

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ İLE ÇEVRESEL VERİLERİN
MODELLENMESİ : TRABZON-DEĞİRMENDERE VADİSİ ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Harita Müh. Mehmet Devrim AKÇA

OCAK 2000
TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ İLE ÇEVRESEL VERİLERİN
MODELLENMESİ : TRABZON-DEĞİRMENDERE VADİSİ ÖRNEĞİ

Harita Müh. Mehmet Devrim AKÇA

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

“Harita Yüksek Mühendisi”

Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 17.01.2000

Tezin Savunma Tarihi : 08.02.2000

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Tahsin YOMRALIOĞLU

Jüri Üyesi : Doç.Dr. Mehmet TÜFEKÇİ

Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr. Çetin CÖMERT

Enstitü Müdürü : Prof.Dr. Asım KADIOĞLU

Trabzon 2000

ÖNSÖZ

Konusu, Trabzon-Değirmendere Vadisi ile ilgili çevresel verilerin Coğrafi Bilgi Sistemi ile modellenmesi olan bu yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi'nce 1998 yılında başlatılan DEVAÇED (Trabzon-Değirmendere Vadisi Çevre Düzenleme Projesi) Projesine altlık olacak şekilde hazırlanmıştır. Bu çalışma içerisinde, Değirmendere Vadisi'nin doğal çevreye yönelik bilgilerinin saklandığı ve yönetildiği bir coğrafi veri tabanının nasıl olması gerektiği sorusuna yanıt aranmış ve de böyle uzun vadeli bir çalışmanın ilk adımları atılmıştır. Son olarak toplanan coğrafi verilere dayanarak, çevreye yönelik değişik sorgulamalar, analizler ve sunumlar hazırlanmıştır.

Danışmanlığımı üstlenerek, çalışmalarımın her aşamasında bana destek veren değerli hocam sayın Doç.Dr. Tahsin YOMRALIOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Destekleriyle çalışmalarımda çok büyük etkileri olan, müdürüm Harita Müh. Yılmaz SARAL'a, mesai arkadaşlarım Harita Müh. Kemal KURT'a ve Harita Müh. Hasan AVCI'ya, tezimin uygulama ve yazım kısmında bana büyük desteği olan; dostum Arş.Gör. Hasan Tahsin BOSTANCI'ya ve sayın hocam Arş.Gör. Osman DEMİR'e yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Mehmet Devrim AKÇA

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
TABLolar DİZİNİ	X
SEMBOLLER DİZİNİ	XI
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. GİRİŞ	1
1.1.1. Problemin Tanımı	2
1.1.2. Çalışmanın Amacı	3
1.1.3. Metodoloji	4
1.2. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ	6
1.2.1. Bilgi Sistemleri	6
1.2.2. Coğrafi (Konumsal) Bilgi Sistemleri	8
1.2.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Diğer Bilgi Sistemleri	11
1.2.4. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Bileşenleri	13
1.2.4.1. Veri	13
1.2.4.1.1. Veri Modeli	16
1.2.4.1.1.1. Genel Amaçlı Veri Modelleri	16
1.2.4.1.1.2. Konumsal Veri Modelleri	19
1.2.4.1.2. Konumsal Veri Yapıları	21
1.2.4.1.2.1. Vektörel Veri Yapıları	22
1.2.4.1.2.2. Raster (Hücresel) Veri Yapıları	30
1.2.4.2. Teknoloji	35
1.2.4.2.1. Yazılım	35
1.2.4.2.2. Donanım ve Yan Ürünler	39
1.2.4.3. Altyapı	43

1.2.4.3.1.	Personel	43
1.2.4.3.2.	Örgütsel Düzenlemeler	44
1.2.4.3.3.	Kurumsal Destek	45
1.2.5.	Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Sınıflandırılması	45
1.2.6.	Coğrafi Bilgi Sistemi Kurulumunda İşlem Adımları	50
1.2.7.	Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Maliyet	52
1.3.	ARC/INFO COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ YAZILIMI	54
1.4.	SAYISAL YÜKSEKLİK MODELİ	57
1.4.1.	Yüzey Temsili	57
1.4.2.	Haritacılıkta Yüzey Temsili	57
1.4.2.1.	Düzenli Grid Temelli Sayısal Yükseklik Modeli	58
1.4.2.2.	Triangulated Irregular Network	60
1.4.3.	Sayısal Yükseklik Modellerinin Uygulama Alanları	61
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	63
2.1.	DEVAÇED Projesi	63
2.2.	Çalışma Alanının Tanıtılması	65
2.3.	Gereksinim Analizi	65
2.4.	Kullanılan Yazılım ve Donanım	68
2.5.	Grafik ve Grafik Olmayan Verilerin Edinilmesi	69
2.6.	Kavramsal Veri Tabanı Tasarımı	72
2.7.	Grafik Verilerin Veri Tabanına Aktarılması	76
2.8.	Uydu Görüntülerinin İşlenmesi	80
2.9.	Sözel Verilerin Veri Tabanına Aktarılması	85
2.10.	Çalışma Alanının Pafta İndeksinin Oluşturulması	87
2.11.	TIN, Lattice ve Hillshade Katmanlarının Oluşturulması	88
2.12.	Uydu Görüntüleri ile Veri Tabanının Zenginleştirilmesi	91
2.13.	Kirletici Tesislerin Sorgulanması	96
2.14.	Yüzey Analizleri	97
2.15.	Nüfus ve Kirlilik Merkezleri Arasındaki İlişkinin Araştırılması	101
2.16.	Potansiyel Erozyon Sahalarının Belirlenmesi	103
3.	BULGULAR ve TARTIŞMA	108
4.	SONUÇLAR	109
5.	ÖNERİLER	110

6.	KAYNAKLAR	112
7.	EKLER	116
8.	ÖZGEÇMİŞ	146

ÖZET

1998 yılında, Karadeniz Teknik Üniversitesi önderliğinde ve Trabzon Valiliği'nin desteği ile, Trabzon-Değirmendere Vadisini daha yaşanılabilir kılmak için, Bu Vadide bir Çevre Düzenleme Projesi (DEVAÇED) başlatılmıştır. Projenin amacı; söz konusu vadinin mevcut fiziki, sosyo-ekonomik, arazi kullanımı, teknik altyapı, mülkiyet ve imar planlamasının incelenmesi, elde edilen her türlü verilerin coğrafi veri tabanına aktarılması, gerekirse vadinin uydu görüntülerinin sağlanması, bu coğrafi verilere dayanarak doğal ve yapay kirlilik kaynaklarının tespit edilmesi, gerekli coğrafi analizlerin ardından yaşanan doğal çevreye ilişkin bazı saptamaların ve tahminlerin yapılması ve de sonuç olarak kırsal ve kentsel alanların yeniden düzenlenmesidir.

Bu Yüksek Lisans Tezi, DEVAÇED Projesi kapsamında hazırlanmıştır. Bu çalışmada, yukarıda proje amaçlarında da belirtildiği gibi Arc/Info Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı kullanılarak yörenin coğrafi veri tabanı oluşturulmuş, bu verilerden yararlanılarak yörenin doğal-yapay kirlilik kaynaklarına ve potansiyel erozyon sahalarına yönelik iki ayrı saptama yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Coğrafi Bilgi Sistemleri, Uzaktan Algılama, Sayısal Arazi Modeli, Coğrafi Veri Tabanı, Arc/Info

SUMMARY

Modelling Environmental Data Using Geographical Information System : Case Study of Trabzon-Değirmendere Valley

In 1998, with leadership of Karadeniz Technical University and with supporting of Governorship of Trabzon, Environment Arrangement Project of Değirmendere Valley was started for making Trabzon-Değirmendere Valley more liveable. The aim of the Project is to investigate present physical, socio-economic, land use, technical infrastructure, property and planning conditions of the area, to collect these geographical data, to form a geographical database, if necessary to acquire satellite images of the area, to determine artificial and natural pollution resources, to make necessary geographical analyses, as a result, to re-arrange rural and urban areas.

This thesis was prepared at extend of DEVAÇED Project. In this study, geographical database of the area was formed with ARC/INFO geographical information system software. Two determination that one of them is detecting artificial-natural pollution sources and other of them is to determine the potential erosion areas was made with supporting of the geographical database.

Keywords: Geographical Information Systems, Remote Sensing, Digital Elevation Model, Geographical Database, Arc/Info.

ŞEKİLLER DİZİNİ

		<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.	Coğrafi temelli bir bilgi sisteminin 3 kavramsal bileşeni	7
Şekil 2.	Arazi Bilgi Yönetimi döngüsü	10
Şekil 3.	CBS ve diğer bilgi sistemleri	11
Şekil 4.	CBS ve diğer konumsal veri işleme disiplinleri	12
Şekil 5.	CBS'nin bileşenleri	13
Şekil 6.	Veri ve bilgi arasındaki ilişki	14
Şekil 7.	Veri tabanı tasarımı	17
Şekil 8.	Varlık-İlişki Modeli	18
Şekil 9.	Konumsal Veri Modellerinin sınıflandırılması	20
Şekil 10.	Konumsal veri yapıları	22
Şekil 11.	Spaghetti veri yapısı	23
Şekil 12.	Topolojik olarak eşit iki şekil	24
Şekil 13.	DIME topolojik veri yapısı	26
Şekil 14.	CARIS topolojik veri yapısı	27
Şekil 15.	TIN veri yapısı	29
Şekil 16.	Zincir kodları	31
Şekil 17.	Blok kodları	32
Şekil 18.	Dörtlü ağaç yapısı	33
Şekil 19.	Pentium II (Deschutes)	41
Şekil 20.	SCSI ve diğer arabirimlerin veri transfer hızları	41
Şekil 21.	Coğrafi Bilgi Sistemlerinin örgütsel görünüşü	44
Şekil 22.	Bilgi Sistemleri için bir taxonomi örneği	46
Şekil 23.	Arazi ilişkili bilgilerin referanslarının sınıflaması ve tipleri	47
Şekil 24.	Kurumsal ve Çevresel Sistemler	48
Şekil 25.	Coğrafi Bilgi Sistemlerinin bilgi sistemleri arasındaki yeri	49
Şekil 26.	Yerel CBS kurulmasındaki masraf dağılımı	53
Şekil 27.	Pointwise yönteminde kullanılan değişik yöntemler	58
Şekil 28.	Delaunay Üçgenleme Yöntemi	61
Şekil 29.	Çalışma alanı	66
Şekil 30.	Çalışma alanının 2 boyutlu görünümü	67
Şekil 31.	MTA'dan edinilen uydu görüntüleri	73

Şekil 32.	İlişkisel veri tabanı tasarımı sonuçları	76
Şekil 33.	Veri tabanında oluşturulan kapsamlar	81
Şekil 34.	ARC/INFO’da register işlemi	83
Şekil 35.	Trb457.tif görüntüsünün, rectify komutundan önce ve sonra hali	84
Şekil 36.	RELATE komutunda kullanılan dosya	86
Şekil 37.	Çalışma alanının pafta indeksi	87
Şekil 38.	ArcView 3D Analyst yazılımında oluşturulan SAM	88
Şekil 39.	ArcView 3D Analyst yazılımında oluşturulan başka bir SAM	89
Şekil 40.	Arazinin 100m.’de bir geçen eşyükseklik eğrisi haritası	90
Şekil 41.	Çalışma alanının lattice katmanı	92
Şekil 42.	Hillshade örneği	93
Şekil 43.	Veri tabanının uydu görüntüleriyle zenginleştirilmesi	94
Şekil 44.	Veri tabanının uydu görüntüleriyle zenginleştirilmesi	95
Şekil 45.	Vadiye 20000 litre/gün’den daha çok atık deşarj eden tesisler	96
Şekil 46.	Değirmendere Vadisi’nin bakı haritası	98
Şekil 47.	Değirmendere Vadisi’nin eğim haritası	99
Şekil 48.	Değirmendere Vadisi’nin yükseklik değişimi haritası	100
Şekil 49.	Kirlilik ve nüfus merkezleri arasındaki ilişki	102
Şekil 50.	Bitkilerin spektral yansıtımları	103
Şekil 51.	Lansat-5 TM algılayıcısının, Değirmendere Vadisi’nin 3 ve 4 numaralı bantlarındaki görüntüleri	104
Şekil 52.	Değirmendere Vadisi potansiyel erozyon sahaları	107
Ek Şekil 1.	ARC/INFO yazılımının mimarisi	117
Ek Şekil 2.	External ve internal dosya yapıları	124
Ek Şekil 3.	Grid’in koordinat sistemi	126
Ek Şekil 4.	TIN’in yapısı	126
Ek Şekil 5.	Grid ve Lattice’nin karşılaştırılması	127
Ek Şekil 6.	Bir AML programının anatomisi	133
Ek Şekil 7.	Kullanıcı arayüzü oluşturma	133
Ek Şekil 8.	Register işlemi	145

TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Sun Ultra5 iş istasyonu ve özellikleri	42
Tablo 2. Uygulama şekillerine göre GIS şekilleri	50
Tablo 3. CBS’de maliyet	52
Tablo 4. Yüzey temsiliinde kullanılan genel polinomal eşitlikler	59
Ek Tablo 1. Arc/Info CBS yazılımının veri setleri	121
Ek Tablo 2. Kapsamda bulunan detay sınıfları	123
Ek Tablo 3. Kapsam dosya yönetimi	124
Ek Tablo 4. Yüzey veri modeli dönüşüm komutları	128
Ek Tablo 5. Detay tiplerinin, topoloji ve öznitelik bilgilerinin saklandığı dosyalar	130
Ek Tablo 6. Topoloji ve koordinat dosyalarının yapısı	131
Ek Tablo 7. Debi bilgileri	139
Ek Tablo 8. Yerleşim alanları bilgileri	140
Ek Tablo 9. Kirletici tesisler	143

SEMBOLLER DİZİNİ

GIS : Geographical Information Systems

CBS : Coğrafi Bilgi Sistemleri

SAM : Sayısal Arazi Modeli

1. GENEL BİLGİLER

1.1. GİRİŞ

İçinde yaşadığımız doğal çevrenin kirlenmesini önlemek ve bunun için önlemler almak, devletin ve bireylerin kuşkusuz en önemli görevlerinden birisidir. Ancak gözlenen odur ki; toplumların tarım toplumundan sanayi toplumuna geçiş sürecinde verdikleri en önemli taviz, içerisinde yaşadıkları doğal çevreyi ilgilendiren unsurlardır. HABİTAT sayesinde ismini sıkça duymaya başladığımız “*sürdürülebilir kalkınma*” kavramı, tarım toplumu-sanayi toplumu çelişkisine en iyi çözüm gibi görülmektedir [1]. Sürdürülebilir kalkınma, günün gereksinimlerini, gelecek kuşakların kendi gereksinimlerini karşılaması olanaklarını azaltmadan, karşılayan kalkınma şeklinde tanımlanmaktadır [2].

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), son yıllarda, klasik arşivleme yöntemlerinin yetiştiremeyeceği kadar çok ve değişik türdeki verilerin yönetilmesinde kullanılan önemli bir araçtır. Bunun yanında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin en önemli yararlarından birisi de coğrafi varlıklara ilişkin olaylar üzerine “doğru kararların” verilebilmesine yardımcı olmasıdır. Çok değişik uygulama alanları bulunan Coğrafi Bilgi Sistemleri, doğal çevre ile ilgili verilerin toplanmasında, yönetilmesinde, sorgulanmasında ve analizinde ayrıca çevreyle ilişkili olaylar üzerine doğru kararlar vermede kullanılan etkili teknolojik bir araçtır [1].

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin en önemli bileşeni veridir. CBS’ler, büyük hacimli verilerin verimli bir şekilde yönetilebilmesi ve bu verilere dayanarak amaca yönelik belirli sonuçların elde edilmesi için kurulur. Bu bağlamda çalışmanın amacı ile verilerin niteliği arasında önemli bir bağlantı vardır. Coğrafi veri tabanlarının geleneksel veri kaynakları şunlardır:

- mevcut coğrafi veri tabanları,
- haritaların sayısallaştırılması,
- yazılı metinler,
- yersel jeodezik ölçüler,
- fotogrametrik ölçüler,
- uydu jeodezisi ,
- uzaktan algılanmış görüntüler,

Yukarıda sayılan veri kaynakları arasında özellikle uzaktan algılama, çevresel bilgi sistemlerinin en önemli veri kaynağıdır. Bu teknik sayesinde, günümüzde, yeterli duyarlılık ve doğrulukta, çok geniş alanlar hakkında veri toplanabilmektedir. Elde edilen raster yapıdaki veriler kolaylıkla coğrafi veri tabanına aktarılabilmekte, vektörel verilerle beraber kullanılabilmekte veya doğrudan vektörel yapıya dönüştürülebilmektedir.

2000’li yıllara girdiğimiz şu günlerde çağımıza; bilgi çağı veya bilişim çağı adı verilmektedir. Şüphesiz ki bunda, bilgisayar yazılım ve donanım teknolojisindeki baş döndürücü gelişmelerin etkisi büyüktür. Sanayi ve teknolojiye çok hızlı gelişmelerle hızlı bir kirlenme sürecine giren çevremizi, daha yaşanılabilir kılmak için bilgi teknolojisine dayalı araçları kullanmak kaçınılmazdır. Çevre ile ilgili ne kadar çok veri toplarsak ve bu verileri ne kadar iyi yönetirsek, çevresel kirlenmeyi o kadar kontrol altına alabiliriz.

1.1.1. Problemin Tanımı

Trabzon-Değirmendere Vadisinin varlığı, tarihi Trabzon kentinin kurulmasının esas sebebidir. Zira, Doğu Karadeniz Bölgesinin kıyı kesiminde bulunan bütün kentler, akarsuların denize kavuştukları yerlere yakın kurulmuştur. Bu tercihin yapılmasında, vadilerin iç kısımlara ulaşmadaki öneminin de rolü vardır. Değirmendere Vadisi de, yüzyıllar öncesinden beri İç Asya’dan Karadeniz’e tarihi *İpek Yolu* (Silk Road)’nun izlencesi olmuştur. Trabzon kenti ve köyleri sakinlerinin, ulaşım güzergahı olmasından başka, temiz su temini, iç su ürünleri avcılığı, mesire ve dinlenme yeri, değirmen işletmeleri gibi birçok alanda Değirmendere Vadisinden yararlandığı bilinmektedir. Değirmendere’nin bundan 30 yıl önce, bugünkü Ardeşen-Fırtına Deresi benzeri temizlik ve doğal güzellikte olduğu bir gerçektir.

Günümüzde Değirmendere Vadisi ise, yer yer ıslah adı altında daraltılmış yatağıyla adeta bir katı ve sıvı atık kanalı görünümünü almıştır. Dere yatağı, adeta bir şantiye görünümündedir. Her çeşit çevre kirleticisi atık bırakan üretim ve hizmet tesisleriyle, bozuk bir karayolu güzergahıyla, plansız ve korkusuz bir yapılaşma ile, kum, çakıl ve taş ocaklarıyla, adeta vadi boyunca kurulu yerleşim yerlerinin çöplüğü ve atık su kanalı olmuştur. Üstelik bu vadiden, halen Trabzon kenti ve Üniversitenin “temiz su” adı verilen su ihtiyacı da karşılanmaktadır [3].

Değirmendere Vadisini kirleten, doğal ve estetik açıdan bozan doğal ve yapay yapılar belirlenmediği sürece, bir süre sonra vadinin bu günkü halinin bile aranacağı

açıktır. Kirliliğin kontrol altına alınabilmesi için, vadiyle ilgili tüm coğrafi ve çevresel verilerin hızla toplanması, nitel ve nicel olarak yorumlanması, planlamada öncelikli alanların belirlenmesi ve ileriye dönük olarak kentsel ve kırsal alanların düzenlenmesi gerekmektedir.

1.1.2. Çalışmanın Amacı

Trabzon kentinin içme suyunu sağlayan ve İç Anadolu'ya açılmasını sağlayan Değirmendere Havzası süratle kirlenmekte, doğal ve estetik olarak bozulmaktadır. Bu bozulmayı azaltabilmek için Karadeniz Teknik Üniversitesi, 1998 yılında; Trabzon Valiliği ile birlikte *Trabzon-Değirmendere Vadisi Çevre Düzenleme Projesi*'ni (DEVAÇED) başlatmıştır.

Projenin amacı:

“Çok amaçlı bir çevre düzenlemesi olarak, topyekiün kırsal düzenleme esasına yönelik planlanan bu proje, Trabzon-Değirmendere Vadisi'nin Maçka-Karadeniz arasında kalan 30 km'lik kısmının uygun görülen genişlikte ele alınarak ulaşım, temiz su ve atık isale tesisleri yapımı, akarsu yatağı kullanımı, çevre, mülkiyet yapısı, imar ve yerleşme açısından incelenmesi ve yeniden düzenlenmesi, doğal güzelliklerin ve köprüi, değirmen, çeşme vb.. tarihi yapıların korunması planlarının hazırlanması, böylece, çevre halkının doğal ortamdan sağlıklı bir şekilde yararlanmasını sağlayarak, olması gereken kamu yararını tesis etme amacına yöneliktir”[3].

Değirmendere Vadisi'nin Maçka-Karadeniz arasındaki kısmı, yoğun bir şekilde iskan, sanayi ve ticaret amacıyla kullanılmakta, oluşan katı ve sıvı, evsel ve sanayi atıkları dereye deşarj edilmektedir. DEVAÇED kapsamında yapılan bu çalışmanın amacı, Değirmendere'yi hangi kirlilik kaynaklarının ne oranda kirlettiğinin saptanmasıdır. Bunun için ilk önce vadinin halihazır durumunun bilgisayar ortamında görüntülenebilmesi için, topoğrafya, idari sınır, nüfus, yerleşim alanları, dereler, yollar ve önemli yapay tesisler ile ilgili harita ve metin bilgileri değişik kaynaklardan edinilerek sayısallaştırılıp, bilgisayar ortamında depolanacaktır. Bu temel altlığın üzerine kirletici tesisler, vadinin orman varlığı, derelerin debi bilgileri eklenecek ve oluşturulan bu coğrafi veri tabanını zenginleştirmesi amacıyla bölgeyi kapsayan uydu görüntüleri kullanılacaktır.

Oluşturulan bu coğrafi veri tabanı kullanılarak, vadideki evsel atıklar, sanayi atıkları ve nüfus yoğunluğu ilişkisi incelenecektir. Ayrıca uydu görüntüleri ve vektörel bilgiler

kullanılarak, vadideki mevcut erozyon sahaları, uzaktan algılama tekniği kullanılarak saptanmaya çalışılacaktır.

Ancak bu yüksek lisans tezinin ileriye dönük ve temel amacı, Trabzon şehri için bu kadar hayati önem taşıyan Değirmendere Vadisinin Çevresel Bilgi Sisteminin kurulabilmesi ve bu sistemin sürekli ayakta tutulabilmesi için gerekli olan başlangıç adımlarını atmaktır. İlerde, bu veri tabanına daha çok ve değişik nitelikte veriler girildikçe, çalışma sahasının sınırları genişleyecek ve yapılabilecek analizlerin sayısı artacaktır.

1.1.3. Metodoloji

Bu çalışmada, aşağıdaki işlem adımları gerçekleştirilecektir:

- Yerel yönetimlerden ve İller Bankasından vadiyle ilgili topoğrafik haritaların edinilmesi ve sayısallaştırılması
- Büyük ölçekli haritası bulunmayan alanların, 1/25000 ölçekli haritalardan sayısallaştırılması
- Trabzon İl Çevre Müdürlüğünden vadinin kirlilik durumu ile ilgili metin ve harita bilgilerinin edinilmesi ve sayısallaştırılması
- İdari sınırların ve yerleşim alanı sınırlarının haritalarının, Trabzon Bayındırlık İl Müdürlüğünden, Trabzon Kadastro Müdürlüğünden ve Maçka Kadastro Müdürlüğünden edinilmesi ve sayısallaştırılması
- Nüfus Müdürlüğünden, yerleşim alanı bazında, 1997 Yılı Genel Nüfus Sayımı sonuçlarının edinilmesi
- Trabzon Orman Bölge Müdürlüğünden vadinin orman varlığı ve orman işletme şefliklerinin sınırlarının harita olarak edinilmesi ve sayısallaştırılması
- Devlet Su İşleri Trabzon Bölge Müdürlüğünden vadideki debi istasyonları hakkındaki bilgilerin edinilmesi
- Toplanan tüm vektörel verilerin Arc/Info CBS yazılımına aktarılması, topolojilerinin kurulması ve öznitelik verileri ile ilişkilendirilmesi
- Sayısal arazi modelinin kurulması ve çalışma alanının gerçekçi görüntüsünün bilgisayar ortamında elde edilmesi
- Uydu görüntülerinin geo-referanslandırılması ve Arc/Info Grid modülüne aktarılması

- Vadiyi kirleten tesislerle ilgili gerekli sorgulamaların, ArcView yazılımı yardımıyla yapılması
- Evsel atık ve sanayi atığı merkezleri ile nüfus merkezleri arasındaki ilişkinin coğrafi analizlerle saptanması
- Uydu görüntüleri ve çalışma alanının eğim bilgileri yardımıyla, vadideki potansiyel erozyon sahalarının saptanması
- Sonuç raporların ve haritaların hazırlanması

1.2. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ

1.2.1. Bilgi Sistemleri

Sistem, bir sonuç elde etmeye yarayan yöntemler düzenidir. Bilginin toplanıp işlenmesi de belli bir sistemin var olmasını gerektirmektedir. Bu amaçla kurulan sistemlere “*bilgi sistemleri*” adı verilmektedir. Dolayısıyla bilgi sistemi, bilgiye kolayca erişip, bilgiyi daha verimli kullanabilmek için oluşturulan bir sistemdir. Bunun yanında, günümüzdeki bilgi sistemlerinin temel fonksiyonu “*doğru-karar*” verebilme kapasitesini arttırmaktır [4].

Bilgi sistemleri, kullandıkları verinin tipine göre ikiye ayrılabilir:

- Konumsal Olmayan Bilgi Sistemleri
- Konumsal Bilgi sistemleri

Konumsal olmayan bilgi sistemleri, adından da anlaşılacağı gibi, konum bilgisi içermeyen bilgilerle ilgilenir. Sistemin ilgilendiği bilgiler, varlığın coğrafi konumu dışındaki öznitelik bilgileridir. Örneğin, bu tür sistemlerde bir parselin köşe koordinatları, şekli ve konumu değil de; sahibi, alanı, ada ve parsel numarası, sahibinin adresi, üzerindeki mülkiyetten gayri ayni haklar, vb. tür bilgiler depolanır. Bu tür bilgi sistemlerinde veri tabanı, bir *Veri Tabanı Yönetim Sistemi* (VTYS) ile yönetilir. Günümüzde kullanılan VTYS'lere örnek olarak; Dbase, Sysbase, Oracle, Access verilebilir.

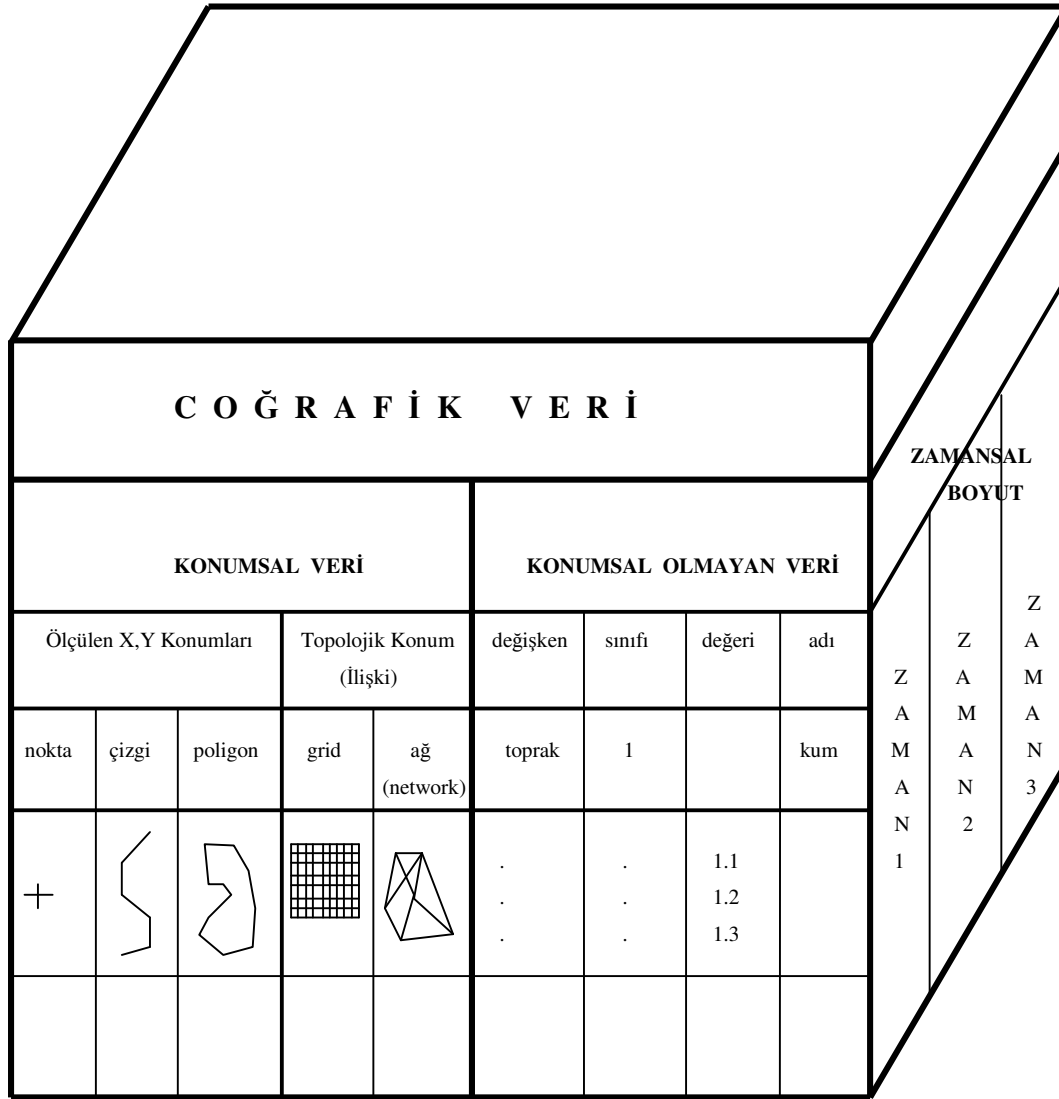
Konumsal bilgi sistemlerinin konusu, varlığın öznitelik bilgileri ile grafik (konum) bilgilerinin etkileşimli ve bir bütün olarak saklanması ve yönetilmesidir.

Coğrafi bilginin genelde, iki temel karakteristiğe sahip olduğu düşünülür: (a) gerçek fenomen ya da özellik, örneğin değişkenin ismi, sınıfı, değeri, adı, vb.; (b) konum bilgisi (varlığın coğrafi uzayda kapladığı alan). Bunların yanında CBS sistemleri ile ilgili olarak bir üçüncü karakteristik daha vardır ki; o da zamandır (Şekil 1) [7].

Bilgi sistemleri, yürütülen çalışmanın amacına göre de sınıflandırılabilir:

- Ticari İşlem Sistemleri
- Karar Destek Sistemleri

Ticari işlem sistemlerinde, amaç; mevcut işlem ile ilgili bilgilerin kaydedilmesi ve gerektiğinde değiştirilmesidir: bankacılık ve havayolu rezervasyonu sistemleri buna örnek olarak verilebilir.



Şekil 1: Coğrafi temelli bir bilgi sisteminin 3 kavramsal bileşeni [7].

Ticari işlem sistemleri, işlemin on-line (anında) ve ya küme (yığın olmasını bekleme) modunda olmasına bakılmaksızın, güncelleme ve sunuma yönelik olabilirler ve işlem adımları kesin olarak tanımlanmıştır. *Karar destek sistemlerinde*, amaç, karar vericilerin (örneğin; şirket yöneticileri, politikacılar, bürokratlar) çalışmalarını desteklemek için manipulasyon, analiz ve de özellikle modelleme yapmaktır. Karar destek sistemleri, pazar analizleri ve taktik savaş durumlarında kullanılmaktadır. Bu tür sistemler, genellikle sunuma yöneliktir ve esnek olmaları gerekir [5].

Bilgi sistemlerinin bazı genel özellikleri vardır. Sistem içindeki bilgi, arandığında kolayca bulunabilmesi için organize edilmelidir; sistem içerisinde bilgiye erişim dikkatli bir şekilde tanımlanmalı ve yönetilmelidir; sistem yaşadığı sürece, bilgi ve teknoloji, bakım ve desteği sürdürülmelidir; personel ve kullanıcıların desteklenmesine ve eğitilmesine ihtiyaç vardır [5].

1.2.2 Coğrafi (Konumsal) Bilgi Sistemleri

Konumsal bilgi sistemlerine (KBS) ilişkin ilk çalışmalar 1960'ın sonları ve 1970'li yılların başında başlamıştır. Başlangıçta bilgisayar destekli çizim ve tasarım (CAD) şeklinde gelişen KBS teknolojisinin ilk uygulandığı yerlerin başında, Harvard Üniversitesi Grafik Laboratuvarı; Colorada Kamu Servisleri Şirketler Grubu; Houston Gaz Şirketi; Kanada Doğal Kaynakların Yönetimi Kurumu gelmektedir. Genelde, organizasyon grupları ve özel şirketler kendi ticari işlemlerini geliştirmek amacı ile CAD sistemlerini kullanmışlardır [4].

Çok değişik meslek disiplinlerinin temel haritaları mevcut olduğu zaman, kullanıcılar, ihtiyaçları doğrultusunda; tüm haritaları tek bir harita olarak görmek, ya da haritaları tekrar sınıflandırabilmek, ya da genelleştirebilmek için mevcut bilgilerini (haritaları) birleştirme yollarını aramalıdır. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki peyzaj mimarları ve plancılar, değişik disiplinlerce üretilmiş temel haritaların; şeffaf harita kopyalarını ışıklı bir masa üzerinde çakıştırmak ve de değişik haritalar üzerindeki sınırların nerelere tesadüf ettiğini görmek için basitçe birleştirilebileceğinin farkına vardılar. Bu basit tekniğin en çok bilinen fikir babası, bir Amerikan peyzaj mimarı olan Ian McHarg'dır. Mimar ve şehir plancısı olan diğer bir Amerikalı, Howard T. Fisher, bu fikri bilgisayar destekli harita üretmek için kullandı. Fisher'in programı *SYMAP*, yani *SYnagraphic MAPping system* (*synagein* kelimesi Yunanca'da birleştirmek anlamındadır), eşyükseklik eğrisi üretebilmek için veri analizi ve manipulasyonu yapabilen modüller içermekte ve gri tonlu haritalar sunabilmekteydi. *SYMAP*, bu konuda ilgi uyandıran ve bilinen uluslar arası ilk harita-üretme yazılımıdır [8].

CBS'nin gelişiminde, CAD yazılımlarının ve Veri Tabanı Yönetim Sistemlerinin gelişimi önemli rol oynamıştır. Bilgisayar Destekli Haritacılık (*AM-Automated Mapping*) ve Tesislerin Yönetimi (*FM-Facilities Management*) sistemleri, genellikle endüstriyel amaçlı problemlerin çözümü için geliştirilmiş bilgisayar destekli çizim ve tasarım

işlemlerini yerine getiren bir CAD ürünüdür. Veri Tabanı Yönetim Sistemleri (*DBMS-Database Management Systems*) olarak da bilinen DBASE sistemleri, tablo formundaki yazılı bilgileri (Tabular data), depolayan ve işleyen sistemlerdir [4]. Günümüzdeki CBS’ler içlerinde bütünleşik olarak DBMS ve AM/FM sistemlerini barındırırlar.

CBS için yapılan bazı tanımlar şunlardır;

“CBS, belirli bir gaye ile yeryüzüne ait verilerin toplanması, depolanması, sorgulanması, transferi ve görüntülenmesi işlevlerini yerine getiren araçların tümüdür” [8].

“CBS, genel harita bilgilerini görüntülemeye yarayan bilgi yönetimi sisteminin bir şeklidir” [42].

“CBS, coğrafik bilgileri bir bilgisayar ortamında depolayan ve analiz eden bir araçtır” [43].

“CBS, konumsal veya coğrafik koordinatları referans alan ve bu veriler ile çalışmayı dizayn eden bir bilgi sistemidir” [44].

“CBS, yeryüzü referanslı verileri toplayan, depolayan, kontrol eden, işleyen, analiz eden ve görüntüleyen bir sistemdir” [45].

“CBS, konuma dayalı gözlem ve ölçmeler neticesinde elde edilen grafik ve grafik-olmayan verileri bir bütün içerisinde işleyerek, doğru karar vermeye yardımcı olan teknolojik bir araçtır” [4].

“Konumsal Bilgi Sistemi (KBS), planlama ve yönetimin kullanımı için tasarlanan ve yeryüzündeki konumu belirli verilerin modellenmesi, işlenmesi, analizi ve kullanım amacına göre sunulması, kısaca yönetimini kapsayan donanım, yazılım ve yöntemlerin bütünüdür” [9].

“Bazı yönetsel istekler için bilgi üretmek amacıyla düzenlenmiş prosedürlerin bütünlüğü içinde, insan ve teknik kaynakların bir kombinasyonu...[yönetim anlamında düşünüldüğünde]...kesin olarak algılanan objelerin desteğinde karar verme bilimi ve sanatı” [6].

Bir CBS seçimi, basit bir donanım-yazılım satın alma sorunu değildir...CBS yaklaşımı bilgi hakkında yeni bir düşünme yöntemi gerektirir [11].

CBS’yi diğer bilgi sistemlerinden ayırmak ve tanımlamak için 4 temel yaklaşım olduğu ileri sürülmektedir [5];

- İşleme yada fonksiyona yönelim
- Uygulama (aplikasyon)
- Toolbox (teknoloji)
- Veri tabanı

İşleme yönelim yaklaşımında, önemli olan CBS'nin veri elde etme ve işleme yeteneğidir. *Uygulama* yaklaşımı, bilgi sistemlerini, problemi oluşturan-araştırma yapılan konulara göre sınıflandırmaktadır (örneğin; sağlık, bankacılık ve taşımacılık bilgi sistemleri gibi). *Toolbox* yaklaşımı, CBS'nin jenerik (geleneksel) yüzüdür. Bu yaklaşım, şüphesiz ki, pazar paylarını maximize etmeye çalışan CBS satıcıları tarafından kullanılmaktadır. *Veri tabanı* yaklaşımı, muhtemelen, CBS üzerinde veri tabanı teorisi ve pratiğinin etkisinin çok olmasından dolayı en çok kullanılan ve bilinendir. Bütün bu 4 yaklaşıma ek olarak, bir çok yazar CBS'nin bir *karar-destek sistemi* olduğuna işaret etmektedir [5]. Genel anlamda CBS, çevremizdeki fenomenlere yönelik vereceğimiz kararlarda, doğruluğu artırır (Şekil 2).



Şekil 2: Arazi Bilgi Yönetimi Döngüsü [10].

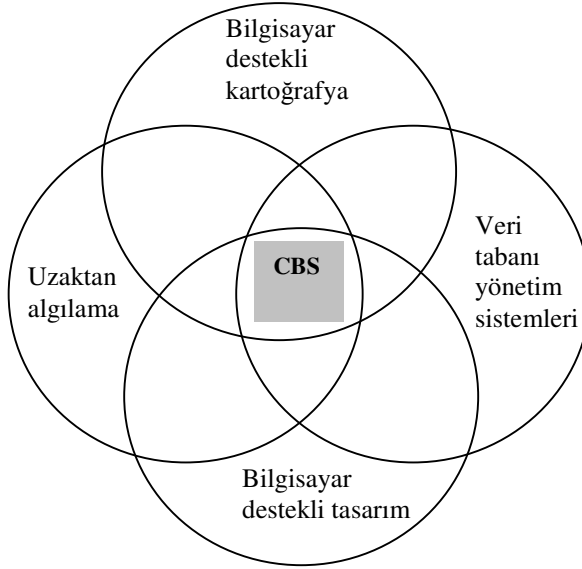
CBS teknolojisi, günümüzde, ziraat faaliyetlerinde, kentsel ve kırsal alanların planlanmasında, ormancılıkta, yabani hayatın korunmasında, arkeolojide, jeolojide, yerel idarelerin kentsel aktivitelerinde, ekolojik ve atmosferik olayların incelenmesinde, kadastral hizmetlerin yerine getirilmesinde ve sayamayacağımız kadar bir çok iş kolunda kullanılmaktadır. Burada gözlenen CBS'nin tek bir mesleki disipline ait olmayıp, multi-disipliner bir kavram olduğudur. Ancak gözden kaçırılmaması gereken bir diğer nokta ise; adından da anlaşılabilceği gibi coğrafi verilerin bu teknolojinin temel taşı olduğu ve de coğrafi (konumsal) verilerin toplanması ve diğer disiplinlere sunumu işinin haritacılık iş kolunun temel görevi olduğudur.

1.2.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Diğer Bilgi Sistemleri

Bir çok CBS uzmanı, CBS'nin gelişimi ile bazı veri toplama ve işleme tekniklerinin gelişimi arasında bir bağlantı olduğunu öne sürmektedir. Örneğin; D.J. Magure [5], CBS'nin bu kadar hızlı gelişmesinin, aşağıdaki bilgi sistemlerinin gelişmesine bağlı olduğunu öne sürmektedir:

- bilgisayar destekli tasarım
- bilgisayar destekli kartoğrafya
- veri tabanı yönetim sistemleri
- uzaktan algılama

Yukarıda bahsedilen sistemlerin bazı özellikleri, CBS'de toplanmış sonuçta; disiplinler arası bir teknik ortaya çıkmıştır. Ancak, bu sistemlerin hiç birinde olmayıp da yalnız CBS'de olan bir özellik vardır ki; o da *coğrafi analiz* yeteneğidir. Bahsedilen sistemlerle, CBS arasındaki ilişki Şekil 3'de daha iyi anlaşılmaktadır.



Şekil 3: CBS, bilgisayar destekli tasarım, bilgisayar destekli kartoğrafya, veri tabanı yönetim sistemleri ve uzaktan algılama bilgi sistemleri arasındaki ilişki [5].

Bu sistemlerin hepsinin CBS ile bir çok ortak özelliği vardır, çünkü, CBS, bu sistemlerin evrimlerini tamamlamalarıyla ortaya çıkmıştır ve bir çok yönüyle bu sistemlerden esinlenmiştir. Yine de, CBS, bahsedilen bu sistemlerde olmayan bir çok

yeteneğe sahiptir. CBS'nin en önemli özelliği, *analitik operasyonları* (işlemleri) gerçekleştirebilme yeteneğidir [5].

Bilgisayarların konumsal analizlerde ve haritacılıkta kullanılmasının tarihçesi, birbirleriyle ilişkili değişik alanlardaki; otomatik veri toplama, veri analizi ve sunumu çalışmalarındaki gelişmelerin paralellik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu alanlar; kadastral ve topoğrafik harita üretimi, tematik kartoğrafya, sivil mühendislik, coğrafya, konumsal değişimlerin matematiksel uygulamaları, toprak bilimi, yersel ölçmeler ve fotogrametri, kentsel ve kırsal arazi planlaması, altyapı hizmetleri, uzaktan algılama ve görüntü analizi çalışmalarıdır. Askeri uygulamalar da, burada bahsedilen disiplinlerin bazılarını kapsamaktadır. Değişik alanlardaki değişik uygulamalar için, değişik mesleki jargonlar (*bir bilim dalına ait kelimeler*) ve veri-emek tekrarı ortaya çıkmaktadır. İlk bakışta ayrı görünen aslında birbiri ile ilişkili olan bu alanlardaki, emek-veri tekrarı sorunu, günümüzde, teknik ve kavramsal problemlerin çözülebilmesi için, içinde değişik konumsal veri işleme yöntemlerini barındıran genel amaçlı coğrafi bilgi sistemleri ile çözülmektedir (Şekil 4). Bu mesleki disiplinlerin hepsi, aynı işlem sırasını takip etmektedirler; özel amaçlarını etkili bir şekilde yerine getirebilecek bir araç geliştirebilmek için gerçek dünyaya ait konumsal bilgilerin toplanması, depolanması, istenilen formatta erişimin sağlanması ve sunulması. Bu bahsedilen araç, bir “Coğrafi Bilgi Sistemi”ni meydana getirir [8].

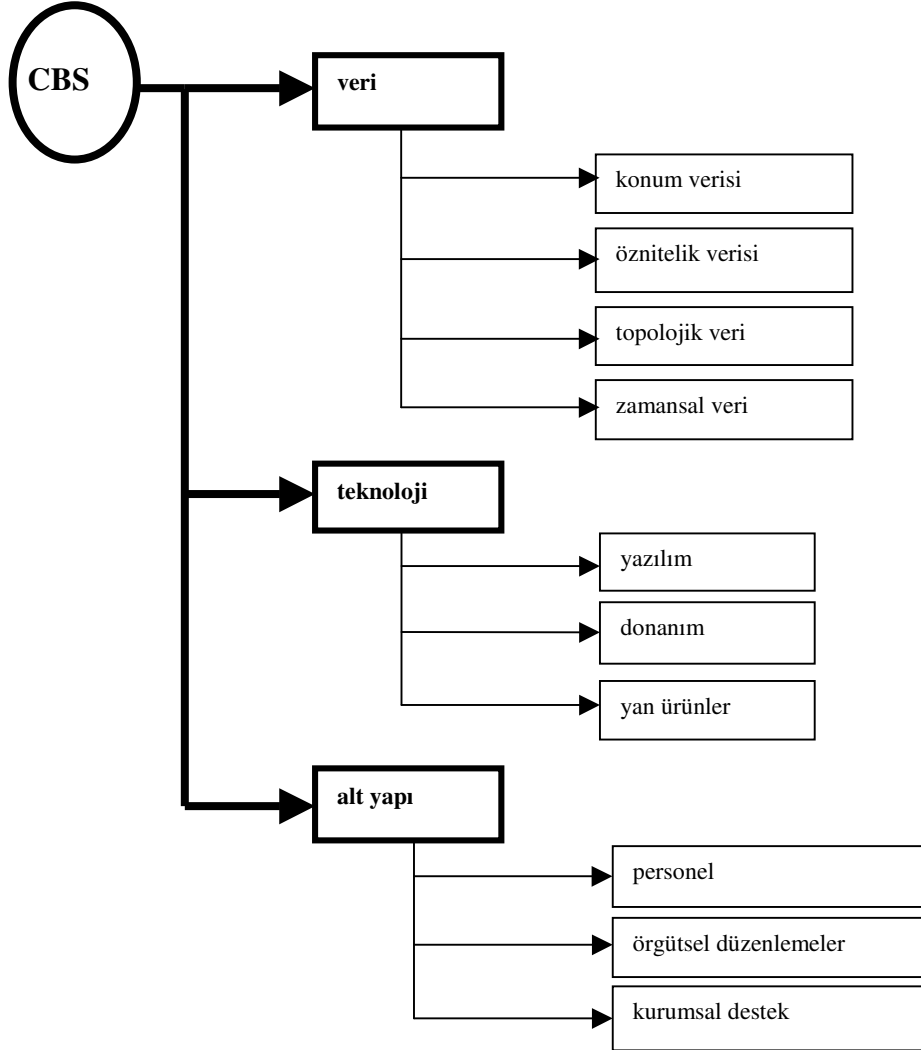


Şekil 4: CBS, bir çok ayrı konumsal veri işleme disiplinlerinin ortak gelişiminin birleşiminin sonucudur [8].

1.2.4. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Bileşenleri

CBS'nin bileşenleri, değişik CBS uzmanlarınca değişik tanımlanmaktadır. Bir çok CBS uzmanı, kendi bakış açıları doğrultusunda, konuyu; organizasyonel-insan kaynakları veya teknoloji boyutuyla ele almıştır.

En genel anlatımla CBS'nin 3 temel bileşeni vardır: teknoloji, veri ve altyapı (Şekil 5).

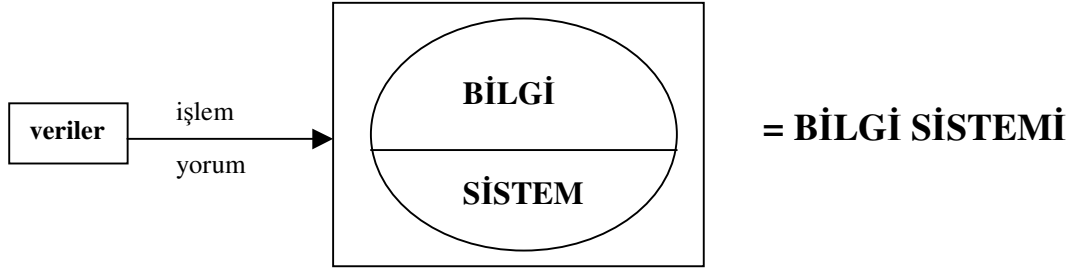


Şekil 5: CBS'nin bileşenleri

1.2.4.1. Veri

Veri, Coğrafi Bilgi Sistemlerinin en temel bileşenidir. Çünkü sistemin mevcudiyeti ve geleceği bu temelin üzerine oturtulmuştur. İlgilenilen veri kitlesi konuya yönelik olarak, ne kadar doğru ve ne kadar duyarlı ise, yapılan çalışma da o kadar gerçeğe yaklaşacaktır.

Bilgi, verilerin işlenmiş ve sistemler tarafından kullanılabilir hale getirilmiş şeklidir. Bilgi ve veri arasında çok sıkı bir bağ vardır (Şekil 6). Bir mesleki disipline veri olarak algılanan şeyler, başka bir mesleki disipline bilgi olarak algılanabilir.



Şekil 6: Veri ve bilgi arasındaki ilişki [18].

