

83848

ILDIR - BALIKLIOVA CİVARINDAKİ
POLYELERİN HİDROJEOLOJİSİ

Dokuz Eylül Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı

Kaya TOMBAK

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MÜHÜRÜ

Ağustos, 1999

İZMİR

83848

TEZ SINAV SONUÇ FORMU

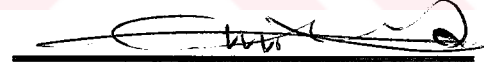
Bu tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



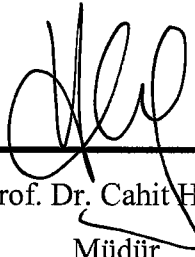
Prof. Dr. Şevki Filiz
(Yönetici)



Prof. Dr. Mustafa ERGÜN
(Jüri Üyesi)



Yrd. Doç. Dr. Gökhan TARCAN
(Jüri Üyesi)



Prof. Dr. Cahit HELVACI
Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Bu projede emeği geçen sayın hocam Prof. Dr. Şevki FİLİZ ve proje yazımında yardımcı olan eşim Misli TOMBAK’a çok teşekkür ederim.



Kaya TOMBAK

ÖZET

Ildır- Balıklıova köyü ve çevresinin jeolojik ve hidrojeolojik incelenmesi yapılmıştır. Çalışma alanı ve çevresinde Paleozoik, Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı birimler mevcuttur. Bu birimlerin tabanını Paleozoik yaşlı Grovaklar oluşturur. Paleozoik yaşlı birimler üzerine uyumsuz olarak Mesozoyik yaşlı karstik karbonatlı kireçtaşı serileri gelir. Karstik serileri uyumsuz olarak üstleyen Senozoyik yaşlı volkanik yer alır. Tüm birimlerin üzerine ise alüvyon uyumsuz olarak örter.

Grovaklar geçirimsiz birim olduğundan yer altı akaçlamasında hidrolik eşik oluştururlar. Triyas kireçtaşları çalışma alanı içerisinde gözlenen Ildır ve Gerence kaynaklarının beslenme alanını oluşturmaktadır.

Havzanın bu günkü halini alışı esnasında geçirdiği büyük tektonik evreler ve özellikle sürekli yeraltısuyunun erime , genişletme etkileri karstlaşmanın gelişiminde etkili olmuştur. Karstlaşmanın en belirgin yapısal özelliği olan polye ve dolin oluşumlar çalışma alanında gözlenmiştir.

Çalışma alanındaki Ildır kaynaklarının karst gelişiminde etkili olan Barbaros, Kadiovacık , Oynatan polyeleridir. Söz edilen karbonatlı formasyonlarda çok etkin faylanmalar büyük karst sistemlerini kontrol etmektedir .Ildır köyü ve civarında Camiboğazı, Şaplaz ve Zeytinler fayları karst gelişimlerini kontrol eden önemli fayları oluşturur.

Ildır kaynakları üç değişik noktadan boşalmaktadır. Ortalama debisi 495 lt/sn ortalama yıllık boşalım ise $18 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$.

Kaynak ve sondaj kuyularından yapılan kimyasal su analizleri sonucu bu sularda önemli derecede tuzlanma olduğunu ortaya koymuştur. Tuzlanma denizden

uzaklaştıkça azalmaktadır. Çalışma alanında kıyı bölgelerde gözlenen kaynakların hemen hemen hepsi deniz suyu etkisindedir .

İnceleme alanında bulunan en önemli kaynaklar Ildır ve Gerence kaynaklarıdır. Bu kaynaklar Çeşme ve Balıklıova civarındaki yerleşim alanları için turizm sezonunda aratan su ihtiyacını karşılamak amacı ile büyük bir potansiyel teşkil etmektedir.

Söz konusu bu alanların bir çok bilinmeyen yönü olduğu kesindir. Bununla beraber ileriye dönük olarak bu su kaynaklarından faydalanabilmek amacı ile bir çok kuruluş tarafından yatırımlar yapılmaktadır. Sahip olduğumuz bu kaynaklardan uzun süreli ve ekonomik olarak faydalanabilmek için onların beslenme, boşalım ve rezervuar özellikleri dikkatli bir şekilde incelenmeli , günlük gereksinimlere cevap verecek su kuyularının açılmasında bilimsel ilkelere uygun önlemler alınmalıdır.

ABSTRACT

Geology and hydrogeology were investigated in the areas and surroundings of Balıklıova and Ildır villages .In the area and surrounding Paleozoic, Mesozoic and Cenozoic aged formations are present. The basement of these units is formed by the Paleozoic aged graywackes. Above this Paleozoic aged formations the Mesozoic aged karstic carbonate limestone series overly unconformably. Karstic series are overlaid the Cenozoic aged volcanic formations unconformably and all this formations are covered by unconformity of alluvium.

The graywackes which are impermeable acts as a hydraulic boundary for the underground drainage. The Triassic limestone is the recharge area for the Ildır and Gerence springs.

Tectonic evolution of the area and the actions of dissolution and for the developments of groundwater are very effective for the development of karstification in the area.

Polje and dolin formations are the main features caused by karstification in the area.

Barboros , Kadiovacık and Oynatan polje are the features which are caused by the karstic developments of the Ildır springs. Effective faults in carbonate formation control the big karstic systems. Camiboğazı, Şaplaz and Zeytinler faults near Ildır form the important faults controlling the karstic development.

The Ildır springs discharge from three different places. The average yield is 495lt/sec and the annual discharge is $18 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$.

The chemical water analysis results of the springs and wells show that in this waters accurse a saline water intrusion. This saline water intrusion diminish from the sea side to the off shore .

Results of chemical analysis of waters of the springs and wells show that there is saline water intrusions. The effect of saline water intrusion diminish away from the sea. Almost all of the observed springs are under the influence seawater in the coastal regions.

Most important springs are Ildır and Gerence in the area. These springs are the important potential for the area around Çeşme and Balıklıova especially during the tourism season in order to supply water required for the increased need.

It is known fact that there are still many unknown parameters in this area. On the other hand, a lot of establishments have been carrying out development projects in order to use these water resources in the future. However, in order to make effective an economic use of these resources for the sustainable development, recharge, discharge and reservoir properties should be investigated carefully, and the scientific principles must be applied for drilling of water wells to be used for the daily requirement.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	IX
TABLolar LİSTESİ	XVI
ŞEKİLLER LİSTESİ	XVII

Bölüm Bir

GİRİŞ

1.1. Çalışma Alanının Yeri	1
1.2. Çalışmanın Amacı	1
1.3. Uygulanan Yöntemler	3
1.4. Önceki Çalışmalar	3
1.5. Çalışma Alanının Coğrafik Konumu ve Jeomorfolojisi	5
1.5.1 İklim	6
1.5.2 Yağışlı Dönem Bilançosu	10
1.5.3 Kurak Dönem Bilançosu	10
1.5.4 Bitki Örtüsü	10
1.5.5 Akarsu Ağı	10

Bölüm İki

JEOLojİ

2.1. Genel Jeoloji	11
2.2. Stratigrafik Jeoloji	11
2.2.1. Alandere Formasyonu	12
2.2.2. Gerence Formasyonu	15
2.2.3. Camiboğazı Formasyonu	16

2.2.4. Güvercinlik Formasyonu	17
2.2.5. Nohutalan Formasyonu	18
2.2.6. Aktepe Birimi	19
2.2.7. Balıklıova Formasyonu	20
2.2.8. Volkanik Birim	21
2.2.9. Alüvyon	22
2.3. Yapısal Jeoloji	22
2.3.1. Faylar	23
2.3.2. Kıvrımlar	24
2.3.3. Çatlak ve Eklemler	25
2.4. Ekonomik Jeoloji	25
2.5. Jeolojik Tarihçe Ve Paleocoğrafya	26

Bölüm Üç

KARST

3.1. Tanımlar	27
3.1.1. Karst Araştırmalarının İnterdisipliner Karakteri	28
3.1.2. Dünyada ve Türkiye’de Karstik Alanların Yayılımı	28
3.2. Karstlaşabilen Kayaçların Jeolojisi	29
3.2.1. Evaporitler	30
3.2.2. Anhidrit – Jips	30
3.2.3. Kaya Tuzu – Halit	31
3.3. Karbonat Kayaçlar	32
3.3.1. Mineroloji	32
3.3.2. Karbonat Kayaçlarının Bileşenleri	34
3.3.3. Karbonat Kayaçlarının Sınıflandırılması	35
3.3.4. Sedimentasyon ve Stratigrafi	35
3.3.5. Yapısal Özellikler	36
3.3.6. Litolojik Özelliklerin Karstlaşmaya Etkileri	36
3.3.6.1. Kayacın Saflığı	36
3.3.6.2. Tane Boyu ve Doku	37

3.3.6.3. Porozite	37
3.3.6.4. Mekanik Dayanım	37
3.4. Karst Jeomorfolojisi	38
3.4.1 Karst Tipleri	38
3.4.1.1. Morfolojik Sınıflama	38
3.4.1.2. Hidrojeolojik (Litolojik – Yapısal Özelliklere Dayalı) Sınıflama	38
3.4.2. Karst Yapıları	39
3.5. Karst Hidrokimyası	40
3.5.1. Jips ve Kayatuzunun Çözünme Kinetiği	41
3.5.2. Karbonat Kayaçlarının Çözünme Kinetiği	41
3.5.3. Atmosfer ve Su Ortamlarındaki CO ₂	42
3.5.4. CO ₂ Kinetiği	42
3.5.5. Yabancı İyon Etkisi	42
3.5.6. Karışım Korrozyonu	43
3.5.7. Soğuma Korrozyonu ve Termal Karışım Korrozyonu	43
3.5.8. Basıncın Karbonat Çözünürlüğüne Etkisi	43
3.6. Karst Aşınması (Denudation)	43
3.7. Karst Sularının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	44
3.8. Karst Hidrolojisi	45
3.8.1. Karstik Alanlardaki Hidrolojik Zonlar	46
3.8.2. Karstik Alanlarda Su Bütçesi Hesaplamaları	46
3.8.2.1. Akım	47
3.8.2.2. Süzülme	47
3.9. Karst Hidrojeolojisi Araştırma Yöntemleri	48
3.9.1. Karst Hidrojeolojisi Haritalarında Bulunması Gereken Bilgiler	48
3.9.2. Uzaktan Algılama Teknikleri	49
3.9.2.1. Yöntem ve Uygulamalar	49
3.9.2.1.1. Çizgisellik Analizi	51
3.9.2.1.2. Termal İnfrared Görüntü Uygulamaları	51
3.9.3. Yeraltısuyu İzleme Teknikleri	53
3.9.4. Karstik Alanlarda Uygulanan Jeofizik Yöntemler	54

3.9.4.1. Yüzey Jeofiziği	54
3.9.4.2. Kuyu Jeofiziği	55
3.9.4.3. Havadan Prospeksiyon	55
3.9.5. Karst Ortamında Sondaj Çalışmaları	55
3.9.5.1. Araştırma Kuyuları İçin Yer Seçimi	56
3.9.5.2. Kuyu Çapı	56
3.9.5.3. Sondaj Ekipmanı	56
3.9.5.4. Araştırma Kuyularından Sürekli Yararlanma	57
3.9.5.5. Karst Akiferlerinde Pompalama Denemeleri	57
3.9.6. Karst Ortamında Permeabilite Testleri	58
3.9.6.1. Porozitenin Laboratuarda Saptanması	58
3.9.6.2. Permeabilitenin Laboratuarda Saptanması	58
3.9.6.3. Permeametreinin Arazide Saptanması	59
3.9.6.4. Enjeksiyon Çalışmaları	60
3.10. Karstik Ortamlarda İnşa Edilen Hidroteknik Yapılarda Hidrojeolojik ve Mühendislik Jeolojisi Problemleri	60
3.10.1. Hidroteknik Yapı İnşasına Etki Eden Jeolojik Faktörler	61
3.10.2. Karst Ortamının Jeoteknik Özelliklerine Suyun Etkisi	61
3.10.3. Karstik Kayacın Homojenliğini Bozan Süreçler	62
3.10.4. Karstik Kayaçlarda Sık Görülen Arızalar	62
3.10.5. Karstik Yapıların Neden Olduğu Sorunların Çözümüne Örnekler	63

Bölüm Dört

HİDROJEOLOJİ

4.1. Kaya Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri	64
4.2. Su Noktaları	67
4.2.1. Akarsular	67
4.2.2. Kaynaklar	67
4.2.2.1. Gerence Kaynağı	68
4.2.2.2. Ildır Kaynakları	68
4.2.3. Deniz İçi Boşalımları	70

4.2.4. Kuyular	70
4.2.4.1. Sondaj Kuyuları	71
4.2.5. Gölet ve Sarnıç	72
4.2.5.1. Gölet	72
4.2.5.2. Sarnıç	74
4.2.6. Gölet ve Sarnıçlara Giren Malzemeye Topoğrafya ve Litolojinin Etkisi.	74
4.2.6.1. Göletlerde	74
4.2.6.2. Sarnıçlarda	75
4.2.7. Göletlerin Bakım ve Temizliği	75
4.3. Karstik Sistemlerde Yeraltısuyu Boşalım ve Bilançosu	76
4.3.1. Yer Altı Bilançosu	76
4.3.2. Beslenme	77
4.3.2.1. Yağıştan Beslenme	77
4.3.2.2. Akıştan Beslenme	78
4.3.2.3. Denizsuyu Girişimi	78
4.3.3. Boşalım	78
4.3.4. Emniyetle Alınabilecek Su Miktarının Belirlenmesi	79

Bölüm Beş

SU KİMYASI

5.1. Suların Elektriksel İletkenliği	81
5.2. Suların Sertliği	82
5.3. Suların Kalsit, Dolomit, Sülfat Doygunluğu ve CO ₂ Gaz Basıncı	84
5.3.1. Kalsit Doygunluk İndeksi (SI _C)	84
5.3.2. Dolomit Doygunluk İndeksi (SI _d)	87
5.3.3. Suda Çözülmüş Kısmı CO ₂ Basıncının (PCO ₂) Saptanması	89
5.4. Suların Kimyasal Sınıflaması	91
5.4.1. Çözülmüş ,Toplam Maddelere Göre Sınıflama	92
5.4.2. Klorür Derişimi	93
5.4.3. Sülfat Derişimi	95

