

**Teknik Not  
( Technical Note )**

## **Madencilik Faaliyetlerinde Coğrafi Bilgi Sisteminin Kullanımı**

**Mehmet Ali DERELİ\*, Mustafa YALÇIN\*, Saffet ERDOĞAN\***

\*Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fak. Jeod. ve Fot. Böl., 03200 Afyonkarahisar/TÜRKİYE  
[madereli@gmail.com](mailto:madereli@gmail.com)

### **Özet**

Son dönemlerde maden ve madencilik uygulamaları gerek kazalarla gerekse maden türevlerinin maddi değer kazançları ile gündeme oturmaktadır. Bu nedendir ki, neredeyse tüm mühendislik uygulamalarında etkin bir biçimde kullanılan Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) madencilik sektöründe de kullanılmaya başlanmıştır. Bu makalenin konusu madencilik uygulamalarında CBS yazılımının nasıl kullanılabilirliğidir.

Madencilik çalışmaları ile ilgili toplanan kaynaklardan elde edilen bilgiler doğrultusunda CBS'nin maden yataklarında, ocaklarında ya da havzalarında kullanımının yaygınlaştığı görülmektedir. CBS temelli bölge güvenilirliğini ön plana çıkaran risk analizlerinin yapılması, maden içi ya da dışı için maden bilgi sisteminin oluşturulması ve grafik ve grafik olmayan bilgilerin veritabanına girilmesi ile elde edilen bilgilerle maden rezerv miktarının tespitine yönelik maliyet analizleri yapılan çalışmalar göze çarpmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Madencilik Uygulamaları, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Risk Analizi

## **GIS Used Of Mining Applications**

### **Abstract**

In recent years, mine and mining applications have become a current issue with both accidents and financial value gains of its derived products. This is why; Geographical Information Systems (GIS) used almost all engineering applications effectively have also used mining sector slowly. The basic goal of this study has been question how to be able to be used GIS software in mining applications.

In accordance with resources gathered with respect to mining activities, GIS have been in sight use by mine, mineral deposits and mining basin commonly. With GIS-based software have been in evidence studies regarding cost analyses to be detected amount of mine reserve with information obtain from risk analyses to be formed, mine information system in mine inside/outside and entered database of graphic and non graphic data.

**Keywords:** Mining Application, Geographic Information Systems, Risk Analyses

## **1. GİRİŞ**

İnsanoğlunun yaşadığı her bölge kendine özgü yer altı ve yerüstü zenginlikleriyle doludur. Zenginlik diye adlandırdığımız kaynaklar, maden ve madencilik faaliyetleri ile insanlığın hizmetine sunulmak üzere işlenip kullanıma hazır hale gelmektedir. Bu kapsamda birçok mühendis (jeologlar, madenciler vb.) doğal kaynakları keşfi ve mekânsal analizi ile ilgilenmektedir [1-9].

*Bu makaleye atf yapmak için*

*Dereli, M.A., Yalçın, M., Erdoğan, S., "Madencilik Faaliyetlerinde CBS Kullanımı" Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi 2010, 2(3) 28-34*

*How to cite this article*

*Dereli, M.A., Yalçın, M., Erdoğan, S., "The GIS Used Of Mining Applications" Electronic Journal of Map Technologies, 2010, 2(3) 28-34*

Türkiye de bu çalışmaların kontrol ve denetimi Maden Tetkik Arama (MTA) tarafından yürütülmektedir (Şekil.1). Jeolojik bir süreç sonucunda oluşan madenlerin aranma işlemi, önceden üretilmiş verilerin yorumlanmasıyla başlar, madenin üretilmesi sırasında devam eder ve madenin tüketilmesine kadar bir süre daha devam eder[16]. Bu süreç boyunca madenlerin çıkarılıp işlenmesi ve çıkarılan ürünlerin ekonomik olarak bir değer oluşturması için, madenlerin rezerv yerlerinin, toplam ürün miktarının ve bu madenin hangi amaç doğrultusunda kullanılacağı belirlenmesi gerekmektedir [10].