Bir coğrafi varlığa ait bilgi, 4 temel bileşene sahiptir: varlığın coğrafi konumu, varlığın öznitelik bilgileri, varlığın konumsal ilişkileri (topolojisi) ve zaman. Daha basit olarak bu 4 bileşen şu soruların yanıtıdır:

- Varlık nerededir?
- Varlık nedir?
- Varlığın diğer konumsal varlıklarla olan ilişkisi nedir?
- Varlık veya durum ne zaman ortaya çıkmıştır?

a) Konum Verisi

Coğrafi bilgi sistemlerinin en önemli verisidir. Konum verisi, fenomenin, seçilen global veya lokal bir koordinat sistemine göre dünya üzerinde nerede olduğunun belirlenmesidir. CBS’de, genellikle, konum bilgisi; seçilen uluslar arası bir datumda (elipsoid) ve bir projeksiyon sisteminde 3 boyutlu olarak tarif edilir. Bir çok CBS yazılımı, uluslar arası tüm datum ve projeksiyonları desteklemektedir. Konum bilgisi, CBS yazılımlarında, bilgisayar destekli çizim modülleri ile işlenirler.

b) Öznitelik Verisi

Öznitelik verisine zaman zaman; konumsal olmayan veri veya sözel veri de denmektedir. Öznitelik verisi, varlığın konum bilgisi dışındaki bilgileridir ve varlığın gerçek dünyadaki görüntüsünün tarifidir. Örneğin; bir parselin maliklerinin kim olduğu,

vasfının ne olduğu, üzerindeki irtifak hakları, ada/parsel numarası, vb. CBS’lerde öznitelik verileri, bir veri tabanı yönetim sistemi ile yönetilirler.

c) Konumsal İlişki (Topoloji) Verisi

Varlıkların birbiri ile olan komşuluk, sağında-solunda olma durumları, yakınlıkları gibi metrik olmayan ilişkileri; analiz ve sorgulamalarda büyük önem taşır. İnsan haritaya baktığında; buradaki bir derenin hangi köylerin içinden geçtiğini kolayca anlayabilir. Ancak, aynı haritayı sayısallaştırdığımızda, bu harita içindeki varlıkların topolojik bilgilerini de bilgisayara öğretmemiz gerekir. Aksi takdirde yapacağımız çalışma, bilgisayar destekli kartoğrafya uygulamasından ileri gidemez. Bu bağlamda topolojinin, CBS’de önemli bir yeri vardır.

Sokağın köşesinde durup haritaya bakarak, birbirleriyle kesişen sokakları ve birbirleriyle komşu olan parselleri belirlemek oldukça kolaydır. Bilgisayar bu ilişkileri, topoloji aracılığıyla “görür”. Topoloji, konumsal ilişkileri kesin bir şekilde tanımlar. Uygulamadaki prensipler aslında çok basittir; konumsal ilişkiler bir liste halinde saklanır (örneğin; bir poligonu oluşturan çizgilerin listesi olarak tanımlanır). Topolojik ilişkileri oluşturup, saklamak bir çok yarar sağlar. Veri, verimli bir şekilde depolanır, çok büyük veri kitleleri bile hızlı bir şekilde işlenebilir. Topoloji analitik fonksiyonların gerçekleştirilmesini sağlar [12].

Topolojik veri yapısının kullanılmasındaki ilk öncü girişim, 1967 yılında Corbett ve Birleşik Devletler Nüfus İdaresi’nde (U.S. Bureau of the Census) çalışan arkadaşları tarafından geliştirilen DIME (Dual Independent Map Encoding) dosya sistemidir [13].

GBF/DIME (Geographic Base Files/DIME) diye adlandırılan bu sistem 1970 yılından beri kullanımdadır. GBF/DIME dosyaları, topolojileri kurulmuş dosyalardır. 1980 yılına kadar, Amerika Birleşik Devletleri’ndeki 350 civarındaki yerleşimin DIME dosyaları hazırlandı. Bu dosyalardaki konumsal veriler; sokak ağını, sokak adreslerini, idari sınırları ve başlıca hidrografik varlıkları içermekteydi. 1990 yılı nüfus sayımına yaklaşılrken, Nüfus İdaresi, GBF/DIME sisteminin yerine gelmek üzere, TIGER (Topologically Integrated Geographic Encoding and Referencing) sistemini geliştirdi. TIGER dosyaları, GBF/DIME dosyalarının yetersizliğinden kaynaklanan bir çok sorunu çözmüştür [14].

d) Zamansal Veri

Coğrafi bilgi, zamandaki veya belirli bir zaman dilimindeki bir noktaya göre tanımlanabilir. Coğrafi verinin toplanma zamanının bilinmesi, bu verinin kullanılma sürecinde çok önemli olabilir. Bir arazinin üzerinde ağaçların olduğunu düşünelim, başka bir yıl bu ağaçların hepsi kesilmiş olabilir. Bir kentsel alan, 20 yıldır, konut alanı olarak kullanıla gelirken ticari alana çevrilebilir. Zirai ürünler, belirli zamanlarda yetişirler. Dünya'nın bazı bölgelerinde, farklı ürünler, aynı alanlarda, farklı zamanlarda yetiştirilmektedirler. Bu örneklerden de anlaşılabileceği gibi, ürünlerle ilgili verilerin toplandığı zamanın bilinmesi önemlidir.

Tarihi bilgi, CBS veri tabanının önemli bir bileşenidir. Coğrafi bir konumun, daha önceki durumunun bilinmesi, çok kullanışlı olabilir. Bir CBS'de zamanın ifade edilmesi, karmaşık ve zordur [14].

1.2.4.1.1. Veri Modeli

Veri Modeli gerçeğin bir algısı, onun bir modelidir. Bir veri tabanı tasarımında, veri tabanının konusunu oluşturan fenomenin böyle bir modelinin tanımlanmasında veri modellerinden yararlanılır [15]. Elmasri ve Navathe, 1989 yılında veri modelinin tanımını şöyle yapmışlardır; “veri tabanı yapısını tanımlamada kullanılan kavramlar ve kurallar bütünü”.

Veri modeli kavramı, aslında çok geniştir, bir çok mesleki disipline çalışma konusu olmuştur. Veri modelleri, haritacılık mesleğine *konumsal veri modelleri* olarak girmiştir. Bu bölümde önce genel amaçlı veri modelleri, kısaca anlatılacak, daha sonra da konumsal veri modelleri konusu ele alınacaktır.

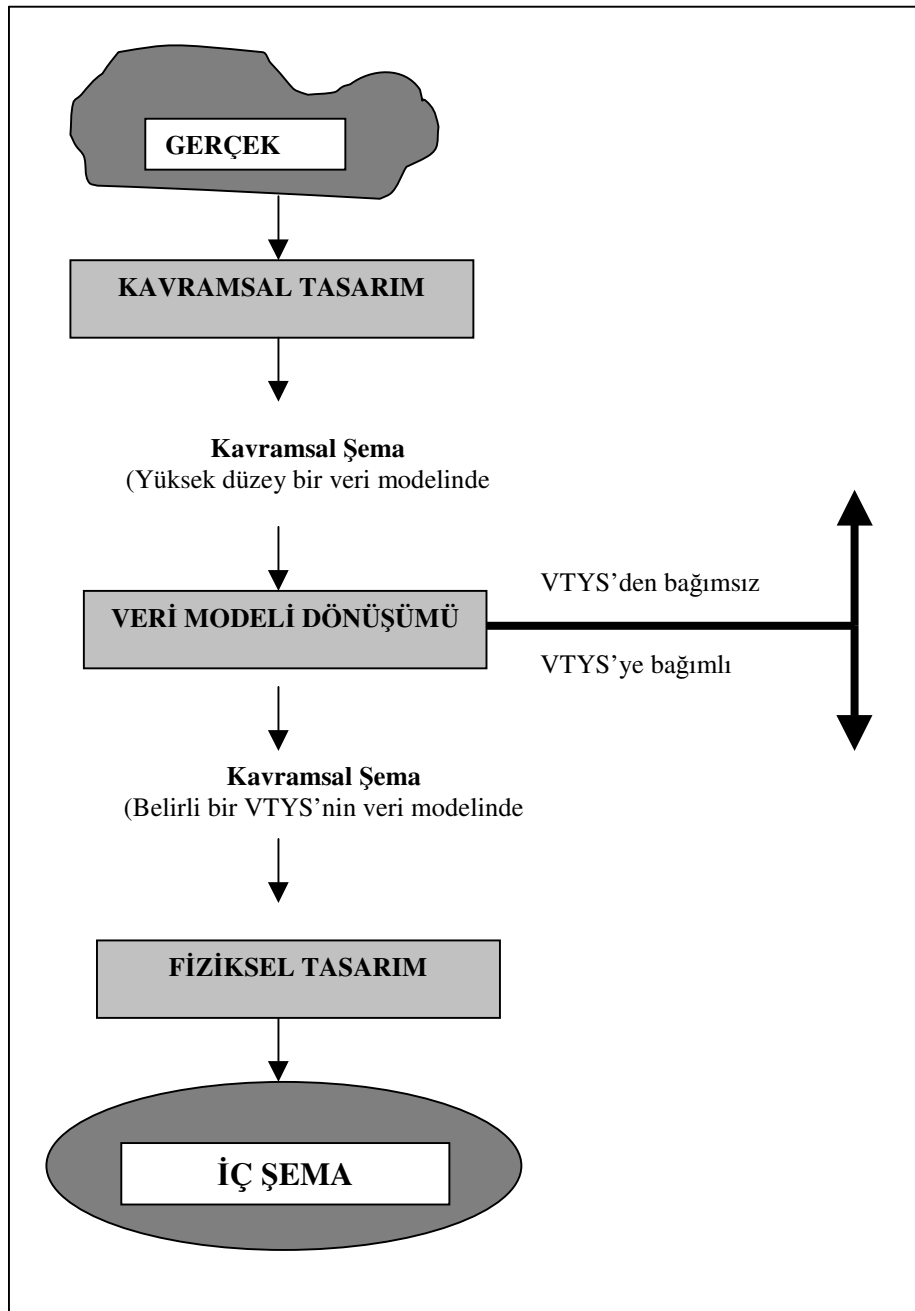
1.2.4.1.1.1. Genel Amaçlı Veri Modelleri

Bir veri modeli gerçeğin belirli bir perspektifte soyutlanarak algılanmasının yapılması ve bu algılamının tek anlamlı olarak tanımlanması için birtakım kavram ve kurallar sağlar [16]. Geleneksel veri tabanı tasarımı, kavramsal düzeyden fiziksel düzeye doğrudur [46] (Şekil 7). Kavramsal tasarımda, gereksinimlere göre kavramsal şema belirlenir. Kavramsal şema tanımlamada, kavramsal ya da mantıksal veri modelleri

kullanılabilir [16]. Kavramsal tasarım, veri tabanının oluşturulacağı platformdan (yazılım veya donanım) bağımsızdır.

Bu bağlamda; geleneksel bir veri tabanı tasarımında 3 işlem adımı vardır:

- a) *Kavramsal Veri Tabanı (conceptual model) Tasarımı*
- b) *Gerçekleştirim Veri Tabanı (logical model) Tasarımı*
- c) *Fiziksel Veri Tabanı (physical model) Tasarımı*



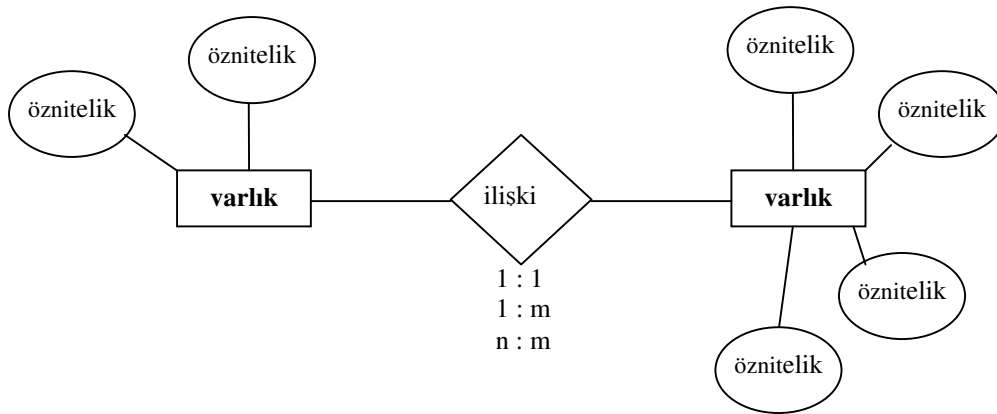
Şekil 7: Veri tabanı tasarımı [16]

a) Kavramsal Veri Modelleri

Kavramsal veri modelleri, yüksek-düzeyle veri modelleri olarak bilinirler. Gerçeğin yüksek bir düzeyde, herhangi bir yazılım ya da donanımdan bağımsız olarak tanımlanması için bir dizi kavram ve kurallar içerirler. Kavramsal bir veri modelinin anlatım gücü, içerdiği kavramlarla sınırlıdır. Kavram zenginliği arttıkça gerçeğin olduğuna ya da algılandığına en yakın bir biçimde tanımlanması olasılığı da artacaktır [16].

Bu güne kadar en çok kullanılan, kavramsal veri modeli *Varlık-İlişki (Vİ) Modelidir* (Entity-relationship model) ve bu model ilk defa, 1976 yılında Chen tarafından, ileri sürülmüştür.

Vİ modelinin temelinde 3 kavram vardır; *varlık*, varlıkların *öznitelikleri* ve varlıklar arasındaki *ilişkiler*. Varlıklar tek başına bir varoluş ifade eden şeylerdir [17]. Çevremizdeki varlıkların ya da durumların, kendilerini tanımlayıcı öznitelikleri vardır. Örneğin; bir PARSEL varlığının öznitelikleri, parselin ada/parsel numarası, cinsi, üzerindeki mülkiyet, irtifak, gayrimenkul mükellefiyeti ve rehin hakları gibi. Varlıkların birbirleriyle aralarında değişik ilişki tipleri vardır. Örneğin; bir PARSELe birden çok MALİKin sahip olması ya da birden çok MALİKin bir PARSELe sahip olması veya da bir PARSELe bir MALİKin sahip olması durumları gibi. Vİ modelinde bu ilişkiler; 1:1, 1:M, M:N şeklinde sınıflandırılmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8: Varlık-İlişki Modeli

Bir veri tabanı tasarımında yapılması gereken ilk iş; herhangi bir kavramsal veri modeline göre, kavramsal bir şemanın hazırlanması işidir.

b) Gerçekleştirim Veri Modelleri

Gerçekleştirim veri modelleri, kavramsal veri modellerine göre, veri tabanının fiziksel yapısına daha yakındırlar. Kavramsal veri modelinde tanımlanan şema, burada bir veri tabanı yönetim sisteminin üzerine oturtulur ve kullanılacak olan veri tabanı yönetim sistemine karar verilir. İlk gerçekleştirim veri modeli, 1960'lı yıllarda ortaya atılan Hiyerarşik veri modelidir. 3 tür gerçekleştirim veri modeli vardır:

1. *hiyerarşik veri modeli* (hierarchical model)
2. *ağ veri modeli* (network model)
3. *ilişkisel veri modeli* (relational model)

Günümüzde en çok kullanılan gerçekleştirim veri modeli; ilişkisel veri modelidir. En çok bilinen ilişkisel veri tabanı yönetim sistemleri; INGRES, ORACLE, DBASE'dir. Hiyerarşik, ağ ve ilişkisel veri modelleri günümüzde bir çok çalışmaya konu olduğu ve genel hatları ile bilindikleri için burada detayları ile anlatılmayacaktır.

c) Fiziksel Veri Modelleri

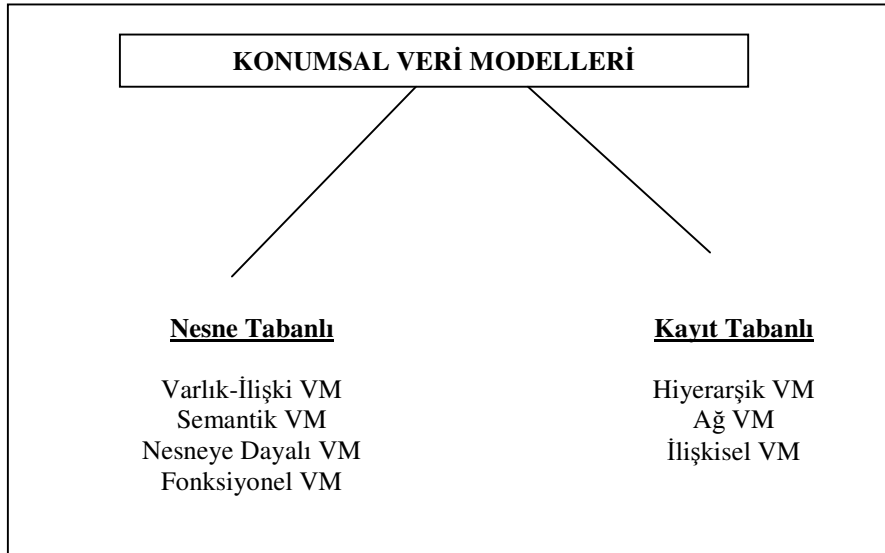
Fiziksel veri tabanı tasarımında, verinin veri tabanında fiziksel olarak depolanması için kullanılacak dosya yapıları ile veri tabanına giriş yol ve yöntemleri belirlenir. Fiziksel tasarım sonunda elde edilen iç şema seçilen fiziksel modele göre dosya, kayıt, ve kayıt alanlarının nasıl organize edildiğini ve birbirleriyle nasıl ilişkili olduğunu ve veriye giriş yollarını gösterir [16].

Fiziksel veri tabanı tasarımındaki amaç; nasıl iyi bir performans elde edilebileceği ve bilgisayar kaynaklarının nasıl en iyi şekilde kullanılabileceği sorularına yanıt aramaktır. Burada bir örnek verilecek olursa; bir parsel MALİKİNİN adının fiziksel kayıt alanında kaç byte alan kaplayacağına ve hangi tipte (character ya da integer) saklanacağına, fiziksel veri tabanı tasarımında karar verilir.

1.2.4.1.1.2. Konumsal Veri Modelleri

Konumsal veri, karmaşık veri tipleri ve karmaşık ilişkiler içermektedir. Bu durumda karmaşık verinin basit yapıları kayıtlar üzerine aktarılmasında sorunlar yaşanmakta, “anlam kayıpları” ortaya çıkmakta ve gerçek ancak bir takım anlamsal kayıplarla veri tabanında temsil edilebilmektedir. Bir sorun, değişik uzunluktaki (x,y olarak) çizgilerin, sabit uzunluklu kayıtlara aktarılmasıdır. Anlamsal kayıplar açısından, yitirilen anlamın

uygulama programlarında, bir şekilde yeniden kazanılması gerekmekte, bu da uygulama programlarının ve programcının yükünü çok önemli ölçüde artırmakta ve verimsizliğe yol açmaktadır. Örnek olarak, “SINIRLI” ilişki tipinin veri modelinde tanımlı olmaması nedeniyle, bütün adaları ait oldukları göllerle listelemek isteyen bir programcı bunun için özel bir program geliştirmek durumundadır. Çözüm, veri modellerinin anlatım güçlerini artırmak ve böylece gerçeğin veri tabanında, algılandığına en yakın bir biçimde temsil edilebilmesini sağlamaktır. Bu amaçla, konumsal veri için bugüne kadar çok çeşitli *konumsal veri modelleri* geliştirilmiştir. Konumsal veri modelleri genel amaçlı veri modelleri üzerine yeni bir takım kavramlar ekleyerek onları anlamca daha zengin bir duruma getirirler. Konumsal veri modelleri kullandıkları genel amaçlı veri modellerine bağlı olarak, *kayıt tabanlı* ve *nesne tabanlı* olmak üzere iki ayrı grupta düşünülebilir [16].



Şekil 9: Konumsal veri modellerinin, kullanılabilecekleri genel amaçlı veri modellerine göre bir sınıflaması [16].

Nesne tabanlı modeller, kayıt-tabanlı modellerden daha yüksek bir seviyede şema tanımlamayı mümkün kılarlar. Veri tabanının konusunu oluşturan fenomen, kendilerine ait konumsal ve konumsal olmayan öznitelikleri ve birbirleriyle ilişkileri olan çeşitli “nesne”lerin bir koleksiyonu olarak görülür. Yani temel modelleme elemanı nesnedir. Semantik veri modelleme alanındaki çalışmaların bir sonucu olarak, son zamanlarda geliştirilen modeller genellikle nesne tabanlı modellerdir [15].

Nesne tabanlı veri modelleri, kayıt tabanlı veri modellerinden daha yüksek bir düzeyde tanımlanırlar. Burada önemli olan varlıkların öznitelikleri ve birbirleriyle olan ilişkileridir. Nesne tabanlı modellere; “*detay-tabanlı*”, “*varlık-tabanlı*” gibi isimler de

verilmiştir. Son yıllarda en çok göze çarpan nesne tabanlı modeller; varlık-ilişki veri modeli ve nesneye dayalı veri modelidir.

Kayıt tabanlı modellerde, nesne tabanlı modellerde tanımlandığı şekliyle bir “nesne” kavramı mevcut değildir. Onun yerine gerçek dünya sıfır, bir ve iki boyutlu temel geometrik elemanlar (nokta, çizgi, poligon) yardımıyla modellenir. Bu geometrik elemanların birbirleriyle olan konumsal ilişkileri topolojik olarak tanımlanır. Ayrıca, bu geometrik elemanlar veri tabanında, gerçekte neyi temsil ettiklerine dair öznitelik bilgileri ile ilişkilendirilirler. Genellikle veri tabanı, öznitelik bilgilerine göre düzenlenmiş “katman”lar halinde organize edilir [15]. Bu yüzden bazen, kayıt tabanlı veri modellerine “katman-tabanlı” da denilmektedir. Günümüzde en çok kullanılan kayıt tabanlı veri modeli; ilişkisel veri modelidir.

Konumsal veri tabanı tasarımında çoğu zaman; nesne tabanlı ve kayıt tabanlı veri modelleri birlikte kullanılır. Öncelikle, yüksek düzeyli kavramsal bir tasarım yapmak için nesne tabanlı bir veri modeli kullanılır. Bundan sonra kayıt tabanlı bir veri modeli tasarımı yapılır.

1.2.4.1.2. Konumsal Veri Yapıları

Konumsal veri yapıları kavramı, konumsal veri tabanının fiziksel tasarımı ile ilgili bir kavramdır. Yani hangi konumsal veri yapılarının kullanılacağına karar verme işlemi, fiziksel veri tabanı tasarımı esnasında yapılmaktadır.

Konumsal veri yapısı, bir coğrafi varlığın, veri tabanındaki, fiziksel saklama ve gösterim tekniğidir. Kısaca, varlığın, veri tabanındaki örneklenme tekniğidir de denilebilir. Aslında, konumsal veri yapısı, bilgisayarda, şekilleri temsil etmede kullanılan bir yaklaşımdır.

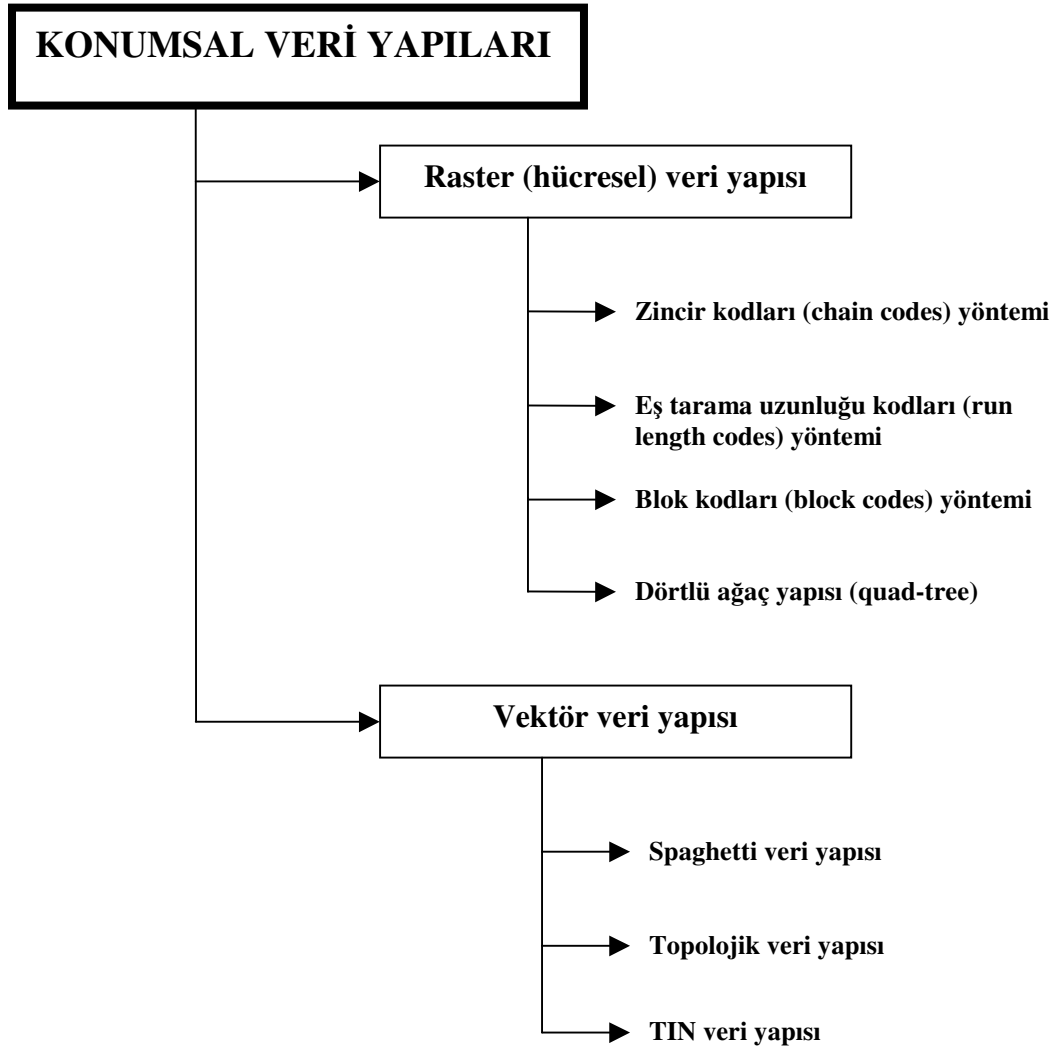
Geleneksel olarak 2 değişik tür konumsal veri yapısı vardır; *raster* ve *vektör* veri yapıları (Şekil 10).

Vektörel veri yapısı türlerine, bazen *TIN* (Triangulation irregular network) veri yapısı da eklenmektedir. Çünkü *TIN*, yüzey verilerinin temsilinde kullanılan, vektör tabanlı topolojik bir veri modelidir [14]. Bu bölümde *TIN*, bu bağlamda ele alınacaktır.

1.2.4.1.2.1. Vektörel Veri Yapıları

Vektörel veri yapılarında, varlıklar; nokta (0 boyutlu), çizgi (1 boyutlu), ya da poligon (2 boyutlu) şeklinde ifade edilir. Bu durumda, varlıklar bilgisayar ortamında; eğer nokta iseler tek bir koordinat çifti şeklinde, eğer çizgi iseler bir koordinat çifti dizisi (vektörü) şeklinde, ve eğer alan iseler bu alanın çevresini oluşturan kapalı poligon yine bir koordinat çifti dizisi (vektörü) şeklinde ifade edileceklerdir.

Vektörel veri yapılarının kullanılmasının en önemli avantajı; bu veri yapısıyla, jeodezik hesaplamaların çok kolay bir şekilde yapılabilmesidir.



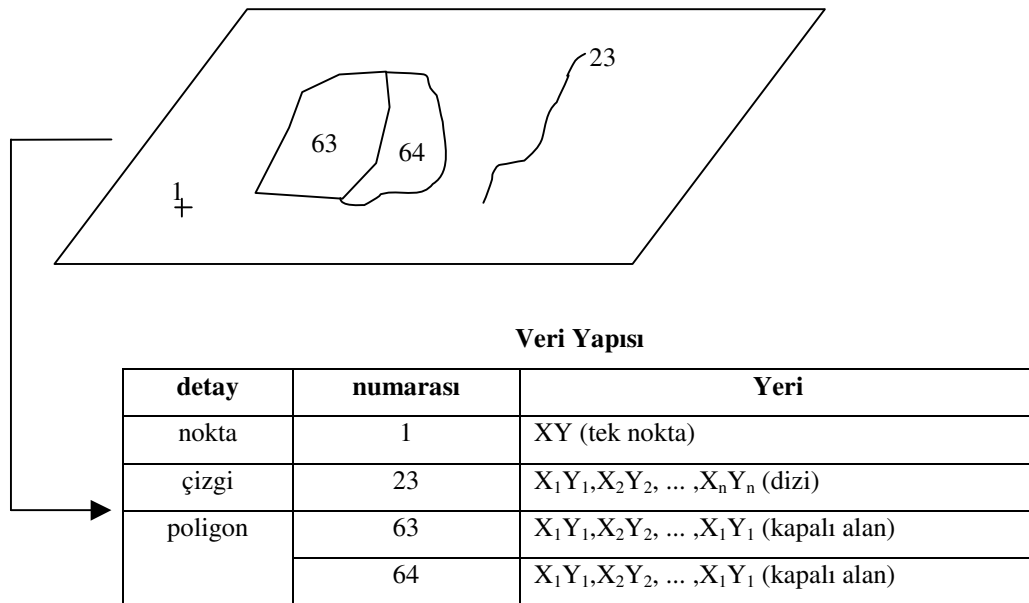
Şekil 10: Konumsal veri yapıları

a) Spaghetti Veri Yapısı

Spaghetti veri yapısı Şekil 11’de gösterilmiştir. Bu veri yapısında, varlıklar; nokta, çizgi ve kapalı alan şekillerinden birine benzetilerek, bilgisayarda depolanır ve sunulur. Nokta varlıklar ya da detaylar tek bir XY koordinat çifti şeklinde ifade edilirken çizgi ya da poligonlar bir XY koordinat çifti serisi şeklinde ifade edilir. Bu veri yapısında detaylar ya da varlıklar, sınıflarına göre kodlandırılabilirler (Şekil 11).

Ortak sınırlar, bu yapıda, iki defa kaydedilir. Bu yüzden bütünsel bir depolama veya gösterim şekli değildir, kayıt veya gösterim, varlık bazında yapılır. Bu yüzden, *spaghetti yapı* denmektedir. Bütün detayların, koordinat çiftleri ve detay kodları kaydedilirken; bu detaylar arasındaki komşuluk, sağda-solda olma durumu, içinde-dışında olma durumu gibi konumsal ilişkiler (topolojik ilişkiler) kaydedilmez. Örneğin; iki varlık arasında komşuluk ilişkisi olup olmadığının araştırılması istendiğinde, bilgisayardan anında bir yanıt alınamaz. Bu durum spaghetti veri yapıları ile topolojik veri yapıları arasındaki en belirgin farktır [14].

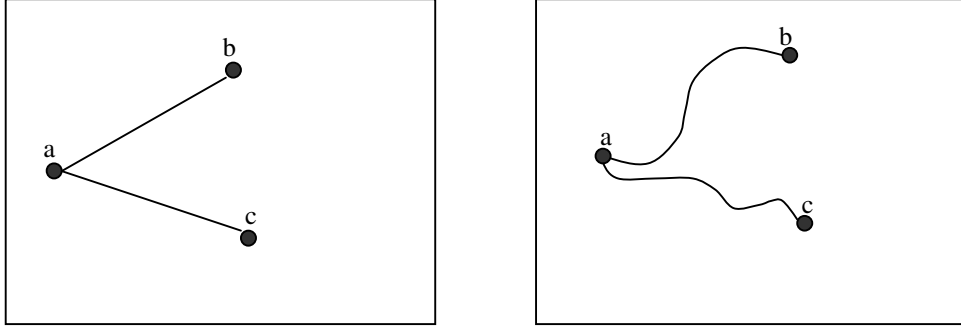
Spaghetti model, herhangi bir konumsal ilişkinin hesaplama sonrasında elde edilmesi gerektiğinden, bir çok konumsal analizin gerçekleştirilmesinde yetersiz kalmaktadır. Ancak, sayısal harita çoğaltılmasında etkin bir modeldir, çünkü, çizim işlemi için gerekmeyen bilgiler, örneğin konumsal ilişkiler, depolanmamaktadır [47].



Şekil 11: Spaghetti veri yapısı [7].

b) Topolojik Veri Yapısı

Topoloji, varlıkların metrik özelliklerinden çok birbirleriyle olan konumsal ilişkileri ile ilgilenen bir matematik dalıdır. Topolojide 2 temel element vardır; düğüm noktaları (nodes) ve çizgiler (arcs).



Şekil 12: Topolojik olarak eşit iki şekil [20].

Topolojinin temelinde, bir matematik teorisi olan; “*graph theory*”si (grafik teorisi) vardır. Grafik teorisine göre, detaylar 2 setin birleşiminden oluşur; *düğüm noktaları seti* ve *çizgiler seti*. Düğüm noktaları seti sınırlı sayıda eleman içerir ve boş olamaz yani en az bir elemana sahip olması gerekir. Çizgiler seti ise sınırsız sayıda elemana sahip olabilir ve de boş olabilir yani hiç elemanı olmayabilir. Ancak çizgiler seti eğer bir elemana sahip ise bu eleman, düğüm noktaları setinin 2 elemanından meydana gelmektedir [20]. Şekil 12’yi örnek verecek olursak:

$$\text{Düğüm noktaları seti} = \{a,b,c\}, \text{ çizgiler seti} = \{ (a,b),(b,c) \}$$

Topoloji şekillerin büyüklük ve biçim özellikleri ile değil, şekil bozulmaları karşısında değişmeden kalan özellikleri ile ilgilenir. Gerçi kartoğrafyada şekillerin bozulmasına (bazı transformasyonlar hariç) izin verilmez ama burada sözü edilen özellikler coğrafi verilerin yapılandırılmasında önemli katkılarda bulunabilir. Topolojinin bu katkıları şöyle özetlenebilir;

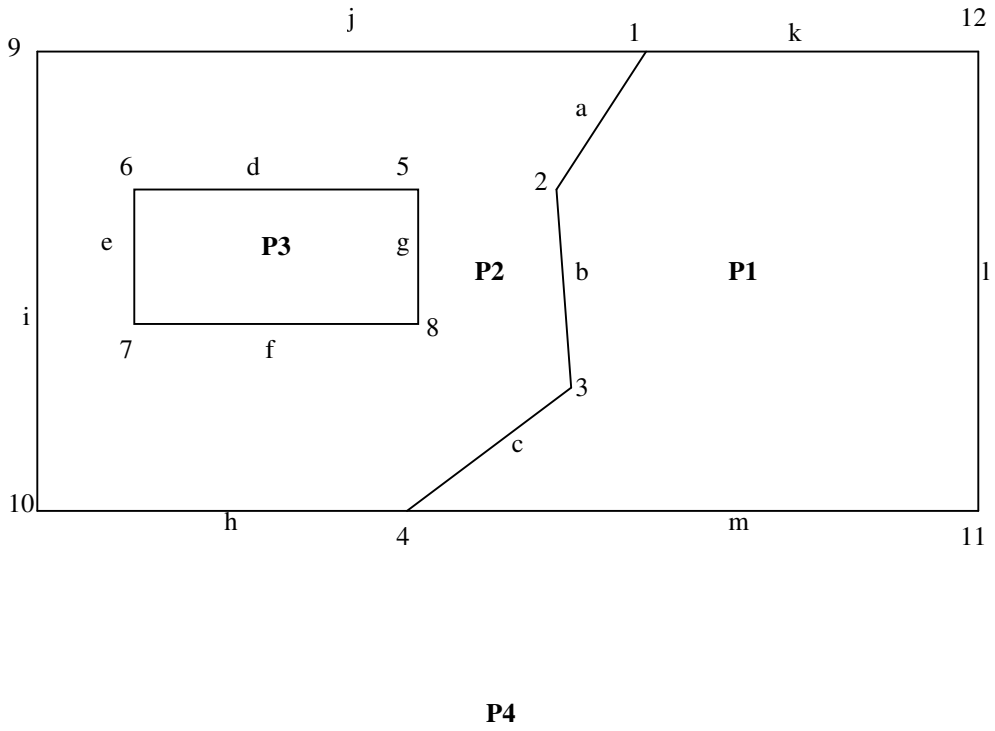
- (a) Daha hızlı veri seçebilmek üzere ilişkilerin (çakışıklık, komşuluk vb.) kolayca tanımlanmasına yardım eder.
- (b) Çakışıklık (detay tanımlarında aynı kenar veya aynı düğümün yer alması) bir kez tanımlandığında ortak çizginin bir yerde depolanması suretiyle fazla veriyi en aza indirir.
- (c) Geometrik veri boyunca navigasyona yardımcı olur.
- (d) Geometrik verinin kendi içinde tutarlı kalmasını sağlar [19].

Bir CBS yazılımında topolojiye gereksinimin en büyük nedeni, topoloji sayesinde komşuluk, doğrultu, kapsama vb. analizlerin koordinat bilgisine ihtiyaç duyulmadan yapılabilmesidir. Bu sebeplerden dolayı, günümüzde, topolojisi olmayan bir CBS yazılımı yoktur. Bilinen ilk topolojik veri yapısı DIME'dir. Daha sonra değişik topolojik veri yapıları ortaya çıkmıştır.

Burada, bilinen bazı topolojik veri yapılarını ayrıntılı bir şekilde göstermede yarar var. DIME (Dual Independent Map Encoding), CARIS (Computer Aided Resources Information System) ve ARC/INFO'nun topolojik yapılarının ayrıntılarına girilecek ancak ARC/INFO'nun topolojik veri yapısı bölüm 7.1.3.'de anlatılacaktır.

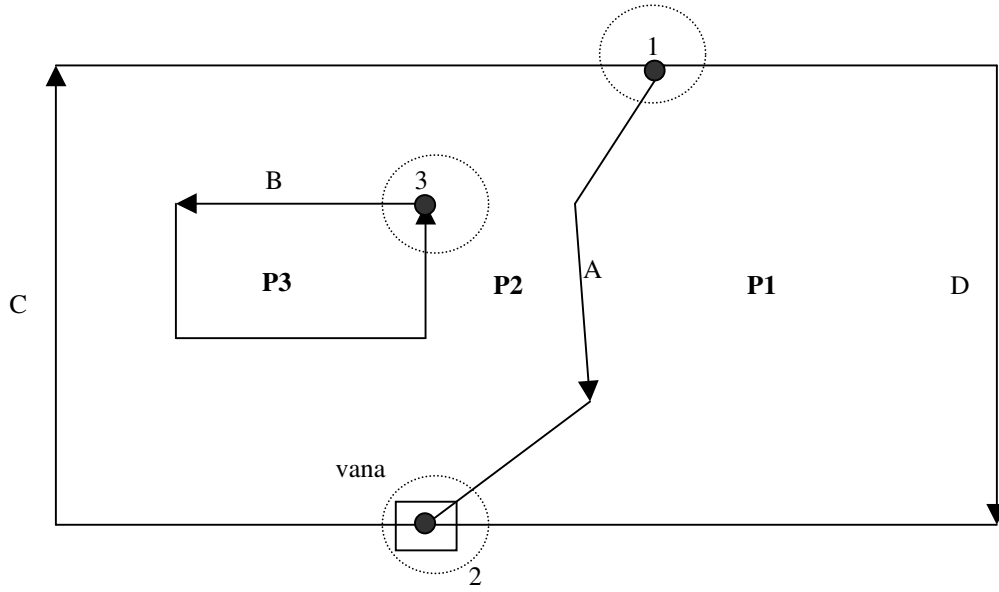
DIME'nin topolojik yapısında; poligon sınırları, bir noktadan başlayıp, diğerinde biten doğru çizgi parçalarıyla tanımlanır. Eğri çizgiler, doğru çizgi parçalarıyla temsil edilir. Bir sınırın sağ ve solundaki poligonlar belirtilir. DIME yapısında, bir kapalı alanın tüm komşularının belirlenmesi çok zaman alıcı olabilir. Doğru çizgi parçalarının kullanılması, nokta nolarının tekrarlanması nedeniyle, depolama alanı gereksinimini artırır. DIME, kentsel alanlarda adaların kodlanması için uygundur. Ancak, genel CBS uygulamaları için uygun değildir (Şekil 13) [24].

CARIS'de anlamlı noktalar; noktanın koordinatları ve üzerinde bulunduğu çizgi parçasının adıyla beraber kaydedilir. Çizgi parçasına, başında ve sonunda bağlanan çizgi parçaları gösterilir. Bu, bir noktadaki çizgi parçalarının saat ibresi ya da tersi yönde sıralanmasına göre yapılır. Poligon sınırı için, tek bir çizgi parçası tutulur, diğerleri istendiğinde bulunabilir (Şekil 14) [24].



Çizgi parçası	İlk nokta	Son nokta	Sol poligon	Sağ poligon
a	1	2	P1	P2
b	2	3	P1	P2
c	3	4	P1	P2
d	4	7	P3	P2
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.

Şekil 13: DIME topolojik veri yapısı [24].



P4			
Nokta	X	Y	Çizgi parçası
Vana	x	y	A

Çizgi parçası	İlk nokta	Son nokta	Başta sağdaki ilk çizgi parçası	Sonda soldaki ilk çizgi parçası	Sol poligon	Sağ poligon	Nokta
A	1	2	C	D	P1	P2	Vana
B	3	3	B	-B	P3	P2	-
C	2	1	A	-D	P4	P2	-
D	1	2	-A	-C	P4	P1	-

- (eksi) işaretleri; çizgi parçasının, diğer çizgi parçasının başlangıç noktasına birleştiğini göstermektedir.

Poligon	Çizgi parçası	'ye adadır
P1	A	-
P2	C	-
P3	B	P2

Şekil 14: CARIS topolojik veri yapısı [24].

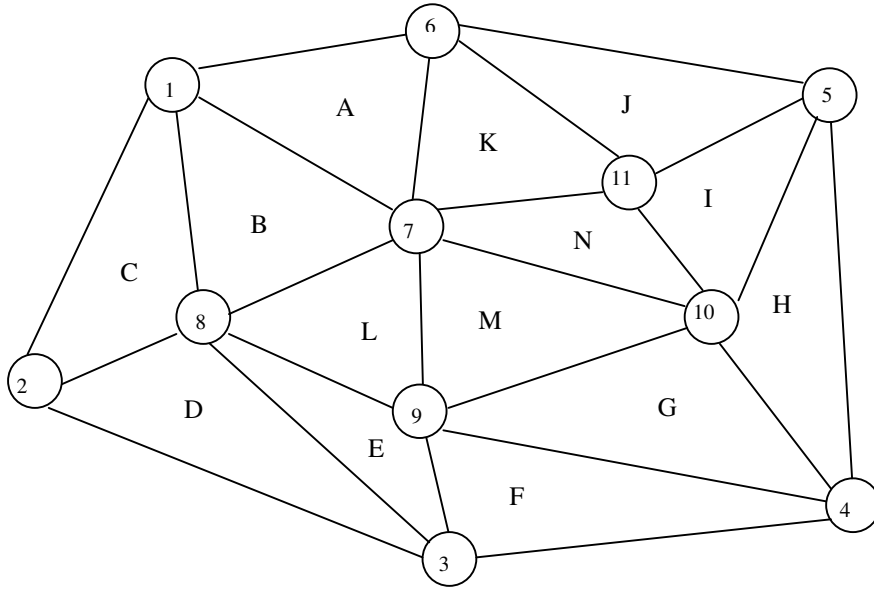
c) TIN Veri Yapısı

Süreklilik özelliği taşıyan yüzeylerin gösterimi için, raster modele alternatif olarak kullanılan yöntemdir. Genellikle coğrafik varlıkların 3.boyutunu tanımlama ve yüzey modelleme gibi uygulamalarda kullanılır. Herhangi bir coğrafik noktanın (x,y) ile tanımlanan yatay düzlemdeki koordinat değerine, z ile tanımlanan ve yüksekliği ifade eden bir 3.koordinat değeri eklenir. Dolayısıyla nokta tanımlamada (x,y,z) koordinat değerleri kullanılır. Triangulated Irregular Network (TIN) yaklaşımıyla, herhangi bir yüzeyi tanımlamak için, seri halde birbirine komşu üçgenler oluşturulur. Üçgenlerin şekilleri tamamen yüzey özelliğine bağlı olarak değişim gösterdiğinden, düzensiz üçgenlerden oluşan bir ağ meydana gelir ve bu ağa ilişkin topoloji düzenlenerek tüm analizlerin bu ağ topolojisiyle gerçekleşmesi sağlanır [18].

TIN veri yapısı, yüzeylerin gösterilmesinde, raster veri yapısının bazı dezavantajlarını ortadan kaldırmak için, vektörel model üzerinde yapılan bazı değişikliklerden ibarettir. TIN veri yapısının da kendisine özgü bir topolojisi vardır. Şekil 18'de ARC/INFO yazılımının, TIN topolojisi görülmektedir.

Şekil 15'de de görüldüğü gibi koordinat (metrik) verileri ve topolojik veriler tablolar halinde saklanmaktadır. Topolojik tablolar; kenar tablosu ve düğüm noktası tablosudur. Kenar tablosunda; her üçgenin, komşusu olan diğer üçgenlerin numaraları saklanırken, düğüm noktaları tablosunda; her üçgeni oluşturan 3 düğüm noktasının numaraları saklanır.

TIN'i oluşturan üçgenler; xyz değerleri olan veri noktaları kümesinden alınabileceği gibi yüksekliği tanımlanmış çizgilerden (eşyükseklik eğrisinde olduğu gibi) de elde edilebilir. Bu verilerden üçgenlerin oluşturulması için değişik algoritmalar vardır.



X-Y koordinatları	
Node#	Koord.
1	X_1, Y_1
2	X_2, Y_2
3	X_3, Y_3
.	.
.	.
11	X_{11}, Y_{11}

Z koordinatları	
Node#	Z_değeri
1	z_1
2	z_2
3	z_3
.	.
.	.
11	z_{11}

Kenarlar	
Δ	Δ 'in komşuları
A	B,K
B	A,C,L
C	B,D
D	C,E
E	D,F,L
F	E,G
G	F,H,M
H	G,I
I	H,J,N
J	I,K
K	A,J,N
L	B,E,M
M	G,L,N
N	I,K,M

Düğüm noktaları	
Δ	Düğüm noktası #
A	1,6,7
B	1,7,8
C	1,2,8
D	2,3,8
E	3,8,9
F	3,4,9
G	4,9,10
H	4,5,10
I	5,10,11
J	5,6,11
K	6,7,11
L	7,8,9
M	7,9,10
N	7,10,11

Şekil 15: TIN'in yapısı şekilde görülmektedir. TIN, topolojik bir veri modelidir. Veriler, yukarıda da görüldüğü gibi, koordinat değerleri ve bunlara ek olarak üçgen yüzlerinin her birinin konumsal ilişkilerinin saklandığı tablolar şeklinde saklanır [14].

1.2.4.1.2.2. Raster (Hücresel) Veri Yapıları

Vektörel gösterim daha çok harita üzerindeki özelliklerin çizgisel gösterimi şeklinde olurken, raster gösterimi, aynı coğrafik özelliklerin çekilmiş bir fotoğrafı gibidir. Bu fotoğraf bir büyüteç yardımıyla incelendiğinde görülecektir ki çok küçük boyutta farklı renklere sahip kare şeklindeki kutucukların bir araya gelmesi şeklinde oluşmuştur. Kutucuklar, aynı boyutta olup, farklı renkte olabildikleri gibi, birbirini izleyen aynı renk tonları şeklinde de olabilir. Raster gösterim, fotoğraf özelliğine sahip bir gösterim şekli olup, piksel (pixel) veya hücre (cell) adı verilen seri haldeki grid noktalarından meydana gelir. Özellikle, fotoğrafların bilgisayarda gösterimi için raster veri modeli kullanılır [18].

Raster gösterimde bilgi taşıyan en temel yapı pikseldir, daha doğrusu piksellerin renk değerleridir. Varlıklar, yansıttıkları renk değerlerine göre veya bilgi tiplerine göre; renk skalasındaki değerlere atanırlar. Bu renk skalasına *görüntü derinliği* (image depth) denir. Buradaki gösterimin bir diğer boyutu da piksellerin boyutlarıdır ki buna *çözünürlük* (resolution) denir. Piksellerin boyutu, bilgisayardaki veya fotoğraf üzerindeki boyutu (mikron biriminde ölçülür) ve bunun gerçekteki boyutudur (metre veya santimetre biriminde ölçülebilir). Piksellerin gerçekteki boyutuna yersel çözünürlük de denmektedir. Piksellerin boyutu ne kadar küçük ise varlıklar, o kadar net görünür ve görüntü derinliği ne kadar fazla ise varlıklar o kadar gerçeğe yakın görünür. Günümüzde kullanılan en genel görüntü derinlikleri şunlardır:

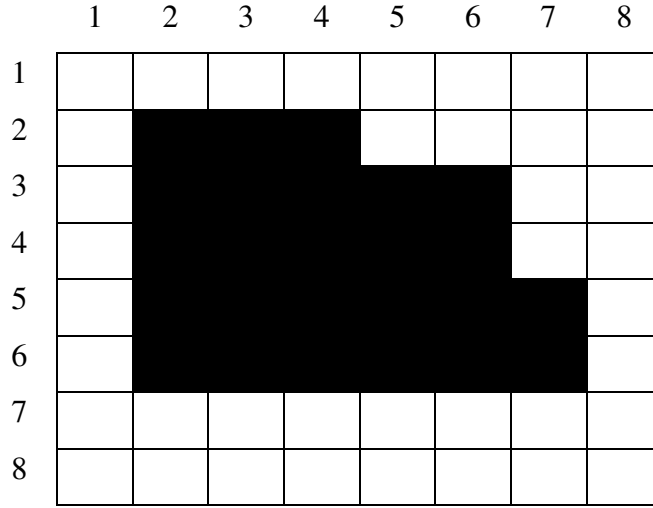
$2^1=1$ bit	=2 renk	(siyah ve beyaz)
$2^8=8$ bit	=1 byte =256 renk	(gri tonlar)
$2^8=8$ bit	=1 byte =256 renk	(renkli)
$2^{16}=16$ bit	=2 byte =65,536 renk	(renkli)
$2^{24}=24$ bit	=3 byte =16,777,216 renk	(renkli)
$2^{32}=32$ bit	=4 byte =4,294,967,296 renk	(gerçek renkler)

Raster veri yapılarının gösterim gücünün arttırılması için piksel boyutlarının azaltılması ve renk derinliğinin arttırılması gerekmektedir. Ancak raster gösterim, bilgisayarın belleğinde, vektörel tekniğe göre daha fazla yer kaplar. Raster görüntülerin sıkıştırılarak saklanması için değişik yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar sırasıyla;

- a) Zincir Kodları (Chain Codes) Yöntemi
- b) Eş Tarama Uzunluğu Kodları (Run-Length Codes) Yöntemi
- c) Blok Kodları (Block Codes) Yöntemi
- d) Dörtlü Ağaç Yapısı (Quad-Tree) Yöntemi

a) Zincir Kodları (Chain Codes) Yöntemi

Zincir kodları yönteminde bilgisayarda kodlanacak olan bölgenin sınırları belli bir orijinden başlanarak ana yönlerdeki birim vektörler dizisi halinde saat yönünde tanımlanır. Yönler (doğu=0, kuzey=1, batı=2, güney=3) biçiminde kodlanır. Tekrarlı yönler üs olarak belirtilir [19].



Şekil 16: Zincir kodları

Şekil 16'daki raster gösterimi 1 bit renk derinliğinde zincir kodları şeklinde saklayacağımızı düşünürsek, 2.satır ve 2. sütundan başlayarak, şöyle kodlamamız gerekir:

$0^2, 3, 0^2, 3^2, 0, 3, 2^5, 1^3$

b) Eş Tarama Uzunluğu Kodları (Run-Lenght Codes) Yöntemi

Eş tarama uzunluğu yönteminde kodlanacak bölge (harita birimi) satırlar halinde ele alınır. Her bir satırda aynı değere sahip (tarama sonunda aynı değeri yansıtan) pixellerin hangi sütunda başlayıp hangi sütunda bittikleri kaydedilir [19].

