

Ortofoto Üretimi Süreci Optimizasyonu Kapsamında Ortofoto ve Mozaikleme İşlem Adımlarının Farklı Görüntü İşleme Yazılımları İle Karşılaştırılması (Comparison Of Orthophoto And Mosaicking Operation Steps With Different Image Processing System As Part Of Process Optimization For Orthophoto Production)

İsmail ŞAHİN¹, Zübeyde ALKİŞ²

¹Harita Genel Komutanlığı, Kartografya Dairesi, Ankara,

²Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, İstanbul, ismail.sahin@hgk.msb.gov.tr

ÖZET

Görüntü ve hava fotoğraflarının orto rektifikasyonu her ne kadar uzun zaman önce çözülmüş bir problem olsa da, yığın haldeki fotoğraf ve görüntünün depolanması, yönetimi ve işlenmesi çok sayıda disiplinin ilgi alanına girmektedir. Harita Genel Komutanlığınca, analog ve analitik yöntemlerin ardından sayısal teknikler kullanılarak ortofoto ve ortogörüntü üretimi artarak devam etmektedir. Harita Genel Komutanlığı (HGK)'nce, fotoğraf çekiminde 2008 yılından bu yana kullanılan sayısal hava kamerası ile harita üretimi, kamu ve özel kurum taleplerini karşılamak amaçlı çekilen fotoğraflar ve farklı amaçlarla alınan uydu görüntülerinin toplam alanı yıllık yaklaşık 300.000 km²'dir. Bu verinin ham sığası yaklaşık 6 TB, görüntülerin operasyonel kopya, yedekleme, ara ürün, sonuç ürüne dönüştürülmesi ile toplam yaklaşık sığa 60 TB'a çıkmaktadır.

Bu çalışmada yığın ortofoto üretimi ve ortofoto görüntü yönetiminde süreç baştan sona ele alınmıştır. Mevcut iş akışında işlem adımları her yazılımda da aynı girdi veriler ve yöntemler olacak şekilde tatbik edilmiştir. İşlem adımları iki ana başlık altında irdelenmiştir. Birincisi orto rektifikasyon, ikincisi ise mozaik işlem adımlarıdır. İşlem adımlarının süreleri ve üretim sonucunda üretilen ürünler karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ortofoto, Orto rektifikasyon.

ABSTRACT

Although the rectification of aerial photographs and images was problem solved long time ago; storing, managing and processing of mass aerial photographs and images are in the area of interest of many disciplines. After the mechanic and analytical methods, the production of orthophoto and ortho-image continues increasingly in the General Command of Mapping. The area covered by aerial photographs taken for the requirement of governmental and private companies using digital aerial cameras which has been used since 2008 and the satellite images for different purposes is approximately 300.000 km² annually. Compared with the raw size of data which is about 6 TB, the final size of images becomes about 60 TB after copying, storing and transforming to intermediate and final products.

In this study, the procedure of the production of orthophoto and the management of ortho-image are

processed. In the soft wares of current workflow, same input data and methods are used. Phases of the process are analyzed in two different bases. First one is orthorectification, and the second is mosaic. The time of the process and the final products are compared.

Keywords: Orthophoto, Orthorectification.

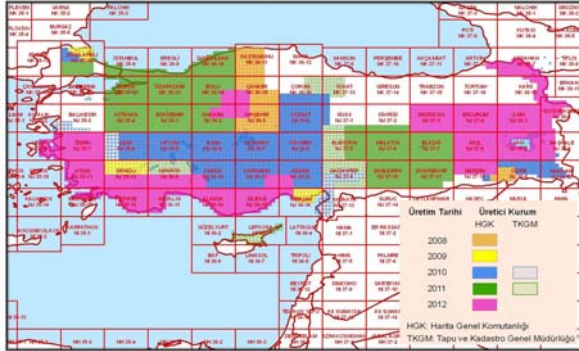
1. GİRİŞ

Uydu görüntülerinin ve hava fotoğraflarının orto rektifikasyonu uzun zaman önce çözülmüş bir problem olsa da, yığın haldeki fotoğraf ve görüntülerin depolanması, yönetimi, işlenmesi ve kullanıcının erişimine ilişkin problemler artarak devam etmektedir. Bu çalışmalar çok sayıda özel ve kamu kurumunun görev alanına girmekle birlikte; bu süreçlerin oluşturulması, verimlilik ve etkinliğinin artırılması ise çok sayıda disiplinin ilgi alanına girmektedir.

Yakın zamana kadar hava fotoğrafı çekimi ve bu fotoğraflarının işlenerek ortofoto üretilmesi işlemi, büyük oranda Harita Genel Komutanlığı tarafından yapılmakta idi. Artık günümüzde bazı kamu kurumları ile özel firmaların da, hava fotoğrafı çekimi için gerekli donanım ve yazılımlara sahip olduğu görülmektedir. Dolayısıyla bu durum; ülke genelinde bir yıl içerisinde çekilen ve işlenen hava fotoğrafı sayısında büyük oranda artış meydana getirmektedir.

Harita Genel Komutanlığınca, fotoğraf çekiminde 2008 yılından bu yana sayısal hava kamerası kullanılmaktadır. Bu sayede yıllık olarak; harita üretimi amacıyla çekilen, kamu ve özel kurum taleplerini karşılamak amacıyla çekilen fotoğrafların ve farklı amaçlarla alınan uydu görüntülerinin toplam alanı 200.000 km² idi. Bu rakam 2012 yılında temin edilen ikinci bir sayısal hava kamerası ile 300.000 km²'ye ulaşmaktadır. Bu verinin ham sığası yaklaşık 6 TB, görüntülerin operasyonel kopya, yedekleme, ara ürün, sonuç ürüne dönüştürülmesi ile toplam yaklaşık sığa 60 TB'a çıkmaktadır.

2008, 2009, 2010, 2011 ve 2012 yıllarına ait ülke genelindeki ortofoto üretim durumu Şekil 1’de görüldüğü gibidir. Şekilde görüldüğü gibi Harita Genel Komutanlığınca (HGK) 5 yılda yaklaşık 600.000 km² ortofoto üretilmiştir.



Şekil 1. 2012 yılı sonuna kadar ülke genelinde üretilen renkli ortofoto durumu.

2011 yılının sonuna gelindiğinde, bu rakamlarda çok büyük oranda artış olduğu izlenmekte ve yapılan yıllık planlara göre yüksek miktardaki yığın ortofoto üretiminin 2012 yılında temin edilen ikinci sayısal hava kamerası da dikkate alındığında aynı şekilde devam edeceği görülmektedir. Yıllık üretimlerin hiç artmadan devam etmesi durumunda bile tüm ülkenin 3 (üç) yılda bir renkli ve yüksek çözünürlükte ortofotolarının üretileceği görülmektedir.