5.5. Suların Kullanma Özellikleri	96
5.5.1. Suların İçme Özellikleri	96
5.5.2. Suların Sulama Özellikleri	97
5.5.2.1. Sodyum Tehlikesi (SAR)	97
5.5.2.2. Sulama Sularının Wilcox' a Göre Sınıflaması	99
5.5.2.3. ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı	101
5.5.2.3.1. Genel Sodyum Tehlikesi Özellikleri	102
5.6. Suların Analiz Sonuçlarının Grafikte Gösterimi	103
5.6.1. Dairesel Diyagram	104
5.6.2. Sütun Diyagram	104
5.7. Ildır Kaynaklarına ve Kuyularda D.S.İ.' nin Yapmış Olduğu Kimyasal Analizler	104
5.7.1. Kaynakların Kimyasal Analizleri	104
5.7.2. Sondaj Kuyularının Kimyasal Analizleri	105
5.8. Çevre Jeolojisi	105

Bölüm Altı	
SONUÇ VE ÖNERİLER	107
KAYNAKÇA	111

EKLER

Ek 1.	Çalışma Alanının Hidrojeolojik (Jeolojik) Haritası ve Kesiti
Ek 2,3,4.	D.S.İ ' nin Yapmış Olduğu Kaynaklara Ait Kimyasal Analiz Sonuçları
Ek 5.	D.S.İ. Kuyularına Ait Bilgiler.
Ek 6.	Araziden Alınan 45 Kuyunun Kimyasal Analiz Sonuçları
Ek 7.	Wilcox Diyagramı
Ek 8.	ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı ve Su Noktalarının Bu Diyagram Üzerindeki Yeri
Ek 9.	D.S.İ. İller Bankası Kuyularına Ait Kimyasal Analiz Sonuçları
Ek 10.	Polye drenajı için düdenlerin geliştirilmesi

- Ek 11. Düdenlerden su değirmeni yoluyla yararlanma
- Ek 12. Mevsimsel karst kaynakları tıkanarak yeraltısuyu seviyesinin yükseltilmesi ve kullanıma sunulması.
- Ek 13. Rezervuarlarda, estavellerin korunması ile düden faaliyetlerinin engellenmesi ve kaynak olarak bunlardan yararlanma
- Ek 14. Estavella üzerinde silindirik baraj kurularak estavellerin geliştirilmesi.
- Ek 15. Rezervuar tabanındaki alüvyon düdenleri yaratan etkinin havalandırma bacası ile yok edilmesi
- Ek 16,17,18. Rezervuar tabanındaki geçirimsiz örtünün basınç farkından ötürü tahrip olmasının hava bacası ile önlenmesi.
- Ek 19. Düdenin enjeksiyon ile ıslahı.
- Ek 20. Boşluklar, mağaralar nedeni ile tünel güzergahının değiştirilmesi.



TABLÖLAR

	Sayfa
Tablo 1.1 : Yağış Değerleri	7
Tablo 1.2 : 1971 – 1998 Yılları Arasında Turch Yöntemi İle Hesaplanan Aylık Buharlaşma Terleme Miktarları	8
Tablo 5.1 : Suların Fransız Sertliğine Göre Sınıflaması	83
Tablo 5.2 : Suların Analiz Sonuçlarına Göre SI_c Değerleri ve Yorumu	86
Tablo 5.3 : Suların Kimyasal Analiz Sonuçlarına Göre SI_d Değerleri ve yorumu	87
Tablo 5.4 : Suların Kimyasal Analiz Sonuçlarına Göre P_{CO_2} Değerleri ve Yorumu	89
Tablo 5.5 : İnceleme Alanındaki Suların İçinde Çözünmüş Toplam İyon Miktarına Göre Sınıflaması ve Yorumu	92
Tablo 5.6: Suların Klorür Derişimi ve Yorumu	94
Tablo 5.7: Suların Sülfat Derişimi ve Yorumu	
Tablo 5.8 : Suların SAR Değerleri ve Suyun Niteliği	95
Tablo 5.9 : Suların Wilcox Sınıflamasına Göre % Na^+ Değerleri ve Nitelikleri	100
Tablo 5.10 : Suların ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramına Göre Sınıfı ve Özellikleri	102

ŞEKİLLER LİSTESİ

		Sayfa
Şekil 1.1.	Çalışma Alanının Yerbulduru Haritası	2
Şekil 1.2.	Buharlaşıma Terleme Diyagramı	9
Şekil 2.1.	Stratigrafik Kesit	13
Şekil 2.2.:	Alandere Formasyonundan Bir Görünüm	14
Şekil 2.3.:	Gerence Formasyonundan Genel Bir Görünüm	15
Şekil 2.4.:	Camiboğazı Formasyonundan Genel Bir Görünüm.	16
Şekil 2.5.:	Güvercinlik Formasyonundan Bir Görünüm	18
Şekil 2.6.:	Nohutalan Formasyonundan Genel Bir Görünüm	19
Şekil 2.7.:	Aktepe Biriminden Genel Bir Görünüm	20
Şekil 2.8.:	Volkanik Birimden Bir Görünüş	21
Şekil 2.9.:	Triyas Biriminde Gözlenen Hum Yapısı	23
Şekil 2.10.	Çalışma Alanı İçindeki Küçük Ölçekli Faydan Bir Görünüm	24
Şekil 2.11.:	Çalışma Alanında Görülen Küçük Ölçekli Bir Antiklinalden Bir Görünüm	25
Şekil 4.1.:	Ildır Kaynaklarından Genel Bir Görünüm	65
Şekil 4.2.:	Kadıovacık Polyesinden Bir Görünüm	66
Şekil 4.3.:	Oynatan Polyesindeki Düdenden Bir Görünüm	66
Şekil 4.4. :	Ölçeksiz Harita	69
Şekil 4.5.:	Camiboğazı Vadisinde Açılan Keson Kuyulardan Bir Görüntü	70
Şekil 4.6.:	Volkanikler içerisinde Yapılan Sarnıçlardan Görüntü	71
Şekil 4.7.:	İltur Sitesindeki Kuyulardan Genel Bir Görünüm	72
Şekil 4.8. :	Çalışma Alanının Hidrohips Eğrileri Akım Şeması	73
Şekil 5.1.:	Çalışma Alanında Katı Atıkların Gelişi Güzel Atılması	106

BÖLÜM I

GİRİŞ

Çalışma alanı İzmir iline bağlı Çeşme ilçesinin sınırları içinde kalmaktadır. Önemli bir turizm merkezi olan ilçenin nüfusu normalde 30.000 olmasına karşın, turizm mevsiminde bu rakam 500.000'e ulaşmaktadır .

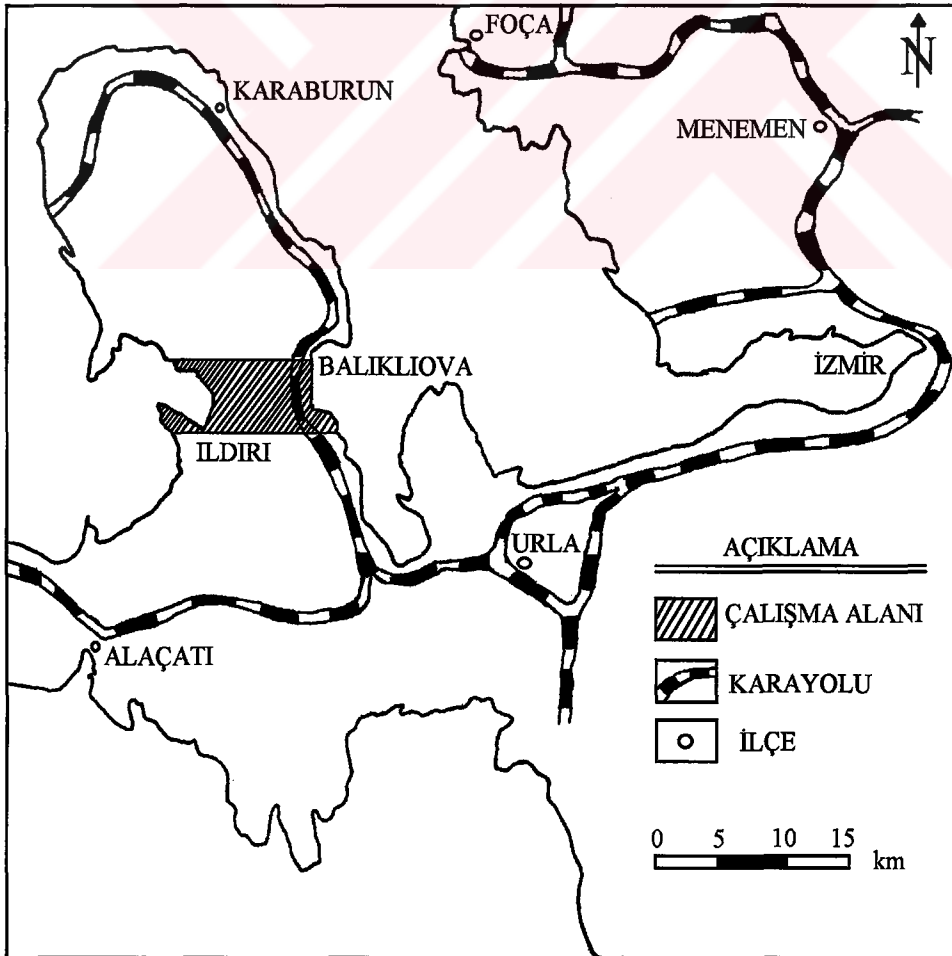
Yerleşim kullanma suyu bulunmamaktadır. Bununla mevsiminde, su gereksinimi çok büyük artış gösterdiğinden sorunlar daha da büyük boyutlara ulaşmaktadır. Bunun sebebi de artan nüfus nedeniyle eldeki kaynakların aşırı miktarda tüketilmesi ve kirlenmesidir .

1.1. ÇALIŞMA ALANIN YERİ

Urla L16-b2 ve L17-a1 paftalarının 49-67 boylam ve 49-55 enlemleri içinde yaklaşık 136 km² lik bir alanı kapsamaktadır. İzmir'e 75 km mesafede olan Çeşme ilçesine ulaşım karayolu ile sağlanmaktadır (Şekil 1.1.) (Çalışma alanı bu sınırlarla kalmayıp geniş tutulmuştur Ek. 1A).

1.2. ÇALIŞMANIN AMACI

Jeoloji Mühendisliği yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada Gerence Koyu civarının jeolojik haritası alınması, kaya birimlerinin ayırtlanması, stratigrafik ve yapısal ilişkilerinin ortaya konması, yörenin hidrojeolojik özelliklerinin incelenmesi amacını taşımaktadır. Ayrıca vatandaşlar tarafından açılan kuyulardan alınan su örneklerinin kimyasal analizlerinden yararlanılarak, akifer, hazne kaya ve beslenme alanlarına yorumlar getirilmesi ve kartlaşmaya bağlı yeraltı ve yerüstü su davranışları incelenmesi çalışmanın diğer bir amacını da oluşturmaktadır.



Şekil: 1.1 Çalışma Alanın Yer Bulduru Haritası

1.3. Uygulanan Yöntemler

Çalışmada, 1/25.000' lik topoğrafik haritalar kullanılarak, bölgenin jeolojik haritası çıkarılmıştır . Bu çalışmada asıl amacı bölgenin hidrojeolojik özelliklerinin incelenmesi olduğundan, jeolojik verilerin bir kısmı önceki çalışmalara dayalı raporlardan derlenmiştir . Araziden usulüne uygun olarak alınan su örnekleri laboratuarda analiz edilip bunların sonuç,undan çıkan bilgiler gerekli diyagramlara işlenmiştir .

1.4. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışma alanı ve çevresinde çok eski tarihlere kadar dayanan birçok çalışma yapılmasına karşın bunlardan yalnızca 1960 yılında sonrakiler değerlendirilmiştir. Yörede M.T.A. , D.S.İ. , İller Bankası tarafından çeşitli çalışmalar yapılmıştır .

Brinkmann, Rendel ve Trick (1967), ilk kez bütün katlarıyla Triyas' ın varlığını ortaya koyarlar . Araştırmacılar bu çalışmalarıyla Triyas' ın bir taban çakıl taşlarıyla Paleozoyik grovaklar üzerine geldiğini gösterirler .

Brinkmann ve diğerleri (1977), Balıklıova çevresinde Üst Kretase' nin varlığını ortaya koyar .

Düzbastılar (1978), Orta Karaburun Yarımadasının paleontolojik incelemelerini yapmıştır .

Erdoğan ve diğerleri (1990), Karaburun Yarımadası'nın bir Mesozoyik istifinin bulunduğu bir tektonik kuşağın yüzeyletiğini ve bu kuşağın İzmir - Ankara zonunun batısından çevrelediğini belirtir . Karaburun Kuşağı Alt. Orta Karbonifer ile başlar. Araştırmacılar „Alt Triyas' dan Alt Kretase'ye kadar devamlılık sunan bu Mesozoyik istifin üzerinde uyumsuz olarak Kampaniyen. Maestrihtiyen yaşlı ve karbonat kayaları ile filiş fasiyesinde oluşmuş kumtaşlarından meydana gelen Balıklıova formasyonunun geldiğini belirtir . Karaburun kuşağı her tarafından Bornova

Karmaşığı adı verilen bloklu bir birim tarafından çevrelenir. Bu bloklu birim ileri derecede ezilmiş bir filiş matriksinden meydana gelmiştir ve İzmir-Ankara zonu içerisinde Maestrihtiyen ile Daniyen aralığında oluşmuştur.

Esen (1993), Barbaros- Kadiovacık ve civarının jeolojisi ile ilgili çalışma yapmıştır.

Esen ve diğlerleri (1997), Ildır (Çeşme) karstik kaynakların hidrojeolojik incelenmesi ile ilgili çalışma yapmıştır. Çalışma alanında Karaburun Yarımadasının en önemli karstik kaynağı olan Ildır kaynakları yer alır. Kaynaklardan alınan su örneklerinin kimyasal ve izotop analiz sonuçları bize kaynak sularında deniz suyu ile tuzlanmanın mevcut olduğunu göstermekte.

Filiz (1982), Bölgedeki karstik kaynakların inceleme ve su analizlerini yapmıştır. Ildır ve Halkapınar kaynaklarında doğal izotoplardan O^{18} değerlerinin yüksek olduğunu belirleyerek her iki kaynakta deniz suyu katkısının varlığını kanıtlar . Ayrıca, bu kaynakların suların yağış kökenli olduğunu vurgular .

Filiz ve Yalçın (1984), Ildır-Balıklıova karbonat kara köprüsünün karst hidrojeolojisi ile ilgili çalışmalar yapmışlardır .