Şekil 16'daki raster gösterimi 1 bit renk derinliğinde eş-tarama uzunluğu kodları şeklinde saklayacağımızı düşünürsek, şöyle kodlamamız gerekir:

Satır 2	2,4
Satır 3	2,6
Satır 4	2,6
Satır 5	2,7
Satır 6	2,7

c) Blok Kodları (Block Codes) Yöntemi

Eş-tarama uzunluğu düşüncesi iki boyuta yayılarak eşit değerde piksellerden oluşan kare bloklarının kodlanması biçiminde bir yöntemle dönüşmektedir. Bu veri yapısında her bir kare blok üç sayı ile (karenin orijini yani sol üst köşenin satır-sütun numarası ve kenar pixel sayısı) kodlanmaktadır. Karelerin mümkün olduğunca büyük olması bellek gereksinimini azaltmaktadır [19].

Şekil 16'daki raster gösterimi 1 bit renk derinliğinde blok kodları şeklinde saklayacağımızı düşünürsek, şöyle kodlamamız gerekir (Şekil 17):

	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

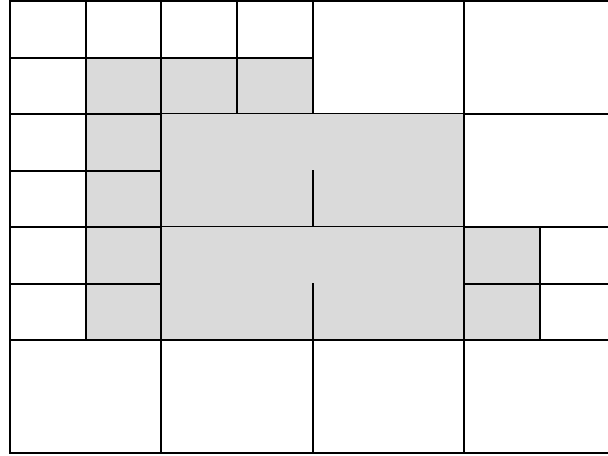
Şekil 17: Blok kodları

Sütun,satır no: 2,2	kenar pixel sayısı: 3
Sütun,satır no: 5,3	kenar pixel sayısı: 2
Sütun,satır no: 2,5	kenar pixel sayısı: 2
Sütun,satır no: 4,5	kenar pixel sayısı: 2
Sütun,satır no: 6,5	kenar pixel sayısı: 2

d) Dörtlü Ağaç Yapısı (Quad-Tree) Yöntemi

Bu veri yapısında 2*2 boyutlu dizi aşamalı olarak dörtlüllere ayrılır. Adım adım dörtlüllere ayırma işlemi bölünecek alanın tamamen dolu veya tamamen boş kalmasına kadar sürdürülür. Dörde bölme işlemi en çok piksel boyutuna kadar inebilir. Böylece her düğümde 4 dalı olan bir “dörtlü ağaç yapısı” elde edilmiş olur. Herbir düğümün temsili için 2 bit yeterlidir: (11:dolu, 00:boş, 10:bölünme devam, 01:bölünme bitti) [19].

Şekil 16’daki raster gösterimi 1 bit renk derinliğinde dörtlü ağaç yapısı şeklinde saklayacağımızı düşünürsek, şöyle kodlamamız gerekir (Şekil 18):



Şekil 18: Dörtlü ağaç yapısı

Kuzey-batı: 10

Kuzey-batı: 10

Kuzey-batı: 00

Kuzey-doğu: 00

Güney-batı: 00

Güney-doğu: 11

Kuzey-doğu: 10

Kuzey-batı: 00

Kuzey-doğu: 00

Güney-batı: 11
Güney-doğu: 11
Güney-batı: 10
Kuzey-batı: 00
Kuzey-doğu: 11
Güney-batı: 00
Güney-doğu: 11
Güney-doğu: 11
Kuzey-doğu: 10
Kuzey-batı: 00
Kuzey-doğu: 00
Güney-batı: 11
Güney-doğu: 00
Güney-batı: 10
Kuzey-batı: 10
Kuzey-batı: 00
Kuzey-doğu: 11
Güney-batı: 00
Güney-doğu: 11
Kuzey-doğu: 11
Güney-batı: 00
Güney-doğu: 00
Güney-doğu: 10
Kuzey-batı: 11
Kuzey-doğu: 10
Kuzey-batı: 11
Kuzey-doğu: 00
Güney-batı: 11
Güney-doğu: 00
Güney-batı: 00
Güney-doğu: 00

1.2.4.2. Teknoloji

Mevcut teknoloji tarafından sunulan potansiyel kapasiteler, geleneksel arazi bilgi sisteminin yeniden yapılanması ve yenilerinin gelişmesi için bir odak olmuştur. Fakat bir arazi bilgi sistemi, otomasyonun gerekliliği anlamına gelmez ve de bilgisayar faaliyetleri tek başına bir arazi bilgi sistemi oluşturmaz. Bir çok geleneksel arazi bilgi sisteminde, örneğin, teknik kaynaklar; bir telefon, daktilo belki de bir fotokopi makinesi ile sınırlandırılabilir. Daha gelişmiş sistemlerde, veri işleme ve veri iletişimi için bir çok teknolojik bileşen olabilir. Teknoloji, arazi bilgi sisteminin sadece bir boyutudur [6].

Coğrafi bilgi sistemleri, bu gün geldiği noktayı teknolojiye borçludur. Bilgisayar teknolojisindeki değişim, özellikle 1990'lı yıllardan sonraki ilerlemeler, bir anda coğrafi bilgi sistemlerini ilgi odağı haline getirmiştir.

Teknoloji, coğrafi bilgi sistemlerinin, en ilgi çeken yönüdür. Hatta bazen, coğrafi bilgi sistemlerinin, yazılım ve donanımdan ibaret olduğu öne sürülmektedir. Özellikle, CBS yazılım-donanım satıcıları, böyle tanımlar yapmaktadır. Örneğin, ESRI'nin tanımına göre: "CBS, dünya üzerindeki bölgeleri tarif eden verileri saklayan ve kullanan bilgisayar sistemidir [21]". Teknoloji, coğrafi bilgi sistemleri için çok önemli bir kavramdır, ancak, teknoloji tek başına, coğrafi bilgi sistemleri terimine karşılık gelemmez.

Coğrafi bilgi sistemlerinde teknoloji denildiğinde, akla; yazılım, donanım ve yan ürünler gelmektedir.

1.2.4.2.1. Yazılım

Kurulan bir coğrafi bilgi sisteminin analitik kapasitesi, doğrudan kullanılan yazılımla ilgidir. Yazılım, tasarlanan ya da gerçekleştirilmiş olan sistemin, gerçek anlamda sınırlarını çizer. Bu bağlamda, sistemin tasarı aşamasında, doğru yazılımın seçimi çok önemlidir. Ancak burada hemen belirtmekte yarar vardır ki; kullanılacak olan yazılım kadar, bu yazılımın üzerinde koşacağı *işletim sistemi* (operating system) de önemli bir kavramdır.

a) İşletim Sistemi (Operating System)

İşletim sistemi, bilgisayarların merkezi işlem birimi (CPU) ile diğer birimler arasındaki ilişkileri düzenleyen, programlanan işlemlerin yapılmasını sağlayan ve bunları

kontrol eden bir programlar topluluğudur. Belli sözcükler, birer komut olarak bilgisayarın kullanılması sırasında hizmet edecek şekilde hazırlanmışlardır. İşletim sistemleri, disk, disket sürücü, terminal v.b. gibi yan birimlerin işletilmesini de üstlenmişlerdir. Örnek olarak bir sabit disk alınırsa, sabit diskin okuma kafaları sadece bilinen iz ve sektör üzerinde okuma yapabilir. Ancak uygulama programları, çok çeşitli dosyalar üzerinde çalışırlar. Programın kullandığı dosyalar ile sabit disk üzerindeki fiziksel bilgi depolama işlemleri arasındaki bağlantıyı ve düzenlemeyi işletim sistemi sağlar [22].

İşletim sisteminin işlevleri kısaca şunlardır [24]:

- işlem (process) yönetimi
- ana bellek, sabit disk ve girdi/çıkış (I/O) yönetimi
- dosya yönetimi
- koruma sistemi
- komut yorumlama sistemi
- ağ oluşturma (networking)

1981 yılında ilk IBM PC piyasaya sürüldüğünde, bu gün bir yazılım devi olan Microsoft da MS-DOS (ya da PC-DOS) işletim sistemini piyasaya sürdü. İlk PC'lerde sabit disk olmadığı için, DOS, disketten yüklenmek için ve Intel'in 8086 ve 8088 işlemcilerinde çalışmak için tasarlanmıştır. Bu işlemcilerin adresleyebilecekleri maximum bellek, teorik olarak 1 MB idi. 8088'e uyumlu olma zorunluluğundan dolayı, uygulama programlarının teorik olarak maximum boyutu 640 MB'dır. MS-DOS'un en zayıf yönü budur. DOS temel olarak bu sebepten dolayı (geriye uyumluluk zorunluluğu), gelişen yazılım-donanım gereksinimi ile başa çıkamamıştır. DOS en son 6.xx sürümüne kadar geliştirilmiş ve uzun yıllar en çok kullanılan işletim sistemi olmuştur.

Microsoft, DOS'un yetersizliğini aşmak için *Windows*'u piyasaya sürdü. Windows ilk defa 1985'te piyasaya sürüldü. *Windows 3.1* sürümüne kadar yeni bir işletim sistemi değil de DOS'un zenginleştirilmiş bir ara yüzü şeklindeydi. Teknik olarak Microsoft Windows bir işletim sistemi değil DOS'un bir uzantısıdır (en azından 3.1 sürümüne kadar öyledir). Bu nedenle Windows sistem açılır açılmaz yüklenmez, DOS bilgi istemi satırından WIN komutuyla başlatılır. Ancak Windows bir kere başladı mı bir işletim sistemi gibi davranır [23].

Microsoft, en önemli atılımlarından birini de *Windows 95* sürümünü pazara sunarak yaptı. Windows 95, geliştirilmiş bir arayüze sahip, güçlendirilmiş ağ desteği olan, nesneye

yönelimli (object oriented), tak ve çalıştır (plug and play) teknolojisine sahip, çalışmak için DOS'a gerek duymayan, 32 bitlik bir işletim sistemidir. Windows'un bu sürümünü; *Windows 98* ve *Windows 2000* takip etmiştir. Windows'un 9x serisi işletim sistemleri küçük uygulamalar ve ev kullanıcılarına yönelik olarak tasarlanmıştır. Daha büyük uygulamalar, kurumsal çalışmalar ve LAN (local area network) uygulamaları için *Windows NT* sürümleri piyasaya sürülmüştür. Günümüzde bir çok CBS yazılımının Windows 9x ve Windows NT versiyonları vardır.

IBM'in yeni PS/2 kişisel bilgisayar serisi PC pazarına sürüldüğünde, geliştirilmesine Microsoft'un da yardım ettiği yeni işletim sistemi *OS/2* de piyasaya sürüldü. Bu işletim sisteminin bir çok özelliği olduğu ve DOS ile karşılaşılan bütün problemleri çözdüğü söylenebilir [23]. *OS/2*'nin en belirgin özellikleri; 1 GB'lık sanal belleği (*virtual memory* - ana belleğin yetersiz kaldığı durumlarda, sabit disk yüzeyinin ana bellek gibi kullanılması), adresleyebiliyor olması, çok görevli çalışabilme (*multitasking*), çok kullanıcı (*multi-user*) çalışabilme ve DOS ile uyumluluk idi. *OS/2* 1.0 sürümü bu kadar başarılı bir işletim sistemi olmasına rağmen; yanlış pazarlama stratejisi, DOS'dan pahalı oluşu ve donanım olarak zamanının önünde olması gibi nedenlerden dolayı çok geniş kitlelere hitap edemedi ve pazar payı çok küçük kaldı.

1968'de (*Ken Thompson* ve *Dennis Ritchie* tarafından Bell Laboratuvarlarında) yazılmış olan UNIX en eski işletim sistemlerinden biridir. MS-DOS'un ve *OS/2*'nin çoğu özellikleri aslında UNIX'den kopyalanmıştır. Bunun en açık örneği bu işletim sistemlerinin dizin (directory) sistemlerinde kullanılan ağaç biçimli hiyerarşidir. UNIX'de altında farklı alt dizinleri barındıran bir kök dizini (veya ana dizin) kullanılır [23].

1972'li yıllara gelindiğinde *Dennis Ritchie* ve *Brian Kernighan* *C programlama dili* üzerindeki çalışmalarını büyük ölçüde tamamladılar. 1973 yılında UNIX, C programlama dili ile yeniden yazıldı. Böylece bilgisayar tarihinin “yüksek seviyeli bir dil ile yazılmış olan ve donanımdan bağımsız” ilk işletim sistemi ortaya çıkmış oldu [25].

Gelişen teknolojiyle birlikte günümüzde bazı büyük bilişim firmaları kendi UNIX türevlerini yaratmıştır:

IBM	: AIX
DEC (Digital Equipment Corporation)	: ULTRIX
HP (Hewlett-Packard)	: HPUX
SIEMENS	: SINIX
Sun Microsystems	: SunOS (SOLARIS) gibi..

UNIX'in özellikleri şu şekilde özetlenebilir [25]:

- “çok kullanıcı” bir işletim sistemidir. Kullanıldığı bilgisayarın bir anda birden fazla kişi tarafından kullanılmasını, daha doğrusu paylaşılmasını sağlayabilmektedir.
- “çok iş düzeni”ni sağlayan bir işletim sistemidir. Kullanıcıların her birinin aynı anda birden fazla iş yapmalarına olanak sağlar.
- Donanımdan bağımsızdır. Hangi bilgisayar üzerinde kullanılırsa kullanılsın, kullanıcılarına görüldüğü şekil aynıdır.
- İyi tasarlanmıştır. Teknolojideki gelişmelere kolaylıkla uyum sağladığı ve sağlayacağı kanıtlanmıştır.
- Bir işletim sistemi standardı olarak kabul edilmiştir. Bu sayede farklı marka ve model bilgisayarlar birbirleriyle uyumlu kılınabilmektedir. Son günlerde sıkça sözü edilen “Bilgi Süper Otoyolu” (Information Super Highway: *Internet*) bu sayede oluşabilmiştir.

Bütün bunların yanında; can sıkıcı kullanıcı arayüzü, kullanılan donanımın pahalı oluşu, uygulama programlarının azlığı gibi nedenlerle UNIX'in pazar payı, Windows kadar yüksek değildir. Ancak profesyonel alanda UNIX hala en parlak geleceğe sahiptir. Bu, özellikle şu anda piyasadaki tek evrensel (yani üretici ve işlemciden bağımsız) çok kullanıcı işletim sistemi olması nedeniyle doğrudur [23]. Bu kadar güçlü bir işletim sistemi olan UNIX, doğal olarak, CBS pazarında en çok kullanılan işletim sistemidir.

Yukarıda sayılan işletim sistemleri dışında, halen bilgisayar pazarında kullanılan; *Linux* (UNIX'in PC versiyonu da denebilir), *Novel*, *VMS* gibi işletim sistemleri de vardır. Ancak bu işletim sistemleri, CBS pazarında Windows ve UNIX türevleri kadar yer bulamamışlardır.

b) Coğrafi Bilgi Sistemi Yazılımları

CBS pazarında, en çok gelir getiren ürün, şüphesiz ki; yazılımdır. Günümüzde, CBS yazılım endüstrisi, donanım teknolojisinin, önlerinde açtıkları yolda adeta koşmaktadır. Şu anda piyasada olan CBS yazılımlarına birkaç örnek verecek olursak; *Arc/Info*, *Geomedia*, *MapInfo*, *SmallWorld*, *Span* sayılabilir.

Bir CBS kurulmasında, verilecek en ciddi kararlardan bir tanesi de seçilecek olan yazılımdır. Yazılım seçimi yapılırken her şeyden önce ihtiyaçların belirlenmesi gerekir. Bunun yanında bir CBS yazılımı seçiminde aşağıdaki kriterler de dikkate alınmalıdır:

- Veri yapıları ve standartları, desteklediği veri değişim formatları
- Topolojik yapısı

- Analitik kabiliyetleri
- Makro dili
- Kullanım kolaylığı
- Dökümantasyon
- Teknik destek

Şu anda CBS yazılımları arasında büyük bir ticari mücadele vardır. GISWorld (1990) ve diğer periyodikler bu yazılımların bir çoğunun sofistike bir seviyeye eriştiklerini belirtmektedir. Başlıca yazılım paketleri, yüzlerce değişik komuta ve çok değişik fonksiyonlara sahiptir. Her ne kadar CBS yazılımlarının yapılanmalarında ve kabiliyetlerinde değişiklikler olsa da yazılım konusunda 3 temel tasarım değerlendirilmektedir. Bunlar: dosya işleme, hibrid ve uzatılmış (geliştirilmiş) tasarımlar. *Dosya işleme tasarımı*nda, her veri seti ve fonksiyonu ayrı bir dosya olarak kaydedilir ve analitik operasyonlarla birbirlerine bağlanırlar. Bu tasarımı kullanan yazılımlara örnek; IDRISI ve MAP'dir. Bu yaklaşım, harita işleme sistemlerinden esinlenerek tasarlanmıştır. *Hibrid tasarımı*nda, öznitelik verisi geleneksel bir VTYS'de kaydedilir ve bundan farklı olan esas yazılım ise coğrafi veriler için kullanılır. ARC/INFO ve Deltamap/Genamap yazılımları, hibrid tasarıma örnektir. Öznitelik verilerinin ilişkisel bir veri tabanı yönetim sisteminde saklanması halinde, bu tür yazılımlara genellikle, geo-ilişkisel denmektedir. Üçüncü tasarım tipi olan, *Uzatılmış (geliştirilmiş) VTYS*'de, hem coğrafi hem de öznitelik verileri, gerekli coğrafi analitik fonksiyonları yapabilecek seviyede geliştirilmiş bir Veri Tabanı Yönetim Sisteminde saklanır. Uzatılmış (geliştirilmiş) tasarıma bilinen iyi örnekler; SYSTEM9 ve TIGRIS'dir [5].

1.2.4.2.2. Donanım ve Yan Ürünler

1981 yılında, 16 bitlik İntel 8088 işlemcili ve 16K bellekli ilk PC piyasaya sunuldu. 20 yıl içinde, bilgisayar teknolojisindeki müthiş gelişme, 1981 yılında hayal edilemeyecek bir noktaya geldi. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin en önemli bileşenlerinden birisi olan donanım teknolojisi, kendisinin gelişmesiyle birlikte CBS'yi de geliştirdi. CBS'nin tarihi ile yazılım-donanım tarihi arasında büyük bir paralellik vardır.

Günümüz bilgisayarları; PC ve Workstation olmak üzere ikiye ayrılabilir. *PC teknolojisi*ni, Workstation (iş istasyonu) türünden ayıran en temel fark kullandıkları işlemci teknolojisidir. İntel486 kendisinden önceki işlemcilerin tüm komut kümelerini de içeren bir

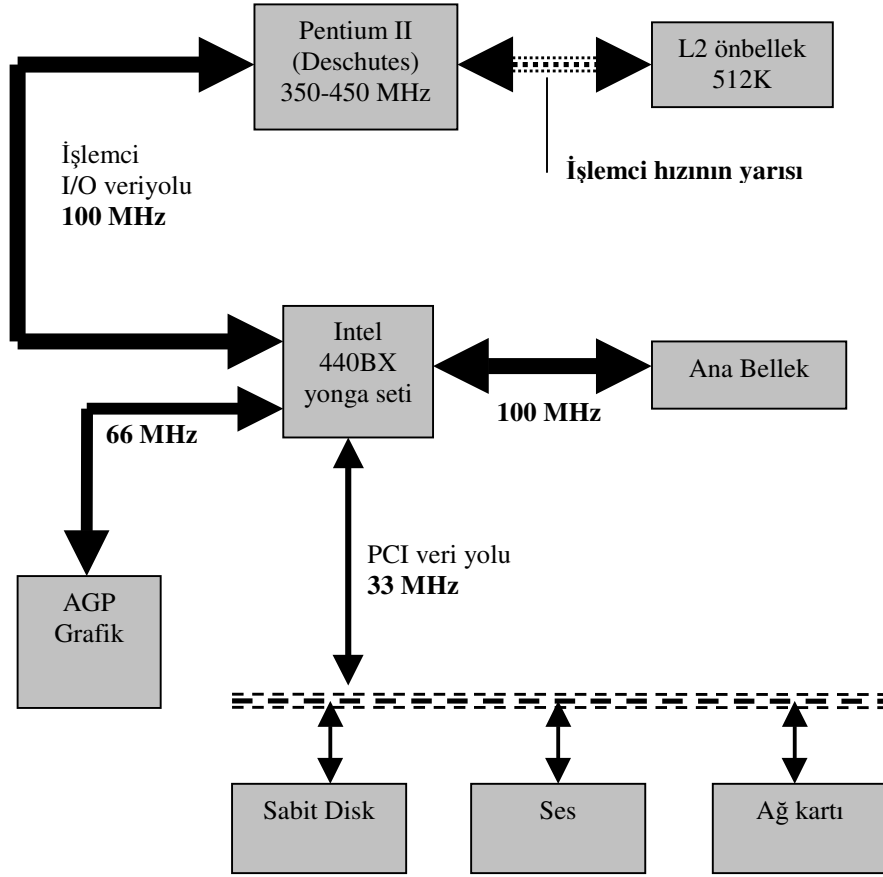
komut kümesine sahiptir. Bu karmaşık bir işlemci mimarisi gerektirmiştir. Kendinden öncekiler gibi i486'da bir *CISC*'tir (Complex Instruction Set Computer – Kompleks Komut Kümeli Bilgisayar) ve geriye doğru uyumludur. Geriye doğru uyumluluk i486'nın orijinal 8086 dahil kendinden önce çıkan işlemciler için yazılmış tüm uygulamaları çalıştırabileceği anlamına gelir. CISC işlemciler geniş komut kümeleri nedeniyle çok esnekler. Ancak bu yetenekleri hızlarını düşürür. *RISC* (Reduced Instruction Set Computer – İndirgenmiş Komut Kümeli Bilgisayar) işlemcileri ise genellikle özel bir uygulamaya yönelik (CAD gibi) indirgenmiş komut setleri kullanarak daha verimli çalışabilirler. Ancak bu, işlemcinin başka uygulamaları çalıştıramayabileceği anlamına gelir. Yani hız yükselirken esneklik azalmıştır [23].

Kullandıkları CISC işlemcilerinin performansının düşük olması nedeniyle CBS pazarında PC'ler uzun bir süre kullanılmadı. Ancak bu durum uzun sürmedi. 1993 yılında 586 serisi 64 bitlik işlemciler pazara girdikten sonra, RISC işlemcilerin performansları ile CISC işlemcilerin performansları arasında fazla bir fark kalmadı. Günümüzde piyasadaki en iddialı PC işlemciler; Intel firmasının *Pentium* serisi işlemcileri, Motorola, IBM ve Apple firmalarının ortak üretimi olan *Power PC* ve AMD firmasının *K6 x* ve *Athlon* işlemcisidir. Athlon işlemcisi 1999 yılında 600 MHz frekans ve 200MHz bus hızıyla dünyanın en hızlı PC işlemcisidir. Pazar payı dünyadaki en fazla işlemci üreticisi olan Intel firmasının *Pentium II* işlemcisiyle donatılmış, bir günümüz PC'si Şekil 19'da gösterilmiştir.

Günümüzde *Pentium* veya *AMD* işlemcili, 300-550 Mhz saat frekans hızına sahip 32-64 MB bellekli, 4-6 GB sabit disk alanı olan PC'ler (minumum konfigürasyon), çok büyük rahatlıkla CBS yazılımlarını koşturabilmektedirler.

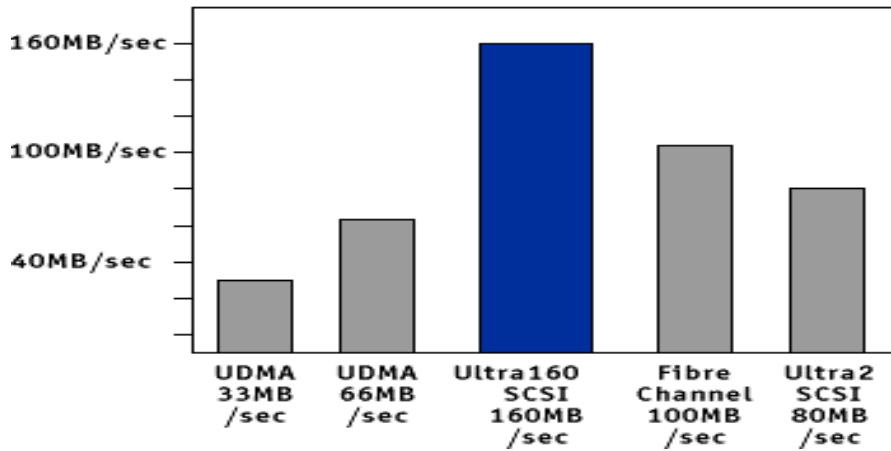
PC'lerdeki bu hızlı gelişmeye rağmen, *iş istasyonları* hala performans üstünlüklerini korumaktadırlar. İş istasyonlarının tüm parçaları birbirleriyle uyumludur ve genelde çok büyük şirketlerce üretilmektedir. *Digital Alpha* ve *Sun Sparc*, günümüzde pazar payı yüksek iş istasyonlarına örnektir.

İş istasyonlarının, RISC işlemcilerinden başka, en önemli farklarından birisi de IDE arabirimi (Günümüzde 66 MB/saniye –UDM66 teknolojisi) yerine SCSI (Small Computer System Interface) arabiriminin kullanılmasıdır. SCSI kartlar bir donanım aygıtıyla (örneğin; sabit disk, yedekleme ünitesi, CD-ROM , vb..) PC'niz arasında anakart ve donanımlar arasındaki veri yolu gibi iletişimi sağlayan bir veri yoludur. Yani SCSI kartlar alternatif bir veri yoludur [28].



Şekil 19: Pentium II (Deschutes) [27]

Ultra160 SCSI compared to other I/O Interfaces



Şekil 20: SCSI ve diğer arabirimlerin veri transfer hızları [30]

Şekil 20’de SCSI arabiriminin IDE’ye olan üstünlüğü görünmektedir. Bunun yanında 2 IDE kanalına toplam 4 cihaz bağlanabilirken, SCSI, kendisi ile beraber 30 cihazı (disk, CD, yedekleme ünitesi, vb..) yönetebilmektedir. Bunun yanında SCSI ile 160MB/saniye veri transfer hızı elde edilebilir.

CBS pazarında, en çok bilinen iş istasyonlarından biri de *Sun Microsystems* tarafından üretilen *Sun UltraSPARC* serisi iş istasyonlarıdır. Tablo 1’de, bu iş istasyonları arasından birisi olan Ultra 5’in teknik özellikleri verilmiştir. Bu örnekte de görüldüğü gibi PC’ler ve iş istasyonları arasında önemli performans farkları vardır.

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde kullanılan, *bilgisayar yan ürünleri*, çok geniş bir yelpazeye sahiptir. Bilgisayar donanımı teknolojisinin gelişmesine paralel olarak, yan ürünler de süratle gelişmiştir. Günümüzde 600 dpi çözünürlüğe sahip yazıcılarla, fotoğraf kalitesinde çıktı almak mümkündür.

Tablo 1: Sun Ultra 5 iş istasyonu ve özellikleri [31]



İŞLEMCİLER	
Hız/İşlemci/Cache	Benchmarks (SPECint95 / SPECfp95)
270 MHz / UltraSPARC-IIi / 256KB	9.1 / 10.6
333 MHz / UltraSPARC-IIi / 2 MB	14.1 / 18.3
BELLEK	
Size	512 MB
DİSKLER	
Size/Speed	4.3-GB/5400-rpm veya 9-GB/7200-rpm
GRAFİK	
Frame Buffer	PGX24 / PGX24
2D vectors/sec benchmark	709K / 721K
I/O	
Expansion Slots	3 tane 32-bit 33MHz PCI
İŞLETİM SİSTEMİ	
Solaris 7 Ultra 5 ve Ultra 10 sistemlerine yüklenmiştir.	

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde kullanılan bilgisayar yan ürünleri; sayısal veri toplamada, sunumda, verilerin işlenmesinde, yedeklenmesinde, tablo ve harita olarak kağıda dökülmesinde kullanılmaktadır. Bu ürünlere şunlar örnek verilebilir: çiziciler, yazıcılar, sayısallaştırma masaları, tarayıcılar, network (ağ) ürünleri, yedekleme üniteleri, CD yazıcılar vb..

1.2.4.3. Altyapı

Kurulmuş olan bir Coğrafi Bilgi Sisteminin, kullanıcılara görünen yüzü; teknoloji ve veri boyutudur. Ancak sistemin yaşayıp-yaşamayacağına, sistemin alt yapısı karar vermektedir. Örneğin, bir belediyenin imar ve fen işlerinde çalışan mühendisler, bir belediye bilgi sistemi tasarlamış ve veri tabanını oluşturmaya başlamış olsun. Sistem, bu birimde çalışan tüm personele öğretilip kabul ettirilmedikçe, belediye başkanı tarafından destek bulmadıkça ve bu konuda bir politika oluşturulmadıkça, verimsiz sayılır. Çünkü bu atılımı yapan kişiler bu birimden ayrıldıktan sonra, bu sistemin yaşaması çok zordur.

Coğrafi Bilgi Sistemi projeleri, uzun vadeli yatırımlardır, ilk yatırım maliyetleri yüksektir ve beklenen faydalar uzun zaman sonra elde edilebilmektedir. Bu bakımdan sistemin yaşamasında; *personelin, örgütsel düzenlemelerin ve kurumsal desteğin* önemi büyüktür.

1.2.4.3.1. Personel

CBS’de başarının anahtarı, uygulamanın gelişimine, işlemlerine ve kullanımına bağlıdır. İyi eğitilmiş ve sisteme motive edilmiş, sadece geleneksel bilgi teknolojisi konusunda değil konumsal uygulamalar konusunda da becerileri/yetenekleri bulunan personel, kaçınılmaz bir gerekliliktir. Personel konusunda bazı beceri/yetenek/bilgi düzeyleri vardır. Bunlar şunlardır: *düşük düzey* (veri girişi, teknik destek, sonuç ürün tasarımı), *orta düzey* (son kullanıcılar, bilgi sağlayıcılar), *yüksek düzey* (uygulama uzmanları, sistem yöneticileri ve sistem analizcileri). Bir yerel idarenin yeterli düzeydeki personeli edinmesinin iki yolu vardır: Birincisi, konusunda tecrübeli yeni personelin işe alınmasıdır. İkincisi de mevcut personelin yetiştirilmesidir. İkinci seçenek daha iyi bir seçimdir, çünkü mevcut personel, çalışma çevresini daha iyi tanıyor, kurumun çalışma alanını/konusunu biliyor ve CBS’nin işlerinde hız, kalite ve verimlilik açısından neler getireceğini biliyor olacaktır. Buna karşılık maliyet göz önünde bulundurulduğunda, bu iki yaklaşım birleştirilerek, full-time veya danışman olarak yeni personelin işe alınması, CBS stratejisini çok iyi biliyor olduklarından ve orta-alt düzeydeki personeli yetiştirebileceklerinden daha iyi bir seçenektir [11].

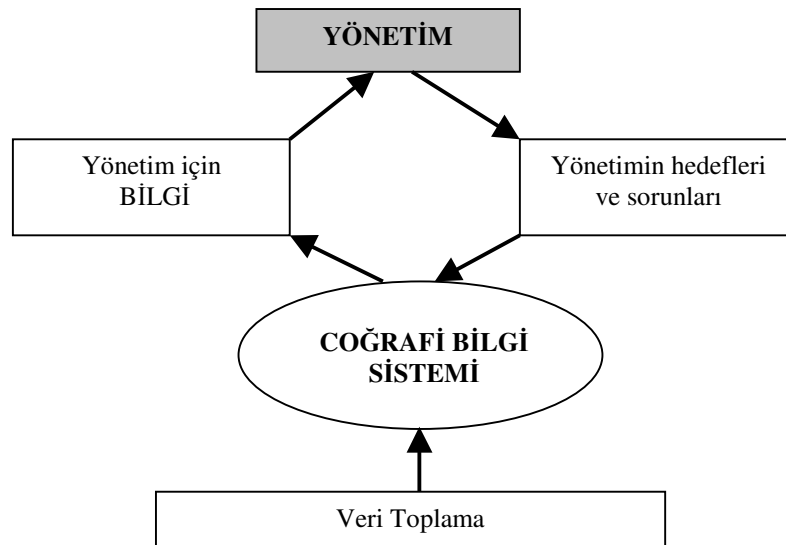
1.2.4.3.2. Örgütsel Düzenlemeler

Şüphesiz ki; bir CBS programının uygulamaya konulması idarenin tüm bölümlerinde büyük bir etki yapacaktır. CBS, bilgiyi herkes için mevcut kılarak, bölümler arası ve kurumlar arası iletişim olanaklarını mümkün kılarak ve karar verme hiyerarşisini ve protokolünü yeniden düzenleyerek geleneksel iş yapım yöntemlerine meydan okuyacaktır. Buna ek olarak CBS, bazı yeni işler ortaya çıkaracak, bazılarını yeniden tanımlayacak ve bazılarını da ortadan kaldıracaktır. Bu yüzden, başarılı bir CBS stratejisinin uygulanması, doğru yazılım donanımın satın alınmasından çok dikkatli personel yönetimine dayanır.

Genel amaçlı bir CBS uygulamasında, yapılması gereken örgütsel düzenlemeler şunlar olmalıdır:

- Veri organizasyonu için standartların geliştirilmesi
- Veri akışı için standartların belirlenmesi
- Veriye erişim yetkilerinin belirlenmesi
- Personel için yeni görev tanımlarının yapılması
- Örgütün (idari organizasyon) yeniden yapılanması
- İletişim ve işbirliği

Şekil 21’de görüldüğü gibi, bir CBS’de örgüt içi işleyiş çok önemlidir. Bu döngü, ne kadar prensiplere ve prosedürlere bağlı yani ne kadar sistematik ise sistemin ömrü o kadar uzun olacaktır.



Şekil 21: Coğrafi Bilgi Sistemlerinin örgütsel görünüşü [8].

1.2.4.3.3. Kurumsal Destek

Ülkemizde, büyük yatırım projelerinin hayata geçmesi için, kurumun en üstündeki politikacı veya yüksek bürokrat tarafından onaylanması gerekir. Projenin geleceğine, kurumun en üstündeki kişilerin etkisi büyüktür. Trabzon ili Maçka ilçesi Kadastro Müdürlüğünün, bilgi sistemi kurmak istediğini düşünelim. Bu isteğin gerçekleşmesi; Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğünün bilgi sistemleri konusundaki kurumsal politikasına ve vereceği maddi-personel desteğine bağlıdır.

Kurumsal destek denildiğinde, akla CBS'nin finansal boyutu gelmektedir. CBS çalışmaları, yatırımı uzun süren çalışmalardır. Bu süre boyunca, yaşanacak bir finansal sıkıntı, sistemin gelişmesini etkileyebilir.

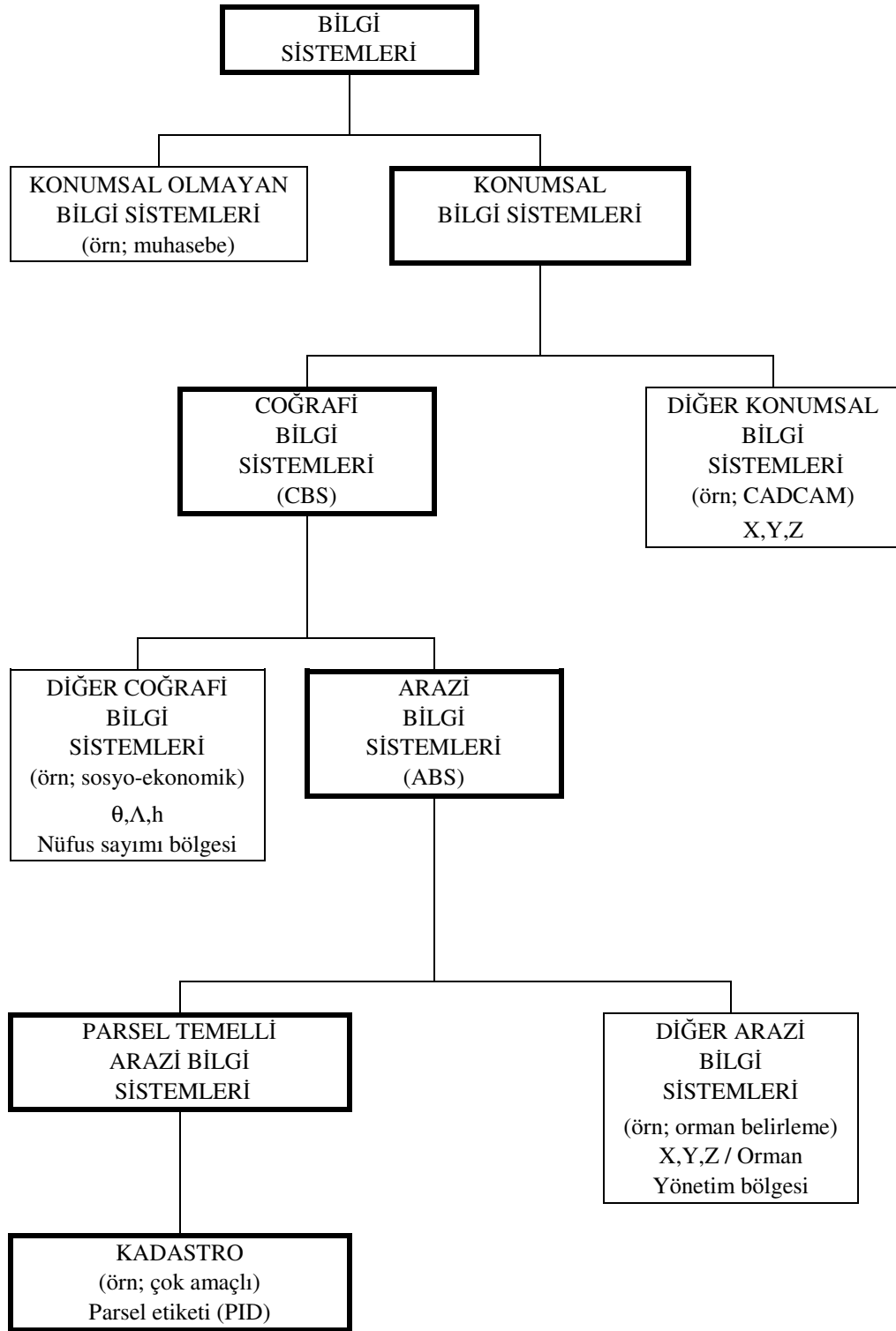
Diğer bir kurumsal problem, CBS'nin, özellikle veri toplama ve sunumu, personelin yeni görevleri, vb. konularda mevcut mevzuat ile çelişmesidir. Yasaları, teknolojinin geldiği noktaya çekebilmek için, en azından politikacılardan bunu talep edebilmek için kurumsal desteğin sağlanmış olması gerekir.

Arazi bilgi yönetimi için resmi bir politika, bu konuda belirlenmiş bir çok gereksinimi karşılamak için temel oluşturur. Politika, sistemi kendi içinde koordinasyona ve işbirliğine zorlamayacaktır, fakat, içinde çeşitli grupların ve ajansların (kurumların veya idarelerin) önceliklerini belirleyebilecekleri ve koordinasyonlu programları ve planları geliştirebilecekleri bir çatı oluşturur. Resmi olarak kabul edilmiş bir politika, uygulamanın süresi yılları veya on yılları aldığı anda, hükümetteki değişikliklerde ve ekonomik durumun belirsizleştiği zamanlarda, gereken sürekli kurumsal desteğin sağlanmasında da sistemin idarecilerine yardım edecektir [6].

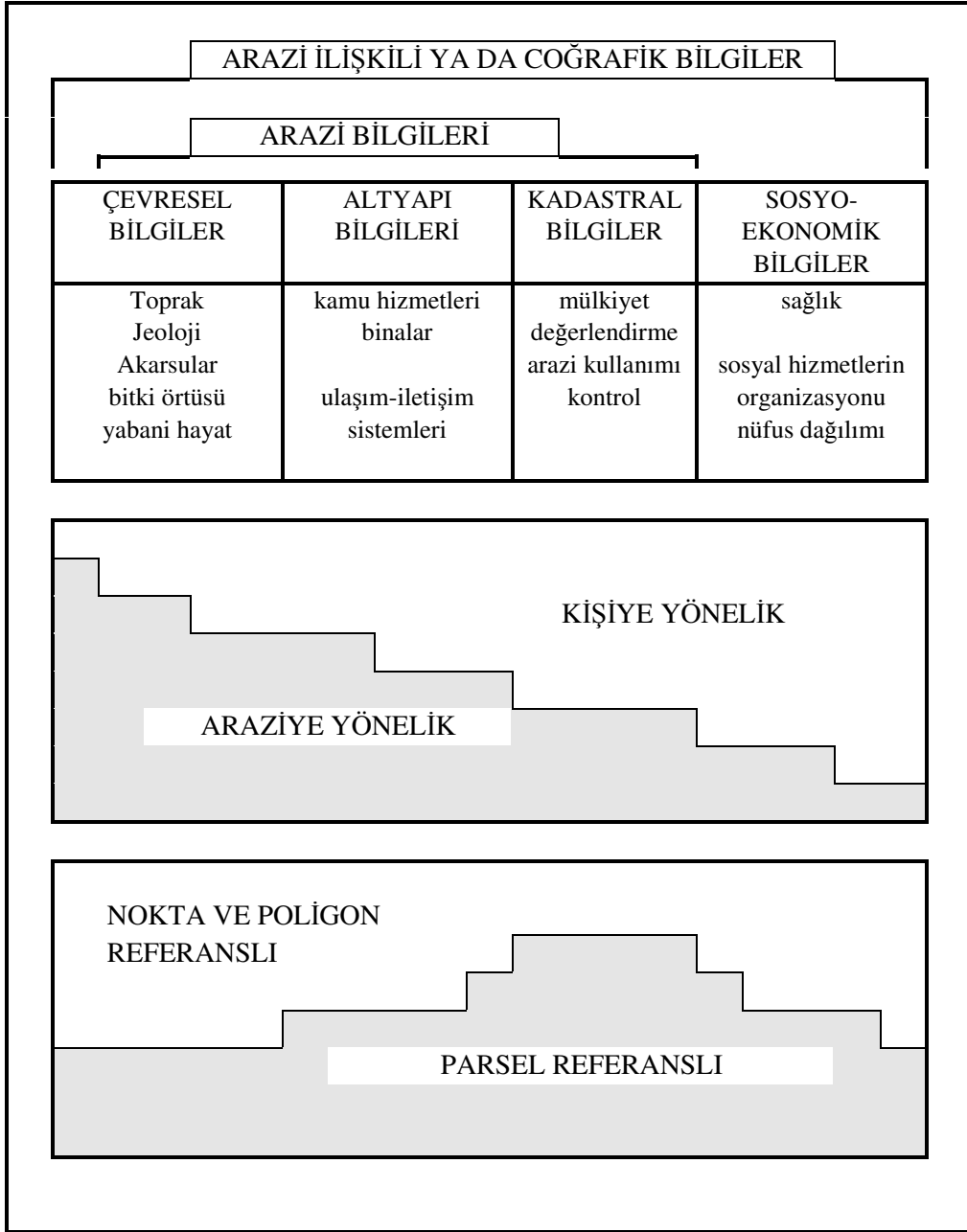
1.2.5. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Sınıflandırılması

Bilgi sistemlerinin sınıflandırılması konusunda çok değişik ölçütler vardır. Buradaki ana tema genellikle yapılan çalışmaların konusu üzerine kurulmuştur. Bu bölümde literatürde karşılaşılan bazı sınıflama örnekleri verilecektir.

Şekil 22'de bilgi sistemleri için bir taxonomi örneği görülmektedir [6], [10]. Burada yapılan sınıflandırmanın temeli parseldir. Bu yüzden bu sınıflandırmaya parsel temelli bir sınıflandırma da denebilir. Veri kaynaklarına göre yapılan diğer bir sınıflandırma örneği Şekil 23'de görülmektedir.



Şekil 22: Bilgi Sistemleri için bir taxonomi örneği [6].

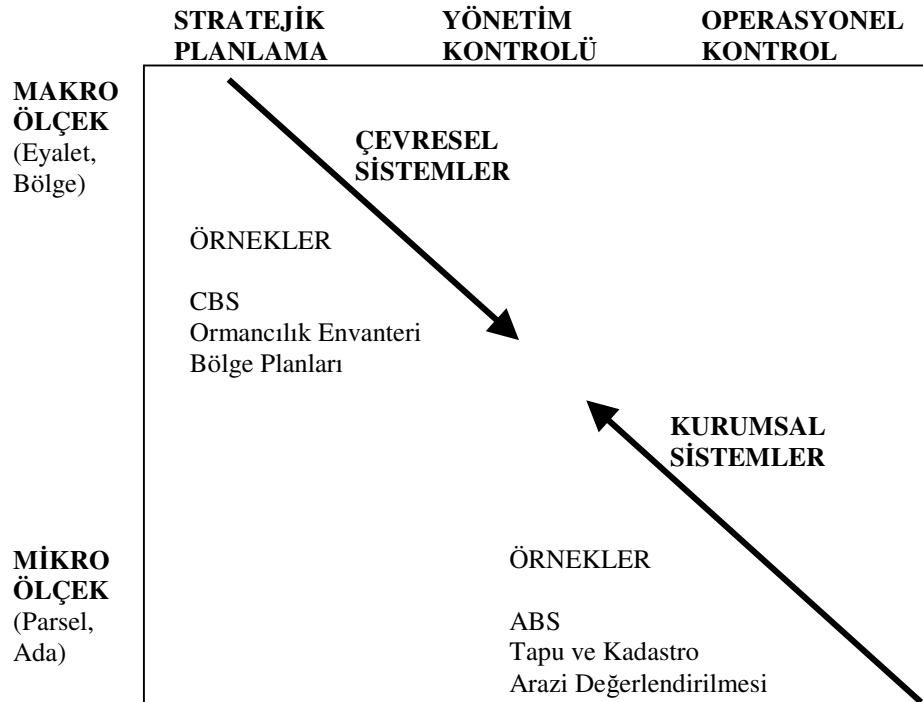


Şekil 23: Arazi ilişkili bilgilerin referanslarının sınıflaması ve tipleri [48].

Şekil 23 göz önüne alındığında, Coğrafi Bilgi sistemleri için aşağıdaki gibi bir sınıflandırma yapılabilir:

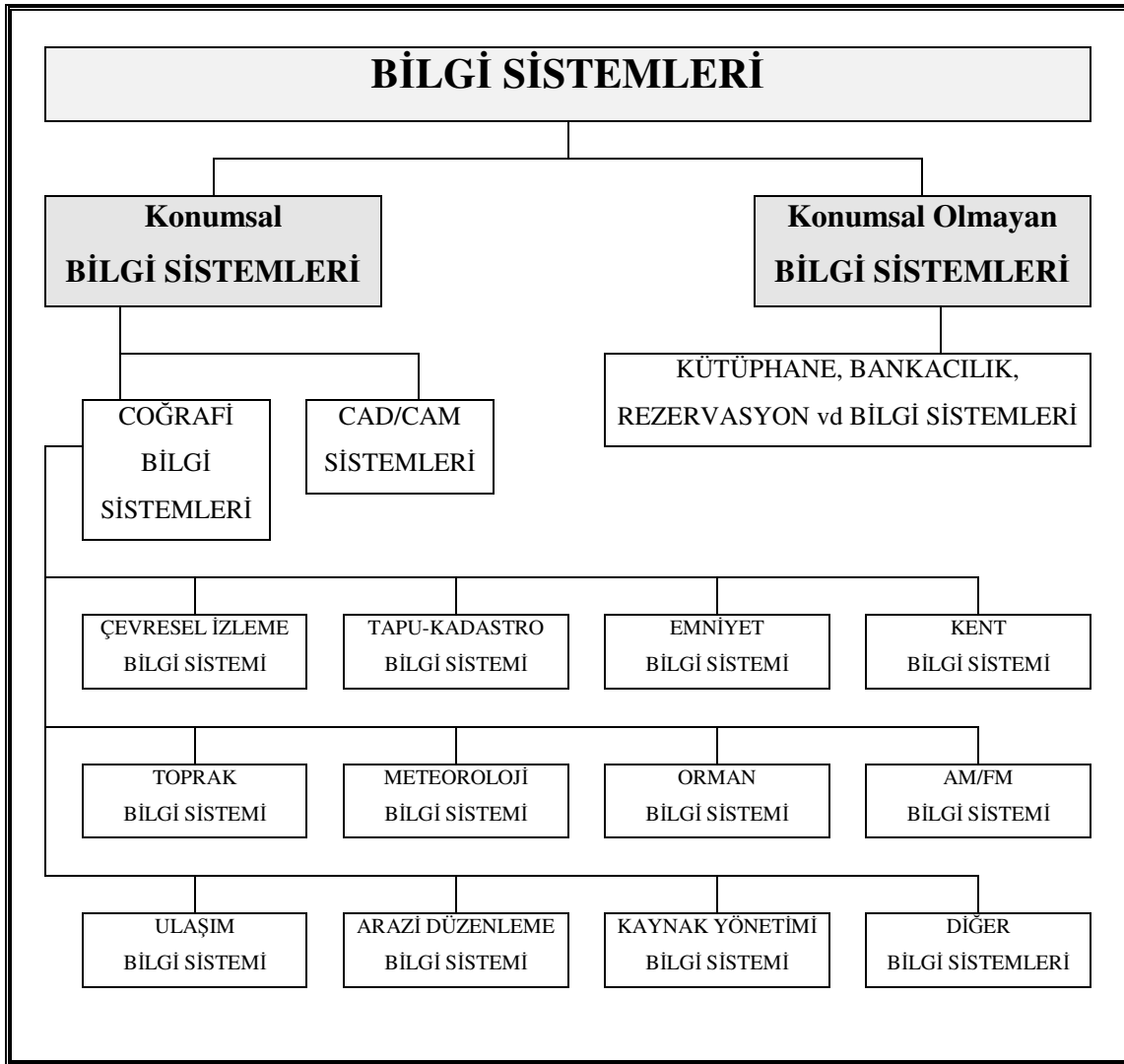
- 1) Çevresel (*environmental*) Bilgi Sistemi
- 2) Atyapı-Mühendislik (*infrastructure*) Bilgi Sistemi
- 3) Kadastral (*cadastral*) Bilgi Sistemi
- 4) Sosya-Ekonomik (*socio-economic*) Bilgi Sistemi

Arazi Bilgi Sistemleri, tek bir fonksiyonu yerine getirmek üzere tasarlanabilecekleri gibi birden fazla fonksiyonu yerine getirmek için de tasarlanabilirler. Bazıları, stratejik planlamaya destek olacak şekilde geliştirilmişlerdir. Bu durumda, ağırlık, örgütsel konuların belirlenmesine ve konuyla ilgili kaynakların yönetilmesine verilir. Bazı bilgi sistemleri, yönetime, doğru kararların verilmesinde yardımcı olur, ve kaynakların verimli kullanılmasıyla ilgilenir, bu durumda yapılan iş doğal olarak örgütsel bir görevin yerine getirilmesidir. Diğer bilgi sistemleri ise spesifik amaçların verimli bir şekilde yerine getirilmesinde, operasyonel kontroller için tasarlanmışlardır (Şekil 24) [10].



