

ORTOFOTO ÜRETİMİNDE VERİMLİLİK İÇİN OPTIMUM BLOK TASARIMI YAKLAŞIMI (OBTAP)

S.Karaduman, A.Torun

Harita Genel Komutanlığı, Ankara, Türkiye
(abdulvahit.torun@hgk.msb.gov.tr, selcukkaraduman@yandex.com)

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Ortofoto, uçuş planı, blok tasarımı.

ÖZET:

Haritalama ya da coğrafi veri üretiminde, havadan görüntü/fotograf alımı ya da tarama, bunların amaç doğrultusunda işlenmesi ve kıymetlendirilmesi, ardından da ürün ya da servisin oluşturulması genel iş akışını oluşturmaktadır. Havadan fotoğraf alımı ve tarama teknolojilerindeki gelişme, veri elde etmeyi kolaylaştırmıştır. Buna karşın, elde edilen yığın verinin yönetimi, işlenmesi ve analizi kıyasıya zorlaşmıştır. Fotoğraf alımındaki, sayısal kamera, doğrudan konumlama, hava triangülasyonu ve ortofoto üretimi yazılımdaki gelişmeler ortofoto ve ortomozaiklerin haritacılık ve CBS'nin temel girdisi olmasının yolunu açmıştır. Ortofoto üretimi tamamen otomatikleştirilse de süreklilik taşıyan ortomozaik üretiminde hala insan katkısı ve kararına ihtiyaç duyulmaktadır. Ortofoto ve ortomozaik üretimi sırasında operatör tarafından yürütülen işlemlerden kaynaklanabilen hataların en aza indirgenmesi üretim hızının artırılması için önemli bir unsurdur. Genel amaçlı ya da özel yüksek performanslı ortofoto yazılımları, kullanıcı profiline genişliği dolayısıyla bu verimsizliğe çözüm olabilecek optimum blok hazırlama gibi bazı fonksiyon ve prosedürleri içermektedir. Bu da ortomozaik üretiminde gerekenden fazla fotoğraf sebebiyle, operatör kararı ve yoğun insan emeğini gerektirmektedir. Bu çalışmada, Harita Genel Komutanlığının ortomozaik üretiminde, otomatik olarak optimum bir blok oluşturmak için geliştirilen sistem ve bunun alt bileşenlerini oluşturan algoritmalar, bu çalışmada gözetilen yaklaşım, alınan koşullar ve elde edilen verimlilikle ilgili sonuçlar sunulmaktadır. Geliştirilen orijinal algoritmalar sayesinde, tanımlı koşullar çerçevesinde otomatik blok oluşturulmasında %90 (1-3 saat yerine birkaç dakika), oluşturulan optimum bloğa ait fotoğrafların kopyalanmasında %10-20 kopyalama süresi ve kopyalama sırasında operatör ataletinde büyük oranda azalma ve dolaylı olarak oluşturulan bloğun fotoğraf kesim hatlarının düzenlenmesi işlemlerinde önceye oranla önemli verimlilik sağlanmıştır.

1. GİRİŞ

Haritalama ya da coğrafi veri üretiminde, havadan görüntü/fotograf alımı ya da tarama, bunların amaç doğrultusunda işlenmesi ve kıymetlendirilmesi, ardından da ürün ya da servisin oluşturulması genel iş akışını oluşturmaktadır. Havadan fotoğraf alımı ve tarama teknolojilerindeki gelişme, veri elde etmeyi kolaylaştırmıştır. Buna karşın, elde edilen yığın verinin yönetimi, işlenmesi ve analizi kıyasıya zorlaşmıştır. Fotoğraf alımındaki, sayısal kamera, doğrudan konumlama, hava triangülasyonu ve ortofoto üretimi yazılımdaki gelişmeler ortofoto ve ortomozaiklerin haritacılık ve CBS'nin temel girdisi olmasının yolunu açmıştır. Ortofoto üretimi tamamen otomatikleştirilse de süreklilik taşıyan ortomozaik üretiminde hala insan katkısı ve kararına ihtiyaç duyulmaktadır. Pazardaki yazılımlar, genel amaçlı ortofoto üretimini desteklediği için yığın fotoğraf işleme yapan kurum ve firmaların ihtiyaçlarını bazı alanlarda karşılamamaktadır.

