

**DALYAN LAGÜN HAVZASININ SÜRDÜRÜLEBİLİR
YÖNETİMİ İÇİN KARASAL VERİLERİN COĞRAFI
BİLGİ SİSTEMİ (CBS) İLE ANALİZİ**

726476

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Çevre Müh. Erbil Büyükbay
501981256

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 2 Ocak 2002
Tezin Savunulduğu Tarih : 15 Ocak 2002

Tez Danışmanı :

Doç.Dr. Ayşegül TANIK

Diğer Jüri Üyeleri

Prof.Dr. İ. Ethem GÖNENÇ (İTÜ)

Doç. Dr. Z. Dursun ŞEKER (İTÜ)

A. Tanik

I. E. Gonenç

Z. D. Şeker

OCAK 2002

**İTÜ YÜKSEK LİSANS KURULU
BAŞKANLIĞI**

ÖNSÖZ

Bu konuyu bana vererek beni yönlendiren, çalışmam boyunca ilgi ve yardımlarını benden esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ayşegül Tanık' a teşekkürü bir borç bilirim. Bilgi ve desteği ile çalışmalarımda yanımda olan Sayın Prof. Dr. Ethem Gönenç' e ayrıca teşekkür ederim. Coğrafi Bilgi Sistemi kurulma aşamasında koordinat dönüşümlerini gerçekleştiren, teknik konuda desteğini esirgemeyen Doç. Dr. Dursun Şeker'e, tüm çevre mühendisliği eğitimim boyunca bilgileriyle beni aydınlatan hocalarıma ve desteklerini benden esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Ocak, 2002

ERBİL BÜYÜKBAY



İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Anlam ve Önemi.....	1
1.2. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı.....	2
2. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ (CBS)	3
2.1. Coğrafi Bilgi Sisteminin Tanımı.....	3
2.2. Coğrafi Bilgi Sisteminin Tarihsel Gelişimi.....	5
2.3. Coğrafi Bilgi Sisteminin Önemi.....	7
2.3.1. Coğrafi Bilgi Sistemi'nin İdari Yönetimler için Önemi.....	8
2.3.1.1. Ülke Yönetimi.....	8
2.3.1.2. Yerel Yönetimler.....	9
2.4. Coğrafi Bilgi Sisteminin Yararları.....	9
2.5. Coğrafi Bilgi Sisteminde Uygulama Alanları ve Kullanıcı Grupları.....	11
2.6. Coğrafi Bilgi Sisteminin Çevresel Uygulamaları.....	13
2.6.1. Arazi Kullanımı ve Planlamaya Yönelik Uygulamalar.....	13
2.6.1.1. Yerleşim Alanlarının Planlaması.....	13
2.6.1.2. Peyzaj Planlama ve Koruma Çalışmaları.....	14
2.6.1.3. Demografik Analizler.....	14
2.6.2. Çevresel Uygulamalar.....	15
2.6.2.1. Çevresel Etki Değerlendirmesinde CBS Kullanımı.....	15
2.6.2.2. Çevresel Bilgi Sistemleri.....	15
2.6.3. Ormancılık Uygulamaları.....	16
2.6.3.1. Orman Envanteri.....	17
2.6.3.2. Orman Envanteri ve Yangın Amenajmanı.....	17
2.6.3.3. Yetiştirme Ortamı Envanteri.....	17
2.6.3.4. Orman Amenajmanı.....	18
2.6.3.5. Yaban Hayatı Amenajmanı.....	18
2.6.4. Tarımda CBS Kullanımı.....	19

3.COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİNİN BİLEŞENLERİ	20
3.1. Coğrafi Veriler.....	20
3.2. Coğrafi Bilgi Sistemi Donanımı.....	21
3.3. Coğrafi Bilgi Sistemi Yazılımı.....	23
3.4. Coğrafi Bilgi Sistemi Personeli.....	26
3.5. Organizasyon (Yönetimler).....	27
3.6. Coğrafi Bilgi Sistemi Gereksinimleri.....	28
3.7. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Veri Depolama.....	30
3.7.1. Vektör Veri Modeli.....	30
3.7.2. Tarama Veri Modeli.....	32
3.7.3. Konumsal Veri Modellerinin Avantaj ve Dezavantajları.....	33
3.7.4. Veri Tabanı Modelleri.....	35
3.8. Veri Girişi.....	35
3.8.1. Veri Kaynakları.....	35
3.8.2. Veri Giriş Teknikleri.....	36
3.9. Veri İşleme.....	36
3.10. Veri Organizasyonu.....	37
3.10.1. Analiz için Veri Organizasyonu.....	38
3.10.2. Konumsal Veri Katmanları-Yatay Veri Organizasyonu.....	38
3.11. Verinin Güncellenmesi.....	39
3.12. Veri Analizi.....	40
4.COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİNİN KULLANILDIĞI ÇEVRESEL MODELLEME UYGULAMALARINA ÖRNEKLER	41
4.1. CBS Uygulaması ile Tarımsal Bir Havzada Piliç Endüstrisi Atıkları Üzerine Bir Çalışma-ABD Örneği.....	41
4.2. Yayılı Kaynak Kirliliğinin Modellenmesinde CBS ile Entegre Edilmiş Modellerin Kullanılması-ABD Örneği.....	42
4.3. Fosfor Sızmasına Maruz Alanların Analizinde ve Fosfor Tutma Kapasitelerinin Tayininde CBS' in Kullanılması-Almanya Örneği.....	43
4.4. Yayılı Kaynaklardan Gelen Tarım Kimyasallarına Maruz Alanların Bölgesel Tahmini-ABD -Macaristan Ortak Çalışması.....	44
4.5. Tarımsal-Ekolojik Karakterisasyon için Bir CBS Veri Tabanı Geliştirilmesi-İtalya Örneği.....	45
4.6. Venedik Lagün Havzasındaki Tarımsal Arazi Kullanım Değişimleri ve Su Kalitesi-İtalya Örneği.....	48
4.7. Yapay Sinir Ağları Yöntemini Kullanarak Waupaca Su Toplama Havzasında Yayılı Kaynakların Saptanması-ABD Örneği.....	49
4.8. Çeltik Tarlasından Kaynaklanan Kirlletici Yüklerin ve Su Dengesinin CBS ile Tahmini-Japonya Örneği.....	50
4.9. Kompleks CBS Uygulaması ile Su Toplama Havzalarının İncelenmesi-Macaristan Örneği.....	50
4.10. CBS Destekli Toprak N-WEKU Modeli ile Nehir Drenaj Alanlarında Yayılı Kaynaklardan Nitratın Sızma Özelliklerinin Tahmini ve Yönetimi-Almanya-İsveç-Danimarka Ortak Çalışması.....	51

5. UYGULAMA ÇALIŞMASI	52
5.1. Çalışma Alanının Tanıtımı.....	56
5.2. Çalışma Bölgesinin Genel İklim Yapısı.....	58
5.3. Nehirler.....	59
5.4. Depremsellik.....	62
5.5. Çalışma Bölgesi Karayolları.....	65
5.6. Sosyodemografik Yapı ve Nüfus.....	65
5.7. Bölgenin Maden Rezervleri.....	69
5.8. Bölgenin Topografyası	69
5.9. Bölgenin Toprak Özellikleri.....	71
5.9.1. Büyük Toprak Grupları ve Toprak Özellikleri.....	74
5.9.1.1. Alüvyal Topraklar.....	74
5.9.1.2. Hidromorfik Alüvyal Topraklar.....	74
5.9.1.3. Alüvyal Sahil Bataklıkları Topraklar.....	77
5.9.1.4. Kolüvyol Topraklar.....	77
5.9.1.5. Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları.....	78
5.9.1.6. Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları.....	78
5.9.1.7. Irmak Taşkın Yatakları-Çıplak Kaya ve Molozlar ve Kırmızı Sarı Podzolik Toprak.....	78
5.9.2 Arazi Sınıfları ve Kullanma Durumları.....	79
5.9.2.1. I. Sınıf Toprak.....	80
5.9.2.2. II. Sınıf Toprak.....	80
5.9.2.3. III. Sınıf Toprak.....	82
5.9.2.4. IV. Sınıf Toprak.....	83
5.9.2.5. V. Sınıf Toprak.....	83
5.9.2.6. VI. Sınıf Toprak.....	84
5.9.2.7. VII. Sınıf Toprak.....	84
5.9.2.8. VIII. Sınıf Toprak.....	85
5.9.2.9. Arazi Kabiliyet Alt Sınıfları.....	85
5.9.3. Çalışma Bölgesi Toprak Problemleri.....	85
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	89
KAYNAKLAR	92
EKLER	96
ÖZGEÇMİŞ	105

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 2.1 : Klasik, bilgisayar destekli ve sayısal harita üretiminin karşılaştırılması.....	5
Tablo 2.2 : Klasik harita ve CBS 'nin karşılaştırılması.....	19
Tablo 2.3 : CBS genel işlev fonksiyonları ve sorumluluklar arasındaki ilişkilerin karşılaştırılması.....	12
Tablo 5.1 : Büyük toprak gruplarının ilçelere göre dağılımı.....	79



ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 3.1 : Coğrafi veri türleri.....	22
Şekil 3.2 : Konumsal ilişkiler.....	22
Şekil 3.3 : CBS'nin ana donanım bileşenleri.....	23
Şekil 3.4 : CBS'nin ana yazılım bileşenleri.....	24
Şekil 3.5 : Veri toplama ve girişi.....	24
Şekil 3.6 : Coğrafi verinin bileşenleri.....	25
Şekil 3.7 : Verinin çıktı sunum bileşenleri.....	25
Şekil 3.8 : Veri geçişi.....	26
Şekil 3.9 : CBS tasarım aşamaları.....	29
Şekil 3.10 : Gerçek dünya ve katmanlardan bazıları.....	31
Şekil 3.11 : Vektör veri modeli bileşenleri.....	31
Şekil 4.1 : ACLA 2'nin şematik akım diyagramı.....	47
Şekil 5.1 : Sayısallaştırılmış kanalı içeren bütünleştirilmiş eş yükselti katmanı ve alt havzalara ait katman.....	55
Şekil 5.2 : Çalışma sırasında, AutoCad'de sayısallaştırılmış mevcut verilerin işlem akış diyagramı.....	57
Şekil 5.3 : İlçelere göre uzun yıllar yağış ortalaması (mm/ay).....	60
Şekil 5.4 : İlçelere göre uzun yıllar sıcaklık ortalaması (°C/ay).....	61
Şekil 5.5 : Çalışma bölgesi akarsuları.....	63
Şekil 5.6 : 1950 ve 2000 yılları arasında bölgede meydana gelen 5'den büyük depremler.....	64
Şekil 5.7 : Bölgedeki yolların tiplerini gösteren harita.....	66
Şekil 5.8 : Bazı köylerin 1990 ve 1997 nüfus verileri ile 2000 nüfus projeksiyon hesaplarının grafiksel gösterimi.....	67
Şekil 5.9 : Alt havza harita katmanı üzerinde gösterilen yerleşimlere ait 1990 ve 1997 nüfus verileri ile 2000 projeksiyon hesaplarının grafiksel gösterimi.....	68
Şekil 5.10 : Maden rezervlerini gösteren altlık kullanılarak oluşturulmuş harita katmanı.....	70
Şekil 5.11 : Topografya: yükseklik, göl ve nehir katmanları.....	72
Şekil 5.12 : Havzanın ilçelere göre dağılımı.....	73
Şekil 5.13 : Bölgeye ait büyük toprak gruplarını gösteren harita.....	75
Şekil 5.14 : Hali hazırdaki arazi kullanım haritası.....	76
Şekil 5.15 : Arazi kullanma kabiliyet sınıfları haritası.....	81
Şekil 5.16 : Arazi kullanma kabiliyet alt sınıfları haritası.....	86
Şekil 5.17 : Toprak problemleri haritası.....	87

ÖZET

Bu çalışma, seçilen drenaj alanı için karasal verilerin Coğrafi Bilgi Sistemi' ne (CBS) aktarılması ve yapılan sorgulama sonuçlarının sürdürülebilir yönetim ve eylem planları için gerekli karar destek sistemlerinde kullanılmasını amaçlamaktadır. Çevresel modelleme çalışmalarında bilgisayarın pratikte kullanılmasına karşılık CBS ile entegrasyon çalışmaları yenidir. Bu açıdan, CBS ile etkin bir çalışma gerçekleştirmek adına bu çalışmada kullanılacak yazılımlarla ilgili ön çalışmalar ve pratiği artırıcı uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Harita Genel Komutanlığı (HGK)'ndan temin edilen eşyükseklik katmanı çalışma için ana harita katmanı olarak kullanılmıştır. Önceki çalışmalar sonucu üretilen ve HGK' dan gelen katmanda mevcut olmayan göl ve kanal haritası ile alt havzaları gösteren haritalar sayısallaştırılmış ve koordinat dönüşümleri yapılarak kullanıma hazır hale getirilmiştir. Çalışmanın genelinde ağırlıklı olarak, seçilen bölgeye ait sayısallaştırılmış toprak haritaları incelenmiştir. Arazi kullanım harita katmanı incelenerek, bölgede ağırlıklı olarak orman alanı ve tarım alanı bulunduğu, yerleşim alanı olarak köylerin bulunduğu görülmüştür. Çalışma bölgesine ait yol ve akarsu harita katmanları da temin edilerek yorumlanmıştır. Toprak, idari sınır, akarsu, yol ve köy katmanları T.C. Köy İşleri Genel Müdürlüğü' nün ilgili dairelerinden temin edilmiştir. Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü' nden elde edilen iklim verileri ile öznitelik tablosu oluşturularak mevcut haritalar ile ilişkilendirilmiştir. İlgili internet sitelerinden elde edilen geçmiş yıllarda bölgede meydana gelen depremler gösteren harita katmanı oluşturulmuştur.

Bölüm 1'de çevresel modellemede CBS entegrasyonunun çevre planlama amaçlı kullanıma sebebi açıklanmış ve çalışmada izlenen adımlar sıralanmıştır.

Bölüm 2'de çevresel modelleme çalışmalarında kullanılacak olan CBS teknolojisinin kullanım alanları ve yararlarına ilişkin bilgiler verilmiştir.

Bölüm 3'de CBS' nin bileşenleri ve çalışma sırasında dikkat edilmesi gereken teknik özellikleri anlatılmıştır.

Bölüm 4'te karasal verilere ait çevresel modelleme ve CBS entegrasyonu ile gerçekleşen dünya örnekleri literatürden incelenmiştir.

Bölüm 5'te çalışma bölgesine ait karasal verilerin harita ve grafik sunumları yorumlanmıştır.

Bölüm 6'da bu çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirilerek, bölgede yapılacak ileriye dönük çalışmalara ilişkin önerilerde bulunulmuştur.

**ANALYSES OF LAND DATA THROUGH
GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (GIS) FOR
SUSTAINABLE ECOSYSTEM MODELLING OF DALYAN
LAGOON
SUMMARY**

The aim this study is to transfer land based data belonging to the selected pilot area to Geographic Information System, and to utilize the results of analyses in sustainable management and in action plans required in decision making processes. Even though practical use of computers in modelling studies dates back to many years, such integration studies through Geographic Information Systems (GIS) is quite a recent development. Therefore, pre-studies related to software to be used in this work has been highly emphasized to increase practical application background on the subject matter. The equivalent elevation layer obtained from the Ministry of Defence of TR-Centre of Mapping have been used as the main mapping layer in the study. The sub-basin maps previously produced have been digitized and converted to readily utilizable forms by transferring co-ordinates. Within the scope of the study, the digitized land maps belonging to the pilot area have been investigated and analysed in detail. Investigation of land-use layer showed that most of the area has been devoted to forests and agricultural activities together with villages forming the residential areas. The road and river layers have also been obtained and evaluated. The layers of road, villages, rivers, land etc. have been obtained from TR General Directorate of Village Affairs. The data on climatic conditions have also been obtained from the General Directorate of Meteorological Works and from related attributes, and the corresponding data have been related with the maps obtained by forming tables. The earthquake that have occurred at the region has also been shown in the form of a separate layer.

The main reasons of integrating GIS in environmental planning and in environmental modelling have been depicted in Chapter 1, and steps followed in the study have been given.

The utility areas and benefits of GIS technology that will be used in environmental modelling has been mentioned in Chapter 1.

Technical properties that must be taken into account during such studies and the components of GIS has been explained in Chapter 3.

Literature review on the recent examples using GIS integration of land-based data used in environmental modelling has been given in Chapter 4.

Mapping and graphical presentations belonging to land based data of the selected region has been evaluated in Chapter 5.

The results obtained from the analyses of GIS application have been discussed and evaluated in Chapter 6, together with recommendation for future studies.

1.GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Anlam ve Önemi

Gelişmekte olan Türkiye, ulusal ve uluslararası politikaları ile kalkınma planlarını belirlerken çevresel planlama politikalarını da saptamak durumundadır. Geleceğe yönelik bir çevre planlama politikasının amacı; ilk olarak doğal kaynakların korunmasını sağlamak ve bozulmakta olan çevreyi kendini yenileyebilecek duruma getirmek olmalıdır. Ancak doğal kaynaklara ilişkin verileri ve arazi kullanımını yeterince bilmeden ve kısa zamanda bu verilere ulaşmadıkça doğal mevcut kaynakların gereğince korunması, denetlenmesi ve yönetilmesi mümkün değildir. Çevresel bilginin belirli bir sistematik içerisinde saklanarak güvenilir, sağlıklı ve güncel olarak kullanıcıların hizmetine sokulması bu noktada önem kazanmaktadır. Çevresel bilginin en doğru işlendiği günümüz teknolojilerinden birisi de hiç şüphe yok ki Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS)dir. Çevre planlama politikalarının işlevsel anahtarlarından biri de sürdürülebilir yönetim yaklaşımlarıdır.

Çevresel modelleme çalışmalarında bilgisayar pratikte kullanılmakla birlikte, çevresel modelleme ile CBS teknolojisi entegrasyonu çok yenidir. Dünya geneline bakıldığında son yıllarda çevre modelleme çalışmalarında CBS kullanılması hızla artmaktadır. CBS'nin tematik harita kullanım olanağı sağlayarak karar destek sistemlerinde oynadığı etkin rol bunun önemli sebeplerinden biridir. Ayrıca farklı kurum ve kuruluşlardan temin edilen farklı formdaki verilerin bir araya getirilmesi ve karar destek sistemleri için coğrafi veriye ait sorgulamaların yapılabilmesi CBS sayesinde gerçekleşmektedir.

Sürdürülebilir bir havza planlaması için havzaya ait topografya, idari sınırlar, alt yapı durumu, demografik durum, iklim şartları, mevcut arazi kullanımları, alt havzalar, toprak örtüsü ve toprak yapısına ait bilgiler bir arada kullanılmalıdır. Mevcut arazilerin toprak yapısına ve sınıfına uygun olarak kullanılıp kullanılmadığının tespiti ve yapılan

sorgulama sonuçlarının geleceğe yönelik sürdürülebilir yönetim ve eylem planlarında kullanılması CBS entegrasyonu ile kolaylık kazanmaktadır.

Havza planlamasında gerekli olan karasal veriler genelde çok değişik ve farklı kurumlarda mevcut bulunmaktadır. Bu verilerin temin edilmesi ve bir yerde toplanması en önemli aşamadır. CBS yardımıyla çeşitli katmanların oluşturularak, bu katmanlar üzerinde yapılacak sorgulama sonuç ve yorumları; bu konuda çalışmalarda bulunan ve bulunacak su akış ve kirletici hareketleri modelleyicilerine, karar verme mercilerine ve yöresel idarecilere yararlı olacaktır. CBS’nde sorgulamalar yardımıyla gelecekte ortaya çıkabilecek kara kökenli olumsuzlukların tespit edilmesi ve gereken önlemlerin alınması kısa sürede sağlanabilecektir.

1.2 Çalışmanın Amaç ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı, Köyceğiz Gölü-Dalyan Lagün Havzası’nda karasal parametrelere ait verilerin CBS’ne aktarılması ve sonrasında yapılacak sorgulamalarla mevcut durum tespiti yapılmasını sağlamaktır. Sorgulamalar sonucunda bölgede halen yürütülen WASP (*Water Quality Analysis Simulation Programme*) ve HSPF (*Hydraulic Simulation Programme*) modellerine veri temini sağlanacaktır. Çalışma boyunca aşağıdaki adımlar izlenmiştir:

- ◆ Havzaya ait iklim verilerinin CBS’ne aktarılması,
- ◆ Nüfus verilerinin ilçe/köy bazında CBS’ne aktarılması ile grafiksel gösteriminin sağlanması,
- ◆ Geçmiş yıllarda bölgede gerçekleşmiş depremlere ait verilerin CBS’ne girilmesi,
- ◆ Farklı kurumlardan ve kaynaklardan elde edilen verilerin dönüşümlerinin yapılması ve düzenlenmesi,
- ◆ Yollar ve köyleri gösteren katmanlar üzerinde bölgeye ait düzenlemelerin yapılması,
- ◆ Bölgede bulunan akarsu katmanı ile ilgili düzenlemelerin yapılması,
- ◆ Topografya verilerinin temin edilmesi ve eş yükselti katmanı üzerinde çeşitli sorgulamaların yapılması,
- ◆ Toprak yapısı ve sınıfına ait harita katmanlarının yorumlanması,
- ◆ Toprak problem çeşitlerinin belirlenmesi.

2. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ (CBS)

2.1 Coğrafi Bilgi Sisteminin Tanımı

CBS temelde bir bilgi sistemidir. Bilgi Sistemleri genel olarak “bilgi elde etmek için, verileri önceden belirlenmemiş anlık kullanılmak üzere saklayan bir sistem” biçiminde tanımlanmaktadır (Martin, 1977). Bilgi sistemi, geniş anlamda veri/bilginin depolandığı ve kullanıldığı herşeyi kapsamaktadır. Dolayısıyla, bilgi sistemi terimi bir uygulamayı, kullanılan veri dosyalarını ve bu sistemi çalıştırmak için kullanılan bilgi teknolojisini içermektedir. Bununla beraber, bilgi teknolojisine dayanmayan sistemler de bazen bilgi sistemi olarak adlandırılabilir. CBS ise “Coğrafi nesnelere ait coğrafi verilerin toplanması, doğrulanması, depolanması, bu verilerin veri tabanı işlemleri, sorgulamalar, dönüşümler ve coğrafi analizler ile coğrafi bilgiye dönüştürülmesi ve coğrafi veri ve bilgilerin gösterimi için kullanılan bilgi sistemleridir” (Batuk ve diğ., 1996).

Bu tanımda sözü geçen coğrafi nesne, yer yüzeyinin üstünde, üzerinde veya altında belli bir konumu ve biçimi olan somut veya soyut herhangi bir varlık veya olgu olabilir. Köprüler, yollar, ormanlık alanlar, iletişim kuleleri, somut coğrafi nesnelere birer örnektir. Diğer taraftan idari sınırlar, hava yolu güzergahları, sorumluluk alanları, şehirlerdeki gürültü alanları ise soyut tipte coğrafi nesnedir. Ayrıca coğrafi nesnelerin konum ve biçimleri zamanla değişikliğe uğrayabilir (Sarbanoğlu, 1995).

CBS coğrafi nesnelerin birbirleri arasındaki metrik, topolojik ve düzen ilişkilerine ait bilgiler de içermelidirler. Hatta, coğrafi nesneler ile coğrafi olmayan nesneler arasındaki ilişkilere de, örneğin “parsel” ile “kişi” arasındaki “parselde hisse sahipliği”ne, gereksinim duyulduğundan CBS çoğu kez coğrafi olmayan “kişi”, “tapu belgesi” gibi nesnelere ait bilgileri de içerirler. Son olarak her bilgi sisteminde olduğu gibi meta veriler (veriye ait veriler, veri sözlüğü) bir coğrafi bilgi sisteminde mutlaka bulunması gerekenler arasında yer alır (Batuk ve diğ., 1996).

Disiplinler arası bir kullanım aralığına sahip olan CBS'nin tanımlarını üç kategoride ele almak mümkündür:

(a) Kullanım amaçlarına dayalı tanımlar:

- Gerçek konumsal verilerin toplanması, depolanması, düzeltilmesi, dönüştürülmesi ve sunulması için kullanılan araç seti (Burrough, 1986).
- Coğrafi referans verilerinin elde edilmesi, depolanması, kontrol edilmesi, manipülasyonu, analizi ve sunulmasında kullanılan sistem (Department of Environment, 1987).
- Konumsal ve konumsal olmayan verileri depolayan, analiz eden ve sunan bilgi teknolojisi (Parker, 1988).

(b) Veri tabanı tanımları

- Bir çok verinin konumsal olarak indekslendiği ve veri tabanındaki konumsal girdilerin sorgulanmasına cevap vermek üzere ayarlanmış prosedür setlerini içerisinde barındıran veri tabanı sistemi (Smith ve diğ., 1987).
- Coğrafi referans verilerini depolamak ve manipule etmek için, bilgisayar ya da manuel tabanlı işlem setleri (Aronoff, 1989).

(c) Organizasyon tabanlı tanımlar

- Coğrafi bölgesel verileri toplama, düzenleme, manipule etme ve sunma yeteneğine sahip, profesyonellik sağlayan otomatik işlev setleridir (Ozemay, Smith ve Sicherman, 1981).
- Mali destek ve yatırımların devamlılığı sağlanarak, bir veri tabanı ile entegre olmuş teknolojilere sahip organizasyonlarda kurumsal girdiler ve onların yansımalarıdır (Carter, 1989).
- Problem çözümlü çevrelerde, konumsal referans verisi ile entegrasyonu içeren bir karar destek sistemidir (Cowen, 1988).

Konumsal veri; (a) bilinen koordinat sistemiyle ilişkili konumları, (b) konum ile ilişkisi olmayan öznitelik verileri (renk, pH, ücret gibi), (c) birbirleriyle olan konumsal ilişkilerini tanımlayan (bu topoloji olarak bilinmektedir) terimleri ile gerçek olguları temsil etmektedir. Veri tabanı tanımı, veri organizasyonunda ihtiyaç duyulan konumsal

veriye ait konum, öznitelik ve topoloji bilgilerinin elde edilmesindeki farkı vurgulamaktadır. Organizasyonel tanımlarda ise, konumsal verinin elde edilmesi sırasında araçlardan çok kurumların ve insanların rolü anlatılmaktadır (Burrough ve McDonnell, 1998).

CBS, haritaları ve resimleri tutmaz, veri tabanını tutar. Veri tabanı kavramı CBS'nin kalbidir. Ayrıca CBS veri tabanında depolanmış verileri kullanarak, harita üzerindeki detaylara ilişkin yeni bilgiler hesaplar (Sarbanoğlu ve diğ., 1992). Klasik harita, bilgisayar destekli harita ve sayısal harita üretimi arasındaki karşılaştırma Tablo 2.1'de verilmektedir (Çelik ve diğ., 1996).

Tablo 2.1 Klasik, Bilgisayar Destekli ve Sayısal Harita Üretiminin Karşılaştırılması (Çelik ve diğ., 1996)

kriter yöntem	Yazılım	Donanım	Üretim Yönetimi	Personel	Sonuç Ürün	Arşivleme	Üretim Süresi
Klasik Harita Üretimi	-	Optik ve mekanik aletler	Manuel	Kendi Konusunda deneyimli	Altık üzerine basılı harita	Büyük alan, erişim zor	Çok uzun
Bilgisayar Destekli Harita Üretimi	CAD, RIP	Optik ve mekanik bilgisayar destekli sistemler	Manuel+ Sayısal	Kendi konusunda ve bilgisayar konusunda deneyimli	Altık üzerine basılı harita ve grafik kütük	Karma arşiv, erişim kolay	Orta
Sayısal Harita Üretimi	CBS	Bilgisayar Kontrollü Aletler	Sayısal	Kendi konusu, bilgisayar ve CBS konusunda deneyimli	Altık üzerine basılı harita ve sayısal harita	Küçük alan, çok hızlı erişim	Çok kısa

2.2 Coğrafi Bilgi Sisteminin Tarihsel Gelişimi

Bir çok modelde haritalar gerçeğin basitleştirilmiş gösterimleridir. Çok küçük alandan daha fazlasını içeren harita üzerinde çoklu bilgi temalarının çizimi ve yorumlanması çok zor olmaktadır (Monmonier, 1996). Bilgisayarların yaygınlaşmasından önce, plastik Mylar tabakaları üzerindeki tematik haritalar, bir alan için tek sayfa haritalar ile üst üste

getirilerek yorumlanmaktaydı. Ian McHarg' in klasik arazi teksti, Doğa Tasarımı (*Design with Nature*), yüzey şekilleri, toprak yapıları, bitki örnekleri ve geomorfik özelliklerinin Mylar tabakalarının oluşturulması ile yaratılan yer planlamasına rasyonel yaklaşımı savunmaktadır (McHarg, 1992). Bu süreç kullanışsız olmasına rağmen McHarg' in metodu CBS' ne ait çıktılar gibi görünen, planlamaya yardımcı olmak üzere renkli tematik haritalar üretebildi. Bununla birlikte Burrough ve McDonell' a (1989) göre, bu sistem direkt harita ile ilişkilendirilecek veri tabanına ve konumsal sorgulama otomasyonuna sahip değildi.

1958 ve 1961 yılları arasında Washington Üniversitesi Coğrafya Bölümü, gelişmiş istatistiksel yöntemler, basit bilgisayar programları, bilgisayar kartografyası üzerindeki araştırmalara ağırlık vermiştir. 1960'ın ortalarında, bilgisayarda grafik ve konumsal analiz için Harvard Laboratuvarı'nda genel amaçlı haritalama yazılımı geliştirilmeye başlanmıştır. Buradaki çalışmalar, CBS'nin gelişiminde 1980'lerden günümüze kadar büyük etkiye sahiptir. Yazılımların yaygınlaşması CBS'nde uygulama alanlarının inşasında etkili olmuştur.

1960'ların ortalarında Roger Tomlison' un yönetiminde geliştirilen Kanada CBS'i ilk CBS olma özelliğini taşımaktadır. Kanada CBS'nin amacı Kanada Kara Envanteri'nden (*Canada Land Inventory-CLI*) toplanan verileri analiz etmek ve geniş kırsal Kanada toprakları için arazi yönetim planlaması geliştirilmesinde kullanılacak istatistikleri üretmektir. Sistemin yeni veri ve yeni fonksiyonlara adapte edilmesi için çalışılmış fakat 1980'lerin yeni ürün satıcıları ile rekabet için yetersiz kalmıştır (Piwowar, 1999).

1960'ların sonunda Amerika Nüfus İdaresi nüfus dağılımı için karşılaştırmalı yaklaşıma ihtiyaç duymuştur. Hükümet, Amerika Nüfus İdaresi'nden DIME (Çift Yönlü Bağımsız Harita Kodlama-*Dual Independent Map Encoding*) dosyalarının geliştirilmesi ile dijital haritalamaya adaptasyon istemiştir. DIME coğrafi kodlama yaklaşımının ana bileşenidir. 1969 yılında Çevresel Sistemler Araştırma Enstitüsü (*Environmental Systems Research Institute-ESRI*) Jack Dangermond tarafından kurulmuştur. Bu kuruluş 1980'lerin başında Harvard'taki çalışmaların temelini attığı ARC/INFO yazılımını geliştirmiştir (Piwowar, 1999).

70'lerin sonunda MAP (Harita Analiz Paketi-*Map Analysis Package*), Dona Tomlin ve Joseph Berry tarafından geliştirilmiştir. Bu ürün grid tabanlıdır ve IDRISI içeren çoklu tarama tabanlı sistemlerin gelişmesine öncülük etmiştir (Piwowar, 1999).

1980'lerde Intergraph CADD'i, Arazi Yönetim İdaresi (BLM) MOSS'u, Askeri Ordu Mühendisleri ve Doğal Park Servisi (NPS) GRASS'ı kullanmıştır (Piwowar, 1999).

ABD' de Coğrafi Araştırma (U.S. Geological Survey), 70'li yıllarda ABD ile ilgili Sayısal Arazi Modellerini üretmeye başlamıştır. Bu kurumun Milli Haritalar Yapım Bölümü (National Mapping Division) ve Bilgisayar Merkezi Bölümü' nde (Computer Center Division) CBS halen kullanılmaktadır (Piwowar, 1999).

Türkiye'de ise Türk Silahlı Kuvvetleri (TSK) ve kamu kurumlarının yerle ilgili uygulamalarını bilgisayar desteğinde yapma girişimleri olmuş ve bu konularda çalışmalara başlanmıştır (Öncel, 2000).

2.3 Coğrafi Bilgi Sistemi'nin Önemi

Konumsal veri ve konumsal analiz ihtiyacı sadece yer bilimlari düzeyinde kalmaz. Kent planlayıcılar ve kadastro şubeleri, şehir ve kasabalardaki arazi ve kaynakların dağılımıyla ilgili detaylı bilgiye ihtiyaç duymaktadırlar. İnşaat mühendisleri, yolların ve kanalların rotasını planlamak, yamaçlarda yol açma ve vadi dolum işlemlerini de içeren inşaa maliyetlerini tahmin etmekle yükümlüdürler. Polis departmanlarının çeşitli tiplerdeki suçların dağılımını bilmeleri gerekmektedir. Sağlık kuruluşları hastalık dağılımlarını bilmek zorundadırlar. Şirketlerin ilgi alanı ise, karlarını artırmaya yönelik olarak satış yerleri dağılım optimizasyonu ve potansiyel marketlerin belirlenmesidir. Kamu hizmetleri olarak bilinen su, gaz, elektrik, telefon hatları ve kanalizasyon şebekelerini de içeren alt yapı sistemlerinin tümü haritalara ilişkilendirilmiş konumsal veri olarak kaydedilmek ve işlenmek durumundadır. Günümüzde, ihtiyaçların ilki yönetilen kaynakların ne olduğunu bilmektedir, örneğin ne kadar verimli arazi var? İkinci önemli konu, bunların dağılımının nasıl olduğunu, en iyi şekilde nasıl kullanılabileceğini ve yönetilebileceğini bilmektir (Burrough ve McDonnell, 1998).

Kaynağı aynı olan konumsal bilgi, bir çok kurum ve kuruluş tarafından farklı yöntemlerle toplanıp, farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Bu bilgiler kurum ve

kuruluşların kendi yapıları içerisinde değişik formatlarda ve farklı ortamlarda tutulmaktadır. Kurumlar arası bu farklılık etkileşimli olan bilgilere ulaşmayı da zor hale getirmektedir. Kurumlar arasında bilgi paylaşımının sağlanması, veri tabanı standardının oluşturulması, bilgiye kolay ulaşılması ve amaca yönelik sorgu yapılabilmesi CBS ile mümkündür.

Coğrafi bilgiler, topografik bilgiler açısından her ne kadar statik özellik gösterse de, bu bilgiler dışındaki veriler bakımından dinamik bir yapıya sahiptir. Topografik bilgilerin coğrafi bilgiler içindeki payı dikkate alındığında coğrafi bilgilerin genel olarak dinamik bir yapıda olduğu söylenebilir. Bu nedenle yerleşim birimlerindeki sürekli değişen dinamik yapıyı kontrol edebilmek için dinamik bir planlama gereklidir. Planlama için ihtiyaç duyulan çok miktardaki bilgiyi kısa sürede ve güncel olarak elde edebilmek için CBS'ne ihtiyaç vardır (Taştan, 1991).

2.3.1 Coğrafi Bilgi Sistemi'nin İdari Yönetimler için Önemi

2.3.1.1 Ülke Yönetimi

Eğitim, sağlık, tarım, turizm, imar, çevre, sosyo-ekonomik ve kültürel durum, savunma vb. konularda daha sağlıklı ve hızlı karar verilebilmesi için ülkelerin CBS'den yararlanmaları büyük önem taşımaktadır. CBS'nin ülke yönetiminde kullanımıyla ilgili şu örnekler verilebilir (Alkış, 1996):

- Ülke sınırları içinde yaşamakta olan halkın eğitim durumunu belirleyen haritaların oluşturulması.
- Halkın sağlık durumunu gösteren haritaların oluşturulması ile hastalıkların nedenlerinin araştırılması ve olası hastalıklara karşı gerekli önlemlerin zamanında alınması.
- Arazi kullanım haritalarının üretilmesinde, bitki örtüsünün, orman alanlarının, tarım alanlarının, jeolojik yapının belirlenmesinde hava fotoğraflarından ve uydu görüntülerinden yararlanılması.
- İnsan sağlığı ve ekolojik dengenin korunmasında, hava, gürültü, çöp, su, toprak ve yer verilerine dayalı çevre bilgi sistemlerinin oluşturulması.

- Ülkenin sosyo-kültürel ve ekonomik haritalarının üretilmesi.
- Ülkenin stratejik noktalarının belirlenerek savunma planlarının hazırlanması.

2.3.1.2 Yerel Yönetimler

- Kentsel arazi kullanım, nazım ve uygulama planlarının üretilmesi.
- Yapılaşmanın imar verilerine göre kontrolü ve hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri ile kaçak yapılaşmanın önlenmesi.
- Kentin doğal güzelliklerinin ve tarihi özelliklerinin korunması.
- İmar izni, yapım ve işyeri ruhsatlarının doğru verilere uygun verilmesi.
- Çevre kirliliğine neden olan konut, işyerlerinin saptanması ve bunların ürettikleri katı, gaz, sıvı atıkların cins ve miktarlarının hesaplanması.
- Arazi kullanım haritaları ve mülkiyet verileri ile çağdaş konut alanlarının üretilmesine yardımcı olunması.
- Acil araç sevki planlarının hazırlanması.
- Kentsel toprak değer analizleri yapılarak kamulaştırma haritalarının üretilmesi (Alkış,1996).

2.4 Coğrafi Bilgi Sisteminin Yararları

CBS'nin teknik açıdan bakıldığında yararlarını aşağıdaki şekilde saymak mümkündür.