Şekil 24: Kurumsal ve Çevresel Sistemler [10].

Konumsal Bilgi Sistemlerinin, kullanım alanlarına göre sınıflandırılması Şekil 25’de verilmiştir. Bu sınıflandırmada yer alan konumsal bilgi sistemleri, parsel bilgilerini değişik oranlarda kullanırlar. Tapu ve Kadastro Bilgi Sisteminde kurumun görevleri gereği, yoğunluk parsele dayalı çalışmalar üzerinedir. Arazi Düzenleme Bilgi sisteminde ise, çalışma bölgesi içindeki parsel bilgilerine ihtiyaç duyulmakla birlikte, asıl amaç zirai üretime uygun düzenli parsellerin oluşturulmasından sonra, üretim alanlarına ulaşım, toprak kalitesi, sulama miktarı, ürün rekoltesi ve bunların izlenmesidir. Kent Bilgi Sistemi, Orman Bilgi Sistemi de benzer farklılıkları gösterir. Bu yüzden bazı kaynaklarda ifade edilenin aksine, *Arazi Bilgi Sistemi (LIS – Land Information System)* çoğu CBS’nin kapsamı içinde düşünülmüş ve bu sınıflamaya dahil edilmemiştir [9].



Şekil 25: Coğrafi Bilgi Sistemlerinin bilgi sistemleri arasındaki yeri [9].

CBS, bazı araştırmacılara göre konumsal bilgi sistemlerinin tümünü içeren bir kavram, bazılarına göre konumsal bilgi sistemi içerisinde özel amaçla kullanılan bir sistem olarak yorumlanmaktadır. Dolayısıyla, bilgi sistemlerinin sınıflandırılmasında, CBS'nin yeri konusundaki tartışmalar hala devam etmektedir. Ancak şu bir gerçek ki, CBS genellikle uygulama şekline göre değişik isimler ile ifade edilmektedir. Bunlardan bazıları Tablo 2'de listelenmiştir [4].

Tablo 2: Uygulama şekillerine göre GIS çeşitleri [5].

- Kadastral Bilgi Sistemi (Cadastral Information System)
- Görüntü işleme tabanlı Bilgi Sistemi (Image based Information System)
- Arazi Veri Sistemi (Land Data System)
- Arazi Bilgi Sistemi (Land Information System)
- Coğrafi referanslı Bilgi Sistemi (Geographically referenced Inf. Sys.)
- Doğal Kaynak Yönetim Bilgi Sistemi (Natural Resource Management Inf. Sys.)
- Ticari Analiz Bilgi Sistemi (Market Analysis Information System)
- Çok Amaçlı Kadastro (Multipurpose Cadastre)
- Planlama Bilgi Sistemi (Planning Information System)
- Mülkiyet Bilgi Sistemi (Property Information System)
- Toprak Bilgi Sistemi (Soil Information System)
- Mekansal Bilgi Sistemi (Spatial Information System)
- Mekansal Karar-destekli Bilgi Sistemi (Spatial decision support Inf. Sys.)
- Kent Bilgi Sistemi (Urban Information System)

1.2.6. Coğrafi Bilgi Sistemi Kurulumunda İşlem Adımları

Bir CBS kurulumunda, aşağıdaki işlem adımları (çalışmanın amacına göre gerekirse ekleme-çıkarma yapılarak) takip edilebilir.

1) FİZİBİLİTE ETÜDÜ

2) SİSTEM ANALİZİ

2.1) Sistem işlemlerinin ve mevcut sorunların analizi

- a) analizin başlatılması
- b) sistem genel akışının araştırılması
- c) sistem veri yapısının araştırılması
- d) sorun/gereksinim listesinin hazırlanması
- e) sistem araştırma sonuçlarının kullanıcı ile gözden geçirilmesi

2.2) Gereksinimlerin saptanması

- a) mantıksal veri akışının hazırlanması
- b) izleme, kontrol, ve güvenlik gereksinimlerinin belirlenmesi
- c) kullanıcı gereksinimlerinin birleştirilmesi
- d) gereken veri akışlarının hazırlanması
- e) gereken veri yapısının hazırlanması
- f) varlık yaşam öykülerinin hazırlanması
- g) işlem taslaklarının hazırlanması
 - g.1) veri tabanı işlemleri
 - g.2) coğrafi analiz işlemleri
 - g.3) görüntüleme işlemleri
- h) saptanan gereksinimlerin kullanıcı ile gözden geçirilmesi

2.3) Kullanıcı seçeneklerin seçimi

- a) kullanıcı seçeneklerinin hazırlanması
- b) kullanıcının seçimi
- c) seçilen seçeneğin ayrıntılandırılması
- d) performans hedeflerinin belirlenmesi

3) SİSTEM TASARIMI

3.1) Veri tasarımı

- a) normalizasyon
- b) coğrafi veri yapısı tasarımı
- c) karma mantıksal veri yapısı tasarımı
- d) coğrafi veri sözlüğünün hazırlanması
- e) mantıksal veri tasarımının doğrulanması

3.2) İşlem tasarımı

- a) coğrafi veri tabanı sorgulama işlem taslaklarının hazırlanması
- b) coğrafi veri tabanı güncelleştirme işlem taslaklarının hazırlanması
- c) coğrafi analiz işlem taslaklarının hazırlanması
- d) görüntüleme işlem taslaklarının hazırlanması
- e) mantıksal veri modelinin kontrolü

3.3) Fiziksel Tasarım

- a) taslak programların hazırlanması
- b) coğrafi veri tabanı fiziksel tasarımı

- c) fiziksel tasarım kontrolü
- d) sistem test planının hazırlanması
- e) kütük/veri tabanı tanımlarının hazırlanması
- f) program özelliklerinin hazırlanması
- g) kullanıcı işlemlerinin hazırlanması
- h) geliştirme planının hazırlanması

4) SİSTEM GERÇEKLEŞTİRME

- 4.1) Donanım ve yazılım seçimi ve kurulması
- 4.2) Veri tabanının kurulması
- 4.3) Programların hazırlanması
- 4.4) Pilot proje
- 4.5) Uygulamaya hazırlık

5) UYGULAMA VE BAKIM [32].

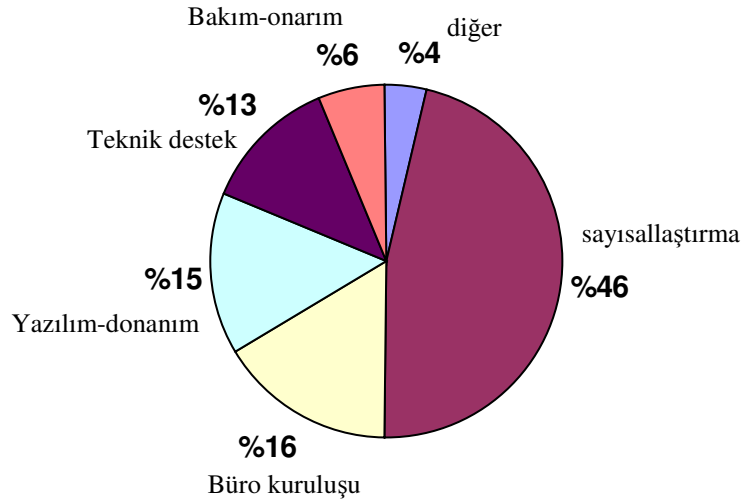
1.2.7. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Maliyet

Tablo 3, (mali değerler eklenmemiştir) bir CBS stratejisinin benimsenmesiyle ortaya çıkacak maliyetlerin bir özeti. Tablodaki veriler tamamen, yetkililerin tecrübesi ve sistemle ilgili olan diğer kişilerle yapılan görüşmelerden toplanmıştır. Diğer kuruluşlar/uygulayıcılar burada gösterilenden farklı konulara önem verebilirler. Bu yüzden tablodaki maddeler (işlem adımları), kesin değildir, sadece rehber olması amacıyla burada verilmiştir [11].

Tablo 3: CBS’de maliyet [11]

	<u>başlangıçta</u>	<u>sürerken</u>	<u>güncelleme</u>
<u>veri toplama</u>	pahalı	ucuz/orta	ucuz
<u>veri girişi</u>	ucuz/orta	ucuz	ucuz
<u>veri işleme</u>	orta/pahalı	ucuz	orta/pahalı
<u>veri çıkışı</u>	pahalı	ucuz	pahalı
<u>eğitim</u>	orta/pahalı	ucuz	orta/ucuz
<u>malzeme</u>	pahalı	ucuz	orta/pahalı

Kentsel bir CBS'nin kurulması aşamasında yapılacak en önemli harcamayı mevcut haritaların sayısal hale getirilmesi oluşturur. Gerekli haritaların var olduğu kabul edilirse bunların sayısallaştırılması, yazılım ve donanım masraflarından çok daha fazla olacaktır (Şekil 26) [41].



Şekil 26: Yerel CBS kurulmasındaki masraf dağılımı [41]

1.3. ARC/INFO COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ YAZILIMI

1990'lı yıllara girerken, batılı ülkeler tarafından, konumsal bilgilerin yönetilmesinde ve bu bilgilerin desteğinde çeşitli sosyal, ekonomik, çevresel ve alt yapı hizmetlerine yönelik kararlar vermede, CBS bir araç olarak kullanılmaya başlandı. Bugün, CBS, yaklaşık 10 milyar \$'lık bir pazar olarak, bir çok mesleki disiplinin kesiştiği bir noktada durmaktadır. CBS'nin bu kadar hızlı gelişmesinin ve bu kadar popüler olmasının sebebi neydi?

CBS'nin bu noktaya gelmesinin arkasındaki öncelikli itici güç; bilgisayar ve çevre birimlerinin maliyetinin hızla düşmesiyle beraber donanım endüstrisinin hızlı gelişimidir. Donanım endüstrisinin hızlı gelişimi, yazılım teknolojisinin de hızlı gelişmesinde etkili olmuştur. Günümüz yazılımları, kullanım kolaylıkları ve geliştirilmiş arayüzleri ile kitlelerin, yüksek bilgisayar bilgisi olmadan, bilgisayardan istenen verimi alabilmelerini sağlamıştır. Bütün bunların yanında, günümüz sorunlarının coğrafyadan bağımsız düşünülmesinin imkansız oluşu ve CBS'nin coğrafi verilerin yönetilmesindeki gücü, Coğrafi Bilgi Sistemlerinin bugünkü ününün nedenlerindendir.

CBS pazarının en önemli çözüm üreticilerinden birisi de 1969 yılında kurulan (ABD, California) *ESRI* (Environmental Systems Research Institute Inc.)'dir. ESRI, bu gün, CBS pazarında, pazar payı dünyada en fazla yazılım üreticilerinden bir tanesidir. ESRI'nin bir çok CBS ürünü olmakla beraber, en bilinen yazılımı Arc/Info'dur.

Bu bölümde, tezin uygulama kısmında ESRI'nin CBS yazılımı ürünleri kullanılmış olduğundan, bu ürünler hakkında ayrıntılı bilgi verilmeye çalışılacaktır. Daha ayrıntılı bilgi için bölüm 7.1.'e bakınız. Bu bilgiler; yazılımların kullanım kılavuzlarından, ESRI'nin internet sayfası olan "<http://www.esri.com>" adresinden ve ESRI'nin Türkiye dağıtımıcısı olan İŞLEM Şirketinin internet sayfası olan "<http://www.islem.com.tr>" adresinden derlenmiştir.

ARC/INFO Yazılımının Genel Özellikleri:

ARC/INFO, ESRI tarafından dünyada ilk olarak geliştirilmiş veri tabanı temelli güçlü ve esnek yapıya sahip Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımıdır. Sistemin sunumu gerçek uygulamalar içinde yer alan veri yönetiminde ve sayısal kartoğrafyada bir devrim yaratmıştır.

ARC/INFO'yu benzerlerinden ayıran en büyük özellik, sayısal harita sistemlerinin geleneksel kartografik yapılarını ilişkisel veri tabanı yönetim sistemleri etrafında kurulmuş olan güçlü analiz sistemleri ile entegre edebilmesidir. Bu sistemler bir arada, mekansal verilerin girişi, analizi, yönetimi ve görüntülenmesine olanak sağlamaktadır.

ARC/INFO yazılımı haritaları ve tablosal verileri ortak bir coğrafi veri tabanında bütünler. Bu verilerden, kullanımı kolay yazılım dilini öğrenirken kısa zamanda yüksek kartografik nitelikli haritalar, karmaşık analizler, ve sorgulama yapılabilir. ARC/INFO, özgün uygulamalardaki kullanım amacına uygun harita ve tabloların üretimi için kullanılabilir. Açık mimari yapısından dolayı mekansal ve tablosal verileri kullanıcı arabirimleri ile bütünleştirmek mümkündür. ARC/INFO coğrafi olgular arasındaki ilişkilerin daha iyi anlaşılmasını sağlamıştır.

ESRI tasarım filozofisi esnek, bütünlüğü sağlanmış, modüler, kullanıcı dostu, kolayca taşınabilir, donanım bağımsız ve iyi dokümente edilmiş programlar yaratmayı amaçlamaktadır. ESRI kullanıcıların ihtiyacını karşılayacak en iyi bilgisayar sistemini almasını amaçlamaktadır. ARC/INFO, NT, Data General, DEC, HP, IBM, Intergraph, NEC, Silicon Graphics, SUN ve Prime marka bilgisayarlarda çalışabilen donanım bağımsız bir Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımıdır. Bu yazılım aynı zamanda PC, workstation, mini ve main-frame bilgisayarlarda çalışabilme avantajlarını da taşır. Yazılım yapısı tüm bu platformlar için veri transferi olanağını taşır [40].

ARC/INFO, Coğrafi bilginin; otomasyon, coğrafi veri yönetimi, veri yönetimi ve girişi, mekansal analiz, görüntüleme, çıktı, kartografi, Makro Programlama, Grafik Sorgulama, Hardcopy (ARC/PLOT), Grafik/nongrafik veri girişi, veri güncelleme (ARC/EDIT), Harita çakıştırma (OVERLAY), Veri Dönüşümü (DATA CONVERSION), İlişkisel Veri Tabanı Yönetim Sistemi Arabirimi ve raster görüntüleme gibi tüm temel işlevlerini gerçekleştirir.

ARC/INFO yazılımı her türlü;

- Harita otomasyonu
- Veri dönüşümü
- Veri tabanı yönetimi
- Harita çakıştırma
- Mekansal analiz
- Etkileşimli görüntüleme ve sorgulama
- Grafik veri girişi ve düzeltme

- Adres haritalama ve kodlama
- Network analizi
- Niteliklerin harita üzerine yazılması
- Topoğrafik analiz

işlemlerinde etkin çözümler sunmaktadır. Bu nedenle, belediye alt yapı yönetimi, imar planı yapım ve uygulaması, kadastral veri tabanları oluşturma, ulaşım planlaması, madencilik, ormancılık, yerel ve merkezi hükümet uygulamaları, eğitim, pazarlama, inşaat mühendisliği, savunma, fabrika yönetimi gibi yüzlerce uygulamada etkin olarak kullanılmaktadır [40].

Arc/Info yazılımı hakkındaki daha detaylı bilgiler tezin 7.Ekler kısmında verilmiştir.

1.4. SAYISAL YÜKSEKLİK MODELİ

1.4.1. Yüzey Temsili

Dünya üzerinde, sonsuz sayıda, XYZ değerleri bulunan noktaların birleşmesiyle yüzeyler oluşur. Sonsuz sayıdaki bu nokta kümesinden, sonlu sayıda XYZ değerleri ölçülen ya da hesaplanan noktaların yardımıyla, yüzeyler temsil edilebilir. Buradaki amaç; modellenen yüzeyin, az nokta kullanarak, orijinal yüzeye olabildiğince yaklaşması ya da benzemesidir.

Doğadaki varlıklar, sürekli veya süreksiz olabilirler. Yollar, parseller, süreksiz varlıklara örnektir. Yükseklik, nüfus, kirlilik gibi bilgiler süreklilik arzederler.

Fonksiyonel yüzeyler, her bir XY koordinatı bilinen nokta için tek bir yükseklik (Z) değerinin saklandığı yüzeylerdir [38]. Zeminle 90°'lik dik açı yapan bir şev düşünelim. Orijinal yüzeyde, şev üzerindeki her noktanın farklı yükseklik değerleri vardır. Böyle bir yüzeyin, fonksiyonel yüzey olarak ifadesinde, tavanın yükseklik değerinin mi yoksa tabanın yükseklik değerinin mi saklanacağı sorusu ile karşı karşıya gelinir. Fonksiyonel yüzeylere 2.5 boyutlu yüzeyler de denir.

Fonksiyonel yüzeylerin tersi olarak, *solid (katı) modeller*, gerçek 3 boyutlu modellerdir [38]. Yani, tek bir XY koordinatı bilinen nokta için, birden fazla yükseklik değeri saklayabilirler. Binaların, makine parçalarının ve benzeri varlıkların, bilgisayar ortamında modellenmesinde, solid modeller kullanılır. Solid modeller, genellikle, Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) çalışmalarında kullanılır.

1.4.2. Haritacılıkta Yüzey Temsili

Haritacılıkta, en geleneksel yükseklik gösterimi; *eşyükseklik eğrisi* (contour)'dir. Bu yöntemde, düzenli veya düzensiz dağılımdaki, XYZ değerleri bilinen noktalar yardımıyla, belli bir yükseklik değerinin geçtiği yerler çizgi olarak ifade edilir. Bu yöntemin yüzey ve hacim hesaplamalarında yetersiz kalmasından dolayı alternatifler geliştirilmiştir.

Yüzey temsiliinde yoğun olarak kullanılan yöntem; *Sayısal Yükseklik Modelidir* (Digital Elevation Model). Sayısal Yükseklik Modelleri, yüzeyi, düzenli gridler şeklinde

veya düzensiz üçgenler şeklinde ifade ederler. Sayısal Yükseklik Modellerinin üzerine diğer arazi bilgileri eklendiğinde, Sayısal Arazi Modeli (Digital Terrain Model) elde edilir.

Bilgisayar destekli yüzey temsilde günümüzde 2 yöntem kullanılmaktadır. Bunlar;

- Düzenli grid
- Triangulated Irregular Network (TIN)

1.4.2.1. Düzenli Grid Temelli Sayısal Yükseklik Modeli

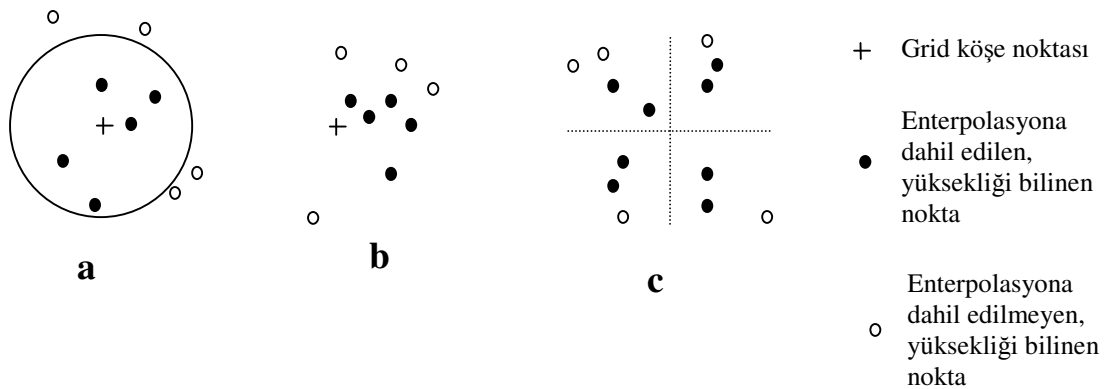
Bu yaklaşımda amaç; örneklenerek yüzey üzerine oturtulacak olan düzenli gridin köşe noktalarının yükseklik değerlerinin, üç boyutlu koordinatları bilinen noktalar yardımıyla hesaplanmasıdır. Grid kenarlarının uzaklığı, doğrudan örnekleme başarısı üzerinde etkili olur. Grid kenarları ne kadar küçük olursa, orijinal yüzeye o kadar yaklaşılar, ancak bu durumda hesap yükünün artacağı da bir gerçektir. ARC/INFO yazılımının *Lattice* veri seti, düzenli grid temelli bir sayısal yükseklik modelidir.

Grid köşe noktalarının yüksekliklerinin hesaplanmasında üç değişik yöntem vardır:

- a) Pointwise yöntemi
- b) Global yöntem
- c) Patchwise yöntemi

a) Pointwise (Noktasal) Yöntemi

Noktasal yöntemde, belirli bir kritere göre, grid köşesi çevresindeki 3 boyutlu koordinatları bilinen noktaların yükseklik değerleri, enterpole edilir.



Şekil 27: Pointwise yönteminde kullanılan değişik yöntemler [49].

Bu yöntemde, grid köşe noktalarının yükseklik değerlerinin belirlenmesinde 3 değişik alt yöntem vardır.

İlk alt yöntem olan “*en yakın komşular*” yönteminde, belirli bir d yaklaşım mesafesindeki en yakın n adet noktanın yükseklik değerleri enterpole edilir. İstenirse bu n nokta yaklaşım mesafesi olan d' ye göre $w=1/d^m$ şeklinde ağırlıklandırılabilir (Şekil 27.a).

İkinci alt yöntem, en yakın komşuluk yönteminin biraz değiştirilmiş halidir. Bu yöntemin adı “*n adet en yakın komşular*” yöntemidir. Buradaki ölçüt, d mesafesi yerine n adet yüksekliği bilinen nokta sayısıdır. Grid köşe noktasına en yakın n adet noktanın yükseklik değeri enterpolasyona sokulur (Şekil 27.b).

Üçüncü alt yöntem ise “*sektörel en yakınlık komşuluk*” yöntemidir. Bu yöntemde her sektörden n adet en yakın yüksekliği bilinen nokta enterpolasyon işlemine sokulur (Şekil 27.c).

b) Global (Tek Bir Fonksiyon) Yöntem

Bu yöntemde, yüksek dereceli bir polinomla, tek bir 3 boyutlu yüzey tanımlanır. Polinomun parametreleri, yüksekliği bilinen noktalar yardımıyla belirlenir. Polinomun parametreleri belirlendikten sonra, bu polinoma göre, her grid köşesinin yükseklik değeri hesaplanır.

Yüzey temsilinin matematiksel yöntemi, kompleks yapıları, yüksek derecede yumuşaklıkla (smoothness) ifade edebilen üç boyutlu sürekli fonksiyonlar üzerine kurulmuştur [8]. Tablo 4’de Tek Bir Fonksiyon yönteminde, sık kullanılan polinomlar verilmiştir.

Tablo 4: Yüzey temsilinde kullanılan genel polinomal eşitlikler

Polinomun terimleri	Terimlerin derecesi	Tanımı	Terimlerin sayısı
$Z_i=a_0$	Sıfırıncı	Planar	1
$+a_1x+a_2y$	Birinci	Linear	2
$+a_3x^2+a_4y^2+a_5xy$	İkinci	Quadratic	3
$+a_6x^3+a_7y^3+a_8x^2y+a_9xy^2$	Üçüncü	Cubic	4
$+a_{10}x^4+a_{11}y^4+a_{12}x^3y+a_{13}x^2y^2+a_{14}xy^3$	Dördüncü	Quartic	5
$+a_{15}x^5+....$	Beşinci	Quintic	6

Buradaki amaç $z=f(x,y)$ şeklinde bir fonksiyon yardımıyla yüzeyin temsil edilmesidir.

İlk aşamada, 3 boyutlu koordinatları bilinen noktalar yardımıyla, polinomun a_i katsayıları hesaplanır. Bundan sonra verilen herhangi bir XY koordinatı için Z değeri, polinom kullanılarak hesaplanır.

c) Patchwise (Parça Parça)Yöntemi

Patchwise yönteminde, tüm alan, öncelikle, aynı şekildeki yamalara (alt bölme) bölünür. Yamalar, kare veya dikdörtgen şeklinde olabilir. Her yamanın içerisine düşen koordinatı bilinen noktalar yardımıyla, matematiksel fonksiyonlar tanımlanır ve sonuçta her yamaya bir yüzey uydurulur. Böylece, her yama içerisindeki grid köşe noktalarının yükseklik değerleri hesaplanabilir.

1.4.2.2. Triangulated Irregular Network

TIN (Triangulated Irregular Network), düzensiz üçgenlerin oluşturduğu bir sayısal yükseklik modelidir. Günümüzdeki yazılımlarda, en çok kullanılan yöntemdir. Tüm veri kümesini, işleme dahil etmesi en büyük üstünlüklerinden birisidir. Üç boyutlu koordinatları bilinen noktalar, arazide eğimin değiştiği uygun yerlerden ölçüldüyse, sayısal yükseklik modeli, orijinal yüzeyi, gerçeğe en yakın şekliyle örnekleyecektir.

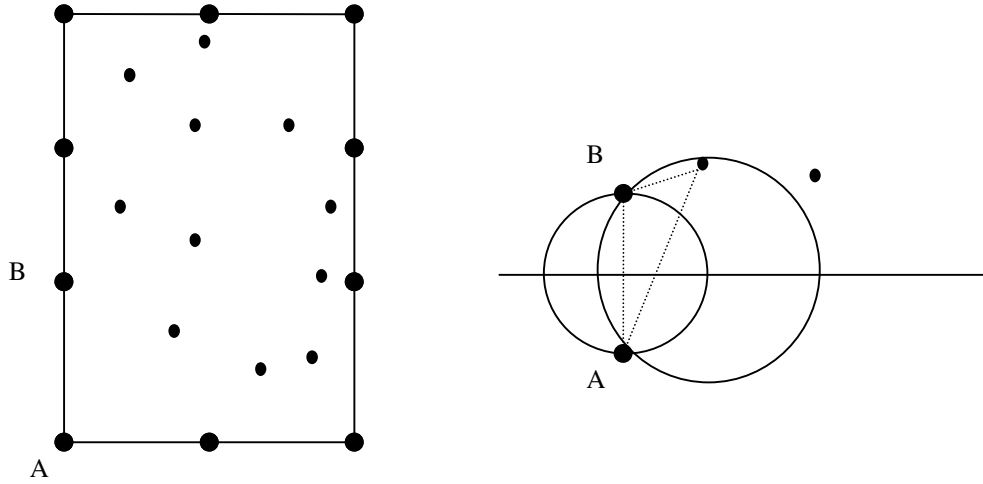
TIN oluşturulmasındaki en temel sorun, bir üçgenin hangi üç ölçü noktasından oluşturulacağı sorunudur. Üçgenleri belirleme algoritması, her defasında aynı sonucu vermek zorundadır. Üçgenlerin oluşturulmasında, başlıca iki yöntem vardır:

- a) Delaunay üçgenleme yöntemi (The Delaunay Triangulation Method)
- b) Radyal tarama algoritması (The Radial Sweep Algorithm)

a) Delaunay Üçgenleme Yöntemi

Bu yöntemde, öncelikle, veri kümesinin etrafına yapay çerçeve noktaları yerleştirilir. Bu noktalar keyfi olarak tanımlanır ve veri setine dahil edilir. Alanın sol alt köşesindeki iki sınır noktası, üçgenlemeye başlangıç yeridir. Bu iki sınır noktasından, çapı bu iki nokta arasındaki mesafe olacak şekilde, bir daire geçirilir ve saat istikameti yönünde, dairenin içine düşen nokta olup olmadığı araştırılır. Eğer bu daire içine düşen nokta saptanamazsa, dairenin alanı belirli bir oranda arttırılır. Bu dairenin içerisine, saat yönünde

düşen ilk nokta, ilk üçgenin üçüncü noktası olarak belirlenir. Bu işlem saat yönünde, ta ki başlangıca gelene kadar sürdürülür (Şekil 28).



Şekil 28: Delaunay üçgenleme yöntemi [49].

b) Radyal Tarama Algoritması

Veri setinin merkezine en yakın nokta, üçgenlemeye başlangıç noktası olarak seçilir. Bu noktadan, diğer tüm noktalara giden mesafeler ve semt açıları hesaplanır, semt açılarına göre sonuçlar sıralanır. Bu işlemden sonra, her çizginin ucu, bir önceki ve bir sonraki çizgilerle birleştirilerek, dar ve uzun üçgenler oluşturulur. Böylece ilk tarama yapıldıktan sonra, dış kenardaki içbükeyliklerden üçgenler oluşturulur. Her noktanın, bir önceki ve bir sonraki noktayla irdelenmesi yapılarak, üçgen oluşturup oluşturmadığı irdelenir ve oluşan üçgenler veri tabanına aktarılır. Eğer oluşturuyorsa bir sonraki nokta, artık dış sınır noktası olarak kabul edilmez. Bu tamamlandıktan sonra elde kalan düğüm noktaları ve noktalar, modelin dışbükey kenarlarını oluşturmaktadır. Bu işlem tekrarlanır.

1.4.3. Sayısal Yükseklik Modellerinin Uygulama Alanları

Sayısal Yükseklik Modelleri (SYM), mühendislik uygulamalarında, çok değişik amaçlar için kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları şunlardır:

- Herhangi bir noktanın yükseklik değerinin hesaplanması (enterpolasyonu)
- Eşyükseklik eğrilerinin ve yükseklik bantlarının oluşturulması
- Eğim ve bakı hesabı

- Gerçek yüzey alanının hesaplanması
- Yüzey uzunluğunun hesaplanması
- Hacim hesapları
- Görünebilirlik analizleri
- Kesit çıkarma
- Yüzey morfolojisinin analizi
- Hillshading (ışığın belirli semt ve yükselme açılarında gelmesi durumunda, ışık alıp-almayan alanların belirlenmesi)

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Trabzon-Değirmendere Vadisi Çevre Düzenleme Projesi (DEVAÇED)

Trabzon kentinin içme suyunu sağlayan ve kentin İç Anadolu'ya açılan kapısı olan Değirmendere Vadisi, süratle kirlenmekte, doğal ve estetik olarak bozulmaktadır. Bu bozulmayı azaltabilmek için Karadeniz Teknik Üniversitesi ve Trabzon Valiliği, 1998 yılında, *Trabzon-Değirmendere Vadisi Çevre Düzenleme Projesi*'ni (DEVAÇED) başlatmıştır.

DEVAÇED projesinin gerekçesi, şu şekilde ifade edilmiştir:

“Trabzon-Değirmendere Vadisinin varlığı, tarihi Trabzon kentinin kurulmasının esas sebebidir. Zira, Doğu Karadeniz Bölgesinin kıyı kesiminde bulunan bütün kentler, akarsuların denize kavuştukları yerlere yakın kurulmuştur. Bu tercihin yapılmasında, vadilerin iç kısımlara ulaşmadaki öneminin de rolü vardır. Değirmendere Vadisi de, yüzyıllar öncesinden beri İç Asya'dan Karadeniz'e tarihi İpek Yolu (Silk Road)'nun izlencesi olmuştur. Trabzon kenti ve köyleri sakinlerinin, ulaşım güzergahı olmasından başka, temiz su temini, iç su ürünleri avcılığı, mesire ve dinlenme yeri, değirmen işletmeleri gibi birçok alanda Değirmendere Vadisinden yararlandığı bilinmektedir. Değirmendere'nin bundan 30 yıl önce, bugünkü Fırtına Deresi benzeri temizlik ve doğal güzellikte olduğu bir gerçektir.

Günümüzde Değirmendere Vadisi ise, yer yer ıslah adı altında daraltılmış yatağıyla adeta bir katı ve sıvı atık kanalı görünümünü almıştır. Dere yatağı, adeta bir şantiye görünümündedir. Her çeşit çevre kirleticisi atık bırakan üretim ve hizmet tesisleriyle, bozuk bir karayolu güzergahıyla, plansız ve korkusuz bir yapılaşma ile, kum, çakıl ve taş ocaklarıyla, adeta vadi boyunca kurulu yerleşim yerlerinin çöplüğü ve atık su kanalı olmuştur. Üstelik bu vadiden, halen Trabzon kenti ve Üniversitenin “temiz su” adı verilen su ihtiyacı da karşılanmaktadır.

Bu proje, vadinin eski doğal güzellğinde olmasa bile, daha temiz ve daha güzel, kamuya daha açık ve kamunun isteyerek yararlanıp gelecek nesillere bırakabileceği bir görünüm almasının mümkün olduğunu göstermek, kazanılması zor fakat kaybedilmesi çok kolay olan su ve toprağın muhafazasını sağlamak, yarınlara ve yabancılara gururla gösterilebilecek bir tablo çizmek amacıyla hazırlanmıştır.

..Özet olarak, bu proje uygulandığı takdirde, çöplerden ve sıvı atıklardan arınmış temiz ve gerçekten ıslah edilmiş bir dere, yeşil bir çevre, standart bir otoyol, çamur olmayan tali yollar, planlı yerleşim yerleri ve çok sayıda kamu dinlenme alanları ile, korunmuş tarım alanları ve yeşil alanlar oluşacaktır”[3].

DEVAÇED Projesinin resmi amacı ise şu şekilde dile getirilmiştir:

“Çok amaçlı bir çevre düzenlemesi olarak, topyekün kırsal düzenleme esasına yönelik planlanan bu proje, Trabzon-Değirmendere Vadisi’nin Maçka-Karadeniz arasında kalan 30 km’lik kısmının uygun görülen genişlikte ele alınarak ulaşım, temiz su ve atık isale tesisleri yapımı, akarsu yatağı kullanımı, çevre, mülkiyet yapısı, imar ve yerleşme açısından incelenmesi ve yeniden düzenlenmesi, doğal güzelliklerin ve köprü, değirmen, çeşme vb.. tarihi yapıların korunması planlarının hazırlanması, böylece, çevre halkının doğal ortamdan sağlıklı bir şekilde yararlanmasını sağlayarak, olması gereken kamu yararını tesis etme amacına yöneliktir”[3].

Değirmendere Vadisi’nin Maçka-Karadeniz arasındaki kısmı, yoğun bir şekilde iskan, sanayi ve ticaret amacıyla kullanılmakta, oluşan katı ve sıvı, evsel ve sanayi atıkları dereye deşarj edilmektedir. DEVAÇED kapsamında yapılan bu Yüksek Lisans Tezi çalışmasının amacı, vadinin konumsal veri tabanının kurulması ve bu veri tabanındaki çevresel bilgilerden yola çıkarak, Değirmendere’nin doğal yapısı ve çevresel kirliliği ile ilgili bazı saptamalar yapmaktır.

Bunun için öncelikle vadinin halihazır durumunun bilgisayar ortamında görüntülenebilmesi için, topoğrafya, idari sınır, nüfus, yerleşim alanları, dereler, yollar ve önemli yapay tesisler ile ilgili harita ve metin bilgileri değişik kaynaklardan edinilerek sayısallaştırılıp, bilgisayar ortamında depolanmıştır. Bu temel altlığın üzerine kirletici tesisler, vadinin orman varlığı, derelerin debi bilgileri eklenmiş ve oluşturulan bu coğrafi veri tabanını zenginleştirmesi amacıyla bölgeyi kapsayan uydu görüntüleri kullanılmıştır.

Oluşturulan bu coğrafi veri tabanı kullanılarak, vadideki evsel atıklar, sanayi atıkları ve nüfus yoğunluğu ilişkisi incelenmiştir. Ayrıca uydu görüntüleri ve vektörel bilgiler kullanılarak, vadideki mevcut erozyon sahaları, uzaktan algılama tekniği kullanılarak saptanmaya çalışılmıştır.

Ancak bu yüksek lisans tezinin ileriye dönük ve temel amacı, Trabzon şehri için bu kadar hayati önem taşıyan Değirmendere vadisinin Çevresel Bilgi Sisteminin kurulabilmesi ve bu sistemin sürekli ayakta tutulabilmesi için gerekli olan başlangıç

adımlarını atmaktır. İlerde, bu veri tabanına daha çok ve değişik nitelikte veriler girildikçe, çalışma sahasının sınırları genişleyecek ve yapılabilecek analizlerin sayısı artacaktır.

2.2. Çalışma Alanının Tanıtılması

Çalışmaya konu olan Değirmendere Vadisi, Doğu Karadeniz Dağları'nın kuzey yamacında, toplam 1103 km² izdüşüm alanına sahiptir. Havzanın doğal sınırları içerisindeki alanın 1013 km²'si Trabzon, 90 km²'si Gümüşhane illerine aittir. Trabzon ili yönetimi sınırları içinde kalan kesimde 1 ilçe (Maçka), 5 belde (Çağlayan, Esiroğlu, Şahinkaya, Akoluk, Çukurçayır) ve 66 adet köy yerleşmesi bulunmaktadır. Havza alanının tümünde geçici olarak yerleşilen 223 yayla, 126 mezra, 11 adet de güzle mevcuttur (Şekil 29 ve 30).

Bu yüksek lisans çalışmasında, DEVAÇED proje sahasının tamamı yerine, çalışma alanı, güneyde Maçka ilçesi Coşandere köyü ile sınırlandırıldı. Değirmendere Vadisi boyunca güneyden kuzeye yaklaşık 30 km uzunluğunda, 15 km genişliğinde ve 438 km² genişliğindedir. Coğrafi koordinatlarla yaklaşık yeri; 40° 45' - 41° 0' (N) ve 39° 32' – 39° 50' (W) dir. Bölgede ilk tesis kadastro sunun tamamlanma oranı %70'dir. Çalışma alanındaki akarsuların toplam uzunluğu 384 km olup, Trabzon şehrinin su ihtiyacını karşılayan Esiroğlu Su Arıtma Tesisleri'nin bulunduğu noktada derenin yıllık ortalama debisi 16.44 m³/saniye'dir. Çalışma alanının %30'u ormandır, kalan alan iskan, ziraat ve diğer amaçlar için kullanılmaktadır, ekonomik olarak tarım yapılabilecek alan, bölgenin %16'sı kadardır. Çalışma alanında nüfus 278417 kişidir ve nüfus Değirmendere akarsuyu kenarında yoğunlaşmaktadır.

2.3. Gereksinim Analizi

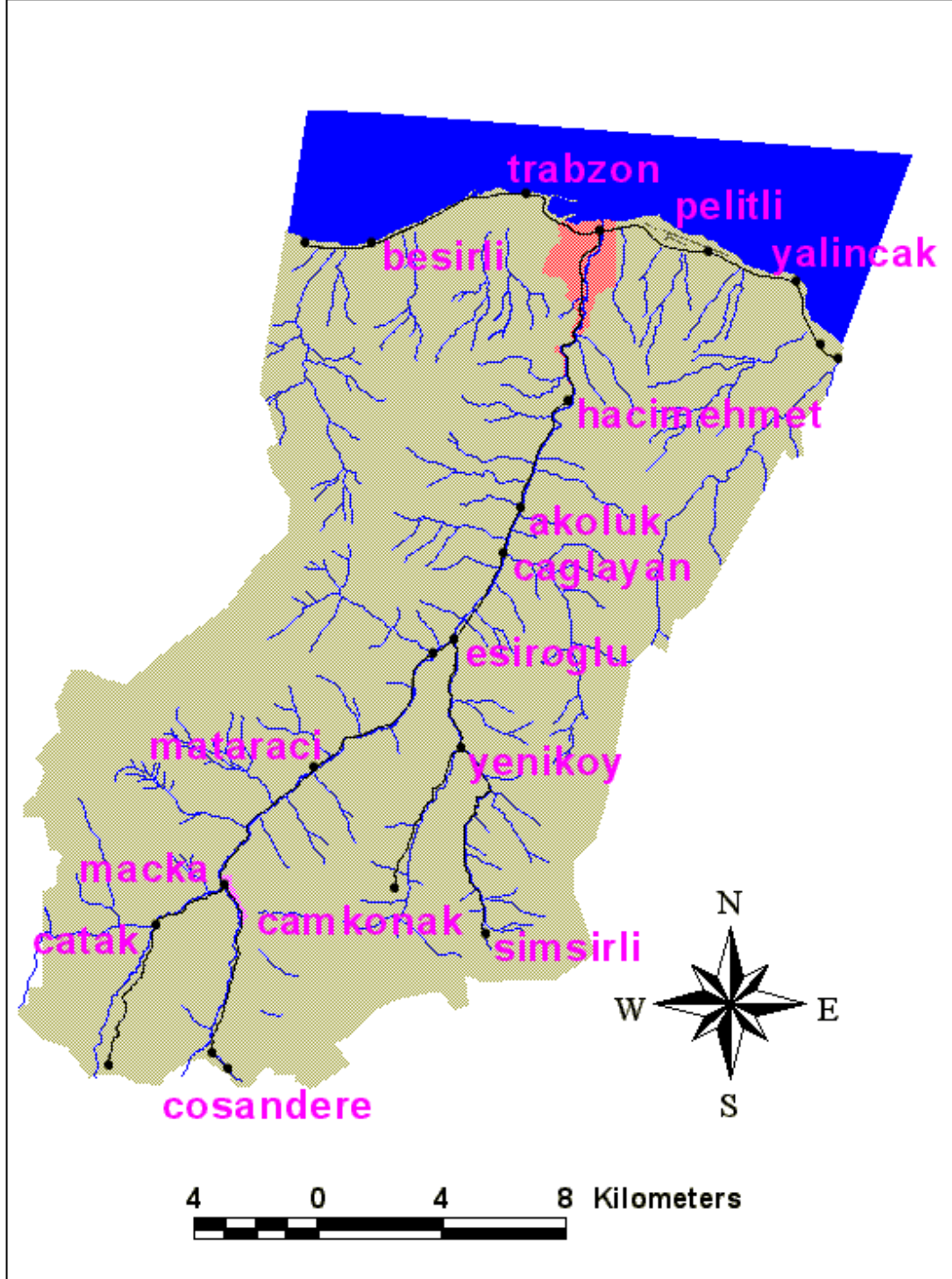
Bir coğrafi veri tabanı oluşturulurken yapılması gereken ilk iş; gereksinim analizidir. Gereksinim analizinde mevcut durum gözden geçirilir ve ulaşılmak istenen hedeflerle karşılaştırılır. Bu bağlamda, hangi formatta ve ne tür veriye ihtiyaç duyulduğu saptanır. Son olarak da; belirlenen bu verilerin hangi kaynaklardan toplanabileceği belirlenir.



Şekil 29: Çalışma alanı.

Çevresel bilgi sistemi kurma amacıyla yola çıkılan bir çalışmada, arazinin topoğrafyasına ilişkin bilgilerin olmaması mümkün değildir. Çalışma alanının mevcut durumu, gerçek dünyadan, örneklenerek ve soyutlanarak, bilgisayar ortamında modellenmelidir. Bu yüzden çalışma alanındaki doğal ve yapay yapılara (dereler, yollar, önemli bina ve tesisler, vb..) ve arazinin topoğrafik bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu mevcut durumun üzerine; vadinin orman varlığını gösteren bilgiler, yerleşim alanları, idari sınırlar, nüfus ve vadiyi kirlettiği tespit edilen yapılarla ilgili bilgilerin eklenmesine gerek duyulduğu belirlendi. Ayrıca, veri tabanını zenginleştirmek ve analizlerde kullanılmak üzere, uydu görüntülerinin edinilmesine karar verildi. Sonuç olarak veri tabanının aşağıdaki bilgileri içermesi gerektiği belirlendi:

ÇALIŞMA ALANI



Şekil 30: Çalışma alanının 2 boyutlu görünümü.

- Çalışma alanındaki topoğrafik yapıyı gösteren halihazır harita detayları
- Vadideki dereleri debilerini ölçen istasyonların konumları ve ölçüm bilgileri
- Vadideki yerleşme alanları, idari sınırlar ve nüfus bilgileri. Buna ek olarak köy/mahalle biriminde olmak üzere, tesis kadastrounun yapıp yapılmadığı
- Çalışma sahasındaki orman alanları-ziraat alanları sınırları, Orman İşletme Müdürlüklerinin sorumluluk sahaları
- Vadideki yer kontrol noktaları
- Vadiyi kirleten yapı ve tesisler, bu tesislerin ne tür ve ne hacimde atık ürettikleri ve bu atığın deşarj şekli ile ilgili bilgiler
- Çalışma alanının uydu görüntüleri

2.4. Kullanılan Donanım ve Yazılım

Bu çalışmada, aşağıda özellikleri belirtilen, KTU Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, Coğrafi Bilgi Sistemleri Laboratuvarı (GISLAB)'da bulunan yazılım ve donanımlar kullanılmıştır.

Sun Ultra 5 iş istasyonu:

UltraSPARC – IIi 270MHz RISC işlemci, 256KB cache

UPA/PCI (X3, 32bit, 33MHz), 256MB bellek, PGX24 graphic card

İşletim sistemi:

Sun OS Release 5.6 Version Generic-105181-03

[UNIX® System V Release 4.0]

Üzerinde koşan CBS yazılımları:

ARC/INFO 7.2.1 (full installation)

ArcView 3.1

ArcView Spatial Analyst 1.0

ArcView Network Analyst 1.0

IBM PC:

Intel Celeron 400Mhz CISC işlemci, 256KB cache, 64MB SDRAM

İşletim sistemi: Windows 98 Second Edition

Üzerinde koşan CBS&haritacılık yazılımları:

ArcView 3.1

ArcView Spatial Analyst 1.0

ArcView Network Analyst 1.0

ArcView 3D Analyst 1.0

AutoCAD R14

Calcomp sayısallaştırıcı: Drawing Board II, 3200 serisi

2.5. Grafik ve Grafik Olmayan Verilerin Edinilmesi

Çalışma alanının geniş olması sebebiyle, özellikle halihazır haritaların edinilmesinde büyük zorluklarla karşılaşıldı. Bunun sebebi de, tüm vadinin aynı standartta tek bir haritasının olmamasıydı. Bu sebeple değişik ölçekte ve koordinat sistemindeki halihazır haritalar dönüşümler yardımıyla birleştirilmeye çalışıldı.

Gereksinim analizleriyle, veri tabanında olmasına karar verilen bilgiler, Trabzon ilindeki değişik resmi kurumlardan edinildi.

Öncelikle, vadinin halihazır haritaları araştırıldı. *İller Bankası 17. Bölge Müdürlüğü*'nden, Değirmendere Vadisi'nin Trabzon girişinin 1/1000 ölçekten 1/5000 ölçeğe küçültülmüş halihazır haritaları edinildi. *Maçka Belediyesi*'nden, Maçka şehir merkezinin 1/1000 ölçekli halihazır haritaları alındı. Edinilen bu haritaların hepsi, yerel koordinat sisteminde ve yerel pafta indeksinde idiler. Vadinin kalan alanlarının halihazır bilgileri; *Harita Genel Komutanlığı* tarafından fotogrametrik yöntemle üretilen 1/25000 ölçekli askeri haritalardan alındı ve bu haritalar KTU Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümünde mevcut olduğundan kolaylıkla edinildi. Çalışmada şu 1/25000 ölçekli haritalardan yararlanıldı:

TRABZON F43.d.3

TRABZON G43.a.2

TRABZON G43.a.3

TRABZON G43.a.4

TRABZON G43.b.1

Çalışma alanının yaklaşık %98'inin halihazır bilgileri, 1/25000 ölçekli haritalardan edinildi. Bunun en büyük sebebi, vadinin çok büyük bir kısmının büyük ölçekli topoğrafik haritalarının olmamasıdır. Vadinin büyük ölçekli topoğrafik haritaları, sadece belediye olan yerleşim alanlarında mevcuttur. İkinci büyük sebebi ise; tüm vadi için büyük ölçekli topoğrafik haritalar mevcut olsa bile, bu kadar büyük hacimdeki veriyi, eldeki mevcut donanım ortamında yönetmek çok zor olacaktır. Çalışma alanı büyük olduğundan, halihazır harita bilgilerinin çoğu 1/25000 ölçekli haritalardan alınarak, veri hacmi önemli ölçüde azaltılmasına rağmen, Sun Ultra 5 iş istasyonu ile çalışılırken sık sık bellek yetersizliği sorunu ile karşı karşıya kalınmıştır. Çalışmanın amacının; Değirmendere Vadisi için Çevresel Coğrafi Bilgi Sistemi kurulması olduğu düşünüldüğünde, önemli yerleşim alanları dışındaki alanlarda, halihazır harita bilgilerinin 1/25000 ölçekli haritalardan sayısallaştırılarak alınması, konumsal veri tabanındaki bilgilerin doğruluğu ve duyarlılığı açısından yeterli olacağı düşünülmüştür. Ancak her şeye rağmen burada bir ülke gerçeğinin de gözardı edilmemesi gerekir. O da şudur: Türkiye'de Coğrafi Bilgi Sistemi kurma çalışmalarının önündeki en büyük engellerden birisi de; tüm ülke çapında, aynı koordinat ve pafta indeksi sisteminde, standart topoğrafik (ST) haritaların olmamasıdır.

Değirmendere Vadisi'ni kirleten tesislerle ilgili bilgiler, *Trabzon İl Çevre Müdürlüğü*'nden edinildi. Trabzon İl Çevre Müdürlüğü tarafından, 1995 yılında; Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü, Orman Bölge Müdürlüğü, Sağlık Müdürlüğü, Tarım İl Müdürlüğü, Trabzon Belediyesi Çevre Müdürlüğü, DSİ 22.Bölge Müdürlüğü, Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü, İller Bankası 17.Bölge Müdürlüğü'nün katılımlarıyla ve KTÜ Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi'nin danışmanlığında, Trabzon Valiliği'ne sunulmak üzere, "*Değirmendere Havzası Çevre Sorunları Envanteri*" adlı bir çalışma yapılmıştı. Bu çalışmada, vadiyi kirleten tüm tesisler harita üzerine işaretlenmiştir, ayrıca, her tesisin adı, çalışan sayısı, atık cinsi, deşarj şekli ve atık miktarı gibi bilgiler de toplanmıştır. Trabzon İl Çevre Müdürlüğü'nden bu envanter çalışmasının tam metni, haritası ile beraber edinildi ve elden geldiği ölçüde güncellenmeye çalışıldı. Kirletici tesislerle ilgili çevresel veri tabanındaki bilgiler, 2000 yılı için tam olarak güncel değildir. Bu yüksek lisans çalışmasının uygulama kısmının tek bir kişi tarafından yapıldığı ve alanın çok büyük olduğu düşünüldüğünde, veri tabanının güncellenmesi işi, bu konu ile bundan sonra çalışacak kişilere bırakılmıştır.

