

ULUSLARARASI FOTOGRAFETRİ BİRLİĞİ  
KOMİSYON IV

HARİTALARIN REVİZYONU  
ÜZERİNE SEMPOZYUM 24 - 26 EYLÜL 1974

MEVCUT TOPOĞRAFİK HARİTALARIN KONTROLU İÇİN ANALİTİK BİR  
FOTOGRAFETRİ METODU

A.Lacommé Lahourguette  
J.Denegre

Çeviren: Em.Müh.Alb.F.UZEL  
Fransa (IGN)de Mühendisler

(Istitut Geographique National)

Ö Z E T :

Yeni hava fotoğraflarının çekilmesi eski fotogrametrik kıymetlen-  
dirmenin kontrol edilmesine genel olarak imkân sağlıyorsa yeniden kıymet-  
lendirme yapılmasına pek lüzum kalmayacaktır. Rome Air Devalopment Center  
tarafından ilk olarak ortaya atılan ve IGN tarafından denemesi yapılan  
yöntem; münferit fotoğraflardan yararlanarak, eski kıymetlendirmeden alı-  
nan sayısal arazi modelinin uzayda kestirilmesi suretiyle yeterli sayıda  
kontrol noktasının yeni koordinatlarının hesabından ibarettir. Böylece  
tek bir camdan ve arazi modelinden yararlanan ortoprojeksiyona benzeyen  
bir yöntem uyarınca eski kıymetlendirmenin homojenliğini kontrol etmek  
mümkün olmaktadır.

Sunulan bildirinin esasını aşağıdaki üç bölümdeki açıklama teşkil  
etmektedir:

1.Revizyon ve kontrol işlemlerinde birçok ortak nokta mevcuttur,  
gerçekten genel hatlarıyla topografik haritaların revizyonundan amaç:

- Yeni bilgi kaynaklarından yararlanarak harita üze-  
rinde bulunmayan yeni ayrıntıların, yada eski ayrıntılardan kısmen deği-  
miş olanların dökümünü yapmak,

- Mümkün olan en büyük incelikle harita üzerindeki yerlerin tayini  
ve tesbit etmektir.

Eğer bu yöntem yeni yada değişmiş ayrıntılara değilde kıyaslama i-  
çin (daima yeni bilgi kaynaklarına dayanarak) alınan değişmemiş eski ay-  
rıntılara uygulandığı zaman harita üzerinde yeni yapılan yer tayinleri  
(ki bunlar ekleriyle kolayca karşılaştırılabilir) çok doğru sonuç veren  
bir kontrol sağlamış olur.

Bütün mesele yeni yapılan yer tayininin eskisinden daha geçerli o-  
lacağından emin bulunabilmektir. Biraz sonra göreceğiz ki, yerine getiril-  
mesi kolay bazı şartlara uyularak burada açıklanan analitik fotogrametri  
metodu bu işe imkân sağlayacaktır.

2. İkinci açıklama komputer (ordinatör)in ve analitik metodların  
rolü ile ilgilidir:

Kartoğrafik ayrıntıların sayısal olarak yeni yerlerine konması iş-  
lemi bu ayrıntıların grafikolarak transkripsiyonuna imkân vermektedir.

Bu raporun yazarları analog kıymetlendirme tekniğinden çok otomatik çizim tekniklerine aşına olarak başlangıçta revizyonlu paftanın çizimini kısmen otomatikleştirmeye imkân verecek bir analitik revizyon metodunu inceleme zorunluluğunu duydular.

Gerçekten bu metod ancak revizyonu yapılacak haritanın bütünüyle sayısal durumda bulunursa yararlanılabilir gibi göründü. Ayrıca haritanın ilk yayımı ile birinci revizyonu arasında geçen zaman yeni veya değişikliğe uğrayan detay miktarının genellikle çok sayıya ulaşmasına neden oluyordu. Böyle büyük miktardaki verilerin oldukça ağır olan hesap işlemleriyle halledilmesi gereken özel durumlarıyla kompüterle çalışmak pek gerekçeli görülmemiştir. Bu bakımdan iş, haritanın revizyonu için değil kontrolü için gerekli bir metodun incelenmesi şeklinde ihtiyatla biraz küçük ölçüde tutuldu. Eski detaylardan dikkatlice seçilmiş olanlardan bu kısmının otomatik bir çizimle hazırlanmış bir kalkın eski harita üzerine konması suretiyle gözle kıyaslaması yapılabilmektedir.

