

Coğrafi Bilgi Sistemi ve Jeolojideki Uygulama Alanları

Deniz ARCA¹, Hülya KESKİN ÇİTİROĞLU²

¹ZKÜ Mühendislik Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü,
67100 Zonguldak, Türkiye

²ZKÜ Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 67100 Zonguldak, Türkiye

Yayın Kodu (Article Code): 11-7A

Özet: Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) her türlü coğrafi bilginin etkin olarak kullanıldığı, depolandığı, güncellendiği, analizlerinin yapıldığı ve sonuç ürün olarak haritaların sunulduğu çok yönlü bir sistemdir. Bilgi sistemleri oluşturmanın ve kullanmanın temel amacı, eldeki mevcut veriler ile bir veri tabanı oluşturup, bu veri tabanlarında ilgili bilgilerin saklanması, analiz edilmesi ve kullanıcının istekleri ve ihtiyaçları doğrultusunda depolanmasıdır. Son yıllarda mühendislik jeolojisi uygulamalarında CBS programları yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Bu çalışmada CBS'nin temel kavramları, jeolojide CBS uygulamaları ve CBS'nin jeolojiye getireceği fayda ve kolaylıklarının ortaya konulması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Jeoloji, CBS, Jeolojik harita

GIS and Applications in Geology

Abstract: Geographical Information Systems (GIS) are multifunctional systems where all kind of geographical data are efficiently used, stored, updated, analyzed and the final products are presented as maps. The main purpose of creating and using information systems is to develop geodatabase system with all concerned data in which stored, analyzed with the users demand and request. Recently, GIS Programs are widely used in Engineering Geology applications.

In this study, fundamental concepts of GIS, GIS practice in geology and advantage and facilities that will bring geology of GIS aimed to find out.

Key Words: Geology, GIS, Geological map.

e-mail: keskinhc@gmail.com

Giriş

Günümüzde teknoloji sürekli geliştiği gibi, yeni yöntemler ve yeni sistemler de ortaya çıkmaktadır. Bu gelişmeler sonucunda ihtiyaç duyulan doğru bilgiye daha kolay ve hızlı bir şekilde ulaşılabilen, ayrıca bilgiler etkin bir şekilde değerlendirilebilmektedir. Bilim ve teknolojideki gelişmeler bilgi çağı denilen yeni bir çağı başlatmıştır. Yaşanılan bu çağda bilgi teknolojileri hızla gelişmeye devam etmektedir ve bu gelişmelerin sonucu olarak bilgi sistemleri ortaya çıkmıştır.

CBS birçok alanda olduğu gibi jeolojik çalışmalarda da önemli bir kullanım alanına sahiptir. CBS ile üretilen veri kaynakları, çalışılan alanların jeolojik yapı ve jeomorfolojisinin yorumlanmasında büyük katkı sağladığı gibi bir takım sayısal sonuçların da elde edilmesinde önemli kolaylıklar sağlar. CBS yeryüzünde coğrafya ile ilişkilendirilecek her tür veriyi haritalamaya ve konumsal veriler arasında ilişki kurmaya yönelik bir bilgi sistemidir. CBS; çok miktarda konumsal ve konumsal olmayan verileri biriktirme, üzerinde değişiklikler yapabilmek, bu verilere yönelik istatistiksel çözümler ve gösterebilmek özelliğine sahiptir. Bütün bu özellikleri ile CBS, diğer bilgi sistemlerinden ayrılır ve sonuçların kolay ve hızlı algılanması açısından da ilişkisel veri tabanı ile bilgisayar destekli tasarım paketleri gibi diğer sistemlere göre üstünlük sağlar (Mutlu vd. 2011).

Dünya üzerindeki karmaşık sosyal, ekonomik, çevresel vb. sorunların çözümüne yönelik konuma dayalı karar verme süreçlerinde kullanıcılara yardımcı olmak üzere, büyük hacimli coğrafi

verilerin; toplanması, depolanması, işlenmesi, yönetimi, konumsal analizi, sorgulaması ve sunulması fonksiyonlarını yerine getiren donanım, yazılım, personel, coğrafi veri ve yöntem bütünü olarak tanımlanan (Sarı vd. 2011) CBS bölgesel planlamada hemen hemen her alanda kullanılmaktadır. Konu, arazi planlama olunca, o alanla ilgili topoğrafik, jeolojik, hidrojeolojik vb. bilgiler, veri katmanları oluşturacak şekilde CBS içerisinde bir veri tabanını oluşturulur. Daha sonra yapılacak çalışmanın amacına yönelik olarak bu veri tabanındaki bilgiler çeşitli analiz ve sorgu teknikleri kullanılarak şekillendirilir ve sonuç haritaları üretilir. CBS, yaşamı planlamada kullanılan önemli gereçlerden bir tanesi ve en güçlü olanıdır (Tecim ve Kırçal 2004).

