

KAMU ÖLÇMELERİNDE SAYISAL FOTOGRAMETRİ

Otto KÖLBL*
Çeviren : Ahmet YAŞAYAN**

ÖZET

Bu bildiri, EPFL Fotogrametri Enstitüsü'nde 20-24 Haziran 1994 tarihlerinde, "Kamu ölçmelerinde ve Arazi Bilgi Sistemlerinde Sayısal Fotogrametri" başlığı ile gerçekleştirilen bir seminere sunulan bildirilerden derlenmiş bir özettir. Sayısal fotogrametrinin üstünlüğü, fotogrametrik nirengi ya da yükseklik noktalarının ölçülmesi gibi çeşitli ölçme işlemlerinin otomasyonunu sağlayabilmesidir. Kamu ölçme hizmetlerine yönelik fotogrametrik çalışmalarda bu yoldan oldukça önemli gelişmeler elde edilmiştir. Söz gelimi sabit noktaların sıklaştırılması, sayısal arazi modellerinin oluşturulması. Ayrıca, sayısal hava fotoğrafı çizgi haritaların daha canlı olmasını ve çok sayıda tanımlayıcı elemandan vazgeçilebilmesini sağlamaktadır. Sayısal fotogrametri, özel donanımlara bağımlılığı azaltmakta, bir iş istasyonunda ve GIS çevresinde uygulanmaktadır. Böylece, fotogrametri daha geniş bir kullanıcı çevresine kapı açmaktadır. Sonuç olarak, kamu ölçme görevleri çerçevesinde, mekanla ilgili verilere olan halkın gereksinimlerini sayısal fotogrametrinin daha iyi karşılayabileceği düşünülebilir.

1- GİRİŞ

Bir kaç yıl içinde Sayısal (Digital) Fotogrametri birdenbire yaygınlık kazanmış, uygulamaları ile kendini benimsetmiştir. Bu tekniğin en belirgin ürünü Sayısal (Digital) Ortofoto'dur. Ortofoto aslında yeni bir ürün değildir. Yeni olan ortofotonun Arazi Bilgi Sistemi (ABS / LIS) ile hemen ve kolayca bütünleştirilebilmesi, proje çalışmalarının ekranda yapılabilmesidir [1].

Sayısal fotogrametrinin üstünlüğü çeşitli ölçme işlemlerinin otomasyonunda ortaya çıkmaktadır. Fotogrametrik nirengi ölçmeleri, ya da yükseklik noktalarının ölçümleri örnekleri verilebilir. Kinematik GPS'ten büyük bir gelişme beklenebilir. Hava fotoğraflarının çekimi sırasında izdüşüm merkezlerinin konumları kinematik GPS ile belirlenebilmektedir. Bu iki yeni olanak fotogrametrik nokta belirlemede oldukça önemli bir gelişme sağlamıştır. 20-24 Haziran 1994 tarihlerinde EPF-Lausanne Fotogrametri Enstitüsü'nde "Kamu ölçmelerinde ve Arazi Bilgi Sistemlerinde Sayısal Fotogrametri" konulu bir seminer düzenlenmiştir. Ölçme görevlerinde bu yeni yaklaşım olanakları konusunda,

* EPF-Lozan Fotogrametri Enstitüsü Direktörü

** STFA Harita A.Ş.

bu seminere, yüksek okullardan ve uygulamadan çok sayıda bildiri sunuldu. Bu bildirilerde klasik yaklaşımlara seçenekler getirildi. Çeşitli çalışma düzeylerinde tezler ileri sürüldü [2].

Bu bildiri sözü edilen seminere sunulan bildirilerin bir özetidir. Parasal olanaksızlıklar nedeni ile bunlar yayınlanamadı. Bunlar Fotogrametri Enstitüsü'nde arşivlenmiştir.*)

2- ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ

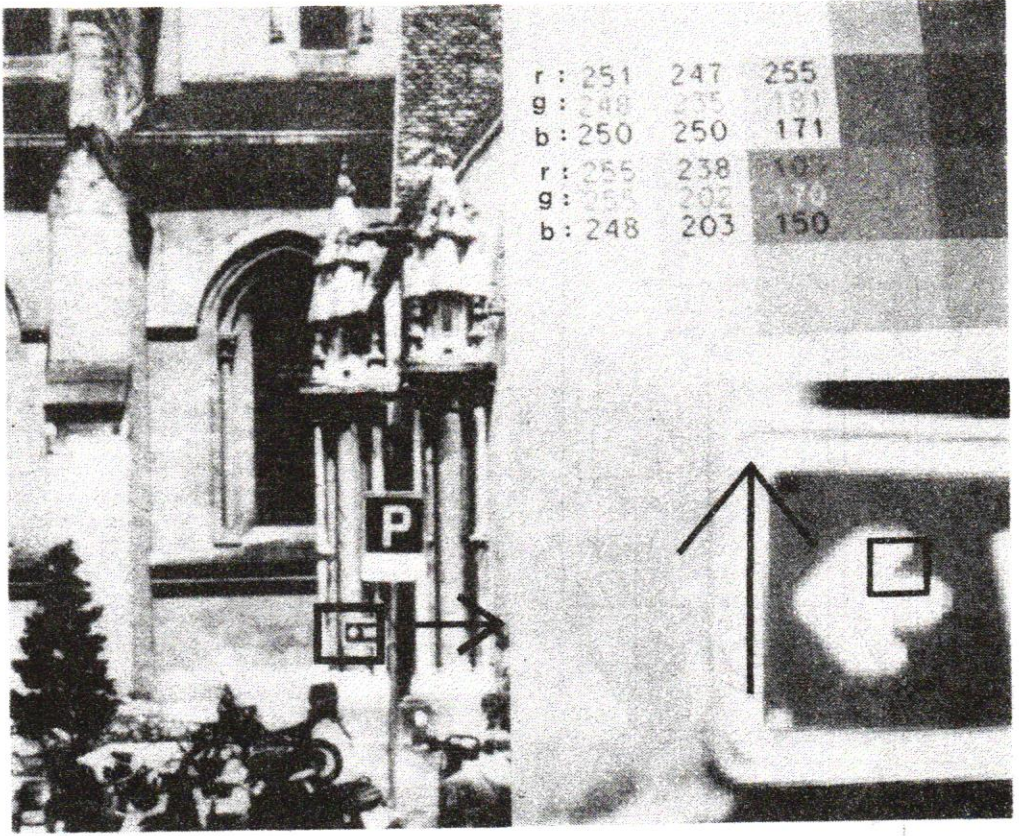
2.1- Fotoğraf İşleme

Sayısal fotogrametri fotoğrafların bilgisayarda değerlendirilmesidir. Bu da, fotoğrafların önce sayısallaştırılması, sonra da elektronik bilgi işlem ortamına aktarılması demektir (Şekil 1). Bu sayısallaştırma tarayıcılarla yapılır. Fotoğraf ışığa duyarlı "fotosensör"ler ile taranır (Şekil 2, 3). Öteden beri silindirik biçimli tarayıcılar kullanılmaktadır. Silindirik üzerinde film yeteri ölçüde sabit kalamadığı için bu tarayıcılarda geometrik doğruluk bir sorun olmaktadır. Bunların yerine daha çok masa biçimli tarayıcılar kullanılır.

