

UZAKTAN ALGILAMA VE CBS YÖNTEMLERİ İLE SAZLIDERE BARAJI VE SU HAVZASINDA ZAMANA BAĞLI DEĞİŞİM ANALİZLERİ

H.Gonca Coşkun*, Uğur Algancı, Gökçe Usta

* İTÜ, İnşaat Fakültesi, 34368 Maslak İstanbul, Türkiye - (gonca, alganci, ustag)@itu.edu.tr

ANAHTAR KELİMELER: *Yerleşim Analizi, Su Kalitesi, Uzaktan Algılama, Coğrafi Bilgi Sistemi, Sayısal Yükseklik Modeli*

ÖZET:

Bu makalede “Uydu Verileri İle İstanbul Boğazı’nın Kirlilik ve Hidrodinamik Yapısı, İçmesuyu Barajları ile Su Havzalarının Su Kalitesi ve Yerleşim Analizleri” isimli, İSKİ tarafından İTÜ’ne farklı tarihlerde yaptırılmış olan projeler ele alınmıştır. Bu makalede projedeki çalışmalar içinden yalnızca Sazlıdere baraj ve su havzasının çalışma ve sonuçları alınmıştır.

Proje üç aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Birinci aşama; 1992 tarihli Landsat-5 TM, 2000 tarihli IRS-LISS uydu verileri ile zamana bağlı Sazlıdere Barajı su havzasındaki mekansal değişim incelenmiştir. Zamana bağlı mekansal değişim mutlak, kısa, orta ve uzun koruma alanlarındaki yapılaşma esas alınarak çalışılmıştır. İkinci aşamada ise 1992 tarihli Landsat-5 TM ve 2000 tarihli IRS uydu verileri ile zamana bağlı Sazlıdere barajındaki su kalitesi ve hidrodinamik yapı esas alınarak çalışılmıştır. Yer doğruluklu veriler (yersel ölçme verileri) olarak adlandırılan; büyük ölçekli haritalar (1:5000), baraja boşalan kirleticileri taşıyan ve deşarj çıkışı olarak kabul edilen dereler, iyileştirme çalışmaları olarak bilinen arıtma ve kolektörler gibi bilgiler birlikte ele alınarak Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımları ile araştırma yürütülmüştür. Üçüncü aşamada ise; Su Havzalarında Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) oluşturularak, modeller farklı görüntü işleme yöntemleri ile oluşturulmuş sonuç görüntüleri ile bir arada incelenmiştir.

ABSTRACT:

In this paper, only the works and results of Sazlıdere Dam and Basin is considered from project which has been initiated under the Istanbul Water and Sewerage Administration sponsorship in Istanbul at Technical University Remote Sensing Laboratory.

Project has carried out with three steps. The first step is to determine the land use changes in the Sazlıdere water basin area with 1992 dated Landsat TM, 2000 dated IRS-LISS satellite images. Land use change analysis is done with consideration of absolute, short-range, mid-range and long-range protection zones. In the second step, water quality and hydrodynamic structure of the dam is analysed with 1992 dated Landsat TM, 2000 dated IRS-LISS satellite images. Ground truth data such as big scale maps, information about rivers that conceded as discharges and information about refinement facilities such as collectors are combined with satellite imagery with usage of Remote Sensing and Geographical Information Software. In the third step Digital Elevation Models (DEM) are created and analysed together with resultant images that are produced with different types of image processing methods.

1. GİRİŞ

Günümüzde uydu verilerinin sağladığı olanaklarla, çevre sorunları arasında güncelliğini koruyan zamana bağlı su havzalarındaki yapılaşma ve su kalitesi değişim analizleri hızlı ve doğru olarak gerçekleştirilebilmektedir. Özetle farklı tarihlerdeki sayısal uydu verilerinin, Görüntü İşleme Sistemi’nde işlenmesi, sınıflandırılması sonucu suların, su kalitesi ve hidrodinamik yapısı, su havzalarındaki mekansal ve arazi kullanım değişiminin izlenmesi mümkün olmaktadır. Su ortamındaki hayat, ortamdaki sıcaklığın, suyun renginin, askıdaki ve toplam katı madde konsantrasyonunun, besi maddesi konsantrasyonlarının, metal bileşiklerinin ve diğer fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin etkisi altındadır. Bu sayılan su kalitesini belirleyici özellikler, uzaktan algılama yöntemleri ile izlenebilmektedir (Coşkun ve Örmeci, 1994).

