

FOTOGRAMETRİK YÖNTEMLE TOPOĞRAFİK VEKTÖR HARİTA ÜRETİMİ VE PROJE YÖNETİMİNDE UYULMASI GEREKEN TEKNİK ESASLAR

M. Özbalmumcu

Harita Genel Komutanlığı, Fotogrametri Dairesi Başkanlığı, Planlama Subayı, Doktor Mühendis Albay,
06100 Dikimevi/ANKARA, mahmut.ozbalmumcu@hgk.mil.tr

ANAHTAR KELİMELER: Fotoğraf, Vektör Veri, Fotogrametri, Topoğrafya, Topoğrafik Harita.

ÖZET:

Yeryüzü topoğrafyasının ölçümü, ölçekli olarak çizimi, yerden ve havadan alınan fotoğraflar üzerine izdüşürülmesi ve muhtelif ölçekli topoğrafik haritalarının üretimi, insanlığın asırlardır önemli ilgi, merak ve uğraş alanlarından birisi olmuştur. Topoğrafik harita üretimi başlangıçta tamamen “yersel yöntemler” ya da “klasik yöntemler” olarak isimlendirilen topoğrafik, takeometrik ve jeodezik yöntemlerle gerçekleştirilmiş; müteakiben fotogrametri alanında meydana gelen önemli teknolojik gelişmelere paralel olarak, havadan alınan resimlerle uygulanmaya başlanmış, son zamanlarda “fotogrametrik yöntem” topoğrafik vektör haritalarının üretiminde en çok başvurulan bir yöntem haline gelmiştir. Fotogrametri; yersel kameralarla yerden, uçağa yerleştirilen kameralarla havadan çekilen resimler üzerinde yapılan ölçümlerle yeryüzü topoğrafyasının şekli ve biçimini belirlemeye, arazi yüzeyindeki detayları ve öznelikleri teşhis ederek muhtelif ölçeklerde topoğrafik haritasını üretmeye yarayan bir teknik veya bilim dalıdır. Fotogrametri yöntemi, ışık ve enerji ile ilgili “elektromanyetik spektrum”un görünür ışık dalga boyu bandındaki çok dar bir aralıkta alınan görüntülerle ilgilidir. Görünür ışık dışında kalan farklı dalga boylarına sahip tüm elektromanyetik enerji ve bu bölümde alınan uydu görüntüleri, “uzaktan algılama” tekniğinin ilgi alanına girer. Fotogrametri tekniğinin matematiksel temelleri yaklaşık yüz yıl önce belirlenmiş olup ilk yıllarda yerden alınan resimlerle uygulanmış, 1930’lu yıllardan itibaren hava kameraları ve uçakların geliştirilmesiyle birlikte, hava fotogrametrisi tekniği haritacılık uygulamalarında yersel çalışmaların yerini almaya başlamıştır.

Dünyada ve ülkemizde, orta ölçekli haritalar olarak sınıflandırılan 1/25.000 ve 1/50.000 ölçekli temel harita serilerinin üretiminde; 20’nci yüzyılın başından ortalarına kadar yersel (topoğrafik, takeometrik, jeodezik) yöntemler kullanılmış, yüzyılın ortasından günümüze kadar geçen süreçte çoğunlukla fotogrametri ve kartografya tekniklerinden yararlanılmıştır. Büyük ölçekli haritalar olarak nitelendirilen 1/500–1/10.000 arası ölçeklerdeki (1/500, 1/1.000, 1/2.000, 1/5.000 ve 1/10.000 ölçekli) topoğrafik haritaların üretiminde; 2000’li yılların başlarına kadar çoğunlukla yersel yöntemler kullanılmış, fotogrametride meydana gelen önemli teknolojik gelişmeler neticesinde, 1990’lı yılların ikinci yarısından itibaren fotogrametrik yöntemin kullanımı her geçen gün artmıştır. Günümüzde, büyük ölçekli topoğrafik haritaların üretiminde, harita üretimini yapan veya yaptıran kişi ve kuruluşlar arasında, klasik yöntemler olarak adlandırılan yersel yöntemlerle nispeten daha modern tekniklerin kullanıldığı fotogrametrik yöntemlerin sürekli birbirleriyle mukayese edildiği ve bu konuda zaman zaman önemli tartışmaların yaşandığı, ancak bu tartışmalardan sağlıklı bir sonuca ulaşamadığı gözlenmektedir. Yaşanan bu tartışmalara ilave olarak, orta ölçekli (1/25.000 ve 1/50.000) topoğrafik haritaların üretiminde fotogrametrik yöntemler uzun yıllar boyunca tüm dünyada sorunsuz ve başarılı bir şekilde uygulanmasına rağmen, büyük ölçekli harita üretiminde yalnızca son birkaç yıldan beri kullanılıyor olması, dikkati çeken ve incelenmesi gereken önemli konular arasındadır.

Topoğrafik vektör harita; her bir noktası üç boyutlu koordinatlarıyla tespit edilmiş, ölçeğin gerektirdiği oranda seçilmiş nokta, çizgi ve alan detaylar, detaylara ait öznelikler, bunlara ilave olarak eğim, şev, tarama, dolgu ve yazı gibi yardımcı elemanlardan oluşan bir haritadır. Fotogrametrik yöntemle farklı ölçeklerde topoğrafik vektör haritalarının üretimi ve proje yönetiminde, ilk işlem adımı olan planlama ve hazırlık çalışmalarından başlayarak, son işlem adımı olan sonuç baskılarının yapılmasına kadar geçen süreçte uygulanan her işlem adımında; ilgili yönetmelik, yönerge, talimat ve teknik dokümanlarda belirtilen esasların bire bir uygulanması gerekliliği yanında, her bir işlem adımında uyulması yararlı ve gerekli görülen bazı önemli hususlar, dikkat edilmesi gereken kurallar ve teknik esaslar mevcuttur. Fotogrametrik yöntemle harita üretimi ve proje yönetimi; planlama, jeodezi, uçuş, foto-laboratuvar, fotogrametri, topoğrafya, kartografya, coğrafi bilgi sistemi, veri tabanı ve basım hizmetleri gibi farklı tür ve özellikteki uygulamaların bir araya gelmesinden oluşan, oldukça karmaşık ve aynı zamanda birbirine sıkıca bağlı işlemlerden oluşur. Herhangi bir işlem adımındaki bir hata, eksiklik, gecikme veya yanlış uygulama, diğer tüm işlem adımlarını ve elde edilen sonuç ürünleri, özete projenin başarısını doğrudan etkileyebilmektedir. Fotogrametrik yöntemle elde edilen sonuç ürünlerin ve sayısal harita verilerinin tamlığı, tutarlılığı, güvenilirliği, kalitesi, ölçeğe bağlı konum ve yükseklik doğrulukları büyük önem taşımakta, bu kriterler fotogrametrik yöntemin güvenilirliği ve sürekliliğini doğrudan etkilemektedir.

Bu bildiriye; kurumsal çapta gerçekleştirilen fotogrametrik uygulamalardan ve muhtelif üretimlerden edinilen deneyimlerden de yararlanarak, fotogrametrik yöntem ve tekniklerle hava fotoğraflarının haritacılık uygulamalarında ve topoğrafik harita üretimindeki yeri ve önemi; fotogrametrik yöntemin diğer klasik yersel harita üretim yöntemlerinden olan farklılıkları, üstün ve zayıf tarafları; fotogrametrik yöntemle topoğrafik vektör harita üretiminde uygulanan temel işlem adımları, işlem adımlarında ve özellikle fotogrametrik çalışmalarda dikkate alınması yararlı ve gerekli görülen teknik hususlar ve fotogrametrik proje yönetimine ilişkin temel esaslar hakkında özet bilgiler verilmiş, fotogrametri dışındaki diğer işlem adımlarının teknik esasları hakkında çok fazla ayrıntıya girilmemiş; fotogrametrik yöntemin gelecekte daha fazla yaygınlaşması, sürekliliğinin sağlanması, kalite ve güvenilirliğinin artması açısından, bu aşamada, elde edilen sonuç ürünlerin ve haritaların tamlığı, tutarlılığı, güvenilirliği, kalitesi, konum ve yükseklik doğruluklarının belirlenmesine ihtiyaç olduğu değerlendirilmiş ve konuyla ilgili bazı öneriler sunulmuştur.

1. GİRİŞ

Fotogrametride son on yıl içerisinde meydana gelen en önemli gelişmelerden biri, dijital (sayısal) fotogrametrik kıymetlendirme sistemlerinin harita üretiminde kullanılmaya başlamasıdır. Gerçekten, 1980'li yılların ikinci yarısında "analitik kıymetlendirme" ve "analitik ortofoto (orto-projektör)" sistemlerinin, 1990'lı yılların ortasından itibaren uçuş, hava fotoğrafı çekimi ve fotogrametrik nirengi işlemlerinde "kinematik GPS" yöntem ve sistemlerinin geliştirilmesinden sonra, yüzyılın sonlarında geliştirilen "dijital fotogrametrik kıymetlendirme sistemleri" fotogrametri alanında gerçekten yeni bir çığır açmış ve adeta çağ atlamasına neden olmuştur.

Fotogrametrik yöntemle harita üretiminde, oldukça karmaşık bir yapıya ve kullanım zorluklarına sahip olan klasik stereo fotogrametrik alet ve sistemlerden analog, yarı analitik ve analitik kıymetlendirme aletlerinin günümüzde kullanımdan kalkmış olması ve yerine tamamen sayısal çözümler sunan dijital (sayısal) kıymetlendirme sistemlerinin kullanılmaya başlanması ile birlikte, fotogrametrik problemlerin çözümü de kolaylaşmış, çok sayıda sayısal görüntünün aynı anda ekranda görüntülenebilmesi ve kullanılabilmesi nedeniyle, fotogrametrik nirengi ölçümü ve stereo kıymetlendirmede büyük ilerlemeler kaydedilmiştir (OEEPE, 1996).

Dijital fotogrametrik sistemlerde, özellikle girdi verilerinin taranmış sayısal hava fotoğrafları veya orijinal sayısal uydu görüntüleri olması nedeniyle işlemler daha kolay yapılmaya başlanmış, bu sistemlerde; sayısal formdaki stereo hava fotoğrafları veya uydu görüntülerinden yararlanarak, detay ve eş yükseklik eğrilerinin (münhanilerin) toplanması, topoğrafik vektör harita üretimi, düzenli grid (DEM: Digital Elevation Model) veya düzensiz üçgenleme ağı (TIN: Triangulated Irregular Network) yapısında sayısal arazi modeli (SAM) ve sayısal yükseklik modeli (SYM) verilerinin toplanması, SYM-münhani ve münhani-SYM dönüşümlerinin yapılması, ortofoto ve foto-mozaik üretimlerinin gerçekleştirilmesi olanaklı hale gelmiştir (OEEPE, 1996).

Dijital fotogrametrik sistemlerin kolay kullanılabilirliği, zengin ürün çeşitliliği ve sağladığı diğer pek çok olanaklar yanında, doğruluk, ürün kalitesi ve sistem maliyeti açısından da kullanıcıların beklentilerini karşılayabildiği görülmüş; sözü edilen bütün bu gelişmelerle birlikte, fotogrametrik yöntemler ülkemizde daha kolay anlaşılmasına başlamış ve sonuç olarak kamu ve özel sektör kuruluşları tarafından, özellikle büyük ölçekli topoğrafik vektör harita üretimi projelerinde yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır.

