

ÖZET

Fotogramerik nirengi, fotogrametrik harita yapım projelerinin en önemli adımlarından biridir. Fotogrametrik harita yapım projelerinde, değerlendirme yapabilmek için model köşelerinde en az 3, ideal durumda model köşelerinde 4 kontrol noktasına ihtiyaç vardır. Fotogrametrik nirenginin amacı, bu kontrol noktalarının koordinatlarının fotogrametrik yöntemle belirlenmesidir.

Gelişen bilgisayar teknolojisi ile birlikte fotogrametride sayısal fotoğraflar kullanılmaktadır. Bu yöntemde sayısal (digital) fotogrametri yöntemi ismi verilmiş ve çok geniş bir uygulama alanı bulmuştur. Analitik değerlendirme aletlerinin yerini istasyonları almıştır. Sayısal fotoğrafların fotogrametride kullanılması ile birlikte, yapılan ölçme işlemlerinin otomasyonu gündeme gelmiş ve bu yönde çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışma ile sayısal (digital) fotogrametri nirengi yönteminin temel özellikleri hakkında bilgi verilecektir.

1. GİRİŞ

Analitik fotogrametri yönteminde diapositifler üzerinde yapılan fotogrametrik nirengi ölçümleri, fotoğraf koordinatları ve model koordinatları olarak saklanmaktadır. Daha sonra kullanılan bağımsız model yöntemiyle model koordinatları dengelenmektedir. Sayısal (digital) fotogrametrinin en önemli özelliği fotoğrafların sayısal olması ve ölçülerin sayısal fotoğraflar üzerinde yapılmasıdır. Bu özellik yapılan ölçülerin otomatize edilmesi imkanını vermiştir. Analitik fotogrametri yönteminde her ne kadar yöneltme işlemleri hesapla yapılsa bile, ölçü işlemlerinin tamamı operatörler tarafından yapılmaktadır.

Sayısal fotogramerik nirenginin temeli sayısal görüntü işleme tekniğine dayanır. Bu metod özellikle sayısal fotogramerik nirengi, sayısal yükseklik modeli ve ortofoto üretiminde kullanılmaktadır. Kullanılan bu yöntem sayısal fotogramerik nirengide büyük ölçüde otomasyona olanak sağlamıştır. Bu yöntemle sayısal fotoğraflar üzerinde çok sayıda noktanın otomatik ölçülmesi mümkündür. Ölçülen nokta sayısının

fazla olması, ölçme işlemlerinin otomatik veya yarı otomatik olarak yapılabilmesi, yüksek doğruluk ve ekonomi getirecektir.

Sayısal fotogramerik nirengi yarı otomatik fotogrametrik nirengi ve otomatik fotogrametrik nirengi olarak iki kısma ayrılabilir. Yarı otomatik fotogrametrik nirengi operatör destekli nokta seçimi ve otomatik nokta aktarımı olarak tanımlanabilir(Ackermann,1996). Bu yöntem yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar daha çok otomatik sayısal fotogramerik nirengi üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu çalışmada otomatik sayısal fotogramerik nirenginin genel özellikleri ve iş akışından bahsedilecektir. Yarı otomatik sayısal fotogramerik nirengiye fazla değinilmeyecektir.

2. Hazırlık Çalışmaları

Her fotoğraf bloğu çok sayıdaki kolonlardan ve her kolondaki çok sayıdaki fotoğraflardan oluşur. Fotoğraf uçuşu yapıldıktan sonra proje bölgesinin tamamının uçulup uçulmadığı kontrol edilir. Diapozitif ve kart baskı işlemlerinden sonra tesisi yapılan kontrol noktaları kartlar üzerine işaretlenir. Daha sonra hava fotoğrafları taranır.

