

Prof. Dr. Tahsin YOMRALIOĞLU
İTÜ – İnşaat Fakültesi
Geomatik Mühendisliği



Yrd. Doç Dr. Arif Çağdaş AYDINOĞLU
İTÜ – İnşaat Fakültesi
Geomatik Mühendisliği

Coğrafi Bilgi Teknolojileri

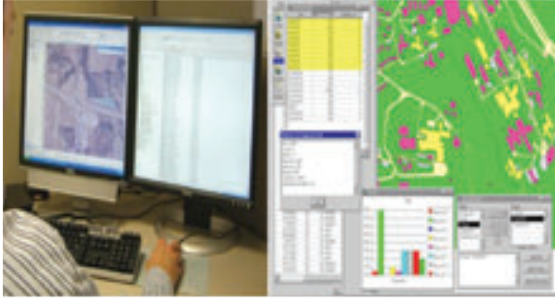
Haritalar, yer ve yol bulmanın yanında, planlamadan afet yönetimine, araç takip sistemlerinden mobil uygulamalara kadar birçok alanda etkin kullanılır hale gelmiştir. 1980'li yıllarda haritaların elektronik ortamda etkin kullanımı olanaklı hale gelmiş ve konuma dayalı gözlemlerle elde edilen coğrafi bilgilerin toplanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlev-

lerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojisi ortaya çıkmıştır. Buna paralel olarak, Gelişen Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS- Global Positioning System) ve hava-uydu fotoğrafları gibi veri toplama teknikleri sayesinde büyük hacimlerde coğrafi veri üretilmesi mümkün hale gelmiştir.



Bilgi ve İletişim Teknolojileri'nin (BİT) gelişimi ile bilgisayarda yüksek kapasitede coğrafi veri depolanması ve işlenmesi, veritabanları ile oldukça karmaşık olan harita verilerine erişim, günümüzde yoğun bir kullanıcı kitlesi bulmuştur. Özellikle 2000'li yıllardan itibaren coğrafi bilginin internet ortamında ve elektronik iletişim ağlarında koordineli biçimde yönetilmesi ve paylaşımı ile coğrafi bilgi sistemleri teknolojik alanda hızlı bir gelişme göstermiştir.

Coğrafi bilgi sistemleri-CBS/GIS, akademisyenlere göre yer-referanslı bilgi sistemlerinin tamamını içeren ve bunları irdeleyen bilimsel bir kavram, uygulayıcılara göre harita bilgilerini elektronik ortamda sunabilen bilgisayar tabanlı bir araç; idarecilere göre de kurumsal organizasyonlara destek veren bir veri tabanı yönetim sistemidir.



CBS, diğer bilgi sistemlerinden farklı olarak harita üzerindeki her türlü nesneye ait geometrik bilgiyi de aynı anda bir veri tabanında saklar ve işler. Coğrafi bilgi sistemleri, yeryüzündeki nesnelere sadece koordinat değerleri ile değil, aynı zamanda öznel bilgileri ile de tanımlanmasını konu alan geniş anlamalı bir bilgi sistemidir.

CBS; coğrafi veri üretimi ve kullanımına yönelik veri, yazılım, donanım, insan ve yöntem bileşeninden oluş-

şan, daha çok coğrafi nesnelere uzay sistemdeki konumları ve bu nesnelere arasındaki topolojik ilişkileri modelleyerek, nesnel ilişkileri de dijital ortamda yönetmeyi amaçlayan bir "jeo-bilişim" teknolojisidir. Temel CBS bileşenleri özetlenecek olursa;