1. Veri fiziksel olarak sıkıştırılmış formatta korunur (manyetik dosyalar).
2. Veri, kullanılan verinin her birimine karşılık daha düşük ücretlerde korunur ve kullanılır.
3. Veriye daha hızlı ulaşılır.
4. Harita ölçümleri, harita katmanları, transformasyon, grafik tasarımı ve veri tabanı manipulasyonları ve çeşitli hesap araçları sorgulamaya olanak sağlar.
5. Konumsal ve konumsal olmayan (öznitelik) verileri ilişkilendirilebilmektedir ve istenilen amaca yönelik işlemler gerçekleştirilebilir.
6. Coğrafi modeller için hızlı ve tekrar edilebilen sorgulamalara olanak sağlar (arazi uygunluğu gibi).

7. İnteraktif grafik tasarımı ve otomatik çizim araçları kartografik tasarım ve üretime uygulanabilir.
8. Manuel olarak yapıldığında kolay olmayan analizlerin yüksek verimle gerçekleşmesine olanak sağlar (dijital toprak analizleri, eğim tahmini, harita katmanları arasındaki hesaplamalar vb.) (Peuquet ve Marble, 1983).

CBS, klasik harita ile karşılaştırıldığında maliyetinin yüksek olması bir dezavantaj gibi görünse de, CBS kullanımı zaman içinde maliyetlerin düşürülmesi, üretimin artırılması ve stratejik yararların da etkisi ile ilk yatırım maliyetini karşılayarak kar sağlar duruma geçmektedir (Tablo 2.2).

Tablo 2.2 Klasik Harita ve CBS'nin karşılaştırılması (Queen ve Blinn, 1997)

KLASİK HARİTA	CBS
Veri statiktir.	Veri kolay güncellenir.
Sabit projeksiyon, ölçek ve koordinat sistemi.	Yeni projeksiyon, ölçek ve koordinat sistemine dönüştürülebilir.
Nicel analiz uğraştırır.	Harita üzerinde analize olanak sağlayan bir çok manipulasyon işlevine sahiptir.
Harita katmanlarının birleştirilmesi zordur.	Çoklu harita katmanları kolay birleştirilir.
Harita tabakaları birkaç katmanla sınırlandırılır.	Veri tabanının içerdği birçok katmanla tabakalar oluşturulabilir.
Güncelleme tekrar çizimi gerektirir.	Tekrar çizimi gerektinmeyen güncelleme araçlarına sahiptir.
Çeşitli kullanıcıların paylaşımı ve kullanımı zordur.	Aynı zamanda bir çok kullanıcı tarafından kullanılabilir.
Genel giderler düşüktür.	Genel giderler yüksektir.
Kağıt haritalar mevcut formada kullanılabilir.	Harita verileri dijital forma dönüştürülmelidir.
Teknolojisinde az değişime rastlanır.	Teknolojisi çok hızlı değişmektedir.

Kurumlar açısından bakıldığında bilgilerin paylaşımını sağlaması, bilgi fazlalığını, karmaşasını ve tutarsızlığını önlemesi, bilgileri bir araya getirmesi ve bilgileri sınıflandırması CBS'nin, maliyetlerin düşürülmesine olanak sağlayan önemli yararlarıdır. Bilgileri depolama ve güncelleme yeteneği fazla miktardaki verinin bir araya geldiği sistemlerde etkili bir veri yönetimi sağlamaktadır. CBS'nin konumsal analiz yeteneği, konumsal ilişkilerin daha iyi anlaşılmasını sağlar. Bu şekilde karar

destek sistemleri için üretilen veriler daha etkili politikaların oluşturulmasına yardımcı olmaktadır. Kurumlar arası bilgi paylaşımı ile çok farklı disiplinleri bir araya getiren CBS, coğrafi konum fikrinin bir çok uygulamada kullanılmasını sağlamaktadır.

2.5 Coğrafi Bilgi Sisteminde Uygulama Alanları ve Kullanıcı Grupları

CBS'nin yaygın uygulama alanları aşağıda özetlenmiştir (Peuquet ve Marble, 1990):

- ◆ Otomatik fotogrametri
- Vergi alanında kullanılacak harita üretimi
- Karayollarının haritalanması
- Kamu altyapı hizmetlerinin haritalanması ve yönetimi
- Olay izleme
- Nüfus ve ilgili istatistiklerin haritalanması
- Doğru olarak girilmiş verilerin yönetilmesi
- Arazi kullanım planlaması ve yönetimi
- Çevresel etki çalışmaları
- Doğal kaynakların haritalanması ve yönetimi (orman ve tarım arazisi yönetimi, ekolojik ve biyolojik çalışmalar)
- Araç güzergahlarının belirlenmesi
- Havza ve bölge planlama
- Yol ve boru hatlarının güzergah seçimi

Tablo 2.3 matris diyagram, coğrafi veri ile CBS'nin genel işlev fonksiyonlarının (coğrafi kayıtların önemi, grafik gösterim, istatistiksel raporlama, planlama, yönetim ve politika) kullanımına ihtiyaç duyan seçili sorumluluklar arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

Araştırmalar halen 21 farklı kullanıcı grubunun CBS teknolojisini kullanmakta olduğunu göstermektedir. Bunlar (Güngör, 1999): İş dünyası; ekonomik kalkınma; eğitim yönetimi; mühendislik; tesis yönetimi; alt yapı yönetimi; lojistik/dağıtım yönetimi; maden tarama/çıkarma; savunma; petrol arama; politik yönetim; kamu sağlığı; kamu emniyeti; toplu ulaşım; basın ve medya; emlak bilgi yönetimi; yenilebilir kaynak yönetimi, araştırma; ölçme, haritalama ve veri dönüşümü; bölge ve şehir planlama, çevre.

Tablo 2.3 CBS Genel İşlev Fonksiyonları ve Sorumluluklar Arasındaki İlişkilerin Karşılaştırılması (Peuquet ve Marble, 1990)

Sorumluluklar	Veri örneği	CBS tarafından sağlanan genel görev fonksiyonlar					
		Coğrafi kayıtların önemi (işlevsel ve envanter)	Grafik gösterim (çizim)	İstatistiksel Raporlama	Planlama	yönetim	politika
Arazi kontrol	Sınır araştırması	0	0				
Doğal kaynakların işletilmesi	Jeofizik, topografya, coğrafya, bitki ve toprak	0	+		0		
Vergi ve mülkiyet takibi	Kadastro ve vergi kayıtları	0	0	+			
Arazi kullanımı/altyapı planlama	Olanaklar & sınırlı veri				0		
Arazi kullanımı bölgeleme (zoning)	Zoning kayıtları	0	+		0		
Arazi kullanımı/altyapı tasarım/inşa	Mühendislik araştırması/veri		0		+		
İnşa, servis, kayıt koruma ve yönetim	Kamu kuruluşlarının çizimi	0	0		+		
Gelişme kriterleri	Arazi kullanımı incelemesi	+	+	0	+	0	0
Nüfus Sayımı	Popülasyon, yerleşim, sağlık ve ekonomik veri		+	0	0		0
Olay izleme	Politik/yangın istatistikleri		+	+	+	0	0
Doğal kaynak yönetim	Mevcut Orman kayıtlarının korunması	0	0		0	0	
Çevrenin izlenmesi	Vahşi yaşam, bitki, hava, toprak, su	0	+	0	0		0

0 = çok gerekli

+ = gerekli

2.6 Coğrafi Bilgi Sisteminin Çevresel Uygulamaları

Temelde harita bilgisine dayalı işlemlerde ya da konum bağlantılı yoğun hacimli verilerle uğraşmak bunları analiz ederek ortaya çıkacak sonuçlara göre bir takım kararların doğru olarak verilebilmesi CBS fonksiyonlarının etkin kullanılması ile mümkün olabilmektedir. Bugün dünyada olduğu gibi Türkiye’de de CBS ile gerçekleştirilmiş bir çok proje ve uygulama örnekleri vardır (Yomralıoğlu, 2000).

2.6.1 Arazi Kullanımı ve Planlamaya Yönelik Uygulamalar

Bir kentin, bölgenin veya ulusal toprakların verimli kullanılması için planlama safhalarında CBS’inden faydalanmak gerekmektedir. Bunlar mastır planlarının geliştirilmesinde, az gelişmiş bölgelerin yeniden değerlendirilmesinde, arazi kullanımına ilişkin planların geliştirilmesi, yapılaşma trendlerinin izlenmesi, ulusal bazdaki projelerin planlanması gibi bir çok alanda olabilir. Bu amaçla Türkiye’de ilk kez Adana İli Çevre Atlası projesinde arazi kullanım potansiyellerinin tespiti için yeni bir yaklaşım kullanılmıştır. Bu projenin amacı uzaktan algılama ve CBS tekniklerinden yararlanılarak her türlü planlamaya altlık olacak bir veri tabanı oluşturmaktır. Yapılan analizler sonucunda tarım alanlarının hatalı kullanıldığı, kabiliyet sınıfı yüksek olan, tarım yapılması gereken alanlarda tarım yapılmadığı görülmüştür (Yomralıoğlu, 2000).

2.6.1.1 Yerleşim Alanlarının Planlanması

Planlama çalışmaları genelde üç aşamada gerçekleştirilir. Bunlar (Yomralıoğlu, 2000):

- i. Analiz, sentez ve yer seçimi çalışmaları: Bu aşamada seçilecek bölge için jeolojik, ekolojik vb. mekansal analizler yapılır.
- ii. Seçilen bölgenin haritalarının hazırlanması: Halihazır haritalar, kadastral haritalar, jeolojik haritalar vb. hazırlanması.
- iii. Planlama çalışmaları: Çevre Düzen Planı, Nazım Planı, İmar Uygulama Planlarının yapımı.

Planlama içeriği itibariyle farklı disiplinlerdeki mesleklerin bir araya gelmesi sonucu oluşan bir olgudur. Dolayısıyla, değişik sistemlerdeki konumsal verilerin bir çatı altında toplanması ve değerlendirilmesi gerektirir. CBS bu verilerin toplandığı bir havuzdur.

Sadece verileri toplamakla kalmayıp, farklı veri gruplarını bir dizi analiz ve sorgulamalardan geçirip planlama için gerekli donatı alanlarını da ortaya çıkarabilir. Örneğin, jeolojik açıdan yerleşime uygun olmayan sahalar konut dışı alanlar olarak bırakılıp, yeşil alan veya bu amaçla bir kullanım için tahsis edilir. Benzer şekilde enerji nakil hatlarının geçtiği güzergahlar yine farklı kullanım için ayrılırken, toprak sınıflarına göre yapı yükseklikleri tanımlanabilir. Bu şekildeki kriterleri artırmak mümkündür. CBS konumsal analiz fonksiyonlarıyla farklı alanlardaki bilgileri tek bir sistemde değerlendirip, optimum kullanma alanlarını tespit edebilmek için plancılara çeşitli seçenekler sunabilmektedir (Yomralıoğlu, 2000).

2.6.1.2 Peyzaj Planlama ve Koruma Çalışmaları

Çevre kirliliği sonucu çevresel kaynakların tahribi yanında, düzensiz yapılaşma, yanlış alan kullanımı gibi etmenler biyolojik zenginlikleri ve ekolojik dengeyi tehlike altına sokmaktadır. Kıyıların ekolojik denge üzerindeki hassas konumları uluslar arası çevre sözleşmelerinin bir çoğunda vurgulanmaktadır. Kıyı alanlarının korunması için CBS tabanlı bazı eylem programları geliştirilmiştir. Bu amaçla, örneğin, Belek, Antalya ili Serik ilçesinde yapılan çalışmalarda yörenin tarihsel gelişimi irdelenmiş, doğal, kültürel ve ekolojik özellikler ile sosyal-kültürel verileri ortaya konmuş, bölgedeki turizm yapılaşma alanları ile golf alanları değerlendirilmiştir. Çalışmada 1/25.000 ölçekli haritalardan sayısal arazi modeli oluşturulup, arazi modeli üzerinden bakı, eğim ve yükseklik analizleri yapılmıştır. Vegetasyon haritası, mevcut alan kullanımı ve diğer alanlara ilişkin doğal ve kültürel verilerle hazırlanan haritalar doğrultusunda koruma planları ve Belek Sürdürülebilir Peyzaj ve Turizm Önerisi hazırlanmıştır (Yomralıoğlu, 2000).

2.6.1.3 Demografik Analizler

Sosyal koşullar, yaşam seviyeleri ve yaşama koşullarının planlanmasında ekonomi, tarım reformu gibi politikaların hazırlanmasında, araştırılmasında, izlenmesinde sosyo-ekonomik yapı önemli bir yer tutmaktadır. Sosyo-ekonomik yapı ile ilgili verilerin bir çoğu coğrafik yani konumla ilgilidir. Bu verilerin daha sonra güncellenmek üzere, başlangıçta bir kez toplanıp veri tabanında tutulması, daha verimli politika ve planların üretilmesine önemli katkı sağlar. CBS'nin konumsal analiz kapasitesiyle değişik veri

gruplarından çeşitli istatistiksel sonuçlar üretmek, buna bağlı olarak sosyo-ekonomik yapı hakkında alternatif kararlar vermek mümkün olacaktır (Yomralıoğlu, 2000).

2.6.2 Çevresel Uygulamalar

2.6.2.1 Çevresel Etki Değerlendirmesinde CBS Kullanımı

Çevresel Etki Değerlendirme ya da kısa adıyla ÇED çalışmalarında haritaya dayalı konumsal veri önemli bir yer tutmaktadır. CBS'nin ÇED çalışmalarında kullanımı genelde karayolları, boru hatları, konut gelişim projeleri, kıyı ve taşkın koruma çalışmaları, barajlar, turizm yatırım projeleri, limanlar ve enerji hatları konularında yoğunluk kazanmıştır. CBS'nin ÇED çalışmalarında sağlayacağı avantajlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- ◆ Daha iyi etki ölçme ve değerlendirme olanağı sağlayan konumsal analiz ve modelleme yeteneği,
- Proje yer seçiminde ve alternatiflerin karşılaştırılmasında kolaylık sağlaması,
- Etki değerlendirme alanına ait tanımsal ve grafik veriyi aynı ortamda depolama, düzenleme ve kolayca güncelleme olanağı sağlaması,
- Etkin sunum tekniği ile projenin etki değerlendirme sürecine katılan halk dahil her grup tarafından daha kolay anlaşılabilir hale gelmesi,
- Değerlendirme de insan hatalarını en aza indirerek en doğru sonuçlara kısa zamanda ulaşabilmesinin sağlanmasıdır (Yomralıoğlu, 2000).

2.6.2.2 Çevresel Bilgi Sistemleri

Çevre ile ilgili kararların alınabilmesi, çevreyi etkileyen unsurların belirlenebilmesi için öncelikle söz konusu çevrenin doğal yapısı gerçeğe uygun olarak modellenmeli ve konumsal analizler ile çevresel değişimlere ait iyileştirici ve önleyici kararlar alınmalıdır. Yerleşim ve sanayi alanlarının yayılma trendlerinin izlenmesi, kıyıların korunması, yeşil alan kütlelerinin belirlenmesi, kirlilik araştırmaları, ÇED raporlarının sağlıklı düzenlenmesi, kimyasal ve biyolojik unsurların çevreye etkilerinin irdelenmesi, kara-hava-deniz ulaşım sistemlerinin planlanması, katı ve evsel atık alanlarının belirlenmesi ve bunların çevrelerine etkileri, su kaynakları ve akarsuların tespiti, milli parkların belirlenmesi ve yönetimi, havzaların korunması ve iyileştirilmesi gibi çevreye

konu olan bir çok husus CBS'nin temel fonksiyonları ile daha sağlıklı olarak irdelenebilmektedir (Yomralıoğlu, 2000).

Trabzon-Değirmendere Vadisi Çevre Düzenleme Projesi : Trabzon kentinin içme suyunu sağlayan ve İç Anadolu'ya açılan kapısı olan Değirmendere süratle kirlenmekte, doğal ve estetik açıdan bozulmaktadır. Bu bozulmayı azaltabilmek için Karadeniz Teknik Üniversitesi 1998 yılında; Trabzon Valiliğinin desteğini alarak, Trabzon-Değirmendere Vadisi Çevre Düzenleme Projesi'ni (DEVAÇED) başlatmıştır. Proje kapsamında, vadi akarsuyunun ne tür kaynaklarının hangi oranda kirlettiği şaptanmaya çalışılmıştır. Trabzon Valiliği Çevre İl Müdürlüğü'nce yapılan kirlilik araştırması, 1/25.000 ölçekli altıklardan yapılan sayısallaştırılmış bölge haritası ile ilişkilendirilerek kirlilik kaynaklarına ait bazı şaptamalar yapılarak önlem alınması gereken öncelikli bölgeler tahmin edilmiştir. Özellikle, vadinin yapısı yanında, evsel atık ve sanayi atığı üreterek vadiyi kirleten suni yapılarla ile grafik-sözel bilgiler ve uydu görüntüleri, değişik kaynaklardan toplanarak CBS yazılımları ile değerlendirilmiş ve havzanın sayısal arazi modeli oluşturulmuştur. Kirlilik merkezleri katmanlarına, ürettikleri atıkların hacimleri ile orantılı olacak şekilde “buffer” analizi uygulanarak, tesislerin dereyi birbirine göre ne ölçüde kirlettiğini görebilme fırsatı elde edilmiştir. Aynı işlem, nüfus bilgileri kullanılarak yerleşim alanları katmanına da uygulanmış sonuçta nüfus yoğunluğunun azalıp-çoğaldığı yerler daha belirginleştirilmiştir. Bu iki analiz katmanı üst üste bindirilerek evsel atıklar, sanayi atıkları ve yerleşim alanları arasındaki ilişkiler irdelenmiştir (Yomralıoğlu, 2000).

2.6.3 Ormancılık Uygulamaları

Ormancılık faaliyetlerini yürüten farklı birimler, birbiri ile sürekli karşılıklı iletişim içerisinde. Yetiştirme ortamı sınıflandırması gibi ormancılıkta temel birimlerin ürettiği bilgiler ışığında, orman amenajman planları kristalleşir, ekosistem özelliklerine uygun ekonomik bir işletme şeklinin verilmesiyle de mekansal düzenleme yapılır ve uygulamaya aktarılacak üzere son şeklini alır. Bu şekilde hazırlanan orman amenajman planlarından ayrıca diğer bir çok kamu kurum ve kuruluşlar da istifade ederler, örneğin Devlet Planlama Teşkilatı. CBS bir çok ormancılık alt biriminde kullanılmasına rağmen bunlardan bazıları özetle aşağıda sunulmuştur (Yomralıoğlu, 2000).

2.6.3.1 Orman Envanteri

Orman kaynaklarını temsil eden konumsal verilerin sadece elde edilmesi sayısallaştırması ve sayısal ortamda saklanması açısından bakıldığında, CBS gibi gelişmiş bir teknolojiye ihtiyaç duyulduğu görülür. Ormancılıkta bir çok durumda veri tabanındaki bilgileri sadece tablo veya grafik formda çekip almak veya sunmak yeterli olabilmektedir. Çoğu kez kullanıcı için bu işlemler sonunda elde edilen çıktılar yeterli olmaktadır (Yomralıoğlu, 2000).

2.6.3.2 Orman Koruma ve Yangın Amenajmanı

Ormanları zaman zaman tehdit eden ve çoğu zaman yok olmasına sebep olan yangın, böcek, mantar ve erozyon gibi olayların belli nispette planlanarak kontrol altına alınmasında CBS kullanılmaktadır. Örneğin, Kanada'da 1930'lu yıllardan beri Ladin+Köknar ağırlıklı ormanları tahrip eden bir böceğe karşı mücadele programının hazırlanmasında etkili bir şekilde CBS kullanılmıştır. Benzer şekilde, orman yangınlarına riskli alanların tespit edilip yangın esnasında arazinin topografik yapısına ve meşçerelerin durumuna yani yanıcı madde miktarına göre hesapların yapılmasında CBS'den faydalanılmaktadır. Yine, yangın alanına en kısa zamanda ulaşmak için en uygun yol güzergahının seçiminde CBS etkili olarak kullanılmaktadır (Yomralıoğlu, 2000).

2.6.3.3 Yetiştirme Ortamı Envanteri

Yetiştirme ortamı genelde, iklim ve toprak örtüsü ile vejetasyon örtüsü faktörlerinin oluşturduğu ekolojik birimler tarafından belirlenir. İşletilmesi söz konusu orman alanında ekolojik birimler belirlenir ve sınırlar geçirilerek haritalar oluşturulmaya çalışılır. Söz konusu ormanların bu şekilde ekolojik birimlere ayrılmasında CBS'den yararlanılır. Öncelikle, belirli aralıklarla alınacak deneme alanlarında yapılan ölçümler bilgisayar ortamına kaydedilerek toprak yapısı, alt vejetasyon ve toprak nemliliği haritaları CBS'nin belirli coğrafi analiz fonksiyonlarından yararlanılarak elde edilir. Daha sonra, CBS'in birleştirme fonksiyonundan yararlanılarak üst vejetasyonla toprak yapısı haritası çakıştırılarak üst vejetasyon ve toprak yapısı ortak haritası oluşturulur. Yine benzer metotla üst vejetasyon haritası ile toprak nemliliğini gösteren diğer sayısal

harita çakıştırılarak alt vejetasyon ve toprak nemliliği ortak haritası oluşturulur. Bu iki işlem sonucu elde edilen iki komposit harita birbirleriyle yine aynı metotla çakıştırılarak bu defa daha karmaşık ve yetişme ortamı ile ilgili bütün bilgilerin bulunduğu tek bir komposit harita elde edilir. Elde edilen bu harita üzerinde uygun sınıflandırma kuralları ile yine CBS'nin yeniden sınıflandırma fonksiyonu kullanılarak ekolojik birimler haritası oluşturulur (Yomralıoğlu, 2000).

2.6.3.4 Orman Amenajmanı

Orman amenajmanında stratejik planlama, belli zamanda ve konumlarda yeterli miktarda ve kalitede orman ürünlerinin ve aynı zamanda hizmetlerinin sürekliliğinin sağlanmasına izin verecek faydalanmanın düzenlenmesi, ürünlerin taşınması ve dağıtımı, silvikltrle müdahalelerin karşılaştırılması ve alanın koruma tedbirleriyle güvence altına alınması dörtlüsünün entegre halinde tasarımı ve uygulaması işlemleridir. Bu dört elemanın coğrafi konum ve zaman ile kuvvetli ilişkisi vardır (Yomralıoğlu, 2000).

Orman amenajman planlarının yapımında CBS yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Sayısal veri tabanının kurulmasının yanında, planlamada önemli bir faaliyet olan teknik müdahale ve etkinliklerinin konum itibariyle belirlenmesi ancak CBS yardımıyla mümkün olmaktadır. Diğer bir deyişle, teknik müdahalelerin yapılacağı ve koruma altına alınacak meşerelerin hangi coğrafi konumda veya bölgede, hangi rakım eğim ve bakıda, önemli yerleşim alanlarından nispi konumu itibariyle nerede olduğunu kesin olarak tespit etmede kısaca amenajman planlarında, konumsal planlamanın hazırlanmasında kullanılmaktadır. Sadece coğrafi konum itibariyle etkinliklerin yerlerini belirtmekle kalmayıp çok yönlü ve ekosistem tabanlı amenajman planlarının düzenlenmesinde vazgeçilmez bir araç olmuştur (Yomralıoğlu, 2000).

2.6.3.5 Yaban Hayatı Amenajmanı

Bugün, Kuzey Amerika'da nesli tükenmekte olan hayvanları koruma kanunu kapsamında koruma altına alınmıştır. Bu türlerin sürekliliği ancak doğal yetiştirme ortamları korunarak sağlanabilmektedir. Doğal yetiştirme ortamlarını tespit etmekte,

ihtiyaç duydukları alanların coğrafi konumu ve dağılımını hesaplamada CBS kullanılmaktadır (Yomralıoğlu, 2000).

2.6.4 Tarımda CBS Kullanımı

CBS, tarımda bitki deseni tahmini, rekolte tahmini, çayır ve mera alanlarının belirlenmesi, nadasa bırakılan alanların belirlenmesi, bitki gelişiminin izlenmesi, toprak tasnifi, sulama ve drenaj etütleri, su toplama havzası etüt ve planlaması, su kaynaklarını koruma planlaması, tarım ve hayvancılığa ilişkin kaynak tahminleri, kırsal yerleşim yerlerinin belirlenmesi gibi bir çok tarımsal amaçlı çalışmalarda kullanılabilir (Yomralıoğlu, 2000).

GAP bölgesinde yapılan bir çalışmada dünyaca tanınmış Virginia tütünün iklim açısından yetişebileceği alanların CBS ile belirlenmesi amaçlı bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada ilk olarak, sıcaklık, yağış, nem, rüzgar vb. sözel bilgiler veri tabanına girilmiştir. Grafik bilgiler ise 1/500.000 ve 1/250.000 ölçekli haritalardan sağlanmıştır. Bitkilere ilişkin veriler meyveler, sebzeler ve tarla bitkileri olmak üzere üç sınıfa ayrılmış ve bu sınıfların ayrıntılı bilgileri de veri tabanına dahil edilmiştir. Veri kütükleri oluşturulduktan sonra, bu bilgiler Arc/Info programına aktarılmış, yazılımın sağladığı olanaklardan faydalanarak, GAP alanının çeşitli iklim haritaları elde edilmiştir. Bunun sonucunda da Virginia tütünü için gerekli iklim ve toprak koşullarını sağlayan alanlar belirlenerek çeşitli sınıflara ayrılmıştır (Yomralıoğlu, 2000).

CBS ayrıca tarımsal iyileştirme, bitki örtüsünün varsa hastalıklı bölgelerini tespit etme ve zirai vergilendirme konusunda da belirleyici rol oynamaktadır. Özellikle, ekim yapılacak alanlarda izinsiz yapılan uygulamaların uydu görüntüleriyle kolayca belirlenerek ziraat denetimi artırılır. Yine bu görüntüler vasıtasıyla, tarım tipine bağlı olarak çiftçilerin ödeyecekleri vergiler doğrudan hesaplanarak mükelleften otomatik olarak verginin tahsili yoluna gidilir. Bu tür veriler çiftçilerin kredilendirilmesinde de belirleyici olur. Nitekim ülkemizde Devlet İstatistik Enstitüsü Uzaktan Algılama birimi ve Tarım Bakanlığına bağlı Tarım Araştırma Geliştirme Genel Müdürlüğü Coğrafi Bilgi Sistem birimi tarımsal konularda çeşitli CBS ve uzaktan algılama uygulamaları gerçekleştirmektedir (Yomralıoğlu, 2000).

3. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİNİN BİLEŞENLERİ

Bir CBS'nin kurulabilmesi ve verimli olarak kendinden bekleneni verebilmesi için temel bileşenler şunlardır:

- Coğrafi veriler
- CBS donanımı
- CBS yazılımı
- Personel
- Organizasyon (yöntemler)

3.1 Coğrafi Veriler

CBS bileşenleri dinamikdir; CBS projelerinde personel iş hacmiyle birlikte bilgisayar endüstrisinde de hızlı bir değişim yaşanmaktadır. Bu sebepten dolayı, CBS gelişimiyle ilgilenenler, veri merkezli yaklaşımı benimsemeye teşvik edilmektedirler. Basitçe, veri merkezli yaklaşım CBS'inde veriyi merkezi kaynak olarak görmektedir. Böylece, veri bir çok kullanıcı ve yazılım/donanım sistemlerinde paylaşılabilir, veri kullanıcıların amaçlarını destekleyici olarak kişi ve kuruluşlar tarafından toplanmakta ve derlenmektedir (Şeyhsuvaroğlu, 2000).

Coğrafi veriler; konumsal (grafik), öznitelik (grafik olmayan) ve topolojik verilerdir (Şekil3.1). Konum verileri coğrafi varlığın (detayın) belli bir referans sistemine göre yerini ve biçimini belirten koordinat veya piksel değeridir (Taştan, 1991). Öznitelik verileri ise konuma bağlı olmayan, topolojik olmayan, doğrudan detaya bağlı ve detayı tanıttıcı verilerdir. Örneğin ormandaki ağaç cinsi, akarsuyun debisi, parselin sahibi vb. öznitelik bilgileridir. Bu öznitelik bilgileri sayısal veya sözel karakterde olabilir. Öznitelik bilgilerinin bilgisayar ana belleğinde ve depolama birimlerinde temsil edilmesinde klasik bilgisayar kodlama yöntemleri kullanılır. Topoloji, şekillerin büyüklük ve biçim özellikleri ile değil, komşuluk, birleşme ve içermeye gibi şekil

bozulması karşısında değişmeden kalan özellikleri ile yani geometrik (ölçülebilir) olmayan özellikleri ile ilgilenir. Topolojik veri yapısında detayların hem konum bilgilerinin hem de konuma ait ilişkilerinin (komşuluk, çakışıklık, yön, bağlantılar) bilgisayarda temsil edilebilmesi için kenar ve düğüm elemanları kullanılmaktadır. Topoloji sayesinde alan içinde alan, bir detayı kesen detaylar, bir alan detayın komşuları gibi sorgulamalar mümkün olmaktadır. Topolojik verilerin doğrudan toplanması, başka bir deyişle CBS ortamına dışarıdan getirilmesi yerine CBS ortamına aktarılmış olan konum verilerinin analiz ile türetilmesi daha uygundur (Şekil3.2) (Şeyhsuvaroğlu, 2000).

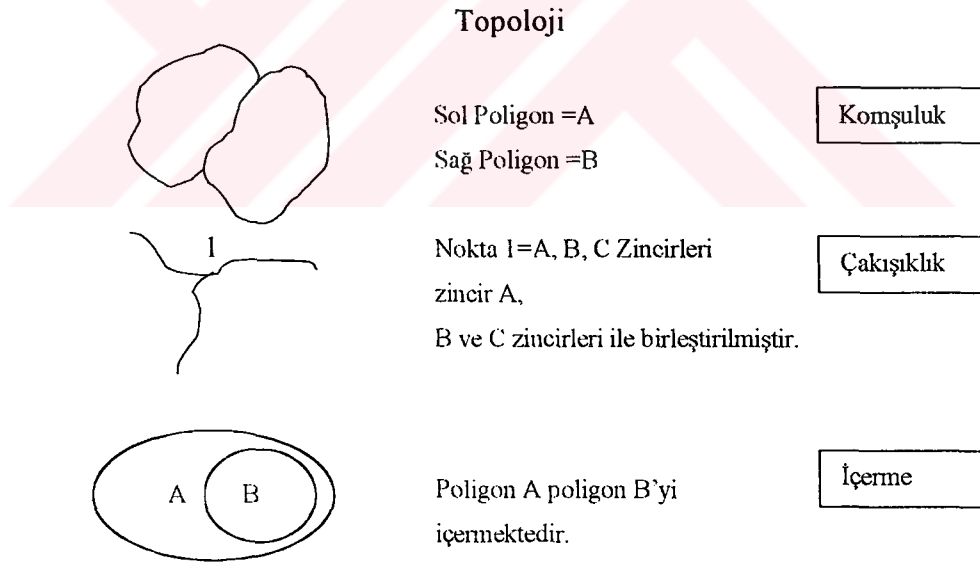
Verileri bir araya getirmek için söz konusu olan bir çok teknik problemin yanı sıra bilgi/veri sorumluluğu, kopyalama hakkı, bilgi/veri sahiplerinin hakları gibi konuların söz konusu edildiği yasal konular, profesyonellik, bilgi/veri paylaşımında ortak hareket stratejileri, yatırım, kurumlar arası koordinasyon ve iş birliği gibi konuların ele alındığı kurumsal konular, bilgi/veri paylaşımı ve gizliliği konularında ülke politikası, bilgi/veri serbestliği, uluslar arası bilgi/veri değişim politikalarının ele alındığı politik konular ve bilgi/veri entegrasyonunda lisan ve kültürel engellerin söz konusu edilebileceği uluslar arası konular da sayılabilir (Şeker, 1996).

3.2 Coğrafi Bilgi Sistemi Donanımı

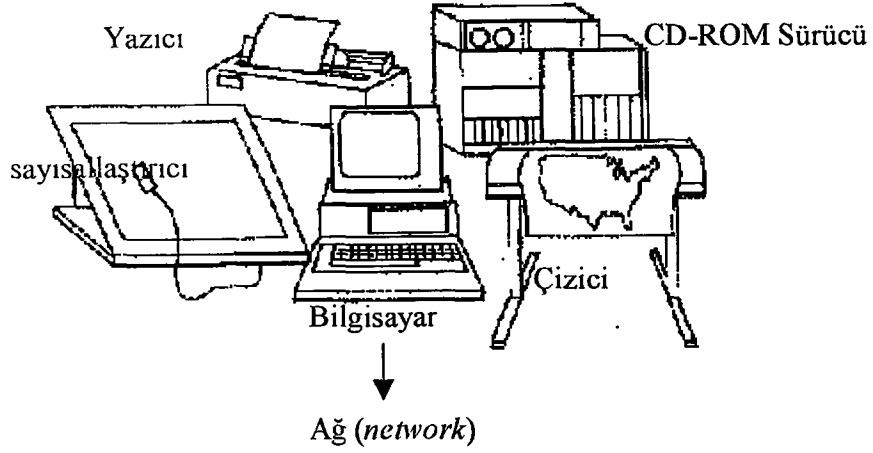
CBS'nin genel donanım bileşenleri Şekil 3.3'de gösterilmektedir. Bilgisayar veri depolamak ve programlar için bir hard diske sahiptir, ancak ekstra depolama işlemleri ağ veya dijital teyp kasetleri, optik CD-ROM'lar ve diğer araçlar ile gerçekleştirilebilir. Bir sayısallaştırıcı veya tarayıcı, haritaları ya da dokümanları bilgisayar programında kullanılmak üzere dijital forma dönüştürmek için kullanılır. Çizici, yazıcı ya da başka bir sunum aleti veri işlemlerinin sonuçlarını sunmak için kullanılır. Optik hatlar ya da sıradan telefon hatları üzerinden modem ile özel veri hatlarının lokal ya da global elektronik ağlarda kullanılması bilgisayarlar arasındaki iletişime olanak sağlar (Burrough ve McDonell, 1998).

COĞRAFI VERİ TÜRÜ		COĞRAFI VARLIK (DETAY) TÜRÜ		
		Nokta	Çizgi	Alan
GRAFİK VERİ	Şekil verisi (sembol)			
	Konum verisi (koordinat)	Detay koordinatı (X,Y)	Detayı temsil eden noktaların koordinatları (Xi,Yi)	Detayı temsil eden noktaların koordinatları (Xi, Yi)
GRAFİK OLMAYAN VERİ (ÖZNİTELİK)		Detay kodu: 8 Rakımı:500 m Çeşidi: 1 No: 27374	Detay kodu: 34 Yüzey: Asfalt Çeşidi: Cadde Şerit Sayısı: 2	Detay Kodu: 174 Parsel No: 5378 Ada no: 45 Sahibi: Çiğdem Pak

Şekil 3.1 Coğrafi veri türleri (Taştan, 1991)



Şekil 3.2 Konumsal ilişkiler (Buckley, 2000)



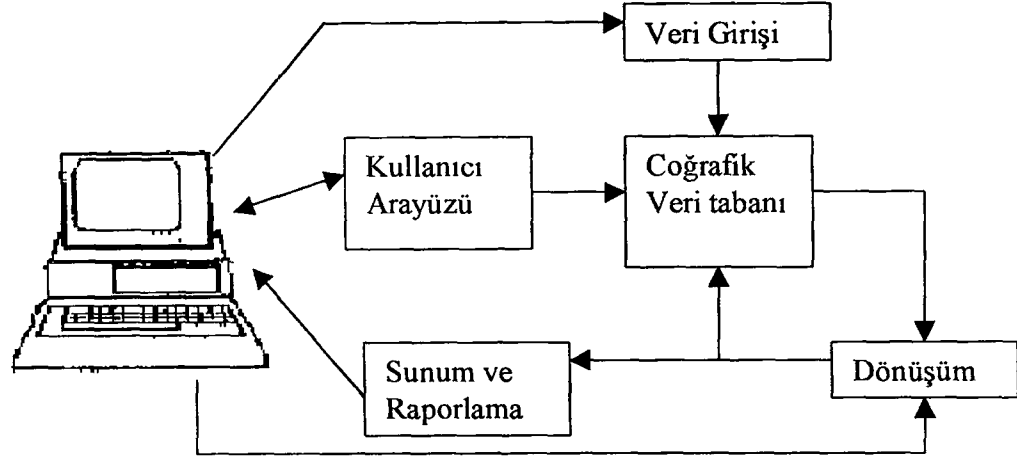
Şekil 3.3 CBS'nin ana donanım bileşenleri (Burrough ve McDonnell, 1998)

Donanım, CBS için oldukça esnek bir yapıya sahiptir. CBS için bir konfigürasyon oluşturulurken bu birimlerden hangilerinin kullanılacağını belirlemede dikkate alınacak en önemli husus, yapılacak uygulamanın gereksinimleridir. Kullanıcılar ihtiyaçları doğrultusunda değişik bilgisayar yapılandırmaları belirleyebilirler. Daha sonraları ise teknolojik gelişmelere paralel olarak, konfigürasyonda değişiklikler yapılabilir (Şeyhsuvaroğlu, 2000).

