T.C

SELÇUK UNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİNDE VEKTÖR VERİ STANDARTLARI VE VMAP2 ÜRETİMİ

Gürsu AYTEKİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ ANABİLİMDALI

Konya, 2007

T.C
SELÇUK UNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİNDE VEKTÖR VERİ STANDARTLARI VE VMAP2 ÜRETİMİ

Gürsu AYTEKİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ ANABİLİMDALI

Bu tez 17.10.2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Yrd.Doç.Dr.Ali ERDİ Danışman
Yrd.Doç.Dr.Gülgün ÖZKAN (Üye)
Yrd.Doç.Dr.S.Savaş DURDURAN (Üye)

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİNDE VEKTÖR VERİ
STANDARTLARI VE
VMAP2 ÜRETİMİ

Gürsu AYTEKİN

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı

Danışman : Yrd.Doç.Dr. Ali ERDİ

2007, 108 sayfa

Jüri : Yrd.Doç.Dr. Ali ERDİ
Yrd.Doç.Dr. Gülgün ÖZKAN
Yrd.Doç.Dr. S.Savaş DURDURAN

Her alanda olduğu gibi, harita destekli uygulamaların yerine getirilmesinde de bilgiden maksimum düzeyde yararlanarak bilgiyi etkili bir şekilde kullanmak gerekmektedir. Çağımızda bilginin sistematik bir şekilde toplanması uygun ortamlarda işlenmesi ve kullanıcının istediği biçimlerde sunulması ancak bilgi sistemlerini kullanarak mümkün olmaktadır.

Bilgi Sistemleri içerisinde en hacimlisi olan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ise coğrafi bilgiye dayalı karar verme süreçlerinde, konumsal verinin toplanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içinde yerine getirmektedir. CBS'nin en büyük ve en önemli bileşeni olan verinin, toplanması, paylaşımı ve standardı konusunda, ulusal bir standart yoktur. Bu yüzden coğrafi verilerin/bilgilerin kalitesi her kullanıcı için farklı nitelikte ve standartlarda olabilmekte; sonuç olarak tekrarlı üretimler, dolayısıyla ulusal işgücü, zaman ve para israfı kaçınılmaz olmaktadır. Kısaca sayısal coğrafi bilgilerin toplanması, depolanması, işlenmesi, analizi ve sunulmasında kullanılan yazılım, donanım ve standartların gerek kurum, gerek ulusal, gerekse uluslararası düzeyde farklı olabilmesi, bu bilgilerin değişiminde ortak standart geliştirme ve kullanma ihtiyacını beraberinde getirmektedir.

CBS çalışmalarının standartlaştırılması ve böylece dünya ile entegrasyonun sağlanması ancak oluşturulacak Konumsal Veri Altyapısı ve buradan hareketle kurulacak Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS) ile mümkün olabilir.

Bu çalışmada; NATO tarafından geliştirilen, veri değişim standartlarının ve Vektör Veri Standartları içerisinde yer alan Akıllı Vektör Harita (VMAP) çalışmalarının incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca örnek İkinci Düzey Vektör Harita (VMAP2) üretimi yapılmış, Askeri CBS çalışmalarında ve TUCBS çalışmalarında VMAP2'nin kullanılabilirliği incelenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre NATO DIGEST standartları içerisinde yer alan VMAP ürünlerinin, ülkeler arasında ki uyuşumsuzluğun giderilmesi ve kurulacak ortak CBS faaliyetleri için standardizasyonun sağlanmasında oldukça etkili olan vektör ürünler olduğu tespit edilmiştir. Henüz Türkiye'de üretimi yapılmayan ancak NATO üyesi ülkeler tarafından üretilen VMAP2 ürününün ise özellikle askeri anlamda kurulması planlanan CBS faaliyetlerinde ve çoğu askeri projede temel olarak yer alması bu verinin standart bir ürün olarak üretilmesi gerektiğini ortaya çıkarmıştır. Ayrıca özellikle bu ürünün standartları incelendiğinde 1:50.000 ölçekli vektör yapıyı oldukça başarılı olarak temsil ettiği ve kurulması muhtemel TUCBS çalışmalarında bu ölçeğe karşılık gelen vektör veri değişim standardı olarak kullanılabileceği değerlendirilmektedir.

Anahtar kelimeler: Coğrafi bilgi sistemi, coğrafi veri değişim standardı, Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi, vektör veri, NATO standartları, VMAP2 üretimi.

ABSTRACT

MASTER Thesis

VECTOR DATA STANDARDIZATIONS IN
GEOGRAPHICAL
INFORMATION SYSTEM AND
PRODUCTION OF VMAP 2

Gürsu AYTEKİN

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Geodesy and Photogrammetry

Supervisor: Asst.Prof.Dr. Ali ERDİ

2007, 108 page

Jury : Asst.Prof.Dr. Ali ERDİ
Asst.Prof.Dr. Gülgün ÖZKAN
Asst.Prof.Dr. S.Savaş DURDURAN

As it is every field, while map supported applications implement, took advantage of information maximum, information should be use effective. In our age, collection of data systematically, exploitation in appropriate environment, dissemination in users asked condition, only be possible via Geographical information Systems.

Geographical Information Systems which is the most great in information systems implements at geographical based making decision durations, graphical data collection, storing, exploitation and dissemination by wholeness situation. About collection, sharing, standards of geographical information system's most important and great component data there is not a national standard. Therefore for any user quality of geographical data/information is different kind and standards, eventually repetition of production, consequently national productive labor, time and money extravagance is inevitable. Briefly, because of software, hardware and standards which is used to collect, store, process, analyze and present of digital geographical

data is different, in exchange of this data to develop common standards and using needs bring together with.

Standardization of GIS studying and so integration to world, constituting geospatial data infrastructure solely then it is possible by set up Turkey National Geographical Information System.

In this study; including data exchange format and vector data standards intelligence vector map (VMAP) which is developed by NATO research have been aimed. Besides, sample VMAP2 was produced and in military GIS and Turkey National GIS studies its usefulness was looked for.

According to the getting conclusion, VMAP products which is in the NATO DIGEST standards is determined effective products which removes inharmonious among nations and standardization of GIS studies. VMAP2 which have been not produced in Turkey yet but is produced by NATO membership countries expose that this product should be in military set up GIS studies and it should be in many military projects basically and it is showed that this data should be produced as standard product. Besides especially when this product's standards is examined, it represents 1/50.000 scaled vector structure successfully and it is evaluated that it can be used 1/50.000 scale response vector data exchange format.

Key words: Geographical Information System, geospatial data exchange standard, Turkey National Geographical Information System, vector data, NATO standards, VMAP2 production.

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ 1
   1.1. Problemin Tanımı 2
   1.2. Çalışmanın Amacı 3
2. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ (CBS) KAVRAMI 5
   2.1. Coğrafi Bilgi Sisteminin Tarihçesi 5
   2.2. Coğrafi Bilgi Sistemi ile İlgili Tanımlar 7
   2.3. Coğrafi Bilgi Sistemi Bileşenleri 10
      2.3.1. Donanım 11
      2.3.2. Yazılım 11
      2.3.3. Veriler 12
      2.3.4. İnsanlar 12
      2.3.5. Metotlar 12
   2.4. Coğrafi Bilgi Sistemi Aşamaları 13
3. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİNDE VERİ KAVRAMI 15
   3.1. Coğrafi Veriler 15
      3.1.1. Geometrik (Grafik) veriler 16
      3.1.2. Öznitelik (Grafik olmayan) verileri 17
   3.2. Coğrafi Veri Elemanları 18
   3.3. Coğrafi Veri Modelleri 19
      3.3.1. Vektör veri modeli 20
         3.3.1.1. Spagetti veri depolama yöntemi 23
         3.3.1.2. Topolojik veri depolama yöntemi 24
      3.3.2. Hücresel (Raster) veri modeli 28
   3.4. Meta Veriler 30
4. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİNDE COĞRAFİ VERİ KALİTESİ, DEĞİŞİMİ VE DEĞİŞİM STANDARDI 33
   4.1. Coğrafi Veri Kalitesi 33
   4.2. Coğrafi Veri Değişimi 35

4.2.1 Coğrafi veri değişiminde sorunlar 37
4.2.1.1.Fiziksel sorunlar 37
4.2.1.2 Yapısal (Mantıksal) sorunlar 37
4.2.1.3 Modellendirme (Semantik) sorunlar 37
4.2.2 Coğrafi veri değişiminde yöntemler 38
4.2.2.1. Ağ yöntemi 38
4.2.2.2. Ring yöntemi 39
4.2.2.3. Yıldız yöntemi 39
4.3. Coğrafi Veri Değişim Standardı 40
4.3.1. Coğrafi veri değişiminde standardizasyonun amacı 41
4.3.2. Coğrafi veri değişim standardının bileşenleri 42
4.3.2.1. Terminoloji standardı 42
4.3.2.2. Veri modeli standardı 42
4.3.2.3. Veri sınıflandırma standardı 42
4.3.2.4. Veri sözlüğü standardı 43
4.3.2.5. Veri kalitesi standardı 43
4.3.2.6. Birim ve referans sistemi standardı 44
4.3.2.7. Değişim medyası standardı 44
4.3.2.8. Değişim formatı standardı 44
4.3.3. Coğrafi veri değişim standardının sınıflandırılması 47
4.3.3.1. Kurumsal standartlar 47
4.3.3.2. Ulusal standartlar 47
4.3.3.3. Bölgesel standartlar 48
4.3.3.4. Uluslararası standartlar 48
5. COĞRAFİ (KONUMSAL) VERİ ALTYAPISI KAVRAMI 49
5.1. Tanım ve Temel Yapı 49
5.1.1. Temel bileşenler 50
5.2. Temel Standartlar 52
5.3. Uluslararası Çalışmalar 53
5.3.1. INSPIRE girişimi 53
5.3.2. GOS girişimi 55

5.4. Ulusal Çalışmalar 56
5.4.1. Veri standardı sorunu 58
5.4.2. Bilgi paylaşımı sorunu 58
5.4.3. Güncelleme sorunu 58
5.4.4. Kurumlar arası koordinasyon sorunu 59
6. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİNİN SAVUNMA/ASKERİ AMAÇLI KULLANIMI ve ASKERİ STANDARTLAR 60
6.1.CBS'nin Savunma/Askeri Amaçlı Kullanım Alanları 60
6.1.1. Navigasyon ve yönlendirme 61
6.1.2. Gözetleme hedef bulma ve silah sistemleri 61
6.1.3. Komuta kontrol, muhabere ve istihbarat 62
6.1.4. Eğitim simülatörü 63
6.2. NATO Dijital Coğrafi Veri Değişim Standardı (DIGEST) 64
6.2.1. VPF formatlı akıllı vektör harita (VMAP) 68
6.2.1.1.Sıfırıncı ve birinci düzey vektör harita (VMAP0, VMAP1) 69
6.2.1.2. İkinci düzey vektör harita (VMAP2) 71
7. UYGULAMA (İKİNCİ DÜZEY VEKTÖR HARİTA [VMAP2] ÜRETİMİ) 74
7.1 VMAP2 Üretimi İş Akış Diyagramı 74
7.2.Örnek VMAP2 Uygulaması 76
7.2.1. Uygulama alanın seçimi 76
7.2.2. Altlık verilerin hazırlanması 77
7.2.3. Geodatabase yapısının oluşturulması 78
7.2.4. Sayısallaştırma işlemi 87
7.2.5. Topoloji kurulması işlemi 90
7.2.6. Coverage yapısının oluşturulması 96
7.2.7. VPF formatlı VMAP2 ürününün hazırlanması 96
8. SONUÇ VE ÖNERİLER 102
9. KAYNAKLAR 106

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Coğrafi Bilgi Sisteminin tarihsel oluşum süreci 7
Şekil 2.2 Geometrik ve geometrik olmayan veriler 9
Şekil 2.3 Coğrafi Bilgi Sisteminin bileşenleri 13
Şekil 2.4 Coğrafi Bilgi Sisteminin aşamaları 14
Şekil 3.1 Geometrik veriler 17
Şekil 3.2 Öznitelik verileri 18
Şekil 3.3 Coğrafi veri elemenları 19
Şekil 3.4 Vektör ve raster veri modelleri 20
Şekil 3.5 Vektör verilerin koordinatlarla kodlanması 21
Şekil 3.6 Vektör verilerde çizgi-düğüm yapısı 22
Şekil 3.7 Spagetti veri depolama yöntemi 24
Şekil 3.8 Topolojik elemanlar 25
Şekil 3.9 İmar adası 26
Şekil 3.9.a Koordinatlar 26
Şekil 3.9.b Doğrular 26
Şekil 3.9.c Alanlar 26
Şekil 3.10 Topolojik hatalar ve düzeltilmiş hali 27
Şekil 3.11 Raster verilerde koordinat sistemi 29
Şekil 3.12 Coğrafi veri elemanlarının raster gösterimi 30
Şekil 4.1 Coğrafi veri kalitesindeki farklılaşma 34
Şekil 4.2 Coğrafi veri değişiminde bileşenler 36
Şekil 4.3 Ağ yöntemi 38
Şekil 4.4 Ring yöntemi 39
Şekil 4.5 Yıldız yöntemi 40
Şekil 4.6 Coğrafi veri değişim standartlarının sınıflandırılması 47
Şekil 5.1 KVA temel bileşenleri 51
Şekil 5.2 KVA hiyerarşisi 51
Şekil 5.3 INSPIRE'ın yapısı 54
Şekil 6.1 Navigasyon amaçlı kullanım 61
Şekil 6.2. Radar kaplaması amaçlı kullanım 62
Şekil 6.3 Komuta kontrol amaçlı kullanım 63

Şekil 6.4 Uçuş simülasyonu amaçlı kullanım 64
Şekil 6.5.a VMAP0 ürünü örneği 70
Şekil 6.5.b VMAP1 ürünü örneği 71
Şekil 6.6 Farklı ölçeklerdeki haritalarda örnek havaalanının görüntüsü 72
Şekil 7.1 VMAP2 akış diyagramı 75
Şekil 7.2 Taranan paftaların koordinatlandırılması 77
Şekil 7.3 Çalışmada kullanılacak ortofoto 78
Şekil 7.4 MIL-PRF-89032 ve MIL-STD-2407 talimat ve standartları 79
Şekil 7.5 Oluşturulan Future Datasetler 81
Şekil 7.6 Oluşturulan örnek Future Classlar 84
Şekil 7.7 Öznitelik tablolarının düzenlenmesi 84
Şekil 7.8.a Örnek havaalanının kullanımına ilişkin kodlar 85
Şekil 7.8.b Örnek köprünün ulaşım kategorisine ait kodlar 85
Şekil 7.9 Öznitelik verilerinin girişi için veri tabanının kurulması 86
Şekil 7.10.a Sayısallaştırmada kullanılan harita görüntüsü 87
Şekil 7.10.b Sayısallaştırmada kullanılan ortofoto görüntüsü 88
Şekil 7.11.a Harita üzerinde sayısallaştırma ve özniteliklerin girilmesi 89
Şekil 7.11.b Ortofoto üzerinde sayısallaştırma ve özniteliklerin sorgulanması 89
Şekil 7.11.c Tüm alanın sayısallaştırılmış durumu 90
Şekil 7.12.a. Tolerans dışı kalan hataların manuel düzeltilmesi (açıklıklar) 91
Şekil 7.12.b Tolerans dışı kalan hataların manuel düzeltilmesi (fazlalıklar) 91
Şekil 7.13 Topoloji kuralları 92
Şekil 7.14.a Veriler üzerinde yapılan analizler (Ör:Buffer analizi) 93
Şekil 7.14.b Veriler üzerinde yapılan analizler (Ör: Overlay analizi) 93
Şekil 7.14 c Veriler üzerinde yapılan analizler (Ör: Üç boyutlu analiz) 94
Şekil 7.14.ç Genel analizler 94
Şekil 7.14.d Örnek sorgulamalar 95
Şekil 7.15 Coverage yapısına dönüşüm 96
Şekil 7.16 VMAP2 ürünü içinde yer alan dosyalar 97
Şekil 7.17 LIB1 dosyası içeriği 98
Şekil 7.18.a LIB2 dosyası içeriği 99
Şekil 7.18.b $15^{o}x15^{o}$ lik ve $1^{o}x1^{o}$ lik Tile Şeması 100

Şekil 7.18.c 15'x15'lık Tile Şeması
10
0
Şekil 7.19 Reference dosyası içeriği 101
Şekil 7.20 VMAP2 ürünü dosya içeriği 101

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1 Dünyada ortaya çıkan bazı CBS yazılımları ve geliştiren firmalar 6
Çizelge 3.1 TUCBS meta verileri 32
Çizelge 4.1 Değişim standartları 45
Çizelge 4.2 Kısaltmalar ve anlamları 46
Çizelge 5.1 KVA tanımları ve kapsamları 50
Çizelge 6.1 DIGEST Raster veri formatları 66
Çizelge 6.2 DIGEST Vektör veri formatları 67
Çizelge 7.1 VMAP2 katmanları 80
Çizelge 7.2.a VMAP2 Future dataset ve Future class yapısı 82
Çizelge7.2.b VMAP2 Future dataset ve Future class yapısı 83

1. GİRİŞ

Dünyada insanlık sürekli gelişim içerisindedir. Sosyo-ekonomik gelişme sürecinde insanlık; ilkel toplumdan tarım toplumuna, tarım toplumundan sanayi toplumuna, günümüzde ise sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçiş şeklinde farklı gelişme aşamaları geçirmiştir. Bu gelişim aşamalarından insanlık tarihinde iz bırakan aşamalardan birincisi, insanları ilkel yaşamdan toprağa ve yerleşik düzene bağlayan tarım toplumuna geçiş, ikincisi tarım toplumundan kitlesel üretimin, tüketimin ve eğitimin önemli olduğu sanayi toplumuna geçiş, üçüncüsü ise toplumsal refahın, bilginin, bilgi teknolojilerinin ve nitelikli insan sermayesinin önem kazandığı bilgi toplumu aşamasıdır.

İnsanın yaşadığı tüm bu zaman dilimlerinde bilgi sürekli ön planda yer almıştır. Ancak, bilgi hiç bir dönemde bu kadar öneme sahip olmamıştır. Öyle ki, bilgi çağı olarak adlandırılan bu çağda gelişmişliğin seviyesi, sahip olunan bilgi ve kullanılan bilgi teknolojileri seviyesi ile ölçülmektedir.

Genel olarak, öğrenme, araştırma ve gözlem sonucu ortaya çıkan bilgi, sosyal, bilimsel, ekonomik, kültürel vs konularda araştırma ve inceleme yapmak, günlük gelişmelere yön vermek, politika üretmek için gerekli olan önemli bir kaynak ve ihtiyaçtır. Nitekim bugünkü gelişmiş toplumların bilgi düzeyleri ve bilgiyi izleme kapasitelerinin yüksek olması neticesinde, diğer toplumlara göre daha saygın bir yer almışlardır (Yomralıoğlu 2000).

Dünyada her yıl milyonlarca bilgi üretilmekte, yayılmakta ve kullanılmaktadır. Bunları yeniden keşfetmek gereksizidir. Önemli olan nerelerde ne gibi ve ne miktarda bilgiler bulunduğunu ve bunlara nasıl erişilmesi gerektiğini bilmek ve böylece kısa zaman da öne geçmeyi planlamaktır. Bunun için üretileni tekrar üretmek yerine bilinmeyeni araştırıp bulmak en doğru olanıdır.

Uygarlığın gelişiminde bilginin, bilgiyi paylaşmanın, paylaşılan bilgiyi kullanarak yeni bilgiler üretmenin payı oldukça yüksektir. Teknolojinin ulaştığı seviye göz önüne alındığında; bilgi paylaşımı, kullanımı ve yeni bilgiler elde edilmesinde bilgisayar ve iletişim, diğer bir ifade ile bilişim teknolojileri vazgeçilmez olmuştur.

1.1. Problemin Tanımı

Her alanda olduğu gibi, harita destekli uygulamaların yerine getirilmesinde de bilgiden maksimum düzeyde yararlanarak bilgiyi etkili bir şekilde kullanmak gerekmektedir. Özellikle harita bilgisi olarak nitelendirilen, konuma bağımlı grafik ve grafik olmayan bilgilerin bir sistem içerisinde bütünleştirilmesi gerekmektedir. Ancak bu sayede depolanacak bilgiye hızlı ve sağlıklı bir ulaşım söz konusu olacaktır.

Konumsal verilerin toplanarak işlendiği analiz edildiği ve sunulduğu sistem olan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), teknolojisinde de bilginin önemi büyüktür. Coğrafi Bilgi Sistemleri konuma yönelik bilgilerin ele alındığı kapsam yönünden bilgi sistemleri içinde en hacimli olan bilgi sistemidir (Özyavuz 2002). **Sistemin oluşturulmasında en büyük emeğe ve dolayısıyla en büyük değere sahip olan verinin en temel sorunu veri standardına sahip olup olmamasıdır.**

Coğrafi Bilgi Sistemleri zaman, emek ve oldukça maliyet gerektiren sistemler olduğu için, sistemin kurulmasının temelini oluşturan verilerin tekrarlı üretim olması ve standart ürünler olmaması en büyük problemlerdir. Sayısal coğrafi bilgilerin toplanması, depolanması, işlenmesi, analizi ve sunulmasında kullanılan yazılım, donanım ve standartların gerek kurum, gerek ulusal, gerekse uluslararası düzeyde farklı olabilmesi, bu bilgilerin değişiminde ortak standart geliştirme ve kullanma ihtiyacını beraberinde getirmektedir (Taştan 1996). Bu amaçla uluslar arası veri değişim standartlarının etkin olarak kullanılması büyük fayda sağlayacaktır.

Dünya ile entegrasyonun sağlanması ve ortak bir CBS anlayışı amacıyla, kurulması gerekli Konumsal Veri Altyapısı ve buradan hareketle kurulacak Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS) için sorun teşkil eden; veri standardı sorunu, bilgi paylaşımı sorunu, güncelleme sorunu ve kurumlar arası koordinasyon sorunu gibi problemler söz konusudur. Bu problemlerin çözümü entegrasyon için şarttır.

Maddi olan her şeyin bölüşüldükçe azaldığı, verinin/bilginin ise bölüşüldükçe, paylaşıldıkça çoğaldığı, kendini yenilediği bir gerçektir. Ancak veri toplama aşamasında oldukça fazla miktarda zaman, emek, para ve personel gerekmesi ve bu konuda tasarruf etmek amacıyla değişik kaynaklardan toplanan verinin paylaşılmak istenmesi ülkeleri gerek kendi bünyelerinde ve gerekse uluslar arası alanda bilgi

paylaşımını etkin kılacak veri değişim standartları oluşturmak zorunda bırakmaktadır.

1.2. Çalışmanın Amacı

Çağımızda bilginin sistematik bir şekilde toplanması uygun ortamlarda işlenmesi ve kullanıcının istediği biçimlerde sunuma hazır hale getirilmesi ancak bilgi sistemlerini kullanarak mümkün olmaktadır. Konumla ilgili verilerin toplanması, analizi, sorgulanması ve sunumu ise CBS ile gerçekleştirilebilir.

Coğrafi Bilgi Sisteminin en büyük parçası olan verinin bazı standartlar çerçevesinde standart bir ürün olarak hazırlanması, bu ürün kullanılarak oluşturulacak bir CBS'nin de standart olması anlamına gelmektedir.

Coğrafi verilerin bir sistem dahilinde yapılandırılması, standartlaştırılması ve paylaşımı, kurulacak bir Ulusal Konumsal Veri Altyapısı ile mümkün olabilecektir. Aynı şekilde Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS)'nin kurulması için temel standartlar ve bileşenler Ulusal Konumsal Veri Altyapısının kurulması ile gerçekleşecektir. Kısaca Konumsal Veri Altyapısının kurulmasıyla CBS çalışmaları standart hale gelmeye ve dünya ile entegrasyona doğru gidecektir. Konumsal Veri Altyapısı'na ve dolayısıyla TUCBS kurulmasına sorun teşkil eden; veri standardı sorunu, bilgi paylaşımı sorunu, güncelleme sorunu ve kurumlar arası koordinasyon sorunu gibi problemler gerek sivil gerek askeri, uluslar arası çalışmalar takip edilerek çözümlenebilir.

Özellikle NATO tarafından geliştirilen ve başarıyla uygulanan coğrafi veri değişim standartları ile bu standartlar ile üretilen VMAP ürünleri, Ulusal Konumsal Veri Altyapısı ve bu sayede kurulacak olan Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS) için örnek olarak kullanılabilir.

Bu çalışmada; CBS içindeki verinin ve veri değişiminin standartlaştırılması ile kurulabilecek olan Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS) için NATO tarafından geliştirilen ve oldukça başarı bir şekilde uygulanan VMAP çalışmalarının ve örnek olarak üretilen VMAP2 uygulamasının örnek alınması ve kullanılabilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın gerçekleştirilmesinde izlenen yol ve aşamalar aşağıda özetlenmiştir.

- Coğrafi Bilgi Sistemi Kavramı adı altında CBS'nin tanımlarına, tarihçesine, bileşenlerine ve aşamalarına genel bir bakış,
- CBS'nin en önemli bileşeni olan veri kavramının veri çeşitlerinin ve veri elemanlarının irdelenmesi,
- Veri modelleri ve özellikle tez konusunu oluşturan Vektör veriler ve depolama yöntemleri üzerinde durulması,
- CBS'de coğrafi veri kalitesi, değişimi ve değişim standartlarının açıklanması,
- Konumsal Veri Altyapısı'nın, Uluslararası standardizasyon girişimlerinin ve Ulusal CBS kurulması çalışmasının incelenmesi,
- Ulusal CBS kurulmasına temel teşkil edecek veri değişim standartlarının belirlenmesi amacıyla NATO'nun Coğrafi veri değişim standartlarının irdelenmesi,
- NATO 'nun standart bir ürünü olan Akıllı Vektör Harita'nın tanıtılması ve örnek İkinci Düzey Vektör Harita Uygulaması
- Gerçekleştirilen örnek uygulamanın ışığı altında yapılan değerlendirmeler ve öneriler.

2. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ (CBS) KAVRAMI

2.1. Coğrafi Bilgi Sisteminin Tarihçesi

Temelleri 1960'lı yıllarda atılan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) bugün de çok yoğun ve giderek artan bir ilginin odağı durumundadır. Coğrafi bilgi sistemlerinin çıkış noktası, çok miktarda karmaşık verinin bilgisayar desteğinde alışılagelmiş yöntemlerden çok daha etkin bir biçimde organizasyonu ve yönetimi ile çok farklı gereksinimlerin hızlı, sağlıklı ve ekonomik bir biçimde karşılanması olmuştur (Marble1990 ve Forrest 1992).

Coğrafi Bilgi sisteminin tarihçesi, Bilgisayar Grafikleri kavramının doğuşu ile başlar. Bu kavram, 1955 yılında Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Massachussets Institute of Technology (MIT) isimli enstitü tarafından, uçuş simülatörlerini kontrol etmek üzere geliştirilen Whilwind-I isimli bilgisayar ile ortaya çıkmıştır. Bilgisayar grafikleri kavramını 1963 yılında geliştirilen Bilgisayar Destekli Tasarım (Computer Aided Design) (CAD) sistemi izlemiştir. 1963–1971 yılları arasında CAD sistemlerine dayalı olarak Bilgisayar Destekli Haritacılık (Automated Mapping) (AM) Sistemleri ve Veritabanı Yönetim Sistemleri (Database Management Systems) (DBMS) geliştirilmiştir (HGK 2000).

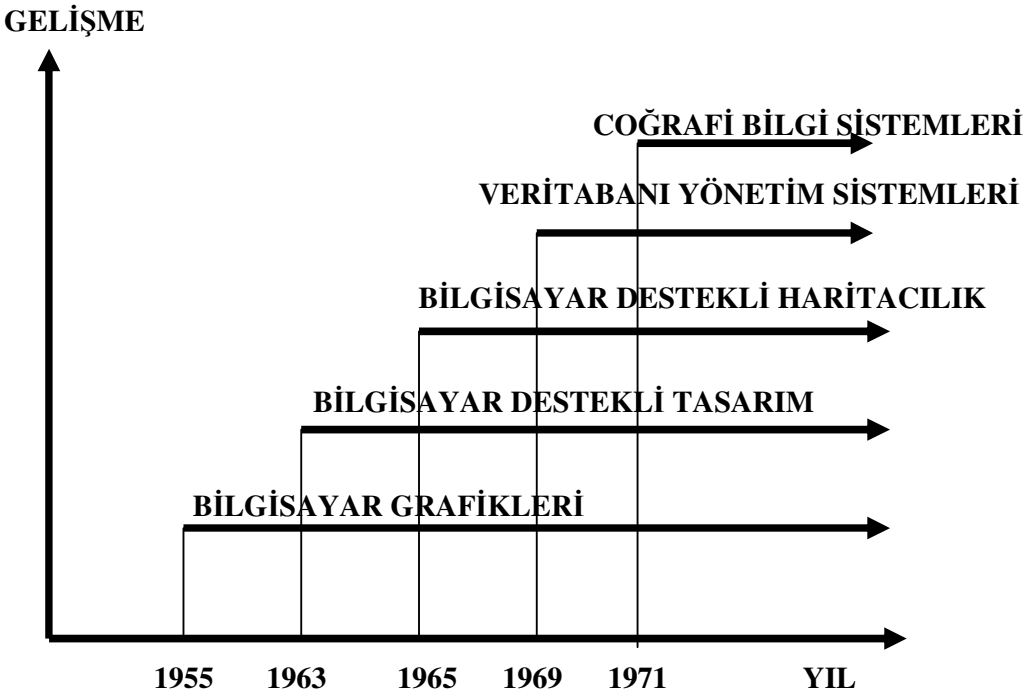
Coğrafi bilgiler başlangıçta, grafik ve grafik olmayan şeklinde ayrık olarak ele alınmış; grafik bilgiler için Bilgisayar Destekli Tasarım Sistemleri kullanılırken; grafik olmayan bilgiler için Veri Tabanı Yönetim Sistemlerinden yararlanılmıştır. Bu tür sistemler, coğrafi bilgilerin toplanmasında, depolanmasında, işlenmesinde ve sunulmasında tatmin edici sonuçlar verirken; bu bilgilerin analizinde yetersiz kaldıkları, dolayısıyla kullanıcıların konuma dayalı kararlar vermelerine yardımcı olma amacını tam olarak karşılamadıkları gözlenmiştir. Bunun sonucu olarak grafik ve grafik olmayan verileri ve bu veriler arasındaki mantıksal ve topolojik ilişkileri bütünleşik olarak işleyebilme ve böylece konuma dayalı analizleri gerçekleştirme olanağına sahip Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) teknolojisi geliştirilmiştir (HGK 2000).

1971 yılında Kanada tarafından oluşturulan ve üretime sokulan Kanada Coğrafi Bilgi Sistemi (Canadian Geographic Information System) (CGIS), bilinen ilk Coğrafi Bilgi sistemidir. Kanada Coğrafi Bilgi Sistemi çok büyük miktardaki Kanada arazi sayım verisini işlemek üzere geliştirilmiştir (Marble 1990 ve Forrest 1992).

Dünyada daha sonra ortaya çıkan Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımları ve bu yazılımları geliştiren ürün sahibi firmalar Çizelge 2.1'de, CBS tarihsel oluşum süreci Şekil 2.1'de görülmektedir.

Çizelge 2.1 Dünyada ortaya çıkan bazı CBS yazılımları ve geliştiren firmalar

YIL	CBS YAZILIMI	GELİŞTİREN FİRMA	ÜLKE
1971		Inf.Sys.Branc, Dept.of	
1974	CGIS	Regional Economic Expansion	Kanada
1975	ULTIMAP	Ultimap Corp.	A.B.D.
1976	INFORMAP	Sysnercom Crop.	A.B.D.
1977	GEOVISION	GeoVision Corp.	A.B.D.
1978	GFIS	IBM Corp.	A.B.D.
1979	SICAD	Siemens	Almanya
1981	CARIS	Universal Systems	Kanada
1983	ARC/INFO	ESRI Corp.	A.B.D.
1984	LANDTRACK	Geobased Systems, Inc.	A.B.D.
1985	ATLAS*GIS	Strategic Mapping, Inc.	A.B.D.
1985	LASERSCAN	Digital Equipment Corp.	A.B.D.
1986	SPANS	Tydac Technolgies	A.B.D.
1986	MAPINFO	Map-Info Corp	A.B.D.
1986	GENEMAP	Genesys, Inc.	A.B.D.
1987	MGE	Intergraph, Corp.	A.B.D.
1987	SYSTEM-9	Prime/Wild Heerburg	İsviçre
1987	GEO-SQL	Generation-5 Tech.Inc.	A.B.D.
1988	FMC/AC	Facility Mapping Sys.	A.B.D.
	TIGRIS	Intergraph, Corp.	A.B.D.



Şekil 2.1 Coğrafi Bilgi Sisteminin tarihsel oluşum süreci

2.2. Coğrafi Bilgi Sistemi ile İlgili Tanımlar

Bilginin gün geçtikçe önem kazandığı Sanayi Toplumundan Bilgi Toplumuna geçilen bu çağda bilginin ve onun en iyi şekilde kullanımının rölü artmaktadır. Konuya açıklık getirmek amacı ile, coğrafi bilgi sistemleri ile ilgili tanımlar ve özellikle *"bilgi"* ve *"sistem"* kelimeleri ayrı ayrı irdelenir ise;

Bilgi, insan zekâsının erişebileceği olgu, gerçek ve ilkelerin tümü olarak tanımlanabilir (TDK Türkçe Sözlüğü 1992). Bilgi kavramı; bilgi teorisi çerçevesinde "objektif gerçeğin belli bir kısmına ait ifadeler" olarak tanımlanmaktadır. Örneğin; objektif gerçek olarak "köprü" alınırsa, bu gerçeğin yani köprünün belli bir kısmına örneğin "yüksekliğine" ilişkin "20 metre" ifadesi bilgi olarak nitelendirilir. Bilginin temsil biçimi veri olarak adlandırılmaktadır. Örneğin "1000" sayısı bir binanın alanı

hakkındaki bilgiyi temsil eden bir veridir ya da "harita üzerindeki bir çizgi", arazi üzerindeki tel çitin konumu hakkındaki bilgiyi temsil eden bir veridir (HGK 2000).

Genel olarak, öğrenme, araştırma ve gözlem sonucu ortaya çıkan bilgi, sosyal, bilimsel, ekonomik, kültürel vs konularda araştırma ve inceleme yapmak, günlük gelişmelere yön vermek, politika üretmek için gerekli olan önemli bir kaynak ve ihtiyaçtır. Nitekim bugünkü gelişmiş toplumların bilgi düzeyleri ve bilgiyi izleme kapasitelerinin yüksek olması neticesinde, diğer toplumlara göre daha saygın bir yer almışlardır (Yomralıoğlu 2000).

Sistem ise; 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. Bilginin sistematik bir şekilde toplanması uygun ortamlarda işlenmesi ve kullanıcının istediği biçimlerde sunuma hazır hale getirilmesi ancak bilgi sistemlerini kullanarak mümkün olmaktadır. 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 artırmaktır. Bilgisayar teknolojisinde ve matematik biliminde 20. Yüzyılın ikinci yarısında meydana gelen gelişmeler, verilerin depolanması, düzenlemesi, paylaşımı, yeniden değerlendirilmesi, analizi ve dünya yüzeyinin görüntülenmesi gibi konuların yapılabilirliğini artırmıştır. Mevcut verinin doğru ve güvenilir bir şekilde tutulmasının yanı sıra, en son bilgi sistemleri sayesinde verilerden, geçmişten geleceğe yönelik çok önemli ve ayrıntılı modelleme, araştırma ve analizler yapma olanağı doğmuştur (DPT 2001).

