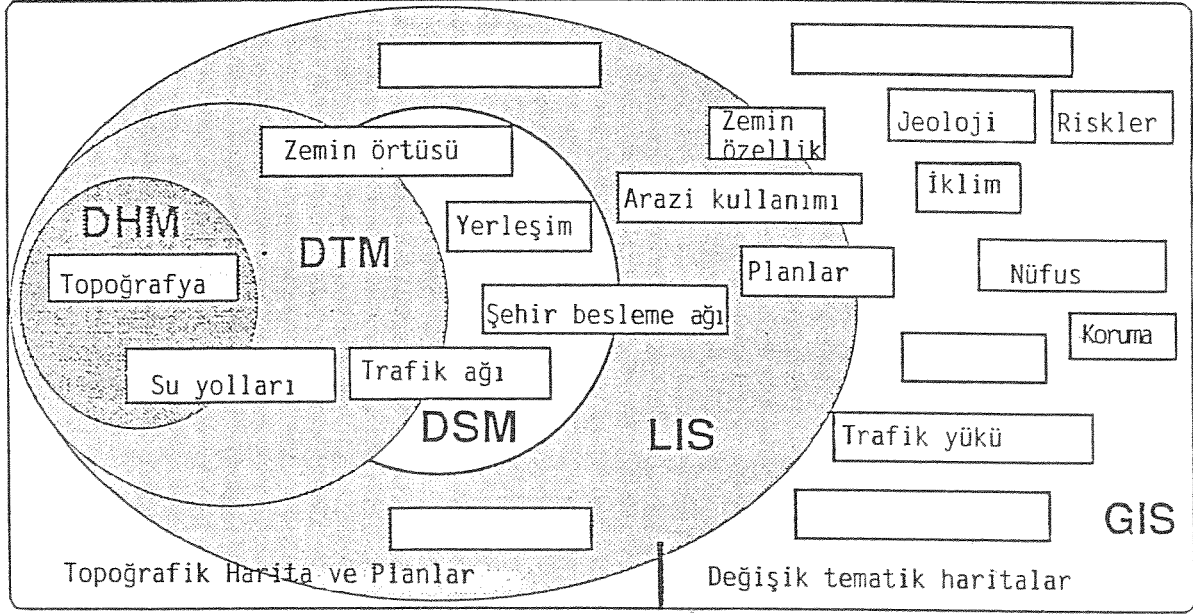
elde edilir.

Tüm bu çalışmalara belirli ağırlıklar ile birlikte matematik modele eklenen jeodezik ölçüler veya dış yöneltme elemanlarını önceden belirleyen sistemler de gözönüne alınacak olursa, presizyonun daha da arttığı görülür. Analitik yöntemlerin giriş verisi olarak kullanılan resim verilerinin elde edildiği komparatörler yanında, arazi ile ilgili bilgilerin belirli bir sistematik düzende sunan sayısal arazi modellerinden de söz etmek gerekir.

Bugün çeşitli uygulama türleri ile karşılaştığımız sayısal arazi modellerinden söz edildiği zaman, yalnız sayısal arazi modelinden mi söz edildiğini, yoksa topoğrafya yanında ;