Şekil 1. Türkiye Maden Yatakları Haritası

Son yıllarda yapılan çalışmalarda sıkça kullanılmakta olan Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), verileri doğru bir şekilde organize etmede, karar verme gücünü hızlı ve doğru olmasını sağlamada ve sonuç olarak elde edilen verilerden istenilen analizin yapılmasında etkili bir sistemdir. Genel olarak CBS, grafik ve grafik olmayan verilerin birlikte işlenilebildiği bilgisayar destekli konumsal bir bilgi sistemidir. Bu sistemin kullanımı oldukça yaygın olmakla birlikte, madencilik alanında kendini göstermeye son yıllarda başlamıştır. CBS sayesinde verilerin toplanması, depolanması, analiz edilmesi ve güncellenmesi çok daha hızlı, güvenilir ve ekonomik olmaktadır [17-20].

Madencilik faaliyetleri ilgi karşımıza çıkan çalışmaların [13-11-12-19] çoğunlukla metalik madenlerin (Altın, Bakır, Kalay, Krom, Demir, vb.) aranmasına yönelik olduğu görülmektedir [14]. CBS'nin madencilikte kullanımı ile ilgili yapılan çalışmalarda ise, [7-8-5] maden arama faaliyetlerine, maden havzasının tasarım ve yer seçimine, maliyet analizine, rezerv miktarının hesaplanmasına yer verilmektedir.

Maden havzalarının belirlenmesine yönelik çalışmalarda uydu görüntüleri üzerinden uzaktan algılama teknikleri kullanılarak çalışma bölgesi ile ilgili veriler elde edilmektedir. Ayrıca Uzaktan Algılama tekniği ile maden faaliyetlerinin sürdüğü bölgelerdeki değişimin zamana göre incelenmesi de yapılmaktadır. Bilindiği gibi uzaktan algılama doğadaki, yaşam alanlarında ve tarım alanlarındaki değişimlerin mekansal ve zamansal değişimini incelemekte, buna bağlı olarak da araştırmacılar tarafından farklı algoritmalar üretilmektedir. Bu algoritmalar incelendiğinde, bunların farklı zamanlara ait olan görüntü bantlarının oranlanması ve farklarının alınması ile görüntülerin analizler sonrası kıyaslanmasından oluştuğu görülmektedir. [4]. Bu nedenle, CBS ortamına veri hazırlamada uzaktan algılama teknikleri çok önem arz etmektedir.

Bu makalede madencilik faaliyetlerinin CBS ile ilişkisi irdelenecektir. Bununla birlikte, CBS yazılımlarının madencilikteki işlerliği ve kullanım amacından da bahsedilecektir.

