

---

SERİ

**B**

CİLT

**43**

SAYI

**1 - 2**

**1993**

---

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

# ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ



# COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİNDE VERİLER VE ELDE EDİLİŞ YÖNTEMLERİ

Öğr. Gör. Dr. Ayhan KOÇ<sup>1)</sup>

## Kısa Özet

Coğrafi veriler bir Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS)'nin temel elemanlarından biridir. Coğrafi verilerin bir CBS içerisinde tanımlanması ve yapılandırılması belirli esaslara göre gerçekleştirilir. Bu esasların bilinmesi bir coğrafi bilgi sistemine veri elde ederken de etkisini gösterir. Bu makalede özellikle ülkemiz şartlarında bir coğrafi bilgi sistemi oluşturulurken karşılaşılabilecek en büyük sorunlardan biri olan coğrafi veriler ve elde ediliş yöntemleri hakkında bilgi verilmiştir.

## 1. GİRİŞ

Bilgisayar yazılım ve donanımında meydana gelen gelişmeler, sayısal veri ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kavramlarını ortaya çıkarmıştır. Bu alandaki gelişmeler ile önceleri sayısal haritalama sistemleri ortaya çıkmış ve daha sonra da vektör oryantasyonlu coğrafi bilgi sistemleri ortaya çıkarak gelişmiştir. Diğer taraftan raster tabanlı coğrafi bilgi sistemleri ilk olarak 1960'lı yıllarda Kanada'da ortaya çıkmış ve bilgisayar yazılım ve donanımındaki gelişmeye paralel olarak bu alanda da büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Her iki sistemin birbirine göre avantaj ve dezavantajlarının olması nedeniyle, her iki sistemin de avantajlarından faydalanmak amacıyla hibrid (karma) coğrafi bilgi sistemlerine yönelinmiştir. Coğrafi verilerin işlenmesi ve analizine yönelik bu gelişmelerin yanında coğrafi verilerin elde ediliş yöntemleri de oldukça gelişmiştir. Sayısal fotogrametri aletlerinde (analitik plotter) meydana gelen gelişmeler, totalstation gibi jeodezik ölçme amaçlı aletlerin gelişmesi, uydu görüntülerinin çözünürlüğünün artması, bu görüntülerden veri elde etmeye yönelik yazılım ve donanımda meydana gelen gelişmeler gibi doğrudan sayısal veri elde etmeye yönelik gelişmeler, ayrıca klasik harita ve benzeri coğrafi verilerin sayısal verilere dönüşümünü gerçekleştirmeye yönelik yazılım ve donanımdaki gelişmeler, insanların coğrafi verilere duydukları ihtiyaçları daha hızlı, daha doğru ve daha ucuz elde etmelerini sağlayan ve ayrıca coğrafi bilgi sistemlerinin bu açıdan teknik ve ekonomik olarak gerçekleştirilebilir olmasına katkıda bulunan önemli gelişmelerdir.

Orman alanları sadece üzerinde bulundurduğu orman varlığına değil, ayrıca diğer yeraltı ve yerüstü doğal kaynaklara da sahiptir. Günümüzde orman alanları sahip olduğu ekonomik değer ya-

1) İ.Ü. Orman Fakültesi, Ölçme Bilgisi ve Kadastro Anabilim Dalı.

nında, ekonomik olarak açıklanamayacak bir dizi değere ve fonksiyona da sahiptir. Ormanların bu özelliği, bütün dünyada onların çok amaçlı faydalanma ve süreklilik prensibine göre planlanması ve işletilmesi gereğini ortaya çıkarmıştır. Böyle bir planlamanın gerçekleştirilebilmesi için, doğru, güvenilir, güncel ve ulaşılabilir bilgilere gereksinim duyulur. Bu gereksinim artık gelişen teknolojik olanaklar çerçevesinde hızlı ve ekonomik olarak giderilebilmekte ve coğrafi veriler yeni teknolojilere uygun olarak sayısal formda elde edilebilmektedir.

## 2. Veri, Bilgi, Sistem ve Bilgi Sistemi

"Bilgi (Information)" sözcüğü latince kökenli olup şekil verme, biçimlendirme ve öğretim anlamlarını ifade etmektedir. Haber teknolojisinde bilgi sözcüğü gerçekler, olaylar ve süreçler hakkındaki her türlü bilinen şeyi, malumat veya ayrıntıyı içerir. İnatmatik (bilgi-işlem) alanında bilgi, bir amaca yönelik bilgi olarak gösterilir. Bu bilgiye hedeflenen amaca yönelik işlemde gereksinim duyulur (BILL/FRITSCH 1991).

Brockhaus ansiklopedisi veriyi tanımlarken değişik sahalara için tanımlama yapmıştır. Bu ansiklopedinin genel anlamdaki tanımına göre "veri" istatistiklerden, ölçmelerden, gözlemlerden vb. diğerlerinden kazanılan, ayrıntılar gerçekler ve bilgilerdir. Aynı ansiklopedi bilgiyi ise şöyle tanımlamaktadır; "Bilgi" konular, olaylar ve süreçler hakkında, yalnız insanlar tarafından değil, diğer organizmalar ve teknik oluşumlar tarafından formüle edilmiş haber, bildiri, öğreti ve benzerleridir.

Veri ve bilgi kavramları zaman zaman iç içe girmiş durumda bir anlam ifade etmesine karşın genel olarak veri ve bilgi değişik seviyeleri ifade eder. Bilgi verinin bir üst seviyesidir. Veriler işlenerek bilgiler elde edilir. Elde edilen bu bilgiler de başka bilgileri elde etme amacına yönelik olarak veri durumuna geçebilir ancak genel olarak bilgi veriden daha fazla anlam içerir.

Sistem ise yine aynı ansiklopedide "elemanlarının yapısal veya fonksiyonel olarak birbiriyle ilişki içinde bulunduğu ideal veya gerçek bir bütündür" şeklinde tanımlanmaktadır.

Eğer bir sistemin fonksiyonları bilgilerin kaydı,depolanması, işlenmesi, onların tekrar oluşturulması ve kullanılması ile sınırlanıyorsa böyle bir sistem bir bilgi sistemidir. Bu sistem, verilerin tümünden ve bu verileri işlemeye yönelik yöntemlerden oluşmaktadır. Kullanıcı bu sistemden ulaşılabilir bir formda, türetilbilir ve sonuç çıkarılabilir bilgiler elde edebilmelidir (CONZETT 1980).

Başka bir tanımlama ile "Bilgi sistemi" (Informationssystem) birçok veri bankasının uygun veri yönetimi ve veri işleme programları ile bağlandığı bir bütündür" (GÖPFERT, W. 1987). Böyle bir bilgi sistemi bir veri bankasında toplanmış verilerden ve bu verileri işleyecek bir seri metodlardan ve araçlardan oluşmaktadır (BARTELME 1989a; HOFMANN/WELLENHOF 1989).

## 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri

"Coğrafi bilgi sistemi donanım, yazılım, veriler ve kullanımlardan oluşan bilgisayar destekli bir sistemdir. Onunla mekansal veriler (coğrafi veriler) sayısal olarak kaydedilebilir, düzenlenebilir, depolanabilir ve yeniden organize edilebilir, modellenebilir, analiz edilebilir ve alfanümerik ve grafik olarak gösterilebilir" (BILL/FRITSCH 1991).

Coğrafi bilgi sisteminin tanımı, alışılmış olarak dört bileşenli bir modele dayanır. Coğrafi bilgi sistemi, mekansal bilgilerin:

- \* toplanması,
- \* depolanması ve işlenmesi,
- \* gösterimi,
- \* analizi,

işlemlerini gerçekleştiren bilgisayar destekli bir sistemdir. İlk üç bileşene haritalama sistemlerinde



veya CAD sistemlerinde de rastlanırken, sistemde entegre edilmiş ve veri modelinin desteklediği analiz kabiliyeti var ise, bu özellik sistemi tam olarak bir coğrafi bilgi sistemi gücüne ulaştırır. Tanımlama bu açıdan geliştirilebilir ve denebilir ki, ilk üç bileşen yalnızca dördüncü bileşenin(veri analizi) olanaklı hale getirilmesine hizmet eder (BILL 1990).

Bugünkü anlamda coğrafi bilgi sistemleri, grafik veriler ve grafik olmayan anlamsal verilerin birlikte işlenmesi ve değerlendirilmesi esasına dayanır. Grafik veriler vektörel formda olabildiği gibi hibrid (karma) coğrafi bilgi sistemlerinde görüntü verileri (raster form) ile de temsil edilebilir. Böylece bir coğrafi bilgi sistemi, çok sayıda üç boyutlu verinin ve bu verilere ait öz niteliklerin toplanması, yönetimi ve analizini kullanıcılara mümkün kılacak şekilde düzenlenmiş bilgisayar donanımı ve yazılımına ilişkin bir sistem olarak ortaya çıkar (GUPTIL 1989; KAMMERER/SCHILDER/SONNE 1988).

#### 4. Coğrafi Veriler

Coğrafi bilgi sistemi içerisinde ele alınan ve bu sistem içerisinde yönetilen her veri elemanı yeryüzüne veya litosferin (yer kabuğunun) belirli bir kısmına veya ilişkili olarak atmosfere aittir. "Geo ifadesi Yunanca ge, gaa = yer sözcüğünden gelmekte ve ilişki objesi olarak yerküreyi tanımlamaktadır. Bazı durumlarda bu kavram, sözkonusu olan projeye ve çalışılan uzmanlık disiplinine bağlı olarak bütün yer küre ve ilişkili olarak bölgesel ve lokal bir bölge parçasını ele almakta ve ifade etmektedir" (BILL/FRITSCH 1991). Farklı görüş açılarına ve söz konusu uzmanlık disiplinine bağlı olarak yeryüzünün bölümlendirilmesi yatay anlamda olabildiği gibi, araştırma konusu yerküre objesi düşey olarak da alt bölümlere ayrılabilir. Bu bölümlendirme ve inceleme atmosferden başlayıp, yerkürenin iç kısımlarına kadar ulaşabilir. Yatay anlamda bölümlere ayırma ise, global olarak bütün bir yerküre olabildiği gibi, bölgesel düzeyde bir ülke topraklarının tamamı veya lokal olarak bir köy düzeyinde ele alınabilir.

