

SAYISAL (DIGITAL) FOTOGRAMETRİ VE SAYISAL FOTOGRAMETRİK STEREO ÇALIŞMA İSTASYONLARI (SOFTCOPY PLOTTER)

Mahmut OZBALMUMCU

ÖZET

Günümüzde fotogrametrik alet, yöntem ve tekniklerinde çok hızlı gelişmeler olmaktadır. Analog fotogrametri alet ve yöntemleri uzun yıllar başarıyla kullanılmış ve artık gelişmesini tamamlamıştır. Bu aletlerin faydalı ömürleri süresince, sayısal çıkışlı hale getirilerek kullanılması yararlı görülmektedir.

Son on beş yıldır gerek fotogrametrik nirengi ölçüm ve dengelemesinde, gerekse sayısal harita üretiminde oldukça başarılı sonuçlar veren analitik fotogrametri alet ve yöntemlerinin günümüzde de yaygın olarak kullanılmakla beraber, gelişmelerini tamamladıkları ileri sürülmektedir.

Son yıllarda hızla gelişen sayısal fotogrametri yöntemleri ve sayısal fotogrametrik stereo çalışma istasyonları; özellikle doğrudan sayısal (mono ve stereo) hava fotoğrafı ve uydu görüntülerinin kullanılabilirliği, raster ve vektör verilerin beraberce görüntülenerek çıktılarının alınabilmesi, çok çeşitli ürünler elde edilebilmesi nedeni ile yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır.

ABSTRACT

Nowadays, there have been very important and rapid developments related to photogrammetric instruments, methods and techniques. Analog photogrammetric instruments and techniques have been used successfully for many years, and their lives have been ended. It is supposed that the usage of these instruments by converting them to semi-analytical position will be very useful in the future planning.

Although they are being commonly used in many photogrammetric projects, it has been stated by many scientists and researchers that the analytical photogrammetric instruments and techniques which give good, sensitive and effective results both in the digital map production and in the photogrammetric aerial triangulation and adjustment for fifteen years, have been completed their developments.

Since the different usage of digital monoscopic and stereoscopic aerial photographs and satellite images, ability to get output from combined raster and vector data and production of different products, digital photogrammetric workstations and techniques which have been developed rapidly, have commonly been used in recent years.

L GİRİŞ

Günümüzde analog ve analitik fotogrametri alet ve yöntemlerinden sayısal fotogrametri alet ve yöntemlerine doğru hızlı bir geçişin olduğu gözlenmektedir. Bu hızlı geçişin en önemli nedenleri arasında; çok çeşitli ürünlerin (ortofoto, fotomozaik ve anaglif haritalar, sayısal ve vektörel harita bilgileri, fotogrametrik nirengi ölçüm ve dengeleme sonuçları vb.) bu sistemlerden elde edilebilmesi, fotogrametrik açıdan pek çok beklenti ve gereksinimlere yanıt verebilmesi sayılabilir.

Sayısal fotogrametri (Softcopy, Digital photogrammetry); klasik fotogrametri teorisi ile sayısal görüntü işleme tekniklerinin birleştirilmesi şeklinde oluşan yeni bir fotogrametri tekniğidir. Bu yöntemi kullanan sistemlere " Sayısal Fotogrametrik Stereo Çalışma İstasyonu" veya kısaca " Softcopy Aleti" denir. Sayısal fotogrametrinin temeli, sayısal hava fotoğrafı ve uydu görüntülerinin kullanımına dayanır.

Yazının temel amacı; sayısal fotogrametri alet ve yöntemleri hakkında genel bilgiler vermek, sayısal fotogrametrik stereo çalışma istasyonlarının olanak ve yeteneklerini, donanım ve yazılım bileşenlerini, üstün ve zayıf taraflarını, kullanım alanlarını ayrıntılı olarak açıklamaktır.

2. ANALOG VE ANALİTİK FOTOGRAMETRİDEN SAYISAL FOTOGRAMETRİYE GEÇİŞİN ÖNEMLİ NEDENLERİ

- a. Fotogrametrik veri toplamadaki zaman, ekonomi, maliyet ve üretim hızı konusunda önemli tasarruflar elde edileceğinin anlaşılması,
- b. Sayısal sistemlerden elde edilen verilerin ve çıktıların, diğer sistemlerde analiz, yorumlama ve girdi verisi olarak kullanımlarının olanaklı hale gelmesi,
- c. Sistemlerin yüksek hızda grafik görüntüleme olanağı sağlayan ve yüksek ayırma gücüne sahip grafik ekranlar ve çıktı cihazları ile birlikte kullanılması,
- d. Yüksek ayırma güçlü tarayıcılar (scanner) kullanılması,
- e. Çok sayıda işlemci ile ileri düzeyde ve hızlı görüntü işleme olanaklarına sahip olması, işlem hızlarının çok artmış olması,
- f. Sistemin çok çeşitli ve oldukça ucuz depolama ve yedekleme üniteleri ile desteklenebilmesi,
- g. Görüntü sıkıştırma / gevşetme (Image Compression / Decompression) tekniklerinin donanım içine sokulmuş olması,
- h. Detay tanıma, çıkarma ve veri toplamada otomasyon sağlanması,
- i. Otomatik DEM (Digital Elevation Model, Sayısal Yükseklik Modeli) ortofoto, fotomozaik ve anaglif harita üretimi sağlanması, görüntü işleme yönteminin uygulanabilmesi,
- j. Sayısal formdaki pek çok uydu görüntüsü ve uzaktan algılama verilerinin kullanılabilmesi,
- k. Bellek maliyetlerinin düşük olması,
- l. Son yıllarda uydu algılayıcıları, CCD (Charge Coupled Device) kameralar ve tarayıcılardan sayısal görüntü alma olanaklarının artmış olması /5/, /6/, /11/, /15/.