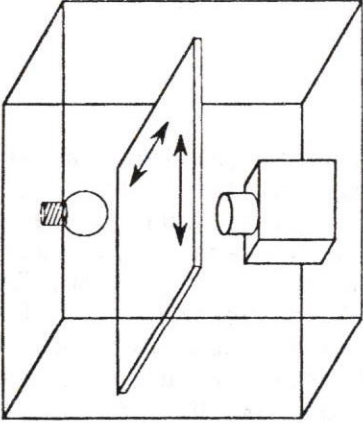
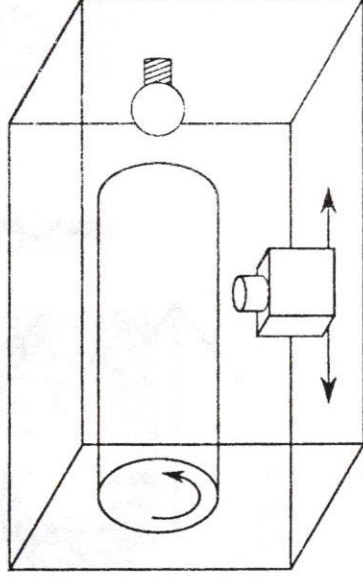
Fotoğraf sayısallaştırmada bugün kullanılan tarayıcılar hemen hemen basım endüstrisindekiler gibi ise de fotogrametrik çalışmalar için özel donanımlara gereksinim vardır. Hava fotoğraflarının görüntü niteliği çok yüksektir. Bu yüksek nitelik aynı ölçüde korunmalıdır. Öyleyse tarayıcılar gerekli gerekli ayırma gücünü (çözünürlüğü) sağlamalıdır. Ayrıca elektronik bileşkenin bozucu etkisi çok az olmalı, optik düzenin yüksek bir dinamik çevresi bulunmalıdır. Bu sonuncu özellik, orijinal negatife işlenmesi, sayısal dönüşümle bu negatiften pozitif görüntünün elde edilebilmesi bakımından oldukça önemlidir. Caddeler, evler ya da çatılar gibi pek çok nesne fotoğraf üzerinde çok açık renktedir. Oysa bunlar negatiften yeniden koyulaştırılabilir. Negatiftteki bu farklı koyu kısımları tarayıcı yeteri kadar işleyemiyorsa sonuç elbette tatmin edici olmayacaktır (Şekil 4).

Fotogrametrik çalışmalarda daha düşük nitelikte yetinilerek, söz gelimi masa üstü tarayıcılar kullanılmaktadır. Ancak, piksel büyüklüğü, gri değer oluşturmadaki toleranslar ve geometrik doğruluk ile ilgili istekler kesindir. Hava fotoğrafı, genel olarak 10 keze kadar büyütülmektedir. Ayrıca yaklaşık 10 mikronluk bir piksel büyüklüğü hedeflenir. (Yaklaşık 2500 piksel pro Zoll, 25 000 nokta ya da dpi). 1/30 000 ölçekli bir hava fotoğrafında bu değer, arazide 30 cm piksel boyutlu bir ayırma gücüne karşılık gelir. 50 mikronluk, ya da arazide 1-2 m'lik bir ayırma gücü de büyütme olarak A3 ya da A4 boyutlu tarayıcı demektir. Genel olarak ekonomik, yüksek nitelikli tarayıcılar kullanmak ve hava fotoğraflarından tam olarak yararlanmak gerekir.

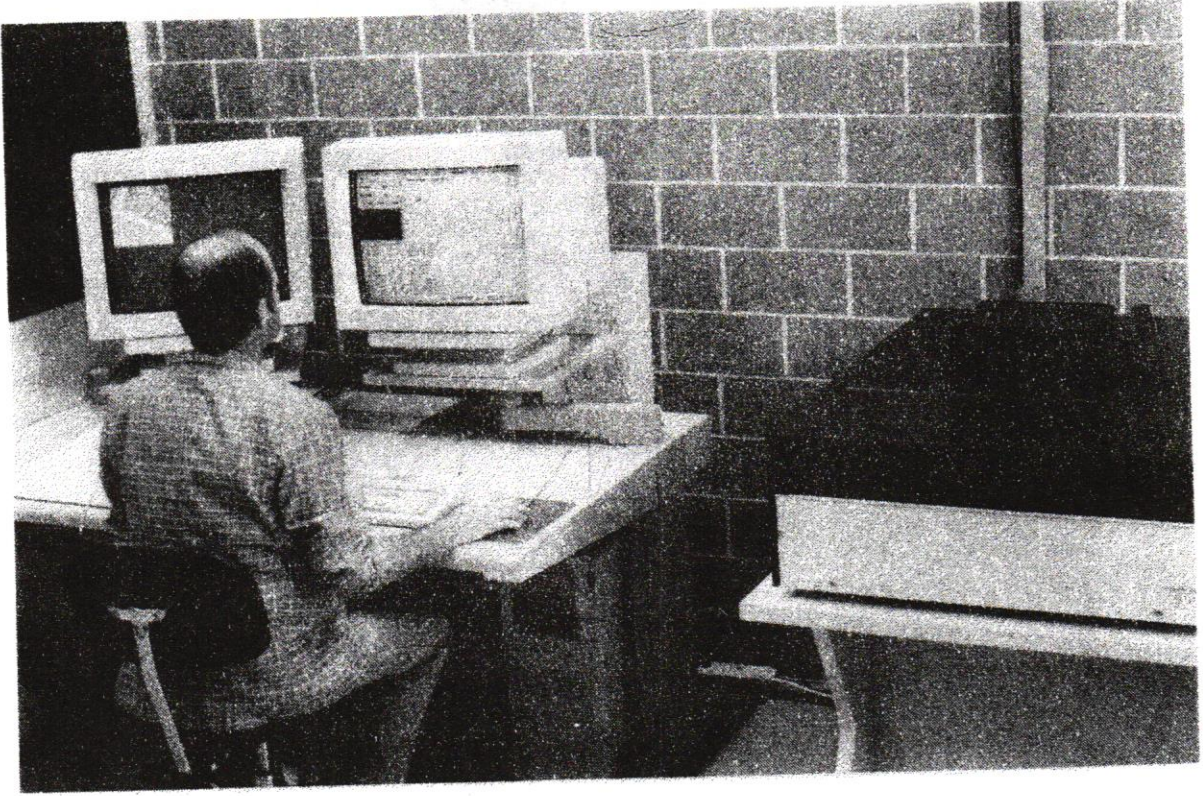
*) Bu seminere sunulan bildirilerin Fransızca ya da Almanca asılları, ya da bu dillerdeki çevirileri, bu bildiriye Türkçe'ye çevirenden sağlanabilir.