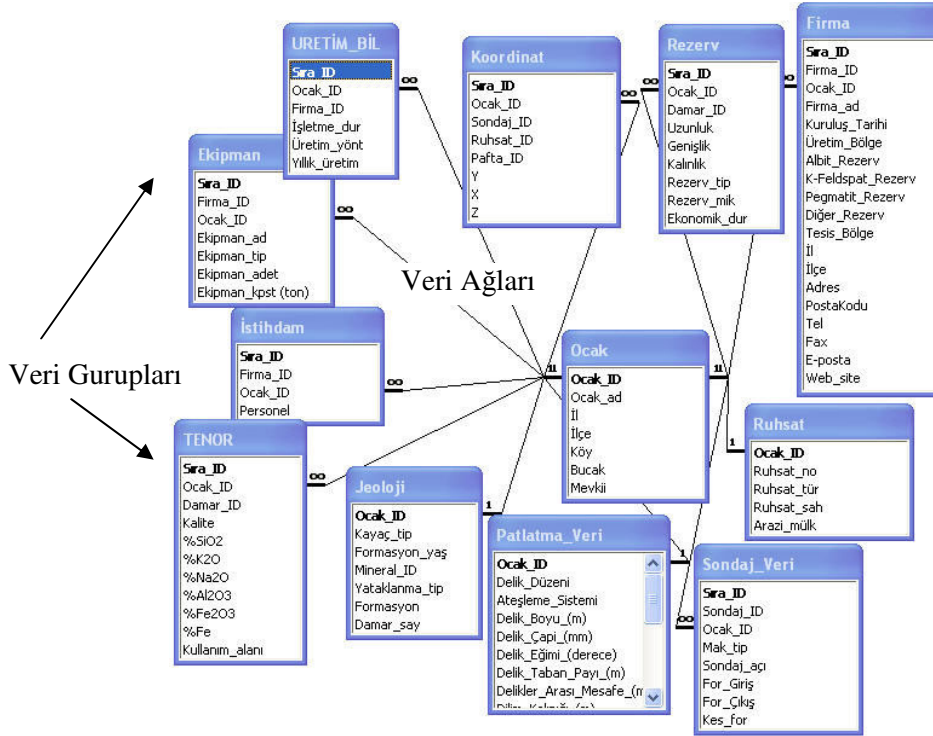
## 2. CBS İLE MADENCİLİK UYGULAMALARI

Bilgi Teknolojisi (İnformation Technology, IT) kapsamında gün geçtikçe gelişmekte olan Coğrafi Bilgi Sistemi ile grafik ve grafik olmayan bilgiler birlikte değerlendirilebilmektedir. Genel anlamda, Ülkemizde maden ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde CBS kullanımı ile Maden Bilgi Sistemlerinin oluşturulduğu görülmektedir. Maden Bilgi Sistemi oluşturulmasında kabul gören yol haritası şu şekildedir;

- ✓ Proje çalışmasının planlanması,
- ✓ Toplanacak olan verilerin belirlenmesi ve bu verilerin toplanması (Uygu görüntüleri, Gerekli mercilerden haritaların temini, maden rezervi ile ilgili bilgiler, vb.).
- ✓ Verilerin GPS, uzaktan algılama gibi tekniklerle değerlendirilmesi.
- ✓ Sonuç ürünlerin CBS yazılımına tanıtılması (Grafik ve Grafik olmayan verilerin ilişkilendirilmesi).
- ✓ Son aşama olarak Maden yatağı ile ilgili sorgulama ve analizlerin yapılması ( Maden yatağının kullanılabilirliği, Gerekli yapıların en uygun yer seçimi, Maden rezerv miktarının sorgulanması, Çalışma alanının 2B ve 3B haritalarının oluşturulması, vb.)

Bütün bu bilgiler ışığında ülkemizde açılan bütün maden ocaklarını (yerleri, ruhsat alanları, üretimleri, çalışan işçi sayısı gibi bilgilerle) gösteren bir CBS amaçlı veri tabanının oluşturulması önemli kararların alınmasında yararlı olacağı düşünülmektedir [6]. Maden Bilgi Sistemi ile ilgili verilerin meta verilerinin (metadata) ilişkilendirilmesi herhangi bir veritabanı yönetim sisteminde Şekil.2'deki gibi yapılabilmektedir.

Maden Bilgi Sistemi Veritabanı Model Örneği



Şekil 2. Maden Yatağı ile İlgili oluşturulan Veritabanı Sistemi [18]

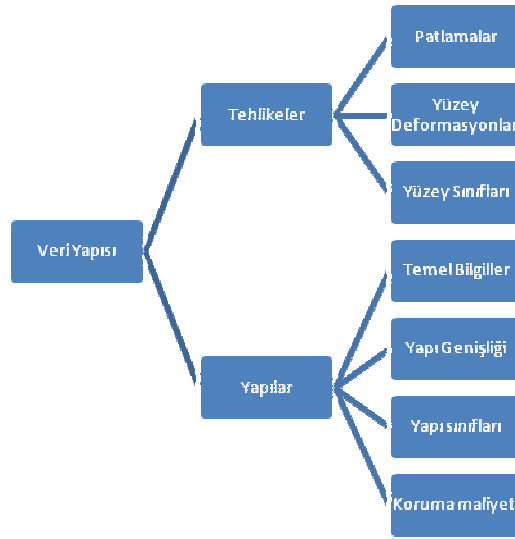
Son dönemlerde meydana gelen maden kazaları (Zonguldak, Düzce, Şili, vb.) maden yataklarının oluşturulma aşamasında, çalışma alanı ile ilgili çevre etki değerlendirme raporlarının hazırlanmasını ve risk analizlerinin yapılmasını önemli hale getirmiştir. Risk analizlerinin yapılması, olası maden yatağında

(Şekil.3) oluşabilecek zararları göz önüne alınmasına olanak sağlamaktadır Risk değerlendirme aşamasında, çalışma sonucu elde edilen verilerin CBS sistemine aktarım şeması Şekil.4'de gösterilmektedir.



