

UYDU GÖRÜNTÜLERİ VE HAVA FOTOĞRAFLARINDAKİ GELİŞMELERİN HARİTA ÜRETİM SÜRECİNE YANSIMALARI

H.Akdeniz¹, M. Erdoğan²

¹Harita Genel Komutanlığı, Fotogrametri Dairesi, Ankara, hakdeniz@hgk.mil.tr

²Harita Genel Komutanlığı, Fotogrametri Dairesi, Ankara, merdogan@hgk.mil.tr

ÖZET

Geçmişte geleneksel alet ve yöntemler ile gerçekleştirilen coğrafi ürünler, bilişim teknolojilerine bağlı olarak gelişmekte ve çeşitlenmekte, emek yoğun yöntemler teknoloji yoğun yöntemler yönünde değişime zorlanmaktadır. Bu doğrultuda harita üretim sürecine jeodezi, fotogrametri, kartografya disiplinlerinin katkı oranları ve biçimi de sürekli değişim içindedir. Kinematik GPS yönteminin uygulanması ile kıymetlendirme için gereken yer kontrol noktası sayısı oldukça azalmış olup, gelişmeler GPS-INS ve GPS-IMU sistemlerinin uygulama alanına aktarılması ile, yakın gelecekte belirli ölçeklerde yer kontrol noktasına ihtiyaç duyulmadan harita üretiminin gerçekleştirilebileceği yönündedir. Bu çalışmada, harita üretim sürecinde etkili olan hava fotoğrafı ve uydu teknolojisindeki gelişmeler değerlendirilerek, harita üretim süreci üzerindeki olası etkileri üzerinde öngörülerde bulunulmaya çalışılacaktır

Anahtar Sözcükler : uydu görüntüleri, hava fotoğrafı, harita, coğrafi ürün

ABSTRACT

EFFECT OF THE DEVELOPMENTS AT THE SATELLITE IMAGERY AND AERIAL PHOTOGRAPHY TO THE MAP PRODUCTION PROCESS

With the effect of information technologies, geographic products, which were produced by classical instrument and methods, are developed and varied. Work densed methods are forced to turn technology densed methods. Through this developments, contribution ratio and way of Geodesy, Pgotogrammetry and Cartography to the map production proces arerapidly changing. The use of Kinematik GPS decresaed the need for ground control and the developments at the GPS-INS and GPS-IMU are expected to remove the need for ground control at the certain scales. In this paper, developments at the satellite imagery and aerial photography, which are affecting the map production process, are evaluated and possible effects for the future are conjectured.

Keywords: satellite imagery, aerail photography, map, geographic product

1. GİRİŞ

Bilgi çağı olarak adlandırılan günümüzde, bilişim teknolojisindeki gelişmeler, ekonomik, kültürel ve toplumsal yapıları derinden etkilemekte, ticaret, eğitim ve yönetim biçimlerini farklı boyutlara taşımaktadır. Gelişmeler birey, toplum ve yönetim yapılarını değiştirmekte ve örgütleri günümüzün rekabet ortamında, yeni teknolojileri ve yöntemleri üretim sürecine uygulamaya zorlamaktadır. Avrupa Birliği ile bütünleşme sürecinde, kurum ve kuruluşların ulusal ve uluslar arası alanda rekabet edebilmesi de, sürekli değişim ve gelişme ile olası görülmektedir. Gelişmeler emek yoğunundan teknoloji yoğun yönünde olmakta, harita üretim süreci de buna paralel olarak, arazi çalışmaları ile zaman ve maliyet gerektiren diğer aşamaları azaltma ve/veya ortadan kaldırmaya yönelik olarak değişmektedir.

Uydu teknolojilerindeki gelişmeler harita üretim sürecinin iki aşamasına yansımaktadır. Bir yandan üretim sürecinin ilk aşaması olan jeodezik çalışmaların niteliğini ve kimi sınırlılıklarını ortadan kaldırmakta, öte yandan algıladıkları görüntüler ile hava fotoğrafçılığına seçenek oluşturmaya çalışmaktadır. GPS-INS ve GPS-IMU sistemlerinin uygulama alanına yansımaları ile yakın gelecekte yer kontrol noktası, dolayısıyla jeodezik çalışmalara olan ihtiyaç tamamen ortadan kalkabilecektir.

