

ARAZİ KULLANIM VE BİTKİ ÖRTÜSÜ DEĞİŞİMİNİN UZAKTAN ALGILAMA, MARKOV İŞLEMİ, NÜFUS VE ALAN GÖRÜNÜM ANALİZLERİ YARDIMIYLA BELİRLENMESİ: ÇANAKKALE ÖRNEĞİ (1987-2010)

Levent GENÇ^{1*} Ünal KIZIL¹ İsmet ARICI² Melis İNALPULAT¹

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

²Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

*leventgc@comu.edu.tr

Geliş Tarihi : 06.02.2012

Kabul Tarihi : 28.05.2012

ÖZET : Artan kent nüfusu yanında kırsal alandan olan göçler kentsel yerleşimler ve etrafındaki alanlarda Arazi Kullanımı ve Bitki Örtüsü (AKBÖ) değişimlerini hızlandırmaktadır. Çalışma, bu büyüme sürecinin hızlı bir şekilde yaşandığı Çanakkale il merkezi ve çevresinde yürütülmüştür ve 1987-2010 yıllarında AKBÖ değişimlerinin uzaktan algılama verileri ve CBS teknikleri ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Farklı yıllarda (1987, 2000 ve 2010) alınan Landsat TM/ETM+ görüntüleri kullanılarak 4 ana grubu (Orman, Yerleşim, Tarım ve Diğer) içeren AKBÖ haritaları oluşturulmuştur. Sayısal haritalar yardımıyla Markov analizi ve alan görünüm analizleri yapılmıştır. Analizler sonucunda 1987-2000 ve 2000-2010 dönemleri için sınıfların birbirlerine dönüşümler, dönüşüm olasılıkları ile alan sayıları, alan yoğunlukları ve en büyük alan indeks değerleri hesaplanmıştır. Çalışma ile, yerleşim alanlarının yoğunluğunun artarken özellikle tarım alanlarının başka AKBÖ sınıflarına dönüşerek azaldığı görülmüştür. Bununla birlikte, çalışma alanında nüfusun arttığı ve tarım alanlarının azaldığı gözlenmiştir. Çanakkale kent gelişim planlamaları yapılırken, tarım alanlarının korunmasına yönelik önlemlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Anahtar sözcükler: Alan görünüm analizi, arazi kullanım ve bitki örtüsü, Çanakkale, Landsat, Markov işlemi

MONITORING LAND USE AND LAND COVER CHANGE USING REMOTE SENSING, MARKOV ANALYSIS, POPULATION AND LANDSCAPE METRICS ANALYSIS : A CASE STUDY FROM ÇANAKKALE (1987-2010)

ABSTRACT : Population growth in cities along with migration from rural areas dramatically increases the Land Use and Land Cover (LULC) changes. This study was conducted in Çanakkale province consisting of central part and its vicinities where rapid population growth and development have been taken place. This study aimed to determine LULC changes using remotely sensed data and geographical information system (GIS) techniques between 1987 and 2010. The LULC maps covering 4 main groups (Forest, Settlement, Agriculture and Others) were developed using the Landsat TM/ETM+ images that were taken in 1987, 2000, and 2010. Markov and landscape analyses were applied to the maps. As a result of the analysis, transformation rates between the classes, transformation probabilities and area numbers, area densities, and the greatest area index values were calculated for 1987-2000 and 2000-2010 periods. This study showed that agricultural lands decreased as a result of their conversion into other LULC classes while the numbers and densities of the settlements continued being increased. It was also noticed that the number and availability of agricultural lands decrease as population increases. Therefore, some precautions should be taken to preserve agricultural lands when city expansion plans are prepared.

Key Words: Canakkale, Landsat, landscape metrics analysis, land use and land cover, Markov analysis

1. GİRİŞ

Ülkemizde, İstanbul ve Bursa gibi büyük şehirlerde kırsal alandan kente olan göçler sonucunda kent yerleşim alanlarında beklenmedik ve kontrolsüz değişimler meydana gelmiştir. Türkiye genelinde kırsal alandan, yakın şehir merkezlerine olan göçün yanında, endüstri ve sanayi kuruluşlarının yoğun olduğu şehir merkezlerine göç hızla artmaktadır. Kaynak plancılarının, gelişmiş metotlar ve geniş içerikli bilgi kaynakları kullanarak sürdürülebilir şehir planları yapmasına rağmen (Hall ve ark., 1995), yerleşim için kullanılan ve kullanılacak olan arazilerdeki değişimi geleneksel yöntemlerle izleme ve analiz etmenin, hem zaman kaybı hem büyük işgücüne ihtiyaç duyması nedeniyle oldukça zor olduğu bilinmektedir (Joshi ve ark., 2001). Kentleşme kaynaklı tarım, orman ve diğer ekolojik özeliğe sahip alanlardaki arazi kullanım ve bitki örtüsü (AKBÖ) değişimlerinin hızlı ve ekonomik olarak uzaktan

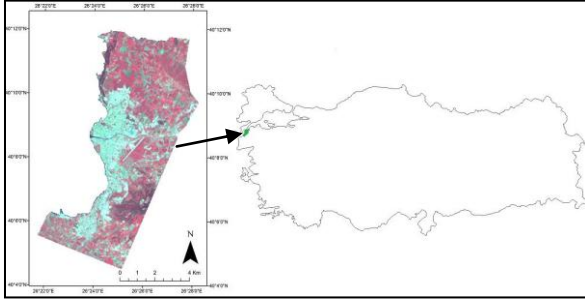
algılama teknikleri yardımıyla belirlenmesi, plancılara büyük kolaylık sağlayacaktır (Yeh ve Li, 1999; Rogan ve Chen, 2004). Farklı tarihlerde çekilmiş uydu görüntüleri kullanılarak yerel (Lu ve ark., 2004) ve küresel düzeyde (DeFries ve ark., 2002) AKBÖ değişimleri belirlenebilmektedir (Singh, 1989). Uzaktan algılama görüntüleri geniş alanlardan farklı özelliklerde veriler toplamasının yanında yüksek yersel ve zamansal çözünürlüklere sahip olması nedeniyle, çalışmaların hızlı ve ekonomik olarak yapılmasını sağlar. Lu ve ark. (2004) de, uzaktan algılama çalışmalarında doğru sonuçların elde edilmesi spektral yansıma ve insan kaynaklı hatalara bağlı olduğunu belirlenmiştir. Uydu görüntülerinden elde edilen çıktılardan oluşturulan zamansal ve yersel değişimleri daha anlamlı ve anlaşılabilir hale getirebilmek için alan tanımlama indekslerinden yararlanılır (Lele ve ark., 2005; Joshi ve ark., 2006). AKBÖ değişim çalışmalarında değişim matrisleri (Puyravaud, 2003), Markov analizi (Ressy ve ark.,

2008; Munsı ve ark., 2010) ve alan tanımlama indeks değerleri yardımıyla, değişimlerin sınıf, parçalılık ve alan görünüm düzeylerinde (Turner ve ark., 1995) incelenmesine olanak verir.