Bütün bu olumlu gelişmelere paralel olarak, fotogrametrik yöntemlerle toplanan verilerin tamlığı, güvenilirliği, doğruluğu, tutarlılığı, hassasiyeti ve kalitesi de irdelenmeye ve sorgulanmaya, özellikle yersel ve fotogrametrik yöntemlerle üretilen vektör haritalar çeşitli kriterlere göre birbirleriyle karşılaştırılmaya başlanmıştır. Doğal karşılanması gereken bu durumla ilgili olarak, fotogrametri ile ilgilenen tüm kişi ve kuruluşlara bu noktada düşen en önemli görevin, yöntemin tüm gerekliliklerini her aşamada eksiksiz bir şekilde yerine getirmek olduğu değerlendirilmektedir.

2. FOTOGRAMETRİK YÖNTEMLE VEKTÖR HARİTA ÜRETİMİ İŞLEM ADIMLARINDA UYULMASI YARARLI VE GEREKLİ GÖRÜLEN TEKNİK ESASLAR

Hangi ölçekte olursa olsun, hava fotoğrafları kullanılarak fotogrametrik yöntemle topoğrafik vektör haritaların üretiminde; ilk işlem adımı olan planlama ve hazırlık çalışmalarından son işlem adımı olan sonuç ürünlerin basım ve çoğaltılmasına kadar geçen süreçte, sırasıyla jeodezi, uçuş, foto-laboratuvar, fotogrametri, topoğrafya, coğrafi bilgi sistemi, veri tabanı ve kartografya alt disiplinlerinde uygulanan temel işlem adımlarında, özellikle fotogrametrik alet ve yöntemlerle gerçekleştirilen çalışmalarda dikkate alınması yararlı ve gerekli görülen önemli hususlar ve teknik esaslar aşağıda ayrıntılı şekilde sunulmuştur (BÖHNBÜY, 2005; HGK, 2006).

2.1. Fotogrametrik Nirengi Amaçlı Görev Planlaması ve Uçuş Planı Hazırlama (Fotogrametri Birimi)

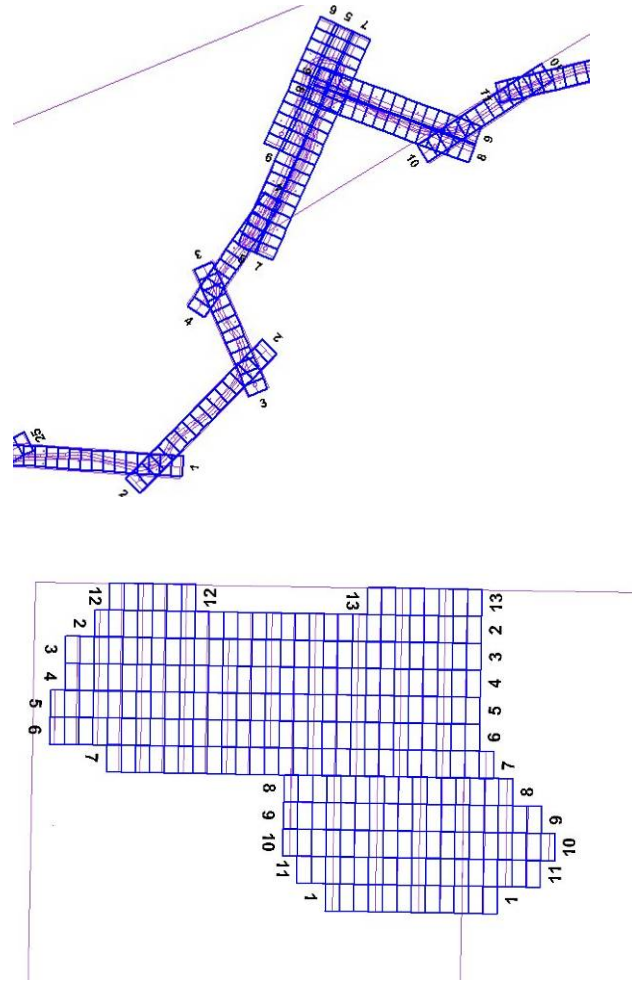
Topoğrafik vektör harita üretiminin ilk aşaması; fotogrametrik planlama, görev hazırlama ve uçuş planı hazırlanması faaliyetleridir. Bu faaliyetler; proje ile ilgili bilgilerin bir araya getirilmesi, hava fotoğrafı çekimi amacıyla iş bölgesi sınırlarının grafik olarak sayısallaştırılması, uçuş ve yer kontrol noktası (YKN, nirengi) planının hazırlanması, uçuş kolonlarının çizilmesi, hazırlanan uçuş planında yer alan grafik ve grafik olmayan bütün bilgilerin disket veya CD'ye kaydedilerek Uçuş Ekibine teslim edilmesi, uçuş sonuç raporlarına göre uçuş bilgilerinin ve kinematik GPS ölçümlerinin kontrol edilmesi işlemleridir. Örnek uçuş planları Şekil-1'de gösterilmiştir.

Fotogrametrik görev planlaması ve uçuş planı hazırlanmasında dikkat edilmesi yararlı ve gerekli görülen hususlar ve teknik özellikler şunlardır;

- Bu aşamada önce, iş bölgesinin sınırları tanımlanmalı ve grafik çizimle sayısal ortama aktarılmalıdır.
- Uçuş ve nirengi planının hazırlanmasında; proje adı, yöneticisi ve sorumlusu, iş bölgesi, kullanılan kameranın özellikleri, fotoğraf ve harita ölçeği, ileri ve yan bindirme oranları, film cinsi, kullanılan datum ve projeksiyon sistemi, sayısallaştırılmış iş bölgesi grafiği, her bir uçuş kolonunun yüksekliği vb. bilgiler belirlenerek, uçuş planlama projesine aktarılmalıdır.
- Fotogrametrik planlama ve uçuş planı hazırlama çalışmalarında kullanılacak altlık haritalar güncel olmalı ve uçuş planı ölçeği projede kullanılacak harita ölçeğine en uygun ölçekte olmalı, planlamada altlık olarak 1/25.000 ölçekli haritaların kullanımı tercih edilmelidir.
- Üretilen harita ölçeği, bölgenin topoğrafik yapısı ve kullanılan kameranın teknik özellikleri dikkate alınarak, uçuş için en uygun fotoğraf ölçeği belirlenmeli ve fotoğraf ölçeği mümkünse harita ölçeğinin 4 katını geçmemelidir.
- İlave talep olmaması halinde, 1/500 ölçekli vektör harita üretimi için 1/3.000–1/3.500, 1/1.000'lik için 1/4.000–1/5.000, 1/2.000'lik için 1/8.000–1/10.000, 1/5.000'lik için 1/16.000–1/18.000, 1/10.000'lik için 1/20.000–1/25.000 ve 1/25.000'lik için 1/35.000–1/40.000 ölçekli hava fotoğrafı çekimi planlanmalıdır (İlk değerler ideal ölçeklerdir).
- Her ölçekte vektör harita üretiminde, özel istekler hariç, ileri bindirme oranı ortalama %60, yan bindirme oranı %30 olarak alınmalı, bindirme oranlarındaki değişim miktarı %10'u geçmemelidir.

- Uygun bir yazılımla uçuş planı hazırlanmasında, planlanan fotoğraf ölçeğindeki değişim miktarı %10'u geçmemeli, bunun sağlanması için uçuş yapılan bölgenin arazi yükseklikleri çok iyi belirlenmeli ve bu amaçla mevcut sayısal yükseklik modeli verilerinden yararlanılmalıdır.
- 1/5.000 ölçekli sayısal vektör harita üretimi amacıyla fotoğraf çekiminde, odak uzaklığı 150 mm ve fotoğraf boyutları 23cm x 23cm olan normal odak uzaklıklı, geniş açılı kameralar kullanılmalı; diğer büyük ölçekli harita üretimi amaçlı fotoğraf çekimlerinde, bölgenin özelliğine göre odak uzaklığı 210–305 mm arasında değişen ve fotoğraf boyutları 23cm x 23cm olan normal ve dar açılı, büyük odak uzaklıklı kameralar kullanılmalıdır.
- Sık ve yüksek yapıların bulunduğu yoğun meskûn alanlarda ve büyük yerleşimlerde, dik ve derin vadilerde, yüksek dağ ve tepelerin olduğu engebeli ve dik arazilerde; 1/5.000'den daha büyük ölçekli harita üretimi çalışmalarında, dar açılı ve büyük odak uzaklıklı (300 mm civarında) kameraların kullanımı tercih edilmelidir.
- Uçuş planlamasında, iş bölgesinin dışında en az 1 model (2 resim) oluşturacak şekilde fotoğraf çekimi planlanmalıdır.
- Uçuş planı hazırlanırken; iş bölgesinin şekli, konumu ve yönü dikkate alınmalı, uçuş kolonlarının doğrultusu mümkün olduğunca doğu-batı veya kuzey-güney yönünde alınmalı, büyük ölçekli çalışmalarda uçuş kolonları olabildiğince paftaların orta çizgileri ile çakışacak şekilde olmalı, maliyet açısından az sayıda kolon uçuşu yapılması göz ardı edilmemeli ve bu amaçla gerekirse çapraz doğrultuda uçuş kolonları planlanmalıdır.
- Kolonların doğrultuları seçilirken; bölgenin şekli yanında, arazinin topoğrafik yapısı, engebe durumu ve yükseklikleri de göz önüne alınmalı, uçuş kolonları dağ veya tepe silsilelerine paralel olacak şekilde seçilmelidir.
- Çok uzun kolonlar oluşturulmamalı, arazinin yapısı, engebe, yükseklik ve detay durumu dikkate alınarak, gerekirse uzun kolonlar bölünmeli ve daha kısa kolonlar şeklinde alınmalı, zorunlu olmadıkça birkaç resimlik çok kısa kolonlar planlanmamalıdır.
- Proje alanının çok büyük olması halinde, bölge tek bir blok şeklinde alınmayıp alt bloklara ayrılmalı ve sınırları belirlenmelidir.
- Uçuş yapılacak alan içerisinde deniz, göl, büyük baraj, geniş yataklı nehir vb. detayların bulunması halinde, planlanan kolonlardaki resim ve modeller arasında bağlantı kaybolacağı için, uçuş planı hazırlanırken bu bölgelerde ilave çapraz kolon uçuşlarına yer verilmeli ve ilave nirengi noktası planlanmalıdır.
- Kinematik GPS'li uçuşlarda, düzgün kare veya dikdörtgen şeklindeki bloklarda blok köşelerinde, çok sayıda kırıklık noktası bulunan bloklarda tüm köşe ve kırıklık noktalarında, düzgün veya değişen bir hat şeklinde uzanan ve ardışık kolonlardan oluşan bloklarda ise her köşe ve kırıklık noktasında, kolonların başlangıç ve bitiş yerlerinde yer kontrol noktası (YKN, nirengi) tesisi planlanmalıdır.
- Kinematik GPS'siz klasik uçuşlarda, her kolonun başlangıç ve bitim yerlerinde 2'şer adet, blok çevresinde fotoğraf çekim bazının 2 katını, blok içinde bazın 4 katını geçmeyecek şekilde yer kontrol noktası planlanmalıdır.
- Kinematik GPS destekli uçuş ve fotogrametrik nirengi çalışmalarında; blok kenarlarına, normal kolonların başlangıç ve sonlarındaki resim ve modelleri kapatacak şekilde, iş bölgesinin şekline göre çapraz (veya dikey) kolon uçuşları planlanmalıdır.
- Çapraz kolonların baş ve son modellerinde, normal kolonlarla ortak alanlarında nirengi noktası planlanmalı ya da normal kolonlardaki nirengiler seçilirken, çapraz

kolonların baş ve sonundaki modellerine 1'er adet nirengi noktasının isabet etmesi sağlanmalıdır (BÖHHBÜY, 2005; HGK-1, 2006; Özbalmumcu, 2006).



