

Yer bilimlerinde servis odaklı mimari ile coğrafi bilgi sistemi oluşturulması

Aslı GARAGON DOĞRU*, Gönül TOZ

İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Programı, 34469, Ayazağa, İstanbul

Özet

Yerkabuğu deformasyonu çalışmaları, tekrarlı jeodezik ölçmelerin analizi ve bunların jeolojik ve jeofizik araştırmalardan elde edilen sonuçlar ile birlikte değerlendirilmesine dayanır. Bir disiplinin ürettiği sonuç, diğer bir disiplinin girdi verisi olduğundan, tek tip veri üreten bir çalışmanın, diğer çalışmalardan üretilmiş değişik tipteki verileri kendi verisi ile entegre etmediği sürece anlamlı bilgi üretmeyeceği açıktır. Bu da göstermektedir ki, çözülmesi gereken problem doğal olarak disiplinlerarası bir karaktere sahiptir. Ancak yer bilimciler genellikle problemin bir yanı üzerine çalışmakta ve sadece istendiğinde verisini paylaşma eğilimindedirler. Bu nedenle kaynaklar, tekrar tekrar aynı çalışmalar üzerinde boşuna harcanmış olmaktadır. Halbuki günümüzde verinin mümkün olduğu kadar çabuk ve efektif olarak bilgiye dönüşmesi gerekmektedir. Bunu gerçekleştirebilmek için hesap ve analiz ortamlarının araştırmacıların, karar vericilerin ve eğitimcilerin masaüstü bilgisayarlarına taşınmış olması gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı, çok disiplinli yer bilimleri verilerini, araçlarını ve yazılımlarını birbirine bağlayan ve paylaşımını sağlayan servis odaklı mimari yapıda bir Coğrafi Bilgi Sisteminin oluşturulması ve bu sisteme farklı seviyelerde kullanıcıların (bilimadamı, eğitimci, karar verici vd.) ulaşımının sağlanması ve böylece Türkiye’de depremler ile ilgili çalışma yapmak isteyenlerin, kolay kullanım arayüzü ile interaktif olarak veriye, hesap ve analiz ortamına ulaşmasının sağlanmasıdır. Servis odaklı mimari farklı işletim sistemleri ve platformlarda çalışan ve farklı programlama dilleri ile yaratılmış uygulamalardan elde edilecek dağıtık bilginin belli amaçlar için bir araya gelmesini sağlayan bir çözümdür.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi bilgi sistemi, servis odaklı mimari, internet, yer bilimleri.

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Aslı GARAGON DOĞRU. asli.dogru @boun.edu.tr; Tel: (216) 516 33 77.

Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Programı’nda tamamlanmış olan "Integration of data related to earthquakes from a variety of disciplines in a web-GIS" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 16.04.2008 tarihinde dergiye ulaştırılmış, 16.05.2008 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 31.09.2009 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

Development of a service oriented architecture based geographic information system in earth sciences

Extended abstract

The studies of recent crustal movements are based on analyses of repeated geodetic measurements, and their combination with results of geophysical and geological investigations. It is obvious that a single data producer can not produce useful datasets and information without integrating data from others because one scientist's results become another's data. So, the problem to be solved naturally has an interdisciplinary character. However, earth scientists traditionally work on one aspect of the problem and they have a tradition of sharing of data but they are willing to share it if asked. Because of this, the resources are being wasted in duplicative efforts. However, the goal is for data to evolve it into information, and then into knowledge as quickly and effectively as possible. In order to do this, calculations and analysis need to bring to the desktops of researchers, decision-makers, and educators. The aim of this study is to develop a service-oriented architecture (SOA) based Geographic Information System (GIS) that enables linking and sharing multidisciplinary earth science data, tools, and software and to provide a wide range of users access to the system and in this way to build an easy-to-use interactive access to data and analysis environment to study earthquakes in Turkey.