1.1 Çalışmanın Çerçevesi

Hava nirengileme ya da ortofoto üretiminde optimum blok oluşturma yerine tüm verilerin kullanımı hedeflenmektedir. Oysa, girdi verinin bulut kaplama, bindirme gibi metaverisi bilinmesi halinde alanı kapatan optimum sayıda fotoğraf kullanılarak ortomozaik yapılması özellikle, büyük alanların kapatıldığı ortofoto üretim işi ile ölçeklendirme (scalability) gerektiğinde önem kazanmaktadır. Bu sebeple bilimsel çalışmalar daha çok ortomozaik için fotoğraf kesim yöntemi, kesim işleminin iş akışında yerinin değiştirilmesi yönünde ilerlemiştir (Adrov vd. 2012; Kraus 2007, Toutin2003).

Bu çalışmanın diğer çalışmalardan farkı, ulusal haritacılık kuruluşları ve özel firmaların yoğun çaba harcadıkları verimlilik amaçlı orijinal algoritmalarla bir çözüm üretmesidir. Bu çalışma ile, uçuş planının paralel kolonlardan oluşturduğu, tanımlı bindirmenin tüm proje için geçerli olduğu koşulu dikkate alınmak suretiyle, bir bölgede çekilen hava fotoğraflarının, fotogrametrik dengeleme sonucu oluşan dış yöneltme parametrelerinin ($x_0, y_0, z_0, \omega, \phi, \chi$) bulunduğu yöneltme (orientation) dosyasından, belirtilen bir pafta indeksi (100 K, 50 K, 25 K) içerisine düşen fotoğraflara ait dış yöneltme parametrelerinin optimum ayıklanıp kolon ve uçuş yönüne göre sıralandırılarak optimum blok oluşturulacak bir yöneltme dosyasına kaydedilmesi ve ilgili fotoğrafların bir sunucudan otomatik olarak kopyalanmasının sağlanması işleminin otomatikleştirilmesi, insan hatasından arındırılması hedeflenmiştir.

1.2 Motivasyon

Genel amaçlı ya da özel yüksek performanslı ortofoto yazılımları, kullanıcı profiline genişliği dolayısıyla bu verimsizliğe çözüm olabilecek optimum blok hazırlama gibi bazı fonksiyon ve prosedürleri içermemektedir. Bu da ortomozaik üretiminde gerekenden fazla fotoğraf sebebiyle, operatör kararı ve yoğun insan emeğini gerektirmektedir. İnsan kararı gerektiren alanlardaki ihtiyaç duyulan karar desteğinin akıllı tekniklerle yapılması ve otomatikleştirilmesi ortofoto üretiminde verimlilik sağlayabilecektir (Torun vd., 2012).