Gümüş (1971), Ildır yöresinde tabanın göremediğı grovıklara Devoniyen - Alt Karbonifer yaşını vermiştir. Bunların üzerine Karbonifer yaşlı kireçtaşlarını uyumlu olarak getirir. Karbonifer kireçtaşlarının üzerine eksiksiz Triyas karbonatlı kayalarını uyumsuz olarak taban çakıl taşlarıyla oturtur. Araştırmacı, kendi alanında yaşlı birimleri örten andezit ve tüfleri Pliyosen, kaba kireçtaşı, çakıl taşlarını da Pleistosen olarak kabul eder .

Gürsel ve diğlerleri (1997), Dalyan Ildır (Çeşme) yöresinin hidrojeolojisi ile ilgili çalışma yapmıştır. Bu çalışmada özellikle kaynakların ortalama debisi , kaynaklardan alınan suların kimyasal analizleri incelemeye tabi tutulmuştur. Bu analiz sonuçlarına göre sularda önemli derecede tuzlanma olduğu ortaya konulmuştur. Tuzlama

denizden uzaklaştıkça azalmaktadır. Bu ise deniz suyunun kaynaklara etkisini gösterir.

Kalfatçıoğlu (1961), Araştırma alanını kapsayan ilk jeolojik çalışmayı yapmıştır . Araştırmacı Karaburun Yarımadasının 1/ 100.000 ölçekli jeolojik haritasını yaparak Stratigrafisini aydınlatmaya çalışmıştır . Paleozoyik' te grovaklarla, kireçtaşlarını ayırtlar bunların üzerine uyumsuzlukla Jura kireçtaşlarını getirir . Triyas' ın var olabileceğine değinir . Jura ile başlayan karbonat çökelmesinin Üst Kretase sonuna kadar sürdüğünü belirtir .Araştırmacıya göre Kretase sonunda yarımadaanın yalnızca bir iki yöresinde görülen serpantin çıkışları olur . Neojen, marn ve kireçtaşları olarak görülür . Neojen sonunda andezit ve bazalt volkanizması gelişir.

Konuk (1979), Karaburun yarımadasının kuzeybatı kesiminde çalışmış ve daha önce Paleozoyik olarak bilinen grovakları Triyas olarak kabul etmiş diğer birimlerin ise bindirme ile taşımadığını vurgulamıştır .

Olçay (1988), Ildır ve çevresinin hidrojeolojisiyle ilgili çalışmalar yapmıştır Bu çalışmada özellikle Ildır ve Halkapınar kaynaklarını ve bu kaynakların deniz suyu ile ilişkilerini incelemiştir .

Karaburun platformunun İzmir, Ankara zonu içerisine karbonat açılımı sırasında tektonik taşınmalarla nap şeklinde ilerlediğini göstermektedir .

1.5. ÇALIŞMA ALANININ COĞRAFİK KONUMU VE JEOMORFOLOJİSİ

Çalışma alanının morfolojik görünümü jeolojik yapısı ile bağlantılıdır . Mesozoyik kireçtaşları yüksek tepeleri, Paleozoyik ve Senozoyik birimleri ise daha alçak yükseltileri oluşturmaktadır . Çalışma alanının belli başlı yükseltileri; Camiboğazı Tepe (378), Küçükoyunatan Tepe (356), Bulabaş Tepe (328), Oynatan Tepe (303), Üçkuyular Tepe (273),Aralık Dağı (272), Çeşmecik Tepe (261), Sonak

Tepe (215)1 Yağsuyu Tepe (211), Kaplacık Tepe, Alan Dağı, Kırdag Tepe, Tınaz Tepe, Alan Tepe'dir.

Karbonatlar üzerinde gözlenen tepeler arasında karstik dağ arası ovalar yer alır . Polye ve Uvala niteliğindeki bu ovalar Camiboğazı ve Oynatan Polyesi , adlarıyla anılmaktadır .

1.5.1 İKLİM

Çeşme yöresinde yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçen Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir .

İlica (Çeşme) meteoroloji istasyonu 1971-1998 yılları arası 28 yıllık verilere göre ortalama yağış 509 mm' dir . En az ortalama yıllık yağış 1989 yılında 210.9 mm' dir . En fazla yıllık ortalama yağış ise 1996 yılında 760.5 mm' dir . Yağışın büyük bölümü Aralık-Ocak aylarında yağmaktadır (Tablo 1.1.).

Temmuz-Ağustos aylarında genellikle yağış görülmemektedir.

Yıllık ortalama sıcaklık 17.08 °C olup Temmuz en sıcak ayı, Aralık-Ocak en soğuk aylardır.

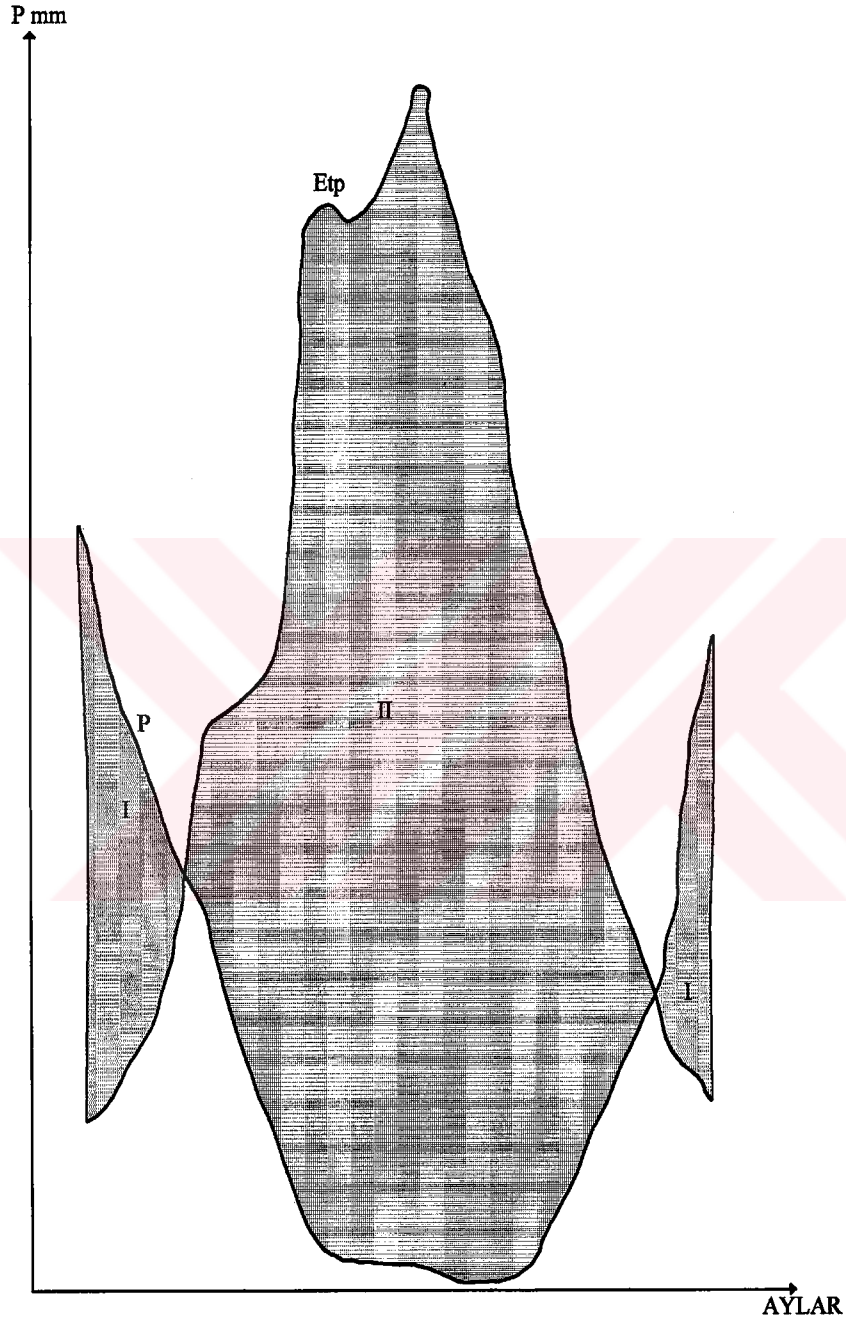
1971-1998 yılları arası 28 yıllık ortalamalardan yararlanılarak Turch yöntemlerine göre buharlaşma-terleme hesapları yapılmıştır (Tablo 1.2.), (Şekil 1.2.).

Turch yöntemine göre, inceleme alanının yıllık yağış bilançosu şöyledir;

Tablo 1.2: 1971 - 1998 Yılları Arasında Turch Yöntemi ile Hesplanan Aylık Buharlaşma Terleme Miktarları

	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	TOPLAM (mm)
T(C)	9.4	10.3	11.4	14.3	20	24	25.2	24.9	22.6	17.5	13.8	11.1	
H(saat)	315	311	404	415	442	455	425	337	345	308	301	298	
H(saat)	98.5	133.8	210	224.3	245.8	341.4	373.4	340.2	305.6	197.1	165.8	130.5	
H/H	0.313	0.43	0.52	0.54	0.556	0.75	0.902	0.902	0.886	0.64	0.551	0.498	
IgA	378	392	667	837	960	1025	989	892	684	559	419	343	
Ig	141.4	175.07	335.1	430.89	503.73	661.13	731.11	659.4	498.86	322.43	218.56	157.14	
ETP	29.5	36.7	66.5	93.9	126.6	175.1	195.9	177.08	132	80.2	51.5	35.2	
Yağış(mm)=P	102.4	81.9	65.1	37.2	16.3	3.8	1.57	0.5	10	31	43.4	116	509.00
Zemin Yedeği	100	100	98.6	41.9	0	0	0	0	0	0	7.9	106.8	
Zemin Yedeği Değişimi	0	0	-1.4	-56.7	-110.3	-171.3	-194.33	-176.58	-122	-49.2	0	0	
E _{tr} (mm)	106.22	85.49	68.24	39.16	17.19	4.2	1.66	0.53	10.6	32.66	25.46	145.91	

H: Toplam aylık astronomik gün süresi h: Toplam güneşleme miktarı ETP: Potansiyel buharlaşma - terleme
E_{tr}: Gerçek buharlaşma - terleme I_g: Tüm güneş ışınlam enerjisi
IgA: Atmosfer olmadan yatay yeryüzüne erişmesi mümkün aylık ortalama güneş ışınlam enerjisi (cm²/cal/gün)



Şekil 1.2 : BUHARLAŞAMA TERLEME DİYAGRAMI

1.5.2. YAĞIŞLI DÖNEM BİLANÇOSU

Şubat ayı sonuna değin yağış miktarı (P), Potansiyel Buharlaşma -Terlemeden (Etp) fazladır. Buna göre bu sürede toplam yağış miktarı 184.3 mm'dir. ETP ise 66.2 mm'dir. Böylece $P-Etp=118.1$ mm olan yağış fazlası yüzey ve yeraltısularını besler . Kurak devrenin sonunda bir sonraki yağış devrenin başlangıcında Kasım ayından itibaren yağış ETP'den fazladır . Bu fazla yağış önce harcanan 100 mm zemin yedeğini tamamlar . Geri kalan kısım süzülme ve akarsu olarak harcanır .

1.5.3. KURAK DÖNEM BİLANÇOSU

Mart-Nisan aylarında yağış ETP' den azdır ve zemin yedeğinin bir kısmı (58.1mm) kullanılır . Geri kalan zemin yedeği de (41.9 mm) Mayıs ayında tüketilir. Böylece Ekim sonuna tarım su açığı ortaya çıkar . Buna göre kurak devrede $Etp=1047.28$ mm, yağış = 165.47 mm' lik su tamamen buharlaştıktan sonra 100mm'lik zemin yedeği de harcanır. Böylece tarım su açığı $1047.28 - (165.47+100) = 781.81$ mm 'dir.

1.5.4. BİTKİ ÖRTÜSÜ

Çalışma alanında genelde seyrek bir bitki örtüsüne rastlanmaktadır . İklimin kurak ve sıcak olması yörenin tarım bitkilerinin seçimini büyük ölçüde etkilemektedir . Yüksek tepeler genellikle makilerle kaplı veya çıplaktır . Ovalarda (polyelerde) ise genellikle zeytin ve incir ağaçları yer almaktadır .

1.5.5. AKARSU AĞI

Çalışma alanının içerisinde bulunan akarsular genelde (İldır ve Gerence hariç) yıl boyunca akış göstermezler yağışlı dönemlerde su bulunduran dereler, yaz aylarında kurumaktadır. En önemli dereleri : Bulabaş Dere, Yılancılı Dere, Çeşmecik Dere, Tekkelioğlu Dere, Zeytinlik Dere, Kargılık dere' dir.

BÖLÜM II

JEOLojİ

2.1. GENEL JEOLojİ

Karaburun Yarımadasının genel jeolojisiyle ilgili olarak Brinkmann ve diğerleri (1972), Gümüş (1971), Konuk (1979), Erdoğan ve diğerleri (1990), tarafından çalışmalar yapılmıştır .

Karaburun Yarımadasının orta kesiminde, Barbaros Köyü ve çevresini kapsayan inceleme alanında aşağıdan üste doğru aşağıdaki birimler ayırtlanmış ve birim adlamalarında önceki çalışmalarda verilen isimler aynen korunmuştur.

Alının genel Stratigrafik istifine bakıldığında karbonatlı kayaların kalınlık, çeşitlilik ve yayılım bakımından önemli bir yer kapladığı görülmektedir. Buradaki önemli birimler Alandere formasyonu ,Gerence formasyonu ,Camiboğazi formasyonu , Güvercinlik formasyonu, Nohutalan formasyonu, Aktepe formasyonu, Balıklıova formasyonu, Volkanikler ve Alüvyon yer almaktadır.