Yukarıda anlatıldığı üzere; yıllık hava fotoğrafı çekiminde 300.000 km² gibi rakamlara ulaşılmaktadır. Rakamların da açıkça ortaya koyduğu gibi yıllık olarak çekilen tüm fotoğrafların aynı yıl içerisinde ortofotolarının üretilmesi için ortofoto üretim sürecinde bir iyileştirme yapılması gerekmektedir.

Bu amaçla yapılan çalışmada 1:100.000 ölçekli bir pafta alanı (2400 km²) seçilmiştir. Bu bölgenin hava fotoğraflarından ortofotoları ve mozaik görüntüleri üç ayrı görüntü işleme yazılımında üretilmiştir. Sonuçlar zaman, doğruluk ve ürünlerin disk üzerinde kapladığı alan olarak irdelenmiştir.

2. TEST BÖLGESİNİN TANITIMI

Test bölgesi olarak 1:100.000 ölçekli L48 paftası seçilmiştir. Bölgeye ait uçuş planlaması Şekil 2’de görülmektedir.

Fotoğraflar 43 cm yer örnekleme aralığına sahiptir. Yaklaşık yöneltme parametreleri uçakta yer alan GNSS/IMU (GNSS-Global Navigation Satellite System, Global navigasyon Uydu

Sistemler/IMU-Inertial Measurement Unit, İnersiyal Ölçüm Ünitesi) sistemiyle belirlenmiştir. Blok köşelerinde, dört adet Yer Kontrol Noktası(YKN) işaretlenerek GNSS ile gözlemlenmiştir. Çalışma bölgesinde 442 adet hava fotoğrafı bulunmaktadır. Hava fotoğraflarının her biri 398 Mb'tır. Disk üzerinde toplam olarak 167 Gb yer kaplamaktadır. Çalışma için Microsoft UltraCam-X Hava Kamerasına ait Kamera Kalibrasyon Raporu, çalışma bölgesine ait Sayısal Yükseklik Modeli (SYM), fotogrametrik nirengi dengeleme sonuçları ve sayısal hava fotoğrafları Harita Genel Komutanlığından temin edilmiştir.



Şekil 2. Test bölgesi olarak seçilen L48 paftasına ait uçuş planı grafiği.

Hava fotoğrafı çekimi HGK'na ait Microsoft Ultracam-X Büyük Formatlı Sayısal Hava Kamerası ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Microsoft UltraCam-X sayısal hava kamerası özellikleri.

3. KULLANILAN YAZILIMLAR

a. Geolmaging Accelerator GXL Aerial

PCI Geomatik ve Microsoft UltraCam 2009 yılında ortaklaşa olarak yüksek hızda orto rektifikasyon ve mozaik işlemleri için GXL-Aerial'i geliştirdiler(URL 1). Bu yazılım ile dağıtılmış ve

çok çekirdek kullanımı sayesinde otomatik ve çok daha hızlı bir şekilde mozaik görüntü üretimi mümkündür. Orto rektifikasyon ve mozaikleme işlemlerinde geleneksel üretimlere göre 70 kat kadar daha hızlı bir şekilde üretim yapılabileceği iddia edilmektedir. GXL Aerial Standart yazılımı günde 2000 fotoğraf işleme kapasitesine sahiptir (URL 2).

b. INPHO 5.5

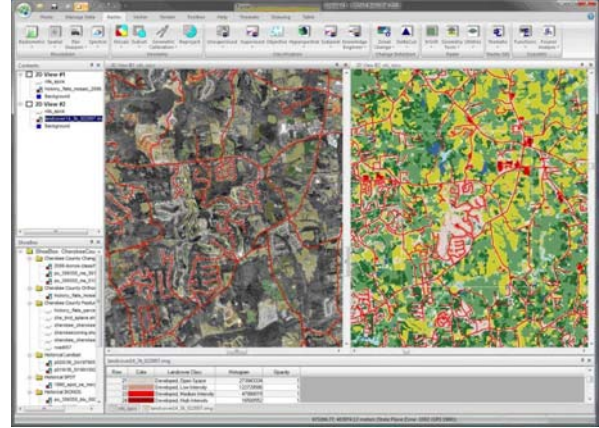
INPHO portföyü nirengi işlemleri, stereo kıymetlendirme, arazi modelleme, ortofoto üretimi ve mozaik üretimi gibi fotogrametrik projelerin tüm iş akışını kapsamaktadır. Bunlara ek olarak gelişmiş filtreleme LIDAR veri düzenleme de dâhil olmak üzere Sayısal Arazi Modeli (SAM) işlenmesi için yenilikçi yazılım çözümleri sunmaktadır. Fotogrametrik işlemleri çeşitli ürünlerle gerçekleştirmektedir (URL3).

Fotogrametrik işlemleri MATCH-AT, SYM editleme işlemlerini DTMaster, Sayısal Kıymetlendirme işlemlerini Summit Evolution, otomatik SYM işlemlerini MATCH-T, Orto rektifikasyon işlemlerini OrthoMaster ve Mozaik işlemlerini OrthoVista modülleri ile gerçekleştirilmektedir (URL 4).

Bu çalışmada OrthoMaster ve OrthoVista modülleri kullanılmıştır. Orto rektifikasyon işlemi OrthoMaster modülü ile gerçekleştirilmiştir. OrthoMaster ile 20.000 görüntü ve daha fazlasını içeren blokların işlenmesi mümkün olabilmektedir. MATCH-T ile SYM nin mevcut olmadığı durumlarda hava fotoğraflarından otomatik olarak SYM üretilebilmektedir. Mozaik görüntü üretimi için OrthoVista modülü kullanılmıştır. OrthoVista modülü ile renk farklılıkları çok iyi bir şekilde dengelenebilmektedir.

c. Erdas Imagine 2010

Yazılım Raster tabanlıdır. Genellikle görüntü işleme ve analizi için kullanılan bir yazılımdır. ERDAS Imagine orijinal dosya formatının içerdiği coğrafi referans bilgilerine tam erişim elde eder (URL 5). ERDAS Imagine kullanıcıları, 50 milyon piksel'e kadar olan görüntüleri ücret karşılığı olmadan sıkıştırabilirler. Daha büyük görüntüler için ek modüller alınması gerekmektedir. Yazılım farklı fotogrametrik işlemleri gerçekleştirmek için farklı modüllere sahiptir (Şekil 4). Erdas Engine sayesinde tek çalışma alanında birden çok çekirdekte çalışarak eş zamanlı birçok işlem yürütülmesiyle işlerin çok daha hızlı tamamlanmasına imkân vermektedir (URL 6).



Şekil 4. Erdas Imagine 2010 yazılımı arayüzü.

Bu çalışmada ortofoto üretimi LPS (Leica Photogrammetry Suite) modülü ile mozaik görüntü üretimi ise MosaicPro modülü ile gerçekleştirilmiştir.

