55451

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

ELMALI ve ALİBEY SU HAVZALARININ UYDU GÖRÜNTÜ VERİLERİYLE İZLENMESİ ve BİLGİ SİSTEMİ OLUŞTURMA OLANAKLARI

DOKTORA TEZİ

Y. Müh. Çiğdem GÖKSEL

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 12 Temmuz 1996

Tezin Savunulduğu Tarih : 25 Kasım 1996

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Cankut ÖRMECİ

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Hasan Zuhuri SARIKAYA

: Prof. Dr. Ertuğrul DOĞAN

: Prof. Dr. Seniha ÇELİKHAN

: Doç. Dr. Handan Dülger TÜRKOĞLU

KASIM 1996

ÖNSÖZ

İstanbul Su Havzaları arazi kullanım planlarının Uydu Görüntü İşleme/Bilgi Sistemleri bütünsel sistemi içinde incelenmesine yönelik olan bu çalışmayı öneren, ufuk veren ve yöneten değerli hocam Prof. Dr. Cankut ÖRMECİ'ye çok teşekkür ederim.

Çalışmamda kullandığım havza verilerini sağlayan İSKİ Genel Müdürü Prof. Dr. Veysel EROĞLU'na, Ölçme Tekniği Laboratuvarı olanaklarından yararlanmamı sağlayan Prof. Dr. Orhan BAYKAL'a, Laboratuvar olanaklarından yararlandığım İŞLEM Şirketler Grubu yönetici ve çalışanlarına, yaptığı çevirilerle bana destek veren Dr. Selahattin GÖKSEL'e, Müh. Cihan AKNİL'e, bilgi ve birikiminden yararlandığım Yük.Müh.Mim. Lale ÖRMECİ'ye, İSKİ'den Jeomorfolog Önder RUMELİLİOĞLU'na çok teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında destek ve yardımlarını gördüğüm çalışma arkadaşlarım Yük. Müh. Gökalp ALANKO, Yük. Müh. Öztuğ BİLDİRİCİ, Yük. Müh. Cengizhan İPBÜKER, Yük. Müh. Şinasi KAYA, Doç. Dr. Sıtkı KÜLÜR, Yük. Müh. Nebiye MUSAOĞLU, Y. Doç. Dr. Muhammed ŞAHİN, Y. Doç. Dr. Dursun ŞEKER ve Doç. Dr. Necla ULUĞTEKİN'e, adını burada yazamadığım diğer hocalarım, yakınlarım ve arkadaşlarıma ayrıca çalışmamı sabırla yazan arkadaşım Sevda ŞAŞMAZ'a teşekkür ederim.

GÖKSEL ve DENİZYARANLI ailelerine, tabii ki, yaşından beklenmeyen bir olgunlukla bana destek veren, anlayış gösteren canım kızıma, olanakları güveni ve ilgisiyle destek veren eşim Müh. Orhan GÖKSEL'e teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım.

Yük. Müh. Çiğdem GÖKSEL

Temmuz 1996

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ii

SEMBOL LİSTESİ iii

ŞEKİL LİSTESİ v

TABLO LİSTESİ viii

ÖZET xi

SUMMARY xii

BÖLÜM 1 GİRİŞ 1-2

BÖLÜM 2 SPEKTRAL IŞINIM VE SINIFLANDIRMA 3

2.1. Elektromanyetik Spektrum 4
2.2. Elektromanyetik Enerjinin Etkileşim 4
2.3. Sınıflandırma 6
2.3.1. Kontrolsüz Sınıflandırma 6
2.3.2. Kontrollü Sınıflandırma 7
2.4. Sınıflandırma Karar Kuralları 8
2.4.1. En Kısa Uzaklık Karar Kuralı 8
2.4.2. Mahalanobis Uzaklığı Karar Kuralı 9
2.4.3. En çok Benzerlik Yöntemi 10
2.5. Sınıflandırma Doğruluk Derecesi Değerlendirmesi 13
2.6. Görüntü Verilerinin Geometrik Düzeltilmesi 16
2.6.1. Kayıt 16
2.6.2. Yeniden Örnekleme 18

BÖLÜM 3 COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ

3.1. Coğrafi Veri ve Coğrafi Bilgi 22
3.2. Grafik Veriler 23
3.3. Coğrafi Verinin Depolanması ve Coğrafi Veri Tabanı 25
3.3.1. Zincir Kodları (Chain Codes) Yöntemi 26
3.3.2. Eş Tarama Kodları (Runlength Encoding) Yöntemi 27

3.3.3. Blok Kodları Yöntemi 27
3.3.4. Dörtlü Ağaç Yapı 28
3.4. Uzaktan Algılama Verilerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Entegrasyonu 28

BÖLÜM 4 ÇALIŞMADA KULLANILAN UYDU SİSTEMLERİ VE LABORATUVAR OLANAKLARI 31

4.1. LANDSAT Uydu Sistemi 31
4.2. SPOT Uydu Sistemi 33
4.3. Laboratuvar Olanakları 35
4.3.1. İTÜ Uzaktan Algılama Laboratuvarı 35
4.3.2. İşlem Şirketler Grubu Teknik Çalışma Olanakları 37

BÖLÜM 5 UYDU VERİLERİ VE BİLGİ SİSTEMLERİ İLE ARAZİ KULLANIM ANALİZLERİ 38

5.1. Elmalı Su Toplama Havzası 41
5.2. Alibey Su Toplama Havzası 42
5.3. Elmalı ve Alibey Havzalarında Mevcut Durum 43
5.4. Elmalı ve Alibey Havzalarının Uydu Verileri ile İncelenmesi 50
5.4.1. Yer Kontrol Noktalarının Seçimi 51
5.4.2. Yeniden Örnekleme Yöntemi 52
5.5. Kontrollü Sınıflandırma Öncesi Test Alanlarının Seçimi 53
5.5.1. Haritalar 53
5.5.2. Hava Fotoğrafları 54
5.5.3. Uydu Görüntüleri 54
5.5.4. Yer Gerçeği Belirleme İçin Arazi Çalışması 55
5.5.5. Çakıştırılmış Görüntülerin Hazırlanması 56
5.5.6. Yoğunluk-Renk tonu-Doygunluk (IHS) Renk Uzay Transformasyonu 56
5.6. Uydu Görüntülerinin Sınıflandırılması 59
5.7. Elmalı Havzası Sınıflandırma Çalışması 62
5.7.1. Elmalı Havzası Göl Alanı 62
5.7.2. Elmalı Havzası Mutlak Koruma Alanı Sınıflandırma Sonuçları 64
5.7.3. Elmalı Havzası Kısa Mesafeli Koruma Alanı Sınıflandırma Sonuçları 64
5.7.4. Elmalı Havzası Orta Mesafeli Koruma Alanı Sınıflandırma Sonuçları 67

5.7.6. Elmalı Havzası Sınıflandırma Çalışması 70
5.8. Alibey Havzası Sınıflandırma Çalışması 72
5.8.1. Alibey Havzası Göl Alanı 74
5.8.2. Alibey Havzası Mutlak Koruma Alanı Sınıflandırma Sonuçları 75
5.8.3. Alibey Havzası Kısa Mesafeli Koruma Alanı Sınıflandırma
5.8.4. Alibey Havzası Orta Mesafeli Koruma Alanı Sınıflandırma
5.8.5. Alibey Havzası Uzak Mesafeli Koruma Alanı Sınıflandırma
5.8.6. Alibey Havzası 1992 Yılı Sınıflandırma Sonuçları 81
5.9. Sınıflandırma Doğruluk Değerlendirmesi 82
5.10. Uzaktan Algılama Verilerinin CBS ile Birleştirilmesi 84

SONUÇLAR VE ÖNERİLER 101

KAYNAKLAR 108

EKLER 113

ÖZGEÇMİŞ

SEMBOL LİSTESİ

C	: Işık hızı
μm	: Dalga uzunluğu birimi
E	: Euklid uzaklığı (n boyutly uzayda görüntü elemanın spektral değeri)
n	: kanal
x, y	: n boyutlu uzayda görüntü elemanının spektral değerleri
c	: Belirli bir sınıf
X_{xyi}	: i kanalındaki x,y pikselin veri dizisini
M_{ci}	: i kanalındaki c sınıfı için örneğin veri dizi değerlerinin ortalaması (mean)
$SD_{x,y,c}$	: x,y pikselinden c sınıfı ortalamasına spektral uzaklığı
D	: Mahalanobis uzaklığı
M_i	: İ sınıfı örneğinin ortalama değer vektörü
COV_i	: İ sınıfı örneğindeki görüntü elemanlarının kovaryans matrisi
T	: Tranpoze fonksiyonu
δ(i|j)	: j sınıfından olup i sınıfına dahil edilmiş bir görüntü elemanının uğradığı kayıp.
P(wi)	: Herhangi bir aday pikselin i sınıfına eleman olması olasılık yüzdesi
Lx	: Ortalama kayıp
g(x)	: Diskriminant fonksiyonu
K	: Bir uyum ölçütü
Po	: Uyuşan birimlerin oranı

P_c	: Beklenen şans uyumu için birimlerin oranı
N	: Hata matrisindeki sayıların toplam oranı
X_{ij}	:i j'inci elemanındaki sayıların değeri
f_1 ,f_2	: Transformasyon fonksiyonları
x,y	: Görüntü koordinatları (satır-sütun)
X,Y	: Yer koordinatları (Referans koordinat sisteminde)
ε	: Dönme
λ_x,λ_y	: x ve y yönündeki ölçek katsayısı
a_1,b_1	: Dönüştürme matrisi katsayıları
t	: Polinom derecesi
R_x	:x yönündeki karesel ortalama hata
R_y	: y yönündeki karesel ortalama hata
T	: Toplam karesel ortalama hata
n	: Yer kontrol noktası sayısı
$\sigma_{x,y}$	: x ve y yönündeki standart sapma
δ_x,δ_y	: Artık değerler
KOH	: Karesel ortalama Hata
UTM	: Universal Transversal Mercator Projeksiyon Sistemi
GCP	: Ground Control Point
YKN	: Yer Kontrol Noktası
İSKİ	: İstanbul Su ve Kanalizasyon İşletmeleri
ISODATA	: Iteratif Self Organizing data Analysis (Kontrolsüz Sınıflandırma Yöntemi)

ŞEKİL LİSTESİ

		Sayfa No
Şekil 2.1.	Yeryüzü Kaynaklarının Uzaktan Algılanması	3
Şekil 2.2.	Elektromanyetik Spektrum	4
Şekil 2.3.	Bazı Örtü Tipleri İçin Spektral Yansıtma Eğrileri	5
Şekil 2.4.	Kontrollü Sınıflandırma Adımları	7
Şekil 2.5.	Spektral Uzaklıkta Örnek Sınıflarla Fark	8
Şekil 2.6.	Olasılık Yoğunluk Fonksiyonları	10
Şekil 3.1.	Coğrafi Bilginin İçeriği	22
Şekil 3.2.	Yer Gerçeğinin Raster ve Vektör Formundaki Görüntüsü	23
Şekil 3.3.	Karma GIS	25
Şekil 3.4.	Blok Kodları ve Raster veri Karşılaştırması	27
Şekil 3.5.	Dörtlü Ağaç Yapı Örneği	28
Şekil 3.6.	Entegre Edilmiş Veri İşleme	30
Şekil 4.1.	İstanbul Landsat 5 TM 1994	32
Şekil 4.2.	İstanbul Landsat 5 TM 1992	33
Şekil 4.3.	Çalışmada Kullanılan 13-06-1993 tarihli SPOT XS (2/1/3)	34
Şekil 4.4.	Çalışmada Kullanılan 13-06-1993 Tarihli SPOT P Görüntüsü	35
Şekil 4.5.	Uzaktan Algılama Laboratuvar Donanımı	36
Şekil 4.6.	İşlem Şirketler Grubu Donanım Sistemleri	37
Şekil 5.1.	Elmalı Havzası	41
Şekil 5.2.	Alibey Havzası	42

Şekil 5.3. Elmalı Hava Fotoğrafı 54

Şekil 5.4. Dudullu Organize Sanayi Bölgesi 55

Şekil 5.5. Elmalı Havzası Yapılaşmaları 55

Şekil 5.6. Alibey Havzası Yapılaşmaları 56

Şekil 5.7. IHS Dönüşümü Kullanılarak Landsat Görüntü Verilerinin Zenginleştirilmesi 57

Şekil 5.8. Elmalı Havzası Çakıştırılmış Görüntüsü 57

Şekil 5.9. Alibey Havzası Çakıştırılmış Görüntüsü 58

Şekil 5.10. Elmalı Havzası (Test Alanları) 59

Şekil 5.11. 1984 Elmalı Havzasına Ait Özellik Dosyasının Uzaysal Dağılımı 60

Şekil 5.12. 1992 Alibey Havzasına Ait Özellik Dosyasının Uzaysal Dağılımı 60

Şekil 5.13. Piksel Boyutundan Ortaya Çıkan Fark 61

Şekil 5.14. Elmalı Havzası Göl Alanı Sınıflandırılmış Görüntüler 63

Şekil 5.15. Göl Alanı Arazi Kullanımı Değişim Grafiği 64

Şekil 5.16. Elmalı Havzası Mutlak Koruma Alanı Sınıflandırılmış Görüntüleri 64

Şekil 5.17 Elmalı Mutlak Koruma Alanı Arazi Kullanım Değişim Grafiği 65

Şekil 5.18. Elmalı Havzası Kısa Mesafeli Koruma Alanı Sınıflandırılmış Görüntüleri 66

Şekil 5.19. Elmalı Havzası Orta Koruma Alanı Arazi Kullanım Değişim Grafiği 67

Şekil 5.20 Elmalı Havzası Orta Koruma Alanı Sınıflandırılmış Görüntüleri 67

Şekil 5.21. Elmalı Havzası Orta Koruma Alanı Arazi Kullanım Değişim Grafiği 68

Şekil 5.22. Elmalı Havzası Uzun Mesafeli Koruma Alanı Sınıflandırılmış Görüntüleri 69

Şekil 5.23. Elmalı Havzası Uzun Mesafeli Koruma Alanı Arazi Kullanım Değişim Grafiği 70

Şekil 5.24. Elmalı Havzası Sınıflandırılmış Görüntüleri 71

Şekil 5.25. Elmalı Havzası Arazi Kullanım Değişim Grafiği 72

Şekil 5.26. Sayısallaştırılmış Alibey Havzası Koruma Alanları 73

Şekil 5.27. Alibey Havzası Göl Alanı Sınıflandırılmış Görüntüleri 74

Şekil 5.28. Alibey Havzası Göl Alanı Kullanım Değişim Grafiği 75

Şekil 5.29. Alibey Havzası Mutlak Koruma Alanı Sınıflandırılmış Görüntüler 75

Şekil 5.30. Alibey Havzası Mutlak Koruma Alanı Arazi Kullanım Değişim Grafiği 76

Şekil 5.31. Alibey Havzası Kısa Koruma Alanı Sınıflandırılmış Görüntüleri 77

Şekil 5.32. Alibey Havzası Arazi Kullanım Değişim Grafiği 78

Şekil 5.33. Alibey Havzası Orta Mesafeli Koruma Alanı Sınıflandırılmış Görüntüleri 78

Şekil 5.34. Alibey Havzası Orta Mesafeli Koruma Alanı Arazi Kullanım Değişim Grafiği 79

Şekil 5.35. Elmalı Havzası Tesviye Eğrileri ve TIN Modeli 86

Şekil 5.36. Alibey Havzası Koruma Alanları 87

Şekil 5.37. Elmalı Havzası Koruma Alanları 87

Şekil 5.38. Arc Info'da Oluşturulan 1984 Elmalı Arazi Kullanımı 88

Şekil 5.39. Arc Info'da Oluşturulan 1992 Elmalı Arazi Kullanımı 89

Şekil 5.40. Arc Info'da Oluşturulan 1987 Alibey Arazi Kullanımı 89

Şekil 5.41. Arc Info'da Oluşturulan 1992 Alibey Arazi Kullanımı 90

Şekil 5.42. Havzaların Lokasyonu (Arc View) 91

Şekil 5.43. Havza Koruma Kuşaklarının Alan ve Nüfus Dağılımı (Arc View) 92

Şekil 5.44. Elmalı Barajı 1996 Su Durumu (Arc View) 92

Şekil 5.45. Havzalardaki Sanayi Tesisleri (Arc View) 93

Şekil 5.46. 1984-1992 Elmalı Havzası Orman Değişimleri (Arc/Info) 94

Şekil 5.47. 1984-1992 Elmalı Havzası Yeşil Alan Değişimleri (Arc/Info) 94

Şekil 5.48. 1984-1992 Elmalı Havzası Boş Alan Değişimleri (Arc/Info) 95

Şekil 5.49. ARC INFO Ortamında Analiz Edilmiş Elmalı Havzası Mutlak Koruma Alanı Değişimleri 95

Şekil 5.50. Arc Info ortamında Analiz Edilmiş Elmalı Havzası Kısa Mesafeli Koruma Alanı değişimleri 97

Şekil 5.51. Elmalı Havzası Orta Mesafeli Koruma Alanı Değişimleri (Arc/Info) 98

Şekil 5.52. Elmalı Havzası Arazi Kullanımı Değişimi (Arc/Info) 99

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1. Yeniden Örnekleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması 19

Tablo 3.1. Raster Veri Yapısı ile Vektör Veri Yapısının Karşılaştırılması 24

Tablo 4.1. Landsat 4 ve 5 Uydusunun Genel Özellikleri 31

Tablo 4.2. Tematik Haritalayıcı Band Özellikleri 32

Tablo 4.3. SPOT Uydusunun Genel Özellikleri 34

Tablo 5.1. Elmalı ve Alibey Havzası Koruma Kuşaklarına Göre Nüfus Dağılımı 44

Tablo 5.2. Koruma Kuşaklarına Göre Sanayi Tesislerinin Dağılımı 44

Tablo 5.3. Su Toplama Havzalarında Endüstri Kategorilerinin Dağılımı 45

Tablo 5.4. Elmalı Sanayi Tesislerinin Üretim Biçimi ve Deşarj Ortamı 45

Tablo 5.5. Alibey Sanayi Tesislerinin Üretim Biçimi ve Deşarj Ortamı 46

Tablo 5.6. Havzalarda Bulunan Sanayi Tesislerinin Yasal Durumu 46

Tablo 5.7. Havzaların Yüzeysel Su Potansiyeli 47

Tablo 5.8. Haziran 1984 Elmalı ve Alibey Su Analiz Raporu 48

Tablo 5.9. 16-09-1992 Elmalı ve 14-09-1992 Tarihli Alibey Su Analiz Raporu 49

Tablo 5.10. Havzalarda Sosyo-ekonomik Yapı 50

Tablo 5.11. Elmalı Havzası Göl Alanı Sınıflandırma Sonuçları 63

Tablo 5.12. Elmalı Havzası Mutlak Koruma Alanı Sınıflandırma Sonuçları 65

Tablo 5.13. Elmalı Havzası Kısa Koruma Alanı Sonuçları 66

Tablo 5.14. Elmalı Havzası Orta Mesafeli Koruma Alanı Sınıflandırma Sonuçları 68

Tablo 5.15. Elmalı Havzası Uzun Mesafeli Koruma Alanı Sınıflandırma Sonuçları 69

Tablo 5.16. Elmalı Havzası Sınıflandırılmış Görüntüleri 71

Tablo 5.17. Alibey Havzası Göl Alanı Sınıflandırma Sonuçları 74

Tablo 5.18. Alibey Havzası Mutlak Koruma Alanı Sınıflandırma Sonuçları 76

Tablo 5.19. Alibey Havzası Kısa Koruma Alanı Sınıflandırma Sonuçları 77

Tablo 5.20. Alibey Havzası Orta Mesafeli Koruma Alanı Sınıflandırma Sonuçları 79

Tablo 5.21. Alibey Havzası 1992 Sınıflandırma Sonuçları (Uzun Koruma) 80

Tablo 5.22. Alibey Havzası 1992 Sınıflandırma Sonuçları 81

Tablo 5.23. Elmalı 1984 Doğruluk Analizi 82

Tablo 5.24. Elmalı 1992 Doğruluk Analizi 83

Tablo 5.25. Alibey 1984 Doğruluk Analizi 83

Tablo 5.26. Alibey 1992 Doğruluk Analizi 84

Tablo 5.27. Elmalı Mutlak Koruma Alan İçin Arazi Kullanım Dönüşümleri (ARC/INFO) 96

Tablo 5.28. Elmalı Kısa Mesafeli Koruma Alanı İçin Kullanım Dönüşümleri 97

Tablo 5.29. Elmalı Orta Mesafeli Koruma Alanı İçin Kullanım Dönüşümleri (ARC/INFO) 98

Tablo 5.30. Elmalı Havzası Arazi Kullanım Dönüşümleri 100

ÖZET

Bu çalışmanın bir bütün olarak amacı, kentsel planlama çerçevesinde havza arazi kullanım planlarının hazırlanmasında bir bilgi kaynağı olarak uydu görüntülerinin coğrafi bilgi sistemleri ile birlikte kullanılma potansiyellerini incelemede bir temel oluşturmakdır.

Birinci bölümde İstanbul Su Havzalarının mevcut durumu ve çalışmanın amacı ortaya konmuştur.

İkinci bölümde, Uzaktan Algılamanın temel esasları ve uygulamada kullanılan bazı sınıflandırma Algoritmaları ve Uydu verilerinin konum ve tematik doğruluk derecesini belirten yaklaşımlar açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde, Coğrafi Bilgi Sistemlerine ilişkin veri yapısı ve Uzaktan Algılama verileri ile Coğrafi Bilgi Sistemlerinin özellikle kırsal ve kentsel planlamada etkin bir şekilde kulllanımının gerekliliği vurgulanmıştır.

Dördüncü bölümde, uygulamaların, gerçekleştirildiği İTÜ İnşaat Fakültesi Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Laboratuvarı ve İşlem Şirketler grubu laboratuvarının yazılım ve donanımları incelenmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan Uydu Sistemleri ve Uydu görüntüleri hakkında bilgi verilmiştir.

Çalışmanın uygulama bölümü olan beşinci bölümde, İstanbul'un içme ve kullanma suyunu temin eden barajların kent merkezine en yakın olan Elmalı ve Alibey Baraj Havzalarının iki zamanlı Landsat TM görüntüleri kullanılarak havza arazi kullanım karakteristikleri ortaya konulmuş ve görüntüler için hem konum, hem de tematik doğruluk derecesi değerlendirmeleri yapılmıştır. Yüksek tematik doğruluklu raster yapıdaki arazi kullanım verileri vektör veriye dönüştürülmüş ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinde grafik veriler olarak değerlendirilmiştir. Arazi kullanımları ile istatistik bilgilere dayalı olarak belirlenen nüfus, yüzeysel su potansiyeli ve niteliği, topoğrafik konum, sanayi tesisleri, iş gücü, sosyo ekonomik yapı v.b. gibi havza planlamaya alt yapı olacak ilgili veriler derlenerek havza planlama ve yönetimi için bir veri tabanı hazırlanmış ve analizler yapılmıştır. Son olarak 1984 yılı ve 1992 yılı CBS katmanları üst üste konularak karşılaştırmalar havza koruma bazında gerçekleştirilmiştir.

Son bölümde hızla gelişen ve bu gelişmesini planlı bir sisteme oturtamayan İstanbul'un, su üretim havzalarının, üzerindeki bitki örtüsünün kaçak ve plansız yapılaşma ile çevre kirliliğinin etkisi altında olduğu belirtilmiş, uydu görüntüsü tabanlı bir havza bilgi sistemi örneğinde Elmalı Havzası koruma kuşakları değişimleri yorumlanmıştır. Çalışmadaki yaklaşım şekli yerel ve bölgesel planlama, yönetim birimlerine gelecekteki havza arazi kullanım planlaması ve yönetimi için yüksek doğruluklu bir model olarak değerlendirilmelidir.

SUMMARY

OBSERVATION by REMOTE SENSING DATA of ELMALI and ALİBEY WATER BASIN AREA

and

REALIZATION of INFORMATION SYSTEMS

Remote Sensing is defined as the art and science of obtained information from a distance, about objects or phenomena without being in physical contact with them. The science of remote sensing provides the instruments and theory to understand how objects and phonemena can be detected. The art of remote sensing is in the development and use of analysis techniques to generate useful information (Aranoff, 1989).

The sun is the source of radiations and electromagnetic radiation from the sun is reflected by the Earth and detected by the satellite. The set of all electromagnetic waves is described as the electromagnetic spectrum, which includes the range from the long radio waves, to the microwave, the short-wave X- and gamma rays. Electromagnetic energy reaching the Earth's surface may be reflected, transmitted or absorbed. Earth-surface elements are distinguished on the basis of their spectral reflection characteristics.

The major characteristics of an imaging remote sensing instrument operating spectral bands are described in terms of its spatial, spectral, radiometric and temporal resolution. Spatial resolution is a measure of the smallest object that can be resolved by the sensor, or the area on the surface represented by each pixel. This term described as the instantaneous field of view (IFOV). The IFOV is a measure of the area viewed by a single detector in a given instant in time. The second important property of an optical imaging system is its spectral resolution. Digital images collected by satellite sensors have been multi-band or multispectral, that is individual images have been separately recorded in discrete spectral bands. The term spectral resolution refers to the width of these spectral bands.

Radiometric resolution refers to the number of digital levels used to express the data collected by the sensor. The number of levels is generally expressed in terms of binary digits (bits) needed to store the value of the maximum level. For

instance, in 8 bit data, the data values range from 0 to 255 for each pixel. Temporal resolution refers to how often a sensor obtains imagery of a particular area. Especially for the change detection studies, temporal resolution is very important factor (Erdas, F.G., 1991) (Mather, 1989).

Modern satellite sensors such as LANDSAT, SPOT, AVHRR, ERSI are providing image data for monitoring the earth's resources. In this study LANDSAT and SPOT multitemporal images have been used.

The Earth Resources Technology Satellite (ERTS) was the first unmanned satellite designed to provide systematic global coverage of earth resources. In 1975, the ERTS program and satellites were renamed LANDSAT. The first three LANDSAT Satellites carried a multispectral scanner (MSS) and a return beam vidicon (RBV) camera. More importantly, the MSS system for the first time provided digital images suitable for computer analysis. The MSS on LANDSAT 1,2,3 imaged a 185 km wide swath in four bands. Each pixel in an MSS image represents a ground area of approximately 79 m by 56 m.

The LANDSAT 4 and 5 satellites were launched into lower sun-synchronous earth orbits of about 700 km. and have a return period of 16 days. LANDSAT 4 and 5 carries two multispectral scanner system, the MSS and TM sensors. Thematic Mapper (TM) provides 7 bands from the visible to the thermal infrared. Each pixel represents a 30m by 30m ground area (except in the case of band 6 which uses a larger pixel 120m by 120m).

The SPOT program was begun by France in 1978. SPOT 1 was launched in 1986. It carries two HRV scanners (High Resolution Visible). Each sensor can operate in both (P and XS). In the Panchromatic mode, a single visible band is detected and an image 10m by 10m pixels is produced. In multispectral mode, three images with 20m by 20m pixels are produced.

LANDSAT and more recently SPOT imagery are now routinely used for a wide range of applications these particular images current land cover, the detection of changes in land use.

Digital Image Processing Techniques have been applied to comment on satellite images. This techniques involves the manipulation and interpretation of digital images. Image process analysis can be performed in four general steps.

Methods of preprocessing remotely-sensed imagery are designed to compensate for one or more of cosmetic defects, geometric distortions, atmospheric interference and variations in illumination geometry. The level of preprocessing required will depend on the problem to which the processed images are to be applied. Therefore, there is no fixed schedule of preprocessing operations which are carried out automatically prior to the use of remotely sensed data. The user must be aware of the geometrical properties the image data and of the effects of external factors (such as the level of, and variations in, atmosheric haze) and must be capable of selecting the appropriate technique to corrrect the defect or to estimate the external effect, if necessary.

Image enhancement techniques include, but are not limited to, those of contrast improvement and monochrome to colour transformations. Other image-processing methods can justifiably be called enhancements. These include methods for detecting and emphasizing edges or discontinuities in an image noise reduction techniques ranging from removal of banding to filtering and colour transforms such as principal components analysis. All of these methods alter the visual appearance of the image that is of interest to a user.

The development of multi-sensor packages such as that proposed for the Polar Platform of the 1990's and of sensors capable of operating in a large number of narrow spectral bands will present a considerable challenge to the capabilities of digital image-processing systems which in the main, are based on the pixel -by-pixel ("per pixel") analysis of low-dimensional image data. The computational requirements which would result from the application of such techniques to high-dimensional, high-resolution data sets would be immense. Possible new developments in hardware (parallel processing and the hardware implementation of pattern-recognition algorithms) will do much to get more satisfactory solutions to these problems. The other main area in which research and development is needed in the identification of suitable measures of texture and the specification of algorithms capable of employing contextual information into the pattern recognition procedure. With a computer system, pattern recognition can be more scientific. Statistics are derived from the spectral characteristics of all pixels in an image. Then, the pixels are sorted based on mathematical criteria.

Data Merging procedures are used to combine image data for a given geographic area with other geographically referenced data sets for the same area. These other data sets might simply consist of image data generated on other dates by the same sensor or by other remote sensing systems. Frequently, the intent of

data merging is to combine remotely sensed data with other sources of information in the context of a geographic information system (Lillesand and Kiefer, 1987). This research illustrate the integration of remote sensing data in a GIS.

Regional and Municipal Planners require up-to-date-information to effectively manage land development and plan for change. In urban areas, particularly at the rural-urban fringe, this change is very rapid. As a result, it is difficult to maintain up-to-date information on new housing and industrial/commercial developments. This is particularly true for regional municipalities whose jurisdicitions cover large areas.

The land-use map, as a source of thematic information, has been an important component of urban and regional planning for many years. In areas where change is very slow, land-use maps which are considered relatively old (i.e., 10 to 20 years) may continue to portray current conditions, adequately and thus provide useful information. However, this is not the case in areas of rapid change, such as the rural-urban fringe, where the entire landscape can change over a short period of time. Here, fields and open areas are converted to residential subdivisions and commercial/industrial plazas. In such areas, the most recent map may be of little value to the person requiring up-to-date information.

Even with the availability of satellite imagery and computer storage of information, the stage has not yet been reached where up-to-date information can rapidly and easily be provided.

Current information on land use and cover is essential for many planning activities. Remote sensing methods are becoming increasingly important for mapping land use and land cover for following reasons.

1- Image of large areas can be acquired rapidly.

2- Images can be acquired with a spatial resolution that matches the degree of detail required for the survey.

3- Remote sensing images eliminate the problems of surface access that often hamper ground surveys.

4- Images provide a complementary perspective for ground surveys.

5- Image interpretation is faster and less expensive than conducting ground surveys.

6- Images provide an unbiased, permanent data set that may be interpreted for a wide range of spesific land use and land cover, such as forestry and urban growth like this study.

The integration of remote sensing and geographic information systems (GIS) is essential for effective resource management. The volume of remote sensing imagery for managing a provincial resource is such that one must use digital image analysis systems. By combining remote sensing image analysis and geographic information systems, resource managers can have timely and accurate knowledge of a renewable resource. Satellite imagery with higher resolution can be used to update land use information in a GIS for water basin areas.

Today's geographic information systems and today's remote sensing image analysis systems are both aspects of single data collection and analysis systems containing data at different levels of representation.

The objective of this study is to integrate to GIS and remote sensing techniques create to information resources for water basin land use.

In the first chapter İstanbul's current water resources have been given and the study's objectives have been explained.

In second chapter basic principles of remote sensing and approaches to evaluate positional and thematic accuracy levels of classifying algorithms and remote sensing data have been explained.

In third chapter, data structures regarding GIS and Remote Sensing data have been examined and the necessity of the use of such data in rural and urban planning has been emphasized.

In fourth chapter information about the study environment (ITU Civil Engineering-Photogrammetry and Remote Sensing Lab. and software and hardware which are represented by Group of Componies in Turkey) satellite systems and remote sensing data have been given.

In chapter five using multitemporal LANDSAT TM images (1984-1992) land-use/cover characteristics in Elmalı and Alibey Water Basın Area have been analyzed and evaluation of thematic and positional accuracy of images have been performed. High accuracy raster data is converted to vectorial data and used in Geographic Information System. A Data Base to be used for water basin planning

and managing utilizing statistical attribute data covering population, water potential, topographic position, industry and labour force etc. has been prepared and overlay analysis has been performed. Finally in this chapter comparison between water basin protected areas in 1984 and 1992 using GIS techniques has been made and results have been received in a three dimensional surface model.

In final chapter the results of this study have been evaluated and suggestions have been given to avoid further destruction of water basin areas.

BÖLÜM 1

GİRİŞ

İstanbul'un yaşam kaynağı su havzaları, ormanları ve tarım alanları kenti kuzeyden kuşatan yeşil kuşakta yer almaktadır. Bu kuşağın korunması için kentin kuzeye doğru gelişiminin önlenmesi, İstanbul'un doğu-batı aksında doğrusal (lineer) olarak geliştirilmesine yönelik stratejiler izlenmesi gereği vardır. İstanbul'un planlama çalışmalarının başladığı günlerden bu güne dek uzmanlarca gözönüne alınmasına rağmen kentin biçimlenmesinde etkili olan büyük yatırımlar bile planlara uyumlu olarak gerçekleştirilmemiştir. Boğaz Köprüleri ve otoyolların güzergahları kentin planlanan hedefinin tersine kuzeye doğru gelişmesine yol açmıştır. Özellikle TEM otoyolu ve Fatih Sultan Mehmet Köprüsü su havzalarını içine alarak (Elmalı, Ömerli, Alibey, Büyük Çekmece havzaları) yarattığı çekim gücüyle kaçak yapılaşmayı su havzaları ormanlar ve tarım alanlarına çekmiştir. Bu çarpık yapılaşma ve yoğun yerleşme ile yanlış arazi kullanımları güncel sorunların ötesinde, gelecek için korunması gerekli kaynakları da tüketmektedir.

İstanbul'un su gereksinimini karşılayan yüzeysel su kaynakları arazi kullanımının değişimi nedeniyle kirlenme sorunu ile karşı karşıyadır. Suyun kalitesindeki fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik bozulmalar genellikle su toplama havzalarındaki yerleşimler ve dolayısıyla insan etkinliklerinden kaynaklanmaktadır. Bugün İstanbul su üretim havzalarının bitki örtüsü açık maden ocaklarına ya da planlı veya plansız endüstri tesislerine dönüşmektedir. Bu tesislerinin faaliyetleri sırasında ortaya çıkan kirleticiler ve atıkları bir taraftan bitki örtüsünü yok ederken diğer taraftan doğrudan su kaynaklarını kirletmektedir.

Arazi değişimlerini etkin bir şekilde düzenlemek ve değişiklikleri planlamak için yeni bilgilere gereksinim duyulmaktadır. Arazi kullanım planları bir bilgi kaynağı olarak kentsel ve bölgesel planlamanın önemli bir bileşeni olmuştur. Değişmenin yavaş olduğu yerlerde güncelliği yeterli olabilir. Fakat, bu durum su havzalarında olduğu gibi tüm peyzajın kısa bir zaman aralığında değiştiği yerler için geçerli değildir. Su havzalarında bitki örtüsü ile kaplı alanlar hızla, konut alanlarına sanayi ve endüstriyel plazalara dönüşmektedir. Bu gibi alanlarda güncel arazi kullanım planlarına gereksinim vardır.

Uydu Teknolojisinin gelişmesi ve elde edilen bilgilerin bilgisayar ortamına aktarılıp işlenmesi ve yorumlanması olanağının ortaya çıkması insanları klasik bilgi toplama ölçeklerinin dışına itmiştir. Yerel ve bölgesel planlamada gerek hizmet gerek se gelişimi kontrol altına alabilmek için iyi tasarlanmış bir bilgi sistemi ya da sistemler topluluğu önemli bir gereksinimdir.

Günümüzde güncelliği hızla artan Uzaktan Algılama Teknolojisi, arazi örtüsü ile ilgili bilgileri hızla toplayarak, sorunları çabuk ortaya koyabilmesi, uydu verilerinin kullanıcıya hızla aktarılabilmesi ve uygulanan çözümün zamansal değişiminin izlenebilmesi açısından en etkin yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Son yirmi yıldır Coğrafi Bilgi Sistemlerinin hızlı gelişmesi ve uygulanmasına paralel olarak coğrafi referanslı veri tabanlarına giderek artan bir talep olmaktadır. Arazi kullanımı ve arazi örtüsü katmanları CBS veri tabanının en yaygın ve en dinamik bileşenleridir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri Teknolojisinin Uzaktan Algılama ile birlikte kullanımı maksimum bilgi hacmini sağlamakta, arazi kullanımı ile ilgili bilgilerin belirlenmesi analizi ve güncelleştirilmesi için güçlü bir araç olmaktadır.

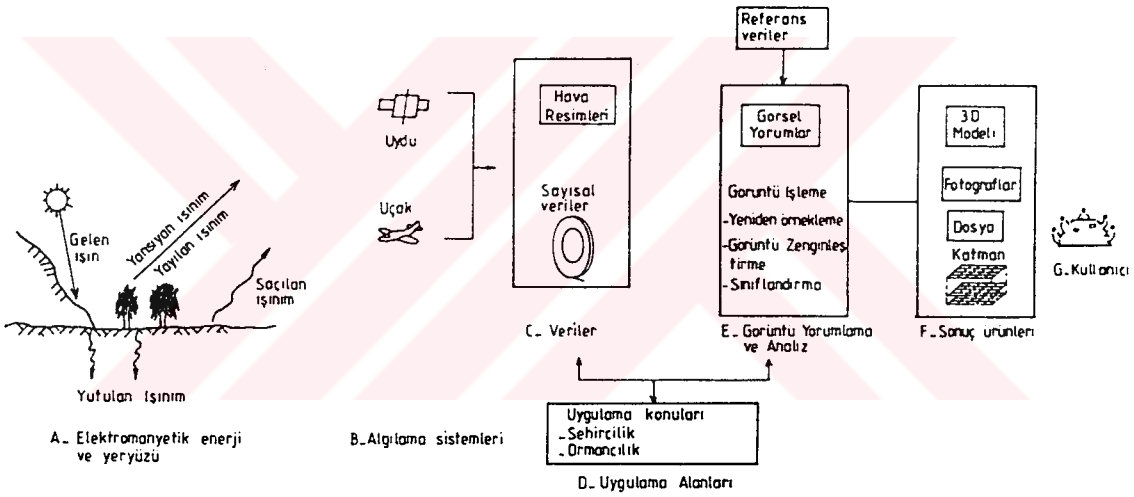
Bu çalışmada, İstanbul için hayati önem taşıyan kent merkezine en yakın Elmalı su toplama ve Alibey su toplama havzasının arazi kullanımları koruma kuşakları gözönüne alınarak Uzaktan Algılama Verileri kullanılarak irdelenmiştir. Çalışmada Landsat uyduları dizisinden Landsat 5 TM 1984 yılına ait ve 1992 yılına ait uydu görüntüleri ve SPOT XS 1993, SPOT P (1993) görüntüleri kullanılmıştır. Yüksek geometrik doğrulukta ve yüksek tematik doğrulukta değerlendirilen uydu görüntü verileri Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamına alınmıştır. Bölgeye ait istatistiksel veriler ise İSKİ den ve İTÜ Çevre Müh. ile İTÜ Şehir Bölge Planlama Bölümünün birlikte hazırladıkları raporlardan ve çeşitli çalışmalardan alınmıştır. Uydu görüntüleri ile ilişkilendirilen öznitelik bilgiler görsel sonuçlar ve istatistik raporlar şeklinde tablolarda ifade edilmiştir.

Havzalar için yüzey modelleri oluşturulmuş ve zamansal değerlendirilmiş arazi kullanım sınıflarının (tematik katmanları) birbirini örtmesi, sürekliliği ve boşlukları bölge (region) veri modeli olarak incelenmiştir. Bu model, verilerin çok sayıda olan değişimlerini bir birleştirilmiş kapsam içinde muhafaza etmek olanağı verdiğinden, arazi kullanım değişimini çabuk ve etkin bir şekilde analiz etme ve sorgulama olanağı sağlamıştır.

BÖLÜM 2

SPEKTRAL IŞINIM VE SINIFLANDIRMA

Uzaktan Algılamada temel esas cisimden yayılan elektromanyetik enerjinin algılamasıdır. Elektromanyetik enerji, c ışık hızı ile harmonik dalgalar şeklinde hareket eden bütün enerji şekillerini içerir. Yeryüzü kaynaklarının elektromanyetik enerji ile uzaktan algılanmasına ilişkin genel işlem adımları Şekil 2.1 de görülmektedir.



