

İSTANBUL METROPOLİTAN ALANINDAKİ ARAZİ KULLANIM DEĞİŞİMİ VE NÜFUS ARTIŞININ İZLENMESİ

A. Geymen¹, İ. Baz²

¹Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Bölümü, Kayseri, ageymen@erciyes.edu.tr

²Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Bölümü, Gebze/Kocaeli, ibaz@gyte.edu.tr

ÖZET

İstanbul, Türkiye'nin en kalabalık şehri olup 2000 nüfus sayımında nüfusu yaklaşık 10 milyon civarındadır. 1980 yılında bu nüfus 4 milyon civarındaydı. Özellikle son 20 yıl içerisinde büyük göçler nedeniyle nüfus hızla artmıştır. Hızlı, denetimsiz ve illegal kentleşme, metropol alan içerisinde ormanlar, yeşil alanlar, tarım alanları ve su havzalarının tahribine sebep olmuştur. TEM ve Boğaziçi Köprüsü, arazi kullanım değişimini hızlandırmış, bu alan içerisinde kalan su havzalarını negatif yönde etkilemiştir. Bu çalışmada, İstanbul Metropol Alanındaki arazi kullanım değişiminin zamana bağlı olarak değişimi, farklı tarihli uydu görüntüleri ve bu görüntülerden elde edilen sonuçların coğrafi bilgi sistemine entegrasyonu ile gerçekleştirilmiştir. Uydu görüntülerine görüntü zenginleştirme ve sınıflandırma teknikleri uygulanarak her bir uydu görüntüsü için arazi kullanım bilgileri üretilmiştir. Elde edilen bilgilerin doğruluk analizleri yapılarak bilgi sistemine entegre edilmiştir. Arazi kullanım değişiminin ve nüfus artışının izlenmesi, İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından bu yerleşim alanlarının daha iyi yönetilmesine imkan sağlayacaktır.

Anahtar Sözcükler: Uzaktan Algılama, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Nüfus ve Demografi, Su Kaynakları.

ABSTRACT

MONITORING URBAN GROWTH AND DETECTING LAND-COVER CHANGES ON THE ISTANBUL METROPOLITAN AREA

Istanbul is the most populated city of Turkey with a population of around 10 M (2000) living on around 5750 km². In 1980, the population was only 4.7 M and then it has been more than doubled in only two decades. An urbanization process continues and it causes serious increases in urban areas while decreasing the amount of green areas. This rapid, uncontrolled, and illegal urbanization accompanied by insufficient infrastructure has caused degradation of forest and barren lands in the metropolitan area, especially through the last two decades. The transportation networks have accelerated the land-cover changes, which have negative impacts on water quality of the basins in the metropolitan area.

A temporal assessment of land-cover changes of Istanbul has been documented in this study. The study mainly focuses on the acquisition and analysis of Landsat TM and Landsat GeoCover LC satellite images reflecting the significant land-cover changes between the years of 1990 and 2005. A database was created for Istanbul metropolitan area to plan, manage, and utilize statistical attribute data covering population, water, forest, industry, and topographic position. Consequently an overlay analysis was carried out and land use/cover changes through years have been detected for the case study area. The capability of Landsat images in determining the alterations in the macro form of the city are also discussed. Monitoring urban growth and land cover change will enable better management of this complex urban area by the Greater Istanbul Metropolitan Municipality (GİMM).

Keywords: Remote Sensing, Geographic Information Systems, Population and Demography, Water Resources.

1. GİRİŞ

İstanbul ili 5512 km² olan yüzölçümü ile Türkiye yüzey alanının %0,97'sine sahiptir. İlde 2000 nüfus sayımına göre yaklaşık 10 milyon kişi yaşamaktadır. Bu nüfus, Türkiye toplamının yaklaşık %15'ine ve Marmara Bölgesi'nin % 58'ine denk gelmektedir (DİE, 2000). Ortalama nüfus yoğunluğu km²'ye 1180 kişi düşmektedir. İllerin cari fiyatlarla Türkiye Gayri Safi Yurtiçi Hasıla içindeki payına göre yapılan sıralamada İstanbul % 21,3 pay ile birinci sırada yer almaktadır (DPT, 2001). Sınırlı bir alanda, nüfus ve ekonomik faaliyetlerin bu oranda yoğunlaşması, gerek doğal kaynaklar üzerinde gerekse kentsel alanda sosyal ve çevresel altyapı üzerinde giderek artan baskı oluşturmaktadır. Söz konusu baskıların ve karmaşık etkileşimler sonucu ortaya çıkan sorunların giderilmesi, kentin sağlıklı bir bölgesel merkez olarak sürdürülebilir bir şekilde gelişmesi esastır. Sürdürülebilirlik, kentteki yaşam kalitesinin iyileştirilmesi ile bu kaliteyi de destekleyen ve kenti besleyen doğal kaynakların korunması temel alır. Su, kentlerin çevresel sürdürülebilirliği kapsamında, değerlendirmeye alınan en önemli doğal kaynaklarından birisidir (Geymen vd., 2005).

