

Hidrojeolojide yeni teknikler

Alparslan ARIKAN

Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Beytepe 06532 Ankara

Yer bilimlerinde son yıllarda teknolojik gelişmeye paralel olarak gerçekleştirilen çalışmalarda öznel yargılardan sayısal verilere dayanan değerlendirmeye hızlı bir geçiş yaşanmıştır. Sözkonusu gelişmelerin başında uydu teknolojisine dayalı uzaktan algılama tekniklerinin yer bilimlerindeki uygulamaları gelmektedir. Sunulan çalışmada, yerküreyi belirli bir yörüngeden değişik dalga boylarına sahip elektromanyetik dalga bantlarda tarayan uyduların görüntü kaydetme ilkeleri, görüntülere etki eden faktörler ve yer bilimlerinde yaygın olarak kullanılan uydular konusunda bilgiler verilmiştir.

LANDSAT, NOAA, SPOT gibi uydulardan elde edilen görüntülerin sayısallaştırılmasında izlenen süreçler ve alansal çözümlenmeler irdelenmiş, bu bağlamda, algılanan yeryüzü objelerinin yansıma karakteristikleri incelenmiştir. Farklı yüzey örtülerinin değişik dalga boylarında verdiği spektral tepkilere ilişkin bilgiler uygulamaya yönelik değerlendirmelerde büyük önem taşımaktadır. Farklı dalga boylarında alınmış görüntülerden yararlanarak 3 banttan renkli görüntü oluşturma yöntemlerinin değişik örnekler üzerinde incelendiği çalışmada, görüntü işleme ve sınıflandırma teknikleri üzerinde durulmuştur. Görüntü işleme kapsamında kontrast zenginleştirilmesi, filtreler ve yumuşatma teknikleri incelenmiştir. Kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma kavramlarının açıklanmasından sonra yer bilimlerinde gerçekleştirilen uygulamalara örnekler verilmiştir.

New techniques in hydrogeology

The basis of evaluation and interpretation of observations related to earth sciences have been changed from rather subjective judgement to more quantitative analyses parallel to technological developments in particularly last few decades. Application of the remote sensing techniques based on satellite technology in earth sciences can be regarded as a good example in this context. In this study, principles of remote sensing techniques, factors affecting the remotely sensed images characteristics of electromagnetic waves, satellites commonly used in earth sciences were discussed.

Processes and techniques applied in digitizing the images remotely sensed by satellites such as LANDSAT, NOAA and SPOT and spatial resolution were discussed along with the reflection characteristics of the earth objects. Spectral responses of surficial covers are of major importance in interpretation of the images. Image processing and classification techniques were also described and examples of coloring the images using three bands of different wave lengths are illustrated. Contrast enhancing, filtering and smoothing techniques were explained and supervised and unsupervised classes were defined giving some applications in earth sciences.

Akiferde Termal Enerji Depolama (ATED) tekniğinde belirleyici koşullar

Şaziye ABACI¹, Bekir TURGUT², Halime PAKSOY², Hunay EVLİYA²

Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü 01130, Balcalı, Adana

Çukurova Üniversitesi, Çevre Sorunların Araştırma Merkezi 01130, Balcalı, Adana

Yeraltında Termal Enerji Depolama Teknikleri (YTED) 1970'li yıllarda başgösteren petrol krizi sonucu evsel, endüstriyel ve tarımsal enerji gereksinimindeki, enerji tasarrufu ve verimliliğindeki talep artışı neticesinde gelişmeye başlamıştır. Bundan dolayı meydana gelen enerjideki verim artışı ve tasarrufunun, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin çevre sağlığı ve ekonomilerine olan katkısı gözardı edilemez. Konvansiyonel sistemlerle karşılaştırıldığında, bu tekniklerin kullanılması sonucunda fosil yakıt kullanımının azalmasına bağlı olarak açığa çıkan CO₂ emisyonunda önemli bir düşme olacaktır. Ozon Tabakasını delici madde içeren konvansiyonel soğutma sistemlerine olan ihtiyaçtaki azalmanın TED ile sağlanabileceği unutulmamalıdır. Doğal enerji kaynakları da (hava, su, toprak, güneş ve herhangi bir mekanik prostesten atılan atık ısı veya soğu) YTED'na destek olarak kullanılabilir. Bilinen ve uygulanan dört farklı YTED tekniği bulunmaktadır:

Akiferde depolama, ATED (Akiferde Termal Enerji Depolama)

Kanalda depolama, KTED (Kanalda Termal Enerji Depolama)

Borularda depolama, BTED (Borularda Termal Enerji Depolama)

Yeraltı çukurları, tankları ve kaya oluklarında depolama

Akiferde Termal Enerji Depolaması (ATED) diğer tekniklere kıyasla daha ekonomik ve uygulanabilir bir yöntemdir. Avrupa, Kuzey Amerika, Japonya ve Çin'de birçok başarılı uygulamaları bulunmaktadır. ATED sistemi ile ısıtma ve soğutma prosesinde %40 ile %90 enerji tasarrufu mümkündür.

Bu çalışmada büyük bir bölümü fuel oil ve elektrikle ısıtılıp soğutulan Çukurova Üniversitesi (Adana) Araştırma ve Uygulama Hastanesi için güneş enerjisi ve yüzey suyu destekli akiferde termal enerji depolama sistemi dizayn edilmiştir. Sistemin genel çalışma prensibi yazın sıcak olan hava ve güneş ısını akiferde depolayıp kışın ısıtmada kullanmak ve kışın soğuk olan Seyhan baraj gölü yüzey suyu soğusunu akiferde depolayıp yazın soğutmada kullanmaktır.

Akiferde Termal Enerji Depolamanın sağlıklı ve başarılı olması için hedef bölgede detaylı bir jeolojik ve hidrojeolojik çalışma yapmak gerekmektedir. Depolama sisteminde ve dizaynındaki belirlenmesi gereken belirleyici koşullar; Akiferin varlığı, akiferin bulunduğu jeolojik formasyon, yeraltı su seviyesi (YASS), yeraltı suyunun statik ve dinamik seviyesi, akiferin özgül tutum, verim ve düşümü, akiferin kalınlığı, yeraltı sularının akım yönü ve hızı, transmisibilite, porozite ve perméabilité gibi teknik koşulları, akiferin bulunduğu jeolojik formasyonun ısı tutma kapasitesi, akiferin çevre yüzey suları ve komşu kuyularla ilişkisinin belirlenmesi, suyun kimyasal bileşiminin analizi, Yakın civardaki tektonik yapılar ve akifere etkisinin belirlenmesi.

Adana Çukurova Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi'nin Akiferde Termal Enerji Depolaması ile ısıtılıp soğutulması fizibilite raporu kapsamında yukarıda sıralanan parametrelerin belirlenmesi amacıyla 1997 yılında bir araştırma kuyusu açılmıştır ve akifer simülasyonları yapılarak en uygun kuyu dizaynı gerçekleştirilmeye çalışılmıştır.

Important parameters of aquifer thermal energy storage system

UTES (Underground Thermal Energy Storage) system have been developed following the oil crisis in the 70's in order to increase energy conservation and efficiency in residential, industrial and agricultural energy system. Improvements in the efficiency of energy usage is of vital importance for global environment and economies in both developed and developing countries. Moreover Thermal Energy Storage (TES), which contributes to balancing the the energy supply and demand, has been shown to play a significant role in improving energy efficiency when compared to conventional systems. Consequently the use of fossil fuels and the carbon dioxide (CO₂) emissions into the atmosphere can be significantly reduced with TES systems. Moreover the use of conventional mechanical cooling, which utilizes Ozon Depleting Substance (ODS) such as CFC and HCFC refrigerants can also be greatly reduced or eliminated through direct cooling with TES. It is possible to utilize natural energy resource (e.g air, surface waters, soil energy, solar energy and waste heat from any mechanical process with the UTES system. There are four techniques used in UTES:

- Storage in Aquifers, ATES (Aquifer Thermal Energy Storage)
- Storage in Boreholes, BTES (Borhalls Thermal Energy Storage)
- Storage in Ducts, DTES (Duct Thermal Energy Storage)
- Storage in Underground Pits, Tanks and Rock Caverns

Among the above techniques, Aquifer Thermal Energy Storage (ATES) is the most commercially and economically viable with several application in many countries in Europe, North America, Japan and China. The ATES system can be used for heating and cooling providing an energy conservation in the range of 40-90 %. A system being designed, using solar energy in combination with Aquifer Thermal Energy Storage (ATES), that will conserve a mayor part of the oil and electricity used for heating and cooling Balcali Hospital of ukurova University in Adana. The general objective of the system is to provide heating and cooling to the hospital by storing solar heat underground in summer and cold in winter. As the main source of energy, ventilation air at the hospital and surface water from the nearby Seyhan Lake will be used. For a succesful application of ATES The following parameters will be determined: Aquifer site, aquifer's geological formation, water table, static and dinamic level, yield and, depression, thickness of the aquifer, flow direction and flow rate, transmissibility, porosity, and permeability of aquifer, heat capacity of geological formation, relations of aquifer with surface water and closer wells, chemical analyses of ground water, closer tectonic structure and relations with aquifer.