2.2. STRATİGRAFİK JEOLojİ

Önceki çalışmalar ve Karaburun yarımadasının genel stratigrafisi dikkate alınmak suretiyle yapılan inceleme ve değerlendirmede çalışma alanının stratigrafisinin Alt-Orta Karbonifer yaşlı kahverengi siyah kireçtaşlarından oluşan Alandere formasyonu ile başladığı belirlenmiştir .Bunların üzerine uyumsuz olarak Mezosoyik yaşlı deniz giren grubu gelmektedir. Deniz giren grubu kırıntılı fasiyesteki Karareis formasyonu

ile bunun yanal eşdeğeri olan ve çalışma alanı içinde yüzlek veren çörtlü ince tabakalı kireçtaşları, marn, kırmızı kireçtaşları. kırmızı-yeşil çört ve kumtaşı arakatkılarından oluşan Gerence formasyonundan oluşmaktadır . Denizgiren grubunu beyaz ve açık gri renkli Ladiniyen-Karniyen yaşlı, algli, resifal kireçtaşından oluşan Camiboğazı formasyonu uyumlu olarak üstlemektedir. Camiboğazı Formasyonunun üzerine uyumlu olarak gelen, Karniyen-Noriyen yaşlı stromatolitik dolomit, megalodonlu kireçtaşı, kırmızı renkli kumtaşı, çakıtaşı, çamurtaşı ve dolomit ardalanmasından yapıli Güvercinlik Formasyonu gelir. Güvercinlik Formasyonu üzerine Liyas-Malm yaşlı kalın katmanlı dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşından oluşan Nohutalan Formasyonu gelir. Albiyen-Senomaniyen yaşlı sarımsı-kahverengi kireçtaşı. kumtaşı-konglomera ve siyah-gri renkli kireçtaşından oluşan Aktepe Birimi, Nohutalan Formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelir. Geç kretase yaşına sahip Balıklıova formasyonu ise beyaz ve sarı renkli kireçtaşı ile şeyl kumtaşı ve çakıtaşıdan oluşmakta olup Aktepe formasyonunu üstlemektedir. Miyosen-Pliyosen yaşlı beyaz renkli, asidik tuf, koyu kahverengi, andezit çakıllı aglomera ve kırmızımsı kahverengi ve gri renkli akma yapıli andezit içeren Barbaros Volkanitleri, Karaburun karbonat istifini uyumsuz olarak örter. Kuvaterner yaşlı alüvyon tüm birimleri uyumsuz olarak üstler. (Şekil 2.1.)

2.2.1. ALANDERE FORMASYONU

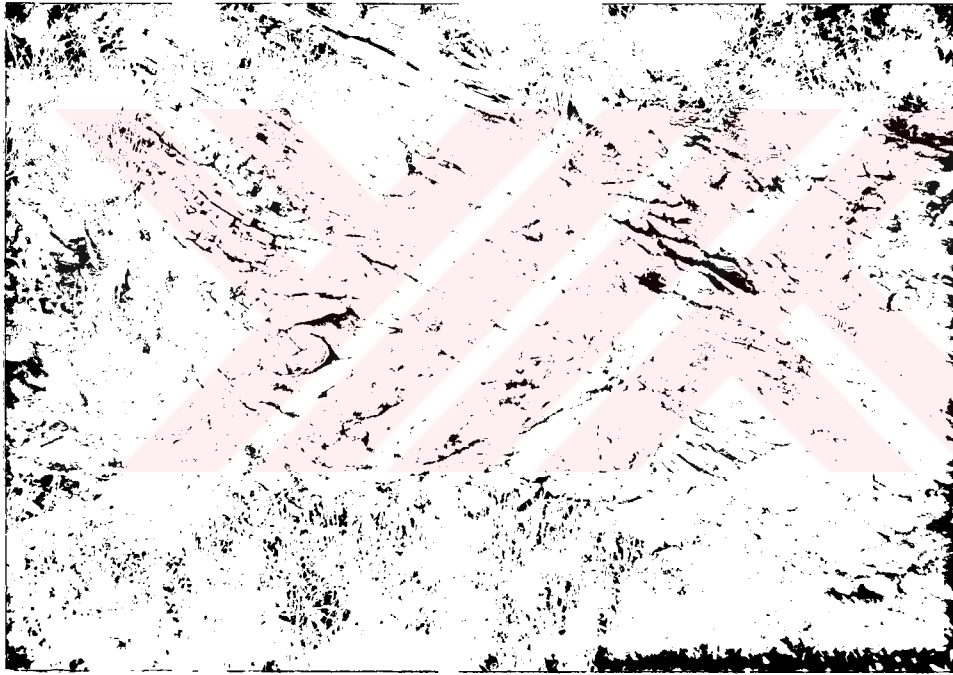
Çalışma alanının en yaşlı birimi Paleozoyik yaşlı Alandere formasyonudur. Bu ildir 'ın kuzeydoğusunda ve Balıklıova Köyü' nün batısında gözlenmektedir. Bu formasyon koyu kahverengi ve siyah renklerde krinoid sapları içeren bol fosilli kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bu formasyon Gümüş (1971), 'in Tınaztepe ve Alandere olarak belirlediği birimlerine karşıt gelmektedir . Detritik arakatkıların yaygın olduğu kesimler bu formasyonun Alt Triyas'a litolojik olarak çok benzer ve bu yüzden Gümüş (1971), Brinkmann ve diğerlerinde (1972), bu iki farklı birim birbirine karıştırılmıştır .Alandere formasyonuna ait kırıntılı fasiyesinin Alt Triyas kayalarından en belirgin farkı içerisindeki kireçtaşlarının koyu siyah olması ve yaş veren bol fosil içermesidir .

YAŞ			FORMASYON	BİRİM	SİMGE	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA
SENOZOİK	KUVATERNER			ALÜVYON	Kal		Kireçtaşı ve volkanik kökenli olan alüvyonun malzemeleri kil, ince kum ve kaba çakıl tanelerinden oluşmaktadır UYUMSUZLUK
	TERSİYER	NEOJEN		VOLKANİK	Nv		Kırmızımsı ve koyu kahverengimsi orta-iyi dayanımlı bazalt, andezit, volkanik tuf ve aglomeralardan oluşmaktadır. UYUMSUZLUK
MESOZOİK	KRETASE	GEÇ	BALIKLIOVA		Kbf		Beyaz ve sarı renkli kireçtaşları ile şeyl, kumtaşı ve çakıltaşından oluşmaktadır.
		ALBIYEN	AKTEPE		Ka		Sarımsı kahve renkli kireçtaşı konglomera killi seviyeler içerir siyah renkli kireçtaşından oluşur UYUMSUZLUK
	JURA	MALM LİAS	NOHUTALAN		Jn		Sarı beyaz renkli kalın katmanlı Dolomit Gri renkli kireçtaşı beyaz renkli dolomitik kireçtaşlarından oluşur. UYUMSUZLUK
	TRİYAS	NORIYEN RESİYEN	GÜVERCİNLİK		Tgvf		Dolomitler, megalodonlu kireçtaşları ve arada kırmızı-yeşil kiltası düzeyleri ile kuvarstik kumtaşı mercceklerinden oluşmaktadır.
		LADINYEN KARNİYEN	CAMİBOĞAZI		Tcf		Beyaz ve sarı renkli kireçtaşları ile şeyl, kumtaşı ve çakıltaşından oluşmaktadır.
		SKİTİYEN ANSİYEN	GERENCE		Tgf		Karbonat kayaların baskın olduğu çörtlü ince tabakalı kireçtaşları, kırmızı-yeşil çörtlü ve kumtaşlarından oluşmaktadır. UYUMSUZLUK
	KARBONİFER	ALT_ORTA	ALANDERE		Kaf		Koyu kahverengi ve siyah renklerde krinoid sapları içeren bol fosilli kireçtaşlarından oluşmaktadır. ÖLÇEKSİZ

Şekil 2.1: Çalışma Alanının Genelleştirilmiş Stratigrafik Kolon Kesiti (Erdoğan ve diğerleri, 1990' dan uyarlanmıştır).

Alandere formasyonunun üst dokanağı Ildır 'da Gerence Koyu'na giden yol boyunca görülmektedir. Koyu siyah renkli kireçtaşlarından oluşan birimin üzerine Alt Triyas' a ait, açık gri renkte bol sünger spikülleri içeren mikritik dokudaki kireçtaşları oturmaktadır. Tam dokanak boyunca oksidasyon yüzeyi ile karstik erime boşluklu bir zon görülmektedir .

Masif kireçtaşlarından yapılı Alandere formasyonu üzerine Alt Triyas' a ait ince tabakalı kireçtaşları ve kırmızı-yeşil çörtlerin ardalanmasıyla gelmektedir. (Şekil.2.2).



Şekil 2.2.: Alandere Formasyonundan Bir Görünüm

Alandere formasyonu, Brinkmann ve diğerleri (1972), tarafından Alt Karbonifer , Gümüş (1971), tarafından ise Vizeyen yaşı verilmiştir. Bu çalışmada ise, Alt-Orta Karbonifer yaşı uygun olacağı kabul edilmiştir .

2.2.2. GERENCE FORMASYONU

Çalışma alanının Ildır ve Gerence arasında yayılım sunmaktadır . Bu formasyon heterojen litolojik özelliktedir ve kısa mesafelerde yanal değişim sunmaktadır. Bu formasyon karbonat kayalarının baskın olduğu çörtlü ince ,tabakalı kireçtaşlarında oluşmaktadır. Alt kesimlerde ince kumtaşları ve kırmızı-yeşil çörtlü ayrıca arakatıklar halinde kireçtaşı tabakaları yer almaktadır . Gerence formasyonun . orta-üst kesimlerinde yanal olarak devamsız kırmızı kireçtaşı bulunmaktadır. Bu kesimlerde çakıltaşı arakatıkları yaygındır ve arakatıklar düşey ve yanal olarak kısa mesafelerde geçiş göstermektedir (Şekil 2.3.).



Şekil 2.3.: Gerence Formasyonundan Genel Bir Görünüm

Gerence formasyonu Alt-Orta Karbonifer yaşlı Alandere formasyonu üzerine uyumsuz olarak oturmaktadır . Alt dokanak Ildır 'dan Gerence Koyu'na giden yol

boyunca görülmektedir. Gerence formasyonu üzerine geçişli bir dokanakla Camiboğazı formasyonu gelmektedir .

Brinkmann ve diğerleri (1972), bu formasyonun yaşını Skitiyenden Geç Anisiyine kadar değiştiğini fosillerle saptamışlardır . Kireçtaşları içinde yer alan alg fosilleri, lamellibrans kavkı kırıntılarına dayanılarak Triyas'a geçildiği işaret edilmektedir .

2.2.3. CAMİBOĞAZI FORMASYONU

Çalışma alanında Camiboğazı formasyonu, beyaz ve açık gri renklerde masif, erime boşluklu (karstik) kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bu formasyonun diğer formasyonlara göre en karakteristik özelliği daha sarp morfolojiye sahip olmasıdır . Kuzeye doğru kalınlaşarak devam etmektedir.

Camiboğazı formasyonu kalın katmanlı, çoğu yerlerde masif iç yapılı ve açık gri renkli kireçtaşı seviyelerinden oluşmaktadır . Birimin alt seviyeleri pembe damarlı olmasıyla tipiktir , üst seviyeleri ise beyaz renkli, kırmızı ve gri renkli dolomitik kireçtaşlarından yapıldır (Şekil 2.4.).



Şekil 2.4.:Camiboğazı Formasyonundan Genel Bir Görünüm.

Camiboğazı formasyonu uyumlu olarak Gerence formasyonunu üstlemektedir. Formasyonun üst dokanağı da uyumlu olarak Güvercinlik formasyonuna geçmektedir .

Düzbastılar (1978), Camiboğazı formasyonunun alt seviyelerindeki ammonitlerin Üst Anisiyen yaşlı, orta seviyelerindeki Involutina eomesozoica, Teutlaporella nodasa, Parachaetetes karaburunreis, Cayeuxia moldavlca ile Ladiniyen yaşlı, üst seviyelerin ise Involutina sinvosa, I.Sinuosa pragsoides, Glomospirella friedli ile Karniyen yaşlı olduğunu belirtir .

Erdoğan (1990), saptamış olduğu ve gözlediği alg kolonileri, biyoklast, foraminifer kavkı parçaları krinoid sapları, sünger ve gastropod parçalarına dayanarak Camiboğazı formasyonunun Ladiniyen-Karniyen yaşlı olduğunu belirtir.

Bu çalışmada Erdoğan (1990), 'in belirlediği Ladiniyen-Karniyen yaşlı kabul edilmiştir.

2.2.4. GÜVERCİNLİK FORMASYONU

Güvercinlik formasyonu kireçtaşı, dolomit, çamurtaşı, kumtaşı, çakıltaşından oluşmaktadır . Bu formasyonun en açık Ildır-Balıkliova yolu boyunca görülmektedir. Formasyonun alt seviyeleri sarı renkli, megalodonlu, ince tabakalı kireçtaşları ile başlamaktadır . Üste doğru ardalanmalı olarak dolomit ve beyaz renkli, megalodon kavkıları içeren kireçtaşı düzeyleri bulunmaktadır . Formasyonda dolomitlerle ardalanmalı olarak kırmızı ve yeşil renkli kilitaş düzeyleri ile kuvarstik kumtaşı mercekleri bulunmaktadır. Yer yer çapraz katmanlanma gösteren kumtaşları , çört kırıntılarının silisli bir çimentoyla bağlanmasından meydana gelmektedir (Şekil 2.5.).



Şekil 2.5.: Güvercinlik Formasyonundan Bir Görünüm

Güvercinlik formasyonu, Camiboğazı formasyonunu uyumlu olarak üstelemektedir .Üst dokanağı ise Kretase yaşlı Balıklıova formasyonu ile uyumsuzdur .

Erdoğan ve diğerleri (1990), Karaburun Yarımadasında yaptıkları ayrıntılı çalışmada Triasina hantkeni, Auloconus permediscaidea, Aulotortus sp., Aulotortus sineusus pragosoides, Aulotortus tumidus, Ihaumatoporelia pavaresiculifera fosillerini bularak Güvercinlik formasyonuna Noriyen-Resiyen yaşını vermişlerdir .

2.2.5. NOHUTALAN FORMASYONU

Çalışma alanında ören Sırtı ve Akdağ tepe civarında yaklaşık 5 km²' lik bir alanı kapsayan Nohutalan Formasyonunda alt kesimlerde yer alan dolomitler, kahverengimsi gri renkte, üst düzeylerde sarı beyaz renktedir . Dolomitik kireçtaşları

dolomitlerin üzerinde katmanlı ve parçalı bir yapıya sahiptirler. Bunların üzerinde koyu gri renkli algi kireçtaşları orta dayanımlı ve katmanlıdır . Ve bu kireçtaşlarının üzerinde uyumsuzluk ceplerine yerleşmiş merkeksel konumda boksit ara katkılar gözlenir. Nohutalan Formasyonu ile olan alt dokanağı Litolojik olarak belirgin değildir. Ve tasarımsal çizilmiştir. Aktepe ile olan üst dokanağı uyumsuzdur . Formasyonun içersinde bulunduğu fosillere dayanarak formasyona Liyas ve Malm yaşını vermişlerdir (Erdoğan ve diğerleri. 1990) (Şekil 2.6.).



