

COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİNİN JEODİNAMİK ÇALIŞMALARDAKİ YERİ VE ÖNEMİ

A. Garagon Doğru^{a,*}, G. Toz^b

^a Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeodezi Ana Bilim Dalı, Çengelköy, İstanbul - garagon@boun.edu.tr

^b İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Fotogrametri Ana Bilim Dalı, Maslak, İstanbul, tozg@itu.edu.tr

ANAHTAR KELİMELER: CBS, Yer Bilimleri, Bilgi Teknolojileri, İnternet, Açık Kaynak

ÖZET:

1960'lı yıllarda dünyada Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) temelleri, Kanada Coğrafi Bilgi Sistemi ile atılmış ve CBS yazılım sektöründe günümüzde büyük kullanım payına sahip şirketler kurulmaya başlamıştı. Aynı yıllar, Yer bilimleri açısından da önemli gelişmelere sahne olmuş, günümüzün geçerli tektonik kuramı olan Levha Tektoniği teorisi üzerine çalışılmaya başlanmıştı. Günümüzde, sağladığı avantajlar nedeni ile birbirinden ayrı düşünülmemeyen CBS ve Yer bilimleri, dünyayı bütün bir sistem olarak algılamamıza ve Jeodinamik'teki karmaşık problemleri çözebilmemize imkan vermektedir. Bugün, aktif kullanıcı sayısı bir milyondan üzerinde olan CBS'nin, Jeodinamik çalışmalarındaki önemi her geçen gün artmaktadır. CBS'yi de içine alan Bilgi Teknolojileri (BT); verilerin toplanması, saklanması, belli bir işlem sürecinden geçirilerek yeniden bilgi üretilmesi, üretilen bilgilere erişilmesi ve bu bilgilerin transferi gibi işlemlerin etkili ve verimli yapılmasına imkan sağlayan teknolojileri ifade etmektedir. Mühendislik çalışmaları ve bilimsel araştırmalar kapsamındaki CBS uygulamalarında, elde edilmesi zor ve pahalı olan konumsal veriden, bilgi teknolojilerinin kullanımı ile çok daha düşük maliyetli ve üst düzeyde verim sağlanabilmektedir. CBS'nin en önemli bileşeni mekansal verinin kaynaklarından olan Uzaktan Algılama, 1970 yılında Amerika Birleşik Devletleri tarafından ilk LANDSAT uydusunun uzaya gönderilmesinden sonra önemli gelişme kaydetmiştir. Günümüzde Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzak İdaresi (NASA) tarafından üretilen 30 metre çözünürlükte global anlamda sayısal yükseklik modeli (SYM) kaynağı SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) verisi mevcut bulunmaktadır. Bugün dünyaya bakıldığında, internet ve bilgi teknolojilerinin birçok ülkenin bilimsel çalışmalarında anahtar rol oynadığı görülmektedir. Ülkemizde ise her alanda olduğu gibi bilimde de, bilgi teknolojilerinin etkin kullanımı konusunda önemli sorunlar yaşanmaktadır. Gelişen bilgi teknolojilerinin izlenmesi ve bilgi teknolojilerinin kullanımına yönelik planlama yapılması zorunludur. Bilgi teknolojilerinin doğru zamanda, doğru yerde ve doğru şekilde kullanılması, Jeodinamik çalışmalarda verimliliğin artırılması ve tekrarların önlenmesi açısından, isteğe bağlı değil, zorunlu bir faaliyet olarak görülmelidir. Bu çalışmada, İnternet ve BT'nin Jeodinamik çalışmalara etkisi ve bu etkinin doğal sonucu olan yeni yaklaşımlar ve mesleğimiz-bilim-teknoloji üçgenindeki dinamikler üzerinde durulmaktadır.

1. GİRİŞ

Doğal kaynakların araştırılması, çevresel analizler, doğal tehlikelerin tesbiti ve değerlendirilmesi gibi Yer bilimleri'ne ait önemli çalışma alanları, Yer'in üç boyutlu modellerinin oluşturulmasını gerekli kılmaktadır. Bu üç boyutlu modellerinin kurulması, bunlar üzerinde değişiklikler yapılması, görselleştirilmesi ve simülasyonlarının gerçekleştirilerek analiz edilmesi, hem Yer bilimleri açısından, hem de bilgi teknolojileri açısından önemli çalışma alanları yaratmaktadır.