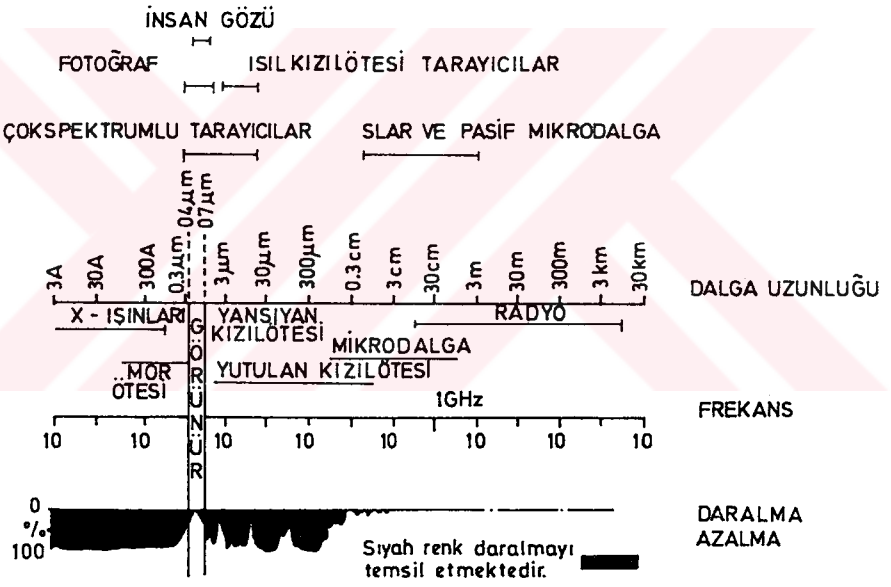
Şekil 2.1 Yeryüzü Kaynaklarının Uzaktan Algılanması (Lillesand ve Kiefer, 1987)

Yeryüzündeki cisimlerin görülebilmesi için, cismin ışınım yayması veya ışınımı yansıtması gerekmektedir (A). Veri toplama ve Veri Analizi iki ana işlem adımıdır. Veri toplama işlemi uçaklarla taşınabilen algılama platformları ve uydulardaki Algılama sistemleriyle gerçekleştirilmektedir (B). Algılama sistemlerinden elde edilen bilgiler resim veya sayısal görüntülerdir (C). Veriler bir çok disiplinde kullanım alanı bulmuştur (D). Veri analizi süreci; yer gerçeği belirleme çalışmalarını destekleyici referans verilerden yararlanarak Arazi kullanım planları, tematik haritalar, istatistik veriler ile görüntülerin görsel olarak yorumlanması ve çalışılan konuya göre seçilen görüntü işleme teknikleriyle, değerlendirme adımlarını içermektedir (E). Sonuç ürünleri bilgisayar dosyaları şeklinde elde edilmekte ve bu

dosyaların herbiri bir CBS katmanı oluşturmaktadır (F). Bu sistem çalışmanın amacına uygun ürünler olarak kullanıcının hizmetine sunulmaktadır (G). (Lillesand ve Kiefer, 1987, s. 1-3)

2.1. Elektromanyetik Spektrum

Elektromanyetik enerji, katı, sıvı veya gaz halindeki cisimle temasda şiddet, doğrultu, dalga uzunluğu, polarizasyon ve faz gibi bakımlardan değişikliğe uğrar. Uzaktan Algılamada bu değişiklikler saptanır ve ortaya çıkan görüntü verileri cisim özelliklerinin belirlenmesi için yorumlanır. Elektromanyetik spektrum $10^{-10}\mu m$ kısa dalga uzunluklu, yüksek frekanslı kozmik ışınlardan, $10^{+10}\mu m$ uzun dalga uzunluklu düşük frekanslı radyo dalgalarına kadar uzanan dalga boyları ve frekanslar dizisidir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Elektromanyetik Spektrum

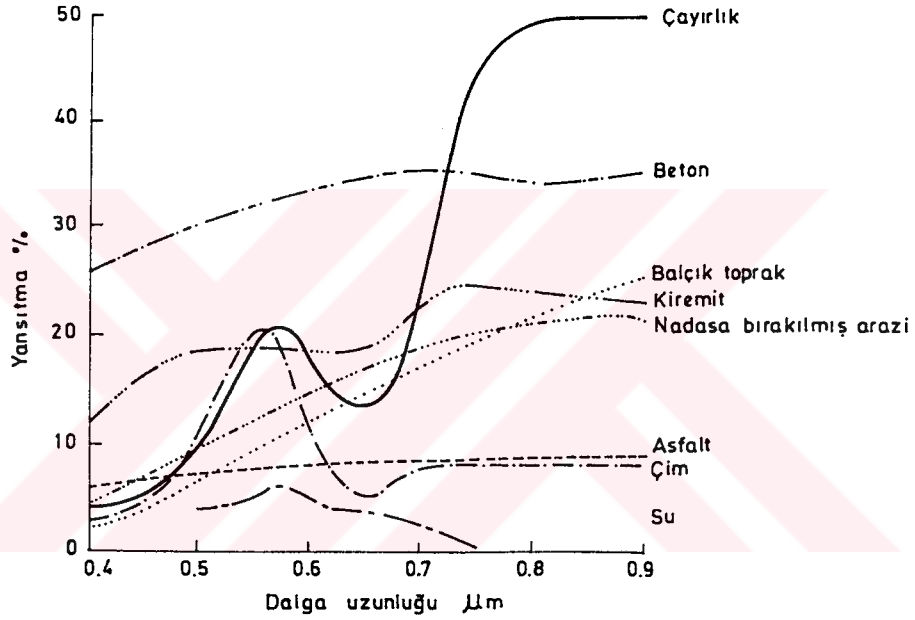
Uzaktan Algılamada genellikle kullanılan dalga boyları $0,30\mu m$ den $15\mu m$ ye kadar uzanan optik dalga boyları, görünür ve kızıl ötesi ışınımlar ile $5-500\mu m$ dalga boyları arasındaki mikrodalga ışınımlarıdır.

2.2. Elektromanyetik Enerjinin Etkileşimi

Elektromanyetik enerjinin içinden geçtiği atmosfer, Algılama sistemleri tarafından algılanan ışınımın yoğunluğuna ve spektral bileşimine etki eder. Bu etki, ışınımın saçılma ve yutulması (soğurulması) sonucu ortaya çıkar. Saçılma, ışınımın

atmosferdeki askıda maddelerden yansıması veya yön değiştirmesi ile oluşur. Saçılan ışın dalga boyuna bağımlı olarak yeniden yönlenir. Saçılmayan ışınım ise yine dalga boyuna bağımlı olarak yutulur. Atmosfer yutulan ışınım tarafından ısıtılır. Yani kısa dalga uzunluğundan, uzun dalga uzunluğuna geçiş olur. Atmosferin meteorolojik özellikleri saçılma ve yutulma olaylarını da etkiler.

Yeryüzünden yansıyan elektromanyetik enerjinin büyüklüğü, aynı zamanda yüzey örtü tipi ve durumuna bağlıdır. Bu nedenle, toprak, bitki örtüsü, su, beton yapı veya diğer yeryüzü cisimlerinin spektral karakteristiklerinin bilinmesi, uydu görüntülerinin analizi ve yorumlanmasında çok önemli bir temel oluşturur(Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Bazı örtü tipleri için spektral yansıtma eğrileri (Kaya, 1993)

Doğal kaynakların veya yüzey örtü tiplerinin spektral karakteristiklerinin zamanlı ve uzaysal değişimleri yorumlamada etkin rol oynar. Yeryüzü örtü tipinin gerek mevsimsel değişim süreçleri, gerek değişim süreçlerinin her evresindeki görünümleriyle spektral duyarlığa olan zamanlı ve coğrafi etkilerinin anlaşılması veri analizi ve yorumlamada önemli bir kriterdir (Maktav ve Sunar, 1991, s: 138). Veri analizi sürecinde iki temel adım söz konusudur. Birinci adım uydu görüntülerinin radyometrik ve geometrik olarak düzeltilmesi, ikinci adım sınıflandırmadır. Bu çalışmanın uygulama bölümünde önce sınıflandırma sonra geometrik düzeltme yapıldığı için açıklamalar da bu sırayı izlemiştir.

2.3. Sınıflandırma

Uzaktan Algılamada sınıflandırma, cisimlerin farklı spektral yansıtma değerleri esasına dayanarak orijinal görüntüdeki her görüntü elemanını ait olduğu özellik grubuna ayırma işlemidir. Ayırt etme ya da tanıma problemi her pikselin, algılama yapılan spektral bantlara göre farklılık gösteren sayısal değerler kümesinden yararlanılarak aşılmaktadır (Mather 1989, s: 276-290).

Sınıflandırma işleminde dikkat edilecek konular genel olarak 4 adımda açıklanabilir.

1- Yeryüzü özelliklerini ortaya koyabilecek güvenilir kontrol alanlarının seçimi ve incelenmesi.

2- Görüntülerin algılanma zamanları ve çalışılacak spektral bantların amaca uygun olarak seçimi.

3- Orijinal verilerin türü ve çalışmanın amacına yönelik olarak sınıflandırma algoritmasının seçimi.

4- Sınıflandırılmış görüntü için doğruluk analizi.

Sınıflandırma yöntemleri, kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri olarak ikiye ayrılır.

2.3.1. Kontrolsüz Sınıflandırma

Kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri, çalışma alanında özellik tipi bilinen yeterince örnekleme bölgesi veya istatistiki bilgi bulunmadığı durumlarda minimum başlangıç bilgisiyle analiz yapmaya olanak sağlar.

Amaç, her sınıftan gelen verilerin veri uzayında kümeler oluşturacağı varsayılarak, görüntüde doğal kümeler aramaktır. Birbirinden iyi ayrılmış doğal kümeler bulunduğu durumlarda, eldeki, ya da yeni bulunacak az sayıda örnekle sınıflandırma yapılabilir. Veri dizisinde mevcut olan doğal spektral gruplanmaları belirlemede kullanılan küme algoritmalarından biri de Euklid uzaklığı sınıflandırma yöntemidir. Bu yöntemde önce, nokta kümelerinin merkezleri belirlenir. Genellikle, her sınıf için belli bir uzaklık tesbit edilmiştir. Bu uzaklık dışındaki noktalar için dahil etme işlemi uygulanır. Euklid uzaklığı aşağıdaki formül ile deyimlendirilir ve kontrollü, kontrolsüz sınıflandırmada karar kuralı olarak kullanılabilir.

$$E = \left(\sum_{i=1}^{n} (x_i - y_i)^2 \right)^{1/2} \qquad (2.1)$$

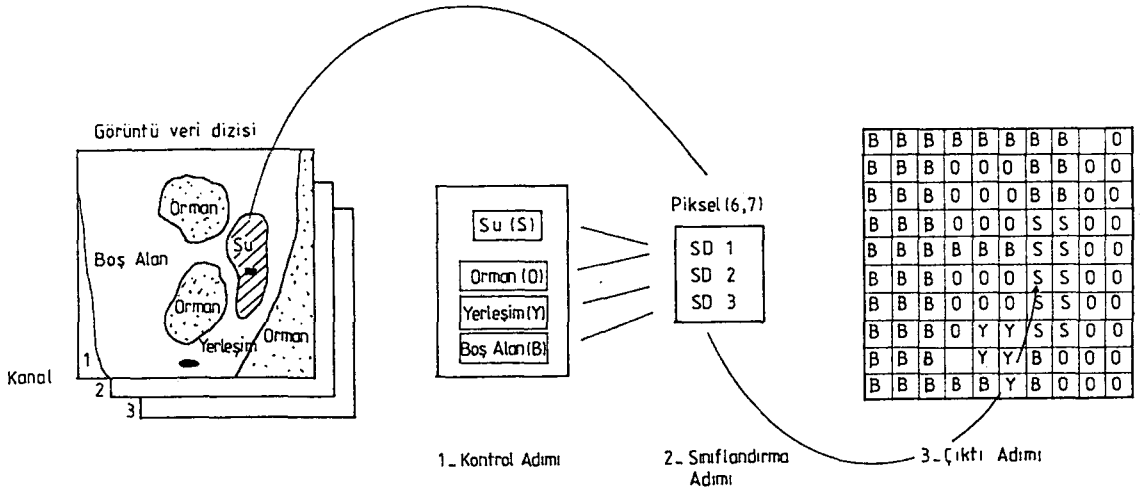
n : kanal

x,y : n boyutlu uzayda görüntü elemanının spektral değerleri

E : n boyutlu uzayda görüntü elemanlarının spektral değerleri arasındaki uzaklık

2.3.2. Kontrollü Sınıflandırma

Bilgi içeren sınıfların yani ürün cinsi, temel arazi kullanımları, toprak tipleri, su vb. gibi anlam taşıyan yer örtüsü sınıflarının oluşturulması için kontrol alanlarının (test alanlarının) kullanıldığı diğer sınıflandırma yöntemi kontrollü sınıflandırmadır. Kullanıcı, test alanlarını seçerek karar sınırlarının oluşturulması işlemini gerçekleştirmektedir. Küçük ve temsil edici nitelikteki kontrol alanlarının seçiminde, çalışılan bölgeye ait referans verilerden (mevcut harita ve planlar, çakıştırılmış uydu görüntüleri, fotoğraflar, arazi çalışması vb.) yararlanılmaktadır. Kontrolün amacı, her sınıfı alıştırma örneklerinden elde edilen kendi olasılık fonksiyonları ile karakterize etmektir. Her sınıfın frekans dağılımının n boyutlu histogramına, çok değişkenli normal yoğunluk fonksiyonu ile yaklaşılabilindiğini varsayarak örnek sınıflarını, kendi ortalama vektörleri ve kovaryans matrisleri ile karakterize etmek olasıdır. Kontrol alanlarının örneklendiği özellik dosyası görüntü verileri üzerine tatbik edilerek her bir görüntü verisi en çok benzer olduğu sınıfa atanmaktadır. Şekil 2.4 de görüntü verisi üzerindeki 10x10 piksellik bir alanın kontrollü sınıflandırma adımları gösterilmektedir (Aranoff , 1989).



Şekil 2.4 Kontrollü sınıflandırma adımları

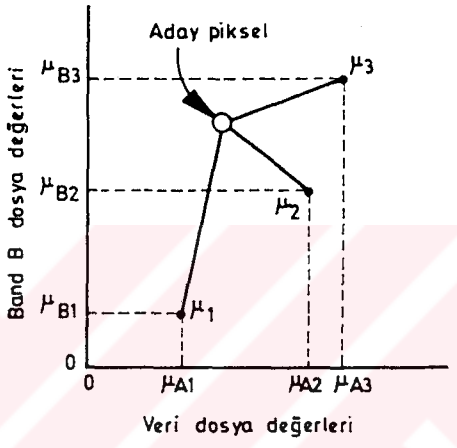
Kontrollü sınıflandırma da görüntü verileri dosyası ile kontrol alanlarının örneklendiği dosyalara, çalışılacak kanalların seçiminden sonra amaca uygun

sınıflandırma karar kuralları uygulanır (Sunar F, 1991, Lilesand ve Kiefer, 1987 s: 669-689).

2.4. Sınıflandırma Karar Kuralları

2.4.1. En Kısa Uzaklık Karar Kuralı (Spektral Uzaklık Karar Kuralı)

Sınıflandırılacak piksel için ölçme vektörü ile her örnek sınıf için ortalama vektör arasındaki uzaklığı hesaplayan ve ortalaması en yakın olan sınıfa atayan yöntemdir. Şekil 2.5 de sınıflandırılacak aday pikselin üç örnek sınıfına uzaklığı çizgilerle gösterilmiştir.



Şekil 2.5 Spektral uzaklıkta örnek sınıflarla fark

Spektral uzaklık ile sınıflandırma denklemi özellik uzayındaki noktalar arasındaki uzaklığın bulunması esasına (Euklid uzaklığı) dayanmaktadır.

Bu ifade de

n : kanalların sayısını (boyutlarını)

i : belirli bir kanalı

c : belirli bir sınıfı

X_{xyi} : i kanalındaki x,y pikselinin veri dizisini

M_{ci} : i kanalındaki c sınıfı için örneğin veri dizi değerlerinin ortalamasını (mean)

SD_{xyc} : x,y pikselininden c sınıfı ortalamasına spektral uzaklığı göstermektedir.

$$SD_{xyc} = \left(\sum_{i=1}^{n} (M_{ci} - X_{xyi})^2 \right)^{1/2} \quad (2.2)$$

Tüm olası sınıflar için spektral uzaklık hesaplandığında aday pikselin sınıfı, en küçük uzaklıkta olduğu sınıf olacaktır. Yöntemin sakıncası, sınıf değişkenliğinin gözönüne alınmasıdır. Örneğin, kentsel arazi örtüsü gibi yüksek varyanslı piksellerden oluşmuş bir sınıf, örnek (signature) ortalamasından uzakta olma eğilimi gösterir fakat en kısa uzaklık sınıflandırıcısında uzakta olan görüntü elemanları yanlış olarak sınıflandırılabilir. Tersine bir durumda, su gibi düşük varyanslı bir sınıfa ait görüntü elemanlarının genel olarak spektral ortalamalarına, diğer sınıf ortalamalarına daha yakın olmaları nedeniyle aşırı sınıflandırma (sınıfa uygun olandan daha fazla görüntü elemanını sınıflama-overclassify) eğilimi gösterirler (Erdas F.G., 1991), (Çeltik, 1984).

2.4.2 . Mahalanobis Uzaklığı Karar Kuralı

Mahalanobis uzaklık algoritması, veri bantlarının normal dağılımlı olduğu durumlarda iyi sonuçlar veren çok parametrik bir yaklaşımdır. Yöntemi, en kısa uzaklık algoritmasından ayıran özelliği, eşitlikte kovaryans matrisinin kullanılmasıdır. Varyans ve kovaryans değişik özellikteki çeşitli sınıflar için denklemde karşılıklı olarak hesaplanır. Örneğin, tipik bir kentsel alan sınıfında doğru kategorize edilmiş görüntü elemanları, fazla değişken bir yapıya sahip olmayan su sınıfının ortalama değerlerinden farklılık gösterecektir.

D : Mahalanobis uzaklığı

c : Belirli bir sınıf

X : Sınıflandırılacak aday pikselin ölçme vektörü

M_c : c sınıfı örneğinin ortalama vektörü

COV_c : c sınıfı örneğindeki piksellerin kovaryans matrisi

COV_c^{-1} : COV_c nin invers matrisi

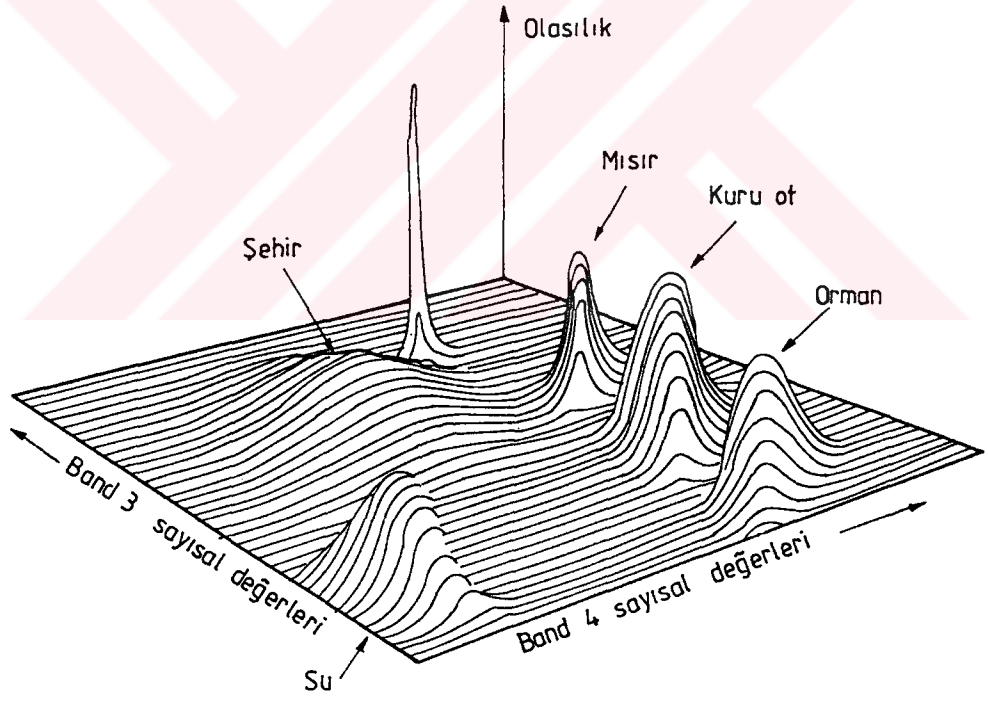
T : Transpozisyon fonksiyonu

$$D = (X - M_c)^T (COV_c^{-1})(X - M_c) \quad (2.3)$$

Sınıflandırılacak piksel, D nin en düşük olduğu sınıfa atanır. Yöntem istatistik kriterlerin hesaba alınmasının zorunlu bulunduğu durumlarda en kısa uzaklık yönteminden daha yararlı olmaktadır (Mather 1989, s. 293-295) (Erdas Field Guide s: 105-140) (Gong ve Howard, 1990)

2.4.3. En Çok Benzerlik Yöntemi (Bayesian)

En çok benzerlik karar kuralı, bir pikselin belirli bir sınıfa ait olma olasılığına dayanır. Temel eşitlik, bu olasılığın tüm sınıflar için eşit olduğu ve sınıf örnek verilerini oluşturan noktalar kümesindeki dağılımın normal olduğu esasına dayanmaktadır. Normal dağılım, ortalama vektörü ve kovaryans matrisi ile tanımlanır. Belirli sınıflara ait olan görüntü elemanları için istatistiksel olasılık hesaplanır. Böylece olasılık yoğunluk fonksiyonları sınıfı belirlenmemiş aday pikselin sınıflandırılmasında kullanılır (Şekil 2.6).



Şekil 2.6 Olasılık yoğunluk fonksiyonları

Ölçme uzayını karar bölgelerine ayırmada kullanılan matematik fonksiyonlar, diskriminant fonksiyonlardır. En çok benzerlik kuralında kullanılan diskriminant fonksiyonları için istatistiğe dayanan bazı kabuller yapılmaktadır. Öncelikle, m örnek sınıfları için bir kayıp fonksiyonu tanımlanır.

$\delta(i|j)$ i = 1,2...., m j = 1,2...., m olmak üzere

$\delta(i|j)$ fonksiyonu j sınıfından olup i sınıfına dahil edilmiş bir görüntü elemanının uğradığı kayıptır.

$P(W_j)$, j örnek sınıfının ortaya çıkma olasılığı (apriori - birincil olasılık) olmak üzere; izlenecek yol, tüm sınıflandırma dizisindeki ortalama kaybı minimum yapmaktır. X ölçme vektörü ile ifade edilen görüntü elemanının i sınıfına ait olmasına karar verilmesi sonucu oluşan ortalama kayıp

$$L_x(i) = \sum_{j=1}^{m} \delta(i|j) P(W_i|X) \tag{2.4}$$

ifadesiyle verilmiştir. Burada $P(W_j|X)$, bir X görüntü elemanının j sınıfından olma koşullu olasılığıdır. Birleşik olasılıklar ile koşullu olasılıklar arasındaki bağıntı $P(W_j|X)$ e göre çözüldüğünde

$$L_x(i) = \sum_{j=1}^{m} \delta(i|j) P(X|W_j) P(W_j) / P(X) \tag{2.5}$$

bağıntısı elde edilir.

Uygulamada, doğru olarak yapılan sınıflandırmada hiç kayıp olmadığı ve yanlış sınıflandırmada sürekli aynı kayıbın ortaya çıktığı kabul edilebileceğinden kayıp fonksiyonları dizisi

$$\delta(i|j) = 0 \qquad i = j$$

$$\delta(i|j) = 1 \qquad i \neq j \tag{2.6}$$

dir.

Bayes kuralı, sınıflandırma kararlarının denklem (3.5)'i minimum yapacak şekilde verilmesini gerektirir. Eşdeğer bir yaklaşım ise "bir fonksiyon dizisinin minimum yapılması, aynı fonksiyon dizisinin negatifinin maksimum yapılması ile aynı işlem" olması kuralından hareket ederek (3.5) nolu denklemin negatifinin maksimum yapılması olacaktır. Böylece

$$g_i(X) = -L_x(i) \qquad i = 1,2....m \tag{2.7}$$

olmak üzere, verilmiş herhangi bir x için eşdeğer bir diskriminant fonksiyonu dizisi

$$g_i'(x) = g_i(x)P(x) = \sum_{i\neq 1}^{m} P(xIw_j)P(w_j) \tag{2.8}$$

ile ifade edilir. P(X) sabiti

$$P(X) = \sum_{j=1}^{m} P(XIW_j)P(W_j) \tag{2.9}$$

ile deyimlendirildiğinden

$$P(X) = P(XIW_i)P(W_i) + \sum_{j=1}^{m} P(XIW_j)P(W_j) \tag{2.10}$$

olarak yazılabilir. Aynı denklem eşitliğin sağ tarafına göre çözüldüğünde

$$\sum_{j\neq 1}^{m} P(x\mathrm{I}w_i)P(w_j) = P(x) - P(x\mathrm{I}w_i)P(w_i) \tag{2.11}$$

elde edilir. Denklem (3.8) bağıntısında yerine konulduğunda

$$g_i'(X) = -P(X) + P(XIW_i)P(W_i) \tag{2.12}$$

$P(X)$ in bir sabit olduğu düşünüldüğünde ve $g_i'(X) = g_i(X)$ F k genel kuralı gözönüne alındığında

$$g_i'(X) = g_i'(X) + P(X)$$

$$g_i'(X) = P(XIW_i)P(W_i) \tag{2.13}$$

diskriminant fonksiyonu dizisi elde edilir (Erdas F. G, 1991 s: 105-140).

Sınıfların olasılık fonksiyonlarının çok değişkenli normal dağılım fonksiyonları oldukları varsayıldığından, diskriminant fonksiyonları:

$P(W_i)$: Herhangi bir aday pikselin i sınıfının bir elemanı olması olasılık yüzdesi

X : Sınıflandırılacak aday pikselin ölçme vektörü

M_i : İ sınıfı örneğinin ortalama değer vektörü

COV_i : i sınıfı örneğindeki görüntü elemanlarının kovaryans matrisi

$[COV_i]$: COV_i nin determinantı

T : Transpoze fonksiyonu

$$g_i(X) = \ln P(W_i) - [0,5\ln(\mathrm{I}COV_i\mathrm{I}] - [0,5(X - M_i)^T (COV_i^{-1})(X - M_i)] \qquad (2.14)$$

En çok benzerlik karar kuralı ile sınıflandırılmış tüm görüntü verilerinde minimum hata olasılığı olan sonuçlar elde edilebilir. Genel olarak yöntem, sınıfların değişkenliğini hesaba katan en doğruluklu yaklaşımı veren sınıflandırma yöntemidir.

2.5. Sınıflandırma Doğruluk Derecesi Değerlendirmesi

Uzaktan Algılama Sınıflandırmalarında doğruluk bir piksele tahsis edilen sınıf etiketi ile "gerçek" sınıf arasındaki uygunluğu gösterir. Gerçek sınıf, gerek hava fotoğraflarından gerekse de mevcut harita ve planlarından direkt veya endirekt olarak gözlenebilir (Janssen ve Vander Wel, 1994).

Sınıflandırma doğruluk derecesinin tayini için basit standartlaştırılmış ve genellikle kabul edilen bir metodoloji yoktur. Fakat en çok kullanılan iki yaklaşım sınıflandırmadan elde edilen sonuçların referans verilerden çıkarılan test alanlarındaki arazi örtüsünün "bilinen" kimliği ile karşılaştırmayı içerir. Test alanları, tipik olarak aşağıdakilerden biri veya kombinasyonları ile temsil olunurlar:

1- Analizci tarafından seçilen homojen test alanları

2- Rastgele seçilmiş test pikselleri veya alanları

Kontrollü sınıflandırma algoritmaları uygulanırken seçilen test alanları sınıflandırmanın iyileştirilmesi işlemine yardımcı olsa da algoritmanın başka bir görüntüdeki performansının nasıl olacağı hakkında pek az şey gösterir. Eğitim (Kontrol) alanı doğruluk dereceleri, özellikle sınırlı veri gruplarından çıkarılmış ise, aşırı iyimser olmaları olağan bir durumdur. Buna rağmen, literatürde bu tür eğitim alanı doğruluk dereceleri yer almaktadır.

Piksel yüzeyindeki yeterli doğruluk derecesini sağlamanın bir yolu, görüntü içindeki her pikselde arazi örtüsü sınıflandırmasının bir referans kaynakla karşılaştırmaktır. Karşılaştırma araştırma çalışmalarında bir değer taşıyabilirse de,

bir proje alanının tümü için referans arazi örtüsü bilgilerinin toplanması ekonomik olmayacağı gibi, Uzaktan Algılamaya dayanan sınıflandırma yapmanın amacını da tümüyle yok eder.

Tesadüfi örnekleme yukarıda sözedilen sorunları önlerse de rastgele seçilmiş yerlere seyahat mesafesi ve giriş engelleyici olabilir. İkinci olarak ise, referans verilerin görüntü verilerine yüksek doğrulukta kayıt (registre) edilme durumana bağlıdır. Bu problemleri aşmanın yolu muhtemel kayıt hatalarından etkilenmeyecek pikselleri örneklemektedir (Örneğin alan sınırlarından birkaç piksel uzak olan noktalar gibi). (Lillesand ve Kiefer, 1987 s: 692-694).

Uydu görüntülerinin sınıflandırmasının doğruluk derecesini tanımlamak için en yaygın yol bir hata matrisi veya olasılıklar tablosu şeklindedir (Congolton ve diğ. 1983) (Cohen 1960 s: 37-40). Burada kullanılan hata matrisi düzensizlik matrisi, (Story ve Congoltan, 1986), bir değerlendirme matrisi (Aranoff, 1984) veya sınıflandırma hata matrisi (Chrisman, 1987) (Rosenfield ve Fitzpatrick-Lins, 1986) olarak da isimlendirilmektedir. Hata matrisi, arazide tanımlanan veya hava fotoğraflarından yorumlanan gerçek arazi örtüsüne göre belirli bir arazi örtüsü tipi olarak atanan piksellerin sayısını gösteren satırlar ve sütunlar halinde düzenlenmiş sayıların karesel bir düzenidir. Sütunlar, çoğunlukla referans verileri temsil eder (yani doğru kabul edilen, varsayılan) ve satırlar bilgisayar tarafından atanan arazi-örtüsü kategorisini (yani uydu verilerini) gösterir (Congoltan ve diğ, 1983). Toplam piksel sayısının hata matrisinin ara köşegeni üzerindeki toplam piksel sayısına bölümü sınıflandırma doğruluğudur. Bu değer sınıflandırmanın tüm olarak bir ölçütüdür.

İki yaklaşım kullanılarak bireysel sınıfların değişik ölçütleri hesaplanabilir.

* Kullanıcı ve üreticinin doğruluk derecesi

* İhmal ve işleme hataları

Doğru olarak sınıflandırılan örnek sayısının satır toplamı ile bölünmesiyle hesaplanan kullanıcının doğruluk derecesi, doğru sınıflandırılan örnek sayısının sütun toplamı ile bölünmesi ise üreticinin doğruluk derecesini verir. Bu bir referans sınıfın, doğru olarak sınıflandırılan örneklerinin yüzdesini ifade etmektedir (Congoltan, 1991).

İhmal hataları, referans verilerinin belirli sınıfının bu şekilde sınıflandırılmayan örneklerine işaret eder. İşlem hataları ise, yanlış olarak sınıflandırılmış verilerin belirli bir tanesinin örnekleriyle ilişkilidir.

Her iki hata türü de yineleyici eğitim (kontrol) aşamasında, hangi kategorilerin temsilci olmayan dağılımlara sahip oldularını göstermeleri nedeniyle çok önemlidirler. Doğruluk derecesi değerlendirmenin diğer bir amacı, belirli bir sınıflandırma algoritmasının veya kullanılan yardımcı verilerin etkinliğini test için çeşitli sınıflandırma sonuçlarının karşılaştırmasıdır. Doğru değerlendirilmiş piksellerin oranı direkt bir yöntemle karşılaştırılmadığından çeşitli yöntemler tanımlanmıştır. Hata matrislerinin normalize edilmesi "iteratif orantılı uyum" denilen bir yöntemle yapılır. Bir matrisin satır ve sütunları her satır ve sütun değerleri bir değere (varsayalım 1.0 a) eşit oluncaya dek birbiri ardına dengelenir. Bu işlem matrisin her bir elemanın kendi karşıtı satır ve sütundaki tüm diğer elemanlar tarafından etkilenmeye zorlar. Her eleman gerçek ve sınıflandırmanın bir kombinasyonu olup bu arazi kategorisi için hem işlem hem de ihmal hatalarının temsilcisidir. Normalizasyon ile iki veya daha fazla hata matrisinin karşılıklı elemanları; ihmal ve işlem hataları ile örnek büyüklükleri gözönüne alınmaksızın direkt olarak karşılaştırılabilmektedir (Congoltan, 1983).

Doğru değerlendirilmiş piksellerin oranını, tesadüfi uyum için, düzenleyen bir indeks kullanılmasının uygun olacağı bazı araştırmacılar tarafından önerilmiştir. Bu kappa (khat) indeksi 0 ile 1 arasında değer alır ve bir sınıflayıcı tarafından erişilen hatayı tamamen tesadüfi bir sınıflandırıcının hatasıyla karşılaştırarak ifade eder (Lillesand ve Kiefer, 1987 s: 692-694).

Bu uyum ölçütü, hata matrisindeki sadece ana köşegen üzerindeki elemanları değil, tüm elemanları kullanmaktadır (Cohen, 1960).

Bu uyum ölçütü $\hat{K}$

$\hat{K} = (P_o - P_c)/(1-P_c)$ eşitliği ile hesaplanabilir.

P_o : uyuşan birimlerin oranı

P_c : beklenen şans uyumu için birimlerin oranı

$P_o = \sum P_{ii}$

$P P_c = \sum (P_{i+} P_{+i})$

$P_{i,j} = X_{ij} / N$

N : Matristeki sayıların toplam sayısı

X_{ij} = ij' inci elemandaki sayıların değeri.

Şans için ayrılmış ağırlıklı uyumun oranı ağırlıklı Kappa ile ifade edilir. Genel koşullar altında Ağırlıklı Kappa'nın sınıf içi korelasyon katsayısı ile benzer değerde olduğu söylenebilmektedir (Fleiss ve Cohen, 1973). Kappa ve ağırlıklı Kappa gibi uyum katsayıları tüm hata matrisleriyle ilgili olduğundan, iki gözlemci arasındaki koşullu uyum (conditional agreement) sadece bir gözlemcinin i'inci kategori içine aldığı değerler için geliştirilmiştir (Bishop ve diğ.,1975). Belirli bir kategorinin doğruluk derecesinin bir ölçütü olarak değerlendirilir.

Kappa ve koşullu Kappa katsayıları Uzaktan Algılama da tematik sınıflandırma için bir bütün ve ayrı ayrı kategoriler için doğruluk derecesinin bir ölçütü olarak kabul edilmektedir.

2.6. Görüntü Verilerinin Geometrik Düzeltilmesi

2.6.1 Kayıt

Bir uzaysal kayıtta satır-sutün görüntü verileri geometrik distorsiyonları içerdiğinden düzeltilmeli ve belirli bir harita projeksiyon sistemine entegre olmalıdır. Bu bağıntı iki şekilde gerçekleştirilebilir.

- Uydunun yörüngesine ait parametrelerden,
- Hem görüntü hem de referans koordinat sisteminde özdeş yer kontrol noktaları yardımıyla transformasyon modeli oluşturarak.

İkinci seçenek, parametrik olmayan yaklaşım genellikle en çok kullanılan seçenek olarak kabul edilir. Çünkü, hataları tanımlamak için kullanılan yörüngesel geometri modeli tanımlanmış olmayıp geometrik bozukluklara neden olmaktadır.(Mather, 1987, s.130). Görüntü koordinat sisteminde (Piksel değerleri x,y) ve referans koordinat sisteminde (harita koordinatları x,y) tanımlanabilen homojen dağılmış yer kontrol noktalarının seçimi objektif olarak yapılmaktadır. Bu koordinat sistemleri, polinom denklemleri kullanılarak ilişkilendirilebilir. Polinomların derecesi veya kompleksliği görüntünün geometrisi ve harita projeksiyonu tipine bağlıdır. Uydu görüntüler için genellikle 1. derece afin transformasyon yaygın olarak kullanılmakta ve yeterli sonuç vermektedir (Welch, 1984) (İpbüker, 1994). Polinom en küçük kareler yöntemi ile hesaplanmaktadır. Matematiksel gösterimde iki koordinat sistemi arasındaki bağıntı,

$x = f_1(X,Y)$

$y = f_2(X,Y)$ ile ifade edilir. (2.15)

f_1, f_2 : transformasyon fonksiyonları

x, y : görüntü koordinatları (satır,sütun)

X,Y : Yer koordinatları (Referans koordinat sisteminde)

Birinci dereceden polinom her bir x,y koordinat çifti için 3'er tane olmak üzere 6 katsayıdan oluşur.

$$X = a_1 + a_2 \times + a_3 y \qquad a_2 = \lambda_x \cos\varepsilon \quad b_2 = -\lambda_y . \sin\varepsilon$$

$$Y = b_1 + b_2 \times + b_3 y \qquad a_3 = \lambda_x . \sin\varepsilon \quad b_3 = \lambda_y . \cos\varepsilon \qquad (2.16)$$

ε : dönme

λ_x, λ_y : x ve y yönündeki ölçek katsayısı

a_1, b_1 : Dönüştürme matrisi katsayıları

Lineer olmayan 2. veya daha yüksek dereceden dönüşümler lineer olmayan distorsiyonları geometrik olarak düzeltebilmektedirler.

Yüksek dereceden bir dönüşüm için, 3.17 eşitliği en genel bağıntıdır. t. dereceden dönüşüm için $\frac{(t+1).(t+2)}{2}$ adet yer kontrol noktasına gereksinim vardır.

t = polinom derecesi

$$X = a_o + a_1 x + a_2 y + a_3 x^2 + a_4 xy + \ldots . a_n y^t$$

$$Y = b_o + b_1 x + b_2 y + b_3 x^2 + b_x xy + \ldots . b_n y^t \qquad (2.17)$$

Uygun polinom çözümünün seçimi ile görüntü koordinatları ve bunlara karşılık gelen referans koordinatları arasındaki dönüşümde x ve y yönündeki artık değerler hesaplanarak karesel ortalama hata 3.18 eşitlikleri ile hesaplanır (Erdas F.G. 1991) (Lillesand ve Kiefer, 1987).

$$R_x = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X^2{}_{R_i}} \qquad R_y = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} Y^2{}_{R_i}} \tag{2.18b}$$

$$T = \sqrt{R^2{}_x + R^2{}_y} \tag{2.18c}$$

R_x : x yönündeki karesel ortalama hata

R_y : y yönündeki karesel ortalama hata

T : Toplam karesel ortalama hata

n : Yer kontrol noktası sayısı

X_{R_i} : İ. yer kontrol noktasının düzeltme değeri

Y_{R_i} : İ. yer kontrol noktasının düzeltme değeri

Dönüştürmenin en uygun şekilde yapılması için dönüştürme matrisleri ile karesel ortalama hata hesaplanır. Yer kontrol noktalarının doğru tanımlanması, kayıt doğruluğu ya da konum doğruluğu için bir ön koşuldur. Bu noktaların haritadan okunması ya da sayısallaştırılması bir miktar belirsizlikler getirmektedir. Çünkü, harita gerçek bir konumun idealleştirilmesini ve genelleştirilmesini simgeler. Kusursuz bir tanımlama için GPS (Global Positing System) Teknikleri kullanılabilir. Ancak, iyi bir tanımlama için, bu tekniklerin maksimum yaklaşımı, uydu görüntüsünden tanımlanabilen yer kontrol noktaları ile sınırlanmıştır.Tanımlama olanakları ise uydunun uzaysal çözünürlüğü ile doğru orantılı olarak artmaktadır. (Janssen ve Vander Wel,1994).

2.6.2. Yeniden örnekleme (Parlaklık Enterpolasyonu-Resampling)

Geometrik düzeltmede, kayıt işleminden bir sonraki adım görüntünün, seçilen referans koordinat sisteminin x ve y eksenlerine karşılık gelen yeni bir kareler ağı içine yeni bir veri dosyası değerleri hesaplanacak şekilde yeniden örneklenmesidir. Spektral verilerin yeniden örneklenmesi özellik alanının transformasyonu işlemidir. Yöntem orijinal görüntü verileri için olduğu gibi sınıflandırılmış veriler için de uygulanmaktadır. Kullanılan 3 yeniden örnekleme yönteminin karşılaştırmalı analizi Tablo 2.1 de. sunulmuştur.

Tablo 2.1. Yeniden Örnekleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Yöntem	Teknik	Bağıl hesaplama zamanı	Avantaj	Dezavantaj
En yakın komşuluk	En yakın pikselin sayısal değerine dönüştürülür	1	Hesaplama kolaylığı, sayısal değerler değişmediği için veri değerleri kaybolmamaktadır.	Diyagonal doğrular ve eğriler üzerinde merdiven görüntüsü oluşmaktadır.
Bilineer Enterpolas-yon	En yakın 4 pikselin yaklaşık ağırlıklı ortalamasına dönüştürülür.	10	Uzaysal olarak 1. yönteme göre daha doğru bir görüntü elde edilir	Piksellerin ortalama değerleri alındığı katlama etkisi olmaktadır. Kenar düzeltmesi olduğundan bazı veri dosya değerleri kaybolmaktadır.
Kübik Katlama Konvolüsyon	En yakın 16 pikselin ağırlıklı değeri ile dönüşüm yapılır.	20	En doğru örnekleme yöntemdir. Görüntü keskinleşmekte ve gürültü etkisi azalmaktadır.	Piksellerin sayısal değerleri değişmektedir. Hesaplama olarak yoğun olduğu için en yavaş yöntemdir.

Uydu görüntülerinin bir projeksiyon sistemine kaydı için konum doğruluk derecesi (positional accuarcy), kayıt edilen görüntü ile referans verilerin (harita) arasındaki ilişkiyi (bağıntıyı) tanımlar. Geometrik olarak düzeltilmiş bir görüntü

* Referans yer kontrol noktalarının kaynağı,

* Yer kontrol noktalarının sayısı,

* Transformasyonun tipi,

* K.O.H veya standart sapma yöntemi,

* Yeniden örnekleme yöntemi,

konularında etkilenmelidir (Janssen ve Vander Wel, 1994).

BÖLÜM 3

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS - GIS)

Coğrafi Bilgi Sistemi, GIS coğrafi varlıklara ait grafik ve grafik olmayan bilgilerin toplanması, depolanması, işlenmesi, analizi ve gösterimine yönelik özel bilgi sistemleridir. Sözü edilen coğrafi varlıklar, belli bir konumu ve biçimi olan somut veya soyut varlıklardır. Özetle CBS, çok sayıda konuma bağlı verinin ve bu verilere ait özniteliklerin toplanması depolanması, yönetimi ve analizini olası kılacak şekilde tasarlanmış, personel bilgisayar donanım ve yazılımının birleşimidir. (Sarbanoğlu, 1990) (Şeker, 1993).

Bir coğrafi Bilgi Sistemi, kadastro, orman, havza peyzaj mimarisi çevresel planlama ve doğa korumasına dek coğrafyayla ilgili birçok disiplinle kullanılan etkin bir araçtır. Coğrafi Bilgi Sisteminin amacı, coğrafi veriyi yaşamın içindeki soruların cevapları olan bilgiye dönüştürmektir. Bilgi, verinin karşıtı olma sıfatıyla bağımsız olarak anlamlıdır; özel bir problem ya da soruyla ilgilidir.

Bilgi Sistemleri;

* Veri girişi için,

* Veri depolama için,

* Veri işleme ve analiz için,

* Veri sunma için,

yeterli olmalıdır. Gerçekte CBS, ilişkili alt sistemler dizisidir.

Bunlar:

1- Varolan haritadan, uydu görüntülerinden vs. elde edilen uzaysal verinin işlenmesi ve/veya toplanması için bir veri girişi alt sistemi,

2- Kullanıcının analiz yapabilmesi ve uzaysal veri tabakasına katılacak güncelleştirme ve düzeltmeleri hızlı ve doğru bir şekilde yapılmasına izin veren veri saklama ve düzenleme alt sistemi,

3- Veri formunun değiştirilmesi ya da simülasyon modelleri veya çevresi uzay-zaman optimizasyonu için sınırlama ve parametrelerin tahmin işlemleri üretmek gibi değişik ihtiyaçlara cevap verecek analiz alt sistemi,

4- Tablo, grafik yada harita formatında orijinal veri tabanının tümünü ya da bir bölümünü göstermeye yarayan çıkış alt sistemi toplulukları olarak ifade edilebilirler (İyidiker, 1995).