Şekil 2.6.: Nohutalan Formasyonundan Genel Bir Görünüm

2.2.6. AKTEPE BİRİMİ

2 km² 'lik bir alanda yayılım sunan Aktepe biriminde sarımsı kahverengi renkte. kötü katmanlama sunan ve katman kalınlığı 20-80 cm arasında değişen kireçtaşları vardır. Yersel killi seviyeler fosilce zengindir. Değişik renkte kireçtaşı yeşil kumtaşı ve çört çakıllarından oluşmuş, çakılları karbonat çimento ile tutturulmuş orta kalın katmanlı çakıltaşları bu sarı kahverengi kireçtaşlarının üzerine gelmektedir . Bu çakıltaşlarına komşu siyah, gri renkli masif kristalize kireçtaşları gelir.

Aktepe biriminin Nohutalan Formasyonu ile olan alt dokanağı uyumsuzdur. Birimin andezitle olan üst dokanağı düşey faylıdır Erdoğan ve diğerleri (1990),. Buldukları fosillere dayanarak Albiyen , Senomaniyen yaşını vermişlerdir.

İyi yuvarlaklaşmış çakıtaşları, alg, iri gastrapod, mercan, milioid fosili içeren , Aktepe birimi Sığ denizel-karasal ortamı yansıtan özellikler taşır (Şekil 2.7.).



Şekil 2.7.: Aktepe Biriminden Genel Bir Görünüm

2.2.7. BALIKLIOVA FORMASYONU

Balıklıovanın batısında Geç Kretase yaşlı altta beyaz ve sarı renkli kireçtaşları üstte şeyl kumtaşı ve çakıtaşından oluşan bir istif yüzzelemektedir . Bu istif ilk kez Brinkmann ve diğerleri (1972), Karaburun Yarımadası'nda Üst Kretase birimlerinin konumunu, stratigrafisini ayrıntılı olarak ortaya koymuş ve Balıkhova birimi adıyla tanıtmıştır .

Bu çalışmada Balıklıova formasyonu olarak adlanan bu Geç Kretase yaşlı istif, Erdoğan ve diğerlerine (1990), uyularak Karahasan üyesi ve Haneybaşı üyesine ayrılmaktadır .

2.2.8. VOLKANİK BİRİM

Çalışma alanındaki Volkanik birim, Ildır' ın kuzeyindeki Punta Yarımadasında ve civarında gözlenmektedir. Bu birim bazalt andezit volkanik tüf ve aglomeralardan oluşmaktadır . Çoğunlukla masif yapıya sahip ve ender olarak da akma yapılarına görülmektedir. Volkanik birim kırmızımsı ve koyu kahverengimsi, dayanımlı, ortaça veya az ayrılmış bir litolojik özellik göstermektedir (Şekil 2.8.). Bu birimin alt dokanağı Balıklıova formasyonu ile uyumsuzdur . Kuvaterner yaşlı Alüvyon birimi volkanik birimini uyumsuz olarak üstlemektedir . Çalışma alanındaki volkanik birime Miyosen-Pliyosen yaşı Brinkmann ve diğerleri (1972), Erdoğan ve diğerleri (1990), tarafından verilmiştir .



Şekil 2.8.: Volkanik Birimden Bir Görünüş

2.2.9. ALÜVYON

Çalışma alanında denize açılan vadilerle, küçük kayalarda, mevsimlik akarsu ağzlarında ve polyelerde alüvyon oluşumu gözlenmektedir. Kil, ince kum ve kaba çakıl tanelerinden oluşan alüvyon malzemeleri genellikle kireçtaşı ve volkanik kökenlidir .

Bu birim, çalışma alanı içinde yer alan birimleri uyumsuz olarak örtmektedir.

2.3. YAPISAL JEOLojİ

Batı Anadolu'da yer alan üç tektonik kuşaktan biri en batıda bulunan ve Karaburun Yarımadası'nı içine alan platform türü karbonat istifin bulunduğu Karaburun kuşağıdır.

Temeldeki Triyas biriminin genelde karbonatlı kayalardan yapılı olan kaya topluluklarının gidişleri GB-KD yönündedir. Triyas biriminde polye içinde Hum yapısı vardır (Şekil 2.9.). Uyumlu olarak Triyas üzerinde bulunan Jurasik kaya toplulukları da alttaki genel gidişe uyum gösterirler. Kretase kaya topluluklarının konumu alttaki Jurasik birimleri üzerinde uyumsuz ve genel katman gidişleri ise KB-GD yönündedir . Bu birimlerin üzerine Neojen yaşlı volkanikler uyumsuz olarak yerleşmiştir.

Buna göre Karaburun istifinin en altında, Alt-Orta Karbonifer yaşlı Alandere formasyonu yer almaktadır. Formasyonda yer alan kireçtaşlarının çökelişi sonrası bölgede düşey bir yükselim oluşmuştur . Erken Triyas'ta deniz ilerlemesiyle eksiklik yüzeyi boyunca (Üst Karbonifer ve Permian eksik) Gerence formasyonu, Karbonifer' i örtmüştür. Gerence formasyonu deniz fasiyesinde bir havzada oluşmuştur . Bu havzanın, yarımada'nın kuzeyine doğru daha derinleşerek devam ettiği ve tektonik aktivitenin de olduğu havzaya dönüştüğü anlaşılmaktadır. Gerence formasyonunun üst kesimleri ise sık denizel ortama dönüşmekte ve bu ortamda çökelmiş olan Camiboğazı formasyonuna geçiş göstermektedir.



Şekil 2.9.: Triyas Biriminde Gözlenen hum Yapısı

Yarımada doğuda Foça, batıda Ege Denizi çöküntü alanları ile sınırlandırılmıştır. Şiddetli deformasyon geçirmiş olan çalışma alanındaki yapısal öğeler faylar, kıvrımlar , çatlak ve eklemeler olmak üzere üç grupta toplamıştır . Alandaki önemli fayların genel yönelimleri KB-GD doğrultusundadır . Ana faylara koşut yada değişik açılarla kesen çok sayıda ikinci, üçüncü dereceden faylar vardır. Özellikle volkaniklerde iyi gelişmiş eklem sistemleri belirgindir. Çalışma alanının jeolojik haritası Ek 1.' de verilmiştir.

2.3.1. FAYLAR

Çalışma alanında gözlenen tektonizma Karaburun Yarımadasını etkileyen ana tektonik hatlar ile uyumluluk göstermektedir . Bu hatlar genellikle K-G yönlü olup Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı birimleri aynı şiddetle etkileyen Alpin Orojenezi sonucunda oluşmaktadır . Bu kırık hatlarının en önemlisi, Camiboğazı fayıdır . Bunun yanında K-G uzanımlı Alandere fayı ve KD-GB uzanımlı Şaplaz fayı da

önemlidir. Camiboğazı fayı karbonatlı serilerde iyi izlenmektedir. Camiboğazı fayının Oynatan Tepe civarındaki karstik alanlarla, tali faylarla bağlantılı olduğundan karbonatlı serilerin içerdği yeraltısuyunun drene eden önemli bir zon oluşturmaktadır (Şekil 2.10).

Ayrıca bu faylara paralel dik konumlu küçük ölçekli tali faylarda gelişmiştir.



Şekil 2.10. Çalışma Alanı İçindeki Küçük Ölçekli Faydan Bir Görünüm

2.3.2. KIVIRIMLAR

Çalışma alanında karbonatların hakim olduğu formasyonlarda en çok görülen kıvrım tipleri hafif dalgalı ve asimetrik kıvrımlar oluşturmaktadır. Hafif kıvrımların her iki kanadı az eğimli olan senklinal yapı oluşturmaktadır. Kıvrım eksenleri, KB-GD ile K-G arasında değişmektedir. Asimetrik kıvrımlar daha çok kalın tabakalı kireçtaşlarında gelişmiştir.



Şekil 2.11.: Çalışma Alanında Görülen Küçük Ölçekli Bir Antiklinalden Bir Görünüm

2.3.3. ÇATLAK VE EKLEMLER

Bölgede gelişen kuvvet sistemleri, şeritli evreleri temsil eden çatlak sistemleri oluşmuştur . Karbonatlı birimlerde çok yönlü çatlak ve eklemlerin geliştiği gözlenmektedir .Çatlakların yüksek eğimli olması ve birbiriyle kesişmeleri karst gelişimini de etkilemiştir. Genellikle KD-GB uzanımlı kesme tipi ve bunlara verev olarak gelişmiş tansiyon çatlaklar mevcuttur .

2.3.4. EKONOMİK JEOLJİ

Çalışma alanında, metalik ve endüstriyel hammadde minerallerine rastlanmamaktadır. Bu alanın % 50' si karbonat kayaçlarla kaplıdır. Formasyonlara

ait kireçtaşları mıcır, kireç yapımında ve çimento sanayiinde kullanılabilecek özelliklere sahiptir.

Volkanitlerde hardal sarısı renkli opal parçalarına rastlanmıştır. Bunlar da ayrılmış, çok parçalı ve az olması nedeniyle ekonomik değildir.

2.4. JEOLJİK TARİHÇE VE PALEOCOĞRAFYA

İnceleme alanı ve yakın yöresi paleocoğrafik yönden önem taşır. Stratigrafi bölümünde belirtildiği gibi Triyas' ta ortamın denizel olduğu formasyonda saptanan ammonitlere göre ortamın pelajik olabileceği öngörülür. Daha sonra Camiboğazı'ndaki alg fosillerine dayanarak ortamın sığlaştığı Karniyen ve Noriyen' de ise ortamın çok sığ olduğu ve kısmen karasallaştığına bulunan fosiller ve litolojiler işaret etmektedir.

Jura, Triyas üzerine uyumlu geçişli olarak gelmektedir. Bu sistemde de denizel ortam biraz derinleşmiş, daha sonra kısmen karasallaşma olmuş ve sonra ortam tekrar derinleşmiştir. Alpin Orojanazinin etkisiyle Triyas ve Jura birimleri kıvrımlanmış ve kırılmıştır. Jura sonunda kara durumuna geçen yörede Kretase yaşlı birimler Jura yaşlı birimleri uyumsuz olarak üstlemiştir. Kretase sonunda yükselerek alan ve çevresi kara durumuna geçmiştir. Uzun bir aşınım safhasından sonra Miyosen de volkanizma hareketleri başlamış ve Pliyosen sonuna kadar sürmüştür. Bu hareketler sırasında Diyorit-Siyenit sokulumları kontakt metamorfizmaya neden olmuştur. Günümüzde kaya birimleri aşınma ve ayrışmaya devam etmektedir.

BÖLÜM III

KARST

3.1 TANIMLAR

Karst, doğal suların etkisiyle yüksek oranlarda çözünebilen ve iyi , gelişmiş ikincil poroziteye sahip kayaçların bulunduğu alanların tanımlanması için kullanılan bir terimdir. Bu tür alanlar kendilerine özgü hidrojeolojik ve jeomorfolojik özelliklere sahiptirler .

"Karst" terimi Yugoslavya'nın batısında, karbonat kayaçlarıyla kaplı bir bölgenin morfolojisi için kullanılan ve "kayalık, eğri-büğrü, çıplak arazi" anlamlarına gelen "Krs" sözcüğünden türetilmiştir . Kireçtaşı, dolomit, jips, halit ve diğer çözünebilen kayaçlarla kaplı alanlar , uzun jeolojik zamanlar boyunca, çözünme ve çeşitli jeolojik süreçlerin etkisiyle karstlaşmanın görülebildiği alanları oluştururlar. Karstik alanlarda gözlenen morfolojik şekillerden en yaygın olanları karren, dolin, düden, - gölova, mağara, alıcı-verici düden, geçici kaynak, denizaltı kaynağı, kuru vadiler, ve buna benzer yapılarıdır.

Karst teriminin, bir cümle ile tam olarak tanımlanması oldukça zordur . Çünkü , karst çözünebilen kayaçların çeşitli jeolojik, iklimsel, fiziksel ve kimyasal süreçlerin ortak etkileri sonucunda oluşmaktadır. Bu nedenle de çeşitli araştırmacılar karstı, bu süreçlerden birini ön plana alarak farklı tanımlamışlardır.

3.1.1. Karst Araştırmalarının İnterdisipliner Karakteri

Karstlaşma aşağıdaki ön koşulları gerektirir;

- Karstlaşmanın gelişebileceği uygun jeolojik ortamın bulunması
- Tektonik hareketler yüzeyde bozunma ve erozyon süreçlerinin görülmesi
- Çözücü ajan olan suyun bulunması

Görüldüğü gibi karst, çözünebilen kayaların oluşturduğu bir jeoloji ortamında gelişmekte olup, karstlaşma, jeoloji bilimlerinin alt dallarının incelediği süreçlerin (ekzodinamik, endodinamik, çözünme-erozyon) , etkisiyle başlamaktadır . Dolayısıyla, karst jeolojik süreçlerin bir ürünü olup karstlaşma jeolojik bir olgudur .

Suyun yüzeydeki ve yeraltındaki dolaşımı, akiferin oluşumunu denetle-yen koşullar, akiferin geometrisi, beslenme ve boşalım özellikleri de kapalı gölovaların beslenme + boşalımaları ve buna benzer birçok karstik yapının oluşumu gibi hidrojeolojik ve jeomorfolojik olgulardır . Doğal olarak, bu olguların tümü bölgenin jeolojik yapısıyla yakından ilgilidir . Karstın oldukça karmaşık yapısı, araştırmalarda çeşitli bilimsel disiplin , ve tekniklerin bir araya gelmesini gerektirmektedir . Karst araştırmalarında konuyla doğrudan ilgili disiplinlerden bazıları jeoloji, jeofizik, hidroloji, hidrojeoloji, jeomorfoloji, mağaracılık, ekoloji, istatistik, matematik vd.' dir.

Karst kaynaklarının geliştirilmesi projelerinin, yukarda sözü edilen disiplinlerden araştırmacıların bir araya geldiği bir grup tarafından , gerçekleştirilmesi, çalışmaların başarısı için zorunludur .

3.1.2 Dünyada ve Türkiye'de Karstik Alanların Yayılımı

Karstik alanlar , kabaca, dünyanın kara bölgelerinin, (buzullar dışında) % 12'sini kaplamaktadır. Karbonat kayaları kuzey yarımkürede daha yaygın olarak bulunmaktadır. Dünya nüfusunun bir kısmı karbonat kayalarının kapladığı önemli

alanlarda yaşamaktadır . Dünya nüfusunun % 25' inin ise su ihtiyacının büyük oranda karst sularından karşılandığı tahmin edilmektedir .