İstanbul, şehrinin coğrafi konumu ve topografik yapısının engebeli, sırtların denize dik konumda olması yağmur sularının ve atıksuların toplanması, arıtılması ve deşarjı açısından önemli ölçüde avantaj ve aynı zamanda dezavantajlar sağladığı bilinmektedir (Altay ve diğerleri). Bu durum arıtmanın

geremediği en eski tarihlerde kanalizasyon hizmetlerini oldukça kolaylaştırmıştır. Son yıllardaki hızlı nüfus artışı beraberinde altyapı ihtiyacını da getirmiştir. En büyük altyapı ihtiyaçlarından biri de atıksuların toplanarak arıtıldıktan sonra uzaklaştırılmasıdır (yüce, 1990). Çevresi sularla kaplı olan İstanbul’da da diğer gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi şehrin evsel ve sanayi atıkları kısmen arıtmaya tabi tutulmakta, kirli suların büyük bir kısmı ise İstanbul çevresindeki sulara doğrudan boşaltılmakta idi. İSKİ 1996 yılında başlayarak 2000 yılı sonuna kadar kontrol altına alınan atıksuların oranını % 80’e yükseltmiştir (İSKİ 2001). İstanbul suları açık ve gizli evsel ve sanayi atıkları, gemilerin boşalttığı santine suları, kirli dereler ve erozyon toprakları taşıyan yağış suları ile taşınan askıda katı maddelerle olumsuz etkilenebilmektedir. Bunların dışında, hidrolojik havzadaki tarım sahalarından taşınan azot ve fosfor bileşikleri bakımından zengin sulama suyu sızıntıları, gemi sökümü, sahil doldurmaları ve katı atık boşaltılması gibi kirletici kaynaklar su kalitesini bozan etkenler arasında sayılabilir.

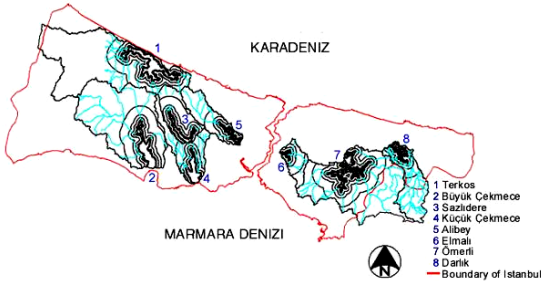
Bu makalede “Uydu Verileri İle İstanbul Boğazı’nın Kirlilik ve Hidrodinamik Yapısı, Ömerli Barajı Su Havzası’nın ve

* Corresponding author. H. Gonca Coşkun.

“İstanbul’un Su Havzalarının Zamana Bağlı Değişim Analizleri” isimli, İSKİ tarafından İTÜ’ne yaptırılmış olan Proje’den Sazlıdere Baraj ve Havzası ele alınmıştır. Birinci aşamada;1992 tarihli Landsat-5 TM ve SPOT-PAN ve 2000 tarihli IRS 1-C ve IRS-LISS data setlerinden oluşturulmuş merge uydu verileri ile zamana bağlı Sazlıdere Barajı su havzasındaki mekansal ve Barajdaki su kalitesi değişimi incelenmiştir. Proje taahhüdü çerçevesinde zamana bağlı mekansal değişimler mutlak, kısa, orta ve uzun koruma alanlarındaki yapılaşma esas alınarak çalışılmıştır. İkinci aşama ise 1992 tarihli Landsat-5 TM ve 2000 tarihli IRS-LISS uydu verileri ile zamana bağlı Sazlıdere Barajı su kalitesi ve hidrodinamik yapı esas alınarak çalışılmıştır. Yer doğruluklu veriler (yersel ölçme verileri) olarak adlandırılan; ortofotolar, google earth web sayfası, deşarj çıkışları, iyileştirme çalışmaları olarak bilinen arıtma ve kolektörler gibi bilgiler birlikte ele alınarak Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımları ile araştırma yürütülmüştür. Üçüncü aşamada ise; Sazlıdere Su Havzasının sayısal yükseklik modeli (SYM) oluşturularak, model farklı görüntü işleme yöntemleri ile oluşturulmuş sonuç görüntüleri ile bir arada ele alınmıştır..

2. ÇALIŞMA ALANI

Projedeki çalışma alanı olarak İstanbul Boğazını ve su havzalarının tamamını kapsamı içine alan, coğrafi koordinatları 40° 60 ve 41° 70 kuzey enlemleri, 28° 00 ve 30° 00 doğu boylamları ile tanımlanan sularla kaplı bölge ele alınmıştır. Çalışma alanı ve vektörel veriler Şekil 1’de gösterilmektedir.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan; su havzası koruma bantları, dereler ve su sınırlarının CBS bindirme yöntemi ile oluşturularak bir arada gösterildiği vektör veri..