2. ORTOMOZAİK ÜRETİM SÜRECİ VE SORUNLARI

Ortofoto üretiminde güçlü bilgisayarlar, grafik işlemci ve bilgisayar kümesinde paralel işlem yapan algoritmaları içeren yazılımlar sayesinde ortofoto üretimi büyük oranda otomatikleştirilmiştir (Adrov vd., 2012). Uçtan-uca süreç otomatikleştirmesini hedefleyen çok sayıda yazılım mevcuttur. Ancak ortomozaik üretiminde görüntü seçimi, görüntü iyileştirme ve homojenleştirme, fotoğraf kesim çizgilerinin en uygun hale getirilmesinde hala insan emeğine ihtiyaç duyulmaktadır. Son yıllarda, yığın uydu görüntüsü işleyen Google gibi web servisi veren firmalar, ya da yığın görüntü/fotograf işleyen kurum ve firmaların ihtiyaçlarını için güncel teknolojiye sahip ortoGörüntü/otoMozaik yazılımları geliştirilmiştir. Ancak, kısmen bu özel ortofoto yazılımları da dahil olmak üzere genel karakterli ortofoto üreten yazılımların, girdi fotoğrafların çerçevesi, birbirleriyle bindirmesi ve buna göre ortomozaik üretimi sırasında optimum işlem zamanı alacak seçimi yapmayı destekleyen yetenekleri de mevcut değildir. Ortomozaik yazılımlar, yükseklik ve eğiklikten kaynaklanan bozulmaların minimize edilmesi amacıyla var olan tüm fotoğrafların ortomozaikte kullanımını hedeflemektedir. Oysa uygulamada, çapraz kolon, üst-üste kolon, uçuşun optimize edilememesinden kaynaklanan fotoğraf fazlalığı ortofoto ve ortomozaik üretiminin hem makine ama en çok da insan etkisinin olduğu aşamalarında verimsizliğe neden olmaktadır. Özellikle, hedef doğruluk belliyken optimum fotoğrafla ortofoto ve ortomozaik üretimi hedeflendiğinde fazla fotoğrafın ortofoto bloğunda yer alması verimsizliğe neden olmaktadır. Bu durumda, ortofoto ve ortomozaik üretimi sırasında operatör tarafından yürütülen işlemlerden kaynaklanabilen hataların en aza indirgenmesi üretim hızının artırılması için önemli bir konu haline gelmektedir.

2.1 OrtoMozaik Üretimi için Planlama ve Uçuş

Hava fotoğrafı çekimi için uçuş öncesinde bir uçuş planı yapılmaktadır. Hava fotoğrafı çekiminde, metrik kamera ya da tarayıcıyı taşıyan ve hava fotoğrafı alımına uygun stabil uçuş sağlayan özel donanımlı uçak kullanılmaktadır. Hava fotoğrafı çekimi için hazırlanan uçuş planı, fotoğraflama amacı ve beklentiler doğrultusunda bindirme, çözünürlük ve doğruluk sağlayacak şekilde havadan fotoğraflama ya da tarama yapılacak alanda uçağın izleyeceği seyir güzergahı ve bunu kapsayan kolonlardan oluşur. Ortofoto ve ortomozaik üretimi için uçulan/taranan arazinin karakteristiğine göre –düz, engebeli, yerleşim vd.- ardışık görüntüler arasında % 60-80 ileri ve kolonlar arasında ise % 30-40 yan bindirme tasarlanmaktadır. Yüksek yapılaşmalı yerleşimler için ya da hassas ortofoto (true-ortofoto) için bindirme oranları amaç doğrultusunda artırılabilir (Kapnias vd., 2008; Klaus, 2007).

Günümüzde, uçuş planı, uçuş yapılacak bölgenin coğrafî ve fiziksel yapısı, uçuşa uygunluğu, durgun yüzeyle su gibi coğrafyada var olan geniş varlıklar dikkate alınarak bölgeye ait SYM kullanılarak, uçuş planlamasını destekleyen yazılımlarla gerçekleştirilmektedir. Uçuş bölgesinin düz, engebeli ve yönlü arızalı oluşu uçuş güzergahı, bindirme, çapraz uçuşlar bakımından planlamayı etkilemektedir. Planlama sonunda, uçuş güzergahları, seyir yükseklikleri, yaklaşık fotoğraf çekim noktalarından oluşan sayısal bir doküman elde edilir. Oluşturulan plan doğrultusunda uçuş ve fotoğraf alımı gerçekleştirilir.