2.1. Gereksinimler

Sayısal fotogramerik nirenginin tanımlanan görevi, fotoğraf bloğunun bütün fotoğraflarının, otomatik ölçme tekniği kullanarak kontrollü bir şekilde ölçülmesidir. Bunun için aşağıdaki bilgilere ihtiyaç vardır;

- uçuş bilgileri
 - fotoğraf orta noktalarının yaklaşık koordinatları
 - uçuş protokolü
- iç yöneltmeleri ve pramidleri yapılmış sayısal fotoğraflar
- kolonda bulunan yer kontrol noktalarının belirlenmesi, X,Y,Z koordinatları ve yer kontrol noktaları kanavas
- kamera bilgileri
- elde edilebiliyorsa bölgenin haritası

2.2. Hava Fotoğraflarının Taranması

Genellikle sayısal fotoğraflar sadece fotogrametrik nirengi için değil, aynı zamanda otomatik sayısal arazi modeli oluşumu, sayısal ortofoto ve sayısal çizim içinde gereklidir. Bu nedenle fotoğrafların tamamı taranmalıdır. Fotogrametrik nirengi uygulamalarında en büyük istek, taranan fotoğrafların geometrik doğruluğunun saptanmasıdır. Çoğu kez 15 µm lik geometrik doğruluk uygundur. Verilen imkanla elde edilen alt piksel doğruluğu orijinal doğruluğun 1/3 ile 1/5 arasında değişir ve bu oran, analitik değerlendirme aletlerinde ölçülen, klasik fotogrametrik nirengi ölçüleri ile orantılıdır(Mayr,1996). Tablo 1 256 gri ton değerine sahip, her piksel 8 bit, siyah beyaz bir fotoğrafların gerekli depolama gereksinimleri gösterilmiştir. Renkli fotoğraflar için bunun üç misli yere ihtiyaç vardır. Bundan dolayı büyük fotoğraf bloklarında geometrik çözünürlükle yer ihtiyacı birlikte düşünülmelidir.

Geometrik Doğruluk	Orijinal 15µm	Pramid seviyesi 1 den 6 ya 30 - 960 µm	OrijinalPramid seviyesi 1 den6 ya 15 -960 µm	Pramid seviyesi 2 den 6 ya 60 - 960 µm	Orijinal Pramid seviyesi 2 den 6 ya 60-960 µm
1 fotoğraf	0.24	0.08	0.32	0.02	0.26
50 fotoğraf	12	4	16	1	13
100 fotoğraf	24	8	32	2	26
500 fotoğraf	120	40	160	10	130

Tablo 1: Hava fotoğrafları bloğunda yer ihtiyacı GB(Mayr 1996)

2.3. Görüntü Pramidlerinin Hazırlanması

Kullanılan görüntü pramidleri yöntemi sayısal fotogrametrik nirengi temel prensibidir. Bütün bloktaki fotoğraf bilgileri erişilebilir geçirgenliktedir. Kullanılan görüntü pramidleri yöntemi, fotoğraf bloklarının topolojisinin kurulmasına izin verir ve bu yapının doğruluğu kontrol edilebilir. Bundan sonra aktif ölçme başlar. Görüntü

pramidlerinin 1 den 6 ya kadar seviyeleri vardır. En üst seviyede genel özellikler yakalanabilir. Alt seviyelere inildikçe daha ayrıntılı özellikler yakalanabilir.

3. Sayısal Otomatik Fotogrametrik Nirengi

Sayısal fotogrametrik nirengi iş akış şeması Tablo 2 de görülebilir. Blok hazırlama geleneksel fotogrametrik nirengiden farklı olarak yapılır. Bütün prosedürel adımlar, en yüksek seviyeden pramidlerin oluşturulması ile topolojinin elde edilmesi, ve orijinal fotoğrafların ölçülmesi ile özel ilgilidir. Otomatik sayısal fotogrametrik nirengide ikinci adım ışın desteleri ile dengeleme, nitelik kontrolü, sonuçların sunulması ve sayısal fotogrametrik nirenginin sona ermesidir.

Blok Hazırlama
Topoloji
Pramid seviyeleri üzerinde bağlama noktaları belirleme
Olabilirliğin kontrolü
Ölçme
Orijinal fotoğraf üzerinde otomatik bağlama noktası izleme
Orijinal fotoğraf üzerinde elle ölçme

Işın desteleri yöntemiyle dengeleme
Kalite kontrol ve
Sonuçların sunulması

Tablo 2. Otomatik fotogrametrik nirengi ana bileşenleri(Mayr, 1996)

3.1 Blok Hazırlama

Blok hazırlama giriş datalarını almak ve fotoğraf bloğunu yaklaşık kurmaktır. İşlemsel adımların anahtar elemanı fotoğraf orta noktalarının koordinat çizelgesidir. Bu çizelge en önemli bilgileri içerir ve yaklaşık olarak fotoğraf blok içerisindeki geometrisini gösterir. Bu bilgiler;