Coğrafya; yeryüzünde herhangi bir bölgenin, fiziksel ve beşeri (insanla ilgili) özelliklerinin bütünü olarak tanımlanır (Büyük Larousse 1985). Bu tanıma göre, örneğin Türkiye'nin coğrafyası denildiğinde, Türkiye'nin yeryüzünde kapladığı bölgenin fiziksel ve beşeri özelliklerinin bütünü anlaşılır.

Coğrafi Bilgi; yeryüzünde ve uzayda konumlanmış nesneler olarak bilinen doğal (akarsu, göl, dağ… gibi) ve yapay (bina, yol, kanal… gibi) coğrafi varlıklara ilişkin, belli bir referans sistemindeki konum koordinatları ile ifade edilen grafik veriler ile bunlara ilişkin yükseklik, tür, vb. öznitelik verilerinden oluşan grafik olmayan bilgilerdir.

Coğrafi veri; coğrafi bilginin bilgisayar ortamında temsil ediliş biçimidir. Coğrafi veri, bilgisayar ortamında nokta, çizgi veya alanlar şeklinde vektör yapıda temsil edilerek depolanabileceği gibi hücreler şeklinde raster (tarama) yapıda da temsil edilebilmektedir.

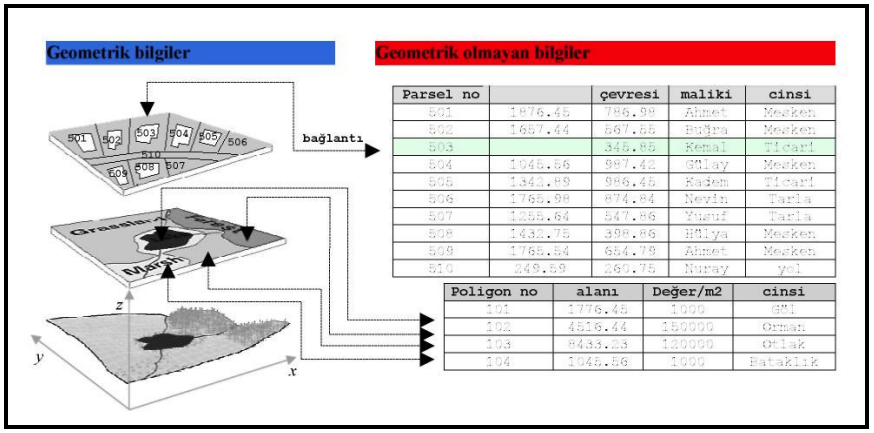
Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), ıuma yönelik bilgilerin ele alındığı ve kapsam yönünden bilgi sistemleri içinde en nacimli olan bilgi sistemleridir (Özyavuz 2002).

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kullanıcılarının çok farklı disiplinlerden olması nedeniyle bu kavram her disiplin tarafından farklı şekilde tanımlanmaktadır. Dolayısıyla CBS nin standart bir tanımı oluşturulamamıştır. CBS dünyada konumsal bilgi ile ilgilenenler arasında geniş bir merak uyandırmakta ve gelişmelerdeki hızlı değişiklikler, özellikle ticari beklentiler, farklı uygulama ve fikirler CBS'nin kesin bir tanımının yapılamamasına neden olmaktadır (Maguire 1991).

CBS ile ilgili değişik kaynaklarda derlenmiş tanımlar aşağıdadır:

- CBS genel harita bilgilerini görüntülemeye yarayan bilgi yönetim sisteminin bir şeklidir (Dale ve McLaughlin 1998).

- Coğrafi Bilgi Sistemi, geometrik ve geometrik olmayan verilerin, yönetim, personel, yazılım, donanım yardımıyla; veri değişim standartlarına uygun şekilde bir araya getirilerek depolanması, analiz edilmesi, sorgulanması, kullanıcıların isteklerine cevap verecek biçimde tasarlanması ve hizmete sunulması ile oluşan teknolojik bir sistemdir (Erdi ve ark 2004) (Şekil 2.2).



Parsel no		çevresi	maliki	cinsi
501	1876.45	786.98	Ahmet	Mesken
502	1657.44	567.55	Buğra	Mesken
503		345.85	Kemal	Ticari
504	1045.56	987.42	Gülay	Mesken
505	1342.89	986.45	Kadem	Ticari
506	1765.98	874.84	Nevin	Tarla
507	1255.64	547.56	Yusuf	Tarla
508	1432.75	398.86	Hülya	Mesken
509	1765.54	654.78	Ahmet	Mesken
510	249.59	260.75	Nuray	yol

Poligon no	alanı	Değer/m2	cinsi
101	1776.45	1000	Gül
102	4516.44	150000	Orman
103	8433.83	120000	otlak
104	1045.56	1000	Bataklık

Şekil 2.2 Geometrik ve geometrik olmayan veriler

- Önceden belirlenen ya da gelişen amaçlar doğrultusunda belli bir coğrafyaya ilişkin halihazır harita, imar planı, kadastral, tematik, haritalar gibi geometrik bilgile e bunlara ilişkin diğer tüm öznitelik bilgilerini toplamak, depolamak, güncel tutmak, bu bilgileri kullanarak düzenli ya da düzensiz sorgulamalar yapmak üzere gereken yasal, örgütsel, teknik düzenlemeler bütünüdür (Kobaş 1994).

- CBS, belirli bir amaçla ile yeryüzüne ait verilerin toplanması, depolanması, sorgulanması, transferi ve görüntülenmesi işlevlerini yerine getiren araçların tümüdür (Burrough 1998).

- Araştırma, planlama ve karar organları için ihtiyaç duyulan bilgilerin coğrafi esaslara göre toplanması, depolanması, sorgulanması, analizi, sunulması ve değişimi fonksiyonları için bir araya gelen coğrafi veritabanı, yazılım, donanım, personel, standartlar ve yöntemler bütünüdür. Burada CBS nin en önemli tarafı grafik ve grafik olmayan verilerin birleştirilmesi ve işleyen teknolojiyi kullanıcıya sunmasıdır (DPT 2001).

Bütün bu tanımlamalardan sonra **CBS; bütün bilimsel alanların ve insanlığın hizmetinde kullanılmak üzere haritaların temel altlık alınarak oluşturulan, haritalardaki konumsal bilgilerin bu bilgilere ait sözel, görüntüsel bilgilerle bütünleştirilerek bir veri tabanında düzenli formlarda tutulması, istenilen özel amaçlara göre analiz edilmesi, sürekli güncelleştirilerek sunulması ve istenilen yeni bilgilere ulaşılması için her türlü sorgulamaların yapılmasına olanak sağlaması gibi temel fonksiyonları yapısında bulundurabilen, teknolojinin en yeni olanaklarını kullanabilen ve gelişmeye açık olabilen bir sistem olarak tanımlanabilir** (Aydın 2003).

2.3. Coğrafi Bilgi Sistemi Bileşenleri

Konum ve konuma ilişkin bilgilerin veya satın alınan bir CBS yazılımının Coğrafi Bilgi Sistemini oluşturduğu şeklinde bazı yanlış görüşler bulunmaktadır. Oysa Coğrafi Bilgi Sistemleri sadece veri ve yazılımdan oluşmamaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin konumsal sorgulamalara cevap verebilecek ve karar vermeye de ‹ sağlayabilecek nitelikte olmaları gerekmektedir. Dolayısıyla bir Coğrafi Bilgi Sisteminin tam anlamıyla işlevsel olabilmesinden söz edebilmek için; donanım, yazılım, veri, personel ve metotlar temel bileşenlerinden oluşması gerekmektedir. CBS yi oluşturan bileşenler Şekil 2.3.'de görüldüğü gibi, beş ana unsurdan meydana gelmektedir. CBS'nin temel fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için en az beş unsurun bir arada olması gerekir (Yomralıoğlu 2000). Bunlar, donanım, yazılım, veriler, insanlar ve metotlardır.

2.3.1. Donanım

CBS'nin çalışmasına imkan sağlayan bilgisayar ve buna bağlı yan ürünlerin bütünü donanım olarak adlandırılır. Yan ürünler olarak yazıcı, çizici, tarayıcı, sayısallaştırıcı gibi cihazlar CBS için önemli sayılan donanımlardır. Günümüzde bir çok CBS yazılımı farklı donanımlar üzerinde çalışmaktadır. Bunlar merkezileştirilmiş bilgisayar sistemlerinden masaüstü bilgisayarlara, kişisel bilgisayarlardan ağ (network) donanımlı bilgisayar sistemlerine kadar değişebilmektedir.

2.3.2. Yazılım

CBS yazılımı, coğrafik bilgileri saklamak, analiz etmek ve görüntülemek gibi ihtiyaç ve fonksiyonları kullanıcıya sağlamak üzere, yüksek düzeyli proglamlama dilleriyle gerçekleştirilen algoritmalardır. Yazılım sektörünü ticari firmalar elinde bulundururken, üniversiteler ve bazı araştırma kurumlarının da yazılım faaliyetleri mevcuttur. Bir yazılımda olması gereken temel unsurlar;

— Coğrafi bilgi girişi ve işlemi için gerekli araçların bulunması,
— Bir veri tabanı yönetim sistemine sahip olması,

— Konumsal sorgulamayı, analiz ve görüntülemeyi desteklemesi,

— Ek donanımlar ile olan bağlantılar için ara yüz desteği olmalıdır (Yomralıoğlu 2000).

2.3.3.Veriler

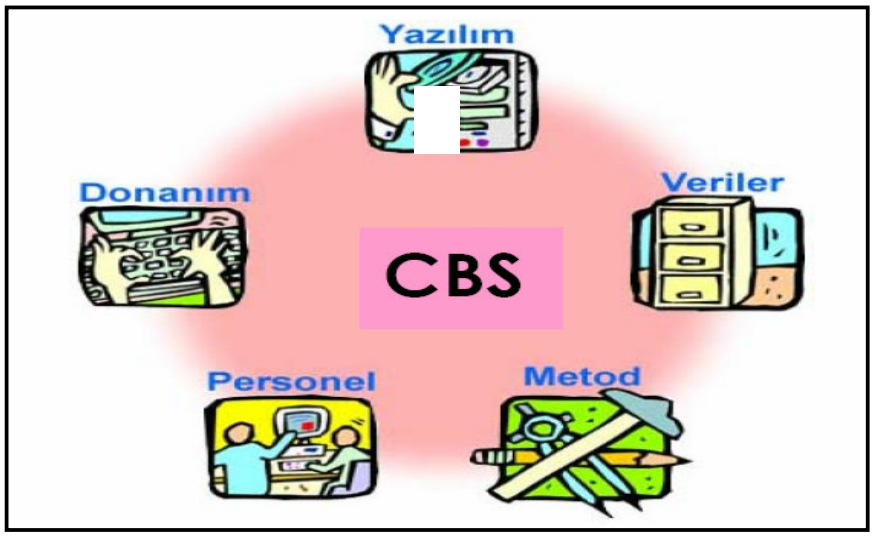
CBS'nin en önemli unsurlarınd biri veri sayılabilir. Veri, bir CBS kurulumunun %75'ini ve aynı zamanda maliyetin de %60'ını oluşturur. Grafik yapıdaki coğrafi veriler ile tanımlayıcı nitelikteki öznitelik veya tablo verileri gerekli kaynaklardan toplanabileceği gibi, piyasada bulunan hazır haldeki verilerde satın alınabilir. CBS, konumsal veriyi diğer veri kaynaklarıyla birleştirebilir. Böylece birçok kurum ve kuruluşa ait veriler organize edilerek konumsal veriler bütünleştirilmektedir. CBS'nin en önemli bileşeni olan veri hakkında ayrıntılı bilgi diğer bölümde yer almaktadır.

2.3.4. İnsanlar

CBS teknolojisinin insanlara bağlı olmadan oluşturulması imkansızdır. Çünkü insanlar gerçek dünyadaki problemleri uygulamak üzere gerekli sistemleri yönetir ve gelişme planları hazırlar. CBS kullanıcıları, sistemleri tasarlayan ve koruyan uzman teknisyenlerden coğrafi veri ile ilgili her türlü bilgiyi kullanan kişilerden oluşan geniş bir kitledir.

2.3.5. Metotlar

Sistemin başarılı olarak çalışmasını sağlayan kurallar ve bu kuralların birbiriyle olan ilişkilerini düzenleyen mantık zincirlerinden oluşan matematiksel yapılardır. Özellikle standartlaşma, kalite, güncellik gibi olması gereken fonksiyonlar ulusal, ya da uluslar arası sevide hazırlanan talimatlar, yönergeler gibi metotlarla tespit edilir. Başarılı bir CBS, çok iyi tasarlanmış plan ve iş kurallarına göre işler.



Şekil:2.3

CBS'nin bileşenleri (İşlem 2002)

2.4. Coğrafi Bilgi Sisteminin Aşamaları

CBS teknolojisi, sorgulama istatistiksel analiz gibi klasik veritabanı işlemlerini görselleştirme ve haritalar tarafından sağlanan coğrafi analizlerle birleştirmektedir. Bu yeteneği CBS'yi diğer bilgi sistemlerinden ayırmakta ve kamu ve özel girişimlerde olayların açıklanabilmesi, sonuçların tahmini ve strateji geliştirilmesi için değerli kılmaktadır.

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde amaç, Coğrafi Bilginin üretilmesini, yönetimini, analizini yapıp, veri tabanları ve profesyonel bilgi sistemi teknolojisi ile kullanıcılara sunmaktır.

Marble'a (1990) göre bir CBS' de bu fonksiyonların yerine getirilmesi için beş "alt sistem" tanımlanmaktadır (Şekil2.4).

Bunlar;

a) Veri toplama

b) Veri İşletimi

b) Veri yönetimi

d) Veri sorgulaması ve analizi

d) Veri sunuşu



Şekil:2.4 CBS'nin aşamaları

Bir CBS'de harcanan zaman emek ve maliyetin

• %75'ini veri toplama

• %20'sini veri depolama, işleme ve analiz

• %5'ini veri sunuşu

işlemleri kaplamaktadır (Marble1990).

Veri toplama, CBS adımlarından en önemli olanıdır. Bu aşama sistem oluşturma adımlarından ilkini oluşturur. Dolayısıyla bu kısımda yapılabilecek herhangi bir eksiklik tüm CBS oluşturma faaliyetini etkileyecektir. Burada toplanan verilerin özellikle güncel doğru standart ve uygun yöntemlerle toplanmış olması gerekir.

Veri işletimi, toplanan verilerin elenmesi ve gereksiz verilerin çıkartılarak işleme sokulması adımıdır. Bu aşamada veriler kontrol edilerek gerekli düzeltmeler yapılır.

Veri yönetimi, toplanan ve elimine edilip düzeltilen verilerin veri tabanı aracılığı ile üzerinde işlemler yapılmasına olanak veren yazılımdır.

Sorgulama ve Analiz, grafik ve sözel bilgilerin belirli bir koordinat sisteminde modellenmesi ve model sonuçlarının irdelenip yorumlanması işlemlerinin tümüdür. Sorgulamalar sonucunda yeni veritabanı üretmek mümkündür.

Görselleştirme, yeryüzü gerçekliğine hızlı ulaşma yolunun geliştirilmesidir. Yani oluşturulan sistemin kullanıcıya gösterilmesi sunulmasıdır.

3. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİNDE VERİ KAVRAMI

CBS'de veri kavramı oldukça uzun zaman ve emek isteyen, ayrıca büyük maliyetler gerektiren ve CBS için hayati olan bir kavramdır. Çok iyi geliştirilmiş olsa bile, veri bileşeninin eksik ya da hiç olmaması durumunda, Coğrafi Bilgi Sisteminin çalıştırılması mümkün değildir.

3.1. Coğrafi Veriler

Yeryüzünde ve uzayda konumlanmış nesneler ve olayların her biri coğrafi varlık olarak bilinirler. CBS'nin verimli olarak çalışabilmesi, coğrafi varlıklar arasındaki ilişkilerin bir sistem dahilinde modellenmesi ile gerçekleşebilir. Bunun için de coğrafi varlığın konumu ve şekli hakkında bilgi veren grafik verilerle, onun özellikleri hakkında sözel bilgi veren öznitelik verisi dediğimiz grafik olmayan verilere ihtiyaç vardır. Coğrafi varlıkları niteleyen bu unsurlar coğrafi bilgiyi oluştururlar. Ayrıca coğrafi bilgi kavramından konuma bağlı bilgiler de anlaşılır. Bu nedenle konuma bağlı gerek grafik bilgiler, gerek grafik olmayan bilgiler, gerekse bu bilgiler arasındaki mantıksal ve topolojik ilişki bilgileri, coğrafi bilgi niteliğindedir. Örneğin bir bölgenin topografik haritası, grafik coğrafi bilgi iken; bir elektronik devre seması grafik bilgi olmasına karşın coğrafi nitelikte değildir. Aynı şekilde, nirengi koordinat listesi grafik olmayan coğrafi bilgi iken; öğrenci not listesi de grafik olmayan bilgi olmasına karşın coğrafi nitelikte değildir. Kısaca coğrafi varlıkların sahip olduğu özellikler değişik gösterim şekilleriyle ifade edilebilir. Bu ifade şekilleri grafik ve grafik olmayan coğrafi bilgilerdir.

Grafik ve grafik olmayan coğrafi bilgiler haritalar üzerinde rahatlıkla gösterilebilir. Örneğin grafik bilgiler dediğimiz dağlar, vadiler, nehirler, kıyılar gibi doğal nitelikli bilgiler ile yollar, binalar, kanallar, parklar gibi yapay nitelikli bilgiler

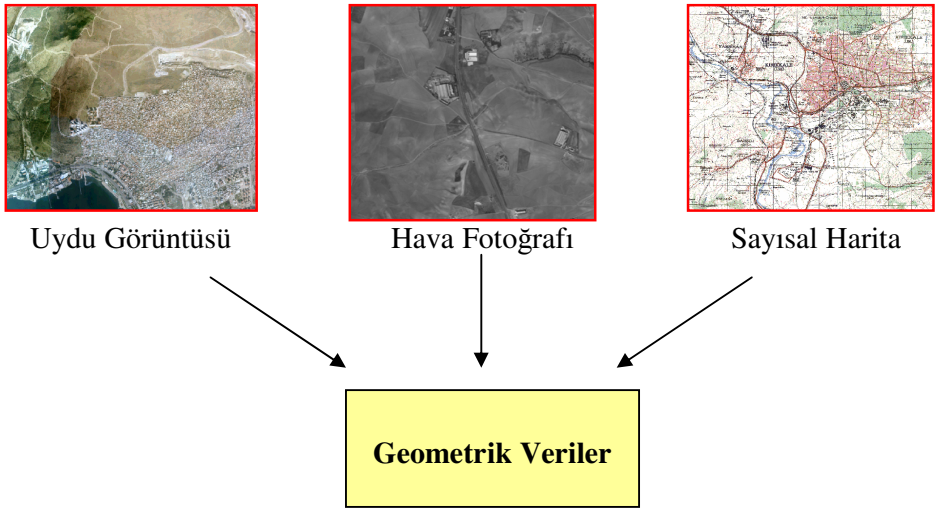
haritalar üzerinde gösterilebilirken, bu verilere ait bazı sözel bilgilerde semboller aracılığı ile haritalar üzerinde gösterilebilmektedir. Bu iki veri grubu arasında ilişkiyi sağlaması ve bilgisayar ortamında sorgulama ve analiz imkanı vermesi, CBS'yi haritadan ayıran en önemli özelliktir (Yomralıoğlu 2000).

Coğrafi varlıkları niteleyen gerek grafik gerekse grafik olmayan coğrafi bilgilerin bilgisayar ortamında temsil ediliş biçimi ise sayısal coğrafi veriler olarak adlandırılırlar. Kısaca sayısal coğrafi veri kavramı yerine **coğrafi veri** kavramı kullanılmaktadır.

CBS için kullanılan coğrafi verileri (sayısal coğrafi veri) iki grupta inceleyebiliriz. Bunlar geometrik veriler (grafik) ve öznitelik verileri (grafik olmayan) olarak adlandırılabilir (Yomralıoğlu 2000).

3.1.1. Geometrik (grafik) veriler

Konum verileri bir coğrafi varlığın veya olayın nerede olduğunu belirtmektedir. Bu veriler belli bir koordinat sistemini referans kabul ederek sistem uzayında koordinatlarla ifade edilirler. Örnek olarak uzayda herhangi bir nokta (x,y,z) kartezyen koordinat değerleriyle veya (φ,λ) enlem, boylam şeklindeki coğrafi koordinatlarıyla ya da (α,s) açı-mesafe şeklindeki kutupsal koordinatlarıyla tanımlanır. Söz konusu detay, nokta olabileceği gibi koordinat dizisi şeklinde ifade edilen çizgi de olabilir. Ancak mutlaka belirli bir coğrafi referans sistemine göre tanımlanır (Yomralıoğlu 2000). Grafik ya da geometrik veriler koordinatlarla ifade edildiğinden detayın büyüklüğü hakkında da bilgi verirler. Dolayısıyla geometrik veri denildiğinde aklımıza detayın şekil bilgisini veren coğrafi veriler gelmektedir. Geometrik veri sağlayan coğrafi verilere örnek olarak haritalar, uydu görüntüleri, hava fotoğrafları verilebilir (Şekil 3.1).



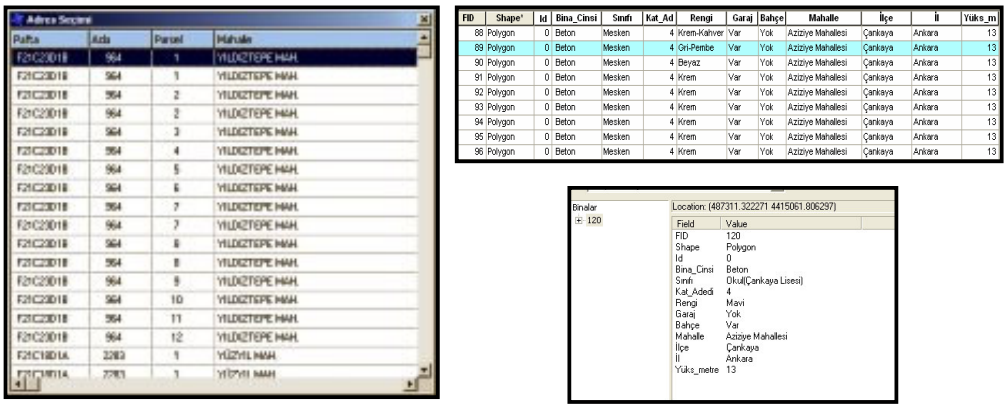
Şekil 3.1 Geometrik veriler

3.1.2. Öznitelik (grafik olmayan) verileri

Coğrafi varlıkların koordinat bilgileri yanında bu varlıklar arasındaki ilişkiler ve bu varlıkların özellikleri hakkındaki bilgilere de ihtiyaç vardır. Bunlar grafik olmayan yazılı bilgiler olup coğrafi varlıkların öznitelik (attribute) verileridir (Şekil 3.2). Öznitelik verisi coğrafi varlığın tanımlayıcı özelliklerini belirtmektedir. Kısaca grafik olarak ifade edilemeyen özelliklerin şekilden bağımsız alfa-sayısal olarak ifadesidir (Yomralıoğlu 2000).

Örneğin nokta olarak grafik şekilde gösterilen bir detay, harita üzerinde bir elektrik direğini gösteriyorsa bu elektrik direğinin cinsi, yüksekliği, tesis tarihi, rengi gibi grafik olarak gösterilmesi mümkün olmayan özellikleri öznitelik verisi olarak tablosal şekilde gösterilmektedir. Aynı şekilde grafik olarak çizgi şeklinde gösterilen bir yolun, genişliği, şerit sayısı, kaplama cinsi, yapım tarihi gibi grafik olmayan özellikleri öznitelik verisi olarak tablo şeklinde verilmektedir. CBS'nin daha önceden

de belirtildiği gibi en önemli özelliği grafik olan verilerle grafik olmayan öznitelik verilerinin ilişkilendirilip bunlar arasında sorgulama imkanı tanımasıdır.



Şekil 3.2 Öznitelik verileri

3.2. Coğrafi Veri Elemanları

Coğrafi veriler haritalar üzerinde geometrik olarak gösterilirken, bunların yoğunluğu dikkate alındığında, birçok karmaşık şekil ortaya çıkmaktadır. Bu karmaşık yapı bilhassa geometrik verilerin sınıflandırılması gereğini ortaya koymaktadır. Bunun nedeni, geometrik verilerin sayısal geometrik olarak tanımlanmasına olanak vererek, bilgisayar ortamında bu verilerin saklanmasını sağlamaktır. Coğrafi detaylar incelendiğinde, bu detayların üç temel öğeden meydana geldiği görülmektedir. Bunlar;

• Nokta

• Çizgi

• Çokgen (poligon)

şeklindeki geometrik yapılardır.

Gerçek dünyadaki coğrafi detaylar irdelendiğinde, bunların sadece bu üç temel geometrik yapıda olduğu görülmektedir. Örneğin; ağaç, tepe noktası, elektrik direği, istasyon, kavşak noktası, yerleşim merkezleri vb coğrafi detaylar nokta ile; akarsu, yol, elektrik, su hattı, gaz şebekesi, kanalizasyon, demir yolu vb coğrafi detaylar çizgi ile; parsel, bina, göl, imar adası, yeşil alan, orman, yerleşim alanları vb coğrafi detaylar çokgen yapıda işaret ile i e edilirler (Şekil 3.3).

Bu yaklaşım coğrafi varlıkların veya haritaların gösterimlerini geometrik olarak çok basite indirgemektedir. Dolayısıyla bir haritanın sadece nokta, çizgi ve çokgenlerden meydana geldiğini söylemek mümkündür. Bu detayların konumları bir koordinat veya bir dizi koordinat şeklinde ifade edilirken, konum bilgisi dışındaki geometrik olmayan veriler öznitelik verileridir (Yomralıoğlu, 2000).

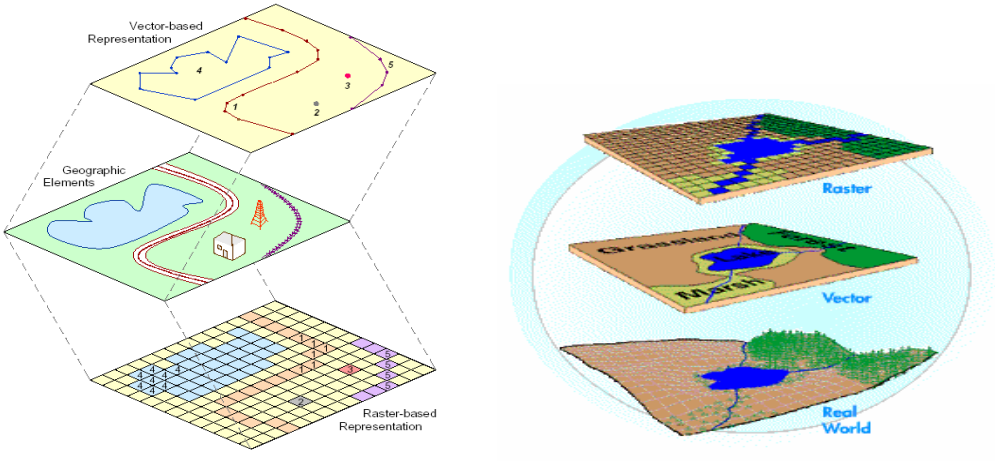
		
1) Nokta	**2) Çizgi**	**3) Çokgen**
x_1y_1	x_1y_1, x_2y_2, x_3y_3, x_4y_4	x_1y_1, x_2y_2, x_3y_3, x_4y_4, x_1y_1
Bir tek koordinat değeri (x,y) ile ifade edilen, uzunluk ve alan bilgisi olmayan, coğrafi detaydır.	Başlangıç ve bitiş noktaları bulunan, koordinatlar dizisinden oluşan, uzunluk bilgisi olup, alan bilgisi olmayan coğrafi detaydır.	Başlangıç ve bitiş noktası aynı olan koordinat dizisinden oluşan, uzunluk ve alan bilgilerinin beraberce var olduğu coğrafi detaydır.
Ağaç, kot, kavşak, direk, kuyu, merkez, nirengi…	Yol, akarsu, su şebekesi, demiryolu, kıyı, kanal …	Mücavir saha, göl, bina, toprak sınıflama, tarla…

Şekil 3.3 Coğrafi veri elemanları (Yomralıoğlu, 2000)

3.3. Coğrafi Veri Modelleri

Coğrafi varlıkların sağlıklı bir şekilde işlenebilmesi için, bu varlıkların matematiksel gösterimlere dönüştürülüp bilgisayar ortamına aktarılması gerekir. Grafik veriler (konumsal) nokta, çizgi, alan şeklinde veri elemanlarıyla tanımlanır. Grafik olmayan (öznitelik) veriler ise tablosal dokümanlar şeklinde tanımlanarak bilgisayar ortamında gösterilir. Bilgisayar ortamına aktarılan bu verilerden grafik verilerin gerçek modeli yansıtması için, vektör veri modeli ya da raster veri

modellerinden birinin seçilmesi gerekir. Kısaca veri modelleri vektör veri modeli ve raster veri modeli olarak iki gruba ayrılmaktadır (Yomralıoğlu 2000) (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Vektör ve Raster veri modelleri

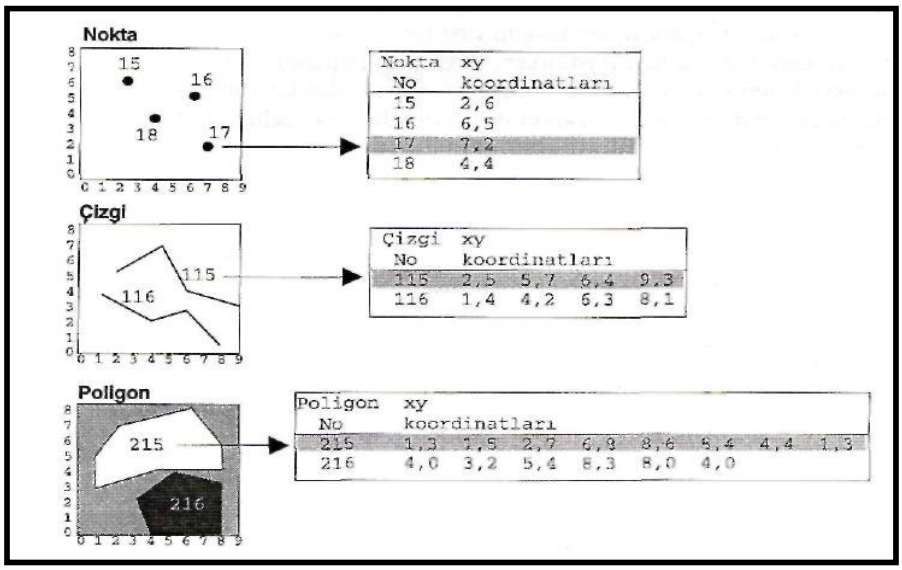
Vektör veri yapısında, nokta detaylar, koordinat çiftleri ile; çizgi detaylar çizgi üzerindeki noktalar zinciri ile; alan detaylar ise, alanı çevreleyen çizgiler ile temsil edilirler. Raster (hücresel) veri yapısında tüm detay türleri, koordinatları (satır ve sütun numaraları) bilinen resim elemanları (pikseller) ile temsil edilirler. Örneğin bir harita paftasının kapladığı alan raster veri yapısında nxm'lik bir grid ağından oluşur. Grid ağı içerisinde yer alan her bir hücre, harita üzerinde ayırdedilebilen en küçük elemanı temsil eder. Nokta detaylar tek bir grid hücresi (resim elemanı) ile; çizgi detaylar, üzerindeki grid hücreleri ile; alan detaylar ise, bu alanı kaplayan grid hücreleri ile temsil edilirler.

3.3.1.Vektör veri modeli

Coğrafi varlığın gerçek modeldeki konumu, referans tabanlı herhangi bir koordinat sisteminde *(x,y)* koordinat değeriyle gösterilir. Vektörel veri modelinde de, coğrafi varlıklara ait her konum yine bir *(x,y)* koordinatına sahiptir. Vektör modelinde noktalar, hatlar (çizgiler) ve poligonlar hakkındaki bilgi x ve y

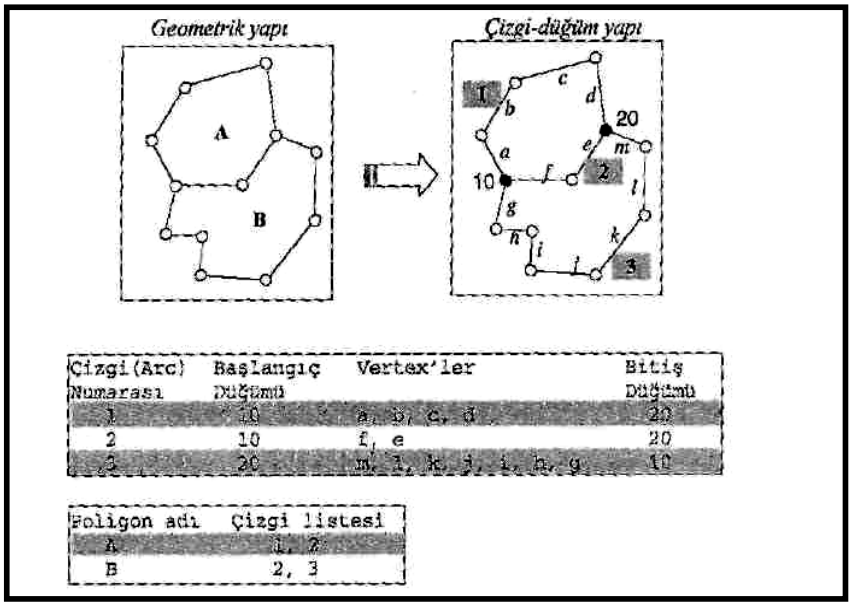
koordinatları olarak şifrelenir (kodlanır) ve saklanır. Noktalar tek bir koordinat ile temsil edilirken, çizgiler ve poligonlar sıralı koordinat serileriyle temsil edilir. Ancak poligonları temsil eden koordinat serisinde başlangıç ve bitiş noktasının koordinatı aynı olup, bu özelliği ile çizgilerden ayrılmaktadır. Örneğin arazi üzerinde bulunan bir kuyu vektörel olarak nokta özelliğinde gösterildiğinden, tek bir (x,y) koordinatıyla tanımlanır. Ancak yollar nehirler gibi çizgisel olarak ifade edilebilen detaylar bir nokta koordinatları dizisi olarak saklanabilir. Orman alanı, park alanı gibi poligon (çokgen) şeklinde alansal ifadeler ise kapalı bir koordinatlar çevrimi olarak saklanabilir (Yomralıoğlu 2000).