Bir bölgedeki sanayileşme, ulaşım ve yerleşim o bölgedeki doğal çevreyi büyük ölçüde etkilemektedir. Doğacak olası zararların önlenmesi için çevreye olan etkilerin denetlenmesi zorunlu olmaktadır. Bu nedenle, o bölgenin jeo-mühendislik özelliklerinin bilinmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Böyle bir değerlendirme, yanlış arazi kullanımının önlenmesinin yanı sıra, sanayileşme-yerleşim-ulaşım ile doğal çevre arasındaki duyarlı dengenin sağlanmasına ve sürekli kılınmasına da katkı sağlamaktadır. Tüm bu nedenler, yerleşim yerlerinde yapılacak arazi kullanımı ve değişik amaçlı mühendislik tasarımı çalışmalarında jeoloji haritalarından yararlanılmasının önemini ve gereğini gün geçtikçe arttırmaktadır (Çelik 2006). Son yıllarda bilgisayar teknolojisinin sunduğu imkanlar sayesinde jeoloji haritaları CBS ortamında hazırlanıp sayısal ortamda ve kağıt baskısı olarak kullanıma sunulmaktadır. Bu kapsamda MTA Genel Müdürlüğü tarafından tüm Türkiye'nin 1/500.000 ve 1/100.000 ölçekli jeoloji

haritalarını tamamlanmış olup 1/25.000 ölçekli haritaların da büyük bir kısmı tamamlanmış durumdadır (Nurlu vd. 2009).

Bu makalede coğrafik referanslı verilerin girildiği, yönetildiği, analiz edildiği ve değerlendirildiği bir bilgisayar sistemi olan CBS'nin temel kavramları ve jeolojik anlamdaki uygulamalar hakkında genel bilgiler verilmesi amaçlanmıştır.

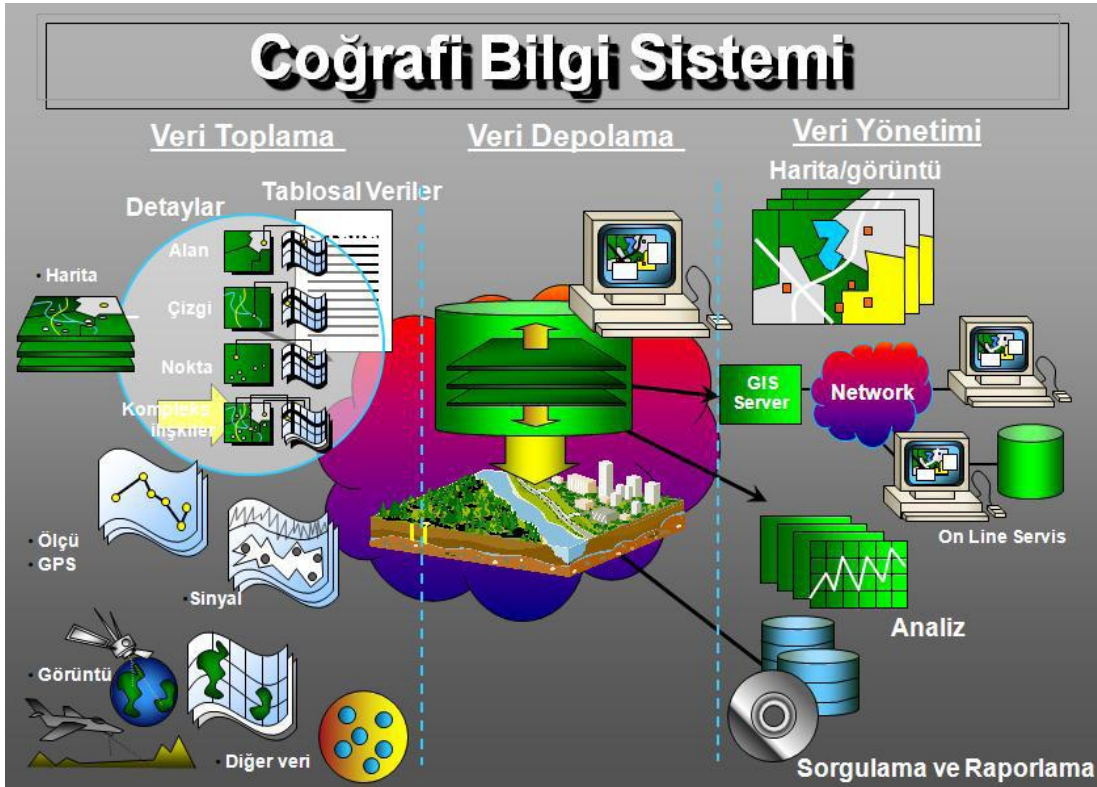
Materyal ve Metot

1. Coğrafi Bilgi Sisteminin Tanımı ve Gelişimi

CBS, geometrik ve geometrik olmayan verilerin, yönetim, personel, yazılım, donanım yardımıyla; veri değişim standartlarına uygun şekilde bir araya getirilerek depolanması, analiz edilmesi, sorgulanması, kullanıcıların isteklerine cevap verecek biçimde tasarlanması ve hizmete sunulması ile oluşan teknolojik bir sistemdir. Bu sistem, coğrafi varlık ve

olaylara ait tüm verilerin toplanmasının ve depolanmasının yanı sıra güncelleştirilmesini, sentezlenmesini ve alternatif stratejiler üretilmesini çok kısa bir sürede yapabilen bir teknolojik sistemler bütünüdür. Bu gibi özellikler CBS'yi diğer bilgi sistemlerinden ayırmakta ve eski haritalama yöntemlerini bir kenara itmektedir. Bu yüzden dünya üzerinde birçok ülkede kamu kuruluşlarında ve özel birçok kuruluşta yaygın bir hale gelmiştir (Arca 2010).