In this study, a system was developed to access the earth science data that is available now and data which will be coming online, and to provide users easy access to computation and visualization tools. This study is a motivation for developing the necessary information technology infrastructure applicable to earth science areas. It speeds up the scientific discovery process. It is scalable to accommodate future growth and changes since the framework is based on the service oriented architecture. This architecture allows the modules to be written in separate programming languages, and to be run on different computers over the Internet. GIS is used as a user interface. The functional requirements of the system are the various information technologies. It includes many types of data and algorithms from the field of the earth sciences, computers, GIS, networking and databases. In the study, several software

tools are used for processing input data, storing them, and presenting on the web. Most of them are open source programs. Therefore, this study shows the usability of open source software in earth science studies.

The study represents a system for calculating strain and analysis of outputs. There are different kinds of methods to obtain strain. Geodetic methods of repeated determination of position are used to obtain and monitor strain accumulation and analysis. The results are affected by the determination of the small regions in which the strain is assumed as homogeneous. In this study, strain from geodetic velocities and also from seismic data is obtained. Seismic hazard assessment depends on the ability to understand where strain in the Earth's crust is accommodated and how much of this strain is accommodated seismically. So strain rate maps can be used to visualize the present day deformation of Earth's crust. In the method used, the model grid is continuous in longitudinal and latitudinal directions and covers the study area, Turkey, between 30°N and 45°S and between 20°W and 45°E. The model is calculated on a regular grid. Each grid area is 0.5° x 0.5° in dimension whether an area is considered to be deforming or not is based primarily on seismicity occurrence.

This study involves the development of an Internet based system that brings together data, tools, computations and users in a single efficient framework to be used for earthquake related application. A portal based architecture has been adopted in the user interface and service oriented architecture in the middleware. Portals provide users with a single point of access to the system. They also provide a dynamic environment and interactive capabilities. The benefits of this architecture include flexibility and scalability. It also promotes reusability of components. This minimizes the need for new coding. One of the main advantages of Web services is that it does not raise issues of firewalls since it can support any communication protocol. Furthermore, Web services can significantly reduce the data volume and computing resources at the user side. Web services are considered as the next generation of distributed systems because of their advantages such as interoperability.

Keywords: *Geographic information system, service oriented architecture, internet, earth sciences.*

Giriş

Deprem mekanizmasını anlayabilmek için çok disiplinli çalışmalardan elde edilen verilerin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, farklı kaynaklardan elde edilen verilerin (jeodezik, jeolojik, jeofizik vb.) Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) içinde birleştirilmesinin, deprem araştırmalarına katkısı büyüktür. 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. Deprem araştırmalarında, sismik aktivite dağılımı ve depremlerin kaynak (odak/faylanma) mekanizması çözümleri, aktif tektonik ve sismotektonik yapının belirlenmesi açısından öneme sahiptirler. Yer bilimlerinde CBS sayesinde, çok disiplinli veriler arasındaki ilişkilerden çeşitli sonuçlara ulaşmak çok kolay olmaktadır. Verilerin üstüste bindirilmesi, öznetelik bilgilerine göre görselleştirilmesi ve basit sorgulamalar ile anlamlı sonuçlara kısa sürede varmak mümkün olmaktadır. 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 katılımlı ve çok amaçlı projelere bakıldığında bu sorunu bilgi teknolojilerini verimli kullanarak çözdükleri görülmektedir. Günümüzde 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 işleme hızının, hacminin, kullanılabilirliğinin ve kullanım alanlarının artması olarak sı-