Günümüzde, zamanı da içeren dört boyutlu veriye öznitelik verilerini de ekleyerek beşinci boyuta (x,y,z,t,öznitelik) geçişi sağlayan Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) tarihine baktığımızda, bu alandaki gelişmeleri ifade eder bir şekilde isminin de yıllar içerisinde değişim gösterdiğini görüyoruz. 1990'larda Coğrafi Bilgi Bilimi, 2000'lerde ise Coğrafi Bilgi Servisleri olarak anılmaktadır. CBS, bilgi teknolojilerindeki hızlı veri işleme, geniş bant aralığı, büyük hacimli depolama kapasiteleri, mobil teknolojiler ve gerçek zamanlı ağ iletişimi gibi gelişmelerden faydalanmış, önce iş-istasyonlarından kişisel bilgisayarlara ve oradan da Web'e taşınmıştır.

CBS'nin gücü, birbirinden farklı verileri, bu veriler arasındaki ilişkiden bir sonuca ulaşmak için, konuma bağlı olarak

ilişkilendirebilme özelliğinden gelmektedir. Bugün, Yer bilimlerinde atmosfer, okyanus ve kara parçalarının bir bütün olduğu gerçeği ve bunlar arasındaki ilişkilerin incelenmesi için CBS'nin gerekliliği anlaşılmıştır. Ancak münferit olarak oluşturulmuş CBS, hesaplama ortamı, veri, ağ, görselleştirme ve benzeri diğer kaynaklar ile entegre olmadığı sürece verimli çalışmayacaktır. Bu nedenle Yer bilimciler ve Bilgisayar bilimcileri çok amaçlı ve çok katımlı projeler ile biraraya gelerek söz konusu entegrasyonun sağlandığı Coğrafi Bilgi Servislerini oluşturmaya başlamışlardır.

CBS'nin etkilendiği bir diğer akım, dünyada 20 yıldan bu yana gelişen bir kavram olan açık kaynak kod çalışmalarınıdır. 1980'lerde Özgür Yazılım Vakfı'nın kurulması, 1990'larda Linux işletim sisteminin oluşturulması ve 90'ların sonunda Netscape'in kaynak kodlarını kullanıcıların erişimine açması ile bu akımın önemi herkesçe kavranmaya başlamıştır. Yazılım endüstrisindeki bu gelişme CBS'ni etkilemiş ve CBS evrim geçirerek kapalı sistemlerden açık sistemlere doğru değişmiştir. Genellikle bedelsiz olan açık kaynak kodlu CBS yazılımlarının sayısındaki artış, hepsi için geçerli olmasa da ticari CBS yazılımlarının da fiyatlarının düşmesine sebep olmuştur. Açık kaynak kodlu ve ücretsiz elde edilebilen, ve dünyada yaygın olarak kullanılan GRASS, JUMP ve Quantum GIS masaüstü CBS yazılımları ile, MapBender, MapBuilder, GeoTools, UMN

* İlgili yazar

MapServer ve OpenLayers gibi Web-CBS programları mevcuttur. Bu yazılımların bilgisayarlara kurulumu genelde karmaşık olmakla birlikte, kodları devamlı geliştirildiğinden ve programları kullananların internet ortamında sürekli iletişim halinde olmalarından dolayı problemler kısa sürede çözülmektedir. Açık kaynak kodlu projelerdeki artış bir yana, profesyonel teknik destek ve uygulama geliştirme kolaylığı gibi seçenekleri ile tercih sebebi olan ArcGIS ve MapInfo gibi pahalı ticari CBS yazılımları ve ArcIMS gibi Web-CBS yazılımları geniş bir kullanıcı kitlesi ile mevcut bulunmaktadır. Diğer yandan, Map Maker Gratis gibi açık kaynak kodlu olmayıp yine de ücretsiz olan CBS yazılımları da bulunmaktadır.