Akdeniz havzasında yeralan ülkelerde ileri derecede gelişmiş karst yoğun olarak gözlenir . Öte yandan güney Amerika ve İskandinavya ülkelerinde karst ancak yerel öneme sahiptir. Avrupa kıtasında bulunan önemli karst alanları Yugoslavya (Dinar dağ kuşağı), Yunanistan (Helen dağ kuşağı), Türkiye (Toros dağ kuşağı), İtalya (Apenin dağ kuşağı), İspanya (Pirene dağ kuşağı) ve Alpelerde, Karpatlarda, Balkanlarda yer almaktadır. Bunun yanında, İsrail, Tunus ve Libya'da da karst oluşumları görülmektedir . Asya kıtasında Rusya ve özellikle Çin, karstın ileri derecede gelişmiş olduğu iki ülke durumundadır. Amerika kıtasında, Birleşik Devletler ve Meksika körfezi bölgesinde yaygın karst bulunmaktadır. Okyanusya' da Yeni Zelanda ve Avustralya' da karst geniş alanlar kaplar .

Türkiye yüzölçümünün yaklaşık üçte biri karbonat kayalar ile kaplıdır. Karstlaşmış kayalar karbonat kayalarıdır. Güneyde Toros karst kuşağı, Güneydoğu' da Güneydoğu Anadolu Karst kuşağı, Marmara ve Trakya' da Kuzeybatı Anadolu Karst Kuşağı ve İç Anadolu'da ise Konya , Kapalı Havzası Karst Kuşağı bulunmaktadır .

3.2 KARSTLAŞABİLEN KAYAÇLARIN JEOLJİSİ

Karstlaşma ortamda ancak bazı özel kayaların bulunması ile gelişebilir . Bu kayaların özelliği çözünebilir olmalarıdır. Karstlaşabilen kayaların malzeme kaldığından, genişleyen kırık ve çatlaklar kapanmaz ve böylece yeraltısu dolaşımı engellenmemiş olur .

Aşağıdaki kayalar karstlaşabilen kayalar olarak tanımlanmaktadır .

Evaporitler: Jips, anhidrit, kayatuzu

Karbonat Kayaları: Kireçtaşı, dolomit

Kuvarsit: Sadece tropik alanlarda gelişebilir.

Tropik, nemli bölgelerde karsta benzer yapılar gösteren silikatlar karstlaşabilen kayaçlar sınıfına dahil edilmezler . Bu tür kayaçlar , tropik bölgelerde çözünmeden çok, bozunarak belli birtakım morfolojilere sahip olurlar . Oysa, karstlaşma, minerallerin çözünmesi ile oluşur .

Kuvarsitin durumu ise biraz farklıdır. Bugüne kadar karstlaşamayan kayaçlar arasında yeralan kuvarsitin bazı özel koşullar altında karstlaşabileceği görülmüştür. Amorf silisik asit 0 °C' de 50-80 ppm., 25 °C' de ise 100-140 ppm. oranlarında çözünebilmektedir. Venezuela' da karen, dolin, ve mağaraların bulunduğu kuvarsit karstından söz edilmektedir. Aynı ülkede 395 metre uzunluğunda sarkıtlı, dikitli bir kuvarsit mağarasının varlığı ortaya çıkarılmıştır.

Sonuç olarak, kuvarsit ancak, tropik iklim koşulları ve hidrotermal koşullar altında karstlaşabilmekte ve dünyada önemsiz alanlarda bulunmaktadır .

3.2.1 Evaporitler

Lagünlerin oluştuğu koşulları yansıtan ılık, kurak iklimler, tropik bölgelerin subtropik ve marjinal bölgelerinde deniz suyu yüksek oranlarda buharlaşır . Deniz suyu bileşenlerinin yapısı ve çözünabilirliklerine bağlı olarak evaporitler çökelirler; kireçtaşı, jips, anhidrit, kaya veya potas tuzu.

3.2.2 Anhidrit ve Jips

Lagünlerde oluşan anhidrit CaSO_4 ve jips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, kireçtaşı ve dolomitlere göre çok daha az bulunurlar. Permien, Triyas ve Tersiyer' de büyük miktarlarda çökelen anhidrit ve jips, Almanya'da, Rusya'da ve Amerika'da geniş alanlarda bulunmaktadır. Türkiye'de Sivas ve dolayında jips karstı görülmektedir .

Doğada, Ca-Sülfat tatlı sularda jips olarak çökelir. Ortamda diğer tuzların düşük konsantrasyonlarda bulunması, 90 °C dereceden düşük sıcaklıklarda anhidrit oluşumunu, olanaksız kılar. Lagünlerde buharlaşma nedeniyle iyice buharlaşmış deniz suyunda anhidrit ilk olarak 25 °C' de oluşur. Eğer anhidrit tatlı suyla temasa geçerse, bünyesine iki molekül su alarak jips kristalini oluşturur . Bu dönüşüm sonucunda hacim 1.557 oranında büyür. Bu büyüme, tabakaların sıkışmasına, dolayısıyla jipsin dalgalı bir yapı kazanmasına neden olur . Jips, çok eklemli ve yüksek çözünürlüğe sahip olmasından dolayı kolaylıkla eriyebilir . Erime sonunda, mağaralar oluşabilir . Ancak, jipsin dayanıksız olmasından ötürü jips kareni gibi yapılar kolayca tahrip olabilmektedir .

Jips alanlarında, derinlerde gelişen çözünme, yavaş çökelmelere neden olur. Çökmenin olduğu alanlarda, yüzeyde, dolinler oluşabilir.

Jips genellikle, yüksek oranlarda kil içerebilir . Ancak bu durum çözünmeyi engellemez.

Ca - Sülfatların Fiziksel Özellikleri

	Jips	Anhidrit
Yoğunluk (Kg/dm ³)	2.5	2.9
Sertlik	1.5 - 2	2 - 3.5
Basınca dayanım	?	420 Ekmekçi (1994),

3.2.3 Kaya Tuzu - Halit

Kaya tuzu (halit) yüksek çözünürlüğe sahip iri kristalli bir evaporit türüdür . Basınç altında plastik hale gelerek diyapirleri (tuz domu) oluşturur. Bu nedenle, bu tür kayalarda kırık-çatlak bulunmaz. Tuz domlarında oluşmuş mağara

bilinmektedir. Bu, yer altı boşluklarının hiç oluşmamış olmasından ya da oluşuktan sonra kolayca tahrip olabilmelerinden dolayı olabilir.

3.3 Karbonat Kayaçları

3.3.1 Mineroloji:

Kalsit ve dolomit geniş alanlar kaplayan karbonat kayaçlarını oluşturan iki mineraldir. Ancak magnezit, aragonit, ankerit ve siderit de karbonat kayaçları incelenirken dikkate alınması gereken minerallerdir. Bu altı mineralin kimyasal yapısı aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Rodokrozit ($MnCO_3$) ve Viterit ($BaCO_3$) gibi diğer karbonat mineralleri karst çalışmalarında pek önem taşımazlar.

Karbonat Kayacı Oluşturan Mineraller

Mineral	Kimyasal Formül	% Bileşim			
		CO ₂	CaO	MgO	FeO
Kalsit	CaCO ₃	44.0	56.0	-	-
Aragonit	CaCO ₃	44.0	56.0	-	-
Dolomit	CaCO ₃ * MgCO ₃	47.9	30.4	21.7	-
Magnezit	MgCO ₃	52.4	47.6	-	-
Ankerit	CaCO ₃ (MgFe)CO ₃	44.0	28.0	10.0	18.0

Bu mineralleri birbirinden ayırt edebilmek her zaman kolay değildir. Özellikle kalsit ile dolomit birbirinden oldukça zor ayırt edilebilir.

Mineralleri birbirinden ayıran bazı özellikler aşağıdaki çizelgede verilmiştir. Ancak yine de bu özelliklerden yararlanarak minerallerin ayırt edilmesi mümkün olmayabilir.

Mineralleri	Özgül Ağırlık Soğuk,	Seyreltik Asitle	Çözünürlük
Hexagonal (Romboedral)			
Kalsit	2,71	Köpürerek çözünür	
Magnezit	3,06	Yavaş çözünür	
Dolomit	2,87	Yavaş çözünür	
Ankerit	3,03	Yavaş çözünür	
Siderit	3,89	Çözünmez	
Ortotrombik			
Aragonit	2.94	Köpürerek çözünür	

Öte yandan, karbonat minerallerini birbirinden ayırt edebilmek için kimyasal yöntemler kullanılabilir . Bir kayacın ne kadarının kalsit ne kadarının da dolomitten oluştuğu belirlenebilir . Bu yöntemlerin büyük bir kısmı laboratuarda uygulanabilmektedir . Ancak bütün yöntemlerin esası, boyama tekniğine dayanmaktadır . Bunun yanında X ışını radyografisi ve ışın difraksiyonu yöntemleri kayacın mineralojik yapısının belirlenmesinde kesin sonuç vermektedir .

Kalsit ve dolomit karışımından oluşan bir karbonat karışımındaki kalsit - dolomit tanelerinin belirlenmesi için kullanılan boyama tekniklerinden en çok kullanılanları aşağıda özetlenmiştir .

1- Lemberg Yöntemi : Ufalanmış kayaç örneği Lemberg çözeltisine batırılır. Bu işlem sonucunda, 5-10 dakika içinde, kalsit taneleri lacivert rengini alırken dolomit taneleri etkilenmez. Ancak, örnek çözeltide 20 dakikadan uzun süre kalırsa dolomit maviye boyanır . Lemberg çözeltisi, 4 kısım Al CI ile 6 kısım odun talaşının 25 dakika suda kaynatılmasıyla oluşur. Kaynama sırasında karıştırılan çözeltiye buharlaşma ile kaybolan su kadar saf su eklenir .

2- Gümüş Nitrat-Potasyum Kromat Yöntemi : Ufalanmış örnek, 65 °C' de ısıtılmış % 10 ' luk gümüş nitrat çözeltisine 4 dakika süre ile batırılır. Daha sonra örnek iyice yıkanır. Sonuçta kalsit ve aragonit kırmızımsı -kahve rengine boyanırken dolomit taneleri etkilenmez. Aragonit kalsite göre daha açık renk alır.

3- Bakır nitrat Yöntemi : Örnek taneleri 5 dakika süre ile çok seyreltik bakır nitrat içinde kaynatılır . Sonuçta yeşile boyanan taneler kalsit, etkilenmeyen taneler ise dolomittir .

Kalsiyum karbonatların mineralojisini üç ana faktör denetler; 1) Karbonat üreten organizmaların doğası, 2) su sıcaklığı, 3) sedimantasyon sonrası alterasyon.

Dolomitler ilksel olarak oluşabildikleri gibi aragonitin kalsite dönüşmesi ile de oluşabilir. Bu olaya dolomitleşme adı verilir.

3.3.2 Karbonat Kayaçlarının Bileşenleri

Kimyasal bileşiminde % 50'den fazla karbonat minerali içeren kayaçlara karbonat kayaçları adı verilir . Karbonat kayaç bileşenleri organik, inorganik bileşenler olarak ayrılabilceği gibi, iskeletsel veya iskeletsel olmayanlar , olarak sınıflandırılmaları da mümkündür . İskeletsel olmayan bileşenler , karbonat kayaç kırıntıları (ekstraklast ve intraklast), pelletler , oolitler, pisolitler ve diğer parçacıklardır . İskelet bileşenler ise, karbonat kayaçlarının petrografisinde önemli bir yer tutarlar . Karbonat kayaç yapıcı bitkilerin başında algler gelir .

Kireçtaşlarının hemen hemen 2/3' sini oluşturan bir bileşen olan mikrit (kireç çamuru) ilk kez Folk (1962) tarafından kullanılmıştır. Mikritik kireç çamurları, tane boyan 1-3 mikron arasında değişmekte olan genellikle kimyasal yollarla oluşan ve iskelet kırıntılarını da içerebilen, taneler arası boşlukları dolduran kalsit kristallerini tanımlar.

Genel olarak 2-3 mikron boyunca kristallerden oluşan kireç çamuru ince , kesitlerde kümeler şeklinde görülürler .Çoğu zaman ince kesitlerde allokemleri keser durumdadırlar . Bundan dolayı da kireç çamurunun yeniden kristalleşmesi sonucunda mikrosparın oluşabileceği kanısına varılmıştır . Mikrosparın tane boyan 5-6 mikron kadardır .

3.3.3. Karbonat Kayaçlarının Sınıflandırılması :

Karbonat kayaçları çeşitli araştırmacılar tarafından, çeşitli ölçüler dikkate alınarak sınıflandırılmışlardır .En yaygın olarak kullanılan sınıflandırmaların başında

Folk (1962) ve Dunham (1962) sınıflamaları gelmektedir .

a) Folk (1962), sınıflaması : Folk sınıflamasında üç çeşit kireçtaşı bileşeni kullanmıştır.Bunlar , allokimyasal bileşenler olarak intraklastlar ,oolitler ,fosiller, pelletler , ortokimyasal bileşenler olarak ta mikrokristalin kalsit çamuru (mikrit) ve sparikalsit çimento (sparit) verilmiştir. Kayaç allokemlerin mikrokristalin çamurun ve sparikalsit çimentonun bağıl oranlarına göre adlandırılır .

b) Dunham (1962), sınıflaması : Bu sınıflamada çamur ve tanelerin birbirine göre oranı dikkate alınır . Çamur ve tanelerin her birinin kayaç içerisindeki bolluk oranına göre, o kayaç çamur destekli veya tane destekli olarak nitelendirilebilir .

3.3.4. Sedimentasyon ve Stratigrafi

Sedimanter ve stratigrafik süreçlerin kayacın porozite ve permeabilitesine, suyun yeraltındaki hareketine, depolanmasına etkileri dikkate alınarak sedimanter oluşukların iç yapılarının, istiflenme özelliklerinin ve yayılımlarının bilinmesi gerekir .

Bu açıdan ele alınınca, karbonat kayaçların fasiyesleri, tabakaların boyut ve şekilleri düşey ve yanal değişim tabakalanma yüzeyleri ve eklemler ,dış kuvvetlerin

etkileri , paleocoğrafya ve tarihsel jeolojinin etkisi incelenmelidir. Zira, bütün bu parametreler , karstlaşmada önemli etkilere sahiptir.