Hava fotoğrafçılığı alımındaki gelişmelerin bir yönü de sayısal kameralar olup, film, banyo ve kart baskı gibi fotolaboratuar süreç ile tarama işlemleri tamamen ortadan kalkabilecektir. Fotogrametrik veri toplama çalışmalarında detayların otomatik ya da yarı otomatik olarak çıkarımı için araştırmalar sürmekte olup, kısa dönemde uygulama alanına yansımaları olası görünmemektedir. Bu çalışmada hava fotoğrafları ve alım yöntemleri ile uydu görüntülerindeki gelişmeler ile bu gelişmelerin harita üretim sürecindeki yansımaları üzerinde durulmaktadır.

2. HAVA FOTOĞRAFLARI VE ALIM YÖNTEMLERİNDEKİ GELİŞMELER:

Ölçeğe göre değişmekle birlikte genel olarak harita üretim sürecinin aşamaları;

- a. Yer kontrol noktalarının tesisi ve konumlarının belirlenmesini içeren jeodezik çalışmalar,
- b. Hava fotoğrafı çekimi, banyosu ve kart baskı işlemleri,
- c. Fotogrametrik veri toplama faaliyetleri,
- d. Veri yapılandırma ve sunum işlemleri biçiminde sıralanabilir.

Harita üretim sürecinin zaman ve maliyet gerektiren aşamalarının başında, hava fotoğraflarının kıymetlendirilebilmesi için gereken yer kontrol noktalarının arazide tesisi ve konumlarının belirlenmesi için gereken jeodezik faaliyetler ile hava fotoğrafı çekimi ve fotogrametrik veri toplama süreci olduğu söylenebilir.

Toplam 27 poligon ve 98 laplace'den oluşan Türkiye Ulusal Yatay Kontrol (Nirengi) Ağı'nın güncel tutulamaması bir yana, tektonik plaka hareketleri ve depremler nedeniyle 2-3 metreye varan bozulmalara uğradığı ve ihtiyacı karşılayamadığı tespit edilmiştir (Lenk, Demir, 2004). Bu ihtiyacı karşılamak amacıyla Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı (TUTGA-99 ve TUTGA-99A) oluşturularak dört boyutlu (üç koordinat ve bir zaman) konum belirleme uygulamalarına başlanmıştır. Jeodezik alandaki bu gelişmelere karşın, büyük ve orta ölçekli harita üretimi için, mevcut yer kontrol nokta sayısını artırmak ve/veya tahrip olanları yenilemek gerekmektedir. Yer kontrol noktalarının tesis ve ölçüm işlemleri arazide yapılmakta olup, hava koşullarının kısıtlaması altında ve maliyeti yüksek çalışmalardır. Bu nedenle hava fotoğrafı çekimi ve kullanma yöntemlerindeki gelişmeler de, gerekli yer kontrol noktası sayısını azaltmak yönünde olmaktadır. Tarihsel gelişime göre nokta sıklaştırma yöntemleri; Havuz Yöntemi, Dizi Yöntemi, Fotogrametrik Nirengi Yöntemi ve Kinematik GPS Destekli Fotogrametrik Nirengi Yöntemi biçiminde sıralanabilir (HGK, 2003).