ralanabilir. 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. (Doğru ve Toz, 2007). Dünyada, kısa bir süre öncesine kadar veriyi elde etmek, depolamak ve gerektiğinde ulaşabilmek için çözümler üretilirken bugün, verilerin ağ yapıdaki bilgi işlem ortamlarında paylaşılan ve korunan bir kaynak olarak tanımlanmasıyla elde edilebilecek fırsatlar üzerine çalışılmaktadır. Bilginin paylaşıldığı internetten, bilgisayar güçlerinin ve depolama kapasitelerinin paylaşıldığı bir internet dönemine geçilmiştir. Konum olarak birbirinden bağımsız bilgi teknolojileri kaynaklarını verimli bir biçimde paylaşmayı ve kullanmayı sağlayan bu sistemler sayesinde veri ve bilgi barındırma, merkezi bir yapıdan dağıtık bir yapıya geçiş yapmıştır. Günümüzde bilimin her alanında, özellikle de yer bilimlerinde veri patlaması olmuştur. Bu durum beraberinde, yüksek boyutlu bu verileri saklama ve işleme problemini getirmiş olmakla birlikte, çok sayıdaki mevcut verilere ulaşım ve onları analiz edebilme gücü gibi sorunları da ortaya çıkarmıştır. (Doğru vd., 2007) Bugün dünyada gelişmiş ülkelerde, bu sorunları çözmeye yönelik amaçları olan ve yer bilimciler ile bilgisayar bilimcileri biraraya getiren önemli projeler yürütülmektedir.

Günümüz bilgi teknolojileri, uygulamaların içinde bulunan farklı fonksiyonları internet üzerinden birlikte çalışabilir ve standartlara dayalı servisler halinde düzenlemenize imkan sağlamaktadır. Bu yapıya "servis odaklı mimari" denmektedir. Bu mimaride çalışan web servisleri, veri servislerini standart bir formda, kolay erişilebilir ve verinin saklanma koşullarından ve formatından bağımsız bir biçimde ulaşılabilir kılmak amacıyla geliştirilmektedirler. (Memon, 2006) Küresel otomasyon olarak da adlandırılan bu yapının avantajları arasında, varolan uygulamaların ve verilerin gelişmiş yeniden kullanımının sağlanması, bilginin güvenle paylaşımının sağlanması ve uygulamaların birbirini etkilemeden birleşiminin sağlanması sayılabilmektedir.

Ülkemizde her alanda olduğu gibi bilimde de, bilgi teknolojilerinin etkin kullanımı konusunda

önemli sorunlar yaşanmaktadır. Bilgi teknolojilerinin kullanımı, yer bilimlerinde çalışmalarında verimliliğın artırılması ve tekrarların önlenmesi açısından, isteğe bağlı değil, zorunlu bir faaliyet olarak görülmelidir. Bu çalışmada, bilgi teknolojilerinin yer bilimlerinde kullanımı ile bilime daha çok zaman ayırılabilceği ve böylece kaliteli bilgiye dayanan karar verme sürecini nasıl olumlu yönde etkileyebileceği de irdelenmektedir.

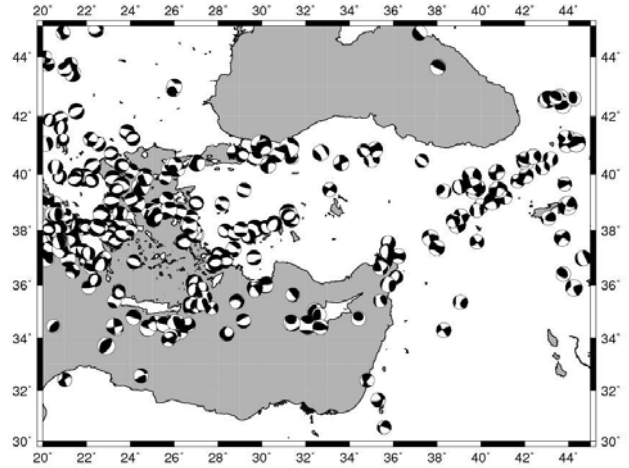
Uygulama: Sismik tehlike deđerlendirmesi için gerinim analizi Veri ve yöntem

Çalışmada, yer bilimlerinde, elde edilmesi karmaşık bir prosedür ile mümkün olan gerinim hesabının basit bir yapıya dönüşmesi sağlanmıştır. Jeodezik ve jeofizik verilerden elde edilmiş gerinim hesabı ve analizini CBS ortamında ve internet üzerinden sağlayan sistem, servis odaklı mimaride geliştirilmiştir. Sistemin sunumu portal özellikleri içeren bir arayüz ile sağlanmıştır. Sonuç üründe ArcIMS (ESRI Internet Map Server) ve GMT (Generic Mapping Tools) (Wessel ve Smith, 1995) entegrasyonu sağlanmıştır. Web sunucu Apache, servlet taşıyıcı Tomcat açık kaynak kodlu programlarıdır.