3.3 Coğrafi Bilgi Sistemi Yazılımı

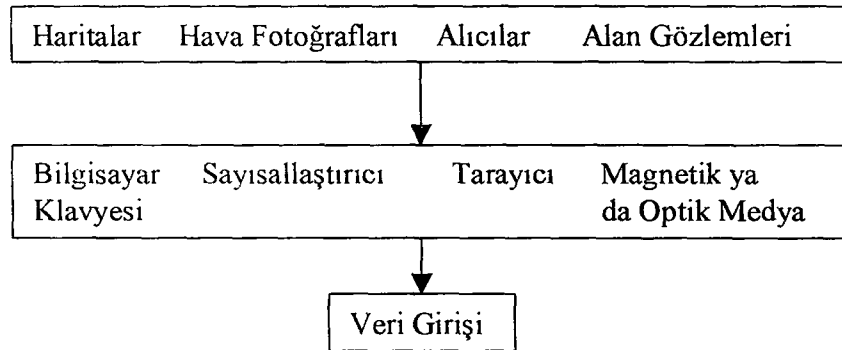
CBS yazılımı beş ana fonksiyonel gruba ayrılabilir (Şekil 3.4) :

- (a) Veri giriş ve işlem yazılımları
- (b) Veri depolama ve veri tabanı yönetim yazılımları
- (c) Çıktı ve sunum yazılımları
- (d) Veri dönüşümünü sağlayan yazılımlar
- (e) Kullanıcı arayüz yazılımları



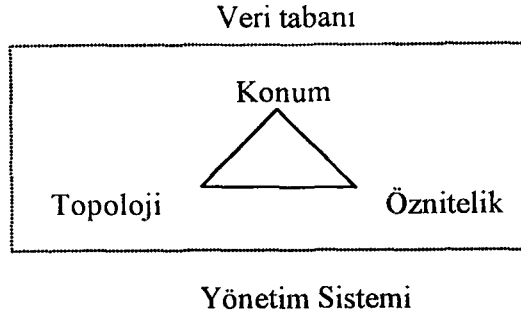
Şekil 3.4 CBS'in ana yazılım bileşenleri (Burrough ve McDonnell, 1998)

(a) Veri girişi, mevcut haritalardan konumsal verinin elde edilmesi, alan gözlemleri ve alıcılardan (hava fotoğrafları, uydular ve kayıt cihazlarını içeren) verilerin temin edilmesi ve onları standart dijital forma dönüştürmeyi kapsar. İnteraktif bilgisayar ekranı ve faresi, sayısallaştırıcı, kelime işlemci, tarayıcılar (verinin direkt kaydı ya da harita ve fotografik şekillerin dönüştürülmesi için), uydu ya da hava fotoğrafları ve teyp ve CD-ROM'lar gibi magnetik medyada zaten kayıtlı verileri okumak için gerekli aletleri içeren araçlar veri toplama ve girişi için mevcuttur (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 Veri toplama ve girişi (Burrough ve McDonnell, 1998)

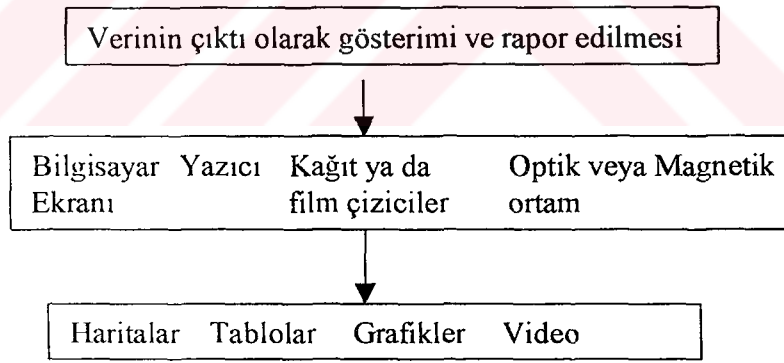
(b) Veri depolama ve veri yönetimi (Şekil 3.6); verinin, bilgisayarda depolanması ve sistem kullanıcıları tarafından nasıl anlaşıldığına bağlı olarak konumu, topolojisi ve coğrafi bileşenlerin (noktalar, çizgiler, alanlar ve dünya yüzeyindeki objelerin gösterimini sağlayan daha karmaşık girdiler) davranışlarıyla ilişkilidir.



Şekil 3.6 Coğrafi verinin bileşenleri (Burrough ve McDonnell, 1998)

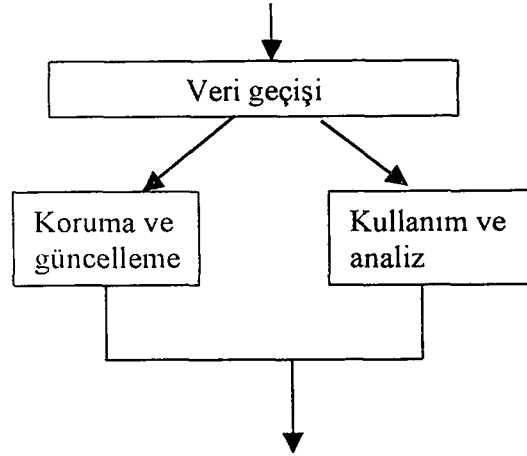
Bilgisayar programının veri tabanını organize etmek için kullanılması Veri Tabanı Yönetim Sistemi (*Data Base Management-DBMS*) olarak bilinir.

(c) Veri çıktı ve sunumu (Şekil 3.7) verinin gösterimi ve kullanıcılara analiz sonuçlarının nasıl rapor edileceğine bağlıdır. Veri, bilgisayar ekranında vurgulanmak istenen fikre bağlı olarak haritalar, tablolar veya şekiller (grafikler) şeklinde sunulabilir veya bilgi dijital form şeklinde magnetik ortama kaydedilerek yazıcı ya da çiziciden çıktı olarak alınabilir.



Şekil 3.7 Verinin çıktı sunum bileşenleri (Burrough ve McDonnell, 1998)

(d) Veri dönüşümü (Şekil 3.8) iki işlemi kapsamaktadır: 1) Veriden hatayı kaldırmayı ya da güncellemek üzere veri geçişini, 2) CBS' den beklenen sorgulara cevap olacak verilere uygulanması gereken analiz metotlarının düzenlenmesini. Geçişler konumsal, topolojik veya öznitelik veri üzerinde ayrı ayrı ya da birleştirilmiş şekilde gerçekleştirilir. Verilerin yeni bir projeye ayarlanması, verinin mantıksal olarak tekrar kullanılması ve alan-çevre hesaplamaları gibi bir çok veri geçişi CBS'nin her çeşidinde bulunması beklenen genel özelliklerdir.



Şekil 3.8 Veri geçişi (Burrough ve McDonnell, 1998)

(e) CBS tasarımcıları verinin tekrar düzenlenmesi ve geçişinde kullanıcıların ihtiyaçlarının sınırsız olduğunun farkına varmışlardır. Bu yüzden bir çok sistem kullanıcı ile sistemin birbirlerini etkileyebileceği arayüze olanak sağlamaktadır. Fare ile klikleyerek seçilen menü yorumları bunun en basit örneğidir. Bu sıradan kullanıcıların karmaşık işlevleri yerine getirmesinde çok etkilidir (Burrough ve McDonnell, 1998).

3.4 Coğrafi Bilgi Sistemi Personeli

Bir CBS'nin personel kadrosu dokuz grupta toplanabilir (Taştan, 1991):

- ❖ Sistem Yöneticisi
- ❖ Sistem Analisti
- ❖ Veri tabanı Yöneticisi
- ❖ Veri İşleme Uzmanı
- ❖ Harita Mühendisi/Teknisyeni
- ❖ Veri Giriş Operatörü
- ❖ Bilgisayar Mühendisi/Teknisyeni
- ❖ Uygulama Programcısı
- ❖ Son Kullanıcılar

Yöneticiler izlenecek politikaları, işleme adımlarını belirlerler, gerekli amaç ve araçları tespit ederler ve zaman planlaması yaparlar. Veri üreticileri CBS’de kullanılacak grafik ve grafik olmayan veriyi toplayan personeldir. CBS’ de konuma bağlı analizlerin yapılabilmesi için toplanan verilerin de bu işlemlere uygun yapıda olması gerekmektedir. Veri üreticilerinin de veriyi uygun şekilde toplayabilmeleri için bu özelliklerden haberdar olmaları ve CBS gereksinimlerini bilmeleri gerekmektedir. Sistem kullanıcıları (veri işleme uzmanı, veri giriş operatörü, programcılar ve mühendisler) CBS’nin yazılım ve donanımını aktif olarak kullanan personeldir. Sistem kullanıcıları problem çözümlerinde CBS’nin nasıl uygulanacağı konusunda gelişmiş teknik bilgiye sahiptirler. Sistem kullanıcıları sistemin sadece günlük kullanımından değil aynı zamanda sistemin yaşatılması ve güncel tutulmasından da sorumludurlar. Son kullanıcılar ise CBS tarafından üretilen bilgileri kullanırlar. Teknik bilgiye sahip olmaya gerek yoktur. Bunun yanında, sistemin olanakları ve kısıtlarını bilmek açısından sistem kullanıcıları ile sürekli iletişimde bulunmalıdırlar. Son kullanıcılar günlük işlemlerinde CBS kullanımının gerekli olup olmadığına karar verebilmek açısından CBS’nin fayda ve maliyetlerini çok iyi bilmek durumundadırlar (Şeyhsuvaroğlu, 2000).

3.5 Organizasyon (Yöntemler)

Organizasyonel bileşenler insan kaynaklarının yönetimi, mali kaynakların yönetimi gibi proje yönetim konularının yanısıra organizasyonların ve iş süreçlerinin analizi ve yeniden yapılandırılması gibi konuları içerir (Batuk ve diğ., 1996).

CBS kurmayı düşünen bir kuruluş için en yararlı öneri daha en başından bir proje yönetim yöntemi izlemesidir. İlk ve büyük projeler için geniş çaplı entegrasyon projelerinin danışman şirket veya kişilerce yönetilmesi veya yönlendirilmesi tavsiye edilmektedir. Proje yöntemleri büyük ölçüde benzerlikler gösterir, hemen her türlü projenin planlanması için kullanılabilir ve daha çok projelerin planlama aşamasına yöneliktir (Batuk ve diğ., 1996).

Bir proje planlamasının akışı genel olarak şöyledir:

1. Proje adımlarının belirlenmesi
2. Proje adımları kaynak gereksinimlerinin (eleman, iş istasyonu vb.) belirlenmesi

3. Proje adımları arasındaki ilişkilerin belirlenmesi, bağlantı şemalarının çizilmesi
4. Kritik yol analizi ve uygunlaştırılması
5. Gant şeması çizimi
6. Proje adımlarına kaynak yüklenmesi
7. Kalite planının hazırlanması
8. Risk planının hazırlanması

Genel olarak proje planlamasında yapılacak ilk iş proje adımlarının belirlenmesidir. Her proje adımı, girdisi ve çıktıları belli olan bir proje birimidir ve dizi sıralı görevlerden oluşur. Asıl sorun bir CBS projesinde bu aşama, adım ve görevlerin neler olduğudur. Bunun için bir reçete vermek mümkün olmamakla birlikte genel bir liste yol gösterici olabilir. Örneğin tasarım aşamasında ESRI Şekil 3.9' da verilen adımları önermektedir (Batuk ve diğ., 1996).

3.6 Coğrafi Bilgi Sistemi Gereksinimleri

Kurulması ile kendisinden çok şey beklenen CBS'lerinin hayata geçirilmeleri, yani aktif olarak kullanıma başlamaları için herşeyden önce altyapının hazırlanması gereklidir. Çok büyük yatırım ve zaman isteyen böyle bir durumun son derece hassas olduğu da unutulmamalıdır (Çelik ve diğ., 1996).

CBS'nin kurulmasında aşağıdaki özellikler dikkate alınmalıdır (Çelik ve diğ., 1996):

- ◆ Çok büyük yatırımlar gerektirdiği için herhangi bir aşamasında ekonomik desteğin kesilmemesine özen gösterilmelidir. Ekonomik nedenlerin yaratacağı aksaklıklar, CBS kavramının o organizasyonda olumsuz bir yaklaşım görmesine neden olur.
- ◆ Sistemin kurulması ve yaşatılması uzun zaman alacağından çalışmalar sabır ve özenle yürütülmelidir. Sistem tamamlanmasından sonra, en çok zamana gereksinim duyan veri toplama ve özenli çalışma gerektiren güncelleştirmeler bitirilmeden sonuçların alınması beklenmemelidir. Üretimde yapılacak acele davranışlar ve bir an önce sonuç alma istekleri, sistemin doğmadan ölmesine neden olabilir.
- ◆ Çok iyi yetişmiş çekirdek personele ihtiyaç vardır. Bunlar kendi konuları (Jeodezi, Fotogrametri ve Kartografya) ve CBS konusunda deneyimli olmalıdır.
- ◆ Organizasyonun ihtiyacına en iyi cevap verecek yazılım ve donanım seçilmelidir.

Aşama: Bilgi Sistemi Tasarımı

=Proje adımı: Bilgi Gereksinimlerinin analizi

- ⇒Görüşmeler
- ⇒Mevcut dokümanların gözden geçirilmesi
- ⇒Bilgilerin gruplanması
- ⇒Uygulama/görev matrisinin hazırlanması

=Proje adımı: Mevcut veri tabanının değerlendirilmesi ve kategorize edilmesi

- ⇒Mevcut grafik veri kaynaklarının incelenmesi
- ⇒Veri toplama süreçlerinin analizi
- ⇒Veri sözlüğü
- ⇒Veri değerlendirilmesi ve kataloglanması

=Proje adımı: Yeni veri tabanının belirlenmesi

- ⇒Veri sınıflandırma
- ⇒Ölçek ve duyarlılık sınıflarının belirlenmesi
- ⇒Güncelleştirme periyotlarının belirlenmesi
- ⇒Veri formatlarının belirlenmesi

=Proje adımı: Sistem elemanlarının belirlenmesi

- ⇒Sistem yönetimi
- ⇒Sistem yazılımı
- ⇒Sistem donanımı
- ⇒Kurumsal düzenlemeler

=Proje adımı: Gerçekleştirme planının hazırlanması

- ⇒Görev şeması
- ⇒Zaman planı
- ⇒Bütçe
- ⇒Yönetim şeması ve sorumluluklar

Şekil 3.9 CBS tasarım aşamaları (ESRI, 1989)

- ◆ Organizasyon içinde aynı anda farklı CBS yazılımlarının kullanımından kaçınılmalıdır.
- ◆ Mevcut yazılım ve donanım güncelliğini yitirmeden en etkin şekilde kullanılmalıdır.
- ◆ Geçiş dönemi çok iyi ayarlanmalı, klasik üretimde kullanılan eski personel eğitilip sayısal üretime katkıları sağlanmalıdır.

3.7 Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Veri Depolama

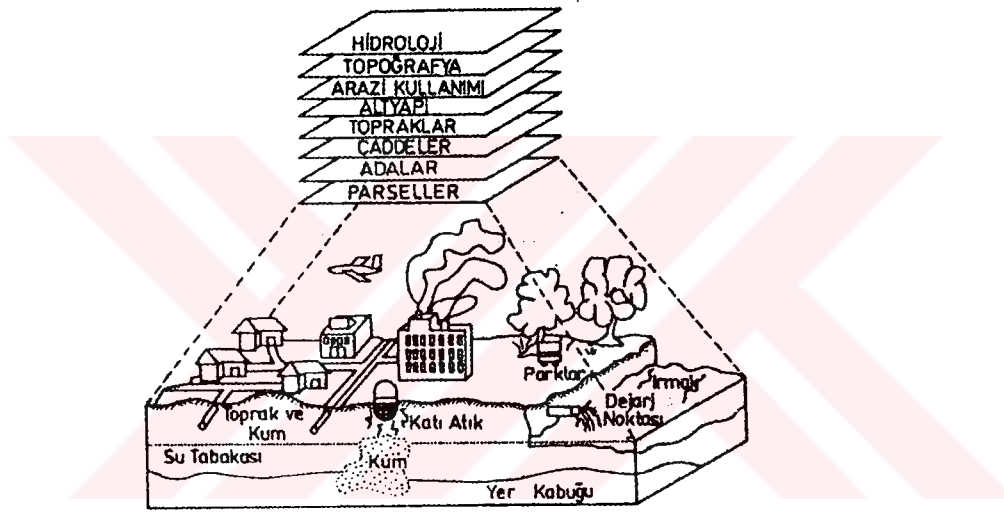
CBS, coğrafya ile birlikte ilişkilendirilmiş tematik katmanların birikimiyle gerçek dünya ile ilgili bilgileri depolamaktadır (Şekil 3.10). Bu basit fakat son derece güçlü ve çok yönlü konsept, izleme araçlarından kaynaklanan gerçek dünya problemlerinden uygulamaların planlanması sırasında detayların kaydedilmesine kadar önemli problemlerin çözülmesine olanak sağlar. Tematik katman yaklaşımı, gerçek dünyanın karmaşık yapısını, doğal ilişkilerin anlaşılmasına olanak sağlayacak basit gösterimler ile organize etmeye olanak sağlamaktadır. Bölüm 3.1’de de değinildiği üzere, CBS iki veri tipinden yararlanmaktadır: konumsal ve öznitelik veri. Diğer bir veri tipi, özellikle görüntü ve video-ses gibi multimedya veri, değişen teknoloji ile birlikte önemli hale gelmektedir (Buckley, 2000).

Geleneksel olarak konumsal veri harita formunda depolanmakta ve sunulmaktadır. İki basit tipte konumsal veri modeli coğrafi verileri dijital olarak depolamak için geliştirilmiştir: vektör ve tarama. Görüntü veri modelleri tarama veri modeli içinde yer alabilir, ancak veri analizi ve modellenmesi için gerekli iç formata sahip değildir. Görüntü veri modelleri, yeryüzüne ait resim ve fotoğrafları yansıtmaktadır (Buckley, 2000).

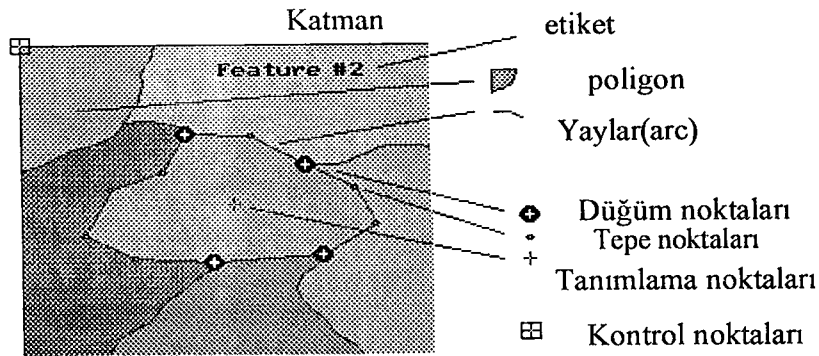
3.7.1 Vektör Veri Modeli

Tüm konumsal veri modelleri bir veri tabanında coğrafi varlıkların konumunu saklamaya yönelik yaklaşımlardır. Vektör depolama, coğrafi bir özelliği sunmak için vektör (yön çizgileri) kullanmaktadır. Vektör veri, lineer kesimleri tanımlamak üzere ardışık noktaların ya da tepelerin kullanılmasıyla karakterize edilmektedir. Her bir tepe noktası X ve Y koordinatlarını içermektedir. Vektör çizgileri yaylara (*arc*) karşılık gelmektedir ve düğüm noktaları (*node*) ile sınırlandırılmış tepe kesim noktalarını içermektedir. Nokta varlıklar bir koordinat çifti ile, bir tepe noktası, tanımlanmaktadır.

Poligon özellikler kapalı koordinat çiftlerinden oluşan setlerle tanımlanmaktadır. Vektör gösteriminde, her varlığın tepe noktasının depolanması, varlıklar arasındaki çakışıklık kadar, örneğin varlıkların birleştiği noktaların paylaşılması, önemli olmaktadır (Şekil3.11). Bir çok farklı vektör veri modeli mevcuttur, ancak CBS' nde veri depolamada yaygın olarak iki çeşidi kullanılmaktadır. Varlıklar arasındaki konumsal ilişkilerin tutulmasındaki en yaygın yöntem, nerede olduğuna dair komşuluk bilgilerini tamamen kaydeden topolojik veri modelidir. Topoloji, komşuluk ve çakışıklık kuralları içerisinde kendi kaynaklarına sahip matematiksel bir ifadedir.



Şekil 3.10 Gerçek dünya ve katmanlardan bazıları (ESRI, 1990)



Şekil 3.11 Vektör veri modeli bileşenleri (Buckley, 2000)

Topolojik veri yapısı akıllı veri yapısı olarak ifade edilmektedir, çünkü coğrafi varlıklar arasındaki konumsal ilişkiler onun kullanılmasıyla kolaylıkla türetilmektedir. Bu sebepten dolayı topolojik model, CBS teknolojisinde yaygın olarak kullanılan baskın vektör veri yapısıdır. Bir çok karmaşık veri analiz fonksiyonu bir topolojik vektör veri yapısı olmaksızın tesirli olarak kullanılamamaktadır (Buckley, 2000).

İkinci vektör veri yapısı CBS yazılımları arasında yaygın olan bilgisayar destekli çizim (*computer-aided drafting*, CAD) veri yapısıdır. Bu yapı, coğrafi varlıkları tanımlamak üzere tepe noktalarının uzatılmasıyla listelenen bileşenleri içermektedir, fakat varlıkları içermemektedir. İki poligon arasındaki kesişim noktalarının her biri için girilmesiyle iki kez depolanabilmesinden dolayı, bu veri modelinde fazlalık düşündürücü olmaktadır. Poligon gibi varlıkların kendilerine yetmeleri ve bağımsız olmalarından dolayı, varlıkların komşulukla ilgili sorularının cevaplanması zor olabilmektedir. CAD veri modeli, topolojik veri modeli ile tanımlanan varlıklar arasındaki konumsal ilişkilerin tanımından yoksundur (Buckley, 2000).

3.7.2 Tarama Veri Modeli

Tarama veri modelleri, satır ve kolonlar ile tanımlanan hücrelere bölünen coğrafi alanlarda bulunan grid veri yapısının kullanılmasını içine almaktadır. CBS' ne dayanan bir başka hücre veri yapısı da farklı renklerin meydana getirdiği tarama veri modelidir. Farklı renklerin oluşturduğu tarama yapıdaki hücrelerin büyüklüğü, veri doğruluğuna ve kullanıcının ihtiyacına bağlı olarak seçilmektedir. Gerçekte tarama veri yapısı, eğer orijin noktası ve hücre büyüklüğü biliniyorsa, hızlı bir şekilde hesaplanabilen bir matristir. Grid modelinin iki boyutlu bir düzenek içinde bilgisayarda tutulabilmesinden dolayı, bir çok analitik işlemin programlanmasında kodlama çok kolay olmaktadır (Buckley, 2000).

Bir çok veri vektör formatında depolandığı için,, sayısallaştırmada olduğu gibi, veri; tarama veri formatına dönüştürülmelidir. Buna *vektör-tarama dönüşümü* denilmektedir. Bir çok CBS yazılımı kullanıcıya vektör-tarama dönüşümü için tarama hücre büyüklüğünü tanımlamaya olanak sağlamaktadır. Belirli veri modellerinin seçimi, vektör veya tarama, verinin kaynağına ve tipine, ve veri kullanımının talebine bağlıdır (Buckley, 2000).

Görüntü veri; grafik ya da resimsel verilerin gösteriminde kullanılmaktadır. Görüntü terimi doğal olarak grafik gösterimine karşılık gelmektedir. CBS' nde tarama veriden önemli ölçüde ayrılmaktadır. Sıklıkla, görüntü veri uzaktan algılama imgelerinin depolanmasında kullanılmaktadır, örneğin uydu taramaları ya da ortofotolar ya da yardımcı grafik fotoğrafları, taranmış plan dokümanları gibi. Görüntü veri genelde CBS' nde arka plan görünümü (düzenlenmiş ve coğrafi referansa karşılık gelmiş ise) ya da grafiksel öznitelik olarak kullanılmaktadır. Genelde, bu veri CBS ile analitik olarak kullanılmak üzere tarama formatına (ve belki vektör) dönüştürülmelidir. Görüntü ya da resim veri çok çeşitli endüstrilere ait standart formatlarda depolanmaktadır. Diğer grafik görüntü formatları, TIFF, GIF, PCX vb., yardımcı görüntü verilerin depolanmasında kullanılmaktadır. Bir çok CBS yazılımı bunlar gibi formatları okuyabilmekte ve bu verilerin gösterilmesine izin vermektedir (Buckley, 2000).

3.7.3 Konumsal Veri Modellerinin Avantaj ve Dezavantajları

Vektör verinin avantajları;

- Veri genelleme yapmaksızın kendi özgün formunda gösterilebilmektedir.
- Grafik çıktıları genellikle daha estetikdir (geleneksel kartografik gösterim).
- Bir çok veri, örneğin basılı haritalar dönüşüme gerek olmaksızın vektör formundadır.
- Verinin doğru coğrafi konumu kullanılabilir.
- Topoloji için etkin kodlamaya olanak sağlamaktadır. Sonuç olarak gerekli topolojik bilgiler sağlanmaktadır, yakınlık ve ağ analizi gibi (Buckley, 2000).

Vektör verinin dezavantajları;

- Herbir tepe noktasının konumu tam olarak depolanmalıdır.
- İşlevsel analizlerde, vektör veri topolojik yapıya dönüştürülmelidir. Bu yoğun bir çalışma ve geniş bir temizleme işlemi gerektirmektedir. İlave olarak, topoloji statiktir, ve vektör verinin güncellenmesi ve işlenmesi topolojinin tekrar inşasını gerekli kılmaktadır.
- Manipulasyon ve analiz fonksiyonları karmaşıktır ve yoğun süreçler gerektirebilmektedir. Doğal olarak bu, büyük veri setlerinin işlemlerini kısıtlamaktadır, çok sayıdaki varlıklar için olduğu gibi.

- Sürekli veriler vektör formda etkili sunulamamaktadır, yükseklik gibi. Sıklıkla önemli veri genelleme ve interpolasyon işlemleri, bu veri katmanları için gerekli olmaktadır.
- Konumsal analiz ve filtreleme poligon içinde mümkün olmamaktadır (Buckley, 2000).

Tarama veri avantajları ;

- Herbir hücrenin coğrafi konumu, onun hücre matrisi içindeki pozisyonunu ifade etmektedir. Buna göre, orijin noktaları dışındaki, hiçbir coğrafi koordinat depolanmamaktadır.
- Doğal veri toplama tekniklerinden dolayı, veri analizi programlamak ve oluşturmak oldukça kolaydır.
- Veri doğasında bulunanlar, matematik modelleme ve kuantatif analiz için uygun olmaktadır.
- Pikseller, sürekli noktalar kadar iyi konumlandırılmaktadır ve iki veri tipinin entegrasyonuna olanak sağlamaktadır.
- Grid sistemi tarama veri tabanlı çıktı ile oldukça uyumludur, elektrostatik çiziciler ve her türlü modern çizim aracına uygundur (Buckley, 2000).

Tarama verinin dezavantajları;

- Hücre büyüklüğü veri sunumu sırasında verinin ayrışmasını tanımlamaktadır.
- Hücre çözümlemesine bağlı olan lineer özelliklerin gösterimi oldukça zordur. Buna bağlı olarak, grid birleşimlerinin kurulması zor olmaktadır.
- Öznitelik verileri ile ilişkilendirme işlemi, eğer çok miktarda veri mevcut ise zor olmaktadır. Tarama haritalar bir alan için bir öznitelik veya karakter yansıtmaktadırlar.
- Vektör formda çok miktarda veri girildiğinde, veri vektör-tarama dönüşümüne maruz kalabilmektedir. Artan işlem ihtiyaçlarının yanında bu, genelleme ve uygun olmayan hücre büyüklüğünün seçiminden dolayı veri bütünlüğü kavramını ortaya koymaktadır.
- Grid sistem çıktılarındaki bir çok harita, kartografinin ihtiyaç duyduğu yüksek kalitede şekillenmemektedir (Buckley, 2000).

3.7.4 Veri Tabanı Modelleri

Farklı veri tabanı modeli CBS yazılımları için öznitelik verisinin depolanması ve sürdürülebilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bu veri modelleri CBS yazılımı içinde mevcut olmaktadır, veya Veri Tabanı Yönetim Sistemlerinden (DBMS) meydana gelmektedir. Depolamak ve öznitelik verileri yönetmek için çeşitli veri tabanı modelleri mevcuttur. Yaygın olanları şunlardır,

- Tablosal
- Hiyerarşik
- Ağ
- İlişkisel
- Nesne odaklı

Çalışmada kullanılan ArcView 3.1 yazılımı, ilişkisel veri tabanı modelini kullanmaktadır. İlişkisel veri tabanı veriyi tablolarda organize etmektedir. Herbir tablo tekbir tablo ismiyle tanımlanmaktadır ve satır ve kolonlardan oluşturulmuştur. Tablo içindeki herbir kolon tekbir isme sahiptir. Kolonlar spesifik öznitelik değerlerini, ağaç grupları, ağaç ağırlıkları gibi, depolamaktadır. Satırlar tablodaki tekbir kaydı tutmaktadırlar. Bir CBS'ndeki herbir satır ayrı konumsal varlık ile ilişkilidir, ormandaki ağaçlar gibi. Buna göre herbir satır çeşitli kolonları içerebilmektedir, herbir kolon coğrafi varlığa ait spesifik değerleri içermektedir (Buckley, 2000).

3.8 Veri Girişi

3.8.1 Veri Kaynakları

İki tip veri CBS' ne girilmektedir; konumsal ve öznitelik. Veri girme işlemi CBS veri tabanı formatlarına her iki verinin kodlanması işlemidir. Güçlü bir konumsal veri tabanı kurma ve sürdürme başarılı bir CBS uygulamasının temel taşıdır. Her iki veri için çok çeşitli kaynaklar mevcuttur. Konumsal veri için en yaygın olanları şunlardır (Buckley, 2000):

- Basılı haritalar
- Hava fotoğrafları

- Uzaktan algılama görüntüleri
- Araştırmalardan elde edilen nokta veri örnekleri
- Var olan dijital veri dosyaları

Basılı haritalar, genelde analog haritalardır ve bir çok CBS projesinde kullanılan en yaygın veri kaynağıdır (Buckley, 2000).

Öznitelik verileri çok geniş veri kaynaklarına sahiptir. Coğrafi özelliğe karşılık gelen; nokta, çizgi ve alan gibi; doküman veya tablo halinde öznitelik verileri CBS' e girilmektedir. Öznitelik veri girişi manuel çözümleme veya DBMS' nin geniş veri yüklemesi ile CBS' e girilmektedir. ASCII formatı öznitelik bilgisinin transferi ve dönüşümü için gerçekte kullanılan standarttır (Buckley, 2000).

3.8.2 Veri Giriş Teknikleri

Öznitelik veri girişinin oldukça basit olmasından dolayı, konumsal veriye ait veri giriş tekniklerinin girişi anlatılacaktır. CBS' veri girişi için tek yöntem kullanılmasından ziyade birbirleriyle karşılaştırılabilen farklı yöntemler tek olarak ya da birlikte kullanılmaktadır. Veri giriş metodu seçimi, girilen veriye bağlı olarak uygulamaya, mevcut bütçeye, verinin tipine ve karmaşıklığına büyük ölçüde bağlıdır. Konumsal verinin girişinde kullanılan en yaygın dört temel işlem aşağıda verilmektedir (Buckley, 2000):

- El ile sayısallaştırma
- Otomatik tarama
- Koordinat geometrisi kullanılarak koordinat girişi
- Var olan dijital verinin dönüşümü

3.9 Veri İşleme

Veri işleme ve doğrulama konumsal ve konumsal olmayan verinin kodlanması sırasında artan hatalara karşılık yapılmaktadır. Konumsal verinin işlenmesi onunla etkileşimli işlemlerin zaman almasından dolayı veri girişinin kendisinden daha uzun sürmektedir. Veri girişi sırasında çeşitli tiplerde hatalar meydana gelmektedir. Bunlar şu şekilde sınıflanabilmektedir (Buckley, 2000):

- Tamamlanmayan konumsal verilerden kaynaklanan hatalar: Bu eksik noktaları, çizgi ve/veya poligon kesintilerini içermektedir.
- Konumsal verinin bölgesel konum hataları: Bu tipteki hatalar genelde dikkatsiz sayısallaştırma ve zayıf kaliteli orijinal veri kaynağından kaynaklanmaktadır.
- Konumsal verinin bükülme hataları: Bu tipteki hatalar genelde tüm görüntü üzerinde, hava fotoğrafları, kağıt dokümanlar gibi, doğru olmayan ölçekteki harita altılığından kaynaklanmaktadır.
- Konumsal ve öznitelik verileri arasındaki bağlantı hataları: El ile yapılan sayısallaştırma sırasında atanan yanlış tanımlayıcıların (etiketlerin) sonucunda bu tip hatalara rastlanmaktadır.
- Öznitelik verisinin yanlış ya da eksik olmasından kaynaklanan hatalar: Sıklıkla öznitelik veri konumsal veri ile tam olarak uyuşmaz. Bunun nedeni bağımsız kaynakların kullanılması ve farklı zaman periyotlarıdır. Eksik veri veya gerekenden fazla veri kaydı en yaygın problemlerdir.

Konumsal ve öznitelik verilerinde hata tanımı oldukça zor olmaktadır. Bir çok konumsal hata topoloji inşası sırasında meydana gelmektedir. Nerede hata olduğunu açıkça ortaya koymak için kullanılan en yaygın uygulama kontrol planıdır. Öznitelik verilerine ait hataların tanımlanması ise konumsal veri hataları kadar basit olmamaktadır. Özellikle hatalar veri kalitesini ve güvenilirliğini etkilediğinde bu gerçekleşmektedir. Bu hatalar CBS işlemlerine kadar yüzeye çıkmamaktadır. Bu tip problemlerin çözümü daha kompleks olmaktadır ve sıklıkla mümkün olmamaktadır. Konumsal ve öznitelik verileri arasındaki birleştirme işlemleri sırasında, eksik veya tekrar edilen kayıtlar gibi, basit birleştirme hataları belli olmaktadır. Bir çok CBS yazılımı deneme işlemleri sırasında birleştirme problemlerini kontrol etme ve açıkça tanımlama fonksiyonlarını içermektedir (Buckley, 2000).

3.10 Veri Organizasyonu

Konumsal verinin depolanması için farklı teknikler mevcuttur. Bunlar (Buckley, 2000):

- Analiz için veri organizasyonu
- Verinin işlenmesi ve güncellenmesi

Bir CBS için depolama ve yeniden düzenleme alt sistemi gerekli bileşenlerdendir. Bu alt sistem, konumsal ve öznitelik verilerinin her ikisini de, güncelleme, sorgulama ve analiz için tekrar kullanılacak formda organize etmektedir. CBS yazılımı konumsal işleme ve tekrar kullanım için patentli yazılımını, özniteliklerin depolanması için bir veri tabanı yönetim sistemini (DBMS) kullanmaktadır. Dahili veri modeli, konumsal verinin tanımlanan topolojisi ile ilişkilendirilmiş öznitelik verilerinin depolanması için kullanılmaktadır. Bir çok dahili veri tabanı tablosu alan, çevre, uzunluk, özelliğe ait kimlik numarası (*id number*) gibi kolonları içermektedir. Sıklıkla, tematik öznitelik verisi, dahili veri tabanı tablosu yoluyla konumsal veriye bağlanmış dış DBMS' de yürütülmektedir (Buckley, 2000).

3.10.1 Analiz için Veri Organizasyonu

Bir çok CBS yazılımı, yatay katman üzerinde veriyi katagorize eden tematik bir yaklaşımda konumsal veriyi organize etmektedir. Katmanların belirlenmesi organizasyonların ihtiyaçlarına bağlı olmaktadır. Doğal kaynakları yöneten birimler ve firmalarda tipik katmanlar şunlardır: orman tabakası, toprak sınıflandırılması, yükseklik, yol güzergah ağı, ekolojik alanlar, hidroloji vb. Veri depolama alt sistemi tarafından kullanılan öznitelik veri modeline bağlı olarak, gerekli olabilecek işlem ve analizlere olanak sağlayacak formatta veri organize edilmelidir. Çoğunlukla konumsal ve öznitelik verileri ayrı zamanlarda girilmekte ve daha sonra ilişkilendirilmektedir. Ancak bu, veri kaynağına bağlıdır. CBS projesine başlamadan önce ihtiyaçların belirlenmesi çok önemlidir. Deneyimler göstermektedir ki, ihtiyaçların ve projenin görev süreçlerinin neler olduğu anlaşılmadan başlanan bir CBS' de projeyi bitirmek için gerekli zaman ihtiyacı artmakta ve bu da kaliteyi etkilemektedir (Buckley, 2000).

3.10.2 Konumsal Veri Katmanları-Yatay Veri Organizasyonu

Bir çok CBS yazılımında veriler, veri katmanı olarak organize edilmektedir. Bu yaklaşım, analiz ihtiyaçlarına bağlı olarak verinin ayrı katmanlarda girilmesine izin vermektedir. Bu şekilde dünya yüzeyinin karakteristikleri tabakalar şeklinde ifade edilmektedir. Aynı zamanda CAD vektör sistemlerinde de inşa edilen tabaka konsepti, kartograflar ve doğal kaynak uzmanlarına oldukça tabiidir. CAD sistemlerinde kullanılan tabaka/katman yaklaşımı, konumsal varlıkların ana sınıflarını ayırmak için

kullanılmaktadır. Bu konsept ayrıca CBS yazılımlarında mantıksal dizi veriler için de kullanılmaktadır. CBS' nde farklı terminolojide kullanılsa da yaklaşım aynıdır. Ticari CBS yazılımlarında veri katmanı tanımlaması için çeşitli terimler kullanılmaktadır. Bunlar; tema (*theme*), tabaka (*coverage*), katman (*layer*), düzey (*level*) ve nesne (*object*)dir. Veri katmanı ve tema en çok kullanılanlardır. CBS projelerinin çoğunda veri katmanı çeşitliliği gerekli olmaktadır. Projeye başlamadan ve konumsal verinin girilmesi ve sayısallaştırılmasından önce buna karar verilmelidir. Birbiriyle çakışık özellik içeren veri katmanları için bu önem kazanmaktadır. Veri katman, kullanıcının ihtiyaçlarına ve veri mevcudiyetine bağlıdır (Buckley, 2000).

CBS' nin fiziksel ihtiyaçları düşünüldüğünde her bir katman için iki tip veri gerekli olmaktadır. Genelde, veri katmanları aynı anda girilmektedir. Fakat, az rastlansa da bir sonraki veri katmanına ait işlemler başlamadan önce ilk veri katmanı tümüyle yüklendiği olmaktadır; grafik dönüşümü, işleme, topoloji inşası, öznitelik dönüşümü, ilişkilendirme ve doğrulama. Bunun sebebi, bir çok veri katmanı gereken durumlarda, bir veri katmanının yüklenmesi adımları sırasında karışıklık çıkabilmektedir (Buckley, 2000).

