

Ankara, Beypazarı Doğal Soda (Trona) Sahası İzotop Hidrolojisi Çalışmaları

Isotop Hydrology Studies Of Beypazarı. Trona Mine Area, Ankara

Cahit ÖZGÜM, Osman GÖKMENOĞLU, Barbaros ERDURAN

Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü

ÖZET

Soda (Trona) sahası, Ankara'nın Beypazarı ilçesine bağlı Başören, Bagozü. (Zaviye) ve Çakılloba köyleri arasında yaklaşık 9 km²'lik bir yayılıra alanına sahiptir. Çalışmanın amacı, sahanın işletme aşamasında gelişebilecek hidrojeolojik olayların araştırılması ve çözüm yollarının belirlenmesidir.

Sodanın oluştuğu Hırka Formasyonu üzerinde uyumlu olarak gelen Karadoruk ve Çakılloba Formasyonları akiferleri oluşturur. Bu seviyeler yapısal süreksizliklerle, sınırlı bölgelerde basınçlı, akifer özelliği gösterirler. Soda yayılıra sahası hidrojeolojik açıdan Elmabeli ve Ariseki sektörü olarak iki bölüme ayrılmıştır. Anılan sahada 1984-1986 ve 2000-2001 yıllarında hidrojeolojik etütler yapılmıştır. Yapılan çalışmaların sonuçlarına göre yeraltısuyu akım yöne Elmabeli sektöründe K 25 kaynağına doğru olup ortalama yeraltısuyu akım hızı 10-15 m/gün dür. Ariseki sektöründe ise yeraltısuyu akım yönü Zaviye fay zonuna doğru olup ortalama akım hızı 8-15 m/gün dür.

Farklı 19 lokasyondan kurak ve yağışlı dönemlerde alınan. 34 adet izotop numesinin değerlendirilmesi sonucu suların sığ dolaşımdan gelen ve aynı kökenli sular olduğu anlaşılmıştır. Salamura içeren sular ise derin dolaşımın solardır.

Anahtar Sozcükler: Trona, İzotop, Salamura

ABSTRACT

Trona mine located in the Beypazarı city and surrounded by the Başören, Bağözü and Çakılloba villages,, overlays an area of 9 km² approximately. Aim of the study is to investigate the probable hydro geology events during the mine management and determine solutions.

Karadoruk and Çakılloba Formations are aquifers, concordantly overlaying the Hırka Formation in which Trona has occurred. These units are confined aquifers on areas bounded by discontinuities,, Trona mine area is divided to two sectors, Elmabeli and Anseki according to the Hydrogeologie events,. Hydrogeological explorations have been carried out during 1984-1986 and 2000-2001, in the mentioned area. As a result of the studies,, groundwater flow in the Elmabeli Sector is towards the K-25 spring (towards the shearing zone of the Zaviye and Kanhceviz Faults), and the average flow rate is 10-13 m/day. Groundwater flow in the Anseki Sector is towards the Zaviye Fault with an average rate, of 8-15 m/day.

Ground-waters located in the area are found to be of shallow circulation and similar origin» due to the evaluation of the 34 water samples collected from 19 different locations during the wet and dry season periods. Brine samples result as deep circulation components.

Key words: Trona- Isotope- Brine

olan araştırmacılar bu kireçtaşlarını, Nallıhan Formasyonu (Toker, 1973)'ve Soğukçam kireçtaşları (Altınlı, 1973 - Saner, 1980) olarak adlandırmışlardır. Bu birim üzerine uyumsuz olarak çalışma sahasının 20-25 km kuzey-kuzeybatısında,, Üst Kretase yaşlı Enüncik Formasyonu gelir ve Emincik, Kızılöz ve Haramiköy dolaylarında görülür. Bu birimin tabanında çakıltası litolojisinden oluşan ve kalınlığı 300 metre kadar olan Harami üyesi (**Meh**) bulunur.. Emincik Formasyonunda kiltası, çakıltası ve mam litolojisi egemen olup kalınlığı,, 2000 metre civarındadır.

Yeraltı suyu açısından Keltepe Formasyonu, üzerindeki, çörtlü kireçtaşı • akiferlerini güneyini sınırlayan tektonik dokanak boyunca beslediği düşünüldüğünden önemlidir.

Senozoyik

Paleojen, kumtaşı, çakıltası, çamurtaşı aralanmasından oluşan,, maksimum kalınlığı 1500 m olan Paleosen yaşlı Kızılbaş Formasyonu (Tk) ve kurntaşı-mam aralanmasından oluşan, kalınlığı' **150** m civarında olan Eosen yaşlı Körpeş Formasyonu (**Tkö**) ile temsil edilmektedir.

