EĞİTİM AMAÇLI ÖZGÜR FOTOGRAMETRİ YAZILIMI E-FOTO

Hüseyin YURTSEVEN[1]

[1]İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Ölçme Bilgisi ve Kadastro Anabilim Dalı, huseyiny@istanbul.edu.tr

ÖZET

Günümüzde, hızla gelişen bilgisayar donanım ve yazılım teknolojisi sayesinde artık analog ve analitik fotogrametrik sistemlerin yerini bilgisayara dayalı sistemler almıştır. Sayısal fotogrametri olarak da tanımlanan yazılım fotogrametrisi, fotogrametri biliminde gelinen son noktadır ve önceki (analog ve analitik üçboyutlu çiziciler) sistemlerden en önemli farkı fotoğrafın kendisi yerine sayısal piksel sıralarını kullanmasıdır. Yazılımlar sayesinde fotogrametrik değerlendirmelere imkân sağlayan çok bileşenli bilgisayar sistemlerine kısaca yazılım fotogrametrisi sistemleri (softcopy photogrammetric systems) veya dijital fotogrametrik iş istasyonları (digital photogrammetric workstations) denilmektedir. Bir yazılım fotogrametrisi sistemi yazılım ve donanım olmak üzere iki ana bileşenden oluşmaktadır. Kullanılan yazılımın sağladığı olanaklar çerçevesinde kurulacak donanım sistemi, maliyette optimizasyonu sağlayacaktır. Bu nedenle tercih edilecek olan yazılımın sağladığı olanakların iyi bir şekilde irdelenmesi gerekmektedir.Bu aşamada ise gereksinim duyulacak çıktı ürünlerin neler olacağı ve eğer ticari bir yazılım tercih edilecek ise bu yazılımın kişi veya kuruma olan maliyeti en önemli iki etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Çoğu eğitim kurumunda maliyeti yüksek olan ticari yazılımların kullanılması ülkemiz ekonomisine ek bir yük getirmektedir. Yazılım maliyetlerinin düşürülmesi noktasında, özgür yazılım olarak bilinen genel kamu lisanslı yazılımlar bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Eğitim amaçlı olarak Brezilya, Estado do Rio de Janeiro Üniversitesi'nde E-FOTO isimli proje ile aynı adı taşıyan ve fotogrametrik işlemlerin yapılabildiği E-FOTO yazılımı geliştirilmiştir. Bu yazılım ile fotoğraf çiftleri için iç ve dış oryantosyon, fotografik üçgenleme,sayısal arazi modeli ve ortofoto üretimi gibi fotogrametrik işlemler yapılabilmektedir.

Yapılan bu çalışmada özgür fotogrametri yazılımı e-foto hakkında genel bilgilerden sonra yukarıda sözü edilen yazılımın yetenekleri irdelenerek eğitim amaçlı olarak kullanılabilirliği ortaya konulacaktır.

Anahtar Sözcükler: Fotogrametri, Özgür Yazılım, Eğitim.

ABSTRACT

AN EDUCATIONAL FREE PHOTOGRAMMETRY SOFTWARE E-FOTO

Nowadays computer based systems are replaced with analog and analytic systems by the rapidly developed computer hardware and software systems. Digital photogrammetry is the last point reached in photogrammetry science and the most important difference from the past systems is the using digital pixel numbers instead of classic photograph. With multi units computer systems shortly named with soft copy photogrammetric systems or digital photogrammetric work stations which provides assessments by the software. A soft copy photgrammetric systems consist of two components that are software and hardware. Hardware systems which will be set up with the help of opportunities of used software, will provide optimization in cost. For this reason the opportunity of preferred software must be examined very well. In this stage, necessary outputs and if commercial software will be chosen, the cost of this software to personal company. These appear as the most important factors. In most organizations using high costed commercial educational softwares adds on additional cost to the country economy. General Public Licensed software known as " free software" appears as a solution for decreasing the cost of software. E-FOTO software has been developed as in the project "E-foto" in Rio de Janeiro university in Brazil for educational goals. Photogrammetric processes as external and internal orientations, photogrammetric triangulation, digital elevation model and ortophoto can be produced with this software.

In this research after give some information about free photogrammetry software E-foto, programs abilities described and denoted for using in education.

Keywords: Photogrammetry, Free Software, Education.