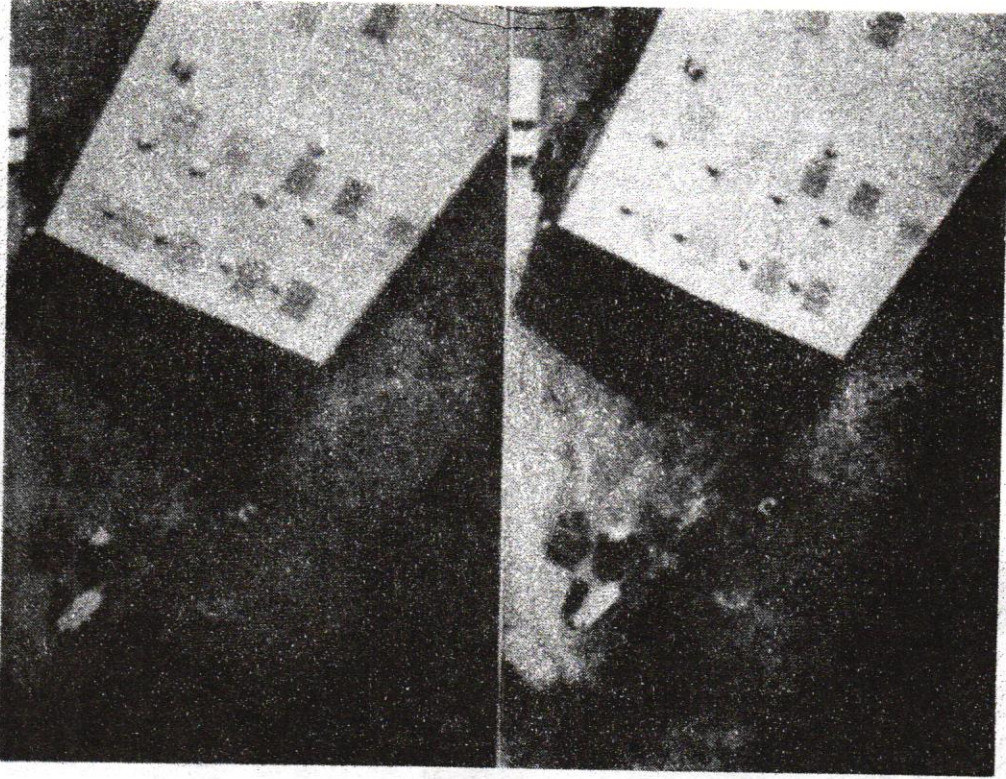
Şekil 1 : Sayısal iş istasyonunun ekranından çekilen, Lausanne kilisesinin ön yüzünü gösteren bir fotoğraf. Soldaki, normal bir röproduksiyondur. Sağ altta görülen fotoğraf parçasında piksel yapıları ayırt edilebilmektedir. Sağ üstteki parça daha büyütülmüş şekilde pikselleri gösteriyor. Bu fotoğrafın orijinali renklidir. Sağ üstteki kısımda üç renkte nümerik piksel değerleri verilmiştir. Burada (r) kırmızı, (g) yeşil ve (b) mavidir. Çok açık tonların gri değerleri 200 ile en çok 255 arasındadır. Buna karşılık koyu tonlar sıfıra kadar değer alabilmektedir. Bu da, genel olarak, bir fotoğraf elemanının 0 ile 255 arasında (8 bit'lik) bir değeri olacak demektir. Renkli fotoğraflar için üç spektral aralık kırmızı, yeşil ve mavidir.



Şekil 2 : Fotoğraf tarama ilkesini gösteren şemalar. Solda diuz masa biçimli tarayıcıların, sağda ise silindirik türü tarayıcıların çalışma ilkeleri görülmektedir.



Şekil 3 : Helava fotoğraf tarayıcısı DSW 100. Sağda, fotoğraf taşıyıcıları, sayısal kamera; solda da iki monitörü ile tam bir tarayıcı sistem görülüyor. Soldaki monitörde fotoğrafın bir parçası tekrar veriliyor. Sağdaki monitör ise çeşitli menüleri ile tarama işlemini denetlemektedir.



Şekil 4 : Pozitif (solda) ve negatif (sağda)'in taranması ile ilgili bir karşılaştırma. Orijinalden taranmış negatif nümerik yolla pozitive çevrilmiştir. Açık renkli kısımlarda, çatılarda, fotosensörlerden kaynaklanan bozulmalar görülüyor. Soldaki fotoğrafta çatı yapısı çok açık-seçik ayırt edilebilirken sağdakinde bu çizgiler belirgin değildir. Fotoğrafların koyu bölgelerinde (Negatifte çatılar koyu renktir.) fotosensörün çok az duyarlı olduğu sonucu çıkmaktadır.

2.2- Fotoğraf Verilerinin Kullanımı ve Ortofoto Üretimi

Fotoğraf verilerinin en basit kullanımı ekranda görüntüleyerek istenen bilgilerin derlenmesi biçimindedir. Bu durumda hava fotoğrafı ile çizgi harita üst üste çakıştırılır. Pek çok CAD ve GIS programları, söz gelimi Adalin, Argis, Micro Station, vb, fotoğraf verileri ile grafik verileri birleştirebilmektedir.

Hava fotoğrafı ile haritanın geometrik olarak doğru bir şekilde üstü üste getirilmesi, hava fotoğrafının geometrik uyuşumunu gerektirir. En basit durumda dönüklük giderilir. Fotoğrafla üst üste getirebilme-yi sağlayan yazılım paketlerinin çoğu ölçek değişikliği yapabilmekte ve dönüklüğü giderebilmektedir. Bununla birlikte tam bir üst üste çakıştırma sayısal ortofotoları gerektirir. Açıkçası, bir haritanın geometrisini tam olarak sağlamak için hava fotoğrafı deforme edilir. Bunun için de hava fotoğraflarının yöneltme elemanlarına, başka bir deyişle, fotoğraf çekim noktasının koordinatlarına, fotoğraf dönüklüklerine gerek vardır. Ayrıca Sayısal Arazi Modeli bilgileri de gereklidir.

Sorun, bilgilerin göreceli olarak daha kolay sağlanabilmesidir. Sayısal Arazi Modelleri ile ilgili bilgiler topoğrafik haritalardan sorumlu kamu kuruluşundan kolayca sağlanabilir. Bu kurumlarda 1/25 000 ölçekli harita temeline dayalı sayısal arazi modeli vardır. Bunların doğruluğu 1-2 m'dir. Bu da ortofotoda geniş açılı bir kamera ile 0.5-1 m arasında bir konum doğruluğu demektir. Normal açılı ($c= 30$ cm) kameralarda konum doğruluğunun iki kat daha iyi olduğu varsayılır.

Fotogrametrik nirengi noktalarının koordinatlarından yöneltme elemanları kolayca bulunabilir. Ortofoto için haritadaki kontrol noktalarının kullanılması yeterlidir. Yüksek doğruluk derecesi gerektiren durumlarda kadastro planları, ya da arazideki sabit noktalar kontrol noktası olarak kullanılmalıdır. Özel dönüşümler kullanarak fotoğraf matrisi hesaplama ortamında öylesine deforme edilir ki, sonunda, istenen geometrik duyarlık içinde ilgili harita ile çakışması sağlanır.