Değişik özellik gösteren coğrafi varlıkların birbirinden ayırt edilebilmesi ve gereğinde bu verilere bilgisayar belleğinde kolayca erişebilmek için, her bir coğrafi varlık diğerlerinden bağımsız olarak tanımlayıcı özel bir kimlik numarası ile adreslendirilir. Bu numara kod no veya identification (ID) olarak ta adlandırılır. Bir kez tanımlanan kod numarası, coğrafi varlığı tanımlayan koordinat serisiyle ilişkilendirilerek, koordinat değerlerinin hangi coğrafik varlığa ait olduğunu gösterir. Şekil 3.5 de görüldüğü gibi, nokta, çizgi ve poligon biçimindeki coğrafi elemanlar koordinat çiftleriyle tanımlandıktan sonra her bir element için verilen kod numaraları yardımıyla, bu veriler bilgisayar ortamına aktarılarak tablo yapısındaki basit veri tabanlarında saklanırlar (Yomralıoğlu 2000).



Şekil 3.5 Vektör verilerin koordinatlarla kodlanması

Vektörel veriler coğrafi elemanın yapısını yansıtacak koordinat bilgilerini bilgisayar ortamında saklarken, veri hac ıe bağlı olarak bellek kullanımı da söz konusu olmaktadır. Coğrafi varlıkların çoкıuğu ve çeşitliliği itibarıyla, bellek ihtiyacı ya da boyutu verinin büyüklüğüne göre değişir. Örneğin, birbirine komşu iki arazi parçasının bir harita üzerinde çizilerek gösterildiği düşünülür ise, haritadaki grafik çizimde bu iki arazi parçasının ortak sınırı çakışık bir yapıda olduğundan, ayrı ayrı değil, sadece bir kez çizilir. Çizimle gösterimde durum böyle iken, bu iki arazi parçasının sayısal olarak gösteriminde, koordinatla tanımlama yapıldığında, ortak sınıra ait koordinatların her biri, araziler için ayrı ayrı tekrarlanma durumundadır. Bu durumda, sınıra ait koordinatların bilgisayar belleğinde saklanması halinde bir veri tekrarı olacağından, fazladan bellek kullanımı söz konusudur. Böyle bir yaklaşımla, aynı sınırı paylaşan alanların diğer bir deyişle komşu poligonların ortak sınırları tekrar tekrar bilgisayarda saklanmış olacaktır. Bundan kaçınmak için vektörel yapıdaki veriler en basit şekilde, *çizgi-düğüm (arc-node)* adı verilen veri yapısına göre düzenlenip bilgisayar ortamında bu şekilde saklanırlar (Şekil3.6).



Şekil 3.6 Vektör verilerde çizgi-düğüm yapısı

Vektörel verilerin bilgisayar ortamında daha az bellek kullanarak saklanabilmesi için uygulanan çizgi-düğüm veri yapısının, veri tabanlarına özgü dinamik yapıda olabilmesi, bilhassa kullanıcıların veri sorgulamasında daha esnek olabilmeleri için, bu tür veriler iki değişik şekilde bilgisayarda depolanmaktadır. Bu veri depolama yöntemleri

- Spagetti veri depolama yöntemi,
- Topolojik veri depolama yöntemi olarak adlandırılır.

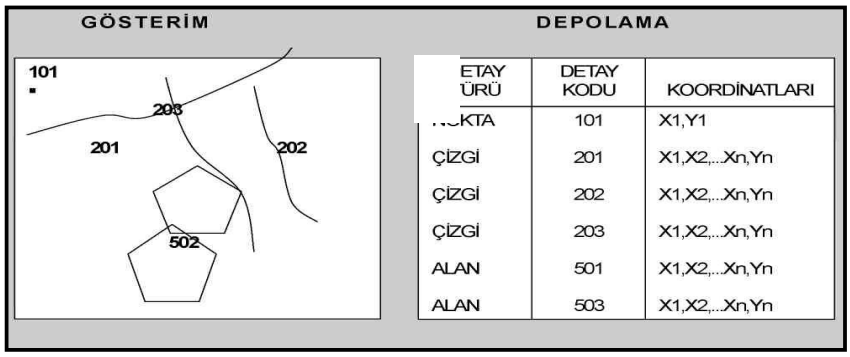
3.3.1.1.Spagetti veri depolama yöntemi

Spagetti veri depolama yönteminde, nokta, çizgi, alan türündeki vektör veriler, temsil ettikleri detayı oluşturan nokta ya da noktalar kümesi şeklinde detayı tanımlayan tek anlamlı bir kod (detay kodu) ve detay türü (nokta, çizgi, alan) ile birlikte depolanır. Aynı ya da farklı detayların çakışması ya da komşu olması durumlarında ortak kenar ve/veya noktalar, her detay için tekrarlanarak depolanır. Ayrıca bu depolama yönteminde bütün detayların, koordinat çiftleri ve detay kodları kaydedilirken, bu detaylar arasındaki komşuluk, sağda-solda olma gibi yön bilgisi, detayın içte veya dışta olma hali gibi konumsal ilişkileri kaydedilmez. Örneğin; bir arazi parseline komşu parseller arasındaki komşuluk ilişkilerinin olup olmadığı araştırılmak istenirse, böyle bir analiz için veri tabanından doğrudan bir yanıt alınamaz. Bu durum spagetti veri yapısını topolojik veri yapısından ayıran en belirgin özelliktir. Spagetti model, herhangi bir konumsal ilişkinin hesaplama sonrasında elde edilmesi gerektiğinden, birçok konumsal analizin gerçekleştirilmesinde yetersiz kalmaktadır. Ancak, sayısal harita çoğaltılmasında etkin bir modeldir, çünkü çizim işlemi için gerekmeyen bilgiler, örneğin konumsal ilişkiler, depolanmamaktadır (Yomralıoğlu 2000) (Şekil 3.7).

Bu yöntemde oluşabilecek geometrik ve topolojik hatalar şunlardır:

- Çizgi detayların kesişme yerlerinde kopukluklar ve taşmalar olabilir.
- Alan detaylar tam olarak kapanmayabilir.
- Alan detaylar üst üste binebilir veya aralarında boşluklar olabilir.
- Detayların çakışma yerleri belli değildir.

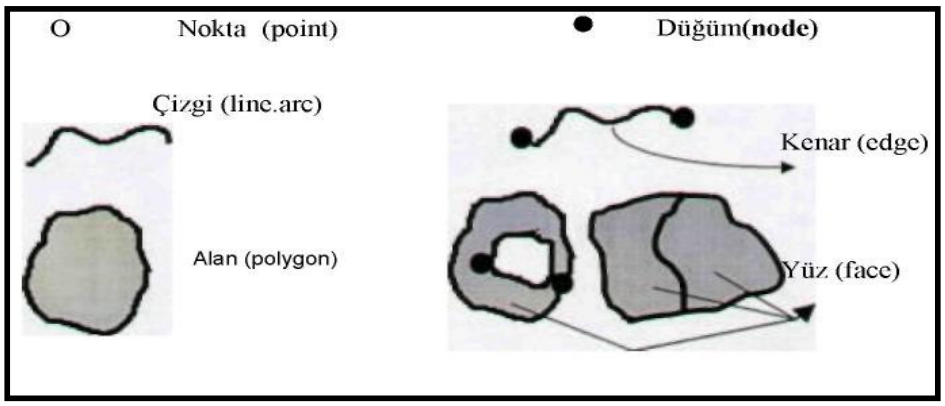
- Komşuluk ilişkileri belli değildir.
- Yön belli değildir.



Şekil 3.7 Spagetti veri depolama yöntemi

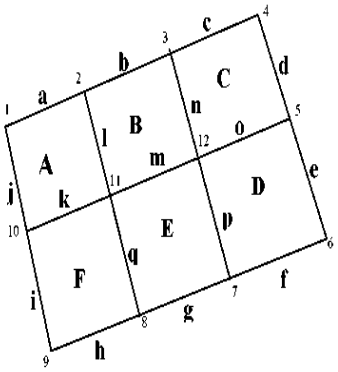
3.3.1.2. Topolojik veri depolama yöntemi

Topoloji; coğrafi veriler için, geometrik olarak tanımlanabilen koordinat, uzunluk, alan, mesafe gibi metrik ilişkilere ilaveten, komşuluk, çakışıklık, içerme, kesişme, paylaşma, birleşme gibi mantıksal ilişkilerin de tanımlanabildiği bir yapı ya da mantıksal ilişkilerin tanımlanmasına yarayan bir yol, bir yöntemdir. Topolojik olmayan (spagetti depolama yöntemi) coğrafi veri yapılarında üç temel grafik detay vardır; nokta (point), çizgi (line, arc) ve alan (polygon). Topolojik veri yapılarında ise noktaya karşılık düğüm (node), çizgiye karşılık kenar (edge), alana karşılık yüz (face) deyimleri yer alır ve bunlara **topolojik elemanlar** denir. Düğüm, bir çizginin başlangıç noktası, bir çizginin bitiş noktası, bir çizginin hem başlangıç hem de bitiş noktası, iki çizginin kesişim noktası ya da bağımsız bir nokta olabilir. Kenar, bir düğüm ile başlayan ve bir düğüm ile biten çizgi elemandır. Yüz ise, kenarlar ile sınırlanmış, bir kenar ile daha fazla bölünemeyen iki boyutlu alandır. Yüz, iki alan detay arasında yer alan başka parçaya bölünmeyen yüzey elamanı şeklinde de olabilir (Bank 1990)(Şekil 3.8).



Şekil 3.8 Topolojik elemanlar

Bilgisayar grafik teknikleri açısından bir haritayı görüntülemek için gerekli olan asgari veri, köşe noktalarına ait koordinatlar ve bu noktaları birleştirecek olan doğrulara ait bilgilerdir. Örneğin Şekil 3.9'da ki imar adası bilgisayar ekranında görüntülenmek istendiğinde, Şekil 3.9.a ve Şekil 3.9.b'de ki veriler şekli çizmek için yeterli olacaktır. Buna göre çizgilerin başlangıç ve bitiş noktalarını Şekil 3.9.b'den, koordinatlarını ise Şekil 3.9.a.'dan alarak imar adası görselleştirilebilir. Kullanıcı, ekranda bu çizime baktığında "Bu imar adasında kaç parsel var?", "Şu parselin komşusu hangi parsellerdir?" gibi soruların cevaplarını kolayca verebilir. Fakat şekli görüntüleyebildiği halde, Şekil 3.9.a ve b deki bilgileri kullanarak yukarıda geçen soruları, bilgisayarın cevaplayabilmesi mümkün değildir. Cevaplayabilmesi için, Şekil 3.9.c'de görülen ilave verilerin de bilgisayara girilmesi gerekir. Böylece, Şekil3.9.c'de ki poligonlardan, sınır çizgileri ortak olanları belirleyerek komşu parseller hakkında bilgi verebilir. Ya da "Bu adada kaç parsel var?", "Şu parselin sınır çizgileri hangileridir?" gibi analizleri sonuçlandırabilir. Yine, parsellerin çevre ve alanlarını hesaplayabilmek için Şekil 3.9.c'de ki verilerin girilmiş olması zorunludur. Yukarıdaki örnek dikkatle incelenirse Şekil 3.9.a'da ki verilerin metrik bilgiler, Şekil 3.9.b'de ki ve Şekil 3.9.c'de ki verilerin ise topolojik özellikler olduğu görülecektir (Batuk ve Karaş 2005).



Sekil 3.9 İmar adası

NN	Y	X
1	..	..
2	..	..
3	..	..

Şekil 3.9.a Koordinatlar

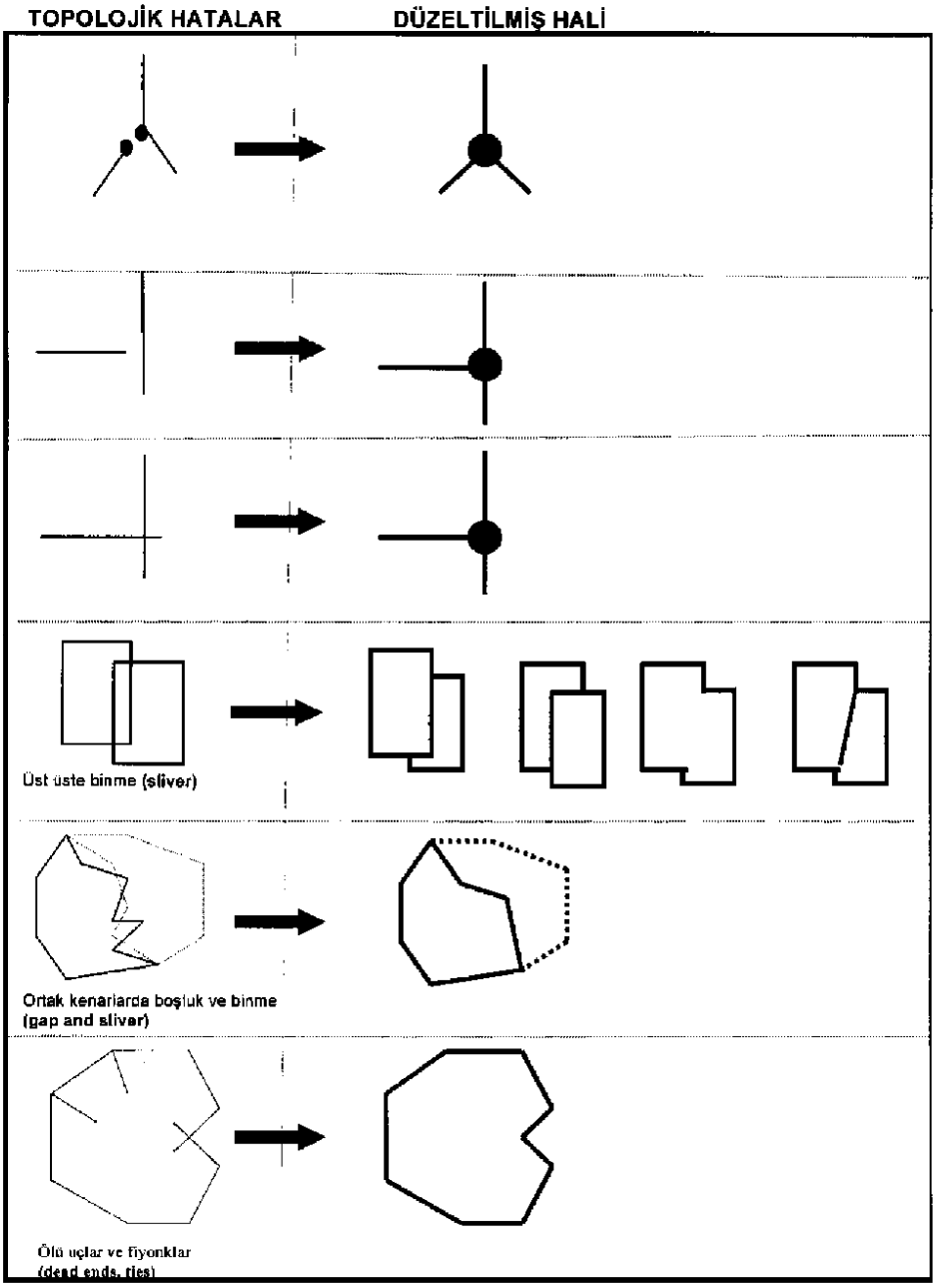
Çizgi No	Başlangıç NN	Bitiş NN
a	1	2
b	2	3
c	3	4
...		

Şekil 3.9.b Doğrular

Parsel No	Çevreleyen Çizgiler
A	a, l, k, j
B	b, n, m, l
C	c, d, o, n
..	...

Şekil 3.9.c Alanlar

Basit veri yapısında oluşabilecek topolojik hatalar ve bunların topolojik editleme ile düzeltilmiş hali Şekil 3.10'da gösterilmiştir.



Şekil 3.10 Topolojik hatalar ve düzeltilmiş hali

Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımlarını çizim ve görüntüleme (CAD) amaçlı yazılımlardan ayıran en önemli fonksiyon topolojik yaklaşımdır. Herhangi bir bilgisayar destekli harita yazılımı için zorunlu olmasa da, bir Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı, coğrafi veriyi gerektiği gibi analiz edebilmek için topolojik ilişkileri içermeye mecburdur (Batuk ve Karaş 2005).

Coğrafi bilgi sistemlerinde konumsal ilişkileri topolojik veri yapısı ile saklamak;

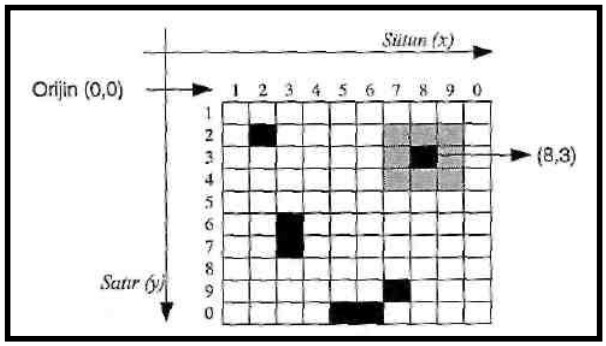
- Konumsal analizlerin (etkin bir şekilde) gerçekleştirilmesine,
- Çakışıklık (detay tanımlarında ortak hat ve düğümlerin yer alması) bir kez tanımlandığından, ortak detayların bir yerde toplanması suretiyle veri tekrarının önüne geçilmesine,
- Geometrik verilerin kendi içinde tutarlı kalmasına,
- Veriye çok daha hızlı erişilmesine sebep olmaktadır.

3.3.2. Hücresel (raster) veri modeli

Coğrafi özelliklerin gösterimleri için kullanılan bir diğer veri modeli de hücresel ya da diğer bir deyişle raster veri modelidir. Hücresel (raster) veri yapısında tüm detay türleri, koordinatları (satır ve sütun numaraları) bilinen resim elemanları (pikseller) ile temsil edilirler. Örneğin bir harita paftasının kapladığı alan raster veri yapısında (nxm)'lik bir grid ağından oluşur. Gridler, aynı boyutta olup, farklı renkte olabildikleri gibi, birbirini izleyen herhangi bir rengin tonlan şeklinde de olabilir. Grid ağı içerisinde yer alan her bir hücre, harita üzerinde ayırt edilebilen en küçük elemanı temsil eder. Nokta detaylar tek bir grid hücresi (resim elemanı) ile çizgi detaylar, üzerindeki grid hücreleri ile; alan detaylar ise, bu alanı kaplayan grid hücreleri ile temsil edilirler**.** Dolayısıyla, her piksel taşıdığı özelliği yansıtmak ve diğer özelliklerden ayırt edilmek üzere farklı bir renk koduna sahiptir. Bu renk kodu, kırmızı, yeşil ve mavi rengin kombinasyonlarını ifade eder. Bu üç rengin her birinin 256 renk tonu taşıması sayesinde, bir piksel 16.777.216 farklı renk içerebilir.

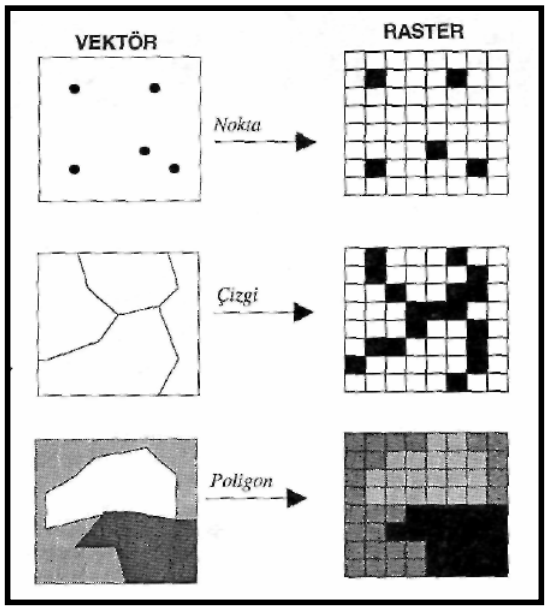
Vektörel veri modellerinde olduğu gibi, raster modellerin de bilgisayar ortamında saklanabilmesi için konum yani koordinat bilgisine ihtiyaç vardır. Şekil 3.11'de görüldüğü gibi, raster veri modelinde her bir konum ayrı bir piksel ile ifade edilir. Bu tür raster gösterimlerde her bir hücrenin koordinatı, satır *{row)* ve

sütun *(column)* numarasıyla belirlenirken, koordinat başlangıcı olarak daima, sol-üst köşe başlangıç olarak alınır. Yatay eksen *X* (sütun), düşey eksen *Y* (satır) olarak adlandırılır (Yomralıoğlu 2000).



Şekil 3.11 Raster verilerde koordinat sistemi

Vektörel gösterimde olduğu gibi, nokta, çizgi ve poligon şeklindeki coğrafi elemanların gösterimleri, raster veri modeliyle de ifade edilebilirler. Şekil 3.12'de görüldüğü üzere; *Nokta;* grid modelindeki tek bir piksel ile, *çizgi;* lineer haldeki bir dizi piksel serisiyle, *poligon* ise; bir birine komşu olan bir grup piksel ile gösterilir. Vektörel gösterimde çizgi kalınlıklarındaki değişime bağlı olarak görüntü hassasiyeti değişirken, raster gösterimde piksel büyüklüğü görüntü hassasiyetini etkiler. Yine vektörde, örneğin, sürekli bir çizgi yer yer kalınlık değişikliği göstermesine karşın, raster gösterimde böyle bir yaklaşım mümkün değildir. Piksel büyüklükleri sabit olup, tek bir hücrenin tamamı aynı coğrafi detay özelliğini taşımak durumundadır. Bu bakımdan raster gösterimde, başlangıçta piksel büyüklüğü tespiti büyük önem taşır (Yomralıoğlu 2000).



Şekil 3.12 Coğrafi veri elemanlarının Raster gösterimi

Raster gösterim vektör gösterime göre daha çok yer kaplar. Çünkü vektörel gösterimde harita üzerindeki boş alanlar bellekte tutulmazken, raster gösterimde tüm alanlar bellekte saklanmak durumundadır. Bu durumda raster yapıdaki verilerin sıkıştırılarak bellekte saklanması söz konusu olmakta ve bunun için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Piksel boyutu küçük olan bir başka ifadeyle çözünürlüğü yüksek görüntülerin bilgisayar ortamında saklanabilmesi için daha çok belleğe ihtiyaç vardır. Örneğin 1m. çözünürlüklü bir uydu görüntüsü bilgisayar ortamında 10 m. çözünürlüklü bir uydu görüntüsüne göre çok daha fazla yer kaplar. Genelde raster veriler bellek sıkıntısı yüzünden sıkıştırılarak kullanılır.

3.4. Meta Veriler

CBS'de veri kavramı içerisinde konumsal ve öznitelik verisi olarak tanımladığımız coğrafi verilerin sistem için önemi büyüktür. Çünkü CBS için bu verilerin toplanması ve ilişkilendirilmesi, zaman emek ve maliyet gerektiren önemli

işlerden birisidir. Meta veriler dediğimiz veriler ise toplanan bu veriler hakkındaki verilerdir (Altan ve Demirel 2005). Meta veri verinin kimin tarafından, nerede, ne zaman, nasıl toplandığı, verinin günümüzde kime ait olduğu gibi bilgilerden oluşmaktadır. Bu yüzden meta veri genellikle veriler hakkındaki veriler olarak da adlandırılmaktadır. Bir kütüphanedeki kitaplar hakkındaki bilgilerin bulunduğu kataloglardaki bilgiler meta veri için iyi bir benzetmedir. Meta veri, veriler hakkında bilgi içermesi ve verinin paylaşımını kolaylaştırması, veriye kolay erişim sağlaması ve veriye anlam kazandırması bakımından önemlidir. Aslında **veri** ve **meta veri** arasında mantıksal bir ayrım yapılamaz. **Meta veri**, veri tabanının tamamlayıcı bir parçasıdır. Meta verinin iki temel işlevi bulunmaktadır. Bunlar:

- Verinin nasıl elde edileceğine, veriye nasıl erişileceğine ve verinin varlığının belirlenmesine yol göstermek,

- Veri tabanı içeriğinin, kalitesinin ve detaylarının belgelendirilmesi ve kullanıma uygunluğu hakkında bilgi vermektir.

Verilerin toplandığı kaynağın adı, verinin duyarlılığı, kalitesi, veri tabanına depolanma tarihi, güncelleştirilme tarihi, birer meta veri olabileceği gibi, verilerin sınıflandırılma şekilleri, kullanılan tabakaların, detayların, özniteliklerin isim ve türleri, birbirleri ile olan ilişkileri, tanım kümeleri gibi verilerde birer meta veridir. Sözü edilen meta verilerden yeryüzündeki nesnelerin temsilinde kullanılan konumsal veriler, (örneğin yol genişliğinin elde edildiği veri kaynağı ya da dere detayının güncelleştirilme tarihi gibi) konumsal veri tabanında birer öznitelik olarak tutulabilirken, veri tabanında bulunan verilerin organizasyonu ve bu verileri tanımlamada kullanılan meta veriler (örneğin tabaka, detay, öznitelik isimleri, detayların öznitelikleri, özniteliklerin alabileceği değerler gibi) ise konumsal veri tabanından ayrı bir veri seti olarak saklanmaktadır. Bir veri tabanının veri yapısı tanımlamaları, içerdiği verilerin özellikleri, verilerin birbirleri ile olan ilişkileri gibi meta verilerin bir katalog şeklinde hazırlanmış haline **veri sözlüğü** adı verilmektedir (HGK 2000).

Meta veriler CBS için vazgeçilmez verilerdir. Özellikle veri kalitesinin artırılması, standardının yükseltilmesi ve verinin tekrarlı bir şekilde toplanmasına büyük ölçüde engel olunması amacı ile meta veri yani veri hakkındaki veri oldukça

önem arz etmektedir. Türkiye Ulusal CBS kurulması aşamasında belirlenen ulusal düzeyde üretilecek ve paylaşılacak meta veriler Çizelge 3.1 de sunulmuştur (TKGM 2006).

SIRA NO	METAVERİ
1	TÜR
2	AD
3	TANIM
4	KAPSAM
5	ÖLÇEK_DÜZEY
6	ÇÖZÜNÜRLÜK
7	RENK_DERİNLİĞİ
8	YATAY_DATUM
9	DÜŞEY_DATUM
10	ELİPSOİD
11	İZDÜŞÜM_SİSTEMİ
12	İZDÜŞÜM_SİSTEMİ_BİLGİSİ
13	ÖLÇÜ_BİRİMİ
14	FORMAT
15	YATAY_DOĞRULUK
16	YATAY_DOĞRULUK_ÖLÇÜTÜ
17	DÜŞEY_DOĞRULUK
18	DÜŞEY_DOĞRULUK_ÖLÇÜTÜ
19	SUNUŞ_BİRİMİ
20	SUNUŞ_BİRİMİ_BOYUTU
21	ÖZNİTELİKLER
22	KAYNAK
23	KAYNAK_ÖLÇEĞİ
24	KAYNAK_TARİHİ
25	KAYNAK_ÜRETİCİSİ
26	ÜRETİM_YÖNTEMİ
27	ÜRETİM_TARİHİ
28	GÜNCELLEME_TARİHİ
29	KULLANIM_AMACI
30	ÜRETİCİ
31	ÜRETİCİ_İLGİLİSİ
32	VERİ_SAHİBİ
33	VERİ_SAHİBİ_İLGİLİSİ
34	GİZLİLİK_DERECESİ
35	TELİF_HAKKI
36	VERİNİN_FİYATI
37	AÇIKLAMA

Çizelge 3.1 Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi meta verileri

4. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİNDE COĞRAFİ VERİ KALİTESİ, DEĞİŞİMİ VE DEĞİŞİM STANDARDI

CBS içinde, gerek toplanması ve depolanması gerekse analizi ve sorgulanması yönleriyle en çok öneme sahip olan verinin/bilginin değeri her geçen gün artmaktadır. CBS'nin veri bileşeni sistemin en değerli parçasıdır. Özellikle verinin toplanması aşamasında oldukça fazla seviyede zaman, personel ve para gerekmektedir. Bu konuda tasarruf sağlamak için değişik kaynaklarca toplanan bilgi, ihtiyaç duyan kullanıcılar arasında paylaşılmak istenmekte fakat bilgi değişimi esnasında çeşitli sorunlar ile karşılaşılmaktadır.

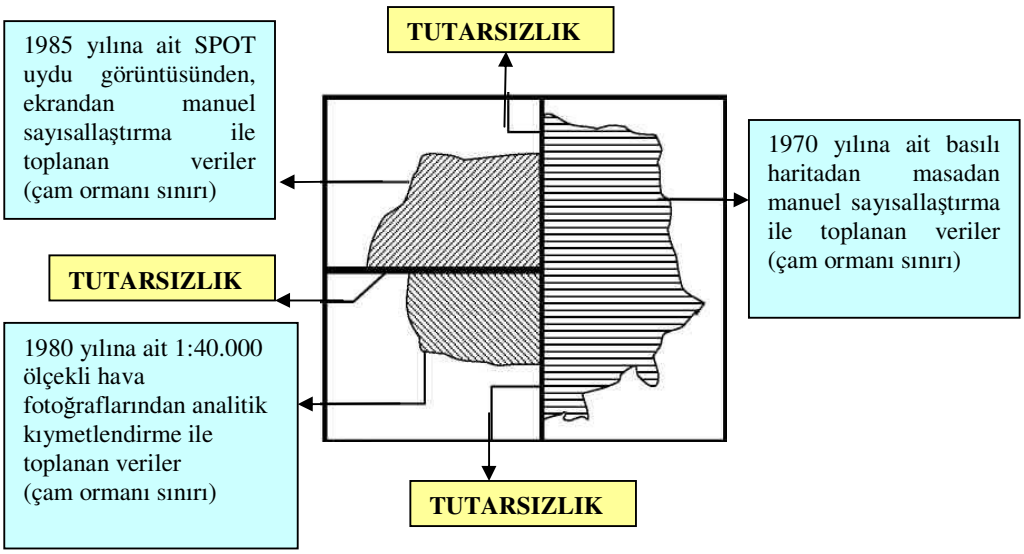
Sayısal coğrafi bilgilerin toplanması, depolanması, işlenmesi, analizi ve sunulmasında kullanılan yazılım, donanım ve standartların gerek kurum, gerek ulusal, gerekse uluslararası düzeyde farklı olabilmesi, bu bilgilerin değişiminde ortak standart geliştirme ve kullanma ihtiyacını beraberinde getirmektedir. Sayısal coğrafi bilginin sorunsuz olarak değişimi ve bütünleşmesi, sayısal coğrafi bilgi pazarının oluşturulması, bilgiye olan güvenin arttırılması ve böylece maliyet, zaman ve personel tasarrufu sağlanması gerekir. Bu amaçla; kullanılan veri yapısı, veri modeli, veri formatı, terminoloji, veri kalitesi, birim ve referans sistemi, veri kodlama katalogu ve veri değişim medyası konularında standartların tanımlanması gereklidir (Taştan 1996).

4.1. Coğrafi Veri Kalitesi

Uluslararası Standardizasyon Kuruluşunun (International Standardization Organization) (ISO) 8402 No.lu standardı olan ISO 8402' ye göre ***kalite,*** bir ürün ya da hizmet biriminin tespit edilen ve öngörülen ihtiyaçları karşılama konusundaki uygunluğa ilişkin göstergelerin bütünüdür. Başka bir anlatım ile ***kalite,*** bir ürün ya da hizmetin, üretici açısından istenen koşulları karşılaması ve kullanıcı açısından amaca uygun olması konularında, istatistiksel anlamda ölçülebilen, olumlu ya da olumsuz ayırt edici özellik ve karakteristikleri tanımlayan göstergelerin bütünüdür. Bu tanımdan, aynı ürün ya da hizmete ilişkin kalitenin kullanıcı ve üretici açısından

farklı algılanabileceği çıkarımı yapılabilir. Örneğin bir A1 ürünü, A üreticisi için, hedeflediği AK koşullarını sağladığından ***kaliteli*** olarak nitelendirilirken; amaca uygun olmaması nedeniyle B kullanıcısı tarafından kalitesiz olarak değerlendirilebilir. Yani kalite kavramı üreticiden üreticiye ve kullanıcıdan kullanıcıya göre değişebildiğinden göreceli (subjektif) niteliktedir (Taştan 1996).

Değişik uygulama alanlarında ve değişik amaçlara yönelik olarak, Coğrafi Bilgi Sistemi teknolojisinden yararlanma olanaklarının varlığı, birçok farklı kaynaktan ve farklı yöntemlerle toplanan coğrafi verilerin bütünleştirilmesine olanak tanımaktadır. Farklı kalitedeki bu coğrafi verilerin gerek bütünleştirilmesi gerekse etkin olarak kullanımında bu verilere ilişkin kalite bilgileri büyük önem taşır. Coğrafi veri kalitesini; coğrafi verilere ilişkin konum doğruluğu, detay doğruluğu, öznitelik doğruluğu, tutarlılık, tamlık, güncellik ve metaveri bilgileri oluşturur. Coğrafi veriler, farklı doğruluk, tutarlılık, tamlık ve güncellikteki çeşitli kaynaklardan toplanmış olabilir. Kaynaklardaki bu kalite farklılığının yanı sıra, veri toplama yöntemleri ve veri toplama hızı da veri kalitesinde homojensizliğe yol açar. Böylece, coğrafi veritabanında yer alan veriler, farklı kaliteye sahip olabileceğinden tutarsızlıklar içerebilir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Coğrafi veri kalitesinde ki farklılaşma

Coğrafi veriler kullanılarak verilen kararların doğruluk ve güvenirliği, veri kalitesine bağlıdır. Coğrafi veri kalitesi ise; kullanıcının türüne, kullanıcının coğrafi bilgi konusundaki bilgi düzeyine, coğrafi bilginin kullanıldığı uygulama alanı türüne (kullanım amacına), coğrafi bilgi kullanılarak verilecek kararların türü ve önemine ve ayrıca verilecek kararlara coğrafi verilerin tahmin edilen etki derecesinin düzeyine göre değişebilir. Coğrafi veri kalitesi tıpkı kalite gibi göreceli bir kavram olduğundan gerek kullanıcıya ve gerekse üreticiye göre değişiklik gösterir. Ancak coğrafi verilerin mutlaka belirli bir kalite seviyesinde olması gerekir. **Diğer taraftan coğrafi veri kalitesi düzeyinin, her kullanıcının her türlü amacına göre belirlenmesi mümkün olmayacağından, ulusal, uluslar arası ya da bölgesel olarak belirlenmiş belli kalite standartlarına sahip coğrafi ürünlerin tanımlanması ve üretim esnasında, tanımlanan ürün standartlarının hedeflenmesi daha uygun bir çözüm olarak görülmektedir** (Altan ve Demirel 2005).