3. ÇALIŞMADA KULLANILAN VERİLER

Sazlıdere Havza ve Barajının yerleşim ve su kalitesinin zamana bağlı analizlerinin uydu verileri kullanarak araştırıldığı bu çalışmada 12 Aralık 1992 tarihli Landsat- 5 TM ve 26 Temmuz 2000 tarihli IRS-LISS uydu verileri kullanılmıştır

İstanbul Baraj havzalarının ve bu havzaları besleyen derelerin sayısallaştırılmış vektör verilerinin bir kısmı İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) tarafından sağlanmış, bir kısmı ise daha önceki İSKİ projelerinde uydu verileri üzerinden sayısallaştırma yöntemi kullanılarak elde edilmiştir.

Uzaktan algılama çalışmaları incelenen bölgenin uygun tarihli yersel ve uydu verileri ile kombine olarak izlenmesi ile mümkündür. Her türlü sanayi ve evsel atıkların dereler yolu ile boşaltıldığı Sazlıdere hidrodinamik yapısı çalışmada kullanılan

uydu verileri ile bir arada ele alınarak incelenmiştir. Bölgede yerinde yapılan gözlemlerden de yararlanılmıştır.

4. UYDU VERİLERİNİN İŞLENMESİ VE KULLANILAN YAZILIM VE DONANIM

Sayısal uydu verilerinin görüntüleme dönüştürülerek işlenebilmesi amacı ile özel yazılım ve donanım içeren bilgisayarlar Görüntü İşleme Sistemleri (Image Processing System) olarak adlandırılır. Çalışmanın uygulama aşaması ERDAS Imagine 8.6 görüntü işleme yazılımı, ve MAPINFO Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

4.1 Görüntülerin okutulması ve UTM Projeksiyon Sistemine Çevrilmesi

Uydu verileri çalışmanın amacına uygun olan projeksiyon sistemine dönüştürülerek kullanılır. Sayısal uydu verileri ile oluşturulan uydu görüntülerinde, yeryüzünün yükseklikleri nedeni ile geometrik düzeltmeye gereksinim duyulur. Bir başka tanımla; üç boyutlu olan yeryüzü farklı özellikte tarayıcılarla uydulardan sayısal algılanır. Algılanan sayısal veriler iki boyutludur. Üç boyutlu yeryüzünün iki boyutlu ve üzerinde ölçme yapılabilecek özellikteki bir projeksiyon sistemine dönüştürülmesi gerekir.

Bu çalışmada projeksiyon sistemi olarak; ele alınan uydu verisinin geometrik çözünürlüğüne bağlı olarak 1 1/25 000 ölçekli Standart Topoğrafik Projeksiyon sistemi olan UTM (Universal Transverse Mercator) projeksiyon sisteminde hazırlanmış sayısal haritalar kullanılmıştır. Düşeye çevrilmiş görüntü koordinatları ve buna karşılık gelen referans koordinatları arasındaki dönüşümün doğruluğu RMS (karesel ortalama hata) yöntemi ile test edilerek, referans noktaları ile görüntü koordinatları arasındaki dönüşüm 0.1 ile 0.5 piksellik karesel ortalama hata ile gerçekleştirilmiştir.

4.2 Görüntülerin Sınıflandırılması

Her bir yüzey elemanı üzerine gelen ışığı farklı oranlarda yansıtır, yutar ve geçirir. Uydu verilerinden elde edilen farklı kanallardaki sayısal verilerin, türleri gösteren görüntüleme dönüştürülmesi uzaktan algılamanın kavramsal yöntemleri ile işlenmesi sonucunda elde edilir. Bir multispektral görüntüde her piksel uzay koordinatları olan x, y ve spektral koordinata karşılık gelen dalga uzunluğu ile tanımlanmaktadır. Farklı kanallardaki aynı cisme karşılık gelen, her bir kanalda farklı yansıtma değerine sahiptir. Cisim üzerine gelen ışık ışını cismin yapısına bağlı olarak yansıtma, geçirilme ve yutulma değerleri vermektedir. Spektral piksel ölçümlerinin her bir sınıf için vektörlerin bir kümesi olması nedeni ile sınıflandırma sırasında iki kanaldan fazlasına gereksinim duyulur. Sınıfların birbirleri ile olan korelasyonlarının belirlenerek her bir pikseli en yakın olduğu kümeye atayarak türlerin belirlenebilmesi için başta “Bayes Teoremi” olmak üzere pek çok hesap ve istatistik yöntem uygulanmaktadır (Bhargava ve Miriam, 1991, Coşkun, 2001).