- Uçuş numarası
- Her fotoğrafın uçuş planındaki numarası
- Yaklaşık izdüşüm merkezinin X_0, Y_0, Z_0 koordinatları
- Yaklaşık κ dönüklüğü

Fotogrametride kullanılan ω, ϕ dönüklükleri 0 olarak girilir. Her fotoğrafın azimutu κ dan türetilir. Yaklaşık izdüşüm merkezinin koordinatlarını kullanarak fotoğraf bloğunu kolon kolon oluşturmak mümkündür. Günümüzde kullanılan uçakta kinematik GPS yöntemi ile fotoğraf çekim noktalarının (izdüşüm merkezlerinin) koordinatları belirlenebilmektedir. Yaklaşık koordinatlar yerine gerçek koordinatlar kullanılabilir.

3.2. Topolojinin Oluşturulması

Geleneksel fotogrametrik nirengide, nokta işaretleme ve nokta aktarma (kolon bağlama), topolojinin oluşturulması ve ölçme işleminin toplamı gibi tek bir adım olarak düşünülebilir. Sayısal fotogrametrik nirengide, nokta aktarımı ikiye ayrılmış fakat

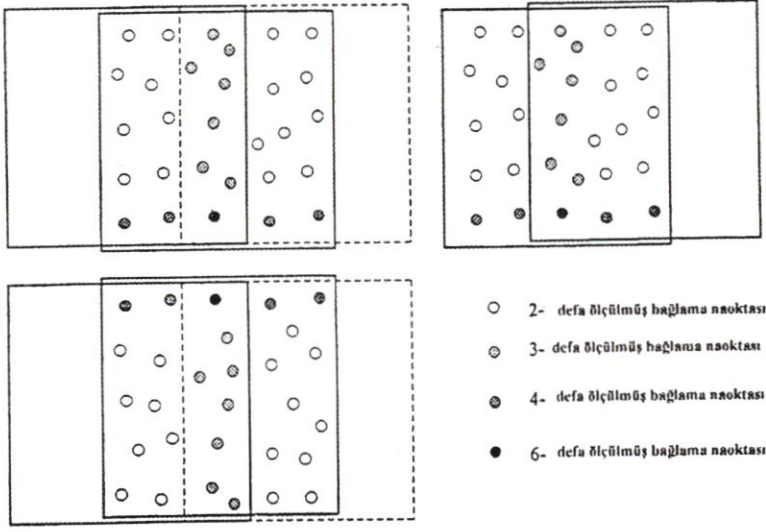
otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Bunlar topolojinin oluşturulması ve bağlama noktalarının belirlenmesidir.

Bu işlem için düşük seviyeli fotoğraf pramidleri yeterlidir. Tüm bloktaki topolojinin oluşturulması için bir görüntünün orijinaline ihtiyaç yoktur. Fotoğraf bloğunun geometrisi topolojinin oluşumu ile belirlenir. Blok geometrisinin analizi, uygulanabilirliğin kontrolü, otomatik prosedürün ileri bir aşamasıdır. Topolojinin oluşturulmasının sonucu olarak fotoğraf bindirme alanları belirlenir. Belirlenen bindirilmiş alan en son ölçme adımında kullanılacaktır.

3.2.1. Düşük seviyeli pramidler üzerinde bağlama noktalarının belirlenmesi

Bu adım, fotoğraf n ve fotoğraf $n+1$ arasındaki karşılıklı yönlentmenin yanında, fotoğraf $n+2$ arasındaki bağlama noktalarının belirlenmesinden oluşur. Burada otomatik karşılıklı yönlentme metodu kullanılır. Otomatik karşılıklı yönlentme, özellik çıkarma, özellik izleme ve robust kestirim elemanlarının birleşmesinden oluşur. Belirlenen birleşme noktaları, kolon boyunca ve çapraz olarak yönlendirilir. Hedef iki uç ve daha fazla okunan noktaları belirlemektir. 4,5,6 ve daha fazla fotoğrafta ölçülen bağlama noktaları büyük bir olasılıkla, birbirini takip eden iki kolonun bağlamasında kullanılacaktır. Büyük bir çoğunlukla bağlama noktası olan farklı kriterde elde edilen noktalar ile şimdiye kadar tanımlanan fotoğraf orta noktaları koordinatları, ilk yaklaşımdan şimdi daha iyi bir yaklaşımla elde edilir. Hata ayıklamanın hedefi, kaba hatalı otomatik bağlama noktalarının bulmak ve elimine etmektir.

