

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ORBVIEW-3 VE IKONOS UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN DOĞRULUĞUNUN
BELEDİYESİLİK HİZMETLERİNDE KULLANIM OLANAKLARININ
ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Muhammet Mahmut KAHVECİ**

Anabilim Dalı : Geomatik Mühendisliği

Programı : Geomatik Mühendisliği

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa YANALAK

HAZİRAN 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ORBVİEW-3 VE İKONOS UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN DOĞRULUĞUNUN
BELEDİYESİLİK HİZMETLERİNDE KULLANIM OLANAKLARININ
ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Muhammet Mahmut KAHVECİ
(501051617)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 07 Mayıs 2010
Tezin Savunulduğu Tarih: 11 Haziran 2010**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa YANALAK (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri: Prof. Dr. Nebiye MUSAOĞLU (İTÜ)
Doç. Dr. Halis SAKA (GYTE)**

HAZİRAN 2010

ÖNSÖZ

İnsanoğlu için bilinmesi gereken en önemli sorulardan biri de nerede bulunduğu konusudur. Tarih içerisinde bu sorunun cevabını arayan insanoğlu bilim ve teknolojiadaki gelişmelere bağlı olarak önce fotoğrafın keşfi ardından uydu sistemlerinin oluşturulması sayesinde “nerede” sorusunun cevabını artık uydu verilerinin uzaktan algılama teknikleri ile işlenmesi yoluyla bulabilmektedir. Bu çalışmamda benden yardımlarını esirgemeyen bilgi ve birikimi ile beni yönlendiren, benden hoşgörüsünü, yardımlarını ve emeğini hiçbir zaman esirgemeyen tez danışmanım sayın hocam Prof. Dr. Mustafa Yanalak’a teşekkürü bir borç bilirim.

Haziran 2010

M. Mahmut KAHVECİ

Harita Mühendis

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
ÖZET	xiii
SUMMARY	xv
1. GİRİŞ	1
2. UZAKTAN ALGILAMA SİSTEMLERİ	3
2.1 Çözünürlük	4
2.1.1 Radyometrik Çözünürlük	4
2.1.2 Spektral Çözünürlük	4
2.1.3 Mekansal Çözünürlük	4
2.1.4 Zamansal Çözünürlük	5
2.2 Önileme.....	5
2.2.1 Radyometrik Düzeltme	5
2.2.2 Geometrik Düzeltme	5
2.3 Görüntü İşleme.....	5
2.4 Uzaktan Algılama Amaçlı Uydular	6
2.4.1 Radar sistemleri.....	8
2.4.2 Lazer tarama tekniği (LİDAR).....	8
2.4.3 Optik algılayıcı sistemler	9
2.4.2.1 Düşük çözünürlüklü uydu görüntüleri	9
2.4.2.2 Orta çözünürlüklü uydu görüntüleri.....	10
2.4.2.3 Yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri.....	10
2.5 Yüksek Çözünürlüklü Uydu Görüntüleri Üzerine Yapılan Araştırmalar.....	10
2.6 Sayısal Yükseklik Modelleri	14
3. YEREL YÖNETİMLER TARAFINDAN YÜRÜTÜLEN HİZMETLER	17
4. PROJE	25
4.1 Geometrik Doğruluk Değerlendirmesi	31
4.2 Tematik Doğruluk Değerlendirmesi.....	34
4.2.1 Kesit örnekleri	34
4.2.2. Objeler	37
5. BELEDİYECİLİK HİZMETLERİNDE KULLANIM OLANAKLARI	39
5.1 Şehir Planlama.....	40
5.2 Yapılaşmanın Denetlenmesi - Kaçak Yapıların belirlenmesi	42
5.3 CBS - Afet Yönetimi- Acil Durum Yönetimi	54
5.4 Diğer Belediyecilik Hizmetleri	56
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	61
KAYNAKLAR	65
ÖZGEÇMİŞ.....	67

KISALTMALAR

SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
İBB	: İstanbul Büyükşehir Belediyesi
GPS	: Global Point Positioning
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
KBS	: Kent Bilgi Sistemleri
GIS	: Geographic Information System
UA	: Uzaktan Algılama
TMMOB	: Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
DEM	: Digital Elevation Model

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 : Uydu Sistemleri ve Özellikleri.....	6
Çizelge 4.1 : SYM üretiminde kullanılan yer kotrol noktaları ve bağlantı noktaları sayısı.....	28
Çizelge 4.2 : Ortogörüntüler için test noktalarından hesaplanan doğruluk ölçütleri.	32
Çizelge 4.3 : Ortogörüntüler için test noktalarından hesaplanan doğruluk ölçütleri.	32
Çizelge 4.4 : SYM için yer kontrol noktalarından hesaplanan doğruluk ölçütleri	33
Çizelge 4.5 : SYM için test noktalarından hesaplanan doğruluk ölçütleri.	33

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1: DN Değerleri	4
Şekil 2.2: IKONOS Uydu Görüntüsü	11
Şekil 4.1: Çalışma alanı	25
Şekil 4.2: 30.7.2006 Orbview-3 SYM	29
Şekil 4.3: 28.9.2006 Orbview-3 SYM	29
Şekil 4.4: IKONOS SYM	30
Şekil 4.5: Test bölgesi Orbview-3 görüntüsü	30
Şekil 4.6: Kesit 1.	35
Şekil 4.7: Kesit 2.	36
Şekil 4.8: Orbview obje.	38
Şekil 5.1: Değişim izlenmeyen yerlere ait örnek 1	47
Şekil 5.2 Değişim izlenmeyen yerlere ait örnek 2	48
Şekil 5.3: İki farklı zamana ait SYM ve orto-görüntü	49
Şekil 5.4: 8,5 katlı bina	49
Şekil 5.5: 3 katlı bina	50
Şekil 5.6: 4 katlı bina	51
Şekil 5.7: Üçgen bina	52
Şekil 5.8: Bahçe duvarı.	53
Şekil 5.9: Kazı çalışması.	58

ORBVIEW-3 VE IKONOS UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN DOĞRULUĞUNUN BELEDİYESİLİK HİZMETLERİNDE KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

ÖZET

Son zamanlarda hızla gelişen uydu teknolojisi, kontrolsüz bir şekilde büyüyen kentsel yapıların kontrol altına alınabilmesi için önemli imkanlar sunmaktadır. Uydu teknolojisi haritacılık açısından çok geniş alanlarda coğrafi veri gereksinimini kolay bir şekilde karşılamamıza imkan vermektedir. Klasik yöntemlerle elde edilebilmesi mümkün olmayan, fotogrametrik yöntemlerle ise gerek maliyetin fazla olması gerekse politik sınırlamalar nedeniyle elde edilmesi güç olan mekansal veriler uydu sistemlerinin kullanımıyla kolay ve ucuz bir şekilde elde edilebilmektedir. Ancak uydu verilerinden elde edilen mekansal verinin doğruluğu hakkında tartışmalar günümüzde hala devam etmektedir. Bu nedenle uzaktan algılanan verilerin kullanılabilmesi ancak gerekli doğruluk derecesini karşıladığı uygulamalarda mümkün olabilmektedir.

Bu çalışmada “OrbView-3 Uydu Görüntülerinin Doğruluğunun ve Mühendislik Uygulamalarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması” projesinde elde edilen 4’ü OrbView-3 uydu görüntülerinden biri IKONOS uydu görüntülerinden elde edilen 5 adet Orto-görüntü ve ikisi OrbView-3 biri IKONOS olmak üzere 3 sayısal yükseklik modeli için türetilen doğruluk değerleri baz alınarak, belediyeçilik hizmetlerinde bu ürünlerden hangi uygulamalarda ve ne ölçüde yararlanılabileceği üzerinde durulmuştur. Çalışma kapsamında öncelikle uydu sistemleri ve uzaktan algılama ile ilgili genel bilgiler verildikten sonra belediyeçilik hizmetlerinin hukuki dayanağı üzerinde durulmuştur. Daha sonra çalışmanın konusu olan “Orbview-3 Uydu Görüntülerinin Doğruluğunun ve Mühendislik Uygulamalarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması” projesi hakkında genel bir bilgi verilmiş, projede elde edilen doğruluk değerlerinin ne olduğu ve bu değerlerin nasıl elde edildiği üzerinde durulmuştur. Son olarak projede elde edilen orto-görüntü ve SYM lerin belediyeçilik hizmetlerinde kullanılabilirliği üzerinde durulmuştur.

INVESTIGATION OF ACCURACY LEVELS OF ORBVIEW-3 AND IKONOS SATELLITES' DATA FOR POSSIBLE USE IN MUNICIPALITY SERVICES

SUMMARY

Rapid development of satellite technology has provided an important opportunity to control of growth of the urban. Remote sensing with satellite technology has allowed to obtain spatial data for mapping large areas easily. Achieving spatial data by using terrestrial methods is not possible or very difficult because of political limitations with photogrammetric techniques. However, it can be easily and cheaply obtained through the use of satellites and remote sensing techniques. On the other hand, there is a debate about the accuracy of spatial data obtained from remote sensing techniques, which is still an issue today. Therefore, ground information obtained with remote sensing can be used in applications with corresponding level of accuracy.

Different disciplines require different level of accuracy for ground information. The aim of this study is to analyse the 5 Ortho-image and 3 Digital Elevation Models (DEM) obtained from OrbView-3 and IKONOS satellites, and to research on accuracy, which of derived from these product, and determine how much benefit can be obtained using these accuracy level for applications in municipal services. Firstly, general information related to the remote sensing and satellite systems will be given, and then the legal basis of municipal services will be considered. Then the project, which is objective of the study, was overviewed. Its accuracy values derived from products were inspected and its potential applications in municipality services was proposed.

1. GİRİŞ

Son yıllarda teknoloji alanında yaşanan gelişmeler hayatımızın birçok alanında etkili olduğu gibi gerek harita ve harita bilgilerinin üretimi noktasında, gerekse elde edilen bu bilgilerin sunulması noktasında köklü yeniliklere neden olmuştur. Fotoğrafın 1839 yılında, uçağın ise 1903 yılında keşfi ve 1910 yılından itibaren havadan fotoğraf alımının gerçekleştirilmesi doğal olarak o güne kadar yersel metotlarla yapılan haritacılık çalışmalarına yeni bir boyut katmıştır (Altan, 2008).

Takip eden yıllarda ise, yeryüzüne ilişkin verilerin elde edilmesinde klasik hava fotoğrafçılığının sınırlı kalması, insanoğlunu uzaydan, geniş alanların daha hızlı ve ayrıntılı biçimde algılanmasını sağlayan çeşitli uzaktan algılama araç, gereç ve tekniklerini geliştirmeye yöneltmiştir. Gerçek anlamda uzaydan uzaktan algılama, 1946-1950 yılları arasında New Mexico'dan fırlatılan V-2 roketlerine yerleştirilmiş küçük kameraların kullanımı ile başlamıştır. Sputnik-1 ile 4 Ekim 1957'de başlayan uzay yarışının uzaktan algılama alanına soktuğu uydu görüntüleri, LANDSAT, Uzay Mekiği, Soyuz ve SPOT projeleri ile yeryüzü doğal kaynaklarının araştırılmasında yeni ufuklar açmıştır (Önder, 1999).

Daha sonraki yıllarda, çeşitli ülkeler tarafından çok sayıda uydu uzaya gönderilmiş; başlangıçta düşük duyarlık ve çözünürlüklere sahip olan uydu görüntülerinde zaman içerisinde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Özellikle Eylül 1999'da ve Ekim 2001'de uzaya fırlatılan IKONOS ve Quickbird uyduları ile 2002 yılı sonlarında faaliyete geçen Fransız SPOT-5 uydusundan temin edilen yüksek çözünürlükteki uydu görüntüleri sayesinde uydu teknolojisinde yeni bir döneme girilmiş ve uydu görüntüleri hem sivil hem de askeri uygulamalarda yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Özbalmumcu, 2003).

Uydu teknolojisindeki bu gelişmeler sonucunda harita üretiminde yeni bir devre başlamıştır. Günümüzde uydu görüntüleri kullanılarak büyük ölçekli harita yapılıp yapılamayacağı konusunda araştırmalar yapılmakta, farklı teknikler uygulanarak elde edilen ürünlere ilişkin doğruluk analizi yapılmaktadır. Aynı şekilde Farklı kaynaklardan değişik yöntem ve ölçeklerde üretilen Sayısal Yükseklik Modellerinin

(SYM) doğrulukları ile ilgili çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Farklı yöntemler ve girdiler denenerek doğruluk ve hassasiyet bakımından daha iyi orto-görüntü ve SYM elde edilmesi çalışmaları devam etmektedir.

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere koşut olarak; yirminci yüzyılın ortalarında, yeryüzünün sayısal temsil edilmesi anlamına gelen Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) kavramının matematiksel yapısı üzerindeki çalışmaların da arttığı görülmektedir. SYM yöntemleriyle tanımlanan yeryüzü bilgilerinin, yüzey üzerinde haritacılık ve planlama faaliyetlerinde bilgisayar desteği ve aynı zamanda çizgi harita örneklerine göre üstün olanaklar sağlaması nedeniyle, kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. SYM teknikleri, geometrik olarak tanımlanamayan bir yüzeyi sayısal olarak ifade etmiş olmasından ötürü, haritacılık dışında çeşitli disiplinler tarafından da günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır.

SYM oluşturulmasının zaman ve maliyet açısından en önemli adımı, tasarlanan yüzeyi yaratacak dayanak noktalarının, üç boyutlu koordinatlarının ilgili yüzey üzerinden ölçülerek elde edilmesidir. Bu değerlerin yersel ölçmelerle derlenmesi küçük alan çalışmalarında kabul edilse bile, büyük alanlarda ekonomik bir üretim yöntemi olmayacaktır. Bu nedenle, dayanak noktalarının fotogrametrik yöntemlerle üretilmesi gündeme gelmiş ve bu alandaki teknikler hızla gelişmiştir. SYM oluşturma işlemleri günümüzde uygulama alanına giren sayısal fotogrametri ve uydu görüntü teknikleri sayesinde bilgisayar desteği ile beraber görüntü işleme yazılımları ile her geçen gün gelişerek yaygın biçimde kullanım alanına girmektedir. (Koçak, 1999)

Bununla birlikte yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin büyük ölçekli harita üretim çalışmalarında kullanılabileceklerine dair tartışmalar da günümüzde halen devam etmektedir. Bu çalışmada “Orbview-3 Uydu Görüntülerinin Doğruluğunun ve Mühendislik Uygulamalarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması” projesinde üretilen Orbview-3 ve IKONOS uydu görüntülerinden elde edilen orto-görüntü ve SYM’ler için elde edilen doğruluk değerlerinin belediyeçilik hizmetlerinde kullanım olanakları üzerinde durulacaktır.

2. UZAKTAN ALGILAMA SİSTEMLERİ

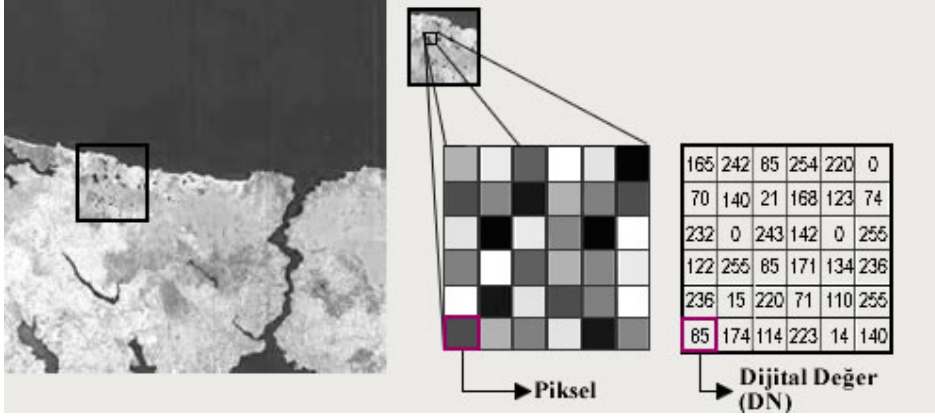
Uzaktan Algılama, bir temas olmaksızın, algılayıcı sistemleri kullanarak yeryüzü hakkında bilgi edinme bilimidir. Uzaktan Algılama teknolojileri yer yüzeyinden yansıyan ve yayılan enerjinin algılanması, kaydedilmesi, elde edilen materyalin bilgi çıkarmak üzere işlenmesi ve analiz edilmesinde kullanılır.

Uzaktan algılama da iki temel bileşen vardır. Veri elde etme ve veri işleme.

Verinin elde edilmesi için kullanılan uydular algılayıcı tipleri açısından iki ana gruba ayrılır. Bunlar:

- (1) Pasif Sistemler: Pasif sistemler yeryüzünün doğal yayılım enerjisi veya güneş enerjisinden yayılı yüzeyden yansımaları algılayan optik, ısı ve mikrodalga algılayıcılardır.
- (2) Aktif Sistemler: Aktif Sistemler kendi enerji kaynaklarını kullanırlar. Hedefe ürettikleri elektromanyetik dalga sinyallerini yollar ve hedeften yansıyan enerjiyi algırlar.

Uzaktan Algılama görüntüleri dijital formlarda kaydedilir ve bilgisayarlar tarafından görüntüye dönüştürülmek üzere işlenir. Bir uzaktan algılama sisteminde algılayıcı enerjiyi (ışığı) veya kendi yaydığı radyo sinyallerini algılar, ölçer ve miktarını bilgisayarın okuyabileceği bir sayıya çevirir. Yörüngedeki uzay aracı bu kodları sinyaller ile yeryüzündeki uydu yer istasyonuna gönderir. Bu sinyaller alınarak sayı dizilerine çevrilir, sıra ve sütunlar bir gri değerine denk gelen sayı ile ifade edilir ve bir dijital görüntü oluştururlar. Kısaca, sayılar küçük resim elemanlarına çevrilirler ve bir araya geldiklerinde görüntünün tamamını oluştururlar. Dijital görüntüyü oluşturan resim elemanlarına piksel adı verilir. Her piksele ait olan ve temsil edilen alandan gelen ortalama ışınımı veren değer DN ile gösterilir. DN değerleri genellikle 0-255 arasındadır.



Şekil 2.1: DN Değerleri (Kaynak: www.cscrs.itu.edu.tr)

2.1 Çözünürlük

Çözünürlük bir görüntüleme sisteminde kayıt edilen detayların ayırt edilebilirlik ölçüsüdür. Uydu Görüntüleri için 4 farklı çözünürlük tanımlanmaktadır:

2.1.1 Radyometrik Çözünürlük

Elektromanyetik enerji miktarında sahip olunan hassasiyet radyometrik çözünürlüğü göstermektedir. Bir başka deyişle, bir görüntüleme sisteminin radyometrik çözünürlüğü, enerji farklılıklarını ayırt edebilme yeteneğini gösterir.

2.1.2 Spektral Çözünürlük

Spektral çözünürlük algılayıcının duyarlı olduğu dalga boyu aralıkları ile ilgilidir. Spektral çözünürlüğün iyi olması bir kanal ya da bandın algıladığı dalga boyu aralığının küçük olduğunu gösterir.

2.1.3 Mekansal Çözünürlük

Bir görüntüde farkedilebilir en küçük detay, algılayıcının uzaysal çözünürlüğü ile ilgilidir ve görülebilen en küçük hedef boyutunu tanımlar. Ticari uydular bir metreden kilometrelere varan çözünürlükler sağlamaktadırlar. Sadece çok büyük nesnelerin görülebildiği görüntülerin çözünürlüğü düşük, küçük nesnelerin ayırt edilebildiği görüntüler ise yüksek çözünürlüklüdür.

2.1.4 Zamansal Çözünürlük

Zamansal çözünürlük bir uzaktan algılama sisteminin aynı bölgeyi görüntüleme sıklığı ile ilgilidir. Bir bölgedeki spektral karakteristikler zamanla değişebilir ve çok-zamanlı görüntü setleri kullanılarak değişim analizi yapılabilir.

Uydu verileri ham data olarak kullanılmazlar. Anlamlı bir veri olabilmesi için çeşitli işlemlerden geçirilmesi gerekir. Bu işlemler iki başlıkta ele alınabilir.

2.2 Önileme

Uydu verilerine uygulanan iki tür düzeltme vardır. Bunlar:

2.2.1 Radyometrik Düzeltme

Radyometrik düzeltmeye 3 tür hata nedeni ile ihtiyaç duyulabilir:

- (a) Algılayıcı kaynaklı hatalar: Bunlar sistematik hatalardır. Line drops (Şerit hatası) radyometrik hatalara örnek olarak verilebilir.
- (b) Güneş geliş açısından veya topoğrafyadan kaynaklanan gölge etkisi
- (c) Atmosferik şartlardan kaynaklanan hatalar: Sis ve bulut örnek olarak verilebilir. Hedefin önünde yer alarak, yeryüzüne ait veriye sağlıklı bir şekilde ulaşmayı engellemektedirler.

2.2.2 Geometrik Düzeltme

Geometrik düzeltme, ham görüntüdeki geometrik bozulma etkilerinin giderilmesi, ve görüntünün yer kontrol noktaları kullanılarak tanımlı bir coğrafi koordinat sistemine oturtulması işlemidir. Düzeltilecek görüntüdeki nokta koordinatları yer kontrol noktalarının koordinatları ile tanımlanırken yapılan işleme rektifikasyon denilmektedir.

2.3 Görüntü İşleme

Uydu verilerine gerekli düzeltme işlemleri uygulandıktan sonra görüntünün niteliğini artırmak ve detayların algılanmasını kolaylaştırmak için birtakım işlemlerden geçirilmesi gerekmektedir. Bunlar: görüntü zenginleştirme, görüntü dönüşümleri, görüntü sınıflandırma v.b. işlemlerdir.

2.4 Uzaktan Algılama Amaçlı Uydular

Dünya çevresinde farklı kullanım amaçlarına yönelik; farklı teknik özellik ve çözünürlükte uydu sistemleri mevcuttur. Günümüzde uzaktan algılama verisi ile harita üretimi alanında yoğun olarak kullanılan uydu sistemleri ve özellikleri Çizelge 2.1’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.

Çizelge 2.1 : Uydu Sistemleri ve Özellikleri (Erdoğan ve diğ., 2004).