- **Havuz Yöntemi :** Resimler hangi yönde çekilirse çekilsin, bu yöntemde her durumda model içerisine en az 3 noktanın girmesi gerekir. Bu durumda, ardışık bir çift resimden oluşan stereo modelin mutlak yönlendirmesi yapabilmek için minimum nokta sayısı sağlanmış olur. Bu amaca yönelik olarak izlenmesi gereken en uygun yöntem, arazinin eşkenar üçgenlere bölünmesi ve bu üçgenlerin köşelerine yakın yerlerde birer nirengi noktası tesis etmektir (Atak, 2004).
- **Dizi Yöntemi :** Dizi yönteminde, modelin yaklaşık köşelerinde birer nokta bulunacak şekilde nirengi noktası planlaması ve tesisi yapılır. Tüm nirengi ve uçuş planları buna göre düzenlenir. Böylece kontrollü bir şekilde mutlak yönlendirme sağlanabilir. Bunun sağlanması için; önce uçuş yönü, resim ölçeği ve ileri bindirme oranı dikkate alınarak faydalı model alanı hesaplanır. Daha sonra bu değerler dikkate alınarak X ve Y yönlerinde hangi aralıklarla ve kaç nokta tesis edileceği bulunur. Bunun için modelin X yönündeki uzunluğu yaklaşık model bazı kadar alınırsa, nirengi noktası tesisi baz mesafesi (B) aralığında yapılır (HGK, 2003).
- **Fotogrametrik Nirengi Yöntemi :** Havuz ve dizi yönteminde oluşan sakıncaları gidermek üzere 1970'li yıllarda geliştirilen ve arazide tesis edilmesi gereken nirengi nokta sayısını azaltan bir yöntemdir. Yöntemin temel amacı; arazide minimum sayıda nirengi noktası tesis etmek ve stereo modellerin mutlak yönlendirmeleri ile kıymetlendirme işlemlerinin yapılabilmesi için, her modelde bulunması gereken yeterli sayıdaki kontrol noktasının fotogrametrik yöntemlerle belirlenmesidir. Bu yöntemde kolon başında ve sonunda mutlaka nirengi noktası olmalıdır. Yöntemin uygulanmasında; kıymetlendirilecek paftaları, uçuş hatlarını ve mevcut nirengi noktalarını içeren bir uçuş planı hazırlanır. Bu plan dahilinde, iş bölgesinin dış çerçevelerinde resim alanına girecek şekilde aralarındaki uzaklık 2B kadar olan nirengi noktaları seçimi yapılır. Her kolonun baş ve sonlarında, kolon hattının üst ve altında olmak üzere en az 2 nokta seçilir. Bu noktaların aynı modele düşmesi sağlanmalıdır. Bloğun içerisinde ise, her kolonun üst ve alt tarafında yaklaşık 4B aralığında tam kontrol (X, Y, Z) veya sadece yükseklik kontrol noktaları (Z) seçimi yapılır (Atak, 2004).
- **Kinematik GPS Destekli Fotogrametrik Nirengi Yöntemi :** Fotogrametrik nirengi yöntemi; arazide tesis edilen nirengi noktası sayısını minimuma indirerek nirengi noktası sayısında yaklaşık % 90-95'lik bir tasarruf sağlayan, resim uçuşu sırasında resim çekim noktalarının 3 boyutlu koordinatlarını (X_0 , Y_0 , Z_0) GPS uydularına yapılan gözlemlerle tespit etmeye yarayan, böylece mutlak yönlendirme ve dengelemede bilinmeyenlerin büyük bir kısmının çözümlenebildiği bir yöntem olarak ortaya çıkmıştır. Yöntemin uygulanmasında; hazırlanan uçuş planlarına bağlı olarak, düzgün bloklarda en az 4, ideali 2'şer noktadan 8 yer kontrol noktasının blok köşelerinde seçimi ve tesisi gerçekleştirilir. Bu noktalar jeodezik yöntemler ile konumlandırılır (Atak, 1997).

Süreç içinde fotoğrafların yönlendirmesi için arazide tesis edilmesi gereken yer kontrol noktası sayısı oldukça azalmakla birlikte, hiç kontrol noktası tesis etmeden veya daha az kontrol noktası ile fotoğrafların yönlendirilmesi amacıyla çalışmalar yapılmış ve GPS-IMU sistemi geliştirilmiştir.