**Şekil 3.** Örnek bir Maden Yatağı

Maden bilgi sistemlerinin alt dalı olarak tanımlanana maden kaza bilgi sistemleri, maden ocağı bünyesinde bulunan birçok öznelik verisinin toplanması ve sisteme girilmesi ile oluşturulmaktadır. Bu sistem ile maden galerilerinde oluşabilecek göçükler sonrası, kaza bölgesinde hangi çalışanların olduğu, bu bölge için en kısa yol analizinin yapılması, kaza bölgesine yardım gönderilmesi gibi analizler ile insan hayatının devamı sağlanabilecek olan veri tabanı yönetim sistemi planlanmaktadır.



**Şekil 4.** Risk değerlendirmesi için CBS veri taslağı

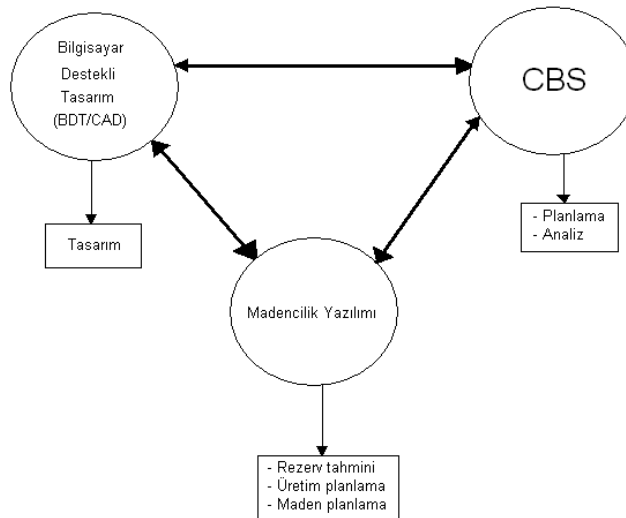
Coğrafi Bilgi Sistemleri mantığı ile oluşturulan kaza bilgi sistemlerinin can ve mal kaybını en aza indirmek için kullanılan bir model olduğu görülmektedir. Bu amaçla Şalap ve diğ. (2009) [15] tarafından oluşturulan maden ocağı için işçi sayısını, maden ocağındaki kaza sayısını, kaza nedenlerini ve sonuçlarını vb. gösteren kaza bilgi sistemi için veri modeli yapısı Şekil 5'te görülmektedir.

Şekil 5. Kaza Bilgi Sistemi İçin Örnek Bir Veri Yapısı [15]

### 3. MADENCİLİK UYGULAMALARI İÇİN KULLANILAN YAZILIMLARI

Madencilik uygulamalarında farklı amaçlar için farklı yazılımlar geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları yer kabuğu modelinin 3Boyutlu rezerv tahmininin yapıldığı Surpac yazılımı; cevher ve kazı-dolguya ait hesaplamaların yapılabildiği Techbase yazılımı; blok model oluşturmada kullanılan Datamine yazılımı; döküm proseslerinin modellenmesi ve döküm parça tasarımının yapıldığı Vulcan yazılımı; 3 Boyutlu modelleme yapan Minesight yazılımı; 3B modelleme, analiz ve sorgulama yazılımı olan Arc/Info/Gis gibi özel yazılımlar görülmektedir.

Son yıllarda Şekil 6’te de görüldüğü gibi CBS ile Madencilik entegrasyonu sayesinde yeraltı ve açık ocak madenciliğinin pek çok safhalarında uygulamalar giderek artmaktadır. Maden işletme haklarının yönetimi, maden arama faaliyetleri, tasarım ve yer seçimi, çevre etki değerlendirmesi, üretim, güvenlik, ve maden rehabilitasyonu CBS’ nin madencilikteki başlıca kullanım alanlarını teşkil etmektedir [3].