Gerinimi hesaplamak için birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler birbirine çok benzer olmakla birlikte, onları ayıran en önemli özellik, gerinimin homojen kabul edilebileceği küçük bölgelerin belirlenmesidir. (Demir, 1999) Bu çalışmada, 1993 yılında W. Holt tarafından geliştirilmiş olan algoritma (Haines ve Holt, 1993; Holt ve Haines, 1995; Haines vd., 1998; Shen-Tu vd., 1999; Kreemer ve Holt, 2000; Beaven ve Haines, 2001) kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan sismik veri, 1976-2006 yılları arasında Türkiye’de gerçekleşen depremlerin odak mekanizması çözümleridir. Bu veri, Harvard Üniversitesi Sismoloji Katalođu’ndan (Global CMT Catalog, 2006) alınmıştır (Şekil 1).

Söz konusu algoritmada sismik veri ile ters çözümde, Kostrov (1974) formülü kullanılmaktadır.

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2\mu VT} \sum M_0 m_{ij} \quad (1)$$



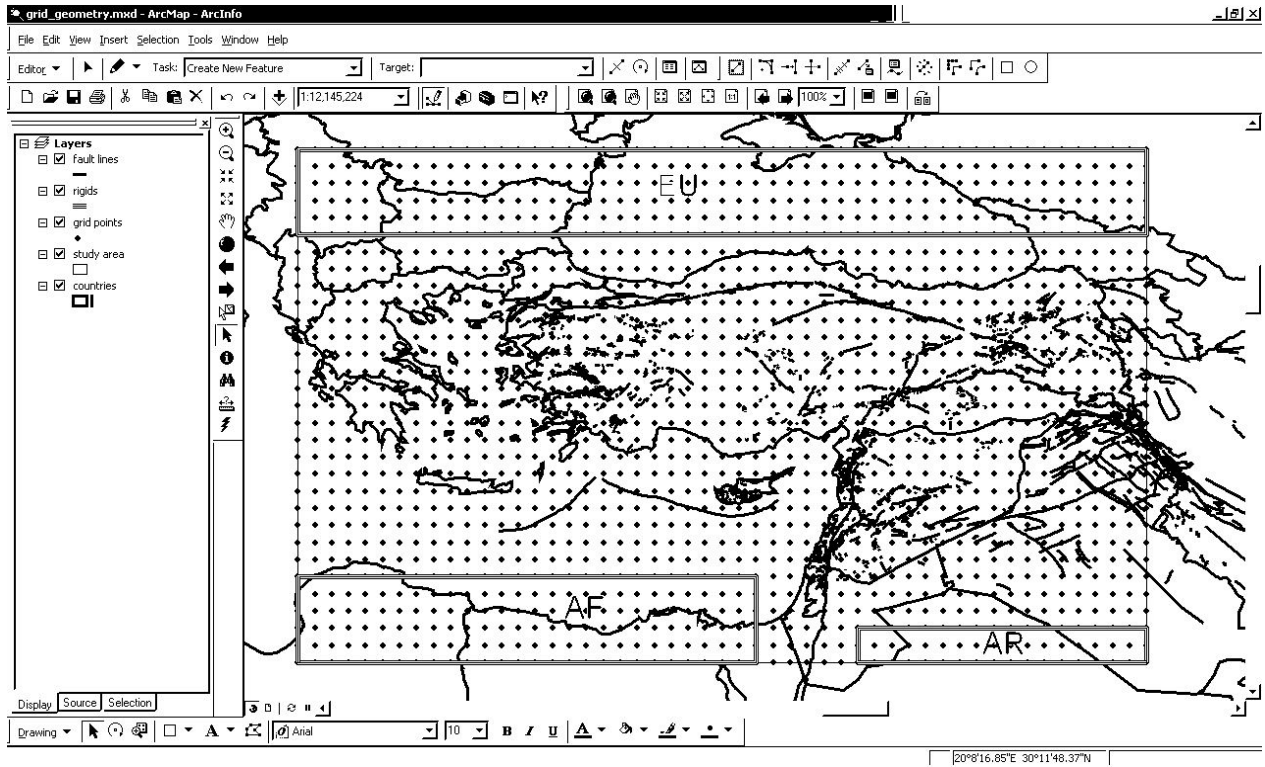
Şekil 1. 1976-2006 yılları arasındaki depremlerin odak mekanizması çözümleri