An exploratory well, based on geophysical survey, was drilled in July 1997. The logs from the well revealed the presence of an aquifer that is suitable for the ATES project. Further pump test and aquifer simulation are required to the understand the hydrogeological conditions of the area.

Aladağ karstik akiferi kaynaklarının görünür karbon-14 (^{14}C) yaşları

Müfit Şefik DOĞDU, Serdar BAYARI, Naciye Nur ÖZYURT, Türker KURTTAŞ

Hacettepe Üniversitesi, Müh. Fak., Jeoloji Müh. Böl. Hidrojeoloji Müh. ABD, 06532, Beytepe, Ankara

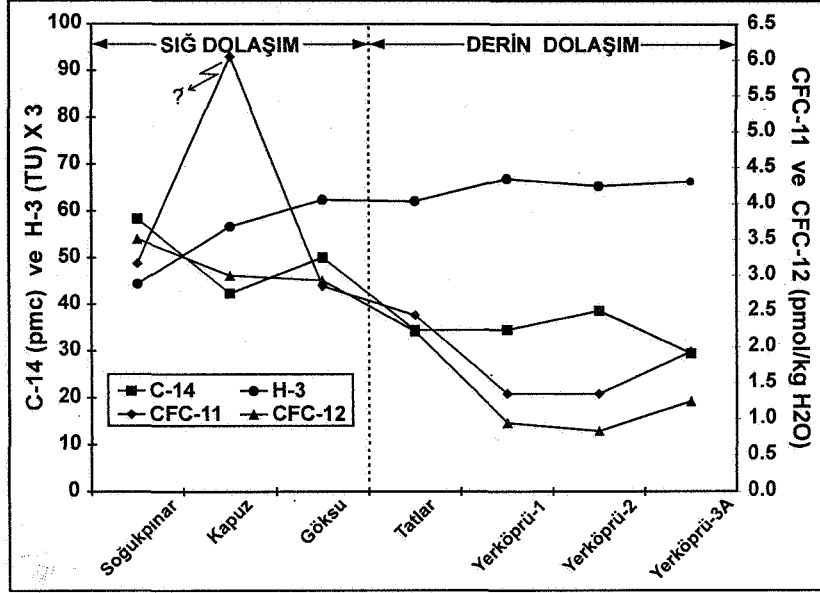
Aladağ karstik akiferinde bölgesel akım yolu boyunca dizilmiş olan 8 karstik kaynak Karbon-14 (^{14}C) görünür yaş hesaplamaları için örneklerin iştir. Örnekler çeşitli miktarlardaki suyun 50 litrelik bidon içinde baryum klorürün baryum karbonat şeklinde çöktürülmesiyle toplanmıştır. Sudaki karbonun tamamen çökeltilmesi için hızlandırıcı olarak praestol ve suyun pH'ını >10 yapmak için sodyum hidroksit suya eklenmiştir. Çökellerin ^{14}C analizleri Ürdün Su Kaynakları Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Kaynakların ^{14}C içerikleri ve hesaplanan görünür yaş değerleri Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1 : ^{14}C izotop içerikleri ve değişik ilksel ^{14}C değerlerine göre hesaplanan görünür yaşlar.

Table 1 : ^{14}C isotope contents and calculated apparent ages based on different initial ^{14}C values.

	^{14}C (pmc) (Unconnected)	Error (\pm)	^{14}C apparent age (year) ($^{14}\text{C}_{\text{ini,iai}}=100$ pmc) (year)	^{14}C apparent age ($^{14}\text{C}_{\text{ini,iai}}=58.40$ pmc)
Soğukpınar	58.40	1.6a	4446 \pm 227	0 \pm 227
Göksu	50.07	1.70	5718 \pm 281	1272 \pm 281
Kapuz	42.35	2.87	7103 \pm 561	2656 \pm 561
Yerköprü-2	38.65	1.14	7858 \pm 244	3412 \pm 244
Yerköprü-1	34.56	0.64	8783 \pm 153	4337 \pm 153
Tatlar	34.49	1.40	8800 \pm 336	4354 \pm 336
Yerköprü-3A	29.40	1.42	10120 \pm 400	5674 \pm 400
Yerköprü-3B	23.61	0.97	11933 \pm 340	7487 \pm 340

Aladağ karstik akiferinde yeraltısuyu akımı başlıca sığ ve derin dolaşımı içeren iki ana bileşenden oluşmaktadır. Bayan (1991)'nm yaptığı çalışma, sıcaklık, elektriksel iletkenlik, trityum vb. gibi parametrelerin bölgesel akım yolu boyunca arttığını göstermiştir. Benzer olarak, akım yolu boyunca karbonat çözünmesinin devam ettiği, pH ve çözünmüş oksijendeki azalma ile kendini göstermektedir. İlksel ^{14}C değeri ile hesaplanmış olan görünür yaşların, toprak, yeraltısuyu ve karbonatlı kayacın ^{13}C verilerinin kullanılmasıyla düzeltilmesi çalışmaları sürdürülmektedir. Beslenme alanına en yakın karstik yeraltısuyunun düzeltilmemiş ^{14}C içeriği 58.4 pmc (percent modern carbon) iken en uzakta yer alan kaynağın ise 23.61 pmc'dir. Yeraltısuyunun ^{14}C içeriği, sistemde kalış süresinin ve dolayısıyla karbonatlı kayaç çözünmesinin artmasıyla oluşan seyrelme nedeniyle akım yolu boyunca azalmaktadır. İlksel ^{14}C değeri 100 pmc kabul edilirse düzeltilmemiş ^{14}C yaşları 4446 yıl ile 11933 yıl arasında yüksek değerler göstermektedir. Buna karşılık ilksel ^{14}C değeri akım yolu başında yer alan Soğukpınar kaynağının ^{14}C içeriği olarak kabul edildiğinde, görünür ^{14}C yaşları \pm 318 yıllık bir analitik hata ile 1272-7487 yıl arasında değişmektedir. Soğukpınar kaynağının düşük ^{14}C içeriği (58.4 pmc) akım sisteminin başında karbonat çözünmesinden kaynaklanan modern beslenme ^{14}C içeriğinde (100 pmc) önemli bir seyrelmeyi işaret etmektedir



Şekil 1: Bölgesel akım yolu boyunca ^{14}C içeriğinde ve diğer izleyici derişimlerindeki değişimler.
Figure 1. Variation of ^{14}C and other age-indicating tracers along regional flow path.

^{14}C içeriği 58.4 pmc içeriği esas alınarak yapılan görünür yaş hesaplamaları ^{13}C verilerinin elde edilmesiyle tekrar değerlendirilecektir. Bölgesel akım yolu boyunca ^{14}C içeriğinde ve diğer izleyici derişimlerindeki değişim Şekil 1'de sunulmuştur. Triyum (^3H) ve kloroflorokarbon (CFC-11 ve CFC-12) verileri yeraltısuyunun sistemde ortalama kalış zamanının arttığını göstermektedir. ^3H içeriğinin sistemde kalış zamanı ile birlikte artmasının sebebi 1960'lı yıllardaki atmosferik yağışların yüksek ^3H içermesidir. Akım sisteminde siğ dolaşımda yer alan genç sular düşük ^3H içeriğine sahip güncel yağışlardan beslenmektedirler. CFC-11 ve CFC-12 değerleri; siğ dolaşım sisteminde yer alan yeraltısularının yüksek CFC içeriğleri, bu suların güncel yağışların yüksek atmosferik CFC içeriğinden etkilendiğini ve derin dolaşım sularının ise daha önceki düşük CFC içeriğine sahip yağışlardan etkilendiğini göstermektedir. Çalışmada sunulan ^{14}C verileri düzeltilmemiş olmakla birlikte yeraltısuyunun ^3H ve CFC içeriği ile oldukça yüksek bir korelasyon göstermektedir. ^3H ve CFC verilerinin onlarca yıl ve ^{14}C verilerinin yüzlerce ve hatta binlerce yıllık bir beslenme bileşenini temsil etmesi, bu gibi büyük karstik sistemlerdeki yeraltısuyunun birkaç yıldan birkaç onbin yıla kadar varan büyük bir zaman aralığında beslendiğini göstermektedir.