Tüm bu gelişmelerin yanında, günümüzde konumsal veri içeren Web uygulamalarında büyük bir artış gözlenmektedir. Bunlara en iyi örnek Yahoo Maps, Mapquest, Microsoft Virtual Earth, Google Earth and NASA'nın açık kaynak kodlu World Wind uygulaması verilebilir. Bu uygulamalar sayesinde, bu konularda teknik bilgisi ya da bilimsel altyapısı olmayan kullanıcılarda, CBS ile ilgili bir farkındalık yaratılmaktadır. Bilgi keşfinin, paylaşımının ve görselleştirilmesinin evrim geçirmesine sebep olan bu durum, CBS'nin gelişimine ve kullanıcı arayüzü tasarımlarının dahi değişimine yol açmaktadır. Bilgisayar teknolojisi ve veri elde eden alet teknolojisi geliştikçe, yeni yaklaşımlar CBS'nin geleceğini etkilemeyi sürdürecektir.

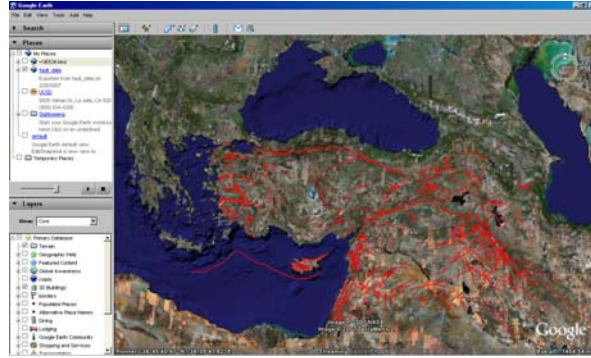
Günümüzde, uydulardan çekilen milyonlarca uydu fotoğrafı, internet üzerinden kamuya sunulmaktadır. Bunlardan biri olan ve açık kaynak kodlu bir çalışma olması ile dikkat çeken World Wind, Landsat 7 görüntüleri ve SRTM yükseklik verisini kullanmakta ve kullanıcıya üç boyutlu bir ortam sağlamaktadır. Bu yazılımın en önemli bir başka özelliği ise tüm dünyada gerçekleşen kasırgalar, mevsimsel değişimler, yangınlar, seller, kum fırtınaları ve volkanik aktiviteler gibi doğa olaylarının uydular aracılığı ile çekilmiş video görüntülerinin izlenebilir olmasıdır. Tüm dünyadaki sıcaklık bilgisi, yağmur miktarı, basınç miktarı, bulutluluk oranı gibi bilgiler ile ülke sınırları, yer isimleri, enlem-boylam çizgileri, hassas koordinatlar gibi bilgiler ve görsel araçlarla zenginleştirilmiş World Wind, öğrencilere de konumsal veri ile bir öğrenme ortamı sunmaktadır. Ağrı Dağı'nın World Wind programında elde edilmiş üç boyutlu görüntüsü, şekil 1' de sunulmaktadır.



Şekil 1. World Wind ekran resmi

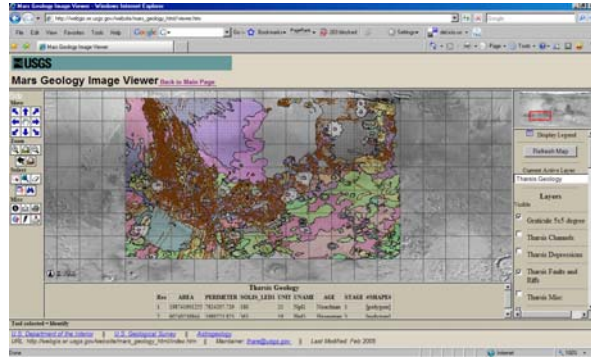
World Wind, Google Earth ve bazı CBS yazılımları arasında veri dönüşümü mümkün olabilmektedir (Şekil 2). Google Earth uygulamasının bir önemli avantajı, üç boyutlu konumsal veriyi XML tabanlı KML dili ile organize ediyor olmasıdır. KML

sayesinde kullanıcı tanımlı veri eklenebilmekte ve temel CBS fonksiyonları kontrol edilebilmektedir.