Bayındırlık İl Müdürlüğü, Trabzon Kadastro Müdürlüğü ve Maçka Kadastro Müdürlüğü'nden, vadideki, köy/mahalle/belde/ilçe bazındaki yerleşim alanı sınırları edinildi. Bu sınırlar, 1/25000 ölçekli haritalar üzerine işaretlenmiş olarak alındı. Ayrıca, Trabzon Kadastro Müdürlüğü'nden ve Maçka Kadastro Müdürlüğü'nden, bu yerleşim alanlarındaki ilk tesis kadastro çalışmaları tamamlanma durumu ve vadi boyunca bazı yer kontrol noktalarının (nirengi) koordinat değerleri ve tesis cinsleri ile ilgili text bilgiler alındı.

Trabzon İl Nüfus Müdürlüğü'nden 1997 yılı Genel Nüfus Sayımına göre şehir/mahalle/köy birimlerinin nüfus bilgileri alındı. Genel Nüfus Sayımı sonuçları, yerleşim alanlarının idari sınırları ile ilgili bilgilerle karşılaştırıldı ve gerekli irdelemeler yapıldı.

Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü'ne, vadinin orman varlığı ile ilgili bilgi almak için başvuruldu. Buradan, vadinin 1/25000 ölçekli meşcere haritaları edinildi. Bu meşcere haritalarında; bir alanının ziraat alanı mı, orman alanı mı, eğer orman alanı ise içerisinde ne tür ağaç türlerinin bulunduğu bilgileri mevcuttur. Aynı haritalar üzerinde, ayrıca, Orman İşletme Müdürlüklerinin ve İşletme Şefliklerinin sorumluluk sahalarının sınırları da bulunmaktadır.

Vadideki akarsularla ilgili bilgi edinmek için, *Devlet Su İşleri 22.Bölge Müdürlüğü'ne* başvuruldu. Buradan, akarsuların debilerini ölçen debi istasyonlarının konumu ve ölçüm bilgileri edinildi. “Su Temin Tablosu” diye adlandırılan bu tablolarda; istasyonun adı ve numarası, yıllık en büyük ve en küçük *debi* değerleri (debinin birimi $m^3/saniye$ 'dir yani; bir noktadan saniyede akan m^3 biriminden suyun hacmi), yıllara göre hazırlanmış aylık *toplam akım* (toplam akım bir periyot içerisinde o istasyondan akan hm^3 biriminde toplam su hacmidir) değerleri, yıllık toplam akım, yıllık ortalama debi ve yıllık *havza verimi* (yılda km^2 ye düşen mm biriminde su yüksekliği) değerleri bulunmaktadır. Ancak bu bilgilerin hukuki olarak gizlilik boyutu olduğundan, 1992 yılına kadar olan bilgiler verildi, 1992 yılından günümüze kadar olan ölçüm sonuçları edinilemedi.

Çalışma alanının tamamını kapsayan LANDSAT-5 TM 120*120 m yersel çözünürlüğe sahip, 8 bit renk derinlikli (radyometrik çözünürlük), 541 bant kombinasyonları sonunda tek bantlı hale getirilmiş ve gerçek renklere yakın bir uydu görüntüsü, “<http://www.mta.gov.tr>” adresinden temin edilmiştir. Bu görüntünün dosya ismi “trabzon.tif”dir. Ayrıca yine *Maden Tetkik Arama Kurumu'ndan*, çalışma alanının büyük bir kısmını kapsayan, 30*30m yersel çözünürlüklü, 8 bit renk derinlikli, LANDSAT-5 TM

321 ve LANDSAT-5 TM 754 bantlarını içerir, 01.08.1985 tarihli iki adet multi-band (trb123.tif ve trb457.tif dosya isimli) görüntü edinildi. Bu görüntülerden; “trb123.tif”, true-color ve “trb457.tif”, false-color’dur. Sonuçta Şekil 31’de verilen 3 adet uydu görüntüsü elde edildi:

Trabzon.tif

Trb123.tif

Trb457.tif

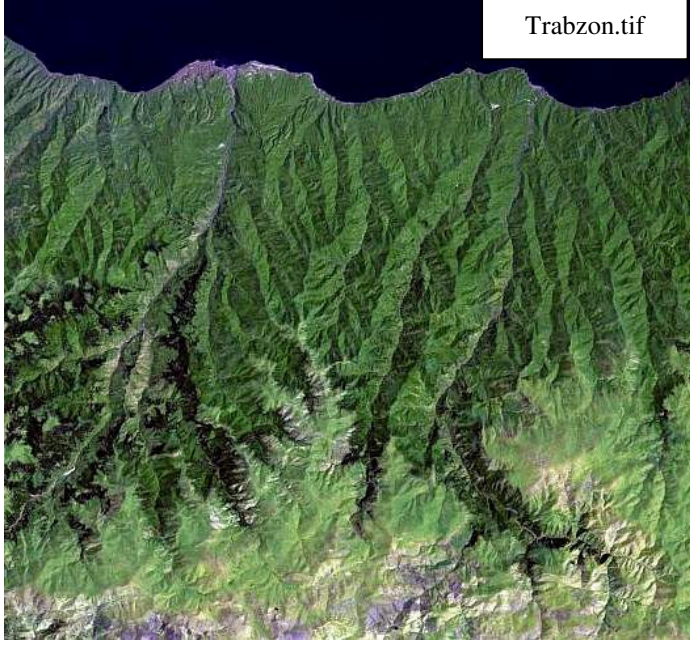
2.6. Kavramsal Veri Tabanı Tasarımı

Bir veri tabanı tasarlanırken, daha önce bölüm 1.2.4.1.1.1.’de de bahsedildiği gibi, ilk yapılması gereken, gereksinim analizleri doğrultusunda veri tabanında bulunmasına karar verilen varlıklar, kavramsal düzeyde tasarlanır. Bu tasarım, kullanılacak olan yazılım ve donanımdan bağımsız ve yüksek düzeyli olacaktır. Değişik kavramsal veri tabanı modelleri mevcuttur. Günümüzde en çok Varlık-İlişki (Vİ) modeli kullanılmaktadır.

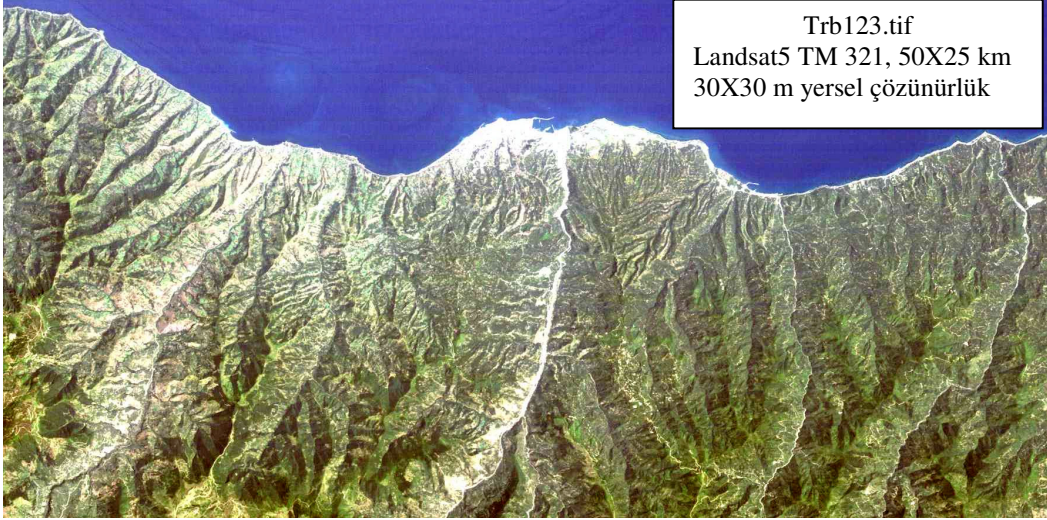
Varlık-İlişki Modelinde; veri tabanına dahil edilecek varlıklar, bu varlıkların öznitelikleri ve varlıklar arasındaki ilişkileri gösteren kavramsal bir diagram hazırlanır. Vİ modelindeki VT (veri tabanı) tanımı standart sembollerle ifade edilir ve “*Vİ diyagramı*” olarak anılır. Dolayısıyla Vİ diyagramı, veri tabanında hangi varlıkların bulunduğu, bunların özelliklerinin ve aralarındaki ilişkilerin standart bir dilde ifadesidir [17].

Burada yapılan çalışma, vadideki kirlilik kaynaklarına yönelik bir veri modeli tasarımı olduğundan, varlıklar arasında net ilişkiler kurulamamıştır. Örneğin; mülkiyete ilişkin veri modeli tasarımında (parsel, malik, bina, imar durumu, vb..), bu ilişkiler daha net bir şekilde gözlenmektedir. Bu nedenden dolayı, Varlık-İlişki diyagramının hazırlanmasına gerek duyulmamıştır.

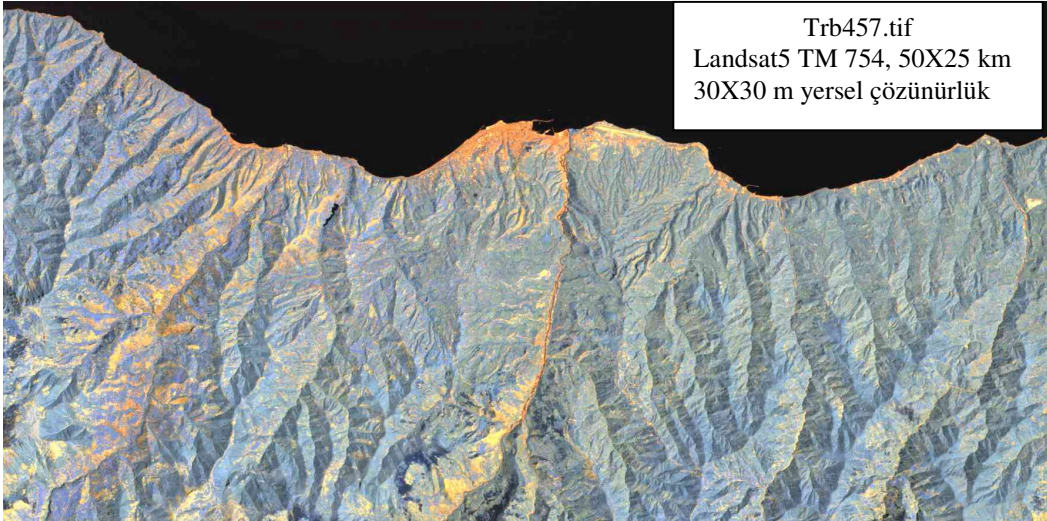
Kavramsal tasarımın ardından, veri tabanının Gerçekleştirim Tasarımı yapılır. Gerçekleştirim veri modelleri, kavramsal veri modellerine göre, veri tabanının fiziksel yapısına daha yakındırlar. Kavramsal veri modelinde tanımlanan şema, burada bir veri tabanı yönetim sisteminin üzerine oturtulur ve kullanılacak olan veri tabanı yönetim sistemine karar verilir. Bu çalışmada ARC/INFO yazılımı kullanılacağından ve de ARC/INFO’nun VTYS, İlişkisel Veri Modelini kullandığından, İlişkisel Veri Modelinin kullanılmasına karar verilmiştir. Günümüzde en çok kullanılan model, İlişkisel Veri Modelidir.



Landsat5 TM 541, 60X56 km
120X120m yersel çözünürlük



Trb123.tif
Landsat5 TM 321, 50X25 km
30X30 m yersel çözünürlük



Trb457.tif
Landsat5 TM 754, 50X25 km
30X30 m yersel çözünürlük

Şekil 31: MTA'dan edinilen uydu görüntüleri.

İlişkisel Veri Modelinde temel kavram “*tablo*”dur. Bir tablo satır ve sütunlardan oluşur. İlişkisel bir veri tabanında varlıklar, öznitelikler ve ilişkilere ait bütün veriler tablolarda bulunur. Tablo sütunlarında varlık ve ilişki tipi öznitelikleri yer alır. Her bir varlığa ait veri ise tablonun ayrı bir satırını oluşturur. Bir varlığa ait veri birden çok tabloda bulunabilir. Veri tekrarının önlenmesi, veri fazlalığının kontrolü ve veri kazanımının hızlı olabilmesi için, tabloların, “*Normal Formlar*” olarak bilinen, belirli formlara uyması gerekir. İlişkisel VT tasarımında, bu formları belirleyen kurallara göre bir “Normlandırma” yapılarak VT de bulunması gereken tablolar ve içerikleri (öznitelikler) belirlenir [17].

Şekil 32’de, veri tabanında bulunacak tablolar görülmektedir. Tablolarda altı çizili sütun isimleri “*anahtar*” (key) olarak adlandırılırlar. Bu anahtar değerleri sayesinde, birbirinden fiziksel olarak bağımsız olan tablolar arasında geçiş sağlanır. İlişkisel veri tabanlarında anahtar değerlerinin önemi büyüktür.

EŞYÜKSEKLİK

Eşyükseklik no	Yükseklik
----------------	-----------

DERE

Dere eksenı numarası	Dere adı
----------------------	----------

YOL

Yol numarası	Yol adı	Cinsi	Genişlik
--------------	---------	-------	----------

BİNA

Bina no	Katsayısı	Bina tipi	Bina adı
---------	-----------	-----------	----------

TEPELER

Tepe numarası	Tepe adı	Yükseklik
---------------	----------	-----------

DEBİ

Debi numarası	İstasyon adı	İstasyon no
---------------	--------------	-------------

DEBİ.TAB

İstasyon no	Ekim ortalama debi	Kasım ortalama debi	Aralık ortalama debi	Ocak ortalama debi	Şubat ortalama debi	Mart ortalama debi	Nisan ortalama debi
Mayıs ortalama debi	Haziran ortalama debi	Temmuz ortalama debi	Ağustos ortalama debi	Eylül ortalama debi	Yıllık ortalama debi	Yıllık toplam akım	Havza verimi

İDARİ SINIR

İdari sınır no	İlçe adı	Belde adı	Köy/mahalle adı	Nüfus	Kadastro var/yok	Köy veya mahalle mi?
-------------------	----------	-----------	--------------------	-------	---------------------	----------------------------

MEŞCERE

Meşcere numarası	Arazi tipi (orman/ziraat)
------------------	---------------------------

ORMAN İŞLETME

Orman işletme numarası	İşletme müdürlüğü adı	Bölge (işletme şefliği) adı
------------------------	-----------------------	-----------------------------

NİRENGİ

Nirengi no	Numarası	Tesis cinsi	Tesis eden kurum	Durumu (mevcut/ tahrip)	X	Y	<u>Ekbilgi</u> <u>no</u>
---------------	----------	----------------	------------------------	-------------------------------	---	---	-----------------------------

NİRENGİ.LUT

Ekbilgi no	Ekbilgi
------------	---------

KİRLETİCİ

Kirletici no	No	Katsayısı
--------------	----	-----------

KİRLETİCİ.TAB

No	Tesis adı	Personel sayısı	Sanayi atığı	Evsel atık	Toplam atık
----	-----------	--------------------	--------------	------------	-------------

ATIK.TAB

No	Kapasite	Deşarj şekli	Atık su (var/yok)	Yağ (var/yok)	Gress (var/yok)	Boya (var/yok)
Evsel atık (var/yok)	Kömür tozu (var/yok)	Mermer tozu (var/yok)	Çimento tozu (var/yok)	Tuz (var/yok)		

Şekil 32: İlişkisel veri tabanı şeması.

2.7. Grafik Verilerin Veri Tabanına Aktarılması

Değirmendere Vadisi Trabzon girişi kısmının 1/5000 ölçekli halihazır haritaları, AutoCAD R14 yazılımı ile sayısallaştırıldı. Maçka şehir merkezinin 1/1000 ölçekli halihazır haritaları da sayısallaştırıldı. Bu haritalardan her ikisinin, hem ölçeği hem pafta indeksi hem de koordinat sistemi birbirlerinden farklıdır. Özellikle koordinat sistemleri, yerel (lokal)'dir. Bu iki bölgenin de; ülkemizde mühendislik uygulamalarında en çok kullanılan projeksiyon olan 3⁰ lik UTM projeksiyonuna dönüşüm parametrelerinin mevcut olup olmadığı araştırıldı. Her iki bölge için de ayrı ayrı olmak üzere helmert (benzerlik) dönüşümü parametreleri; kayıklık (X_0, Y_0), dönüklük (α) ve ölçek (k), edinildi. Sayısallaştırma sonunda elde edilen bu iki AutoCAD dosyası, eldeki bu dönüşüm parametrelerinin yardımıyla, AutoCAD yazılımının “rotate” komutuyla, 3⁰ lik UTM projeksiyonuna dönüştürüldü. Çalışma alanının 1/1000 veya 1/5000 ölçekli halihazır haritası olmayan diğer alanlar, HGK tarafından fotogrametrik olarak üretilen, 1983 yılında revize edilen 6⁰ lik UTM projeksiyonundaki 1/25000 ölçekli haritalardan sayısallaştırılmıştır.

Bu üç farklı haritadan genellikle, eşyükseklik eğrileri, akarsular, yollar ve önemli yapay tesisler sayısallaştırılmıştır. 1/1000 ve 1/5000 ölçekli haritalardan, eşyükseklik eğrileri genellikle her 10m de bir sayısallaştırılmıştır. 1/25000 ölçekli haritalardaki eşyükseklik eğrileri ise; 300 metreye kadar her 50 metrede bir, 300 metreden sonra ise her 100 metrede bir sayısallaştırılmıştır. Böyle bir tercih yapılmasının en büyük nedeni; çalışma alanının çok büyük olmasıdır. Aksi takdirde, veri hacmi çok büyük olacaktı ve kullanılan iş istasyonunun bellek sorunlarıyla (*fatal error*) karşı karşıya gelinecekti. Veri hacmi, yukarıda bahsedildiği gibi eşyükseklik eğrileri değişik aralıklarla sayısallaştırılarak,

azaltılmaya çalışılmış olmasına rağmen, yine de donanım sorunlarıyla karşı karşıya kalınmıştır.

1/1000 ve 1/5000 ölçekli halihazır haritalardan sayısallaştırılarak, 3⁰ lik UTM projeksiyonuna koordinat dönüşümü ile dönüştürülen çizim dosyaları DXF (Drawing Exchange Format) formatına dönüştürülerek, yerel ağ üzerinden, FTP (File Transmission Protocol) yardımıyla, Sun Ultra5 iş istasyonuna aktarılmıştır. Bu aktarımda, bir ftp yazılımı olan; “Ws_ftp32” programı kullanılmıştır. Bu yazılım, PC tabanlı bilgisayarlarla, UNIX tabanlı iş istasyonları arasında dosya alış-verişini mümkün kılan bir programdır.

İş istasyonuna aktarılan bu iki DXF dosya, ARC/INFO’nun “*dxfare*” komutuyla ARC/INFO kapsamı (coverage) haline getirildiler ve “*clean*”, “*build*” komutlarıyla topolojileri kuruldu. Kapsamların topolojik hataları aşağıdaki komutlarla araştırıldı:

Arc: NODEERRORS <cover> {ALL|DANGLES|PSEUDOS}

Arc: LABELERRORS <cover>

Arc: INTERSECTERR <cover>

Hataların bulunduğu tespit edildiğinde, Arcedit modülünde gerekli düzeltme (edit) işlemleri yapıldı ve yeniden topoloji kuruldu.

Veri tabanının bütünlüğü açısından, tüm katmanların standart bir datumda ve projeksiyon sisteminde bulunması gerekmektedir. Aksi takdirde; katmanlar üste getirilemez ve gerekli analizler yapılamaz. Bu çalışmada datum olarak; *International (Hayford) 1909* elipsodi ve projeksiyon olarak da; 6⁰ dilim genişlikli *UTM* (Universal Transverse Mercator) projeksiyonu seçildi. Yani, veri tabanındaki tüm katmanların bu datum ve projeksiyon sisteminde olması sağlandı.

Bu bağlamda, 1/1000 ve 1/5000 ölçekli haritalardan sayısallaştırılarak ARC/INFO yazılımına aktarılan, topolojileri kurulmuş olan bu iki kapsam, 3⁰ dilim genişlikli UTM projeksiyonunda olduklarından, 6⁰ dilim genişlikli UTM projeksiyonuna dönüştürülmeleri gerekmektedir. Bu dönüşüm ARC/INFO yazılımının “*project*” komutuyla gerçekleştirildi. Bu işlem için kullanılan komut ve alt komutlar aşağıda verilmiştir:

```
Arc: PROJECT <COVER|GRID|FILE> <input> <output>
      {projection_file} {NEAREST|BILINEAR|CUBIC}
      {out_cellsize}
```

...

Define Projection

Project: INPUT

Project: PROJECTION TRANSVERSE

Project: UNITS METERS

Project: SPHEROID INT1909

Project: PARAMETERS

Scale factor at central meridian : 1.0000

Longitude of central meridian : 39 00 00

Latitude of origin : 0 00 00

False easting (meters) :500000

False northing (meters) : 0

Project: OUTPUT

Project: PROJECTION UTM

Project: UNITS METERS

Project: ZONE 37

Project: SPHEROID INT1909

Project: PARAMETERS

Project: END

Arc:

1/25000 ölçekli haritalardan sayısallaştırılan çizim dosyası da, DXF formatına dönüştürülerek, ARC/INFO yazılımına okutturuldu, topolojisi kuruldu. Bu kapsamın projeksiyonu, zaten 6⁰ lik UTM'dir. Bu nedenden dolayı, bu kapsama datum-projeksiyon dönüşümü yaptırılmadı sadece projeksiyon-datum tanımlaması yapıldı. Bunun için kullanılan komut "*projectdefine*" dır. Bu işlemin alt adımları aşağıda verilmiştir:

Arc: PROJECTDEFINE <COVER|GRID|FILE|TIN> <target>

Define Projection

Project: PROJECTION UTM

Project: UNITS METERS

Project: ZONE 37

Project: SPHEROID INT1909

Project: PARAMETERS

Arc:

Böylelikle her 3 kapsam da (1/1000 ölçekli haritalardan sayısallaştırılan kısım, 1/5000 ölçekli haritalardan sayısallaştırılan kısım ve 1/25000 ölçekli haritalardan sayısallaştırılan kısım) aynı datum ve projeksiyon sistemine getirilmiş oldu. Bu 3 kapsamın hepsi, aynı konuyu (theme) içerdiklerinden birleştirilip tek kapsam haline getirilmeleri gerekmektedir. Bunun için Arcedit modülünün bazı komutları kullanılmıştır. Bu işlemde kullanılan komutların kullanılışı (usage) aşağıda verilmiştir:

Arcedit: ...

Arcedit: editfeature <feature_class>

Arcedit: select all

Arcedit: PUT <coverage>

Coping selected features to <coverage>...

Arcedit:

Böylece “*esyukseklık*” isimli, içerisinde eşyükseklik eğrileri olan tek bir kapsam elde edilmiş oldu. Benzer işlemler; dereler, yollar ve binalar için de yapıldı. Ancak burada yollarla ilgili olarak bir bilgi vermekte fayda var; yolların sadece eksenleri sayısallaştırıldı, daha sonra öznetelik tablolarına, yol genişliklerini içeren bir item açıldı ve gerçek yollar bu item’lardaki bilgilerden yararlanarak “buffer” analizi ile elde edildi.

Trabzon İl Çevre Müdürlüğünden alınan “Değirmendere Havzası Çevre Sorunları Envanteri” ekinde bulunan harita üzerine etiketlenmiş olan, vadiyi kirleten yapay tesisler, halihazır kapsamların da (eşyükseklik eğrisi, yol, dere, bina bilgilerini içeren kapsamlar) yardımıyla, ayrı bir kapsam olarak, ARC/INFO ortamında hazırlandı.

Bayındırlık İl Müdürlüğü, Trabzon Kadastro Müdürlüğü ve Maçka Kadastro Müdürlüğünden alınan ve mahalle/köy bazında idari sınırları gösteren 1/25000 ölçekli haritalar, AutoCAD R14 yazılımında sayısallaştırıldı. Bu çizim dosyası, DXF formatına çevrilerek, ARC/INFO yazılımına dahil edildi, topolojisi kuruldu ve “projectdefine” komutu ile projeksiyonu (UTM) tanımlanarak sözel bilgi girilmeye hazır hale getirildi. Trabzon Kadastro ve Maçka Kadastro Müdürlüklerinden alınan yer kontrol noktaları da, nokta varlık olarak benzer şekilde sözel veri girmeye hazır hale getirildi.

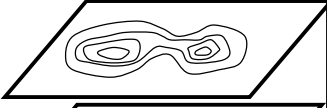
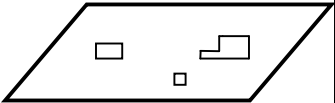
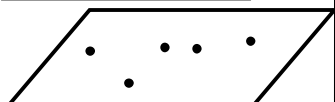
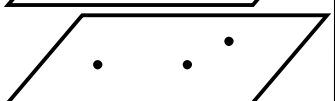
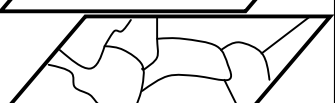
Orman Bölge Müdürlüğünden alınan 1/25000 ölçekli meşcere haritalarından, sadece arazi tipleri ve orman işletme şefliklerinin sorumluluk sahası bilgilerinin edinilmesi düşünüldü ve bu şekilde sayısallaştırıldı. Bu vektörel katmanlar da yukarda bahsedildiği şekilde sözel veri girmeye hazır hale getirildi.

DSİ 22.Bölge Müdürlüğü’nden debi istasyonlarının ölçüm değerleri ve istasyonların konum bilgileri alındı. ARC/INFO yazılımında, halihazır kapsamların da yardımıyla, bu istasyonlar yeni açılan bir kapsam üzerine işaretlendi ve kapsamın projeksiyon tanımlamaları yapıldı. ARC/INFO’da yeni bir kapsam yaratmak şu şekilde yapılır: Arc: CREATE <out_cover> {tic_bnd_cover}

Sonuçta Şekil 33’deki katmanlar veri tabanına dahil edilmiş oldu. Bundan sonra üretilen tüm katmanlar ve yapılacak tüm analizler, bu kapsamlardan yararlanılarak yapılacaktır.

2.8. Uydu Görüntülerinin İşlenmesi

Uzaktan algılama uyduları üzerindeki algılayıcılar, elektromanyetik spektrumun dünya üzerindeki varlıklardan yansıyan ışınlarını ve sıcaklığı algılayabilirler. Bu ışınlar spektrumun değişik dalga boylarındaki ışınlar olabilir; görünür mavi, görünür yeşil, görünür kırmızı, yakın kızılötesi, orta kızılötesi veya ısı kızılötesi gibi. Her bölge, algılayıcının *spektral çözünürlüğüne* göre ayrılır ve buna “*band*” denir. Örneğin Landsat5 TM (Thematic Mapper) algılayıcısında 7 tane bant vardır. Her banttaki yansıma değerleri, 0-255 arasında, parlaklık derecelerine göre ölçülür. 0’ın anlamı parlaklığın en az olması durumudur ve gri tonlu bir görüntüde siyah renge karşılık gelir. Aynı mantıkla 255 de beyaza karşılık gelir. Günümüzde kullanılan algılayıcıların büyük bölümünün *radyometrik çözünürlüğü* 8 bittir. Yani her pikselin parlaklık değeri bellekte, 8 bit=1 byte olarak saklanır. 8 bit renk derinliği de $2^8=256$ farklı renk anlamına gelir.

Katmanlar		Özellik sınıfı	kapsam ismi
	Eşyükseklik eğrileri	çizgi	esyukseklik
	Dereler	çizgi	dere_ekseni
	Yollar	çizgi	yol_ekseni
	Binalar	poligon	bina
	Tepeler	nokta	tepeler
	Debi istasyonları	nokta	debi
	İdari sınırlar	poligon	idari_sinir
	Meşcere	poligon	mescere
	Orman işletme şeflikleri sınırları	poligon	orman_isletme
	Yer kontrol noktaları (nirengi)	nokta	nirengi
	Atık üreten yapılar	poligon	kirletici

Şekil 33: Veri tabanında oluşturulan kapsamlar.

Her hangi 3 bant aynı anda görüntülenebilir. Doğadaki tüm renklerin; mavi, yeşil ve kırmızının birleşmesinden oluştuğu düşünüldüğünde, her bant bu üç renkten birine yönlendirilerek, *multi-band'lı* görüntüler, ekranda görüntülenebilir.

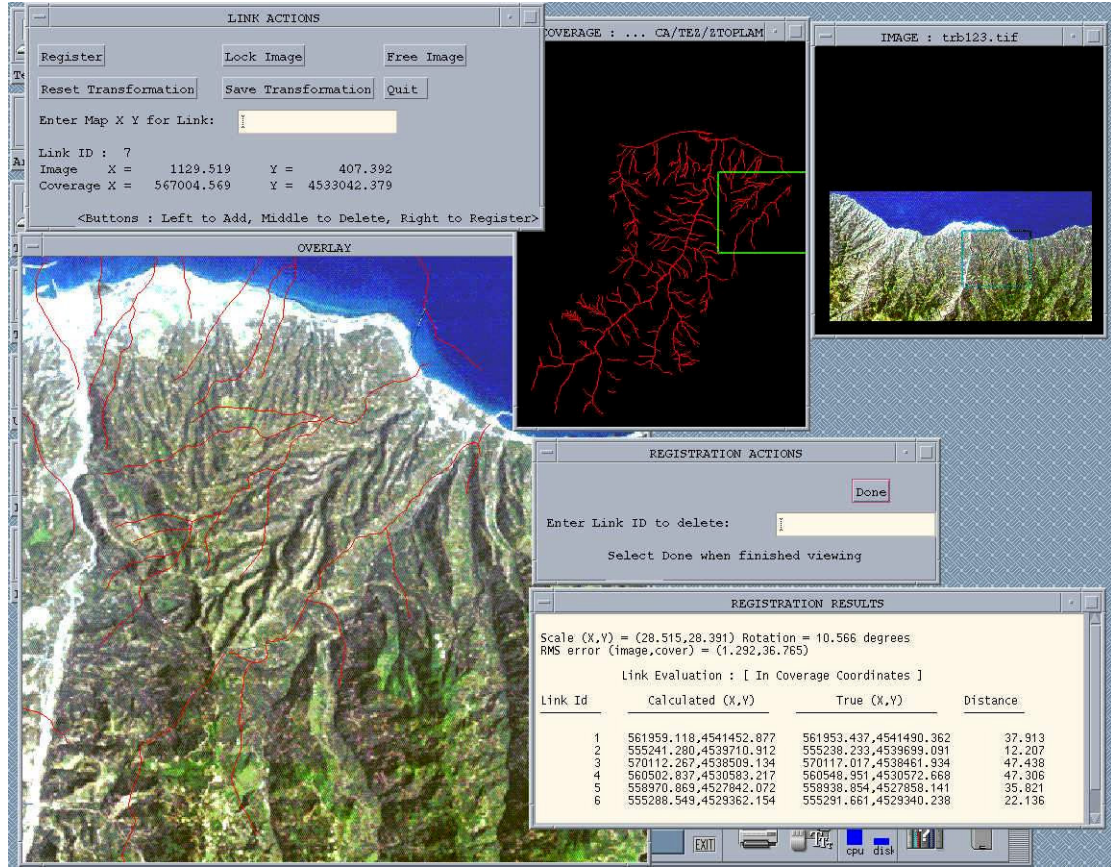
Uydu görüntüleri, platformun hızı, dünyanın yuvarlaklığı ve dönmesi vb.. sebeplerden dolayı, geometrik bozulmalar içermektedir.

Bu nedenle, görüntüler, vektörel bir katmanla üst üste getirilmek istenirse, mutlaka vektörel katmanın koordinat sistemine dönüştürülmesi gerekir. Görüntüler çok kez bir harita bazına oturtulur. Bunun için de geometrik hata olsun, ya da olmasın görüntü bir geometrik dönüşümden geçmek zorundadır. Bilinen bazı hataları tek tek düzeltmektense, yer kontrol noktaları kullanılarak hepsi birden düzeltilebilir [51].

Bu tür çalışmalarda kullanılan dönüşüm yöntemi genelde afin dönüşümüdür. Koordinat dönüşümünün ardından şekilde bazı bozukluklar ortaya çıkacaktır ki bu normaldir aksi takdirde sadece konum ötelemesi yeterli olurdu. Şekildeki bu bozukluklar “örnekleme” (resampling) işlemi ile giderilir [1].

ARC/INFO, bahsedilen geometrik düzeltme işlemlerini; REGISTER ve RECTIFY komutlarıyla gerçekleştirir. “Register” komutu, görüntüye, bir vektörel katmana göre veya en az 3 ortak nokta yardımıyla afin dönüşümü uygular. Buradaki uygulamada, içerisinde sadece derelerin ve kıyı çizgisinin olduğu bir kapsam (bu kapsamın veri tabanındaki ismi; *ztoplam*'dır) üzerinden ortak noktalar, hem bu katman hem de görüntü üzerinden interaktif olarak seçilmiş ve dönüşüm gerçekleştirilmiştir. Her 3 görüntü için bu işlem gerçekleştirilmiştir ve iyi dağılmış en az 5 ortak nokta kullanılmıştır. Örneğin; *trb123.tif* görüntüsü iyi dağılmış 5 ortak nokta ile ± 16.8 m karesel ortalama hata ile ve *trb457.tif* görüntüsü iyi dağılmış 6 ortak nokta ile ± 18.6 m karesel ortalama hata ile dönüştürülmüştür. Aşağıda REGISTER komutunun kullanılışı ve uygulama penceresi görülmektedir.

```
Arc: REGISTER <image> {cover} {cover_color} {band|COMPOSITE} {red_band}
      {green_band} {blue_band} {ARC|POINT|TIC|ALL}
```

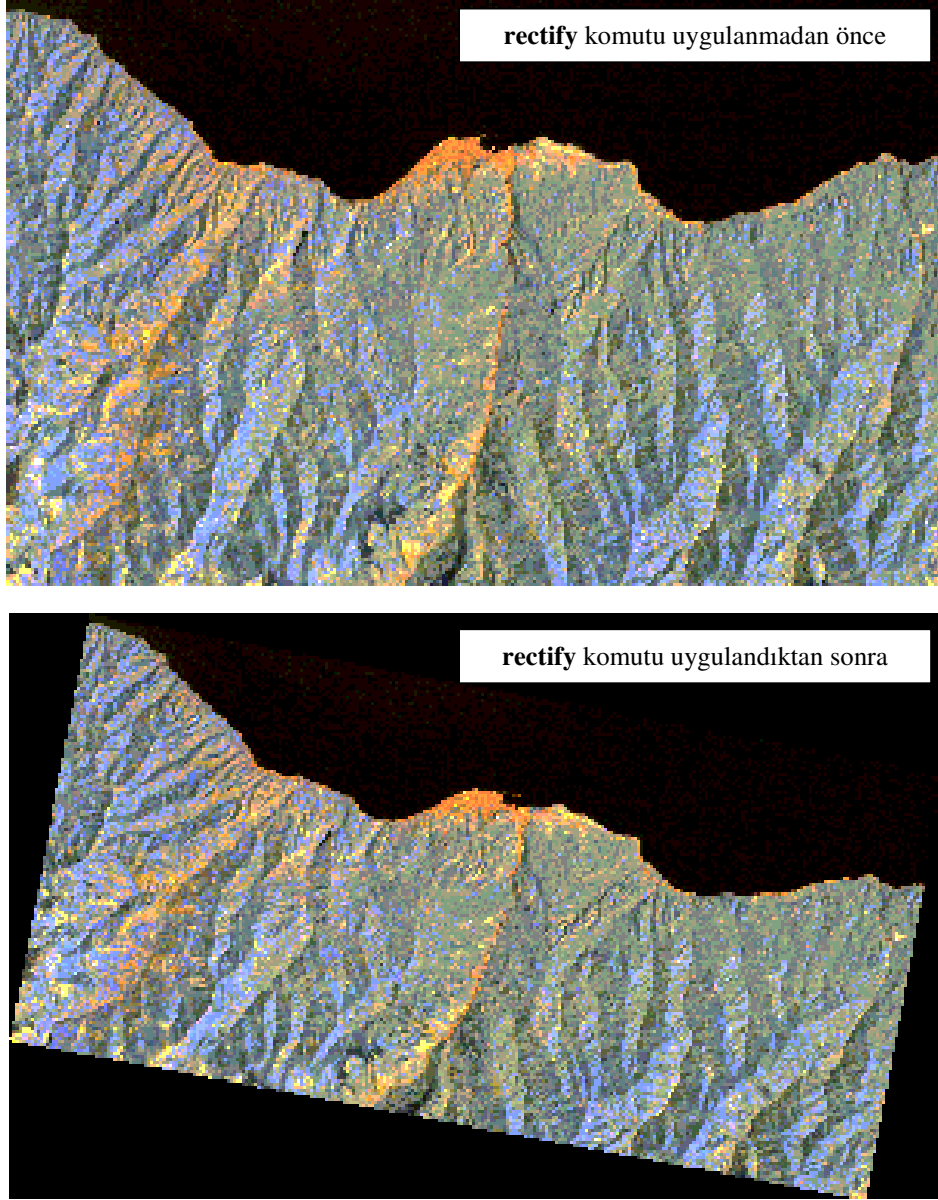


Şekil 34: ARC/INFO’da register işlemi.

Dönüşümden sonra ortaya çıkan şekil bozukluklarını gidermek için yapılan *resampling* işlemini, ARC/INFO’nun “*rectify*” komutu yapabilmektedir. Aşağıda RECTIFY komutunun kullanışı ve trb457.tif görüntüsünün rectify işleminden önceki ve sonraki durumları görülmektedir.

Arc: RECTIFY <in_image> <out_image> {NEAREST|BILINEAR|CUBIC}
 {DEFAULT|COLORMAP|NONE} {clip_cover|BOX} {xmin} {ymin}

Bu işlemten sonra görüntülerimizin yeni dosya isimleri şöyle oldu; *rectrb123.tif*, *rectrb457.tif* ve *rectrabzon.tif*.



Şekil 35: trb457.tif görüntüsünün, rectify komutundan önce ve sonraki durumu.

Böylece her 3 uydu görüntüsü de, REGISTER işleminde kullanılan ztoplam kapsamının datum ve projeksiyon sistemine getirilmiş oldu. Yani artık uydu görüntüleri, International 1909 datumunda ve UTM projeksiyon sistemindedir. Bundan sonra bu raster görüntülerle, vektörel katmanlar kolaylıkla üst üste getirilebilir.

2.9. Sözel Verilerin Veri Tabanına Aktarılması

Sözel veriler, ESRI firmasının ARC/INFO'nun sunum programı olarak tasarlanan ancak sonradan değişik coğrafi analizler de yapabilecek hale getirilen ArcView yazılımında girilmiştir.

Öncelikle, “esyukseklık” kapsamının öznitelik tablosu olan esyukseklık.aat dosyasına *yukseklık* isimli yeni bir item eklendi. ArcView yazılımında, etkileşimli olarak, her eşyükseklık eğrisinin yüksekliği bu sütuna girildi. Bu sütun, ileride TIN oluştururken, yükseklik bilgilerinin alınacağı sütun olacaktır.

“idari_sinir” kapsamıyla, nüfus bilgileri ve kadastro yapılıp yapılmadığı bilgileri ilişkilendirildi. Buradaki ilişkilendirme, “idari_sinir” kapsamının öznitelik tablosu olan idari_sinir.pat tablosuna, ilgili sütunların açılması ile gerçekleştirildi. Bu sütunların bilgileri, yine ArcView yazılımı yardımıyla girildi.

“debi” ve “kirletici” kapsamlarının öznitelikleri çok fazla olduğundan, öznitelik tablolarına eklenmedi. Bunun yerine bu bilgiler ayrı tablolar halinde hazırlandı. Aradaki mantıksal ilişki, anahtar sütunlar sayesinde kuruldu. Bu kapsamlar, ARC/INFO yazılımınca kullanım halinde iken, aralarındaki mantıksal ilişkilerin sürekli olarak yaşayabilmesi için, bu ilişkilerin RELATE komutu ile tanımlanması gerekir. Aşağıda “relate” komutunun kullanımı ve Şekil 36’da ilişkileri tanımlayan relate dosyası görülmektedir:

```
Arc: RELATE ADD {<relate> <table> <database> <info_item> <relate_column>  
<LINEAR|ORDERED|LINK|TABLE|FIRST> <RW|RO|AUTO>}
```

Diğer kapsamların öznitelik bilgileri, bölüm 2.6.’da anlatılan tasarım doğrultusunda veri tabanına aktarıldı.

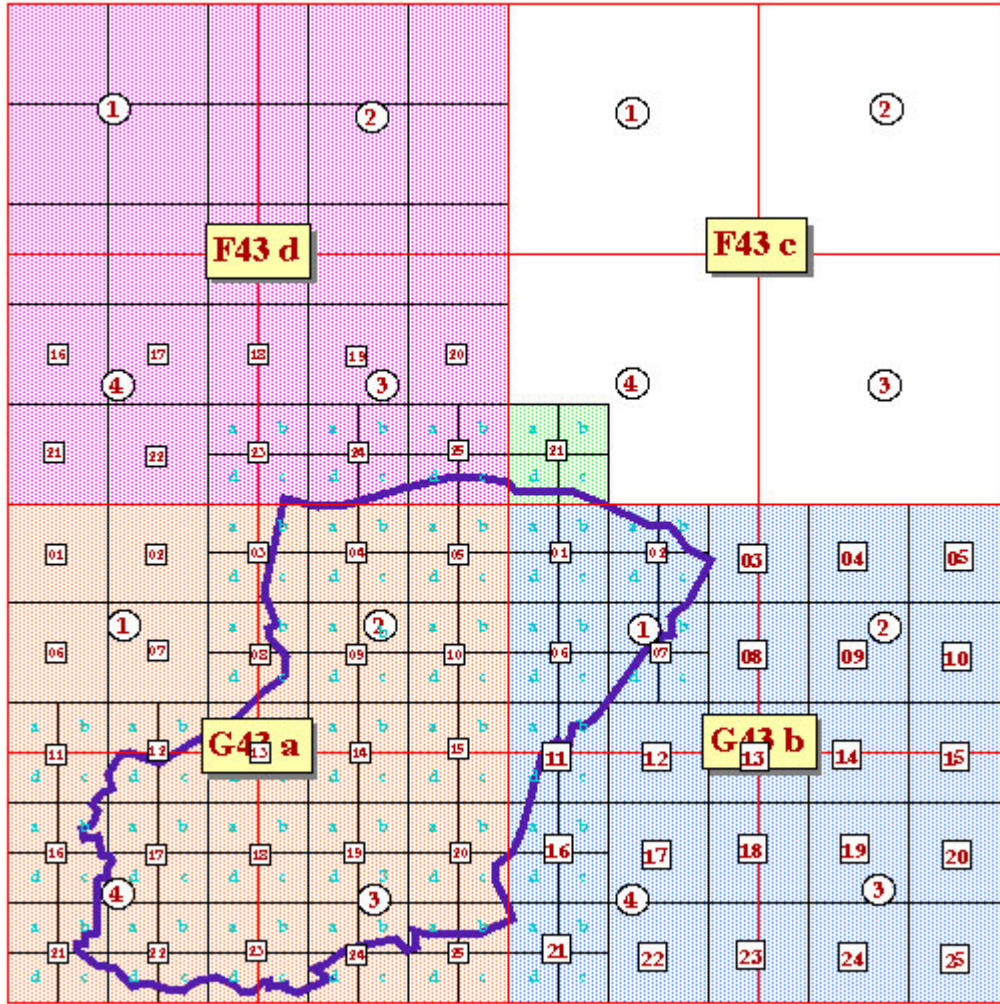
RELATES dosyası

```
KIRLETIC  
kirletici.tab  
info  
NO  
no  
LINEAR  
AUTO  
0  
0  
DEBILER  
debi.tab  
info  
ISTASYON-NO  
istasyon-no  
LINEAR  
AUTO  
0  
0  
ATIK  
atik.tab  
info  
NO  
no  
LINEAR  
AUTO  
0  
0  
NIRENGI  
nirengi.lut  
info  
EKBILGI  
sirano  
LINEAR  
AUTO  
0  
0
```

Şekil 36: RELATE komutunda kullanılan dosya.

2.10. Çalışma Alanının Pafta İndeksinin Oluşturulması

Çalışma alanının pafta indeksi, TRABZON F43.d, TRABZON F43.c, TRABZON G43.a ve TRABZON G43.b paftalarının coğrafi koordinatlarından yola çıkarak ve coğrafi koordinatlar üzerinden bölme yaparak elde edildi. Burada tamamen, ARC/INFO yazılımının analitik kapasitesi kullanılmıştır. Çalışma alanının; 1/25000 ölçekli haritalar için, 1/10000 ölçekli haritalar için ve 1/5000 ölçekli haritalar için pafta indeksi oluşturulmuştur (Şekil 37).



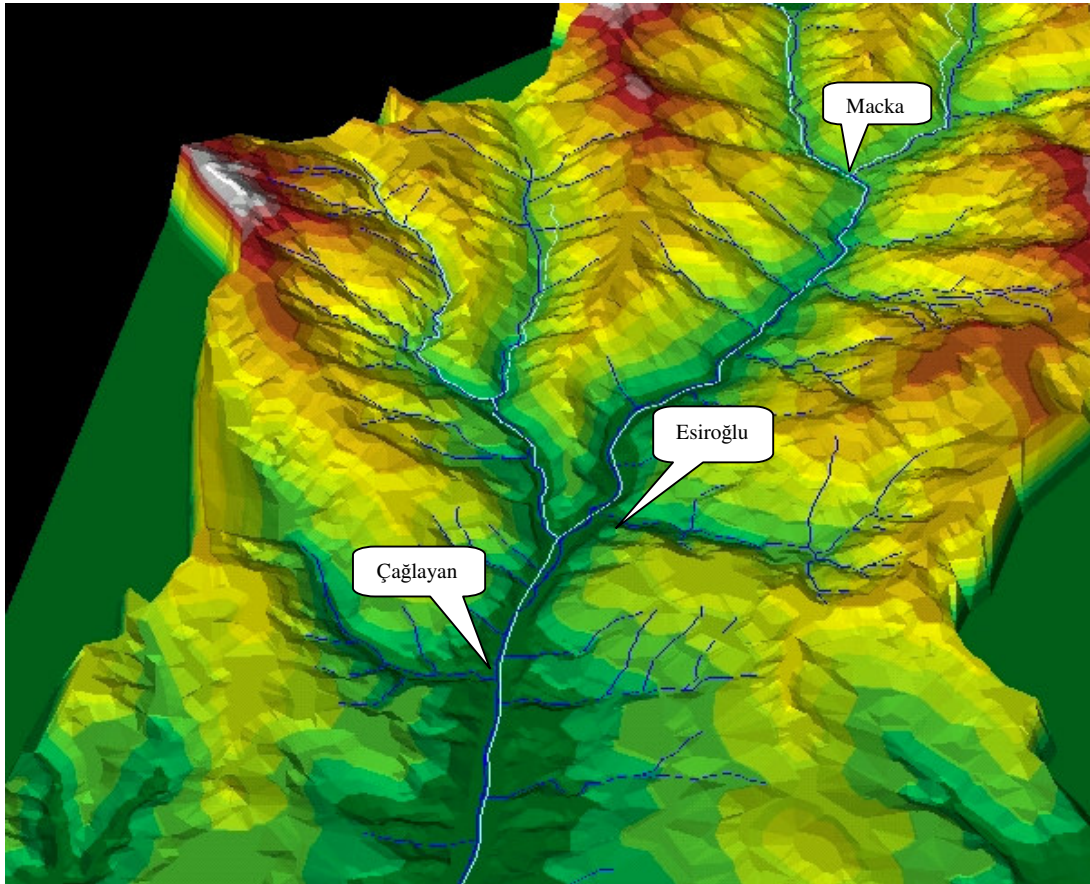
Şekil 37: Çalışma alanının pafta indeksi.

2.11. TIN, Lattice ve Hillshade Katmanlarının Oluşturulması

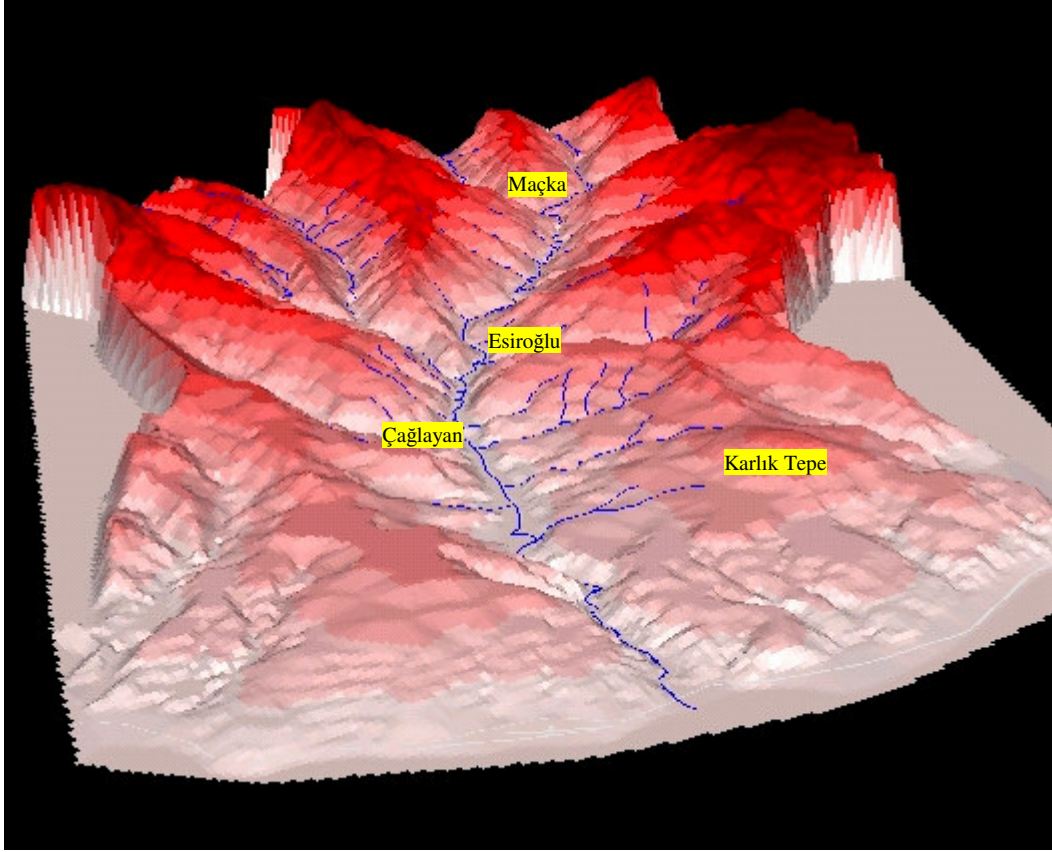
ARC/INFO yazılımının TIN modülü kullanılarak, eşyükseklik eğrisi (esyuksekklik) katmanından, sayısal yükseklik modeli oluşturulmuştur (bu katmanın ismi “covertin”dir). Bu işlemi gerçekleştiren CREATETIN komutunun kullanışı aşağıda verilmiştir:

```
Arc: CREATETIN <out_tin> {weed_tolerance} {proximal_tolerance}  
      {z_factor} {bnd_coverlxmin ymin xmax ymax}  
Createtin: COVER <in_cover> {POINT|LINE|POLY} {spot_item}  
           {sftype_items|sftype} {densify_interval}  
           {logical_expression|select_file}
```

ARC/INFO’nun TIN gösterimi çok başarılı değildir, burada TIN genellikle yüzey analizlerinde kullanılmaktadır. Burada kullanılan veri kümesinden yararlanılarak, ArcView 3D Analyst yazılımında da aynı TIN oluşturuldu. Bu TIN’in üzerine yollar ve dereler eklenerek arazinin gerçekçi görüntüsü elde edildi (Şekil 38 ve 39).