Şekil-1: Hat Şeklinde (Üstte) ve Düzgün Blok Şeklinde (Altta) İki Farklı Bölgeye Ait Uçuş Planları ve Kolonları

2.2. Jeodezik Çalışmalar İle Arazide Yer Kontrol Noktası Tesisi (Jeodezi Birimi)

Yapılan uçuş planlamasında yeri, sayısı ve dağılımı grafik olarak işaretlenen yer kontrol noktalarının (YKN, Nirengi) arazide hava işaretlerinin yapılması, kireçlenmesi, tesisi, inşası, klasik veya gelişmiş alet, sistem ve yöntemlerle (GPS gibi) gerekli ölçümlerinin yapılması ve hesapla üç boyutlu koordinatlarının (X,Y,Z) belirlenmesi işlemleridir.

Jeodezik arazi çalışmalarda ve YKN tesisinde dikkat edilmesi yararlı ve gerekli görülen hususlar ve teknik özellikler şunlardır;

- Arazi çalışmasında, uçuş planındaki yerleri uygun olmadığı görülen yeni nirengi noktalarının yerleri, Fotogrametri Birimi ile koordine edilerek mümkün olduğunca iş bölgesinin dış tarafına doğru değiştirilmelidir.
- Nirengi noktalarının hava işaretleri, kullanılan harita ölçeği ile ilgili yönetmelik ve teknik talimatlarda belirtilen şekil ve büyüklükte tesis edilmeli; hava işaretleri mümkün

olduğunca açık alanlara yapılmalı ve çevresinde bina, ağaç gibi görüşe engel teşkil eden detaylar bulunmamalıdır.

- Nirengi noktası yerleri, zemin rengi dikkate alınarak çevresi ile kontrast teşkil edecek renk ve tonlarda ve ölçeğin gerektirdiği şekillerde boyanmalı ya da nokta yerlerine boyalı plakalar takılmalı, açık zeminlerde siyah koyu zeminlerde beyaz boya kullanılmalıdır.
- Hava işaretleri; resimlerde iyi görülebilmesi ve çevresi ile zıtlık oluşturabilmesi amacıyla, ölçeğe göre daire veya kare biçiminde ya da uygun uzunlukta 3 veya 4 kollu olacak şekilde tesis edilmelidir.
- Nirengi noktası ölçümleri, ilgili yönetmelik ve talimat esaslarına uygun olarak yapılmalı ve hata sınırını aşan ölçüler tekrarlanmalıdır.
- Tesis edilen nirengi noktalarının konum ve yükseklik doğruluğu, koordinat hataları ilgili yönetmelik ve teknik talimatta belirtilen sınırlar içerisinde olmalı, hata sınırını aşan ölçüler yenilenmelidir.
- Yapılan kireçleme çalışmalarının hava ve iklim koşullarından etkilenerek bozulmaması için, kireçleme çalışmaları biten bölgeler hızla Uçuş Ekibine bildirilmeli ve uçuşun zamanında gerçekleştirilmesi sağlanmalıdır.
- Arazide tesis edilen her nirengi noktası (YKN) için bir "Yer Kontrol Noktası Krokisi" hazırlanmalıdır.
- Maliyet tasarrufu açısından, iş bölgesine giren her cins eski nirengi noktasından azami ölçüde istifade edilmelidir.
- Yeterli görüşe sahip olmayan arazi kesimlerinde, bina çatısında veya ağaç üzerinde uygun biçimde hava işaretleri yapılabilir, bu durumda işaret, yersel ölçmelerle yakınındaki noktalara bağlanır ve koordinatları belirlenir.
- Nirengi noktalarının kireçleme çalışmaları sırasında planlanan nirengi noktası yerlerinin arazide kontrollü ve kolay bir şekilde bulunabilmesi için, Jeodezi Birimi elemanlarınca el GPS'lerinin kullanılması yararlıdır.
- Nirengi noktalarının ölçümü ve koordinatlarının belirlenmesinde, gelişmiş GPS alet, yöntem ve sistemlerinin kullanılması uygundur (BÖHHBÜY, 2005; HGK-1, 2006; Özbalmumcu, 2006).

2.3. Uçuş Yapılması ve Hava Fotoğrafi Çekimi (Uçuş Birimi/Ekibi)

Fotogrametrik görev planlama aşamasında hazırlanan ve sayısal ortamda (disket veya CD'de) temin edilen uçuş planına uygun olarak, uçta yerleştirilmiş klasik veya sayısal (dijital) hava kameraları ile GPS'siz veya uçakta ve yerde kullanılan GPS alıcıları ile kinematik GPS'li uçuş yapılması ve proje alanını (iş bölgesini) örten hava fotoğraflarının çekilmesi, uçuş bilgilerinin sayısal ortama kaydedilmesi, yapılan kinematik GPS ölçümlerinin uygun bir yazılımla kontrol edilmesi ve işlenmesi, rulo hava filmlerinin banyo işlemlerinden sonra tespit edilen eksik ve hatalı uçuşların yenilenmesi işlemleridir. Resim uçuşu ve bindirmeli hava fotoğrafı çekiminin temel prensibi Şekil-2'de gösterilmiştir.

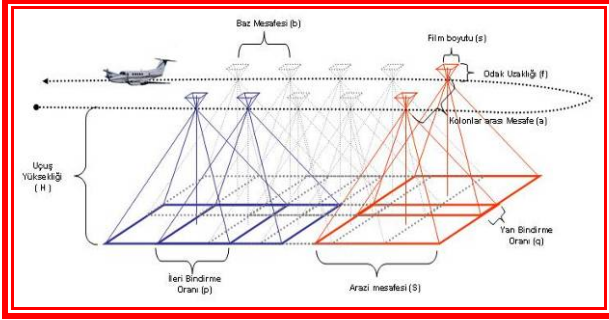
Uçuş yapılması ve hava fotoğrafı çekiminde dikkat edilmesi yararlı ve gerekli görülen hususlar ve teknik özellikler şunlardır;

- Uçuş görevi ve hava fotoğrafı çekimi; hazırlanan uçuş planına ve bölgenin hava ve iklim koşullarına uygun olarak Nisan ile Eylül ayları arasında, bulutsuz ve açık havalarda, yerel öğle zamanından yaklaşık 2 saat önceki ve sonraki zaman aralığında ve güneşin uygun yükseklik açılarında olduğu zamanlarda yapılmalıdır.

- Hava kameraları her uçuş mevsiminden önce kurum olanakları ile kontrol edilmeli, azami 5 yılda bir (ideali 3 yıl) fabrika düzeyinde bakımı ve kalibrasyonu yapılmalı ve uçuş sırasında kalibre edilmiş kameralar kullanılmalıdır.
- Klasik uçuş yerine kinematik GPS'li uçuş yapılması ve fotoğraf çekimi tercih edilmeli, uçuşların planlanan şekilde gerçekleştirilmesi ve uygun navigasyon yapılabilmesi için GPS kontrollü uçuş sisteminden yararlanılmalıdır.
- Kinematik GPS'li uçuş sırasında, uçakta ve yerde aynı tipte GPS alıcıları kullanılmalı ve alıcılarla eş zamanlı kinematik GPS ölçümleri yapılmalıdır.
- Kinematik GPS'li uçuşta, yerdeki GPS alıcısı ideal olarak iş bölgesinin içinde veya çok yakınındaki bir bölgede uçak ile arasındaki mesafe 100 km'yi geçmeyecek şekilde, mümkünse iş bölgesinin yaklaşık ortasında ve koordinatları bilinen nirengi noktası üzerinde kurulmalıdır.
- Normal açılı kameralarla fotoğraf çekiminde, kameralarda görüntü yürümesini düzeltici bir sistem bulunmalıdır.
- Kullanılan kamera merceğinin ışınal distorsiyonu, fotoğrafın hiçbir yerinde 10 mikrometreyi geçmemelidir.
- Yerdeki GPS alıcısının uçaktaki alıcıdan önce kayda başlaması ve ondan sonra kaydı bitirmesi sağlanmalı, uçuş süresince her iki GPS alıcısı da sürekli açık tutularak veri kaydı yapılmalıdır.
- Farklı bir talep olmaması halinde, 1/25.000 ölçekli harita üretimi için GPS veri toplama aralığı 1.0 saniye, diğer büyük ölçekli (1/500-1/10.000 arası) harita üretimleri için 0.5 saniye alınmalı, her 2 alıcıda da aynı GPS veri toplama aralığı seçilmelidir.
- Fotoğraf alımı sırasında, yapılan tecrübe amaçlı resim çekimleri, fotoğraf çekilmeden yapılan kamera testleri, kullanılan GPS alıcısı türüne uygun sinyal numarası ve sinyal zamanı, fotoğraf numaraları ile uyumlu olacak şekilde kaydedilmelidir.
- Fotoğraf alımından hemen sonra GPS kayıtları ve kolon ölçümleri uygun bir yazılımla kontrol edilmeli, özellikle çekilen fotoğraf sayısı ile kaydedilen zaman verilerinin (time-tag) uyumlu olması sağlanmalı ve hatalı kolonların çekimi yenilenmelidir.
- Aynı anda gözlenen uydu sayısı 4'ten az olmayacak şekilde GPS ölçümü yapılmalı, 4'ten az uyduya yapılmış gözlem sayısının 50'den fazla olması halinde, ilgili session (gözlem süresi)'daki fotoğraf çekimleri yenilenmelidir.
- Uçuş esnasında yerdeki ve uçaktaki GPS alıcılarının uygun çalışıp çalışmadığı sürekli kontrol edilmeli, uçuş ekibi ile yer GPS ekibi arasında sürekli iletişim tesis edilmelidir.
- Uçuş kontrol yazılımı ile eksik uçuşlar kontrol edilerek tamamlanmalı ve hatalı uçuşlar yenilenmelidir.
- Fotoğraf çekimleri mümkünse blok bazında gerçekleştirilmeli ve aynı bloktaki tüm uçuşlar azami 4 hafta içerisinde tamamlanmalıdır.
- Proje alanında kar, buz, sis, pus, bulut, gölge gibi olumsuz koşulların mevcut olması halinde uçuş yapılmamalıdır.
- Hava kamerası, çekim anında otomatik pozlama modunda kullanılmalı ve mümkünse kamera operatörü tarafından kameraya ve ayar değerlerine müdahale edilmemelidir.
- Fotoğraf çekimi sonrası rulo filmlerin Foto-Laboratuvar Biriminde banyosu yaptırılarak, uygun ışık, renk ve ton özelliklerine sahip olmayan rulo hava filmlerine ait kolonların uçuşları yeniden yapılmalıdır.
- Kinematik GPS veri işleme sonucu elde edilen koordinatlar GPS sinyal anının (resim orta noktası veya kamera izdüşüm merkezinin) yaklaşık koordinatları olup, normal koşullarda kaydedilen zaman verilerinin (GPS sinyallerinin) sayısı ile çekilen resimlerin sayısı aynı olmalı, bu amaçla GPS alıcısı ile kamera arasındaki

bağlantı kabloları ve soketleri çekim anında sürekli kontrol edilmeli, bunun için gerekli düzenleme yapılmalıdır.