Çanakkale ilinin nüfus hareketleri incelendiğinde, merkez ilçe ve il genelinde kırsal nüfus değişimi benzer özellikler göstermektedir. 1985 yılında il nüfusunun %64.40'ı kırsal alanda yaşarken, bu oran 1990 yılında %61.00'a, 2000 yılında %53.64'e ve 2010 yılında %45.14'e düşmüştür (TÜİK, 2011). Bununla birlikte, Çanakkale ili merkez ilçe sınırlarında 1985'te %34.54 olan kırsal nüfus, 1990'da %33,7'ye, 2000 yılında 27.25'e ve 2010 yılında %22.25'e düşmüştür. Çanakkale ili zengin doğal kaynakları ve doğal güzelliklerinin yanında verimli tarım arazilerine sahiptir. Çalışma alanında daha önce yapılan arazi kullanım haritaları (Güre ve ark., 2009; Genç ve ark., 2007; Genç ve ark., 2009), zamansal ve nüfusa bağlı değişimler hakkında yeterli bilgi sunmamaktadır. Çalışma, 1987-2010 yılları arasında Çanakkale merkez ilçe ve çevresindeki yerleşimlerde AKBÖ değişiminin hangi büyüklükte ve nasıl olduğunu, Landsat TM/ETM+ uydu görüntüleri, Markov zincir analizi ve alan görünüm analizleri yardımıyla belirlemek ve nüfus, tarım ve yerleşim arasındaki değişimin ilişkisini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı



Şekil 1. Çalışma alanı

2.3. Görüntü İşleme ve Veri Analizi

Zamansal değişimin belirleneceği AKBÖ haritaları için kullanılacak uydu görüntülerinin geometrik ve radyometrik düzeltmelerinin yapılmasının, çalışmanın başarısını artırdığı bilinmektedir. Çalışmada, 2010 yılı 29 Temmuz gününe ait görüntü 1 metre altı GPS yardımıyla toplanan 102 kontrol noktası ile geometrik doğruluğu test edilerek, arazide seçilen noktalar ile görüntü üzerindeki noktaların % 96 doğruluk gösterdiği gözlemlenmiştir. 1987 yılı 30 Temmuz gününe ait Landsat TM ve 2000 yılı 25 Temmuz gününe ait Landsat ETM+ görüntülerinin koordinat düzeltmeleri görüntüden görüntüye koordinat aktarımıyla yapılmıştır. Bu işlemde ortalama kareler toplamının kare kökü (RMS) 0.40 piksel olarak bulunmuştur.

AKBÖ değişim belirleme amaçlı kullanılan farklı zamanlardaki uydu görüntülerinin radyometrik olarak

Çalışma alanı, merkezi koordinatları 40°08'52K ve 26°24'07D olan Çanakkale ili merkez ilçe ve çevresindeki alanlardır (Şekil 1). Çanakkale ili Kuzey-Doğu, Güney-Batı ve Güney-Doğu yönlerinde yeni yerleşim alanları oluşmakta ve diğer arazi kullanım alanlarından yerleşime doğru değişimler olmaktadır. Çalışma alanı içinde bulunan Kalabaklı, Karacaören, Saraycık ve Sarıcaeli köyleri ile Kepez Beldesi, yerleşimin etkisinde bulunan alanlar olarak görüldüğünden çalışma alanına dahil edilmiştir. Çalışma alanı deniz seviyesinden 0 ile 130 m arasında değişen yüksekliklerde yer almaktadır.

2.2. Uydu Görüntüleri ve Diğer Veriler

Çalışmada farklı yıllara ait AKBÖ haritaların yapımında mevsimsel etkilerin en aza indirilmesi amacıyla 1987, 2000, 2010 yıllarına ait Temmuz sonu Landsat görüntüleri kullanılmıştır. Bunlar 1987 yılı 30 Temmuz Landsat TM, 2000 yılı 25 Temmuz Landsat ETM+ ve 2010 yılı 29 Temmuz günlerine ait görüntülerdir. AKBÖ 2010 yılı haritasının doğruluk analizleri için alana ait Formosat II (2 m) pansharpen görüntü ve 1:25000 topografik haritalar kullanılmıştır. Çalışma alanında 2006 yılından itibaren AKBÖ değişimi belirleme amaçlı düzenli yer bilgisi toplanmakta ve Tarımsal Sensör ve Uzaktan Algılama Laboratuvarı'nda (TUAL) arşivlenmektedir. Görüntü yorumlama işleminin yanında 2000 ve 1987 yıllarına ait AKBÖ haritalarının doğruluk analizleri için alanı bilen kişilerden yardım alınmıştır. Çalışmada nüfus verileri TÜİK (2011)' den elde edilmiştir.

düzeltilmesi önemlidir (Chen ve ark., 2005). Kesin ve göreceli radyometrik düzeltme olarak iki şekilde yapılan radyometrik düzeltmeler atmosferden kaynaklı ve uyduların farklı platformlardan görüntü almaları neticesinde oluşan farklılıkların en aza indirilmesi amacıyla kullanılır. Song ve ark. (2001) ve Chen ve ark. (2005), atmosferden kaynaklanan radyometrik farklılıkların özellikle yersel ve spektral çözünürlükleri benzer olan görüntülerde her zaman gerekli olmadığını vurgulamışlardır. Bununla birlikte Foody ve ark. (1996), atmosferik düzeltmelerin yapılmasının sınıflama sonrası yaşanacak sorunları ortadan kaldırdığını bildirmiştir. Bu nedenle çalışma alanında göreceli düzeltme tekniklerinden biri olan siyah piksel çıkarma işlemi, Chaves (1988)'e göre her üç görüntüye de uygulanmıştır.