UYDU	TARİH*	ALGILAYICI	CÖZÜNÜRLÜK			ŞERİT GENİŞLİĞİ (km)**
			Konumsal (metre)	Radyometrik (bit)	Zamansal (gün)	
ALOS (NASDA)	2004-	PALSAR PRISM AVNIR-2	10-100 2.5 10	3 bit/5 bit 8 bit 8 bit	- - -	20-350
ALSAT-1 (Cezayir)	2002-	Multispektral	32	8 bit	4	600
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
ENVISAT (ESA)	2002-	ASAR MERIS	12.5-75 300	8 bit	3	54-400
ED-1 (NASA)	2000-	ALI HYPERION	10-30 30	12 bit 12 bit	16 (7-9) 16 (7-9)	37 7.7
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
JERS-1 (Japonya NASDA)	1992-99	OPS OPS	18 18	6 bit 6 bit	44 44	75 75

Çizelge 2.1 : Uydu Sistemleri ve Özellikleri (Erdoğan ve diğ., 2004) (Devam).

UYDU	TARİH*	ALGILAYICI	ÇÖZÜNÜRLÜK			ŞERİT GENİŞLİĞİ (km) **
			Konumsal (metre)	Radyometrik (bit)	Zamansal (gün)	
KOMSAT-1 (G.Korea KARI)	1999-	EOC OSMI (ocean)	6.6	8 bit	-	17 800
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	30	8 bit	16	183
		TM	30	8 bit	16	183
		TM	120	8 bit	16	183
LANDSAT -7 (NASA)	1999-	Pankromatik	15	8 bit	16	185
		ETM	30	8 bit	16	185
		ETM	60	8 bit	16	185
NIGERIASAT-1 (NIGERIA)	2003-	Multispektral	32	-	-	600
ORBVIEW -3 (ORBIMAGE)	2003-	Pankromatik Multispektral	1	11 bit	8	8
			4	11 bit	8	8
RADARSAT -1 (CSA)	1995-	SAR	8-100	-	3-35 (24)	50-500
SAC-C (Arjantin)	2000-	MMRS	175	-	9/7	360
		HRTC	35	-	16	90
		HSTC	250	-	2	1000
SeaStar (ORBIMAGE NASA)	1997-	SeaWifs	4500 GAC 1100 LAC	10 bit 10 bit	1	150200 GAC 280100 LAC
SPIN-2 ve Mekikler (Rusya)	88/95 Periyodik	MK-4	15,8,15	-	8	150
		KVR-	2-1	-	-	40
		1000/DKI TK-350	10	-	-	200
SPOT-1/2/3 (CNES/ SPOT)	1986- / 1990- / 1993-96	HRV-PAN	10	8 bit	1-4(26)	60
		HRV	20	8 bit	1-4(26)	60
SPOT-4 (CNES/ SPOT)	1998-	HRV-PAN	10	8 bit	1-4(26)	60
		HRVIR	20	8 bit	1-4(26)	60
		HRVIR	20	8 bit	1-4(26)	60
		Vegetation	1000	4/8 bit	1	2200
SPOT-5 (CNES/ SPOT)	2002-	HRS-PAN	10	8 bit	1-4(26)	120
		HRG-PAN	2.5-5	8 bit	1-4(26)	60
		HRG	10	8 bit	1-4(26)	60
		HRG	20	8 bit	1-4(26)	60
		Vegetation	1000	4/8 bit	1	2250
QUICKBIRD-2 (Digital Globe)	2001-	Pankromatik Multispektral	0.61-0.73	11 bit	3.5	16.5
			2.5-2.9	11 bit	3.5	16.5

* Uydunun faaliyete geçtiği ve devre dışı kaldığı yıllar.

** Uydu görüntüsünün geçiş izine dik yönde yeryüzünde kapsadığı alan.

Uzaktan algılama disiplninde SYM üretimi bir kaç farklı teknikle yapılmaktadır. Bunlardan en çok kullanılanları stereo görüntü çiftlerinden SYM üretimi, Lazer tarama tekniğıyle (LIDAR) SYM üretimi ve Radar İnterferometri (InSAR) tekniğıyle SYM üretimidir (Sefercik, 2007).

2.4.1 Radar sistemleri

RADAR (Radio Detecting and Ranging), hava şartlarından bağımsız olarak gece-gündüz, sis-pus fark etmeksizin radyo sinyalleriyle cisimlere ilişkin mesafeye bağımlı konum ve yükseklik bilgisi toplayan bir sistemdir. Bu sisteme ilişkin ilk kuramlar 19. yüzyılın ortalarında ortaya atılmıştır. Gözleri görmeyen yarasaların insanların duyamayacağı bir ses yayınlayıp bu seslerin cisimlere çarpıp geri yansımalarına göre uçuşlarını, yönlerini ve avlarını bulabilmeleri sistemin ana fikrini oluşturmuştur. Radar, o dönemden günümüze kadar özellikle 2. dünya savaşı ve sonrasında büyük ilerlemeler göstermiş ve uzaktan algılama amaçlı birçok uzay aracının kullandığı bir sistem haline gelmiştir. 2. dünya savaşı zamanında ülkelerin düşman uçaklarının yerlerini tespit etmek ve kendilerini savunmak için kullandıkları bu teknik sonraları uzaktan algılamada çok önemli bir yere gelmiş ve bugüne dek Radar ölçme tekniğıyle çalışan bir çok uzay aracı yeryüzüne ilişkin bilgi toplamıştır. Günümüzde radar ölçme yönteminin en gelişmiş tekniğı olan SAR (Yapay Açıklıklı Radar) tekniğini kullanılmaktadır. SAR, Yapay Açıklıklı Radar'ın İngilizce karşılığı olan “Synthetic Aperture Radar” teriminin baş harflerinden oluşan bir kısaltmadır. SAR teknolojisi, mikrodalgaları yayıp bunların geri dönüş sinyallerini kaydederek kendi aydınlanmasını sağlayan bir sistemdir. Sistem, geri dönen sinyallerin gecikmelerini kullanarak sinyal işleme tekniğıyle bunları yüksek çözünürlüklü görüntülere dönüştürür. İki adet SAR sisteminin 3 boyutlu veri elde etmek için kullanıldığı teknik ise InSAR'dır. InSAR, İnterferometrik Yapay Açıklıklı Radar'ın İngilizce karşılığı olan “Interferometric Synthetic Aperture Radar” teriminin baş harflerinden oluşmuş bir akronimdir (Sefercik, 2007).

2.4.2 Lazer tarama tekniğı (LİDAR)

Airborne Laser Scanning (ALS) olarakta bilinen LIDAR, RADAR teknolojisine benzer bir şekilde çalışmaktadır. RADAR sistemlerinden farklı olarak radyo dalgaları yerine, lazer sinyallerini kısa elektro-manyetik dalgalar halinde göndererek veri elde etmektedir. Yeryüzüne saniyede binlerce sinyal göndermekte ve GPS/INS

teknolojisi ile entegreli olarak çalışmak suretiyle 3B veriyi direk elde etmektedir. LİDAR sistemlerinde kullanılan navigasyon sistemlerinde meydana gelen gelişmelerle birlikte yatay ve dikey doğrultuda ± 30 cm doğruluktan söz etmek mümkündür (Günay, 2007). Lidar teknolojisi ile hassas ölçümler yapılabilmektedir. Hava şartları ve uçağın konumuna göre arazi yükseklik belirlemede ortalama 3 ile 30 cm, vejetasyon örtüsünün bulunmadığı düz alanlarda (yatay doğrultuda) 5 ile 50 cm arasında hata payı bulunur (Davenport vd. 2004). Farklı yüzeylerde farklı hata payı vardır. Açık düz arazi yüzeyinde $\pm 0,15$ m, seyrek bitki örtüsüyle kaplı ve düze yakın dalgalı arazi yüzeyinde; $\pm 0,25$ m, seyrek bitki örtüsüyle kaplı ve tepelik arazilerde; $\pm 0,50$ m'dir. Bu doğruluk değeri hem InSAR tekniği ile üretilcek SYM'lerle kıyaslandığında gerekse ileride anlatılacak olan stereo görüntü çiftlerinden üretilcek SYM'lere oranla çok daha iyi bir noktadadır.

2.4.3 Optik algılayıcı sistemler

Uydu üzerine yerleştirilen tarayıcı ve algılayıcı sistemler yardımı ile yeryüzünün tamamı veya bir bölümünü görüntülemeye yarayan, elektromanyetik spektrumun optik dalga boyları bölümünde faaliyet gösteren algılayıcılardır. Optik algılayıcılardan elde edilen görüntüler çözünürlüklerine göre üç sınıfta değerlendirilebilir:

- Düşük çözünürlüklü uydu görüntüleri,
- Orta çözünürlüklü uydu görüntüleri,
- Yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri.

2.4.2.1 Düşük çözünürlüklü uydu görüntüleri

Konumsal çözünürlüğü 250 m ile birkaç km arasında değişen; kıta, ülke, eyalet, bölge gibi çok büyük alanların incelenmesi, bölgesel ve çevresel olayların görüntülenmesi, 1:500.000 ve daha küçük ölçekli haritaların üretilmesi, iklim ve meteorolojik olayların gözlenmesinde kullanılan uydu görüntüleridir. Bu gruba giren uydu görüntüleri genellikle çok bantlı (multispektral) algılayıcılardan alınan görüntüler şeklinde olup, örnek olarak GOES, SEASAT, ENVISAT, METEOSAT, NOAA-AVHRR, TIROS, NIMBUS, GMS, MOS ve MODIS görüntüleri sayılabilir (Özbalmumcu ve Erdoğan, 2001).

2.4.2.2 Orta çözünürlüklü uydu görüntüleri

Konumsal çözünürlükleri 10 m ile 250 m arasında değişen, pankromatik ve multispektral algılayıcılar ile analog kamera sistemlerinden alınan, 1:50.000 ile 1:250.000 arası ölçeklerde topoğrafik harita üretimi ve revizyonunda kullanılan, arazi bitki örtüsünün sınıflandırma verilerini elde etmeye yarayan uydu görüntüleridir. Bu gruba giren görüntülere örnek olarak, LANDSAT, SPOT, RESURS-01 (MSU-SK), IRS-1C (WIFS), MOMS-01/02, KFA-1000, TK-350, HIROS gibi uydu görüntüleri verilebilir (Özbalmumcu ve Erdoğan, 2001).

Bu tür uydu görüntüleri geniş alanları kapsamaları, fiyatlarının ucuz olması ve spektral çözünürlüklerinin yüksek olması nedeniyle, özellikle çevre araştırmalarında yoğun olarak kullanılmaktadır.

2.4.2.3 Yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri

Uzaysal çözünürlükleri 0.5 m ile 5 m arasında olan, pankromatik ve multispektral algılayıcılar ile analog kamera sistemlerinden alınan uydu görüntü verileridir. Bu uydu görüntülerinin mevcut durum itibarıyla 1:10.000-1:50.000 arası ölçeklerde topoğrafik harita üretimi ve revizyonunda sorunsuz olarak kullanılması olanaklı görülmekle beraber, bazı ek bilgilerle 1:2.000-1:5.000 ölçekli harita üretiminde de kullanılması yönünde araştırmalar yapılmaktadır (Özbalmumcu ve Erdoğan, 2001). IKONOS uydusundan elde edilen bir görüntü Şekil 2.2’de gösterilmiştir. Bu tezin konusu olan çalışmada elde edilen uydu görüntüleri ve SYM ler de bu grupta yer alan IKONOS ve OrbView-3 uydularından elde edilmiştir.

2.5 Yüksek Çözünürlüklü Uydu Görüntüleri Üzerine Yapılan Araştırmalar

Yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin son yıllarda eriştiği bu üstün kalite düzeyi dikkate alındığında, bu verilerin ortofoto görüntüler ve farklı haritacılık üretimleri konusunda iyi bir veri kaynağı olabileceği, yapılan farklı çalışmalarla kanıtlanmıştır. Özellikle politik sınırlamalar/nedenler dolayısı ile hava fotoğrafı alımının güç olduğu veya ekonomik olmadığı durumlarda uydu görüntüleri çok etkin olarak kullanılabilir (Yanalak ve diğ., 2008). Ancak buna rağmen, yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin büyük ölçekli harita üretim çalışmalarında

kullanılabileceklerine dair tartışmalar günümüzde halen devam etmektedir (Atak ve Altan, 2008).



Şekil 2.2: IKONOS Uydu Görüntüsü (Erdoğan ve diğ., 2004).

Görüntü doğruluklarının araştırılmasında “Geometrik Doğruluk” ve “Detay Değerlendirme” olarak nitelendirilebilecek iki önemli kriter vardır. Bu kriterler temel olarak; piksel boyutu ile harita ölçeği arasındaki ilişkiye, kontrast bilgilerine (spektral aralık ve renk), atmosfere ve güneş yükseklik açısına, kağıt basım teknolojisine ve insan gözünün okuma mesafesindeki çözünürlüğüne bağlıdır (Topan ve diğ., 2004). Nitekim dünya literatüründe yer alan çalışmalar genellikle bu iki temel konudan birisi üzerinde yoğunlaşmıştır. Hatta yapılan incelemelerden; ortofoto ve Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) üretimine yoğunlaşan geometrik doğruluk araştırmalarının (Yanalak ve diğ., 2008) detay değerlendirme araştırmalarına nazaran çok daha fazla tercih edildiğini söylemek yanlış olmayacaktır.

İlk sivil amaçlı uydular olan Landsat uydularının doğruluklarına yönelik olarak yapılan çalışmalarda bu görüntülerden çözünürlüklerine bağlı olarak 1/250 000- 1/100 000 ölçekli haritaların üretilebileceği belirlenmiştir. 1980’li yıllardan sonra

SPOT uydularının uzaya fırlatılması hem çözünürlüğün artmasına hem de stereo algılama ile 3. boyutun da belirlenmesine olanak sağlamıştır. Stereo görüntüler, aynı ya da farklı algılayıcılar ile bir bölgenin belirli örtü oranlarıyla algılanmasından sonra matematik eşitlikler kullanılarak 3 boyutlu modellemeye olanak sağlar.

SPOT uydusundan algılanan görüntüler sağladıkları yüksek doğruluk nedeniyle birçok çalışmada kullanılmıştır. Ancak düşük geometrik çözünürlük nedeniyle bazı durumlarda yetersiz kalmıştır. Daha sonra ASTER uydusu sağladığı yüksek çözünürlük ve stereo görüntü yeteneği ile birçok çalışmada kullanılmaya başlamıştır. ASTER uydusundan sağlanan görüntülerle sayısal yükseklik modeli (SYM) doğruluğu için ± 7 ile ± 50 m arasında doğruluk elde edilmiştir (Yanalak ve diğ., 2008). Erten ve diğ. (2005) ASTER verilerinden elde edilen SYM doğruluğunu araştırmışlardır. Hirano ve diğ. (2003) tarafından ASTER için ± 7 ve ± 15 m SYM doğruluğu elde etmişlerdir. Bu gelişmelerin yanında radar algılayıcılarından elde edilen görüntüler kullanılarak da sayısal arazi modeli üretilmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Uydu teknolojilerindeki hızlı gelişime bağlı olarak yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin elde edilmesiyle doğruluk kavramı daha da önem kazanmıştır. Passini ve diğ., (2004) tarafından yapılan çalışmada, nirengi noktası sayısı azaldıkça tespit edilebilen ek parametre sayısı da azaldığı, IKONOS görüntüleri için yapılan çalışmalarda kontrol noktaları ile 0.9 m yani 0.9 piksellik bir doğruluğa erişildiği ve ± 1.2 piksel doğruluk için 5 nirengi noktası yeterli olduğu tespit edilmiştir. Yine IKONOS görüntüleri ile Atlantic City-New Jersey bölgesindeki est alanında aynı koşullarla yapılan çalışmada da RMS değeri olarak x yönünde 1.45 m, y yönünde ise 0.98 m elde edilmiştir.

Davis 2004'de çeşitli SYM'ler kullanılarak farklı IKONOS uydu görüntülerine ait ortofotolar oluşturulmuş ve elde edilen sonuçların yerel yönetimlerce yürütülen çalışmalarda kullanılması konusu incelenmiştir (Yanalak ve diğ., 2008).

Atak ve Altan tarafından 2008 yılında yapılan bir çalışmada yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları kullanılarak yapılacak çalışmalarda geometrik doğrulukları inceleyerek "yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden büyük ölçekli (1/5000) harita üretilebilirliğini" araştırmışlardır.

Bu çalışmada farklı Yer Kontrol Noktaları (YKN) sayıları / geometrik dağılımları ve farklı SYM kullanılarak üretilen çok sayıda ortofoto görüntünün kullanılması ile,

geometrik doğruluk araştırması yapılmıştır. Sonuçlar Büyük Ölçekli Haritaların Yapım Yönetmeliğinde (1995) yer alan 255. maddede “detay noktaları haritada en az 0.2 mm konum doğruluğunu sağlayacak nitelikte olmak üzere paftaya konur” ifadesi ve aynı yönetmeliğin 217. maddesine göre de “Çizim bilgisayar destekli çizim sistemleriyle yapıldığında, bunların ayırma gücü 0.01 mm, çizim veya noktalama doğruluğu ± 0.10 mm’den daha büyük olmamalıdır” ifadesi dikkate alınarak yorumlanmıştır. Bunun sebebi olarak da 0.2 mm’lik konum doğruluğu, tez çalışmasının sorguladığı 1/5000 ölçeğinde 1 m’ye karşılık gelmesi gösterilmiştir.

Bu çalışmanın sonucunda çıkan değerlere göre Ikonos-SYM kullanılan görüntülerin, hava fotoğraflarından elde edilen HF-SYM (Hava Fotoğrafı) kullanılan görüntüler kadar iyi sonuçlar verdiği ve bu nedenle Ikonos-SYM’nin HF-SYM yerine kullanılabileceği ve Ikonos uydusu stereo görüntülerinde yapılan okumaların noktaya yanaşma hassasiyetinin daha yüksek olması ve bu okumaların SYM kullanımının getirdiği hataları içermemesi nedeni ile stereo IKONOS uydu görüntüleri ile yaklaşık 1/6000 ölçeğine kadar harita üretimi mümkün olduğu sonucuna varılmıştır.

Topan ve diğ. (2006) yer örnekleme aralığına (GSD: Ground Sampling Distance) göre uydu görüntülerinden üretilen haritaları karşılaştırmışlar. Zonguldak test alanına ait çeşitli uydulardan elde edilen görüntüler karşılaştırılmış ve bu karşılaştırma sonucunda IKONOS, QuickBird ve OrbView-3 (sırasıyla 1m, 0.6m ve 1m GSD değerine sahip) uydularıyla ilgili şu sonuçlar çıkarılmıştır. Bu çalışmada IKONOS, QuickBird, OrbView-3’e ait vektörleştirme sonuçları ile 1:5000 ölçekli bir harita gösterilmiştir. 1:5000 ölçekli harita ile karşılaştırıldığında pankromatik ve pan-sharpened görüntülerden binaların %65-70’i vektörleştirilmiştir. Bunun nedeni olarak da görüntülerin geometrik çözünürlüğünün, özellikle plansız yerleşim bölgelerinde gecekonduların küçük ve biçimsiz olması nedeniyle bina sınırının tam olarak belirlenmesinde yetersiz kalması gösterilmiştir. GSD değerleri 1m’nin altında olan IKONOS, QuickBird ve OrbView-3 gibi görüntülerin %90’lara varan oranda binaların ve yolların belirlenmesinde yardımcı olduğunu, ancak daha yüksek geometrik çözünürlük gerektiren tretuar, kaldırım veya duvar gibi nesnelerin vektörleştirilmesi mümkün olamadığını belirtmiştir.

Yüksek çözünürlükteki uydu görüntüleri kullanılarak sayısal yükseklik modeli üretme ve bu modellerin doğruluğunu araştırmaya yönelik pek çok çalışma olmasına karşın, literatürde Orbview-3 görüntülerinden türetilen sayısal yükseklik

modellerinin kullanımı ve doğruluğunu içeren çalışmalar kısıtlıdır. Büyüksalih ve diğ. 2006'da Orbview görüntülerinin 1:10000 ve daha küçük ölçekli harita üretiminde kullanılabileceğini belirtmiştir.

2.6 Sayısal Yükseklik Modelleri

Arazinin 3 boyutlu olarak değerlendirilmesi mühendislik disiplinleri açısından büyük önem taşımaktadır. Yeryüzü, matematiksel olarak tanımlanamayan üç boyutlu düzensiz bir yüzeydir. Bu yüzeyin tanımlanabilmesi için sonsuz sayıda noktaya gereksinim vardır. Bu da olanaksız olduğundan, belirli sayıdaki nokta kümesi seçilir ve yüzey bu noktalardan yararlanılarak matematiksel olarak temsil edilmeye çalışılır (Öztürk, 2007). Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) en genel anlamda yeryüzü topografyasının X, Y planimetrik ve Z yükseklik değerleriyle üç boyutlu olarak ifade eden model olarak tanımlanabilir (Sefercik, 2007). Sayısal Yükseklik Modeli, yeryüzünü matematiksel olarak tanımlamamamıza yardımcı olan, düzenli/düzensiz aralıklarda bir seri yükseklik ölçümü ile yüzeyi üç boyutlu olarak en iyi şekilde göstermek için oluşturulan bir şekildir.(Abdikan ve diğ., 2007)

1950'li yıllardan itibaren Sayısal Arazi Modeli (SAM) ve Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) kavramları kullanılmaya başlanmıştır. Son 20 yılda ise uzaktan algılama alanındaki gelişmelere ve bilgisayar teknolojisinde ve sayısal veri işleme teknolojisindeki gelişmelere de bağlı olarak SYM üzerine çok sayıda akademik çalışma yapılmış ve geniş bir alanda kullanılmaya başlanmıştır. Sayısal Yükseklik Modelleri mekânsal analizlerde kullanılan en önemli verilerden olup, sayısal yükseklik modelleri kullanılarak farklı çalışmalarda kullanılabilecek eğim, bakı, 3 boyutlu modeller gibi pek çok bilgi türetilabilmektedir. Bu nedenle, yükseklik modelleme, mekânsal veri ile ilgilenen pek çok araştırma geliştirme programının önemli bir parçası olmuştur (Yanalak ve diğ., 2008).