1. GİRİŞ

Genel olarak fotogrametri Uluslararası Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği'ne (ISPRS) göre; "fotografik görüntülerin ve elektromanyetik enerjinin kayıt, ölçme ve yorumlanması sonucu fiziksel cisimler ve bunların çevresine ilişkin bilgileri toplayan ve bu bilgilerin analizini yapan bir bilim dalı" olarak tanımlanmaktadır (ISPRS, 2006).

Günümüzde fotogrametri; haritacılık, tıp, arkeoloji, inşaat gibi çok değişik disiplinler tarafından çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Fotogrametri biliminin sağladığı en büyük olanak çiftler halinde belirli bindirme oranları ile alınmış görüntüler üzerinden üç boyutlu değerlendirme ve ölçümlere olanak sağlamasıdır. Örneğin, bir hastanın vücudunda oluşan derin bir yaranın hacmi önceleri içine dökülen sıvının hacmi ile ölçülürken, fotogrametrik yöntemle hastaya dokunmaksızın ölçülebilmektedir (Boersma ve diğ., 2000). Keza belirli bir yükseklikten ve belirli bir örtme oranıyla alınan fotoğrafların, fotogrametrik sistemlerle üç boyutlu olarak değerlendirilmesi ile arazi yüzeyi üzerinde bulunan objelere ait niteliksel ve geometrik bilgilerin elde edilmesi mümkün olmaktadır.

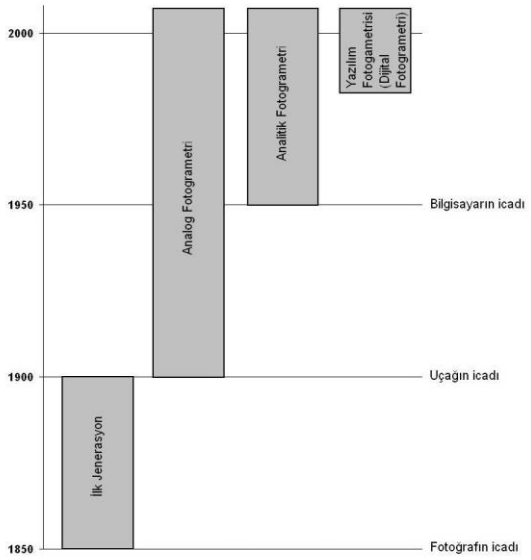
Fotogrametri bilimi gelişen teknolojik olanaklara paralel olarak genellikle haritacılık bilimi içerisinde gelişimini sürdürmüş ve sürdürmeye devam etmektedir. Fotogrametri bilimi çeşitli aşamalardan geçtikten sonra günümüzdeki halini almıştır. Bu aşamaların başlangıçlarını karakterize eden bir takım teknolojik sıçramalar bulunmaktadır. Şekil 1 de fotogrametri biliminde gelinen dönüm noktaları kronolojik olarak görülebilmektedir. Günümüzde kullanılan sistemlerden bahsetmeden önce fotogrametrinin bu günlere kadar geçirdiği değişim evrelerine kısaca değinmek yerinde olacaktır.

Balonla ilk hava fotoğrafının alımından uçağın icadına veya ilk stereo fotogrametrik ölçümün yapıldığı tarihe kadar geçen süre fotogrametri biliminin ilk aşaması olarak kabul görmektedir. Bu süre içerisinde dikkate değer birçok gelişme yaşanmıştır.
Analog fotogrametri yukarıda da bahsedildiği üzere stereo (üç boyutlu) fotogrametrinin bulunmasıyla karakterize edilmektedir. Bu teknikle ilk stereo ölçümler 1901 yılında yapılmıştır. Uçağın icadı ile alım teknikleri de gelişim göstermiş ve I. ve II. dünya savaşları arasında bugün de geçerliliğini sürdüren ölçüm teknikleri geliştirilmiştir. Analog fotogrametrik değerlendirme aletleri tamamen optik ve mekanik esaslarla çalışan büyük, pahalı optik-mekanik sistemlerdir (Yurtseven, 2008).

Analitik fotogrametrik sistemler ise bilgisayar teknolojisinin bulunmasıyla ortaya çıkmıştır. Bu tekniği kullanan sistemler analog sistemlerde olduğu gibi bazı pahalı optik ve mekanik bileşenlerden oluşmaktadır. Bilgisayar teknolojisindeki gelişme fotogrametri bilimine yeni bir boyut katmış ve ilk aşamada yarı analitik aletler ortaya çıkmıştır. Analitik üçgenleme, analitik çiziciler ve ortofoto projektörleri bu devrede ortaya çıkan önemli gelişmeler olarak görülmektedir. Analitik fotogrametrik sistemler ile topoğrafik haritalar üretilebildiği gibi sayısal formatta harita ve sayısal yükseklik modeli (SYM) de üretilebilmektedir (ERDAS, 2006).