Landsat TM 1987, Landsat ETM+ 2000 ve Landsat TM 2010 uydu görüntülerinin her biri 7 band (mavi, kırmızı, yeşil, yakın kızılötesi, orta kızılötesi, termal ve uzun kızılötesi) olarak elde edilmiş, bu görüntülerin termal bandı (6. band) dışında 1,2,3,4,5,7 bandları orijinal görüntüden seçilerek 6 band görüntüler elde edilmiştir. Çalışma alanı sınırları, görüntü işleme programı yardımıyla köy sınırları ve yerleşimin etki alanları dikkate alınarak oluşturulmuştur (Şekil 1).

2.4. Görüntü Sınıflama

Çanakkale ili çevresindeki orman, tarım ve diğer alanların yerleşim alanlarına dönüşümünü belirlemek için insan hatalarının en aza indirildiği kontrolsüz sınıflama tekniği ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysis) kullanılmıştır. Görüntüler, öncelikle 20, 30, 40, 50 ve 60’arlı sınıflama yapılmıştır. Her üç görüntünün incelenmesiyle 30 sınıfın çalışma alanındaki 4 ana sınıfı en iyi temsil edebilecek spektral ayrışmayı yapabildiği gözlenmiştir. Elde edilen 30 sınıflı görüntüler, topografik haritalar, hava fotoğrafları, Google Earth, arazi notları ve yöreyi bilen kişilerden yardım alınarak 1987, 2000 ve 2010 yıllarına ait AKBÖ 4 ana sınıfa dönüştürülmüştür. Sınıflanmış görüntüler komşu piksel (neighborhood) 3x3 kernel analizi yardımıyla yeniden düzeltilmiştir (Jensen 1996).

2.5. Doğruluk Analizi

Her üç AKBÖ haritası için toplam hata, kullanıcı hatası, üretici hatası ve Kappa istatistik değerlerini içeren hata matrisleri ERDAS Imagine 9.1 yazılımı kullanılarak hesaplanmıştır (Cangalton ve Green, 1999). Doğruluk değerlendirmelerinde, yazılımın gelişigüzel ve eşit sayıda (her sınıf için 64 nokta) atadığı toplam 256 test noktasında kontrol edilmiştir. Doğruluk analizi referans bilgileri 2010 yılı için Formasat 2007 görüntüsü ve 2010 yılında araziden alınan yer bilgilerinden yararlanılırken, 1987 ve 2000 yıllarına ait AKBÖ görüntüleri için Landsat görüntüsünden renk yorumlama, topografik haritalardan, hava fotoğraflarından ve yöreyi bilen kişilerden yararlanılmıştır.

2.6. Arazi Kullanım ve Bitki Örtüsü Değişim Analizi

AKBÖ değişim analizi, t_1 tarihindeki AKBÖ haritasında a sınıfına ait piksellerin t_2 tarihindeki haritada a sınıfında kalma ya da b, c, d sınıflarından birine değişim durumlarını ortaya koyar. Çalışmada 1987 AKBÖ haritası ile 2000 AKBÖ haritası ve 2000 AKBÖ haritası ile 2010 AKBÖ haritası arasındaki

değişimler alan ve yüzde olarak hesaplanmıştır. Ayrıca birleşik basit faiz hesaplama formülü yardımıyla zamansal değişimde sınıflar arası dönüşüm oranı Puyravaud (2003)’ e göre hesaplanmıştır (Eşitlik 1).

$$r = [1/(t_2 - t_1)] * [\ln(A_2/A_1)] * 100 \quad (\text{Eşitlik 1})$$

formülde, r arazi ve bitki örtüsü değişim oranı, A_1 ve A_2 arazi sınıfının verilen tarihlerdeki alanları, t_1 ve t_2 AKBÖ haritalarının tarihlerini ifade etmektedir.

Yıllara göre AKBÖ değişimi tek etkene bağlı olmadığından (insan faaliyetleri, yatırım imkanları), çalışmada bu değişim Markov zincir işlemi yardımıyla hesaplanmıştır. Markov işlemi olarak bilinen ve AKBÖ değişim olasılıklarının hesaplanmasında kullanılacak Markov olasılık işleminde $Z = \{1, \dots, K\}$ ve $X(t) \in Z$ iken s zamanındaki AKBÖ haritasında i sınıfında bulunan bir pikselin, t zamanında sınıflanmış AKBÖ haritasında j sınıfına dönüşme olasılığı $t > s$ olmak koşuluyla $P_{ij}(s, t)$ ’ dir (Logofet ve Lesnaya, 2000; Balzter, 2000; Weng, 2002; Ressay ve ark., 2008; Munsu ve ark., 2010). Markov işlemi aşağıdaki genel formülle ifade edilebilir.

$$\begin{aligned} & \Pr\{X(t_n) = i_n | X(t_1) = i_1, \dots, X(t_{n-1}) = i_{n-1}\}, \\ & = \Pr\{X(t_n) = i_n | X(t_{n-1}) = i_{n-1}\} \\ & = \Pr\{X(t) = j | X(s) = i\} = P_{ij}(t, s) \text{ şartlı olasılık olarak ifade edilmektedir. Fakat hesaplamalarda değişim olasılık formülü;} \\ & \{P_{ij}(t, s) = | i, j = 1, \dots, K\} \text{ olarak tanımlanmaktadır.} \end{aligned}$$

2.7. Alan Görünüm Analizleri

Uydu görüntüleri yardımıyla hazırlanan AKBÖ haritalarının sınıflarının hangi yapısal özelliklerde olduklarını belirlemek amacıyla alan görünüm analizleri yapılmıştır (Forman ve Gordon, 1986; Munsu ve ark., 2010). Bu çalışmada alan görünüm analizleri, sınıfların diğer sınıflara göre nasıl ve hangi nicelikte değiştiğini belirleyebilmek amacıyla alan parçalılık değeri, alan parçalılık yoğunluğu ve en büyük parçalı alan indeksi FRAGSTAT 3.3 yazılımı kullanılarak hesaplanmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Arazi sınıfları düzeyinde farklı arazi tanımlama indeksleri

İndeks	Formül	Açıklama
Alan görünüm değeri, NP	$NP = ni$	Arazi sınıfının parçalılığı $NP \geq 1$
Alan parçalılık yoğunluğu PD	$PD = \frac{ni}{A} (1000000)$	Arazi parçalılık yoğunluğu $PD > 0$
En büyük parçalı alan indeksi LPI	$LPI = \frac{\max(a_{ij})}{A} (100)$	Sınıflara göre en büyük arazi parçasının oranı