Apparent Carbon-14 (^{14}C) ages of the springs of Aladağ karstic aquifer

Eight karstic springs located along the regional flow path of Aladağ karstic aquifer were sampled for their carbon-14 (^{14}C) content to determine their apparent ages. Samples were collected by precipitating different amounts of water in a 50 liter plastic drum in which barium chloride is converted to barium carbonate precipitate. To precipitate the carbon available in water completely, sodium hydroxide and praestol, a flocculant, were added to

make pH > 10 and to accelerate precipitation. Precipitates were analyzed in Water Resources Laboratory, Jordan. ¹⁴C contents of springs and their apparent ages are presented in Table 1.

The regional groundwater flow in the Aladağ karstic aquifer comprises mainly two major components which are shallow and deep circulation. Bayan (1991) has demonstrated that the parameters (temperature, electrical conductivity, tritium etc.) indicating groundwater's residence time have increasing values along the regional flow path. Similarly pH and dissolved oxygen possess decreasing values suggesting that carbonate dissolution is continuous along flow path. Although, the apparent ages presented here based solely on initial ¹⁴C data, efforts are still continuing to refine them by use of ¹³C data on soil atmosphere, groundwater and carbonate rocks. Uncorrected ¹⁴C content of karstic groundwater located most closely to the recharge area is 58.40 pmc while the most distant outflow has ¹⁴C content of 23.61 pmc. It is apparent that ¹⁴C content of groundwater decreases along the flow path both due to increasing residence time and increasing ¹⁴C dilution via rock dissolution. When an initial ¹⁴C content is assumed to be 100 pmc the calculated uncorrected ¹⁴C ages increase to the range of 4446 years and 11933 years. However, based on the assumption that the initial ¹⁴C is equal to that of Soğukpınar spring located at the beginning of flow path, the apparent ¹⁴C ages ranges between 1272 years and 7487 years with an analytical error of ±318 years. Low initial ¹⁴C content of Soğukpınar spring suggests that there exists considerable carbonate dissolution which dilutes the modern recharge's ¹⁴C content (i.e. 100 pmc) to 58.4 pmc at the beginning of flow system. Our interpretations of relative apparent ages are based on 58.4 pmc which will be refined further when ¹³C data is available.

Figure 1 shows the variation of the contents of ¹⁴C and other age-indicating tracers along regional flow path. Tritium (³H) and chlorofluorocarbon (CFC-11 and CFC-12) data indicate an increasing groundwater mean residence time (MRT). The increase of ³H content as the MRT increases is due to higher ³H content of precipitation in the near post-1960's when the atmospheric content reached a maximum. Younger waters of the more shallow parts of the flow system are fed from more recent precipitation of low ³H content. CFC-11 and CFC-12 data indicate decreasing past recharge at the deeper parts, whereas shallow groundwaters have higher CFC values because of higher atmospheric concentration in recent years. Even though uncorrected, present ¹⁴C data exhibit a strong correlation with both ³H and CFC contents of groundwater. Considering that ³H and CFCs represent the components of recharge with a magnitude of tens of years and ¹⁴C represents those of hundreds and/or thousands, it is understood that groundwater in such a large karstic system include recharge from a wide time interval extending between several years to several thousands (and even hundreds of thousands) of years.

Değınilen Belgeler/References

Bayan. C.S.. 1991. Aşğı Zamantı Havzasının Karst Hidrojeolojisi İncelemesi, HÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. 223 s.. Ankara (basılmamış).

Özyurt. N.N. ve Bayan. C.S.. 1998, Klororlorokarbonlar (CFC) ile Yeraltısu Yaşının Belirlenmesi: 2-Aladağ karslık Akılcı Kaynaklarında Uygulama. HÜ Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Yerbilimleri Bülteni. Sayı:20. s.139-154, ISSN 1301-2894, Ankara.

Sızır (Gemerek — Sivas) karst kaynakları ve yakın dolayının hidrojeolojisi

Harun AYDIN¹, Mehmet EKMEKÇİ²

¹Erciyes Üniversitesi, Yozgat Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Yozgat
²Hacettepe Üniversitesi, Müh. Fat, Jeoloji Müh. Böl., 06532, Beytepe, ANKARA

Bu çalışmada su miktarı ve kalitesi açısından sorun yaşanan Yukarı Kızılırmak havzasında yer alan Sızır kaynaklarının miktar ve kalite açısından optimum yönetimine temel olacak bilgilerin elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda alanda yayılım gösteren kırıklı-çatlaklı, yer yer karstlaşmalı mermerlerden yaklaşık 4 mVs'lik bir debi ile boşalan Sızır kaynaklarının hidrodinamik yapısı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda jeoloji, hidroloji, su kimyası ve hidrojeoloji çalışmaları yapılmış ve Sızır kaynaklarının beslenme alanının, önemli bir bölümünün havza dışında olduğu ortaya konmuştur.

Su kalitesi açısından su sorunu yaşanan bölgede en önemli kaynak grubu olan Sızır kaynaklarının hidrolojik özelliklerinden yararlanılarak kaynak gerisindeki aktif depolama ve çekilme dönemi sonunda kaynaktan boşalan su hacminin sırasıyla $120 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ve $62 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ olduğu hesaplanmıştır.

İnceleme alanında, Ayanözü deresi akış yukarısında boşalan kaynak suları kalite açısından değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda havzadaki tüm kaynak sularının içmesuyu standartlarına göre I. Sınıf sular olup orta sert su özelliği sergilediği belirlenmiştir. Sulama suyu sınıflamalarına göre ise "çok iyi-iyi" sular sınıfına girmektedir.

Halen Ayanözü deresi akış aşağısında bulunan Hidroelktrik Santrali dışında potansiyelinden yararlanılmayan Sızır kaynaklarının bölge açısından büyük önem taşıdığı bu nedenle, gelecekte sağlıklı ve akılcı bir yönetimin miktar ve kalite açısından etkin bir koruma gerektireceği ortaya konmuştur. Büyük akifer hacmine ve depolama kapasitesine sahip olan ve yıl boyunca emniyetli kullanım yapılabilen Sızır kaynaklarının geliştirilmesi olanaklı görülmektedir. Kaynakların beslenme alanının sarp olması ve yerleşime uygun olmamasından dolayı bugün için kaynak başı korumanın yeterli olacağı belirlenmiştir. Öte yandan Ayanözü deresi akış yukarısında, dar alanlarda yüzeyleyen mermerlerden boşalan sığ dolaşım lı dokanak kaynaklarının bu özelliklerinden dolayı geliştirilmesi mümkün görülmemektedir.

Hydrogeology of Sızır (Gemerek - Sivas) karst springs and surrounding area

This study aims to produce the basic information required for an optimum management of Sızır springs located at the Upper Kızılırmak Basin where water problems are experienced in terms of quantity and quality. In this context, the main point was to explain the hydrodynamic structure of the Sızır springs, which discharge with 4 m³/s from a fissured-fractured and partly karstified marble aquifer. Based on geological, hydrological,

hydrochemical and hydrogeological studies carried out in the area, a major part of catchment area was found to extend beyond the topographical watershed.

The active reservoir volume of the Sızır springs was calculated to be about $120 \times 10^6 \text{ m}^3$, a significant amount of water for the region that suffers from scarcity of good quality water. The total amount that is drained during recession is found to be about $61 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$.

Water quality evaluations have revealed that all waters exist at the area are of high quality, moderately hard waters according to Drinking Water Standards and "very good - good" as irrigation waters.

It was concluded that the Sızır springs not being used other than in the Hydroelectric Power Plant are of major significance for the region and therefore, an effective protection in terms of both quantity and quality is required for an optimum and rational management in the future. The hydrogeologic structure of the springs allows further development due to their large aquifer volume. Local protection of springs is adequate because the rough topography at the catchment area discourages any activity that may cause contamination. On the contrary, further development of the upstream springs does not seem to be possible due to their contact-spring character.

Göl karışım dinamiğinin kloroflorokarbonlar (CFC) kullanılarak belirlenmesi: Köyceğiz gölü uygulaması

N. Nur ÖZYURT¹, C. Serdar BAYARI¹

¹Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Müh. Böl. Hidrojeoloji Müh. ABD. Beytepe 06532 ANKARA

Kloroflorokarbon (CFC) gazları, 1930'lu yıllardan itibaren çeşitli endüstriyel faaliyetlerde kullanılmaya başlanmıştır. Doğal herhangi bir kökeni olmayan antropojenik gazların yaygın olarak kullanımı sonucunda atmosferik CFC derişimi hızla artmıştır. Uzun süreli atmosferik CFC ölçümlerinin 1970 yıllardan itibaren önce oşinografik çalışmalarda daha sonraki yıllarda ise yeraltısuyu sistemlerinde özellikle yaş ve/veya geçiş süresinin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. CFC'lar oşinografik çalışmalarda, deniz suyundaki karışım mekanizmasının belirlenmesinde ve deniz suyunun oksik, geçiş, anoksik bölgeleri arasındaki etkileşimlerin ortaya konmasında kullanılmıştır. CFC'ların bozunmasına neden olabilecek kimyasal ya da biyolojik reaksiyonların sadece anoksik koşullarda gerçekleşiyor olması, bu gazların konservatif (kimyasal duraylı) izleyiciler olarak kullanımını sağlamıştır.