Miyosen birimleri, Beypazan-Çayırhan Havzasında geniş bir alanı kaplar., Toplam kalınlığı 1000^s m'ye kadar ulaşır., Miyosen birimleri Beypazarı Grubu olarak adlandırılmış olup, genellikle fosilsizdir. Sadece linyit. seviyelerinden alman polen analizleriyle Orta-Üst Miyosen yaşı bulunmuştur., Beypazarı Grubu'nda dokuz formasyon ve üç üye ayırtlanmıştır. Gölsel fasiyeste oluşmuştur.

Kuvaterner

Aktüel derelerin yatağında gevşek tutturulmuş çakıl,, kum, kil boyutundaki malzemelerden oluşmaktadır,

Yapısal Jeoloji ve **Paleocografik** Evrim

inceleme alanı Türkiye'nin Anadolu t. kuşağında bulunmaktadır. Bölge bir bütün olarak ele alındığında, etkin bir tektonizma ve epirojenik hareketlerin, sonuçları gözlenmektedir. Bölgenin genel yapısı KD - GB doğrultusunda uzanan kıvrım eksenleri (antiklinal, senklinal) ve yine aynı doğrultulu faylarla, karakteristiktir. Mostralann yada formasyonların yayılım eksenleriyle kıvrım eksenleri, genellikle uyumludur,. Havzada en yaşlı, birim Sekli Metamorfikleridir. Denizel bir birimden oluşmaktadır ve metamorfizma Hersiniyen yaşlı olmalıdır. Sekli Formasyonu Mesozoyik esnasında havzanın temelini teşkil etmektedir., Triyas yaşlı Karaköy Volkanitleri Sekli Metamorfikleri üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Karaköy Volkanitlerinin tabanındaki sedimanter katkılar bu. esnada bir denizin varlığını belirler. Orta Jura-Alt Kretase yaşlı Keltepe Formasyonu Karaköy Volkanitleri üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Bu da Triyas ile Jura arasında, bir erozyon devrinin geçtiğini göstermektedir., Keltepe Formasyonu birimleri sakin, bir deniz ortamında, şelfte çökelmiştir. Üst Kretase yaşlı Emincik Formasyonu, uyumsuz olarak Keltepe Formasyonu üzerine gelmektedir. Üst. Kretase bir transgresyonla gelir ve derin deniz ortamında çökelmiştir. Üst Kretase yaşlı Emincik Formasyonu bir regresyonla sona erer., Regresyon kuzeye doğru olmuştur. Paleosen*de karasal ortamda, Kızılbaş formasyonu'nun akarsu - delta fasiyesli kumtaşı. - çakıltası çamurtaşından oluşan birimleri çökelmiştir..

ÜST SİSTEM		Kuvaterner Holosen	K R	P L I Y Ö S E N	S E N	O Z	J	E N	O S	O S E N	B E Y P A Z A R I	G R U B U	FORMASYON	ÜYE	SİMGE	KALINLIK	LİTOLOJİ	A Ç I K L A M A
SİSTEM	SERİ																	
M E S O Z O Y I K	J U R A																	
	KRETASE																	
	ALT KRETASE																	
	DOĞER - MALM																	
	KALLOVİYEN - BARREMIYEN																	
	KELTEPE Fm.																	
	BOYALI Fm.																	
	HIRKAFm.																	
	KARADORUK Fm.																	
	SARIAĞIL Fm.																	
	CAKILIBA Fm.																	
	ZANİYE Fm.																	
	ÜÇYATAK Fm.																	
	Alüvyon Taracı																	
	Qal																	
	Qtc																	
	20-35																	
	200-250																	
	200																	
	40-80																	
	40-70																	
	40-40																	
	20-350																	
	30-250																	
	1000																	

Şekil 2. Ankara-Beypazarı-Tröna sahasının genelleştirilmiş stratigrafi kesiti
Figure 2. Generalized stratigraphic columnar section of Ankara-Beypazarı Tröna field