- **Veri**, CBS'de en önemli bileşen olarak bilginin ham maddesidir. Arazi ölçümleri, harita sayısallaştırma, tarama, hava fotoğrafları, uydu görüntüleri ve algılayıcı sistemler gibi çok çeşitli kaynaklardan sağlanan veriler kullanılabilir.
- **Yazılım**; coğrafi verilerin depolanması, veritabanlarında yönetilmesi ve kullanıcıya sunulması fonksiyonlarını içeren CBS programlarıdır. Web taraucularıyla erişilebilen harita servisleri, veri tabanı yönetim sistemi, gelişmiş kurumsal sorgulama, analiz ve harita üretimini desteklemesi yazılım kapasitesiyle ilgilidir.
- **Donanım**; CBS yazılımlarının çalıştırılacağı bilgisayarlar ve ilgili çevre birimleri en önemli bileşendir. Bu bilgisayarların yoğun hacimli verileri depolama, işleme ve sunma kapasitesine sahip olması gerekir. Sunuculardan, masaüstü bilgisayarlar ve mobil cihazlara birçok donanım ortamında CBS işletmek mümkün olmuştur. Ayrıca yüksek veri iletim kapasitesine sahip elektronik ağ altyapısı, etkin veri paylaşımını olanaklı hale getirmiştir.
- **İnsan**; yöneticilerden veri kullanıcılarına, programcılardan sistem yöneticisine kadar çeşitli düzeylerdeki CBS çalışanlarından oluşur. CBS fonksiyonlarını kullanmada bilgi düzeyine sahip, gerçek dünya problemlerini çözmek ve karar verme gücünü artırmak üzere sistemleri yönetir.
- **Yöntem**; CBS, çok iyi tasarlanmış plan ve iş kuralına göre çalışabilir. CBS ile ilgili çalışan birimler veya kurumlar içerisinde iş akışına uyumlu biçimde coğrafi bilgi yönetim modelinin belirlenmesi gerekir.



Dünya'da CBS Sektörünün Yeri

Coğrafi Bilgi, kamu sektörü bilgisinin önemli bileşeni olarak ekonomik değere sahiptir. Yapılan araştırmasına göre; 2004 yılında tüm dünyadaki CBS endüstrisinin \$2,75 milyar civarında iken, sektörün yıllık gelişim oranı % 20'lerden % 2.5 düzeylerine düşmesine rağmen 2009 yılındaki CBS endüstrisi \$ 5,75 milyara ulaşmıştır. 2010 yılında \$ 4.4 milyar olan CBS endüstrisi 2011 yılı ticari pazar payının \$ 5 milyar dolar olması beklenmektedir.



Coğrafi Bilgi, ülke politikaları ve karar verme mekanizmaları için temel sağlayarak, vatandaş, kamu ve özel sektöre somut faydalarından dolayı toplumsal ve sosyal önem arz etmektedir. İnternetin coğrafi referanslı bilgilere açılması, CBS'ye olan talebi kat kat artırmaktadır (Örneğin Google Map, Earth vb). Dolayısıyla her türlü karar-destek faaliyetinin en önemli aracı haline gelen CBS, sadece teknik değil, yönetim, sosyal ve kültürel alanda da birçok gelişmeyi yönlendirebilen çağımızın güçlü bir bilgi yönetim yaklaşımıdır.

