

Arif Çağdaş Aydınmoğlu \*

Selim Serhan Yıldız \*\*

Elif Demir \*\*

Serpil Ateş \*\*

\*Yrd. Doç. Dr., \*\*Arş. Gör.,  
İTÜ, Geomatik Mühendisliği Bölümü

# Coğrafi Bilgi Sistemleri Nasıl Çalışır?

## CBS'nin Ana Bileşenleri

### a) Veri

CBS'nin en önemli bileşeni veridir. Veri bilginin ham maddesidir ve CBS için vazgeçilmezdir. Tüm coğrafi veriler grafik veriler ve tanımlayıcı nitelikteki öznitelik veya tablo verilerinin içerdiği grafik olmayan verilerden oluşur. CBS ortamında haritalılıkta arazi ölçümleri, jeodezik hesaplamalar, harita sayısallaştırma, tarama, hava fotoğrafları, farklı uydu görüntüleri ve algılayıcı sistemlerden gelen çok çeşitli kaynaklardan sağlanan veriler kullanılabilir. CBS için en temel öge olarak kabul edilen veri, elde edilmesi en zor bileşen olarak da görülmektedir. Veri kaynaklarının çokluğu ve farklı yapılarda olmalarından dolayı kurulacak CBS'de verilerin toplanması bir sisteme dair bütün zaman ve maliyetin en az yarısından fazlasını gerektirmektedir.

### b) Yazılım

Yazılım, coğrafi verilerin elektronik ortamlarında depolanması, veritabanlarında yönetilmesi, işlenmesi, analizi ve kullanıcıya sunulması için gerekli fonksiyonları içeren bilgisayarlarda çalıştırılabilen programlardır. Günümüzde CBS yazılımlarının çoğu özel sektör tarafından geliştiriliyor fakat üniversite ve benzeri araştırma kurumlarınınca eğitim ve araştırmaya yönelik geliştirilen yazılımlar da mevcut. Bunların yanı sıra web tarayıcılarıyla internette hizmet sunan harita servislerinde de artık temel CBS sorgulamalarını gerçekleştirmek mümkün. Bir CBS yazılımından beklenen; coğrafi veri girişi ve işlemi için gerekli araçları bulundurma, bir veri tabanı yönetim sistemine sahip olması, gelişmiş konumsal sorgulama, analitik analiz ve harita üretimini desteklemesi ve ek donanım bağlantıları için arayüz desteği sağlamasıdır.



Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) temel olarak yer referanslı verileri uygun teknolojik araçlarla toplar, analiz eder ve kullanıcıya sunar.

CBS için, toplanan verilerin konumsal analizlerinin gerçekleştirilmesini sağlayacak özel bilgisayar programlarına da ihtiyaç vardır. Ancak CBS, bir harita görüntüleme araçından ziyade coğrafi veriyi yöneten bir sistem olarak dikkate alındığında, bir coğrafi bilgi sisteminde bulunan veri, yazılım, donanım, insanlar ve yöntemlerden oluşan beş temel bileşenin bütünlük bir yapıda çalışması gerekir.

Genelde haritalama teknik ve yöntemleriyle toplanan veriler, uygun yazılımlar yardımıyla öncelikle bilgisayar veritabanlarında saklanır ve kullanıcı beklentilerine göre işlenirler. Gerekli donanımlar vasıtasıyla üretilen bilgilerin çoğaltılması ve sanal ağlar üzerinden paylaşılması için kullanıcı talepleri yönlendirici olur.

Tüm bu işlemler esnasında, verinin toplanmasından üretilmesine kadar geçen süreçte bilgi üretim ve kullanım standartlarının da belirlenmesi gerekmektedir.







#### c) Donanım

CBS'nin işlevlerini yerine getirmede ihtiyaç duyduğu bilgisayar ve buna bağlı yan ürünlerin bütünü donanım olarak adlandırılır. CBS'nin en önemli donanım aracı yazılımların çalıştırılacağı ve fonksiyonların yürütüleceği bilgisayardır. Bu bilgisayarların yoğun hacimli verileri depolama, işleme ve grafik bilgi sunma özelliklerini yerine getirebilecek yeterlilikte işlemci, bellek ve disk kapasitesine sahip olması gerekir. Günümüzde CBS yazılımları farklı donanım platformlarında çalışabilmektedir. Sunuculardan, masaüstü bilgisayarlara, mobil sistemlerden cep telefonlarına kadar birçok donanım platformunda yapılandırılabilen yazılımlarla CBS'yi işletmek mümkün olmuştur. Yüksek veri iletim kapasitesine sahip elektronik ağ altyapısı, gelişen internet teknolojilerinin paralelinde internet harita sunucusu fonksiyonlarına erişimi ve etkin veri paylaşımını olanaklı hale getirmiştir. Ayrıca CBS fonksiyonlarında kullanılmak üzere yazıcı, çizici, tarayıcı, sayısallaştırıcı, veri ve görüntü kayıt üniteleri gibi cihazlar CBS için önemli sayılabilecek diğer donanımlardır.