Eosen'de ise, Körpeş Formasyonu'na ait sığ denizel kireçtaşları bir transgresyonla oluşmuştur., Eosen birimleri, Paleosen yaşlı Kızılbayır Formasyonu birimlerini uyumsuz örter. Eosen sonunda oluşan regresyondan sonra,, çok uzun bir dönem erozyon safhası olmuştur. Orta Miyosen'de değişik etkenlerle oluşan göl, Pliyosen sonuna kadar devam etmiştir. Miyosen'de çok ince kırıntılı malzemenin yanında,, bilüm ve kömür gibi malzemeler zaman zaman akıntının olmadığı ve anaerobik şartların oluşumunu, sağlayabilecek oksijensiz bir ortamı; Trona, jips ve kireçtaşları gibi" litolojiler de, kimyasal çökelmeye gidebilecek kadar şiddetli bir evaporasyonun varlığını gösterir., Mi yosen * de, kuzeybatıdaki Kızılcahamam Volkanizması ürünleri gölsel ortama çeşitli yollarla bol oranda gelmişlerdir. Pliyosen ile Miyosen birimleri arasındaki yersel uyumsuzluklar, Miyosen sonunda göl - alanının daraldığını göstermektedir. Pliyosen sonunda ise gölün kurulmasıyla akarsu fasiyesli birimler oluşabilmiştir. Kuvaterner *de, taraçalar ve alüvyonlar akarsu ürünü olarak oluşmuşlardır.

Hidroloji

İnceleme alanında sürekli akıma sahip akarsu bulunmamaktadır., Mevsimsel yağışlara bağlı olarak Güragaç ve Başören dere-lerin sellenme debileri 5-10 m³/s'ye çıkabilmektedir. Çalışma alanında debileri **0.1-3**

l/s (1.986 yılında 2-8 l/s gözlenmiştir) arasında değişen çok sayıda kaynak mevcuttur.

Birimlerin **EDdrojeolojik Özellikleri:**

Soda oluşum, sahasındaki birimler, geçirimsiz, geçirimli ve yan geçirimli olmak üzere üç ana grup altında toplanmıştır.,

Üçyatak, Zaviye, Hırka ve Boyalı Formasyonları geçirimsiz -birimleri, Çakıloba, Karadomk ve Keltepe Formasyonları geçirimli birimleri (bol kırıklı çatlaklı ve erime boşluklu) Sarıağıl Formasyonu ise yan geçirimli birimi oluşturmaktadır..

Yeraltı Suyu Tablasının Genel Konumu ve Yeraltı Suyu Dolaşımı

Şekil 4' de verilen yeraltı suyu. tablası haritalarından da görüleceği gibi, hidrolik eğim, havza genelinde yüksek olup, özellikle Çakıloba Fayının Elmabeli Sektöründeki güney .bölümü ile Arıseki Sektörü kuzey kısmında eğim oldukça artmaktadır. Bu bölgelerde yeraltı suyunun hidrolik eğimi ortalama 0.167 olarak bulunmuştur. Benzer şekilde hidrojeoloji drenaj sondajlarının yapıldığı galeri güzergahında da yeraltı suyu tablasının hidrolik eğimi artmaktadır.,

Hidrolik eğimin daha düşük olduğu alanların. başında Arıseki Sektörünün orta bölümü yer almaktadır. Burada hesaplanan ortalama hidrolik eğim yaklaşık 0.0237'dir.

Yukarda söz edilen her iki bölgede yeraltı suyu akım yönü yaklaşık KB-GD yönündedir. Zaviye Fayı güneyinde kalan bölgede KD-GB, ve KB-GD yönlerinde Gurağaç dere vadisine doğru bir akım saptanmıştır.

ÇEVRESEL İZOTOP ANALİZLERİ

Hidrodinamik yapının aydınlatılması amacıyla yüzey ve yeraltında belirlenen 19 farklı lokasyonda toplamı 34 adet izotop

analizi amaçlı su örneği alınmıştır. Yağışlı ve kurak dönemde alınan su örneklerinde Tritiyum, Oksijen 18, Döteryum analizleri yapılmıştır, izotop analizler, DSİ'nin Ankara Esenboğa'da bulunan izotop-laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. İnceleme alanından alınan su örneklerine ait izotop değerleri Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Kurak dönem su örneklerine ait izotop analizi sonuçları

Table 1. Dry season isotope analysis results of water samples.