Bir coğrafi bilgi sisteminin verileri yaşadığımız çevreye ait gerçek veya soyut objelerin tariflerinden oluşur. Bu tarif (model) yüksek veya daha az doğrulukta olabilir. Eğer biz bir yolu ve onun gidişini tarif etmek istersek uygun geometrik model olarak bir poligon ile bu yolu tarif edebiliriz. Bu poligonda noktalar arası, doğrular ile birleştirilmiştir. Ancak biz bu noktaların arasına bir eğri de yerleştirebiliriz. Diğer taraftan aynı yol büyük ölçekli bir haritada bir alanı temsil eder ve o zaman da alansal gösterim sözkonusu olur (BARTELME 1989a).

Bir coğrafi bilgi sisteminde ele alınan ve yaşadığımız ortamı tarif eden bilgiler ise çok çeşitlidir. Bunlar;

\* Dağlar, vadiler, nehirler gibi bir bölgenin topoğrafyası, ulaşım hatları, vejetasyon, yerleşim yerleri, toprak bilgisi ve jeolojik bilgiler vb.,

\* İhtiyaçlar ve atıklar için oluşturulmuş teknik donanımlar (kanal, su, telefon hatları vb.),

\* Diğer taraftan, insanlar tarafından oluşturulmuş yönetsel bölümlendirmeler ile ilişkili (köy, kasaba, il bölümlendirmeleri) gözle doğrudan görülemeyen özellikler, yönetim tekniği ve hukuki açıdan bunlara bağlı özellikler (bunlar kadastro ve tapu sicilleri olarak düşünülebilir),

\* Nihayet son zamanlarda sürekli artan oranda bir eğilimle kabul gören ekolojik altyapı ve planlama elemanları,

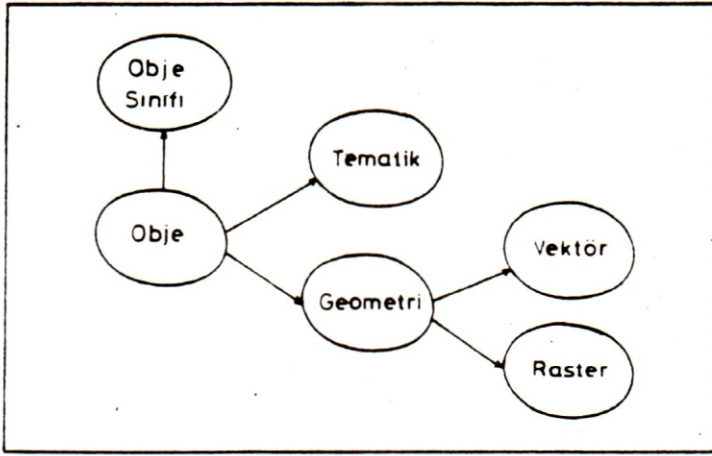
olarak sıralanabilir(BARTELME 1990). Verilen bu örnekler çoğaltılabilir. Ayrıca uygulama alanına ait uzmanlık verileri de bir coğrafi bilgi sistemi içerisinde ele alınan verilerdir. Bunlar ise yine uygulama alanına göre büyük bir çeşitlilik sunar. Örneğin bir Orman Bilgi Sistemi'nde (ORBİS) yukarıda sayılan ana bilgilerin yanında ormancılık disiplinlerinin gerektirdiği birçok uzmanlık verisi kullanılır. Bu verilere meşcere tipi, meşcere orta çapı, ağaç türü, karışım şekli, bonitet, bakım türü, kesim zamanı gibi birçok veri örnek olarak gösterilebilir.



#### 4.1. Coğrafi Bilgi Sisteminde Veri ve Objenin Tanımlanması

Bir coğrafi bilgi sisteminde verilerin yaşadığımız çevreye ait gerçek veya soyut tanımlamaları içerdiği yukarıda belirtilmişti. Bunun yanında bir coğrafi bilgi sistemi içerisinde obje ve onun ilişkisi farklı ölçütlere göre tanımlanabilir. Coğrafi bilgi sistemi içerisinde bu kriterler geometrik ve geometrik olmayan (tematik, konusal) olmak üzere iki gruptur. O halde obje, bir coğrafi bilgi sistemi içerisinde onun geometrisi ve anlamıyla tanımlanabilir yani modellenenbilir (KUHN 1989).

Bir obje somut olarak fiziksel, geometrik ve kavramsal olarak sınırlandırılmış doğanın bir birimidir ve iç özdeşliğe sahiptir. Bu bağlamda her obje orijinal ve kendine has bir durum sunar, ancak bunlar belirlenmiş bir obje sınıfı içerisinde düzenlenebilirler (BILL/FRITSCH 1991). Bu şekildeki bir obje tanımlaması ise Şekil 1'de açık bir biçimde görülmektedir.

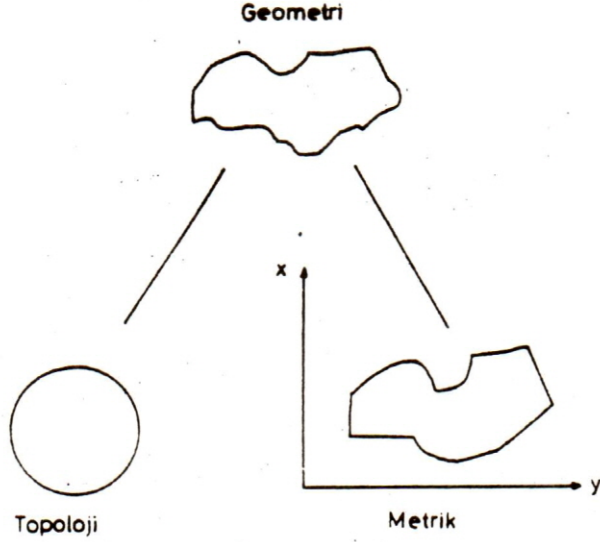


Şekil 1: Objenin tanımlanması (BILL/FRITSCH 1991).

Bir objenin geometrisi raster veya vektör gösterimdeki (biçimdeki) geometrik veri elemanlarının toplamı ile ifade edilir. Bu obje bir ilişki uzayında tanımlanır ve kural olarak bir koordinat sistemi aracılığıyla verilir.

Geometrik veriler hem analog formda hem de sayısal formda olabilir. Bu konum verileri topolojik veriler olarak da tanımlanan ve komşuluk ilişkilerini gösteren geometrik veriler ile de tamamlanmak zorundadır (BILL/FRITSCH 1991). Özetle topolojik veriler, detaylar arasındaki ölçülebilir olmayan (non-metric) uzaysal ilişkileri belirler. Komşuluk, çakışıklık, içermeye, bağlantı vb. topolojik bilgileri ifade eden verilerdir (SARBANOĞLU 1991/b). Bu veriler genelde coğrafi bilgi sistemi içerisine dışarıdan girilmez, bunu yerine daha önce girilmiş olan geometrik verilerin CBS programı sayesinde analiz edilmesi sonucu elde edilirler. Sonuç olarak eğer geometrik verilerden söz ediliyorsa, bu kavram altında yalnızca ölçülebilir (metrik) büyüklükler, açılar vs. anlaşılır, ayrıca yukarıda sözkonusu edilen topolojik veriler de anlaşılır (KUHN 1989). Bu durum Şekil 2'de görülmektedir.

Coğrafi objeler geometrik özelliklerinin yanında tematik özellikleri ile de tanımlanır. Başka bir deyişle her obje en azından belirli bir temaya veya anlamsal bir özelliğe sahiptir. Örneğin bir arazi parçası kullanım türü, hukuki durumu, toprak niteliği vb. gibi tanımsal özellikler taşır veya bu gruplardan birine girer. Objelere farklı tematik özellikler bağlanabilir. Örneğin mülkiyet durumunun saptanması veya toprak niteliğinin tahmini için parsel en küçük birimi oluşturan bir coğrafi obje olarak ele alınabilir. Bunun dışında aynı parsel rezerv dökümünde gösterilen bir hammadde

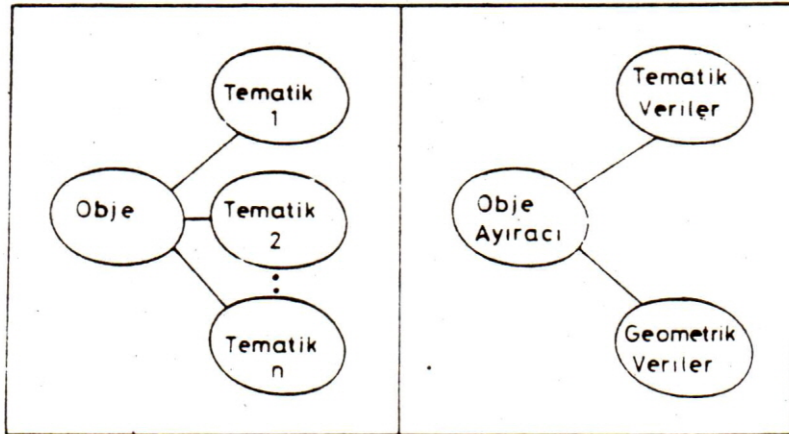


Şekil 2: Topolojik ve metrik verilerden oluşan geometrik özellikler (KUHN 1989).

rezervini de içerebilir. Bu durumda sözkonusu tematik yüzeylere bağlanma obje ayırıcı üzerinden gerçekleşir. Burada sözkonusu parselin obje ayırıcı, onun parsel numarası olabilir (Şekil 3). Burada önemle unutulmaması gereken bir konu da obje ayırıcının bilgisayar destekli çalışmaya uygun olması gereğidir.