Otomatik prosedür esnasında, bütün rölatif olarak yönlentilen modeller, ortak koordinat sistemine dönüştürülür. Bu sistem otomatik hata ayıklamanın yapıldığı yerdir. Hata ayıklamanın sonuçlarının analizinden faydalanılarak, otomatik ölçmenin kalitesi ve blok geometrisi elde edilebilir. Bağlama noktası sayısı hata ayıklamadaki süzme sebebiyle azalır. Fakat fotoğraf bloğu daha sağlam bir hale gelir. Arta kalan ayıklanmış bağlama noktaları, yüksek çözünürlüklü pramid seviyesinden düşüğe doğru özellik izleme işlemine tabii tutulacaktır.



Şekil 1. Birden fazla fotoğrafta bağlama noktalarının belirlenmesi(Mayr, 1996)

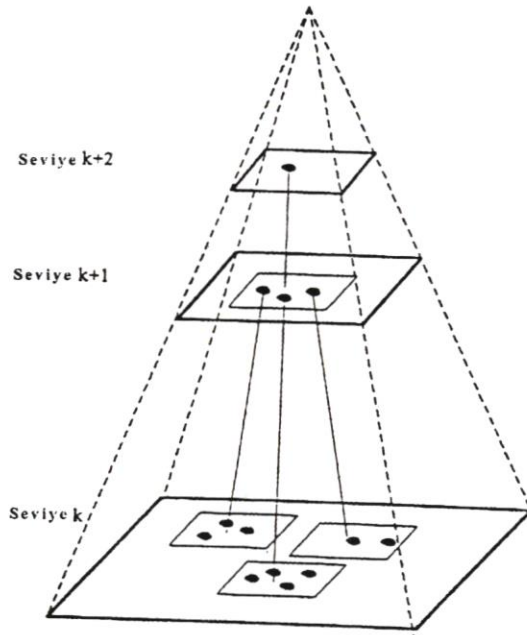
3.2.2. Farklı pramid seviyelerinde özellik izleme

Bu adımın asıl hedefi, obje uzayında ve fotoğraf uzayında bağlama noktalarını sağlamlaştırması ve yönlendirme parametrelerinin daha doğru olarak saptanmasıdır. Özellik izlemenin makul olanı yüksek pramid seviyesinden düşük olana takip edilmesidir. Bu strateji uygulandığında, fotoğraf bloğunun topolojisini yaklaşık olarak oluşturmak mümkündür. Bu algoritma otomatik prosedürün daha ileri adımlarında kendisine göre çeşitli kontroller yerine getirir. Bu stratejide fotoğraf bloğu tutarlılık için kontrol edilir. Bazı durumlarda prosedüre yeniden başlamak gerekir.

Bir fotoğrafta okunan noktanın gri ton değeri bir sonraki fotoğrafta, kaba olarak üst pramid seviyesinde aranır ve bulunur. Daha sonra üst pramid seviyesinde bulunan noktanın gri ton değeri bir alt seviyede belirli bir bölgede aranır. Bu işlen en alt seviyede işlem tamamlanıncaya kadar devam eder. Bu şekilde bir fotoğrafta okunan noktanın diğer fotoğraflardaki karşılığı hızlı bir şekilde bulunabilir(Şekil 2). Noktanın çevresi ile iyi kontrast oluşturulmaması durumunda korelasyon işlemi hatalı olabilir. Bu durumda, operatör müdahale ederek okuma yapar. Görüntü pramidleri kullanılan yazılımlar tarafından otomatik olarak oluşturulur.

3.3. Orijinal Fotoğrafların Ölçülmesi

Otomatik ölçme işlemi, otomatik bağlama noktaları ölçümü, yer kontrol noktaları ölçümü ve yeni obje noktaları ölçümü olarak tanımlanır.