Şekil 38: ArcView 3D Analyst yazılımında oluşturulan SAM.

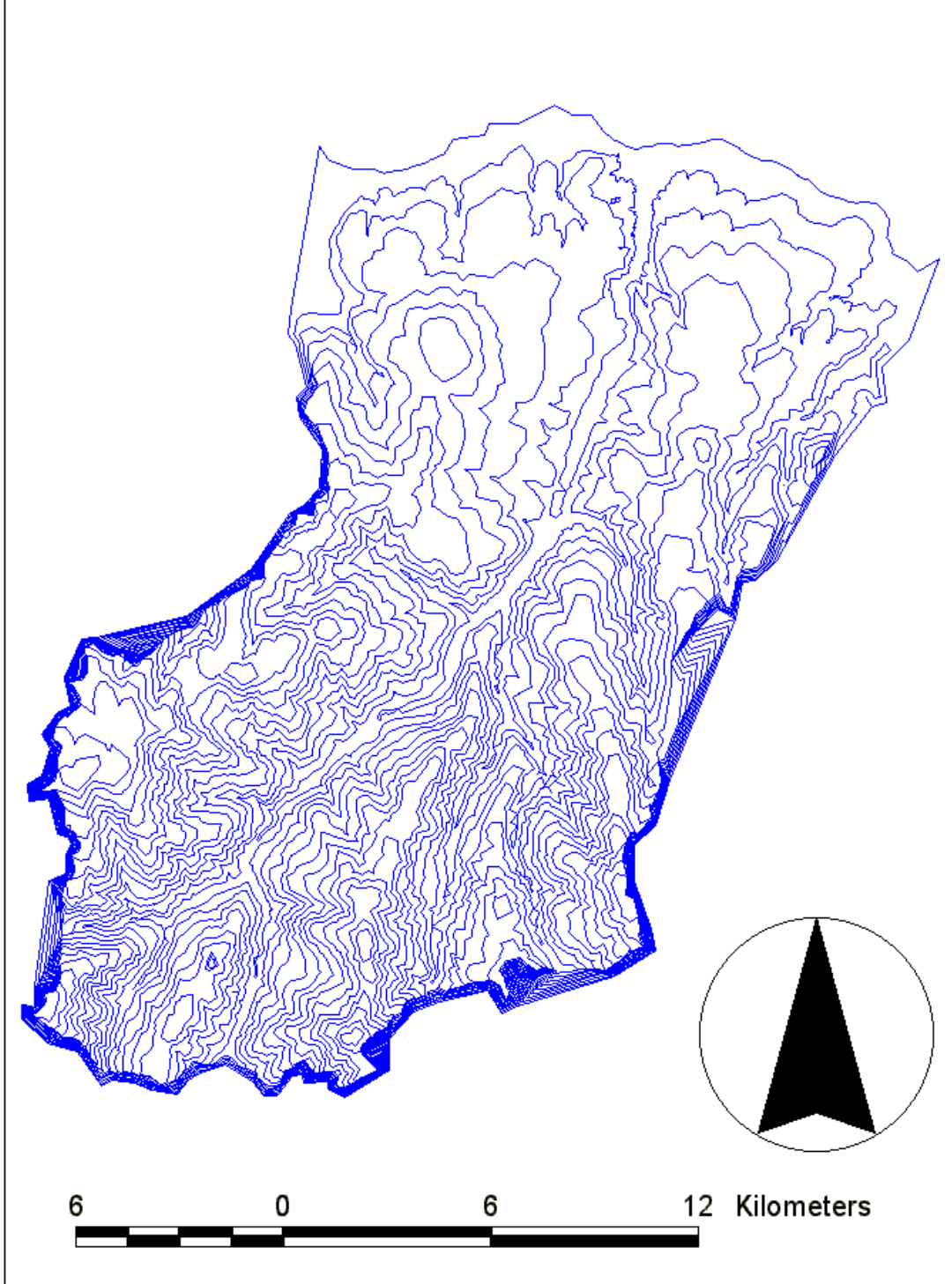


Şekil 39: ArcView 3D Analyst yazılımında oluşturulan başka bir SAM.

Bu TIN katmanı (covertin) kullanılarak, çalışma alanının eşyükseklik eğrisi haritası yeniden örneklenmiş ve 10m-25m-50m ve 100m’de bir geçen eşyükseklik eğrilerinin olduğu çizgi kapsamlar oluşturulmuştur. Bu işlem için TINCONTOUR komutu kullanılmıştır. Aşağıda TINCONTOUR komutunun kullanılışını ve arazinin 100m’de bir geçen eşyükseklik eğrisi haritası görülmektedir (Şekil 40):

```
Arc: TINCONTOUR <in_tin> <out_cover> <interval> {base_contour} {contour_item}  
      {subdivision_degree} {weed_tolerance} {z_factor}
```

Eşyükseklik Eğrisi Haritası (100m.'de bir geçmektedir)



Şekil 40: Arazinin 100 m’de bir geçen eşyükseklik eğrisi haritası.

ARC/INFO yazılımı, yüzey gösteriminde, TIN'in yanında, bilgilerin raster olarak depolandığı “*lattice*” adı verilen bir gösterim biçimini daha desteklemektedir. Lattice katmanlar, yükseklik bilgilerini, değişen renk tonlarındaki düzenli gridler şeklinde görüntüler. Bu çalışmada, TIN katmandan, TINLATTICE komutuyla, lattice katman (bu katmanın ismi “*lat_lin*”dir) elde edilmiştir (Şekil 41). TINLATTICE komutunun kullanılışı aşağıda verilmiştir:

```
Arc: TINLATTICE <in_tin> <out_lattice> {LINEAR|QUINTIC} {z_factor}
{FLOAT|INT}
```

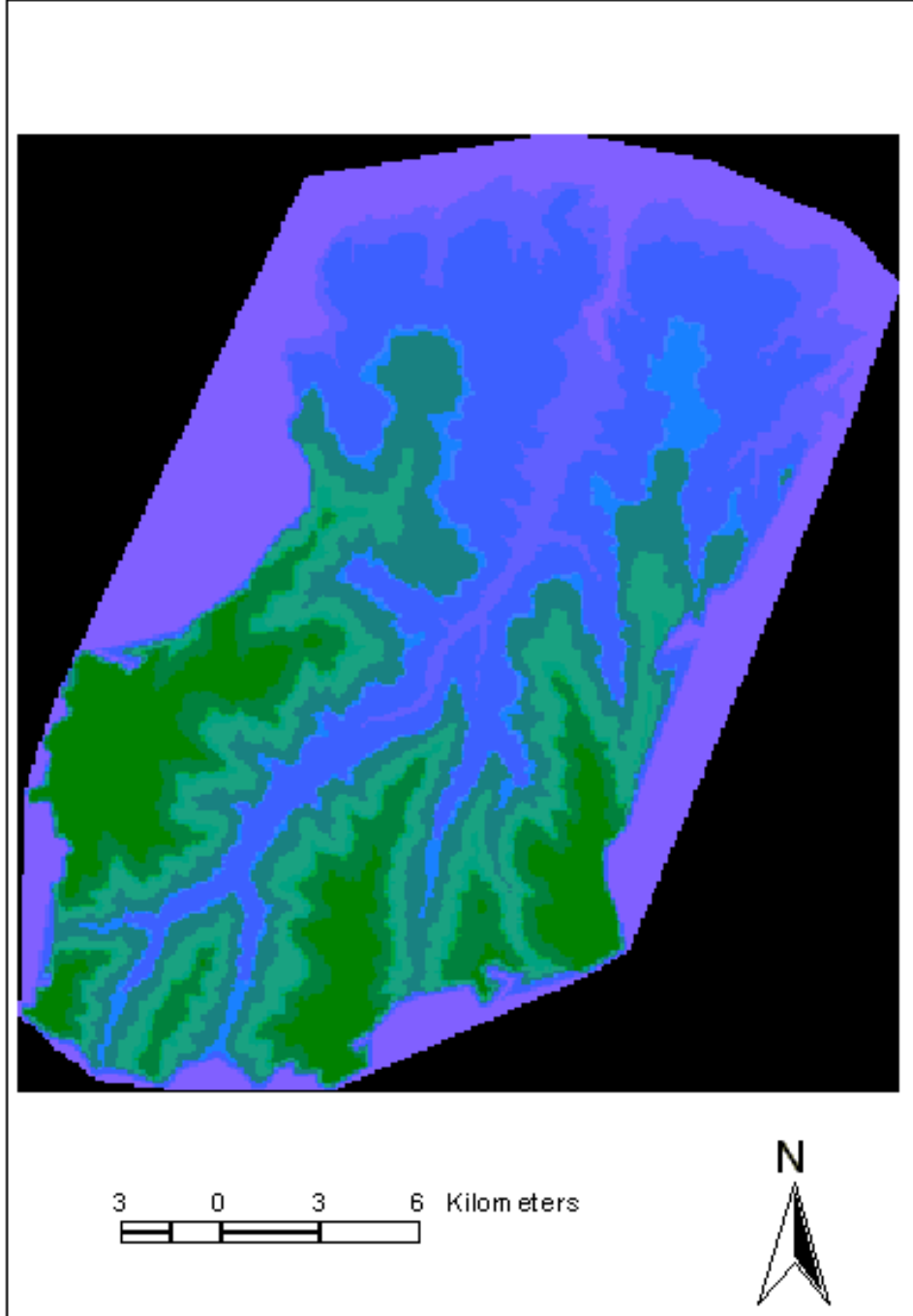
ARC/INFO yazılımının bir diğer yüzey gösterim şekli de “*hillshade*”dir. Burada amaç, belli bir semt açısında ve yükseklik açısında (inklinasyon) gelen ışık altında, yüzeyin hangi bölümlerinin ışık alacağı ve hangi bölümlerinin karanlık kalacağını saptanmasıdır. Bu işlem için HILLSHADE komutu kullanılır. Aşağıda “*hillshade*” komutunun kullanılışı ve sabah güneşi altında arazinin ışık alan bölümlerini ve vadinin orman varlığını (yeşil alanlar) gösteren bir lattice verilmiştir (Şekil 42):

```
Arc: HILLSHADE <in_lattice> <out_grid> {azimuth} {altitude}
{ALL|SHADE|SHADOW} {z_factor}
```

2.12. Uydu Görüntüleri İle Veri Tabanının Zenginleştirilmesi

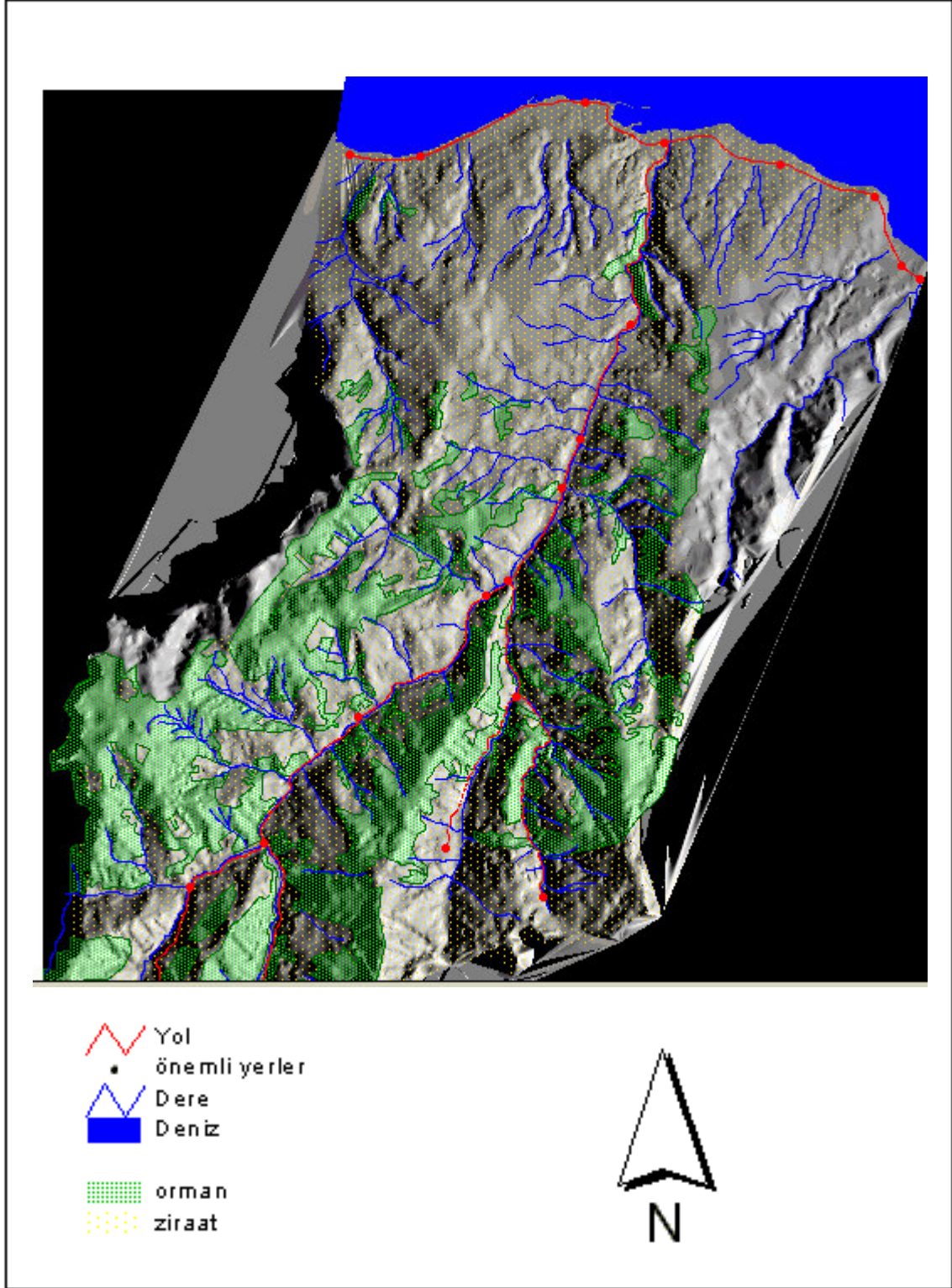
Register ve rectify işlemleri yapılarak, diğer kapsamlarla aynı datum ve projeksiyon sistemine gelen uydu görüntüleri, veri tabanının zenginleştirilmesi amacıyla kullanılmıştır. Bu amaçla, uydu görüntüleriyle vektörel katmanlar karşılaştırılmış, değişik kombinasyonlar elde edilmiştir (Şekil 43 ve 44).

Çalışma Alanının Lattice Katmanı



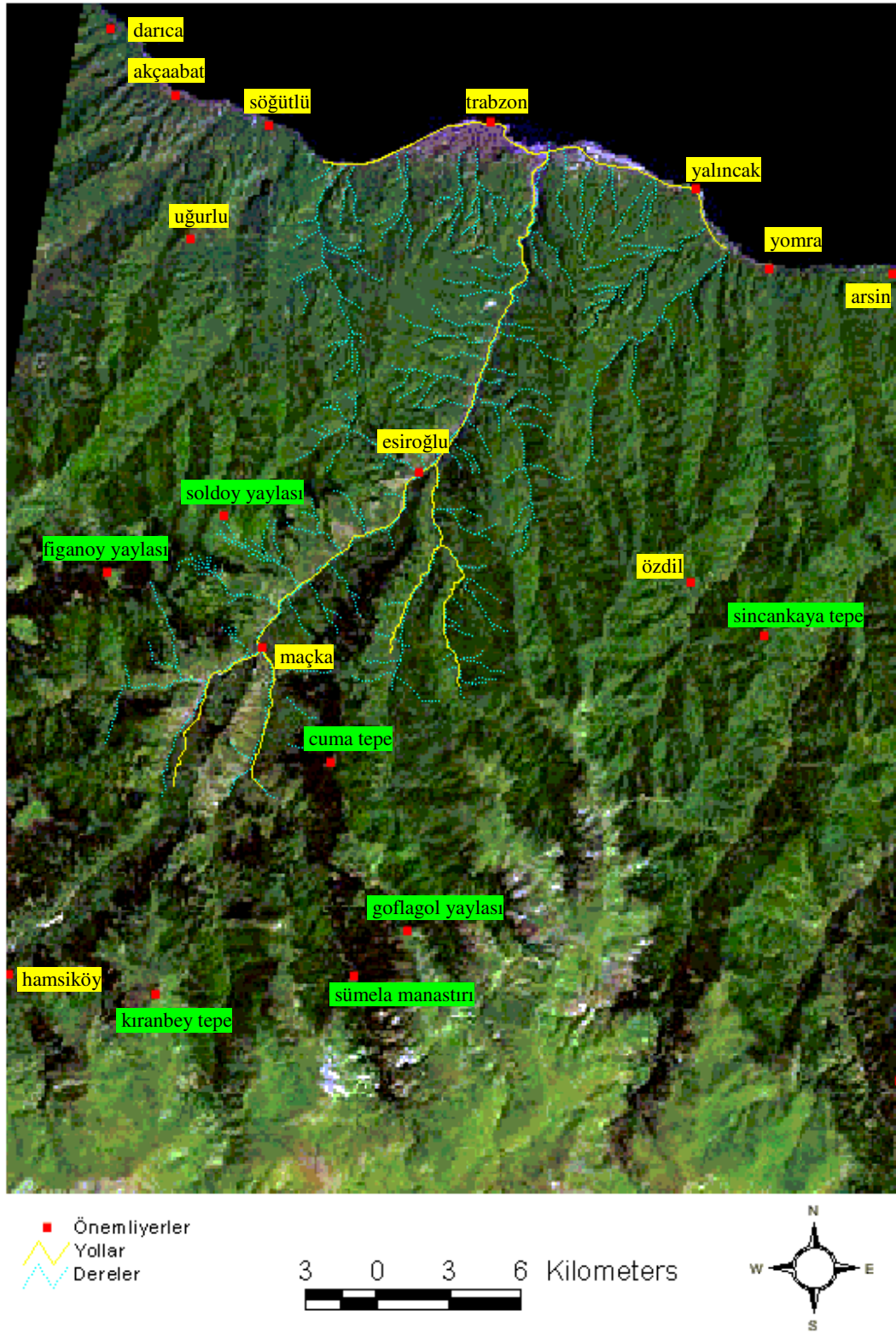
Şekil 41: Çalışma alanının lattice katmanı.

Değirmendere Vadisi Orman Varlığı



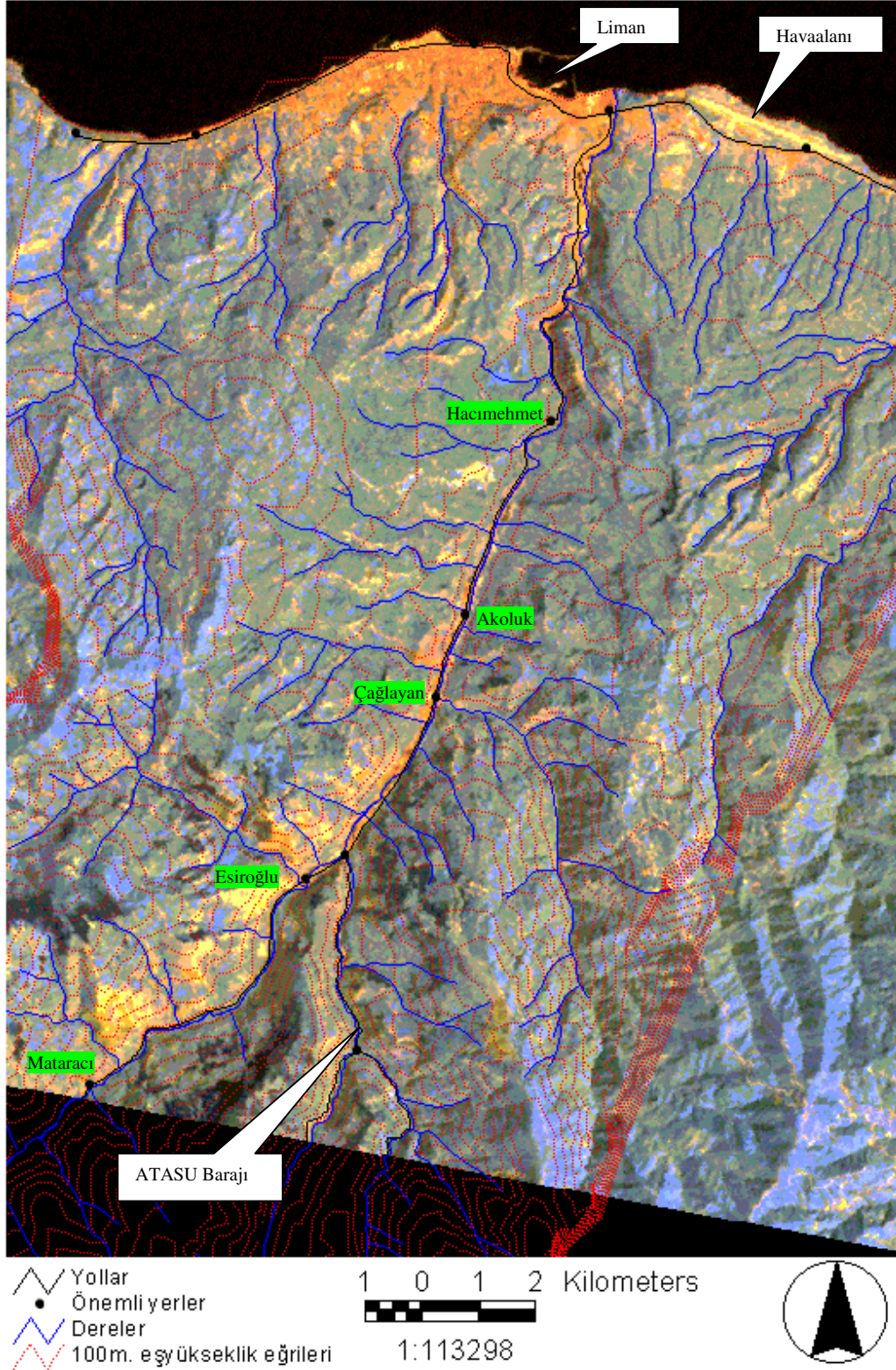
Şekil 42: Hillshade örneği.

Veri Tabanının Zenginleştirilmesi



Şekil 43: Veri tabanının uydu görüntüleriyle zenginleştirilmesi.

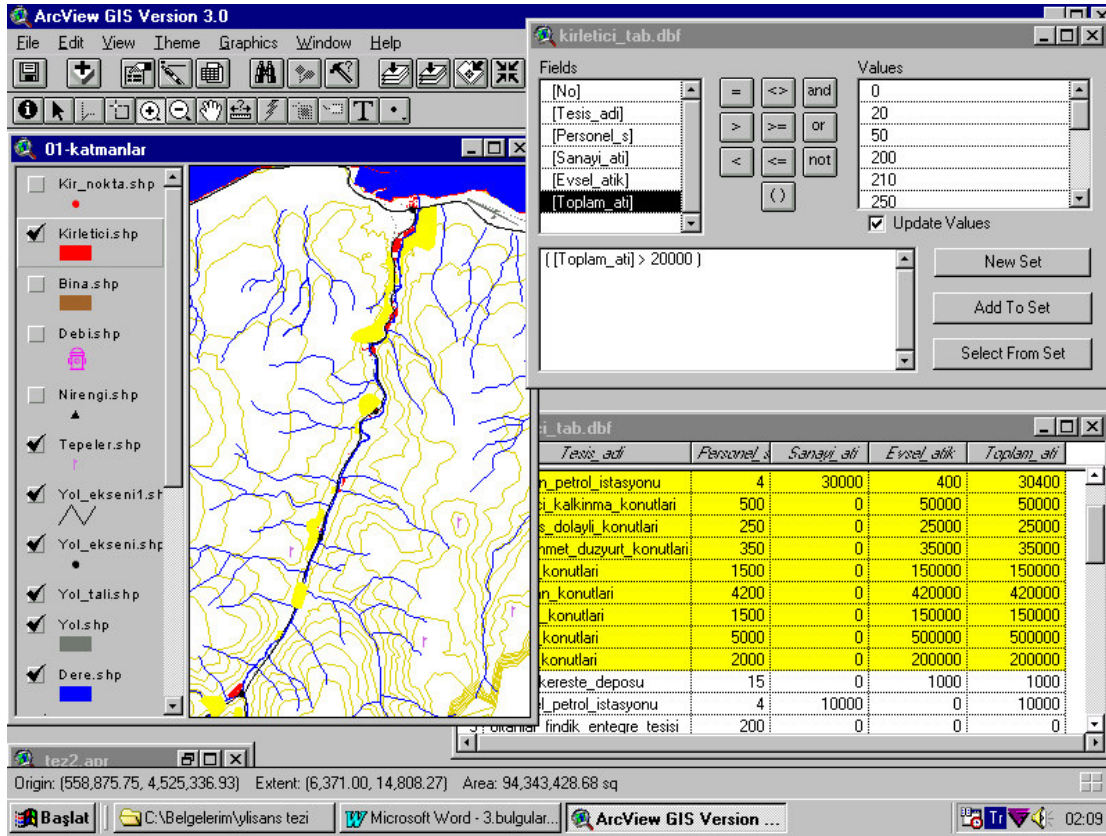
Veri Tabanının Zenginleştirilmesi



Şekil 44: Veri tabanının (çizgisel nitelikler) uydu görüntüleriyle zenginleştirilmesi.

2.13. Kirletici Tesislerin Sorgulanması

Kirletici tesislerle ilgili grafik ve sözel veriler veri tabanına girilip, aralarındaki ilişkilendirme yapıldıktan sonra, verilerin türüne göre istenilen tür sorgulama yapılabilir. Aşağıdaki örnekte, ArcView yazılımının *Query Builder* komutu kullanılarak, vadiye günde 20000 litreden daha çok atık atan tesislerin sorgulanması yapılmıştır. Sorgulama sonuçları, hem grafik hem de sözel olarak elde edilebilir. Bir sorgulama örneği, Şekil 45’de verilmiştir.



Şekil 45: Vadiye 20000 litre/gün ‘den daha çok atık deşarj eden tesisler.

ArcView yazılımı, grafik veriden sözel veriye ve sözel veriden grafik veriye etkileşimli sorgu yapma imkanını da vermektedir.

2.14. Yüzey Analizleri

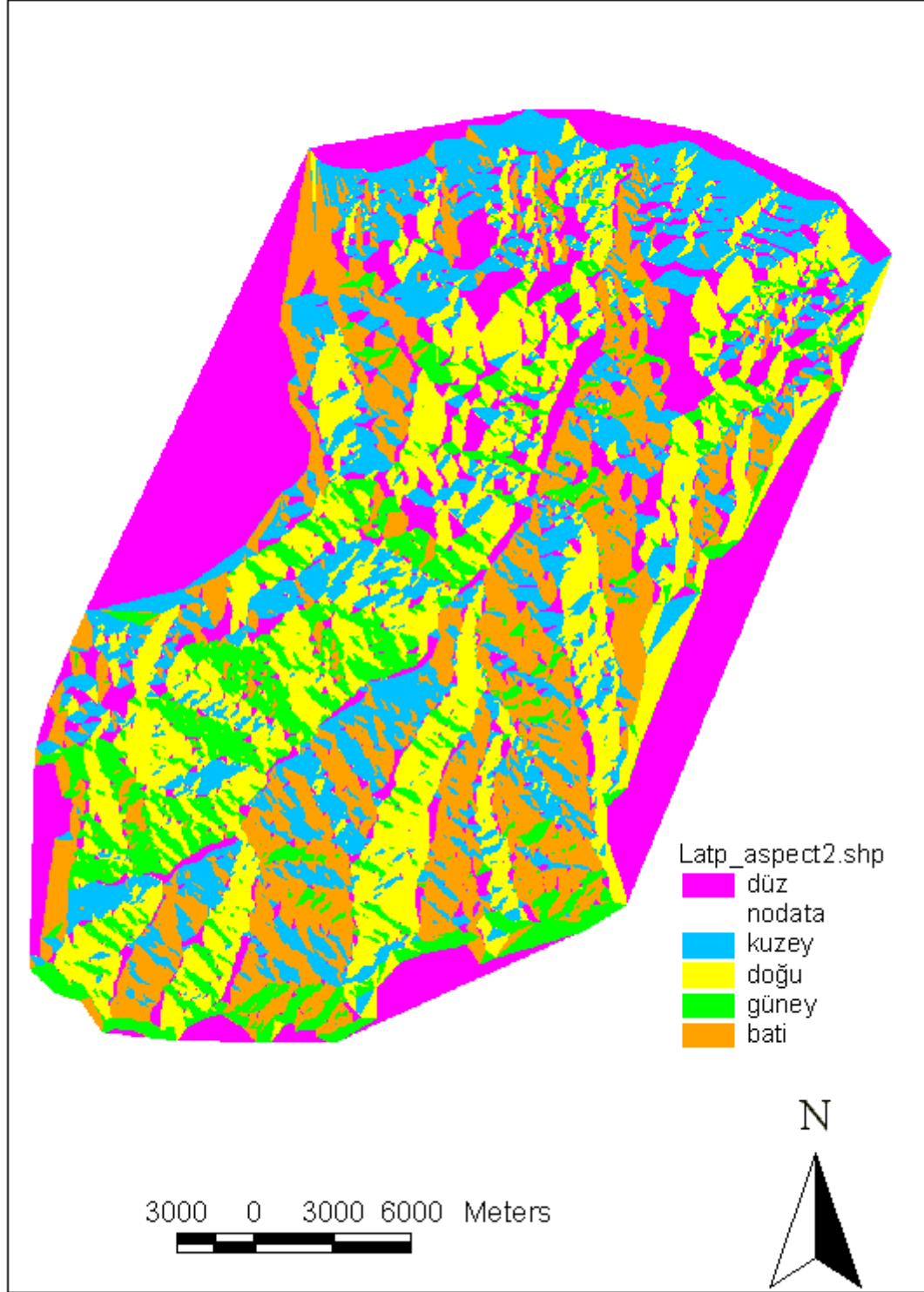
Veri tabanındaki lattice katman (lat_lin) kullanılarak, değişik yüzey analizleri yapıldı. Lattice katmanlar, raster yapıda saklandıkları için, bellekte çok yer tutmaktadırlar. Lattice'in her bir hücresinin yersel karşılığı küçüldükçe, bellekte kapladığı yer artmaktadır. Bellek sorunlarıyla karşı karşıya kalmamak için, lat_lin katmanının yersel karşılığı, LATTICERESAMPLE komutu kullanılarak, 50*50 metre boyutlarına getirildi. Daha sonra LATTICEPOLY komutu kullanılarak; eğim, bakı ve yükseklik değişimi kapsamları (coverage) elde edildi (Şekil 46, 47 ve 48). Bu iki komutun kullanılışı aşağıda verilmiştir:

Arc: LATTICERESAMPLE <in_lattice> <out_lattice> {z_factor}

Arc: LATTICEPOLY <in_lattice> <out_cover>

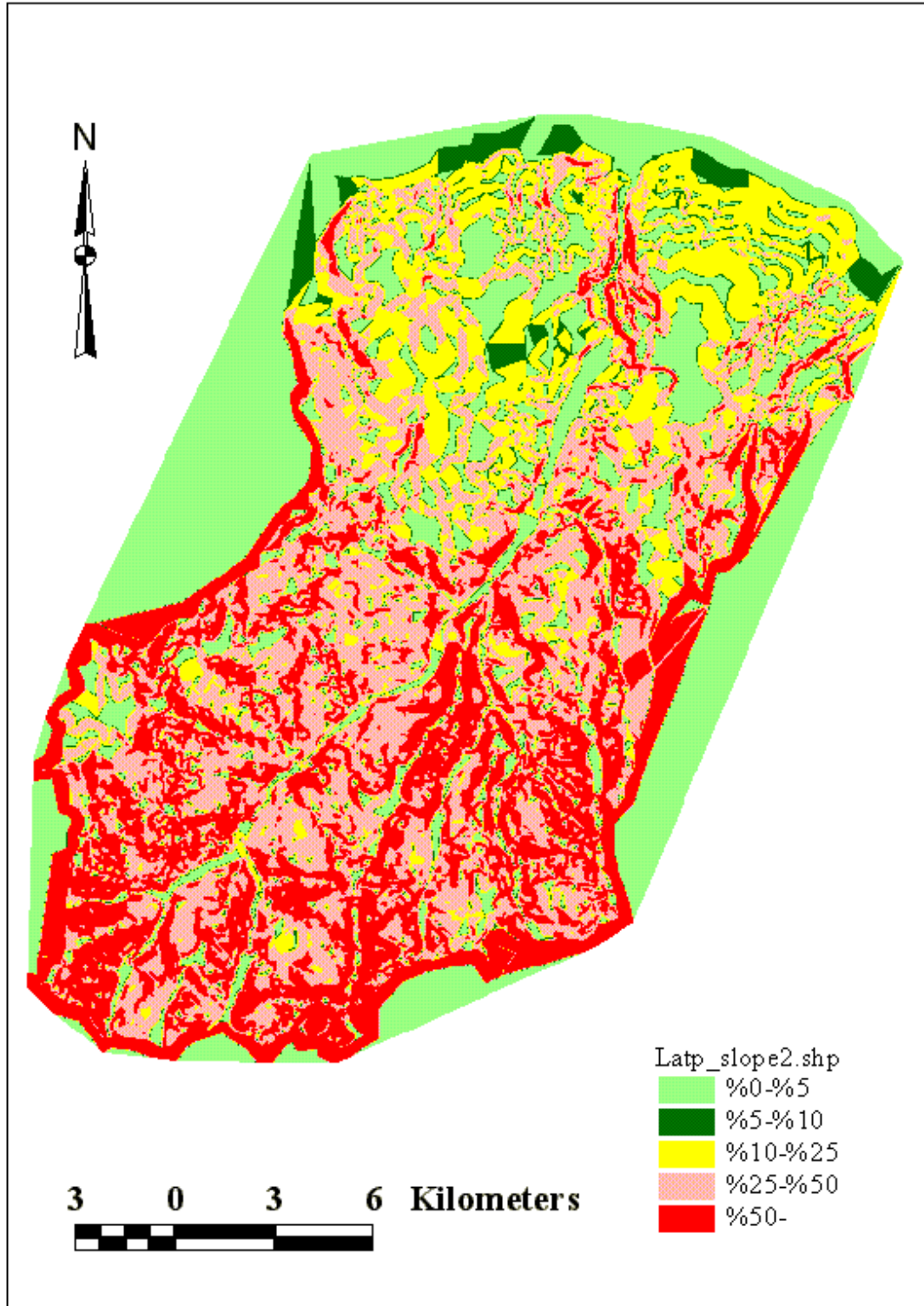
<SLOPE|ASPECT|RANGE|NODATA|BOX|EXTENT> {lookup_table}
{z_factor}

Değirmendere Vadisi Bakı Haritası



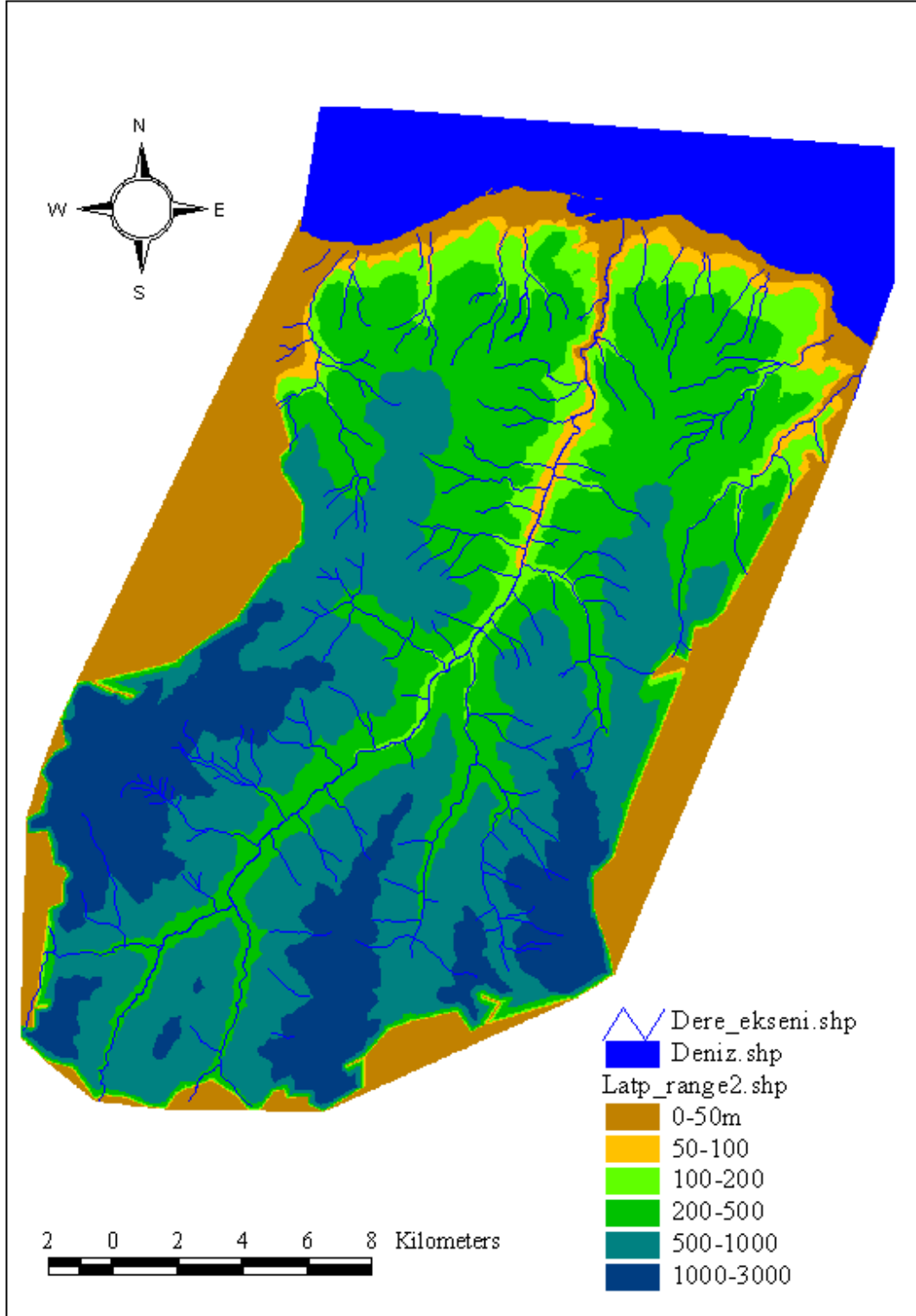
Şekil 46: Değirmendere Vadisi'nin bakı haritası.

Değirmendere Vadisi Eğim Haritası



Şekil 47: Değirmendere Vadisi'nin eğim haritası.

Değirmendere Vadisi Yükseklik Değişimi Haritası



Şekil 48: Değirmendere Vadisi'nin yükseklik değişimi haritası.

2.15. Nüfus ve Kirlilik Merkezleri Arasındaki İlişkinin Araştırılması

Kirlilik merkezleri katmanlarına, ürettikleri atıkların hacimleri ile orantılı olacak şekilde “buffer” analizi yapılmıştır. Böylece her tesisin, dereyi, birbirine göre ne ölçüde kirlettiğini görebilme fırsatı elde edildi. Aynı işlem, nüfus bilgileri kullanılarak, yerleşim alanları katmanına da uygulanmış sonuçta nüfus yoğunluğunun azalıp-çoğaldığı yerler daha belirginleşmiştir. Bu iki analiz katmanı üst üste getirilerek evsel atıklar, sanayi atıkları ve yerleşim alanları arasındaki ilişki incelenmiştir.

Aşağıda buffer komutunun kullanımı verilmiştir:

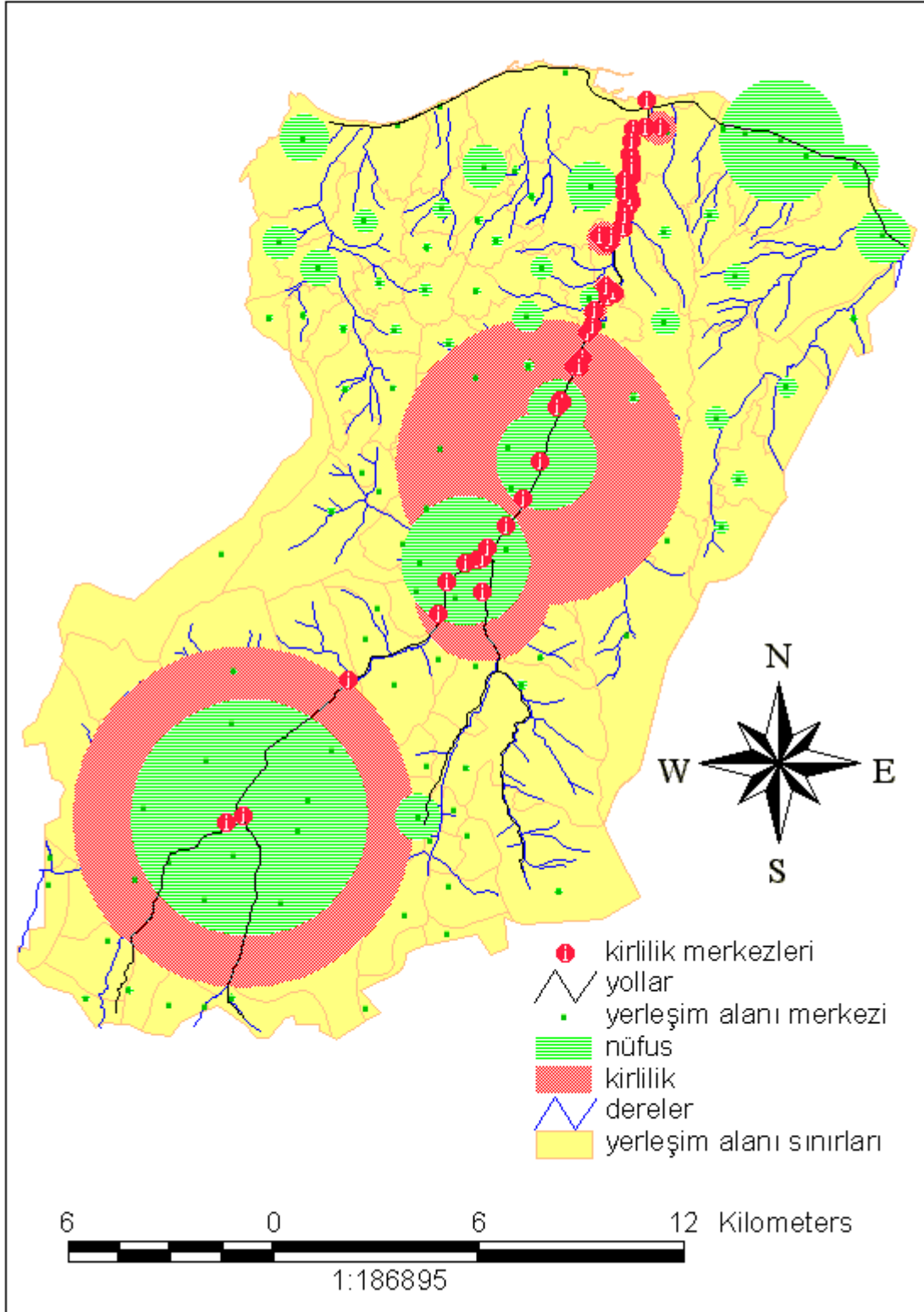
```
Arc: BUFFER <in_cover> <out_cover> {buffer_item} {buffer_table}  
      {buffer_distance} {fuzzy_tolerance} {LINE|POLY|POINT|NODE}  
      {ROUND|FLAT} {FULL|LEFT|RIGHT}
```

Şekil 49’da, kırmızı küçük noktalar kirlilik merkezlerini, mor daireler nüfus yoğunluğunu ve kırmızı daireler kirlilik yoğunluğunu göstermektedir. Bu çizim tamamen, İl Çevre Müdürlüğü tarafından hazırlanan Değirmendere Havzası Çevre Sorunları Envanteri’ndeki veriler ve bu verilerin üzerine yapılan güncelleme çalışmalarına dayanılarak hazırlanmıştır.

Şekilde, iki büyük kirlilik kaynağı hemen dikkati çekmektedir. Diğer kirlilik kaynakları, bu iki kirlilik kaynağına kıyasla çok küçük kalmaktadır. Kirliliğin yoğunlaştığı bu iki bölgede, nüfusun da yoğunlaştığı gözlenebilmektedir. Bu bölgeler; Maçka, Esiroğlu, Çağlayan ve Akoluk konutlarıdır.

Bu bağlamda, Değirmendere Vadisi’ni, yerleşim alanları, sanayi tesislerine oranla çok daha fazla kirletmektedirler. Kirlilik kaynağı olarak, sanayi atıkları, evsel atıkların yanında çok etkisiz kalmaktadır. Trabzon şehrinin temiz su ihtiyacının çok büyük bir kısmının Değirmendere’den sağlandığı düşünüldüğünde, bu durum çok büyük tehlike oluşturmaktadır.

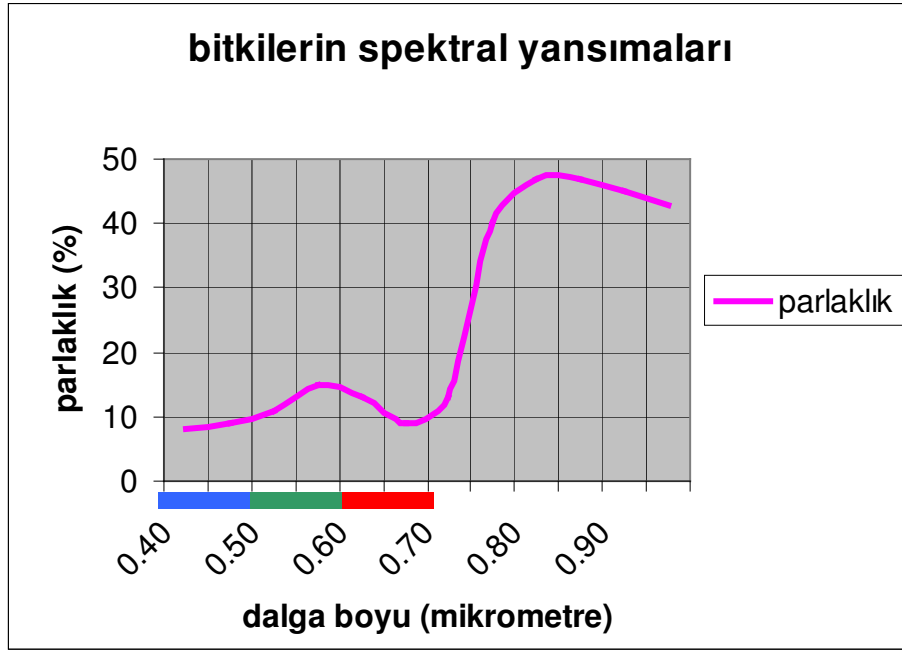
Değirmendere Vadisi Kirlilik ve Nüfus Merkezleri Arasındaki İlişki



Şekil 49: Kirlilik ve nüfus merkezleri arasındaki ilişki.

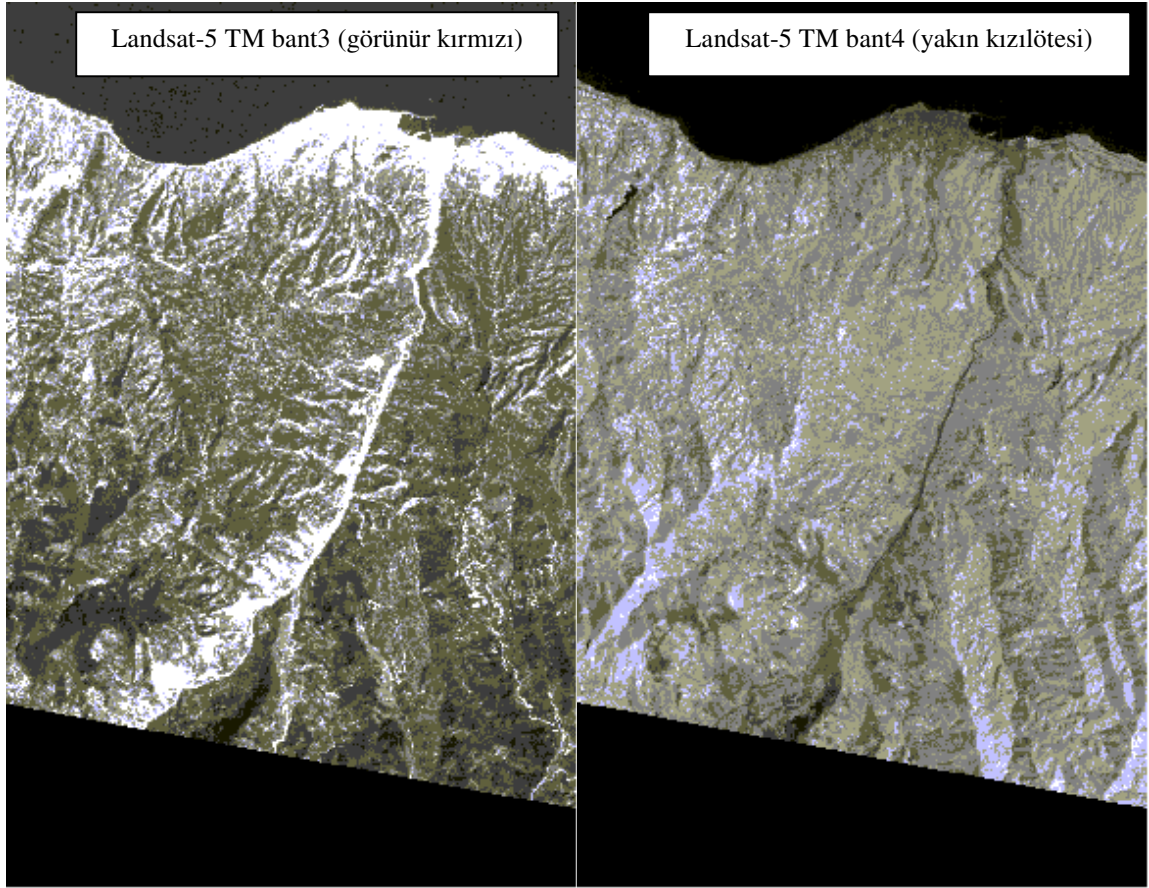
2.16. Potansiyel Erozyon Sahalarının Belirlenmesi

Doğal kaynaklara yönelik çalışmalarda, günümüzde, büyük ölçüde uzaktan algılama tekniği kullanılmaktadır. Uzaktan algılama, doğadaki her varlığın güneş ışığını farklı parlaklıklarda yansıttığı gerçeğinden yola çıkarak bu parlaklık değerlerini metrik hale getirmektedir. Metrik hale gelen bu parlaklık değerleri, kolayca bilgisayar yardımıyla değerlendirilebilmektedir.