3.1. Coğrafi Veri ve Coğrafi Bilgi

Bilgi, ortak bir kaynaktır. Birleştirilmiş bilgi bütünü olarak veri tabanı tasarımı üç önemli aşamadan oluşur. Bunlar,

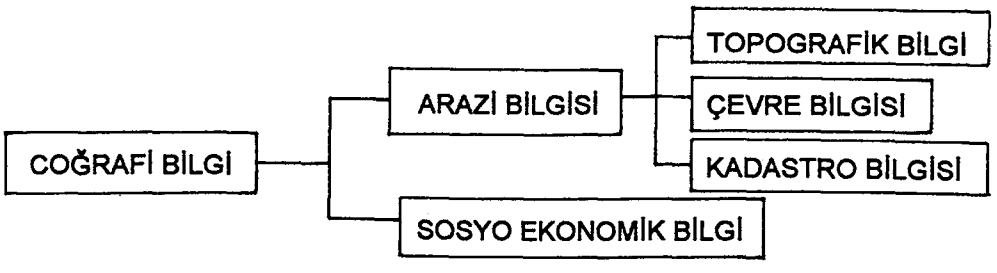
* Gerekli veri katmanları, öznitelikler ve coğrafi özelliklerin tanımlanması,

* Her özniteliğin depolama paremetrelerinin belirlenmesi

* Konum verilerinin sağlanması (Esri, 1990).

Coğrafi varlıklar, doğada belli bir konum ve şekli olan somut ve soyut cisimlerdir. Göller, yollar, yerleşim bölgeleri gibi doğal ve insan yapısı detaylar somut varlıklar, mülki ve idari sınırlar, nüfus yoğunluğu gibi detaylar da soyut varlıklar olarak ifade edilir.

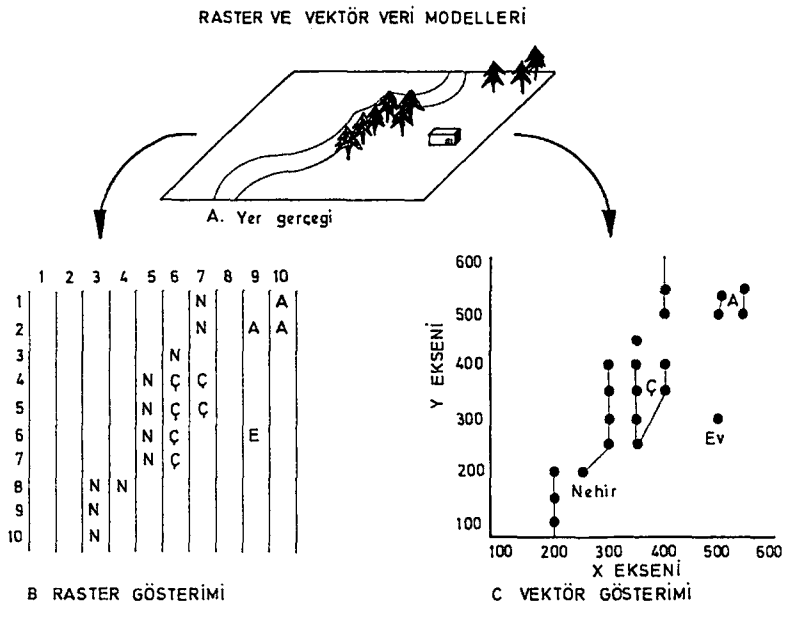
Coğrafi bilgi için coğrafya ile ilgili bilinen özelliklerin herbiri, bir kısmı veya bütünü ifadesi kullanılabilir. Coğrafi bilginin içeriği coğrafyanın anlamına uygun olarak geniştir. (Şekil 3.1) (Arslan, 1993).



Şekil 3.1 Coğrafi Bilginin İçeriği

3.2. Grafik Veriler

Coğrafi bilgiyi temsil etmek üzere kullanılan iki tür coğrafi veri vardır. Bunlar, bir coğrafi varlığın belli bir koordinat sistemine göre konumunu ve biçimini ifade eden grafik veriler ve coğrafi veriye ilişkin öznitelik bilgileri (tanımsal bilgileri) içeren grafik olmayan verilerdir. Öznitelikler, nokta, çizgi, düğüm, alan veya pikselle tanımlanan bir üç boyutlu coğrafi varlığı tanımlayan ilişkili veri tabanı sistemine rakam, yazı veya görüntü bilgisi olarak eklenen karakteristiklerdir ve öznitelik tablosu adı verilen satır ve sütunlardan oluşan bir tabloda depolanırlar. Grafik veriler için raster (tarama) ve vektör olmak üzere iki tür veri modeli vardır. Coğrafi varlığın şeklini ifade eden veriler nokta çizgi, alan olarak temsil edilirler. Bunların konumunu ifade eden veriler ise coğrafi varlığın koordinat değerleridir. Nokta bir koordinat çifti ile, çizgi detaylar; çizgi üzerindeki noktalar zinciri ile ve alan detaylar ise alanı çevreleyen çizgiler ile temsil edilirler. Bu temsil şekli vektör veri yapısıdır. Diğer bir depolama tekniği ise raster (tarama) veri yapısıdır. Raster veri yapısında tüm detay türleri, koordinatları (satır ve sütun numaraları) bilinen resim elemanları (pikseller) ile temsil edilirler. Pikseller içinde hangi detayın bulunduğunun belirtilmesi için bilgisayar ana belleğinde her bir piksele karşılık yeteri kadar bit ayrılması gerekir (Örneğin ana bellekte 8 bit ayrıldığında en çok $2^8 = 256$ farklı objenin raster teknikle kodlanması mümkün olabilir). Buna göre gösterimin doğruluğu, piksel boyutu ile ters orantılıdır. Piksel boyutu büyüdükçe çok küçük detayların temsil edilmesinde güçlüklerle karşılaşılabilir. Vektör veri ile raster verinin sunuluşu nokta, çizgi ve alan özellikleri ile şekil 3.2 de ifade edilmiştir(Aranoff, 1989).



Şekil 3.2 Yer gerçeğinin raster ve vektör formundaki görüntüsü (Aranoff,1989)

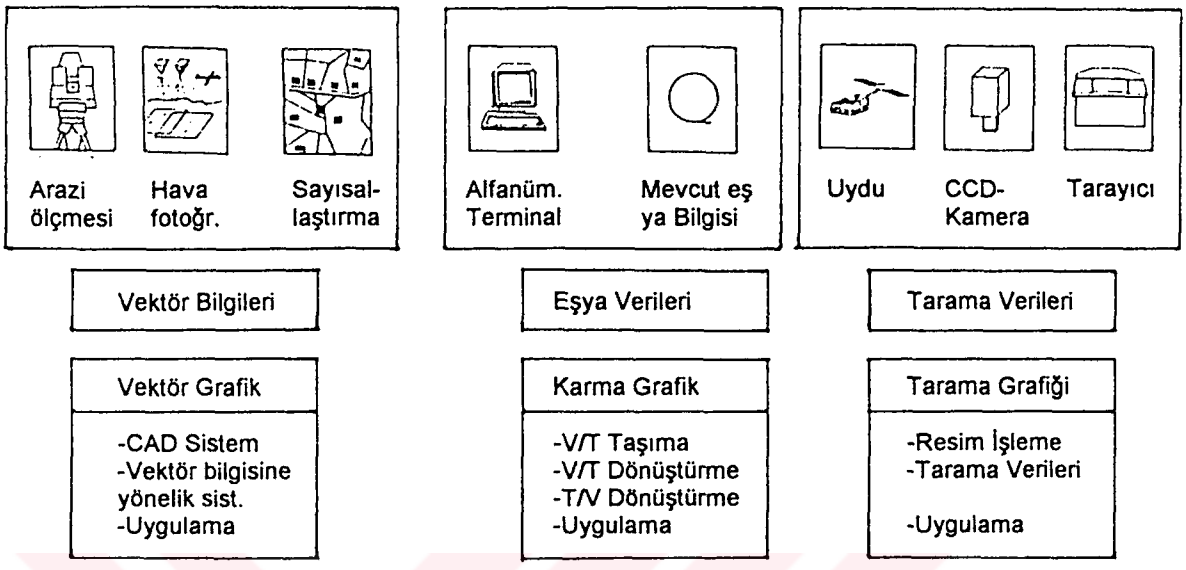
Raster veri yapısı ile vektör veri yapısının birbirlerine göre karşılaştırılması Tablo 3.1 de verilmiştir.

Tablo 3.1. Raster veri yapısı ile vektör veri yapısının karşılaştırılması (Aranoff,1989)

RASTER VERİ YAPISI	VEKTÖR VERİ YAPISI
Avantajları	Avantajları
1- Basit bir veri yapısına sahiptir. 2- Overlay işlemleri kolay ve etkili bir şekilde gerçekleştirilir. 3- Raster veri yapısı ile yüksek uzaysal değişkenlik etkin bir şekilde temsil edilebilir. 4- Raster yapı sayısal görüntünün zenginleştirilmesive manipülasyonunda daha az işlem gerektirir.	1- Raster veriye göre daha kompleks bir veri yapısı vardır. 2- Topoloji için etkin bir kodlama sağlar. Topolojik bilginin sunulduğu işlem adımları için etkili bir araçtır. (network analizleri gibi). 3- Varolan haritaların vektör modele geçirilmesi oldukça kolaydır.
Dezavantajları	Dezavantajları
1- Raster veri yapısı vektör yapıya göre daha az kompakttır. 2- Topolojik ilişki daha zor temsil edilebilmektedir. 3- Varolan haritanın (Analog haritaların) raster formatına geçirilmesi sırasında düzgün çizgilerle bile (yollar vb.) estetik olarak göze hoş gelmemektedir. Bu durumun ortadan kaldırılması için görüntü elemanlarının daha küçültülmesi gerekir bu da çok büyük görüntü dosyaları için yer problemini beraberinde getirmektedir.	1- Raster veri yapısına göre çok daha kompleks bir veri yapısı vardır. 2- Overlay (kaplama) işlemleri mektedir. 3- Dijital görüntünün zenginleştirilmesi ve manipülasyonunda vektörel form etkili değildir.

Coğrafi varlıklara ait grafik olmayan veriler, bunların konuma bağlı olmayan özelliklerini vurgulayan özniteliklerdir. Bunlara ek olarak zamana bağlı olarak değişen dinamik veriler de eklenebilir

Bir grafik veri yapısından diğerine dönüşüm yapmanın olası olduğu karma CBS lerinin oluşturulması ile çalışma kolaylığı sağlanabilir. Şekil 3.3 bir karma grafik sistemin yapısı göstermektedir.



Şekil 3.3 Karma GIS (Şeker, 1993)

Coğrafi Verilerin toplandığı kaynaklar

* Çizgisel haritalar
* Orto-foto haritalar ve foto-haritalar
* Sayısal haritalar
* Hava fotoğrafları
* Uydu görüntüleri
* Arazi görüntüleri
* Tapu ve kadastro kayıtları
* Bilgisayar destekli tasarım (CAD) çizimleri
* Veri tabanı kütükleri
* Metin kütükleri
* Diğer coğrafi veriler

olarak sıralanabilir.

3.3. Coğrafi Verinin Depolanması ve Coğrafi Veri Tabanı

Veri depolama teknikleri, grafik türden coğrafi verilerin veri yapılarına göre raster yapıdaki ve vektör yapıdaki verilerin depolama teknikleri olarak iki kısımda incelenir. Vektör yapıdaki coğrafi veri depolama teknikleri topolojik ve topolojik olmayan yöntem (spagetti Yöntem) şeklinde iki şekilde incelenir. Topolojik yöntemde topoloji kavram, yani cisimler arasındaki komşuluk, yön, çakışma, bağlantı gibi üç boyutlu ilişkiler tanımlanmıştır. Spagetti yönteminde ise alan, çizgi

nokta türündeki vektör yapılı grafik detaylar, bunları tanımlayan bir kod veya detay türü ile birlikte depolanır. Aynı veya farklı detayların çakışması durumunda ortak kenar ve noktalar her detay için tekrarlanarak depolanır. Bu durum alan türündeki detaylarda boşluklar, çizgi detaylarda kopukluklar, nokta detaylarda yer değiştirme gibi olumsuzlukları getirebilir. Topolojik yöntemde komşu, çakışan ve kesişen detayların ortak kenar ve noktaları bir kez depolanır ve diğer yöntemdeki geometrik hatalar elemine edilmiş olur (Herring, 1989) (Şeker, 1993).

Coğrafi verilerin üzerinde yayıldıkları iki boyutlu yüzey sürekli değil fakat sayılabilir niteliktedir. Bu nedenle yüzey ve alan hesaplarında piksel boyutuna bağlı olan sapmalar olmaktadır. Bu olumsuz yönü gidermenin yolu, uzaysal çözünürlüğü yüksek görüntüler kullanmak ve böylece gerek görüntüde gerek hesaplamalarda gerçeğe en yakın sonuçlara ulaşmaktadır. Ekran ve çizici teknolojisi bu bakımdan yüksek doğruluk düzeyine ulaşmıştır.

Genel olarak çözünürlük verilerin depolandığı coğrafi uzayın en küçük biriminin minimum lineer boyutu olarak ifade edilir. Raster veri yapısında en küçük birim piksellerdir. Çözünürlüğün yüksek oluşu ile piksel boyutunun küçülmesi doğru orantılıdır. Detaylara erişimi optimize etmek, bellek sorununu minimuma indirgemek ve herhangi bir arazi özelliğini içeren katmanlarda aynı öznitelik değerlerine sahip alanları en az bellekle temsil edebilmek üzere raster veri depolama yöntemleri geliştirilmiştir. Kullanılan tekniklerin bazıları aşağıda açıklanmıştır.

3.3.1.Zincir Kodları (Chain Codes) Yöntemi

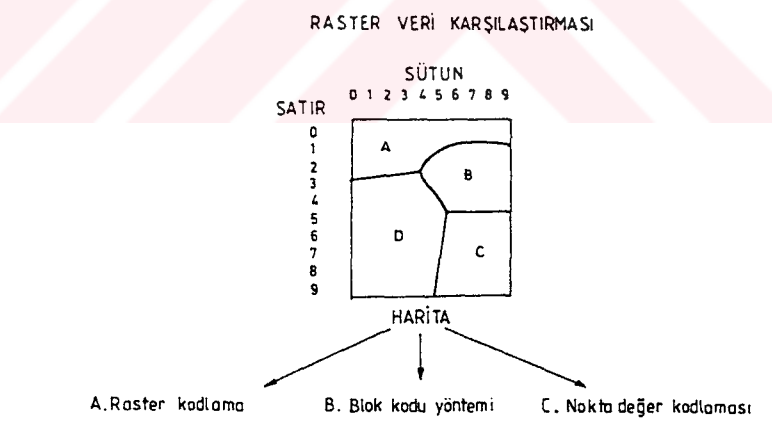
Zincir kodları yönteminde bilgisayarda kodlanacak olan bölgenin sınırları belli bir orjinden başlanarak, ana yönlerdeki birim vektörler dizisi halinde saat yönünde tanımlanır. Yönler (doğu=0, kuzey=1, batı=2, güney=3) biçiminde kodlanarak tekrarlı yönler üs olarak belirtilir. Sınır yöntemi olarak bilinen yöntem kartografik uygulamalarda yoğun olarak kullanılır. Belirli bir bölgenin zincir kodu, verilen başlangıç noktasından itibaren birim vektörlerin sıralanması ile elde edilir. Bu yöntem anlaşılır olmasının yanında bölge sınırları, keskin dönüşler gibi karakterleri göstermek için oldukça uygundur. Buna karşılık ince uzun şekilleri ve kesişimleri tanımlamakta zorluklarla karşılaşılır. Diğer bir avantaj da komşu bölgelerin kodlamasında ortak sınırların iki kez kodlanmasıdır.

3.3.2. Eş Tarama Uzunluğu Kodları (Runlength Encoding) Yöntemi

Eş arama uzunluğu yönteminde kodlanacak bölge satırlar halinde ele alınarak her satırda aynı değere sahip piksellerin hangi sütundan başlayıp hangi sütunda bittiği kaydedilir. Raster veri depolama yöntemleri içinde en çok kullanılan yöntemdir. Önemli ölçüde bellek tasarrufu sağlayan bu yöntem özellikle veri hacminin sınırlı olduğu durumlarda avantajlıdır. Şekiller küçüldükçe bellek gereksinimi artar. Bu yöntem özellikle raster tarama sırasında raster kütüğe giriş için kullanılmaktadır.

3.3.3. Blok Kodları Yöntemi

Eş tarama uzunluğu düşüncesi iki boyuta yayılarak eşit değerde piksellerden oluşan kare bloklarının kodlanması biçiminde bir yönteme dönüşmektedir. Bu veri yapısında herbir kare blok üç sayı ile kodlanmaktadır. Karelerin mümkün olduğunca büyük olması bellek gereksinimini azaltmaktadır. Şekil 3.4 de blok kodları yöntemi ile raster (tümüyle) ve nokta değer kodlamasının bir karşılaştırması verilmektedir. Blok kodları özellikle büyük şekillerin kodlanmasında bellekte önemli ölçüde tasarruf sağlanmaktadır. Bu arada birleşim ve kesişim işlemleri için belli avantajlar sunmaktadır. Ancak yinede bir çok işlem için orjinal matris yapısına dönmek zorunlu olmaktadır.



SÜTUN

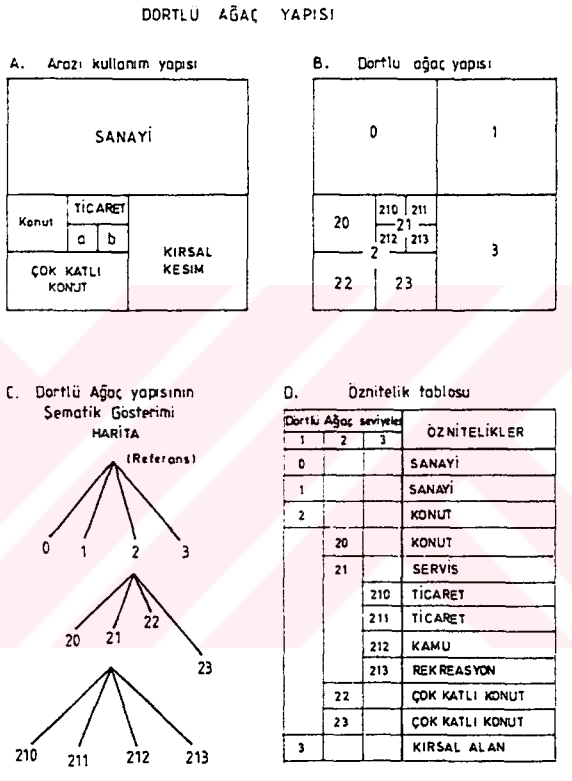
SATIR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B
3	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B
4	D	D	D	D	B	B	B	B	B	B
5	D	D	D	D	D	B	B	B	B	B
6	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C
7	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C
8	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C
9	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C

Değer	Uzunluk	Satır	Değer	Nokta
A	10	0	A	23
A	10	1	B	29
A	4	2	A	32
B	6	2	B	39
A	3	3	D	43
B	7	3	B	49
D	4	4	D	54
B	6	4	B	59
D	5	5	D	64
B	5	5	C	69
D	5	6	D	74
C	5	6	C	79
D	5	7	D	84
C	5	7	C	89
D	5	8	D	94
C	5	8	C	99
D	5	9		
C	5	9		

Şekil 3.4 Blok Kodları ve raster veri karşılaştırması

3.3.4. Dörtlü Ağaç Yapı

Bu veri yapısında 2x2 boyutlu dizi aşamalı olarak dördüllere ayrılır. Adım adım dördüllere ayırma işlemi bölünecek alanın tamamen dolu veya tamamen boş kalmasına kadar sürdürülür. Dörde bölme işlemi en çok piksel boyutuna kadar inebilir. Böylece her düğümde 4 dalı olan bir "dörtlü ağaç yapı" elde edilmiş olur. Herbir düğümün temsili için 2 bit yeterlidir. (11: dolu, 00: boş, 10: bölünme devam, 01: bölünme bitti). Dörtlü ağaç yapı birçok algoritmaya uygunluğu nedeniyle sıklıkla kullanılmaktadır. Şekil 3.6 dörtlü ağaç yapı ile ilgili bir örnek yeralmaktadır (Aranoff, 1989).



Şekil 3.5. Dörtlü Ağaç Yapı Örneği

3.4. Uzaktan Algılama Verilerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Entegrasyonu (Birleştirilmesi)

Uzaktan Algılama, kırsal kentsel alan sınırları dahil kentsel çevre içindeki faaliyetler konusunda güncel bilgileri sağlamakta yararlı bir tekniktir. (Ehlers ve diğ. 1990).

Bununla birlikte, GIS teknolojisinin maksimum bilgi hacmini ve analiz yeteneklerini sağlayabileceği bilinmektedir (Nellis ve diğ. 1990). Uzaktan Algılama verilerinin vektör verilerle ve istatistik verilerle birleştirilmesinin bir çok avantajlarının

olacağı ve böylece arazi-kullanımı planlaması için güvenilir kararların dayanacağı, bilgilerin maksimize adileceği kabul edilmektedir (Quarenby ve Cushnie 1989,) (Forster, 1985). Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS teknolojisi) uzaysal verilerin birleştirilmesi için ortam sağladığı gibi aynı zamanda arazi kullanım değişiklikleri ve harita güncelleştirilmesinin kantitatif analizi için güçlü bir teknolojidir (Welch ve diğ. 1988) (Treitz ve diğ. 1992).

Uzaktan Algılama verileri bir Coğrafi Bilgi Sistemi içinde diğer yer referanslı bilgi kaynaklarıyla kolaylıkla kaynaşır. Bu durum, çeşitli bilgi katmanlarının uzaktan algılama verileriyle birleştirilmesine ve hemen hemen sınırsız sayıda veri analizi formlarının uygulanmasına izin verir. Diğer yandan, bir sınıflandırma ile oluşturulan arazi örtüsü katmanları sorgulamada ve GIS veri tabanının manipülasyonunda kullanılabilir (Lillesand ve Kiefer, 1987).

CBS teknolojisinin uzaktan algılamayla birlikte kullanılmasıyla çeşitli yönetim senoryaları işlenebilmekte ve yöneticiye, en uygun alternatifi seçmeden önce çok sayıda yönetim alternatifini analiz etme olanağı vermektedir (Nellis ve diğ., 1990). Arazi kullanımı ve arazi örtüsü tabakaları, GIS veri tabanının en yaygın ve çoğunlukla en dinamik birleşenleridir. Bu tür veriye ihtiyaç duyan sistemler için Uzaktan Algılama verileri yaygın olarak kullanılabilmektedir. Özellikle, uydu görüntülerinin uzaysal çözünürlüğünün giderek artması, bilgisayar depolama kapasitesi, işlem hızı ve grafik birleştirme yetenekleri, alanlara ait özel bilgilerin kullanımı ve bu bilgilerin güncelleştirilmesi konusundaki çabalar bunu mümkün kılmıştır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri, grafik veriler ve grafik olmayan eşya verilerinin ortak işlenmesi ve değerlendirilmesi esasına dayanmaktadır. Uzaktan Algılama görüntü verilerinin katılmasıyla coğrafi bilgi sistemleri yeni bir boyut kazanmaktadır. Grafik bilgiler, vektörlerle fakat aynı zamanda raster verilerle temsil edilebilirler. Bu durum bir karma grafik yapıyı ortaya çıkartır. Çok sayıdaki veri düzlemlerine ilişkin birleştirmeler ve analizler için vektörel yapı uygun değildir. Özellikle Coğrafi Bilgi Sistemlerinin çevre planlamada uygulanmasında planlanan cisimlerin kategorize edilmesi önemli bir görevdir. Bu durumda vektör raster veri dönüşümü veya raster vektör veri dönüşümü önem kazanmaktadır.

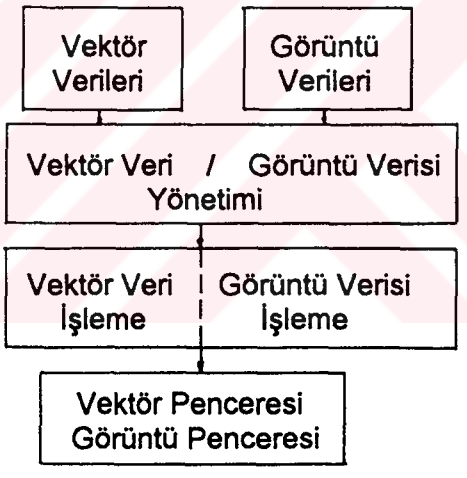
Görüntü verilerinin mevcut vektör tabanlı coğrafi Bilgi Sistemlerine entegrasyonunun ana koşulu, donanımın, özellikle veri çıkış birimin hem vektör hem de raster işlemesini desteklemesi gerekliliğidir. Raster tabanlı ve vektör tabanlı CBS'lerinde toplanan hertür bilginin kombinasyonlu olarak kullanılabilmesi için

yapılması gereken ilk işlem, oluşturulan katmanların aynı koordinat sistemine dönüşümlerinin yapılmasıdır .

Vektör ve raster verilerin entegrasyonu üç adımda incelenebilir.

1- Danışma Sistemi : Her iki veri tipi ayrı ayrı yönetilir ve işlenir. Grafik ekranda vektör ve görüntü verilerin üstüste bindirilmesi gerçekleştirilir. Kullanıcı, her iki veri tipinin aynı referans düzleminde olmasını kontrol etmelidir. Ekranda sadece optik bir entegrasyon oluşmaktadır.

2- Veri İşlemenin Entegrasyonu : Burada veri işleme fonksiyonları, birlikte ortaya çıkarlar. Geniş bir kullanıcı sahası oluşmaktadır ve bir takım işlem adım fonksiyonları oluşur. Koordinat dönüşümleri gerekebilir. Vektör verileri tarama verilerine veya tarama verileri, vektör verilerine dönüşebilir. Veri işleme yöntemleri ayrık yapıda ortaya çıkar.



Şekil 3.6. Entegre edilmiş Veri İşleme

3- Veri Yönetimi Entegrasyonu : Burada her iki tip veri de veri yönetimi düzleminde ele alınır. Kullanıcı için her iki veri bir tanım modelinin mantıksal bilgi düzlemleri olarak görünürler. Şekil 3.6 da veri yönetimi entegrasyonu ifade edilmektedir.

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin karma grafiğin uygulanmasına ilişkin zorunluluk her üç veri tipini (vektör, raster ve eşya verileri) birlikte yönetebilen ve işleyebilen bir planlama sistemidir. Çevre korumasında ve çevre planlamasından Uzaktan Algılama yöntemlerinin kullanımı ve tematik haritaların elde edilmesi ile özellikle mevcut durum analizlerinde, alan değişiminde ve güncelleştirmede yaygın olarak kullanılmasıyla Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Uzaktan Algılama verileriyle entegrasyonunu zorunlu kılmıştır (Kammerer vd. 1988).

BÖLÜM 4

ÇALIŞMADA KULLANILAN UYDU SİSTEMLERİ VE LABORATUVAR OLANAKLARI

Günümüzde, uydu yükseltilerinin sağladığı geniş görüş, uydu algılayıcılarının hızı ve kullanılan spektral bant aralıkları ile büyük miktarda veri elde edilmektedir. Uydu verilerinin hem hızlı, hemde ekonomik elde edilir olması yeryüzü kaynaklarının araştırılması, çevre ve ilgili bir çok disiplin için kullanılabilirliğini arttırmıştır.

Çalışmanın uygulama bölümlerinde LANDSAT 5 TM ile SPOT XS ve SPOT P uydularından alınan görüntü verileri ile değerlendirme yapılmıştır.

4.1. LANDSAT Uydu Sistemi ve Özellikleri

Yeryüzü kaynaklarının araştırılması amacıyla NASA (National Aeronautical Space Administration-Ulusal Havacılık Dairesi) tarafından 23 Temmuz 1972 de de ERTS (Earth Resourses Technology Satellite-Yeryüzü Kaynakları Teknoloji Uydusu) adı ile uzaya gönderilmiştir. 1.1.1975 tarihinde bu isim LANDSAT 1 olarak değiştirilmiştir. Günümüzde, Landsat serisinden 1982 de uzaya gönderilen Landsat-4 uydusu ile 1984 de uzaya gönderilen Landsat 5 uydusu işlevini sürdürmektedir. Genel özellikleri tablo 4 de verilmiştir.

Tablo 4.1: Landsat 4 ve 5 Uydusunun Genel Özellikleri

	LANDSAT 4 ve LANDSAT 5
Yeryüzünden yükseklik	705 km
Günlük tur sayısı	14.6
Dünyanın taraması için gerekli tur sayısı	233
Ekvatordaki örtü oranı	%7.6
Tekrarlama Zamanı	16 gün
Yörünge	Yaklaşık kutupsal/güneşle senkronize

Çalışmada Landsat 5 TM (Tematik Haritalayıcı) verileri kullanılmıştır. TM de veriler 7 ayrı kanalda kaydedilmektedir. Kanalların özellikleri Tablo 4.2 de verilmektedir.

Tablo: 4.2 Tematik Haritalayıcı Bant Özellikleri

Bant	Bant Genişliği	Bant Adı	Özellikleri
No	(μm)		
1	0,45 - 052	Mavi /Yeşil	Kuvvetli bitki örtüsü yutumu Yüksek su penetrasyonu
2	0,52 - 0,60	Yeşil	Kuvvetli bitki örtüsü yutumu
3	0,63 - 0,69	Kırmızı	Çok kuvvetli bitki örtüsü yutumu
4	0,75 - 0,90	Yakın kızıl ötesi yansıtımı	Çok kuvvetli bitki örtüsü Yüksek Kara/su kontrastı
5	1,55 - 1,75	Yakın orta kızıl	Yüksek nem duyarlığı
6	10,40 - 12,5	Isıl kızıl ötesi	Yüksek toprak nemi ve bitki örtüsü duyarlığı
7	2,08 - 2,35	Orta kızıl ötesi	Yüksek jeolojik ayırım

Kapladığı alan : 185km x 185 km

Uzaysal çözünürlük : 30m x 30m (6. bant 120m x 120m)

Radyometrik Çözünürlük : 86,7 (0-255)

Uygulamada kullanılan 12.06.1984 Landsat 5 TM (3/2/1) kanal kombinasyonu ile İstanbul doğal görüntüsü Şekil 4.1 de görülmektedir.

Şekil 4. 1 İstanbul Landsat 5 TM - 1984

Uygulamada kullanılan ikinci Landsat TM görüntüsü 06.09.1992 tarihli görüntüdür. (7/4/1) kanal kombinasyonu ile yanlış renkli İstanbul görüntüsü Şekil 4.2 de görülmektedir.

Şekil 4.2. İstanbul Landsat 5 TM - 1992

4.2 SPOT Uydu Sistemi

SPOT (Satellites Pour ı' Observations de la Terre)

Fransız Uzay Araştırma Merkezi (French National Space Center - CNES) tarafından İsveç ve Belçika işbirliği ile yeryüzü kaynaklarının araştırılması amacıyla ilki 22.Şubat.1986 da uzaya gönderilmiş bir uydu sistemidir. Yeryüzünden 832 km yükseklikte, yaklaşık kutupsal yörüngede güneşle senkronize olan bu uydunun tekrarlama zamanı 26 gündür. Spot uydusunda optik elektronik iki HRV (Hıgh Resalution Visible) sistem tarayıcısı vardır. HRV tarayıcıları çok spektrumlu modda ya da pankromatik modda algılama yapabilir. SPOT uydusunun genel özellikleri Tablo 4.3 de verilmiştir.

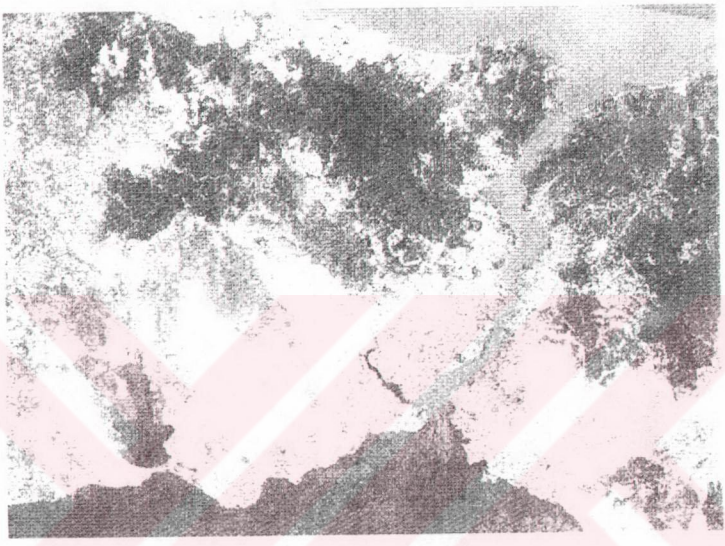
Tablo 4.3. SPOT Uydusunun Genel Özellikleri

HRV Algılayıcı

Bant	Bant Adı	Bant Genişliği((μm)	Özellikleri
	Çok spektrumlu XS		
1	Yeşil	0,50 - 0,59	Sağlıklı bitki örtüsü
2	Kırmızı	0,61 - 0,68	Bitki türleri arasındaki farkın belirlenmesi kara ayırımı - jeolojik sınırların çizilmesi
3	Yansıyan kızıl ötesi	0,79 - 0,89	Tahıl rekolte tahminleri ve toprak / tahıl kara / su ayırımının vurgulanması
	Pankromatik	P	
1		0,51 - 0,73	
Uzaysal çözünürlük		: 20m x 20m (XS)	
		10m x 10m (P)	
Radyometrik çözünürlük		: 86,7 (XS) (256)	
		66,7 (P) (128)	
Kapladığı Alan		: 60 km (her bir HRV algılayıcı için 3 km örtü oranı)	

Çalışmada kullanılan 13.06.1993 tarihli Spot XS ve SPOT P görüntüsü Şekil 4.3 de görülmektedir.

Şekil 4.3 Çalışmada kullanılan 13.06.1993 tarihli Spot XS (2/1/3) kanal kombinasyonlu görüntüsü



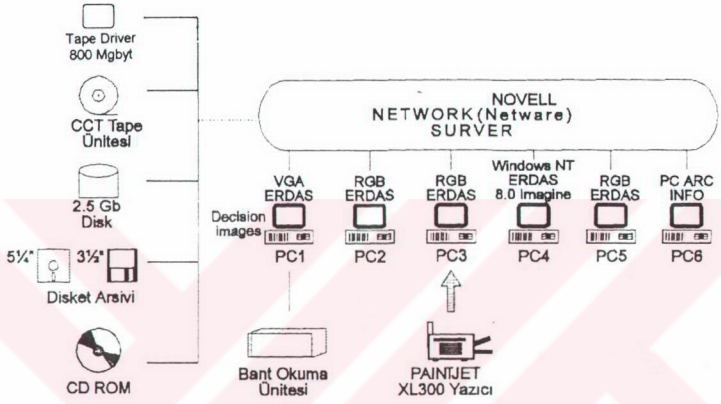
Şekil 4.4 Çalışmada kullanılan 13.06.1993 tarihli Spot P görüntüsü

4.3. Laboratuvar Olanakları

4.3.1. İTÜ. Uzaktan Algılama Laboratuvarı

Bu çalışmanın uygulamaları İTÜ İnşaat Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü Uzaktan Algılama Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Uzaktan Algılama Laboratuvarındaki donanım şematik olarak Şekil 4.5 de şematik olarak gösterilmiştir. Sistemde bir dağıtım ünitesine bağlı 7 kişisel bilgisayar, teyp okuma ünitesi, HP XL 300 Paint Jet renkli yazıcı bulunmaktadır.

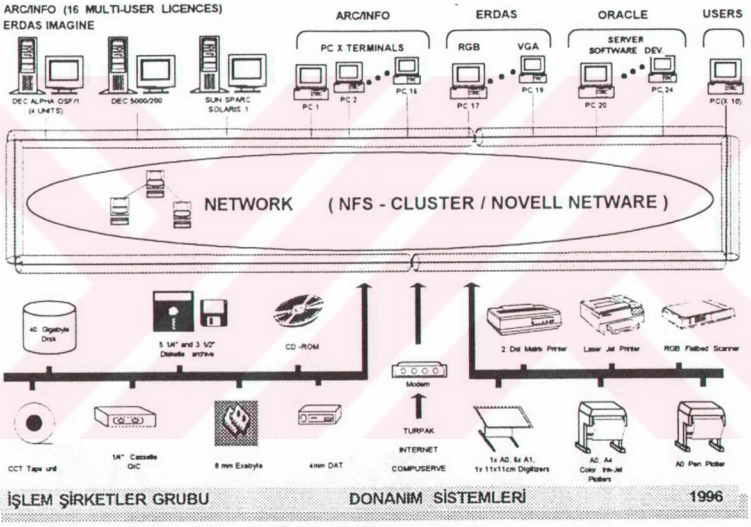


Şekil 4.5. Uzaktan Algılama Laboratuvarı Donanımı

Laboratuvarda görüntü işleme sistemi olarak, Decision İmages - Recource yazılımı, ERDAS 7.5 ve ERDAS 8.2 İmagine yazılımları, bilgi sistemleri için ise PC Arc-Info yazılımı yer almaktadır. Çalışmanın uydu görüntülerinin işlenmesi ile ilgili geometrik düzeltme, sınıflandırma, değerlendirme işlemleri ERDAS V.7.5 ile gerçekleştirilmiştir.

4.3.2. İşlem Şirketler Grubu Teknik Çalışma Olanakları

Çalışmanın Bilgi Sistemleri ile ilgili bölümü işlem Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Mühendislik Ltd. Şirketi bünyesinde kurulmuş laboratuvarda gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.6 da İşlem Şirketler Grubu Donanım Sistemleri görülmektedir.



Şekil 4.6. İşlem Şirketler Grubu Donanım Sistemleri

BÖLÜM 5

UYDU VERİLERİ VE BİLGİ SİSTEMLERİ İLE ARAZİ KULLANIM ANALİZLERİ

Şehir ve Bölge Planlamacıları arazi gelişmelerini etkin bir şekilde düzenlemek ve değişiklikleri planlamak için güncel bilgilere gereksinim duyarlar. Kentsel alanlarda, özellikle kırsal kentsel alan sınırlarında bu değişim çok hızlıdır. Dolayısıyla yeni konut ve endüstriyel / ticari gelişme alanları için güncel bilgileri edinmek zordur. Bu durum özellikle yetki alanları geniş, bölgesel belediyeler veya kamu kurumları için doğrudur.

Arazi kullanım haritaları bilgi kaynağı olarak uzun yıllardan beri kentsel ve bölgesel planlamanın önemli bir bileşeni olmuştur. Değişmenin yavaş olduğu alanlarda, tarihsel olarak eski olduğu kabul edilen (10-20 yıllık) arazi kullanım haritaları bilgi kaynağı olarak kullanılmaya devam edilebilir. Ancak durum tüm peyzajın kısa bir zaman aralığında değişebildiği plandışı kentleşmeye maruz kalan özellikle kırsal-kentsel alan sınırları için böyle değildir. Burada orman alanları, tarlalar ve yeşil alanlar, düzensiz yerleşim ve sanayi tesislerine dönüşmektedir. Böyle bölgeler için en yeni arazi kullanım haritalarının bile, güncelliğini süratle yitireceği için, fazla bir değeri yoktur (Howart ve Gong, 1992).

Arazi kullanım analizi için coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama verileri kendine özgü çeşitli parametreler içermekte ise de bunların arasında en önemlileri: Fonksiyonel kategoriler uzaysal çözünürlük ve zamansal (temporal) çözünürlüktür. Gerekli bilgi türlerinin ve kategorilerinin fonksiyonel tanımlaması güç olmakla birlikte oldukça kritik bir iştir. İdeal durum; yerel, bölgesel ve ulusal veri gereksinimlerini içeren hiyerarşik sınıflandırma sistemlerinde kategorize edilebilecek veri gereksinimleri belirlemektir (Nellis ve diğ., 1990).

Hızla değişen arazi kullanımını en doğru ve gerçek şekilde izlemek ancak Uydu Verilerinin kullanılması ile mümkündür. Bu savın gerçeklik derecesini belirlemek amacı ile, hızlı bir değişime sahne olan İstanbul iline su sağlayan havzalar inceleme konusu yapılmıştır.

-İstanbul, su üretim havzaları

İstanbul, kentleşme sürecinin en hızlı yaşandığı şehirlerden biridir. Hızlı nüfus artışı, kentte yapılaşmanın yoğunlaşması ile birlikte alan olarak büyümeyi de beraberinde getirmiştir. Kent, 1955 yılında 24 000 hektar iken bugün metropol sınırları 660 000 hektara ulaşmıştır.

İstanbul metropoliten alanı kullanma suyununun büyük bir kurumu yüzeysel kaynaklardan karşılamaktadır. Su gereksinmesi günümüzde hizmette olan 7 göl ve barajdan değişik ölçülerde karşılanmaktadır. İstanbul'a verilen su miktarı Mayıs 1995 itibari ile günde yaklaşık 1.500 000m³ dür (Eroğlu, 1995).

İstanbul havzaları yaklaşık 250 km uzunluğunda, 100 km genişliğinde bir alanda yer almaktadır. Havzalarda yaşayan nüfusun yıllara göre artışı incelendiğinde toplam nüfusun 1965 de 70.431 iken, 1980 de 143.250'e, 1990' da ise 547.577 ye ulaştığı görülmektedir. Sayım yılları arasındaki nüfus artışı hızları incelendiğinde 1965-1970 yılları arasında % 2.82, 1975-1980 yılları arasında % 7.92, 1985-1990 arasında %19.25 dir. Su havzalarında yaşayan nüfus 1985-1990 yılları arasında Türkiye ortalamasının 8 katı artmıştır. Bu durum istanbul su havzalarında kentleşmenin hızlı gelişiminin göstergesidir. (Çetiner ve diğ., 1994).

Su Kirliliği Kontrolu Yönetmeliğine göre havza; bir akarsu, göl, baraj rezervuarı veya yeraltı su haznesi gibi su kaynağını besleyen yeraltı ve yüzeysel suların toplandığı bölgenin tamamıdır. Su toplama havzası ise göllerde ve rezervuarlarda bu su kaynağını besleyen yeraltı ve yüzeysel suların toplandığı bölgenin tamamını tanımlamaktadır. Suyun bir kabarma yapısıyla, biriktirmesiyle oluşturulan hacmi ifade etmek üzere ise rezervuar tanımı kullanılmaktadır. Günümüzde genel ve İstanbul özeli için su toplama havzalarının korunması ile ilgili yasal mevzuat vardır. Bunlar;

- Anayasa 56. Madde
- 9-8-1983 tarihli 2872 sayılı Çevre Kanunu
- 4-9-1988 tarihli Su Kirliliği Kontrolu Yönetmeliği
- 20.11.1981 tarih ve 2560 sayılı İSKİ Kuruluş Kanunu
- İSKİ Yönetmeliği 1984,1985
- DSİ Kanunu dur.

İstanbul'da su kaynakları İSKİ tarafından hazırlanmış ve aynı kuruluşça uygulanan bir yönetmelikle hidrolojik su toplama havzasının tümü koruma alanı

olarak tanımlanmış, ayrıca göl ya da baraja uzaklığına göre koruma kuşaklarına ayrılmıştır. Bunlar;

Mutlak Koruma Kuşağı : 0 - 300m.

Kısa Mesafeli Koruma Kuşağı : 300m. - 1000m.

Orta Mesafeli Koruma Kuşağı : 1000m. - 2000m.

Uzun Mesafeli Koruma Kuşağı : 2000m. - Havza Koruma Sınırı.