2.2 Ortofoto Üretimi için Fotoğraf Alımı ve Taşıdığı Sorunlar

Genel olarak, GPS/IMU destekli doğrudan konumlama sistemi ile desteklenen modern uçaklar bu girdilerle pilot destekli yarı-otomatik uçuşu gerçekleştirmektedir. Modern ekipman sayesinde, plana en yakın uçuş ve beklenen fotoğraflama kaplaması gerçekleştirilmekte, fiziksel etmenler sebebiyle olası fotoğraf alım açılarındaki sapmalar engellenebilmektedir. Olası değişen hava koşulları, ikmal durumu, pilotaj ihtiyaçları için alternatif ya da yedek uçuş planları yapılmaktadır. Uçuş planlanmasında, tüm olasılıklar, riskler dikkate alınarak hazırlanan ana, alternatif ve yedek planların yine de uygulanmadığı nerdeyse her uçuş görevi için geçerlidir. Şöyle ki, kolona giriş noktası, kolon doğrultusu ile planlananla gerçekleştirilebilen uçuş güzergahı arasında hava koşulları, pilotaj ya da başka sebeplerle meydana gelen kaymalar ve eğilmeler (drift) olmaktadır. Bu durum kolonlar arasında beklenen bindirmede sapmalara da sebep olmaktadır. Tüm bu farklılıklar ve sapmalar, uçuş sonrasında elde edilen görüntü adedi, kapladığı alan, bindirmeyi etkilemektedir. Bu durum, fotoğraf çekim amacına bağlı olarak görüntü işleme ile hava nirengilemenin yanı sıra ortofoto, SYM ve hatta kıymetlendirme aşamalarında optimum kaynak kullanımı ve verimliliği etkilemektedir.

2.3 OrtoMozaik Üretimi İş Akışında Verimsizlik Nedenleri

Ortofoto ve ortomozaik oluşturmada, uçuş planı/gerçekleştirimi, görüntü/fotograf, SYM ve fotoğraf yöneltme elemanlarının bulunduğu bir liste/dosya girdiye gerekmektedir. Ortofoto proje bloğu, gerçekleştirilen uçuş planı ve fotoğraf yöneltme bilgileri kullanılmak sureti ile optimum sayı ve kaplamadaki fotoğraf seçilerek oluşturulmaktadır (Toutin, 2003). Bu işlem ortofoto üretimi fonksiyonu olan yazılımlar tarafından etkileşimli çalışma için sağlanan ara yüzlerle yapılmaktadır. Ancak, optimum fotoğraf seçiminin, hele ki büyük alanları kapsayan projelerde insan emeği ile yapılması, insan ve makine zamanının uzunluğunun ötesinde, işlemin hataya açık olması ve yazılımların çoğunun mekansal komşuluk değil de fotoğrafların projeye kayıt sırasını her tür işlemde indeks olarak kullanmaları sebebiyle büyük oranda verimsizlik gerçekleşmektedir.

Buna bir örnek vermek gerekirse; Harita Genel Komutanlığı envanterinde bulunan UltraCam X kamerası ile çekilen bir hava fotoğrafının boyutu yaklaşık 390 MB ve UltraCam Eagle kamerası ile çekilen bir hava fotoğrafı yaklaşık 780 MB civarındadır. 100 K kapsama alanını içeren 380-400 fotoğraftan oluşan (UltraCam X için) bir çalışma bölgesi için gereken hava fotoğraflarının toplam boyutu UltraCam X için yaklaşık 150 GB, UltraCam Eagle için yaklaşık 300 GB civarındadır. Bu boyutta verinin manipülasyonu proje alanı genişledikçe daha da zorlaşmakta, prosedürlerin uygun oluşturulmaması ise verimsizlik oluşturmaktadır.

3. ORTOMOZAİK ÜRETİMİ İÇİN OTOMATİK BLOK TASARIMI YAKLAŞIMI

OBTAB, ortofoto ve ortomozaik bloğu oluşturmada optimum sayıda fotoğraf seçimi, bunların sıralanması ve proje alanına taşınmasını otomatikleştirmektedir. bölümde öncelikle, mevcut ortofoto ve ortomozaik üretimi iş akışı, ardından tanımlanan problem alanı için OB TAB ile hedeflenen çözüm hakkında kısa bilgi verildikten sonra OB TAB yaklaşımı ayrıntılı olarak tanıtılmaktadır.