Sınıflandırma işlemi sırasında, görüntü işleyici görüntü verisinde yersel ölçümlere dayalı örnekleme bölgeleri seçiyor ve daha önce belirlenmiş olan spektral özelliklerden yararlanarak sınıflandırma işlemini yönetiyor veya etkiliyor ise bu sınıflandırma işlemine “Kontrollü Sınıflandırma” denir. Kontrollü sınıflandırmanın bir alternatifi ise sınıflandırma sürecinde; çok sayıda hangi sınıfa dahil olacağı bilinmeyen

piksellerin görüntü verisindeki doğal gruplaşmalarını irdeleyen algoritmaların kullanıldığı “Kontrolsüz Sınıflandırma” yöntemidir (Lathrop ve Lillesand, 1996). Bu çalışmada her iki yöntemde ele alınmıştır. Her iki sınıflandırma yönteminde de temel amaç pikseli sahip olduğu yansıtma değerine göre yeryüzünde o piksele karşılık gelen türün oluşturduğu kümelerle atamaktır. Sınıflandırma aşamasının doğru yapılabilmesi için uydu verileri ile yakın tarihli su havzalarındaki yapılaşmayı veren ortofotolar, Sazlıdere’ye ait su kalitesi bilgileri, evsel ve sanayi atıklarının sulara boşaltıldığı bu noktaları gösteren haritalar ve bilgiler İSKİ tarafından temin edilmiştir. Çalışma alanına da gidilerek gerekli incelemeler yapılmıştır. Çalışmanın 1992 ve 2000 tarihli olması nedeni ile geçmişe yönelik mekansal verilerin tespitinde güçlükler yaşanmıştır. Bu güçlükler, özellikle yerleşim analizi çalışmalarında 1996 tarihli ortofotolar ve daha eski görüntülerde mevcut olan yapılar tespit edilerek örneklemeler yapılmıştır. Ağaç türleri ise “1992 ve 1993 tarihli Uydu Verileri ile Meşçere Haritalarının Hazırlanması” isimli TÜBİTAK Projesi sınıflandırılmış verilerinin signature dosyasından taşınmıştır.

4.3 Yerleşim Analizi

Sazlıdere havzasındaki zamana bağlı mekansal değişim analizi için, düşeye çevrilmiş, 1992 tarihli Landsat-5 TM ve SPOT pan uydu verileri ile 2000 tarihli IRS1-C ve IRS-LISS uydu verileri ile birarada ele alınarak IHS yöntemi kullanılarak merge işlemi gerçekleştirilmiştir. Merge işlemi gerçekleştirilen uydu verileri ile, zamana bağlı Sazlıdere su havzasındaki mekansal değişimi incelemek için onbir sınıf ele alınarak, yer doğruluklu verilerle kontrollü Maximum Likelihood sınıflandırma yöntemi uygulanmıştır.

Zamana bağlı mekansal değişimler mutlak, kısa, orta ve uzun koruma alanlarındaki yapılaşma esas alınarak çalışılmıştır. Yer doğruluklu veriler olarak (yersel ölçme verileri) deşarj çıkışları, iyileştirme çalışmaları olarak bilinen arıtma ve kolektörler gibi bilgiler birlikte ele alınmıştır. Sınıflandırma sonuçlarına (Şekil 2) doğruluk analizi uygulanmıştır. Yerleşim sınıfı için; rastgele 40 nokta her bir sonuç görüntüsü üzerine atılarak bulunan kullanıcı doğruluğu; 1992 yılında %84, 2000 yılında ise %96 olmuştur. Hektar bazında elde edilen yerleşim değerleri Tablo 1’de gösterilmektedir.

