

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BALÇOVA (İZMİR) KIYI KESİMİNİN
HİDROJEOLOJİSİ**

Zuhal ÖZER

**Kasım, 2005
İZMİR**

BALÇOVA (İZMİR) KIYI KESİMİNİN HİDROJEOLOJİSİ

Dokuz Eylül Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı

Zuhal ÖZER

Kasım, 2005

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

Zuhal ÖZER tarafından **Doç. Dr. Gültekin TARCAN** yönetiminde hazırlanan **“BALÇOVA (İZMİR) KIYI KESİMİNİN HİDROJEOLOJİSİ”** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Gültekin TARCAN

Yönetici

Doç. Dr. Ünsal GEMİCİ

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Kadriye ERTEKİN

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Cahit HELVACI

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Çalışmamı yöneten ve yönlendiren Doç. Dr. Gültekin TARCAN'a ve Doç. Dr. Ünsal GEMİCİ başta olmak üzere, çalışma süresince hiçbir zaman desteğini esirgemeyen ve çalışma arkadaşının ne derece önemli olduğunu gösteren, canım arkadaşım Jeo. Müh. Vesile Ebru ARIK'a,

Çalışmalarım sırasında bilgilerini benimle paylaşan Jeo. Müh. Sayın Hakkı Batur DEMİRAY'a,

Tezimin hazırlanması sırasında bana yardımcı olan Kimyager Nedim TATARİ ve Jeo. Müh. Cihan GÜNEŞ'e, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşmaktan çekinmeyen arkadaşım Jeo. Yük. Müh. Tuğbanur ÖZEN'e, sevgili arkadaşım Araş. Gör. Bora UZEL'e,

Tüm yaşantım boyunca bana maddi ve manevi hiçbir yardımı esirgemeyen ve beni her konuda destekleyen sevgili AİLEME sonsuz teşekkürler.

Zuhal ÖZER

BALÇOVA (İZMİR) KIYI KESİMİNİN HİDROJEOLOJİSİ

ÖZ

Çalışma alanından ondört tanesi sıcak olmak üzere toplam kırkbir tane su örneği alınmıştır. Sıcak sulardan onbir tanesi MTA'nın açmış olduğu derin sondajlardandır ve Balçova kaplıcalarının olduğu alanda bulunmaktadır. Bölgeden alınan su örnekleri üzerinde yapılan jeokimyasal analiz sonuçlarına göre suların hidrojeolojik özellikleri ortaya konmuştur. Sular Piper, Schoeller, Wilcox ve ABD Tuzluluk diyagramlarında değerlendirilmiştir. Çalışma alanındaki sular EC sınıflamasına göre genellikle içme ve sulamada kullanılabilir niteliktedir. Hidrokimyasal fasiyes tipi genellikle sodyum-bikarbonat-klorür tipindedir.

Bölgedeki sıcak sularda bulunan bor ve arsenik değerleri içilebilirlik ve sulama amaçlı kullanım açısından tehlike oluşturabilecek niteliktedir. Bor değerleri 0 ile 14,5 mg/l arasında değişmektedir. Sıcak sularda en düşük bor değeri 4,6 mg/l olup, en yüksek bor değeri ise 14,5 mg/l olup BD-5 kuyusuna aittir. As değerleri 0,4 ppb ile 418,6 ppb arasında değişmektedir. Sıcak sulardaki arsenik derişimleri istenilen standart değerin çok üzerindedir.

Çalışma alanından alınan sıcak su örnekleri aragonit, kalsit, kalsedon, dolomite ve kuvarsa doymun olan sulardır. Bu suların, kullanımı esnasında kabuklaşma sorunu olabileceği dikkate alınmalıdır.

Sıcak su örnekleri Gigenbach üçgen diyagramında su kayaç ilişkisi dengelenmemiş sular (ham sular) bölgesinde yer almaktadır. Bu nedenle alınan su örnekleri için katyon jeotermometre uygulanmasında elde edilen sonuçlar sadece geçici olarak değerlendirilmiştir. Silis jeotermometre uygulamalarına göre, jeotermal akifer sıcaklıkları 135 ile 188 dereceler arasında değişmektedir.

Anahtar Kelimeler : Balçova, Hidrojeoloji, Jeotermal Enerji.

HYDROGEOLOGY OF THE BALÇOVA (İZMİR) COASTAL AREA

ABSTRACT

Fourteen hot and twentyseven cold water samples were collected from the area. Eleven thermal deep wells by drilled MTA are located in the Balçova geothermal area. Hydrogeological properties of waters were investigated by using geochemical analyses results of selected water samples from the study area. Analyses results were evaluated by plotting on the Piper, Schoeller, Wilcox and USA-Salinity diagrams. Hydrochemical facies type the waters is generally sodium-bicarbonate-chlorine.

Boron and arsenic values of the thermal waters in the study area are dangerous for drinking and irrigation purposes. Boron values vary between 4,6 and 14,5 mg/l in thermal waters. Arsenic contents of the thermal waters in the area vary between 0,4 ppb and 418,6 ppb. These show over the limit values.

The thermal waters in the study area, with some exceptions, are oversaturated with respect to calcite, aragonite, chalcedony, dolomite, and quartz. These show that carbonate minerals (calcite, aragonite and dolomite), and silica minerals most likely to be precipitated as scales in geothermal wells.

All of the thermal waters of the study area fall in to the field of immature waters in Giggenbach (1988) diagram, indicating that these waters have not attained equilibrium. Cation geothermometers give unreasonable results for this study. Some of them are lower than the measured surface temperatures or much higher than possible. Discarding the unreasonable results the rest of the geothermometry calculations yield reservoir temperatures between 135 and 188 degree celcius. The temperatures obtained from silica geothermometers are more reasonable than those of the cation geothermometers.

Keywords : Balçova, Hydrogeology, Geothermal Energy.

İÇİNDEKİLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
ÖZ	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
BÖLÜM BİR	1
GİRİŞ	1
1.1 Çalışma Alanı	1
1.2 Amaç	3
1.3 Yöntemler	4
1.3.1 pH Ölçümü	4
1.3.2 İletkenlik Ölçümü	4
1.3.3 Sodyum (Na)–Potasyum (K) Analizi	5
1.3.4 Kalsiyum (Ca) Analizi	5
1.3.5 Magnezyum (Mg) Analizi	6
1.3.6 Klorür (Cl) Analizi	7
1.3.7 Sülfat (SO ₄ =) Analizi	7
1.3.8 Toplam Alkalinite Analizi	9
1.3.9 Bor (B) Analizi	10
1.3.10 Florür (F) Analizi	11
1.3.11 Silisyum (Si) Analizi	11
BÖLÜM İKİ	13
JEOLOJİ	13
2.1 Bölgenin Jeolojisi	13
BÖLÜM ÜÇ	17
HİDROJEOLOJİ	17
3.1 Kayaçların Hidrojeolojik Özellikleri	17
3.1.1. Su Noktaları	17
3.1.1.1. Akarsular	17
3.1.1.2. Kaplıcalar	17
3.1.1.3. Bataklıklar	18
3.1.1.4. Sığ Kuyular	18
3.1.1.5. Derin Kuyular	19
3.1.1.6. Akiferler	22
3.2 Yeraltı Suyu Beslenme ve Boşalımı	22
3.2.1 Yeraltısuyu Beslenimi	23
3.2.1.1 Yağıştan Süzülme	23
3.2.1.2 Yüzeysel Akıştan Süzülme	25
3.2.1.3 Sulama Suyundan Beslenme	25
3.2.1.4 Ilıca Deresinden Beslenme	25
3.2.2 Yeraltısuyu Boşalımı	26
3.2.2.1 Buharlaştırma - Terleme ile Boşalım	26
3.2.2.2 Kuyularla Boşalım	26
3.2.2.3 Kaynaklar ile Boşalım	26
BÖLÜM DÖRT	28
4.1 İnceleme Alanındaki Sularda Çözünmüş Başlıca İyonlar	28
4.1.1 Kalsiyum (Ca ⁺²)	28

4.1.2 Magnezyum (Mg^{+2}).....	28
4.1.3 Sodyum (Na^{+})	29
4.1.4 Potasyum (K^{+})	29
4.1.5 Klorür (Cl^{-}).....	29
4.1.6 Florür (F^{-})	30
4.1.7 Sülfat (SO_4^{-})	30
4.1.8 Bikarbonat (HCO_3^{-}).....	30
4.1.9 Silis (Si)	33
4.1.10 Alüminyum (Al).....	33
4.1.11 Arsenik (As)	33
4.1.12 Bor (B)	34
4.1.13 Çinko (Zn).....	34
4.1.14 Stronsiyum (Sr).....	34
4.1.15 Demir (Fe).....	34
4.1.16 Kurşun (Pb)	35
4.2 Suların Sınıflanması	35
4.2.1 Suların Fasiyes Tipine Göre Sınıflaması.....	35
4.2.2 Suların Fransız Sertliğine Göre Sınıflaması	38
1 Fransız Sertliği.....	39
4.2.3 Suların Sıcaklıklarına Göre Değerlendirilmesi.....	40
4.2.4 Suların EC Değerine Göre Sınıflaması	40
4.2.5 Suların Piper Diyagramına Göre Sınıflanması	42
4.2.6 Suların Schoeller Yarı Logaritmik Diyagramına Göre Sınıflanması	46
4.2.7 Suların Wilcox Diyagramına Göre Sınıflandırılması	48
4.2.8 Suların ABD Tuzluluk Diyagramına Göre Sınıflandırılması	48
BÖLÜM BEŞ	52
JEOTERMAL ENERJİ	52
5.1 Jeotermal Enerji Hakkında Genel Bilgi	52
5.2 İnceleme Alanının Jeotermal Enerji Potansiyeli	53
5.3 Balçova Sıcak Sularının Kapasitesi	54
5.4 Jeotermometre Uygulamaları	55
5.4.1 Kimyasal Jeotermometreler	56
5.4.1.1 Kalitatif Jeotermometreler	56
5.4.1.2 Kantitatif Jeotermometreler	57
5.4.2 Çözünürlüğe Dayalı Jeotermometreler.....	58
5.4.2.1 Silis Jeotermometreleri	58
5.4.3 İyon Değişimine Bağlı Jeotermometreler.....	60
5.4.3.1 Na-K jeotermometreleri	60
5.4.3.2 Na/Li, K/Mg, Li/Mg, Li jeotermometreleri	62
5.4.4 Jeotermometre Uygulanabilirliği	64
5.5 Suların Mineral Doygunluk İndeksleri	66
5.5.1 CO_2 Kısmi Basıncı	67
5.5.2 Kalsit, Dolomit ve Jips'in Çözünürlüğü	68
5.5.3 Kalsit, dolomit ve jips için doymunluk indeksi değeri (SI_{kalsit} , $SI_{dolomit}$ ve SI_{jips}).....	70
5.6 Balçova Bölgesi Kuyu Sularında Bor Kirlenmesi	88
BÖLÜM ALTI	92
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	92

KAYNAKÇA	95
EKLER	102

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1 Çalışma Alanı

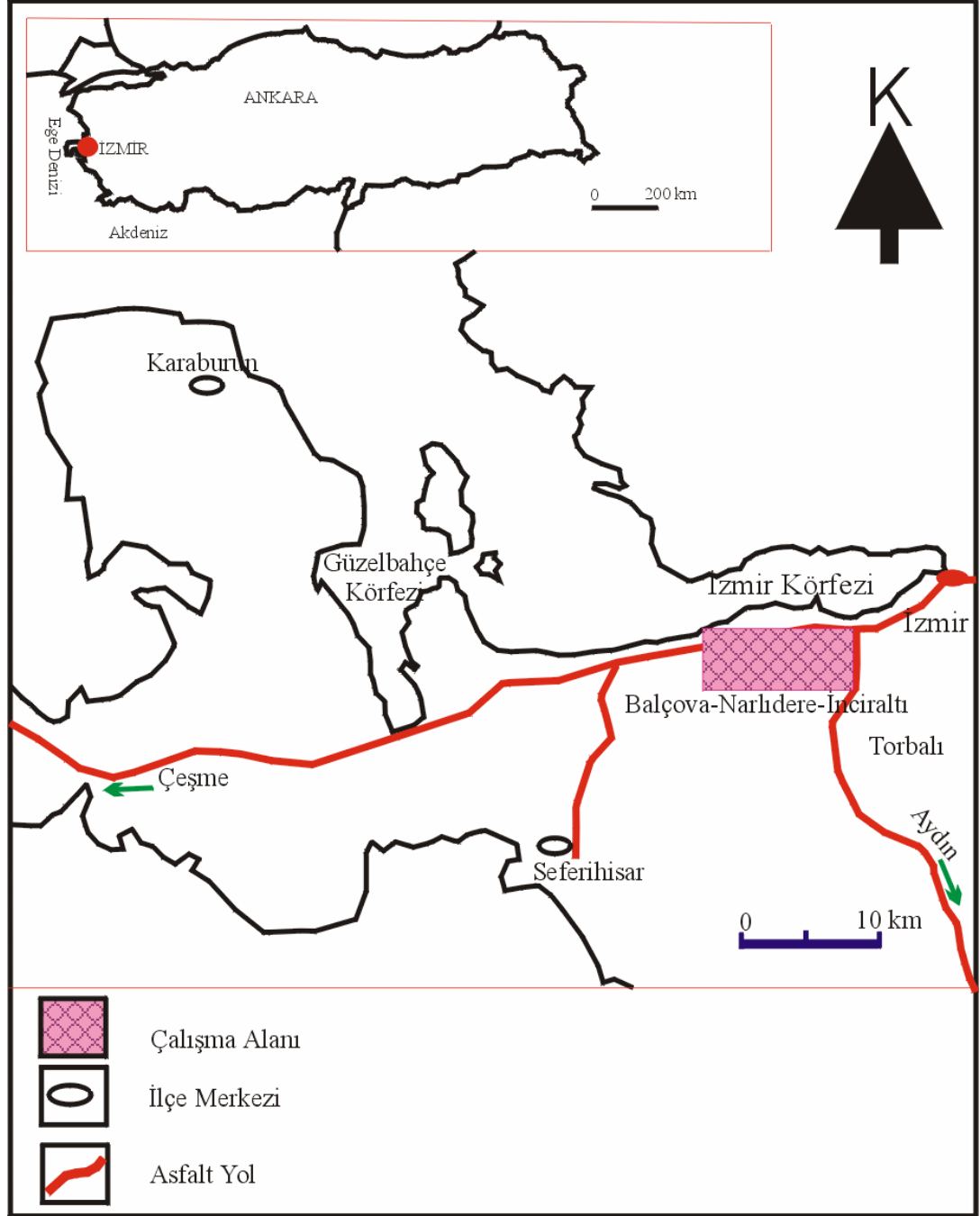
Çalışma alanı, İzmir Körfezi'nin güneydoğusunda 27°50'-27°55' boylam daireleriyle 30°20'-30°25' enlemleri arasında L18-a1 paftasında yer almaktadır. Balçova, İnciraltı ve Narlıdere ovalarını kapsamaktadır (Şekil 1.1). Drenaj alanı 86 km² olup, bunun 41 km² si Balçova Barajı'nın yağış alanı içinde, 10 km²'si alüvyon ve 1 km² si alüvyon konisidir. Yıllık yağış ortalaması 698,4 mm, yıllık sıcaklık ortalaması 17,6 °C mm fazla su 273,00 mm dir.

Nüfus 50 bin civarında olup, bölgede çarpık bir kentleşme görülmektedir. Seracılık, sebze, çiçek, narenciye ziraatı ile tavukçuluk ve hayvancılık gelişmiştir. Balçova'dan deniz kıyısına doğru olan bölgede, alüvyon üzerinde, turunçgiller yetiştirilmektedir. Fakat termal suların, içerisindeki bor konsantrasyonunun aşırı çekim nedeniyle zamanla artması ve burada yetiştirilen turunçgilleri ve karanfil bahçelerini kurutması üzerine bu bahçelere şebeke suyu taşınmasını arttırmıştır. Daha sarp alanlarda da zeytin bahçeleri bulunmaktadır. Ulaşım iyidir. İzmir-Çeşme otoyolu bu alandan geçmektedir.

Çalışma alanı sıcak sular haricinde ekonomik boyutta orantılı bir yer altı zenginliğine ve kaya birimine sahip değildir. Agamemnon Kaplıcaları turistik potansiyel açısından önemlidir. Buradaki termal sular, başta sağlık amaçlı kullanıldığı gibi, kısmen de seracılıkta kullanılmaktadır.

Balçova kaplıcalarına çok eski devirlerde Agamemnon Banyoları ve Çamuru, Apollon Banyoları gibi isimler verilmiştir (Yılmazer, 1981). M.Ö. VIII. Yüzyılda Homeros İzmir'de yaşamış ve İlyadası'nda kaplıcalardan bahsetmiştir. Burası, 2800 yıllık tarihi geçmişi olan bir yerdir. Tarihçi Philastratos'a göre; Teleephus'un Misilliler'e karşı yaptığı savaşlarda ordusuz kalan Agamemnon bu şifalı kaynakları keşfetmiştir. Bu savaşlar sırasında yaralanan askerler bu sulardan yıkanarak yaralarını iyileştirmişlerdir. İyileşen askerler, miğferlerini gene aynı yerde bulunan

Apollon Tapınağı'na astıklarından, Apollon Banyoları olarak isimlendirilmişse de daha ziyade Agamemnon Banyoları olarak şöhret yapmıştır.



Şekil 1.1 Çalışma alanının yeri (Peker, 2000)

M.S. Bizans Devri başlamış, hristiyanlığın gelişiyle kaplıcalara olan rağbet azalmıştır. Aynı zamanda kaplıcalar harap olmuştur. Türkler Anadolu'ya geldikten sonra kaplıcaları tekrar faaliyete geçirdilerse de görüldüğü gibi halihazırda istenen düzeye erişememiştir. Çalışma alanındaki Ilıca Deresi 35 km²lik sahayı drene eder. Yaz aylarında birkaç ay kurudur. Üzerinde 1981 yılından bu yana Balçova Barajı kurulmuştur (Tansuğ ve Şatır, 1987). İnceleme alanında turistik değere sahip olan “Teleferik Dinlenme Tesisleri” de bulunmaktadır (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 Teleferik dinlenme tesisleri

1.2 Amaç

Yapılan bu çalışmada, Balçova kıyı kesiminin, hidrojeolojik özellikleri ile sıcak ve soğuk suların kimyasal özelliklerinin laboratuarda yapılan kantitatif kimyasal analizlerle ortaya konulması amaçlanmıştır. Bölgede daha önceden mevcut olan hidrojeolojik problemlerdeki değişim ve çalışma sırasındaki hidrojeolojik problemler tespit edilmiştir.

1.3 Yöntemler

Bu raporda kantitatif analiz yöntemleri kullanılarak sıcak ve soğuk suların analizleri yapılmıştır. Arazide yapılan çalışmada sıcak ve soğuk sulardan numuneler Standart Metaodlara göre bir litrelik plastik kaplara alınarak laboratuvar analizleri yapılmıştır. Alınan su örneklerinin analizleri, Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Jeokimya Laboratuvarı'nda APHA-AWWA-WPCF (1981), TSE 266 (1997)' ye göre, ACME laboratuvarında APHA'ya göre yapılmıştır. Sıcak suların sıcaklıkları termometre ile ölçülmüştür.

Analizi yapılan su numuneleri, hidrojeokimyasal programlar; Aquachem (Calmbach, 1997), Hydrowin (Calmbach, 1995) ve Excel, Word, CorelDraw10, Surfer 7 paket programları ile değerlendirilerek yorumlanmıştır.

1.3.1 pH Ölçümü

PH sıcaklığa bağımlıdır ve sularda kolaylıkla değişebilir. Bunun için ağzı açılan bir su numunesinde derhal pH ölçümü yapılmalıdır. Ölçtüğümüz pH'ın numunenin gerçek pH'ını karakterize etmesi için su numunelerinin alındığı şişenin üzerinde hiç hava kabarcığı kalmamalıdır .

Beckman marka olan pH metrenin iki elektrodu mevcuttur. Doğru bir pH ölçümü yapabilmek için elektrotların temiz olmasına, aletin sıcaklık ayar düğmesi ile sıcaklığının 25°C'ta ayarlanmasına ve suyun sıcaklığının değişmesi ile hidrojen iyonları değişebileceğinden ve elektrod potansiyelinde de değişimler olabileceğinden suyun sıcaklığının da 25°C civarında olmasına dikkat edilmelidir (Güneş, 2001).

1.3.2 İletkenlik Ölçümü

Platinden iki elektrot bir su içine daldırıldığı zaman, iki elektrot arasında uygulanan bir elektromotor kuvvet altında, çözeltide mevcut iyonlar , elektrotlara doğru hareket ederek elektrik akımını iletirler. Bu da suyun kondüktivitesi veya rezistivitesi olarak tanımlanır. Elektriki iletkenlik , suyun elektrik akımını iletme

kapasitesini gösterir. İyonların yer değiştirme hızı üzerine sıcaklığın etkisi vardır. Bu nedenle iletkenlik ölçümlerinin sabit bir sıcaklıkta yapılması (örneğin 25°C’de) veya sıcaklık 25°C değilse bulunan iletkenlik değerlerinin, sıcaklık düzeltme faktörü ile çarpılarak normal bir sıcaklıktaki değerinin saptanması gerekir. Sonuç cihazdan doğrudan doğruya mikro-mho olarak okunur.

1.3.3 Sodyum (Na)–Potasyum (K) Analizi

Pye Unicam sp9 marka atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile çalışılan Na ve K ölçümlerinin çalışma prensibi, Beler Lambert yasası geçerliliğinde ışık enerjisinin atomlar tarafından soğurulmasını temel alarak 70 kadar elementi 200-0.001 ppm duyarlılıkla saptanması esasına dayanmaktadır. Isı enerjisi ile atomlar arasındaki etkileşme sonucu oluşan bu olay da, ısıyı alan atom uyarılmakta bir üst enerji düzeyine geçmekte ve bir süre sonra yine temel enerji düzeyine geri dönerek soğurduğu enerjiyi ya doğrudan doğruya ya da bir ara düzey üzerinden ışık enerjisi olarak yayımlamaktadır. Spektrofotometrenin çalışma prensibi yayımlanan bu ışık şiddetinin ölçülmesidir.

1.3.4 Kalsiyum (Ca) Analizi

Kalsiyum tayininde kullanılan çözeltiler aşağıda verilmektedir:

- N (normal) , EDTA (etilen diamin tetra asetik asit) çözeltisi: 1.86 g. EDTA damıtık suda çözülerek 1000 ml’ye tamamlanır. Bu çözelti standart kalsiyum karbonat çözeltisine karşı ayarlanır.
- N , Kalsiyum karbonat çözeltisi: 0.5 g. Kimyaca saf . kalsiyum karbonata (CaCO_3) 3 ml seyreltik (1+9) HCL içinde çözülür, damıtık su ile 1000 ml’ye tamamlanır. Bu çözeltinin 1 ml’si = 0.5 mg CaCO_3 ’a eşdeğerdir.
- İndikatör çözeltisi (müreksid): 0.2 g. Müreksid 100g. Sodyum klorür ile havan içerisinde ezilerek iyice karıştırılır.
- Tampon 2 çözeltisi (2N NaOH): 80 gr. Sodyum hidroksit damıtık su ile çözülür ve 1000 ml’ye tamamlanır (Güneş, 2001).

EDTA çözeltisinin ayarlanması: 25 veya 50 ml standart CaCO_3 ayar çözeltisi alınır, buna 1-2 ml tampon 2 çözeltisi ilave edilir, 3-5 damla müreksid indikatör çözeltisi konur. Renk pembeden leylak moruna dönene kadar EDTA çözeltisi ile titre edilir. Çözeltilerin normaliteleri eşit olduğuna göre 1ml 0.01 N EDTA çözeltisi 0.5 mg CaCO_3 'a eşdeğerdir. Hazırlanan çözelti tam 0,01 N. EDTA ise, harcanan çözelti hacmi ile titrasyon faktörünün çarpımı, alınan kalsiyum karbonat tartımına eşit olacaktır. Bu $T=v.m$ olarak yazılabilir. Buradaki m, faktör ayarı yapılacak titrasyon çözeltisi ile, titre edilen maddenin milieşdeğer gramıdır. Yani kalsiyum karbonat için $m=0,5$ mg'dır. Eğer çözelti 0,01 N değilse, $T \neq v.m$ eşitsizliği gözlenir. Burada çözeltilerin hassas hazırlandığı ve T tartımının hatasız olduğu kabul edilmektedir. Buradan $v.m$ çarpımı, T tartımına oranlanarak $F=T/v.m$ şeklinde çözelti faktörü tanımlanır. Tartımla alınan kalsiyum karbonat kütlesinin, titrasyonla bulunan kalsiyum karbonat kütlesine oranı çözelti faktörünü verir. bu denklem $T=v.m.F$ şeklinde yazılabilir. 50 ml 0,01 N CaCO_3 çözeltisi için 50 ml EDTA harcanırsa faktör 1 olacaktır.

1.3.5 Magnezyum (Mg) Analizi

Magnezyum, karbonat, oksit magnezit ve dolomit mineralleri halinde yaygın halde bulunduğu gibi mikalar ve birçok silikat minerallerinin de önemli bileşenlerinden biridir. Karbondioksitli sular bunlar üzerine etki ederek magnezyum bikarbonat halinde çözerler. Magnezyum tayini de EDTA kompleksimetrik metoda göre yapılır. Bu metod ile toplam sertlik de hesap edilebilir (Güneş, 2001). Deneyin yapılışında kullanılan çözeltiler aşağıda verilmektedir:

- N. EDTA Çözeltisi
- 0.01 N CaCO_3 Çözeltisi
- Tampon I Çözeltisi: 1.179 gr EDTA disodyum tuzu ve 780 mg $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ veya 644 mg $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 50 ml damıtık suda çözülür. Bu çözeltiliye 16.9 gr NH_4Cl ve 143 ml derişik NH_3 ilave edilir, karıştırılır, damıtık su ile 250 ml'ye seyreltilir.
- İndikatör Çözeltisi: 0.5 gr Eriochrome black-T ve 100 gr sodyum klorür bir havanda ezilerek iyice karıştırılır. Bu indikatör karışım uzun zaman dayanıklıdır.

- Engelleyici (İnhibitör): 4.5 gr hidroksilamin hidroklorür 100 ml %95'lik etil veya izopropil alkolde çözülür. Bu çözelti dönüm noktası indikatörü ile birlikte kullanılarak bozucu iyonların etkileri azaltılmış olur. Kesin bir dönüm noktası gözlenmesini sağlar.

1.3.6 Klorür (Cl) Analizi

Klorür tayininde kullanılan çözeltiler aşağıda verilmektedir:

- Ayarlı Gümüş Nitrat çözeltisi 0.0141 N: 2.396 gr. AgNO_3 damıtık suda çözülüp 1000 ml'ye tamamlanır. Bu çözelti NaCl çözeltisine karşı ayarlanır. Bu çözeltinin her bir mililitresi 0.5 mg klorüre eşdeğerdir.
- % 5'lik Potasyum Kromat (K_2CrO_4) çözeltisi: 5 gr K_2CrO_4 damıtık suda çözülür. Hafif kırmızı renk meydana gelinceye kadar AgNO_3 çözeltisi ilave edilir. Bu çözelti en az 12 saat bekletilir. Süzülür 100 ml'ye tamamlanır.
- Standart Sodyum Klorür (NaCl) ayar çözeltisi (0.0141 N): 900°C 'de 1.5 saat eritilerek kurutulmuş NaCl 'den 8.243 gr tartılıp 500 ml damıtık suda çözülür. Bu çözeltinin 50 ml'si damıtık suyla bir litreye seyreltilir. Elde edilen çözeltinin 1 ml'si = 0.5 mg klorüre eşdeğerdir.
- Alüminyum Hidroksit (AlOH) süspansiyonu: 125 gr potasyum veya amonyum şapı bir litre damıtık suda çözülür. Karıştırılarak ve yavaş yavaş 55 ml derişik amonyak ilavesi ile AlOH çöktürülür. Çökelek klorürden tamamen temizleninceye kadar damıtık su ile yıkanır.
- Sülfirik asit : yaklaşık olarak 0.5 normal (N).
- Sodyum Hidroksid (NaOH) çözeltisi 0.5 N: 4 gr NaOH 200 ml damıtık suda çözülür.
- Hidrojen Peroksid (H_2O_2): % 30'luk

1.3.7 Sülfat ($\text{SO}_4=$) Analizi

Sülfat tayininde kullanılan çözeltiler aşağıda verilmiştir:

- Metil kırmızısı indikatör çözeltisi: 100 mg. Metil kırmızısı sodyum tuzu damıtık suda çözülür ve 100 ml'ye seyreltilir.
- Hidroklorik asid (HCl), derişik, $d = 1.25$
- Hidroklorik asid, (1 + 1)'lik.
- Baryum klorür çözeltisi: 10 gr $BaCl_2 \cdot 2H_2O$, 90 ml damıtık suda çözülür. Bu çözeltinin 1 ml'si yaklaşık 40 mg. Sülfatı çökeltecek kapasitededir.
- Sodyum klorür (NaCl) çözeltisi: 10 gr. NaCl, 100 ml. Damıtık suda çözülür.
- Gümüş nitrat- nitrik asid reaktifi: 8.5 gr. $AgNO_3$ ve 0.5 ml. derişik nitrik asid 500 ml. suda çözülür.
- Hidrojen peroksit, $d = 1.1$
- Doymuş potasyum permanganat çözeltisi.

Bozucu Etkilerin Giderilmesi: Yüksek organik madde litrede 30 mg'dan fazla permanganat sarfı olan ve 25 mg./lt.'nin üstünde SiO_2 ihtiva eden numunelerde tayin sırasında bozucu etki meydana gelir. Bozucu etki iki yolla giderilmektedir. İlki; 200 ml. su numunesi kuvars veya platin bir kapsüle konarak su banyosunda buharlaştırılır. Kuru hale gelen numuneye 2-3 damla derişik HCl ve 2-5 damla NaCl ilavesinden sonra kapsülün kenarlarındaki maddeler, kapsül çalkalanarak kapsülün içine alınır.ve çözelti tekrar kuruluğa kadar buharlaştırılır. Sonra 600 °C'ye kadar ısıtılarak akkor halde kızdırılır. Bu sırada organik madde uzaklaştırılmış olur. Kapsüldeki bakiye 3 ml. damıtık su, 1 ml. derişik HCl ile ısıtılarak çözülür. Çözelti süzülür, kapsül birkaç kere sıcak su ile çalkalanarak yıkanır. Çözünmeyen SiO_2 ayrılır, süzüntü klorür iyonlarından arı olana kadar yıkamaya devam edilir. Buda gümüş nitrat, nitrik asid çözeltisi ile kontrol edilir. Süzüntü ve yıkama suları bir balonjojede toplanır 200 ml.'ye tamamlanır ve sülfat tayininde kullanılır.

İkinci yol ise; Numune fazla miktarda organik madde içeriyorsa, organik madde permanganat ile oksitlenerek de uzaklaştırılabilir.

1.3.8 Toplam Alkalinite Analizi

Suyun alkalinite, hidroksit (OH^-), karbonat (CO_3^{2-}) ve bikarbonat (HCO_3^-) iyonlarından ileri gelir. Demek ki 3 çeşit alkalinite vardır. Bu üç çeşit alkalinite iki indikatör yardımı ile ve 0.02 N sülfirik asit ile titre edilerek tayin edilebilir. Kullanılan indikatörler fenolftalein ve metiloranjdır. Su hidroksit veya karbonat içerdiği zaman fenolftalein pembe renk verir. Asit ile titrasyonda pembeden renksiz hale geçtiği anda $\text{pH} = 8,2-8,3$ 'dür. Metiloranj, bu üç alkaliniteden birinin bulunması halinde sarı renk verir, asit mevcudiyetinde ise kırmızıya döner. Bu anda $\text{pH} = 4,4$ 'dür. Normal karbonat alkalinitesi, hidroksid veya bikarbonat alkalinitelerinden biri ile birlikte bulunabilir. Fakat hidroksid ve bikarbonat alkalinitesi aynı numunede birlikte bulunamaz. Eğer numunede fenolftalein alkalinitesi varsa hidroksid veya normal karbonattan biri veya herikisi de bulunabilir. Numunede sadece metiloranj alkalinitesi varsa bu üç alkaliniteden herhangi biri bulunabilir veya hidroksid, karbonat birlikte, veya karbonat ve bikarbonat birlikte bulunabilir. Herhangi bir numunede alkalinite 5 değişik durumda olabilir. Bunlar; yalnız hidroksid, hidroksid ve karbonat, yalnız karbonat, karbonat ve bikarbonat ve yalnız bikarbonattır. Bu iyonların miktarları 0.02 N sülfirik asit ile titre edilerek bulunabilir. Amerikan literatürüne göre, fenolftalein alkalinitesi (P); metiloranj alkalinitesi (M); toplam alkalinite de(T) harfleri ile gösterilmektedir. Deneyin yapılışında kullanılan çözeltiler aşağıda verilmektedir:

- Fenolftalein Çözeltisi: 5 gr fenolftalein 500 ml %95'lik $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 'da çözülür, üzerine 500 ml damıtık su ilave edilir, 0.02 N NaOH ile hafif pembe renk görünene kadar titre edilir.
- Metiloranj Çözeltisi: 0.5 gr metiloranj 1000 ml damıtık suda çözülür.
- Standart 0.02 N H_2SO_4 çözeltisi: $d = 1.84$ ve %95'lik H_2SO_4 'den 0,563 ml alınıp 1000 ml'ye tamamlanır. Bu çözelti 0.02 N Na_2CO_3 'a karşı ayarlanır.
- 0.02 N Na_2CO_3 Ayar Çözeltisi: 140°C 'de etüvde kurutulmuş Na_2CO_3 'den 1.06 gr tartılıp karbondioksitsiz su ile 1000 ml'ye tamamlanır.

0.02 N Sülfirik Asit Çözeltisinin Ayarlanması: 10 ml 0.02 N Na_2CO_3 çözeltisi alınır, 3-4 damla metiloranj indikatör çözeltisinden damlatılır ve 0.02 N H_2SO_4 ile titre edilir. Rengin sarıdan pembeye döndüğü andaki asit sarfiyatı akydedilir ve faktör aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$F_1 \times S_1 = F_2 \times S_2 \text{ 'den}$$

$$F_{1(\text{H}_2\text{SO}_4)} = F_2 \times S_2 / S_1$$

Sodyum karbonat çözeltisi standart olarak hazırlandığından F_2 faktörü 1 olarak kabul edilip hesaplanır.

$F_1 = 0.02$ N sülfirik asidin faktörü

$S_1 =$ titrasyonda sarfedilen sülfirik asidin miktarı (ml)

$F_2 = 0.02$ N sodyum karbonat çözeltisinin faktörü

$S_2 =$ alınmış olan sodyum karbonat çözeltisinin ml olarak miktarı

1.3.9 Bor (B) Analizi

Önemli bir bitki beslenme elementi olan bor, sulama suyunda 2.0 mg/l'den fazla olması halinde bitkilere zarar verir. Bazı bitkiler 1.0 mg/l hatta daha düşük konsantrasyonlardaki bordan bile zarar görürler. İçme sularında 1.0 mg/l'nin üzerindeki konsantrasyonlara nadiren rastlanır. Deniz suyunun bor içeriği 5 mg/l civarındadır. Büyük miktarda borun vücuda alınması halinde merkezi sinir sistemi etkilenir, bor alınmaya devam edilirse borizm olarak bilinen klinik sendrom görülür (Şengül ve Türkman,1998).

Numuneler, polietilen şişelerde veya borsuz cam kaplarda saklanmalıdır. Bor varlığında, derişik sülfirik asitle karmin yada karmin asit çözeltisi parlak kırmızıdan maviye renk değiştirmektedir. Bu metot da suda bulunan iyonlar girişim yapmazlar. Tesbit edilen minimum konsantrasyon 2 μgr . Bor'dur. Bor ölçümünde minumum ışık yolu 1 cm olan ve 585nm'de okuma alabilecek nitelikte bir spektrofotometre cihazı gereklidir. Bor ölçümünde kullanılan çözeltiler aşağıda verilmektedir:

Tüm reaktifler polietilen yada bor içermeyen kaplarda saklanmalıdır.

- Standart bor çözeltisi: 10 ml stok bor çözeltisi 1000 ml'ye tamamlanarak hazırlanır. Bu çözeltinin 1 ml'si 1 µgr Bor içerir.
- Hidroklorik asit (derişik).
- Sülfirik asit (derişik).

Karmin reaktifi: 920 mg karmin NF 40 yada karminik asit 1 lt derişik sülfirik asitte çözölür.

1.3.10 Florür (F) Analizi

Florür suda doğal olarak bulunabildiğı gibi kontrollü olarak içme suyuna ilave edilmesi de mümkündür. Florür konsantrasyonunun yüksek olması durumunda insan ve hayvanlarda diş ve kemik rahatsızlıkları ortaya çıktığı için giderilmesi gerekir. Florür tayininin hassas bir şekilde yapılması halk sağlığı açısından büyük önem taşır (Şengöl ve Türkman, 1998).

Günümüzde sularda florür tayini için en hassas metotlar kolorimetri metot ile elektrot metodudur. Kolorimetrik metotlar kullanıldığında diğer iyonların girişimini engellemek için numunelerin destile edilmesi gerekir ve metot, florür ile zirkonyum boyası arasındaki reaksiyona dayanır.

1.3.11 Silisyum (Si) Analizi

Silis yerkabuğunda bolluk açısından oksijenden sonra yer alır. Çoğu kayalarda oksit ve metallerle birleşik olarak silikat mineralleri halinde bulunur. Silis içeren kayaların parçalanması doğal sularda süspanse ve kolloidal halde bulunan silis bileşiklerinin başlıca nedenidir.

Doğal suların silis içeriğı 1-30 mg/L gibi yüksek konsantrasyonlar, doğal sular için pek alışılmış değildir. Ancak bazı tuzlu sularda ve deniz sularında silis konsantrasyonları 1000 mg/L'yi aşmaktadır.

Endüstriyel amaçlarla kullanılan sularda silis istenmeyen bir parametredir. Bunun nedeni silisin özellikle yüksek basınçlı buhar türbini cihazlarında saf silis birikimlerinin oluşmasına neden olmasıdır. Silis giderme için bazik anyon değiştiriciler veya destilasyon işlemi uygulanır.

Silis tayininde uygulanan A, B ve C metotlarından, A metodu, B ve C metotlarında kullanılan standart sodyum silikat çözeltilerini standardize etmek için kullanılır. Bu metot, 20 mg/L den daha yüksek konsantrasyonlarda silis içeren su numunelerinin analizi için tercih edilmemektedir. B metodu (Molibdosilikat Metodu) 0.45 – 25 mg/L silis içeren nispeten saf sular için tavsiye edilmektedir. Bu metot ile silis tayininde tanin, renk ve bulanıklık nedeni ile olan girişimler, metot C'ye oranla daha önemlidir. Metot C, heteropoli mavisi metodu olup, düşük silis konsantrasyon aralıklarında (0.04-.2 mg/L) uygulanır. Tanin, renk bulanıklık gibi girişimler metot C üzerinde etkili olmaktadır. Metot B'de oluşturulan sarı rengin dayanıklılığı pek uzun olmadığından zamana dikkat etmek gerekir. Doğal suların çoğu için bu metot seyreilmeye gerek duyulmaksızın kullanılabilir. Ayrıca C metoduna kıyasla daha hızlı ve daha basit bir yöntemdir. Silis tayini için numunelerin polietilen ve diğer plastik malzemeden yapılmış kaplara alınması ve saklanması gerekir (Şengül ve Türkman, 1998).

BÖLÜM İKİ

JEOLojİ

2.1 Bölgenin Jeolojisi

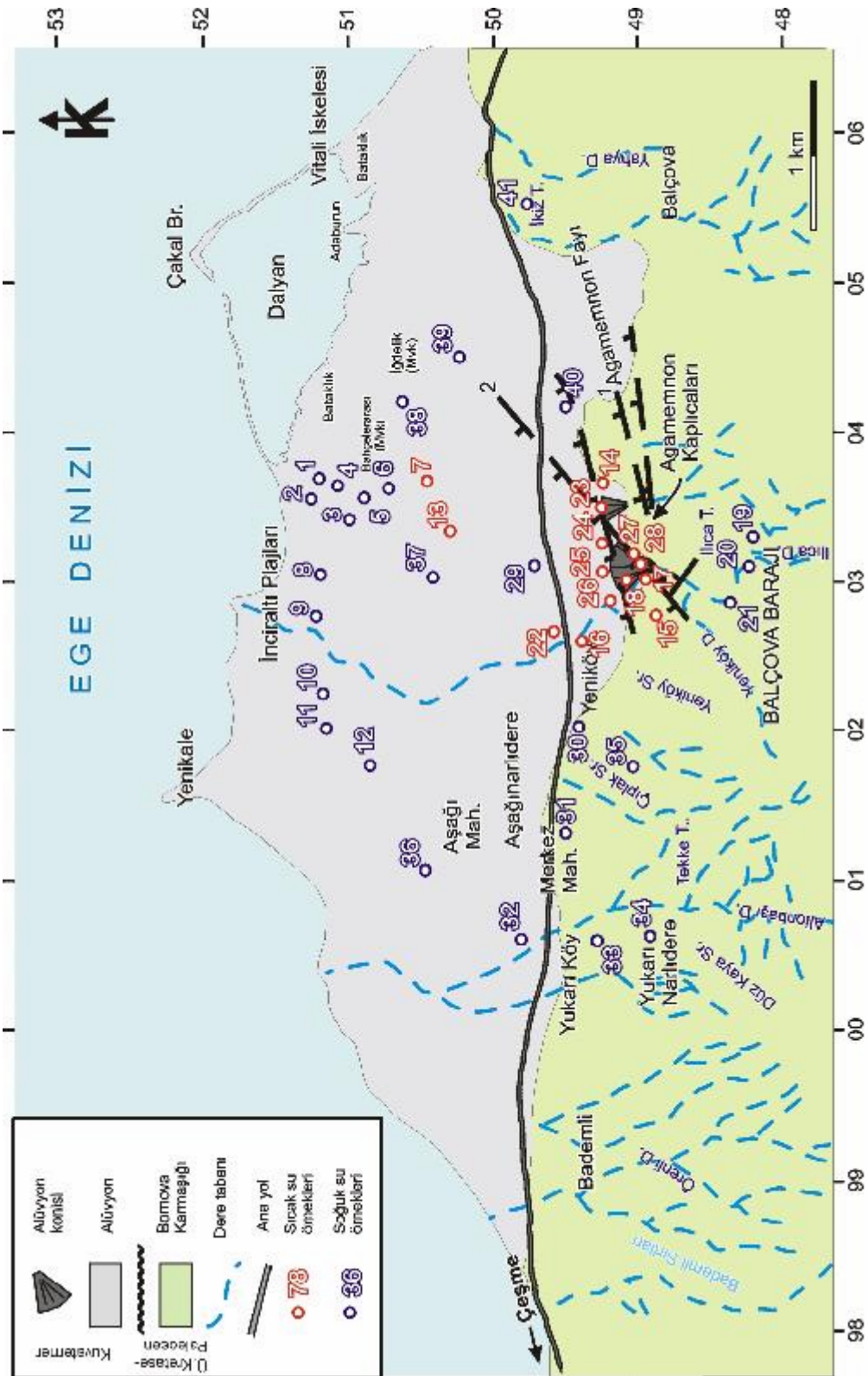
Çalışma alanında Üst Kretase-Paleosen yaşlı Bornova karmaşığı ve Kuvaterner yaşlı alüvyon ve yamaç molozu yer almaktadır (Şekil 2.1). Alüvyon biriminin içerisinde alüvyon konileri yer almaktadır.

Bornova karmaşığı adı verilen birim, Erdoğan (1990)'a göre İzmir-Ankara Zonu'nun Bornova ile Seferhisar arasındaki bölümü kapsar ve Üst Kretase-Paleosen yaşlıdır. Bornova karmaşığı kumtaşı-şeyl ardalanması, masif kumtaşları, serpantinit, spilit, diyabaz ve kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 2.2). Kireçtaşı ile spilit ve diyabazlar bu bölgede merceksel konumda kayalardır.



Şekil 2.2 Bornova karmaşığı

Balçova kaplıcalarının olduğu yerden denize kadar olan kısımlar yamaç molozu ve alüvyonlarla kaplıdır ve bunların kalınlıkları güneyden kuzeye doğru artarak devam eder (Yılmazer, 1989).



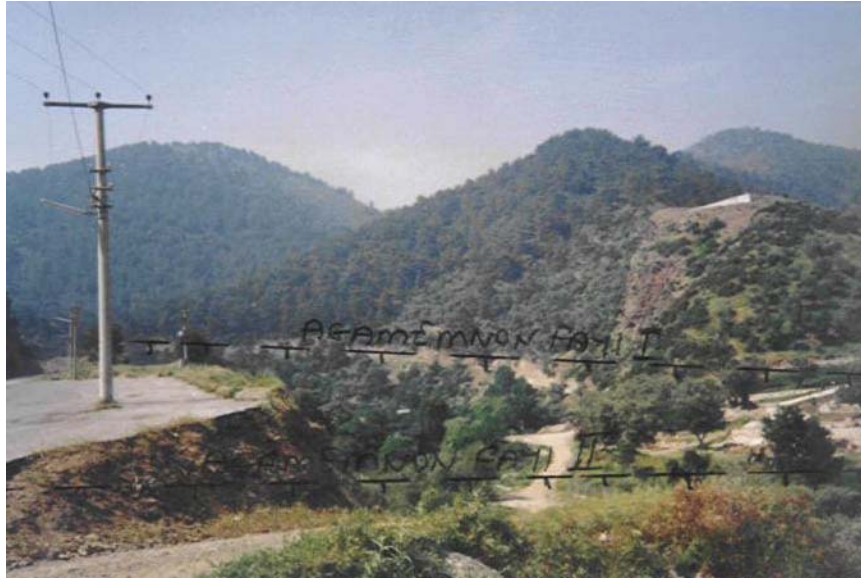
Şekil 2.1 Çalışın alanının joloji haritası (Tansuğ ve Şatr, 1987) ve örnek noktalarının dağılımı

Agamemnon kaplıcasının iki yanında 1 km² lik alan alüvyon konisi oluşturmaktadır. Çalışma alanında gözlenen yamaç molozu, alüvyon ve alüvyon konisi, Bornova karmaşığını açısız uyumsuz olarak üstlemektedir (Şekil 2.3).

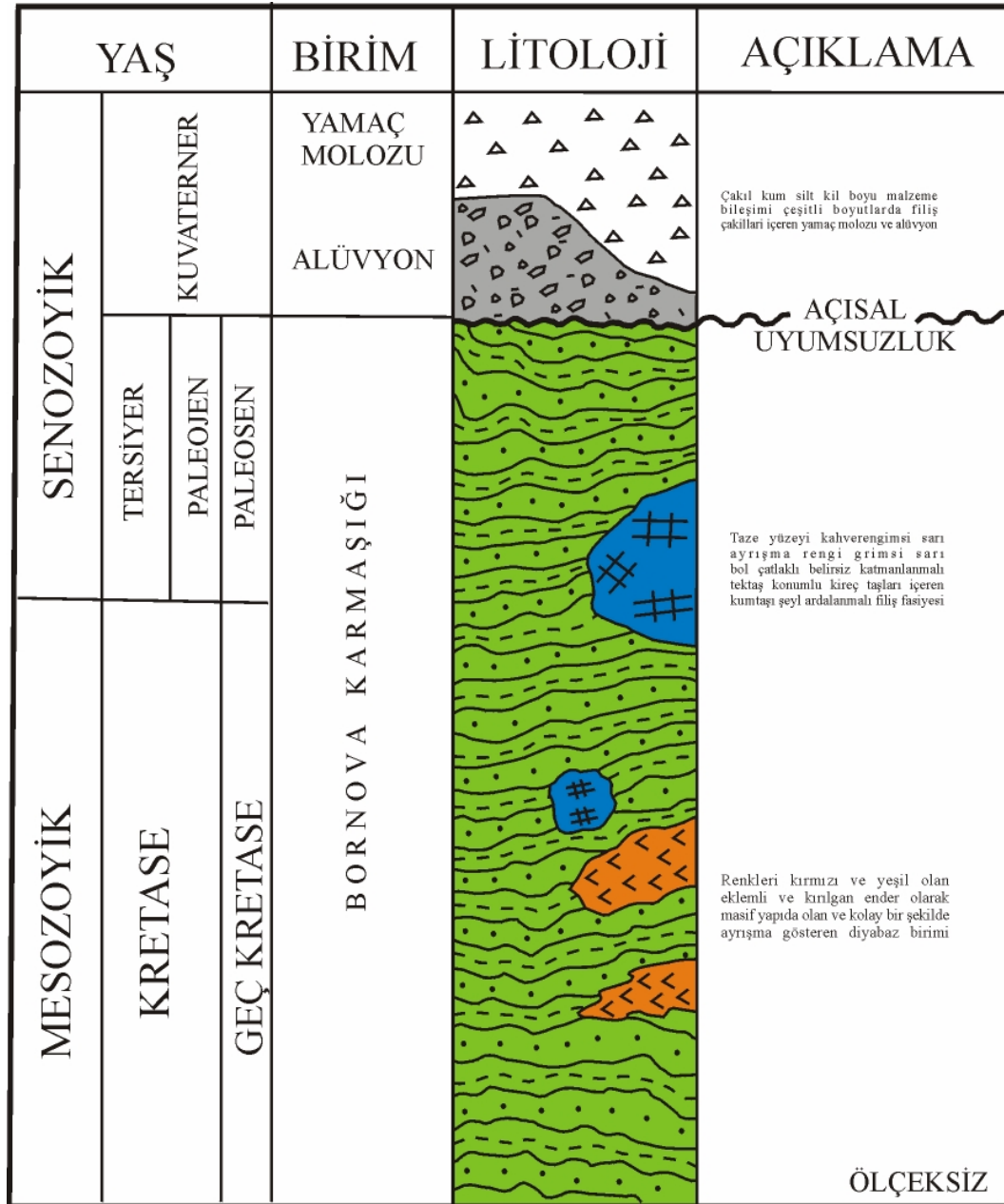
Balçova jeotermal alanı tektonik yönden oldukça etkin bir bölgedir. Pliyosen başında oluşmaya başlamış D-B doğrultulu Agamemnon Fayı-I aktivitesini sürdürmektedir. Balçova kaplıcaları'nın oluşması da bu faya bağlıdır. Fay zone boyunca hidrotermal alterasyon yaygındır ve eğim ortalama 65° kuzeydir.

Jeotermal alandaki en önemli ikinci fay ise, Erdoğan 1990'a göre KD-GB doğrultulu Agamemnon-II fayıdır (Şekil 2.4). Bu fay Agamemnon Fayı-I'den daha eski olup, termal aktivitesi daha azdır.

Sonuç olarak Balçova Kaplıcaları aktif tektonik bir zone üzerinde bulunur. Genel tektonik gidişler KD-GB, D-B, KB-GD şeklindedir. Aynı yönlerde tabakalanmalar gelişmiştir (Yılmaz ve Yakabağı, 1995).



Şekil 2.4 Agamemnon-I ve Agamemnon-II fayları



Şekil 2.3 Çalışma alanının kolon kesiti (Peker, 2000)

BÖLÜM ÜÇ HİDROJEOLOJİ

3.1 Kayaçların Hidrojeolojik Özellikleri

İnceleme alanındaki Bornova karmaşığı hazne açısından olumlu görülmektedir. Bornova karmaşığı içerisindeki kumtaşları, kireçtaşları ile spilit ve diyabazlar tektonik hatlarda hazne özelliği gösterirler. Alüvyon ve alüvyon konisi dışındaki formasyonlarda su taşıma özellikleri yeraltı suyu bakımından önemsizdir (Yılmazer ve Yakabağı, 1995).

3.1.1. Su Noktaları

3.1.1.1. Akarsular

Çalışma alanının en önemli akarsuyu Ilıca Deresi'dir (Şekil 3.1). Ilıca Deresi, Balçova Barajı'nın yaklaşık 10 km kadar güney batısı, Tekke Dağı (1017m) kuzey yamaçlarından Kestane Deresi adı altında birkaç kaynağın birleşmesi sonucunda oluşmaktadır. Çıtak Soykesi Dağı civarında Ilıca Deresi adı altında kuzeye yani denize doğru akmaktadır. 35 km²'lik yağış alanı mevcut olup, üzerine Balçova Barajı inşa edilmiş 8.5 x 10⁶ m³ toplam hacimlidir (Tansuğ ve Şatır, 1987).

Ilıca Deresi kuzeye (denize) doğru akmaktadır. Ilıca Deresi'nin ilkbahar ve yaz aylarında tamamen kuru olduğu izlenmiştir. Ayrıca Narlıdere'nin içinden geçen Alionbaşı Deresi ile Balçova'nın doğusunda yağmur sularını boşaltan küçük dereler mevcuttur. Senenin büyük kısmında kurudur.

3.1.1.2. Kaplıcalar

Agamemnon sıcak su kaynakları 10 l/s civarında olup, 68°C sıcaklıkta bol mineralli fay kaynağı şeklinde oluşmaktadır. Bir kırık zonundan çıkmaktadır. Civarında yapılan sondajlardan (100-120)°C ısıda su buharı temin edilmektedir. Sondaj kuyusuna verilen soğuk su ile sıcak su alınmaktadır (Tansuğ ve Şatır, 1987).



Şekil 3.1 Ilıca Deresi

3.1.1.3 Bataklıklar

Çalışma alanında 1/25000 haritada görüldüğü gibi, İnciraltı – Bahçelerarası, İğdelik, Adaburun – Vitali İskelesi arasında kalan, tahminen 2 km²'lik saha bataklıktır. Deniz suyu burada çok etkili olup, arazide bataklık oluşmuştur.

3.1.1.4 Sığ Kuyular

Havzanın ovalık kesiminde yamaç molozu ve alüvyonda halkın açtırmış olduğu 10 – 30 m derinlikli 30 adet adi, keson kuyudan örnek alınmıştır.

Seracılık, sebze, çiçek ve narenciye sulaması nedeniyle hemen hemen her tarlanın kuyusu mevcuttur ve bazı aylarda fazla su çekimi olması nedeniyle suyun içerisindeki bor miktarı ve su ısısı bazı bölgelerde artmaktadır ve bor oranındaki artışın yetiştirilen ürünlere zarar vermesi nedeniyle kuyu suyu ile sulama yerini şebeke suyu ile sulamaya bırakmaktadır.

3.1.1.5 Derin Kuyular

Çalışma alanındaki derin kuyuları, Balçova Kaplıcaları'nın bulunduğu alandaki sıcak su kuyuları oluşturmaktadır. Bunlar toplam 13 adettir ve MTA tarafından açılmış kuyulardır. Kuyuların bazıları yaz döneminde bazıları ise sadece kış döneminde çalıştırılmaktadır. Bu çalışma için 11 tanesinden örnek alınmıştır. Bu kuyular sırasıyla, BD-1, BD-2, BD-3, BD-4 (Şekil 3.2), BD-5 (Şekil 3.3), BD-6, BD-7, B-1, B-5, B-7 ve B-10 kuyularıdır.



Şekil 3.2 Çalışma alanındaki BD-4 nolu sıcak su kuyusu



Şekil 3.3 Çalışma alanındaki BD-5 sıcak su kuyusu

BD-1 kuyusu, 1994 yılında, derinliği 564 m olan BD-1 kuyusu açılmış ve 140 °C gibi yüksek sıcaklığı olan akışkan elde edilmiştir. Kuyunun artezyen verimi 6lt/s 90 metreden kompresörlü üretimi 10lt/s'dir. Bu verilerin ışığında pompalı üretimin 15 lt/s civarında olması beklenmektedir (Yılmaz ve diğ., 1994).

BD-2 kuyusu, 1995 yılında 677,2 derinlikli 2. derin kuyu olarak açılmıştır. Agamemnon fayı-I'ı kesmek hedeflenmiştir. BD-2 kuyusu tamamlandıktan sonra kuyuda sıcaklık ve debi ölçümleri yapılmıştır. Buna göre 450 m'de 130,3 °C, maksimum termometre ile 540 m'de 133 °C kuyu içi sıcaklıkları ölçülmüştür. Kuyuda debi ölçümleri de yapılmış ve kuyunun artezyen şeklindeki minimum 35lt/s üretim yaptığı anlaşılmıştır (Yılmaz ve Yakabağı, 1995).

BD-3 kuyusu, derinliği 750 m'dir. Kuyu taban sıcaklığı BD-1 ve BD-2'de olduğu gibi 140 °C'dir. Bu demektir ki Agamemnon Fayı-I zonu doğu-batı doğrultulu değişiklik olmadan devam etmektedir. Kuyudan kompresörle 18-20 lt/s civarında

üretim yapılmıştır. Bu üretimde kompresör 200 metrelerden bastırılmıştır (Yılmazer ve diğ., 1996).

BD-4 kuyusu, İzmir Valiliği'nin konut ısıtılması amacı ile açtırdığı beşinci derin kuyudur. Kuyu 1998 yılında açılmış, 624 m derinlikte tamamlanmıştır. BD-4 kuyusunda da Agamemnon Fayı-I'in kesilmesi hedeflenmiştir. 480 m'de alınan kuyu içi termik logda tabana doğru sıcaklığın 130 °C de sabitlendiğinin görülmesi üzerine sondaj bu metrede durdurulmuştur. daha sonra yapılan kuyu içi sıcaklık ölçümünde kuyu için en yüksek sıcaklık 565 m'de 131,5 °C'dir. Kuyunun verimi 25-30 l/s olup, üretim artezyen şeklindedir (Yılmazer ve diğ., 1998).

BD-5 kuyusu, bu sahada açılan altıncı derin kuyu olup, planlandığı gibi 1100m'de tamamlanmıştır. Kuyu içinde alınan termik logda 770 metreye kadar sıcaklıkta artış, bu metreden sonra sabitlenme ve az miktarda düzenli bir düşme görülmektedir. Bu durumda derinde daha sıcak bir rezervuarın olmayacağı görüldüğünden sondaj 1100 m'de tamamlanmıştır. Kuyu içinde amerada ile yapılan sıcaklık ölçümünde, en yüksek değer 700 m'de 117,5 °C olarak ölçülmüştür. Taban sıcaklığı ise 1067 m'de 105,5 °C olarak belirlenmiştir. Kuyunun verimi 210 m'de yapılan kompresör testinde 10-11 lt/s olarak saptanmıştır (Yılmazer ve diğ., 1999).

BD-6 ve BD-7 kuyuları, BD-6 = 606,00 m ve BD-7 = 700,00 m'dir. 1999 tarihinde birer ay ara ile önce BD-6 sonra BD-7 kuyusu açılmıştır. BD-6 kuyusunda WELL-Logging aracıyla kuyu içi sıcaklık ölçümü teknik bir arızadan dolayı alınamamıştır ve 500,00 m'de maksimum sıcaklık 136,3 °C olarak ölçülmüştür. Kompresörle yapılan üretim sonucu BD-6 kuyusunda 35-40 lt/s debide, BD-7 kuyusunda 30 lt/s debide jeotermal akışkan gözlenmiştir. Üretim sonucu BD-6 kuyusunda 20 lt/s artezyen debisinde geliş mevcuttur (Altay, 1999).

B-1 kuyusu, 1982 yılında açılmış, derinliği 104m., sıcaklığı 104°C'dir. B-5 kuyusunun derinliği 108,5 m., sıcaklığı 103 °C'dir. 1983 yılında açılmıştır. B-7 kuyusu 1983 yılında açılmıştır. Derinliği 120m., sıcaklığı 96 °C'dir. B-10 kuyusunun derinliği 125 m., sıcaklığı 98,4 °C'dir.

3.1.1.6 Akiferler

Balçova – İnciraltı ve Narlıdere’de genel olarak akiferlerin yayılım alanı ovalık kısımlardadır. Alüvyonun kum, çakıl ve blok taşlı seviyeleri akifer karakterindedir. Alüvyonun altındaki killi şistli filiş serisi temel kayayı oluşturur. Buradaki suyun ıslısı (60-100) °C’dir ve bor tuzludur. Sulamada kullanılmaz.

3.2 Yeraltı Suyu Beslenim ve Boşalımı

Balçova, İnciraltı ve Narlıdere ovalarındaki akiferlerin yeraltı suyu beslenmesi; alüvyon konisi ve alüvyona düşen yağışların yeraltına süzülmesi ile havzanın güneyinde Balçova barajının drenaj alanı dışındaki dağlık kısımlara düşen yağış ve yağıştan meydana gelen akışın alüvyondan yeraltına süzülmesi yanında sulama suyundan tekrar yeraltına süzülmesi ile olmaktadır (Tansuğ ve Şatır, 1987).

Yeraltı suyu boşalımı ise, kuyulardan pompajla yeraltı suyu çekimi, buharlaşma-terleme ve kaynaklarla olan boşalım (çok az) ile olmaktadır.

Bu durumda ovaların yeraltı suyu beslenmesi; Güneydoğuda; Dedebağ – Eskidamdan güneye doğru, Güneybatıda ise; Çakmatepe sırtları – Karabelentepe ve Çatalkaya’nın kuzey sırtlarından olmaktadır (Tansuğ ve Şatır, 1987). Balçova Barajının drenaj alanı ise 41 km²’dir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Balçova Barajı

3.2.1 Yeraltısu Beslenimi

Ovalardaki yer altı suyu beslenimi, yağıştan, yüzeysel akıştan ve sulama suyundan geriye dönüşle olmaktadır. Çalışma alanının toplam drenaj alanı 86 km^2 dir. Bunun 1 km^2 sini alüvyon konisi, 10 km^2 sini alüvyon, 34 km^2 sini dağlık kısım ile 41 km^2 sini Balçova alanının drenaj alanı oluşturmaktadır (Şekil 3.5).

3.2.1.1 Yağıştan Süzülme

Bölgede, alüvyon konisi ve alüvyonun yağıştan süzülerek beslenmesi dikkate alındığında;

Alüvyon konisinin yağıştan beslenme alanı: 1 km^2

Yıllık ortalama yağış: $698,4 \text{ mm}$

Alüvyon konisinin yağıştan süzülme: %40

$1,0 \times 10^6 \times 0,698 \times 0,4 = 0,279 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ bulunur.

Alüvyonun yağıştan beslenmesi;

Alüvyonun kapladığı alan: 10 km^2

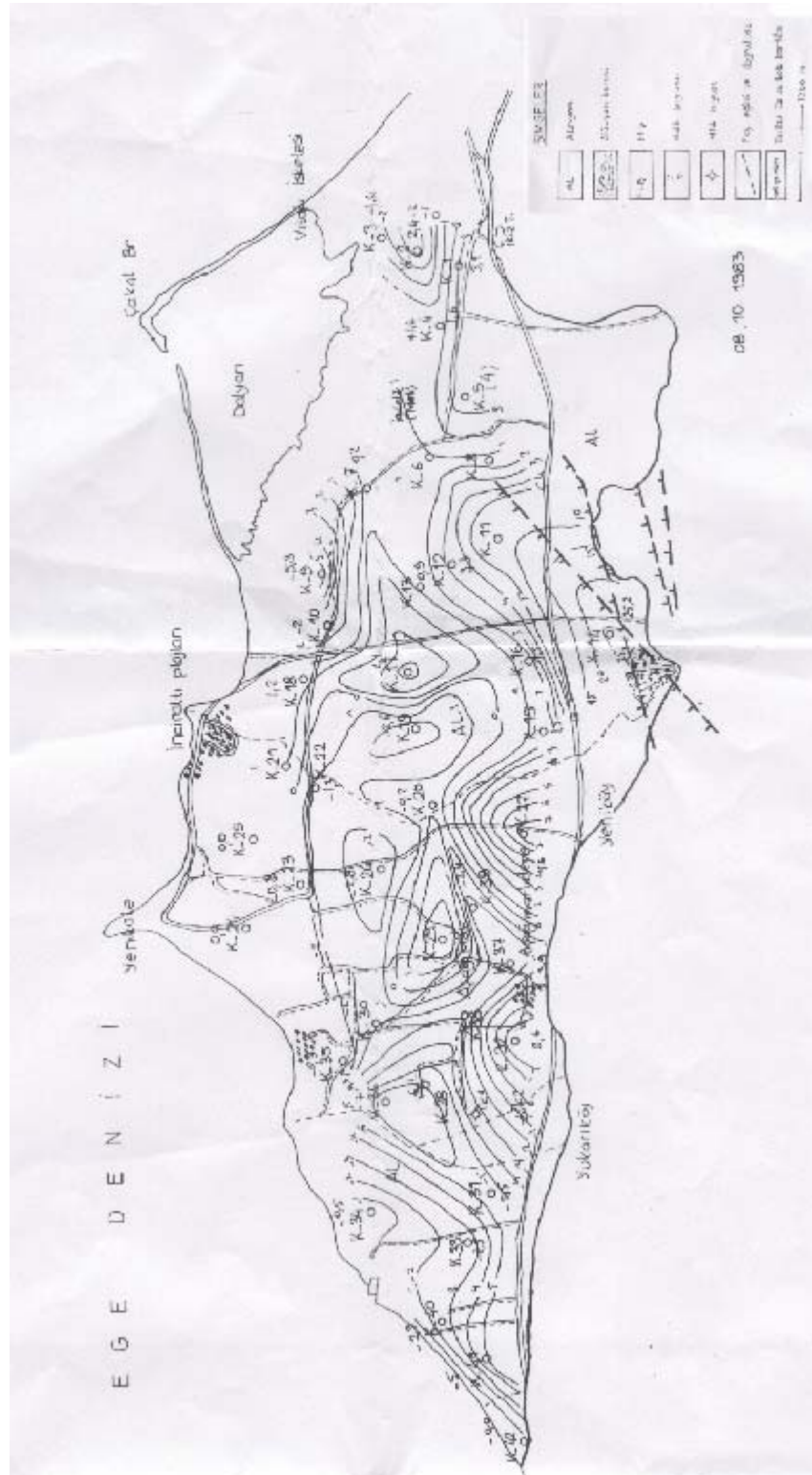
Yıllık ortalama yağış: $698,4 \text{ mm}$

Alüvyonun yağıştan beslenme katsayısı: %35

$10 \times 10^6 \times 0,698 \times 0,35 = 2,443 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ bulunur.