3.3.5. Yapısal Özellikler

Yapısal ve tektonik tarihçe, karbonat akiferlerinin davranışlarının belirlenmesinde oldukça büyük öneme sahip bilgiler verir .

Tektonik hareketler sonucu kazanılan yapı ve konum, karbonat kayacının beslenme/ boşalım ilişkilerini belirleyen ana etkenlerdir .

Kırılma/kıvrılma gibi hareketler kayacın porozitesini ve permeabilite-sini belirlemekle kalmaz, aynı zamanda yeraltısuyunun hareket yönünü de kontrol eder. Tektonik hareketlerle konumlanan karbonat kayacının permeabilitesi, yağış sularının yeraltısuyuna doğru süzülürken kayacı çözmesi sonucu zamanla artar .

Karbonat kayaçlarının birincil poroziteleri sedimantasyon sırasında kazandıkları ilksel porozite olup çok küçük bir değere sahiptir . Bu tür , kayaçlarda, etkili olan porozite, ikincil porozite olarak adlandırılan ve sedimantasyondan sonra tektonizmanın etkisiyle kazanılan (eklem, kırık, çatlak) yapısal unsurlar ve bunların çözünerek gelişmesiyle oluşan erime kanallarının bir toplamı olan porozitedir.

3.3.6. Litolojik Özelliklerin Karstlaşmaya Etkileri:

3.3.6.1 Kayacın saflığı

Kil mineralleri ve silisyum karbonat kayaçlarında sık rastlanan ve , çözünmeyen , bileşenleri oluştururlar . Killi kireçtaşlarında (% 20-30 oranında kil içerikli) karstın ancak düşük oranlarda geliştiği bilinen bir gerçektir . Muhtemelen kil tanecikleri karstlaşmanın gelişebileceği boşlukları doldurmakta böylece karstlaşmayı durdurmaktadır . Karstlaşma, % 70 oranında saf kireçtaşında ileri derecede gelişebilmektedir. Çözünme saf kalsiyum karbonatlarda en hızlı şekilde

oluşmaktadır. Çözünmeyen bileşenlerin % 15 oranını aşması durumunda çözünme hızı azalmaktadır . Saf dolomitler normalde en yavaş çözünen kayalardır .

3.3.6.2 Tane Boyu ve Doku:

Tane boyu incelidikçe çözünme hızı artar . Bunun nedeni, daha çok tanenin çözelti ile temasa geçmesidir. Ancak, çok ince tane boyuna sahip kireçtaşları genelde daha az çözünürler . Bu tür kayaların afanitik dokuya sahip ve tane boylarının homojen olduğu bilinmektedir . Tane boyu , heterojenleştikçe, çözelti ile temasta bulunan yüzey pürüzleşmekte, bu da çözünürlüğü arttırmaktadır.

3.3.6.3 Porozite

Karbonat kayalarının erozyonu sırasında görülen farklılıklar , büyük oranda, boşluklarının doğası, ölçeği ve yayılımı ile yakından ilgilidir . Porozite dokuya bağlı olarak gelişebileceği gibi, dokuya bağlı olmadan da gelişebilir . Porozitenin dokuya bağlı olması, erime boşlukları ve diğer yapıların, oluşumu, boyutu ve yayılımında önemli bir etkidir . Mikritin porozitesi genellikle % 2' den azdır. Spartın porozitesi %5-10 arasındadır. Dolomitleşme poroziteyi % -15 oranında artırır. Mermerin porozitesi ise % 1 oranındadır .

3.3.6.4 Mekanik Dayanım

Küçük ölçekte kayacın dayanımı taneler arası bağın bir fonksiyonudur . Bu tür dayanım laboratuarda sıkışma deneyleri ile ölçülebilir . Büyük ölçekte, sedimenter kayalarda dayanım daha çok çatlak, eklem, tabakalanma yüzeyi yoğunluğuna bağlıdır. Bu dayanımın laboratuarda ölçülemez.

3.4 KARST JEOMORFOLOJİSİ

3.4.1. Karst Tipleri

Karst, çeşitli araştırmacılarca, morfolojik özellikler , yapısal faktörler ve karbonat kayaçlarının oluşum ortamları gibi ölçütler temel alınarak farklı şekillerde sınıflandırılmıştır .

Aşağıda, yaygın olarak kullanılan önemli sınıflamalar özetlenmiştir .

3.4.1.1 Morfolojik Sınıflama

Cvijic (1925), tarafından morfolojik unsurlar dikkate alınarak yapılan sınıflamaya göre üç tür karst vardır .Holokarst (olgun karst), Morekarst (olgun olmayan karst) ve Geçiş karstı.

3.4.1.2. Hidrojeolojik (Litolojik-Yapısal Özelliklere Dayalı) Sınıflama

Bu sınıflamaya göre;

- 1) platform karstı ve
- 2) jeosenklinal karstı bulunmaktadır.

Platform karstı, yatay veya az eğimli tabakalarla karakterize edilir . Jeosenklinal karstı ise kıvrımlı, kırıklı karbonat kayaçlarında gelişir. İki karst tipi arasındaki en önemli fark jeosenklinal tipi karstın hidrojeolojik açıdan çok daha karmaşık olmasıdır .

Herak (1976), tarafından önerilen sınıflamaya göre;

- 1) Epiorojenik ve
- 2) Orojenik karst tipi vardır .

Epiorojenik karstın alt grupları:

- a. Epiorojenik Tabular Karst
- b. Epiorojenik Kıvrımlı Karst
- c. Epiorojenik Havza Tipi Karst
- d. Epiorojenik Derin Karst

Orojenik karstın alt grupları :

- a. Merceksi orojenik karst
- b. Kıvrımlı orojenik karst
- c. Kesintili (Süreksiz) orojenik karst
- d. Orojen birikmeli karst

Öte yandan, oluşum zamanına göre iki tür karst vardır Paleokarst (fosil karst) ve Güncel Karst.

Yukarıdaki sınıflamalar dışında Jennings (1971), Quinlan (1978), Fookes & Higginbottom (1975), gibi yazarların çeşitli parametreleri dikkate alarak yaptıkları sınıflamalar bulunmaktadır .

3.4.2. Karst Yapıları

Karstlaşma sonucunda oluşan yapılar , karstik ortamları diğer ortamlardan ayıran en belirgin özelliklerdir .

Kireçtaşlarının hakim olduğu ortamlarda gelişen morfoloji ile masif dolomitlerin hakim olduğu alanlarda gelişen morfoloji oldukça farklıdır. Kireçtaşında tabakalar ayırt edilebilir ve gelişen mikro ve makro yapılar kolayca tanınabilir. Eğimli bölgeler genelde çıplak olup gevşek malzeme ancak yamaç molozu şeklinde bulunabilir . Yüzey , karren ve diğer dişe benzer yapılarla kaplıdır.

Dolomitler daha yumuşak topoğrafya sunarlar. Genellikle tabakalanma gözlenmez. En belirgin özelliği, büyük boyutlarda blokların ve dişlere benzer yapıların bulunmasıdır .

Ufalanmış dolomit kırıntıları oyuklarda ve hafif eğimli ovaların yüzeylerini kaplar. Yağmurdan sonra dolomitin rengi koyulaşır ve bu açıkça gözlenebilir .

Karst alanlarında yaygın olarak gözlenen karstik yapılar karrenler , düdenler , kuru vadiler, şaftlar , mağaralar, polyeler , karst kaynakları alıcı-verici düdenler (estavella), dolinler ve denizaltı kaynaklarıdır .

Bunların yanında, karst ovaları (Korrozyon platoları), doğal kemerler (köprü), humlar , koni karst gibi yapılar da gözlenebilmektedir .

3.5. KARST HİDROKİMYASI

Korrozyon, jeomorfolojik anlamda kayaların çözünmesi olayının tanımı için kullanılmaktadır . Üç tür korrozyon vardır .

a) Karbonat kayalarının korrozyonu tersinir kimyasal bir tepkimedir . Bu tepkime sonunda karbonat karstı oluşur .

b) Jips ve kaya tuzunun korrozyonu tersinir fiziksel bir süreçtir . Bu süreçler sonucunda jips veya kayatuzu karstı oluşturur.

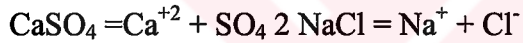
c) Ilık-nemli iklimlerde silikat kayalarında tersinmez kimyasal süreçler meydana gelir. Bu olay , kayacı oluşturan minerallerin bozunması sürecidir . Sonuçta, kısmen çözünebilir ürünler ve çözünmez kalıntı ürünler oluşur .Burada oluşan yapılar, karstı andıran yapılardır. Bu nedenle bu yapılara bazı araştırmacılar Yalancı Karst adını vermektedirler.

Her üç durumda da çözünme miktarı çeşitli faktörlere bağlıdır; Difüzyon katsayısı, derişim, doygunluk derişimi ve yüzey alanı gibi iç etkenler yanında sıcaklık, çözünen maddenin ortamdan uzaklaşması, difüzyon hızı, akım hızı, suyun türbülans durumu ve kayaç yüzeyinin pürüzlülüğü gibi dış etkenler çözünmede önemli rol oynar .

3.5.1. Jips ve Kayatuzunun Çözünme Kinetiği

Anhidrit CaSO_4 , jips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ve kayatuzu (NaCl) kimyasal değişime uğramadan çözünme sağlayacak bir yapıya sahiptirler. Yani olay kimyasal değil fiziksel çözünmedir . Kristal yapısından iyonların ayrılması kimyasal yapı değişmez. Yeniden kristallenme ile aynı yapı tekrar kazanılmaktadır.

Anhidrit + Jips Kayatuzu



3.5.2. Karbonat Kayaçlarının Çözünme Kinetiği

Karbonat kayaçlarının çözünme kinetiğinin anlaşılması yeraltında gelişen karst olayının ana sorunlarından birini oluşturur .Olay çeşitli fiziksel ve kimyasal süreçlerin toplamıdır. Hava, su ve kaya arasında sürekli bir kütle akışı vardır .

Bu ortamların birbirleri ile temasa geldikleri yüzeylerde olay fiziksel (Kütle transferi ve difüzyon) çözeltide ise olay kimyasaldır .

$\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O-CaCO}_3$ maddelerinin oluşturduğu sistemde meydana gelen süreçler aşağıdaki adımları izlerler:

- 1) Yağışla atmosferden CO_2 suya geçer
- 2) Fiziksel olarak çözünen CO_2 % 0. 75 oranında sulanır (+4 °C) ve karbonik asit oluşturur.
- 3) H_2CO_3 kuvvetli bir asit özelliği göstererek tamamen parçalanır birincil

yükseltgenme. İkincil yükseltgenme. HCO_3^- iyonunun CO_3^{2-} ve H^+ oluşturacak şekilde parçalanırken görülür.

4) Su ile karbonat kayacı temasa geçtiğinde iyonlar kristal yapısını terk ederler (fiziksel bir süreç).

5) Yeni oluşan CO_3^{2-} , 3. adımda, serbest hale gelen H^+ ile birleşir. HCO_3^- oluşur

6) Temas yüzeyinde bulunan çözelti CO_3^{2-} açısından fakirleşir. Dolayısıyla karbonat kayacı (katı CaCO_3) ile çözelti arasındaki denge bozulur. Çözünme devam eder.

3.5.3. Atmosfer Ve Su Ortamlarındaki CO_2

CO_2 sistemin sürekli bir bileşeni olup miktarı (kısmi basıncı) geniş bir aralıkta değişir. CO_2 'nin en önemli kaynağı atmosfer ve topraktır. Topraktaki CO_2 , atmosferdekinden 10- 100 kat daha fazladır .

3.5.4. CO_2 Kinetiği

Doğada bulunan sistemler açık sistemler olup, sürekli bir CO_2 getirimi söz konusudur .Bu nedenle, CaCO_3 'ün çözünme kinetiğinin anlaşılabilmesi için atmosfer (veya bir mağaradaki hava) ile su da (çözeltide) , bulunan PCO_2 arasındaki kinetiğin iyice anlaşılması gerekir . Zira, çözünme ve çözünmeyi PCO_2 dengesi belirler. Yükselen (vaklüzyen) karst kaynağında, normalde teorik PCO_2 atmosferik PCO_2 ' den büyüktür. Atmosferdeki PCO_2 'ye göre suyun PCO_2 'si daha büyüktür . Dolayısıyla, sudan atmosfere CO_2 aktarımı olur .

3.5.5. Yabancı İyon Etkisi

$\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O-CaCO}_3$ sisteminin oluşturduğu doğal çözeltilerde her zaman başka iyonlar bulunur. Mg^{+2} ve SO_4^{-2} en çok bulunan iyonlardır. Ayrıca deniz kıyısında, alkali iyonlar yaygın olarak çözeltide bulunurlar. Çok genel anlamda, düşük çözünürlüğü olan bir tuza doymuş olan çözeltiye daha yüksek çözünürlüklü ve ortak iyonu bulunmayan başka bir tuz eklendiğinde ilk tuzun çözünürlüğü artar .

3.5.6. Karışım Korrozyonu

Dengede olan bir su, farklı derişime sahip başka bir su ile karıştırıldığında, sonuçta korrozif bir karışım elde edilir .

Karışım korrozyonu, normal korrozyon ve denge eğrileri kullanılarak hesaplanabilir .

3.5.7. Soğuma Korrozyonu ve Termal Karışım Korrozyonu

Sabit PCO_2 ve artan sıcaklıkta, Mg ve Ca karbonatlarının çözünürlükleri azalır . Soğurma korrozyonu üst taraftaki vadoz bölgede oluşur . Bu bölgede, günlük hızlı sıcaklık değişimleri görülür .Su sıcaklığı azaldıkça CO_2 serbest hale gelerek kireçtaşı çözer. Termal sular ise özel bir durum sunarlar. Termal sulardaki CO_2 miktarı arttıkça çözme kapasiteleri artar. Sıcak sular soğudukça CO_2 serbest hale gelir. Bu yolla CO_2 büyük miktarlarda serbest hale gelir .

3.5.8. Basıncın Karbonat Çözünürlüğüne Etkisi

Su sıkışmaz bir sıvı olduğundan dolayı, gaz kabarcıklarının olmadığı bir durumda çözünürlük basınçla değişmez. Ancak, freatik bölgede dengesiz akım koşulları nedeniyle basınç şokları görülür. Suyun agresif olduğu durumlarda bu olay korrozyonu hızlandırır ve dengeye daha çabuk varır .