İnersiyal Ölçme Ünitesi (Inertial Measurement Unit-IMU), jiroskop ve ivme ölçme sistemlerinin bir araya getirilmesiyle oluşturulmuş bir sistemdir. IMU, INS sisteminin ana parçasıdır ve izdüşüm merkezi koordinatları ile üç dönümlük parametresini 50-200 Hz. frekansında belirleyerek, bu bilgileri navigasyon amaçlı olarak kullanır. Atalet verisi kuvvetli sürüklenmeler nedeni ile yalnızca kısa süreli boyutlarda yeterli doğruluğa sahip olur. Bu

nedenle mutlak doğruluğa sahip bir GPS ile kombinasyonu gereklidir. Yaygın olarak kullanılan İteratif Kalman Filtreleme yöntemi ile her iki sistemin avantajları birleştirilebilir ve böylece GPS-INS Doğrudan Algılayıcı Yönelmesi (Direct Sensor Orientation - DSO) için kullanılabilir (ESB, 2002). Şu an için yaygınlaşmasını engelleyen kimi hususlar bulunsun da, yakın gelecekte bu sorunların aşılacağı ve yer kontrol noktalarına ihtiyaç duyulmadan fotogrametrik kıymetlendirmenin yapılabileceği günlerin uzak olmadığı söylenebilir.

Hava fotoğraflarından üretilen haritaların arazide bütünlenmesi ya da güncellenmesi zaman ve maliyet gerektiren bir faaliyettir. Paftada değişen detayların yoğunluğuna bağlı olarak, klasik yöntemlerle arazide güncelleştirme yapılabileceği gibi kimi zaman da yeniden üretim gerekebilmektedir. Jeodezik faaliyetleri de içeren ve uzun zaman alan yeniden üretim yerine, paftaların sayısal yöntemlerle güncellenmesi, uygun bir çözüm olabilecektir. Bu amaçla Harita Genel Komutanlığı tarafından bütünleme çalışmaları için geliştirilen Topoğrafik Veri Toplama Sistemi bir çözüm olabilir. GPS, lazer mesafe ölçer ve el bilgisayarından oluşan bu sistemler sayesinde haritalardaki eksik veriler, doğrudan detay üzerine gidilerek ya da kutupsal yöntemle, tamamıyla sayısal ortamda ve yüksek doğrulukta toplanabilmektedir.

3. UYDU GÖRÜNTÜLERİNDEKİ GELİŞMELER

Coğrafi bilgi ve ürün üretimi ile, veri toplama, yönetme ve sunumunda kullanılan araç ve yöntemler sürekli gelişme halindedir. Dünya çevresinde değişik kullanım amaçlarına yönelik olarak faaliyet gösteren, teknik özellikleri ve çözünürlükleri farklı uydu sistemleri bulunmaktadır. Veri toplama alanında da, uçaktan fotoğraf alımına seçenek olarak uydu sistemleri gelişmekte ve çeşitlenmektedir.

Günümüzde haritacılık ve uzaktan algılama alanında yoğun olarak kullanılan uydu sistemleri ve özellikleri özet olarak Tablo 1'de sunulmuştur. Bu uydu sistemlerinin konumsal çözünürlükleri çoğunlukla 1 km ile 1 metre, radyometrik çözünürlükleri 3 bit ile 12 bit ve zamansal çözünürlükleri 1 gün ile 40 gün arasında değişmektedir. Eski uydular genellikle 6 ila 8 bit arası radyometrik çözünürlüklerde görüntü almaktayken yeni uydularda bu değer 11 bit ve üzerine çıkmıştır. Yüksek radyometrik çözünürlük görüntü yorumlamayı kolaylaştırmaktadır. Yine bu özellik otomatik detay teşhisi, otomatik eşleme gibi algoritmalarından daha başarılı sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Eski uydu sistemleriyle çok sayıda bantta düşük çözünürlüklerde görüntü alınırken, yeni uydularda çekilen diğer bir özellik de, sahip oldukları yıldız gözlemcileri ile GPS ve INS sistemleri yardımıyla, yörünge ve dönüklük bilgilerinin daha hassas hesaplanabilmesidir. Eski uydular yer kontrol noktasız yaklaşık 300-500 metre doğruluklarla yönlendirilebilirken, yeni uydular yer kontrol noktasına ihtiyaç duymadan 10-20 metre doğruluklarla yönlendirilebilmektedir.