Alüvyon konisi ve alüvyonun yağıştan süzülmesi tüm toplam beslenimi;

$(0,279 + 2,443) \times 10^6 = 2,722 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ bulunur.



3.2.1.2 Yüzeysel Akıştan Süzülme

Çalışma alanındaki dağlık kısımlara düşen yağışın akışa geçen miktarının bulunmasında; yağış, yağışın şiddeti ve süresi, topoğrafya ve formasyonun yapısı dikkate alındığında, yağıştan akışa geçen miktar %30 olarak alınabilir. Akışa geçen bu miktarda %15 nin alüvyondan yeraltına süzüldüğü kabul edilirse,

Yağışın akışa geçtiği dağlık kısmın alanı : 34 km²

Yıllık yağış miktarı : 689,4 mm

Akaş katsayısı : %30

Akıştan süzülme katsayısı : %15

$34 \times 10^6 \times 0,6894 \times 0,30 \times 0,15 = 1,015 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ bulunur.

3.2.1.3 Sulama Suyundan Beslenme

Balçova, İnciraltı ve Narlıdere ovalarının 1/3 oranındaki kısımlarında sulama yapılamadığı için sulama suyundan da beslenme olmamaktadır. $4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ civarında sulama suyu uygulanan bu alanlarda sulama suyundan yeraltına süzülme %10 kabul edilirse; bu durumda sulama suyundan beslenme,

$4,0 \times 10^6 \times 0,10 = 0,40 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ bulunur.

3.2.1.4 Ilıca Deresinden Beslenme

Balçova Barajında 1983 yılında su tutmaya başlanıldığından bu yana Ilıca deresine su salınmadığı için yer altı suyu beslenmesi olmamaktadır.

Yeraltısu toplam beslenimi:

$(0,279 + 2,443 + 1,015 + 0,400) \times 10^6 = 4,137 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ bulunur.

3.2.2 Yeraltısıyu Boşalımı

Çalışma alanında yeraltısıyu boşalımı üç yoldan olmaktadır. 1) Buharlaşma-terleme, 2) Kuyularla çekim, 3) Kaynaklar ile olmaktadır.

3.2.2.1 Buharlaşma - Terleme ile Boşalım

Ovada yeraltısı seviyesinin 0-2 metreler arasında bulunan sahalar denize yakın ve 2 km² lik bir alanı kaplamaktadır.

Havzanın eksik suyu 556 mm dir. Buna göre;

Buharlaşma alanı : 2 km²

Eksik su : 556 mm

Buharlaşma katsayısı : %50

Buharlaşma terleme miktarı :

$1 \times 10^6 \times 0,556 \times 0,5 = 0,278 \text{ m}^3/\text{yıl}$ bulunur.

3.2.2.2 Kuyularla Boşalım

Balçova, İnciraltı ve Narlıdere ovalarında yapılan çalışmalarla Ekim 1983 yılında bölgedeki yeraltısıyu ile ilgili kuyu araştırması sonucunda 10-80 metreler arasında 400 adete yakın halk kuyusu ve derin kuyu bulunmuştur. Halkın çalıştırdığı motorlu pompaların çalışma saatleri ve ekilen bitki özelliğine göre akiferden çekilen yer altı suyu miktarı $3,700 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ olarak hesaplanmıştır.

3.2.2.3 Kaynaklar ile Boşalım

Kaynaklar ile olan boşalım çok azdır. Ilıca deresi yamaçlarındaki Bornova karmaşığından çıkan kaynak grubu kaplıcaya getirilerek içme, kullanma suyu olarak kullanılmaktadır. Narlıdere Ali Onbaşı deresinin membasındaki mevcut kaynaklar kapte edilerek kullanılır. Toplam değer olarak $0,159 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ kabul edilebilir.

Toplam boşalım;

$$(0,278 + 3,700 + 0,159) \times 10^6 = 4,137 \text{ m}^3/\text{yıl bulunur.}$$

3.2.3 Yer altısuyu Bilançosu

Beslenme ($10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$) = 1) Yağıştan : 2,722

2) Yüzeysel akıştan : 1,015

3) Sulama suyundan : 0,400

TOPLAM : 4,137 (Tansuğ ve Şatır, 1987).

Boşalım ($10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$) = 1) Buharlaşma – terleme : 0,278

2) Kuyularla boşalım : 3,700

3) Kaynaklarla boşalım : 0,159

TOPLAM : 4,137 (Tansuğ ve Şatır, 1987).

BÖLÜM DÖRT

HİDROJEOKİMYA

Çalışma alanından 14 tanesi sıcak, 27 tanesi soğuk olmak üzere toplam 41 adet su örneği alınmıştır. Bunlardan 30 tanesi halkın açmış olduğu sığ kuyulardan, 11 tanesi MTA'nın açmış olduğu derin kuyulardandır (Tablo 4.1).

4.1 İnceleme Alanındaki Sularda Çözünmüş Başlıca İyonlar

4.1.1 Kalsiyum (Ca^{+2})

Yeraltı sularına kalsit, aragonit, dolomit, jips, anhidrit, vb. silikatlı olmayan ve albit, anortit, piroksen, amfibol gibi silikatlı minerallerdeki kalsiyumun erimesiyle girer. İçme sularında kalsiyum miktarının genelde 10- 100 mg/l arasında bulunması istenir. Fazlası suların sertliğini artırır. Ca^{++} iyonunun atom ağırlığı, 40,08 akb (Atomik Kütle Birimi)'dir (Tarcan, 2004). Çalışma alanından alınan su örneklerinde Ca^{+2} 488,0 mg/l ile 5,6 mg/l arasında değişmektedir. Sadece BD-4 kuyusuna ait Ca^{+2} değeri, 5,6 mg/l'dir. Bunun dışında kalan bütün sıcak ve soğuk sularda Ca^{+2} değeri 10-100 mg/l limit değerini geçmektedir.

4.1.2 Magnezyum (Mg^{+2})

Yer altı sularına magnezyumlu kalker, dolomit ve serpantinleşme sonucu açığa çıkan $MgCO_3$ 'ün erimesiyle karışır. İçme sularında magnezyum miktarının genelde 10-100 mg/l arasında bulunması istenir. Yeraltının yüzey kısımlarında, özellikle karstik bölgelerde Ca^{++} miktarı, Mg^{++} miktarından daha fazladır. Ancak ultrabazik ve ofiyolitik kayaçlarda Mg^{++} oranı, Ca^{++} oranından daha fazladır. Bu tür kayaçların bulunduğu ortamdaki sular, Mg^{++} iyonu yönünden zengindir. Mg^{++} iyonunun atom ağırlığı, 24,48 akb'dir (Tarcan, 2004). Çalışma alanındaki (Mg^{+2}) değeri, 1,9 mg/l ile 194,9 mg/l değerleri arasında değişmektedir. (Mg^{+2}) değeri, sıcak sularda istenilen sınır değer in altındadır. Soğuk sularda ise genellikle istenilen sınır değeri geçmektedir.

4.1.3 Sodyum (Na^+)

Yer altı sularına plajioklasların ayrışması ile karışır ve kil minerallerindeki iyon değişimi sonucu oluşur. En fazla deniz suyunda bulunur (yaklaşık 20000 mg/l). İçme suyunda ise 10-50 mg/l civarındadır. Na^{++} iyonunun atom ağırlığı, 23 akb'dir. Yeraltı suları sulama amaçlı kullanıldığında, özellikle killi topraklar için sodyum miktarı çok önemlidir. Sodyumun fazla olması da insan sağlığı açısından önemlidir (Tarcan, 2004). Çalışma alanında (Na^+) değeri, 11,5 mg/l ile 544,2 mg/l değerleri arasında değişmektedir. (Na^+) değeri, sıcak ve soğuk sular için istenilen değerlerden genellikle çok yüksektir.

4.1.4 Potasyum (K^+)

Potasyumun kaynağı ortoklas, mikroklin, biyotit ve muskovit mineralleridir. Bu minerallerin bozunuma uğraması sonucunda potasyum açığa çıkarak yer altı suyuna ve yüzey suyuna karışır. Potasyum, kil mineralleri ve bitkiler tarafından soğrulması nedeniyle yer altı sularında daha az bulunur. Potasyum ve sodyum yer kabuğunda yaklaşık olarak eşit miktarlarda bulunurken; magmatik kayalarda sodyum, çökel kayalarda ise potasyum egemendir. Deniz suyundaki sodyum, potasyumun yaklaşık 28 katıdır. Yerkabuğunda potasyum miktarının büyük bir kısmı feldspatlarda bulunur (Tarcan, 2004). K^+ iyonunun atom ağırlığı, 39,1 akb'dir. Çalışma alanındaki (K^+) değerleri 0,7 mg/l ve 34,8 mg/l değerleri arasında değişmektedir. Sıcak sulardaki (K^+) değeri soğuk sulara göre biraz daha yüksektir.

4.1.5 Klorür (Cl^-)

Yeraltındaki sulara deniz suyundan, yağmur suyundan ve evaporitlerden karışır. Yağmur suyunda 1 mg/l, deniz suyunda 21000-22000 mg/l, içme suyunda ise 200-600 mg/l arasında bulunmaktadır. Cl^- iyonunun atom ağırlığı, 35,5 akb'dir (Tarcan, 2004). Çalışma alanındaki (Cl^-) değerleri, 17 mg/l ile 1628 mg/l arasında değişmektedir. Cl iyonu konsantrasyonu 10 ve 11 numaralı örnekler için maksimum

değerdedir. Bu örneklerin kıyı kesimde bulunmaları nedeniyle deniz suyu girişi vardır diyebiliriz.

4.1.6 Florür (F^-)

Florür suda doğal olarak bulunabildiği gibi kontrollü olarak içme suyuna ilave edilmesi de mümkündür. Florür konsantrasyonunun yüksek olması durumunda insan ve hayvanlarda diş ve kemik rahatsızlıkları ortaya çıktığı için giderilmesi gerekir. Florür tayininin hassas bir şekilde yapılması halk sağlığı açısından büyük önem taşır (Şengül ve Türkman, 1998). Çalışma alanındaki (F^-) değerleri, 0,007 mg/l ile 54,05 mg/l arasında değişmektedir. İlk 13 örnek için (F^-) değeri ölçülememiştir.

4.1.7 Sülfat ($SO_4^{=}$)

Yeraltındaki sulara jips ve anhidritin çözünmesiyle karışır. $SO_4^{=}$ iyonunun atom ağırlığı, 96 akb'dir. Çalışma alanındaki ($SO_4^{=}$) değerleri 9,6 mg/l ile 264,5 mg/l arasında değişmektedir. ($SO_4^{=}$) değerleri soğuk sulara, sıcak sulara oranla daha fazladır.

4.1.8 Bikarbonat (HCO_3^-)

Yer altı sularına karbonatlı kütlelerin erimesiyle katılır. İçme sularında bikarbonat miktarı 10-80 mg/l arasındadır. Bulunuş oranı, ortamdaki CO_2 miktarına ve ortamın pH'ına bağlıdır. Örneğin ortamda yüksek miktarda CO_2 varsa pH'ı düşer ve ortam asidik olur. Dolayısıyla ortam karbonatları daha çok eritir ve bikarbonat konsantrasyonu artar. HCO_3^- iyonunun atom ağırlığı, 61 akb'dir (Tarcan, 2004). Çalışma alanındaki (HCO_3^-) değerleri 156,2 mg/l ile 685,6 mg/l arasında değişmektedir. (HCO_3^-) değerleri istenilen değerlerin çok çok üstündedir.

Tablo 4.1 Çalışma alanına ait su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları (Örnek numaraları Şekil 2 ile ayrıdır).

ÖRNEK NO	ÖRNEK YERİ	KOORDİNAT	ÖRNEKLEME TARİHİ	pH	EC	T°C	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Cl ⁻ mg/l	HCO ₃ ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	CO ₃ ²⁻ mg/l	Si mg/l	B mg/l
1	Hacı Bahçesi	355029474251908	24.10.2004	7.5	2080.0	22.2	208.6	15.7	171.9	38.6	209.0	266.0	213.4	28.8	18.4	2.8
2	Sera	355036674251138	24.10.2005	7.5	2150.0	22.3	234.1	23.7	187.3	42.3	260.0	234.2	235.8	43.2	19.1	2.9
3	Sera	355035104251076	24.10.2006	7.2	2280.0	22.8	236.2	15.1	182.7	44.2	245.0	273.3	229.1	33.6	17.0	3.3
4	Sera	355035964251045	24.10.2007	7.3	1878.0	22.3	198.2	12.9	158.6	35.6	189.0	219.6	234.6	33.6	15.8	2.7
5	Sera	355035504250900	24.10.2008	7.2	1791.0	23.1	192.2	10.4	148.7	32.6	186.0	275.7	200.5	38.4	14.7	2.4
6	Sera	355036174250725	24.10.2009	7.2	1787.0	24.1	210.8	9.9	137.1	30.3	192.0	273.3	147.3	38.4	16.7	2.8
7	İmrispor	355037004250300	24.10.2010	6.6	1556.0	30.7	325.9	27.0	26.1	12.5	128.0	434.3	116.3	43.2	33.8	5.6
8	Sera	355030334251178	24.10.2011	7.1	1954.0	22.4	194.7	10.0	150.8	45.5	182.0	351.4	203.8	52.8	15.9	3.5
9	Sera	355027484251213	24.10.2012	7.2	1701.0	21.5	146.5	6.8	142.6	52.1	180.0	429.4	167.9	24.0	13.7	2.3
10	Sera	355020434251189	24.10.2013	6.9	5720.0	19.8	544.2	17.6	488.0	194.9	1628.0	229.4	264.5	48.0	13.0	1.0
11	Bahçe	355022424251188	24.10.2014	7.4	2500.0	20.2	234.3	3.9	171.2	75.0	468.0	368.4	181.3	43.2	12.0	2.7
12	Sera	355017574250884	24.10.2015	7.2	2210.0	23.4	193.4	13.4	178.5	52.6	352.0	283.0	194.2	96.0	21.4	3.0
13	Sera	355033604250326	4.11.2004	7.2	1711.0	38.0	120.8	9.0	116.7	35.7	105.0	319.6	102.3	0.0	25.1	2.2
14	BD-3	355036834249198	4.11.2005	7.8	2100.0	126.5	530.7	34.1	21.0	4.1	249.0	685.6	186.8	0.0	105.7	14.1
15	B-10	355027654248857	4.11.2006	7.5	1687.0	99.0	423.3	26.4	23.9	6.2	171.0	602.7	155.3	0.0	70.8	10.0
16	BD-5	355026034249480	4.11.2007	8.2	2040.0	122.0	530.5	34.8	21.6	3.6	235.0	575.8	156.4	50.4	95.6	14.5
17	B-5	355030734248998	4.11.2008	7.9	1772.0	104.0	432.9	26.0	21.7	7.3	177.0	522.2	161.9	50.4	68.9	10.6
18	BD-1	355030064249042	4.11.2009	8.4	1930.0	116.0	459.2	33.2	26.5	4.4	214.0	483.1	190.4	76.8	83.9	12.0
19	Bağcı	355033084248178	4.11.2010	7.8	449.0	18.2	11.5	1.2	54.2	25.7	18.0	192.8	29.6	36.0	6.1	0.0
20	Ilıca Deresi	355031004248250	4.11.2011	7.9	637.0	19.8	13.3	1.6	66.8	41.1	21.0	300.1	55.4	36.0	7.4	0.0
21	Mandalı, Bahçesi	355029094248388	4.11.2012	8.0	528.0	19.6	11.8	1.2	54.0	32.9	19.0	241.6	75.7	34.0	5.9	0.0
22	Özo Yıkama	355026704249559	4.11.2013	7.6	4460.0	40.0	256.1	16.3	20.9	5.2	102.0	385.5	89.7	0.3	35.4	4.6
23	BD-2	355035174249215	6.01.2005	8.0	2080.0	132.0	411.2	29.9	11.0	2.4	174.0	373.3	193.4	110.4	73.1	9.9
24	BD-6	355032714249286	6.01.2006	7.9	2050.0	135.0	421.7	32.0	15.4	2.0	183.0	358.7	198.8	153.6	76.1	9.8
25	BD-4	355030714249215	6.01.2007	7.9	2000.0	135.2	426.4	32.3	5.6	1.9	183.0	231.8	197.5	170.4	74.9	9.7
26	BD-7	355029084249194	6.01.2008	7.8	1845.0	118.0	347.4	25.9	22.5	5.4	148.0	414.8	90.9	96.0	39.5	8.1
27	B-7	355031834249026	6.01.2009	6.6	1756.0	96.0	383.5	27.7	23.8	6.4	137.0	661.2	158.0	0.0	38.0	7.7
28	B-1	355031244248991	6.01.2010	7.4	1637.0	104.0	343.3	28.1	20.0	5.4	165.0	375.8	144.0	40.8	43.9	9.1
29	Kıyıcı	355031004249688	31.01.2005	7.4	652.0	8.9	16.3	2.0	71.6	28.3	19.0	331.8	21.7	0.0	7.9	0.1
30	Özo Yıkama	355024444249419	31.01.2006	7.3	993.0	15.2	70.7	0.9	91.0	41.8	57.0	488.0	39.0	0.0	18.9	0.0
31	Özo Yıkama	355013444249303	31.01.2007	7.6	614.0	15.4	13.2	1.5	81.9	25.3	19.0	339.2	17.8	0.0	7.0	0.0
32	Sıra	355006114249831	31.01.2008	7.9	45.0	10.5	13.0	0.7	59.3	18.0	17.0	156.2	33.7	33.6	6.4	0.0
33	Hıyran	355006524249285	31.01.2009	7.4	602.0	15.6	13.0	1.4	83.8	24.2	18.0	331.8	23.3	0.0	6.8	0.1
34	Hıyran	355006004249977	31.01.2010	7.4	520.0	8.5	15.2	1.8	71.8	20.6	25.0	305.0	20.8	0.0	5.5	0.1
35	Özel Mülek	355017654249031	31.01.2011	7.7	1587.0	7.7	122.3	1.7	79.4	90.1	154.0	568.5	169.5	0.0	10.6	0.1
36	Sera	355010174250472	07.03.2005	7.3	1830.0	23.9	94.6	2.3	219.0	49.3	260.0	322.1	174.8	0.0	12.7	0.6
37	Bahçe	355030364250426	07.03.2006	7.2	1600.0	20.9	164.7	5.6	122.6	35.9	125.0	392.8	174.5	0.0	15.9	3.3
38	Sera	355042424250399	28.03.2005	6.8	1121.0	23.2	107.1	20.1	92.5	25.3	74.0	334.3	152.5	0.0	15.4	2.0
39	Mandalı, Bahçesi	355044884250211	28.03.2006	6.6	928.0	23.8	76.4	4.8	81.1	29.8	67.0	256.2	110.6	0.0	10.2	0.5
40	Özel Mülek	355041754249492	28.03.2007	6.8	946.0	24.2	111.1	8.7	67.6	21.0	67.0	314.8	89.2	0.0	22.5	2.1
41	Özel Mülek	355055504249725	29.03.2005	7.3	544.0	20.5	16.9	3.0	70.8	22.8	20.0	295.2	9.6	0.0	6.7	0.1

Tablo 4.1 'in devamı...

ÖRNEK NO	ÖRNEK YERİ	KOORDİNAT	ÖRNEKLEME TARİHİ	pH	EC	T°C	Li ppb	Sr ppb	Fe ppb	Al ppb	Zn ppb	Pb ppb	As ppb	F ppm
1	Hobi Balıkesir	355039474251908	24.10.2004	7.5	2080.0	22.2	247.5	711.53	<10	8	11.6	0.1	1.6	-
2	Sera	355036674251138	24.10.2005	7.5	2150.0	22.2	264.5	794.07	28	9	43.9	0.5	1.8	-
3	Sera	355035104251076	24.10.2006	7.2	2280.0	22.8	236	717.92	<10	5	2.9	0.1	1.5	-
4	Sera	355035964251045	24.10.2007	7.3	1878.0	22.3	191.2	633.94	16	7	2.8	0.1	1.2	-
5	Sera	355035504250900	24.10.2008	7.2	1791.0	23.1	150.4	565.13	97	62	43.6	0.1	1	-
6	Sera	355036174250725	24.10.2009	7.2	1787.0	24.1	236.8	554.05	10	7	9.6	0.1	1.2	-
7	İzmirspor	355037004250500	24.10.2010	6.6	1556.0	30.7	111.4	347.68	<10	9	35.7	<1	1.2	-
8	Sera	355030334251178	24.10.2011	7.1	1954.0	22.4	285.5	742.46	<10	9	2.8	0.1	1.4	-
9	Sera	355027484251213	24.10.2012	7.2	1701.0	21.5	191.8	759.1	<10	10	64.9	0.6	1.5	-
10	Sera	355020434251189	24.10.2013	6.9	5720.0	19.8	27.7	2222.2	21	13	20.2	17.9	9.5	-
11	Balıç	355022434251188	24.10.2014	7.4	2300.0	20.2	104.7	1019.15	<10	8	8	0.3	3.1	-
12	Sera	355017574250884	24.10.2015	7.2	2210.0	23.4	438.2	938.47	<10	9	5.3	0.2	2.9	-
13	Sera	355033604250326	4.11.2004	7.2	1371.0	38.0	266	820.17	<10	11	12.1	0.1	1.1	0.0818
14	ED-3	355036834249198	4.11.2005	7.8	2100.0	136.5	1673.3	546.49	580	73	64.5	23.9	365.3	0.0461
15	B-10	355027654248857	4.11.2006	7.5	1687.0	99.0	1398	550.6	209	30	7.3	23.2	283.1	0.0307
16	ED-5	355026034249480	4.11.2007	8.2	2040.0	122.0	1699.9	587.23	593	68	119.3	26.4	246.2	0.0302
17	B-5	355030734248998	4.11.2008	7.9	1772.0	104.0	1406	463.38	225	28	3.5	23.7	291.9	0.0534
18	ED-1	355030064249042	4.11.2009	8.4	1950.0	116.0	1585.6	701.09	857	49	22.8	29.6	356.9	0.0468
19	Bursi	355033084248178	4.11.2010	7.8	449.0	18.2	276.56	64	3	3	114.7	2.5	0.9	0.1347
20	İzra Deresi	355031004248250	4.11.2011	7.9	637.0	19.8	6.1	295.04	194	44	4.4	0.5	1.4	0.122
21	Mandırm Balıçesi	355029094248388	4.11.2012	8.0	528.0	19.6	5.1	256.16	48	10	1.5	0.1	1.4	0.1321
22	Oto Yıkama	355026704249559	4.11.2013	7.6	4460.0	40.0	790.4	283.4	128	23	41.4	0.2	69.2	0.0355
23	ED-2	355035174249215	6.01.2005	8.0	2080.0	132.0	1259.1	298.59	188	67	71.3	0.9	383.4	2.482
24	ED-6	355032714249236	6.01.2006	7.9	2050.0	135.0	1326.5	411.84	525	72	5.3	<1	418.6	1.977
25	ED-4	355030714249215	6.01.2007	7.9	2000.0	135.2	1340	148.12	111	60	3.7	<1	361.4	1.725
26	ED-7	355029084249194	6.01.2008	7.8	1845.0	118.0	1213.6	501.22	676	42	57.5	0.7	175.5	1.444
27	B-7	355031834249026	6.01.2009	6.6	1756.0	96.0	1243.6	520.49	200	19	2.8	<1	176.3	1.499
28	B-1	355031244248991	6.01.2010	7.4	1637.0	104.0	1111.7	391.68	210	32	2.8	<1	265.3	1.953
29	Kıyıcı	355031004249688	31.01.2005	7.4	658.0	8.9	21.6	373.44	208	43	1522.1	0.8	14	0.088
30	Oto Yıkama	355020444249419	31.01.2006	7.3	993.0	15.2	4.9	493.43	347	42	558.3	0.3	0.8	0.056
31	Oto Yıkama	355013444249503	31.01.2007	7.6	614.0	15.4	13.6	339.95	156	16	48.3	<1	21.9	0.049
32	Site	355006114249831	31.01.2008	7.9	45.0	10.5	4.1	214.49	128	21	3.4	<1	0.7	0.036
33	Hayrat	355005424249285	31.01.2009	7.4	602.0	15.6	12.3	346.64	170	16	20.6	<1	21.5	0.046
34	Hayrat	355006004248977	31.01.2010	7.4	520.0	8.5	8.8	277.22	157	13	3458.4	2.2	8.9	0.047
35	Özel Mülk	355017654249031	31.01.2011	7.7	1587.0	7.7	60.4	608.8	172	29	5	<1	1.8	0.274
36	Sera	355010174250472	07.03.2005	7.3	2030.0	23.9	57.6	646.46	22618	177	127.2	4.3	1.6	0.007
37	Balıç	355030364250426	07.03.2006	7.2	1600.0	20.9	172.9	654.95	291	57	10.5	0.2	1	0.013
38	Sera	355042424250599	28.03.2005	6.8	1121.0	23.2	207.2	356.9	197	30	24.5	<1	0.6	54.05
39	Mandırm Balıçesi	355044884250211	28.03.2006	6.6	928.0	22.8	8.9	303.57	167	16	3	<1	0.4	0.012
40	Özel Mülk	355041754249492	28.03.2007	6.8	946.0	24.2	330.4	411.78	100	11	38.8	0.4	5	27.094
41	Özel Mülk	355055504249725	29.03.2005	7.3	544.0	20.5	10.1	251.82	945	20	168.1	<1	1.8	12.607

4.1.9 Silis (Si)

Silis yerkabuğunda bolluk açısından oksijenden sonra yer alır. Çoğu kayalarda oksit ve metallerle birleşik olarak silikat mineralleri halinde bulunur. Silis içeren kayaların parçalanması doğal sulara süspanse ve kolloidal halde bulunan silis bileşiklerinin başlıca nedenidir. Doğal suların silis içeriği 1-30 mg/l gibi yüksek konsantrasyonlar, doğal sular için pek alışılmış değildir. Ancak bazı tuzlu sular ve deniz sularında silis konsantrasyonları 1000 mg/l'yi aşmaktadır. Endüstriyel amaçlarla kullanılan sulara silis istenmeyen bir parametredir. Bunun nedeni silisin özellikle yüksek basınçlı buhar türbini cihazlarında saf silis birikimlerinin oluşmasına neden olmasıdır. Silis giderme için bazik anyon değiştiriciler veya destilasyon işlemi uygulanır (Şengül ve Türkman, 1998). Çalışma alanındaki (Si) değerleri 5,5 mg/l ile 105,7 mg/l arasında değişmektedir. Sıcak sulardaki (Si) değerleri soğuk sulara oranla daha yüksektir.

4.1.10 Alüminyum (Al)

Çalışma alanındaki (Al) değerleri 3 ppb ile 177 ppb arasında değişmektedir.

4.1.11 Arsenik (As)

Arsenik hidrotermal damarlarda Au, Ag, Cu, Ni ve Co gibi elementlerle, Ni – Cu sülfat yataklarında fosfatlı kayalarda ve oksitlerde izlenir. Çok zehirli olan arsenik elementinin içme ve kullanma sularında 0,05 mg/l' ye kadar kullanılmasına izin verilebilir (TS 266, 1997). Çalışma alanındaki (As) değerleri 0,4 ppb ile 418,6 ppb arasında değişmektedir. Çalışma alanındaki arsenik konsantrasyonları sınır değerin üzerinde kalmaktadır. Termal sulardaki (As) değerleri ise hem sınır değere, hemde soğuk sulara oranla oldukça yüksektir.

4.1.12 Bor (B)

Önemli bir bitki beslenme elementi olan bor, sulama suyunda 2.0 mg/l'den fazla olması halinde bitkilere zarar verir. Bazı bitkiler 1.0 mg/l hatta daha düşük konsantrasyonlardaki bordan bile zarar görürler. İçme sularında 1.0 mg/l'nin üzerindeki konsantrasyonlara nadiren rastlanır. Deniz suyunun bor içeriği 5 mg/l mertebelerindedir. Büyük miktarda borun vücuda alınması halinde merkezi sinir sistemi etkilenir, bor alınmaya devam edilirse borizm olarak bilinen klinik sendrom görülür (Şengül&Türkman,1998). Çalışma alanındaki (B) değerleri 0 mg/l ile 14,5 mg/l arasında değişmektedir. Çalışma alanındaki örneklerde bor konsantrasyonu yüksektir ve sulama suyu olarak kullanılması sakıncalıdır.

4.1.13 Çinko (Zn)

Magmatik kayalarda 710 ppm dolayında olup daha çok ultrabazik ve bazik kayalarda bulunur. İçme sularında çinko değerinin 0,1-5 mg/l dolayında olması istenir (TSE 266, 1997). Çalışma alanındaki (Zn) değerleri 1,5 ppb ile 3458,4 ppb arasında değişmektedir.

4.1.14 Stronsiyum (Sr)

Çalışma alanındaki (Sr) değerleri 214,49 ppb ile 2222,2 ppb arasında değişmektedir.

4.1.15 Demir (Fe)

Magmatik, metamorfik ve sedimanter kayalardaki birçok mineralde ve toprakta yaygın olarak bulunan bir elementtir. Demir, oluşturduğu acımsı tatlı burucu tat nedeniyle içme sularında tepkiyle karşılanan bir elementtir. TS 266'n in önerdiği limit değer 0.3 mg/l, izin verilebilen maksimum miktar ise 1 mg/l' dir. Çalışma alanındaki (Fe) değerleri <10 ppb ile 22618 ppb arasında değişmektedir.

4.1.16 Kurşun (Pb)

Metamorfik ve magmatik kayalarda bulunan kurşunun sularındaki konsantrasyonu kayalardan, topraktan ve insan aktivitelerinden geçmektedir. Kurşun içme sularında istenmeyen bir element olup sudaki konsantrasyonu 0,05 mg/l değerini geçmemelidir (TS 266, 1997). Çalışma alanındaki (Pb) değerleri <0,1 ppb ile 29,6 ppb arasında değişmektedir.

4.2 Suların Sınıflanması

4.2.1 Suların Fasiyes Tipine Göre Sınıflaması

Genel olarak sular kimyasal, içme, endüstride kullanılan özelliklerine göre sınıflandırılır. İçme amaçlı kullanılan suların kimyasal özelliklerinin yanında fiziksel özellikler (renk, koku, sıcaklık, vb.) ve bakteriyolojik özelliklerde önemlidir.

Kimyasal sınıflama; yer altı sularının kökeni, egemen ve toplam çözünmüş iyon miktarı, değişik kökenden gelen suların karşılaştırılması, içme, kullanma, endüstri ve tarımda kimyasal yönden kullanılabilme özellikleri gibi birçok sorunun yanıtlanmasında yardımcıdır.

Hidrojeokimyasal fasiyes kavramı ilk olarak suların üçgen diyagramlardaki iz düşüm yerine göre Back (1966) tarafından geliştirilmiştir. Buna göre suda çözünen başlıca iyonlardan anyonlar ve katyonlar ayrı ayrı olmak üzere mek/l cinsinden %50'den fazla olan iyonlar hidrokimyasal fasiyes tipini belirtmektedir. Eğer iyonların hiçbirisi miktar olarak %50'yi geçmiyorsa karışık su tipini belirtmektedir.

Uluslararası Hidrojeologlar Birliği (AIH) Sınıflaması'na göre, iyon konsantrasyonu (mek/l), %20'den fazla olan iyonlar dikkate alınır. Bu iyonlar arasında da önce en büyük yüzeye sahip olandan en küçük yüzeye sahip olana doğru sıralanır. Ancak sıralama aşamasında önce katyonlar daha sonra anyonlar gelir. Suların hidrojeokimyasal fasiyes tanımlamasında yaygın olarak bu sınıflama kullanılır (Tarcan, 2004) (Ek 1).

Çalışma alanındaki suların hidrokimyasal fasiyes tipine bakıldığında genellikle Na-HCO₃-Cl oldukları görülür (Tablo 4.2).

Tablo 4.2 Çalışma alanındaki örneklerin kimyasal fasiyes türleri (Örnek numaraları Tablo 4.1 ve Şekil 2.1’deki gibidir)

ÖRNEK NO	ÖRNEKLERİN FASİYESLERİ
1	Na-Ca-Cl-SO ₄ -HCO ₃
2	Na-Ca-Cl-SO ₄
3	Na-Ca-Cl-SO ₄ -HCO ₃
4	Na-Ca-Cl-SO ₄ -HCO ₃
5	Na-Ca-Cl-HCO ₃ -SO ₄
6	Na-Ca-Cl-HCO ₃
7	Na-HCO ₃ -Cl
8	Na-Ca-Mg-HCO ₃ -Cl-SO ₄
9	Ca-Na-Mg-HCO ₃ -Cl-SO ₄
10	Ca-Na-Mg-Cl
11	Na-Ca-Mg-Cl-HCO ₃
12	Ca-Na-Cl-HCO ₃
13	Ca-Na-Mg-HCO ₃ -Cl
14	Na-HCO ₃ -Cl
15	Na-HCO ₃ -Cl
16	Na-HCO ₃ -Cl
17	Na-HCO ₃ -Cl
18	Na-HCO ₃ -Cl
19	Ca-Mg-HCO ₃ -CO ₃
20	Mg-Ca-HCO ₃
21	Mg-Ca-HCO ₃ -SO ₄
22	Na-HCO ₃ -Cl
23	Na-HCO ₃ -Cl-SO ₄
24	Na-HCO ₃ -Cl-CO ₃
25	Na-CO ₃ -Cl-SO ₄
26	Na-HCO ₃ -Cl
27	Na-HCO ₃ -Cl
28	Na-HCO ₃ -Cl
29	Ca-Mg-HCO ₃
30	Ca-Mg-Na-HCO ₃
31	Ca-Mg-HCO ₃
32	Ca-Mg-HCO ₃ -CO ₃
33	Ca-Mg-HCO ₃
34	Ca-Mg-HCO ₃
35	Mg-Na-Ca-HCO ₃ -Cl-SO ₄
36	Ca-Na-Mg-Cl-HCO ₃ -SO ₄
37	Na-Ca-HCO ₃ -SO ₄
38	Na-Ca-HCO ₃ -SO ₄
39	Ca-Na-Mg-HCO ₃ -SO ₄
40	Na-Ca-HCO ₃
41	Ca-Mg-HCO ₃

4.2.2 Suların Fransız Sertliğine Göre Sınıflaması

Suların en önemli özelliği, sertliktir. Suların sertliği, başta kalsiyum, magnezyum ve bikarbonat iyonları olmak üzere kalsiyum ve magnezyum sülfat, kalsiyum ve magnezyum klorür, kalsiyum ve magnezyum nitrat ve az miktarda da demir, alüminyum ve stronsiyum iyonlarından ileri gelmektedir. Suların sertliği yada yumuşaklığı halk arasında sabunla köpürme özelliği olarak bilinir. Suların sertliği karbonat ve karbonat olmayan sertlik olmak üzere ikiye ayrılır (Tarcan, 2004).

Karbonat sertliği, kalsiyum ve magnezyum karbonat ile bikarbonatlardan ileri gelmektedir. Bu sertlik, suların kaynatılmasıyla giderilebilir. Kalsiyum ve magnezyum sülfat klorür ve nitrattan ileri gelen **karbonat olmayan sertlik** ise böyle bir işlem ile giderilemez. Karbonat ve karbonat olmayan ileri gelen sertliğe **toplam sertlik** denir.

Türkiye’ de Fransız Sertlik Derecesi kullanılmaktadır. 1 lt suda, 10 mg Ca ve Mg – bikarbonat veya buna eşit miktarda diğer sertlik verici iyonların bulunması halinde o suyun sertliği, 1 Fransız Derecesi (1⁰ Fr.) olarak tanımlanır (Erguvanlı ve Yüzer, 1973) (Tablo 4.3).

Suyun sertliğini ölçmek için değişik yöntemler vardır. Örneğin; 1 Fransız sertliği, 100 ml suda bulunan 1 mg CaCO₃ miktarı ile tanımlanır. 1 Alman sertliği, 100 ml suda bulunan 1 mg Ca miktarıdır. 1 İngiliz sertliği ise, 70 ml suda bulunan 1 mg CaCO₃ miktarıdır (Şahinci, 1991). Sertlikler arasındaki dönüşüm Tablo 4.4’de verilmiştir. Suların sertliğini hesaplamak için aşağıdaki bağıntı kullanılabilir:

$$\text{Toplam sertlik} = 5 \times (r\text{Ca} + r\text{Mg}) \quad (r: \text{mek/l})$$

Bu değer Fransız sertliği derecesini vermektedir. Çalışma alanından alınan örneklerin Fransız sertliğine göre sınıflaması Tablo 4.5’de verilmiştir.

Tablo 4.3 Fransız sertliği' ne göre sınıflama

Fransız Sertliği	Suyun Sınıfı
0 – 7,2	Çok Yumuşak Su
7,2 – 14,5	Yumuşak Su
14,5 – 21,5	Az Sert Su
21,5 – 32,5	Oldukça Sert Su
32,5 - 54	Sert Su
>54	Çok Sert Su

Tablo 4.4 Sertlik dönüşüm katsayısı tablosu

	Fransız Sertliği	Alman Sertliği	İngiliz Sertliği
1 Fransız Sertliği	1,00	0,56	0,70
1 Alman Sertliği	1,79	1,00	1,25
1 İngiliz Sertliği	1,43	0,80	1,00

Tablo 4.5 Çalışma alanındaki suların Fransız sertliğine göre sınıflaması

Serlik Derecesi	Su Sınıfı	Örnek Numaraları
0-10	Memba Suyu	14, 15, 16, 17, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28
11-22	Tatlı Su	7, 32
23-32	Sert Su	19, 21, 29, 31, 33, 34, 40, 41
33-54	Çok Sert Su	4, 5, 6, 13, 20, 30, 37, 38, 39
>55	Çok Fazla Sert Su	1, 2, 3, 8, 9, 10, 11, 12, 35, 36

Tablo 4.6 Suların elektriksel iletkenliklerine göre sınıflaması (Erguvanlı ve Yüzer, 1973)

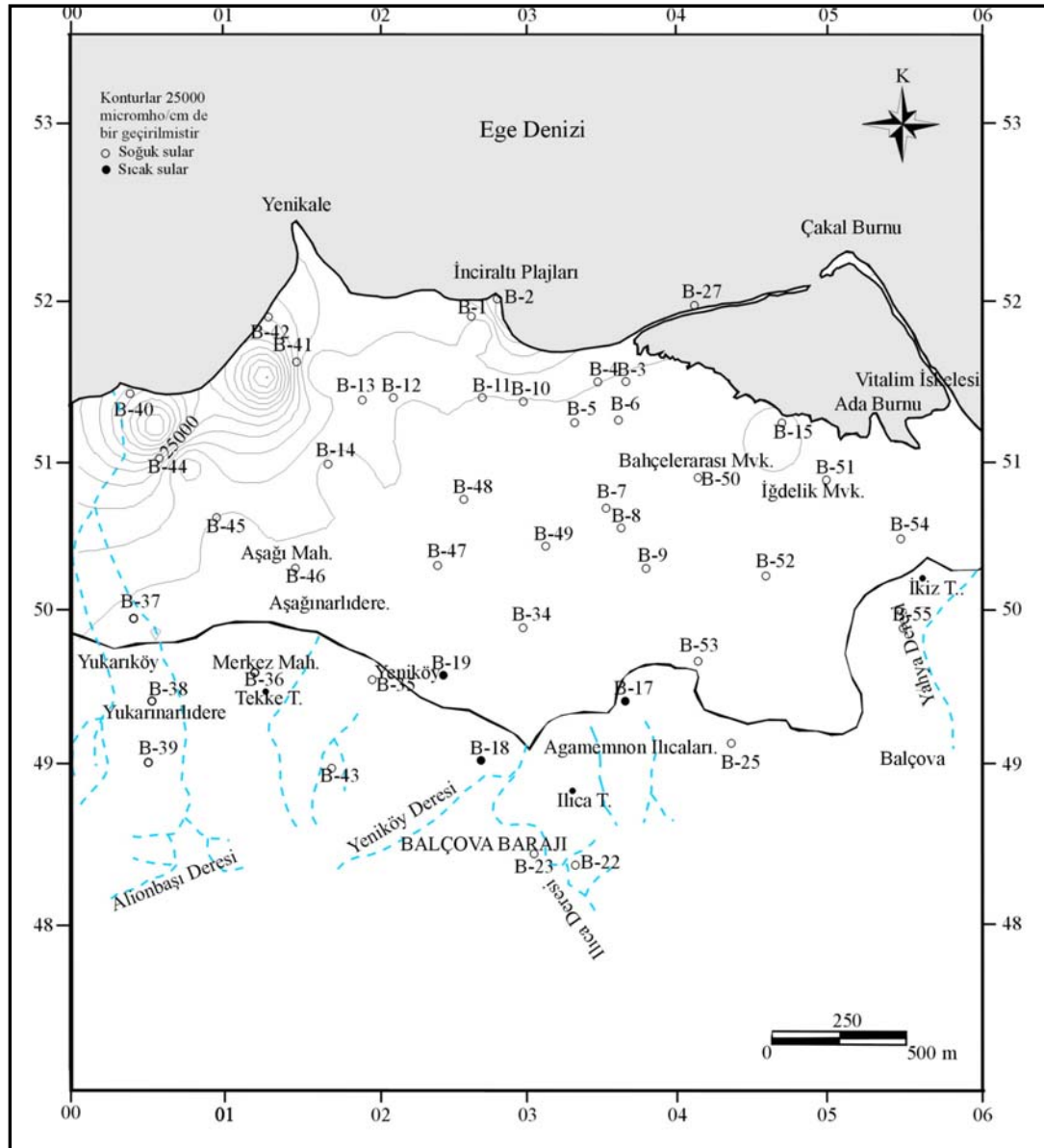
EC (25 °C'de $\mu\text{mho/cm}$)	Suyun Sınıfı
<250	Çok iyi
250-750	İyi
750-2000	Kullanılabilir
2000-3000	Şüpheli
>3000	Kullanılamaz

Elektriksel iletkenlik, cisimlerin elektriği geçirme özelliğidir ve elektriksel direncin karıştıdır. Su örneklerinde, suda çözünmüş toplam iyon miktarını hızlı bir şekilde tayin etmek için elektriksel iletkenliğe bakılır. Genelde iletkenlik, 50,000 $\mu\text{mho/cm}$ 'ye kadar sudaki iyon konsantrasyonu ile orantılı olup, su içindeki çözünmüş madde miktarı fazla ise EC değerleri de artar (Erguvanlı ve Yüzer, 1973). Çalışma alanındaki suların EC'ye göre sınıflaması tablo 4.7 de verilmiştir.

Tablo 4.7 Çalışma alanındaki suların EC 'ye göre sınıflanması

EC ($\mu\text{mho/cm}$)	Su Sınıfı	Örnek Numaraları
<250	Çok İyi	32
250-750	İyi	19,20,21,29,31,33,34,41
750-2000	Kullanılabilir	4,5,6,7,8,9,13,15,17,18,25,26,27,28,30,35,37,38,39,40
2000-3000	Şüpheli	1,2,3,11,12,14,16,23,24,25,36
3000'den fazla	Kullanılmaz	10,22

Kıyı bölgesi akiferlerinde elektriksel iletkenlik değerlerinin 1000 $\mu\text{S/cm}$ ' den büyük olması durumunda deniz suyu girişiminden söz edilebilmektedir (Somay, 2000). Balçova jeotermal alanındaki suların EC değerlerine göre sınıflamasına bakıldığında, suların büyük bir bölümünün iyi, kullanılabilir ve şüpheli sınıfında yer aldıkları görülür (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Çalışma alanındaki suların EC (Elektriksel iletkenlik) konsantrasyon dağılımları (Arık, 2005)

4.2.5 Suların Piper Diyagramına Göre Sınıflandırılması

Bu diyagram, Hill diyagramının değiştirilmiş bir şeklidir. Hill diyagramındaki iki eşkenar üçgen anyon ve katyonlara ayrılmış, diğer ikisi de birleştirilerek tek paralel kenarla gösterilmiştir. Katyon ve anyonların yüzdeleri bulunur ve üçgen diyagramlara, Hill diyagramında olduğu gibi işaretlenir. Her iki üçgendeki A_1 ve A_2 değerleri şekilde gösterildiği gibi paralel kenar üzerine taşınarak A noktası bulunur

(Şekil 14). Suyun kimyasal özelliği, Piper'in önerdiği sınıflandırmaya göre yapılır (Şahinci, 1986).

1 nolu bölge : $\text{CO}_3^{=}$ sertliği % 50' den fazla olan sulardır. Yani $(\text{Ca}+\text{Mg} > \text{Na}+\text{K})$ $\text{CO}_3^{=}$ ' ı fazla olan sulardır. Bu sular, kireçtaşı akiferlerinden gelmektedir. Geçici sertliğe sahiptirler ve $\text{CO}_3^{=}$ lü sular olarak sınıflandırılır.

2 nolu bölge : $\text{CO}_3^{=}$ olmayan sertliği, % 50' den fazla olan sulardır. Bu sular, kalıcı sertliğe sahiptirler.

3 nolu bölge : $\text{CO}_3^{=}$ olmayan alkalinitesi, % 50' den fazla olan sulardır. Bu tür sular, NaCl ve Na_2SO_4 lü sular olup derin kökenli jeolojik sulardır. Yeraltı suyu ile karışmamışlardır. Deniz suyu, acı sular, Tuz gölü, fosil sular ve jeotermal sular genellikle bu bölgede yer alırlar.

4 nolu bölge : $\text{CO}_3^{=}$ alkalinitesi, % 50' den fazla olan sulardır. $(\text{Na} + \text{K})$ ve $\text{HCO}_3^{=}$ ü fazla olan sulardır. Aşırı yumuşak sular, bu bölgede yer almaktadır. Bu tür sular iki türlü oluşabilir.

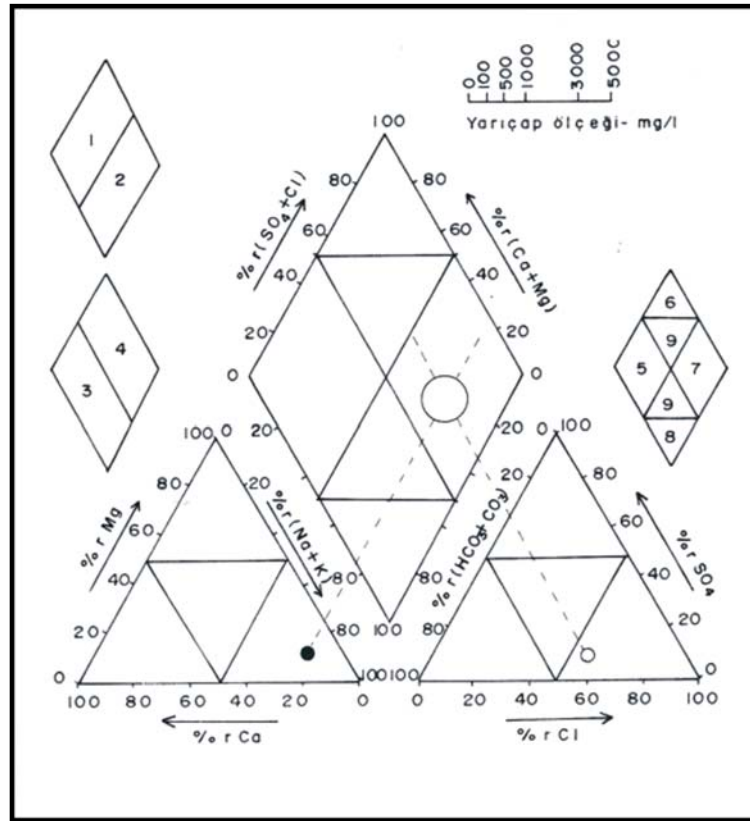
5 nolu bölge : İyonca % 50' yi geçmeyen karışık suları temsil etmektedir. Belirli bir baskın anyon yada katyon bulunmamaktadır.

6. bölgede, karbonat olmayan sertlik $>$ karbonat sertliği. Böyle sular CaSO_4 ve MgSO_4 lü sulardır. Karbonat olmayan sertliği % 50' den fazla olan sular,

7. bölgede, karbonat olmayan alkalinite $>$ karbonat alkalinitesi. NaCl , NaSO_4 ve KCl li sular. Karbonat olmayan alkalinitesi % 50' den fazla olan sular. Alkaliler ve güçlü asitler egemendir. Deniz ve çok acı sular,

8. bölgede, karbonat alkaliliği $>$ karbonat olmayan alkalilik. Doğada az rastlanan aşırı yumuşak sular,

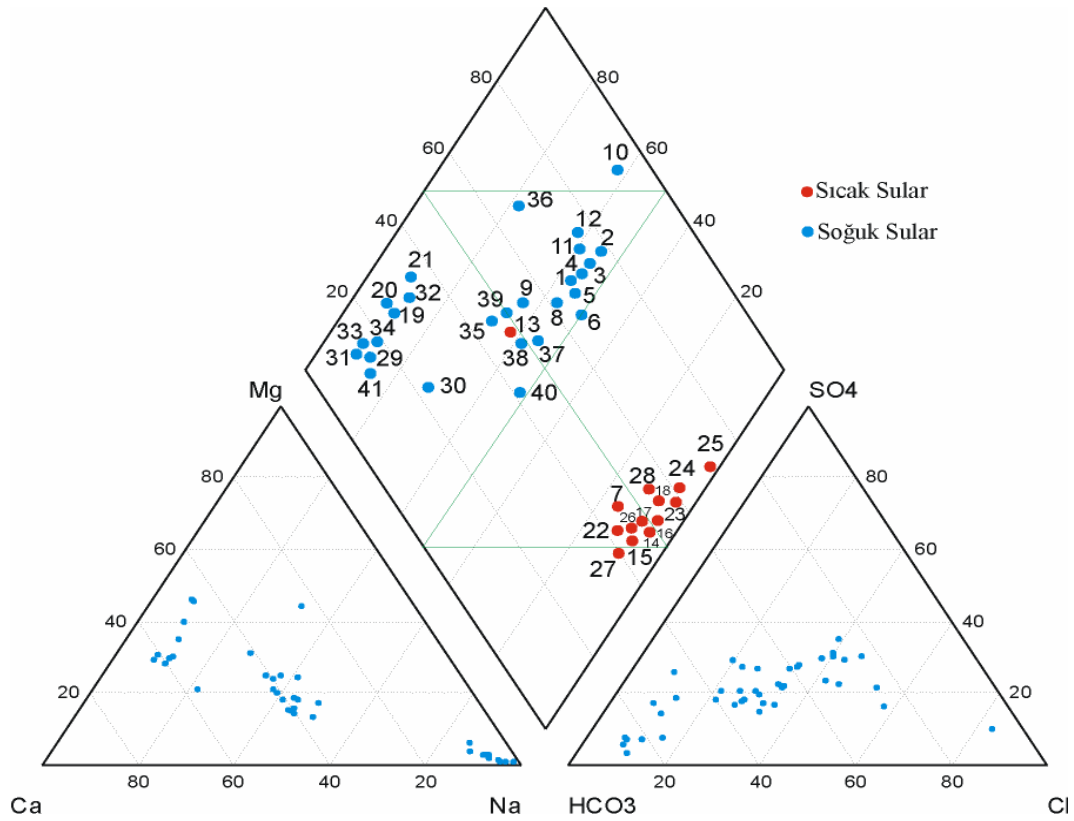
9. bölgede, iyonların hiçbiri % 50' yi geçmeyen karışık bileşimli sular bulunur.



Şekil 4.3 Piper üçgen diyagramı

Bazı jeotermal sularda Ca^{++} ve Mg^{++} iyonları Na^+ ve K^+ iyonları ile yerdeğiştirebilir.

Memba sularında görülen, feldspatik, volkanik kayalarda su – kayaç ilişkisine göre Na^+ iyonu zenginleşebilir.



Şekil 4.4 Çalışma alanındaki suların piper üçgen diyagramındaki görünümü (Örnek numaraları Tablo 4.1 ve Şekil 2.1’de belirtildiği gibidir)

Çalışma alanındaki sular Piper üçgen diyagramına göre yorumlandığında (Şekil 4.4); 10 (sera) numaralı örneğin karbonat olmayan sertliği, karbonat sertliğinden büyüktür yani karbonat olmayan sertliği % 50’den fazladır. Böyle sular CaSO_4 ve MgSO_4 ’ lü sulardır. 1 (hobi bahçesi), 2 (sera), 3 (sera), 4 (sera), 5 (sera), 7 (İzmirspor), 8 (sera), 9 (sera), 11 (bahçe), 12 (sera), 14 (BD-3), 15 (B-10), 17 (B-5), 22 (oto yıkama), 26 (BD-7), 36 (sera) ve 37 (bahçe) nolu örneklerde iyonların hiçbiri %50’yi geçmeyen bölgede yer almaktadır, yani bu bölgedeki sular karışık sular olarak adlandırılırlar. 13 (sera), 19 (baraj), 20 (Ilıca Deresi), 21 (mandalin bahçesi), 29 (kuyu), 30 (oto yıkama), 31 (oto yıkama), 32 (site), 33 (hayrat), 34 (hayrat), 35 (özel mülk), 38 (sera), 40 (özel mülk) ve 41 (özel mülk) nolu sular iyonca % 50’ yi geçmeyen karışık sular yani belirli bir baskın anyon yada katyon bulunmayan sular olarak değerlendirilir. 16 (BD-5), 18 (BD-1), 23 (BD-2), 24 (BD-6), 25 (BD-4) ve 28 (B-1) nolu su örnekleri karbonat olmayan alkalinitesi %50’den fazla olan sulardır.

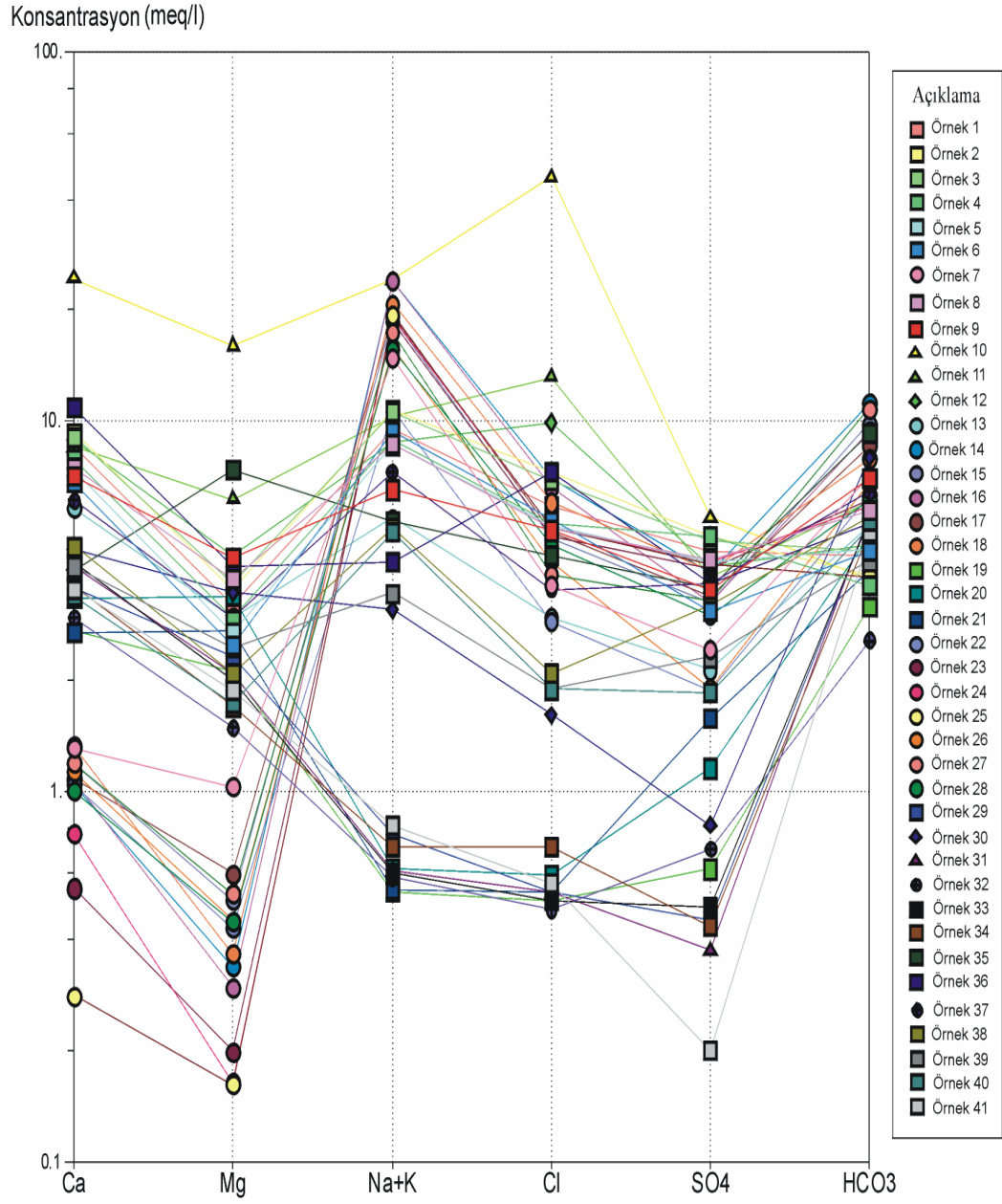
Yani karbonat olmayan alkalinite > karbonat alkalinitesidir. NaCl, NaSO₄ ve KCl' li sular. Alkaliler ve güçlü asitler egemendir. Deniz ve çok acı sular sınıfına girmektedirler. 27 (B-7) nolu su örneği karbonat alkaliliği > karbonat olmayan alkalilik. Doğada az rastlanan aşırı yumuşak sular sınıfına girmektedir, 39 (kuyu) nolu su örneği iyonca % 50' yi geçmeyen karışık sular, belirli bir baskın anyon veya kation bulunmayan ve iyonların hiçbirisi % 50' yi geçmeyen karışık bileşimli sular sınırında yer almaktadır. 6 (sera) nolu su örneği de hem karbonat olmayan alkalinite > karbonat alkalinitesi. NaCl, NaSO₄ ve KCl' li sular. Karbonat olmayan alkalinitesi % 50' den fazla olan sular. Alkaliler ve güçlü asitler egemendir. Deniz ve çok acı sular sınıfında hemde iyonların hiçbirisi % 50' yi geçmeyen karışık bileşimli sular sınıfında yer almaktadır.

4.2.6 Suların Schoeller Yarı Logaritmik Diyagramına Göre Sınıflanması

Düşey ekseni logaritmik, yatay ekseni aritmetik ölçekli kağıtlar üzerine eşit aralıklarla yatay eksen üzerine sırası ile rCa, rMg, r(Na+K), rCl, rSO₄ ve r(CO₃+HCO₃) iyonları yerleştirilir. Herbir iyonun mek/l (r) değerleri logaritmik düşey eksenlere işaretlenerek birleştirilir. Böylece suların kimyasal özellikleri kırık çizgilerle tanımlanmış olur. Yarı logaritmik diyagramlarda, farklı sular ilk bakışta ayırddedilebilir. Buna karşın yüzde ile gösterilen diyagramlarda, kökenleri ve kimyasal özellikleri çok farklı olan sular bir arada bulunabilir. Ayrıca, bu diyagramda benzer sular kırık paralel çizgiler meydana getirebilirler. Yer altı sularının kimyasal özellikleri bakımından önemli bir yer tutan rMg/rCa, rSO₄/rCl, r(Cl-Na)/rCl, rNa/rCa, rNa/rMg oranları diyagram üzerindeki kırık çizgilerin eğimlerinden izlenebilir. Suların CaSO₄, CaCO₃'ca doygunluğu, denge pH'ı yarı logaritmik diyagram üzerinde saptanabilir (Şahinci, 1986).

Çalışma alanındaki sular Scholler yarı logaritmik diyagramına göre değerlendirildiğinde (Şekil 4.5), iki gruba ayrılmaktadır. Soğuk sular genellikle Ca ve HCO₃ miktarı fazla olan sulardır, sıcak su örnekleri ise genellikle Na-K-SO₄ miktarı fazla olan diğer grubu oluştururlar. 10 nolu su örneğinin Cl miktarı diğer

sulara göre oldukça fazladır. Bu kuyuya, deniz suyu girişi olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.5 Çalışma alanındaki suların Scholler yarı logaritmik diyagramındaki görünümü (Örnek numaraları Tablo 4.1 ve Şekil 2.1’de belirtildiği gibidir)

4.2.7 Suların Wilcox Diyagramına Göre Sınıflandırılması

Kimi alanlarda sulama suyuna gereksinme duyulursa kullanılacak suyun sulamaya uygunluğu yapılacak analizlerin diyagramlara taşınmasıyla ortaya konabilir. Bu konuda kullanılan diyagramlardan birisi de Wilcox Diyagramıdır. Suların elektriksel iletkenlik (EC) ve Na yüzde değerleri bu diyagram üzerine taşınarak sulama suları doğrudan yorumlanabilir (Şahinci, 1986).

Çalışma alanındaki sular Wilcox diyagramına göre değerlendirildiğinde (Şekil 4.6), sıcak su örnekleri genellikle şüpheli-kullanılamaz sınıfında yer almaktadır. Soğuk su örnekleri ise, çok iyi sular, iyi-kullanılabilir sular, şüpheli-kullanılabilir sular olarak sınıflandırılabilirler.

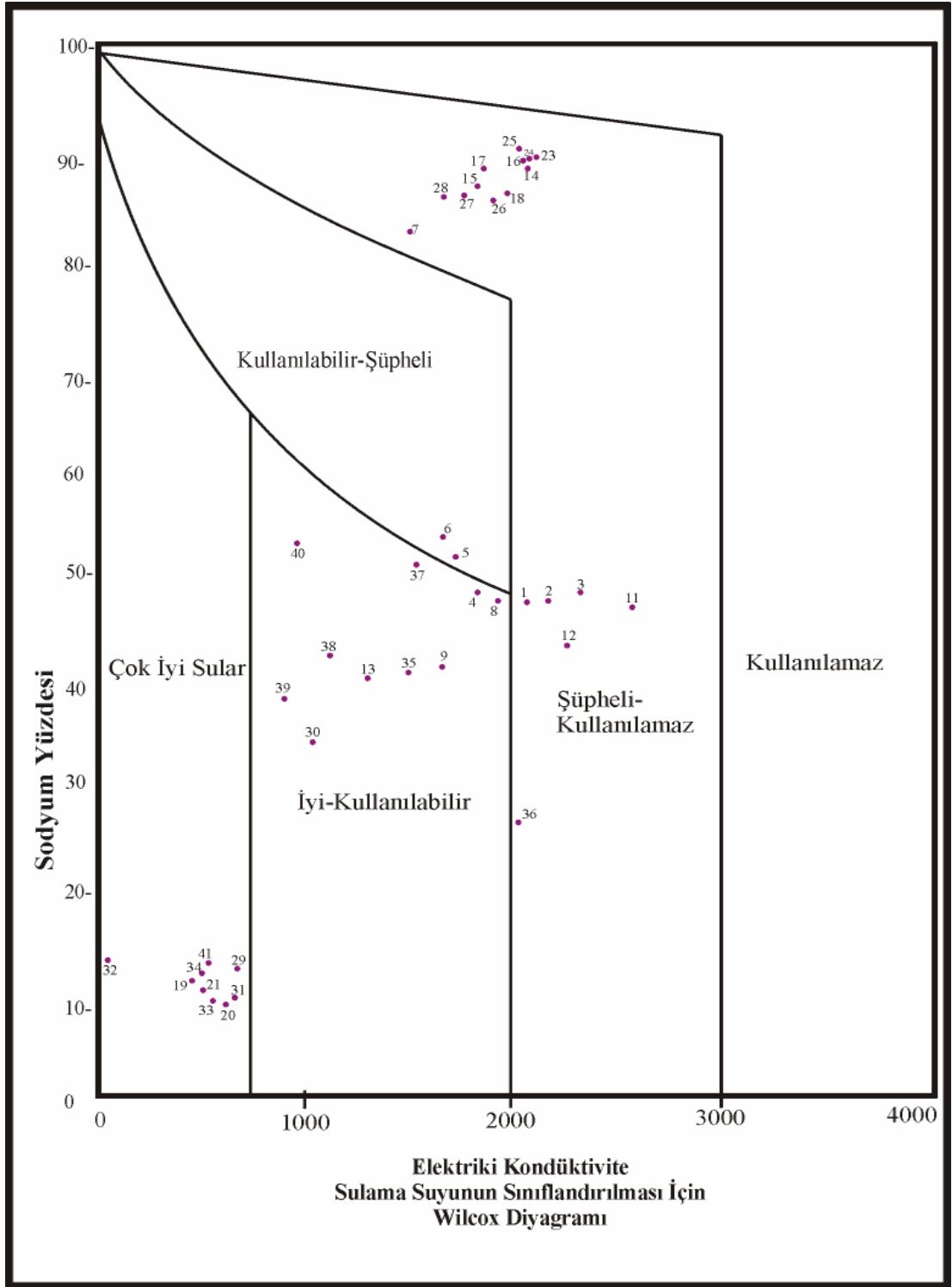
4.2.8 Suların ABD Tuzluluk Diyagramına Göre Sınıflandırılması

Sulama sularının sınıflandırılmasında en çok ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı kullanılır. Bu diyagram için suyun 25 ° C'deki kondüktivitesine ve sodyum adsorbsiyon oranının bilinmesine gerek vardır.