Kontrol noktalarının söz konusu ölçümleri ve fotoğraf matrisinin ortofotoya dönüştürülmesi için hesaplama programında başkaca bir yükseklilik bilgisi gerekmez. Kuşkusuz karmaşık fotogrametrik program paketlerindeki çoğu hesaplama programları birer yatırımdır ve göreceli pahalıdır. Açıkça belirtmek gerekirse, bu tür işler için GIS çevresinde çok yakın bir gelecekte program paketleri piyasaya çıkacaktır.

2.3- Fotogrametrik İş İstasyonları

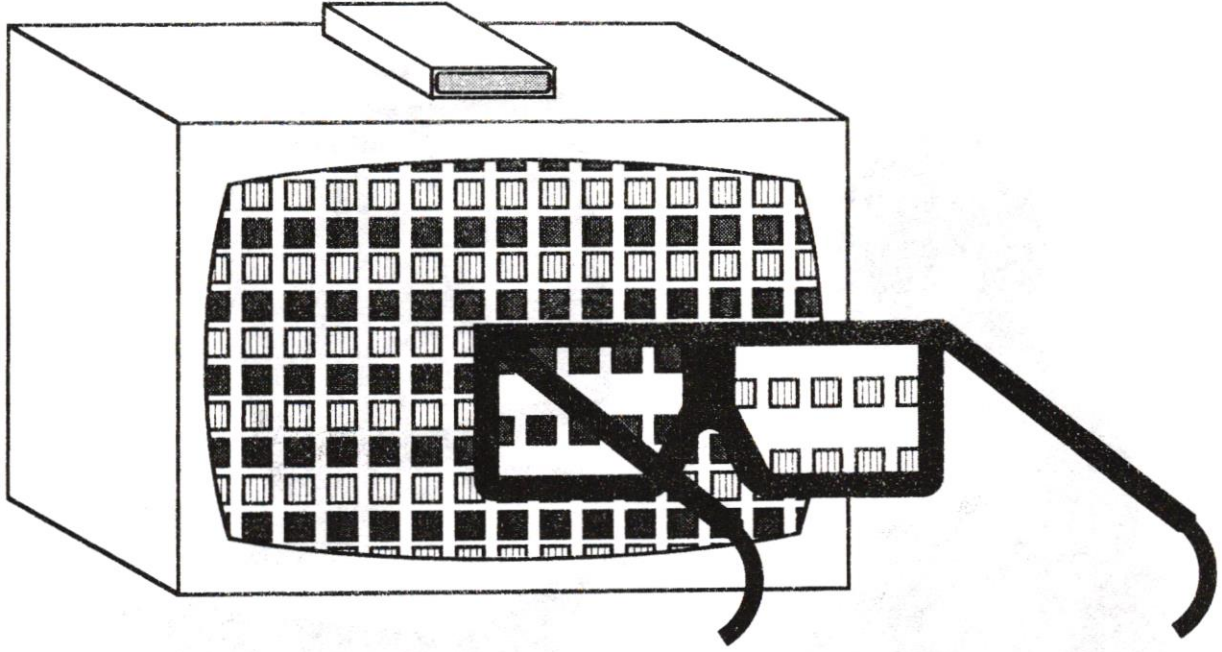
Bir yanda analitik aletler gibi gerçek stereodeğerlendirme aletleri, diğer yanda da çok, çok daha sayısal (digital) iş istasyonları kararımızı beklemektedir [3]. Bu iş istasyonlarında, GIS istasyonlarına benzer şekilde, hava fotoğrafları ekranda görüntülenmektedir. Yalnız

bir tek hava fotoğrafı değil bindirmeli iki hava fotoğrafı da görüntülenerek stereo görüş elde edilebilmektedir. Stereo görüş için polarizasyon yaklaşımı kullanılabilir. Şöyle ki; operatör polarizasyon gözlüklerini takar. Buna karşılık, bindirilmiş fotoğraf çiftleri ekranın olanakları ile polarize edilmiş olarak görüntülenir. Böylece sol göz sol fotoğrafı, sağ göz de diğer yönde polarize edilmiş sağ fotoğrafı görür. Bu yaklaşım Leica-Helava iş istasyonunda kullanılmaktadır. Polarizasyona olanak sağlayan ekran Tektronix firmasının yapımıdır.

Daha geniş bir uygulama alanı bulmuş sistem kırpıştırma (Flickerprinzip) ilkesidir. Buradaki gözlükler mekanik değil elektronik olarak açılıp kapanmaktadır. Bu yaklaşım İngilizce'de "Liquid Cristal Eye Shutters" olarak bilinmektedir. Burada, görüntülemadaki elektronik ekranın bir özelliğinden yararlanılır. Gözlere olabildiğince hareketsiz fotoğraflar sunmak için ekran üzerinde herhangi bir frekansla, sözgelimi 100 Hz'lik bir frekansla yalnız her ikinci satır görüntülenir. İkinci frekansta da boş satırlar doldurulur. Böylece birinci frekansta sol fotoğraf görüntülenir. Burada tüm tek satırlar kullanılır. Geriye kalan boş satırlarda da sağ fotoğraf görüntülenir (Şekil 5). Açıkçası tüm çift satırlar kullanılır. Sonunda biribiri üstüne gelen bir görüntü oluşur ki elektronik olarak titreşim yapan bir gözetleme sistemi ile stereoskopik görüş sağlanır. Bu ilke söz gelimi Intergraph "ImageStation"da (Şekil 6) ya da Zeiss'in PHODIS iş istasyonunda uygulanmaktadır.

GIS iş istasyonlarında olduğu gibi sayısal fotogrametrik iş istasyonlarında da veri tabanındaki bilgilerle çok yoğun etkileşim olanaklıdır. Stereo fotoğraf çiftlerinin GIS'deki geometrik verilerle üst üste getirilmesi çok kolay ve bilgilerin uygun biçimde denetlenmesi olanaklıdır [4]. Ne var ki, stereo görüntü, eğer geometrik referans verilerinin yalnız konum koordinatları değil, yükseklikleri de varsa o zaman tam çakışma sağlanabilir.