LOKASYON	TARİH	$\delta^{18}\text{O}$ (o/oo)	δD (o/oo)	δT (TU)
Hırka Kaynağı	05.09.2000	-10.33	-66.12	9.70
Sarıağıl Kaynağı	05.09.2000	-10.32	-66.45	11.10
DSİ 53014	05.09.2000	-10.35	-62.19	6.50
Kozalan Kaynağı	06.09.2000	-11.21	-69.55	5.60
TS-2	05.09.2000	-13.05	-83.27	1.40
K-25	05.09.2000	-10.03	-66.95	8.75
SK-8A	05.09.2000	-10.16	-62.50	7.80
Çakıloba Kaynağı	05.09.2000	-10.92	-68.96	4.20
Doğanyurt Kaynağı	06.09.2000	-11.80	-73.67	11.10
S-23A	06.09.2000	-10.21	-64.99	8.10
Desandre 330 m.	06.09.2000	-10.01	-65.09	4.00
Desandre 247 m.	06.09.2000	-9.63	-61.63	4.60
Desandre 44 m.	06.09.2000	-9.40	-57.69	5.90
DSİ 52545	07.09.2000	-10.86	-67.09	3.40
BEL-2	07.09.2000	-9.65	-59.85	7.80

Çizelge 2. Yağışlı Dönem Su Örneklerine ait İzotop Analizi Sonuçları

Table 2. Wet season isotope analysis results of water samples.

LOKASYON	TARİH	$\delta^{18}\text{O}$ (o/oo)	δD (o/oo)	δT (TU)
Hırka Kaynağı	08.05.2001	-9.98	-67.46	7.85
Sarıağıl Kaynağı	08.05.2001	-9.93	-67.79	10.05
DSİ 53014	08.05.2001	-9.84	-67.73	6.10
Kozalan Kaynağı	08.05.2001	-10.00	-70.57	5.40
TS-2	08.05.2001	-13.01	-86.99	0.00
K-25	08.05.2001	-9.70	-63.56	7.25
Çakıloba Kaynağı	08.05.2001	-9.01	-60.97	10.50
Doğanyurt Kaynağı	08.05.2001	-11.42	-77.93	10.20
S-23A	08.05.2001	-9.58	-66.87	6.20
Galeri 330 m.	08.05.2001	-9.58	-66.23	4.50
Galeri 247 m.	08.05.2001	-9.74	-64.03	3.40
Galeri 44 m.	08.05.2001	-9.67	-65.96	4.15
DSİ 52545	08.05.2001	-10.79	-76.53	0.40
BEL-2	08.05.2001	-9.24	-68.96	5.85
DSİ 52544	08.05.2001	-10.36	-73.21	2.8
SK-14	08.05.2001	-9.50	-65.31	4.05
Zaviye İçmesuyu	08.05.2001	-10.21	-69.13	7.80
Boyalı Dere	08.05.2001	-10.05	-69.45	6.70
SK-13	08.05.2001	-9.93	-67.32	1.30

Duraylı izotoplardan Oksijen-18 ve Döteryumdan sulanması olası beslenme yüksekliklerinin saptanmasında, Tritiyumdan ise bağlı yaş ve geçiş sürelerinin belirlenmesi amacıyla yararlanılmıştır.

Oksijen. 18- Döteryum ilişkisi

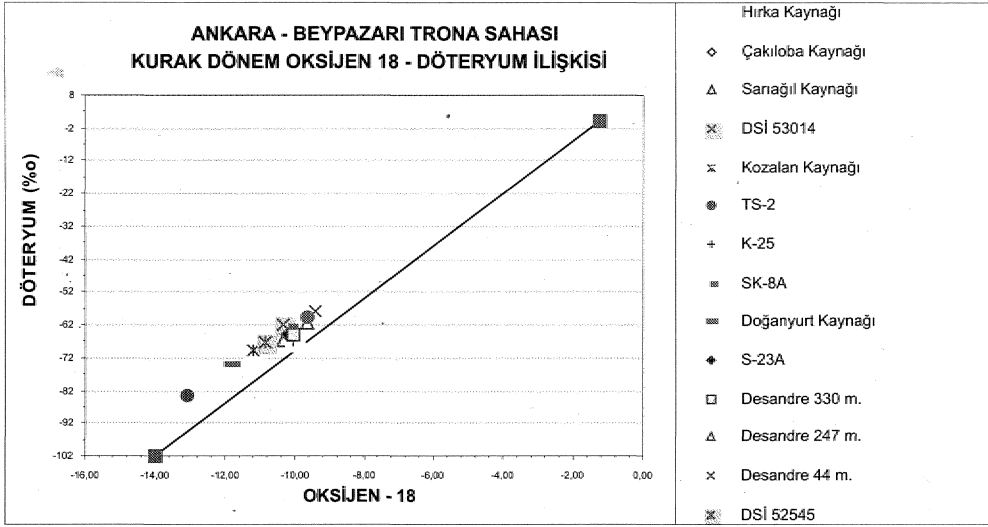
Su örneklerindeki duraylı izotoplardan oksijen 18 ve döteryum içerikleri arasında dünya yağışlarını temsil eden ilişkinin $5\text{D} = 8 \times \delta^{18}\text{O} + 10$ olduğu bilinmektedir (Yurt-

sever, i973), Beypazarı ve dolayında yeraltı sularının duraylı izotop içerikleri ile dünya meteorik doğrusu, arasındaki ilişki Şekil 4 ve 5'de gösterilmiştir.