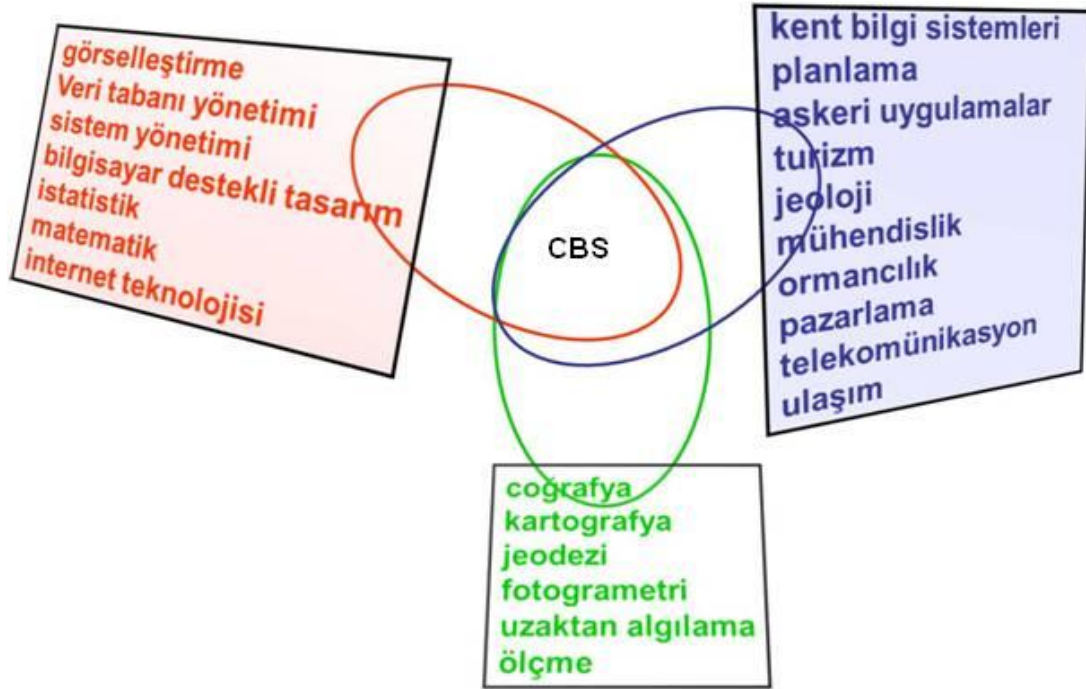
CBS'nin özelliklerinden biri de analiz işlemlerine olanak sağlamasıdır. Klasik sistemlerle çok zaman alacak analiz işlemleri CBS yardımıyla çok daha hızlı ve basit bir şekilde yapılabilmektedir. Bu nedenle CBS'ler günümüzde kullanıcıların vazgeçilmez araçlarından biri haline gelmiştir (Cömert ve Bostancı 1999). Şekil 1'de CBS'nin genel görünümü verilmiştir.



Şekil 1. CBS'nin Genel Görünümü (Başarsoft 2009).

CBS teknolojisi, günümüzde, ziraat faaliyetlerinde, kentsel ve kırsal alanların planlanmasında, ormancılıkta, yabani hayatın korunmasında, arkeolojide, jeolojide, yerel idarelerin kentsel aktivitelerinde, ekolojik ve atmosferik olayların incelenmesinde, kadastral hizmetlerin yerine getirilmesi vb. bir çok iş kolunda kullanılmaktadır. Buradan CBS'nin tek bir mesleki disipline ait olmayıp, multi-disipliner bir kavram olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 2). Ancak gözden kaçırılmaması gereken bir diğer nokta ise; coğrafi verilerin bu teknolojinin temel taşı olduğu ve de konumsal verilerin toplanması ve diğer disiplinlere sunumu işinin haritacılık iş kolunun temel görevi olduğudur (Akça 2000).