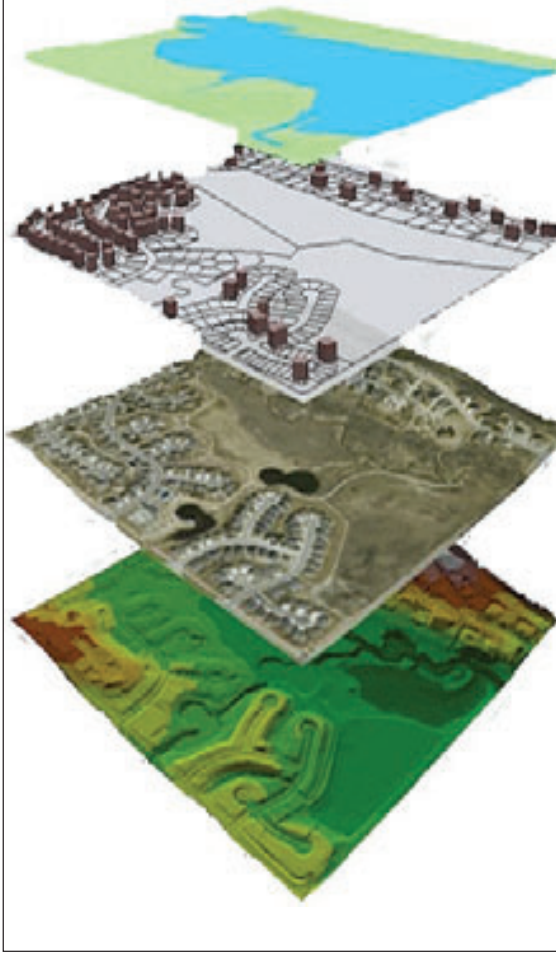
Gelişmiş ülkelerde ekonomik ve sosyal gelişim, e-devlet sürecine halk katılımının sağlanması, kurum-

sal ve idari kapasitelerin geliştirilmesi, güvenlik ve çevresel sürdürülebilirlik politikalarının desteklenmesi için coğrafi bilginin etkin kullanımını sağlayan politikalar geliştirilmektedir.

Özellikle günümüzde, yeryüzünde üretilen bilgiler yanında uydularla elde edilen verilerin miktarı da her geçen gün artmaktadır. Bilgi temelde, "yazılı" ve "çizili" formatta olup, istatistiklere göre tüm bilgilerin % 80'e varan kısmı "konum" yani "yer (geo)"e bağlı veri niteliğindedir. Yine araştırmalara göre her yıl toplanan bilgiler bir önceki yıla oranla en az iki kat artmaktadır. Buna göre çevremizde yoğun bir bilgi birikimi ve trafiği yaşanmaktadır. Dolayısıyla bilgi hacminin büyüklüğü ve yoğunluğu, bilgilerin karmaşık bir yapı almasına neden olduğu için, bu bilgilerin mutlaka organize bir şekilde yönetilmesini gerektirir. İşte bu noktada CBS bu gereksinimi karşılayan teknolojik bir araç olarak başta yöneticiler olmak üzere, karar-verme sürecindeki tüm bireylere yardımcı olabilmektedir.

- Vatandaş için etkin coğrafi bilgi, diğer verilerle birleşerek acil durum hizmetlerinin etkin müdahale, yerel hizmetlerin nerede olduğunun bilinmesi ve daha fazla bilgiye erişerek yaşamın daha iyi yönetilmesi halini almaktadır.
- Topluluklar için coğrafi bilgi, adil yenileme girişimlerine olanak sağlayarak yoksulluk, suç ve düzen-sizlik gibi sorunların çözülmesine imkân tanır.
- Yerel yönetim için coğrafi bilgi, ortaklıkları destekler, daha iyi ve etkin kamu hizmeti sunmasına yardımcı olur ve doğru yerlerde doğru kaynakların hedeflenmesine yardımcı olarak verimlilik yaratır; bu da vatandaşların bağımsızlıklarını güçlendirir.
- Merkezi yönetimler için çevre yönetimi için etkin politika oluşumu ve değerlendirilmesine destek olur, iklim değişikliklerine karşı yaklaşımlar desteklenir, Türkiye çapındaki afet ve acil durumların yönetimi ve güvenlik hizmetleri için kritik destek sağlar.

Böylelikle CBS; Kentsel ve bölgesel planlama, kadastro, tarım, orman, peyzaj, jeoloji, savunma, emniyet, turizm, arkeoloji, yerel yönetim, nüfus, eğitim, çevre, sağlık ve benzeri birçok uygulamalı alanda etkin olarak kullanılmaya başlanmıştır. Temelde harita bilgisine dayalı işlemlerde ya da konum bağlantılı yoğun hacimli verilerle uğraşmak, bunları analiz ederek ortaya çıkacak sonuçlara göre bir takım kararların doğru olarak verilebilmesinde CBS oldukça etkin rol oynamaktadır.