#### d) İnsanlar

Kamu kurum ve kuruluşları veya özel sektördeki coğrafi veri sağlayıcıları ve kullanıcıları insan bileşenini oluşturmaktadır. CBS fonksiyonlarını kullanmada yeterli bilgi düzeyine sahip bir kullanıcı; savunma sanayinden arazi yönetimine, çevresel uygulamalardan afet yönetimine kadar farklı sektörlerdeki gerçek dünya problemlerini çözmek ve daha etkin karar verme gücünü artırmak üzere gerekli sistemleri yönetir. CBS'nin gelişmesi yöneticilerden veri kullanıcılarına, programcıdan sistem yöneticisine çeşitli yetkilerdeki uzman insan gücünün varlığına ve ona sahip çıkılmasına bağlıdır.

#### e) Yöntemler

CBS, ancak çok iyi tasarlanmış plan ve iş kurallarına göre çalışabilir. Bu tür işlevler her kuruma özgü model ve uygulamalar şeklindedir. Başarılı bir CBS için birimler veya kurumlar içerisindeki iş akışına uyumlu biçimde coğrafi bilgi akışının sağlanabilmesi gerekir. Bu amaçla yasal düzenlemelere gidilerek gerekli yönetmelikler yardımıyla coğrafi veri yönetiminde ve paylaşımında gerekli standartların hazırlanması ve ortaya konan kuralların uygulanıyor olması şarttır.

## CBS'nin Temel İşlev Adımları

Herhangi bir coğrafi bilgi sisteminin sağlıklı bir şekilde çalışabilmesi için dört temel işlem aşamasının gerçekleşmesi gerekir.

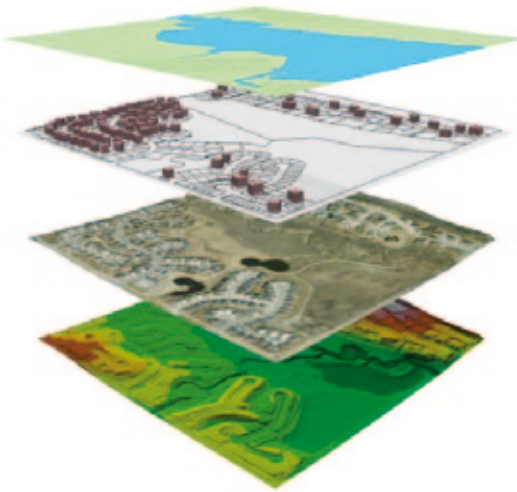
Bunlar; 1. Veri toplama, 2. Veri yönetimi, 3. Veri işleme ve 4. Veri sunumu aşamalarıdır. Bu aşamalar bir CBS'nin çalışmasındaki temel zincirler niteliğinde olup, birbirini izleyen işlemler dizini olarak bilinirler.

### 1-Veri toplama

CBS'de farklı kaynaklardan gelen coğrafi veriler öncelikle uygun tekniklere göre toplanarak, CBS'de kullanılabilir elektronik formata dönüştürülmelidir. Verilerin kâğıt ya da harita ortamından bilgisayar ortamına aktarılması işleminde sayısallaştırma tekniği kullanılır. Büyük boyutlu projelerde veya görüntülerin dijital ortama aktarılmasında ise tarama tekniği kullanılır. Farklı kaynaklardan gelen, farklı CBS yazılımları ve kurumlar tarafından üretilen verinin birlikte çalışabilirliği ve kullanılan sisteme uyumlu olması bu aşamadaki en önemli işlevdir.

### 2-Veri yönetimi

Coğrafi veriler, enlem-boylam olarak ( $\theta, \lambda$ ) veya jeodezik koordinat sisteminde ( $X, Y, Z$ ) konumlandırılmıştır. Belli geometrideki coğrafi veriler, sayısal ortamda 'vektörel' ve 'hüresel' veri modellerinde temsil edilirler. Bu veri modelleri, verinin temel kaynağına bağlı olarak türüne ve uygulama biçimine göre tercih edilerek kullanılabilir.



Coğrafi bilgi teknolojisi ile geleneksel kâğıt haritalar, tarama yöntemiyle sayısal hale dönüştürülerek bilgisayar ortamına aktarılır. Ardından yeryüzüne ait bilgiler farklı veri katmanlarında organize edilerek işlenmek üzere ayrı ayrı veritabanlarında saklanır.