İstanbul'un yaşam kaynakları olan su havzaları, ormanlar ve yeşil alanlar şehrin kuzey bölümündedir. Bu alanların korunmasına rağmen hızlı kentleşme ve nüfus artışından dolayı metropol sürekli kuzeye doğru büyümektedir. Özellikle su havzaları TEM ve Boğaz Köprüsü'nün sebep olduğu plansız yapılaşma ve göç artışı ile karşı karşıya

kalmıştır. İstanbul'un içme suyunu sağlayan barajlardan birisi olan Elmalı Barajı yanlış arazi kullanımı ve planlamadan dolayı tehdit altındadır. Yüzey su kaynakları arazi kullanımının hızla değişiminden dolayı fiziksel, kimyasal ve biyolojik kirlenme ile karşı karşıyadırlar. Önceki planlamalara ve mevcut yönetmeliklere karşın, bölgedeki hızlı ve denetim dışı yapılaşma sonucu her türlü altyapıdan yoksun yeni yerleşim alanları ortaya çıkmıştır. Havzalarda kurulan belediyeler, köy statüsünden kentsel statüye geçişte yeni yerleşim alanlarına olan ihtiyacı karşılamak için çok kısıtlı yapılaşma öngörülen havzalarda yoğun yapılaşmaya sebebiyet vererek kısıtlı su kaynakları üzerinde baskı unsuru olmaktadır. Su havzaları içerisinde 7.000 ha yerleşim alanı mevcuttur.

Uzaktan algılama, elektromanyetik spektrumun mor ötesi ışınlarla mikrodalga ışınları arasındaki bölümleri aracılığı ile havadan ve uzaydan cisimlerin özelliklerini kaydetme ve inceleme tekniği olarak da tanımlanır. Uzaktan algılama sistemleri tarafından elde edilmiş verilerden genellikle yer yüzeyine ait yararlı bilgiler elde etmek için yapılan bütün kayıt, işleme, analiz, yorumlama ve sonuç olarak bilgi üretme gibi aktiviteleri kapsar. Uzaktan Algılama görüntüleri arazi yapısında meydana gelen değişiklikleri izlemeye kuvvetli ve etkili bir araçtır (Ehlers vd., 1990; Iris, 1990; Treitz vd., 1992; Westmoreland and Stow, 1992; Harris and Ventura, 1995; Velch vd., 1998).

Bu çalışmada, Uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknikleri kullanılarak, Landsat TM (1995-2005) ve Landsat GeoCover (<http://www.mda.federal.com/geocover>) uydu görüntülerinden yararlanılarak, Metropolitan alan içerisindeki arazi kullanımı değişikliği incelenmiştir. Arazi kullanımına ait raster veriler vektör verilere dönüştürülmüş, 10 farklı arazi kullanım kategorisi belirlenmiştir. Bu kategorilerdeki değişimler, CBS teknikleri kullanılarak, analizler yapılmak suretiyle elde edilmiştir. Analiz sonuçlarının, daha doğru ve hızlı elde edilip raporlanması için ArcGIS 9.1 platformunda yazılım geliştirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, gelecekte sürdürülebilir bir kent planlamasına, arazi ve su kaynaklarının geliştirilmesi ve yönetilmesine temel oluşturacaktır.