3.1 Mevcut Ortofoto ve OrtoMozaik Üretimi İş Akışı

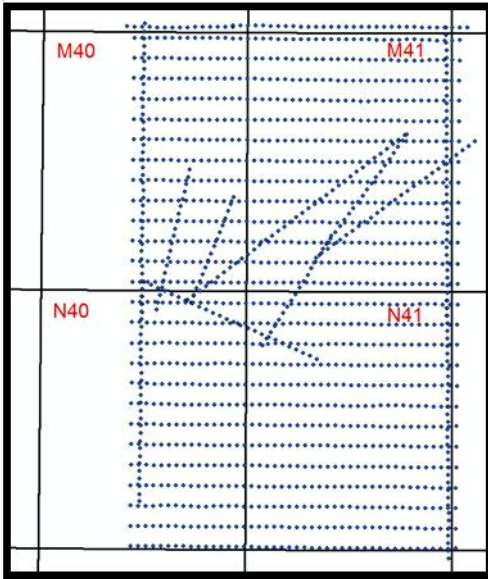
Belirli bir pafta indeksinde (100.000, 50.000, 25.000) ortomozaik görüntü elde etmek için, o bölgeyi kapsayan uçuşa ait ori (orientation) dosyasının içinden (ki ortalama 1000 ile 5000 fotoğraf içerir), ilgili pafta indeksine ait olan yöneltme parametrelerinin (ki bir 100.000 indeks ortalama 380 – 420 fotoğraf içerir) belirlenip kolon sırası ve uçuş yönüne göre sıralandıktan sonra üst üste gelen ve çapraz uçuşlara ait olan fotoğrafların elenmesi gerekmektedir. Bu işlemi operatörler yaklaşık 1 saat civarı sürede tamamlamakta ve bir hata oluşması durumunda işlem baştan itibaren tekrarlanmaktadır. Oluşturulacak ortomozaik görüntüde kullanılacak fotoğraflara ait olan yöneltme parametrelerinin ayıklanması işleminden sonra bu fotoğrafların sunucudan operatörün bilgisayarına kopyalanması işlemi başlamakta, bu kopyalama kolon kolon yapılmakta ve sürekli operatör takibine ihtiyaç duymaktadır.

3.2 Mevcut Ortofoto ve OrtoMozaik Üretimi İş Akışı

Ortofoto Blok Tasarım Programı (OBTAP), ortomozaik görüntü oluşturmak için kullanılacak uçuşa ait ori dosyasının içerisinden ortomozaik görüntünün oluşturulacağı pafta indeksi içerisine düşen fotoğraflara ait yöneltme parametrelerini otomatik olarak ayıklayıp sıralayarak, herhangi bir görüntü işleme programının kullanabileceği formata çevirmek ve bu ortomozaik görüntünün oluşturulacağı fotoğrafları sunucudan operatör bilgisayarına tek seferde otomatik olarak kopyalamak ve böylece ortomozaik görüntü oluşturma hazırlık aşamasını operatörden bağımsızlaştırarak, operatör ve bilgisayar zamanından tasarruf etmek, işlem süresini kısaltmak ve operatör kaynaklı hataları en aza indirmek için tasarlanmıştır.

3.3 Mevcut Ortofoto ve OrtoMozaik Üretimi İş Akışı

Ortofoto Blok Tasarım Programına girdi olarak ilgili uçuşa ait ori dosyasının gösterilmesi, istenen pafta indeksinin seçilmesi ve bu indekse uygulanacak tampon genişliğinin belirtilmesi gerekmektedir.



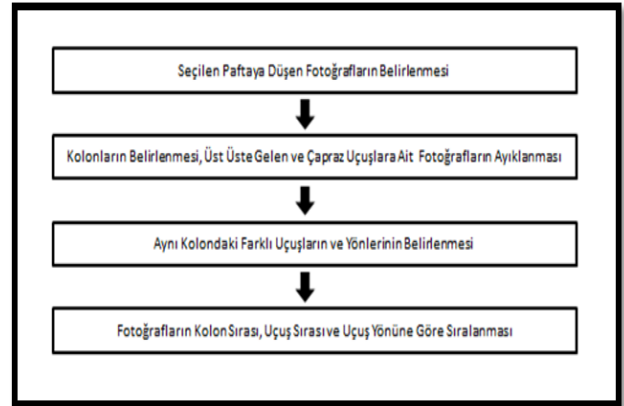
Şekil 1. Bir bölgeye ait uçuşlarda çekilen fotoğrafların geometrik gösterimi