3.11 Verinin Güncellenmesi

Güncelleme tekrar araştırmayı ve yeni bilgilerin işlenmesini beraberinde getirmektedir. Dijital verinin ömrü 1 ile 10 yıl arasında değişmektedir. Veri toplamanın ve veri girilmesinin zahmetli olduğu projelerde güncelleme de zaman almaktadır. Ancak asıl olan periyodik güncellemedir. Böylece doğruluğun ve veri katmanına ait detayların artışından söz edilebilmektedir. Sınıflandırma standartlarındaki ve prosedürlerdeki değişimler güncellemeyi gerekli kılmaktadır. Orman envanterindeki ağaçlara ait veri katmanının güncellenmesi, yangınlar ve hasat ile yaşanan değişimi yansıtacaktır. Çoğu zaman veri güncelleme türetilmiş CBS ürünlerinin sonuçlarına dayandırılması gerekmektedir. Türetilmiş CBS ürünlerinden üretimin yapılması belirli katmanlar için açık hataları ve uygun olmayan sınıfları tanımlamayı gerektirmektedir. Böyle durumlarda CBS operatörü çalışma alanındaki önceden yapmış olduğu çalışmalar ve deneyimleri ile sorunların üzerine eğilmelidir. Genellikle veri güncellenmesi, coğrafi alandaki fiziksel değişimlerin sonucudur. Orman yangını en iyi örneklerden biridir. Güncellenmiş yeni varlığın tipi veri katman için gereklidir, yanmış yerlere ait poligonlar

örneğinde olduğu gibi. Ayrıca, var olan varlıklar değiştirilmektedir, ormanın bulunduğu bölge değişmiştir. Bu tip güncelleme proseslerinde, tarihi kayıtlara ihtiyaç duyulmaktadır. Kullanıcılar bu gereksinimleri karşılamak için veri tabanı dizayn etmeleri gerektiğinin bilincindedirler (Buckley, 2000).

3.12 Veri Analizi

CBS'nin sahip olduğu veri ile sorgulamalar yapılmadan önce bu verilerin kullanılmaya hazırlanması gerekmektedir. CBS analiz fonksiyonları açısından bölümlere ayrılmaktadır (Buckley, 2000):

- Konumsal verinin işlenmesi ve aktarılması
- Konumsal verinin entegrasyonu ve modellenmesi
- Entegre analitik fonksiyonları.

CBS yazılımları ile CAD harita sistemleri arasındaki ana fark, belirli sorgulamalara cevap vermek üzere orijinal konumsal verinin transferidir. Bazı transfer özellikleri hem CBS, hem de CAD sistemlerinde mevcuttur, ancak CBS yazılımlarında, topoloji üzerindeki coğrafi verinin konumsal verilerinde veya bu verilerin konumsal olmayan özniteliklerinde ya da her ikisi üzerinde işlem yapabilecek analiz kapasiteleri daha büyüktür. CBS'nin tanımlanmasında kullanılan ana kriter, onun transformasyon ve konumsal verinin entegrasyonunu gerçekleştirme yeteneğidir (Buckley, 2000).

Çalışmada kullanılan dönüşüm fonksiyonu çoğunlukla harita projeksiyon dönüşümü olmuştur. Bu fonksiyon, mevcut harita projeksiyonundan diğer bir harita projeksiyonuna, coğrafi koordinatlardaki verinin dönüşümü ile ilgilidir. Bir çok CBS yazılımı, analiz için veri katmanlarının aynı harita projeksiyonunda olmasını gerektirmektedir (Buckley, 2000). Çalışmada, enlem-boylam koordinat sisteminde bulunan haritalar UTM (*Universe Transverse Mercator*) koordinat sistemine dönüştürülmüştür.

4. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİNİN KULLANILDIĞI ÇEVRESEL MODELLEME UYGULAMALARINA ÖRNEKLER

Bu bölümde literatürde son yıllarda yer alan ve çeşitli ülkelerde yürütülmüş CBS'nin Çevre Mühendisliği konularında uygulandığı bazı örnekler kısaca tanıtılacaktır. Burada amaç ileriki yıllarda bu konuda çalışacak Çevre Mühendislerine CBS'nin geniş kullanım alanlarını göstermektir.

4.1 CBS Uygulaması ile Tarımsal Bir Havzada Piliç Endüstrisi Atıkları Üzerine Bir Çalışma – ABD Örneği

Bu çalışma, piliç atıklarının ticari gübreye oranla daha ucuz olması ve farklı toprak tipleri üzerindeki ürünlere uygulanmasına bağlı olarak bu atıkların ve ticari gübrelerin optimal ücretlerinin belirlenmesini, havzanın maksimum atık kapasitesini tayin etmeyi ve mevcut pazar koşulları altında bu atıkların değerlerini tahmin etmeyi amaçlamaktadır.

Çalışma alanı piliç endüstri atıklarının çok fazla bulunduğu ABD' de Missouri eyaletinin Barry İlçesidir. Optimizasyon modeli ve diğer var olan deneysel çalışmaların araştırma bulguları birleştirilmiş ve CBS'ne entegre edilerek kullanılmıştır. CBS'den, ekonomik etki, çevresel güvenlik ve teknolojik esneklik kriterlerinin karşılaştırılması için gerekli analizlerde yararlanılmıştır. Arc/Info, Shoal Havzasındaki arazi kullanımı, toprak cinsi, eğim ve diğer arazi öznitelik bilgilerinin depolanması ve analizi için kullanılmıştır. Ürünlerin azot(N), fosfor (P), potasyum (K) miktarları her bir toprak tipine göre çayır ve meralar için formüllerle hesaplanmıştır. Çayır ve mera için bütçe, farklı gelir dereceleri, toprak cinsleri, ortalama atık uygulanması ve insan gücü maliyetine göre değerlendirilmiştir. Modelleme çalışmaları ile gübre seçimi yapabilmek için dört senaryo geliştirilmiştir.

Entegre model potansiyel ekonomik etkileri, piliç endüstrisi atıklarının artışı, farklı besî maddeleri için atık uygulanmasını ve farklı atık temizleme programlarında kullanımın değerlendirilmesi için kullanılmıştır. Matematiksel model, piliç evlerinin temizlenme zamanlamasını (yaz ve sonbahar), atık depolanmasını, uygulama zamanını, sığır gübre uygulamasının su kalitesine olan etkisini havzadaki atıkların başka bir yer naklini, artık besî maddelerinin kök tabakasına sızmasını, su kirliliğindeki risk tolerans noktasını ve atıktaki besî maddelerinin değişiminin hesaplanmasını içermektedir. Matematiksel modelin sonuçları CBS veri tabanına ilave edilmiştir (Xu ve diğ., 1993).

4.2 Yayılı Kaynak Kirliliğinin Modellenmesinde CBS ile Entegre Edilmiş Modellerin Kullanılması –ABD Örneği

Yayılı kaynak kirliliğinin şiddetinin ve bu kaynaklara maruz kalan alanların tahmin edilmesinde modeller büyük rol oynamaktadır. Bu modellerin işletilmesi için gerekli veri ve uzman ihtiyacı bu modellerin kullanılmasını sınırlamaktadır. Konumsal verinin toplanması, yönetimi, depolanması ve sunumu için CBS kullanılmaktadır. ANSWERS (*Areal Nonpoint Source Watershed Environmental Response Simulation*), AGNPS (*Agricultural Nonpoint Source Pollution*) ve SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) modelleri GRASS (*Geographical Resources Analysis Support System*) ile entegre edilmiştir.

Bu üç model, kullanımlarındaki zorlukların ortadan kaldırılması için GRASS CBS'e entegre edilmişlerdir. Bu araçlar, dijital yükseklik haritası (*Digital Elevation Models-DEM*) kullanılarak her bir hücre için akışı tahmin etmek üzere geliştirilmiştir. CBS'ndeki katmanlar, bu modellerin çalıştırılmasından çıkan sonuçlardan meydana getirilmiştir. Bu modeller, Indiana'daki batı Lafayette bölgesinde bulunan Perdue Üniversitesinin yakınında Pine Doğal Kaynaklar Alanındaki havzaya uygulanmıştır.

ANSWER, AGNPS ve SWAT modellerine ait giriş verileri, arazi kullanımı, toprak ve yönetim uygulamalarına dayalı tahminlerdir. Modeller, kalibrasyon için ilave veriler mevcut ise gerçek tepkilere yakın tahmin verebilir yetenektedir. Ancak, bu entegre modeller yönetim ve arazi kullanım uygulamalarının karşılaştırılmasını gerektirmektedir. Bu çalışmanın amacı CBS entegre modelinin kullanılmasıyla tahmin

edilen giriş parametrelerine tepkileri belirlemektedir. Simule edilmiş havza için tepkisel ve gözlemlere dayalı veriler oldukça iyi sonuç vermiştir. Bu, ANSWER, AGNPS ve SWAT modellerine girilen verilerin, havza için kalibrasyon yapmadan CBS kullanılarak tahmin edildiği düşünüldüğünde kısmen doğrudur. Entegre sistem, modeller için veri tahminini çabuklaştırmakta ve modellerden çıkan sonuçları anlaşılır kılmaktadır. Sınırlı sayıdaki gözlemler genişletilebilir. İlave doğrulamalardan sonra, entegre CBS-modeli yayılı kaynak kirliliğini kontrol etmede kullanılan önemli bir araç olmaktadır (Engel ve diğ., 1993).

4.3 Fosfor Sızmasma Maruz Alanların Analizinde ve Fosfor Tutma Kapasitelerinin Tayininde CBS'nin Kullanılması – Almanya Örneği

Besi yüklerinin artması sonucu, özellikle fosfor (P), yüzey sularında ve kıyı denizlerinde ötrifikasyon Avrupa'da büyük bir problem teşkil etmektedir. Tarım alanlarında ilave fosfor uygulaması sonucu toprak yüzeyindeki fosfor miktarında uzun süreli zaman periyotları için artış gözlemlenmiştir. Avrupa'daki tarım alanları fosfora doymamıştır. Ancak fosfor uygulama oranlarından dolayı, fosfor sızması gelecek için risk taşımaktadır. Tarım alanlarında fosforun yayılımı eşit değildir. Büyükbaş hayvancılık yapılan alanlarda gübre kullanımındaki artıştan dolayı fosfor miktarı daha fazla olmaktadır.

P-doyum ve P-sızma etkileri problem oluşturmaktadır. Yüksek girdilere, düşük fosfor doyma kapasitesine, yüksek su kolonlarına ve suyun kısa alıkonulma süresine sahip topraklar bu etkilere maruz alanlardır. Çalışma alanı Berlin'in doğusunda yer alan, yaklaşık 310 km² alana sahip, hiperötrifik sığ Schwielochsee Gölü'dür. Üç küçük nehir havzasından oluşmaktadır. Yedi farklı noktada P-tutma kapasitesi ölçülmüştür. Bu toprak örnekleri için toplam P, çözülür P, P-tutma kapasitesi, pH, organik madde, toplam demir(Fe), kalsiyum (Ca), ve magnezyum(Mg) bileşenleri ölçülmüştür. Turba toprak tabakasındaki P-tutma kapasitesi bu katmandaki değerlerden hesaplanmıştır. Arazi kullanım, toprak tipi, yeraltı suyu ve su kütlelerine ait veriler dijital formda CBS kullanılarak analiz edilmiştir. P-tutma kapasitesi kullanılarak toprakta depolanabilen toplam P miktarı yeraltı suyu derinliğine bağlı olarak hesaplanmıştır. Potansiyel P birikimini hesaplamak için zaman faktörü kullanılmıştır. Bu hesaplamada toplam P girdi

ve ürün tarafından P alım arasındaki yıllık fark kullanılmıştır. CBS'nin fonksiyonları kullanılarak P'a doymuş alanlar tespit edilebilmiştir. Sayısallaştırılmış topoloji haritası ve dijital yeraltı suyu yüzeyi arasındaki farktan yeraltı suyu derinliği tahmin edilmiştir. Tarım alanlarının toprak haritaları P-tutma kapasitesinin ölçülmesinde kullanılmıştır (Behrendt ve diğ., 1996).

4.4 Yayılı Kaynaklardan Gelen Tarım Kimyasallarına Maruz Alanların Bölgesel Tahmini – ABD- Macaristan Ortak Çalışması

ABD - Macaristan Bilim ve Araştırma Programı tarafından fon sağlanan bu çalışmada yayılı kaynaklardan gelen tarımsal kimyasalların potansiyel kirlilik teşkil ettiği yeraltı sularının bölgesel değişimi, her iki ülkeden sağlanan bilgiler ile tahmin edilmiştir. Carpathian Havzası ile çevrili çalışma bölgesi, ortabatı ABD ve Macaristan topraklarının büyük bir kısmı, inorganik gübre ve pestisit yaygın olarak kullanıldığı alandır. İçme suyu kaynağı olarak kullanılan bu yeraltı sularının bulunduğu bölge suda çözünen kimyasalların uygulanmasına duyarlı olarak sınıflandırılabilir. Her bir coğrafi konumun kendine özgü maruz kalma durumu, pedolojik, jeolojik, hidrolojik veriler kullanılarak tanımlanabilir. Maruz kalmanın konumsal çeşitliliğini tahmin metodu, yeraltı sularını korumak ve tarımsal uygulamalara göre değişiklik gösteren su kalitesinin değerlendirilmesini yapmak için gerekli bilgileri sağlayacaktır.

Çalışma stratejisi, harita katmanlarını ve proses tabanlı modelleme metodlarını entegre etmektir. Çalışmanın adımları şöyle sıralanmaktadır: 1. Akifer karakterlerinin belirlenmesi ve bu karakterlerden çıkarılacak bölgesel veriler kullanılarak sınıflama yapılması 2. CBS kullanılarak değişkenlerin konumsal dağılımlarının ve akifer sınıflarının haritalarının oluşturulması 3. Akifer sınıflarının her biri için bölgesel hidrolojik, tarımsal ve iklimsel koşullardan alınacak verilere bir boyutlu model uygulanarak kirlilik tahmini yapılması. İki bölge için aynı stratejik yapı izlenmiştir. Ancak ABD için tanımlanan kirliletiçi atrazinedir. Macaristan'da ise azot araştırılmıştır. Akifer sınıflarına ait harita oluşturmak, CBS tabanlı veri setlerinin geliştirilmesini ve kullanılmasını gerektirmektedir. ABD projesinde kullanılan asıl veriler ABD Toprak Coğrafi Veri Tabanı (*State Soil Geographic Data Base-STATSGO*) departmanından bölgesel ölçekte toprak araştırma sonuçlarından derlenmiştir ve ABD Doğal Kaynakları

Koruma Servisi (*Natural Resources Conservation Service- NRCS*) tarafından sayısallaştırılmıştır. Haritalar poligonlardan ibarettir ve her bir poligon toprak değişkenlerine ait öznitelik tabloları ile birleştirilmiştir. Toprak verileri çeşitli sızma modelleri için gerekli girdileri içermektedir. Ayrıca, yüzeydeki ve yüzey altındaki toprak hidrolojik karakterlerin yorumlanması için bölgesel genişlikte dijital veriler sağlamaktadır. Son olarak, atrazine uygulama miktarlarını tahmin etmek üzere bölgesel tarımcılık uygulama verilerine dayalı Doğal Kaynak Envanteri (*National Resource Inventory-NRI*) veri tabanı için toprak öznitelik tabloları kullanılmaktadır. Sığ akiferler, aluvyolu akifer, sağlam olmayan akiferler ve kaya tabanlı akiferler olmak üzere üçe ayrılmıştır.

CBS, üç akifer sınıfının haritasını oluşturmak ve NRI veri tabanından alınan spesifik toprak ve çiftçilik uygulamalarını seçmek üzere kullanılmıştır. Akifer sınıflarının sınırları, bu sınırlar içinde konumlandırılmış olan özellikleri seçmek için diğer coğrafi referans verilerinin üzerine katman olarak oturturulmuştur. Bu işlem diğer akifer sınıflarının modelleme sonuçlarının karşılaştırılması için su kalite ölçümleri modelleme çalışmalarında esas veriyi oluşturmak için kullanılmıştır. NRI her bir ürün için ayrı ayrı kullanılan kimyasalların miktarlarını ve arıtılmalarını etkileyecek önemli tarımsal yönetimsel uygulamalar ve ürün tarihçesine ilave olarak bölgenin haritasını oluşturmak için gerekli toprak verilerini içermektedir (Burkart ve Fher, 1996).

4.5 Tarımsal-Ekolojik Karakterisasyon İçin Bir CBS Veri Tabanı Geliştirilmesi – İtalya Örneği

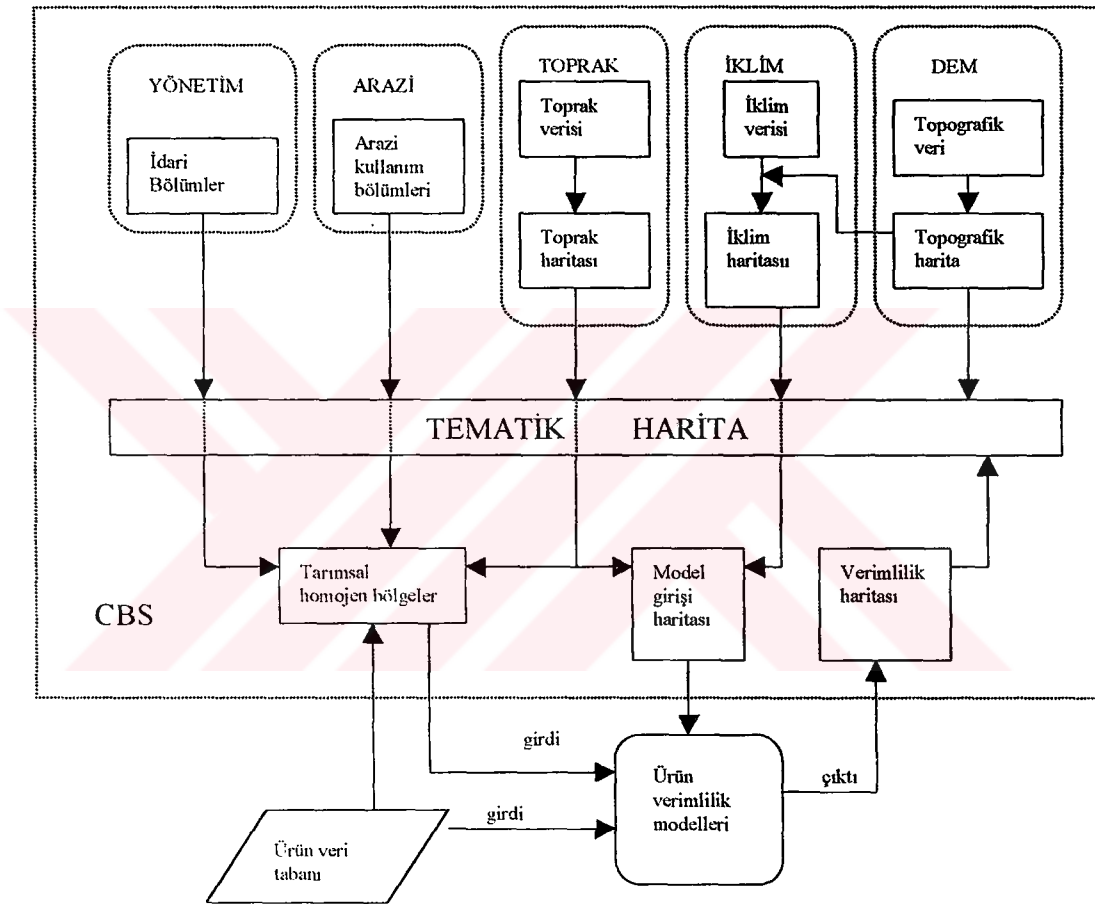
Bu çalışma, Güney İtalya'da Apulia Bölgesi'nde tarımsal-ekolojik karakterisasyonu amaçlamaktadır. Apulia yönetimi, iklim, toprak ve topografik veri tabanını tanımlamaktadır. Bu veri tabanları, spesifik ürünler için potansiyel alanların tanımlanmasında tarımsal iklim koşullarını ve tarımsal pedolojik katmanları vermesi açısından önem taşımaktadır. Bu mekanik ve istatistiksel modellemenin her ikisinin kullanılması ile başarılmıştır. CBS veri tabanı Arc/Info'da geliştirilmiş, ArcView'e transfer edilerek kullanılmıştır.

Araştırılan konular, iklimsel verinin toplanması, analizi ve geliştirilmesi, toprak örnekleme ve dijital toprak veri tabanı yaratılması, güncel ürün parametrelerinin toplanması, sayısallaştırılmış topografik veri ve idari sınırları içine almaktadır. Veri geniş kapsamlı olarak hata tanımlamaya ve doğrulamaya bağlantılı olmaktadır. Örnekleme prosedürü bölgesel toprak veri tabanı yaratmak için kullanılmıştır. Çalışmalar, CBS veri tabanının tamamlanması, Apulia Bölgesi Dijital Yükseklik Modelinin geliştirilmesi için veri hazırlanması, zaman seri analizleri ve toprak bilgi sistemi tasarımı ile birlikte iklimsel verinin konumsal enterpolasyonu prosedürlerinin değerlendirilmesi üzerinde yoğunlaşmıştır.

CBS ve dijital yükseklik modelleri (DEM), arazi analizleri ve PC' ler arası ağ ve güçlü iş istasyonları modern stratejiler geliştirmeye olanak sağlamak ve depolanan bilgiden gerekli veriyi alabilme yeteneğini içermektedir. Buna rağmen, alan çalışmaları üzerindeki bir çok araştırma geniş ve çok amaçlı değerlendirmeler için modelleme yaklaşımını oluşturmak üzere bir CBS ile CAD sistemlerinin entegrasyonunu önermektedir. Bu projelerden biri de ACLA 2'dir.

Bu çalışmanın son ürünü, idari, iklim, toprak, arazi kullanımı ve topografik haritaların birlikte sunulduğu ürün verimlilik modelini içeren CBS veri tabanıdır. Böylece bölge idaresi ve bilimsel kuruluşlar tarafından kullanılan Apulia Bölgesi tarımsal-ekolojik karakterisasyonu etkili şekilde desteklenmiştir. ACLA2'de oluşturulan veri tabanı ile ilgili şema Şekil 4.1'de verilmiştir. Bu veri tabanı bir çok faktörün göz önüne alınması ile geliştirilmiştir: çeşitli kaynaklardan ve farklı formatlarda sağlanan verilerin mevcudiyeti, veri tabanı değerlendirilmesinde ekonomik fonlar, tarımsal-iklim ve tarımsal-pedoloji haritalarının tasarlanması için gerekli verilerin ve ürün verimlilik modelleri için veri girişlerine ait proje ihtiyaçları. Projenin çoklu nesne yapısı projenin gerçekleştiği sırada çeşitli aşamalarda farklı veri setlerinin entegrasyonunu gerektirmektedir. Örneğin, toprak ve iklim verileri tarımsal-iklim ve tarımsal-pedoloji haritaları geliştirilmek için değerlendirilmek zorunda kalınmıştır, fakat ürün verimlilik modeli için girdi olarak kullanılan CBS veri setinin geliştirilmesi için de birleştirilmişlerdir. Bununla birlikte, farklı görevleri gerçekleştirmek için bazı veriler farklı formatlarda bulunmaktadır (vektör ve tarama).

Ürün veri tabanı, farklı koşullar altında yetişebilen uygun ürünlerin belirlenmesi için genel toprak ve iklim veri tabanı ve istatistiksel ve mekanik modelleme ile ilgili veri tabanlarından oluşmuştur. Farklı iklim koşullarında ve farklı bölgelerde yetiştirilen ürün verimliliğine ait istatistikler coğrafi konum ile ilişkilendirilebilir olarak tablolar halinde CBS’nde kullanılmıştır.



Şekil 4.1 ACLA2'nin şematik akım diyagramı

Bölgenin tarımsal-ekolojik karakterisasyonu, ürün verimlilik modelleme ve veri sağlanması için CBS teknolojisini kullanmayı gerekli kılmaktadır. Yeni katmanlar yaratmak için, CBS'nin konumsal tabaka fonksiyon özelliği kullanılmıştır (Todorovic ve diğ., 1998).

4.6 Venedik Lagün Havzasındaki Tarımsal Arazi Kullanım Değişimleri ve Su Kalitesi – İtalya Örneği

Yüzeysel ve yeraltı sularında çevresel etki tayinini belirlemek için kullanılan tarımsal arazi kullanım senaryoları sosyo ekonomik ve çevresel modellerin birleşimi ile hazırlanmaktadır. Ekonomik model, arazi kullanımı olarak tanımlanan alternatif tarım sistemlerini (ürün tahsisatı ve bölgesel ürün dağılımına ait istatistikler) ve tarımsal politikaların farklı makro-ekonomik senaryolardan etkilenen geliştirme uygulamalarını üretmiş ve değerlendirmiştir. Bu senaryolar, Avrupa Birliği Ortak Tarım Politikalarında tanımlanmıştır ve gelecekte mevcut tarım sistemlerinin çevreye olan etkilerinin azaltılması ölçülebilir niteliktedir. Çiftçilerin kararları, karı maksimum, riski minimum yapma hedef alınarak çoklu-nesnel fonksiyonlardan etkilenmektedir. Tarım sistemlerinde çevresel etki tayini, çevresel değişkenlerden (toprak ve iklim) ve çiftçi kararlarından (ürün, toprak yönetimi, gübreleme vb.) etkilenen tarımsal etkileri saptayan yayılı kaynak simulasyon modeline dayanmaktadır. Bu modelden çıkan sonuçlar, yüzeysel ve yeraltı sularındaki gübre ve pestisitlerin etkilerini tayin etmekte kullanılan karşılaştırmalı indekslerin hesaplanmasında kullanılmıştır. CBS, çevre simulasyonlarının tanımlanması, fiziksel ve istatistiksel coğrafi bilginin entegrasyonu ve alternatif senaryoların sonuçlarının karşılaştırılması ve sonuçların kartografik sunumu için veri yönetimini sağlamaktadır. Bu çalışma İtalya'nın kuzeyindeki Venice Lagün Havzası'nda (*Watershed of Lagoon of Venice- WLV*) yapılmıştır.

Model ekonomik ve çevresel bakış açısı içinde bölgesel alternatif tarım sistemlerini sunmaktadır. İki alt modelden oluşmaktadır: a) alternatif politik senaryolardan etkilenen tarımsal arazi kullanım değişimleri için matematiksel model, b) değişkenlerin tanımlanması ve yönetim için CBS ile ilişkilendirilmiş yayılı kaynak kirlilik modeli.

Çevresel etki tayini, Tarımsal Yönetim Sistemlerinin Yeraltı Suyu Yükleme Etki Modeli (*Groundwater Loading Effects of Agricultural Management Systems-GLEAMS*) kullanılarak belirlenmiştir. Bu model, yüzeysel akış, sızma ve erozyon ile oluşan bes ve pestisit girdilerinde alternatif yönetimleri karşılaştırmaktadır. Zaman dilimi gündüzdür. İklim kayıtları, toprak profili, ürün ve hasat sistemlerinin birleşimi çalışma alanı için GLEAMS ile sunulmuştur. GLEAMS modeli herbir ürün-toprak-iklim ve hasat tekniği

kombinasyonu için etki indeks kataloğu üretmek için kullanılmıştır. İndeks hesaplarının sonuçları üretilen haritalarda CBS kullanılarak yapılan analizler sonucu yorumlanmıştır (Giupponi ve Rosato, 1999).

4.7 Yapay Sinir Ağları Yöntemini Kullanarak Waupaca Su Toplama Havzasında Yayılı Kaynakların Saptanması - ABD Örneği

Özellikle yayılı kaynakların tesbiti esnasında birçok bilinmeyenle karşılaşilmektedir. Bilinmeyenler ne kadar az olursa kirlетici kaynakların miktar ve kalite açısından saptanması ve izlenmesi de o oranda sağlıklı olabilmektedir. Yapay sinir ağları sistemini kurmak belirsizliklerle dolu sistemlerin çözülmesinde yararlıdır. Bu çalışma, CBS ile 'bootstrap' metodu birlikte kullanılarak Wisconsin Eyaleti'nde Waupaca nehrinde azot konsantrasyonu değerlendirilmektedir. Nehrin drenaj alanı ile ilgili veriler CBS ortamına aktarılmıştır. Nehirde azot kirliliğinin temelinde karasal kökenli yayılı kaynaklar yatmaktadır. Yapay Sinir Ağları metodu geleneksel çoklu değişkenli regresyon tekniklerine oranla daha hassas ve fikir vericidir. Sonuçlara bakıldığında, yapay sinir ağları tekniğinin esnek yapısı model geliştirmeye son derece elverişlidir. Çeşitli karasal veriler arasındaki kompleks ilişki çeşitli belirsizliklere yol açmaktaydı. CBS ve Yapay zekanın birleştirilip kullanılması, sonuçları daha çabuk ve kolay ulaşılabilir kılmıştır. CBS gerek karasal veriler gerekse su kalite parametrelerinin işlenmesinde faydalı bir araçtır. Yapay zeka modelleme tekniklerinde ise geniş veri tabanına sahip model uygulama tekniğinin varolduğu, özellikle konumsal verilerin CBS ve Yapay zeka ile çözümlenmesi son yıllarda yaygınlaşmıştır. Yapay zekanın çeşitli tipleri arasında hidroloji, su kaynaklarının tespiti ve yönetimi konularında yapay sinir ağları kullanılmaktadır. Bu ağ sisteminin avantajı komplike non-lineer tekniklerin yerine kullanılabilirliğidir. Çalışmada sadece alıcı ortamdaki azot verileri raporlanmıştır. Yapay sinir ağları tekniği ile nehir boyunca azot konsantrasyonunun değişimi yüksek hassasiyetle gösterilmiştir. Bu verilerle birlikte CBS ile tarım alanları, otlak ve meralar ve yeraltı su kaynağının izlediği yol işlenmiş, dolayısıyla azot konsantrasyonuna etki eden ana değişkenlerde bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Böylece sonuçların değerlendirilmesi yapılabilmektedir (Lin ve Wang, 2001).

4.8 Çeltik Tarlasından Kaynaklanan Kirletici Yüklerin ve Su Dengesinin CBS ile Tahmini- Japonya Örneği

Çeltik tarlasından kaynaklanabileceği kirletici yüklerin tahmininde çeşitli yollar izlenebilir. Bunlardan biri birim yüklerden yararlanmak, diğeri ise kavramsal bir modelden yararlanmaktır. Çeltik tarlalarında önemli özellikler toprak yapısı, su kullanım miktarı ve kalitesi, pirinç cinsi, drenaj sisteminin yapısıdır. Tüm bu ana özelliklerin bilinmesiyle ancak alıcı ortamda olumsuz sonuçlar yaratabilecek kirleticiler ve yükleri tesbit edilebilir. Konservatif yöntemlerin yanı sıra CBS kullanımı önemli birçok veri işleyebilmekte, bu da su ve nütrient dengesinin kurulması açısından modele girdi teşkil etmektedir. CBS ile akış yükü, su ve kirletici yük tahmini daha kolay olabilmektedir. Söz konusu çeltik tarlasının sulama sistem ağı son derece karmaşıktır, ancak verilen saatlik su debisi bilinmektedir. Çalışmada su bütçesi ve dengesi çözülmeye ve kütle dengesi oluşturulmaya çalışılmaktadır. Hedef alanda sulama sistemi, su temini ve kullanımı gibi veriler ile birlikte meteorolojik veriler, tarlanın çeşitli özellikleri CBS ortamına aktarılmıştır. Gübreleme sıklığı ve miktarı, nehir özellikleri ile birlikte CBS ile çeşitli senaryo analizleri yapılabileceği vurgulanmaktadır (Masuda ve diğ., 2001).

4.9 Kompleks CBS Uygulaması ile Su Toplama Havzalarının İncelenmesi - Macaristan Örneği

Macaristan'da politik değişim sürecine paralel olarak karasal kaynakların yeniden düzenlenmesi aşamasında mevcut verilerin CBS ortamına aktarılmasının önemi vurgulanmaktadır ve Orta Avrupa'nın önemli su havzalarından Balaton Gölü tipik örnek olarak ele alınarak su yönetim politikaları belirlenmeye çalışılmıştır. Dolayısıyla, Avrupa Birliği'ne geçiş hazırlığındaki ülkenin önemli sorunlarından birinin çözümlenmesinde CBS kullanılmaktadır (Nemeth ve diğ., 2001).

4.10 CBS Destekli Toprak N- WEKU Modeli İle Nehir Drenaj Alanlarında Yayılı Kaynaklardan Azot Sızma Özelliklerinin Tahmini Ve Yönetimi - Almanya- İsveç - Danimarka Ortak Çalışması

Toprakta N- sızma modeli ile birlikte yeraltı suyu bekletme süresi / denitrifikasyon modelini beraber çalıştıran bir program ile yeraltı suyuna azot girdileri ve nehre ulaşabilirliği incelenmektedir. Avrupa Birliği destekli Projede katılımcı her üç ülkenin birer havzalarında uygulamalar yapılmıştır. Karasal kaynaklı azot birim yükleri hesaplanmıştır. Avrupa'daki nehirlerde ana azot kaynağı tarım alanlarıdır, ki bu bulgu tüm ülkelerde kabul görmektedir. Bu nedenle havzaların jeolojik yapıları ve diğer bilinen özellikleri CBS ortamına aktarılarak çalışmalar daha hızlı yürütülmüştür. CBS verileri model uygulamalarına veri temin etmektedir (Wendland ve diğ., 2001).



5. UYGULAMA ÇALIŞMASI

CBS ve çevresel modelleme, konumsal veri ve yöntemlerine olan ortak ilgilerinden dolayı yakın ilişki içindedirler. CBS'ndeki temel kavram konum, konumsal dağılım ve ilişkilerdir. Çevresel modellemedeki temel kavram ise, kütle, enerji, etkileşim ve dinamikler, biyolojik, kimyasal ve çevresel türlerin açıklanmasıdır. Buradaki sorun, çevresel modelleme çalışmalarında bilgisayarın pratikte kullanılması, ancak çevresel modelleme ile CBS teknolojisi entegrasyonunun çok yeni olduğudur. Bunun nedeni çevreyi modellerken ekolojik etkenler, olayları tanımlamak üzere kullanılacak çok geniş aralıkta veri modellerine sahiptir. Örneğin, gölleri tanımlamak için nokta veri modelleri, nehirleri tanımlamak için çizgi veri modelleri, havzalar için poligon veri modelleri kullanılmaktadır. Bu noktada CBS yararlı kullanımına karşılık mevcut teknolojilerin modelleme ihtiyaçlarına cevap veremediği anlaşılmaktadır. Gerçek dünyayı temsil etmek üzere kullanılacak veri modellerinin seçimi, veri toplama yöntemleri, verinin çok yaygın dağılım aralığı ve veri tabanındaki temsil edilme yaklaşımları ile sınırlandırılmaktadır. Buna rağmen, sayısal modellere kıyasla CBS geniş aralıktaki bu veri tiplerini ve konumsal analizleri idare edebilmektedir.

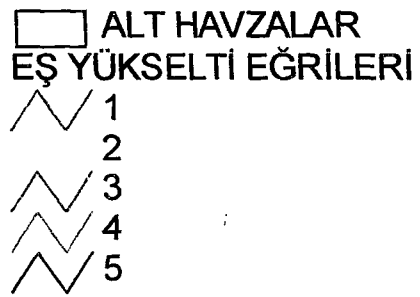
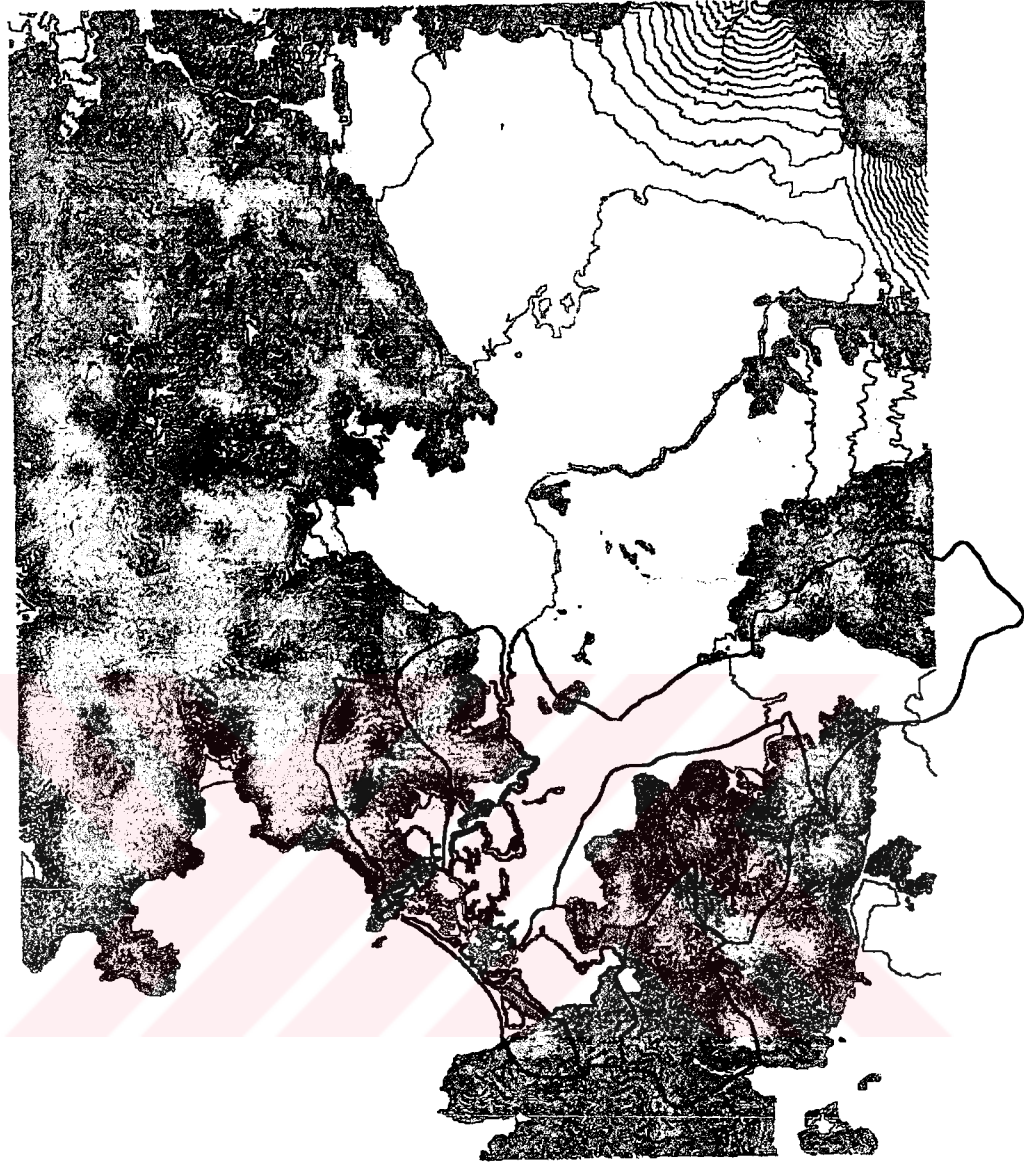
Bu çalışma, Köyceğiz Gölü-Dalyan Lagün Havzası için, çevresel modelleme ve CBS teknolojilerinin entegrasyonunu sağlamayı ve yapılacak sorgulamalarla mevcut durum tespitini amaçlamaktadır. Çıkan sonuçlardan, koruma-kullanma dengesi göz önünde tutularak sürdürülebilir yönetim için verilecek kararlarda yararlanılması hedeflenmektedir. Çalışma karasal verilerde ağırlıklı olarak, toprak sınıfları, toprak özellikleri, erozyon ve drenaj gibi toprak problemleri ve arazi kullanımları üzerinde yoğunlaşmıştır. Kısmen Özel Çevre koruma bölgesi olması dolayısıyla farklı bir öneme haiz bu bölgede, hala üzerinde çalışılan WASP (*Water Quality Analysis Simulation Programme*) ve HSPF (*Hydraulic Simulation Programme-FoAran*) modellerine veri temin etmek için çıkan sonuçlardan yararlanılması hedeflenmektedir.