2. ÇALIŞMA ALANI

İstanbul, Türkiye'nin kuzey-batısında yer alır. Batısında Tekirdağ, doğusunda Kocaeli ili, kuzeyinde Karadeniz, ve güneyinde Marmara Denizi yer almaktadır. İstanbul'un su ihtiyacının 90%'u yedi su havzası tarafından sağlanmaktadır. Bu su havzalarından Terkos, Büyükçekmece, Alibeyköy, ve Sazlıdere Avrupa kıtasındadır. Ömerli, Darlık, ve Elmalı, su havzaları ise Asya kıtasında yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1: Çalışma alanı

3. METODOLOJİ

Bu çalışmada İstanbul metropolitan alanındaki arazi kullanımında meydana gelen değişiklikleri belirlemek için 1990-2005 yıllarına ait Landsat ve GeoCover uydu görüntüleri kullanılmıştır. Çalışma alanını kapsayan 5750 km² bir alan görüntülerden çıkarılmıştır. Görüntülerin karakteristik özellikleri Tablo 1'de sunulmuştur. Bu çalışmada 1/25000 ölçekli topografik haritalar, 2002 yılına ait hava fotoğrafları, çeşitli tematik haritaları kapsayan çeşitli haritalar ve yer ölçüm çalışmalarını içeren bilgilerden yararlanılmıştır.

Tarih	Görüntü Çeşidi	Path/ Row	Konumsal Çözünürlük(m)	Sun elevation (°)	Sun azimuth (°)
Nisan 1990	GeoCover	N-35-40	28.5	54.30	136.75
Nisan 2000	GeoCover	N-35-40	28.5	55.20	136.40
Haziran 1995	ETM+	175/31	30	56.40	137.90
Haziran 2005	ETM+	175/31	30	55.10	138.50

Tablo 1: Çalışma alanında kullanılan uydu görüntülerinin karakteristik özellikleri

Çalışmada Erdas Imagine 8.7 ve ArcGIS 9.1 yazılımları kullanılmıştır. Bu çalışmada Landsat uydusuna ait 1995 ve 2005 yıllarına ait 30m yersel çözünürlüklü uydu görüntüleri sınıflandırılıp eldeki referans veriler kullanılarak doğruluk analizleri yapılmıştır. Sınıflandırma sonuçları daha sonra vektör haline getirilerek GIS ortamında analizler için hazır hale getirilmesi amaçlanmıştır. Görüntülerin sınıflandırılması iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada çalışma alanından hangi arazi sınıflarının çıkartılabileceğinin görülmesi, kısaca ön bilgi elde edilebilmesi amacıyla kontrolsüz sınıflandırma uygulanmıştır. Bu aşamada, çalışma alanı olan İstanbul'a ait 1990 ve 2000 yılları Landsat verilerinden üretilmiş olan Geocover verileri incelenmiş, çalışma sonuçlarının Geocover verileri ile uyumlu olması amacıyla Geocover da yer alan 1976 yılında Anderson tarafından belirlenen on sınıfın elde edilmesine karar verilmiştir. Bu sınıflar belirlendikten sonra ikinci aşama olan kontrollü sınıflandırma işlemine geçilmiştir. Tespit edilmeye çalışılan sınıflar; su, yerleşim, yaprak dökmeyen ağaçlar, yapraklarını döken ağaçlar, tarım, boş alanlar, çalılık alanlar, bulut , çimen ve ıslak alan sınıflarıdır.

3.1. Sınıflandırma ve Doğruluk

GeoCover LC bağımsız bir doğruluk değerlendirmesine sahiptir. GeoCover LC verilerinin konumsal çözünürlüğü 28.5 m'dir. (<http://www.mdaefederal.com/geocover>). Bu görüntülerin doğruluk analizleri EarthSat tarafından yapılmıştır.

