

UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN TOPOĞRAFİK UYGULAMALARA KATKISI VE YAKIN GELECEKTEN BEKLENTİLERİN KISA BİR DEĞERLENDİRMESİ

Mustafa ÖNDER
Yük.Müh.Albay
Harita Genel Komutanlığı

1.GİRİŞ

Uzaktan Algılama amaçlı uyduların uzaya gönderilmelerinde başlangıçtan bu yana başlıca beklenti, yeryüzü için büyük ölçüde gereksinim duyulan orta ölçekli harita üretimi ve bunların güncelleştirilmesine katkı sağlamasıdır.

1989 yılında dördüncüsü düzenlenen Birleşmiş Milletler Bölgesel Kartoğrafya Konferansı nedeniyle hazırlanan bir raporda (Brandenberger et al, 1990) yeryüzünün orta ölçekli harita üretimi ve bunların güncelleştirilme durumları Çizelge 1'de özetlenmiştir.

Çizelge 1 Yeryüzünün Haritalanma ve Güncelleştirme Durumu (% olarak)

Anakara	Ölçek			
	1:25 000	1:50 000	1:100 000	1:250 000
Afrika	2.5	34.5	19.5	86.6
Antartika	0	0	0	13.2
Asya (Sovyet Rusya hariç)	12.8	69.2	62.1	83.5
Avrupa (Sovyet Rusya hariç)	83.4	96.2	78.5	90.9
Orta ve Kuzey Amerika	36.9	71.7	37.1	99.2
Okyanusya ve Avustralya	18.3	22.8	54.4	82.9
Güney Amerika	6.7	29.8	53.4	77.6
SSCB	100	100	100	100
Dünya 1980 Ortalaması	13	42	42	82
1987	17.3	56.4	58.9	90.1
Yıllık İlerleme (1980-87)	0.61	2.06	2.41	1.16
Tamamlanma Süresi (yıl)	135	21	17	7
Yıllık Güncelleştirme				
1974 - 1980	3.2	1.8	2.7	3.6
1980 - 1987	4.9	2.3	0.7	3.4

Özellikle 1:25 000 ve daha büyük ölçekli çalışmalarda, hava fotoğraflarından yararlanarak fotogrametrik yöntem ile harita üretimi, yüz yıla varan geçmişi ile ve gittikçe gelişerek kendini kabul ettirmiş bulunmaktadır. Ancak tablodan da görüleceği üzere, orta ölçek olarak nitelendirdiğimiz 1:25 000 ve daha küçük ölçekli harita üretimlerinde ve bunların güncelleştirilmesinde klasik yöntemler yetersiz kalmaktadır. Günümüzde, başta 1:50 000 olmak üzere ve daha küçük ölçeklerde ülkelerin, uydu görüntülerinden yararlanarak harita üretim açıklarını kapatma yönünde önemli atılımları izlenmektedir. Son yıllardaki uydu algılayıcılarının konumsal ayırma güçlerindeki gelişimin doğal bir sonucu olarak kamera, tarayıcı ve radar sistemlerinden elde edilen görüntüler, harita üretiminde yeni bir seçenek olarak kendini kabul ettirmeye başlamıştır.

Diğer taraftan, dünyanın gereksinim duyduğu orta ölçekli harita durumunu ortaya çıkartmak amacıyla Konecny tarafından 1995 yılında yapılan bir araştırmada, yeryüzünün sadece % 65.6 oranında 1:50 000 ölçekli harita ile kaplandığını, son altı yıllık evrede ise yıllık ilerleme oranının % 1.1 olduğu vurgulanmıştır. Çöl ya da yaşama uygun olmayan alanların bu ölçek için haritalanmasına gerek olmadığı

düşünülse bile, klasik ölçme ve harita üretim yöntemleri ile beklentileri karşılamamanın olanaksızlığı önemle dile getirilmiştir (Schiewe, 1995). Bu durumda, sözkonusu beklentileri karşılayacak yeni yöntem ve tekniklerin denenmesi gerekliliği, bugün için bunu sağlayacağı değerlendirilenlerin başında ise uydu görüntülerinin geldiği açıkça söylenebilir.

2. UYDU GÖRÜNTÜ VERİLERİ

Uzaya gönderilen uydularda yerleşik bir çok uzaktan algılama sistemi, yeryüzünün tamamının düzenli bir şekilde görüntülenmesini sağlamaktadır. Ancak, tüm bu algılayıcı verilerinin topoğrafik amaçlı uygulamalarda kullanılabileceğini söylemek fazla iyimser bir yaklaşım olacaktır. Sözkonusu görüntü verilerini, algılayıcı türlerini bağlı olarak başlıca üç ana başlık altında incelemek olasıdır. Bunlar fotoğrafik sistemlerden, tarayıcılardan ve radarlardan elde edilen görüntülerdir.

3. GEOMETRİK DOĞRULUK VE AYIRMA GÜCÜ

Normal olarak uydu görüntülerinin geometrik doğruluklarının test işlemi, mevcut bir haritadan alınmış iyi bilinen yer koordinatları ile, bu noktaların görüntü üzerindeki iyi tanımlanabilen karşılıklarına ait koordinatların kıyaslanmasını gerektirir.

Görüntü koordinatlarından yer koordinatlarına dönüşümü sağlamada çeşitli matematiksel modeller kullanılabilir. Bu dönüşüm modelleri arasında, 4 parametrelili basit doğrusal konform ya da başka bir deyişle benzerlik dönüşümü, 6 parametrelili affin dönüşümü ve çeşitli derecelerden polinom dönüşümleri sayılabilir. Dönüşüm modelinin seçimi büyük ölçüde görüntünün türüne ve görüntü üzerinde oluşturulan ön işlem düzeyine bağlıdır (Kennie et al, 1993).

Çizelge 2’de bazı fotoğrafik algılayıcılar için yapılan geometrik doğruluk test sonuçları özetlenmektedir.

Çizelge 2 Uzayda Bazı Fotoğrafik Sistemlerin Geometrik Özellikleri

	Skylab S-190 B	Metrik Camera	Large Format Camera	KFA - 1000
Asal uzaklık (cm)	46	30	30	100
Format (cm)	12.5 x 12.5	23 x 23	23 x 46	30 x 30
Kapladığı alan (km)	110 x 110	190 x 190	225 x 450	75 x 75
Ölçek	1:950 000 *	1:820 000	1:1 000 000	1:250 000
Uçuş yüksekliği (km)	385	250	300	275
Planimetrik doğruluk (m)	20 - 25	20 - 30	20 - 30	8 - 10
Yükseklik doğruluğu (m)	60 - 100	20	9 - 10	15 - 30
Kaynakça	Petrie (1985)	Menuquette (1985)	Konecny (1992)	Konecny (1992)

İngiltere’nin Londra kenti yakınlarındaki bir bölgede Fusco (1985) ve Isong (1987) tarafından Landsat TM görüntüleri için 20 kontrol noktası ile yapılan doğruluk test sonuçları Çizelge 3’de sergilenmiştir. Benzer sonuçlar, Welch ve arkadaşları (1985) tarafından A.B.D’de de elde edilmiştir.