Formülde μ : shear modulus ($3.5 \cdot 10^{10}$ N/m²), V: grid hacmi (grid alanı * sismojenik kalınlık) (30 km olarak alınmıştır), T: kullanılan sismik veri zaman aralığı (30.5 yıl), M₀: sismik moment ve m_{ij}: birim moment tensörünü ifade etmektedir. Çalışmada kullanılan jeodezik veri, Marmara Bölgesi’nde 2003-2005 yılları arasında Bođaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeodezi Anabilim Dalı tarafından gerçekleştirilen çalışmalarından üretilen GPS hız verileridir.

Çalışma alanı 20° < boylam < 45° ve 30° < enlem < 45° olarak belirlenmiş, Avrasya (EU), Afrika (AF) ve Arap (AR) tektonik levhalara ait kısımlar deformasyon olmayan bölgeler olarak kabul edilmiştir (Şekil 2). Jeofizik ve jeodezik verilerden gerinim ve hız alanı modeli üretmek için kullanılan programlar, sayısı 20’nin üzerinde açık kaynak kodlu fortran programlarıdır.

Sonuçların kullanıcıya sunulmasında ArcIMS ve GMT entegrasyonu yapılmıştır (Şekil 3). ArcIMS arşivlenmiş verinin dinamik ortamda analizine olanak sağlamaktadır. En çok tercih edilen İnternet Harita Sunucularından biridir. Ancak ArcIMS, dinamik olarak oluşturulan verinin gösteriminde yetersiz kalmaktadır.

GMT programı ise dinamik olarak oluşturulan veriyi statik haritaya dönüştürebilmektedir. Bu nedenle, bu iki programın entegrasyonu sağlan-