Günümüzde, hızla gelişen bilgisayar ve yazılım teknolojisi sayesinde artık eski analog ve analitik fotogrametrik sistemlerin yerini bilgisayarlar ve yazılımlar almıştır. Yazılım fotogrametrisi olarak da tanımlanan dijital fotogrametri, fotogrametri biliminin en son vardığı noktadır ve önceki (analog ve analitik üçboyutlu çiziciler) sistemlerden en önemli farkı fotoğrafın kendisi yerine sayısal piksel sıralarını kullanmasıdır (Leberl, 1991). Yazılımlar sayesinde fotogrametrik değerlendirmelere imkân sağlayan çok bileşenli bilgisayar sistemleri kısaca dijital veya softcopy fotogrametrik sistemler olarak bilinmekte ve bu tür sistemleri kullanılarak yapılan fotogrametrik değerlendirmeler ise dijital fotogrametrik yöntemler ile yapılmaktadır.

Anlaşılacağı üzere dijital fotogrametri üç ana bileşenden meydana gelmektedir. Bunlar; bilgisayar donanımı (eş zamanlı görüntü işlemeye yetebilecek kadar güçlü), fotogrametri yazılımı (matematiksel bağıntıları yerine getirebilen) ve kullanıcı (yazılımı kullanabilen) olarak sıralanabilir (Coelho, 2004). Bu üç bileşenden meydana gelen dijital fotogrametrik sistemler çok komplike olan analog ve analitik fotogrametrik sistemlerden hem maliyet ve işletme açısından, hem de sistemi kullanacak olan personelin yetiştirilmesi sırasında kaybedilecek olan zaman ve emek açısından daha ekonomik olmaktadırlar.



Şekil 1: Fotogrametri biliminin gelişim aşamaları

1.1 E-Foto Projesi

E-foto projesi Brezilya'da bulunan Askeri Mühendislik Enstitüsü Kartografya Mühendisliği bölümünde lisans projesi olarak 2002 yılında başlamıştır. 1993 yılından bu yana algoritmaları geliştirilmekte olan bu çalışma eğitim ve amaçlı kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak kullanıcıların dijital fotogrametrik prensipleri kendi kendilerine yazılımı kullanarak öğrenmeleri ve yazılımın kullanıcılar tarafından geliştirilebilmeleri amaçlarıyla ise genel kamu lisansı altında özgür yazılım olarak internet üzerinden dağıtımı yapılmaktadır. Bugünlerde e-foto, Rio de Janeiro Eyalet Üniversitesi (UERJ) bünyesinde geomatic alanı çerçevesinde sistem mühendisliği ve bilgisayar mühendisliği bölümlerinin ortaklaşa çalışmaları ile geliştirilmektedir.

Yukarıdaki açıklamadan da anlaşılacağı üzere, bu yazılım üç prensip temel alınarak eğitim amaçlı olarak geliştirilmektedir. Bu temel prensipler özgür kullanım, kendi kendine öğrenim ve bu prensiplere dayalı olarak yazılımın kullanıcılar tarafından geliştirilmesi olarak sıralanabilir.

Özgür kullanım, yazılımın Özgür Yazılım Fon'u tarafından geliştirilen prensiplere göre ücretsiz olarak dağıtımı anlamına gelir ki bu lisans Genel Kamu Lisansıdır, GNU GPL (Gnu's not Unix General Public License) olarak da bilinir. Bu lisans ile dağıtımı gerçekleştirilen yazılımlar, algoritmalar vb. kullanıcılar tarafından ücretsiz olarak dağıtımı yapılabilir, kaynak kodları görülebilir ve değiştirilebilir. Bu sayede e-foto yazılımının geliştirilmesinde amaçlanan prensiplerden ikisi gerçekleştirilmektedir.

Kullanıcıların kendi kendilerine yazılımı kullanmayı öğrenmelerini sağlamak için ise uygulamalı örnekler ile donatılmış bir kitap ve uygulama verileri oluşturulmuştur. Bu sayede istekli bir kullanıcının dışarıdan bir yardım almaksızın konuya vakıf olması sağlanmaya çalışılmıştır. Fakat bu noktada kullanıcının karşısına çıkacak engellerden biri UERJ tarafından yazılan kitapçığın sadece Portekizce olmasıdır.