3. SAYISAL FOTOGRAMETRİK STEREO ÇALIŞMA İSTASYONUNUN TEMEL DONANIM BİLEŞENLERİ VE DİĞER ÇEVRE BİRİMLERİ

a. Fotoğraf Tarayıcı (Photo Scanner)

Her türlü siyah-beyaz veya renkli hava fotoğrafı ve uydu görüntülerini çeşitli ayırma güçlerinde (7.5 mikron ile 200 mikron arasında) tarayarak sayısal forma dönüştürmeye yarayan, sisteme ait önemli bir girdi birimidir. Yüksek geometrik ve radyometrik doğruluğa, yüksek sayısallaştırma ve CPU hızına sahip, optik sistem duyarlılığı ve bellek kapasitesi daha fazla olan, yüksek çözünürlüğe ve renkli grafik işlemciye sahip grafik ekranlarla desteklenebilen masa tipi (flatbad) tarayıcılar tercih edilmektedir /5/.

b. Stereo Görüntüleme Sistemi (Stereo \Vorkstation)

Sistemde her türlü yöneltme, veri toplama, veri işleme, verilerin düzeltilmesi (editleme), monoskopik ve stereoskopik görüntülemenin yapılması, veri dönüşümü vb. işlemlerin gerçekleştirilmesini sağlayan temel donanım bileşenidir. Bellek kapasitesi, merkezi işlemci hızı, ön bellek miktarı, vektör güncelleştirme hızı daha fazla, bilgisayarının işlemci tipi RISC mimari yapısında, grafik ekran ve grafik işlemci çözünürlüğü yüksek ve stereo görüntüleme alanı yeterli büyüklükte olan, çeşitli girdi / çıktı birimleri (3.5 inch.lik Disket Sürücü, DAT Tape, EXA-BYTE Tape, CD-ROM Driver, Magnetic Tape vb.) ile desteklenen renkli grafik stereo görüntüleme sistemi tercih edilmektedir /5/.

c. Hassas Çıktı Cihazı (Precision Raster Plotter, Color Proofer, Inkjet Plotter, Electrostatic Plotter veya Raster Film Plotter)

Sistemden elde edilen bütün raster ve vektör bilgilerin (raster formdaki sayısal hava fotoğrafı ve uydu görüntüleri, yataylanmış sayısal hava fotoğrafı ve uydu görüntüleri, sayısal vektör haritaları, ortofoto harita, anaglif harita, fotomozaik ve sayısal yükseklik bilgileri, DEM genelleştirme ve sayısal eşyükseklik eğrilerinin çizimleri vb.) grafik çıktılarının hassas olarak alınmasını sağlayan, oldukça önemli bir donanım bileşenidir. Çıktı cihazının her ölçekte vektör harita, raster harita ve ortofoto hanta çıktısını AO formatında verebilmesi, en az 1500x1500 dpi (dotperinch) duyarlıkta olması tercih edilmektedir 151.

Sayısal fotogrametrik stereo çalışma istasyonunun temel donanım bileşenlerinin yanında, sisteme ilave edilebilecek diğer girdi aletleri ve çevre birimleri; CD-ROM, Floppy Disk Drive, DAT Tape, Exabyte Tape, Magnetic Tape, CompacTape, Juke Box, sayısallaştırma masası, Laser Printer, Matrix Printer sayılabilir. Sayısal fotogrametrik sistemin yanında, bir alfanümerik terminal ve ikinci bir grafik terminal ile, tarayıcının yanında sonuçları kontrol etmek için ayrıca bir grafik terminal bulunması yararlı görülmektedir.

4. SAYISAL FOTOGRAMETRİK STEREO ÇALIŞMA İSTASYONUNUN TEMEL YAZILIM BİLEŞENLERİ

Sayısal sistemlerde ihtiyaç duyulan temel yazılımlar şunlardır ;

a. Hava fotoğrafları ve uydu görüntülerini tarama (scanning) yazılımı

Analog formdaki görüntüleri sayısal forma dönüştürmeye yarar.

b. Fotogrametrik proje oluşturma yazılımı

Kamera kalibrasyon raporundaki bilgileri, iç yönelme elemanlarını, yer kontrol noktalarını, görüntü verilerini, yönelme parametrelerini, ortofoto ve DEM parametrelerini, arazi ve uçuş yüksekliklerini, yer küreselliği, atmosferik kırılma ve film distorsiyonu gibi sistematik hata etkilerini sisteme tanımlamaya ve değişik ölçeklerde proje oluşturmaya yarar.

c. Sayısal görüntü işleme yazılımı

Taranmış veya orijinal sayısal görüntüleri daha kaliteli, yorumlanabilir hale getirmek için monoskopik görüntüler üzerinde minimum olarak uygulanması gereken histogram işlemleri, kontrastlık işlemleri, görüntü zenginleştirme, filtreleme, radyometrik düzeltmeler vb. işlemleri yapmaya, raster ve vektör verilerinin birlikte görüntülenmesine, görüntü geometrisinin oluşmasına, görüntü mozaiklerinin elde edilmesine, harita yapımı, kartografik güncelleştirme ve GIS (Geographic Information System, Coğrafi Bilgi Sistemi) uygulamalarına olanak sağlar.