Kanada'da tasarlanmıştır. 1966 yılında Harvard Üniversitesi'nde Bilgisayar Grafikleri ve Konumsal Analizler Laboratuvarı kurularak ilk yazılımlar gerçekleştirilmiştir. CBS 1980'li yılların başlarında kişisel bilgisayarların ortaya çıkması ve yaygınlaşması ile birlikte ilk defa ticari bir sistem olarak piyasaya sürülmüş ve CBS yazılımlarının gelişimi, bu tür yazılımları kullanan donanımlardaki teknolojik gelişmelere paralel olarak, hız kazanmıştır. Kullanıcı arayüzünün geliştirilmesi ile 1990'larda CBS'nin geniş kitleler tarafından kullanımı daha kolay hale gelmiştir. 1990'lı yıllarla beraber CBS'de devamlı yenilikler olmuş, kapasite ve yetenekler her geçen gün geliştirilmiştir. Böylece yazılım daha kullanışlı hale



Şekil 2. CBS Teknoloji ve Disiplinlerin Kesişimi

CBS'nin kökleri tematik kartografyaya dayanmaktadır. 1950'lerin sonu ve 1960'larda, bilgisayara dayalı kartografya ile temel CBS kavramları ilk olarak ortaya çıkmıştır. İlk CBS 1963 yılında ülke topraklarının özelliklerinin tespiti amacıyla

gelmiştir. Çizelge 1 CBS'nin dünyadaki ve Türkiye'deki bazı önemli adımlarını tarihsel bir bakışla ortaya koymaktadır. Kentsel ve Bölgesel Bilgi Sistemleri Topluluğu (URISA) 1963 yılında oluşturulmuştur.

URISA, yerel yönetimlerden hükümete kadar fayda sağlama amacıyla kurulmuş olup, acil servislerde, özel sektörlerde, planlamada ve çevresel birtakım problemleri çözmek için bilgi teknolojilerini kullanan profesyonellerin kar amacı duyulmaksızın kurmuş oldukları bir topluluktur. ESRI Logo Çevresel Sistemler Araştırma Enstitüsü, Jack ve Laura Dangermond tarafından California'da kurulmuştur. 1970'li yıllarda sadece yazılım geliştirme ile ilgilenmeyip hem de yazılım yüklenmesi, desteği, veritabanı tasarım uygulamaları, programlama ve veritabanı otomasyonu ile ilgilenen uluslar arası bir firmadır. CBS pazarındaki pazar payı dünyada en fazla olan iki yazılım üreticisinden biridir. Intergraph Logo Intergraph firması Jim Meadlock tarafından kurulmuştur. Bilgisayar grafik sistemleri alanında çalışma yapan bir yazılım geliştirici ve donanım üretici firmasıdır. Kanada Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Gelişimi, Roger Tomlinson önderliğinde başlatılmıştır. Sisteme Kanada'nın ulusal tapu kayıtlarının analizi için ihtiyaç duyulmuş ve GIS'in pek çok bakış açısına öncülük etmiştir. CBS'nin kavramsal anlamda ilk olarak ortaya çıkışını sağlamıştır. 28 Eylül- 2 Ekim 1970 tarihleri arasında Coğrafi Bilgi Sistemleri üzerine ilk sempozyum Kanada'nın Ottawa eyaletinde düzenlenmiştir. Önceleri ERST-1(Earth Resources Technology Satellite) ismi ile bilinen ilk Landsat uydusu, ABD Uzay Merkezi tarafından 1972 yılında yörüngeye yerleştirildi. Yeryüzü üzerinden sistematik bilgi toplayan ilk insansız uydudur. ERDAS, Lawrie Jordan ve Bruce Rado tarafından Atlanta-Georgia USA'da kurulmuştur. ERDAS, coğrafik görüntüleme ile ilgili ürünler sunan ve tüm dünyaya yayılmış kullanıcıları için servisler sağlayan bir firmadır. ARC/INFO logo Arc/Info yazılımı ESRI tarafından ilk kez

1981 yılında piyasaya sürülmüştür. Bu yazılım, veri tabanı temelli, güçlü ve esnek yapıya sahip bir CBS yazılımıdır ve CBS pazarının en önde gelen yazılımlarından biridir. İşlem 1984 yılında özel mühendislik ve servis hizmetleri vermek üzere Ankara'da kuruldu. Firma ESRI ve ERDAS'ın temsilciliğini yapmakta ve kullanıcılarına yönelik eğitim konferansları düzenlemektedir. MapInfo Masaüstü haritacılığın ilk CBS programlarından biridir. Yazılım, iyi dağılmış kullanıcı gruplarına ve dünya çapında geniş uygulama çeşitliliğine sahiptir. SPOT, yeryüzünü gözlemleyen uydular serisi olarak tasarlanmış ve Belçika, İsveç ve Fransız desteği ile CNES tarafından fırlatılmıştır. Bu uydular tüm dünyada kullanıcılara yüksek kalitede veri sağlamak için üretilen ilk ticari uzaktan algılama uydularıdır. International Journal of Geographic Information Systems (Uluslar arası Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi) 1987'de yayımlanmaya başlanmıştır. CBS konusundaki uluslar arası hakemli araştırma-inceleme dergisidir. Yılda sekiz kez yayınlanır. IDRISI projesi Clark Üniversitesi'nde Ron Eastman tarafından başlatılan ve yaygın kullanılan raster tabanlı CBS yazılımlarından biridir. EGHAS (Etkileşimli Grafik Harita Sistemi) 1988 yılından beri Türkiye'de ve dış ülkelerde çeşitli harita uygulamalarında kullanılmaktadır. NETCAD firması önceleri Ak Mühendislik Bilgisayar Ltd.Şti. olarak, mühendislik uygulamaları ve mühendislik yazılımları geliştirilmesi amacı ile 1989 yılında Ankara'da kurulmuştur. NETCAD' in temelleri bu yıllarda atılmıştır. 18-20 Ekim 1994 tarihlerinde 1.Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü öğretim elemanlarından oluşan Sempozyum Yürütme Kurulunca Trabzon'da