Çalışma ayrıca, Köyceğiz-Dalyan Lagün Havzasının potansiyel tarım verimliliğinin değerlendirilmesi ile tarımsal-ekolojik karakterizasyonu amaçlayan projelerin gelişimine destek niteliğindedir. CBS ile ilgili teknik konuların anlatıldığı Bölüm 3.7’de de değinildiği üzere, CBS’ deki ana tema harita katmanlarının kullanılmasına olanak sağlıyor olmasıdır.

T.C. Harita Genel Komutanlığı’ndan alınan 1:25.000 ölçekli dört adet pafta harita katmanlarından birini oluşturmaktadır. Bu paftalar UTM (*Universe Transverse Mercator*) koordinat sisteminde ve Harita Genel komutanlığı (HGK) tarafından fotogrametrik yöntemle üretilmiş üzerlerinde eşyükseklik eğrileri ve kıyı çizgileri bulunan ve sayısal olarak alınan standart haritalardır. Çalışma bütünlüğünü sağlamak amacıyla bu dört pafta birleştirilmiş ve bir tek dosyaya dönüştürülmüştür. Burada dikkat edilmesi gereken durum O21-a1 numaralı paftada kıyı çizgisinin başka bir renkte ve farklı bir yükseklik değeriyle tanımlanmış olmasıdır. Bu hata bütünleştirme sonrasında işlenerek (*edit*) giderilmiştir. Köyceğiz Gölü’ ne ve denize olan kıyı çizgisi bu paftalarda veri olarak verilmesine rağmen kanalı ve kanalı denize bağlayan kısımdaki kıyı çizgisi bu paftalara işlenmemiştir. CBS dışındaki diğer modellerde de çalıştırılması düşünülen bölgeye ilişkin veri, yine aynı bölge için üretilmiş başka bir 1:25.000 ölçekli sayısal olmayan haritadan sayısallaştırılmış ve sayısallaştırılmış veriler HGK’ ından alınan paftalardaki ortak noktaların kullanılmasıyla bu sisteme dönüştürülmüş ve veriler bütünleştirilmiştir. Böylece üzerinde eş yükselti eğrileri ile birlikte kıyı ve kanal çizgilerinin de olduğu bir tek harita elde edilmiştir. Havzayı alt havzalara bölerek yapılan önceki bir çalışmadan (Karak, 2000) elde edilen harita sayısallaştırılmak suretiyle kullanılmıştır. Havzaya ilişkin bu sayısallaştırılmış veri de yine kendi üzerinde ve eldeki haritalardaki ortak noktaların koordinatlarının hesaplanmasıyla aynı sisteme dönüştürülmüş ve ayrı bir katman olarak belirlenmiştir. Dosyalar CBS yazılımı olarak bu projede seçilen ArcView 3.1 programında işlenmeden önce gerekli düzenlemeler genellikle AutoCad 2000 yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Ancak dönüştürülen alt havzaların gösterildiği bu harita için gereksinim duyulan kapalı şekillerin elde edilmesi amacıyla başka bir CBS yazılımı olan ArcInfo kullanılmış ve bu haritanın topolojisi oluşturulduktan sonra kullanılmak üzere CBS yazılımı içerisine alınmıştır (Gönenç ve diğ., 2001). Dönüştürülmüş alt havza ve bütünleştirilmiş eşyüksekti harita katmanları

Şekil 5.1’de gösterilmektedir. Bölgeye ait büyük toprak gruplarını, toprak sınıflarını, erozyon ve drenaj gibi toprak problemlerini, arazi tiplerini ve arazi kullanımlarının herbirini ayrı birer katman olarak gösteren sayısallaştırılmış haritalar T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü’ne bağlı Toprak-Su Kaynakları Ulusal Bilgi Merkezi’nden (UBM) temin edilmiştir. Toprakla ilgili haritalar ile birlikte Muğla il ve ilçe sınırlarını gösteren idari sınır katmanı da aynı merkezden sağlanmıştır. Bu haritalar UTM koordinat sisteminde temin edildiğinden koordinat dönüşümüne gerek kalmamıştır. Gelen haritalarda dikkat edilecek husus, çok hassas yapılması şart olan sayısallaştırma işlemi için gereken özenin gösterilmediğidir. Yine de toprak ile ilgili sorgulamalar için bu haritalardan yararlanılmıştır. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı’na bağlı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü (TAGEM), CBS ve Uzaktan Algılama Bölümü’den Muğla ilindeki yolları ve köyleri gösteren katmanlar da sağlanmıştır. Fakat bu haritalar enlem ve boylam koordinat sisteminde temin edildiğinden, yapıları itibarıyla UTM koordinat sistemine dönüştürülememiştir. İlave olarak CBS’de öznitelik verilerinin haritalar ile ilişkilendirilme özelliği kullanılarak var olan haritalar ile mevcut veriler ilişkilendirilmiş, farklı kullanımlara olanak sağlayan katmanlar oluşturulmuştur. Geçmiş yıllarda bölgede meydana gelen depremlerin ve bölgeye ait iklim ve nüfus verilerinin işlendiği haritalar bu katmanlara örnek olarak verilebilir.

Veri temini bir CBS projesinin en çok zaman alan ve en maliyetli aşamasıdır. Gerçekten de, eşyüksekti eğrilerinin gösterildiği paftaların HGK’den alınması sırasında idari yazışma ve bürokratik işlemlerin tamamlanması çok uzun zaman almıştır. Son yıllarda, bölgede çevresel modelleme çalışmaları için basılı haritalar üzerinde, bilgisayar destekli bölgesel veri tabanlarında ve CAD sistemlerinde veri toplanmıştır. Ancak bu yöntemler, konumsal veri ile öznitelik verilerinin birleşimine olanak sağlamamakta ve çeşitli kaynaklardan gelen verilerin katman ve ölçek dönüşümüne izin vermemektedir. Ön çalışmalar sırasında karşılaşılan bir başka sorun da, farklı kaynaklardan elde edilen bu haritaların koordinat dönüşümünün yapılması gerekliliğidir. Yarar sağlayacağına inanılan mevcut basılı haritaların sayısallaştırma işlemi, çok fazla dikkat ve zaman gerektirmektedir. Bu çalışma sırasında, mevcut veriler AutoCad’de .dwg formatında sayısallaştırılmış, .dxf formatına dönüştürülerek kullanılmıştır. Topoloji oluşturma işlemleri ArcInfo’da gerçekleştirilmiş, ancak son kullanıcıların rahatlıkla yazılımı



Şekil 5.1 Sayısallaştırılmış kanalı içeren bütünleştirilmiş eş yükselti katmanı ve alt havzalara ait katman

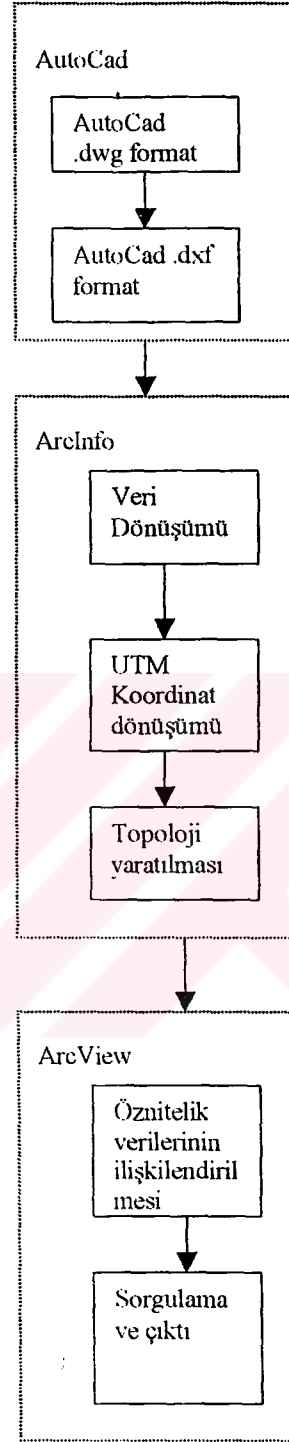
öğrenmesi, kullanması, kolay sorgulama yapabilmesi ve daha estetik rapor ve çıktılar alabilmesi için ArcView 3.1 yazılımı kullanılmıştır. Şekil 5.2’de bu dönüşümlere ait akış şeması gösterilmektedir.

5.1 Çalışma Alanının Tanıtımı

Türkiye’nin güneybatısında, 36°58’ kuzey enlemleri ve 28°41’ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Havzanın batı ve güneybatı kesiminde Gökova Körfezi ile birbirinden ayrılmış Bodrum ve Datça Yarımadaı ile Ege Denizi ve Akdeniz’in ayrımında konumlanmış Bozburun, güneydoğu kesiminde ise Sarıgerme ve sonrasında Fethiye Körfezi ile komşudur. Havzanın kuzeyi Torosların denize paralel uzanan batı ucunu oluşturan ve 2000 m yüksekliğe ulaşan Gölgeı Dağı; güneyi ise Akdeniz kıyıları ile sınırlandırılmıştır. Havzanın hemen doğusunda Dalaman Çayı Havzası; batısında ise Ekincik Havzası yer almaktadır.

Köyceğiz-Dalyan Bölgesi ilk kez 1988 yılında, sınırları genişletilerek 1990 yılında Bakanlar Kurulu kararı ile Özel Çevre Koruma (ÖÇK) Bölgesi ilan edilmiştir. Kendine özgü tarihsel, kültürel ve ekolojik değere sahip bu bölge, İztuzu plajında yuva yapan deniz kaplumbağası *Caretta caretta*, antik bir karye kenti olan Kaunos ve kükürtlü su kaynakları bulunan Köyceğiz Gölü ile tanınmaktadır. Havzanın günümüzdeki toprak yapısı hakkında ayrıntılara değinilmeden önce geçmişten günümüze toprak yapısının tarihsel gelişimi hakkında aşağıda özet bilgi verilmektedir. Bu bilgiler özellikle Pons ve Edelman’ın (1960) raporundaki toprak etüdü bilgilerinden derlenmiştir.

Bu bileşik ovayı meydana getiren tekil ovalar şunlardır: Köyceğiz, Yuvarlak ve Dalyan Ovaları. Ovalarda kayaçların birikmesinden meydana gelen erozyon kaynaklı büyük değişim, tepe ve dağlardaki ormanların geçmişten günümüze tahrip edilmesinden ileri gelmektedir. İnsan kaynaklı terasların bozulması sonucunda meydana gelen eski koni kalıntıların yüksek yerleri, Havzada Antik çağlarda yüksek bir tarım kültürü olduğunu göstermektedir. Fakat buralar sonradan tahrip edilmiştir. Genç ve en genç sedimentlerin hepsi bu büyük ölçekli toprak erozyonu sonucunda oluşmuştur. Genç ve en genç koni sedimentleri arasındaki fark içerdikleri kireçten ve renklerinden ileri gelmektedir. Yalnız en genç sediment kireç içermektedir.



Şekil 5.2 Çalışma sırasında, AutoCad’de sayısallaştırılmış mevcut verilerin işlem akış diyagramı

Genç koniler kirecini kaybetmiş olan toprak malzemesinin taşınıp birikmesi sonucunda meydana gelmişlerdir (Pons ve Edelman, 1960).

Bölge topraklarının hemen hepsi başka yerden taşınmış olup, yerinde oluşmuş toprağa pek rastlanmamaktadır. Jeolojik erozyonla birlikte insan kaynaklı erozyon bir çok yerde yamaçlardaki toprağı sürükleyerek başka yerlere taşımıştır. Her ne kadar insan kaynaklı erozyon çeşitli yerlerde tahribat yapmışsa da, yine de eski nehir terasları ve konilerin üzerinde oldukça normal topraklara rastlanmaktadır. Bu topraklarda kireç bulunmamaktadır. Ancak pH hiçbir zaman 7'nin çok altına düşmez. Kalkerce zengin olan konilerde yıkanan CaCO_3 toprağın alt kısımlarında çökebilmektedir. Bir çok yerde sıızan karbonatlı sularla çimentolaşmış çakıllara rastlanmaktadır. Nehir sedimenti üzerindeki topraklarda hiçbir profil gelişmesi göze çarpmamaktadır. Üst toprak %20 kadar CaCO_3 içerebilmektedir. Nehir sırt ardı toprakları da böyledir. Siyah renkli nehir havzası toprakları üst kısmında %1'den fazla CaCO_3 bulunmayabilmektedir. Bu durum siyah toprakların oluşumu sırasında hakim olan bataklık şartlarından ileri gelmektedir. Kötü drenaj koşullarının ova topraklarının morfolojisi üzerindeki etkisi büyüktür. Ovada mevcut olan toprakların birçoğunda yüksek yeraltı suyuna işaret eden renk lekelerine sıkça rastlanmaktadır. Fakat dikkat çekici bir nokta ova drenaj koşullarının oldukça iyi olduğunu gösteren morfolojik özelliklere sahip bazı toprakların sık sık taşkınlara maruz kaldığının belirtilmekte olduğudur. Yeni (recent) nehir sedimenti üzerinde meydana gelen toprakların kimyasal özellikleri oldukça değişiktir. Topraklar sıklıkla fosforca fakir veya çok fakir durumdadır. Bölgede tuzlu topraklar denize yakın yerlerde göze çarpmaktadır. Belli dönemlerde nehir ağızlarından içeriye doğru tuzlu su girişi söz konusudur, ancak tuzlu su bu kesimlerde hapsolmaktadır. Herhangi bir drenaj da mevcut olmadığı için gelen tuz birikip kalmaktadır. Yüksek seviyedeki toprak gruplarının birbirlerinden ayrılmasında kullanılan en önemli kriterleri ana madde, kireç içeriği, profil oluşumu ve renk oluşturmaktadır (Pons ve Edelman, 1960).

5.2 Çalışma Bölgesinin Genel İklim Yapısı

Bölgede tipik Akdeniz iklimi hakimdir. Kışlar ılık ve yağışlı, yazlar sıcak ve kuraktır. Çalışma bölgesinin çoğunluğunun Köyceğiz ilçesi içerisinde kaldığı düşünüldüğünde, çalışma sahasını en iyi Köyceğiz iklim verilerinin karakterize edeceği düşünülebilir.

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden (1998) Köyceğiz, Marmaris, Dalaman, Fethiye ve Muğla meteorolojik verileri alınarak CBS ortamına aktarılmıştır. Havzaya ait yağış ve sıcaklık verilerinin uzun yıllar ortalaması verilerinin, işlem adımları EkA Şekil A1'de verilen çalışmalarla, il ve ilçe sınırlarını gösteren idari sınır katmanı ile ilişkilendirilerek grafiksel sunumları sağlanmıştır (Şekil 5.3 ve Şekil 5.4).

Köyceğiz için en soğuk ayın 9.2°C ile ocak ayı olduğu, en sıcak ayın ise 28.7°C ile temmuz ayı olduğu görülmektedir. En yağışlı aylar olan ocak ve aralık aylarında sırasıyla, 230.9 mm ve 251.4 mm yağış görülmektedir. Kış aylarında Toroslar'ın yüksek yerlerindeki sıcaklıktaki değişiklik nedeniyle ortaya çıkan yüksek basınçtan, Akdeniz'deki alçak basınca doğru olan hava hareketleri, doğu sektörlü rüzgarların frekansında bir artış yaratmaktadır. Yaz aylarında ise kuzey sektörlü rüzgarlar hakimdir. Denizle karanın farklı derecede ısınması nedeniyle bölgede öğleye doğru başlayarak denizden karaya doğru esen ve şiddetini gittikçe artırarak akşama kadar devam eden (saat 11.00-18.00 arası) rüzgarlar görülmektedir (Kazancı, 1993).

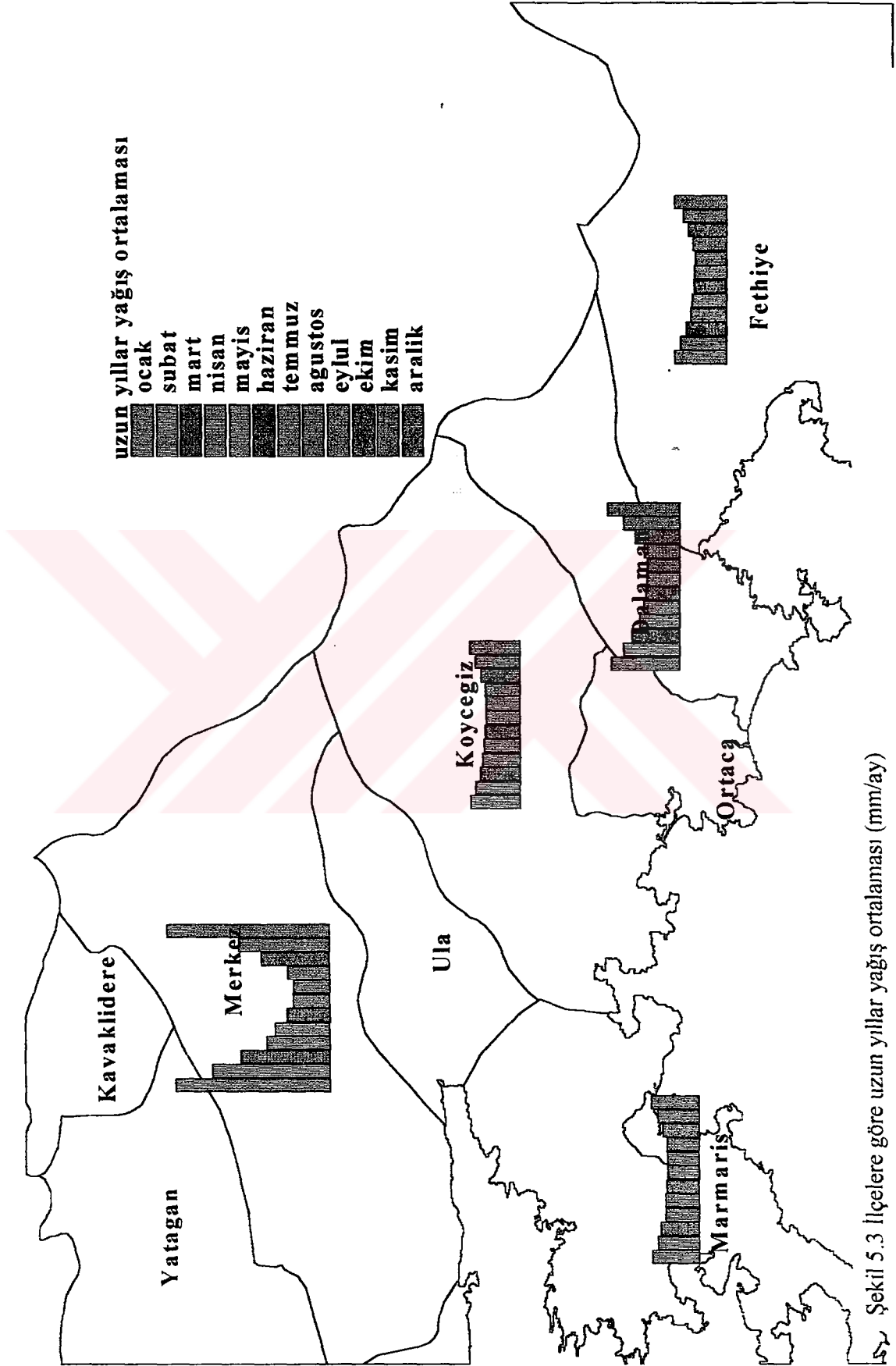
5.3 Nehirler

Batıdan doğuya doğru nehirleri şu şekilde sıralamak mümkündür.

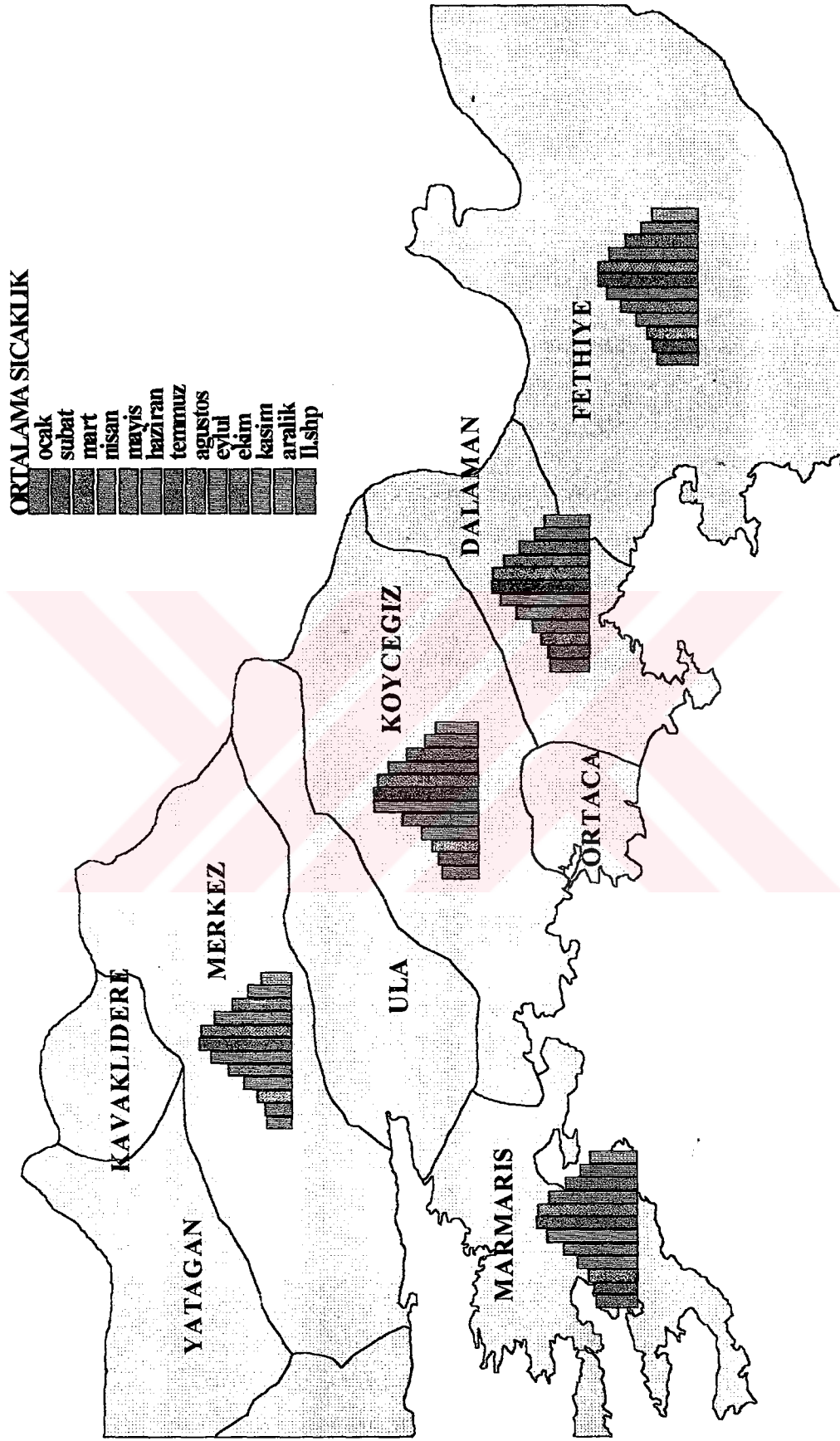
Namnam Çayı: Köyceğiz ovasına kuzeybatıdan dahil olur. Su toplama havzası büyük olup değişik bir jeoloji arz eder. Kara Çay ve Doğan Çay gibi kolları mevcuttur. Namnam Çayı Köyceğiz Gölü ile sonlanmaktadır. Taşıdığı su miktarı kışın çok fazladır. Yaz aylarında da Köyceğiz ovasının batı kısmını sulamaya yetecek kadar su taşır (Pons ve Edelman, 1960).

Kargıcık Deresi: Köyceğiz' in kuzeyinden ovaya girer. Kargıcık konisi bu nehir tarafından vaktiyle meydana getirilmiştir. Bir çok kaba malzeme (çakıl, moloz vb.) taşıyan bu nehrin suyu kışın fazladır. Her ne kadar yaz aylarında da daima su bulunursa da Köyceğiz etrafındaki tarım arazilerinin hepsini sulamaya yetecek kadar su bulunmaz (Pons ve Edelman, 1960).

Yuvarlak Dere: Doğudan gelmektedir. Yuvarlak ovasını geçerek Köyceğiz Gölü'ne akar. Kışın fazla su taşır. Bu derenin kuzey kolu bir kalker kütlesinden gelir ve burada



Şekil 5.3 İlçelere göre uzun yıllar yağış ortalaması (mm/ay)



Şekil 5.4 İlçelere göre uzun yıllar sıcaklık ortalaması (°C/ay)

mevcut olan bazı kuvvetli menbalardan beslendiği için yazın da Yuvarlak ovasındaki tarım arazilerini sulamaya yetecek kadar su taşır (Pons ve Edelman, 1960).

Dalyan Boğazı: Bu su Köyceğiz Gölü' nün denize giden bir akıntısıdır. Kış aylarında denize akar. Yazın ise önemli miktarda deniz suyu bu boğaz aracılığıyla Köyceğiz Gölü'ne akar. Bu su daima tuzlumsudur (Pons ve Edelman, 1960).

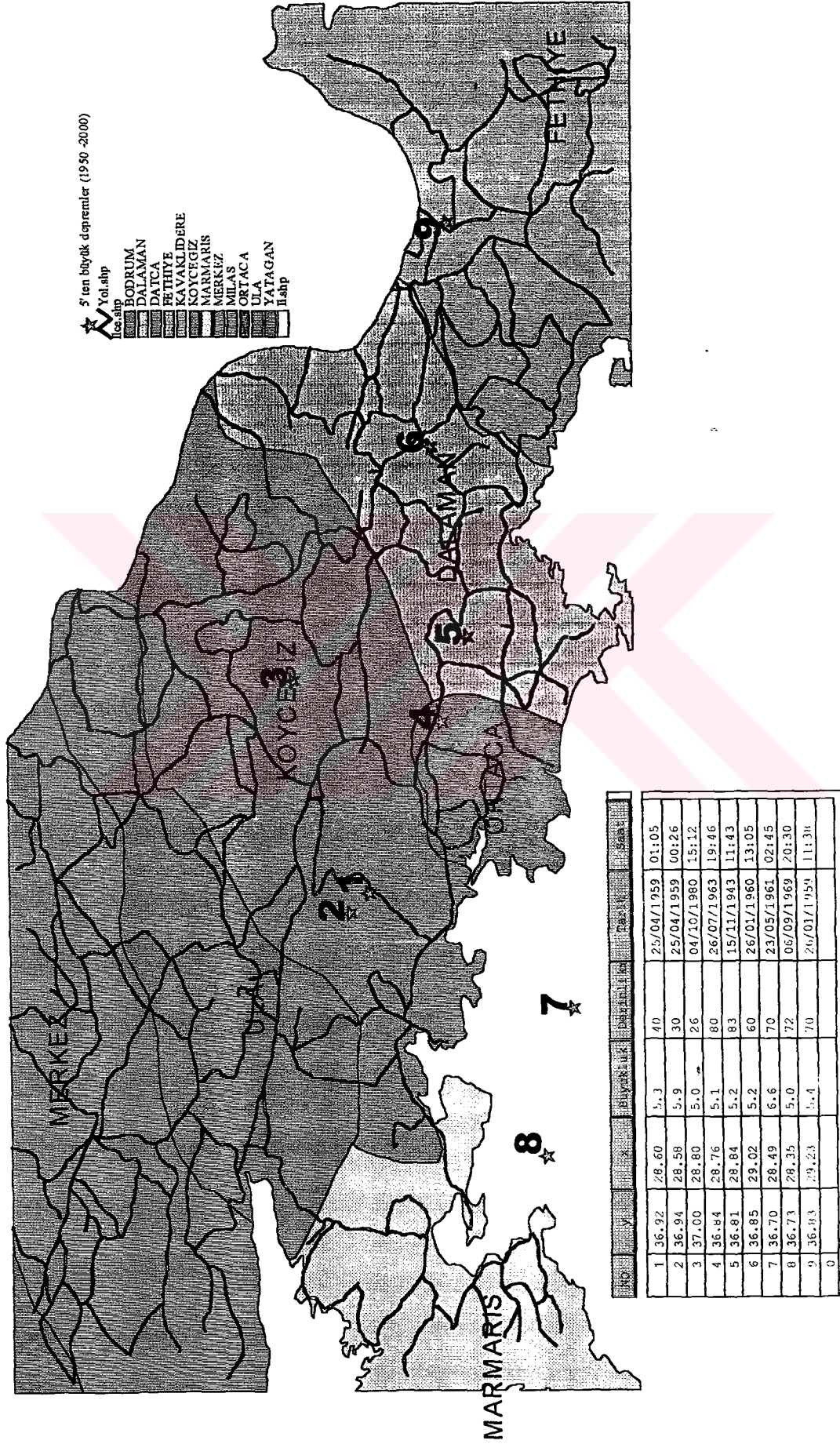
UBM' den temin edilen hidroloji katmanı nehirlerin tipleri (çay, dere, kuru dere) ve isimlerini tüm Muğla İlçesi'ni kapsayacak şekilde içermektedir (Şekil 5.5). Bu katmanın yeni bir View olarak açılması ve otomatik olarak etiketlenmesine dair işlemlerin akış diyagramı EkA Şekil A2 ve Şekil A3'de gösterilmektedir.

Daha önce bölgede yapılan çalışmalar ile kıyaslandığında, Köyceğiz Gölü' nün güneydoğusunda yer alan, dere tipindeki isimsiz akarsuların gerçekte mevcut olmadığı, bunların geniş ve uzun sulama kanalları olabileceği düşünülmüştür.

5.4 Depremsellik

Vadiler ile tepeler birbirlerinden çoğunlukla faylarla ayrılmışlardır. Bu bölgede rastlanan bazı çok dik yamaçlar (eskarpmenler) aynı zamanda fay hatlarıdır (Pons ve Edelman, 1960). 1959' da 5.3 ve 5.9, 1980' de 5.0 büyüklüğünde Köyceğiz' de meydana gelen depremler ile 1941' de Ula' da 5.3 , 1963'de Ortaca ilçesinde 5.1, 1943 ve 1960 yıllarında Dalaman' da 5.2 büyüklüğünde meydana gelen depremlerde bu fay hatları boyunca hareketlerin devam ettiği görülmüştür. Fay hatları boyunca ve aynı zamanda yüksek tepelerin etrafındaki kayalar hemen hemen çıplaktır. Bir çok yerde erozyon sonucunda meydana gelen vadiler tekrar doldurulmuştur. Bu birikintiler Pleistocene yaşında olup bölgenin çıplak oluşunun kısmen sırf jeolojik nedenlerden ileri geldiğini ve insan kaynaklı toprak erozyonunun bu çıplaklığın tek nedeni olmayacağını göstermektedir (Pons ve Edelman, 1960).

1950 ve 2000 yılları arasında meydana gelen 5.0' ten büyük depremlere ait büyüklük, enlem, boylam, tarih ve derinlik verileri www.sayisalgrafik.com.tr/deprem internet sitesinden elde edilerek CBS ortamına aktarılmıştır (Şekil 5.6). Burada dikkat edilecek nokta; enlem ve boylamları verilen bu değerlerin, enlem ve boylam koordinat



Şekil 5.6 1950 ve 2000 yılları arasında bölgede meydana gelen 5'den büyük depremler

sistemindeki idari sınır katmanı üzerinde işlenmiş olduğudur. Bu çalışmaya ait akım şeması EkA Şekil A.4' de verilmektedir.

5.5 Çalışma Bölgesi Karayolları

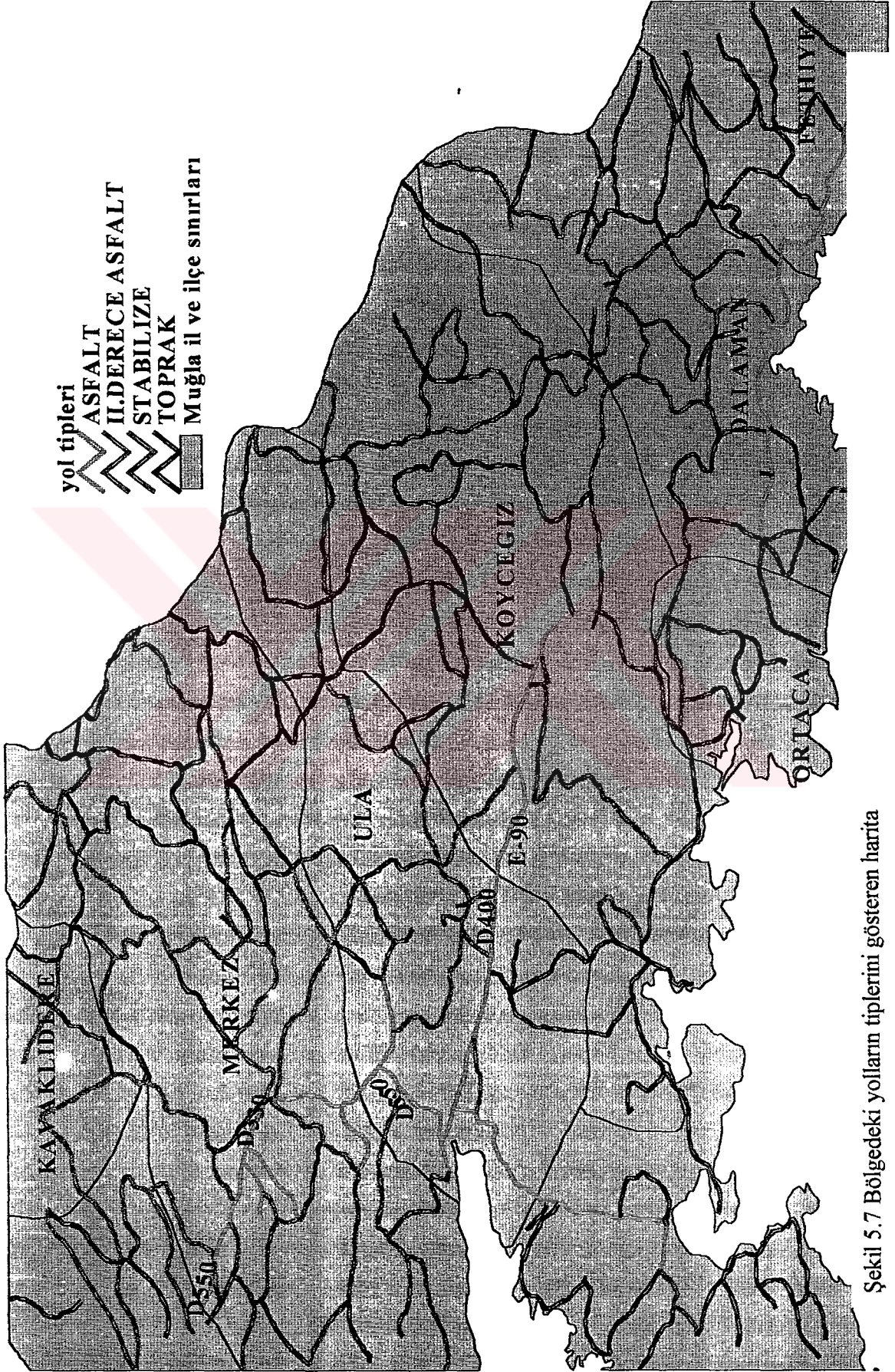
TAGEM CBS ve Uzaktan Algılama Bölümü'nden temin edilen katmanlardan birisi de Muğla ili yollardır (Şekil 5.7). Teknik sebeplerden dolayı koordinat dönüşümü gerçekleştirilemeyen bu katman, yol tiplerini (asfalt, II. derece asfalt, stabilize ve toprak) ve yol uzunluklarını içermektedir. Bu katman üzerinde yapılan sorgulama ve uzunluk ölçme işlemlerinin adımları Ek A Şekil A.5 ve Ek A Şekil A.6' da verilmektedir.