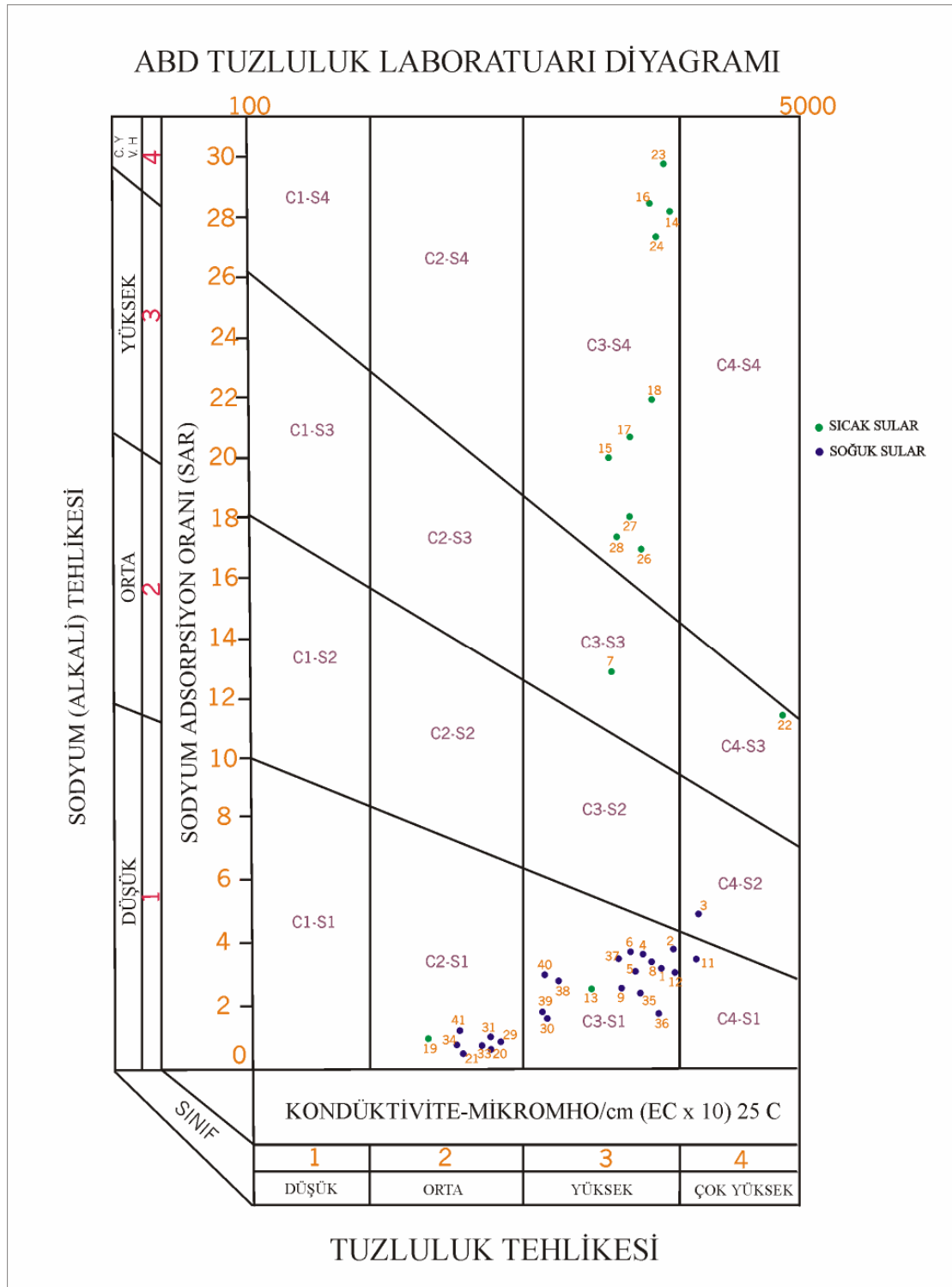
ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı, tuzluluk ve sodyum tehlike derecesine göre 16 bölgeye ayrılmıştır. Hangi bölgedeki sudan hangi bitkilerin yararlanacağı belirtilmiştir.

Çalışma alanındaki sular ABD tuzluluk diyagramına göre sınıflandırıldığında (Şekil 4.7), sıcak sular genellikle tuzlu-çok yüksek sodyumlu, tuzlu-yüksek sodyumlu, çok tuzlu-yüksek sodyumlu sulardır. Soğuk sular ise, çok tuzlu-orta sodyumlu, orta tuzlu-az sodyumlu, tuzlu-az sodyumlu ve çok tuzlu az sodyumlu sular sınıflarında yer alırlar. Az tuzlu sular her toprakta tüm bitkilerin sulanmasına uygundur. Orta tuzlu sularda, orta akaçlama özelliğindeki topraklarda, tuzluluk tehlikesi olmadan tüm bitkiler sulanabilir. Tuzlu sular, akaçlaması kötü olan arazilerde sulamada kullanılamaz. Zemindeki tuz miktarının gözlenmesi gerekebilir. Bu özellikteki sular kullanılacaksa tuza dayanıklı bitkiler seçilmelidir. Çok tuzlu

sularda, geçirgenliği ve akaçlaması çok iyi olan topraklarda, zeminin yıkanmasını sağlamak için bol su verilmelidir ve tuza fazla dayanıklı olan bitki türleri seçilmelidir. Az sodyumlu sular, her toprakta, tüm bitkilerin sulanmasında sodyum tehlikesi yaratmadan kullanılabilir. Orta sodyumlu sular, geçirgen veya bol jipsli arazilerde kullanılabilir. Yıkama ile toprağın tuzluluğu azaltılıyorsa, özellikle bu tip sular kullanılmalıdır. Yüksek sodyumlu sular, birçok toprak cinsinde sodyum tehlikesi olabilir. Çok iyi geçirgen ve akaçlama gösteren arazilerde bol su kullanarak belirli sürelerde yapılacak kimyasal analizlerle sodyum tehlikesi denetlenmelidir. Çok yüksek sodyumlu sular, genel olarak sulama için uygun değildir. Ancak suyun toplam tuz miktarı düşük ise sulamada kullanılabilir.



Şekil 4.6 Çalışma alanındaki suların Wilcox diyagramına göre sınıflaması (Örnek numaraları Tablo 4.1 ve Şekil 2.1’de belirtildiği gibidir)



Şekil 4.7 Çalışma alanındaki suların ABD tuzluluk diyagramına göre sınıflaması (Örnek numaraları Tablo 4.1 ve Şekil 2.1’de belirtildiği gibidir)

BÖLÜM BEŞ

JEOTERMAL ENERJİ

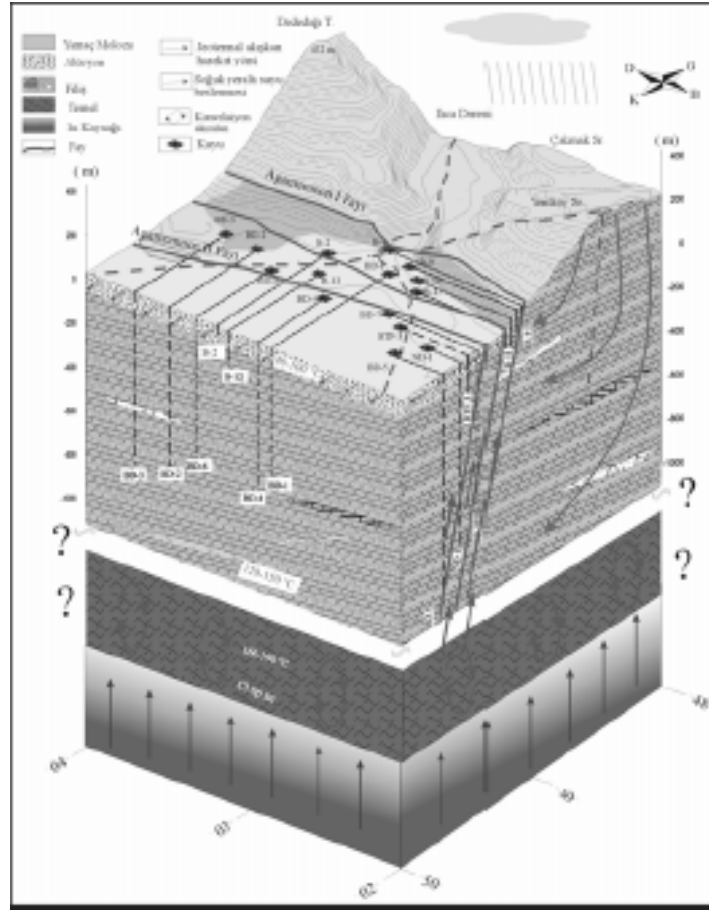
5.1 Jeotermal Enerji Hakkında Genel Bilgi

Jeotermal enerji; yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısıнын oluşturduğu, sıcaklığı sürekli 200 den fazla olan ve çevresindeki normal yer altı ve yer üstü sularına oranla daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcaklık su ve buhar olarak tanımlanabilir.

Yerkabuğunun derinliklerinde var olan bu ısı kaynağı, henüz soğumasını tamamlamamış bir mağma kütlesi veya genç bir volkanizma ile ilgilidir. Yerkabuğunun kırık ve çatlaklarından derinlere süzülen meteorik sular bu ısı kaynağıyla ısıtıldıktan ve mineralce zenginleştikten sonra yoğunluk farkı ve basınç nedeni ile yükselirler. Bu sıcak akışkan yerkabuğunun sığ derinliklerinde (1100-4000m), üzerinde geçirimsiz örtü kayalar bulunan, gözenekli ve geçirimli hazne kayalarda toplanır.

Balçova Jeotermal Sistemi'nde Bornova karmaşığına ait kayaçlar hazne kayayı oluşturmaktadırlar. Bu jeotermal sistemde belirgin bir örtü kaya bulunmamaktadır. Ancak, karmaşık içersinde ağırlıklı olarak bulunan şeyl türü kayaçların oluşturduğu seviyeler kısmen örtü kaya görevini görmektedirler (Şekil 5.1).

Hidrotermal sistem olarak bilinen bu sistemde, akışkan, kırıklar aracılığı ile yeryüzüne ulaşarak termal kaynakları oluşturur; ya da sondajlarla çıkartılarak ekonomik kullanıma dönüştürülür. Herhangi bir akışkan içermemesine rağmen bazı teknik yöntemlerle ısısından yararlanılan, yerin derinliklerindeki “sıcak kuru kayalar” da jeotermal enerji kaynağı olarak nitelendirilebilir.



Şekil 5.1 Balçova jeotermal alanının oluşum modeli (Aksoy, 2001)

Jeotermal akışkanı oluşturan sular, meteorik ve juvenil kökenli veya her ikisinin çeşitli oranlarda karışım ile oluştuklarından, yerkabuğundaki hazneler sürekli olarak beslenmekte ve kaynak yenilenebilmektedir. Beslenmedeki mevsimsel ve yıllık değişimlerin genellikle etkisi olmakla birlikte pratikte, beslenmenin üzerinde bir tüketim olmadıkça jeotermal kaynakların tükenmesi söz konusu değildir.

5.2 İnceleme Alanının Jeotermal Enerji Potansiyeli

Balçova-Narlıdere jeotermal enerji sahası, on binlerce insanın daha rahat ve sağlıklı yaşaması için 630.000 m² kapalı alanın ısıtılmasında kullanılmaktadır.

MTA ve şahıslar tarafından açılan ısı üretim kuyularından elde edilen sıcak sular bölgede yer alan kaplıca tesislerinde, seraların ısıtılmasında ve D.E.Ü. Tıp Fakültesi Hastanesi'nin ısıtılmasında kullanılmaktadır. Bunların yanı sıra Balçova Alanının

yakın çevresindeki yaklaşık 10 bin konutun ısıtılması da jeotermal enerjiden sağlanmaktadır (Tarcan ve diğ., 2004).

5.3 Balçova Sıcak Sularının Kapasitesi

Agamemnon Kaplıcaları civarındaki 1km^2 lik alanda ortalama 80-1000 derece civarında sıcak su bulmak mümkündür. MTA'nın açtığı iki sondajda 100 ton/saat ve 40 ton/saat olmak üzere toplam 140 ton/saat sıcak su alınmıştır. Bu miktar sadece iki kuyudan elde edilmiştir.

Şimdi 1 km^2 lik sıcak su alanının varlığını göz önüne alarak ve her 100 m ara ile bir kuyu açtığımızı düşünürsek 1 km^2 lik alana 100 adet kuyu yerleştirebiliriz. Her kuyudan en az 10 ton/saat sıcak su alsak 100 kuyudan $100 \times 10 = 1000$ ton/saat sıcak su alabiliriz. Bu miktar günde 24 000 ton/gün sıcak su eder. Bu sonuç minimum değerler göz önüne alınarak hesaplanmıştır. Bu 24 000 ton/gün lük değerin 100 000 ton/gün lük değere kadar gerçekleşmesi mümkündür. Bu çıkacak akışkanın ortalama ısısı 60-100 $^{\circ}\text{C}$ civarında olabilecektir.

Minimum değer üzerinden hesaplandığında; saatte 1000 ton sıcak suyu (100 kuyudan), 80 $^{\circ}\text{C}$ ortalama elde ettiğimizi düşünelim. Bu 80 $^{\circ}\text{C}$ suyun sıcaklığından, sıcaklığı 40 $^{\circ}\text{C}$ 'ye düşene kadar yararlandığımızı düşünelim. Bu durumda; $80-40 = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($1\text{ }^{\circ}\text{C} = 1\text{ kilokalori/kg}$). $40\text{ }^{\circ}\text{C} = 40\text{ kilokalori/kg}$ eder. Buna göre; $1000\text{ ton/saat} = 1\,000\,000\text{ kg/saat}$ ettiğinden, $40 \times 10^6 = 40 \times 10^6$ kilokalori/ saat enerjiden yararlanıyoruz diyebiliriz.

$1\text{ KW} = 860\text{ kilokalori}$ olduğuna göre, $40 \times 10^6 : 860 = 46\,511\text{ KW/saat}$ eder. $1000\text{ KW} = 1\text{ MW}$ olduğundan, 1 km^2 lik yerden ortalama 46,5 MW lık ısı enerjisi almak mümkündür.

Ayrıca ısısı 40 $^{\circ}\text{C}$ ye düşmüş olan sulardan seralarda, termal yüzme havuzlarında yararlanılabilir (Yılmaz, 1981).

5.4 Jeotermometre Uygulamaları

Jeotermometreler akiferdeki akışkanın sıcaklığının tahmininde kullanılmaktadır. Bu nedenle jeotermometreler yeni sıcak ve mineralli su akiferlerinin araştırılmasında ve üretim yapılan sistemlerin takip edilmesinde büyük yararlar sağlamaktadırlar. Bu akiferlerin araştırılmasında, jeokimyanın en önemli uygulamalarından birisi kimyasal jeotermometreler kullanılarak akışkanın yeraltındaki sıcaklığının tahmin edilmesidir. Kimyasal jeotermometreler sıcaklığa bağlı su-kayaç dengesine dayalıdır. Jeotermometreler su kayaç ilişkisindeki son denge sıcaklığını verir (Nicholson, 1993). Bu nedenle jeotermometreler arasındaki farklılıklar denge reaksiyon hızlarındaki farklılıkların bir fonksiyonudur. Her bir jeotermometre için denge sıcaklığı farklıdır.

Jeotermal sistemlerin üst seviyelerinden kaynaklardan veya sığ sondaj kuyularından elde edilen sular kaynama veya kondüksiyon ile soğuyabilir. Kaynaklardan veya sığ sondajlardan elde edilen sıcak ve mineralli suların soğuma bölgesinin alt kesimlerdeki akifer sıcaklığının bulunmasında jeotermometreler yardımcı olurlar. Akiferdeki suyun yukarı çıkışı sırasında soğuk sularla karışması soğumasına neden olur (Arnorsson ve diğ., 1983). Sıcak ve mineralli suların yeraltında yüzeye erişirken temas ettiği yani yıkadığı kayalarla ısı alışverişi, soğuk yeraltı suları ile karışımı, akifer sıcaklığının atmosferle ilişkisini kesen geçirimsiz örtü kayaların çok ince oluşu veya bulunmaması gibi nedenler suların sıcaklıklarının azalmasında başlıca etkenlerdir. Suların yeraltında geçirdiği yol ne kadar kısa ve debisi yüksek ise, o oranda akifer kaya sıcaklığına yakındır (Şahinci, 1991b).

Jeotermal sistemlerde akifer sıcaklığının tahmin edilmesi sıcak ve mineralli suların uygun şekilde kullanılabilirliği açısından önemlidir. Jeotermal sistemlerde akifer sıcaklıklarının doğrudan ölçülmesi masraf ve zaman gerektirdiğinden her zaman mümkün olmamaktadır. Buna bağlı olarak gerek ekonomikliği, gerekse de kullanımdaki kolaylığı nedeni ile akifer sıcaklığının saptanması için geliştirilmiş bir çok yöntem bulunmaktadır.

5.4.1 Kimyasal Jeotermometreler

Sıcak ve mineralli suların arazide veya laboratuarda elde edilmiş kimyasal özelliklerine dayalı olan kimyasal jeotermometreler ekonomik ve pratik olmaları nedeni ile akifer sıcaklığının tahmininde en çok kullanılan jeotermometrelerdendir. Kimyasal jeotermometreler kalitatif ve kantitatif olmak üzere ikiye ayrılırlar (Tarcan, 2003).

5.4.1.1 Kalitatif Jeotermometreler

Kalitatif Jeotermometrelerin çoğunluğu uçucu elementlerin sıcak akışkanlarda ve zeminde görelî miktarlarına dağılmalarına veya zemin gazlarındaki oranlarına dayanır (Fournier, 1977a). Sıcak akışkanlardaki bazı element, bileşik ve oranlar akifer sıcaklığı hakkında bilgi verebilirler. Tonani (1970) yüzeye yakın kesimlerde B, NH₄, HCO₃, Hg ve HS zenginleşmesinin sıcak akışkanın derinlerde kaynamasından kaynaklanabileceğini belirtir. Mahon (1970) yüksek Cl/F ve Cl/SO₄ oranlarının yüksek akifer sıcaklıklarına karşılık geldiğini savunmuştur. Fournier ve Truesdell (1970) Cl/(HCO₃+CO₃) oranının farklı sularının ayırtılmasında belirteç olabileceğini işaret ederler. Bu oranın yüksekliği suların daha sıcak akiferlerden gelebileceğini gösterir. İz elementlerinin de çok yüksek oranlarda bulunmaları yüksek akifer sıcaklığına işaret edebilmektedir. Brondi ve diğ., (1973) yüksek Li değerlerinin yüksek yer altı sıcaklıklarını gösterdiğini belirtir. Bir diğer yöntem ise zemindeki Helyum içeriği ile ilgilidir. Roberts (1975) sıcaklık artışı ile helyum içeriği arasında iyi bir korelasyon olduğunu belirtmiştir (Tarcan, 2003). Yüksek SiO₂ ve Na/K oranının yüksekliği akifer sıcaklığına karşılık gelir. Ayrıca, traverten çökelişi ise düşük akifer sıcaklığına işaret eder.

5.4.1.2 Kantitatif Jeotermometreler

Kantitatif jeotermometre teknikleri yüzeyde ölçülen sıcak suların kimyasal içeriklerinin derinde maksimum sıcaklıkla kontrol edildiği esasına dayanır (Pope ve diğ., 1987). Kantitatif kimyasal jeotermometreler çözünürlüğe ve iyon derişimine dayalı olarak geliştirilmişlerdir. Kantitatif kimyasal jeotermometrelerin kullanılmasında bazı varsayımlar göz önünde bulundurulur. Bunlardan bazıları şunlardır;

- Sıcak sulardaki kimyasal maddelerin oluşması için gerekli kimyasal tepkimeler, akifer-su arasında gerçekleşmektedir.
- Sıcaklık saptanmasında gerekli maddelerin ortaya çıkması için oluşan kimyasal tepkimeler devamlıdır ve tepkimelerin hammaddesi hazne kayada boldur.
- Akifer sıcaklığında kaya-su arasında kimyasal denge gerçekleşmiştir.
- Akiferden yüzeye erişen sıcak suyun, soğuma sonucunda kimyasal yapısı değişmez veya yeni bir kimyasal denge gerçekleşmez.
- Akiferden gelen sıcak suların, soğuk yeraltı ve yüzey suları ile bir karışımı söz konusu değildir.

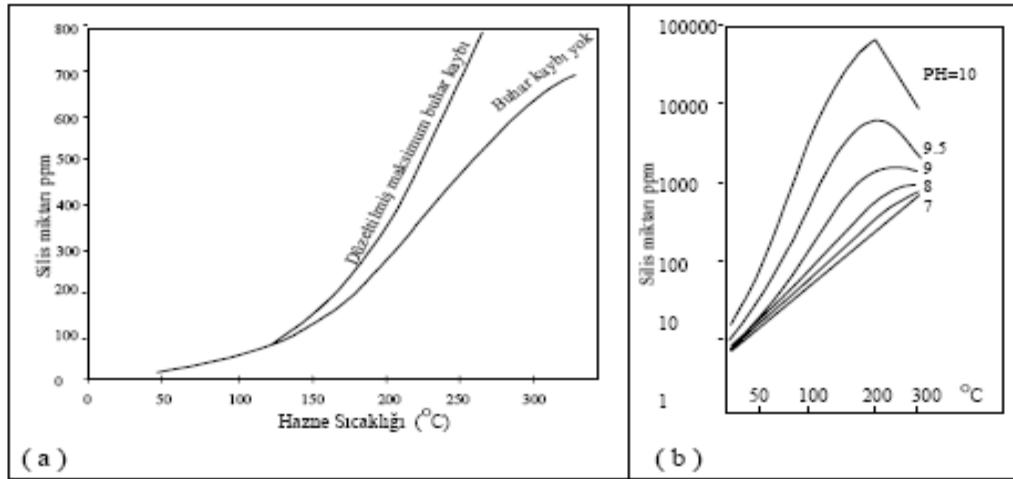
Bu varsayımların ilk üçü SiO_2 ve Na-K-Ca jeotermometreleri için kullanılır. Son iki varsayım tam olarak gerçeği yansıtmaz. Çünkü akiferden yüzeye doğru gelen sıcak suyun soğuması veya soğuk suların karışımı ile kimyasal yapısı değişebilir. Kantitatif kimyasal jeotermometreler çözünürlüğe, iyon derişimine ve iyon etkinliğine bağlı olmak üzere üçe ayrılır (Tarcan, 2003).

5.4.2 Çözünürlüğe Dayalı Jeotermometreler

5.4.2.1 Silis Jeotermometreleri

Minerallerin çözünürlükleri sıcaklık ve basıncın bir fonksiyonu olarak değişir. Ancak silis dışında minerallerin çözünürlükleri jeotermometre olarak kullanılmaz. Doğal sularda yer alan silis molekül oluşumu veya uçucu maddelerin ortamdan ayrılması gibi nedenlerden etkilenmez (Fournier, 1977a).

Silis içeriği ve akifer sıcaklığı arasındaki ilişki Mahon (1966) tarafından saptanmıştır. Fournier ve Rowe (1966) tarafından geliştirilen kuvarsın çözünürlüğüne dayalı silis jeotermometreleri akifer sıcaklığının saptanmasında geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Kaynak veya kuyulardan elde edilen sıcak ve mineralli suyun silis içeriği akiferdeki su-mineral denge sıcaklığı ile karşılaştırılabilir. Eğer sıcak akışkan örneklenmeden önce kaynayarak soğumuş ise B eğrisi, kondaktif olarak soğumuş ise A eğrisi kullanılır (Fournier, 1977b) (Şekil 5.2).



Şekil 5.2 Sıcaklık (a) ve pH değerine (b) bağlı olarak kuvarsın çözünürlüğü (Fournier, 1977b)

Silis Jeotermometrelerinin üst sınırı 250°C 'dir. Bu sıcaklığın üzerinde silis hızla çöker ve yüzeye ulaşan akışkanın silis değeri akiferdekinden farklılık gösterir.

Jeotermometre iyon içeriklerinin oranlarından çok miktarlarıyla ilgilidir ve kaynama gibi fiziksel olaylara bağlıdır. Silis konsantrasyonu artan basınç ve sıcaklıkla artar. Sıcak akışkanın yüzeye yakın asidik sularla karışması sonucu yüzeye çıkan sıcak ve mineralli sudaki silis konsantrasyonu akifer koşullarını yansıtmaz ve jeotermometre yanıltıcı sonuçlar verir (Nicholson, 1993). Silis jeotermometreleri iyonların oranına değil salt silis içeriğine bağlı olarak oluşturulduğundan alkali jeotermometrelere oranla kaynama ve seyrelmeden daha çok etkilenirler (Tarcan, 2003).

Silis jeotermometre bağıntıları, kimyasal tepkimeyi etkileyen hazne kaya sıcaklığına veya suyun yükselirken soğumasına bağlı olarak hazırlanmıştır. Silis çözünürlüğüne pH ancak 9.5 üzerinde etkindir. İyonlaşma gücünün silis çözünürlüğüne etkisi yoktur (Şahinci, 1991b).

Bu çalışmada silis jeotermometreleri Aquachem (Calmbach, 1997) programı yardımıyla hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında, kuvars jeotermometrelerinden amorf silis 7, 13 ve 22 nolu örnek noktaları için eksi değerler vermektedir. İnceleme alanında yer alan sıcak ve mineralli sulara ait silis jeotermometre sonuçları Tablo 5.1’de verilmiştir. Silis jeotermometrelerine göre akifer sıcaklıkları 75 ile 188 °C arasındadır. Bütün jeotermometre sonuçları Ek 2’de ayrıntılarıyla verilmiştir.

Tablo 5.1 İnceleme alanında yer alan sıcak ve mineralli sulara ait silis jeotermometre sonuçları (tüm derişimler mg/L, *=mol/L)

Örnek No	Örnek Yeri	Sıcaklık	JEOTERMOMETRELER					
			Amorf Silis	Alfa Kristobalit	Beta Kristobalit	Kalsedon	Kuvars	Kuvars Buhar Kaybı
Örnek7	İzmirspor	30.7 °C	-3	69	21	91	120	118
Örnek13	Sera	38 °C	-15	55	8	75	105	105
Örnek14	BD-3	126.5 °C	59	139	89	169	188	175
Örnek15	B-10	99 °C	35	111	62	138	162	153
Örnek16	BD-5	122 °C	53	132	82	160	181	169
Örnek17	B-5	104 °C	33	110	60	136	160	152
Örnek18	BD-1	116 °C	46	124	75	152	174	163
Örnek22	Oto yıkama	40 °C	-1	72	24	94	122	120
Örnek23	BD-2	132 °C	36	113	64	140	164	155
Örnek24	BD-6	135 °C	39	116	67	143	166	157
Örnek25	BD-4	135.2 °C	38	115	66	142	165	156
Örnek26	BD-7	118 °C	25	101	51	126	151	144
Örnek27	B-7	96 °C	3	75	27	98	126	123
Örnek28	B-1	104 °C	9	83	35	107	134	130
Aralık	Sic.	°C	0-250	0-250	0-250	0-250	0-250	0-250
Referanslar			Fournier 1977	Fournier 1977	Fournier 1977	Fournier 1977	Fournier 1977	Fournier 1977

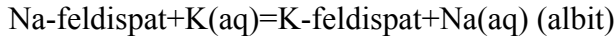
5.4.3 İyon Değişimine Bağlı Jeotermometreler

İyon değişim denge sabitleri sıcaklığın etkisindedir. Suda iyon değişimine uğrayan birçok mineral bulunur ve bunlardan yararlanılarak bir çok ampirik jeotermometre geliştirilmiştir. İyon değişimi ve bozuşma reaksiyonlarında denge sabitleri sıcaklığa bağlıdır. Bu türdeki reaksiyonlarda çözünmüş katı madde oranları değişen sıcaklığa bağlı olarak değişiklik gösterir (Fournier,1977a). Sıcaklığa bağlı olarak gelişen su-mineral dengeleri kullanılarak akifer sıcaklığının tahminine yönelik çeşitli jeotermometreler geliştirilmiştir (Gemici, 1999).

5.4.3.1 Na-K jeotermometreleri

Na-K konsantrasyonları ve oranları genellikle Na-Plajyoklas ve K-Feldispat arasında Na-K iyonlarının değişimi sonucunda belirlenir. Yüksek sıcaklıklı jeotermal sistemlerde bir arada yer alan alkali feldispatlardaki iyon değişimi aşağıdaki

reaksiyona göredir (Nicholson, 1993).



Bağıntının denge sabiti aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$K_a = (a_{\text{K-feldispat}})(a_{\text{Na}^+}) = (a_{\text{Na-feldispat}})(a_{\text{K}^+})$$

Bağıntıda (a) iyon etkinliğini tanımlar. Katıların tanım gereği iyon etkinlikleri bire eşittir. Seyreltik çözeltilerde Na ve K iyon etkinlikleri analiz sonucu saptanan mol/L değerine eşit kabul edilebilir. Bu durumda yukarıdaki bağıntı;

$$K_a = \text{Na/K} \quad (\text{mol/L}) \quad \text{olarak yazılır.}$$

Ancak sıcaklığın yükselmesi Na ve K iyonlarının etkinliklerini değiştirir. Na/K jeotermometrelerinin uygulanacağı sıcak suların pH değeri nötre yakın veya hafif alkali, karbonat çökelmelerinin oluşmaması, $\log(\sqrt{\text{Ca/Na}})$ değerinin 0,5'ten az olması koşulları aranmalıdır. Na/K jeotermometreleri, nötr ve alkali, alkali klorürlü, 180-350 °C sıcaklıktaki bir akiferden gelen sularda daha iyi sonuçlar vermektedir (Tarcan, 2003). $\log(\text{Na/K}) - 1/T$ değerleri grafikte yaklaşık bir doğru verir (Şahinci, 1991b). Bu reaksiyonlardan yararlanarak çeşitli araştırmacılar tarafından farklı Na/K jeotermometre bağıntıları geliştirilmiştir.

Na/K oranına bağlı olarak elde edilen jeotermometreler genellikle akifer sıcaklığı 200°C'nin üzerinde olan sahaların incelenmesinde faydalıdır. Genellikle 180-350°C arasında olumlu sonuçlar veren Na/K jeotermometreleri özellikle 120°C altına yanlış sonuçlar verebilmektedir. Bu düşük sıcaklıklarda Na ve K iyonları killi minerallerden etkilenecek iyon değişimi reaksiyonlarını kontrol edemezler. Buna bağlı olarak jeotermometre hesaplamaları sonucunda gerçek akifer sıcaklığının üzerinde değerler elde edilir (Gemici, 1999).

Bu çalışmada uygulanan Na/K jeotermometreleri Aquachem (Calmbach, 1997)

programı yardımıyla hesaplanmıştır, sonuçlar Tablo 5.2’de verilmiştir. Tablo 5.2 incelendiğinde, bu katyon jeotermometreleriyle hesaplanan akifer sıcaklıkları 27 °C ve 306 °C arındadır. Bu jeotermometre hesaplamaları göz önüne alındığında çalışma alanı için silis jeotermometrelerinin daha güvenilir olduğu gözlenmiştir.

Tablo 5.2 Bu çalışmada uygulanan Na/K kimyasal jeotermometre sonuçları (tüm derişimler mg/L, *=mol/L)

Örnek No	Örnek Yeri	Sıcaklık	JEOTERMOMETRELER					
			Na/K	Na/K	Na/K	Na/K	Na-K-Ca	Na-K-Ca Mg corrected
Örnek7	İzmirspor	30.7 °C	163	168	220	201	180	44
Örnek13	Sera	38 °C	152	158	211	193	145	47
Örnek14	BD-3	126.5 °C	137	145	198	182	177	110
Örnek15	B-10	99 °C	135	142	196	180	170	81
Örnek16	BD-5	122 °C	140	147	200	183	178	119
Örnek17	B-5	104 °C	131	139	193	177	170	67
Örnek18	BD-1	116 °C	149	155	208	191	179	113
Örnek22	Oto yıkama	40 °C	145	151	205	187	167	77
Örnek23	BD-2	132 °C	149	156	209	191	185	121
Örnek24	BD-6	135 °C	154	160	212	194	184	142
Örnek25	BD-4	135.2 °C	153	160	212	194	194	127
Örnek26	BD-7	118 °C	152	158	211	193	177	88
Örnek27	B-7	96 °C	148	155	208	190	176	81
Örnek28	B-1	104 °C	162	167	219	201	183	87
Aralık	Sic.	°C		100-275		100-275	100-350	100-350
Referanslar			Fournier 1973	Truesdell 1976	Fournier & Potter 19	Fournier 1979	Fournier 1979	Fournier 1979

5.4.3.2 Na/Li, K/Mg, Li/Mg, Li jeotermometreleri

Na/Li jeotermometrelerinde sıcak ve mineralli akışkanların kimyasal analizlerinde bulunan iyon değerleri yerine bu iyonların iyon etkinlikleri kullanılır ve hesaplanan molal konsantrasyon değerleri dikkate alınır. Ellis ve Wilson (1960) ve Koga (1970) Na/Li oranının düşüklüğü yüksek entalpili jeotermal alanlara karşılık geldiğini belirtmişlerdir. Foulliac ve Michard (1981) jeotermal alanlarda Na ve Li içeriklerinin sıcaklıkla değişimi ve su-kayaç reaksiyonlarını incelemişlerdir ve sıcak akışkandaki Cl içeriğine bağlı olarak Na/Li jeotermometreleri geliştirilmişlerdir. Lityum minerallerinin doğada az rastlanır olmasından dolayı lityumun denge reaksiyonu

sonucu sıcak akışkana girmesi genelde beklenmez. Ancak sıcak akışkandaki lityumun zenginleşmesi iyon değişimi ile açıklanabilir. Minissale ve Duchi (1988) karbonat kayaçların oluşturduğu jeotermal sistemlerde Na/Li jeotermometreleri uygun olduklarını belirtirler. Na/Li jeotermometreleri gerek sedimanter gerekse de volkanik kayaçlardan oluşan akiferlerde düşük ve yüksek sıcaklıklı jeotermal sistemlerde olumlu sonuçlar verebilmektedir (Tarcan, 2003).

Bu çalışmada Na/Li, K/Mg, Li/Mg, Li jeotermometreleri Aquachem (Calmbach, 1997) programları yardımıyla hesaplanmıştır. Bu jeotermometre sonuçlarıyla 42 °C den 218 °C ye ulaşan çeşitli akifer sıcaklıkları elde edilmiştir. Bu çalışmada uygulanan Na/Li, K/Mg, Li/Mg ve Li kimyasal jeotermometre sonuçları Tablo 5.3’de verilmiştir.

Tablo 5.3 Bu çalışmada uygulanan Na/Li, K/Mg, Li/Mg ve Li kimyasal jeotermometre sonuçları (tüm derişimler mg/L, *=mol/L,)

Örnek No	Örnek Yeri	Sıcaklık	JEOTERMOMETRELER				
			K/Mg	Mg/Li	Na/Li	Na/Li Cl<10000 ppm	Na/Li Cl<10000 ppm
Örnek7	İzmirspor	30.7 °C	35	94	217	111	110
Örnek13	Sera	38 °C	56	42	190	84	88
Örnek14	BD-3	126.5 °C	22	127	212	105	106
Örnek15	B-10	99 °C	28	113	215	108	109
Örnek16	BD-5	122 °C	21	130	213	106	107
Örnek17	B-5	104 °C	30	110	213	107	108
Örnek18	BD-1	116 °C	23	123	217	111	111
Örnek22	Oto yıkama	40 °C	31	97	215	109	109
Örnek23	BD-2	132 °C	19	126	210	104	105
Örnek24	BD-6	135 °C	17	132	211	105	106
Örnek25	BD-4	135.2 °C	17	132	211	105	106
Örnek26	BD-7	118 °C	27	110	218	112	112
Örnek27	B-7	96 °C	28	109	213	107	107
Örnek28	B-1	104 °C	26	108	213	107	107
Aralık	Sıc.	°C		0-350	0-350		
Referanslar			Giggenbach 1983	Kharaka 1989	Kharaka 1989	Fouillac 1981	Fouillac 1981

5.4.4 Jeotermometre Uygulanabilirliği

Farklı jeotermometre uygulamaları farklı sonuçlar vermektedir. Çünkü, her jeotermometre belirgin hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal koşullar için geçerlidir. Bu koşulların gerçekleşmediği durumlarda jeotermometrelerden elde edilen değerler sağlıklı sonuçlar olmayacaktır. Bazı jeotermometre sonuçlarında olanaksız sonuçlar elde edilmektedir. Bazı değerlerin eksi, bazı değerlerin ise yüzeyde ölçülen sıcaklıktan daha düşük değerler vermesi, bu kimyasal jeotermometre uygulamaları için uygun hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal koşulların tam olarak gerçekleşmediğini göstermektedir. Bu nedenle jeotermometre sonuçlarını değerlendirirken oldukça dikkatli olunması gerekmektedir.

Jeotermometrelerin uygulanmasında aşağıda belirtilen bazı temel varsayımların göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

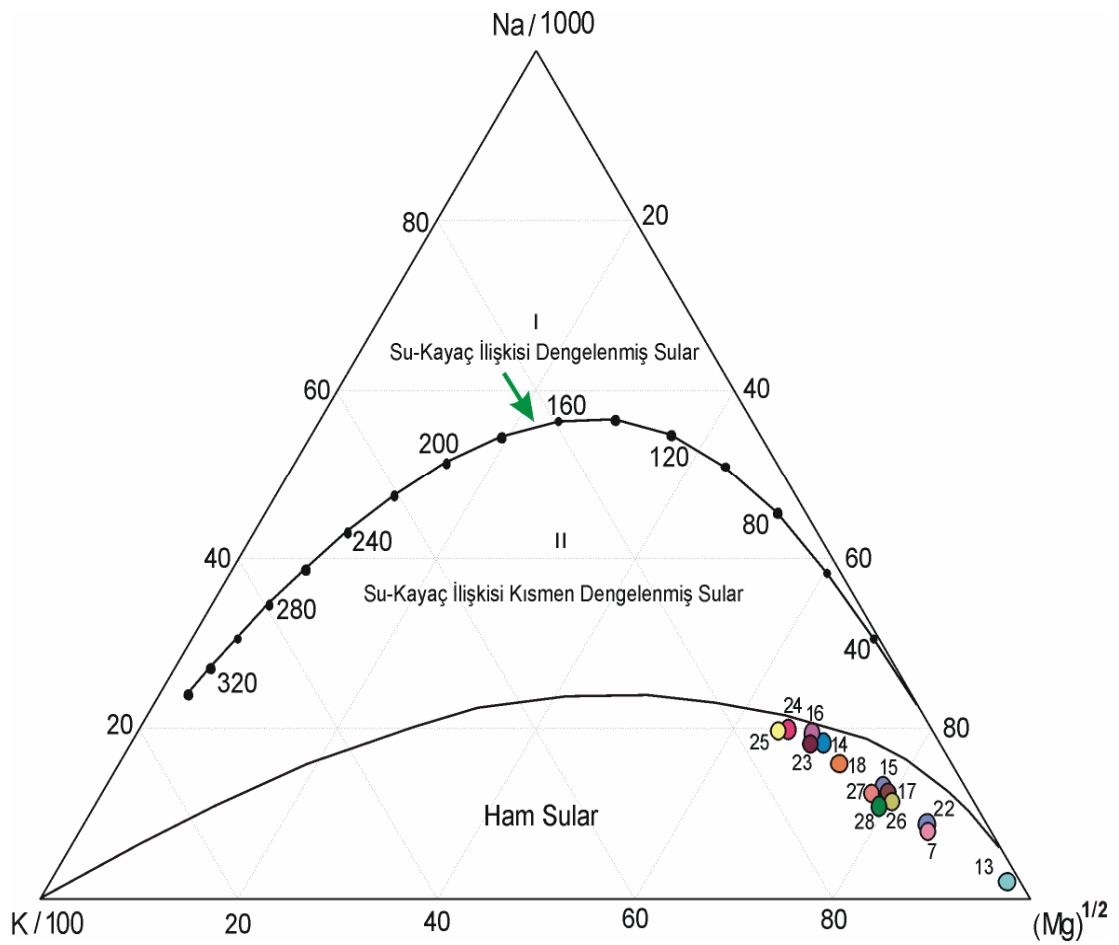
- 1) Kimyasal reaksiyonlar sıcaklık denetimlidir.,
- 2) Jeotermometre uygulamalarında kullanılan maddeler akifer kayada mevcuttur,
- 3) Akifer kayadaki mineraller ile akışkan arasındaki kimyasal denge tamamlanmıştır,
- 4) Sıcak suyun yüzeye çıkışı sırasında kimyasal yapısında meydana gelebilecek değişiklikler ihmal edilebilir boyutlardadır,
- 5) Yükselen sıcak sular soğuk yeraltı suları ile karışmamaktadır (White, 1970).

Jeotermometrelerin geçerliliği pek çok değişik araştırmacı tarafından ele alınmıştır. Giggenbach (1988) tarafından Na-K-Mg üçgen diyagramı akifer sıcaklığının tahmini ve sıcak ve mineralli suların akiferi oluşturan kayalar ile kimyasal dengeye ulaşp ulaşmadıklarının belirlenmesi dolayısıyla katyon jeotermometrelerin uygulanabilirliğinin saptanması amacıyla geliştirilmiştir.

Giggenbach (1988) bu çalışmada Na, K ve Mg iyonlarının mg/l değerlerini ele alarak, suları başlıca iki grupta toplamıştır. Bunlar sırasıyla; I) Su kayaç ilişkisinin kısmen dengede olduğu ve II) Su-kayaç ilişkisindeki kimyasal dengenin

sağlanmamış olduğu sulardır (ham sulardır). I bölgesinde yer alan sularda Na-K-Mg jeotermometrelerinin sağlıklı sonuçlar verebileceği belirtilmektedir. Diyagramın ham veya olgunlaşmamış su kesimindeki (II bölgesindeki) örneklerde su ve kayaç arasındaki denge sağlanmamış olduğundan bu bölgede yer alan sularda jeotermometre uygulamaları akifer sıcaklığının bulunmasında sağlıklı sonuçlar vermeyecektir.

Balçova jeotermal bölgesinden alınan örnekler Gigenbach diyagramında ham sular bölümünde kalmaktadır (Şekil 5.3). Alınan su örnekleri için su-kayaç ilişkisinde kimyasal denge sağlanmamıştır. Sonuç olarak katyon jeotermometre uygulamaları alınan su örneklerine göre, Balçova bölgesi için güvenilir sonuçlar vermemektedir.



Şekil 5.3 Çalışma alanındaki suların Gigenbach diyagramındaki yeri (Örnek numaraları Tablo 4.1 ve Şekil 2.1'deki gibidir)

5.5 Suların Mineral Doygunluk İndeksleri

Mineral doymunluk indekslerinin hesaplanması, suların üretim ve iletimi aşamasında olabilecek olası çökellerin önceden tahmin edilmesi, üretim ve malzeme kaybı olmadan önce alınabilecek önlemler açısından çok önemlidir. Bu çalışmada en çok rastlanılan çökel minerallerinin doymunluk bağıntıları sunulmuştur. Hesaplamalarda Aquachem bilgisayar programı kullanılmıştır. En çok gözlenen çökel ürünleri olması nedeniyle yapılan kalsit, dolomit ve jips doymunluk indeksi hesaplamalarının yorumunda SI (Doymunluk İndeksi) 0'dan küçükse mineral çözünür, büyükse çöker ve bu değer 0 ise su ilgili minerale doymundur (Tarcan, 2004).

Bir mineralin verilen bir çözeltideki doymunluk derecesi aşağıdaki bağıntı ile bulunmaktadır (Langmuir, 1971).

$$SI = \log (IAP / Keq)$$

SI, doymunluk indeksi

IAP, iyon etkinlik ürünü,

Keq, tepkime denge sabiti,

Çözeltideki mineralin elde edilen doymunluk indeksi değeri (SI).

SI > 0 ise mineral çöker.

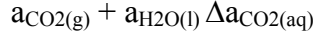
SI = 0 ise mineral dengededir.

SI < 0 ise mineral çözünür.

CO₂ kısmı basıncının (10^{-3.5} atm) da atmosfer kısmı basıncından daha yüksek olması durumunda su, çökeltici ve gaz çıkartıcı özelliğe sahip olarak da yorumlanabilir.

5.5.1 CO₂ Kısmi Basıncı

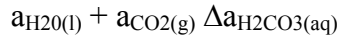
CO₂ gazı suda çözündüğünde ;



tepkimesi gerçekleşir. CO_{2(g)} gaz basıncı, atmosferin kısmi basıncı olarak tanımlanabilir. Henry Yasası' na göre, CO₂ gazının kısmi basıncı (P_{CO₂}) ile suda çözünmüş karbondioksit gazı CO_{2(aq)} arasındaki bağıntı şöyledir;

$$a_{\text{CO}_2(\text{aq})} / P_{\text{CO}_2} = K_{\text{CO}_2}$$

Olağan koşullarda CO₂ gazının kısmi basıncı 10^{-3.5} atm ve K_{CO₂} = 10^{-1.47} 'dir.



Yukarıdaki bağıntıda H₂CO₃, suda çözünmüş CO_{2(aq)} 'in yaklaşık %0.3' ü kadarı H₂CO₃ şeklindedir. Yapılan analizlerde, suda çözünen CO_{2(aq)} ile H₂CO₃, asidin toplam miktarını verdiğiinden;

$$a_{\text{H}^+} + a_{\text{HCO}_3^-} / a_{\text{H}_2\text{CO}_3} = K_1 = 10^{-6.4}$$

bağıntısında K₁ = 10^{-6.4} karbonik asidin iyonlaşma katsayısı gibi görülmektedir. Böylece karbonik asidin zayıf bir asit olabileceği yanlış düşüncesini doğurmaktadır. Gerçekte, karbonik asidin birinci iyonlaşma katsayısı,

$$a_{\text{H}_2\text{CO}_3} / a_{\text{CO}_2(\text{aq})} = K = 10^{-2.8}$$

bağıntısında verilmiştir (K = 10^{-2.8}); bu da K₁ ' in yaklaşık 1000 katıdır. Başka bir deyimle, karbonik asit orta derecede bir asittir. H₂SO₄ asidin ikinci iyonlaşma katsayısı K₂ = 0.012' dir. H₂CO₃, çok az bir hata ile suda çözünmüş CO_{2(aq)} gazını tanımlar. Bu nedenle;

$$a_{H_2CO_3} / P_{CO_2} = K_{CO_2} = 10^{-1.47}$$

$$a_{CO_2(aq)} / P_{CO_2} = K_{CO_2}$$

bağıntılarının denge sabitleri benzerdir (Tarcan, 2004).

5.5.2 Kalsit, Dolomit ve Jips'in Çözünürlüğü

Doğadaki mevcut karbonun %99'unun karbonat minerallerinde yer aldığı düşünülmektedir. Bu minerallerin en önemlisi kalsit ($CaCO_3$) ve dolomittir [$CaMg(CO_3)_2$]. Yeraltı suları yeraltındaki hareketleri boyunca akiferi oluşturan kayaların litolojik özelliklerine bağlı olarak az veya çok karbonat mineralleri ile temas halindedir. Kireçtaşı ve dolomitin yaygın olduğu alanlarda pH değeri 6.5 – 8.9 arasında değişir (Ford ve Williams, 1989). Bu aralıkta HCO_3^- baskın iyon olup CO_3^{2-} ihmal edilebilir boyuttadır. pH=0-5 arasında, suda H_2CO_3 egemen; pH=5'ten itibaren HCO_3^- artar ve pH=8'de en yüksek değerine ulaşır. CO_3^{2-} pH=8,2den itibaren artmaya başlar ve pH=10,3'ten itibaren baskın iyon olur (Tarcan, 2004).

Bazı mineraller için doygunluk indeksi eşitlikleri aşağıdadır.

$$SI_c = \log [(a_{Ca^{++}}) (a_{HCO_3^-}) K_2 / K_c , 10^{-pH}] \quad (\text{Kalsit doygunluk indeksi})$$

$$SI_D = \log [(a_{Ca^{++}}) (a_{Mg^{++}}) (a_{HCO_3^-})^2 (K_2)^2 / K_D . 10^{-2pH}]^{0.5} \quad (\text{Dolomit doygunluk indeksi})$$

$$SI_j = \log [a_{Ca^{++}} (a_{SO_4}) / K_j] \quad (\text{Jips doygunluk indeksi})$$

$$-\log P_{CO_2} = \log [(10^{-pH}) (a_{HCO_3^-}) / (K_1) (K_{CO_2})] \quad (CO_2 \text{ kısmi basıncı (atm)})$$

Yukarıdaki bağıntılarda kullanılan termodinamik denge sabiti değeri (K) aşağıdadır (Bağıntılarda () iyon etkinliğini belirtir.

$$(H^+) (HCO_3^-) / (H_2CO_3) = K_1 = 10^{-6.4} \text{ (Karbonik asit için)}$$

$$(H^+) (CO_3^{2-}) / (HCO_3^-) = K_2 = 10^{-10.3} \text{ (Bikarbonat için)}$$

$$(Ca^{++}) (CO_3^{2-}) / (CaCO_3) = K_C = 10^{-8.4} \text{ (Kalsit için)}$$

$$(Ca^{++}) (Mg^{++}) (CO_3^{2-})^2 / [aCaMg(CO_3)_2] = K_D = 10^{-17} \text{ (Dolomit için)}$$

$$(Ca^{++}) (SO_4^{2-}) / (CaSO_4) = K_J = 10^{-4.6} \text{ (Jips için)}$$

$$(H_2CO_3) / pCO_2 = K_{CO_2} = 10^{-1.46} \text{ (Karbondioksit için)}$$

Kalsit için çözünme reaksiyonu; $CaCO_3 = Ca^{++} + CO_3^{2-}$

$$K_{\text{kalsit veya aragonit}} = (Ca^{++}) (CO_3^{2-})$$

Yukarıdaki bağıntılar kullanılarak kalsit için doygunluk indeksi değeri (SI);

$$SI_{\text{kalsit}} = \log \frac{(Ca)(CO_3)}{K_{eq}}$$

Bağıntıda (CO_3) değerinin ölçülmesi zor olduğundan CO_3 değerinin saptanması için daha önceden bilinen ve ölçülebilir parametreler kullanılır. $(Ca^{++}) (CO_3^{2-}) / (CaCO_3) = K_C$ bağıntısındaki (CO_3) değeri

$$(H^+) (CO_3^{2-}) / (HCO_3^-) = K_2 \text{ bağıntısına}$$

konulursa;

$$IAP_{\text{kalsit}} = (Ca^{++}) (HCO_3^-) K_2 / 10^{-pH} \text{ halini alır.}$$

Karbonat çözünürlüğü ile ilgili diğer bir parametre ise CO_2 kısmi basıncıdır.

$$PCO_2 = \frac{(HCO_3)(H)}{(K_1)(K_{CO_2})}$$

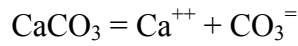
Veya

$$\text{LogpCO}_2 = \log (\text{HCO}_3^-) - \text{pH} + \text{pK}_{\text{CO}_2} - \text{pK}_1$$

Hesaplanan suda çözülmüş CO_2 gazı kısmi basıncı atmosferdeki CO_2 kısmi basıncından büyük ise, suda karbonat çökebilir. Ancak bu her zaman geçerli değildir. Suda çözülmüş CO_2 kısmi basıncı atmosferdekinden küçük ise sudaki CO_2 kısmi basıncını dengelemek için atmosferden suya CO_2 gazı geçeceğinden su karbonatı çözündürür (Şahinci, 1991a).

5.5.3 Kalsit, dolomit ve jips için doygunluk indeksi değeri (SI_{kalsit} , SI_{dolomit} ve SI_{jips})

Kalsit için çözünme tepkimesi

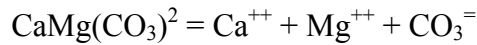


$$K_{\text{ kalsit veya aragonit}} = (\text{Ca}^{++}) (\text{CO}_3^{=})$$

$$SI_{\text{kalsit}} = \text{Log} \frac{(\text{Ca})(\text{CO}_3)}{K_{eq}}$$

$$SI_{\text{kalsit}} = \log(\text{Ca}^{++}) + \log(\text{HCO}_3) + \text{pH} - \text{pK}_2 + \text{pK}_c$$

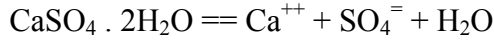
Dolomit için çözünme tepkimesi;



$$K_{\text{dolomit}} = (\text{Ca}^{++}) (\text{Mg}^{++}) (\text{CO}_3^{=})^2$$

$$SI_{\text{dolomit}} = \log(\text{Ca}^{++}) + \log(\text{Mg}^{++}) + 2\log(\text{HCO}_3) + 2\text{pH} - 2\text{pK}_2 + \text{pK}_D$$

Jips için çözünme tepkimesi;



$$K_{jips} = \frac{(\text{Ca})\text{SO}_4}{(\text{CaSO}_4)_{\text{katı}}}$$

$$\text{SI}_{jips} = \log(\text{Ca}^{++}) + \log(\text{SO}_4^{--}) + \text{p}K_{jips}$$

İnceleme alanındaki sıcak ve mineralli yeraltı sularının çeşitli minerallerce doygunluk indeksi değerleri hesaplanmıştır. Sıcak ve mineralli yeraltı sularının doygunluk indeksi değerlerinin hesaplanmasında yüzeyde ölçülen pH ve sıcaklık değerleri dikkate alınmıştır. Analiz edilen su örneklerinin başlıca iyon değerleri ile bazı örneklerin eser element değerleri kullanılarak Aquachem (Calmbach, 1997) ve PhreeqC, (Parkhurst ve Appelo, 1999) programları ile oluşabilecek bazı çökel minerallerinin doygunluk indeksi değerleri saptanmıştır (Ek 3). Tablo 5.4, Tablo 5.5, Tablo 5.6, Tablo 5.7, Tablo 5.8, Tablo 5.9, Tablo 5.10, Tablo 5.11, Tablo 5.12, Tablo 5.13, Tablo 5.14, Tablo 5.15, Tablo 5.16, Tablo 5.17’de Aquachem (Calmbach, 1997) ve PhreeqC, (Parkhurst ve Appelo, 1999) programlarıyla hesaplanan sıcak ve mineralli suların oluşturabileceği bazı çökel minerallerinin doygunluk indeksi değerleri verilmiştir. Burada, IAP=iyon etkinlik ürünü, KT=ölçülen sıcaklık için ilgili minerallerin denge sabiti değerleri, SI ise doygunluk indeksi değeridir ve AP- KT ile bulunur.

Tablo 5.4 Örnek no 7 için mineral doygunluk indeksi değerleri

Örnek No:7 (30.7 °C)				
Mineral	SI	log IAP	log KT	Formül
Albit	0.36	4.80	4.44	(NaAlSi ₃ O ₈)
Anhidrit	-2.28	-6.66	-4.39	(CaSO ₄)
Aragonit	-0.93	-9.31	-8.37	(CaCO ₃)
Kalsit	-0.79	-9.31	-8.51	(CaCO ₃)
Sölestin	-2.24	-8.89	-6.65	(SrSO ₄)
Kalsedon	0.57	-2.92	-3.49	(SiO ₂)
Dolomit	-1.50	-18.72	-17.22	(CaMg (CO ₃) ₂)
Gibsit	1.05	8.85	7.80	(Al (OH) ₃)
Jips	-2.08	-6.67	-4.58	(CaSO ₄ :2H ₂ O)
Kuvars	0.98	-2.92	-3.90	(SiO ₂)
Siderit	-2.15	-13.07	-10.92	(FeCO ₃)
Simitsonit	-2.54	-12.60	-10.06	(ZnCO ₃)
Stronsiyanit	-2.25	-11.53	-9.28	(SrCO ₃)

Tablo 5.5 Örnek no 13 için mineral doygunluk indeksi değerleri

Örnek No:13 (38 °C)				
Mineral	SI	log IAP	log KT	Formül
Albit	-0.73	3.44	4.17	(NaAlSi ₃ O ₈)
Anhidrit	-1.69	-6.13	-4.44	(CaSO ₄)
Aragonit	0.24	-8.19	-8.43	(CaCO ₃)
Kalsit	0.38	-8.19	-8.56	(CaCO ₃)
Sölestin	-1.96	-8.64	-6.68	(SrSO ₄)
Kalsedon	0.36	-3.05	-3.41	(SiO ₂)
Dolomit	0.70	-16.68	-17.38	(CaMg (CO ₃) ₂)
Gibsit	0.31	7.72	7.41	(Al (OH) ₃)
Jips	-1.54	-6.13	-4.59	(CaSO ₄ :2H ₂ O)
Kuvars	0.75	-3.05	-3.80	(SiO ₂)
Siderit	-2.48	-13.45	-10.97	(FeCO ₃)
Simitsonit	-2.52	-12.65	-10.13	(ZnCO ₃)
Stronsiyanit	-1.38	-10.69	-9.30	(SrCO ₃)

Tablo 5.6 Örnek no 14 için mineral doygunluk indeksi değerleri

Örnek No:14 (126.5 °C)				
Mineral	SI	log IAP	log KT	Formül
Albit	-1.55	0.31	1.86	(NaAlSi ₃ O ₈)
Anhidrit	-1.04	-6.91	-5.86	(CaSO ₄)
Aragonit	1.20	-8.42	-9.62	(CaCO ₃)
Kalsit	1.28	-8.42	-9.70	(CaCO ₃)
Sölestin	-1.47	-9.17	-7.70	(SrSO ₄)
Kalsedon	0.22	-2.45	-2.67	(SiO ₂)
Dolomit	1.43	-17.41	-18.85	(CaMg (CO ₃) ₂)
Gibsit	-2.22	1.64	3.87	(Al (OH) ₃)
Jips	-1.88	-6.91	-5.03	(CaSO ₄ :2H ₂ O)
Kuvars	0.41	-2.45	-2.87	(SiO ₂)
Siderit	-6.70	-18.05	-11.35	(FeCO ₃)
Simitsonit	-1.39	-12.20	-10.81	(ZnCO ₃)
Stronsiyanit	-0.38	-10.69	-10.30	(SrCO ₃)

Tablo 5.7 Örnek no 15 için mineral doygunluk indeksi değerleri

Örnek No:15 (99 °C)				
Mineral	SI	log IAP	log KT	Formül
Albit	-1.43	0.99	2.42	(NaAlSi ₃ O ₈)
Anhidrit	-1.47	-6.77	-5.30	(CaSO ₄)
Aragonit	0.71	-8.44	-9.15	(CaCO ₃)
Kalsit	0.81	-8.44	-9.25	(CaCO ₃)
Sölestin	-1.80	-8.95	-7.15	(SrSO ₄)
Kalsedon	0.26	-2.61	-2.86	(SiO ₂)
Dolomit	1.15	-17.31	-18.47	(CaMg (CO ₃) ₂)
Gibsit	-1.62	3.17	4.79	(Al (OH) ₃)
Jips	-1.93	-6.78	-4.85	(CaSO ₄ :2H ₂ O)
Kuvars	0.50	-2.61	-3.11	(SiO ₂)
Siderit	-4.91	-16.16	-11.25	(FeCO ₃)
Simitsonit	-2.20	-12.83	-10.64	(ZnCO ₃)
Stronsiyanit	-0.72	-10.61	-9.89	(SrCO ₃)

Tablo 5.8 Örnek no 16 için mineral doygunluk indeksi değerleri

Örnek No:16 (122 °C)				
Mineral	SI	log IAP	log KT	Formül
Albit	-1.67	0.27	1.95	(NaAlSi ₃ O ₈)
Anhidrit	-1.23	-6.99	-5.77	(CaSO ₄)
Aragonit	1.39	-8.15	-9.53	(CaCO ₃)
Kalsit	1.48	-8.15	-9.62	(CaCO ₃)
Sölestin	-1.52	-9.10	-7.58	(SrSO ₄)
Kalsedon	0.17	-2.53	-2.70	(SiO ₂)
Dolomit	1.89	-16.89	-18.79	(CaMg (CO ₃) ₂)
Gibsit	-2.55	1.46	4.01	(Al (OH) ₃)
Jips	-2.00	-6.99	-4.99	(CaSO ₄ ·2H ₂ O)
Kuvars	0.37	-2.53	-2.90	(SiO ₂)
Siderit	-7.62	-18.96	-11.34	(FeCO ₃)
Simitsonit	-1.19	-11.97	-10.78	(ZnCO ₃)
Stronsiyanit	-0.02	-10.26	-10.23	(SrCO ₃)

Tablo 5.9 Örnek no 17 için mineral doygunluk indeksi değerleri

Örnek No:17 (104 °C)				
Mineral	SI	log IAP	log KT	Formül
Albit	-1.75	0.56	2.31	(NaAlSi ₃ O ₈)
Anhidrit	-1.46	-6.85	-5.40	(CaSO ₄)
Aragonit	1.02	-8.21	-9.23	(CaCO ₃)
Kalsit	1.12	-8.21	-9.33	(CaCO ₃)
Sölestin	-1.81	-9.03	-7.22	(SrSO ₄)
Kalsedon	0.19	-2.64	-2.83	(SiO ₂)
Dolomit	1.83	-16.71	-18.54	(CaMg (CO ₃) ₂)
Gibsit	-2.18	2.43	4.61	(Al (OH) ₃)
Jips	-1.98	-6.86	-4.88	(CaSO ₄ ·2H ₂ O)
Kuvars	0.42	-2.64	-3.06	(SiO ₂)
Siderit	-6.16	-17.43	-11.27	(FeCO ₃)
Simitsonit	-2.56	-13.22	-10.67	(ZnCO ₃)
Stronsiyanit	-0.42	-10.38	-9.96	(SrCO ₃)

Tablo 5.10 Örnek no 18 için mineral doygunluk indeksi değerleri

Örnek No:18 (116 °C)				
Mineral	SI	log IAP	log KT	Formül
Albit	-1.90	0.16	2.06	(NaAlSi ₃ O ₈)
Anhidrit	-1.19	-6.83	-5.64	(CaSO ₄)
Aragonit	1.49	-7.94	-9.43	(CaCO ₃)
Kalsit	1.58	-7.94	-9.52	(CaCO ₃)
Sölestin	-1.40	-8.84	-7.44	(SrSO ₄)
Kalsedon	0.12	-2.62	-2.74	(SiO ₂)
Dolomit	2.24	-16.47	-18.71	(CaMg (CO ₃) ₂)
Gibsit	-2.77	1.43	4.20	(Al (OH) ₃)
Jips	-1.87	-6.83	-4.95	(CaSO ₄ ·2H ₂ O)
Kuvars	0.34	-2.62	-2.95	(SiO ₂)
Siderit	-7.86	-19.18	-11.32	(FeCO ₃)
Simitsonit	-1.96	-12.70	-10.75	(ZnCO ₃)
Stronsiyanit	0.19	-9.95	-10.14	(SrCO ₃)

Tablo 5.11 Örnek no 22 için mineral doygunluk indeksi değerleri

Örnek No:22 (40 °C)				
Mineral	SI	log IAP	log KT	Formül
Albit	0.22	4.31	4.09	(NaAlSi ₃ O ₈)
Anhidrit	-2.36	-6.82	-4.46	(CaSO ₄)
Aragonit	0.04	-8.41	-8.45	(CaCO ₃)
Kalsit	0.17	-8.41	-8.58	(CaCO ₃)
Sölestin	-2.35	-9.04	-6.69	(SrSO ₄)
Kalsedon	0.48	-2.90	-3.39	(SiO ₂)
Dolomit	0.21	-17.21	-17.42	(CaMg (CO ₃) ₂)
Gibsit	0.13	7.44	7.31	(Al (OH) ₃)
Jips	-2.22	-6.82	-4.60	(CaSO ₄ ·2H ₂ O)
Kuvars	0.87	-2.90	-3.77	(SiO ₂)
Siderit	-2.09	-13.07	-10.98	(FeCO ₃)
Simitsonit	-1.74	-11.89	-10.15	(ZnCO ₃)
Stronsiyanit	-1.31	-10.63	-9.31	(SrCO ₃)

Tablo 5.12 Örnek no 23 için mineral doygunluk indeksi değerleri

Örnek No:23 (132 °C)				
Mineral	SI	log IAP	log KT	Formül
Albit	-2.45	-0.69	1.76	(NaAlSi ₃ O ₈)
Anhidrit	-1.15	-7.13	-5.98	(CaSO ₄)
Aragonit	1.08	-8.63	-9.72	(CaCO ₃)
Kalsit	1.17	-8.63	-9.81	(CaCO ₃)
Sölestin	-1.46	-9.31	-7.86	(SrSO ₄)
Kalsedon	0.00	-2.64	-2.64	(SiO ₂)
Dolomit	1.08	-17.84	-18.92	(CaMg (CO ₃) ₂)
Gibsit	-2.67	1.03	3.70	(Al (OH) ₃)
Jips	-2.07	-7.13	-5.07	(CaSO ₄ :2H ₂ O)
Kuvars	0.18	-2.64	-2.82	(SiO ₂)
Siderit	-8.44	-19.81	-11.37	(FeCO ₃)
Simitsonit	-1.52	-12.37	-10.84	(ZnCO ₃)
Stronsiyanit	-0.42	-10.81	-10.39	(SrCO ₃)

Tablo 5.13 Örnek no 24 için mineral doygunluk indeksi değerleri

Örnek No:24 (135 °C)				
Mineral	SI	log IAP	log KT	Formül
Albit	-2.42	-0.71	1.71	(NaAlSi ₃ O ₈)
Anhidrit	-0.93	-6.97	-6.05	(CaSO ₄)
Aragonit	1.18	-8.59	-9.78	(CaCO ₃)
Kalsit	1.27	-8.59	-9.86	(CaCO ₃)
Sölestin	-1.28	-9.23	-7.95	(SrSO ₄)
Kalsedon	0.01	-2.61	-2.62	(SiO ₂)
Dolomit	0.95	-18.00	-18.95	(CaMg (CO ₃) ₂)
Gibsit	-2.55	1.05	3.61	(Al (OH) ₃)
Jips	-1.89	-6.98	-5.09	(CaSO ₄ :2H ₂ O)
Kuvars	0.19	-2.61	-2.80	(SiO ₂)
Siderit	-7.70	-19.08	-11.38	(FeCO ₃)
Simitsonit	-2.65	-13.51	-10.86	(ZnCO ₃)
Stronsiyanit	-0.40	-10.84	-10.44	(SrCO ₃)