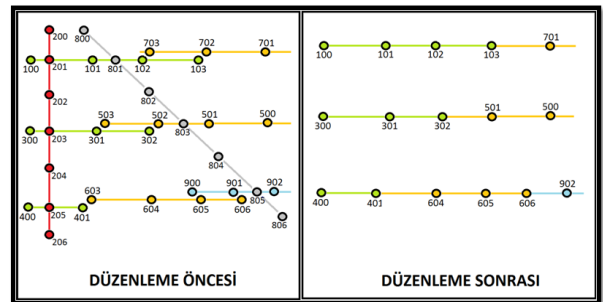
Şekil 2. Programa girdilerin tanımlanması

3.4 Ori Dosyasının Seçilen İndekse Göre Düzenlenmesi

Yüklenen, uçuşa ait ori dosyası içerisinden seçilen pafta içinde kalan fotoğraflara ait yöneltme parametreleri ayıklanarak veri tabanına kaydedilir. Kaydedilen fotoğraflara ait x, y (resim orta noktası) koordinatları yardımıyla kolonlar belirlenir. Yine resim orta noktası koordinatları ile üst üste düşen ya da birbirine çok yakın olan fotoğraflar veri tabanında işaretlenir. Fotoğraflara ait χ (kapa) değeri ile uçuş yönü bulunur ve belirli bir açının üstünde χ değerine sahip fotoğraflar veri tabanında işaretlenir. Aynı kolonda zıt χ değerine sahip fotoğraflar ve fotoğraf numaralarının ardışıkları sayesinde o kolonun kaç farklı uçuştan oluştuğu belirlenir. Kolonlardaki fotoğraflar kendi içerisinde uçuş yönüne göre sıralanır. Farklı uçuşlarda fakat aynı bölgeyi kapsayan fotoğraflar, kendinden önceki fotoğraf ile aynı uçuşa ait olup olmadığına göre kontrol edilerek, o bölge için hangi fotoğrafın kullanılacağı belirlenir. Seçilen pafta içerisinde kalan fakat ortomozaik üretiminde kullanılması gerekli olmayan fotoğraflara ait yöneltme parametreleri bir metin dosyasına kaydedilir. Ortomozaik görüntü oluşturmak için kullanılacak fotoğraflara ait yöneltme parametreleri farklı bir dosyaya, kolon sırası, uçuş sırası ve uçuş yönüne göre sıralanarak kaydedilir.



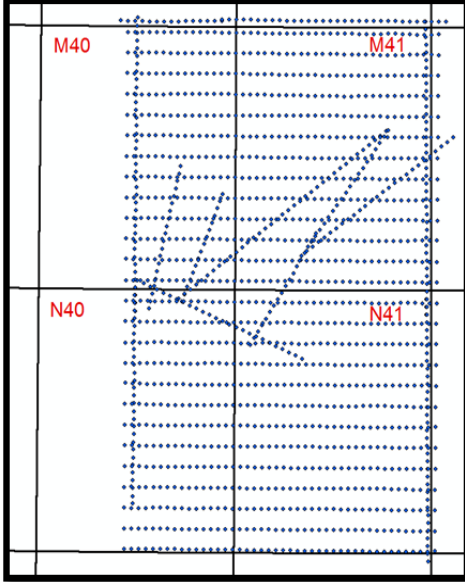
Şekil 3. OBTAP ori dosyası düzenleme sırası