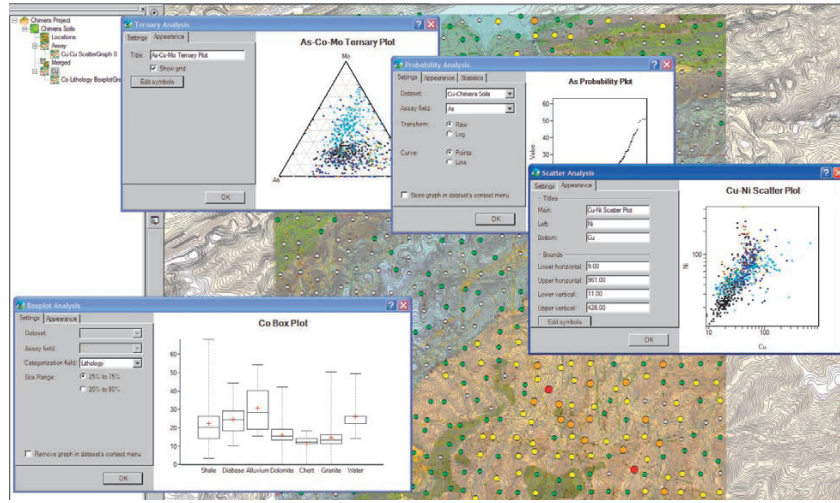


Şekil 6. CBS ve Madencilik Faaliyetlerinin Birlikte İşlerliği [3]

Madencilikte kaynak araştırması CBS teknolojisine efektif bir cevap verebilen pek çok soru akla getirir. İşte CBS akla gelen bu soruları yöneterek karmaşık olan iş akış şemasını mekânsal bağlamda analiz ederek sonuçları bizlere göstermektedir [2]. Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı olan ArcGIS programı son



dönemlerde madencilik faaliyetlerindeki kullanımını etkinleştirmiş ve bu kapsamda yeni güncellemeler ile sorgulama imkanı ve görselleştirme olanağı sunmaktadır (Şekil 7).



**Şekil 7.** ArcGIS Yazılımı ile Elde Edilen SYM (Sayısal Yükseklik Modeli) ve Yüzey Haritaları ile Bazı Analizler [2]

#### 4. SONUÇLAR

Yapılan bu çalışma ile günümüzde her alanda kullanılabilen olan Coğrafi Bilgi Sistemlerinin madencilik faaliyetlerinde de kullanılabilirliği incelenmeye çalışılmıştır. Elde edilen bulgular ve verilere göre CBS madencilik sektöründe madenle ilgili bilgi sistemlerinin oluşturulmasında, maden ocaklarının risk analizlerinin oluşturulmasında, maden yataklarının maden ile ilgili bilgilerinin toplanmasında (maden rezervi, hacmi, çıkarılma maliyeti, vb.), maden içi yol güzergâhlarının belirlenmesinde, maden havzasının 3B görselleştirme ve tematik haritaların elde edilmesinde etkili rol oynamaktadır.

Bir ülkenin en büyük yatırım sektörlerinden olan madencilik faaliyetlerinde kömür, linyit, bor, altın, petrol, bakır, mermer madenlerinin yanında mineral kaynaklarda doğadan elde edilmektedir. Maddi değer olarak çok önem arz eden bu madenler ve minerallerin verimli bir şekilde kullanılmasında ve özellikle karar vericiler açısından daha hızlı ve güvenilir bir karara varmada Coğrafi Bilgi Sistemi mantığı ile oluşturulan yazılımların çok güçlü bir araç olarak karşımıza çıktığı görülmektedir.

#### 5. KAYNAKLAR

1. Bonham-Carter, G., 1994. Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling with GIS. Pergamon Press, Oxford, pp: 398.
2. Burns, C., 2010, GIS Supports Complex Mining Workflow, GIS Mine Post, ESRI, 2010.
3. Düzgün, H.S.B., 2005. Madencilikte coğrafi bilgi sistemleri ve yardımcı teknolojiler, Maden Mühendisliği Açık Ocak İşletmeciliği El Kitabı, , Eskikaya, S., Karpuz, C., Hindistan M.A., Tamzok N. (Ed.), TMMOB Maden Mühendisliği Odası, Ankara, pp. 315-335.
4. Erener, A., Düzgün, HSB., 2009, Murgul Bakır Ocaklarındaki Alansal Değişimin Uzaktan Algılama Yöntemi İle Belirlenmesi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 11-15 Mayıs 2009, Ankara.
5. Güneş, K., 2005, Türkiye Feldspat Sahalarının Coğrafi Bilgi Sistemler Ortamında Değerlendirilmesi ve Yönetilmesi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri.

