

İgneada Arazi Örtüsü ve Kullanımı Değişiminin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Belirlenmesi

Filiz BEKTAŞ BALÇIK¹, A. Gonca BOZKAYA², Çiğdem GÖKSEL¹, A. Özgür DOĞRU¹, N. Necla ULUĞTEKİN³, Seval SÖZEN⁴

Özet

Bu çalışmanın amacı 1984, 1990, 2000 ve 2010 yıllarına ait Landsat 5 TM uydu görüntülerini kullanarak İgneada koruma bölgesi ve yakın civarındaki yerleşim alanlarında meydana gelen arazi örtüsü ve kullanımı değişimlerinin belirlenmesi ve analizidir. Çalışmada kullanılan yöntem 6 temel basamaktan oluşmaktadır: 1- Görüntü ön işleme (Atmosferik, radyometrik ve geometrik düzeltme), 2-ISODATA (Iterative Self Organizing Data Analysis) kontrolsüz sınıflandırma yöntemi ile sınıflandırma (CORINE (Coordination of Information on the Environment) arazi örtüsü lejantına göre), 3- Sınıflandırmanın doğruluk analizinin hesaplanması (genel doğruluk ve Kappa istatistikleri ile), 4- Raster verilerin vektör veri formatına dönüştürülmesi, 5-Değişim tespiti.

Anahtar Sözcükler:

Arazi kullanımı/Arazi örtüsü, Uzaktan Algılama, Görüntü işleme, Coğrafi Bilgi Sistemi, İgneada

Abstract

Land Use and Cover Change Detection of İgneada Using Remote Sensing and Geographic Information System

In this study, the purpose is to detect and to analyse land use land cover change in İgneada urban area and its surroundings by using 1984, 1990, 2000 and 2010 dated Landsat 5 TM data set. The methodology involves 6 basic steps: 1- Image preprocessing (including atmospheric and radiometric correction), 2- ISODATA Unsupervised classification based on CORINE legend, 3- Classification accuracy assessment by using Kappa and error matrix, 4- Raster to vector conversion 5- Change Detection.

Key Words:

Land use/land cover, Remote Sensing, Image Processing, Geographic Information System, İgneada

1. Giriş

Ekolojik öneme sahip alanların farklı statülerde koruma alanı olarak ilan edilmeleri biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilirliği için kullanılan koruma yöntemlerinden biridir (ÇAKMAK 2008). Bu koruma bölgeleri insan, hayvan ve bitki topluluklarının yaşam kalitelerinin artırılmasında önemli rol oynarlar. Ekolojik önemlerinin yanı sıra sosyo-kültürel, ekonomik ve psikolojik etkileri birçok bilimsel çalışmada belirtilmiştir (THOMPSON 2002 CHIESURA 2004). Koruma altında

olmalarına rağmen bu alanlarda zaman içerisinde kaynağın aşırı ve bilinçsiz kullanımı, doğal ya da kasti yangınlar, bilinçsiz avlanma, tarımsal faaliyetler, yerleşim alanlarının ve nüfusun artması gibi faktörlerden dolayı değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimlerin doğru ve güvenilir bir biçimde tespit edilmesi kanunlar ile korunan bu değerli alanların daha etkili korunması için stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarında meydana gelen değişimlerin belirlenmesi ve analizi için gerekli olan verinin ve ortamın sağlanması için kullanılan ideal araçlar olarak kabul edilmektedir (BERBEROĞLU 2003). Ülkemizde kentsel ve kırsal arazi örtüsü ve kullanımı değişimlerinin tespitinde farklı uydu görüntülerinin kullanıldığı birçok bilimsel çalışmada (BEKTAŞ BALÇIK ve GÖKSEL 2005, DOĞRU vd. 2008, BALIK ŞANLI vd. 2008, DOYGUN vd. 2003, KURUCU ve KÜÇÜKYILMAZ CHRISTINA 2008, ÖZYAVUZ 2011, BEKTAŞ BALÇIK vd. 2011) yaygın olarak bu teknolojiler kullanılmıştır. Bu teknolojilerin koruma alanları örneğinde periyodik ekosistem izleme ve ileriye dönük yönetim kararları aracı olarak kullanımının ülkemizde yaygınlaştırılması bu alanların daha gerçekçi bir şekilde korunmasını ve habitat değerlerinin sürekliliğini sağlayacaktır.

Avrupa Birliği 7. Çerçeve Programı tarafından desteklenen EnviroGRIDS Projesi kapsamında gerçekleştirilen bu çalışmada orta çözünürlüğe sahip zamansal Landsat 5 TM uydu görüntüleri kullanılarak İgneada Koruma Bölgesi sınırları içerisinde yer alan kentsel gelişim alanları ve yakın çevrelerinde meydana gelen arazi örtüsü ve kullanımı değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. EnviroGRIDS Projesi, Karadeniz Havzası'nda sürdürülebilirliğin ve hassasiyetin değerlendirilebilmesi için geçmişteki, günümüzdeki ve gelecekteki durumun belirlenebilmesi için büyük öneme sahip verilerin toplanması, depolanması, dağıtılması, analiz edilmesi, görselleştirilmesi ve yayımlanması için bu bölgede yeni uluslararası standartları kullanma kapasitesini geliştirmeyi amaçlamaktadır. EnviroGRIDS projesinin bilimsel amacı, Karadeniz Havzası'nda arazi kullanımı/razi örtüsü, iklim ve nüfus değişikliklerinden etkilenen su kalitesi ve miktarındaki değişimlerin 50 yıllık bir süreç için tahmin edilerek söz konusu değişimlerin biyoçeşitlilik, tarım, ekosistem, sağlık, enerji ve doğal afet konularındaki etkisini belirlemektir. Bu kapsamda projede, gerçekleştirilen ileriye dönük tahminler sonucu adı geçen konu başlıklarında ortaya çıkan senaryoların değerlendirilerek karar vericileri destekleyecek bir sistem oluşturulması amaçlanmıştır. Söz konusu sistem bilimsel/

¹Yrd. Doç. Dr., ²Şehir ve Bölge Plancısı., ³Prof. Dr., İTÜ İnşaat Fak. Geomatik Müh. Böl. 34469 Maslak/İstanbul

⁴Prof. Dr., İTÜ İnşaat Fak. Çevre Müh. Böl. 34469, Maslak/İstanbul

teknik ortaklar, paydaşlar ve toplum sınırında faaliyet gösteren bir müşterek bilgi sistemini içerecektir (URL1, BEKTAŞ BALÇIK vd. 2009).

İğneada koruma bölgesi ve yakın civarındaki yerleşim alanlarında meydana gelen arazi örtüsü ve kullanımı değişim tespiti çalışmasında kullanılan yöntem 7 temel basamaktan oluşmaktadır: 1- Görüntü ön işleme (Atmosferik, radyometrik ve geometrik düzeltme), 2-ISODATA kontrolsüz sınıflandırma yöntemi ile sınıflandırma (CORINE arazi örtüsü lejantına göre), 3- Sınıflandırmanın doğruluk analizinin hesaplanması (genel doğruluk ve Kappa istatistikleri ile), 4- Raster verilerin vektör veri formatına dönüştürülmesi, 5-Değişim tespiti. Bu çalışma ile kaynakların mevcut durumunun, zamansal değişiminin ve bölge stratejilerinin de yansıtıldığı coğrafi analizler ve kartografik sunular, planlama ve izleme çalışmalarında özellikle karar vericiler için güçlü bir referans olarak katkı sağlayacaktır.

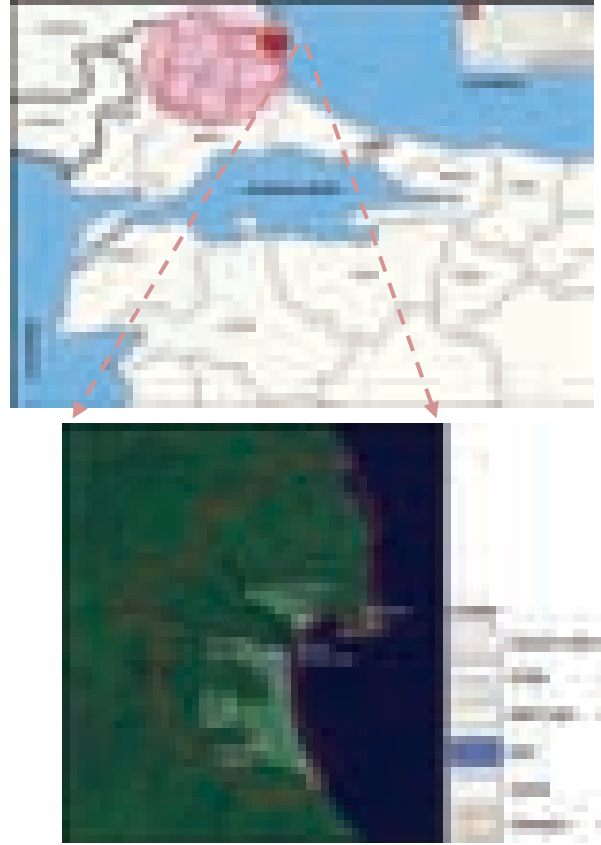
2. Çalışma Bölgesi

Türkiye'nin kuzeybatısında, Marmara Bölgesi'nde Kırklareli ili sınırları içerisinde yer alan İğneada çalışma bölgesi olarak seçilmiştir (Şekil 1: a). Nüfusu 2349 olup, yaz aylarında beldeye gelen ziyaretçilerle bu rakam 10.000'i aşmaktadır. Yöre insanı geçimini ağırlıklı olarak orman işçiliği, hayvancılık, balıkçılık ve turizm gelirlerinden elde etmektedir (ANONİM 2007). Projenin çalışma alanı İğneada koruma bölgesi ve yakın civarındaki ikinci konutlar, liman bölgesi ve Limanköy yerleşimini içine alan bölgedir (Şekil 1: b).

Çalışma bölgesinde, Yıldız (Istranca) Dağlarından Karadeniz'e doğru akan dereler, denize ulaşmadan kıyı şeridinde bulunan göllerde ve bu göllerin bataklık alanlarında son bulur. Ancak denizle bağlantıları kumullar ile kesilen göl ve bataklıklar, ilkbahar, sonbahar ve kış mevsimlerinde yağışlarla birlikte gelen sularla taşar ve düz araziye kaplarlar. Bu taşkın alanlar bölgedeki Longoz (su basar) alanlarını ve birbirinden farklı deniz, göl ve orman ekosistemlerini oluştururlar. Ülkemizde bu tip ekosistemlere İğneada Longozu, Sakarya Karasu Acarlar Longozu ve Sinop Sarıkum Longozu olmak üzere sadece üç yerde rastlanmaktadır ve bu tip ekosistemler çok hassas ve kolay tahrip edilebilir niteliktedir.

Ulusal ve Avrupa ölçeğinde korunabilmiş en önemli Su-basar (longoz) Ormanının yer aldığı İğneada Bölgesi içerdiği farklı ekosistemleriyle yöredeki birçok hayvan ve bitki türü için kaliteli ve farklı yaşam alanları oluşturmaktadır. Tatlı, tuzlu ve acı su sistemlerinin görüldüğü sulak alanları, delta ve açık kıyıları, tatlı su bataklıkları ve çamur düzlükleri, turba alanları ve bataklık ormanları gibi canlılar açısından oldukça önemli yaşam alanı tipleri bölgede yer almaktadır. Fauna envanter çalışmaları sonucunda, 310 böcek türü, 8'i Bern Listesinde korunması gereken türler kategorisinde bulunan 30 balık türü, 49 memeli türü (Türkiye'deki tür sayısının %34'ü, Trakya'daki memelilerin ise % 57'si), 194 kuş türü (Türkiye'deki tür sayısının neredeyse %50 si), 3'ü Bern Listesinde kesinlikle korunması gereken türler listesinde yer alan 11 sürüngen ve 6 iki yaşamlı türü tespit edilmiştir. Flora envanter çalışmaları sonucunda ise 592 tür tespit edilmiştir. Bu bitkilerin, 3'ü endemik, 13'ü ise küresel ölçekte tehlike altında tür statüsündedir. Alan, kum bandı üzerindeki nite-

likli bitki örtüsü ve uluslararası sözleşmelerle korunan bitki türlerinin bulunduğu zengin kumul ve sulakalan vejetasyonu nedeniyle oldukça önemlidir. İğneada Bölgesi Önemli Kuş Alanı (ÖKA), Önemli Bitki Alanı (ÖBA), WWF Küresel 200 eko-bölge dahilinde bir çekirdek alan ve potansiyel bir Natura 2000 sahası olması sebebi ile ülkemizdeki ve Karadeniz'deki değerli alanlardandır (ANONİM 2007).



Şekil 1 : a) Marmara Bölgesi ve İğneada b) Çalışma Sınırı

İğneada'nın longoz ormanları ülkemizdeki önemli koruma alanlarından biridir. Hassas ekosistemleri bünyesinde barındırdığı için önceleri Tabiatı Koruma Alanı, Doğal Sit, Yaban Hayatı Koruma Sahası gibi parçalı bir koruma yaklaşımı ile korunurken, Bakanlar Kurulu'nun 03.11.2007 tarihli kararı ile daha geniş alanda (3155 ha.) bütüncül bir koruma amacı ile milli park ilan edilmiştir. Ekolojik hassasiyeti ve önemine rağmen halen, baraj projesi ve İstanbul'a su aktarımı, liman projesi, sahil yolu projesi gibi ciddi tehditlerle karşı karşıya bulunan bölgede ayrıca sulak alanlarda yapılaşmanın artması, bilinçsiz rekreasyonel kullanımlar gibi çeşitli kentsel baskılar mevcuttur.

3. Materyal ve Yöntem

3.1 Kullanılan Veriler

Çalışmada 07.09.1984, 07.08.1990, 18.08.2000 ve 15.09.2010 tarihli Landsat 5 TM uydu görüntüleri İğneada'da meydana gelen arazi örtüsü ve kullanımı değişiminin belirlenmesi için kullanılmıştır. Landsat 5 TM görüntüsü 7 bantlı ve 6. bant (ısı bant) hariç 30 m mekansal çözünürlüğe sahiptir.

LANDSAT TM algılayıcısının görünür ve yakın kızılötesi bölgede dört spektral bandı (VNIR; 0.45-0.52 µm, 0.52-0.60 µm, 0.63-0.69 µm ve 0.76-0.90 µm, 30 m), orta kızılötesi bölgede iki bandı (SWIR; 1.55-1.75 µm ve 2.08-2.35 µm, 30 m), ve termal kızılötesi bölgede bir bandı (10.4-12.5 µm, 120 m; ETM için 60 m) mevcuttur. Uydu yeryüzünden 705 km yükseklikte olup, bir görüntü çerçevesinin yerde kapladığı alan 185 kmx185 km'dir. 8 bitlik radyometrik çözünürlüğe sahip olan uydunun tekrarlama zamanı 16 gündür. Çalışmada yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ve arazi çalışmaları sırasında çekilen fotoğraflar sınıflandırma ve doğruluk değerlendirmesi işlem adımlarında kullanılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Görüntü Ön İşleme

Görüntülerde atmosferik parçacıklardan dolayı meydana gelen etkileri en aza indirmek ve sistem hatalarını ortadan kaldırmak için Landsat 5 TM uydu görüntülerine radyometrik ve atmosferik düzeltme uygulanmıştır (LIANG 2004, SONG vd. 2001). Bu çalışmada, uydu görüntülerine ait sayısal değerler görüntü dosyaları ile birlikte temin edilen bilgi dosyalarında bulunan kazanç (gain) ve sapma (bias) değerleri kullanılarak öncelikle radyans değerlerine dönüştürülmüştür. 1 numaralı eşitlik ile bu işlem gerçekleştirilmiştir.

$$L_{\lambda} = C_0 + C_1 * DN \quad (1)$$

Bu eşitlikte,

L_{λ} = radyans

C_0 ve C_1 ($mW \text{ cm}^{-2} \text{ sr}^{-1} \text{ } \mu\text{m}^{-1}$) = Sapma ve Kazanç Değerleri

DN (Digital Number) = Sayısal Değer

Aşağıdaki 2. eşitlik kullanılarak görüntü radyans değerleri uydu yansıtma değerlerine dönüştürülmüştür ve güneş aydınlanmasının neden olduğu farklılıklar düzeltilmiştir.