4. UYGULAMADA KULLANILAN DONANIM

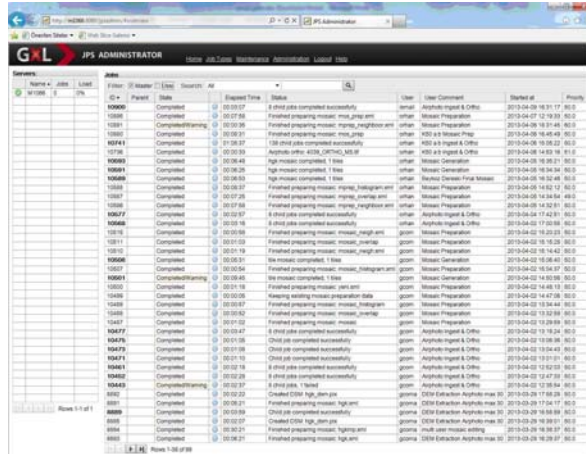
Tablo 1. Uygulamada kullanılan donanım.

Üretici	Hewlett-Packard Company
Model	HP Z820 Workstation
İşletim Sistemi	Windows 7 Professional
İşlemci	Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2643 0 @ 3,30GHz (2 işlemci)
Yüklü Bellek (RAM)	64 GB
Sistem Türü	64 Bit İşletim Sistemi

5. UYGULAMA

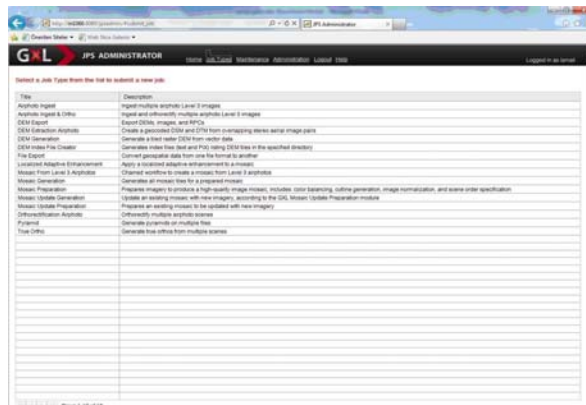
a. GXL Aerial Yazılımı ile Uygulama

PCI GXL Yazılımı internet Explorer ile birlikte yazılımın kurulu olmadığı bir bilgisayardan çalıştırılabilmektedir. Yazılımın Home, Job Types, Maintenance, Administration, Logout ve Help araçları bulunmaktadır. Administration aracı ile daha önceden tanımlanmış bir kullanıcı adı ve şifre kullanarak bir yerel ağ üzerinden veya web üzerinden yazılımın kurulu olduğu bilgisayara bağlanılarak yazılım çalıştırılır. Home aracı kullanılarak daha önceden program ile yapılmış bütün işlemler görülebilmektedir (Şekil 5).



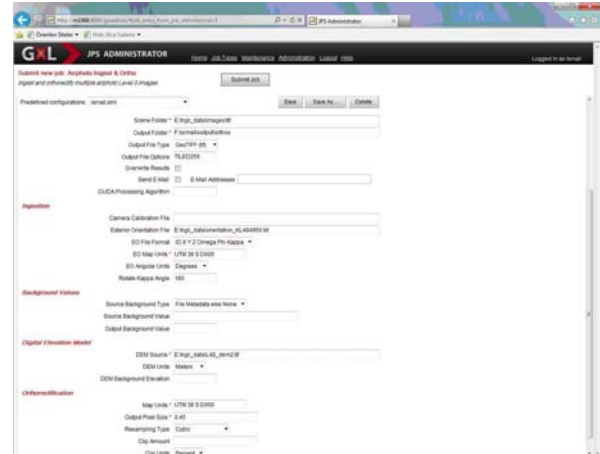
Şekil 5. PCI GXL Aerial yazılımı home aracı arayüzü.

Job Types aracı kullanılarak hava fotoğrafları sisteme dâhil edilebilir, ortofoto üretilir, SYM üretilerek düzenlenebilir ve istenilen formatlara dışarı aktarılabilir, Mozaik üretimi gerçekleştirilerek güncellemeler yapılabilir, görüntülerin piramitleri oluşturulabilir ve gerçek ortofotolar üretilir (Şekil 6). Gerçek ortofoto; standart ortofotolarda normal olan projeksiyon hatalarının giderildiği ortofotodur.



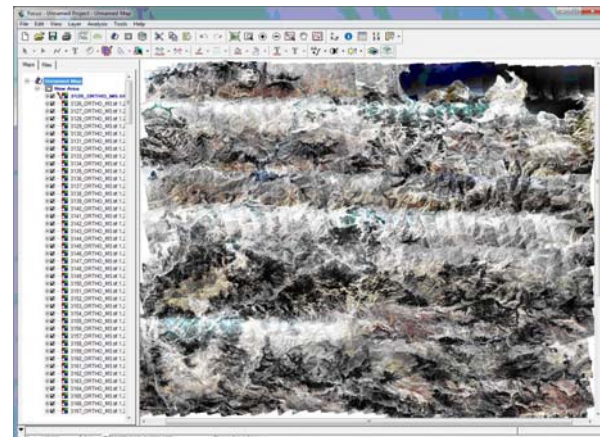
Şekil 6. PCI GXL Aerial yazılımı job types aracı arayüzü.

Çalışmada öncelikle çalışma alanına giren hava fotoğraflarının sisteme aktarılmasını sağlayan “Airphoto Ingest & Ortho” modülü kullanılır (Şekil 7). Proje dosyası *.xml dosya uzantılı olarak kaydedilir. Çıktı formatı olarak GeoTIFF (tif) seçilmiştir. Dış yöneltme dosya formatı olarak “ID, X, Y, Z, Omega, Phi, Kappa” seçilmiştir. Projeksiyon ve datum olarak “UTM WGS84” seçilmiştir. Çözünürlük olarak 0.45 m. girilerek program çalıştırılmıştır.



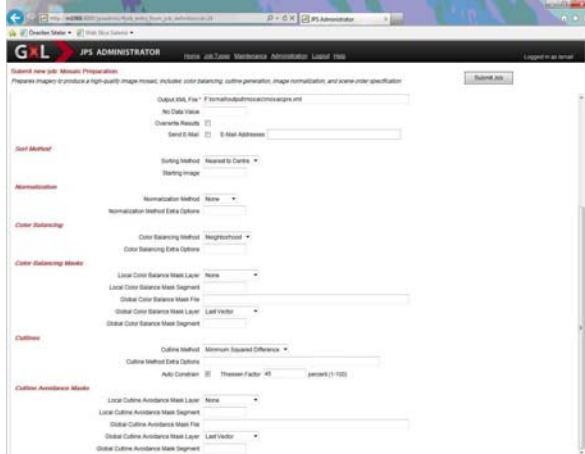
Şekil 7. PCI GXL Aerial yazılımı Airphoto Ingest & Ortho arayüzü.