3. BULGULAR

3.1. Arazi Kullanım ve Bitki Örtüsü Haritaları

Landsat TM ve ETM+ uydu görüntüleri yardımıyla 1987, 2000 ve 2010 yılları için dört ana sınıfta yapılan AKBÖ haritaları Şekil 2’de

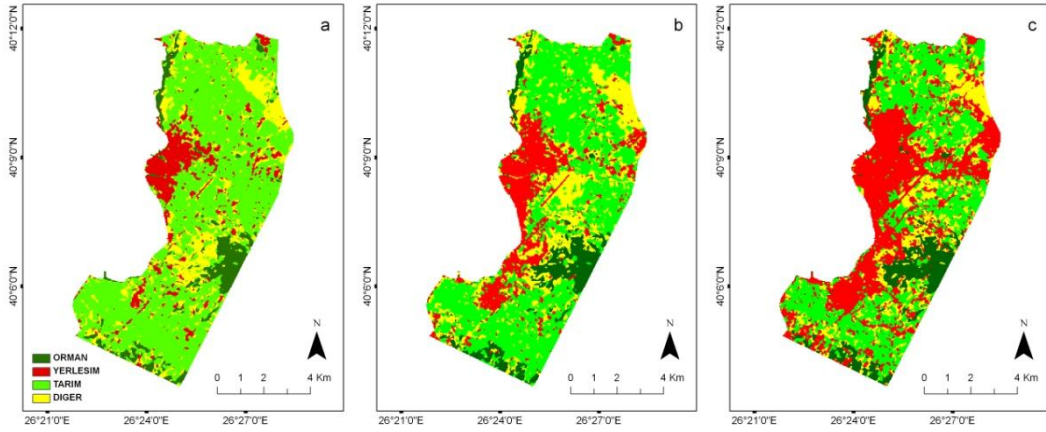
görülmektedir. Yıllara göre arazi sınıfları ve yüzde oranları Çizelge 2’de verilmiştir. AKBÖ haritaları incelendiğinde vejetasyon alanlarının 1987’den 2000’e ve 2000’den 2010 yılına gidildikçe azaldığını ve özellikle Çanakkale merkez ilçe etrafında tarım alanlarına bir baskının olduğu görülmektedir (Şekil 2).

Yerleşimin baskısı altında bulunan tarım ve diğer sınıfların aksine, orman alanları 1987 yılında toplam alanların %7.78' ini kaplarken 2010 yılında bu oran %9.60' a çıkmıştır. Yerleşim alanları 1987 yılında çalışma alanının %11.46' sı olarak sınıflanırken, 2000 yılında %22.97 ve 2010 yılında %36.01 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Diğer olarak tanımlanan sınıfın büyük bir bölümünü mera alanları, çalılık alanları ve aktif olarak işlenmeyen tarım alanları oluşturmaktadır. Bu nedenle çalı formundaki alanlarda

ve uzun yıllardır işlenmeyen tarım alanlarındaki değişim şiddetinin az olduğu görülmektedir. Bununla birlikte el değiştirmiş yada çeşitli nedenlerle işlenmeyen tarım arazileri, geçiş sınıfı olarak da tanımlayabileceğimiz diğer sınıf grubuna dönüşmekte, bu alanların daha sonra yerleşim alanlarının baskısı altına girdiği özellikle merkez ilçeye yakın alanlarda yapılan parsel analizlerinde göze çarpmaktadır (Şekil 2).

Çizelge 2. Alan ve yüzde alan oranları (1987, 2000 ve 2010)

SINIF	1987		2000		2010	
	Alan (Ha)	Alan (%)	Alan (Ha)	Alan (%)	Alan (Ha)	Alan (%)
Orman	565.49	7.78	651.78	8.97	697.75	9.60
Yerleşim	833.14	11.46	1669.5	22.97	2617.15	36.01
Tarım	4643.12	63.89	3598.38	49.51	2626.92	36.14
Diğer	1226.11	16.87	1348.2	18.55	1326.04	18.25
Toplam	7267.86	100.00	7267.86	100.00	7267.86	100.00



Şekil 2. AKBÖ haritaları: a) 1987 yılı, b) 2000 yılı, c) 2010 yılı.

3.2. Sınıflama Doğruluğunun Değerlendirilmesi

Uydu görüntülerinden yapılan haritalarının doğruluğunun kabul edilebilir sınırlarda olması çalışmanın başarısı için önemlidir. Çalışmada 1987, 2000, ve 2010 yılları için yapılan haritalar için ortalama sınıflama doğruluk değerleri sırasıyla %85.55, %85.38 ve %91.02 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Kappa istatistik değeri sınıflamanın doğruluğunun ne kadar iyi olduğunu gösterir ve bu çalışma için yıllara göre ortalama kappa doğruluk değerleri sırasıyla 0.8, 0.79 ve 0.88 olarak hesaplanmıştır.

3.3. Arazi Kullanım ve Bitki Örtüsü Değişim Oranı ve Zamansal Değişim Analizleri

AKBÖ değişim oranı çalışma alanındaki değişimin yönünü belirler ve anlaşılmasını kolaylaştırır. Bu oran orman, yerleşim, tarım ve diğer sınıflar için ayrı ayrı hesaplanmıştır (Çizelge 4). Çalışma alanında özellikle çalı formundaki orman kadastrosuna ait alanların ağaçlandırılması orman alanlarının artmasına sebep olduğu görülmüştür (Şekil 2).

AKBÖ zamansal değişimini sınıflar arasındaki değişim belirler ve iki farklı zaman diliminde bir sınıftan diğer sınıflara olan değişimi gösterir. Çizelge 5' te görüldüğü üzere, orman alanlarındaki 86.29 ha'lık büyüme orman alanlarından yerleşim, tarım ve diğer sınıf gruplarına olan değişim ve bu sınıflardan orman sınıfına değişimin sonucudur. 13 yıllık dönem için AKBÖ değişiminin incelenmesi sonucunda, orman alanlarına en fazla dönüşümün diğer sınıf grubundan olduğu gözlemlenirken (128.07 ha), tarım sınıfından 57.96 ha ve yerleşim sınıfından 2.43 ha dönüşüm olmuştur (Çizelge 5). 2000 yılında orman alanlarının 463.32 ha'lık kısmının, 1987 yılında da orman olduğu görülmüştür. Aynı dönemde yerleşim sınıfına orman alanlarından 8.28 ha, tarım alanlarından 601.11 ha ve diğer sınıfından 175.15 ha dönüşüm olmuştur. Çalışma alanında 1987 yılında yerleşim olarak sınıflanmış 563.67 ha alan 2000 yılında da yerleşim olarak sınıflanmıştır. Yerleşim alanları, zamansal değişim gözlemlerinde tarım ve diğer sınıf grubuna yanlış sınıflama nedeniyle dönüştüğü görülmüştür. Bununla birlikte, tarım sınıfı 1987