Gelecekte uydu görüntülerinin yaygın olarak kullanılacağı, artan uydu sayısı ile birlikte fiyatlarının ucuzlayacağı, konumsal çözünürlüğün 0.5 m ve altına inebileceği değerlendirilmektedir. Uydu görüntü çözünürlüğünün 0.5 m ya da 1 m olması, bu boyutlardaki her türlü detayın teşhis edilebilmesi anlamına gelmemekte, görüntü üzerinde okunabilecek koordinat doğruluğu da yer kontrol noktası sayısı ve doğruluğuna bağlı olmaktadır. Uydu görüntülerinden üretilen haritaların doğruluğu ise; görüntünün kapsadığı alandaki yer kontrol noktalarının konum doğruluğuna ve uygun doğrulukta sayısal arazi yükseklik verisinin bulunmasına bağlıdır. Daha açık bir deyişle, uydu görüntüsünün büyük ölçekli olması, aynı ölçekte ve doğrulukta harita üretilabileceği anlamını taşımamaktadır.

Günümüz koşullarında harita üretim sürecinde hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri birbirleriyle karşılaştırıldığında ;

- Yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin km² birim fiyatının hala çok pahalı olması,
 - Uydu görüntülerinin işlenebilmesi için ek yazılım ve bilgilere gereksinim duyulması,
 - Uydu görüntülerinin çekim süreleri ve isteklerin karşılanması için gereken sürelerin fazla olması,
 - Uydu görüntülerinin kullanılmasında hava fotoğraflarına oranla daha fazla yer kontrol noktasına gereksinim duyulması ve büyük ölçekli çalışmalarda bu gereksinimin daha da artması,
 - Hava kameralarına GPS-IMU sisteminin bütünleşmesi ile yer kontrol noktası gereksiniminin tamamen ortadan kalkacak olması gibi nedenlerden dolayı, harita üretiminde hava fotoğrafı veya uydu görüntüsü ikileminde; yurt içi bölgeler için halihazırda hava fotoğrafı üstünlüğünü korumaktadır. Ancak, küçük alanlarda, yasal ya da fiziksel olarak uçuş yapılamayan bölgelerde, yer kontrol noktası ihtiyacı fazla olsa da, uydu görüntülerinin kullanımı daha uygun olmaktadır (Akdeniz, Erdoğan, 2004).

UYDU	TARİH*	ALGILAYICI TİPİ	ÇÖZÜNÜRLÜK			ŞERİT GENİŞLİĞİ** (km)
			Konumsal (metre)	Radyometrik (bit)	Zamansal (gün)	

* Uydunun faaliyette bulunduğu yıllar (Örnek; 1972-78: 1972 yılında faaliyete geçmiş ve 1978 yılında kullanım dışı kalmış; 1999- : 1999 yılında faaliyete geçmiş ve halen faal)