442 Adet hava fotoğrafının orto rektifikasyonu toplamda 131 dakika sürmüştür. Oluşturulan ortofotoların her biri yaklaşık 580 Mb' tır ve toplam olarak disk üzerinde 311 Gb yer kaplamaktadır. Şekil 8'de oluşturulan ortofotolar görülmektedir.

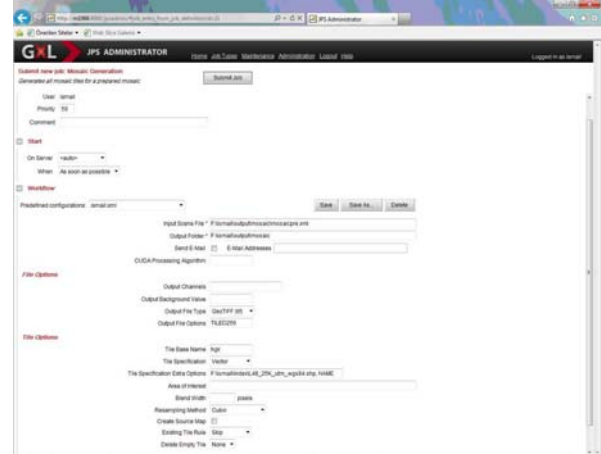


Şekil 8. Oluşturulan ortofotoların görünümü.

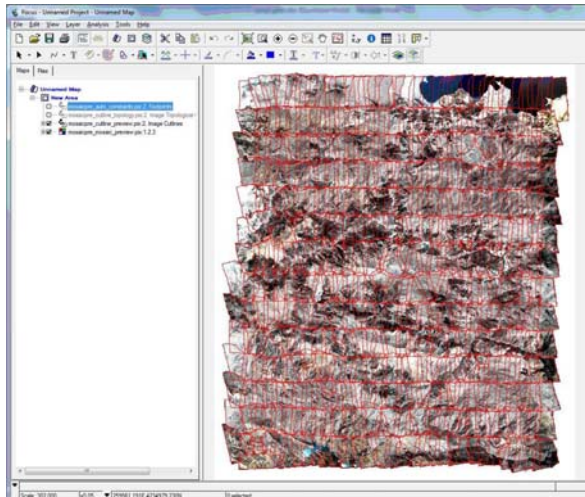
“Mosaic Preparation” aracı kullanılarak mozaik üretimi için *.xml uzantılı proje dosyası oluşturulur. Orto rektifiye edilmiş görüntüler sisteme dâhil edilir. Sistemin çalıştırılması ile birlikte mozaik öncesi işlemlerden *.xml uzantılı bir dosya oluşur. Bu aşamada yapılan iş *.dxf uzantılı olarak Seamline oluşturulması işlemidir. Bu aşamada sıralama metodu belirtilir. Normalleştirme yöntemi belirtilir. Eğer varsa lokal renk denkleştirme alanı katmanı sisteme girilir. Seamline oluşturma yöntemi sisteme dâhil edilir (Şekil 9). Oluşturulan Seamline bir arayüz yardımı ile editlenebilir (Şekil 10). Bu çalışma için Mozaik öncesi işlemler 28 dakika sürmüştür.



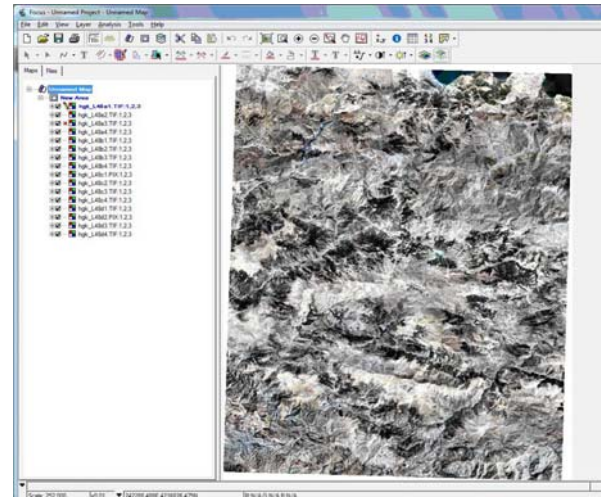
Şekil 9. PCI GXL Aerial yazılımı Mozaik Preparation arayüzü.



Şekil 11. PCI GXL Aerial yazılımı Mozaik Generation arayüzü.



Şekil 10. PCI GXL Aerial yazılımı Mozaik Preparation sonucunda üretilen seamline



Şekil 12. PCI GXL Aerial yazılımı Mozaik Generation ile üretilen görüntüler.

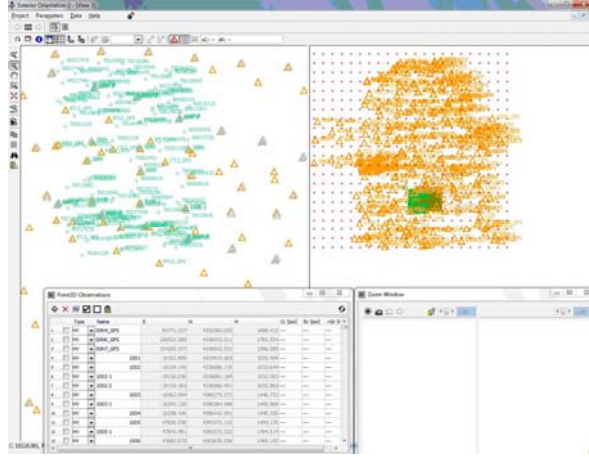
Son olarak mozaik görüntü oluşturma işlem adımı olan "Mosaic Generation"a geçilmiştir. Bu aşamada girdi olarak mozaik öncesi işlem adımıyla oluşturulan *.xml uzantılı dosya seçilmiştir. Çıktı dosyaların formatı GeoTIFF olarak seçilmiştir. Oluşacak mozaik görüntüler 1:25.000 pafta ölçeğine göre indekslenecektir. Örneklem yöntemi olarak kübik seçilmiştir (Şekil 11). Mozaik görüntü oluşturma işlem adımı ise normalizasyon uygulandığında toplam olarak 377, uygulanmadan ise 178 dakika sürmüştür. Oluşan her bir 1:25.000 ölçekli pafta alanına sahip ortofoto görüntü yaklaşık 2658 Mb yer kaplamaktadır. Şekil 12'de üretilen görüntüler görünmektedir.