Sonuç olarak özetlenecek olursa her obje aşağıdaki karakteristik özellikler ile tarif edilir (BILL/FRITSCH 1991).

\* Geometrik veriler (vektör veya raster gösterim şeklinde),



Şekil 3: Tematik özelliklerin düzenlenmesi ve obje ayırıcı (BILL/FRITSCH 1991).

- \* Topolojik ilişkiler (düğüm, kenar, alan),
- \* Tematik belirleyiciler (öznitelik verileri - anlamsal veriler veya özellikler),
- \* Obje ayırıcı (obje anahtarı).

#### 4.2. Coğrafi Bilgi Sisteminde Veri Tipleri

Coğrafi veriler belirgin olarak iki ana gruba ayrılır; Grafik veriler ve grafik olmayan veriler. Grafik veri olarak örneğin bir köprünün geometrik verileri, grafik olmayan veri olarak ise yine aynı köprünün yapı materyali, yapım yılı gibi verileri ele alınır (NEUMAN 1989). Her coğrafi bilgi sistemi bir veri tabanına sahiptir. Bu veri tabanında hem geometrik veriler hem de bu geometrik verilerin özellikleri, yani anlamsal veriler bulunur (JUNIUS 1991). Bu açıklamalardan da anlaşılacağı gibi coğrafi veriler aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

- 1- Geometrik veriler
  - a) Vektör veriler
  - b) Raster veriler

- 2- Tematik veriler (anlamsal veya öznitelik verileri).

Yukarıdaki sınıflandırmada da görüldüğü gibi geometrik veriler başka bir deyişle grafik veriler de vektör ve raster yapıda olmak üzere ikiye ayrılır. Sözkonusu bu geometrik veriler, elde edilme yöntemi, yapısı, veri tabanı, işlenmesi, analizi ve çıktı alınması gibi bir coğrafi bilgi sisteminin temel fonksiyonları açısından ele alındığında da farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Bu durumda vektör ve raster verilerden oluşan geometrik veriler ve bunları niteleyen anlamsal veriler (öznitelikler) veri grupları olarak ortaya çıkmaktadır.

##### 4.2.1. Geometrik Veriler •

"Konum verileri coğrafi varlığın (detayın) belli bir referans sistemine göre yerini ve biçimini belirten koordinat veya piksel değerleridir. Bu veriler geometrik veriler olarak da adlandırılmaktadır" (SARBANOĞLU 1991/b).

Geometri, esas itibariyle nokta koordinatları ile belirlenir. Bunun yanında geometrik form ise çizgi formundaki bağlantılar (doğru, daire, eğri, serbest form) ile ortaya çıkar. Kompleks yapıların geometrisi de bu elemansal bilgilerin bir araya gelmesi sonucu oluşur (BARTELME 1989/b).

Ayrıca her geometrik verinin topolojik veriler ile de desteklenmesi bir coğrafi bilgi sistemi için şarttır. Dolayısıyla geometrik veriler metrik verilerin yanında topolojik verileri veya ilişkileri de içerir. Geometri ve topoloji geometrik temel elemanlar ile belirlenir. Buna uygun olarak bir objenin geometrisi, bir coğrafi bilgi sistemi içerisinde nokta, çizgi ve alan olarak gösterilebilir.

Topolojinin görevi değişmez özellikleri bulmaktır. Öyle ki, bir şekil içi hava dolu bir balonun üzerinde tanımlanmış olsun. Bu balonun havasının boşaltılması ile şeklin metrik özellikleri deforme olabilir, ancak her durumda topolojik değişmezlik aynı kalır. Bu anlamda var olan ve izin verilen deformasyonlara örnek olarak uzama, kısalma, eğilip çarpılma vb. gibi deformasyonlar verilebilir. Bu ilişkide çok defa lastik yüzey üzerindeki geometriden söz edilir. Coğrafi bilgi sistemi içerisinde topoloji birçok problemin çözümünde kullanılır. Örneğin en kısa yol sorgulamasında (cebirsel) topoloji kullanılır. Topolojinin coğrafi bilgi sistemi içerisindeki kaçınılmaz etkisi ve gerekliliği yüzünden coğrafi objeler topolojik olarak yapılandırılır.

Topolojik yapılandırma veya modelleme kavramı altında ise coğrafi objelerin konumlarının, geometrisinin tarifi, işlenmesi ve depolanması anlaşılır (BILL/FRITSCH 1991).



#### 4.2.1.1. Vektör Veriler

Vektör veriler denildiğinde, coğrafi (mekansal) objelerin noktaya bağlı tarifleri anlaşılır. Bu tanımlamadaki temel elemanlar nokta çizgi ve alanlardır. Bundan başka komşuluk ilişkileri de gösterilir. Bu gösterimde örneğin bir çizginin başlangıç ve son noktası ve de ona komşu alanlar verilir. Bir vektör modelde geometrik bilgilerin taşıyıcısı noktalar. Bütün daha yüksek yapıdaki objeler (çizgiler, alanlar vb.) noktaya bağlı olarak oluşturulur. Vektör verilerin coğrafi bilgi sistemi içerisinde özellikle büyük ölçekli haritaların üretimi sahasında kullanımı ağırlıktadır. Bu veriler elde edilmiş yöntemi ve veri kaynağı bakımından da raster verilerden ayrılır ve genel olarak haritaların sayısallaştırılması, arazi ve hava fotoğrafı ölçümleri yoluyla kazanılır (BILL/FRITSCH 1991; BARTELME 1989/a; SONNE 1988).

#### 4.2.1.2. Raster Veriler

Vektör verilere karşılık raster gösterimde çizgiler yerine direkt alanlar yorumlanır. Coğrafi objelerin bu şekilde temsili geometrik gösterimin en yeni formudur. Burada geometrik temel eleman piksel (picture Element, Bildelement). Bu elemanlar bir matris içerisindeki satır ve sütunlar ile eşit formdaki karesel veya dik kenarlı elemanlar olarak gösterilir ve de homojen bir alan yapısı sunar. Raster veriler nokta, çizgi ve alanlara yönelik hiçbir ayırım gözetmez, yani tek tek resim elemanları arasında hiçbir mantıksal bağlantı yoktur. Raster verilerde her piksel bağımsız olarak, özellikler hakkında belirli bir değer taşır (gri tonu veya renk değeri, yükseklik, Emisyon değeri, vb.). (BILL/FRITSCH 1991).

Bir objenin konum bilgisi satır numarası ve resim elemanı indeksi ile açıkça tanımlanır. Noktasal objeler tek bir piksel ile çizgiler piksel serisi ile ve alanlar piksel grubu ile gösterilir. Raster hücresi dik kenar olup, bir alanı kaplar ve homojen bir anlam taşır. Raster veri tipinde en küçük birimi oluşturan raster hücrenin belirli bir alanı kaplaması nedeniyle, raster teknikle yapılan modellemeye alansal modelleme de denilmektedir. Bunun dışında her raster hücrenin alansal bir yapısı olması nedeniyle, bütün sorgulamalar alana yönelik olarak yapılır. Böylece elemansal raster hücreleri alanlarının toplanması ve çıkarılması işlemleri sayesinde bu işlemler kolayca ve yeterli doğrulukta gerçekleştirilir. Bunun yanında sorgulamalarda piksel boyutuna bağlı olarak sapmalar olabilmektedir. Söz konusu sakıncayı gidermenin tek yolu piksel boyutunu mümkün olduğunca küçük tutmak ve gerek hesaplamalarda gerekse görüntülerde belirli sınırlar içinde gerçeğe yakın sonuçlara ulaşmaktır (BARTELME 1989/a; GÖPFERT 1987; SARBANOĞLU 1990).

Raster verilerin ana kullanım sahası orta ölçekli (1:10 000'den 1:100 000'e kadar) ve daha geniş kapsamlı değerlendirme alanlarıdır. Verilerin elde edilmesi ise genellikle uydular tarafından taşınan algılayıcı sistemler aracılığı ile yeryüzünün taranması veya analog altlıkların (hava fotoğrafları, ortofotolar, haritalar) tarayıcılar (scanner) ile taranması sonucu elde edilirler.

#### 4.2.2. Tematik Veriler (Öznelik Verileri)

Bir coğrafi bilgi sistemi geometrik ve tematik verilerin beraberce yönetimi ve analizi ile tanımlanır. Bu özellik, coğrafi bilgi sistemini diğer haritalama sistemleri, CAD sistemleri ve diğer bilgi sistemlerinden ayırır. Anlamsal veriler, tematik veriler veya özellik verileri olarak da adlandırılır ve aynı şekilde tarifsel veriler olarak da verilir. Bu veriler tekstler, belirli sayılar veya bu sayıların toplamı, ölçü değerleri, isim, özellik vb. gibi geometrik olmayan formlarda sunulur. Bu bilgiler analog formda bulunabileceği gibi sayısal formda veri bankası içerisinde de bulunabilir (BILL/FRITSCH 1991).