Coğrafi Veri Altyapısı ve Standartları...

Günümüzde çeşitli uygulamalarda üretilen verinin yerel, bölgesel, ulusal ve uluslararası ölçekte kullanılması önemli bir gereksinim haline gelmiş, coğrafi verinin kullanımında karar verme sürecine katkı sağlayarak zaman ve emek yönünden bilgi kaybını önleyecek bir yapının oluşturulması için bu sistemlerin bütünleştirilmesi söz konusu olmuştur. Bu yaklaşımla; coğrafi verilerin birlikte çalışabilirliği olarak ifade edilen, farklı idari düzeylerde coğrafi verinin etkin kullanımı ve paylaşımını sağlayan, politikalar, standartlar ve teknolojilerin oluşturduğu çatı olarak kabul edilen Konumsal Veri Altyapısı (KVA, SDI- Spatial Data Infrastructure) kavramı ortaya çıkmıştır. Birçok ülke, sınırları ötesinde bölgesel karar vermeye destek sağlamak için uluslararası koordinasyon sağlamaya çalışmaktadır. Bu yaklaşımla KVA kavramı, yerel düzeyden ulusal, bölgesel ve küresel düzeye değişen bir perspektifte gelişim göstermektedir.

Böylelikle tüm dünyadaki KVA kurulması çalışmalarında, coğrafi verinin paylaşımını destekleyici olarak, 1994 yılında veri değişimi için standartların geliştirilmesi gündeme gelmiş, Açık Coğrafi Bilgi Konsorsiyumu (OGC- Open Geospatial Consortium) ve "ISO/TC211 Coğrafi Bilgi/Jeomatik" Komitesi kurulmuştur.

Bu standartların tetikleyici rolü ile başta Avrupa ve Amerika ülkelerinde olmak üzere bütün dünyada ülkeler CBS Portalı kurma ve geliştirme aşamasındadır. Avrupa'daki kuruluşlar, 1990'lı yıllardan beri coğrafi bilginin etkin kullanımı ve paylaşımında politikalar, standartlar ve veritabanları üretmektedir. Avrupa Komisyonu'nun kontrolünde 2001 yılından itibaren faaliyetlerine başlayan Avrupa Birliği KVA (INSPIRE- Infrastructure for Spatial Information in Europe) girişimi, Avrupa düzeyinde coğrafi veriye erişim ve kullanılması ile ilgili teknik standartlar ve politikalar belirleyerek, Avrupa KVA çalışmalarında kıtasal düzeyde yönlendirici bir rol almaktadır. 15 Mayıs 2007 tarihinde yürürlüğe giren INSPIRE Yönergesi ile çevre ile ilgili politika ve faaliyetleri desteklemek için üye devletler tarafından kurulup uygulanabilecek Ulusal KVA'ların kurulması için çatı oluşturmaktadır.



ISO/TC 211 Coğrafi Bilgi Standartları

Uluslararası Standardizasyon Organizasyonunun 211 numaralı Teknik Komitesi olan ISO/TC211, dijital ortamda coğrafi veri yönetiminde yöntem ve araçları, farklı kullanıcılar arasında dijital ortamda verinin elde edilmesi, işlenmesi, analizi, erişimi ve sunumu için standartları belirlemektedir. Ayrıca ISO/TC211'in çalışma gruplarında uluslararası düzeyde coğrafi bilgi ile ilgili meslek grubu ve organizasyonlar için ortak platform oluşturulmuştur. TSE, ISO/TC211 Coğrafi Bilgi Sistemleri isimli Ayna Komitesi kurarak coğrafi bilgi standartlarını Türkiye'ye kazandırmaya çalışmaktadır. 50 civarı ISO/TC 211 Standardı CBS uygulamalarında kullanılabilir şekilde kabul edilmiştir.