Fotogrametrik iş istasyonlarındaki diğer önemli bir eleman görüntü işleme algoritmaları ile desteklenmiş ölçme işlemleri olanıdır. Fotogrametrik nirengide gerekli olduğu gibi bir fotoğraftan diğerine otomatik nokta aktarma yaklaşımı bugün için en gelişmiş bir uygulamadır [5], [6]. Burada korelasyon algoritmaları uygulanır. Operatör, önce, nokta aktarmak için uygun bir bölge seçer. Bu noktanın karşılığı diğer fotoğrafta otomatik olarak bulunur. Bu korelasyon yaklaşımı sayısal arazi modelinin otomatik olarak oluşturulmasında da çok yoğun olarak kullanılır [7], [8]. Küçük ölçekli çalışmalarda, söz gelimi 1/50 000 ölçekli hava fotoğraflarında ya da uydu görüntülerinde bu yaklaşımla ilginç doğruluk derecelerine ulaşılmaktadır. Buna karşılık daha büyük ölçeklerde sayısal arazi modeli oluşturulması için bugün sağlanan güvenilirlik düzeyi henüz tam yeterli değildir. Daha geniş bir alanda, söz gelimi caddeler gibi nesnelerin otomatik izlenmesi, ya da binaların otomatik olarak tanınması, gösterilmesi gibi alanlarda yoğun araştırmalar vardır. Bu algoritmaların henüz pratik olmadığı, daha fazla araştırmaların yapılması konusunda bir izlenim var. Sayısal iş istasyonları, şimdilik, ancak konum haritaları ve fotogrametrik nirengi için çok uygundur.



Şekil 5 : Bir monitör üzerinde, kırıştıırma yöntemine göre hava fotoğraflarından stereo görüş oluşturma ilkesi. Sol fotoğraf her ikinci satırı (açık renk) doldururken sağ fotoğraf kalan boşluklarda görüntülenir. Elektronik olarak yönetilen gözlüğün sol gözü, 100 Hz'lik bir titreşimle monitörde görüntülenen tüm çift satırları algılarken, sağ göze de tek satırlar sunulur. Gözlüğün yönetimi ekran üzerine yerleştirilen bir "laser" gönderici ile sağlanır.



Şekil 6 : Intergraph'ın sayısal fotogrametrik iş istasyonu "ImageStation". Operatör stereofotoğrafları kırıştırma ilkesine göre çalışan bir gözlükle gözetlenmektedir. (Sıvı kristal göz perdesi). Stereomodelde ölçü markası yerine kullanılan bir fare, istenen noktalara uygulamayı sağlar.

2.4- Veri Sergileme

Her ne kadar mekansal verilerle ilgili temel çalışmalar çok, çok daha fazla doğrudan doğruya iş istasyonlarında yapılıyorsa da birçok hizmetin yapılmasında da kağıt üzerindeki harita belgeleri yeterli olmaktadır. Harita çizimleri için bugün çeşitli çiziciler söz konusudur: duyarlı çizim aletleri, sayısal çizim masaları gibi. Raster biçimli veriler için duyarlı çizimlerde foto çiziciler, renkli çizicilere karşı kendini kabul ettirmiştir. Hepsi de büyük formatlara çizim yapabiliyor. Bir miktar nitelik kaybı telafi edilebiliyor. Yalnız şu soru alete karar verilinceye kadar haklı oluyor: Bununla yüksek kaliteli ürünler üretilebilecek mi? Renkli raster çizicilerde çizilen harita bilgileri ile hava fotoğrafının üst üste çakıştırılmasının bugün için yeterli olduğu çoğu iddialarda öne sürülüyor. Bu tür çizicilerle elde edilen ürünlerin maliyeti bugün zaten nispeten az bir miktardır. Bu soruyu iyileştirmek ve depolamadan vazgeçmek olanaklıdır.

2.5- Veri İşleme ve Veri Yönetimi

Görüntü işlemede göreceli olarak büyük miktarda veri kümeleri ortaya çıkmaktadır. Renkli bir hava fotoğrafındaki ayrıntılar 1 Gigabyte'lik bir bellek ortamını doldurabilir. Bu veriler, gerektiğinde kullanıma hazır biçimde bir depoda tutulmalıdır. Daha sonra uygulama donanımları için büyük miktarda veri istekleri ortaya çıkar. Fotoğraf bilgilerinin taranması ile ilgili benzer bir bellek sorunu başka bir çevrede de, söz gelimi, İnterpol'de rastlanır. Aranması olası kişilerin fotoğrafları uygun biçimde depolanır. Gerektiği anda çalışma ortamına aktarılır.

Veri sıkıştırmayı sağlayacak bir hesaplama algoritması geliştirilir. JPEG - Veri Sıkıştırma Yöntemi bu alanda oldukça yeteneklidir. Bu yöntemde 8x8 ya da 16x16 piksellik görüntü parçaları frekans spektrumunda (kosinüs transformasyonu) temsil edilir. Belirli bir başlangıç değeri ile genlik saklanır. Veri sıkıştırmada bu yaklaşım siyah/beyaz fotoğraflarda 5 katsayılı bir yoğunlaştırmayı sağlar. Renkli fotoğraflarda bu katsayı 10'a kadar çıkabilir. Böylece bugünkü kapasitelerle büyük miktarlara ulaşan verilerin saklanması sağlanabilmektedir. Fotoğrafların yalnız ekranda görüntülenecek kısmının çözülmesi önemlidir. Verilerin çevrim-dışı (off-line) bir işlemle çözülmesi yerine veri işleme ile birlikte bu işlem yapılmalıdır.

3 - KAMU ÖLÇME ÇALIŞMALARINDA FOTOGRAMETRİDEN YARARLANMA

3.1 Sabit Nokta Belirleme

Daha önce de sözü edildiği gibi Fotogrametrik Nirengi fotogrametrik nokta belirleme ortamında orjinal bir gelişme olduğunu ve gelişmesinin tamamlandığını belirtmek gerekir. Burada, bir yandan fotoğraftan fotoğrafa nokta taşımada otomasyon ve diğer yandan da fotoğraf

çekiminde kinematik GPS'ten yararlanma ortaya çıkmaktadır. Her iki gelişme de, iş akışı içinde oldukça önemlidir. Fotoğraf çekimi sırasında izdüşüm merkezinin koordinatlarının GPS ile belirlenmesi gerekli yer kontrol noktaları sayısını çok büyük ölçüde azaltmaktadır. ([9], [10], [11], [12]). Burada pratik olarak yer kontrol noktalarının yalnız blok köşesinde olması düşünülmeli, kuşkusuz çapraz kolonların uygulanması da sağlanmalıdır. Hedeflenen doğruluk ± 10 cm dolayındadır. Bu doğruluk derecesi, her ne kadar teknik projeler için yeterli, hatta fazla bile geliyorsa da sabit nokta belirleme için henüz yeterli değildir. İki fazlı sistemler uygulamak gibi GPS alıcılarından beklenen teknik iyileştirmeler ile daha fazla doğruluk sağlanabilir. Fotogrametrik nirengide önemli ve uygun bir gelişme sayısal görüntü korelasyonu yaklaşımından yararlanmadır. İş istasyonunda yapılan bir fotogrametrik nirengi transfer noktalarının fotoğraftan fotoğrafa aktarımı çok daha kolay nokta işaretlenmeye dönüşmektedir. Noktaların krokilerinin yapılması ya da diapositifler üzerine işaretlerinin yapılması ortadan kalkmaktadır. Bu nedenle fotogrametrik nirengi için çok az bir hazırlık gereklidir. Daha önemlisi otomatik nokta aktarma ögesidir. Hangi fotoğraf çiftinde belirlenirse belirlensin, sayısal görüntü işleme yaklaşımı ile bu noktalar komşu fotoğraflara otomatik olarak aktarılabilir. Güvenliği sağlamak için burada gözle denetim gerekir. Bu otomatik nokta aktarımı ile, işaretlenmiş noktaların transferine yaklaşık denk düşen çok yüksek doğruluk derecesi hedefine ulaşılır. ([5], [6]).