** Uydu görüntüsünün geçiş izine dik yönde yeryüzünde kapsadığı alan

ASTER/ TERRA (METI& NASA)	1999-	ASTER	15 30 90	8 bit 8 bit 12 bit	48 (16) 48 (16) 48 (16)	60 60 60
MODIS/ TERRA (METI&NASA)	1999-	MODIS	250 500 1000	8 bit 8 bit 8 bit	1-2 1-2 1-2	2330 2330 2330
BİLSAT-1 (TÜBİTAK -BİLTEN)	2003-	Pankromatik Multispektral	12 26	8 bit 8 bit	5 (116) 4 (52)	25 55
EROS-A1 (Image Sat)	2000-	Pankromatik	1.8/0.9	11bit	1.8-4	12.5/6
ERS-1/2 (ESA)	91-00/ 94-	SAR Image Mode	30	-	3-35	100
IKONOS (Space Imaging)	1999-	SAR Pankromatik Multispektral	18 1 4	3 bit 11 bit 11 bit	44 3.5-5 3.5-5	75 11 11
IRS-1C/D (ISRO Hint.)	1995- / 97-	Pankromatik LISS-III LISS-III WIFS	5.8 23 70 188	6 bit 7 bit 7 bit 7 bit	24/25 24/25 24/25 24/25	70.5 141 141 812
IRS-P6 (ISRO Hint.)	2003-	LISS-III LISS-IV WIFS	24 6 60	7bit 7bit 10bit	24 5 24	140 24/70 mono 740
LANDSAT -1/ 2/3 (NASA-EOSAT)	1972-78/ 1975-82/ 1978-83	MSS	80	8 bit	18	180
LANDSAT-4/5 (Space Imaging)	1982-87/ 1984-	TM TM TM	30 30 120	8 bit 8 bit 8 bit	16 16 16	183 183 183
LANDSAT -7 (NASA)	1999-	Pankromatik ETM ETM	15 30 60	8 bit 8 bit 8 bit	16 16 16	185 185 185
ORBVIEW -3 (ORBIMAGE)	2003-	Pankromatik Multispektral	1 4	11 bit 11 bit	8 8	8 8
RADARSAT -1/2 (CSA-MDA)	1995- / 2003-	SAR SAR	8-100 3-100	-	3-35 (24) 3-35 (24)	50-500 20-500
SPIN-2 ve Mekikler (Rusya)	88/95 Periyodik	MK-4 KVR-1000/DKI TK-350	15,8,15 2-1 10	- - -	8 - -	150 40 200
SPOT-1/2/3 (CNES/ SPOT)	1986- / 1990- / 1993-96	HRV-PAN HRV	10 20	8 bit 8 bit	1-4(26) 1-4(26)	60 60
SPOT-4 (CNES/ SPOT)	1998-	HRV-PAN HRVIR HRVIR Vegetation	10 20 20 1000	8 bit 8 bit 8 bit 4/8 bit	1-4(26) 1-4(26) 1-4(26) 1	60 60 60 2200
SPOT-5 (CNES/ SPOT)	2002-	HRS-PAN HRG-PAN HRG HRG Vegetation	10 2.5-5 10 20 1000	8 bit 8 bit 8 bit 8 bit 4/8 bit	1-4(26) 1-4(26) 1-4(26) 1-4(26) 1	120 60 60 60 2250
QUICKBIRD-2 (Digital Globe)	2001-	Pankromatik Multispektral	0.61-0.73 2.5-2.9	11 bit 11 bit	3.5 3.5	16.5 16.5

Tablo 1: Uydu Sistemleri ve Özellikleri

4. SAYISAL KAMERALAR

Harita üretim sürecinde önemli bir yeri olan Fotogrametri alanında sayısal uygulamaların her geçen gün biraz daha arttığı görülmektedir. Yazılım ve donanımlar, teknolojik gelişmelere paralel yenilenmekte ve çok çeşitli seçenekler sunulmaktadır. Öte yandan, coğrafi bilgi sistemleri ile yerel, bölgesel ve ulusal planlama ve hazırlanan bu planların mekana uygulanması için, çok amaçlı sayısal görüntülere gereksinim giderek artmaktadır. Bu süreçte sayısal kameralar, farklı disiplinlere aynı anda daha ekonomik ve çok işlevli çözümler sunabilmektedir.