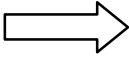
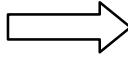
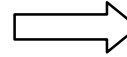
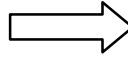
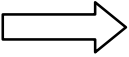
düzenlenmiştir. RADARSAT-SAR uydusu 7 farklı ışın tipini kullanarak 1,175 km genişliğindeki bir alandan veri toplayabilmektedir. AGIS programı, Avusturalya ve Tazmanya'da yer alan AGIS yazılım şirketi tarafından 1997'de geliştirilmiştir. IKONOS uydusu 24 Eylül 1999'da Vadenberg Hava Üssü'nden fırlatılarak yörüngesine yerleştirilmiştir. IKONOS, 720 kg ağırlığında ve yüksek çözünürlükte görüntüler veren ilk ticari amaçlı uydudur. ESRI firması tarafından ArcPad yazılımı 2000 yılında piyasaya sürülmüş, mobil CBS uygulamalarına da böylece başlanmıştır. TÜBİTAK-BİLTEN tarafından teknoloji transferi ile gerçekleşen ve ilk Türk gözetleme uydusu özelliğini taşıyan BİLSAT uydusu 27 Eylül 2003'de yörüngesine yerleştirilmiştir (Çolak 2004).

2. Coğrafi Bilgi Sisteminin Bileşenleri

CBS günümüzde çok farklı disiplinler tarafından kullanılan önemli bir araç haline gelmiştir. CBS her türlü coğrafi bilginin etkin olarak kullanıldığı, depolandığı, güncellendiği, analizlerinin yapıldığı ve sonuç ürün olarak haritaların sunulduğu çok yönlü bir sistemdir. Bu işlevlerin yapılabilmesi için CBS'nin temel bileşenleri olan donanım, yazılım, personel, veri ve yöntemlerin organize olarak bir arada bulunması ve çalışması gerekmektedir.

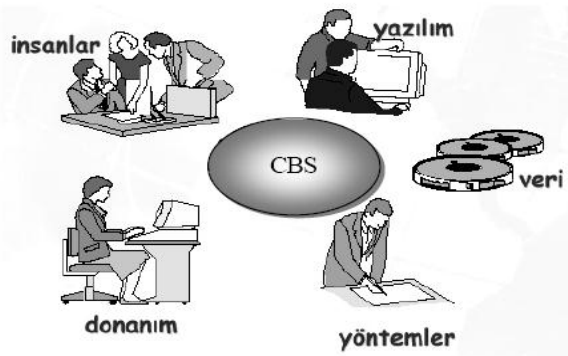
CBS'nin en önemli bileşenlerinden biri verilerdir. CBS için gerekli olan veriler ya kişisel araştırmalar yoluyla, ya da aracı kurumlardan elde edilir. Toplanan bu veriler bilgisayara aktarılır ve CBS

Çizelge 1. CBS'nin Tarihsel Gelişimi (Tecim 2008).

1970 Öncesi	1970'li yıllar	1980'li yıllar	1990'lı yıllar	2000'li yıllar
				
Kanada CBS ve URISA kuruldu (1963)	Kanada CBS tamamlandı ve ilk CBS sempozyumu düzenlendi (1970)	ESRI Arc/Info CBS yazılımını piyasaya sürdü ve GPS uygulamaya geçti (1981)	ArcCAD,MapBasic ve MapeXtreme piyasaya çıktı (1992)	Mobil CBS yazılımı Arcpad piyasaya sürüldü (2000)
ESRI ve Integrapp kuruldu (1969)	Landsat Uydusu fırlatıldı (1972)	İşlem şirketi kuruldu (1984)	Türkiye de 1.Ulusal CBS Semp. Düzenlendi.(1994)	ArcGIS 8.1 piyasaya sürüldü (2001)
	ERDAS kuruldu (1978)	MapInfo kuruldu, SPOT uydusu fırlatıldı (1986)	MapInfo Professional piyasaya sürüldü (1995)	Tübitak BİLSAT uydusu fırlatıldı (2003)
		IJGIS dergisi yayınlandı, Idrisi hayata geçti (1987)	RADARSAT-SAR uydusu fırlatıldı (1995)	ArcGIS 9 ve MapeXtreme.Net piyasaya sürüldü (2004)
		Türkiye'de EGHAS yazılımı geliştirildi (1988)	AGIS yazılımı geliştirildi, Arc/Info 8 geliştirildi (1997)	Quicbird uydusu fırlatıldı (2005)
		NETCAD firması kuruldu (1989)	ICONOS uydusu fırlatıldı (1999)	

programları için uygun hale getirilir. Veri, uzmanlarca CBS için temel öge olarak kabul edilirken, elde edilmesi en zor bileşen olarak görülmektedir. Veri kaynaklarının dağınıklığı, çokluğu ve farklı yapılarda olmaları, bu verilerin toplanması için büyük zaman ve maliyet gerektirmektedir. Nitekim CBS'ye yönelik kurulması tasarlanan bir sistem için harcanacak zaman ve maliyetin yaklaşık %50 den fazlası veri toplamak ve üretmek için gerekmektedir (Yomralıoğlu 2000).