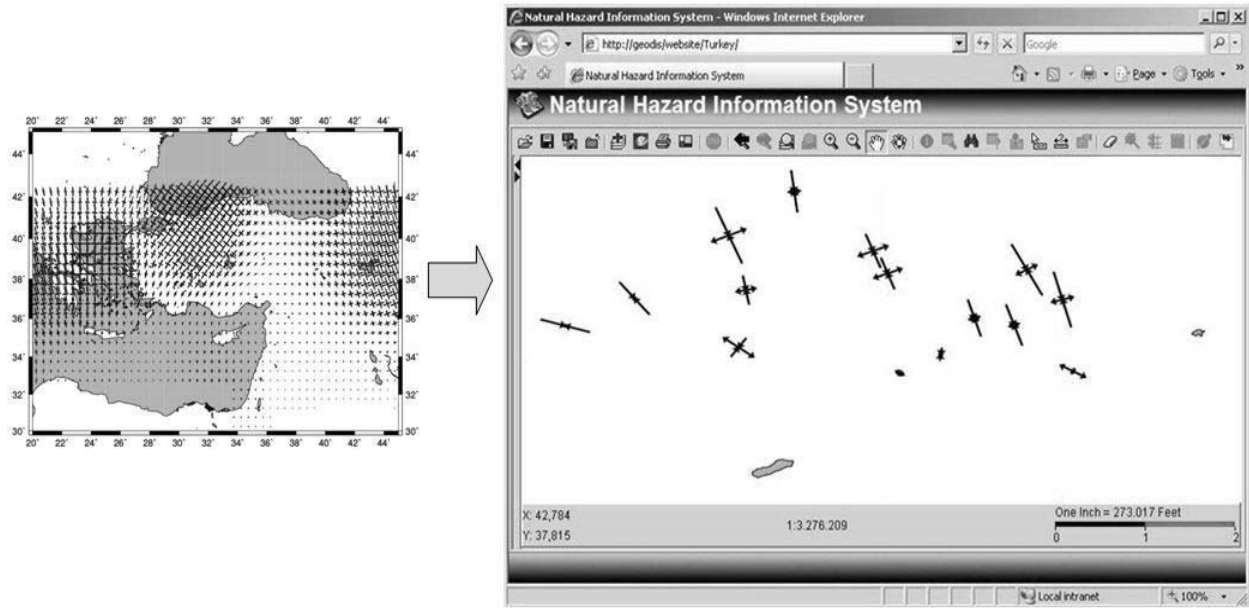


Şekil 2. Çalışma alanı ve model geometrisi

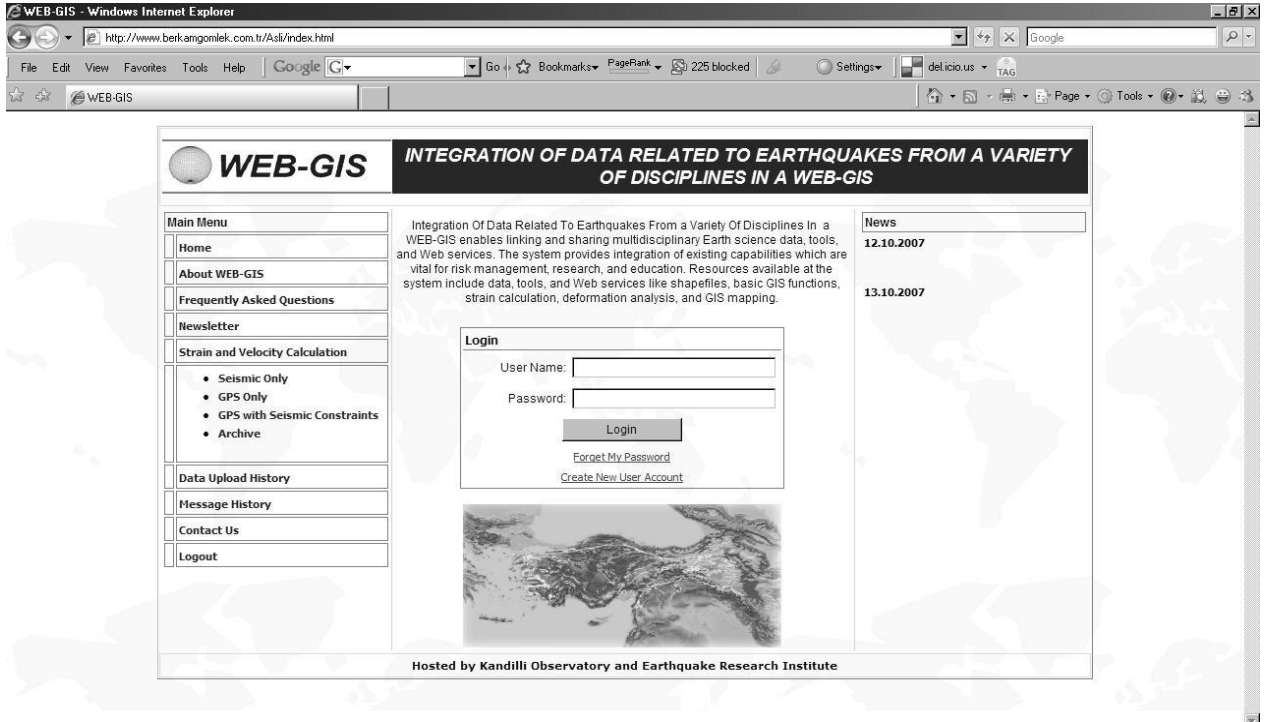
mıştır. Bu sayede, GMT haritayı üretmekte ve oluşan her bir resmi ArcIMS'in içine gömmektedir. Sistem ArcIMS servisini başlatıp, statik veri ve dinamik veriyi aynı anda kullanıcıya CBS ortamında sunmaktadır.