Yağışlı dönçünü duraylı izotop içeriklerinin bağıl konumları, dünya meteorik doğrusu üzerinde yer almaktadır, Kurak dönem izo-

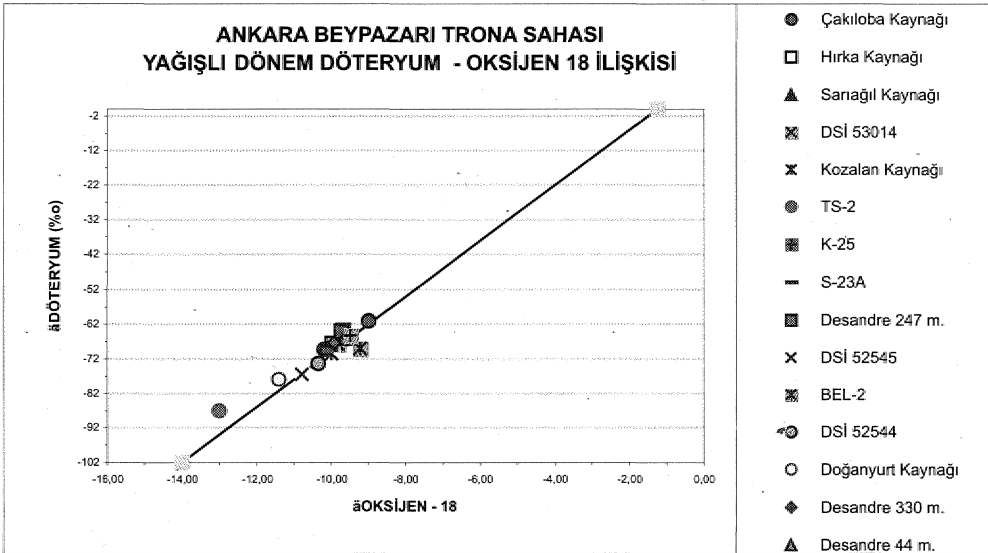
top içeriklerinin bağıl konumlan, ise, $8 D = 8 \times 8^{18}O + 20$ doğrusu üzerine düşmektedir.

örneklerin grafikte aynı doğru ve aynı küme içerisinde yer alması, suların aynı kökenli olması ile ilgilidir. TS-2 lokasyonundan alınan su örneği bu koşulu gerçekleştirmemektedir.



Şekil 4. Döteryum- Oksijen 18 ilişkisi (kurak dönem)

Figure 4. Deuterium Oxygen 18 graph (dry season)



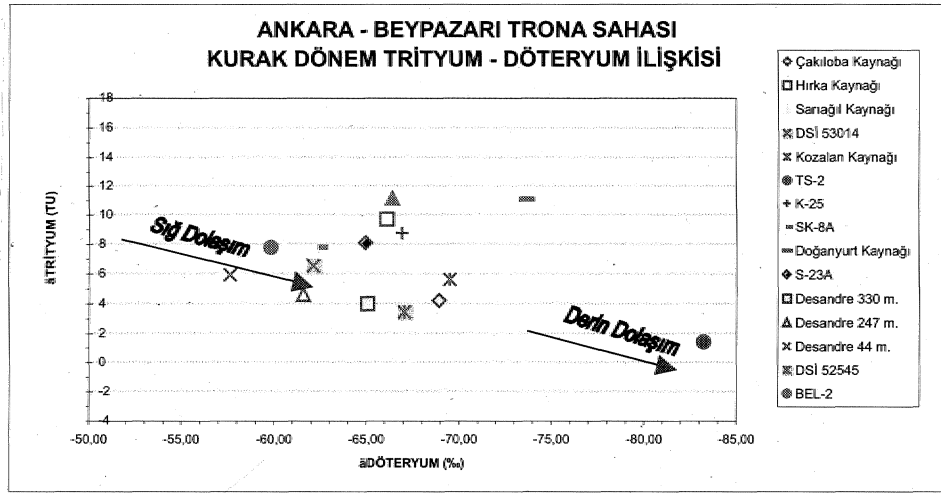
Şekil 5. Döteryum- Oksijen 18 ilişkisi (yağışlı dönem)