İSKİ Yönetmeliğine göre bu koruma alanlarının tümünde evsel yerleşimler ve endüstriyel faaliyetler kısıtlanmış veya yasaklanmıştır (Orhon, 1991). Aralık 1995' de İSKİ tarafından yeniden düzenlenen "Kullanım Suyu Temin Edilen ve Edilecek Olan Yüzeysel Su Kaynaklarının Kirlenmeye Karşı Korunması Yönetmeliği" nin havza koruma kuşakları ve bu alanlarda alınacak tedbirlerle ilgili olan 2. Bölümü Ek A' da verilmiştir (İSKİ 1995). Bu yönetmelikte, Mutlak Koruma Kuşaklarında hiçbir yapıya izin verilmezken Madde 8, Madde 9, Madde 10'da Kısa, Orta ve Uzun Mesafeli Koruma Alanlarında yapılaşmaya izin verilmiştir. Bu yönetmelikteki yapılaşma koşulları, koruma kuşaklarına göre minimum parsel alanları ve emsal değerleri aşağıda belirtildiği gibidir.

	Parsel Alanı	Emsal
Kısa Mesafeli Koruma Alanı	10000 m^2	0.03
Orta Mesafeli Koruma Alanı	5000 m^2	0.08
Belediye	1000 m^2	0.15
Uzun Mesafeli Koruma Alanı	2000 m^2	0.10
Belediye	300 m^2	0.30
Diğer Yerleşik Alanlar	500 m^2	0.20
2. derece Uzun Mesafeli Koruma Alanı	1500 m^2	0.12
Belediye	300 m^2	0.50
Diğer Yerleşik Alanlar	300 m^2	0.30

Kentsel büyüme olgusundan en fazla etkilenen havzalar: Doğu yakasında çevre yollarının ağırlıkta olduğu Üsküdar-Şile yol bağlantısı ile Dudullu Organize Sanayi bölgesinin bulunduğu Elmalı Havzası, Batı yakasında ise Haliç ve Alibeyköy Sanayi tesislerinin etkisinde kalan Alibey Havzasıdır. Bu havzalar çalışmada uygulama alanı olarak seçilmişlerdir.

5.1. Elmalı Su Toplama Havzası

Elmalı Havzası İstanbul'un doğu yakasında şehir merkezine 15 km uzaklıkta Göksu deresinin kolları olan Budak dere ve Çavuşbaşı deresinin birleştiği bölgededir. Üsküdar, Beykoz, Ümraniye, Kartal ilçelerinin sınırları içinde olup doğusunda Ömerli Su toplama Havzası, batısında Ümraniye, güneyinde Küçükbakkalköy, kuzeyinde Beykoz köyleri bulunmaktadır.

Şekil 5.1. Elmalı Havzası

* Barajın drenaj alanı yaklaşık 82 km^2 dir. Bu alana yaklaşık 1,4 km^2 lik Baraj Gölü dahildir.

* Sakıran deresi, Arnavut deresi, Çiftlik dere, Armutyatağı deresi, Çekmeköy deresi, Değirmendere, Karağaç deresi, Köprü dere havzayı besleyen derelerdir.

* Topoğrafik açıdan incelendiğinde havza alanının kuzey yönünde yükseklik artmaktadır. Güneyde 432 m. yükseklikte Kayışdağı, doğuda 442 m. yükseklikte Büyük Alemdağ tepeleri yer almaktadır.

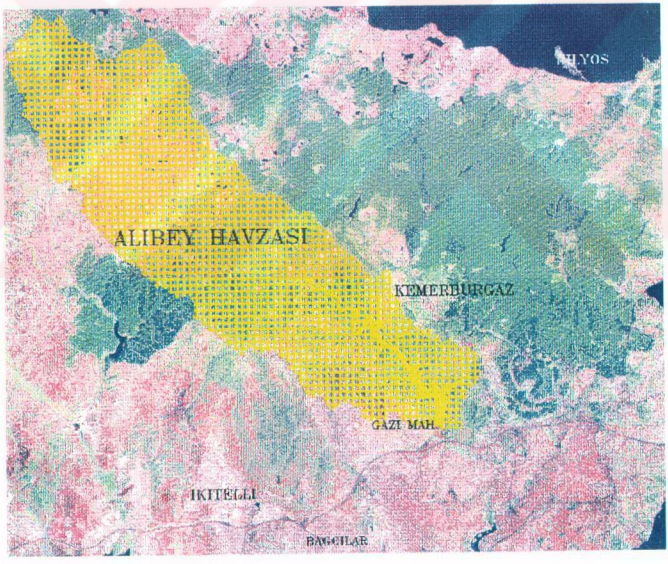
* Jeolojik açıdan incelendiğinde havzada arkozlar, orta kuvarsitler ve kireçtaşları bulunmaktadır. Baraj gölü etrafında bulunan killi seviyeler erozyon etkisinde kalabilmektedir.

* Havza alanının kuzeyinde kahverengi orman toprakları, güneyinde kireçsiz kahverengi topraklar yer almaktadır.

* Havza alanının kuzey kesimi meşe ormanlarıyla kaplıdır. Havzanın güneyinde yer alan açık alanlar şehirsel kullanıma açılmıştır. Havzada bulunan 4 yerleşim bölgesinin 1 i mutlak, 1 i orta, 2 tanesi de uzak mesafeli koruma alanında bulunmaktadır (Gönenç ve diğ., 1993).

5.2 Alibey Su Toplama Havzası

Alibey Havzası şehir merkezine 25 km uzaklıkta kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda yer almaktadır. Kuzeybatıda Terkos su toplama havzasından güneydoğuda Kağıthane yerleşim alanına dek uzanmaktadır. Gaziosmanpaşa, Eyüp, Bağcılar ilçelerine bağlı yerleşmeler havza sınırları içinde kalmaktadır.



Şekil 5.2. Alibey Havzası

* Havzanın toplam drenaj alanı; 5 km^2 lik rezervuar yüzey alanı dahil olmak üzere yaklaşık 160 km^2 dir.

* Cebeci deresi, Boğazköy deresi, Bolluca deresi, Kocaman dere, Çıplak dere ve Ayvalı deresi, Ayvalık deresi, Elmalı dere, Gülgen dere, Malkoç dere, Çiftepınar dere kolları havzayı besleyen derelerdir.

* Topoğrafik olarak oldukça değişkendir (engebelidir). Yükseltiler 140 m. ile 170 m. arasında değişmektedir.

* Jeolojik yönden incelendiğinde havzanın kuzey batısı eosen formasyonuna sahip kil ve marn' dan oluşmuştur.

* Havza alanında hakim toprak türü kireçsiz kahverengi orman topraklarıdır.

* Kara iklimi hüküm sürmektedir. Baraj gölünün kuzey ve doğu kesimleri orman ve makiliktir. Havza alanında 1' i mutlak, 5'i uzak koruma alanında olmak üzere 6 yerleşim bulunmaktadır. (Gönenç ve diğ., 1993).

5.3. Elmalı ve Alibey Havzalarında Mevcut Durum

İstanbul'un 1990 nüfus sayımına göre 7.309.190 olan il nüfusu 5712 km² lik bir alanda 1280 kişi/km² yoğunlukla dağılmaktadır. Bugün nüfusun 10 milyonu aştığı bilinmektedir. İstanbul nazım Plan hedeflerinde İstanbul'un doğu-batı aksında büyümesi, şehrin kuzeyinde ise yaşam kaynakları olan su ve ormanlarının yer alması önerilmiştir. Buna rağmen hızlı kentleşme ve göç sonucu artan nüfus boğaz köprüleri ve çevre yollarının yapılmasıyla ulaşımı kolaylaşan arazinin, kentsel alana göre ucuz olması, ayrıca hazine mülkleri ve orman alanlarının işgal edilmesi gibi faktörler nedeniyle şehrin kuzeye, su koruma havzalarına doğru plansız büyümesine ve yapılaşmasına neden olmuştur. 1970 lerde Elmalı Havzasında, Dudullu ve Çekmeköy, 1980 lerde Alibey Havzasında Arnavutköy gibi kentleşen alanlar büyümeye başlamıştır. 1975 de Elmalı Havzasında bulunan nüfus kentleşmiş kısımlarda 7000, dağınık köylerde 2000 civarında idi. 1992 de bu rakamlar kentleşmiş kısımlarda 145000, dağınık köylerde ise 6000 e erişmiştir (COWI, 1993). 1975 de Alibey Havzasında nüfus 7372 iken, 1990 da 84706, 1993 de ise 120 000 e ulaşmıştır (Döşer, 1993).Havzaların içindeki yerleşmelerin havza koruma kavşaklarına göre nufüs dağılımı Tablo 5.1. de verilmektedir.

Tablo 5.1. Elmalı ve Alibey Havzası Koruma Kuşaklarına Göre Nüfus Dağılımı (Döşer, 1993) (Gönenç ve diğ. 1993)

HAVZA ADI	Koruma Kuşağı	Nüfus (1990)	Nüfus (1993)	1980-1985 Nüfus Artış Oranı	1985-1990 Nüfus Artış Oranı
	Mutlak	4693			
	Kısa	-			
ELMALI	Orta	13523			
	Uzun	87457			
	TOPLAM	105673	162000	%63	%183
	Mutlak	3699			
	Kısa	20000			
ALİBEY	Orta	-			
	Uzun	61007			
	TOPLAM	84706	120000	%61	%125

* Döşer, 1993

İçme Suyu Havzalarında hızlı ve plansız olarak gelişen endüstri tesisleri çevre kirliliği konusunda büyük sorunlara neden olmaktadır. Kentleşme hızı, nüfus ve sanayileşme birbirleriyle doğru orantılı olarak artmaktadır. Tablo 5.2. Koruma kuşaklarına göre sanayi tesislerinin dağılımını göstermektedir.

Tablo 5.2. Koruma Kuşaklarına Göre Sanayi Tesislerinin Dağılımı (İSKİ, Temmuz 1994)

Havza Adı	İşgücü	Mutlak Koruma	Kısa Koruma	Orta Koruma	Uzun Koruma	Dere Mutlak Koruma	Toplam
Elmalı	5065	2	1	3	174	8	188 (+843 Dudullu)
Alibey	2325	11	21	19	298	35	384

Elmalı ve Alibey Havzasında farklı endüstri kategorilerine giren kuruluşların dağılımı Tablo 5.3. de sunulmuştur.

Tablo 5.3. Su Toplama Havzalarında Endüstri Kategorilerinin Dağılımı (İSKİ, Temmuz 1994)

Havza Adı	Metal	Hay-vancılık	Akar-yakıt	Ağaç İşleri	Kimya	Mer-mer	Tekstil	Depo	Taş Ocağı	Mezbaha	Gıda	İnşaat	Plastik	Diğer
Elmalı	52	10	13	9	4	4	3	4	2	1	2	4	3	77
Alibey	138	32	7	18	23	6	26	5	52	1	6	10	10	50

Havza sınırları içerisinde koruma kuşaklarına göre dağınık halde bulunan endüstri kuruluşları atıksularını sızdırmalı foseptiklerde ya da doğrudan araziye veya dere yataklarına deşarj etmektedirler. Tablo 5.4. Elmalı Havzası, Tablo 5.5. ise Alibey Havzasında bulunan endüstri tesislerinin üretim biçimi ve deşarj ortamı ile ilgili değerleri içermektedir (Kaynak: İBŞB.- Şehir Planlama Müdürlüğü Havza Birimi 1994).

Tablo 5.4. Elmalı Sanayi Tesisleri Üretim Biçimi ve Deşarj Ortamı (12.12.1989)

ÜRETİM BİÇİMİ				
	ADET	%	İŞ GÜCÜ	%
GIDA, İÇKİ VE TÜTÜN	11	4.1	306	6
DOKUMA, GİYİM VE MOBİLYA	3	1.1	60	1.2
ORMAN ÜRÜNLERİ VE BASIM	22	8.2	168	3.3
KAĞIT ÜRÜNLERİ VE BASIM				
KİMYA VE PETROL ÜRÜN	36	13.5	227	4.5
TAŞ VE TOPRAĞA DAYALI SAN.	9	3.4	92	1.8
METAL SAN.	51	19.1	215	4.3
METAL EŞYA SAN.	119	44.6	3920	77.4
DİĞER	10	3.8	77	1.5
BİLİNMEYEN	6	2.2	-	
TOPLAM	267	100	5065	100

DEŞARJ ORTAMI		
	ADET	%
VİDANJÖR		
DERE+ ARAZİ+KAN		
FOSEPTİK	96	34.5
FOS+VİD	2	0.7
DERE	4	1.4
ARAZİ	2	0.7
FOS+VİD.+DERE		
DERE+FOS	1	0.4
ARAZİ+FOS	3	1.1
GÖL		
GÖL+FOS		
DERE+ARAZİ	1	0.4
FOS+VİD.+ARAZİ		
FOS+ÖZEL+KANAL		
KANAL+ARAZİ		
FOS+SONDAJ		
İSKİ KANAL	124	44.6
KANAL		
A.TESİSİ+ARAZİ		
A. TESİSİ+DERE		
KANAL+GÖL		
BİLİNMEYEN	45	16.2

Tablo 5.5. Alibey Sanayi Tesisleri Üretim Biçimi ve Deşarj Ortamı (12.12.1989)

ÜRETİM BİÇİMİ				
	ADET	%	İŞ GÜCÜ	%
GIDA, İÇKİ VE TÜTÜN	36	11.8	153	6.6
DOKUMA, GİYİM VE MOBİLYA	29	9.5	341	14.6
ORMAN ÜRÜNLERİ VE BASIM	18	5.8	140	6
KAĞIT ÜRÜNLERİ VE BASIM	2	0.6	34	1.5
KİMYA VE PETROL ÜRÜN	19	6.3	207	8.9
TAŞ VE TOPRAĞA DAYALI SAN	66	21.5	678	29.2
METAL SAN	99	32.4	375	16.2
METAL EŞYA SAN	32	10.5	380	16.3
DİĞER	5	1.6	17	0.7
BİLİNMEYEN	-	-	-	-
TOPLAM	306	100	2325	100

DEŞARJ ORTAMI		
	ADET	%
VİDANJÖR		
DERE+ ARAZİ+KAN		
FOSEPTİK	249	82.4
FOS+VİD		
DERE	2	0.7
ARAZİ	41	13.7
FOS+VİD +DERE		
DERE+FOS		
ARAZİ+FOS	8	2.6
GÖL		
GÖL+FOS		
DERE+ARAZİ		
FOS+VİD +ARAZİ		
FOS+ÖZEL+KANAL	1	0.3
KANAL+ARAZİ		
FOS+SONDAJ		
İSKİ KANAL		
KANAL	1	0.3
A TESİSİ+ARAZİ		
A TESİSİ+DERE		
KANAL+GÖL		
BİLİNMEYEN		

İSKİ yönetmeliğine göre su havzalarında olmaması gereken endüstri tesisleri ile ilgili değerlendirmeler sonucu havzalarda bulunan Sanayi Tesislerinin yasal durumu Tablo 5.6 da verilmektedir.

Tablo 5.6. Havzalarda Bulunan Sanayi Tesislerinin Yasal Durumu (İSKİ, Temmuz.1994)

Havza Adı	Havza Dışına Çıkacak Sanayi		İnşaat Halinde Tesbit Edilen Sanayi		Önlem Alarak Faaliyet Gösterebilecek Sanayi		Kapanan Sanayi Tesisleri		Taşınan Sanayi Tesisleri	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
Elmalı	11	8.8	24	19.2	74	59.2	12	9.6	4	3.2
Alibey	67	20.1	32	9.6	174	52.3	35	10.5	25	7.5

1995 yılı için İstanbul'un yıllık 1.05 milyar m^3 su gereksinimi oluşmuştur. İstanbul su kaynaklarının verimleri yılda 600 milyon m^3 lük talebi karşılamaktadır. Çalışmaya konu olan Elmalı ve Alibey havzalarının yüzeysel su potansiyelleri Tablo 5.7 de verilmektedir.

Tablo 5.7. Havzaların Yüzeysel Su Potansiyeli (Eroğlu, 1995)

Havza Adı	Ortalama Su Girişi Milyon m^3	Ortalama Yıllık Su Çekimi Milyon m^3	Akış Katsayısı %	Tam Dolu Kotu (m)	Min. İşletme Kotu (m)
Elmalı	32	15	37.3	67.5	37.5
Alibey	54	36	40.3	26.0	11.0

1990 - 1995 yılları arasında Elmalı ve Alibey Barajlarının Göl seviyeleri ve kullanılabilir su miktarları İSKİ Scada dan alınmış Ek B. de verilmiştir.

Gerek plansız yapılaşma dolayısıyla altyapı eksikliği ile oluşan konut alanlarının evsel atıksuları gerekse yasal olmadığı halde üretim yapan sanayi tesislerinin atıksuları nitelik ve niceliklerine göre göldeki canlı türlerinin yok olmasına neden olmaktadır. Çalışmanın uygulama bölümünde kullanılan 06.09.1992 tarihli ve 12.06.1984 tarihli Uydu Görüntüsüne en yakın zamanlar için İSKİ-Su Arıtma Daire Başkanlığı Su Kalite Kontrol Şube Müdürlüğü'nden alınan su analiz raporları Tablo 5.8 ve 5.9 da verilmiştir.

Tablo 5.8. Haziran 1984 Elmalı ve Alibey Su Analiz Raporu (İSKİ)

FİZİKSEL ANALİZ	Birimi	Elmalı (Hamsu)	Alibey (Hamsu)	Tavsiye edilen mg/lt miktarı	İzin verilen sınır-mg/lt
PH		7.60	7.76	7.0-8.5	6.5-9.2
Bulanıklık	NTU	8.2	22	5 Birim	25 Birim
İletkenlik	umho/cm	532	474	-	-
Serbest Klor	mg/L	0.00	0.00	0.10	0.50
renk		35.0	10.0	5.0	50.0
Görünüş		Bulanık	Bulanık		
KİMYASAL ANALİZ					
Sertlik	mg/L CaCO3	152	172	500	-
M. Alkal	mg/L CaCO3	120	120	-	-
F. Alkal	mg/L CaCO3	120	120	-	-
Bikarbonat	mg/L	146	146	-	-
Sülfat	mg/L	85	81	200	400
Klorür	mg/L	61	60	200	600
Amonyak	mg/L	5.17	0.02	0.00	0.00
Nitrat	mg/L	7.3	2.0	0.00	45.00
Kalsiyum	mg/L	44.8	58.4	75	200
Magnezyum	mg/L	9.7	6.3	50	150
T. Demir	mg/L	0.23	0.25	0.30	1.00
Organik Madde	mg/L O2	5.4	4.2	-	-
BAKTERİYOLOJİK ANALİZ					0
T. Koli Bakteri	100 mL.de	1000	1080	0	-
E. Koli	100 mL.de	340	430		

Tablo 5.9. 16.09.1992 Elmalı ve 14.09.1992 tarihli Alibey Su Analiz Raporu (İSKİ)

FİZİKSEL ANALİZ	Birimi	Elmalı	Alibey	Tavsiye edilen mg/lt miktarı	İzin verilen sınır-mg/lt
PH		7.56	7.76	7.0-8.5	6.5-9.2
Bulanıklık	NTU	16.3	15.8	5 Birim	25 Birim
İletkenlik	umho/cm	400	432	-	-
Serbest Klor	mg/L	0.00	0.00	0.10	0.50
Renk		>70	30	5.0	50.0
Görünüş					
KİMYASAL ANALİZ					
Sertlik	mg/L CaCO3	112	149	500	-
M. Alkal	mg/L CaCO3			-	-
F. Alkal	mg/L CaCO3			-	-
Bikarbonat	mg/L			-	-
Sülfat	mg/L	36	29	200	400
Klorür	mg/L	49	57	200	600
Amonyak	mg/L	var	0.0	0.00	0.00
Nitrat	mg/L	2.5	0.7	0.00	45.00
Kalsiyum	mg/L			75	200
Magnezyum	mg/L			50	150
T. Demir	mg/L			0.30	1.00
Organik Madde	mg/L O2	3.9	3.3	-	
BAKTERİYOLOJİK ANALİZ					
T. Koli Bakteri	100 mL.de	680	1280	0	0
E. Koli	100mL.de	0	0	0	0

Havza sınırları, İstanbul Büyükşehir Belediye ve Mücavir alan sınırlarıyla çakışmamakta, bu nedenle havza sınırları içinde yeralan yerleşimler yönetimsel olarak kimi zaman Büyükşehir'e bağlı ilçe belediyeleri ve onların mücavir alan sınırları içinde kimi zaman da bağımsız belediyelerin sınırları içinde yer almaktadır. Yönetimsel sınırlardaki bu yapı doğal olarak planlama yaklaşımlarını da etkilemektedir. Bu bağlamda havzaların yönetimsel yapısının da ele alınması gerekmektedir (Güngör ve Türkoğlu, 1996). İçme suyu havzalarının kırsal kesimlerinde yapılan araştırma sonucu sosyo-ekonomik yapı Tablo 5.10 da özetlenmektedir (Gönenç ve diğerleri, 1993).

Tablo 5.10 Havzalarda Sosyo-ekonomik Yapı (Gönenç ve diğ. 1993)

Havza Adı	İdari Yapı	Aile Ortalaması	Hakim Yaş Grubu	Göç Durumu	Hakim Sektör	Çalışma Bölgesi
ELMALI	Belediye Belde	5 kişi ve üzeri	25-50	Havzalara göçün %11	%50 sanayi %50 tarım	İstanbul
ALİBEY	Belediye Belde	5 kişi ve üzeri	%80 25 yaş %20 25-50 yaş	Havzalara göçün %22	%60 sanayi %40 tarım	%40 İstanbul %60 Alibeyköy

İstanbul Su Havzaları nüfus ve endüstri tesislerinin yoğunlukları açısından karşılaştırılarak rezervuar kapasitesi ile birlikte irdelendiğinden, Elmalı Havzası evsel ve endüstri kirletici kaynak yoğunluğunun en fazla olduğu havzadır. Elmalı'yı drenaj alanı büyüklüğü bakımından 2. sırada Alibey Havzası izlemektedir.

Bu çalışmada Elmalı Su toplama Havzası ve Alibey Su Toplama Havzası Arazi kullanımları 1984, 1992 Landsat TM, 1993 Spot XS-P uydu görüntüleri ile kontrollü sınıflandırma algoritmaları uygulanarak analiz edilmiş. İstatistik değerlendirmeler herbir havza koruma sınırı için ayrı ayrı irdelenmiş ve karşılaştırmaları yapılmıştır. Çalışmanın odak noktası Coğrafi Bilgi Sistemleri ile entegre görüntü işleme sistemi çerçevesi içinde arazi kullanım tabakalarının zamana bağlı değişikliklerinin ortaya konmasıdır.

5.4. Elmalı ve Alibey Havzalarının Uydu Verileri ile İncelenmesi

Kullanılan uydu görüntüleri önce geometrik düzeltmeye tabi tutulmuştur. Uydu görüntülerinin konum doğruluk derecesi, genel olarak, geometrik olarak düzeltilmiş görüntünün doğruluk derecesi anlamına gelmektedir. Düzeltme, bu anlamda bir yeniden örnekleme yöntemiyle birlikte bir referans koordinat sistemine kaydı içerir (Irish, 1990; Janssen ve Vander Wel, 1994). [Bkz. Bölüm:2]. Görüntü kayıtlarının doğruluk derecesinin değerlendirilmesinde konum presizyonu, uygulanan yöntem ve verilerin karakteristiklerine bağlıdır; Standart hata cinsinden ifade edilebilir. Gerçek koordinatlarına mutlak yakınlık doğruluk derecesi (accuracy), hem görüntü, hem referans koordinat sistemindeki yerkontrol noktalarının (YKN'lerinin) konum presizyonu ile kısmen saptanabilir. Güvenirlik

(reliability) ise bir geometrik düzeltme sırasında oluşan hataların istatistik olarak araştırılma olanaklarını tanımlar (Molenaar, M. 1985). Yapılan çalışmada konum doğruluğuna ilişkin analizler gerçekleştirilmiştir.

5.4.1. Yer Kontrol Noktalarının Seçimi

Uygulamada kullanılan UTM projeksiyon sistemine dönüştürme işlemi için 1/25000 ölçekli Standart Topografik Haritalar kullanılmıştır.

1- Landsat görüntü verisinin üzerinde ve çalışma alanını dahil olduğu 1/25000 ölçekli 10 adet Topografik Harita üzerinde net ve doğru olarak tanımlanabilen 45 adet YKN seçilmiştir. Yer kontrol noktaları olarak yollar, nehirler, vb. gibi çizgisel özellik taşıyan objelerin kesim noktaları alınmıştır. Bu noktaların görüntü koordinatları yaklaşık olarak piksel boyutunun yarısına kadar belirlenebileceği (TM için ∓15 m) çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (Welch1984-b) (İpbüker, 1994).

2- Seçilen 45 yer kontrol noktasına ait koordinat değerleri EGHAS yazılımı ve Hitachi A_o sayısallaştırıcı (çözünürlük 0,02 mm) kullanılarak 1/25000 ölçekli standart topografik haritalar üzerinden güvenilir büyüklükler elde etmek için 6 şar kez sayısallaştırılmış ve ortalamaları alınıp karesel ortalama hataları hesaplanmıştır. Bir anlamda sayısallaştırma doğruluğuna karşılık gelen bu değerler EK C de verilmiştir. Sayısallaştırma genelleştirilmiş sayısallaştırma işlemleri gözönüne alınarak yapılmıştır (Uluğtekin, 1993).

3- Yer kontrol noktalarının UTM koordinat sisteminde koordinat ortalama değerleri Erdas görüntü işleme sisteminde yer kontrol noktaları dosyası (YENİ, GCP) olarak Veri dosya (Data file) koordinatlarına karşılık gelecek şekilde özenle seçilmiş ve klavyeden geçici koordinatlar olarak girilmiştir (Ek D). Burada noktayı tanımlama olanağı, uydunun uzaysal çözünürlüğüne bağlı olarak sınırlı olmaktadır.

4- Uydu görüntülerinin geometrik transformasyonunda en uygun polinom derecesinin belirlenmesi için irdeleme yapılmış ve bu çalışma bölgesi için en uygun transformasyonun, Fark vektörleri grafiğinde yer kontrol noktalarının dağılımın homojen ve büyüklüklerinin anlamlı olduğu 1. derece lineer transformasyon olduğuna karar verilmiştir. Ek E de 1. ve 2. derece transformasyonda 0,5 piksel karesel ortalama hata için alınan yer kontrol noktalarının fark vektörleri ve çizim parametreleri verilmektedir. Transformasyona veri olarak girilen harita ve görüntü koordinatları 1. derece Afin transformasyonuna tabi tuttularak dönüşüm katsayıları

ile koordinatları UTM sistemine dönüştürülmüştür. Bunların başlangıç verisi olarak girilen koordinatlardan olan farkı alınarak fark vektörlerinin metrik büyüklükleri hesaplanmış yine bu farklar kullanılarak vektörlerin yönleri elde edilmiş ve çizimler AutoCad (for windows) ortamında çizilmiştir.

5- 1. derece polinom çözümleri için transformasyon matrisi ERDAS yazılımı içindeki Koordinat Transformasyon (coordn) menüsü içinde gerçekleştirilmiştir. X ve Y yönündeki δ_x, δ_y artık (residual) değerler hesaplanmıştır (Ek F).

Doğruluk derecesinin istatistik bakımından daha sağlıklı bir tahmini için standart hata hesaplanmıştır. Artık değerlerinin toplamı uygulanan polinom tarafından belirlenen serbestlik derecesi (5) bağlı tekrar sayısı (υ) ile bölünmüş ve

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{n-1}\Sigma\delta_x} \qquad \sigma_y = \sqrt{\frac{1}{n-1}\Sigma\delta_y}$$

X - yönünde standart sapma σ_x = 11.80 m.

Y - yönünde standart sapma σ_y = 15.00 m. olarak

bulunmuştur.

5.4.2. Yeniden Örnekleme Yöntemi

Spektral verilerin yeniden örnekleme işlemi

- Kübik sarılım (Cubıc Convulation)

- Bilineer enterpolasyon

- En yakın komşuluk için irdelenmiştir.

Çakıştırılmış görüntülerde özellikle en yakın komşuluk yöntemi su kenarlarında merdivensi görüntü bozukluğuna neden olduğundan çakıştırılmış görüntüler için kübik sarılım yöntemi tercih edilmiştir. Sınıflandırılmış görüntülerin geometrik düzeltmesi sırasında ise sistemin gereği olarak en yakın komşuluk yöntemi ile çalışılmıştır.

Uydu görüntüsünün geometrik düzeltilmesi için yapılan çalışmaların sonucu Bölüm 2 de açıklanan etiket bilgileri aşağıda verilmiştir.

Referans Yer Kontrol noktalarının kaynağı	: 1/25000 ölçekli standart topografik haritalar 10 adet
	: F22D1 - F22D2 - F22C1 - F21C3
	: F22D3 - F22D4 - G22A4 - F21C4
	: G21B1 - G22B1
Yer kontrol noktalarının sayısı	: 45
Transformasyonunun tipi	: 1. derece afin
Toplam karesel ort. hata RMS	: 14,4 m.
Standart sapma (x)	: 11 metre
Standart sapma (y)	: 15 metre
Yeniden örnekleme yöntemi	: En yakın komşuluk

5.5. Kontrollü Sınıflandırma Öncesi Test Alanlarının Seçimi

Kontrollü sınıflandırma öncesi istatistik sınırları belirleyebilmek için çalışılacak bölgeye ait önsel bilgiler gereklidir. Örnek özelliklerinin incelenmesi, örnek değerlendirilmesine büyük derecede subjektifliği soktuğundan örnekleme birimi dikkatlice seçilmelidir (Dicks ve Lo, 1990). Örnek birimlerinin haritalar ve diğer doğrulama verileri üzerindeki yerlerinin doğru bir şekilde lokalize edilmesi önemlidir. Güvenilir örnekler seçmek için arazi örnek yerlerinin temsil niteliğini maksimuma çıkarmak için yergerçeği belirleme çalışmalarına gereksinim duyulmuştur. Bu çalışmada sınıflandırma öncesi test alanlarının seçiminde izlenen adımlar ve yararlanılan kaynaklar aşağıda belirtilmiştir.

5.5.1. Haritalar

* Elmalı Havzasına ait 3 adet 1/25000 lik pafta (Kaynak:İSKİ

* Alibey Havzasına ait 7 adet 1/25000 lik pafta (Kaynak:İSKİ)

* İstanbul Büyükşehir Belediyesi ile İSKİ' nin 1990 yılında 1/50000 ölçek ile hazırlanmış su havzaları haritaları (5 adet)

* Eyüp-Arazi Kullanım Haritası (Kaynak-İstanbul Büyükşehir Belediyesi)

* Ümraniye-Arazi Kullanım Haritası (Kaynak-İstanbul Büyükşehir Belediyesi)

5.5.2. Hava Fotoğrafları

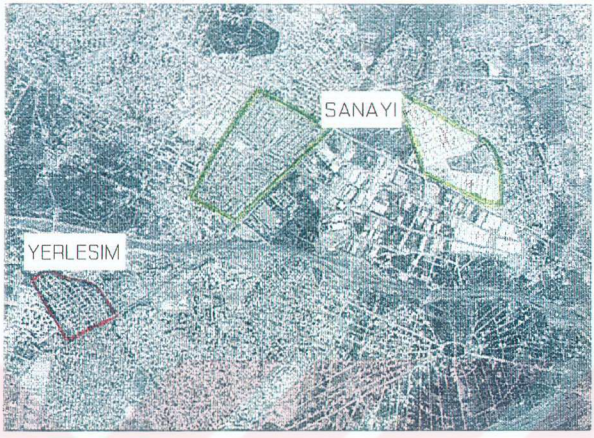
İSKİ' nin 1993 yılında Elmalı ve Ömerli Havzası için hazırlattığı Hava Fotoğrafları bu çalışmanın çeşitli aşamalarında gerekli görüldüğünde değerlendirilmiştir.

Şekil 5.3. Elmalı Hava Fotoğrafı (Mutlak Koruma Alanı)

5.5.3. Uydu Görüntüleri

Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri ekran üzerinde incelenmiş. Kontrolsüz sınıflandırma algoritması ISODATA uygulanarak veride doğal olarak bulunan spektal kümeler tesbit edilmiştir. Yaratılan GIS dosyaları kontrollü sınıflandırmada olduğu gibi sınıfların analizi için değerlendirilebildiği, manipulasyona izin verdiği için tercih edilmiştir. Arazi Çalışması sırasında bu sınıflandırılmış görüntülerden de yararlanılmıştır.

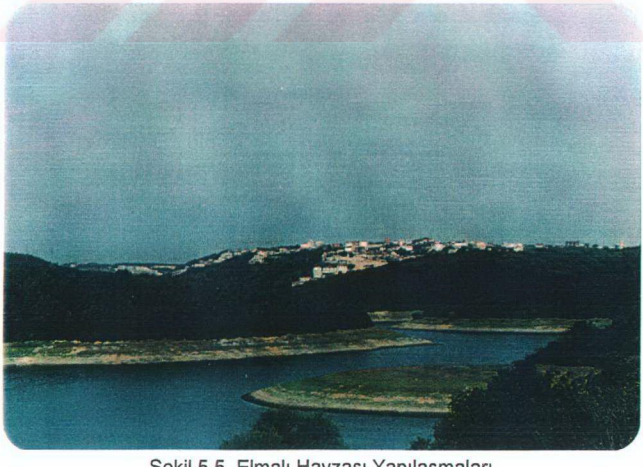
Spot Pankromatik görüntüleri bir hava fotoğrafı gibi değerlendirilmiş ve arazi çalışması ile karşılaştırılarak test alanlarının seçiminde baz alınmıştır. Şekil 5.4. Elmalı Havzası - Dudullu Organize Sanayii Bölgesini göstermektedir.



Şekil 5.4. Dudullu Organize Sanayii Bölgesi (SPOT P- 1993)

5.5.4- Yer Gerçeği Belirleme için Arazi Çalışması

Elmalı Havzası ve Alibey Havzası özellikle yapılaşmaya maruz kalmış yerler ve baraj gövdesinin bulunduğu bölgelerde inceleme yapılmış ve fotoğraflar çekilmiştir. (Şekil 5.5- Şekil 5.6) 1984 görüntüleri üzerinde tesbit edilmiş yerler için Arıtma Tesislerinde çalışan kişilerden bilgi alınmıştır.



Şekil 5.5. Elmalı Havzası Yapılaşmaları

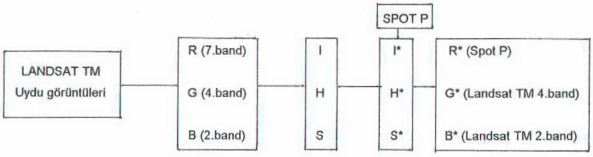
Şekil 5.6. Alibey Havzası Yapılaşmaları

5.5.5. Çakıştırılmış Görüntülerin Hazırlanması (Merge)

Yüksek uzaysal çözünürlüklü görüntü verileri elde etmek için SPOT Pankromatik görüntüleri Landsat TM görüntüleri ile sınıflandırma öncesi çalışma alanları hakkında özellikle görsel arazi kullanımı yorumlamasına katkıda bulunmak üzere birleştirilmiştir. Landsat -TM görüntü verilerinin spektral özellikleri ile 10 metre uzaysal çözünürlüklü SPOT P verilerinin multispektral görüntüler yaratacak şekilde birleştirilmesinin oldukça yararlı olacağı birçok çalışmada ifade edilmektedir (Carper vd. 1987), (Ehlers 1988), (Ehlers ve diğ. 1990).

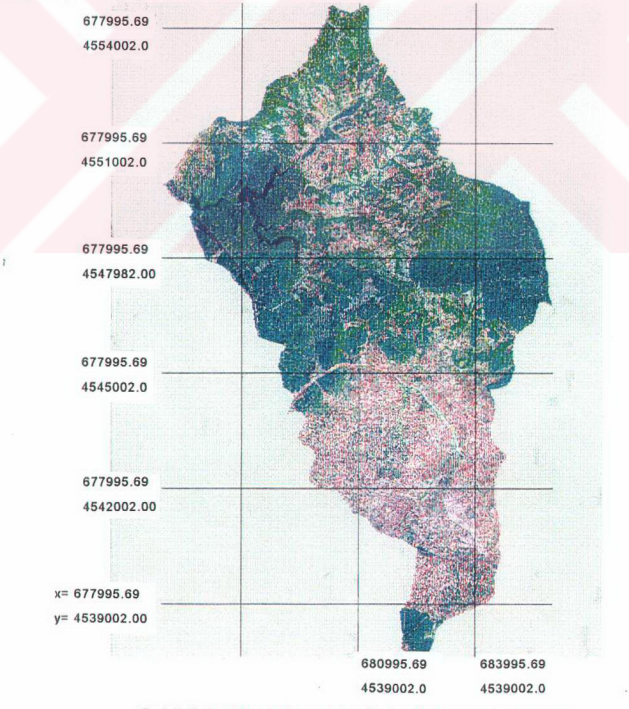
5.5.6.Yoğunluk-Renk tonu- Doygunluk (IHS) Renk Uzay Transformasyonu

Sayısal görüntüler genellikle üç ana renk olan kırmızı, yeşil ve mavi (RGB) kullanılarak toplamsal renk bileşikleri olarak görüntülenmektedir. RGB bileşenlerine göre renkleri tanımlamanın bir seçeneği yoğunluk-renk tonu-doygunluk (IHS) sistemidir. Yoğunluk (şiddet) bir rengin toplam parlaklığını, renk tonu bir renge katkıda bulunan baskın veya ortalama dalga boyunu, doygunluk ise rengin griye göre saflığını belirtmektedir. Bu tür dönüşümler, görüntü zenginleştirmede bir ana basamak olarak oldukça yararlıdır. Şekil 5. de IHS dönüşüm adımları görülmektedir (Lillesand ve Kiefer, 1987).

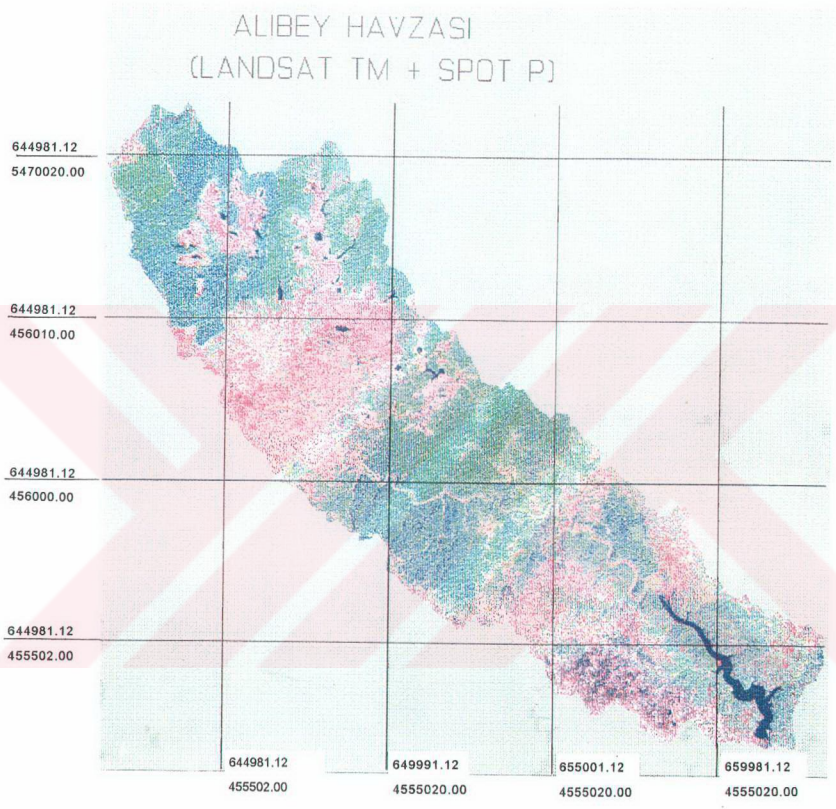


Şekil 5.7 IHS dönüşümü kullanılarak Landsat Görüntü verilerinin zenginleştirilmesi

Yöntemde Landsat TM 7,4,1 bant kombinasyonu Kırmızı-Yeşil-Mavi (RGB) olarak alınmış ve Yoğunluk-Renktonu-Doygunluk (IHS) dönüşümüne tabi tutulmuştur. Sonra SPOT Pankromatik verileri Yoğunluk bileşeninin yerine konulmuş, zenginleştirilmiş detay için manipüle edilmiş ve IHS değerleri sonuç görüntüsü olarak RGB sistemine dönüştürülmüştür. Şekil 5.8 deki Elmalı Havzası çakıştırılmış görüntüsü ve Şekil 5.9 daki Alibey Havzası çakıştırılmış görüntüsü, Spot Pankromatik uydu görüntüsünün 10m lik uzaysal çözünürlüğüne ve Landsat TM uydu görüntüsünün spektral karakteristiklerine (renk tonu, doygunluk) sahip zenginleştirilmiş görüntülerdir.

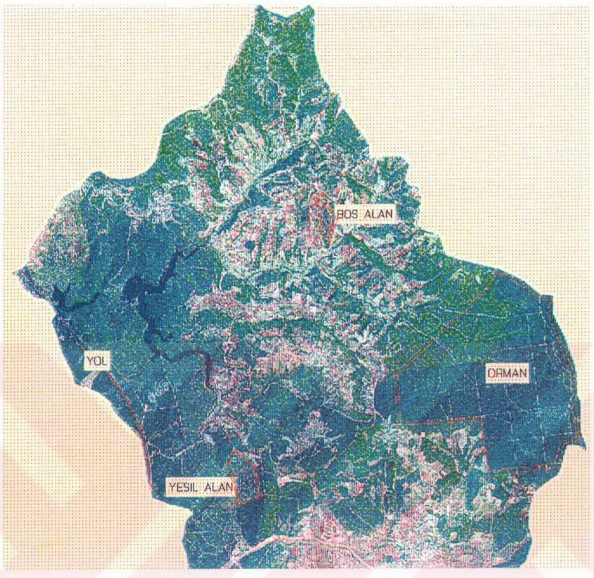


Şekil 5.8. Elmalı Havzası Çakıştırılmış Görüntüsü



Şekil 5.9. Alibey Havzası Çakıştırılmış Görüntüsü

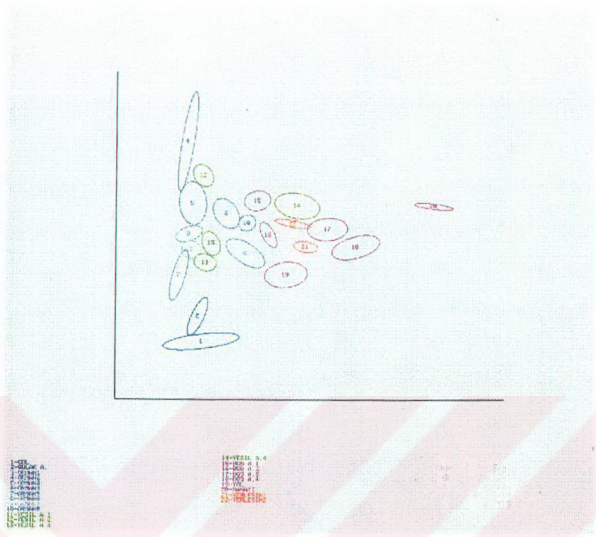
IHS yaklaşımının değişik bu çalışmada test alanlarının seçiminde sınıflandırma öncesi ve arazi kullanım sınıflandırmalarının doğruluk değerlendirmesinde sınıflandırma sonrasında kullanılmıştır. Şekil 5.10 da Elmalı Havzasına ait kontrol bölgeleri verilmektedir.