d. Monoskopik görüntüleme yazılımı

İki boyutlu sayısal raster ve vektör verilerin sürekli görüntülenmesine ve üzerinde monoskopik işlemler yapılmasına olanak sağlar.

e. Fotogrametrik yönelme yazılımı

Sayısal stereo hava fotoğrafı ve uydu görüntüleriyle iç, karşılıklı ve mutlak yönelmelerin yapılarak üç boyutlu model oluşmasını sağlar.

f. Stereoskopik görüntüleme yazılımı

Fotogrametrik yönelmeler sonrası oluşan modelin sürekli üç boyutlu olarak göze sunulmasını sağlar.

g. Otomatik fotogrametrik nirengi ölçüm yazılımı

Sayısal formdaki stereo uydu görüntüleri ve hava fotoğraftan üzerinde otomatik korelasyon tekniği ile fotogrametrik nirengi ölçümlerinin yapılması, kolon ve model bağlama noktaları ile nirengi noktalarının birlikte ölçülmesine olanak sağlar.

h. Fotogrametrik nirengi blok dengeleme yazılımı

Sayısal sistemlerde yapılan fotogrametrik nirengi ölçümlerini, bilinen kontrol noktaları ile beraber dengelemede ve fotogrametrik yeni noktaların üç boyutlu koordinatlarını hesaplamada kullanılır.

i. Geometrik yatay lama (rectification) yazılımı

Sayısal aletlerde, iki boyutlu raster veya vektör verilerinin elde mevcut üç boyutlu DEM verileri ile birleştirilerek yataylanmasına yarar. İki boyutlu sayısal hava fotoğrafı ve uydu görüntülerinin yataylanmasıyla (orthorectification), eğiklik (tilt) ve yükseklik (relief) farkından meydana gelen hatalar ve bazı mercekleme hataları giderilmektedir. Elde edilen bu yeni görüntülerle sayısal ortofoto harita ve fotomozaik üretimi sağlanabilmektedir.

j. Otomatik DEM verisi üretimi yazılımı

Oluşturulan stereo modelden belirli sıklıkta ve aralıkta, otomatik korelasyon tekniğiyle sayısal yükseklik verisi elde etmeye yarar. DEM verileri, iki boyutlu sayısal raster ve vektör görüntülerin yataylanmasında ve ortofoto üretiminde kullanılmaktadır. Bu nedenle DEM verilerinin herhangi bir şekilde (el ile, yan otomatik veya otomatik olarak) üretilmesi gerekir.

k. DEM genelleştirme yazılımı

Otomatik veya el ile (manuel olarak) toplanan veya herhangi bir şekilde temin edilen DEM verilerinden istenen sıklıkta ve aralıkta eşyükseklik eğrisi çizimini ve mevcut sayısal eşyükseklik eğrilerinden istenen aralıkta DEM verisi üretimini sağlar.

l. Sayısal ortofoto harita ve fotomozaik üretimi yazılımı

İki boyutlu sayısal raster görüntüleri ile üç boyutlu DEM verilerinin birleştirilmesi sonucu elde edilen yataylanmış (orthorectified) monoskopik görüntülerden ortofoto harita ve fotomozaik üretimine olanak sağlar. Sayısal ortofoto haritaları, iki boyutlu çalışma istasyonlarında ekrandan (heads-up) sayısallaştırma yapılarak, GIS amacına yönelik doğrudan veri toplamak için uygun altlıkları oluştururlar.

m. Sayısal monoskopik çizim (monoplottting) ve vektör veri düzeltme (editleme) yazılımı

İki boyutlu sayısal raster görüntüler üzerindeki her türlü detayın sayısallaştırılması ve sonuçların düzeltilmesine olanak sağlar.

n. Sayısal stereo çizim (stereoplottting) ve vektör veri düzeltme (editleme) yazılımı Sayısal stereoskopik görüntülerden oluşturulan üç boyutlu modelden her türlü detay ve yükseklik bilgilerinin sayısallaştırılmasına , üç boyutlu görüntüleme (superimposition) olanağı ile düzeltilmesine olanak sağlar.

o. Çeşitli mono veya stereo uydu görüntülerim (SPOT, LANDSAT,ERS1, AVHRR, KFA-1000 vb.) görüntüleme ve işleme yazılımı

Çok çeşitli uydulardaki değişik türdeki algılayıcı ve tarayıcılardan elde edilen görüntülerin kullanılmasına olanak sağlar.

p. Veri tabanı ve GIS yazılımı

Grafik verilere ilişkin özniteliklerin sisteme girilmesine, özniteliklerden grafik verilere, grafik verilerden özniteliklere ulaşımı sağlayan çeşitli sorgulamalar yapılmasına, sistemden elde edilen grafik ve grafik olmayan (non-grafik) verilerle değişik ölçeklerde veri tabanları kurulmasına, sayısal raster ve vektör veriler üzerinde çeşitli GIS ve askeri tip uygulamaların (kesit alınması, görünürlük analizleri, çeşitli sorgulamalar, radar kaplama ağı diyagramları, eğim haritaları yapımı, gölgeleme, tarama, yakınlık analizi, uygun güzergah tespiti, grid analizi, komşuluk analizi vb. uygulamalar) yapılmasına olanak sağlar.