Landsat (1995-2005) görüntüleri için ilk önce kontrollü sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Kontrollü sınıflandırma, analizciye oluşacak sınıfları kontrol imkânı vermektedir. Analizci, kullanımını bildiği bölgelerde doğrudan, bilmediği bölgelerde ise hava fotoğrafları, yüksek çözünürlüklü diğer uydu görüntüleri veya arazi çalışmasıyla öğrenmiş olduğu arazi kullanım sınıflarına ait örnek bölgeleri tanımlamaktadır. Örnek bölgelerin toplanması sırasında İstanbul'un karmaşık sınıf yapısı ve görüntülerin yeterli çözünürlükte olmaması nedeniyle örnekleme alımını kolaylaştırmak amacıyla her iki görüntüye bandlar arası korelasyonu azaltmak için Temel Bileşenler Analizi uygulanmış ve önceden belirlenen on sınıfa ait örnekleme bölgeleri toplanması işlemine geçilmiştir. Örnekleme bölgelerinin oluşturulması sırasında Geocover sınıflarının konumları ve referans verilerden yararlanılmıştır. Yeterli sayıda örnekleme toplandıktan sonra En Yüksek Olasılık kontrollü sınıflandırma yöntemi uygulanmıştır. Sınıflandırma işlemlerinin tüm aşamalarında Erdas Imagine 8.7 yazılımı kullanılmıştır. Sınıflandırma işlemi bitirildikten sonra yapılan işlemlerin doğruluğunu tespit etmek amacıyla sınıflandırılan görüntüler için doğruluk analizi yapılmıştır. Analiz işlemi sırasında referans veri olarak 1995 yılı görüntüsü için 1996 yılına ait hava fotoları ve aynı görüntünün 3,2,1 bantlı kombinasyonlu doğal görüntüsü, 2005 yılı görüntüsü için Ikonos uydusuna ait 2005 tarihli 1m yersel çözünürlüklü uydu görüntüsü kullanılmıştır. 2005 Landsat görüntüsünde 36 kontrol noktası seçilmiştir. Karesel Ortalama Hatası 0.52 pixel'dir. 1995 Landsat görüntüsünde 29 kontrol noktası seçilmiştir. Karesel Ortalama Hatası 0.59 pixel'dir. 1990 ve 2000 Landsat GeoCover LC görüntüleri üzerinde 35 kontrol noktası seçilmiştir. Karesel Ortalama Hatası 0.61 pixel bulunmuştur.

Analiz sırasında çalışma alanı büyüklüğü göz önüne alınarak 10 sınıf için toplam adet 300 kontrol noktası üretilmiştir. Tablo 2'de görüldüğü üzere bu 300 noktanın her biri sınıflandırılan görüntü ve referans veriler üzerinde karşılaştırılarak çalışmanın genel doğruluğu tespit edilmiştir. Elde edilen doğruluklar Tablo 2'de verilmiştir.

Görüntüler	Sınıflandırma Doğruluğu (%)	Kappa (%)
1995 Landsat ETM	82.67	80
2005 Landsat ETM	80	85

Tablo 2: Sınıflandırma doğruluk değerleri

4. BULGULAR

Elde edilen sonuçlara bakıldığında zaman, 1990-2005 yılları arasında çalışma alanında hızlı ve plansız bir nüfus artışı gözlenmektedir. 1990 ve 2005 yılları arasında toplam alana göre Yerleşim alanlarının dağılımı %11 ve %16, Tarım alanlarının dağılımı %27 ve %23' dür. Orman alanları bu bölgede koruma altında tutulduğu için toplam alana göre, orman alanlarının dağılımı %25'dir (Tablo 3).

1990 ve 2005 yılları arasındaki arazi kullanım değişimi Tablo 4'de gösterilmiştir. 1990-2000 yılları arasında yerleşim alanları %18, 1995-2005 tarihleri arasında ise %24 oranında artmıştır.