Anlamsal veriler coğrafi bilgi sistemi içerisinde işlenen konuya göre çeşitlilik gösterir. Örneğin bir orman bilgi sisteminde gerekli olan tematik bilgiler bir kadastro bilgi sisteminde gerekli olmayabilir. Aynı şekilde bir ağ bilgi sistemi olarak inşa edilmesi gereken bir bilgi sisteminde (enerji dağıtımı, su dağıtımı veya telefon hatlarına yönelik bilgi sistemleri) ele alınan tematik bilgiler ile bir çevre bilgi sisteminde ele alınan tematik bilgiler de farklılık gösterir. Ancak prensip olarak sadece ele alınan bilgilerde değişiklik olur. Bu durumun haricinde tematik bilgilerin ele alınışı ve

geometrik veriler ile ilişkilendirilmesi yönteminde konuya bağlı bir farklılık yoktur. Farklı amaçlar için oluşturulmuş coğrafi bilgi sistemlerinde ele alınma tematik verileri şöyle örnekledebiliriz:

\* Bir arazi bilgi sistemindeki anlamsal verilere örnek olarak ev numarası, parsel numarası, mülkiyet sahibi, arazi kullanım tipleri vb. verilebilir,

\* Enerji dağıtım alanında oluşturulan bir ağ bilgi sisteminde kablo çapı, kablo materyali, müşteriler vb. olabilir,

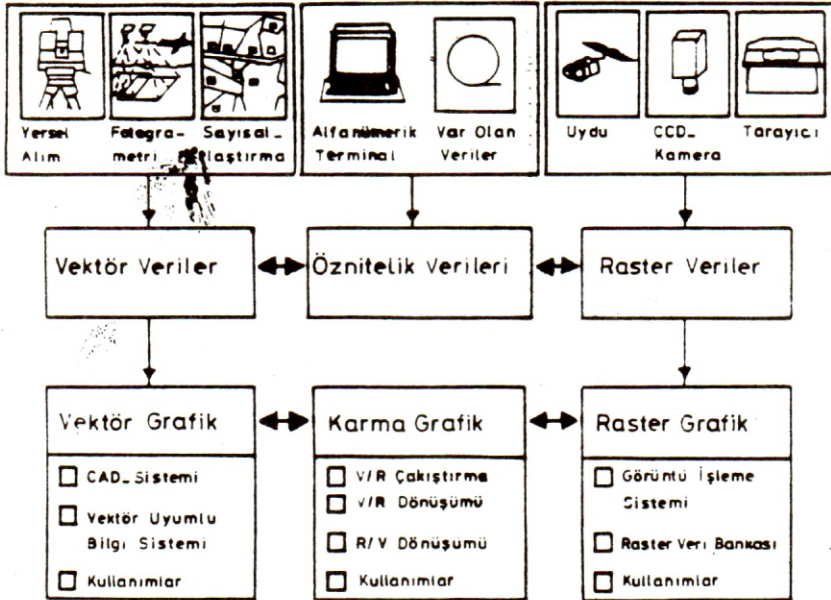
\* Bir çevre bilgi sisteminde gürültü değerleri, ağaçların zarar görme dereceleri vb. olabilir,

\* Bir orman bilgi sisteminde ise meşcere tipleri, ağaç türleri, ortalama çap, yaş, yıllık çap artımı, yıllık hacim artımı, bonitet vb. gibi uzmanlık bilgileri bulunur.

Coğrafi bilgi sisteminde geometrik veriler (geometri ve topoloji) ve tematik verilerin ilişkilendirilmesi ve düzenlenmesi vektör ve raster sistemlerinde ayrı ayrı ele alınır. Vektör sistemlerde en küçük geometrik elemanı oluşturan nokta, çizgi ve alansal birimlere birden fazla tematik özellik bağlanabilirken, raster sistemde en küçük temel geometrik birimi oluşturan raster hücrelerine tek bir özellik bağlanır (BARTELME 1989/a; SARBANOĞLU 1990).

### 5. Coğrafi Verilerin Toplanması

Bir coğrafi bilgi sisteminin yapı taşlarından biri olan veriler çok çeşitli kaynaklardan elde edilir. Aynı zamanda farklı veri türlerinin yapıları onların elde edildiği kaynağa göre doğrudan anlaşılabilir. Şekil 4 veri tiplerini ve bu verilerin elde edildiği veri kaynaklarını göstermektedir. Şekilden de anlaşılacağı üzere veri tipleri ile verilerin elde edildiği kaynaklar ve verilerin elde edilme yöntemleri arasında doğrudan bir ilişki vardır. Vektör veriler, örneğin eldeki haritaların sayısallaştırılması, arazi ölçmeleri ve hava fotoğraflarının stereo değerlendirilmesi ve ölçülmesi sayesinde elde edilirler. Vektör veriler nokta ve çizgi formunda olup birbirleri ile ilişkileri bir koordinat sistemi içerisinde ve tek anlamlı koordinat çiftleri ile tanımlanırlar.



Şekil 4: Veri tipleri ve elde edildiği kaynaklar (SONNE 1988).



Geometrik verilere çok sayıda anlamsal veri bağlanabilir. Bu veriler metin formunda öz niteliklerden oluşur ve tablo formundaki bir yapıda gösterilir. Bu verilere örnek olarak bir şehrin ismi, nüfusu, bir orman meşceresindeki ağaç türü, yaşı gibi çok değişik bilgiler verilebilir. Bu tip veriler ise çok değişik kaynaklardan elde edilirler. Bu kaynaklara örnek olarak istatistikler, çeşitli envanterler, ölçme değerleri, metin kütükleri, çeşitli kayıtlar ve benzeri materyal olmak üzere çalışma sahasına göre büyük bir çeşitlilik sunar.

Bilgilerin geometrisinin gösteriminin tamamen ayrı bir formu ise raster form veya raster verilerdir. Burada bilgiler çok sayıda küçük raster yüzeyleri içerisinde çözümlenir. Bu veriler matris türünde düzenlenir ve veri taşıyıcıları üzerine satır şeklinde depolanır. Raster verilerin elde edildiği kaynaklar ise; sayısal görüntü verileri olarak uydu algılayıcıları veya CCD (Charge Coupled Device) kameralar aracılığı ile saptanan sayısal görüntü verileri, hava fotoğrafları veya uydu fotoğraflarının taranması sonucu elde edilen veriler ve yine aynı şekilde tarayıcılar aracılığı ile topoğrafik veya tematik haritaların taranması sonucu elde edilen veriler ve yine aynı şekilde tarayıcılar aracılığı ile topoğrafik veya tematik haritaların taranması sonucu elde edilen tarama verileri genel olarak raster veri kaynaklarıdır (GÖPFERT 1990; SONNE, 1988).

Coğrafi verileri başka bir görüş açısından ve elde ediliş şekline bağlı olarak sınıflandıracak olursak üç değişik veri grubu veya veri elde etme yöntemi ortaya çıkmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre verileri:

- \* Birincil veriler,
- \* İkincil veriler,
- \* Türetilen veriler

olarak sınıflandırabiliriz.

Yukarıda yapılan sınıflandırmadaki birincil veriler primer veriler olarak da adlandırılır. Bu veriler doğrudan sayısal formda elde edilen coğrafi verilerdir. Bu verilere, total station gibi yersel ölçme aletleri ile arazi ölçümleri sonucu elde edilen veriler, fotogrametrik sayısal stereo değerlendirme aletleri ile elde edilen veriler örnek olarak gösterilebilir. Sözkonusu sınıflandırmadaki ikincil veriler ise sekonder veriler olarak da adlandırılan verilerdir. Bu veriler daha önce elde bulunan analog verilerin sayısallaştırılması veya sayısal hale getirilmesi ile elde edilen verilerdir. Örneğin klasik formdaki bir haritanın vektörel olarak sayısallaştırılması veya taranması sonucu elde edilen veriler sekonder veri niteliğindedir. Diğer taraftan türetme verileri olarak adlandırılan veriler ise coğrafi bilgi sistemindeki sayısal verilerden yine sistemin yazılım ve donanım olanaklarının kullanılması sonucu türetme yoluyla elde edilen verilerdir. Bu verilere örnek verecek olursak; eşyüksekti eğrilerinin sayısallaştırılması sonucu elde edilen coğrafi verilerden sayısal arazi modelinin oluşturulması veya sayısal arazi modellerinden eğim, bakı ve yükseklik sınıflarının oluşturulması gibi işlemler sonucu elde edilen veriler türetme verilerdir.

Coğrafi veriler bir coğrafi bilgi sisteminin yapı taşlarından biridir ve sistemde bu veriler işlenir. Verilerin sayısal olarak toplanması, bir CBS'nin kullanımı ve başarısı için karar vermede temel unsurudur. Bu verilerin toplanması, yoğun işgücü gerektiren ve yüksek maliyetli bir işlemdir. Veri toplamanın mali portresine bakılacak olursa, çok miktarda insan emeği kullanımı nedeniyle veri toplama için yapılan hizmet harcamalarının miktarı, diğer temel fonksiyonlara yönelik hizmet harcamalarına göre çok daha fazla olduğu, hatta CBS için gerekli ilk donanım ve yazılım harcamalarından bile fazla olduğu görülür. Birçok uygulama için mevcut kaynak belgelerin tam anlamıyla kullanılabilir bir sayısal veri haline getirilmesinin maliyeti ise donanım ve yazılım maliyetinin 4-5 katını bulmaktadır (BILL/FRITSCH 1991; SARBANOĞLU 1991/b).

Veri toplama metodunun seçimi esas itibarıyla kullanıma ve saptanacak objeye bağlıdır. Kullanılabilir bütçe ve CBS'nin belirlediği fonksiyonlar ise çerçeve şartlarını oluştururlar. Verilerin



toplanması, bir taraftan gerektiği kadar doğru, tam ve eksiksiz, diğer taraftan da ekonomik olarak başarılmalıdır. Verilerin toplanmasında daha önceden cevaplanması gereken sorular;

- \* Geometrik ve tematik doğruluk,
- \* Titizlik, eksiksizlik ve verilerin anlamsal uygunluğu,
- \* Verilerin güncelliği,
- \* Veri toplamının maliyetinin tahmini,

olarak sıralanabilir (BILL/ FIRTSCHE 1991):

Tablo 1 ise en önemli veri toplama yöntemlerini, onların doğruluk derecesi ve kullanım olanaklarını kabaca karakterize ederek vermektedir.