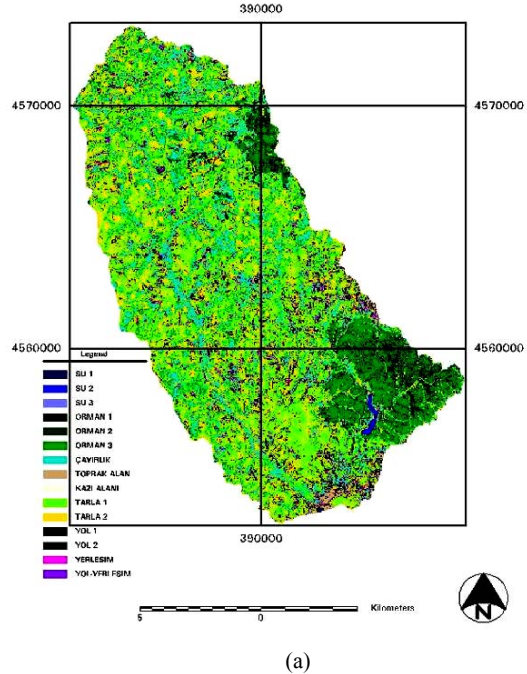
Tablo 1. Koruma bantları için yerleşim farkları

	Yerleşim (1992)	Yerleşim (2000)	Toplam Havza Alanı	1992-2000 Fark
Tüm	257.61	312.91	16842.96	55.3
Dış	43.34	47.27	3103.24	3.93
Uzun	90.39	143.36	5412.32	52.97
Orta	37.82	29.38	3165.32	-8.44
Kısa	45.88	51.75	3914.85	2.90
Mutlak	41.21	37.55	2350.74	-3.66



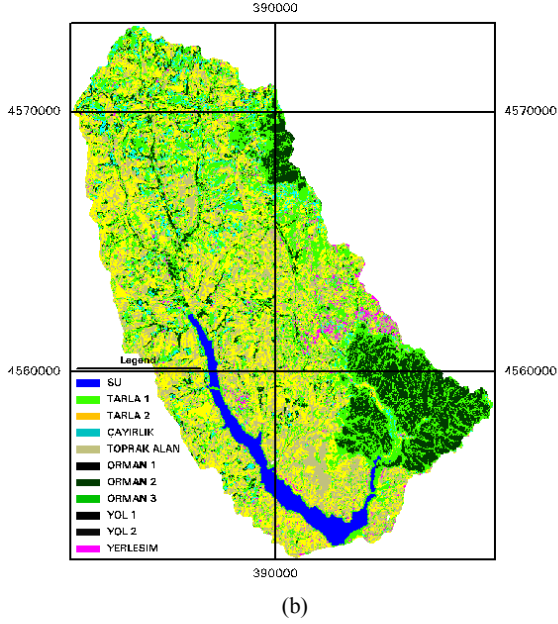
Şekil 2. Sazlıdere Su Havzası'nın, 1992 tarihli Landsat-5 TM, SPOT-Pan uydu verileri ile çakıştırılarak oluşturulmuş renkli görüntüsü ile su havzası koruma bantları ve derelere ait vektör datanın CBS bindirme uygulaması ile oluşturulmuş sonuç görüntüsü .

SAZLIDERE SU HAVZASI 1992 SINIFLANDIRILMIŞ GÖRÜNTÜSÜ



(a)

SAZLIDERE SU HAVZASI 2000 SINIFLANDIRILMIS GÖRÜNTÜSÜ



Şekil 3. Sazlıdere Su Havzası'nın, a) 1992 tarihli Landsat-5 TM, SPOT-Pan uydu verileri ile çakıştırılarak oluşturulmuş data seti ile kontrollü sınıflandırma yöntemine göre oluşturulmuş sonuç görüntüsü, b) 2000 tarihli IRS LISS, IRS 1-C pan uydu verileri ile çakıştırılarak oluşturulmuş data seti ile kontrollü sınıflandırma yöntemine göre oluşturulmuş sonuç görüntüsü.