Sonuçlar

Sistemin tasarımı, üç farklı seviyede kullanıcı grubunun kullanabileceği düşünülerek yapılmıştır (Şekil 5). Yer bilimciler veri sağlamaktadırlar. İyi sonuç verecek afet risk yönetiminin ilk adımı olan



Şekil 3. GMT resimlerinin ArcIMS'te gösterimi



Şekil 4. Sisteme giriş

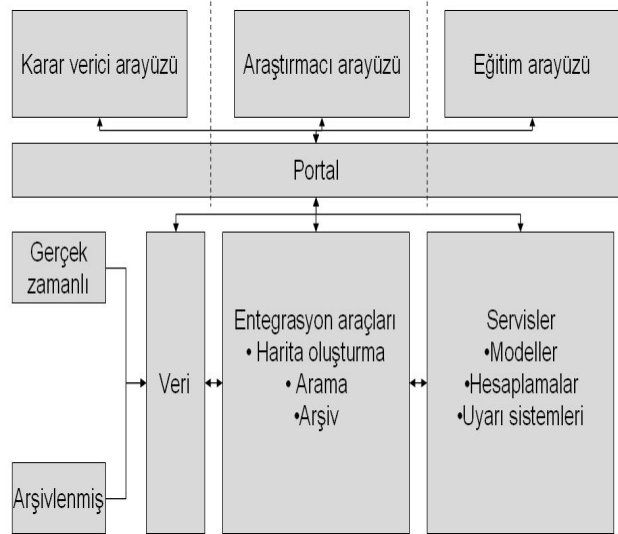
tehlike analizi, sistemin sağladığı gerinim alanlarının deprem dağılımları ile entegrasyonu sonucunda gerçekleştirilebilecektir. Bilim adamları ve karar vericiler arasında bir köprü oluşturabilecek olan bu çalışma, bilimsel keşfi hızlandırmakta ve karar vericiler için bilgi üretebilmektedir. Sistem ayrıca, yer bilimlari disiplinleri arasında eğitim amaçlı olarak da kullanılmaya elverişlidir. Çalışma bir diğer köprü görevini, yer bilimciler ve bilgisayar bilimciler arasında da görmektedir.

Kullanıcı arayüzü ASP.NET ile oluşturulmuştur. Sistem hakkında kısa bilgi içeren giriş sayfasından, kullanıcılar kullanıcı adı ve şifre ile sisteme gireceklerdir. Sistemin servisleri dışında, sıkça sorulan sorular, haberler, mesajlaşma, iletişim gibi portal özelliği içeren fonksiyonları da bulunmaktadır (Şekil 4).

Sistemde bulunan coğrafi, jeodezik, jeofizik, jeolojik veriler arşivlenmiş statik veri ve dinamik veriyi içermektedir (Şekil 6).