Çanakkale'de arazi kullanımı ve bitki örtüsü değişiminin uzaktan algılama yöntemleri ile incelenmesi

yılında 4643.01 ha alandan 2000 yılında 3598.29 ha' a düşmüştür. Tarım sınıfının diğer sınıflardan da kazanımı olmuştur. 1987 yılında diğer sınıf grubunda olan 304.11 ha arazi 2000 yılında tarım sınıfına dönüşürken 176.67 ha yerleşim alanı tarım olarak sınıflanmıştır. Gerçekte yerleşim olup da tarım olma olasılığının düşük bir ihtimal olması nedeniyle çalışma alanında yapılan detaylı incelemede, 1987 yılında atıl

kullanım alanı olan alanların sahil düzenleme ve park bahçelerdeki rekreasyon çalışmaları sonucunda yeşil alan olarak kullanıldığı ve bu alanların büyük bir bölümünün 2000 ve 2010 yılında tarım olarak sınıflandığı görülmüştür. Bu durum uydu görüntülerinden yapılan sınıflamanın dezavantajı olarak görülmekle birlikte çok nadir olarak görülen bir durumdur.

Çizelge 3. Landsat TM uydu görüntüsünden oluşturulan sayısal haritanın hata matrisleri

		REFERANS 1987								
SINIFLANAN GÖRÜNTÜ	SINIF	OR	YER	TAR	DİĞ	TOP	ÜD%	KD%	K	
	Orman	56	1	3	4	64	88.89	87.50	0.8342	
	Yerleşim	3	50	8	3	64	90.91	78.13	0.7214	
	Tarım	0	2	57	5	64	81.43	89.06	0.8495	
	Diğer	4	2	2	56	64	82.35	87.50	0.8298	
	Toplam	63	55	70	68	256				
Ortalama sınıflama doğruluğu % 85.55, Ortalama Kappa: 0.81										
		REFERANS 2000								
SINIFLANAN GÖRÜNTÜ	SINIF	OR	YER	TAR	DİĞ	TOP	ÜD%	KD%	K	
	Orman	51	4	5	4	64	91.07	79.69	0.74	
	Yerleşim	0	56	8	0	64	81.16	87.50	0.8289	
	Tarım	3	5	54	2	64	77.14	84.38	0.7849	
	Diğer	2	4	3	55	64	90.16	85.94	0.8154	
	Toplam	56	69	70	61	256				
Ortalama sınıflama doğruluğu % 84.38, Ortalama Kappa: 0.79										
		REFERANS 2010								
SINIFLANAN GÖRÜNTÜ	SINIF	OR	YER	TAR	DİĞ	TOP	ÜD%	KD%	K	
	Orman	63	0	0	1	64	94.03	98.44	0.9788	
	Yerleşim	1	56	5	2	64	90.32	87.50	0.8351	
	Tarım	3	5	54	2	64	87.10	84.38	0.7938	
	Diğer	0	1	3	60	64	92.31	93.75	0.9162	
	Toplam	67	62	62	65	256				
Ortalama sınıflama doğruluğu % 91.02, Ortalama Kappa: 0.88										

OR:Orman, YER:Yerleşim, TAR:Tarım, DİĞ:Diğer, ÜD:Üretici Doğruluğu, KD:Kullanıcı Doğruluğu, K: Kappa

Çizelge 4. AKBÖ değişim oranları

Yıllar	Orman	Yerleşim	Tarım	Diğer
1987-2000	1.09	5.35	-1.96	0.73
2000-2010	0.68	4.49	-3.15	-0.17

Çizelge 5. 1987-2000 yılları arasında AKBÖ değişim matrisleri

Yıllar	1987					
2000	SINIF	Orman	Yerleşim	Tarım	Diğer	Toplam 2000
	Orman	463.32	2.43	57.96	128.07	651.78
	Yerleşim	8.28	563.67	601.11	175.14	1348.2
	Tarım	30.06	176.67	3087.45	304.11	3598.29
	Diğer	63.63	90.27	896.49	618.66	1669.05
	Toplam 1987	565.29	833.04	4643.01	1225.98	7267.32
Yıllar	2000					
2010	SINIF	Orman	Yerleşim	Tarım	Diğer	Toplam 2010
	Orman	593.1	3.6	17.46	83.34	697.5
	Yerleşim	20.34	1175.76	827.64	593.64	2617.38
	Tarım	4.41	112.5	2154.87	355.14	2626.92
	Diğer	33.93	56.34	598.41	637.38	1326.06
	Toplam 2000	651.78	1348.2	3598.38	1669.5	7267.86

AKBÖ' nün 2000-2010 yılları arasındaki değişimi incelendiğinde, orman alanlarının diğer sınıflardan 104.40 ha kazanımıyla, 58.31 ha bu sınıflara kaybı neticesinde toplam 46.09 ha bir artış göstermiştir (Çizelge 5). Bu dönemde yerleşim alanları hızla büyümeye devam ederek 2617.38 ha' a ulaşmıştır. Bu artışın büyük bir bölümünü tarım alanından yerleşim alanına olan 827.64 ha' lık değişim oluştururken, diğer sınıf grubundan da 593.64 ha dönüşüm olmuştur. Aynı dönemde orman alanlarından yalnızca 20.34 ha' lık bir alan yerleşim alanına dönüşürken 3.8 ha alan da yerleşim alanından orman sınıfına dönüşmüştür. Tarım alanlarında, orman sınıfından 4.41 ha, yerleşim sınıfından 112.5 ha ve diğer sınıf grubundan 355.14 ha' lık kazanımla toplam 472.05 ha alan artış olurken, tarım sınıfından orman, yerleşim ve diğer sınıf grubuna toplam 1443.51 ha dönüşüm olmuştur. Bu durum özellikle diğer sınıf grubundan tarıma olan dönüşüm geçici olabileceği düşünülmektedir. 2000-2010 yılları arasında tarım alanlarında diğer sınıf gruplarına net 971.46 ha alan kaybı olmuştur. Bu oran 1987-2000 yıllarında 1044.72 ha olarak belirlenmiştir. Diğer sınıf grubundan tarım sınıfına dönüşen 355.14 ha alana karşı, 598.41 ha' lık alan tarımdan diğer sınıf grubuna dönüşmüştür (Çizelge 5). Bu durum özellikle diğer sınıf grubundan tarıma olan dönüşüm geçici olabileceği düşünülmektedir. Aynı dönemde 56.34 ha yerleşim alanı ve 33.93 ha orman alanı diğer sınıf grubuna dönüşmüştür.