Figure 5. Deuterium Oxygen 18 graph (wet season)

Trityum-Döteryum İlişkisi

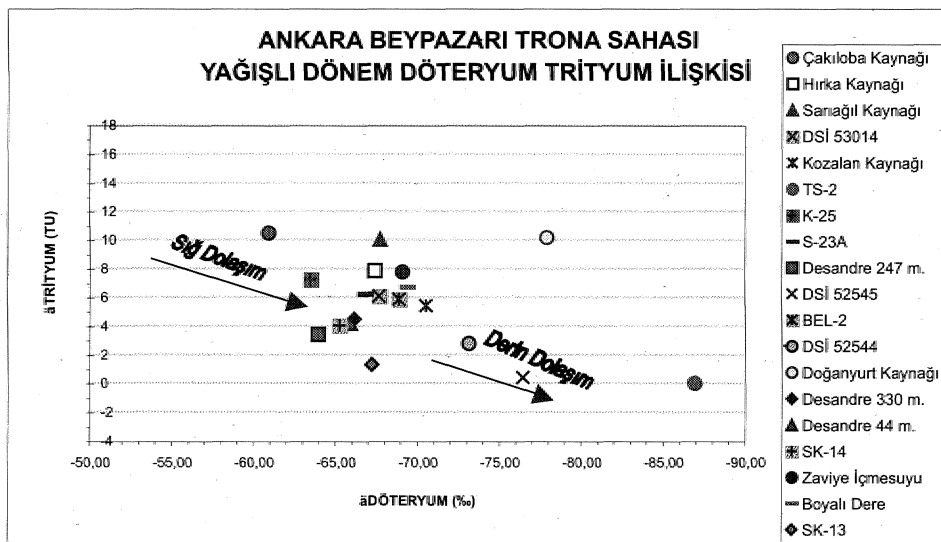
Şekil 6 ve 7'de Döteryum-Trityum değerleri kurak ve yağışlı dönem örneklerinde farklılık göstermektedir. Bölgesel yeraltı suyu sistemi gözönüne alındığında TS-2 nolu lokasyon dışında kalan diğer örnekler sığ dolaşıma giren/ sığ dolaşımdan gelen sulardır. TS-2 nolu kuyudan, alınan örnek ise derin dolaşımdan gelen sudur. Trityum

değerine göre, TS-2, Çakıloba kaynağı, Desandre 247, Desandre 330 ve DSİ 52.544 nolu lokasyonlardan alınan su örnekleri, yaşlı yeraltı suyu ile güncel yağışların karışım özelliğini göstermektedir. Diğer örneklerdeki Trityum değerleri güncel sular olarak tanımlanmaktadır. Bu sular 5-10 yıl arasında değişen, geçiş sürelerine sahip sulardır (Clark and Fritz, 1997).



Şekil 6. Trityum-Döteryum ilişkisi (kurak dönem)

Figure 6. Trithium-Deuterium graph (dry season)



Şekil 7. Trityum-Döteryum ilişkisi (yağışlı dönem)

Figure 7. Trithium-Deuterium graph (wet season)

lokasyonlanndaki değerler, yeraltında daha fazla kalma sürelerine sahiptir (Clark and Fritz)., Yüzey soyunda yüksek elektriksel iletkenlik değerinin. olması*ise (yüksek trit-yum değerı),,, yüzey akışını o. iyonik kompozisyonunu zenginleştirecek birimlerle uzun süreli, teması ile açıklanabilir (Boyalı Dere),.

Kozalan kaynağı, TS-2 ve Doğanyurt kaynağı daha üst kotlardan beslenmektedir.: Kozalan kaynağı ve Doğanyurt. kaynağı düşük elektriksel iletkenliği ile yeraltında kalma süresi TS-2 nolu lokasyondaki yeraltı suyuna göre daha azdır.

Duraylı izotoplardan Döteryum. ve oksijen 18 arasındaki ilişki belli yağış rejimleri için zaman içinde değişmez,. Bu nedenle,, örneklerdeki döteryum fazlaları kullanılarak farklı yağış rejimlerinin etkisi belirlenebilir.. Buradan da, beslenme alanları ile ilgili bilgi elde edilebilir. Döteryum, fazlası;

$$D_r = D - 8x^{18}O$$

Eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır,. Çizelge 3'de Eylül 2000 ve Mayıs 2001 tarihlerine.ait Döteryum fazlaları verilmiştir.