ISO/TC211 Teknik Komitesinin temel amaçları şunlardır;

- Coğrafi Bilgi'nin anlaşılabilirliğini ve kullanımını desteklemek,
- Coğrafi Bilgi'ye erişimi, bilgi bütünleştirme ve coğ-

rafi bilgi kullanan bilgisayar sistemlerinin birlikte çalışabilirliğini olanaklı hale getirmek,

- Küresel, ekolojik ve insani problemlerin çözümünde bütünleşik bir yaklaşım sağlamak,
- Yerel, bölgesel ve küresel düzeyde KVA'ların kurumunu kolaylaştırmak,
- Sürdürülebilir gelişime katkı sağlamaktır.

ISO/TC 211 standartları, beş ana Çalışma Grubu ile çalışmalarına başlamış ve 191XX isimlendirmesi ile standartlarını üretmektedir. Özetle;

- **Çerçeve/Referans Modeli:** Coğrafi bilgi bileşenlerinin nasıl uyumlu hale getirileceğini belirler, veri paylaşımı ve iletişimi için ortak bir temel sağlar.
- **Veri Yönetimi:** Coğrafi veri kalitesini değerlendirmede tanımlamaları içerir. Detay kataloglama ve metaveri tanımlamasını da kapsar. Örneğin; ISO 19110 Detay Kataloglama Metodolojisi, ISO 19111 Koordinatlarla Uzaysal Referanslama, ISO 19112 Coğrafi Tanımlayıcılar ile Konumsal Referanslama, ISO 19113 Kalite İlkeleri, ISO 19114 Kalite Değerleme Yordamları, ISO Metaveri, vb.
- **Veri Modelleri ve Operatörleri:** Coğrafi nesnelerin geometrik olarak nasıl modelleneceği ile ilgilidir. Örneğin; ISO19107 Uzaysal Şema, ISO 19108 Zamansal Şema, ISO 19109 Uygulama Şema Kuralları, vb.
- **Coğrafi Bilgi Servisleri (TC211/WG4):** Coğrafi Bilgi'nin kartografik sunumu için metodolojiyi ve veri transfer formatlarında kodlamayı belirler. Bu servisler ayrıca uydu konumlandırma ve navigasyon sistemlerini içerir.
- **Profiller ve Fonksiyonel Standartlar:** Farklı uygulama alanlarındaki kullanıcıları uyumlu hale getirmek için standard gruplarını bir araya getirir. Böylelikle ülkeler kendi veri grupları için farklı profillere sahip olabilir.

Günümüzde ise bahsedilen çalışma gruplarından sadece Coğrafi Bilgi Servisleri (TC 211/WG 4) çalışmalarını yürütmektedir. Bunun dışında güncel standard ihtiyaçlarına yönelik Görüntü, Bilgi Toplumu, Bilgi Yönetimi gibi çalışma grupları oluşturularak, CBS ve ilgili sektörlere yönelik standard geliştirme çalışmaları sürdürülmektedir.

ISO/TC 211 standartları kavramsal düzeyde olmasına rağmen birlikte çalışabilirlik, terminoloji ve jeodezik referans sistemine kadar birçok alanda etkin olmuştur. Açık sistem standartlarını savunan endüstri ile aynı çizgide yer almıştır. Böylelikle coğrafi veri yönetiminde ve KVA çalışmalarında veri paylaşımını olanaklı hale getirmek için ISO/TC211 standartları temel standard olarak görülmektedir.