3.4. Arazi Kullanım ve Bitki Örtüsü Değişim Olasılığı

Değişim olasılığı, farklı tarihlerde oluşturulan AKBÖ haritalarında sınıflardan birinin diğer sınıflara dönüşme olasılığını gösterir. Bu çalışmada değişim olasılık matrisleri, Markov teorisi yardımıyla 1987-2000 ve 2000-2010 dönemleri için ayrı ayrı hesaplanmıştır (Çizelge 6, Çizelge 7). Değişim matrisleri incelendiğinde, orman alanlarının yerleşim alanlarına değişim olasılığı 1987-2000 yıllarında 0.010 iken bu rakam 2000-2010 yıllarında 0.015 olmuştur. Orman alanlarından tarım alanlarına değişimi 1987-2000 yıllarında 0.006 iken bu oran 2000-2010 yıllarında daha az olasılık taşımaktadır (0.001) (Çizelge 6, Çizelge 7). Yerleşim alanlarına büyük oranda tarım alanlarından ve diğer sınıftan geçişlerin olduğu görülmektedir. Bu değişimlerin olasılığı 1987-2000 yılında sırasıyla, 0.72 ve 0.21 olarak hesaplanmıştır. Aynı oran 2000-2010 yılları arasında sırasıyla 0.614 ve 0.440 olarak belirlenmiştir. Tarım alanlarındaki azalış, olasılık matrislerinde de dikkat çekmektedir. Orman, yerleşim ve diğer sınıf gruplarından tarım alanlarına olan dönüşüm olasılığının az olduğu, bu oranların 1987-2000 yıllarında sırasıyla 0.006, 0.038, ve 0.065, 2000-2010 yıllarında ise sırasıyla 0.001, 0.031 ve 0.099 olduğu görülmüştür. Her iki dönemde de tarım alanlarından diğer sınıf grubuna büyük oranda arazi dönüşümü olduğu değişim olasılık Çizelgelerinde görülmektedir.

1987-2000 yılları arasında yapılan incelemede tarım grubundan diğer gruba dönüşüm oranının 0.731 olduğu görülmektedir (Çizelge 7). Bu değişim olasılığı 2000-2010 yıllarında da devam etmiş ve 0.358 olasılıkla tarım alanları diğer gruba dönüşmüştür.

3.5. Alan Görünüm Analizi

Arazi tanımlama indeksleri, AKBÖ değişimi hakkında daha detaylı bilgi vermektedir. Parçalı alan sayısı, alan yoğunluk indeksi ve en büyük alan indeksleri, sınıf düzeyinde incelenerek AKBÖ değişiminin nedenleri belirlenmeye çalışılmıştır. Raster formattaki AKBÖ haritaları üzerinde yapılan analizlerde 1987 yılında 116 parça olarak sınıflanan orman alanları, 2000 yılında 107 ve 2010 yılında 91 parça olarak sınıflanmıştır (Çizelge 8). Buna bağlı olarak alan yoğunluk değerleri yıllara göre sırasıyla 0.78, 0.72 ve 0.61 olmuştur. En büyük alan indeksi değerinin 1987' den 2010 yılına giderken büyüdüğü görülmüştür ve sırasıyla 1.56, 2.19 ve 2.57 olarak hesaplanmıştır. Bu durum orman arazi parçalarının büyüdüğünü göstermektedir. Yerleşim 1987 yılında 380 parça alanda sınıflanırken bu değer 2000 yılında 611 adet alanda ve 2010 yılında 504 adet alanda sınıflanmıştır. 2010 yılındaki göreceli azalış, yerleşim alanlarındaki büyüme ile parçaların arasındaki sınırların kalkmasıyla açıklanabilir. Yerleşim alanlarında alan yoğunluk değeri 1987 yılında 2.58 iken, 2000 yılında 4.14 ve 2010 yılında ise 3.42 olmuştur (Çizelge 8). Yerleşim alanının 2010 yılındaki toplam büyüklüğünün artmasıyla alan yoğunluk değerinde bir azalış söz konusu olmuştur (Çizelge 2 ve Çizelge 8) Aynı dönemlerde tarım alanlarında en büyük alan indeksi değerleri sırasıyla 2.43, 1.77 ve 12.12 olmuştur. Tarım alanlarındaki sınıflan alan sayısı 1987 yılında 172 iken, 2000 yılında 302' ye 2010 yılında ise 626' ya çıkmıştır. Benzer değişim doğal olarak alan yoğunluk değerinde de görülmektedir. Tarım alanları için en büyük alan indeksi 1987 yılında 19.40 iken, 2000 yılında 9.60' a, 2010 yılında ise 1.37 ye düşmüştür. Diğer sınıf grubunda 549 olan alan sayısı 2000 yılında 328' e ve 2010 yılında 253' e düşmüştür. En büyük parsel sayısı diğer sınıfı için 1987 yılında 1.81 iken 2000 yılında 6.19 ve 2010 yılında 7.15 olarak hesaplanmıştır.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışma ile Çanakkale ili merkez ilçe yerleşim alanı ve etrafındaki toplam 4 köy ve bir belde yerleşim alan sınırlarında, tarım topraklarının zaman içinde farklı AKBÖ sınıflarına dönüşümünün sayısal olarak belirlenmesine çalışılmıştır. Farklı tarihlerde alınan uydu görüntüleri AKBÖ değişimini belirlemede kullanılabildiği farklı araştırmacılar tarafından belirlenmiştir (Singh, 1989; Yuan ve Elvidge, 1998). Bu çalışmada Landsat TM ve ETM+ görüntüleri kullanılarak yapılan AKBÖ haritalarıyla, Çanakkale şehir merkezinin büyüme doğrultularında tarım