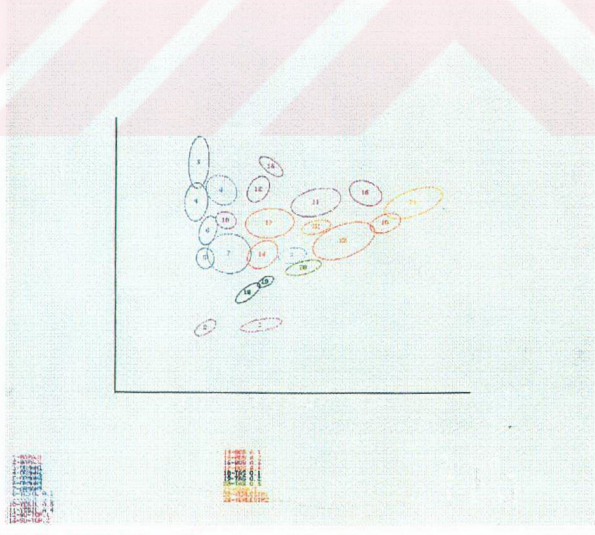
Şekil 5.10 Elmalı Havzası (Çakıştırılmış görüntülerden alınan test alanları)

5.6. UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Potansiyel sınıfları tanımlamak için seçilen kontrol örnekleri (alıştırma örnekleri-test alanları) yazılımın olanakları ile çeşitli şekilde işaretlenebilmektedir. Çalışma bölgesine ait haritaların üretilme zamanlarının eski olup, güncelleştirme yapılmamış olması hava fotoğraflarının ise istenilen ölçek ve doğrulukta üretilmemiş olması nedeniyle kontrol alanlarının, bu verilerden sayısallaştırılarak oluşturulması uygun görülmemiştir. Kontrol örneklerini temsil eden pikseller tanımlanmış ve özellik dosyaları (signature Binary Data-SBD uzantılı dosya) oluşturulmuştur. Özellik dosyasında çeşitli örneklerin birleştirilmesi istatistiki histogramların değerlendirilmesi işlemleri yapılmıştır. Kontrol örnekleri için istatistiksel uzaklık (Diverjans) ölçülmüş ve her band çifti için uzaysal dağılım irdelenmiştir. Bu işlemler sonucu Band 3 ve Band 4 kombinasyonunun sınıflandırma sonuçlarını olumlu etkileyecek band alt kümeleri olduğuna karar verilmiştir. Şekil 11 de 1984 Elmalı görüntüsü için oluşturulan ELMALI 84. SBD özellik dosyasının uzaysal dağılımı, Şekil 12 de ise 1992 Alibey görüntüsü için oluşturulan ALİBEY 92. SBD özellik dosyalarının uzaysal dağılımı örnek olarak verilmiştir.



Şekil 5.11. 1984 Elmalı Havzasına ait özellik dosyasının uzaysal dağılımı (Band 3, Band 4)

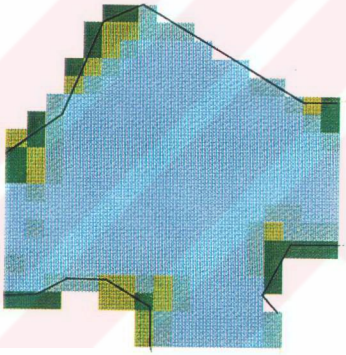


Şekil 5.12. 1992 Alibey Havzasına ait özellik dosyasının uzaysal dağılımı (Band3, Band 4)

Sınıflandırma işleminin ilk aşaması Landsat TM verilerinin en çok benzerlik yöntemi sınıflandırma algoritmaları kullanılarak oluşturulan spektral sınıfların genelleştirilmiş sekiz arazi kullanım sınıfına kodlanması işlemidir.

İkinci aşamada ise kullanılan algoritma Mahalanobis yöntemidir. Doğruluk derecesi değerlendirmesinde en çok benzerlik yöntemi ile daha yüksek doğruluk elde edildiği için burada verilen sonuçlar en çok benzerlik yöntemi ile yapılan sınıflandırmanının sonuçlarıdır.

Geometrik olarak düzeltilmiş sınıflandırılmış görüntülerde sayısallaştırılan alanlar ile değerlendirilmeye tabi tutulan alanlar arasında piksel boyutunun neden olduğu bir miktar hata ortaya çıkmıştır. Şekil 5.13 göl alanı sayısallaştırılmış sınırı ile sonuç dosyası arasındaki farkı ortaya koymaktadır.



Şekil 5.13. Piksel Boyutundan Ortaya Çıkan Fark

Haritalardan sayısallaştırılmış alanların yüzölçümleri ile aynı sınır uygulanarak görüntü üzerinden kesilerek alınan alanların yüzölçümleri arasında çıkan farklılıkların yaklaşımını deyimlendirmek üzere 2 değişik test alanı için değerlendirme yapılmıştır.

1. Test:

Sınıflandırmada alınan alan sınırı ile sayısallaştırılmış alan sınırı arasındaki fark örneği çalışma alanını kaplayan 1/25000 ölçekli harita üzerinden alanı 100 hektar, üst kenarının açıklık açısı 100 grad olan kare şeklinde bir kapalı şekil oluşturularak köşe noktalarının koordinatları sayısallaştırılmıştır.Bu koordinatlar geometrik olarak düzeltilmiş bir sınıflandırılmış görüntü üzerine aktarılmış ve bir

dosya oluşturulmuştur. Bu dosya ile sınflandırılmış görüntü kesilmiştir. Piksellerin bütüne tamamlanması nedeniyle alan 104,04 hektar olarak bulunmuştur.

2. Test:

1. testte söz konusu olan kare 50^9 döndürüldükten sonra köşe noktalarının koordinatları sayısallaştırılmış ve aynı görüntü üzerine aktarılarak yeni bir dosya oluşturulmuştur. Bu dosya ile sınıflandırılmış görüntü kesildiğinde alan bu kez 106,84 hektar olarak elde edilmiştir.

Sınıflandırma sonuçlarıyla verilen alan değerleri kesilen dosyalardan elde edildiği için sayısallaştırılmış havza koruma alanlarından farklılık göstermektedirler. Test sonuçlarından çıkan farklar baz alındığında bu farklılıkların raster veri ile çalışmanın bir dezavantajı olarak doğal kabul edilmelidir.

5.7. ELMALI HAVZASI SINIFLANDIRMA ÇALIŞMASI

Elmalı Havzası koruma sınırları A_O Hitachi sayısallaştırıcısı ve Eghans yazılımı kullanılarak 1/25000 ölçekli haritalardan sayısallaştırılmış ve aşağıdaki değerler bulunmuştur.

Elmalı Havzası Göl Alanı : 1,14 km^2

Elmalı Havzası Mutlak Koruma Alanı (0-300m) : 5,08 km^2

Elmalı Havzası Kısa Mesafeli Koruma Alanı (300-1000m) : 10,28 km^2

Elmalı Havzası Orta Mesafeli Koruma Alanı (1000-200m) : 11,37 km^2

Elmalı Havzası Uzun Mesafeli Koruma Alanı (2000m.-Havza Sınırı) : 53,76 km^2

Elmalı Havzası Toplam Alanı : 81,64 km^2

5.7.1.Elmalı Havzası Göl Alanı

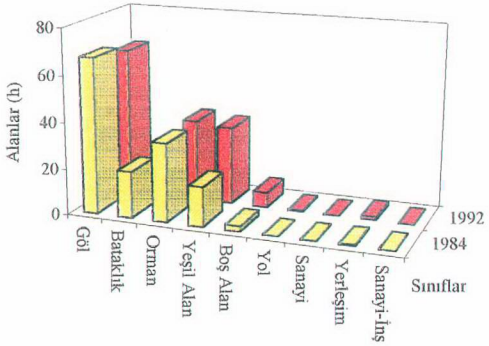
Yıllara göre göl alanı sınıflandırılmış görüntüleri Şekil 5.14a ve 5.14b de sınıflandırma sonuçları ise Tablo 5.1. hektar ve yüzde olarak verilmiştir. Şekil 5.15. de 8 yıllık bir zaman aralığında arazi kullanım değişimleri grafik olarak sunulmuştur.

a) 1984 yılı b) 1992 yılı

Şekil 5.14 Elmalı Havzası Göl Alanı Sınıflandırılmış Görüntüleri

Tablo 5.11. Elmalı Havzası Göl Alanı Sınıflandırma Sonuçları

	1984		1992	
Sınıflar	Hektar	%	Hektar	%
Göl	67.23	47.52	64.08	45.29
Bataklık	20.07	14.19	-	
Orman	34.02	24.05	35.19	24.88
Yeşil Alan	17.28	12.21	33.75	23.85
Boş veya Ekili Alan	2.25	1.59	6.57	4.64
Yol	-		0.45	0.32
Sanayi	0.09	0.06	-	-
Yerleşim	0.54	0.38	1.44	1.02
Sanayi-İnş.	-		-	-
TOPLAM	141.48		141.48	

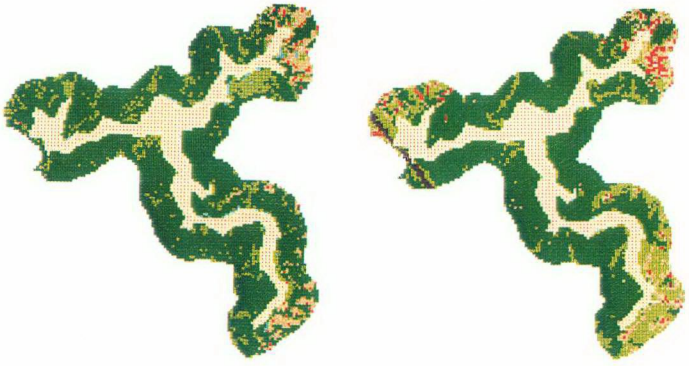


Şekil 5.15. Göl Alanı Arazi Kullanımı Değişim Grafiği

Göl Alanında suyla kaplı alanın 1984 yılında 67.23 hektar, 1992 yılında ise 64.08 hektar olduğu, 1984 yılında bataklık olarak görünen 20.07 hektarlık alanın, yeşil alana dönüştüğü görülmüştür. İlgi çekici diğer bir sonuç ise göl sınırı içinde gölün kuzeybatısı ve güneyinde toplam 14.4 hektarlık yerleşim alanı bulunmasıdır.

5.7.2.Elmalı Havzası Mutlak Koruma Alanı Sınıflandırma Sonuçları

Elmalı Havzası Mutlak Koruma Alanı sınıflandırılmış görüntüleri Şekil 5.16a ve 5.16b de 1984 yılı ve 1992 yılı için verilmiştir. İstatistiki sonuçlar ise Tablo 5.12 de özetlenmiştir. Arazi kullanım değişimleri Şekil 5.16 da grafik olarak verilmiştir.

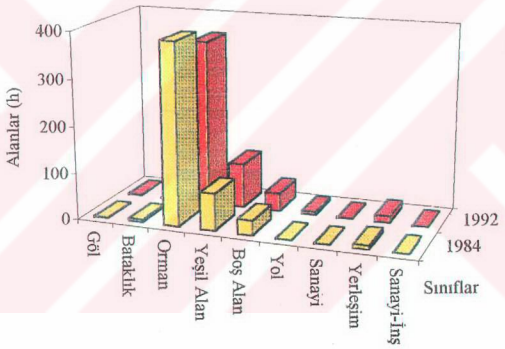


a) 1984 yılı b) 1992 yılı

Şekil 5.16 Elmalı Havzası Mutlak Koruma Alanı Sınıflandırılmış Görüntüleri

Tablo 5.12. Elmalı Havzası Mutlak Koruma Alanı Sınıflandırma Sonuçları

	1984		1992	
Sınıflar	Hektar	%	Hektar	%
Göl	0.72	0.14	0.72	0.14
Bataklık	5.40	1.05	-	-
Orman	387.72	75.54	356.22	69.40
Yeşil Alan	79.74	15.54	95.76	18.66
Boş Alan	31.59	6.15	39.76	7.68
Yol	-	-	6.21	1.20
Sanayi	-	-	0.54	0.10
Yerleşim	8.10	1.58	14.49	2.82
TOPLAM	513.27		513.27	



Şekil 5.17 Elmalı Mutlak Koruma Alanı Arazi Kullanım Değişim Grafiği

Mutlak Koruma alanında 1984 yılında 5.40 hektar olarak belirlenen bataklık alanı 1992 yılında yeşil alan olarak değerlendirilmiştir. Sekiz yıllık bir zaman diliminde 8.0 hektarlık yerleşim alanlarının 14.49 hektara çıkması tamamen yasadışı bir yapılaşmanın olduğunu ortaya koymaktadır. TEM Otoyolunun 1992 görüntülerinde bu kuşakta 6.21 hektarlık alana yayıldığı saptanmıştır.

5.7.3.Elmalı Havzası Kısa Koruma Alanı Sınıflandırma Sonuçları

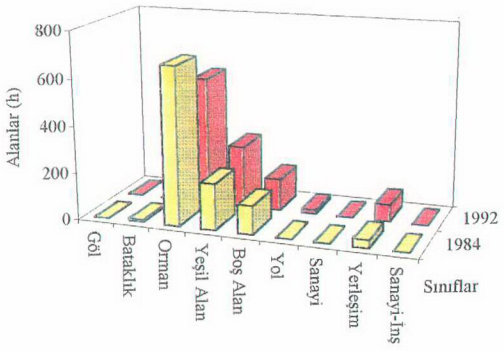
Elmalı Havzası Kısa Mesafeli Koruma Alanı sınıflandırılmış görüntüleri Şekil 5.18a ve 5.18b de 1984 ve 1992 yılı için verilmiştir. Tablo 5.13 Elmalı Kısa Koruma Alanı sınıflandırma sonuçlarını, Şekil 5.19 da ise arazi kullanım değişim grafiği verilmektedir.

a) 1984 yılı b) 1992 yılı

Şekil 5.18 Elmalı Havzası Kısa Mesafeli Koruma Alanı Sınıflandırılmış Görüntüleri

Tablo 5.13. Elmalı Havzası Kısa Koruma Alanı Sonuçları

	1984		1992	
Sınıflar	Hektar	%	Hektar	%
Göl	-		-	
Bataklık	10.44	1.01	-	
Orman	672.30	64.84	548.55	52.90
Yeşil Alan	197.64	19.06	262.53	25.32
Boş Alan	122.58	11.82	134.91	13.01
Yol	-	-	17.37	1.68
Sanayi	0.45	0.04	0.45	0.04
Yerleşim	33.48	3.23	73.08	7.05
Sanayi-İnş.	-	-	-	
TOPLAM	1036.89		1036.89	



Şekil 5.19 Elmalı Havzası Orta Koruma Alanı Arazi Kullanım Değişim Grafiği

Elmalı Kısa Koruma kuşağında 1984 de 10.44 hektarlık bataklık alanının 1992 de Yeşil alana dönüştüğü orman ve koruların 672.30 hektardan 548.55 hektara azaldığı, TEM Otoyolunun 1992 de 17.37 hektarlık bir alan işgal ettiği ve yerleşim birimlerinin 33.48 hektardan 73.08 hektara yükseldiği saptanmıştır.

5.7.4. Elmalı Havzası Orta Koruma Alanı Sonuçlandırma Sonuçları

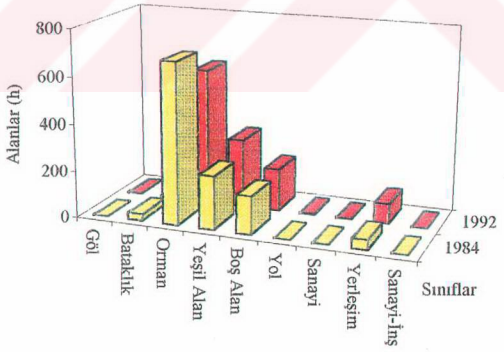
Elmalı Havzası Orta Mesafeli Koruma Alanı 1984 ve 1992 yılına ait sınıflandırılmış görüntüleri Şekil 5.20a ve 5.20b de istatistik sonuçları Tablo 5.14 de değişim grafiği ise Şekil 5.21 de verilmektedir.

a) 1984 Yılı b) 1992 Yılı

Şekil 5.20 Elmalı Havzası Orta Koruma Alanı Sınıflandırılmış Görüntüleri

Tablo 5.14. Elmalı Havzası Orta Mesafeli Koruma Alanı Sınıflandırma Sonuçları

	1984		1992	
Sınıflar	Hektar	%	Hektar	%
Göl	-	-	-	
Bataklık	28.89	2.51	-	
Orman	685.71	59.68	581.76	50.63
Yeşil Alan	228.60	19.89	293.58	25.55
Boş Alan	162.81	14.17	181.53	15.80
Yol	0.09	0.01	4.14	0.36
Sanayi	1.26	0.11	1.80	0.15
Yerleşim	41.58	3.62	86.31	7.51
Sanayi-İnş.	0.09	0.01	-	
TOPLAM	1149.12		1149.12	

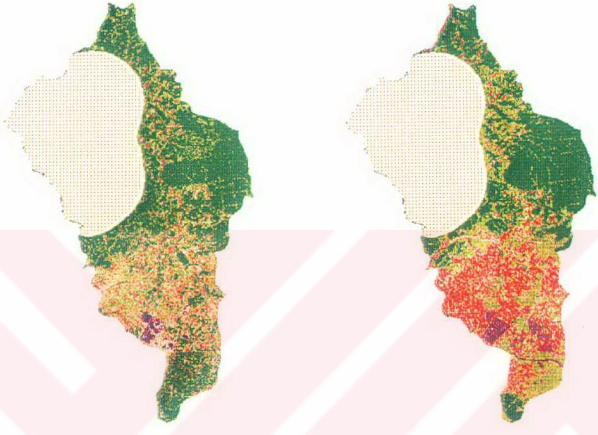


Şekil 5.21 Elmalı Havzası Orta Koruma Alanı Arazi Kullanım Değişim Grafiği

Orta mesafeli Koruma Alanında 8 yıllık zaman diliminde Orman Alanlarının 685.71 hektardan 581.76 hektara düştüğü, yerleşim alanlarının ise 41.58 hektardan 86.31 hektara yükseldiği, yol sınıfının ise 1992 yılında 4 hektarlık bir alana yayıldığı belirlenmiştir.

5.7.5. Elmalı Havzası Uzun Mesafeli Koruma Alanı

Elmalı Havzası Uzun Mesafeli Koruma Alanı sınıflandırılmış görüntüleri Şekil 5.22 de 1984 yılı ve 1992 yılı için verilmiştir. Tablo 5.15. de sınıflandırmanın sayısal sonuçlarıdır. Şekil 5.23 de arazi kullanım değişim grafiği yer almaktadır.

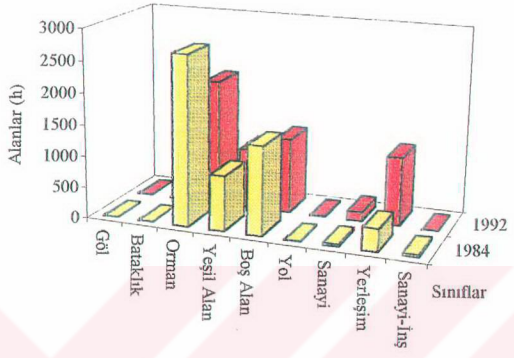


a) 1984 Yılı b) 1992 Yılı

Şekil 5.22 Elmalı Havzası Uzun Mesafeli Koruma Alanı Sınıflandırılmış Görüntüleri

Tablo 5.15. Elmalı Havzası Uzun Mesafeli Koruma Alanı Sınıflandırma Sonuçları

	1984		1992	
Sınıflar	Hektar	%	Hektar	%
Göl	-		-	
Bataklık	1.08	0.02	-	
Orman	2697.57	49.69	2018.70	37.18
Yeşil Alan	876.42	16.14	958.77	17.66
Boş Alan	1411.83	26.01	1197.09	22.05
Yol	5.13	0.09	15.75	0.29
Sanayi	36.45	0.67	148.50	2.74
Yerleşim	358.83	6.61	1090.26	20.08
Sanayi-İnş.	41.76	0.77	-	
TOPLAM	5429.07		5429.07	

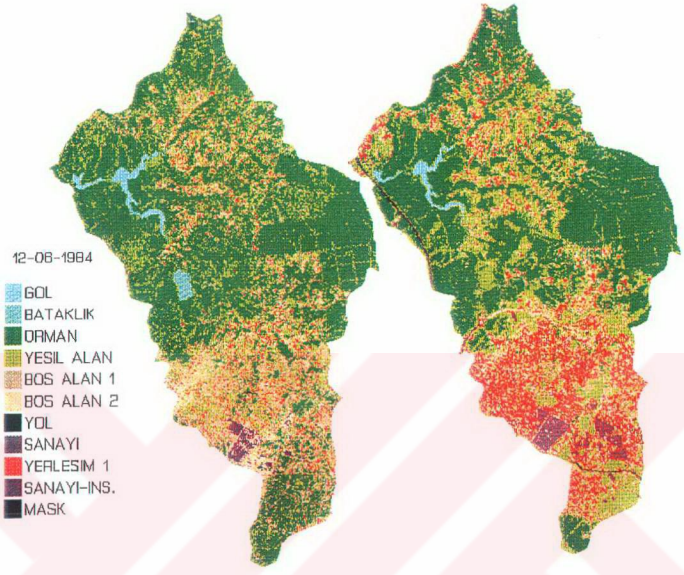


Şekil 5.23 Elmalı Havzası Uzun Mesafeli Koruma Alanı Arazi Kullanım Değişim Grafiği

Elmalı Uzun Mesafeli Koruma Kuşağında Dudulludaki Organize Sanayi Bölgelerinin yapımıyla Sanayi sınıfının 36.45 hektardan 148.50 hektara arrtığı, yerleşimlerin ise 1984 de 358.83 hektar iken 1090.26 hektara genişlediği belirlenmiştir.

5.7.6. Elmalı Havzası Sınıflandırma Sonuçları

Elmalı Havzası sınıflandırılmış görüntüleri Şekil 5.24 de, alan kullanımı Tablo 5.17 da arazi kullanım değişimi Şekil 5.25 de grafik olarak ifade edilmiştir. Elmalı Haavzasının bütün alanına uygulanan sınıflandırma sonucu hazırlanan görüntüler Şekil 5.24 de, arazi kullanımının alansal dağılımı Tablo 5.16 da, değişim grafiği ise Şekil 5.25 de sunulmuştur.

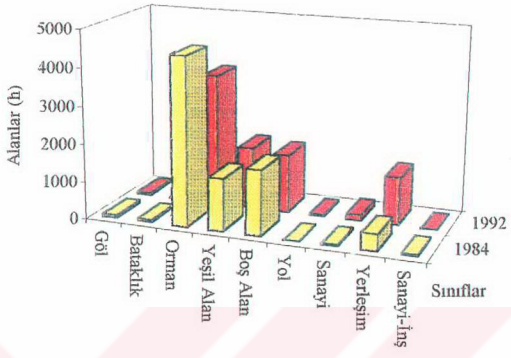


a) 1984 Yılı b) 1992 Yılı

Şekil 5.24. Elmalı Havzası Sınıflandırılmış Görüntüleri

Tablo 5.16. Elmalı Havzası Sınıflandırma Sonuçları

	1984		1992	
Sınıflar	ha	%	ha	%
Göl	67.32	0.82	64.08	0.78
Bataklık	64.62	0.78	-	-
Orman	4455.81	54.10	3520.53	42.74
Yeşil Alan	1392.39	16.90	1636.65	19.87
Boş Alan	1729.71	21.00	1556.28	18.89
Yol	5.22	0.06	43.74	0.53
Sanayi	38.25	0.47	151.29	1.84
Yerleşim	441.90	5.36	1264.41	15.35
Sanayi-İnş.	41.76	0.51	-	-
TOPLAM	8236.98		8236.98	



Şekil 5.25 Elmalı Havzası Arazi Kullanım Değişim Grafiği

Elmalı Havzası genelinde sunulan sonuçlar değerlendirildiğinde 1984 de bataklık olarak değerlendirilen alanın ve yeşil alana dönüştüğü, 1984 de Orman ve Fundalık Alanlarının kapladığı 44.5 km² lik alanın azalıp 1992 de 35 km² lik bir alana yayıldığı belirlenmiştir. Yerleşim alanları ürkütücü bir boyutta artmış ve 4.42 km² lik alanın 126.4 km² ye çıktığı tesbit edilmiştir. Mevcut yapılaşma, nüfus yoğunluğunun şehirleşen bölgeler için tahmin edilenden fazla olacağını göstermektedir. Sonuç olarak, Devlet'in ve İSKİ nin yüzey sularının korunması ile ilgili yönetmelikleri olmasına ve alınan tüm koruma önlemlerine rağmen Elmalı Havzasında orman alanları, boş alanlar hızla yok edilerek yerine yeni konut-yerleşim alanları endüstri tesisleri ve Otoyollar tesis edilmiştir.

5.8. ALİBEY HAVZASI SINIFLANDIRMA ÇALIŞMASI

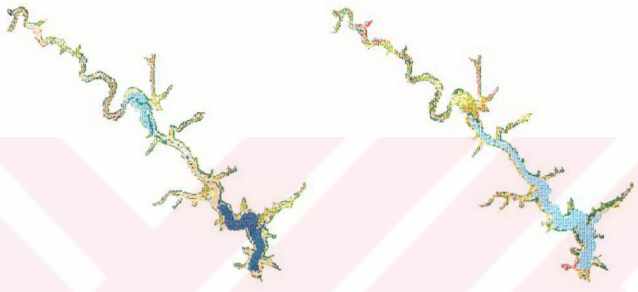
Bu çalışmada 2. uygulama örneği olan Alibey Havzası 1984 Landsat TM uydu görüntülerinin tüm havzayı almaması nedeniyle Alibey Havzası uzak mesafeli koruma alanı için sınıflandırma çalışması yapılması mümkün olmamıştır. 1984-1992 yılı değişimleri göl alanı, mutlak koruma alanı, kısa mesafeli koruma alanı, orta mesafeli koruma alanı için değerlendirilmiştir. 1/25000 ölçekli haritalardan sayısallaştırılarak bulunan Alibey Havzası koruma alanları Şekil 5.26 da belirtilmiştir.

Şekil 5.26 Sayısallaştırılmış Alibey Havzası Koruma Sınırları

Alibey Havzası Göl Alanı	: 4.60 km²
Alibey Havzası Mutlak Koruma Alanı (0-300m)	: 13.45 km²
Alibey Havzası Kısa Mesafeli Koruma Alanı (300m-1000m)	: 18.96 km²
Alibey Havzası Orta Mesafeli Koruma Alanı (1000m-2000m)	: 16.64 km²
Alibey Havzası Uzak Mesafeli Koruma Alanı (2000m Havza Sınırı)	: 105.63 km²
Alibey Havzası Toplam Alanı	: 159.28 km²

5.8.1. Alibey Havzası Göl Alanı

Alibey Havzası Göl Alanı 1984 ve 1992 yıllarında sınıflandırılmış görüntüleri Şekil 5.27a ve 5.27b de, sınıfların yıllara göre hektar ve yüzde olarak dağılımları Tablo 5.17 de, değişim grafiği ise Şekil 5.28 de verilmiştir.

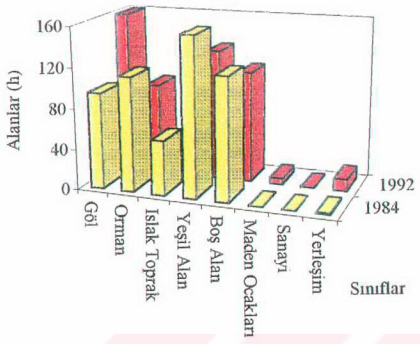


a) 1984 Yılı b)1992 Yılı

Şekil 5.27 Alibey Havzası Göl Alanı Sınıflandırılmış Görüntüleri

Tablo 5.17. Alibey Havzası Göl Alanı Sınıflandırma Sonuçları

	1984		1992	
Sınıflar	Hektar	%	Hektar	%
Göl	94.68	17.51	161.91	29.97
Orman	112.68	20.86	89.91	16.64
Islak Toprak (Su Toplama)	54.00	10.00	32.04	5.92
Yeşil Alan	156.60	28.99	128.52	23.79
Boş Alan (Bahçe)	120.69	22.34	109.35	20.24
Maden Ocakları	-	-	6.21	1.15
Sanayi	-	-	0.36	0.07
Yerleşim	1.62	0.30	11.97	2.22
TOPLAM	540.27		540.27	

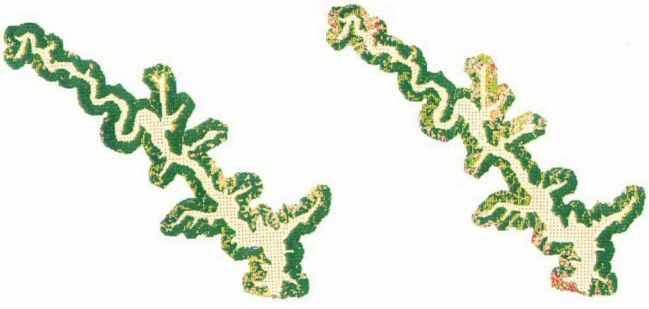


Şekil 5.28 Alibey Havzası Göl Alanı Arazi Kullanım Değişim Grafiği

Alibey Havzası göl alanı sınıflandırma sonuçları incelendiğinde yerleşim alanlarının rezervuar kenarına kadar geldiği 1992 yılında 161.91 hektar olan 1984 de 94.68 hektar olduğu dikkat çekmektedir.

5.8.2. Alibey Havzası Mutlak Koruma Alanı Sınıflandırma Sonuçları

Alibey Havzası Mutlak Koruma Alanı 1984 ve 1992 yıllarının sınıflandırılmış görüntüleri Şekil 5.29a ve 5.29b de, sınıfların 1984 ve 1992 için hektar ve yüzde olarak dağılımları Tablo 5.18 de değişim grafiği ise Şekil 5.30 da verilmiştir.

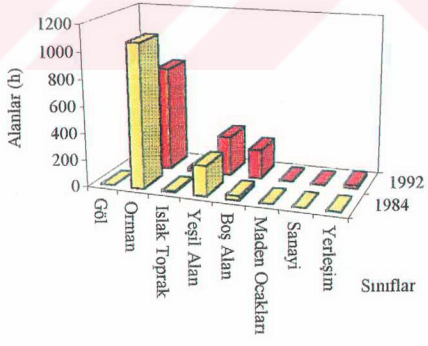


a) 1984 Yılı b) 1992 Yılı

Şekil 5.29 Alibey Havzası Mutlak Koruma Alanı Sınıflandırılmış Görüntüler

Tablo 5.18. Alibey Havzası Mutlak Koruma Alanı Sınıflandırma Sonuçları

	1984		1992	
Sınıflar	Hektar	%	Hektar	%
Göl	1.17	0.09	5.04	0.37
Orman	1074.42	79.87	780.03	57.99
Islak Toprak (Su Toplama)	8.73	0.65	19.35	1.44
Yeşil Alan	225.27	16.75	292.59	21.75
Boş Alan (Bahçe)	31.68	2.36	216.81	16.12
Maden Ocakları	0.27	0.02	4.41	0.33
Sanayi	-	-	2.79	0.21
Yerleşim	3.51	0.26	24.03	1.79
TOPLAM	1345.05		1345.05	



Şekil 5.30 Alibey Havzası Mutlak Koruma Alanı Arazi Kullanım Değişim Grafiği

Mutlak Koruma Kuşağı Orman ve Fundalık alanların azalması ile 1074.42 hektardan 780.03 hektara inmiştir. Özellikle Havzanın batısında yerleşim alanlarının (Gazi mahallesi) arttığı belirlenmiştir.

5.8.3. Alibey Havzası Kısa Mesafeli Koruma Alanı Sınıflandırma Sonuçları

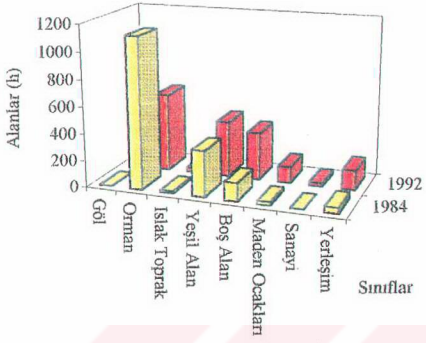
Alibey Havzası Kısa Koruma Alanı Landsat TM 1984 ve 1992 yılı sınıflandırılmış görüntüleri Şekil 5.31 de sınıfların hektar ve yüzde olarak dağılımı Tablo 5.19 da zamansal değişim grafiği ise Şekil 5.32 de verilmiştir.

a) 1984 Yılı b) 1992 Yılı

Şekil 5.31 Alibey Havzası Kısa Koruma Alanı Sınıflandırılmış Görüntüleri

Tablo 5.19 Alibey Havzası Kısa Koruma Alanı Sınıflandırma Sonuçları

	1984		1992	
Sınıflar	Hektar	%	Hektar	%
Göl	-	-	0.36	0.02
Orman	1254.61	65.95	773.64	40.67
Islak Toprak (Su Toplama)	7.83	0.41	26.46	1.39
Yeşil Alan	461.07	24.24	447.03	23.50
Boş Alan (Bahçe)	142.83	7.51	446.49	23.47
Maden Ocakları	4.59	0.24	47.97	2.52
Sanayi	-	-	18.99	0.99
Yerleşim	32.22	1.69	141.66	7.44
TOPLAM	1902.26		1902.26	



Şekil 5.32 Alibey Havzası Arazi Kullanım Değişim Grafiği

Kısa Mesafeli Koruma Alanı sınıflandırma sonuçları incelendiğinde Orman alanlarının (Fundalık+maki) % 25 oranında azaldığını, Havzanın batısında bulunan Taş Ocaklarının 4.59 hektar iken 47.97 hektarlık bir alana genişlediği, yerleşim alanlarının ise 32.22 hektardan 141.66 hektara arttığı görülmüştür.

5.8.4. Alibey Havzası Orta Mesafeli Koruma Alanı Sınıflandırma Sonuçları

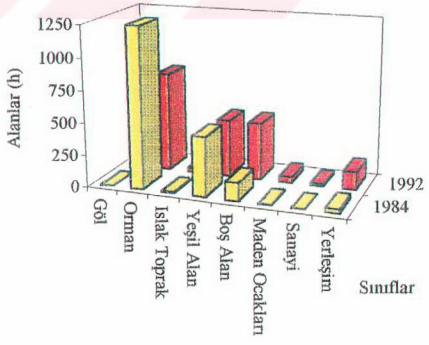
Alibey Havzası Orta Mesafeli Koruma Alanının 1984 yılı ve 1992 yılına ait sınıflandırılmış görüntüleri Şekil 5.33a ve 5.33b de sınıfların hektar ve yüzde olarak dağılımları Tablo 5.20 de arazi kullanımlarının zamansal değişimi ise Şekil 5.34 de grafik olarak verilmiştir.

a) 1984 Yılı b) 1992 Yılı

Şekil 5.33 Alibey Havzası Orta Mesafeli Koruma Alanı Sınıflandırılmış Görüntüleri

Tablo 5.20 Alibey Havzası Orta Mesafeli Koruma Alanı Sınıflandırma Sonuçları

	1984		1992	
Sınıflar	Hektar	%	Hektar	%
Göl	0.18	0.01	2.97	0.18
Orman	1123.74	66.72	583.38	34.64
Yeşil Alan	340.02	20.19	417.06	24.76
Islak Toprak (Su Toplama)	16.47	0.98	30.24	1.80
Boş Alan (Bahçe)	136.08	8.08	355.41	21.10
Maden Ocakları	24.48	1.45	121.50	7.21
Sanayi	-	-	26.55	1.58
Yerleşim	43.20	2.57	147.06	8.73
TOPLAM	1684.17		1684.17	



Şekil 5.34 Alibey Havzası Orta Mesafeli Koruma Alanı Arazi Kullanım Değişim Grafiği

Orta Mesafeli Koruma Alanı Ormanlarının 8 yıllık bir aralıkta ürkütücü bir şekilde azaldığı, maden Ocaklarının 24.48 hektardan, 121.50 hektar'a arttığı, yerleşim alanlarının ise 43 hektardan 147 hektara çıktığı sınıflandırma sonuçlarından elde edilmiştir.

5.8.5. Alibey Havzası Uzak Mesafeli Koruma Alanı Sınıflandırma Sonuçları

Alibey Havzası Uzak Mesafeli Koruma Alanı 1992 yılı Landsat TM sınıflandırılmış görüntüsü Tablo 5.21 de istatistik sonuçları ile birlikte verilmektedir.

Tablo 5.21.Alibey Havzası 1992 sınıflandırma sonuçları

Sınıflar	Hektar	%
Göl	50.49	0.48
Orman	4787.37	45.18
Yeşil Alan	2100.78	19.83
Islak Toprak (SuToplama)	196.83	1.86
Boş Alan	1909.62	18.02
Maden Ocakları	562.05	5.30
Sanayi	185.22	1.75
Yerleşim	803.52	7.58
TOPLAM	10596.10	

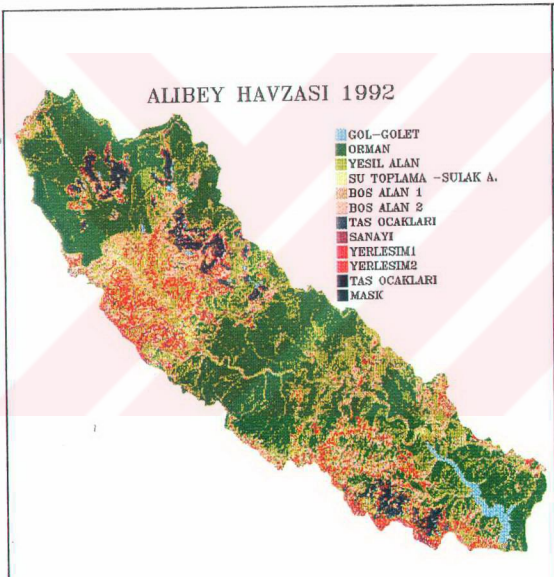
Uzak Mesafeli Koruma alanı 1992 yılı için değerlendirildiğinde Orman alanlarının 4787.37 hektar, Yerleşimin 803.52 hektar, Maden Ocaklarının 562.05 hektar, Sanayi'nin ise 185.22 hektarlık bir alana yayıldığı belirlenmiştir. Alibey

Havzası Uzak Koruma Kuşağında yer alan özellikle Hadımköydeki yapılaşma ve kuzeydeki Açık Maden Ocaklarının artışı dikkat çekicidir.

5.8.6. Alibey Havzası 1992 Yılı Sınıflandırma Sonuçları

Alibey Havzasında 1992 yılı Landsat TM uydu görüntüleriyle yapılan kontrollü sınıflandırma (en çok benzerlik yöntemi ile) sonucu oluşturulan görüntü dosyası Tablo 5.22 de istatistik sonuçlarıyla birlikte verilmiştir.

Tablo 5.22. Alibey Havzası 1992 sınıflandırma sonuçları



Sınıflar	Hektar	%
Göl	220.50	1.38
Orman	6982.92	43.68
Yeşil Alan	3365.19	21.05
Islak Toprak (Su Toplama)	303.12	1.90
Boş Alan	3021.84	18.88
Maden Ocakları	739.80	4.63
Sanayi	231.57	1.45
Yerleşim	1122.48	7.03
TOPLAM	15987.42	

Alibey Havzası kent merkezine yakınlığı ulaşım ve sanayi fonksiyonlarının uygunluğu nedeniyle konut alanlarının atması, dolayısıyla yeşil alanların tarım arazilerinin ve en önemlisi orman alanlarının % 20 oranında azalması sonucunu doğurmuştur.

5.9. SINIFLANDIRMA DOĞRULUK DEĞERLENDİRMESİ

Elmalı ve Alibey Havzalarının Landsat TM sınıflandırılmış görüntülerinin doğruluğu, hava fotoğrafları, çakıştırılmış görüntüler, bölgelere ait arazi kullanım planlarından elde edilen referans verilerle karşılaştırma yapılarak tayin edilmiştir. Karşılaştırma, her bir arazi-örtü sınıfının doğruluk derecesi üzerinde aynı zamanda bir bütün olarak sınıflandırma üzerinde bilgi sağlayan hata matrisleri oluşturularak yapılmıştır. Basic programlama dilinde yapılan bir programla havzaların yıllara göre sınıflandırma doğruluk derecesi, ihmal ve işleme hataları ile kullanıcı ve üreticinin doğruluk derecesi hesaplanmıştır. Kappa, uyum katsayısı tematik sınıflandırma için tüm olarak bir doğruluk derecesi ölçütü olarak kabul edilmektedir. (Rosenfield ve Fitzpatrick-Lins, 1986) Aynı Basic programı içinde Kappa değerleri hesaplanmış 1984 Elmalı, 1992 Elmalı, 1984 Alibey, 1992 Alibey havzaları için hata matrisleri, doğruluk değerlendirmeleri ve kappa değerleri sırasıyla Tablo 5.23 , Tablo 5.24, Tablo 5.25, Tablo 5.26. da verilmiştir.