4.4 Su Kalitesi Analizi

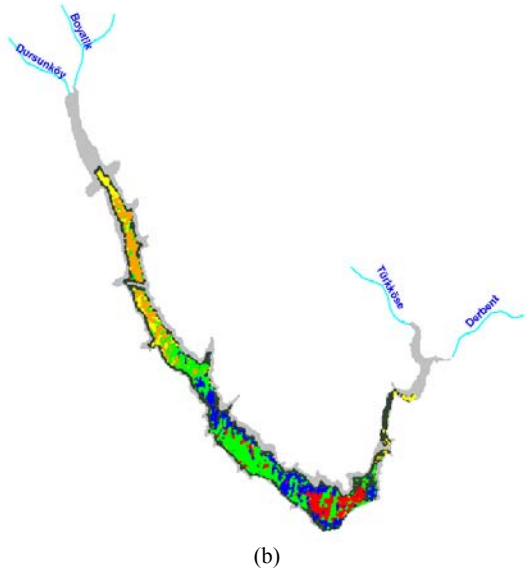
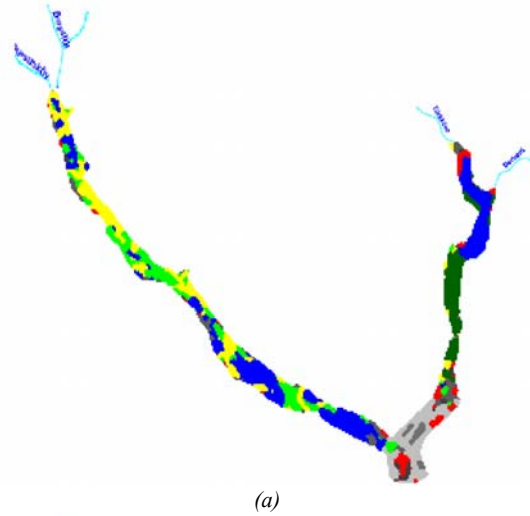
Sazlıdere Gölü Barajı su alanına multispektral kontrollü sınıflandırma yöntemi uygulanarak su kalitesi analizi gerçekleştirilmiştir. Landsat-TM ve IRS-LISS uydu verileri ile ERDAS IMAGINE 8.6 yazılımı kullanılarak yüzey suyundaki farklı sınıflar incelenmiştir. Ele alınan sınıflar sırasıyla; sarı ve açık yeşil: ziraate bağlı nitrojen oranı yüksek su, yeşil: ormanlık alanlara bağlı olarak fosfor oranı yüksek su, kırmızı: yerleşim, ziraat, endüstrinin bir arada olduğu bölgelerden gelen kirleticilerin karışık olduğu su, turuncu: kirleticiye bağlı olarak kirlilik yükünün seyredildiği bölgeler, gri: su çekilmesine bağlı olarak ortaya çıkan dip yapı, mavi: doğal göl suyu şeklinde renklendirilmiştir (Şekil 4).

Sazlıdere Barajı'na İstanbul'un diğer içme suyu barajlarında olduğu gibi deşarjlar doğrudan yapılmaz. Baraja boşalan derelerdeki suyun, havzadaki yerleşim (Şekil 5), erozyon toprakları taşıyan yağış suları içerisinde bulunan askıda katı madde yükü, sanayi, ziraat, ormanın etkisiyle değişen kalitesi, taşıdığı kirletici yüklerini etkiler. Örneğin, derenin etrafında ziraat yapılıyorsa nitrojen yükü, endüstri var ise poliaromatik hidrokarbon (PAH) yükü, evsel atıklar. Ormanlık alanlarda yağışlar ile fosfor yükü artmaktadır (Coşkun, 2006).

Şekil 2 de Sazlıdere Barajı su alanına ait uydu verilerinin üzerine, baraja boşalan derelerin vektör verisi ve koruma bandlarının vektör verisi giydirilmesi ile kirleticilerin etkilerini

görsel olarak da izleyebilme olanağı sağlanmıştır. Sonuç görüntüleri derelerin çevrelerine bağlı olarak taşıdığı kirletici yükleri göz önüne alınarak yorumlandığı zaman, yukarıda açıklanan renklerle uyum içinde olduğu izlenmektedir.

Şekil 4. b., 26 Temmuz 2000 tarihli IRS-LISS uydu verileri ile yapılan çalışmaya karşılık gelmektedir. Görüntü yorumlandığında; Sazlıdere Barajı'na boşalan dört derenin bulunduğu noktalarda farklı suya karşılık gelen kırmızı, sarı, yeşil ve mavi renkler hakimdir. Bu bölge yerel verilerle incelendiğinde; 2000 tarihli görüntüde su seviyesinin yükseldiği, barajın sol kolundan boşalan Dursunköy ve Boyalık derelerinin taşıdığı farklı su kalitesinin kötüye gittiği, sağ koldaki Türkköse ve Derbent derelerinde su miktarının azaldığı, ve barajın ana gövdesine boşaltıldığı tahmin edilen deşarjda artış olduğu görüntüden izlenmektedir. Sazlıdere Barajı'nda temel kirletici olarak Baraja boşalan sol koldaki derelerin artmaya tabi tutulması önerilmektedir.



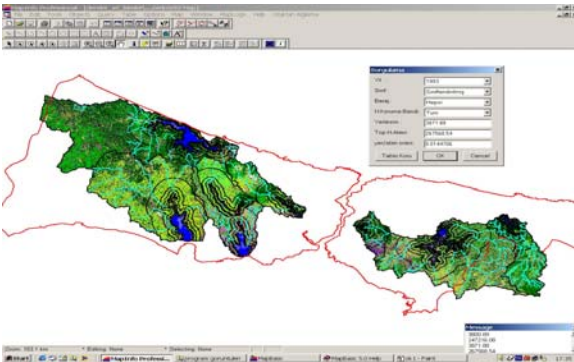
Şekil 4. Su kalitesi analizi amacıyla sınıflandırılmış, a) 1992 tarihli Landsat-5 TM uydu görüntüsü b) 2000 tarihli IRS-LISS uydu görüntüsü.