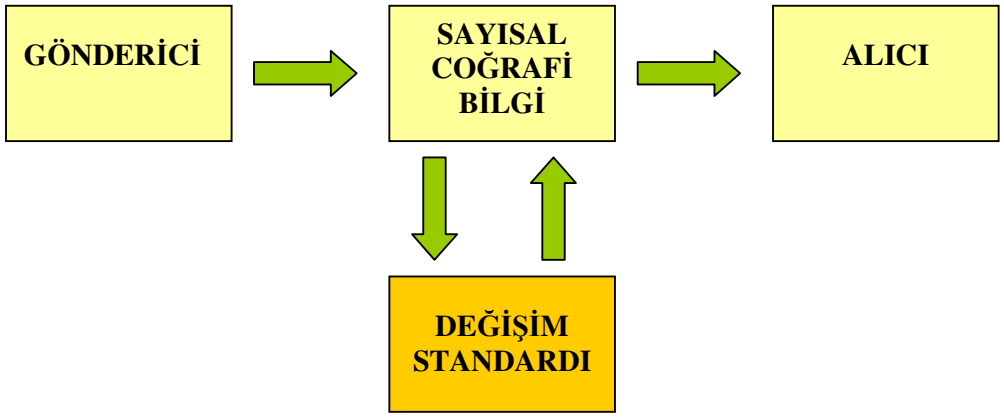
Ayrıca veri kalitesi bilgilerinin bilinmesi, kullanıcıların veriye olan güvenlerini arttırırken, bu verilerin kullanım alanlarının belirlenmesine ve sonuçta bu coğrafi verilere dayanarak verilen kararlardaki tutarlılığın saptanmasına olanak tanır. Düşük kalitedeki coğrafi veriler kullanılarak verilen kararların hatalı ve güvenirliliğinin az olması olasılığı yüksektir. Coğrafi veri kalitesine ilişkin bilgiler, verilerin belli bir uygulama alanı için kullanılabilirliği konusundaki uygunluğunun tespit edilmesi, uygulama için önemli olan kalite bileşeninin dikkate alınması ve ayrıca değişik karar seçeneklerinin değerlendirilmesi konularında da kullanıcıya yardımcı olur. Bu nedenle coğrafi veri kullanıcıları, talep ettikleri veriler ile birlikte bunlara ilişkin kalite bilgilerini de istemelidirler.

4.2.Coğrafi Veri Değişimi

Uygarlığın gelişiminde bilginin, bilgiyi paylaşmanın, paylaşılan bilgiyi kullanarak yeni bilgiler üretmenin payı oldukça yüksektir. Teknolojinin ulaştığı seviye göz önüne alındığında; bilgi paylaşımı, kullanımı ve yeni bilgiler elde edilmesinde bilgisayar ve iletişim, diğer bir ifade ile bilişim teknolojileri vazgeçilmez olmuştur.

Maddi olan her şeyin paylaşıldıkça azaldığı, verinin/bilginin ise paylaşıldıkça, çoğaldığı, kendini yenilediği bir gerçektir. Ancak veri toplama aşamasında oldukça fazla miktarda zaman, emek, para ve personel gerekmesi ve bu konuda tasarruf etmek amacıyla değişik kaynaklardan toplanan verinin paylaşılmak istenmesi ülkeleri gerek kendi bünyelerinde ve gerekse uluslar arası alanda bilgi paylaşımını etkin kılacak veri değişim standartları oluşturmak zorunda bırakmaktadır.

Her hangi bir coğrafi verinin bir kullanıcıdan başka bir kullanıcıya aktarma işlemine **veri değişimi** adı verilir. Bilgilerin sayısal coğrafi veri olması durumunda **Sayısal Coğrafi Veri Değişimi** kavramı ortaya çıkar. Bu kavramın gerçekleşmesi için bilgiyi gönderen ve alıcının aynı standardı kabul etmesi ve kullanması gerekmektedir. Kısaca coğrafi veri değişiminde sayısal coğrafi veri/bilgi, gönderici, alıcı ve değişim standardı olmak üzere dört temel bileşenin olduğu söylenebilir (Taştan 1996) (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Coğrafi veri değişiminde bileşenler

4.2.1. Coğrafi veri değişiminde sorunlar

Coğrafi veri değişiminde fiziksel, yapısal ve modellendirme sorunları adıyla üç temel sorun vardır.

4.2.1.1. Fiziksel sorunlar

Coğrafi veri değişiminde kullanılan manyetik ortam (CD/ROM, DVD, TEYP… vb) üzerine verilerin kaydedilmesi ve buradan okunması konularında gönderici ve alıcı arasındaki farklılıklar fiziksel sorunları oluşturur. Bu sorunlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Veri yoğunluğunun uyuşumsuzluğu (1600 dpi.6250 dpi vb.)
- Blok boyutunun uyuşumsuzluğu (512K,5120K vb.)
- Kayıt uzunluğu uyuşumsuzluğu (80 karakter, 132 karakter vb.)
- Alfasayısal bilgilerin kodlanmasındaki uyuşumsuzluk (ASCII, EBCDIC)

4.2.1.2. Yapısal (mantıksal) sorunlar

Coğrafi verilerin göndericisi ve alıcısının kullandığı yazılımların esas aldığı veri yapılarının farklı olması yapısal sorunları oluşturur. Örneğin bir yazılım spagetti veri yapısını kullanırken başka bir yazılım topolojik veri yapısını kullanabilir. Bu durumda birinci tür yazılım ile hazırlanan ya da kullanılan verilerde bir kenarın başladığı ve bittiği düğüm noktaları tanımsız olduğu gibi kesişen kenarların keşişim noktaları da tanımsızdır. Böylece farklı yapılardaki verilerin kullanımı ya imkansız ya da veri kaybı sonucu sınırlı olmaktadır.

4.2.1.3. Modellendirme (semantik) sorunları

Gerçek dünyanın bilgisayar ortamında modellendirilmesinde ilişkisel hiyerarşik ağ modeli gibi çeşitli modeller kullanılmaktadır. Mevcut coğrafi bilgi sistemi yazılımları bu modellerden birine uygun olarak verileri tutmaktadır. Yazılımlardaki farklılık veri modellendirmede de farklılığa neden olabileceğinden farklı modellerdeki verilerin kullanımı imkansızlaşacaktır. Örneğin ilişkisel veri modelinde

karayolu, köprü gibi gerçek dünya varlıkları ayrı ayrı tutulurken; hiyerarşik veri modelinde bu varlıklar hiyerarşik bir yapıda örneğin yol>karayolu>köprü olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle bu varlıklara ilişkin detayların ve özniteliklerin tanımlandığı kataloglar farklı olabilmektedir. Bu farklılık veri değişiminde sorun oluşturur.

Bu sorunları ortadan kaldırmak için sayısal coğrafi bilgi değişimine ilişkin bir standardın oluşturulması ve bu standardın gönderici ve alıcı tarafından kabul edilmesi gereklidir.

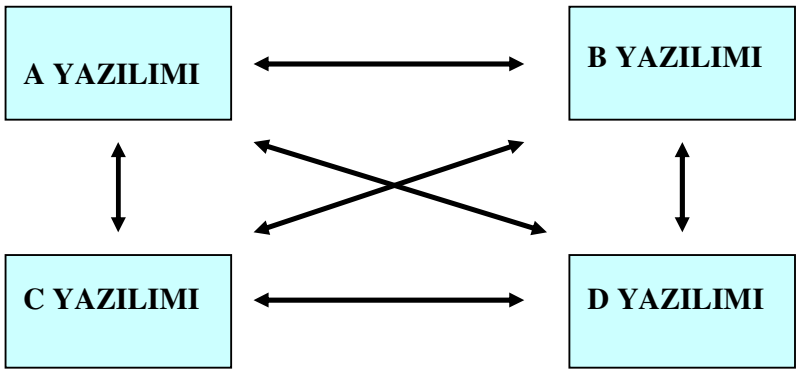
4.2.2. Coğrafi veri değişiminde yöntemler

Coğrafi veri değişiminde ağ, ring ve yıldız olmak üzere üç temel yöntem vardır (Taştan 1996).

4.2.2.1. Ağ yöntemi

Bu yöntemde, değişimi yapılacak her bir yazılım formatı arasında karşılıklı dönüşümü sağlayacak dönüşüm programları kullanılır. Bu yöntemde, n adet yazılım için n(n-l)/2 adet (örneğin 4 yazılım için 6 adet) karşılıklı dönüşüm programına ihtiyaç vardır (Şekil 4.3).

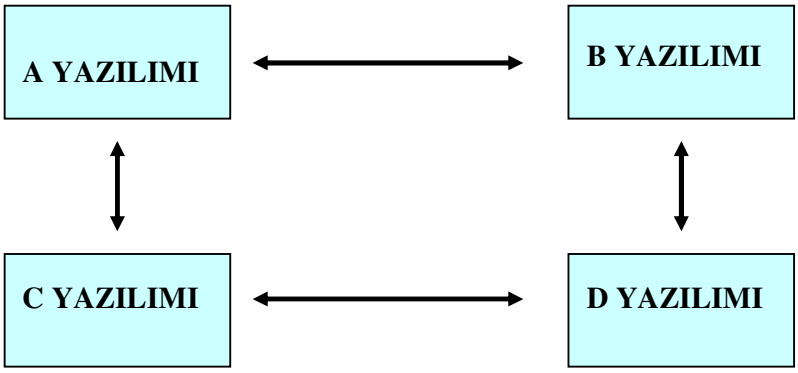
Bir yazılımın formatında yapılan bir değiştirme, n-1 adet dönüşüm programının da değiştirilmesini gerektirir. Ayrıca dönüşümler esnasında yapısal ve modellendirme sorunlarından kaynaklanan veri kaybı söz konusu olabilir.



Şekil 4.3 Ağ yöntemi

4.2.2.2. Ring yöntemi

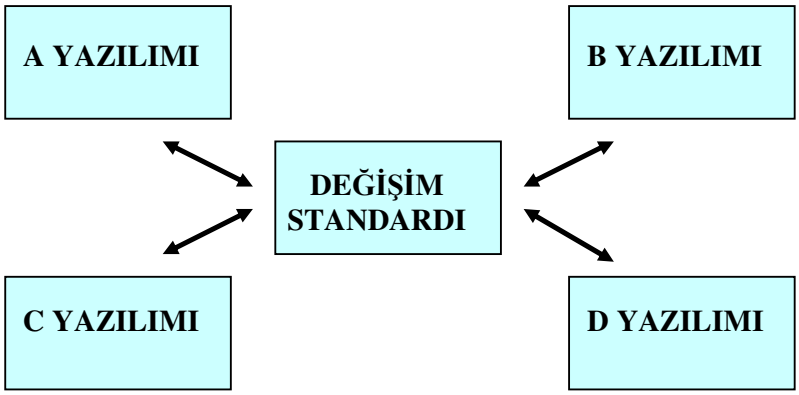
Bu yöntemde iki komşu yazılım arasında dönüşüm programı kullanılır. Bu yöntemde n adet yazılım için n adet karşılıklı dönüşüm programına ihtiyaç vardır (Şekil 4.4). Bir yazılımın formatında oluşan değişiklik sadece 2 adet dönüşüm programının değiştirilmesini gerektirir. Fakat kullanılan yazılımlardan sadece bir tanesinin çalışmaması durumunda bu yazılım üzerinden yapılan tüm dönüşümler olanaksızlaşır. Bu yöntemde de dönüşüm esnasında veri kaybı söz konusu olabilir.



Şekil 4.4 Ring yöntemi

4.2.2.3. Yıldız yöntemi

Bu yöntemde; tüm yazılımlardan ortak bir değişim standardı formatına dönüşüm yapılır. Aynı şekilde burada da n adet yazılım için n adet karşılıklı dönüşüm programına gerek vardır (Şekil 4.5). Fakat bir yazılımın olmaması diğer yazılımlar arasındaki veri değişimini engellemez. Ayrıca farklı veri yapıları ve modelleri arasındaki dönüşümden kaynaklanan veri kaybı en aza indirgenir.



Şekil 4.5 Yıldız yöntemi

4.3. Coğrafi Veri Değişim Standardı

Sayısal coğrafi bilgilerin toplanması, depolanması, işlenmesi ve sunulmasında kullanılan yazılım ve donanımların farklı olması ayrıca bu konularda uygulanan yöntem ve standartların farklılığı, bu bilgilerin değişiminde ortak standart geliştirme ve kullanma zorunluluğunu ortaya çıkartmıştır.

Coğrafi veri değişiminde standartlar genel olarak kullanılan veri yapısı ve formatını, veri kodlama katalogunu (detay ve öznitelik kodlama katalogunu), manyetik medyayı (disket, CD/ROM, teyp vb.) ve idari işlemleri tanımlamaktadır. Bu standartlar genelde bir doküman (kitap) niteliğinde olup, standarda konu olan verilerin hazırlanmasında ve kullanılmasında ve ayrıca çeşitli sayısal coğrafi veri ürünlerine ilişkin üretim ve değişim standartlarının hazırlanmasında esas alınır. Dolayısıyla standartlar kapsamında hazırlanan ürünlerde, ürün ölçeği, projeksiyonu, datumu, detay ve öznitelik kapsamı gibi ürüne bağımlı bilgiler yer alır. Kısaca genel standart yapıları kullanılarak çok sayıda standart ürün elde edilebilir. Bu konuya örnek olarak NATO tarafından geliştirilen Sayısal Coğrafi Bilgi Değişim Standardı (Digital Geographic information Exhange Standard)(DIGEST) isimli veri değişim standardı kullanılarak hazırlanan Vektör Ürün Formatı (Vector Product Format) (VPF) isimli standart ürün verilebilir.

Coğrafi Bilgi Sisteminin en büyük parçası olan verinin bazı standartlar çerçevesinde standart bir ürün olarak hazırlanması, bu ürün kullanılarak oluşturulacak bir CBS'nin de standart olmasına neden olacaktır.

4.3.1. Coğrafi veri değişiminde standardizasyonun amacı

Coğrafi veri değişiminde standardizasyonun amacını somut hale getirecek olursak bunları beş ana yapıda toplayabiliriz. Bunlar;

- **Bilgi transferinin sağlanması:** Bilgi değişiminde karşılaşılan sorunları ortadan kaldırarak ulusal ve uluslararası düzeyde sayısal coğrafi bilgilerin karşılıklı kullanımı sağlanır. Böylece yazılım donanım ve modellendirmeden bağımsız bir bilgi değişimi gerçekleştirilir.
- **Veri entegrasyonunun sağlanması:** Çeşitli düzeylerde müşterek sistem geliştirme çalışmalarına olanak tanınarak veri entegrasyonu gerçekleştirilir.
- **Pazar oluşturulması:** Üretimde temel hedeflerden bir tanesi de kullanılan zaman, personel ve malzemenin amortismanı sağlayıp kar elde etmektir. Bilgi değişim standardının olmaması bilgi değişimini engellerken üretilen bilgilerin satılması ya da satın alınmasını, yani sayısal coğrafi bilgi pazarı oluşmasını da engeller.
- **Maliyet, zaman, personel tasarrufunun sağlanması:** Bilginin değişimi ile bilgi toplamadaki tekrarlar önlenir ve böylece maliyet, zaman ve personel tasarrufu sağlanır.
- **Bilgiye olan güvenin arttırılması:** Sayısal coğrafi bilginin tanımlı bir standartta olması, olası veri hatalarını ortadan kaldıracağından sayısal coğrafi bilgiye olan güven, dolayısıyla talep ve kullanım oranı artar.

4.3.2. Coğrafi veri değişim standardının bileşenleri

4.3.2.1. Terminoloji standardı

Coğrafi veri değişimi kapsamında kullanılan detay öznitelik veri modeli vb. terimlerin tanımlandığı bölümdür. Genelde tüm standartlarda bu bölüm de yer alır.

4.3.2.2. Veri modeli standardı

Desteklenen veri yapıları (spagetti vektör, topolojik vektör, raster, matris…vb) ve veri tabanı modelleri (ilişkisel, ağ, hiyerarşik) ile ilgili tanımlamalar ve kavramsal şema gösterimlerinin yer aldığı bölümdür. Vektör veriler nokta çizgi alan ya da yazı tipinde olabilir. Raster veriler içerdikleri resim elemanlarına ilişkin radyometrik bilgileri (elektromanyetik yansıma değerlerini) matris veriler ise radyometrik olmayan bilgileri (yükseklik, gravite değeri, nüfus… vb bilgileri) temsil ederler. Her standart tüm detay tiplerine ilişkin tüm veri yapılarını desteklemeyebilir Örneğin NTF, EDIGEO ve DIGEST tüm veri yapılarını tüm veri tipleri için desteklerken; DLG yalnız çizgi tipindeki verileri, SIF ve DXF ise yalnız çizgi ve nokta tipindeki detaylar için ve yalnız spagetti veri yapısını desteklemektedirler.

4.3.2.3. Veri sınıflandırma standardı (detay ve öznitelik kodlama katalogu)

Hakkında bilgi toplanacak gerçek dünya varlıkları, bunlara ilişkin tutulacak bilgilerin ve bilgi toplamada uyulacak kuralların tanımlanarak modellendirildiği bölümdür. Bu standart, Detay ve Öznitelik Kodlama Katoloğu (DÖKK) olarak da bilinir. Bazı standartlar için belli katalogların örneğin DIGEST için FACC, EDBS için ATKIS, EDIGEO için NOMENDATURE ve EDIGEO, DLG için DLG FEATURES CODES ve ETF için ETDB isimli katalogların kullanımı zorunlu iken; bazıları ise böyle bir kısıtlama getirmeyip örneğin NTF gibi gönderici ile alıcının üzerinde mutabık kaldıkları herhangi bir detay kodlama katalogunun kullanımına olanak tanır. Bazı standartlar için ise örneğin DXF, SIF gibi herhangi bir katalog

kullanım gereği zaten yoktur (Taştan 1996). Genel olarak detay ve öznitelik katoloğu (DÖKK), aşağıdaki bilgileri içerir:

* Detaylar (kodları, isimleri ve tanımları),
* Öznitelikler (kodları, isimleri ve tanımları),
* Öznitelik değerleri (kodları, isimleri ve tanımları),
* Her detaya ilişkin Öznitelikler ve alabileceği değerler,
* Veri toplama kriterleri ve detay tipleri (nokta, çizgi, alan ve yazı).

4.3.2.4. Veri sözlüğü standardı

Detay ve öznitelik katoloğu (DÖKK) kapsamında yer alan özniteliklerin tipi (karakter, tamsayı vb.), bellekte kaplayacakları alan uzunluğu (10 byte, 4 byte vb.) gibi bilgilerin tanımlandığı bölümdür. Bu bölüm her standartta olmayabilir. Örneğin DIGEST, EDIGEO ve SDTS içinde var iken SIF ve DLG kapsamında yoktur.

4.3.2.5.Veri kalitesi standardı

Değişimi yapılan sayısal coğrafi bilgilere ilişkin ne tür kalite bilgilerinin tutulacağının tanımlandığı bölümdür. 9 çeşit veri kalitesi bilgisi (bileşeni) vardır:

* Veri seceresi (veri kaynağının türü, ölçeği, adı, baskı/üretim tarihi, kıymetlendirme tarihi, kıymetlendiren operatör, kurum adı vb.),
* Konum doğruluğu (yatay konum doğruluğu ve düşey konum doğruluğu),
* Öznitelik doğruluğu (sürekli öznitelikler [örnegin UZUNLUK] için standart sapma, kesikli öznitelikler için [örneğin TOPRAK CİNSİ] için güvenilirlik yüzdesi),
* Güncellik,
* Mantıksal tutarlılık,
* Detay tamlığı (yüzde olarak),
* Öznitelik tamlığı (yüzde olarak),
* Gizlilik derecesi (tasnif dışı, hizmete özel, gizli ve çok gizli),
* Yayınlanabilirlik (telif hakları).

Bu bilgiler, tüm veri seti için ve/veya detay sınıfları ve/veya detaylar için tanımlanabilir (Örneğin SDTS, NTF, DIGEST, EDIGEO). Bazı standartlarda sadece

tüm veri setine ilişkin kalite bilgileri vardır (Örneğin DLG), bazılarında ise bu bölüm hiç yoktur (Örneğin DXF, SIF).

4.3.2.6. Birim ve referans sistemi standardı

Değişimi yapılacak koordinat, mesafe, yükseklik gibi verilerde kullanılacak birim ya da birimler ile datum, elipsoit, izdüşüm sistemi gibi referans sistemi hakkındaki bilgilerin tanımlandığı bölümdür.

4.3.2.7. Değişim medyası standardı

Bu bölümde desteklenen medya türü (CD/ROM [ISO 9660], manyetik teyp cartridge [ISO 4341], manyetik teyp kaseti [İSO 4341], manyetik teyp [ANSI X3.27], disket [ISO 9293] vb.), veri kayıt uzunluğu/blok uzunluğu, medya etiketleme kuralları tanımlanır. Bilgisayar ağı haberleşme sistemlerinin yaygınlaşması ile bu standardın yerini, FDDI (Fiber Distributed Data Interface), TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) ve OSI (Open Systems Interconnect) gibi standartların alacağı muhtemeldir (Taştan 1996).

4.3.2.8. Değişim formatı standardı

Bu bölümde, veri transfer kütüğünün mantıksal ve fiziksel yapısı ile verinin kodlanmasında kullanılan yöntemin (ASCII, EBSDIC, binary) türü tanımlanır. Bazen bu değişim formatı standardı kavramı, hatalı olarak coğrafi değişim formatı kavramı yerine de kullanılmaktadır.

Bu bölümde kullanılan standartlar Çizelge 4.1 ve kısaltmalar Çizelge 4.2 de sunulmuştur (Taştan 1996).

Çizelge 4.1 Değişim standartları

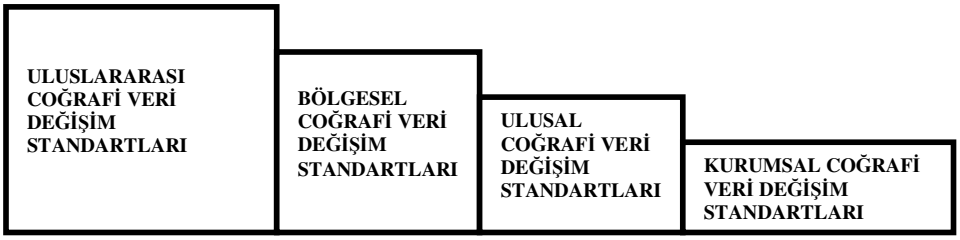
COĞRAFİ VEKTÖR	**COĞRAFİ RASTER**	**COĞRAFİ MATRİS**	**GRAFİK VEKTÖR**	**GRAFİK RASTER**	**NON-GRAFİK VERİTABANI KÜTÜĞÜ**	**NON-GRAFİK KLASİK KÜTÜK**
DIGEST-C (VRF)	ADRG	USGGS/DEM	DXF	GEOTIFF	INFORMIX	UNIX
DIGEST-A (ISO 8211)	CADRG	DIGEST/DTM	IGDS	TIFF	INGRESS	VMS
DIGEST-B (ISO 8824)	CIB	NIMA/DTED	SIF	PCX	ORACLE	IBM/DOS
SDTS (ISO8211)	CRP	ARCINFO TIN	IGES	TARGA	SYBASE	WIN/WORLD
NTF (BS6690)	GRASS	ARCINFO GRID	CGM	BMP	INFO	WORLD PERFECT
EdiGEO (ISO8211)	ERDAS	ARCINFO LATTICE	HPGL	BIL	ACCESS	
ARC/INFO Coverage	ARCINFO GRİD	INTERGRAPH TTN	GKS	BIP	FOXPRO	
ARC/INFO Export	GenaCELL	INTERGRAPH GRD	PHIGS	HPGL2	DBASE	
ARC/VIEW Shape			EPS	Intergraph RGB		
MGE/SX Export				Intergraph COT		
MGE/Dynamo OS						
MAPINFO						

Çizelge 4.2 Kısaltmalar ve anlamları

KISALTMA	**AÇIK YAZILIŞI**
ADRG	equal ARC second Digitized Raster Graphics
CADRG	Compressed ADRG
BIL	Band Interval by Line
BIP	Band Interval by Pixel
BMP	Windows Bitmap
CGM	Computer Graphics Metafile
CIB	Controlled Image Base
CRP	Compressed Raster Product
DEM	Digital Elevation Model
DIGEST	Digital Geographic Information Exchange Standard
DXF	Data Exchange Format
EdiGEO	Echange de Donnees Informatisees Geographiques
EPS	Encapsulated PostScript
GKS	Graphic Kernel System
GRASS	Geographical Resource Analysis Support System
HPGL	Hewlett Packart Graphic Language
IGDS	Intergraph Graphics Desing System
IGES	Initial Garphic Exchange Specification
NTF	National Transfer Format
NIMA	National Imagery and Mapping Agency (of the USA)
PCX	PC Paintbrush
PHIGS	Programmer's Hierarchical Interactive Graphic System
SDTS	Spatial Data Transfer Standard
SIF	Standard Interchange Format
TIFF	Tagged Image File Format
USGS	United States Geological Survey
VRF	Vector Relational Format

4.3.3. Coğrafi veri değişim standardının sınıflandırılması

Coğrafi veri değişim standartlarını, genel olarak sınıflandırmak mümkündür. Bu sınıflandırmayı yaparken az önce belirtildiği gibi oluşturulacak CBS'nin de dikkate alınması gerekir. Bu bağlamda Coğrafi Veri değişiminde standardizasyonu dört temel sınıfta inceleyebiliriz (Taştan 1996) (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Coğrafi veri değişim standartlarının sınıflandırılması

4.3.3.1. Kurumsal standartlar

Belli bir kurum ya da firma tarafından geliştirilen ve kullanılan standartlar olup ulusal ya da uluslararası bir standardizasyon kuruluşu tarafından kabul edilmiş nitelikte değildir. Özellikle küçük çaplı uygulamalarda kurumlar ortaya koydukları veri standartlarını uygulamaktadır. Her kurumun oluşturduğu bu standartlar birleştirilerek ulusal standartlara dönüştürülebilmektedir. Bu standartlara örnek olarak; İngiltere'de Ordnance Survey of Great Britain(OSGB), Kanada'da Canadian Hydrographic Service (MACDIF), ABD'de Standard İnterchange Format (SIF) verilebilir (Taştan 1996).

4.3.3.2. Ulusal standartlar

Bu standartlar ise bir kurum tarafından diğer kurumların standartlarıda göz önüne alınarak hazırlanan, ulusal düzeyde kullanılan ve ait olduğu ülkenin standardizasyon kurumu tarafından onaylanmış olan standartlardır. Buna örnek

olarak Fransa'da Exchange de Donnees İnformatisees Geographiques (EDİGEO), İngiltere'de National Transfer Format (NTF), Almanya'da Einheitliche Datenbankschnittstelle (EDBS), ABD'deSpecial Data Transfer Standard (SDTS) ve Digital Line Graph (DLG), Hollanda'da Standard Uitwisselings Format (SUF), Canadian Council on Surveying and Mapping(CCSM) verilebilir (Taştan 1996).

4.3.3.3. Bölgesel standartlar

Bu standartlar ise yine belli bir uluslararası nitelikte bölgesel kuruluş tarafından hazırlanan ve bu kuruluşa üye ülkeler tarafından kullanılan özellikle ortak standart geliştirmek ve ortak hareket etmek amaçlı kurulan standartlardır. Örnek olarak NATO tarafından geliştirilen Digital Geographic İnformation Exchange Standard (DIGEST), AB'de ki European Transfer Format (ETF) ve IHO ülkelerinin DX 90 standardı verilebilir (Taştan 1996).

4.3.3.4. Uluslar arası standartlar

Bu gruptaki standartlar ise uluslararası düzeyde bir kurum International Standards Organization (ISO) tarafından halen üzerinde çalışılan standartlar olup tüm dünya ülkeleri tarafından kullanılması öngörülen ve buna göre geliştirilmeye çalışılan standartlardır (Taştan 1996).

5. COĞRAFİ (KONUMSAL) VERİ ALTYAPISI KAVRAMI

5.1. Tanım ve Temel Yapı

Coğrafi bilgilerin toplanması, standardize edilmesi ve paylaşımı son zamanlarda çok önemli bir konu olarak tartışılmakta olup, Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa ve diğer dünya devletleri bu konuyu sürekli gündemlerinde tutmakta ve değişik yaklaşımlar getirmektedirler.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile belirli uygulama ve projelerde coğrafi bilgiye dayalı karar verme süreçleri bir bütünlük içinde yerine getirilebilmektedir. Ancak günümüzde bölgesel, ulusal ve uluslar arası düzeylerdeki bilginin koordineli üretimi, güncellenmesi, paylaşımı ve kullanımı önemli bir gereksinim olmuştur. Konumsal verinin karar verme sürecine katkı sağlayarak vatandaşa hizmette etkili kullanımı için, konumsal veri ve servislerin paylaşımı ve entegrasyonu gündeme gelmiştir. Bu yaklaşımla; farklı idari düzeylerdeki konumsal verinin etkin kullanımı ve paylaşımını sağlayan politikalar, teknik standartlar, teknolojiler ve kişilerin oluşturduğu çatı olarak düşünülen Coğrafi/Konumsal Veri Altyapısı (KVA) *Spatial Data Infrastructure (SDI)* kavramı ortaya çıkmıştır (Aydınoğlu vd. 2005).

Altyapı kelimesi, karayolu, demiryolu ve telekomünikasyon ağı ile benzerdir. Karayolu ve demiryolu ağı, insanın hareketi ile bir yere erişmek ve bir araya gelmeyi olanaklı hale getiren temel altyapı olarak ifade edilebilir. KVA ise bilgiye erişimi, veri paylaşımını sağlayan yapılandırılmış bir altyapı olarak düşünülebilir. Başka bir ifadeyle, CBS teknolojileri, daha kapsamlı ve dağınık bir yapıda KVA olarak yeniden kavramlaştırılmıştır. Günümüzde tüm dünyada birçok devlet kurum ve kuruluşu KVA gerçekleştirimi aşamasındadır. Birçok ülke, sınırları ötesinde bölgesel karar vermeye destek sağlamak için uluslar arası koordinasyon sağlamaya çalışmaktadır. Bu yaklaşımla KVA kavramı, kurumsal düzeyden, ulusal, bölgesel ve uluslararası düzeye değişen bir perspektifte gelişim göstermektedir (Aydınoğlu ve Yomralıoğlu 2006).

KVA kavramı, çok disiplinli doğasından dolayı geniş bir uygulama alanına hitap ettiğinden kesin bir biçimde ifade edilememektedir. Çizelge 5.1'de görüldüğü

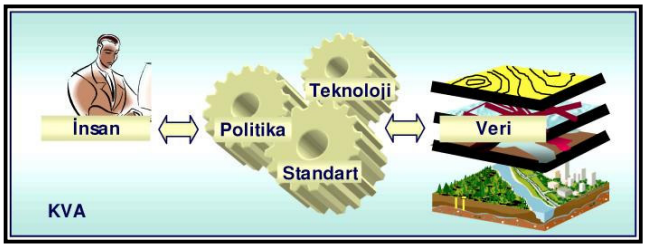
gibi araştırmacılar, ABD Başkanlığı, Avrupa Komisyonu, ulusal ve bölgesel kuruluşlar KVA'yı farklı açılardan ele almıştır.

Çizelge 5.1 KVA tanımları ve kapsamları

Kaynak	KVA tanımı ve kapsamı
Mc Laughlin ve Nichols (1992)	Konumsal veri, veritabanları ve metaveri, veri ağları, teknoloji, kurumsal değişiklikler, politikalar, standartlar ve son kullanıcıları içerir.
ABD Başkanlığı Genelgesi (Clinton, 1994)	Konumsal verinin elde edilmesi, işlenmesi, depolanması, dağıtımı ve gelişimi için gerekli teknoloji, politika, standart ve insan kaynakları olarak ifade edilmektedir.
Avrupa Komisyonu (1995) (EC, 1999)	AB kurumları ve üye devletler tarafından kurulması gerekecek politikalar, düzenlemeler, teşvikler ve yapıları kapsamaktadır.
Küresel KVA Birliği (GSDI Association) (Nebert, 2001)	Farklı idari düzeylerdeki konumsal verinin, etkin kullanımı ve paylaşımı için gerekli politikalar, konumsal veri setleri, teknik standartlar, teknolojiler ve kişilerin oluşturduğu çatı olarak ifade edilmektedir.
AB INSPIRE Yönergesi (INSPIRE, 2004)	Avrupa KVA, üye ülkeler tarafından kurulan ve yürütülen KVA'ları baz almaktadır. INSPIRE Bileşenleri; metaveri, konumsal veri katmanları ve servisleri, elektronik ağ servisleri ve teknolojileri, paylaşım, erişim ve kullanımda anlaşmalar, koordinasyon ve izleme mekanizması, yöntem ve prosedürlerden oluşur.
Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi Altyapısı (TUCBS-A) (TKGM, 2004)	TUCBS, tüm yerel, bölgesel ve ulusal nitelikli coğrafi bilgi sistemlerinin birbirleriyle bilgisayar ağları üzerinden veri paylaşabildiği ve sade vatandaşa dahil her düzeyde kullanıcının kullanabildiği CBS'dir. TUCBS-A, TUCBS'nin oluşturulmasına yönelik tüm teknik ve idari düzenlemeler yasa, yönetmelik, organizasyon, vb. ilgili ulusal standartlardır.

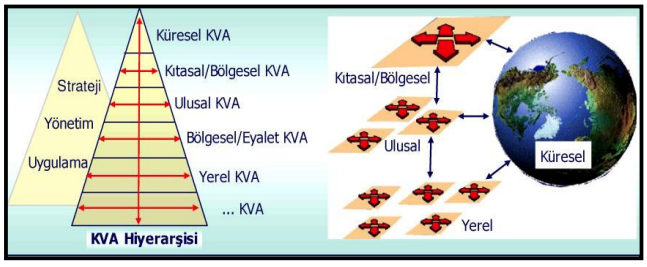
5.1.1. Temel bileşenler

En genel ifadeyle KVA'larda insan ve veri arasındaki temel rolü; teknoloji, politika ve standartları içeren ana bileşenleri oluşturur. (Sekil 5.1) Bu bileşenler, insan ve veri arasındaki etkileşim, hızlı gelişen teknoloji ve KVA düzeyine göre ihtiyaçlar göz önüne alındığında, dinamik yapıdadır ve çeşitlilik göstermektedir (Rajabifard, vd. 2002).



Şekil 5.1 KVA temel bileşenleri

Kurumsal, ulusal, bölgesel ve uluslar arası boyutta olabilen KVA'lar bir hiyerarşi içinde bulunmaktadır. Bu hiyerarşi kurulurken her ülke kendi yapısına uygun bir hiyerarşiyi benimsemiştir. Örneğin ABD, uluslar arası boyuttan kurumsal boyuta doğru bir çalışma içindeyken Fransa, kurumsal yapıdan uluslar arası bir boyuta doğru ilerlemektedir. Her iki yapının da birbirine göre avantaj ve dezavantajları söz konusudur. KVA hiyerarşisinde tabandan-tavana (kurumsaldan-uluslararasına) yapılanma çeşitliliğe ve uyuşumsuzluğa neden olurken tersi bir yapılanma standartlaşma ve bütünleşmeyi olanaklı hale getirmektedir. Ancak KVA hiyerarşisinin tabandan tavana olması yapının kısa sürede etkin olarak kurulmasına neden olmakta iken tersi durum da zaman ve personel kısıtlamasının olmaması gereklidir (Sad 2003)(Şekil 5.2).



Şekil 5.2 KVA hiyerarşisi

5.2. Temel Standartlar

Bilgi sistemi teknolojilerinin yeteneklerini ve faydalarını tam olarak anlayabilmek ve kullanabilmek için verilerin paylaşılabilmesi, ayrıca sistemlerin birlikte işlerliğinin de sağlanması gerekmektedir. Bu amaçlar standartların oluşturulması ve kullanılmasıyla gerçekleştirilebilmektedir.