- Resim çekiminde, mevsim durumu ve iş bölgesindeki günlük hava ve iklim koşulları dikkatle izlenmelidir.
- Kamera operatörü tarafından uçuşla ilgili bilgiler dikkatle tutulmalı, deneme amaçlı sinyallerin hangi kolonlarda ve kaçar adet olduğu düzgün bir şekilde kaydedilmelidir (BÖHHBÜY, 2005; HGK-2, 2006).



Şekil-2: Uçuş Yapılması ve Hava Fotoğrafı Çekimi Prensipleri

2.4. Foto-Laboratuvar İşlemleri (Foto-Laboratuvar Birimi)

Stereo fotogrametrik yöntemle sayısal vektör haritaların üretimi için ihtiyaç duyulan ve çekimi yapılan farklı cins ve özellikteki rulo hava filmlerinin (siyah/beyaz negatif, renkli negatif, renkli pozitif, infrared pozitif film gibi), foto-laboratuvar amaçlı film banyosu, fotoğraf kart ve diapositif baskılarının yapılması işlemleridir.

Foto-laboratuvar işlemlerinde dikkat edilmesi yararlı ve gerekli görülen hususlar ve teknik özellikler şunlardır;

- Film ruloları, özellikle renkli ve infrared filmler, stok için önceden alınmamalı ve talep olduğunda temin edilmelidir.
- Hava filmleri ve banyo malzemeleri (kimyasalları) yeni, taze ve yüksek kontrastlık sağlayıcı özellikte olmalı, miadını doldurmuş bayat film, malzeme kullanılmamalıdır.
- Her cins filmin banyosunu yapmak için, klasik sistem yerine mümkünse otomatik banyo cihazı kullanılmalıdır.
- Siyah/beyaz ve renkli filmlerin banyosu için ayrı cihazlar kullanılmalı ve her film kendi cihazında banyo edilmelidir.
- Filmler ve banyo malzemeleri uygun ısı, ışık ve saklama koşullarında muhafaza edilmelidir.
- Banyo kimyasalları fabrikasyon değerlerine uygun ısı aralıklarında hazırlanmalı, kimyasallar banyo cihazının ilgili bölümlerine (rak bloğu/merdane bloğu) konurken, banyo cihazındaki ısı kullanılan filmler için fabrikasyonda tanımlanan ısı değerlerine ayarlanmalıdır.
- Rulo hava filmleri (özellikle renkli ve infrared) mutlaka soğutma tertibatı bulunan ortamda muhafaza edilmelidir.
- Banyo öncesi hazırlanan kimyasalların banyo için uygunluğunu kontrol etmek için, önce bir "film kontrol şeridi" test amaçlı banyo işlemine tabi tutulmalı, elde edilen banyo değerleri "densitometre" cihazında ölçülmeli ve banyo değerleri fabrikasyon değerlerine ulaşıncaya kadar banyo kimyasallarındaki ısı değeri ve film hızları ayarlanarak en uygun banyo koşulları sağlanmalıdır.
- Rulo filmin tamamı banyo edilmeden önce, 2-3 pozluk küçük bir film parçası deneme (tecrübe) banyosu işlemine tabi tutulmalı, bu denemeden uygun sonuçlar alındıktan sonra rulo filmin tamamının banyosu gerçekleştirilmelidir.

- Rulo filmler ışıktan tamamen arındırılmış karanlık odada banyo cihazına yerleştirilmelidir.
- Rulo hava filmlerin banyosu, kart ve diapositif baskıları, uygun ısı ve ışık koşullarına sahip ortamda yapılmalıdır.
- Foto-laboratuvar amaçlı banyo işlemleri biten filmler, ışıklı masada çıplak gözle tek tek kontrol edilmelidir (BÖHHBÜY, 2005; HGK-4, 2006; Özbalmumcu, 2006).

2.5. Hava Fotoğraflarının Taranması (Fotogrametri Birimi)

Foto-laboratuvar amaçlı banyo ve baskı işlemlerinden sonra, her bir fotoğrafın veya rulo hava filminin hassas fotoğraf tarayıcıda yeterli hassasiyette taranarak sayısallaştırılması ve bu verilerin, sayısal (dijital) fotogrametrik kıymetlendirme sistemlerinde fotogrametrik nirengi ölçümü ve stereo kıymetlendirme çalışmalarında kullanılan bir veri kaynağı haline getirilmesi işlemleridir.

Hava fotoğraflarının taranmasında dikkat edilmesi yararlı ve gerekli görülen hususlar ve teknik özellikler şunlardır;

- Hava fotoğraflarının taranması amacıyla; fotogrametrik tarayıcı sınıfına giren, donanım ve yazılım itibarıyla rulo film tarama yeteneğine sahip, yüksek hassasiyetli fotoğraf tarayıcıları kullanılmalıdır.
- Kullanılan fotoğraf tarayıcının geometrik doğruluğu ve eksen duyarlılığı 3 mikrometreden (mikrondan) daha iyi olmalı ve asgari 10 mikrondan (5 veya 7.5 mikron olması da tercih edilebilir) başlayarak değişen duyarlıklarda (10, 20, 50, 100, 250 mikron vb.) tarama yapabilmelidir.
- Tarama sonucu elde edilen görüntüye ait piksellerin büyüklüğü 30 mikrondan daha büyük olmamalı ve çözünürlük asgari 8 bit (256 gri düzeyi) olmalıdır.
- Tarama duyarlılığı seçilirken, verilerin depolanmasında kullanılan sistemlerin disk kapasiteleri dikkate alınmalıdır.
- Tarama işleminde, pozitif film yerine mümkün olduğunca banyosu yapılmış negatif rulo filmler kullanılmalıdır.
- Sistemin kendi iç ayarlarını yapabilmesi (self kalibrasyon, self test), ısı ve ışık koşullarının istenilen seviyeye gelebilmesi için, tarayıcı açıldıktan sonra asgari 20 dakika beklenmeli ve ardından tarama işlemine başlanmalıdır.
- Tarayıcıda rulo filmin bulunduğu alt ve üst camlar temiz ve bakımlı olmalıdır.
- Rulo hava filmleri hassas fotoğraf tarayıcıya uçuş yönünde takılmalı, tarama yönü uçuş yönü ile aynı olmalıdır.
- Rulo filmin emülsiyonlu yüzeyi üste gelecek şekilde tarayıcıya yerleştirilmelidir.
- Tek tek diapositiflerin taranması yerine, mümkünse rulo hava filmlerin otomatik olarak taranması tercih edilmelidir.
- Taramadan önce tarama ön ayarları sisteme girilerek, rulo filmin seçilen ilk fotoğrafında filmin tamamı için geçerli olabilecek ışık, renk ve ton ayarlarının yapılması amacıyla, düşük hassasiyette bir ön tarama işlemi uygulanmalıdır.
- Kullanılan yazılım yardımıyla, manuel, yarı otomatik veya mümkün olduğunca otomatik işlemlerle siyah/beyaz ve renkli filmlerin histogram değerleri ayarlanmalı ve uygun görüntü kalitesine sahip fotoğraflar elde edilmelidir.
- Ön tarama işlemi uygulanan görüntüden bölgenin genelini temsil edebilecek küçük bir alan seçilerek, bu alanın tarama işlemi gerçekleştirilmeli ve tarayıcı ayarlarında buna göre gerekli düzeltmeler yapılmalıdır.
- Daha sonra, seçilen bu küçük alanın normal taraması yapılmalı ve taramanın sonucu genel görüntü üzerinde kontrol edilmeli, en uygun görüntü özellikleri sağlanıncaya

kadar ön tarama işlemine devam edilmeli ve elde edilen sonuç ayar değerleri sistemde kaydedilerek saklanmalıdır.

- Rulo filmin tamamının taranması işlemlerine, burada belirtilen ön tarama işlemleri tamamlandıktan ve istenilen sonuçlar elde edildikten sonra başlanmalıdır.
- Rulo film tek seferde, sürekli ve kesiksiz biçimde taranmalı, filmdeki tüm resimler için aynı ışık, renk ve ton değerleri elde edilmelidir.
- Zaman sınırlaması nedeniyle taramayı kesmek gerekirse, bu takdirde daha önce saklanan başlangıç resminin ışık, renk ve ton ayarları rulo filmin müteakip bölümlerinin taranmasında da kullanılmalıdır.
- Farklı bir talep olmadığı sürece, 1/500–1/10.000 arası büyük ölçekli topoğrafik vektör ve ortofoto harita üretimleri için hava fotoğraflarının 14–21 mikron arasında, 1/25.00 ölçekli harita üretimi için 20–21 mikron çözünürlükte taranması ile uygun sonuçlar elde edilebilir.
- Ortofoto harita üretiminde, hava fotoğraflarının vektör haritaya oranla daha yüksek çözünürlükte taranması yararlı ve gerekli olabilir (BÖHHBÜY, 2005; HGK–1, 2006; Özbalmumcu, 2006).

Hassas fotoğraf tarayıcıda taranarak sayısal hale getirilmiş bir hava fotoğrafı Şekil-3'te gösterilmiştir.



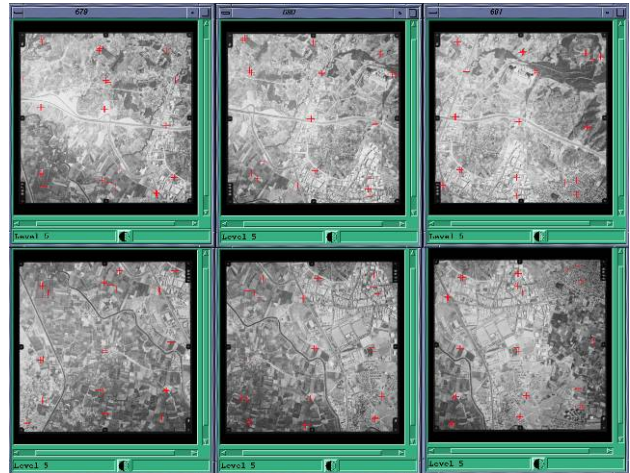
Şekil-3: Taranarak Sayısallaştırılmış Bir Hava Fotoğrafı

2.6. Fotogrametrik Nirengi Ölçümü (Fotogrametri Birimi)

Hassas fotoğraf tarayıcıda taranarak sayısal hale getirilmiş olan ardışık ve bindirmeli hava fotoğraflarının düşük piksel çözünürlüğünde görüntü piramitlerinin ya da düşük çözünürlüklü veri setlerinin oluşturulması, her bir fotoğrafın manuel veya otomatik yöntemle iç yönlentmesinin yapılması, resimlerin ve kolonların bindirme alanlarında seçilen yeterli sayı ve dağılımdaki model ve kolon bağlama noktaları ile yer kontrol noktalarının, blok dengeleme yazılımı ile uyumlu olacak şekilde, resim (veya model, kolon) koordinatlarının ölçülmesi işlemleridir.