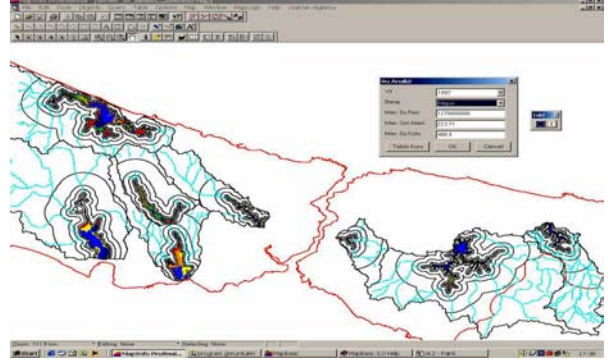
Şekil 5. Baraj havza alanı içinde kalan Altınşehir bölgesine ait yerleşimi gösteren fotoğraf.

5. UYDU VERİLERİNİN COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİNDE MODELLENMESİ VE SAYISAL YÜKSEKLİK MODELİ

Bu çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) için gereken 296 tabaka oluşturulmuştur. Bu tabakaların 9 tanesi vektör diğerleri raster verileri içermektedir. Oluşturulan tabakalara barajlar ve su havzaları ile ilgili bilgiler; koruma bandları, gerekli tüm alan bilgileri, barajlarla ilgili bilgiler ve görüntüler taşınmıştır. Erdas İmagine 8.4 görüntü işleme programında su havzaları ve barajlarla ilgili yerleşim ve su kalitesi çalışmaları koordinatlı (UTM Zone 35 North) olarak Merge ve Sınıflandırılmış şekilde oluşturulduktan sonra “.tiff” (“geo_tif”) uzantılı image dosyalarına dönüştürülmüştür. Bu dosyalar vektörel verilere altlık teşkil edecek şekilde Mapinfo Professional CBS yazılımına aktarılmıştır. Yazılan Mapbasic Makro programı ile kullanıcı Mapinfo’da kolaylıkla bilgiye ulaşabilmektedir. Görmek istediği bölgenin bir kısmını veya tamamını görüntü altlığı ile görebilmekte, ayrıca istediği vektörel veriyi de bu altlıkların üzerine açabilmekte, bu sayede altlık uydu görüntüleri ile istenilen vektör verileriyle analiz yapılabilmektedir (Şekil 6). Bu çalışmada su havzaları, barajlar ve İstanbul suları ele alındığı için kullanıcı yıllara (1992-2000) bağlı olarak tüm su havzasını veya seçilen koruma bandını merge veya sınıflandırılmış seçimle görsel olarak inceleyebilmekte, mekansal alan bilgilerine de ulaşabilmekte, tek bir baraj seçimi yapabilmektedir. Yine çalışma kapsamında olan barajların ve İstanbul sularının yıllara (1992-2000) bağlı su kalitesi görüntüleri barajlara kirletici atık taşıyan dereler ve İstanbul sularına boşalan deşarj noktaları ile incelenebilmektedir (Şekil 7).

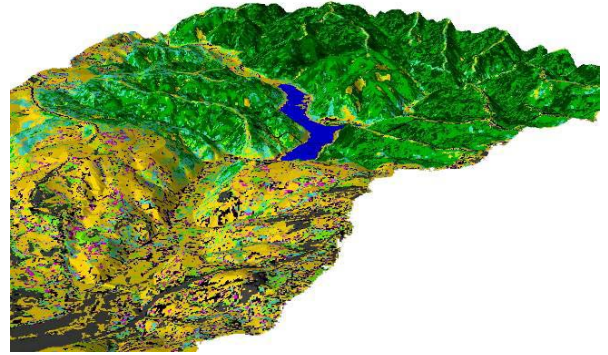


Şekil 6. CBS, sorgulamasında tüm havzalarda seçilen yıl, havza, koruma bandı için görüntü, vektör veri ve alan bilgilerinin gösterimi.



Şekil 7.CBS, sorgulaması aşamasından birisi olan tüm içme suyu barajlarının su kalitesi görüntülerinin gösterimi.