Tablo 5.23. Elmalı 1984 Doğruluk Analizi

	Göl	Batak	Orman	Yeşil	Boş A.	Yol	San.	Yerl.	İnşaat	Σ
Göl	7	1	-	-	-	-	-	-	-	8
Batak	1	8	-	-	-	-	-	-	-	9
Orman	-	-	246	15	-	-	-	-	-	261
Yeşil	-	2	6	82	1	-	-	-	-	91
Boş A.	-	-	-	3	89	1	-	-	-	93
Yol	-	-	-	-	2	6	-	1	1	10
San.	-	-	-	-	1	-	3	1	1	6
Yerl.	-	-	-	-	2	-	1	22	1	26
İnşaat	-	-	-	-	-	2	-	1	5	8
Σ	8	11	252	100	95	9	4	25	8	512

Diagonal Top. : 468.00

Sınıflandırma Doğruluğu = % 91.41

İşlem ve işleme hatası:

Göl = %87.50
Batak = %72.73
Orman= %97.62
Yeşil = %82.00
Boş A. = %93.68
Yol = %66.67
San. = %75.00
Yerl. = %88.00
İnşaat = %62.50

Kullanıcı ve üreticinin doğr.derecesi :

Göl = %87.50
Batak = %88.89
Orman= %94.25
Yeşil = %90.11
Boş A.= %95.70
Yol = %60.00
San. = %50.00
Yerl. = %84.62
İnşaat = %62.50

Kappa= 0.87304

Tablo 5.24. Elmalı 1992 Doğruluk Analizi

	Göl	Orman	Yeşil	Boş A.	San.	Yol	Yerl.	Σ
Göl	9	-	-	-	-	-	-	9
Orman	-	215	8	1	-	-	-	224
Yeşil	-	5	103	2	-	-	-	110
Boş A.	-	-	7	63	-	-	-	70
San.	-	-	-	2	12	2	3	19
Yol	-	-	-	1	2	6	2	11
Yerl.	-	-	-	-	-	1	68	69
Σ	9	220	118	69	14	9	73	512

Diagonal Top. : 476.00

Sınıflandırma Doğruluğu = % 92.97

İşlem ve işleme hatası:
Göl = %100.00
Orman= %97.73
Yeşil = %87.29
Boş A. = %91.30
San. = %85.71
Yol = %66.67
Yerl. = %93.15

Kullanıcı ve üreticinin doğr.derecesi :
Göl = %100.00
Orman= %95.98
Yeşil = %93.64
Boş A. = %90.00
San = %63.16
Yol = %54.55
Yerl. = %98.55

Kappa= 0.90227

Tablo 5.25. Alibey 1984 Doğruluk Analizi

	Göl	Orman	Islah	Boş A.	Yerl.	Yeşil	Maden	Σ
Göl	6	-	1	-	-	-	-	7
Orman	-	295	-	1	-	10	-	306
İslah	3	-	12	1	-	-	-	16
Boş A.	-	1	-	45	2	7	-	55
Yerl.	-	-	-	-	14	-	2	16
Yeşil	-	18	-	3	-	84	-	105
Maden	-	-	-	-	1	-	6	7
Σ	9	314	13	50	17	101	8	512

Diagonal Top. : 462.00

Sınıflandırma Doğruluğu = % 90.23

İşlem ve işleme hatası:
Göl = %66.67
Orman= %93.25
İslah = %92.31
Boş A.= %90.00
Yerl. = %82.35
Yeşil = %83.17
Maden= %75.00

Kullanıcı ve üreticinin doğr.derecesi :
Göl = %85.71
Orman= %96.41
İslah = %75.00
Boş A. = %81.82
Yerl. = %87.50
Yeşil = %80.00
Maden= %85.71

Kappa= 0.83170

Tablo 5.26. Alibey 1992 Doğruluk Analizi

	Göl	Orman	Yel.A.	Sulak	Bol A.	Maden	San.	Yerl.	Σ
Göl	11	-	-	-	-	-	-	-	11
Orman	-	198	17	1	-	-	-	-	216
Yeşil	-	12	86	2	5	-	-	-	105
Sulak	3	-	1	7	2	-	-	-	13
Boş A.	-	-	-	-	92	-	1	2	95
Maden	-	-	-	-	-	7	-	1	8
San.	-	-	-	-	-	2	5	3	10
Yerl.	-	-	-	-	-	-	1	53	54
Σ	14	210	104	10	99	9	7	59	512

Diagonal Top. : 459.00

Sınıflandırma Doğruluğu = % 89.65

İşlem ve işleme hatası:

Göl = %78.57
Orman= %94.29
Yeş.A. = %82.69
Sulak = %70.00
Boş A. = %92.93
Maden= %77.78
San. = %71.43
Yerl. = %89.83

Kullanıcı ve üreticinin doğr.derecesi :

Göl = %100.00
Orman= %91.67
Yeş.A. = %81.90
Sulak = %53.85
Boş A.= %96.84
Maden= %87.50
San. = %50.00
Yerl. = %98.15

Kappa= 0.85929

Referans harita ve sınıflandırılmış veriler arasında gözlenen uyum ile tesadüfen katkıda bulunan uyum arasındaki farkın ölçütünü veren Kappa katsayıları +1 e yaklaşan değerleri ile bu çalışma için tematik doğruluk için anlamlı değerleri oluşturmuştur. Bu yüksek tematik doğruluk nedeniyle sınıflandırılmış görüntü verilerinin bilgi sistemlerinde grafik veri olarak değerlendirilmesi uygun bulunmuştur.

5.10. UZAKTAN ALGILAMA VERİLERİNİN CBS İLE BİRLEŞTİRİLMESİ

Landsat TM sınıflandırılmış görüntü verilerinin vektör veriye dönüştürülecek CBS ile entegre etmeye yönelik çalışmada, arazi kullanımı güncelleştirme (updating) hizmetinin, arazi kullanım değişikliğine uğramış alanların belirlenmesi ve istatistiki değerlerin elde edilmesine yönelik bir metedolojik çerçeve çizilmiştir. Çerçevenin oluşturulmasında amaç bir entegre Görüntü İşleme / CBS içinde yürütülebilecek çalışmalarda, detaylı arazi kullanımı kategorilerinin zamansal olarak sistematik, tutarlı ve yüksek doğrulukta sınıflandırılması ve grafik olmayan (yardımcı veriler) veri kaynaklarıyla nasıl ilişkili olduğuna dair spesifik bilgi edinilmesidir.

Havzalarda 8 yıllık bir zaman aralığında bölgesel değişimin uzaktan algılama verilerinin yüksek Tematik doğrulukla sınıflandırılması ile ortaya konması çalışmanın ilk bölümünü oluşturmuştur. İkinci bölümün odak noktası, arazi kullanımını gösteren iki zamanlı sınıflandırılmış görüntü dosyalarının tematik bilgi katmanları olarak tematik sınıf düzeyinde coğrafi bilgi sistemleri içine konum ve ilişki bilgisi olarak alınmasıdır. Zamansal Havza Arazi Kullanımı sınıflandırması verilerini temel alan bu çalışma için çeşitli veri tipleri kapsamlı bir havza analizi için derlenmiştir.

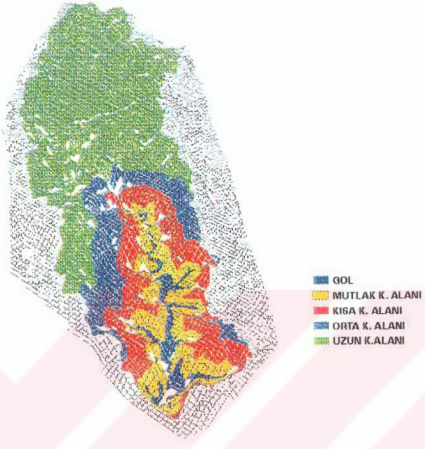
Uygulamanın ikinci bölümü için yapılan işlemler sırasıyla ifade edilmiştir.

1- İstanbul Alibey ve Elmalı Havzalarını içeren 1/25000 ölçekli harita paftaları Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Bölümü Ölçme Tekniği Laboratuvarında bulunan EGHAS (Etkileşimli Grafik Harita Sistemi) ve HITACHI 36485 A_0 sayısallaştırıcı kullanılarak eş yükselti eğrileri 50 metre aralıklarla sayısallaştırılmıştır. Eş yükselti eğrileri katmanı olarak DXF formatına dönüştürülmüş ve İşlem Şirketler Grubu Laboratuvarında ARC/INFO (workstation) ortamına taşınmıştır. DXF, ARC komutu ile ARC/INFO verilerine dönüştürülmüştür. Dönüştürülen dosyalar için topoloji kurulmuş ve bu dosyalar ile yüzey modellemesi yapılmıştır. TIN (Triangulated Irregular Network-Düzensiz Üçgenleme Ağı) arazi ve diğer yüzey türlerinin analizi için etkin yüzey modelleri oluşturmaya uygun bir programdır. ARCTIN programı yüzeyleri temsil için iki veri modeline dayanır. TIN ler ve kafesler (Lattices) her iki veri yapısı da yergerçeğinin sayısal soyutlamaları veya yaklaşımlarıdır. TIN veri yapısı, kütle noktaları ve kırık hatları olarak yorumlanan düzensiz dağılmış nokta, çizgi ve poligon verilerine dayanır. Kafes verileri yapısı düzgün aralıklı örnek noktalarının bir ağıdır (ESRI, 1995a). Bu çalışmada TIN üç boyutlu yüzey modeli oluşturmak için hazırlanmıştır. Şekil 5.35. Elmalı Havzasına ait eş yükselti eğrileri ve TIN modelini göstermektedir.

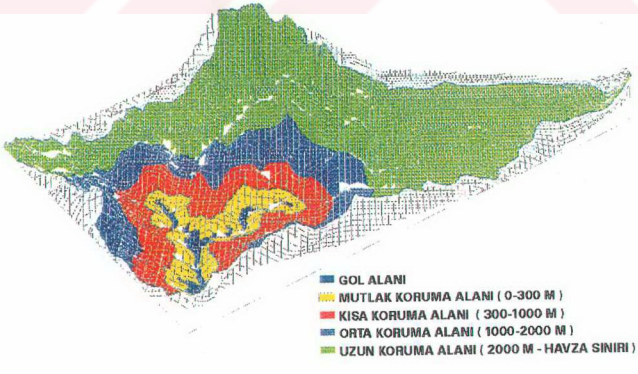
Şekil 5.35 Elmalı Havzası Tesviye Eğrileri ve TIN modeli

ARCTIN ile uygulama alanları olan Elmalı ve Alibey Havzalarının üç boyutlu yüzey görünümleri oluşturularak havzalar ile ilgili coğrafi bilgilerin her bilgi düzeyinden kullanıcıya sunulmasında etkin bir altlık elde edilmiştir.

2- Sayısalllaştırılmış Havza Koruma Kuşakları DXF formatında ARC/INFO ortamına taşınmış. Data Convertion-DXFARC komutu ile koruma katmanı olarak Elmalı Koruma Kavşakları ELKOR - Alibey Koruma Kavşakları ALKOR grafik verisi olarak oluşturulmuştur. Şekil 5.36 Alibey Havzası Koruma Alanlarını, Şekil 5.37 ise Elmalı Havzası Koruma Alanlarının üç boyutlu gösterimini ifade etmektedir.

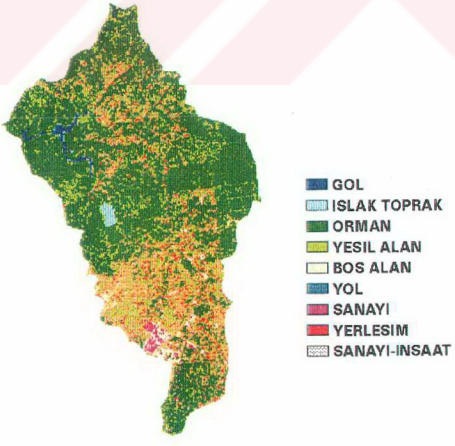


Şekil 5.36 Alibey Havzası Koruma Alanları

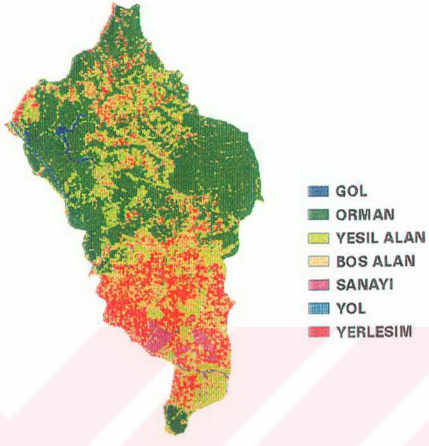


Şekil 5.37 Elmalı Havzası Koruma Alanları

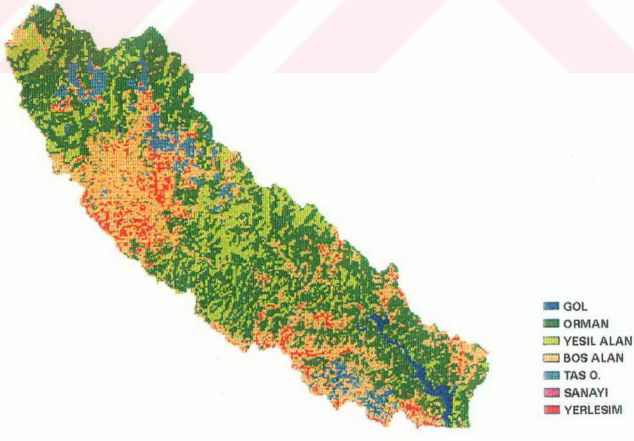
3- Bilgi sistemi uygulamasında grafik olarak alınacak olan Landsat TM görüntü verilerinin sınıflandırılmasından elde edilen arazi kullanım verilerinin ARC INFO ortamına alınması için veri yapısının değişmesi gerekmektedir. İTÜ Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Laboratuvarında ERDAS 7.5 ile oluşturulan sınıflandırılmış görüntüler (GIS dosyaları) ERDAS imagine 8.2 kullanılarak (.IMG) uzantılı dosyalar haline getirilmiş ve aynı program kullanılarak raster yapıdan vektör yapıya dönüştürülmüştür. 1984 Elmalı, 1992 Elmalı sınıflandırılmış görüntüleri 1987 Alibey, 1992 Alibey sınıflandırılmış görüntüleri vektör veriye dönüştürülmüştür. Bu işlem sırasında karşılaşılan en büyük problem çok fazla sayıda poligon oluşmasıdır. Böyle bir dönüşüm için Workstation Arc Info'nun kullanılması önerilir. Fazla sayıda poligon ile işlem yapma zorluğu gözönüne alınarak " Dissolve" ve "Eleminite" komutu ile aynı sınıftan olan komşu poligonlar birleştirilmiştir. Arazi kullanım kategorilerinin herbiri coğrafi katman olarak ifade edilmiştir. Bu katmanlara ait öznitelikler alan tipi öznitelik tablolarında (PAT - Polygon Attribute Table) otomatik olarak oluşturulmuştur. Şekil 5.38 1984 Elmalı Havzası Arazi Kullanımı, Şekil 5.39 Elmalı Havzası 1992 yılı Arazi Kullanımı Vektör verilerinin genelleştirilmiş görüntülerini vermektedir. Coğrafi katmanların renk ifadeleri Lejantta de verilmiştir. Şekil 5.40 Alibey Havzası 1987 Arazi Kullanımını, Şekil 5.41 1992 Alibey Havzası Arazi Kullanımının Arc Info ortamındaki vektör ifadesidir.



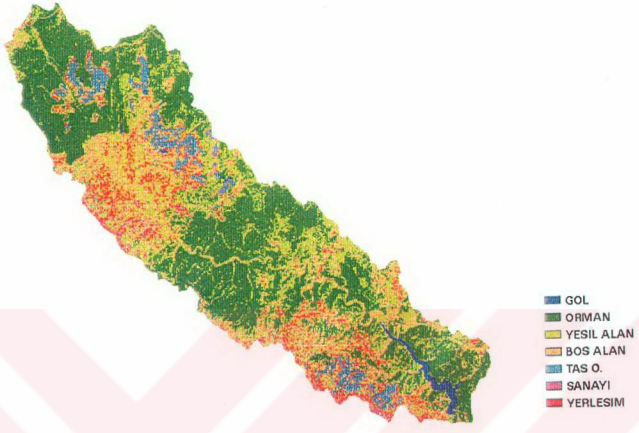
Şekil 5.38 Arc Info'da Oluşturulan 1984 Elmalı Arazi Kullanım



Şekil 5.39 Arc Info'da Oluşturulan 1992 Elmalı Arazi Kullanımı



Şekil 5.40 Arc Info'da Oluşturulan 1987 Alibey Arazi Kullanımı



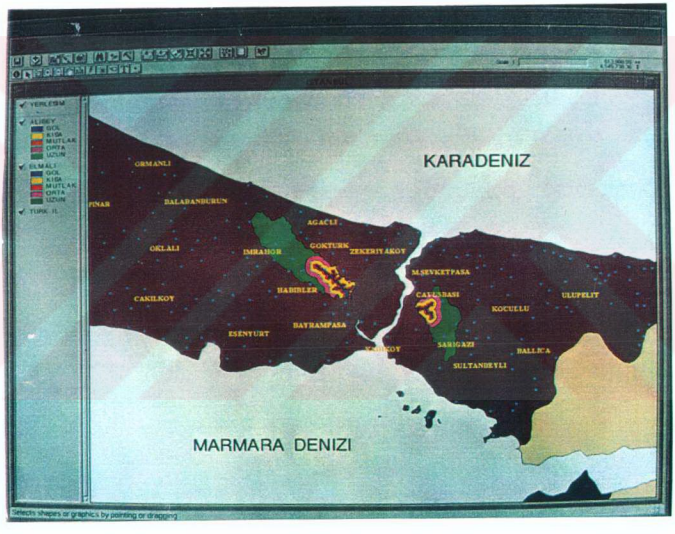
Şekil 5.41. Arc Info'da Oluşturulan 1992 Alibey Arazi Kullanımı

Veri Tabanında grafik veriler olarak değerlendirilen coğrafi katmanlar şunlardır:

- Koruma Kuşakları,
- Eş Yükselti Eğrileri,
- Arazi Kullanım Kategorileri (2 zamanlı olarak)
  - Göl, Gölet
  - Orman
  - Yeşil Alan
  - Boş Alan
  - Yerleşim
  - Sanayi
  - Yol
  - Maden Ocakları

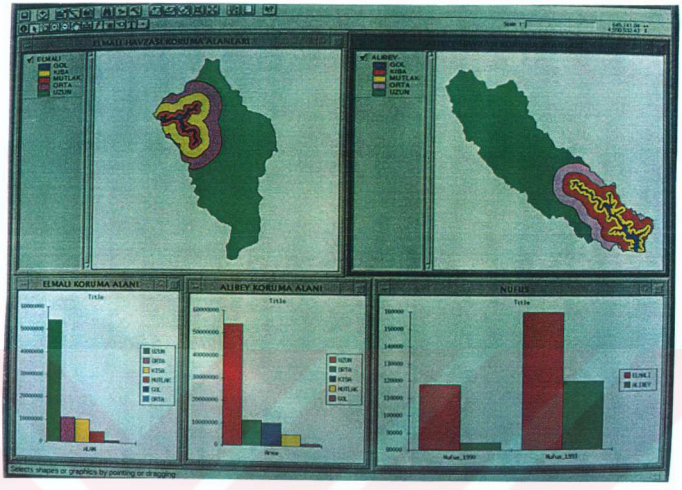
Coğrafi katmanlara ait ve genel olarak havzaları ilgilendiren öznitelik bilgiler tablolar halinde sorgulamada kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Bölüm 5.2 de Tablolar şeklinde ifade edilmiş olan bazı dosyalardan (DBF-Data Base File) yararlanarak havzalar için yapılan sorgulamalar Workstation - Arc Info programlama dili olan AML (Arc Macro Language) ile hazırlanan bir program ile yapılmıştır. Bazı sorgulama sonuçları Arc View ortamında görüntülemiştir.

Sorgulamadan bazı örnekler şu şekilde sıralanabilir. Çalışma konusu olan Elmalı ve Alibey Havzalarının İstanbul il sınırları içinde bazı yerleşim merkezleri ile birlikte lokasyonu Şekil 5.42 de sunulmuştur.



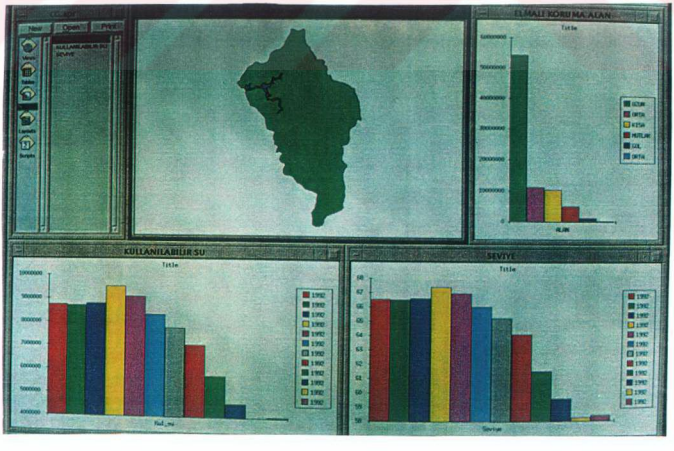
Şekil 5.42. Havzaların Lokasyonu (Arc View)

Elmalı ve Alibey havzaları koruma alanlarının alansal dağılımı ve nüfus yoğunlukları Arc View ortamında Şekil 5.43 de olduğu şekliyle görüntülenmiştir.



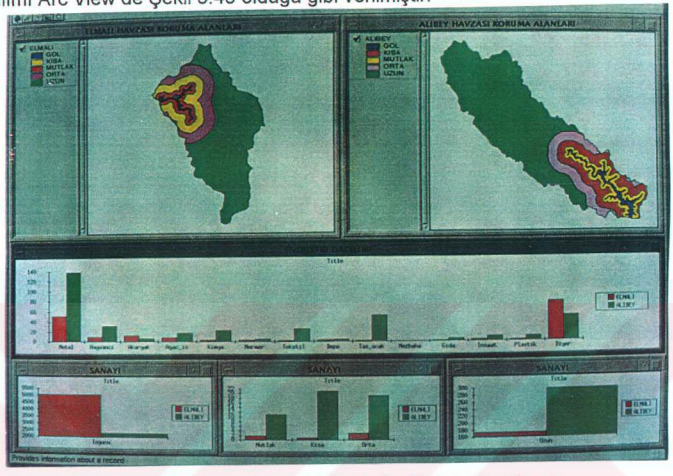
Şekil 5.43 Havza Koruma Kuşaklarının Alan ve Nüfus Dağılımı (Arc View)

Elmalı Barajı 1992 yılı aylara göre kullanılabilir su miktarları ve göl seviyeleri Şekil 5.44 de sunulmuştur.



Şekil 5.44 Elmalı Barajı 1996 Su Durumu (Arc View)

Elmalı Havzası ve Alibey Havzasında yeralan Sanayi tesislerinin koruma kuşaklarına göre dağılımı, işgücü ve endüstri tesislerinin çalışma konusu ile ilgili dağılımı Arc View de Şekil 5.45 olduğu gibi verilmiştir.



Şekil 5.45. Havzalardaki Sanayi tesisleri (Arc View)

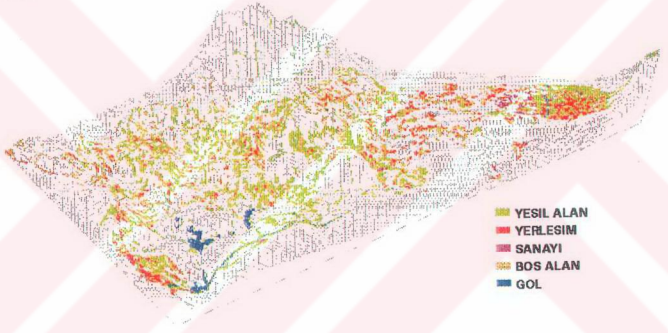
4- Arazi örtüsü ve arazi kullanımı sınıflandırmasından havza için önemli bilgiler içeren bir çıkış elde etmek üzere kaplama (overlay) analizi yapılmıştır. Overlay analizi kaynak veri gruplarının kombinasyonundan ortaya çıkan sınıf kombinasyonları arasından çalışmada önemli olduğu kabul edilen alanları seçme imkanını vermektedir (Treitz ve diğ. 1992). Burada amaç 1992 arazi örtüsü bilgisinin 1984 arazi örtüsü verileriyle bütünleştirmektir. Overlay analizi için "Intersect" komutu ile 1984 ve 1992 arazi kullanımı vektör verileri çakıştırılmıştır. Ortaya çıkan toplam poligon sayısı 15529 adettir. Değişim analizleri, görüntüleme tarihleri arasında arazi örtüsü değişimini belirlemek için çok zamanlı veri takımlarının kullanılmasını gerektirir. Aynı referans sisteminde tanımlı farklı iki veri takımının coğrafi katmanları üstüste çakıştırılmıştır. Coğrafi katmanların çakıştığı diğer katmanlarla ilgili çok sayıda analiz yapabilmek mümkündür.

5- Coğrafi Bilgi Sistemlerinin birbirlerini örten (overlapping) veya ayrık (disjointed) alanlar için analizde birbirini örtme sıklığı ve düzensiz olarak örtüşüm olabilmesi nedeniyle farklı kapsamlarda incelenmesi pratik olmamaktadır. Bu nedenle değişimleri tek bir dosya da inceleme ihtiyacı ortaya çıkmıştır (ESRI, 1995b). ARC INFO içindeki REGIONS programı kompleks alanların modellemesi ve sorgulamasında kullanılmıştır. Birbirini örten katmanların, birçok poligondan oluşan

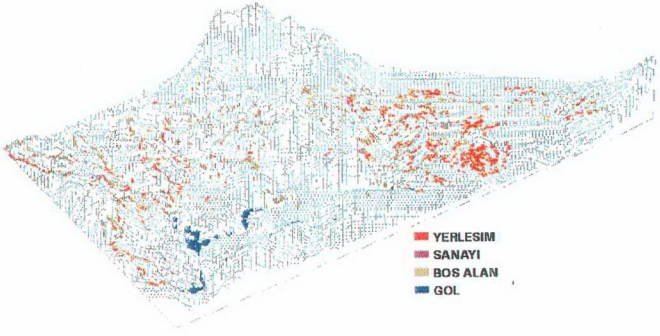
birleşik katmanların ve ortak sınırları paylaşan çok sınıflı alan özelliklerinin ortaya konmasında REGIONS programı kullanılmıştır.

Çalışmada Elmalı Havzası koruma alanları içindeki 2 zamanlı tematik verileri bölge (Region) alt sınıfları olarak tek bir kapsam içinde birleştirilmiştir. Oluşturulan birleşik kapsam (entegre cover), orijinal arazi kullanım verilerinin bölge (Region) alt sınıfları olarak gösterilmektedir.

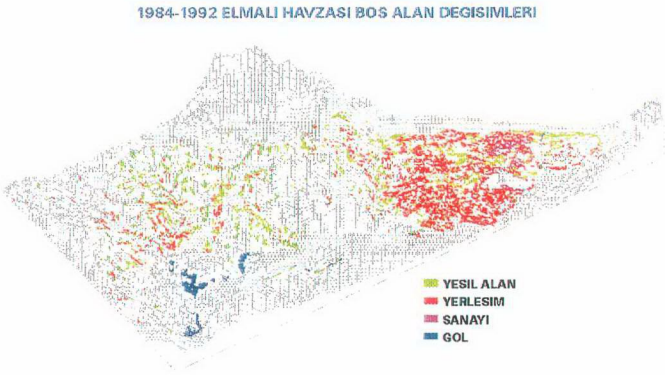
Son on yılda hızlı bir yapılaşma gösteren Elmalı havzası için 1992 arazi örtüsü ve kullanımını tanımlarken 1984 den 1992' ye geçen 8 yıl içindeki değişimin görsel ve istatistiksel değerlendirmeleri yapılmıştır. Şekil 5.46 Havza bazında orman alanı değişimlerini, Şekil 5.47 Yeşil Alan değişimlerini, Şekil 5.48 Boş Alan değişimlerini vermektedir.



Şekil 5.46. 1984-1992 Elmalı Havzası Orman Değişimleri (Arc/Info)

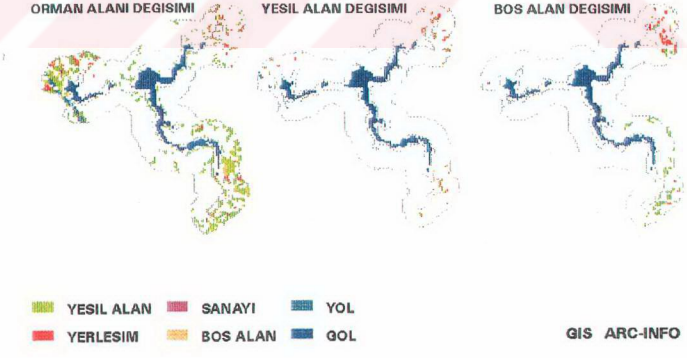


Şekil 5.47 1984-1992 Elmalı Havzası Yeşil Alan Değişimleri (Arc/Info)



Şekil 5.48 1984-1992 Elmalı Havzası Boş Alan Değişimleri (Arc/Info)

Arazi kullanımı kategorilerinin değişimlerinin analizi için sınıflandırma sonrası coğrafi bilgi sistemlerinin kullanımı ile elde edilen sonuçlar Elmalı havzası koruma kuşakları için verilmiştir. Elmalı Havzası mutlak koruma alanında Arc Info ortamında orman alanları, yeşil alanlar ve boş alanların değişimleri analiz edilmiştir. Şekil 5.49 değişime uğramış alanları göstermektedir Tablo 5.27 de ise hektar bazında bu alanlar verilmiştir.



Şekil 5.49 ARC INFO ortamında Analiz Edilmiş Elmalı Havzası Mutlak Koruma Alanı Değişimleri

Tablo 5.27 Elmalı Havzası Mutlak Koruma Alanı İçin1984-1992 Yılları Arazi Kullanım Kategori Dönüşümleri(ARC-INFO)

Sınıflar	1984 - 1992 (hektar) Orman Alanlarından Dönüşüm	1984 - 1992 (hektar) Yeşil Alanlardan Dönüşüm	1984 - 1992 (hektar) Boş Alanlardan Dönüşüm
Yerleşim	6.48	2.16	5.76
Yol	6.30	0.90	0.09
Sanayi	0.36	-	0.09
Yeşil Alan	70.38	-	11.70
Boş Alan	14.13	7.11	-
TOPLAM	97.65	10.17	17.64

Bu analiz sonucunda Elmalı Mutlak Koruma Kuşağında 1984 yılında Orman ve Fundalık olarak kategorize edilmiş alanların

1992 yılında 6.30 hektarının Yol

6.48 hektarının Yerleşim sınıfına dönüştüğü,

1984 yılında Yeşil Alan olarak kategorize edilmiş alanların

1992 yılında 2.16 hektarının Yerleşim

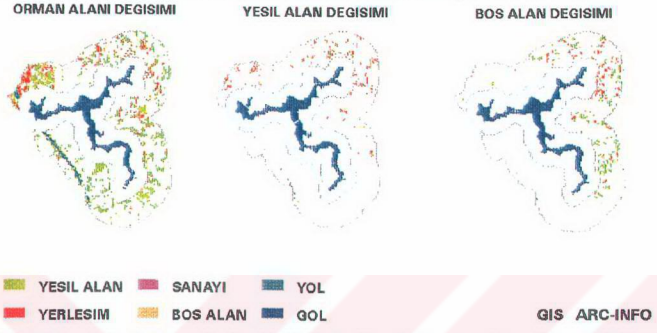
0.90 hektarının Yol sınıfına dönüştüğü,

1984 yılında Boş Alan olarak kategorize edilmiş alanların

1992 yılında 5.76 hektarının Yerleşim sınıfına dönüştüğü analiz sonuçlarından elde edilmiştir.

Havzalarda özellikle 0-300 metre Kesin Koruma Bölgesinde Yönetmelikler gereği yeni yerleşimler (endüstri ve iskan) yasaklanmıştır. Ayrıca mevcut yerleşimlerin de kaldırılması kararı vardır. Buna rağmen bitki örtüsünün yok edilerek kapalı yüzeyler oluşturulması durumu, toprağın yeterince su depolayamaması, hamsu kalitesinin düşmesi ve yoğun hafriyatın neden olduğu erozyonun göl hacmini azaltması, gibi ekolojik dengeyi bozucu sonuçları ortaya çıkartmaktadır.

Elmalı Kısa Mesafeli Koruma Alanı Tematik verilerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri içinde değerlendirilmesi ile 8 yıllık zaman aralığındaki değişim Şekil 5.50 de, istatistiksel değerlendirmesi ise Tablo 5.28 de verilmiştir.



Şekil 5.50 Arc Info Ortamında Analiz Edilmiş Elmalı Havzası Kısa Mesafeli Koruma Alanı Değişimleri

Tablo 5.28 Elmalı Havzası Kısa Mesafeli Koruma Alanı İçin 1094-1992 Arazi Kullanım Kategori Dönüşümleri (ARC INFO)

Sınıflar	1984 - 1992 (hektar) Orman Alanlarının Dönüşümü	1984 - 1992 (hektar) Yeşil Alanlarının Dönüşümü	1984 - 1992 (hektar) Boş Alanlarının Dönüşümü
Yerleşim	35.01	14.94	20.61
Yol	16.29	1.71	0.63
Sanayi	-	-	0.18
Yeşil Alan	155.61	-	41.22
Boş Alan	49.41	17.91	-
TOPLAM	256.32	34.56	62.64

Elmalı Havzası Kısa Mesafeli Koruma Kuşağı'nda 1984 yılında Orman ve Fundalık olarak kategorize edilmiş alanların,

1992 yılı 35.01 hektarının Yerleşim

16.29 hektarının Yol sınıfına dönüştüğü,

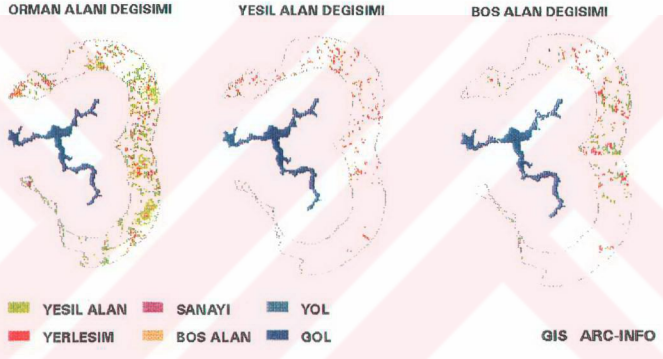
1984 yılında Yeşil Alan olarak kategorize edilmiş alanların,

1992 yılında 14.94 hektarının Yerleşim

1.71 hektarının Yol sınıfına dönüştüğü

1984 yılında Boş Alan olarak kategorize edilmiş alanların, 1992 yılında 20.61 hektarının Yerleşim ve yeni konut alanlarına dönüştüğü analiz sonuçlarından elde edilmiştir. Kısa Koruma Kuşağında (300m-1000m.) yeni yerleşim (İskan, endüstri) yasak ve mevcut yerleşmelerin kaldırılması gerekliliği sözkonusu iken böylesi bir yapılaşmaya maruz kalması havza koruma önlemlerinin yetersiz kaldığını göstermektedir.

Elmalı Havzası Orta Mesafeli Koruma Alanları verilerinin Arc Info ortamında zamansal değişiminin ifade edildiği görüntüler Şekil 5.51 de, istatistiksel değerler ise Tablo 5.29 da verilmiştir.



Şekil 5.51. Elmalı Havzası Orta Mesafeli Koruma Alanı Değişimleri (Arc-Info)

Tablo 5.29 Elmalı Havzası Orta Mesafeli Koruma Alanı İçin 1984-1992 Arazi Kullanım Kategori Dönüşümleri

Sınıflar	1984 - 1992 (hektar) Orman Alanlarının Dönüşümü	1984 - 1992 (hektar) Yeşil Alanlarının Dönüşümü	1984 - 1992 Boş (hektar) Alanlarının Dönüşümü
Yerleşim	32.04	20.88	26.64
Yol	1.71	0.90	1.26
Sanayi	1.71	-	-
Yeşil Alan	165.69	-	46.71
Boş Alan	73.35	32.76	-
TOPLAM	274.50	54.54	74.61

Elmalı Havzası Orta Mesafeli Koruma Alanı yapılaşmalarının müstakil evlere ve küçük sanayilere kullanımı yönetmeliklere sınırlı olmasına rağmen, 1984 yılında Orman ve Fundalık Alan olarak kategorize edilmiş arazi kullanım sınıfının,

1992 yılında 32.04 hektarının Yerleşim

1.71 hektarının Yol

1.71 hektarının Sanayi Sınıfına dönüştüğü,

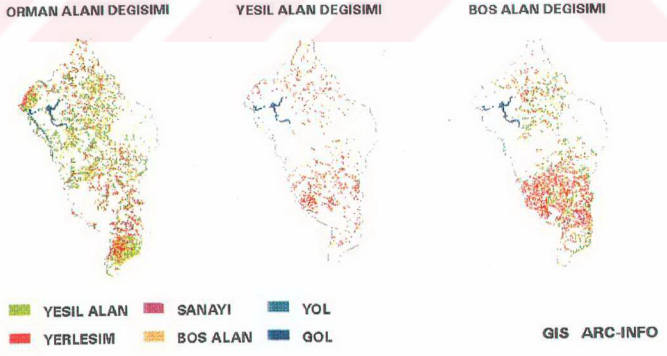
1984 yılında Yeşil Alan olarak belirlenmiş alanların

20.88 hektarının Yerleşime

1984 yılında Boş Alan olarak belirlenmiş alanların

26.64 hektarının yine yeni konut alanlarına dönüştüğü analiz sonuçlarından tesbit edilmiştir.

Havza genelinde yapılan Uzaktan Algılama verilerinin bilgi sistemleri içinde analizi ile elde edilen Elmalı havzası genel arazi kullanımını değişimi ve değişikliğe uğrayan sınıfların görsel ifadesi Şekil 5.52 de istatistiksel ifadesi ise Tablo 5.30 da verilmiştir.



Şekil 5.52 Elmalı Havzası Arazi Kullanımı Değişimi (ARC INFO)

Tablo 5.30 Elmalı Havzası 1984-1992 Arazi Kullanım Kategori Dönüşümleri (ARC INFO)

Sınıflar	1984 - 1992 (hektar) Orman Alanlarının Dönüşümü	1984 - 1992 (hektar) Yeşil Alanlarının Dönüşümü	1984 - 1992 (hektar) Boş Alanlarının Dönüşümü
Yerleşim	225.09	180.27	50.21
Yol	31.59	1.89	3.78
Sanayi	31.58	3.15	41.49
Yeşil Alan	507.60	-	250.02
Boş Alan	338.94	179.37	-
TOPLAM	1134.78	364.68	796.50

Elmalı Havzası genelinde analiz sonuçları değerlendirildiğinde 1984 de Orman ve Fundalık Olarak kategorize edilmiş alanların,

1992 yılında 225.09 hektarının Yerleşim
31.59 hektarının Yol
31.58 hektarının Sanayi sınıfına dahil olduğu,

1984 yılında Yeşil Alan olarak kategorize edilmiş arazi kullanım sınıfının,

1992 yılında 180.27 hektarının Yerleşim
3.15 hektarının Sanayi sınıfına dahil olduğu,

1984 yılında Boş Alan olarak kategorize edilmiş arazi kullanım sınıfının

1992 yılında 50.21 hektarının Yerleşim
3.78 hektarının Yol
41.49 hektarının Sanayi sınıfına dönüştüğü belirlenmiştir.Bu sonuçlar, Elmalı havzasında insan faaliyetlerinin düşük bir düzeyde tutmak için alınan koruma önlemlerinin uygulanmasında başarısız olunduğunu ortaya koymaktadır.

Arazi Kullanım kararları günümüzde giderek daha kritik olmakta ve daha çok bilgiye gereksinim duyulmaktadır. Verilerin depolanması, istenildiğinde ulaşılması ve kullanılabilmesi için artan gereksinimi gözönüne alınarak bu çalışmada Uzaktan Algılama Teknolojisi Coğrafi Bilgi Sistemleriyle birlikte havzalar için kullanılmıştır. Elmalı Havzası analizlerinde özellikle orman alanları, yeşil alan ve boş alanları (tarım arazileri ve çıplak toprak) sınıfları diye adlandırılan doğal yaşam alanlarının değişiminin genellikle yerleşim, yol, sanayi gibi tamamen gelişmiş kültür sınıflarına dönüşmesi dikkat çekicidir. Bu teknikle uydu görüntüsü tabanlı bir havza arazi kullanımı bilgi sistemi yaklaşımı irdelenmiştir. Bu araştırmadan çıkan yaklaşım şekli yerel ve bölgesel planlama yönetim birimlerine gelecekteki havza arazi kullanımı planlaması ve yönetimi için yüksek doğruluklu bir model yaklaşımı olacaktır.

BÖLÜM 6

SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Son yıllarda uydu görüntü verilerinin çözünürlüğünün iyileştirilmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin hızla gelişmesine bağlı olarak özellikle arazi kullanımı ve arazi örtüsü tabakalarının değerlendirilmesinde bu teknolojilerin birlikte kullanılmasına yönelik çeşitli sistemler geliştirilmiştir.

Bu çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemleri ile entegre görüntü işleme sistemi çerçevesinde İstanbul için hayati önemi olan, kent merkezine en yakın su toplama havzaları olan Elmalı ve Alibey Su Havzaları için arazi kullanımları farklı zamanlı Uzaktan Algılama verileriyle hazırlanmış ve bir veri tabanı oluşturularak Bilgi Sistemleri içinde değişim analizleri yapılmıştır.

Uygulamanın birinci bölümde Arazi kullanımının belirlenmesi için kullanılan 12.06.1984 ve 06.09.1992 Landsat TM uydu görüntüleri için iki tür dönüşüm uygulanmıştır.

1- Görüntü koordinat sisteminin UTM projeksiyon sistemine dönüşümü (Geometrik Düzeltme).

2- Spektral verilerin belirlenen arazi kullanım kategorileri için sınıflandırılması (Subjektif bir transformasyon).

Uydu görüntü verilerinin geometrik düzeltmesi ve konum doğruluğu için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Farklı sayılarda yer kontrol noktalarının oluşturduğu dosyalarda farklı mertebeden polinomlar kullanılmış, farklı yeniden örnekleme yöntemleri seçilmiş ve farklı projeksiyon yüzeylerine dönüşüm yapılmıştır. Özellikle doğrultu deformasyonunun en az olduğu konform bir projeksiyon olan UTM projeksiyonu ve alan koruyan Lambert azimutal projeksiyonu üzerinde çalışılmıştır. Fakat, referans haritaların genellikle UTM projeksiyonunda olması nedeniyle çalışma kolaylığı düşünülerek bu projeksiyon tercih edilmiştir.

Elmalı ve Alibey Havzaları Arazi kullanım kategorilerinin tanımlanması için kontrollü sınıflandırma algoritmaları kullanılmıştır. 1984 ve 1992 yılına ait iki ayrı

veri grubundan gelen arazi örtüsü ve arazi kullanım sınıflarının karşılaştırılmaları yapılmıştır.

Landsat TM sınıflandırılmış görüntülerinin sınıflandırma doğrulukları rastgele örnek seçimi ile oluşturulan hata matrisleri ile irdelenmiştir. Her çalışma için ihmal ve işlem hataları ile kullanıcı ve üreticinin doğruluk dereceleri değerlendirilmiştir. Uzaktan Algılama tematik sınıflandırmaları için doğruluk ölçütü olarak kabul edilen Kappa uyum katsayısı tüm sınıflandırmalar için hesaplanmıştır. Bölüm 5.9 da tablolarla ifade edilen doğruluk değerlendirmelerinde, gerek sınıflandırma doğruluğu (tematik doğruluk), gerekse de kappa uyum katsayıları +1 e yaklaşan değerleriyle çalışmanın yüksek doğrulukta yapıldığını ortaya koymuştur.