5.6 Sosyodemografik Yapı ve Nüfus

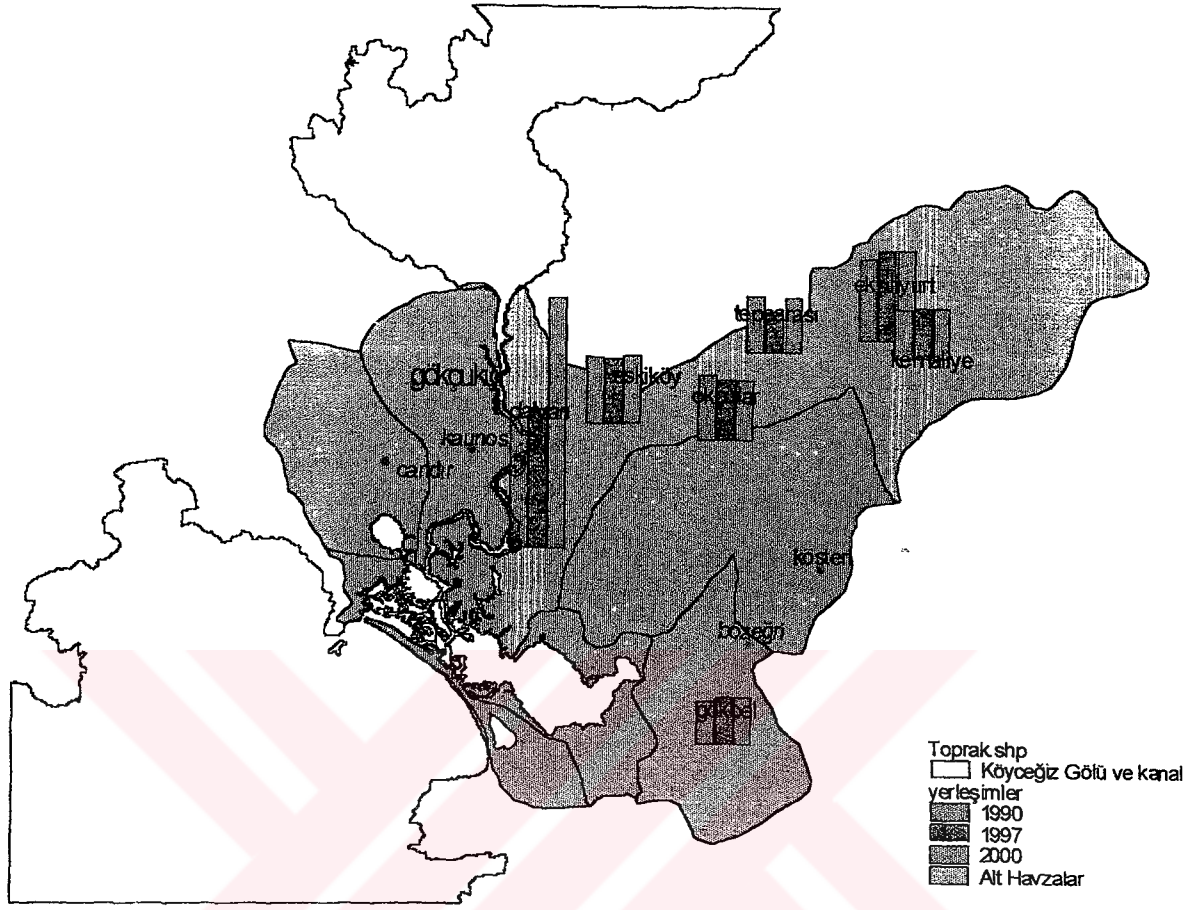
TAGEM' den temin edilen harita katmanlarından biri de Muğla İli sınırları içerisindeki köyleri gösteren harita katmanıdır. Bu katman, öznitelik tablosunda köylerin 1990 (DİE) nüfus verileri girilmiş olarak temin edilmiştir. Bölüm 2.4 ve 3.11' de değinildiği üzere, CBS ile klasik haritalar karşılaştırıldığında CBS'nde öznitelik verileri harita ile ilişkilendirilebilmekte ve güncelleme için altlık haritanın değişmesi gerekmemektedir. Dolayısıyla, köylere ait öznitelik tablosuna 1997 nüfus verileri, çalışma bölgesi içerisinde kalan bazı köyler için girilmiştir. Ayrıca bu köylerin 2000 yılına ait nüfus projeksiyon hesapları da (Gönenç ve diğ., 2001) bu tabloya girilerek, grafik gösterimler ile kıyaslamaya olanak sağlanmıştır (Şekil 5.8). İleride yapılacak çalışmalar için de benzer güncellemeler yapılabilir.

Geçmiş yıllarda yapılan çalışmalardan temin edilerek (Karak, 2000) sayısallaştırılmış ve koordinat dönüşümü yapılmış alt havzalara ait katman üzerinde incelenen saha içerisindeki önemli yerleşimler yeni bir katman olarak işlenmiştir. Ekşiliyurt, Gökbel ve Kemaliye köyleri TAGEM' den sağlanan katmanda da mevcut olmakla birlikte; Eski köy, Okçular ve Tepearası köyleri ile Dalyan kasabasına ait bilgiler bu katmanda bulunmamaktadır (Şekil 5.9).

Bölge nüfusu, nüfus artışının yüksek olmadığı durgunluk yaşanan bir dönemden sonra, doksanlı yıllarda tamamen turizme dayalı hızlı bir artış göstermiştir. Bölge ile ilgili yayınlar ve Dalaman Havalimanı' nın yapılması bu gelişmeyi desteklemiştir. Geçmiş



Şekil 5.7 Bölgedeki yolların tiplerini gösteren harita



adı	1990	1997	2000
dalyan	3093	3357	6738
okçular	1167	1032	1032
tepearası	946	487	921
ekşiliyurt	1707	1971	1971
kemaliye	679	728	728
kösten	0	0	0
bozeğri	0	0	0
gökbel	532	649	635
kaunos	0	0	0
candır	0	0	0
eskiköy	1231	1152	1257
gökçukur	0	0	0

Şekil 5.9 Alt havza harita katmanı üzerinde gösterilen yerleşimlere ait 1990 ve 1997 nüfus verileri ile 2000 projeksiyon hesaplarının grafiksel gösterimi

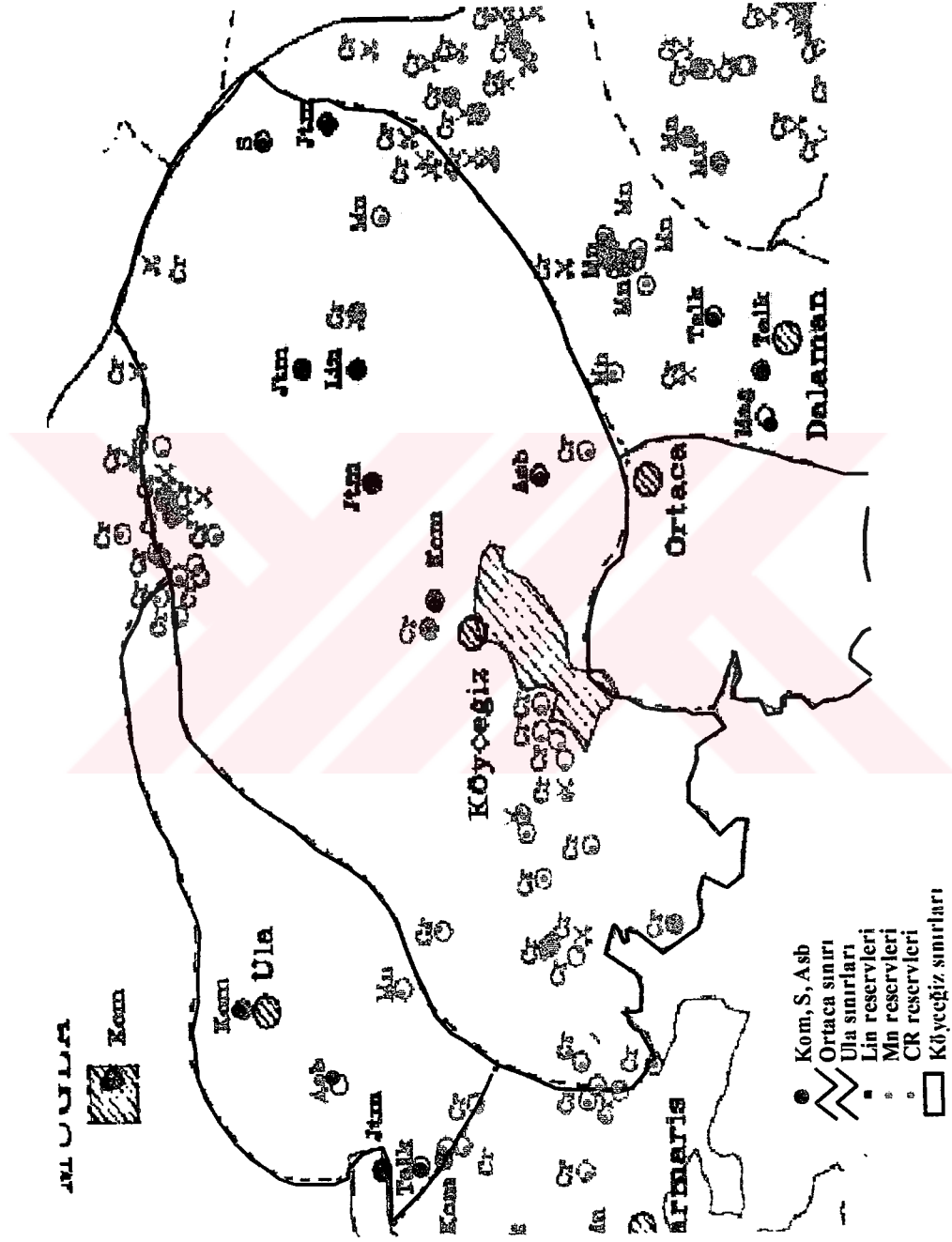
yıllara ait nüfus verileri Köyceğiz ve Dalyan nüfus artış hızının Muğla İli'nin toplam nüfus artış hızından daha düşük olduğunu göstermektedir. Bölgede ekonominin tarıma dayalı olması nedeniyle, kırsal nüfusun toplam nüfus içindeki payı kentsel nüfustan daha yüksektir. Bölge ekonomisi geleneksel olarak tarım sektörüne dayanmaktadır. Son yıllarda, özellikle bahçecilik ve seracılık alanında ileri tekniklerin kullanıldığı bu sektörde önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Ayrıca Köyceğiz ve Dalyan' da tarım donanım malzemesi üretimi yapan tesis, pamuk işleme tesisi, gıda sanayi alanlarında faaliyet gösteren küçük ölçekli tesisler ve tamir bakım atölyeleri bulunmaktadır (Üstün, 1998).

5.7 Bölgenin Maden Rezervleri

Tüm çalışmanın geneline bakıldığında amaç, karasal verilerin çevre modellemede yeni yeni kullanılmaya başlayan CBS teknolojisi ile entegrasyonunun sağlanması ve sonuçların gelecekte yapılacak çalışmalara kaynak teşkil etmesidir. Bu açıdan bakıldığında Muğla Maden Rezervleri ile ilgili çalışmanın sınırları kısıtlı tutulmuştur. Bölüm 3.7.2' de değinildiği üzere, CBS' nde resim ya da görüntü verileri arka plan görünümü olarak kullanılabilir. Bunların, sorgulama yapabilmeleri için tarama ya da vektör formatına dönüştürülmesi gerekmektedir. T.C. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü' ne ait www.mta.gov.tr internet sitesinden temin edilen Muğla İli maden rezervlerine ait harita altlık oluşturulacak şekilde kullanılmıştır. Resim ve görüntü altlıklarının kullanılması ve yeni bir katman oluşturulması işlemlerine ait adımlar EkA Şekil A.7 ve Şekil A.8' de gösterilmektedir. Oluşturulan bu katman incelendiğinde, çalışma bölgesinde en çok krom (Cr) ve manganez (Mn) rezervleri göze çarpmaktadır (Şekil 5.10).

5.8 Bölgenin Topografyası

Havzanın topografyasını; kuzeyde yüksekliği 2000 m'ye ulaşan sıra dağlar (Sandra Zirvesi 2295 m) ve Köyceğiz Gölü'nün kuzeybatısında yer alan, 1000 m yüksekliğe ulaşan tepeler (Ülemez Tepesi 937 m) ve bu tepelerden inen akarsuların oluşturduğu geniş düzlükler (delta ovaları) belirlemektedir. Doğu sınırında Yuvarlak Çay'ın

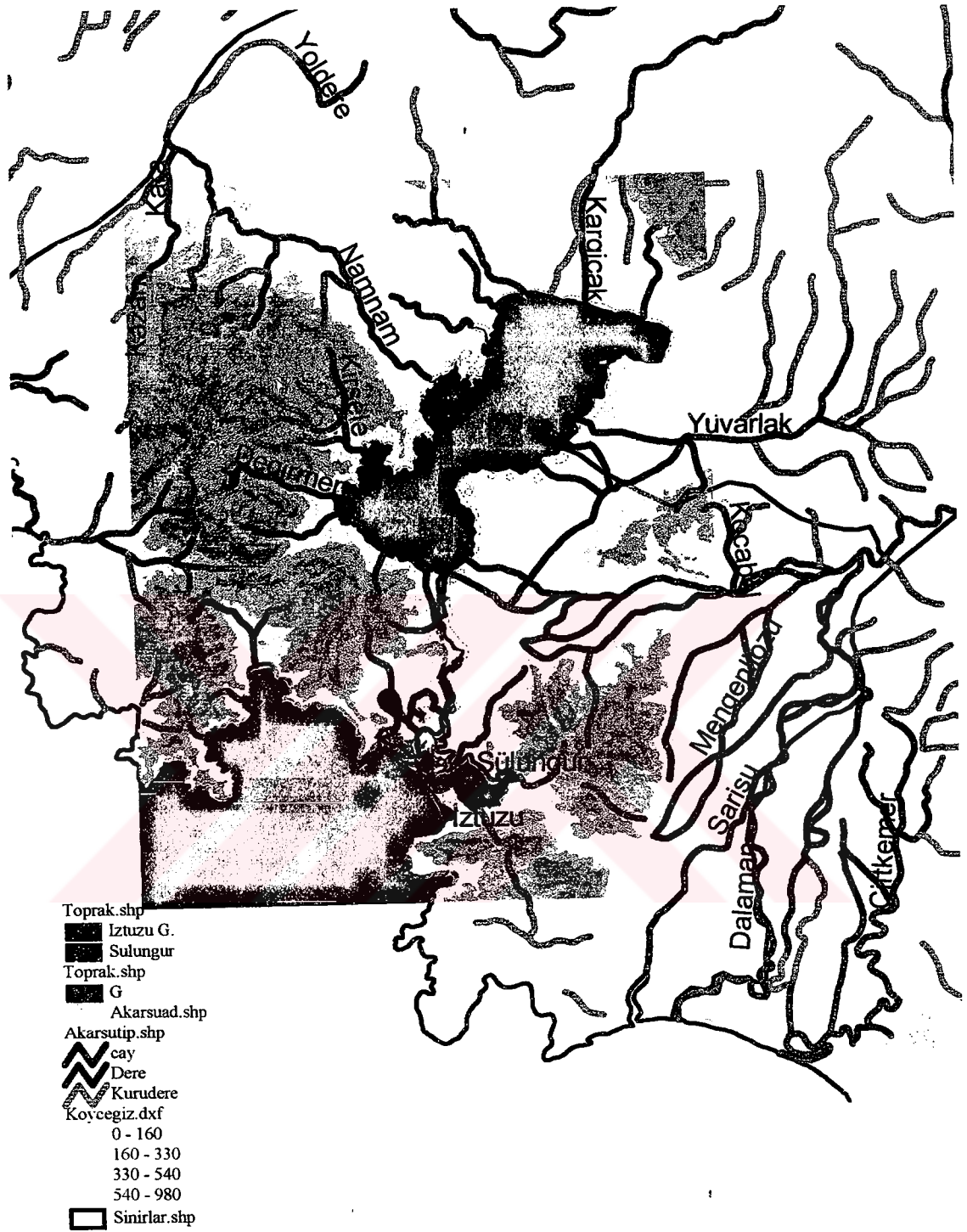


Şekil 5.10 Maden rezervlerini gösteren altlık kullanılarak oluşturulmuş harita katmanı

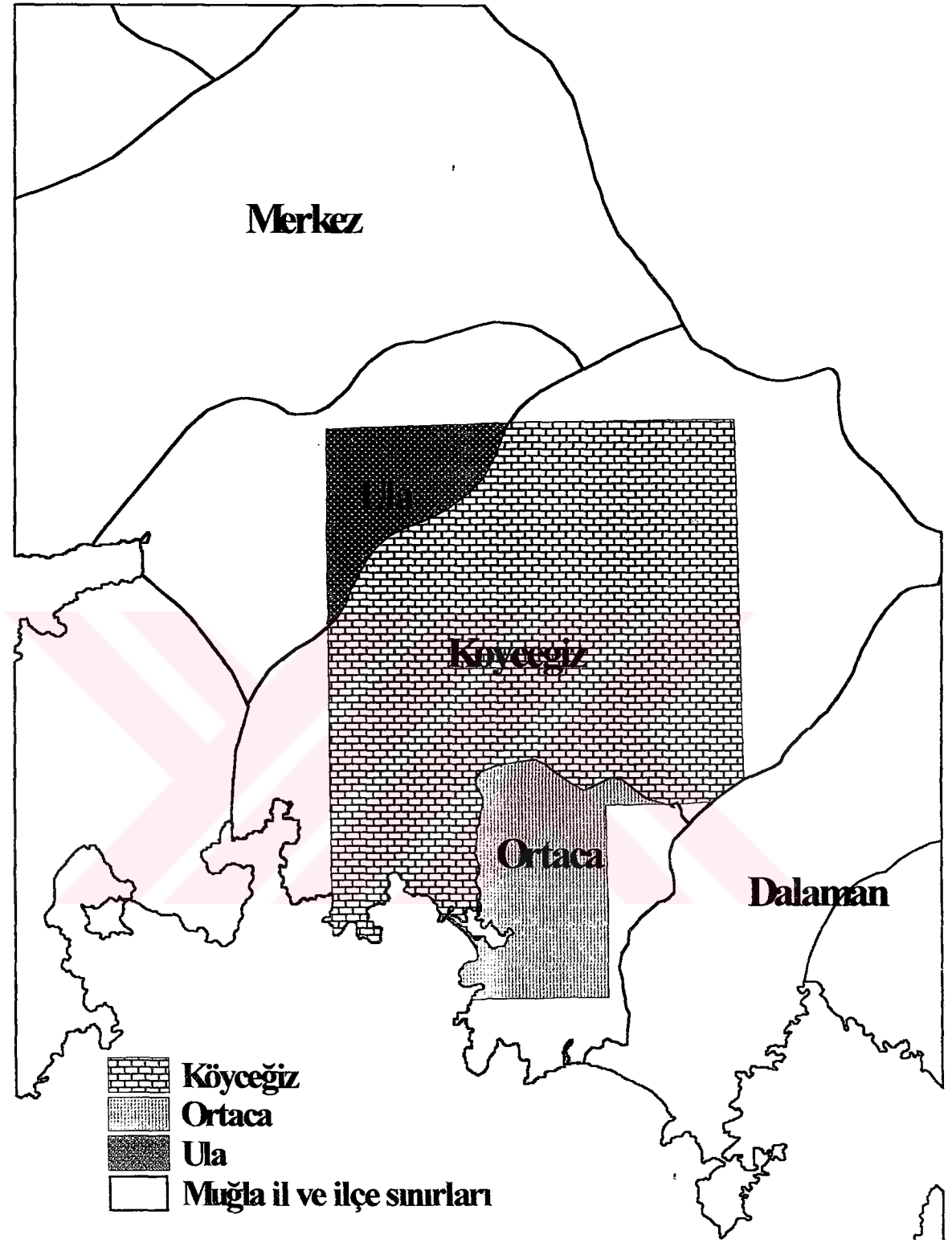
oluşturduğu düzlük göze çarpmaktadır. Kuzeybatıdaki yelpaze şeklindeki geniş düzlük ise Namnam Çayı'nın oluşturduğu delta ovasıdır. Kuzeydeki düzlük alanlar da yine Kargıcak, Kocaöz derelerinin oluşturduğu delta ovalarıdır. Bu ovaların bitiminde denize paralel uzanan ve doğudan batıya alçalarak inen dağ sıraları Köyceğiz Gölü drenaj alanı sınırını oluşturmaktadır. Bunların arkasında ise Namnam Çayı drenaj alanı yer almaktadır. Köyceğiz Gölü sonrasında kuzey-güney doğrultusunda yaklaşık 10 km boyunca uzanan kanalın Akdeniz'e bağlandığı kesimine kadar geniş bir delta (Dalyan Deltası) oluşmuştur. Deltanın doğusunda az derin Sülüngür Gölü ve batısında oldukça sığ Alagöl ve bunlar arasında bir ağ şeklinde deltayı ören kanallar yer almaktadır. Dalyan Kanalı, güneyde bir kumsal gölü oluşturup Akdeniz'den gelen dalga hareketlerine ve su seviyesine bağlı olarak değişen dar bir ağız ile (Dalyan Ağızı) denize açılmaktadır. Bu ağızın doğusunda İztuzu, batısında Dalyan kumsalı yer almaktadır. Bu yapı tipik bir lagün oluşumudur. İztuzu Kumsalı; yaklaşık 100-150 m genişliğinde ve 4-4,5 km uzunluğundadır. Güçlü akımdan dolayı hergün değişen küçük kum tepeliklerine sahiptir. Dalyan Ağızı Kumsalı; Dalyanağızı'nın batısında bulunmaktadır ve ortalama 550 m uzunluğundadır (Gönenç ve diğ., 2001). Şekil 5.11'de, HGK'dan temin edilen eşyükseklik katmanı, nehir, göl ve sınır katmanlarının bir araya getirilmesi ile oluşturulan haritayla topografyaya ait bilgiler yorumlanabilir.

5.9 Bölgenin Toprak Özellikleri

Köyceğiz Gölü-Dalyan Lagün Havzası toprak özelliklerine ait veriler, T. C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı Toprak-Su Kaynakları Ulusal Bilgi Merkezi'nden (UBM) temin edilen sayısallaştırılmış haritaların Toprak-Su Genel Müdürlüğü'ne ait "Muğla İli Arazi Varlığı" raporundaki bilgiler ile birlikte düzenlenmesiyle modelleme çalışmalarına yardımcı olacak şekilde kullanılmıştır. UBM'den temin edilen haritanın sınırları Ula, Köyceğiz ve Ortaca ilçelerinden geçmektedir. Çalışma bölgesinin ilçelere göre dağılımını gösteren harita Şekil 5.12'de gösterilmektedir.



Şekil 5.11 Topografya: yükseklik, göl ve nehir katmanları



Şekil 5.12 Havzanın ilçelere göre dağılımı

5.9.1 Büyük Toprak Grupları ve Toprak Özellikleri

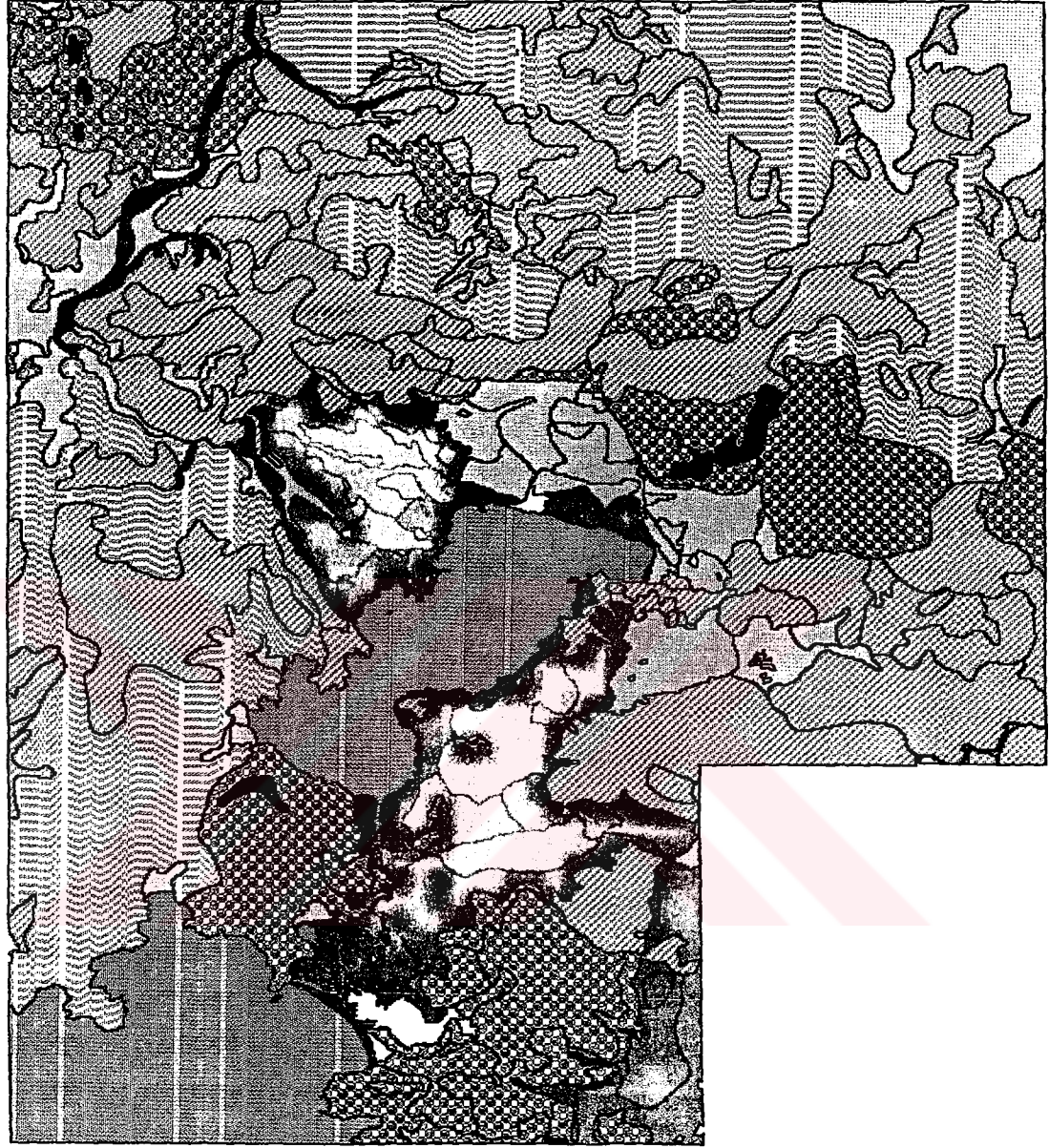
Çalışma alanı, Ula ilçesinin güneydoğusunu, Köyceğiz Gölünü içine alacak şekilde Köyceğiz ilçesini, güney-batı kısmı Ortaca ilçesini kapsamaktadır. Yöreye ait Büyük Toprak Grupları Haritası, Şekil 5.13' de gösterilmektedir. Toprak gruplarına ait karakteristik özellikler aşağıda yer almaktadır. Şekil 5.14'de ise havzaya ait Halihazır Arazi Kullanımları haritası verilmektedir. Halihazır arazi kullanımları haritasında dikkat edilecek husus, bölgeyle ilgili önceden yapılan çalışmalarla kıyaslandığında (Karak, 2000) Gölün çevresinde ve ağ şeklindeki lagün ağzında mera olarak geçen alanların gerçekte sazlık olduğudur.

5.9.1.1 Alüvyal Topraklar

Şekil 5.13 'den görüldüğü üzere, Köyceğiz Gölünün kuzey-batı ve güney-doğusunda bu tip topraklara rastlanmaktadır. Bu topraklar, akarsular tarafından taşınıp depolanan materyaller üzerinde oluşan genç topraklardır. Mineral bileşimleri akarsu havzasının litolojik bileşimi ile jeolojik periyotlarda yer alan toprak gelişimi sırasındaki erozyon ve birikme devirlerine bağlı olup heterojendir. Buna karşılık değişik özellikte katlar görülür, çoğu yukarı arazilerden yıkanan kireçce zengindir. Alüvyal topraklar, bünyelerine, bulundukları bölgelere veya evrim devrelerine göre sınıflandırılırlar. Bunlarda üst toprak alt toprağa belirsiz olarak geçiş yapar. İnce bünyeli ve yeraltı suyu yüksek olanlarda düşey geçirgenlik azdır. Yüzeyi nemli ve organik maddece zengindir. Alt toprakta hafif seyreden bir indirgenme olayı hüküm sürer. Kaba bünyeliler iyi drene olduğundan yüzey katları çabuk kurur. Üzerlerindeki bitki örtüsü iklime bağlıdır. Bulundukları iklime uyabilen her türlü kültür bitkilerinin yetiştirilmesine elverişli ve üretken topraklardır.

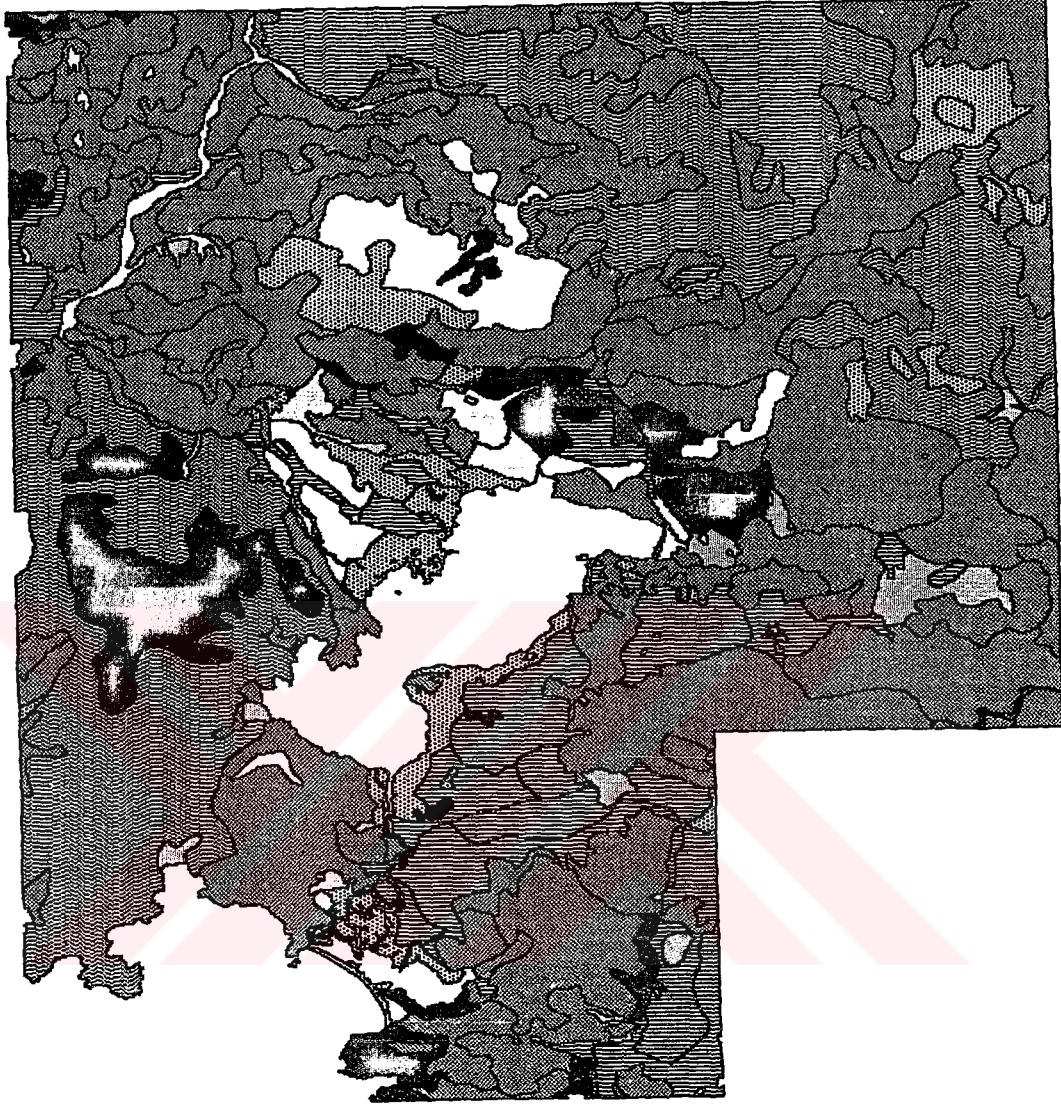
5.9.1.2 Hidromorfik Alüvyal Topraklar

Diğer toprak gruplarına göre daha küçük bir alan kaplayan bu topraklar, Göl ve kanal çevresinde bulunmaktadır. Bu topraklar oluşumlarını su etkisi altında sürdüren interzonal topraklardır. Topografyaları düz veya çukur olduğundan yeraltı suyu yüksektir. Hatta bazı mevsimlerde su yüzeye kadar çıkabilir. Yeraltı suyu seviyesinin düştüğü durumlarda bile alt katları sürekli olarak yaştır. Yeraltı suyu seviyesindeki



- Toprak.shp
- Gavurbag-KIRMIZI SARI PODZOLİK TOPRAKLAR
- Arazi Tipleri
- ÇIPLAK KAYA VE MOLOZLAR
- IRMAK YATAKLARI
- Büyük Toprak Grupları
- ALÜVYOL TOPRAKLAR
- KIRMIZI KAHVERENGİ AKDENİZ TOPRAKLARI
- GRİ KAHVERENGİ PODZOLİK TOPRAKLAR
- HİDROMORFİK ALÜVYOL TOPRAKLAR
- KOLÜVYOL TOPRAKLAR
- KİREÇSİZ KAHVERENGİ ORMAN TOPRAKLARI
- KIRMIZI SARI PODZOLİK TOPRAKLAR

Şekil 5.13 Bölgeye ait büyük toprak gruplarını gösteren harita



Toprak.shp

	ÇAYIR
	FUNDALIK
	KURU TARIM (NADASLI)
	MERA (Göl ve kanal çevresi için sazlık)
	KURU TARIM (NADASSIZ)
	ORMAN
	SULU TARIM
	SULU TARIM (YETERSİZ)
	TURUNÇGİLLER
	ZEYTİN

Şekil 5.14 Hali hazırdaki arazi kullanım haritası

yükselip alçalmalar, su seviyesinin üstünde kalan katlarda ardarda gelen yükseltgenme ve indirgenme olaylarına yol açar. Dolayısıyla bu katlarda mavimsigri indirgenme ve kırmızımsı yükseltgenme (oksidlenme) lekeleri oluşmuştur. Yeraltı suyu düzeyinin altındaki katlarda bitki köklerinin çürümesinden oluşan siyah lekeler görülür. Derinlikleri fazla ise de bu katlar bitki kök bölgesini sınırlandırmaktadır. Doğal bitki örtüleri çayır ve mera otları ile saz, kamış veya suyu seven diğer bazı bitkilerden oluşmaktadır. Basit drenaj önlemleri alınması halinde yem bitkileri ve suya dayanıklı bazı ağaç türleri yetiştirilebilir.

5.9.1.3 Alüvyal Sahil Bataklıkları

Havza içindeki Göl ve deniz kıyısında yüzeysel akışların da etkisiyle devamlı veya yılın büyük bir bölümünde yaş kalan bataklık durumunda olan topraklardır. Tuzsuz, hafif tuzlu, sodik, hafif tuzlu-sodik veya tuzlu-sodik olabilirler. Özellikleri itibariyle tarımsal değeri olmayan bu araziler mera olarak kullanılmaktadır. Ayrıca üzerinde yetişen sazlardan da yararlanılabilir.

5.9.1.4 Kolüvyal Topraklar

Büyük bir kısmı Gölün kuzey-doğusunda, bir bölümü Ula İlçesi içinde ve kısmen de Köyceğiz İlçesi içerisine dağılmış bu toprak yapısına, genellikle dik eğimli eteklerde ve vadi ağızlarında rastlanmaktadır. Yer çekimi, toprak kayması, yüzey akışı ve yan derelerle taşınarak biriken materyaller üzerinde oluşmuş genç topraklardır. Yağışın veya yüzey akışın yoğunluğuna ve eğim derecesine göre değişik parça büyüklüğünü içeren katlar görülür. Bu katlar, alüvyal topraklarda olduğu gibi birbirine paralel durumda olmayıp düzensizdir. Dik eğimler ve vadi ağızlarında bulunanlar çoğunlukla az topraklı olup kaba taş ve molozları içerirler. Yüzey akış hızının azaldığı oranda parçaların çapları küçülür. Eğimin azaldığı yerlerde, kolüvyal toprak, geçişli olarak alüvyal topraklara karışır. Bunlarda eğim tek tip olup materyalin geldiği yöne doğru artmaktadır. Ara sıra taşkına maruz kalırlarsa da eğim ve bünye nedeniyle drenajları iyidir. Tuzluluk ve alkalilik gibi sorunları yoktur.

5.9.1.5 Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları

Bu toprak grubuna Havzadaki üç ilçe içerisinde de rastlamak mümkündür. İyi gelişmiş orta derecede organik maddeye sahiptir ve organik madde mineral madde ile iyice karışmıştır. Renkleri kırmızı veya kahverengi, yapıları itibariyle köşeli blok ve prizmatiktir. Kurak mevsimli, nemli ve yarı nemli iklimlerde görülür. Ana madde esas olarak sert kalker, dağlık bölgelerde granit, kilaşı, muhtelif metamorfik kristal kayalardır.

5.9.1.6 Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları

Havzanın büyük bir çoğunluğunu kaplayan bu toprak grubu, kahverengi ve açık kahverengi dağılım gösterir. Genellikle yıkama mevcut olup üst toprak alt toprağa nazaran daha asidik bir karakter gösterir. Bazı durumlarda alt toprakta çok az olarak serbest karbonatlar görülebilir. Doğal vejetasyon ot ve ot-çalı karışığı olarak görülür. İklim yarı kurak ve yarı nemlidir. Ana madde çakıllı, kumlu, killi, killi depozitlerle, özellikle kalkerli kumlu kil ve kumlu kil taşlarıdır.

5.9.1.7 Irmak Taşkın Yatakları-Çıplak Kaya ve Molozlar ve Kırmızı Sarı Podzolik Toprak

Irmakların taşkın yataklarındaki kumlu, çakıllı, molozlu materyalin bulunduğu sahaları kapsamına alır. Çıplak kaya ve molozların bulunduğu alanlar, üzerinde toprak katı bulunmadığı için herhangi bir toprak gelişimi söz konusu olmayan ve bu sebeple arazi tipi olarak düşünülen parçalanmamış veya kısmen parçalanmış sert kaya ve taşlarla kaplı alanlardır. Şekil 5.13'deki harita lejantında Arazi Tipleri şemasında ırmak yatakları ve çıplak kaya ve molozlara ait alanlar gösterilmektedir. Kırmızı Sarı Podzolik Toprak grubuna Köyceğiz Gölü'nde Gavurbag Adası ve Havzanın kuzey-doğu kısmı dışında rastlanmamaktadır. Bu ada Şekil5.13'deki haritadan görülebilir.