Geliştirilmesi halen devam etmekte olan bu yazılımın yetenekleri ilerleyen bölümlerde anlatılmıştır.

2. YAZILIM VE YETENEKLERİ

E-foto yazılımının algoritmaları C++ programlama dili ve ara yüzü çoklu platform (Linux, Win32, Mac) grafiksel kullanıcı ara yüzü araç takımı Qt 2.3.0 ve Qt 3.3 kullanılarak Portekizce ve İngilizce olmak üzere iki dilde geliştirilmiştir. Herhangi bir fotogrametri yazılımda olduğu gibi e-fotoda da fotogrametrik işlemleri yerine getirmek üzere tasarlanmış çeşitli modüller bulunmaktadır. Bu modüller; proje dosyası oluşturma ve yönetim, kamera parametreleri yöneticisi, görüntü rektifikasyonu, iç yöneltme, dış yöneltme, sayısal arazi modeli üretim, stereoskopik

görüntüleme ve ölçme, 3 boyutlu stereo kıymetlendirme, stereo model görüntü normalizasyon, ortorektifikasyon ve havai triyangülasyon modülleri olarak sıralanmaktadır (Brito, 2005) (Wolf, 2000). Bu modüller birbirinden ayrı olarak çalışmakta olduğundan proje dosyası oluşturma modülü henüz dağıtıma geçmemiştir.

2.1 İş Aşamaları ve İşleyiş

Yazılıma bağlı olarak iş aşamaları sırasıyla; iç oryantasyon, dış oryantasyon, stereo model görüntü normalizasyon, havai triyangülasyon (uzamsal üçgenleme), görüntü rektifikasyon, sayısal arazi modeli ve ortofoto üretim ve son olarak 3 boyutlu stereo kıymetlendirme modülleri kullanılarak tamamlanmaktadır.

İç oryantasyon modülü ile her bir görüntüye ait orta nokta buldurucuları yazılım ara yüzü kullanılarak tanıtılır. Daha sonraki aşamalarda bu modülden elde edilen parametreler kullanılacaktır. Program ara yüzüne ait bir görünüm Şekil 2'de görülmektedir.

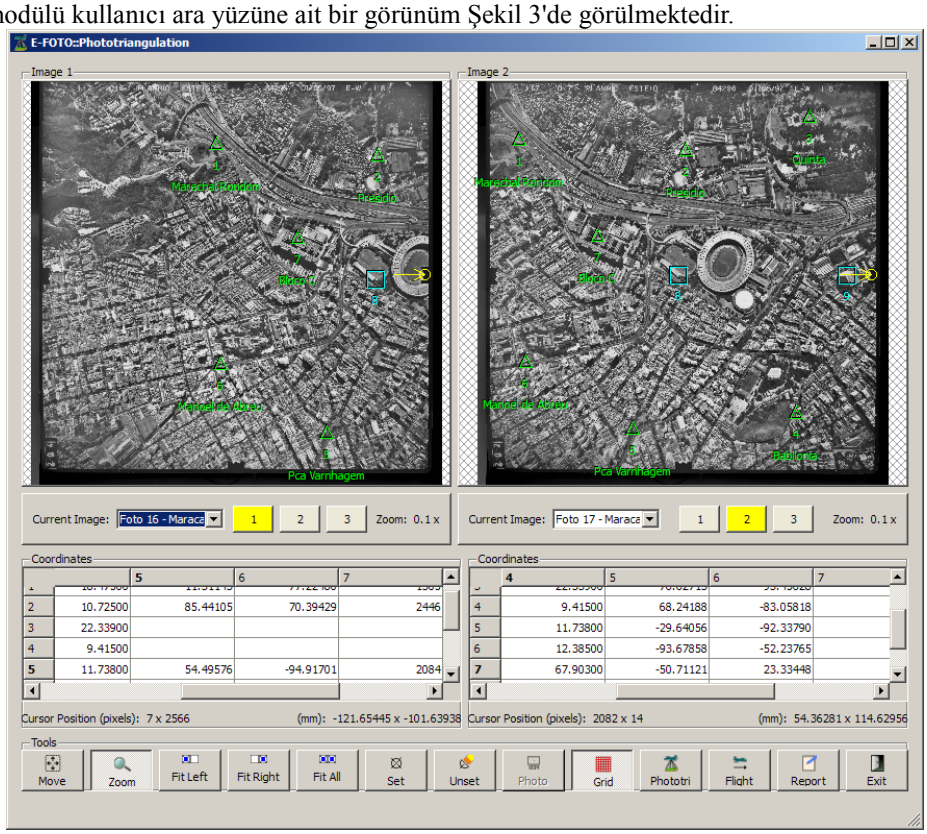
Şekil 2: İç oryantasyon modülü yazılım ara yüzünden bir görünüm.