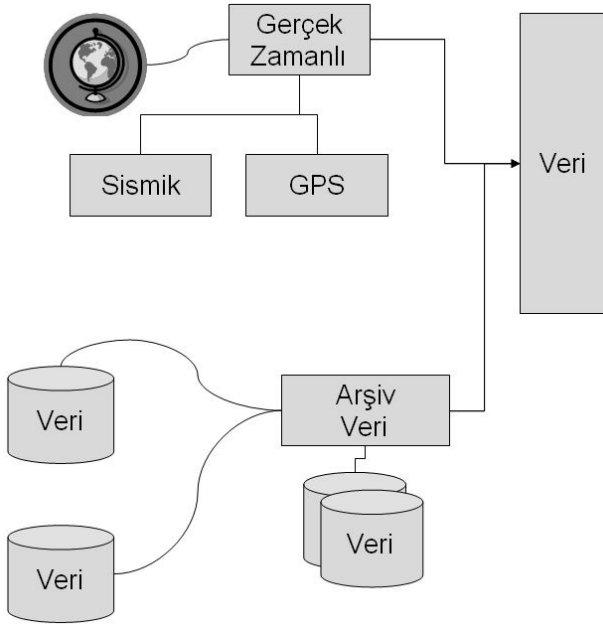
Gerçek zamanlı verinin sisteme entegrasyonunun da gerçekleştirilmesi planlanmaktadır. Her türlü veriye açık bir sistem olduğundan bu verilerin birlikte analizi ile elde edilebilecek değerlendirmeler, afetlerle sıkça karşı karşıya kalan

ülkemizde risk yönetiminin ilk aşaması olan tehlike analizine de olanak sağlamaktadır.



Şekil 5. Sistemin mimarisi

Bu çalışmada, veri ve emek yoğun çok disiplinli yer bilimlari verilerini, araçlarını ve yazılımlarını birbirine bağlayan ve paylaşımını sağlayan bir sistem oluşturulmuştur. Servis odaklı mimarisi nedeni ile sürdürülebilir bir çalışma olmakla birlikte, kendinden sonraki birçok çalışmaya örnek olabileceği de değerlendirilmektedir.



Şekil 6. Veri sağlama

Kaynaklar

- Beavan, J. ve Haines, J., (2001). Contemporary horizontal velocity and strain rate fields of the Pacific-Australian Plate boundary zone through New Zealand, *Journal of Geophysical Research*, **106**, 741-770.
- Demir, C., (1999). Investigation of horizontal crustal motion and strain accumulation in western part of North Anatolian Fault, *Doktora Tezi*, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Doğru, G.A. ve Toz, G., (2007). Coğrafi bilgi sistemlerinin jeodinamik çalışmalardaki yeri ve önemi, TUFUAB (Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği) IV. Teknik Sempozyumu, İstanbul.
- Doğru, G.A., Toz, G. ve Özener, H., (2007). Yer bilimleri ve bilgi teknolojileri, 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.

Haines, A.J. ve Holt, W.E., (1993). A procedure to obtain the complete horizontal motions within zones of distributed deformation from the inversion of strain rate data, *Journal of Geophysical Research*, **98**, 12057-12082.

Haines, A.J., Jackson, J.A., Holt, W.E. ve Agnew, D.C., (1998). Representing distributed deformation by continuous velocity fields, Science Report. 98/5, Institute of Geological and Nuclear Sciences, Wellington, New Zealand.

Holt, W.E. ve Haines, A.J., (1995). The kinematics of Northern South Island New Zealand determined from geologic strain rates, *Journal of Geophysical Research*, **100**, 17991-18010.

Kostrov, V.V., (1974). Seismic moment and energy of earthquakes and seismic flow of rocks, *Izv Acad. Sci., USSR, Phys, Solid Earth, English Translation*, 1, 23-44.

Kreemer, C. ve Holt, W.E., (2000). Active deformation in Eastern Indonesia and the Philippines from GPS and seismicity data, *Journal of Geophysical Research*, **105**, 663-680.

Memon, A., (2006). Web services overview, *Cyberinfrastructure Summer Institute for Geoscientists*, 14-18 Ağustos, San Diego, CA, USA.

Shen-Tu, B., Holt, W.E. ve Haines, A.J., (1999). Deformation kinematics in the Western United States determined from quaternary fault slip rates and recent geodetic data, *Journal of Geophysical Research*, **104**, 28927-28955.

Wessel, P. ve Smith, W.H.F., (1995). New version of the generic mapping tools released, *EOS* 76, 329.

Global CMT Catalog, (2006). Global Centroid Moment Tensor Project, <<http://www.globalcmt.org/>>.