3. Üçüncü açıklama "Rome air development center" (RADC) tarafından ortaya konan ve Uluslararası Kartoğrafya birliğinin Ottawa Kongresinde (61972) tanıtılan metodun gördüğü ilgi ile ilişkilidir. RADC Kartoğrafyada edinilen tecrübeler" adlı raporunda hava fotoğraflarının aşağıdaki şekilde teker teker kullanılması için öngörülen bir programlar zincirini anlatıyordu:

- Çekim anında her bir perspektif ışın demetinin konumu ve tevcihi (orientation)

- Buradan üzerinde çakışılan hedefi belirten perspektif ışınların mevkini ve tevcihini sağlamak,

- Bu perspektif ışınların (bilindiği ve o zaman için değişmediği kabul edilen) sayısal kabartma model ile kestirilme hesabı ki buda aranan noktanın koordinatlarını vermektedir.

Anlaşılacağı üzere, bu programlar için gerekli bilgiler şunlardır:

- Haritaya alınması istenen noktaların fotoğraf koordinatları,

- Bunlara tekabül eden arazinin sayısal modeli

Bu bakımdan metod ne bir fotogrametrik kıymetlendirme aletine (sadece bir komparatore) nede arazi üzerinde bir "stereo-preparation"a ihtiyacı göstermektedir. (Dayanak noktalarının mevcut haritadan alabileceğimize göre) RADC'nin mühendislerinin yazdıklarına göre "elde edilen hassasiyet normal bir harita için istenilen derecede olmuştur."

Institut Geographique National (IGN) de bu metodun iyi sonuç verdiğini anlamak üzere RADC'nin uyguladığı prensipler dahilinde deneme yapılması eğilimi duyuldu. Deneme aşağıdaki şartlar içinde yapıldı:

- Eski dokümanlar, 1/40.000 ölçekli fotoğraflardan yararlanarak hazırlanmış ve arazi üzerinde bir fotoğraf tarafından bütünlümlenmiş 1/25.000 ölçekli fotogrametri metoduyla yapılmış orijinal (orijinal üzerinde çalışmak suretiyle kartoğrafik redaksiyon yüzünden ortaya çıkabilecek kaçınılmaz değişiklikler giderilmektedir.)

- Yeni dokümanlar, yeni bilgi kaynakları şüphesiz en son çekilen ve mümkün olabilen en yüksek hassasiyetin elde edilebileceği en büyük ölçekteki hava fotoğraflarıdır. IGN tarafından ele alınan iki örnekte söz

konusu olan fotoğraflar yaklaşık 1/30.000 dir. (eski fotoğraflar 1/40.000 ölçekte idi.)

- Dayanak noktaları ve kontrol noktaları (yeryüzünde); bu noktaların koordinatları, fotoğraflar ve harita üzerinde foto identifikasyonları yapıldıktan sonra stereokomparator üzerinden ölçülmüşlerdir; bir mono komparatörden (01 mm sonuç veren) bir koordinatograftan, fotoğrafik yolla 5 defa büyütülerek (böylece 20 mm.lik sonuç elde edilebilecektir.) yararlanılabilecektir. Haritanın koordinatları eski kıymetlendirilmiş orijinal üzerinden koordinatografin delikli bandından çıkarılarak elde edilmiştir.

- Arazinin sayısal modeli; bu model eski düzeç eğrilerinin (harita üzerindeki rakamlara göre çizilmiş olan) sayısal değerlere dönüştürülmesi ile elde edilmiş karakteristik noktalarla belirlenmiş, dolayısıyla yuvarlak rakımlardan meydana gelen gayrı muntazam bir serpiştirme meydana çıkmıştır. RADC'deki gibi hesaplanmış noktalardan meydana gelen muntazam bir çerçeve vasıtasıyla değil, doğrudan doğruya bir serpiştirme modeli meydana getirmiştir. Elde edilen bilgilerden yararlanmak için öngörülen programlar zinciri üç safhada izah edilebilir:

a. Dayanak noktaları üzerinde üç boyutlu işlemler ve perspektif demetinin yönleneşmesi (oryantasyon)