Sayısal yaklaşımlar, fotogrametrik nirengide çok büyük gelişmeler sağlamıştır. Intergraph'ın ImageStation'ında, 8 saatlik bir çalışma ile 60 modelin rutin bir biçimde ölçülebildiği söylenmektedir. Bu yüksek gelişme potansiyeli sabit nokta belirlemede yeni bakış açıları getirmektedir. 1/3000 gibi büyük bir fotoğraf ölçeği ile geniş alanların fotoğrafları çekilerek, sözelimi poligon ağlarının, ya da nirengi ağlarının yenilenmesi düşünülebilir. Bu da kamu ölçmeleri için sabit noktalar ağının uygun bir yüksek doğruluğa sahip olması ve yerel deformasyonların önemsenmemesi demektir. [13], [14].

3.2. Sayısal Arazi Modeli

Daha önce sözü edildiği gibi, bir çok ülkede 1/25000 ölçekli haritalardan elde edilen sayısal arazi modelleri vardır. Örneğin, İsviçre'nin büyük bir bölümünün sayısal arazi modelleri mevcuttur. Çok engebeli olmayan alanlarda yükseklik bilgilerinin doğruluk derecesi 12 m dolayındadır. Dağlık bölgelerde ve Alpler'de daha büyük ve önemli hatalarla karşılaşılabilir. [16]. Sayısal arazi modellerinin oluşturulmasında fotogrametri uzun bir zamandan beri yetkin olduğunu göstermektedir. Konumda ise 10 cm'ye kadar, gerektiğinde daha da yüksek doğruluk derecesi isteklerini karşılamaktadır [17]. Burada varsayım arazinin açık, görülebilir olmasıdır. Yoğun ormanlık alanlarda yerel ölçmeler ne ölçüde yükseklik doğruluğu sağlayabiliyorsa fotogrametri için de eş değer yükseklik doğruluğu söz konusu olmalıdır.

Sayısal arazi modellerinin otomatik hale getirilmesi sayısal fotogrametrinin büyük zorluğudur. Endüstride yazılım paketleri arasında sayısal arazi modellerinin otomatik oluşturulmasını sağlayan çözümler önerilmektedir. Intergraph ve Zeiss, Stuttgart Üniversitesi'nin "Match T" yazılım paketini, Helava da DPW iş istasyonu için kendisinin geliştirdiği bir yazılım paketini sunmaktadır. ETH-Zürich [8] ve ETH Lausanne örneğinde olduğu gibi bir çok yüksek okul benzer geliştirmeler üzerine çalışmaktadır. Lausanne'da yapılan doğruluk derecesi analizi sonuçları [7] bu hesaplama programları ile açık arazide çok yüksek duyarlılık derecesine ulaşılabildiğini, buna karşılık meskun alanlarda ve ağaçlı bölgelerde gözle kontrol ve korelasyonun yapılması gerektiğini göstermiştir. Meskun alanda ortalama hatanın üç katını aşan yaklaşık %10 ve daha fazla nokta hatası bulunmuştur.

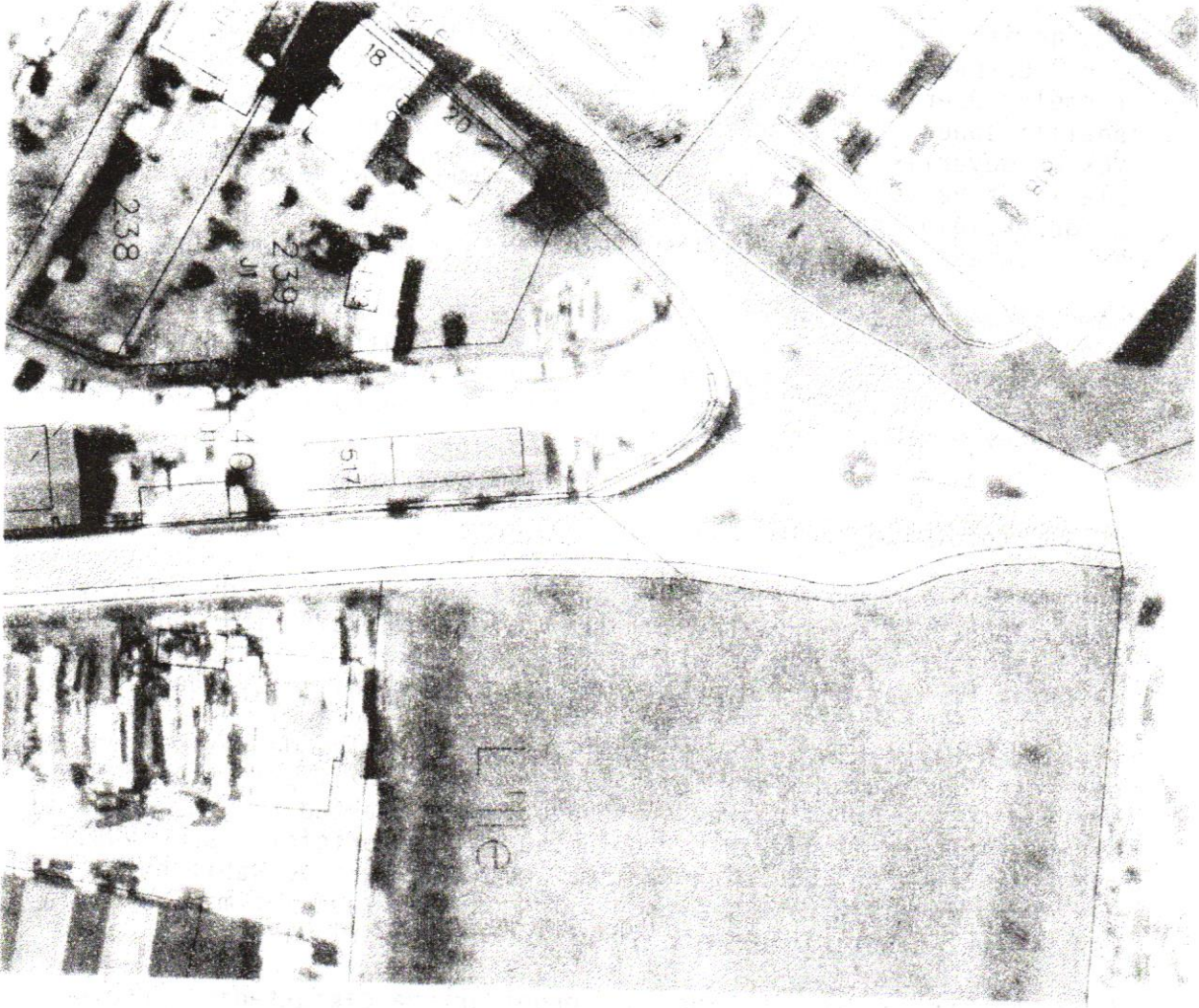
Kamu ölçmelerinde, tarımsal alanlarda ve dağlık bölgelerde arazi topografyasının sayısal arazi modelinden, hiç değilse geçici bir süre için yararlanılması düşünülür. Meskun alanlar gibi yüksek doğruluk derecesi isteyen bölgelerde fotogrametrinin önerdiği biçimde gözle ölçü yöntemi ağırlık kazanmaktadır.