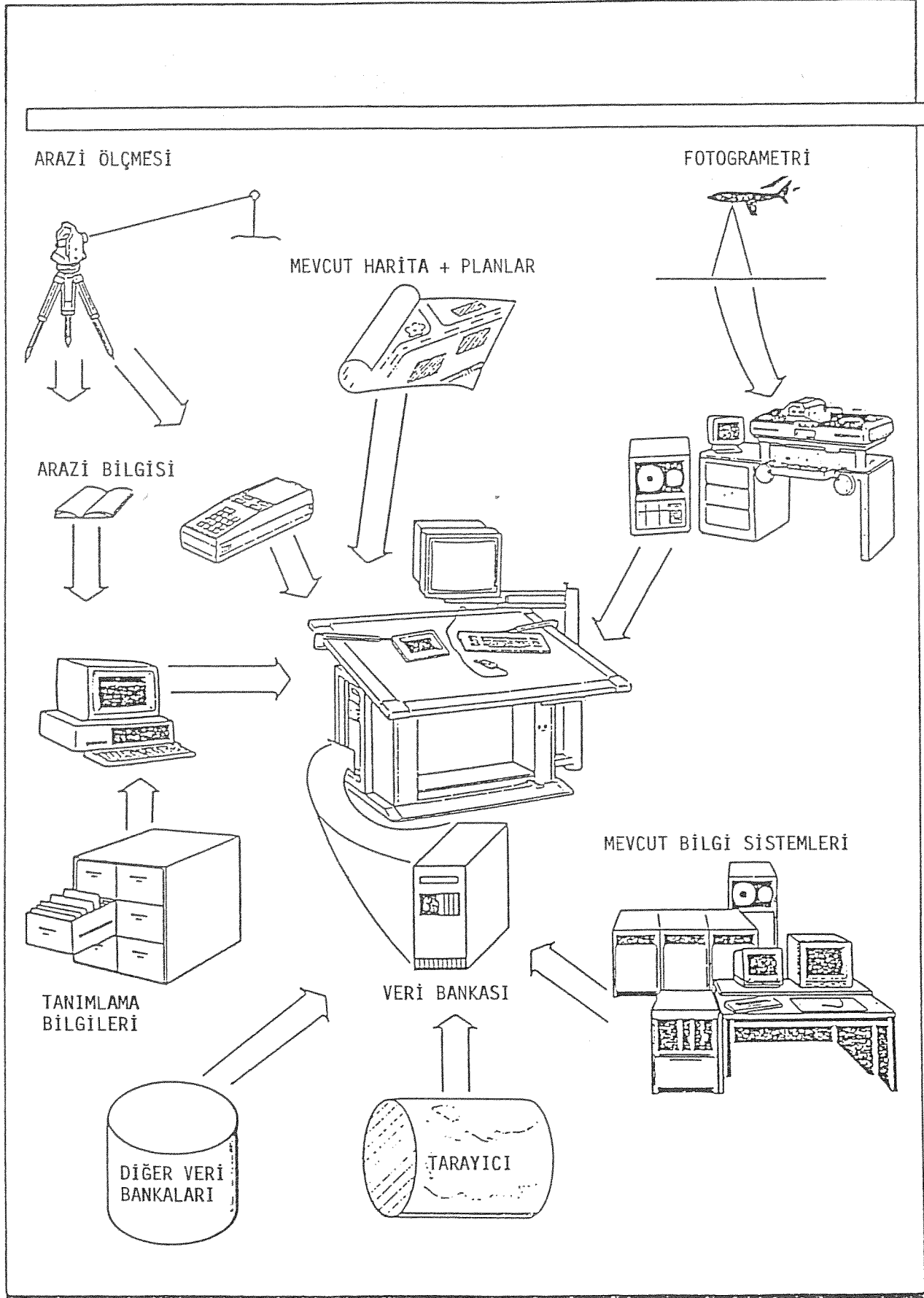
- Sulama açısından,
- Ulaşım yollarından,
- Yüzeydeki bitki örtüsünden,

söz edilip edilmediği belirtilmesi gerekir.