Şekil 2 Görüntü pramidleri (Mayr 1996)

Bağlama noktaları düşük çözünürlüklü pramid seviyelerinde özellik takip edilmesi yoluyla, yerel olarak tespit edilir. Aynı algoritmadan topoloji elde edilmesinde de yararlanır. Buna ek olarak seçilen bağlama noktalarının yerleri yeterli sayıda nokta sayısını olacak şekilde azaltılır.

Bu kriter rölatif yöneltme sonucunda, fotoğraf koordinatları ortalama hatalarının hata sınırı altında olması, orijinal veya yaklaşık yerlerinde bulunan bağlama noktası sayısının azaltılması, ve onların korelasyon katsayısının maksimum olması için kullanılır.

Bazı algoritmalarda bütün fotoğraf üzerinde aday noktaların belirlenmesi ve ölçümü yapılmaktadır. Zeiss firmasının satışa sunduğu AAT (Automatic Aerial Triangulation) programı nokta seçimini fotoğrafın bütününde yapmaktadır. Kullanılan parametreler yardımıyla seçilen nokta sayısı artırılıp azaltılabilmektedir.

İnpho firmasının satışa sunduğu MATCH-AT isimli programda kullanılan algoritmada, Gruber noktası olarak bilinen 9 standart pencerede bağama noktalarının belirlenmesi yapılmaktadır. Seçilen bu pencereler 3 cm x 3 cm boyutlarında olup her pencerede 25-30 bağlama noktası tespit edilip ölçülmektedir. Bu şekilde bir fotoğrafta 200 ile 300 arasında bağlama noktası belirlenip ölçülebilmektedir. (Ackermann, 1996)

3.3.1. Orijinal fotoğrafların elle ölçülmesi

Elle ölçme işleminde, öncelikle yer kontrol noktaları ve yeni proje noktalarının ölçülmesi tasarlanmıştır. Bağlama noktaları da elle ölçülebilir. Bu seçenek ya bağlama noktalarının kontrol edilmesi yada yeni bağlama noktalarının dengelemeye dahil edilmesi için kullanılır. Bu işlem sırasında bilinen, en küçük kare görüntü eşleştirmesi (LSM) veya özellik tabanlı görüntü eşleştirme yöntemleri (FBM) kullanılır. Özellik tabanlı görüntü eşleştirme yönteminde (FBM) fotoğraf koordinatları cinsinden standart sapma 0.3 - 0.4 pikseldir. En küçük kare görüntü eşleştirmesi (LSM) yönteminde bu standart sapma 0.1 piksel olabilir. (Ackermann, 1996).

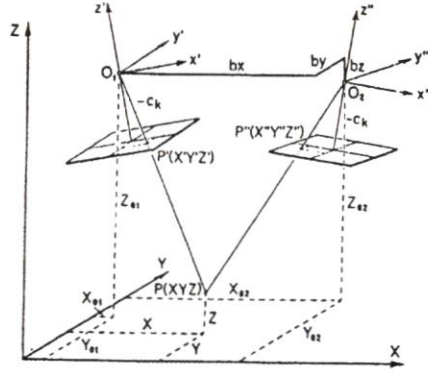
Bağlama noktaları genellikle özellik tabanlı karşılaştırma yöntemleri kullanılarak emin olunan alanlarda mümkün olan en iyi birleşme noktaları seçilir. Yer kontrol noktalarının yerlerinin saptanması ve yeni noktaların okunması için en küçük kare görüntü eşleştirme prensibi kullanılır. Burada bir fotoğrafta bir nokta sabitlenir diğer fotoğraflara transfer edilir. Bu işlem kısaca digital comparator olarak düşünülebilir. Fotogrametrik nirenginin karakteristik bir özelliği, çoklu bindirme alanları ile ilgilenilmesidir. Bu otomatik fotogrametrik nirengi yönteminin klasik fotogrametrik nirengi yöntemine bir üstünlüğü olarak düşünülebilir.

3.4. Işın Desteleriyle Blok Dengeleme

Otomatik ve yarı otomatik fotogrametrik nirengi fotoğraf koordinatlarını ölçülür. Dengeleme yöntemi olarak ışın desteleri ile blok dengeleme yöntemi kullanılır. Işın desteleri yöntemi otomatik fotogrametrik nirengide kaba hata ayıklama, yöneltme elemanlarının hesaplanması ve bilinmeyen obje koordinatlarının bulunması için kullanılır. Bu dengeleme yönteminde aşağıdaki geometrik koşullar yerine getirilir;

- Fotoğraf noktası P' , izdüşüm merkezi O ve arazi noktası P aynı izdüşüm ışını üzerindedir. (şekil 3)

- Aynı noktaya ait çeşitli izdüşüm ışınları arazide aynı noktada kesişir.
- Yer kontrol noktaları dengeleme öncesinde verilen değerlere eşit olmalıdır.