Verilerin paylaşımı için standartlara uyumlu ara yüzlerin oluşturulması gerekmektedir. Ancak bu uyumluluğun yanında verilerin modellenmesi, isimlendirilmesi ve tanımlanmasının ve meta veri formlarının hazırlanmasının bir koordinasyon içinde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu konuda birçok ülkede çalışmalar sürdürülmekte ve uluslararası organizasyonlar tarafından standartlar hazırlanmaktadır. Bu organizasyonların başında **Open GIS Consortium (OGC)** ve **Geographic Information/Geomatics (ISO/TC 211)** çalışma grupları yer almaktadır. Asıl amaçları konumsal veri ve konumsal verileri işleyen yazılımların belirli standartlarda olması ve böylece veri alışverişi ve birlikte işlerliği sağlamak için genel uluslararası standartlar oluşturmaktır (URL3 İSO/TC 211 2001).

Ülkemizin de gözlemci üyesi olduğu ISO/TC 211 çalışma grubu,

* Konumsal verilerin kullanımını ve anlaşılabilirliğini artırmak,
* Ulaşılabilirliğini, entegrasyonunu ve paylaşımını sağlamak
* Verimli, etkili ve ekonomik kullanımını artırmak,
* Yazılım ve donanım uyumluluğunu sağlamak,
* Problemlere ortak bir çözüm bulunmasını sağlamak, amaçlarıyla 40 ana başlık altında ISO 19100 standartlarını hazırlamaktadır. Bu standartlardan bugün için 16 tanesi uluslararası standart olarak kabul edilmiştir, diğerleri ise taslak halinde geliştirilmektedir.

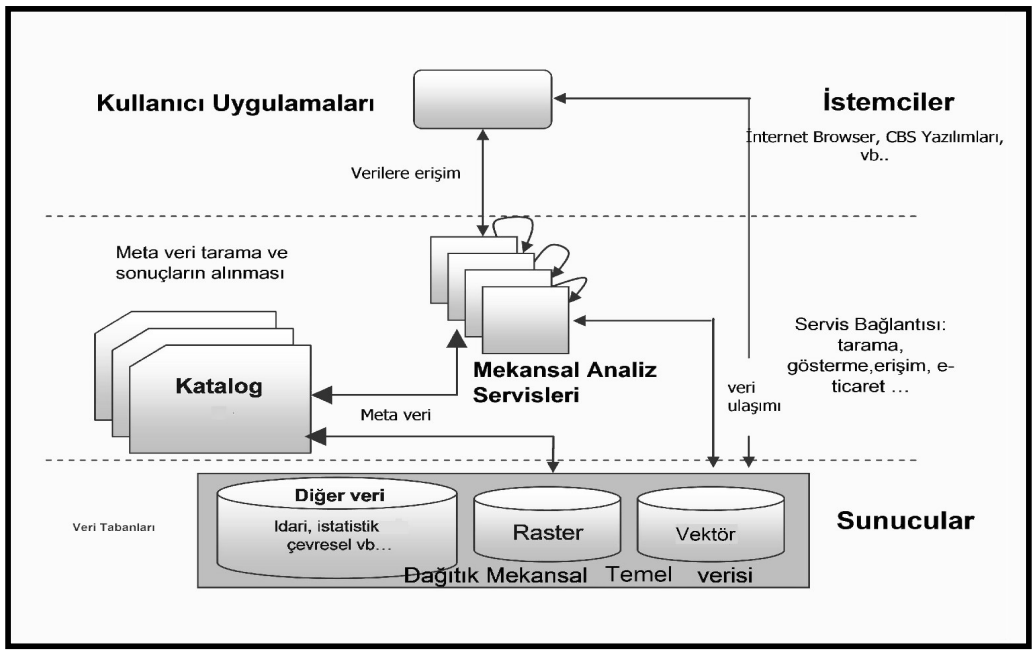
OGC ve ISO/TC 211 çalışma grupları birbirleri ile ilişkili şekilde çalışmalarını yürütmektedir. OGC daha çok yazılım boyutu ile ilgilenmektedir. Ancak konumsal veri standartlarından tamamen ayrı değildir. OGC standartlarını soyut ve uygulama bölümleri şeklinde 2 başlıkta hazırlamaktadır. Soyut bölümler daha çok kavramsal boyutta iken diğeri uygulamaya yönelik olarak hazırlamaktadır (OGC 1999).

5.3. Uluslararası Çalışmalar

1994 yılında ABD'de yayınlanan 13286 sayılı UKVA genelgesinin ardından Kanada, Avustralya, Portekiz ve Hollanda gibi bazı ülkelerde benzer genelgeler yayınlanmıştır. 1996 yılında dünyanın çeşitli yerlerinde 11'den fazla ülkede UKVA girişimi belirlendi (Masser 1999). 2000'li yıllarda KVA gelişimi için Onsrud tarafından yapılan anket 50 ülke tarafından cevaplandırdı (Onsrud 2000). 2003'e gelindiğinde tüm dünyada yaklaşık 120 ülke UKVA kavramını benimsemiştir ve çeşitli düzeylerde çalışmalarını sürdürmektedir. Bu ülkelerin yarısı ise internette aranabilir metaveri katalogları oluşturmuştur (Crompvoets ve Bregt 2003). Başta federal ülkeler olmak üzere, Almanya'nın Kuzey Ren Westfalya, İspanya'nın Katalan, İngiltere'nin Kuzey İrlanda ve Belçika'nın Flanders gibi bölgelerinde bölgesel/eyalet KVA girişimleri bulunmaktadır. Bu gelişmelerin paralelinde KVA gelişimini desteklemek için Avrupa, Asya ve Amerika'da kıtasal düzeyde girişimler etkin olmuştur. 1996'da Bonn/Almanya'da Küresel KVA konferans serisinin ilki gerçekleştirilmiş ve bu yapı 2004'de Küresel KVA Birliği (GSDI Association) seklini almıştır. Ancak genel olarak iki büyük girişim uluslar arası boyutta KVA'nın öncüsü durumundadır. Avrupa Birliği ülkelerince yürütülecek olan The Infrastructure for Spatial Information in Europe (INSPIRE) ve Amerika Birleşik Devletlerinde sürdürülen Geospatial One- Stop (GOS) iki ayrı kıtada dikkati çekmektedir.

5.3.1. INSPIRE (The Infrastructure for Spatial Information in Europe) girişimi

Avrupa'daki konumsal bilgiler, çok parçalı, ölçekleri farklı, bulunabilirliği zor ve tekrarlı veri üretimi sorunlarıyla karşı karşıyadır. Bu sorunlardan dolayı bilgilerin ve verilerin bulunması, kullanılması ve bunlara ulaşılması zordur. Avrupa Birliği sürecinde konumsal veriye olan ihtiyacın artması INSPIRE inisiyatifinin başlamasını tetiklemiştir. INSPIRE, kullanıcılara bütünleşmiş konumsal veri sunmayı hedeflemektedir (INSPIRE 2004). Kullanıcıların konumsal veya coğrafi verileri birçok kaynaktan bulabilmesini ve bunlara ulaşabilmesini amaçlamaktadır (Şekil 5.3).



Şekil 5.3 INSPIRE' ın yapısı (INSPIRE 2004)

INSPIRE 23 Temmuz 2004 tarihinde Joint Research Centre (JRC) tarafından Avrupa Parlamentosu'na genelge (direktif) olması yönünde önerilmiştir. Genelge olarak kabul edilmesiyle AB ülkelerinin INSPIRE' a uygun olarak kendi çalışmalarını yürütmeleri ve 2014 yılında sonuçlandırmaları gerekmektedir (INSPIRE 2004).

Proje şu ilkeler ışığında yürütülmektedir:

* Veriler bir defa toplanmalı ve en verimli şekilde güncellenmelidir.
* Avrupa'daki farklı kaynaklardaki verilerin birleştirilmesi ve kullanıcılar ile uygulamalar arasında paylaşılması mümkün olmalıdır.
* Bir düzeyde toplanan verilerin farklı düzeylerde paylaşımı mümkün, detaylı ve stratejik amaçlar için genel olması gerekmektedir.
* İyi bir yönetim için gerekli coğrafi bilginin her düzeyde bulunması gerekmektedir.
* Hangi verinin mevcut olduğu, hangi kullanıma uygun olduğu ve hangi durumlarda elde edilip kullanılabileceğinin belirlenmesi kolay olmalıdır.
* Konumsal verinin anlaşılması ve yorumlanması kolay olmalıdır.

INSPIRE inisiyatifinde temel verilerin 11 sınıfta toplanması planlanmıştır. Bunlar;

· İdari sınırlar,

· Hidrografik veriler,

· Yükseklik verileri,

· Koruma alanları,

· Arazi kullanımı,

· Kadastral parseller,

· Ortofotolar,

· Koordinat referans sistemleri,

· Coğrafi isimler,

· Coğrafi grid sistemleri,

· Posta kodlarını da içeren adres bilgileridir.

5.3.2. GOS (Geospatial One-Stop) girişimi

GOS, Amerika Birleşik Devletlerinde yürütülmekte ve kullanımda olan bir altyapıdır. Elektronik devlet projesinin konumsal veriye yönelik kısmını kapsamaktadır. ABD Federal Coğrafi Veri Komitesi (FGDC) ve diğer kurumlar tarafından geliştirilmektedir. 1999 yılından bu yana 100 den fazla sunucu üzerinden veri araması yapmak ve verilere online ulaşmak mümkündür (URL 2 GOS).

GOS' da FGDC ve ilgili kurumlarca belirlenen standartlar kullanılmaktadır. Ancak günümüzde ISO 19100 ve OGC standartlarına ve uyum için çalışmalar sürdürülmektedir. Bunun yanında sistemin genel mimarisinde de değişiklikler yapılmasına çalışılmaktadır (URL 1 FGDC).

GOS diğer ülke altyapıları ele alındığında en ileri durumdaki projelerden biridir. Ulusal standartlar tamamlanmaya çalışılmakta bir yandan da uygulamaktadır. Üst kurum olan FGDC tüm konumsal verilerin koordinasyonunu sağlamıştır. Kullanıcılar GOS portalı üzerinden arama yaparak mevcut verilere dağınık veri tabanlarından ulaşabilmektedir.

GOS' ın amaçları genel anlamda INSPIRE ile aynı olmakla beraber aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

* Ulus için konumsal veri kaynakları geliştirilmesi ve sürdürülmesi,
* Tekrarlı emeğin azaltılması,
* Verileri her düzeydeki yönetim kademesine dağıtmak,
* Konumsal bilginin toplanmasını, dağıtılmasını ve kullanılmasını geliştirmektir.

GOS' da temel veriler yedi sınıfta toplanmıştır. Bunlar;

· Görüntüler
· Yükseklik verileri
· Kadastral veriler
· Ulaşım
· İdari sınırlar
· Jeodezik veriler
· Hidrografik veriler.

5.4. Ulusal Çalışmalar

Dünyada hızla ilerleyen konumsal veri altyapısı kurma girişimleri ülkemizdeki çalışmalara göre oldukça ileri durumdadır. Türkiye de bu gelişmelere ayak uydurmak için ve ileride oluşabilecek bir Global Coğrafi sistemde yerini alabilmek için bu yaklaşımları örnek almakta ve bir ulusal coğrafi bilgi sistemi oluşturabilmek için bazı temel çalışmalar yapmaktadır.

Halen tüm dünyada olduğu gibi, Türkiye'de de coğrafi (mekânsal / konumsal) bilgiye olan ihtiyaç günden güne artmakta, bu ihtiyaca paralel olarak farklı kurum ve kuruluşlar tarafından, farklı kaynaklardan, farklı yöntemlerle, farklı kalitede coğrafi bilgi/veri üretimi yapılmaktadır. Ancak, bu üretim sürecinde, coğrafi veri/bilgi üreten kurum/kuruluşlar, gerek üretimde gerekse kalitede önceliği doğal olarak, kanunlarla kendilerine verilen sorumluluk alanına vermektedirler. Yapılan bu uygulamayla bağlantılı olarak, coğrafi bilgi/veri üretimi ve paylaşımı konusunda, ulusal düzeyde eşgüdüm (koordinasyon) sağlayacak teknik ve idari alt yapı olmadığından, üretilen bu coğrafi verilerin/bilgilerin kalitesi her kullanıcı için farklı nitelikte, standartları uyuşumsuz olabilmektedir. Sonuç olarak tekrarlı üretimler, dolayısıyla ulusal işgücü, zaman ve para israfı kaçınılmaz olmaktadır (TKGM 2006).

Oluşturulacak ulusal konumsal veri altyapısı ile ülke düzeyinde konumsal verinin toplanması, işlenmesi, dağıtımı, kullanımı, güncellenmesi ve güvenliğinin sağlanması belirli bir standarda bağlanacak ve gerekli tüm teknolojiler, politikalar, insan kaynakları ve ilgili faaliyetler ile konumsal veri ile çalışan kamu kurumları, özel sektör, yerel yönetimler, üniversiteler ve ilgili diğer kuruluşlar arasında birlikte işlerliği sağlayacak bir altyapı kurulmuş olacaktır. Bu altyapıdan vatandaşlar da dahil tüm ilgililerin gereksinim duydukları veri ve servislere anında erişim ve kullanım olanağı tanınması hedeflenmiştir. **Coğrafi Verilerin bir sistem dahilinde yapılandırılması, standartlaştırılması ve paylaşımı, kurulacak bir Ulusal Konumsal Veri Altyapısı ile mümkün olabilecektir.** Aynı şekilde Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS)'nin kurulması için temel standartlar ve bileşenler Ulusal Konumsal Veri Altyapısının kurulması ile gerçekleşecektir. Kısaca Konumsal Veri Altyapısının kurulmasıyla CBS çalışmaları standart hale gelmeye ve dünya ile entegrasyona doğru gidecektir.

Eylem numarası 36 olan 2006 eylem planı ile Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS) oluşturmaya yönelik altyapı hazırlık çalışmaları yapılmaktadır. Eylemden sorumlu kuruluş Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, ilgili kuruluşlar Devlet Planlama Teşkilatı, Harita Genel Komutanlığı, DİE, TÜBİTAK, İller Bankası Genel Müdürlüğü, ilgili diğer kamu kurum ve kuruluşları ile sivil toplum kuruluşlarıdır. Eylem kapsamında işlem ve veri kapsamı ile standartların (sınıflandırma, metaveri, veri toplama-depolama-kalite-paylaşım esasları) belirlenmesi, iletişim alt yapısı, kurumsal yapılanma görev ve sorumlulukların tanımlarını içeren TUCBS politika/strateji dokümanı hazırlanarak yasal düzenleme ihtiyaçları tespit edilecektir (TKGM 2006).

TUCBS çalışmaları sırasında ülkemizdeki öncelikli verilerin belirlenmesinde, içinde bulunduğumuz coğrafyadaki insanımızla doğal ortam arasında yaşanan karşılıklı etkileşimler dikkate alınmıştır. Bunun yanında ülkemizin aday ülke konumunda olduğu Avrupa Birliliğinde yürütülen Konumsal Bilgi Altyapısı (INSPIRE=Infrastructure for Spatial Information in the European Community) ile ilgili yapılan çalışmalar da göz önünde bulundurulmuştur. Ancak genel olarak özellikle veri ile ilgili bazı eksikliklerin olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle standardizasyon kavramı henüz oturtulamamış durumdadır. Konumsal Veri

Altyapısına ve dolayısıyla TUCBS kurulmasına sorun teşkil eden bazı tespitler aşağıda sıralanmıştır (TKGM 2006).

5.4.1. Veri standardı sorunu

Ülke bilgi altyapısına ilişkin veri ve bilgi sistemi oluşturma standartlarının olmayışı, Konumsal Veri Altyapısı ve TUCBS oluşturma da birçok eksiklik ve aksaklıların oluşmasına sebep olmaktadır. Standartların olmaması her kurumun kendi verisini elde etme alışkanlığını ortaya çıkarmakta, bu da zaman, işgücü kaybı ve maliyette kayıpların artmasına sebep olmaktadır (Erdi ve ark.2005). Her bir kurumun kendi amaçlarına uygun sistem kurma, faaliyette bulunma yolunu tercih ederek, aynı yapı içerisinde birbirlerinde kopuk, paylaşımı olmayan bağımsız bilgi kümelerinin oluşmasına sebep olmaktadırlar.

5.4.2. Bilgi paylaşımı sorunu

Merkezi yönetime bağlı birimlerin bilgiyi paylaşma konusundaki isteksizlik ve kurumsal öncelikler bilgi paylaşma konusunda sıkıntılara neden olmaktadır. Tek bir yönetim birimine ait, alt kümelenmelerin her biri, bir diğerini nerdeyse yok farz ederek, sadece kendi alt kümesinin var olması üzerine faaliyetlerini sürdürmeye çalışmaktadırlar. Bilgi tekrarları, format uyumsuzluğu, veri paylaşımındaki personel isteksizliği, teknik yetersizlikler, vb. sorunun temel özellikleri olarak ön plana çıkmaktadır (Erdi ve ark.2005).

5.4.3. Güncelleme sorunu

Bilginin ve buna bağlı bilgi sistemi standartlarının oluşturulmamış olması, bilginin güncelliği konusunda arzu edilen sistemin kurulmasına engel olmaktadır. Tariflenmiş ve uygun şekilde sayısal ortamlara aktarılamamış verilerin güncelliği sağlanamamakta, klasik yöntemde olduğu gibi, yenileme çalışmaları ile güncellik sağlanmaya çalışılmaktadır (Erdi ve ark.2005).

5.4.4. Kurumlar arası koordinasyon sorunu

Kurumların genelde birbirinden kopuk ve farklı öncelikler göre çalışması koordinasyonsuzluğa neden olmaktadır. Böylece her kurum kendine özgü standartlar üreterek veri toplamakta ve bu verilere göre standart olmayan CBS çalışmaları yapmak istemektedir. Bu sayede oluşan veri tekrarı ve buna bağlı zaman, emek, personel ve para kaybı, sistemi her zaman bir adım geri götürmektedir. Bu yüzden bu yapı, oluşturulmaya çalışılan TUCBS mantığına ters düşmekte ve böylece Avrupa ve Dünya'da kurulmaya çalışılan ortak sistemlere katılma ve entegrasyonu güçsüzleştirmektedir (Erdi ve ark.2005).

6. CBS'NİN SAVUNMA/ASKERİ AMAÇLI KULLANIMI VE ASKERİ STANDARTLAR

Tüm dünyanın etkilendiği ve bir an önce kullanmaya heves ettiği CBS teknolojisinin kurulmasında sivil makamlar kadar askeri makamlarda çaba harcamaktadır. Askeri açıdan CBS'nin oldukça etkin olarak kullanılabileceği araştırmalar neticesinde tespit edilmiş ve bu amaçla CBS'nin gerek kurulmasında gerekse işletilmesinde en büyük engel olarak duran standartlaşma konusuna önem verilmiştir. Bu amaçla özellikle NATO gibi büyük askeri örgütler kendi içlerinde coğrafi veri değişiminde standartlığa katkı sağlayacak çeşitli standart geliştirme faaliyetleri sürdürmektedirler.

6.1. CBS'nin Savunma /Askeri Amaçlı Kullanım Alanları

Coğrafi Bilgi Sistemleri coğrafi verilerin söz konusu olduğu her alanda uygulanabilir bir yapı sunmaktadır. Coğrafi verinin tanımının ne kadar geniş olabileceği hatırlanırsa CBS uygulama alanlarının da o denli uzun bir liste oluşturabileceği sonucuna varılır (Batuk 1996). CBS teknolojisinden hemen her oluşum etkilendiği gibi, özellikle son teknolojiyi kullanmak mecburiyetinde olan Savunma/Askeri oluşumlarda etkilenmektedir. Özellikle Navigasyon, İstihbarat, Modelleme ve Simülasyon gibi konularda CBS teknolojisi askeri amaçlı kullanılmaya başlanmış ve hızla ihtiyaçlara göre yeni teknolojiler geliştirilmeye başlanmıştır. CBS'nin genel olarak askeri amaçlı kullanım alanları aşağıda sıralanmıştır (Akkaya ve Tekgül 1995).

6.1.1. Navigasyon ve yönlendirme

- Gemi, uçak, tank gibi araçların sayısal koordinatlar kullanarak bilgisayar destekli navigasyonu (Şekil 6.1),
- Balistik füzelerin sayısal detay verileri kullanarak hedefe yönlendirilmesi,
- Cruise füzelerinin sayısal yükseklik verileri kullanılarak hedefe yönlendirilmesi,
- İntikallerin sayısal ulaşım hatlarının özellikleri dikkate alınarak bilgisayar destekli plânlanması gibi ana konular sayılabilir.

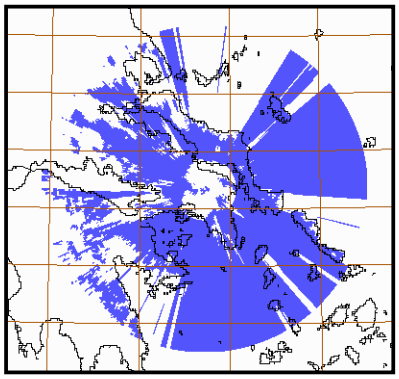


Şekil 6.1 Navigasyon amaçlı kullanım

6.1.2. Gözetleme, hedef bulma ve silah sistemleri

- Koordinatı verilen bir gözetleme noktasının görebildiği bölgenin belirlenmesi,
- Koordinat ve menzili verilen bir radarın çeşitli uçuş yüksekliklerine göre kaplama diyagramlarının hazırlanması (Şekil 6.2),

- Düşman top mermi yolunun radar ile izlenerek sayısal yükseklik verileri de kullanılmak suretiyle düşman topunun kesin yerinin belirlenmesi ve bu mevzii ateş altına almak üzere dost topçu atış parametrelerinin hesaplanarak iletilmesi,
- Muharebe alanı sensörlerinin ve silâh sistemlerinin gözetleyebildikleri veya ateş altına alabildikleri bölgenin tespiti şeklinde sıralanabilir.



Şekil 6.2 Radar kaplaması amaçlı kullanım

6.1.3 Komuta Kontrol, muhabere ve istihbarat

- Stratejik ve taktik seviyedeki çeşitli sınıf ve düzeydeki komutanlık karârgahlarının; plânlama, icra etme, yönetme, koordinasyon, takip ve kontrol faaliyetlerinde (Şekil 6.3),
- Haritaların video diskler üzerine kaydedilmesi ve bilgisayar kontrollü olarak istenen bölgenin istenen ölçekte ekranda görüntülenmesi,
- İstihbarat raporlarının sayısal haritalar üzerine işlenmesi ve değerlendirilmesi,
- Muhabere ağlarının tesisi için verici istasyon noktasının koordinatı verildiğinde radyo sinyallerinin topoğrafik engeller nedeniyle zayıfladığı bölgeler belirlenmesi,
- İki nokta koordinatı verildiğinde arazi kesitinin çok kısa sürede çıkartılması,

- Bir arazi parçasının, harekât plânlama amacıyla çeşitli bakış noktalarından perspektif görüntülerinin elde edilmesi,
- Yollar dışı hareket belgelerinin bilgisayar destekli hazırlanması,
- Arazi meyil gruplarının belirlenmesi ve ekranda görüntülenmesi sayılabilir.



Şekil 6.3 Komuta kontrol amaçlı kullanım

6.1.4. Eğitim simülatörleri

- Topçu atış simülasyonu,
- Uçuş simülasyonu ve simülatörleri (Şekil 6.4),
- NBC silâhları etki alanı simülasyonu şeklinde sıralanabilir.



Şekil 6.4 Uçuş simülasyonu amaçlı kullanım

6.2. NATO Dijital Coğrafi Veri Değişim Standardı (DIGEST = Digital Geographic Information Exhange Standard)

Kuzey Atlantik Anlaşması Örgütü, kısa adıyla NATO, 1949 yılında Kuzey Atlantik bölgesinde (Avrupa, Kuzey Amerika) istikrar ve refahın geliştirilmesi, toplu savunma ve barış ile güvenliğin korunması amacıyla kurulmuş bir örgüttür. Türkiye'de bu örgüte 1952 tarihinde üye olmuştur. Bu örgütün belki de en önemli anlaşma maddesi 5.madde olarak literatürde yer alan ve kısaca herhangi bir NATO üyesi ülkeye yapılan bir saldırı ya da tehdidin diğer tüm NATO üyesi ülkelere yapıldığı anlamının çıkarılarak, bunun **ortak yapılacak** bir operasyonla ortadan kaldırılacağının tüm üye ülkeler tarafından kabul edildiğini gösteren maddesidir.

Burada Türkiye ile ilgili olan kısım NATO'nun tüm üye ülkelerle ortak olarak düzenleyeceği operasyon konusudur.

CBS kavramı incelenirken CBS; araştırma, planlama ve karar organları için ihtiyaç duyulan bilgilerin coğrafi esaslara göre toplanması, depolanması, sorgulanması, analizi, sunulması ve değişimi fonksiyonları için bir araya gelen coğrafi veritabanı, yazılım, donanım, personel, standartlar ve yöntemler bütünü olarak tanımlanmıştır. NATO içinde coğrafya ile konularda çalışma yapmak üzere tüm üye ülkelerin temsilcilerinin katılmasıyla NATO'nun Sayısal Coğrafi Bilgi Çalışma Gurubu (DGIWG = Digital Geographic Information Working Group) oluşturulmuştur. **Bu çalışma grubunun amacı tüm üye ülkelerin kullanabileceği coğrafi veri değişim standartlarını ve ortak olarak kullanılabilecek CBS'nin oluşturulmasını sağlamaktır.** Bu amaçla NATO'nun Sayısal Coğrafi Bilgi Çalışma Gurubu (DGIWG) tarafından Dijital Coğrafi Veri Değişim Standardı (DIGEST) adıyla tüm üye ülkelerin uymak zorunda olduğu veri değişim standartları belirlenmiştir (Danko 1996).

Bu standartlar kullanılarak ilk uygulama Bosna ve Kosova görevleri esnasında ortaya çıkmış ve başarılı bir şekilde bu standartların kullanıldığı ve göreve gelen üye ülkeler arasında herhangi bir uyuşumsuzluğun olmadığı tespit edilmiştir. Böylece bilgi paylaşımı, güncellik, doğrululuk, kalite ve en önemlisi standartlaşma konusunda hedeflenen amaca ulaşıldığı anlaşılmıştır.

Bu gelişmelerden sonra NATO'nun Sayısal Coğrafi Bilgi Çalışma Gurubu (DGIWG) çalışmalarını sürdürmüş ve DIGEST standartları adıyla, gerek mevcut ürün formatlarını standart hale getirerek üye ülkelerin kullanmasını sağlamış, gerekse birçok yeni standart ürün elde etmiştir. Günümüzde DIGEST standartları olarak kabul edilen bazı coğrafi veri formatlarından raster veri formatları Çizelge 6.1, vektör veri formatları ise Çizelge 6.2'de tanıtılmıştır. Bunun dışında birçok DIGEST formatı olmakla beraber halen üzerinde çalışılmakta olan formatlarda mevcuttur.

Çizelge 6.1 DIGEST Raster veri formatları

NATO DIGEST Formatı	Veri Cinsi	Açık Yazılış	Türkçe Karşılığı	Açıklama
CADRG	Raster	Compressed ARC Digitized Raster Graphics	Sıkıştırılmış Raster Harita	Basılı haritaların bilgisayar ortamına aktarılıp, burada gerekli koordinatlandırma işlemi yapıldıktan sonra yüksek, orta ve düşük seviye olarak ayrılan sıkıştırma tekniği ile sıkıştırılmasıyla oluşan raster haritadır.
CIB	Raster	Controlled Image Base	Sıkıştırılmış Görüntü (ortofoto)	Çeşitli çözünürlükte ki uydu görüntüleri ya da hava fotoğraflarıyla elde edilen görüntülerin, ortofoto hale getirildikten sonra sıkıştırılmış formatıdır. Çözünürlük değerine göre CIB1, CIB5, CIB10 gibi isimler alır.
DTED	Raster	Digital Terrain Elevation Data	Sayısal Arazi Yükseklik Verisi	Standart aralıklı grid ağı şeklinde, grid köşelerinde araziye ait yükseklik bilgisi tutulan özel formatlı, standart bir coğrafi üründür. Grid kare kenar mesafesi 3 yay saniyesi (3"x3"~100 m.) olan DTED Seviye-1 ve 1 yay saniyesi (1"x1"~30 m.) olan DTED Seviye-2 olarak iki ayrı hassasiyette üretimi yapılır.
NITF	Raster	National Imagery Transmission Format	Ulusal Görüntü Transfer Formatı	Özellikle ABD'de ortaya çıkan askeri görüntü formatıdır. Çok çeşitli görüntüler ve bunlar hakkındaki text dosyaları NITF dosyası adı verilen dosya içinde tutulabilir.

Çizelge 6.2 DIGEST Vektör veri formatları

NATO DIGEST Formatı	Veri Cinsi	Açık Yazılış	Türkçe Karşılığı	Açıklama
DFAD	Vektör	Digital Feature Analysis Data	Sayısal Detay Analiz Verisi	Uçaktaki bir pilot veya radar için anlam ifade eden yeryüzüne ait yol, bina, nehir gibi detayların, özel bir formatta düzenlenmesi ile oluşan bir üründür. DFAD Seviye–1 (1/250000 ölçekte) ve DFAD Seviye-2 (1/25000 ölçekte) olarak 2 ayrı hassasiyette üretilir.
DNC	Vektör	Digital Nautical Chart	Sayısal Deniz Haritası	VPF format temel alınarak üretilen ve tamamen deniz navigasyonu amacıyla üretilen deniz haritasıdır.
AML	Vektör	Additional Military Layer	Askeri Tabakalar Haritası	Hidrografik verilerin, liman geçişlerinin oşinografi ve meterolojik bilgilerin tutulduğu askeri formattır.
SHAPE FİLE	Vektör	Spatial Data Format	Konumsal Veri Formatı	ABD kökenli ESRI firmasının formatı olup NATO standardı olarak kabul edilme aşamasındadır. Coğrafi veriler nokta çizgi alan şeklinde tutulmaktadır.
VPF	Vektör	Vector Product Format	Vektör Harita Formatı	Haritalarda ya da ortofotolarda yer alan tüm detaylara (münhani dahil) ilişkin vektör verilerin belirlenen katmanlarda toplanarak, özel bir formatta CD-ROM'lar üzerine kodlanması ile elde edilen bilgisayar dosyalarıdır. Ölçek ve hassasiyete göre VMAP 0,1,2, yada UVMAP seviyeleri vardır.

6.2.1 VPF formatlı akıllı vektör harita (VMAP)

NATO ülkeleri tarafından geliştirilmiş ve coğrafi veri standardı olarak halen tüm NATO ülkeleri tarafından benimsenen ve kullanılmakta olan DIGEST standartları NATO'nun yapacağı operasyonlarda sayısal harita verilerinin ortak kullanılabilirliğini sağlamaktadır. Özellikle Çizelge 6.2'de görülen bazı NATO DIGEST standartları içinde Vektör Harita Formatı (VPF) adıyla geçen format tüm NATO üyeleri tarafından benimsenmiş ve bu amaçla değişik projeler başlatılmıştır. Vektör Harita Formatı'nda üretilen ve çeşitli basılı standart topografik haritalara karşılık gelen sayısal vektör haritalar **Akıllı Vektör Harita** (Vector Smart Map) (VMAP) olarak adlandırılmaktadır. Kısaca Akıllı Vektör Harita yerine **Vektör Harita** adı sıkça kullanılmaktadır. VMAP üretiminin temel amacı; dünyanın herhangi bir bölgesinde yapılacak müşterek NATO askeri harekâtında, sayısal harita verilerinin ortak kullanılabilirliğini sağlamak için standart formatta Sayısal Coğrafi Bilgi Ürünü oluşturmaktır.

VPF formatlı olarak üretilen VMAP ürünleri, üretimde kullanılan basılı haritaların ölçeğine göre değişik isimler almaktadır.Bunlar;

VMAPO : 0 ncı Düzey Vektör Harita (1:1 000 000 ölçekli)
VMAP1 : l nci Düzey Vektör Harita (l:250 000 ölçekli)
VMAP2 : 2 nci Düzey Vektör Harita (l:50 000 ölçekli)
UVMAP : 3ncü Düzey Vektör Harita (l:5 000 ölçekli)

olarak adlandırılmaktadır (Akkaya ve ark. 1996).

VMAP ürünleri üretilirken çeşitli ölçeklerde sayısal haritalar ya da bu sayısal haritaların sıkıştırılması ile DIGEST standartları içinde söz edilen Sıkıştırılmış Raster Harita Format (CADRG)'lı haritalar kullanılabilmektedir. Bunun yanında, güncel uydu görüntüleri ya da hava fotoğraflarıyla elde edilmiş ortofotolardan ya da DIGEST standartları içerisinde yer alan Sıkıştırılmış Ortofoto Format (CIB)'lı ortofotolardan da faydalanılmaktadır.

6.2.1.1. Sıfırıncı ve birinci düzey vektör harita (VMAPO ve VMAP1)

Sıfırıncı Düzey Vektör Harita (VMAP0) 1:1.000.000 ölçekli haritalardaki verilerin (grafik ve grafik olmayan) NATO için ABD tarafından hazırlanmış MIL-V-89039 numaralı Askeri Talimatına uygun formatta CD-ROM'lar üzerinde oluşturulmuş bilgisayar dosyalarıdır. Bu verilere internet üzerinden ücretsiz olarak ulaşmak mümkündür.

Birinci Düzey Vektör Harita ise (VMAP1) 1:250 000 ölçekli JOG-A hava haritalarında yer alan grafik ve grafik olmayan verilerin, NATO için ABD tarafından hazırlanmış olan MIL-V-89033 Askeri Talimatına uygun formatta, CD-ROM'lar üzerinde oluşturulmuş bilgisayar kütükleridir (NIMA 1995). Birinci düzey VMAP, tüm dünyayı kaplayan 232 adet farklı büyüklükte veritabanı kütüphanesinden (klasik anlamda 232 adet sayısal paftadan) oluşmaktadır. Bir sayısal pafta birden çok l:250 000 ölçekli basılı haritanın kapladığı alanı kaplayabilmekte ve sınırları basılı harita ile aynı ya da farklı olabilmektedir. Tüm Dünya'ya ait VMAP1 ürünleri 2005 yılı itibariyle bir proje kapsamında üretilmiş ve tüm NATO üyesi ülkelere dağıtımı yapılmıştır. Projeye, ülkeler ortak üretici, katılımcı ve lider ülke olmak üzere üç ayrı statüde katılmışlardır. Ortak üretici ülke, kendi hükümranlık alanı ve ayrıca bu alan dışında kalan ve tespit edilen bölgelere ilişkin birinci düzey VMAP'leri üretmeyi kabul eden NATO üyesi ülkedir. Katılımcı ülke, kendi hükümranlık alanına ilişkin Birinci düzey VMAP ürününü üretmeyi yada VMAP üretiminde kullanılmak üzere gerekli diğer kaynak materyalleri sağlamayı kabul eden NATO üyesi ülkedir. Lider ülke, VMAP ürün talimatlarının hazırlanması, üretici ve katılımcı ülkeler arasındaki üretim alanlarının koordinasyonu, dünya çapında ürün veri tabanının güncelleştirilmesi, katılımcı ve üretimci ülkeler arasındaki ürün telif hakları koordinasyonu ve karşılıklı anlaşma çerçevesinde diğer ülkelere teknik yardım sunma konularında sorumlu üretici ülkedir.