**Tablo 1:** En önemli veri toplama metodlarının genel özellikleri (BILL/ FRITSCH 1991)

Metot	Birincil element	Doğruluk (yaklaşık)	Uygun alan	Masraf (Araç) (İşgücü)
<b>Yers. Ölçme</b>				
Takeometrik	N / Ç	cm - dm	l	orta
Ortogonal	N / Ç	cm - dm	l	az
<b>Fotogrametri</b>				
Stereo Değ.	N / Ç	$1 \cdot 10^{-5} \cdot Mb$	l - r	Yüksek
SAM (Yüksek.)	N / Ç	$1 \cdot 10^{-4} \cdot hg$	l - r	Yüksek
Yorumlama	A	-	l - r	az
Uzaktan Alg.	A	> 10	r - g	Yüksek
<b>Sayısallaşt.</b>				
El ile	N / Ç	$2.5 \cdot 10^{-4} \cdot Mk$	l - g	Orta
Yarı Otom.	N / Ç	$2.5 \cdot 10^{-4} \cdot Mk$	l - g	Yüksek
Otomatik	N - A	$2.5 \cdot 10^{-4} \cdot Mk$	l - g	Yüksek

**Lejand:**

Birincil Element	Uygun Alan
N Nokta	l lokal
Ç Çizgi	r rejyonel
A Alan	g global

### 5.1. Birincil (Primer) Verilerin Elde Edilme Yöntemleri

Birincil (primer) veri olarak adlandırdığımız veriler doğrudan sayısal olarak elde edilen verilerdir. Bu veriler genel bir sınıflandırmaya ile yersel ölçmeler, sayısal fotogrametrik değerlendirmeler, uzaktan algılama ve görüntü işleme sistemleri ile elde edilen veriler ve GPS ile elde edilen veriler olarak verilebilir.

#### 5.1.1. Yersel ölçmeler

Yeryüzüne ait coğrafi verilerin elde edilme yöntemlerinden en eskisi yersel yöntemlerdir. Bu şekilde arazinin topoğrafik yapısına ait bilgilerin yanında diğer yeraltı ve yerüstü coğrafi objelere

ait bilgiler klasik olarak veya doğrudan sayısal formda belirlenebilmektedir. Arazi topoğrafyasının belirlenmesi amacıyla klasik yöntemler ile yapılan her türlü ölçmeler sonucu elde edilen ve yine klasik (analog) formdaki bilgiler bu makalede de açıklanan ikincil veri elde etme yöntemlerinden biri ile coğrafi bilgi sistemi içerisine aktarılabilir. Diğer taraftan arazi topoğrafyasına ait coğrafi bilgilerin doğrudan sayısal formda elde edilmesi günümüzde tercih edilen bir yoldur. Coğrafi verilerin doğrudan sayısal formda elde edilmesi klasik yöntemlere göre daha hızlı bir veri toplama yöntemi olduğu gibi aynı zamanda da ekonomiktir. Gelişen teknolojik olanaklar sonucu ortaya çıkan totalstation gibi yersel ölçme aletleri ile arazi üzerinde yapılan her türlü ölçmeler bu aletlerin beraberindeki depolama birimlerinde ölçme anında sayısal olarak depolanmakta ve buradan da bu değerler bir arabirim (interface) aracılığıyla bilgisayar ortamına aktarılabilir. Bu aşamadan sonra bilgisayar ortamında devam eden işlemler, amaca uygun çeşitli kartografik yazılımlar veya coğrafi bilgi sistemi yazılımları ve donanımları ile sürdürülmektedir.

Yersel ölçmeler ile elde edilen coğrafi veriler sadece arazi topoğrafyasına ait veriler olmayıp arazi üzerindeki veya altındaki her türlü coğrafi objeye yönelik olarak gerçekleştirilebilir. Bunlara, çeşitli ormancılık çalışmalarında alınan deneme alanları, örnek alanlar, toprak profilleri üzerinde yapılan ölçmeler örnek olarak verilebilir. Yine ilgi alanına göre yersel veri toplama yöntemleri büyük bir çeşitlilik sunar. Sismik araştırma ve ölçmeler, sondajlar ve benzerleri bunlara örnek olarak gösterilebilir.

Coğrafi veri elde etmenin en yeni yöntemlerinden biri GPS ile coğrafi verilerin elde edilmesidir. GPS Amerikan Savunma Bakanlığı tarafından askeri amaçlar için geliştirilmiş uydu destekli radyo navigasyon sistemidir. Bu sistem global konum belirleme sistemi (Global Positioning System) olarak da ifade edilebilecek İngilizce karşılığının ilk harfleri ile adlandırılmaktadır. Amerikan Savunma Bakanlığı tarafından yürütülen bu proje ile en az 4 uydunun aynı anda görülebilir durumda olması garanti edilmektedir. (ILLNER/KLEES 1991). GPS'nin kullanım alanı günümüzde oldukça genişlemektedir. Askeri amaçlı kullanımların yanında, sivil amaçlar ile de özellikle hava ve deniz ulaşımında yaygın kullanım alanı bulmaktadır. Günümüzde GPS ile üç boyutlu koordinatların belirlenmesindeki duyarlılığın artması ölçme tekniğine yönelik geniş bir kullanım alanını da gündeme getirmiştir. Jeodezik amaçlı ölçmelerde nirengi ağlarının yenilenmesinde artık GPS aletleri kullanılmaktadır. Bunun yanında hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinin değerlendirilmesinde gerekli olan yer kontrol noktalarının ölçmesinde GPS aletleri büyük kolaylıklar ortaya koymaktadır. Bu kullanım alanlarının dışında uygulama alanına göre büyük bir çeşitlilik sunan coğrafi verilerin belirlenmesinde GPS artan bir oranda kullanım alanına girmektedir. Elde edilen verilerin sayısal formda olması ve istenirse sisteme bağlanan bir bilgisayara anında veri aktarılması gibi özellikleri nedeniyle coğrafi bilgi sistemleri için veri toplamada kaçınılmaz bir araç ve yöntem olarak ortaya çıkmaktadır.

### 5.1.2. Fotogrametrik Ölçmeler

Bilgisayar teknolojisinde ve özellikle grafik yazılım ve donanım alanında görülen gelişmeler, fotogrametrik değerlendirme aletlerini ve yöntemlerini de büyük ölçüde etkilemiştir.

Hava fotoğrafları genelde stereo değerlendirme aletleri ile değerlendirilir. Yukarıda söz konusu edilen teknolojik gelişme sonucu analog stereo değerlendirme aletleri yerlerini analitik stereo değerlendirme aletlerine bırakmıştır.

Analitik değerlendirme aletleri veya başka bir deyişle analitik plotter'lar ilk olarak analog değerlendirme aletlerinin yerlerine tasarlanmışlardı ve o zaman on-line veya off-line olarak harita yapımı ön planda bulunmakta idi. Bugünkü analitik plotterlar'da artık interaktif (etkileşimli) grafik haritalama sistemi veya coğrafi bilgi sistemleri bu aletleri tamamlar duruma gelmiştir. Çizime dayalı analitik plotter'lar için WILD firmasının AVIOLYT serisi (AC1, BC1, BC2), ZEISS firmasının PLANICOMP C100 serisi tanınmıştır. Gerçi bunlar da uzun zamandan beri verilerin elektronik



olarak saptanmasına izin vermektedir ve bu aletler güçlü uygulama programları ile bağlantılı hale getirilmiştir (BILL/ EXL/GITSCHHEL/HEIL/SCHNEEBERGER/BÄNZIGER 1990).

Yukarıda söz konusu edilen analitik stereo değerlendirme aletleri ile yeryüzüne ait verilerin hava fotoğraflarından elde edilebilmesi için stereo modeli oluşturan hava fotoğraflarının bu alette oryantasyonunun yapılması ilk yapılacak iş olup bir stereo modelin tam olarak oryantasyonu için üç oryantasyon aşamasının da yapılmasını gerektirir. Bu oryantasyon aşamaları;

- \* İç yönelme (innere Orientierung),
- \* Karşılıklı yönelme (Relative Orientierung)
- \* Mutlak yönelme (Absolut Orientierung),

aşamalarından oluşmaktadır (SAILE 1990).

Analitik değerlendirme aletleri, çift merkezsel izdüşüm problemini kendi bilgisayarında, sayısal olarak çözen aletlerdir. Operatör karşılıklı ve mutlak oryantasyon (yönelme) için yeterli sayıda ve konumda noktanın paralaksalarını gidererek koordinatlarını kaydeder. Bu bilgiler ile sistem bilgisayarı yönelme parametrelerini hesaplar. Böylece yönelme işlemlerine harcanan çabalar en aza indirgenmiş olur (YAŞAYAN/KOYUNCU 1984). Oryantasyon işleminin bitiminde değerlendirme aşamasına geçilir. Değerlendirme üç boyutlu yeryüzünün ve yeryüzüne ait objelerin (detayların) sayısallaştırılması yani bunların koordinatlarının (X, Y, Z) ölçülmesi ve kaydedilmesi olarak gerçekleşir.

Sayısallaştırma aşamasında objelerin doğru olarak kodlanması büyük önem taşır (ERDİN 1984; ALKIŞ 1987) Sayısallaştırma sırasında izlenecek yol ise, sayısallaştırılacak detayın niteliğine (eş yükselti eğrisi, yol ekseni, bina köşesi veya sayısal arazi modeli yapmak amacıyla oluşturulmuş belirli bir kare ağı, tek ağaç vs.) ve de operatörün tecrübesine bağlı olarak değişmektedir. Analitik plotter'lar ile veri derleme ve sayısallaştırma, genellikle belirli zaman, mesafe ve koordinat artımlı veya nokta nokta yapılmaktadır (YAŞAYAN/KOYUNCU 1984; ALKIŞ 1987). Bu şekilde fotogrametrik yöntemle toplanan detay verileri, vektörel formda ve spaghetti yapıda görülen kopukluk, taşma, boşluk ve üst üste binme gibi geometrik sorunlar etkileşimli editleme ile giderilse dahi ana amaç olan CBS oluşturmak için bu sisteme aktarıldıktan sonra yapılandırılmaları ve düğüm kenar yapıya dönüştürülmeleri gerekir (SARBANOĞLU 1991/a).