Tablo 5.14 Örnek no 25 için mineral doygunluk indeksi değerleri

Örnek No:25 (135.2 °C)				
Mineral	SI	log IAP	log KT	Formül
Albit	-2.53	-0.82	1.71	(NaAlSi ₃ O ₈)
Anhidrit	-1.33	-7.38	-6.05	(CaSO ₄)
Aragonit	0.70	-9.07	-9.78	(CaCO ₃)
Kalsit	0.79	-9.07	-9.86	(CaCO ₃)
Sölestin	-1.63	-9.59	-7.96	(SrSO ₄)
Kalsedon	0.00	-2.62	-2.62	(SiO ₂)
Dolomit	0.40	-18.55	-18.96	(CaMg (CO ₃) ₂)
Gibsit	-2.68	0.92	3.60	(Al (OH) ₃)
Jips	-2.29	-7.38	-5.09	(CaSO ₄ :2H ₂ O)
Kuvars	0.18	-2.62	-2.80	(SiO ₂)
Siderit	-8.64	-20.02	-11.38	(FeCO ₃)
Simitsonit	-2.90	-13.76	-10.86	(ZnCO ₃)
Stronsiyanit	-0.84	-11.28	-10.45	(SrCO ₃)

Tablo 5.15 Örnek no 26 için mineral doygunluk indeksi değerleri

Örnek No:26 (118 °C)				
Mineral	SI	log IAP	log KT	Formül
Albit	-2.38	-0.36	2.02	(NaAlSi ₃ O ₈)
Anhidrit	-1.36	-7.05	-5.68	(CaSO ₄)
Aragonit	1.11	-8.35	-9.46	(CaCO ₃)
Kalsit	1.20	-8.35	-9.56	(CaCO ₃)
Sölestin	-1.81	-9.30	-7.49	(SrSO ₄)
Kalsedon	0.03	-2.70	-2.73	(SiO ₂)
Dolomit	1.59	-17.14	-18.73	(CaMg (CO ₃) ₂)
Gibsit	-2.25	1.88	4.14	(Al (OH) ₃)
Jips	-2.08	-7.05	-4.97	(CaSO ₄ :2H ₂ O)
Kuvars	0.24	-2.70	-2.94	(SiO ₂)
Siderit	-6.25	-17.58	-11.32	(FeCO ₃)
Simitsonit	-1.40	-12.16	-10.76	(ZnCO ₃)
Stronsiyanit	-0.44	-10.61	-10.17	(SrCO ₃)

Tablo 5.16 Örnek no 27 için mineral doygunluk indeksi değerleri

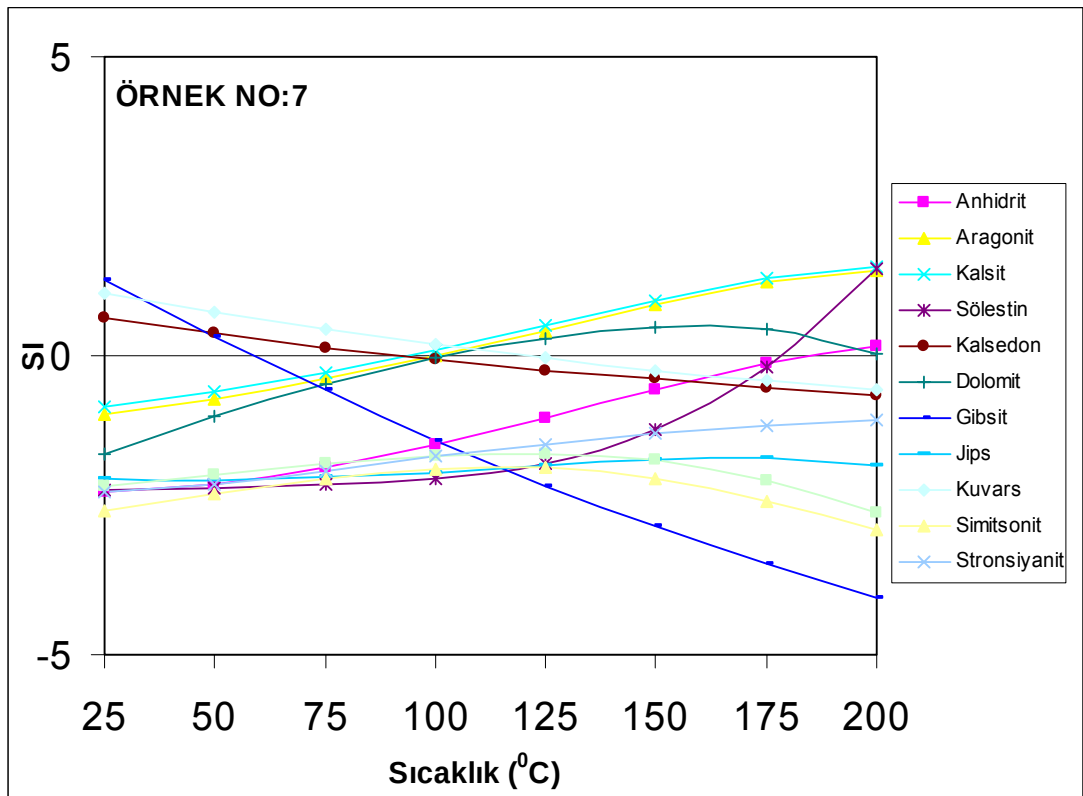
Örnek No:27 (96 °C)				
Mineral	SI	log IAP	log KT	Formül
Albit	-2.33	0.16	2.49	(NaAlSi ₃ O ₈)
Anhidrit	-1.48	-6.73	-5.25	(CaSO ₄)
Aragonit	-0.14	-9.24	-9.10	(CaCO ₃)
Kalsit	-0.03	-9.24	-9.21	(CaCO ₃)
Sölestin	-1.85	-8.95	-7.11	(SrSO ₄)
Kalsedon	0.02	-2.87	-2.89	(SiO ₂)
Dolomit	-0.50	-18.92	-18.42	(CaMg (CO ₃) ₂)
Gipsit	-0.84	4.06	4.90	(Al (OH) ₃)
Jips	-1.90	-6.73	-4.83	(CaSO ₄ :2H ₂ O)
Kuvars	0.27	-2.87	-3.14	(SiO ₂)
Siderit	-2.87	-14.11	-11.24	(FeCO ₃)
Simitsonit	-3.04	-13.66	-10.61	(ZnCO ₃)
Stronsiyanit	-1.62	-11.47	-9.85	(SrCO ₃)

Tablo 5.17 Örnek no 28 için mineral doygunluk indeksi değerleri

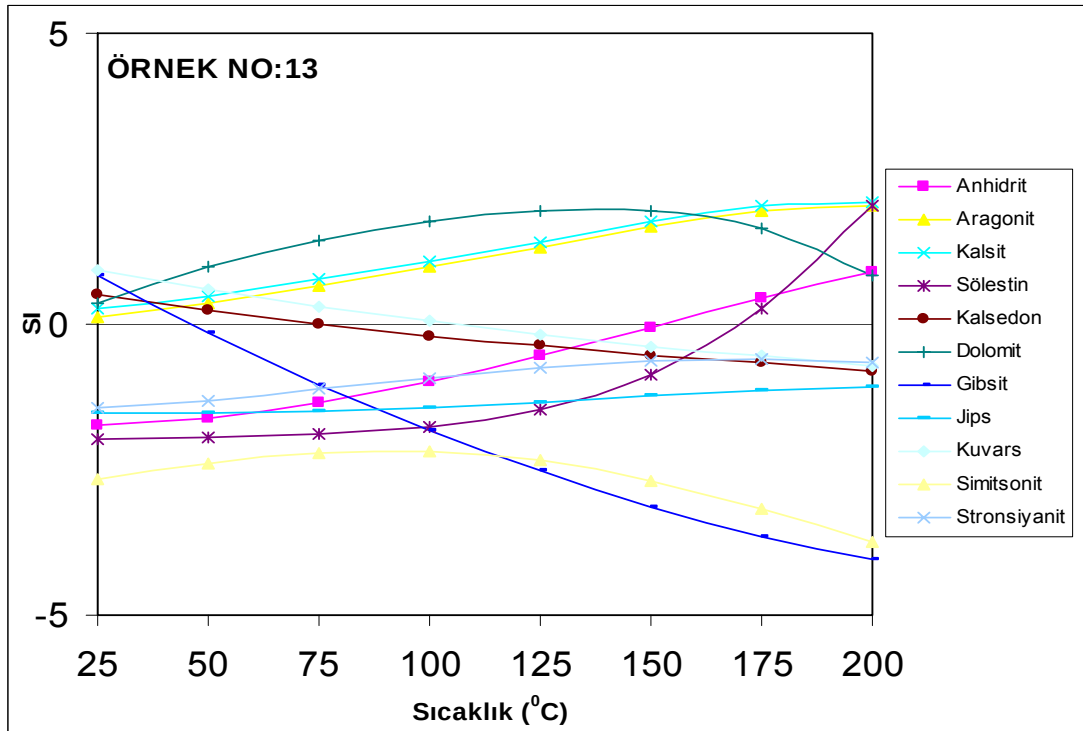
Örnek No:28 (104 °C)				
Mineral	SI	log IAP	log KT	Formül
Albit	-2.30	0.01	2.31	(NaAlSi ₃ O ₈)
Anhidrit	-1.43	-6.83	-5.40	(CaSO ₄)
Aragonit	0.50	-8.73	-9.23	(CaCO ₃)
Kalsit	0.60	-8.73	-9.33	(CaCO ₃)
Sölestin	-1.84	-9.06	-7.22	(SrSO ₄)
Kalsedon	0.01	-2.81	-2.83	(SiO ₂)
Dolomit	0.65	-17.89	-18.54	(CaMg (CO ₃) ₂)
Gipsit	-1.64	2.97	4.61	(Al (OH) ₃)
Jips	-1.95	-6.83	-4.88	(CaSO ₄ :2H ₂ O)
Kuvars	0.25	-2.81	-3.06	(SiO ₂)
Siderit	-5.15	-16.42	-11.27	(FeCO ₃)
Simitsonit	-2.70	-13.37	-10.67	(ZnCO ₃)
Stronsiyanit	-1.00	-10.96	-9.96	(SrCO ₃)

Tablolar incelendiğinde, genel olarak albit, anhidrit, sölestin, gipsit, jips, siderit, smitsonit, strontianit gibi karbonatlı ve sülfatlı mineraller negatif yani doygunluk altı değerler verir, dolayısı ile su bu mineralleri çözündürücü özelliktedir. Aragonit, kalsit, kalsedon, dolomit, kuvars gibi kalsiyum-magnezyum karbonatlı ve silisli mineraller sıcak ve mineralli sularda doygunluk üstü değerler verir, bu nedenle su bu

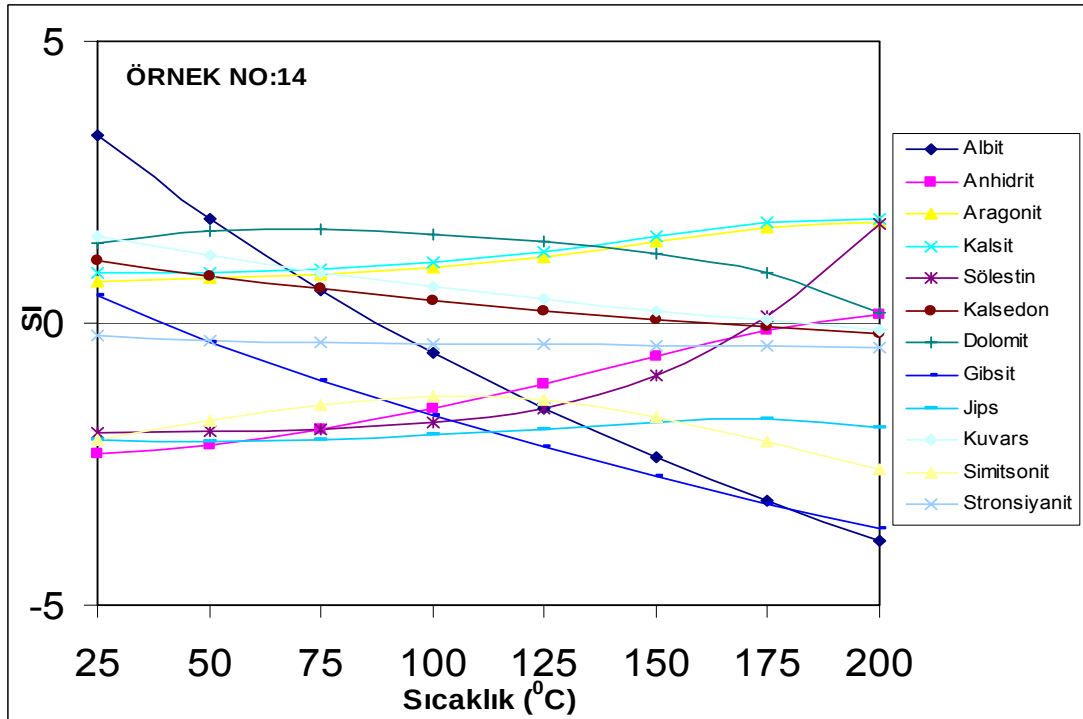
mineralleri çökeltici özelliktedir. Bu sular aragonit, kalsit, kalsedon, dolomite ve kuvarsa doymun olan sulardır. Kalsit ve dolomite doymun olan suların kullanımı esnasında kabuklaşma sorunu olabileceği dikkate alınmalıdır. İnceleme alanındaki tüm sıcak ve mineralli suların doymunluk indeksi değerlerinin anhidrit için eksi değerlerde olması bu suların çürütücü bir etkiye sahip olduklarını göstermektedir. Bu durum metal sondaj borularının zamanla kullanılamaz hale gelmesine neden olabilmektedir.



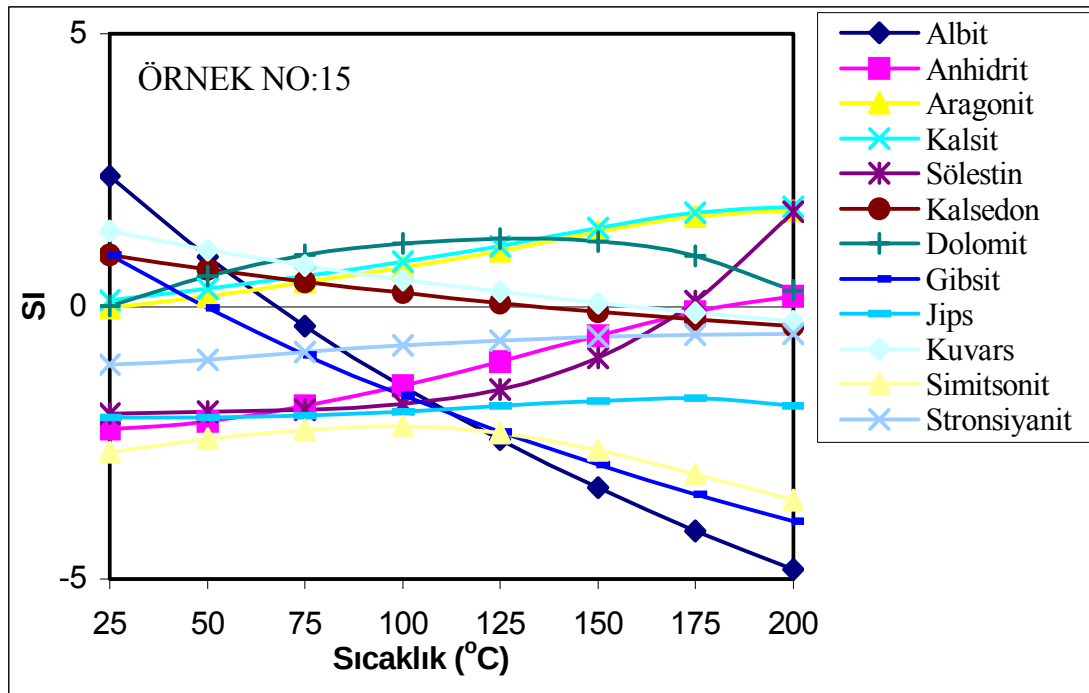
Şekil 5.4 Çökel oluşturabilecek bazı mineraller için İzmirspor kuyusunun sıcaklık (°C) ve SI değerleri arasındaki değişim



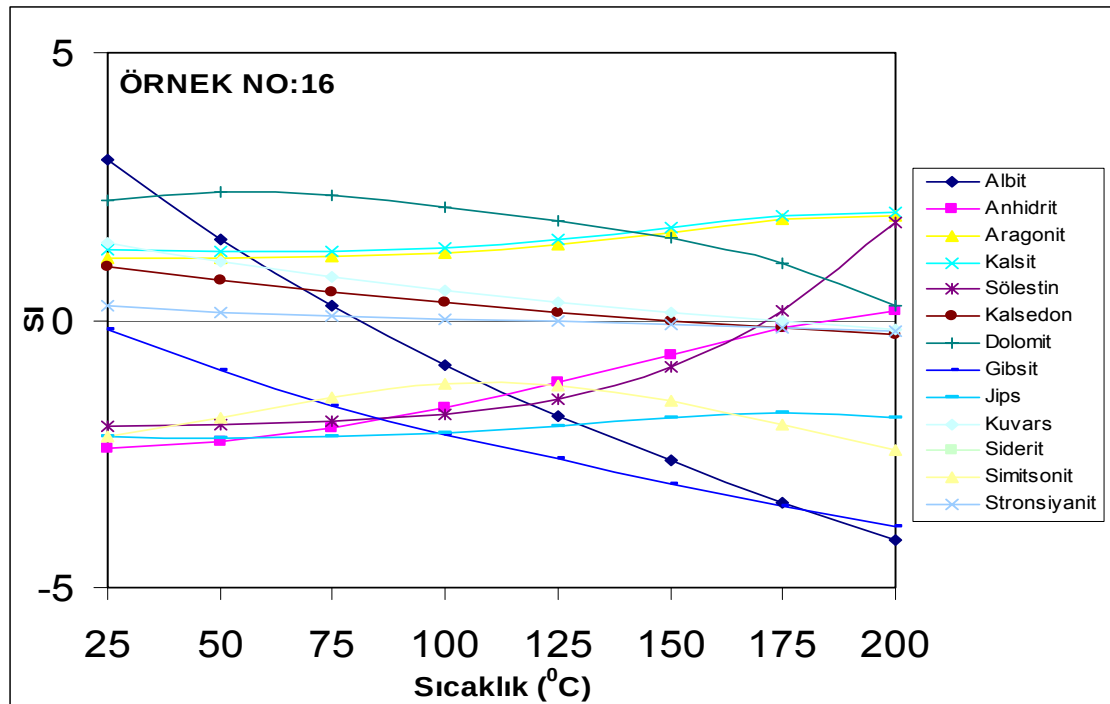
Şekil 5.5 Çökel oluşturabilecek bazı mineraller için 13 nolu sera örneğinin sıcaklık (°C) ve SI değerleri arasındaki değişim



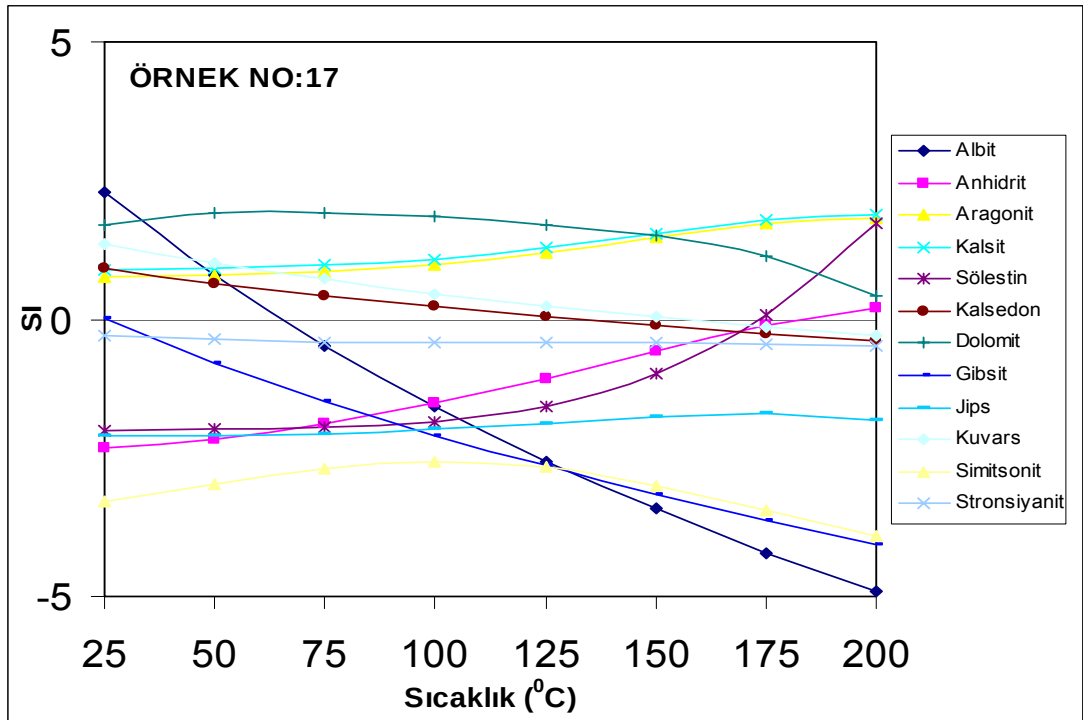
Şekil 5.6 Çökel oluşturabilecek bazı mineraller için BD-3 kuyusunun sıcaklık (°C) ve SI değerleri arasındaki değişim



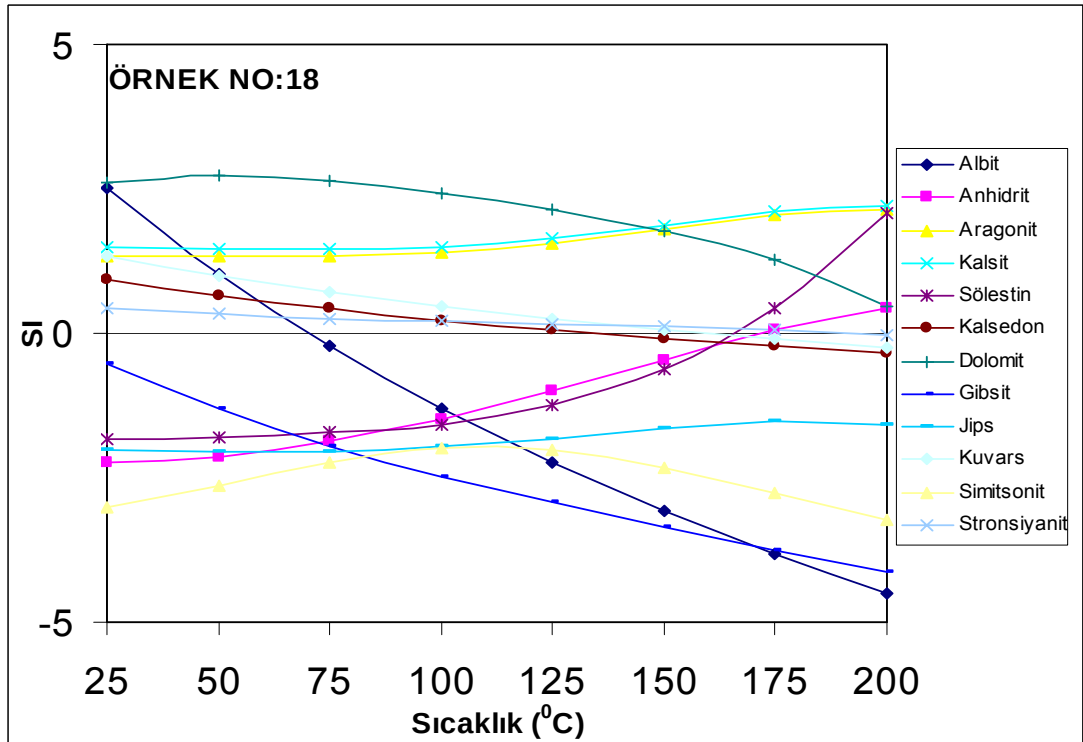
Şekil 5.7 Çökel oluşturabilecek bazı mineraller için B-10 kuyusunun sıcaklık (°C) ve SI değerleri arasındaki değişim



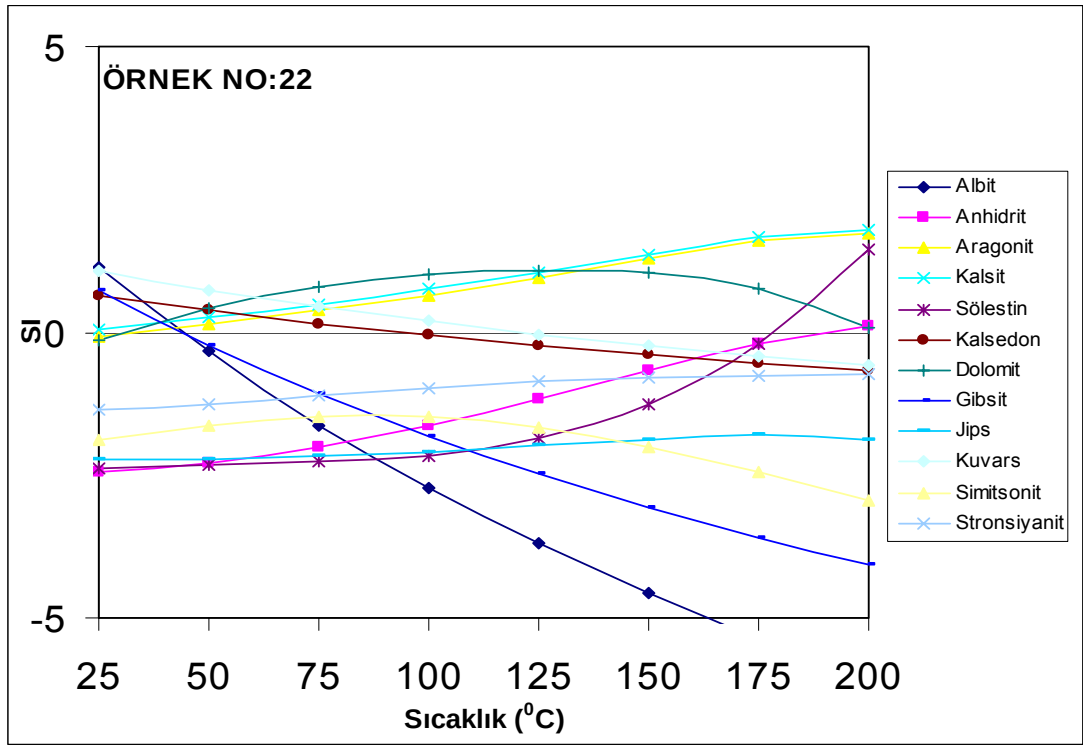
Şekil 5.8 Çökel oluşturabilecek bazı mineraller için BD-5 kuyusunun sıcaklık (°C) ve SI değerleri arasındaki değişim



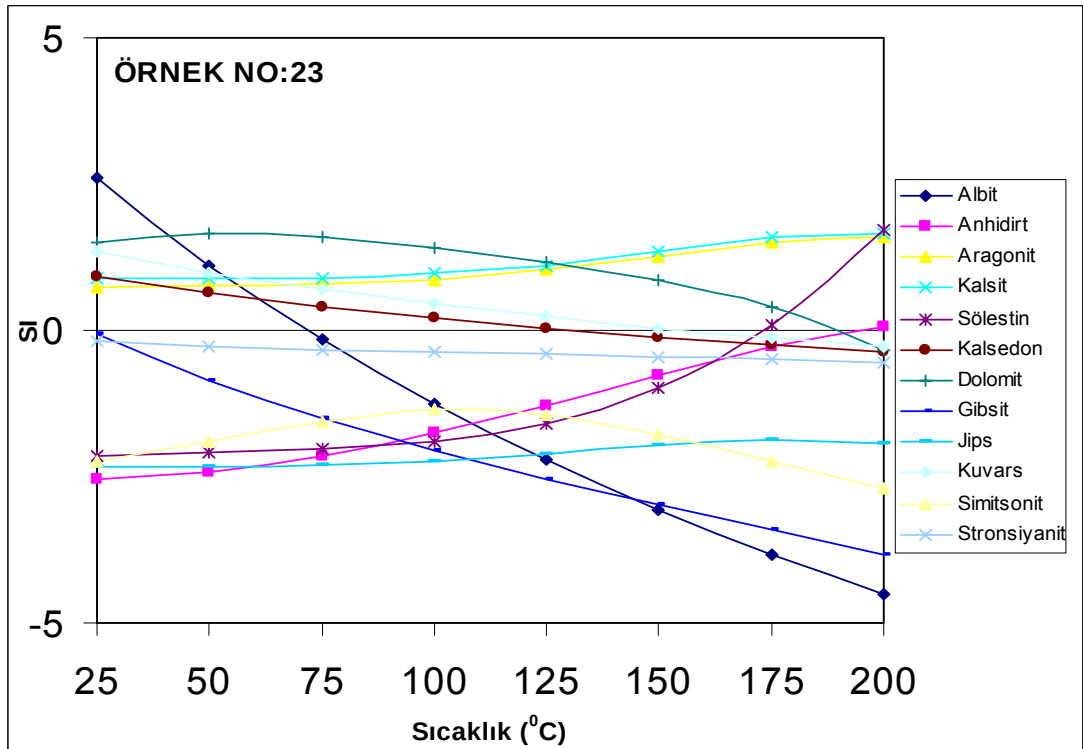
Şekil 5.9 Çökel oluşturabilecek bazı mineraller için B-5 kuyusunun sıcaklık (°C) ve SI değerleri arasındaki değişim



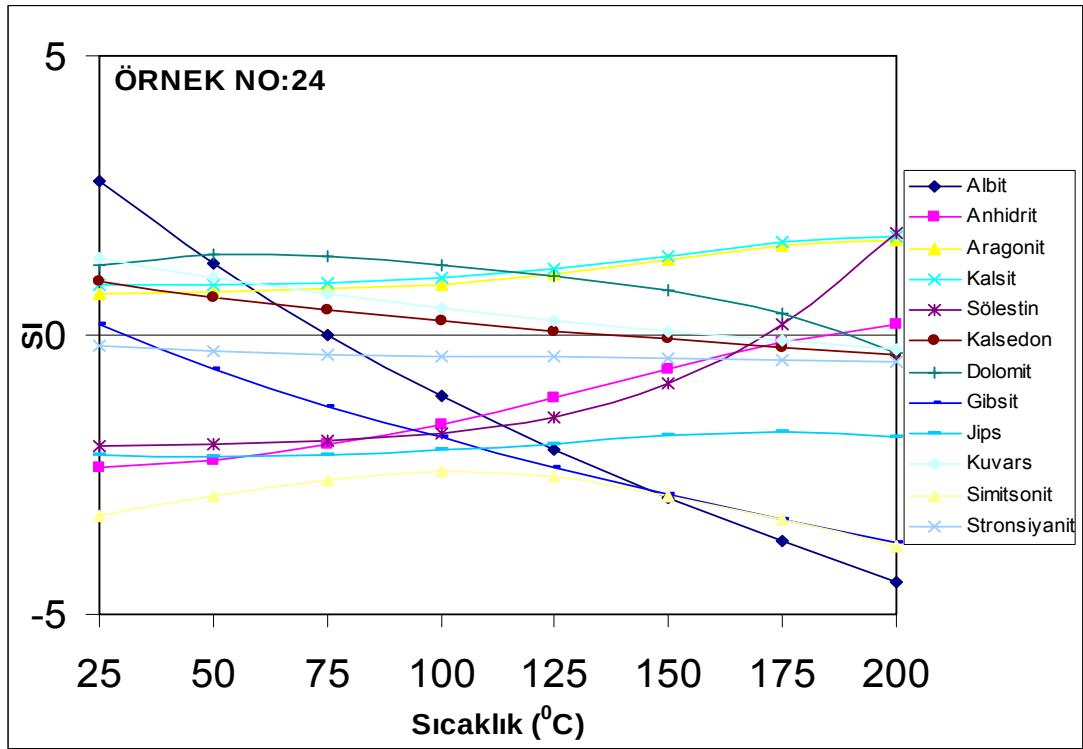
Şekil 5.10 Çökel oluşturabilecek bazı mineraller için BD-1 kuyusunun sıcaklık (°C) ve SI değerleri arasındaki değişim



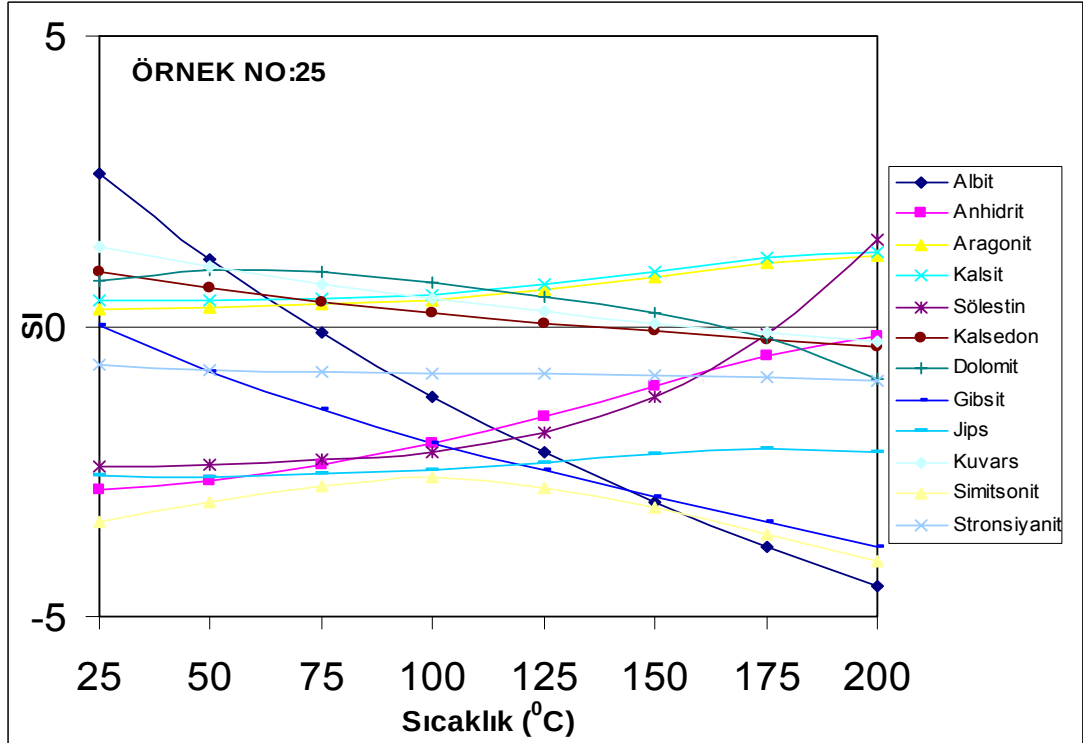
Şekil 5.11 Çökel oluşturabilecek bazı mineraller için 22 nolu oto yıkama kuyusunun sıcaklık (°C) ve SI değerleri arasındaki değişim



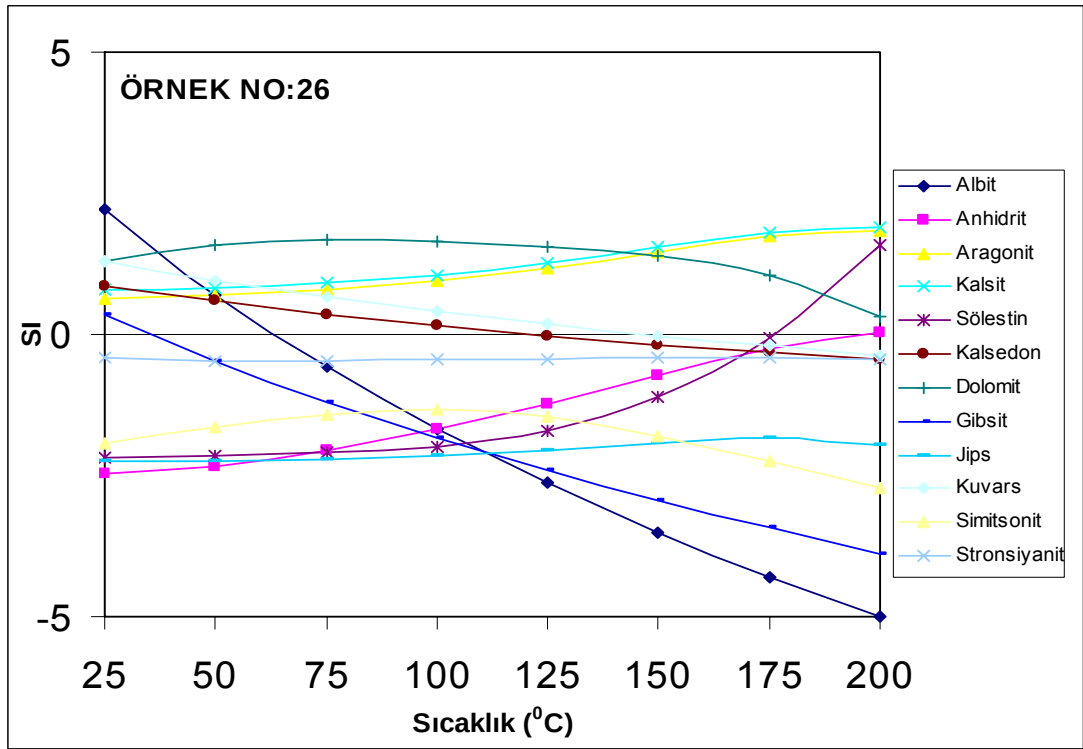
Şekil 5.12 Çökel oluşturabilecek bazı mineraller için BD-2 kuyusunun sıcaklık (°C) ve SI değerleri arasındaki değişim



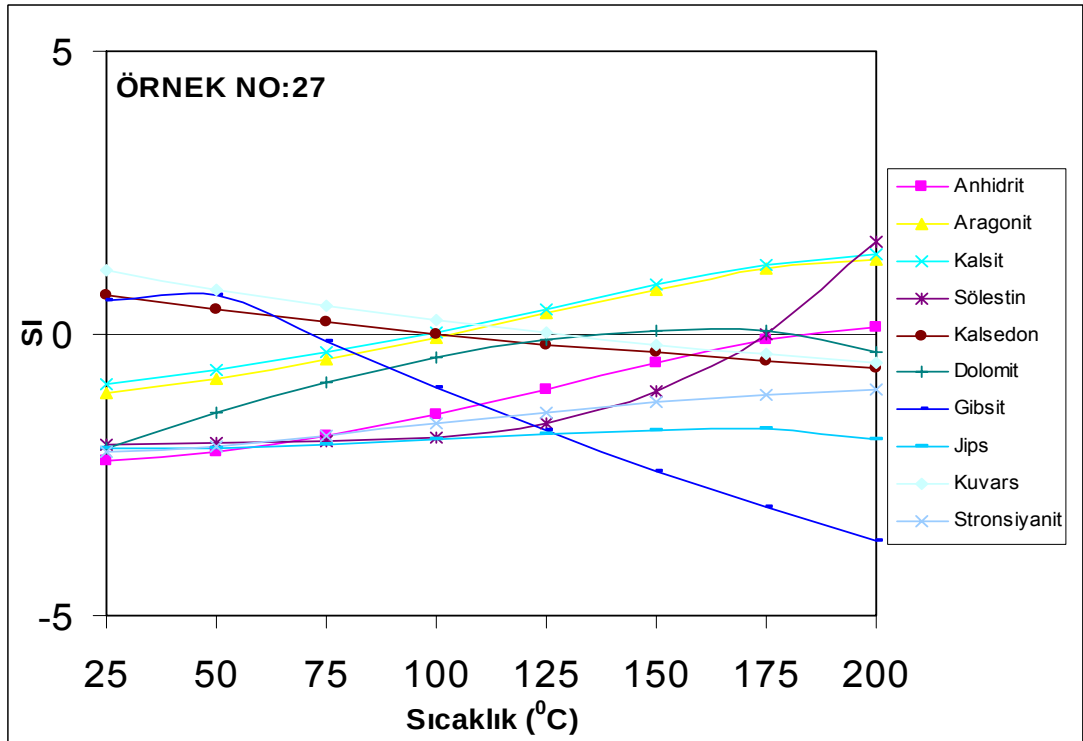
Şekil 5.13 Çökel oluşturabilecek bazı mineraller için BD-6 kuyusunun sıcaklık (°C) ve SI değerleri arasındaki değişim



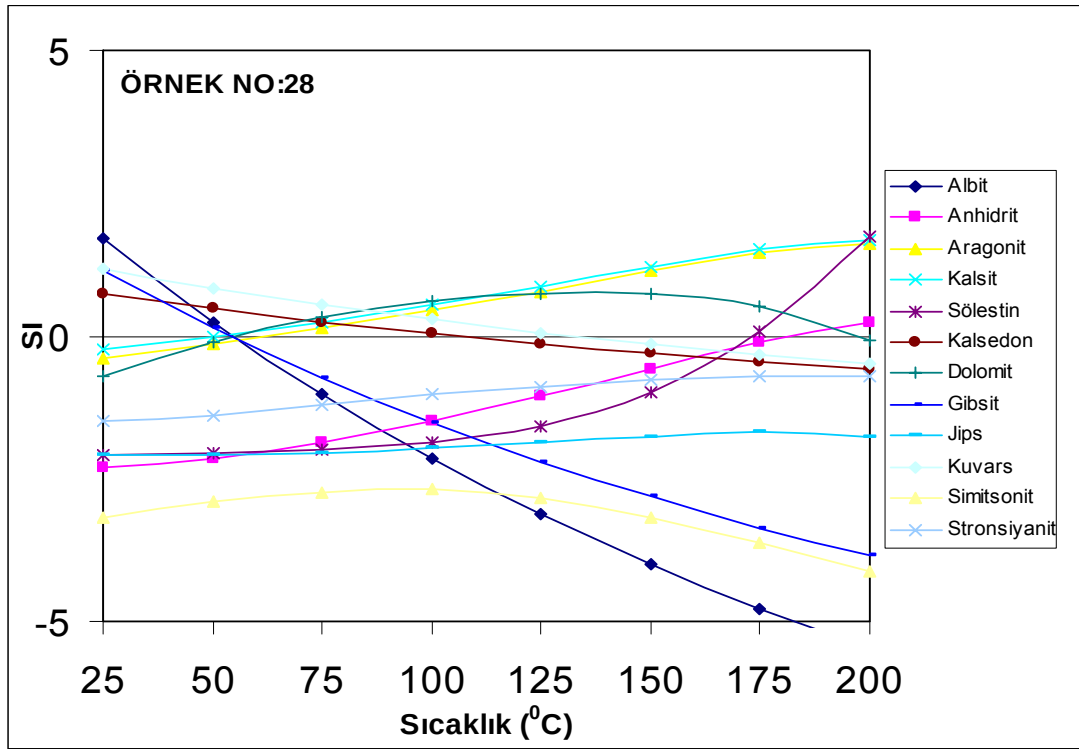
Şekil 5.14 Çökel oluşturabilecek bazı mineraller için BD-4 kuyusunun sıcaklık (°C) ve SI değerleri arasındaki değişim



Şekil 5.15 Çökel oluşturabilecek bazı mineraller için BD-7 kuyusunun sıcaklık (°C) ve SI değerleri arasındaki değişim



Şekil 5.16 Çökel oluşturabilecek bazı mineraller için B-7 kuyusunun sıcaklık (°C) ve SI değerleri arasındaki değişim



Şekil 5.17 Çökel oluşturabilecek bazı mineraller için B-1 kuyusunun sıcaklık (°C) ve SI değerleri arasındaki değişim

Suda çözünmüş halde bulunan bozuşmuş minerallerin çözünürlükleri sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Dolayısı ile farklı sıcaklıklardaki sistemlerde, farklı mineraller denge halinde bulunacaktır. Minerallerin doygunluk durumu akifer sıcaklıklarının tahmininde de kullanılabilir. Termodinamik denge durumu jeotermometre uygulamalarının değişik bir yaklaşımıdır. Bozuşma minerallerinin farklı sıcaklıklardaki doygunluk indeksi değerlerinin değişimi ile ilgilidir. Eğer bir grup mineral belli sıcaklıkla yaklaşık denge halinde ise sıcak akışkanın bu minerallere doygun oldukları ve bu sıcaklığın da akifer sıcaklığı olduğu sonucu çıkartılabilir (Mutlu, 1998).

Çökel oluşturabilecek minerallerinin sıcaklıkla değişiminin saptanmasında pH sabit tutulmuştur ve yeni sıcaklıklara göre doygunluk indeksi değerleri Aquachem (Calmbach, 1997) ve PhreeqC, (Parkhurst ve Appelo, 1999) programları yardımıyla hesaplanmıştır. Bu çalışmada sıcaklığa göre değişen doygunluk indeksi (SI)-Sıcaklık

grafikleri oluşturulmuştur. Sıcaklık değerleri 25 °C’de bir değiştirilerek 25-200 °C arası 8 farklı sıcaklık değeri için incelenmiştir (Şekil 5.4, Şekil 5.5, Şekil 5.6, Şekil 5.7, Şekil 5.8, Şekil 5.9, Şekil 5.10, Şekil 5.11, Şekil 5.12, Şekil 5.13, Şekil 5.14, Şekil 5.15, Şekil 5.16).

Çalışma alanındaki İzmirspor kuyusuna ait örnek (7 nolu örnek) için çökel oluşturabilecek bazı önemli minerallerin sıcaklıkla değişimleri incelendiğinde (Şekil 5.4), anhidrit, aragonit, kalsit, sölestin, dolomit, jips, siderit, smitsonit, stronsiyanit gibi bazı mineraller doygunluk altı değerler verirken, albit, kalsedon, gipsit, kuvars doygun bölgede bulunmaktadır. Minerallerin çoğunluğu belli sıcaklık ve doygunluk indeksi değerlerinde gruplaşmaktadır. Şekil 5.4 incelendiğinde albit, kalsedon, jipsit, kuvars minerallerinin oluşturdukları doygunluk indeksi (SI)-Sıcaklık (°C) eğrilerinin kesişim yeri yaklaşık, 100 °C sıcaklık aralığıdır. 100 °C’den daha yüksek sıcaklıklarda kalsit ve aragonit çökelimi olur. Yaklaşık 100 °C de kalsedon ve kuvars çözünür. Bu nedenle akifer sıcaklığı 100 °C olarak tahmin edilir. Suyun 100 °C den soğuduğu düşünülürse kalsedon ve kuvars çökelimi olur.

Şekil 5.5’de seraya ait 13 numaralı örneğin çökel oluşturabilecek bazı minerallerinin sıcaklıkla değişimine bakıldığında minerallerin kesişim noktası yaklaşık olarak 150-155 °C sıcaklık aralığındadır. Bu nedenle akifer sıcaklığı 150-155 °C olarak tahmin edilir. 150 °C’den düşük sıcaklıklarda kuvars ve kalsedon çökebilir.

BD-3 kuyusuna ait (14 numaralı) örnek, albit, anhidrit, sölestin, gipsit, jips, siderit, smitsonit, stronsiyanit gibi karbonatlı ve sülfatlı minerallerce negatif değerdedir yani doygunluk altındadır, aragonit, kalsit, kalsedon, dolomit, ve kuvars gibi silisli ve Ca-Mg karbonatlı minerallerce doygundur. Şekil 5.6’de 14 numaralı örneğin, çökel oluşturabilecek bazı minerallerin sıcaklıkla değişimine bakıldığında minerallerin kesişim noktası yaklaşık olarak 175 °C sıcaklık aralığıdır. Bu nedenle akifer sıcaklığı 175 °C olarak tahmin edilir.

B-10 (örnek no 15), BD-5 (örnek no 16), B-5 (örnek no 17), BD-1 (örnek no 18), BD-2 (örnek no 23), BD-6 (örnek no 24), BD-4 (örnek no 25), BD-7 (örnek no 26) ve B-1 (örnek no 28) kuyularına ait örnekler ve oto yıkamaya ait (22 nolu) örnek albit, anhidrit, sölestin, gipsit, jips, siderit, smitsonit, stronsiyanit gibi karbonatlı ve sülfatlı mineralleri çözündürür, aragonit, kalsit, kalsedon, dolomit, ve kuvars gibi silisli ve Ca-Mg karbonatlı minerallerce doygunudur. Yani bu mineralleri çökeltir. 15 numaralı örnek için Şekil 5.7 incelendiğinde çökel oluşturabilecek bazı minerallerin kesişim noktası yaklaşık olarak 175 °C sıcaklık aralığıdır. Bu nedenle akifer sıcaklığı 175 °C olarak tahmin edilir. Şekil 5.8 incelendiğinde 16 numaralı örneğin akifer sıcaklığı, 180 °C, 17 numaralı örneğin grafiği incelendiğinde (Şekil 5.9), 150 °C den sonra tehlike oluşturabilecek mineraller kuvars ve kalsedon mineralleridir. Hazne kaya sıcaklığı ise 175 °C dir. 18, 22, 23, 24, 26 ve 28 numaralı örnekler birbirleriyle benzer özelliklerdedirler. 150 °C den sonra kuvars ve kalsedon çökelişi olur. Hazne kaya sıcaklığı 175 °C dir (Şekil 5.10, Şekil 5.11, Şekil 5.12, Şekil 5.13, Şekil 5.15 ve Şekil 5.17). 25 numaralı örnek için (Şekil 5.14), 150 °C den sonra kuvars, kalsedon ve dolomit çökelişi olur. Hazne kaya sıcaklığı 175 °C dir. 27 numaralı örnek için (Şekil 5.16), 100 °C den geriye gidildiğinde, kalsedon, kuvars, jips ve albit çökelişi beklenir. Hazne kaya sıcaklığı yaklaşık 100 °C dir.

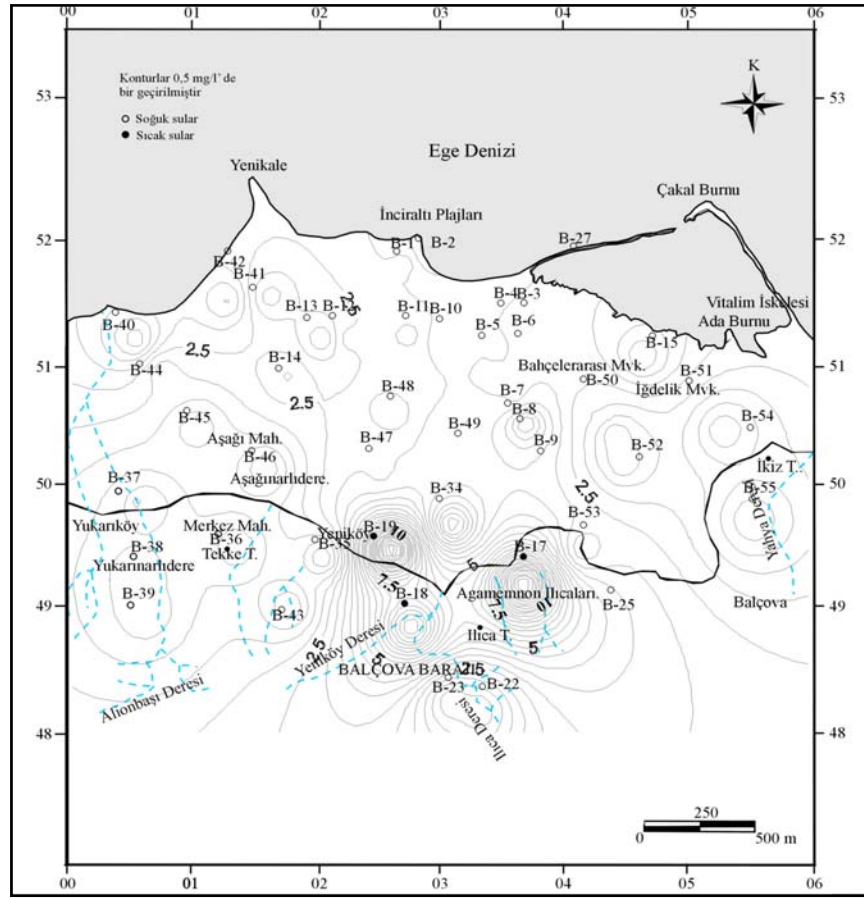
5.6 Balçova Bölgesi Kuyu Sularında Bor Kirlenmesi

Jeotermal alanlardaki akışkanların yüksek oranlarda çözünmüş madde içermeleri yüzey ve yer altı suların kirlenmesi gibi önemli çevresel problemlere yol açabilir. Türkiye’deki jeotermal alanlarda bazı sularda bulunan yüksek derişimli iyonlar bazı durumlarda soğuk yüzey veya yeraltı sularına karışarak, özellikle tarım alanlarında önemli üretim kaybına yol açmaktadır. Balçova jeotermal alanında bu akışkanlardan dolayı bor konsantrasyonunda zararlı bir artış söz konusudur.

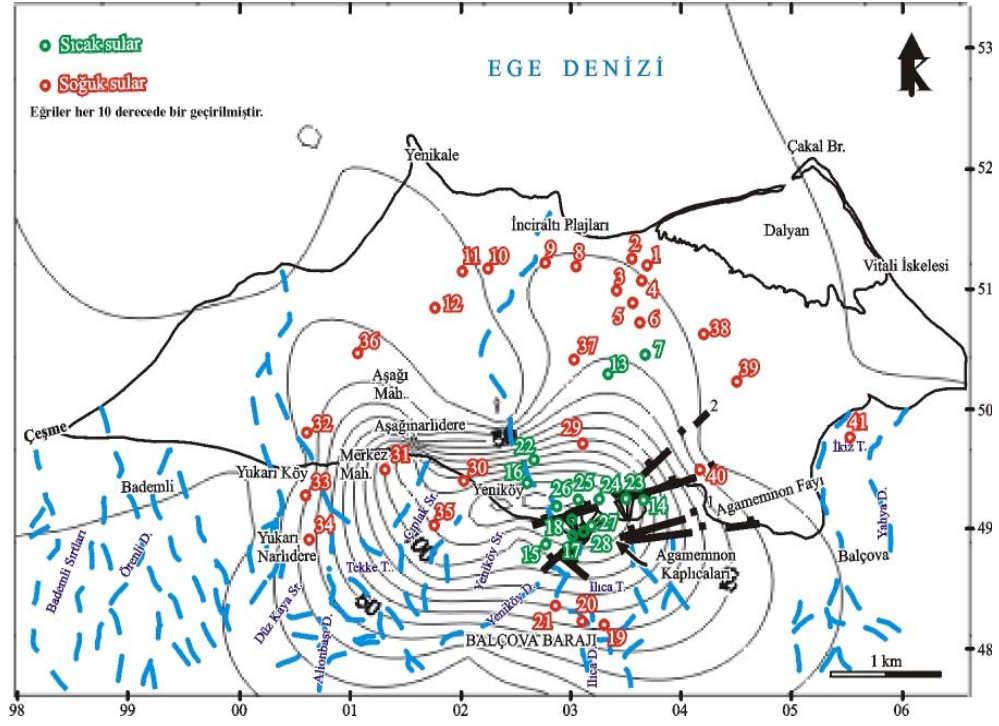
Bor çok küçük mikarlarda olursa bitkiler için yararlıdır. Ancak belli bir miktarı geçince de özellikle bazı bitkiler için son derece zararlı zehirleyici etkidedir. Sulama sularındaki bor miktarına göre bitkiler bora karşı duyarlı, yarı duyarlı ve duyarsız olmak üzere 3 grupta toplanmıştır (Richards, 1954; Şahinci, 1991a). Çok genel bir

değerlendirme yapılacak olursa sulama sularındaki bor derişimi 1 mg/l yi aşarsa bitkiler için zararlı olduğu söylenebilir. Yani sulama sularında 1 mg/l den fazla bor bulunmamalıdır. Yeraltı sularındaki bor kirlenmesi topraktaki bor kirlenmesini de beraberinde getirmektedir (Tarcan, 2003).

Sera sebzeciliği, çiçekçilik ve narenciye ziraatı yapılan Balçova yöresinin kuyu sularının eş bor konsantrasyon haritası (Şekil 5.18) ve eş sıcaklık haritaları (Şekil 4.1) karşılaştırıldığında hemen hemen benzer oldukları görülür. Bu da bölgedeki suların Agamemnon kaplıca sularının etkisi altında kaldığını gösterir. Su ve toprak kirlenmesinin yarattığı etkiler sonucunda bor'a hassas olan narenciye ağaçlarının bor toksitesi sonucunda kuruduğu ve üreticilerinin büyük zararlara uğradığı görölmüştür. Dış satıma dönük narenciye tarımı yapılan ülkeye döviz kazandıran bu bölgenin sulama suları, bor konsantrasyonu yüksek olan kaplıca sularının etkisi altındadır. Su ve toprak kirliliğine neden olan bu sorun bu bölgedeki üreticilerin en büyük sorunu haline gelmiş olup, sorun devamlı çözüm beklemektedir (Şekil 5.19).



Şekil 5.18 Çalışma alanındaki suların bor konsantrasyon dağılımları (Arık, 2005)



Şekil 4.1 Eş sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) eğrileri



Şekil 5.19 Bor nedeniyle kuruyan narenciye ağaçlarından bir görünüm

BÖLÜM ALTI

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Havzanın beslenmesinde önemli bir rol oynayan Ilıca Deresi, Balçova Barajı yapıldıktan sonra (1983) bu fonksiyonunu önemli bir ölçüde yitirmiştir. Çalışma alanındaki sular EC sınıflamasına göre genellikle kullanılabilir niteliktedir.

Çalışma alanındaki suların hidrokimyasal fasiyes tipine bakıldığında genellikle Na-HCO₃-Cl oldukları görülür.

Çalışma alanındaki sular Piper üçgen diyagramına göre yorumlandığında bu bölgedeki sular genel olarak karışık sulardır.

Çalışma alanındaki sular Scholler yarı logaritmik diyagramına göre değerlendirildiğinde, iki gruba ayrılmaktadır. Soğuk sular genellikle Ca ve HCO₃ miktarı fazla olan sulardır, sıcak su örnekleri ise genellikle Na-K-SO₄ miktarı fazla olan diğer grubu oluştururlar. 10 nolu su örneğinin Cl miktarı diğer sulara göre oldukça fazladır. Bu kuyuya deniz suyu girişi olduğunu göstermektedir.

Çalışma alanındaki sular Wilcox diyagramına göre değerlendirildiğinde, sıcak su örnekleri genellikle şüpheli-kullanılamaz sınıfında yer almaktadır. Soğuk su örnekleri ise, çok iyi sular, iyi-kullanılabilir sular, şüpheli-kullanılabilir sular olarak sınıflandırılabilirler.

Çalışma alanındaki sular ABD tuzluluk diyagramına göre sınıflandırıldığında, sıcak sular genellikle tuzlu-çok yüksek sodyumlu, tuzlu-yüksek sodyumlu, çok tuzlu-yüksek sodyumlu sulardır. Soğuk sular ise, çok tuzlu-orta sodyumlu, orta tuzlu-az sodyumlu, tuzlu-az sodyumlu ve çok tuzlu az sodyumlu sular sınıflarında yer alırlar.

Çalışma alanında genel olarak albit, anhidrit, selestit, jipsit, jips, siderit, smitsonit, strontianit gibi karbonatlı ve sülfatlı mineraller negatif yani doygunluk altı değerler

verir, dolayısı ile su bu mineralleri çözündürücü özelliktedir. Aragonit, kalsit, kalsedon, dolomit, kuvars gibi kalsiyum-magnezyum karbonatlı ve silisli mineraller sıcak ve mineralli sularda doygunluk üstü değerler verir, bu nedenle su bu mineralleri çökeltici özelliktedir. Kalsit ve dolomite doygun olan suların kullanımı esnasında kabuklaşma sorunu olabileceği dikkate alınmalıdır. İnceleme alanındaki tüm sıcak ve mineralli suların doygunluk indeksi değerlerinin anhidrit için eksi değerlerde olması bu suların çürütücü bir etkiye sahip olduklarını göstermektedir. Bu durum sondaj borularının zamanla kullanılamaz hale gelmesine neden olabilmektedir.

Silis jeotermometrelerine göre akifer sıcaklıkları 135 ile 188 °C arasındadır. Katyon jeotermometreleriyle hesaplanan akifer sıcaklıkları 135 °C ve 306 °C arasındadır. Balçova jeotermal bölgesinden alınan örnekler Gigenbach diyagramında ham sular bölümünde kalmaktadır. Alınan su örnekleri için su-kayaç ilişkisinde kimyasal denge sağlanmamıştır. Sonuç olarak katyon jeotermometre uygulamaları alınan su örneklerine göre, Balçova bölgesi için güvenilir sonuçlar vermemektedir. Bu nedenle, çalışma alanı için silis jeotermometrelerinin daha güvenilir olduğu gözlenmiştir.

Çalışma alanındaki sıcak sularda genel olarak albit, anhidrit, sölestin, gipsit, jips, siderit, smitsonit, strontianit gibi karbonatlı ve sülfatlı mineraller negatif yani doygunluk altı değerler verir, dolayısı ile su bu mineralleri çözündürücü özelliktedir. Aragonit, kalsit, kalsedon, dolomit, kuvars gibi kalsiyum-magnezyum karbonatlı ve silisli mineraller sıcak ve mineralli sularda doygunluk üstü değerler verir, bu nedenle su bu mineralleri çökeltici özelliktedir. Bu sular aragonit, kalsit, kalsedon, dolomite ve kuvarsa doygun olan sulardır. Kalsit ve dolomite doygun olan suların kullanımı esnasında kabuklaşma sorunu olabileceği dikkate alınmalıdır.

Jeotermal alanlardaki akışkanların yüksek oranlarda çözünmüş madde içermeleri yüzey ve yer altı sularının kirlenmesi gibi önemli çevresel problemlere yol açabilir. Jeotermal sulardaki yüksek derişimli iyonlar bazı durumlarda soğuk yüzey veya yeraltı sularına karışarak, özellikle tarım alanlarında önemli üretim kaybına yol açmaktadır. Balçova jeotermal alanında bu akışkanlardan dolayı bor

konsantrasyonunda zararlı bir artış söz konusudur. Balçova yöresinin kuyu sularının eş bor konsantrasyon ve eş sıcaklık haritaları karşılaştırıldığında hemen hemen benzer oldukları görülür. Bu da bölgedeki suların Agamemnon kaplıca sularının etkisi altında kaldığını gösterir. Sulama sularında 1 mg/l den fazla bor bulunmamalıdır. Çalışma alanındaki bor değerleri 0 mg/l ile 14,5 mg/l arasında değişmektedir. Çalışma alanındaki örneklerde bor konsantrasyonu yüksektir ve sulama suyu olarak kullanılması sakıncalıdır.

Çok zehirli olan arsenik elementinin içme ve kullanma sularında 0,05 mg/l' ye kadar kullanılmasına izin verilebilir (TS 266, 1997). Çalışma alanındaki (As) değerleri 0,4 ppb ile 418,6 ppb arasında değişmektedir. Çalışma alanındaki arsenik konsantrasyonları sınır değerin üzerinde kalmaktadır. Termal sulardaki (As) değerleri ise hem sınır değere, hemde soğuk sulara oranla oldukça yüksektir.

KAYNAKÇA

- Aksoy, N. (2001). Balçova Narlıdere Jeotermal Sisteminin İzleyiciler ile İncelenmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İzmir.
- Altay, O. (1999). *İzmir Balçova Jeotermal Sondaj Kampı BD-6, BD-7 Kuyuları Sondaj Bitirme Raporu* M.T.A. Ege Bölge Müd., İzmir.
- APHA AWWA WPCF, (1975). *Standart Methods For Examination of Water and Wastewater*. Fourteenth Edition, Copyright by American Public Health Assoc., Washington D.C., 1193 P.
- Arık, E. (2005). Narlıdere Kıyı Kesiminin Hidrojeolojisi D.E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova İzmir, Yayınlanmamış.
- Arnorsson, S. (1983). Chemical Equilibria in Icelandic Geothermal Systems. Implications for Chemical Geothermometry Investigations. *Geothermics*, 12, 119-128.
- Arnorsson, S., Gunnlaugsson E. ve Svavarsson, H. (1983). The Chemistry of Geothermal Waters in Iceland. III. Chemical Geothermometry in Geothermal Investigations. *Geochemica et cosmochimica acta*, Vol.47, pp. 567-577. Pergamon Press. USA.
- Back, W. (1966). *Hydrochemical facies and groundwater flow patterns in northern part of Atlantic Coastal Plain*. U.S. Geology Survey Professional paper, 498-A, pp.42.

- Brondi, M., Dall'aglio, M. ve Vitroni, F. (1973). Lithium as pathfinder element in the large scale hydrogeochemical exploration for hydrothermal systems, *Geothermics*, 2, 142-143
- Calmbach, L. (1995). *Hydrowin-95 Computer Programme, Version 3.0* Institut de Mineralogie BFSH2 1015 Lausanne.
- Calmbach, L. (1997). *Aquachem Computer Code Version 3.7.42*, Waterloo, Ontario, Canada N2L 3L3.
- Ellis, A.J. ve Wilson, S.H. (1960). *The geochemistry of alkali metal ions in the Wairakei hyrothermal system*. N.Z.J. Geol. Geophys., 3, 593-617
- EPA USA, (1993). *Standarts Methods for Examination of Water and Wastewater*, American Publishhealth Assoc, US.
- Erdoğan, B. (1990). *İzmir Ankara zonunun İzmir ile Seferihisar arasındaki bölgede stratigrafik özellikleri ve tektonik evrimi*, TPJD Bült., C. 2 / 1, 1 20.
- Erguvanlı, K. veYüzer, E. (1973). *Yeraltı suları jeolojisi*, İTÜ Maden Fakültesi.
- Ford, D.C, ve Williams, P.W. (1989). *Karst geomorphology and hydrogeology*. Unwin Hyman Ltd., London, 601 p.
- Fouillac, C. ve Michard, G. (1981). Sodium/Lithium ratio in water applied to the geothermometry of geothermal waters. *Geothermics*. v. 10, p.55-70.
- Fournier, R. O., ve Truesdell, A. H. (1970). Geochemical indicators of subsurface temperature applied to hot spring waters of Yellow tone Natinal Park, Wyoming, USA. *Geothermics* 2,1, 529-535.

Fournier, R.O. (1977). Chemical Geothermometers and Mixing Models for Geothermal Systems, *Geothermics*, 5, 41-50.

Fournier, R. O., ve Rowe, J.J. (1966). *Estimation of underground temperatures from the silica content of water from hot springs and wet-steam wells*. Am. J. Sci. 246, 685-697.

Fournier, R.O. (1977a). *A Review of chemical and isotopic geothermometers for geothermal systems*. In : Proceedings of the Symp. on Geoth. Energy, Cento Scientific Programme, Ankara, 133-143.