6. Gündođdu, I.B., Gökay, M.K., 2002, Yeraltı Maden Ocaklarında Kullanılmak Üzere Geliřtirilen Coğrafi Bilgi Sistemi (M-Gıs), Türkiye 13 Kontur Kongresi Bildiriler Kitabı, 29-31 Mayıs 2002, Zonguldak.
7. İşleker, H., 2009, Bir Maden Yatağının Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Değerlendirilmesi, Çukurova Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
8. Kızıltaş, M., 2005, İstanbul Bölgesi Taşocaklarının Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Ortamında Değerlendirilmesi ve Yönetilmesi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 107s.
9. Ligas, P. and M. Palomba, 2006. An integrated application of geological-geophysical methodologies as a cost-efficient tool in improving the estimation of clay deposit potential: Case study from South Central Sardinia (Italy). *Ore Geology Reviews*. 29 (2): 162-175.
10. Özkan, G., Yılmaz, O.S., Yalpır, Ş., 2007, Maden Bilgi Sistemi Oluřturma Çalışmaları, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 30 Ekim-02 Kasım 2007, KTÜ, Trabzon.
11. Porwal, A., Carranza, E. J. M. and Hale, M., 2004. A hybrid neuro-fuzzy model for mineral potential mapping, *Mathematical Geology*, Vol. 36, No. 7, 803-818.
12. Sides, E. J., 1997. Geological modelling of mineral deposits for prediction in mining, *Geol Rundsch*, 86: 342-352.
13. Skabar, A., 2007. Mineral potential mapping using Bayesian learning for multilayer perceptrons, *Math Geol*, 39, 439-451.
14. Sütçü, E., Paker, S., Nurlu, P., Kumtepe, P., Cengiz, T., 2009, Tekirdađ- Malkara Havzasında CBS Yöntemleriyle Potansiyel Kömür Sahalarının Belirlenmesine Yönelik İki Değişkenli İstatistiksel Yaklaşım, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 02-06 Kasım 2009, İzmir.
15. Şalap, S., Karlıoğlu, M.O., Demirel, N., 2009, Development of a GIS-based monitoring and management system for underground coal mining safety, *International Journal of Coal Geology* 80 (2009) 105–112.
16. URL-1, [http://www.mta.gov.tr/v2.0/default.php?id=maden\\_arama&m=4](http://www.mta.gov.tr/v2.0/default.php?id=maden_arama&m=4)
17. Ülger, N. E., 1995, “Bir Veri Tabanı Üzerinde Tutulmuş Yersel (Arazi) Bilgi Sisteminin Oluşturulması”, TÜBİTAK, Proje No: EEEAG-18
18. Ülger, N.E., Güneş, T.K., Akkaya, U.G., Kahriman, A., 2006, EGE Bölgesi Feldspat Üretim Sahalarına İlişkin Maden Bölge Sisteminin Oluşturulması, İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, C. 19, S. 1, SS. 43-50, Y. 2006.
19. Wright, D. F., and Bonham-Carter, G. F., 1996. VHMS favourability using GIS-based integration models, Chise Lake-Anderson lake Area, in Bonham-Carter, G., F., Galley, A. G., and Hall, G. E. M., eds., *EXTECH I: A Multidisciplinary Approach to Massive Sulphide Research in the Rusty Lake-Snow Lake Greenstone Belts*, Manitoba. *Geol. Survey Canada Bull.*, 426, p. 339-376, 387-401.
20. Yomralıođlu, T., 2000, “Coğrafi Bilgi Sistemleri”, KTÜ, Trabzon, 475 sf., ISBN 975-97369-0-X