r. Grafik kullanıcı ara birimi (GUI; Graphic User Interface) yazılımı

Sayısal raster ve vektör veriler üzerinde her türlü işlemlerin yapılmasına, düzeltme işlemlerine, pencere işlemlerine, mönü oluşturulmasına, CAD (Computer Aided Design) uygulamalarına, çeşitli tip ve şekildeki detayların sayısallaştırılmasına, sembol tablolarının oluşturulması vb. işlemlerin yapılmasına olanak sağlar.

s. Sayısal verilerin çıktılarının alınması yazılımı

İki ve üç boyutlu sayısal raster ve vektör verilerin, ortofoto harita , fotomozaik ve DEM verilerinin, DEM genelleştirme sonuçlarının, anaglif haritaların grafik çıktıların alınmasına yarar /1/, /5/, /7/, /10/, /11/, /19/.

5. SAYISAL FOTOGRAMETRİK STEREO ÇALIŞMA İSTASYONUNUN GİRDİ VERİLERİ

Sistemde kullanımı mümkün olabilen veriler şunlardır:

a. Yüksek hassasiyette (ayırma gücünde) taranmış hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri (mono ve stereo),

b. Harita ve detay kalıplarının taranmasıyla elde edilen sayısal raster ve vektör bilgileri,

c. Çeşitli uydulara ait orijinal sayısal uydu görüntüleri (mono, stereo),

d. Kamera kalibrasyon bilgileri (odak uzaklığı, resim köşe ve kenar markalarının resim koordinattan, distorsiyon değerleri, asal nokta kayıklığı, köşe markaları arasındaki mesafeler, yöneltme elemanları),

e. Yer kontrol noktası koordinatları (print çıktısı veya ASCII kütük olarak),

f. Fotoğraflara ilişkin dış yöneltme elemanları (yöneltme verileri),

g. Sayısal eşyükseklik eğrileri,

h. Başka kaynaklardan toplanmış DTM (Digital Terrain Model, Sayısal Arazi Modeli) ve DEM verileri (sayısal formda),

i. Analitik aletler veya diğer sayısal üretim sistemlerinden elde edilmiş olan iki veya üç boyutlu veriler,

j. DFAD (Digital Feature Analysis Data, Sayısal Detay Analiz Verileri) Level 1 ve 2 verileri (sayısal),

k. DTED (Digital Terrain Elevation Data , Sayısal Arazi Yükseklik Bilgileri) verileri (sayısal),

l. DLMS (Digital Land Mass System, Sayısal Arazi Bilgi Sistemi) verileri,

m. RGB (Red - Green - Blue) kütükleri.

6. SAYISAL FOTOGRAMETRİK STEREO ÇALIŞMA İSTASYONUNDA İŞ AKIŞI

a. Verilerin sisteme aktarılması (veri girişi)

- (1) Fotoğraf veya uydu görüntülerinin istenen duyarlılıkta taranması,
- (2) Orijinal sayısal uydu görüntülerinin (mono, stereo) sisteme yüklenmesi,
- (3) Diğer mevcut tüm sayısal bilgilerin, fotogrametrik ve fotografik verilerin sisteme aktarılması (her türlü sayısal bilgi ve kütükler).

b. Sayısal görüntü işleme

- (1) Görüntüler üzerinde, görüntünün kalitesini artıran minimum düzeyde sayısal görüntü işleme tekniklerinin uygulanması,
- (2) Görüntü zenginleştirme, histogram analizi, kontrastlık işlemlerinin yapılması.

c. Fotogrametrik nirengi ölçümü ve blok dengeleme

- (1) Tüm kolon ve blok içindeki modellerin fotogrametrik nirengi ölçümlerinin yapılması (otomatik veya yarı otomatik olarak),
- (2) Fotogrametrik olarak ölçülen modellerdeki ilave fotogrametrik yeni noktaların (kolon ve model bağlama noktaları) bilinen nirengilerle birlikte blok dengelemeye tabi tutularak koordinatlarının belirlenmesi (hava fotoğrafları ve uydu görüntülerine ilişkin olarak),
- (3) Sayısal stereo görüntülemenin sağlanması.

d. Stereo modellerde yapılan yöneltmeler ve veri toplama işlemleri

- (1) İç, karşılıklı ve mutlak yöneltmelerin yapılması,
- (2) DEM verilerinin toplanması (otomatik, yarı otomatik veya el ile),
- (3) İstenen noktalarda koordinat ölçümleri ve kaydının yapılması,
- (4) Sayısal stereo görüntülerde vektörel detay verilerinin toplanması,
- (5) Sayısal eşyükseklik eğrilerinin el ile çizilmesi veya mevcut DEM verilerinden eşyükseklik eğrilerinin çizimi (otomatik veya yarı otomatik olarak),
- (6) Detaylara ilişkin öznelik bilgilerinin toplanması,
- (7) Çeşitli ölçümlerin (alan, uzunluk, hacim, eğim vb.) ve GIS uygulamalarının (sorgulama, görünürlük analizi, kesit hesabı, radar kaplama diyagramları vb.) yapılması.

e. İki boyutlu (mono) raster ve vektör veriler üzerinde yapılan uygulamalar, yöneltmeler ve veri toplama işlemleri.