Günümüzde sayısal görüntüler, temel olarak klasik hava fotoğraflarının hassas fotoğraf tarayıcılar ile taranarak sayısal forma dönüştürülmesine dayanır. Üretimin ikinci aşaması olan hava fotoğrafı çekimi ve sonrasında sayısal görüntünün elde edilmesinin, maliyeti en yüksek aşama olduğu söylenebilir. Öte yandan, Türkiye koşullarında fotoğraf alım süresinin Mayıs-Ekim ayları arasında yapılması zorunluluğu ve klasik hava kameralarının yapısı gereği; farklı her görev için farklı film ve kamera kullanılması zorunluluğu sonucu her çalışma için aynı bölgede tekrarlı uçuş yapıldığı düşünüldüğünde, harcanan zaman, işgücü ve uçuş maliyeti daha fazla olmaktadır. Özellikle kriz yönetim merkezleri için gereken hızlı ve doğruluğu yüksek altlık görüntülerin sağlanabilmesinin sosyal boyutu, ekonomik bedellerden çok daha önde gelmektedir.

Sayısal kameralar;

- Film kullanımı ve buna bağlı olarak foto laboratuvar ve hassas tarama işlemlerini ortadan kaldırmaktadır. Özellikle film banyosu ve tarama sonrasında ortaya çıkabilecek görüntü kalitesindeki azalma sayısal kameralar ile önlenmektedir.
- Çekim anında eş zamanlı olarak pankromatik, renkli ve kızılötesi görüntülerin elde edilmesi sonucu geniş bir ürün yelpazesine sahip olunabilmektedir. Aynı bölgeye ait elde edilen değişik özellikli görüntüler, ortofoto haritaların üretilmesinden, bitki örtüsü, rekolte tahmini, yüzey suları bilgisi gibi çok değişik amaçlarla kullanılabilir.

Sayısal kameralar, üretim süreçlerini değiştirerek fotogrametrik işlemleri yönlendirmeye aday olduğu için, bu alandaki çalışmalar giderek yoğunlaşmakta ve uygulama alanına sokulması zorunlu olmaktadır. Film banyosu, sayısallaştırma gibi işlem adımlarını ortadan kaldırarak harita üretim sürecini yeniden belirleyen ve üretim birimlerinin yeniden yapılanmasına neden olabilecek olup; film arşivi gibi mekanlara gereksinimi ortadan kaldırmakta, laboratuvar işlemlerini ortadan kaldırarak, alet, malzeme, personel, zaman ve maliyetten tasarruf sağlamaktadır.

3. SONUÇLAR

Uydu sistemlerinin sayısı, çeşitliliği ve bu sistemlerden elde edilen verilerin ulaşılabilirliği son dönemlerde oldukça artmıştır. Bu artış ve gelişen teknoloji uydu sistemlerinin konumsal, zamansal, spektral ve radyometrik çözünürlüklerinde de iyileşme sağlamıştır. Uydu platformlarında yapılan bazı eklemelerle görüntülerin daha doğrulukla yöneltilebilmesi veya yer kontrol noktasız da belli bir doğruluğa kadar yöneltilebilmesi sağlanmıştır. Uydu görüntüleri kullanımının ve kullanım alanlarının her geçen gün artması, artan uydu sayısı ile birlikte fiyatlarının da ucuzlaması, konumsal çözünürlüğün 0.5 m ve daha altına inmesi beklenmektedir. Mevcut uydu görüntülerinin, özellikle büyük ölçekli çalışmalarda konumsal çözünürlükleri en fazla 1:5.000 ölçekli çalışmalar için yeterli olmakla birlikte, bu ölçeğin gerektirdiği doğruluğa ulaşabilmek için çok sayıda yer kontrol noktasına ihtiyaç duyulmaktadır. Daha büyük ölçekli çalışmalar için ise şu an veri kaynağı olarak hava fotoğraflarının üstünlüğünü sürdürdüğü söylenebilir.

Uydu sistemlerinde yaşanan tüm bu gelişmelere paralel olarak, uçaklara takılı kamera sistemleri de geliştirilmektedir. Son yıllarda sayısal kamera çeşitleri artmış ve bu sistemlerin teknik özellikleri geliştirilmiştir. Yine uçağa takılı kamera sistemlerine GPS-IMU (inertial measurement unit) sisteminin yerleştirilmesi ile bu görüntülerin yer kontrol noktasız veya az sayıda yer kontrol noktasıyla yöneltilebilmesi sağlanmıştır.