3.3- Ortofotolar ve Canlandırma

Bugün, sayısal fotogrametrinin en önemli ürünü ortofoto'dur. Bu yeni ürün ile görece daha fazla kamu görevi yapılmaktadır [18]. Bu konudaki geliştirmeler çok olumlu olmakla birlikte, iş istasyonlarında fotoğraf verilerinin tüm potansiyelinden yararlanılincaya dek, olasılıkla bir süre daha bu gelişmeler sürecektir. Merkezi bir "Server" üzerinden bir iş istasyonu kullanılırsa, bir devlet dairesinde en uygun koşul sağlanmış olur. Sayısal ortofotonun nazım plan işlevi büyük bir yer tutar. Doğal olarak şu soru ortaya çıkmaktadır : Taşınmaz mal ölçmelerindeki bilgilerin bir bölümünü sayısal ortofoto sağlayabilir mi? Büsbütün olanaksız olan taşınmaz mal sınırları ve sabit noktalarının genel denetiminde sayısal ortofotodan yararlanılabilir.

Arazi haklarının korunmasında bir engel ortaya çıkmaktadır. Ortofotonun topolojik bir yapısı yoktur. Ayrıca ortofoto birçok ögenin öznel yorumuna bağlı kalır. Üstün yanı ise çok hızlı üretilebilmesi ve alımı yapılan arazinin güncel durumunu göstermesidir. Kuşkusuz, sık meskun alanda sınırların üzeri kapalıdır. Ancak buraların çok önceleri ölçmeleri yapılmıştır ve görece az değişiklik olmuştur. Buna karşı, yeni yapılaşma alanlarında ve tarım arazisinde ortofoto daha büyük bir anlam taşımakta, çok çabuk güncel durum elde edilmektedir.

Sayısal ortofotoya hangi işlev yüklenebilir ?
Kadastronun yenilenmesinde mi? Geçici, ya da basitleştirilmiş bir ölçme yöntemi olarak mı? Yoksa en son yönetmeliklere uygun bir ölçme yöntemi olarak mı? Açıkça tanımlamak için henüz vakit erken. Belki, renkli sayısal ortofoto ile taşınmaz mal sınırları üst üste getirilebilir. Kullanılacak renkli fotoğrafların çok açık renkli olması sağlanmalıdır (Şekil 7). Gerçi, daha henüz çok az GIS sistemi renkli fotoğrafların (24 bit), görüntülenmesinde kullanılmaktadır. Siyah/beyaz fotoğrafların yorumlanması da aslında daha güç.



Şekil 7 : Bir tapu haritasının içeriği ile çakıştırılmış renkli sayısal bir ortofoto. Renkli fotoğraf İsviçre Harita Dairesi'nin sayısal arazi modeli yardımı ile ortofotoya dönüştürülmüştür.

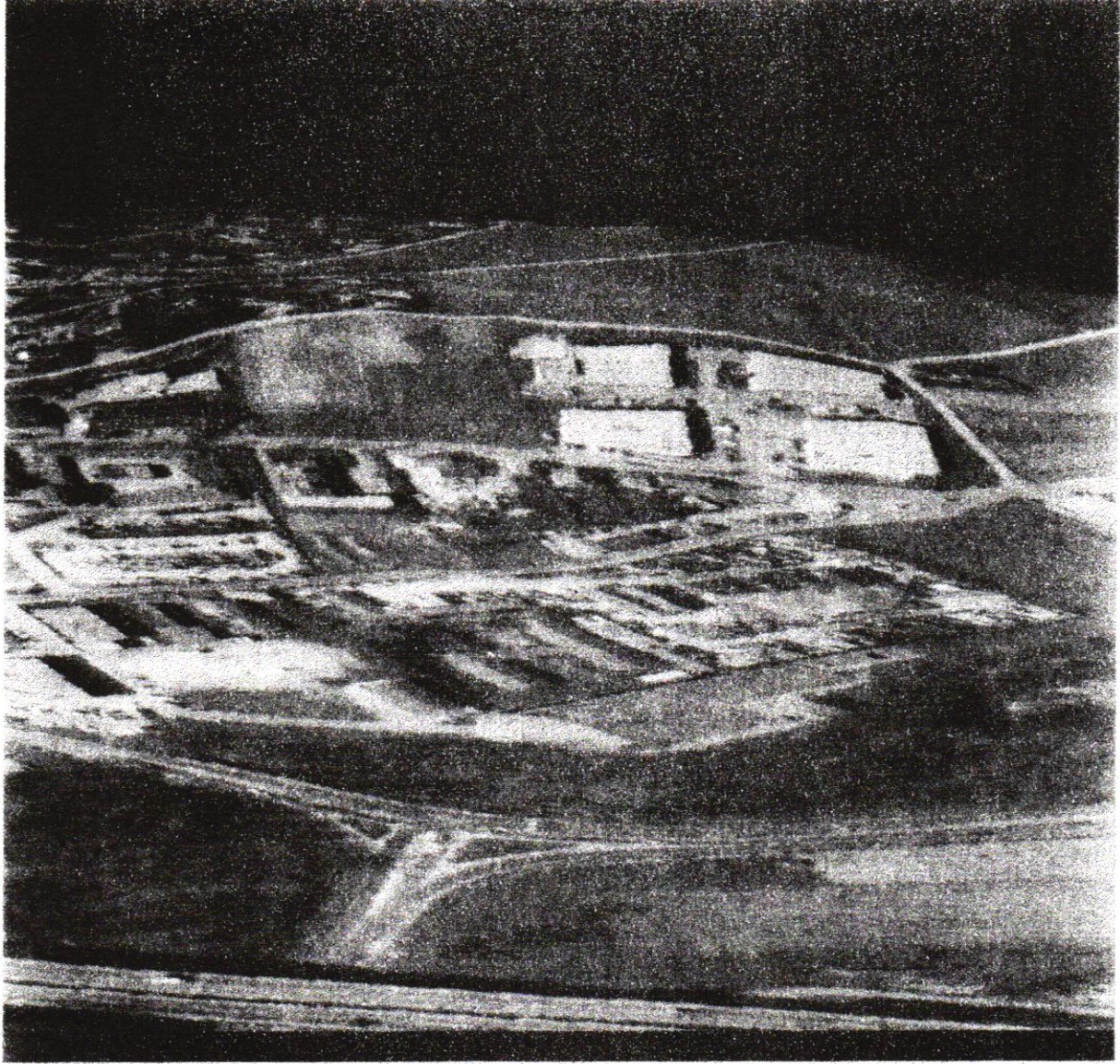
Renkli fotoğrafların çok daha önemli yönü modellemedir. Sayısal arazi modellerinin desteği ve uygun programlar ile eğik bakışlı görünüm elde edilebilir. Üzerinde çalışılarak benimsenmesi için projelerin gerçekçi bir biçimde canlandırılması istenmektedir. Proje hesaplamalarında bunun daha iyi bir arazi desteği verdiği söylenmektedir (Şekil 8). Bu alanda bugünlerde çok güçlü teknolojik gelişmeler gözlenmektedir. GIS çevresindeki yazılım ürünlerinin çoğu pek çok modelleme isteğine açıktır.