- (1) Sayısal mono görüntüler üzerinde, seçilen belirgin detaylar ve kontrol noktalarının koordinatlarının ölçülmesi ve kaydedilmesi,
- (2) Sayısal mono görüntülerin, altlık basılı harita, detay kalıbı veya mevcut sayısal vektör verileri yardımıyla görüntü - harita çakıştırma işleminin yapılması (image to map registration),
- (3) Elde mevcut, sistemde stereo olarak toplanan, sayısal eşyükseklik eğrisi bilgilerinden elde

edilen veya başka kaynaklardan aktarılan DEM verileri ile görüntünün yataylanması (geometrik yataylama, rectification),

(4) Yataylanmış sayısal hava fotoğrafı ve uydu görüntülerinden ortofoto, fotomozaik ve anaglif harita üretimi,

(5) Yataylanmış mono görüntüler üzerinde ekrandan sayısallaştırma yapılarak sayısal üç boyutlu vektörel bilgilerin toplanması.

f. Verilerin düzeltilmesi (Editleme)

(1) Yataylama işleminin ve stereo modelin kontrolü ve düzeltilmesi,

(2) DEM verilerinin düzeltilmesi (üç boyutlu superimposition olanağı ile),

(3) Mono veya stereo olarak toplanan detay verilerinin düzeltilmesi,

(4) Eşyükseklik eğrisi çizimlerinin düzeltilmesi.

g. Sayısal verilerin arşivlenmesi (backup) ve çıktı alımı (printing)

(1) Sayısal raster ve vektörel bilgilerin grafik ve sayısal çıktısının alınması,

(2) Sayısal ortofoto harita ve foto mozaik çıktısının alınması (grafik, sayısal formda),

(3) Anaglif harita çıktısının alınması (grafik ve sayısal formda),

(4) Fotogrametrik dengeleme, her türlü koordinat ölçümü, diğer ölçümler ve uygulamalara ilişkin çeşitli rapor ve çıktıların, ASCII kütüklerin alınması (print çıktı veya sayısal olarak arşivleme) /1/, /5/, /7/, /10/, /11/, /19/.

7. SAYISAL STEREO ÇALIŞMA İSTASYONUNDAN ELDE EDİLEN ÜRÜNLER

a. Sayısal raster görüntülerinin analog forma dönüştürülmesi sonucu film veya diapositif üzerine alınan baskılar,

b. Fotogrametrik nirengi nokta sıklaştırması ile belirlenen nokta koordinatları,

c. Fotoğraflara ilişkin dış yöneltme elemanları,

d. Stereoskopik modellerde foto yorumlama,

e. Model alanında istenen noktaların üç boyutlu koordinatları,

f. Değişik ölçeklerde sayısal vektör haritaları,

g. GIS amaçlı veriler (doğrudan GIS'e aktarılabilen),

h. DEM ve DTM verileri (el ile veya otomatik olarak),

i. Elde edilen DEM verilerinden eşyükseklik eğrileri çizimi,

j. Ortofoto haritalar,

k. Fotomozaikler,

l. Anaglif haritalar,

m. Üç boyutlu modelden belirli doğrultular boyunca elde edilen sayısal en kesit ve boy

kesit değerleri,

n. Perspektif görüntüler /1/, /2/, /7/, /10/, /11/, /16/, /19/.

8. SAYISAL FOTOGRAMETRİK SİSTEMLERİN ANALOG VE ANALİTİK ALETLERE ORANLA ÜSTÜN VE ZAYIF TARAFLARI

a. Üstün Tarafları

(1) Sistemde, analog ve analitik aletlerde bulunan çift oklerli (binoküler) gözleme sistemi yerine, gözleme ve veri toplama işlemleri ekranda sayısallaştırma tableti (mouse) yardımıyla ve stereo gözlüklerle daha kolay yapılır. Alet ergonomik yapıya sahip olup, daha az yorucudur.

(2) Sistemde pek çok işlemler ve yönelmeler otomatik olarak yapıldığından operatörün işlem zamanı azalır. Veri toplama ve DEM verisi üretme hızı, analog ve analitik aletlere oranla daha yüksektir.

(3) Sistemin girdi ve çıktı verileri sayısal verilerdir. Bu veriler bozulmadan ve deforme olmadan orijinalliğini uzun yıllar korur. Film, basılı harita, diapozitifler sadece tarama işlemi için kullanılır. Analog ve analitik aletlerin girdi verileri olan film ve diapozitifler zamanla bozulur, deforme olurlar.

(4) Pek çok kişi, görüntüyü stereo görüş sağlayan gözlüklerle aynı anda izleyebilir. Analog ve analitik aletlerde bu olanak yoktur.

(5) Raster formdaki sayısal veriler üzerinde çeşitli görüntü işleme ve zenginleştirme teknikleri uygulanarak görüntüler netleştirilebilir, Oysa analog ve analitik aletler, tamamen elde mevcut resim, film veya görüntülere bağımlıdır.

(6) Sayısal ve analog formda ortofoto, fotomozaik ve anaglif harita üretimine olanak sağlar. Analog ve analitik aletlerde bu olanak yoktur.