b. INPHO 5.5 Yazılı ile Uygulama

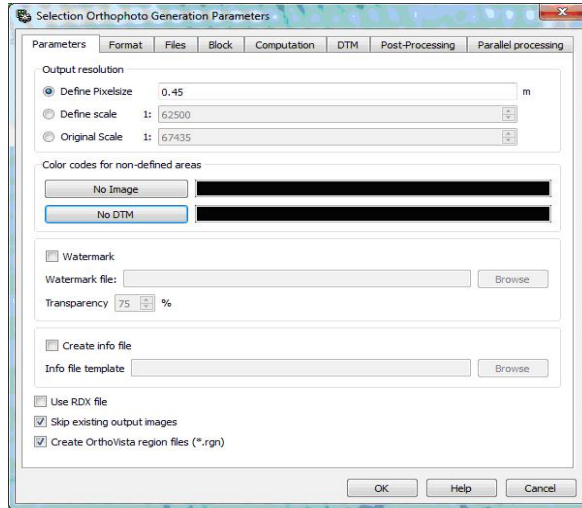
Hava fotoğraflarının orto rektifikasyonu OrthoMaster modülü ile gerçekleştirilmiştir. Öncelikle çalışma bölgesine giren fotoğrafların iç yönelimleri otomatik olarak gerçekleştirilmiştir. İkinci adım olarak fotoğrafların dış yönelimleri yapılmıştır (Şekil 13). Ön hazırlıklar tamamlanmış ve orto rektifikasyon işlemine geçilmiştir.

Hava fotoğraflarına ait ortofotoların oluşturulması için Şekil 14'de görülen arayüzde ortofotolar ile ilgili parametreler tanımlanmıştır. Çözünürlük olarak 0,45 m. girilmiştir. Görüntü formatı olarak "GeoTIFF", veri tipi olarak "unsigned 8 bit" seçilmiştir. Her bir hava fotoğrafının tüm alanının ortofotolarının oluşturulması istenmiş ve sıkıştırma formatı belirtilmemiştir. Örneklem yöntemi olarak diğer

yazılımlarda olduğu gibi “kübik katlama” seçilmiştir.



Şekil 13. Dış yöneltme arayüzü.



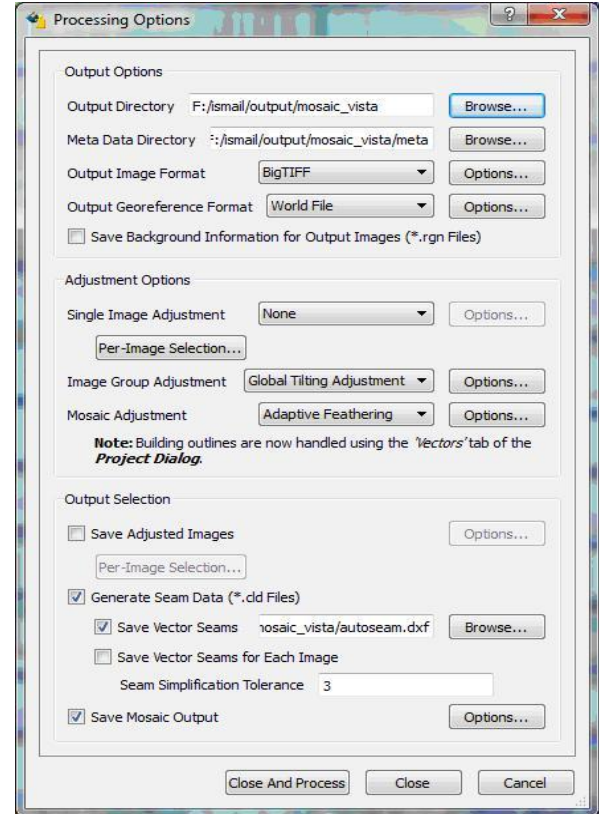
Şekil 14. OrthoMaster yazılımı ortofoto için parametre giriş arayüzü.

Mevcut SAM verisinin kullanılması istenmiş yazılımın otomatik olarak SAM üretmesine izin verilmemiştir. Sonuç olarak üretilen ortofotolar yaklaşık olarak 893 Mb. yer kaplamaktadır. 442 adet ortofotonun disk üzerinde kapladığı yer ise 376 Gb.'tır. Tüm görüntülerin ortofotolarının oluşturulması işlemi 157 dakika sürmüştür. Ortofotoların üretilmesi sırasında OrthoMaster yazılımı kendisinden sonra OrthoVista yazılımının kullanabilmesi ve ortofotolardan mozaik görüntü oluşturulabilmesi için bir metaveri dosyası oluşturmaktadır.

Ortofotoların üretilmesini müteakip mozaik görüntü oluşturulması iş adımına geçilmiştir. OrthoMaster yazılımı tarafından oluşturulan metaveri dosyası programa tanıtılarak projenin

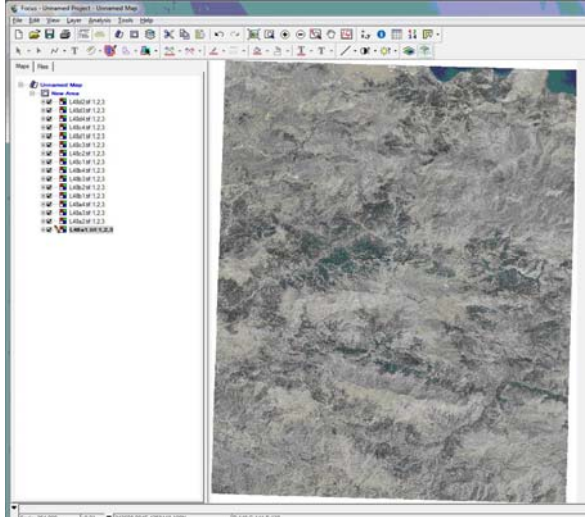
oluşturulması sağlanmış ve ortofotolar yazılıma yüklenmiştir.

Son olarak mozaik oluşturulması ile ilgili işlem adımına geçilmiştir. Oluşturulacak olan görüntülerin kaydedileceği klasör yazılıma tanıtılmıştır. Çıktı görüntülerin dosya formatı BigTIFF olarak seçilmiştir. Seamline otomatik olarak oluşturulacak ve *.dxf formatında saklanacaktır (Şekil 15). İstenildiği takdirde Seamline düzenlenebilmektedir.



Şekil 15. OrthoVista yazılımı mozaik parametreleri giriş arayüzü.

Oluşacak mozaik görüntüler 1:25.000 pafta ölçeğine göre indekslenecektir. Mozaik görüntü oluşturma işlem adımı ise toplam olarak 357 dakika sürmüştür. Oluşan her bir 1:25.000 ölçekli pafta alanına sahip ortofoto görüntü yaklaşık 3195 Mb yer kaplamaktadır. Oluşturulan olan mozaik görüntüler Şekil 16'da gösterilmektedir.