Çizelge 3 Landsat TM Görüntüleri Geometrik Doğruluk Test Sonuçları

Kullanılan Dönüşüm	Arazi Koordinatları	
	X (m)	Y (m)
Doğrusal konform (benzerlik)	19.81	20.90
Affin	19.60	21.10
4. Dereceden Polinom	18.84	20.76
6. Dereceden Polinom	18.71	20.49
8. Dereceden Polinom	18.78	21.97
10. Dereceden Polinom	19.49	22.13

Spot görüntüleri için ise, değişik zamanlarda ve değişik bölgelerde yapılan geometrik doğruluk testlerinde ortalama olarak;

Planimetrik doğruluk : B/H = 1 ve 0.5 için \pm 6m.

Yükseklik doğruluğu : B/H = 1 için, \pm 3.5m.
B/H = 0.5 için, \pm 7m.

sonuçları bulunmuştur (Rodriguez et al, 1988).

Diğer taraftan uydular üzerinde yer alan SAR sistemlerinden elde edilen görüntülerin topoğrafik uygulamalar açısından etkinlikleri üzerinde de çeşitli test çalışmaları yapılmış bulunmaktadır. Bunlardan, OEEPE bünyesinde ERS-1 SAR verileri ile gerçekleştirilen yer kodlama projesine katılan Catalunya Kartoğrafya Enstitüsünün (ICC, İspanya) test sonuçları Çizelge 4'de yer almaktadır (OEEPE, 1996). Proje alanı yaklaşık 32km. x 28 km. dir.

Çizelge 4 ERS-1 Verileri İle ICC'nin Gerçekleştirdiği OEEPE/GEOSAR Test Sonuçları

Yer Kontrol Noktaları Sayısı	25	23	16
r.m.s E (m)	18.44	17.41	18.62
r.m.s N (m)	13.42	18.89	20.97
Max E (m)	41.25	35.12	28.03
Max N (m)	35.75	43.75	34.89
Min E (m)	0.17	0.15	1.37
Min N (m)	1.10	0.71	2.16

E : Doğu N : Kuzey

Yer ayırma gücü ise, görüntü üzerinde detay bulma ile doğrudan ilgili olup, piksel eşdeğerliği içerisinde belirlenir. Buna göre tarayıcı ve fotoğrafik sistemler için piksel cinsinden eşdeğerlilikler Çizelge 5'de sunulmuştur (Konecny, 1989 ve 1992).

Çizelge 5 Algılayıcı Görüntülerinin Piksel Eşdeğerlilikleri

Algılayıcı	Piksel	Fotoğrafik Ayırma Gücü	Piksel Eşdeğerliliği
Landsat MSS	79 m.	-	79 m.
Landsat TM	30 m.	-	30 m.
SPOT - P	10 m.	-	10 m.
SPOT - XS	20 m.	-	20 m.
Kate - 200	-	30 lp/mm	12 - 20 m.
KFA - 1000	-	20 lp/mm	3 - 5 m.
Metric Camera	-	30 lp/mm	8 - 16 m.
LFC	-	45 lp/mm	5 - 12 m.

4. TOPOĞRAFİK HARİTA ÜRETİMİ

Uydu görüntülerinden topoğrafik harita üretilebilmesi için üç türde kalite beklentisinin karşılanması gerekmektedir. Bunlar :

- Planimetrik doğruluk
- Yükseklik doğruluğu
- Detay tanımlanabilirliği

Planimetrik doğruluk; üretime konu ölçek için \pm 0,2 mm standart sapma (σ_p) koşulunun sağlanması anlamındadır. Bu, çeşitli ölçeklerdeki haritalarda aşağıdaki değerlere karşılık gelmektedir.

Harita Ölçeği	Standart Sapma (σ_p)
1:25 000	\mp 5 m.
1:50 000	\mp 10 m.
1:100 000	\mp 20 m.
1:250 000	\mp 50 m.

Yükseklik doğruluğu ise; σ_h standart sapma değeri cinsinden, Δh eşyüksekti eğrisi aralığı değerinin 1:5' ine karşılık gelmektedir. Diğer bir deyişle; $\Delta h = \mp 5 \cdot \sigma_h$

Bu durumda, sözkonusu ölçek için istenen Δh eşyüksekti aralığına göre σ_h değerleri aşağıdaki gibi olmalıdır:

Δh	σ_h
10 m.	\mp 2m.
20 m.	\mp 4m.
50 m.	\mp 10m.
100 m.	\mp 20m.

Detay tanımlanabilirliği; klasik olarak, lp/mm cinsinden fotoğrafik ayırma gücü için en düşük kontrastlık değerine karşılık gelen 2.0 veya 1.6 değerlerinde ölçülür. Sayısal sistemlerde ise bu, piksel boyutu ile ilgili olup lp/mm= 1.5 piksel kabul edilir (Brandenberger, 1990).

Uydu görüntülerinden topoğrafik harita üretiminde, sadece planimetrik ve yükseklik doğruluğunu simgeleyen geometrik doğruluk yönünde bir değerlendirme yapılarak yola çıkmak son derece yetersiz olacaktır. Bir önceki başlık altında da açıklandığı üzere geometrik doğruluk, görüntü ve harita üzerinde iyi seçilebilen ve kolay tanımlanan noktaların bir matematik model içerisinde yapılan dönüşüm işlemi sonrası belirlenmektedir. Elde edilen bu sonuçlar, görüntü üzerinden yorumlanarak haritaya aktarılacak detay bilgilerinin düzeyini içermemesi nedeniyle, algılayıcının planimetrik harita üretimindeki gerçek potansiyelini yansıtıcı bir nitelik taşımamaktadır. Örneğin; bir tarayıcı görüntüsündeki kontrastlık değişimleri ya da radar yansıma koşullarındaki farklılıklar, bu tür veri kaynaklarından yararlı belirlenecek detayların yorumlanabilirliğini, dolayısıyla üretilecek harita içeriğini büyük ölçüde etkileyebilecektir (Kennie et al, 1993).