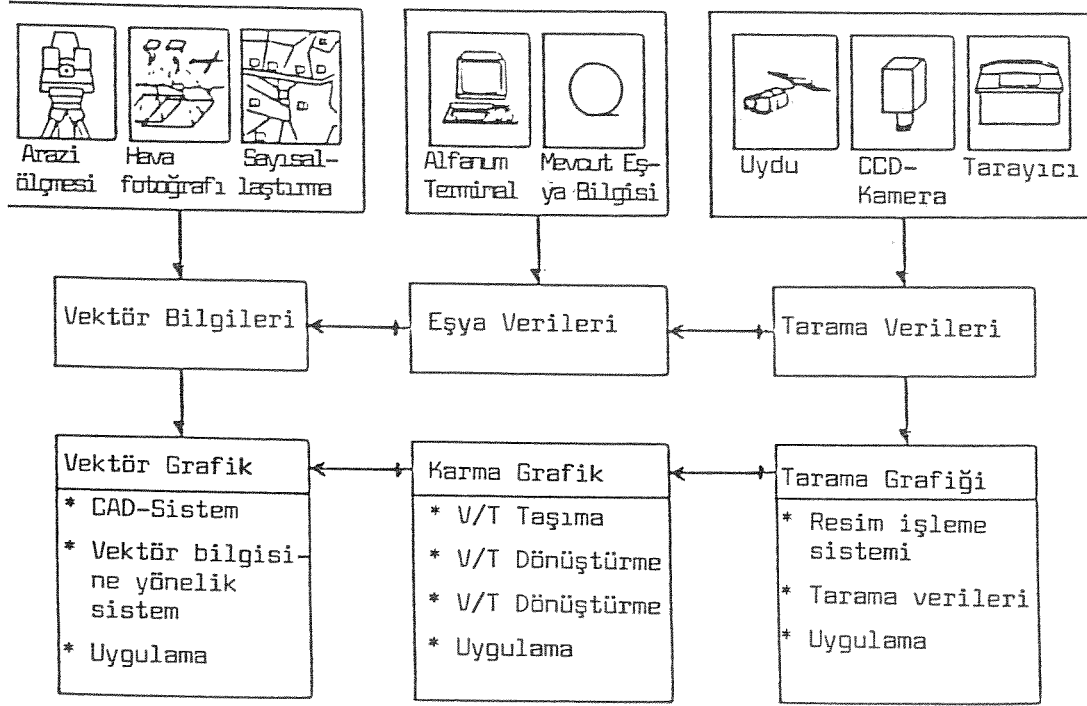
Şekil 2. Değişik Sayısal Modellerin Gösterilimi

Bu türden topoğrafyaya ek bilgilerin sayısal modelin dışında tutulması mümkünse de, arazi yüzeyi özellikle su yolları ve trafik ağı ile o şekilde etkilenmekte ki bazı durumlarda bunların etkisini ortadan kaldırmak da mümkün olamamaktadır. Bu duruma topoğrafyayı tam olarak yansıtmaya çalışan sayısal arazi modeli (DTM = SAM) ve sayısal yükseklik modeli (DHM = SYM) yanında, klasik topoğrafik haritanın birçok önemli bileşenini bulunduran sayısal durum modeli (DSM = SDM) elde edilebilmektedir. Eğer bu sonucu sistemin elemanlarına arazi-ye ait bilgileri, onun kullanımı ve kullanımından doğan hukuksal bileşenleri de ekleyecek olursak arazi bilgi sistemi'ni (LIS = ABS) elde ederiz. Tüm olarak arazi ve kullanımı ile ilgili bilgileri kapsayan bu sisteme yaşanılan çevreyi oluşturan diğer bilgileri de ekleyecek olursak coğrafik bilgi sistemi'ni (GIS = CBS) oluştururuz. Konuya katılan bileşenlerin farklı kombinasyonları ile farklı coğrafik bilgi sistemleri oluşturulabilir.



Şekil 3. Veri Elde Etme ve İşleme Sistemleri

Fotogrametri bu coğrafi bilgi sistemlerinin üretilmesinde bugün önemli görevler yüklenmektedir. Ancak fotogrametriye bilgi akışı sağlayan birçok ek sistem de gerekmektedir. Bu türden sistemlerin uygulanması sırasında fotogrametrik verilerin diğer veriler ile entegre biçimde kullanılabilmesinin sağlanması gerekmektedir. Bu da karma bir coğrafi bilgi sisteminin oluşturulmasını gerektirmektedir.