Program tekrara dayanmaktadır ve yaklaşık elemanlardan başlayarak yürümektedir (uçanın ortalama yüksekliği, demetin tepe noktasının haritadan ölçülen yaklaşık koordinatları) Önce fotoğraftaki a b c d ve yer yüzündeki A B C D homolog noktalarını birleştiren perspektif ışınlarının (daima yaklaşık olarak) yönleneşmesini sağlayacak olan, uzaydaki bir dönme matrisinin yaklaşık elemanları hesaplanır. Bu ışınların kesişmesi ile daha önceki hesapların tekrarlanmasına başlangıç teşkil edecek olan tepe noktasının yeniden tayini sağlanır. Bu tekrarlama ya demetin yönleneşmesindeki üç açının değışimleri  $10^{-5}$  radian dan az olunca; yada 10 tekrar tamamlandıktan sonra nihayet bulur.

b. Demetin yönleneşmesinin gerçekteleşmesi ve kontrol noktalarından geçen perspektif ışınlarının tayini:

İlk önce a'da elde edilen yönleneşmenin bütün dayanak noktalarında istenilen şekilde gerçekteleşmesi sağlanır. Bunun için SA,SB,SC,SD,...ışınlarının fotoğraf düzlemi ile kesişmeleri hesaplanır ve a b c d noktalarının fotoğraf koordinatları arasındaki farklar tesbit edilir. Bu farklar yönleneşmenin geçerliliği için tahminler yapmaya imkan verir. Bundan sonra demetin tepe noktası S ile fotoğraf koordinatları bilinen i,j,k,l..... kontrol noktalarını birleştiren perspektif ışınlarının denklemlerini tayin etmek kolaylaşır. Geriye yeryüzündeki I J K L..... noktalarının gerçekte yerlerini elde edebilmek için bu ışınların topoğrafik yüzey ile kesişmelerinin hesaplanması kalmaktadır.

c. Kontrol perspektif ışınlarının topoğrafik yüzey ile kesişmesi

Görüldüğü gibi topoğrafik yüzey düzeç eğrilerine tekabül eden noktalardan (evvelce yapılmış fotogrametrik kıymetlendirmeden) serpiştirme şeklinde alınan ve (tepe nehir yatağı gibi) karakteristik noktalarla ikmal edilen noktalar yardımıyla tayin edilebilmektedir.

Kesişme hesabındaki metod şu işlemlerden meydana gelmektedir:

- Topoğrafik yüzeyin ortalama rakımının ve perspektif ışınının bu rakımdaki yatay düzlemi kestiği  $M_1$  noktasının düz koordinatlarının hesabı
- $M_1$  noktasına en yakın (1) ve her dört çeyrek daire üzerinde yer
- Tercihan bu dört dayanak noktasından geçen düzlemin denkleminin tayini (en küçük kareler yoluyla) ve perspektif ışınının bu düzlemle kesişmesinin hesabı. Böylece aranan  $M_2$  kontrol noktasının X,Y,Z koordinatları elde edilir. Her durumda  $M_2$  nin düz koordinatlarının (ortalama yatay düzlem üzerindeki)  $M_2$  ye en yakın 4 adet kontrol noktasının aranmasında kullanılan  $M_1$  noktasının koordinatlarından olan farkının hissedilir derecede olmadığı görülmüştür. Böyle olmasaydı kesişme hesabının  $M_2$  den başlanmak üzere yeniden yapılması gerekcekti.

Bu işlemler zinciri ile ilgili iki açıklama:

1. Harita noktalarından dayanak noktası olarak yararlanılan perspektif demetinin yönleme metodu; Yönlemenin geçerliğinin incelenmesi (işlem b) gerçekte aynı haritadaki noktaların kendi aralarındaki uygunluk kontrolundan başka bir şey değildir. (Hesap işlemlerini sadeleştirmek gayesiyle kabul edilen mesafe için belirli bir ölçü zorunluluğu yoktur, fakat  $ldxl + ldyl$ 'e eşit olmalıdır.

Kontrol noktalarının tayininde aynı haritadan alınan kontrol noktaları ve dayanak noktaları arasında uygunluk (homojenlik) kontrolundan ibarettir. Bununla beraber harita ile arazi arasındaki absolut uzunluğa nazaran kısıtlı olan bu uygunluk tanıma, aynı pafta içinde sık sık hatalara rastlanması oranında temel olarak kabul edilmektedir.

Harita içindeki uygunluk hatalarının menbaı muhtemelen ilk kıymetlendirme esnasında fotoğraf çiftlerinin ayar hataları,deformasyonlar,distorsiyonlar yüzünden iyi tertiplenmemeleri olabilir. Yeni çekilmiş hava fotoğraflarının mevcudiyetinin sağladığı avantaj, yeniden tertiplenecek foto çiftlerinin ilk çiftlerden farklı olacağı ve bir tek fotoğrafın,eski fotoğrafların üç çiftini kaplıyabileceği ve böylece eski fotoğraflarda çift teşkilindeki hataları azaltmış olacağıdır.