Uzaktan algılamaya yönelik uydular aracılığı ile elde edilen görüntüler ilk aşamada meteorolojik uygulamalar alanında yoğun bir ilgi odağı oluşturmuşsa da, daha sonraları bu ilgi, yeryüzü doğal kaynaklarının araştırılması yönünde ağırlığını hissettirmeye başlamıştır. Konuya topoğrafik uygulamalar perspektifinde bakıldığında ise, bu alandaki çalışmaların 1970'li yılların başından itibaren yapılmaya başlandığı gözlenmektedir. Yakın bir geçmişe sahip olmakla birlikte teknolojiye hızlı gelişim, topoğrafik uygulamalar açısından uydu görüntülerini üç kuşak altında inceleme zorunluluğunu gündeme getirmektedir (Önder, 1996). Bunlar:

- Birinci kuşak uydu görüntüleri (1970-1982 evresi),
- İkinci kuşak uydu görüntüleri (1982-1997 evresi),
- Üçüncü kuşak uydu görüntüleri (1997 ve sonrası),

şeklinde bir sınıflandırma başlığı altında toplanabilmektedir. Şimdi burada sözkonusu evreler kısaca açıklanacaktır.

4.1 Birinci Kuşak Uydu Görüntüleri (1970 - 1982 Evresi)

Bu evreye giren uydular arasında en önemlileri olarak LANDSAT-1,2 ve 3, Uzay Laboratuvarı (Skylab) ve Soyuz sayılabilir. Gerçekte bu uyduların temel hedefi, üzerindeki algılayıcılar aracılığıyla elde edilen görüntülerle, yeryüzünün küçük ve orta ölçekli haritalarını üretmektir. Yeryüzünün bu ölçeklerdeki haritalara duyduğu yüksek düzeydeki gereksinimin yanısıra, güncelleştirme isteklerinin de yoğunlaşması, sözkonusu hedefin seçilmesinde etkin bir rol oynamıştır. Ancak bu evrede elde edilen görüntülerden sadece, 1:250 000 ve 1:500 000 gibi küçük ölçekli haritaların üretimi gerçekleştirilmiş bu da oldukça sınırlı düzeyde yapılabilmektedir.

Aynı evre içerisinde yer alan ve Skylab'da kullanılan S-190B Kamerasının ayırma gücü Landsat'ta kullanılanlara kıyasla daha iyidir. Alınan görüntüler % 60 bindirmeli olduğundan stereo görüş elde

edilebilmiştir. Buna bağlı olarak görüntülerin yorumlanması kolaylaşmakta, arazi engebesi ve kamera eğikliği nedeniyle oluşan hatalar azalmakta, yüksekliklerin ölçümü ve eşyüksekti eğrisi çizimi de mümkün olmaktadır.

S-190A Kamerası ile elde edilen görüntülerden yararlanılarak 250 metre aralıklı eşyüksekti eğrilerini içeren 1:500 000 ölçeğinde haritalar yapılmıştır. Ayrıca bu görüntüler, doğal kaynakların belirlenmesi amacıyla yönelik foto-yorumlama çalışmalarında son derece etkin olmuştur. Sözkonusu görüntülerde karayolu şebekesi oldukça belirgin olmasına karşın, köyler ve demiryolları iyi görülememiştir. Bu görüntülerle yapılan haritalar 1:250 000 ölçeğinin gerek duyduğu detayları da içermektedir. Çok küçük ölçekli görüntülerden klasik çizgisel harita üretiminin güç olması nedeniyle bu görüntülerden ortofoto haritalar yapılması önerilmekle birlikte, bunların üzerine konulacak ek bilgiler zor bir kartoğrafik çalışmayı gerektirmiştir (Önder, 1993).

Ayırma gücünün iyileşmesi kullanılan kameranın asal uzaklığının artmasına bağlıdır. Bu durumda fotoğrafın arazide kapladığı alan küçülecektir. Aynı asal uzaklık ile daha iyi ayırma gücü için ise alçak yörüngeli uçuş gerekmektedir.

Yukarıda sıralanan uygulama çalışmalarından da görüleceği üzere, uzaktan algılama amaçlı birinci kuşak uydular dönemi adı da verilen 1970-1982 arası evrede elde edilen uydu görüntülerinden topoğrafik harita üretiminde; veri dağıtımındaki devamlılığın aksaması, ayrıntıları tanımlamada uzaysal ayırma gücünün yetersizliği, kıymetlendirilen detaylar için planimetrik, nokta yüksekliği ve eşyüksekti eğrisi çizimi için ise yükseklik doğruluğunun düşük olması, stereoskopik görüntü elde etme olanağının yeterli bulunmaması gibi nedenlerle harita yapımında beklenen atılım sağlanamamıştır. Doğal olarak bu sorunlar, topoğrafik ve tematik harita yapımı için en büyük ölçeği belirlemekte ve ortaya çıkacak ürünün türü ve kalitesi üzerinde büyük bir etkiye sahip bulunmaktadır.

4.2 İkinci Kuşak Uydu Görüntüleri (1982 - 1997 Evresi)

Bu evre içerisinde sayılabilecek başlıca uydular olarak LANDSAT-4 ve 5, SPOT-1,2 ve 3, Uzay Mekiği, Soyuz, Salyut, Cosmos ve ERS-1,2 sıralanabilir. Özellikle 1:50 000 ile 1:100 000 ölçekli haritaların seri bir şekilde üretimini ve güncelleştirilmesini hedefleyen bu uydulara ait görüntülerde bir öncekilere kıyasla büyük gelişmeler gözlenmektedir. Bu gelişmelere ait genel özellikleri şu şekilde sıralayabiliriz :

- (a) Bazı uydu görüntülerinde yeterli stereoskopik görüntü elde etme olanağı,
- (b) Hava kamera ve filmlerindeki yüksek hassasiyetli gelişim,
- (c) Çapraz tarama (across track) yöntemine kıyasla daha fazla doğruluk sağlayacağı düşünülen boyuna tarama (push broom) yöntemlerinin gelişimi,
- (d) Elde edilen görüntülerin ortofoto hassasiyetinde kullanıma olanak vermesi,
- (e) Uydu ömrünün ortalama 5 yıldan 10 yıla çıkartılması,
- (f) Ayırma gücünün 5-10 m. olarak belirlenmesi,
- (g) Daha alçak yörüngelerden daha iyi ayırma güçlü görüntüler elde etme olanağının araştırılması (700-800 km.),
- (h) Otomatik korelasyon veya radar enterferometresi teknikleri ile sayısal yükseklik modeli elde etme olanağı.

İkinci kuşak uyduların tarayıcılarından elde edilen görüntülerin standart ölçekleri 1:250 000, 1:100 000 ve 1:50 000 dir. Tarama alanı ve piksel boyutları bu ölçeklerin en uygun şekli ile tanımlamalarına olanak sağlayacak niteliktedir. Şu anda piksel boyutlarındaki küçülme nedeniyle konumsal ayırma gücü son derece artmış olup, 5m.ve hatta daha küçük boyuttaki insan yapısı cisimleri belirlemek mümkündür (Önder, 1996).