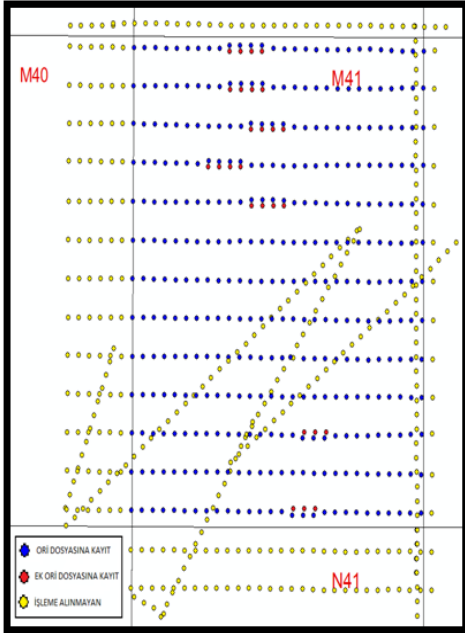
Şekil 4. OBTA P ile düzenlenmiş ori dosyası geometrik gösterimi

OBTA P bir ortomozaik görüntünün oluşması için gerekli ve yeterli minimum resim sayısını belirlemek için tasarlanmıştır. Böylece ortomozaik üretim süresi ve resim kopyalama süreleri azalmaktadır.

Yukarıdaki şekil 4'te 9 farklı uçuştan elde edilen 37 görüntüye sahip bir bölgenin OBTA P ile düzenlendikten sonraki durumu gösterilmiştir. OBTA P aynı bölgeyi ifade etmek için yeterli olan 7 uçuşa ait 16 görüntüyü saptamış ve bu görüntülere ait dış yöneltme parametrelerini içeren ori dosyasını oluşturmuştur.



Şekil 5-1. M41 Paftasının Fotograf Konumları

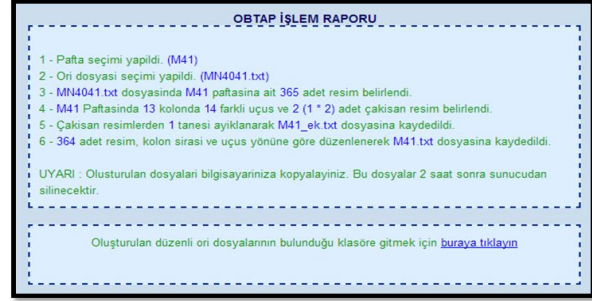


Şekil 5-2. M41 Paftasının OBTA P ile düzenlenmiş hali

3.5 Rapor ve Çıktıların Oluşturulması

Ori dosyasının düzenlenmesinden sonra program işlemlerle ilgili bir rapor ve 2 adet ori dosyası oluşturur. Birinci dosya

ortomozaik işleminde kullanılacak olan fotoğraflara ait ori dosyası, ikinci dosya ise aynı bölgeye düşen fakat ortomozaik üretiminde kullanılmasına ihtiyaç olmayan fotoğraflara ait ori dosyasıdır.



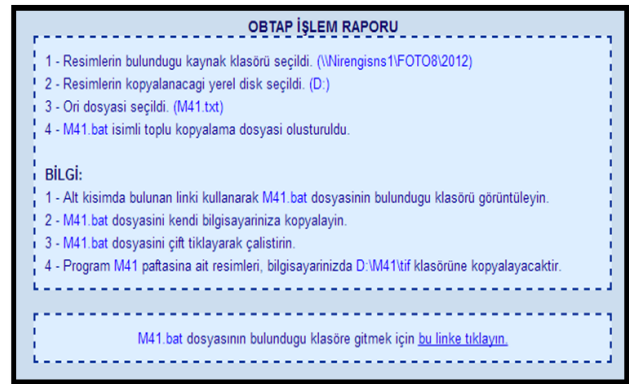
Şekil 6. OBTA P işlem raporu

3.6 Fotoğrafların Kopyalanması

Ortomozaik üretiminde kullanılacak fotoğraflara ait dış yöneltme parametrelerini içeren ori dosyasının oluşturulmasından sonra, oluşturulan bu ori dosyası tekrar programa yüklenir, fotoğrafların bulunduğu sunucu seçimi ve fotoğrafların kopyalanmasının istendiği bilgisayardaki sürücü seçimi yapılır. Program bu kopyalama işlemini gerçekleştirecek olan .bat uzantılı MS DOS toplu komut istemcisi scriptini otomatik olarak hazırlar. Hazırlanan bu scriptin çalıştırılmasıyla kopyalama işlemi başlar.