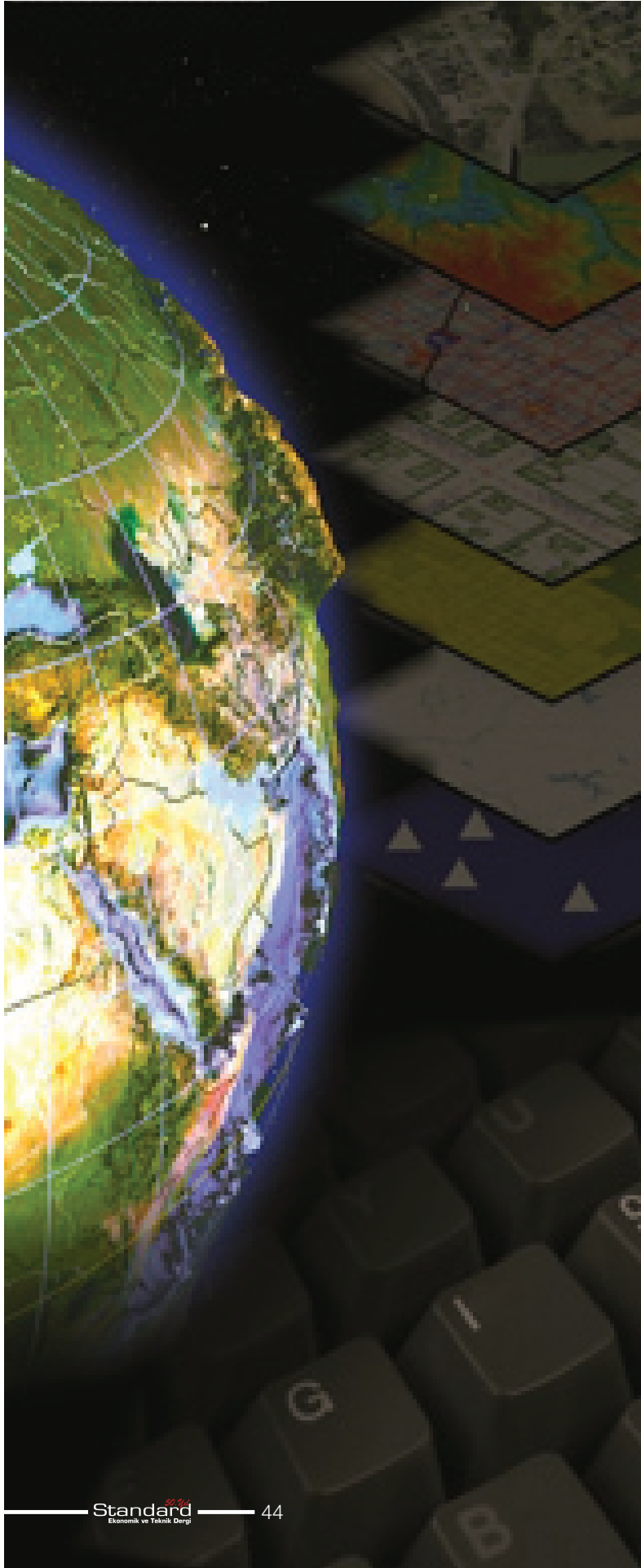


CBS Endüstrisi için OGC Standartları...

OGC, ISO/TC211 Komitesi ile paralel çalışmalar yürütmekte ve hazırlanan standartlarla daha uygulanabilir çözümler sunmaktadır. CBS endüstri birliği olarak kabul edilen OGC, coğrafi bilgi teknolojilerinin birlikte çalışabilirliğini sağlamak ve iyileştirmek için çalışan üye kuruluş ve şirketlerden oluşmaktadır. OGC'nin vizyonu, coğrafi bilgi kullanan ya da ihtiyaç duyan herkesin yararlanabildiği bir ağ, uygulama veya platformun oluşmasını sağlamaktır. Misyonu ise ilgili arayüz ve teknik standartların tüm kullanıcılara açık hale getirilmesidir.