Şekil 4. Karma Grafik Sistem

Bu tür karma grafik sistemler vektör bilgilerini (harita bilgileri) ve değişik resim işleme sistemlerini entegre bir biçimde bulundurmaktadırlar. Bu sistemler eş zamanlı olarak çalışmakta ve bilgi transferi sistemin içinde tek bir yönden kumandası ile mümkün olur. Bu tür bir sistemin çekirdeğini bu durumda veri yapılarını saklayan ve bu verileri idare eden ana sistem oluşturur. Daha önce de ele alındığı üzere cismin sistem içindeki yeri, yeni cismin konumu koordinatları ile tanımlanır. Bu durumda konum, veri sistemi içinde en önemli bileşeni oluşturur. Coğrafik cisimler içinde önemli özellik de topoloji, yani cisimlerin komşuluk ilişkileridir. Bunun yanında o cismi tanımlayan grafik olmayan bilgilerden de önemli derecede yararlanılır. Bu durumda tüm bu işlevleri göreceğ olan çok hızlı çalışan ve geniş bilgi depolama olanaklarına sahip bilgi işleme sisteminin önemi açık bir şekilde görülmektedir.

Bu sistem içinde görülen CCD- kameralarından önemli olanaklar elde edilmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalar incelenirse başlangıç aşamasında olan bu sonuçların ileride büyük prezisyon artışlarına olanak sağlayacağı görülmektedir.

Araştırmacı Kamera sayısı	Presizyon Ölçüleri	Yöntem
El Hakim 1986 ----- 2	$m_{xy} = 0.12 \text{ mm}$ $m_z = 0.15 \text{ mm}$ 1 : 2500	Kalibrasyonlu Demet Yöntemi
Wong.Ho 1986 ----- 2	$m_{xy} = 0.4 \text{ mm}$	Üç Boyutlu Kestirme
Haggren 1986 ----- 4	$m_{xy} = 1 \text{ mm}$ 1 : 5000	DLT
Gruen, Beyer 1986 ----- 4	$m_{xy} = 0.10 \text{ mm}$ $m_z = 0.15 \text{ mm}$ 1 : 5000 % 00.08	Kalibrasyonlu Demet Yöntemi 2 Boyutlu Test Alanı
Beyer 1987 ----- 2	$m_{xy} = 0.10 \text{ mm}$ $m_z = 0.07 \text{ mm}$ 1 : 5000 % 00.03	Kalibrasyonlu Demet Yöntemi 3 Boyutlu Test Alanı

Tablo 1. CCD- Kameralar ile elde edilen presizyon

3. SONUÇ ve GELECEĞE BAKIŞ

Digital fotogrametri alanında son zamanlarda elde edilen hızlı gelişme, bir analitik stereo değerlendirme aletine kumanda eden ve stereo resimlerdeki görüntülerin sayısallaştırılması esasına dayanan bir otomatik stereooperatörün imal edilebileceğini göstermektedir. Bu türden bir stereooperatör kendi kendine orta nokta bulucularını bulup ölçecek ve karşılıklı yöneltmeyi oluşturacaktır. Ancak mutlak yöneltme için başlangıçta iki konum kontrol noktasının bulunmasında yardımcı olmak gerekir. Bundan sonra alet paralaksları ölçecek, bölgenin sayısal modelini oluşturacak, ortofotosunu basacak ve tüm harita altlık bilgilerini kendisi elde edecektir.

Aynı benzer aleti uzaktan algılama verilerinin sayısal analizinde temel gereç olarak kullanılırken göreceğiz. Bildiğimiz klasik harita hazırlama donanımlarını imal eden kuruluşlar, ya bir elektronik firması ile ortak çalışmak zorunda kalacaklar veya bu konulardaki pazarı belirli bir anlamda onlara terk edecekler. Özellikle bilgi için tüm görüntü sayısal hale getirilecek ve değerlendirilmeden önce tümüyle bilgisayarın deposunda veya belirli bir ortamında depolanacaktır.