Fotogrametrik nirengi ölçümünde dikkat edilmesi yararlı ve gerekli görülen hususlar ve teknik özellikler şunlardır;

- Fotogrametrik nirengi ölçümlerinde mümkünse dijital fotogrametrik sistemlerden yararlanılmalı, ancak zorunlu hallerde analitik sistemler kullanılmalıdır.
- Fotogrametrik nirengi ölçümü öncesinde, tüm fotoğrafların uçuş yönünde tarandığı sistemde kontrol edilmelidir.
- Sayısal hava fotoğraflarının iç yönlentmesinde, en az 4 köşe markasının ölçümü yapılmalıdır (İç yönlentme yapılması ile ilgili olarak, 2.9 bölümünde ayrıntılı bilgiler verilmiştir).
- Fotogrametrik nirengi ölçümünde; bir proje içerisinde mümkünse aynı numaralandırma sistemi kullanılmalı, seçilen model ve kolon bağlama noktaları otomatik olarak numaralandırılmalı, nirengi noktalarında ise kendi orijinal numaraları kullanılmalıdır.
- Her sayısal görüntünün orta hizasına gelecek şekilde, üstünde, ortasında ve altında en az 2'şer adet bağlama noktası ölçülmeli; bağlama noktaları seçilirken özellikle küçük, belirli, keskin ve net görülebilen detaylar ve ayrıntılar tercih edilmelidir.
- Model ve kolon bağlama noktaları mümkün olduğunca çok görüntüde görülebilecek şekilde seçilmeli, bir görüntüde seçilen ve ölçülen bağlama noktası bu noktayı içeren diğer tüm görüntülerde de ölçülmelidir (Şekil-4'te fotogrametrik nirengi ölçümüne ait küçük bir örnek verilmiştir).
- Bağlama noktaları ölçümünde, manuel ölçüm yanında özellikle yarı otomatik ölçme tekniği de kullanılmalı, bu durumda yerleri sistem tarafından otomatik olarak belirlenen bağlama noktalarının kontrolleri iyi yapılmalı ve görülen kayıklıklar manuel olarak düzeltilmelidir.
- Bağlama noktaları seçiminde, arazide hareket halindeki nesnelerin (yollardaki araçlar gibi) ölçülmemesine dikkat edilmelidir.
- Yapılan tüm fotogrametrik nirengi, bağlama ve YKN ölçümleri ile ardından yapılan blok dengeleme sonuçları, ilgili uzman ve deneyimli personel tarafından kontrol edilmeli, görülen eksiklik ve hatalar giderilmelidir.
- Fotogrametrik nirengi ölçümlerinde, bağlama ve nirengi noktaların ölçümünde manuel ve yarı otomatik ölçü yöntemleri kullanılmalı, çok fazla editleme gerektirmesi nedeniyle ful otomatik bağlama noktası ölçümü yöntemi tercih edilmemelidir (BÖHHBÜY, 2005; HGK–1, 2006).



Şekil-4: Hava Fotoğrafları İle Fotogrametrik Nirengi Ölçümü

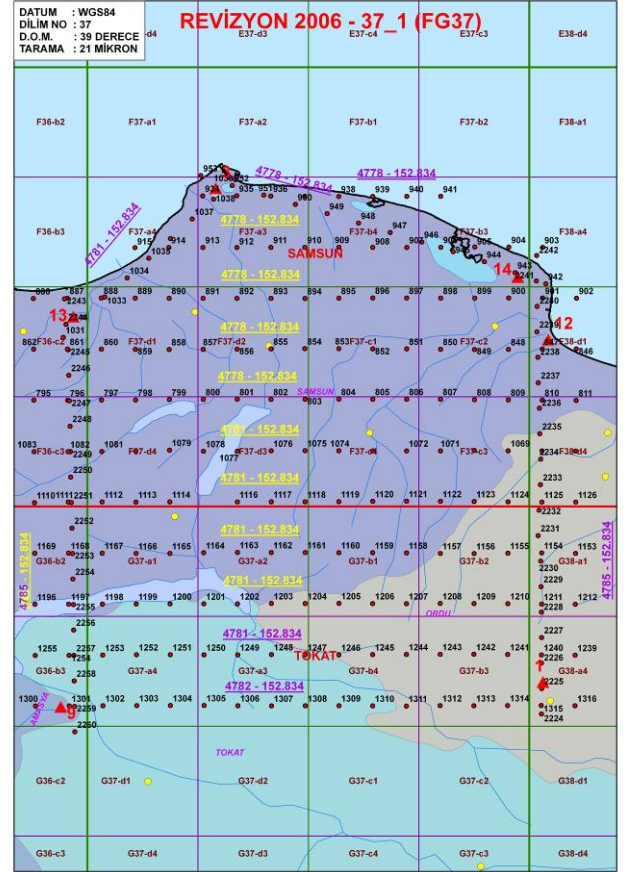
2.7. Fotogrametrik Nirengi Amaçlı Blok Dengeleme (Fotogrametri Birimi)

Dengelemenin maksimum iterasyon sayısı, yaklaşma değeri, iç yöneltme elemanlarının doğruluğu, nirengi ve bağlama noktalarının ölçüm hataları (0.5 pikselden daha iyi olacak şekilde), koordinat hataları, yer küreselliği etkisi ve diğer ilave parametrelerin belirlenerek sistemde tanımlanması; kullanılan dengeleme modeline uygun olarak, yapılan resim (veya model, kolon) koordinatı ölçümlerinin, kinematik GPS ölçüm ve değerlendirme sonuçları ve yer kontrol noktalarının üç boyutlu arazi koordinatları (X,Y,Z) ile birlikte, uygun bir dengeleme yazılımı kullanılarak fotogrametrik nirengi blok dengelemesinin yapılması, sonuçların analizi, eksik ve hatalı ölçümlerin yenilenmesi, hesaplama sonucunda her bir resmin 6 adet ya da modelin 12 adet dış yöneltme bilinmeyenini ile tüm ölçülen model ve kolon bağlama noktalarının üç boyutlu arazi koordinatlarının (X,Y,Z) belirlenmesi işlemleridir.

Fotogrametrik blok dengelemede dikkat edilmesi yararlı ve gerekli görülen hususlar ve teknik özellikler şunlardır;

- Blok dengeleme modeli için, kinematik GPS ölçümlerini kullanabilen ışın demetleriyle blok dengeleme yazılımı tercih edilmelidir (Dengeleme modeli, kolon veya model ölçümlerine dayalı da olabilir)
- Fotogrametrik nirengi ölçümleri ile blok dengeleme modeli uyumlu olmalı, ışın demetleriyle blok dengeleme yazılımı kullanılması halinde, sayısal görüntülerde seçilen bağlama noktaları ile nirengilerin resim koordinatları ölçümlenmelidir.
- Kaba hatalı ölçülerle, dengelemenin doğruluğunu etkileyen ve hata sınırını aşan bağlama noktası ölçülerinin ayıklanması ve atılmasında, bağlama ölçümlerinin blok içerisindeki dağılımları kontrol edilmelidir.
- Ayıklama sonrasında boşluk oluşan veya yeterli düzeyde ölçü bulunmayan bölgelerde bağlama ölçümleri tekrar yapılmalıdır.
- Ayıklanması gereken bir ölçünün nirengi noktasına ait olması durumunda, o bölgede kullanılacak başka nirengi noktası yoksa bu ölçümler hemen atılmamalı, tekrar gözden geçirilerek doğruluğu kontrol edilmeli ve gerekirse ölçümleri yenilenmelidir.
- Yapılan kontrollerde ölçümler doğru olmasına karşın dengeleme sonucunun hatalı çıkması halinde, nirengi noktalarının arazi koordinatları tekrar kontrol edilmeli ve görülen yazım hataları düzeltilmelidir.
- Bütün kontrollerin sonucunda hatanın devam etmesi halinde, bu bölgedeki tüm model ve kolon bağlama noktalarının ölçümleri tekrar edilmeli, gerekli hallerde ilave bağlama noktaları seçilmeli ve her seferinde blok dengeleme hesabı yeniden yapılmalıdır.
- Blok dengeleme sonucunda, birim ağırlıklı ölçünün karesel ortalama hatası (koh), ilgili yönetmelik ve teknik talimatlarda belirtilen hata sınırları içinde olmalı; elde edilen koordinat hataları resim ölçeğinde 8 mikronu geçmemeli, bağlama noktalarına getirilen düzeltme miktarı bunun 3 katından fazla olmamalıdır (BÖHHBÜY, 2005; HGK-1, 2006; Özbalmumcu, 2006).

Gerçekleştirilen kinematik GPS'li uçuş ve hava fotoğrafı çekimi sonuçlarının uygun bir veri işleme ve değerlendirme yazılımı ile proses edilmesi neticesinde, bloktaki tüm resimlerin orta noktalarının (resim çekim noktaları veya kamera izdüşüm merkezleri) hesaplanan koordinatlarına göre grafik gösterimi Şekil-5'te sunulmuştur.



Şekil-5: Kinematik GPS Ölçümlerine Göre Hesaplanan Bir Bloktaki Tüm Resim Orta Noktalarının Grafik Görünüşü

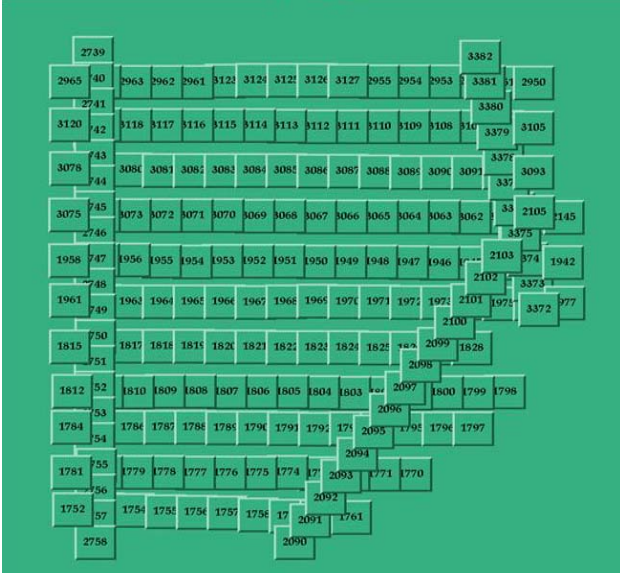
2.8. Fotogrametrik Proje Oluşturulması (Fotogrametri Birimi)

Sayısal (dijital) fotogrametrik kıymetlendirme sistemleri ve iş istasyonlarında kıymetlendirmeye başlamadan önce, iş bölgesine ait projenin oluşturulması ve yönetimi, projede kullanılacak veri türleri, geometrik modelin seçimi, projeksiyon sistemi (UTM, TM, coğrafi gibi) ve datumun (ED-50, WGS-84 gibi) tanımlanması, gerekli proje parametreleri (dilim numarası, dilim orta meridyeni, ölçek faktörü vb.), blok bilgileri ve datum dönüşüm parametreleri ile tesis edilecek yer kontrol noktalarının özelliklerinin tanımlanması, kamera kalibrasyon bilgileri ve yer kontrol noktası koordinatlarının sisteme girilmesi işlemleridir. Bindirmeli hava fotoğraflarıyla yapılan fotogrametrik nirengi ölçümleri sonucu oluşan dengelenmiş bir blok Şekil-6'dadır.