OGC, web servisleri oluşturulmasına yönelik çalışmalarını çok yönlü olarak sürdürmektedir. Bu çalışmalardan web servisi mantığına dayalı geliştirilen ve CBS portallarında kullanılması öngörülen standartlardan bazıları; Web Harita Servisi (WMS- Web Map Service), Web Detay Servisi (WFS- Web Feature Service), Web Raster Servisi (WCS- Web Coverage Service), Web Katalog Servisi (CS/W- Catalogue for the Web) ve Koordinat Dönüşüm Servisi (CRS- Coordinate Transformation Service)'dir.

Coğrafi İşaretleme Dili (GML-Geography Markup Language); OGC tarafından geliştirilen XML şema tanımına göre coğrafi varlıkların geometri ve öznitelik bilgilerinin modellenmesi, depolanması ve iletilmesini sağlayan bir dildir. GML, ISO 191XX serisi standartları temel olarak coğrafi varlıkları, 2 ve 3 boyutlu geometrileri, öznitelikleri ve koordinat referans sistemleri, topoloji, zamansal ifadeler, koordinat işlemleri, birimler, ölçüler, değerler, gözlemler, yönler gibi şemaları tanımlamaktadır.



Türkiye’de CBS Standardlarının Geliştirilmesi..

Türkiye, eAvrupa+ girişiminin paralelinde, AB aday ülkesi olarak vatandaşlarına daha kaliteli ve hızlı kamu hizmeti sunulmasında; katılımcı, şeffaf, etkin ve basit iş süreçlerine sahip olmayı ilke edinmiş bir devlet yapısı için “e-Dönüşüm Türkiye Projesi”ni başlatmış ve bu kapsamda 2003 yılında “Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS)” kurulması eylemleri etkinleştirilmiştir.

2004 yılında Eylem-47 ile Türkiye’de mevcut durum irdelemesi yapılarak 2005 yılındaki Eylem-36 çalışması ile TUCBS kavramı ve gerçekleştirim modelleri tanımlanarak vizyon belirlenmiştir. 2007 yılında başlatılan KYM-75 Ulusal CBS Altyapısı Kurulması eyleminde; idari, yasal, yazılım, donanım ve veri bileşenleri ile mevcut durum irdelenmiş, riskler ve ekonomik analizler yapılmış, portal oluşturulması gerektiği, bunun için de coğrafi verilerin tüm kullanıcı ihtiyaçlarına cevap verecek içerik ve standarda üretilmesi, coğrafi veri değişim standardlarının belirlenmesi gerekliliği vurgulanmış ve uygulama adımları ifade edilmiştir.

Bu kapsamda 2011 yılında yeni kurulan T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı bünyesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü yeniden ihdas edilerek ülkemizdeki tüm coğrafi bilgi sistem koordinasyonu bu kurum sorumluluğuna verilmiştir. Bugün CBS Genel Müdürlüğü – TÜRKSAT ve İstanbul Teknik Üniversitesi tarafından ortaklaşa yürütülen bir proje ile Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Kent Bilgi Sistemleri standardlarının geliştirilmesi ve uygulamaya aktarılmasına çalışılmaktadır.

Proje ile birlikte Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi’nin kurulması için, coğrafi verinin etkin kullanımı ve paylaşımını sağlayan politika, ilke ve esaslar ile teknolojilerin belirlenmesi, elektronik iletişim ağları ve CBS portalları ile etkin veri yönetiminin sağlanması hedeflenmektedir. Bununla birlikte Yerel Yönetimlerdeki Kent Bilgi Sistemleri uygulamalarına yönelik standard ilke ve esasların belirlenmesi de hedeflenmiştir. Böylece yoğun bir coğrafi veri hacmine sahip olan ülkemizdeki kamu kurum ve kuruluşları ile bireysel kullanıcılar aynı coğrafyaya ait tüm harita tabanlı verileri birlikte kullanabilme imkânına kavuşarak tekrarlı veri kullanımı ortadan kalkmış olup, hızlı ve kaliteli veri paylaşımı tüm kesimler arasından sağlanmış olacaktır.