(7) Her türlü film, fotoğraf, detay kalıplan, haritalar, kağıt çıktılar taranarak sayısal forma dönüştürülür. Elde edilen vektör ve raster veriler birlikte görüntülenerek, eski vektör haritalar güncel hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri ile kolayca güncelleştirilebilir.

(8) DEM verilerinin otomatik olarak ve çok kısa sürede ölçümü olanaklıdır (Nokta sıklığı ve arazinin engebe durumuna bağlı olarak, bir modelin DEM verilerinin otomatik olarak ölçümü 3-5 dakikada tamamlanır) Analog ve analitik aletlerde otomatik DEM verisi üretme olanağı yoktur. DEM verileri el ile ve yan otomatik yöntemlerle oldukça uzun bir sürede üretilmektedir (Nokta sıklığı ve arazinin engebe durumuna bağlı olarak, bir model yaklaşık bir günde ölçülür).

(9) Monoskopik görüntülerde ekrandan (heads-up) sayısallaştırma yaklaşımı, veri toplamadaki hızı artırmaktadır. Analog ve analitik aletlerde, monoskopik görüntüler kullanılamamaktadır.

(10) Orijinal sayısal verilerle (sayısal uydu görüntüleri gibi) alışma olanağı bulunmakta, böylece ara işlemler ortadan kalktığından elde edilecek sonuçlar daha iyi olmaktadır. Analog ve analitik aletler, film ve diapozitiflerle çalışır.

(11) Kullanılan aletlerin düzenli olarak kalibrasyonuna gerek yoktur. Analog ve analitik aletlerin belirli srelerde kalibre edilmeleri gerekir.

(12) Sistemler çok az mekanik parçadan oluştuğundan, analog ve analitik aletlere oranla bakımı ve onarımı daha kolay ve ucuzdur.

(13) Sayısal raster görüntüler, vektörel veriler ve DEM verileri üzerinde çeşitli uygulamalar, simülasyon alışmaları, GIS uygulamaları, sorgulamalar vb. işlemlerin yapılması olanaklıdır.

(14) Çeşitli uydu ve tarayıcı görüntülerini kullanabilme olanağı vardır. Analog aletler uydu görüntülerini kullanma yeteneğine sahip değildir. Analitik aletler ise, sadece çok yaygın olarak kullanılan film bazlı stereo uydu görüntülerini (örneğin SPOT gibi) kullanabilmektedir.

(15) GIS amaçlı veri toplamaya daha uygundur (Analog ve analitik aletlere oranla).

(16) Sistem çok kullanışlı ve bütünleşik bir yapıya sahiptir. Tek bir sistemde; veri toplama (planimetrik ve yükseklik verileri), verilerin düzeltilmesi, yönetimi, depolanması ve çıktılarının alınması gibi çok sayıdaki işlemlerin yapılması olanaklıdır. Analog ve analitik aletlerde bu olanak son derece sınırlıdır.

(17) Sayısal fotogrametrik stereo çalışma istasyonu az bir yer kaplar.

(18) Analitik aletlerin tüm işlevlerini yerine getirebilen bir sayısal fotogrametri aleti (tarayıcı ve çizici hariç), analitik aletlere oranla daha ucuzdur.

(19) Sistemin donanımı oldukça basit olup, gelişmelere açıktır. Analog ve analitik aletlerin donanımı oldukça karmaşık olup, çok sayıda mercekle ve mekanik parçadan oluşmaktadır, 'gelişmelerini tamamlamıştır.

(20) Analitik sistemlerle elde edilen doğruluklara ulaşılmıştır.

(21) Fotogrametrik nirengi sonucunda modeller için elde edilen yöneltme verileri, daha sonraki tüm çalışmalarda kullanılabilir (Analitik aletlerde olduğu gibi).

(22) Önceden analog (fotoğraf veya görüntü) şeklinde olan mono veya stereo görüntüleri, dönüşüm sonucu sayısal formda saklama olanağı mevcuttur.

(23) Sayısal formdaki verileri istenildiği kadar büyütme ve küçültme, bütün olarak görüntüleyebilme olanakları sayesinde, detayları daha ayrıntılı inceleme olanağı mevcuttur. Analog ve analitik aletlerde bu olanak yoktur, aletin görüş alanına bağımlılık vardır.

(24) Sayısal stereoskopik görüntüleri kullanarak veri toplamada tek ve en önemli kaynaktır. Orijinal sayısal veriler, analog (fotografik) verilere oranla daha kaliteli ve daha güvenilir verilerdir.

(25) Sayısal veri toplama ve ortofoto üretiminde, klasik yöntemlere oranla önemli ölçüde maliyet tasarrufu sağlamaktadır.

(26) Pek çok sayısal fotogrametrik sistemde mevcut olan otomatik korelasyon tekniği, üretimde de otomasyon ve hız artışı sağlamaktadır.

(27) Sistemlerin veri düzeltme olanakları analitik aletlere oranla daha fazladır,

(28) Sayısal aletlerin zaman içinde olanak ve yeteneklerinin, üretim performansının gittikçe arttığı ve fiyatlarının da düştüğü gözlenirken analitik aletlerde bu konularda hiçbir değişikliğin ve yeni gelişmelerin olmadığı gözlenmektedir. Analog aletler ise hiç üretilmemektedir.

(29) Önceden sisteme yüklenen stereo modeller, aletin kalibrasyonu ve diğer nedenlerden etkilenmeksizin değişmeden geri alınabilmektedir.