Hava fotoğraflarıyla karşılaştırıldığında; çok sayıda yer kontrol noktasına ihtiyaç duyulması, konumsal çözünürlüklerinin düşük olması ve büyük çaplı üretimlerde maliyetinin yüksek olması gibi sebeplerle, uydu görüntülerinin yakın gelecekte hava fotoğraflarının yerini alamayacağı değerlendirilmektedir. Ancak, uydu görüntülerinin dar kapsamlı üretimler ve fiziksel olarak uçaklarla ulaşılabilen bölgelerde yapılacak olan çalışmalarda kullanımı uygundur.

Harita üretim sürecinde, kinematik GPS tekniğinin uygulanması ile ihtiyaç duyulan yer kontrol nokta sayısı %95 oranında azalmıştır. Ancak, yer kontrol noktası tesisi için arazi çalışması gereksinimini tamamen ortadan kaldıracak GPS-INS ve GPS-IMU sistemlerinde önemli aşamalar kaydedildiği gözlenmektedir. Söz konusu sistemlerin, foto laboratuvar ihtiyacını ortadan kaldıracak olan sayısal kameralar ile birlikte sorunsuz olarak kullanılması, ulusal boyutta ihtiyaç duyulan güncel sayısal coğrafi veri ihtiyacını kısa sürede karşılayabilecektir. Bununla birlikte, veri yapılandırma ve sunum çalışmaları, ulusal bilgi sisteminin altyapısını oluşturacağı için, giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Böylece, e-Türkiye'ye geçiş sürecinde oluşturulması hedeflenen Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS) Altyapısı daha kısa sürede kurularak, harita üretim amacı dışında; tarım, ormancılık, kriz yönetimi, çevre yönetimi ve planlama gibi birçok alanda sayısal coğrafi veriler kullanılabilir.

KAYNAKLAR

Akdeniz H., Aksu O., 2004. Xx nci Uluslararası Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği Kongresinden İzlenimler, Harita Dergisi, Sayı: 132, Sayfa: 1-10

Atak V.O., *Klasik ve GPS Destekli Fotogrametrik Nirengi Yöntemlerinin Karşılaştırılması*, Harita Yüksek Teknik Okulu, Bitirme Tezi, 1997

Atak V.O., Aksu O., 2004. *Algılayıcı Yöneltilme Sistemleri*, Harita Dergisi, sayı: 132, sayfa: 26-37

Education Seminar Book (ESB) – Course A, 2002. *Integrated Sensor Orientation*, First OEEPE Education Seminar, Aalborg University, Denmark

Erdoğan M., Akdeniz H., 2004. *Uzaktan Algılama Amaçlı Uydu Sitemlerindeki Son Gelişmeler*, Harita Dergisi, sayı: 132, sayfa: 11-25

Harita Genel Komutanlığı (HGK) Yayınları, 2003. *Fotogrametri Ders Kitabı*, Harita Yüksek Teknik Okulu, Harita Genel Komutanlığı, Ankara

Huang G.M., Guo J.K., Lv J.G., Xiao Z., Zhao, Z., Qiu C.P.,2004. *Algorithms and Experiment on SAR Image Orthorectification Based on Polynomial Rectification and Height Displacement Correction*, XXth ISPRS Congress, 12-23 July 2004, İstanbul-Turkey

Lenk O., Demir C., 2004. *Ülke Temel Jeodezik Ağlar ve Kullanımı, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı*, 24-25-26 Eylül 2003, Konya, TUJJB, Sayfa:2

Özbalmumcu M., Erdoğan M., 2001. *Uzaktan Algılama Amaçlı Uydu Görüntüleme Sistemleri*, Harita Dergisi, Sayı: 125

Sandau R., 2004. *High Resolution Mapping with Small Satellites*, XXth ISPRS Congress, 12-23 July 2004, İstanbul-Turkey

Şirinyıldız T., 2004. *Change Detection Analysis by Using IKONOS Imagery*, XXth ISPRS Congress, 12-23 July 2004, İstanbul-Turkey