Sınıflandırma sonuçlarına göre:

1984 ve 1992 yılları için Elmalı Havzası koruma kuşakları toplam alanına göre kullanım dağılımları incelendiğinde; (Tablo 5.11-Tablo 5.16)

Mutlak Koruma Kuşağı (508 hektar)	: Orman Alanlarının 31.5 hektar azaldığı,
	: Yerleşim Alanlarının 6.4 hektar arttığı;
Kısa Koruma Kuşağı için (1028 hektar)	: Orman Alanlarının 123.71 hektar azaldığı,
	:Yerleşim Alanlarının 39.6 hektar arttığı;
Orta Koruma Kuşağı için (1137 hektar)	: Orman Alanlarının 103.9 hektar azaldığı,
	:Yerleşim Alanlarının 44.7 hektar arttığı;
Uzak Koruma Kuşağı için (5376 hektar)	: Orman Alanlarının 678.8 hektar azaldığı,
	: Yerleşim Alanlarının 731.4 hektar arttığı;
	: Sanayi Alanlarının 112 hektar arttığı

belirlenmiştir.

Elmalı Havzası, özellikle, TEM otoyolunun hemen yakınından geçişi ve Üsküdar-Şile yol bağlantısının yine havza içinden geçirilmesi nedeniyle Elmalı

Havzasında 1984 yılında 5 hektar olan yol arazi kullanım sınıfının 1992 de 43 hektarlık alana yayılmış olduğu saptanmıştır. Havza genelinde,

Orman ve fundalık alanlar	1984 yılında havzanın %54'ünü kaplarken,
	1992 yılında havzanın %43'ünü kaplamaktadır.
Yerleşim ve yeni konut alanları	1984 yılında havzanın %5'ini kaplarken,
	1992 yılında havzanın %15'ini kaplamaktadır.

Alibey Havzası 1984 ve 1992 yıllarına ait sınıflandırma sonuçları koruma kuşaklarına göre değerlendirildiğinde (Tablo 5.17-Tablo 5.22).

Mutlak Koruma Kuşağı için (1345 hektar)	: Orman Alanlarının 294.4 hektar azaldığı,
	: Yerleşim Alanlarının 20.5 hektar arttığı,
	: Maden Ocaklarının 4.2 hektar arttığı;
Kısa Koruma Kuşağı için (1896 hektar)	:.Orman Alanlarının 480.9 hektar azaldığı,
	: Yerleşim Alanlarının 109.4 hektar arttığı,
	:Maden Ocaklarının 43.4 hektar arttığı,
	: Sanayi sınıfının 1992 de 18.9 hektar alana yayıldığı;
Orta Koruma Kuşağı için (1664 hektar)	: Orman Alanlarının 540 hektar azaldığı,
	: Yerleşim Alanlarının 103.8 hektar arttığı,
	: Maden Ocaklarının 97 hektar arttığı

belirlenmiştir.

Alibey Havzası genelinde yeni yerleşimlerin oluşması ve havzanın kuzey doğusundaki açık maden işletmelerinin çoğalması nedeniyle, alan değişimlerinin orman ve yeşil alanların azalması şeklinde ortaya çıktığı belirlenmiştir.

Alibey Havzasında 1992 yılında orman ve fundalık alanlar havzanın %45'ini,

yeni konut ve yerleşim alanları havzanın %8'ini,

açık maden ocakları ise havzanın %5.3'ünü kaplamaktadır. TEM Otoyolu geçişi ile yeni-konut, endüstri ve ticari gelişme alanlarının ve uzak mesafeli koruma alanındaki maden ocaklarının artışı dikkat çekicidir.

Bugün İstanbul Su havzalarında gerek planlama sürecinde, gerekse de denetim sürecinde, çeşitli düzeylerde arazi kullanım sınıflandırmasına gereksinim duyulmaktadır. Bu çalışmada, fiziksel kentleşmenin genel görünümleri ile seçilen arazi kullanım kategorilerinin konum ve genişliklerinin saptanması için Landsat TM görüntülerinden yararlanılarak yapılan sınıflandırma, veri kaynağının uzaysal çözünürlüğünün sınırlı olmasına rağmen uygun bilgi vermek için yeterli olmuştur.

Sınıflandırılmış verilerin, diğer yardımcı verilerle bir veri tabanında birleştirilebilmesi için, öncelikle dikkate alınması gereken konu uydu verilerinin uzaysal ve zamansal çözünürlükleri ile bu verilerin geometrik ve tematik doğruluklarıdır.

Uygulamanın İkinci Bölümünde Uydu Görüntülerinin sınıflandırılması ile elde edilen arazi kullanım kategorilerinin genelleştirilmiş farklı iki zamanlı verileri vektör veriye dönüştürülmüş ve Bilgi Sistemleri ortamına alınarak bir veri tabanıyla bütünleştirilmiştir. Bir arazi kullanım tabakasının bölgesel bir ölçekte güncelleştirilmesinin yapılabileceği vektör yapıdaki bu havza bilgi sistemi örneğinde, görüntü bazlı grafik veriler ile sayışallaştırma ile oluşturulan grafik veriler ve diğer gerekli öznitelik verilerin türleri gereksinimlere dayanılarak seçilmiştir (Verilerin türü yine gereksinime göre arttırılabilir).

1984 ve 1992 Uydu Görüntülerine ait Vektör Veriler üstüste konularak karşılaştırılmıştır. Değişimler ve büyümeler konumsal ve tematik olarak tanımlanmış ve 3 boyutlu yüzey modeli üzerinde bölge (region) oluşturularak tek bir kapsamda analiz edilmiştir. Bölüm 5.10 da koruma kuşaklarına göre bu analizler tablolanmıştır.Elmalı Havzasında 1984 de orman (fundalık+koru) olan alanların

1992 yılında 225.05 hektarının yeni konut ve yerleşim,
31.59 hektarının yol,
31.58 hektarının sanayi kullanımına dönüştüğü belirlenmiştir.Bu analiz İstanbul Su Havzalarının yalnızca 8 yıllık bir zaman diliminde değişimini çarpıcı bir şekilde ortaya koymaktadır.

Alibey Havzası uydu verilerinin eksikliği nedeniyle, geniş kapsamlı olarak Elmalı Havzası için oluşturulan bu bütünsel yaklaşım, görüntü, konumsal ve istatistiksel verilerin birleştirilmesi ve analizleri için uygun bir çerçeve sağlamaktadır.

İnsanoğlu'nun yerleşik düzen arayışında en önemli kaynaklardan biri sudur. İstanbul'un büyük bir hızla artan nüfusunun odaklandığı ve denetiminin ne yazık ki sağlanamadığı yeni yerleşimler oluşmuş ve bu yerleşimler su kaynakları ile çakışmıştır. Bugüne dek büyük bir hızla artan nüfus dolayısıyla, kapalı mekanların artması havzaların can damarı olan orman alanlarının ve yeşil alanların azalması sonucunu doğurmuştur.

1995 de yayınlanan ve Ek A da verilen İSKİ "İçme ve Kullanma Suyu Temin Edilen ve Edilecek Olan Yüzeysel Su Kaynaklarının Kirlenmeye Karşı Korunması Yönetmeliği" nde kademelendirilen göl koruma kuşaklarında hangi tür kullanımlara ne şekilde izin verileceği belirtilmiştir. Bölüm 5'de verilen parsel alanı ve emsal değerleri gözönüne alınarak ve 25 m^2/kişi kabulü ile nüfus yoğunlukları hesaplanmış aşağıda verilmiştir.

	Nüfus Yoğunlukları
Kısa Mesafeli Koruma Alanı	12 kişi/hektar
Orta Mesafeli Koruma Alanı	32 kişi/hektar
Belediye	60 kişi/hektar
Uzun Mesafeli Koruma Alanı	40 kişi/hektar
Belediye	340 kişi /hektar
Diğer Yerleşik Alanlar	400 kişi/hektar
2. Derece Uzun Mesafeli Koruma Alanı	400 kişi/hektar
Belediye	60 kişi/hektar
Diğer Yerleşik Alanlar	340 kişi/hektar

Elmalı ve Alibey Havzaları kısa, orta ve uzun koruma kuşaklarında bulunan Orman alanları hariç tutularak, sadece mevcut kadastral yolların koruma kuşaklarının yaklaşık %10' una karşılık geldiği düşünülerek havzalara gelebilecek nüfus değerleri, yerleşik alan sınırlarının belirsizliği dolayısıyla, bu alanlardaki ek nüfus gözönüne alınmadan hesaplanmış ve minimum yoğunluklar kullanılarak aşağıdaki nüfus değerleri bulunmuştur.

Elmalı Havzası	Kısa Mesafeli Koruma Alanı : 5184 kişi
	(Orman dışı alan 480 hektar),
	Orta Mesafeli Koruma Alanı : 16000 kişi
	(Orman dışı alan 556 hektar),
	Uzun Mesafeli Koruma Alanı : 134.320 kişi
	(Orman dışı alan 3358 hektar),
Alibey Havzası	Kısa Mesafeli Koruma Alanı : 12120 kişi
	(Orman dışı alan 1010 hektar),
	Orta Mesafeli Koruma Alanı : 31104 kişi
	(Orman dışı alan 972 hektar),
	Uzun Mesafeli Koruma Alanı : 249120 kişi
	(Orman dışı alan 5775hektar),

Bu sonuçlardan, Elmalı Havzasında toplam 155.504 kişi, Alibey Havzasında toplam 274.222 kişilik nüfus barınabileceği gibi bir yaklaşım ortaya çıkmaktadır.İkinci bir nüfus hesabı ise, imar planlarında yaklaşık %35 donatı alanı bırakılması durumu gözönüne alınarak yapılmıştır. Bu durumda, Elmalı Havzası için gelebilecek nüfus 102.617 kişi, Alibey havzası için ise 178.246 kişi olarak bulunmuştur. Bu nüfus değerleri Mutlak Koruma Alanında kamulaştırılması gereken, ancak gerek politik gerek sosyo-ekonomik nedenlerle kamulaştırma yapılamayan, buna karşı nüfus büyümeleri engellenemeyen yerleşim birimlerinin nüfus değerleri ve havzalarda yerleşik alandaki mevcut nüfus dikkate alınmadan hesaplanmıştır. Sonuç olarak; son yönetmelik, mevcut durumları bu çalışmada da belirtilen Su Toplama Havzaları için oldukça fazla nüfus yükü getirebilecektir. Burada İşlenmiş Uydu Verilerinden alınan arazi kullanım alan değerleri, kullanılarak çalışılmıştır. Bu bağlamda yönetmeliğin daha detaylı bir şekilde ele alınması, İstanbul'u besleyen su kaynaklarının korunması ve havzaların yaşayabilirliği açısından gereklidir.

Havzalar ile ilgili yetkili kurumlar ve makamlar çok sayıdadır (Çevre, Sağlık, Sosyal Güvenlik, Kültür, Turizm Endüstri ve Ticaret Bakanlıkları, Büyük Şehir Belediyeleri, İlçe Belediyeleri, Mahalli İdareler, DSİ Genel Müdürlüğü ve İSKİ). Yapılan tüm planlara rağmen kurumlar arasında eşgüdüm eksikliği nedeniyle havzalar için acil önlemler alınamamakta, önlem alınamadıkça da sorun büyümekte ve kilitlenmektedir. Su Kaynaklarını ve Su Havzalarını korumanın amacı, ortaya

çıkması engellenebilecek zararları düzeltmek olmamalıdır. Koruyucu önlemler doğayı korumayı ve ondan yararlanmayı hedeflemelidir. Havza Yönetimi ve karar-denetim mekanizması, kurulabilecek bir havza örgütünün sorumluluğunda olmalıdır. Bu havza örgütü ile, kurumlar arası iletişimsizlik aşılabileceği gibi, her havzanın topografik, jeolojik, hidrolojik, meteorolojik ve iklime bağlı koşulları, toprağın türü ve yapısı, arazi kullanımı zamansal değerlendirmeleri, güncel kullanım planları, sosyo-ekonomik yapısı, maden çıkarma hakları, bölgesel ve doğal koruma alanları, koruma kuşakları yeniden ele alınarak bir bilgi sisteminde toplanmalıdır.

Bu çalışmada, havzaların zamansal arazi kulanım analizlerine bağlı olarak hazırlanan veri tabanı ile; nüfus dağılımı, işgücü, sosyo-ekonomik yapı, göç verileri, yüzeysel su potansiyeli, su kalitesi, sanayi tesislerinin cinsi vb. gibi yardımcı verilerle birleştirilmiş, arazi ve kaynak kullanımında mevcut durumun ve değişimlerin izlenebildiği bütünsel bir sistem oluşturulmuştur. Göl, Orman, Yeşil Alan, Boş Alan, Yerleşim, Sanayi, Maden Ocakları, Yol olarak belirlenen arazi kullanım sınıfları aynı zamanda Bilgi Sistemi tasarımının temel aşaması olan veri tabanı tasarımı sırasında gereksinim duyulan veri katmanları olarak kabul edilmiştir. Koruma kuşakları ve tesviye eğrileri haritalardan sayısallaştırılarak grafik veri olarak veri tabanına girilmiştir. Kullanılan veri tabanı jeolojik yapı, toprak cinsi, tarımsal arazi ve verimlilik gibi çalışma amacına göre seçilebilecek katmanların eklenmesi ile genişletilebilir. Ayrıca havzalarla ilgili olarak yasalar, yönetmelikler, eğitim verileri, güvenlik verileri, yangın, su baskını, doğal afetlere ait veriler, turizm verileri vb. gibi yardımcı öznitelik verilerle desteklenebilirler. CBS Teknolojisinin Uzaktan Algılama ile birlikte kullanımı, bilgi hacmini arttırmakta, çeşitli analizlerin gerçekleştirilmesine ve güncelleştirmeye olanak sağlamaktadır.

Sonuç olarak, mevcut içme suyu ve kaynaklarının korunması ve kontrolu için en uygun kullanımı hedefleyen yerel ve bölgesel yönetimler, yönetim ve denetim işlevlerini yerine getirebilmek amacıyla yeni teknolojilerden özellikle de yüksek doğrulukta ekonomik, hızlı ve çok zamanlı olarak bilginin toplanabildiği ve değerlendirilebildiği Uydu Görüntü İşleme / Coğrafi Bilgi Bütünsel Sistemlerinden yararlanmalıdır. Uydu Görüntüleri ve Uzaktan Algılama Yöntemleri ile oluşturulan veri gruplarının, çevresel değerlendirme ve arazi kullanımı değerlendirilmesinde kullanılması, araştırmacı ve yöneticilere planlama için değerli bir kaynak olacaktır.

KAYNAKLAR

ARANOFF, S. (1984) An Approach to Optimized Labeling of Image Classes. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol.50 (6), pp: 719-727.

ARANOFF, S. (1989) Geographic Information Systems: A Management Perpective. Canada.

ARSLAN, O. (1993) Çevre Bilgi Sistemleri Çevresel Etki Değerlendirme Bilgi Sistemi Tasarımı ve Gerçekleştirmesi Pilot Projesi Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

BISHOP, Y.M.M.; FEINBERG, S.E. ; HOLLAND, P.W. (1975) Discrete Multivariate Analysis-Theory and Practice: Cambridge, Mass. The MIT Press.

CHRISMAN N.R. (1987) The Accuray of Map Overlays: A reassessment. Landscape and Urban Planning, Vol. 14, pp: 427-439.

COHEN, J. (1960) A coefficient of agreement for nominal scales. Educational and Psychological Measurement, Vol. XX, No.1, pp: 37-40.

CONGOLTAN, G.R.; ODERWALD, G.R.; MEAD, A.R. (1983) Assesing Landsat Classification Accuracy Using Discrete Multivariate Analysis Statistical Techniques. PE and RS, Vol XLIX, No.12, pp: 1671-1678.

CONGOLTAN, G.R. (1991) A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data. Remote Sensing of Enviroment, Vol. 37, pp: 35-46.

CARPER, W. J.; KIEFER, R.W.; LILLESAND, M.T. (1987) Enhancement of Spot Image Resolution Using an Intensity-Hue-Saturation Transformation. ASPRS Technical Paper, ASPRS-ACSM Fall Convention, Reso, Nevada, pp: 348-361.

COWI consult. SWECO Sistem Planlama ACS (1993) Ömerli ve Elmalı Çevre Koruma Projesi Fizibilite Çalışması. Sonuç Raporu.

ÇELTİK, İ. (1984) Uzaktan Algılamada Sınıflandırma Yöntemleri ile Bunların Kompütere Bağlı Analiz Teknikleri Teorisi Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü

ÇETİNER, A.; TÜRKOĞLU, H.; GÜNGÖR, Ö. (1994) İstanbul'da Su Toplama Havzalarında Kentleşmenin Çevresel Etkileri. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı ile Belediyeler Dergisi, Sayı: 20, s: 37-46.

DICKS, S.E.; LO, H.C.T. (1990) Evaluation of Thematic Map Accuracy in a Land-Use and Land-Cover Mapping Program. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 56, No: 9, pp: 1247-1252.

DÖŞER, H. (1990) Şehirleşme Süreci İçinde İstanbul İçme Suyu Havzalarının Ekolojik durumu. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü.

DÖŞER, H. (1993) Kentleşme Olgusu ve istanbul İçme Suyu Havzalarının Ekolojik Durumu. Yıldız Teknik Üniversitesi, Peyzaj Planlama Anabilim Dalı.

EHLERS, M. (1988) Multisensor Image Fusion Techniques in Remote Sensing. Proceedings, XVIth Congress of ISPRS, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol.27/37, Kyoto, Japon, pp: 152-162.

EHLERS, M.; JADKAWSKI, A.M.; HOWARD, R.R.; BROSTUEN, D. (1990). Application of SPOT Data for Regional Growth Analysis and Local Planning. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 56, No: 2, pp: 175-180.

ERDAS, FIELD GUIDE (1991) Second Edition V.7.5, Erdas Inc, Atlanta USA.

EROĞLU, V. (1995) İstanbul'un Su Meselesi ve Çözüm Yolları, İstanbul Su Kongresi ve Sergisi, s: 334-343.

ESRI, (1990) Understanding GIS-The ARC/INFO Method. Enviromental Systems Resarch Institute (ESRI).

ESRI, (1995 a) ARC TIN Surface Modelling Extensions for ARC/INFO. GIS White Papers Series,January.

ESRI, (1995 b) Regions-A powerful Polygon Modelling Tool for Representing Complex Areas. ESRI White Paper Series, March.

FLEISS, J.L.; COHEN J. (1973) The equivalence of Weighted Kappa and the Intraclass Correlation Coefficient and Measures of Reliability. Educational and Psychological Measurement, Vol. 33, pp: 613-619.

FORSTER, B.C. (1985) An Examination of Some Problems and Solutions in Monitoring Urban Areas from Sattelite Platforms. International Journal of Remote Sensing. Vol. (6)1, pp: 139-151.

GONG, P.; HOWARTH, P.J. (1990) The Use of Structural Information for Improving Land-Cover Classification Accuracies at the Rural-Urban Fringe. PE and RS, Vol. LVI, No.1, pp: 67-75.

GÖNENÇ, E. ve diğerleri (1993) İstanbul'da Mevcut Potansiyel İçme Suyu Havzalarının Korunması Projesi. T.C. Çevre Bakanlığı Çevre Koruma Genel Müdürlüğü Destekli Araştırma Projesi, İstanbul, İTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü.

GÜNGÖR, Ö.; TÜRKOĞLU, H. (1996) İstanbul İçme Suyu Havzalarında yeralan Kırsal Yerleşmelerin Yönetim ve Planlama Yönünden İrdelenmesi. Habitata Doğru İstanbul 2020 Sempozyumu, İTÜ Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlaması Bölümü.

HERRING, J.R. (1989) The Definition and Development of a Topological Spatial Data Systems, 42 nd Photogrammetric week.

IRISH, R. (1990) Geocoding Satellite Imagery for GIS Use. GIS World August/September pp: 59-62.

İPBÜKER, C. (1994) Uydu Verilerinden Harita Kapsamında Görüntü Üretmenin Geometrik Doğruluğu. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

İSKİ (1995) İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü İçme ve Kullanma Suyu Temin Edilen ve Edilecek Olan Yüzeysel Su Kaynaklarının Kirlenmeye Karşı Korunması Yönetmeliği.

İYİDİKER, H. (1995) Hava Kirliliği Konusunda Çevre Bilgi Sistemi Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi Pilot Projesi. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

JANSSEN, L.V.; VANDER WEL F.J.M. (1994) Accuracy Assesment of Satellite Derived Land-Cover Data: A Review. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. LX, No.4, pp: 419-425.

KAMMERER, J.; SCHILDER, M; SONNE, B. (1980) Hybride Grafik in Geoinformation systemen. X. International Kurs fur Ingenieurvermessung, pp: 1-10.

KAYA, Ş. (1993) İstanbul İkitelli Örneğinde Uzaktan Algılama Verileri Kullanarak Metropoliten Analizi. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

LILLESAND, T.; KIEFER, R. (1987) Image Processing and Interpotation.

MAKTAV, D.; SUNAR, F. (1991) Uzaktan Algılama - Kantitatif Yaklaşım. İstanbul, 429 sayfa.

MATHER, P.M. (1987) Computer Processing of Remotely-Sensed Images. pp:276-290

MOLENAAR, M. (1985) Quality Evaluation of Photogrammetric Point Determination. Photogrammetria, Vol. 40, pp: 165-177.

NELLIS, M.D.; LULLA, K.; JENSEN, J. (1990) Interfacing Geographic. Information Systems and Remote Sensing for Rural Land-use Analysis. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol.56, No:3 pp: 329-331.

ORHON, D. (1991) İstanbul'da Su Toplama Havzalarında Endüstriyel Kirlenmenin Boyutları. Su Toplama Havzalarını Koruma Stratejileri Uluslararası Sempozyumu, s:254-272.

ÖRMECİ, C. (1987) Uzaktan Algılama (Temel Esasları) İTÜ

QUARMBY, N.A.; CUSHNIE, J.L. (1989) Land Cover Changes at the Urban Fringe from SPOT HRV Imagery in South-East England. International Journal of Remote Sensing, 10 (6), pp: 953-963.

ROSENFIELD, H.G.; FITZPATRICK-LINS, K. (1986) A coefficient of Agreement as a Measure of Thematic Classification Accuracy. Photogrametric Engineering and Remote Sensing, Vol 52, No:2, pp: 223-227.

SARBANOĞLU, H. (1990) Coğrafi Bilgi Sistemi Geliştirme ve Gerçekleştirme Yöntemi. Harita Dergisi, sayı:105.

STORY, M.; CONGOLTAN, R.G. (1986) Accuracy Assesment: A User's Perpective. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol:52 (3), pp: 397-399.

SUNAR, F. (1991) Körfezlerdeki Su Kalitesinin Uydu Görüntü Verileri Yardımıyla İncelenmesi. Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri.

ŞEKER, D. (1993) Kırsal Bölgelerde Bilgi Sistemlerinin Uygulama Olanakları Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

TAŞTAN, H. (1991) Coğrafi Bilgi Sistemleri, Bir Coğrafi Bilgi Sisteminin Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

TREITZ, P.M.; HOWARTH, P.J.; GONG, P. (1992) Application of Satellite and GIS Technologies for Lan-Cover and Land-Use Mapping at the Rural-urban Fringe: A case study. PE and RS, Vol: 58, No:4 pp: 439-448.

ULUĞTEKİN, N. (1993) Kadastro Paftalarının Geometrik Niteliğinin Yükseltilmesinde ve Yenilenmesinde Homojenleştirme Algoritmaları. Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

WELCH, R. (1984) Mapping the Earth from space in the 1980's. Remote Sensing, Proceedings of SPIE, Vol:475.

WELCH, R.; USERY, E.L. (1984b) Cartographic Accuracy of Landsat-4 MSS and TM İmage Data. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. GE-22, No:3.

WELCH, R.; REMILLARD, M.M.; SLACK, R.B (1988) Remote Sensing and Geographic Information System Techniques for Aquatic Resource Evaluation. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 54 (2), pp: 177-185.

EK A

İSTANBUL SU VE KANALİZASYON İDARESİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

İÇME VE KULLANMA SUYU TEMİN EDİLEN VE EDİLECEK OLAN YÜZEYSEL SU KAYNAKLARININ KİRLENMEYE KARŞI KORUNMASI

YÖNETMELİK

II. BÖLÜM

KORUMA ALANLARI VE BU ALANLARDA ALINACAK TEDBİRLER

İçmesuyu Temin Edilen ve Edilecek Olan Yüzeysel Su Kaynakları

Madde 7: Mutlak Koruma Alanı (0-300m):

Bu alanlarda uyulması gereken esaslar şunlardır:

a) Mutlak koruma alanlarında arıtma tesisleri hariç hangi maksatla olursa olsun hiçbir şekilde yapı yapılamaz, iskana açılamaz, turizm alanı kurulamaz.

b) Bu alanlarda hiçbir şekilde ziraat ve hayvancılık yapılamaz.Mevcut hayvancılık tesisleri ise geçici madde-2'deki tasfiye esaslarına tabidir.

c) Mutlak koruma Alanları İSKİ tarafından program dahilinde kamulaştırılacaktır. Kamulaştırma işlemi gerçekleştirilinceye kadar tapuya tedbir konulacaktır.

d) Bu alanlarda özel ve kamu kuruluşlarınca ağaçlandırma yapılarak, İSKİ'nin belirleyeceği ölçüler içerisinde gezi, seyir ve spor alanları ve balık tutma cepleri oluşturulabilir.

e) Bu alanlarda mevcut gayrısıhhi müesseseler kaldırılır, yenilerine izin verilemez.

f) Bu alanlarda toprak, taş, kum, kil ve maden ocağı vb. açılmasına ve işletilmesine, mezarlık kurulmasına izin verilemez.

Mutlak koruma alanlarında kurulmuş köy ve belde belediyeleri mevcut ise, kamulaştırma veya nakil işlemi yapılıncaya kadar, İSKİ' ce belirlenen tedbirler alınacaktır.

Madde 8: Kısa Mesafeli Koruma Alanları (300-1000 m):

Bu alanda mutlak uyulması gereken esaslar:

Bu alanda mutlak koruma alanına ilişkin düzenlemeler aynen geçerlidir. Ancak bu alanda her 10 000 m². ye tek bina tekabül edecek şekilde emsal=0.03, binalarının havzaya bakan cephesinde azami yükseklik =6.50 mt. olmak ve geriye kalan parsel alanı ağaçlandırılmak kaydıyla, konutlara; suni gübre ve zirai mücadele ilaçları kullanmamak kaydıyla hayvancılık ve seralar hariç diğer ziraifaaliyetlere izin verilir.

Kısa mesafeli koruma alanlarında kurulmuş köy ve belde belediyeleri mevcut ise kamulaştırma veya nakil işlemi yapılıncaya kadar İSKİ'ce belirlenen tedbirler alınacaktır.

Madde 9: Orta Mesafeli Koruma Alanı (100-200 m):

Bu alanlarda uyulması gereken esaslar şunlardır:

a) Bu alanlarda atıksu deşarjı yapılmaması veya İSKİ'nin onayı alınarak Tablo-2'de verilen deşarj limitlerini sağlayacak şekilde arıtılarak İSKİ'nin uygun gördüğü alıcı ortama verilmesi şartıyla, yapılaşmalar aşağıdaki esaslara bağlıdır.

Yeni yapılacak ifrazlarda asgari parsel alanı 5000 m² dir.

Bu yönetmeliğin yürürlüğe girmesinden önce oluşmuş parsellerde asgari parsel alan 2000 m² alınacaktır.

Emsal : 0.08

Azami yükseklik (h) : 6.50 m.

5000 m² den büyük parsellerde her 5000 m² ye tek bina tekabül edecek şekilde yapılaşmaya müsaade edilebilir. Her bir binada en fazla iki bağımsız bölüm yapılabilir.

Ancak müstakil mülkiyete konu olamayacak ortak mahallerden kapıcı dairesi, garaj ve müşterek mahaller toprak üzerinde bina haricinde inşaa edilirse emsale dahil edilecektir. Bodrum katta inşaa edilecek garaj, kapıcı dairesi, kömürlük, kalorifer dairesi vs. gibi müstakil mahaller dahil edilemeyecektir.

Açık çıkmalar emsale dahil değildir.

b) Bu alanlarda sosyal konut, her türlü sanayi, serbest bölgeler ve hayvancılık tesisleri kurulamaz.

c) Bu alanlarda suni gübre, kalıcı ve zehirli zirai mücadele ilaçları kullanmamak kaydıyla zirai faaliyetlere müsaade edilebilir.

d) Bu alanlarda endüstri meslek liseleri ve yüksek öğretim kurumu dışında eğitim ve öğretim kurumu açılabilir.

e) Bu alanlarda taş, kum, kil, kömür ve maden ocağı açılmasına ve işletilmesine izin verilemez.

f) Bu alanlarda çöp toplama ve imha merkezleri, her türlü kimyevi madde, yakıt depoları, akaryakıt istasyonları ve mezarlıklar kurulamaz.

g) Bu alanlara katı ve sıvı atıklar dökülemez.

Orta mesafeli koruma alanlarında kurulmuş yerleşik alanlar mevcut ise aşağıdaki kısıtlamalara tabidir:

1) Bu yerleşim alanlarında belediye kurulmuş ise Ek-1' de belirtilen ilgili köy ve belediyelerin yerleşim alanları içerisinde emsal 0.15 ve asgari parsel alanı 1000 m² esas alınarak bina yapılabilir.

2) Bu yerleşim alanlarının atıksuları yönergede belirtilen esaslara göre arıtılarak Tablo 2' de verilen deşarj limitlerini sağlayacak, Tablo 1' de verilen hamsu kalite parametrelerini bozmayacak şekilde, İSKİ tarafından belirlenecek uygun bir alıcı ortama boşaltılır.

3) Bu bölgelerde endüstriyel atıksu üretmemesi ve İSKİ'nin öngördüğü tedbirleri alması şartıyla EK'te verilen liste 1' deki müesseseler dışındaki hiçbir gayrısıhhi müesseseye izin verilmez.

Gayri Sıhhi Müesseseler Yönetmeliğinde yer alan ve birinci sınıf gayrisihhi müesseseler haricinde olan, zehirli ve zararlı madde kullanmayan ve atık üretmeyen ve liste 1'de yer almayan müesseseler için, izin vermeye İSKİ Yönetim Kurulu yetkilidir.

4) Bu bölgede gerekli arıtma tesisleri yapılıncaya kadar, geçici olarak acilen belirli alanlarda veya her evde sızdırmasız atıksu toplama tankları yapılarak bu atıksular vidanjörlerle havza dışındaki deşarj noktalarına taşınarak boşaltılırlar.

Bu alanlarda dereler bulunması halinde, dere kenarlarındaki mutlak koruma alanlarında 7. maddedeki mutlak koruma alanlarına ait esaslar uygulanır.

Madde 10: Birinci Derece Uzun Mesafeli Koruma Alanları (2000-5000 m.):

Bu alanlarda uyulması gereken esaslar şunlardır:

a) Bu alanlarda atıksu deşarjı yapılmaması veya İSKİ'nin onayı alınarak Tablo 2' de verilen deşarj limitlerini sağlayacak şekilde arıtılıp, İSKİ' nin uygun gördüğü alıcı ortama verilmesi şartıyla yapılaşmalar aşağıdaki esaslara bağlıdır.

Asgari parsel alanı : 2000 m².

Emsal : 0.10

Azami yükseklik (h) : 6.50 m.

2000 m² den büyük parsellerde, her 2000 m² ye bir bina tekabül etmek üzere birden fazla bina yapılabilir. Bir binada en fazla iki bağımsız bölüm bulunabilir.

Açık çıkmalar emsale dahil değildir.

b) Bu alanlarda sosyal konut, her türlü sanayi, hayvan çiftliği, turizm alanları ve serbest bölgeler kurulamaz.

c) Bu alanlarda entegre tesis niteliğinde olmayan ahır, hayvan çiftliği, kümes, ağıl, su ve yem depoları, hububat depoları, tehlikeli ve zararlı atığı olmayan malzeme depoları, gübre ve silaj çukurları, arıhaneler, seralar, un değirmenleri, sosyal tesis ve yüzme havuzları gibi konut dışı yapılara cephe aldığı yola 10 m. diğer parsellere 5 m. den fazla yaklaşmamak kaydıyla inşaat alanı parsel alanının % 25'ini ve yapı yüksekliği azami (h)=6.50 m. yi geçmemek ve gerekli tedbirleri almak şartıyla İSKİ Yönetim Kurulu'nca izin verilebilir.

d) Bu alanlarda suni gübre ve zirai ilaçları kullanmamak kaydıyla ziraat ve seracılığa müsaade edilebilir.

e) Bu alanlarda tıp fakülteleri, hastane ve kimya laboratuvarları hariç olmak üzere, eğitim ve öğretim kurumları açılabilir.

f) Bu alanlarda endüstriyel atık çıkarmayan Ekte verilen liste 1 ve 2'deki müesseselere izin verilebilir.

Gayri Sıhhi Müesseseler Yönetmeliğinde yer alan ve birinci sınıf gayrisıhhi müesseseler haricinde olan, zehirli ve zararlı madde kullanmayan ve atık üretmeyen ve liste 1 ve 2'de yer almayan müesseseler için izin vermeye İSKİ Yönetim Kurulu yetkilidir.

g) Bu alanlarda taş, kum, kil, kömür ve maden ocağı açılmasına ve işletilmesine izin verilemez.

h) Bu alanlarda bölgenin ihtiyacını karşılayacak ölçüde mezarlıklar hariç çöp toplama ve imha merkezleri, her türlü kimyevi madde ve yakıt depoları kurulamaz.

1. derece uzun mesafeli koruma alanlarında kurulmuş yerleşik alanlar mevcut ise aşağıdaki kısıtlamalara tabidir.

1) Belediye yerleşik alanları içerisinde emsal 0.30 ve asgari parsel alanı 300 m² esas alınarak bina yapılabilir. Diğer yerleşik alanlarda emsal 0.20 ve asgari parsel alanı 500 m² esas alınarak bina yapılabilir.

2)Bu yerleşim alanlarının atıksuları yönergede belirtilen esaslara göre arıtılarak, Tablo 2'de verilen deşarj standartlarını sağlayarak, Tablo 1'de verilen hamsu kalite parametrelerini bozmayacak şekilde, İSKİ tarafından belirlenecek uygun bir alıcı ortama boşaltılır.

3)Bu bölgelerde endüstriyel atıksu üretmeyen ve İSKİ'nin öngördüğü tedbirleri almak şartıyla Ek'te verilen liste 1 ve 2'deki müesseselere izin verilir.

Gayri Sıhhi Müesseseler Yönetmeliğinde yer alan ve birinci sınıf gayrisıhhi müesseseler haricinde olan, zehirli ve zararlı madde kullanmayan ve atık üretmeyen ve liste 1 ve 2'de yer almayan müesseseler için izin vermeye İSKİ Yönetim Kurulu yetkilidir.

4) Bu alanda tıp fakülteleri hastane ve kimya laboratuvarları hariç olmak üzere, eğitim ve öğretim kurumları açılabilir.

5) Bu bölgede gerekli arıtma tesisleri yapılıncaya kadar, geçici olarak acilen belirli alanlarda veya her evde sızdırmasız atıksu toplama tankları yapılarak, bu atıklar vidanjörlerle havza dışındaki deşarj noktalarına boşaltılırlar.

Bu alanlarda dereler bulunması halinde, dere kenarlarındaki mutlak koruma alanlarında 7. maddedeki mutlak koruma alanlarına ait esaslar uygulanır.

İkinci Derecede Uzun Mesafeli Koruma Alanları:

Bu alanlarda uyulması gereken esaslar şunlardır:

a) Bu alanlarda atıksu deşarjı yapılmaması veya İSKİ'nin onayı alınarak, Tablo 2'de verilen deşarj limitlerini sağlayacak şekilde arıtıp, İSKİ'nin uygun gördüğü alıcı ortama verilmesi şartıyla yapılaşmalar aşağıdaki esaslara uyacaktır.

Asgari Parsel alanı : 1500m²

Emsal : 0.12

Azami yükseklik (h) : 6.50m.

1500 m² den büyük parsellerde, her 1500 m² ye bir bina tekabül etmek üzere birden fazla binaya izin verilebilir. Bir binada en fazla iki bağımsız bölüm yapılabilir.

b) Bu alanlarda sosyal konut, her türlü sanayi, turizm ve serbest bölgeler kurulamaz. Bu alanlarda yukarıdaki şartlarda tatil köyleri ve günübirlik tesisler kurulabilir.

c) Bu alanlarda entegre tesis niteliğinde olmayan hayvan çiftliği, süt üretim tesisleri, ahır, kümes, ağıl, su ve yem depoları, hububat depoları, tehlikeli ve zararlı atığı olmayan malzeme depoları, gübre ve silaj çukurları, arıhaneler, seralar, un değirmenleri, sosyal tesis ve yüzme havuzları gibi konut dışı yapılara

d) Bu alanlarda suni gübre ve zirai mücadele ilaçları kullanmamak kaydıyla tarım ve seracılığa müsaade edilebilir.

e) Bu alanlarda endüstriyel atık çıkarmayan ve İSKİ'nin öngördüğü tedbirleri almak şartıyla ekteki liste 1 ve 2' de belirtilen müesseselere izin verilebilir.

Gayri sıhhi Müesseseler Yönetmeliğinde yer alan ve birinci sınıf gayrisıhhi müesseseler haricinde olan, zehirli ve zararlı madde kullanmayan ve atık üretmeyen ve liste 1 ve 2'de yer almayan müesseseler için izin vermeye İSKİ Yönetim Kurulu yetkilidir.

f) Bu alanlarda taş, kum, kil, kömür ve maden ocağı açılmasına ve işletilmesine izin verilemez.

g) Bu alanlarda bölgenin ihtiyacını karşılayacak ölçüde mezarlıklar hariç çöp toplama ve imha merkezleri, her türlü kimyevi madde ve yakıt depoları kurulamaz.

h) Bu alanda eğitim ve öğretim kurumları ile ilgili sağlık tesislerine izin verilebilir.

2. Derece uzun mesafeli koruma lanlarında kurulmuş yerleşik alanlar mevcut ise aşağıdaki kısıtlamalara tabidir.

1) Belediye yerleşik alanları içerisnde emsal (0.50) asgari parsel alanı 300 m² alınarak bina yapılabilir. Diğer yerleşik alanlarda emsal 0.30 ve asgari parsel alanı 300 m² dir.

2) Bu alanların atıksuları yönergede belirtilen esaslara göre arıtılarak Tablo 2'de verilen deşarj standartlarını sağlayacak, Tablo 1'de verilen hamsu kalite parametrelerini bozmayacak şekilde İSKİ tarafından belirlenecek uygun bir alıcı ortama boşaltılır.

3) Bu bölgelerde endüstriyel atıksu üretmemesi ve İSKİ'nin öngördüğü tedbirleri alması şartıyla Ek'te verilen liste 1 ve 2'deki müesseselere izin verilir.

Gayri sıhhi Müesseseler Yönetmeliğinde yer alan ve birinci sınıf gayrisıhhi müesseseler haricinde olan, zehirli ve zararlı madde kullanmayan, atık üretmeyen ve liste 1 ve 2'de yer alamayan müesseseler için izin vermeye İSKİ Yönetim Kurulu yetkilidir.

4) Bu alanda eğitim ve öğretim kurumları ile sağlık tesislerine izin verilebilir.

5) Bu bölgede gerekli arıtma tesisleri yapılıncaya kadar geçici olarak acilen belirli alanlarda veya her evde sızdırmasız atıksu toplama tankları yapılarak, bu atıksular vidanjörlerle havza dışındaki deşarj noktalarına taşınarak boşaltılırlar.

Bu alanlarda dereler bulunması halinde, dere kenarlarındaki mutlak koruma alanlarında 7. maddedeki mutlak koruma alanlarına ait esaslar uygulanır.