4- SONUÇLAR

Kamu sektöründeki ölçme işleminde sayısal hava fotoğraflarından yararlanma suretiyle önemli katkıların sağlanacağı düşünülmektedir. Fotogrametrik nirengi ortamında sayısal görüntü işleme yardımı ile nokta sıklaştırma büyük bir hız kazanmaktadır. Bundan başka sayısal hava fotoğrafı çizgi haritaların gösteremeyeceği sayısız tanımlayıcı öğenin de gösterilmesini sağlar. İlk deneyler kamu ölçmelerindeki bu beklentileri güçlendirmektedir. Daha geniş uygulamalar kamu ölçmeleri donanımını hangi ölçüde etkileyebileceğini gösterecektir. Ekstrem durumda sayısal ortofotonun tüm tanımsal elemanların yerine geçeceği, çizgisel ve noktasal işaretlerin daha çok taşınmaz mal sınırlarında ve sabit noktalarda olacağı düşünülmektedir.

Sayısal fotogrametri isteği modelleme gereksiniminde ve üç boyutlu görüntü beklentisinde de ortaya çıkmaktadır. Bu durum kamu ölçmeleri için biraz sınırlı bir olanaktır. Çünkü üçüncü boyut ancak sayısal arazi modeli biçiminde mevcuttur. Konum elemanları, çoğunlukla, yükseklik bilgileri olmaksızın yalnız iki boyutlu tutulur. Binalar v.b. mekansal nesnelere düzlem elemanları gibi temsil edilir. Bir görünümün modellemesi bu nedenle yalnız çok sınırlı bir ölçüde olanaklıdır. İnşaat alanlarının modellemesi de bir çok ek katkı gerektirir. Fotogrametrik yaklaşımlar bu tür boşlukları kapatmaktadır.

İlginç nokta, sayısal fotogrametrinin özel donanımların biraraya getirilmesi yerine GIS iş istasyonu gibi bir bilgisayarda uygulanabilmesidir. Böylece çeşitli engeller ortadan kalkabilir. Uzmanlaşmış fotogrametri büroları ortaya çıkar. Bu düşüncüyü, GIS çevresi ile uzmanlaşmış büroların fotogrametrik değerlendirmelere girişebilmeleri izler. Artık, tüm verilerin işlenmek üzere depolanmasına da gerek yoktur. Tersine, verilerden klasik yararlanmalara da başlanabilir. Önemli olan gerekli temel bilgilerin, sayısal formda olduğuna göre hava fotoğraflarının daha kısa bir süre içinde birinin kullanımına sunulabilir olmasıdır. Bu olanak, ölçme bilgisindeki "Just in time" ilkesini olasılıkla gerçekleştirecektir. Endüstri bugün bu ilkeyi gerçekleştirmede oldukça yeterlidir. Özet olarak, sayısal fotogrametri, kamu ölçmeleri çerçevesinde mekansal verilerden halkın daha iyi yararlanabileceği bir düzeye ulaşmıştır.



Şekil 8 :Ortofotodan ve sayısal arazi modelinden simülasyonla elde edilmiş eğik bakışlı bir görünüm. Bu eğik bakışlı görünümde binalar geometrik olarak olması gerektiğinden farklıdır. Çünkü yükseklik modeli burada yalnız arazi için tanımlanmıştır. Binaların modellenmesi yapılmamıştır.

KAYNAKLAR

- [1] A.G. Dumont : Planification des voies de circulation et rôle des données topographiques, 3 p.*
- [2] M.Leupin : Potential der digitalen Photogrammetrie in der amtlichen Vermessung, 3 S.*
- [3] A. Chapuis : Nouveautés en photogrammétrie numérique, description du flux des données d'un système photogrammétrique tout numérique, 7 p.*
- [4] J.L. Colomer : Expériences pratiques avec une station de travail numérique au Service Topographique Catalan, 3 p.*
- [5] O.Kölbl : Triangulation aérienne numérique; potentiel et efficacité, 6 p.*
- [6] Th. Kersten, D. Stalimann : Halbautomatische Aerotriangulation an der Digitalen Photogrammetrischen Station DIPS II der ETH Zürich, 3 S.*
- [7] O.Kölbl, K. de Laporte, D.Gasior, A.S. Walker : Multi - Template - Matching, a Sensitive Matching Algorithm, 7 p.*
- [8] D.Stallmann, Th. Kersten : Vom automatisch generierten DTM zum digitalen Orthophoto und zur Visualisierung, 4 S.*
- [9] M. Cocard : Utilisation du GPS cinématique en aérotriangulation. Conditions techniques et premières expériences dans le bloc «Uster», 3 p.*
- [10] Ch. Eldenbenz : Technische Voraussetzungen für den Einsatz von kinematischem GPS im neuen Flugzeug der Landestopographie, 4 S.*
- [11] B.Merminod : ASCOT/GPS Testflight Buchs 1993, 7 p.*
- [12] A.Glotron : Erfahrungen mit kinematischen GPS in der photogrammetrischen Katastervermessung am Beispiel der photogrammetrischen Parzellarvermessung Sonviller, 3 S.*
- [13] H. Chablais : Le réseau actuel de triangulation et le nouveau réseau national, MPGR 12/92, p.726-728
- [14] H.Dupraz, M. Stahl : La rénovation de la triangulation du canton de Genève, 3 p.*
- [15] R.Ammann : Die neuen Bundesvorschriften für Fixpunkte und die Beziehung zu LV95, 4 S.*

- [16] M.Rickenbacher : Das digitale Höhenmodell DHM25 und seine möglichen Anwendungen in der amtlichen Vermessung, VPK 12/92, S.735-737
- [17] A. Flotron : Digitale Geländemodelle hoher Auflösung, 4 S.*
- [18] A.Sutter : Erfahrung mit der Herstellung digitaler Orthophotos, 8 S.*

*) Bu kaynak, 20-24 Haziran 1994 tarihlerinde EPF-Lausanne Fotogrametri Enstitüsü'nde yapılan "Kamu Ölçmelerinde ve Arazi Bilgi Sistemleri'nde Sayısal Fotogrametri" konulu seminere sunulan bildiri-ler arasında yer almıştır.