SAM SYM'den daha geniş kapsamlı bir kavram olup dar anlamda SYM anlamında da kullanılmaktadır. Sadece yükseklik bilgisini içeren modeller genellikle SYM olarak adlandırılmaktadır. Bu modellere SAM ismini kullanmak da mümkündür. Ancak yükseklik bilgisi dışında farklı bilgiler eklenmiş bir modelin SYM olarak adlandırılması yanlış olacaktır. SAM kavramının kullanılması gereklidir. Farklı disiplinler, yükseklik dışında eklenen bilgilere bağlı olarak Sayısal Kent Modeli, Sayısal Şehir Modeli vb. isimler de kullanmışlardır.

Sayısal yükseklik modelleri, yersel arazi ölçmeleri, fotogrametrik ölçme teknikleri, eşyüksekti eğrili altlıklar ve stereo uydu görüntülerinden üretilebilmektedir. Sayısal yükseklik modelleri, geleneksel olarak, yersel ölçmeler kullanılarak elde edilir. Fakat bu yöntem çok zaman alan bir yaklaşım olup, büyük ve erişilmesi zor olan alanlar için yetersiz kalmaktadır. Uydu görüntülerinden stereo görüntülerin alınmaya başlanmasıyla arazinin 3 boyutlu daha kısa sürede modellenmesi mümkün olmuştur. Stereo uydu görüntüleri kullanılarak, sayısal yükseklik modelleri otomatik olarak üretilebilmektedir. Her ne kadar uydu görüntülerinden elde edilen yükseklik değerleri objelerin üstünden olan yükseklik değerlerini verse ve arazi ölçmeleriyle elde edilen doğruluğa ulaşmasa da geniş alanların sayısal yükseklik modellerinin elde edilmesinde uydu verileri çeşitli olanaklar sağlamaktadır.

SYM'nin düşey doğruluğu, SYM gridi içerisinde enterpole edilen bütün noktadaki düşey hatanın karesel ortalamasıdır. Bu doğruluk; yüzeydeki seçilmiş ve dağılmış noktaların ölçülmesi, ölçme yöntemleri, örnekleme noktalarının dağılımı ve yoğunluğu, arazideki karakteristik özelliklerin değerlendirilmesi ve arazi yapısı gibi faktörlere bağlıdır (Atak, 2007).

Uydulardan elde edilen stereografik görüntüleri kullanarak global sayısal yükseklik modeli üretilmesi, 1986 yılında the Systeme P'our l'Observation de la Terre (SPOT) uydu serilerinin fırlatılmasıyla birlikte kullanılmaya başlanmıştır. Son zamanlarda, pek çok araştırmacı, yüksek ve orta ölçekteki radar ve optik stereo görüntüler kullanarak farklı ölçek ve doğruluklarda sayısal yükseklik modelleri üretmişlerdir.

Toution (2004), üç boyutlu fiziksel model kullanarak yüksek çözünürlüklü SPOT-5, EROS-A, IKONOS-II ve QuickBird görüntülerinden sayısal yükseklik modelleri oluşturarak, bu modellerin doğruluklarını test etmiştir. Stereo görüntülerden üretilen yükseklik modelleri LIDAR verisi ile çok ölçekli çapraz korelasyon tekniği kullanılarak kıyaslanmış ve % 68 güven aralığı içerisinde SPOT, EROS, IKONOS ve Quick-Bird görüntülerinin üçüncü boyuttaki doğrulukları sırasıyla 6.5, 20, 6.4, ve 6.7 m olarak hesaplanmıştır. Cuartero ve diğ. (2004) yaptıkları çalışmada Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) ve Systeme P'our l'Observation de la Terre (SPOT) High Resolution Visible (HRV) stereografik görüntülerinden ürettikleri SYM doğruluklarını, GPS verileri kullanarak analiz etmişlerdir (Yanalak ve diğ., 2008). Terra ASTER' den üretilen SYM 'nin 13 m Karesel Ortalama Hataya (KOH) SPOT HRV' den üretilen SYM'nin 7.3 m KOH ya

sahip olduğu belirlenmiştir. Her iki durumda da doğruluk bir pikselden daha kúúktúr. Türker ve Koç (2005) yüksek konumsal doğrulukdaki YKN'lerin kullanılması ile IKONOS pankromatik bindirmeli uydu görüntülerinden karesel ortalama hatası ± 0.5 m ile ± 0.7 m arasında olan SYM oluşturulabildiğini göstermiştir.

SYM üretiminde klasik yöntem olan fotogrametrik değerlendirme ile eş yükseklik eğrilerinin çizimi ve otomatik yöntem olan görüntü eşleme ile SYM üretimi ve doğruluklarının araştırılması konusunda çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Ancak bu çalışmalarda elde edilen sonuçlar kullanılan kaynak veriye, üretim yöntemine, topoğrafik özelliklere, üretilen SYM'nin çözünürlüğüne ve karşılaştırmada kullanılan referans veriye göre farklılık göstermektedir.

3. YEREL YÖNETİMLER TARAFINDAN YÜRÜTÜLEN HİZMETLER

Bilindiği gibi, 5393 sayılı Kanun, belediyelerin yetki, görev ve sorumlulukları ile belediye idarelerine tanınan imtiyazlar konusunda kapsamlı bir düzenleme getirmiştir. Bununla birlikte belediyelere görev veren birçok kanun bulunmaktadır. Belediyelerin trafikten sağlığa, eğitimden vergi toplamaya varıncaya kadar birçok önemli görevi bulunmaktadır. Ancak bu tez çalışması kapsamında belediyelerin mekansal veri kullanarak yürüttüğü hizmetler üzerinde durulacaktır.

5993 sayılı Belediye Kanununun 14. Maddesi (a) fıkrasında İmar, su ve kanalizasyon, ulaşım gibi kentsel alt yapı; coğrafi ve kent bilgi sistemleri; çevre ve çevre sağlığı, temizlik ve katı atık; ağaçlandırma, park ve yeşil alanlar belediyenin görev ve sorumlulukları arasında sayılmış aynı yasanın 69. Maddesinde düzenli kentleşmeyi sağlamak, beldenin konut, sanayi ve ticaret alanı ihtiyacını karşılamak amacıyla imarlı ve alt yapıli arsalar üretmek; konut, toplu konut yapmak, satmak, kiralamak ve bu amaçlarla arazi satın almak, kamulaştırma yapmak, bu arsaları trampa etmek, bu konuda ilgili diğer kamu kurum ve kuruluşları ve bankalarla iş birliği yapmak ve gerektiğinde onlarla ortak projeler gerçekleştirmek yetkisi ve 73. Maddesinde, kentin gelişimine uygun olarak eskiyen kent kısımlarını yeniden inşa ve restore etmek; konut alanları, sanayi ve ticaret alanları, teknoloji parkları ve sosyal donatılar oluşturmak, deprem riskine karşı tedbirler almak veya kentin tarihi ve kültürel dokusunu korumak amacıyla kentsel dönüşüm ve gelişim projeleri uygulama yetkisi belediyelere tanınmıştır. Aynı yasanın 15. Maddesi de Belediyelerin yetki ve imtiyazlarını şu şekilde sıralamıştır:

- a) Belde sakinlerinin mahallî müşterek nitelikteki ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla her türlü faaliyet ve girişimde bulunmak.
- b) Kanunların belediyeye verdiği yetki çerçevesinde yönetmelik çıkarmak, belediye yasakları koymak ve uygulamak, kanunlarda belirtilen cezaları vermek.
- c) Gerçek ve tüzel kişilerin faaliyetleri ile ilgili olarak kanunlarda belirtilen izin veya ruhsatı vermek.

- d) Özel kanunları gereğince belediyeye ait vergi, resim, harç, katkı ve katılma paylarının tarh, tahakkuk ve tahsilini yapmak; vergi, resim ve harç dışındaki özel hukuk hükümlerine göre tahsili gereken doğal gaz, su, atık su ve hizmet karşılığı alacakların tahsilini yapmak veya yaptırmak.
- e) Müktesep haklar saklı kalmak üzere; içme, kullanma ve endüstri suyu sağlamak; atık su ve yağmur suyunun uzaklaştırılmasını sağlamak; bunlar için gerekli tesisleri kurmak, kurdurmak, işletmek ve işlettmek; kaynak sularını işletmek veya işlettmek.
- f) Toplu taşıma yapmak; bu amaçla otobüs, deniz ve su ulaşım araçları, tünel, raylı sistem dâhil her türlü toplu taşıma sistemlerini kurmak, kurdurmak, işletmek ve işlettmek.
- g) Katı atıkların toplanması, taşınması, ayrıştırılması, geri kazanımı, ortadan kaldırılması ve depolanması ile ilgili bütün hizmetleri yapmak ve yaptırmak.
- h) Mahallî müşterek nitelikteki hizmetlerin yerine getirilmesi amacıyla, belediye ve mücavir alan sınırları içerisinde taşınmaz almak, kamulaştırmak, satmak, kiralamak veya kiraya vermek, trampa etmek, tahsis etmek, bunlar üzerinde sınırlı aynî hak tesis etmek.
- i) Borç almak, bağış kabul etmek.
- j) Toptancı ve perakendeci hâlleri, otobüs terminali, fuar alanı, mezbaha, ilgili mevzuata göre yat limanı ve iskele kurmak, kurdurmak, işletmek, işlettmek veya bu yerlerin gerçek ve tüzel kişilerce açılmasına izin vermek.
- k) Vergi, resim ve harçlar dışında kalan dava konusu uyuşmazlıkların anlaşmayla tasfiyesine karar vermek.
- l) Gayrisihhî müesseseler ile umuma açık istirahat ve eğlence yerlerini ruhsatlandırmak ve denetlemek.
- m) Beldede ekonomi ve ticaretin geliştirilmesi ve kayıt altına alınması amacıyla izinsiz satış yapan seyyar satıcıları faaliyetten men etmek, izinsiz satış yapan seyyar satıcıların faaliyetten men edilmesi sonucu, cezası ödenmeyerek iki gün içinde geri alınmayan gıda maddelerini gıda bankalarına, cezası ödenmeyerek otuz gün içinde geri alınmayan gıda dışı malları yoksullara vermek.
- n) Reklam panoları ve tanıtıcı tabelalar konusunda standartlar getirmek.
- o) Gayrisihhî işyerlerini, eğlence yerlerini, halk sağlığına ve çevreye etkisi olan diğer işyerlerini kentin belirli yerlerinde toplamak; hafriyat toprağı ve moloz döküm alanlarını; sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) depolama sahalarını; inşaat malzemeleri,

odun, kömür ve hurda depolama alanları ve satış yerlerini belirlemek; bu alan ve yerler ile taşımalarda çevre kirliliği oluşmaması için gereken tedbirleri almak.

p) Kara, deniz, su ve demiryolu üzerinde işletilen her türlü servis ve toplu taşıma araçları ile taksi sayılarını, bilet ücret ve tarifelerini, zaman ve güzergâhlarını belirlemek; durak yerleri ile karayolu, yol, cadde, sokak, meydan ve benzeri yerler üzerinde araç park yerlerini tespit etmek ve işletmek, işletirmek veya kiraya vermek; kanunların belediyelere verdiği trafik düzenlemesinin gerektirdiği bütün işleri yürütmek.

Olarak sayılmıştır.

Belediyelerin görevlerine mekansal veri gereksinimi ekseninde bakıldığında, belediyelerin en çok 14. Maddede belirtilen imar, su, kanalizasyon, ulaşım, kent bilgi sisteminin oluşturulması, çevre temizliği, park ve yeşil alan gereksinimini karşılamak, acil yardım, turizm ve tanıtım gibi görevleri yerine getirirken mekansal veriye gereksinim duyduklarını söyleyebiliriz. Belediyeler ayrıca Belediye Kanununun 69 ve 73. Maddelerinde belirtilen hizmetleri yerine getirirken de mekansal veriden yararlanmak durumundadırlar. Bunların dışında İmar Kanunu, Gecekondu Kanunu, Kıyı Kanunu, Çevre Kanunu ve Boğaziçi Kanunu tarafından belediyelere verilen görevlerin yerine getirilmesinde de belediyeler mekansal veri kullanmak zorundadırlar.

5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanununun 7. Maddesinde de Büyükşehir Belediyelerinin ve onlara bağlı ilçe ve belde belediyelerinin görev ve sorumlulukları sıralanmıştır. Bu görevlerden mekansal veri kullanılarak yürütülecek olanlar şunlardır.

- Çevre düzeni plânına uygun olmak kaydıyla, büyükşehir belediye ve mücavir alan sınırları içinde 1/5.000 ile 1/25.000 arasındaki her ölçekte nazım imar plânını yapmak, yaptırmak ve onaylayarak uygulamak; büyükşehir içindeki belediyelerin nazım plâna uygun olarak hazırlayacakları uygulama imar plânlarını, bu plânlarda yapılacak değişiklikleri, parselasyon plânlarını ve imar ıslah plânlarını aynen veya değiştirerek onaylamak ve uygulanmasını denetlemek; nazım imar plânının yürürlüğe girdiği tarihten itibaren bir yıl içinde uygulama imar plânlarını ve parselasyon plânlarını yapmayan ilçe ve ilk kademe belediyelerinin uygulama imar plânlarını ve parselasyon plânlarını yapmak veya yaptırmak,

- 20.7.1966 tarihli ve 775 sayılı Gecekondu Kanununda belediyelere verilen yetkileri kullanmak,
- Belediye Kanununun 69 ve 73 üncü maddelerindeki yetkileri kullanmak,
- Büyükşehir ulaşım ana plânını yapmak veya yaptırmak ve uygulamak; ulaşım ve toplu taşıma hizmetlerini plânlamak ve koordinasyonu sağlamak, Büyükşehir belediyesinin yetki alanındaki meydan, bulvar, cadde ve ana yolları yapmak, yaptırmak, bakım ve onarımını sağlamak, kentsel tasarım projelerine uygun olarak bu yerlere cephesi bulunan yapılara ilişkin yükümlülükler koymak;
- Coğrafi ve kent bilgi sistemlerini kurmak
- Sürdürülebilir kalkınma ilkesine uygun olarak çevrenin, tarım alanlarının ve su havzalarının korunmasını sağlamak; ağaçlandırma yapmak; (...) inşaat malzemeleri, hurda depolama alanları ve satış yerlerini, hafriyat toprağı, moloz, kum ve çakıl depolama alanlarını, odun ve kömür satış ve depolama sahalarını belirlemek, bunların taşınmasında çevre kirliliğine meydan vermeyecek tedbirler almak;
- büyükşehir katı atık yönetim plânını yapmak, yaptırmak; katı atıkların kaynakta toplanması ve aktarma istasyonuna kadar taşınması hariç katı atıkların ve hafriyatın yeniden değerlendirilmesi, depolanması ve bertaraf edilmesine ilişkin hizmetleri yerine getirmek, bu amaçla tesisler kurmak, kurdurmak, işletmek veya işlettirmek; sanayi ve tıbbî atıklara ilişkin hizmetleri yürütmek, bunun için gerekli tesisleri kurmak, kurdurmak, işletmek veya işlettirmek; deniz araçlarının atıklarını toplamak, toplatmak, arıtmak ve bununla ilgili gerekli düzenlemeleri yapmak
- Büyükşehirin bütünlüğüne hizmet eden sosyal donatılar, bölge parkları, hayvanat bahçeleri, hayvan barınakları, kütüphane, müze, spor, dinlence, eğlence ve benzeri yerleri yapmak, yaptırmak,
- Su ve kanalizasyon hizmetlerini yürütmek, bunun için gerekli baraj ve diğer tesisleri kurmak, kurdurmak ve işletmek; derelerin ıslahını yapmak;
- Mezarlık alanlarını tespit etmek, mezarlıklar tesis etmek,

- İl düzeyinde yapılan plânlara uygun olarak, doğal afetlerle ilgili plânlamaları ve diğer hazırlıkları büyükşehir ölçeğinde yapmak.

Ayrıca aynı kanunun 8. Maddesinde altyapı hizmetleri, 9. maddesinde ulaşım hizmetleri, 11. maddesinde de imar denetim yetkisi Büyükşehir Belediyelerine verilmiştir. 11. Madde ile Büyükşehir Belediyeleri yapılarda belirlenen eksiklik ve aykırılıkların giderilmesi, ve belirlenen ruhsatsız veya ruhsat ve eklerine aykırı yapılarla ilgili gerekli işlemin yapılması hususunun ilgili belediyeye bildirilmesi ile yetkilendirilmiştir.

Bu tezin konusu olan “Orbview-3 Uydu Görüntülerinin Doğruluğunun ve Mühendislik Uygulamalarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması” projesi İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) sınırlarında yapılmış olduğu için belediyelerin çalışma prensipleri İBB özelinde ele alınmıştır.

İBB yönetim şeması Büyükşehir Belediye Başkanına bağlı kuruluşlar ve Genel Sekreterlikten oluşmaktadır. Genel Sekreterlik ise İdari, Proje, Ulaşım, İmar ve Mali Genel Sekreter Yardımcılıkları ile Hukuk Müşavirliği ve Kaynak Geliştirme ve İştirakler Daire Başkanlığından oluşmaktadır. Bu birimlerden Proje, İmar, Ulaşım Genel Sekreter Yardımcılıklarına bağlı Daire Başkanlıkları direk olarak harita ve harita bilgilerini kullanmaktadırlar.

İmar ve Şehircilik Daire Başkanlığına bağlı olarak faaliyetlerini yürüten Harita Müdürlüğü, İstanbul Büyükşehir belediyesi il sınırları içerisinde “büyük ölçekli haritaların yapım yönetmeliği” doğrultusunda 1/1000 ve 1/5000 ölçekli harita yapar, yaptırır ve onaylar. Harita Müdürlüğü bu görevini Fotogrametrik yöntemleri kullanarak yerine getirmektedir. Kent Bilgi Sistemleri Müdürlüğü de Kent Bilgi Sistemi Projesi çalışmalarını yürütme, Proje kapsamındaki Müdürlükler, İlçe Belediyeleri ve Kamu Kuruluşları arasındaki koordinasyonu sağlama görevlerini yürütmektedir.

Büyükşehir Belediyesi bünyesinde mekansal veri kullanılarak yürütülen faaliyetler şu şekilde sıralayabiliriz:

- İstanbul Büyükşehir Belediyesi sınırları içindeki alanın uzun vadede gelişmesinin yönlendirilmesi, kontrol altında tutulması, sıhhileştirilmesi, doğal tarihi ve kültürel değerlerinin korunması amacı ile 1/5.000 ile 1/25.000 arasındaki her ölçekte nazım imar planını yapmak, yaptırmak.

- Her ölçekteki planlama kararlarına göre Büyükşehir Belediyesi yatırımlarının sosyal, ekonomik ve kültürel açıdan yönlendirilmesi ve önceliklerinin tayin edilmesinin temini için, Metropoliten Alan bütününde sektörel (sanayi, hizmet, tarım) yatırımlarını takip etmek, İstanbul Büyükşehir Belediyesi adına değerlendirmek ve koordine edilmesini sağlamak.
- Kentsel tasarım projelerini ve yatırım projelerini ilgili planlama ve yatırım müdürlükleri ile koordineli olarak tayin etmek.
- Yüksek katlı binalar ile mevzuat gereği özellik arz eden binalara ait projelere görüş veya onay vermek.
- İlgili yasal düzenlemeler çerçevesinde İstanbul il sınırları dahilindeki imar hareketlerini denetlemek, mevzuata aykırı olanlara yasal gereklerinin yapılmasını sağlamak; uygunluğunu denetlemek.
- Koruma Yüksek Kurulu veya Bölge Kurulu kararlarına, sit ve imar şartlarına aykırı uygulamalarda; imar, koruma ve ceza kanunu gereklerini uygulamak.
- Koruma amaçlı imar planlarının uygulanmasını denetlemek.
- Tarihi mekanların korunması için proje ve programlar yürütmek.
- Deprem sürecinin gerektirdiği kentsel kamusal mekanların, Kentsel Yerleşmelerin ve yapı stokunun yeniden yapılandırılması, Deprem zorunluluğu ve master planı çerçevesinde Kentsel Dönüşüm, desantralizasyon çalışması ve uygulamaları, Deprem master planının kendi faaliyet alanlarıyla ilgili olanlarının plan-program-proje-uygulama süreçlerinde Belediyenin yapacağı tüm iş ve işlemleri, müşavirlik- hizmet alım, ihale işlemleri dahil yapmak.
- Boğaziçi Yasası uyarınca, Boğaziçi Alanının kültürel ve tarihi değerlerini ve doğal güzelliklerini kamu yararı gözetilerek korumak ve geliştirmek ve bu alandaki nüfus yoğunluğunu artıracak yapılanmayı sınırlamak için uygulanacak imar mevzuatını belirlemek ve düzenlemek.
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi yetki ve sorumluluk alanında bulunan tüm ana arterlerde Kentsel Tasarım Projelerinin hazırlanması, bu amaçla her türlü avan ve uygulama projesi ihalesi yapılması, şehrin ihtiyaçları doğrultusunda

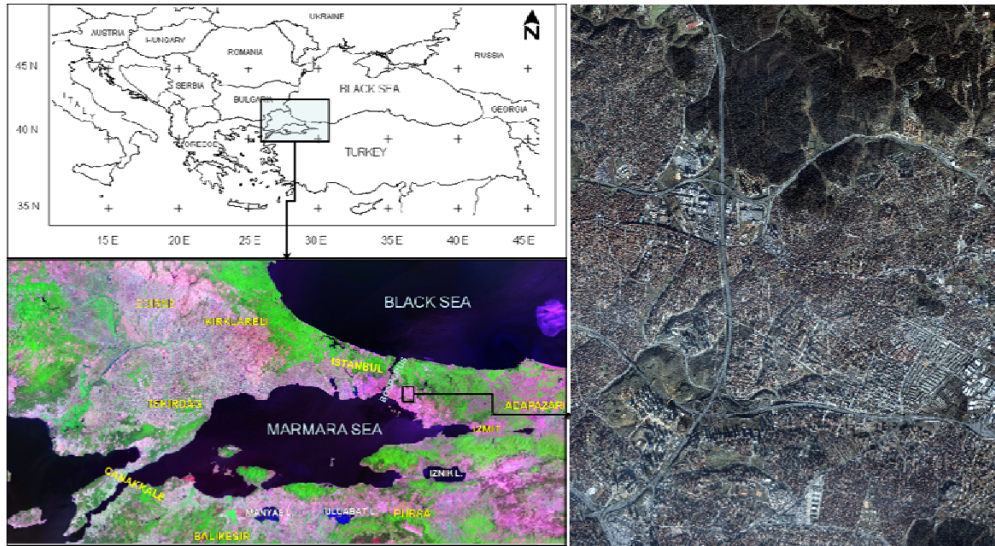
yapılan tüm kentsel tasarım projelerinin belli aralıklar ile gözden geçirilmesi ve yeni çağdaş kentsel mobilya tasarımları ile desteklenmesi.