Şekil 50: Bitkilerin spektral yansımaları.

Şekil 50’de, genel olarak bitkilerin, değişik dalga boylarındaki yansıtma yüzdeleri görülmektedir. Sırasıyla mavi, yeşil ve kırmızı ile boyanmış bölgeler, elektromanyetik spektrumun görünür mavi, yeşil ve kırmızı bölgeleridir ve fotoğrafik olarak algılanabilirler. Elektromanyetik spektrumun görünür kırmızıdan sonra gelen 0.7-0.9 μm dalga boylu bölgeye “near-infrared” (yakın kızılötesi) denir. Şekile dikkat edilirse; bitkilerin, görünür bölgede en fazla yansımayı görünür-yeşil bantta yaptıkları, daha sonra gelen görünür kırmızıda ise yansıtma değerlerinde düşüş olduğu görülür. Ancak, bitkiler en fazla yansıtmayı yakın kızılötesi bölgede yapmaktadırlar. Uzaktan algılamada, bitkilerin diğer cisimlerden ayırt edilmesinde, bitkilerin Şekil 50’de görünen özelliğinden yararlanılır.



Şekil 51: Landsat-5 TM algılayıcısının, Değirmendere Vadisinin 3 ve 4 numaralı bantlarındaki görüntüleri.

Landsat-5 TM (Thematic Mapper) algılayıcısının, 3 numaralı bantının duyarlı olduğu dalga boyu aralığı; 0.63-0.69 μm (görünür kırmızı), 4 numaralı bantının duyarlı olduğu dalga boyu aralığı ise; 0.76-0.90 μm (yakın kızılötesi)'dir. Şekil 51'de aynı yerin, görünür kırmızı ve yakın kızılötesi görüntüleri görünmektedir. Görünür kırmızı görüntüde, ağaçlık olarak bilinen alanların siyaha yakın tonlarda görünmesine karşı, aynı yerlerin yakın kızılötesi bantta daha parlak (soldaki resme göre beyaz rengine daha yakın) olarak görünmektedir. *Görünür kırmızı görüntüde, bitki örtüsünün bozuk olduğu alanlar çok parlak (beyaz) görünmektedir.* Potansiyel erozyon alanlarının tespitinde, Landsat-5 TM bant3 görüntülerinin bu özelliğinden yararlanılmıştır.

Toprak erozyonu şiddeti, iklim (yağış miktarı, yoğunluğu ve dağılımı), toprak özellikleri (toprak yapısı, bünyesi, organik madde miktarı v.b.), fizyografya (eğimin dikliği, eğim uzunluğu), arazi kullanımı ve arazi yönetimi gibi işlemleri içeren parametrelere bağlıdır. Bu etmenlerden herhangi bir tanesinde meydana gelebilecek önemli bir değişme, toprak erozyonu şiddetindeki değişmeyi başlatır [52]. Değirmendere Vadisi'ndeki erozyon sahalarını belirlerken iki kabulden yola çıkıldı:

- Eğimi %10'u geçen alanlarda ziraat yapılmaz, bu alanlar çok eğimli arazi kabul edilir ve bu tür alanlarda erozyon tehlikesi vardır.
- Bitki örtüsünün çok bozuk ya da hiç olmadığı alanlar, erozyon tehlikesi ile karşı karşıyadır.

Öncelikle, örnekleme mesafesi 50x50m olan lattice katmandan, LATTICEPOLY komutu ile içerisinde, sadece, eğimi %10'un altında olan ve eğimi %10'un üzerinde olan poligonların bulunduğu bir kapsam (bu kapsamın ismi; *latp_slope3* dir) elde edildi.

Daha sonra *rectrb123.tif* görüntüsü, ARC/INFO'nun raster veri işleme modülü olan GRID modülüne gönderildi. Bu işlem için IMAGEGRID komutu kullanıldı. Bu komut uygulandıktan sonra, yazılım, bu multi-band görüntüyü bantlarına ayırdı ve her bantın sonuna *c1, *c2 ve *c3 son eklerini koydu. Bu durumda; *rectrb123c1*, *rectrb123c2* ve *rectrb123c3* grid katmanları elde edildi. Bunlardan *rectrb123c1* grid katmanı, bizim ilgilendiğimiz katmandır, yani, görünür kırmızı görüntüdür. Bu görüntü üzerinde parlaklığı yüksek olan yerlerin, bitki örtüsünün bozuk olduğu alanlar olduğu kolaylıkla anlaşılmaktaydı. Arcplot modülünde, CELLVALUE değeri ile bu alanların parlaklık değerleri sorgulandı ve 250-255 parlaklık değerleri olduğu görüldü. Bundan sonra yapılması gereken, bu görüntüden, parlaklığı 250-255 değerinde arasında olan tüm alanların belirlenmesi, daha sonra da bu raster bölgelerin vektörel hale getirilmesidir. Bu amaçla GRID modülünün, RECLASS komutu ile parlaklık değeri 250-255 arasında olan hücreler seçilerek, bu hücrelerden başka bir grid katmanı (bu gridin ismi *gridreclass* dır) oluşturuldu. Daha sonra, bellek sorunları yaşamamak için bu gridin piksel boyutları, yersel karşılığı 100x100 m olacak şekilde, RESAMPLE komutu ile yeniden örneklendi. En son olarak da, GRIDPOLY komutu ile bu grid, poligon bir kapsam (*gridpoly1*) haline dönüştürüldü.

ARC modülünün INTERSECT komutu ile *gridpoly* kapsamı (bitki örtüsünün bozuk olduğu alanlar) ve *latp_slope3* kapsamı (eğimi %10 dan fazla olan alanlar) karşılaştırıldı. Elde edilen yeni poligonlardan; Trabzon şehir merkezi, yola 25 metre ve daha fazla yakın

alanlar ve alanı 50000 m² den az olan alanlar atıldı. Sonuçta, potansiyel erozyon sahaları tespit edildi. Bu çalışmada, KTÜ Çevre Kolu tarafından halen ağaçlandırma çalışmaları devam eden Esiroğlu Erozyonla Mücadele Sahası da potansiyel erozyon sahası olarak tespit edilmiştir.

Aşağıda bu çalışmada kullanılan ARC/INFO komutlarının kullanılışı verilmiştir:

Arc: IMAGEGRID <in_image> <out_image> {out_colormap_file} {in_band}
{NEAREST|BILINEAR|CUBIC|DEFAULT|NODATA}

Arcplot: CELLVALUE <grid> <xy | *> {item...item}

Grid: <out_grid> = RECLASS (<grid>, <remap_table>, {DATA|NODATA},
{in_item}, {out_item})

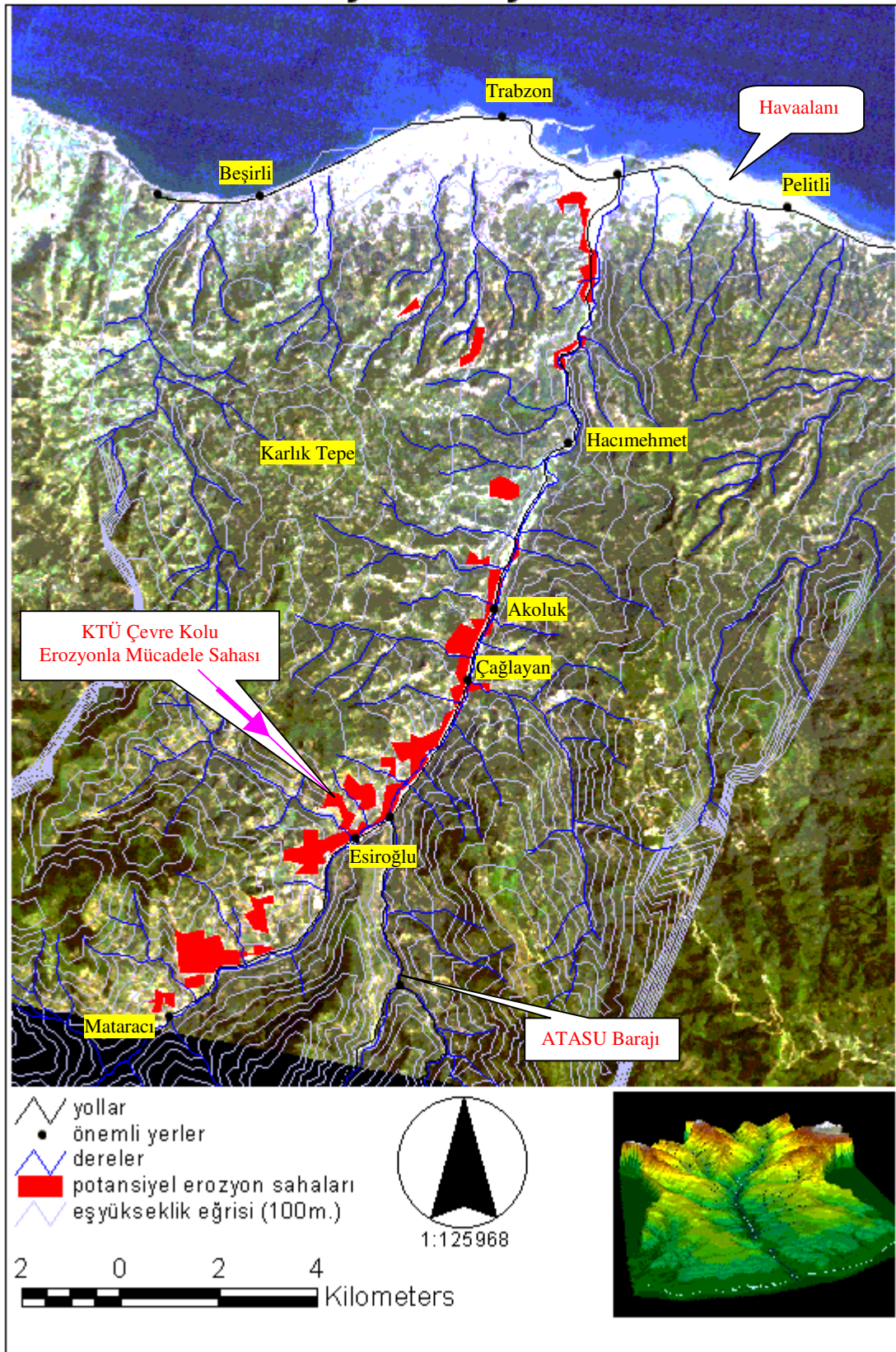
Grid: <out_grid> = RESAMPLE (<grid>, {cellsize},
{NEAREST|BILINEAR|CUBIC|SEARCH})

Grid: <out_cover> = GRIDPOLY (<in_grid>, {weed_tolerance})

Şekil 52’de kırmızı renkte görünen poligonlar, uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri tekniklerinin beraber kullanılması sonucunda belirlenen, Değirmendere Vadisi’ndeki potansiyel erozyon sahalarıdır. Şekilden, potansiyel erozyon sahalarının Mataracı köyü ve Akoluk beldesi arasında ve Trabzon-Gümüşhane karayoluna yakın alanlarda toplandığı görülmektedir. Bu durumdan, bu alanlardaki bitki örtüsünün, insan eliyle bozulmuş olabileceği sonucunu çıkarabiliriz.

Yapılan saptamanın doğruluğu, istatistiki olarak araştırılamamıştır. Çalışmanın doğruluğunun belirlenebilmesi için, yersel çalışma yapılarak, elde edilen yer gerçeği bilgilerinin, yapılan bu kontrolsüz sınıflandırma (*unsupervised classification*) sonucunda elde edilen bilgilerle karşılaştırılması gerekir. Şekil 52’de mor okla gösterilen sahada (KTÜ Çevre Kolu Erozyonla Mücadele Sahası), erozyon tehlikesi olduğundan, halen, KTÜ Çevre Kolu, burada, erozyonla mücadele çalışması yapmaktadır. Halen erozyon tehlikesinin olduğu bilinen geniş bir alan, bu çalışmada, erozyon tehlikesi olan alan olarak belirlenmiştir. Bu da, yapılan saptamanın doğruluğunun yüksek olduğunu göstermektedir.

Değirmendere Vadisi Potansiyel Erozyon Sahaları



Şekil 52: Değirmendere Vadisi potansiyel erozyon sahaları.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Günümüzde, doğal çevreye yönelik çalışmalarda, büyük ölçekli çalışmalara oranla duyarlılığı az, doğruluğu yüksek, geniş kapsamlı alan bilgilerine ihtiyaç vardır. Çevre hakkında daha sağlıklı bilgi sahibi olmak ve çevre düzenlemesine ilişkin daha doğru kararlar verebilmek ancak sözkonusu çevrenin tüm özellikleriyle bilinmesine bağlıdır. Bu anlamda, çevreye ait verilerin öncelikle toplanması, sayısal ortamda depolanması ve konumsal analizlere olanak sağlayacak şekilde sorgulanması için gerekli ortamların hazırlanması zorunludur. Coğrafi bilgi sistemleri (*GIS*), bu anlamda kullanılan en etkili teknolojik araç olarak görülmektedir. Bilgisayar ortamında oluşturulan arazi modelleri, bilhassa uydu görüntüleri ile desteklenen mevcut konum bilgileriyle, çevre hakkında kullanıcılara çok yönlü dinamik bir sorgulama ortamı sunmaktadır [1].

Bu çalışmada, büyük ve orta ölçekli haritalardan, Değirmendere Vadisinin; ulaşım, akarsular, doğal ve yapay yapılar, idari yapılanma, yerleşim alanları, orman varlığı ve atık üreten tesisler ile ilgili grafik bilgiler sayısallaştırılmış ve sözel bilgilerle ilişkilendirilmiştir. Oluşturulan veri tabanı ile, Değirmendere Vadisi, bilgisayar ortamında modellenmeye çalışılmıştır. Bu kadar çok ve büyük hacimli bilgilerin yönetilmesinde ve analizlerin yapılmasında; Coğrafi Bilgi Sistemlerinin gücünden faydalanılmıştır. Ayrıca, geniş alanları kapsayan, elektromanyetik spektrumun değişik bantlarını içeren bilgiler, Uzaktan Algılama sayesinde edinilmiştir. Sonuçta, Değirmendere Vadisi'nin Çevresel Bilgi Sistemi için gerekli altlık oluşturulmuştur.

Günümüzde, Çevresel Bilgi Sistemi kurulması çalışmalarında, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin entegrasyonundan yararlanılmaktadır. Coğrafyaya yönelik tüm uygulamalarda, Coğrafi Bilgi Sistemi+Uzaktan Algılama entegrasyonu, oldukça başarılı sonuçlar vermektedir. Nitekim yapılan çalışma ile bu bir kez daha kanıtlanmıştır. Bundan sonra yapılması gereken verilerin güncellenmesi işlemidir. Bununla birlikte, çevre konusunda uğraş veren değişik meslek disiplinlerince elde edilen verilerin, sisteme aktarılması ve çok yönlü analizlerin yapılması gereği vardır. Özellikle DEVAÇED için üretilcek proje önerileri kapsamında, CBS'nin kurumsallaşması gözardı edilmemelidir.

4. SONUÇLAR

Değirmendere Vadisi, Trabzon şehrinden güney bölgelere ulaşımın sağlandığı tek güzergahdır. Kentin temiz su ihtiyacı, bu havzadaki derelerden kaşındığı gibi, bir çok sanayi, orman ve tarım alanları da bu bölgede bulunur. Vadi içerisinde, dereye yakın alanlarda, nüfus ve yapılaşma yoğundur. Bölge için bu kadar önemli olan Değirmendere Vadisi, son yıllarda süratle kirlenmektedir.

Bu çalışmada, öncelikle, bu vadi üzerinde çalışma yapacak diğer meslek disiplinlerine ve gelecekte yapılacak uygulamalara altlık oluşturmak üzere, Değirmendere Vadisinin Çevresel Bilgi Sistemi kurulmuştur. Bu coğrafi veri tabanı, ileride ortaya çıkacak ihtiyaçlar doğrultusunda genişletilebilir.

CBS tekniği ile oluşturulan model ile bölgeye ait birçok veri toplanmış ve bu verilerin analizlerinden de bir takım sonuçlar elde edilmiştir. Öncelikle nüfus yoğunluğu ve kirlilik yoğunluğu arasındaki ilişki incelenmiştir. Vadide, nüfusun en yoğun olduğu Maçka, Esiroğlu, Çağlayan ve Akoluk şehir merkezlerinin, vadiyi en çok kirleten kirlilik merkezleri olduğu görülmüştür. Eldeki verilere göre, diğer kirlilik kaynaklarının dereye deşarj ettiği atıkların hacmi, bu yerleşim alanlarınıninkine oranla çok azdır. Bu da gösteriyor ki evsel atıklar, dereyi, sanayi atıklarına göre çok daha fazla kirletmektedir. Bunun da en büyük nedeni, bu yerleşim alanlarında evsel atıkların, sızdırmalı fosseptik veya arıtma işlemine tabi tutulmadan doğrudan dereye verilmesidir. Değirmendere'nin kirliliğinin önlenmesi amacıyla yapılacak bir çalışmada, ilk önce, bu yerleşme alanlarının bir kanalizasyon sistemine kavuşturulması üzerine odaklanılması gerekmektedir.

CBS ve Uzaktan Algılama tekniklerinin kombinasyonu ile, tespit edilen kriterlere bağlı olarak, Değirmendere Vadisi'ndeki olası erozyon sahaları belirlenmiştir. Bu çalışma sonrasında, büyük bir kısmı, Trabzon-Gümüşhane Karayolu'na çok yakın, toplam alanı yaklaşık 544 hektar (5.4 km^2) olan 22 adet, erozyon tehlikesi ile karşı karşıya olan bölge tespit edilmiştir. Bu alanların, devlet karayoluna ve yerleşim alanlarına çok yakın olması dikkat çekicidir. Bu alanlarda süratle erozyonla mücadele çalışması yapılması gerekmektedir.

DEVAÇED Projesi kapsamında bu ve benzeri analizlerin sonuçları detaylandırılacak, alınması gerekli önlemlerle birlikte rapor haline dönüştürülüp, ilgililere sunulacaktır.

5. ÖNERİLER

Türkiye’de, Coğrafi Bilgi Sistemi kurma çalışmalarında karşılaşılan en önemli sorunlardan bir tanesi, yeterli ölçekte ve doğrulukta haritaların bulunmamasıdır. Bu çalışmada, alanın yaklaşık %98’inin grafik bilgileri, 1/25000 ölçekli haritalardan sayısallaştırılmıştır. Tüm ülkeyi kaplayan standart ölçekteki tek topoğrafik harita, Harita Genel Komutanlığı tarafından üretilen 1/25000 ölçekli ve gizlilik derecesi *hizmete özel* olan haritalardır. Çoğu CBS uygulamasında, bu ölçek yetersiz kalmaktadır. Türkiye’nin, tüm ülkeyi kaplayan, standart topoğrafik büyük ölçekli haritalara ihtiyacı vardır. Bu haritalar için en ideal ölçek, 1/5000 olarak düşünülmektedir. Dünyada, tüm ülkeyi kaplayan standart topoğrafik haritalar süratle üretilmektedir.

Örneğin, İngiltere’de, *Millennium Mapping Company Limited* isimli bir şirket, *Milenyum Haritası* (Millennium Map™) adlı bir proje sürdürmektedir. 1999 yılı içerisinde, İngiltere’nin %80’ninin 1/10 000 ölçekli renkli fotoğrafları çekilmiş ve 24 bit renk derinliğinde, 1200 dpi çözünürlükte taranmıştır. Bu fotoğraflar, 25 cm yersel çözünürlükle ve 1/2000 ölçeğe kadar büyütülebilecek şekilde, CD ve DVD formatında satışa sunulmuştur. 2000 yılı Ocak ayından itibaren bu görüntülere, internet üzerinden de sahip olunabilecek. Bu görüntüler, *orto-rectify* edildiğinden, harita doğruluğunu sağlamaktadır, tek farkı vektörel format yerine raster formatta olmasıdır. Tüm İngiltere’nin görüntülerinin, 2001 yılı sonuna kadar işlenmesi planlanmaktadır. Benzeri bir çalışma, gizlilik prosedürleri ile ilgili yasal düzenlemeler yapıldığı takdirde, Türkiye’de de yapılabilir. Böyle bir çalışma özel sektör tarafından yapılabileceği gibi, Türkiye’de fotogrametrik çalışmalarda ciddi deneyimlere sahip iki kuruluş olan Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü veya Harita Genel Komutanlığı’nca da yapılabilir. Böylece, hem ciddi bir ülke ihtiyacı karşılanmış olacak hem de önemli bir gelir sağlanacaktır.

Analizler sonrasında anlaşılmıştır ki; Maçka, Esiroğlu, Çağlayan ve Akoluk konutlarının, Değirmendere’ye deşarj ettikleri atıkların hacmi, dereyi kirleten diğer tüm tesislerin deşarj ettiği atıkların hacminden fazladır. Bunun nedeni; bahsedilen yerleşme alanlarında, kanalizasyon alt yapısının bulunmamasıdır. 1999 yılı sonunda, Maçka’nın kanalizasyon şebekesi, İller Bankası tarafından yaptırılmaya başlanmıştır. Benzeri çalışmanın, diğer beldeler için de yapılması gerekmektedir.

Uzaktan Algılama tekniği kullanılarak yapılan analizler göstermiştir ki; Değirmendere Vadisi'nde yaklaşık olarak 5.4 km² lik (544 hektar) bir alan, erozyon tehlikesi ile karşı karşıyadır. Bu alandan yaklaşık 30 hektarlık bir kısmında, halen, KTÜ Çevre Kolu'nun gönüllü olarak yaptığı erozyonla mücadele çalışması devam etmektedir. Esiroğlu şehir merkezine çok yakın olan bu alanda, Esiroğlu Belediyesi'nin de katkılarıyla, 1996 yılında, KTÜ öğrencilerince ağaçlandırma çalışmaları yapılmıştır. Yerel İdareler ve Trabzon Valiliği tarafından, benzeri çalışmalar özendirilmeli ve desteklenmelidir. Bu alanlarda, Trabzon ilindeki; meslek odaları, kamu kurumları ve ticari şirketlerce, *hatıra ormanı dikme kampanyası* yapılabilir. Böyle bir çalışmanın, Trabzon Valiliği'nce organize edilmesi gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

1. Yomralioğlu, T., Akça, M. D., Çevresel Bilgi Sistemleri için Model Altılık Tasarımı: Trabzon-Değirmendere Havzası Örneği, Yerel Yönetimlerde Kent Bilgi Sistemi Uygulamaları Sempozyumu, 13-15 Ekim 1999, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 297-306.
2. TMMOB HKMO, HABITAT II Türkiye Ulusal Raporu: Öncelikli Konular, İstanbul, 1996.
3. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon-Değirmendere Vadisi Çevre Düzenleme Projesi, Trabzon, 1998.
4. Yomralioğlu, T., Çelik, K., GIS?, 1. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 18-20 Ekim 1994, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 21-32.
5. Maguire, D. J., An Overview and Definition of GIS, In Maguire D.J., Goodchild M, Rhind D (eds), Geographical Information Systems: Principles and Applications, Vol.1, Longman, London, 1991.
6. McLaughlin, J.D., Nichols, S.E., Parcel-Based Land Information Systems, Department of Surveying Engineering Publication, UNB, 1986.
7. Dangermond, J., A Classification of Software Components Commonly Used In Geographic Information Systems, In Proceedings of the US-Australia Workshop on Design and Implementation of Computer-Based Geographic Information Systems, 1982, Honolulu, Hawaii, 70-91.
8. Burrough, P.A., Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Clarendon Press, Oxford, 1986.
9. Banger, G., Yomralioğlu, T., Cömert, Ç., Demir, O., Çelik, K., Bilgi Sistemlerine Genel Bir Bakış ve Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilgi Sistemi, 1. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 18-20 Ekim 1994, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 1-10.
10. McLaughlin, J.D., Dale, P.F., Land Information Management, Oxford University Press, London, 1987.

11. Heywood, I., System Selection for Local Authorities: Criteria, Guidelines and Timetabling, Department of Geography, University of Salford, UK, ?.
12. ESRI, ARC/INFO Data Management, ESRI Inc., Redlands, USA, 1994.
13. Masry, S.E., Lee, Y.C., An Introduction to Digital Mapping, Department of Surveying Engineering Publication, UNB, Canada, 1988.
14. Aronoff, S., Geographic Information Systems: A Management Perspective, WDL Publication, Ottawa, Canada, 1989.
15. Cömert, Ç., Konumsal Veri Değişimi; Türkiye İçin Bir Durum Değerlendirmesi, 1. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 18-20 Ekim 1994, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 65-79.
16. Cömert, Ç., Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)nin Temelleri: Veri Modelleri ve Veri Yapıları, KTÜ Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü Araştırma Raporları, Fakülte Yayın No:1997/1, 1997, Trabzon.
17. Cömert, Ç., Bostancı, H.T., Kentsel Geliştirme Projeleri için Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Önemi: Trabzon Zağnos Dere Havzası Örneği, Yerel Yönetimlerde Kent Bilgi Sistemi Uygulamaları Sempozyumu, 13-15 Ekim 1999, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 273-285.
18. Yomralıoğlu, T., Coğrafi Bilgi Sistemleri, Yüksek Lisans Ders Notları, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
19. Sarbanoğlu, H., Coğrafi Veri Yapıları, Harita Dergisi, 105, 1990, 1-44.
20. Lee, Y.C., Lecture Notes on Geographic Information Systems, Department of Surveying Engineering Publication, UNB, Canada, 1991.
21. İŞLEM Şirketler Grubu, ARC/INFO Tanıtım Dökümanı, Ankara, 1999.
22. Banger, G., Bilgisayar Programlamanın Temelleri, Cilt 1, Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, Trabzon, 1995.
23. Yılmaz, M., PC Donanımı, Üçüncü Basım, Sistem Yayıncılık, İstanbul, 1996.

24. Cömert, Ç., Coğrafi Bilgi Sistemleri Lisans Dersi Notları, KTÜ Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü.
25. Ayfer, C.U., Kim Korkar UNIX'ten?, Pusula Yayıncılık, İstanbul, 1995.
26. Ergül, C., Öğüt, E., Yiğit, Y.G., Introduction To Unix, METU, Ankara, 1996.
27. Ünal, H., Pentium II PC'ler, PC Magazine Türkiye, 55, 1998, 70-75.
28. Yüksektepe, B., PC Donanım Bilgisi, Türkmen Kitabevi, İstanbul, 1998.
29. ADAPTEC Co., <http://www.adaptec.com/products/solutions/scsi.html>.
30. <http://www.ultra160-scsi.com>.
31. GANTEK Ltd. Şti., <http://www.gantek.com.tr>.
32. Sarbanoğlu, H., Coğrafi Bilgi Sistemi Geliştirme ve Gerçekleştirme Yöntemi, Harita Dergisi, 105, 1990, 45-73.
33. ESRI, Understanding GIS: The ARC/INFO Method, ESRI Inc., Redlands, USA 1995.
34. ESRI, Getting Started with ARC/INFO, ESRI Inc., Redlands, USA 1994.
35. ESRI, Map Projections, ESRI Inc., Redlands, USA, 1994.
36. ESRI, ArcView, ESRI Inc., Redlands, USA, 1994.
37. ESRI, ArcView 3D Analyst, ESRI Inc., Redlands, USA, 1997.
38. ESRI, User's Guides, ESRI Inc., Redlands, USA, 1992.
39. Environmental Systems Research Institute Inc., <http://www.esri.com>.
40. İşlem Şirketler Grubu, <http://www.islem.com.tr>.

41. Yomralioğlu, T., Demir, O., Kentsel Bir Coğrafi Bilgi Sistemi Modelleme, 1. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 18-20 Ekim 1994, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 276-290.
42. Devine, H., Field, R., The gist of GIS, Journal of Forest, August, 1986, 17-22.
43. ESRI, Arc/Info Programmers Manual, Vol.1, ESRI Inc., Redlands, USA, 1987.
44. Star, J., Estes, J., Geographical Information Systems: An Introduction, Prentice Hall, New Jersey, 1990.
45. AGI, GIS Dictionary, Ver.1.1, Association for Geographical Information Standards Committee Publication, UK, 1991.
46. Elmasri, R., Navathe, S.B., Fundamentals of Database Systems, Benjamin/Cummings, California, 1989.
47. Peuquet, D., A Conceptual Framework and Comparison of Spatial Data Models, Cartographica, 21 (4), 1984, 66-113.
48. Palmer, D., A Land Information Network for New Brunswick, Technical Report No.111, Department of Surveying Engineering, University of New Brunswick, Fredericton, N.B., 1984.
49. Petrie, G., Kennie, T.J.M., Terrain Modelling in Surveying and Civil Engineering, CAD, Vol.19, No.4, Butterworth&Co Ltd., ?, 1987.
50. Trabzon Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, Değirmendere Havzası Çevre Sorunları Envanteri, Trabzon, 1995.
51. Örüklü, E., Uzaktan Algılama, İTÜ Matbaası, İstanbul, 1987.
52. Toy, I.J., Introduction to The Erosion Process, In Erosion Research Techniques and Sediment Delivery, GEO Books, Norwich, 1977.

7. EKLER

7.1. ARC/INFO Yazılımı

7.1.1. ARC/INFO Yazılımının Mimarisi

ARC/INFO, katman tabanlı bir mimariye sahiptir; yazılım, coğrafi veri tabanına erişen ve yöneten bir “*veri tabanı motoru*” üzerine kurulmuştur. Bir sonraki düzeyde, ARC/INFO, desteklediği değişik veri kaynakları üzerinde çok gelişmiş konumsal veri işleme yapabilen, güçlü ve esnek bir komut diline sahiptir. Komutlar; veri editleme, harita üretimi, analiz, tablo işlemleri ve veri yönetimi fonksiyonlarına göre, bir programlar serisi şeklinde organize edilmişlerdir. *AML* (Arc Macro Language), gelişmiş makro prosedürlerin otomatikleştirildiği bir çevre arabirimi sağlar ve kullanıcı arayüzlerinin (*user interface*) oluşturulmasını sağlar. Bir AML menü sistemi olan *ArcTools*, ARC/INFO yazılımının, temel kullanıcı arayüzüdür. Kullanıcılar, AML ile, kendi çalışma konuları ile ilgili, şaşılabacak kadar değişik uygulamalar geliştirebilirler. Her uygulama arayüzü, ARC/INFO içindeki fonksiyonlara, kullanıcı erişimini mümkün kılar. ARC/INFO’ya erişmenin üçüncü bir yolu ise, “uygulamalar arası iletişim”in (*IAC – Inter-application Communication*) kullanılmasıdır. AML içerisinde bulunan Uygulamalar Arası İletişim, diğer uygulama yazılımlarının, ARC/INFO’daki komutları çalıştırabilmelerini sağlamaktadır. Böylece ARC/INFO, bir CBS veri ve işlem sunucusu (server) olarak kullanılabilir [34].

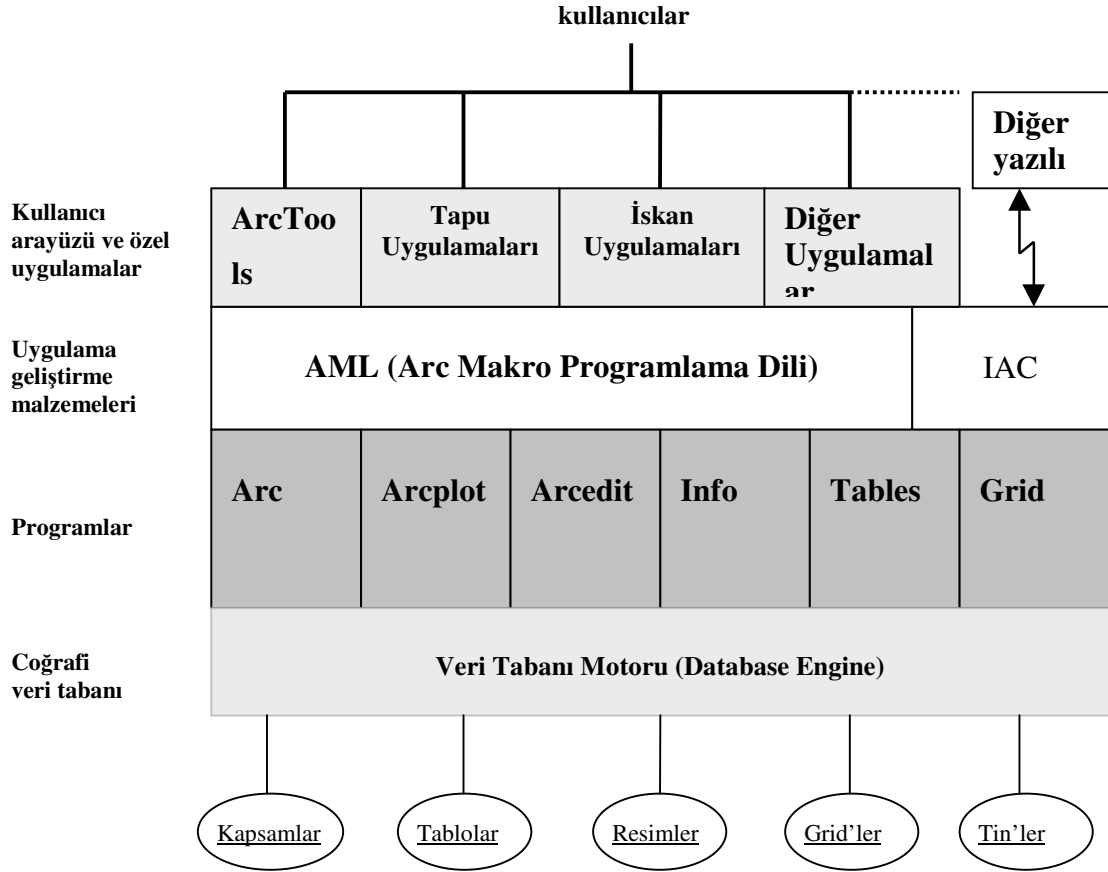
ARC/INFO, ana program modülleri ve yardımcı program modüllerinden oluşur. Ana program modülleri, standarttır yani seçimlik değildir. Ancak yardımcı program modülleri seçimliktir. Ana program modülleri çalışırken, komut satırının solunda daima belirtilirler. Ana program modülleri şunlardır:

ARC : Ana modüldür. Çalışma alanının yönetilmesinde, veri dönüşümünde (export ve import işlemleri) ve konumsal analizlerde kullanılır.

ARCEDIT : İnteraktif sayısalılaştırma ve veri editleme modülüdür.

ARCPlot : Harita gösterimi-sunumu, sorgulama işlemlerinin yanında; güzergah belirleme, dinamik segmentasyon, yüzey analizi ve konumsal yer seçimi gibi bir çok gelişmiş konumsal operasyonlar yapabilen bir modüldür.

INFO ve TABLES : Tablosal veri kütüklerinin ve varlık öznitelik tablolarının işlendiği iki ayrı modüldür. İlişkisel veri tabanı yönetim sistemidir. DBASE, ORACLE, INGRES, SYBASE ve INFORMIX gibi VTYS'leri destekler.



Ek Şekil 1:ARC/INFO yazılımının mimarisi [34].

Ek ücret ödenerek satın alınması gereken yardımcı modüller ise şunlardır [39], [40]:

GRID



ARC/INFO yazılımı ile entegre edilmiş, raster veriye dayalı coğrafi işlem modülüdür. Bu modül arazi kullanımı planlaması, pazar araştırmaları, uygunluk analizleri, koridor ve yol analizleri, dağılım ve hidrolojik modelleme gibi coğrafi bazda gerçek dünya sorunlarını çözmek için kullanılan bir modüldür.

ARCSTORM



Çok büyük veri tabanlarının etkin olarak yönetimini ve saklanması sağlayan coğrafi veri tabanı yöneticisidir. Bu veri tabanı yönetim sisteminin başlıca özellikleri:

- Özellik ve cisim bazlı veri yönetimi
- Veri tabanı içerikleri konusunda arşivleme
- Sürekli, kesintisiz coğrafi veri tabanı
- Client/Server mimarisi
- Entegre ilişkisel veri tabanı desteği
- PC ve çalışma istasyonlarından erişilebilir veri tabanı
- Güvenilir veri tabanı gizliliği

COGO



Elektronik ölçüm aletleri ve koordinat verilerinin coğrafi bilgi sistemine aktarımı, mühendislik uygulamaları.

TIN



ARC/INFO ortamındaki yüzey bilgisinin oluşturulması, saklanması, analiz edilmesi görüntülenmesi işlevlerini yerine getirmek için kullanılan bir modüldür. ERDAS Triangulated Irregular Network XYZ koordinat verilerinden topoğrafik ve üç boyutlu analizler, eş yükselti (münhani) eğrileri üretimini sağlamaktadır. Yağ ve gaz depoları, hacimsel ve yarma-dolgu analizleri, görüntüsel kalite kıymetlendirmesi, mühendislik münhanilerinin oluşturulması ve yer altı suları analizlerinin 3 boyutlu olarak uygulanması için idealdir.

NETWORK



Mekansal ağların analizi ve modellemesinde kullanılan bir yazılımdır. Bu yazılımı; ulaşım ve iletim ağları analizi, adres haritalama, ulaşım yönlendirme, etki alanları hesaplamalarında, araçların rotalarının belirlenmesi, ulaşım analizi ve planlamaları, kentsel planlama, pazarlama, okul alanları ve otobüs yolları, nakil ve dağıtım optimizasyonu ve politik alanların belirlenmesi konularında etkin olarak kullanılmaktadır.

ARCSCAN



Taranarak sayısallaştırılmış haritaları vektörize etme yeteneğine sahip coğrafi bilgi sistemleri modülüdür. Bu kapsamda raster veri tabanı oluşturma, raster ön işleme, etkileşimli rasterden vektöre dönüşüm (çizgi izleme) ve raster verilerin çıktı araçları içinde görüntülenmesi sağlamaktadır.

ARCEXPRESS



Unix Workstations' larda yoğun coğrafi verilerin hızlı görüntülenmesini sağlayan ARC/INFO yazılımının bir modülüdür.

ARCPRESS



Arcpress; Arcinfo, Arcview ortamında oluşturulan harita çıktılarının raster dönüşümünü ve yüksek kalitede baskı işlemini sağlayan bir modüldür. ArcInfo yazılımının desteklediği desktop printers ve raster printer'lerden EPS, Scitex, RTL, HPGL, VCGL ve CCRF formatındaki çıktıları desteklemektedir.

Arcpress modülünün desteklediği raster formatlar:

- HP RTL
- HP PCL
- Epson (ESC7PC)
- Versatec Raster (VRF)
- Calcomp (CCRF)
- Raster Graphics (RGI)
- Windows Bitmaps (BMP)
- PC Paintbrush (PCX)
- Tag Image File Format (TIFF)
- Band Interlaved by Pixel (BIP)
- Portable Bitmaps (PGM, PBM, PPM)

7.1.2. ARC/INFO Yazılımının Veri Yapısı

Arc/Info CBS yazılımının içerisinde barındırdığı veri setleri, Ek Tablo 1’de, açıklamalarıyla beraber verilmiştir.

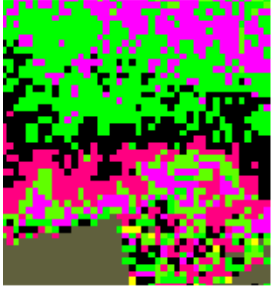
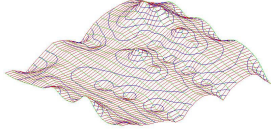
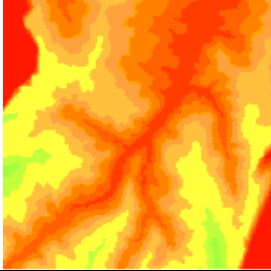
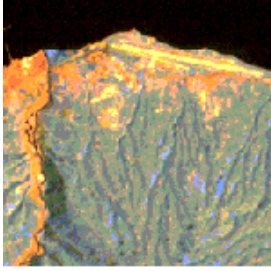
Coverage (kapsam), vektörel verilerin yönetilmesinde, ARC/INFO’nun kullandığı temel veri setidir. Coğrafi detaylar, kapsamda; nokta, çizgi ve poligon şekillerinde ifade edilir. Bir ARC/INFO konumsal veri tabanı, ilgilenilen veri kümesine göre değişik kapsamlar içerir. Yani kapsamlar, katman (layer) tabanlı depolanır. Her kapsamın içinde yalnızca bir tip coğrafi detay (nokta, çizgi ya da poligon) içerir. Örneğin; yollar, dereler, parseller farklı kapsamlarda depolanır. Bu bağlamda, ARC/INFO, nesne tabanlı CBS yazılımlarının aksine, “karmaşık veri tiplerini” desteklemez. Bu durum katman tabanlı CBS yazılımlarının geleneksel özelliğidir.

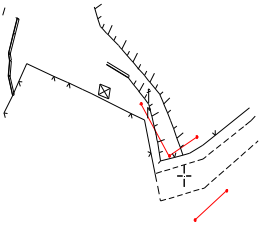
Kapsamlarda, gerçek dünyadaki coğrafi detayların gösteriminde; nokta, çizgi ve alan detay sınıfları kullanılır. Bu detay sınıfları, noktasal detaylar (alanı olmayan varlıklar) için; *point* (nokta), doğrusal detaylar için; *arc* (çizgi parçası), *node* (düğüm noktası) ve *route system* (güzergah-geçki- sistemi), ve alansal detaylar için; *polygon* (kapalı alan) ve *region* (bölge) içerir. Bu detay sınıflarının hepsi, öznitelik (tanımsal) verilerini, uygun birer detay öznitelik tablosunda (*feature attribute table*) saklarlar. Bunlara ek olarak sembol gösterimi, veri toplama ve sorgulama işlemlerini desteklemek üzere, ek detay sınıfları vardır. Bunlar; *annotation* (harita kitabe bilgileri-semiboller ve gösterim), *tic* (kayıt noktaları veya kontrol noktaları - karelej noktaları gibi düşünülebilir) ve *boundary* (kapsamın sınırları)’dır [12].

Yukarda bahsedilen detay sınıfları Ek Tablo 2’de gösterilmiştir.

Arc/Info, her coverage (kapsam), grid, tin ve lattice için, çalışma dizini altında, veri setinin ismi ile bir alt dizin açar. Konumsal bilgiler burada depolanır. Detay öznitelik tabloları da yine burada saklanır. Ayrıca her çalışma dizinin altında “info” isimli tek bir dizin açılır. Info dizinin altında ise tabular veriler, gerçek verilerin dizin yolu (pathname) ve veri dosyalarının item (sütun) tanımlamaları saklanır. Burada sadece, coverage (kapsam) veri setlerinin yapıları ayrıntılı olarak anlatılacaktır. Ek Tablo 3’de kapsam dosya yönetimi görülmektedir.

Ek Tablo 1: Arc/Info CBS yazılımının veri setleri [33].

Coğrafi veri setleri	Yapı	Konumsal varlıklar	Öznitelik tabloları	Kullanım alanları
Coverage(Kapsam) 	Vektör, Arc-node, Topolojik, Konumsal ilişkili,	Etiket noktaları, Çizgi parçaları, Düğüm noktaları, Poligonlar Semboller, "routes", "sections", "tics",	PAT, AAT, NAT, PAT, TAT, RAT, SEC, TIC,	● Kartoğrafik veri tabanı ● Konumsal veri otomasyonu ve güncelleme ● Doğrusal obje (varlık) modelleme ● Kartoğrafya için temel harita ● Konumsal veri tabanı yönetimi
Grid 	Raster, Konumsal ilişkili,	Hücreler,	VAT,	● Konumsal analiz ve modelleme, ● Konumsal süreç modelleme (akış, yangının yayılımı, koridor hesaplamaları) ● Yüzey gösterimi ● Veri otomasyonu için tarama (scanning)
Tin 	Yüzey, Tin (düzensiz üçgenler ağı),	XYZ'si bilinen düğüm noktaları, Kenarlar, Üçgenler,	Yok	● Yüzey gösterimi (özellikle arazi) ● Yüzey modelleme ve sunum (örneğin; eş yüksekli eğrisi, görünebilirlik analizi, 3-D gösterim, kesit)
Lattice 	Yüzey, Sayısal yükseklik modeli (SAM), Grid, Raster,	XYZ'si bilinen noktalar,	Yok	● Yüzey gösterimi ● Yüzey modelleme ve sunum (örneğin; yarma-dolgu, gölgeleme, 3-D gösterim, eğim/bakı)
İmage (görüntü) 	Raster,	Pixeller, Bantlar,	Yok	● Harita resmi şeklindeki görüntüler ● Öznitelik şeklindeki görüntüler ● Veri otomasyonu ● Gösterim ● Değişimlerin belirlenmesi ● Multimedya veri tabanları

Coğrafi veri setleri	Yapı	Konumsal varlıklar	Öznitelik tabloları	Kullanım alanları
Drawing (çizim) 	CAD,	Varlıklar, Katmanlar,	Yok	● Harita arka fonu olarak çizim ● Öznitelik olarak çizim

Ek Tablo 3'deki dosyalara ek olarak; kapsamın harita projeksiyon ve datum bilgilerinin saklandığı, bir *.PRJ* dosyası ve kapsamın, analitik işlemlerdeki metrik tolerans (hata payı) bilgilerinin saklandığı bir *.TOL* dosyası da bulunur. Bu dosyalar, kapsam dizini altında saklanır.

Info dizini altındaki dosyalar, internal (iç) olarak saklanır. Yani, info dizini altında “ls -l” komutu kullanıldığında;

```
Arc0001.dat
Arc0001.nit
Arc0002.dat
Arc0003.nit
...
```

gibi dosyalar görülür. Bunlar içerdikleri dosyaların gerçek isimleri değil sadece internal (iç) bir isimlendirme şeklidir. Bu dosyaların external (dış) isimleri “DIRECTORY” komutu ile görülebilir. Aşağıdaki Ek Şekil 2’de bu durum daha iyi görülebilir.

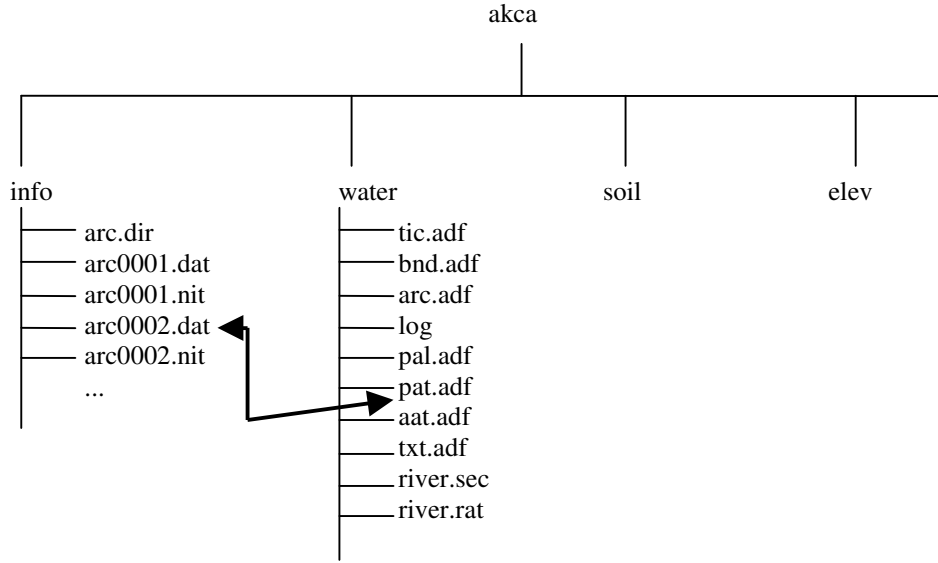
Info dizini altındaki; arcxxx.dat uzantılı dosyalar, gerçek verilerin saklandığı pathname (dizin yolu)’i saklar. Örneğin Ek Şekil 2’deki arc0002.dat dosyasının içerisinde “../akca/water/pat.adf” gibi bir bilgi vardır. Arcxxx.nit dosyaları ise, veri dosyalarında bulunan item (sütun)’ların tanımlamalarını içerir. Ayrıca “RELATE” komutunda kullanılacak olan, detay öznitelik tablolarından bağımsız, veri dosyaları da info dizini altında saklanır.

Ek Tablo 2: Kapsamda bulunan detay sınıfları [33].

Detay sınıfı	Tanımı	Öznitelik tablosu	Örnek
Arc (çizgi parçası)	Güzergah şeklindeki bir XY koordinat serisini tanımlayan bir çizgi. Doğrusal detayların ve poligon sınırlarının gösteriminde kullanılır.	AAT	
Node (düğüm noktası)	Bir çizgi parçasının (arc) son noktası ya da bir veya daha fazla çizgi parçasının birleştiği nokta	NAT	
Label Point (etiket noktası)	Bir XY koordinatı ile tanımlı tek bir nokta – bir nokta detay ya da bir poligonun User-ID'si	PAT	+ 23
Polygon (kapalı alan)	İçerisindeki adayı tanımlayan çizgi parçası içeren, dış sınırları çizgi parçaları ile tanımlanmış olan kapalı bir alan. User-ID'sini tanımlamak için bir etiket noktası kullanılır.	PAT	
Region (bölge)	Poligon detaylar tarafından oluşturulan bir kapalı alan	PAT.subclass	 poligonlar Region 1=poly 1 & poly 2 Region 2=poly 2 & poly 3
Tic (kontrol noktası)	Bir kapsamdaki koordinatları dönüşüm yaptırmak ve register (kayıt) yapmak için kullanılan kontrol noktaları	TIC	
Annotation (kitabe)	Bir coğrafi detayı açıklayan bir text (metin) dizisi. Şekil noktaları, kitabe bilgilerinin yerleştirilmesinde ve çizilmesinde kullanılırlar.	TAT.subclass	 Rize KTÜ Trabzon
Route (güzergah)	Bir veya daha fazla <i>arc</i> 'dan veya <i>arc</i> parçalarından oluşan , çizgisel bir detay.	RAT.subclass	 asfalt çakıl asfalt
			 12 13 Arc ID'leri
Section (bölüm)	Bir <i>route</i> 'nin tanımlanmasında kullanılan bir <i>arc</i> ya da <i>arc</i> parçası. <i>Route</i> 'leri oluşturan bloklar.	SEC.subclass	 1 2 3 4 Section'lar

Ek Tablo 3: Kapsam dosya yönetimi [12].