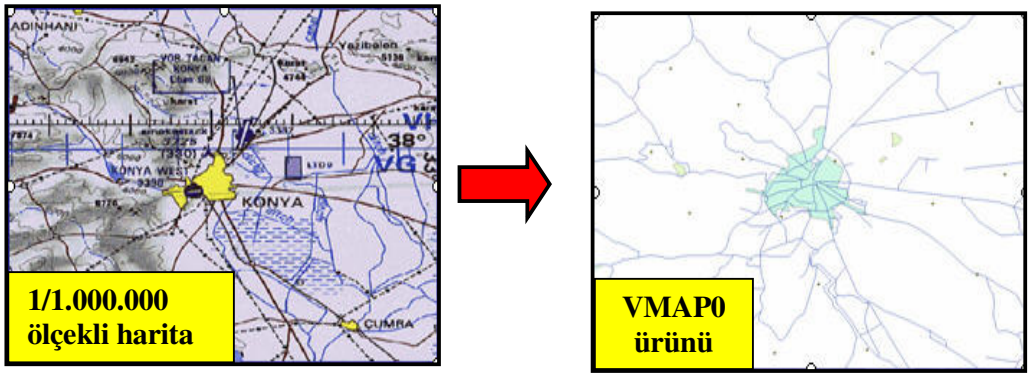
İlk çalışmaları 1993 yılında başlayan VMAP1 projesine Harita Genel Komutanlığı (HGK), EKİM 1995 tarihine kadar proje toplantı tutanakları ve ABD ile yapılan ikili görüşmeler ile katılmış; bu tarihten itibaren HGK bünyesinde kurulan VMAP1 çalışma gurubu ile veri kaynağının tespiti ve VMAP1 üretim sistemi tasarımı konularında çalışmalarını sürdürmüştür. 11 NİSAN 1996 tarihinde VMAP1 Teknik

Çalışma Gurubu Yönetmeliğini (Terms of Reference) imzalayan HGK, Türkiye adına 13 ülke ile birlikte ortak katılımcı ülke statüsünde aktif olarak projeye katılmıştır (Akkaya ve ark. 1996).

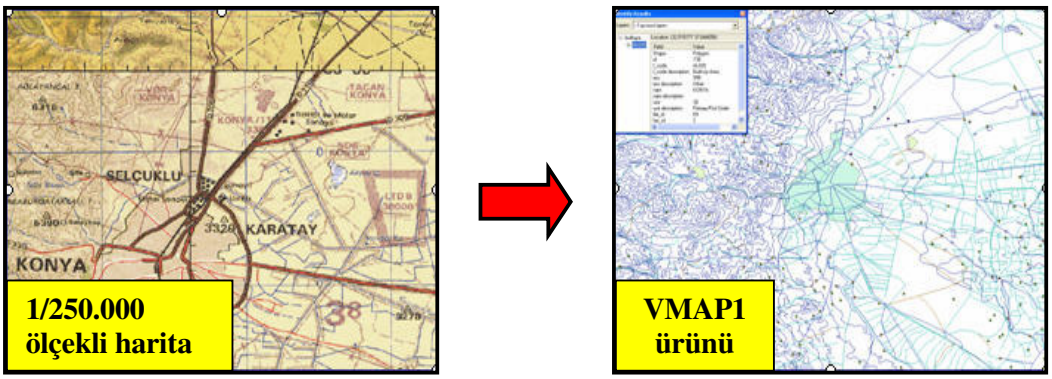
VMAP1 üretimi için veri kaynağı olarak 1:250 000 ölçekli haritaların yaygın olarak kullanılmasına rağmen HGK, veri kaynağı olarak güncel olması açısından uydu görüntüsünü seçmiştir.

2005 yılında tamamlanan proje ile VMAP1 ürünü sayısal haritaların çeşitli silah sistemleri uçaklar ve simülatörlerde askeri amaçlı kullanımı mümkün olabilirken ayrıca sivil amaçlı olarak kullanımı yönünde Çok Amaçlı Avrupa Coğrafi Bilgi Ağı (Multi-purpose European Ground Related information Network) (MEGRIN) projesi kapsamında çalışmalar başlatılmış durumdadır.

Şekil 6.5.a ve b'de 1/1.000.000 ölçekli haritalar yardımıyla üretilen VMAP0 ve 1/250.000 ölçekli haritalar ile üretilen VMAP1 ürünlerinin detay yoğunluğuna ilişkin örnekler verilmiştir.



Şekil 6.5.a VMAP0 ürünü örneği

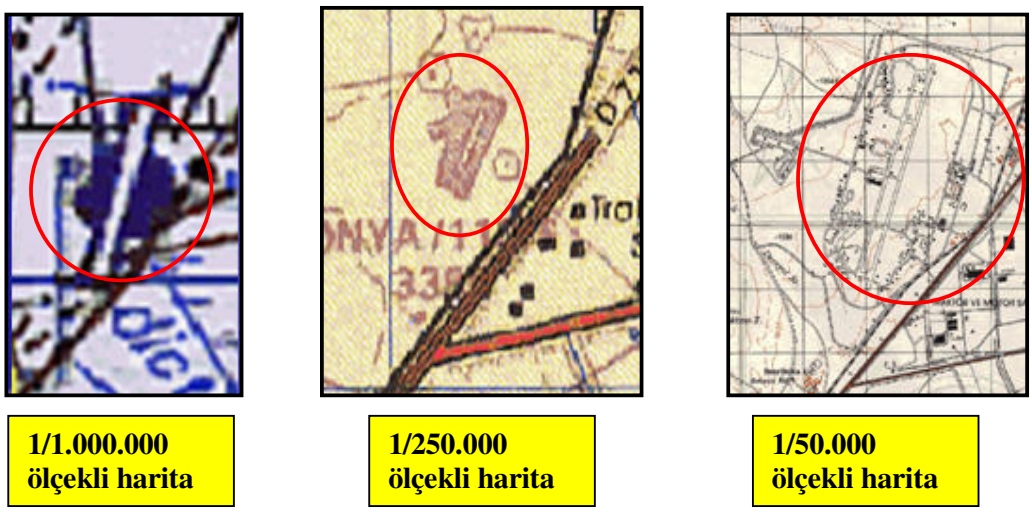


6.5.b VMAP1 ürünü örneği

6.2.1.2. İkinci düzey vektör harita (VMAP2)

İkinci Düzey Vektör Harita (VMAP2); 1:50 000 ölçekli haritalar ya da bu ölçeğe karşılık gelen doğruluktaki ortofotolar üzerinde yer alan grafik ve grafik olmayan verilerin, NATO için ABD tarafından hazırlanmış olan MIL-V-89032 Askeri Talimatına uygun formatta vektör yapıda hazırlanarak, CD-ROM'lar üzerinde oluşturulmuş bilgisayar kütükleridir (NIMA 1996).

VMAP0; 1:1 000 0000 ölçekli harita detay yoğunluğuna sahip olduğundan düşük seviyeli vektör harita olarak isimlendirilirken, VMAP1; 1:250 000 ölçekli harita detay yoğunluğuna sahip olduğundan orta seviyeli vektör harita olarak bilinir. **VMAP2 ise 1/50.000 ölçekli harita detay yoğunluğuna sahip, vektör tabanlı, yüksek seviyede bilgi içeren sayısal coğrafi veridir.** Şekil 6.6'da bir hava alanının 1/1.000.000, 1/250.000 ve 1/50.000 ölçekli haritalardaki durumu gösterilmiştir.



Şekil 6.6 Farklı ölçeklerdeki haritalarda örnek havaalanının görünüşü

Daha önceden açıklandığı gibi tüm dünya ya ait VMAP1 verileri NATO tarafından yapılan bir proje ile tamamlanmış ve tüm dünya ya ait orta seviyeli vektör harita ihtiyacı giderilmiştir. Bu projenin sonunda VMAP1 ürününün tüm NATO üyesi ülkeler tarafından oldukça etkili bir biçimde kullanıldığı ve ülkeler arasında veri standardizasyonunun sağlanması yönünde diğer tüm standart ürünler gibi fayda sağladığı tespit edilmiştir. Tüm dünya ya ait VMAP1 verilerinin hazırlanması yaklaşık 10 yıl gibi süre sonunda gerçekleşmiştir.

Bu tecrübelerin ışığı altında tüm dünya ya ait VMAP2 verilerinin hazırlanmasının yaklaşık 20 - 25 yıl süreceği varsayımı ile yeni bir proje başlatılması yerine ihtiyaç duyulan yerlerde VMAP2 verisinin üretilmesine karar verilmiştir. Aynı şekilde UVMAP üretimi için de aynı karar verilmiş ve bölgelerin stratejik durumuna ve muhtemel ortak harekât düzenlenebilecek bölgeler de, bu projelerin yapılmasının uygun olacağına karar verilmiştir. Bu doğrultuda Kosova, Bosna-Hersek, Makedonya, Polonya, Arnavutluk, Afganistan gibi ülkelerin VMAP2 verileri hazırlanmıştır. Aynı şekilde ABD ve Kanada kendi ülkelerine ait VMAP2 verilerini hazırlamışlardır.

Türkiye için ise NATO tarafından alınan herhangi bir karar olmamasına rağmen NATO ülkeleriyle ve özellikle ABD ile ortak yürütülen projelerde kullanılmak üzere Türkiye'ye ait VMAP2 verisinin gerekliliği tespit edilmiştir. Özellikle Türkiye'nin aktif olarak içinde bulunduğu A400M, Barış Kartalı (HİK) gibi nakliye uçaklarının yanında, Joint Stright Fighter (JSF) gibi jet uçakları ve bunların simülatörlerinde VMAP2 verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca iç güvenlik harekatları gibi ayrıntılı arazi analizi gerektiren operasyonlar için ve NATO tarafından kurulmaya çalışılan askeri CBS faaliyetlerine entegrasyon amacıyla VMAP2 verilerinin hazırlanması gereklidir. Halen Hava Kuvvetleri Komutanlığı tarafından fizibilite çalışması yapılan bu projenin önümüzdeki yıllarda uygulamaya sokulacağı muhtemeldir.

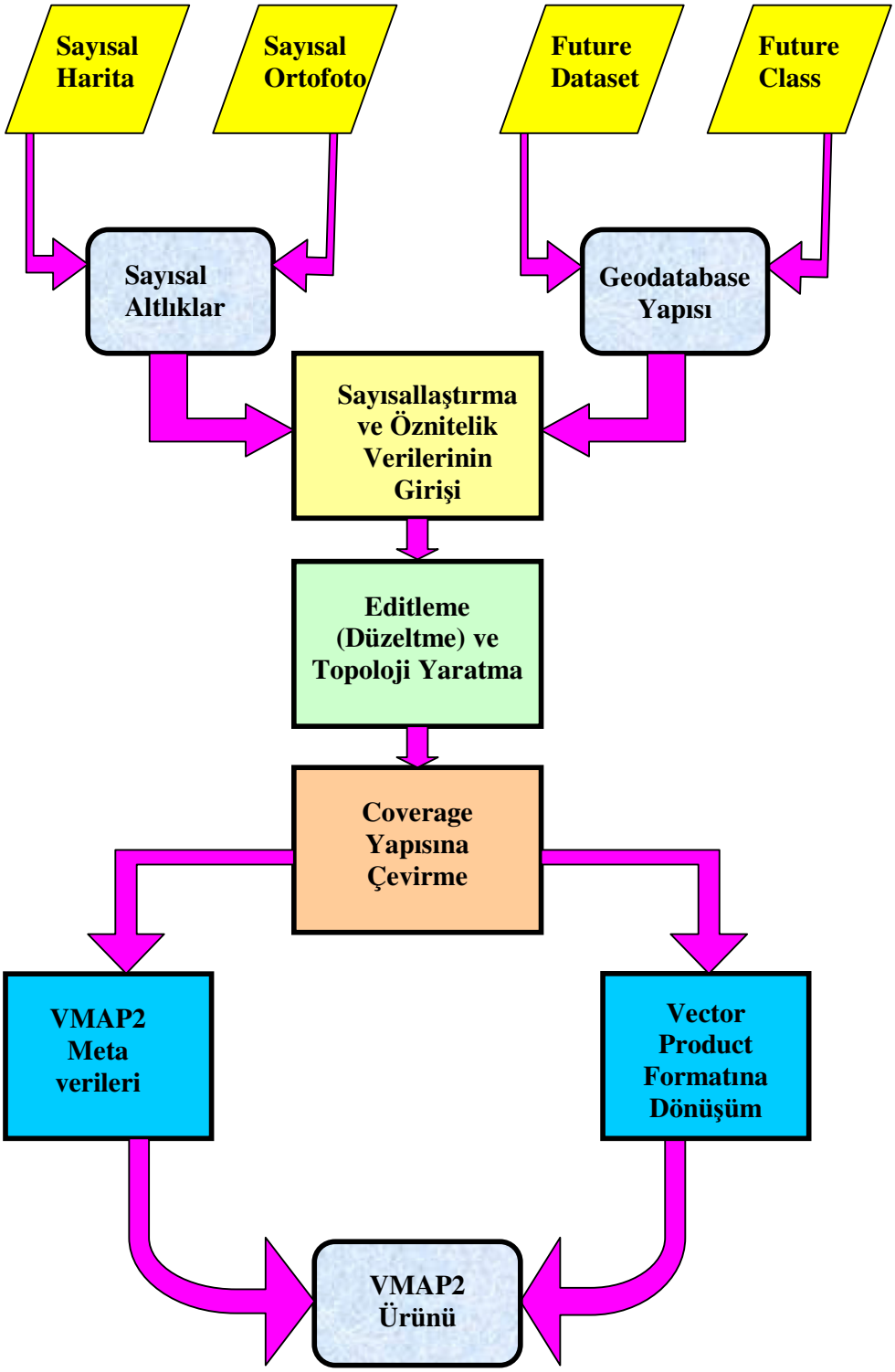
7. UYGULAMA (İKİNCİ DÜZEY VEKTÖR HARİTA (VMAP2) ÜRETİMİ)

İhtiyaçlar ve sorunlar göz önüne alınarak hazırlanan ve ayrıca NATO ülkeleri tarafından geliştirilmiş ve coğrafi veri standardı olarak da halen tüm NATO ülkeleri tarafından benimsenen ve kullanılmakta olan Akıllı Vektör Harita (VMAP) ürünlerinden 2 nci Düzey Vektör Harita (VMAP2) örnek çalışmasına bu bölümde yer verilecektir. Daha önceden de belirtildiği gibi bu örnek uygulama Türkiye'de yapılan ilk VMAP2 uygulaması niteliğindedir. Ancak uygulamaya geçmeden önce VMAP2 üretimi için genel olarak hazırlanmış bir iş akış diyagramı tanıtılacaktır.

7.1. VMAP2 Üretimi İş Akış Diyagramı

Son zamanlarda özellikle bilgisayar ve bilgi teknolojilerinin inanılmaz şekilde gelişim göstermektedir. Bilgi teknolojileri yardımıyla, belirlenen sorunlara çözüm üretmek için, problemin bilgisayar teknolojisine tanıtılması gibi bazı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden biriside İş Akış Diyagramı ya da kısaca Algoritma dediğimiz özel geometrik şekillerin akış çizgileri ile birbirine bağlanmış şekilleridir. Herhangi bir problemin çözümü için ya da bir ürünün üretim aşamalarını açıkça göstermek için iş akış diyagramları sıkça kullanılmaktadır.

CBS'nin; verilerin toplanması işlenmesi analiz edilip sorgulanması ve sunulması şeklinde işlem basamaklarından oluştuğu düşünülürse, VMAP2 verisinin de üretimi CBS mantığı ile ele alındığında benzer adımlardan oluştuğu görülmektedir. Bu amaçla örnek VMAP2 üretimi uygulamasına geçmeden uygulamanın nasıl yapılacağını gösteren iş akış diyagramı Şekil 7.1'de gösterilerek üretim aşamaları ve yöntemleri özetle şemasal olarak açıklanmıştır.



Şekil 7.1 VMAP2 akış diyagramı

Burada ilk işlem adımı sayısal harita ve ortofotoların hazırlanması ile Future Dataset ve Future Class'ların oluşturulması adımı olup bu işlem CBS'de veri toplama adıyla geçmektedir. Örnek uygulama için bu veriler hazır olarak Hava Kuvvetleri Komutanlığı tarafından temin edilmiştir. Diğer bir adım ise sayısallaştırma işlemi ve öznitelik verilerinin girişi dediğimiz ve CBS de veri işleme adımı olarak bilinen adımdır. Ayrıca öznitelik verilerinin girişinde daha önceden hazırlanan VMAP1 ürününden ve 1:50.000'lik paftalardan faydalanılmıştır. Yaklaşık olarak bir pafta için sayısallaştırma ve öznitelik verilerinin girişi işlemi 10 işgünü süre almaktadır. Bundan sonraki adım editleme (düzeltme) ve topoloji kurma kısaca veri analizi adımıdır. Bu işlem de yaklaşık olarak bir pafta için 7 iş günü süre almaktadır. Son işlem adımı ise CBS de görselleştirme ya da sunum adıyla geçen Coverage yapısına dönüşüm ve Meta verileriyle beraber hazır hale getirilen ve CD'lenen VMAP2 verisinin üretimidir. Yaklaşık olarak bu işlemde bir pafta için 5 işgünü sürede tamamlanabilmektedir. Uygulamanın ayrıntısı ilerleyen diğer bölümlerde ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

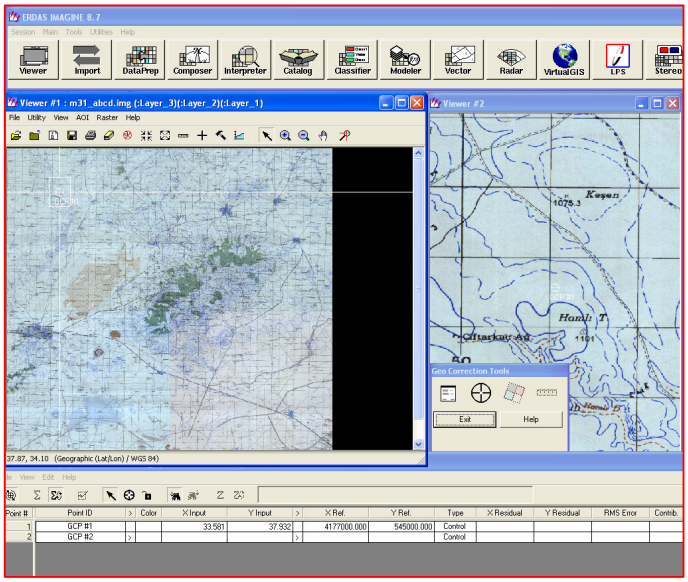
7.2. Örnek VMAP2 Uygulaması

7.2.1 Uygulama alanının seçimi

VMAP2 örnek verisinin üretimi amacıyla uygulama bölgesi olarak Türkiye Merkez Bölgesi'nde 1:50000 ölçekli KARAMAN M31-a, KARAMAN M31-b, KARAMAN M31-c, ve KARAMAN M31-d paftalarının olduğu bölge seçilmiştir. Dört adet 1:50000 ölçekli paftanın kapladığı yaklaşık alan 2420 km^2 dir. Uygulama alanı olarak bu bölgenin seçilmesinin amacı detay yoğunluğunun normal düzeyde olması, Türkiye Merkez Bölgesi'nde olması ve Hava Kuvvetleri Komutanlığı tarafından basılı 1:50000 ölçekli haritasının bir kopyasının örnek uygulamada kullanılmak üzere temin edilmiş olmasıdır. Ayrıca bu bölgeye ait güncel (2005 yılı) beş metre çözünürlüklü SPOT-5 uydu görüntüleri yardımıyla üretilmiş ortofotolar, yine Hava Kuvvetleri Komutanlığı tarafından örnek uygulama yapılması amacıyla temin edilmiştir.

7.2.2 Altlık verilerin hazırlanması

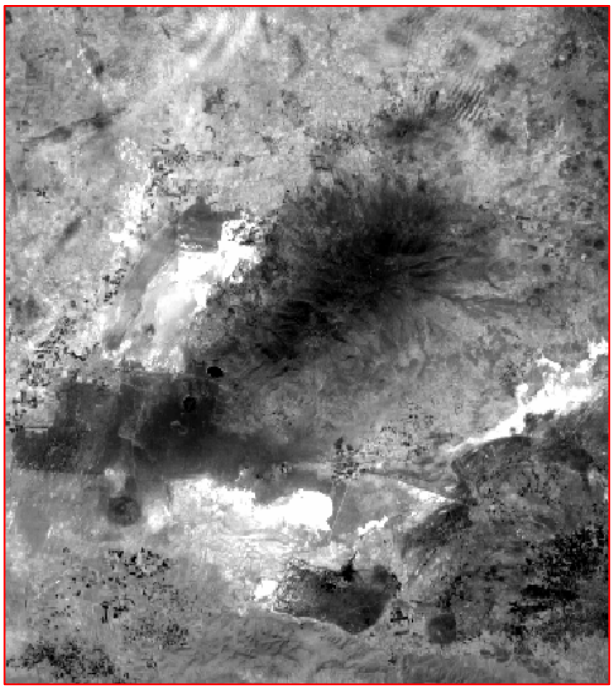
VMAP2 örnek uygulamasının yapılabilmesi için uygulama bölgesine ait 1:50000 ölçekli dört adet pafta yüksek çözünürlüklü EAGLE 4240C marka tarayıcı ile 300 DPI çözünürlükte taranmıştır. Taranan paftalar ERDAS IMAGINE 8.7 programı kullanılarak Coğrafi Koordinat Sistemi ve WGS-84 Datumu'na göre koordinatlandırılmıştır (Şekil 7.2).



Şekil 7.2 Taranan paftaların koordinatlandırılması

Daha sonra dört pafta gerekli koordinat kontrolleri yapıldıktan sonra mozaiklenerek birleştirilmiştir. Böylece VMAP2 üretimi için haritalar hazır hale getirilmiştir.

Hava Kuvvetleri Komutanlığı tarafından 2005 yılına ait 5 metre çözünürlüklü uydu görüntüleri (SPOT-5) ile üretilen ortofolar çalışmada kullanılmak üzere temin edilmiştir. Çalışma bölgesinin köşe koordinatlarına göre ERDAS IMAGINE 8.7 programı aracılığı ile kesilip çalışmada kullanılmak üzere hazır hale getirilmiştir (Şekil 7.3).

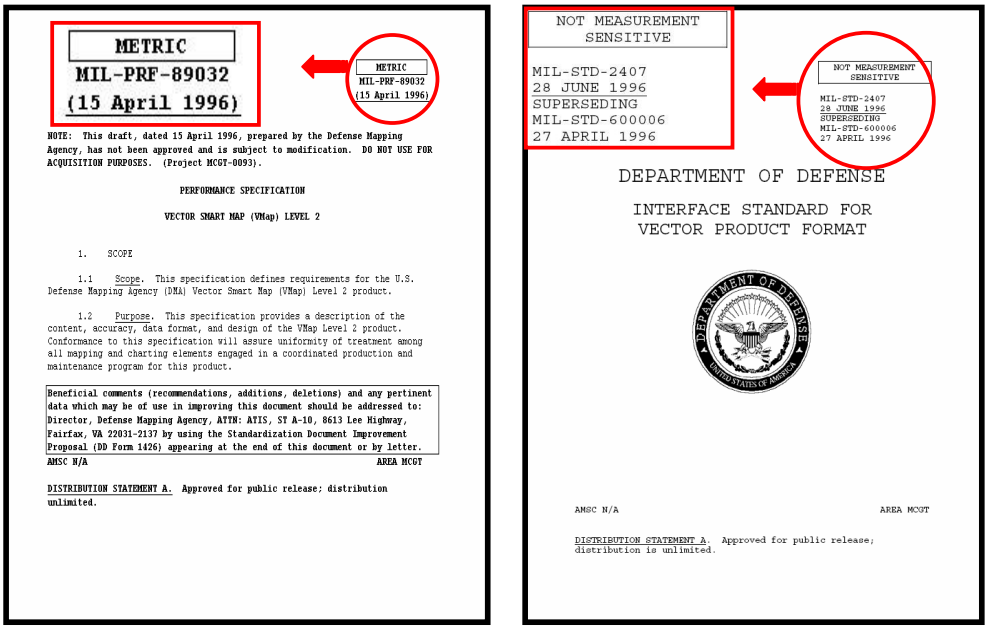


Şekil 7.3 Çalışmada kullanılacak ortofoto

Kullanılacak ortofoto ve haritaların aynı koordinat sisteminde ve aynı datum kullanılarak oluşturulmasına dikkat edilmiştir.

7.2.3. Geodatabase yapısının oluşturulması

Daha önceki bölümlerde de açıklandığı gibi NATO tarafından geliştirilen DIGEST standartları içerisinde yer alan Akıllı Vektör Harita ya da kısaca Vektör Harita olarak bilinen VPF formatlı VMAP2 ürününün üretilebilmesi için, ilk kez NATO tarafından 15 Nisan 1996'da çıkarılan MIL-PRF-89032 sayılı talimatın ve 27 Nisan 1996 üretilen MIL-STD-2407 standardının uygulanması gereklidir. Bu talimat ve standardizasyonun daha sonraki yıllarda sürekli güncelliğinin korunması sağlanmıştır. Güncel olan bu talimat ve standardizasyon ayrıntılı olarak incelenmiş ve uygulama buna göre yapılmıştır (Şekil 7.4).



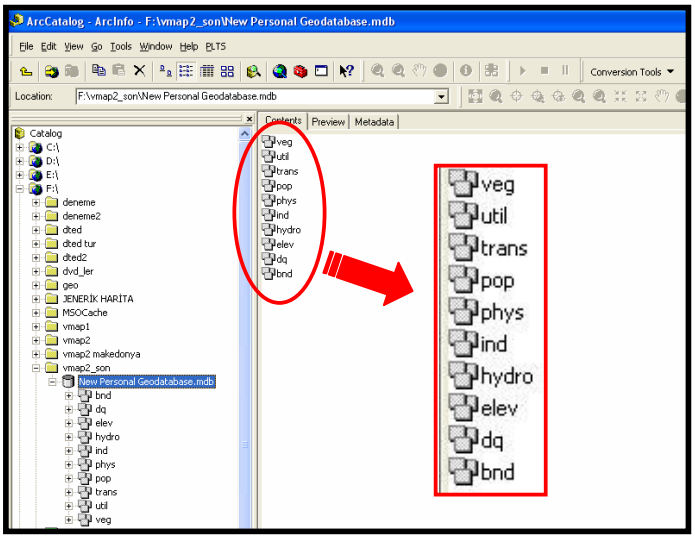
Şekil 7.4 MIL-PRF-89032 ve MIL-STD-2407 talimat ve standartları

Şekil 7.4 talimat ve standartlarına göre VMAP2 verileri 10 adet farklı katmanda toplanmaktadır (NIMA 1996). Bunlar aşağıda Çizelge 7.1 de gösterilmiştir.

Çizelge 7.1 VMAP2 katmanları

İsim	**Anlamı**	**Örnekler**	**Kısaltma**
Boundaries	Sınır verisi	Ülke sınırları, idari sınırlar, hudut noktaları, duvar ve tel örgü sınırları…	**Bnd**
Data Quality	Veri kalitesi	Veri kalitesine ilişkin veriler	**Dq**
Elevation	Yükseklik verisi	Yükseklik eğrileri, nirengi noktaları…	**Elev**
Hydrography	Su verisi	Denizler, nehirler, barajlar, kuyular, kanallar, sarnıçlar göller…	**Hydro**
Industry	Endüstri yapıları verisi	Madenler, fabrikalar, su depoları, kuleler, tahıl ambarı, ağıllar…	**Ind**
Physiography	Fiziksel arazi verileri	Mağaralar, uçurumlar, yarmalar, hendekler, kayalılar, yanardağlar…	**Phys**
Population	Nüfus yoğunluk verisi	Binalar, mezarlıklar, harabeler, şehir merkezleri, stadyumlar, yapısal alanlar, anıt ve abideler…	**Pop**
Transportation	Ulaşım verisi	Yollar, demiryolları, köprüler, tüneller, menfezler, havaalanları, iskeleler, kavşak noktaları, park yerleri…	**Trans**
Utilities	Kamu yararı tesisleri verisi	Antenler, iletişim hatları, enerji nakil hatları, telefon telgraf hatları, motor pompaları, elektrik üretim merkezleri…	**Util**
Vegetation	Bitki örtüsü verisi	Ağaçlık alanlar, meralar, bataklıklar, bağlıklar, çalılık, fındalıklar, pirinç tarlaları…	**Veg**

ArcGIS 9.2 Coğrafi Bilgi Sistemi programının ArcCatolog uygulaması kullanılarak Personel Geodatabase.mdb dosyası oluşturulmuş ve bu mdb dosyası içine Çizelge 7.1'de gösterilen VMAP2 katmanları (10 adet) Future dataset olarak yapılandırılmıştır. Bu esnada koordinat sistemi coğrafi koordinat sistemi ve datum olarak da WGS-84 datumu seçilmiş, ayrıca proje bölgesinin sınır koordinatları girilmiştir (Şekil 7.5).



Şekil 7.5 Oluşturulan Future Dataset'ler

VMAP2 standartlarına göre her bir katman (Future Dataset) içine alt katmanlar (Future Class) oluşturulmuştur. Bu alt katmanlar Çizelge 7.2.a ve b deki nokta, çizgi, alan sınıflamasına göre yapılmıştır.

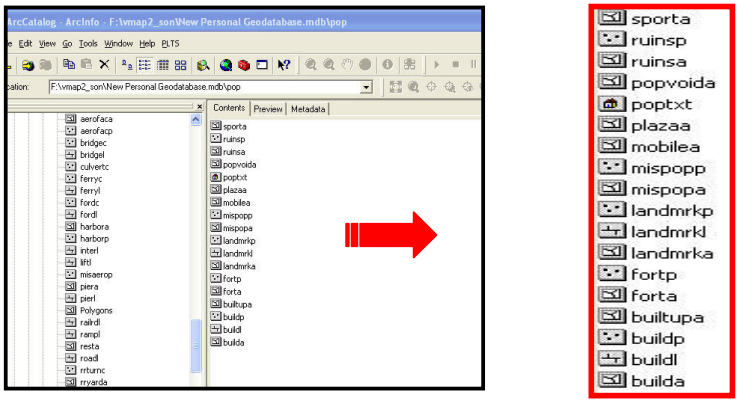
Çizelge 7.2.a VMAP2 Future Dataset ve Future Class yapısı

FUTURE DATASET	FUTURE CLASS				
	POİNT	NODE	LİNE	AREA	TEXT
BND	MARKERSP		BARRIERL COASTL POLBNDL	BNDVOIDA POLBNDA	BNDTXT
DQ			DQLINE	DQAREA DQVOIDA	DQTXT
ELEV	ELEVP		CONTOURL DEPTHL	ELEVOIDA	ELEVTXT
HYDRO	CISTERNP DANGERP MISCP WELLSPRP	AQUEDCTC DAMC RAPIDSC	AQUEDCTL DAML DANGERL MISCL RAPIDSL SEASTRTL WATRCRSL	COASTA DAMA DANGERA HYDVOIDA INUNDA LAKERESA LOCKA MISCA SEASTRTA WATRCRSA	HYDROTXT
IND	AGRISTRP EXTRACTP OBSTRP PROCESSP RIGWELLP STORAGEP TOWERP		INDL	AGRISTRA DISPOSEA EXTRACTA INDVOIDA NUCLEARA PROCESSA STORAGEA TREATA	INDTXT
PHYS	LNDFRMP MTNP THERMALP		BLUFFL EMBANKL LNDFRML	ASPHALTA EMBANKA GROUNDA LANDICEA LNDFRM1A LNDFRM2A PHYVOIDA SEAICEA	PHYSTXT
POP	BUILDP FORTP LANDMRKP MISPOPP RUINSP		BUILDL LANDMRKL	BUILDA BUILTUPA FORTA LANDMRKA MISPOPA MOBILEA PLAZAA POPVOIDA RUINSA SPORTA	POPTXT

Çizelge 7.2.b VMAP2 Future Dataset ve Future Class yapısı

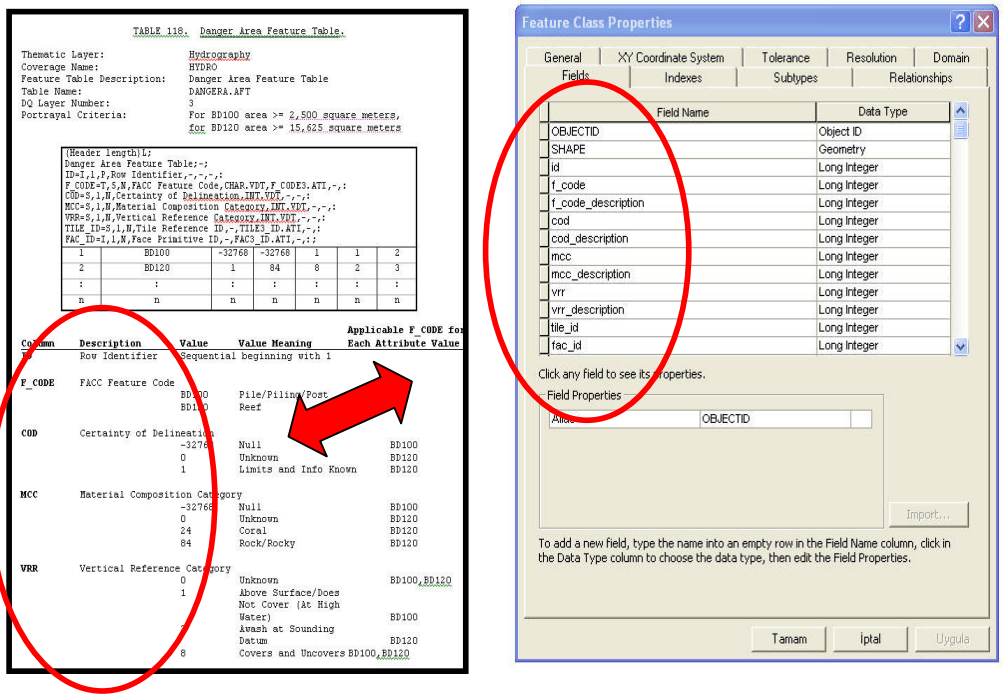
FUTURE DATASET	**FUTURE CLASS**				
	POİNT	**NODE**	**LİNE**	**AREA**	**TEXT**
TRANS	AEROFACP HARBORP MISAEROP	BRIDGEC CULVERTC FERRYC FORDC RRTURNC SHEDC TUNNELC	BRIDGEL FERRYL FORDL INTERL LIFTL PIERL RAILRDL RAMPL ROADL RUNWAYL SHEDL TEETHL TRACKL TRAILL TUNNELL	AEROFACA HARBORA PIERA RESTA RRYARDA RUNWAYA STORAGEA TEETHA TRAVOIDA	TRANSTXT
UTIL	COMMP POWERP PUMPINGP SUBSTATP		PIPEL POWERL TELEL	COMMA POWERA PUMPINGA SUBSTATA UTIVOIDA	UTILTXT
VEG	OASISP TREESP		FIREBRKL HEDGEL	CROPA GRASSA OASISA ORCHARDA SWAMPA TREESA TUNDRAA VEGVOIDA	VEGTXT

Oluşturulan 10 adet Future Dataset içine Çizelge 7.2.a ve b kurallarına göre toplam 152 adet Future Class nokta, düğüm, çizgi, alan ve text tiplerinde oluşturulmuştur. Örnek Future Class'lar Şekil 7.6'da gösterilmiştir.