CBS'yi meydana getiren diğer öge de metotlardır. Başarılı bir CBS, çok iyi tasarlanmış plan ve iş kurallarına göre işlemektedir. Bu tür işlevler her kuruma özgü model ve uygulamalar şeklindedir. CBS'nin kurumlar içerisindeki birimler veya kurumlar arasındaki konumsal bilgi akışının verimli bir şekilde sağlanabilmesi için gerekli kuralların yani metotların geliştirilerek uygulanıyor olması gerekmektedir (Yomralıoğlu 2000) (Şekil 3).



Şekil Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.. CBS'nin bileşenleri (Florea vd 2002).

Bulgular

1. Jeolojide Coğrafi Bilgi Sistemi

Günümüzde, yerbilimleri konusunda elde edilmiş verileri depolamak, analiz etmek ve yorumlamak için birçok önemli yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerden biri de CBS'dir. CBS; yeryüzüne ait her

türlü verinin, mekan ile ilişkileri kurularak bilgisayar ortamına aktarılması ve bu verilerin kullanılan özel programlar vasıtasıyla depolanması, sınıflandırılması, birbirleri ile karşılaştırılması, analiz edilmesi, güncellenmesi ve istenilen şekilde harita, grafik ve tablo olarak görsel hale getirilmesi işlemlerini kapsamaktadır. Bu hali ile CBS, sadece çeşitli verilerin bilgisayar ortamına aktarılması ve saklanması değildir. CBS'yi diğer veri tabanı sistemlerinden ayıran en önemli özelliği, tüm verileri yeryüzündeki ait oldukları mekana bağlı olarak depolaması ve bunlar arasında çok çeşitli mekansal ilişkilendirmeler, yani çeşitli analizler yapılabilmesine imkan tanımasıdır (Demirci ve Karakuyu 2004). Bu çok çeşitli analizlere ve sorgulamalara imkan tanıyan ve tüm sonuçların ve verilerin, alanla ilişkili vaziyette, harita şeklinde görüntülenmesine olanak tanıyan CBS, jeoloji ile ilgili çalışmalarda kullanılabilecek önemli bir bilgi sistemini oluşturmaktadır.

Yerbilimine ilişkin bütün araştırmalarda; yeraltı kaynaklarının aranmasında, pek çok mühendislik projesinin uygulanmasında ve çevreye ilişkin çeşitli çalışmalarda jeoloji haritalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Jeoloji haritaları, kayaçların özellikleri ile birlikte dünya üzerindeki dağılımlarını da göstermektedir. Bu haritalar, farklı disiplinlerde yapılan çalışmalar için önemli bir altlık oluşturmaktadır. Jeoloji haritaları, petrol, kömür, doğal gaz, yeraltı suyu, endüstriyel hammaddeler, jeotermal kaynaklar, cevherler gibi doğal kaynakların araştırılması, bulunması ve işletilmesi aşamalarında olduğu gibi, metro, tünel, baraj, liman gibi büyük ölçekli mühendislik uygulamaları için de vazgeçilmez bir veri olarak kullanılmaktadır. Ayrıca yer seçim analizinde, doğa koruma amaçlı projelerde, afet risklerinin önlenmesine yönelik projelerde jeolojik veriler analiz çalışmalarının vazgeçilmez parçalarıdır. Kullanım alanları oldukça geniş olan jeoloji

haritaları aynı zamanda yapılan uygulamaların her aşamasını ve özellikle sonucunu etkileyecek nitelikte önem taşımaktadır. Bu nedenle yapılacak olan projelerde ve uygulamalarda doğru kararların verilebilmesi için doğru bilgiye ulaşılması gerekmektedir. Doğru bilgiye ulaşmak için ise CBS'nin sağladığı avantajlar göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir. CBS ile mevcut verilerden elde edilen analizler sayesinde hem doğru bilgiye ulaşmak hem de veri üzerinde çalışmak daha kolay hale gelmektedir (GISITU 2012).

Sahalara ait jeomorfolojik özelliklerin anlaşılmasında, sahanın jeolojik geçmişi ve litolojik birimlerin bilinmesi ve anlaşılması son derece önemlidir. Sahaya ait litolojik birimleri veya formasyonları, analiz işlemlerinde katman olarak değerlendirilebilmek için ve formasyonların dağılışı özelliklerini ortaya koymada CBS büyük kolaylıklar sunar. Ayrıca diğer katmanlarla birlikte değerlendirilerek sahanın morfolojisinin anlaşılmasında yardımcı olur.