Fournier, R. O. (1991). *Water geothermometers applied to geothermal energy*. In: D'Amore, F. (Co-ordinator), Application of Geochemistry in Geothermal Reservoir Development, UNITAR/ UNDP Publication, Rome, Italy, 37-69.

Gemici, Ü. (1999). Çeşme Yarımadası'nın Hidrojeolojisi ve Jeotermal Enerji Olanakları, D.E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora tezi, Aralık, İzmir.

Giggenbach, W. F. (1988). Geothermal Solute Equilibria. Derivation of Na-K-Mg-Ca Geoindicators. *Geochim. et cosmochim. acta*. 52., 2749-2765.

Giggenbach, W. F., Gonfiantini, R., Jangi, B. L. ve Truesdell, A. H. (1983). Isotopic and Chemical Composition of Parbati Valley Geothermal Discharges, NW Himalaya, *Indiana Geothermics*, v.s, p. 51-62.

Güneş, C. (2001). Seferihisar Jeotermal Alanı ve Çevresinde Yeraltı Sularındaki Bor Dağılımlarının İncelenmesi, DEÜ Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, Bornova, İzmir. Bitirme Tezi.

IAH (International Association of Hydrogeologist), (1979). United Kingdom.

- Koga, A. (1970). Geochemistry of the waters discharged from drillholes in Otake and Hatchobaru areas (Japan). *Geothermics*. Special issue, 22 (2), 1422-1425.
- Langmuir, D. (1971). *Geochemisry of some carbonate groud waters in central Pennsyvania*. *Geochim. Osmochim. Acta*. 35.
- Mahon, W.A. (1966). *Silica in hot water discharged from drill holes at Wairakei, New Zeland*. *N.Z.J.Sci*. 9, 165-144.
- Mutlu, H. (1998). Chemical Geothermometry and Fluid Mineral Equilibria for the Ömer-Gecek Thermal Waters, Afyon Area, Turkey: *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. Vol. 80, no: 3-4, 303-321.
- Nicholson, K. (1993). *Geothermal fluids*. New York:Springer-Verlag.
- Oktaç, E. (2005). Balçova Termal Alanının Hidrojeokimyasal ve Hidrojeolojik Özellikleri, DEÜ Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, Bornova, İzmir. Bitirme Tezi, Yayınlanmamış.
- Parkhurst, D.L., ve Appelo, C.A.J. (1999). *User's guide to PhreeQC (version 2) A computer program for speciation, batch-reaction, one-dimensional transport, and inverse geochemical calculations*: U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report 99-4259 pp:312.
- Peker, A. (2000). Narlıdere Balçova Jeotermal Alanının Hidrojeolojisi, DEÜ Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, Bornova, İzmir. Bitirme Tezi, Yayınlanmamış.
- Pope, L.A., Hajash, A. ve Popp, R.K. (1987). An experimental investigatin of the Quartz, Na/K, Na-K-Ca geotemometers and the effects of fluid compositin. *Jour.of Volcanology and Geothermal res*. 31, 151-161.

- Richards, L. A. (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*, Agric. Handbook 60, U.S. Dept. Agric., Washington, D.C., 160 pp.
- Roberts, A.,A. (1975). *Helium surveys over known geothermal resources areas in the Imperial Valley*, California, US Geology Survey Open-File Report.
- Somay, M. (2000). İzmir Kuş Cenneti'nin Hidrolojisi, Hidrojeolojisi ve Hidrojeokimyası, D.E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova İzmir.
- Şahinci, A. (1986). *Yeraltı suları jeokimyası*, D.E.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi, MM/JEO-86 EY 99.
- Şahinci, A. (1991a). *Doğal suların jeokimyası*. Reform Matbaası, Beyler-İzmir, 548.
- Şahinci, A. (1991b). *Jeotermal sistemler ve jeokimyasal özellikleri*. Reform Matbaası, Beyler-İzmir, 548 s.
- Şahinci, A. (1991c). *Karst*, D.E.Ü. Müh. Fak. Yayınları, s:1-4 İzmir.
- Şengül, F., ve Türkman A. (1998). *Su ve atıksu analizleri*, TMMOB Çevre Müh. Odası, İzmir, 51,52.
- Tansuğ, Z. ve Şatır, M. (1987). *Balçova – İnciraltı – Narlıdere Ovaları Hidrojeolojik Etüdü*, DSİ II. Bölge Müd., İzmir.
- Tarcan, G. (2003). *Jeotermal su kimyası, Jeotermalde yerbilimsel uygulamalar*, Yaz Okulu Ders Kitabı JENERUM D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi, İzmir Yayın No:306, s:198-245.

Tarcan, G., Gemici Ü., ve Aksoy, N. (2004). *İzmir İli Sıcak ve Mineralli Kaynakların Hidrojeoloji İncelemesi ve Bazı Önemli Kaynaklarla Karşılaştırılması*, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, İzmir.

Tonani, F. (1970). Geothermal methods of exploration for geothermal energy. *Geothermics*. Special issue 2, 1, 492-515.

TS-266, (1997). *Türk Standartları İçme Suları*. UDK 663.7.543, 32 s.

White, D. E. (1970). Geochemistry applied to the discovery, evaluation and exploitations of geothermal energy resources. *Geothermics*, Special Issue 2,1, 58-6

WHO (World Health Organization), (1993). *Drinking Water Standarts*. In Engineering Geology And Environmental Approach (Rahn, P., 1996). Second Edition. 256 257.

Yılmaz, S. (1981). *Balçova Kaplıcaları'nın Termal Kapasitesi ve Bunlardan Yararlanma*, M.T.A. Ege Bölge Müd., İzmir.

Yılmaz, S. (1988). Balçova Kaplıcalarının (İzmir) Hidrojeoloji ve Jeokimyasal Özellikleri. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış.

Yılmaz, S. ve Sünger, Z. (1989). *İzmir Balçova Kaplıcalarında Açılan BSI-BS10-BS11 Kuyularının Bitirme Raporu*, M.T.A. Genel Müdürlüğü, Ankara.

Yılmaz, S. (1989). Balçova Kaplıcalarının (İzmir) Jeokimyasal Özellikleri ve Alanın Jeotermal Enerji Olanakları, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Isparta.

Yılmazer, S., Yakabağı, A., ve Aydoğdu, Ö. (1994). *BD-1 Balçova Derin Araştırma Kuyusunun Bitirme Raporu*, M.T.A. Ege Bölge Müd., İzmir.

Yılmazer, S., ve Yakabağı, A. (1995). *Balçova BD-2 Kuyusunun Bitirme Raporu*, M.T.A. Ege Bölge Müd., İzmir.

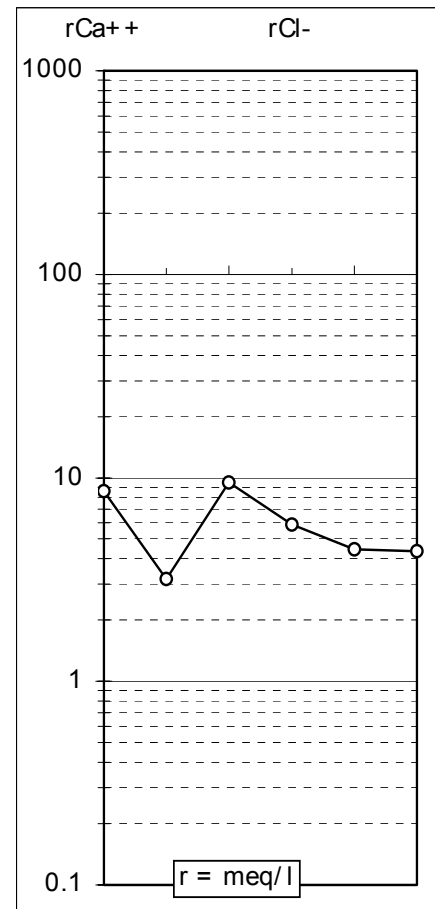
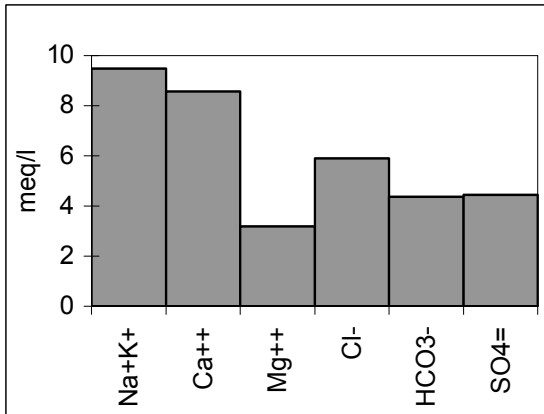
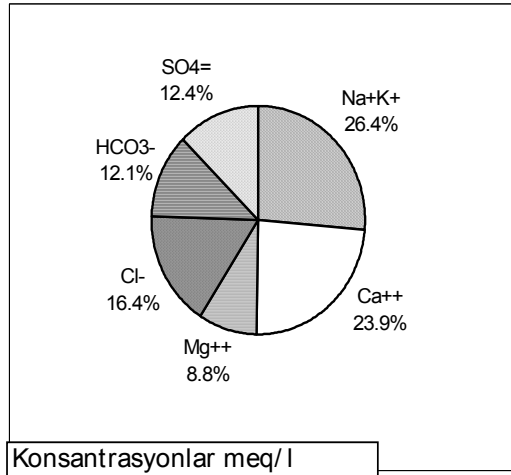
Yılmazer, S., Ölmez, E., Yakabağı, A., Manav, E., Aydın, H. (1997). *Balçova BD-3 Kuyusunun Bitirme Raporu*, M.T.A. Ege Bölge Müd., İzmir.

Yılmazer, S., Uygur, N., Yakabağı, A., Karahan, Ç., ve İldem, F. (1998). *Balçova BD-4 Kuyusunun Kuyu Bitirme Raporu*, M.T.A. Ege Bölge Müd., İzmir.

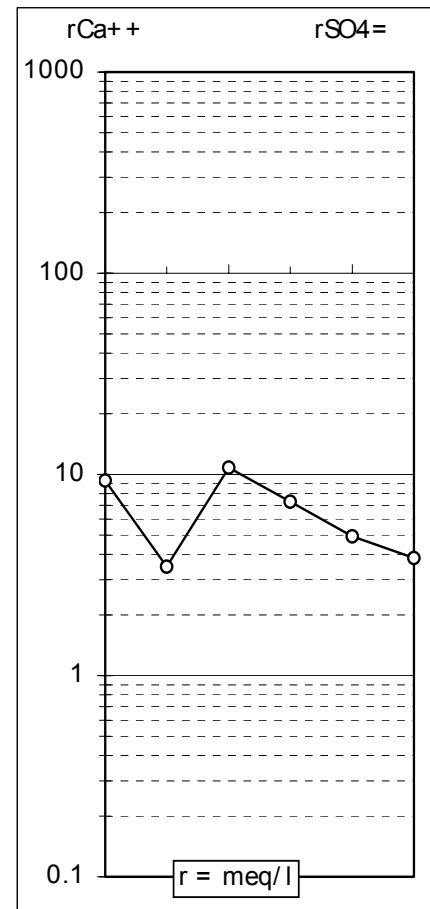
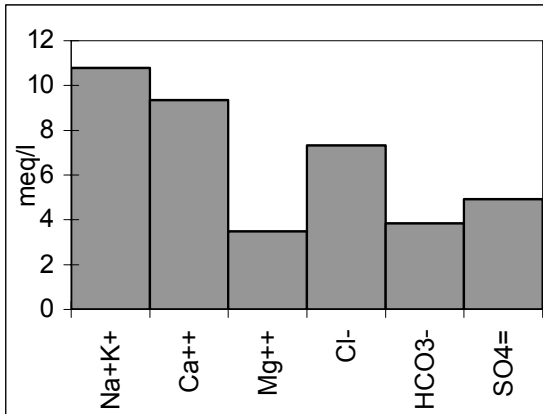
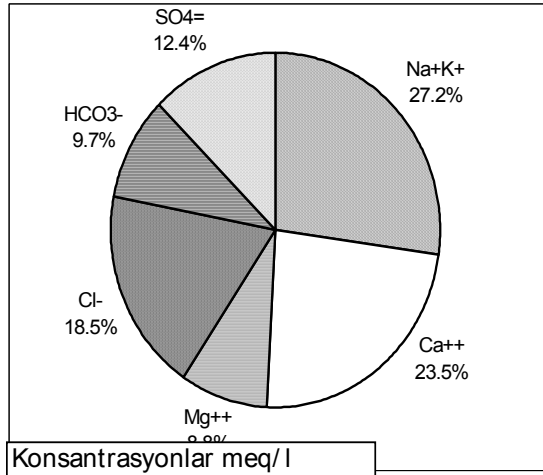
Yılmazer, S., Uygur, N., Yakabağı, A., Akyurtlu, Ş., Ceyhan, S., Özkan, H., Karahan, Ç., ve İldem, F. (1999). *Balçova BD-5 Kuyusunun Kuyu Bitirme Raporu*, M.T.A. Ege Bölge Müd., İzmir.

EK 1

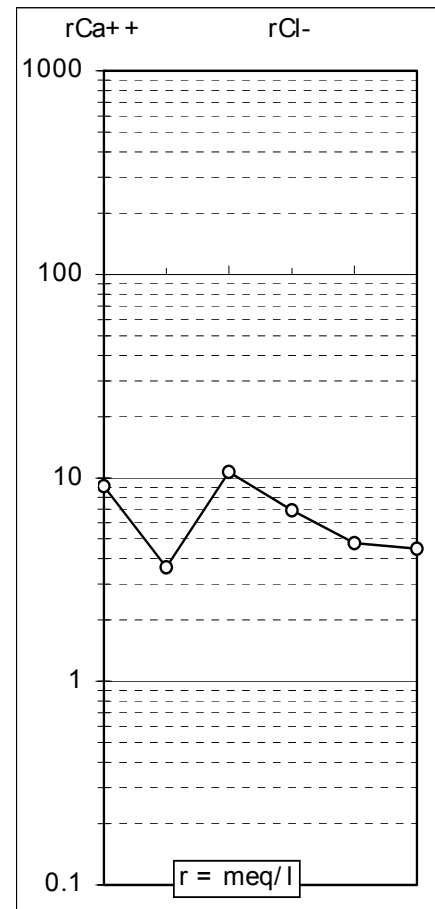
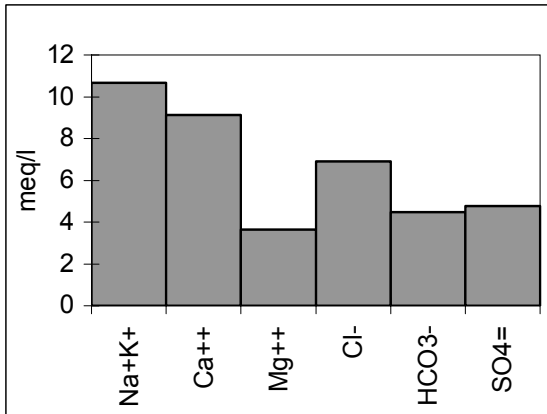
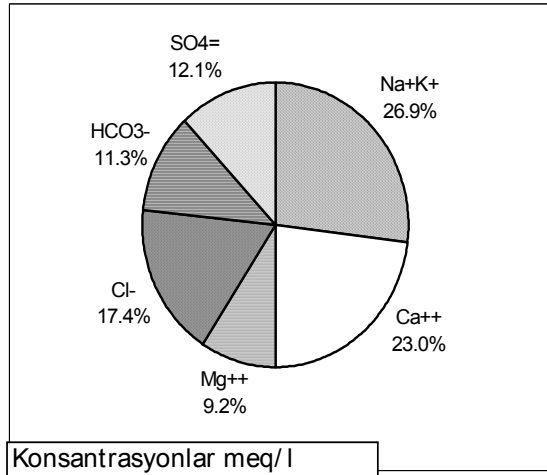
örnek 1						pH(-logH)		7.47
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		2080
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	208.61	9.07	42.74	48.0	0.00907	0.0045	0.85	0.0078
K ⁺	15.66	0.40	1.89	3.6	0.00040	0.0002	0.85	0.0003
Ca ⁺⁺	171.89	8.58	40.40	39.5	0.00429	0.0086	0.56	0.0024
Mg ⁺⁺	38.65	3.18	14.97	8.9	0.00159	0.0032	0.59	0.0009
Cl ⁻	209.00	5.89	37.62	29.1	0.00589	0.0029	0.85	0.0050
HCO3 ⁻	266.00	4.36	27.85	37.1	0.00436	0.0022	0.85	0.0037
SO4 ⁼	213.40	4.45	28.39	29.8	0.00222	0.0044	0.53	0.0012
CO3 ⁼	29	0.96	6.13	4.0	0.00048	0.0010	0.54	0.0003
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				21.231	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			434.8
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				15.657	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			717.2
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				36.888	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1152.0
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.027	% e (Hata Yüzdesi)			15.11
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				3.743	Sertlik (Fr)			58.78
rCl / (rSO4+rHCO3+CO3) Oranı				0.603	rCa/rMg Oranı			2.70
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.493	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-0.93
SId(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.281	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)			-2.11
Fo (Köpürme Katsayısı)				593.9	Si (mg / l)			18.40
Hidrokimyasal fasiyes tipi:			Na-Ca-Cl-SO4-HCO3		B ⁺⁺⁺ (mg / l)			2.84



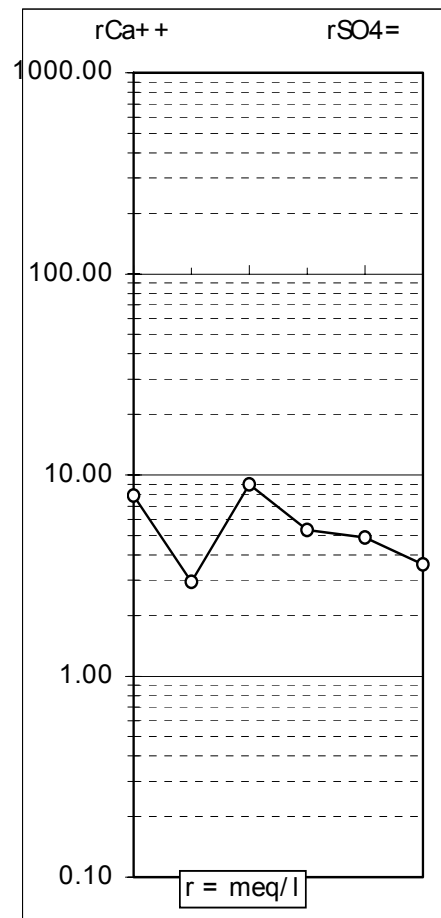
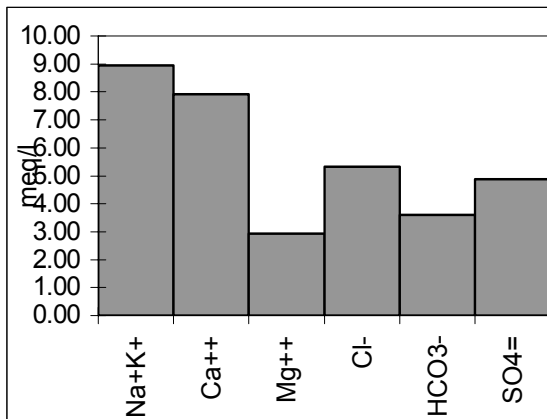
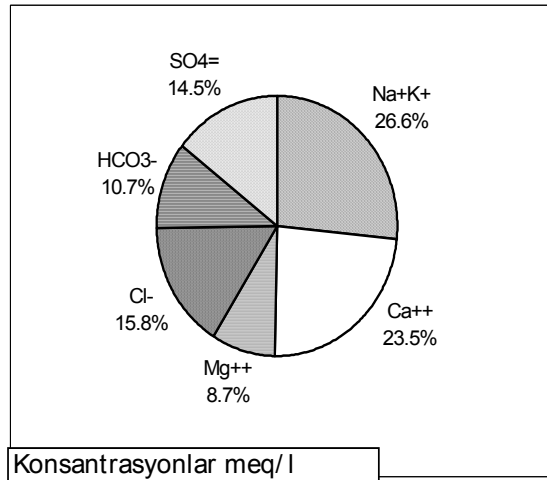
örnek 2						pH(-logH)		7.45
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		2150
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	234.14	10.18	43.12	48.0	0.01018	0.0051	0.85	0.0086
K ⁺	23.68	0.61	2.57	4.9	0.00061	0.0003	0.84	0.0005
Ca ⁺⁺	187.34	9.35	39.58	38.4	0.00467	0.0093	0.55	0.0026
Mg ⁺⁺	42.32	3.48	14.73	8.7	0.00174	0.0035	0.57	0.0010
Cl ⁻	260.00	7.33	41.83	33.6	0.00733	0.0037	0.84	0.0062
HCO3 ⁻	234.20	3.84	21.91	30.3	0.00384	0.0019	0.85	0.0033
SO4 ⁼	235.80	4.91	28.04	30.5	0.00246	0.0049	0.52	0.0013
CO3 ⁼	43	1.44	8.22	5.6	0.00072	0.0014	0.53	0.0004
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				23.620	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			487.5
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				17.520	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			773.2
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				41.140	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1260.7
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.030	% e (Hata Yüzdesi)			14.83
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				4.021	Sertlik (Fr)			64.14
rCl / (rSO4+rHCO3+CO3) Oranı				0.719	rCa/rMg Oranı			2.69
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.441	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-0.87
SIğ(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.232	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)			-2.15
Fo (Köpürme Katsayısı)				678.8	Si (mg / l)			19.11
Hidrokimyasal fasiyes tipi:			Na-Ca-Cl-SO4		B ⁺⁺⁺ (mg / l)			2.89



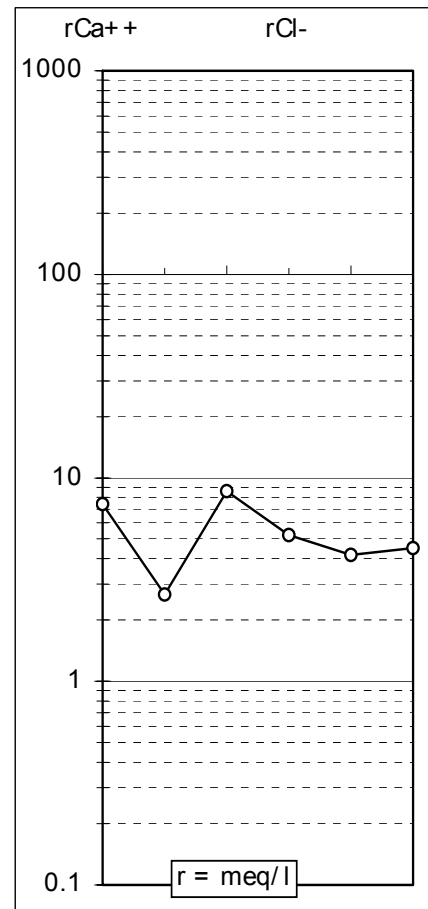
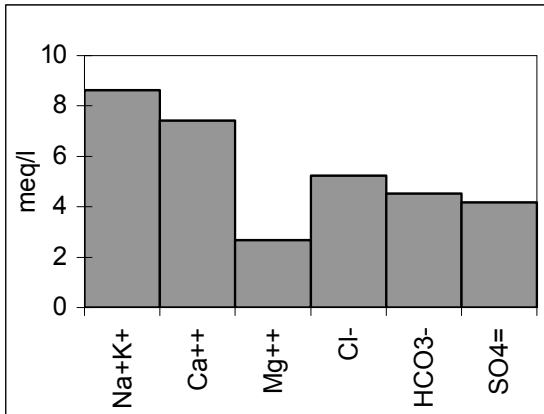
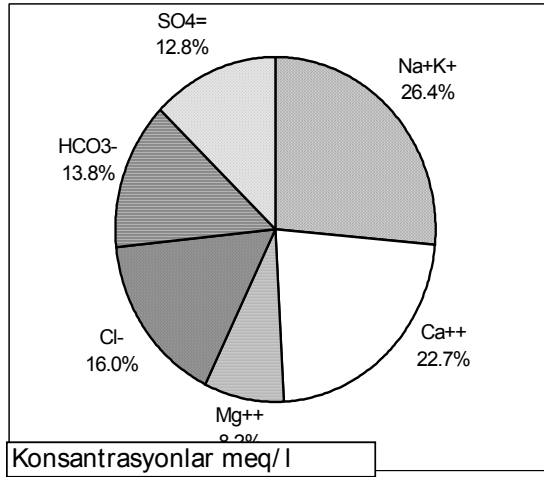
örnek 3						pH(-logH)		7.22
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(µmho/cm)		2280
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	236.15	10.27	43.87	49.4	0.01027	0.0051	0.85	0.0087
K ⁺	15.09	0.39	1.65	3.2	0.00039	0.0002	0.84	0.0003
Ca ⁺⁺	182.73	9.12	38.94	38.2	0.00456	0.0091	0.55	0.0025
Mg ⁺⁺	44.25	3.64	15.54	9.3	0.00182	0.0036	0.58	0.0010
Cl ⁻	245.00	6.91	39.97	31.4	0.00691	0.0035	0.84	0.0058
HCO3 ⁻	273.30	4.48	25.93	35.0	0.00448	0.0022	0.85	0.0038
SO4 ⁼	229.10	4.77	27.62	29.3	0.00239	0.0048	0.52	0.0012
CO3 ⁼	34	1.12	6.48	4.3	0.00056	0.0011	0.53	0.0003
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				23.416	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			478.2
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				17.279	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			781.0
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				40.695	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1259.2
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.030	% e (Hata Yüzdesi)			15.08
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				4.067	Sertlik (Fr)			63.79
rCl / (rSO4+rHCO3+CO3) Oranı				0.666	rCa/rMg Oranı			2.51
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.269	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-0.89
SIc(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.075	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)			-1.85
Fo (Köpürme Katsayısı)				667.0	Si (mg / l)			16.97
Hidrokiyasyal fasiyes tipi:			Na-Ca-Cl-SO4-HCO3		B ⁺⁺⁺ (mg / l)			3.31



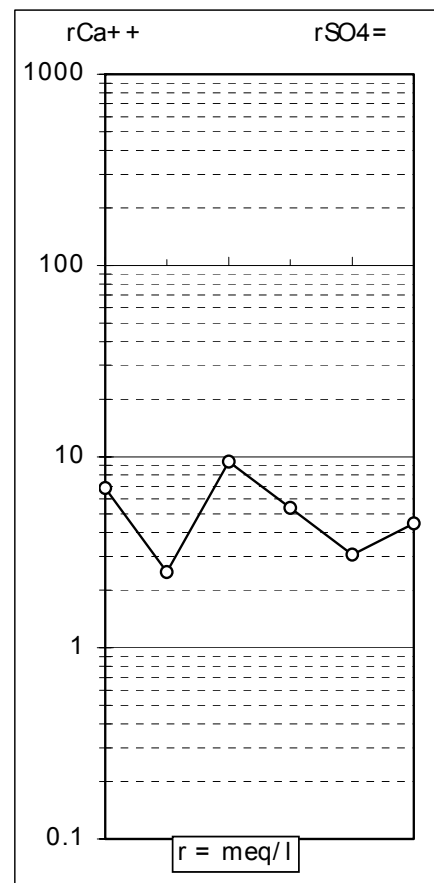
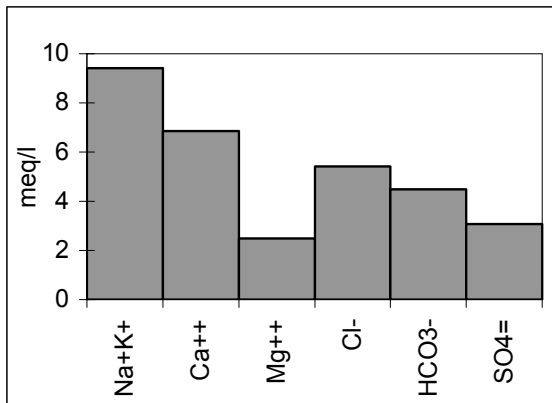
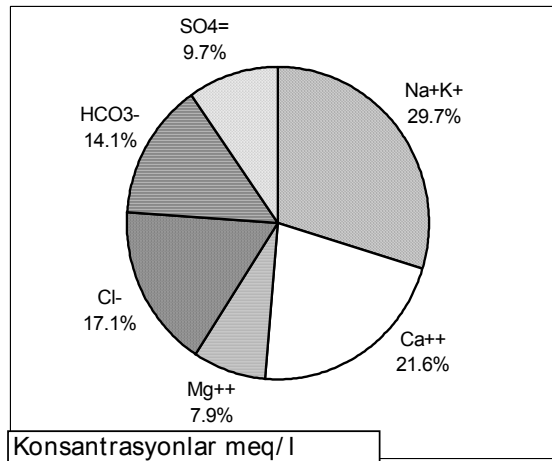
örnek 4						pH(-logH)		7.32
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(µmho/cm)		1878
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	198.16	8.62	43.54	48.9	0.00862	0.0043	0.86	0.0074
K ⁺	12.94	0.33	1.68	3.2	0.00033	0.0002	0.85	0.0003
Ca ⁺⁺	158.62	7.92	39.98	39.1	0.00396	0.0079	0.57	0.0022
Mg ⁺⁺	35.63	2.93	14.80	8.8	0.00146	0.0029	0.59	0.0009
Cl ⁻	189.00	5.33	35.67	27.9	0.00533	0.0027	0.85	0.0045
HCO3 ⁻	219.60	3.60	24.11	32.4	0.00360	0.0018	0.86	0.0031
SO4 ⁼	234.60	4.89	32.73	34.7	0.00244	0.0049	0.54	0.0013
CO3 ⁼	34	1.12	7.50	5.0	0.00056	0.0011	0.55	0.0003
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				19.797	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			405.4
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				14.935	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			676.8
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				34.731	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1082.2
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.026	% e (Hata Yüzdesi)			14.00
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				3.701	Sertlik (Fr)		54.23	
rCl / (rSO4+rHCO3+CO3) Oranı				0.554	rCa/rMg Oranı			2.70
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.230	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-0.91
SI d(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.018	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı			-2.04
Fo (Köpürme Katsayısı)				560.3	Si (mg / l)			15.75
Hidrokimyasal fasiyes tipi:			Na-Ca-Cl-SO4-HCO3		B ⁺⁺⁺ (mg / l)			2.69



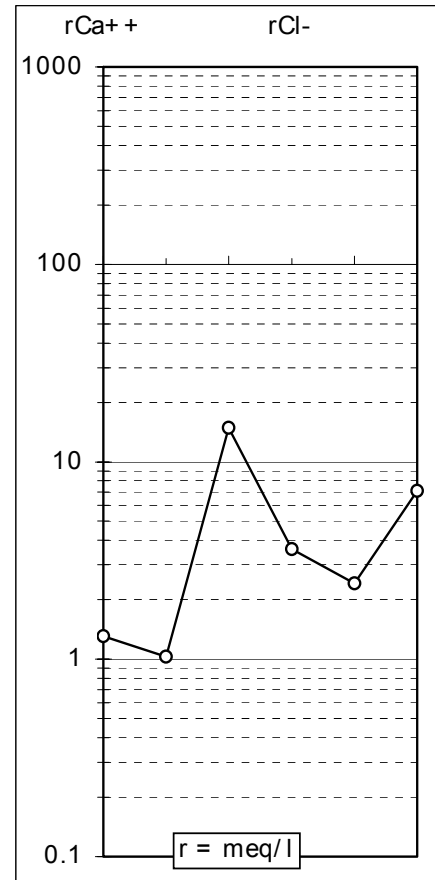
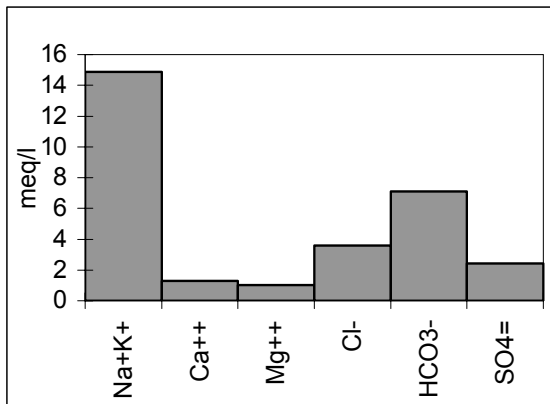
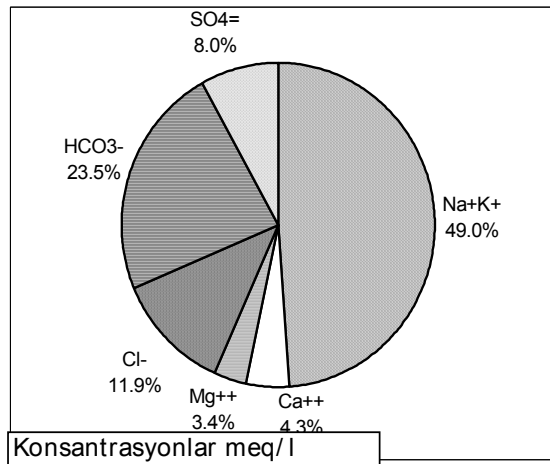
örnek 5						pH(-logH)		7.24
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(µmho/cm)		1791
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	192.24	8.36	44.65	50.1	0.00836	0.0042	0.86	0.0072
K ⁺	10.37	0.27	1.42	2.7	0.00027	0.0001	0.85	0.0002
Ca ⁺⁺	148.71	7.42	39.62	38.7	0.00371	0.0074	0.57	0.0021
Mg ⁺⁺	32.58	2.68	14.31	8.5	0.00134	0.0027	0.60	0.0008
Cl ⁻	186.00	5.24	34.45	26.5	0.00524	0.0026	0.85	0.0045
HCO3 ⁻	275.70	4.52	29.70	39.4	0.00452	0.0023	0.86	0.0039
SO4 ⁼	200.50	4.18	27.45	28.6	0.00209	0.0042	0.55	0.0011
CO3 ⁼	38	1.28	8.41	5.5	0.00064	0.0013	0.55	0.0004
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				18.728	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			383.9
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				15.219	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			700.6
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				33.947	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1084.5
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.025	% e (Hata Yüzdesi)			10.34
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				3.721	Sertlik (Fr)		50.50	
rCl / (rSO4+rHCO3+ CO3) Oranı				0.525	rCa/rMg Oranı			2.77
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.226	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1.00
SIğ(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.009	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)			-1.86
Fo (Köpürme Katsayısı)				539.2	Si (mg / l)			14.75
Hidrokimyasal fasiyes tipi:			Na-Ca-Cl-HCO3-SO4		B ⁺⁺⁺ (mg / l)			2.41



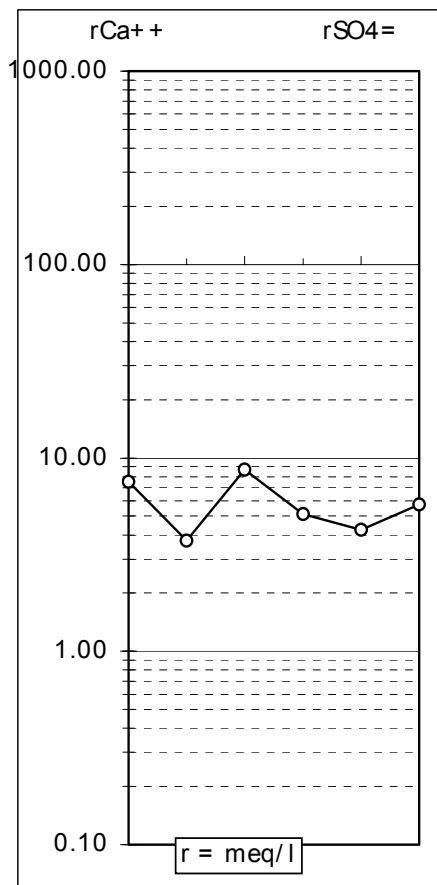
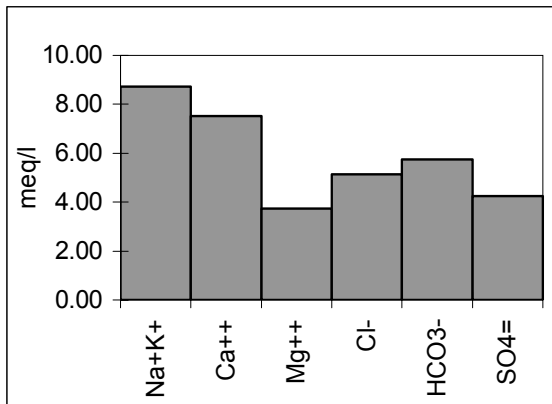
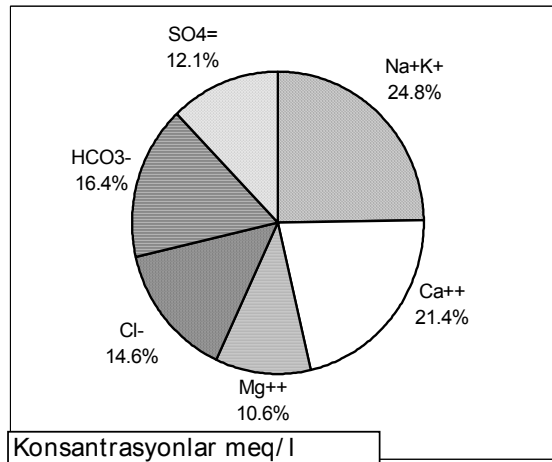
örnek 6						pH(-logH)		7.18
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		1787
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	210.84	9.17	48.89	54.3	0.00917	0.0046	0.86	0.0079
K ⁺	9.91	0.25	1.35	2.6	0.00025	0.0001	0.86	0.0002
Ca ⁺⁺	137.11	6.84	36.48	35.3	0.00342	0.0068	0.58	0.0020
Mg ⁺⁺	30.28	2.49	13.28	7.8	0.00125	0.0025	0.60	0.0007
Cl ⁻	192.00	5.41	38.00	29.5	0.00541	0.0027	0.86	0.0046
HCO ₃ ⁻	273.30	4.48	31.46	42.0	0.00448	0.0022	0.86	0.0039
SO ₄ ⁼	147.30	3.07	21.55	22.6	0.00153	0.0031	0.55	0.0008
CO ₃ ⁼	38	1.28	8.99	5.9	0.00064	0.0013	0.56	0.0004
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				18.757	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			388.1
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				14.241	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			651.0
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				32.997	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1039.1
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.023	% e (Hata Yüzdesi)			13.69
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				4.246	Sertlik (Fr)			46.66
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.613	rCa/rMg Oranı			2.75
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.134	SIj (Jips Doygunluk İndeksi)			-1.16
SIc (Dolomit Doygunluk İndeksi)				-0.082	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı			-1.80
Fo (Köpürme Katsayısı)				588.4	Si (mg / l)			16.72
Hidrokimyasal fasiyes tipi:			Na-Ca-Cl-HCO3		B ⁺⁺⁺ (mg / l)			2.84



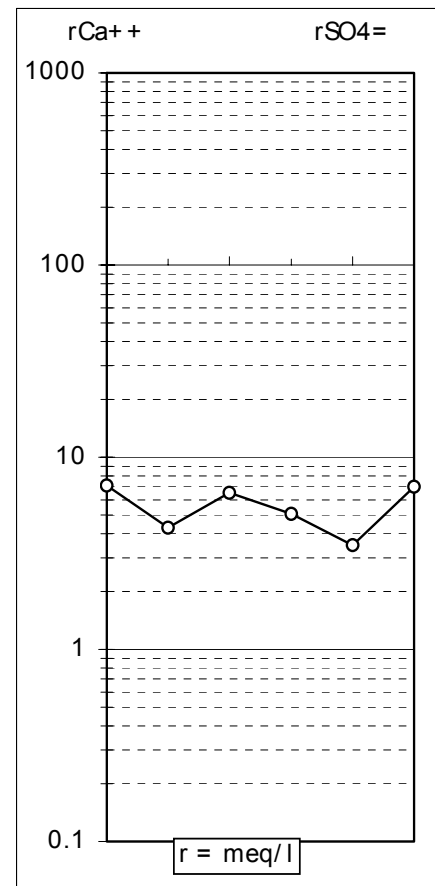
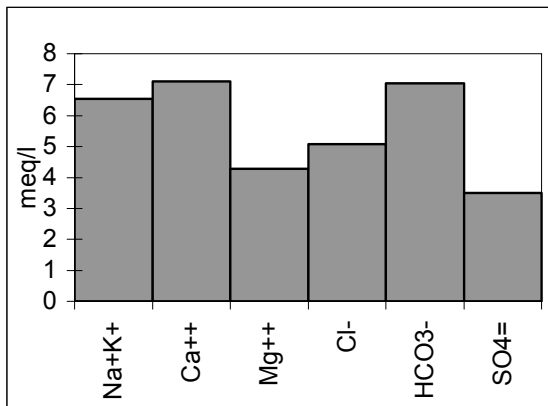
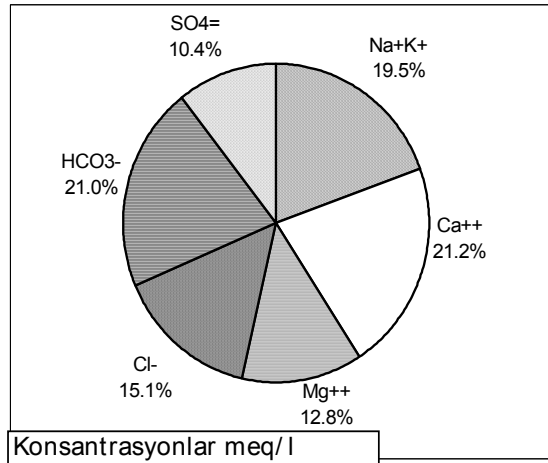
örnek 7						pH(-logH)		6.61
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		1556
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	325.88	14.17	82.43	83.2	0.01417	0.0071	0.87	0.0124
K ⁺	26.97	0.69	4.02	6.9	0.00069	0.0003	0.87	0.0006
Ca ⁺⁺	26.11	1.30	7.58	6.7	0.00065	0.0013	0.60	0.0004
Mg ⁺⁺	12.50	1.03	5.98	3.2	0.00051	0.0010	0.62	0.0003
Cl ⁻	128.00	3.61	24.73	17.7	0.00361	0.0018	0.87	0.0031
HCO3 ⁻	434.30	7.12	48.80	60.2	0.00712	0.0036	0.87	0.0062
SO4 ⁼	116.30	2.42	16.61	16.1	0.00121	0.0024	0.58	0.0007
CO3 ⁼	43	1.44	9.87	6.0	0.00072	0.0014	0.59	0.0004
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				17.197	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			391.5
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				14.590	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			721.8
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				31.787	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1113.3
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.019	% e (Hata Yüzdesi)			8.20
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				13.132	Sertlik (Fr)			11.65
rCl / (rSO4+rHCO3+CO3) Oranı				0.328	rCa/rMg Oranı			1.27
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				-0.932	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1.94
SI _d (Dolomit Doygunluk İndeksi)				-0.981	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı)			-1.03
Fo (Köpürme Katsayısı)				932.8	Si (mg / l)			33.79
Hidrokimyasal fasiyes tipi:			Na-HCO3-Cl		B ⁺⁺⁺ (mg / l)			5.58



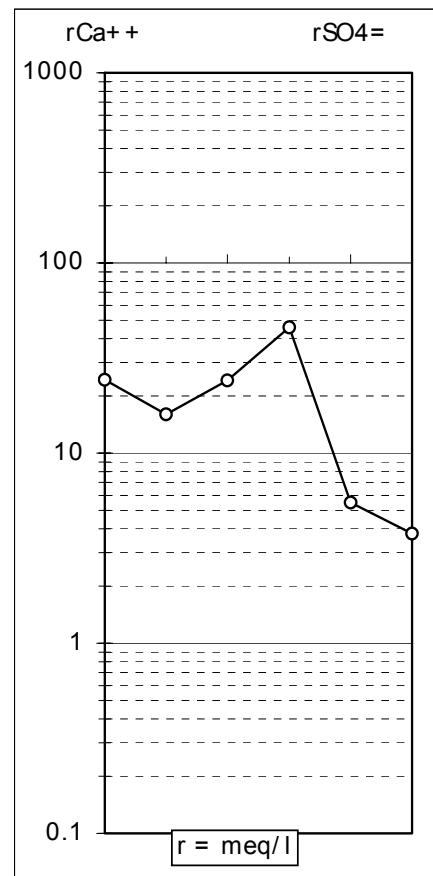
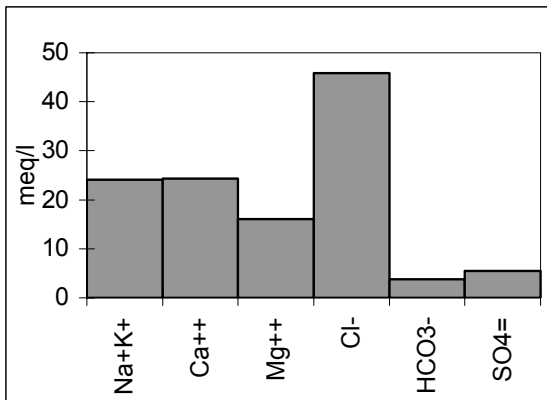
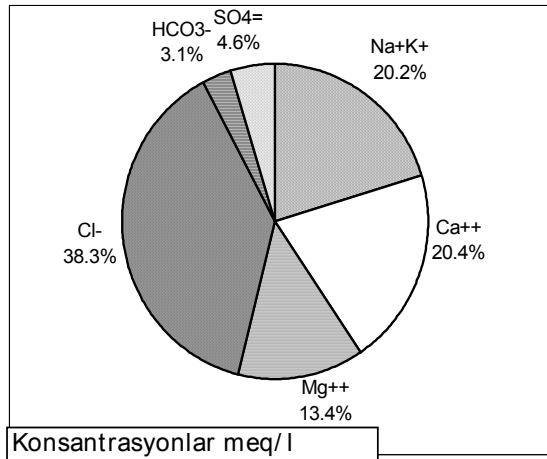
örnek 8						pH(-logH)		7.06
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		1954
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	194.737	8.47	42.37	48.6	0.00847	0.0042	0.85	0.0072
K ⁺	9.965	0.26	1.28	2.5	0.00026	0.0001	0.85	0.0002
Ca ⁺⁺	150.840	7.53	37.65	37.6	0.00376	0.0075	0.56	0.0021
Mg ⁺⁺	45.451	3.74	18.70	11.3	0.00187	0.0037	0.59	0.0011
Cl ⁻	182.000	5.13	30.36	23.0	0.00513	0.0026	0.85	0.0044
HCO ₃ ⁻	351.400	5.76	34.09	44.5	0.00576	0.0029	0.85	0.0049
SO ₄ ⁼	203.800	4.25	25.13	25.8	0.00212	0.0042	0.53	0.0011
CO ₃ ⁼	52.800	1.76	10.42	6.7	0.00088	0.0018	0.54	0.0005
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				19.991	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			401.0
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				16.896	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			790.0
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				36.887	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1191.0
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.027	% e (Hata Yüzdesi)			8.39
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				3.569	Sertlik (Fr)			56.32
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.436	rCa/rMg Oranı			2.01
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.147	SIj (Jips Doygunluk İndeksi)			-1.01
SIğ (Dolomit Doygunluk İndeksi)				-0.001	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı			-1.58
Fo (Köpürme Katsayısı)				545.1	Si (mg / l)			15.87
Hidrokim. fasiyes tipi:				Na-Ca-Mg-HCO3-Cl-SO4	B ⁺⁺⁺ (mg / l)			3.48



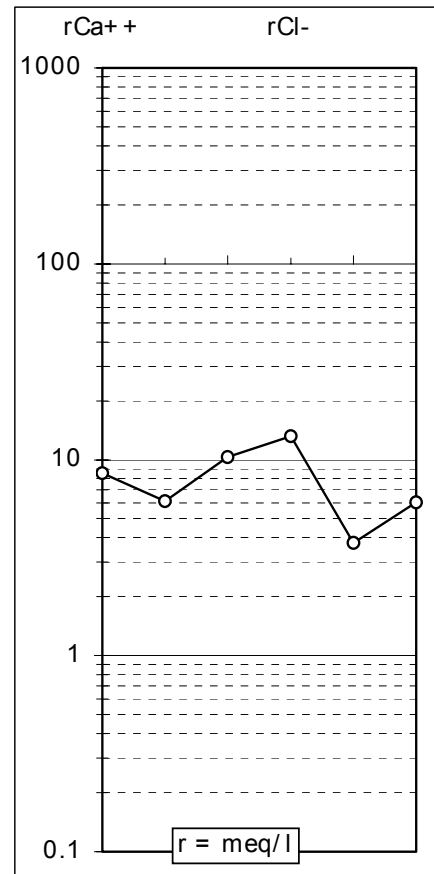
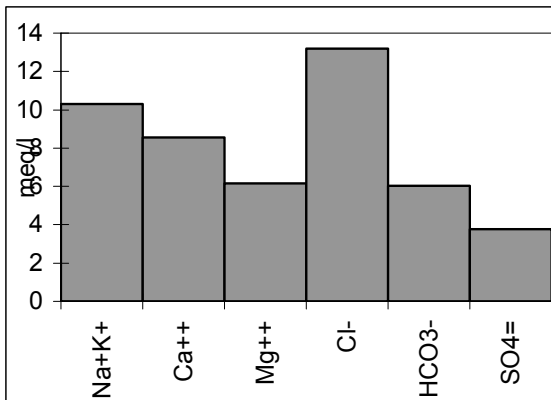
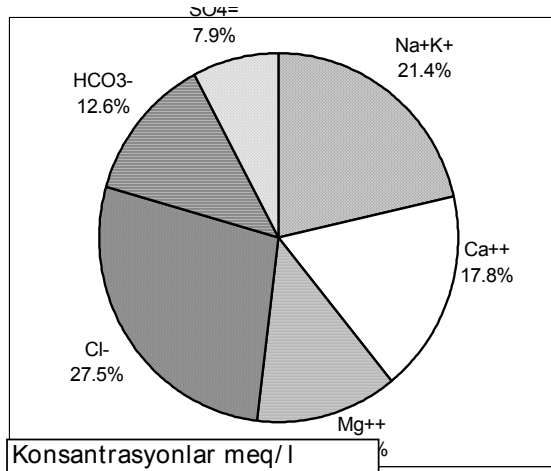
örnek 9						pH(-logH)		7.2
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		1701
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	146.52	6.37	35.51	42.1	0.00637	0.0032	0.86	0.0055
K ⁺	6.75	0.17	0.96	1.9	0.00017	0.0001	0.85	0.0001
Ca ⁺⁺	142.57	7.11	39.64	41.0	0.00356	0.0071	0.57	0.0020
Mg ⁺⁺	52.12	4.29	23.88	15.0	0.00214	0.0043	0.59	0.0013
Cl ⁻	180.00	5.07	30.92	22.5	0.00507	0.0025	0.85	0.0043
HCO3 ⁻	429.40	7.04	42.89	53.6	0.00704	0.0035	0.86	0.0060
SO4 ⁼	167.90	3.50	21.31	21.0	0.00175	0.0035	0.54	0.0010
CO3 ⁼	24	0.80	4.87	3.0	0.00040	0.0008	0.55	0.0002
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				17.947	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			348.0
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				16.411	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			801.3
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				34.358	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1149.3
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.025	% e (Hata Yüzdesi)			4.47
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				2.669	Sertlik (Fr)		57.00	
rCl / (rSO4+rHCO3+CO3) Oranı				0.447	rCa/rMg Oranı			1.66
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.359	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1.10
SI _d (Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.253	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı			-1.63
Fo (Köpürme Katsayısı)				408.6	Si (mg / l)			13.67
Hidrokim. fasiyes tipi: Ca-Na-Mg-HCO3-Cl-SO4					B ⁺⁺⁺ (mg / l)			2.34



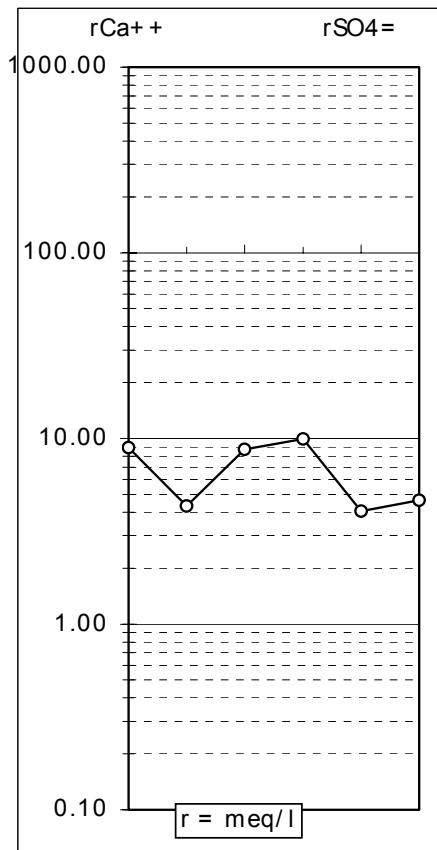
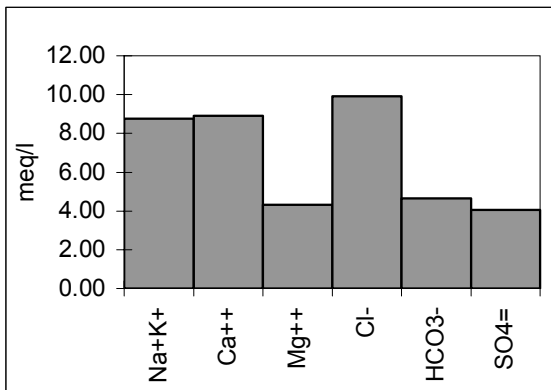
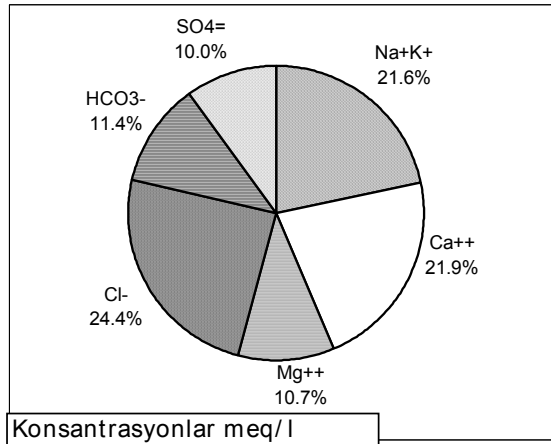
örnek 10						pH(-logH)		6.93
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		5720
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	544.22	23.67	36.70	43.7	0.02367	0.0118	0.78	0.0185
K ⁺	17.62	0.45	0.70	1.4	0.00045	0.0002	0.77	0.0003
Ca ⁺⁺	488.00	24.35	37.75	39.2	0.01218	0.0244	0.42	0.0052
Mg ⁺⁺	194.90	16.03	24.85	15.7	0.00801	0.0160	0.46	0.0037
Cl ⁻	1628.00	45.89	80.85	75.0	0.04589	0.0229	0.77	0.0353
HCO ₃ ⁻	229.40	3.76	6.63	10.6	0.00376	0.0019	0.78	0.0029
SO ₄ ⁼	264.50	5.51	9.71	12.2	0.00276	0.0055	0.38	0.0010
CO ₃ ⁼	48	1.60	2.82	2.2	0.00080	0.0016	0.39	0.0003
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				64.504	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			1244.7
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				56.757	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			2169.9
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				121.261	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			3414.6
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.084	% e (Hata Yüzdesi)			6.39
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				5.268	Sertlik (Fr)			201.90
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				4.221	rCa/rMg Oranı			1.52
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.181	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-0.66
SIğ(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.105	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı			-1.67
Fo (Köpürme Katsayısı)				1502.9	Si (mg / l)			13.02
Hidrokim. fasiyes tipi:			Ca-Na-Mg-Cl		B ⁺⁺⁺ (mg / l)			0.98



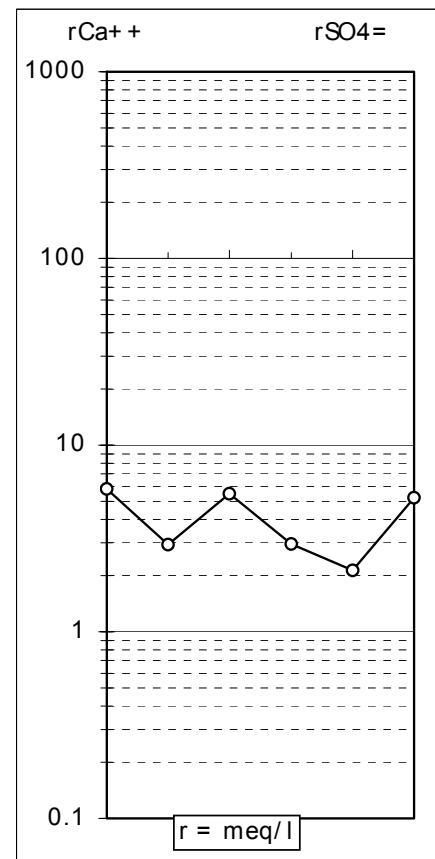
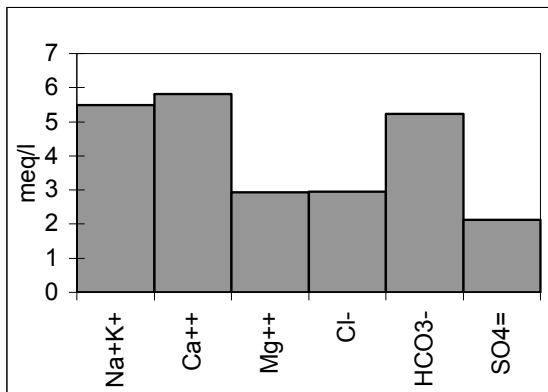
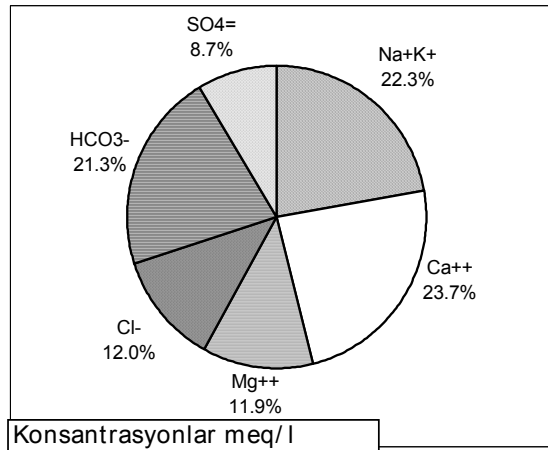
örnek 11						pH(-logH)		7.35
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		2500
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	234.34	10.19	40.78	48.4	0.01019	0.0051	0.84	0.0086
K ⁺	3.86	0.10	0.40	0.8	0.00010	0.0000	0.83	0.0001
Ca ⁺⁺	171.16	8.54	34.17	35.3	0.00427	0.0085	0.53	0.0023
Mg ⁺⁺	74.97	6.17	24.66	15.5	0.00308	0.0062	0.56	0.0017
Cl ⁻	468.00	13.19	53.96	44.1	0.01319	0.0066	0.83	0.0110
HCO ₃ ⁻	368.40	6.04	24.70	34.7	0.00604	0.0030	0.84	0.0051
SO ₄ ⁼	181.30	3.78	15.45	17.1	0.00189	0.0038	0.50	0.0009
CO ₃ ⁼	43	1.44	5.89	4.1	0.00072	0.0014	0.51	0.0004
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				24.998	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			484.3
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				24.447	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			1060.9
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				49.445	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1545.2
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.035	% e (Hata Yüzdesi)			1.11
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				3.759	Sertlik (Fr)		73.53	
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				1.172	rCa/rMg Oranı			1.39
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.480	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1.06
SIğ(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.416	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı			-1.85
Fo (Köpürme Katsayısı)				639.7	Si (mg / l)			12.04
Hidrokim. fasiyes tipi:				Na-Ca-Mg-Cl-HCO3	B ⁺⁺⁺ (mg / l)			2.67



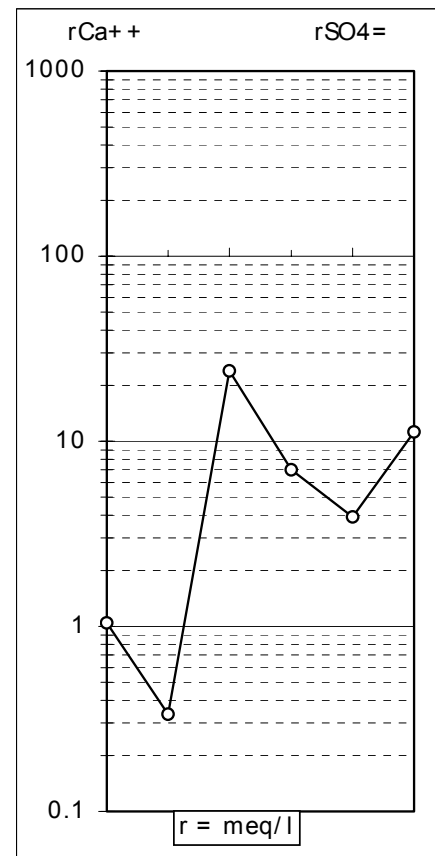
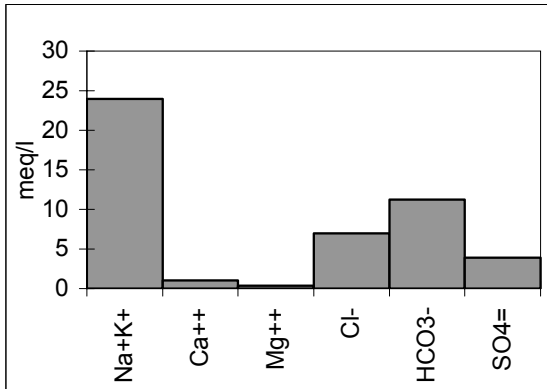
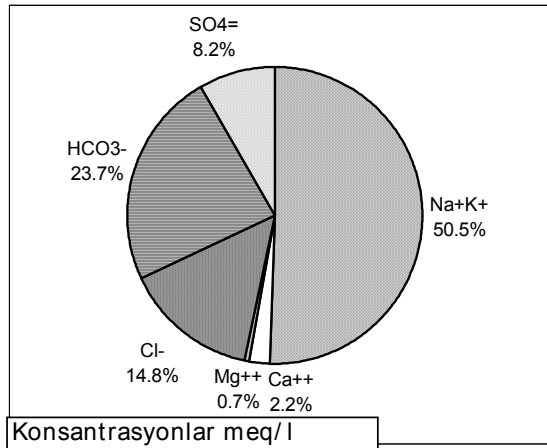
örnek 12						pH(-logH)		7.15
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(µmho/cm)		2210
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	193.41	8.41	38.26	44.2	0.00841	0.0042	0.84	0.0071
K ⁺	13.42	0.34	1.57	3.1	0.00034	0.0002	0.84	0.0003
Ca ⁺⁺	178.49	8.91	40.50	40.8	0.00445	0.0089	0.54	0.0024
Mg ⁺⁺	52.60	4.33	19.67	12.0	0.00216	0.0043	0.57	0.0012
Cl ⁻	352.00	9.92	45.50	38.0	0.00992	0.0050	0.84	0.0083
HCO ₃ ⁻	283.00	4.64	21.28	30.6	0.00464	0.0023	0.84	0.0039
SO ₄ ⁼	194.20	4.05	18.55	21.0	0.00202	0.0040	0.51	0.0010
CO ₃ ⁼	96	3.20	14.67	10.4	0.00160	0.0032	0.52	0.0008
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				21.990	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			437.9
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				21.807	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			925.2
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				43.796	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1363.1
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.032	% e (Hata Yüzdesi)			0.42
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				3.271	Sertlik (Fr)			66.16
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.835	rCa/rMg Oranı			2.06
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.194	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-0.99
SIId(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.043	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı)			-1.77
Fo (Köpürme Katsayısı)				548.4	Si (mg / l)			21.38
Hidrokimyasal fasiyes tipi:			Ca-Na-Cl-HCO3		B ⁺⁺⁺ (mg / l)			3.05