Şekil 2. ArcGIS dosyasının Google Earth'e import edilmesi

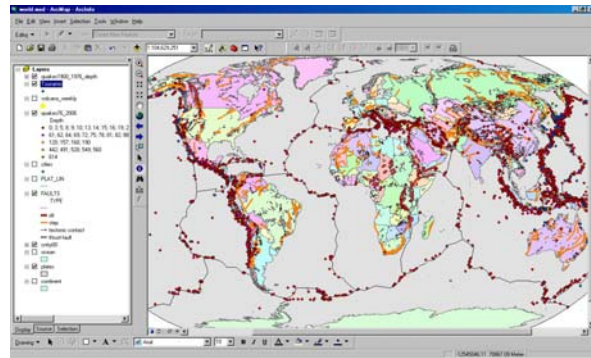
Bir diğer proje USGS'in çalışmalarından biri olan Planetary GIS Web Server (PIGWAD), gezegen CBS uygulamalarını içermekte olup, internet aracılığı ile kamuya sunulmaktadır. Gezegenlerin ve Ay'ın jeolojik yapısına ait verileri barındıran uygulamalar, dünya dışı bir uygulama olması sebebi ile dikkat çekmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Mars gezegenine ait Web-CBS uygulaması

2. CBS VE DEPREM ÇALIŞMALARI

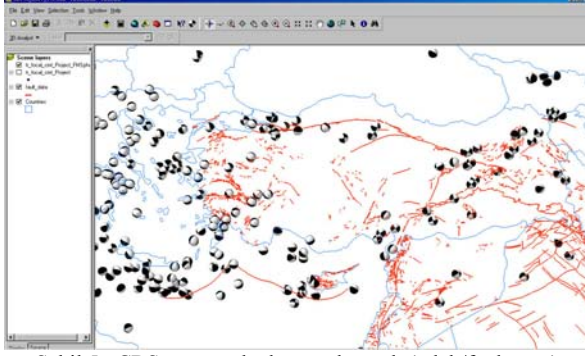
Deprem mekanizmasını anlayabilmek için çok disiplinli çalışmalardan elde edilen verilerin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, farklı kaynaklardan elde edilen verilerin (jeodezik, jeolojik, jeofizik vb) CBS içinde birleştirilmesinin, deprem araştırmalarına katkısı büyüktür.



Şekil 4. Yer bilimleri verilerinin CBS ortamında incelenmesi

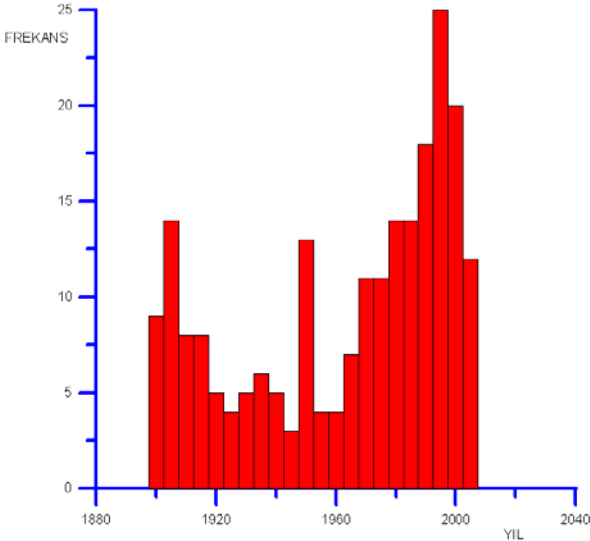
Böyle bir çalışma, hem depremin hemen ardından etkin ve hızlı bir müdahalenin yapılabilmesi için (ulaşım, iletişim, kurtarma

vb), hem de depremden sonra kendini gösterecek daha uzun soluklu çalışmalarda (barınma, onarım vb) doğru çözümlerin belirlenip hayata geçirilmesi için gerekmektedir. Depremsellik göz önünde bulundurularak yapılacak şehir ve bölge planlama çalışmalarında da CBS'nin yeri büyüktür. Depremlerin nasıl ve neden oluştuğunu anlamak ve olası bir depremi önceden belirleyebilmek için yapılan araştırmalar kapsamında da CBS, özellikle dünyada yapılan örneklere bakıldığında önem taşımaktadır.



Şekil 5. CBS ortamında deprem kaynak (odak/faylanma) mekanizmalarının gösterilmesi

Deprem araştırmalarında, sismik aktivite dağılımı ve depremlerin kaynak (odak/faylanma) mekanizması çözümleri, aktif tektonik ve sismotektonik yapının belirlenmesi açısından öneme sahiptirler (Şekil 5). Yer bilimlerinde CBS sayesinde, multi-disipliner veriler arasındaki ilişkilerden çeşitli sonuçlara ulaşmak çok kolay olmaktadır. Verilerin üstüste bindirilmesi, öznitelik bilgilerine göre görselleştirilmesi ve basit sql sorgulamalar ile anlamlı sonuçlara kısa sürede varmak mümkün olmaktadır.