Bu evreye rastlıyan algılayıcı teknolojisindeki gelişim, orta ölçekli harita yapımı için yeterli ayırma gücünü sağlayan uzay görüntüleri elde etme olanağına sahip yenilikler yönündedir. SPOT uydusunda olduğu gibi, doğrusal dizili (linear array) algılayıcılar, 0,4 ila 1,2 mikron dolayları arasındaki bölgede tarama yapıp, sonuçları elektrik şarjı ile iletme ve depolama yetenekli binlerce ışığa duyarlı silikon pillerden oluşmaktadır.

Fotoğrafik emülsiyon ve kameralardaki büyük teknolojik gelişim sonucu yüksek hızlı (high-speed) filmlerle, görüntü hareketlerini giderme mümkün olabilmektedir. Hava kameralarındaki 230 mm olan en büyük çerçeve genişliği, dikdörtgen çerçevelerin kullanılmaya başlamasıyla büyük bir değişim içerisine girmiştir. Örneğin; uzay mekiğinde yer alan LFC (Large Format Camera)'da bu çerçeve 23x46 cm olup elde edilen görüntülerin her türlü analog ve analitik aletlerde kullanılması olasıdır.

ESA Metrik Kamerası ile elde edilen görüntülerden planimetrik detayların belirlenmesi konusunda 1982 yılında Welch ve 1985 yılında Baudoin tarafından yapılan araştırmalar dikkat çekicidir. Bu araştırma sonuçları, yüksek ve alçak kontrastlı bölgelerde çeşitli detayların ortaya çıkartılabileceğini göstermiştir. Yüksek kontrastlı bölgelerde, 18m. planimetrik doğrulukla, yol, nehir, hendek gibi doğrusal detaylar %100 oranında belirlenmiştir. Düşük kontrastlı detaylara ait planimetrik doğruluk değeri, iki ila üç misli daha kötü bulunmuştur. Sonuçta; 1:100 000 ölçekli harita üretiminde beklenen detay içeriğinin, Metrik Kamera görüntülerinden %50-60 oranında sağlanabileceği görüşünde birleşmiştir (Kennie et al, 1993).

SPOT stereo diapositif görüntülerinin geometrik yapısı, normal hava fotoğraflarından son derece farklı olduğundan klasik analog aletlerle kıymetlendirilerek topoğrafik harita üretimini gerçekleştirmeyi olanaksız kılmıştır. 1981 yılında Chervel tarafından tanımlanan SPOT geometrisi, 1985 yılında Dowman ve Guyan, 1986-87'de Konecny, 1988'de Kratky, Priebbenow ve Clerici tarafından geliştirilmiştir. Model belirlemede 10m. hassasiyeti bulunan pankromatik 1A düzeyi ele alınmıştır. Geliştirilen değişik yaklaşımlı matematiksel modellerle, bugün için üretimde bulunan Zeiss Planicomp, Matra Traster 77, Wild Aviolyt ve Intergraph IMA gibi analitik aletler kullanılarak SPOT görüntülerinden 1:50 000 ve 1:100 000 ölçekli topoğrafik haritalar üretmek mümkün olmaktadır (Önder, 1993).

Ayrıca günümüzde, çeşitli sayısal görüntü işleme ya da fotogrametrik çalışma istasyonlarında, sayısal mono ve stereo SPOT görüntülerinin kullanılmasıyla, aynı ölçeklerde üretim ya da güncelleştirme çalışmaları sürdürülmektedir. Diğer taraftan, Landsat TM görüntüleri için % 65-70 oranında bir detay belirleme düzeyinin, 1:100 000 ila 1:250 000 ölçekli topoğrafik harita üretimi için geçerli olduğu Welch tarafından 1985 yılında yapılan bir araştırmada vurgulanmaktadır.

SAR görüntüleri ile yapılan topoğrafik uygulamalarda ise iki ana sorun dile getirilmektedir. Bunlardan birincisi görüntü kalitesindeki yetersizlikler, ikincisi ise, radar sinyal yönüne göre detayların yöneltmesindeki zorluklardır. Birinci durumda, görüntünün yorumlanabilirliği önemli derecede azalmaktadır. İkinci durumda da doğrusal detayların belirlenebilmesi, büyük ölçüde SAR sinyalinin yöneltmesine bağlı olmaktadır (Kennie et al, 1993).

KFA - 1000 görüntüleri üstün gözükmeyle birlikte, SPOT pankromatik verileri ile kıyaslandığında çok az farklılıklarla karşılaşmıştır. Ayrıca stereoskopik yorumlamanın, monoskopik yaklaşımdan daha anlamlı sonuçlar verdiği de kabul edilmektedir. İlk kez 1992 yılı sonbaharında verileri elde edilmeye başlanan KVR - 1000 kamerasına ait görüntülerin yorumlanabilirliği oldukça iyidir. Yüksek ayırma güçlü bu görüntülerle, 1:25 000 ölçeğinde topoğrafik detayların haritalanmasının sorunsuz gerçekleştirilebileceği iddia edilmektedir (Albertz et al, 1995).

Son olarak; düşey konumda 4.5m piksel boyutu ve aynı yörünge üzerinde ileri-geri hareket yeteneği ile aynı anda stereo görüş elde edilebilme özelliğine sahip MOMS - 02 algılayıcı sisteminin, A.B.D. Uzay Mekiği üzerinde yer alan D2-Uzay Laboratuvarında, 1993 yılı içerisinde gerçekleştirilen 10 günlük bir deneme uçuşunda kayıt ettiği görüntülerle yapılan test çalışmaları, 1:50 000 ve 1:25 000 ölçekli topoğrafik harita üretimi için oldukça ümit verici sonuçlar sunmuştur. 3-5m. arasında değişen konumsal duyarlığa karşılık, bazı topoğrafik detayların belirlenmesinde ortaya çıkan ayırma gücü yetersizliği, sistemin biraz daha geliştirilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır (Schiewe,1995).