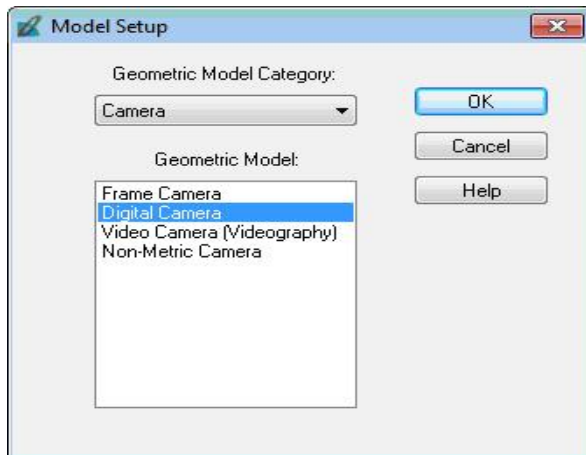


Şekil 16. OrthoVista yazılımı ile üretilen görüntüler.

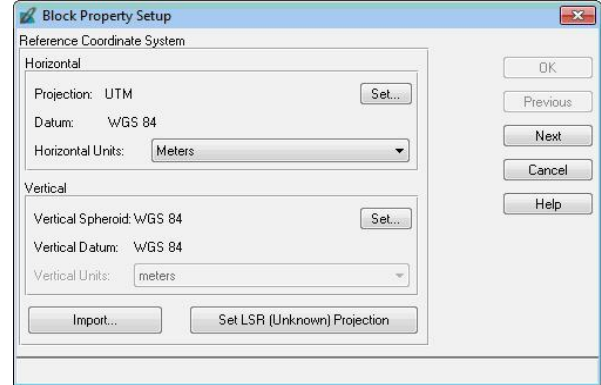
c. Erdas Imagine 2010 Yazılı ile Yapılan Uygulama

Diğer iki yazılımda olduğu gibi Erdas yazılımı ile de işlemler iki ayrı modül üzerinde yapılmaktadır. Ortofotolar LPS (Leica Photogrammetry Suite) modülü ile mozaik görüntüler ise MosaicPro modülü ile üretilmektedir. Öncelikle LPS modülü çalıştırılır. Kamera kalibrasyon dosyası, Hava fotoğrafları, SYM ve Fotogrametrik nirengi dengeleme sonuçları girdileri teşkil eder.

LPS modülü ile yeni bir blok dosyası oluşturulmuştur. Görüntülerin hangi çeşit kamera ile alındığı (bu çalışma için sayısal kamera olarak girilmiştir) sisteme tanıtılmıştır (Şekil 17). Blok özellikleri sisteme girilmiştir. Koordinat sistemi tanımlanmış projeksiyon için UTM datum için WGS84 girilmiştir (Şekil 18).

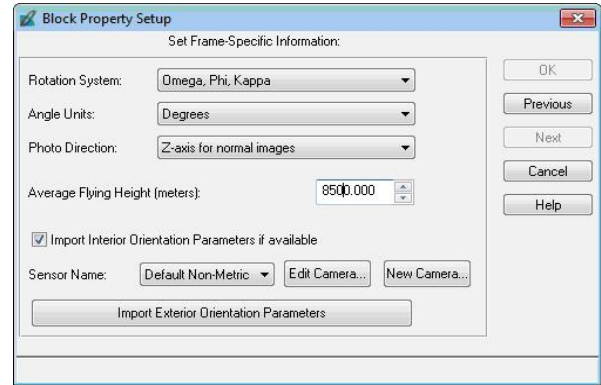


Şekil 17. Kamera tanımlama arayüzü.

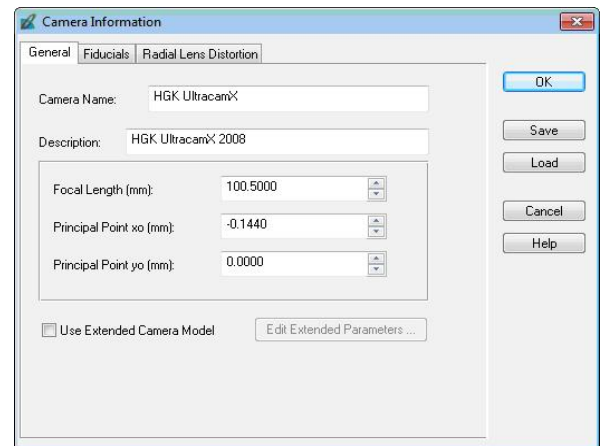


Şekil 18. Koordinat sistemi tanımlama arayüzü.

Yöneltme sistemi Omega, Phi, Kappa olarak seçilmiş ve ortalama uçuş yüksekliği 8500 m. olarak girilmiştir (Şekil 19). Yeni kamera seçeneği ile sisteme UltraCam-X camera kalibrasyon raporu dahil edilmiştir (Şekil 20).



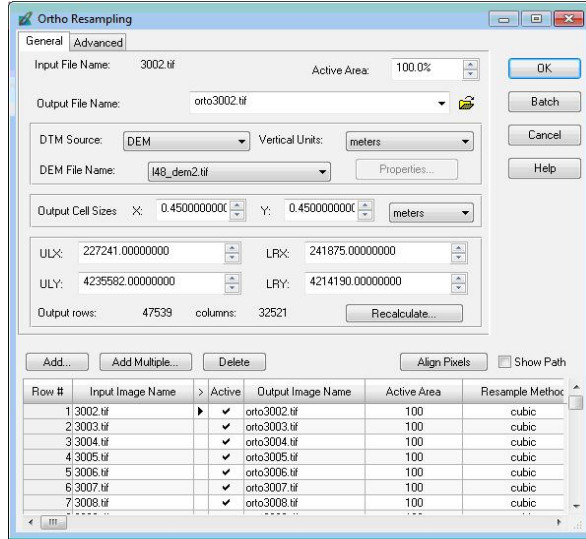
Şekil 19. Görüntüye ait uçuş ayarları.



Şekil 20. Kamera ayarları arayüzü.

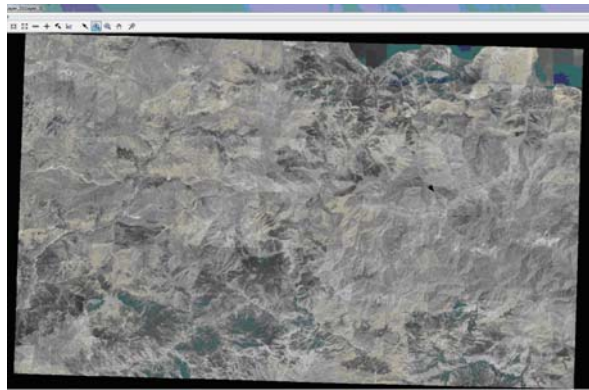
442 adet hava fotoğrafı bloğa dâhil edilmiştir. İç yöneltmeleri otomatik olarak yapılmıştır. Dış yöneltmeleri fotogrametrik nirengi dengeleme sonuçları ile otomatik olarak yapılmıştır.

Ürün ortofotoların formatı *.tif olarak seçilmiştir. SYM olarak çalışma alanına ait mevcut SYM kullanılmıştır. Çözünürlük olarak 0,45 m. girilmiştir. Örneklem yöntemi olarak diğer uygulamalarda da olduğu gibi “kübik katlama” seçilmiştir (Şekil 21).