Fotogrametrik yoldan sayısal veri elde etmenin en yeni yöntemi, tamamen bilgisayar ortamında yazılım ve donanıma dayalı olarak üçboyutlu değerlendirmelerin gerçekleştirilmesidir. Digital fotogrametri veya yazılım fotogrametrisi (softcopy fotogrametri) olarak da adlandırılabilen bu fotogrametrik yöntemle sayısal forma dönüştürülen fotoğraflar değerlendirilmektedir. Bu tür bir değerlendirme için analog formda olan fotoğraflar (genellikle hava fotoğrafları) tarayıcı (scanner)'lar aracılığı ile yüksek yoğunlukta taranmakta ve sayısal forma dönüşen fotoğraflar tamamen bilgisayar ortamında stereoskopik olarak değerlendirilmektedir. Bu tür değerlendirme sistemleri çok pahalı olduğu için günümüzde büyük bir kullanım alanı bulmamakla beraber ileride büyük bir kullanım alanı bulacak sistemlerdir.

### 5.1.3. Uzaktan Algılama ve Görüntü İşleme ile Coğrafi Verilerin Elde Edilmesi

Uzaktan algılama verileri günümüzde çok geniş bir spektrum içerisinde kullanım alanı bulmaktadır. Hammadde ve enerji ile ilgili araştırmalarda, çevre ve iklim araştırmalarında, balıkçılık, ziraat, ormancılık, su rezervlerinin araştırılması gibi sahalarda, kara, hava ve deniz trafiği ile ilgili sahalarda, turizm, arkeoloji, gazetecilik, istatistik ve planlama verilerinin elde edilmesi, kartoğrafya ve ölçme mühendisliği gibi birçok sahada uydu verilerinden faydalanılmaktadır (STEINBORN 1989). Büyük alanlara ait verilerin saptanmasında uydular hızlı bir veri toplama aracı olarak çok uygundur. Özellikle şehir bölge ve ülke düzeyinde arazi kullanımında meydana gelen değişikliklerin gelişiminin karşılaştırılmasının mümkün olabilmesi için yıllık aktüel verilere ihtiyaç duyul-



lur. Ayrıca bütün uygulama birimleri için aynı zaman periyodundaki verilerin toplanması zorunludur. Hava fotoğrafları değerlendirmelerinde zamanla ilişkili temel veriler elde edilir. Ancak bir bölge veya ülke bazında düşünüldüğünde hava fotoğraflarının değerlendirilmesi hız açısından yetersiz kalmaktadır. Çünkü hava fotoğrafları alımı heryıl ülkenin değişik bölümlerinde yapılmaktadır. Bu açıdan bakıldığında hızlı bir veri toplama metodu olarak, büyük alanların saptanmasında uydu verilerinden faydalanma daha uygun ve daha az maliyetli bir yöntem ve bir veri kaynağı olmaktadır (STADLER 1989).

Uzaktan algılama verilerinin bugüne kadar alınan sonuçlarına göre coğrafi bilgi sistemi için bir bilgi kaynağı olarak şu özellikleri özetlenebilir (BRAEDT 1989).

\* Uydu görüntüleri, ilave bir sayısallaştırma zahmetine girilmeksizin bilgisayar tarafından okunabilir formda kullanıma hazırdır ve bu özelliği ile bilgisayar destekli coğrafi bilgi sistemiyle bütünleşmesi özellikle iyidir.

\* Yeryüzünü gözleyen uydular tarafından sürekli gönderilen veriler eldeki görüntü verilerinin düzenli olarak güncelleştirilmesine olanak tanır ve bu durum her şeyden önce çevrede meydana gelen değişikliklerin ve bölgesel gelişme eğilimlerinin saptanması için büyük bir üstünlük ortaya koyar.

\* Yeryüzünü gözleyen uyduların infrarot algılayıcıları insan gözü için görünmez veya yalnızca çok zor olarak tanınabilen çevre olaylarını görüntüleyebilir. Örneğin bu şekilde yeryüzündeki sıcaklıklar, ormanların canlılığı veya zarar görme derecesi saptanabilir.

Uzaktan algılama verileri özellikle orta ve küçük ölçekli haritalama sahasında gittikçe artan bir ağırlıklı rol oynamaktadır. Yeryüzünün aktüel durumu, alan kullanım verileri formunda veya sıcaklık ve benzeri ısı verileri formunda şaşırtıcı bir hızla saptanabilmektedir ve birçok uygulama için yeterli doğrulukta ve güvenilirliktedir. Büyük ölçekli haritalama sahasında ise hava fotoğrafları ve uçaklara yerleştirilen tarayıcıların verileri bu amaca hizmet etmektedir (GÖPFERT 1990).

Görüntü işleme sistemleri veya raster coğrafi bilgi sistemleri için uzaktan algılama verileri en önemli coğrafi veri kaynağıdır. Uydulardaki veya uçaklardaki algılayıcılar tarafından algılanan görüntülerin işlenmesi tamamen sayısal ortamda gerçekleşmekte ve veri elde etmedeki maliyet önemli ölçüde düşmektedir. Uydu algılayıcılarındaki çözünürlüğün sürekli olarak artması sonucu coğrafi veriler bu yöntem ile gün geçtikçe daha yüksek duyarlılıkta belirlenebilmektedir.

## 5.2. İkincil Verilerin Sayısallaştırma ile Elde Edilmesi

Coğrafi bilgi sistemine veri toplama bir GIS de en önemli noktalardan biridir. Aslında birçok veri daha önceden elde bulunmaktadır, ancak sayısal formda değildir. Bugünkü teknik olanaklar ile sayısallaştırma ve tarama oldukça iyi bir çalışma aracı olarak hizmet etmektedir. Ancak verilerin analog formdan sayısal forma dönüştürülmesi için daha gelişmiş otomasyon yöntemlerinin de denenmesi lazımdır. Bu konuda özellikle eldeki haritaların basit bir formda dönüşümünü yapabilecek daha güvenilir ve daha hızlı bir metod bulabilmek için bilgisayarlı desen ve şekil tanıma (mustererkennung) konusunda daha yoğun araştırmaların yapılması zorunludur (BARWINSKI 1988).

Bugün coğrafi bilgi sistemine veri toplama metodu olarak kullanılan sayısallaştırma metodları ikincil veri toplama yöntemlerini oluştururlar. Bundan önce söz konusu edilen yersel ölçme yöntemleri, fotogrametrik ve uzaktan algılama yöntemleri ile veri toplama ise birincil veri toplama yöntemlerini oluştururlar. Coğrafi bilgi sistemi içerisine sekonder veri toplama yöntemi olarak kullanılan sayısallaştırma ise manuel (el ile) sayısallaştırma, yarı otomatik (Semiautomatic) sayısallaştırma ve otomatik sayısallaştırma (tarama) olmak üzere üç ana yöntem ile gerçekleştirilir. Eldeki harita ve benzeri materyalin sayısallaştırılması ise coğrafi bilgi sistemlerine veri toplamak için en çok kullanılan yöntemdir (BILL/FRITSCH 1991).

### 5.2.1 El ile (Manuel) Sayısallaştırma

El ile sayısallaştırmada insan veri toplayıcı olarak esas önemli rolü oynar. Sayısallaştırılacak altlık üzerindeki tek noktaların, çizgilerin ve alanların anlamlarını bilen ve geometri ve de bunların temsil ettiği bilgileri doğrudan coğrafi bilgi sisteminin uygun bir objesi olarak kodlayan kişi insandır.

Sayısallaştırma işleminde öncelikle sayısallaştırılacak altlık belirlenir ve bu altlık sayısallaştırma masası üzerine sabitlenir. Eldeki sayısallaştırma programı ve gerekli donanım aracılığı ile sayısallaştırma masası üzerine sabitlenen altlık üzerinde öncelikle referans noktaları sayısallaştırılır. Referans noktası olarak sayısallaştırılacak altlık üzerinde ve dünya koordinat sisteminde (Gauß-Krüger veya UTM gibi belirli bir koordinat sistemi) daha önceden bulunan veya ölçülen en az iki nokta sayısallaştırılır. Dönüşüm (transformasyon) yazılımı sayısallaştırılan bu referans noktalarının belirli bir koordinat sistemine göre olan koordinatlarını ve sayısallaştırıcı masa koordinatlarını kullanarak dengeleme ve dönüşüm hesabını yapar ve dönüşüm parametreleri bulunur. Bu hesaplamada dengelemenin fonksiyonel modeli olarak benzerlik ve affin dönüşüm bağıntıları kullanılır. Bu işlem sonucunda sayısallaştırma anında veya daha sonra sayısallaştırıcı koordinatları dünya koordinatlarına dönüştürülür (BILL/FRITSCH 1991; SARBANOĞLU 1991/b).