Tüm bu özellikleri nedeni ile kloroflorokarbonlar (CFC) deniz ve göl gibi su kütlelerinde karışım dinamiği mekanizmasının aydınlatılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Köyceğiz Gölündeki çalışma Türkiye'deki ilk uygulamadır. Bu çalışmada, CFC gazlarının konservatif izleyiciler olarak göl karışım dinamiği çalışmalarında kullanılabilirliğinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Çizelge 1 : Çalışma alanındaki örnekleme noktalarında CFC yaşları (yıl)
Table I: CFC ages of sampling points in the study area (year)

Sultaniye Havzası				Köyceğiz Havzası			
	CFC-11	CFC-12	CFC-113		CFC-11	CFC-12	CFC-113
4m	18	20	10	4m	1	1	1
8m	1	7	1	8m	5	1	10
12m	29	17		12m	20	10	
16m	30	22		16m	34	12	
20m	30	20		20m	30	10	
28m	34	39		23m	33	12	
31m	36	27					

Termal Yeraltısuyu kaynağı		
	CFC-11	CFC-12
Sultaniye	24	26

Çalışmada Köyceğiz Gölünün; güneyindeki Sultaniye ve kuzeyindeki Köyceğiz havzalarında seçilen iki noktada göl suyunun derinlik profili boyunca CFC içeriği belirlenmiştir. Göl sularının yanısıra göle su sağladığı düşünülen çevredeki yeraltısuyu kaynaklarının da CFC içerikleri belirlenmiştir. CFC analizi için su örnekleri, Bayan ve diğ.,(1998)'de ayrıntıları verilen yöntemle alınmıştır. Alınan CFC örnekleri Uluslararası Atom Enerji Ajansı (IAEA)'nın Viyana laboratuvarlarında analiz edilmiştir. Tüm örnekleme noktalarında CFC-11, CFC-12, CFC-113 yaşlan Özyurt ve Bayarı,(1998)'da belirtilen yöntemle hesaplanmıştır (Çizelge 1). Atmosferik CFC-113 derişimine ait kısa süreli veri nedeniyle çalışma alanındaki suların sadece birkaçında CFC-113 yaşlan belirlenebilmiştir. CFC-11 gazının sudaki derişiminin kimyasal ve biyolojik reaksiyonlar sonucunda azaldığı bilindiğinden göl karışım dinamiği açısından yorumlar sadece CFC-12 yaşlan kullanılarak yapılmıştır. CFC'ların atmosferik derişimlerinin zaman içinde artması nedeni ile sudaki CFC derişimleri ile yaşlar ters orantılıdır. Her iki havzaya ait CFC profillerinde CFC-11 yaşlarının bozunma nedeni ile CFC-12 yaşlarından daha büyük olduğu görülmektedir. Göl suyundaki çözünmüş CFC içeriğini değıştirecek en önemli süreç CFC gazlarının özellikle CFC-11'in anoksik koşullarda bakteriyel bozunmasıdır. Köyceğiz Gölü gibi sürekli tabakalarına gösteren ve alt tabakanın anoksik olduğu ortamlarda çözünmüş CFC içeriğinin öncelikle bozunma sonucunda değışmesi beklenmektedir. Bugüne kadar yapılmış tüm çalışmalar anoksik ortamda CFC-11'in CFC-12 den daha çok bozunduğunu göstermiştir (Bullister and Lee, 1995). Köyceğiz Gölü CFC derişimleri de bu görüşü desteklemektedir. Özellikle 12 m'nin altında hesaplanan CFC-11 yaşları CFC-12 yaşlarından çok büyüktür. Köyceğiz Gölünde 12m'nin altında CFC-12 nin bozunmadığı varsayılarak gölün anoksik bölgesinde CFC-11'in bozunma hızı yılda 0.15 pmol/kg olarak belirlenmiştir.

Köyceğiz Havzasında üst tabakada (0-10m arasında) CFC yaşları 1 yıl olup, suyun atmosferle dengede olduğunu göstermektedir. Sultaniye Havzası üst tabakasında ise CFC yaşları 20 ve 7 yıl olarak hesaplanmıştır. Atmosferle dengeye ulaşması gereken bu suların CFC yaşlarının büyük oluşu gölün bu kesimine daha büyük CFC yaşına sahip Sultaniye kaynağından olan su katkısından kaynaklanmaktadır. Gölde 10-12 m arasındaki geçiş zonun altındaki derinliklerde CFC yaşları oldukça yüksektir. Sultaniye ve Köyceğiz Havzalarının ortalama alt tabaka yaşları sırasıyla 20 yıl ve 10 yıl olarak belirlenmiştir. Göl alt tabakasındaki bu dağılım Sultaniye havzasını oluşturan sulara 26 yıllık CFC yaşına sahip termal Sultaniye kaynağı katkısının büyüklüğünü göstermektedir. Köyceğiz havzası alt tabakası yüzeysuların yanısıra Sultaniye havzasından gelen suların karışımından oluşmuştur. CFC yaşları dikkate alınarak elde edilen bu sonuçlar Bayan ve diğ., (1999) tarafından Köyceğiz gölü fiziksel, kimyasal, izotopik özelliklerine dayanılarak oluşturulan karışım dinamiği modeli ile uyumludur.

CFC yaşlan ile fiziksel, kimyasal ve izotopik parametreler kullanılarak oluşturulan göl karışım modeline yaklaşılmış olması CFC'ların, özellikle kimyasal ve biyolojik süreçlerden etkilenmeyen CFC-12 yaşlarının göl dinamiği çalışmalarında konservatif izleyici olarak kullanılabilceğini göstermektedir.

Determination of lake dynamics with chlorofluorocarbons (CFC's): Application to Köyceğiz lake

Chlorofluorocarbon (CFC) gases have been widely used for different industrial activities since 1930's. Extensive use of these antropogenic gases has increased rapidly atmospheric CFC concentration. Since 1970's CFC gases have been started to be used first for oceanographic and later on for groundwater age determination studies with the available long period atmospheric measurements of CFCs. In oceanographic studies, CFCs are used for determination of mixing processes and interactions between oxic, transition, and anoxic zones of seawater. In-situ chemical or biochemical reactions that cause CFC degradation in water are only effective at anoxic conditions, thus CFCs could be easily used as conservative (chemically stable) tracers.

CFCs with these properties have been widely used for determination of mixing dynamics of water bodies like sea and lakes. This study is the first application of CFCs in mixing dynamics of a lake in Turkey. The aim of the study is to investigate the applicability of method for lake mixing dynamics.

In the scope of this study CFC content has been determined along the depth profiles of both southern Sultaniye and northern Köyceğiz Basins of Köyceğiz Lake. Beside the lake waters, CFC content of Sultaniye thermal spring that supplies water to the lake, has also been determined. Water samples for CFC analyses has been collected by the procedure given by Bayan et.al.(1998). CFC samples were analysed at the Vienna Laboratory of International Atomic Energy Agency (IAEA). CFC-11, CFC-12 and CFC-113 ages has been calculated for each sampling point according to the procedure given in Özyurt and Bayan (1998) (Table 1). Because of the limited atmospheric CFC-113 observations CFC-113 ages could be calculated only for a few sampling points. CFC-11 concentration in water is decreased by the chemical and biological reactions. Thus CFC-12 ages were used for lake dynamics interpretations. CFC-11 ages are greater than CFC-12 ages in both basins. The main process that changes the dissolved CFC content in water is biochemical degradation of CFC-11 under anoxic conditions. CFC-11 content were found to be decreased in the anoxic monimolimnion (bottom layer) of the Köyceğiz Lake. Previous work carried out so far suggests that the degradation rate of CFC-11 is greater than that of CFC-12 (Bullister and Lee, 1995). This degradation process is also observed in the Köyceğiz Lake. Assuming that CFC-12 is conservative under anoxic conditions CFC-11 degradation rate was calculated to be 0,15 pmol/kg per year. CFC-11 and 12 ages of mixolimnion (top layer) of Köyceğiz Basin is 1 year. These ages values show that water in this zone is in equilibrium with atmosphere. On the other hand, CFC ages of Sultaniye Basin top layer is calculated to be 20 and 7 years. Since the water here should be in equilibrium with atmosphere, the ages found indicate contribution from the Sultaniye thermal spring which has low CFC content. Below the transition zone (10-12 m) in the lake, CFC ages are become greater. Average bottom layer CFC ages for Sultaniye and Köyceğiz basins are 20 years and 10 years, respectively. This age distribution in the bottom water layer indicates an obvious contribution into Sultaniye Basin from the Sultaniye thermal spring. Köyceğiz Basin water is composed of surfacewater and overflow from Sultaniye Basin. These results obtained by CFC ages are in

accordance with the mixing dynamics model which is based on physical, chemical and isotopic properties of K yoc ğiz Lake as suggested by Bayan et.al. (1999).