Çizelge 6'da, buraya kadar anlatılan bazı ikinci kuşak uydu görüntülerinin topoğrafik uygulamalardaki planimetrik ve yükseklik doğruluğu açısından uygunluk düzeyleri sergilenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 6 Çeşitli Algılayıcıların Topoğrafik Harita Üretimi İçin Uygunluk Düzeyleri:

Algılayıcı	Planimetrik Doğruluk (σ_p)	Yükseklik Doğruluğu (σ_h)	Eşyüksekti Eğrisi Aralığı (Δ_h)	b/h	Uygun Harita Ölçeği
Landsat TM	\mp 20 m.	\mp 60 m.	200 m.	0.24	1:100 000
SPOT - P	\mp 6 m.	\mp 7 m.	20 m.	1	1:50 000
Kate - 200	\mp 12 m.	\mp 35 m.	175 m.	0.36	1:100 000
KFA -1000	\mp 4 m.	\mp 15 m.	75 m.	0.4	1:25 000
Metric Camera	\mp 7 m.	\mp 20 m.	100 m.	0.31	1:50 000
LFC	\mp 5 m.	\mp 15 m.	75 m.	0.64	1:50 000

4.3 Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) Elde Edilmesi

Bilindiği üzere, topoğrafik harita üretimi için gerekli yükseklik bilgisi, sadece bindirmeli görüntülerden ve stereo fotogrametri teknikleri ile elde edilebilir. Bu nedenle, Landsat TM için ardaşık geçişler arasındaki son derece yetersiz ve sınırlı düzeydeki bindirme oranlarının istenen yükseklik doğruluğunu sağlayamayacağı açıktır. Yukarıdaki tabloda Landsat TM için verilen 1:100 000 harita ölçeğinin sadece planimetrik değerlendirme için algılanması gerekmekte ve bu durum b/h oranı yetersiz düzeyde olan diğer tüm kamera görüntüleri için de geçerliliğini korumaktadır.

Uydu görüntülerinden sayısal yükseklik bilgisi, uygun yazılım desteği ile analitik aletlerden elde edilebildiği gibi, sayısal görüntü eşleştirme (matching) teknikleri kullanılarak da elde edilebilmektedir. Otomatik korelasyon tekniği adı verilen ve paralaks farklarını belirleyerek sayısal yükseklik modelini (SYM) elde etme şeklinde kullanılan teknik, görüntü çiftlerinin karşılaştırılmasını gerekli kılmaktadır. Söz konusu geometrik model, yörünge bilgileri ve yer kontrol noktalarının eklenmesiyle tamamlanmaktadır. Görüntü korelasyonu, epipolar hatlar boyunca oluşturulan kenar veya detay noktalarını esas almaktadır. Otomatik korelasyon tekniği üç tür karşılaştırma algoritması kullanılmaktadır. Birinci teknik, görüntüde detayları seçecek operatörü ilgilendirmektedir. Görüntüde belli başlı noktaları tanımlamak için istatistiksel yöntemler kullanılmakta ve özellikle kolay tanımlanabilen sınırlar ile homojen yüzeyli görüntülerde başarılı olmaktadır. İkincisi, görüntüdeki kenarları tanımlayan kenar bazlı karşıtırmadır ve stereoskopik çiftlerde bunları ilişkilendirir. Üçüncü teknik ise, iki görüntüde birbirine karşılık gelen parçaları karşıtırmak için en küçük kareler yöntemini kullanan alan bazlı karşıtırma işlemidir. Bu teknik ile özellikle SPOT görüntüleri üzerinde başarı sağlanmıştır. Karşıtırmının bu üç türü de çoğu kez birlikte kullanılır.

Diğer taraftan, ERS uyduları üzerindeki SAR görüntülerinden yararlanarak SYM oluşturmada, radar enterferometre tekniği oldukça başarılı sonuçlar vermiştir. Bu yöntem radar görüntülerine özgü bir teknik olup; aynı yörünge üzerinde, değişik zamanlarda ve çok küçük konum farklılıklarında (sadece bir kaç yüz metrelik) elde edilen iki veya daha fazla sayıdaki mono (single-look) veri setlerinin kombinasyonunu esas almaktadır. Her piksele ait yükseklik değerinin hesaplanmasında, değişik zamanlı görüntü çiftleri arasındaki faz farkları kullanılmaktadır. Söz konusu veri setlerinin iki değişik zamandan daha fazla sayıda olması durumunda bir detay ya da araziye ait konumsal değişiklikler santimetre ölçeğinde belirlenebilmektedir. Bu nedenle ERS-SAR verileri, bulutla kaplı dahi olsa yeryüzü alanlarının yüksek hassasiyetli SYM'lerinin elde edilmesinde kullanılabilir ve deprem ya da volkanik olaylar nedeniyle ortaya çıkan yer kabuğu hareketlerinin izlenmesinde yardımcı olmaktadır (Önder, 1994).

1993 yılında ilk denemeleri gerçekleştirilen MOMS-02 algılayıcısının stereo görüntülerinden otomatik SYM elde etme çalışmalarında ise değişik karşıtırma teknikleri kullanılarak ortalama 15m. yükseklik doğruluğuna erişilmiştir. Şu anda sürekli ve ticari amaçlı görüntü alım yeteneğinden uzak bir biçimde, Uzay Mekiği'nin yanısıra, 1996 yılı boyunca Rus MIR uzay aracının PRIRODA modülünde araştırma ve geliştirme çalışmaları sürdürülen sistemin, yakın gelecekte topoğrafik uygulamalar açısından önemli bir yer işgal edeceğine kesin gözüyle bakılmaktadır (Schnieder et al, 1995).

4.4 Görüntü Haritaları (Ortofoto Haritalar)

Görüntü haritası, rektifiye edilmiş bir görüntünün (orthoimage) kartoğrafik elemanlar (isim, grid vb.) ile birleşiminden oluşur ve genellikle topoğrafik harita ile aynı boyutlarda üretilir. Önceleri hava fotoğrafları ve son yıllarda da yaygın bir şekilde uydu görüntülerinden türetilen bu haritalar çeşitli amaçlar için üretilmekte ve kullanılmaktadır.

Uydu görüntü verilerinin varlığı, görüntü haritalarının üretiminde yeni bir devrin başlangıcını oluşturmuştur. 1972 yılında fırlatılan Landsat-1 uydu görüntüleri ile başlatılan ilk denemeler, etkin görüntü işleme tekniklerinin geliştirilmesi ve bugünkü yüksek kalite standardına erişilmesinde önemli bir rol oynamıştır. Gerçekte görüntü haritaları, özellikle klasik kartoğrafik tekniklerle gösterimleri zor olan, örneğin; kumul gibi morfolojik şekillerin yoğun olduğu bölgelerde, oldukça açıklayıcı bilgi sağlayabilmektedir (Albertz et al, 1995).

Ancak, ilk ve deneme niteliğinde olması nedeni ile Landsat-1 uydusundan alınan görüntülerle yapılan 1:500 000 ölçekli görüntü haritalarından beklenen sonuçlar elde edilememiştir. Bunlar sadece, genel bir bilgi veren duvar haritası niteliğinde kalmıştır (Önder, 1993). Daha sonraki yıllarda Landsat MSS için 1:250 000, TM için ise 1:100 000 ölçeğinde geometrik doğruluğu ve görüntü kalitesi yüksek görüntü haritaların elde edilmesi mümkün olmuştur.