1: 5000 ölçekli vektör veri ile oluşturulan Sayısal Arazi Modeli üzerine sınıflandırılmış görüntülerin giydirilmesi ile oluşturulan üç boyutlu model (Şekil 8) ile havzanın topoğrafyası izlenebilmektedir.



Şekil 8. Sayısal Yükseklik Modeli üzerine sınıflandırılmış görüntünün giydirilmesi ile oluşan görüntü.

6. SONUÇLAR

Bu makalede İ.T.Ü. Uzaktan Algılama Anabilim Dalı tarafından , İSKİ’ye yapılmış olan “Uydu Verileri İle İstanbul Boğazı’nın Kirlilik ve Hidrodinamik Yapısı, İstanbul İçme Suyu Barajlarının ve Havzalarının Zamana Bağlı Değişim Analizleri” isimli Projeden sadece Sazlıdere Gölü ve Havzası ele alınmıştır. Proje, farklı tarihli uydu verilerinin Erdas IMAGINE 8.6 görüntü işleme yazılımı ile entegre olarak, bölgenin vektör ve sözel verilerinin MAPINFO 6.0 Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı tarafından analizi ve sorgulanması ile gerçekleştirilmiştir. Barajlarla ilgili bilgiler vektörel objelere (koruma bandları su alanları v.b) girilmiştir. Geometrik düzeltme, merge ve sınıflandırma aşamasından sonra rastgele seçilen 40 noktada yerleşim için kullanıcı doğruluğu tarih sırasına göre %84 ve %96 olarak bulunmuştur.

Sınıflandırılmış görüntüler tif dosyaları olarak oluşturulmuştur. Bu dosyalar vektörel verilere altlık teşkil edecek şekilde CBS yazılımına aktarılmıştır. Proje sonuçlarının kolaylıkla ulaşabilmesi için Mapbasic Makro programı kullanılarak

yazılan CBS sorgulama programı ile kişiler görmek istediği bölgenin bir kısmını veya tamamını görebilmekte, istediği vektörel veriyi de bu altlıkların üzerine açabilmekte, zamana bağlı yapılaşmayı her bir koruma bandı için iki farklı tarih olarak(1992-2000) hektar biriminde alabilmekte, böylece altlık görüntüleri ile istenilen vektör verilerin birlikte analizini sayısal ve grafik olarak yapabilmektedir. Çalışma kapsamında olan barajların yıllara (1992-2000) bağlı su kalitesi görüntüleri barajlara kirletici atık taşıyan dereler, evsel yerleşime ve sanayi atıklarına bağlı olarak birlikte incelenebilmektedir.

6.1 Referanslar

Altay A., Eroğlu V. , Sankaya H.Z. ve Eldemir M., 2001. İstanbul'un Atıksu Projelerinin Mevcut Durumu, Berlin ve İstanbul Şehirleri Örneğinde Geleceği Olan Su Ekonomilerinin Uluslararası Karşılaştırılması, 8 - 9 Ekim, İstanbul

Bhargava, D.S. ve Mariam,D.W., 1991. Effect of suspended particle size and concentration on reflectance measurement. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 57 (5), pp. 519-529.

Coşkun H.G. ve Örmeci C., 1994. Water Quality Monitoring in Haliç (Golden Horn) Using Satallite Imagery. *EARSeL Workshop on Remote Sensing and GIS for Coastal Zone Management*, Delft, Holland, 25 October, pp. 84-93.

Coşkun H.G. , 2001. İSKİ Projesi, Uydu Verileri İle İstanbul Boğazı'nın Kirlilik ve Hidrodinamik Yapısı, Ömerli Barajı Su Havzasının ve 92-93 Tarihleri Arasındaki İstanbul'un Su Havzalarının Zamana Bağlı Değişim Analizleri.

Coşkun H.G. , 2006. İSKİ Projesi, Uydu Verileri İle İstanbul Boğazının Kirlilik ve Hidrodinamik Yapısı, İçmesuyu Barajları İle Su Havzalarının Su Kalitesi ve Yerleşim Analizlerinin Tesbiti.

İSKİ, 2001. 2000 Yılı Faaliyet Raporu. İstanbul.

Laththrop, R.G.Jr. and Lillesand, TM, 1996. Utility of thematic mapper data to asses water quality in Southern Green Bay and West and West Central Lake Michigan, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 52, pp. 671-680.

Yüce H., 1990. Investigation of the Mediterrean water in the Straight of İstanbul (Bosphorus and The Black Sea). *Oceanologia Acta*. Vol. 13, No:2.