Döteryum fazlasının yüksek değerleri denizel kökenli yağışların göstergesi olmasına karşılık,» düşük değerler karasal kökenli yağışları temsil etmektedir (Kehinde, 1993). Ortalama değerler ise, her iki kökenli yağışlardan beslenme- ile ilgilidir., Döteryum fazlalarına bakıldığında genelde inceleme alanı için denizel kökenli yağışların etkili olduğu görölmektedir.

Çizelge 3: Su örneklerine ait. Döteryum. fazlaları

Table 3: Deuterium excess for the water samples

LOKASYON ADI	KURAK DÖNEM (Eylül 2000)	YAĞIşLI DÖNEM (Mayıs 2001)
Hırka Kaynağı	16.52	12.38
Sarıağıl Kaynağı	16.11	11.65
DSİ 53014	20.61	10.99
Kozalan Kaynağı	20.13	9.43
TS-2	21.13	17.09
K-25	13.29	14.04
Çakılloba Kaynağı	18.78	11.11
Doğanyurt Kaynağı	18.4	13.43
S-23A	20.73	9.77
Galeri 330 m.	16.69	10.41
Galeri 247 m.	14.99	13.89
Galeri 44 m.	15.41	11.4
DSİ 52545	17.51	9.79
BEL-2	19.79	4.96
DSİ 52544	17.35	9.67
SK-14	Bu dönemde numune alınmamıştır	10.69
Zaviye İçmesuyu		12.55
Boyalı Dere		10.95
SK-13		12.12

SONUÇ VE ÖNERİLER

- Beypazarı doğal soda (trôna) sahasını ve çevresini kapsayan 60 km²*lik bir alanda jeolojik birimlerin ve tektonik yapıların, hidrojeolojik özellikleri incelenmiş, ayrıca 100 km²'lik bir alanda hidrojeolojik prospeksiyon çalışması yapılmıştır.

- İnceleme alanında saptanan fay ve kıvrımların, yayılım eksenleri, genellikle KB-jGB doğrultulu olup fay ve kıvrımların eğim yönleri KB veya GD'dur,

- Doğal, soda oluşumu açısından en önemli fay Zaviye Fayıdır. Sahayı güneyden sınırlar. Ters fay özelliği gösterir. K60D/80-85KB konumundadır., Galeri güzergahından batıya doğru, atımı azalır ve kaybolur. Buradan da karakter değiştirerek normal fay özelliği kazanır.,

- Soda oluşum, sahasını hidrojeolojik olarak ikiye ayıran Kanlıceviz dere Fayı oblik atımlı fay olup, doğu bloğu düşmüştür.. Atımı 80 metreye kadar çıkmaktadır. Zaviye Fayında 100 metrelik doğrultu atım oluşturmuştur. Soda yatağını etkilemediği düşünülmektedir. Yeraltı suyu hareketi açısından batı-doğu yönünde negatif sınır koşulu oluşturduğu düşünülmektedir.

- 1986 yılı ile kıyaslandığında su tablasında 20-30 metrelik düşümler tespit edilmiştir.

- 12 Haziran 2000-30 Kasım 2001 (537 gün) tarihleri arasında kaynak ve pompalar ile boşalan toplam su miktarı; Elmabeli sektörü için 285 500 m³/yıl, Arıseki Sektörü, için 920 000 m³/yıl ve Za-

viye Fayı güneyi için 5 060 000 m³/yıl olarak belirlenmiştir..

- " Her sektörden boşalan su miktarları göz önüne alındığında, Elmabeli Sektöründe su drenajına ilişkin problem olmadığı söylenebilir. An seki -Sektöründe problemin boyutu biraz daha büyüktür.

- Boya deneyleri sonuçlarına göre» Elmabeli Fayı geçiri mlidir. Yeraltı suyu akım hızı Elmabeli Sektöründe 10-13 m/gün, Arıseki Sektöründe 3-15 m/gün olarak bulunmuştur. Kanlıceviz dere Fayı doğrultusu boyunca Uetimlilik özelliği göstermektedir.

- İzotop değerlendirme sonuçlarına göre yeraltı suları aynı kökenlidir.

- " Galerilere gelen yeraltı suları güncel kökenlidir.

Değinilen Belgeler

Anderson, M., William, W., 1992, Applied Groundwater Modelling,, Academic Press Inc., San Diego, California, USA

Apha-Awwa-Wpcf, 1981, Standart Methods For The Examination Of Water and Wastewater, American Puplic Healt Assosation, Washington, U.S.A.

Atalay, Ü, Hiçyılmaz, C, Örgiil, S., 2001, Beypazarı Trona Cevherinden Soda Külü Üretimi Koşullarının Saptanması,, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara

Aziz, A., 1976, Beypazan-Yeni Çayırhan ve Karaköy Arasındaki Sahanın Jeolojisi ve Bitümlü Şist olanakları, Maden. Tetkik, ve Arama Genel Müdürlüğü, Derleme No:5732, Ankara

- Castany, C, 1969, Yeraltı suları hakkında Pratik Uygulamalar (Çev; K. Karacadağ), DSİ Yayınları, Genel Yayın No: 638
- Clark, D., Fritz, P., 1987, Environmental Isotopes in Hydrogeology, USA
- Erol, O., 1955, Köroğju- Işık' Dağlan **Volkanik** Kütlesinin Orta Bölümleri ile Beypazarı Ayaş Arasındaki Neojen Havzasının Jeolojisi Hakkında Rapor, Maden **Tetkik** ve Arama Genel Müdürlüğü, Derleme No:2274, Ankara
- Fetter, C, W., 1980, Applied Hydrogeology, University of Winconsia, USA.
- Gökmen, V., 1965, Nallıhan-Beypazarı Civaındaki Linyit İhtiva Edeo Neojen Sahasının Jeolojisi Hakkında Rapor, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Derleme No:3802, Ankara
- Göktunab, BL**, 1963, Beypazarı Linyitlerinin Jeolojik Etütleri Hakkında Rapor, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Derleme No:3391, Ankara
- Helvacı, C, İnci, U., 1989, Beypazarı • Trona Yatağının Jeolojisi, Mineralojisi, Jeokimyası ve Yörenin Trona Potansiyeli, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir
- Kayakıran, S.**, Çelik., E., 1986, Beypazarı Trona (Doğal Soda) Yatağı Maden Jeolojisi Raporu, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü» Derleme No:8079, Ankara ••
- Keh.In.de, M. O., 1993, Preliminary isotopic Studies in the Bida Basın, Central Nigeria, Environmental Geology, Volume 22, Washington, USA, 212-217 p.
- Kesseri,** Mine Water Problems and Some Special Solutions In. Hungary, **S:15**, Hungary
- Korkmaz, N., 1991, Ankara-Beypazan Soda (Trona) Sahası Yeraltı suyu Bilançosu Raporu, Devlet Su işleri Genel Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı, suları Dairesi Başkanlığı, Ankara
- Knısemamı, G., P., Ridder, N., A.,** 1982, Hidrojeolojik Pompaj Verilerinin Analiz, ve Değerlendirilmesi (Çev. Prof. Dr., R. Dilek)
- Özgür, C., Tamg^ç, F.,** 1986, Ankara. Beypazarı Soda (Trona) Yatağının Hidrojeoloji İncelenmesi, Maden • Tetkik, ve Arama Genel Müdürlüğü,, Derleme No:8101, Ankara.
- Özgjir, C, Erduran, B.,** 1999, Beypazarı Trona Sahası Galeri Güzergahında Yapılan. Hidrojeoloji Çalışmalarına Ait Ön Rapor Ve Tüm. Sahayı Kapsayan. Hidrojeoloji Çalışmalarıyla İlgili öneri Ve Teklifler, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Enerji Hammadde- Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, Ankara
- Özgjir, C, Gökmenoğlu, ' O., Erduran B.,** 2002, Ankara Beypazarı Trona Sahası Hidrojeoloji Etüdü Raporu, MTA Genel Müdürlüğü, Derleme No:___, Ankara
- Siyako, F.,** 1983, Beypazarı Ankara Kömürlü Neojen Havzasının Çevresinin Jeolojisi,, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Derleme No:7431 » Ankara
- Stchepinsky, V.,** 1942, Beypazan-Nalhhhan-Bolu-Gerede Bölgesi Jeolojisi Hakkında Rapor, Maden Tetkik, ve Arama Genel Müdürlüğü,, Derleme No: 1363, Ankara
- Yurtsever, Y., (1978), Environmental Isotopes As a ' Tool In Hydrogeological Investigation of Southern Karst Region of Turkey, Procedings Of a International Seminar on Karst Hydrogeology, Antalya, Turkey
- Walton, W., G., 1970, Groundwater Resource Evaluation, International Student Edition, USA .
- Zifgkr, **K.GJ.,** 1939, Hırka (Beypazarı) ve Karaköy Nallıhan. Havalisindeki Bitümlü Şistler, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Derleme No: 985, Ankara