Bilindiği gibi, topoğrafik harita ve uydu görüntülerine ait peyzajın gösteriminde bazı temel farklılıklar vardır. Topoğrafik haritalar genelde, özel topoğrafik detayların seçilerek ve grafik tasarımlarla bir izdüşüm düzlemine aktarılması ile oluşturulur ve topoğrafik durumun ana elemanları, standart harita sembolleri ile tanımlanırlar. Diğer taraftan, uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları bir fiziksel işlemin sonucudur. Görüntü ve peyzaj arasında, farklı gri değerler ve renkler ile sağlanan nedensel bir ilişki vardır. Bir görüntü harita kullanıcısı, görüntüdeki tüm detayları kesin semboller yerine bütünleşmiş bir yapıda görür. Bir topoğrafik nesne; çevre, aydınlatma ve mevsime bağlı olarak çeşitli şekillerde görünüm sergileyebilir. Bu durumda görsel algılamayı yapan kişinin deneyimini esas alan mantık irdelemesi ile, yorumlayıcı nesnelere tanımlayabilir veya belirleyebilir. Görülemeyen ya da belirsizlik arz eden bazı nesnelere ise doğal olarak yorumlanamayacaktır.

Uydu görüntü haritasında yüksek kaliteye, sadece sayısal görüntü işleme yöntemleri uygulandığında erişilmektedir. Bu nedenle, uydu görüntüsü analog formatta ise taranarak sayısal elde edilmiş veri durumuna getirilmelidir (Albertz et al, 1995). Sonuçta uydu görüntüsü, coğrafi bilginin iki ana türünün en iyi bir biçimde sunulduğu görüntü haritasına dönüştürülmektedir. Bu bilgiler; raster yapıdaki görüntünün kendisi ile, önem derecesi yüksek detayların (ana yollar, idari sınırlar vb.) çizgi ve sembol gösterimlerle desteklendiği (grid çizgileri, harita kitabesi ve lejandi) grafik bilgiler bütünüdür.

Topoğrafik yükseklik farklarından ileri gelen öteleme (relief displacement) ya da diğer bir deyişle, görüntüdeki detayların konumlarında yatay olarak değişikliğe neden olan geometrik bozulmayı düzeltmenin tek yolu, görüntünün ortogonal rektifikasyonudur. Burada, geometrik düzeltme işlemi sırasında SYM kullanılır. SYM; gerçek arazinin, düzenli grid şeklinde modellenerek dizilmiş nokta yükseklik değerleri bütünüdür ve topoğrafik yükseklikten ileri gelen kayıklıkları düzeltmede kullanılır. Her pikselin bölgesel düzeltilmesinde yükseklikler, SYM'den enterpole edilir. Sonuçta, bu düzeltme işlemi gerçekleştirilerek elde edilen ortorektifiye görüntü, topoğrafik harita gibi tek ölçeğe sahiptir. Ortofoto ismi de verilen bu görüntü haritasından gerçek uzunluk, açı ve alan ölçümlerini doğrudan yapmak olasıdır (Audrian et al, 1993).

Sayısal görüntüler kartoğrafik veri tabanlarının oluşturulması ve güncelleştirilmesinde çeşitli olanaklar sunmaktadır. Örneğin;

- Yüksek bilgi içeriği ve serbest gösterim,
- Geniş alanları kaplama,
- Kesin bilinen tarih ve zaman,
- Kuramsal olarak ölçekten bağımsızlık,
- Zenginleştirme amaçları için kolay kullanım,
- Hızlı işlem ve iletme,
- GIS içinde altlık olarak uygunluk

bunlar arasında sıralanabilir.

Diğer taraftan, sayısal görüntüler için gerekli girdi ve çıktı donanımlarında, hala yüksek satın alma maliyetleri bulunmaktadır. Bununla birlikte, hava fotoğrafları veya uydu görüntülerinden elde edilen sayısal ortogörüntüler, harita üretim sorununun ucuz ve hızlı çözüm yöntemi olduklarını kanıtlamışlardır. Özellikle uydu görüntülerinden türetilen ortofoto haritalar, her geçen gün daha da geliştirilen teknolojilerle, klasik çizgisel haritalara ekonomik bir seçenek olma yolunda hızla ilerlemektedir. Farklı veri formatlarında depolanabilen sayısal haritalar, analog çıktılar haline dönüştürülebilmektedirler (Schiewe, 1995).

Harita ölçeklerinin seçiminde genel ölçütlerin yanısıra, uydu görüntü haritaları için görüntüdeki detayların tanımlanabilirliğinin göz önünde tutulması gerekmektedir. Bu; görüntü algılayıcısının teknik parametrelerinin ve peyzajın yapısal ve spektral özelliklerinin bir fonksiyonudur. Deneyimlere göre; orijinal piksel boyutu, haritada yaklaşık 0.3mm değerine eşitse, erişilen harita kalitesi kabul edilebilir olmaktadır. Bu noktadan hareketle, çeşitli algılayıcılar için uygun en büyük ortofoto harita ölçekleri Çizelge 7'de gösterilmiştir (Albertz et al, 1995).

Çizelge 7 Uydu Görüntü Haritaları Üretimi İçin Önerilebilen Ölçekler

Algılayıcı	Piksel Boyutu	Harita Ölçeği
LANDSAT - MSS	80 m.	1:250 000
LANDSAT - TM	30 m.	1:100 000
SPOT - XS	20 m.	1:100 000
SPOT - P	10 m.	1:50 000
KFA - 1000	5 - 10 m.	1:25 000 - 1:50 000
MOMS - 02	5 m.	1:25 000
KVR - 1000	2 m.	1:10 000

Diğer taraftan, son zamanlarda geliştirilen yazılım teknikleri ile farklı algılayıcı görüntüleri çakıştırılarak, sayısal ortofotolar elde edilmektedir. Bu amaçla en çok uygulanan, SPOT pankromatik görüntüleri ile Landsat-TM görüntüleridir. SPOT'un pankromatik görüntüsündeki yüksek ayırma gücü, Landsat-TM'in çok bantlı özelliği ile birleştirilerek çeşitli spektral kombinasyonlarda ortogörüntüler oluşturulmaktadır.