Dış oryantasyon işleminin gerçekleştirilebilmesi için arazi üzerinde daha önceden koordinatları bilinen yer kontrol noktalarının kullanılması gerekmektedir. Çeşitli ölçme yöntemleri ile yersel koordinatları bilinen noktalar yazılım ara yüzü kullanılarak sisteme tanıtılır. Her bir fotoğraf için ayrı olarak yer kontrol noktası koordinatları sisteme tanıtılır ve her bir görüntü için ayrı dış oryantasyon parametreleri elde edilir. Bu aşamada elde edilen parametreler iç oryantasyon parametreleri ile birlikte daha sonraki işlemlerde kullanılmak üzere saklanır.

Görüntü normalizasyonu fotoğraf çiftleri arasında yapılarak görüntülerin örtüşen alanları birbirleri ile piksel bazlı olarak çakıştırarak fotoğrafların basılması veya taranması sırasında meydana gelebilecek dönüklükleri ortadan kaldırmayı amaçlar. Kontrolü yine bu modül içerisinde bulunan raporlama sistemi ile fotoğraflar üzerinde kullanıcı tarafından karşılıklı olarak işaretlenen kontrol noktaları vasıtası ile yapabilmektedir.

Havai triyangülasyon modülü içerisinde yine fotoğraf çiftleri üzerinde karşılıklı olarak yer kontrol noktalarının işaretlenebilmesi için nokta editörü bulunmaktadır. Nokta editörü vasıtası ile görüntüler üzerine yerleştirilen noktalar yardımı ile havai triyangülasyon işlemi gerçekleştirilmekte ve buradan elde edilen sonuçlar yine modol içerisinde

bulunan bir raporlama sistemi vasıtası ile elde edilen veriler kullanılmak üzere saklanabilmektedir. Havai triyangülasyon modülü kullanıcı ara yüzüne ait bir görünüm Şekil 3'de görülmektedir.



Şekil 3: Havai triyangülasyon (uzamsal üçgenleme) modülü kullanıcı ara yüzünden bir görünüm.

İç, dış yöneltme, görüntü normalizasyonu ve havai triyangülasyon işlemlerinin tamamlanmasından sonra elde edilen veriler kullanılarak sayısal arazi modeli - ortofoto üretim modülü yardımı ile en son fotogrametrik veriler olan ortofoto görüntü ve sayısal arazi modeli (dolaylı olarak) elde edilebilmektedir. Yine daha önceki aşamalarda elde edilen veriler kullanılarak 3 boyutlu stereo kıymetlendirme modülü yardımı ile noktasal, çizgisel ve alansal yorumlamalar yapılabilmektedir. Üç boyutlu kıymetlendirme modülü kullanıcı ara yüzünden bir görünüm Şekil 4'de görülebilmektedir.

Şekil 4: Üç boyutlu stereo kıymetlendirme modülü kullanıcı ara yüzünden bir görünüm.

3. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yazılım halen geliştirilme aşamasında olduğundan bir takım eksiklikler bulunmaktadır. Öğrenme amaçlı olarak yazılımı kullanacak olan kişiyi en çok etkileyecek olan nokta yazılımın modüllerinin birbirlerinden bağımsız halde çalışmasından dolayı kullanıcının yaşaması muhtemel karmaşadır. Fakat teoride fotogrametrik esasları daha önceden verilen eğitim ile öğrenen bir kullanıcı bu karmaşa ile karşılaşmayacaktır. Eğitim amaçlı olarak geliştirilen bir yazılımda bu nokta büyük bir önem taşımaktadır. Ayrıca yazılımın modüler bir yapıda olmasından dolayı farklı modüllerde kullanıcının aynı işlemi (örneğin yer kontrol noktalarının görüntüler üzerinde işaretlenmesi) birkaç defa yapması gerekmektedir. Bunlar dışında elde edilen sonuç ürünler herhangi bir coğrafi bilgi sistemi yazılımına aktarılamadığından değerlendirme imkanı olmamaktadır. Kullanıcılara programın sunduğu en önemli yeteneklerden biri anaglif görüş imkanı sağlamasıdır. Bu sayede değerlendirme ve kıymetlendirme işlemleri bilgisayar ekranı üzerinde 3 boyutlu görüş ile yapılabilmektedir.