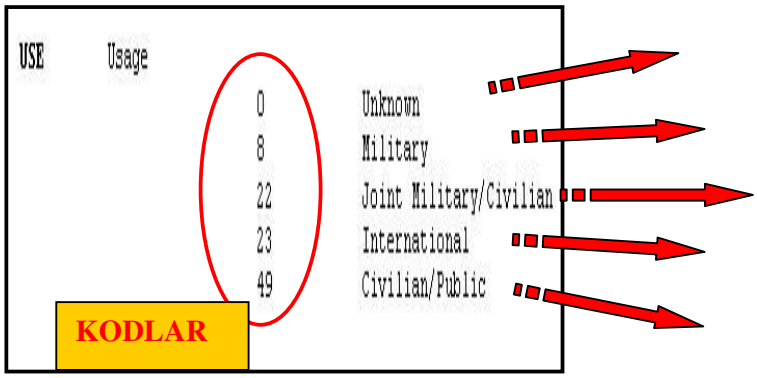
Şekil 7.6 Oluşturulan örnek Future Class'lar

Future Class'lar oluşturulurken Future Dataset gibi Coğrafi Koordinat Sistemi'nde ve WGS-84 Datumu'nda olması sağlanmıştır. Öznitelik verilerinin girilebilmesi için tablolar buna göre düzenlenmiş ve NATO talimat ve standartları bu yapılanmada eksiksiz uygulanmıştır (Şekil 7.7).



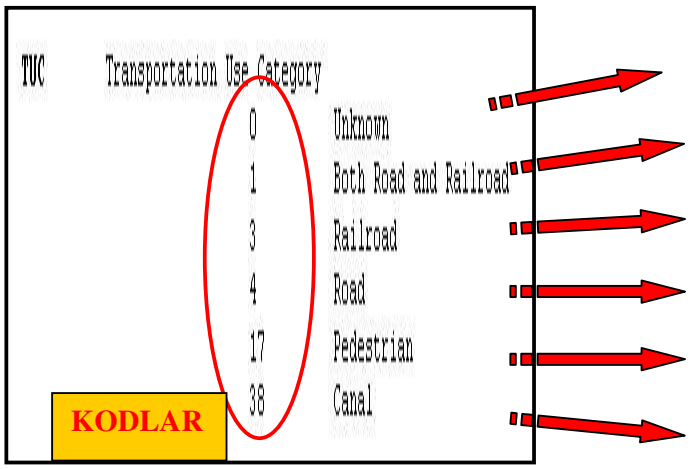
Şekil 7.7 Öznitelik tablolarının düzenlenmesi

Öznitelik verileri ile ilgili tablolar oluşturulurken özellikle İngilizce olarak hazırlanmış talimat ve standartların tam Türkçe karşılıklarının bulunmasına özen gösterilmiştir. VMAP2 üretiminde öznitelik tablolarının oluşturulması esnasında Detay ve Öznitelik Kodlama Katoloğu (Feature Attribute Coding Catalog) (FACC) adıyla gecen standart katolog değerleri kullanılmıştır. Burada özellikle her detayın özniteliklerinin bir sayı ile ifade edilmesinin zaman ve emek kaybını son derece azalttığı tespit edilmiştir. Bu uygulama ile ilgili, örneğin bir havaalanının kullanımına ilişkin ya da bir köprünün ulaşım kategorisine ait kodlar, Şekil 7.8.a ve b'de gösterilmiştir.



Bilinmiyor
Askeri Havaalanı
Ortak(Askeri/Sivil) Havaalanı
Uluslararası Havaalanı
Sivil Havaalanı

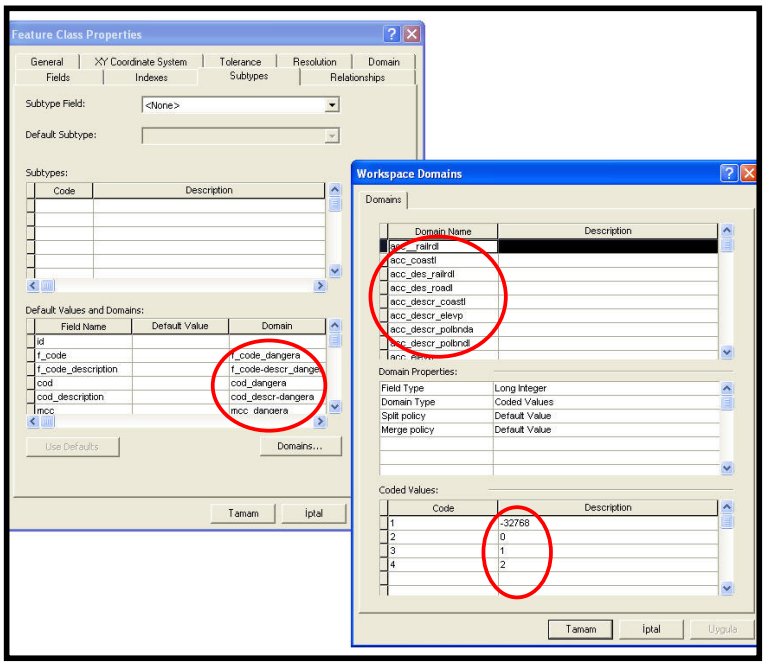
Şekil 7.8.a Örnek havaalanının kullanımına ilişkin kodlar



Bilinmiyor
Yol ve Demiryolu Köprüsü
Demiryolu Köprüsü
Yol Köprüsü
Yaya Köprüsü
Kanal Köprüsü

Şekil 7.8.b Örnek köprünün ulaşım kategorisine ait kodlar

Daha sonra ArcCatolog uygulaması içinde Öznitelik verilerinin girişinde kullanılmak üzere veri tabanı oluşturulmuş ve Subtypes ve Domain işlemleri yapılmıştır. Bu sayede ileride sayısallaştırılan verilerin öznitelik verilerinin girilebilmesi bu veri tabanının kullanılması ile kolay ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilmiştir Şekil (7.9).

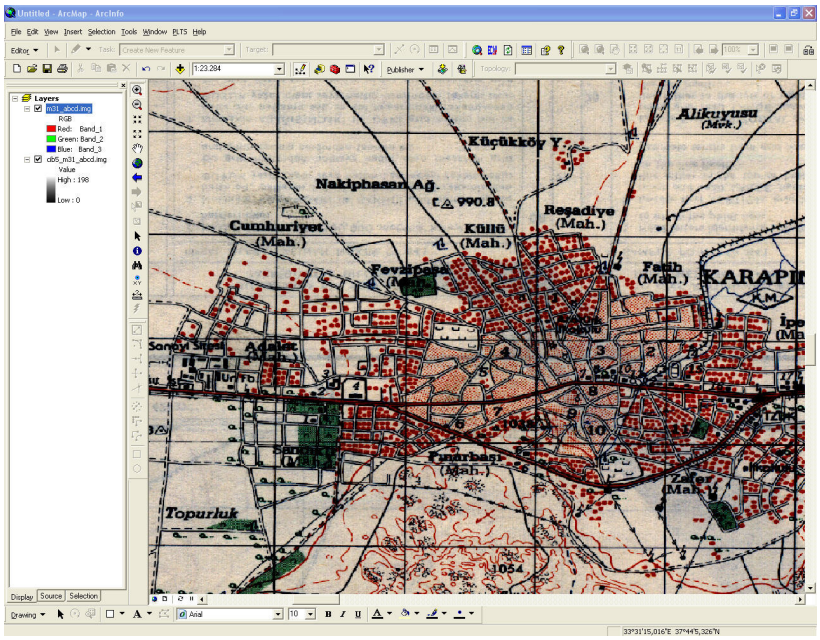


Şekil 7.9 Öznitelik verilerinin girişi için veri tabanının kurulması

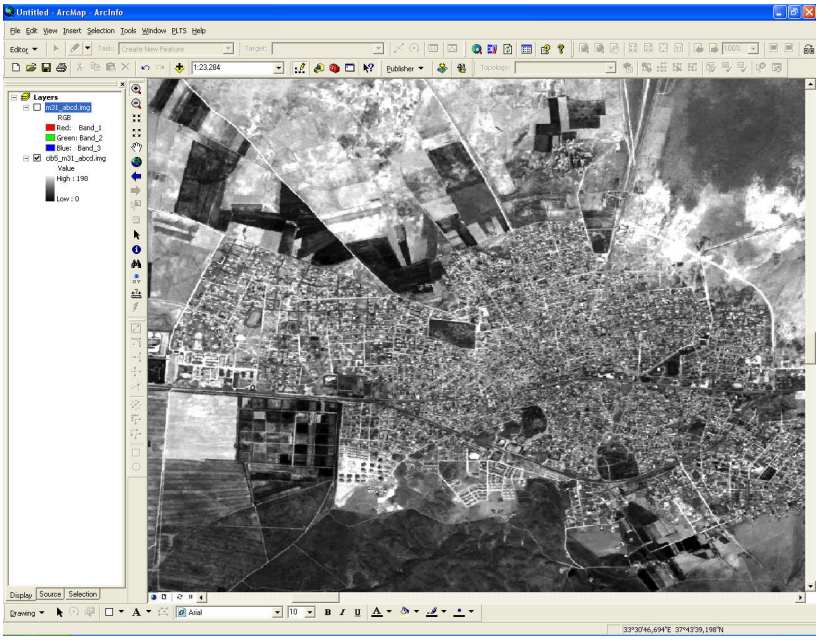
Böylelikle sayısallaştırma işlemine geçmeden önce NATO standart ve talimatlarına göre verilerin nokta, çizgi, alan kategorileri ile her detaya ilişkin Detay ve Öznitelik Katoloğu bilgileri ışığında öznitelik verilerinin girişine olanak sağlayan veri tabanı kurulmuştur. Aynı zamanda verilerin Geodabase yapısı olarak adlandırdığımız ve ileride oluşturulacak Coverage yapısına temel teşkil edecek olan Future Dataset, Future Class yapısı oluşturularak sayısallaştırma öncesi yapı hazırlanmıştır.

7.2.4. Sayısallaştırma işlemi

Daha önceden hazırlanmış olan VMAP2 üretimi için gerekli olan altlıklar (1:50.000 ölçekli haritalar ve beş metre çözünürlüklü ortofoto) ArcGIS 9.2 CBS programı içinde yer alan ArcMap uygulaması içinde açılarak sayısallaştırma işlemine geçilmiştir. Sayısallaştırma doğrudan ekran üzerinden yapılmıştır. Sayısallaştırma işlemi yapılırken harita ve ortofoto üst üste açılmış ve gerek harita üzerinden ve gerekse ortofoto üzerinden sayısallaştırma yapılmıştır (Şekil 7.10.a,b). Özellikle güncel olması nedeniyle genel olarak ortofoto üzerinden, ancak imkan dahilinde harita üzerinden sayısallaştırma işlemi yapılmıştır.



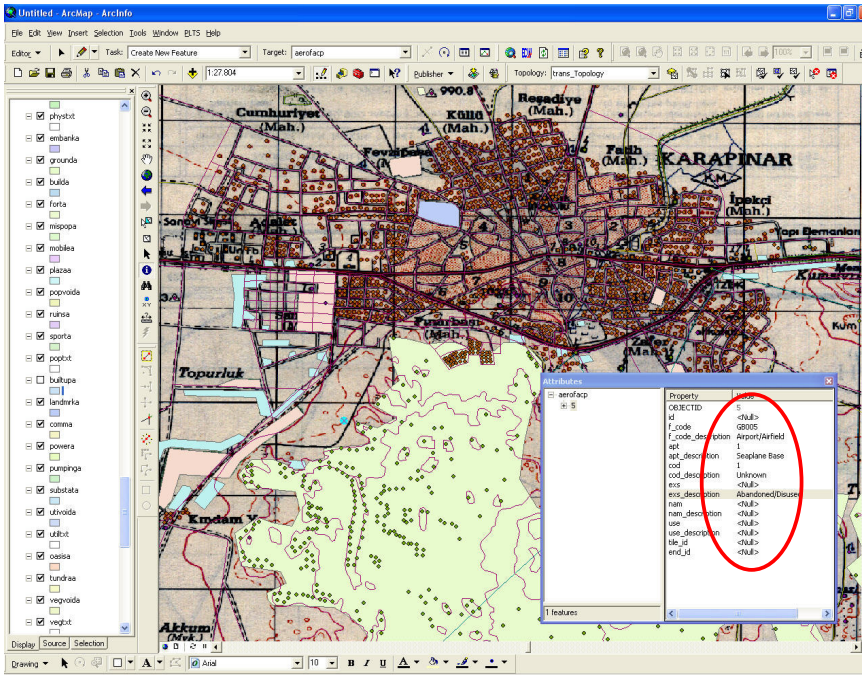
Şekil 7.10.a Sayısallaştırmada kullanılan harita görüntüsü



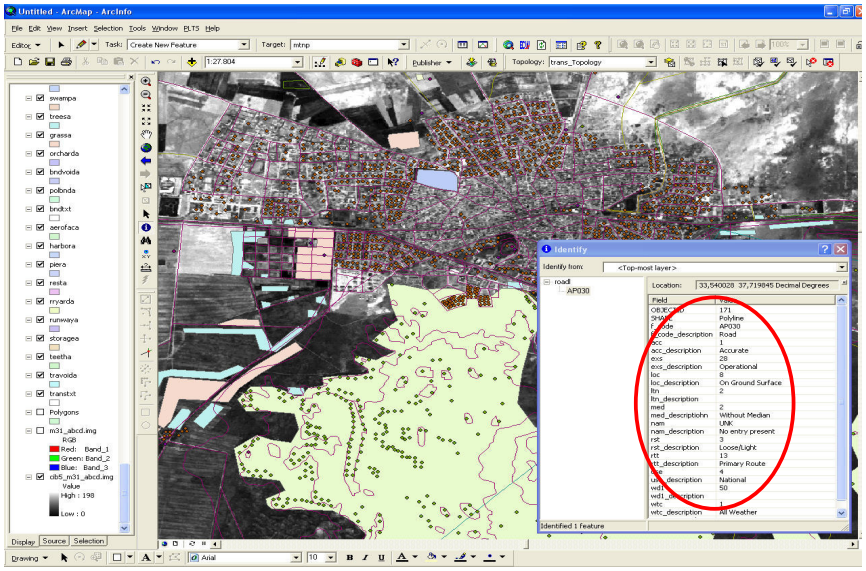
Şekil 7.10.b Sayısallaştırmada kullanılan ortofoto görüntüsü

10 adet Future Dataset içine oluşturulan 152 adet Future Class'a göre tek tek sayısallaştırma işlemi yapılmıştır. Sayısallaştırma işlemi yapılırken aynı zamanda o detaya ait öznitelik verileri, oluşturulan Veri Tabanı kullanılarak eklenmiştir. Çalışmanın en önemli ve en fazla zaman alan kısmı olan sayısallaştırma işlemi hassas ve güncel olması amacıyla hem ortofoto hem de raster harita kullanılarak yapılmıştır. Sayısallaştırma işlemi ve öznitelik verilerinin girişi ve tüm alanın sayısallaştırılmış hali ile ilgi örnek şekiller Şekil 7.11.a ve b ve c' de verilmiştir.

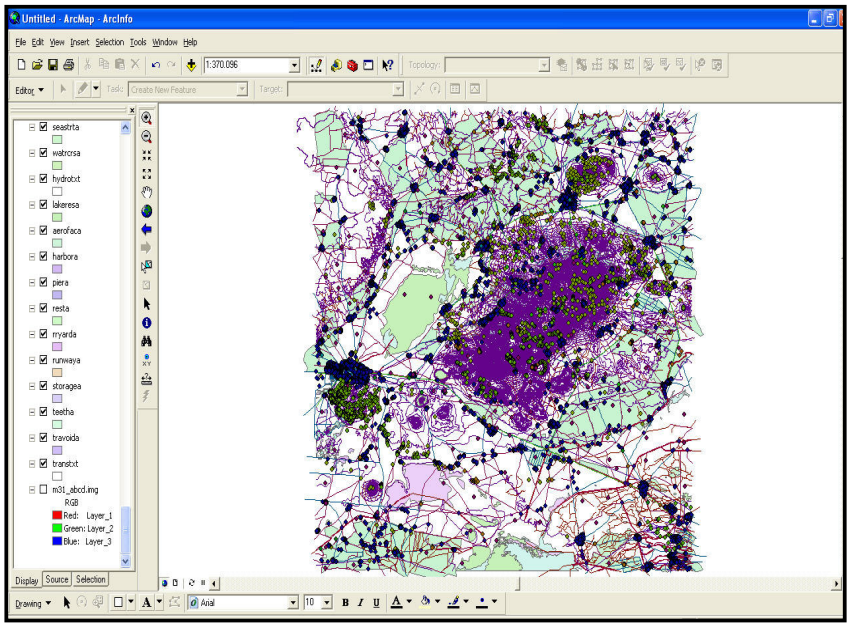
Sayısallaştırma işlemi esnasında öznitelik verilerinin girişinde 1:50.000 ölçekli paftalardan ve daha önceden Harita Genel Komutanlığı tarafından üretimi yapılmış olan VMAP1 ürününden faydalanılmıştır. Her iki kaynaktan da temin edilemeyen öznitelik verileri "Bilinmiyor" şeklinde girilmiştir.



Şekil 7.11.a Harita üzerinde sayısallaştırma ve özniteliklerin girilmesi



Şekil 7.11.b Ortofoto üzerinde sayısallaştırma ve öznitelik sorgulaması



Şekil 7.11.c Tüm alanın sayısallaştırılmış durumu

7.2.5. Topoloji'nin kurulması işlemi

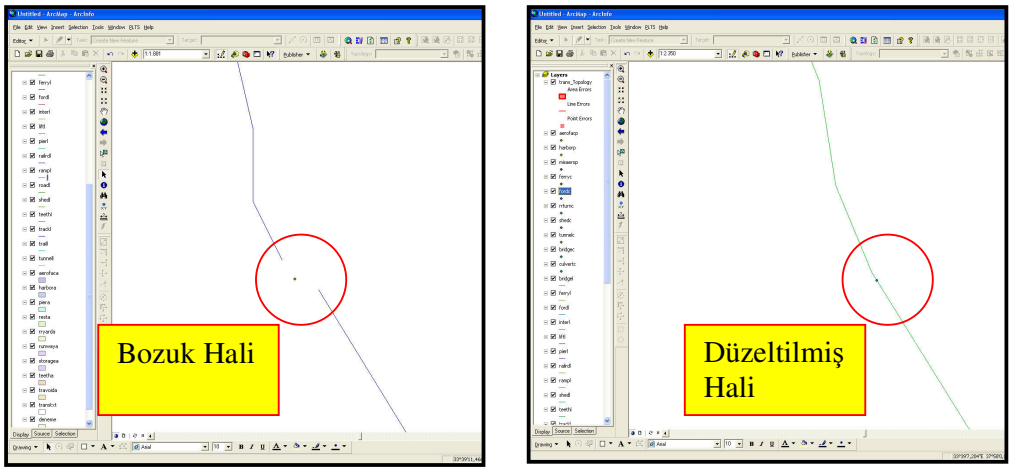
Uygulamanın bu bölümünde yapılan sayısallaştırma neticesinde ortaya çıkan nokta, çizgi ve alan şeklindeki coğrafi veri elemanlarının birbiriyle olan ilişkilerinin tanımlanması işlemi gerçekleştirilmiştir. Coğrafi bilgi sistemlerinde konumsal ilişkileri topolojik veri yapısı ile saklamak;

- Konumsal analizlerin (etkin bir şekilde) gerçekleştirilmesine,
- Çakışıklık (detay tanımlarında ortak hat ve düğümlerin yer alması) bir kez tanımlandığından, ortak detayların bir yerde toplanması suretiyle veri tekrarının önüne geçilmesine,
- Geometrik verilerin kendi içinde tutarlı kalmasına,
- Veriye çok daha hızlı erişilmesine sebep olmaktadır.

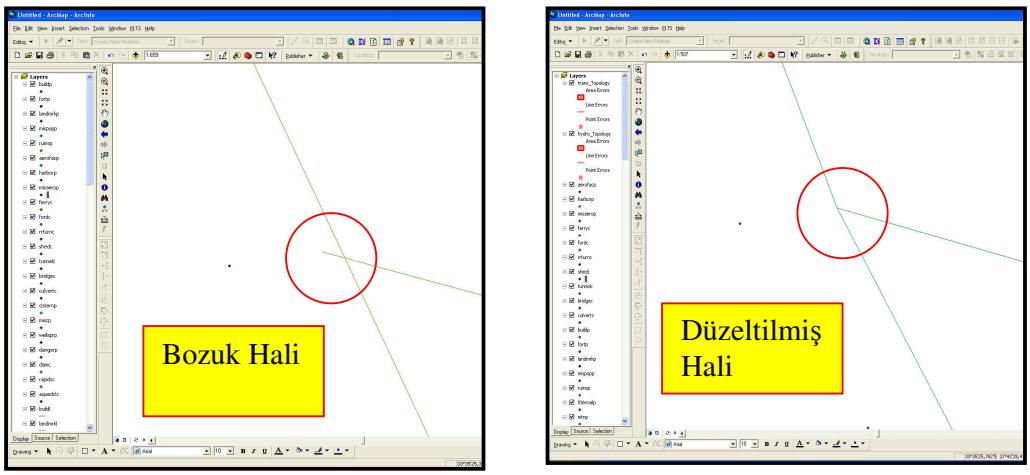
Bu avantajlar nedeniyle uygulama alanında Vektör verilerin depolama yöntemlerinden topolojik veri depolama yöntemi ile konumsal ilişkiler sağlanmıştır. Topoloji kurulurken önceki bölümlerde ayrıntılı olarak açıklandığı gibi noktaya karşılık düğüm (node), çizgiye karşılık kenar (edge), alana

karşılık yüz (face) deyimleri olarak adlandırılan topolojik elemanlar kullanılmaktadır.

ArcGIS 9.2 CBS yazılımı içinde ArcCatolg uygulamasında Topoloji oluşturmak mümkündür. Burada dikkat edilmesi gereken nokta tolerans miktarının doğru şekilde girilmesidir. Ölçeğe göre 1:50.000 ölçekli haritanın ya da beş metre çözünürlüklü ortofotonun yatay doğruluğu 10 metre olduğuna göre bu değer tolerans sınırı olarak kabul edilmiş ve derece cinsinden değeri 0,045 olarak tolerans değeri olarak girilmiştir. Bu değerin altında kalan değerler program tarafından otomatik olarak düzeltilmiş bu değeri aşan fazlalık ya da eksiklik varsa bunlar editleme işlemi ile manuel olarak incelenerek düzeltilmiştir (Şekil 7.12.a ve b).

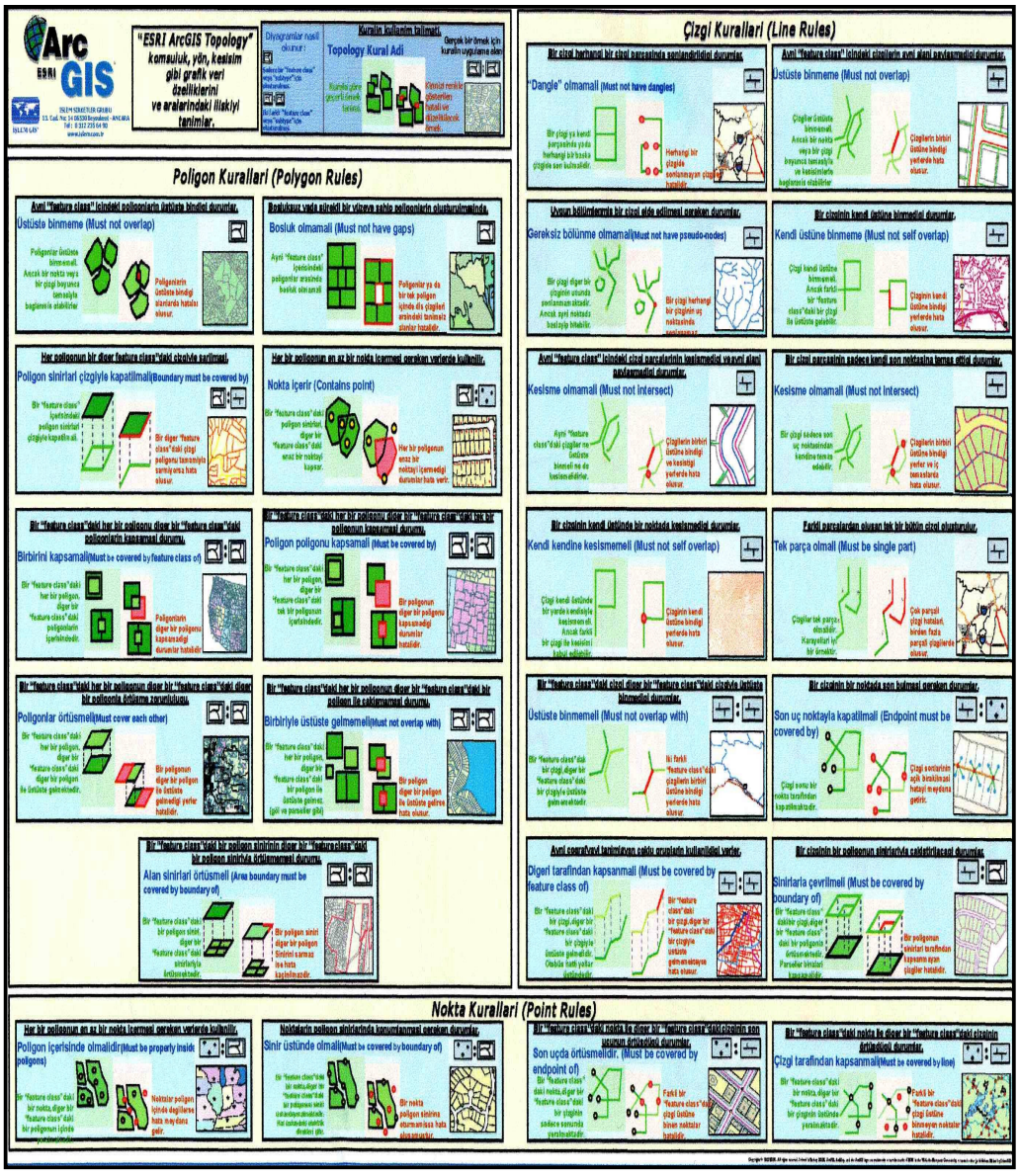


Şekil 7.12.a Tolerans dışı kalan hataların manuel düzeltilmesi (Açıklıklar)



Şekil 7.12.b Tolerans dışı kalan hataların manuel düzeltilmesi (Fazlalıklar)

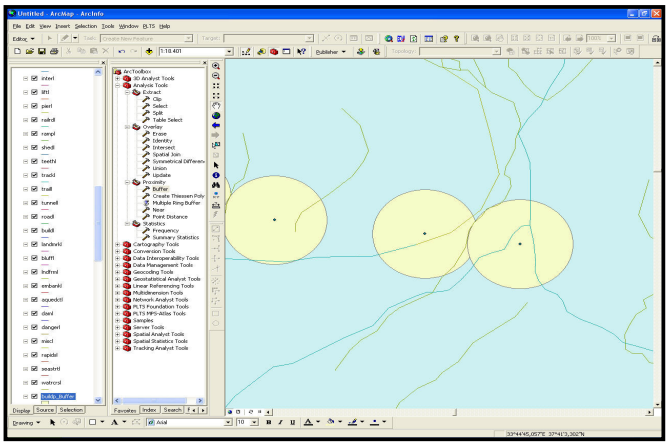
Daha sonra ArcGIS 9.0 CBS yazılımı içinde yer alan Şekil 7.13'de gösterilen Topoloji Kuralları uygulanarak detaylar arasında ilişkiler sağlanmıştır.



Şekil 7.13 Topoloji kuralları

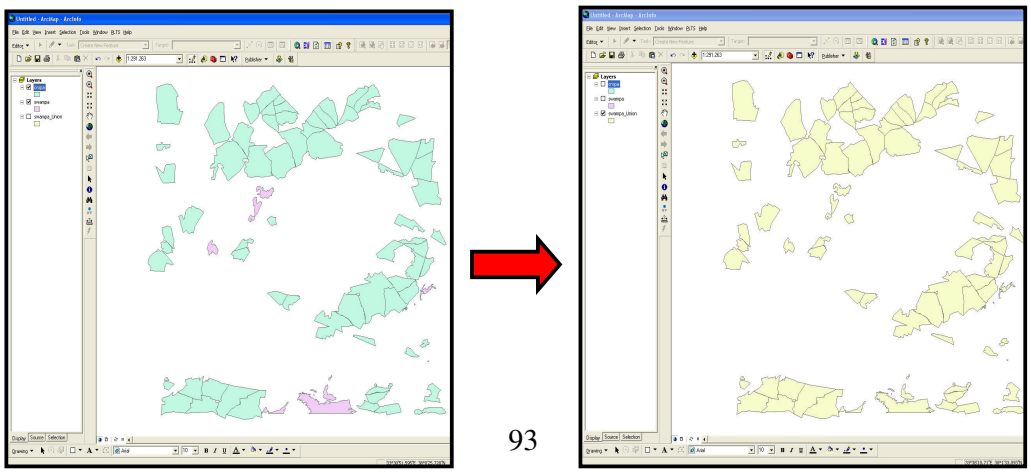
Bu ilişkilerin tanımlanması ile coğrafi verilerin sorgulanması yanında analizi de yapılabilecek konuma getirilmiştir. (Buffer Analizi, Overlay Analizi, Proximity Analizi, Yüzey Analizleri, Clip Analizi, …gibi) Çeşitli analiz ve sorgulamalara ilişkin örnekler Şekil 7.14 içerisinde verilmiştir.

Örnek olarak Köprü detaylarının 500 metre çevresin de bulunan tampon bölgenin analizi Şekil 7.14.a 'da ki gib ıpılabilmektedir.

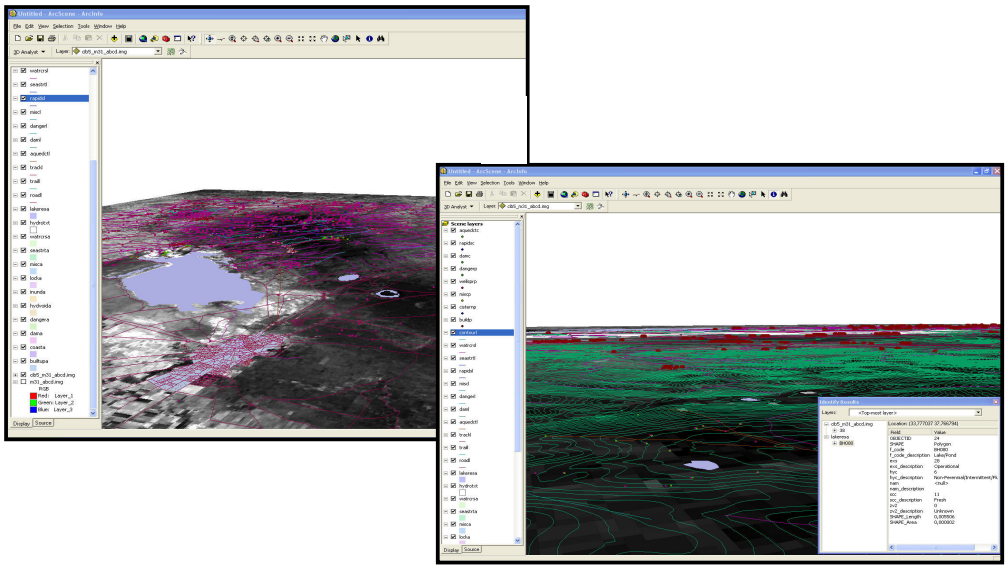


Şekil 7.14.a Veriler üzerinde yapılan analizler (Ör:Buffer analizi)

Aynı şekilde Overlay analizi ile iki katmanın birbiriyle birleştirilmesi ve analizi mümkündür. Örnek olarak bir orman bölgesinin analizi yapılacaksa ağaç türlerinin oluşturduğu alanlar birleştirilip tüm ormanın analizi yapılabilir.(Şekil 7.14.b) Benzer şekilde üç boyutlu analiz imkanı da söz konusudur (Şekil 7.14.c).

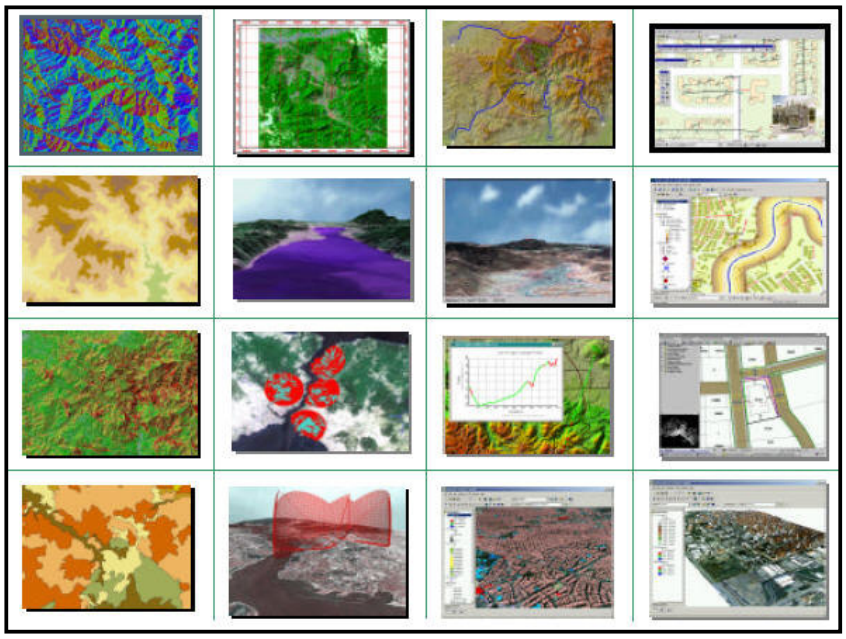


Şekil 7.14.b Veriler üzerinde yapılan analizler (Ör: Overlay analizi)



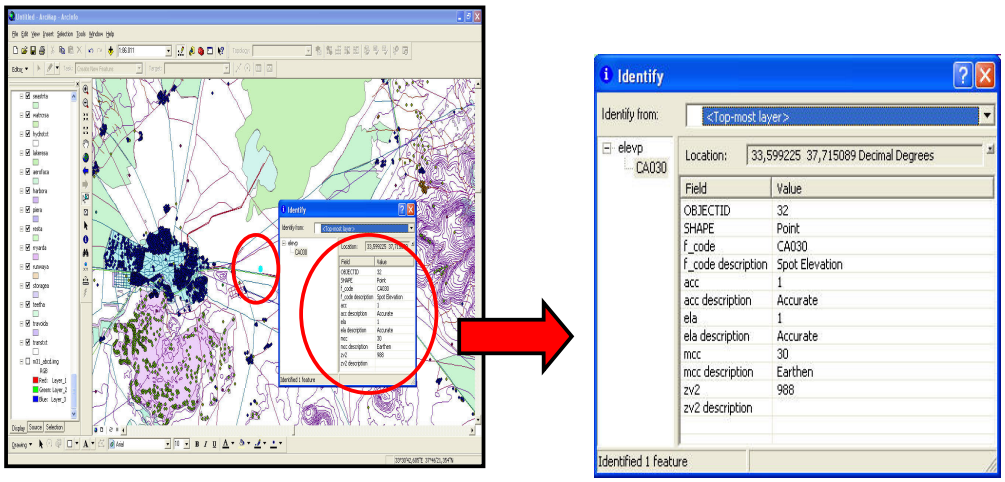
Şekil 7.14.c Veriler üzerinde yapılan analizler (Ör: Üç boyutlu analiz)

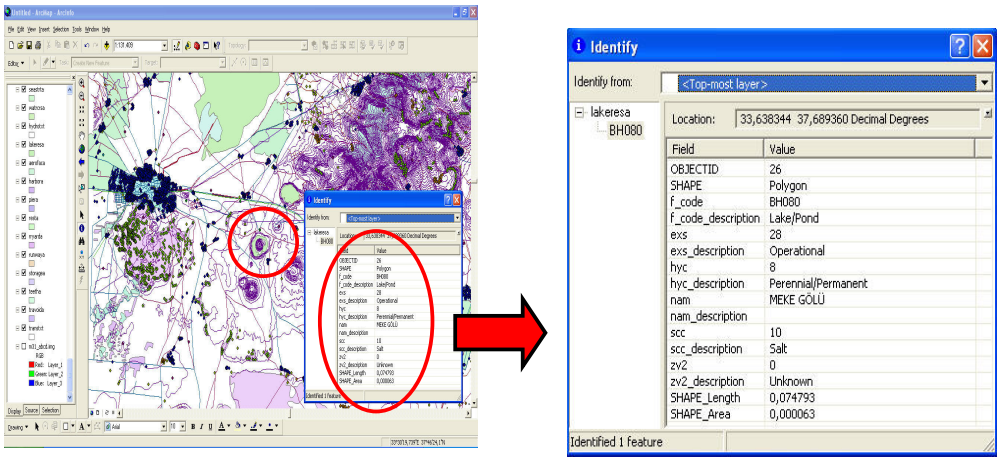
Veriler üzerinde yapılabilecek genel analizler örnek olarak Şekil 7.14.ç'de verilmiştir.