Ayrıca; SPOT ve ERS-1 görüntüleri, SYM verileri ve belirli bir geometrik modelleme içinde birlikte kullanılarak, seçilen bir kartoğrafik izdüşüm sistemine göre gerekli düzeltmeleri yapılmak suretiyle ortogörüntüler şekline dönüştürülebilmişlerdir. Bu işlemlerde renkli, pankromatik, bulutlu gibi çeşitli kombinasyonlar denenmiştir. ERS-1'den elde edilen ortogörüntülerin dağlık alanlara rastlayan bölümlerinde, tepelerin üst ve alt noktaları kesin bir biçimde görülebilmiş ve verilerin karmaşık olmasından dolayı yorumlamalarda zorluklarla karşılaşmıştır (Önder, 1994).

4.5 Üçüncü Kuşak Uydu Görüntüleri (1997 ve sonrası)

A.B.D. hükümeti, aldığı bir karar gereği 1980'li yılların casus uydularında kullanılan yüksek ayırma güçlü algılayıcıların 1997 yılı ve sonrasında fırlatılacak uydu platformlarında yer almasını ve bunlardan elde edilecek görüntülerin ticari amaçlı kullanımını serbest bırakmıştır. Bu çerçevede yer alan uyduların başında CRSS (Commercial Remote Sensing Satellite) ve Orbview gelmektedir. Ayrıca Kanada'nın A.B.D. ile ortaklaşa fırlatacağı Worldview adlı uydu da aynı kapsam içerisinde yer almaktadır. Bu kararın bir önemli tarafı da; ilk kez uydu fırlatma ve işletme teknolojisinin, özel sektör alanına açılmış olmasında yatmaktadır. Söz konusu uyduları fırlatacak firma temsilcileri şimdiden pazar paylarını belirlemek amacıyla, özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki muhtemel kullanıcı kuruluşlar nezdinde yoğun temaslar sürdürmektedirler.

Bu uydularda vurgulanan başlıca gelişmeler aşağıda ana başlıklar altında sıralanmıştır:

- Yapım maliyetinin düşmesi ve fırlatma kapasitelerinin artırılması,
- Aynı yörünge ve gözlem koşulları altında stereo görüş elde edilmesi,
- Anlık pozlama tekniğinin kullanılması,
- Kaliteli ürün çeşidi ve Coğrafi Bilgi Sistemi ile bütünleşecek sayısal verilerin elde edilmesi,
- Pankromatik mod için 1m. renkli mod için ise 4m. ayırma gücüne erişilmesi,
- Yer istasyonuna sahip ülkelerin uyduya komuta etme olanağına kavuşması,
- Arşivleme maliyetlerinin düşürülmesi.

Bu gelişmelere karşın aşağıdaki sorunların varlığının süregeldiği gerçeği de gözardı edilmemelidir.

- Band sayısının 1-4 ile sınırlı olduğu,
- Ancak 1:25 000 ölçekli harita üretimi veya revizyonuna olanak sağladığı,
- Görüntülerin 15x15 km. veya 12x12 km.lik dar alanları kapsadığı,
- Aynı gözleme noktasına, düşey görüş koşullarında gelme süresinin 30-40 güne ulaşabildiği,
- Meteorolojik olaylardan (bulut, sis, pus vs.) etkilenmenin devam ettiği,
- Birbirlerinin etki alanına giren yer istasyonlarında önceliklerin kime ait olacağı (Önder, 1996).

Bu bağlamda; 1997 ve sonrası fırlatılacak ticari amaçlı uydu sistemlerinin yanısıra, daha önce sözü edilmeyen bazı resmi uydulara ilişkin özet bilgiler Çizelge 8'de yer almaktadır.

Çizelge 8 1997 Sonrası Fırlatılacak Bazı Uydu Sistemleri

Uydunun Adı	Bağı Olduğu Ülke	Fırlatma Tarihi	Algılayıcılar	Konumsal Ayırma Gücü	Renkli Band Sayısı
Early Bird	A.B.D./Kanada Ticari (WorldView/Earth Watch)	1997	Pankromatik Multispektral	3 m. 15 m.	3
Quick Bird	A.B.D./Kanada Ticari World View/Earth Watch	1997	Pankromatik Multispektral	1 m. 4 m.	4
Orbview	A.B.D. Ticari (Orbimage)	1997	Pankromatik	1 m.	-
CRSS	A.B.D. Ticari (SII)	1997	Pankromatik Multispektral	1 m. 4 m.	4
EOS AM-1	Japonya/A.B.D. Hükümetleri	1998	Multispektral	15 m.	14
CRSS - 2	A.B.D. Ticari (SII)		Pankromatik Multispektral	1 m. 4 m.	4
KOMSAT	Kore Hükümeti	1998	Pankromatik	10 m.	-
EOS AM-2 / Landsat - 8	A.B.D. Hükümeti	2004	Pankromatik Multispektral	10 m. 30 m.	7

5. MEVCUT VE YAKIN GELECEKTEKİ DURUMUN TOPOĞRAFİK UYGULAMALAR AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Şu anda topoğrafik uygulamalara en yakın görüntüler SPOT ve LANDSAT uydularından elde edilmektedir. Özellikle 1:50 000 ölçekli topoğrafik haritaların üretiminde ve otomatik korelasyon tekniği ile sayısal yükseklik modellerinin elde edilmesinde SPOT uydu görüntülerinin üstünlüğü devam etmektedir. 1:100 000 ölçekli topoğrafik harita içeriğindeki detay bilgileri gerek Landsat-TM, gerekse SPOT-HRV görüntülerinden büyük ölçüde karşılanmakla birlikte, 1:50 000 ölçek için sözkonusu detayların SPOT görüntülerinden bile kısmen karşılanabildiği, yapılan bir çok uygulamalarda kanıtlanmıştır. Bölgesel detaylardan genelde suyla kaplı alanlar, tarım alanları ve orman alanları duyarlı olarak yorumlanabilir ve doğrusal nitelikli detaylar kolayca görülebilirken, yorumlamaya konu detayın küçüklüğü, yetersiz kontrast farklılığı ve yorumlayıcının deneyim eksikliği gibi durumlarda, elde edilmesi beklenen detay zenginliği önemli ölçüde azalmaktadır. KFA-1000 görüntüleri üstün gözükmelerine karşın, pankromatik SPOT verilerinden sadece çok küçük farklılıklar ortaya koyabilmiştir. Stereoskopik görüntüler, monoskopik yaklaşımlardan daha anlamlı sonuçlar vermektedir. Konuya ilişkin ortak değerlendirme; tek bilgi kaynağı olarak kullanılmaları durumunda, bugünkü mevcut uydu görüntü verilerinin 1:50 000 ölçekli topoğrafik harita üretimi için yeterli olmadığı yönündedir.