1960'lardan bugüne jeoloji mühendisleri ve diğer yerbilimciler bilgisayarları mekansal verilerin analizinde kullanmışlardır. 1980'lerde mekansal veri işleme yazılımlarındaki gelişmeler ile birlikte bilgisayar donanımındaki ilerlemeler işlem hızlarını ve veri depolama kapasitesini arttırmıştır (Bonham-Carter 1995). Farklı veri setlerin analiz edilebilmesi ve bunların ekranda hızlı bir şekilde görüntülenebilmesi ile CBS, jeoloji uygulamalarında veri ile daha hızlı, daha doğru ve el ile yapılması mümkün olmayan analizlerin yapılabilmesi olanağını sağlar (Aronoff 1989).

2. Coğrafi Bilgi Sistemi Yöntemleriyle Jeolojik Uygulamalar

Yer bilimlerinde CBS sayesinde, farklı disiplinlere ait veriler ile çeşitli sonuçlara ulaşmak çok kolay olmaktadır. Veri

katmanlarının üst üste bindirilmesi, öznelik bilgilerine göre görselleştirilmesi ve basit sorgulamalar ile anlamlı sonuçlara kısa sürede varmak mümkündür.

Herhangi bir bölge için kaya ve toprak zemin sınıflama haritası, kazılabilirlik haritası, topoğrafik veriler kullanılarak eğim haritası, sondaj verileri depolanarak aynı özellikteki litolojik birimler için veya kaya kütlesi puanlarına göre mühendislik sınıflamasını gösteren harita ve kesitler, yerleşime uygun alanların seçimi, heyelan tehlike haritası, sıvılaşma potansiyeli haritası, 3 boyutlu görüntüler elde edilerek arazinin 3 boyutlu analizinin yapılması, barajlarda rezervuarın alanı ve hacminin tayini, su altında kalacak yerleşim yerlerinin belirlenmesi CBS'nin jeolojide uygulama alanlarına ait en tipik örneklerdir (Çelik 2006). CBS teknolojisi ile jeoloji araştırmalarından; jeoloji ve deprem haritalarının oluşturulması, sismik risklerin ve tsunami etkisinin belirlenmesi, mineral araştırmaları, şev stabilitesi çalışmaları, temel tasarımı gibi önemli konulara çözüm sağlanmaktadır (ESRI 2012).

CBS yöntemleriyle doğal afet, kirlilik ve risk haritalarının oluşturulması, morfolojik değerlendirme, jeolojik yapıların analizi, toprak analizi ve risk analizi gibi mühendislik jeolojisi çalışmalarının yanında drenaj sistemleri analizi, yer altı su seviyesinin ve yeraltı suyu beslenme miktarının izlenmesi, havza yönetimi, su kaynakları araştırma gibi hidrojeoloji çalışmalarında da avantajlar sağlamaktadır.

Bölgesel sismik tehlike çözümlerinin amacı gelecekte oluşabilecek bir depreme bağlı olarak depremden en fazla etkileenecek, potansiyel hasar ve kayıpların olabileceği alanların belirlenmesidir. Bu çözümler farklı tür etki oluşturabilecek bilgilerin birleştirilmesi temeline dayanır. Bu bilgiler temelde birbirlerinden bağımsız ele alınarak

birleştirilmelidir. Bir bölge için CBS ile sismik tehlike çözümlemesi için gerekli adımlar,

- Sismik kaynakların belirlenmesi,
- Sismik kaynaklardaki deprem oluşumlarının modellenmesi,
- İnceleme alanı (potansiyel tehlike alanı) ve sismik kaynaklar arasındaki yer hareketi azalım ilişkilerinin belirlenmesi,
- Yüzey faylanması, toprak kayması, sıvılaşma ve zemin büyütmesi gibi yerel etkilerin belirlenmesi şeklindedir (King ve Kiremidjian 1994).

Son birkaç senede endüstride, devlette ve akademik çevrede çalışan jeoloji mühendisleri ArcGIS teknolojisi ile değişik alanlarda jeoloji veri modeli oluşturmada öncülük etmişlerdir. Bu modeller jeoloji bilgisinin bölgesel ve ulusal platformda oluşturulması, saklanması ve yönetilmesi asıl amaçtır. Bu amaçla ülkemizde "TÜRKİYE JEOLJİ VERİ BANKASI" oluşturulmuştur. MTA 1/25000 ölçekli jeoloji paftaları tüm jeoloji bilgisini yansıtabilecek katmanlar halinde sayısallaştırılan veri bankasında; formasyon (dokanak tipleri, litoloji, yaş, ortam), faylar, kıvrım eksenleri, özel jeolojik alanlar (heyelanlar, volkan konisi vb), tabaka doğrultu-eğim katmanlarının yanı sıra tepe noktaları, merkezler, yollar, göl ve nehirler katmanları da sayısallaştırılarak zengin bir veri tabanı elde edilmiştir (ESRI 2012).