Vektörel veri modeli, coğrafi verinin gerçek dünyadaki durumunun sunum şeklidir. Coğrafi varlıklar, nokta, çizgi, alan geometrisine ve veriler arasında komşuluk ilişkilerini yöneten topolojik bilgiye sahiptir. Örneğin yeryüzünde bir ağaç, kule, su vanası nokta geometriyle tek bir  $(x_1, y_1)$  koordinatı ile tanımlanırken; yol, akarsu, arazi sınırı ve enerji nakil hattı çizgi geometriyle birbirini izleyen bir dizi koordinat  $(x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_n, y_n)$  ve ada, bina, orman, mahalle alan geometriyle başlangıç ve bitişi aynı nokta olan koordinat  $(x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_1, y_1)$  dizisi ile tanımlanabilir.

Hüresel veri modeli, yeryüzünde daha çok süreklilik özelliğine sahip coğrafi verilerin ifadesinde kullanılmaktadır. Bu veri modeli, en basit yaklaşımla, bir fotoğraf görüntüsü gibi birbirine komşu aynı boyutlu hücrelerin bir araya gelmesiyle oluşur. Hüresel veri modelleri, genellikle arazi veya deniz yüzeyi, yangın dağılım alanı, toprak türü ve bitki örtüsü gibi coğrafyada süreklilik özelliği gösteren varlıkların yönetiminde kullanılabilir.

CBS uygulamalarına yönelik geliştirilecek coğrafi veritabanları, gerçek dünyadaki coğrafi varlıkların veya başka bir ifadeyle nesnelerin yaşam sürecini elektronik ortamda en iyi temsil edecek nitelikte oluşturulmalıdır. Günümüzde yazılım ve donanım teknolojilerindeki gelişmeler sonucu, grafik ve grafik-olmayan öznelik verileri bütünleştirilerek, ilişkisel ve nesneye yönelik yaklaşımlarla tek bir veritabanında yönetilebilmektedir. Ayrıca gelişen teknolojilerin paralelinde coğrafi veriyi en iyi tanımlayacak semantik yaklaşımlar ve ontoloji tanımlamaları da yapılmaktadır. Detay sınıfları veya katmanlar; bina, karayolu, demiryolu, göl, elektrik direği gibi benzer geometriye sahip ve ortak öznelikleri paylaşan detayların koleksiyonudur. Örneğin nokta geometriyle bina detay sınıfı; sahibi, kullanım amacı, kat sayısı, vb. uygulama ihtiyaçlarına yönelik öznelikleri ile tanımlanabilir.

Gerçek dünyadaki yaşam sürecine benzer nitelikte, detay sınıfları birleştirilebilir, bölünebilir ve aralarındaki karmaşık ilişkiler tanımlanabilir. Örneğin, Kişi'nin Bina sahibi olması, Bina'nın Karayolu'na çıkışı olması ve Ulaşım sınıfının Karayolu ve Demiryolu'ndan oluşması tanımlanabilir. Yine detay sınıflarının zamansal değişim süreçleri de veritabanlarında yönetilebilir. Örneğin, bir binanın eski sahibi, kullanım amacı gibi bilgi değişikliklerine erişilebilir. Tüm bu yaklaşımlarla birlikte detay sınıflarının topolojik veya konumsal ilişkileri tanımlanabilmektedir. Örneğin, bir elektrik direğine uzanan elektrik hatları ve transforma-





tör, ağ topolojisinde ilişkilendirilebilir. Detayların geçerliliği denetlenebilir, veri düzenlemeleri kontrol edilebilir ve detaylar arasındaki ilişkiler tanımlanabilir.

### 3-Veri işleme

Uygulama amacına göre coğrafi veriler işlenir ve analizler gerçekleştirilebilir. Bunun için verilerin birbirine matematiksel dönüşümü ve ortak jeodezik koordinat sisteminde tanımlanması gerekebilir ya da farklı harita ölçeklerinde mevcut olan verilerin aynı ölçeğe dönüştürülmesine ihtiyaç du-

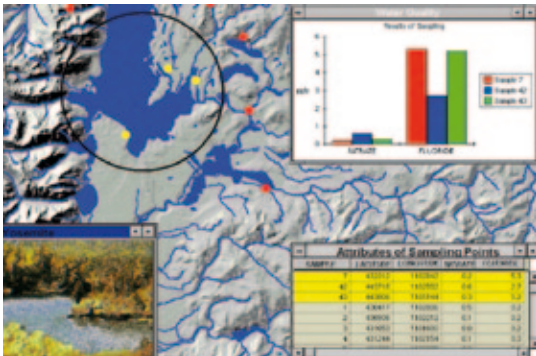
yulabilir. CBS'de veri işleme, basit sorgular için gerçekleştirilebileceği gibi çeşitli konumsal analiz araçlarıyla da yapılabilir. CBS'de istatistiksel irdelemeler yapılabileceği gibi mantıksal sorgulamalar ve senaryolar şeklinde analizler de gerçekleştirilebilir.