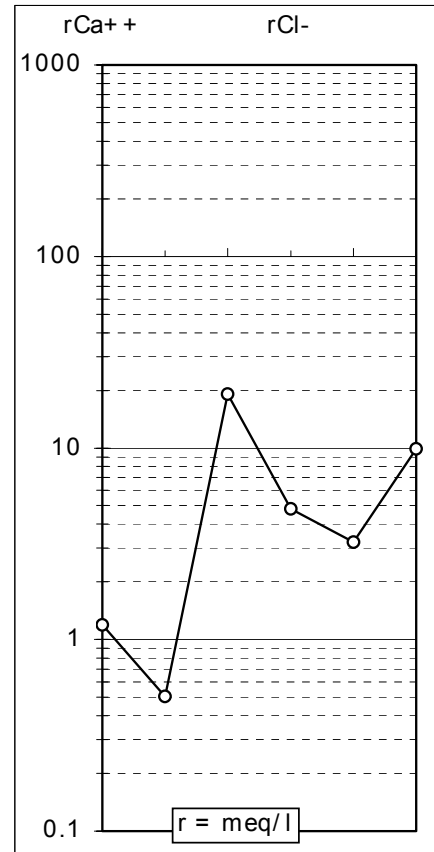
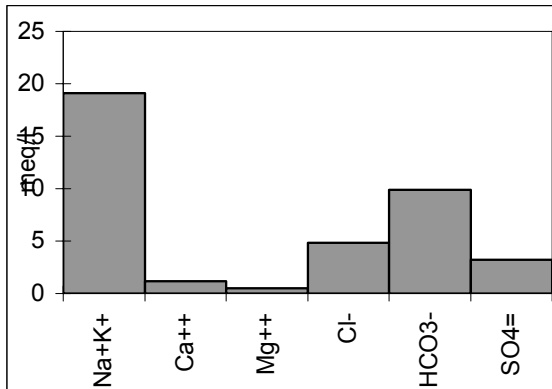
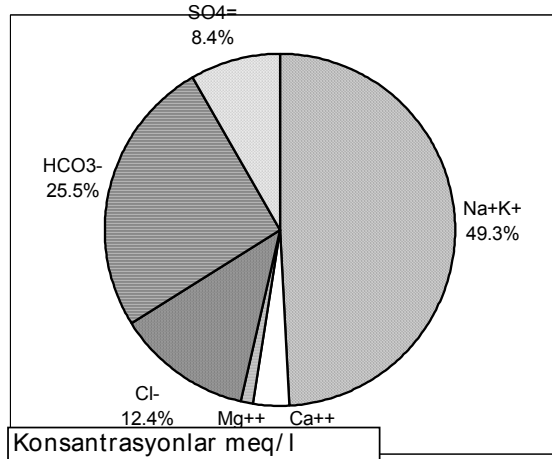
örnek 13						pH(-logH)		7.2
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(µmho/cm)		1371
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	120.84	5.26	36.90	42.8	0.00526	0.0026	0.88	0.0046
K ⁺	8.97	0.23	1.61	3.2	0.00023	0.0001	0.87	0.0002
Ca ⁺⁺	116.70	5.82	40.88	41.4	0.00291	0.0058	0.61	0.0018
Mg ⁺⁺	35.68	2.93	20.60	12.6	0.00147	0.0029	0.63	0.0009
Cl ⁻	105.00	2.96	28.65	19.9	0.00296	0.0015	0.87	0.0026
HCO ₃ ⁻	319.60	5.24	50.72	60.7	0.00524	0.0026	0.88	0.0046
SO ₄ ⁼	102.30	2.13	20.63	19.4	0.00107	0.0021	0.59	0.0006
CO ₃ ⁼	0	0.00	0.00	0.0	0.00000	0.0000	0.60	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				14.244	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			282.2
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				10.330	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			526.9
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				24.574	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			809.1
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.018	% e (Hata Yüzdesi)			15.93
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				2.512	Sertlik (Fr)			43.79
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.402	rCa/rMg Oranı			1.98
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.183	Slj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1.34
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.036	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı			-1.75
Fo (Köpürme Katsayısı)				343.8	Si (mg / l)			25.11
Hidrokim. fasiyes tipi:				Ca-Na-Mg-HCO3-Cl	B ⁺⁺⁺ (mg / l)			2.21



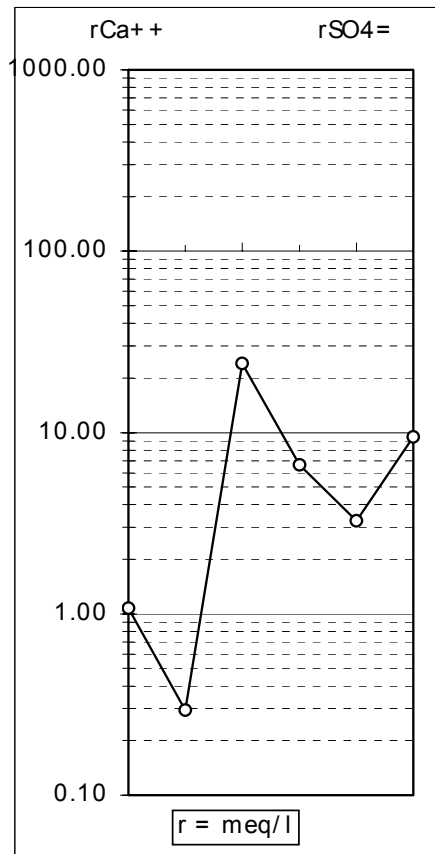
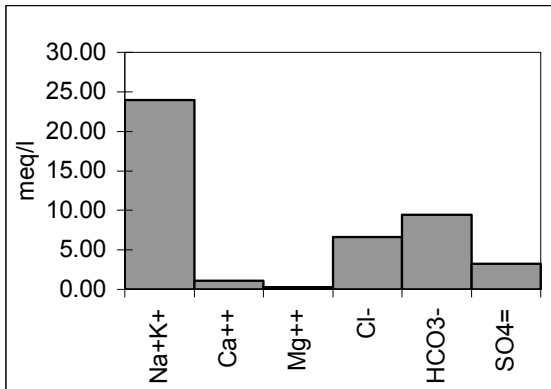
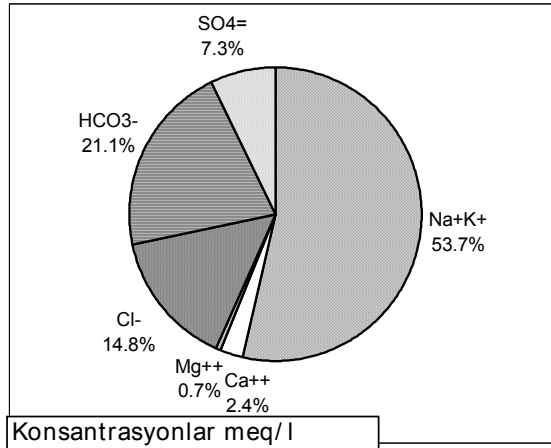
örnek 14						pH(-logH)		7.75
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		2100
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	530.74	23.09	91.10	90.0	0.02309	0.0115	0.86	0.0198
K ⁺	34.10	0.87	3.45	5.8	0.00087	0.0004	0.85	0.0007
Ca ⁺⁺	20.96	1.05	4.13	3.6	0.00052	0.0010	0.56	0.0003
Mg ⁺⁺	4.08	0.34	1.32	0.7	0.00017	0.0003	0.59	0.0001
Cl ⁻	249.00	7.02	31.69	22.2	0.00702	0.0035	0.85	0.0060
HCO ₃ ⁻	685.60	11.24	50.74	61.1	0.01124	0.0056	0.86	0.0096
SO ₄ ⁼	186.80	3.89	17.57	16.7	0.00195	0.0039	0.54	0.0010
CO ₃ ⁼	0	0.00	0.00	0.0	0.00000	0.0000	0.54	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				25.341	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			589.9
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				22.149	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			1121.4
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				47.491	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1711.3
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.026	% e (Hata Yüzdesi)			6.72
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				27.777	Sertlik (Fr)			6.91
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.464	rCa/rMg Oranı			3.12
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.273	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1.90
SIğ(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.030	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı			-1.98
Fo (Köpürme Katsayısı)				1499.5	Si (mg / l)			105.67
Hidrokimyasal fasiyes tipi:				Na-HCO3-Cl	B ⁺⁺⁺ (mg / l)			14.10



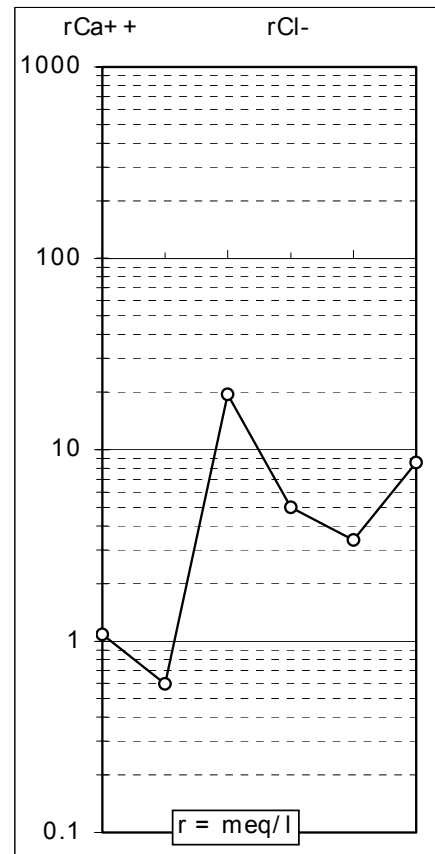
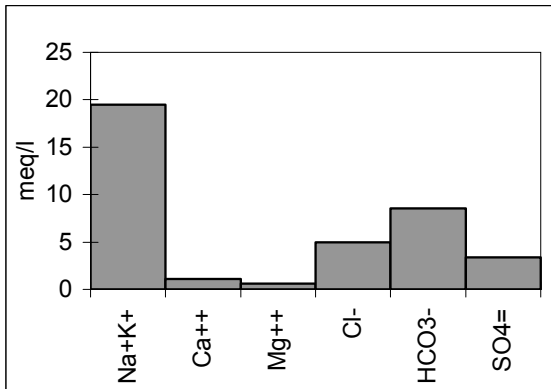
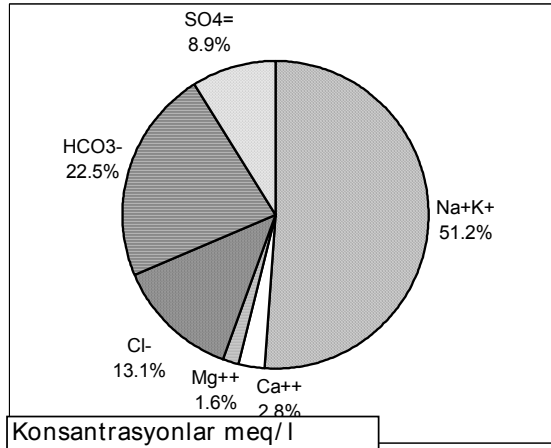
örnek 15						pH(-logH)		7.45
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		1687
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	423.29	18.41	88.58	88.2	0.01841	0.0092	0.87	0.0159
K ⁺	26.37	0.68	3.25	5.5	0.00068	0.0003	0.86	0.0006
Ca ⁺⁺	23.87	1.19	5.73	5.0	0.00060	0.0012	0.59	0.0003
Mg ⁺⁺	6.15	0.51	2.43	1.3	0.00025	0.0005	0.61	0.0002
Cl ⁻	171.00	4.82	26.87	18.4	0.00482	0.0024	0.86	0.0041
HCO3 ⁻	602.70	9.88	55.09	64.9	0.00988	0.0049	0.87	0.0086
SO4 ⁼	155.30	3.24	18.04	16.7	0.00162	0.0032	0.56	0.0009
CO3 ⁼	0	0.00	0.00	0.0	0.00000	0.0000	0.57	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				20.785	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			479.7
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				17.935	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			929.0
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				38.720	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1408.7
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.022	% e (Hata Yüzdesi)			7.36
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				19.989	Sertlik (Fr)			8.48
rCl / (rSO4+rHCO3+CO3) Oranı				0.367	rCa/rMg Oranı			2.35
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				-0.004	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1.88
SI d(Dolomit Doygunluk İndeksi)				-0.187	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı			-1.73
Fo (Köpürme Katsayısı)				1194.3	Si (mg / l)			70.78
Hidrokimyasal fasiyes tipi:			Na-HCO3-Cl		B ⁺⁺⁺ (mg / l)			9.96



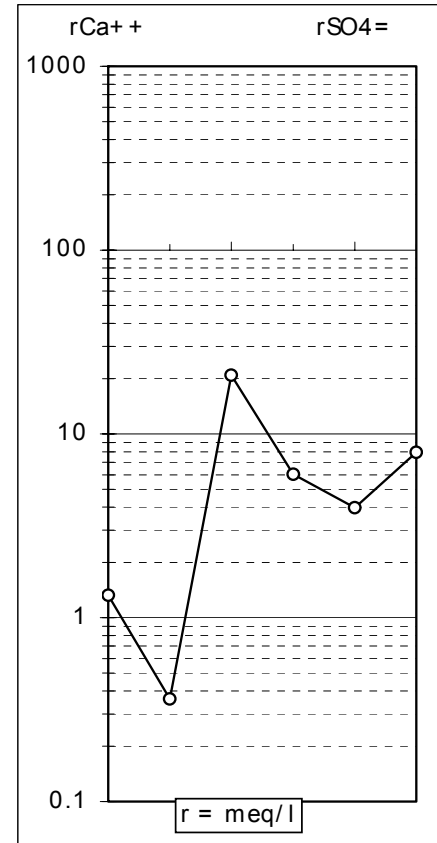
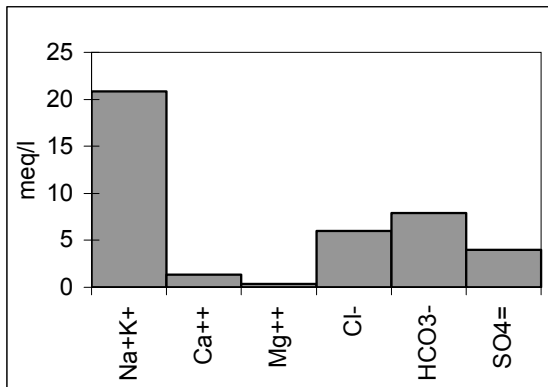
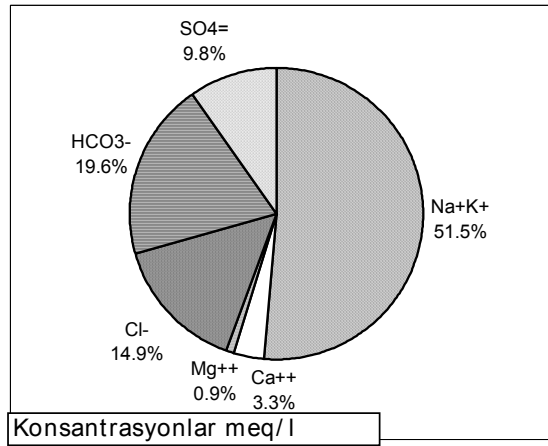
örnek 16						pH(-logH)		8.15
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		2040
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	530.466	23.07	91.06	89.8	0.02307	0.0115	0.86	0.0197
K ⁺	34.836	0.89	3.53	5.9	0.00089	0.0004	0.85	0.0008
Ca ⁺⁺	21.566	1.08	4.25	3.7	0.00054	0.0011	0.56	0.0003
Mg ⁺⁺	3.591	0.30	1.17	0.6	0.00015	0.0003	0.59	0.0001
Cl ⁻	235.000	6.62	31.54	23.1	0.00662	0.0033	0.85	0.0056
HCO ₃ ⁻	575.800	9.44	44.95	56.6	0.00944	0.0047	0.86	0.0081
SO ₄ ⁼	156.400	3.26	15.51	15.4	0.00163	0.0033	0.54	0.0009
CO ₃ ⁼	50.400	1.68	8.00	5.0	0.00084	0.0017	0.54	0.0005
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				25.338	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			590.5
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				21.001	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			1017.6
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				46.340	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1608.1
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.026	% e (Hata Yüzdesi)			9.36
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				27.864	Sertlik (Fr)			6.86
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.461	rCa/rMg Oranı			3.64
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.610	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1.96
SI d(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.333	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı			-2.45
Fo (Köpürme Katsayısı)				1500.2	Si (mg / l)			95.65
Hidrokimyasal fasiyes tipi:			Na-HCO3-Cl		B ⁺⁺⁺ (mg / l)			14.54



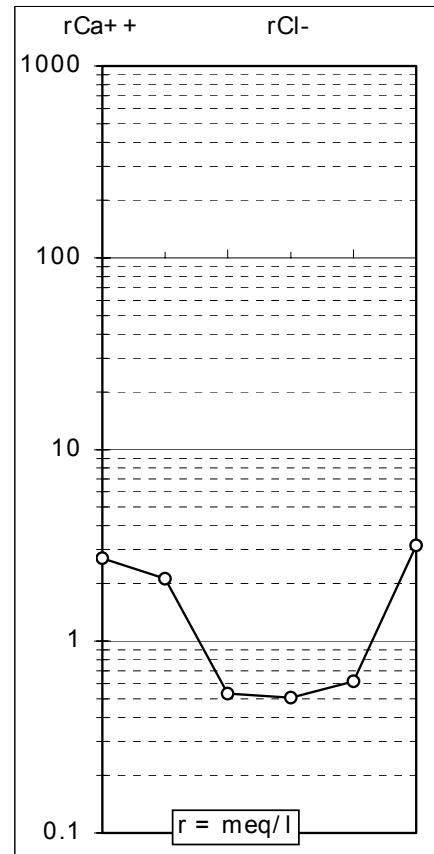
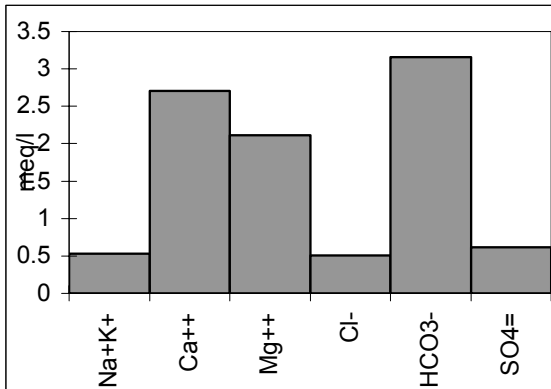
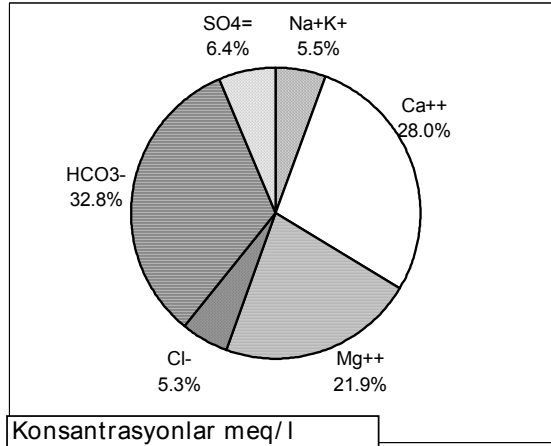
örnek 17						pH(-logH)		7.85
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		1772
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	432.946	18.83	88.91	88.7	0.01883	0.0094	0.86	0.0162
K ⁺	26.019	0.67	3.15	5.3	0.00067	0.0003	0.86	0.0006
Ca ⁺⁺	21.714	1.08	5.12	4.5	0.00054	0.0011	0.58	0.0003
Mg ⁺⁺	7.276	0.60	2.82	1.5	0.00030	0.0006	0.60	0.0002
Cl ⁻	177.000	4.99	26.82	19.4	0.00499	0.0025	0.86	0.0043
HCO ₃ ⁻	522.200	8.56	46.02	57.3	0.00856	0.0043	0.86	0.0074
SO ₄ ⁼	161.900	3.37	18.13	17.8	0.00169	0.0034	0.55	0.0009
CO ₃ ⁼	50.400	1.68	9.03	5.5	0.00084	0.0017	0.56	0.0005
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				21.181	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			488.0
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				18.602	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			911.5
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				39.783	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1399.5
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.023	% e (Hata Yüzdesi)			6.48
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				20.536	Sertlik (Fr)			8.41
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.366	rCa/rMg Oranı			1.81
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.285	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1.92
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.160	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı			-2.19
Fo (Köpürme Katsayısı)				1219.6	Si (mg / l)			68.94
Hidrokimyasal fasiyes tipi:			Na-HCO3-Cl		B ⁺⁺⁺ (mg / l)			10.56



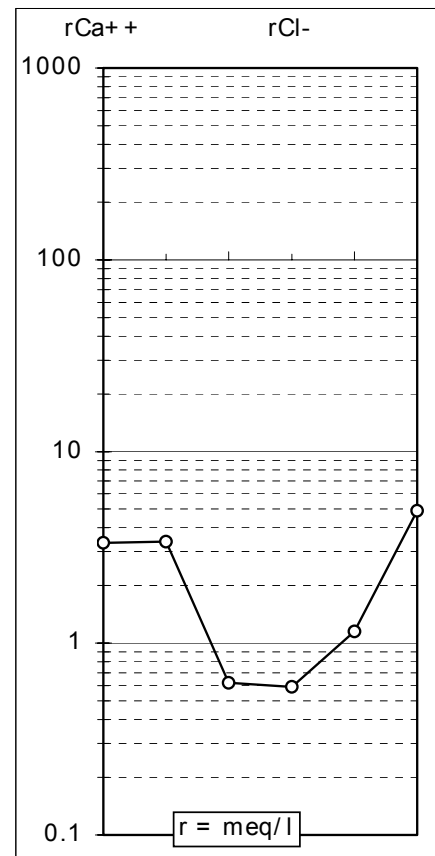
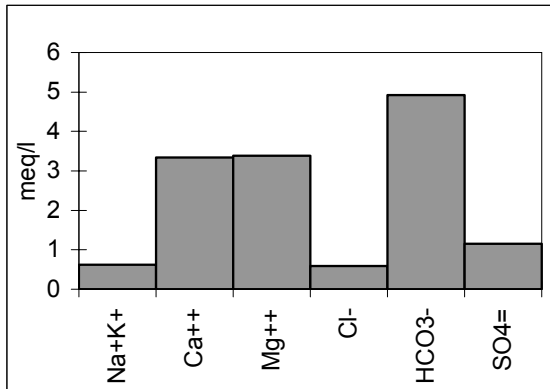
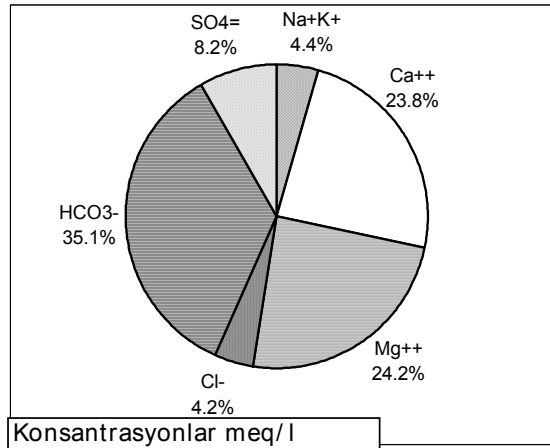
örnek 18						pH(-logH)		8.38
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		1950
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	459.234	19.98	88.74	87.8	0.01998	0.0100	0.86	0.0171
K ⁺	33.175	0.85	3.78	6.3	0.00085	0.0004	0.85	0.0007
Ca ⁺⁺	26.478	1.32	5.87	5.1	0.00066	0.0013	0.57	0.0004
Mg ⁺⁺	4.410	0.36	1.61	0.8	0.00018	0.0004	0.59	0.0001
Cl ⁻	214.000	6.03	29.45	22.2	0.00603	0.0030	0.85	0.0051
HCO ₃ ⁻	483.100	7.92	38.67	50.1	0.00792	0.0040	0.86	0.0068
SO ₄ ⁼	190.400	3.97	19.37	19.7	0.00198	0.0040	0.54	0.0011
CO ₃ ⁼	76.800	2.56	12.50	8.0	0.00128	0.0026	0.55	0.0007
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				22.510	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			523.3
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				20.478	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			964.3
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				42.988	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1487.6
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.026	% e (Hata Yüzdesi)			4.73
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				21.770	Sertlik (Fr)		8.42	
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.418	rCa/rMg Oranı			3.64
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.856	Slj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1.78
Slđ(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.579	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı)			-2.76
Fo (Köpürme Katsayısı)				1304.8	Si (mg / l)			85.89
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Na-Mg			Na - HCO ₃ - Cl		B ⁺⁺⁺ (mg / l)			11.98



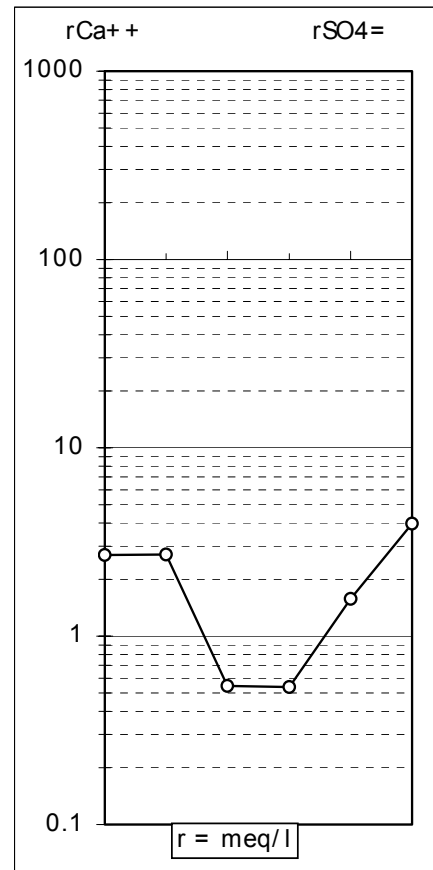
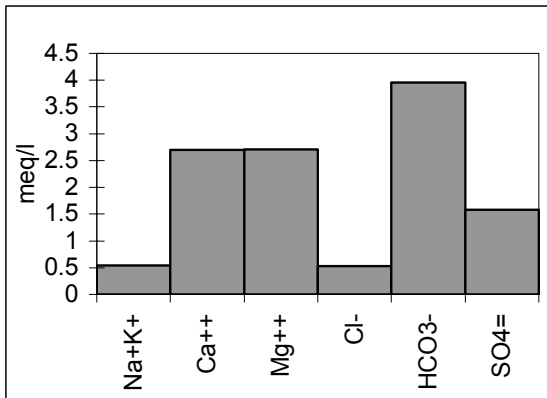
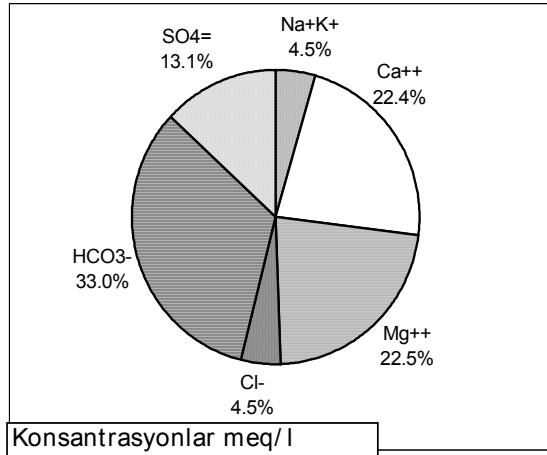
örnek 19						pH(-logH)		7.83
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		449
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	11.545	0.50	9.39	12.5	0.00050	0.0003	0.91	0.0005
K ⁺	1.201	0.03	0.58	1.3	0.00003	0.0000	0.91	0.0000
Ca ⁺⁺	54.150	2.70	50.51	58.5	0.00135	0.0027	0.69	0.0009
Mg ⁺⁺	25.713	2.11	39.53	27.8	0.00106	0.0021	0.71	0.0007
Cl ⁻	18.000	0.51	9.25	6.5	0.00051	0.0003	0.91	0.0005
HCO ₃ ⁻	192.800	3.16	57.63	69.8	0.00316	0.0016	0.91	0.0029
SO ₄ ⁼	29.600	0.62	11.24	10.7	0.00031	0.0006	0.68	0.0002
CO ₃ ⁼	36.000	1.20	21.88	13.0	0.00060	0.0012	0.68	0.0004
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				5.350	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			92.6
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				5.485	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			276.4
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				10.834	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			369.0
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.009	% e (Hata Yüzdesi)			-1.25
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.324	Sertlik (Fr)			24.08
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.102	rCa/rMg Oranı			1.28
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.329	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-2.09
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.275	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı			-2.58
Fo (Köpürme Katsayısı)				33.5	Si (mg / l)			6.13
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Na-Mg			Ca-Mg-HCO3-CO3		B ⁺⁺⁺ (mg / l)			0.02



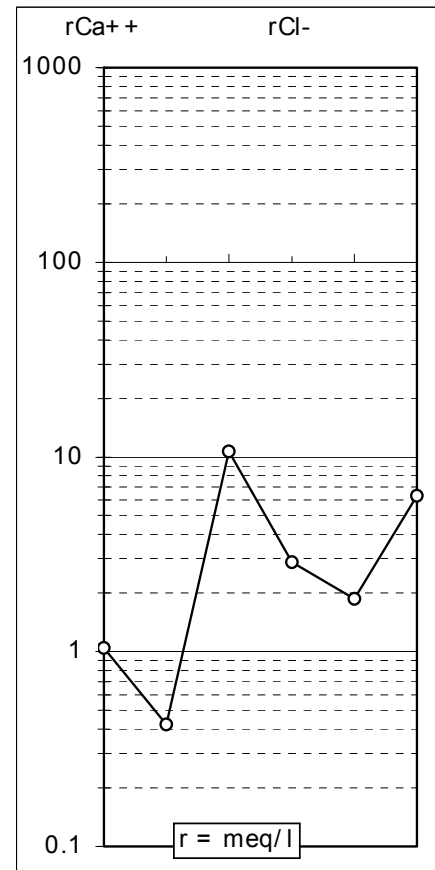
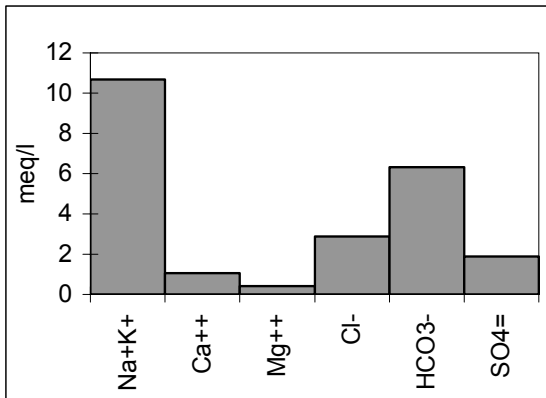
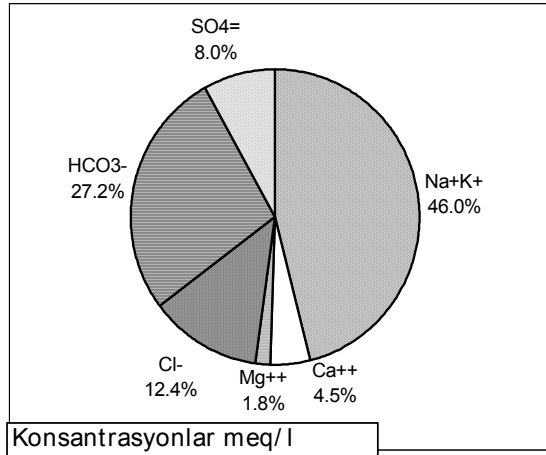
örnek 20						pH(-logH)		7.86
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		637
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	13.336	0.58	7.90	10.9	0.00058	0.0003	0.89	0.0005
K ⁺	1.559	0.04	0.54	1.3	0.00004	0.0000	0.89	0.0000
Ca ⁺⁺	66.830	3.33	45.44	54.4	0.00167	0.0033	0.66	0.0011
Mg ⁺⁺	41.145	3.38	46.11	33.5	0.00169	0.0034	0.67	0.0011
Cl ⁻	21.000	0.59	7.53	5.1	0.00059	0.0003	0.89	0.0005
HCO ₃ ⁻	300.100	4.92	62.55	72.8	0.00492	0.0025	0.89	0.0044
SO ₄ ⁼	55.400	1.15	14.67	13.4	0.00058	0.0012	0.64	0.0004
CO ₃ ⁼	36.000	1.20	15.26	8.7	0.00060	0.0012	0.64	0.0004
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				7.339	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			122.9
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				7.866	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			412.5
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				15.204	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			535.4
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.012	% e (Hata Yüzdesi)			-3.47
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.316	Sertlik (Fr)			33.59
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.081	rCa/rMg Oranı			0.99
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.612	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1.78
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.616	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı			-2.43
Fo (Köpürme Katsayısı)				39.1	Si (mg / l)			7.377
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Na-Mg		Mg - Ca - HCO ₃			B ⁺⁺⁺ (mg / l)			0.021



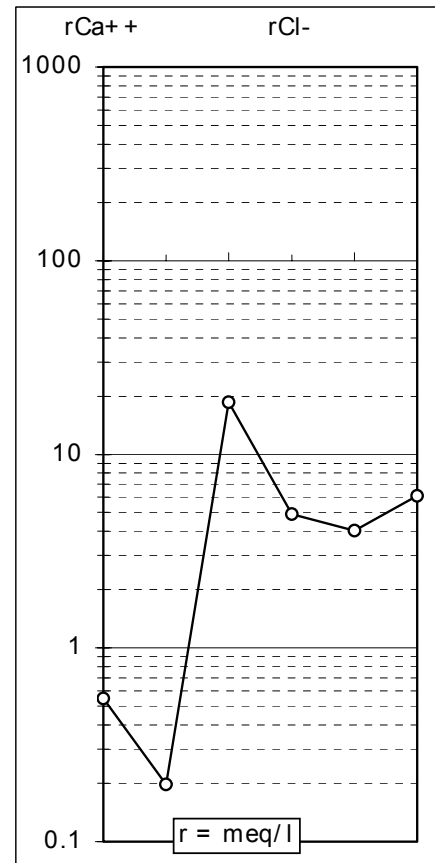
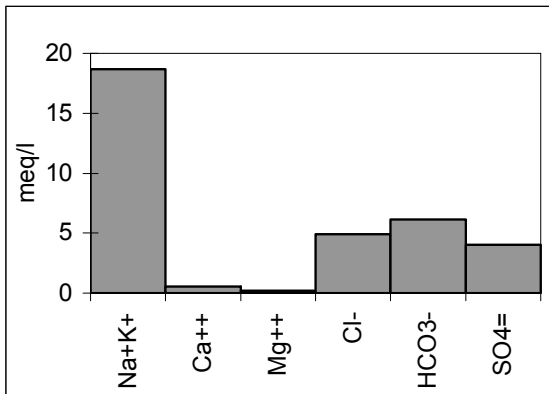
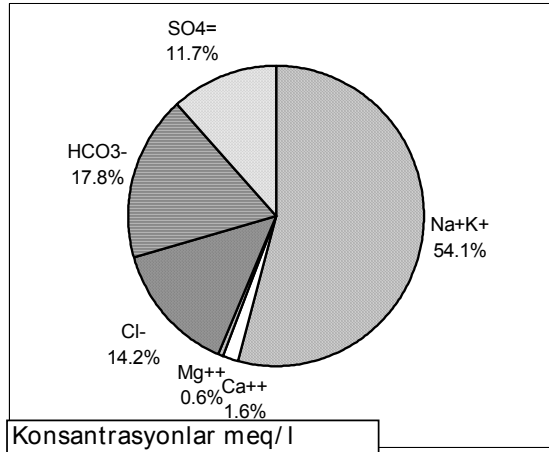
örnek 21						pH(-logH)		7.99	
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		528	
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC	
Na ⁺	11.804	0.51	8.63	11.8	0.00051	0.0003	0.90	0.0005	
K ⁺	1.215	0.03	0.52	1.2	0.00003	0.0000	0.90	0.0000	
Ca ⁺⁺	53.990	2.69	45.31	54.0	0.00135	0.0027	0.67	0.0009	
Mg ⁺⁺	32.928	2.71	45.54	32.9	0.00135	0.0027	0.69	0.0009	
Cl ⁻	19.000	0.54	7.79	5.3	0.00054	0.0003	0.90	0.0005	
HCO ₃ ⁻	241.600	3.96	57.62	67.1	0.00396	0.0020	0.90	0.0036	
SO ₄ ⁼	75.700	1.58	22.95	21.0	0.00079	0.0016	0.66	0.0005	
CO ₃ ⁼	24.000	0.80	11.64	6.7	0.00040	0.0008	0.66	0.0003	
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				5.947	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)				99.9
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				6.873	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)				360.3
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				12.820	Toplam İyon Miktarı (mg/l)				460.2
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.010	% e (Hata Yüzdesi)				-7.23
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.312	Sertlik (Fr)			27.01	
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.084	rCa/rMg Oranı				0.99
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.571	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)				-1.71
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.572	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı				-2.65
Fo (Köpürme Katsayısı)				34.3	Si (mg / l)				5.887
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Na-MgMg - Ca -HCO ₃ -SO ₄					B ⁺⁺⁺ (mg / l)				0.019



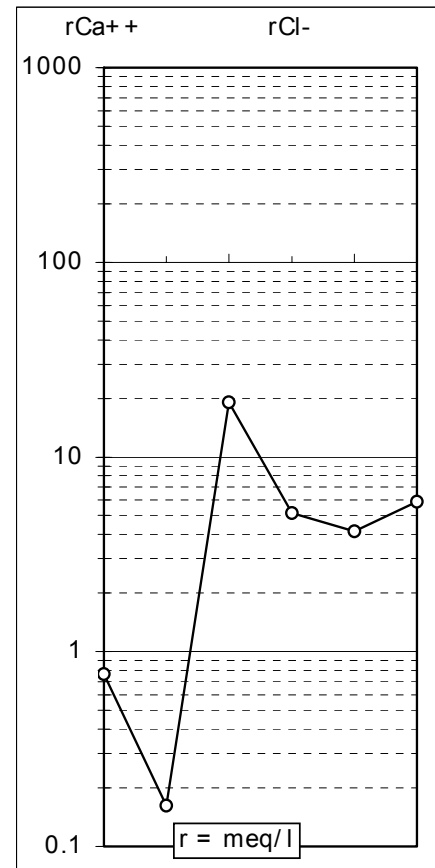
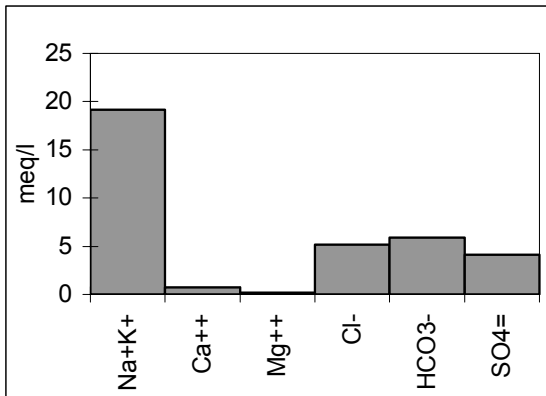
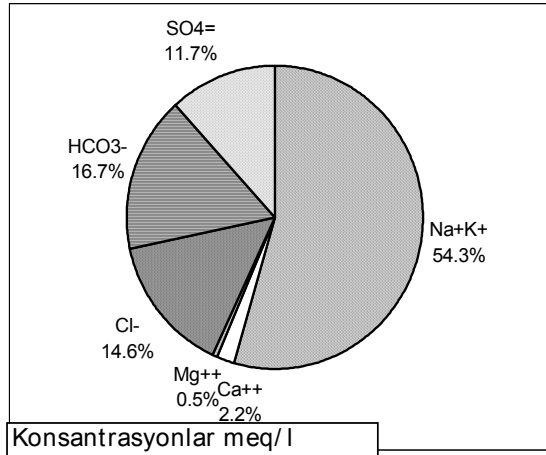
örnek 22						pH(-logH)		7.62
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		4460
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	236.051	10.27	84.46	84.8	0.01027	0.0051	0.89	0.0091
K ⁺	16.327	0.42	3.44	5.9	0.00042	0.0002	0.89	0.0004
Ca ⁺⁺	20.947	1.05	8.60	7.5	0.00052	0.0010	0.65	0.0003
Mg ⁺⁺	5.163	0.42	3.49	1.9	0.00021	0.0004	0.66	0.0001
Cl ⁻	102.000	2.87	25.96	17.7	0.00287	0.0014	0.89	0.0025
HCO ₃ ⁻	385.500	6.32	57.07	66.8	0.00632	0.0032	0.89	0.0056
SO ₄ ⁼	89.700	1.87	16.88	15.5	0.00093	0.0019	0.63	0.0006
CO ₃ ⁼	0.300	0.01	0.09	0.1	0.00001	0.0000	0.63	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				12.156	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			278.5
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				11.073	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			577.5
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				23.229	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			856.0
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.013	% e (Hata Yüzdesi)			4.66
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				11.977	Sertlik (Fr)			7.35
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.351	rCa/rMg Oranı			2.46
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				-0.032	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-2.09
SI d(Dolomit Doygunluk İndeksi)				-0.227	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı			-2.08
Fo (Köpürme Katsayısı)				669.2	Si (mg / l)			35.353
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Na-MgNa - HCO ₃ - Cl					B ⁺⁺⁺ (mg / l)			4.556



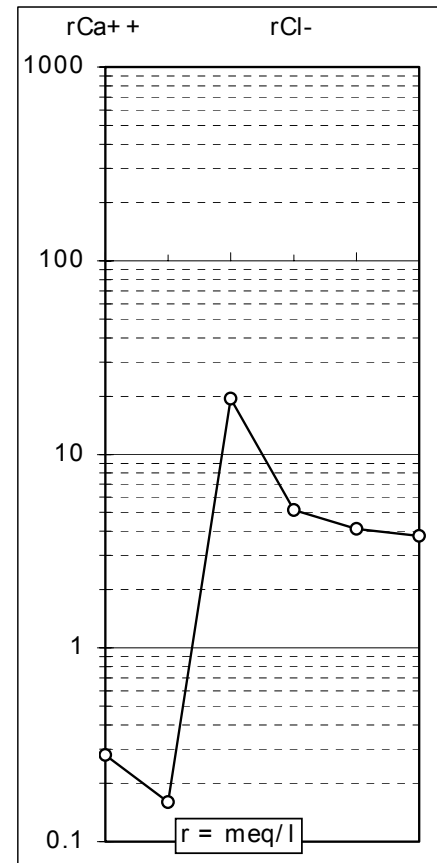
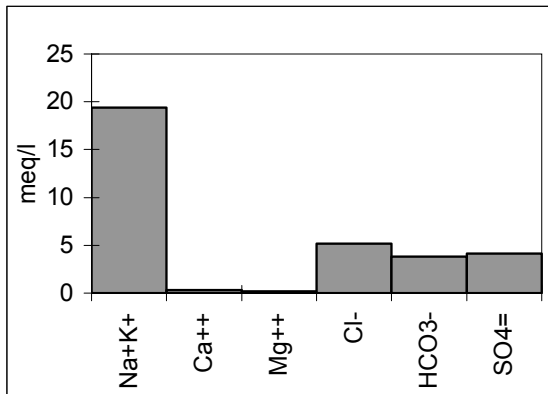
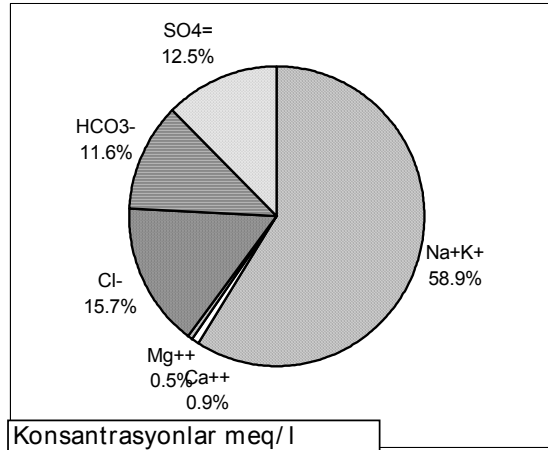
örnek 23						pH(-logH)	8.04
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μ mho/cm)	2080
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F
Na ⁺	411.204	17.89	92.21	90.5	0.01789	0.0089	0.86
K ⁺	29.855	0.77	3.95	6.6	0.00077	0.0004	0.86
Ca ⁺⁺	10.954	0.55	2.82	2.4	0.00027	0.0005	0.58
Mg ⁺⁺	2.407	0.20	1.02	0.5	0.00010	0.0002	0.60
Cl ⁻	174.000	4.90	26.18	20.4	0.00490	0.0025	0.86
HCO ₃ ⁻	373.300	6.12	32.67	43.9	0.00612	0.0031	0.86
SO ₄ ⁼	193.400	4.03	21.51	22.7	0.00201	0.0040	0.55
CO ₃ ⁼	110.400	3.68	19.64	13.0	0.00184	0.0037	0.56
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				19.396	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)		454.4
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				18.733	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)		851.1
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				38.129	Toplam İyon Miktarı (mg/l)		1305.5
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.023	% e (Hata Yüzdesi)		1.74
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				29.315	Sertlik (Fr)		3.72
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +rCO ₃) Oranı				0.355	rCa/rMg Oranı		2.76
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.032	SIj (Jips Doygunluk İndeksi)		-2.14
SID (Dolomit Doygunluk İndeksi)				-0.185	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı		-2.53
Fo (Köpürme Katsayısı)				1168.7	Si (mg / l)		73.068
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Na-Mg				Na - HCO ₃ - Cl - SO ₄	B ⁺⁺⁺ (mg / l)		9.906



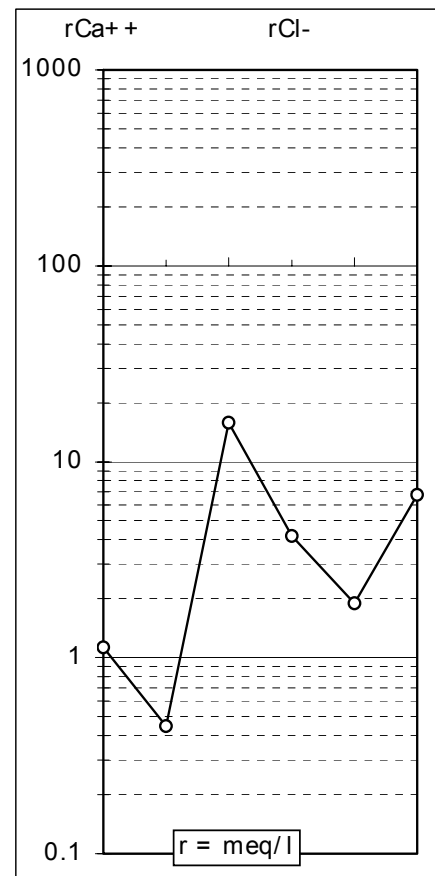
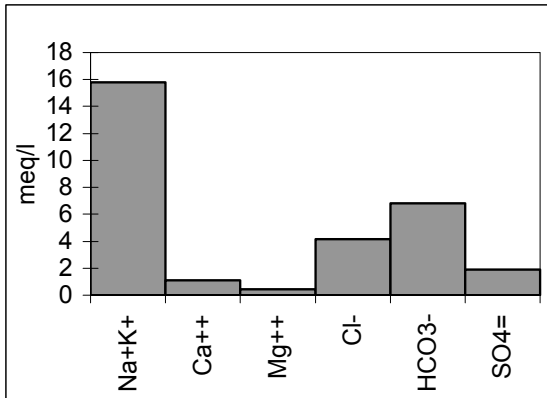
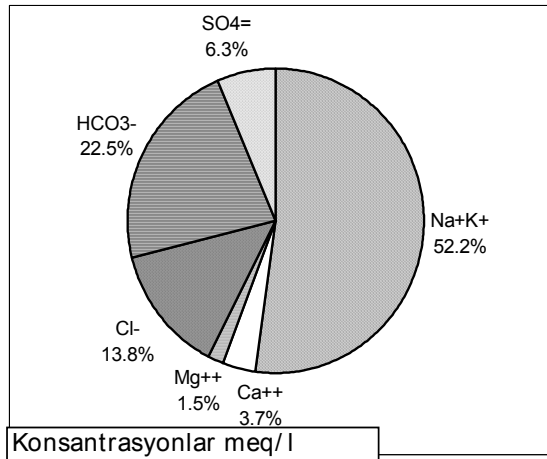
örnek 24						pH(-logH)		7.89
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		2050
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	421.748	18.34	91.29	89.5	0.01834	0.0092	0.86	0.0157
K ⁺	31.952	0.82	4.08	6.8	0.00082	0.0004	0.85	0.0007
Ca ⁺⁺	15.384	0.77	3.82	3.3	0.00038	0.0008	0.57	0.0002
Mg ⁺⁺	1.973	0.16	0.81	0.4	0.00008	0.0002	0.59	0.0000
Cl ⁻	183.000	5.16	25.41	20.5	0.00516	0.0026	0.85	0.0044
HCO ₃ ⁻	358.700	5.88	28.97	40.1	0.00588	0.0029	0.86	0.0050
SO ₄ ⁼	198.800	4.14	20.40	22.2	0.00207	0.0041	0.54	0.0011
CO ₃ ⁼	153.600	5.12	25.22	17.2	0.00256	0.0051	0.55	0.0014
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				20.094	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			471.1
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				20.300	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			894.1
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				40.394	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1365.2
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.025	% e (Hata Yüzdesi)			-0.51
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				26.903	Sertlik (Fr)		4.65	
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.341	rCa/rMg Oranı			4.73
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.002	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-2.00
SI d(Dolomit Doygunluk İndeksi)				-0.331	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı			-2.40
Fo (Köpürme Katsayısı)				1201.3	Si (mg / l)			76.055
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Na-MgNa - HCO ₃ - Cl -CO ₃					B ⁺⁺⁺ (mg / l)			9.785



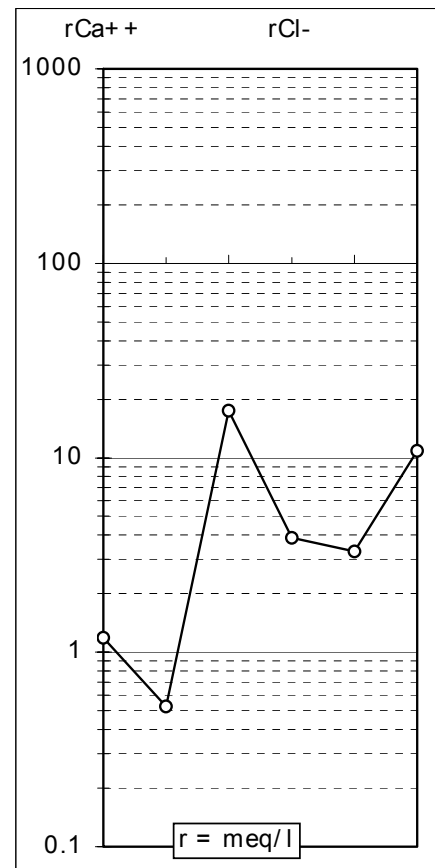
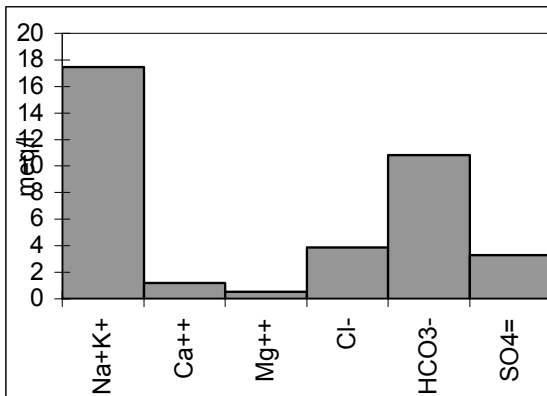
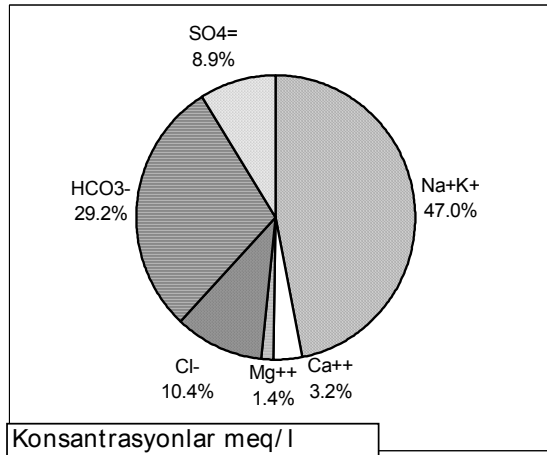
örnek 25						pH(-logH)		7.94
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		2000
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	426.404	18.55	93.60	91.5	0.01855	0.0093	0.86	0.0160
K ⁺	32.250	0.83	4.17	6.9	0.00083	0.0004	0.85	0.0007
Ca ⁺⁺	5.618	0.28	1.41	1.2	0.00014	0.0003	0.57	0.0001
Mg ⁺⁺	1.948	0.16	0.81	0.4	0.00008	0.0002	0.60	0.0000
Cl ⁻	183.000	5.16	27.51	23.4	0.00516	0.0026	0.85	0.0044
HCO ₃ ⁻	231.800	3.80	20.26	29.6	0.00380	0.0019	0.86	0.0033
SO ₄ ⁼	197.500	4.11	21.94	25.2	0.00206	0.0041	0.55	0.0011
CO ₃ ⁼	170.400	5.68	30.29	21.8	0.00284	0.0057	0.55	0.0016
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				19.815	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			466.2
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				18.753	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			782.7
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				38.567	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1248.9
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.024	% e (Hata Yüzdesi)			2.75
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				39.519	Sertlik (Fr)			2.20
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.379	rCa/rMg Oranı			1.75
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				-0.570	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-2.43
SI d(Dolomit Doygunluk İndeksi)				-0.688	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı			-2.64
Fo (Köpürme Katsayısı)				1214.4	Si (mg / l)			74.924
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Na-Mg				Na - CO ₃ - Cl -SO ₄	B ⁺⁺⁺ (mg / l)			9.743



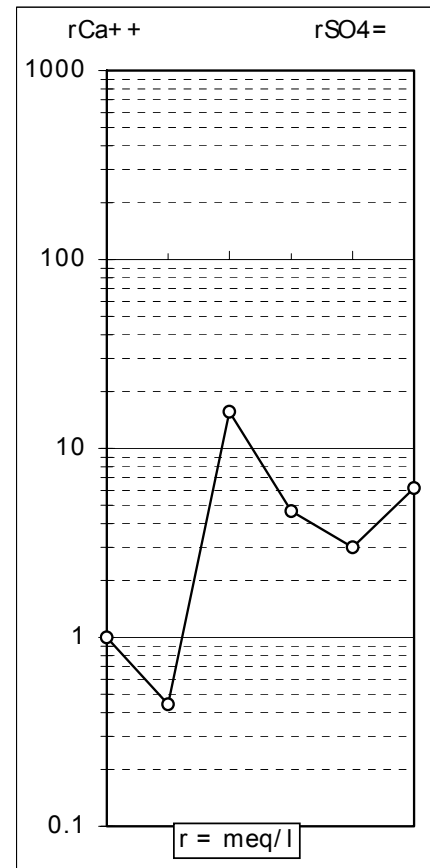
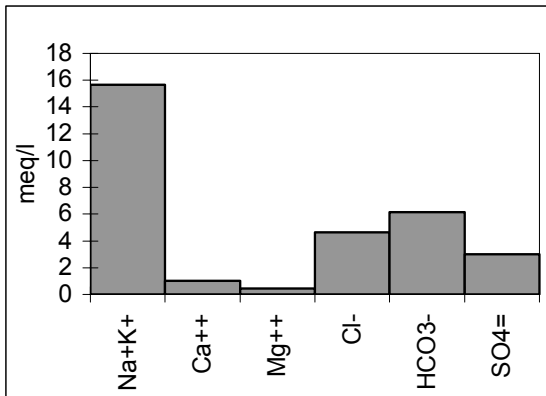
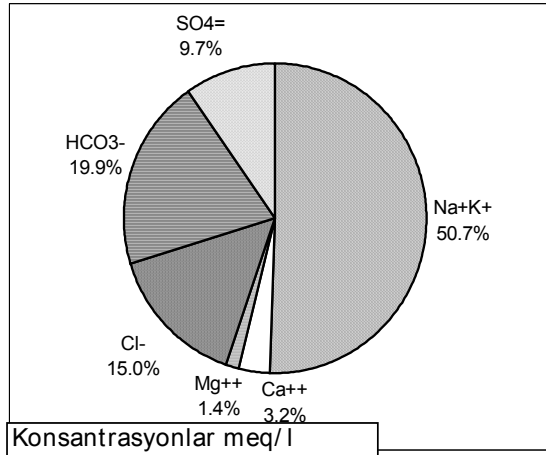
örnek 26						pH(-logH)		7.75
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		1845
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	347.367	15.11	87.12	86.6	0.01511	0.0076	0.87	0.0132
K ⁺	25.856	0.66	3.82	6.4	0.00066	0.0003	0.87	0.0006
Ca ⁺⁺	22.538	1.12	6.48	5.6	0.00056	0.0011	0.60	0.0003
Mg ⁺⁺	5.429	0.45	2.57	1.4	0.00022	0.0004	0.62	0.0001
Cl ⁻	148.000	4.17	25.97	19.7	0.00417	0.0021	0.87	0.0036
HCO ₃ ⁻	414.800	6.80	42.33	55.3	0.00680	0.0034	0.87	0.0059
SO ₄ ⁼	90.900	1.89	11.79	12.1	0.00095	0.0019	0.57	0.0005
CO ₃ ⁼	96.000	3.20	19.92	12.8	0.00160	0.0032	0.58	0.0009
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				17.344	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			401.2
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				16.065	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			749.7
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				33.409	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1150.9
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.020	% e (Hata Yüzdesi)			3.83
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				17.047	Sertlik (Fr)			7.86
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.351	rCa/rMg Oranı			2.52
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.119	SIj (Jips Doygunluk İndeksi)			-2.12
SI d (Dolomit Doygunluk İndeksi)				-0.080	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı			-2.19
Fo (Köpürme Katsayısı)				988.5	Si (mg / l)			59.489
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Na-MgNa - HCO ₃ - Cl					B ⁺⁺⁺ (mg / l)			8.066



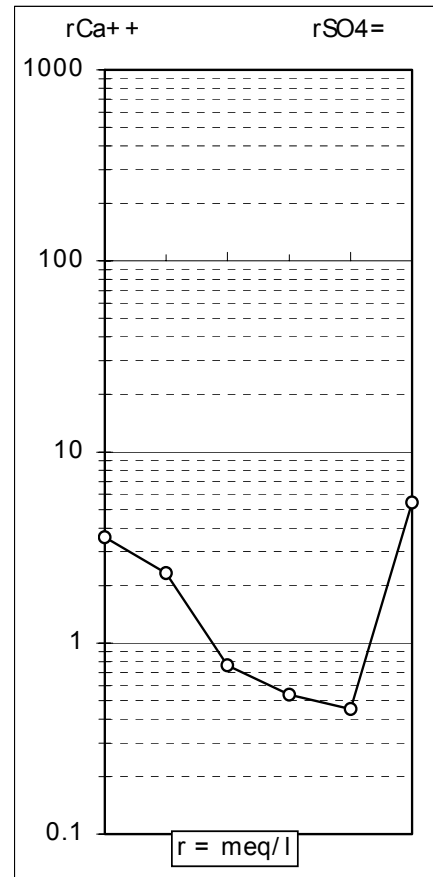
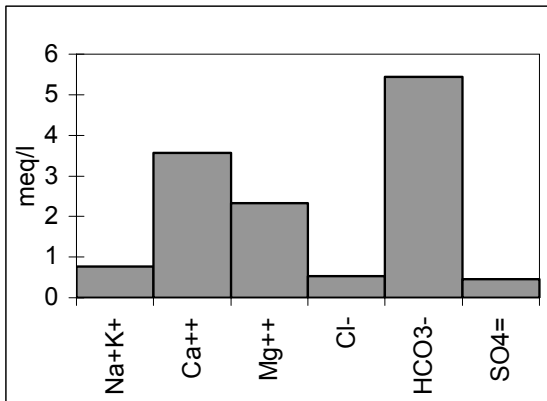
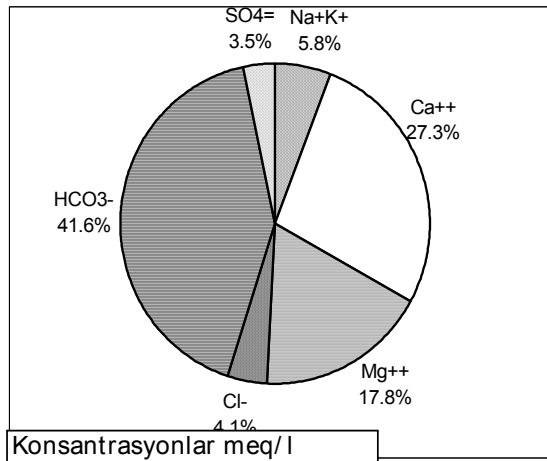
örnek 27						pH(-logH)		6.55
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		1756
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	385.509	16.77	87.38	86.9	0.01677	0.0084	0.87	0.0146
K ⁺	27.714	0.71	3.70	6.3	0.00071	0.0004	0.86	0.0006
Ca ⁺⁺	23.778	1.19	6.18	5.4	0.00059	0.0012	0.59	0.0004
Mg ⁺⁺	6.391	0.53	2.74	1.4	0.00026	0.0005	0.61	0.0002
Cl ⁻	137.000	3.86	21.46	14.3	0.00386	0.0019	0.86	0.0033
HCO ₃ ⁻	661.200	10.84	60.24	69.1	0.01084	0.0054	0.87	0.0094
SO ₄ ⁼	158.000	3.29	18.29	16.5	0.00165	0.0033	0.57	0.0009
CO ₃ ⁼	0.000	0.00	0.00	0.0	0.00000	0.0000	0.57	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				19.191	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			443.4
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				17.992	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			956.2
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				37.184	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1399.6
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.021	% e (Hata Yüzdesi)			3.22
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				18.124	Sertlik (Fr)			8.56
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.273	rCa/rMg Oranı			2.26
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				-0.862	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1.87
SIğ(Dolomit Doygunluk İndeksi)				-1.036	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı			-0.79
Fo (Köpürme Katsayısı)				1095.1	Si (mg / l)			37.960
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Na-MgNa - HCO ₃ - Cl					B ⁺⁺⁺ (mg / l)			7.710



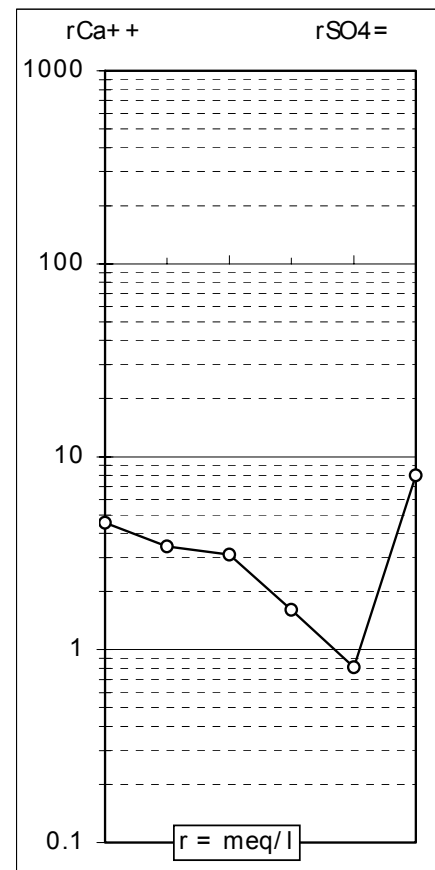
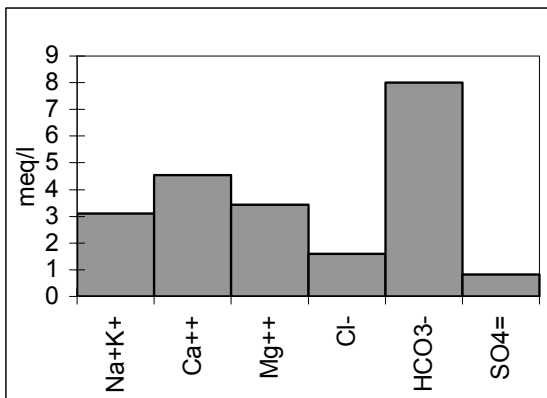
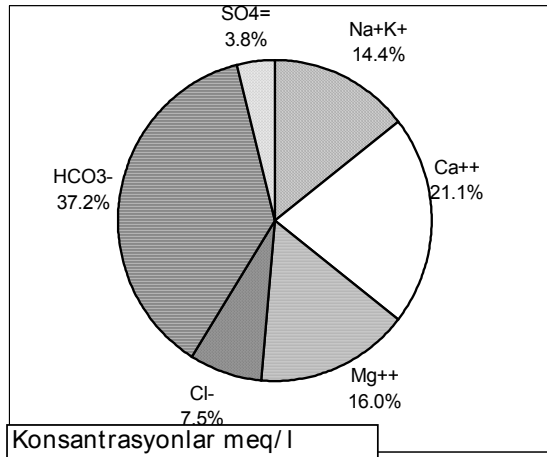
örnek 28						pH(-logH)		7.37
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(µmho/cm)		1637
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	343.337	14.93	87.35	86.5	0.01493	0.0075	0.87	0.0130
K ⁺	28.143	0.72	4.22	7.1	0.00072	0.0004	0.87	0.0006
Ca ⁺⁺	19.993	1.00	5.84	5.0	0.00050	0.0010	0.60	0.0003
Mg ⁺⁺	5.394	0.44	2.59	1.4	0.00022	0.0004	0.62	0.0001
Cl ⁻	165.000	4.65	30.65	22.7	0.00465	0.0023	0.87	0.0040
HCO ₃ ⁻	375.800	6.16	40.61	51.8	0.00616	0.0031	0.87	0.0054
SO ₄ ⁼	144.000	3.00	19.77	19.8	0.00150	0.0030	0.58	0.0009
CO ₃ ⁼	40.800	1.36	8.96	5.6	0.00068	0.0014	0.59	0.0004
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				17.097	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			396.9
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				15.171	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			725.6
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				32.268	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1122.5
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.019	% e (Hata Yüzdesi)			5.97
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				17.593	Sertlik (Fr)		7.21	
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.442	rCa/rMg Oranı			2.25
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				-0.351	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1.97
SI d(Dolomit Doygunluk İndeksi)				-0.524	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı			-1.85
Fo (Köpürme Katsayısı)				982.2	Si (mg / l)			43.854
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Na-MgNa - HCO ₃ - Cl					B ⁺⁺⁺ (mg / l)			9.061