Fotogrametrik proje oluşturulmasında dikkat edilmesi yararlı ve gerekli görülen hususlar ve teknik özellikler şunlardır;

- İş bölgesine ait vektör verilerin toplanması ve sayısal harita üretimi için projenin oluşturulması aşamasında; farklı talep olmadığı sürece, ölçeğin gerektirdiği biçimde ve ilgili yönetmelik ve talimatlarda belirtildiği şekilde, 1/500-1/10.000 arası ölçeklerde vektör harita üretimlerinde TM, 1/25.000 ölçekli üretimlerde UTM projeksiyon sistemi kullanılmalı, datum olarak ED-50 veya WGS-84 datumlarından birisi seçilerek sistemlerde tanımlanmalıdır.

- Üretim sonrası veri dönüşümlerinde herhangi bir hata yapılmaması için, projenin oluşturulması sırasında Türkiye genelinde kullanılan ED-50 dönüşüm parametreleri başlangıçta sisteme girilmelidir.
- Daha ziyade “TIF” formatında taranarak sayısallaştırılmış görüntüler kullanılan yazılımın kendi iç formatına dönüştürülmeli, tarama işleminden sonra düşük çözünürlük düzeylerinden başlanarak piramit seviyesi en düşük çözünürlükte 5 olacak şekilde görüntü piramitleri (image pyramid) veya indirgenmiş çözünürlüklü veri setleri (reduced resolution data set; RRDS) oluşturulmalıdır (HGK-3, 2006).



Şekil-6: Hava Fotoğrafları İle Oluşturulmuş ve Dengelemesi Yapılmış Bir Blok

2.9. Fotogrametrik İç Yöneltilme ve Dış Yöneltilme İşlemleri (Fotogrametri Birimi)

Fotogrametrik nirengi ölçümü ve blok dengeleme işlemlerinden sonra, fotogrametrik stereo kıymetlendirmeye geçmeden önce, proje alanına giren bütün sayısal hava fotoğraflarının 0.5 pikselden daha yüksek çözünürlükte iç yöneltilmelerinin yapılması ve her resmin köşe markalarının ölçülmesi; dış yöneltilme elemanlarının, daha önce yapılan fotogrametrik nirengi ölçümü ve blok dengeleme sonuçlarından alınarak mevcut projeye ve kıymetlendirme sistemlerine aktarılması işlemleridir. Eğer proje alanına giren fotoğraflar kullanılarak fotogrametrik nirengi ölçümü ve blok dengelemesi daha önceden yapılmamışsa, belirtilen işlemler bu aşamada gerçekleştirilir.

Fotogrametrik iç ve dış yöneltilmelerin yapılmasında dikkat edilmesi yararlı ve gerekli görülen hususlar ve teknik özellikler şunlardır;

- Taranmış sayısal hava fotoğraflarının iç yöneltilmesinde, projede tanımlanan kamera ile fotoğraf çekimi yapılan kameranın aynı olmasına dikkat edilmeli, kamera kalibrasyon raporundan alınan ve sisteme girilen kamera bilgileri kontrol edilmelidir.
- Taramaya başlamadan önce, sayısal hava fotoğrafları bilgisayar ekranında çıplak gözle kontrol edilmeli,

görüntülerde sıkça rastlanan satır kayması vb. tarama hatalarının olmamasına dikkat edilmeli, hatalı olduğu görülen hava fotoğrafları yeniden taranmalıdır.

- Fotoğraflar sisteme uçuş yönünde konmalı ve iç yöneltilmede en az 4 köşe markasının ölçümü yapılmalıdır.
- Her bir görüntünün iç yöneltilme doğruluğu tarama çözünürlüğünün yarısı olan 0.5 pikselden daha iyi olmalı, bu değeri aşan köşe noktası ölçümleri tekrar edilmelidir.
- İç yöneltilme ile piksel koordinatlarından fotoğraf koordinat sistemine 2 boyutlu dönüşümde, köşe markalarındaki ölçüm hatası ve ölçülerin ortalama hatası 7 mikronu ve hiçbir noktadaki hata 10 mikronu geçmemelidir.
- Sayısal hava fotoğraflarının iç yöneltilmeleri manuel veya otomatik olarak yapılmalı, iç yöneltilmenin otomatik yöntemle yapılması halinde sonuçlar çıplak gözle kontrol edilmeli ve hatalı görüntüler ve köşe markalarının ölçümleri manuel olarak düzeltilmelidir.
- Manuel ölçümlerle iç yöneltilme sonucu düzeltilmeyen değerler varsa, görüntü tekrar taranarak iç yöneltilmesi yeniden yapılmalıdır.
- Dış yöneltilme verileri, fotogrametrik nirengi ölçümü ve blok dengeleme sonuçlarından yararlanarak sisteme aktarılmalı ve tüm resimlerin dış yöneltilme işlemi gerçekleştirilmelidir (BÖHHBÜY, 2005; HGK-3, 2006).

2.10. Stereo Modellerin Oluşturulması (Fotogrametri Birimi)

Proje alanına giren sayısal hava fotoğraflarının fotogrametrik iç ve dış yöneltilme işlemlerinin tamamlanmasından sonra, sistem ve yazılım olanaklarıyla her bir fotoğrafın kontrastlık ve parlaklık ayarlarının yapılması, görüntü zenginleştirme işlemlerinin gerçekleştirilmesi, ardışık resim çiftlerinin çözümlenen iç ve dış yöneltilme parametreleri yardımıyla iş bölgesine ait tüm stereo modellerin oluşturulması ve stereo modellerdeki paralaksların kontrol edilmesi işlemleridir.

Stereo modellerin oluşturulmasında dikkat edilmesi yararlı ve gerekli görülen hususlar ve teknik özellikler şunlardır;

- İç ve dış yöneltilme işlemleri tamamlanan sayısal hava fotoğraflarının görüntü kalitesi çıplak gözle kontrol edilmeli, kalitenin düşük olduğu durumlarda; görüntü işleme sistemindeki uygun bir yazılımla görüntü zenginleştirme, histogram ve kontrastlık dengelemesi, renk ve ton ayarlaması işlemleri uygulanarak görüntülerin kalitesi artırılmalıdır.
- Oluşturulan stereo modellerde veri toplama işlemlerine başlamadan önce, modelde seçilen 5-10 adet noktada üç boyutlu koordinat ölçümleri yapılmalı ve bu noktalardaki ortalama hata, fotogrametrik blok dengeleme ile bulunan karesel ortalama hatanın (koh) 3 katını geçmemelidir.
- Ardışık resim çiftleriyle tüm proje alanı için oluşturulan stereo modellerde paralaks olup olmadığı uzman ve deneyimli kıymetlendirme operatörleri tarafından kontrol edilmeli, modellerde görünen paralaks giderilmeden kesinlikle stereo kıymetlendirme işlemine başlanmamalıdır (BÖHHBÜY, 2005; HGK-3, 2006).

2.11. Stereo Kıymetlendirme ile Sayısal Vektör Harita Üretimi (Fotogrametri Birimi)

Oluşturulan stereo modellerde sürekli üç boyutlu görüntüleme yapılarak, proje alanına giren paftalara ait sayısal vektör verilerin ilgili yönetmelik ve teknik talimatlarda belirtilen kriterlere, sembollere ve özel işaretlere uygun olarak üç boyutlu (X,Y,Z) sayısallaştırılması, eş

yükseklik eğrilerinin (münhanilerin) kıymetlendirilmesi, yükseklik (kot) noktalarının çizimi, detaylara ait öznitelik bilgilerinin toplanması ve sayısal vektör harita dosyalarının oluşturulması işlemleridir.

Stereo kıymetlendirme ve vektör harita üretiminde dikkat edilmesi yararlı ve gerekli görülen hususlar ve teknik özellikler şunlardır;

- Fotogrametrik yöntemle stereo kıymetlendirmede, mümkün olduğunca dijital (sayısal) fotogrametrik sistemler kullanılmalı, ancak zorunlu hallerde analitik alet ve sistemlerden yararlanılmalıdır.
- Stereo kıymetlendirme ile sayısal verilerin toplanmasında; ölçeğin gerektirdiği nokta, çizgi ve alan detaylar ile eş yükseklik eğrileri, ilgili yönetmelik, teknik talimat ve detay-öznitelik kodlama katalogunda belirtilen detay kodu, sembolü, renk ve çizgi tipleri ile sayısallaştırılmalıdır.
- Eş yükseklik eğrileri ile gösterilemeyen düz arazilerde, yerleşim yerleri arasındaki düz ve boş alanlarda, arazideki karakteristik noktalarda (tepe, boyun, kokurdan, höyük, şev üstü, şev altı gibi) yükseklikler kot noktaları ile gösterilmeli, büyük ölçekli harita üretimi çalışmalarında yollar üzerine belirli sıklıkta kot noktaları atılmalıdır.
- Üç boyutlu detay sayısallaştırmasında; nokta, çizgi ve alan detay şeklindeki grafik verilerin yön kavramına dikkat edilmeli, ilgili detay-öznitelik kodlama katalogunda belirtilen sayısallaştırma yönüne göre çizilmelidir.
- Bir nokta veya çizgi detayın başka bir detay ile çakışması gereken durumlarda, detay birleşim yerlerinde boşluklar bulunmamalı, yazılımdaki mevcut çizgi yakalama yöntemleri (snap tekniği) kullanılarak detayların mutlaka birbirleriyle çakışması sağlanmalıdır.
- Stereo modelde yan yana ve birbirine çok yakın bulunan çizgi detayların kıymetlendirilmesinde, kartografik gösterimleri dikkate alınmadan görülebilen bütün detaylar ölçeğin gerektirdiği şekilde sayısallaştırılmalıdır.
- Bir çizgisel detayın başka bir çizgisel detayla uç uca olması veya kenarı ile birleşmesi gereken durumlarda, birleşme yerinde boşluklar ve çapaklar (under-shoot, over-shoot) bulunmamalıdır.
- Tek bina tek ağaç, tek çalı gibi nokta detayların kıymetlendirilmesi sonucunda, bu detayların birbirleri ile çok bitişik çıkması ve birbirinden ayrılabilmesi ya da çizim sonucu kapladığı alanların tek bir renge dönüşmesi, bu detaylar arasında kalan diğer detayların teşhis edilmesinde zorluklarla karşılaşılması halinde, bu detaylar alan detay olarak değerlendirilmeli ve çizilmelidir.
- Stereo fotogrametrik kıymetlendirmede, alan detay şeklindeki büyük binalar dış çatı sınırlarından ve köşe noktalarından sayısallaştırılmalıdır.
- Yapılan tüm stereo kıymetlendirme sonuçları ve üretilen sayısal vektör harita verileri, model yönelmeleri; veri doğruluğu, bütünlüğü, tutarlılığı, tamlığı ve yükseklik verilerinin doğruluğu uzman ve deneyimli kıymetlendirme operatörleri tarafından kontrol edilmeli, görülen eksiklik ve hataların giderilmesine çalışılmalıdır.
- Vektör haritada yer alan belirli bir genişliğe sahip çizgi detayların (yol, kanal vb.), harita ölçeği de dikkate alınarak veri tabanı mantığı ve yapısına uygun şekilde detayın ortasından, tek hat olacak şekilde ve hiçbir kesintiye uğratılmadan (baştan sona kadar tek parça halinde) kıymetlendirilmesi, müteakiben yapılacak veri tabanı işlemlerinde büyük kolaylık sağlar.
- Vektör haritada gösterilen alan detayların (bina, bağlık, meyvelik vb.), veri tabanı mantığı ve yapısına uygun

olarak kapalı poligon şeklinde ve poligonu oluşturan çizgilerin kesintisiz ve tek parçalı olacak şekilde kıymetlendirilmesi, daha sonraki veri tabanı işlemlerinde kolaylık sağlayabilir.