(30) Stereo modellerin birbirine bağlanmasında ve fotogrametrik nirengi uygulamasında kolon ve model bağlama noktalarının diapositiflere delinmesine gerek kalmadan, otokorelasyon yöntemiyle belirgin detay noktalarının kolayca ve hızla okunması mümkün olmaktadır.

(31) Operatörün eğitimi ve yetişmesi analitik aletlere göre daha kolaydır.

(32) Sayısal görüntüleri sıkıştırma / genişletme (Compress / Decompress) suretiyle diskte 3-18 kat arasında tasarruf sağlanabilmektedir (Diskte compress, stereo monitörde decompress etmek suretiyle). Ayrıca sıkıştırılmış renkli veya tek bant görüntüler, daha iyi bir görüntü kalitesi sağlar.

Analog ve analitik aletlerde bu olanak yoktur.

(33) Aynı anda çok sayıdaki görüntü ile çalışılabilmektedir. Oysa analog ve analitik aletlerde aynı anda sadece bir çift resimle çalışma olanağı vardır.

(34) Sistemde aynı anda çok sayıda uydu görüntüleri ile fotogrametrik nirengi ölçümü gerçekleştirilebilmektedir. Bunun yanında farklı uydu görüntülerinin fotoğraf görüntüleriyle birlikte fotogrametrik nirengide kullanılmasının yakında gerçekleşeceği beklenmektedir /5/, /9/, /13/

b. Zayıf Tarafları

(1) Hassas fotoğraf tarayıcıya gereksinim gösterir. Bu durum sistemin maliyetini çok fazla artırır. Çünkü hassas, yüksek ayırma güçlü kaliteli fotoğraf tarayıcıları oldukça pahalıdır.

(2) Sayısal raster formdaki görüntülerin, ortofoto, fotomozaik ve anaglif harita çıktılarının alınması için oldukça yüksek duyarlıklı raster çizici (Color Proofer veya Film Plotter) gerekir. Bu da oldukça pahalıdır.

(3) Otomatik DEM verisi üretiminde, arazi ile önemli ölçüde yükseklik farkına sahip olan detayların (binalar, köprüler, ağaçlık, ormanlık alanlar vb.) yüksekliklerinde sorunlar ortaya çıkardığı anlaşılmıştır. Böyle yerlerde, fazla miktarda el ile düzeltme (manuel editleme) gerekmektedir.

(4) Sayısal sistemlerde uygulanmaya çalışılan otomatik fotogrametrik nirengi yöntemiyle nokta tespitinin henüz uygulamalara tam olarak girmemiş olduğu, bazı sorunların devam etmekte olduğu ve istenilen doğruluk ölçütlerine henüz ulaşamamış olduğu anlaşılmıştır.

(5) Sayısal fotogrametrik stereo çalışma istasyonlarındaki stereo görüntüleme teknikleri ve kullanılan stereo görüntüleme gözlükleri ışık koşullarından oldukça fazla etkilenmektedir. Bu nedenle ortamın ışın kırılma etkilerinden arındırılmış olması gerekir.

(6) Sürekli stereo görüntüleme gözlüğünün kullanılması zorunluluğu, operatörün gözünün yorulmasına yol açabilir.

(7) Sayısal raster görüntüler (mono ve stereo) üzerindeki mevcut detay bilgilerinin otomatik olarak toplanmasına yarayan çeşitli tekniklerin (automatic feature extraction, edge detection, pattern recognition) henüz tam olarak uygulamaya geçmediği, hala yoğun araştırmaların devam etmekte olduğu yapılan incelemelerden anlaşılmaktadır.

(8) Çok büyük boyutlu verilerle uğraşıldığından bu veri yoğunluğu, bazı işlemlerin yavaşlamasına, sistem performansının düşmesine yol açabilmektedir. Ancak gelişmiş sistemlerde çeşitli bilgisayar olanakları ile bu sorunlar giderilmeye çalışılmaktadır.

9. SONUÇ ve ÖNERİLER

a. Yakın gelecekte sayısal sistemlerdeki en önemli gelişmelerin otomatik detay verisi üretimi (çok belirgin detaylar, yollar, binalar, ormanlar gibi) ve sayısal görüntü işleminin geliştirilmesi yönünde olacağı beklenmektedir.

b. Çok yönlü kullanıma yönelik olmalarına karşın, ayrıntılı donanım ve yazılım konfigürasyonuna sahip olan sayısal sistemlerin en ekonomik, hızlı, yüksek performanslı ve düşük maliyetli kullanımı için, belirli ve istenilen (sınırlı) görevleri yerine getirecek sistemlerin tasarlanmasının uygun bir çözüm olacağı düşünülmektedir.

c. Sayısal fotogrametrik sistemlerin fotogrametri alanında kullanılmalarıyla ilgili önemli zorlukların aşıldığı anlaşılmaktadır.

d. Sayısal sistemlerin doğruluk, maliyet, ekonomi, ürün çeşitliliği, kullanım kolaylığı ölçütlerine göre

olumlu sonuçlar verdiği, analog ve analitik sistemlerden üstün duruma geldiği anlaşılmıştır. ?

e. Zaman içinde donanım ve yazılımda meydana gelecek gelişmelerin sisteme kolayca ilave edilebileceği beklenmektedir.