This concordance emphasizes that CFC gases especially CFC-12 which is not seriously affected by biochemical degradation can be used as a conservative tracer for the lake dynamics studies.

Değınilen Belgeler/References

- Bayan.C.S., Kurttaş.T., Tezcan, L., 1999, Investigation of dynamics in a meromictic lake (Lake K yoc ğiz, SW Turkey): stable isotopes and hydrochetrnistry (contribution no: IAEA-SM-361/24P). International Symposium on Isotope Techniques in Water Resources Development and Management Vienna, Austria, 10-14 May 1999, Book of Extended Synopses (IAEA-SM-361), 150-151.
- Bayarı,C.S., akır.B., ve Tezcan.L., 1998, Kloroflorokarbonlar (CFC) ile yeraltısuyu yaşının belirlenmesi: 1-Temel ilkeler, Yerbilimleri, H  Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Sayı 20,123-137.
- Bullister, J.L. and Lee, B., 1995, Chlorofluorocarbon-11 removal in anoxic marine waters, Geophysical Res.Lett., Vol.22, No. 14, 1893-1896.
-  zy rtjN.K., Bayan,C.S.,1998, Kloroflorokarbonlar (CFC) ile yeraltısuyu yaşının belirlenmesi: 2-Aladağ karstik akiferi kaynakları, Yerbilimleri, H  Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ankara, Sayı 20,139-154.

Kuzey Anadolu Fay Zonu jeotermal alanları ve jeotermal sistem oluşumu

Ali KOÇAK

MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi, ANKARA

Alp-Himalaya Dağoluşum kuşağı üzerinde yer alan ülkemizde en etkili kırık zonu son depremde de kendini gösterdiği gibi yay şekilli Kuzey Anadolu Fay (KAF) zonudur. Erzincan doğusunda Karlıova'dan başlayıp batıda bir kolu Biga Yarımadası batı ucuna kadar uzanan ve bir eklem yeri niteliğindeki bu zonda zaman zaman sismik hareketler oluşmaktadır. KAF zonu, jeotermal sistemlerin kırık zonları ile yakından ilişkili olduğunun güzel bir örneğidir. Bu zon boyunca gelişmiş kaynakların sıcaklıkları orta ve düşük entalpili jeotermal sistemleri karakterize etmektedir. Bu bölgede yapılmış olan sondajlarla kabaca 120 MW'lık bir kullanılabilir sıcak su potansiyeli bulunmuştur. Ancak sondajlı çalışmalar yapılmamış kaynaklar gözönüne alındığında ve yapılacak ilave sondajlarla bu potansiyelin artacağı kesindir.

Sıcak akışkanlarda yapılan analizlerin sonuçlarına göre kaynaklar genelde bikarbonatlı sular karakterini taşımaktadırlar ve olgunlaşmamış sular olarak değerlendirilebilirler. Bu çalışmada bölgesel tektonik, jeolojik yapı ve sıcak akışkanların sıcaklık ve kimyasal karakterleri değerlendirilip korele edilerek jeotermal sistemlerin oluşum yorumlamalara gidilecektir.

Geothermal fields on the North Anatolian Fault Zone and formation of geothermal systems

The most important fault zone as confirmed in last earthquake disasters in our country which is situated on the Alpine- Himalayan Mountain-building belt, is the arc-shaped North Anatolian Fault Zone (NAF). Through this zone, that extends from Karlıova (Erzincan) at the East to western Biga Peninsula at the West is active and causes some displacements from time to time.

Occurrence of geothermal systems are also closely related to fault zones and there are many hot spring outlets on the NAF. The temperatures of these hot springs have been characterising the moderate and low enthalpy fields. The proved potential of these fields that have been investigated by some drill-holes up to now was estimated roughly as 120 MWt. However, the studies carried out on some hot spring areas indicate that the potential of this area can definitely increase.

The chemical analyses of hot springs have shown that the geothermal fluids are of bicarbonate type in chemical character and immature waters. In this study, regional tectonics, geological structure and the temperature and chemical character of the hot springs are evaluated; formation model of the geothermal fields are interpreted by correlating the evaluated data.

Kahramanmaraş ili termomineral kaynaklarının kimyasal özellikleri ve kullanımı

Şaziye ABACI

Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ADANA.

Termomineral kaynaklar, kimyasal ve fiziksel özellikleri nedeniyle insanlar tarafından çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Kahramanmaraş ve çevresinde de, solunum, sindirim, dolaşım, romatizmal ve cilt hastalıkları nedeniyle kullanılan mineralli su kaynakları bulunmaktadır. Bu çalışmada Kahramanmaraş ve çevresinde bulunan mineralli su kaynaklarının dağılımı saptanmış, kimyasal analizleri yapılmış ve önceki araştırmalara ait analiz sonuçları ile birlikte değerlendirilmiştir. Ayrıca mineralli suların kimyasal bileşimleri " kullanılarak oluşumları araştırılmıştır.

Kahramanmaraş il sınırları içerisinde 11 adet mineralli su kaynağının varlığı belirlenmiştir. Bunlardan 7 tanesi soğuk su, 4 tanesi sıcak su kaynağı olup bu kaynaklardan 2 tanesi Sir barajı suları altında kalmıştır. Araştırmaya konu olan diğer 9 kaynaktan alınan su örneklerinin kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri kaynak başında ve laboratuvarında analiz edilerek, elde edilen sonuçların değerlendirilmesi yapılmıştır. Mineralli suların kimyasal açıdan bikarbonatlı, kalsiyumlu ve magnezyumlu sular sınıfında olduğu, fiziksel yönden hipotermal, hipotenik sınıfında yer aldığı gözlenmiştir. Suların sıcaklıkları ise 12°C ile 43°C arasında değişmektedir. Na/1000-K/100-Mg diyagramında ise sıcak ve mineralli suların "olgun olmayan sular" bölgesine düştükleri ve buna göre karışık suları oluşturdukları saptanmıştır.

Ayrıca bölgedeki su kaynaklarının kullanılabilirliği çeşitli diyagramlar yardımıyla sınıflandırılmış ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ile Türk Standartları (TS)'na göre karşılaştırılmaları yapılmıştır.

Chemical composition and utilization of thermomineral resources in Kahramanmaraş city

Termomineral resources are used by human beings for treatment of several diseases. In Kahramanmaraş and surroundings, there are several mineral water resources which are used for treatment of digestion, respiration, blood circulation, rheumatism and skin disease. In this study, distribution of mineral water resources is determined in the area, waters is analysed for their chemical compositions and results of analysis are evaluated together with those of previous studies, origin of mineral waters is investigated based on their chemical composition. 11 mineral water springs are determined - within the borders of city of Kahramanmaraş. 7 of those Springs are cold water and 4 springs are hot water, but 2 of hot springs are under the water of Sir dam. Water samples are taken from 9 springs, then-physical and chemical properties are conducted in the field and laboratory and results of analysis are evaluated.

Mineral waters in region are chemically classified as bicarbonate, calcium and magnesium rich and are physically classified as hipothermic -hipotemc. Temperature of waters vary between 12°C - 43°C. In the Na/1000-K/100-Mg diagrams hot and mineral waters are plotted in "immature waters" field which may indicate mixed water.

Utilization of water is classified by using several diagrams and results are correlated according the World Health Organization (WHO) and Turkish Standarts (TS).

Himmetoğlu (Göynük-Bolu) dolayının hidrojeolojik koşullarının açık işletme açısından değerlendirilmesi

Mehmet EKMEKÇİ, Selim ERDOĞAN

Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji (Hidrojeoloji) Mühendisliği Bölümü, Beytepe, 06532 Ankara

Genelde kazılarda, özelde de açık ve kapalı maden işletmelerinde yeraltısuyuna ilişkin olarak karşılaşılan iki ana sorun, duraysızlık ve drenajdır. Maden işletmelerinde üretimi olumsuz yönde etkileyen bu sorunlar alanın hidrojeolojik koşullarının işletmenin planlanması sırasında dikkate alınmaması ile çok daha büyük boyutlara ulaşabilmektedir.