Yukarıdaki işlemler ile dönüşüm parametreleri belirlendikten ve bu parametrelerin hataları belirli sınırlar ile karşılaştırıldıktan sonra sayısallaştırma işlemine geçilir. Manuel sayısallaştırmada en basit yöntem, operatörün topolojik yapıyı dikkate almaksızın sphagetti yapı olarak adlandırılan yapıda sayısallaştırma işlemini gerçekleştirmesidir. Bu şekildeki sayısallaştırma işlemi sonucunda topoloji ve obje oluşumu daha sonraki bir işlem olarak topolojik yapılandırma programı aracılığı ile gerçekleştirilir. Sayısallaştırma işleminde bir üst form ise çizgi katarı olarak sayısallaştırmadır. Burada değerlendirici sayısallaştırma işlemi çizgi katarı olarak gerçekleştirir. Sayısallaştırmanın en ileri formu topolojik yapıda sayısallaştırmadır. Ancak bu şekilde sayısallaştırma için sistemde oldukça fazla işlevsel özelliklerin olması gerekir. Çünkü bu şekilde sayısallaştırma poligonolup topoloji ve obje oluşumu da otomatik olarak gerçekleşir. Bu tip bir sayısallaştırmada aynı anda öz-niteliklerin girilmesi de mümkündür.

Sayısallaştırma programları yeteneklerine bağlı olarak birçok alternatifler sunar. Sayısallaştırma tam olarak operatörün kontrolünde istenilen yoğunlukta nokta sayısallaştırılarak yapılabileceği gibi zaman artımlı, mesafe artımlı veya doğrultudan sapma kontrollü olarak da yapılabilir. Bunların yanında geometrik koşulların doğruluğunun kontrolü, nokta yakalama modları, otomatik olarak poligonların kapatılması gibi yazılıma bağlı çeşitli destekleyici kolaylıklar sunulur (BILL/FRITSCH 1991; SARBANOĞLU 1991/b).

### 5.2.2. Yarı Otomatik Sayısallaştırma

El ile sayısallaştırma çok zaman alıcı ve zahmetli bir işlemdir. Bundan dolayı eskiden beri otomatik ve yarı otomatik sayısallaştırma yöntemlerine olan bir eğilim ortaya çıkmıştır. Yarı otomatik sayısallaştırmada, sayısallaştırılan eğri boyunca el ile yöneltilen tablet, yerini otomatik olarak yönelen ve çizgi izleyen bir işlem ile değiştirmiştir. Bu sistemde operatör çizginin başlangıç noktasına aleti konumlandırır ve uygun öz-nitelik değerini de girerek bundan sonrasını sisteme bırakır. Sistem bu çizgi elemanlarını takip ederek sayısallaştırma işlemini gerçekleştirir. Bu sistemde mikrofilm altlıklar sayısallaştırılır. Bu nedenle sayısallaştırma işlemine geçilmeden altlıkların (örneğin basılı harita) film kopyalarının alınması gerekir. Çizgi izleyerek sayısallaştırma esnasında CCD sensorunda oluşan raster veriler daha sonra otomatik olarak vektör verilere dönüştürülür. Başka bir deyişle, bilgisayarca okunabilir ortama dönüşüm tekniği rasterdir, ancak sonuç doğrudan vektörel olarak elde edilmektedir (BILL/FRITSCH 1991; SARBANOĞLU 1991/b).



### 5.2.3 Otomatik Sayısallaştırma

Otomatik sayısallaştırma, analog altlıkların bir scanner (tarayıcı) ile taranması sonucu gerçekleştirilir. Harita bu işlem sonucunda raster verisi formunda sayısal olarak elde edilir. Bu şekilde sayısallaştırmada analog altlık, tarama işlemiyle bir matris içerisinde gri değerleri ile tanımlanan tek tek raster noktalarına dönüştürülür. Bu veriler daha sonra bir dizi işleme daha tabi tutulur. Scanner (tarayıcı) teknolojisinin bugün bulunduğu seviye ile tarama işlemi büyük bir zorlukla karşılaşılmadan gerçekleştirilir. Bilgisayarlı desen tanınmanın gerekli bilgileri kullanıma hazır duruma getirmesi için raster görüntüye dönüştürülecek haritanın grafik içeriğinin tam ve eksiksiz olması önemlidir. Burada ayrıca önemli bir parametre olarak taramadaki raster çözünürlüğü etkili olmaktadır. Raster boyutu o kadar ince seçilmelidir ki, ince çizgiler kopmasın ve yakın komşu objeler birbiri içinde kaybolmasın. Diğer taraftan çok ince olarak oluşturulan çözünürlükte artan bir veri miktarı ile uğraşmak zorunluluğunda kalınır. Çözünürlük en azından çizgisel minimum boyutun yarısı kadar olmalıdır. Kartografik uygulamalarda raster genişliği 0.05 mm ve daha aşağısı olarak ve amaca uygun bir şekilde belirlenir. Bu şekilde raster veri olarak sayısallaştırılan analog altlıklar daha sonraki işlemler ile vektör veriye dönüştürülür (BILL/FRITSCH 1991; ILLERT 1990; LICHTNER/ILLERT 1989).

Otomotaki sayısallaştırma veya tarama işlemi sadece analog formdaki vektörel verilerin sayısal forma dönüştürülmesi amacıyla kullanılmazlar. Bunun yanında analog formdaki hava fotoğrafları veya uydu fotoğraflarının sayısal forma dönüştürülmesi amacıyla da son zamanlarda sıkça kullanılan bir yöntemdir. Bu şekilde elde edilen sayısal veriler, örneğin sayısal forma dönüştürülen hava fotoğrafları günümüzde softcopy fotogrametri veya dijital fotogrametri denen yöntemler ile tamamen bilgisayar ortamında stereoskopik (üç boyutlu) olarak değerlendirilebilmekte ve istenen sonuç ürünleri elde edilebilmektedir. Şu an için bu sistemlere yönelik yazılım ve donanım platformu ise oldukça yüksek fiyatlarda olduğu için yaygın bir kullanım aşamasına ulaşamamıştır. Bunun yanında özellikle Rus uydularından elde edilen analog formdaki uydu fotoğraflarının yine tarayıcılar ile taranması sonucu sayısal forma dönüştürülmesi işlemlerinde de tarama sıkça kullanılan bir yöntem duruma gelmiştir. Bu şekilde raster formda görüntü işleme sistemlerine aktarılan sayısal fotoğraflar bu sistemler aracılığı ile raster verilerin işlenmesi prensipleri doğrultusunda işlenmekte ve raster ve karma coğrafi bilgi sistemleri içinde son yıllarda önemli bir veri kaynağı ve veri elde etme yöntemi olarak ortaya çıkmaktadır.

### 5.3. Türetme ile Yeni Coğrafi Verilerin Elde Edilmesi

Türetme yoluyla elde edilen coğrafi veriler üçüncül veriler olarak da adlandırılır. Türetme yoluyla bir coğrafi bilgi sistemine veri elde edilmesi, sisteme girilen birincil (primer) ve ikincil (Sekonder) veriler ile coğrafi bilgi sistemi yazılımı ve donanımının kullanılması sonucu gerçekleştirilir. Bu veriler genellikle sistemin sunduğu analiz yeteneğinin bir sonucu olarak ortaya çıkar. Bu tip verilere örnek olarak, sisteme giren eşyükselti eğrilerinden o bölgenin sayısal arazi modelinin oluşturulması ve yine buna dayalı olarak eğim sınıfları, yükseklik sınıfları ve bakı haritalarının ve bunlara ait coğrafi bilgi katmanlarının oluşturulması verilebilir. Bunlara ilaveten coğrafi bilgi sistemlerinin overlay işlemleri olarak adlandırılan kesişim, bileşim, zon oluşturma ve benzeri işlemleri sonucu yine sistemdeki verilere dayalı olarak yeni coğrafi veriler elde edilebilir. bu şekilde elde edilen veriler coğrafi bilgi sistemlerine türetme yoluyla kazanılan verilerdendir. Bir coğrafi bilgi sisteminde türetme sonucu veri elde etmek sisteme daha önce girilen verilere bağlı olduğu büyük ölçüde sistemin yeteneklerine de bağlıdır. Bu yetenekler arttıkça türetme yoluyla veri kazanım oranı da artar.

### 6. Sonuç ve Öneriler

Ülkemizde doğal kaynaklara yönelik bir coğrafi bilgi sistemi oluşturulurken karşılaşılabilecek en büyük sorunlardan biri coğrafi verilerin elde edilmesidir. Söz konusu coğrafi veriler ya ye-



tersiz kalmakta veya eldeki verilerin büyük bir çoğunluğu analog formda bulunmaktadır. Bu coğrafi verilerin daha hızlı toplanmasına ve işlenmesine yönelik yeni olanaklar ortaya koyan bir coğrafi bilgi sisteminin ise bir an evvel oluşturulması gerekmektedir.

Sunulan bu makalede de belirtildiği gibi coğrafi verilerin doğrudan sayısal veriler şeklinde toplanması, veri elde etmede gerekli olan hız ve ekonomik olma koşulunu da sağlayacaktır. Coğrafi bilgi sistemine girilecek verilerin sayısal formda olması gerekliliği, eldeki analog formdaki verilerin de sayısal forma dönüştürülmesi gereğini ortaya koymaktadır. Eldeki veri tipine bağlı olarak seçilecek uygun yazılım ve donanım ile analog formdaki coğrafi veriler sayısal forma dönüştürülebilmektedir. Doğrudan sayısal formda coğrafi verilerin elde edildiği kaynaklar ve yöntemlerin yanında bu şekildeki analog veri kaynaklarından sayısal veri elde edilmesi coğrafi bilgi sistemi veri kaynaklarının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır.

Türetme yoluyla coğrafi verilerin elde edilmesi ise coğrafi bilgi sistemlerinin özelliklerinden biridir. Bu yolla elde edilecek veriler genel olarak klasik yöntemler ile elde edilmesi çok zor veya olanaksız olan verilerdir.