- İstanbul'un mevcut ve gelecekteki ulaşım özelliklerini tespit etmek, ulaşım taleplerinin gerektirdiği önlem ve yatırımlara yön verecek etüt, plan ve proje çalışmalarını gerçekleştirmek.
- İstanbul nazım planı ve temel kentsel ulaşım ilkeleri çerçevesinde arazi kullanım kararları ile uyumlu Ulaşım Ana Planı, Dönem Planı ve Uygulama Programlarını hazırlamak, onaylatmak, uygulamak ve zaman içerisinde uygulamaların etkilerini de gözeterek planları değerlendirmek ve geliştirmek.
- Raylı sistem ve kara yolu projelerinin kentsel yaşamı kolaylaştıracak şekilde planlanması.
- İçme ve kullanma suyunun her türlü yeraltı ve yerüstü su kaynaklarından sağlanması ve ihtiyaç sahiplerine dağıtılması için, kaynaklardan aboneye ulaşıncaya kadar her türlü tesisin, etüd ve projesini yapmak veya yaptırmak,
- Kullanılmış sularla yağmur sularının toplanması, yerleşim bölgelerinden uzaklaştırılması ve zararsız biçimde boşaltma yerine ulaştırılması ya da bu sulardan yararlanılması için, gerekli her türlü tesisin etüd ve projesini hazırlamak veya hazırlatmak.
- İzinsiz kazı ve katı atık bırakmaların önüne geçmek.

Büyükşehir Belediyesi bu hizmetleri yerine getirirken mekansal veriye ihtiyaç duymaktadır. Bu tezin amacı da “Orbview-3 Uydu Görüntülerinin Doğruluğunun ve Mühendislik Uygulamalarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması” projesinde üretilen ortofoto ve sayısal yükseklik modellerinin belediyeçilik hizmetlerinin yürütülmesinde kullanım olanaklarının araştırılması olarak belirlenmiştir. İlerleyen bölümlerde bu hizmetler tek tek ele alınarak projede elde edilen ürünlerin belediyeçilik hizmetleri açısından kullanım olanakları irdelenecektir.

4. PROJE

“Orbview-3 Uydu Görüntülerinin Doğruluğunun ve Mühendislik Uygulamalarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması” projesi geometrik doğruluğun araştırılması, tematik doğruluğun araştırılması ve mühendislik uygulamalarında kullanım olanaklarının araştırılması olmak üzere üç amaca yönelik olarak gerçekleştirilmiştir. İstanbul ili Anadolu yakasında yer alan bir arazi uygulama alanı olarak seçilmiştir. (Şekil-1) Çalışma alanında objelerin geometrik ve tematik doğruluklarının araştırılması amacıyla bir test bölgesi seçilmiştir. Proje genel olarak bakıldığında arazi çalışmaları, uydu görüntülerinin değerlendirilmesi ve sonuçların analiz edilmesi işlerini kapsamaktadır. Bu çalışmada uydu görüntüsü olarak farklı zamanlarda algılanmış 2 Orbview-3 stereo uydu görüntüleri ve 1 IKONOS stereo uydu görüntüsü kullanılmıştır. Dönüşümler sırasında 1:5000 ölçekli paftalardan oluşturulan ve 2*2 m piksel boyutuna örneklenen sayısal arazi modeli girdi olarak kullanılmıştır.



Şekil 4.1: Çalışma alanı

Uydu görüntülerinin rektifikasyonu ve geometrik doğruluk araştırmalarında kullanılmak üzere çalışma alanında 40 adet yer kontrol noktası ve 182 adet test noktası belirlenmiştir. YKN için gerekli zemin tesisleri yapılmıştır. Test noktaları

arazideki detaylardan seçilmiştir. Genellikle bina ve benzeri yapıların köşe noktaları seçilmiştir. Bina yüksekliklerinin belirlenebilmesi için test noktaları zemin ve bina üstlerinde seçilmiştir. YKN'lerin konumları statik GPS (Global Positioning System) ölçmeleri ile İstanbul GPS Nirengi Ağına (İGNA'ya) bağlı olarak birkaç santimetre (desimetre altı) bir doğrulukla belirlenmiştir. Elde edilen koordinatlar Gauss-Kruger projeksiyonuna açılarak 6 derecelik dilim genişliğinde UTM projeksiyon koordinatları hesaplanmıştır. Elipsoid olarak GRS 1980 seçilmiştir. Test noktalarının konumları ise yer kontrol noktalarından yararlanılarak klasik yersel ölçme yöntemleri ile belirlenmiştir.

Uzaktan algılama sistemlerinden elde edilen uydu verileri işlenmeden önce sistematik ve sistematik olmayan geometrik hatalar içerdiğinden, ham veriler doğrudan harita olarak kullanılamazlar. Uydunun yeryüzünü tarama hataları, uydu platformunun hızı, yeryüzü eğikliği, perspektif görüş hataları, panoramik distorsiyonlar ve tarayıcı aynanın hızındaki değişimler nedeniyle oluşan hatalar, sistematik hata olarak adlandırılır. Sistematik hatalar, hata kaynaklarına göre yapılan düzeltmelerle giderilebilir. Uydunun konumu ve algılayıcı platformun yüksekliği nedeniyle oluşan hatalara ise, sistematik olmayan hatalar adı verilir. Sistematik olmayan hatalar görüntü üzerinde keskin olarak ayırt edilebilen (yol kesişmeleri veya kıyı çizgisi değişimleri gibi) fiziksel özellikler ile harita üzerindeki karşılıkları veya GPS (Global Positioning System) ile belirlenen nokta koordinatları arasında kurulan matematiksel bağıntılar ile giderilir (Musaoğlu ve diğ., 2004). Uydu görüntülerinin geometrik dönüşümü sonucu elde edilecek görüntü haritanın doğruluğu, kullanılan geometrik modele, arazide seçilen noktaların dağılımına, dönüşümde kullanılacak noktaların arazide ve görüntü üzerindeki ayırt edilebilirliklerine ve arazideki noktaların ölçme doğruluğuna bağlıdır.

Görüntüdeki tüm bu bozulmaların etkisini en aza indirmek için matematiksel dönüşümlere ihtiyaç duyulur. Bu dönüşümler bölgenin ve algılayıcının özelliklerine bağlı olarak 2 boyutlu veya 3 boyutlu olarak gerçekleştirilebilir.

Bu proje kapsamında uydu görüntülerinin 3 boyutlu olarak gerçek dünya koordinatlarına dönüşümü gerçekleştirilmiştir. Ortorektifikasyon, ham verinin (raw data) ortogonal bir projeksiyona dönüştürülmesi işlemidir. Bu dönüşüm sonucu elde edilen görüntü orto-görüntü olarak adlandırılır ve bu görüntüde arazideki eğiklik ve arazi rölyefinin oluşturduğu distorsiyon etkisi giderilmiş olur. Ortorektifikasyon

işlemi 2 boyutlu görüntü koordinatları ile 3 boyutlu arazi koordinatları arasında matematiksel dönüşüm sağlar. Bu işlem, görüntü üzerinde ölçeğin sabit kalmasını, görüntü üzerinden doğru ölçme alınmasını sağlar. Ancak konvansiyonel tekniklerle gerçekleştirilen ortorektifikasyon işleminde arazi üzerindeki bina, köprü, ağaç vb. objelerdeki perspektif görüşte bir değişiklik olmaz (Okeke, 2008).

Ortorektifikasyonda arazi ölçmeleri ile elde edilen 3 boyutlu koordinatlar ve 1:5000 ölçekli paftalardan elde edilen Sayısal Arazi Modeli (SAM) kullanılmıştır. Bu amaçla her bir görüntüde homojen olarak dağılmış noktaların arazi ve görüntü üzerindeki konumları eşleştirilerek dönüşüm yapılmıştır.

Çalışma kapsamında kullanılan her bir görüntünün ortorektifikasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. 2 farklı zamana ait OrbView-3 stereo görüntü çiftleri üzerinde çalışılmıştır. Sağ ve sol görüntüden oluşan çiftler düşünüldüğünde ortorektifikasyon işleminden sonra aynı bölgeye ait 4 ayrı OrbView-3 ortorektifiye edilmiş görüntü oluşturulmuştur. Sırasıyla 970, 219, 218 ve 830 olarak numaralandırılmış bu görüntüler kolay anlaşılması için sırasıyla Orto1, Orto2, Orto3 ve Orto4 olarak anılmıştır. OrbView-3 ile karşılaştırılması amacıyla IKONOS sol görüntüye ait ortogörüntü (Orto5) da değerlendirilmede kullanılmıştır. Ortorektifikasyon sırasında IKONOS görüntülerinden noktaların seçiminde bir sorun yaşanmamıştır. Ancak OrbView-3 görüntülerinde bulutlanma etkisi nedeniyle bağlantı noktalarının ayırt edilmesi zor olmuştur.

Proje metninden alınan bilgilere göre projede, öncelikle analizlerde kullanılmak üzere 1:5000 paftalardan sağlanan eş yükselti eğrilerinden sayısal yükseklik modeli üretilmiştir. Daha sonra her bir görüntü çiftinden SYM oluşturulmuştur. Stereo uydu görüntülerinden sayısal yükseklik modeli oluşturulması işleminde ENVI 4.3 programı kullanılmıştır. Görüntüler sol ve sağ görüntü olarak seçilmiş, görüntü üzerinde ve arazi üzerinde seçilen noktaların 3 boyutlu koordinatları girilmiştir. Görüntülere ait RPC dosyaları da işlemde kullanılmıştır. RPC dosyaları görüntü uzayı ile obje uzayı arasındaki ilişkiyi tanımlamaktadır. Bu işlemten sonra bağ noktaları otomatik olarak üretilmiş ve kontrol edilerek bazıları atılmış veya yerine yeni bağ noktaları atanmıştır. Seçilen YKN ve bağ nokta sayıları Çizelge 4.1'de verilmektedir. Bağ noktalarının görüntüdeki yerlerinin değerlendirilmesi y paralaks değerleri ile yapılabilir. Tüm görüntülerin dönüşümü sırasında maksimum y paralaks değeri 1,8 olarak alınmıştır. Bir sonraki adımda ise sol ve sağ epipolar görüntüler

oluşturulmuştur. Epipolar görüntüler stereo görüntü çiftlerindeki pikseller arasındaki ilişkiyi tanımlar. Epipolar görüntüler sağ ve sol görüntünün birbirlerine göre yönlendirilmesini sağlar ve yeryüzündeki noktalar her iki görüntüde de aynı y koordinatına sahiptir (Envi 4.3 Kullanım kılavuzu). Epipolar görüntüler kullanılarak bir boyuttaki değişiklikler giderilmiş olur. Böylece görüntü eşleştirme daha hızlı gerçekleştirilir. Sonraki adımda, minimum korelasyon değeri 0.70 olacak şekilde 1*1 m piksel boyutunda sayısal yükseklik modeli oluşturulmuştur.

Çizelge 4.1: SYM üretiminde kullanılan yer kontrol noktaları ve bağ noktaları sayısı

	SYM1 IKONOS	SYM2 Orbview-3	SYM3 Orbview-3
Tarih		30.07.06	28.09.06
Görüntü çifti		(218-219)	(830-970)
Y.K.N. Sayısı	20	10	10
Bağlantı noktası Sayısı	21	12	10
Maksimum paralaks	0.98	0.80	1.61

SYM'nin düşey doğruluğu, SYM gridi içerisinde enterpole edilen bütün noktalardaki düşey hatanın karesel ortalamasıdır. Bu doğruluk; yüzeydeki seçilmiş ve dağılmış noktaların ölçülmesi, ölçme yöntemleri, örnekleme noktalarının dağılımı ve yoğunluğu, arazideki karakteristik özelliklerin değerlendirilmesi ve arazi yapısı gibi faktörlere bağlıdır.

SYM'lerin üretilmesi sırasında seçilen noktaların görüntüde net olarak ayırt edilmesine ve homojen dağılmasına dikkat edilmiştir. Ancak Orbview-3 görüntülerindeki bulut etkisi nedeniyle noktalar görüntünün her noktasında net olarak seçilememiştir. “Orbview-3 Uydu Görüntülerinin Doğruluğunun ve Mühendislik Uygulamalarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması” Projesinde 30.7.2006 tarihli Orbview-3 görüntüsünden elde edilen SYM Şekil 4.2’de verilmektedir.

28.9.2006 tarihli Orbview-3 görüntüsünün dönüşümü için de 10 YKN seçilmiştir. Oluşturulan SYM ise Şekil 4.3’de verilmiştir. Her iki Orbview-3 görüntü çifti de bulutlu bir atmosferde algılandığı için model tüm görüntüde oluşmamış sadece test alanında düzgün SYM elde edilmiştir. Şekil 4.3’de test alanında bile bulutların bozucu etkisi görülmektedir.



Şekil 4.2: 30.7.2006 Orbview-3 SYM (Yanalak ve diğ., 2008).



Şekil 4.3: 28.9.2006 Orbview-3 SYM (Yanalak ve diğ., 2008).

İKONOS görüntü çifti ise bulutsuz bir atmosferde algılandığından her iki çerçevede de ayırt edilebilirlikte bir sorun yaşanmamıştır. Görüntünün tamamında seçilen YKN'lerin ve bağ noktaları homojen dağılmıştır. Şekil 4.4'de ise IKONOS SYM sonucu gösterilmektedir.

Proje kapsamında değerlendirmeler öncelikle çalışma alanının genelini kapsayan sonuç ürünler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Daha sonra Şekil 4.5'de görülen test alanında doğruluklarla ilgili detaylı çalışmalar yapılmıştır.



Şekil 4.4: IKONOS SYM (Yanalak ve diğ., 2008).



Şekil 4.5: Test bölgesi Orbview-3 görüntüsü (Yanalak ve diğ., 2008).

Test alanında Arazi ölçmelerinden elde edilen konum ve yükseklik değerleriyle uydu görüntülerinden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış ve bulgular bölümünde sunulan değerlendirmeler yapılmıştır.

Projede elde edilen bulgular üç kısımda değerlendirilmiştir.

- i) Geometrik doğrulukların nasıl hesaplandığı anlatılmakta ve doğruluklar tablolar halinde özetlenmektedir. Elde edilen geometrik doğruluklar kartografik olarak yorumlanmaktadır.

- ii) Değişik objelerin ortogörüntü ve SYM lerdeki görünümüne ait örnekler verilmekte ve tematik doğruluklar hakkında yorumlar yapılmaktadır.
- iii) Elde edilen doğruluklar ile uydu görüntülerinin ve SYM lerin mühendislik hizmetlerinde kullanım olanakları üzerinde durulmaktadır.

4.1 Geometrik Doğruluk Değerlendirmesi

Geometrik doğruluk değerlendirme yatay ve düşey olmak üzere iki bileşende yapılmıştır. Yatay konum doğruluğu için ortogörüntüler kullanılırken yükseklik doğruluğu için SYM'ler kullanılmıştır. Doğruluklar yer kontrol noktaları ve test noktaları olmak üzere iki ayrı grupta hesaplanmıştır. YKN ve test noktalarının GPS koordinatları ve yükseklik değerleri gerçek değerler olarak kabul edilerek ortogörüntüden okunan koordinat değerleri ve SYM'lerden okunan yükseklik değerleri için izleyen eşitlikleri ile gerçek hatalar ve karesel ortalama hatalar hesaplanmıştır.

$$\varepsilon_y = \text{sağa (GPS)-sağa (Orto-görüntü)} \quad (1)$$

$$\varepsilon_x = \text{Yukarı(GPS)-Yukarı (Orto-görüntü)} \quad (2)$$

$$\varepsilon_x = h_{GPS} - h_{SYM} \quad (3)$$

$$RMSE_x = \sqrt{\frac{[\varepsilon_x \varepsilon_x]}{n}} \quad (4)$$

$$RMSE_y = \sqrt{\frac{[\varepsilon_y \varepsilon_y]}{n}} \quad (5)$$

$$RMSE_p = \sqrt{RMSE_x^2 + RMSE_y^2} \quad (6)$$

$$m_h = \sqrt{\frac{[\varepsilon_h \cdot \varepsilon_h]}{n}} \quad (7)$$

“Orbview-3 Uydu Görüntülerinin Doğruluğunun ve Mühendislik Uygulamalarında

Kullanım Olanaklarının Araştırılması” Projesinde YKN lerin GPS yöntemiyle elde edilen koordinatları gerçek değerler olarak kabul edilmiştir. 1 ve 2 nolu formuller kullanılarak Sağa değerde en büyük hata OrbView-3 için 4.1 m IKONOS için 3.3m olarak belirlenmiştir. Yukarı değerde ise en büyük hata değerleri OrbView-3 için 4.3m, IKONOS 3.9 m olarak belirlenmiştir. 4, 5 ve 6 nolu formuller kullanılarak karesel ortalama hatalar belirlenmiştir. Bulunan değerler Çizelge 4.2 de sunulmuştur.

Çizelge 4.2: Ortogörüntüler için YKN’lerden hesaplanan doğruluk ölçütleri (Yanalak ve diğ., 2008).

	ORTO1 OrbView-3 (970) Sağ		ORTO2 OrbView-3 (219) Sağ		ORTO3 OrbView-3 (218) Sol		ORTO4 OrbView-3 (830) Sol		ORTO5 IKONOS (Sol)	
	E	N	E	N	E	N	E	N	E	N
RMSE _x , RMSE _y (m)	0,8	0,7	1,4	1,2	0,9	2,0	1,6	1,7	1,3	1,5
max hata (m)	1,8	1,7	4,1	2,3	2,3	4,3	3,7	3,8	3,3	3,9
RMSE _p	1,1m		1,8m		2,2m		2,4m		2,0m	

Test Noktalarının yersel ölçmeyle belirlenen koordinatları gerçek değer sayılarak yapılan hesaplamalar ise Çizelge 4.3 de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3: Ortogörüntüler için test noktalarından hesaplanan doğruluk ölçütleri (Yanalak ve diğ., 2008).

	ORTO1 OrbView-3 (970) Sağ		ORTO2 OrbView-3 (219) Sağ		ORTO3 OrbView-3 (218) Sol		ORTO4 OrbView-3 (830) Sol		ORTO5 IKONOS (Sol)	
	E	N	E	N	E	N	E	N	E	N
RMSE _x , RMSE _y (m)	1,9	1,9	1,2	1,4	0,9	2,1	1,9	1,8	1,3	2,6
max hata (m)	5,7	5,7	5,8	3,4	2,7	5,3	4,5	4,0	3,3	6,5
RMSE _p	2,7m		1,8m		2,3m		2,6m		2,8m	

3. ve 7. formüller kullanılarak Sayısal Yükseklik Modelleri için türetilen doğruluk ölçütleri Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5 de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4: SYM için yer kontrol noktalarından hesaplanan doğruluk ölçütleri (Yanalak ve diğ., 2008).

	SYM1 Ikonos	SYM2 OrbView-3	SYM3 OrbView-3
Date		30.07.06	28.09.06
Stereo pairs		(218-219)	(830-970)
Max. Error (m)	2,4	1,8	2,7
m _h	0,8m	0,8m	1,1m
M _h (obtained from the differences of double measurements)		1,0m	

Çizelge 4.5: SYM için test noktalarından hesaplanan doğruluk ölçütleri (Yanalak ve diğ., 2008).

	SYM1 Ikonos	SYM2 OrbView-3	SYM3 OrbView-3
Tarih		30.07.06	28.09.06
Görüntü Çifti		(218-219)	(830-970)
Max. Hata (m)	2,6	2,0	2,7
m _h	0,9m	0,9m	1,1m
M _h (obtained from the differences of double measures)		1,0m	

Orbview-3 uydusu görüntülerinden elde edilen yatay konum bilgilerinin doğruluğu test noktaları için ortalama ± 2.35 m'dir. Ikonos uydu görüntüleri için bu doğruluk değeri ± 2.8 m olarak elde edilmektedir (Çizelge 4.3). Bu doğruluk değerleri, ± 0.25 mm geometrik prezisyon kabulü ile sırasıyla 1:9400 ve 1:11200 harita ölçeklerine karşılık gelir. Orta ve büyük ölçekte harita takımları üretim standartlarına göre bu aralıktaki harita ölçeği 1:10000'dir.

Orbview-3 ve Ikonos uydu görüntülerinden oluşturulan sayısal yükseklik modellerinden elde edilen yükseklik değerlerinin karesel ortalama hatası (m_h) ± 1.0 m olarak bulunmuştur (Çizelge 4.4, Çizelge 4.5). Bu değer, engebeli arazi grubu için 1:5000 harita ölçeğini karşılamaktadır.

OrbView-3 görüntü çiftinden SYM2 ve SYM3 olarak adlandırılan iki farklı SYM üretilmiştir. Test noktaları dikkate alındığında birincisi için 0.9 m ikincisi için 1.1 m karesel ortalama hata hesaplanmıştır. Çift ölçü farklarından da bu değerleri onaylar şekilde 1.0 m değeri bulunmuştur. Bir noktanın SYM2 ve SYM3'den yüksekliği okunsa ve farkı alınsa hata yayılma yasasına göre farkın karesel ortalama hatası:

$$d = h_1 - h_2 \quad m_d = \sqrt{m_{h_1}^2 + m_{h_2}^2} = \sqrt{0.9^2 + 1.1^2} = 1.4m \quad (9)$$

Olarak bulunabilir. İstatistiksel t tablosu dikkate alındığında Karesel ortalama hatası 1.4m olan bir fark değerinin istatistiksel olarak anlamlı olabilmesi için %95 istatistik güvenle $2 m_d$, %99 istatistik güvenle $2,6m_d$ değerinden büyük olması gerekir. Bu sınır değerler hesaplandığında sırasıyla 2.8m ve 3.64m elde edilir.