Şekil 3. (Albertz J Kreiling W 1989)

Bu koolinarite koşulunun gerçekleştirilmesidir. Üç boyutlu iki koordinat sistemi arasındaki projektif dönüşüm denklemi aşağıdaki gibidir;

$$\begin{vmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{vmatrix} = k \cdot D \cdot \begin{vmatrix} X-X_0 \\ Y-Y_0 \\ Z-Z_0 \end{vmatrix} \text{ dir.}$$

Burada;

- x', y', z' : Dönüştürülen koordinat sistemi
 k : Ölçek katsayısı
 D : Ortogonal dönme (rotasyon) matrisi
 X_0, Y_0, Z_0 : X, Y, Z sistemindeki O izdüşüm merkezinin koordinatlarıdır.

Optik eksen diapozitif düzlemine diktir. O izdüşüm merkezinin koordinatları x_0, y_0, c dir. Bu değerler iç yöneltme işlemiyle belirlenir. O halde ;

$$\vec{b} = \begin{vmatrix} x_p - x_0 \\ y_p - y_0 \\ z_p - z_0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} x_p - x_0 \\ y_p - y_0 \\ 0 - c \end{vmatrix} \quad \text{alınırsa,}$$

$$\vec{B} = \begin{vmatrix} X - X_0 \\ Y - Y_0 \\ Z - Z_0 \end{vmatrix} \quad \text{dir.}$$

$$\vec{b} = \begin{vmatrix} x_p - x_0 \\ y_p - y_0 \\ -c \end{vmatrix} = k.D. \begin{vmatrix} X - X_0 \\ Y - Y_0 \\ Z - Z_0 \end{vmatrix} = k.D. \vec{B} \quad \text{olur.}$$

ölçek faktörü;

$$k = |b| / |B| \quad \text{dir.}$$

D dönme matrisi değerleri yerine konulursa kolinarite denklemleri elde edilir.

$$x' = c. \frac{a_{11}(X - X_0) + a_{21}(Y - Y_0) + a_{31}(Z - Z_0)}{a_{13}(X - X_0) + a_{23}(Y - Y_0) + a_{33}(Z - Z_0)}$$

$$y' = c. \frac{a_{12}(X - X_0) + a_{22}(Y - Y_0) + a_{32}(Z - Z_0)}{a_{13}(X - X_0) + a_{23}(Y - Y_0) + a_{33}(Z - Z_0)}$$

Bu iki eşitliğin anlamı obje noktası P, fotoğraf noktası P' ve izdüşüm merkezi O aynı doğru üzerinde olmasıdır. Fotoğrafta ölçülen her nokta bu koşulu sağlamaktadır. Dönüklük matrisi elemanları ω, ϕ, χ nın birer fonksiyonudur. Bu dönüklüklerin yaklaşık değerleri bilinmediğinden çözüm iteratiftir.

Yapılan araştırmalar sonucunda ışın desteleri ile dengeleme yapıldıktan sonra artık hatalar kaldığı görülmüştür. Bunun sebebi sistematik resim hataları ve model hatalarıdır. Matematik modelin yeterli hale getirilmesi ilave parametrelerin dengelemeye katılması ile mümkündür. Dengelemeye 12 veya 44 adet ilave parametre dahil edilebilmektedir. PAT-B GPS isimli dengeleme programında bu olanaklar mevcuttur. Yine bu programda kaba hata ayıklama, robust algoritması yardımıyla kaba hatalı ölçüler ayıklanabilir.

3.5. Kalite kontrol ve Sonuçların İrdelenmesi

Işın desteleriyle dengeleme sonuçları, kaba hataların kontrolünde kullanılır. Otomatik fotogrametrik nirengi ile noktalar hata büyüklüklerine göre sıralanabilir. Operatör tarafından görsel olarak kontrol edilebilir ve yeniden ölçülebilir. Elde edilen sonuçlar yenilemeli olarak düzeltilir ve yeniden işlenir.