- Bir alan detayın bir çizgi detayla veya başka bir alan detayla ortak sınıra sahip olması durumunda, ortak sınırın, her iki detay grubunda da kendi detay özellikleri ile yer alması veri tabanı işlemlerini kolaylaştırabilir (BÖHBBÜY, 2005; HGK-3, 2006).

2.12. Fotogrametrik Vektör Verilerin Kontrolü ve Editlenmesi (Fotogrametri Birimi)

Önceden belirlenmiş kriterlere, ilgili yönetmelik ve teknik talimatlarda belirtilen esaslara bağlı kalmak koşuluyla, fotogrametrik stereo kıymetlendirme ile toplanmış sayısal vektör harita verilerinin pafta bazında birleştirilmesi, detaylara ait detay kodu, katmanı, rengi, çizgi tipi, çizgi kalınlığı vb. bilgilerin, detay özniteliklerinin ve eş yükseklik eğrilerinin kontrolü, görülen hataların düzeltilmesi, eksikliklerin giderilmesi, gerekli veri düzenleme, editleme ve pafta kenarlaşmalarının yapılması, gerekirse kâğıt çıktıları alınarak son kontrollerin ve gerekli düzeltmelerin yapılması, paftanın genel görünüm ve nefasetinin sağlanarak kartografik çalışmalara, veri tabanı işlemlerine ve basıma hazır hale getirilmesi işlemleridir. Şekil-7’de, stereo fotogrametrik yöntemle üretilen ve editleme işlemleri tamamlanmış olan örnek bir sayısal vektör harita paftası gösterilmiştir.

Fotogrametrik vektör veri editleme ve düzeltmede dikkat edilmesi yararlı ve gerekli görülen hususlar ve teknik özellikler şunlardır;

- Sayısal vektör verilerin editlenmesinden önce, fotogrametrik, topoğrafik, kartografik işlemler ve veri tabanı uygulamaları için gerekli format dönüşümleri ve veri düzenleme çalışmalarının yapılması yararlıdır.
- Fotogrametrik yöntemle toplanan vektör verilerin detay kodu, katmanı, rengi, çizgi tipi, kalınlığı vb. bilgilerinin uygunluğu kontrol edilmelidir.
- Eş yükseklik eğrileri ve kot noktalarının yükseklik değerlerinin doğruluğu kontrol edilmelidir.
- Alan detayların birer poligon şeklinde kendi içine kapanmaları sağlanmalıdır.
- Sayısal vektör verilerin pafta kenarlaşmaları yapılmalı ve görülen kenarlaşma hataları giderilmelidir.
- İlgili teknik esaslara ve kriterlere uygun olarak, örnekleme yöntemiyle sayısal verilerin “kalite kontrolü” yapılmalıdır.
- Sayısal vektör harita verilerinin, coğrafi veri tabanı (CVT) mantığı ve yapısında kıymetlendirilmesi ve gerekli veri editleme ve düzenleme çalışmalarının yapılması uygundur.
- Sayısal pafta verilerinin kâğıt çıktılarının alınarak son kontrollerinin yapılması, buna göre verilerin editlenmesi ve düzenlenmesi uygun bir çözüm yoludur (BÖHBBÜY, 2005; HGK-3, 2006).



Şekil-7: Fotogrametrik Yöntemle Üretilmiş ve Editleme İşlemleri Tamamlanmış Bir Vektör Harita

2.13. Topoğrafik Arazi Bütünlemesi (Topoğraf Birimi/ Ekibi)

Stereo fotogrametrik yöntemle kıymetlendirme, editleme ve düzeltme işlemleri tamamlanmış sayısal vektör haritaların; araziye uygulanıp benzerlik derecesinin incelenmesi ve hatalarının düzeltilmesi, kıymetlendirme sırasında görülemeyen ve yorumlanamayan pafta bölümlerinin ve eksik detayların arazi ölçümleriyle tamamlanması, fotoğraf alım tarihinden topoğrafik bütünleme yapılmasına kadar geçen süre içerisinde arazide meydana gelen değişikliklerin tespit edilerek ölçülmesi, arazide mevcut olmayan ancak kıymetlendirilerek çizilmiş detayların iptal edilmesi, detayların cinsi, özellikleri ve özniteliklerinin belirlenmesi, ilgili yönetmelik ve teknik talimatlara uygun olarak doğal ve yapay detaylarla ilgili isimlendirme ve isim güncelleme çalışmalarının yapılması, özetle paftanın eksiksiz duruma getirilmesi amacıyla yapılan çalışmalardır.

Topoğrafik arazi bütünlemesinde dikkat edilmesi yararlı ve gerekli görülen hususlar ve teknik özellikler şunlardır;

- Fotogrametrik yöntemle üretilen her ölçekteki (1/500–1/25.000 arası) topoğrafik haritalar, mutlaka topoğrafik arazi bütünlemesine tabi tutulmalıdır.
- Topoğrafik bütünlemede kullanılan veri toplama ve bütünleme sistemlerinde (GPS/GIS seti, total station, elektronik takeometre vb.); üretilen harita ölçeği ile ilgili yönetmelik ve talimatlarda belirtildiği şekilde, 1/500–1/10.000 arası büyük ölçekli vektör harita üretimlerinde TM, 1/25.000 ölçekli çalışmalarda UTM projeksiyon sistemi kullanılmalı, datum olarak ED-50 veya WGS-84 datumlarından birisi seçilerek sistemlerde tanımlanmalıdır.
- Topoğrafik bütünleme sırasında, fotogrametrik yöntemle kıymetlendirilmiş detayların ve doğal arazi şekillerinin eş

yükseklik eğrileriyle uyumu kontrol edilmeli ve görünen hatalar düzeltilmelidir.

- Eksik, hatalı veya yeni olduğu belirlenen detaylar, üç boyutlu koordinatları (X,Y,Z) ile sayısal olarak toplanmalı ve vektör veri dosyasına kaydedilmelidir.
- Nokta, çizgi ve alan detay şeklindeki grafik verilerin yön kavramına dikkat edilmeli, detaylar sayısallaştırma yönüne ve gösterim şekline uygun olarak toplanmalıdır.
- Bütünlemede detayların grafik verileri yanında, bütün öznitelik bilgileri (yol cinsi, kanal genişliği, baca-kule-anten yüksekliği, orman cinsi, ağaç boyları vb.) de sayısal olarak toplanmalıdır.
- Topoğrafik bütünleme ile veri toplamada, fotogrametrik yöntemde kullanılan tüm nokta, çizgi ve alan detay kodları, sembolleri, renk ve çizgi tipleri kullanılmalı, bütünleme sonucunda toplanan sayısal topoğrafik veriler fotogrametrik verilerle birleştirilmeli ve uyumu sağlanmalı, bu amaçla ihtiyaç duyulan tüm veri dönüşümleri yapılmalıdır.
- Bütünleme sırasında; büyük ölçekli harita üretimi amacıyla yapılan stereo kıymetlendirmede, dış çatı sınırlarından ve köşe noktalarından sayısallaştırılan alan detay şeklindeki büyük binaların çatı payları ölçülmelidir.
- Topoğrafik bütünleme ile toplanan vektör verilerin mevcut sayısal verilerle uyumu kontrol edilmeli, görülen uyumsuzluklar ve hatalar giderilmeli, editleme, düzeltme ve pafta kenarlaşmaları yapılmalıdır.
- Topoğrafik bütünleme çalışmalarında, mümkünse doğrudan sayısal veri toplama yapan GPS/GIS veri toplama sistemleri, elektronik takeometre, total station vb. gelişmiş alet, cihaz ve sistemlerin kullanılması uygundur.
- Arazi koşulları nedeniyle yanına gidilemeyen veya gidilmesine gerek duyulmayan, uzaktaki nokta detayları (kule, baca, su deposu, tek bina vb.) ölçmek için, mümkünse lazerli mesafe ölçme sistemlerinin kullanılması ve mevcut veri toplama sistemine eklenmesi uygundur.
- Bütünlemede; detaylar, yükseklik verileri ve öznitelik bilgilerinin veri tabanı mantığı ve yapısında toplanması, müteakip çalışmalarda kolaylık sağlar (HGK-4, 2006).

2.14. Veri Tabanı İşlemleri (Veri Tabanı Birimi)

Fotogrametrik kıymetlendirme, topoğrafik bütünleme, editleme, düzeltme ve düzenleme çalışmaları tamamlanmış sayısal vektör haritada mevcut tüm detay ve öznitelik bilgilerinin veri tabanında bir araya getirilmesi, yapılandırılması, detaylara ilgili öznitelik bilgilerinin atanması amacıyla yapılan işlemlerdir. Veri tabanı işlemleri; kullanıcı talepleri de dikkate alınarak, fotogrametrik veri toplama ve topoğrafik bütünleme çalışmalarının hemen ardından, genellikle fotogrametrik çalışmaların yapıldığı bir ortamda ve onunla eş zamanlı olacak şekilde, yer yüzeyine ilişkin gerçek bilgileri gösteren söz konusu veriler çok fazla değiştirilmeden birleştirilir. Veri tabanı işlemleri, görselliğin ön planda tutulduğu, baskıya yönelik hazırlıkların yapıldığı kartografik çalışmalardan bağımsız ve ayrı gerçekleştirilir.

Veri tabanı çalışmalarında dikkat edilmesi yararlı ve gerekli görülen hususlar ve teknik özellikler şunlardır;

- Sayısal vektör veriler veri tabanında, nokta, çizgi ve alan detaylar şeklinde ve mümkünse üç boyutlu koordinatlarıyla (X,Y,Z) yer almalıdır.
- Detayların birleşme yerlerinde yakalama modu (snap) kullanılarak komşu detayların çakışması sağlanmalıdır.

- Bir alan detayın bir çizgi detayla veya başka bir alan detayla komşu ve ortak sınıra sahip olması durumunda tekrar sayısallaştırma yapılmamalı, komşuluk ilişkileri sağlanarak ortak sınır her iki detay grubunda da kendi detay özellikleri ile yer almalı, ortak sınır üzerindeki nokta koordinatları aynı olmalı, değilse manuel işlemlerle koordinatların aynı olması sağlanmalıdır.
- Vektör haritada yer alan belirli bir genişliğe sahip çizgi detaylar (yol, kanal vb.), veri tabanı mantığı ve yapısına uygun olarak detay ortasından, tek hat olacak şekilde ve kesintiye uğratılmadan (baştan sona kadar tek parça halinde) veri tabanına yerleştirilmelidir.
- Vektör haritadaki alan detaylar (bina, bağlık, meyvelik vb.), veri tabanı mantığı ve yapısına uygun olarak kapalı poligon şeklinde kendi içine kapanmalı, poligonu oluşturan çizgiler kesintisiz ve tek parça şeklinde olmalı, değilse bu hale getirilmelidir.
- İç içe alan detaylar birbirini örtmemeli, detaylarda örtme sorunu olmamalı ve iç içe konumda bulunan detayların tamamı veri tabanında gösterilebilmelidir.
- Hangi konumda ve özellikte olursa olsun, her detay veri tabanında yalnızca tek bir sayısal veri kümesi ile temsil edilmeli, diğer bir ifadeyle vektör veriler veri tabanında yalnızca bir kez yer almalıdır.
- Sayısal vektör verilere ilgili öznitelik değerleri atanmalı ve veri tabanında beraberce görüntülenebilmelidir.
- Oluşturulan veri tabanı, vektör veriler kullanılarak çeşitli sorgulamalar yapılmasına olanak sağlamalıdır.