Şekil 6. 1900-2006 yılları arasında gerçekleşen, büyüklüğü 7 ve üzerinde 1105 adet depremin frekans (bir yılda meydana gelen deprem sayısı) - yıl grafiği

Örneğin, şekil 4'de görülen CBS ortamında, depremlerin en çok tektonik levha sınırlarında ve okyanus kıyılarında gerçekleştiği, bazı levha sınırlarının (dalma-batma zonlarının) sismik açıdan daha aktif olduğu ve en büyük depremlerin buralarda gerçekleştiği, ülkelerin hangi tektonik levhalar üzerinde

buldukları, derin depremlerin Güney-batı Amerika, Batı Pasifik ve Alaska kıyılarında gerçekleştiği, dünyada yılda büyüklüğü 7'nin üzerinde ortalama 10 depremin gerçekleştiği (Şekil 6), levha sınırlarının (uzaklaşan, çarpışan ve yanal yer değiştiren) üç tipi olduğu ve bunların nerelerde bulunduğu, hangi ülkede ne kadar depremin gerçekleştiği, 1900 ve 2006 yılları arasında büyüklüğü 6'nın üzerindeki 5128 depremden 1525 tanesinin karada, 3603 tanesinin okyanuslarda gerçekleştiği ve Filipinler, Endonezya, Japonya, Avustralya, Kuzey-batı ve Güney-batı Amerika kıyılarının tsunami tehlikesine sahip olduğu gibi sonuçları çok kısa bir sürede elde etmek mümkün olmaktadır.

3. SONUÇLAR

Yer bilimlerinde deprem araştırma çalışmalarının önemli sonuçlara ulaşabilmesi, geniş zaman aralığında elde edilmiş, farklı disiplinlerden gelen verilerin anlamlı olarak bütünleşmesi ile mümkün olacaktır. Bugün Yer bilimlerinde analiz edilmeyi bekleyen yüksek boyutlu birçok veri bulunmaktadır. Dünya çapındaki çok katımlı ve çok amaçlı projelere bakıldığında bu sorunu bilgi teknolojilerini verimli kullanarak çözdükleri görülmektedir. Ülkemizde ise her alanda olduğu gibi bilimde de, bilgi teknolojilerinin etkin kullanımı konusunda önemli sorunlar yaşanmaktadır. Bilgi teknolojilerinin kullanımı, Yer bilimleri çalışmalarında verimliliğin artırılması ve tekrarların önlenmesi açısından, isteğe bağlı değil, zorunlu bir faaliyet olarak görülmelidir.

Günümüzde CBS, klasik ve kapalı yapısından yenilikçi ve açık bir yapıya dönüşmektedir. CBS tabanlı web servisleri kullanılarak veri, yazılım ve donanım kaynaklarına, konumdan ve zamandan bağımsız olarak ulaşılmaktadır. CBS'yi de kapsayan bilgi teknolojilerinin veri üzerindeki en önemli etkileri, verinin işlenme hızının, hacminin, kullanılabilirliğinin ve kullanım alanlarının artması olarak sıralanabilir. Bugün CBS'nin veri güncelliğinin korunabiliyor olması, birçok disiplin tarafından kullanılıyor olması ve internet sayesinde kamu katılımı ile karar verme sürecine etki ediyor olması en önemli özelliklerindedir. CBS'nin ve kaçınılmaz bir şekilde bilgi teknolojilerinin avantajlarından faydalanılarak, özellikle ülkemizdeki Jeodinamik çalışmalarda ve eğitim amaçlı olarak Yer bilimleri derslerinde etkin kullanımı sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

ESRI Web Sayfası, <http://www.esri.com> (erişim 30 Nisan 2007)

Garagon Doğru, A., Toz, G., Özener, H., 2005. Yer Bilimleri ve Bilgi Teknolojileri, 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 28 Mart-1 Nisan, Ankara.

Google Earth Web Sayfası, <http://earth.google.com> (erişim 1 Mayıs 2007)

Microsoft Virtual Earth Web Sayfası, <http://maps.live.com> (erişim 1 Mayıs 2007)

NASA World Wind Web Sayfası, <http://worldwind.arc.nasa.gov> (erişim 1 Mayıs 2007)

USGS Web Sayfası, <http://www.usgs.gov>, (erişim 1 Mayıs 2007)