Otomatik fotogrametrik nirengi, bütün fotoğrafların dengelenmiş yöneltme elemanlarını, bilinmeyen nokta koordinatlarını, bağlama noktası koordinatları, artık hatalar ve ortalama hataları rapor olarak sunar. Işın desteleri dengeleme sonuçları liste olarak verilir. Otomatik fotogrametrik nirengi ile analitik değerlendirme aletlerine stereo model vermek için, yöneltme elemanlarını ve fotogrametrik nirengi noktalarının koordinatları ve dengelenmiş fotoğraf koordinatlarını liste şeklinde vermek mümkündür.

4. Sonuç

Yarı otomatik sayısal fotogrametrik nirengi fotogrametrik harita yapım projelerinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ardışık fotoğraflarla modeller oluşturulur ve bağlama noktaları, fotogrametrik nirengi noktaları, yer kontrol noktaları mono olarak ölçülür. Ölçülen bu fotoğraf koordinatları ışın desteleri yöntemiyle dengelenir. Bu işlem tamamen operatör desteklidir. Nokta aktarma işleminde görüntü eşleştirme algoritmalarından yararlanılır. Otomatik sayısal fotogrametrik nirengi yönteminde bağlama noktalarının seçimi ve ölçümü tamamen görüntü eşleştirme algoritmalarıyla yapılmaktadır. Görüntü kalitesinin bozulması ve diğer sebeplerden dolayı meydana gelen hatalar yine operatör desteğinde düzeltilir. Operatör desteği azaltılmasına rağmen bu yöntemde de devam etmektedir. Yine önemli bir sorun yer kontrol noktalarının operatör desteğinde ölçülmesidir. Yer kontrol noktalarını ölçümü sırasında, ölçülen fotoğraf bloğu çevresinde 4 nokta ölçülmesi durumunda diğer

noktaların yakınına kullanılan algoritma yardımıyla gelinebilir. Yer kontrol noktalarının otomatik olarak ölçülebilmesi için işaretlerin bir standarda kavuşturulması ve gri ton değerlerinin fazla değişmemesi gerekmektedir. Bu yönde çalışmalar devam etmektedir.

Otomatik Sayısal Fotogrametrik nirengi yöntemiyle aynı anda çok sayıdaki fotoğrafın ölçümü ve nokta aktarımı gerçekleştirilebilir. Buradaki sınırlama disk kapasitesidir. Teknolojideki gelişmelere paralel olarak disk kapasiteleri de hızla artmaktadır. Uygun donanımla aynı anda 30-40adet fotoğrafın ölçülmesi mümkündür. Kullanılan algoritmalar yardımı ile bağlama noktaları seçiminde aynı kolondaki fotoğraflar ile alt ve üst kolondaki fotoğraflar göz önünde bulundurulur. Işın desteleri ile dengeleme işleminde fotoğraf bloğundaki tüm resimler aynı anda yöneltilmekte aynı anda karşılıklı ve mutlak yöneltmeleri yapılmaktadır. Bir hava fotoğrafında sayısal fotogrametrik nirengi yönteminde istenirse yüzlerce nokta ölçümü yapılabilmektedir. Bu nedenle blok geometrisi daha sağlam kurulmakta, sonuç olarak doğruluğun artması anlamına gelmektedir. Analitik fotogrametride karşılaşılan kolon bağlama problemleri ve nokta seçimin zor olduğu yerlerde yapılan delgi işlemleri bu yöntemle ortadan kaldırılmıştır.

KAYNAKLAR :