Haritanın içine ait uzunluğun bilinmesi, aynı zamanda harita kıymetlendirmesi süresince yer alan safhalardan muhtemelen atlanmış olanlarının (mesela, topoğrafik bütünleme) ortaya çıkmasına imkân verir. Bu safhalar hiçbir zaman fotogrametrik kıymetlendirme ile istenilen derecede akortlu olamamaktadır. Bu bakımdan görülmektedir ki haritanın iç uygunluğu revizyon işlemlerinin de temelinde yer almaktadır. Bu işlemlerde kartoğrafik elemanların kendi aralarındaki uygunluğu pratikte bunların yer-yüzündeki mevkilerinin mutlak inceliğine nazaran öncelik taşımaktadır.

Harita ile arazinin mutlak uygunluğuna gelince; bu ancak arazide tayin edilmiş olan dayanak noktalarının, başka deyimle (evvelki kıymetlendirme için yararlanılan) stereo-preparasyon noktalarının yardımı ile demetin yönlmesi sureti ile kontrol edilebilir. Bu şartlar da pek nadiren gerçekleşebilir, zira yeni fotoğraf üzerinde hala görülebilen stereo-preparasyon noktaları yönleme için gerekli en az sayıya bile ulaşmamaktadır.

2. İkinci açıklama kontrolün yapıldığı bölgenin genişliği ile ilgilidir. Dayanak noktaları bütün fotoğrafın kapladığı saha üzerinde yada yukarıda sözü edilen yöntemin gerektirdiği tali bölgelerin meydana getirdiği gruplar halinde seçilebilir. Birinci halde fotoğrafını kapsadığı haritanın tümünün iç uygunluğu kontrol edilir, ikinci durumda ise sadece bölge bölge yahut parça parça uygunluk kontrolü yapılabilir. Eğer arazi engebeleri parça parça ayrılmış durumda ise morfolojik bakımdan homojen olan bloklar halinde kontrol yapılabilir. Uygunluğun hatalı olduğu anlaşılan yerlerde bu usulün bilhassa uygulanması gerekir. Ayrıca yeni elemanların yerlerinin belirtilmesi isteniyorsa (revizyon yapılırken) önce lik eski elemanlara tabi olunmak suretiyle bu yöntem daha yararlıdır.

Sonuçlar : Charlieu ve Bourges paftaları üzerinde müstakil olarak iki deneme yapılmıştır. Denemeden alınan sonuçlar ve şartlar aşağıda gösterilmiştir.

1. CHARLIEU paftası: Fotogrametrik kıymetlendirme 1/40.000 fotoğraflardan (1968) 1/30.000 ölçekli fotoğraflar yardımıyla analitik kontrol (1971) kullanılan dayanak noktaları ve kontrol noktaları; Analitik hava nirengisi ile hesaplanmıştır. (SURVOL programı) iki dizi deneme ile bölge metodunun (dayanak ve kontrol noktaları arasında mahalli homojenlik kontrolü yapılarak) ve Global metodun (fotoğrafın tümü üzerine dağılmış noktalardan yararlanarak) incelenmesi yapılmıştır.

a. Bölgeye göre deneme: Biri 5, diğeri 4 dayanak noktası üzerinde yer tayinleri yapılarak iki bölgenin incelenmesi yapılmıştır. Her iki durumda da 2 şer kontrol noktası kullanılmıştır, farklar aşağıda görülmektedir;

Demetin tepe noktasının mevkii (son tekrar)	3 m.
Yer tayinlerinden sonra dayanak noktaları üzerindeki farklar	0,2 m.
Kontrol noktaları üzerindeki farklar	1 m.

b. GLOBEL (topluca) deneme: 7 dayanak noktası ve 4 kontrol noktası :

Tepe noktasının mevkii	5,5 m.
Dayanak noktalarındaki farklar	0,5 m.
Kontrol noktalarındaki farklar	1 m.

Burada hem 1969 kıymetlendirmelerinin hem de kontrol metodunun incelenmesi ve keza hem metodun geçerliğini hemde havai nirengi ile hesaplanmış olan noktalarının uygunluğunu ifade, kalitenin incelenmesi sözkonusu idi. Bu son bahsedilen avantajı aşağıdaki denemede bulmak mümkün değildir.