Şekil 21. Orto rektifiye edilecek görüntü parametrelerini tanımlama arayüzü.

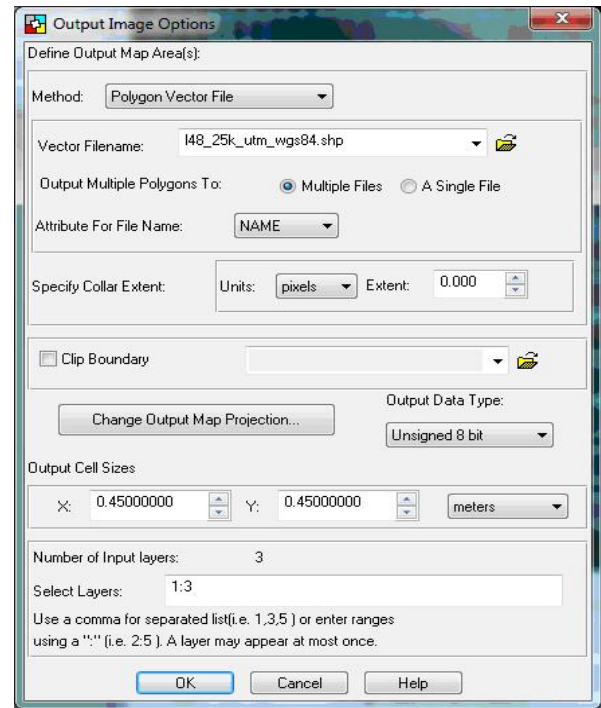
Sonuç olarak üretilen ortofotolar yaklaşık olarak 710 Mb. Yer kaplamaktadır. 442 adet ortofotonun disk üzerinde kapladığı yer ise 339 Gb.'tır. Tüm görüntülerin ortofotolarının oluşturulması işlemi 229 dakika sürmüştür (Şekil 22).



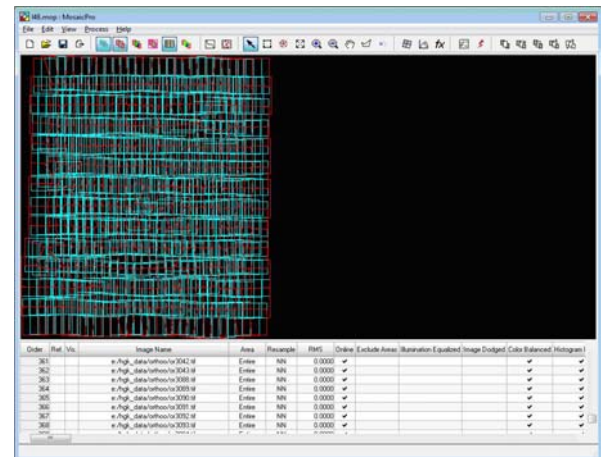
Şekil 22. LPS yazılımı ile üretilen ortofotoların görünümü.

Ortofotoların oluşturulmasından sonra mozaik görüntülerin oluşturulmasına geçilmiştir. 442 adet ortofoto projeye dâhil edilmiştir. Renk düzeltmeleri aracı ile renk dengelemesi ve histogram eşleştirilmesi seçeneği seçilmiştir.

Seamline ile ilgili fonksiyon ayarları tanımlanmıştır. Çıktı görüntü ayarları tanımlanmıştır. Çözünürlük olarak her zamanki gibi 0,45 m. girilmiştir. Çıktı veri tipi olarak “unsigned 8 bit” seçilmiştir (Şekil 23). Seamline oluşturma metodu seçilmiş ve seamline oluşturulmuştur. Bu işlem 44 dakika sürmüştür. Diğer yazılımlarda olduğu gibi istenildiği takdirde Seamline editlenebilmektedir. Oluşturulan seamline Şekil 24’de görüldüğü gibidir. Mozaik ürünlere isimleri verilmiş ve çıktı formatı olarak “TIFF” seçilmiştir.

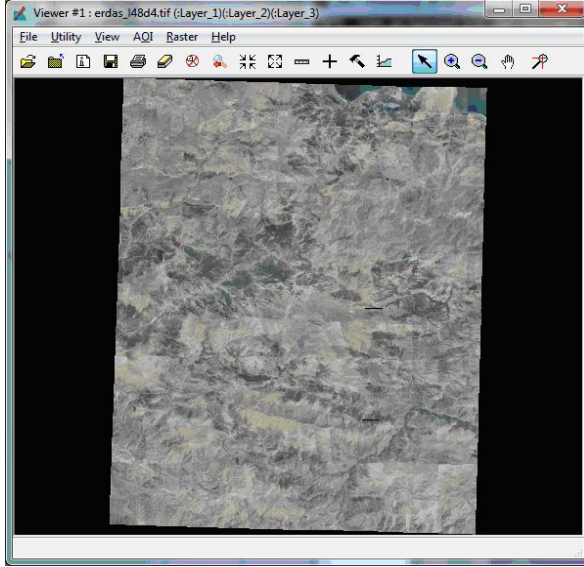


Şekil 23. Çıktı görüntü tanımlama arayüzü.



Şekil 24. MosaicPro yazılımı ile oluşturulan seamline.

Oluşturulan mozaik görüntüler 1:25.000 pafta ölçeğine göre indekslenmiştir. Mozaik görüntü oluşturma işlem adımı toplam olarak 401 dakika sürmüştür. Oluşan her bir 1:25.000 ölçekli pafta alanına sahip ortofoto görüntü yaklaşık 3140 Mb yer kaplamaktadır. Oluşturulan mozaik görüntüler Şekil 25'de görüldüğü gibidir.



Şekil 25. Erdas Imagine 2010 yazılımı ile üretilen görüntüler.

6. SONUÇLAR

Çalışma kapsamında ortofoto üretim süreci baştan sona bütün girdi veriler aynı olacak şekilde üç farklı görüntü işleme sisteminde uygulanmıştır. Uygulamanın gerçekleştirdiği donanım üç yazılım içinde aynıdır.

Her üç yazılım için de blok oluşturulması ve blok bilgilerinin tanımlanması, görüntülerin projeye dâhil edilmesi, iç yöneltme, dış yöneltme ve orto rektifikasyon işlem adımlarının gerçekleşme zamanları ve ürünlerin disk üzerinde kapladıkları alanlar Tablo 2'de gösterilmektedir.

Blok bilgilerinin tanımlanması işlem adımı her üç yazılımda da aynı sürede gerçekleştirilmiştir. Görüntülerin projeye dahil edilmesi PCI GXL ve INPHO 5.5 yazılımları için 5 dakika ERDAS 2010 yazılımı için ise 25 dakika sürmüştür. İç ve dış yöneltmeler için PCI GXL ve INPHO 5.5 yazılımlarında süre almazken ERDAS 2010 yazılımında iç yöneltme 5 dakika dış yöneltme 10 dakika zaman almıştır.