Sonuçlar

Bu çalışmada, mekana bağlı bilgilerin depolanması ve analiz edilmesinde büyük kolaylıklar sağlayan Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin jeolojiye uygulanması konusu ele alınmıştır. Son yıllarda Coğrafi Bilgi Sistemleri birçok alanda kullanıldığı gibi jeoloji çalışmalarında da kullanılmaktadır. CBS'nin jeoloji çalışmalarında kullanımıyla daha önce uzun

zaman alan ve tekrar kullanımlarında birtakım problemler çıkan çalışmalar yerine, koordinatlı, istendiğinde güncellenebilen, elde edilen sonuçlar bakımından daha doğru olması gibi nedenlerden dolayı bir takım kolaylıklar getirmiştir.

Jeoloji'de büyük öneme sahip olan üçüncü boyut, yazılımlar ile kolayca elde edilebilmektedir. Üç boyutlu modeller ile gerek topografya, gerekse jeolojik birimler ve yapılar modellenmektedir. Bunlar bilgisayarda her açıdan incelenebilmekte, çeşitli analizlere tabi tutulabilmektedir. Zihinde canlandırılması güç ve gözle görülmesi mümkün olmayan yapılar, bu üç boyutlu modellerle kolayca kavranabilmektedir. CBS ile yapılabileceklerin sınırı ancak verilere ve yaratıcı düşünme becerisine bağlıdır. Coğrafi bilgi sistemleri ile jeolojik verilerin değerlendirilmesinin önemine değinilen bu çalışmanın, bu kapsamda yapılacak yeni çalışmalar için yararlı bir örnek ve temel oluşturması umut edilmektedir.

Kaynaklar

Akça M 2000. Coğrafi Bilgi Sistemi ile Çevresel Verilerin Modellenmesi Trabzon-Değirmendere Vadisi Örneği, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Aronoff S 1989. Geographical Information Systems: A Management Perspective, WDL Publications, Ottawa, Canada, 294 s.

Arca D 2010. Tarihi Yapıların Kayıt Altına Alınması Ve Korunmasına Yönelik Tarihi Kent Bilgi Sistemi Oluşturulması: Safranbolu Örneği, Yüksek Lisans Tezi, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.

Başarsoft 2009. MapInfo Professional Kullanım Kılavuzu, Renk Form Ofset Matbaacılık, Ankara.

- Bonham-Carter G 1995.** Geographical Information Systems for Geoscientists, Modelling with GIS, Pergamon, Ottawa, Canada, 398 s.
- Cömert Ç, Bostancı HT 1999.** Kentsel Geliştirme Projeleri için Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Önemi: Trabzon Zağnos Dere Havzası Örneği, Yerel Yönetimlerde Kent Bilgi Sistemi Uygulamaları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 13-15 Ekim, Trabzon, s. 273-285.
- Çelik Y 2006.** Isparta Ovası Mühendislik Jeolojisi Haritası Veri Tabanı Hazırlanması, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çolak HE 2004.** CBS'nin Dünya'daki Tarihsel Kronolojisi, KTÜ GIS Lab., Trabzon.
- Demirci A, Karakuyu M 2004.** Afet yönetiminde Coğrafi Bilgi teknolojilerinin Rolü. Doğu Coğrafya Dergisi, sayı 12.
- ESRI 2012.** Jeoloji, http://www.islem.com.tr/Icerik_alt.asp?MenuID=361
- Florea, LJ, Paylor R L, Simpson L, Gulley J 2002.** Karst GIS Advances in Kentucky. Journal of Cave and Karst Studies 64 (1): 58-62.
- GISITU 2012.** Jeoloji Sektöründe CBS, <http://www.gis.itu.edu.tr/content/jeoloji>
- King AS, Kremidjian SA 1994.** Regional Seismic Hazard and Risk Analysis Through Geographic Information Systems, The John A. Blume Earthquake Engineering Center, Report No:111.
- Mutlu S, Akdeniz E, Avdan U, Pekkan E, Tün M, Güney Y, Ecevitoglu B 2011.** Zeminin Sismik Özelliklerinin Coğrafi Veritabanı Tasarımı, 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı 11-14 Ekim ODTÜ Ankara.
- Nurlu Y, Kumtepe P, Cengiz T, Sütçü E, Paker S, Potoğlu S 2009.** 1/100.000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Jeoloji Haritalarının CBS Ortamında Hazırlanması, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 02-06 Kasım, İzmir.
- Sarı F, Erdi A, Kırtıoğlu O S 2011** Kampüs Bilgi Sistemi Oluşturma Çalışmaları Ve Panoramik Görüntüler; Konya Selçuk Üniversitesi Örneği, 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 18-22 Nisan 2011, Ankara.
- Tecim V 2008.** CBS Harita Tabanlı Bilgi Yönetimi, 1.Basım, Ankara, 363 s.
- Tecim V, Kıncal C 2004.** Coğrafi Bilgi Sistemleri: Bölgesel Planlamada Etkin Bir Bilişim Teknolojisi, 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, 6-9 Ekim İstanbul.
- Yomralıoğlu T 2000.** Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar, KTÜ Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, Trabzon.