EK B

Tablo B.1. Elmalı Barajı Su Durumu

ELMALI BARAJI SU DURUMU												
	GÖL SEVİYELERİ (m)						KULLANILABİLİR SU MİKTARI (m^3)					
TARİH	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1990	1991	1992	1993	1994	1995
1.OCAK	57.17	63.38	66.55	64.23	51.12	62.66	3.609.500	6.628.000	8.740.000	7.246.000	1.724.000	6.196.000
1.ŞUBAT	60.15	64.77	66.50	66.42	58.82	66.57	4.875.000	7.462.000	8.700.000	8.636.000	4.228.000	8.756.000
1.MART	61.46	66.62	66.60	66.55	62.61	66.61	5.530.000	8.796.000	8.780.000	8.740.000	6.166.000	8.788.000
1.NİSAN	61.56	66.67	67.40	66.84	63.03	67.09	5.580.000	8.836.000	9.500.000	8.972.000	6.418.000	9.190.000
1.MAYIS	60.57	67.01	66.97	66.37	60.01	67.30	5.085.000	9.110.000	9.076.000	8.596.000	4.805.000	9.400.000
1.HAZİRAN	59.67	67.04	66.04	65.57	63.43	66.28	4.635.000	9.140.000	8.832.000	8.250.000	6.658.000	8.524.000
1.TEMMUZ	59.31	66.17	65.25	64.42	64.45	64.55	4.455.000	8.436.000	7.775.000	7.252.000	7.270.000	7.330.000
1.AĞUSTOS	56.76	65.07	64.09	62.23	64.20	64.03	3.466.000	7.649.000	7.054.000	5.938.000	7.120.000	7.018.000
1.EYLÜL	54.13	63.10	61.90	59.72	63.68	61.89	2.545.500	6.460.000	5.750.000	4.660.000	6.808.000	5.745.000
1.EKİM	51.12	63.67	59.60	58.12	62.30	59.98	1.724.000	6.802.000	4.600.000	3.948.000	5.980.000	4.790.000
1.KASIM	48.97	62.53	58.30	58.07	62.40	59.08	1.295.500	6.118.000	4.020.000	3.928.000	6.040.000	7.340.000
1.ARALIK	53.37	62.32	58.42	56.60	45.37	63.14	2.311.000	5.992.000	4.068.000	3.410.000	755.500	6.484.000

Tablo B.2. Alibey Barajı Su Durumu

ALİBEY BARAJI SU DURUMU												
	GÖL SEVİYELERİ (m)						KULLANILABİLİR SU MİKTARI (m^3)					
TARİH	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1990	1991	1992	1993	1994	1995
1.OCAK	12.10	18.15	21.64	16.05	15.13	16.55	756.000	10.418.500	19.421.200	5.939.500	4.394.100	6.860.000
1.ŞUBAT	11.52	18.03	18.12	17.15	15.02	20.13	320.600	9.921.200	10.123.200	8.041.000	4.222.200	15.121.600
1.MART	13.02	17.57	17.61	18.86	16.00	18.08	1.619.200	8.916.000	9.001.500	11.856.200	5.850.000	10.033.200
1.NİSAN	14.00	18.55	21.03	21.49	15.76	19.30	2.770.000	11.115.000	17.634.400	18.975.500	5.431.200	12.946.000
1.MAYIS	12.47	19.58	20.85	20.61	15.20	20.05	1.078.400	13.662.400	17.120.000	16.444.000	4.504.000	14.905.500
1.HAZİRAN	13.45	17.27	20.49	19.57	15.10	19.35	2.095.000	8.286.500	16.109.300	13.636.600	4.347.000	13.073.000
1.TEMMUZ	14.34	16.38	19.41	18.05	14.52	18.58	3.225.600	6.540.800	13.225.600	9.966.000	3.477.800	11.185.800
1.AĞUSTOS	13.45	16.63	17.72	16.59	13.66	18.35	2.095.000	7.012.600	9.238.400	6.436.000	2.344.600	10.648.500
1.EYLÜL	13.10	16.01	16.50	15.80	13.26	17.26	1.704.000	5.867.400	6.765.000	5.500.000	1.879.600	8.266.000
1.EKİM	12.25	15.46	15.57	14.56	12.69	16.10	883.000	4.926.000	5.108.400	3.535.400	1.285.400	6.029.000
1.KASIM	11.10	15.65	15.19	13.88	12.86	14.60	57.000	5.243.500	4.488.300	2.616.800	1.454.600	3.593.000
1.ARALIK	12.39	16.81	14.78	14.44	14.09	13.88	1.005.200	7.361.700	3.857.400	3.365.000	2.887.900	2.616.800

Pafta G22 A4

N. No	x	y
1	4523489.7	677928.9
2	4523063.74	679106.59
3	4526327.69	675625.75
4	4521197.61	678234.66
1	4523494.25	677927.22
2	4523068.37	679098.47
3	4526328.23	675626.57
4	4521195.83	678240.18
1	4523495.87	677932.78
2	4523064.8	679105.01
3	4526328.32	675629.78
4	4521198.44	678236.61
1	4523500.88	677934.31
2	4523072.49	679104.25
3	4526323.5	675628.39
4	4521200.63	678236.86
1	4523496.64	677924.26
2	4523065.81	679100.1
3	4526326.11	675626.89
4	4521198.85	678241.47
1	4523494.6	677929.4
2	4523068.3	679104.91
3	4526330.34	675625.46
4	4521202.08	678238.65

x1(ort)=	4523495.32	y1(ort)=	677929.48	dx(1)	dy(1)	mx(0)	my(0)
				5.623	0.578	3.639	3.6584
				1.073	2.258		
				-0.55	-3.302		
				-5.56	-4.832		
				-1.32	-5.218		
				0.723	0.078		

x2(ort)=	4523067.25	y2(ort)=	679103.22	dx(2)	dy(2)	mx(0)	my(0)
				3.512	-3.368	3.169	3.1867
				-1.12	4.752		
				2.452	-1.788		
				-5.24	-1.028		
				1.442	3.122		
				-1.05	-1.688		

x3(ort)=	4526326.77	y3(ort)=	675627.48	dx(3)	dy(3)	mx(0)	my(0)
				-0.92	1.726	2.329	1.6537
				-1.46	0.906		
				-1.55	-2.304		
				3.27	-0.914		
				0.66	0.586		
				-3.57	2.016		

x4(ort)=	4521198.91	y4(ort)=	678238.07	dx(4)	dy(4)	mx(0)	my(0)
				1.297	3.412	2.209	2.5129
				3.077	-2.108		
				0.467	1.462		
				-1.72	1.212		
				0.057	-3.398		
				-3.17	-0.578		

Pafta F21 C4

N. No	x	y
1	4541782.26	647546.19
2	4540443.17	648386.48
1	4541777.37	647545.07
2	4540428.11	648383.14
1	4541775.3	647550.42
2	4540428.24	648383.97
1	4541770.44	647548.35
2	4540424.08	648380.43
1	4541771.53	647546.24
2	4540422.32	648380.62
1	4541770.29	647547.49
2	4540425.47	648381.83

x1(ort)=	4541774.53	y1(ort)=	647547.29	dx(1)	dy(1)	mx(0)	my(0)
				-7.728	1.1033	3.458	0.792
				-2.838	2.2233		
				-0.768	-3.1267		
				4.0917	-1.0567		
				3.0017	1.0533		
				4.2417	-0.1967		

x2(ort)=	4540428.57	y2(ort)=	648382.75	dx(2)	dy(2)	mx(0)	my(0)
				-14.6	-3.735	10.65	2.3617
				0.455	-0.395		
				0.325	-1.225		
				4.485	2.315		
				6.245	2.125		
				3.095	0.915		

EK C

Pafta F22 D3

N. No	x	y	x1(ort)=	4554262.63	y1(ort)=	684133.02	dx(1)	dy(1)	mx(0)	my(0)
							-1.52	4.862	3.309	4.6103
1	4554264.15	684128.16					3.158	-1.66		
2	4549914.46	678856.62					0.478	-2.77		
3	4550231.46	678840.11					-1.11	-3.07		
							-0.77	-1.38		
							-0.23	4.012		
			x2(ort)=	4549912.6	y2(ort)=	678859.89	dx(2)	dy(2)	mx(0)	my(0)
							-1.86	3.268	2.029	6.5973
							-4.73	-6.06		
1	4554259.47	684134.68					0.052	-4.3		
2	4549917.33	678865.95					4.652	2.528		
3	4550243.26	678826.5					2.072	-0.42		
							-0.19	4.988		
			x3(ort)=	4550239.51	y3(ort)=	678827.63	dx(3)	dy(3)	mx(0)	my(0)
							8.047	-12.5	8.344	9.6237
							-3.75	1.127		
							-3.94	0.467		
1	4554262.15	684135.79					1.357	-0.75		
2	4549912.55	678864.19					4.987	0.697		
3	4550243.45	678827.16					-6.69	10.95		
1	4554263.74	684136.09								
2	4549907.95	678857.36								
3	4550238.15	678828.38								
1	4554263.4	684134.4								
2	4549910.53	678860.31								
3	4550234.52	678826.93								
1	4554262.86	684129.01								
2	4549912.79	678854.9								
3	4550246.2	678816.68								

Pafta F22 D2

N. No	x	y	x1(ort)=	4566998.91	y1(ort)=	685711.02	dx(1)	dy(1)	mx(0)	my(0)
							3.6783	-6.5483	4.37	3.8467
1	4566995.23	685717.57					-2.502	-1.1083		
2	4566006.74	684594.19					1.9283	2.3117		
3	4565564.97	680586.5					-0.982	5.0017		
4	4564295.25	678625.1					-1.582	3.0617		
							-0.542	-2.7183		
			x2(ort)=	4566002.02	y2(ort)=	684594.09	dx(2)	dy(2)	mx(0)	my(0)
							-4.718	-0.1017	1.682	0.1626
							-2.368	-0.3317		
1	4567001.41	685712.13					-0.468	1.9883		
2	4566004.39	684594.42					-1.788	5.4183		
3	4565564.09	680575.41					5.7217	0.3583		
4	4564300.84	678614.41					3.6217	-7.3317		
			x3(ort)=	4565563.49	y3(ort)=	680579.54	dx(3)	dy(3)	mx(0)	my(0)
							-1.48	-6.9633	0.622	7.8418
							-0.6	4.1267		
							4.08	6.8267		
1	4566996.98	685708.71					-0.24	-1.3333		
2	4566002.49	684592.1					-2.45	0.7867		
3	4565559.41	680572.71					0.69	-3.4433		
4	4564283.36	678619.46	x4(ort)=	4564290.59	y4(ort)=	678617	dx(4)	dy(4)	mx(0)	my(0)
							-4.66	-8.1	3.953	7.559
							-10.25	2.59		
							7.23	-2.4?		
1	4566999.89	685706.02					7.16	2		
2	4566003.81	684588.67					3.75	1.32		
3	4565563.73	680580.87					-3.23	4.45		
4	4564283.43	678615								
1	4567000.49	685707.96								
2	4565996.3	684593.73								
3	4565565.94	680578.75								
4	4564286.84	678615.68								
1	4566999.45	685713.74								
2	4565998.4	684601.42								
3	4565562.8	680582.98								
4	4564293.82	678612.35								

Pafta F22 C1

N. No	x	y	x1(ort)=	4561645.27	y1(ort)=	690311.35	dx(1)	dy(1)	mx(0)	my(0)
							2.7533	3.54	3.906	2.754
1	4561642.52	690307.81					-5.057	-1.25		
2	4567352.4	689240.19					-1.287	3.5		
3	4567069.96	689914.88					1.3633	-10.07		
							1.7933	0.25		
							0.4333	4.03		
			x2(ort)=	4567354.89	y2(ort)=	689251.54	dx(2)	dy(2)	mx(0)	my(0)
							2.4917	11.348	3.845	4.7274
							-5.078	2.7683		
1	4561650.33	690312.6					-2.468	3.6183		
2	4567359.97	689248.77					0.0617	-18.902		
3	4567078.73	689922.53					2.3717	1.1683		
							2.6217	-0.0017		
			x3(ort)=	4567072.01	y3(ort)=	689925.96	dx(3)	dy(3)	mx(0)	my(0)
							2.045	11.078	4.44	4.5711
							-6.725	3.4283		
							-1.135	2.9183		
1	4561646.56	690307.85					3.785	-15.942		
2	4567357.36	689247.92					-1.185	-2.9217		
3	4567073.14	689923.04					3.215	1.4383		
1	4561643.91	690321.42								
2	4567354.83	689270.44								
3	4567068.22	689941.9								
1	4561643.48	690311.1								
2	4567352.52	689250.37								
3	4567073.19	689928.88								
1	4561644.84	690307.32								
2	4567352.27	689251.54								
3	4567068.79	689924.52								

Pafta F22 C3

N. No	x	y	x1(ort)=	4542774.32	y1(ort)=	667107.4	dx(1)	dy(1)	mx(0)	my(0)
							12.293	-13.772	7.77	14.722
1	4542762.03	667121.17					3.2733	-9.4817		
2	4544017.24	667273.27					3.2733	-16.252		
3	4540897.54	665376.09					-6.757	9.5583		
4	4541842.15	664329.24					-3.737	14.588		
5	4552206.65	661238					-8.347	15.358		
6	4553440.15	661089.85	x2(ort)=	4544017.91	y2(ort)=	667275.94	dx(2)	dy(2)	mx(0)	my(0)
7	4553697.64	660778.32					0.665	2.6667	2.434	2.7926
8	4547171.88	663891.79					-4.685	1.6767		
1	4542771.05	667116.88					0.305	-1.4933		
2	4544022.59	667274.26					0.355	-4.6133		
3	4540907.64	665379.6					0.855	2.2967		
4	4541852.95	664327.89					2.505	-0.5333		
5	4552207.45	661244.21	x3(ort)=	4540902.47	y3(ort)=	665377.76	dx(3)	dy(3)	mx(0)	my(0)
6	4553442.75	661091.23					4.93	1.6683	4.344	2.7253
7	4553690.48	660789.31					-5.17	-1.8417		
8	4547185.96	663895.64					-5.52	-4.4417		
1	4542771.05	667123.65					2.2	0.7083		
2	4544017.6	667277.43					0.87	3.1983		
3	4540907.99	665382.2					2.69	0.7083		
4	4541844.59	664325.85	x4(ort)=	4541839.56	y4(ort)=	664329.06	dx(4)	dy(4)	mx(0)	my(0)
5	4552204.62	661240.98					-2.59	-0.1783	8.661	2.5347
6	4553439.72	661081.18					-13.39	1.1717		
7	4553698.51	660776.42					-5.03	3.2117		
8	4547166.85	663894.47					10.16	-2.6683		
1	4542781.08	667097.84					6.33	1.6917		
2	4544017.55	667280.55					4.52	-3.2283		
3	4540900.27	665377.05	x5(ort)=	4552202.21	y5(ort)=	661243.96	dx(5)	dy(5)	mx(0)	my(0)
4	4541829.4	664331.73					-4.442	5.9617	4.965	4.8185
5	4552198.5	661241.65					-5.242	-0.2483		
6	4553440.66	661086.89					-2.412	2.9817		
7	4553684.28	660783.28					3.7083	2.3117		
8	4547154.52	663887.83					7.4583	-3.8183		
1	4542778.06	667092.81					0.9283	-7.1883		
2	4544017.05	667273.64	x6(ort)=	4553437.17	y6(ort)=	661088.67	dx(6)	dy(6)	mx(0)	my(0)
3	4540901.6	665374.56					-2.982	-1.1767	5.759	4.1763
4	4541833.23	664327.37					-5.582	-2.5567		
5	4552194.75	661247.78					-2.552	7.4933		
6	4553429.4	661092.96					-3.492	1.7833		
7	4553681.81	660781.9					7.7683	-4.2867		
8	4547156.46	663885.91					6.8383	-1.2567		
1	4542782.67	667092.04	x7(ort)=	4553689.44	y7(ort)=	660782.39	dx(7)	dy(7)	mx(0)	my(0)
2	4544015.4	667276.47					-8.2	4.0683	7.292	4.6576
3	4540899.78	665377.05					-1.04	-6.9217		
4	4541835.04	664332.29					-9.07	5.9683		
5	4552201.28	661251.15					5.16	-0.8917		
6	4553430.33	661089.93					7.63	0.4883		
7	4553683.92	660785.1					5.52	-2.7117		
8	4547158.83	663895.97	x8(ort)=	4547165.75	y8(ort)=	663891.94	dx(8)	dy(8)	mx(0)	my(0)
							-6.13	0.145	11.9	4.2334
							-20.21	-3.705		
							-1.1	-2.535		
							11.23	4.105		
							9.29	6.025		
							6.92	-4.035		

Pafta F22 D4

N No	x	y	x1(ort)=	4569264 47	y1(ort)=	674166 61	dx(1)	dy(1)	mx(0)	my(0)
							0 692	-0 2	3 182	3 955
1	4569263 78	674166 81					-4 618	-4 19		
2	4566550 83	677185 24					-3 308	-4 72		
3	4564908 1	677034 63					2 012	4 09		
4	4569458 71	670927 86					2 912	4 63		
5	4561263 98	674117 04					2 312	0 39		
6	4559630 07	672609 46	x2(ort)=	4566546 04	y2(ort)=	677184 78	dx(2)	dy(2)	mx(0)	my(0)
7	4556469 67	672730 67					-4 792	-0 465	5 713	3 416
8	4556835 11	673913 85					-7 922	-1 805		
9	4558937 5	673928 4					-2 042	0 725		
10	4563360 37	677679 27					4 498	6 035		
1	4569269 09	674170 8					5 608	-4 225		
2	4566553 96	677186 58					4 648	-0 265		
3	4564898 34	677044 31	x3(ort)=	4564905 88	y3(ort)=	677043 14	dx(3)	dy(3)	mx(0)	my(0)
4	4569459 9	670932 08					-2 222	8 505	3 921	6 124
5	4561266 26	674123 63					7 538	-1 175		
6	4555629 74	672607 86					0 708	-3 165		
7	4556473 05	672727 49					-1 702	6 515		
8	4556831 63	673914 62					-3 252	-6 805		
9	4558929 82	673936 32					1 072	-3 875		
10	4563356 1	677685 55	x4(ort)=	4569461 94	y4(ort)=	670961 24	dx(4)	dy(4)	mx(0)	my(0)
1	4569267 78	674171 33					3 232	33 28167	4 186	70 59
2	4566548 08	677184 05					2 042	29 16167		
3	4564905 17	677046 3					2 482	29 15167		
4	4569459 46	670932 09					-0 118	29 27167		
5	4561261 77	674117 38					-8 158	23 07167		
6	4559624 69	672600 27					0 522	-143 938		
7	4556466 22	672724 09	x5(ort)=	4561261 81	y5(ort)=	674118 32	dx(5)	dy(5)	mx(0)	my(0)
8	4556827 91	673908 17					-2 075	1 283333	4 193	2 827
9	4558926 69	673929 58					-4 353	-5 30667		
10	4563354 39	677682 67					0 137	0 943333		
1	4569262 46	674162 52					6 307	1 263333		
2	4566541 54	677178 74					-3 533	1 433333		
3	4564907 58	677036 62					3 517	0 383333		
4	4569462 06	670931 97	x6(ort)=	4559625 7	y6(ort)=	672605 25	dx(6)	dy(6)	mx(0)	my(0)
5	4561255 6	674117 06					-4 368	-4 21333	3 828	5 379
6	4559620 9	672600 06					-4 038	-2 61333		
7	4556473 21	672727 03					1 012	4 976667		
8	4556825 65	673910 81					4 802	5 186667		
9	4558931 24	673925 38					-0 988	-7 27333		
10	4563354 89	677680 68					3 582	3 936667		
1	4569261 56	674161 98	x7(ort)=	4556472 11	y7(ort)=	672727 03	dx(7)	dy(7)	mx(0)	my(0)
2	4566540 43	677189					2 44	-3 63833	3 581	2 171
3	4564909 13	677049 94					-0 94	-0 45833		
4	4569470 1	670938 17					5 89	2 941667		
5	4561265 44	674116 89					-1 1	0 001667		
6	4559626 69	672612 52					-4 04	-0 05833		
7	4556476 15	672727 09					-2 25	1 211667		
8	4556833 11	673910 25	x8(ort)=	4556829 8	y8(ort)=	673911 55	dx(8)	dy(8)	mx(0)	my(0)
9	4558933 11	673927 03					-5 313	-2 305	4 072	2 382
10	4563354 6	677680 93					-1 833	-3 075		
1	4569262 16	674166 22					1 887	3 375		
2	4566541 39	677185 04					4 147	0 735		
3	4564906 95	677047 01					-3 313	1 295		
4	4569461 42	671105 18					4 427	-0 025		
5	4561258 39	674117 94	x9(ort)=	4558930 83	y9(ort)=	673928 9	dx(9)	dy(9)	mx(0)	my(0)
6	4559622 12	672601 31					-0 675	0 495	4 147	3 916
7	4556474 36	672725 62					1 005	-7 425		
8	4556825 37	673911 57					4 135	-0 685		
9	4558926 59	673926 66					-0 415	3 515		
10	4563353 17	677678 3					-2 285	1 865		
							4 235	2 235		
			x10(ort)	4563355 59	y10(ort)	677681 23	dx(10)	dy(10)	mx(0)	my(0)
							4 783	1 963333	2 525	2 591
							-0 513	-4 31667		
							1 197	-1 43667		
							0 697	0 553333		
							0 987	0 303333		
							2 417	2 933333		

Pafta F22 D1

Fi No	x	y	x1(ort)	4543787 32	y1(ort)=	669077 7	dx(1)	dy(1)	mx(0)	my(0)
							3 363	3 257	4 367	4 547
1	4543783 66	669074 53					5 883	4 337		
2	4545601 05	671381 95					1 493	2 257		
3	4546380 33	670700 96					-1 937	1 617		
4	4545555 01	668742 35					-2 867	-6 24		
5	4549183 1	672754 7					5 937	-5 22		
6	4553519 54	673149 95	x2(ort)	4545605 45	y2(ort)=	671367 08	dx(2)	dy(2)	mx(0)	my(0)
7	4549804 55	676996 33					4 403	5 13	4 895	6 546
8	4549433 59	676597 36					2 023	2 43		
9	4549440 49	677933 67					5 603	7 44		
							-1 937	0 89		
1	4543781 44	669073 45					-2 787	8 64		
2	4545603 43	671364 65					-7 307	-7 25		
3	4546380 21	670701 26	x3(ort)	4545383 89	y3(ort)=	670704 03	dx(3)	dy(3)	mx(0)	my(0)
4	4545558 02	668734 42					3 557	3 667	4 756	5 532
5	4549176 53	672750 92					3 677	3 367		
6	4553516 04	673145 17					5 227	5 157		
7	4549793 18	676934 54					-3 083	1 647		
8	4549426 16	676595 48					-2 933	-5 65		
9	4549447 99	677933 43					-6 443	-8 18		
			x4(ort)	4545558 1	y4(ort)=	668736 72	dx(4)	dy(4)	mx(0)	my(0)
1	4543785 83	669075 53					3 087	5 53	7 3	4 13
2	4545599 85	671359 64					0 077	2 36		
3	4546378 66	670699 47					13 19	2 85		
4	4545544 91	668733 93					3 083	4 12		
5	4549174 05	672750 82					6 223	0 92		
6	4553517 37	673150 69					7 043	4 68		
7	4549796 92	676985 05	x5(ort)	4549177 74	y5(ort)=	672758 66	dx(5)	dy(5)	mx(0)	my(0)
8	4549427 48	676597 22					-5 365	3 96	3 192	7 852
9	4549443 97	677927 13					1 205	7 74		
							3 685	7 84		
1	4543789 26	669076 17					0 315	-1 28		
2	4545607 39	671364 19					1 955	7 94		
3	4546386 97	670702 88					-1 795	-10 3		
4	4545561 18	668732 64	x6(ort)	4553519 98	y6(ort)=	673155 76	dx(6)	dy(6)	mx(0)	my(0)
5	4549177 42	672759 94					0 44	5 805	2 897	8 596
6	4553521 04	673158 26					3 64	10 58		
7	4549792 03	676988 7					2 68	5 065		
8	4549431 12	676601 64					-1 06	3 51		
9	4549449 71	677934 8					-3 28	5 46		
							-2 7	-12 5		
1	4543790 19	669084 03	x7(ort)	4549796 33	y7(ort)=	676992 85	dx(7)	dy(7)	mx(0)	my(0)
2	4545608 24	671375 72					8 222	-3 48	4 441	7 988
3	4546386 87	670710 28					3 148	8 313		
4	4545584 32	668735 86					0 592	7 803		
5	4549175 78	672766 6					4 298	4 153		
6	4553523 26	673161 22					-0 132	11 5		
7	4549796 46	677004 31					1 498	-5 34		
8	4549436 49	676613 85	x8(ort)	4549431 51	y8(ort)=	676601 72	dx(8)	dy(8)	mx(0)	my(0)
9	4549456 86	677943 01					-2 077	4 362	4 04	6 799
							5 353	6 242		
1	4543793 26	669083 01					4 033	4 502		
2	4545612 76	671374 33					0 393	0 082		
3	4546390 33	670712 81					-4 977	-11 9		
4	4545565 14	668741 46					2 727	-3 26		
5	4549179 53	672768 98	x9(ort)	4549448 95	y9(ort)=	677935 96	dx(9)	dy(9)	mx(0)	my(0)
6	4553522 68	673168 24					8 455	2 288	6 212	6 336
7	4549794 83	676998 19					0 955	2 578		
8	4549434 24	676604 98					4 975	8 878		
9	4549454 65	677943 71					0 765	1 158		
							7 915	7 05		
							-5 705	-7 75		

Pafta G21 B1

N. No	x	y	x1(ort)=	4537994.83	y1(ort)=	650721.01	dx(1)	dy(1)	mx(0)	my(0)
							2.9667	1.7833	1.843	1.3024
1	4537991.86	650719.23					-0.633	-1.3467		
2	4537936.67	649383.23					0.5467	0.1433		
3	4537562.6	655486.35					0.2367	-1.0767		
							-2.693	1.2933		
							-0.423	-0.7967		
			x2(ort)=	4537937.03	y2(ort)=	649386.68	dx(2)	dy(2)	mx(0)	my(0)
							0.3567	3.445	4.368	3.0566
1	4537995.46	650722.36					6.0367	2.925		
2	4537930.99	649383.75					-6.443	-0.205		
3	4537566.35	655490.88					1.5467	-1.855		
							-3.373	0.445		
							1.8767	-4.755		
			x3(ort)=	4537562.28	y3(ort)=	655491.99	dx(3)	dy(3)	mx(0)	my(0)
							-0.322	5.6433	3.764	3.5008
							-4.072	1.1133		
							-0.182	0.5933		
1	4537994.28	650720.87					6.5583	-3.9767		
2	4537943.47	649386.88					1.1483	0.0933		
3	4537562.46	655491.4					-3.132	-3.4667		
1	4537994.59	650722.09								
2	4537935.48	649388.53								
3	4537555.72	655495.97								
1	4537997.52	650719.72								
2	4537940.4	649386.23								
3	4537561.13	655491.9								
1	4537995.25	650721.81								
2	4537935.15	649391.43								
3	4537565.41	655495.46								

Coefficient Filename :
YENI

EK D

Here are the points you are using:

Point Count	Point Number	X	Y	Image Pixels X	Image Pixels Y
1	1	684133.0000	4554262.5000	4250.00	2611.00
2	2	678859.8750	4549912.5000	4099.00	2786.00
3	3	678827.6250	4550239.5000	4095.87	2774.12
4	4	650721.0000	4537995.0000	3242.62	3333.62
5	5	649386.6870	4537937.0000	3195.62	3340.37
6	6	655492.0000	4537562.5000	3402.37	3318.12
7	7	677929.5000	4523495.5000	4217.87	3655.12
8	8	679103.2500	4523067.0000	4259.00	3665.00
9	9	675627.5000	4526327.0000	4126.00	3578.00
10	10	678238.0620	4521199.0000	4241.37	3733.12
11	11	674166.6250	4569264.5000	3838.00	2178.00
12	12	677184.7500	4566546.0000	3952.12	2247.37
13	13	677043.1250	4564906.0000	3955.37	2305.87
14	14	670961.2500	4569462.0000	3737.37	2187.87
15	15	674118.3120	4561262.0000	3880.00	2444.00
16	16	672605.2500	4559625.5000	3840.00	2502.00
17	17	672727.0000	4556472.0000	3863.00	2605.00
18	18	673911.5620	4556830.0000	3898.62	2585.12
19	19	673828.8750	4558931.0000	3888.00	2518.00
20	20	677681.2500	4563355.5000	3987.00	2351.00
21	21	647547.3120	4541774.5000	3116.62	3228.12
22	22	648382.7500	4540428.5000	3151.12	3267.12
23	23	667107.3750	4542774.5000	3752.37	3085.62
24	24	667275.9370	4544018.0000	3751.12	3046.87
25	25	665377.7500	4540902.5000	3705.00	3158.00
26	26	664329.0620	4541839.5000	3667.87	3132.12
27	27	661243.9370	4552202.0000	3510.00	2810.00
28	28	661088.7500	4553437.0000	3496.62	2770.87
29	29	660782.3750	4553689.5000	3485.87	2763.37
30	30	663891.9370	4547166.0000	3624.00	2964.00
31	31	690311.3750	4561645.5000	4414.00	2327.00
32	32	689251.5620	4567355.0000	4343.00	2154.00
33	33	689925.9370	4567072.0000	4366.12	2160.62
34	34	685711.0000	4566999.0000	4230.62	2187.87
35	35	684594.0620	4566002.0000	4197.87	2225.12
36	36	680579.5620	4565563.5000	4071.00	2263.00
37	37	678617.0000	4564290.5000	4022.00	2310.00
38	38	669077.8120	4543787.5000	3811.00	3043.00
39	39	670704.6250	4546384.0000	3853.12	2946.62
40	40	668736.7500	4545558.0000	3792.62	2983.37
41	41	672758.6870	4549177.5000	3904.37	2842.62
42	42	673155.7500	4553520.0000	3892.12	2697.62
43	43	676992.8750	4549796.5000	4039.12	2801.37
44	44	676601.7500	4549431.5000	4028.37	2809.12
45	45	677935.9370	4549449.0000	4071.62	2803.87

Order of transformation is 1

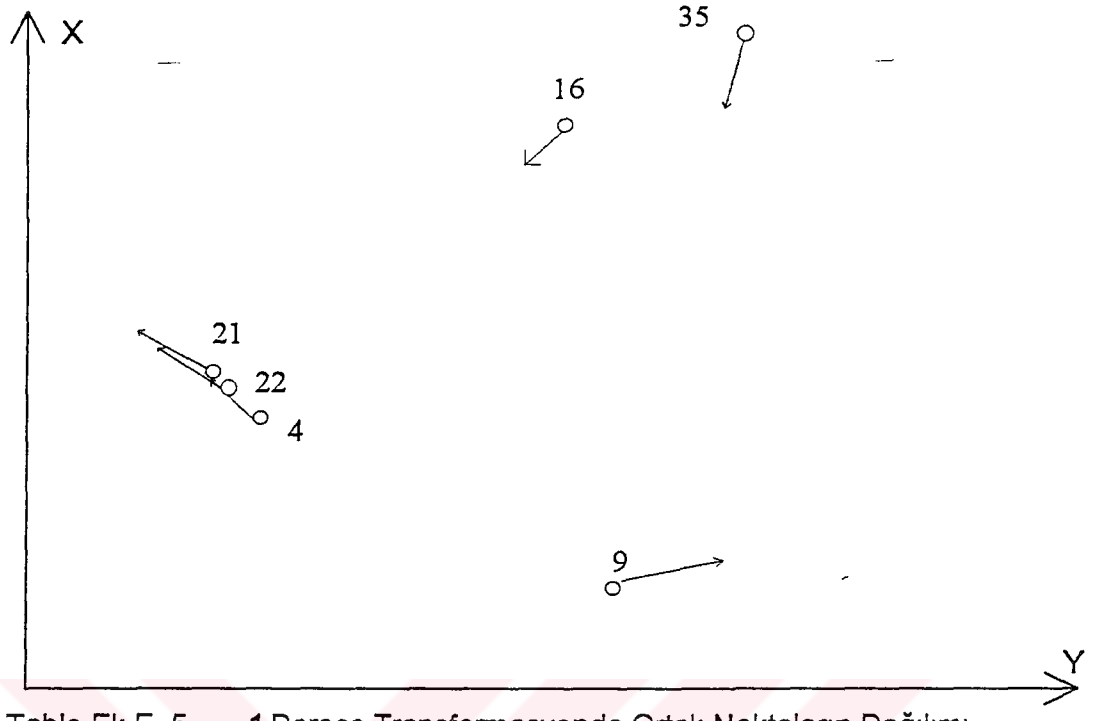
EK E

Tablo E.1. 1. derece Transformasyon Fark Vektörü Çizim Parametreleri

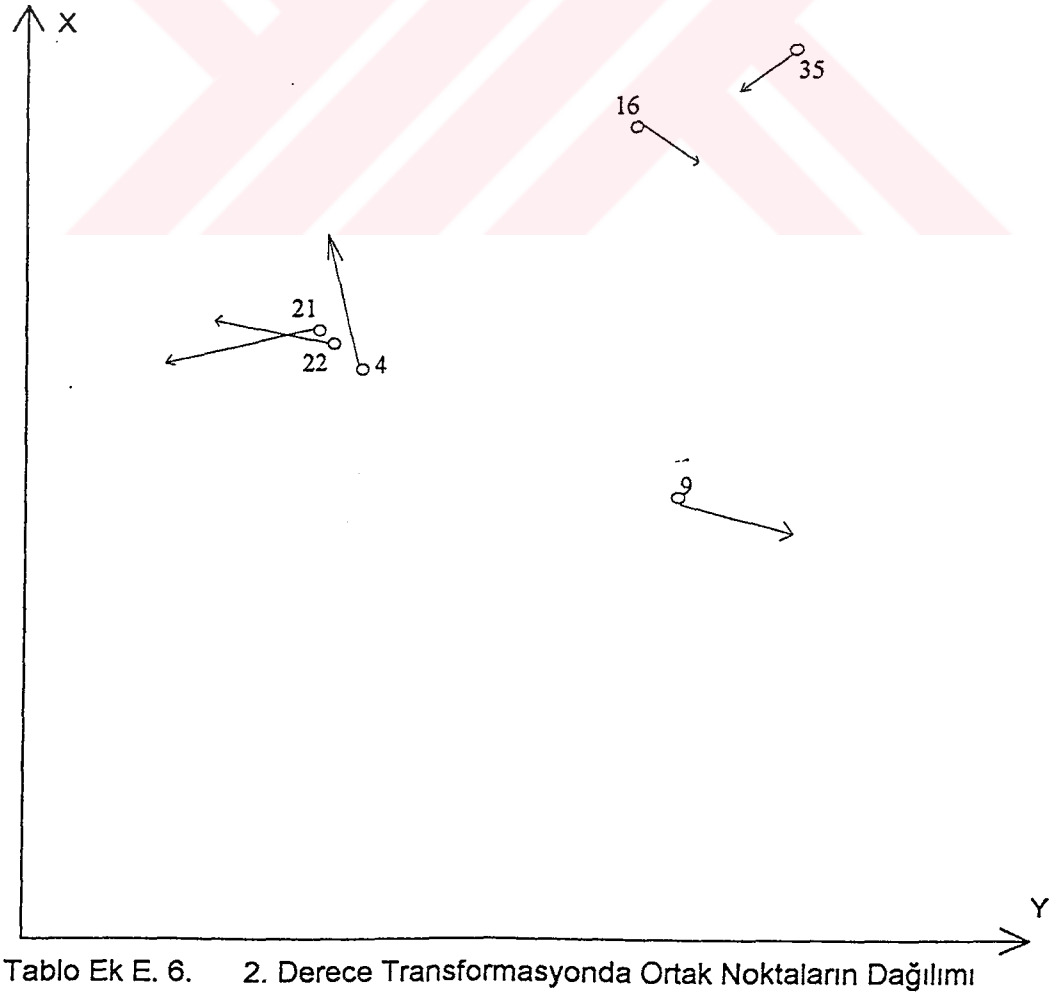
No.	Y_1	X_1	Y_2	X_2	d_y	d_x	s	t
4	650721.000	4537995.000	650714.651	4538001.191	-6.35	6.19	8.87	349.20
8	679103.250	4523067.000	679122.756	4523070.394	19.51	3.39	19.80	89.03
9	675627.500	4526327.000	675643.025	4526330.319	15.53	3.32	15.88	86.59
16	672605.250	4559625.500	672599.462	4559620.280	-5.79	-5.22	7.79	253.28
21	647547.312	4541774.500	647536.985	4541780.193	-10.33	5.69	11.79	332.07
22	648382.750	4540428.500	648373.661	4540434.581	-9.09	6.08	10.94	337.54
26	664329.062	4541839.500	664328.594	4541841.056	-0.47	1.56	1.63	381.40
32	689251.562	4567355.000	689251.421	4567343.466	-0.14	-11.53	11.54	200.78
35	684594.062	4566002.000	684591.684	4565991.827	-2.38	-10.17	10.45	214.62

Tablo E.2. 2. derece Transformasyon Fark Vektörü Çizim Parametreleri

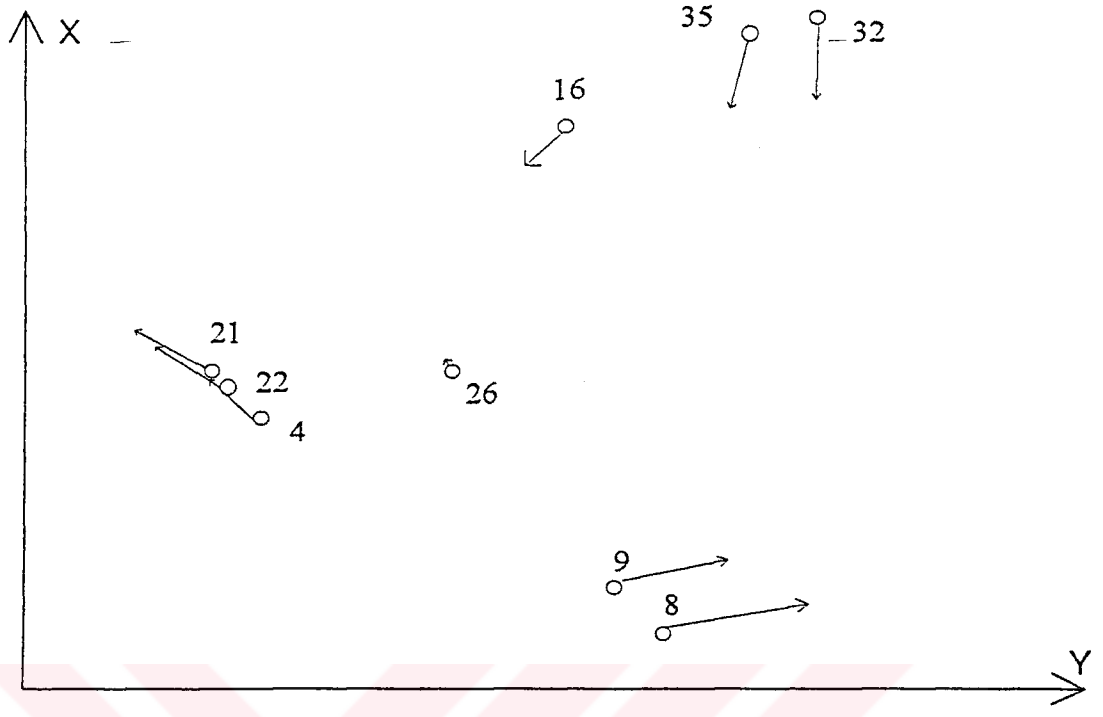
No.	Y_1	X_1	Y_2	X_2	d_y	d_x	s	t
4	650721.000	4537995.000	650715.605	4538017.156	-5.40	22.15	22.80	384.79
9	675627.500	4526327.000	675645.171	4526321.757	16.67	-5.24	18.43	118.36
10	678238.062	4521199.000	678251.662	4521145.905	13.60	-53.10	54.81	184.04
11	674166.625	4569264.500	674176.690	4569194.835	10.07	-69.67	70.39	190.87
16	672605.250	4559625.500	672614.205	4559618.686	8.96	-6.81	11.25	141.41
18	673911.562	4556830.000	673919.664	4556842.018	8.10	12.02	14.49	37.76
21	647547.312	4541774.500	647523.095	4541768.109	-24.22	-6.39	25.05	283.57
22	648382.750	4540428.500	648364.462	4540432.258	-18.29	3.76	18.67	312.90
29	660782.375	4553689.500	660785.168	4553672.225	2.79	-17.28	17.50	189.80
33	689925.937	4567072.000	689899.705	4567070.937	-26.23	-1.06	26.25	297.42
35	684594.062	4566002.000	684585.402	4565994.975	-8.66	-7.03	11.15	256.61
40	668736.750	4545558.000	668751.493	4545597.817	14.74	39.82	42.46	22.58
41	672758.687	4549177.500	672769.056	4549214.151	10.37	36.65	38.09	17.55
42	673155.750	4553520.000	673164.734	4553544.012	9.08	24.01	25.67	23.02
45	677935.937	4549449.000	677938.097	4549488.653	2.16	39.65	39.71	3.46



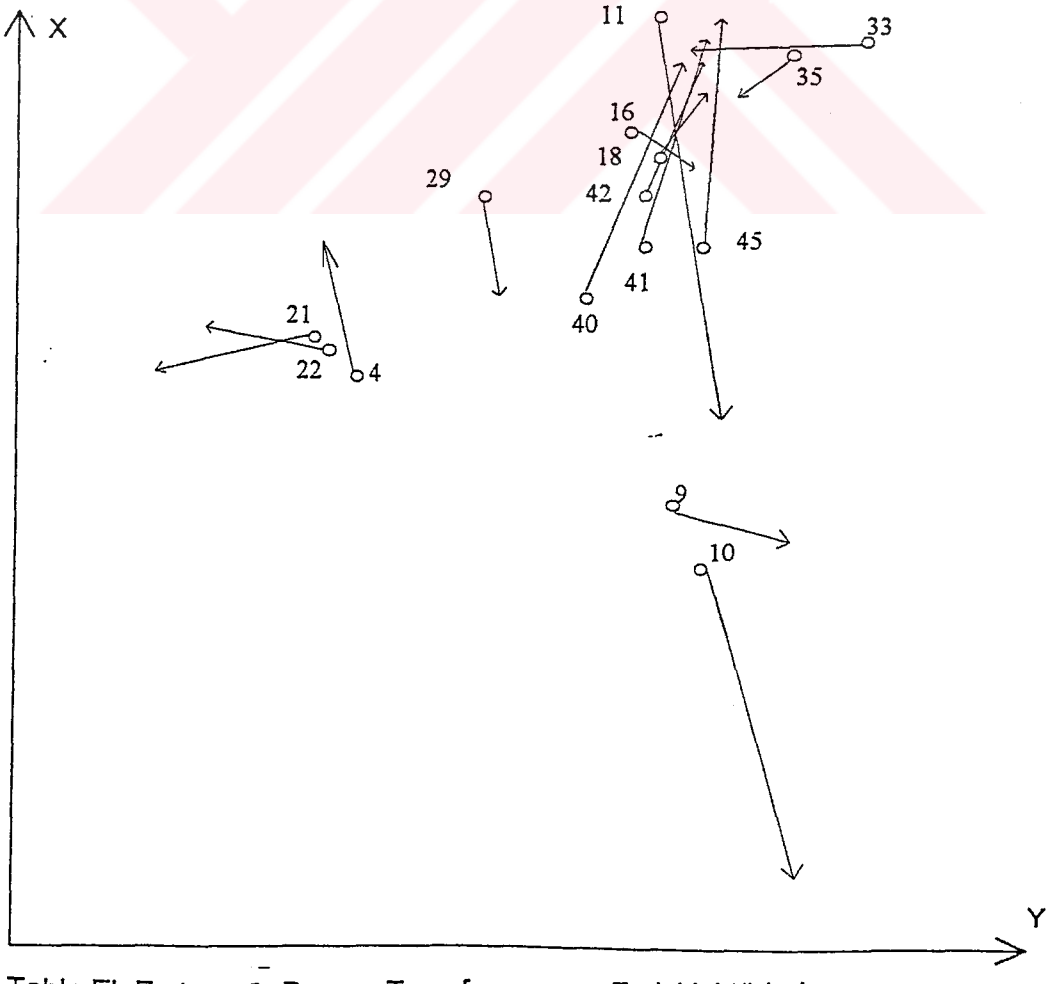
Tablo Ek E. 5. 1.Derece Transformasyonda Ortak Noktaların Dağılımı



Tablo Ek E. 6. 2. Derece Transformasyonda Ortak Noktaların Dağılımı



Tablo Ek E. 3. 1. Derece Transformasyon Fark Vektörleri



Tablo Ek E. 4. 2. Derece Transformasyon Fark Vektörleri

EK F

These are the computed results of the matrix above:

Point Count	Point Number	İmage X Pixel	X Pixel Residual	İmage Y Pixel	Y Pixel Residual
1	26	3667.75	-0.1219E+00	3131.74	-0.3896E+00
2	35	4197.81	-0.5991E-01	2225.03	-0.9885E-01
3	16	3839.70	-0.2969E+00	2501.50	-0.4957E+00
4	4	3242.19	-0.4332E+00	3334.16	0.5384
5	21	3116.65	0.2133E-01	3227.87	-0.2575
6	32	4343.26	0.2588	2154.52	0.5225
7	22	3151.67	0.5441	3267.37	0.2492
8	8	4258.82	-0.1810	3665.24	0.2408
9	9	4126.27	0.2687	3577.69	-0.3093

X_{RMS} = 0.2911 Y_{RMS} =0.37301

Total RMS = 0.47316

ÖZGEÇMİŞ

Çiğdem GÖKSEL 1962 yılında İstanbul'da doğdu. İlk öğrenimini İstanbul Yavuz Selim İlkokulu'nda yaptı. Orta Öğrenimini İstanbul Beşiktaş Kız Lisesi'nde 1979 yılında tamamladı. Aynı yıl İTÜ İnşaat Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü'ne girdi. 1984 yılında eğitimini tamamladı. 1986 yılında İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Fotogrametri Programı'nda Yüksek Lisans yapmaya hak kazandı. 1986 yılında İTÜ İnşaat Fakültesi Fotogrametri Anabilim Dalına Araştırma görevlisi olarak atandı. 1989 yılında Yüksek Mühendis ünvanını aldı. 1989 yılında İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Jeodezi ve Fotogrametri Programı'nda Doktora Çalışması yapmaya hak kazandı.

1990 yılından itibaren İTÜ İnşaat Fakültesi Uzaktan Algılama Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır. Evli ve bir çocuk annesidir.