Aynı hesaplar IKONOS SYM için yapılırsa:

$$m_d = \sqrt{0.9^2 + 0.9^2} = 1.27m \quad (2m_d = 2.55m \text{ ve } 2,6m_d = 3.31m)$$

Elde edilen bu veriler istatistiksel olarak ele alındığında OrbView-3 uydu görüntülerinden elde edilecek SYM ler ile %95 istatistik güvenle $2 m_d = 2.8m$ 'den ve %99 istatistik güvenle $2,6 m_d = 3.64m$ 'den küçük yükseklik değişimlerinin izlenmesi anlamlı (signifikant) değildir. İkonos uydu görüntülerinden elde edilecek SYM ler ile %95 istatistik güvenle $2m_d = 2.5m$ 'den ve %99 istatistik güvenle $2,6m_d = 3.3m$ 'den küçük yükseklik değişimlerinin izlenmesi anlamlı (signifikant) olmadığı sonucuna varılır.

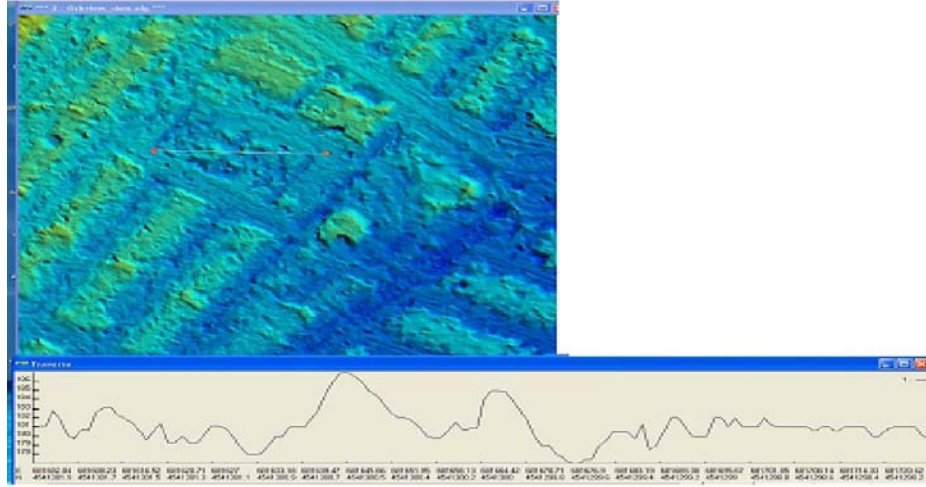
4.2 Tematik Doğruluk Değerlendirmesi

Tematik doğruluklar hakkında fikir oluşturabilmek için SYM'ler üzerinden alınan kesitlerden ve farklı objelerin OrbView3 ve IKONOS görüntüleri ve SYM'lerden ayırt edilebilirlikleri incelenmiştir. Bölüm 4.2.1 de test alanındaki kesitler ile ilgili örneklerden bazıları verilirken bölüm 4.2.2 de projede irdelenen objelerden bahsedilmiştir.

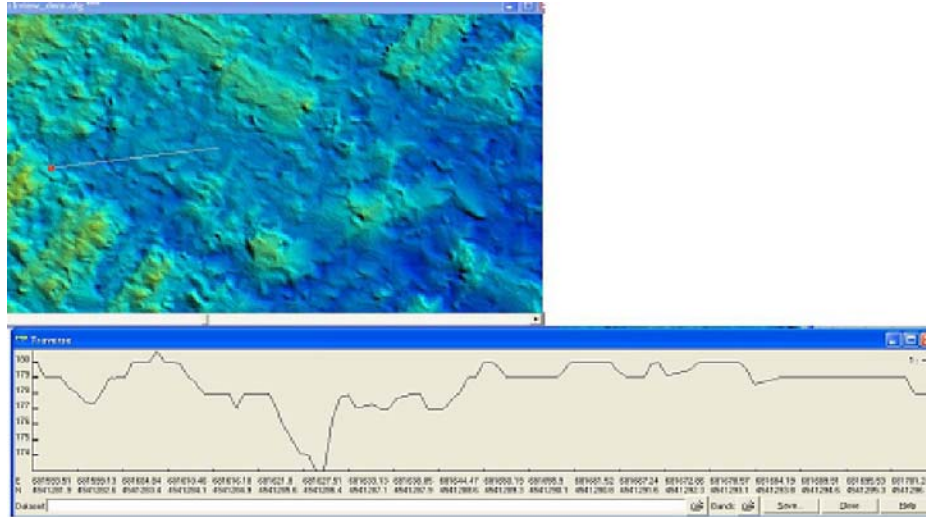
4.2.1 Kesit örnekleri

“Orbview-3 Uydu Görüntülerinin Doğruluğunun ve Mühendislik Uygulamalarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması” Projesinde örnek olarak ele alınan düz ve dikdörtgen şeklinde olan futbol sahası için yapılan karşılaştırmada değerlerin SYM1 de 2 ve 3'den gerçeğe daha yakın olduğu, daha iyi ayırt edildiği ve görüntüde daha düz görüldüğü anlaşılmaktadır. Kesitlerden de benzer sonuçlar çıkmaktadır. Yaklaşık yatay düz bir çizgi olması gereken 1 no'lu kesit SYM'ler için farklılıklar arz etmektedir. SYM1 deki yükseklik farkları yaklaşık 2 m aralığında değişirken bu

rakam SYM2 de ve SYM3 de yaklaşık 8m değerine ulaşmaktadır. Bu alanda değerler SYM1 de SYM2 den, SYM 2 de ise SYM3 den görüntüde daha iyi ayırt edilmekte ve kesitte daha düz algılanmaktadır. (Şekil 4.6)

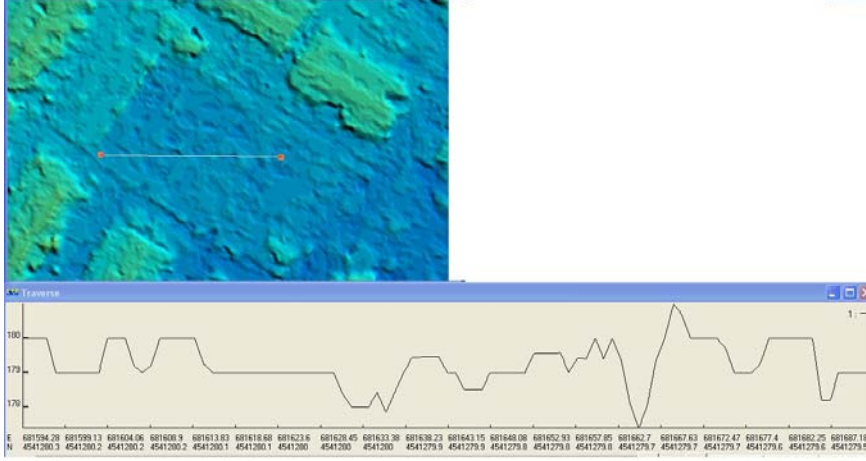


a



b

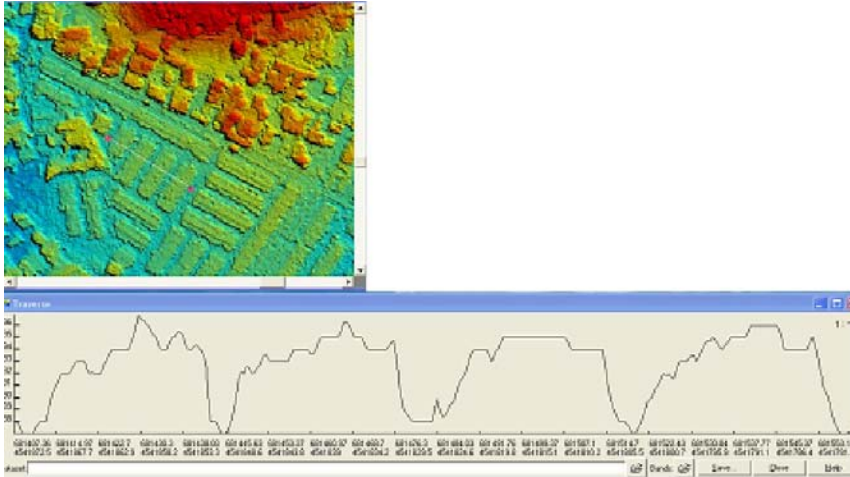
Şekil 4.6: Kesit 1 a) SYM1 b) SYM2 c) SYM3 (Yanalak ve diğ., 2008).

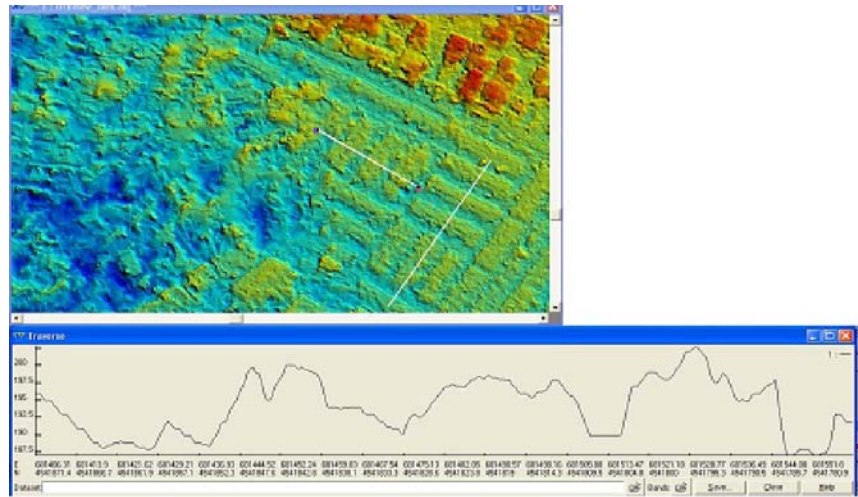
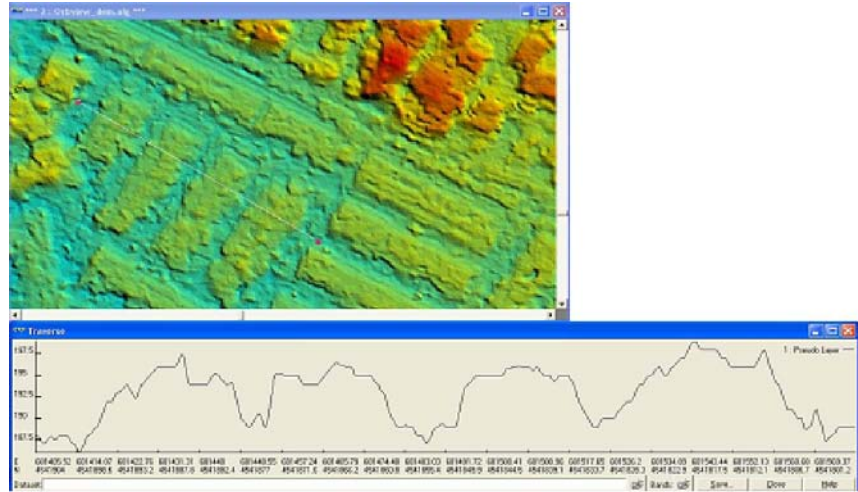


c

Şekil 4.6: Kesit 1 a) SYM1 b) SYM2 c) SYM3 (Yanalak ve diğ., 2008) (Devam).

Şekil 4.7' de verilen kesitler aynı yüksekliğe sahip 4 binayı kesen bir doğrultudur. bina ve aralıkları SYM1 de 2 ve 3'den daha iyi ayırt edilmekte ve daha belirgin görülmektedir. SYM 2 de ise 3 den daha iyi ayırt edilmektedir. SYM3 de ilk bina yeterince algılanamamaktadır. Bina üst kotları SYM1 de yaklaşık aynı düzeyde iken SYM2 de bozulmakta ve SYM3 de çok daha kötü bir hal almaktadır.



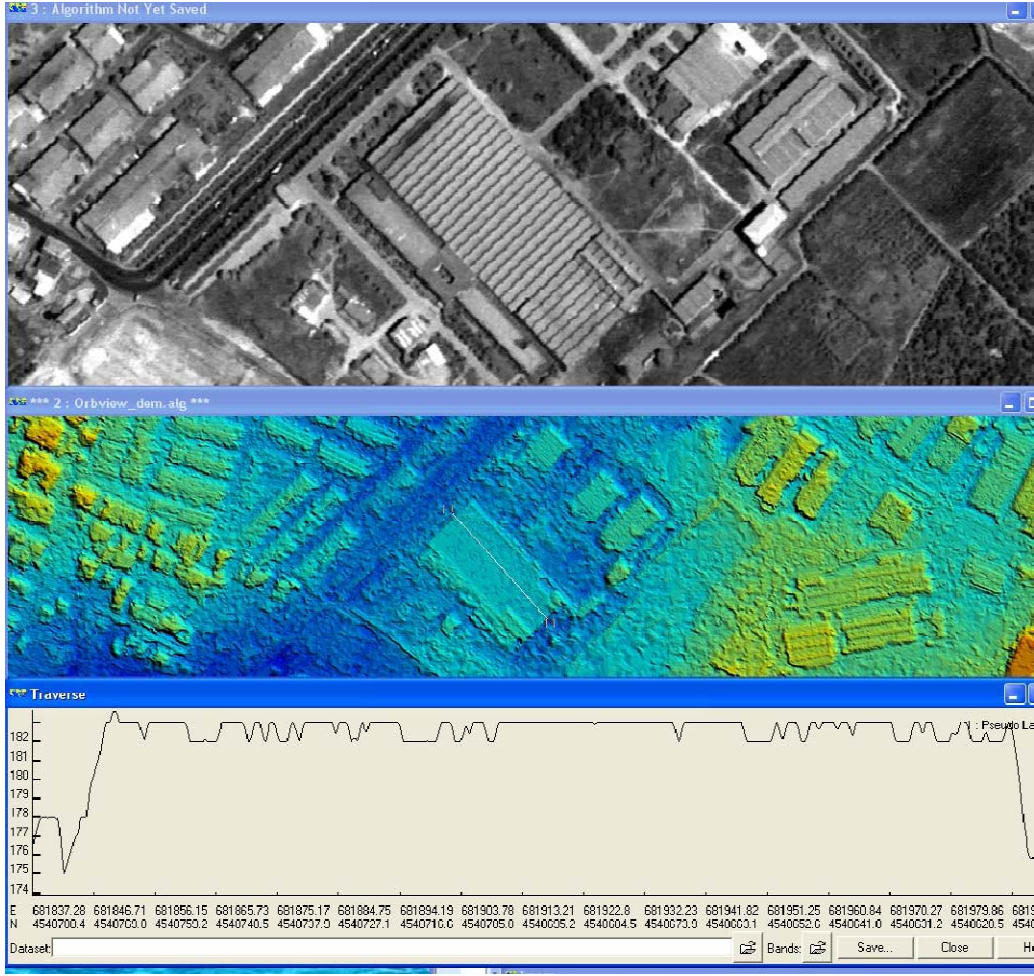


Şekil 4.7: Kesit 2 a) SYM1 b) SYM2 c) SYM3 (Yanalak ve diğ., 2008) (Devam).

4.2.2. Objeler

Projede analiz edilen bir objenin Orbview3 orto-görüntü ve SYM görünümü Şekil 4.8’de verilmektedir. Bina orto-görüntüden ve SYM’den çok net seçilmektedir. 183m kotundaki binanın çatısındaki şeritler ve yükseklik değişimleri çok belirgin olarak algılanmaktadır.

Projede 9 adet Orbview3 6 adet IKONOS olmak üzere toplam 15 obje tematik doğruluk analizi için kullanılmış ve sonuçların, geometrik doğruluk analizinde hesaplanan değerlere paralel olduğu görülmüştür.



Şekil 4.8: Orbview obje (Yanalak ve diğ., 2008).

5. BELEDİYESİLİK HİZMETLERİNDE KULLANIM OLANAKLARI

Bilindiği gibi belediyeler yürüttükleri hizmetlerin büyük bir çoğunluğunda mekansal veriye ihtiyaç duymaktadırlar. 3. Bölümde belediyelerin bu işlevlerinden bahsedilmiştir. Bu bölümde ise bu tezin amacı olan “Orbview-3 Uydu Görüntülerinin Doğruluğunun ve Mühendislik Uygulamalarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması” projesinden elde edilen 5 orto-görüntü ve 3 Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) nin 3. bölümde de bahsedilen Belediyecilik Hizmetlerinde kullanım olanaklarının araştırılması üzerinde durulacaktır.

Belediyecilik hizmetleri nicelik bakımından sayılamayacak kadar fazla olduğundan belirli bir sınıflamaya gidilerek en önemli görülen işlevler açısından değerlendirme yapılmıştır.

Belediyelerin faaliyetlerine bakıldığında belediyelerin faaliyetleri iki ana başlık altında toplanabilir. Bunlar:

- İmar planlarının yapılması veya değiştirilmesi – Planlama
- İmar planlarına göre kentsel fonksiyonların yürütülmesi – Uygulama

Belediyeler hizmetlerini yerine getirirken gerek planlama evresinde gerek uygulama evresinde mekansal veriye ihtiyaç duyarlar. Bu tez kapsamında belediyelerin yetki ve sorumluluğunda bulunan işlerden

- Şehir Planlama
- Kaçak yapılaşmanın önlenerek sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması
- CBS nin güncellenmesi ve Afet Yönetimi
- Diğer hizmetler

Üzerinde durulacak ve “Orbview-3 Uydu Görüntülerinin Doğruluğunun ve Mühendislik Uygulamalarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması” projesinden elde edilen 5 orto-görüntü ve Stereo görüntü çiftlerinden elde edilen ve ER MAPPER 7.0 programında 3 boyutlu olarak görselleştirilmiş 3 Sayısal Yükseklik Modeli

(SYM)'nin belediyelerin yürüttüğü bu çalışmalarda kullanım olanakları irdelenecektir.

5.1 Şehir Planlama

Projede elde edilen 5 orto-görüntü ve 3 SYM ye ait doğruluk değerleri 5. bölümde sunulan Çizelge 4.2, Çizelge 4.3, Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5'de gösterilmişti. Bu doğruluk değerlerinden yola çıkarak oluşan orto-görüntülerin 1/10000 harita ölçeğine karşılık geldiği ve SYM lerin ise 1/5000 ölçeğine karşılık geldiği ifade edilmişti. Şimdi bu değerlerin belediyelerin önemli hizmetlerinden birisi olan şehir planlama çalışmalarında kullanılabilirliğini irdeleyelim.

Belediye Kanununun 14. Maddesi (a) fıkrasında İmar, su ve kanalizasyon, ulaşım gibi kentsel alt yapı fonksiyonları belediyelerin görevleri arasında sayılmıştır. İmar kanununa göre de belediye ve mücavir alan sınırları içerisinde bu çalışmaların sorumluluğu belediyelere vermiştir. Şimdi imar mevzuatında plan çeşitleri ile bilgi vererek konumuza giriş yapalım.

Çevre Düzeni Planı (Plan): Ülke ve Bölge plan kararlarına uygun olarak konut, sanayi, tarım, turizm, ulaşım gibi yerleşme ve arazi kullanım kararlarını belirleyen plandır. Bu planlar 1/25.000, 1/50.000, 1/100.000 veya daha küçük ölçekli olarak hazırlananırlar.

Nazım İmar Planı; varsa bölge veya çevre düzeni planlarına uygun olarak halihazır haritalar üzerine, yine varsa kadastral durumu işlenmiş olarak çizilen ve arazi parçalarının; genel kullanım biçimlerini, başlıca bölge tiplerini, bölgelerin gelecekteki nüfus yoğunluklarını, gerektiğinde yapı yoğunluğunu, çeşitli yerleşme alanlarının gelişme ve büyüklükleri ile ilkelerini, ulaşım sistemlerini ve problemlerinin çözümü gibi hususları göstermek ve uygulama imar planlarının hazırlanmasına esas olmak üzere düzenlenen, detaylı bir raporla açıklanan ve raporuyla beraber bütün olan plandır. Belediye sınırlarını, varsa mücavir alanlarını da kapsayabildiği gibi birden çok belediye ve mücavir alanlarını da içine alan müşterek bir nazım imar plânı da İmar Kanunu ve Yönetmeliklerinde belirtilen esaslara göre hazırlanabilir. Genellikle ölçekler; 1/50000, 1/25000, 1/10000, 1/5000 ve 1/2000 olup, en çok kullanılır ölçek 1/5000'dir.

Uygulama İmar Planı; tasdikli halihazır haritalar üzerine varsa kadastral durumu işlenmiş olarak nâzım imar planı esaslarına göre çizilen ve çeşitli bölgelerin yapı adalarını, bunların yoğunluk ve düzenini, yolları ve uygulama için gerekli imar uygulama programlarına esas olacak uygulama etaplarını ve diğer bilgileri ayrıntıları ile gösteren plandır. 1/1000 ölçeğinde hazırlanır.

Uydu görüntüleri şehir ve bölge planlanması alanında yararlı bir araç olarak öteden beri kullanılmaktadır. Özellikle Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve uydu görüntüleri entegrasyonu ile son dönemlerde özellikle bölge planlama, çevre planlama ve değerlendirme, çevresel sorunların çözümleri, arazi kullanımında zamana bağlı değişimlerin izlenmesi gibi çalışmalarda sıkça kullanılmaktadır. Uydu görüntülerinin şehir ve bölge planlamada altlık olarak kullanımı çeşitli ölçeklerde mümkün olabilmektedir. Son dönemlerde özellikle geniş alanları kapsayan planlama çalışmalarında kullanılan uydu görüntüleri IKONOS uyduları ile farklı bir boyuta taşınmıştır. 1/5000 ölçeğindeki planlama çalışmaları için IKONOS uyduları çok yararlı olabilmektedir.

Şehir Planlarına ait ölçek bilgileri projede elde edilen orto-görüntü ve SYM lere ait ölçek bilgileri ile karşılaştırılarak projede elde edilen ürünlerle ilgili aşağıdaki çıkarımlar yapılabilir.

1/25000 ölçekli çevre düzeni planları ile 1/25000 ölçekli Nazım İmar Planlarının hazırlanmasında sürdürülebilir kalkınma ilkelerine uygun olarak çevrenin tarım alanlarının ve su havzalarının korunmasında orto-görüntülerden yararlanılabilir.

1/10000 ölçekli nazım imar planlarının hazırlanmasında orto-görüntüler altlık olarak kullanılabilir. Orto-görüntüler harita olarak ta kullanılabilirler için bunları görüntü harita olarak düşünebiliriz. Bunun yanında yükseklikle ilgili kararların verilmesinde SYM lerden elde edilecek kesitler önemli ölçüde fayda sağlayabilirler. 1/10000 ölçeği nazım imar planları için fazla kullanılmasa da bu ölçekte planların üretilmesi mevzuata göre mümkündür.

1/5000 ölçekli Nazım İmar Planlarının hazırlanmasında güncel bir altlık olarak kullanılabilmesi planlama sürecinin arazi kullanımı, binalara ilişkin diğer verilerin sağlanması, ulaşım ağının görüntülenmesi, açık alan ve yapılaşmış alanların oluşturduğu şehirsiz dokunun belirlenmesi, bitki örtüsünün saptanması gibi konuları içeren mevcut durum analizi aşaması için sağlıklı bir altlığın oluşturulmasında

önemli katkılar sağlamaktadır. Belediyelerin şehircilik uygulamaları için oluşturdukları CBS veri tabanında uydu görüntüleri ve diğer vektör verilerin entegrasyonu sağlanabilmektedir. Bu nedenle şehircilik hizmetlerinde IKONOS ve Orbview-3 ortogörüntüleri 1/5000 ölçekli planlama çalışmalarında veri analizlerinde kullanılabilir.

Şehirsiz dokunun üç boyutlu olarak izlenmesi şehir planlama ve tasarımı açısından son derece önemli imkanlar sunmaktadır. Böylece bir yandan fonksiyon alanları için verilecek yoğunluk kararlarının daha sağlıklı olması sağlanırken diğer yandan şehirsiz estetiğin de planlamanın önemli bir bileşeni olarak ele alınmasına imkan sağlanacaktır. Şüphesiz gelecekte uydu görüntülerinde çözünürlük ve güvenilirlik arttıkça şehir planlama için her ölçekte ve üç boyutlu olarak kullanılabilcek altlığın oluşması söz konusu olacaktır. Böylece hem planlama ve tasarım hem de uygulamanın denetiminin sağlanmasında önemli fırsatlar yakalanacaktır.

1/5000 ölçekli Nazım İmar Planı hazırlanırken projede üretilen SYM lerden kesit çıkarılmak suretiyle de faydalanılabilir. Örneğin havaalanı iniş-kalkış güzergahında bir imar adasına yükseklik sınırlaması getirilmesi gerekiyorsa bu bölgenin %99 güvenle 3.64 m doğrulukla kesiti çıkarılarak karar aşamasında OrbView 3 SYM lerinden yararlanılabilir. Yine ana proje kapsamında üretilen SYM'ler 1/5000 ölçekli nazım imar planlarında ulaşım ağlarının belirlenmesinde daha sağlıklı yaklaşım olanakları sunmaktadır. Ayrıca Kentsel tasarım açısından kentin silüetinin korunması önemli bir konudur. Proje kapsamında üretilen SYM'ler bu anlamda da planlama çalışmaları aşamasında önemli imkanlar sunmaktadır. Moloz, kum, çakıl depolama alanları ile odun kömür satış depolarının belirlenmesinde SYM'lerden yararlanılabilir. Ana yol ağlarına bağlı olarak Su ve kanalizasyon hizmetlerinin sürdürülmesinde yine SYM'lerden faydalanılabilir.

5.2 Yapılaşmanın Denetlenmesi - Kaçak Yapıların belirlenmesi

İmar kanununun 5. Maddesinde Yapı; karada ve suda, daimi veya muvakkat, resmi ve hususi yeraltı ve yerüstü inşaatı ile bunların ilave, değişiklik ve tamirlerini içine alan sabit ve müteharrik tesisler olarak tanımlanmış, aynı kanunun 20. maddesinde yapının imar planı, yönetmelik, ruhsat ve eklerine uygun olarak yapılabileceği hükme bağlanmıştır.

İmar kanununun 32. maddesi “Bu Kanun hükümlerine göre ruhsat alınmadan yapılabilecek yapılar hariç; ruhsat alınmadan yapıya başlandığı veya ruhsat ve eklerine aykırı yapı yapıldığı ilgili idarece tespiti, fenni mesulce tespiti ve ihbarı veya herhangi bir şekilde bu duruma muttali olunması üzerine, belediye veya valiliklerce o andaki inşaat durumu tespit edilir. Yapı mühürlenerek inşaat derhal durdurulur” denilmekte ve son fıkrasında da “...ruhsata aykırı veya ruhsatsız yapılan bina, belediye encümeni veya il idare kurulu kararını müteakip, belediye veya valilikçe yıktırılır ve masrafı yapı sahibinden tahsil edilir.” denilmektedir. Yani yasal olarak yapı ancak mücavir alan sınırları içinde belediye dışında ise valiliğin izni ve onayı ile yapılabilir.

Kaçak yapılaşma ülkemizde özellikle 80’li yıllardan sonra çok önemli bir sorun haline gelmiş, hızlı kentleşme karşısında yeterli tedbirler alınamamış ve büyük kentler gecekondü mezarlığına dönüşmüştür. Bunun sonucu olarak da özellikle tarım alanlarında oluşan plansız yapılaşmalarla birlikte kent dokusuyla uyumayan mahalleler oluşmuş ve çevre kirliliğinden güvenlik sorunlarına kültür ve tabiat varlıklarının tahrip olmasından ulaşım sorunlarına kadar hayatın birçok alanında aşılması zor sıkıntıları da kent hayatının içine girmiştir. Bugün çarpık yapılaşma konusu ele alındığında yerel yönetimlerin işi eskilere göre daha zordur. Bunun nedeni yerel yönetimlerin hem eskilerden gelen çarpık kentleşme sorunlarına çözüm bulmak zorunda olmaları hem de mevcut yapılaşma dinamiğinin plan ve mevzuata uygun olarak yürütülmesini sağlamak görevini sürdürmek zorunda olmalarıdır. Yerel yönetimler bu sorumluluklarını yerine getirebilmek için çeşitli imkanlardan faydalanırlar. Günümüzde yerel yönetimlerin işini kolaylaştıran en önemli araçlardan birisi uydu verileridir. Belli periyotlarla uydu görüntülerinden orto-görüntü SYM elde etme imkanına sahip olduğundan bunlar kentsel yapı değişimlerinin izlenmesinde etkin olarak kullanılabilirse sorunun çözümüne dönük çalışmalar daha sağlıklı yürütülebilir. Bu bölümde, projede elde edilen ve ER MAPPER 7.0 programında 3 boyutlu olarak görselleştirilmiş Sayısal Yükseklik Modellerinin (SYM) ve orto-görüntülerin kentsel yapı değişimlerinin izlenmesinde kullanılabilirliği üzerinde durulacaktır.

Öncelikle projede üretilen orto-görüntüleri ele alarak uydu verilerinin kaçak yapılaşmanın önlenmesinde kullanılabilirlik olanaklarını irdeleyelim. Bölüm 4.1 ve 4.2’de açıklandığı gibi, proje kapsamında üretilen Orbview-3 uydu görüntülerinden

elde edilen orto-görüntülerin yatay konum bilgilerinin doğruluğu test noktaları için ortalama ± 2.35 m'dir. Ikonos uydu görüntüleri için bu doğruluk değeri ± 2.8 m olarak elde edilmiştir (Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3). Bu doğruluk değerleri, ± 0.25 mm geometrik presizyon kabulü ile sırasıyla 1:9400 ve 1:11200 harita ölçeklerine karşılık gelir. Orta ve büyük ölçekte harita takımları üretim standartlarına göre bu aralıktaki harita ölçeği 1:10.000'dir. bu ölçekte bir orto-görüntünün örneğin üç aylık periyotlarla üretilmesi kent içindeki yapılaşmanın izlenmesi açısından işlevsel bir araç olarak kullanılabilir. Literatürde yüksek çözünürlüklü Uydu verilerinden elde edilen sınıflandırma ve normalize edilmiş Sayısal Yüzey Modeli (nSYM) sonuçlarının karşılaştırılarak olası bina alanlarının tespit edilebildiğini gösteren çalışmalar yapılmıştır (D.Koç 2007). Uydu görüntülerinde farklı teknikler kullanılarak yeni yapılan binaların veya yıkılan binaların otomatik olarak tespit edilmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar %80'in üzerinde bir oranla uydu görüntülerinden yeni yapılan binaları belirlenebileceğini göstermektedir.

Sayısal Yükseklik Modelini ele alacak olursak bilindiği gibi SYM'ler ortorektifikasyon işleminde girdi olarak kullanılır ve oluşan orto-görüntünün geometrik doğruluğu üzerinde etkilidir. Başkaca nSYM lerin elde edilmesinde de kullanılabilen SYM ler bu çalışmada bir sonuç ürün olarak ele alınıp, yapılaşmada meydana gelen değişimlerin SYM'ler üzerinden algılanabilirliği üzerinde durulacaktır.

OrbView-3 ve IKONOS uydu görüntülerinden oluşturulan sayısal yükseklik modellerinden elde edilen yükseklik değerlerinin karesel ortalama hatası (mh) ± 1.0 m olarak bulunduğu 4.2. bölümde gösterilmişti (Çizelge 4.4, Çizelge 4.5). Bu değer, engebeli arazi grubu için 1:5000 harita ölçeğini karşılamaktadır. Bununla birlikte hata yayılma yasasına göre SYM2 ve SYM3 arasındaki farkın karesel ortalama hatası ise $md=1.4$ olarak bulunmuş ve IKONOS SYM için ise bu fark $md=1.27$ olarak hesaplanmıştı. Elde edilen bu veriler istatistiksel olarak ele alındığında OrbView-3 uydu görüntülerinden elde edilecek SYM ler ile %95 istatistik güvenle $2\ dm = 2.8$ m'den ve %99 istatistik güvenle $2,6\ md = 3.64$ m'den küçük yükseklik değişimlerinin izlenmesi anlamlı (signifikant) olmadığı, IKONOS uydu görüntülerinden elde edilecek SYM ler ile de %95 istatistik güvenle $2md=2.5$ m'den ve %99 istatistik güvenle $2,6md = 3.3$ m'den küçük yükseklik değişimlerinin izlenmesi anlamlı (signifikant) olmadığı belirtilmiştir. Bu bölümde ise bu değerlerin

bir kentte yapı değişimlerini belirlemek için ne kadar anlamlı olduğu üzerinde durulacaktır.

Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliğinde bina yüksekliği Binanın kot aldığı noktadan saçak seviyesine kadar olan mesafe olarak tanımlanmış ve İmar planı ve yönetmelikte öngörülen yükseklik olarak belirtilmiştir. Aynı yönetmelikte Kat yüksekliği ise Binanın herhangi bir katının döşeme üstünden bir üstteki katının döşeme üstüne kadar olan mesafe olarak tanımlanmıştır. Kat yüksekliği olarak genellikle 3 m değeri kullanılmakta olduğundan bu çalışma kapsamında da 3 m. Değerine itibar edilmiştir.

Kat yüksekliğinin 3 m olduğu düşünülürse OrbView-3 uydu görüntülerinden elde edilen SYM lerle %95 istatistiksel güvenle kat değişimlerinin teorik olarak mümkün olduğu söylenebilir. Ancak %99 istatistik güvenle belirlenebilmesi anlamlı değildir. Yine IKONOS uydu verilerinden elde edilen SYM ler için de aynı şeyler söylenebilir. Projede elde edilen IKONOS SYM ile, OrbView-3 SYM lere oranla yaklaşık 30-35 cm daha küçük değişimlerin izlenmesi istatistiksel olarak anlamlı olabilmektedir.

Proje kapsamında bazı detaylardaki değişimlerin izlenebilirlikleri pratik örneklerle ortaya koymak için, önce iki SYM'nin üretildiği uydu alımları arasında zeminde bir değişimin izlenmediği yerlerle ilgili örneklere değinilmiş ve daha sonra da zeminde değişik tespit edilen alanlardan örnekler sunulmuş, her bir örnek için iki farklı zamana ait SYM'lerden alınan kesitler aynı grafik üzerinde gösterilmiştir. Bütün bu örnekler "Orbview-3 Uydu Görüntülerinin Doğruluğunun ve Mühendislik Uygulamalarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması" Projesinden alınmış ve bu tezin sonuç bölümünde kullanılmıştır. Ayrıca söz konusu iki farklı zamana ait uydu verilerinden üretilen SYM'lerde belirlenen değişimler, proje kapsamında arazide test edilmiş ve fotoğraflandırılmıştır. Bu tez çalışmasında değişim izlenen objelerin proje çalışmaları sırasında çekilen fotoğrafları da kullanılmıştır.

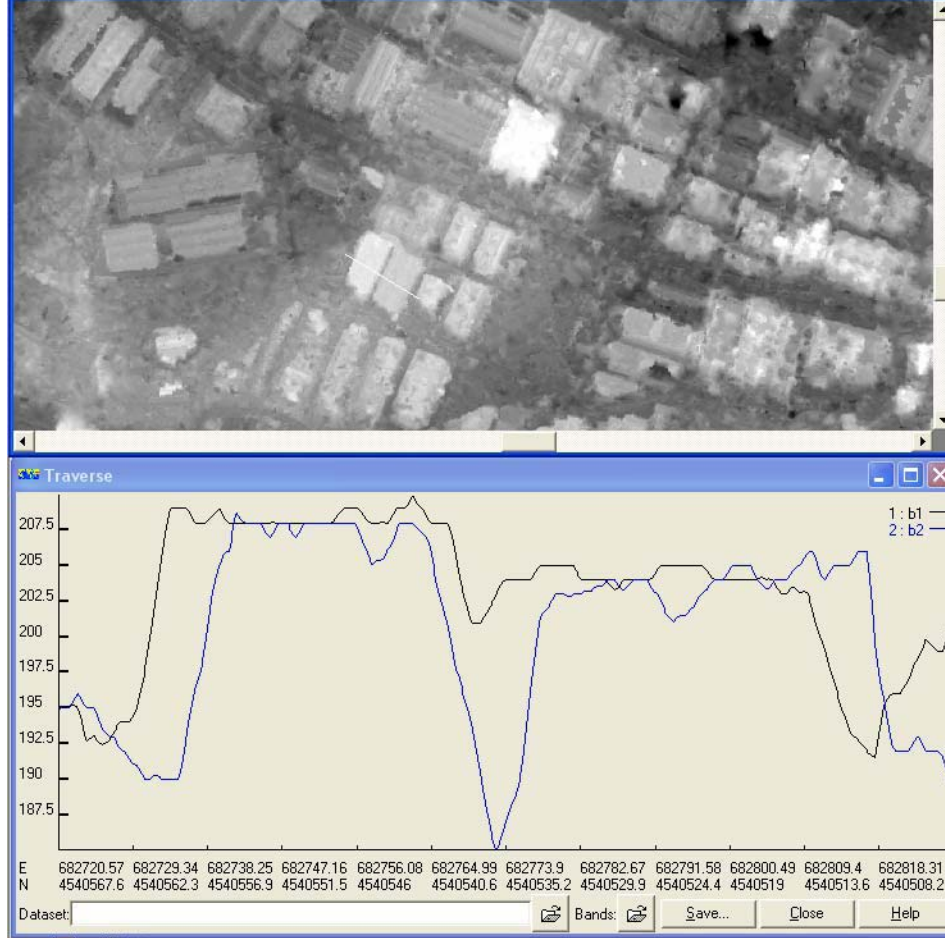
"Orbview-3 Uydu Görüntülerinin Doğruluğunun ve Mühendislik Uygulamalarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması" Projesi kapsamında değişim izlenmeyen yerlerin iki farklı zamanlı SYM'de karşılaştırılmasında kesitler incelendiğinde, iki farklı zamana ait SYM kesitinden okunan değerlerin genelde aynı eğilimde olduğu gözlenmektedir. Fakat iki kesit birbiri ile tam olarak çakışmamaktadır. Nokta nokta

incelendiğinde birebir örtüşen noktalar olduğu gibi zaman zaman 2-2.5m'ye varan yükseklik farklarının olduğu noktalar da gözlenmektedir. Bu değerler istatistiksel açıdan anlamlı olmadığından bu durum normal karşılanmalıdır.

Şimdi proje kapsamında incelenen alanlarla ilgili örneklere geçelim. Birbirine yakın binalar seçilerek belirlenen örnek alanda, binalar arasındaki boşlukların ayrımında zorluklar olmaktadır (Şekil 5.1). Özellikle Orbview-3 SYM de iki bina arasındaki boşluk ayırt edilememiştir. Şekil 5.1 deki SYM görüntüsünde iki ayrı binanın varlığı açıkça görülmekte iken, grafiğe bakıldığında –özellikle b1 eğrisinde- değerlerin sanki iki objenin birbiri ile bitişikmiş gibi okunduğu görülmektedir. Bu durum SYM'lerden üretilen grafiklerle yapı değişimlerinin belirlenmesi açısından bir dezavantaj olmakla birlikte grafikte görüldüğü gibi iki kesit arasında uyum olduğu görülmektedir. Aradaki küçük farklar tamamen SYM hatasından kaynaklanmaktadır ve bu farklar istatistiksel açıdan da bir anlam ifade etmemektedir. Proje kapsamında arazide yapılan çalışmalarda söz konusu bu örnek alanda zaman içinde anlamlı bir değişimin olmadığı, SYM'den de anlaşıldığı gibi eklenmiş ya da yıkılmış bir kat ya da bir çatı veya teras çalışması yapılmadığı belirlenmiştir.

Şekil 5.2'de ise verilen boş araziye ilişkin iki farklı zamana ait SYM lerden alınan kesitlerde yer yer 2-2.5 metreyi bulan farklılıkların söz konusu olduğu açıkça görülmektedir. Yine aynı şekilde proje kapsamında yapılan arazi çalışmalarında bu alanda herhangi bir çalışmanın (yapı veya kazı-dolgu) yapılmadığı anlaşılmıştır. Yükseklik değişimi gibi görülen bu farklılıklar sayısal yükseklik modellerinin hatalarından ileri gelmektedir. Bu durum, istatistiksel olarak anlamlı olmadığı projeden elde edilendeğerlerden anlaşılmaktadır. Zira 4. bölümde SYM lerden okunacak değerlerin IKONOS SYM için %99 güvenle 3.3 m'den OrbView3 SYM için ise %99 güvenle 3.64 m'den daha küçük değişimlerin izlenmesinin anlamlı olmayacağı belirtilmiştir.

Yukarıda açıklanan iki örnek “Orbview-3 Uydu Görüntülerinin Doğruluğunun ve Mühendislik Uygulamalarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması” Projesi kapsamında üretilen SYM lerin yükseklik değişimlerini izlemedeki kabiliyetini göstermesi açısından çok önemlidir. Şimdi proje kapsamında değişimin izlendiği alanlarda iki farklı zamana ait SYM'nin karşılaştırıldığı örneklere değinelim.

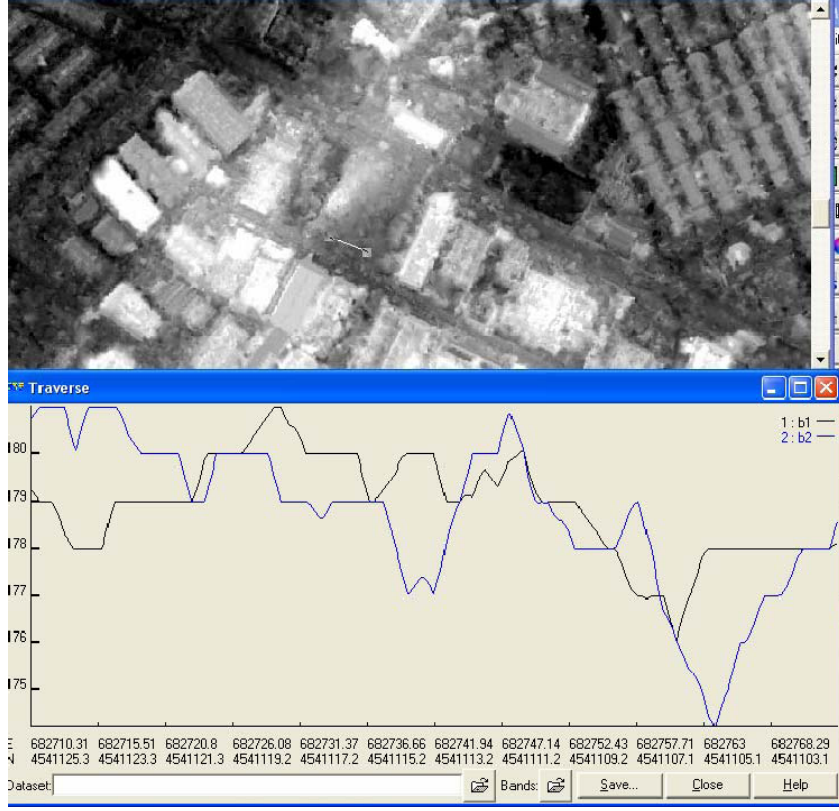


Şekil 5.1: Değişim izlenmeyen yerlere ait örnek 1(Yanalak ve diğ., 2008).

Proje metninde, anlamlı değişim belirlenmiş örnek çalışmalarda alanın farklı zamanlı iki görüntüsüne (ortogörüntü), sayısal yükseklik modellerine ve iki farklı SYM'den alınan kesitlerin gösterildiği grafiklere ve bu değişimlere ilişkin arazide çekilmiş fotoğraflara yer verilmiştir.

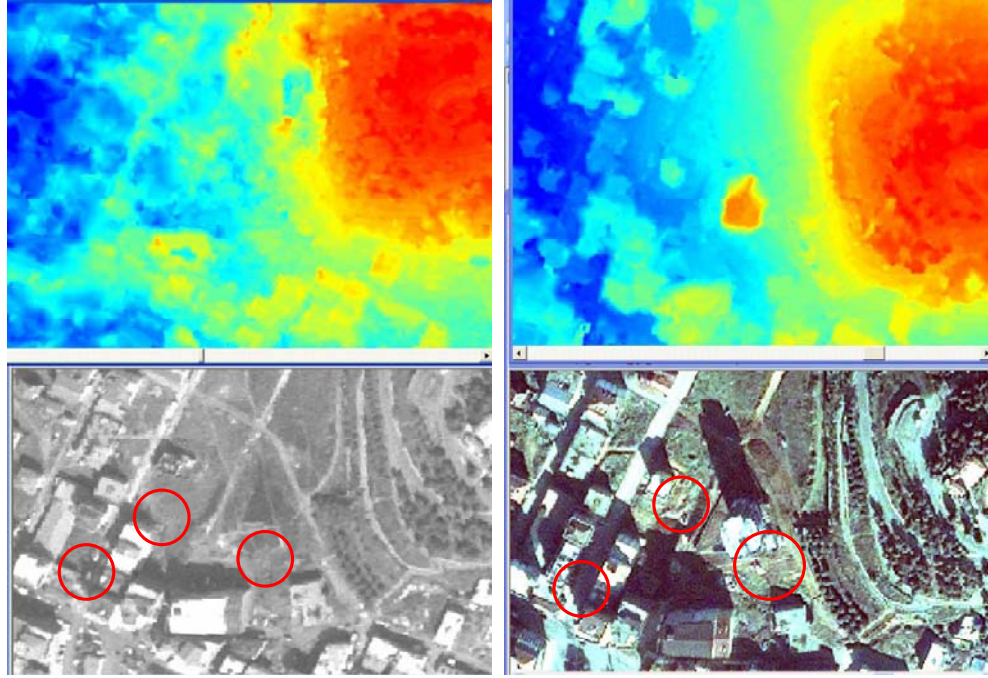
Projeden alınan şekil 5.3'de değişim izlenen bir örnek grubuna yer verilmiştir. Bu örnek gurubunda aynı bölge içinde 3 farklı değişiklik göze çarpmaktadır. Değişiklik gözlenen alanlar daire içine alınmıştır. Soldaki ortofotoda daire içine alınan alanlarda herhangi bir yapı görülmezken sağdaki ortofotoda daire içine alınan alanda yeni binaların olduğu rahatlıkla fark edilmektedir. Şekil 5.3 ortogörüntülerin kensel yapılaşmadaki değişimlerin algılanmasında ne derece faydalı olduğunu göstermektedir. Farklı zamanlı sayısal yükseklik modellerine bakıldığında ise binaların bulunduğu alanlardaki renk değişimi fark edilmektedir. Şekil 5.3'te görülen

sonradan inşa edilmiş olan 3 yapının SYM'lerden okunan değerlere göre ayrı ayrı değerlendirmeleri Şekil 5.4, 5.5 ve 5.6'da yapılacaktır.



Şekil 5.2 : Değişim izlenmeyen yerlere ait örnek 2 (Yanalak ve diğ., 2008).

Şekil 5.4'deki kesite bakıldığında iki farklı zamana ait SYM'den alınan kesitlerin birbirlerinden çok farklı olduğu gözlenmektedir. İlk SYM'den alınan değerlerde yaklaşık 195m kotunda olan alanın, daha sonraki SYM'den alınan değerde yaklaşık 228m kotunda olduğu görülmektedir. Bu da ortalama 33m bir yükseklik farkına karşılık gelmektedir. Yine proje kapsamında arazide yapılan inceleme sonucunda bu alanda 8,5 katlı yüksek bir bina yapılmış olduğu görülmüştür. Yeni yapılmış olan binanın arazide çekilen fotoğrafı da Şekil 5.4 görülmektedir. Arazide yapılan kontrollerde de binada 4,10 m yüksekliğinde 4 kat, 3,5m yüksekliğinde 4 kat ve 2,4m yüksekliğinde bir ara kat bulunduğu belirlenmiştir. Toplamda 32,4m'ye karşılık gelen toplam yükseklik kesitlerden elde edilen 33m ile oldukça uyumludur. Bu örnek yerel yönetimler tarafından yürütülen imar çalışmalarında kaçak yapılaşmanın önlenmesi noktasında bu projede üretilen ortogörüntülerden ve SYM'lerden faydalanılabileceğini göstermektedir.



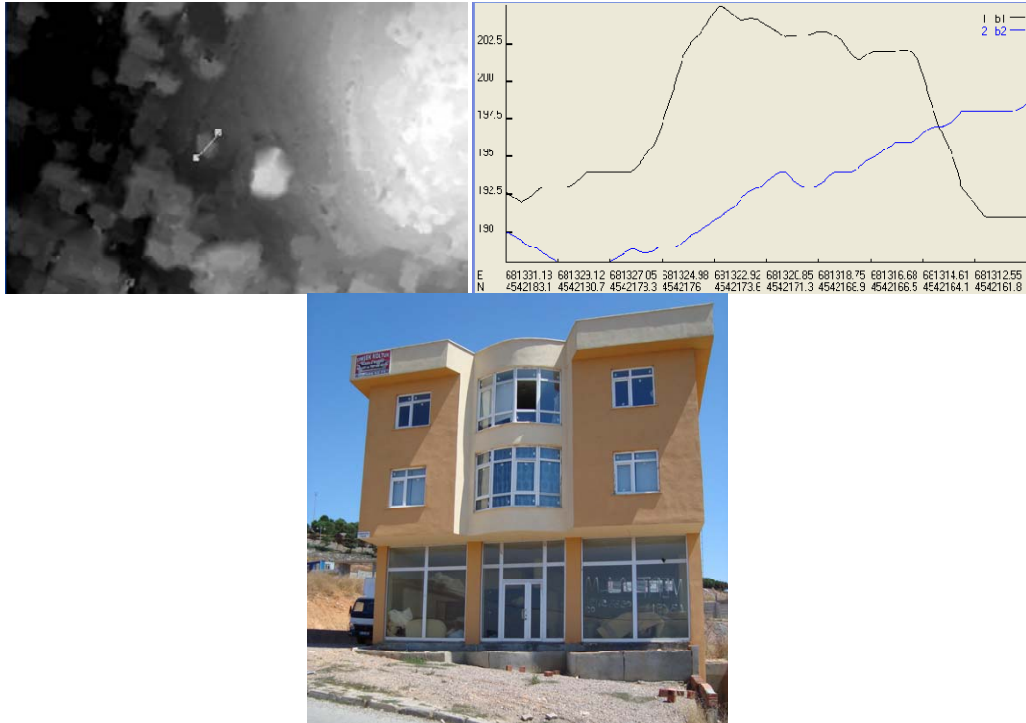
Şekil 5.3: İki farklı zamana ait SYM ve Ortofoto görüntüsü (Yanalak ve diğ., 2008).



Şekil 5.4: 8.5 katlı bina (Yanalak ve diğ., 2008).

Şekil 5.3’deki binalardan bir diğeri ise Şekil 5.5 de gösterilmektedir. Şekilde verilen grafiğe bakıldığında farklı zamanlı iki SYM’den alınan değerler arasındaki fark hemen göze çarpmaktadır. Şekil 5.3’teki yapı bulunmayan SYM’den alınan değerlere

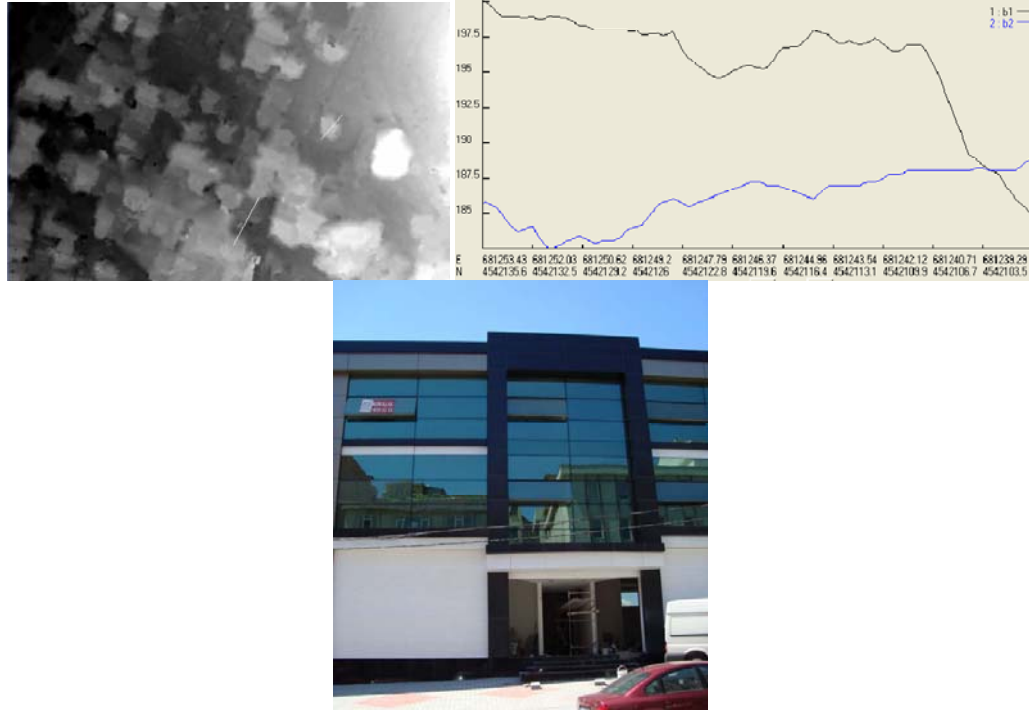
göre yaklaşık ortalama 190-195 m kotunda olan alanın, bina yapıldıktan sonraki değerlere göre yaklaşık ortalama 203 m kotuna ulaştığı grafikte görülmektedir. Grafikte gösterilen değerlerden bu alanda bina yapıldıktan sonra ortalama 10 m yüksekliğinde bir farkın olduğu anlaşılmaktadır. Proje kapsamında arazide yapılan çalışmalar ile bu sonuç doğrulanmaktadır. Arazide 3 katlı bir binanın olduğu fotoğraflanarak belirlenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda 4,1m yüksekliğindeki dükkân katının üzerinde, 3,2 m yüksekliğinde 2 kat bulunduğu tespit edildiği belirtilmiştir. Yine proje metninde çatısı olmayıp terası bulunan binanın toplam yüksekliğinin yol kenarından bodrum hariç 10,5 m olduğu belirtilmektedir. Bu sonuçta Şekil 5.5'teki grafikte iki SYM'den elde edilen 10 m'lik fark ile oldukça uyumludur. Tamamlanmış olan binanın arazide çekilen fotoğrafı da Şekil 5.5'te sunulmuştur. Bu durum bir önceki örnekte olduğu gibi Şekil 5.5'in de SYM'lerin kaçak yapılaşmanın belirlenebilmesinde kullanılabileceğini gösterdiğini söyleyebiliriz.



Şekil 5.5: 3 katlı bina (Yanalak ve diğ., 2008).

Şekil 5.3'deki binalardan üçüncüsü ise Şekil 5.6'da gösterilmektedir. Şekil 5.6'de gösterilen örnek alanda binanın yapımından önce yaklaşık ortalama 184 m kotunda olan yüksekliğin, binanın yapımı sonrası yaklaşık ortalama 197 m kotuna ulaştığı şekil 5.6'da verilen grafikten belirlenmiştir. Bu alanda binanın yapımı sonrasında

ortalama 13 m değerinde bir yükseklik değişimi görülmektedir. Proje metninde arazide yapılan çalışmalar ile bu sonucun doğrulandığı belirtilmektedir. Arazide 3 katlı bir bina bulunmaktadır. Her biri 4,1 m yüksekliğindeki 3 kattan oluşan binanın toplam yüksekliği 12,3 m'dir. Söz konusu binanın arazide çekilen resmi şekil 5.6'da gösterilmektedir. Bu rnek te yerel yönetimlerin yeni yapılan binaların belirlenmesinde SYM'lerden faydalanmasının mümkün olduğunu göstermektedir.



şekil 5.6: 4 katlı bina (Yanalak ve diğ., 2008).

şekil 5.7'de projede değişim izlenen yerlere ilişkin incelenen bir başka örnek görülmektedir. Projeden alınarak şekil 5.7'de sunulan ortogrntlerde boş arazinin kuzeyinde yaklaşık üçgen şeklinde bir binanın inşa edilmiş olduğu ikinci görüntüden fark edilmiştir. şekilde verilen grafiğe bakıldığında farklı zamanlara ait kesitler arasında 17m'ye varan farklar olduğu gözlenmektedir. Bina yapılmadan önce ortalama 185-186m kotunda olan arazinin inşaat sonrasında 202-203m'lere varan kotlara ulaştığı görülmektedir. Arazide yapılan çalışma, bölgede böyle bir yapı yapıldığını doğrulamaktadır. şekil 5.7'de binanın arazide çekilen resmi de sunulmuştur. Resme bakıldığında binanın 4 katlı olduğu görülmektedir. Bina yüksekliği çatı ve bodrum hariç 3,8m x 4 olmak üzere 15,2 m'dir. Bu değer de proje kapsamında elde edilen SYM'lerin yeni yapılan binaların belirlenmesinde çok önemli bir araç olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Yeni yapılan binaların belirlenebilirliği ile ilgili yukarıda sunulan 4 örnekte olduğu gibi, proje kapsamında incelenen diğer örneklerde de benzer sonuçlarla karşılaşmıştır. İstatistiksel olarak yapılan değerlendirmeler farklı zamanlı sayısal yükseklik modellerinden elde edilen kesitlerle ve arazi çalışmalarıyla doğrulanmaktadır.



Şekil 5.7: Üçgen bina (Yanalak ve diğ., 2008).

Daha önce “Bir kat yüksekliğinin yaygın olarak kullanıldığı gibi 3m olduğu düşünülürse %95 istatistik güvenle hem OrbView-3 hem de IKONOS SYM leri ile eklenen katların izlenmesi mümkündür. Benzer şekilde, %95 istatistik güvenle 2.8m ve 2.5m’den büyük düşey deformasyonlar ve deplasmanlar belirlenebileceği

görülmüştür. Bir katın yaklaşık 3 m olduğu kabulü ile projede elde edilen SYM lerin kent gelişimini izlemede önemli bir araç olabileceği görülmektedir. Böylece kaçak yapılaşma eğilimleri belirlenebilecek ve gerekli tedbirler alınabilecektir.

İstanbul İmar Yönetmeliğinin 8.16. Maddesinde “Bahçe duvarlarının yol üstüne isabet eden kısımlarının yaya kaldırımından itibaren yükseklikleri, harpusta dâhil (1.00) m.’yi geçemez.” Denilmektedir. Bahçe duvarlarının da imar denetimine tabi olması nedeniyle proje kapsamında bununla ilgili bir örnek vermek gerekir. Şekil 5.8’de görüldüğü gibi soldaki orto-görüntüde mevcut olmayan bahçe duvarı sağdaki orto-görüntüde net olarak algılanabilmektedir. Proje çalışmaları kapsamında arazide çekilen resimde bu alanda yüksek bir duvar inşa edildiği tespit edilmiştir. Ancak proje metninden alınan bilgiye göre bahçe duvarı SYM’lerde algılanamamaktadır. Bu örnek bahçe duvarlarının denetlenmesinde uydu görüntülerinden sadece duvarın olup olmadığı kapsamında yararlanılabileceğini, uydu verilerinin duvarın yüksekliği ile ilgili bir veri sunmadığını göstermektedir.



Şekil 5.8: Bahçe duvarı (Yanalak ve diğ., 2008).

5.3 CBS - Afet Yönetimi- Acil Durum Yönetimi

Kullanılan verilerin yaklaşık %80'inin konumsal veriler olduğu belediyelerde, yönetimde, denetimde ve yönlendirmede yardımcı olacak en önemli araçlardan birisi Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) olarak görülmektedir. Yerel yönetimler daha ziyade özel bir CBS türü olan kent bilgi sistemlerini (KBS) kullanmaktadırlar. CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) ile belediyelerin mevcut durumu izleyebilmeleri ve sağlıklı kararlar verebilmeleri, kaçak yapıların denetimi, alt ve üst yapı planlamasında iyileştirmeler, emlak ve çevre temizlik vergilerinin takibi gibi bir çok görevi verimli bir şekilde gerçekleştirmesi, mekanı ve zamanı en iyi şekilde kullanması mümkün hale gelmiştir.

Sunmakta olduğu birçok imkanın yanında, CBS'nin bir çok alanda etkin olarak kullanım olanaklarını devam ettirebilmesi için sürekli güncel tutulması gerekmektedir. CBS projelerinin güncelliğinin sağlanması için geleneksel veri toplama yöntemleri yetersiz kalmaktadır. Zira veri toplama yöntemi uzun olduğu için veri toplama aşaması tamamlanmadan verilerde değişiklikler olabilmektedir. Uzaktan algılama ise geniş alanlarda daha hızlı ve maliyet açısından daha uygun veri elde edebildiği için CBS projeleri için oldukça önemli bir veri kaynağı konumundadır. Uzaktan Algılama ile elde edilen veriler klasik yöntemlerle toplanması mümkün olmayan zengin bir veri kaynağı sunmaktadır. Ancak uzaktan algılama yöntemleri ile elde edilen verilerin Coğrafi Bilgi Sistemlerinde güncellenmesinde koordinat uyumunun sağlanması gerekmektedir. Bu uyumun sağlanabilmesi, uydu görüntülerinin gereken konum doğruluğuna sahip olmasına bağlıdır. Projede elde edilen orto-görüntüler CBS projelerine kolaylıkla bütünleşebilir olması açısından önemlidir. Yüksek çözünürlükteki uydu görüntülerinden elde edilen orto-görüntüler ve halihazır harita karşılaştırıldığında, yapılaşmada oluşan değişimler belirlenebilir ve böylece CBS nin güncelliğine katkıda bulunulabilir.

CBS'nin güncellenmesi açısından, en çok değişen veri bileşeni olan bina veritabanının güncellenebilmesi için binaların yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bunlara örnek olarak Koç ve Türker (2007) tarafından "Binaların Yüksek Çözünürlüklü Uydu Görüntülerinden belirlenme Potansiyeli" adıyla yapılan çalışmada binaların otomatik olarak belirlenerek mevcut sayısal vektör veritabanının güncellenmesi hedeflenmiş

ve %83.2 oranında başarı sağlanmıştır. 2009 yılında yaptıkları “Yüksek Çözünürlüklü Uydu Görüntülerinden Otomatik Bina Güncellemesi İçin Model Bazlı Yaklaşım” adlı çalışmada ise mevcut bina veri tabanlarının yüksek konumsal çözünürlüklü uydu görüntülerinden otomatik güncellenmesi için modele dayalı bir yaklaşım geliştirilmiş ve sonucunda ortalama yaklaşık %85 düzeyinde bir başarı sağlanmıştır. Bu ve benzeri çalışmalarla CBS nin en değişken veritabanı olan Bina tablosunun otomatik olarak güncellenmesi amaçlanmaktadır. Kent bilgi sistemlerinin (KBS) özel bir CBS projesi olduğu kabul edilirse bu tür çalışmalar sonucunda belediyeler tarafından oluşturulan ve belediyeçilik hizmetlerinde faydalanan KBS’lerin güncellenmesi mümkün olabilecektir.

Sayısal Yükseklik Modelleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri için en yaygın yükseklik bilgisi saklama yöntemidir. SYM’ nin başlıca uygulamaları arasında, arazi eğimi, bakı, drenaj ağı, havza sınırları, görünürlük analizi gelmektedir. SYM’nin CBS ile bütünleşmesi ile bu verilere çok kolay erişilebilmekte olduğundan bir çok belediyeçilik uygulamasında karar vericiler için çok önemli bir kolaylık sağlanabilir. Bu açıdan bakıldığında projede 1m karesel ortalama hata ile üretilen SYM’lerin belediyeçilik hizmetlerinde yoğun olarak faydalanılabileceği söylenebilir.

CBS teknolojisinin sunmuş olduğu geniş imkânlar yelpazesinde afet ve acil durum yönetim sistemleri, afet sonrası görüntü değişim analizleri ile durum tespit ve kaynak tahsisine yönelik çözümler elde etmek de mümkündür. İstanbul Afet Yönetim Bilgi Sistemi (İSTABİS) projesi afet yönetim sistemlerine bir örnektir. İSTABİS web sayfasında projenin tanıtımını “Önerilen çalışmanın amacı, modern uydu teknolojileri ve bilgi sistemlerini kullanarak özellikle acil durum hazırlıklarının planlamasında, uygulamasında ve herhangi bir afet durumunda, afet yönetimi ve hasar tahmininde kullanılabilecek, ayrıca olağan zamanlarda merkezi ve taşra idaresi (bakanlıklar, valilikler, kaymakamlıklar, belediyeler) için karar destek sistemi olarak fonksiyon görmek üzere, Türkiye genelinde uygulamalara örnek oluşturacak, CBS tabanlı bir bilgi ve yönetim destek sistemi standardı modelinin, seçilecek bir pilot bölgede İstanbul için uygulanması...” olarak verilmiştir.

İSTABİS projesinin amacı olarak karar destek sürecine katkıda bulunmak için uydu görüntülerinin ve bilgi sistemlerinin birlikte kullanılması gösterilmiştir. OrbView3 ve IKONOS uydularından elde edilen görüntüler bu tür sistemler açısından kullanışlı ve geniş alanlarda etkili olabilen bir veri kümesidir.

Afet Bilgi Sistemleri açısından orto-görüntülerin bir önemi de afet öncesi ve sonrası durumu görüntülemek suretiyle afetin boyutlarının belirlenmesi ve o bağlamda hangi bölgelerde ne tür çalışmaların yapılacağını kestirilmesini mümkün kılmasıdır. Proje kapsamında anlamlı bir değişim gözlenen ve değişim gözlenmeyen alanlarla ilgili olarak yapılan incelemelerin sonuçlarına bakıldığında projede elde edilen orto-görüntü ve SYM'lerin bu amaçla kullanılabileceğini göstermektedir. Bu anlamda Şekil 5.3'de görüldüğü gibi zaman içinde oluşan değişiklikler orto-görüntü ve SYM'ler üzerinden kolaylıkla fark edilebilmektedir. Bu özellikle uydu görüntülerini afet yönetimi açısından oldukça önemli bir bilgi kaynağı haline getirmektedir.

Dünyada Afet yönetim bilgi sistemleri kapsamında il bilgi sistemleri temeli esas alınmaktadır. Kente ait varlıkları CBS tabanlı tek bir kaynak üzerinde dinamik olarak kayıt altına alabilmek, yönetebilmek ve analiz edebilmek afet yönetim bilgi sistemlerinin ilk aşamasını oluşturmaktadır. CBS ile varlıkların kente ait mevcut kullanımları, örneğin fırınlar ve soguk hava depoları gibi kullanım yerlerini tespitini sağlamaktadır. Bu kullanım yerlerinin kapasiteleri ve bu kullanım yerlerinin diğer hastane gibi önemli kullanım yerleri ile ilişkilerini ve de ulaşım hatlarını çıkarabilmektedir. Afet anında ise bu kullanımların potansiyel gıda temin ve ölümcül olaylarda depolama yerleri olarak kullanılabilir yapısını ve de bu mekanlara ulaşımı kolaylaştırmaya yönelik alternatif yolların tespiti imkanını bize sunmaktadır. Afet için hazırlanan acil durum yönetim planlarını CBS tabanlı il bilgi sistemlerine aktarmak ve il bilgi sistemlerinin afet sırasında etkin karar destek sistemlerinde kullanımını sağlamak tüm dünyada gerçekleştirilmekte veya gerçekleştirilmesi için çalışmaları yürütülmektedir.

5.4 Diğer Belediyecilik Hizmetleri

Belediye Kanununun 14. Maddesi (a) fıkrasında sayılan İmar, su ve kanalizasyon, ulaşım gibi kentsel alt yapı; coğrafi ve kent bilgi sistemleri; çevre ve çevre sağlığı, temizlik ve katı atık; ağaçlandırma, park ve yeşil alanların tesis edilmesi yerel yönetimlerin yerine getirebilmek için mekansal veri kullanımını gerektiren görevlerindendir. Aynı yasanın 69. Maddesinde düzenli kentleşmeyi sağlamak, beldenin konut, sanayi ve ticaret alanı ihtiyacını karşılamak amacıyla (...) imarlı ve alt yapıyı arsalar üretmek; konut, toplu konut yapmak, satmak, kiralamak ve bu amaçlarla arazi satın almak, kamulaştırma yapma yetkisi ve 73. Maddesinde, kentin

gelişimine uygun olarak eskiyen kent kısımlarını yeniden inşa ve restore etmek; konut alanları, sanayi ve ticaret alanları, teknoloji parkları ve sosyal donatılar oluşturmak, deprem riskine karşı tedbirler almak veya kentin tarihi ve kültürel dokusunu korumak amacıyla kentsel dönüşüm ve gelişim projeleri uygulama yetkisi mekansal veri kullanmadan yerine getirilemeyecek görevlerdir. Yasanın 14. Maddesinin (a) fıkrasında sayılan görevler coğrafi ve kent bilgi sistemlerinin kurulması hariç, şehir planlama çalışmaları ile bütün kent alanlarının gereksinimleri analiz edilmek suretiyle organizeli olarak yerine getirilebilecek görevlerdir. Bu çalışmalar her plan ölçeğinde ele alınması gereken konulardır. Planlama aşaması ile ilgili bilgiler Bölüm 5.1 de verilmiştir. Ancak burada park ve yeşil alanlarla ilgili bir ilave yapmak gerekmektedir. Park ve yeşil alanların rekreasyon amaçlı kullanımı göz önünde bulundurulduğunda bu alanların eğim ve bakı durumlarının değerlendirildikten sonra belirlenmesi gerekmektedir. Bu alanda proje kapsamında üretilen SYM'lerden yararlanmak suretiyle güneşlenme süresi ve eğimi uygun alanların rekreasyon alanı olarak seçilmesi sağlanabilir.

Planlama çalışmalarından sonra planlarda belirtilen kent alanları zaman içinde gelişen ihtiyaç durumuna göre inşa edilerek kent halkının kullanımına sunulur. Bu aşamada uydu görüntülerinden yararlanmak mümkün olur mu?

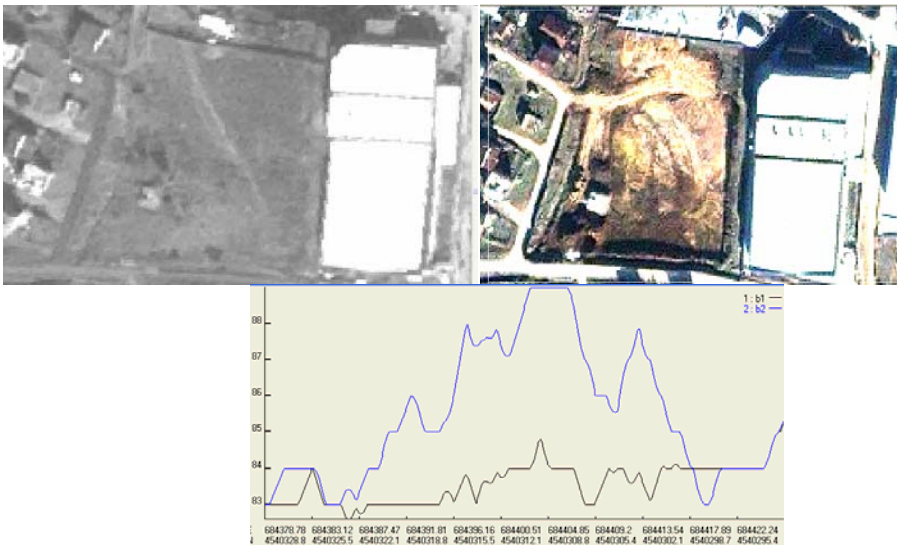
İnşaat çalışmaları sırasında kullanılacak verinin 1-2 cm hassasiyetinde olması gerekmektedir. Hatta bu değer bazı yapım çalışmaları için mm hassasiyetine kadar düşmektedir. Örneğin İmar, su ve kanalizasyon, ulaşım gibi kentsel alt yapı hizmetleri ile çevre ve çevre sağlığı, temizlik ve katı atık; ağaçlandırma, park ve yeşil alanların tesis edilmesi sırasında belediyeler tarafından yer altında ve yerüstünde yapılacak olan binaların tesisi aşamasında ihtiyaç duyulacak mekansal veri ancak yer ölçme teknikleri veya GNSS' ten elde edilecek verinin doğruluğunda olmalıdır. Belediyecilik hizmetlerinin inşaat çalışmaları aşamasında uydu verilerinden yararlanılması mümkün değildir.

Yine aynı şekilde 69. Maddede geçen konut ihtiyacını karşılamak üzere imarlı arsalar üretmek için yapılacak parselasyon, kamulaştırma v.b. çalışmalarda da ölçü değerlerinin doğruluk derecesinin yersel ölçme veya GNSS sistemlerinin sunduğu hassasiyette olması gerekmektedir. Bunun nedeni kent alanındaki arsaların oldukça değerli olmasıdır.

Belediye Yasasının 73. Maddesinde kentin gelişimini ve deprem riskini göz önünde bulundurarak yeni kent alanları ve kentsel dönüşüm alanlarını belirlemek gibi

işlevlerde uydu görüntülerinden faydalanmak oldukça akıllıca bir yaklaşım olmakla birlikte bu alanlarda yapılacak inşaat çalışmalarında uydu görüntülerinden faydalanmanın mümkün olmayacağı açıktır.

Belediye Kanununun 15. Maddesi (i) bendinde ve Büyükşehir Belediye Kanunu 7. Maddesi (i) bendinde hafriyat toprağı, moloz, kum ve çakıl depolama alanlarını, odun ve kömür satış ve depolama sahalarını belirlemek, bunların taşınmasında çevre kirliliğine meydan vermeyecek tedbirler almakta belediyelere ait görevler arasında sayılmıştır. Yine İstanbul İmar Yönetmeliğinin 7.01.5. Maddesinde “Her Çeşit Kazı, Hafriyat İşlemleri İçin Belediyeden İzin Alınması Zorunludur. Bir parselle ilişkin yapı ruhsatı alınmadan o parselde kazı ve hafriyat yapılamaz.” denilmektedir. Bu tezin dayanağı olan proje kapsamında değişim izlenen yerlere ait üç örnek kazı ve hafriyat sonucu oluşan deplasmanların belirlenebilirliğine yöneliktir. Şekil 5.9’da “Orbview-3 Uydu Görüntülerinin Doğruluğunun ve Mühendislik Uygulamalarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması” Projesinden alınmış değişim izlenen yerlere ait bir örnek görülmektedir. Farklı zamanlı iki orto-görüntüden ilkinde yapılaşmamış alanda el değmemiş bir alan görüntülenirken ikincisinde bir bina inşaatı için hafriyat çalışmasına başlandığı anlaşılmıştır. İki farklı SYM’den alınan kesitler grafik üzerinde karşılaştırıldığında değişimin çok belirgin şekilde algılandığı görülmektedir. Şekil 5.9’da verilen grafiğe bakıldığında farklı zamanlara ait kesitler arasında 4-5 m’ye varan farklar olduğu gözlenmektedir. Arazide yapılan çalışma bölgede böyle bir çalışmanın yapıldığını doğrulamaktadır.



Şekil 5.9: Kazı çalışması (Yanalak ve diğ., 2008).

Bu örnek zeminde meydana gelen düşey değişimlerin belirlenmesinde proje kapsamında elde edilen SYM'lerden yararlanılabileceğini göstermektedir. Bu da kazı ve dolgularla ilgili çalışmalar açısından belediyelerce projede üretilen SYM'lerin kullanılabileceğini göstermektedir. Ancak burada daha önce belirtilen güven aralıklarının bahsetmek gerekmektedir. Proje kapsamında elde edilen OrbView3 SYM'lerden % 99 istatistik güvenle ancak 3.64 m değerinden daha büyük değişimlerin izlenmesinde yararlanılabilir.

Yine Belediye Yasasının (j) bendinde geçen “Toptancı ve perakendeci hâlleri, otobüs terminali, fuar alanı, mezbaha, ilgili mevzuata göre yat limanı ve iskele kurmak ...” ile (o) bendinde geçen “... hafriyat toprağı ve moloz döküm alanlarını; sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) depolama sahalarını; inşaat malzemeleri, odun, kömür ve hurda depolama alanları ve satış yerlerini belirlemek; bu alan ve yerler ile taşımalarda çevre kirliliğı oluşmaması için gereken tedbirleri almak” işlevini yerine getirebilmek için planlama çalışmalarında bu alanların belirlenmesi sırasında ortogörüntü ve SYM lerden yararlanmak mümkündür.

5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanununun 7. Maddesinin (g) bendinde belirtilen “Büyükşehir ulaşım ana plânını yapmak veya yaptırmak ve uygulamak; ulaşım ve toplu taşıma hizmetlerini plânlamak ve koordinasyonu sağlamak, Büyükşehir belediyesinin yetki alanındaki meydan, bulvar, cadde ve ana yolları yapmak, yaptırmak, bakım ve onarımını sağlamak, kentsel tasarım projelerine uygun olarak bu yerlere cephesi bulunan yapılara ilişkin yükümlölükler koymak;” işlevlerinden planlama ile ilgili çalışmalarda yine hem ortogörüntü hem de SYM'lerden yararlanmak gerekir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bilindiği gibi yerel yönetimler tarafından yürütülen hizmetlerin büyük bir çoğunluğu mekansal veriye bağlı olarak sürdürülmektedir. Mekansal verinin üretilmesinde klasik ölçme yöntemleri ve fotogrametrik teknikler kullanılırken yüksek çözünürlüklü uyduların uzaya fırlatılmasıyla uzaktan algılama teknikleri ile de mekansal veri üretilmesi mümkün olmuştur. Ancak uzaktan algılama teknikleri kullanılarak üretilen mekansal bilginin doğruluk derecesi çok önemli olduğundan bu konuda çeşitli araştırmalar yapılmaktadır.

Bu çalışmalardan birisi olan “OrbView-3 Uydu Görüntülerinin Doğruluğunun ve Mühendislik Uygulamalarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması” Projesinde elde edilen geometrik doğruluk ve tematik doğruluk değerleri ekseninde OrbView-3 uydu görüntülerinden elde edilen orto-görüntü ve SYM lerin belediyeçilik hizmetlerinde kullanılabilirliği üzerinde durulmuştur.

4. bölümde OrbView-3 Uydu Görüntülerinin Doğruluğunun ve Mühendislik Uygulamalarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması Projesi kapsamında OrbView-3 uydu görüntülerinden elde edilen orto-görüntülere ait yatay konum bilgilerinin doğruluğu test noktaları için ortalama $\pm 2.35\text{m}$ olarak hesaplandığı belirtilmiştir. IKONOS uydu görüntüleri için bu doğruluk değeri $\pm 2.8\text{ m}$ olarak elde edilmiştir. (Çizelge 4.3). Bu doğruluk değerleri, $\pm 0.25\text{ mm}$ geometrik presizyon kabulü ile sırasıyla 1:9400 ve 1:11200 harita ölçeklerine karşılık gelmektedir. Orta ve büyük ölçekte harita takımları üretim standartlarına göre bu aralıktaki harita ölçeği 1:10.000’dir. OrbView-3 ve IKONOS uydu görüntülerinden oluşturulan sayısal yükseklik modellerinden elde edilen yükseklik değerlerinin karesel ortalama hatası (mh) $\pm 1.0\text{ m}$ olarak bulunmuştur (Çizelge 4.4, Çizelge 4.5). Bu değer, engebeli arazi grubu için 1:5000 harita ölçeğini karşılamaktadır.

İstatistiksel olarak da OrbView-3 uydu görüntülerinden elde edilecek SYM’ler ile %95 istatistik güvenle $2\text{ md} = 2.8\text{m}$ ’den ve %99 istatistik güvenle $2,6\text{ md} = 3.64\text{m}$ ’den küçük yükseklik değişimlerinin izlenmesi anlamlı (signifikant) olmadığı ve IKONOS uydu görüntülerinden elde edilecek SYM ler ile %95 istatistik güvenle

2dm=2.5m'den ve %99 istatistik güvenle 2,6dm =3.3m'den küçük yükseklik değişimlerinin izlenmesi anlamlı (signifikant) olmadığı belirtilmiştir.

Orbview uydu görüntülerinden elde edilen orto-görüntü ve SYM'lerin belediyeçilik hizmetleri açısından hangi alanlarda ne ölçüde kullanılabileceği 5. Bölümde açıklanmıştır. Özellikle belediyeler için çok önemli bir sorun olan kaçak yapılaşmanın önlenmesi için belli periyotlarla elde edilecek orto-görüntü ve SYM'lerin oldukça sağlıklı sonuçlar verebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. “OrbView-3 Uydu Görüntülerinin Doğruluğunun ve Mühendislik Uygulamalarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması” Projesi kapsamında üretilen SYM'lerin karesel ortalama hatası 1 m olarak hesaplanmıştır. Bu SYM'lerle yeni yapılan binalar rahatlıkla belirlenebilirken genel olarak 3m alınan bir katlık değişimlerin izlenmesi anlamsız bir hedef olur. Bu çalışmada kullanılan SYM'lere ait doğruluk değerleri istatistiksel olarak ele alındığında teorik olarak bir kat değişimini %95 güvenle ortaya koyabilmektedir. Yapılan tematik analizlerde de benzer sonuçlar ortaya koyulmuş, ancak gölge etkisi, binaların birbirine fazla yakın olması gibi etkiler nedeniyle zeminde herhangi bir yapı inşası yapılmadığı halde SYM'lerde sanki yapı yapılmış gibi anlamlı değişimlerin gözlemlendiği de görülmüştür.

Bir katlık değişimlerin izlenebilmesi ancak karesel ortalama hatası daha düşük SYM çiftleri ile mümkün olabilir. Bu bağlamda sürekli gelişen uydu sistemleri gerek doğruluğun artması gerek maliyetlerin düşmesi sonucunda zaman içinde doğruluk değerleri daha iyi SYM ve orto-görüntülerin üretilmesine olanaklı kılacaktır. Bu sayede geniş alanlarda çok kapsamlı analizler yapılabilecek ve yeni eklenen katlar bile SYM'lerden güvenli bir şekilde belirlenebilecektir.

Günümüzde LIDAR teknolojisi kullanılarak “OrbView-3 Uydu Görüntülerinin Doğruluğunun ve Mühendislik Uygulamalarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması” Projesi kapsamında üretilen SYM'lerden daha hassas SYM'ler üretilmektedir. LIDAR teknolojisi ile ilgili bilgiler Bölüm 2.4.2'de verilmiştir. Bu teknoloji ile aynı zamanda orto-görüntü de üretilmektedir. Ancak bu teknik daha çok SYM üretimi için çok kullanışlı bir yöntemdir. Bu yöntem sayesinde elde edilen farklı zamanlı SYM'ler, kente ait değişimlerin hassas bir şekilde izlenmesi açısından önemli imkanlar sunmaktadır.

Uydu verilerinden üretilen orto-görüntülerin ve SYM'lerin Coğrafi Bilgi Sistemleri için de önemli bir veri kaynağı olduğu ortadadır. Özellikle yükseklik olgusu CBS projelerinde SYM'ler kullanılarak tanımlanabilmektedir. Ayrıca uydu verilerinden yararlanılarak CBS projelerinde bina katmanının güncellenebilirliği üzerine çalışmaların da devam ettiği düşünülürse, uydu verilerinden elde edilen ürünlerin önümüzdeki süreçte coğrafi bilgi sistemleri açısından önemli rol oynayacağı açıktır.

Sonuç olarak uydu verilerinin belediyeçilik hizmetleri açısından kullanılabilirliğinin ele alındığı bu çalışma OrbView-3 ve IKONOS uydu görüntülerinden elde edilen SYM ve orto-görüntülerin belediyeçilik hizmetlerinde kullanılabilme alanlarının bulunduğunu, ancak başta doğruluk derecesi olmak üzere, gölge etkisi, bulutlanma etkisi gibi nedenlerden dolayı belediyeçilik uygulamalarında kullanılmak için yeterli hassasiyete sahip olmadığı söylenebilir. Ancak gerek görüntü gerek uydu teknolojilerindeki gelişmelere bağlı olarak maliyetlerin düşmesi ve doğruluk derecesinin artması sonucunda bugün belediyeçilik hizmetlerindeki uygulama alanları açısından ele alınan uydu verilerinin, yakın zamanda belediyeçilik uygulamalarında da kullanılabilirliğinin tartışılır hale geleceği açıktır.

KAYNAKLAR

- Abdikan, S., Şanlı, F., Alkış, Z., Alkış, A., 2007.** Sar Görüntülerinden Üretilen İnterferometrik ve Stereo Sayısal Yükseklik Modellerinin Kalitesinin İncelenmesi, II. Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.
- Alparslan, E., Divan, N.J., 2001.** Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, İstanbul.
- Atak, V.O., Altan, M.O., 2008.** Yüksek Çözünürlüklü Uydu Görüntülerinin Geometrik Doğruluk Yönünden İncelenmesi, İTÜ Dergisi, İstanbul.
- Duran, C., Daban, F., 2007.** Hava Lidar Verilerinin Jeomorfolojik Ortam Analizlerinde Kullanım Olanakları, Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, KTÜ, Trabzon.
- Erdoğan, M., Akdeniz, H., 2004.** Uzaktan Algılama Amaçlı Uydu Sistemlerindeki Son Gelişmeler, Harita Genel Komutanlığı Dergisi, Ankara.
- Erten, E., Musaoglu, N., Erbay, Y., 2005.** Quality assesment of Digital Elevation Model Produced from ASTER images, 6th Geomatic week, Proceedings, Barcelona.
- Hirano, A. Welch, R., Harold Lang, H., 2003.** Mapping from ASTER stereo image data: DEM validation and accuracy assessment, ISPRS Journal of Photogrammetry Remote Sensing 57 (2003) 356– 370.
- Günay, A., Arefi, H., Hahn, M., 2007.** Lidar Verisi Kullanarak Gerçek Ortofoto Üretimi, Harita Genel Komutanlığı Dergisi, Ankara.
- İlter, H.B., Özkeser, İ., 2007.** Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Afet ve Acil Durum Yönetim Bilgi Sistemleri TMMOB Af et Sempozyumu.
- Özbalmumcu, M., Erdoğan, M., 2003.** Uzaktan algılama amaçlı uydu görüntüleme sistemleri, Harita Genel Komutanlığı Dergisi, Ankara.
- Öztürk, E., Koçak, E., 2007.** Farklı kaynaklardan değişik yöntem ve ölçeklerde üretilen Sayısal Yükseklik. Modellerinin doğruluk araştırması, Harita Genel Komutanlığı Dergisi, Ankara.
- Passini, R., Jacobsen, K., 2004.** Accuracy Analysis of Digital Orthophotos from Very High Resolution Imagery, XX. Uluslararası Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği (ISPRS) Kongresi, Working Group IV/7, 12-23 Temmuz 2004, İstanbul.
- San, D.K., Türker, M., 2005.** IKONOS Pankromatik Uydu Sayısal Yükseklik Modeli Oluşturulması, Harita Genel Komutanlığı Dergisi, Ankara.
- San, D.K., Türker, M., 2007.** Binaların Yüksek Çözünürlüklü Uydu Görüntülerinden Belirlenebilme Potansiyeli, Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, KTÜ, Trabzon.

- San, D.K., Türker, M.,** 2009. Yüksek Çözünürlüklü Uydu Görüntülerinden Otomatik Bina Güncellemesi İçin Model Bazlı Yaklaşım, 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.
- Sefercik, U. G.,** 2007. Radar İnterferometreleri Tekniği ile SYM Üretimi ve Doğruluk Değerlendirmeleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, KTÜ, Trabzon.
- Toz, G. and Erdoğan, M.,** 2008. Dem (Digital Elevation Model) Production And Accuracy Modeling Of Dems From 1:35.000 Scale Aerial Photographs, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences.
- Topan, H., Maktav, D., Büyüksalih, G.,** 2006. Uydu Görüntülerinin Bilgi İçeriğinin Harita Yapımı Açısından İncelenmesi, I. Uzaktan Algılama Çalıştayı ve Paneli, İstanbul.
- Yalçın, V, Çetin, H.,** 2004. Şehirsel Dönüşüme Bir Örnek: Yukarı Dikmen Vadisi, 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, İstanbul.
- Yanalak, M., Musaoğlu, N., Örmeci C., Kaya Ş., Alkan, R.M., Tarı, E., İpbüker, C., Türkoğlu, H., Saroğlu, E., Yavaşoğlu, H., Erden, T., Karaman, H., Bilgi, S., Çetin, M.,** 2008. Orbview-3 Uydu Görüntülerinin Doğruluğunun ve Mühendislik Uygulamalarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması, TÜBİTAK, İstanbul.
- Url-1** <www.cscrs.itu.edu.tr>, alındığı tarih 15.01.2010.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: M. Mahmut KAHVECİ

Doğum Yeri ve Tarihi: Bayburt, 04.07.1980

Adres: Tapu ve Kadastro 8. Bölge Müdürlüğü

ERZURUM

Lisans Üniversitesi: Yıldız Teknik Üniversitesi