2.15.Kartografik İşlemler (Kartografya Birimi)

Stereo fotogrametrik yöntemle kıymetlendirme, topoğrafik bütünleme, editleme ve düzeltme işlemleri tamamlanmış vektör haritaların; format ve boyut dönüşümleri, çeşitli kartografik veri düzenleme, editleme, gerekli hallerde detay kaydırma ve abartma işlemlerinin yapılması, her bir detayın kartografik sembol kütüphanesindeki farklı bir detay kodu, renk ve sembol ile tanımlanması, pafta kitabesi içerisine giren tüm doğal ve yapay detayların isimleri, yöre, mevki, dere, tepe, yerleşim yeri isimleri ile pafta kitabesi dışında yer alan tüm bilgilerin kartografik veri tabanı yapısında sayısal olarak birleştirilmesi işlemleridir. Kartografik işlemlerde; fotogrametrik kıymetlendirme ve veri tabanı işlemlerinden farklı olarak, haritaların ve sonuç ürünlerin görşelliği daha fazla ön planda tutulur, bu aşamada baskıya yönelik ürünlerin hazırlanması temel esastır. Bu çalışmalar; kullanıcı talepleri de dikkate alınmak suretiyle, fotogrametrik veri toplama ve topoğrafik bütünleme çalışmalarının hemen ardından, fotogrametrik veri toplama ve editleme çalışmalarının yapıldığı bir ortamda veya farklı bir yerde, genellikle veri tabanı çalışmalarından bağımsız ve ayrı gerçekleştirilir.

Kartografik işlemlerde dikkat edilmesi yararlı ve gerekli görülen hususlar ve teknik özellikler şunlardır;

- Kartografik işlemlerin yerine getirilmesinde, pafta kitabe içi ve kitabe dışı tüm kenar bilgilerinin oluşturulmasında, üretilen harita ölçeğinin gerektirdiği tüm kurallara, ilgili yönetmelik ve teknik talimat esaslarına uyulmalıdır.
- Kartografik olarak sayısal ortamda sunuma ve baskıya hazırlanan bir haritada; haritanın kitabe içindeki tüm nokta, çizgi ve alan detaylar, detaylara ait yazılar ile kitabe dışındaki başlık, lejant, kenar bilgileri, grafikler ve bunlara ait yazılar, ölçeğin gerektirdiği şekilde, ilgili yönetmelik ve teknik talimatlara uygun olarak haritada yer almalı; belirtilen tüm kitabe içi ve dışındaki yazıların tipi, yeri,

büyüklüğü ve yönü, mevcut detaylarla uyumlu olmalı ve kolay okunabilmelidir.

- Üretilen sayısal vektör harita verileri ile ilgili yapılan tüm kartografik çalışmaların sonuçları; detay sembolleri ve özel işaretlerin ulusal standartlara ve ilgili yönerge ve talimatlara uygunluğu, pafta kenarlaşmaları, pafta çizgileri, pafta adı, indeksi ve çerçeve bilgileri, yükseklik bilgileri ve eş yükseklik eğrileri ile sonuç çizimler kontrol edilmeli, görülen eksiklik ve hataların giderilmesine çalışmalıdır.
- Pafta içerisine giren nirengi ve kot noktalarının altına yükseklikleri yazılarak gösterilmeli, özellikle paftanın kenar bölümlerinde kalın münhani, ince münhani ve ara münhanilerin üzerine yünde, sıklıkta ve renkte yükseklik değerleri yazılmalıdır (BÖHHBÜY, 2005; Özbalmumcu, 2006).

2.16.Basım ve Çoğaltma İşlemleri (Matbaa/Basım Birimi):

Stereo fotogrametrik yöntemle üretimi ve kartografik işlemleri tamamlanmış sayısal vektör harita paftalarının, tüm kitabe içi ve dışı bilgilerinin kontrol edilmesi, baskıya hazır hale getirilmesi, renkli olarak basılması ve istenen sayıda çoğaltılması işlemleridir. Kartografik çalışmaların devamı niteliğinde olan topoğrafik vektör haritaların baskıya hazırlanması, baskılarının yapılması ve çoğaltılması işlemleri, haritacılığı dışında ayrı bir meslek disiplini ilgilendirdiğinden, burada ayrıntısına girilmemiştir.

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Fotogrametri; matematiksel temelleri yaklaşık yüz yıl önce atılmış olan, belirli temel prensiplere ve esaslara dayalı olarak uygulanan, doğru, güvenilir ve hassas bir ölçme, yorumlama, konum belirleme, çizim ve gösterim tekniğidir.

Fotogrametri alanında son yıllarda önemli teknolojik gelişmelerin meydana gelmesi nedeniyle fotogrametriye olan ilgi her geçen gün artmış; fotogrametrik yöntemler, yıllardır başarıyla sürdürülen 1/25.000 ölçekli topoğrafik harita üretimi ve revizyonu yanında, son dönemde 1/500–1/10.000 arası büyük ölçekli harita üretiminde de ülkemizde ve tüm dünyada yaygın biçimde kullanılmaya başlanmıştır.

Bu teknolojik gelişmeler içerisinde; hava fotoğrafı çekimi, uçuş navigasyonu ve fotogrametrik uygulamalarda kullanılan “kinematik GPS” tekniği ile sayısal vektör harita, sayısal yükseklik modeli, ortofoto harita ve foto-mozaiiklerin üretiminde kullanılan “dijital (sayısal) fotogrametrik stereo kıymetlendirme sistemleri”nde meydana gelen gelişmeler en önemli olanlardır (OEEPE, 1996).

Fotogrametri alanındaki gelişmelerin belirtilen konularla sınırlı kalmayacağı ve aralıksız biçimde devam edeceği; özellikle dijital (sayısal) hava kameralarının kullanımının yaygınlaşacağı, hava fotoğrafı çekiminde uçaklara yerleştirilen dijital kameralarla doğrudan sayısal formda siyah/beyaz, renkli ve infrared görüntülerin alınması yanında, ikinci bir kamera veya algılayıcı sistemin uçağa monte edilerek çok bantlı (multispektral) görüntülerin ve araziye ilişkin sayısal yükseklik modeli verilerinin doğrudan uçuş sırasında toplanabileceği, fotogrametri alanında bunlara ilave olarak diğer birçok gelişmenin daha yaşanabileceği beklenmektedir (ZKÜ, 2006)

Hâlihazırda ülkemizde ve dünyada çok sayıda fotogrametrik proje ve çalışmanın yürütüldüğü, büyük çaplı ortofoto ve vektör harita üretimi projelerinin fotogrametrik yöntemle gerçekleştirilmeye çalışıldığı, fotogrametrik yöntemler ve muhtelif cins ve ölçekte hava fotoğraflarının kullanımı yanında, uzaktan algılama teknikleri ve uydu görüntülerine olan talepte de adeta bir patlamanın yaşandığı görülmektedir.

Bütün bu olumlu gelişmelerin, fotogrametri ve uzaktan algılama tekniklerine olan yoğun talebin fotogrametrinin daha fazla gelişmesine olumlu katkılar yapabileceği düşünülmektedir. Ancak fotogrametrik yöntemle toplanan verilerin, üretilen topoğrafik vektör ve ortofoto haritaların tamlığı, güvenilirliği, tutarlılığı, doğruluğu, hassasiyeti ve kalitesinin istenilen seviyede olması gerektiği de unutulmaması gereken en önemli konulardan birisidir.

Fotogrametrik yöntemle veri toplama ve harita üretiminin her aşamasında yapılacak hassas kontrollerle burada sözü edilen kullanıcı beklentilerinin tümünün karşılanabileceği; ancak üretilen sonuç ürünlerde ilgili yönetmelik ve teknik talimatlarda belirtilen kriterlerin ve teknik esasların tamamının karşılanamaması ve her aşamada gerekli kontrollerin yeterli düzeyde yapılmaması halinde, fotogrametrik yöntemler hakkında zaman içerisinde sınırlı düzeyde de olsa bazı olumsuz düşüncelerin ortaya çıkabileceği değerlendirilmektedir. Bu noktada yapılması gereken en önemli şey, fotogrametri tekniği ve biliminin bizlere sunmuş olduğu sınırsız imkânlardan azami ölçüde istifade etmeye çalışmak ve haritacılık mesleğinde fotogrametrinin yaklaşık yüz yıldır süregelen saygınlığını herkesin katkı ve desteğiyle devam ettirmektir.

Kaynakça:

BÖHHBÜY, 2005, “*Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği*”, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM), Ankara.

HGKS 125-1, 2003, “*Haritacılık Terimleri Sözlüğü*”, Harita Genel Komutanlığı Matbaası, Dikimevi, Ankara.

HGK-1, 2006, “*Fotogrametrik Nirengi ve Görev Hazırlama Çalışmalarına İlişkin Teknik Esaslar*”, Harita Genel Komutanlığı, Ankara.

HGK-2, 2006, “*Kinematik GPS İle Havadan Fotoğraf Alımı Çalışmalarına İlişkin Teknik Esaslar*”, Harita Genel Komutanlığı, Ankara.

HGK-3, 2006, “*Fotogrametrik Kıymetlendirme ve Veri Düzenleme Çalışmalarına İlişkin Teknik Esaslar*”, Harita Genel Komutanlığı, Ankara.

HGK-4, 2006, “*Foto-Laboratuvar İşlemleri ve Topoğrafik Arazi Bütünlemesi Çalışmalarına İlişkin Teknik Esaslar*”, Harita Genel Komutanlığı, Ankara.

Kraus, K., 1992, “*Photogrammetry Volume-1: Fundamentals and Standard Processes Of Photogrammetry*”, Fourth Edition, Ferd.Dümmler Verlag Publication, Vienna, Austria.

Kraus, K., 1997, “*Photogrammetry Volume-II: Advanced Methods And Applications Of Photogrammetry*”, Fourth Edition, Ferd.Dümmler Verlag Publication, Vienna, Austria.

OEEPE, June 1996, “*Workshop On Application Of Digital Photogrammetric Workstations*”, European Organisation for Experimental Photogrammetric Research, OEEPE Official Publication, No: 33, Enschede, Netherlands.

Özbalımcu, M., 2006, “*Fotogrametri-3 Ders Notları*”, Harita Yüksek Teknik Okulu (HYTO), Harita Genel Komutanlığı, Dikimevi, Ankara.

ZKÜ-2’inci Eğitim Kursu, Kasım 2006, “*Sayısal Hava Kameraları ve Lazer Tarayıcıları Özel Konulu Uzaydan Harita Yapımı 2’nci Eğitim Kursu*” Notları ve Dokümanları, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak.