

UZAKTAN ALGILAMA VERİLERİYLE İSTANBUL ÇEVRESİ ORMANLARININ ALANSAL VE YAPISAL DEĞİŞİKLİKLERİNİN SAPTANMASI

Doç.Dr. Ayhan KOÇ¹⁾
Y.Doç.Dr. Hakan YENER¹⁾

Kısa Özet

Bu makalede, "Uzaktan Algılama Verileriyle İstanbul Çevresi Ormanlarının Alansal ve Yapısal Değişikliklerinin Saptanması ve ORBİS 'in (Orman Bilgi Sistemi) Oluşturulması" adlı, İ.Ü. Araştırma Fonunca desteklenen "636/210994" no'lu çalışmada belirlenen sonuçlar sunulmuştur.

Bu çalışma ile, on yıllık bir periyot (1984 ve 1994 yılları arası) içerisinde İstanbul çevresinde orman alanları, yerleşim ve diğer arazi kullanım şekillerinde nasıl bir değişim olduğunu saptamak amaçlanmıştır. Bu nedenle güvenilir yer gerçekleri ve bunlara dayalı değerlendirmeler izlenmiştir. Çalışmanın bir diğer amacı ise, GIS ve uzaktan algılama verilerinin entegrasyonu ile değişim analizine yönelik bir metodoloji ortaya koymaktır. Çalışmada öncelikle İstanbul çevresini temsil eden 360 km² lik bir alan seçilmiş ve sonra bu alana ait gereksinim duyulan 1/25 000 ölçekli standart topografik haritalar, yine aynı ölçekli ve ormancılık çalışmalarının temel altlığını oluşturan Amenajman haritaları ile 1984 ve 1994 yıllarına ait Landsat5-TM uydu verileri elde edilmiştir.

Proje alanının tamamında 1984 ve 1994 yılları arasındaki arazi kullanım biçimlerindeki (su alanları, yapraklı orman, ibrelili orman, yerleşim ve diğer orman dışı açık alanlar) değişimlerin incelenmesi ve değerlendirilmesi amacıyla bir monitoring sistem (izleme ve yönlendirme) ve coğrafi veri tabanı oluşturulmuştur.

1.GİRİŞ

Ülkemizdeki sanayi ve ticaretin en önemli merkezi İstanbul ilidir. İstanbul, Türkiye nüfusunun altıda birini barındıran ve yaklaşık 11 milyon nüfusu ile dünyanın sayılı büyük şehirlerinden biri durumundadır. Türkiye, tipik olarak gelişmekte olan ülkelere ait özellikler göstermektedir. Türkiye'nin en büyük şehri konumunda olan İstanbul ilimize her yıl ülkenin değişik yörelerin-

¹⁾ İ.Ü.Orman Fakültesi Ölçme Bilgisi ve Kadastro Anabilim Dalı

den binlerce vatandaşımız göç etmektedir. Hızlı nüfus artışı ise çarpık kentleşme, gecekondu olgusu, yeşil alanların yok edilmesi ve sosyo-ekonomik problemler gibi bir dizi sorunu beraberinde getirmektedir. Söz konusu bu problemler, İstanbul ili ve çevresindeki arazi kullanım türünü çok hızlı bir şekilde değiştirmektedir. Bu değişimin takip edilebilmesi ise çok güçtür. Bu değişim o kadar hızlı gerçekleşmektedir ki; bu ancak geniş alanlara yönelik verilerin hızlı bir şekilde toplanabildiği uydu verileri ile kısa zamanda belirlenebilir. Diğer taraftan İstanbul'daki büyük nüfusun akciğerleri konumunda olan orman alanlarının ve bu alanda meydana gelen değişikliklerin de doğru ve hızlı bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Ancak bu şekilde İstanbul çevresi ormanları korunabilir ve gelecek nesillere aktarılabilir. Diğer taraftan bugünkü İstanbul halkının ormanlardan beklentilerinin de karşılanması gerekir. Bu ise, doğru bir planlama ve karar verme ile olasıdır. Günümüzde her türlü karar verme ve planlamanın esasını, güncel, güvenilir ve her an ulaşılabilir veri ve bilgi oluşturmaktadır. Böyle bir olgu ise bizi Coğrafi Bilgi sistemi bazında oluşturulacak bir Orman Bilgi Sistemine götürür.

Özellikle şehir bölge ve ülke düzeyinde arazi kullanımında meydana gelen değişikliklerin saptanması ve bu değişikliklerin gelişiminin karşılaştırılabilmesi için yıllık güncel verilere gereksinim duyulur. Bu veriler hava fotoğraflarından da elde edilebilir. Çünkü hava fotoğrafları değerlendirmelerinde de zamanla ilişkili temel veriler elde edilir. Ancak bir bölge veya ülke bazında düşünüldüğünde hava fotoğrafı alımı ve değerlendirilmesi hız açısından yetersiz kalmaktadır. Bu açıdan bakıldığında hızlı bir veri toplama metodu olarak, büyük alanların saptanmasında uydu verilerinden yararlanma daha uygun ve daha az maliyetli bir yöntem ve bir veri kaynağı olmaktadır (STADLER, 1989).

Ülkemiz ormanlarının yatay ve düşey yapısı büyük ölçüde yersel çalışmalar ve kısmen de fotoyorumlama çalışmaları ile belirlenmektedir (KOÇ, 1997). Uydu verileri ve görüntü işleme tekniklerinin gelişmiş ülkelerde yoğun olarak kullanılmasına karşın, henüz ülkemizde bu teknolojinin kullanılması yaygınlık kazanmamıştır. Bununla birlikte özellikle doğal kaynaklara yönelik çok çeşitli alanlarda kullanılabilir ve hızlı bilgi üretme özellikleriyle etkin ve yeni bir teknoloji olan uydu verileri ve görüntü işleme teknikleri, hızla değişen, dinamik bir yapı sergileyen ülkemiz orman alanları ve yakın çevrelerinin alansal ve yapısal özelliklerinin kısa sürede belirlenmesine olanak sağlayabilecek özelliklere sahiptir (KOÇ, SELİK, 1996). Uydu verileri ve görüntü işleme tekniklerinin coğrafi bilgi sistemleri ile birlikte kullanılması bize ilgi objesi olan yer yüzeyi hakkında birçok verinin hızlı ve doğru bir şekilde elde edilme şansını vereceği gibi, bu yer yüzeyi parçası ile ilgili çok çeşitli mekansal analizleri yapma olanağını da sunacaktır. Elde edilen coğrafi verilerin amaca uygun bir şekilde tasarlanan bir coğrafi bilgi sisteminde, dolayısıyla coğrafi veri tabanında depolanması, sistemin sunacağı analiz kabiliyeti ile birlikte planlama, karar verme ve yönetim aşamasında gözardı edilemeyecek kadar büyük olanaklar sunacaktır.

Uydu görüntülerinin radyometrik, spektral ve geometrik ayırma güçlerinde sürekli olarak iyileşme kaydedilmektedir. Yakın gelecekte uydu görüntülerinin geometrik çözünürlüğünün 1m'nin altına düşmesi beklenmektedir. Uydu görüntülerinin ayırma güçlerinde meydana gelen gelişmeler, görüntü işleme sistemlerinin kullanımını daha da artıracak ve bugünkü seviye ile elde edilemeyen birçok coğrafi veri, uydu görüntülerinden elde edilebilir olacaktır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1 Çalışma (Proje) Alanı ve Veriler

Çalışma, ülkemizin yaklaşık 29° doğu ve 41° kuzey enleminde bulunan İstanbul ilini kapsamaktadır. İstanbul metropolitan alanı çok hızlı değişime uğrayan bir alandır. Bu nedenle geniş alanlara yönelik hızlı bir veri toplama yöntemi olan uydu görüntülerinden yararlanılmıştır. Proje

alanı olarak, başlangıçta İstanbul ilinin idari sınırları esas alınması düşünüldü ise de, daha sonra verilerin elde edilmesinde yaşanan yoğun problemler nedeniyle, bu alan kısmen daraltılarak çalışmalar yaklaşık 36000 ha (360 km²) alan üzerinde yürütülmüştür. Bu alanda Avrupa yakası daha büyük bir alansal ağırlık oluşturmaktadır.

Proje sahasındaki orman alanları ve diğer arazi kullanım sınıflarının ve bu arazi kullanım sınıflarında 10 yıllık bir zaman periyodunda meydana gelen değişimlerin belirlenebilmesi için 1984 yılına ait 3 bantlı Landsat 5_TM görüntüsü ve 1994 yılına ait 7 bantlı Landsat 5_TM görüntüsü değerlendirilmiştir. Yersel verilerin elde edilmesi için, ilgili yıllarda üretilen Amenajman planlarından alınan tablosal veriler ve bu planlara ait haritalar kullanılmıştır. Ayrıca görüntünün geometrik düzeltme işlemlerinde 5 adet 1/25000 ölçekli topoğrafik haritadan yararlanılmıştır. Bu paftalar İSTANBUL F21-c2, F21-c3, F22-a4, F22-d1, F22-d4 paftalarıdır.

2.2 Çalışmada Kullanılan Yazılım ve Donanım

Bu çalışma İ.Ü.Araştırma Fonu tarafından finanse edilerek alınan PC Arc/INFO 3.4.2, ARC/VIEW 2.1, VGA ERDAS 7.5, ERDAS IMAGINE 8.2 yazılımları ve İ.Ü.Orman Fakültesi Ölçme Bilgisi ve Kadastro Anabilim Dalı Laboratuvarında bulunan donanım kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2.3 Görüntü İşleme İle Verilerin Toplanması

Proje alanına yönelik verilerin elde edilmesinin birinci aşaması, uydu görüntülerinin analizidir. Bu amaçla 1984 ve 1994 yıllarına ait Landsat 5_TM görüntüleri işlenmiştir. Bu işlem, bir görüntü işleme ve Raster Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı olan ERDAS IMAGINE 8.2 ortamında gerçekleştirilmiştir. Uydu görüntülerinin işlenmesinde kısaca aşağıdaki adımlar zinciri izlenmiştir.

2.3.1 Sınıflandırma Öncesi Ön İşlemler.

Uydu görüntülerinin işlenmesine yönelik çalışmalarda sınıflandırma öncesi ön işlemler amaca ve sınıflandırma yöntemine göre farklılık gösterebilir. Bu çalışmadaki sınıflandırma öncesi ön işlemler aşağıda olduğu gibidir.

2.3.1.1 Geometrik Düzeltme ve Atmosferik Etkinin Uzaklaştırılması

Uzaktan algılanmış veri üzerindeki atmosferin etkisi hata olarak düşünülmemelidir. Çünkü onlar algılayıcı cihaz tarafından algılanan sinyalin bir parçasıdır. Bununla beraber, özellikle değişim izleme analizi ve görünüm eşleme çalışmalarında genellikle atmosferik etkilerin kaldırılması önemlidir (ERDAS 1995). Sunulan bu proje büyük ölçüde değişim izleme çalışması niteliğindedir. Ayrıca spektral vejetasyon indeksleri üzerinde atmosferin etkisi çeşitli araştırmalar ile ortaya konulmuştur (MYNENI/ASRAR 1994). Bu çalışmada değişimi izlenecek ana obje orman alanları, dolayısıyla vejetasyon olması nedeniyle, vejetasyon indeksleri kullanılmıştır. Bu nedenle uydu görüntüleri üzerindeki atmosferik etkilerin kaldırılmasına yönelik gerekli işlemler gerçekleştirilmiştir.

Görüntü işleme aşamasındaki diğer bir ön işlem geometrik düzeltmedir. Geometrik düzeltme ile amaçlanan, algılayıcı sistem tarafından algılanan görüntü elemanlarının, ülke koordinat sistemi içerisinde düzenlenmiş görüntü elemanlarına dönüştürülmesidir. Bu şekilde, görüntü elemanları yeryüzü üzerinde konumlandırılmış olmaktadır (KRAUS/SCHNEIDER 1990). Bu proje kapsamında ele alınan 1984 ve 1994 yıllarına ait her iki görüntünün geometrik düzeltmesi için 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalardan alınan ve homojen olarak dağıtılmış 22 şer adet yer kontrol noktasından yararlanılmıştır. Bu yer kontrol noktaları her iki görüntü için de aynı noktalardır. Bu çalışmada geometrik düzeltme işlemi gerçekleştirilen her iki görüntü için de yeterli doğruluğa

ulaşmıştır. 1984 ve 1994 yılı LANDSAT 5-TM görüntülerinin geometrik düzeltme işlemleri sonucunda ulaşılan karesel ortalama (RMS Error) hata miktarları aşağıda verilmiştir.

TM (84 yılı görüntüsü)	TM (94 yılı görüntüsü)
X RMS Error = 0.330466	X RMS Error = 0.300941
Y RMS Error = 0.487313	Y RMS Error = 0.457278
Total RMS Error = 0.588797	Total RMS Error = 0.547420

Geometrik düzeltme işlemi, sınıflandırmadan önce yapılabileceği gibi, sınıflandırmadan sonra da yapılabilir (KOÇ, YENER, YILMAZ, ERDİN 1997). Bu çalışmada geometrik düzeltme sınıflandırma aşamasından önce gerçekleştirilmiştir.

2.3.1.2 Çalışma Alanının Sınırlarının Belirlenmesi

Daha önce de belirtildiği gibi proje alanı olarak başlangıçta İstanbul ilinin idari sınırlarının esas alınması düşünüldü ise de, daha sonra verilerin elde edilmesinde yaşanan yoğun problemler nedeniyle bu alan kısmen daraltılmıştır. Temin edilen 1984 ve 1994 yıllarına ait görüntülerin öncelikle ortak olan alanları belirlenmiştir. Bu görüntülerin örtüştüğü alan belirlendikten sonra görüntü işleme yazılımının fonksiyonları kullanılarak ortak alanlar kesilmiştir. Bu aşamadan sonraki görüntü işleme ve analiz işlemleri her iki ayrı yıla ait görüntüler için de bu ortak alanlarda gerçekleştirilmiştir. Belirlenen bu saha yaklaşık 360 km² dir. Bu proje sahasını oluşturan görüntüler 703 satır, 821 sütundan oluşmaktadır.

2.3.1.3 Vegetasyon İndeksi Görüntülerinin Elde Edilmesi ve Görüntü Zenginleştirme İşlemleri

Spektral vegetasyon indeksleri, bir dizi farklı teknikler kullanarak spektral yansıma faktörlerinden sentez edilirler. Çeşitli vegetasyon indeksleri literatürde önerilmiştir (farklılık, oranlama gibi). En yaygın olarak kullanılan indeks, normalize vegetasyon indeksi (NDVI) dir (MYNENI/ASRAR 1994).

Vegetasyon indeksi, bir tür görüntü zenginleştirme tekniğidir. Eğer vegetasyon tipleri ve vegetasyon zararları sınıflandırılacaksa, yakın kızılötesi ve kırmızı bantların çeşitli formüller yardımıyla oranlanmasından (veya farklarının alınmasından) oluşan vegetasyon indeksleri kullanılır. Böyle bir işlemde, TM için belirtilirse 3. ve 4. bant değerleri kullanılır. Bu şekilde veri miktarında önemli ölçüde azalma ortaya çıkmasına karşın en önemli bilgiler korunur (KRAUS, 1992). Literatürde önerilen birçok vegetasyon indeksi formülleri ERDAS görüntü işleme yazılımına dahil edilmiştir.

Bu çalışmada ana amaç, orman alanlarının dolayısıyla vegetasyon miktarının belirlenmesi olması nedeniyle, aşağıda formülleri verilen beş farklı vegetasyon indeksi görüntüsü, TM'in 1984 ve 1994 yıllarına ait görüntüleri için ayrı ayrı oluşturulmuştur.

1-) Normalize Vegetasyon İndeksi (NDVI)	= (TM4/TM3) / (TM4 + TM3)
2-) Radyans Oranı (RO)	= TM4 / TM3
3-) SQRT (IR / R)	= SQRT (TM4 / TM3)
4-)Transformed NDVI (TNDVI)	= SQRT [(TM4-TM3) / TM4+TM3]+0.5]
5-) Vegetasyon İndeksi (Veg. Index)	= TM4 - TM3

1984 Yılına ait TM görüntüsünün elde bulunan orijinal bantları 3-4- ve 5. bantlardır. Bu orijinal bantlar, 1984 yılı görüntüsü için oluşturulan beş adet vegetasyon indeksi görüntüsü ile birleştirilerek 1984 yılına ait sekiz bantlı yeni görüntü oluşturulmuştur. 1994 yılına ait TM görüntü-

sü 5 bantlıdır. Bu görüntü için oluşturulan vejetasyon indeksi görüntüleri de TM'in ilk beş orijinal bantı ile birleştirilerek on bantlı yeni görüntü elde edilmiştir.

Elde edilen görüntülerde veri dosya değerleri özellikle vejetasyon indekslerinden oluşan bantlarda dar bir aralıktadır. Bu nedenle veri dosya değerleri 0-255 arasında yeniden ölçeklendirilmiştir.

2.3.2 Görüntülerin Sınıflandırılması

Projenin ana amaçlarından biri olan İstanbul Çevresi ormanlarının ve bu ormanlardaki alansal ve yapısal değişikliklerin belirlenmesi amacıyla uygun olarak 1984 ve 1994 yıllarına ait uydu görüntüleri (LANDSAT 5-TM) ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Görüntülerin sınıflandırılması çalışmalarında kontrollü (Supervised) sınıflandırma kullanılmıştır. Proje amacıyla uygun olarak 1984 ve 1994 yıllarına ait uydu görüntülerinin sınıflandırılması için gerekli olan eğitim alanları Amenajman planlarından ve haritalarından yararlanılarak belirlenmiştir. Bu amenajman planları, yapım tekniği itibari ile büyük ölçüde yersel ve kısmen fotoyorumlama çalışmaları ile üretilmiş planlardır.

Proje alanı oldukça geniş bir alandır. Bu alan içerisinde spektral yansıma değerleri ile farklılık gösteren birçok vejetasyon tipi bulunmaktadır. Aynı şekilde çok farklı arazi kullanım sınıfları ortaya çıkabilmektedir. İstanbul çevresi ormanları, gerek sahip olduğu makro ve mikro iklim özellikleri, gerekse yetiştirme ortamı özellikleri ve çeşitli insan müdahaleleri ile değiştirilmiş çok çeşitli meşcere tipleri ile karışımına çıkmaktadır. Bu meşcere tipleri, bünyesinde bulundurduğu ağaç türü ve ağaç türü karışımları, bunların karışım oranları, farklı gelişim çağları ile farklı kapalılık dereceleri gibi nedenlerden ötürü büyük ölçüde farklı yansıma değerlerine sahiptirler. Bu karışık tablo içerisinde, İstanbul çevresi orman alanları ile, diğer arazi kullanımının duyarlı bir şekilde belirlenebilmesi için öncelikle doğru bir şekilde arazi kullanım sınıflarını belirlemek gerekmektedir.

2.3.2.1 Arazi Kullanım Sınıflarının Belirlenmesi

Yukarıdaki bilgiler ışığında 1984 ve 1994 yılına ait görüntülerin sınıflandırılmasına ve 1984 den 1994 yılına kadar on yıllık zaman periyodu için değişim kontrolü çalışmalarına temel teşkil etmek üzere 5 ana arazi kullanım sınıfı belirlenmiştir. Bu ana sınıflar aşağıdaki gibidir.

- Su Alanları
- Yapraklı Ormanlar
- İbrelili Ormanlar
- Yerleşim
- Diğer Orman Dışı Alanlar

Belirlenen bu ana sınıflar birçok alt sınıf içermektedir. Bu sınıfları temsil etmek üzere 1984 ve 1994 görüntülerinde 68'er adet eğitim alanı seçilmiştir. Değişim kontrolünde örneklemeden kaynaklanabilecek hatalardan kaçınmak için her iki görüntüde de aynı eğitim alanları kullanılmıştır. Bu eğitim alanlarından sınıf değişimi gösterenler dikkate alınarak ilgili olduğu sınıfta gösterilmiştir.

Eğitim alanı adedinin oldukça yüksek olmasının nedeni, yukarıda da belirtildiği gibi proje alanının geniş olması ve bu alan içerisinde yansıma değerleri açısından farklılık gösteren çok miktarda arazi kullanım sınıfının olmasıdır. Başlangıçta her biri ayrı bir alt sınıf olarak ele alınan eğitim alanları Signature analizine tabi tutulmuşlar ve bu sınıfların yansıma değerleri ile bunlara ilişkin eğrilerin incelenmesi yapılmıştır. Bu incelemede, öncelikle aynı ana sınıf içerisinde olanların birbirleri ile ayrılabirliği incelenmiştir. Bu işlemden sonra, aynı ana sınıf altında olup da ay-

nı veya çok yakın yansıma değerlerine sahip olan sınıflar birleştirilmiştir. Bu inceleme ve işlemler aynı şekilde bütün sınıflar için gerçekleştirilmiş ve bütün alt sınıfların birbirleri ile ayrılabilir olduğu noktada işleme son verilmiştir.

Belirlenen sınıflara ait seçilen eğitim alanlarının yansıma değerlerinin bantlara göre değişimini gösteren tablo ve grafiklerin incelenmesi sonucunda sınıflandırma için en uygun bant kombinasyonu belirlenmiştir. Belirlenen kombinasyon, 1984 ve 1994 yılı görüntüleri için aynı olup TM'in 3,4, ve 5'inci bantları ile vejetasyon indeksi bantlarından NDVI ve Veg. index bantlarından oluşmaktadır. Vejetasyon indeksi bantları ile birlikte 8 bantlı olan 1984 yılı görüntüsü ile yine vejetasyon indeksi bantları ile 10 bantlı olan 1994 yılı görüntülerinden seçilen bu beş bant ayrı ayrı birer dosyaya kaydedilmiş ve 5'er bantlı yeni görüntüler elde edilmiştir. 1984 ve 1994 yıllarına ait 5'er bantlı yeni görüntüler kullanılarak eğitim alanlarının girişi, signature analizleri ve sınıfların birleştirilmesine yönelik olarak yukarıda anlatılan işlemler tekrarlanmıştır. Bu işlemler sonucunda sınıflandırmalara esas olmak üzere ve birbirinden ayrılabilen, 1984 yılı görüntüsü için 38 adet alt sınıf, 1994 yılı görüntüsü için 44 adet alt sınıf belirlenmiştir. Belirlenen bu alt sınıflar ile görüntülerin sınıflandırılması işlemleri gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırmalarda, bu tür çalışmalarda en çok kullanılan sınıflandırma yöntemlerinden biri olan "En Yüksek Olabilirlik (Maximum Likelihood)" yöntemi kullanılmıştır.

Alt sınıflar ile yapılan sınıflandırma işlemini takiben, proje amacına uygun olarak daha önce belirlenen ana sınıflara göre yeniden kodlama (Recode) işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlemde ERDAS IMAGINE 8.2. yazılımının Raster GIS Modülü kullanılmıştır. 1984 ve 1994 yıllarına ait ana arazi kullanım sınıflarını oluşturacak kodlama işlemi yapılmadan önce, ana sınıfların hangi alt sınıflardan oluşacağı belirlenmiştir. Bu kodlama işleminde her ana arazi kullanım sınıfına verilen kod değeri Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1: Ana Arazi Kullanım Sınıfları ve Kodları
Table 1: Major Land Use Classes and Their Codes

Kod(Code)	Arazi Kullanım Sınıfı (Land Use Class)
10	Su Alanları (Water bodies)
20	Yapraklı Orman (Deciduous Forest)
30	İbrelî Orman (Coniferous Forest)
40	Yerleşim (Residential Areas)
50	Diğer Orman Dışı Alanlar (Non-Forest Areas)

2.3.2.2 Sınıflandırma Sonuçları ve Doğruluk Kontrolü

Yukarıda belirtildiği gibi proje alanındaki, 1984 ve 1994 yıllarındaki ana arazi kullanım durumunu ortaya koymak için ana sınıflara göre yeniden kodlanan görüntüler üzerinde henüz görüntü kirliliğini giderici bir işlem yapılmamıştır. Bu tür işlemler bir görüntü işleme ve raster coğrafi bilgi sistemi yazılımı olan ERDAS ortamında gerçekleştirilebileceği gibi, daha sonra sınıflandırma sonuçlarının aktarılacağı Arc/INFO coğrafi bilgi sistemi yazılım paketi ile de gerçekleştirilebilir. Görüntü kirliliğini gidermeye yönelik bu işlemlerden sonra, sınıflandırma sonuçlarında az da olsa bazı değişiklikler ortaya çıkacaktır. Yapılan sınıflandırmanın bir değer taşıyabilmesi için, bu sınıflandırmanın doğru olup olmadığının kontrol edilmesi gerekir. Bu amaçla 1984 ve 1994 yıllarına ilişkin sınıflandırma sonuçlarının doğrulukları kontrol edilmiştir. Sınıflandırma doğruluklarının kontrolü iki yöntemle gerçekleştirilmiştir. Bunlar;

• Overlay (Çakıştırma) Yöntemi

Bu yöntemde orijinal veri üzerinde sınıflandırılmış veri gösterilir ve sınıflandırma denetlenir. Bu amaçla 1984 yılı orijinal görüntüsü ile 1984 yılı sınıflandırılmış görüntüsü ve aynı şekilde 1994 yılı orijinal görüntüsü ile 1994 yılının sınıflandırılmış görüntüleri üst üste çakıştırılarak belirli zaman aralıkları ile görüntülenmesi sağlanmış ve sınıflandırmanın doğruluğu kontrol edilmiştir. Bu işlem sonucunda 1984 ve 1994 yıllarına ilişkin sınıflandırma sonuçlarının doğruluğunun oldukça yüksek olduğu görülmüştür.

• Accuracy Assesment (Doğruluk Analizi)

Doğruluk analizi (Accuracy Assesment), doğru olduğu farz edilen coğrafi veri ile sınıflandırmayı kıyaslamada kullanılan genel bir terimdir (ERDAS 1991). 1984 ve 1994 yılları için gerçekleştirilen sınıflandırmaların doğruluk analizini gerçekleştirmek amacıyla her iki sınıflandırmada ayrı ayrı olmak üzere tesadüfi seçilmiş 100'er adet yer kontrol noktası kullanılmıştır. Yer gerçeği verilerinin elde edilmesinde büyük ölçüde ilgili yıllara ilişkin amenajman planlarına ait haritalardan yararlanılmıştır. 1984 yılı görüntüsünün sınıflandırılması sonucu ulaşılan doğruluk seviyesini gösteren doğruluk analizi (Accuracy Assesment sonuçları Tablo 2'de, 1994 yılına ait görüntünün sınıflandırılması sonucu ulaşılan doğruluk seviyesini gösteren doğruluk analizi sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

Uzaktan algılamada elde edilebilecek tahmin doğruluğu % 80 ve bu oranın üzerinde ise sınıflandırma doğru ve güvenilir kabul edilmektedir. (SWAIN/DAVIS 1978). Bu çalışmada her iki yıl için yapılan sınıflandırmaların doğrulukları da bu oranın üzerindedir. Tablo 2, ve 3'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, 1984 yılı için tüm sınıflardaki sınıflandırma doğruluğu % 88, 1994 yılı için ise % 90.00'dir. Bu sonuçlara göre yapılan sınıflandırma işleminde oldukça yüksek doğruluk ve güvenilir sonuçlara ulaşılmıştır. Bu sonuçların güvenilirliği, daha önce de belirtildiği gibi orijinal görüntü verileri ile sınıflandırılmış görüntü verilerinin çakıştırılması ile de kontrol edilmiştir.

3. ARAZİ KULLANIM SINIFLARINDAKİ DEĞİŞİKLİKLERİN BELİRLENMESİ (CHANGE DETECTION)

Görüntü işleme ve Raster Coğrafi Bilgi Sistemi Yazılımı olan ERDAS IMAGINE 8.2. ortamında sınıflandırılan ve değişim kontrolü çalışmalarına temel teşkil etmek üzere, 5 ana arazi kul-

Tablo 2: 1984 Yılı Sınıflandırma Doğruluğu Sonuçları

Table 2: The Results of Classification Accuracy With Respect to the Data of 1984

Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Procedures Accuracy (%)	Users Accuracy (%)
Su Alanları (Water bodies)	18	18	18	100.00	100.00
Yapraklı Orman (Deciduous Forest)	32	34	31	96.88	91.18
İbrelî Orman (Coniferous Forest)	16	14	13	81.25	92.86
Yerleşim (Residential Areas)	14	13	10	71.43	76.92
Orman Dışı Alanlar (Non-Forest Areas)	20	21	16	80	76.19
Toplam Total	100	100	88		

Overall Classification Accuracy = 88.00%

Tablo 3: 1994 Yılı Sınıflandırma Doğruluğu Sonuçları

Table 3: The Results of Classification Accuracy With Respect to the Data of 1994

Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Procedures Accuracy (%)	Users Accuracy (%)
Su Alanları (Water bodies)	11	11	11	100.00	100.00
Yapraklı Orman (Deciduous Forest)	32	33	30	93.75	90.91
İbrelî Orman (Coniferous Forest)	28	29	24	85.71	82.76
Yerleşim (Residential Areas)	15	17	15	100.00	88.24
Orman Dışı Alanlar (Non-Forest Areas)	14	10	10	71.43	100.00
Toplam Total	100	100	90		

Overall Classification Accuracy = 90.00%

lanım sınıfı altında yeniden kodlanan (recode edilen) sınıflandırılmış görüntülerin Arc/INFO ortamında analiz edilebilmesi için öncelikle raster-vektör dönüşümü gerçekleştirilmiştir. Bu işlemler sonucunda 1984 ve 1994 yıllarına ait arazi kullanım verilerini içeren iki ayrı coğrafi bilgi katmanını oluşturulmuştur. Bu coğrafi bilgi katmanlarında (coverage), alanları 4 pikselden (2500 m²) küçük olan poligonlar elenmiş ve en uzun ortak kenara sahip olunan sınıfa dahil edilmiştir. Alanı 2500 m² den küçük olan poligonların kaldırılması işleminin asıl amacı görüntü kirliliğini gidermektir. Bu işlem ile görüntü kirliliği giderilirken arazi kullanım sınıflarının proje alanı üzerinde kapladığı alanlar da değişmektedir. Ayrıca aynı sınıfa dahil olan poligonlar arasındaki sınırlar iptal edilmiştir.

Değişim kontrolü yapılabilmesi için, 1984 yılı arazi kullanım verilerini içeren coğrafi bilgi katmanı ile 1994 yılı arazi kullanım verilerini içeren coğrafi bilgi katmanının çakıştırılması (overlay) gerekmektedir. Bu işlem ile her iki coğrafi bilgi katmanını arasındaki kesişim ve bileşimler ortaya çıkmakta ve aynı zamanda her iki coğrafi bilgi katmanına ait coğrafi veri tabanları birleştirilmiş olmaktadır. Yeni oluşturulan coğrafi bilgi katmanı artık, on yıllık zaman periyodunda Proje alanı içerisinde meydana gelen değişimlerin incelenmesine olanak tanımaktadır.

Çakıştırma (Overlay) işlemi sonucunda elde edilen yeni coğrafi bilgi katmanında, değişim kontrolü (Change Detection) için CHANGE adı verilen yeni bir öznitelik (Item) oluşturulmuştur. Bu öznitelik içerisinde, on yıllık zaman periyodunda proje alanında meydana gelen arazi kullanım sınıflarındaki değişimleri gösteren kodlar girilmiştir. Bu veriler sayısal veri niteliğinde ele alınıp onarlı kademeler ile belirtilmiştir. Bu kodlama işleminde 10 ile 50 arasındaki kodlar'a sahip olan alanlar, 1984 ve 1994 yıllarında aynı arazi kullanım sınıfına dahil olan alanlardır. Yine 60 ile 160 arasındaki kodlar ise, arazi kullanım sınıflarında 10 yıllık zaman periyodu içerisinde mümkün olan diğer değişimleri göstermek için kullanılmıştır.

3.1 Arazi Kullanım Sınıflarındaki Değişimlerin İncelenmesi (1984-1994) (Change Detection 1984-1994)

Arazi kullanım sınıflarında 10 yıllık zaman periyodunda meydana gelen değişimleri belirlemek için, hataları giderilen ve çakıştırılan (overlay edilen) coğrafi bilgi katmanında gerekli sorgulamalar gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla büyük oranda Arc/VIEW yazılım paketi kullanılmıştır. Yapılan sorgulamalar sonucu öncelikle, 1984 ve 1994 yıllarında proje alanındaki ana arazi kulla-

Tablo 4: 1984 ve 1994 Yıllarındaki Arazi Kullanım Durumu

Table 4: Land Uses in 1984 and 1994 Years

Sınıf (Class)	1984 Yılı		1994 Yılı	
	Alan (Ha) (Area)	%	Alan (Ha) (Area)	%
Su Alanları (Water bodies)	4532.5000	12.56	4418.4375	12.25
Yapraklı Orman (Deciduous Forest)	12460.3125	34.54	10274.9375	28.48
İbrelî Orman (Coniferous Forest)	5475.6250	15.18	7570.0000	20.99
Yerleşim (Residential Areas)	3905.2500	10.83	7416.7500	20.56
Diğer Orman Dışı Alanlar (Non-Forest Areas)	9699.0000	26.89	6392.5625	17.72
Toplam (Total)	36072.6875	100	36072.6875	100

nım durumu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 4'de verilmektedir.

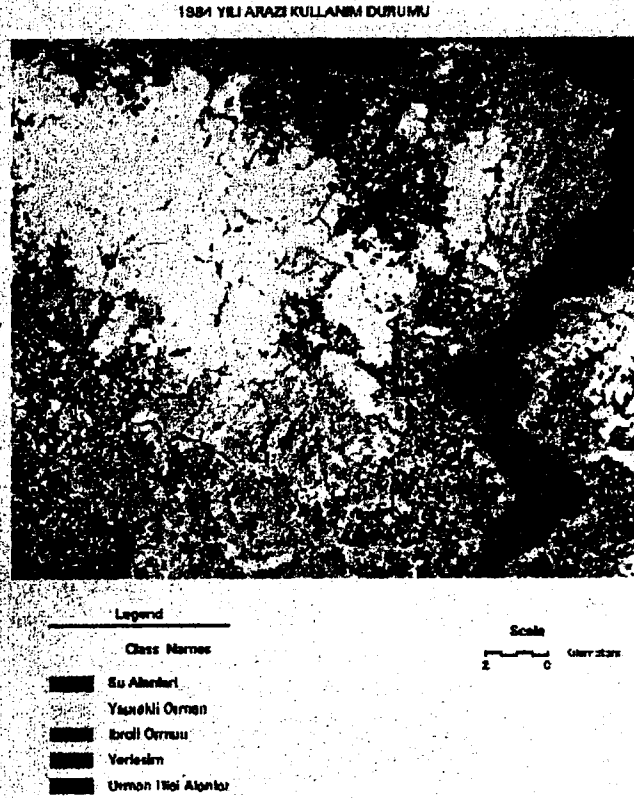
Tablo 4'de verilen değerler, proje alanı içerisinde 10 yıllık zaman periyodunda meydana gelen arazi kullanımlarındaki değişimlerin incelenmesinde esas alınan değerlerdir. Bu değerler, görüntü işleme ile elde edilen sınıflandırma sonuçlarına göre küçük farklılıklar göstermektedir. Bu durumun sebebi ise, görüntü kirliliğini gidermek için yapılan işlemler ile, sınıflandırma hatalarını gidermek için Coğrafi Bilgi Sistemi ortamında yapılan işlemlerdir. Verilen bu tablosal değerlerin yanında, olayın görsel olarak da izlenebilmesi için proje alanının ilgili yıllardaki arazi kullanım durumunu ortaya koyan görüntüler (konusal haritalar) Şekil 1, ve Şekil 2' de verilmiştir. Şekil 1 proje alanının 1984 yılındaki arazi kullanım durumunu, Şekil 2 ise 1994 yılındaki arazi kullanım durumunu göstermektedir.

1984 yılından 1994 yılına kadar geçen 10 yıllık zaman periyodu sonunda, proje alanındaki arazi kullanımının hangi yönde değiştiği iki ana şekilde incelenerek ortaya konmuştur. Bu değişim incelemesinin ilkinde göre sadece proje alanındaki toplam alansal değişimler dikkate alınmıştır. Bu tür bir incelemede konumsal analiz söz konusu değildir, sadece belirli arazi kullanım sınıflarının alansal toplamalarının karşılaştırılması söz konusudur. Proje alanında gerçekleştirilen böyle

Tablo 5: 1984 ve 1994 yıllarındaki Arazi Kullanım Sınıflarının Karşılaştırılması

Table 5: Comparison of Land Use Classes Between 1984 and 1994 Years

SINIF (Class)	1984 Yılı Arazi Kullanımı (Land use in 1984) (Ha)	1994 Yılı Arazi Kullanımı (Land use in 1994) (Ha)	Değişim (Change) (Fark) (Difference) (Ha)	Değişim (Change) (%)
Su Alanları (Water bodies)	4532.5000	4418.4375	-114.0625	-0.32
Yapraklı Orman (Deciduous Forest)	12460.3125	10274.9375	-2185.3750	-6.06
İbrelî Orman (Coniferous Forest)	5475.6250	7570.0000	+2094.3750	+5.81
Yerleşim (Residential Areas)	3905.2500	7416.7500	+3511.5000	+9.73
Diğer Orman Dışı Alanlar (Non-Forest Areas)	9699.0000	6392.5625	-3306.4375	-9.17

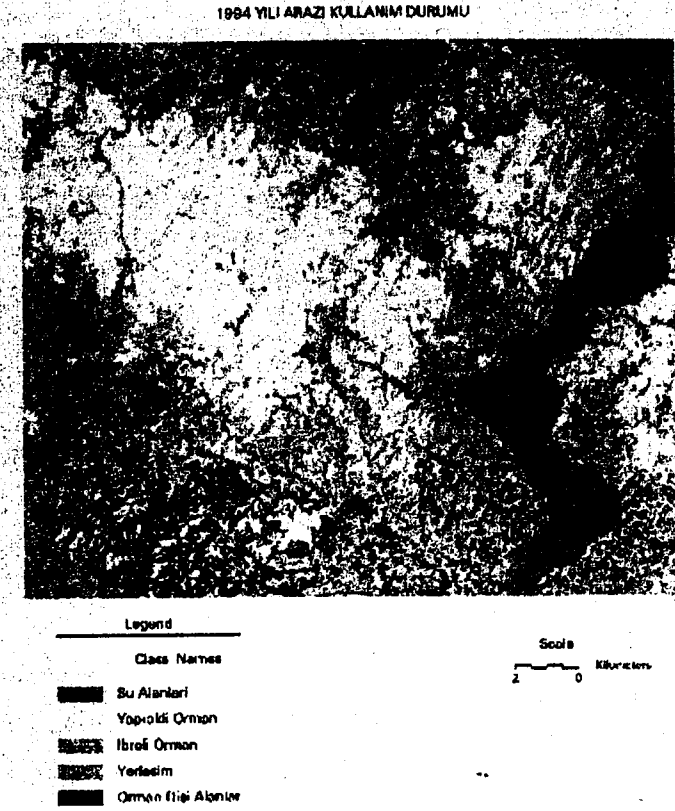


Şekil 1 : 1984 Yılı Arazi Kullanım Durumunu Gösterir Konusal Harita
Figure 1 : Thematic Map of Land Uses in 1984.

bir inceleme sonunda elde edilen alansal değişimler Tablo 5’de verilmiştir.

Proje alanında gerçek anlamdaki değişimlerin incelenebilmesi, ancak konumsal bir analiz ile mümkündür. Bu tür değişim analizleri de coğrafi bilgi sistemi ortamında olasıdır. Konuma bağlı sınıf değişiminin analizini yapmak amacıyla coğrafi bilgi sistemi ortamında yapılan sorgulamalar sonucu elde edilen bilgiler daha önce açıklanan kod değerleri ile birlikte Tablo 6’da verilmiştir.

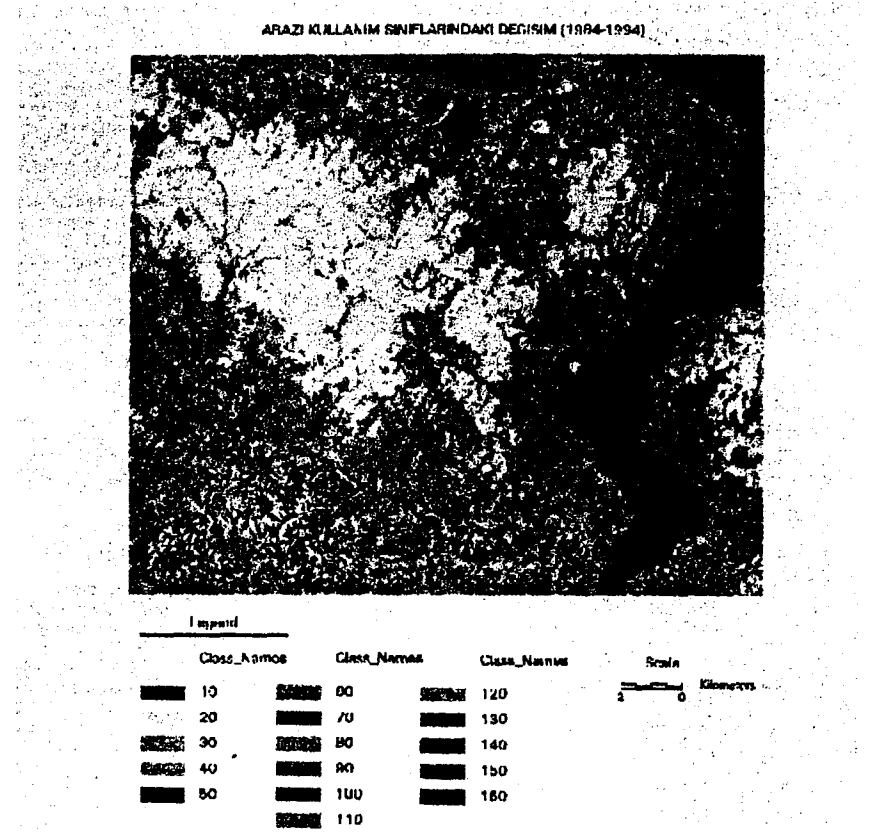
Tablo 6’nın incelenmesinden görüleceği gibi, değişim kodu 10-50 arasında olanlar 1984 yılındaki arazi kullanım türünü 1994 yılında da koruyan alanlardır. Yani değişmeyen alanlardır. 60 ile 160 arasındaki değişim kodları ise, 1984 yılındaki arazi kullanım türünün 1994 yılında çeşitli yönlerde değiştiği alanlardır. Söz konusu tabloda bu değişim miktarları alansal (ha) olarak ve proje alanı içerisindeki yüzdeleri itibari ile verilmektedir. Tablo olarak verilen bu değişimlerin görsel olarak izlenebilmesi için elde edilen sınıflandırılmış görüntü, değişim kodları ile birlikte Şekil 3’de verilmektedir.



Şekil 2 : 1994 Yılı Arazi Kullanım Durumunu Gösterir Konusal Harita
Figure 2 : Thematic Map of Land Uses in 1994

Tablo 6: 1984-1994 Yılları Arasında Arazi Kullanım Sınıflarında Meydana Gelen Değişimler
Table 6: Changes Occurred in Land Use Classes Between 1984 and 1994 Years

Değişim Kodu (Code of change)	1984 Yılı Arazi Kullanım Sınıfı (Land use class in 1984)	1994 Yılı Arazi Kullanım Sınıfı (Land use class in 1994)	Alan (Area) (Ha)	%
10-50	Değişmeyen Alanlar (Non-changed areas)		23539.0625	65.26
60	Su Alanı (Water bodies)	Yerleşim (Residential areas)	37.0625	0.10
70	Su Alanı (Water bodies)	Diğer Orm. Dışı Alanlar (Other Non-Forest areas)	77.0000	0.21
80	Yapraklı Orman (Deciduous Forest)	İbrelî Orman (Coniferous Forest)	2522.7500	7.00
90	Yapraklı Orman (Deciduous Forest)	Yerleşim (Residential areas)	400.5625	1.11
100	Yapraklı Orman (Deciduous Forest)	Diğer Orm. Dışı Alanlar (Other Non-Forest areas)	1249.5625	3.46
110	İbrelî Orman (Coniferous Forest)	Yapraklı Orman (Deciduous Forest)	1333.8750	3.70
120	İbrelî Orman (Coniferous Forest)	Yerleşim (Residential areas)	252.0625	0.70
130	İbrelî Orman (Coniferous Forest)	Diğer Orm. Dışı Alanlar (Other Non-Forest areas)	1013.8750	2.81
140	Diğer Orm. Dışı Al. (Other Non-Forest areas)	Yapraklı Orman (Deciduous Forest)	653.6250	1.81
150	Diğer Orm. Dışı Al. (Other Non-Forest areas)	İbrelî Orman (Coniferous Forest)	2171.4375	6.02
160	Diğer Orm. Dışı Al. (Other Non-Forest areas)	Yerleşim (Residential areas)	2821.8125	7.83
Toplam (Total)			36072.6875	100



Şekil 3 : 1984-1994 Yılları Arasında Arazi Kullanım Sınıflarında Meydana Gelen Değişimlerin Konusal Haritası

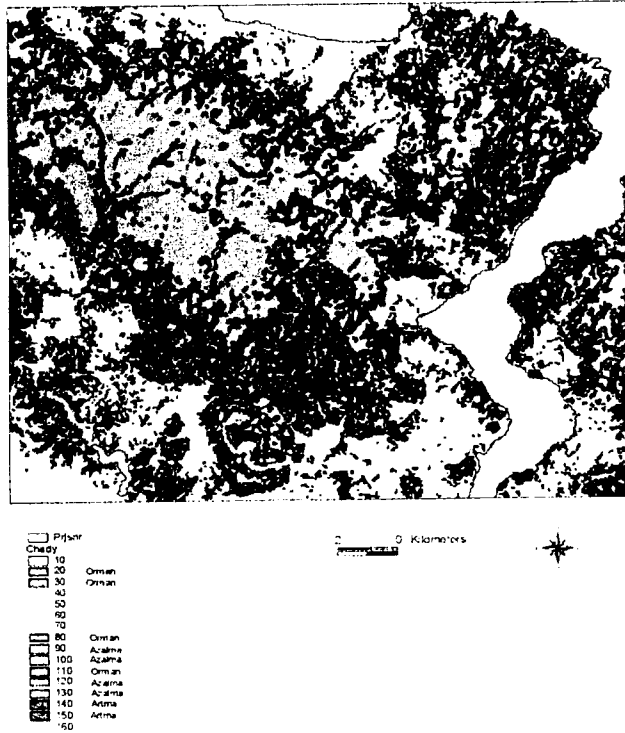
Figure 3 : Thematic Map of the Changes Occurred in Land Use Classes Between 1984 and 1994 Years.

3.1.1 Orman Alanlarındaki Değişimin İncelenmesi

Sunulan bu projenin temel amaçlarından biri, İstanbul ve çevresine ait ve proje sahası kapsamındaki orman alanlarının belirlenmesi ve bu alanlarda meydana gelen değişimlerin ortaya konmasıdır. Bu amaçla, daha önce açıklandığı şekilde oluşturulan coğrafi bilgi sistemi veri tabanında yapılan sorgulama sonucu, orman alanlarındaki artma ve azalmayı konumsal olarak gösteren Şekil 4 elde edilmiştir. Bu şekil, orman alanlarındaki değişimin genel bir seyrini vermektedir. Sunulan bu şeklin rakamsal olarak ifade edilebilmesi için Tablo 5'in incelenmesi yeterlidir. Söz konusu bu tablodaki, 1984 yılına ait ibrelî ve yapraklı orman alanları toplamı ile 1994 yılına ait ibrelî ve yapraklı Orman alanları toplamının karşılaştırılması, 10 yıllık zaman periyodu sonunda orman alanlarındaki artış veya azalmayı ortaya koymaktadır. Bu işlem sonucunda proje sahasında 1984 yılında 17935.9375 ha olan toplam orman alanının 1994 yılında 17844.9375 ha'ya düştüğü görülmektedir. Bu işlem sonucuna göre 1984 yılından 1994 yılına gelindiğinde toplam orman alanında

91.00 ha.'lık bir azalma ortaya çıkmaktadır. Bu azalma, toplam proje sahası içinde % 0.25 lik bir azalma demektir. Aynı şekilde, bu miktar 1984 yılındaki orman alanı miktarına göre de % 0.51 lik

ORMAN ALANLARINDAKİ DEĞİŞİMİN GENEL SEYRİ



Şekil 4 : Orman Alanlarındaki Değişimin Genel Seyri (1984-1994 yılları arası)

Figure 4 : General Trend of the Changes Occurred in the Forest Areas Between 1984 and 1994 Years (increases and decreases)

bir azalma demektir.

Belirtilen bu veriler 1984 ve 1994 yıllarına ait orman varlığının alansal olarak karşılaştırılması sonucu elde edilen verilerdir. Bu alansal karşılaştırma sonucu 1984 ve 1994 yıllarındaki toplam orman alanı miktarlarının birbirine çok yakın olduğu söylenebilir. Orman alanlarında meydana gelen değişimin sadece bu şekilde alansal olarak incelenmesi, bizi eksik değerlendirmeye götürecektir. Bu nedenle, orman alanlarındaki artma ve azalmanın öncelikle konumsal olarak değerlendirilmesi ve arkasından da bu değişimin niteliğinin incelenmesi gerekmektedir. Şekil 4 incelendiğinde, orman alanlarındaki artışın büyük ölçüde plantasyon alanlarından (ağaçlandırma sahaları) kaynaklandığı görülmektedir. Şekil 4 dikkatli bir şekilde incelenirse, orman alanlarındaki artmayı gösteren eflatun renginin özellikle Karadeniz kıyısına yakın yerlerde bulunan Fener ağaçlandırma sahalarında ve Alibeyköy baraj havzasındaki ağaçlandırma sahalarında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu alanların dışında, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Eğitim ve Araştırma Ormanında, Beykoz bölgesindeki bir kısım yerlerde ve yine Karadeniz'e yakın bazı yerlerde dağınık olarak orman alanlarında artış gösteren alanlar göze çarpmaktadır. Yine aynı şekilde orman alan-

larında azalma gösteren yerler şekil üzerinde konumsal olarak incelendiğinde, Karadeniz kıyısına yakın yerlerde bulunan ve açık maden işletmeciliği yapılan sahalarda, Ayazağa bölgesi ve Cendere mevkiinde, Sarıyer sirtlarında, kısmen Zekeriyaköy bölgesinde, Rumeli Fenerinin arka kısımlarında, Uskumruköy'ü civarında, Demirciköy civarında, Kemberburgaz bölgesinde, Anadolu kavağının arka kısımlarında ve Kilyos civarındaki orman alanlarında azalmalar görülmektedir.

Konumsal olarak gerçekleştirilen bu incelemede üzerinde durulması gereken nokta; Karadeniz bölgesindeki maden alanlarının bulunduğu bölgede meydana gelen azalmaların dışında görülen azalmaların önemli bir kısmının yerleşim alanlarına yakın bölgelerde gerçekleşmesidir. Bunun ifade ettiği anlam ise, orman alanlarından yerleşime geçen yerler olduğudur.

Yukarıda belirtilen bilgiler, 1984 yılından 1994 yılına Arazi kullanım sınıflarındaki değişimi veren Tablo 6 değerleri ile tamamlanırsa daha anlamlı ve yorumlanabilir sonuçlara ulaşılabilir. Söz konusu tablonun incelenmesi sonucunda, orman alanlarındaki artışın Diğer Orman Dışı Alanlar sınıfından ormana katılma şeklinde gerçekleştiği görülmektedir. Bu katılıma rakamsal olarak bakılırsa, Diğer Orman Dışı Alanlar sınıfından Yapraklı Orman sınıfına katılma 653.6250 ha, İbrelî Orman sınıfına katılma 2171.4375 ha ve toplam olarak 2825.0625 ha olduğu görülmektedir. Bu artışın % 76.86'sinin İbrelî Orman sınıfına katılma şeklinde gerçekleşmesi ise, artışın ağaçlandırma sahalarından kaynaklandığı tezinin doğruluğunu ortaya koymaktadır.

Orman alanlarındaki azalmanın niteliği incelendiğinde, iki ana türde azalma olduğu görülecektir. Bu azalmanın ilki Yapraklı veya İbrelî Orman Alanları'na ait sınıflardan Yerleşim sınıfına geçme şeklindedir. Bu türdeki orman alanı kaybı; Yapraklı Orman sınıfından Yerleşim sınıfına geçen 400.5625 ha ve İbrelî Orman sınıfından Yerleşim sınıfına geçen 252.0625 ha olmak üzere toplam 652.625 ha'dır. Bu türdeki alanların tekrar orman alanına dönüşümü ise hemen hemen olanak dışı görülmektedir. Bu alan, proje sahası içerisinde gerçek anlamdaki orman alanı kaybının daha büyük miktarlarda olduğunu göstermektedir. Orman alanlarındaki azalmanın ikinci şekli ise, orman alanlarından Diğer Orman Dışı Alanlar sınıfına geçiş şeklinde görülmektedir. Bu türdeki azalma Yapraklı Orman sınıfından 1249.5625 ha, İbrelî Orman sınıfından 1013.875 ha olmak üzere toplam 2263.4375 ha olarak ortaya çıkmaktadır. Bu değişimler ve nedenleri burada özetlenecek olursa bu azalmanın dört ana nedenden kaynaklandığı söylenebilir. Bunlar;

- * Karadeniz kıyısına yakın bölgelerde yer alan açık maden işletmeciliği sonucu üst orman örtüsünün uzaklaştırılması,
- * Orman Yangınları,
- * Orman işletmeciliği faaliyetlerinden kaynaklanan geçici durumlar ve
- * Arazi kazanma nedeniyle ormanların açılması (Açmacılık) olarak belirtilebilir.

Yukarıdaki nedenlerin ilk üçünden kaynaklanan orman alanlarındaki azalma zamanla değiştirilebilecek nitelikte ve geçici durumlardır. Dördüncü nedenden kaynaklanan orman alanlarındaki azalma ise kolayca telafi edilemeyecek sonuçlar doğurmaktadır. Bu türdeki alanların tekrar ormana kazandırılması bazen uzun bir hukuki süreç sonunda başarılabilir, bazen de tamamen kaybedilerek belirli bir zaman sonra yerleşim alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde zaman zaman orman alanlarından yer kazanma amacıyla yapılan faaliyetlere pirim veren kanunlar çıkabilmekte ve bu durum sürekli olarak orman alanlarının azalmasına neden olmaktadır. Bu şekilde kaybolan orman alanlarının tekrar kazanılması ise olanaksız görülmektedir.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

"Remote Sensing (Uzaktan Algılama) Verileriyle İstanbul Çevresi Ormanlarının Alansal Ve Yapısal Değişikliklerinin Saptanması ve ORBİS (Orman Bilgi Sistemi)'nin Oluşturulması"

projesinin ilk aşamasında elde edilen sonuçlar göstermiştir ki, uzaktan algılama verileri ile geniş alanlara yönelik veriler oldukça yüksek doğrulukta elde edilebilmektedir. Elde edilen verilerin coğrafi bilgi sistemleri içinde değerlendirilmesi ise, bize birçok konumsal analizin yapılma olanağını vermektedir. Bu şekilde, özellikle zamana ve konuma bağlı değişikliklerin belirlenmesi olanak içerisine girmektedir. Bütün dünyada, geniş alanlara yönelik bu türdeki zamana bağlı değişimlerin analizi (Change Detection) büyük ölçüde uydu görüntülerinin işlenmesine yönelik görüntü işleme sistemleri ve coğrafi bilgi sistemlerinin birlikte kullanılması ile oluşturulan bir Monitoring Sistem ile gerçekleştirilmektedir. Monitoring Sistem sadece zamana bağlı konumsal değişikliklerin belirlenmesi anlamında olmayıp, belirlenen verilere göre gerekli önlemlerin alınması ile izlenen alanın istenen yönde yönlendirilmesini de içerir. Bu çalışmada amaçlanan, yönlendirme veya biçimlendirme olmayıp, yönlendirme yetkisine sahip olanların bilgilendirilmesidir.

İstanbul çevresindeki ormanların ve bu ormanlarda meydana gelen alansal ve yapısal değişikliklerin belirlenmesi amacıyla öncelikle, belirlenen proje alanının 1984 ve 1994 yıllarına ait uydu görüntüleri (TM verileri), kullanılan görüntü işleme sistemi aracılığı ile değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda ulaşılan doğruluk seviyesinin (%88-90), bu tür çalışmalar için kabul edilen sınırın (%80) oldukça üzerinde olduğu gözlemlenmiştir. Bu açıdan bakıldığında hedeflenen amaca ulaşılmıştır. Diğer taraftan yapılan bu çalışmalar sadece orman alanları ile sınırlandırılmayıp, belirlenen bütün arazi kullanım sınıfları için de gerçekleştirilmiştir.

Proje sahasındaki bütün arazi kullanım sınıflarındaki değişimler özetlenecek olursa;

- 360 km² lik araştırma alanında bulunan yerleşim yerlerinin 1984-1994 yılları arasındaki alansal değişimi % 89.92 oranında gerçekleştiği ve 3905 ha'lık artış olduğu, bu artışın % 18.59'unun da (652 ha) orman alanlarından kazanıldığı,
- Orman alanlarında ise ;
 - Yapraklı orman alanlarında aynı tarihler arasında % 17.54 oranında 2185 ha'lık azalma olduğu,
 - İbrelî orman alanlarında % 38.25 oranında 2094 ha'lık artış olduğu,
- Orman dışı diğer alanlarda ise; % 34.09 oranında, 3306 ha'lık azalma olduğu, bu alanların 2821 ha'lık bölümünün yerleşime açıldığı,
- Su alanlarında ise; genel olarak Karadeniz kıyısındaki açık maden işletmeciliği çalışmalarında kıyı doldurmaları ile 114 ha'lık alansal azalma olduğu, saptanmıştır.

Görüntü işleme ile uydu görüntülerinden elde edilen verilerin, Coğrafi Bilgi Sistemi ortamında değerlendirilmesi sonucu çarpıcı sonuçlara ulaşılmıştır. Buna göre, 1984 yılından 1994 yılına gelindiğinde, 10 yıl süresince Orman Bakanlığı, yerel yönetimler ve gönüllü kuruluşlarca sürdürülen yoğun ağaçlandırma çalışmalarına rağmen bu proje kapsamında ele alınan yaklaşık 36000 ha alan üzerinde yine de toplam orman alanında 91 ha'lık orman alanı azalması görülmektedir. Kısaca, 1984 yılından 1994 yılına gelindiğinde ele alınan proje sahasındaki toplam orman alanı miktarlarında büyük bir değişiklik ortaya çıkmadığı görülmektedir. Ancak yapılan konumsal analizler göstermiştir ki, toplam orman alanı miktarının korunmasını sağlayan asıl etken, yıllardır sürdürülen ağaçlandırma çalışmalarıdır. Diğer taraftan orman alanlarının tahribi ile yer kazanma faaliyetlerinin de sürdürüldüğü ortaya çıkmaktadır. Bu faaliyetler sonucu 10 yıl içinde toplam 652.625 ha alan daha önce orman iken yerleşim alanına dönüşmüştür. Bu miktar 1984 yılı orman alanı miktarının % 3.64'ünü oluşturmaktadır. Söz konusu alanların tekrar orman alanına dönüşümü ise olanak dışı görülmektedir. Bu sonuç, proje sahası içerisinde gerçek anlamdaki orman alanı kaybının önemli miktarlarda olduğunu göstermektedir. Orman alanlarındaki azalmanın ikinci şekli ise, orman alanlarından Diğer Orman Dışı Alanlar sınıfına geçiş şeklinde görülmektedir. Bu

türdeki azalma, Yapraklı Orman sınıfından 1249.5625 ha, İbrelî Orman sınıfından 1013.875 ha olmak üzere toplam 2263.4375 ha olarak ortaya çıkmaktadır. Bu değişimlerle ilgili olarak burada belirtilmesi gereken nokta, söz konusu bu alanın bir kısmının arazi kazanma faaliyetleri sonucu ortaya çıkması nedeni ile, önümüzdeki yıllarda yerleşim alanları olarak karşımıza çıkabileceğidir.

Gerçekleştirilen çalışma sonucu elde edilen en çarpıcı sonuçlardan biri de, orman alanlarındaki yapısal değişikliklerdir. Buna göre, proje alanındaki orman varlığının tür bileşkesi önemli ölçüde değişmiştir. 1984 yılında yapraklı orman alanı proje sahasının %34.54'üne karşılık gelen 12460.3125 ha. iken, 1994 yılına gelindiğinde proje sahasının %28.48'ine karşılık gelen 10274.9375 ha alanın yapraklı orman ile örtülü olduğu ortaya çıkmaktadır. Buna göre 10 yıl içerisinde yapraklı orman alanları 2185.375 ha azalmıştır. Bu miktar ise, 1984 yılındaki yapraklı orman alanının % 17.54'üne karşılık gelmektedir. Diğer taraftan 1984 yılında İbrelî Orman sınıfına ait alanlar toplamı 5475.6250 ha iken 1994 yılında 7570.000 ha'a ulaşmıştır. Buna göre, 1984 yılında proje alanının %15.18'ini kaplayan ibrelî orman alanları, 1994 yılına gelindiğinde proje alanının %20.99'unu kaplar duruma gelmiştir. Bu verilere göre ibrelî ormanla kaplı alanlar 10 yıllık periyot sonunda 2094.375 ha. artmıştır. Bu artış 1984 yılındaki ibrelî orman varlığına göre %38.25'lik bir artış demektir. 10 yıllık zaman periyodunda meydana gelen bu değişimin dikkate alındığında, 1984 yılında proje sahasında bulunan toplam orman alanının %69.47'si yapraklı orman, %30.53'ü ibrelî orman iken, 1994 yılında %57.58'i yapraklı orman, % 42.42'si ibrelî orman olmuştur. Bu sonuç göstermektedir ki, İstanbul çevresindeki ormanların tür bileşkesi 10 yıl sonunda ibrelî ormanlar lehinde önemli ölçüde gelişme göstermiştir. Bu değişimin ana nedeni, yapılan ağaçlandırma ve yapay gençleştirme çalışmalarında genelde ibrelî türlerin tercih edilmesidir.

İstanbul çevresi ormanlarında tür değişimi olarak ortaya çıkan bu yapısal değişim, ileride bazı problemler oluşturacaktır. İstanbul nüfus olarak ülkemizin en büyük kentidir. Bu nüfusun rekreasyonel gereksinimlerini karşılamak için gelecekte daha geniş miktarda orman alanının rekreasyona açılması gerekmektedir. Bilindiği gibi ibrelî ormanlar özellikle yangına karşı çok hassas olup, ileride çıkması muhtemel bir yangında geniş orman alanlarının bir anda yok olması riskini beraberinde taşımaktadır. Diğer taraftan ülkemizdeki orman yangınlarının büyük bölümünün insan faktöründen kaynaklandığı bilinmektedir. Bu bilgiler ışığında bakıldığında, toplumun rekreasyonel gereksinimlerini karşılayacak orman alanlarının azaldığı ortaya çıkmaktadır. Eğer ibrelî orman alanları rekreasyon faaliyetine açılacak olursa, bu durumda da söz konusu orman alanlarının küçük bir ihmalen kaynaklanabilecek bir orman yangını ile yok olması tehlikesi ile karşı karşıya kalacaktır. Bu durumun dikkate alınarak, İstanbul çevresi orman alanları için geleceğe yönelik gerekli önlemlerin şimdiden alınması ve planların gözden geçirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın ortaya koyduğu en önemli sonuçlardan biri de, proje alanındaki arazi kullanım sınıfları içerisinde yerleşim alanlarının payının hızla artmasıdır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre yerleşim alanları, 1984 yılındaki proje sahasında bulunan yerleşim alanı miktarına göre % 89,92 artmıştır. Yapılan inceleme sonucunda yerleşime dönüşen alanların %18.59'unun orman alanlarından yerleşime dönüşen alanlar olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, toplumsal baskılara karşı orman alanlarının yeteri kadar korunmadığını göstermektedir. Ayrıca proje alanı dışında kalan ve değerlendirmeye alınmayan bazı belirli bölgelerde orman alanlarının tahribinin daha yüksek oranlara vardığı bilinmektedir.

Yapılan bu çalışma, uydu verilerinden çevreye yönelik önemli bilgilerin yeterli doğrulukta elde edilebildiğini göstermektedir. Yakın zamanda uydu sistemlerinde beklenen gelişmeler gerçekleştiği takdirde, şu anda uydu görüntülerinden yeterli duyarlılıkta elde edilemeyen birçok veri de elde edilebilir olacaktır. Ayrıca elde edilen verilerin güvenilirliği de önemli ölçüde artacaktır. Diğer taraftan elde edilen verilerin Coğrafi Bilgi Sistemi içerisinde değerlendirilmesi, bu çalışmada da ortaya konduğu gibi geniş analiz olanaklarını sunmaktadır.

DETERMINING THE SPATIAL AND STRUCTURAL CHANGES IN THE FOREST AREAS AROUND İSTANBUL USING REMOTE SENSING DATA

Doç.Dr. Ayhan KOÇ
Y.Doç.Dr.Hakan YENER

Abstract

In this paper, results of the research project, entitled "Determining the Spatial and Structural changes in the Forest Areas around Istanbul using Remote Sensing Data and Generating Forest Information System", are presented. The project was financially supported by I.U Research Fund with the number of 636/210994.

The purpose of this study was to determine how forested, residential, and other land use forms have changed around Istanbul in a decade (from 1984 to 1994). Therefore, reliable ground truths and evaluations, which depend on them, are followed. Another purpose of the study was to reveal a methodology that inclines change detection analysis together with integration of GIS and Remote Sensing data. Prior to this study, a pilot (360 km² area) was selected around Istanbul and topographic maps (1/25000), forest management maps (1/25000), and Landsat5-TM satellite data from 1984 to 1994 years were obtained.

In the project area, in order to evaluate and study the changes in the land use forms (water bodies, deciduous and Coniferous forest areas, and other non-forest areas) from 1984 to 1994, a monitoring system and the geographic database were generated. Obtained results were presented to form the maps, and graphics.

SUMMARY

The purpose of this study was to determine how forest and residential areas and other land use forms have changed around Istanbul in a decade (from 1984 to 1994). Therefore, reliable ground truths and evaluations, which depend on them, are followed. Another purpose of the study was to reveal a methodology that inclines change detection analysis together with integration of GIS and Remote Sensing data.

A pilot with 360 km² area was selected around Istanbul and topographic map (1/25000), forest management map (1/25000), and Landsat5_TM satellite data from 1984 to 1994 years were obtained for the study.

In order to detect changes, land use types from 1984 to 1994 years have been separated into five major classes (water bodies, deciduous forest areas, Coniferous forest areas, residential areas, and other non-forest areas), and thematic maps are presented in Figure 1 and 2.

In addition to Landsat5 TM original bands, generated vegetation indices bands were also used to evaluate satellite data. Therefore, accuracy of vegetation classes was increased. Maximum Likelihood method was used for classification. In order to check accuracy of classification, 100 ground control points were taken for each image (from 1984 to 1994 years), and they are given in Table 2 and 3 with accuracy levels obtained as result of classification. Land use forms between 1984 and 1994 are given in Table 4, and comparison of land use types from 1984 to 1994 is given Table 5. Spatially studied thematic map is presented in Figure 3 to show changes occurred in land use types between 1984 and 1994 years. Transitions of land use forms from one type to another were coded and illustrated in the thematic map, and Table 6 shows what each code stands for. Thematic map in Figure 4 shows changes occurred in the forest areas (increases and decreases).

As result of evaluations made for all land use types in the whole project area between 1984 and 1994;

- a-) Residential areas have increased at the rate of 89.92 % (3905 hectares) and 18.59 % of it was acquired from the forest areas.
- b-) In the forest areas,
 - Deciduous forest areas have decreased 17.54 % (2185 hectares)
 - Coniferous forest areas have increased 38.25 % (2904 hectares)
- c-) Other non-forest areas have decreased 34.09 % (3306 hectares). 2821 ha of which has been used for residential areas.
- d-) The water bodies have decreased 114 ha.

KAYNAKLAR

- ERDAS 1991: VGA ERDAS Ver.7.5 Field Guide. 2nd Edition. ERDAS Inc., Atlanta, Georgia, USA. pp. 394.
- ERDAS 1995: ERDAS Imagine^R Field Guide. 3rd Edition. ERDAS Inc., Atlanta, Georgia, USA. pp. 332.
- KOÇ, A., SELİK, C. 1996: Belgrad Ormanında Arazi Kullanımının Uzaktan Algılama Yöntemleri İle Belirlenmesi, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 46, Sayı 1, s.137-146.
- KOÇ, A. 1997: Belgrad Ormanındaki Ağaç Türü Ve Karışımlarının Uydu Verileri Ve Görüntü İşleme Teknikleri İle Belirlenmesi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 47, Sayı 1, s. 89-110
- KOÇ, A., YENER, H., YILMAZ, Y., ERDİN, K. 1997: Yersel Çalışmalar Ve Görüntü İşleme Teknikleri İle Belirlenen Arazi Kullanımının Karşılaştırılması. Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği, III. Uzaktan Algılama ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri, Bildiriler Kitabı Bölüm VI, s.19-26, 16-18 Mayıs Uludağ-Bursa.
- KRAUS, K., SCHNEIDER, W. 1990: Fernerkundung, Bant 1, Physikalische Grundlagen und Auf-

nahmetechniken, ISBN 3-427-78661-7, Dümmler Verlag, Bonn.

KRAUS, K. 1992: Fernerkundung, Bant 2, Auswertung Photographischer und digitaler Bilder, Mit Beiträgen von J. Jansa und W. Schneider, ISBN 3-427-78671-4, Dümmler Verlag, Bonn.

MYNENI, R.B. , ASRAR, G. 1994: Atmospheric Effects and Spectral Vegetation Indices. Remote Sensing Environment, Volume :47, pp.390-402, New York.

STADLER, R. 1989: Informationssysteme aus der Sicht der amtlichen Statistik, GIS: Geo-Informationssysteme Zeitschrift für Interdisziplinären Austausch innerhalb der Geowissenschaften, heft 1, s.11-17.

SWAIN,P.H, DAVIS, S.M. 1978: Remote Sensing: The Quantative Approach,McGraw-Hill Inc. (Çeviri :D.Maktav - F.Sunar,1991).

----- (1984): İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, İstanbul Orman İşletme Müdürlüğü, Merkez İşletme Şefliği Amenajman Planı.

----- (1984): İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, Alemdağ Orman İşletme Müdürlüğü, Beykoz Bölgesi Amenajman Planı.

----- (1991): İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, Bahçeköy Orman İşletme Müdürlüğü, Belgrad Ormanı Amenajman Planı.

----- (1992): İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, İstanbul Orman İşletme Müdürlüğü, Merkez Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı.