

HİDROJEOLOJİ OTURUMU

Amasya-Boğaköy-Karlıgöl Kaynağının Karst Hidrojeolojisi

Uğur AKDENİZ, Burcu ER TÜRK, Nihal BAŞARAN

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü,

Jeoöekmk Hizmetler ve Yeraltı Sulan Dairesi Başkanlığı, Ankara

Bu karst hidrojeolojik etüt ile sulama suyu sıkıntısı yaşayan ve arazilerinin büyük bir kesiminde kuru tarım yapılan Boğaköy'ün 2 km batısında bulunan Karlıgöl kaynağının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Karlıgöl kaynağı Jura-Rreta.se yaşlı karbonatlı kayaçlar ile geçirimsiz özellikteki Eosen yaşlı tortul serinin, dokanağmdan 574,3 m kotundan, çıkmaktadır. .Bu çalışma kapsamında Karlıgöl kaynağının hidrodinamik yapısı belirlenmeye çalışılmış ve karstik akiferin yayılımı, derinlik, kalınlık ve hidrolik parametrelerini araştırmak için 5 adet su sondaj kuyusu açılmıştır. Ayrıca su kimyası ve izotop hidrolojisi çalışmaları da yapılmıştır. .

Su sıkıntısı yaşayan bölge için önemli bir kaynak olan Karlıgöl kaynağının 1978-2000 yılları arasında yapılmış akım ölçüm, değerlerine göre ortalama boşalım, katsayısı (Q_{or}), 7.1×10^{-3} gün⁻¹, ortalama akımı 193 l/s ve debi değişkenlik yüzdesi (Qd), 58 olduğundan kaynağın debisi ile yıllık boşalttığı su hacminin., yıllık yağış miktarı ve dağılımına bağlı olduğu sonucuna varılmıştır. . Bu değerlere göre Karlıgöl kaynağı oldukça yüksek debili ve debi değişimi fazla olarak, tanımlanabilecek bir kaynaktır. Kaynağın, ortalama boşalım, katsayısının 10^{-3} gün⁻¹ mertebesinde olması dolayısıyla, inceleme alanındaki karşılaşmanın orta dereceye yakın olduğu, yani halen devam ettiği söylenebilir. . Yeraltısuyu dolaşımı kaynağın, beslenim sahasında eklemeler, çatlaklar., karstik kanallar' boyunca ve yersel dolaşım şeklinde gerçekleşmekte olup, genelde karstik sistemdeki yeraltısuyu akımı kuzeyden-güneye doğru KB-GD doğrultulu ana-kırık hattı boyunca olmaktadır. Ancak Karlıgöl kaynağının gerisinde yersel, dolaşımdan, yaygın dolaşıma geçiş görülmekte ve bu bölümde karstik rezervuar oluşumu gözlenmektedir.

Karlıgöl. kaynağının 1970-1999 yılları için hesaplanan ortalama baz akım miktarı 6.09×10^6 m³/yıl (193 l/s), çizilen, grafiksel baz akım analizinden hesaplanan ortalama, baz akım miktarı, ise 4.43×10^6 m³/yıl'dır. Yıllık beslenimden gelen suyun miktarı 4.43×10^6 m³/yıl'ı aştığında, bunu kaynak rezervuar düzenleyememekte ve bu durum, kaynak debisinde ani artış olarak görülmektedir.

Kaynak sularının akışa geçtiği, derenin mansabında Bağlıca Göleti yapılmış olup, göletin rezervuar hacmi 1×10^6 m³'tür. Bu durum göz önüne alınarak, ortalama, baz akım miktarının. %70 emniyetle 3.63×10^6 m³/yıl'ı yani 3510/s .suyun sulama periyodu olan 4 ay boyunca karstik rezervuardan su sondaj kuyuları vasıtası ile çekilerek sulamaya tahsis edilmesi uygun görülmüştür.

İnceleme alanında Karlıgöl kaynağı ve sondaj kuyularında alınan numuneler kalite açısından değerlendirilmiştir. Kaynak ve sondaj kuyu suları C₂S₁ sulama suyu sınıfında olup, orta tuzlu az sodyumlu suları karakterize ederler...

Amasya-Boğaköy-Karlıgöl Spring Karst Hydrogeology

This **karst** hydrogeologic study aims to develop Karlıgöl spring located at the 2 km west of **Boğaköy** where water problem is experienced and dry agriculture is done at the large part of the territory,. Karhgol spring discharge from 574.3 m altitude and at the contact of Jurassic-Cretaceous age carbonate rocks and impervious **Eosen** age **sedimentary** unit. This study tries to determine Karhgol springs, **hydrodynamic** structure' and in this context 5 water bore wells **were** drilled to research **karstic** aquifer expansion, depth, thickness and. hydraulic parameters,,

Karhgol spring is an important source for **the** area which is experience water problem.. Because of average discharge **coefficient** (**D_{me}**), **7.1x10³ day⁻¹**, average flow 193 l/s and flow variableness percent (**Qa**)**58** ^**according** to flow measurements done between **1978-2000**, it can be said that springs discharge and annual discharge volume depend upon annual rain **quantity** and. dispersion.. .According to these values Karlıgöl spring can. be defined as rather high, flow and flow variableness is high,. **Because** of spring average discharge coefficient j.s **10³ day⁻¹** grade,, it can be said that **karstification** is close to middle grade and continue now in study area. In. springs recharge area, **groundwater** circulation occur along joints, cracks, karstic channels and as a local circulation.. **Generally groundwater** circulation, in **karstic system** is from **north** to south and along' **NW-SE** direction of main fracture **line**. But at **the** back of Karlıgöl spring local circulation is transformed in. to widespread circulation and in this area karstic reservoir formation **cen** be seen...

Average base flow **of 1970-1999** for Karhgol spring was calculated to be about . **6.09x10⁶ m³/year** (193 l/s) and calculated from, graphical base flow analysis was **4.43x10⁶ m³/year**. When the water amount come from annual recharge exceed **4.43x10⁶ m³/year**, spring reservoir can **not** organize water and **this** situation is seen, in spring flow as a sudden increase.

At the downstream of the spring Bağlıca Small Dam was built and **the** dams **reservoir volume** is **1x10⁶ m³**. In **this** situation average base flow of %70 with safety was calculated **3.63x10⁶ m³/year** (350 l/s). This amount of water can be used in. ground irrigation by pumping with water bore wells during 4 months which, are irrigation **period**.

The samples, which "were taken from Karhgol spring and bore wells in study area, were utilized by quality.. Spring and bore **wells waters** are **C₂S₁ irrigation water class** and these waters characterize medium salty,, rarely **sodiac** waters.

Tacin (Bünyan-Kayseri) Karst Kaynağının Hidrodinamik Özellikleri

Mehmet EKMEKÇİ*, Uğur AKENİZ**, Türkyay COŞKUNER* Doğan YURDAER**

*Hacettepe Üniversitesi Uluslararası Karst Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi Hidrojeoloji Mühendisliği
Programı, Beytepe Ankara

** DSİ Genel Müdürlüğü, YAS vejeoteknik Hiz. Dairesi Karst Şubesi Yüce-tepe Ankara

İleri derecede heterojen.. ve **anizotrop** ortamlar oluşturan **karstik akiferlerin** hidrodinamik davranışlarının kestirilmesi, karstik olmayan ortamlarda geçerli olan yöntemlerin çoğunlukla yetersiz veya geçersiz olması nedeniyle hidrojeolojide önemli bir sorun oluşturur,. Hidrojeolojiye ilişkin **sorunların** çözümü, temelde akiferlerin. **beslenme-depolama-dolaşım-boşalım** ilişkilerinin fiziksel durumu yansıtabilecek şekilde ortaya konmasını gerektirmektedir. Hidrodinamik yapıyı oluşturan **beslenme-depolama-dolaşım-boşalım** bileşenleri, büyük oranda sistemin sınır koşullarını belirleyen **akiferin geometrisi tarafından denetlenmektedir**. **Karstik olmayan, akiferlerde, ortamın** genellikle homojen ve **izotrop** kabul edilebilmesi nedeniyle bir sorun oluşturmeyen, **akifer geometrisi, karstik akiferlerde her** bileşen için özel bir çalışma, **gerektirir**. **Karstik olmayan** akiferlerde homojen ve uniform bir beslenme rejimi **tanımlanabilirken**, karstik akiferlerde beslenme rejimi morfolojik yapıların yoğunluğu ve dağılımı ile değişebilmekte; depolama doygun **zon** dışında **vadoz** zonda da gerçekleşebilmekte; dolaşım, yaygın olabildiği gibi Darcy yasasının geçersizleştiği yerel özellikte olabilmekte; boşalım miktar ve kalite açısından zamana bağlı olarak çok büyük aralıklarda değişim göstermektedir. **Alansal ve zamansa!** değişkenliği **ileri** derecede yüksek olan bu bileşenlerin doğrudan gözlenmesi ve/veya tanımlanması teknik ve mali boyutuyla henüz olanaklı, değildir. Bununla birlikte» gözlenmesi görece kolay olan kaynak boşalımları bir **kara-kutu** niteliğinde olan akifer sisteminin yukarıda tanımlanan hidrodinamik yapı bileşenlerini **tümsel** olarak yansıtan sistemin bir çıktısı şeklinde **değerlendirilebilmektedir**. Bu nedenle, kaynakların debileri ve kimyasal özelliklerinin düzenli bir şekilde gözlenerek kaydedilmesi, karstik akiferlerin etkin yönetimi açısından çok büyük bir önem taşımaktadır.

Kayseri-Bünyan'a bağlı **Topsögüt Köyü** sınırları içinde yaklaşık .246 km²'lik **bir** alana sahip Mesozoyik yaşlı **allokton** kireçtaşı ile **Neojen** yaşlı kırıntılı birimlerin **dokanağında** boşalan Tacin kaynağının. 1965-1998 yılları arasında minimum,, **maksimum ve** ortalama debileri sırasıyla **0.064** m³/s, 3.506 m³/s ve **1.055** m³/s olarak ölçülmüştür.. Akımda gözlenen yüksek, **varyans** katsayısı (**Vc=0.28**) akiferin iyi derecede **karstlaşmış** olduğu yönünde bir gösterge olarak değerlendirilmiştir... **Tacin karst akiferinin** beslenme, depolama ve akım gibi dinamik özelliklerinin ortaya konabilmesi amacıyla, kaynak akım hidrografları değerlendirilmiştir., Akım hidrograflarının aldığı şekiller, yağışa, karşı farklı tepkiler gösteren farklı **akım-dolaşım** yollarının, varlığına ilişkin, göstergeler şeklinde değerlendirilmiştir., **Yeraltısu** seviyesine bağlı olarak çalışan akım yollarının yarattığı etkiler analiz edilerek Tacin akiferinin ileri derecede **heterojen ve anizotropik** bir yapıya.

sahip olduğu sonucuna varılmıştır.. Kaynakta ölçülen akım hidrografi, genellikle iki farklı akım yolu bileşenine ayrılabilmiş olduğunu göstermektedir.

Kaynak çekilme analizleri sonucunda, çekilme katsayısının farklı seviye-depolama koşulları altında farklı değerler aldığı belirlenmiştir.. Çekilme katsayısı 1.3×10^{-3} gün⁻¹ ile 2×10^{-2} gün⁻¹ arasında değerler almaktadır.. Analiz edilen çekilme eğrilerinin yeraltısuyu seviyesinin değişimine bağlı olarak farklı şekiller alması, akiferin farklı depolama-dolaşım kuşaklarından oluştuğunu göstermektedir.. Çekilme eğrisinin genel, şeklinden, çekilme katsayısının çekilme dönemi boyunca büyüme eğiliminde olduğu görülmektedir.. Bu durum, Tacin karst kaynağının bir "taşma" kaynağı olduğu doğrultusunda değerlendirilmiştir.. Başka bir ifadeyle, Tacin. karst akiferinin boşalımı ancak belirli bir seviyenin üzerinde gerçekleşmektedir.

Çekilme eğrisi analizlerinden ardışık yıllara, ilişkin dinamik hacimler hesaplanmış» ardışık yıllara ait dinamik hacim arasındaki farklar akiferin beslenme rejimi açısından, değerlendirilmiştir.. Dinamik hacimde meydana gelen değişimlerle çalışma alanını temsil eden Akkışla Meteoroloji İstasyonunda ölçülen yağışlar arasında yapılan korelasyon-regresyon analizlerinden, süzülme-beslenme (I) ile toplam yağış (P) arasındaki ilişki,

$$I = 2 \times 10^{-4} P^2 \text{ şeklinde bulunmuştur,.}$$

Literatürde farklı alanlar için belirlenen ilişkilerde üstel sayı değişmemekte, ancak eğim farklı değerler alabilmektedir. Sözkonusu farkın başlıca nedenleri, akiferin beslenme rejimine birincil derecede etki eden karstik yapıların yoğunluğu ve dağılımı ile toprak-bitki örtüsü varlığı-türü olmakla birlikte, özellikle yağışın şiddeti ve yıl içindeki dağılımının da beslenme rejimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür..

Anahtar Kelimeler: akifer, beslenme», çekilme, depolama, dolaşım,, hidrograf, karst» Kayseri,, Tacin,

Hydrodynamic Characteristics of Tacin Karst Spring (Bünyan-Kayseri)

Prediction of hydrodynamic behavior of karstic aquifers is one of the major problems in hydrogeology because in many cases,, existing classical methods are either insufficient or invalid due to the fact that karst aquifers form highly heterogeneous and anisotropic media. Basically, solution, of hydrogeological problems requires detailed definition of recharge-storage-flow-discharge relations which are controlled mainly by geometrical configuration of the physical system by which boundary conditions can be defined. Aquifer geometry does not create a problem in non-karstic areas where the medium is assumed to be homogeneous and isotropic, whereas it is quite problematic in karst and therefore each system should be treated as a special case. Similarly, recharge regime is usually assumed, as homogeneous and uniform over the non-karstic aquifers while, it depends on the intensity and areal distribution of karstic depressions over the area in karst terrains; flow may occur in interstices where it obeys Darcy law or in large conduits where this law is invalid; storage may also be significant at the vadose zone as well as the phreatic zone; and temporal variation, of chemical and hydraulic characteristics of discharge may be extremely high.. It is almost impossible to directly measure or monitor all these parameters as they are highly-varied in space and time, However,, it is still possible to consider the karst system as a black-box model and try to characterize its behavior by analyzing the output, namely the discharge.. Therefore, it is of vital importance to have regular data of the chemical and hydrologic behavior of karst springs.

Tacin. karst spring discharges from the contact between an. allochthonous Mesozoic carbonate rock mass of about. 246 km² and the overlying Neogene elastics,, around Topsöğüt village of Bünyan-

Kayseri... The minimum, maximum and average discharge rates measured between 1965 and 1998 as 0.064 m³/s, 3.506 m³/s and 1.055 m³/s respectively. The high variance coefficient, of flow ($V_c=0.28$) reveals that groundwater flow occurs within open spaces and conduits which also suggests that the carbonate rock mass is well karstified. The discharge rates were analyzed on hydrographs of the spring in order to understand, the throughput characteristics of the aquifer. Type and shape of the hydrographs demonstrated the response of the aquifer to precipitation events and gave valuable information about flow paths in the aquifer... The change in response of the spring hydrograph to rainfall for different in high, and low water level seasons was interpreted in terms of heterogeneity and anisotropy of the aquifer., Shape of hydrographs suggested that two major flow paths (conduits) may contribute to the spring discharge.

spring recession analyses revealed that the recession coefficient, may have quite different values depending on the varying water level-storage conditions.. Its value found, to range between coefficient found to have values between. $1.5 \times 10^{-3} \text{ day}^{-1}$ and $2 \times 10^{-3} \text{ day}^{-1}$ for the analyzed period.. In addition,, the shape of the recession on semi-logarithmic paper suggests that the value of tends to increase with time. Based on this, it is possible to postulate that the Tacin karst spring is of overflow-underflow character,. Recession, curve analyses also allowed computation, of dynamic volume of the 56, Türkiye jeoloji Kurultayı aquifer for sequential years.. Difference in the volumes computed for sequential years were then evaluated in terms of recharge rate and related to the precipitation over the recharge area of the aquifer, as recorded at Akışla meteorological station. Regression analysis revealed that recharge is related to precipitation as below

$$I = 2 \times 10^{-4} P^2$$

Compared to similar relations given for different areas in the literature, the power of P does not significantly change. However» the slope may change significantly, This change can be accounted for by the differences in type and intensity of precipitation as well as the soil-vegetation cover and type and distribution of karstic features over recharge areas.

Key Words: aquifer, flow, hydrograph, karst., Kayseri, recession.» recharge,, storage, Tacin,

Evrik Modelleme Tekniğinin Yeraltısuyu Akım Modellerinde Kullanımı

Erkan DIŞLI, Leven TEZCAN

Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Alüvendiği 06532 Beytepe

Akifer sistemlerinde yeraltısuyu akımını tanımlamakta kullanılan hidrolik, iletkenlik (K), depolama katsayısı (S), özgül depolama katsayısı (S_s) gibi hidrolik parametreler, bir veya birden fazla pompalama kuyularında yapılan akifer testleri sonucunda elde edilen düşüm - zaman ilişkilerinden, veya analitik yöntemler kullanılarak belirlenmektedir. Bundan dolayı, pompalama denemeleri ile belirlenen, akifer parametreleri akiferin ancak pompalama kuyusunun etki yarıçapı, içerisindeki alanı temsil edebilmekte veya bazı varsayımlar altında kullanılan analitik yöntemler ise,, akım alanındaki belirli fiziksel koşullar için geçerli olmaktadır... Bu yüzden, hesaplanan parametrelerin geçerliliği, akifer ortamının, kullanılan analitik yöntemin varsayımlarına ne ölçüde uyduğuna bağlı olmaktadır. Evrik modelleme tekniği, akifer ortamının tüm sınır koşullarını, heterojenliğini, düşey ve yatay akım koşullarını ve akiferin değişen hidrojeolojik etkiler altındaki durumunu göz önüne alarak, hidrojeolojik sistem, için geliştirilmiş kavramsal yapıya en uygun, parametreleri belirler., Bundan dolayı bu çalışmada akifer sistemlerde yeraltısuyu dolaşımını kontrol eden hidrolik parametrelerinin belirlenmesinde evrik modelleme yöntemi kullanılmış ve bu yöntemin kullanılabilirliği Afyon-Şuhut Ovası hidrojeolojik sistemi üzerinde denenmiştir.,

Bu çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada çalışma alanına ait kavramsal, hidrojeolojik yapı MODFLOW yeraltısuyu akım. modeli ile modellenmiştir. İkinci aşamada ise PEST optimizasyon programı kullanılarak gözlenen hidrolik yük değerlerini sağlayan model parametreleri MODFLOW modelini evrik çözümü ile belirlenmiştir.

Kavramsal modeli oluşturmak için Şuhut Ovası'nda açılmış sondajı kuyularına ait kuyu. loğu bilgileri kullanılarak,, kuzey-güney ve doğu-batı doğrultulu jeolojik kesitler çizilerek, yeraltısuyu dolaşım zonları ve bu zonları sınırlandıran geçirimsiz-yarı geçirindi birimler belirlenmiştir. Heterojen bir yapı gösteren Şuhut. Ovası akiferi düşey akım bileşenini de dikkate almak üzere 4 model katmanına bölünmüştür. Her bir model katmanını oluşturan hidrojeolojik birimler litolojik özellikler göz önüne alınarak 7 farklı zona ayrılmıştır., Her zon keneyi içerisinde homojen, hidrolik, parametreler ile temsil edilmiştir. Kil-silt gibi az geçirindi birimler geçirimsiz kabul edilmemiş» düşük iletkenlik değerleri (10^{-7} m/gün) ile temsil edilmiştir., MODFLOW modelinin gerektirdiği girdi ve çıktı, dosyaları oluşturulmuş» bu girdi ve çıktı dosyalarında yer alan. parametre ve hidrolik yük değerleri doğrusal, olmayan evrik, optimizasyon yöntemi PEST (Doherty, 1994) programında tanımlanarak çalıştırılmış ve akifer parametre değerleri hesaplanmıştır., Hesaplanan parametreler, model alanında yer alan. kuyularda yapılan pompalama denemesi verilerinin Neuman yöntemi ile değerlendirilmesi sonucu belirlenen hidrolik iletkenlik katsayısı değerleri ile karşılaştırılmıştır., Bu

karşılaştırma sonucunda model sonucunda hesaplanan parametre değerleri ile analitik yöntemler ile hesaplanan parametre değerlerinin birbirine yakın olduğu **görülmüştür**.

Anahtar kelimeler: Evrik Modelleme, PEST, **MODFLOW**, Şuhut. Ovası, Hidrolik Parametreler...

Using Inverse Modelling Technique in Groundwater Flow Models

The hydraulic parameters such as hydraulic conductivity (K), storage coefficients (S), and specific storage (S_s) are used to define groundwater flow dynamics in the aquifer systems. In **groundwater flow** problems, these parameters are generally estimated by the analytical evaluation, **of the** pump tests. These analytical techniques are mainly based, **on** drawdown-time relations **of idealized** aquifer systems, and thus represent only a portion of **the** aquifer in **the** cone of depression of pumping well under the specific hypothesis of the ideal conditions. Thus, the validity of **the** estimation, is dependent on **the** realization of the hypothesis. Inverse modelling technique estimates **the** best possible aquifer parameters **for** a conceptual **groundwater** model representing all **hydrogeologic** stresses, boundary conditions, heterogeneity, and the vertical and horizontal **flow** conditions of aquifer system.

The aim of this study is the estimation of the aquifer hydraulic parameters **controlling** the groundwater flow by using the inverse modelling technique... The capability of this approach has been tested on the **Afyon-Şuhut** Plain.

This study **consists of** two stages. In the first stage, the conceptual hydrogeologic setting of the study area has been, transferred into **MODFLOW** groundwater flow model. In the **second stage**, the model parameters, which provide the best match between the observed and model-estimated hydraulic head values by using **PEST** optimization, program, have been, calculated.

In order to constitute the conceptual model, the geological cross-sections in east-west and north-south **directions** have been prepared by using the logs **of the** boreholes in the Şuhut Plain. Thus» a three dimensional representation **of the** permeable and impermeable units have been, prepared. According to the cross sections, **the** Şuhut aquifer has been, discretized into 4 model layers in order to consider the vertical, flow **component**. The model, area is composed by 7 **hydrogeological** zones, which represent the lithological units in each model layer. The hydraulic parameters are assumed as **homogeneous** within, each zone. The low permeability materials such as clay and silt are represented by very **low** hydraulic conductivity values (10⁻⁷ m/day), and are not considered, as impermeable barrier.

Input and. output **files** of MODFLOW have been prepared, and the parameters and hydraulic head values in these files have been identified in PEST (**Doherty**, 1994) nonlinear inverse optimization program. The aquifer parameters are then estimated by PEST. These parameters have been compared with hydraulic conductivity values estimated by the evaluation of the pumping test data by Neumann analytical method.

Key words: Inverse Modelling, PEST, MODFLOW, Hydraulic. Parameters, Şuhut Plain

Afyon Ovası Yeraltısuyu Akım Modeli

A. Özlem ATILLA

Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji (Hidrojeoloji) Mühendisliği Bölümü, 06532, Beytepe-ANKARA

Afyon ili tarım ve hayvancılık açısından önemli bir konuma sahiptir. Afyon Ovasında geçtiğimiz bir kaç on yıl içinde artan, gereksinime bağlı olarak gittikçe artan miktarlarda yeraltısuyu çekilmiş ve bu uygulamaya paralel olarak **piyezometrik** seviyede düşümler ve su kalitesinde bozulmalar gözlenmiştir. Termal akifer sisteminden kaynaklandığı düşünülen, bu kalite bozulmaları, sıcak suları karakterize eden Na, Cl, Li, Br vb. kimyasal parametrelere soğuk su kuyularında da yüksek oranlarda rastlanması ile belirlenmiştir.

Bu koşullar altında ovada yoğun olarak çekimin artması sonucu meydana gelecek etkilerin, öngörülmesi ovadaki yeraltısuyu konumunun bugünkü durumunun ortaya konması ile mümkün olabilecektir. Bu amaca yönelik olarak, ovadaki yeraltısuyu akımı **MODFLOW** (Modular three-dimensional finite-difference ground-water flow model) matematiksel modeli aracılığıyla benzeştirilmiş, ovadaki hidrolik yük dağılımının yer ve zaman içindeki yayılımı belirlenmiştir. Beslenme – boşalım ilişkileri, sınır koşulları etkileri bu model ile ortaya **konmuştur**. Model süresi yeraltısuyu kullanımının başladığı 1966 yılından 1 yıl öncesinde (1965) başlatılmış, seviye ve kalite gözlemlerinin yapıldığı 1998 yılına kadar sürdürülmüştür. Modelde zaman birimi gün olarak seçilmiştir. Modelin **kaübrasyonunda** evrik **modelleme** yöntemi **uygulanmıştır**. Model kalibre edildikten sonra, hassasiyet analizleri **yapılmıştır**.

Ova genelinde hidrolik yük dağılımı ovanın KB kısmından GD kısmına, doğru azalmaktadır. Benzeşim sonuçlarında, özellikle çekimin, yoğun, olarak, başladığı 1976 yılından sonra ve önemli ölçüde **arttığı** 1990 yılından **sonra** piyezometrik **seviyelerdeki** düşüş dikkat çekmektedir. **1965** yılından 1993 yılına kadar ovanın bazı kesimlerinde 5 - 10 ml'lik düşümler olduğu belirlenmiştir.

Kalite bozulmalarını önlenmesi için yeraltısuyu kullanımının doğal hidrolik denge koşullarını **bozmayacak** şekilde düzenlenmesi ve kontrolsüz çekimlerin durdurulması gerekmektedir.

Groundwater Flow Model of Afyon Plain

The agriculture and cattle-breeding are significant activities in the city of Afyon. Extensive **groundwater** exploitation over the last **two** decades has resulted in piezometric level decline and **water** quality degradation in the fresh water aquifer in the Afyon Plain. This degradation is identified, by some chemical parameters such as Cl, Li, Br, detected in groundwater, much are characterizing the mixing of the thermal waters.

Under these conditions,, the prediction of the consequences of the over-exploitation requires the identification of the current, head distribution. For this purpose, the spatial and **temporal** extent of the hydraulic head, over the plain is simulated by **MODFLOW** (Modular **three-dimensional finite-difference** ground-water flow model). 'The effect of the recharge-discharge relations and the boundary conditions was determined by **the** model The **groundwater** system is simulated from the beginning of the year of 1965 **to the** end of **1998**, and the time unit was selected **as** a day. The model is calibrated by means of inverse modeling, and a sensitivity analysis was performed after this **calibration**.
*'

The hydraulic head distribution declines from NW to SE over the plain., The model shows **that** there is an increase in the decline of the **piezometric** levels after the year 1976 when an intensive groundwater exploitation is started.» and after 1990 **when the** exploitation is considerably increased. It is simulated **that** the hydraulic head is decreased 5 to 10 m in some parts of the plain from the year 1965 to 1998.

Prevention **of water** quality degradation requires that the ground water usage should **be** regulated to' establish **the** natural hydraulic balance and, the termination of the uncontrolled **ground** water exploitation,

Sızır (Gemerek-Sivas) ve Çevresinin Yüzey örfisi Süzülme Kapasitesi (YÖS) Haritası

Türkey COŞKUNER

Hacettepe Üniversitesi, jeoloji Mühendisliği 06532 Beytepe

Süzülme; etkin yağış, eğim, yüzey yapıları, **faılanma** ve kırık-çatlak yoğunluğu, **karstik** yapılar ve yüzey litolojisi gibi **bir** takımı, meteorolojik, **hidrojeolojik** ve topografik parametrelere bağlıdır, Yeraltısuyu bütçe hesabında, süzülme miktarı litolojik birimlerin sahip olabilecekleri süzülme oranı öngörüsü ile **yapılabilmektedir**. Karstik ortamlarda ise bütçe hesabı kaynak **boşalım** analizler ve etkin yağış arasında denge kurularak yapılır, Yeraltısuyu koruması ve yönetimi gibi konularda kullanmak üzere, gerçek süzülme miktarına gerek duyulmadan süzülme haritaları oluşturulabilir., Bu haritalar Yüzey Örtüsü Süzülme Kapasitesi (YÖS) İndisi olarak adlandırılan bağıl bir indis sistemi, kullanılarak hazırlanır. YÖS indisi bazı **litolojik**, yapısal,, hidrolojik ve morfolojik faktörlere bağlıdır., Bu yaklaşımda geçen "süzülme **kapasitesi**" terimi sadece, suyun yüzey altına **sızabilirliğinin** bağıl ifadesi **olarak** kullanılmıştır.

Sunulan çalışmada, Sivas, Yozgat, ve Kayseri illeri **sınırları** içerisinde olan, Sızır kaynaklarının **bağıl** olduğu Ayanözü Deresi havzasını, da içine alan 694 km²lik alanda». Yüzey Örtüsü. Süzülme Kapasitesi **{YÖS}** İndis Sistemi .kullanılarak süzülme kapasitesi haritalanmıştır.

YÖS indis değerlerinin tesbit edilebilmesi için gerekli veriler **bu** topografik haritalardan ve bölgeye **ait** jeoloji hartalarından elde edilmiştir., 1/25000'lik haritalarda bulunan grid sisteminin oluşturduğu 1 **km²lik** kareler kullanılarak her **karesel** hücreye **ait** YÖS indis değerleri hesaplanmıştır., YÖS indis değerlerinin hesaplanmasında yüzey **litolojisi** (SL), çizgisel yapılar (L), karstik yapılar (KF) ve drenaj yoğunluğu **{DD}** gibi. bazı litolojik, yapısal, hidrolojik ve morfolojik parametreler kullanılmaktadır..

Her 1 **km²lik** hücreyel alanlar içindeki yüzey litolojilerinin (SL) alansal büyüklükleri bulunup, her litolojinin hidrojeolojik özellikleri, göz önüne alınarak her hücrenin SL oran değeri hesaplanmıştır. Buna göre çalışma alanının **%14,5'i** geçirimsiz karakterli olup daha çok bölgenin kuzeybatı ve kuzeyinde **yeralmaktadır**. **Geçirimli** hücreler çalışma alanının **%33,5'ini** kaplamaktadır, daha çok güney kesimlerde yayılım göstermektedir. Yarıgeçirimli karaktere sahip hücreler ise kuzey, kuzeydoğu, orta ve güneybatı, kesimlerde ve çalışma alanının **%52'sini** kaplamaktadır.,

Çizgisel yapılar (L) olarak nitelendirdiğimiz fay sistemleri alanın kuzeydoğusundan güneybatısına doğru uzanan bir **zon** boyunca yoğun bir şekilde bulunmaktadır. Burada oluşmuş fay sistemleri genelde doğrultu **atındı** faylardan oluşmakta olup, gözlenen, hakim, doğrultu **kuzeybatı-güneydoğudur**. Her hücreyel alan içindeki fayların uzunlukları ölçülüp **sınıflandırılmış** ve her hücreye ait bir L **oran** katsayısı atanmıştır.,

Topografik haritalardan yararlanılarak çalışma alanındaki her hücreyel alan içindeki drenaj uzunlukları ölçülüp sınıflandırılmış ve L'de olduğu gibi her hücreye bir oran katsayısı atanmıştır.

Sonuç olarak; her hücresel alan için tesbit edilmiş olan parametrelere ait oran katsayıları, parametrelerin "süzülme" olgusundaki etkisine göre ağırlıklandırılarak YÖS indis değerleri bulunmuştur (Tezcan & Ekmekçi, 2002). Buna göre çalışma alanının %1,44'ü süzülme alanı olarak belirlenmiştir. Çalışma alanının %24,35'lik kesiminde "çok düşük süzülme" ve %39,91'inde "düşük süzülme" gözlenmiştir. "Orta derecede süzülme" sahip hücreler daha çok Sızır Kasabası çevresinde olup bölgenin %33,72'sini kaplamaktadır. Alanın %0,58'inde ise yüksek süzülme belirlenmiştir.



Buna göre Sızır kaynakları potansiyeline en yüksek katkının güney, güneydoğu ve doğudan geldiği ileri sürülebilir.

Anahtar **kelimeler**: Süzülme, Yüzey Örtüsü Süzülme Kapasitesi İndisi, Çizgisevlik, Drenaj Yoğunluğu.

Surface Cover Infiltration (SCI) Map of Sızır (Gemerek-Sivas) and Surrounding Area

The actual infiltration, depends on several, meteorological, **hydrogeological** and topographical parameters such as effective rainfall, slope and cover of the terrain, fracture intensity, karstic features and **the lithology** underlying the surface cover. As a **common** approach to assess **the** infiltration ratio in ground water budget calculations, **the** hydrogeological properties of the **lithological** units are considered as **the** primary factor controlling the phenomenon. The main, balance approach is employed in karstic areas by spring **flow** analyses related, to effective precipitation. However, it is also possible to produce relative infiltration maps that can be used in ground, **water management** and protection studies without requiring any absolute value of infiltration. The Surface Cover Infiltration (SCI) Index is a promising method of producing this type of maps. The **SCI** index, relates **some** lithologic, structural, hydrologic and **morphologic** parameters to assess the infiltration ability rather than an infiltration **capacity** value.

In this study, a **SCI** map is prepared, for the Ayanözü Stream basin having an area of 694 km² which includes the Sızır Karst springs, The area is located in **the** provinces of Sivas, Yozgat and Kayseri.

Data for required by SCI method were obtained from topographical and geological maps of the area. The **SCI** index was calculated for each grid, **on** the **map** having an area of 1 km², on the basis of **1/25000** scale. The **SCI** index, is calculated by weighting and rating **the** surface lithology (SL), linement (L), karstic feature (**KF**) and **drenage** density (DD). The SL is **defined** by weighted **average** of the lithologies **that** crop out at each 1 km² grid. Based on this calculation 14,5% of the area was found to be covered, by impervious units where 33,5% of **the** area is overlaid by pervious units. The rest of 52% is of **semipervious** character-

Fault and fault zone extending **NE-SW** are defined as linements (L) and evaluated **for** each grid measuring their lengths within **the** grids. Similarly the drenage density (DD) was calculated **for** each grid, based **on** the pattern identified **on** the topographic maps of **1/25000** scale.

All these parameters were related to a **SCI** index by assigning a specific **weights** and rates as defined by **Tezcan & Ekmekçi (2002)**. The output map of SCI index revealed that only 1,44% of the study area was covered by a **cover** of no infiltration ability **while 24,35% of the** surface cover was defined as having very low infiltration ability, **39,91%** of the area is of low and 33,72% of moderate infiltration ability. 0,58 of the area is high infiltration ability. Based, on **this** result it is possible to postulate that the maximum, contribution to the ground, water reservoir is supplied, from the southern, southeastern and eastern parts of the area.

Key words: infiltration» Surface Cover Infiltration. Index, Linement, Drenage Density.

Değirmendere (Trabzon) Havzasında Tatl ve Mineralli Su Olanakları

Fatma GÖLTEKİN, Aızu Firat ERSOY, Remzi DİLEK

Karadeniz Teknik Üniversitesi Müh.Mim.Fak. Jeoloji Müh. Bölümü 61030 Trabzon

fatma@ktu.edu.tr firat@ktu.edu.tr dfak@ktu.edu.tr

Değirmendere **Zigana** Dağı zirvesinden başlayarak, Trabzon İl merkezinde Karadeniz'e dökülen,, 1061 km² drenaj alanına sahip ve Trabzon **jü'nin** içme kullanma suyunu sağlayan önemli bir akarsudur.. Karadeniz ikliminin hüküm sürdüğü bölgede her mevsim yağışlı ve ılımandır, Havzadaki en önemli su kaynağı Değirmendere **alüvyonlarının** içerdiği yeraltı suyudur,. Ancak **havzanın** yüksek kotlarında genellikle yakın yerleşim, yerlerinin, kullandığı **tatlı** su kaynakları da mevcuttur.. Ayrıca farklı noktalarda da gaz içerikli mineralli sular bulunmaktadır., **Bu** mineralli su kaynaklarının çoğu kaynak şeklinde, bir kısmı ise Değirmendere'nin yan kollarını oluşturan vadilerde yapılan sondajlarla ortaya çıkmıştır, **Bu** çalışmada havzada yer alan bu mineralli su kaynaklarının **hidrojeolojik ve hidrokimyasal** özellikleri araştırılmış ve •• havzadaki tatlı su kaynaklarına olan benzerlikleri de belirlenmeye çalışılmıştır... **Bunun** için suların, örnekler alınarak analizleri yapılmış ve sularla çevre kayaçlarının ilişkisi, ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Özellikle mineralli su kaynaklarının detaylı analizleri yapılarak, standartlara uygunlukları ve uygun olanların ekonomiyi kazandınlmaları amaçlanmıştır,

Değirmendere Havzası'nda Erken **Jura-Kuvaterner** zaman aralığında oluşmuş kayaçlar yüzeylemektedir. Havzadaki en eski birim Liyas yaşlı bazalt, andezit, dasit lav ve **piroklastları** ile kırmızı kumlu kireçtaşlarından oluşan **Hamurkesen** Formasyonu'dur. Üzerine gelen resifal kireçtaşı, kumlu kireçtaşı ve çörtlü .kireçtaşlarından oluşan **Berdiga** Formasyonu Geç **Jura-Erkei Kretase** yaşlıdır. Havzada Geç **Kretase-Paleosen** yaşlı volkanik, karakterli beş farklı birim yer alır. Bunlar **kumtaşı**, killi kireçtaşı, ve silttaşı arakatlı bazalt-andezitlerinden oluşan **Çatak** Formasyonu, liyodasit ve dasitlerden oluşan Kızılkaya Formasyonu, çamurtaşı, kumtaşı **aratabakalı** bazalt ve andezitlerinden oluşan **Çağlayan**. Formasyonu, riyolit, ve riyodasitlerden oluşan **Çayırbağ** Formasyonu ve kumtaşı, marn, şeyi, **killi** kireçtaşından oluşan Bakırköy Formasyonlarıdır. Değirmendere Havzasında Eosen kumtaşı, kumlu kireçtaşı aratabakalı andezit-bazaldann oluşturduğu **Kabaköy** Formasyonu ile temsil "edilir. Bu istif içerisinde Kaçkar Granitoyidi zaman zaman, sokulum yapmıştır. En genç birimler ise hala oluşumları devam eden yamaç molozları ve alüvyonlardır.

Havzada bulunan tatlı su kaynakları genellikle **tarım** alanı (findik bahçeleri) içerisinde yer aldığından kirlenmeye maruz kalmışlardır, Çoğunlukla Ca ve HCO₃ iyonlarının baskın olduğu sular organik kirlenmenin yanı sıra Pb, Cu, Cr gibi ağır metaller de bulunmaktadır., Bu tür kaynakların kullanılabilmesi için kaynak çevrelerinde **koruma** alanları belirlenerek bu alanlardan kirlenici unsurların uzak tutulması gerekir. Ayrıca Değirmendere alüvyonlarının dışında tatlı su içeren, Değirmenderenin yan kollarını oluşturan dere vadileri bulunmaktadır. Bu vadilerde gerek yamaç molozlarında gerekse alüvyonlarda açılan sondaj kuyularından içme ve kullanmaya uygun sular elde edilmektedir¹ (Aşağımahalle deresi **gibi**).

Değirmendere Havzasında fay hatlarına bağlı, olarak, yüzeye mineralli su kaynaklarından Akoluk ve Yanlıca kaynakları yamaç boyunca, farklı noktalardan boşalan kaynak grubu şeklinde diğerleri ise

tek bir kaynak şeklindedir. Mineralli su kaynaklarını genel olarak değerlendirdiğimizde Na, Ca ve HCO₃ iyonlarının baskın oldukları, pH değerlerinin 5.78-6.20, sertliklerinin 28-45.5 °F arasında olduğu, Değirmendere alüvyonlarının içerdiği yer altı suyu. ve tatlı su kaynakları ile major iyonları bakımından benzerlik gösterdikleri belirlenmiştir. Sondaj kuyusundan alınan mineralli suyun ise genel olarak yeraltı suyu. kimyasına benzer bileşime sahip ancak Na⁺ değerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Mineralli suların içerdikleri sağlık açısından zararlı bileşenlerden Pb ve Cd açısından içme sınırı üzerinde değerlere sahip oldukları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Değirmendere Havzası, mineralli su, su kimyası,, koruma alanları

Fresh and Mineral Water Potential in the Değirmendere Basin (Trabzon)

Değirmendere with 1061 km² drainage area originates from the peak of the Zigana Mountain.. It reaches to Karadeniz in Trabzon Province,, and it is a significant river for drinking and using water of Trabzon City, The region, basing Karadeniz climate has rainy and warm trough season... The most vital water source in the basin is groundwater in the Değirmendere alluvial basin,. Furthermore,, fresh water springs, which used by near villages are seen toward the high elevation... The mineral water with gases are also available in different locations, The most of them are springs, and some were obtained by drilling in the Değirmendere Valley. In this study, hydrogeological and hydrochemical properties of mineral water springs in the basin were investigated, compared with other fresh water springs, The water samples were collected and analysed to find out these properties, and. the relationship between waters and wallrocks was determined. Mineral waters were analysed in detail, and suitability of the waters for standards were examined and for assessment.

In the Değirmendere basin» Early Jurassic to Quaternary lithologies are present. The oldest unit is Liassic Hamurkesen .Formation consisting of basalt, andésite,, dasite and their pyroclastic with red sandy limestones. Jurassic-Early Cretaceous Berdiga Formation contains reefal limestones,, sandy limestone and cherty limestones is Late. In the basin,, the five different formation, with Late Cretaceous-Paleocene age are: Çatak Formation consisting of basalt, andésite with sandstone, clayey limestones and siltstone., Kizdkaya Formation containing rhyodacite and. dacites,, Çağlayan Formation consisting of basalt,, andésite with sandstone and mudstones, Çayırbağ Formation containing rhyolite, rhyodacite and,, Bakirköy Formation consisting of sandstone,, marl, shale and clayey limestones. Eocene is represented, by Kabaköy Formation containing andésite, basalt with, sandstone and. sandy limestone, Kaçkar Granitoid cross cut all these formations. The youngest lithologies are alluvium and talus.

Hence 'the fresh water springs are located, in agricultural land, they have been, exposed to contaminate. The waters enriched, in Ca and HCO₃ have organic pollution,, and they include heavy metals such as Pb,Cu, Cr; In order to use the springs, the protection areas should be determined around the springs, and the pollutant transport should be hamper toward the protection areas, Değirmendere alluvium includes fresh water,, the other river valleys of Değirmendere also include fresh water. Drinking and using water have been obtained (Aşağımahalle River) from, the drilling well in talus and alluvium in these valley,

Of all mineral, springs related to fault lines, Akoluk and. Yanlıca Springs, having a few different outlets is in spring groups in the Değirmendere Basin.. The other springs have only one outlet. Mineral waters enriched in Na, Ca and HCO₃ have usually pH values 5,78-6.20 in and 28-45.5 °F in hardness, Groundwater in. Değirmendere alluvium resembles to fresh water springs as a point of major ions, Mineral, water obtained by drilling indicates groundwater chemistry, but has more Ca content than groundwater.. Mineral waters are not suitable for water standards due to high Pb and Cd.,

Key Words: Değirmendere Basin,, mineral water, water chemistry,, protection areas

Mersin-Tarsus Bilgesi Kıyı ve Yamaç Akiferlerinin Yeraltı Suları Kimyası

Zübeyde HATİPOĞLU, Serdar BAYARI

Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe 06532 Ankara

Bu çalışmada **Elvanlı Karakuz** Dere ile Tarsus **Berdan** Nehri arasında yer alan Kıyı ve Yamaç akiferlerinin yeraltı suyu kimyası hakkındaki ön bulgular sunulmaktadır.. Söz konusu bölgede, deniz kıyısı boyunca uzanan ova **Kıyı** akiferi, **bunun** kuzeyinde, **Toros** dağlarının yamaçlarında yer alan **akifer** ise Yamaç **akiferi** olarak adlandırılmıştır. Yüzey alanı ve kalınlığı doğudan batıya azalan **Kıyı akiferi**, Miyosen sonrası dönemlere ait alüvyal malzemenin birikmesi ile oluşmuş bir fan-delta ortamınca temsil edilmektedir., Yamaç akiferi ise **Kuvaterner** yaşlı **kaliş**, Miyosen yaşlı **kireçtaşı-kumtaşı-kiltası-marn-konglomera** aşdalanmasından oluşan birimler içermektedir. Bu çalışmadaki değerlendirmeler Kıyı ve Yamaç akiferlerine ait kaynak ve kuyuları kapsayan 5? noktada Eylül 2001 ve Eylül 2002 dönemlerinde gerçekleştirilen yerinde ölçümler ile derlenen su örneklerinin kimyasal analizlerini kapsamaktadır.. Majör iyon analiz; sonuçları yeraltı suyu kimyasının alansal olarak oldukça değişken olduğunu,, buna karşın, aynı noktaların farklı zamanlardaki bileşimleri arasında önemli bir farklılık olmadığını göstermektedir.. **Özgül** elektriksel iletkenlik değerleri 250 **jıs/cm** ile 12000 **jıs/cm** arasında değişmekte olup en yüksek iletkenlik değeri (12000 **jıs/cm**) Miyosen birimleri içindeki « %85 oranında Na ve Cl iyonlarından oluşan içmeler sıcak su kuyusunda gözlenmiştir. Genel, olarak, **özgül** elektriksel iletkenlik değeri 250 ile 1000 **jıs/cm** arasında değişmekte» deniz suyu girişiminin yada jips çözünmesinin etkili olduğu kesimlerde 1500 **Ds/cm**'ye ulaşan değerler gözlenmektedir.. Yeraltı suyu sıcaklığı 20-30°C arasında değişmekte olup, gözlenen değerlerin çoğunluğu 20-25°C arasındadır., En yüksek değer 40°C ile içmeler sıcak su kuyusunda gözlenmiştir.. Yeraltı suyu pH değerleri 6. 3 ile 8.6 arasında değişmekte olup, **gözlenen** değerlerin çoğunluğu. 7.5 pH birimi dolayındadır.,

s Gerek. **Kıyı**, gerekse Yamaç akiferlerinde hakim **hidrokimyasal** fasiyes **Ca-CO₃** olup,, aşırı çekime bağlı tuzlu su girişiminin **etkili** olduğu kesimlerde **Ca-Cl₂** ve **Na-Cl fasiyesleri de** gözlenmektedir. Bazı alanlarda tuzlanmış **Kıyı** akiferinin doğal yollarla yıkanmasına bağlı olarak. **Na-HCO₃ fasiyesinin** gelişmekte olduğu **da** gözlenmektedir.

Bölgesel yeraltı suyu. kalitesi azot ve fosfat türleri açısından genel olarak iyi durumda, olmakla birlikte noktasal olarak evsel atıklar ve tarımsal faaliyetler ile **ilgili** olduğu düşünülen yüksek NO₂, NO₃, NH₃ ve **PO₄** değerlerine rastlanmaktadır.,

Groundwater Chemistry of Coastal and Hillside Aquifers of Mersin-Tarsus Region

Preliminary observations **op** groundwater chemistry of Coastal and Hillside aquifers extending between. Elvanlı **Karakuz** stream, and Tarsus **Berdan** River are presented. Coastal and Hillside aquifers represent the **groundwater** »systems extending along the seacoast and along the hillside of Taurids Mountains at the north, respectively. The coastal aquifer, **with** decreasing surface area from east to west, **comprises** of posy-Miocene sediments of fan-delta type alluvial deposition system. The Hillside aquifer includes Quaternary caliche and the intercalation of limestone,, sandstone, clay stone, marl and conglomerate of Miocene,. Evaluations in this study are based on. field and laboratory data, collected from. 57 well/spring sites of Coastal and Hillside aquifers in September **2001** and September **2002**. Major ion data of both periods indicate **a** spatially varying .hydro-chemistry while, point wise observations do not deviate significantly between periods. Observed specific electrical conductivity varies between 250 **jj&fcm** and **12000 /zs/cm**, **with** highest value belonging to İcmeler hot water well **in which**, Ma. and CL **comprise** of 85 % of total major ions. In general specific electrical conductivity range between 250 Ds/cm and **1000 /zs/cm**, and. values approaching **1500 /zs/cm** are observed in sites where **gypsum** dissolution of **seawater intrusion is operative**. **Groundwater temperature** ranges between 20°C and 30°C, except, hot water well where it is 40°C. Many of the observed values are between 20°C and 25°C, The pH values scatter between 6,3 and 8,6, and **the** average value is around 7.5 **pH** unit.

The dominant **hydrochemical** fades in both aquifers is **Ca-CO₃** **while**, **Ca-Cl₂^{an c}**, Na-Ci **facieses** exist in places where seawater intrusion is in effect. **Na-HCO₃** facies is observed in **some** places where natural flushing out of already salted Coastal aquifer., Although, the regional groundwater quality in terms of nitrogen and phosphorus derivatives is **good, elevated**, point wise **NO₂**., **NO₃**., **N₂H₃** and **PO₄** **observations** suggest contamination due to leakage from septic tanks and/or from. **cultivated** lands,.