Türkiye Kömür İşletmelerine bağlı Bolu-Göynük Himmetoğlu Linyit Açık İşletmesinde yeraltısuyunun neden olduğu duraysızlık ve drenaj sorunları güvenli ve sürekli üretimi tehdit edecek boyutlara ulaşmıştır. Bu sorunlara etkin çözümler üretebilmek amacıyla açık işletmenin de içinde bulunduğu alanda bölgesel ve yerel ölçeklerde hidrojeoloji çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Alanda yayılım gösteren litolojik birimler gözeneklilik, hidrolik iletkenlik, süzülme kapasiteleri gibi hidrojeolojik özelliklerine göre ayırtlanmıştır. Beslenme, depolama ve boşalım rejimlerinin ortaya konması amacıyla, yüzey jeolojisi, jeofizik, yeraltısuyu hidroliği ve hidrokimyasal yöntemlerden yararlanılmıştır.

Çalışma alanında işletilmekte olan linyit, başlıca marn, kıltaşı, bitümlü şist, kömür ile tabanda bulunan yüksek plastisiteli yeşil killerden oluşan Himmetoğlu formasyonunda bulunmaktadır. Himmetoğlu formasyonunun kıltaşı-marn kesimi ile kömür horizonu kırık-çatlaklardan oluşan ikincil gözenekliliğe bağlı olarak gelişen düşük geçirimsizliğe sahiptir. Miyosen yaşlı Himmetoğlu formasyonunun üzerinde yaygın olarak kırmızı-kahverengi kil, silt, ince kumdan oluşan geçirimsizliği düşük bir örtü bulunmaktadır. Akarsu alüvyonlarının taban kesimini oluşturan ve genellikle filizi yeşil renkli geçirimsizliği çok düşük ince kum-silt malzemesi, geçirimsiz alüvyonları Himmetoğlu formasyonundan ayrılmaktadır.

Halen üretimin devam ettiği işletmenin A Panosu olarak adlandırılan kesimi güney ve kuzey-kuzeydoğudan iki akarsu ile çevrelenmiş durumdadır. Çalışma alanında ana akiferi, akarsu yataklarında kalınlığı 30 m.'ye ulaşan alüvyon oluşturmaktadır. Alüvyon özellikle düşey yönde heterojen bir yapıya sahip olup, ince kum-silt-kil ve çakıl ardalması göstermektedir. Çakıllı seviyeler akifer, ince kum-silt-kilden oluşan seviyeler ise akıtarad özelliğindedir. Alüvyonun tabanını oluşturan ve alttaki marnlarla hidrolik ilişkiyi engelleyen filizi yeşil renkli killi malzeme ise akiklud olarak değerlendirilmiştir. Tabanında kömür seviyeleri içeren Himmetoğlu formasyonuna ait marnların yoğun bir şekilde eklemli olması nedeniyle ikincil gözenekliliği iyi gelişmiş ve orta verimliliğe sahip bir akifer özelliğine kavuşmuştur. Ancak, düşey yönde, eklem yoğunluğunun azaldığı seviyelerin görece olarak daha düşük bir geçirgenliğe sahip olması nedeniyle bu birimde, kömür horizonuna yakın yerler dışında sürekli doygun bir zon bulunmamakta, bunun sonucunda da genel bir yeraltısuyu seviyesi gözlenmemektedir.

İşletmeye gerek drenaj gerekse duraysızlık açısından olumsuz yönde etki eden yeraltısuyu sorununun iki ana kökeni bulunmaktadır. İşletmeyi güneyden ve kuzey-kuzeydoğudan

sınırlayan iki akarsu yatağındaki, basınçlı ve yarı-basınçlı akiferler, kazılar ilerledikçe açığa çıkmakta, ortamı çalışılmaz hale getirmektedir. Yeraltısuyuna ilişkin drenaj sorununa yönelik çözümün geliştirilmesi amacıyla jeohidrolojik ölçüm ve örneklemeler yapılmış, açılan kuyularda pompalama denemeleri gerçekleştirilerek akifer karakteristikleri belirlenmiş ve yeraltısuyu sorununu önleyecek drenajın sağlanması amacıyla açılması gereken kuyuların yerleri, aralıkları, derinlikleri ve debileri hesaplanmıştır. Duraysızlık ile ilgili çalışmalara temel olmak üzere işletme alanında yeraltısuyu beslenimi, depolaması ve dolaşımı ile ilgili bilgiler hidrojeolojik ve hidrokimyasal analizlerle ortaya konmuştur. Kazı aynasında ve aynadan içeriye doğru su tablasının zamana göre değişimi ise belirli sınır koşulları dikkate alınarak elde edilen analitik-ampirik eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır.

Hydrogeological assessment of the Himmetoğlu (Göynük-Bolu) open pit area

Dewatering and instability are the two main problems related to groundwater commonly encountered in excavations. Lack of hydrogeological data required for a preliminary assessment of hydrogeological conditions at and around the mining site makes the problem more complex and difficult to solve after a certain stage of mining operation.

Drainage and stability problems related to groundwater at the Himmetoğlu lignite coal open pit mine in Göynük-Bolu are crucial as mining operations are adversely affected. Local and regional hydrogeological investigations were carried out at and around the open pit to generate data required for an optimum solution to the groundwater problem. In this context, the lithological units were differentiated according to their geohydrological properties such as porosity, hydraulic conductivity and infiltration capacity. The recharge, storage and discharge conditions of the groundwater system were described based on the geological setting, geophysical surveys, groundwater hydraulics and hydrochemical analyses.

The mined lignite is a horizon within the Hirametoğlu formation composed of marl, claystone, bituminous schist, coal and plastic clay at the bottom. The marl-claystone and coal sections of the formation have a secondary permeability due to the fractures and cracks. This formation is covered by an extensive overburden composed of red-brownish clay, silt and fine sand of low permeability. The plastic, green fine sand-silt-clay layer of very low permeability separates the pervious alluvial material from the underlying fractured marl of the Himmetoğlu formation.

The open pit where mining is still active is surrounded by two streams at the south and north-northeast. The alluvial deposits whose thickness reaches to 30 m. at the river beds contain the main aquifer levels. The alluvial deposits that exhibit an alternation of fine sand-silt-clay and gravelly layers form a heterogeneous medium particularly in the vertical direction. Layers containing gravel are the aquifer sections confined from the top and the bottom by the fine grain material of aquitard character. The underlying green plastic clayey material is the aquiclude. The fractured marls having low secondary permeability may be considered as the secondary aquifer in the region where it is recharged. However, an

extensive saturated zone with a common water table is lacking due to the local impervious horizons within the marl sequence.

After developing the conceptual hydrogeological model to explain the recharge-storage and flow conditions, solution to problems related to groundwater were proposed based on the origin of the groundwater and the hydraulic characteristics of the aquifers. A well-system was proposed to dewater the confined-semiconfined alluvial aquifers along the streams. Pumping of wells, with a discharge rate of 6 l/s was found to be adequate to lower the water to a level that will allow safe excavation. The distance between well pairs was calculated as 35 m. to maintain the required water level with the predicted pumping rate. Decline of water table at the excavation face was calculated using some analytical solutions of the groundwater flow equation.

Mersin-Deliçay akiferinde arazi kullanımından kaynaklanan kalitatif ve kantitatif etkiler

Zeynel DEMİREL

Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

Mersin-Tarsus arasında yer alan ve yoğun bir sanayi amaçlı arazi kullanımının ve Mersin şehir merkezinin üzerinde yer aldığı Deliçay ovası Mersin civarının en önemli yeraltı suyu kaynaklarına sahip bir bölgedir. Deliçay ovası 1/100 000 ölçekli O 33 paftasında yer almakta olup, Berdan ovasının batıya uzantısı şeklindedir. Çalışma alanında morfoloji geniş düzlüklerle temsil olur ve kuzeye doğru gidildikçe Toros Dağlarının yükselimleri ile karşılaşılır. Alanı doğuda Berdan nehri ile sınırlamak olasıdır ve Deliçay ovası başlıca Deliçay, Müftü Deresi ve Mezitli dereleri tarafında drene edilir.

Mersin ve Tarsus kent merkezlerinin içme ve kullanma suyu gereksinimi Berdan barajından karşılanmakta ve 2000'li yılların başlarına kadar bir sorun yaşanmayacağı düşünülmektedir. Ancak lokal olarak, özellikle bölgede çok sayıda bulunan sanayi tesisleri gereksinim duydukları suyu açtıkları kuyulardan kazanma yolunu tercih etmektedirler. Mersin kent merkezinde de yaz aylarında su gereksinimini bir bölümü şehir içinde bulunan kuyulardan takviye edilmektedir.