Tüm bu gelişmeler, sınırları ve olanakları şu anda görülebilen, hissedilebilen teknolojik araştırmalara dayanmaktadır. Ancak bilgisayar dünyasının zamanımızda üzerinde çalıştığı uzman sistemler ve yapay zeka konularında ne türden yeniliklerle karşı karşıya geleceğimizi ancak mantık ve hayal etme gecümüzün sınırlarını zorlayarak bulmamız mümkündür. Belki bu bizi CCD- kameralarının sonunda, yeni ufuklara götüren bir çağın simgesi de olabilir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR :

- (1) ALBERTZ, J., KONIG, G. : A Digital Stereophotogrammetric System, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol XXV, Part A2, pp 1-7, 1984
- (2) ALTAN, M.O. : 11- Parameter Transformation at a Control Survey of a Cooling Tower, Presented Paper to FIG Congress, Montreax, 1982
- (3) ALTAN, M.O. : Genauigkeits untersuchung Photogrammetrischer Deformationsmessungen an einem Testfeld, Bul, No.1, 1984
- (4) ALTAN, M.O. : A Super Precise Test-field for Close-Range Applications, Presented Paper to Comm V. of the ISPRS, Ottawa, 1986
- (5) ASP (AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY) : Manual of Photogrammetry. Fourth Edition. Falls Church/Virginia, 1980
- (6) ASLUND, N. et al. : A General Purpose Version of the Computer-Controlled Image Scanner OSIRIS. Proceedings International Symposium on Image Processing, Interactions with Photogrammetry and Remote Sensing, Graz 1977, pp. 15-18, 1977
- (7) BLAIS, J.A.R. : Theoretical Considerations for Land Information System. The Canadian Surveyor, 41 (1987) S. 51-64.
- (8) BROWN, D. : Advanced Methods for the Calibration of Metric Cameras. Paper Symposium on Computational Photogrammetry, Syracuse University, 1969

- (9) El-Hakim, S.F., 1986 : A Real-Time System for Object Measurement with CCD Cameras. Proceedings of the Symposium "Real-Time Photogrammetry - A New Challenge", June 16-19, 1986, Ottawa, Canada ; Int. Arch. of Phot. and Remote Sensing, Vol. 26, Part 5, pp.363-373
- (10) FÖRSTNER, W. : Quality assessment of object location and point transfer using digital image correlation techniques. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vo. XXV, Part A3a, pp. 197-219, 1984
- (11) Grün, A., Beyer, H., 1986 : Real-time Photogrammetry at the Digital Photogrammetric Station (DIPS) of ETH Zurich. Paper presented at the ISPRS Commission V Symposium "Real-Time Photogrammetry - A New Challenge", Ottawa, Canada, June 16-19, 1986. The Canadian Surveyor, Vol. 41, No. 2, 1987, pp. 181-199
- (12) Grün, A., 1987 : Towards Real-Time Photogrammetry. Invited Paper zur 41. Photogrammetrischen Woche, Stuttgart, 14-19. September 1987
- (13) GRANSHAW, S.I. : Bundle adjustment methods in engineering photogrammetry. Photogrammetric Record 10, No. 56, pp. 181-207, 1980
- (14) Haggren, H., 1986 : Real-Time Photogrammetry as Used for Machine Vision Applications. Proceedings of the Symposium "Real-Time Photogrammetry - A New Challenge", June 16-19, 1986, Ottawa, Canada; Int. Arch. of Phot. and Remote Sensing, Vol. 26, Part 5, pp.374-382
- (15) MARBLE, D.F. , PEUQUET, D.J. : Geographic Informations Systems and Remote Sensing. Manual of Remote Sensing, ASP, (1983), S. 923-958

- (16) MIKHAIL, E.M., AKEY, M.L., MITCHELL, O.R. : Detection and sub-pixel location of photogrammetric targets in digital images. *Photogrammetria* 39 (1984), pp. 63-83, 1984
- (17) SCHROTH, R. : On the stochastic properties of image coordinates. *International Archives of Photogrammetry*, Vol. XXIV, Part 3, pp. 446-458, 1982
- (18) WESTER-EBBINGHAUS, W. : Ein photogrammetrisches System für Sonderanwendungen. *Bildmessung und Luftbildwesen* 51 (1983), S. 118-128, 1983
- (19) WROBEL, B. : Multi-Image Camera Calibration with a Small Testfield Using Tie Conditions : Numerical Stability and Correlation Properties. Paper Symposium ISP Commission V, Stockholm 1978, 11 p., 1978.