Detay tipi	Kapsam dizinindeki konumsal veri	Kapsam dizinindeki “detay öznelik tablosu”	INFO veri tabanındaki “detay öznelik tablosu”
Point	lab.adf	pat.adf	<cover>.PAT
Arc	arc.adf	aat.adf	<cover>.AAT
Node	arc.adf	nat.adf	<cover>.NAT
Route	arc.adf, sec.adf	<route>.rat	<cover>.RAT<route>
Section	arc.adf	<route>.sec	<cover>.SEC<route>
Polygon	pal.adf, cnt.adf, lab.adf, arc.adf	pat.adf	<cover>.PAT
Region	rxp.adf, <region>.pal	<region>.pat	<cover>.PAT<region>
Annotation	<anno>.txt	<anno>.tat	<cover>.TAT<anno>
Tic	tic.adf	tic.adf	<cover>.TIC
Link	lnk.adf	lnk.adf	<cover>.LNK
Coverage extent	bnd.adf	bnd.adf	<cover>.BND



Arc: INFO <enter>					
ENTER USER NAME >ARC <enter>					
ENTER COMMAND >DIR <enter>					
TYPE	NAME	INTERNAL NAME	NO.RECS	LENGTH	EXTERNAL
DF	WATER.TIC	ARC0000.DAT	24	12	XX
DF	WATER.BND	ARC0001.DAT	1	16	XX
DF	WATER.PAT	ARC0002.DAT	3336	46	XX
DF	WATER.TATNAM	ARC0003.DAT	1213	26	XX
DF	WATER.AAT	ARC0004.DAT	9179	42	XX
DF	WATER.LUT	ARC0005.DAT	17	38	
DF	SOIL.BND	ARC0010.DAT	1	16	XX

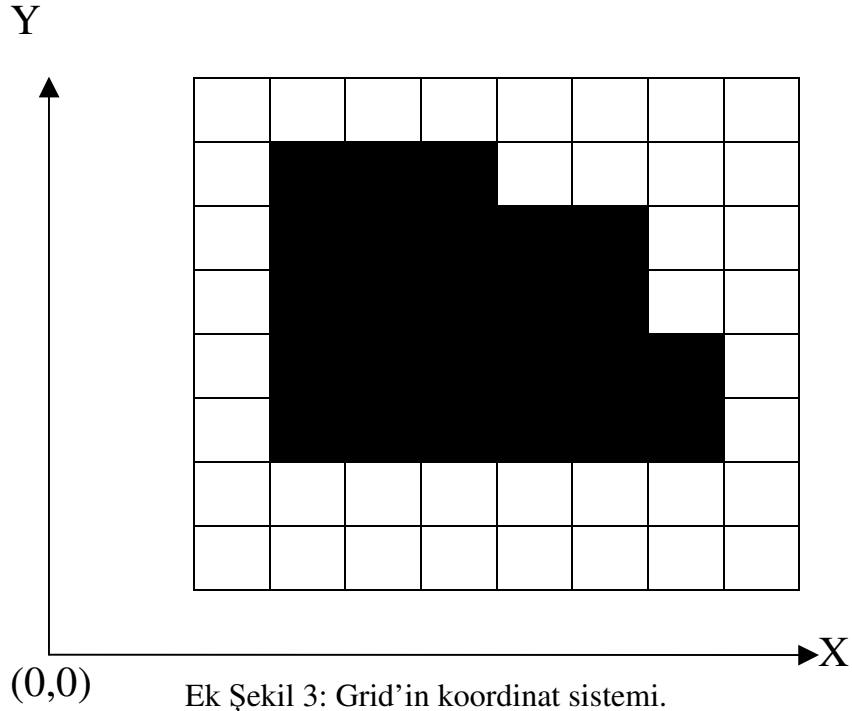
Ek Şekil 2: External ve internal dosya yapıları [12].

Burada belirtilmesi gereken bir diğer ayrıntı ise; yeni bir öznitelik dosyası oluşturulacağı zaman veya mevcut olan bir öznitelik dosyasına yeni item ekleneceği zaman mutlaka item'lar tanımlanmak zorundadır. Bu tanımlamalar; item'ın *ismi*, *tipi* ve *genişliği*, *desimal hane sayısı* (sadece F ve N'de) ve *görünen (ekrandaki) genişliktir*. Seçilen item ismi en fazla 16 karakter uzunluğunda olabilir. Desteklenen tipler ve genişlikleri ise şöyledir:

I	integer	1-16 hane
B	binary integer	2 ya da 4 byte
C	character	1-320 karakter
N	number (floating)	1-16 hane
F	binary floating	4 ya da 8 byte
D	date	yyyymmdd

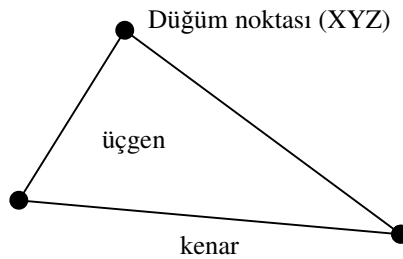
Grid veri seti, kapsamın, hücre temelli karşılığıdır. Yani vektörel gösterim kapsamlarla yapılırken, raster gösterim grid veri seti ile yapılmaktadır. Grid, ARC/INFO GRID modülü tarafından kullanılan, temel veri yapısıdır, bu yüzden GRID ve grid terimleri karıştırılmamalıdır. GRID yazılım modülünün ismidir, *grid* ise, GRID yazılımının yönettiği hücre tabanlı veri kümesidir [12].

Grid veri setinde, veriler hücre-hücre saklanır. Her hücre karedir ve diğer hücrelerle aynı boyuttadır ve de bulunduğu noktanın değerini ifade eden bir sayı içerir. Hücre değerleri 32-bit integer ya da gerçel (float -kesirli) sayı olabilir. [12]. Her grid katmanı için bir öznitelik tablosu (VAT) saklanır. Bu tabloda hücre değerleri ve bu değerlerden grid içerisinde kaç tane bulunduğu saklanır. Her grid'in koordinat sistemi Ek Şekil 3'de gösterilmiştir. Buradan da anlaşılabileceği gibi grid'in koordinat sisteminin kapsamlar için kullanılan koordinat sisteminden fazla bir farkı yoktur. Tek fark XY değerleri yerine sütun-satır numaralarının kullanılacak olmasıdır. Bu yüzden grid'ler kolaylıkla bir projeksiyon sistemine oturtulabilir ve kapsamlarla üst-üste getirilebilmektedir. Grid çok değişik fenomenleri gösterebilir, örneğin; yükseklik, belirli bir detaydan olan uzaklık, spektral yansıtma değerleri gibi..



Ek Şekil 3: Grid'in koordinat sistemi.

“*Triangulated Irregular Network*” kelimesinin bir akronomisi olan *TIN*, ARC/INFO yazılımında sürekli yüzeylerin ifadesinde kullanılan veri yapılarından birisidir. Yüzeyin çok engebeli olmadığı durumlarda, tin, yüzeyi örneklemek için çok sayıda örnekleme noktasına ihtiyaç duymaz.. Tin, çok engebeli ve içinde kırıklıklar ve kesik (süreksiz) detayların bulunduğu yüzeylerin gösteriminde kullanılır. Tin'in ana bileşenleri; *üçgenler* (triangles), *düğüm noktaları* (nodes) ve *kenarlardır* (edges). Düğüm noktaları, tin'i oluşturan ve XYZ koordinat değerleri bilinen noktalardır. Üçgenler, düğüm noktalarının komşularındaki düğüm noktalarıyla birleşmelerinden meydana gelirler. Kenarlar, üçgenlerin kenarlarıdır. Tin'in kesin yapısı (üçgenleri hangi düğüm noktalarının oluşturacağı), bilinen üçgenleme algoritmaları ile elde edilir [12].



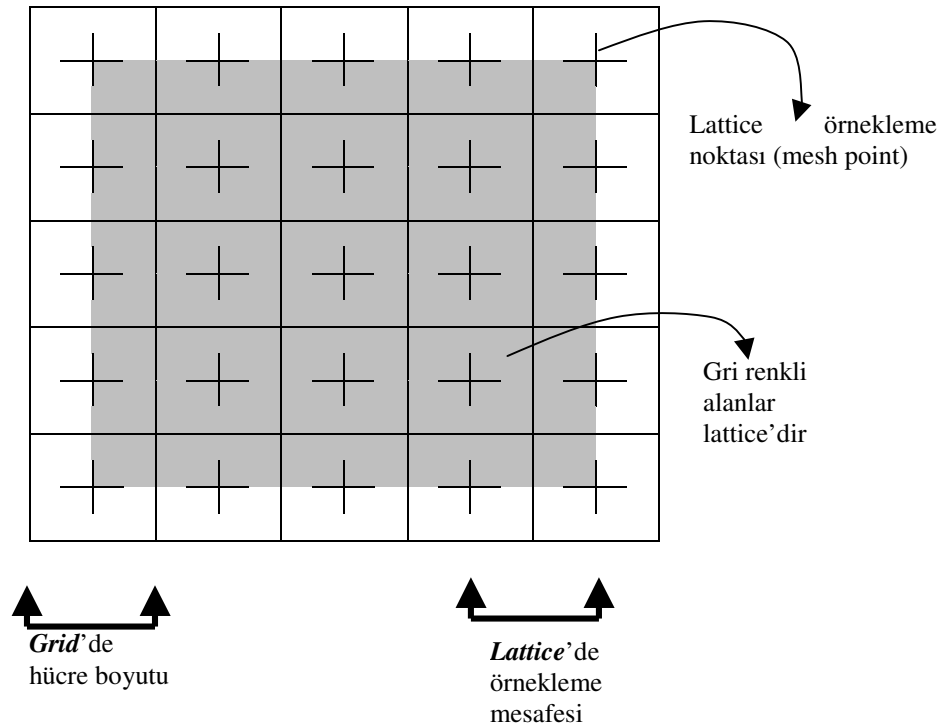
Ek Şekil 4: Tin'in yapısı [12].

Lattice, bir yüzeyi temsil edebilmek için düzenli dağılmış örnekleme noktalarından (mesh points) oluşur. Her nokta, yüzey üzerindeki bir XYZ konumunu belirtir. XYZ örnekleme noktaları düzenli olduklarından, *lattice*, yüzeyin morfolojisini tanımlayan, yüzeydeki ani değişimleri gösteren noktaları ayırt edemez [12].

Lattice, aslında, VAT tablosuna sahip olmayan bir grid'dir. Bir grid hücresinin orta noktası aynı zamanda bir *lattice* noktası (mesh point)'dir. Grid hücresi bir alana sahiptir ancak, *lattice* örnekleme noktalarının alanı yoktur, onlar sadece yüzey üzerindeki konumlardır. Bir diğer önemli fark ise; grid, hücrenin kenarına kadar gider, ancak, *lattice*'nin sınırı en dıştaki hücrelerin orta noktasına kadardır. Aradaki farklar Ek Şekil 5'de gösterilmiştir.

TIN ve *Lattice* 'nin, grid ve kapsamdan en önemli farkı, bunlar için herhangi bir detay öznetelik tablosunun saklanmıyor olmasıdır. ARC/INFO yazılımında, grafik bilgilerle beraber öznetelik bilgilerini beraberce bünyesinde bulunduran veri setleri sadece coverage (kapsam) ve grid 'dir.

ARC/INFO'nun esnek yapısı gereği; kapsam (coverage), tin, *lattice*, grid ve image (görüntü) veri setleri arasında birbirlerine dönüşüm mümkündür. Dönüşüm komutları Ek Tablo 4'de verilmiştir.



Ek Şekil 5: Grid ve *lattice*'nin karşılaştırılması.

Ek Tablo 4: Yüzey veri modeli dönüşüm komutları [38].

TO →	Coverage	Tin	Lattice/grid
FROM ↓			
Coverage	-	ARCTIN CREATETIN	KRIGING LINEGRID POINTGRID POLYGRID
Tin	TINARC TINCONTOUR	-	TINLATTICE
Lattice/grid	GRIDLINE GRIDPOLY HIGHLOW LATTICECONTOUR LATTICEPOLY VIP	LATTICETIN	LATTICERESAMPLE
Image	-	-	IMAGEGRID ERDASGRID

Burada *Image* (görüntü) ve *Drawing* (çizim) veri setleri hakkında ayrıntılı bilgi vermeye gerek duyulmamıştır. ARC/INFO yazılımının desteklediği görüntü ve çizim veri yapıları aşağıda verilmiştir.

ARC/INFO tarafından desteklenen görüntü formatları:

- GRID (bir ERDAS formatı)
- ADRG (Arc Digitized Raster Graphics)
- ERDAS .GIS ve .LAN formatları
- IMAGINE
- GRASS
- RLC (Run-Length Compressed) monochrome görüntüler
- BIL (Band-Interleaved-by-Line)
- BIP (Band-Interleaved-by-Pixel)
- BSQ (Band SeQuential)
- TIFF (Tag Image File Format)
- Sun Rasterfiles

ARC/INFO tarafından desteklenen vektörel formatlar:

- DXF (binary ya da ASCII)
- Intergraph IGDS (Interactive Graphics Design Software) dosyaları
- IGES (Initial Graphics Exchange Standard)
- DLG-3 (USGS Digital Line Graph Version 3)
- GBF/DIME (Geographic Base File / Dual Independent Map Encoding)
- TIGER (Topologically Integrated Geographic Encoding and Referencing)
- AMS (Automated Mapping System)
- MOSS (US Department of Interior's MOSS file)
- SCITEX format dönüşüm programı
- CGM
- GERBER
- MIADS (Map Information Assembly Display System)

7.1.3. ARC/INFO yazılımının Topolojik Yapısı

Arc/Info yazılımının coverage (kapsam) ve tin veri setlerinin topolojisi vardır. Tin veri yapısının topolojisi, Bölüm 1.2.4.1.2.3., “TIN Veri Yapıları” başlığı altında anlatılmıştır.

Kapsamların topolojik yapısı ise şöyledir: detayları tanımlamada, 3 topolojik kavram kullanılır: *arc-node* (çizgi-düğüm), *left-right* (sol-sağ) ve *area definition* (alan tanımlama). Çizgi parçaları (*arc*), etiket noktaları (*label point*), semboller (*annotation*), kontrol noktaları (*tic*), bağlantı noktaları (*link*) ve katman sınırları (*coverage extent*), XY koordinat bilgisi içerir. Bunların dışındaki; poligonlar (*polygon*), düğüm noktaları (*node*), güzergah sistemleri (*route*), bölümler (*section*) ve bölgeler (*region*) çizgi parçalarının birleşmesinden oluşmuştur (topolojik olarak tanımlanırlar) ve bu yüzden koordinat bilgisi içermezler. [12].

Burada fazla ayrıntıya girmemek için sadece; nokta, düğüm noktası, çizgi parçası ve poligon için topolojik ve koordinat bilgilerinin nasıl saklandığından bahsedilecek, diğer detay tiplerinden (örneğin; region, route-section) bahsedilmeyecektir.

Arc/Info yazılımında, koordinatların ve topolojinin saklandığı dosyaların çoğu, rastgele erişimli ve değişken uzunluklu dosyalardır. Topoloji ve koordinat bilgilerinin saklandığı dosyaları tekrar hatırlayalım:

Ek Tablo 5: Detay tiplerinin; koordinat, topoloji ve öznitelik bilgilerinin saklandığı dosyalar.

Detay tipi	Topolojik ve koordinat bilgilerinin saklandığı dosya	Öznitelik bilgilerinin saklandığı dosya
Point	lab.adf	pat.adf
Arc	arc.adf	aat.adf
Node	arc.adf	nat.adf
Polygon	pal.adf, cnt.adf	pat.adf

Her topolojik ve koordinat bilgilerini içeren dosyaların item isimleri Ek Tablo 6’da verilmiştir.

Arc.adf dosyası, Ek Tablo 6’da da görüleceği üzere; çizgi parçalarının (arc), koordinatlarını saklamakta aynı zamanda da topolojisini kurmaktadır. *Arc.adf* dosyası; bağlantı (*connectivity*: arc-node topology) ve komşuluk (*contiguity*: left-right topology) yapısını oluşturmaktadır. Daha önce de belirttiğimiz gibi; düğüm noktalarının (node) koordinatları saklanmamaktadır, yazılım, *arc.adf* dosyasının koordinatlar sütunundaki ilk ve son noktaların, düğüm noktaları olduğunu anlamakta ve gerektiğinde koordinatlarını buradan almaktadır.

Pal.adf (polygon arc list) dosyası, alan tanımlama (*area definition*: polygon-arc topology) yapısını oluşturmaktadır. *Pal.adf* dosyasında, her poligon için tek bir satır (record) bulunmaktadır. İlk poligon, her zaman dış (universe-outer) poligondur. *Cnt.adf* (centroid) dosyaları, her poligon için, poligonun içinde bulunan etiket (label) sayısını saklar. Etiket noktalarının koordinatları, *lab.adf* dosyasında saklanır [12].

Ek Tablo 6: Topoloji ve koordinat dosyalarının yapısı [/24/ den uyarlanmıştır].

Arc.adf çizgi parçası koordinatları ve topolojisi

Arc#	İlk node	Son node	Sol poligon	Sağ poligon	Nokta sayısı	koordinatlar
1	3	4	3	4	n	$X_1, Y_1, \dots, X_n, Y_n$

Pal.adf poligon topolojisi

Polygon#	X_{min}	Y_{min}	X_{max}	Y_{max}	Arc sayısı	Arc# numaraları	Node# numaraları
1	x	y	x	y	n	1,3,5	4,5,7

Cnt.adf (centroid) poligon merkezi tablosu

Polygon #	Poligon merkezi X	Poligon merkezi Y	Etiket sayısı	Etiketler
1	x	y	n	1,...,n

Lab.adf etiket koordinatları ve topolojisi

Label#	Kapsayan poligon	X	Y
1	1	x	y

7.1.4. ARC/INFO Yazılımının Analitik Kapasitesi

Bir CBS yazılımının analitik kapasitesini, veri yönetimi ve coğrafi analiz işlemlerindeki başarısı ortaya koyar. Arc/Info yazılımı, analitik kapasitesi çok yüksek bir yazılımdır.

Arc/Info, 46 çeşit projeksiyonu ve 26 değişik datumu (hesap yüzeyi-elipsoid ya da küre) içerisinde barındıran bir yazılımdır. Ayrıca, yeni datum tanımlamayı da mümkün kılmaktadır. Bu yazılımla, dünyanın her yerinden toplanan coğrafi bilgiler kolayca yönetilebilmektedir. Buna ek olarak, afin ya da projektif koordinat dönüşümleri de yapılabilmektedir. Arc/Info tüm bu işlemleri, 3 komutla (PROJECTDEFINE, PROJECT, TRANSFORM) gerçekleştirmektedir.

Büyük bir çalışma alanında çalışılması durumunda, bu alanın konumsal olarak paftalara bölünmesi ve ya bölünmüş paftaların kenarlaştırılarak yeniden birleştirilmesi bu yazılımla mümkündür.

Arc/Info yazılımı aşağıda ana başlıkları verilen analizleri gerçekleştirebilmektedir:

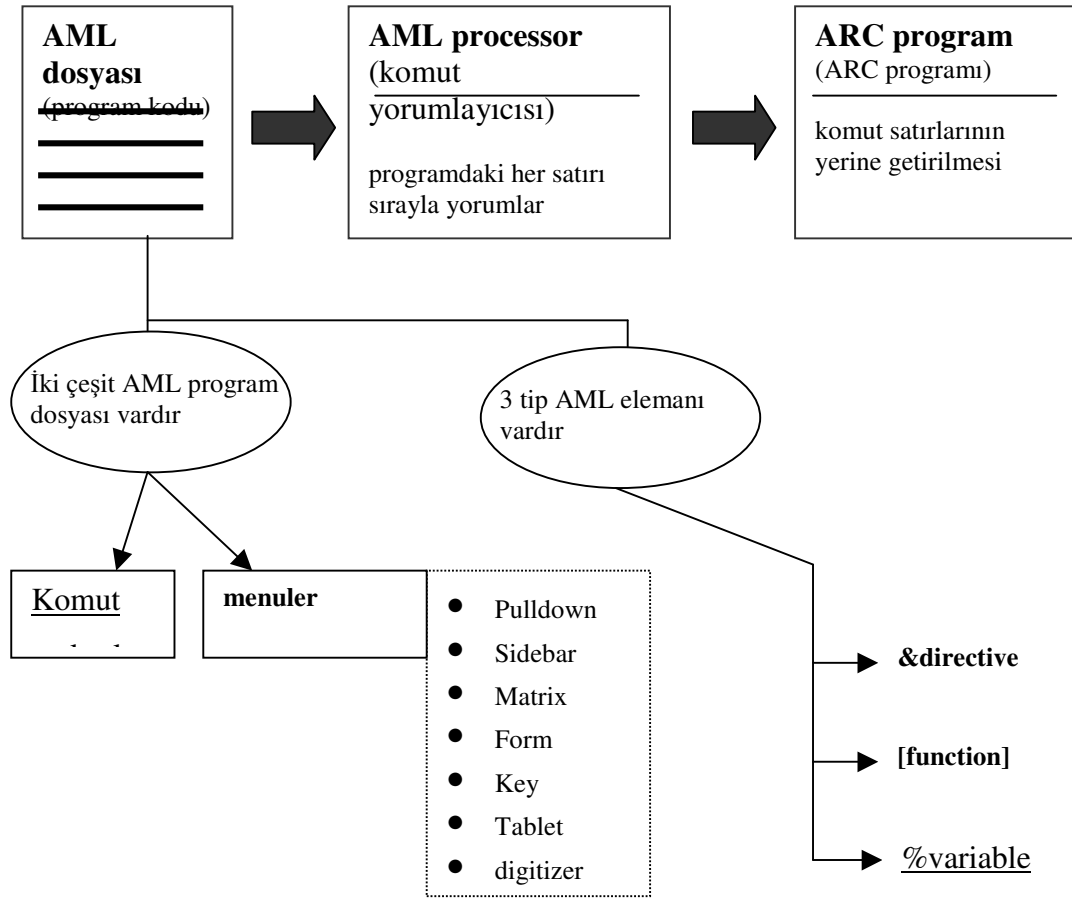
Buffer analysis	tampon bölge analizleri
Boundary operations	sınır operasyonları
Polygon overlay	bindirme analizleri
Surface analysis	yüzey analizleri
Tabular analysis	non-grafik analizler

7.1.5. ARC/INFO Yazılımının Makro Dili

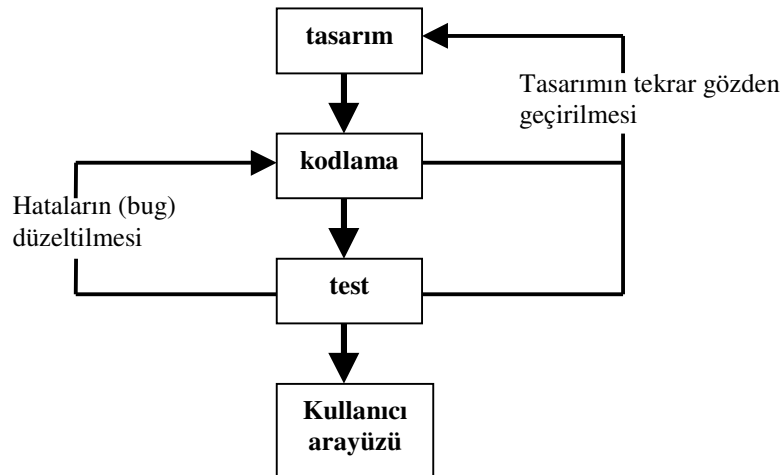
ARC/INFO yazılımının, tüm fonksiyonları; komut satırına, komutlar yazılarak gerçekleştirilir. Tüm işlemler bu komut satırından gerçekleştirilir. Bu yüzden, kullanıcı dostu (user friendly) bir yazılım olduğu söylenemez. Yüksek seviyeli kullanıcılar, genellikle bu komut satırını kullanırlar. Ancak, düşük seviyeli kullanıcılar düşünülerek, çok gelişmiş bir makro programlama dili (*AML - Arc Macro Language*) de vardır. Bir AML programının anatomisi Ek Şekil 6'da verilmiştir.

AML programa dili ile aşağıda sayılanlar gerçekleştirilebilir:

- Sık kullanılan komut setlerinin otomatikleştirilmesi
- Kullanıcının kendine has komutlar oluşturması
- Düşük seviyeli kullanıcılar için arayüzler hazırlanması
- Tüm kullanıcılar için, menülü kullanıcı arayüzü hazırlanması
- Ağ üzerinden diğer programlarla iletişim kurabilmek için, uygulamalar arası iletişim (IAC- Inter-application communication) sağlanması (gerçek-zamanlı ve istemci-sunucu mimarili CBS uygulamalarında)



Ek Şekil 6: Bir AML programının anatomisi ([33]'den uyarlanmıştır).



Ek Şekil 7: Kullanıcı arayüzü oluşturma [33].

AML dili ile ve nesneye-yönelim (object-oriented) programlama metodolojisi ile yazılmış bir kullanıcı arayüzü olan *ArcTools*, Arc/Info'nun komutlarının çok büyük bir kısmını kapsamakta ve düşük düzeyli kullanıcılara kolay çalışma imkanı sunmaktadır. ArcTools, Arc/Info yazılımı ile standart olarak verilmektedir.

7.1.6. ARC/INFO Yazılımının Dökümantasyonu

Arc/Info yazılımının, dökümantasyonu çok iyidir. Yazılımın kullanılması ile ilgili bilgilerin yanında, CBS'nin kavramsal boyutu da geniş bir şekilde açıklanmıştır. Yazılımla beraber gelen dökümanların önemli olanları aşağıda listelenmiştir.

Training guides (eğitim kılavuzları)

- Getting started
- Understanding GIS-The ARC/INFO Method

Concepts guides (kavramsal kılavuzlar)

- ARC/INFO Data Management
- Map Projections

Command References (yazılımı anlatan dökümanlar)

- ARC Command References
- INFO Command References
- ARCEDIT Command References
- Editing Coverages & Tables with ARCEDIT
- Data Conversion
- COGO User's Guide
- ARCPLOT Command References
- Map Display & Query
- Image Integration
- GRID Command References

- Cell-based Modelling with GRID
- Surface Modelling with TIN
- Dynamic Segmentation
- Network Analysis
- Adress Geocoding
- AML User's Guide
- AML User Interface Style Guide

Kitaplara ek olarak yazılımla beraber “*Online Help*” CD’si de gelmektedir. *Online help* sayesinde programla çalışırken bile, herhangi bir sorun hakkında (komutların kullanışı, komut listesi vb..) anında bilgi alınabilir. Ayrıca yukarıda verilen dökümanların bir çoğu, *Online help* içerisinde mevcuttur ve istendiğinde yazıcıdan çıktı alınabilir.

7.1.7. Destek

ARC/INFO yazılımının üretici firma (*ESRI*) ve Türkiye dağıtıcısının adresleri aşağıda verilmiştir. Yazılımla ilgili her türlü bilgi bu adreslerden edinilebilir. Şirketlerin internet sayfalarından da bu konuda yararlanılabilir.

Environmental System Research Institute, Inc.
380 New York Street, Redlands, CA 92373 USA
<http://www.esri.com>

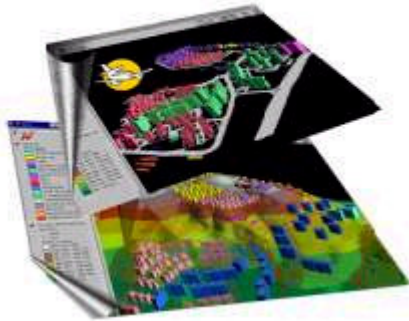
İşlem Şirketler Gurubu
13.Cadde No:14 06530 Beysukent/Ankara
<http://www.islem.com.tr>

7.1.8. ESRI Şirketinin Diğer CBS Ürünleri

Bu bölümdeki bilgiler, İşlem şirketinin internet sayfasından derlenmiştir [40].



Öğrenilmesi çok kolay olan masa üstü haritalama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımıdır. ArcView yazılımı kullanıcının değişik kombinasyonlardaki veriyi ve bilgiyi kolayca seçmesini ve görüntülemesini sağlamaktadır. Bu yazılım, ArcStorm yazılımı tarafından yönetilen mekansal veri tabanları da dahil olmak üzere direkt olarak [ARC/INFO](#), ArcCAD ve PC ARC/INFO veri tabanları ile çalışmaktadır. ArcView yazılımı; masaüstü tüm haritalama fonksiyonlarını, tablosal veri yönetimini, birden çok veri çeşidi desteği ve güçlü geliştirme ortamları sağlamaktadır. ArcView yazılımı özellikle Coğrafi Bilgi Sistemlerini part-time olarak kullanan ve bu işe yeni başlamış kişiler arasında kullanım kolaylığı açısından tercih edilmektedir. Workstation, PC ve Macintosh'larda çalışan bu yazılım bilgisayar ve GIS eğitimine gerek olmadan tüm kullanıcılar tarafından coğrafi veri tabanlarına erişim sağlamaktadır. ArcView yazılımı, vektör ve raster kökenli coğrafi veri tabanlarından grafik ve grafik olmayan veri sorgulama olanağı veren bir yazılım olup çok düşük maliyettedir.



ArcView 3D Analyst: Arcview GIS için

3 boyutlu yüzey görüntüleme ve analiz modülüdür.

Arcview Spatial Analyst: Arcview GIS için

bütünleşik raster/vektör işleme ve analiz modülüdür.

Arcview Network Analyst: Arcview GIS için

coğrafi ağ modellemesi ve güzergah analiz modülüdür.

Arcview Internet Map Server: Arcview GIS için

Web harita yayınlama modülüdür.

Avenue:

ArcView yazılımı nesne-bazlı programlama dili ve uygulama geliştirme ortamıdır. ESRI firması Avenue yazılımını, uygulamaların geliştirilmesi ve kullanıcı ihtiyaçlarına uyarlanması kolaylaştırmak için bir geliştirme ortamında yaratmıştır. Avenue yazılımının; ArcView ile yapılan çalışmaların kullanıcı ihtiyaçları doğrultusunda geliştirilmesi, özel bir hizmetin sağlanması konusunda ArcView yazılımının yönlendirilmesi yada ArcView yazılımının grafik kullanıcı ara birimi ile çalışan bir uygulamanın geliştirilmesi gibi pek çok uygulama alanı bulunmaktadır. Avenue, ArcView yazılımı içerisinde hiç bir ek ücret ödemeye gerek kalmayacak şekilde dahil edilmiş bir yazılımdır.



PC ARC/INFO

PC ARC/INFO: DOS bazlı AT ve PS2 Mikrobilgisayarlarda çalışan bu ürün şu modüllerden oluşur:

STARTER KIT : Temel modül

ARC PLOT : Grafik ve non-grafik sorgulama, kartografik üretim

ARCEDIT : Grafik veri girişi, düzeltme, güncelleme

OVERLAY : Harita çakıştırma

DATA CONVERSION : Veri dönüşümü

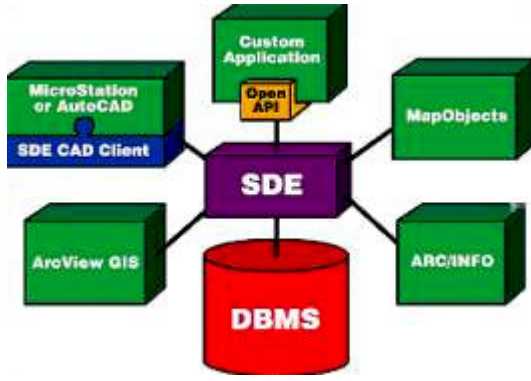
NETWORK : Ulaşım ve iletim ağları analizi, adres haritalama, ulaşım yönlendirme, etki alanları belirleme

PC : PC bazlı topografik analiz ve eş yükselti (münhane) eğrileri üretimi.



Spatial Database Engine

SDE, ESRI'nin yüksek performanslı, nesneye dayalı uzaysal veri giriş aracıdır. Ticari kullanıcı/servis sağlayıcı mimarisini kullanan RDBMS'ler (Oracle, INFORMIX, SYBASE, SQL Server ve DB2) SDE kullanır.



SDE, günümüzde piyasadaki en hızlı uzaysal teknoloji olup, karmaşık ve uzaysal sorgulamalar için en kısa zamanda özellikleri elde etmeyi başarmaktadır. Onlarca hatta yüzlerce kullanıcı eklense bile performanstaki azalma en az düzeyde kalır.

SDE, bölgesel ve geniş çaplı olan ağların da uzaysal veri girişine imkan tanır. TCP/IP protokolü ve XDR kullanarak; Unix, Win 3.1, Win NT, Win 95 sistemlerini içeren ağlarda, hızlı bilgi girişi ve bilgilerin geri çağırılması imkanını elde edebilirsiniz. ArcInfo geliştiricilere C, C++ ile arabirim programcılığı için Visual Basic gibi süratli uygulama geliştirici (RAD) araçları arasında seçim yapmaya izin verecek şekilde kurulabilir. SDE, ayrıca haritalama uygulamalarında kullanılan diğer bilgi teknolojisi ürünleri ile bütünleşmeye uygundur.



Data Automation Kit

Masaüstü haritalama ve CBS uygulamalarına yönelik topolojik verilerin oluşturulması için ESRI tarafından üretilmiş, PC ARC/INFO yazılımının özelliklerini taşıyan bir Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımıdır.

Sistem Gereksinimleri;

- 486 ve üzeri CPU
- 12 MB disk alan
- 4 MB bellek
- Win 9x, Win NT

Data Automation Kit (DAK) ile;

- Yüksek kalitede sayısal veri üretimi
- Veri Güncleme
- Topolojik veri inşası
- Harita projeksiyon dönüşümü
- Veri Dönüşümü yapılabilir.

7.2. KULLANILAN TABLOSAL BİLGİLER

Ek Tablo 7: Debi Bilgileri

İstasyon_no	suyun_adi	İstasyon_adi	eki_ort_debi	kas_ort_debi	ara_ort_debi
22-59	Galyan	Ciftdere	1,93	2,20	1,67
22-61	Altindere	Ortakoy	2,16	2,48	1,82
22-86	Degirmendere	Ogutlu	6,70	10,57	5,98
22-88	Macka	Ormanustu	1,52	2,78	1,22

oca_ort_debi	sub_ort_debi	mar_ort_debi	nis_ort_debi
1,19	1,72	4,26	6,01
1,25	1,28	2,79	7,34
5,00	6,05	11,69	27,68
0,79	1,20	4,16	12,10

may_ort_debi	haz_ort_debi	tem_ort_debi	agu_ort_debi
6,25	4,85	2,23	1,58
11,64	9,73	3,87	2,75
32,18	19,46	8,58	5,23
8,03	3,95	1,10	0,55

eyl_ort_debi	yillik_ort_debi	yillik_top_akim	havza_verimi
1,52	2,91	91,81	755,76
1,80	4,02	126,74	485,64
9,20	13,53	426,64	585,73
0,87	3,15	99,20	661,36

1983-1992 yılları arasındaki debi bilgilerinden derlenen bu tablo, Trabzon DSİ 22.Bölge Müdürlüğünden alınan bilgilerle oluşturulmuştur.

Ek Tablo 8: Yerleşim Alanları Bilgileri

Idari_nok_	Ilce	Belde	Koy_mahalle	Nufus	Kadastro	K_m
1	merkez	merkez	trabzon	177904	2	m
2	merkez	merkez	bostanci	0	2	m
3	merkez	merkez	toklu	0	2	m
4	merkez	akyazi	akyazi	2860	2	m
5	merkez	merkez	konaklar	0	2	m
6	merkez	merkez	besirli	0	2	m
7	merkez	pelitli	yesilkoy	1566	2	m
8	merkez	cukurcayir	cukurcayir	2964	2	m
9	merkez	pelitli	pelitli	7309	2	m
10	merkez	merkez	soguksu	2640	2	m
11	merkez	merkez	cilekli	882	2	k
12	merkez	merkez	cimenli	1313	2	k
13	merkez	merkez	camoba	523	2	k
14	merkez	yalincak	yalincak	2646	2	m
15	merkez	merkez	ugurlu	1429	2	k
16	merkez	merkez	bestas	494	2	k
17	merkez	merkez	bengisu	1126	2	k
18	merkez	merkez	bulak	775	2	k
19	merkez	merkez	aktoprak	547	2	k
20	merkez	merkez	kirechane	726	2	k
21	merkez	gurbulak	gurbulak	2070	2	m
22	yomra	kasustu	kasustu	3230	2	m
23	merkez	merkez	dolayli	1649	2	k
24	merkez	merkez	kutlugun	1333	2	k
25	merkez	merkez	yenikoy	566	2	k
26	merkez	merkez	kavala	1498	2	k
27	merkez	yesilova	yesilova	2191	2	m
28	merkez	merkez	golcayir	1369	2	k
29	merkez	merkez	karlik	821	2	k
30	merkez	merkez	karakaya	671	2	k
31	merkez	merkez	subasi	480	2	k
32	yomra	merkez	cinarli	468	2	k
33	merkez	merkez	duzyurt	1808	2	k
34	merkez	merkez	gundogdu	418	2	k
35	merkez	merkez	ayvali	456	2	k
36	merkez	merkez	dogancay	574	2	k
37	merkez	merkez	incesu	295	2	k
38	merkez	merkez	akkaya	694	2	k
39	merkez	merkez	toskoy	651	2	k
40	merkez	merkez	yesilyurt	1380	2	k
41	merkez	merkez	agilli	496	2	k
42	yomra	merkez	ikisu	1232	2	k
43	merkez	caglayan	gozalan	636	2	m
44	merkez	merkez	yesilbuk	635	2	k
45	merkez	merkez	gecit	365	2	k
46	akcaabat			0	0	k
47	merkez	akoluk	aydinli	0	2	m
48	merkez	akoluk	akoluk	3482	2	m
49	merkez	merkez	sayvan	975	2	k

Ek Tablo 8'in devamı

50	macka	esiroglu	tosunlu	0	2 m
51	merkez	akoluk	kamisli	0	2 m
52	macka	esiroglu	kirankas	0	2 m
53	macka	merkez	kaynarca	572	1 k
54	merkez			0	1 k
55	macka	merkez	alacam	102	1 k
56	merkez	caglayan	okcu	0	2 m
57	macka	esiroglu	esiroglu	7512	2 m
58	merkez	merkez	pinaralti	860	2 k
59	macka	esiroglu	sakizli	0	2 m
60	macka	esiroglu	bahcekaya	0	2 m
61	macka	esiroglu	durali	0	2 m
62	macka	esiroglu	ogutlu	0	2 m
63	macka	merkez	hizarli	138	2 k
64	macka	merkez	mataraci	428	2 k
65	macka	merkez	gayretli	206	2 k
66	macka	merkez	sevinc	301	1 k
67	macka	merkez	yenikoy	191	2 k
68	macka	esiroglu	kumrulu	0	2 m
69	macka	merkez	ornekalan	190	1 k
70	macka	merkez	akmescit	204	2 k
71	macka	merkez	ocakli	772	1 k
72	macka	merkez	ogulagac	418	2 k
73	macka	merkez	yesilyurt	142	1 k
74	macka	merkez	zaferli	138	1 k
75	macka	sahinkaya	yemisli	0	2 m
76	macka	merkez	kapukoy	260	1 k
77	macka	merkez	simsirli	420	1 k
78	macka	sahinkaya	konaklar	2710	2 m
79	macka	sahinkaya	cinali	0	2 m
80	macka	sahinkaya	tasalan	0	2 m
81	macka	merkez	bakircilar	86	1 k
82	macka	sahinkaya	isiklar	0	2 m
83	macka	merkez	catak	459	2 k
84	macka	merkez	yazlik	711	1 k
85	macka	merkez	sindiran	322	1 k
86	macka	sahinkaya	arikaya	0	2 m
87	macka	merkez	ormanustu	309	2 k
88	macka	merkez	cesmeler	208	2 k
89	macka	merkez	ergin	158	1 k
90	macka	merkez	ormanici	128	1 k
91	macka	merkez	sukenari	295	1 k
92	macka	merkez	kuscu	173	1 k
93	macka	merkez	yukarikoy	452	1 k
94	macka	merkez	kopruyani	429	1 k
95	macka	merkez	kirantas	325	1 k
96	merkez	caglayan	caglayan	5894	2 m
97	macka	merkez	gunay	320	2 k
98	macka	merkez	armagan	577	2 k
99	macka	esiroglu	isiklar	0	2 m

Ek Tablo 8'in devamı

100	macka	merkez	ardicliayla	170	2	k
101	macka	merkez	cosandere	477	2	k
102	macka	merkez	ortakoy	191	2	k
103	macka	merkez	kozagac	187	2	k
104	macka	merkez	macka	13875	2	m
105	macka	merkez	barisli	337	2	k
106	macka	merkez	temelli	623	2	k

Bu tablonun nüfus sütunundaki bilgiler, 1997 yılı Genel Nüfus Sayımı sonuçlarıdır ve Trabzon İl Nüfus Müdürlüğünden edinilmiştir.

Not : “kadastro” sütununda; 0: bilinmiyor, 1: kadastrusu yapılmamış, 2: kadastrusu yapılmış anlamındadır.

Ek Tablo 9: Kirletici Tesisler

No	Tesis_adi	Personel sayisi	Sanayi atik	Evsel atik	Toplam atik
1	orman_kereste_deposu	15	0	1000	1000
2	adiguzel_petrol_istasyonu	4	10000	0	10000
3	oltanlar_findik_entegre_tesis	200	0	0	0
4	shell_petrol_istasyonu	4	10000	200	10200
5	atasu_su_aritma_tesis	100	150	8000	8150
6	kastas_beton_fabrikasi	100	30000	10000	40000
7	karayollari_asfalt_tesis	139	10000	13900	23900
8	sabirlar_findik_fabrikasi	180	0	18000	18000
9	petrol_istasyonu	5	10000	200	10200
10	polat_insaat	150	0	15000	15000
11	bulbuloglu_hazir_beton	30	20000	3000	23000
12	komur_satis_deposu	5	100	500	600
13	cavdaroglu_yikama_yaglama	2	10000	200	10200
14	meslektas_yikama_yaglama	2	10000	200	10200
15	trabzon_belediyesi_asfalt_santiyesi	50	30000	5000	35000
16	muzaffer_aslanturk_yikama_yaglama	2	10000	200	10200
17	hayvan_kesim_yerleri	100	5000	10000	15000
18	et_lokantasi	4	0	2000	2000
19	tum_is_makinasi_atelyesi	4	0	400	400
20	istanbul_dokum_sanayi	5	0	1500	1500
21	trabzon_motor_gomlek_sanayi	15	0	1500	1500
22	hatas_mozaik_polyester_banyo_malzemesi_dokumu	4	100	400	500
23	ozevim_aluminyum_dokum_sanayi	2	0	200	200
24	karadeniz_mermer_isleme_atelyesi	4	50000	400	50400
25	muzaffer_selim_aluminyum_imalathanesi	9	0	900	900
26	dokum_anonim_sirketi	6	0	600	600
27	karceliktas_dokum_sanayi	45	1000	4000	5000
28	ipragaz_dolum_tesisleri	22	20	0	20
29	mincanlar_tas_kirma_tesis	10	30000	1000	31000
30	selvi_petrol_istasyonu	4	15000	400	15400
31	akabe_insaat_komur_deposu	6	60	600	660
32	c_tas_kirma_tesis	8	15000	0	15000
33	habas_oksijen_dolum_tesis	6	0	0	0
34	sahil_tuz_fabrikasi	16	50	1600	1650
35	bp_madeni_yag_deposu_yikama_yaglama	4	10000	400	10400
36	kalyon_insaat_karo_silme_atelyesi	14	1000	1400	2400
37	gur_mozaik_mermer_sanayi	4	50	400	450
38	shell_petrol_istasyonu	4	12	400	412
39	kantekin_petrol_istasyonu	4	30000	400	30400
40	karimpeks_komur_deposu	3	100	300	400
41	volga_komur_deposu	3	50	300	350
42	biriket_atelyesi	3	20	300	320
43	kereste_atelyesi	2	10	200	210
44	madeni_yag_deposu	1	2000	100	2100
45	dogu_karadeniz_mermer_fabrikasi	2	50	200	250
46	cakil_kirma_tesis	2	50	200	250
47	konur_alp_yikama_yaglama	2	50	200	250
48	ipekyolu_sanayi-sitesi	200	2000	0	2000

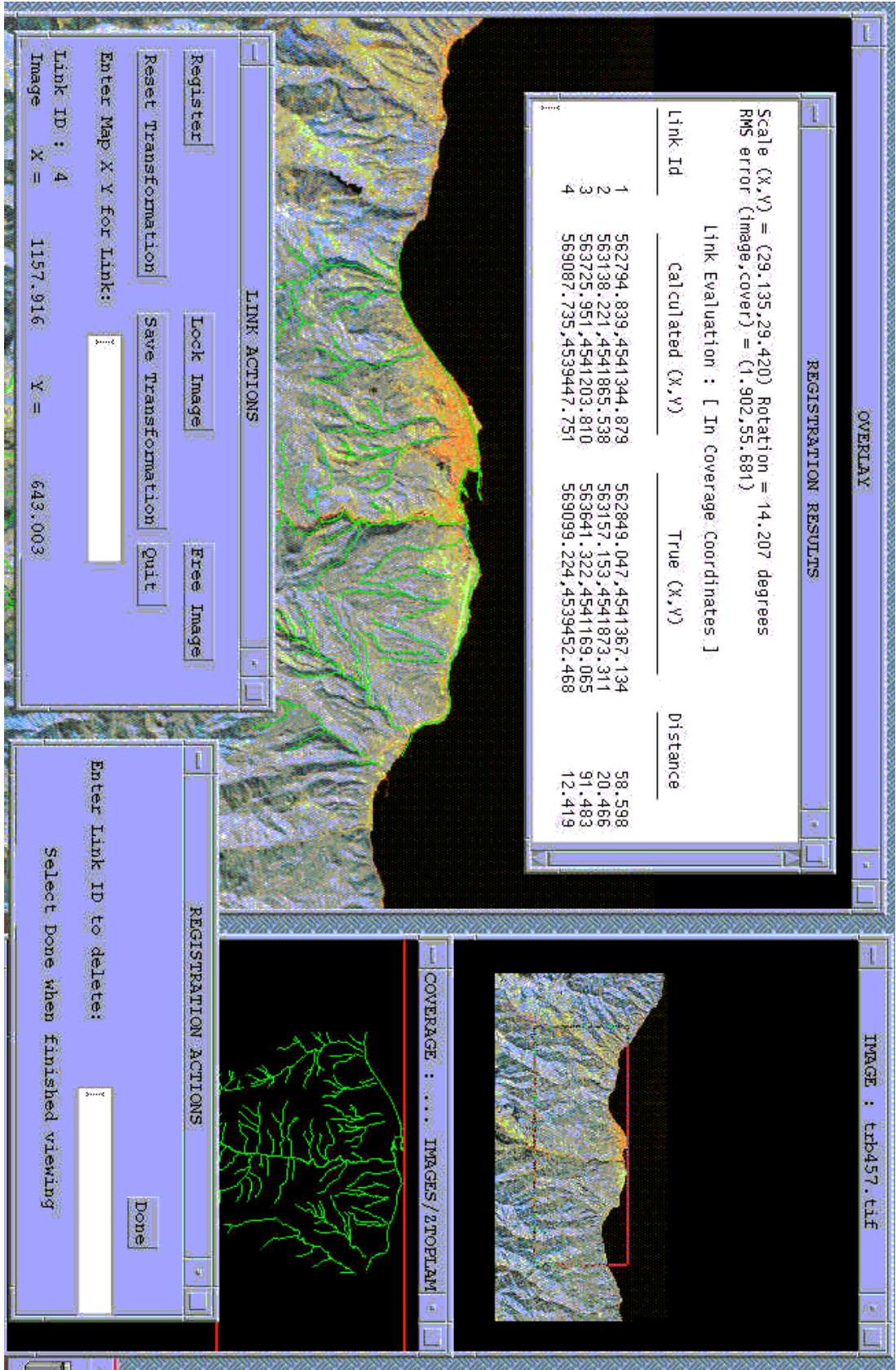
Ek Tablo 9'un devamı

49	fatih_sanayi_sitesi	350	2000	0	2000
50	sanayi_sitesi	400	2000	0	2000
51	temiz_is_mermer_granit	3	50	0	50
52	bostanci_kalkinma_konutlari	500	0	50000	50000
53	deliklitas_dolayli_konutlari	250	0	25000	25000
54	hacimehmet_duzyurt_konutlari	350	0	35000	35000
55	akoluk_konutlari	1500	0	150000	150000
56	caglayan_konutlari	4200	0	420000	420000
57	esiroglu_konutlari	1500	0	150000	150000
58	mataraci_konutlari	200	0	20000	20000
59	macka_konutlari	5000	0	500000	500000
60	or-koy_sut_fabrikasi	20	0	0	0
61	galyan_konutlari	2000	0	200000	200000

Bu tablodaki bilgiler, Trabzon İl Çevre Müdürlüğü'nden edinilen, “Değirmendere Havzası Çevre Sorunları Envanteri” nden oluşturulmuştur.

Not: Atıkların birimi; litre/gün'dür.

7.3. REGISTER İŞLEMİ



Ek Şekil 8: Register işlemi.

8. ÖZGEÇMİŞ

27/05/1975 tarihinde, İçel ilinin Gülnar ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimimi, İçel ilinin merkez ilçesi olan Mersin’de tamamladı. 1989-1993 yıllarında, Ankara’da, 4 yıllık eğitim veren Anadolu Tapu ve Kadastro Meslek Lisesi’nde lise öğrenimini tamamladı. 09.07.1993 tarihinde, Zonguldak ili Yenice ilçesi Kadastro Müdürlüğü’ne, Kadastro Teknisyeni  nvanı ile ilk ataması yapıldı. Burada yaklaşık 4 ay görev yaptıktan sonra, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümünü kazandığı için aynı yıl Ekim ayında memuriyetine ara verdi. 1997 Bahar Yarıyılında, KT  Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümünden, bölüm birincisi olarak mezun oldu. Aynı yıl Ekim ayında, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalında, Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 1997 yılı Aralık ayında, Trabzon ili Maçka ilçesi Kadastro Müdürlüğü’nde Mühendis  nvanı ile çalışmaya başladı ve halen bu görevine devam etmektedir.