Şekil 7. Kopyalanacak fotoğraflara ait ori dosyasının programa gösterilmesi



Şekil 8. OBTA P kopyalama dosyası oluşturma raporu

3.7 Tartışma

Söz konusu problem yönelimli teknoloji geliştirme çalışması Hrt.Gn.K.lığının topografik harita üretimi ya da yalnızca ortofoto üretimi amaçlı tanımlı bindirme, paralel kolonlar kısıtlaması için çözüm üretmiştir. OBTA P, dik bağlama kolonları ve diğer baş açılı kolonların seçilip seçilmeyeceğini kullanıcıya bırakmaktadır. Kullanıcının yalnızca paralel

kolonları tercih etmesi halinde sistem otomatik, tam ve doğru sonuç üretmektedir.

Ortofoto üretiminde optimizasyon amacıyla jenerik bir çözüm için burada göz ardı edilen hususların dikkate alınmasına ihtiyaç vardır.

4. SONUÇLAR

Harita Genel Komutanlığınca, doğrudan ortofoto ya da topografik revizyon amaçlı çektiği hava fotoğraflarından ortofoto ve ortomozaik üretimi gerçekleştirilmektedir. Ortofoto ve ortomozaik üretiminde, otomatik olarak optimum bir blok oluşturmak için geliştirilen sistem ve bunun alt bileşenlerini oluşturan orijinal algoritmalar, bu çalışmada gözetilen yaklaşım, alınan koşullar ve elde edilen verimlilikle ilgili sonuçlar sunulmaktadır.

Geliştirilen orijinal algoritmalar sayesinde, tanımlı koşullar çerçevesinde otomatik blok oluşturulmasında %90 (1-3 saat yerine birkaç dakika), oluşturulan optimum bloğa ait fotoğrafların kopyalanmasında %10-20 kopyalama süresi ve kopyalama sırasında operatör ataletinde büyük oranda azalma ve dolaylı olarak oluşturulan bloğun fotoğraf kesim hatlarının düzenlenmesi işlemlerinde önceye oranla önemli verimlilik sağlanmıştır. Ayrıca, operatörden bağımsız oluşturulan orijinal dosyasında insan kaynaklı oluşabilecek hataları da minimuma indirmiş ve ortofoto üretiminden sorumlu operatörlerin zamanlarının daha verimli şekilde kullanmalarına olanak tanımıştır.

BİLGİLENDİRME VE TEŞEKKÜR

Bu çalışma yazarlardan Selçuk Karaduman'ın Asteğmen (meslek kuarası) olarak Hrt.Gn.K.lığında görevli bulunduğu dönemde gerçekleştirilmiştir. Yazıda yer alan görüşler yazarlara aittir.

KAYNAKÇA

Adrov, V.N., M.A.Drakin, A.Yu. Sechin (2012): High Performance Photogrammetric Processing on Computer Clusters, XXII ISPRS Congress, Volume XXXIX-B4, Melbourne, Australia

Kapnias,D., P.Milenov, S.Kay (2008): Guidelines for Best Practice and Quality, Checking of Ortho Imagery Issue 3.0, JRC Scientific and Technical Reports, EUR 23638 EN - 2008

Kraus, K. (2007): Photogrammetry: Geometry from Images and Laser Scans, 2nd Ed., de Gruyter

Torun, A., S.Karaduman, İ.Şahin, Ö.Can (2012): Ortofoto Blok tasarımı programı Raporu, Hrt.Gn.K.lığı, Fotogrametri D.Bşklığı, Uz.Alg.Ş.Mdlüğü, İç Rapor, Kasım 2012

Toutin, T (2003): Block Bundle Adjustment of Landsat 7 ETM_ Images over Mountainous Areas, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing Vol. 69, No. 12, December 2003, pp. 1341–1349