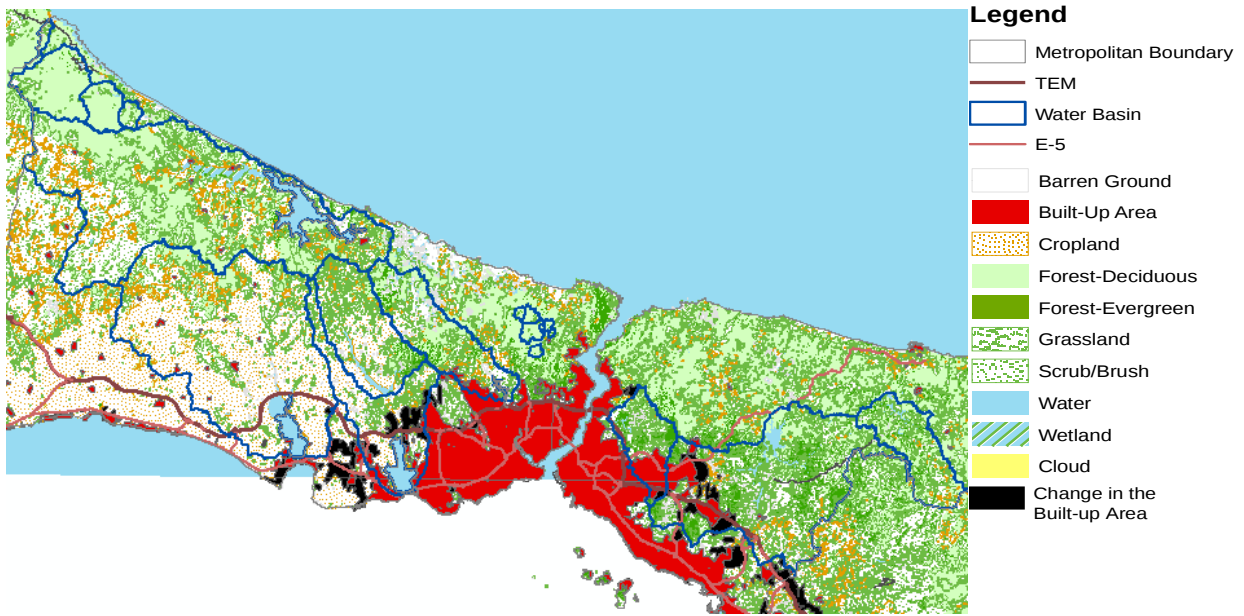
Classes	1990		1995		2000		2005	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Yerleşim Alanları	60524	11,13	68512	12,60	71345	13,12	85239	15,68
Boş Alanlar	13166	2,42	13235	2,43	13749	2,53	12880	2,37
Bulut	-	-	7437	1,37	-	-	8944	1,64
Tarım	144775	26,62	144230	26,52	139392	25,63	126339	23,23
Yaprak döken ağaçlar	137169	25,23	136671	25,13	134452	24,73	132058	24,29
Yaprak dökmeyen ağaçlar	17415	3,20	17332	3,19	17031	3,13	16993	3,13
Yeşil Alanlar	30552	5,62	28362	5,22	26317	4,84	25038	4,60
Çalılık Alanlar	122344	22,50	122727	22,57	123202	22,66	120302	22,12
Su	16935	3,11	4494	0,83	16889	3,11	14965	2,75
Islak Alanlar	890	0,16	770	0,14	1392	0,26	1011	0,19
Toplam	543769		543769		543769		543769	

Tablo 3: Sınıflandırılmış görüntülerden elde edilen arazi yüzeylerine ait değişim matrisi

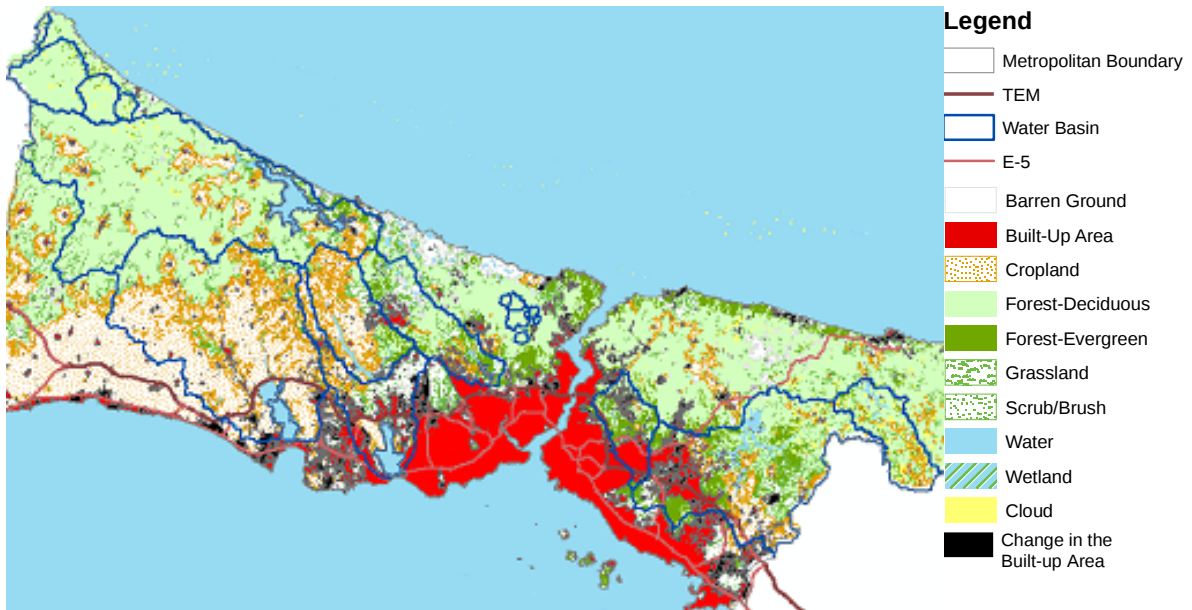
Classes	2000-1990		2005-1995	
	ha	%	ha	%
Yerleşim Alanları	10821	18	16727	24
Boş Alanlar	583	4	-355	-3
Bulut	-	-	1507	20
Tarım	-5383	-4	-17891	-12
Yaprak döken ağaçlar	-2717	-2	-4613	-3
Yaprak dökmeyen ağaçlar	-384	-2	-338	-2
Yeşil Alanlar	-4235	-14	-3324	-12
Çalılık Alanlar	858	1	-2425	-2