f. Sistemin sağladığı olanakların sorunlarına oranla çok fazla olduğu, özellikle sayısal uydu görüntülerinin (mono ve stereo) kullanımında önemli yararlar sağladığı anlaşılmıştır.

g. Veri toplamada ve detay yorumlamada önemli ölçüde hız artışı sağlayacağı ümit edilmektedir.

h. Sistemden elde edilen sayısal raster ve vektör verileri çok çeşitli amaçlarla (GIS oluşturulması, ortofoto ve fotomozaik üretimi, sayısal destekli harita revizyonu vb.) kullanılabilir.

i. Günümüzde, tam sayısal fotogrametri sistemlerinin (GIS, ortofoto, sayısal harita üretimini beraberce sağlayan) geliştirilmesi ve diğer sistemlerden bağımsız olarak çalışan fotogrametrik sistemlerin oluşturulması yönünde yoğun araştırmaların devam ettiği anlaşılmıştır.

j. Sayısal fotogrametrik alet ve yöntemlerin eski teknolojilerin başaramadığı pek çok işleri başarabileceği, ülke doğal kaynaklarının en etkin biçimde kullanımında rol oynayacağı beklenmektedir.

k. Pek çok ülkenin, özellikle otomatik DEM verisi üretimi, monoskopik harita revizyonu, ortofoto harita üretimi ve GIS amaçlı veri toplamada bu sistemleri kullanmaya başladıkları tespit edilmiştir.

1. Sayısal fotogrametrik sistemlerin softcopy kullanımının hardcopy kullanımından daha ucuz olacağı beklenmektedir.

m. Endüstriyel alanlarda yaygın olarak kullanılması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- /1/ Carl ZEISS : ZEISS-PS1 Photoscan and PHODIS SC Photogrammetric Scanning System, PHODIS ST Digital Stereoplotter's Technical Specification for Digital Photogrammetric Data Acquisition System, ZEISS, Oberkochen, GERMANY, 1995.
- /2/ Cogan,L.- Gagan,D. : KERN - DSP 1 Digital Stereo Photogrammetric System and Photogrammetric Software, Commission II, ISPRS Kyoto, Japan, July 1988.
Hunter,D.- Lutz,S.
Peny,C.
- /3/ Colomer, J.L. : Digital Photogrammetry at the Institut Cartografic
Colomina, I. Catalunya (ICC), Photogrammetric Record, 1994.
- /4/ Dowman, I.J. : Overview of European Developments in Digital Photogrammetric Workstations, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 58, No.1 January 1992.
- /5/ Ebner, H. : Digital Photogrammetric Systems, (Organized
Fritsch, D. Cooperating Organizations ISPRS), H. Wichmann
Heipke, C. Verlag GmbH, Karlsruhe, Germany, 1991.
- /6/ Fritsch, D. : Photogrammetric Week'93, H. WichmannVerlag GmbH,
Hobbie, D. Karlsruhe, Germany, 1993.
- /7/ GDE Systems, Inc. : GDE Systems - Digital Photogrammetric Workstation
(DPW) and DSW-200 Scanner's brochures, manuals, documents, presentations, San Diego, California, USA, 1995
- /8/ Gruen, A.W. : Real-Time Photogrammetry at the Digital Pho-
togrammetric Station (DIPS) of ETH Zurich,
Beyer, H.A. Switzerland, 1987.
- /9/ Hassani, M. : Transition from Analogue to Digital Photog-
Carswell, J. rammetry, INTERGRAPH European Headquarters,
Mapping Sciences Division, Hoofddorp, The Netherlands, 1992.

- /10/ Helava-LEICA Corp. : LEICA - SD 2000 Digital Stereo Photogrammetric Workstation's (by Helava) brochures, manuals documents, presentations, Switzerland, 1993.
- /11/ INTERGRAPH Corp. : INTERGRAPH - Image Station Digital Stereo plotter's (IMD) brochures, manuals, documents presentations, Huntsville-Alabama, USA, 1995.
- /12/ INTERGRAPH Corp. : INTERGRAPH - Image Station Digital Photogrammetric Workflow, Huntsville - Alabama, USA, 1995.
- /13/ INTERGRAPH Corp. : Advantages of Digital Photogrammetry and Digital Photogrammetric Stereo Workstation over Traditional Analytical Stereoplotter, Huntsville - Alabama, USA, 1995.
- /14/ Kaiser, D. : INTERGRAPH - Digital Photogrammetric Station, INTERGRAPH Corporation, Huntsville - Alabama, USA, 1993.
- /15/ Madani, M. : A Preliminary Study on Accuracy of A Digital Photogrammetric Workstation, INTERGRAPH Corporation, Huntsville - Alabama, USA, 1993.
- /16/ MATRA MS2i : MATRA - Optima Traster T10 Digital Stereo Photogrammetric Instrument (Digital Imaging Softplotter), Cedex, France.
- /17/ Miller, S. : Automatic Elevation Extraction and the Digital Venecia, K. tal Photogrammetric Workstation, Helava Associates San Diego, USA, 1990.
- /18/ Schenk, T. : The Effect of Digital Photogrammetry on Existing Photogrammetric Concepts, Procedures and Systems, Ohio Univ. , Columbus, USA.
- /19/ VISION International : Softplotter Intergrated Photogrammetric System's tem's (IPS) brochures, manuals, documents, presentations, A Division of Autometric,USA, 1995.