2. BOURGES paftası, Fotogrametrik kıymetlendirme 1/40.000 fotoğrafla (1967) işlenmemiş orijinal işlenmiş ve bütünlenmiş; 1/30.000 fotoğraf yardımı ile yapılmış (1970) işlenmiş orijinal (net-temize çekilmiş)

a. İşlenmemiş orijinal üzerindeki kontrol: Gaye sadece fotogrametrik kıymetlendirmenin incelenmesi idi. Stereokomparatorda sayısal hale getirilen ve orijinal üzerinde alınan (harita koordinatları) 8 dayanak ve 15 kontrol noktası kullanılmıştır.

8 nokta üzerinden yapılan tayinler; Dayanak noktalarındaki

farklar Ortalama: 2 m.  
Azami : 8 m.

Kontrol noktalarındaki

Farklar Ortalama: 6 m.  
Azami : 8 m.

5 noktada yapılan tayinler

Dayanak noktalarındaki

Farklar Ortalama : 0,8 m.  
Azami : 16 m.

Kontrol noktalarındaki

farklar Ortalama : 6 m.

İkinci tayinler birincideki 8 dayanak noktasından kötü oldukları kabul edilen 3 ünün ayıklanması suretiyle yapılmıştır. Böylece tayinlerin sıhhat dereceleri artırılmış fakat kontrol noktalarında herhangi bir üstünlük sağlanamamıştır. Bundanda evvelki kıymetlendirmede homojenlik hatalarının mevcudiyeti anlaşılmaktadır.

b. İşlenmiş (net) orijinal üzerindeki kontrol:

6 dayanak 7 kontrol noktası kullanılmıştır. Sayılarının azlığı-  
nın nedeni orijinalin işlenmesi (temize çekilmesi) esnasında yerinde kalan noktaların tanınmasında çekilen güçlüktür. Böylece bu hususta aynı zaman-  
da kontrol edilmiş oldu.

6 noktada yapılan tayinler;

Dayanak noktalarındaki

farklar Ortalama : 2 m.  
Azami : 6 m.

Kontrol noktalarındaki

farklar Ortalama : 8 m.  
Azami : 9 m.

4 noktada yapılan tayinler;

Dayanak noktalarındaki

farklar Ortalama : 0,3 m.  
Azami : 0,5 m.

Kontrol noktalarındaki

farklar Ortalama : 7 m.

Burada yine (kötü olduğu kabul edilen) ikinci hesap tayinlerin sıhhat derecesini artırıyor, fakat kontrol için herhangi bir üstünlük yoktur. Bölge içindeki bazı kontrol noktalarının dayanak noktası şeklinde kullanılması bölge esasına göre de iki tayin yapılmaktadır. Tayinlerden 4 m. civarında fark miktarları elde edilmiştir, buda doğruluğu teyid etmektedir. Sonuçlara bakılırsa işlenmemiş orijinalden elde edilenlere hissedilir derecede yakın değerler bulunduğu görülecektir.

Sonuç olarak şu kanaat hasıl olmuştur, Bourges paftasının fotogrametrik kıymetlendirmesinde oldukça önemli hususlar mevcuttur. İnceleme bu kusurların kesin menşei araştırma derecesinde ilerletilmemiştir. Belki çift teşkilinde hatalar, belki de yerlerine konu hataları yapılmış olabilir. Her halikarda kontrol metodunun doğru olduğu anlaşılmaktadır. Charliou paftasından elde edilenler de bunu isbat etmektedir.

Şunu da işaret etmek gerekir ki, (topografik bütünleme esnasında tayin edilen) bir çok nokta daha önceden yapılan tayinlerden yararlanmak suretiyle komparatorda sayısal değere çevrildikten sonrada hesaplanmıştır. Elde edilen farklar (10-15 m.gibi) yüksekçe miktarlara ulaşmıştır. Buradan da bazı hataların foto interpretasyonla yetinen topoğraf tarafından yapıldığı ortaya çıkmaktadır.

Binaenaleyh, yukarıda izah edilen metod aşağıdaki işlemleri bir arada kontrol etmeğe imkân verecektir.

- Fotogrametrik kıymetlendirme
- (Temize çekilmiş-netleştirme için kullanılan) foto identifikasyonu
- Topoğrafik bütünleme

Keza, kartoğrafik tersim de ve kıymetlendirmenin safhaları esnasındaki üç işlemle ilgili aksaklıklar hakkında fikir vermede kullanılabilir bir metoddur. Bu imkan, burada anlatılmağa degecek ilginç bir husus olarak görülmüştür.