Tablo 4: Yıllar arasındaki farklı arazi kullanımlarının yüzdelik değişimleri

Şekil 2 ve Şekil 3'de 1990-2005 yılları arasında TEM ile E-5'e yakın bölgelerde endüstri ve yerleşim alanlarının dağılımının arttığı görülmektedir. Şekil 2 ve Şekil 3'den görüleceği üzere kırmızı (periyodun başlangıcı) ve siyah renklerle (10 yıllık bir periyot içerisindeki arazi kullanımındaki değişim) gösterilen yerleşim alanlarının değişimi görülmektedir.



Şekil 2: 1990-2000 Landsat GeoCover LC görüntüleriyle arazi kullanım sınıflandırması



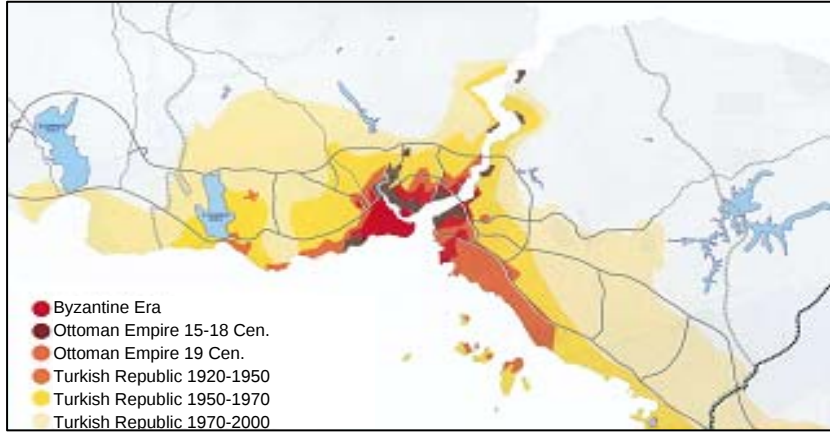
Şekil 3: 1995-2005 Landsat görüntüleriyle arazi kullanım sınıflandırması

4.1. Nüfus ile Yerleşim Alanları Arasındaki İlişki

Türkiye son 80 yıldan bu yana endüstri ve tarım alanlarında hızlı bir değişimle karşı karşıya kalmıştır. Bu hızlı değişim beraberinde Büyükşehirlere özellikle İstanbul, Ankara, İzmir, Adana gibi illere göçleri hızlandırmıştır. Bugün, İstanbul metropol ölçeğinde dünyanın en büyük şehirlerinden birisidir. İstanbul'un 1950-2000 yılları arasında büyüme oranı Tablo 5'de görüldüğü üzere % 4.5 dir. Tablo 5'e benzer bir büyüme oranı Şekil 4'de gösterilmiştir. Bu anlamda ne ilçe belediyeler nede Büyükşehir belediyeleri göçleri kontrol altına alamamışlardır. Orman alanlarını, tarım alanlarını ve su havzaları kontrolsüz ve plansız yapılaşmaya maruz kalmışlardır.