$$R = (\pi * L_{\lambda} * d^2) / (ESUN_{\lambda} * \cos\theta) \quad (2)$$

Burada; R birimsiz spektral yansıtım değeri (yer yüzeyindeki), L_{λ} algılayıcıya ulaşan spektral radyans değeri, d astronomik birimde, dünya ile güneş arasındaki mesafe ($d = 1 - 0.01674 * \cos(0.9856 * (JD - 4))$) JD: Jülyen Tarihi eşitliği ile hesaplanmaktadır), $ESUN_{\lambda}$ ortalama solar irradyans değeri ($W \text{ m}^{-2} \text{ } \mu\text{m}^{-1}$), θ derece biriminde Güneş zenit açısı ($90^{\circ} - \text{Güneş yükseklik açısı}$)'dır.

Atmosferik bozulmaların giderilmesi için farklı düzeltme yöntemleri geliştirilmiştir. Bu çalışmada atmosferik düzeltme, bilimsel çalışmalarda kullanım kolaylığından dolayı yaygın olarak kullanılan koyu nesne çıkartılması Dark Object Subtraction (DOS) (CHAVEZ JR 1988) yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Bu homojen atmosfer koşulları ve görüntüde yansıtım değerleri çok düşük olan koyu nesnelere olduğu kabul edilmektedir. Görüntüye ait histogramdaki minimum yansıtım değerleri çok koyu renkte olan su ve bazı gölgede kalan alanlar kullanılarak tespit edilir ve bunlar her bir bant için tüm piksel değerlerinden çıkarılır. Minimum yansıtım değerleri her bir bant için ayrıdır ve bu nedenle işlem tüm bantlar için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Çalışmada uygulanan radyometrik ve atmosferik düzeltme işlemleri ENVI 4.7 görüntü işleme programı ile gerçekleştirilmiştir.

Atmosferik ve radyometrik düzeltme işlemlerinden sonra uzaktan algılanmış görüntülerde ilk kaydedildikleri zaman oluşan sistematik ve sistematik olmayan hataların giderilmesi için geometrik düzeltme uygulanmıştır (RICHARDS 2003). Dört görüntünün aynı koordinat ve izdüşüm sistemine sahip olması değişim tespiti çalışmalarında doğru sonuçlar elde edebilmek için kaçınılmazdır. Geometrik düzeltme için 2010 görüntüsü temel olarak alınmıştır. Görüntülerden homojen olarak dağılmış ve kolaylıkla ayırt edilebilecek alanlar Yer Kontrol Noktaları (YKN) olarak seçilmiştir. Afin dönüşüm ile geometrik bozulmalar giderilmiş ve Karesel Ortalama Hata (KOH) tüm görüntüler için 0,5 pikselin altında elde edilmiştir. Tüm görüntülerin piksel bazında birbiriyle tamamen örtüşmesi sağlanarak ISODATA (Iterative Self Organizing Data Analysis) kontrolsüz sınıflandırma algoritması uygulanmıştır.

3.2.2 Sınıflandırma

Bir görüntüdeki her bir piksel değerinin sahip olduğu özellik grubunun belirlenmesi ve seçilen bantlar için benzer spektral özelliklere sahip piksellerin özellik gruplarına atanması işlemi sınıflandırma olarak tanımlanmaktadır. Temeli genel olarak nesnelere farklı spektral yansıtımlara sahip olmasına dayanmaktadır. Sınıflandırma yöntemleri hakkında ayrıntılı bilgi farklı bilimsel çalışmalarda yer almaktadır (LILLE-SAND ve KIEFER 1997).

Bu çalışmada piksel değerlerinin tekrar tekrar sınıflandırılarak en uygun küme merkezlerinin belirlendiği ISODATA kontrolsüz sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmada öncelikle 250 spektral küme oluşturulmuş (12 iterasyon) ve daha sonra benzer kümeler birleştirilmiş ve çalışmanın amacına uygun spektral sınıfları gösteren tematik haritalar oluşturulmuştur. Sınıflandırmanın kategorilerinin belirlenmesinde uluslararası bir sınıflama sistemi olan CORINE (Coordination of Information on the Environment) kullanılmıştır. Birinci düzeyde 5 adet en genel (yapay yüzeyler, tarım alanları, ormanlık ve doğal alanlar, sulak alanlar, su kütleleri) sınıf, ikinci düzeyde 15 ana sınıf ve üçüncü düzeyde ise 44 temel sınıf bulunmaktadır (YILMAZ 2010). Uydu görüntülerinden elde edilen sınıflandırma sonuçlarının doğruluklarının belirlenmesi, uzaktan algılama verilerinden üretilen tematik haritaların kalitesinin ve kullanılabilirliğinin değerlendirilmesini için gerekmektedir (FOODY 2002). Doğruluk değerlendirmesi, görsel olarak referans verilerle karşılaştırılarak ve/veya istatistiksel olarak gerçekleştirilir. Çalışmada sınıflandırma sonuçları arazi çalışmaları, bölgeye ait hava fotoğrafları ve yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ile karşılaştırılarak doğruluk değerlendirmesi yapılmıştır. Sınıflandırmanın doğruluk analizi bu veri üzerinden seçilen 100 noktanın yer gerçeği verileri ile karşılaştırılması sonucunda elde edilmiştir.

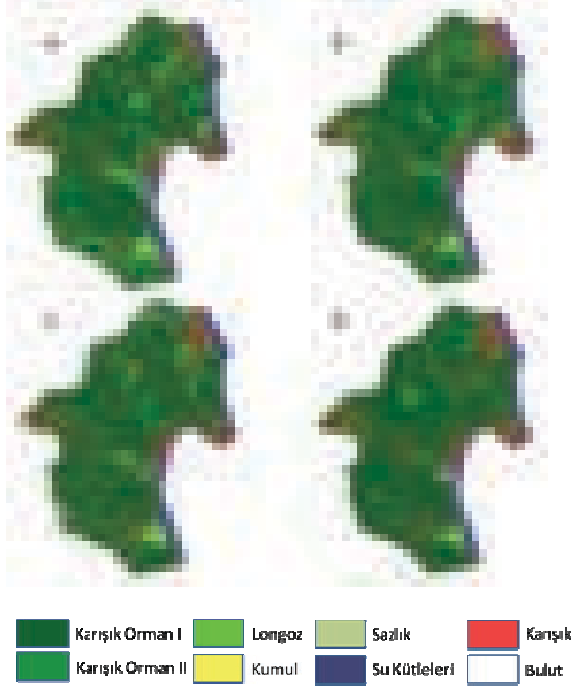
4. Sonuç ve Öneriler

Sınırlı olan doğal kaynakların korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için doğru koruma stratejilerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarının ve değişimlerinin belirlenmesi etkili stratejilerin belirlenmesi için gerekmektedir. Bu çalışmada İğneada için gerekli altyapıyı sağlamak amacıyla 26 yıllık periyoddaki görüntüler ele alınmıştır. Farklı tarihli uydu görüntülerine

uygulanan kontrolsüz sınıflandırma sonuçlarına göre İğneada çalışma bölgesi sınırları içinde arazi örtüsü ve arazi kullanımını değişimi tespit edilmiştir. Sınıflandırma sonuçları Şekil 2’ de yıllara göre meydana gelen alansal değişimler ise Tablo 1’ de verilmiştir. Kontrolsüz sınıflandırma ile bölgeye ait karışık orman I ve II, su kütleleri, kumul alanlar, sazlık, longoz ve karışık sınıfları ile ilgili alansal veriler üretilmiştir. Lejantta Karışık Orman II sınıfı olarak belirtilen alanlar orman plantasyon alanlarını ifade etmektedir. Bu alanlar karışık orman ve longoz ormanı ağaçlarının gençleştirilmesi için ağaç yetiştirilen alanlardır ve bu bölgelerde dönem dönem ağaçlar kesilerek, yeni ağaçlar dikilmektedir. Karışık sınıf ise yol (anayol, arayol ve orman içi yollar), yerleşim, tarım (halkın besin ihtiyacını karşılamak için kullandığı tarımsal alanlar) alanı ve açık alan (üzerinde herhangi bir bitki örtüsü ve arazi kullanımı bulunmayan alanlar) sınıflarını içermektedir.