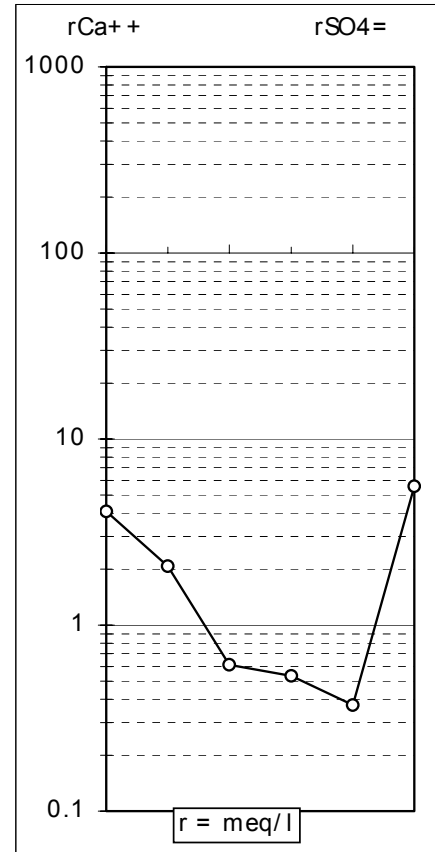
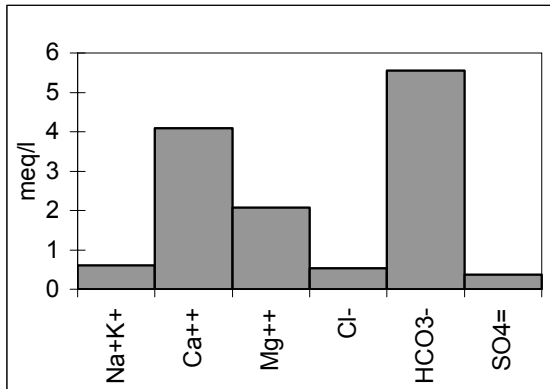
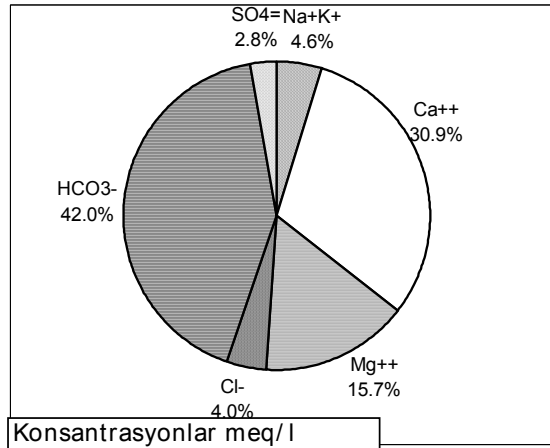
örnek 29						pH(-logH)	7.4
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. : DEÜ Jeo.	EC(μ mho/cm)		652
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F
Na ⁺	16.313	0.71	10.66	13.8	0.00071	0.0004	0.90
K ⁺	2.043	0.05	0.79	1.7	0.00005	0.0000	0.90
Ca ⁺⁺	71.614	3.57	53.67	60.6	0.00179	0.0036	0.68
Mg ⁺⁺	28.252	2.32	34.89	23.9	0.00116	0.0023	0.69
Cl ⁻	19.000	0.54	8.33	5.1	0.00054	0.0003	0.90
HCO ₃ ⁻	331.800	5.44	84.63	89.1	0.00544	0.0027	0.90
SO ₄ ⁼	21.700	0.45	7.03	5.8	0.00023	0.0005	0.67
CO ₃ ⁼	0.000	0.00	0.00	0.0	0.00000	0.0000	0.67
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				6.659	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)		118.2
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				6.427	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)		372.5
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				13.086	Toplam İyon Miktarı (mg/l)		490.7
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.010	% e (Hata Yüzdesi)		1.77
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.413	Sertlik (Fr)		29.48
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.091	rCa/rMg Oranı		1.54
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.247	Slj(Jips Doygunluk İndeksi)		-2.12
Slđ(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.153	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı		-1.92
Fo (Köpürme Katsayısı)				48.1	Si (mg / l)		7.923
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Na-Mg				Ca - Mg - HCO ₃	B ⁺⁺⁺ (mg / l)		0.142



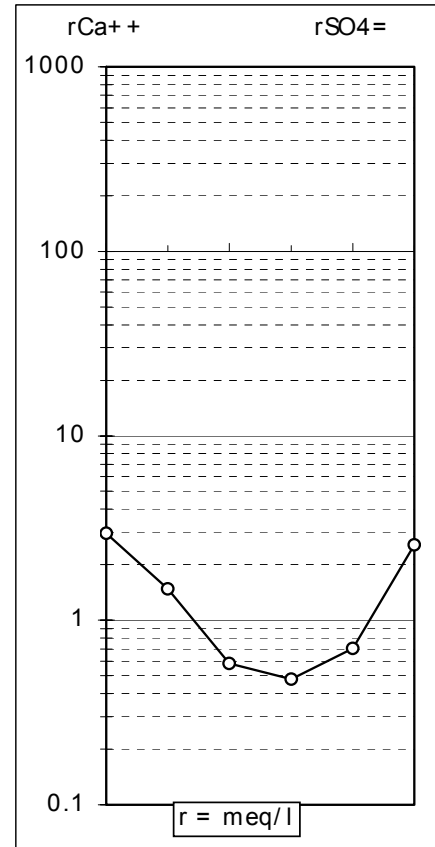
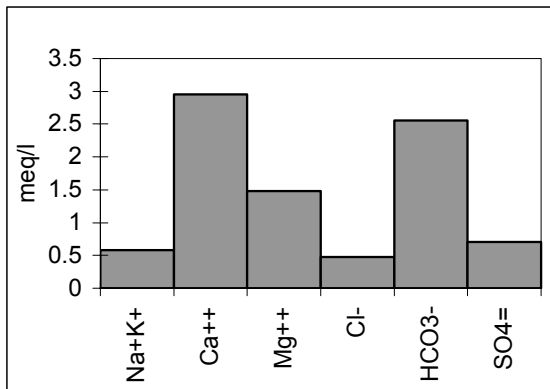
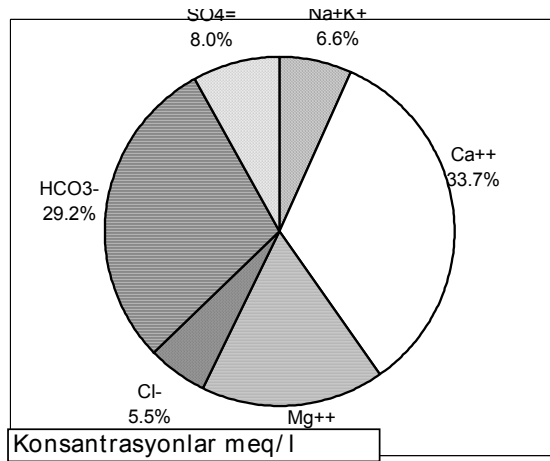
örnek 30						pH(-logH)		7.26
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		993
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	70.698	3.08	27.77	34.6	0.00308	0.0015	0.88	0.0027
K ⁺	0.918	0.02	0.21	0.4	0.00002	0.0000	0.88	0.0000
Ca ⁺⁺	90.998	4.54	41.00	44.5	0.00227	0.0045	0.63	0.0014
Mg ⁺⁺	41.778	3.44	31.02	20.4	0.00172	0.0034	0.65	0.0011
Cl ⁻	57.000	1.61	15.42	9.8	0.00161	0.0008	0.88	0.0014
HCO ₃ ⁻	488.000	8.00	76.78	83.6	0.00800	0.0040	0.88	0.0071
SO ₄ ⁼	39.000	0.81	7.80	6.7	0.00041	0.0008	0.61	0.0002
CO ₃ ⁼	0.000	0.00	0.00	0.0	0.00000	0.0000	0.62	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				11.075	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			204.4
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				10.419	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			584.0
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				21.494	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			788.4
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.015	% e (Hata Yüzdesi)			3.05
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				1.540	Sertlik (Fr)			39.88
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.182	rCa/rMg Oranı			1.32
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.336	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1.83
SI d(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.276	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı)			-1.62
Fo (Köpürme Katsayısı)				192.5	Si (mg / l)			18.859
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Na-MgCa - Mg - Na -HCO ₃					B ⁺⁺⁺ (mg / l)			0.038



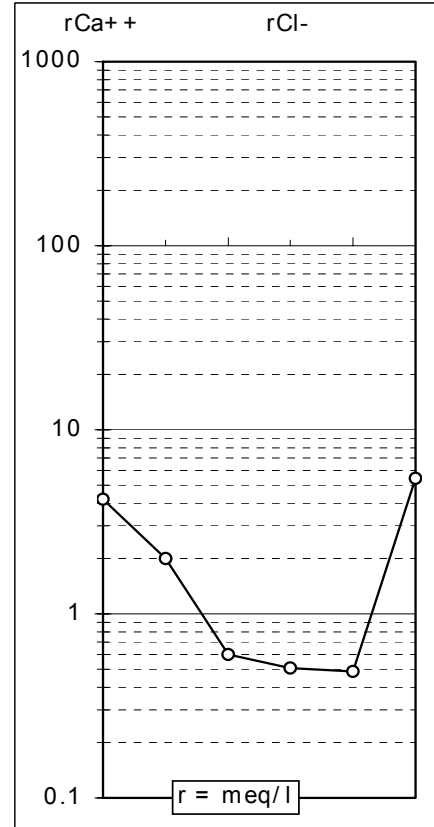
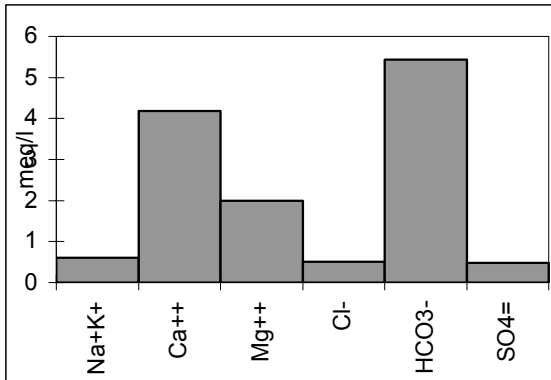
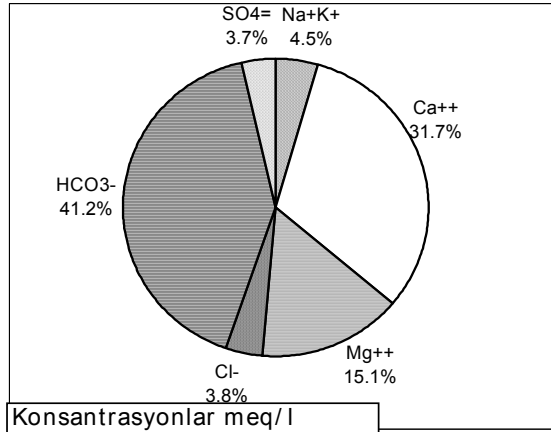
örnek 31						pH(-logH)		7.57
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		614
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	13.158	0.57	8.45	10.8	0.00057	0.0003	0.90	0.0005
K ⁺	1.486	0.04	0.56	1.2	0.00004	0.0000	0.90	0.0000
Ca ⁺⁺	81.895	4.09	60.30	67.2	0.00204	0.0041	0.68	0.0014
Mg ⁺⁺	25.293	2.08	30.69	20.8	0.00104	0.0021	0.69	0.0007
Cl ⁻	19.000	0.54	8.28	5.1	0.00054	0.0003	0.90	0.0005
HCO ₃ ⁻	339.200	5.56	85.98	90.2	0.00556	0.0028	0.90	0.0050
SO ₄ ⁼	17.800	0.37	5.73	4.7	0.00019	0.0004	0.66	0.0001
CO ₃ ⁼	0.000	0.00	0.00	0.0	0.00000	0.0000	0.67	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				6.777	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			121.8
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				6.467	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			376.0
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				13.244	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			497.8
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.010	% e (Hata Yüzdesi)			2.34
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.326	Sertlik (Fr)			30.83
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.090	rCa/rMg Oranı			1.96
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.483	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-2.15
SI d(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.336	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı			-2.08
Fo (Köpürme Katsayısı)				38.5	Si (mg / l)			6.952
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Na-MgCa - Mg - HCO ₃					B ⁺⁺⁺ (mg / l)			0.034



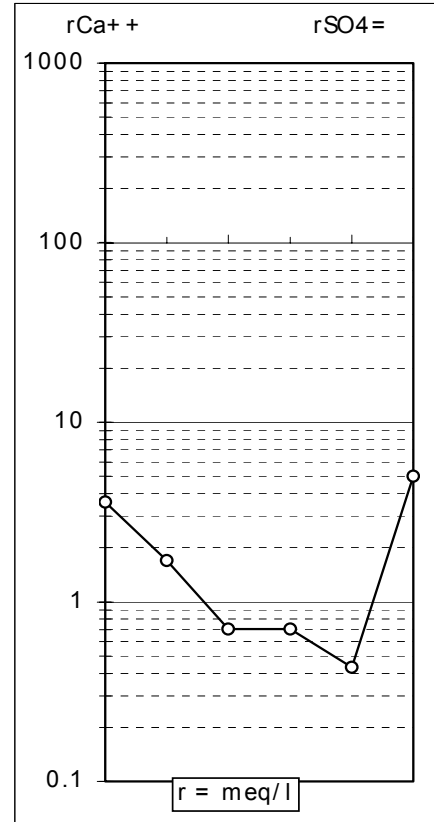
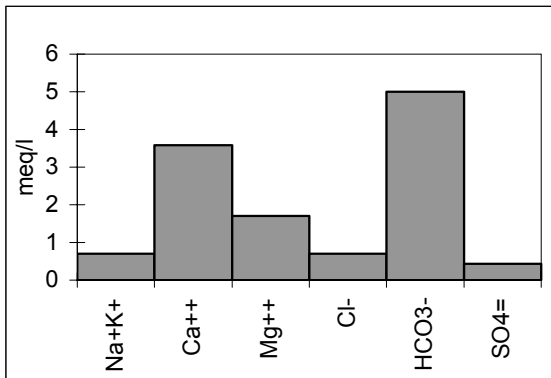
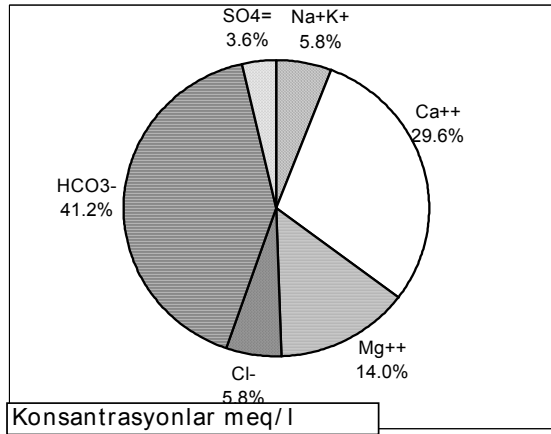
örnek 32						pH(-logH)		7.91
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		45
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	12.974	0.56	11.24	14.3	0.00056	0.0003	0.91	0.0005
K ⁺	0.706	0.02	0.36	0.8	0.00002	0.0000	0.91	0.0000
Ca ⁺⁺	59.271	2.96	58.88	65.1	0.00148	0.0030	0.70	0.0010
Mg ⁺⁺	18.030	1.48	29.52	19.8	0.00074	0.0015	0.71	0.0005
Cl ⁻	17.000	0.48	9.86	7.1	0.00048	0.0002	0.91	0.0004
HCO ₃ ⁻	156.200	2.56	52.67	64.9	0.00256	0.0013	0.91	0.0023
SO ₄ ⁼	33.700	0.70	14.44	14.0	0.00035	0.0007	0.69	0.0002
CO ₃ ⁼	33.600	1.12	23.04	14.0	0.00056	0.0011	0.69	0.0004
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				5.023	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			91.0
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				4.862	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			240.5
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				9.885	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			331.5
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.008	% e (Hata Yüzdesi)			1.63
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.379	Sertlik (Fr)			22.20
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.109	rCa/rMg Oranı			1.99
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.363	SIj (Jips Doygunluk İndeksi)			-1.99
SI _d (Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.212	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı)			-2.75
Fo (Köpürme Katsayısı)				36.4	Si (mg / l)			6.422
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Na-MgCa - Mg -HCO ₃ -CO ₃					B ⁺⁺⁺ (mg / l)			0.038



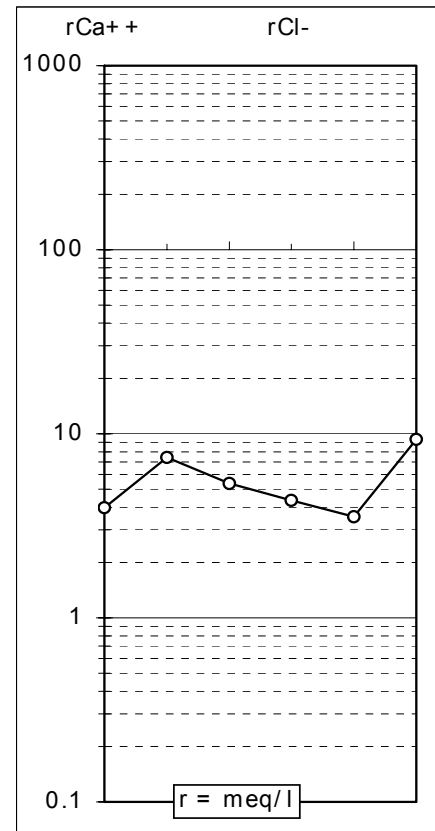
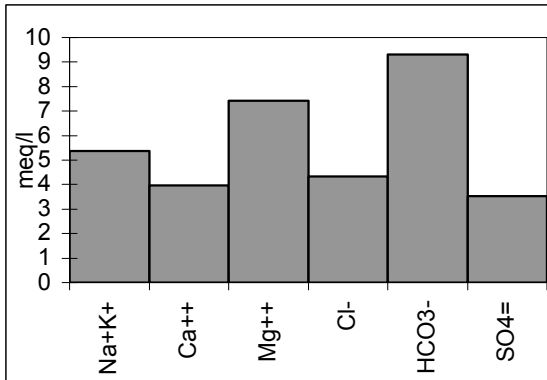
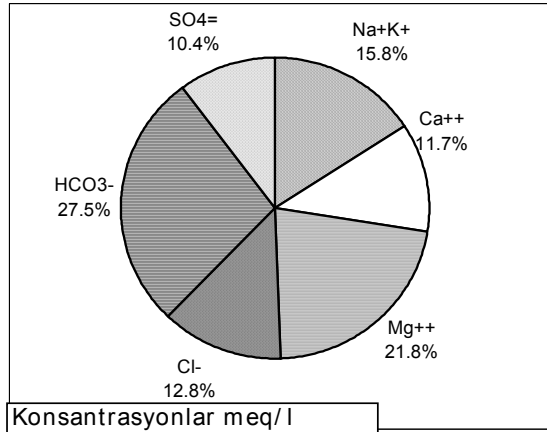
örnek 33						pH(-logH)		7.4
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		602
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	12.978	0.56	8.33	10.6	0.00056	0.0003	0.90	0.0005
K ⁺	1.400	0.04	0.53	1.1	0.00004	0.0000	0.90	0.0000
Ca ⁺⁺	83.823	4.18	61.74	68.5	0.00209	0.0042	0.68	0.0014
Mg ⁺⁺	24.224	1.99	29.40	19.8	0.00100	0.0020	0.69	0.0007
Cl ⁻	18.000	0.51	7.89	4.8	0.00051	0.0003	0.90	0.0005
HCO ₃ ⁻	331.800	5.44	84.57	88.9	0.00544	0.0027	0.90	0.0049
SO ₄ ⁼	23.300	0.49	7.55	6.2	0.00024	0.0005	0.66	0.0002
CO ₃ ⁼	0.000	0.00	0.00	0.0	0.00000	0.0000	0.67	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				6.775	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			122.4
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				6.432	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			373.1
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				13.207	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			495.5
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.010	% e (Hata Yüzdesi)			2.60
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.321	Sertlik (Fr)			30.87
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.086	rCa/rMg Oranı			2.10
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.313	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-2.03
SI _d (Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.151	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı)			-1.92
Fo (Köpürme Katsayısı)				37.8	Si (mg / l)			6.815
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Na-Mg Ca - Mg -HCO ₃					B ⁺⁺⁺ (mg / l)			0.069



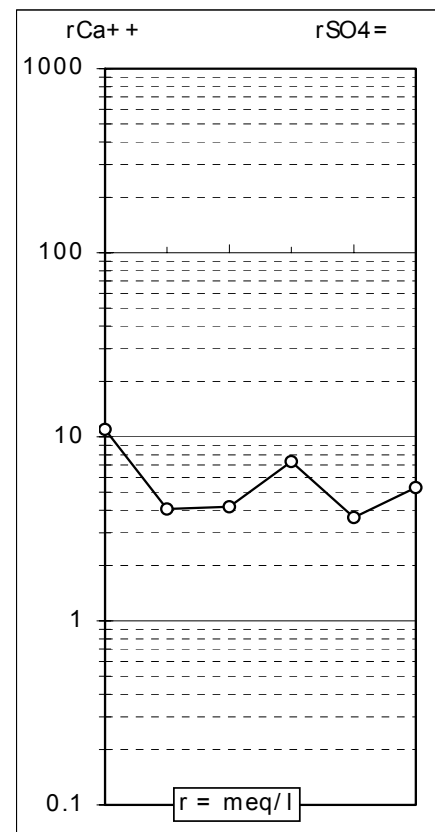
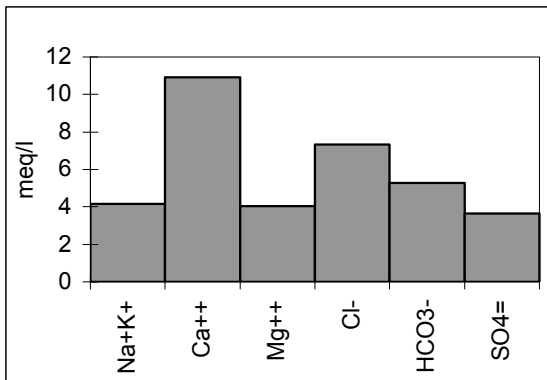
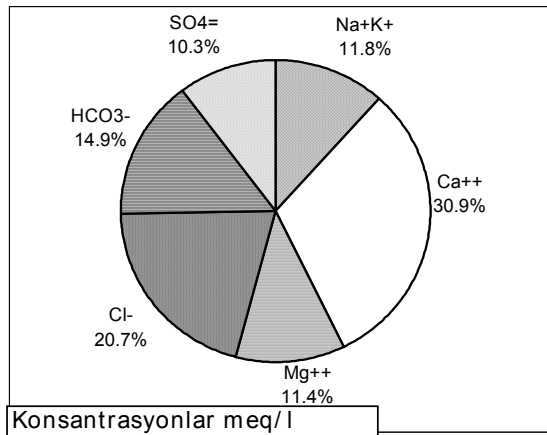
örnek 34						pH(-logH)		7.44
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		520
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	15.200	0.66	11.05	13.9	0.00066	0.0003	0.91	0.0006
K ⁺	1.765	0.05	0.76	1.6	0.00005	0.0000	0.90	0.0000
Ca ⁺⁺	71.794	3.58	59.87	65.6	0.00179	0.0036	0.69	0.0012
Mg ⁺⁺	20.615	1.70	28.33	18.8	0.00085	0.0017	0.70	0.0006
Cl ⁻	25.000	0.70	11.48	7.1	0.00070	0.0004	0.90	0.0006
HCO ₃ ⁻	305.000	5.00	81.46	86.9	0.00500	0.0025	0.91	0.0045
SO ₄ ⁼	20.800	0.43	7.06	5.9	0.00022	0.0004	0.68	0.0001
CO ₃ ⁼	0.000	0.00	0.00	0.0	0.00000	0.0000	0.68	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				5.984	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			109.4
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				6.138	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			350.8
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				12.122	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			460.2
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.009	% e (Hata Yüzdesi)			-1.27
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.407	Sertlik (Fr)			26.39
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.130	rCa/rMg Oranı			2.11
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.259	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-2.13
SIğ(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.095	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı)			-1.99
Fo (Köpürme Katsayısı)				44.5	Si (mg / l)			5.518
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Na-Mg			Ca - Mg -HCO ₃		B ⁺⁺⁺ (mg / l)			0.062



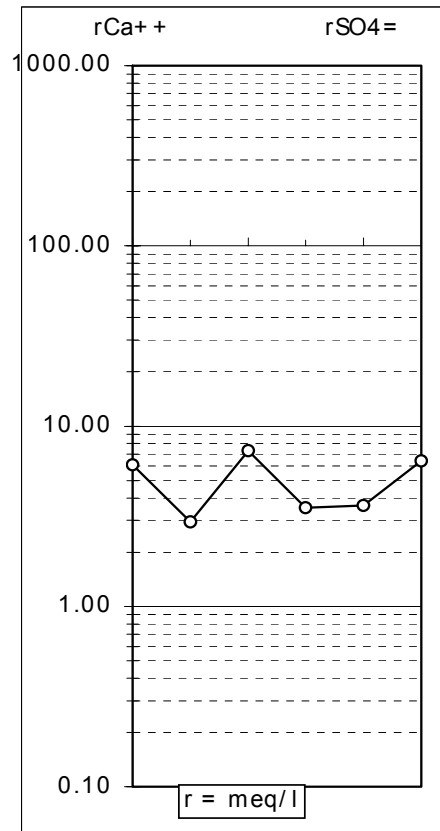
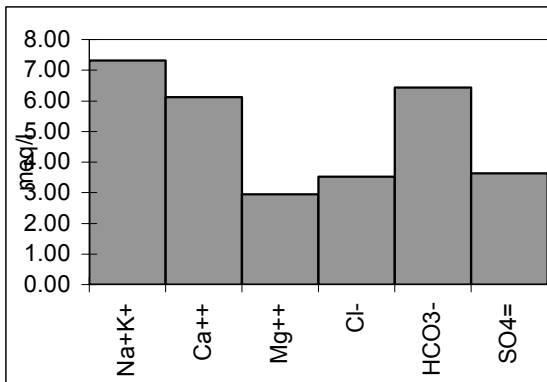
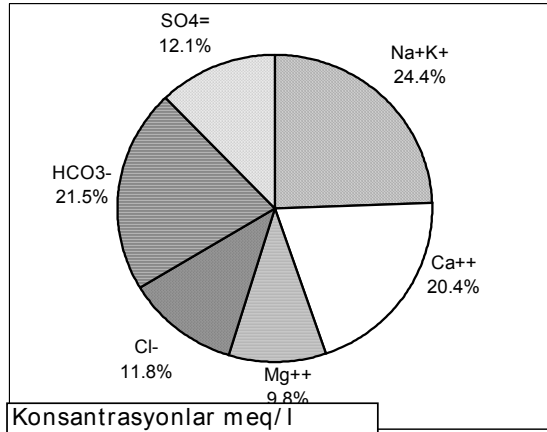
örnek 35						pH(-logH)		7.7
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		1587
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	122.324	5.32	31.80	41.7	0.00532	0.0027	0.86	0.0046
K ⁺	1.718	0.04	0.26	0.6	0.00004	0.0000	0.85	0.0000
Ca ⁺⁺	79.353	3.96	23.66	27.0	0.00198	0.0040	0.57	0.0011
Mg ⁺⁺	90.081	7.41	44.27	30.7	0.00370	0.0074	0.60	0.0022
Cl ⁻	154.000	4.34	25.25	17.3	0.00434	0.0022	0.85	0.0037
HCO ₃ ⁻	568.500	9.32	54.21	63.7	0.00932	0.0047	0.86	0.0080
SO ₄ ⁼	169.500	3.53	20.54	19.0	0.00177	0.0035	0.55	0.0010
CO ₃ ⁼	0.000	0.00	0.00	0.0	0.00000	0.0000	0.55	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				16.733	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			293.5
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				17.192	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			892.0
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				33.924	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1185.5
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.024	% e (Hata Yüzdesi)			-1.35
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				2.232	Sertlik (Fr)			56.84
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.338	rCa/rMg Oranı			0.53
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.729	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1.34
SIId(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.869	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı)			-2.01
Fo (Köpürme Katsayısı)				333.3	Si (mg / l)			10.648
Hidrokimyasal fasiyes tipi:				Mg-Na-Ca-HCO3-Cl-SO4	B ⁺⁺⁺ (mg / l)			0.093



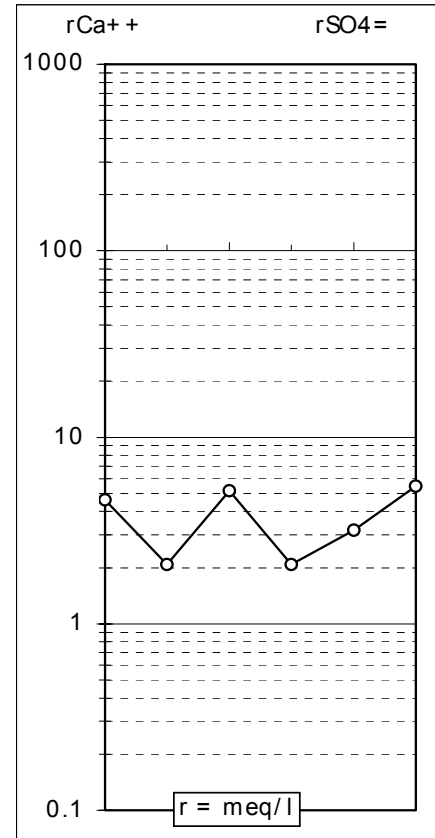
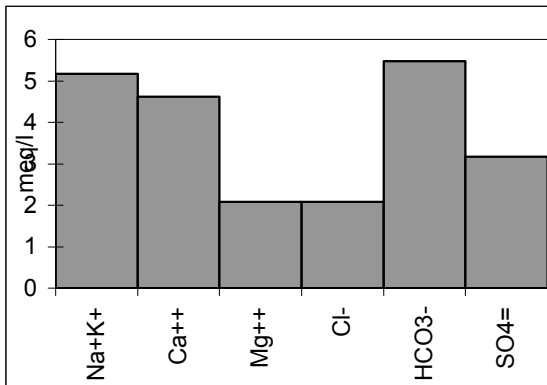
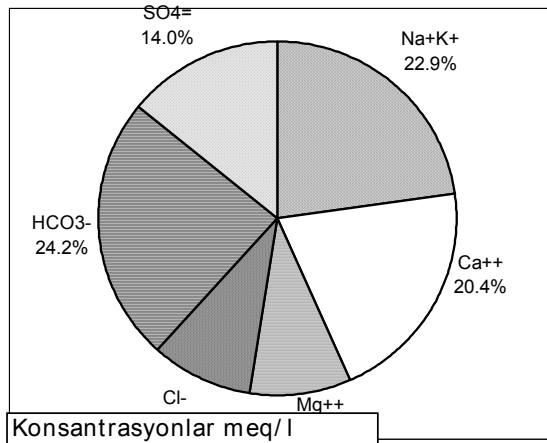
örnek 36						pH(-logH)		7.28
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		2030
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	94.629	4.12	21.48	25.9	0.00412	0.0021	0.85	0.0035
K ⁺	2.285	0.06	0.31	0.6	0.00006	0.0000	0.85	0.0000
Ca ⁺⁺	219.027	10.93	57.05	60.0	0.00546	0.0109	0.56	0.0031
Mg ⁺⁺	49.297	4.05	21.16	13.5	0.00203	0.0041	0.59	0.0012
Cl ⁻	260.000	7.33	45.10	34.4	0.00733	0.0037	0.85	0.0062
HCO ₃ ⁻	322.100	5.28	32.49	42.6	0.00528	0.0026	0.85	0.0045
SO ₄ ⁼	174.800	3.64	22.41	23.1	0.00182	0.0036	0.53	0.0010
CO ₃ ⁼	0.000	0.00	0.00	0.0	0.00000	0.0000	0.54	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				19.158	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			365.2
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				16.250	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			756.9
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				35.408	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1122.1
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.027	% e (Hata Yüzdesi)			8.21
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				1.504	Sertlik (Fr)			74.92
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.821	rCa/rMg Oranı			2.70
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.491	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-0.91
SIId(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.280	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı)			-1.84
Fo (Köpürme Katsayısı)				259.8	Si (mg / l)			12.686
Hidrokimyasal fasiyes tipi:				Ca-Na-Mg-Cl-HCO ₃ -SO ₄	B ⁺⁺⁺ (mg / l)			0.593



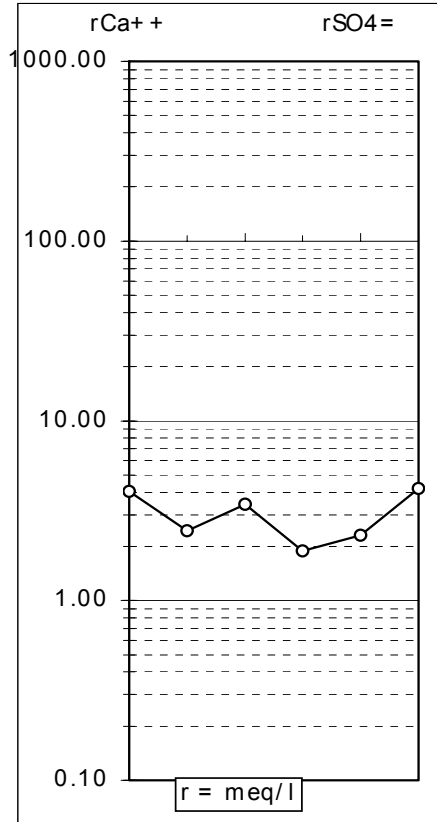
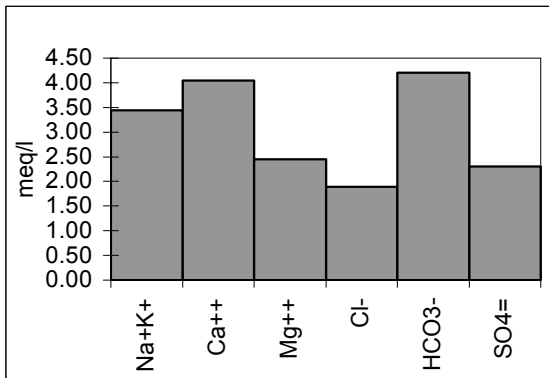
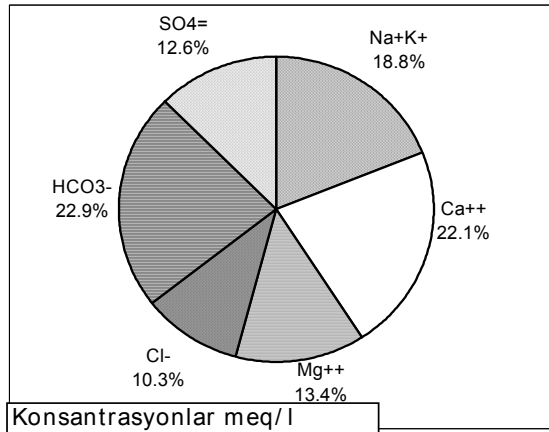
örnek 37						pH(-logH)		7.17
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		1600
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	164.735	7.17	43.76	50.1	0.00717	0.0036	0.87	0.0062
K ⁺	5.638	0.14	0.88	1.7	0.00014	0.0001	0.86	0.0001
Ca ⁺⁺	122.570	6.12	37.35	37.3	0.00306	0.0061	0.59	0.0018
Mg ⁺⁺	35.871	2.95	18.01	10.9	0.00147	0.0029	0.61	0.0009
Cl ⁻	125.000	3.52	25.91	18.1	0.00352	0.0018	0.86	0.0030
HCO ₃ ⁻	392.800	6.44	47.36	56.7	0.00644	0.0032	0.87	0.0056
SO ₄ ⁼	174.500	3.64	26.73	25.2	0.00182	0.0036	0.57	0.0010
CO ₃ ⁼	0.000	0.00	0.00	0.0	0.00000	0.0000	0.57	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				16.376	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			328.8
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				13.598	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			692.3
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				29.974	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1021.1
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.021	% e (Hata Yüzdesi)			9.27
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				3.366	Sertlik (Fr)			45.33
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.350	rCa/rMg Oranı			2.07
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.243	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1.12
SIId(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0.088	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı)			-1.63
Fo (Köpürme Katsayısı)				455.5	Si (mg / l)			15.897
Hidrokimyasal fasiyes tipi:				Na-Ca-HCO ₃ -SO ₄ -Cl	B ⁺⁺⁺ (mg / l)			3.299



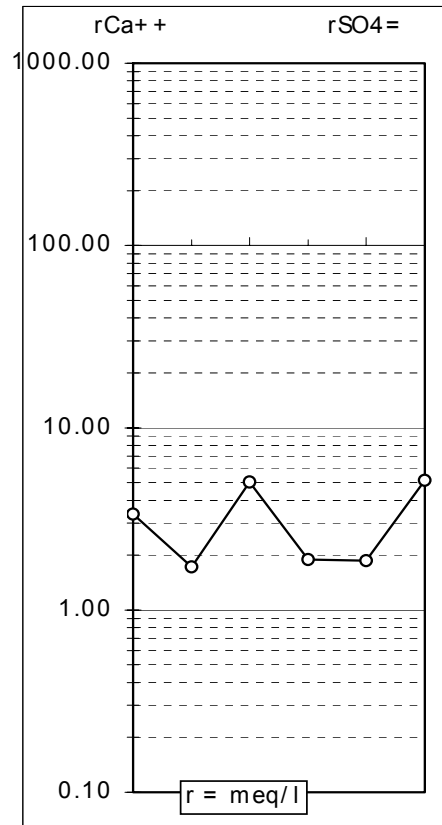
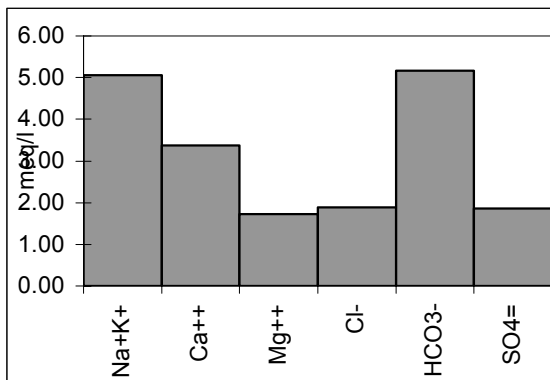
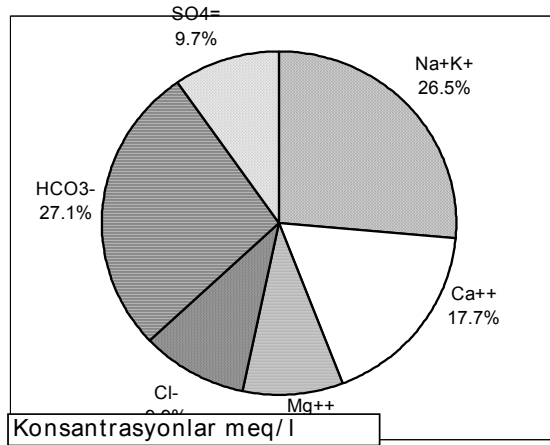
örnek 38						pH(-logH)		6.8
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		1121
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	107.119	4.66	39.23	43.7	0.00466	0.0023	0.88	0.0041
K ⁺	20.140	0.52	4.35	8.2	0.00052	0.0003	0.88	0.0005
Ca ⁺⁺	92.526	4.62	38.88	37.7	0.00231	0.0046	0.62	0.0014
Mg ⁺⁺	25.326	2.08	17.54	10.3	0.00104	0.0021	0.64	0.0007
Cl ⁻	74.000	2.09	19.41	13.2	0.00209	0.0010	0.88	0.0018
HCO3 ⁻	334.300	5.48	51.01	59.6	0.00548	0.0027	0.88	0.0048
SO4 ⁼	152.500	3.18	29.57	27.2	0.00159	0.0032	0.60	0.0010
CO3 ⁼	0.000	0.00	0.00	0.0	0.00000	0.0000	0.61	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				11.876	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			245.1
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				10.743	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			560.8
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				22.619	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			805.9
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.016	% e (Hata Yüzdesi)			5.01
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				2.546	Sertlik (Fr)			33.50
rCl / (rSO4+rHCO3+CO3) Oranı				0.241	rCa/rMg Oranı			2.22
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				-0.289	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1.25
SIğ(Dolomit Doygunluk İndeksi)				-0.460	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)			-1.33
Fo (Köpürme Katsayısı)				329.2	Si (mg / l)			15.422
Hidrokimyasal fasiyes tipi:				Na-Ca-HCO3-SO4	B ⁺⁺⁺ (mg / l)			2.004



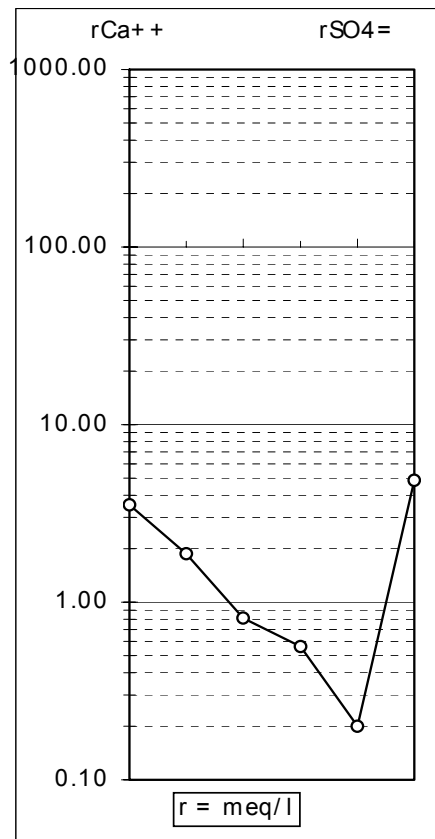
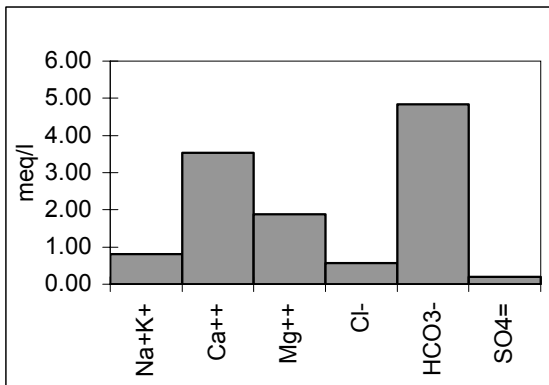
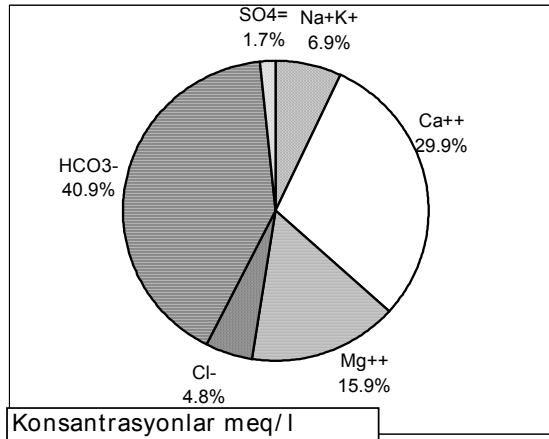
örnek 39						pH(-logH)		6.63
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		928
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	76.353	3.32	33.40	39.7	0.00332	0.0017	0.89	0.0030
K ⁺	4.807	0.12	1.24	2.5	0.00012	0.0001	0.89	0.0001
Ca ⁺⁺	81.108	4.05	40.70	42.2	0.00202	0.0040	0.64	0.0013
Mg ⁺⁺	29.823	2.45	24.66	15.5	0.00123	0.0025	0.66	0.0008
Cl ⁻	67.000	1.89	22.50	15.4	0.00189	0.0009	0.89	0.0017
HCO ₃ ⁻	256.200	4.20	50.04	59.1	0.00420	0.0021	0.89	0.0037
SO ₄ ⁼	110.600	2.30	27.45	25.5	0.00115	0.0023	0.62	0.0007
CO ₃ ⁼	0.000	0.00	0.00	0.0	0.00000	0.0000	0.63	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				9.944	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			192.1
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				8.393	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			433.8
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				18.337	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			625.9
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.014	% e (Hata Yüzdesi)			8.46
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				1.842	Sertlik (Fr)			32.50
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.290	rCa/rMg Oranı			1.65
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				-0.613	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1.41
SIğ(Dolomit Doygunluk İndeksi)				-0.721	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı)			-1.27
Fo (Köpürme Katsayısı)				215.5	Si (mg / l)			10.186
Hidrokimyasal fasiyes tipi:				Ca-Na-Mg-HCO ₃ -SO ₄	B ⁺⁺⁺ (mg / l)			0.489



örnek 40						pH(-logH)		6.82
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		946
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	111.098	4.83	47.57	53.3	0.00483	0.0024	0.89	0.0043
K ⁺	8.685	0.22	2.19	4.2	0.00022	0.0001	0.89	0.0002
Ca ⁺⁺	67.593	3.37	33.20	32.4	0.00169	0.0034	0.65	0.0011
Mg ⁺⁺	21.038	1.73	17.03	10.1	0.00087	0.0017	0.66	0.0006
Cl ⁻	67.000	1.89	21.20	14.2	0.00189	0.0009	0.89	0.0017
HCO ₃ ⁻	314.800	5.16	57.94	66.8	0.00516	0.0026	0.89	0.0046
SO ₄ ⁼	89.200	1.86	20.86	18.9	0.00093	0.0019	0.63	0.0006
CO ₃ ⁼	0.000	0.00	0.00	0.0	0.00000	0.0000	0.63	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				10.158	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			208.4
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				8.907	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			471.0
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				19.066	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			679.4
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.013	% e (Hata Yüzdesi)			6.56
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				3.025	Sertlik (Fr)			25.52
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.269	rCa/rMg Oranı			1.95
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				-0.409	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1.58
SIğ(Dolomit Doygunluk İndeksi)				-0.553	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı)			-1.37
Fo (Köpürme Katsayısı)				317.0	Si (mg / l)			22.536
Hidrokimyasal fasiyes tipi:				Na - Ca - HCO ₃	B ⁺⁺⁺ (mg / l)			2.139



örnek 41						pH(-logH)		7.29
Örnekleme Tarihi : 2004-2005				Lab. :	DEÜ Jeo.	EC(μmho/cm)		544
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	16.875	0.73	11.80	14.9	0.00073	0.0004	0.91	0.0007
K ⁺	3.021	0.08	1.25	2.7	0.00008	0.0000	0.91	0.0001
Ca ⁺⁺	70.792	3.53	56.78	62.4	0.00177	0.0035	0.69	0.0012
Mg ⁺⁺	22.824	1.88	30.17	20.1	0.00094	0.0019	0.71	0.0007
Cl ⁻	20.000	0.56	10.06	6.2	0.00056	0.0003	0.91	0.0005
HCO3 ⁻	295.200	4.84	86.37	90.9	0.00484	0.0024	0.91	0.0044
SO4 ⁼	9.600	0.20	3.57	3.0	0.00010	0.0002	0.68	0.0001
CO3 ⁼	0.000	0.00	0.00	0.0	0.00000	0.0000	0.68	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				6.221	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			113.5
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				5.603	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			324.8
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				11.824	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			438.3
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0.009	% e (Hata Yüzdesi)			5.23
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.446	Sertlik (Fr)			27.05
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0.112	rCa/rMg Oranı			1.88
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0.090	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-2.47
SIğ(Dolomit Doygunluk İndeksi)				-0.048	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı)			-1.86
Fo (Köpürme Katsayısı)				51.6	Si (mg / l)			6.720
Hidrokimyasal fasiyes tipi:			Ca - Mg - HCO3		B ⁺⁺⁺ (mg / l)			0.090



EK 2

ÖRNEK NO:7Na-HCO₃-Cl

0035

Temperature °C: Sample = 30,7

THERMOMETER Range	Calc Temp	Remarks	Reference

Amorphous Silica	-3		Fournier 1977 0-250
Cristobalite Alpha	69		Fournier 1977 0-250
Cristobalite Beta	21		Fournier 1977 0-250
Chalcedony	91		Fournier 1977 0-250
Quartz	120		Fournier 1977 0-250
Quartz steam loss	118		Fournier 1977 0-250
K/Mg	35		Giggenbach 1983
MG/LI	94		Kharaka 1989 0-350
NA/LI	217		Kharaka 1989 0-350
Na/Li Cl<10000 ppm	111		Fouillac 1981
Na/Li Cl<10000 ppm	110		Fouillac 1981
Na/K	163		Fournier 1973
Na/K	168		Truesdell 1976 100-275
Na/K	220		Fournier & Potter 19
Na/K	201		Fournier 1979 100-275
Na-K-Ca	180	Beta = 1/3	Fournier 1979 100-350
Na-K-Ca Mg corrected	44	R = 34,	Fournier 1979 100-350

ORNEK NO:13Ca-Na-Mg-HCO₃-C 0043

Temperature °C: Sample = 38,0

THERMOMETER Range	Calc Temp	Remarks	Reference

Amorphous Silica	-15		Fournier 1977 0-250
Cristobalite Alpha	55		Fournier 1977 0-250
Cristobalite Beta	8		Fournier 1977 0-250
Chalcedony	75		Fournier 1977 0-250
Quartz	105		Fournier 1977 0-250
Quartz steam loss	105		Fournier 1977 0-250
K/Mg	56		Giggenbach 1983
MG/LI	42		Kharaka 1989 0-350
NA/LI	190		Kharaka 1989 0-350
Na/Li Cl<10000 ppm	84		Fouillac 1981
Na/Li Cl<10000 ppm	88		Fouillac 1981
Na/K	152		Fournier 1973
Na/K	158		Truesdell 1976 100-275
Na/K	211		Fournier & Potter 19
Na/K	193		Fournier 1979 100-275
Na-K-Ca	145	Beta = 1/3	Fournier 1979 100-350
Na-K-Ca Mg corrected	47	R = 32,6	Fournier 1979 100-350

ÖRNEK NO:14Na-HCO₃-Cl

0023

Temperature °C: Sample = 126,5

THERMOMETER Range	Calc Temp	Remarks	Reference

Amorphous Silica	59		Fournier 1977 0-250
Cristobalite Alpha	139		Fournier 1977 0-250
Cristobalite Beta	89		Fournier 1977 0-250
Chalcedony	169		Fournier 1977 0-250
Quartz	188		Fournier 1977 0-250
Quartz steam loss	175		Fournier 1977 0-250
K/Mg	22		Giggenbach 1983
MG/LI	127		Kharaka 1989 0-350
NA/LI	212		Kharaka 1989 0-350
Na/Li Cl<10000 ppm	105		Fouillac 1981
Na/Li Cl<10000 ppm	106		Fouillac 1981
Na/K	137		Fournier 1973
Na/K	145		Truesdell 1976 100-275
Na/K	198		Fournier & Potter 19
Na/K	182		Fournier 1979 100-275

Na-K-Ca	177	Beta = 1/3	Fournier 1979	100-350
Na-K-Ca Mg corrected	110	R = 14,9	Fournier 1979	100-350

ÖRNEK NO:15Na-HCO₃-Cl 0024

Temperature °C: Sample = 99,0

THERMOMETER Range	Calc Temp	Remarks	Reference	

Amorphous Silica	35		Fournier 1977	0-250
Cristobalite Alpha	111		Fournier 1977	0-250
Cristobalite Beta	62		Fournier 1977	0-250
Chalcedony	138		Fournier 1977	0-250
Quartz	162		Fournier 1977	0-250
Quartz steam loss	153		Fournier 1977	0-250
K/Mg	28		Giggenbach 1983	
MG/LI	113		Kharaka 1989	0-350
NA/LI	215		Kharaka 1989	0-350
Na/Li Cl<10000 ppm	108		Fouillac 1981	
Na/Li Cl<10000 ppm	109		Fouillac 1981	
Na/K	135		Fournier 1973	
Na/K	142		Truesdell 1976	100-275
Na/K	196		Fournier & Potter 19	
Na/K	180		Fournier 1979	100-275
Na-K-Ca	170	Beta = 1/3	Fournier 1979	100-350
Na-K-Ca Mg corrected	81	R = 21,3	Fournier 1979	100-350

ÖRNEK NO:16Na-HCO₃-Cl 0025

Temperature °C: Sample = 122,0

THERMOMETER Range	Calc Temp	Remarks	Reference	

Amorphous Silica	53		Fournier 1977	0-250
Cristobalite Alpha	132		Fournier 1977	0-250
Cristobalite Beta	82		Fournier 1977	0-250
Chalcedony	160		Fournier 1977	0-250
Quartz	181		Fournier 1977	0-250
Quartz steam loss	169		Fournier 1977	0-250
K/Mg	21		Giggenbach 1983	
MG/LI	130		Kharaka 1989	0-350
NA/LI	213		Kharaka 1989	0-350
Na/Li Cl<10000 ppm	106		Fouillac 1981	
Na/Li Cl<10000 ppm	107		Fouillac 1981	
Na/K	140		Fournier 1973	
Na/K	147		Truesdell 1976	100-275
Na/K	200		Fournier & Potter 19	
Na/K	183		Fournier 1979	100-275
Na-K-Ca	178	Beta = 1/3	Fournier 1979	100-350
Na-K-Ca Mg corrected	119	R = 13,	Fournier 1979	100-350

ÖRNEK NO:17Na-HCO₃-Cl 0026

Temperature °C: Sample = 104,0

THERMOMETER Range	Calc Temp	Remarks	Reference	

Amorphous Silica	33		Fournier 1977	0-250
Cristobalite Alpha	110		Fournier 1977	0-250
Cristobalite Beta	60		Fournier 1977	0-250
Chalcedony	136		Fournier 1977	0-250
Quartz	160		Fournier 1977	0-250
Quartz steam loss	152		Fournier 1977	0-250
K/Mg	30		Giggenbach 1983	
MG/LI	110		Kharaka 1989	0-350
NA/LI	213		Kharaka 1989	0-350
Na/Li Cl<10000 ppm	107		Fouillac 1981	
Na/Li Cl<10000 ppm	108		Fouillac 1981	

Na/K	131		Fournier 1973	
Na/K	139		Truesdell 1976	100-275
Na/K	193		Fournier & Potter 19	
Na/K	177		Fournier 1979	100-275
Na-K-Ca	170	Beta = 1/3	Fournier 1979	100-350
Na-K-Ca Mg corrected	67	R = 25,5	Fournier 1979	100-350

ÖRNEK NO:18Na-HCO₃-Cl 0027

Temperature °C: Sample = 116,0

THERMOMETER Range	Calc Temp	Remarks	Reference

Amorphous Silica	46		Fournier 1977 0-250
Cristobalite Alpha	124		Fournier 1977 0-250
Cristobalite Beta	75		Fournier 1977 0-250
Chalcedony	152		Fournier 1977 0-250
Quartz	174		Fournier 1977 0-250
Quartz steam loss	163		Fournier 1977 0-250
K/Mg	23		Giggenbach 1983
MG/LI	123		Kharaka 1989 0-350
NA/LI	217		Kharaka 1989 0-350
Na/Li Cl<10000 ppm	111		Fouillac 1981
Na/Li Cl<10000 ppm	111		Fouillac 1981
Na/K	149		Fournier 1973
Na/K	155		Truesdell 1976 100-275
Na/K	208		Fournier & Potter 19
Na/K	191		Fournier 1979 100-275
Na-K-Ca	179	Beta = 1/3	Fournier 1979 100-350
Na-K-Ca Mg corrected	113	R = 14,3	Fournier 1979 100-350

ÖRNEK NO:22Na-HCO₃-Cl 0032

Temperature °C: Sample = 40,0

THERMOMETER Range	Calc Temp	Remarks	Reference

Amorphous Silica	-1		Fournier 1977 0-250
Cristobalite Alpha	72		Fournier 1977 0-250
Cristobalite Beta	24		Fournier 1977 0-250
Chalcedony	94		Fournier 1977 0-250
Quartz	122		Fournier 1977 0-250
Quartz steam loss	120		Fournier 1977 0-250
K/Mg	31		Giggenbach 1983
MG/LI	97		Kharaka 1989 0-350
NA/LI	215		Kharaka 1989 0-350
Na/Li Cl<10000 ppm	109		Fouillac 1981
Na/Li Cl<10000 ppm	109		Fouillac 1981
Na/K	145		Fournier 1973
Na/K	151		Truesdell 1976 100-275
Na/K	205		Fournier & Potter 19
Na/K	187		Fournier 1979 100-275
Na-K-Ca	167	Beta = 1/3	Fournier 1979 100-350
Na-K-Ca Mg corrected	77	R = 22,5	Fournier 1979 100-350

ÖRNEK NO:23Na-HCO₃-Cl-SO₄ 0002

Temperature °C: Sample = 132,0

THERMOMETER Range	Calc Temp	Remarks	Reference

Amorphous Silica	36		Fournier 1977 0-250
Cristobalite Alpha	113		Fournier 1977 0-250
Cristobalite Beta	64		Fournier 1977 0-250
Chalcedony	140		Fournier 1977 0-250
Quartz	164		Fournier 1977 0-250
Quartz steam loss	155		Fournier 1977 0-250
K/Mg	19		Giggenbach 1983

MG/LI	126		Kharaka 1989	0-350
NA/LI	210		Kharaka 1989	0-350
Na/Li Cl<10000 ppm	104		Fouillac 1981	
Na/Li Cl<10000 ppm	105		Fouillac 1981	
Na/K	149		Fournier 1973	
Na/K	156		Truesdell 1976	100-275
Na/K	209		Fournier & Potter 19	
Na/K	191		Fournier 1979	100-
275				
Na-K-Ca	185	Beta = 1/3	Fournier 1979	100-350
Na-K-Ca Mg corrected	121	R = 13,1	Fournier 1979	100-350

ÖRNEK NO:24Na-HCO₃-Cl-CO₃ 0006

Temperature °C: Sample = 135,0

THERMOMETER Range	Calc Temp	Remarks	Reference

Amorphous Silica	39		Fournier 1977 0-250
Cristobalite Alpha	116		Fournier 1977 0-250
Cristobalite Beta	67		Fournier 1977 0-250
Chalcedony	143		Fournier 1977 0-250
Quartz	166		Fournier 1977 0-250
Quartz steam loss	157		Fournier 1977 0-250
K/Mg	17		Giggenbach 1983
MG/LI	132		Kharaka 1989 0-350
NA/LI	211		Kharaka 1989 0-350
Na/Li Cl<10000 ppm	105		Fouillac 1981
Na/Li Cl<10000 ppm	106		Fouillac 1981
Na/K	154		Fournier 1973
Na/K	160		Truesdell 1976 100-275
Na/K	212		Fournier & Potter 19
Na/K	194		Fournier 1979 100-275
Na-K-Ca	184	Beta = 1/3	Fournier 1979 100-350
Na-K-Ca Mg corrected	142	R = 9,3	Fournier 1979 100-350

ÖRNEK NO:25Na-CO₃-Cl-SO₄ 0007

Temperature °C: Sample = 135,2

THERMOMETER Range	Calc Temp	Remarks	Reference

Amorphous Silica	38		Fournier 1977 0-250
Cristobalite Alpha	115		Fournier 1977 0-250
Cristobalite Beta	66		Fournier 1977 0-250
Chalcedony	142		Fournier 1977 0-250
Quartz	165		Fournier 1977 0-250
Quartz steam loss	156		Fournier 1977 0-250
K/Mg	17		Giggenbach 1983
MG/LI	132		Kharaka 1989 0-350
NA/LI	211		Kharaka 1989 0-350
Na/Li Cl<10000 ppm	105		Fouillac 1981
Na/Li Cl<10000 ppm	106		Fouillac 1981
Na/K	153		Fournier 1973
Na/K	160		Truesdell 1976 100-275
Na/K	212		Fournier & Potter 19
Na/K	194		Fournier 1979 100-275
Na-K-Ca	194	Beta = 1/3	Fournier 1979 100-350
Na-K-Ca Mg corrected	127	R = 12,6	Fournier 1979 100-350

ÖRNEK NO:26Na-HCO₃-Cl 0008

Temperature °C: Sample = 118,0

THERMOMETER Range	Calc Temp	Remarks	Reference

Amorphous Silica	25		Fournier 1977 0-250
Cristobalite Alpha	101		Fournier 1977 0-250

Cristobalite Beta	51		Fournier 1977	0-250
Chalcedony	126		Fournier 1977	0-250
Quartz	151		Fournier 1977	0-250
Quartz steam loss	144		Fournier 1977	0-250
K/Mg	27		Giggenbach 1983	
MG/LI	110		Kharaka 1989	0-350
NA/LI	218		Kharaka 1989	0-350
Na/Li Cl<10000 ppm	112		Fouillac 1981	
Na/Li Cl<10000 ppm	112		Fouillac 1981	
Na/K	152		Fournier 1973	
Na/K	158		Truesdell 1976	100-275
Na/K	211		Fournier & Potter 19	
Na/K	193		Fournier 1979	100-275
Na-K-Ca	177	Beta = 1/3	Fournier 1979	100-350
Na-K-Ca Mg corrected	88	R = 20,	Fournier 1979	100-350

ÖRNEK NO:27Na-HCO₃-Cl

0009

Temperature °C: Sample = 96,0

THERMOMETER Range	Calc Temp	Remarks	Reference

Amorphous Silica	3		Fournier 1977 0-250
Cristobalite Alpha	75		Fournier 1977 0-250
Cristobalite Beta	27		Fournier 1977 0-250
Chalcedony	98		Fournier 1977 0-250
Quartz	126		Fournier 1977 0-250
Quartz steam loss	123		Fournier 1977 0-250
K/Mg	28		Giggenbach 1983
MG/LI	109		Kharaka 1989 0-350
NA/LI	213		Kharaka 1989 0-350
Na/Li Cl<10000 ppm	107		Fouillac 1981
Na/Li Cl<10000 ppm	107		Fouillac 1981
Na/K	148		Fournier 1973
Na/K	155		Truesdell 1976 100-275
Na/K	208		Fournier & Potter 19
Na/K	190		Fournier 1979 100-275
Na-K-Ca	176	Beta = 1/3	Fournier 1979 100-350
Na-K-Ca Mg corrected	81	R = 21,7	Fournier 1979 100-350

ÖRNEK NO:28Na-HCO₃-Cl

0010

Temperature °C: Sample = 104,0

THERMOMETER Range	Calc Temp	Remarks	Reference

Amorphous Silica	9		Fournier 1977 0-250
Cristobalite Alpha	83		Fournier 1977 0-250
Cristobalite Beta	35		Fournier 1977 0-250
Chalcedony	107		Fournier 1977 0-250
Quartz	134		Fournier 1977 0-250
Quartz steam loss	130		Fournier 1977 0-250
K/Mg	26		Giggenbach 1983
MG/LI	108		Kharaka 1989 0-350
NA/LI	213		Kharaka 1989 0-350
Na/Li Cl<10000 ppm	107		Fouillac 1981
Na/Li Cl<10000 ppm	107		Fouillac 1981
Na/K	162		Fournier 1973
Na/K	167		Truesdell 1976 100-275
Na/K	219		Fournier & Potter 19
Na/K	201		Fournier 1979 100-275
Na-K-Ca	183	Beta = 1/3	Fournier 1979 100-350
Na-K-Ca Mg corrected	87	R = 20,5	Fournier 1979 100-350

EK 3

ÖRNEK NO:7

Element	Molalite	Mol
Al	3.340e-07	3.340e-07
Alkalinite	7.848e-03	7.848e-03
B	5.186e-04	5.186e-04
Ba	1.172e-07	1.172e-07
Br	4.398e-06	4.398e-06
Ca	6.522e-04	6.522e-04
Cl	3.615e-03	3.615e-03
Fe	1.614e-07	1.614e-07
K	6.907e-04	6.907e-04
Li	1.115e-03	1.115e-03
Mg	5.146e-04	5.146e-04
Mn	1.367e-05	1.367e-05
Na	1.419e-02	1.419e-02
S	1.212e-03	1.212e-03
Si	1.205e-03	1.205e-03
Sr	3.973e-06	3.973e-06
Zn	5.468e-07	5.468e-07

Türleştirmenin yapıldığı koşullar

pH = 6.610
 İyonlaşma Gücü = 1.787e-02
 Toplam CO₂ (mol/kg) = 1.135e-02
 Sıcaklık (°C) = 30.700
 Elektriksel Denge (eq) = 4.478e-03
 Toplam H = 1.110266e+02
 Toplam O = 5.554799e+01

Doygunluk İndeksleri

Faz	SI	log IAP	log KT	Formül
Al(OH) 3 (a)	-1.59	8.85	10.44	Al(OH) 3
Albite	0.36	4.80	4.44	NaAlSi3O8
Alunite	-0.82	-2.91	-2.09	KAl3(SO4) 2 (OH) 6
Anhydrite	-2.28	-6.66	-4.39	CaSO4
Anorthite	-3.00	21.61	24.61	CaAl2Si2O8
Aragonite	-0.93	-9.31	-8.37	CaCO3
Barite	-0.56	-10.45	-9.89	BaSO4
Ca-Montmorillonite	4.28	11.52	7.23	Ca0.165Al2.33Si3.67O10 (OH) 2
Calcite	-0.79	-9.31	-8.51	CaCO3
Celestite	-2.24	-8.89	-6.65	SrSO4
Chalcedony	0.57	-2.92	-3.49	SiO2
Chlorite(14A)	-9.11	57.18	66.30	Mg5Al2Si3O10 (OH) 8
Chrysotile	-8.40	23.11	31.51	Mg3Si2O5 (OH) 4
CO2(g)	-0.92	-19.06	-18.14	CO2
Dolomite	-1.50	-18.72	-17.22	CaMg (CO3) 2
Fe(OH) 3 (a)	-1.18	16.60	17.78	Fe(OH) 3
FeS (ppt)	-58.57	-95.31	-36.74	FeS
Gibbsite	1.05	8.85	7.80	Al(OH) 3
Goethite	4.71	16.60	11.89	FeOOH
Gypsum	-2.08	-6.67	-4.58	CaSO4:2H2O
H2(g)	-21.20	-21.22	-0.02	H2
H2S(g)	-60.49	-101.30	-40.80	H2S
Hausmannite	-14.60	45.04	59.65	Mn3O4
Hematite	11.86	33.20	21.34	Fe2O3
Illite	3.30	14.58	11.28	K0.6Mg0.25Al2.3Si3.5O10 (OH) 2
Jarosite-K	-8.67	20.35	29.02	KFe3 (SO4) 2 (OH) 6
K-feldspar	1.55	3.48	1.94	KAlSi3O8
K-mica	9.29	21.18	11.89	KAl3Si3O10 (OH) 2
Kaolinite	4.91	11.86	6.95	Al2Si2O5 (OH) 4
Mackinawite	-57.84	-95.31	-37.47	FeS
Manganite	-6.79	18.55	25.34	MnOOH
Melanterite	-8.29	-10.43	-2.14	FeSO4:7H2O
O2(g)	-38.80	42.44	81.24	O2
Pyrite	-91.41	-175.38	-83.97	FeS2
Pyrochroite	-7.26	7.94	15.20	Mn(OH) 2