Years	Nüfus	Yıllık Büyüme Oranı	Nüfus	Yıllık Büyüme Oranı
1950	1.166.477		1.002.085	
1955	1.533.822	5,6	1.297.372	5,3
1960	1.822.092	4,2	1.506.040	3,0
1965	2.293.823	4,0	1.792.071	3,5
1970	3.019.032	5,6	2.203.337	4,2
1975	3.904.588	5,3	2.648.006	3,7
1980	4.741.890	4,0	2.909.455	1,9
1985	5.842.985	4,3	5.560.908	13,8
1990	7.309.190	4,6	6.753.929	4,0
2000	10.018.735	3,2	9.085.599	3,0
Ortalama		4,4		4,5

Tablo 5: İstanbul'un nüfus değişimi



Şekil 4: İstanbul'un nüfus ile yerleşim alanları arasındaki ilişki ve büyüme oranı

5. SONUÇLAR

Günümüz teknolojisi tarafından elde edilen uydu görüntüleri, konumsal verinin en yakın resimleridir. Bunların bilgiye dönüştürülebilmesi için bir takım işlemler yapılması gerekmektedir. Bu işlemlerin sonucunda konumsal verilerde meydana gelen değişiklikler sürekli olarak izlenebilmektedir. Bu çalışmada İstanbul Metropolitan alan içerisindeki su havzalarındaki arazi kullanım değişiklikleri incelenmiştir. Sınırlı bir alanda, nüfus ve ekonomik faaliyetlerin bu oranda yoğunlaşması, gerek doğal kaynaklar üzerinde gerekse kentsel alanda sosyal ve çevresel altyapı üzerinde giderek artan baskı oluşturmuştur. Örneğin su havzaları içerisinde bulunan kamu arazilerinin işgal edilmesinde TEM ve Boğaz Köprüsü'nün katkıda büyüktür. Havzaların etrafında bulunan büyük iş potansiyeline sahip organize sanayi bölgeleri ve sanayi kuruluşları nüfus artışını ve yerleşimi hızlandırmıştır.

Böylelikle, yerleşim alanların izlemesinde, arazi kullanımının değişiminde, planlanmamış veya gayri resmi yapıların tespit edilmesinde, yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden yararlanılacaktır. Bu bağlamda, bu projenin devamında nüfus tahmini ve arazi kullanım değişiminin gelecekteki tahminleri, İstanbul'un bütününde analizler yapılabilecek ve CBS ile planlamalar devamlılık kazanacaktır.

TEŞEKKÜR

İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve İstanbul Metropolitan Planlama (İMP) bünyesindeki Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Bölümü çalışanlarına yardımlarından ve desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Anderson, J. R., Hardy, E. E., Roach, J. T. and Witmer, R. E., 1976.** *A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data*, U.S. Geological Survey, Professional Paper 964. Reston, VA.
- Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE), 2000.** Nüfus Sayımı Sonuçları. Ankara, Turkey. http://www.die.gov.tr/nufus_sayimi/2000tablo5.xls, 20 May 2003 (in Turkish).
- Devlet Planlama Teşkilatı (DİE), 2001.** <http://ekutup.dpt.gov.tr/plan/viii/plan8str.doc>, 10 Nisan 2007.
- Ehlers M., Jadkowski A.M., Howard R., Brostuen D., 1990.** *Application of spot data for regional growth analysis and local planning*, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 56(2): 175-180.
- Geymen A., Küçükmehtemoğlu M., Baz İ. 2006.** *İstanbul metropolitan alanındaki hızlı kentleşmenin su havzalarına olan etkilerinin incelenmesi*, 1. Uzaktan Algılama ve CBS Çalıştayı, İstanbul.
- Harris D.M., and Ventura, 1995.** *The integration of Geographic data with remotely sensed imagery to improve classification in an urban area*. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 61, 993-998.
- Irish R., 1990.** *Geocoding satellite imagery for GIS use*. GIS World August/September, pp. 59-62.
- Treitz P.M., Howarth P.J., Gong P., 1992.** *Application of satellite and GIS technology for land-use mapping at the rural urban Fringe: A case study*, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 58, 439-448.
- Welch R., Remillard M., Slack R.B., 1998.** *Remote Sensing and Geographic Information System Techniques for aquatic resource evaluation*, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 54, 177-185.
- Westmoreland S. and Stow D.A., 1992.** *Category Identification of change of land-use polygons in an integrated image processing/Geographic Information System*, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 58, 1593-1599.
- URL 1, Landsat GeoCover LC internet sayfası, <http://www.mdafederal.com/geocover>, 15 Ekim 2006.**