topraklarının şehirleşme amaçlı kullanıldığı görülmüştür. Benzer sonuçlar, Tekirdağ ve İstanbul illerinde yapılan çalışmalarda görülmüştür. Tekirdağ şehir merkezi alanının 2000 ve 2010 yılları arasında % 6.3 oranında artışı gözlenirken (Özyavuz, 2011), İstanbul için büyük değişikliklerin 1995 yılından 2005 yılına arasında artış oranının %24 olduğu Geymen ve Baz (2007) tarafından uydu görüntüleri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada 2000 ve 2010 yılları arasında Çanakkale ili için şehir alanı büyüme oranı bir başka deyişle yerleşim dışı alanlardan şehirleşme amaçlı kullanılan arazi oranı %13.04 olarak bulunmuştur. Bu oranın büyük bir bölümü tarım topraklarından oluşmaktadır. Kara ve Karatepe (2012) Beykoz ilçesi için yoğun yerleşim alanlarındaki artışı 1986-2011 yılları için %4.95 olarak hesaplamışlardır. Aynı çalışmada tarım alanlarında %3.5 oranında bir azalış olduğunu rapor edilmiştir. Lambin ve Geist (2006), ani sosyo-ekonomik ve politik kararlardaki değişikliğin karar alanında AKBÖ değişimlerine neden olduğunu belirtmişlerdir. Az nüfuslu şehirlerde, kurulan Üniversitelerin şehirlerin büyümesinde önemli rol oynamaktadır. Çanakkale merkezinde 1987-2000 yılları arasındaki AKBÖ değişimi 1992 yılında kurulan Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesinin, şehir merkezine yakın tarım alanlarının yerleşim alanlarına kısa sürede dönüşmesine neden olmuştur. Benzer durum Tekirdağ ili için geçerli olduğu Özyavuz,

(2011) tarafından belirtilmiştir. Bu çalışmada Markov işlemi yardımıyla hesaplanan değişim matrisleri ve alana ait alan sayısı, alan yoğunluğu ve en büyük parsel indeks değerleri yardımıyla 1987 yılından 2010 yılına kadar tarım alanlarında büyük azalmanın olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Yerleşim alanlarındaki büyüme ile nüfus arasındaki ilişki doğrusal (R²= 0.99), tarım topraklarının değişimi nüfusun artışıyla ters orantılıdır (R²= 0.99) (Şekil 3). Bu durumun devam etmesi sonucunda Çanakkale ili ve çevresindeki tarım alanlarında parseller sınıf değiştirmeye devam edecek ve tarım toprakları hızla azalacaktır. Verimli tarım alanlarının korunması veya yerleşim alanları için içme suyu havzaları ve yeşil alan olarak muhafaza edilmesi gerek ekonomik gerekse sosyal etkileri nedeniyle oldukça zorlaşmaktadır. Bununla birlikte geleceğe yönelik yerleşim alanlarının seçiminde Çanakkale il merkezi ve çevresindeki tarım yapılmayan ve gelecekte yapılamayacak verimsiz tarım alanlarında planlanmalıdır. Bu değişimin devam etmesi durumunda Çanakkale ili yerleşim merkezi çevresindeki verimli tarım alanlarının hızla yok olması söz konusu olacaktır. Çanakkale ili bu yeni duruma hızla hazırlık yapmanın yanında, belediye ve il özel idaresinin gelişim planlarını yaparken bu durumun göz önünde bulundurulması, oluşacak olumsuz gelişmeleri önleyecektir

Çizelge 6. 1987-2000 yılları için değişim olasılıkları

		2000				
		SINIF	Orman	Yerleşim	Tarım	Diğer
1987	Orman		0.819	0.004	0.102	0.226
	Yerleşim		0.010	0.677	0.721	0.210
	Tarım		0.006	0.038	0.665	0.065
	Diğer		0.052	0.074	0.731	0.505

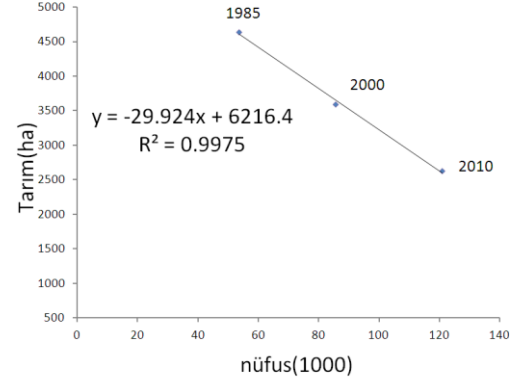
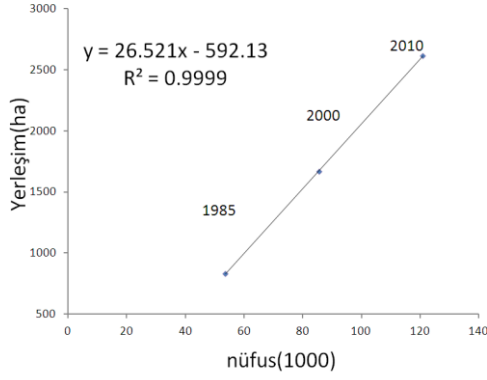
Çizelge 7. 2000-2010 yılları için değişim olasılıkları

		2010				
		SINIF	Orman	Yerleşim	Tarım	Diğer
2000	Orman		0.910	0.006	0.027	0.128
	Yerleşim		0.015	0.872	0.614	0.440
	Tarım		0.001	0.031	0.599	0.099
	Diğer		0.020	0.034	0.358	0.382

Çizelge 8. Alan görünüm analiz değerleri

SINIF	1987 İndeks			2000 İndeks			2010 İndeks		
	NP	PD	LPI	NP	PD	LPI	NP	PD	LPI
Orman	116	0.78	1.56	107	0.72	2.19	91	0.61	2.57
Yerleşim	380	2.58	2.43	611	4.14	1.77	504	3.42	12.12
Tarım	172	1.16	19.40	302	2.05	9.60	626	4.25	1.37
Diğer	549	3.72	1.81	328	2.22	6.19	253	1.71	7.15

NP: Alan Sayısı, PD: Alan Yoğunluk Değeri, LPI: En Büyük Alan İndeksi



Şekil 3. Çanakkale ili ve etrafında zamana bağlı olarak tarım ve yerleşim alanları ile nüfus arasındaki ilişki