Tablo 2. Ortorektifikasyon işlem adımları uygulama zamanı.

	PCI GXL	INPHO 5.5	ERDAS 2010
Blok Bilgilerinin Tanımlanması	5 dakika	5 dakika	5 dakika
Görüntülerin Projeye Dâhil Edilmesi*	5 dakika	5 dakika	25 dakika
İç Yöneltme	-	-	5 dakika
Dış Yöneltme	-	-	10 dakika
Orto rektifikasyon	121 dakika (2.02 saat)	147 dakika (2.45 saat)	184 dakika (3.07 saat)
Her bir Görüntünün Boyutu	≈580 Mb	≈893 Mb	≈710 Mb
Disk Üzerindeki Toplam Sığa	≈311 Gb	≈376 Gb	≈339 Gb
TOPLAM SÜRE	131 dakika (2.18 saat)	157 dakika (2.62 saat)	229 dakika (3.82 saat)

Her üç yazılım için de mozaik için proje oluşturulması, orto görüntülerin projeye dâhil edilmesi, ürün özelliklerinin sisteme tanıtılması, seamline oluşturulması ve mozaik işlem adımlarının gerçekleşme zamanları ve ürünlerin disk üzerinde kapladıkları alanlar Tablo 3'te gösterilmektedir.

Her yazılımda da harcanan zamanın büyük çoğunluğunun orto rektifikasyon işlem adımı için olduğu görülmektedir. Yazılımlar arasındaki işlem süresi farklılığının belirgin olduğu işlem adımı da burasıdır. Bu işlem adımı PCI GXL için 121 dakika INPHO 5.5 için 147 dakika ve ERDAS 2010 için 184 dakika sürmüştür. Tablo 2'de de görüldüğü gibi orto rektifikasyon işlem adımını en hızlı şekilde gerçekleştiren yazılım PCI GXL 'dir. Ürünlerin disk üzerinde kapsadığı alanlar bakımından da PCI GXL yazılımı diğer yazılımlara göre daha avantajlı görünmektedir.

Orto görüntülerin projeye dahil edilmesi PCI GXL için 5 dakika, ERDAS 2010 yazılımı için 25 dakika sürmüştür. INPHO yazılımında bu işlem için süre harcanmamıştır. Ürün özelliklerinin sisteme tanıtılması işlem adımı 5 'er dakikada gerçekleşmiştir.

Seamline oluşturma işlem adımı PCI GXL için 28 dakika, INPHO 5.5 için 123 dakika ve ERDAS 2010 için 44 olarak gerçekleşmiştir. Birinci ve üçüncü yazılım bariz olarak INPHO 5.5 yazılımına göre avantajlıdır ve yaklaşık olarak aynı sürede gerçekleşmiştir.

Tablo 3. Mozaik işlem adımları uygulama zamanı.

	PCI GXL	INPHO 5.5	ERDAS 2010
Orto Görüntülerin Projeye Dâhil Edilmesi	5 dakika	-	25 dakika
Ürün Özelliklerinin Sisteme Tanıtılması	5 dakika	5 dakika	5 dakika
Seamline oluşturulması	28 dakika (0.47 saat)	123 dakika (2.05 saat)	44 dakika (0.73 saat)
Mozaik Oluşturma	140 dakika (2.33 saat)	231 dakika (3.85 saat)	327 dakika (5.45 saat)
	339 dakika (5.65 saat)		
Her bir Görüntünün Boyutu	2658 Mb	3195 Mb	3140 Mb
Disk Üzerindeki Toplam Sığa	42.53 Gb	51.12 Gb	50.24 Gb
TOPLAM SÜRE	178 dakika (2.97 saat)	357 dakika (5.95 saat)	401 dakika (6.68 saat)
	377 dakika (6.28 saat)		

Harcanan zamanın büyük çoğunluğu mozaik oluşturma işlem adımı içindir. PCI GXL yazılımı için bu işlem adımı iki farklı şekilde uygulanmıştır. İlk uygulamada orto görüntülere normalizasyon işlemi uygulanmamış ve işlem 140 dakikada gerçekleşmiştir. Normalizasyon uygulandığında ise bu süre 339 dakikaya çıkmıştır. INPHO 5.5 yazılımında 231 dakika ile bu işlem en kısa sürede gerçekleşmiştir. ERDAS 2010 yazılımında ise bu işlem 327 dakika sürmüştür.

Tablolarda anlaşıldığı üzere süre olarak en avantajlı olan yazılım INPHO 5.5 yazılımıdır.

Görüntülerdeki renk uyumu ve nefasete de bakıldığında INPHO 5.5 yazılımının en kaliteli ürünü ürettiği görülmektedir. Ürün ortofotolar incelendiğinde kesim hatlarında yazılımlar arasındaki farklar belirgin olarak hissedilmektedir. Denizlerde, yol geçişlerinde, binaların yoğun olduğu bölgelerde bu farklar daha yoğun şekilde ortaya çıkmaktadır. Ancak bu avantajlarına karşılık ürünlerin disk üzerinde kapladığı alanlar bakımından INPHO 5.5 yazılımı diğer yazılımlara göre bir nebze de olsa dezavantajlı görünmektedir. Format olarak her üç yazılımda da aynı format olan tif formatı seçilmiştir. Her yazılımda ürünlerin disk üzerinde kapladığı alanların farklı olmasının nedeni piramit dosyası olarak yazılımların farklı dosyalar oluşturması ve bu dosyaların boyutlarının birbirlerinden farklı olmasıdır.

PCI GXL yazılımının normalizasyon uygulanmadan gerçekleştirdiği ürünler renk ve nefaset açısından pek de kullanışlı değildir. Kesim hatlarında bazı bölgelerde oluşan bozukluklar açık şekilde görünmektedir. Ancak harcanan süre olarak diğer yazılımlara göre yarı yarıya olacak şekilde avantaj sağladığı göz ardı edilmemelidir. Yüksek hassasiyet gerektirmeyen talepler için bu yazılımın olanakları kullanılabilir.

KAYNAKLAR

URL 1: <http://www.pcigeomatics.com / products / geoimaging-accelerator-gxl>

URL 2: <http://www.pcigeomatics.com / products / gxl-aerial>

URL 3: http://www.inpho.de/index.php?seite = photogrammetric_systems & navigation = 190& root=165& kanal=html

URL 4: http://www.inpho.de / index.php ? seite = orthophoto_pro&navigation=1910&root=165& kanal=html

URL 5: http://geospatial.intergraph.com / service /support/fixes_enhancements/ERDASIMAGI N E2010.aspx

URL 6: <http://geospatial.intergraph.com/ products /ERDASIMAGINE/ERDASIMAGINE/Details.aspx>