Mevcut harita ve diğer veri kaynaklarında Havza sınırlarına ait Büyük Toprak Grupları alanları mevcut olmadığından, Havza sınırları dışındaki alanların ilçelere ait bölümlerini de içeren Tablo 5.1'de Ula, Köyceğiz ve Ortaca ilçelerine ait Büyük Toprak Grupları Dağılımları verilmiştir.

Tablo5.1 Büyük Toprak Gruplarının İlçelere Göre Dağılımı (Duran ve diğ., 1998)

Büyük Toprak Grupları	Köyceğiz		Ortaca		Ula		Toplam	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Alüvyal Topraklar	4133	2.62	10141	35.7	1787	4.2	16061	7.0
Hidromorfik Alüvyal Toprak	1100	0.7	1194	4.2	162	0.38	2456	1.0
Kolüvyal Toprak	8610	5.30	1147	4.0	5017	11.7	14774	6.3
Alüvyal Sahil Bataklıklar	50	0.03	-	-	-	-	50	0.02
Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları	113401	70.30	4952	17.4	13916	32.6	132269	57
Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları	23380	14.50	10402	36.6	20628	48.3	54410	23.4
Kırmızı Akdeniz Toprakları	-	-	-	-	432	1.0	432	0.2
Diğer Araziler	4803	3.55	123	0.4	726	1.7	5652	2.4
Su Yüzeyi	5723		471	1.6	58	0.1	6252	2.7
Toplam	161200	100	28430	100	42726	100	232356	100

5.9.2 Arazi Sınıfları ve Kullanma Durumları

Bir havzada değişik özelliklerdeki toprakları hangi kullanımlarına uygun olduğunun yorumlanması için, bunlar sınıflandırmaya tabi tutulmaktadır. Bu yorumlamalardan biri Arazi Kullanma Kabiliyeti Sınıflamasıdır ve daha çok tarımsal amaçla yapılan bir yorumlama şeklindedir. Arazi Kullanma Kabiliyet sınıflamasında ise toprak gruplandırılması (1) kabiliyet alt sınıfı ve (2) kabiliyet sınıfı kategorilerine ayrılmaktadır.

Kabiliyet alt sınıfı aynı tür ve aynı şiddet derecesindeki sınıflandırma ve zararları içeren kabiliyet birimlerinin gruplandırılmasıdır. Yorum için yapılan değerlendirmelerde etkin olan sınırlandırma ve zararlar (1) erozyon zararı-e (2) yaşlılık-w (3) bitki kök bölgesindeki toprak sınırlandırmaları-s'dır.

Kullanma kabiliyeti sınıfları sekiz adet olup toprak-zarar ve sınırlandırmaları I. Sınıftan VIII. Sınıfa doğru giderek artmaktadır. İlk dört sınıf arazi, iyi bir toprak yönetimi altında genelde yöreye adapte olmuş kültür bitkileri ile orman, mera ve çayır bitkilerini iyi bir

şekilde yetiştirme yeteneğine sahiptir. V., VI. ve VII. sınıflar adapte olmuş yerli bitkilerin yetişmesine elverişlidir. V. ve VI. sınıflarda, toprak ve su koruma önlemleri alındığı takdirde bazı özel bitkiler yetiştirilebilir. VIII. sınıf arazilerde çok etkin ve pahalı ıslah çalışmaları ile ürün alınabilirse de, mevcut piyasa koşullarında elde edilecek ürün yatırım harcamalarını karşılayamaz. Çalışma havzasına ait Arazi Kullanma Kabiliyet Sınıfları Şekil 5.15'te gösterilmektedir.

5.9.2.1 I. Sınıf Toprak

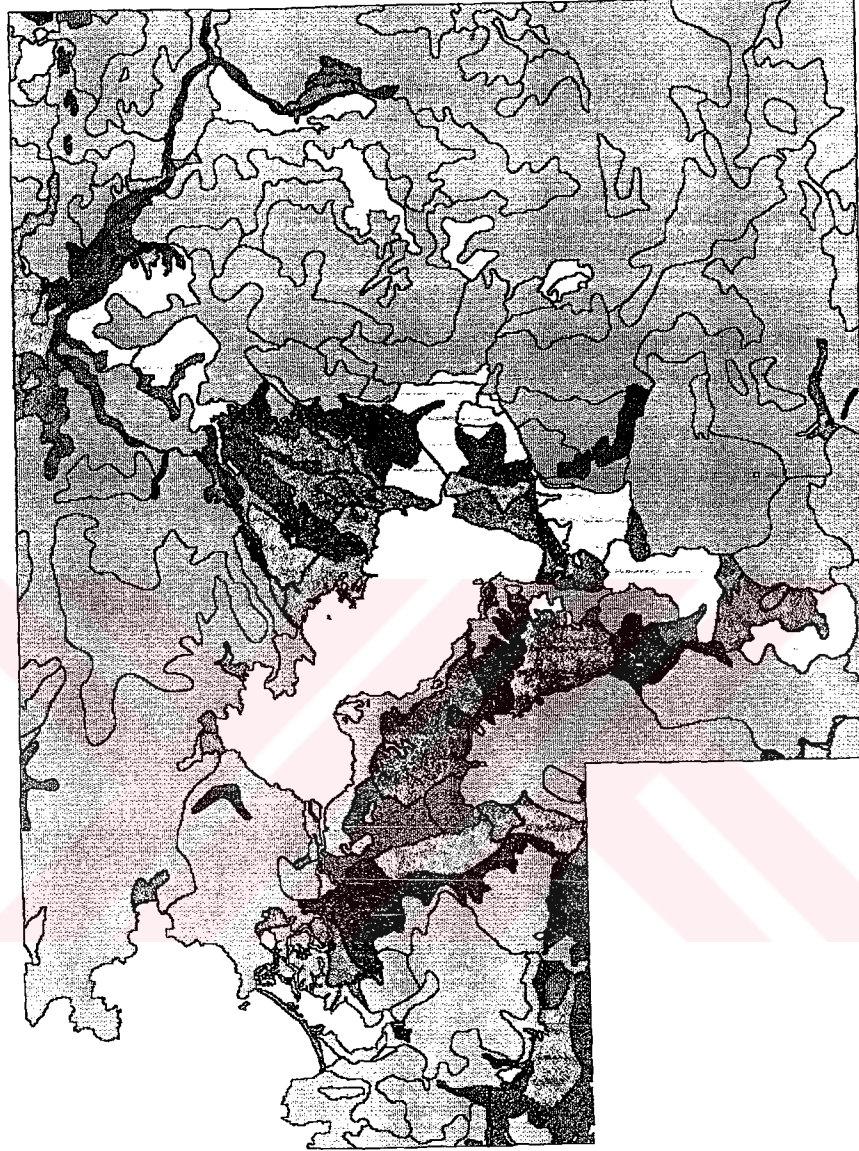
Hemen hemen düz bir topografyaya hakimdir. Su veya rüzgar erozyonu zararı yok veya çok azdır. Toprak derinlikleri fazla, drenajları iyidir. Tuzluluk, alkalilik ve taşlılık gibi sorunları yoktur. Su tutma kapasiteleri yüksek ve verimlilikleri iyidir. Gübrelemeye iyi cevap verirler. Üretkenlikleri iyi olan bu topraklar kültür bitkilerinin yetiştirilmesinde olduğu kadar çayır, mera ve orman içinde güvenli olarak kullanılabilirler. Bu sınıftaki topraklar çalışma havzası içerisinde, alüvyal ve kolüvyal toprak türlerinde görülmektedir.

5.9.2.2 II. Sınıf Toprak

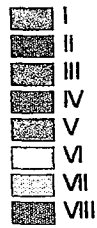
Bu sınıftaki topraklar kötüleşmeyi önlemek veya toprak işleme sırasında hava ve su ilişkilerini iyileştirmek için yapılan koruma uygulamalarını içeren dikkatli bir toprak yönetimini gerektirir. Bu topraklar, kültür bitkileri, çayır, mera ve orman için kullanılabilir. Bu sınıftaki toprakların sınırlandırmaları;

- (1) hafif eğim,
- (2) orta derecede su ve rüzgar erozyonuna maruz veya geçmişteki erozyonun orta derecede olumsuz etkileri,
- (3) idealden daha az toprak derinliği,
- (4) biraz elverişsiz toprak yapısı ve işlenebilirliği,
- (5) hafiften ortaya kadar değişen, kolayca düzeltilebilen fakat yine de görülebilen tuzluluk veya alkalilik,
- (6) ara sıra görülen taşkın zararıdır.

Bu grup topraklar özel toprak koruyucu bitki yetiştirme sistemleri, toprak koruma uygulamaları, su kontrol yapıları veya kültür bitkileri için kullanıldıklarında uygun



ARAZİ KULLANMA KABİLİYET SINIFLARI



Şekil 5.15 Arazi kullanma kabiliyet sınıfları haritası

ER TÜRKİYE KURUMU
KURUM BAŞKANLIĞI

işleme yöntemleri gerektirirler. Havza içerisindeki alüvyal toprak , kolüvyal toprak, kırmızı sarı podzolik toprak türlerinde bu sınıfa rastlanmaktadır.

5.9.2.3 III. Sınıf Toprak

Bu sınıftaki topraklar II. Sınıftakilerden daha fazla sınırlandırmalara sahiptir. Kültür bitkileri tarımına alınabilecekleri gibi, çayır, mera ve orman arazisi olarak seçimini, ekim, dikim, hasat zamanı ve ürün miktarı etkiler.

III. sınıf arazilerde şu sınırlandırmaların bir veya bir kaçını bulunabilir:

- (1) orta derecede eğim,
- (2) şiddetli su veya rüzgar erozyonuna maruzluk veya geçmişteki erozyonun şiddetli olumsuz etkileri,
- (3) ürüne zarar veren sık taşkınlar,
- (4) alt toprakta çok yavaş geçirgenlik,
- (5) drenajdan sonra yaşlık veya bir süre devam eden göllenme,
- (6) sık kök bölgesi,
- (7) düşük rutubet tutma kapasitesi,
- (8) kolayca düzeltilemeyen düşük verimlilik ve
- (9) orta derecede tuzluluk ve alkalilik.

Bu sınıftaki yaş ve yavaş geçirgen ve hemen hemen düz toprakların çoğu, işlendiğinde drenaj ve toprağın yapısı ile işlenebilirliğini sürdürecektir bir ürün yetiştirme sistemini gerektirir. Geçirgenliği düzeltmek için böyle topraklara organik madde ilave etmek ve yaş olduklarında işlemekten kaçınmak lazımdır. Sulanan arazilerdeki III. Sınıf arazi topraklarının bir kısmı yüksek yeraltı suyu yavaş geçirgenlik , tuz veya suyun birikmesinden dolayı sınırlı olarak kullanılabilir. Havzada alüvyal, kolüvyal ve kireçsiz orman toprak grupları içerisinde bu sınıftaki topraklara rastlamak mümkündür.

5.9.2.4 IV. Sınıf Toprak

Bu sınıf toprakların kullanılmasındaki kısıtlamalar III. Sınıftakinden daha fazla ve bitki seçimi daha sınırlıdır. Toprak koruma daha zordur. Çayır, mera ve orman olarak kullanılabilecekleri gibi, gerekli önlemlerin alınması halinde, iklime adapte olmuş tarla veya bahçe bitkileri için de kullanılabilirler. Bu sınıf topraklar,

- (1) dik eğim,
- (2) şiddetli su ve rüzgar erozyonuna maruzluk,
- (3) geçmişteki erozyonun olumsuz etkileri,
- (4) sık toprak,
- (5) düşük rutubet tutma kapasitesi,
- (6) ürüne zarar veren sık taşkınlar,
- (7) uzun süren göllenme,
- (8) şiddetli tuzluluk ve alkalilik

gibi özelliklerden bir veya birkaçının sürekli etkilenmesi sonucu kültür bitkileri için kullanım sınırlıdır. Büyük bölümü işlemeli tarım ve zeytinlik, bir bölümü de orman ve funda alanı olarak kullanılmaktadır. IV. Sınıf arazilerin en yaygın olarak görüldüğü topraklar Kırmızı Kahverengi Akdeniz Topraklarıdır. Ayrıca havza içerisinde alüvyal, kolüvyal ve kireçsiz kahverengi toprak türlerinde de görülmektedir. Bu sınıf arazilerin çoğunda erozyon problemi mevcuttur.

5.9.2.5 V. Sınıf Toprak

Bu sınıf araziler yetişecek bitki cinsini sınırlayan ve kültür bitkilerinin normal gelişimini önleyen sınırlandırmalara sahiptir. Topografya yönünden hemen hemen düzdür. Toprakları ya sık sık sel basması nedeniyle sürekli olarak yaş, ya da çok taşlı ve kayalıdır. Sık sık taşkınlara maruz kalan taban arazilerle, düz düze yakın eğime sahip çok taşlı veya orta derecede kayalı araziler, ya da drenaj bakımından kültür bitkileri tarımına elverişli olmayan fakat suyu seven ot ve ağaçların yetişmesine uygun göllenme alanları bu sınıfa örnek olarak gösterilebilir. Tarla ve bahçe bitkileri tarımına uygun olmamakla birlikte, çayır ıslahı yapmak veya uygun türleri yetiştirecek bu arazilerden kazanç sağlamak mümkündür. Çalışma havzasında bu sınıf topraklara hidromorfik toprak türünde rastlanmaktadır.

5.9.2.6 VI. Sınıf Toprak

Bu sınıfa giren toprakların fiziksel koşulları gerektiğinde tohumlama, kireçleme, gübreleme, drenaj hendekleri, saptırma yapıları ve su dağıtıcıları ile su kontrolü gibi çayır ve mera iyileştirmelerini gerekli kılmaktadır. Bu sınıftaki toprakları

- (1) dik eğim,
- (2) ciddi erozyon zararı,
- (3) geçmişteki erozyonun olumsuz etkileri,
- (4) taşlılık,
- (5) sık kök bölgesi,
- (6) aşırı yaşlık ve taşkın,
- (7) düşük nem kapasitesi veya
- (8) tuzluluk ve alkalilik gibi sürekli sınırlandırmaları vardır.

Bu sınırlandırmaların bir veya birden fazlasının bulunduğu topraklarda kültür bitkilerinin yetiştirilmesi uygun değildir. Ancak çayır, mera ve orman için kullanılabilirler. Bu sınıf topraklar kuru tarım arazisi, zeytinlik, çayır ve mera, orman arazisi olarak kullanılabilir. Havzada bu tür topraklara kolüvyal, kirecsiz kahverengi orman ve kırmızı kahverengi Akdeniz toprak gruplarında rastlanmaktadır.

5.9.2.7 VII. Sınıf Toprak

Bu sınıfa giren topraklar

- (1) çok dik eğim,
- (2) erozyon,
- (3) toprak sığlığı,
- (4) taşlılık,
- (5) yaşlılık,
- (6) tuzluluk veya alkalilik gibi,

kültür bitkilerinin yetiştirilmesini engelleyen çok şiddetli sınırlandırmalara sahiptir. Fiziksel özellikleri tohumlama ve kireçleme yapmak, drenaj hendekleri, saptırma yapıları ve su dağıtıcıları tesis etmek gibi iyileştirme, koruma ve kontrol uygulamalarına elverişli olmadığından, çayır ve mera için kullanılma olanakları da oldukça sınırlıdır. Havza içerisinde hidromorfik, kirecsiz kahverengi orman toprağı ve kırmızı kahverengi

Akdeniz toprak türlerinde rastlanmaktadır. Bu sınıfta en yaygın kullanım şekli orman ve fundalıktır.

5.9.2.8 VIII. Sınıf Toprak

Bu sınıf araziler (1) erozyon, (2) yaşlık, (3) taşlılık, (4) kayalık, (5) düşük nem kapasitesi, (6) tuzluluk ve alkalilik gibi kısıtlayıcılardan bir veya bir kaçının, önlenemeyecek derecedeki şiddetli sınırlandırmaları nedeniyle, ot, ağaç ve kültür bitkilerinin yetiştirilmesine uygun değildir. Çok aşınmış araziler, kumsallar, kayalıklar, ırmak yatakları, maden işletmesi yapılan eski ocak ve artık alanları bu sınıfa girerler. Bitki yetiştirilmesine elverişli olmasalar da yaban hayatı için ve dinlenme yerleri olarak kullanılabilirler. Havzada sazlık-bataklıklar, sahil kumları, ırmak yatakları, çıplak kayalıklar ve yoğun yerleşim alanları bu sınıf içerisinde değerlendirilmiştir.

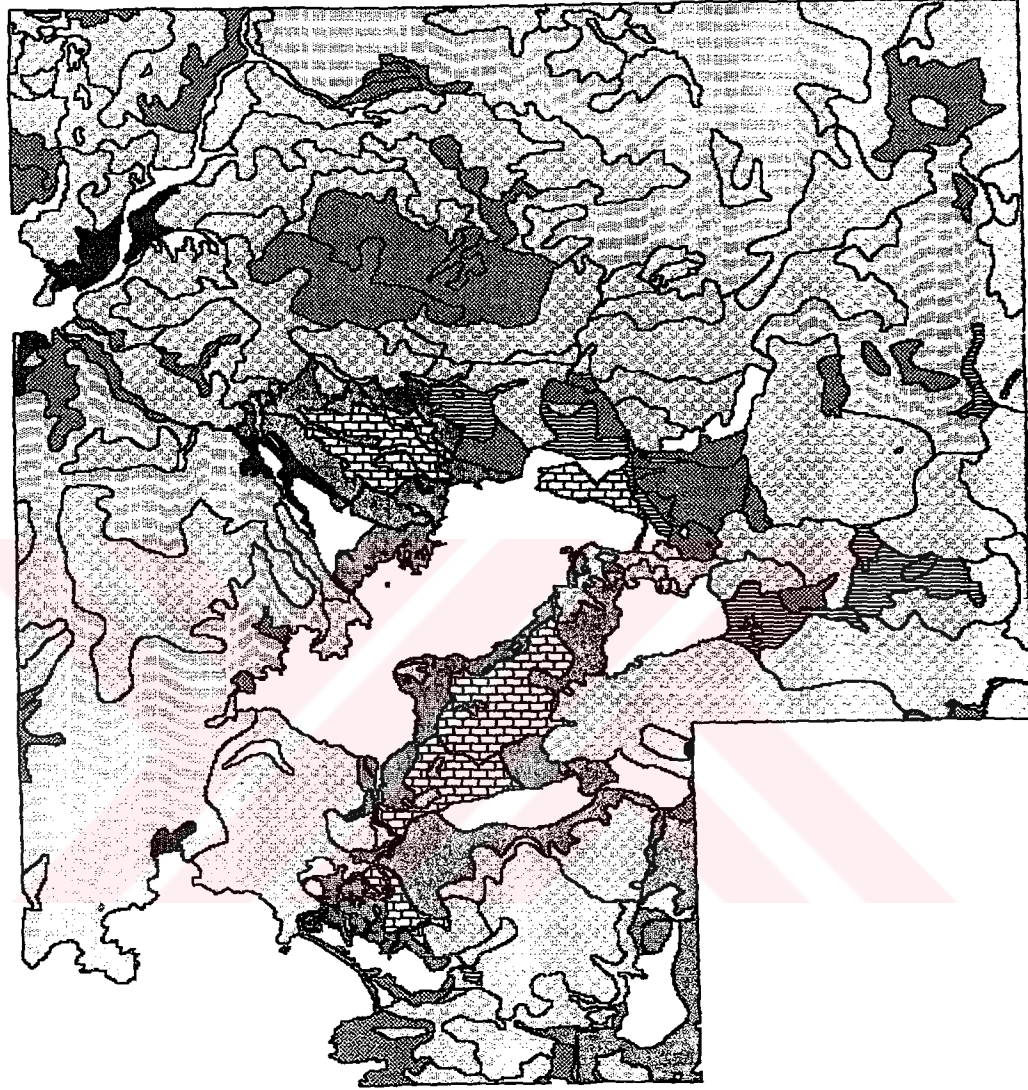
5.9.2.9 Arazi Kabiliyet Alt Sınıfları

Alt sınıf e (erozyon), kullanımda başlıca problem ve zararın erozyona maruz olan topraklardan oluşmaktadır. Erozyona maruzluk ve geçmiş erozyon zararları, toprakları bu alt sınıfa koymada rol oynayan esas toprak etkenleridir. Alt sınıf w (aşırı su), kullanımda başlıca zarar ve sınırlandırmanın aşırı su olduğu topraklardan oluşmaktadır. Kötü toprak drenajı, yaşlık, yüksek yer altı suyu ve taşkın toprakların bu alt sınıfa girip girmediğini tayin eden kriterlerdir. Alt sınıf s (kök bölgesi içindeki toprak sınırlandırmaları), isminden de anlaşılacağı üzere, sığ kök bölgesi, taşlılık, düşük su tutma kapasitesi zor düzeltilebilen düşük verimlilik, tuzluluk ve alkalilik gibi sınırlandırmalara sahip topraklar içerir.

İki sınırlandırma birlikte olduğunda, yerel kullanmadan her ikisi de gösterilebilir ve hakim olan önce yazılır. Bu durumda hakim olana göre bir gruplandırma gerektiğinde birinci yazılan dikkate alınır. Şekil 5.16' da arazi kabiliyet alt sınıflarını gösteren harita verilmektedir.

5.9.3 Çalışma Bölgesi Toprak Problemleri

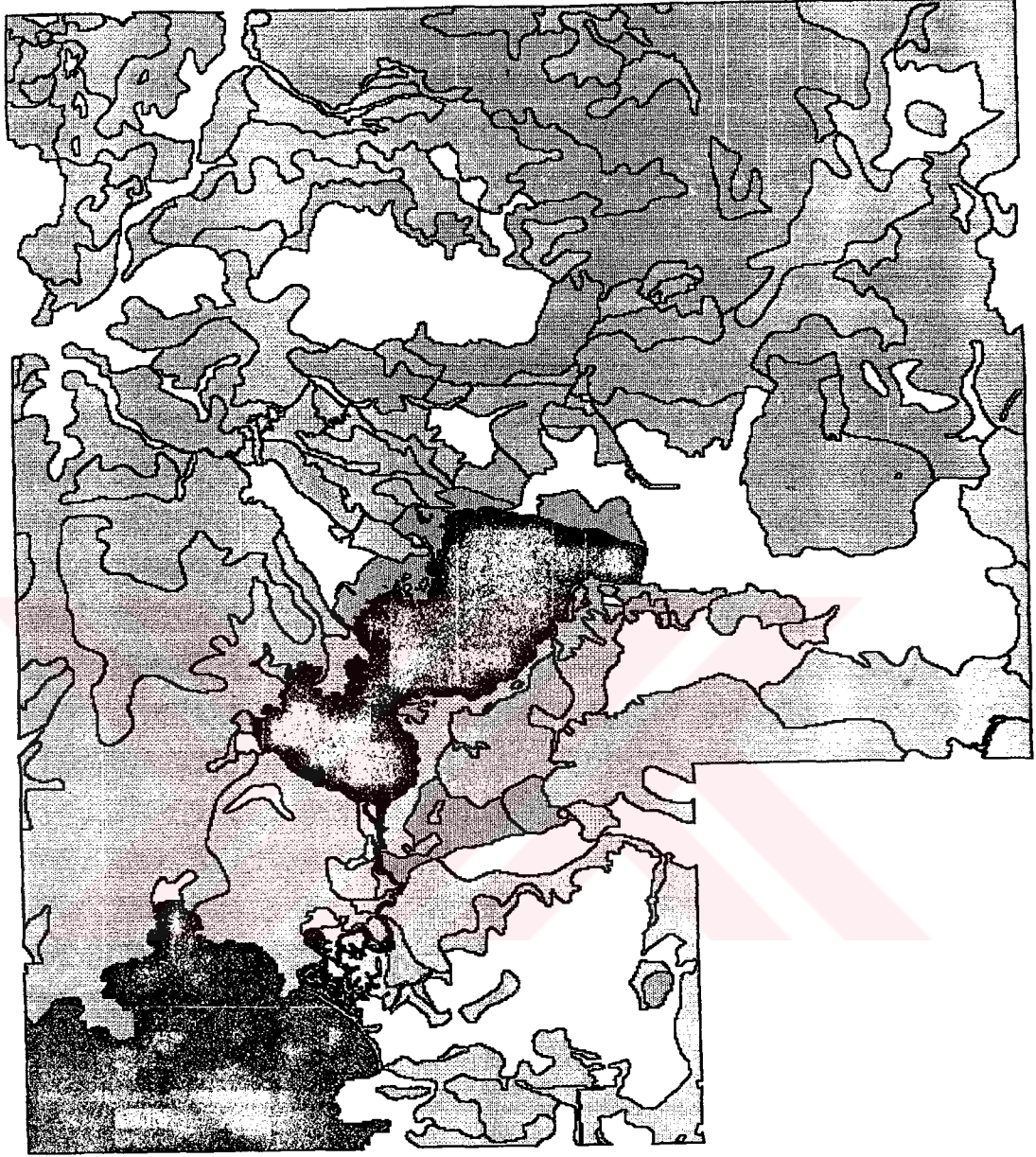
Kültür bitkilerinin yetiştirilmesini ve tarımsal kullanımı kısıtlayan erozyon, sığlık, taşlılık, kayalılık, drenaj ve çoraklık gibi etkinlik dereceleri değişen bazı sorunlar bulunmaktadır. Havza topraklarında görülebilen problemler ile ilgili harita Şekil 5.17'



Toprak.shp

-  **EROZYON**
-  **EROZYON-SIĞ KÖK BÖLGESİ**
-  **SIĞ KÖK BÖLGESİ**
-  **SIĞ KÖK BÖLGESİ-EROZYON**
-  **SIĞ KÖK BÖLGESİ-YAŞLIK (AŞIRI SU)**
-  **YAŞLIK**
-  **YAŞLIK-SIĞ KÖK BÖLGESİ**

Şekil 5.16 Arazi kullanma kabiliyet alt sınıfları haritası



Toprak.shp	
Köyceğiz Gölü	
toprak problemleri	
KÖTÜ DRENAJLI	
KÖTÜ DRENAJLI HAFİF TUZLU	
HAFİF TUZLU YETERSİZ DRENAJ	
HAFİF TUZLU ALKALİ	
HAFİF TUZLU ALKALİ YETERSİZ DRENAJLI	
KAYALI	
KAYALI YETERSİZ DRENAJLI	
TUZLU YETERSİZ DRENAJLI	
TAŞLI	
TUZLU ALKALİ	
YETERSİZ DRENAJ	

Şekil 5.17 Toprak problemleri haritası

de gösterilmektedir. Erozyon nedeni ile toprak gün geçtikçe verimsizleşmektedir. Çalışma havzasında rastlanan en yaygın sorun erozyondur. Bu sorundan az çok etkilenen veya hiç etkilemeyen alanlar genellikle alüvyal topraklardan oluşan taban araziler ve kolüvyal toprakların düze yakın ve hafif eğimli alanlarıdır.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma Köyceğiz Gölü – Dalyan Lagün Havzasına ilişkin çeşitli karasal verilerin CBS ortamına aktarılıp sorgulanması ile havza planlaması konusunda modelleme ve yönetim çalışmalarına alt yapı oluşturmayı hedeflemektedir.

Planlama farklı disiplinlerdeki mesleklerin bir araya gelmesi sonucu oluşan bir olgudur. Dolayısıyla değişik sistemlerdeki konumsal verilerin bir çatı altında toplanması ve değerlendirilmesi gerekmektedir. CBS, verileri toplamakla kalmayıp, farklı veri gruplarını bir dizi analiz ve sorgulamalardan geçirip planlama için gerekli donatı alanlarını da ortaya çıkartabilmektedir. Bu çalışmada da farklı kurumlardan elde edilen karasal verilerin (topografya, idari sınırlar, mevcut arazi kullanımları, alt yapı durumu, demografik durum, iklim şartları, alt havzalar, toprak yapısı, akarsular) CBS ortamına aktarılması ile mevcut durum değerlendirilerek sürdürülebilir havza yönetimine girdi temin edilmektedir. Oluşturulan her bir katmanının planlama ve sürdürülebilir yönetim için önemi büyüktür. Örneğin, havzanın topografya katmanı eş yükselti eğrilerini ve coğrafi konumu göstermektedir. İl ve ilçe sınırlarını gösteren idari sınır katmanı kullanılarak oluşturulan sosyo demografik yapıya ilişkin yerleşimler ve nüfus yoğunlukları ayrı birer katman olarak verilmektedir. Bu katmanlarla nüfus yoğunluklarına ilişkin bilgiler yorumlanabilmektedir. İklim katmanları, havzayı etkileyen önemli fiziksel doğal şartları gösterir ki, bu katmanlar arazi kullanımında orman, tarım vb. faaliyetlerin yer aldığı bölgelerde iklim şartlarına uygunluk açısından yapılacak değerlendirmelere kolaylık sağlayacaktır. Mevcut arazi kullanımı, iklim şartları ile birlikte toprak yapısı ve gruplandırmasına ait harita katmanları ile birlikte anlam kazanmaktadır. Özellikle tarımsal amaçla oluşturulmuş toprak kullanma kabiliyet sınıflarına ait katman ile arazi kullanımı birlikte düşünüldüğünde tarım alanlarının uygun kullanılıp kullanılmadığı, kabiliyet sınıfı yüksek olan alanların tarım alanı olup olmadığı konusuna açıklık getirilebilmektedir. Tüm bu katmanların yanı sıra havzanın alt yapı durumu (maden rezervleri, depremselliği, akarsular, karayolları) da ayrı katmanlar olarak değerlendirilebilmektedir.

Çevre mühendisliği açısından gerek noktasal gerekse yayılı kirletici kaynakların topraktaki hareket ve davranışları ile ilgili bilgilerinde ileri de CBS ortamına aktarılması ile bu konuda çalışacak modelcilere ve karar verme mekanizmalarına veri temin edilebilecektir.

Bu çalışmada sözü edilen katmanların oluşturulmasının yanı sıra toprak yapı ve özelliklerine ait katmanlar üzerinde ağırlıklı çalışılmıştır. Havzada arazi kullanma kabiliyet sınıflandırmasına bakıldığında tüm sınıflardan örneklere rastlanmakta değerli toprak grubuna giren ilk dört sınıfın hangi amaçlarla kullanılmakta olduğu irdelenebilmektedir. Havza planlamasında önemli konulardan biri de toprağın korunmasıdır. Erozyon, taşkın ve karşılaşılan diğer problemlere ait harita katmanı da bu nedenle oluşturulmuştur. Havzadaki büyük toprak grupları katmanı da, her bir grubun açıklayıcı bilgileri ile anlam kazanmaktadır.

Çalışma, Köyceğiz Gölü -Dalyan Lagün Havzasının potansiyel tarım verimliliğinin değerlendirilmesi ile tarımsal-ekolojik karakterizasyonu amaçlayan projelerin gelişimine de destek niteliğindedir. Bu amaçla yapılan çalışmalar göstermiştir ki, bölgenin çoğunluğunda kireçsiz kahverengi orman tipi hakimdir. Bu toprak türünün yapısı çakıllı, kumlu, killi yapıda olduğundan bu topraklar üzerinde doğal vejetasyon ot-çalıdır. Gerçektende arazi kullanım katmanı ile büyük toprak grupları katmanlarının karşılaştırılmasıyla bu toprak türü üzerinde çoğunlukla orman ve mera kullanımları göze çarpmaktadır. Arazi kullanım haritasında dikkat edilecek konu, Gölün çevresinde ve ağ şeklindeki lagün ağzında, mera olarak geçen arazilerin gerçekte sazlık alanlar olduğudur. Arazi kullanım haritasında turunçgil ekili alanların önceden bölgede yapılan çalışma sonuçlarına göre gerçeği yansıtmadığı, Gölün çevresindeki turunçgil ekili alanların daha fazla olması gerektiği sonuçları çıkarılmıştır. Çalışma bölgesi topraklarının çoğunlukla VI, VII. ve VIII. sınıf toprak olduğu arazi kullanma kabiliyet sınıfları katmanından görülmektedir. VI. sınıf topraklar için bir takım (tohumlama, kireçleme, gübreleme, drenaj hendekleri, saptırma yapıları ve su dağıtıcıları) ıslah yöntemlerine başvurulabilir. Arazi kabiliyet alt sınıfları katmanı incelendiğinde, bölge topraklarının çoğunluğunda erozyon ve sığ kök bölgesi problemleri görülmektedir. Toprak problemlerini gösteren harita katmanı incelendiğinde; kültür bitkilerinin yetiştirilmesini ve tarımsal kullanımı kısıtlayan erozyon, sığlık, taşlılık, kayalılık, drenaj ve çoraklık gibi etkinlik dereceleri değişen toprak problemleri içerisinde Havzada rastlanan en yaygın

sorunun erozyon olduğu gör÷lmektedir. Bu sorundan az çok etkilenen veya hiç etkilenmeyen alanlar genellikle alüvyal ve kolüvyal topraklardır. Drenaj sorunu, alüvyal düzlüklerde gör÷len ve yeraltı suyunun her zaman veya yılın bir bölümünde bitki gelişimine zarar verecek kadar yüksek düzeyde bulunduğu topraklarda meydana gelmektedir. Bu sonuçlar arazi kullanımına ilişkin karar destek mekanizmalarına yol gösterici niteliktedir.

Bu çalışma sonucunda gör÷lmüştür ki, CBS ile entegrasyon aşamasında dikkat edilecek önemli konulardan biri modelleme çalışmasının hangi sorgulamalara cevap vereceğinin belirlenmesi ve bu sorgulamalar için veri planlanması yapmanın gerekli olduğudur. Bu doğrultuda sorgulamalardan beklentilerin ne olduğu, verilere nasıl ulaşılacağı ve hangi katmanların bir arada kullanılması gerektiğine başlangıçta karar verilmelidir. Veri temin etmenin CBS kurma aşamasında en maliyetli ve en zaman alıcı süreç olduğu göz önünü alındığında, CBS kurulmadan önce tasarımının yapılması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Kaynağı aynı olan konumsal bilgi, bir çok kurum ve kuruluş tarafından farklı yöntemlerle toplanıp, farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Bu bilgiler kurum ve kuruluşların kendi yapıları içerisinde değişik formatlarda ve farklı ortamlarda tutulmaktadır. Kurumlar arası bu farklılık etkileşimli olan bilgilere ulaşmayı da zor hale getirmektedir. Bu çalışmada da sözü edilen verilerin toplanması en maliyetli ve uzun süreç olmuştur. Veriler CBS'ne aktararak, öznitelik verileri harita katmanları ile ilişkilendirilebilmiştir. Öznitelik verilerinin harita ile ilişkilendirilmesi noktasında CBS, klasik haritalardan ayrılmaktadır. Farklı kurum ve kuruluşlardan elde edilen, ya da sayısallaştırılan haritaları bir arada kullanabilme havza planlamasında geleceğe yönelik etkin karar vermede aktif rol oynamaktadır. Çalışmalar göstermiştir ki, bu harita katmanlarını bir arada kullanabilmek için gerekli harita dönüşümleri yapılmalıdır. Sorgulama aşamasına gelinmeden önce, hedefe yönelik olarak mevcut harita katmanlarından hangilerinin çakıştırılması gerektiğine karar verilmelidir.

Bu çalışmada kullanılan toprak haritaları, idari sınırlar, akarsular ve yollara ait sayısallaştırılmış haritalarda, sayısallaştırma işlemlerinden kaynaklanan kaba hatalar çok dikkatli incelemelerde ortaya çıkmaktadır. İleride yapılacak çalışmalarda bölgeye ait uydu görüntüleri ve hava fotoğraflarının altlık olarak kullanılmasıyla yapılacak sayısallaştırma işlemleri daha doğru sonuçlar verecektir.