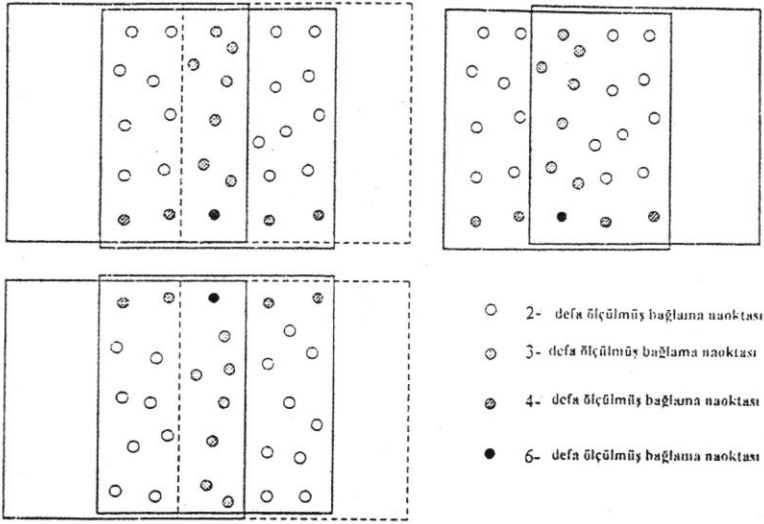
- Ackermann Friedrich, Digital aerial Triangulation, Stuttgart 1996
- Albertz Jörg, Kreiling Walter, Photogrammetric Guide, Karlsruhe 1989
- Heipke Christian, Overview of Image Matching Technique, München 1996
- Mayr Werner, Aspect of Automatik Aerotriangulation, Königsbronn 1996
- Pektekin Abdullah, Işın Desteleri ile Blok Trangülasyon Yönteminin İlave
- Yaşayan Ahmet, Fotogrametri III Ders Notları (Basılmadı), İstanbul 1997

Geometrik Doğruluk	Orijinal 15µm	Pramid seviyesi 1 den 6 ya 30 - 960 µm	OrijinalPramid seviyesi 1 den6 ya 15 -960 µm	Pramid seviyesi 2 den 6 ya 60 - 960 µm	Orijinal Pramid seviyesi 2 den 6 ya 60-960 µm
1 fotoğraf	0.24	0.08	0.32	0.02	0.26
50 fotoğraf	12	4	16	1	13
100 fotoğraf	24	8	32	2	26
500 fotoğraf	120	40	160	10	130

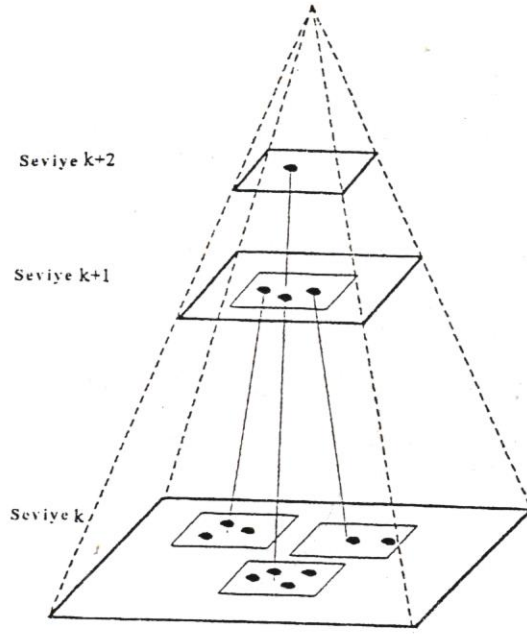
Tablo 1: Hava fotoğrafları bloğunda yer ihtiyacı GB(Mayr, 1996)

Blok Hazırlama
Topoloji
Pramid seviyeleri üzerinde bağlama noktaları belirleme
Olabilirliğin kontrolü
Ölçme
Orijinal fotoğraf üzerinde otomatik bağlama noktası izleme
Orijinal fotoğraf üzerinde elle ölçme
Işın desteleri yöntemiyle dengeleme
Kalite kontrol ve
Sonuçların sunulması

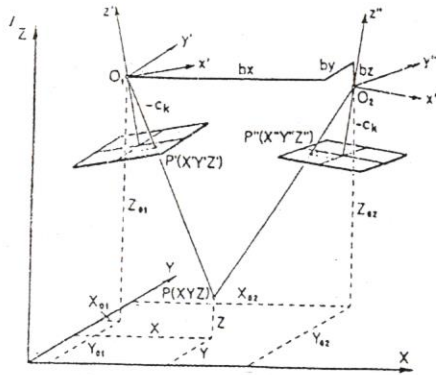
Tablo 2. Otomatik fotogrametrik nirengi ana bileşenleri(Mayr, 1996)



Şekil 1. Birden fazla fotoğrafta bağlama noktalarının belirlenmesi(Mayr, 1996)



Şekil 2 Görüntü pramidleri (Mayr, 1996)



Şekil 3. (Albertz J, Kreiling W, 1989)