Coğrafi verilerin elde edilmesi yorucu ve yüksek maliyetli bir işlemdir. Ancak ülkemizde aynı coğrafi veriler farklı kurumlarca birbirlerinden bağımsız olarak defalarca üretilmekte ve gereksiz para ve zaman kaybına neden olunmaktadır. Bu nedenle görevlendirilecek bir kurum tarafından ülkemizin temel coğrafi verilerinin doğrudan sayısal formda üretiminin ve diğer analog altlıkların sayısal forma dönüştürülmesinin gerçekleştirilmesi daha akılcı bir yöntem olacaktır. Böyle bir kurum tarafından oluşturulacak bir coğrafi veri bankasında depolanacak verilere gereksinim duyan diğer kurum ve kuruluşlar gereksinim duyduğu verileri uygun bir ücret karşılığında bu kurumdan satın alabilmelidir. Bu hizmeti sunan kurum aynı zamanda coğrafi verileri isteyen kuruluşun gereksinim duyduğu veri formatını da garanti etmelidir. Coğrafi verilere gereksinim duyan kurumların her biri aynı verileri tekrar tekrar üretmektense, sözkonusu bu kurumdan uygun bir ücret karşılığında istenilen formatta satın alınması daha ekonomik ve zaman kazandırıcı olacaktır. Diğer taraftan farklı kurumların gereksinim duyduğu özel uzmanlık verilerinin ise kurumların kendileri tarafından üretilmesi veya toplanması gerçekleştirilebilir. Bu şekildeki bir yaklaşım ülkemizdeki araştırma ve uygulamaya dönük kuruluşların çalışmalarına da hız ve ekonomi kazandıracaktır.

Makalede açıklanan yöntemler ile bir coğrafi bilgi sisteminin ana unsurlarından biri olan veriler hızlı bir şekilde elde edilebilir. Oluşturulacak bir coğrafi bilgi sistemi içerisinde bulunan sayısal veriler sistemin sunduğu diğer olanaklar ile uygulama alanına yönelik geniş bir sorgulama olanağı ortaya koyar. Böylece bir coğrafi bilgi sistemi uygulama alanına yönelik sayısal formda olması her an bu verilere ulaşmayı ve kolayca güncelleştirme olanağını da beraberinde getirir. Böylece yine sistemin sunduğu olanaklar ile birlikte her an ulaşılabilir, güncel ve güvenilir veriler ile çalışma olanağı ortaya çıkar.

## KAYNAKLAR

- ALKIŞ, A. 1987: Sayısal Harita Üretimi ve Topoğrafik Veri Bankası: Yıldız Üniversitesi, Prof. Dr. Burhan Tansuğ Fotogrametri ve Geodezi Simpozyumu, 8-9 Ekim, s. 165-176, İstanbul.
- BARTELME, N. 1989a: *gis-Technologie, Geo-informationssysteme, Landinformationssysteme und ihre Grundlagen*, ISBN 3-540-50410-9, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg New York.
- BARTELME, N. 1989b: *Raumbezogene Datenbanken und Interaktive Graphik, LIS, beiträge zu Landinformationssystemen, Mitteilungen der geodetischen Institute der Technischen Universität Graz, Folge 64, s. 3-29, Graz.*
- BARTELME, N. 1990: *Grundlagen der GIS-Technologie, Österreichische Forstzeitung, heft 4, s. 6-8.*
- BARWINSKI, K. 1988: *Mitarbeit der Landesvermessung beim Aufbau von Geo-Informationssystemen, GIS, GeoInformationssysteme Zeitschrift für Interdisziplinären Austausch innerhalb der Geowissenschaften, heft 1, s. 8-11.*
- BILL, R. 1990: *Raumbezogene Informationssysteme in Photogrammetrie und Fernerkundung, ZPF-Zeitschrift für Photogrammetrie und Fernerkundung, heft 3, s. 81-90.*
- BILL, R., EXL, W., GITSCHEL, D., HEIL, E., SCHNEEBERGER, R., BÄNZIGER, T. 1990: *Der Moderne analytische Plotter S9-AP als integrierte Arbeitsstation des Geographischen Informationssystems SYSTEM 9, ZPF-Zeitschrift für Photogrammetrie und Fernerkundung, Heft 2, s. 34-43.*
- BILL, R., FRITSCH, D. 1991: *Geo-Informationssysteme, Band 1, Hardware, Software und Daten, ISBN 3-87907-227-2, Herbert Wichman Verlag GmbH, Karlsruhe.*
- BRAEDT, J. 1989. *Satellitenbilder als Baustein eines Informationssystems für Landesplanung und Umweltschutz, Geo-Informationssysteme, Anwendungen-Neue Entwicklungen, s. 247-260, Internationales Anwenderforum, Duisburg, ISBN 3-87907-191-8, Herbert Wichmann Verlag GmbH, Karlsruhe.*
- CONZETT, R. 1980: *Zum Begriff 'Landinformationssysteme' Vermessung, Photogrammetrie und Kulturtechnik (VPK), 78, s. 373-375.*
- ERDİN, K. 1984: *Sayısal Fotogrametri Yöntemle Orman Haritaları Üretimi, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri A, Cilt 34, Sayı 1, s. 17-36.*
- GÖPFERT, W. 1987: *Raumbezogene Informationssysteme, Datenerfassung Verarbeitung Integration Ausgabe auf der Grundlage digitaler Bild-und Kartenverarbeitung, ISBN 3-87907-165-9, Herbert Wichman Verlag GmbH, Karlsruhe.*
- GÖPFERT, W. 1990: *Ein Raumbezogenes Informationssystem für Raumordnung und Umweltplanung auf der Grundlage rechnergestützter Kartographie und Fernerkundung, Kartographische Nachrichten, Heft 1, s. 1-9.*
- GUPTIL, C.S. 1989: *Evaluating Geographic Information Technology, Photogrammetric Engineering and remote Sensing, Vol. 55, No. 11, pp. 1583-1587.*
- HOFMAN-WELLENHOF, B. 1989: *Über die Bedeutung von Informationssystemen, LIS, beiträge zu Landinformationssystemen, Mitteilungen der geodetischen Institute der Technischen Universität Graz, Folge 64, s. 29-47, Graz.*
- ILLERT, A. 1990: *Methoden und Anwendungen der Kartographischen Mustererkennung, KN-Kartographische Nachrichten, Heft 3, s. 93-97.*



- ILLNER, M., KLEES, R. 1991: NAVSTAR-GPS: Systembeschreibung und Einsatzmöglichkeiten, Deutscher Verein für Vermessungswesen Landesverein Baden-Württemberg e. V., DVW, Mitteilungen, Sonderheft GPS und Integration von GPS in bestehende geodetische Netze, 38. Jahrgang, s. 9-29.
- JUNIUS, H. 1991: Kartographische Darstellungsmöglichkeiten bei ARC/INFO, Kartografische Nachrichten Heft 4, s. 136-144.
- KAMMERER, J., SCHILDER, M., SONNE, B. 1988: Hybride Graphik in Geoinformationssystemen, X. International Kurs für Ingenieurvermessung, s. 1-10.
- KUHN, W. 1989: Geometrische Modellierung in Raumbezogenen Informationssystemen, Die Methode der Zellkomplexe, LIS-Beiträge zu Landinformationssystemen, Mitteilungen der geodetischen Institute der Technischen Universität Graz, Folge 64, s. 57-80.
- LICHTNER, W., ILLERT, A. 1989: Entwicklungen zur kartographischen Mustererkennung, Geo-Informationssysteme, Anwendungen-Neue Entwicklungen, Internationales Anwenderforum, s. 283-290, Duisburg, ISBN 3-87907-191-8, Herbert Wichmann Verlag GmbH, Karlsruhe.
- NEUMAN, H. 1989: Zum Einsatz der Geographischen Datenverarbeitung und von Geoinformationssystemen in Städten und Gemeinden mittlerer Größenordnung aus der Sicht eines Dienstleistungsunternehmens, Geo-Informationssysteme, Anwendungen-Neue Entwicklungen, s. 231-234 Internationales Anwenderforum Duisburg, ISBN 3-87907-191-8, Herbert Wichmann Verlag GmbH, Karlsruhe.
- SAILE, J. 1990: P-CAP, die PC-Software für die Planicom P-Serie, ZPF-zeitschrift für Photogrammetrie und Fernerkundung, Heft 2, s. 54-58.
- SARBANOĞLU, H. 1990: Coğrafi veri yapıları, Harita Dergisi, Harita Genel Komutanlığı, Temmuz 1990, Sayı 105, s. 1-43.
- SARBANOĞLU, H. 1991a: Coğrafi Bilgi Sistemleri İçin Veri Toplama Yöntemleri (2'inci Bölüm), Tarama, Video Kayıt, Uzaktan Algılama, Fotogrametrik Sayısallaştırma, Arazide Sayısallaştırma, Grafik Olmayan Bilgi Girişi ve CBS Kütüğü İthali, Harita Dergisi, 106, s. 51-80.
- SARBANOĞLU, H. 1991b: Coğrafi Bilgi Sistemleri İçin Veri Toplama Yöntemleri (1'inci Bölüm). Vektörel Sayısallaştırma, Harita Dergisi, 106.
- SONNE, B. 1988: Raumbezogene Datenbanken für Kartographische Anwendungen, GIS: Geo-Informationssysteme Zeitschrift für Interdisziplinären Austausch innerhalb der Geowissenschaften, heft 1, s. 11-17.
- STEINBORN, W. 1989: Satellitenfernerkundung in der Bundesrepublik Deutschland - Stand der Entwicklung bei der Nutzung / Defizite und Notwendige Anpassungen bei den programmatischen Rahmenbedingungen: GIS: Geo-Informationssysteme Zeitschrift für Interdisziplinären Austausch innerhalb der Geowissenschaften, heft 1, s. 3-10.
- YAŞAYAN, A., KOYUNCU, D. 1984: T.C. Fotogrametrideki Gelişmeler, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı D.S.İ. Genel Müdürlüğü, Harita Mühendisliği Semineri 21-25 Mayıs, TRABZON.
- 1994: Brockhaus Enzyklopädie: F.A. Brockhaus Mannheim.