Geliştirmiş olan bu yazılım ile fotogrametrik işlemlerin bir yazılım aracılığı ile nasıl gerçekleştirildiği öğrenim sürecinde bulunan kullanıcılar için yardımcı bir kaynak olarak gözükse de elde edilen çıktılar kesinlikle herhangi bir ticari yazılım kullanılarak elde edilen çıktılar ile kıyas edilebilecek bir düzeyde değildir. Algoritmaların, kullanıcı ara yüzünün ve yazılımın işleyiş prensiplerinin geliştirilmesi gerekliliği açık bir gerçektir.

Eğitim ve öğretim kurumları gelişen teknolojik olanaklar çerçevesinde öğretimde kullandıkları yöntem, materyalleri geliştirmeye ve geliştirilen olanaklardan yararlanarak faaliyetlerini sürdürmeye mahkûmdurlar. Haritacılık eğitimi veren kurumlarda da bu durum aynıdır. Günümüzde gelişen bilgisayar teknolojisi ile hemen her türlü haritalandırma işlemi bilgisayar ortamında yazılımlar aracılığı ile yapılmaktadır. Genellikle yurt dışı menşeli firmalar tarafından geliştirilen bu yazılımlara ait lisanslar büyük ücretler karşılığında satılmaktadır. Verimli olarak teknoloji geliştiremeyen bir ülke olarak genellikle yurtdışında daha önceden yaratılan teknolojilerden faydalanmakta, daha doğrusu bu teknolojileri satın alarak faaliyetlerimizi sürdürmekteyiz. Ekonomik olarak bu durum, ülkemizin kalkınmasında büyük olumsuzluklara yol açmaktadır. Bu noktada karşımıza özgür yazılım olarak bilinen genel kamu lisanslı yazılımlar çıkmaktadır. Geliştirilmesi genellikle kullanıcılar tarafından yapılan bu yazılımlar internet ortamı üzerinden ücretsiz olarak dağıtılmakta ve kullanıcılara ekonomik katkılarının yanında bir takım esneklikler de getirmektedir. Rio de Janeiro Eyalet Üniversitesi tarafından geliştirilen ve fotogrametrik işlemlerin yapıldığı e-foto yazılımı da bu yazılımlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Modüler bir yapıda olan ve halen geliştirilmekte olan bu yazılım bir takım eksikliklerinin yanında fotogrametri bilimine ait bazı temel esasların kullanıcılar tarafından anlaşılmasını sağlayacak bir potansiyele sahiptir.

A. KAYNAKLAR

BOERSMA, S.; HEUVEL, F. A.; VAN DEN COHEN, A. F.; SCHOLTENS, R. E. M. (2000), "Photogrammetric Wound Measurement with a Three-Camera Vision System", *Proceedings of 19th Congress of ISPRS, 16 – 23 July 2000, Amsterdam, Netherlands*.

BRITO, J.L.N.S.; COELHO F., L.C.T. (2005). "The E-FOTO Project - A digital photogrammetric softcopy kit for educational purposes.," *Proc. 6th Geomatic Week Proceedings, Barcelona, Spain*.

COELHO, L. (2004), The Development of a Digital Photogrammetric Softcopy Kit for Educational Puposes, *Geo-Imagery Bridging Continents XXth Congress of ISPRS, 12 - 23 July 2004, İstanbul, Türkiye*.

ERDAS (2006), *Leica Photogrammetry Suite Project Manager*, Leica Geosystems Geospatial Imaging, LLC, USA.

ISPRS (2006), *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing*, http://www.isprs.org/ , (14.09.2006).

Wolf, P.R.; Dewitt, B.A. (2000), *Elements of Photogrammetry with Applications in GIS*, McGraw-Hill Companies, Inc., New York, USA.

YURTSEVEN, H. (2008), *Yazılım Fotogrametrisi ile Orman Alanlarına Yönelik Coğrafi Verilerin Elde Edilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.