Şekil 7.14.ç Genel analizler

Ayrıca Şekil 7.14.d'de veriler üzerinde yapılabilen örnek sorgulamalara yer verilmiştir. Burada daha önceden de belirtildiği gibi öznitelik verilerinde her bir sayı (kod) bir özniteliğe karşılıl ılmektedir.

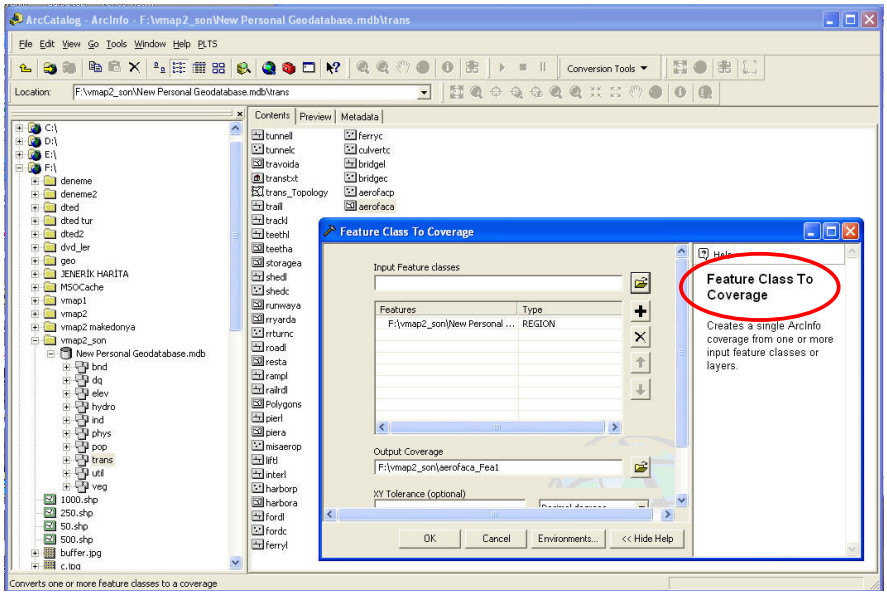




Şekil7.14.d Örnek sorgulamalar

7.2.6. Coverage Yapısının Oluşturulması

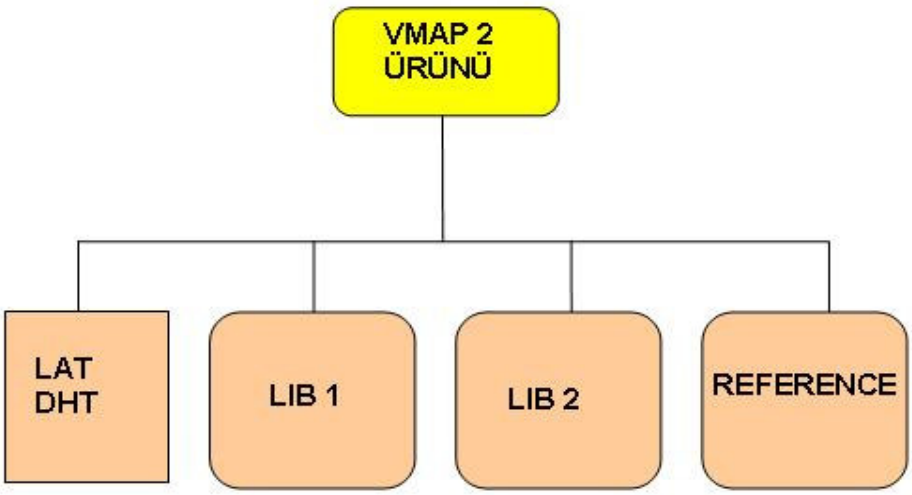
İşlem basamakları içerisinde NATO standartlı VMAP ürününün ürün formatı olan vpf formatına dönüşü den önce, oluşturulan tüm Future Dataset'lerin Coverage yapısına dönüşümü gereklidir. Bunun için Future Dataset içinde yer alan Future Class'lar ArcCatolog uygulaması içinde yer alan export işlemi ile coverage yapısına dönüştürülür (Şekil 7.15). Bu işlem sonucu her bir Coverage yapısı içinde dört adet dosya oluşur. Bunlar; tic dosyası, point, line ya da polygon dosyasından biri ile label ve arc dosyalarıdır. Daha sonra bu veriler vpf formatına dönüşümde kullanılacaktır.



Şekil 7.15 Coverage yapısına dönüşüm

7.2.7. VPF formatlı VMAP2 ürününün hazırlanması

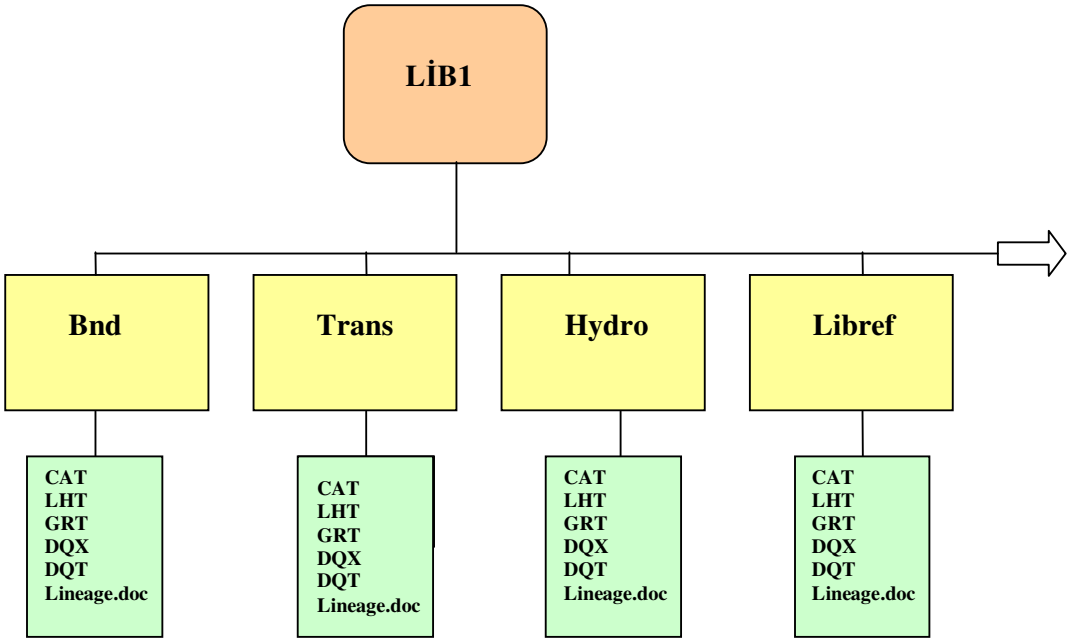
Sonraki işlem adımı ArcGIS CBS yazılımı içerisinde coverage yapılı verilerin Production Line Tool Set (PLTS) modülü aracılığı ile vpf formatına dönüşümüdür. PLTS programının amacı coverage yapılı verileri herhangi bir VMAP ürününe vpf formatlı olarak dönüştürmek ve verilerin meta verilerinin hazırlanmasını sağlamaktır. Bu amaçla oluşturulacak VMAP2 ürünü içinde yer alması gereken dosyalar Şekil 7.16 da gösterildiği gibidir.



Şekil 7.16. VMAP2 ürünü içinde yer alan dosyalar

Library Attribute (Extent) Table (LAT) ve Database Header Table (DHT) dosyaları PLTS programı aracılığı ile VPF formatına dönüştürülen Coverage yapılı verinin tic, label ve arc dosyalarının VPF formatlı adıdır. PLTS programı otomatik olarak format değişikliği yaparak düzenli standart meta veri tutan DHT ve LHT dosyalarını oluşturmaktadır. Kısaca bu dosyalar içinde verinin tümüne ait meta veriler tutulmaktadır. Bunlar; proje bölgesinin köşe koordinatları, koordinat sistemi, yatay ve düşey datumu, doğruluk değerleri, üretici, üretimin amacı, kaynak verilerin doğruluğu ve üretim yılları, vb. verilerdir.

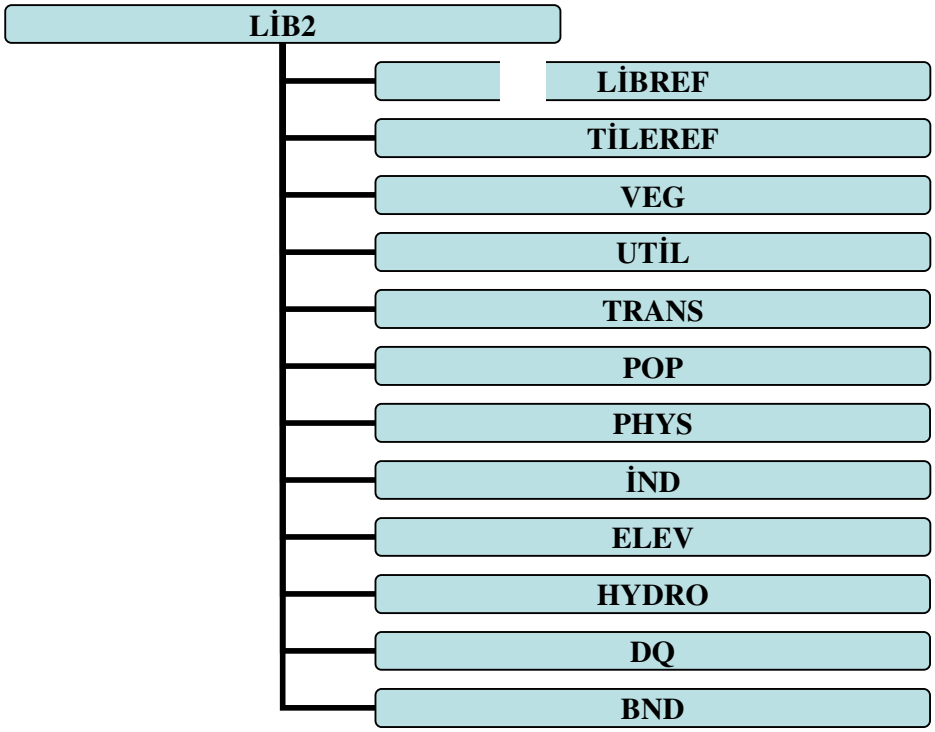
Şekil 7.17.'de gösterildiği gibi LIB 1 dosyası içinde ise sadece nokta, çizgi ve alan verilerine ait meta veriler bulunmaktadır. Bu meta veriler her bir detaya ilişkin koordinat sistemi, yatay düşey datum, doğruluk değerleri, üretim tarihi, üretim yılı, üretici, üretim amacı, veri kaynağı, kaynağın doğruluğu, gizliliği vb. verilerdir. Coverage Attribute (Description) Table (CAT), Library Header Table (LHT), Geographic Reference Table (GRT), Data Quality Index File (DQX), Data Quality Table (DQT), Lineage Documentation File (Lineage.doc) dosyaları içerisinde vektör verilere ait meta veriler mevcuttur. Burada 10 adet vektör veri grubunun meta verileri dışında çizgi özellikli bir dosya (genelde yolla olan ve Library Reference (LİBREF) adıyla geçen kalite kontrol dosyasının meta verileri ile Tile Reference (TİLEREF) adıyla geçen ve 15'x15' lık bölümlenmiş Tile şemasının meta verileri bulunmaktadır.



Şekil 7.17 LİB1 dosyası içeriği

Şekil 7.18.a de görüldüğü gibi LİB2 dosyasının içeriği ise vektör veri grupları ile LİBREF ve TİLEREF detay dosyaları kısaca tüm vektör verilerden

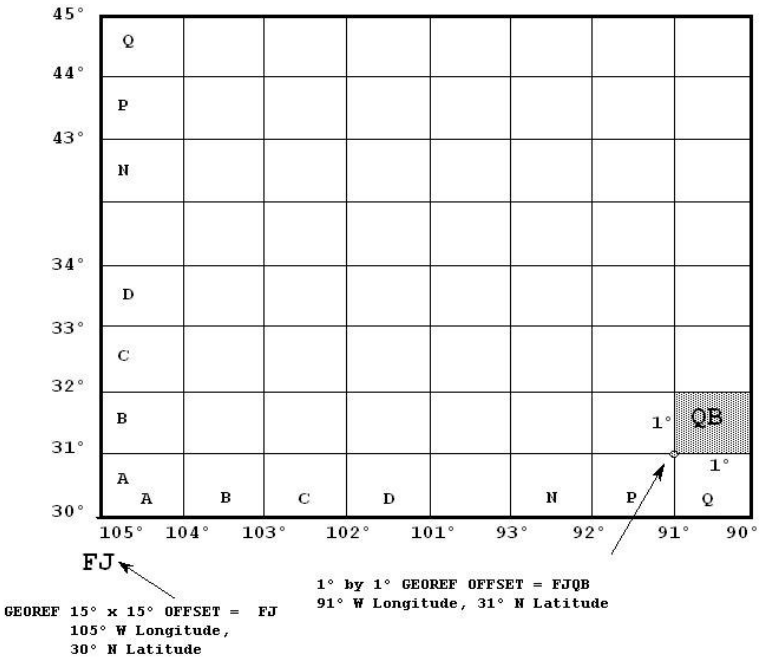
oluşmaktadır. Bu veriler nokta, çizgi, alan özellikli sayısallaştırılan detaylar ile çizgi özellikli road kalite kontrol detayı (LİBREFF) ve VMAP2 üretimi için özel olarak bölümlenmiş Tile şeması (TİLEREF)'den meydana gelmektedir.



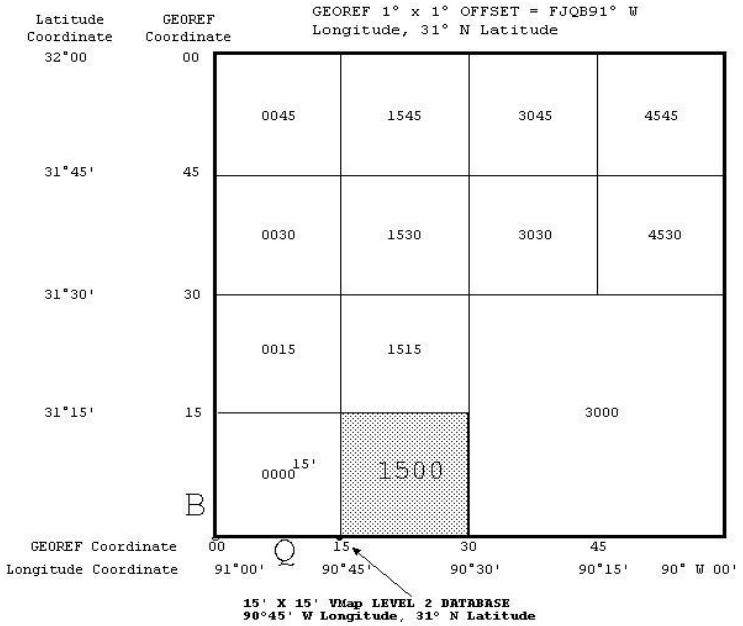
Şekil 7.18.a LİB2 dosyası içeriği

Tüm dünyanın ilk olarak 15^{o}x15^{o} olacak şekilde dilimlere bölümlenmesi ve AA'dan ZM'ye kadar isimlendirilmesi, daha sonra bu dilimlerin her birinin 1^{o}x1^{o} olacak şekilde bölümlenerek 1'den 90'a kadar numaralandırılması ve son olarak 1^{o} lik dilimlerin 15'x15' olacak şekilde

bölümlenmesi ve sol alt koordinatına göre isimlendirilmesi ile Tile şeması oluşturulmuştur. Tile şeması ile ilgili şekiller Şekil 7.18.b ve c'de gösterilmiştir.



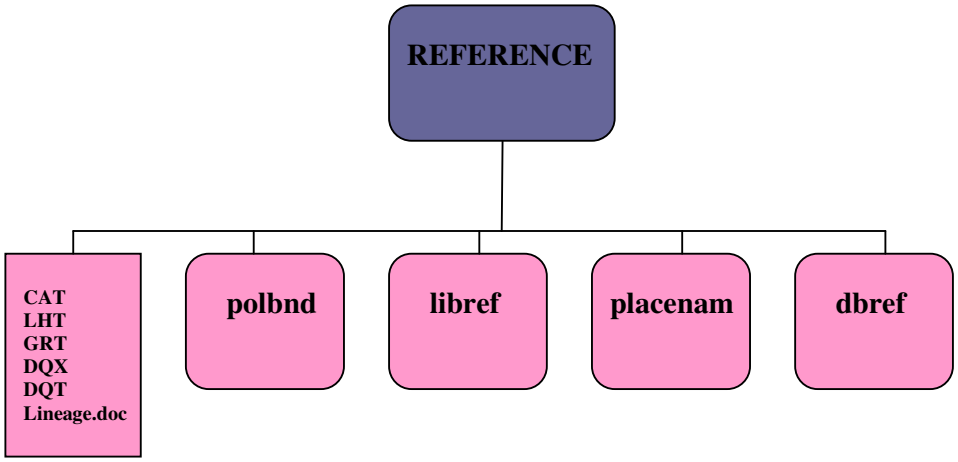
Şekil 7.18.b 15^{o}x15^{o} lik ve 1^{o}x1^{o} lik Tile Şeması



Şekil 7.18.c 15'x15'lık Tile Şeması

Bu bölümlemelere göre uygulaması yapılan örnek paftaların sırasıyla QJDH3030, QJDH4530, QJDH4545 ve QJDH3045 olarak isimlendirildiği tespit edilmiştir.

Son olarak Reference Dosyası içeriği Şekil 7.19'da gösterilmiştir. Bu dosya ülke alanlarını ve isimlerini gösteren alan özellikli polbnd verisi, büyük şehirleri ve isimlerini gösteren nokta özellikli placenam verisi, ülke sınrlarını büyük dağ ve deniz isimlerini gösteren çizgi özellikli libref verisi ve CD bölümlemesi ile numarasını gösteren alan özellikli dbref verisinden oluşmaktadır. Aynı zaman da Reference Dosyası içeriğinde az önce sıralanan polbnd, placenam, libref ve dbref verilerinin meta verileri de yer almaktadır.



Şekil 7.19 Reference dosyası içeriği

VMAP2 ürününü oluşturan tüm bu dosyalar ArcGIS CBS programı içerisinde yer alan PLTS modülü aracılığı ile uygulama alanı için gerçekleştirilmiş ve ürün hazır hale getirilmiştir. Örnek VMAP2 verisi dosya içeriği Şekil 7.20'de gösterilmiştir.



Şekil 7.20 VMAP2 Ürünü Dosya İçeriği

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bilgi çağı, insan hayatını [illegible] kurumsal faaliyetleri etkilemeye ve değiştirmeye hızla devam etmekte [illegible] yeni bir bilgi, yeni bir teknolojiyi ve buna bağlı olarak da yeni bir ihtiyacı gündeme getirmektedir.

Günümüzde birçok ülke bilgi çağının getirdiği sosyal ve ekonomik olanaklardan yararlanmak için stratejiler ve özel politikalar geliştirmektedir. Artık gelişmişlik seviyesinin, sahip olunan bilgi ve bilgi teknolojileriyle ölçüldüğü dünya da gelişim süreçlerini çağın gereksinimlerine göre gerçekleştirmek isteyen ülkeler, ekonomik ve sosyal kalkınmalarının parçası olarak bilgi toplumu olma yolunda çabalarını sürdürmektedirler.

Bilgiye kolayca erişip, bilgiyi daha verimli kullanabilmek için oluşturulan en önemli sistem olan bilgi sistemleri, bilgi toplumu olma yolunda ilerleyen toplumun vazgeçilmezidir. Bunun yanında, günümüzdeki bilgi sistemlerinin temel fonksiyonu doğru-karar verebilme kapasitesini artırmaktır.

Bilgi Sistemleri içerisinde en hacimlisi olan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ise coğrafi bilgiye dayalı karar verme süreçlerinde, konumsal verinin toplanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içinde yerine getirmektedir.

Halen tüm dünyada olduğu gibi, Türkiye'de de coğrafi (konumsal) bilgiye olan ihtiyaç günden güne artmakta, bu ihtiyaca paralel olarak farklı kurum ve kuruluşlar tarafından, farklı kaynaklardan, farklı yöntemlerle, farklı kalitede coğrafi bilgi/veri üretimi yapılmaktadır. Ancak, bu üretim sürecinde, coğrafi veri/bilgi üreten kurum/kuruluşlar, gerek üretimde gerekse kalitede önceliği doğal olarak, kanunlarla kendilerine verilen sorumluluk alanına vermektedirler. Yapılan bu uygulamayla bağlantılı olarak, coğrafi bilgi/veri üretimi ve paylaşımı konusunda, ulusal düzeyde eşgüdüm (koordinasyon) sağlayacak teknik ve idari alt yapı olmadığından, üretilen bu coğrafi verilerin/bilgilerin kalitesi her kullanıcı için farklı nitelikte ve standartları

uyuşumsuz olabilmektedir. Sonuç olarak tekrarlı üretimler, dolayısıyla ulusal işgücü, zaman ve para israfı kaçınılmaz olmaktadır.

Kısaca sayısal coğrafi bilgilerin toplanması depolanması, işlenmesi, analizi ve sunulmasında kullanılan yazılım, donanım ve standartların gerek kurum, gerek ulusal, gerekse uluslararası düzeyde farklı olabilmesi, bu bilgilerin değişiminde ortak standart geliştirme ve kullanma ihtiyacını beraberinde getirmektedir.

Coğrafi veri oluşturulması, paylaşımı ve bu verilere kolay bir şekilde birçok kuruluşun (kamu, özel sektö[illegible]eri birimler gibi) ulaşabilmesi, içinde bulunduğumuz teknoloji çağında çok önemlidir. Coğrafi veri üreticileri, ürettikleri verilerdeki hataları saptayıp en aza indirmeye daha fazla önem vermeli, kullanıcılara sunulan veriler ile birlikte bunlara ilişkin kalite bilgilerini de vermelidirler. Yeni toplanacak verilerin meta verisinin de tutulması bu verilerin kalitesi açısından ve tekrarlı veri üretimin önüne geçilmesi açısından önem teşkil etmektedir. Bu sayede büyük bir ekonomi sağlanması kaçınılmazdır. Kurum ve kuruluşlar arasında koordinasyonun oluşturulması ile her kurumun veri tabanında **standartlara uygun** olarak tutulan verilerin güncellemesi ve oluşturulacak bir ağ üzerinden ulaşılabilir hale getirilmesi de veri paylaşımının önündeki engelleri kaldırmayı sağlayabilecektir. Coğrafi verilerin oluşturulması ve de standart hale getirilmesi ancak kurulacak bir Ulusal Konumsal Veri Altyapısı (UKVA) ile mümkün olabilecektir. Günümüzdeki konumsal verinin kullanımı ile ilgili beklentilerin yanında, bu sistemlerin entegrasyonu da söz konusudur. Bu yaklaşımla; Konumsal Veri Altyapısı (KVA), farklı idari düzeylerde, konum verisinin etkin kullanımı ve paylaşımı için gerekli politikaların, konumsal veri setleri, teknik standartlar, teknolojiler ve kişilerin oluşturduğu çatı olarak düşünülmelidir. Bu standartları etkili hale getirecek UKVA, kurulacak Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS)'nin de temelini oluşturacaktır. Ulusal Konumsal Veri Altyapısı (UKVA) ve Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS)'nin kurulması sayesinde farklı formatlarda çalışan kurumlar arasında, veri paylaşımı sırasında dönüşüm yapılmasından kaynaklanan veri kaybının da önüne geçilebilecektir.

CBS konusunda ulusal standartların benimsenip, yaptırım kazandırılmaması nedeniyle CBS oluşturma çalışmalarında birçok karmaşa

yaşanmaktadır. Bu karmaşanın büyümemesi ve bir an önce ulusal coğrafi bilgi sistemi oluşumunun mümkün hale gelebilmesi için, ulusal standartlar bir an önce belirlenerek ülkedeki tüm çalışmaların bu standartlara uygun halde yürütülmesi sağlanmalıdır.

NATO tarafından geliştirilen DIGEST standartları ile tüm üye ülkelerin kullanabileceği ve uymak zorunda olduğu veri değişim standartları belirlenmiştir. Amaç; coğrafi veri değişim standartları ve ortak olarak kullanılabilecek CBS'nin oluşturulmasının sağlanmasıdır. NATC , üye ülkeler tarafından standart coğrafi ürünlerin kullanılması ile düzenlemiş oıdugu harekatların ve operasyonların başarılı olarak icra edildiği açıkça görülmüştür. NATO DIGEST standartları içerisinde yer alan VMAP ürünlerinin, ülkeler arasında ki uyuşumsuzluğun giderilmesi ve kurulacak ortak CBS faaliyetleri için standardizasyonun sağlanmasında oldukça etkili olan vektör ürünler olduğu tespit edilmiştir. Daha önceden Türkiye'nin de içinde yer aldığı VMAP1 üretimi projesi ile gerek uluslar arası standardizasyonun sağlandığı gerekse Türkiye'nin diğer ülkelerle entegrasyonunun sağlandığı açıkça görülmüştür.

Henüz Türkiye'de üretimi yapılmayan ancak NATO üyesi ülkeler tarafından üretilen VMAP2 ürününün, özellikle askeri anlamda kurulması planlanan CBS faaliyetlerinde ve çoğu askeri projede temel olarak yer alması bu verinin standart bir ürün olarak üretilmesi gerektiğini ortaya çıkarmıştır. Özellikle bu ürünün standartları incelendiğinde 1:50000 ölçekli vektör yapıyı oldukça başarılı olarak temsil ettiği ve kurulması muhtemel TUCBS çalışmalarında bu ölçeğe karşılık gelen vektör veri değişim standardı olarak kullanılabileceği değerlendirilmektedir.VMAP2 ürünü verilerin toplanması, sayısallaştırılıp öznitelik bilgilerinin girilmesi, veriler arasında ki ilişkileri sağlayan topolojisinin kurulması ve ürünün görselleştirilip meta verilerinin hazırlanması ile CD'lenmesine kadar her aşaması önceden belirlenmiş yazılı standartlara göre yapıldığı için her yönüyle standart bir üründür. Bu sebeple bu ürünün tüm aşamaları dikkatle takip edilmeli ve standardizasyona olan katkısı incelenmelidir.

VMAP2 ürününün üretilmesi gerek NATO tarafından kurulacak bir ortak CBS faaliyetine entegrasyonu ve gerekse bu standardın TUCBS içinde vektör veri değişim

standardı olarak yer almasıyla kurumların veri değişimi ile ilgili sorunlarının çözülebileceği düşünülmektedir. Özellikle gelişmiş dünyada uygulanan yönteme paralel olarak, genel standartların belirlenmesi ve bu standartlara herkesin uymasının zorunlu hale getirilmesi ülkenin daha fazla zaman, emek ve para kaybetmesini engelleyecektir. Ayrıca belirlenen standartlar sayesinde ileride tüm dünyayı kapsayan bir entegrasyonun dışında kalınmamış olacaktır.

9. KAYNAKLAR

Akkaya,M., Bank,E., Taştan,H.1996. [illegible]i Düzey Vektör Harita. Harita Dergisi, Sayı:116, Ankara

Akkaya, M., Tekgül, A., 1995. Sayısal Harita, Sayısal Coğrafi Ürün, Coğrafi Bilgi Sistemi ve Askeri Kullanım Alanları, Harita Genel Komutanlığı, Ankara.

Altan, O.,Demirel,H. 2005 Mekansal Veri Kalitesinde Güncel Yaklaşımlar. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.

Aydın,C.C. 2003. Video ve Sayısal Kameralarla Coğrafi Bilgi Sistemlerine Veri Toplama Olanakları Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Aydınoğlu, A.Ç., DeMaeyer P., Yomralıoğlu,T. Avrupa'da Konumsal Veri Altyapısı Politikaları. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.

Aydınoğlu, A.Ç., Yomralıoğlu,T. AB Sürecinde Türkiye'de Bölgesel-Yerel Ölçekte Konumsal Veri Kalitesinin İrdelenmesi,Trabzon.

Batuk, F., 1996. Veriden Bilgiye: Coğrafi Bilgi Sistemleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu 96, İstanbul.

Batuk,F., Karaş,İ.R. 2005. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Topoloji Kavramı. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.

Burrough, P.A.1998. Principles of Geographical Informational Systems for Land Resources Assesment, Oxford University Press, 2.ed, Oxford.

Büyük Larousse Ansiklopedisi. 1985 Gelişim Yayınları, İstanbul.

Clinton, W.J. 1994. National Spatial Data Infrastructure. US 13286 Numbered Directive, Washington, USA.

Crompvoets, J., Bregt, A., 2003. World Status of National Spatial Data Clearinghouse. URISA Journal, Sf:43-50, Oxford.

Dale, P.F. ve Mclaughlin, J.D. 1988. Land Information Management, Clarendon Pres, Oxford.

Danko, D.M., 1996.The Vector Product Format, An Overview, 1995 ACSM/ASPRS Annual Convention, Vol 2, Sf:. 67-72, ABD.

DPT, 2001. Harita, Tapu Kadastro, Coğrafi Bilgi ve Uzaktan Algılama Sistemleri Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara.

Erdi, A. ve Durduran, S.S., 2005. Instıtutıonal Polıcıes on Geographıcal Informatıon System (GIS) Studıes ın Turkey, FIG Working Week 2005 and GSDI-8, Cairo, Egtyp

Erdi, A., Durduran S.S., Okka C.T., Aıtay, Ö.2005. Yerel Yönetimlerde Bilgi Teknolojisinden Yararlanma ve Kent Bilgi Sistemi İle İlişkisi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.

Erdi,A., Durduran, S. S., Özkan,G. 2004. Türkiye'de CBS Çalışmalarında Kurumsal Politikalar ve Bir Öneri,Fatih Üniversitesi CBS Bilişim Günleri, İstanbul.

European Commission, 1999. GI2000,Towards a European Policy Framework for Geographic Information. EC DG XIII.

FGDC Internet sitesi, URL 1,www.fgdc.gov.tr

Forrest, D. 1992. Implementing a provincial land information network, Networking Spatial Information Systems, P.W. Newton, P.R. Zwart ve M.E. Cavill, Belhaven Press, 1992, London.

Geospatial One-Stop Internet Sitesi, URL 2, www.geo-one-stop.gov

Harita Genel Komutanlığı. 2000.Sayısal Haritacılık ve CBS, Harita Yüksek Teknik Okul Komutanlığı, Ankara.

INSPIRE, 2004. Proposal For A Directive Of The European Parliament And Of The Council Establishing An Infrastructure For Spatial Information in The Community (INSPIRE). EC JRC, Brüksel.

ISO/TC 211 Internet Sitesi, URL 3, www.isotc211.org

İşlem, 2002. URL 4, http://www.islem.com.tr

Kobaş, T. 1994. Araştırma Dosyası, CAD Dergisi, sayı 21,İstanbul.

Laughin,M., Nichols, S., 1992, Building the national spatial data infrastructure, Invited article in Computing Sf:24 Canada.

Maguire, D.J., Goodchild, M.F., Rhind, D.W. 1991. An Overview and Definition of GIS, Geographical Information Systems: Principles and Applications, Sf:515-530 Longman, London.

Marble, D. F. 1990. Geographic Information Systems: Av Overview, Introductory Readings in Geographic Information Systems, D. J. Pequet ve D.F. Marble, Taylor & Francis.

Masser, I., 1999. All shapes and sizes: The first generation of National Spatial Data Infrastructures. Int. Journal of Geographical Inf. Science Sf:67-84.

Nebert, D.D., 2001. Developing spatial infrastructures: The SDI cookbook, Version:2.0. GSDI.

NIMA, 1996. Military Specification MIL-V-89032 Vector Smart Map (VMap) Level2, ABD.

NIMA, 1995. Military Specification MIL-V-89033 Vector Smart Map (VMap) Level1, ABD.

NIMA, 1996. DoD Interface Standard MIL-STD-2407 for Vector Product Format (VPF), ABD.

OGC 1999, Abstract Specification Overview, Versiyon 4, OGC Dokümanları

Onsrud, H., 2000. Survey Of National And Regional Spatial Data Infrastructure Activities Around The Globe, ABD.

Özyavuz,M. 2002.Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Peyzaj Mimarlığında Kullanımı, Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Dergisi, B Serisi, Cilt 3, No 1, Sf: 61-68, Edirne

Rajabifard, A., Feeney, M.E., Williamson, I., 2002. Future Directions for SDI Development, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Sf:11-12.

Sad, L. 2003, Spatial Data Infrastructures in Europe: State of play. Belgium.

Taştan, H. 1996.Sayısal Coğrafi Bilgi Değişiminde Kavramlar ve Standartlar. Harita Dergisi, Sayı:116.Ankara.

TDK Türk Dil Kurumu Türkçe Sözlüğü.1992.Ankara.

TKGM, 2004. Türkiye Ulusal Cografi Bilgi Sisteminin oluşturulması için bir ön çalısma yapılması, Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü, Ankara.

TKGM. 2006.TUCBS Politika ve Strateji Dokümanı. Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi Oluşturmaya Yönelik Altyapı Hazırlık Çalışmaları Raporu. Eylem 36, Ankara

Yomralıoğlu,T. 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri, Temel Kavramlar ve Uygulamalar, Seçil Ofset, İstanbul.