Uydu görüntü verilerinin kullanımı, daha çok mevcut haritaların güncelleştirilmesi için uygundur. Haritada mevcut olan eski bilgiler yorumlama açısından önemli kolaylıklar sağlamaktadır. İsveç'te yapılan deneme çalışmalarında, SPOT verilerinin 1:50 000 ölçekli harita güncelleştirmesinde kullanılması, 1:60 000 ölçekli hava fotoğrafları ile kıyaslanabilir nitelikte bulunmuştur. Çok özel durumlarda uydu verileri, 1:25 000 ölçekli topoğrafik harita güncelleştirmesinde kullanılabilir (Albertz et al, 1995).

Kıymetlendirme için gerekli stereo görüntülerin elde edilmesinde ise; başta meteorolojik koşullar (bulut, sis, pus vb.), B/H oranı yetersizliği, iki gözlem tarihi arasındaki fark gibi olumsuzluklar, kullanıcıların istedikleri zaman ait veri bulmasında başlıca sorunlar olarak kendini göstermektedir.

Konuya bakış açısını yakın gelecekte fırlatılacak uydulara ait görüntülere çevirdiğimizde, mevcut duruma ait sorunların bazısının tamamen ortadan kalktığını, bazısının daha iyileştiğini, bazılarının da halen devam ettiğini görmekteyiz. Gelişmenin en çarpıcı yönünü, ayırma gücünün siyah-beyaz görüntülerde 1m., renkli görüntülerde ise 4m. olması oluşturmaktadır. Bu da 1:25 000 ölçekli topoğrafik harita üretimine yeterli olacak bir konum ve yükseklik duyarlığına karşılık gelmektedir.

Gelişmelerin diğer önemli yönü de, aynı yörünge üzerinde 5-10 saniye aralıkla stereo görüntü elde edilmesi olanağından kaynaklanmaktadır. Böylece SPOT stereo uydu görüntülerinin elde edilmesindeki önemli bir olumsuzluk etkisi tamamen ortadan kalkmış bulunmaktadır. Ayrıca bu olanak, otomatik sayısal yükseklik modeli elde edilmesine daha anlamlı ve doğruluğu daha yüksek bir hız kazandıracaktır. Uydu görüntü alımı sırasında olumsuz meteorolojik koşulların varlığı, kayıt sisteminin devreden çıkartılması ya da algılayıcının daha uygun yerlere yöneltilmesi ile, gereksiz arşivleme sorunlarının kısmen de olsa ortadan kaldırılmasına olanak sağlamaktadır.

Yukarıda yapılan açıklamaların ışığında sonuç değerlendirmeler aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- a) LANDSAT-6 uydusunun fırlatılma aşamasında düşmesi, şu anda görev yapan LANDSAT-5 uydusunun ömrünü tamamlamış olması, üzerindeki SAR algılayıcı sistemi sayesinde meteorolojik ve gece-gündüz koşullarından bağımsız görüntüleme yapma şansına sahip ERS-1 ve 2 uydu görüntülerinin topoğrafik uygulamalar açısından yetersiz kalması gibi nedenlerle, ayırma gücü yüksek algılayıcı sistemlere ve gelişmiş bir veri dağıtım ağına sahip olan SPOT uyduları, bir süre daha topoğrafik harita üretimine en uygun uydu olma özelliğini koruyacaktır.
- b) Yakın gelecekte fırlatılacak ve ayırma gücü 1m. olan stereo görüntüler sağlayacak uydular, 1:25 000 ölçekli topoğrafik harita üretiminde önemli bir olanak gibi görünmektedir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken konu, 1m.x1m. boyutundaki her detayın uzaydan görülebileceği anlamında değerlendirilmemesi gerekliliğidir.
- c) 1-4m. ayırma gücüne sahip görüntülerin 1:10 000 ölçekli görüntü haritalarının üretimine yeterli olacağı değerlendirilmektedir.
- d) Ayrıca bir görüntünün kapladığı alanın 15x15 km. veya 12x12 km. gibi küçük bölgeleri içermesi, hava fotoğrafları ile maliyet açısından kıyaslanmayı tekrar gündeme getirecektir.
- e) Yakın gelecekteki uydu görüntülerinin büyük ölçekli kadastral harita üretimlerine önemli bir katkı sağlamayacağı açıkça görülmektedir.
- f) Sonuçta; büyük ölçekli uygulamalarda, hava fotoğrafları tarihsel gelişim içerisindeki önemini bir süre daha koruyacak, ancak bu gelişim çerçevesinde klasik hava fotoğrafçılığı yerini sayısal hava kameralarına bırakacaktır denilebilir (Önder,1996).

KAYNAKLAR

Albertz, J., Wiedemann, A. 1995. Topographic and Thematic Mapping From Satellite Image Data. First Turkish-German Joint Geodetic Days, Papers Presented to the Conference Organized at Istanbul/Turkey, September 27-28-29, 1995.

Audrian, V., Fehrenbah, J., Reading, M., Stauffer, R. 1993. Satellite Imagery Meets Prepress: Producing Image Maps. Advanced Imaging Intergraph Publications, July 1993.

Brandenberger, A., Ghosh, S.K. 1990. Status of World Topographic and Cadastral Mapping. World Cartography Vol. XX, United Nations 1990, pp-1-116.

Kennie, T.J.M. 1993. Engineering Surveying Technology. Blackie A and P, John Petrie, G. Wiley and Sons, Inc. S. 177-179

Konecny, G. 1989. Review of the Latest Technology in Satellite Mapping Remote Sensing for Cartography. Fourth United Nations Regional Cartographic Conference for the Americas, 23-27 January 1989.

Konecny, G. 1992. Mapping From Space. ISPRS Intercommission Working Group III/VI, "Mathematical Aspects of Data Analysis", Tutorial or "Modern Trend in Photogrammetry", Giovanna Togliatti Memorial Tutorial, Proceedings, Washington D.C., August 9th, 1992.

OEEPE 1996. The OEEPE GeoSAR Test of Geocoding ERS-1 SAR Data. European Organization for Experimental Photogrammetric Research (OEEPE) Official Publication No: 32

Önder, M. 1993. Uzaktan Algılama Ders Notları. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji (Hidrojeoloji) Mühendisliği Bölümü, Beytepe-Ankara.

Önder, M. 1994. ERS-1 Uydu ve Verilerinin Topoğrafik Uygulamalar Açısından Değerlendirilme Olanakları. II. Uzaktan Algılama ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri, 15-17 Mayıs 1994, Uludağ/Bursa.

Önder, M. 1996. Uzaktan Algılama Amaçlı Uydu Görüntülerinin Topoğrafik Uygulamalar Üzerine Etkisi. Harita ve Kadastro Mühendisliği, TMMOB-HKMO Yayın Organı, Sayı : 79.

Schiewe, J. 1995. Cartographical Potential of MOMS-02/D2 Image Data Photogrammetric Week'95, Wichmann, Stuttgart, Germany.