CBS ile basit sorgular öznelik verileri ve ilişkili veritabanlarında gerçekleştirilebilir. Örneğin, harita üzerinde seçilecek bir arazinin konumu, alanı, sahibi kimdir? Adresi nedir? Nüfusu 5.000'den büyük olan mahalleler hangileridir? Kentteki alçak,

orta ve yüksek katlı kamu binaları hangileridir? gibi bir çok sorunun yanıtı CBS ile anında elektronik harita üzerinden alınabilir.

İlgili detaylar konumsal olarak sorgulanabilir. Örneğin, GAP bölgesindeki arazi bilgileri nedir? İstanbul'un ilçelerinde eğitim alanları nelerdir ve nerelerdedir? Türkiye'de son 5 yılda 5'den büyük ölçekteki depremler nerede olmuştur? Bunun gibi ayrıca detayların belli özelliklerdeki yoğunluğu ve konumsal olarak dağılımı sorgulanarak daha karmaşık analizler de yapılabilir. Örneğin, bir ilin ilçe nüfus dağılımlarının mekâna bağlı değişimleri nelerdir? Veya bir bölgedeki kanser vaka ve yoğunluk dağılımı nasıldır? Veya bir orman yangınının çevresel koşullara bağlı olarak dağılımı nasıl olacaktır? Bu gibi pek çok karmaşık analizin CBS ile kısa sürede gerçekleşmesi mümkündür.

Sonuçta, konumsal analizlerle detaylar arasındaki ilişkiler irdelenebilir. Böylelikle detayların içindeki ve yakınındaki komşu detayların belirlenmesi, mesafeyi belirleme ve en uygun yol analizi, detaylar arası konumsal ilişkilere yönelik bindirme, tampon, kesişim, birleşme gibi konumsal analizler gerçekleştirilebilir. Örneğin, iki kent arasındaki ulaşım mesafesi ne kadardır? Yol genişletme çalışmasında kamulaştırmaya maruz kalacak veya su taşkını sırasında bundan etkilenecek binalar hangileridir? Bir LPG tankı patlaması olayında tehlike altındaki alan, riskli binalar hangileridir ve ekiplerin olay mahalline ulaşması için en uygun yol nedir? Benzer şekilde en uygun yer tespiti ve potansiyel alanların belirlenmesinde, detay sınıflarının belli senaryolara göre çok yönlü konumsal analizi, ağırlıklı veya jeo-istatistiksel analizi gerçekleştirilebilir. Örneğin, endüstriyel amaçlı bir fabrika için en uygun yer neresidir? Yeni yerleşim alanları için en uygun bölgeler nerededir? Potansiyel erozyon riskine sahip alanlar neresidir? gibi...



CBS ile su kaynaklarının yönetimi amacıyla konumsal analizlerin gerçekleştirilmesi, sonuçların grafik ve tablo olarak sunumu.

#### 4-Veri sunumu

CBS'de uygulama ve analiz sonuçları, çeşitli harita veya grafik yöntemleriyle görsel hale getirilir. Veri işleme sonuçları elektronik harita olarak, kâğıt ortamında basılı harita olarak, tablo ve grafiklerle bütünleşik olarak, üç boyutlu gösterimlerle, teknolojik görsel sunum araçlarıyla ve internet ortamında kullanıcılarla paylaşılabilir.



## Sonuç

Özellikle son yıllarda İnternet teknolojisinin sağladığı olanaklar sayesinde, sürekli güncellenen ve gerçek zamanlı coğrafi veri ile karar verme ve ileriye dönük planlama sürecine katkı sağlanmaktadır. Farklı platformlardaki kullanıcıların harita ve coğrafi bilgiye eş zamanlı olarak, zaman ve maliyet açısından avantajlı oldukları görülmektedir. Bir kurumda verileri paylaşarak zenginleşmenin daha ekonomik ve akılcı olduğu düşünüldüğünde, yüzlerce kullanıcı paylaşılan bir ortamda koordineli olarak çalışabilir. Kullanılan farklı CBS mimarileri sayesinde gelişmiş performans, kolay kullanım, veri yönetimi ve ölçeklenebilirlik sağlanabilir. Cep telefonundan, mobil ve masaüstü kullanıcılara kadar çeşitli platformlardaki kullanıcılar CBS fonksiyonlarından yararlanabilir.

#### Kaynaklar

Davis, D., *GIS for Everyone: Exploring Your Neighborhood and Your World with a Geographic Information System*, 3rd ed., ESRI Press, Redlands, 1999

Yomralıoğlu, T., *Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar*, 5. Baskı, İstanbul, 2009.