Tablo 1 sonuçlarına göre çalışma bölgesi olarak seçilen alanda karışık orman I sınıfında 1984 ile 2010 yılları arasında 1025 ha alan artışı gözlenmektedir. Bunun sebebi bölgede ağaçlandırma çalışmalarının yapılmasıdır. Longoz ormanları örneğinde sonuçlar irdelendiğinde longoz orman alanında 1344 ha dan 447 ha bir düşüş gözlenmektedir. Bunun en önemli sebebi çalışma bölgesinde karışık orman sınıfları ile longoz orman sınıflarının birbirleri ile gösterdikleri benzer yansımadan dolayı meydana gelen karışık pikseller olarak açıklanabilir. Karışık sınıfında gözlenen 466 ha artış bölgede yapılaşmanın (yol ve yerleşim alanlarının) arttığını ifade etmektedir. Elde edilen sonuçlara göre 1984 yılından beri alanın en yaygın arazi örtüsü tipi ormandır. Orman varlığının kaybedilmeden günümüze kadar gelmesindeki en büyük etken alanın sahip olduğu koruma statüleridir.

Çalışma bölgesi olarak seçilen İğneada koruma alanı ve çevresi heterojen doğal alanları barındırmaktadır. Bu alanların orta çözünürlüğe sahip Landsat 5 TM uydu görüntüleri ile yüksek doğrulukta sınıflandırılmaları benzer spektral yansımalarından dolayı oldukça güçtür.



Şekil 2: ISODATA yöntemi ile sınıflandırılmış Landsat 5 TM a) 1984 b) 1990 c) 2000 d) 2010

Tablo 1: Sınıflandırma sonuçları

Sınıflar	1984 Alan (ha)	1990 Alan (ha)	2000 Alan (ha)	2010 Alan (ha)
Karışık Orman I	17258	17038	17257	18283
Karışık Orman II	2434	3113	1919	1811
Longoz	1344	730	1077	447
Bataklık	306	173	181	299
Kumul	157	146	109	124
Su Kütleleri	1335	1278	1337	1404
Karışık	1153	1486	1882	1619
Bulut	0	23	225	0
Toplam Alan	23987	23987	23987	23987

Yapılan çalışmanın doğruluk değerlendirmesi sonuçları genel doğruluk ve Kappa değerleri hesaplanarak elde edilmiştir (Tablo 2). Genel doğruluk ve Kappa katsayı değerleri çalışmanın kabul edilebilir doğrulukta yapıldığını ortaya koymuştur. Ancak karışık piksel probleminin çözülmesi ile elde edilen doğruluğu yüksek sonuçlara ulaşılması sınıflandırma sonuçlarını temel alan analizlerin doğruluğunu arttıracaktır.

Tablo 2: Genel doğruluk ve Kappa istatistik Değerleri

Tarih	Genel Doğruluk	Kappa İstatistik %
1984	86.00	0.8191
1990	90,00	0.8546
2000	87.88	0.8542
2010	89.45	0.8721

Sonuç olarak farklı koruma statülerine sahip olan İğneada ve benzer alanların mevcut durumlarının belirlenmesi, arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarında meydana gelen değişimlerin tespit edilmesi için yüksek çözünürlüğe sahip uydu görüntülerinin kullanılması veya daha farklı sınıflandırma algoritmaları ile sınıflandırılmaları daha doğru ve güvenilir sonuçların üretilmesi için gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma EnviroGRIDS projesi kapsamında gerçekleştirilmiş olup; Avrupa Birliği 7. Çerçeve Programı tarafından desteklenmiştir. Bu nedenle çalışmaya destek veren Avrupa Komisyonu’na teşekkürü bir borç biliriz.

5. Kaynaklar

ANONİM, 2007: **Koruma Alanı Planlama ve Yönetimi Danışmanlık Hizmetleri: YÖNETİM PLANI.** Çevre ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Ankara.

BALIK ŞANLI F., BEKTAŞ BALÇIK F., GÖKSEL Ç., 2007: **Defining temporal spatial patterns of mega city Istanbul to see**

- the impacts of increasing population.** Environmental Monitoring and Assessment, 146, (1-3), pp. 267-275.
- BEKTAŞ BALÇIK F., DOĞRU A. Ö., KÖKTUNA M., TEKSOY S., GÖKSEL Ç., SÖZEN S., ULUĞTEKİN N., 2009: **Karadeniz Havzası'nda Sürdürülebilir Kalkınmayı Destekleyici Gözleme ve Değerlendirme Sisteminin Oluşturulması.** TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, İzmir, s. CD.
- BEKTAŞ BALÇIK F., GÖKSEL Ç., BOZKAYA, G., DOĞRU A.Ö., ULUĞTEKİN N., SÖZEN S., 2011: **Ecosystem Monitoring Using Digital Change Detection Method: Example of İğneada Mangrove Forest.** OpenWater Symposium, Delft, Hollanda (Basılmamış çalışma).
- BEKTAS BALÇIK, F., GÖKSEL, Ç., 2005: **Remote Sensing And GIS Integration For Land Cover Analysis, A Case Study: Bozcaada Island.** Water Science and Technology, 51, 11, pp. 239-244.
- BERBEROĞLU, S., 2003: **Sustainable Management for the Eastern Mediterranean Coast of Turkey.** Environmental Management, 31, 442-451.
- CHAVEZ JR, P. S., 1988: **An Improved Dark-Object Subtraction Technique For Atmospheric Scattering Correction Of Multispectral Data.** Remote Sensing of Environment, 24, 459-479.
- CHIESURA A., 2004: **The Role of Urban Parks for the Sustainable City.** Landscape and Urban Planning, 68, pp. 129-138.
- ÇAKMAK M., 2008: **Biyolojik Çeşitliliğin Hukuken Korunması ve Kamu Yararı.** Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 57, 133-166.
- DOĞRU A. O., BEKTAŞ BALÇIK F., BALIK ŞANLI F., GÖKSEL Ç., ULUGTEKİN N., 2008: **Izmir Bird Paradise Change Detection Analysis: Remote Sensing and GIS Integration.** Fresenius Environmental Bulletin, 18, 1, pp. 51-56.
- DOYGUN H., BERBEROĞLU S., ALPHAN H., 2003: **The determination of land use changed by using remote sensing in Burnaz coastal dunes, Hatay.** Ekoloji 12: pp. 4-9
- FOODY G. M., 2002: **Status of land cover classification accuracy assessment.** Remote Sensing of Environment, 80, pp. 185-201.
- KURUCU Y., KÜÇÜKYILMAZ CHRISTINA N., 2008: **Monitoring Of The Impacts Of Urbanization and Industrialization on The Agricultural Land and Wetland Land Use in Balçova Delta By Remote Sensing and GIS Technique.** Environmental Monitoring and Assessment, 136: pp. 289-297.
- LIANG S, 2004: **Quantitative Remote Sensing of Land Surfaces,** John Wiley and Sons, New Jersey, USA.
- LILLESAND T.M., KIEFER R.W., 1987: **Remote Sensing and Image Interpretation.** New York: John Wiley & Sons.
- ÖZYAVUZ M., 2011: **Determination of Temporal Changes in Lakes Mert and Erikli Using Remote Sensing and Geographic Information Systems.** Journal of Coastal Research, 27 (1), 174-182
- RICHARDS J. A., 2003: **Remote Sensing Digital Image Analysis An Introduction.** 2 nd Edition Springer-Verlag New York, Inc.
- SONG C., WOODCOCK C E., SETO KC., 2001: **Classification and change detection using Landsat TM data: when and how to correct atmospheric effects?** Remote Sensing of Environment, 75:230-44.
- THOMPSON C.W., 2002: **Urban Open Space in the 21st Century.** Landscape and Urban Planning, 60(2), pp. 59-72.
- URL-1: EnviroGRIDS Projesi resmi internet sayfası, <http://www.envirogrids.net>, (son giriş tarihi: 17.02.2012).
- YILMAZ R., 2010: **Monitoring land use/land cover changes using CORINE land cover data: a case study of Silivri coastal zone in Metropolitan Istanbul.** Environmental Monitoring and Assessment. 165, (1-4), 603-615.