70' li yıllarda DSİ Genel Müdürlüğü tarafından yapılan hidrojeolojik araştırmalar sonucunda Deliçay ve Berdan ovalarının verimli alüvyon akiferleri oluşturduğu belirlenmiş ancak ileri yıllarda kontrolsüz ve bilinçsiz arazi kullanımı sonucunda ve yoğun sanayiden kaynaklanan hava kirliliği ve atık su deşarjları, denetimsiz ve bilinçsiz aşırı pompaj hidrolojik döngü içinde yeraltı suyu kalitesini ve kantitesini olumsuz yönde etkilemiştir.

Akiferin kıyıya yakın kısımlarında Cl derişimlerinde artış, katı atık depolama alanı yakınlarında K derişiminde artış, yerleşimlerin ve sanayi kullanımının olduğu yerlerde organik madde miktarında artış beklenmelidir. Ancak böyle bir değerlendirme için yeraltı suyunun doğal hidrojeokimyasal karakteristiğinin belirlenmesi öncelikli olmalıdır. Bunun için de yeraltı suyunun antropojenik etkenlerden etkilenmemiş halinin kimyasal analiz sonuçlarına gereksinim duyulur. 1962 yılından beri açılan yeraltı suyu kuyuları açtıkları yıllardaki arazi kullanımları ve bazı elde edilebilir kimyasal parametreler dikkate alınarak 5 değişik periyot içinde incelendiğinde; öncelikle 1970' li yılların ortalarına kadar yeraltı suyunun antropojenik etkilerden uzak olduğu, ancak 80'li yıllardan itibaren akiferin beslenme alanında yerleşimlerin, yol-otoyol gibi arazi kullanımlarının artışı ve gelişigüzel ve aşırı pompajın akiferi kantitatif olarak etkilediği ve bu periyotlarda su tablasının giderek düştüğü ve kıyıya yakın yerlerde deniz suyu girişiminin olduğu ortaya çıkmaktadır. Cl, SO₄, O₂ derişimleri de iki boyutlu dağılımlarında bu periyotlarda arazi kullanımlarına uygun olarak değişkenlik göstermekte ve yeraltı suyu üzerindeki kalitatif olumsuz etkileri ortaya çıkarmaktadır. Mersin şehri içinde bulunan ve özellikle yaz aylarında artan su talebini karşılamak için kullanılan su kuyularında yapılan incelemeler yeraltı suyunun bakteriyolojik olarak da içmeye uygun olmadığını ortaya çıkarmıştır. Sonuç olarak hızlı ve bilinçsiz şehirleşme, sanayileşme ve arazi kullanımı Deliçay akiferini kantitatif ve kalitatif yönden

olumsuz olarak etkilemiştir, buna karşın idare bu gerçeğin farkında değildir ve gelecek için düşünülen kentsel gelişim projelerinde halen yeraltısuyundan yararlanılacağı öngörülmektedir.

Impact of land use on ground water quality and quantity in Mersin-Deliçay aquifers

The Deliçay plain forms an important aquifer in Mersin Region. This region is covered with the city center and has an intensive industrial and agricultural land. Deliçay plain is located in the O 33 section of the map with a scale of 1/100 000. The morphology in the investigation area is flat and the altitude increases northwards. The Berdan River bounds the investigation area in the east. The Deliçay, Müftü and Mezitli creeks drain the area.

The domestic water of Mersin and Tarsus cities is supplied from the Berdan dam and it is expected to provide water sufficiently until the early 2000s. However, many industrial establishments prefer to meet their water demand by groundwater. Furthermore, some of the water demand of Mersin is met by the groundwater especially during summer seasons.

In 1970s the area was investigated by the General Directorate of State Hydraulic Works, and then a number of ground water wells were drilled, but not inspected. Excessive pumping, careless land use, air pollution and wastewater discharge, which are originated from the intensive industrial activities, have influenced the quality and quantity of the ground water negatively.

An increase in Cl concentration of the aquifer at the seaside and K concentration nearby the solid waste depositions is expected. Similarly, there may be an increase in the organic matter content of the aquifer at the industrial areas. This can be determined from the natural hydrogeochemical characteristics of the ground water, which requires the chemical analyses of the anthropogenically unaffected water. There are many water wells in the investigation area, which have continuously been drilled since 1962. These wells can be collected in 5 groups with respect to some chemical parameters and land use at drilling time. The results show that the ground water was far from the anthropogenic impact until the mid-70s, but beginning from the 80s the ground water has been influenced both quantitatively and qualitatively because of the development of the industry and increase in land use. An important negative impact is caused by excessive pumping, which lowers water table and sea water intrusion occurs. The Cl, SO₄ and O₂ concentration contour diagrams follow this negative impact on the ground water quality. The wells located in Mersin are also bacteriologically polluted and can not used for drinking purpose any more. As a conclusion it can be said that the intensive land use and industry have a negative impact on the ground water quantity and quality of Deliçay aquifer. However, the local administration does not care about this reality and the ground water is proposed to be used in urban development projects.

KD doğrultulu Kemalpaşa-Torbai havzasının jeolojisi ve yeraltı suyu kalitesi, Batı Anadolu

Alper BABA¹, Hasan SOZBILIR¹

¹Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35100 Bornova-İzmir

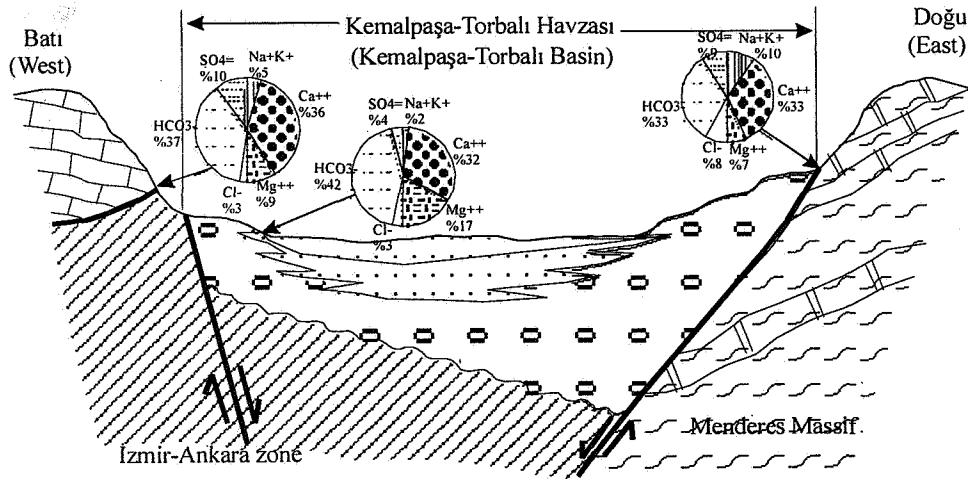
Kemalpaşa-Torbai havzası batıda İzmir-Ankara zonu ile doğuda Menderes masifi arasındaki tektonik dokanak üzerinde yeralan KD-SW doğrultulu Miyosen yaşlı bir çöküntüdür. Havzanın batısındaki horstta yüzlek veren İzmir-Ankara zonuna ait kayalar kireçtaşı ve serpantin blokları içeren turbiditik kumtaşı-şeyl karmaşığında oluşur. Havzanın doğusundaki horst ise Menderes Masifi'ne ait mermer arakatlı şistlerden yapıldır. Havzada alt kırıntılı birim ve üst kırıntılı birim şeklinde iki ana litostratigrafik birim ayrılanmıştır. Alt kırıntılı birim üste doğru incelen ve kabalaşan istifler sunan fay kontrollü aluvyonal yelpaze fasiyesleriyle simgelenir. Bu kaba taneli kırıntılı çökeller ince kömür arakatlıları içeren kireçtaşı mercekleri içerir. Birimin alt düzeylerinde, kırmızı renkli kırıntılıları içine yerleşmiş kireçtaşı olistolitleri de gözlenir. Alt kırıntılı birim dereceli geçişli bir dokanla üste doğru üst kırıntılı birime geçer. Üst kırıntılı birim felsik tuf mercekleri içeren ince taneli gösel çökellerden oluşur. Havzayı doğudan sınırlayan fay Miyosen tortullaşmasını kontrol eden bir büyüme fayı niteliğindedir. İnceleme alanında yukarıda belirtilen litolojik ve yapısal özellikler yeraltı suyu potansiyelini ve kalitesini belirleyen ana kriterlerdir. Bu çalışmada, içme, kullanma ve sulama suyu sağlaması açısından havzanın önemi ve su kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Havzada, yeraltı suyu potansiyeli açısından, Menderes Masifi içerisinde yeralan mermerler, İzmir- Ankara zonuna ait kireçtaşı blokları ve alt kırıntılı birimde bulunan çakıltası ve kumtaşları önem taşır. Graben ortasında yeralan kuyular alt kırıntılı birim içerisindeki kumtaşı akiferleri ile beslenir. Çalışma sahasının değişik kesimlerinde karst kaynakları çıkmaktadır. Menderes masifine ait mermerler ve İzmir- Ankara zonu içerisindeki kireçtaşı blokları bu kaynakları besleyen ana akiferleri oluşturur. Kaynakların en büyüğü Vişneli Köyünün batısındaki karstik kaynağıdır. Debisi yaklaşık olarak 50 lt/sn'dir. Bölgede geçirimsiz temeli, Menderes masifi metamorfik şistleri ve İzmir- Ankara zonuna ait turbiditik kumtaşı-şeyl karmaşığı oluşturur. Karstik boşalimleri ve yeraltı suyu hareketini, geçirimsiz temel kayaları ile önemli faylar denetlemektedir. İzmir Ankara- zonu ve Menderes masifinde yeralan suların bileşiminde hakim iyonlar Ca ve HCO₃'tür. Suların elektiriksel iletkenlikleri (EC) 200-688 nS/cm, toplam sertliği 17.02- 38.03 FS° arasında değişir. Toplam sertliklerine göre, kaynak suları "tatlı su" sınıfında diğer yeraltı drenaj sistemi suları ise "sert su" sınıfında yer alır. Su örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına göre, inceleme alanı suları, sulama suyu açısından genellikle C₂S! sınıfında yer alan, " az sodyumlu, orta tuzlu" sulardır.

Geology and groundwater quality of the NE-trending Kemalpaşa-Torbai basin, west Anatolia

The Kemalpaşa-Torbai basin is a NE-SW trending depression lying on the tectonic contact between the İzmir-Ankara zone in the west and the Menderes Massif in the east. İzmir-

Ankara zone cropping out in the west-horst of the basin, consists of blocks of limestones and serpentinites mixed in a matrix of turbiditic sandstone-shale, while the horst in the east of the basin, is made up of schists intercalated with marbles of the Menderes Massif. Two main lithostratigraphic units, namely the lower clastic unit and the upper clastic unit are distinguished within the basin. The lower clastic unit is characterized by a succession of fault-controlled alluvial fan facies showing both fining and coarsening upward sequences. These coarse grained clastic deposits include some lenses of limestones bearing thin coal intercalations. In the lower part of this unit, some limestones olistolites embedded in red elastics are also observed. The lower clastic unit passes gradationary upward into the upper clastic unit. The latter is made up of fine grained lacustrine sediments which contains felsic tuff lenses. The east-bounding fault of the basin has a characteristic of growth fault which controlled the Miocene sedimentation. The lithologic and structural properties mentioned above, are the main criteria for determining the potential and quality of the groundwater in the investigated area. In this study, the effects of the importance of the catchment area and its effects on the water quality have been studied from the point of drinking, domestic and irrigation water supply.



From the point of groundwater potential of the basin, marble of the Menderes Massive, limestone of the İzmir-Ankara zone and sandstone and conglomerate of the lower clastic unit have importance. The holes in the graben are recharged by the groundwater in the sandstone of the lower clastic unit! There are some karst springs discharging the marble of Menderes Massive and limestone blocks of İzmir Ankara zone. The discharge of the karst springs and the movement of groundwater are controlled by the major faults, which cut the reservoir rocks and the basement. The major ions in the karst waters are Ca and HCO_3 . The groundwater in the study area generally has different chemical composition and properties due to the heterogeneity and tectonic activity in the area. Electrical conductivity (EC) of the ground water range between 200-688 $\mu\text{S}/\text{cm}$, and total hardness values are between 17.02-

38.03 °FH. According to the total hardness values the waters of spring is in fresh water class, the other groundwater drainage system water are in hard water class. According to the results of the chemical analysis of water samples, the waters of the study area are usually classified in C2S1 class of irrigation water.

Depremlerin yeraltısuyu seviyelerinde meydana getirdiği değişiklikler

Hasan KIRMIZITAŞ

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltıları Dairesi Başkanlığı, Ankara

Türkiye çapında yeraltısuyu potansiyelini tespit etmek ve akiferlerde meydana gelebilecek • değişiklikleri izleyebilmek için amaca uygun bazı sondaj kuyularında limnigraf aletleriyle yeraltısuyu seviye ölçümleri yapılmaktadır. Zaman zaman bazı sondaj kuyularında seviye değişimleri sıra dışı anomaliler oluşturmuş ve yapılan incelemelerde bu değişikliklerde depremlerin etkili olduğu belirlenmiştir. Limnigraf monteli sondaj kuyu yerlerinin seçiminde, depremlerin belirlenmesinden ziyade yeraltısuyu potansiyelinin tespit edilmesi hedef alınmıştır.

Deprem ve yeraltısuyu potansiyeli yönünden önemli olan ülkemizde, depremlerin akiferler üzerindeki etkisinin akademik düzeyde ortaya konması, bu gelişmelerden sonra mecburiyet kazanmıştır.

17 Ağustos 1999 depreminde Eskişehir-Sivrihisar'da bulunan bazı sondaj kuyularında deprem anında meydana gelen yeraltısuyu seviye değişimleri elektronik limnigraf vasıtasıyla tespit edilebilmiştir. Bunun üzerine başlatılan araştırmada, 1960'lı yıllardan beri mekanik limnigraflarla yapılan ölçümlerde zaman zaman bazı kuyularda yeryüzünde vuku bulan depremlerin etkisinin gözlemlendiği görülmüştür. Kütahya-Gediz 1970, Diyarbakır-Lice 1975, Van-Muradiye 1976, İran 1979, Erzurum-Kars 1983 Depremleri Şanlıurfa-Ceylanpınar ve Harran, Erzurum, Batum, Konya, Edremit-Havran, İzmir-Menemen, Niğde-Altunhisar ve Ankara-Beypazarı Ovalarında yer alan sondaj kuyularında belirgin yeraltısuyu seviye değişimleri yaratmışlardır. Seviye değişimleri basınçlı, yarı basınçlı ya da serbest akifer koşulların tamamında gözlenmiştir. Akifer malzemeleri, alüvyon gibi daneli ortamların yanı sıra kireçtaşı gibi sağlam kayalardan oluşmaktadır. Kaydedilen en büyük seviye değişimi 1.48 m yükselim olarak gözlenmiştir.

Ülkemizi yasa boğan 17 Ağustos 1999 Depreminin akabinde gerek yazılı ve gerekse görsel basında yeraltısuyu seviye değişimlerinin, depremlerin önceden belirlenmesi ile ilişkilendirilmesi üzerine yalnız Kuruluşumuzca Türkiye'de düzenli olarak alınan bu değerlerin kamuoyu ile paylaşılması kaçınılmaz olmuş ve bu bildiri hazırlanmıştır.

Changes of groundwater level by earthquakes

In order to determine the groundwater potential and check the changes in aquifers, the groundwater levels have been observed in some boreholes by water-level recorders. Although the location of the observation wells have been selected for the determination of the groundwater potential, and not for the observation of the quake effects, the records indicated a relation between the earthquakes and several extra-ordinary water-level changes in some of the wells.

Since both the earthquakes and the groundwater potential are very important for our country, the influences of the quakes on the aquifer systems should be researched academically.

The groundwater level changes at the 17 August 1999 earthquake, in some bore holes in Eskişehir-Sivrihisar region have been recorded by electronic limnigraphs. Then, the past groundwater records since 1960's have been scanned and several effects of the large earthquakes have been detected in some boreholes. It is observed that, the Kiiitahya-Gediz 1970, Diyarbakir-Lice 1975, Van-Muradiye 1976, İıran 1979, Erzurum-Kars 1983 earthquakes caused water level changes in boreholes at the Şanhurfa-Ceylanpınar and H Harran, Erzurum, Batum, Konya, Edremit-Havran, İzmir-Menemen, Niğde-Altunhisar and Ankara-Beypazarı plains. The changes occurred in confined, unconfined, and semi-confined aquifer conditions. The aquifer materials are composed of both detritic materials and rocks like limestone.

The recorded maximum level change is observed as 1.48 m.

Following the 17 August 1999 Marmara Earthquake, the groundwater level changes is mentioned as one of the earthquake precursor in media. Therefore this proceeding is prepared in order to inform the public about the groundwater level observation which are measured regularly only by the DSİ in Turkey.