Pyrolusite	-11.32	29.16	40.48	MnO ₂
Quartz	0.98	-2.92	-3.90	SiO ₂
Rhodochrosite	0.03	-11.12	-11.15	MnCO ₃
Sepiolite	-5.07	10.54	15.61	Mg ₂ Si ₃ O ₇ .5OH:3H ₂ O
Sepiolite (d)	-8.12	10.54	18.66	Mg ₂ Si ₃ O ₇ .5OH:3H ₂ O
Siderite	-2.15	-13.07	-10.92	FeCO ₃
SiO ₂ (a)	-0.25	-2.92	-2.67	SiO ₂
Smithsonite	-2.54	-12.60	-10.06	ZnCO ₃
Sphalerite	-50.51	-94.84	-44.33	ZnS
Strontianite	-2.25	-11.53	-9.28	SrCO ₃
Sulfur	-45.08	-80.08	-34.99	S
Talc	-3.48	17.28	20.76	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂
Willemite	-4.87	10.01	14.87	Zn ₂ SiO ₄
Witherite	-4.53	-13.09	-8.56	BaCO ₃
Zn (OH) ₂ (e)	-5.04	6.46	11.50	Zn (OH) ₂

ÖRNEK NO:13

Element	Molalite	Mol
Al	4.081e-07	4.081e-07
Alkalinite	5.243e-03	5.243e-03
B	2.037e-04	2.037e-04
Ba	2.624e-08	2.624e-08
Br	4.797e-06	4.797e-06
Ca	2.914e-03	2.914e-03
Cl	2.964e-03	2.964e-03
F	4.309e-06	4.309e-06
Fe	1.613e-07	1.613e-07
K	2.296e-04	2.296e-04
Li	2.662e-04	2.662e-04
Mg	1.469e-03	1.469e-03
Mn	8.927e-09	8.927e-09
Na	5.261e-03	5.261e-03
S	1.066e-03	1.066e-03
Si	8.945e-04	8.945e-04
Sr	9.369e-06	9.369e-06
Zn	1.853e-07	1.853e-07

Türleştirmenin yapıldığı koşullar

pH = 7.200
 İyonlaşma Gücü = 1.634e-02
 Toplam CO₂ (mol/kg) = 5.765e-03
 Sıcaklık (°C) = 38.000
 Elektriksel Denge (eq) = 4.195e-03
 Toplam H = 1.110218e+02
 Toplam O = 5.553141e+01

Doygunluk İndeksleri

Faz	SI	log IAP	log KT	Formül
Al (OH) ₃ (a)	-2.27	7.72	9.99	Al (OH) ₃
Albite	-0.73	3.44	4.17	NaAlSi ₃ O ₈
Alunite	-5.88	-8.81	-2.94	KAl ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆
Anhydrite	-1.69	-6.13	-4.44	CaSO ₄
Anorthite	-2.45	20.94	23.39	CaAl ₂ Si ₂ O ₈
Aragonite	0.24	-8.19	-8.43	CaCO ₃
Barite	-1.41	-11.21	-9.79	BaSO ₄
Ca-Montmorillonite	2.14	8.71	6.57	Ca _{0.165} Al _{2.33} Si _{3.67} O ₁₀ (OH) ₂
Calcite	0.38	-8.19	-8.56	CaCO ₃
Celestite	-1.96	-8.64	-6.68	SrSO ₄
Chalcedony	0.36	-3.05	-3.41	SiO ₂
Chlorite (14A)	-0.95	62.79	63.74	Mg ₅ Al ₂ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₈
Chrysotile	-2.85	27.80	30.65	Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) ₄
CO ₂ (g)	-1.65	-19.79	-18.14	CO ₂
Dolomite	0.70	-16.68	-17.38	CaMg (CO ₃) ₂
Fe (OH) ₃ (a)	-0.07	17.54	17.61	Fe (OH) ₃

FeS(ppt)	-65.27	-100.99	-35.72	FeS
Fluorite	-3.25	-13.72	-10.47	CaF2
Gibbsite	0.31	7.72	7.41	Al(OH)3
Goethite	5.82	17.54	11.72	FeOOH
Gypsum	-1.54	-6.13	-4.59	CaSO4:2H2O
H2(g)	-22.36	-22.40	-0.04	H2
H2S(g)	-67.56	-107.33	-39.78	H2S
Hausmannite	-17.70	40.25	57.95	Mn3O4
Hematite	14.59	35.09	20.49	Fe2O3
Illite	1.44	12.01	10.57	K0.6Mg0.25Al2.3Si3.5O10(OH)2
Jarosite-K	-7.34	20.66	28.00	KFe3(SO4)2(OH)6
K-feldspar	0.33	2.07	1.75	KAlSi3O8
K-mica	6.63	17.51	10.88	KAl3Si3O10(OH)2
Kaolinite	2.99	9.34	6.35	Al2Si2O5(OH)4
Mackinawite	-64.54	-100.99	-36.46	FeS
Manganite	-8.19	17.15	25.34	MnOOH
Melanterite	-9.33	-11.39	-2.07	FeSO4:7H2O
O2(g)	-34.14	44.80	78.94	O2
Pyrite	-104.18	-185.93	-81.75	FeS2
Pyrochroite	-9.25	5.95	15.20	Mn(OH)2
Pyrolusite	-11.04	28.35	39.39	MnO2
Quartz	0.75	-3.05	-3.80	SiO2
Rhodochrosite	-2.67	-13.84	-11.17	MnCO3
Sepiolite	-1.98	13.45	15.43	Mg2Si3O7.5OH:3H2O
Sepiolite(d)	-5.21	13.45	18.66	Mg2Si3O7.5OH:3H2O
Siderite	-2.48	-13.45	-10.97	FeCO3
SiO2(a)	-0.44	-3.05	-2.61	SiO2
Smithsonite	-2.52	-12.65	-10.13	ZnCO3
Sphalerite	-57.03	-100.20	-43.17	ZnS
Strontianite	-1.38	-10.69	-9.30	SrCO3
Sulfur	-50.89	-84.93	-34.05	S
Talc	1.73	21.71	19.98	Mg3Si4O10(OH)2
Willemite	-3.09	11.22	14.31	Zn2SiO4
Witherite	-4.70	-13.26	-8.57	BaCO3
Zn(OH)2(e)	-4.37	7.13	11.50	Zn(OH)2

ÖRNEK NO:14

Element	Molalite	Mol
Al	2.711e-06	2.711e-06
Alkalinite	1.126e-02	1.126e-02
B	1.307e-03	1.307e-03
Ba	1.016e-06	1.016e-06
Br	4.991e-06	4.991e-06
Ca	5.240e-04	5.240e-04
Cl	7.037e-03	7.037e-03
F	2.431e-06	2.431e-06
Fe	1.041e-05	1.041e-05
K	8.737e-04	8.737e-04
Li	1.677e-03	1.677e-03
Mg	1.681e-04	1.681e-04
Mn	6.908e-07	6.908e-07
Na	2.313e-02	2.313e-02
S	1.949e-03	1.949e-03
Si	3.771e-03	3.771e-03
Sr	6.249e-06	6.249e-06
Zn	9.886e-07	9.886e-07

Türleştirmenin yapıldığı koşullar

pH = 7.750
 İyonlaşma Gücü = 2.558e-02
 Toplam CO₂ (mol/kg) = 1.062e-02
 Sıcaklık (°C) = 126.500
 Elektriksel Denge (eq) = 4.900e-03
 Toplam H = 1.110406e+02
 Toplam O = 5.556449e+01

Doygunluk İndeksleri

<i>Faz</i>	<i>SI</i>		<i>log IAP</i>	<i>log KT</i>	<i>Formül</i>
Al (OH) 3 (a)	-4.22	1.64	5.87		Al (OH) 3
Albite	-1.55	0.31	1.86		NaAlSi3O8
Alunite	-16.92	-27.67	-10.75		KAl3(SO4)2(OH) 6
Anhydrite	-1.04	-6.91	-5.86		CaSO4
Anorthite	-2.45	10.08	12.53		CaAl2Si2O8
Aragonite	1.20	-8.42	-9.62		CaCO3
Barite	-0.16	-9.77	-9.61		BaSO4
Ca-Montmorillonit	-4.13	-3.24	0.89		Ca0.165Al2.33Si3.67O10(OH) 2
Calcite	1.28	-8.42	-9.70		CaCO3
Celestine	-1.47	-9.17	-7.70		SrSO4
Chalcedony	0.22	-2.45	-2.67		SiO2
Chlorite(14A)	11.35	51.52	40.18		Mg5Al2Si3O10(OH) 8
Chrysotile	5.74	28.45	22.71		Mg3Si2O5(OH) 4
CO2(g)	-1.22	-20.11	-18.89		CO2
Dolomite	1.43	-17.41	-18.85		CaMg(CO3) 2
Fe(OH) 3 (a)	-2.29	13.82	16.11		Fe(OH) 3
FeS(ppt)	-84.16	-110.53	-26.37		FeS
Fluorite	-5.08	-15.23	-10.15		CaF2
Gibbsite	-2.22	1.64	3.87		Al (OH) 3
Goethite	3.60	13.82	10.22		FeOOH
Gypsum	-1.88	-6.91	-5.03		CaSO4·2H2O
H2(g)	-23.25	-23.50	-0.25		H2
H2S(g)	-82.29	-112.60	-30.31		H2S
Hausmannite	6.83	49.13	42.30		Mn3O4
Hematite	14.95	27.63	12.69		Fe2O3
Illite	-3.77	0.74	4.51		K0.6Mg0.25Al2.3Si3.5O10(OH) 2
Jarosite-K	-9.77	8.85	18.62		KFe3(SO4)2(OH) 6
K-feldspar	-1.32	-1.11	0.21		KAlSi3O8
K-mica	0.52	2.17	1.65		KAl3Si3O10(OH) 2
Kaolinite	-2.48	-1.62	0.86		Al2Si2O5(OH) 4
Mackinawite	-83.43	-110.53	-27.10		FeS
Manganite	-5.05	20.29	25.34		MnOOH
Melanterite	-14.98	-16.53	-1.56		FeSO4·7H2O
O2(g)	-10.69	47.00	57.68		O2
Pyrite	-138.34	-199.63	-61.28		FeS2
Pyrochroite	-6.66	8.54	15.20		Mn(OH) 2
Pyrolusite	2.78	32.04	29.26		MnO2
Quartz	0.41	-2.45	-2.87		SiO2
Rhodochrosite	-0.18	-11.57	-11.40		MnCO3
Sepiolite	1.12	14.88	13.77		Mg2Si3O7.5OH:3H2O
Sepiolite(d)	-3.78	14.88	18.66		Mg2Si3O7.5OH:3H2O
Siderite	-6.70	-18.05	-11.35		FeCO3
SiO2(a)	-0.36	-2.45	-2.09		SiO2
Smithsonite	-1.39	-12.20	-10.81		ZnCO3
Sphalerite	-72.14	-104.68	-32.54		ZnS
Strontianite	-0.38	-10.69	-10.30		SrCO3
Sulfur	-63.75	-89.10	-25.35		S
Talc	10.78	23.55	12.77		Mg3Si4O10(OH) 2
Willemite	4.26	13.38	9.12		Zn2SiO4
Witherite	-1.97	-11.29	-9.32		BaCO3
Zn(OH) 2 (e)	-3.58	7.92	11.50		Zn(OH) 2

ÖRNEK NO:15

<u>Element</u>	<u>Molalite</u>	<u>Mol</u>
Al	1.114e-06	1.114e-06
Alkalinite	9.895e-03	9.895e-03
B	9.264e-04	9.264e-04
Ba	8.473e-07	8.473e-07
Br	3.272e-06	3.272e-06
Ca	5.964e-04	5.964e-04
Cl	4.831e-03	4.831e-03
F	2.673e-06	2.673e-06
Fe	3.749e-06	3.749e-06
K	6.754e-04	6.754e-04

Li	1.400e-03	1.400e-03
Mg	2.535e-04	2.535e-04
Mn	8.855e-07	8.855e-07
Na	1.844e-02	1.844e-02
S	1.619e-03	1.619e-03
Si	2.525e-03	2.525e-03
Sr	6.294e-06	6.294e-06
Zn	1.118e-07	1.118e-07

Türleştirmenin yapıldığı koşullar

pH = 7.450
 İyonlaşma Gücü = 2.140e-02
 Toplam CO₂ (mol/kg) = 1.029e-02
 Sıcaklık (°C) = 99.000
 Elektriksel Denge (eq) = 4.269e-03
 Toplam H = 1.110346e+02
 Toplam O = 5.555576e+01

Doygunluk İndeksleri

Faz **SI** **log IAP** **log KT** **Formül**

Al(OH)3(a)	-3.77	3.17	6.94	Al(OH)3
Albite	-1.43	0.99	2.42	NaAlSi3O8
Alunite	-13.64	-22.36	-8.72	KAl3(SO4)2(OH)6
Anhydrite	-1.47	-6.77	-5.30	CaSO4
Anorthite	-2.87	12.40	15.27	CaAl2Si2O8
Aragonite	0.71	-8.44	-9.15	CaCO3
Barite	-0.19	-9.72	-9.53	BaSO4
Ca-Montmorillonit	-2.59	-0.32	2.27	Ca0.165Al2.33Si3.67O10(OH)2
Calcite	0.81	-8.44	-9.25	CaCO3
Celestite	-1.80	-8.95	-7.15	SrSO4
Chalcedony	0.26	-2.61	-2.86	SiO2
Chlorite(14A)	6.40	52.70	46.30	Mg5Al2Si3O10(OH)8
Chrysotile	2.50	27.29	24.79	Mg3Si2O5(OH)4
CO2(g)	-1.16	-19.71	-18.55	CO2
Dolomite	1.15	-17.31	-18.47	CaMg(CO3)2
Fe(OH)3(a)	-1.50	15.00	16.50	Fe(OH)3
FeS(ppt)	-77.29	-106.09	-28.80	FeS
Fluorite	-4.79	-14.96	-10.17	CaF2
Gibbsite	-1.62	3.17	4.79	Al(OH)3
Goethite	4.39	15.00	10.61	FeOOH
Gypsum	-1.93	-6.78	-4.85	CaSO4·2H2O
H2(g)	-22.70	-22.90	-0.20	H2
H2S(g)	-76.87	-109.64	-32.77	H2S
Hausmannite	1.13	47.50	46.36	Mn3O4
Hematite	15.28	30.00	14.71	Fe2O3
Illite	-2.59	3.40	5.99	K0.6Mg0.25Al2.3Si3.5O10(OH)2
Jarosite-K	-7.94	13.12	21.06	KFe3(SO4)2(OH)6
K-feldspar	-1.01	-0.45	0.57	KAlSi3O8
K-mica	1.85	5.90	4.05	KAl3Si3O10(OH)2
Kaolinite	-1.16	1.13	2.29	Al2Si2O5(OH)4
Mackinawite	-76.56	-106.09	-29.53	FeS
Manganite	-5.69	19.65	25.34	MnOOH
Melanterite	-12.84	-14.49	-1.65	FeSO4·7H2O
O2(g)	-17.41	45.80	63.21	O2
Pyrite	-126.23	-192.83	-66.60	FeS2
Pyrochroite	-7.00	8.20	15.20	Mn(OH)2
Pyrolusite	-0.79	31.10	31.89	MnO2
Quartz	0.50	-2.61	-3.11	SiO2
Rhodochrosite	-0.17	-11.51	-11.34	MnCO3
Sepiolite	-0.35	13.85	14.20	Mg2Si3O7.5OH:3H2O
Sepiolite(d)	-4.81	13.85	18.66	Mg2Si3O7.5OH:3H2O
Siderite	-4.91	-16.16	-11.25	FeCO3
SiO2(a)	-0.38	-2.61	-2.22	SiO2
Smithsonite	-2.20	-12.83	-10.64	ZnCO3
Sphalerite	-67.47	-102.77	-35.30	ZnS
Strontianite	-0.72	-10.61	-9.89	SrCO3
Sulfur	-59.13	-86.74	-27.61	S

Talc	7.44	22.08	14.64	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂
Willemite	0.67	11.14	10.47	Zn ₂ SiO ₄
Witherite	-2.36	-11.39	-9.02	BaCO ₃
Zn(OH) ₂ (e)	-4.63	6.87	11.50	Zn(OH) ₂

ÖRNEK NO:16

Element	Molalite	Mol
Al	2.525e-06	2.525e-06
Alkalinite	1.030e-02	1.030e-02
B	1.344e-03	1.344e-03
Ba	1.089e-06	1.089e-06
Br	4.639e-06	4.639e-06
Ca	5.391e-04	5.391e-04
Cl	6.641e-03	6.641e-03
F	2.647e-06	2.647e-06
Fe	1.064e-05	1.064e-05
K	8.926e-04	8.926e-04
Li	1.703e-03	1.703e-03
Mg	1.480e-04	1.480e-04
Mn	6.995e-07	6.995e-07
Na	2.312e-02	2.312e-02
S	1.631e-03	1.631e-03
Si	3.410e-03	3.410e-03
Sr	6.714e-06	6.714e-06
Zn	1.828e-06	1.828e-06

Türleştirmenin yapıldığı koşullar

pH = 8.150
 İyonlaşma Gücü = 2.397e-02
 Toplam CO₂ (mol/kg) = 8.265e-03
 Sıcaklık (°C) = 122.000
 Elektriksel Denge (eq) = 6.918e-03
 Toplam H = 1.110365e+02
 Toplam O = 5.555532e+01

Doygunluk İndeksleri

Faz	SI	log IAP	log KT	Formül
Al(OH) ₃ (a)	-4.57	1.46	6.03	Al(OH) ₃
Albite	-1.67	0.27	1.95	NaAlSi ₃ O ₈
Alunite	-19.09	-29.53	-10.44	KAl ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆
Anhydrite	-1.23	-6.99	-5.77	CaSO ₄
Anorthite	-2.62	10.32	12.95	CaAl ₂ Si ₂ O ₈
Aragonite	1.39	-8.15	-9.53	CaCO ₃
Barite	-0.13	-9.73	-9.59	BaSO ₄
Ca-Montmorillonit	-4.94	-3.84	1.10	Ca _{0.165} Al _{2.33} Si _{3.67} O ₁₀ (OH) ₂
Calcite	1.48	-8.15	-9.62	CaCO ₃
Celestite	-1.52	-9.10	-7.58	SrSO ₄
Chalcedony	0.17	-2.53	-2.70	SiO ₂
Chlorite(14A)	13.56	54.68	41.12	Mg ₅ Al ₂ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₈
Chrysotile	7.52	30.55	23.03	Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) ₄
CO ₂ (g)	-1.79	-20.62	-18.83	CO ₂
Dolomite	1.89	-16.89	-18.79	CaMg(CO ₃) ₂
Fe(OH) ₃ (a)	-2.36	13.81	16.17	Fe(OH) ₃
FeS(ppt)	-88.26	-115.00	-26.74	FeS
Fluorite	-5.02	-15.17	-10.15	CaF ₂
Gibbsite	-2.55	1.46	4.01	Al(OH) ₃
Goethite	3.53	13.81	10.28	FeOOH
Gypsum	-2.00	-6.99	-4.99	CaSO ₄ ·2H ₂ O
H ₂ (g)	-24.06	-24.30	-0.24	H ₂
H ₂ S(g)	-85.97	-116.66	-30.69	H ₂ S
Hausmannite	9.00	51.92	42.92	Mn ₃ O ₄
Hematite	14.62	27.62	13.00	Fe ₂ O ₃
Illite	-4.27	0.46	4.73	K _{0.6} Mg _{0.25} Al _{2.35} Si _{3.50} O ₁₀ (OH) ₂

Jarosite-K	-11.48	7.51	19.00	KFe ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆
K-feldspar	-1.39	-1.13	0.26	KAlSi ₃ O ₈
K-mica	-0.23	1.79	2.02	KAl ₃ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₂
Kaolinite	-3.23	-2.15	1.08	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄
Mackinawite	-87.53	-115.00	-27.48	FeS
Manganite	-3.98	21.36	25.34	MnOOH
Melanterite	-16.24	-17.81	-1.57	FeSO ₄ ·7H ₂ O
O ₂ (g)	-9.94	48.60	58.54	O ₂
Pyrite	-145.26	-207.36	-62.10	FeS ₂
Pyrochroite	-5.99	9.21	15.20	Mn(OH) ₂
Pyrolusite	3.84	33.51	29.66	MnO ₂
Quartz	0.37	-2.53	-2.90	SiO ₂
Rhodochrosite	-0.02	-11.41	-11.39	MnCO ₃
Sepiolite	2.31	16.14	13.83	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O
Sepiolite(d)	-2.52	16.14	18.66	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O
Siderite	-7.62	-18.96	-11.34	FeCO ₃
SiO ₂ (a)	-0.42	-2.53	-2.11	SiO ₂
Smithsonite	-1.19	-11.97	-10.78	ZnCO ₃
Sphalerite	-75.05	-108.01	-32.96	ZnS
Strontianite	-0.02	-10.26	-10.23	SrCO ₃
Sulfur	-66.66	-92.36	-25.70	S
Talc	12.42	25.48	13.06	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂
Willemite	5.43	14.76	9.33	Zn ₂ SiO ₄
Witherite	-1.61	-10.88	-9.27	BaCO ₃
Zn(OH) ₂ (e)	-2.85	8.65	11.50	Zn(OH) ₂

ÖRNEK NO:17

Element	Molalite	Mol
Al	1.039e-06	1.039e-06
Alkalinite	9.414e-03	9.414e-03
B	9.820e-04	9.820e-04
Ba	9.206e-07	9.206e-07
Br	3.635e-06	3.635e-06
Ca	5.426e-04	5.426e-04
Cl	5.000e-03	5.000e-03
F	2.815e-06	2.815e-06
Fe	4.036e-06	4.036e-06
K	6.665e-04	6.665e-04
Li	1.408e-03	1.408e-03
Mg	2.998e-04	2.998e-04
Mn	8.477e-07	8.477e-07
Na	1.886e-02	1.886e-02
S	1.688e-03	1.688e-03
Si	2.457e-03	2.457e-03
Sr	5.320e-06	5.320e-06
Zn	5.363e-08	5.363e-08

Türleştirmenin yapıldığı koşullar

pH = 7.850
 İyonlaşma Gücü = 2.126e-02
 Toplam CO₂ (mol/kg) = 8.883e-03
 Sıcaklık (°C) = 104.000
 Elektriksel Denge (eq) = 4.845e-03
 Toplam H = 1.110332e+02
 Toplam O = 5.555220e+01

Doygunluk İndeksleri

Faz	SI	log IAP	log KT	Formül
Al(OH) ₃ (a)	-4.30	2.43	6.73	Al(OH) ₃
Albite	-1.75	0.56	2.31	NaAlSi ₃ O ₈
Alunite	-16.66	-25.77	-9.12	KAl ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆
Anhydrite	-1.46	-6.85	-5.40	CaSO ₄
Anorthite	-3.18	11.56	14.74	CaAl ₂ Si ₂ O ₈

Aragonite	1.02	-8.21	-9.23	CaCO ₃
Barite	-0.15	-9.68	-9.54	BaSO ₄
Ca-Montmorillonit	-4.04	-2.04	2.00	Ca _{0.165} Al _{2.33} Si _{3.67} O ₁₀ (OH) ₂
Calcite	1.12	-8.21	-9.33	CaCO ₃
Celestite	-1.81	-9.03	-7.22	SrSO ₄
Chalcedony	0.19	-2.64	-2.83	SiO ₂
Chlorite(14A)	10.21	55.33	45.12	Mg ₅ Al ₂ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₈
Chrysotile	5.37	29.76	24.39	Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) ₄
CO ₂ (g)	-1.57	-20.18	-18.61	CO ₂
Dolomite	1.83	-16.71	-18.54	CaMg(CO ₃) ₂
Fe(OH) ₃ (a)	-1.82	14.60	16.42	Fe(OH) ₃
FeS(ppt)	-82.54	-110.87	-28.33	FeS
Fluorite	-4.85	-15.01	-10.16	CaF ₂
Gibbsite	-2.18	2.43	4.61	Al(OH) ₃
Goethite	4.07	14.60	10.53	FeOOH
Gypsum	-1.98	-6.86	-4.88	CaSO ₄ ·2H ₂ O
H ₂ (g)	-23.49	-23.70	-0.21	H ₂
H ₂ S(g)	-81.33	-113.63	-32.30	H ₂ S
Hausmannite	4.67	50.24	45.58	Mn ₃ O ₄
Hematite	14.88	29.21	14.32	Fe ₂ O ₃
Illite	-3.67	2.04	5.70	K _{0.6} Mg _{0.25} Al _{2.3} Si _{3.5} O ₁₀ (OH) ₂
Jarosite-K	-9.84	10.75	20.59	KFe ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆
K-feldspar	-1.38	-0.89	0.49	KAlSi ₃ O ₈
K-mica	0.39	3.97	3.59	KAl ₃ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₂
Kaolinite	-2.43	-0.41	2.02	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄
Mackinawite	-81.81	-110.87	-29.06	FeS
Manganite	-4.64	20.70	25.34	MnOOH
Melanterite	-14.44	-16.07	-1.63	FeSO ₄ ·7H ₂ O
O ₂ (g)	-14.74	47.40	62.14	O ₂
Pyrite	-135.22	-200.80	-65.58	FeS ₂
Pyrochroite	-6.35	8.85	15.20	Mn(OH) ₂
Pyrolusite	1.16	32.55	31.38	MnO ₂
Quartz	0.42	-2.64	-3.06	SiO ₂
Rhodochrosite	0.02	-11.33	-11.35	MnCO ₃
Sepiolite	1.33	15.44	14.12	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O
Sepiolite(d)	-3.22	15.44	18.66	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O
Siderite	-6.16	-17.43	-11.27	FeCO ₃
SiO ₂ (a)	-0.44	-2.64	-2.20	SiO ₂
Smithsonite	-2.56	-13.22	-10.67	ZnCO ₃
Sphalerite	-71.90	-106.67	-34.77	ZnS
Strontianite	-0.42	-10.38	-9.96	SrCO ₃
Sulfur	-62.75	-89.93	-27.17	S
Talc	10.20	24.49	14.28	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂
Willemite	1.07	11.27	10.21	Zn ₂ SiO ₄
Witherite	-1.96	-11.04	-9.08	BaCO ₃
Zn(OH) ₂ (e)	-4.55	6.95	11.50	Zn(OH) ₂

ÖRNEK NO:18

Element	Molalite	Mol
Al	1.819e-06	1.819e-06
Alkalinite	9.214e-03	9.214e-03
B	1.112e-03	1.112e-03
Ba	1.261e-06	1.261e-06
Br	4.150e-06	4.150e-06
Ca	6.618e-04	6.618e-04
Cl	6.046e-03	6.046e-03
F	2.468e-06	2.468e-06
Fe	1.537e-05	1.537e-05
K	8.499e-04	8.499e-04
Li	1.588e-03	1.588e-03
Mg	1.817e-04	1.817e-04
Mn	8.568e-07	8.568e-07
Na	2.001e-02	2.001e-02
S	1.986e-03	1.986e-03
Si	3.064e-03	3.064e-03
Sr	8.015e-06	8.015e-06
Zn	3.494e-07	3.494e-07

Türleştirmenin yapıldığı koşullar

pH = 8.380
 İyonlaşma Gücü = 2.219e-02
 Toplam CO₂ (mol/kg) = 6.680e-03
 Sıcaklık (°C) = 116.000
 Elektriksel Denge (eq) = 4.938e-03
 Toplam H = 1.110327e+02
 Toplam O = 5.555008e+01

Doygunluk İndeksleri

<i>Faz</i>	<i>SI</i>	<i>log IAP</i>	<i>log KT</i>	<i>Formül</i>
Al(OH)3(a)	-4.83	1.43	6.26	Al(OH)3
Albite	-1.90	0.16	2.06	NaAlSi3O8
Alunite	-20.12	-30.13	-10.01	KAl3(SO4)2(OH)6
Anhydrite	-1.19	-6.83	-5.64	CaSO4
Anorthite	-2.90	10.62	13.52	CaAl2Si2O8
Aragonite	1.49	-7.94	-9.43	CaCO3
Barite	0.06	-9.51	-9.57	BaSO4
Ca-Montmorillonit	-5.52	-4.13	1.38	Ca0.165Al2.33Si3.67O10(OH)2
Calcite	1.58	-7.94	-9.52	CaCO3
Celestite	-1.40	-8.84	-7.44	SrSO4
Chalcedony	0.12	-2.62	-2.74	SiO2
Chlorite(14A)	14.60	57.01	42.41	Mg5Al2Si3O10(OH)8
Chrysotile	8.50	31.97	23.47	Mg3Si2O5(OH)4
CO2(g)	-2.18	-20.93	-18.75	CO2
Dolomite	2.24	-16.47	-18.71	CaMg(CO3)2
Fe(OH)3(a)	-2.12	14.13	16.25	Fe(OH)3
FeS(ppt)	-89.85	-117.11	-27.26	FeS
Fluorite	-5.01	-15.16	-10.15	CaF2
Gibbsite	-2.77	1.43	4.20	Al(OH)3
Goethite	3.77	14.13	10.36	FeOOH
Gypsum	-1.87	-6.83	-4.95	CaSO4·2H2O
H2(g)	-24.53	-24.76	-0.23	H2
H2S(g)	-87.65	-118.86	-31.21	H2S
Hausmannite	9.99	53.77	43.78	Mn3O4
Hematite	14.84	28.27	13.43	Fe2O3
Illite	-4.68	0.36	5.04	K0.6Mg0.25Al2.3Si3.5O10(OH)2
Jarosite-K	-11.53	7.98	19.51	KFe3(SO4)2(OH)6
K-feldspar	-1.53	-1.20	0.33	KAlSi3O8
K-mica	-0.87	1.66	2.53	KAl3Si3O10(OH)2
Kaolinite	-3.76	-2.38	1.38	Al2Si2O5(OH)4
Mackinawite	-89.12	-117.11	-27.99	FeS
Manganite	-3.29	22.05	25.34	MnOOH
Melanterite	-16.48	-18.07	-1.59	FeSO4·7H2O
O2(g)	-10.18	49.52	59.70	O2
Pyrite	-147.98	-211.21	-63.23	FeS2
Pyrochroite	-5.53	9.67	15.20	Mn(OH)2
Pyrolusite	4.21	34.43	30.22	MnO2
Quartz	0.34	-2.62	-2.95	SiO2
Rhodochrosite	0.11	-11.26	-11.38	MnCO3
Sepiolite	3.02	16.95	13.93	Mg2Si3O7.5OH:3H2O
Sepiolite(d)	-1.71	16.95	18.66	Mg2Si3O7.5OH:3H2O
Siderite	-7.86	-19.18	-11.32	FeCO3
SiO2(a)	-0.48	-2.62	-2.14	SiO2
Smithsonite	-1.96	-12.70	-10.75	ZnCO3
Sphalerite	-77.09	-110.63	-33.55	ZnS
Strontianite	0.19	-9.95	-10.14	SrCO3
Sulfur	-67.93	-94.10	-26.17	S
Talc	13.28	26.73	13.45	Mg3Si4O10(OH)2
Willemite	4.23	13.84	9.61	Zn2SiO4
Witherite	-1.42	-10.62	-9.20	BaCO3
Zn(OH)2(e)	-3.27	8.23	11.50	Zn(OH)2

ÖRNEK NO:22

Element	Molalite	Mol
Al	8.533e-07	8.533e-07
Alkalinity	6.330e-03	6.330e-03
B	4.259e-04	4.259e-04
Ba	2.769e-07	2.769e-07
Br	2.280e-06	2.280e-06
Ca	5.231e-04	5.231e-04
Cl	2.880e-03	2.880e-03
F	2.924e-06	2.924e-06
Fe	2.294e-06	2.294e-06
K	4.180e-04	4.180e-04
Li	7.911e-04	7.911e-04
Mg	2.126e-04	2.126e-04
Mn	7.439e-07	7.439e-07
Na	1.028e-02	1.028e-02
S	9.347e-04	9.347e-04
Si	1.262e-03	1.262e-03
Sr	3.237e-06	3.237e-06
Zn	6.339e-07	6.339e-07

Türleştirmenin yapıldığı koşullar

pH = 7.620
 İyonlaşma Gücü = 1.329e-02
 Toplam CO₂ (mol/kg) = 6.515e-03
 Sıcaklık (°C) = 40.000
 Elektriksel Denge (eq) = 1.888e-03
 Toplam H = 1.110250e+02
 Toplam O = 5.553558e+01

Doygunluk İndeksleri

Faz	SI	log IAP	log KT	Formül
Al(OH)3(a)	-2.43	7.44	9.87	Al(OH)3
Albite	0.22	4.31	4.09	NaAlSi3O8
Alunite	-7.35	-10.52	-3.16	KAl3(SO4)2(OH)6
Anhydrite	-2.36	-6.82	-4.46	CaSO4
Anorthite	-2.29	20.78	23.07	CaAl2Si2O8
Aragonite	0.04	-8.41	-8.45	CaCO3
Barite	-0.35	-10.13	-9.77	BaSO4
Ca-Montmorillonite	2.23	8.62	6.39	Ca0.165Al2.33Si3.67O10(OH)2
Calcite	0.17	-8.41	-8.58	CaCO3
Celestite	-2.35	-9.04	-6.69	SrSO4
Chalcedony	0.48	-2.90	-3.39	SiO2
Chlorite(14A)	-0.38	62.68	63.06	Mg5Al2Si3O10(OH)8
Chrysotile	-2.33	28.10	30.43	Mg3Si2O5(OH)4
CO2(g)	-1.96	-20.10	-18.14	CO2
Dolomite	0.21	-17.21	-17.42	CaMg(CO3)2
Fe(OH)3(a)	1.08	18.65	17.57	Fe(OH)3
FeS(ppt)	-68.99	-104.44	-35.45	FeS
Fluorite	-4.29	-14.73	-10.45	CaF2
Gibbsite	0.13	7.44	7.31	Al(OH)3
Goethite	6.97	18.65	11.68	FeOOH
Gypsum	-2.22	-6.82	-4.60	CaSO4·2H2O
H2(g)	-23.19	-23.24	-0.05	H2
H2S(g)	-71.97	-111.48	-39.50	H2S
Hausmannite	-8.50	49.00	57.50	Mn3O4
Hematite	17.04	37.31	20.27	Fe2O3
Illite	1.91	12.30	10.38	K0.6Mg0.25Al2.3Si3.5O10(OH)2
Jarosite-K	-4.62	23.11	27.73	KFe3(SO4)2(OH)6
K-feldspar	1.23	2.92	1.70	KAlSi3O8
K-mica	7.19	17.81	10.62	KAl3Si3O10(OH)2
Kaolinite	2.89	9.08	6.20	Al2Si2O5(OH)4
Mackinawite	-68.26	-104.44	-36.19	FeS

Manganite	-5.13	20.21	25.34	MnOOH
Melanterite	-9.44	-11.48	-2.05	FeSO ₄ ·7H ₂ O
O ₂ (g)	-31.84	46.48	78.32	O ₂
Pyrite	-111.52	-192.68	-81.16	FeS ₂
Pyrochroite	-6.61	8.59	15.20	Mn(OH) ₂
Pyrolusite	-7.27	31.83	39.09	MnO ₂
Quartz	0.87	-2.90	-3.77	SiO ₂
Rhodochrosite	-0.34	-11.52	-11.18	MnCO ₃
Sepiolite	-1.49	13.89	15.38	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O
Sepiolite(d)	-4.77	13.89	18.66	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O
Siderite	-2.09	-13.07	-10.98	FeCO ₃
SiO ₂ (a)	-0.31	-2.90	-2.59	SiO ₂
Smithsonite	-1.74	-11.89	-10.15	ZnCO ₃
Sphalerite	-60.39	-103.26	-42.87	ZnS
Strontianite	-1.31	-10.63	-9.31	SrCO ₃
Sulfur	-54.44	-88.24	-33.80	S
Talc	2.52	22.29	19.77	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂
Willemite	-0.63	13.53	14.16	Zn ₂ SiO ₄
Witherite	-3.14	-11.71	-8.57	BaCO ₃
Zn(OH) ₂ (e)	-3.29	8.21	11.50	Zn(OH) ₂

ÖRNEK NO:23

Element	Molalite	Mol
Al	2.487e-06	2.487e-06
Alkalinite	7.970e-03	7.970e-03
B	9.171e-04	9.171e-04
Ba	6.822e-07	6.822e-07
Br	3.785e-06	3.785e-06
Ca	2.737e-04	2.737e-04
Cl	4.915e-03	4.915e-03
F	1.308e-04	1.308e-04
Fe	3.372e-06	3.372e-06
K	7.647e-04	7.647e-04
Li	1.261e-03	1.261e-03
Mg	9.916e-05	9.916e-05
Mn	2.692e-07	2.692e-07
Na	1.791e-02	1.791e-02
S	2.016e-03	2.016e-03
Si	2.607e-03	2.607e-03
Sr	3.413e-06	3.413e-06
Zn	1.092e-06	1.092e-06

Türleştirmenin yapıldığı koşullar

pH = 8.040
 İyonlaşma Gücü = 1.995e-02
 Toplam CO₂ (mol/kg) = 6.775e-03
 Sıcaklık (°C) = 132.000
 Elektriksel Denge (eq) = 3.653e-03
 Toplam H = 1.110313e+02
 Toplam O = 5.554782e+01

Doygunluk İndeksleri

Faz	SI	log IAP	log KT	Formül
Al(OH) ₃ (a)	-4.64	1.03	5.67	Al(OH) ₃
Albite	-2.45	-0.69	1.76	NaAlSi ₃ O ₈
Alunite	-19.19	-30.32	-11.13	KAl ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆
Anhydrite	-1.15	-7.13	-5.98	CaSO ₄
Anorthite	-3.26	8.77	12.03	CaAl ₂ Si ₂ O ₈
Aragonite	1.08	-8.63	-9.72	CaCO ₃
Barite	-0.19	-9.83	-9.64	BaSO ₄
Ca-Montmorillonit	-5.96	-5.31	0.64	Ca _{0.165} Al _{2.33} Si _{3.67} O ₁₀ (OH) ₂
Calcite	1.17	-8.63	-9.81	CaCO ₃
Celestite	-1.46	-9.31	-7.86	SrSO ₄
Chalcedony	0.00	-2.64	-2.64	SiO ₂

Chlorite(14A)	12.18	51.23	39.05	Mg ₅ Al ₂ Si ₃ O ₁₀ (OH) 8
Chrysotile	6.65	28.97	22.33	Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) 4
CO ₂ (g)	-1.66	-20.62	-18.97	CO ₂
Dolomite	1.08	-17.84	-18.92	CaMg (CO ₃) 2
Fe(OH) 3(a)	-3.19	12.85	16.04	Fe(OH) 3
FeS (ppt)	-88.71	-114.63	-25.92	FeS
Fluorite	-1.87	-12.03	-10.16	CaF ₂
Gibbsite	-2.67	1.03	3.70	Al(OH) 3
Goethite	2.70	12.85	10.15	FeOOH
Gypsum	-2.07	-7.13	-5.07	CaSO ₄ :2H ₂ O
H ₂ (g)	-23.82	-24.08	-0.26	H ₂
H ₂ S(g)	-85.58	-115.44	-29.86	H ₂ S
Hausmannite	8.43	49.98	41.55	Mn ₃ O ₄
Hematite	13.39	25.70	12.31	Fe ₂ O ₃
Illite	-5.36	-1.12	4.25	K _{0.6} Mg _{0.25} Al _{2.3} Si _{3.5} O ₁₀ (OH) 2
Jarosite-K	-13.03	5.14	18.17	KFe ₃ (SO ₄) ₂ (OH) 6
K-feldspar	-2.20	-2.05	0.14	KAlSi ₃ O ₈
K-mica	-1.20	0.01	1.21	KAl ₃ Si ₃ O ₁₀ (OH) 2
Kaolinite	-3.82	-3.22	0.60	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) 4
Mackinawite	-87.97	-114.63	-26.66	FeS
Manganite	-4.67	20.67	25.34	MnOOH
Melanterite	-16.77	-18.31	-1.55	FeSO ₄ :7H ₂ O
O ₂ (g)	-8.51	48.16	56.67	O ₂
Pyrite	-145.68	-205.99	-60.31	FeS ₂
Pyrochroite	-6.57	8.63	15.20	Mn(OH) 2
Pyrolusite	3.94	32.71	28.78	MnO ₂
Quartz	0.18	-2.64	-2.82	SiO ₂
Rhodochrosite	-0.58	-11.99	-11.41	MnCO ₃
Sepiolite	1.22	14.91	13.69	Mg ₂ Si ₃ O ₇ .5OH:3H ₂ O
Sepiolite(d)	-3.75	14.91	18.66	Mg ₂ Si ₃ O ₇ .5OH:3H ₂ O
Siderite	-8.44	-19.81	-11.37	FeCO ₃
SiO ₂ (a)	-0.58	-2.64	-2.06	SiO ₂
Smithsonite	-1.52	-12.37	-10.84	ZnCO ₃
Sphalerite	-75.16	-107.19	-32.03	ZnS
Strontianite	-0.42	-10.81	-10.39	SrCO ₃
Sulfur	-66.43	-91.36	-24.93	S
Talc	11.27	23.69	12.43	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) 2
Willemite	5.00	13.87	8.87	Zn ₂ SiO ₄
Witherite	-1.96	-11.33	-9.37	BaCO ₃
Zn(OH) 2(e)	-3.24	8.26	11.50	Zn(OH) 2

ÖRNEK NO:24

Element	Molalite	Mol
Al	2.673e-06	2.673e-06
Alkalinity	8.452e-03	8.452e-03
B	9.079e-04	9.079e-04
Ba	7.681e-07	7.681e-07
Br	4.061e-06	4.061e-06
Ca	3.844e-04	3.844e-04
Cl	5.170e-03	5.170e-03
F	1.042e-04	1.042e-04
Fe	9.416e-06	9.416e-06
K	8.185e-04	8.185e-04
Li	1.329e-03	1.329e-03
Mg	8.129e-05	8.129e-05
Mn	3.588e-07	3.588e-07
Na	1.837e-02	1.837e-02
S	2.073e-03	2.073e-03
Si	2.714e-03	2.714e-03
Sr	4.708e-06	4.708e-06
Zn	8.120e-08	8.120e-08

Türleştirmenin yapıldığı koşullar

pH = 7.890
 İyonlaşma Gücü = 2.085e-02
 Toplam CO₂ (mol/kg) = 7.622e-03
 Sıcaklık (°C) = 135.000
 Elektriksel Denge (eq) = 3.605e-03
 Toplam H = 1.110325e+02

Toplam O = 5.555083e+01

Doygunluk İndeksleri

Faz SI log IAP log KT Formül

Al(OH)3(a)	-4.51	1.05	5.57	Al(OH)3
Albite	-2.42	-0.71	1.71	NaAlSi3O8
Alunite	-18.44	-29.76	-11.33	KAl3(SO4)2(OH)6
Anhydrite	-0.93	-6.97	-6.05	CaSO4
Anorthite	-3.03	8.74	11.77	CaAl2Si2O8
Aragonite	1.18	-8.59	-9.78	CaCO3
Barite	-0.17	-9.82	-9.66	BaSO4
Ca-Montmorillonit	-5.67	-5.16	0.51	Ca0.165Al2.33Si3.67O10(OH)2
Calcite	1.27	-8.59	-9.86	CaCO3
Celestite	-1.28	-9.23	-7.95	SrSO4
Chalcedony	0.01	-2.61	-2.62	SiO2
Chlorite(14A)	10.98	49.44	38.45	Mg5Al2Si3O10(OH)8
Chrysotile	5.75	27.88	22.12	Mg3Si2O5(OH)4
CO2(g)	-1.43	-20.44	-19.01	CO2
Dolomite	0.95	-18.00	-18.95	CaMg(CO3)2
Fe(OH)3(a)	-2.75	13.24	16.00	Fe(OH)3
FeS(ppt)	-86.90	-112.58	-25.68	FeS
Fluorite	-1.92	-12.08	-10.16	CaF2
Gibbsite	-2.55	1.05	3.61	Al(OH)3
Goethite	3.14	13.25	10.11	FeOOH
Gypsum	-1.89	-6.98	-5.09	CaSO4·2H2O
H2(g)	-23.52	-23.78	-0.26	H2
H2S(g)	-84.32	-113.94	-29.62	H2S
Hausmannite	8.15	49.30	41.15	Mn3O4
Hematite	14.38	26.49	12.11	Fe2O3
Illite	-5.22	-1.12	4.11	K0.6Mg0.25Al2.3Si3.5O10(OH)2
Jarosite-K	-11.13	6.81	17.93	KFe3(SO4)2(OH)6
K-feldspar	-2.17	-2.05	0.11	KAlSi3O8
K-mica	-0.92	0.05	0.97	KAl3Si3O10(OH)2
Kaolinite	-3.57	-3.11	0.46	Al2Si2O5(OH)4
Mackinawite	-86.17	-112.58	-26.42	FeS
Manganite	-4.94	20.40	25.34	MnOOH
Melanterite	-15.93	-17.47	-1.54	FeSO4·7H2O
O2(g)	-8.57	47.56	56.13	O2
Pyrite	-142.96	-202.74	-59.79	FeS2
Pyrochroite	-6.69	8.51	15.20	Mn(OH)2
Pyrolusite	3.77	32.29	28.52	MnO2
Quartz	0.19	-2.61	-2.80	SiO2
Rhodochrosite	-0.52	-11.93	-11.41	MnCO3
Sepiolite	0.59	14.24	13.65	Mg2Si3O7·5OH·3H2O
Sepiolite(d)	-4.42	14.24	18.66	Mg2Si3O7·5OH·3H2O
Siderite	-7.70	-19.08	-11.38	FeCO3
SiO2(a)	-0.56	-2.61	-2.05	SiO2
Smithsonite	-2.65	-13.51	-10.86	ZnCO3
Sphalerite	-75.25	-107.01	-31.76	ZnS
Strontianite	-0.40	-10.84	-10.44	SrCO3
Sulfur	-65.45	-90.16	-24.71	S
Talc	10.42	22.66	12.24	Mg3Si4O10(OH)2
Willemite	2.51	11.25	8.74	Zn2SiO4
Witherite	-2.03	-11.44	-9.41	BaCO3
Zn(OH)2(e)	-4.57	6.93	11.50	Zn(OH)2

ÖRNEK NO:25

Element	Molalite	Mol
Al	2.227e-06	2.227e-06
Alkalinite	6.649e-03	6.649e-03
B	8.985e-04	8.985e-04
Ba	4.472e-07	4.472e-07
Br	4.048e-06	4.048e-06
Ca	1.404e-04	1.404e-04
Cl	5.169e-03	5.169e-03
F	9.092e-05	9.092e-05
Fe	1.991e-06	1.991e-06
K	8.260e-04	8.260e-04

Li	1.342e-03	1.342e-03
Mg	8.025e-05	8.025e-05
Mn	1.715e-07	1.715e-07
Na	1.857e-02	1.857e-02
S	2.059e-03	2.059e-03
Si	2.671e-03	2.671e-03
Sr	1.693e-06	1.693e-06
Zn	5.668e-08	5.668e-08

Türleştirmenin yapıldığı koşullar

pH = 7.940
 İyonlaşma Gücü = 1.988e-02
 Toplam CO₂ (mol/kg) = 5.781e-03
 Sıcaklık (°C) = 135.200
 Elektriksel Denge (eq) = 5.166e-03
 Toplam H = 1.110307e+02
 Toplam O = 5.554515e+01

Doygunluk İndeksleri

Faz SI log IAP log KT Formül

Al(OH)3(a)	-4.64	0.92	5.56	Al(OH)3
Albite	-2.53	-0.82	1.71	NaAlSi3O8
Alunite	-18.97	-30.31	-11.34	KAl3(SO4)2(OH)6
Anhydrite	-1.33	-7.38	-6.05	CaSO4
Anorthite	-3.62	8.13	11.75	CaAl2Si2O8
Aragonite	0.70	-9.07	-9.78	CaCO3
Barite	-0.34	-10.00	-9.66	BaSO4
Ca-Montmorillonit	-6.08	-5.58	0.51	Ca0.165Al2.33Si3.67O10(OH)2
Calcite	0.79	-9.07	-9.86	CaCO3
Celestite	-1.63	-9.59	-7.96	SrSO4
Chalcedony	0.00	-2.62	-2.62	SiO2
Chlorite(14A)	11.19	49.60	38.41	Mg5Al2Si3O10(OH)8
Chrysotile	6.03	28.14	22.11	Mg3Si2O5(OH)4
CO2(g)	-1.60	-20.61	-19.01	CO2
Dolomite	0.40	-18.55	-18.96	CaMg(CO3)2
Fe(OH)3(a)	-3.47	12.53	16.00	Fe(OH)3
FeS(ppt)	-88.18	-113.85	-25.67	FeS
Fluorite	-2.44	-12.60	-10.16	CaF2
Gibbsite	-2.68	0.92	3.60	Al(OH)3
Goethite	2.42	12.53	10.11	FeOOH
Gypsum	-2.29	-7.38	-5.09	CaSO4·2H2O
H2(g)	-23.62	-23.88	-0.26	H2
H2S(g)	-84.83	-114.43	-29.60	H2S
Hausmannite	7.65	48.77	41.12	Mn3O4
Hematite	12.95	25.05	12.10	Fe2O3
Illite	-5.52	-1.42	4.10	K0.6Mg0.25Al2.3Si3.5O10(OH)2
Jarosite-K	-13.40	4.52	17.92	KFe3(SO4)2(OH)6
K-feldspar	-2.28	-2.17	0.11	KAlSi3O8
K-mica	-1.30	-0.34	0.96	KAl3Si3O10(OH)2
Kaolinite	-3.86	-3.41	0.45	Al2Si2O5(OH)4
Mackinawite	-87.44	-113.85	-26.40	FeS
Manganite	-5.10	20.24	25.34	MnOOH
Melanterite	-16.79	-18.33	-1.54	FeSO4·7H2O
O2(g)	-8.33	47.76	56.09	O2
Pyrite	-144.65	-204.40	-59.75	FeS2
Pyrochroite	-6.90	8.30	15.20	Mn(OH)2
Pyrolusite	3.68	32.18	28.50	MnO2
Quartz	0.18	-2.62	-2.80	SiO2
Rhodochrosite	-0.90	-12.31	-11.41	MnCO3
Sepiolite	0.75	14.39	13.64	Mg2Si3O7·5OH·3H2O
Sepiolite(d)	-4.27	14.39	18.66	Mg2Si3O7·5OH·3H2O
Siderite	-8.64	-20.02	-11.38	FeCO3
SiO2(a)	-0.57	-2.62	-2.05	SiO2
Smithsonite	-2.90	-13.76	-10.86	ZnCO3
Sphalerite	-75.85	-107.59	-31.74	ZnS
Strontianite	-0.84	-11.28	-10.45	SrCO3
Sulfur	-65.86	-90.55	-24.70	S
Talc	10.67	22.90	12.23	Mg3Si4O10(OH)2

Willemite	2.34	11.07	8.73	Zn ₂ SiO ₄
Witherite	-2.28	-11.69	-9.41	BaCO ₃
Zn(OH) ₂ (e)	-4.66	6.84	11.50	Zn(OH) ₂

ÖRNEK NO:26

Element	Molalite	Mol
Al	1.559e-06	1.559e-06
Alkalinity	8.410e-03	8.410e-03
B	7.502e-04	7.502e-04
Ba	8.629e-07	8.629e-07
Br	3.496e-06	3.496e-06
Ca	5.631e-04	5.631e-04
Cl	4.180e-03	4.180e-03
F	7.610e-05	7.610e-05
Fe	1.212e-05	1.212e-05
K	6.621e-04	6.621e-04
Li	1.215e-03	1.215e-03
Mg	2.236e-04	2.236e-04
Mn	3.793e-07	3.793e-07
Na	1.513e-02	1.513e-02
S	9.476e-04	9.476e-04
Si	2.121e-03	2.121e-03
Sr	5.728e-06	5.728e-06
Zn	8.808e-07	8.808e-07

Türleştirmenin yapıldığı koşullar

pH = 7.750
 İyonlaşma Gücü = 1.718e-02
 Toplam CO₂ (mol/kg) = 8.110e-03
 Sıcaklık (°C) = 118.000
 Elektriksel Denge (eq) = 4.048e-03
 Toplam H = 1.110305e+02
 Toplam O = 5.554482e+01

Doygunluk İndeksleri

Faz	SI	log IAP	log KT	Formül
Al(OH) ₃ (a)	-4.30	1.88	6.18	Al(OH) ₃
Albite	-2.38	-0.36	2.02	NaAlSi ₃ O ₈
Alunite	-17.42	-27.58	-10.16	KAl ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆
Anhydrite	-1.36	-7.05	-5.68	CaSO ₄
Anorthite	-3.14	10.19	13.33	CaAl ₂ Si ₂ O ₈
Aragonite	1.11	-8.35	-9.46	CaCO ₃
Barite	-0.39	-9.97	-9.58	BaSO ₄
Ca-Montmorillonit	-4.85	-3.56	1.29	Ca _{0.165} Al _{2.33} Si _{3.67} O ₁₀ (OH) ₂
Calcite	1.20	-8.35	-9.56	CaCO ₃
Celestite	-1.81	-9.30	-7.49	SrSO ₄
Chalcedony	0.03	-2.70	-2.73	SiO ₂
Chlorite(14A)	10.60	52.58	41.98	Mg ₅ Al ₂ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₈
Chrysotile	5.42	28.75	23.32	Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) ₄
CO ₂ (g)	-1.39	-20.17	-18.78	CO ₂
Dolomite	1.59	-17.14	-18.73	CaMg(CO ₃) ₂
Fe(OH) ₃ (a)	-1.88	14.34	16.22	Fe(OH) ₃
FeS(ppt)	-83.18	-110.27	-27.08	FeS
Fluorite	-1.94	-12.09	-10.15	CaF ₂
Gibbsite	-2.25	1.88	4.14	Al(OH) ₃
Goethite	4.01	14.34	10.33	FeOOH
Gypsum	-2.08	-7.05	-4.97	CaSO ₄ ·2H ₂ O
H ₂ (g)	-23.27	-23.50	-0.23	H ₂
H ₂ S(g)	-81.83	-112.86	-31.03	H ₂ S
Hausmannite	5.14	48.63	43.49	Mn ₃ O ₄
Hematite	15.41	28.69	13.28	Fe ₂ O ₃
Illite	-4.51	0.43	4.94	K _{0.6} Mg _{0.25} Al _{2.3} Si _{3.5} O ₁₀ (OH) ₂
Jarosite-K	-9.54	9.80	19.34	KFe ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆
K-feldspar	-2.02	-1.71	0.31	KAlSi ₃ O ₈
K-mica	-0.30	2.05	2.36	KAl ₃ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₂
Kaolinite	-2.91	-1.63	1.28	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄

Mackinawite	-82.45	-110.27	-27.82	FeS
Manganite	-5.21	20.13	25.34	MnOOH
Melanterite	-14.69	-16.27	-1.58	FeSO ₄ ·7H ₂ O
O ₂ (g)	-12.31	47.00	59.31	O ₂
Pyrite	-136.78	-199.63	-62.85	FeS ₂
Pyrochroite	-6.82	8.38	15.20	Mn(OH) ₂
Pyrolusite	1.84	31.88	30.03	MnO ₂
Quartz	0.24	-2.70	-2.94	SiO ₂
Rhodochrosite	-0.41	-11.79	-11.38	MnCO ₃
Sepiolite	0.77	14.67	13.90	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O
Sepiolite(d)	-3.99	14.67	18.66	Mg ₂ Si ₃ O ₇ ·5OH·3H ₂ O
Siderite	-6.25	-17.58	-11.32	FeCO ₃
SiO ₂ (a)	-0.57	-2.70	-2.13	SiO ₂
Smithsonite	-1.40	-12.16	-10.76	ZnCO ₃
Sphalerite	-71.50	-104.85	-33.35	ZnS
Strontianite	-0.44	-10.61	-10.17	SrCO ₃
Sulfur	-63.35	-89.36	-26.01	S
Talc	10.03	23.35	13.32	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂
Willemite	3.82	13.33	9.51	Zn ₂ SiO ₄
Witherite	-2.05	-11.27	-9.23	BaCO ₃
Zn(OH) ₂ (e)	-3.48	8.02	11.50	Zn(OH) ₂

ÖRNEK NO:27

Element	Molalite	Mol
Al	7.053e-07	7.053e-07
Alkalinite	1.085e-02	1.085e-02
B	7.133e-04	7.133e-04
Ba	8.783e-07	8.783e-07
Br	2.795e-06	2.795e-06
Ca	5.942e-04	5.942e-04
Cl	3.870e-03	3.870e-03
F	7.901e-05	7.901e-05
Fe	3.587e-06	3.587e-06
K	7.099e-04	7.099e-04
Li	1.247e-03	1.247e-03
Mg	2.633e-04	2.633e-04
Mn	9.053e-07	9.053e-07
Na	1.679e-02	1.679e-02
S	1.647e-03	1.647e-03
Si	1.355e-03	1.355e-03
Sr	5.949e-06	5.949e-06
Zn	4.290e-08	4.290e-08

Türleştirmenin yapıldığı koşullar

pH = 6.550
 İyonlaşma Gücü = 2.079e-02
 Toplam CO₂ (mol/kg) = 1.732e-02
 Sıcaklık (°C) = 96.000
 Elektriksel Denge (eq) = 2.386e-03
 Toplam H = 1.110308e+02
 Toplam O = 5.556583e+01

Doygunluk İndeksleri

Faz	SI	log IAP	log KT	Formül
Al(OH) ₃ (a)	-3.01	4.06	7.06	Al(OH) ₃
Albite	-2.33	0.16	2.49	NaAlSi ₃ O ₈
Alunite	-8.47	-16.95	-8.48	KAl ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆
Anhydrite	-1.48	-6.73	-5.25	CaSO ₄
Anorthite	-3.72	11.88	15.60	CaAl ₂ Si ₂ O ₈
Aragonite	-0.14	-9.24	-9.10	CaCO ₃
Barite	-0.17	-9.69	-9.52	BaSO ₄
Ca-Montmorillonit	-1.93	0.50	2.44	Ca _{0.165} Al _{2.33} Si _{3.67} O ₁₀ (OH) ₂
Calcite	-0.03	-9.24	-9.21	CaCO ₃
Celestite	-1.85	-8.95	-7.11	SrSO ₄
Chalcedony	0.02	-2.87	-2.89	SiO ₂

Chlorite(14A)	-2.20	44.82	47.02	Mg ₅ Al ₂ Si ₃ O ₁₀ (OH) 8
Chrysotile	-3.59	21.45	25.04	Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) 4
CO ₂ (g)	-0.22	-18.74	-18.52	CO ₂
Dolomite	-0.50	-18.92	-18.42	CaMg (CO ₃) 2
Fe(OH) 3(a)	-1.37	15.18	16.55	Fe(OH) 3
FeS(ppt)	-66.91	-96.00	-29.09	FeS
Fluorite	-1.81	-11.98	-10.17	CaF ₂
Gibbsite	-0.84	4.06	4.90	Al(OH) 3
Goethite	4.52	15.18	10.66	FeOOH
Gypsum	-1.90	-6.73	-4.83	CaSO ₄ :2H ₂ O
H ₂ (g)	-20.91	-21.10	-0.19	H ₂
H ₂ S(g)	-67.57	-100.62	-33.06	H ₂ S
Hausmannite	-6.17	40.67	46.84	Mn ₃ O ₄
Hematite	15.40	30.36	14.95	Fe ₂ O ₃
Illite	-2.61	3.56	6.17	K _{0.6} Mg _{0.25} Al _{2.3} Si _{3.5} O ₁₀ (OH) 2
Jarosite-K	-4.94	16.40	21.35	KFe ₃ (SO ₄) ₂ (OH) 6
K-feldspar	-1.83	-1.22	0.61	KAlSi ₃ O ₈
K-mica	2.57	6.90	4.33	KAl ₃ Si ₃ O ₁₀ (OH) 2
Kaolinite	-0.07	2.38	2.46	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) 4
Mackinawite	-66.18	-96.00	-29.82	FeS
Manganite	-8.27	17.07	25.34	MnOOH
Melanterite	-9.94	-11.60	-1.66	FeSO ₄ :7H ₂ O
O ₂ (g)	-21.66	42.20	63.86	O ₂
Pyrite	-108.29	-175.52	-67.23	FeS ₂
Pyrochroite	-8.68	6.52	15.20	Mn(OH) 2
Pyrolusite	-4.58	27.62	32.20	MnO ₂
Quartz	0.27	-2.87	-3.14	SiO ₂
Rhodochrosite	-0.88	-12.21	-11.33	MnCO ₃
Sepiolite	-4.73	9.52	14.25	Mg ₂ Si ₃ O ₇ .5OH:3H ₂ O
Sepiolite(d)	-9.14	9.52	18.66	Mg ₂ Si ₃ O ₇ .5OH:3H ₂ O
Siderite	-2.87	-14.11	-11.24	FeCO ₃
SiO ₂ (a)	-0.63	-2.87	-2.24	SiO ₂
Smithsonite	-3.04	-13.66	-10.61	ZnCO ₃
Sphalerite	-59.92	-95.55	-35.63	ZnS
Strontianite	-1.62	-11.47	-9.85	SrCO ₃
Sulfur	-51.65	-79.52	-27.88	S
Talc	0.85	15.71	14.86	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) 2
Willemite	-3.33	7.29	10.63	Zn ₂ SiO ₄
Witherite	-3.21	-12.20	-8.99	BaCO ₃
Zn(OH) 2(e)	-6.42	5.08	11.50	Zn(OH) 2

ÖRNEK NO:28

Element	Molalite	Mol
Al	1.188e-06	1.188e-06
Alkalinite	6.848e-03	6.848e-03
B	8.428e-04	8.428e-04
Ba	6.979e-07	6.979e-07
Br	3.358e-06	3.358e-06
Ca	4.994e-04	4.994e-04
Cl	4.660e-03	4.660e-03
F	1.029e-04	1.029e-04
Fe	3.765e-06	3.765e-06
K	7.207e-04	7.207e-04
Li	1.113e-03	1.113e-03
Mg	2.222e-04	2.222e-04
Mn	9.631e-07	9.631e-07
Na	1.495e-02	1.495e-02
S	1.501e-03	1.501e-03
Si	1.565e-03	1.565e-03
Sr	4.476e-06	4.476e-06
Zn	4.289e-08	4.289e-08

Türleştirmenin yapıldığı koşullar

pH = 7.370
 İyonlaşma Gücü = 1.772e-02
 Toplam CO₂ (mol/kg) = 7.301e-03
 Sıcaklık (°C) = 104.000
 Elektriksel Denge (eq) = 3.633e-03
 Toplam H = 1.110277e+02

Toplam O = 5.554229e+01

Doygunluk İndeksleri

Faz	SI	log IAP	log KT	Formül
Al(OH)3(a)	-3.76	2.97	6.73	Al(OH)3
Albite	-2.30	0.01	2.31	NaAlSi3O8
Alunite	-13.60	-22.72	-9.12	KAl3(SO4)2(OH)6
Anhydrite	-1.43	-6.83	-5.40	CaSO4
Anorthite	-3.36	11.38	14.74	CaAl2Si2O8
Aragonite	0.50	-8.73	-9.23	CaCO3
Barite	-0.24	-9.78	-9.54	BaSO4
Ca-Montmorillonit	-3.57	-1.57	2.00	Ca0.165Al2.33Si3.67O10(OH)2
Calcite	0.60	-8.73	-9.33	CaCO3
Celestite	-1.84	-9.06	-7.22	SrSO4
Chalcedony	0.01	-2.81	-2.83	SiO2
Chlorite(14A)	5.53	50.65	45.12	Mg5Al2Si3O10(OH)8
Chrysotile	1.87	26.26	24.39	Mg3Si2O5(OH)4
CO2(g)	-1.19	-19.79	-18.61	CO2
Dolomite	0.65	-17.89	-18.54	CaMg(CO3)2
Fe(OH)3(a)	-1.69	14.74	16.42	Fe(OH)3
FeS(ppt)	-77.15	-105.48	-28.33	FeS
Fluorite	-1.66	-11.82	-10.16	CaF2
Gibbsite	-1.64	2.97	4.61	Al(OH)3
Goethite	4.20	14.74	10.53	FeOOH
Gypsum	-1.95	-6.83	-4.88	CaSO4·2H2O
H2(g)	-22.53	-22.74	-0.21	H2
H2S(g)	-76.56	-108.85	-32.30	H2S
Hausmannite	1.66	47.23	45.58	Mn3O4
Hematite	15.15	29.48	14.32	Fe2O3
Illite	-3.56	2.14	5.70	K0.6Mg0.25Al2.3Si3.5O10(OH)2
Jarosite-K	-8.00	12.58	20.59	KFe3(SO4)2(OH)6
K-feldspar	-1.81	-1.31	0.49	KAlSi3O8
K-mica	1.04	4.63	3.59	KAl3Si3O10(OH)2
Kaolinite	-1.70	0.32	2.02	Al2Si2O5(OH)4
Mackinawite	-76.42	-105.48	-29.06	FeS
Manganite	-5.81	19.53	25.34	MnOOH
Melanterite	-12.89	-14.52	-1.63	FeSO4·7H2O
O2(g)	-16.66	45.48	62.14	O2
Pyrite	-126.02	-191.59	-65.58	FeS2
Pyrochroite	-7.04	8.16	15.20	Mn(OH)2
Pyrolusite	-0.48	30.90	31.38	MnO2
Quartz	0.25	-2.81	-3.06	SiO2
Rhodochrosite	-0.28	-11.63	-11.35	MnCO3
Sepiolite	-1.30	12.82	14.12	Mg2Si3O7.5OH:3H2O
Sepiolite(d)	-5.84	12.82	18.66	Mg2Si3O7.5OH:3H2O
Siderite	-5.15	-16.42	-11.27	FeCO3
SiO2(a)	-0.61	-2.81	-2.20	SiO2
Smithsonite	-2.70	-13.37	-10.67	ZnCO3
Sphalerite	-67.66	-102.43	-34.77	ZnS
Strontianite	-1.00	-10.96	-9.96	SrCO3
Sulfur	-58.94	-86.11	-27.17	S
Talc	6.35	20.63	14.28	Mg3Si4O10(OH)2
Willemite	-0.18	10.03	10.21	Zn2SiO4
Witherite	-2.60	-11.68	-9.08	BaCO3
Zn(OH)2(e)	-5.08	6.42	11.50	Zn(OH)2