5. KAYNAKLAR

- Balster, H. 2000. Markov Chain Models for vegetation dynamics. *Ecological Modelling*, 126: 139-154.
- Chavez, P.S. Jr. 1988. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. *Remote Sensing of Environment*, 24: 459-479.
- Chen, X., Vierling, L., Deering, D. 2005. A simple and effective radiometric correction method to improve landscape change detection across sensors and across time. *Remote Sensing of Environment*, 98: 63-79.
- Congalton, R.G., Green, K. 1999. Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices. Lewis Publishers Boca Raton, FL.
- DeFries, R.S., Houghton, R.A., Hansen, M.C., Field, C.B., Skole, D., Townshend, J. (2002). Carbon emissions from tropical deforestation and regrowth based on satellite observations for the 1980's and 1990's, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99: 14256-14261.
- Foody, G.M., Palubinskas, G., Lucas, R.M., Curan, P.J., Honzák, M. 1996. Identifying terrestrial carbon sinks: classification of successional stages in regenerating tropical forest from Landsat TM data. *Remote Sensing of Environment*, 55:205-216.
- Forman, R.T.T., Gordon, M. 1986. *Landscape ecology*, J. Wiley and Sons, New York.
- Genç, L., Bostancı, Y.B., 2007. TROİA milli parkı arazi kullanım ve bitki örtüsü değişiminin uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi yardımıyla belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(1): 27-41.
- Genç, L., Aşar, B., Sayı, Ö., Egesel, B., Gider, A., Uzunöz, U., Saçan, M., Yüksel, B., Uzbasan, U. 2010. Landsat Uydu Görüntüsü Yardımıyla Çanakkale İli Arazi Kullanım ve Bitki Örtüsü Haritasının Belirlenmesi. 1. Ulusal sulama ve tarımsal yapılar sempozyumu, bildiriler kitapçığı, cilt 2, p: 994-998 K.S.Ü. Kahramanmaraş.
- Güre, M., Özel, M.E., Özcan, H. 2009. Corine arazi kullanımını sınıflandırma sistemine göre Çanakkale ili. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, 13(3): 37-48.
- Geymen, A. ve Baz, İ. 2007. İstanbul Metropolitan Alanındaki Arazi Kullanım Değişimi ve Nüfus Artışının İzlenmesi TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 30 Ekim -02 Kasım 2007, KTÜ, Trabzon
- Hall, F., Townshend, J., Engman, T. 1995. Status of remote sensing algorithms for estimation of land surface state parameters. *Remote Sensing of Environment*, 51: 138-156.
- Jensen, J.R. 1996. *Introductory digital image processing: A remote sensing perspective*. Prentice-Hall, UpperSaddle River, NJ.
- Jensen, J.R. 2005. *Introductory digital image processing: A remote sensing perspective*. John R. Jensen. 3rd ed., Pearson Education Inc., Upper Saddle River, NJ.
- Joshi, P.K., Agarwal, S.S., Roy, P.S. 2001. Forest cover assessment in western Himalayas, Himachal Pradesh using IRS 1C/ 1D Wifs data, *Indian Institute of Remote sensing (National Remote Sensing Agency) Current Science*, 80(8): 941-947.
- Joshi, C., Leeuw, J. de, Andel, J. van, Skidmore, A.K., Lekhak, H.D., Norbu, D.I.C. van, Norbu, N. 2006. Indirect remote sensing of a cryptic forestunderstorey invasive species. *Forest Ecology and Management*, 225: 245-256.
- Kara, F. ve Karatepe, A. 2012. Uzaktan Algılama Teknolojileri İle Beykoz İlçesi (1986-2011) Arazi Kullanımı Değişim Analizi *Marmara Coğrafya Dergisi Sayı: 25, Temmuz - 2012, s. 378-389*
- Lambin, E.F., Geist, H.J., 2006. *Land use land cover change local processes and global impacts*. Springer, Berlin.
- Lele, N.V., Joshi, P.K., Agarwal, S.P., 2005. Remote sensing for forest cover dynamics in North-East India. *Indian Journal of Forestry*, 28: 217-224.
- Logofet, D.O., Lesnaya, E.V. 2000. The mathematics of Markov models: What Markov Chains can really predict in forest succession. *Ecological Modelling*, 126: 285-298.
- Lu, D., Mausel, P., Brondizios, E., Moran, E., 2004. Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 25: 2365-2407
- Munsi, M., Malavia, S., Oinarn, G., Joshi, P.K.A. 2010. Landscape approach for quantifying land-use and land cover change (1976-2006) in middle Himalaya. *Regional Environmental Change*, 10: 145-155.
- Özyavuz, M. 2011. Tekirdağ Kent Merkezinin Zamansal Değişiminin Uzaktan Algılama İle İncelenmesi 8(1) *Tekirdağ Ziraat Fakültesi*
- Puyravuad, J. 2003. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forestry Ecology Management*, 177: 593-596.
- Ressy, C.S., Rao, K.R.M., Pattanaik, C., Joshi, P.K. 2008. Assessment of large scale deforestation of Nawarangpur district, Orissa, India: A remote sensing based study. *Environmental Monitoring Assessment DOI: 10.1007/s10661-008-0400-9*.

- Rogan, J., Chen, D.M. 2004. Remote Sensing technology for mapping and monitoring land-cover and land-use change. *Progress in Planning*, 61: 301-325.
- Singh, A. 1989. Digital change detection techniques using remotely sensed data. *International Journal of Remote Sensing*, 10: 989-1003.
- Song, C., Woodcock, C.E., Seto, K.C., Lenney, M.P., Macomber, S.A. 2001. Classification and change detection using Landsat TM data: When and how to correct atmospheric effects? *Remote Sensing of Environment*, 75: 230-244.
- Turner, B.L.II., Skole, D., Sanderson, S., Fisher, G., Fresco, L., Leemans, R. 1995. Landuse and land-cover change: Science and research plan. Stockhdm and Geneva: International Geosphere-Bioshere Program and the Human Dimensions of Global Environmental Change Programme IGBP Report No. 35 and HDP Report No. 7.
- TÜİK, 2011. www.tuik.gov.tr
- Weng, Q. 2002. Land use change analysis in Zhujiang Delta of China using satellite remote sensing, GIS and stochastic modeling. *Journal of Environmental Management*, 64: 273-284
- Yeh, A.G.O., Li, X. 1999. Economic development and agricultural land loss in the pearl River Delta, China. *Habitat International*, 23: 373-390.
- Yuan, D., Elvidge, C. 1998. NALC land cover change detection pilot study: Washington DC area experiments. *Remote sensing of Environment*, 66:166-178.