KAYNAKLAR

- Alkış, Z.**, 1996. Yönetimlerde Karar-Destek Sistemi Olarak Coğrafi Bilgi Sisteminin Önemi, *Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*, İTÜ, İstanbul, 26-27-28 Eylül, s. 71-75.
- Aronoff, S.**, 1989. Geographic Information Systems: A Management Perspective, WDL Publications, Canada.
- Batuk, G., Külür, S., Sarbanoğlu, H., Toz, G.**, 1996. Veriden Bilgiye: Coğrafi Bilgi Sistemleri, *Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*, İTÜ, İstanbul, 26-27-28 Eylül, s. 36-47.
- Behrendt, H., Lademann, L., Pagenkopf, W., Pöthig, R.**, 1996. Vulnerable Areas of Phosphorus Leaching –Detection GIS- Analysis and Measurements of Phosphorus Sorption Capacity , *Water Science Technology*, vol:33, no:4-5, s.175-181.
- Buckley, D.J.**, 2000. The GIS Primer (www.innovativegis.com/education/primer)
- Burkart, M.R., Feher, J.**, 1996. Regional Estimation of Groundwater Vulnerability to Nonpoint Sources of Agricultural Chemicals, *Water Science Technology*, vol:33, no:4-5, s.241-247.
- Burrough, P.A.**, 1986. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Oxford University Press, Oxford.
- Burrough, P.A., McDonell, R. A.**, 1998. Principles of Geographical Information Systems, Oxford University, New York.
- Carter, J.R.**, 1989. Defining the Geographic Information System, Fundamental of Geographical Information Systems: A Compendium. ASPRS/ACSM, sy. 3-7.
- Cowen, G.J.**, 1988. GIS versus CAD versus DBMS: What are the Differences? *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54: 1551-4.
- Çelik, M., Maraş, H.H., Dursun, E.I., Üstün, M.**, 1996. Bilgisayar Destekli Harita Üretimi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri, *Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*, İTÜ, İstanbul, 26-27-28 Eylül, s.121-131.
- Department of Environment**, 1987. Handling Geographic Information, London.
- Duran, A.R., Öğettin, M., Kurucu, Y., Taymaz, İ., Yılmaz, N., Ünver, D.**, 1998. Muğla İli Arazi Varlığı, T.C Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara

- Engel, B.A., Srinivasan, R., Arnold, J., Rewerts, C., Brown, S. J., 1993.** Nonpoint Source (NPS) Pollution Modeling Using Models Integrated with Geographic Information Systems (GIS) , *Water Science Technology*, vol:28, no:3-5, s.685-690.
- ESRI, 1990.** Understanding GIS-The ARC/INFO Method, Environmental Systems Research Institute.
- ESRI, 1989.** Designing an Information Sytem, ARCNews, Vol.11, No.4
- Giupponi, C., Rosato, P., 1999.** Agricultural Land Use Changes and Water Quality: A Case Study in the Watershed of the Lagoon of Venice, *Water Science Technology*, vol:39, no:3, s.135-148.
- Gönenç, İ.E., Baykal, B.B., Tanık, A.B., Şeker, D.Z., Gürel, M., Yüceil, K., Karakaya, N., Ekdal, A., Ertürk, A., 2001.** Lagünlerin Sürdürülebilir Yönetimi için Ekosistem Modellemesi, 100Y047 nolu proje, Tubitak Yer Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubu, 2. Gelişme Raporu, İstanbul.
- Güngör, V., 1999.** Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Ağ Analizi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Karak, P., 2000.** Kara Kökenli Kirletici Kaynaklarda Besi Maddesi Hareketlerinin İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kazancı, N., 1993.** Köyceğiz-Dalyan ÖÇK Bölgesi' nde Çevre ve Doğa Koruma Projesi. Hidrobiyoloji Alt Projesi, Kesin Rapor, Hacettepe Üniversitesi, Beytepe, Ankara.
- Lin, H.S., Wang. S., 2001.** Artifical Neural Network for Nonpoint Source Pollution Assessment in the Tomorrow-Waupaca River Watershed, *Diffuse Nonpoint Pollution and Watershed Management 5.th International Conference*, International Water Association, Milwaukee, 10-15 June, no:3.
- McHarg, I., 1992.** Design with Nature, John Wiley and Sons (2nded), New York.
- Maraş, H., 1998.** Coğrafi Veri Tabanı Güncelleştirilmesine Yönelik Coğrafi Bilgi Sistemi Tasarımı ve Uygulaması, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Martin, J., 1977.** Computer Data Base Organization, Prentice Hall.
- Masuda, T., Ibayashi, T., Ichikawa, A., Hosoi, Y., 2001.** Estimation of Flow and Pollutant Loading from Paddy Fields Using GIS, *Diffuse Nonpoint Pollution and Watershed Management 5.th International Conference*, International Water Association, Milwaukee, 10-15 June, no:3.
- Monmonier, M., 1996.** How to Lie with Maps., University of Chicago Press, Chicago.
- Németh, T., Szabo, J., Pastor, L., Bakacsi, Zc., 2001.** Eleboration of a Complex GIS Application on a Watershed, *Diffuse Nonpoint Pollution and Watershed Management 5.th International Conference*, International Water Association, Milwaukee, 10-15 June, no:3.

- O21-a1, O21-a2, O21-a3, O21-a4.** Fethiye Sayısallaştırılmış Eş Yükselti ve Kıyı Çizgileri Haritası, Harita Genel Komutanlığı, Ölçek 1:25.000, Ankara
- Ozemoy, V.M., Smith, D.R., Sicherman, A.,** 1981. Evaluation Computerized Geographic Information Systems Using Decison Analysis, Interfaces, 11:92-8.
- Öncel, V.,** 2000. Kanalisasyon Sistemlerinde CBS Uygulamaları, *Bitirme Ödevi*, İstanbul.
- Parker, H.D.,** 1988. The Unique Qualities of a Geographic Information System: a Commentary. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 54:1547-9
- Peuquet, D.J., Marble, D.F.,** 1990. Introductory Readings in Geographic Information Systems, London.
- Piowar, J.M.,** 1999. Introduction to Geographic Information Systems. ([http://www.fes.uwaterloo.ca/crs/geog255.f99/Introduction/Introduction.html#History of GIS](http://www.fes.uwaterloo.ca/crs/geog255.f99/Introduction/Introduction.html#History%20of%20GIS))
- Pons, L.J., Edelman, C.H.,** 1960. Köyceğiz-Dalaman Toprak Etüdü, T.C. Köy İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara
- Queen, L.P., Blinn, C.,** 1997. The Basic of Geographic Information Systems, University of Minnesota (www.extension.umn.edu/distribution/naturalresources/components/5740.coag.html)
- Sarbanoğlu, H.,** 1995. Data Structure Conversions in Geographic Information Systems, *Ph. D. Dissartion*, Bosphorus University, İstanbul.
- Sarbanoğlu, H., Bank, E., Çobanoğlu, S.,** 1992. Çok Ürüne Yönelik Coğrafi Veri Tabanlarında Detay ve Öznetelik Sınıflandırma, *Harita Dergisi*, Ankara, s.109, 70-93.
- Sayısallaştırılmış Köyceğiz Gölü-Dalyan Lagün Havzası Toprak Haritası,** T.C. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak-Su Ulusal Araştırma Genel Müdürlüğü, Ölçek 1:25.000, Ankara.
- Sayısallaştırılmış Muğla İli Yolları ve Köyleri Haritası,** T.C. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Tarımsal Araştırma Genel Müdürlüğü Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Müdürlüğü, Ölçek 1:25.000, Ankara.
- Smith, T.R., Menon, S., Starr, J.L., Estes, J.E.,** 1987. Requirements and Principles for the Implementation and Construction of Large-Scale Geographic Information Systems. International Journal of Geographic Information Systems, 1:13-31.
- Şeyhsuvaroğlu, S.,** 2000. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Etkileşimli Olarak Renkli Raster Görüntüden Vektör Veriye Dönüşüm İçin Bir Arayüz Tasarımı ve Uygulaması, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Şeker, Z.D.,** 1996. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) "B"si, *Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*, İTÜ, İstanbul, 26-27-28 Eylül, s. 314-315.

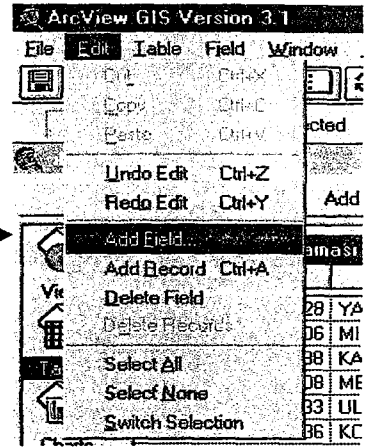
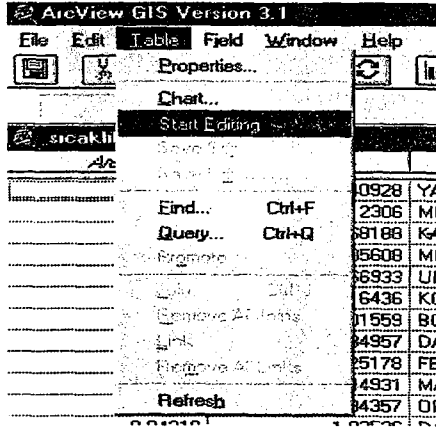
- Taştan, H.**, 1991. Coğrafi Bilgi Sistemleri, Bir Coğrafi Bilgi Sisteminin (AKBİS) Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- T.C Başbakanlık Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü**, 1998. Dalaman, Fethiye, Köyceğiz, Marmaris, Muğla için meteorolojik veriler.
- Todorovic, M., Steduto, P., Caliandro, A., Catalano, M., Rusco, E., Quaglino, E., Samarelli, S., Tortorella, A., Nerilli, E., Santis, S., Madaro, A., Pezzuto, A., Filomeno, Amico, D.F.**, 1998. Development of a GIS Database for Agro-Ecological Characterization of the Apulia Region. *13. ESRI User Conference*, Italy, 7-9 October, (www.esri.com/library/userconf/europroc98)
- Üstün, T.T.**, 1998. Köyceğiz Gölü Su Kalitesi Yönetimi için EGÖLEM Modeli, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Wendland, F., Kunkel R., Grimwall, A., Kronvang, B., Müller-Wohlfeil, D.I.**, 2001. The Soil-N/Weku Model System-A GIS Supported Tool for the Assessment of Diffuse Nitrogen Leaching at the Scale of River Basins, *Diffuse /Nonpoint Pollution and Watershed Management 5.th International Conference*, International Water Association, Milwaukee, 10-15 June, no:3.
- Xu, F., Prato, T., Fulcher, C.**, 1993. Broiler Litter Application to Land in Agricultural Watershed: A GIS Application , *Water Science Technology*, vol:28, no:3-5, s.111-118.
- Yomraloğlu, T.**, 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar, Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- <http://envstudies.brown.edu/thesis/2001/james/gishistory.html>
- <http://www.geog.ubc.ca/courses/klink/gis.notes/ncgia/u23.html>
- www.mta.gov.tr
- www.sayisalgrafik.com.tr/deprem/gt-frames.html



EK A

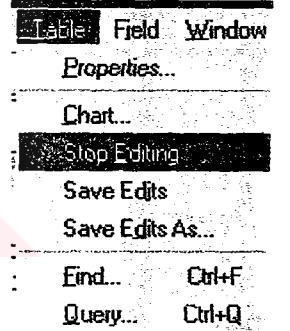
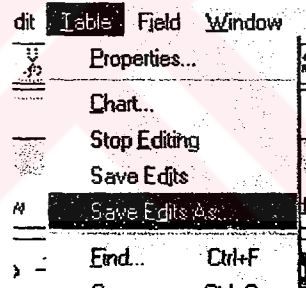
1. Sınırlara ait öznitelik tablosu açılır ve *edit* işlemine başlanır.

2. Bu tablo üzerinde yeni alan açılır. Sayı (*number*) seçilir ve desimal kısmına değer atanır.

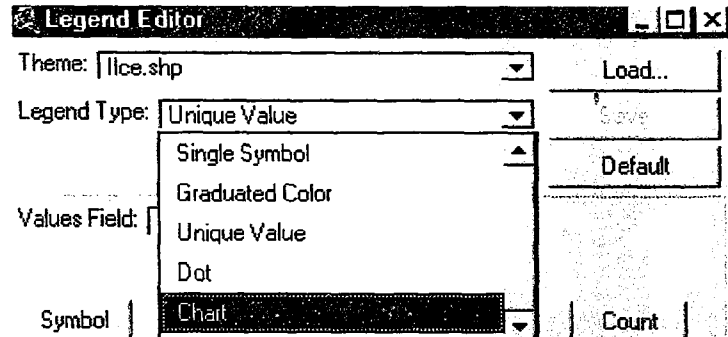


3. Yeni kayıt girişi menüden seçilir.

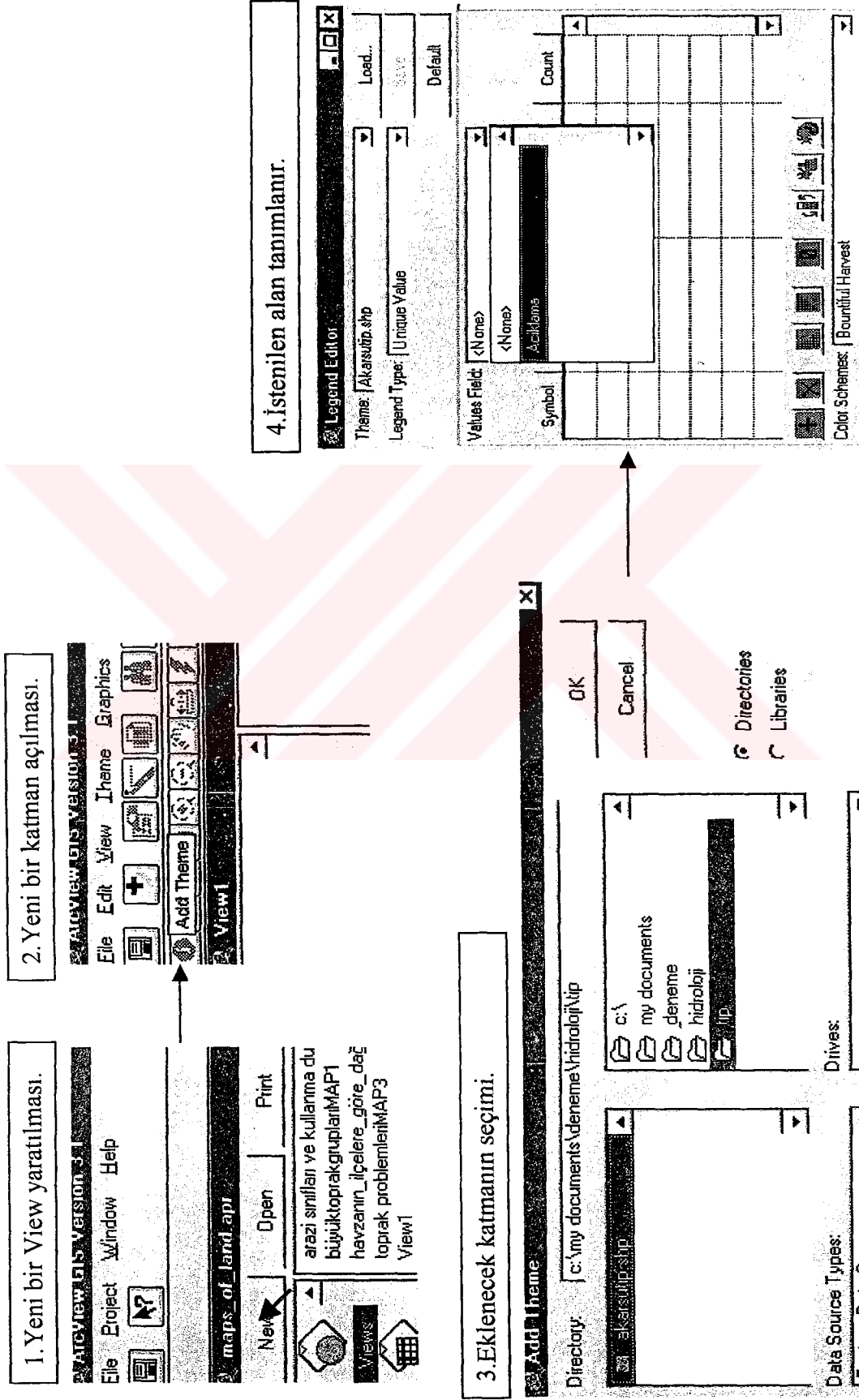
4. Hücelere veri girişi yapılır. Kaydedilir. İşlem sonlanır.



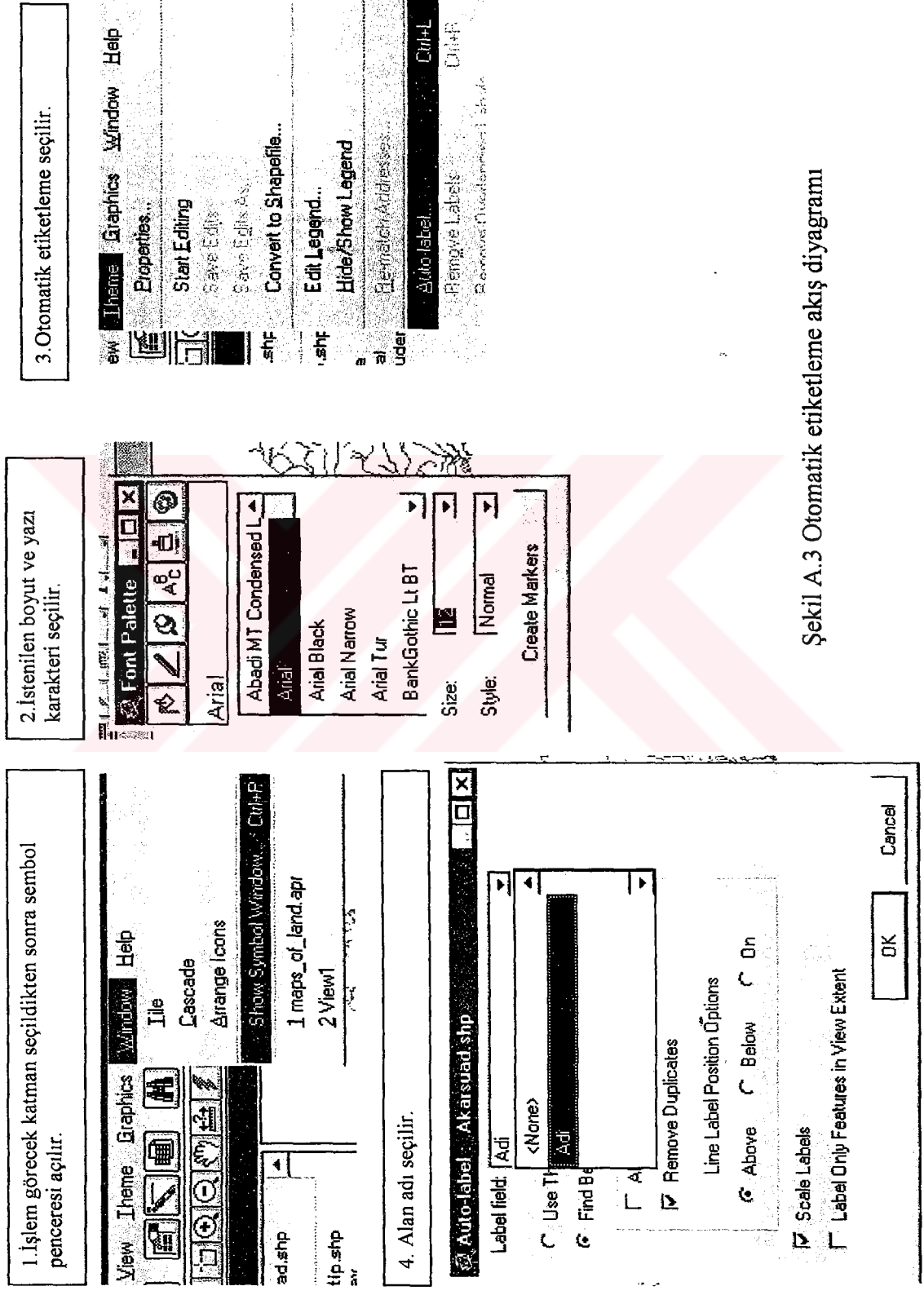
5. Lejand editörden grafik (*chart*) seçilerek gerekli ayarlamalar yapılabilir.

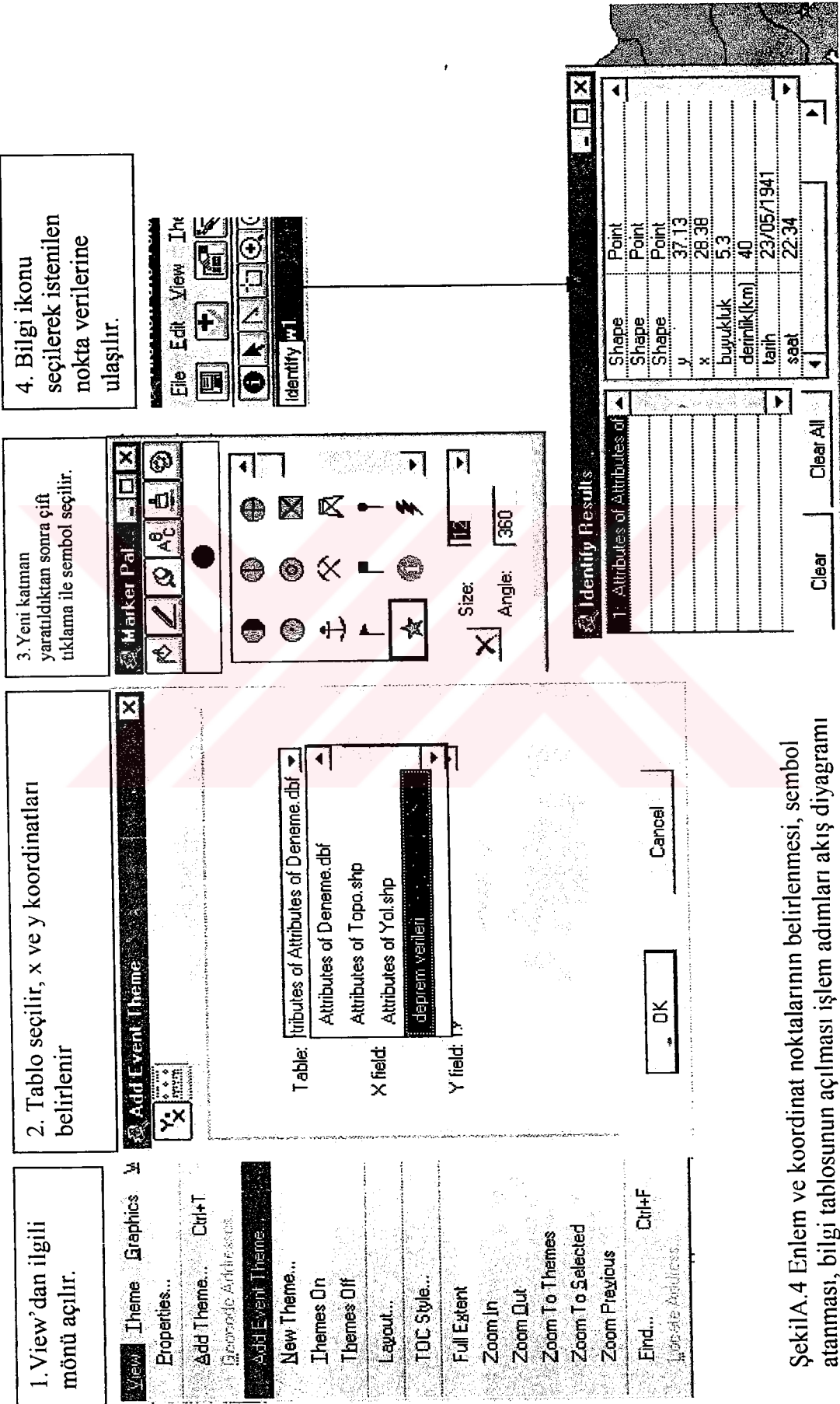


Şekil A.1 Öznitelik verilerinin girilmesi ve işlenmesi akış diyagramı

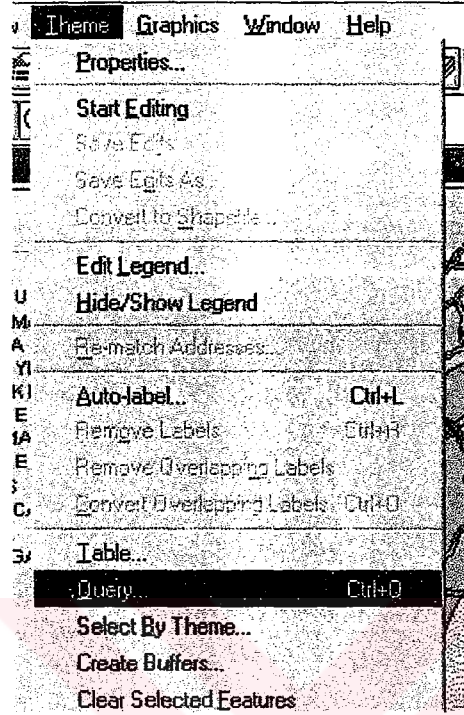
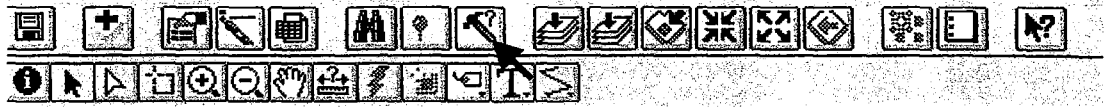


Şekil A.2 Yeni bir katman oluşturulmasına ait akış diyagramı.

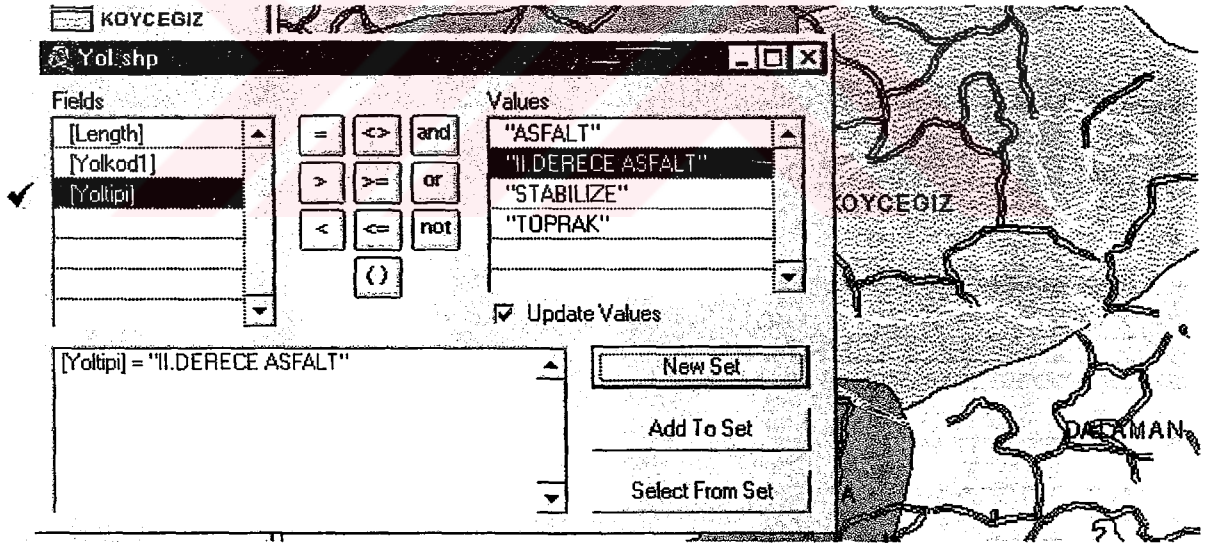




ŞekilA.4 Enlem ve koordinat noktalarının belirlenmesi, sembol atanması, bilgi tablosunun açılması işlem adımları akış diyagramı



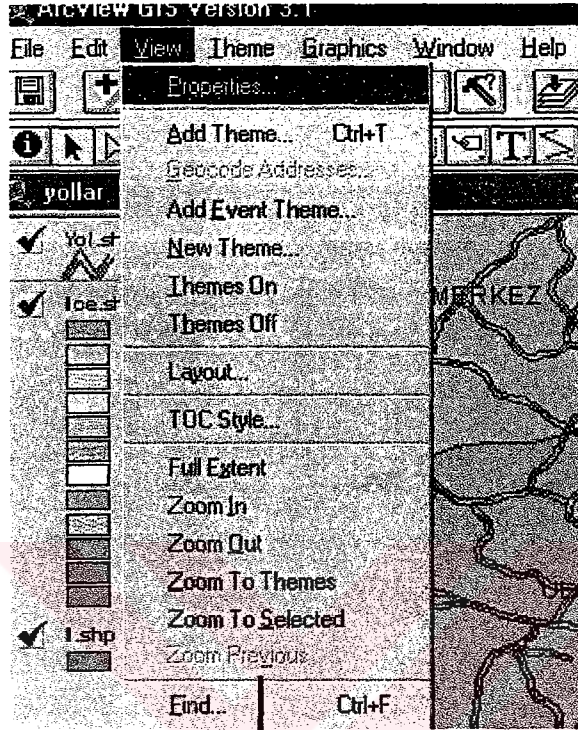
1. Sorgulama (*Query*) ikonuyla ya da *theme* menüsünden sorgulama başlatılır.



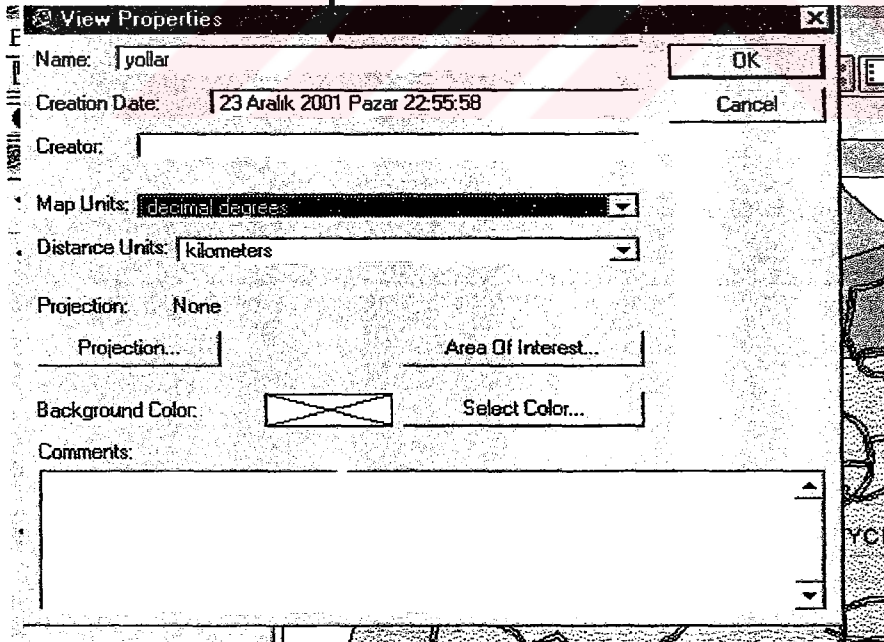
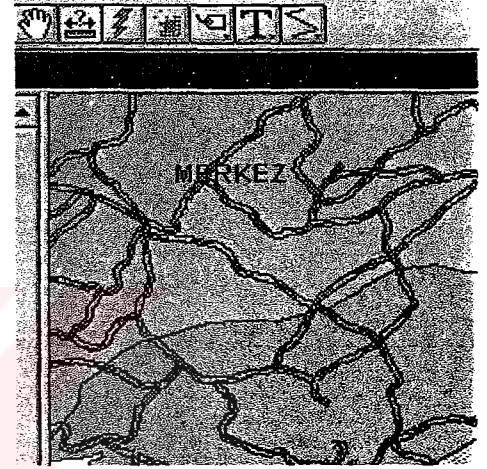
2. İstenilen sorgulama gerçekleştirilir. Farklı bir sorgulamaya ilave yapılabilir (*Add to set*) ya da seçili sorgu alanından sorgulama (*Select from set*) yapılabilir.

ŞekilA.5 Sorgulama adımları akış diyagramı

1. View özelliklerinden harita ve uzaklık birimleri ayarlanır.

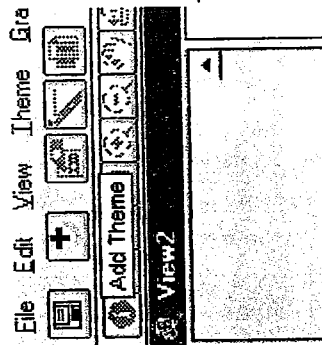


2. Ölçü ikonu seçilerek ölçmek istenilen bölgede kullanılır

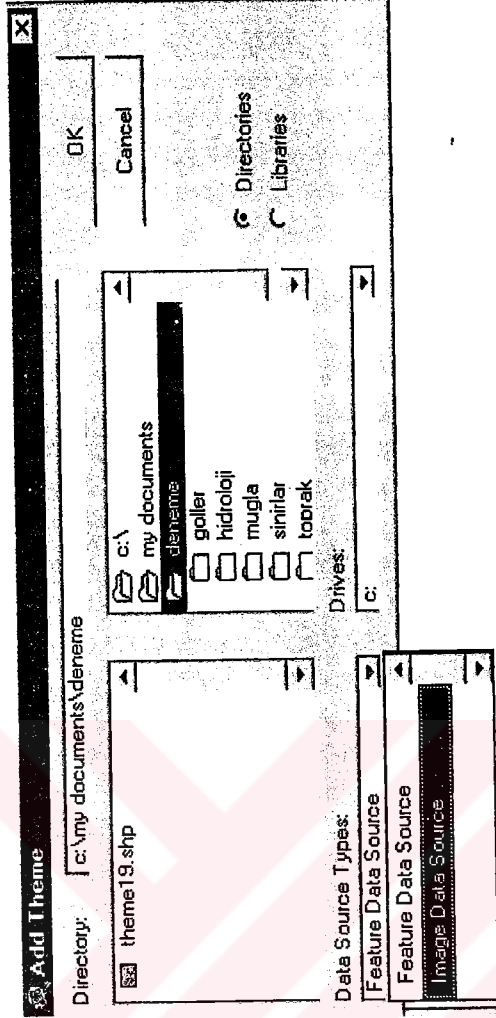


ŞekilA.6 Ölçme işlemi akış diyagramı

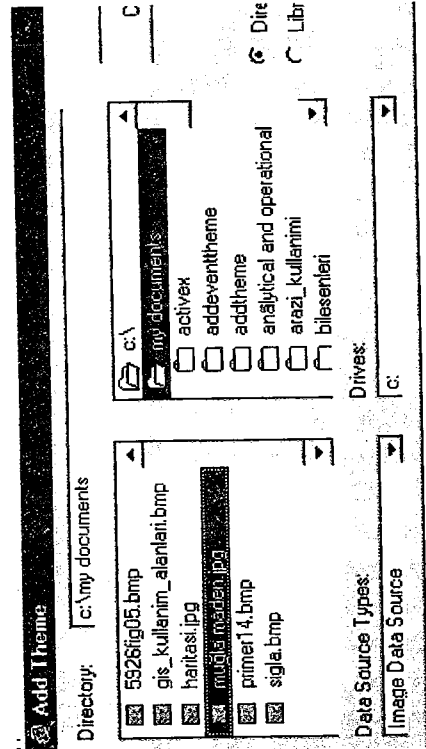
1. Yeni bir katman açmak için katman ekle ikonunu kullanılır.



2. Veri kaynağı tipi "image" olarak seçilir.

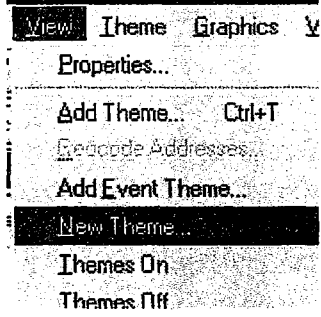


3. Kullanılacak resim ya da görüntü altlığı seçilir.

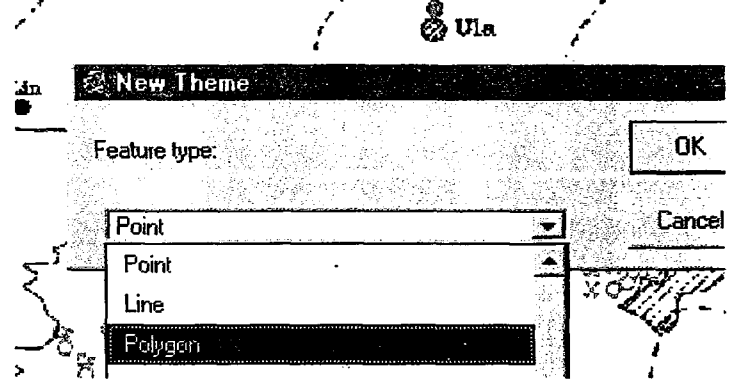


Şekil A.7 Resim ve görüntü formatındaki verilerin kullanılması

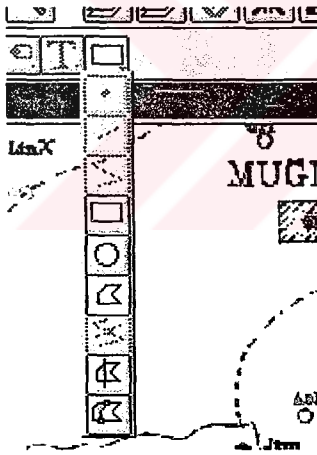
1. Yeni bir katman oluşturmak için view menüsünden yeni katman seçeneği kullanılır.



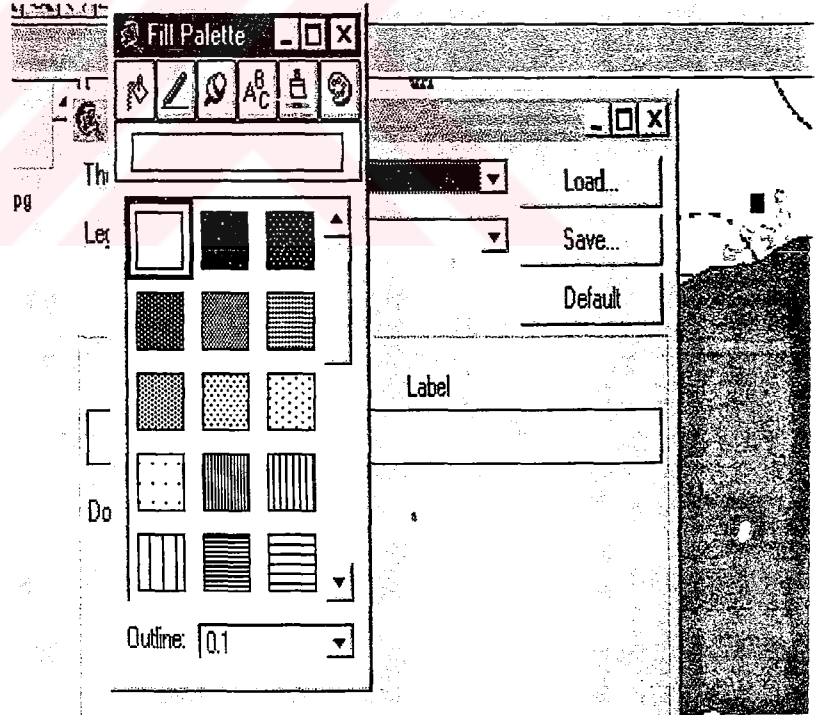
2. Oluşturulacak varlığın çeşidi tayin edilir.



3. Draw ikonundan önceden belirlenmiş varlık seçilir.



4. Editleme işlemi sona erdirilip, yeni katman kaydedildikten sonra kullanım amacına göre düzenlenir.



ŞekilA.8 Yeni bir katman oluşturulması akış diyagramı

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Van’ da doğdu. 1994 yılında Kenan Evren Lisesi’ nden mezun oldu. 1998’ de İTÜ İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü’ nü bitirdi. Aynı yıl İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü yüksek lisansa başladı. Mart 2001’ de İstanbul Sanayii Odası Çevre Şubesi’nde çevre mühendisi olarak işe başladı.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