3.6. Karst Aşınması (Denudation)

Karst ortamından taşınan çözünmüş madde miktarının toplamı yılda m^3/km^2 cinsinden hesaplanabilir .Ortamdan taşınan toplam madde miktarı suyun debisine ve sudaki $CaCO_3$ içeriğine bağlıdır . Bu hesaplama genelde mm/1000 yıl cinsinden verilir.

3.7. Karst Sularının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Karst sularının kalitesini çeşitli etkenler verir. Bunlardan en önemlileri;

- 1- Yeraltısuyunu besleyen atmosferik yağışın bileşimi
 - 2- Yeraltısuyunu besleyen kaynaklardan meydana gelen buharlaşma kayıpları
 - 3- Yeraltısuyunu besleyen kaynakların ve yeraltısuyunun karbonat kayaçlarına göre doygunluk durumu ve asitliği
 - 4- Ortamda çözünebilen kayaçların (karbonat kayacı, jips, halit, vb.) varlığı.
 - 5- Bu kayaçların çözünme oranı ve yeraltısuyu ile temasta olduğu süre
 - 6- Yeraltısuyunun tatlı su beslenmesi veya farklı özellikteki su ile karışımı
- denetleyen hidrolojik süreçler
- 7 - İnsan kaynaklı kirlenmeler

Karst sularının kalitesini belirleyen en önemli parametreler:

- sıcaklık
- pH
- çözülmüş katı madde
- PCO₂
- DO
- Majör iyonlar
- Sertlik
- Azot türevi kirleticiler
- Fosfat, deterjan
- Mikroorganizmalar

Bu parametrelerin önemi suyun kullanılabilirliğini etkilemelerinden ileri gelmektedir .

Değerlendirme, grafiksel, diyagramsal ve doygunluk yorumlamaları şeklinde yapılmaktadır .

3.8. KARST HİDROLOJİSİ

Genel fizik yasaları ve hidroloji ilkeleri, kum gibi granüler malzemelere uygulanabildiği gibi karbonat kayaçlarına da uygulanabilir . Ancak karstlaşmış karbonat kayaçları kendilerine özgü hidrolojik özellikler sunarlar . Karstlaşmış kayaçların tümünü karakterize edecek ortalama bir hidrolojik özellik bulmak mümkün değildir . Çünkü, karstik alanlarda, ince toprak örtüsü bulunan çıplak bölgeler olabildiği gibi kalın toprak örtüsü ile kaplı bölgeler de bulunmaktadır . Yüksek geçirimsizliğe sahip kayaçlar yaygın olduğu gibi çok zayıf geçirimsizliğe sahip kayaçlarda mevcuttur . Topoğrafya çok sarp veya çok yumuşak olabilmektedir . Kısaca, anizotropi ve heterojenlik oldukça yüksek değerdedir. Karstik alanlarda gözlenen temel hidrojeolojik özelliklerden bazıları aşağıda verilmiştir .

-Yağış yüzeyde çok kısa bir süre durur, hızla yeraltına süzülür. Bu nedenle karst alanlarında sürekli akarsu pek gözlenmez..

-Yüzeysularının çoğu mevsimseldir .

-Akarsular ve karst kaynaklarının akış rejimleri çok düzensizdir .En küçük ve en büyük akımlar arasında fark büyüktür .

-Karst polyeleri mevsimsel olarak göllenir. Kurak dönemlerde suyun düdenler yoluyla kaybolmasıyla kuraklaşırlar.

-Yüzeysularından, akarsu boyunca yeraltına süzülme görülür .

-Akarsular , kısa mesafelerde farklı hidrolojik koşullar sunar; Kuru dere yatağı, kısa bir mesafeden sonra önemli miktarda su taşıyan bir dereye dönüşebilir; veya bunun tersi görülebilir .

3.8.1. Karstik Alanlardaki Hidrolojik Zonlar

Cvijic (1978) karstik alanlarda üç zon ayırmıştır.

1-Kuru, aktif olmayan üst zon

2-Periyodik olarak sellenmenin görüldüğü üst aktif zon

3-Sürekli doygun alt aktif zon

Bu ayırım ancak iyi gelişmiş derin karstta geçerli olabilmektedir. Sığ karstta zonlar birbirine geçişli olabilmekte, birbirlerinin özelliklerini gösterebilmektedirler. Bu nedenle, karst alanlarını vadoz zon ve freatik zon olmak üzere iki zona ayırmak daha uygun olmaktadır .

Vadoz zon kendi içinde, aktif olmayan vadoz zon, beslenme bölgesi ve yüksek su zonu olarak üç alt zona ayrılabilir . Freatik zon, sadece iyi gelişmiş derin karstta görülebilmektedir . Bu durumda, karst alanlarında akifer oluşumu ve yeraltısuyu akımı olmayan ortamlarinkinden biraz farklı olmaktadır .

Akifer, birbirine bağlı kırık ve çatlakları olan kayaktan itibaren oluşabildiği, gibi, erime kanalları ve dolayısıyla noktasal olarak yeraltısuyu taşıyan kayalardan da oluşabilir. Birinci durumda yeraltısuyu dolaşımı Darcy yasasına uygun olup buna Yaygın Dolaşım, ikinci durumda ise yeraltısuyu akımı Darcy akımına uymaz ve Yerel Dolaşım adını alır .

3.8.2. Karstik Alanlarda Su Bütçesi Hesaplamaları

Su bütçesi hesaplamaları, karstik olmayan ortamlarda hesaplamalarla aynı mantıkla yapılmaktadır . Havzaya girenler ve havzadan çıkanlar belirlenir . Denge hesaplanır . Ancak karstik ortamlarda en büyük sorunlar ,havza alanının (beslenme alanının), ve girdi ve çıktılarının belirlenmesi sorunlarıdır. Karst alanlarında beslenme alanı ile yüzey topoğrafik drenaj alanı çakışmaz. Dolayısıyla, beslenme ve sisteme giren bileşenlerin belirlenebilmesi güçleşir . Diğer yandan akımın belirlenmesi, akarsu boyunca görülen rejim farklılıklarından ötürü yine kolay değildir . Yağıştan ve akarsudan süzülme hesaplamaları, ortamın anizotrop ve heterojen olması dolayısıyla oldukça güçtür. Bütün bu parametreler, yerinde, ortama özgü araştırmalar ve özel teknikler geliştirilerek, tecrübeye bağlı olarak sağlıklı bir şekilde belirlenebilir .

3.8.2.1. Akım

Karst alanlarında yüzey akımının özelliklerinden

-Akış katsayısı

-Akımın uzun dönemde değişimleri

hidrolojik rejim konusunda önemli bilgiler verir .

Akım, karst alanlarında, aşağıdaki faktörlerden etkilenir .

1) Karst çöküntülerine hızlı ve yoğun akım oluşur . Bu durum buharlaşma-terleme kayıplarının azalmasına neden olur .

2) Yüzeysuyu-yeraltısuyu ilişkisi ani ve noktasaldır.

3) Beslenme alanı ile yüzey drenaj alanı çakışmaz.

Buna ek olarak, toprak örtüsü, bitki örtüsü, topoğrafik durum da akım rejiminde önemli parametrelerdir .

3.8.2.2. Süzülme

Karstik ortamlarda iki tür süzülme tanımlanabilir.

-Normal süzülme; yüzeydeki kireçtaşı mostraları için önemli

-Akarsular boyunca meydana gelen süzülme veya akarsuyun düdenler yoluyla tamamen kaybolması durumu.

Süzülme, aynı zamanda, yağış miktarına, .Yıl içindeki dağılımına ve şiddetine bağlıdır. Genellikle karst ortamlarında süzülme kapasitesi, yağış şiddetinden yüksektir. Bu açıdan, kar örtüsünden meydana gelen süzülme, yavaş erimeden dolayı daha yüksek oranlardadır .

Topoğrafya, süzülmeyi etkileyen bir diğer faktördür.

Süzülme, karst ortamında, yüzeysel akış ve buharlaşma - terlemeye göre daha büyük öneme sahiptir. Bu nedenle, yağış ile süzülme arasındaki ilişki daha

önemlidir. Süzülme oranı bu ilişkiden doğrudan doğruya, hesaplanabilmektedir. Bu hesaplama çeşitli yöntemlerle yapılabilir. Bu yöntemler; mevsimsel süzülme, yıllık süzülme veya ortalama süzülmenin bulunmasına göre değişir .

3.9. KARST HİDROJEOLJİSİ ARAŞTIRMA YÖNTEMLERİ

Karbonat kayaçlarının kapladığı alanlarda uygulanacak araştırma yöntemleri jeoloji, jeohidroloji, hidroloji, fizik, kimya, matematik, biyoloji ve diğer bilim dallarının tekniklerini içerirler . Karst alanlarında uygulanacak tekniklerin etkinliği tamamen uygulayıcının düşüncesine ve tecrübesine bağlıdır . Hiç bir tekniğin tek başına tam bir çözüme ulaştıramayacağı unutulmamalıdır .

Araştırmalar , problemin dikkatlice analiz edilmesi ile elde edilecek temellere göre organize edilmelidir .Problemin doğru olarak tanımlanması en önemli işlemdir .

Araştırmalarda izlenecek ana aşamalar aşağıda verilmiştir .

1-Amacın ve kapsamın tanımlanması elde bulunan zaman ve insan gücünün planlanması

2-Kısıtlamalar dikkate alınarak, problemin çözümü için en uygun yaklaşımın belirlenmesi

3-En basitten en karmaşığa doğru bir yol izlenmelidir .

4-Kullanılan bütün bilim dalları arasındaki koordinasyon devamlı olmalıdır.

5-Koordinasyon sonucunda elde edilen bilgilerin derlendiği ara raporlar hazırlanmalıdır

6-Belirli aralıklarda, yapılan ilerlemeler denetlenmeli, gerekirse izlenen yolda değişikliklere gidilmelidir

7-Raporlar uygun bir formda, anlaşılır bir şekilde hazırlanmalıdır .

3.9.1. Karst Hidrojeolojisi Haritalarında Bulunması Gereken Bilgiler

Karst hidrojeolojisi haritaları, yüzey ve yüzeyaltı sularının ve bunlar arasındaki ilişkinin jeoloji ve topoğrafya ile beraber gösterildikleri haritalardır. Haritalar,

bölgede çalışan mühendisler, ekonomistler, idareciler ve ziraatçılar ile konuyla ilgili diğer kişiler açısından büyük önem taşırlar.

Bu haritalarda, yerel ve bölgesel ölçekte jeolojik birimlerin hidrojeolojik özellikleri, su kaynaklarının bulunuş şekli, türü ve yayılımları, yeraltısuyu seviye eğrileri, yeraltısuyu akım yönü, su kaynaklarının kalitesi, bölgenin iklimsel karakteri, akiferlerin geometrisi, yapısal unsurlar ve hidrolojik bilgiler bulunmaktadır .

Bu amaçla, topoğrafik, jeolojik, morfoloji, toprak nemi, meteorolojik, hidrolojik ve su kimyası haritalarından yararlanılır. Karst hidrojeolojisi haritalarında, yeterli bilgi varsa, akifer karakteristikleri de konturlar şeklinde bulunabilir .

3.9.2. Uzaktan Algılama Teknikleri

Hızla gelişen uzay teknolojisi karst yeraltısuyu araştırmalarında kullanılabilecek yeryüzünün yeni ve önemli jeolojik bilgiler içeren görüntülerini sağlamaktadır . Hidrojeoloji Mühendisi çok geniş bölgeleri uydu görüntüleriyle gözleyebilmektedir . Uydulardaki algılayıcılar yeraltındaki doğal bir zenginliği, örneğin yeraltındaki suyu doğrudan doğruya göremezler . Bu görüntüler araştırmacıya yerin yüzeysel özellikleri hakkında önemli bilgiler sağlayarak yeraltındaki durum hakkında yorum yapmasına olanak sağlamaktadır .

Uydu verilerinin sayısal (dijital) olması görüntülerin bilgisayar ortamında işlenmesine olanak vererek, hidrojeolojik önem sunan yeryüzü unsurlarının çok kısa zamanda ve güvenilir olarak saptanmasını sağlar . Ayrıca verilerin sürekliliği (verilerin belirli aralıklarla toplanması) yeraltısuyunun durumuna bağlı olarak gelişen olası yüzeysel değişimlerin mevsimsel olarak incelenmesi olanağını sağlamaktadır .

3.9.2.1. Yöntem ve Uygulamalar

Hidrolojik uzaktan algılama (Hydrologic Remote Sensing) yer su kaynaklarının yerden yansıtılan (reflected) ve yerden salınan (emitted) 0.3 mikrometre ile 3 metre

arasında değişen elektromanyetik radyasyonun (EMR) yardımıyla araştırılması ve incelenmesidir . Uzaktan algılama sistemlerinin çoğunluğu yeryüzünden gelen bu dalga boylan arasındaki EMR' nun değişik dalga aralıklarındaki alansal değişimin kaydedilmesi esasına dayanır . Yerbilimciler uzaktan algı verilerinin uygun olarak değerlendirilebilmesi ve yorumlanabilmesi için yeryüzünü kaplayan objelerin özelliklerini ve bunların elektromanyetik enerji üzerindeki etkilerini anlamak zorundadırlar .

Uydu görüntülerinde farklı özellikler gösteren radiometrik birimlerin ayırt edilmesi işleme görüntü analizi denir. Görüntünün yorumlanması ise bu radiometrik birimlere karşılık gelen yeryüzü unsurlarının ya da yapılarının, drenaj ve örtü çeşitlerinin tanımlanmasını içerir. Yeraltısuyu hidrolojisi alanında eğitilmiş bir görüntü analizci görüntülerdeki farklı yüzey unsurlarından hareket ederek bölgenin jeomorfolojisini açıklamaya çalışmalıdır. Jeomorfolojik ilişkilerin analizi yapısal ve startigrafik yorumların geliştirilmesine yardımcı olur. Yeraltısuyunun durumunu açıklayıcı sonuç ve öneriler ise yapısal ve startigrafik ilişkilerin analizi ile geliştirilebilir .

Uydu verilerinin değişik amaçlı kullanım alanlarından en zor olanı hidrojeolojik amaçlı uygulamalardır. Bu zorluk çalışılan nesnenin kendisinden kaynaklanmaktadır, çünkü yeraltısuyu bu verilerin üzerinde doğrudan gözlenmez. Bu verilerin kullanımı ve uygulamaları çoğu kez yerin yüzeysel özelliklerinden hareketle yeraltı hakkında bilgi edinmeye yöneliktir. Hidrojeolog genellikle yeraltının hidrolojik durumunu yüzeysel göstergelerden örneğin yüzeysel jeolojik özellikler ve yapısal unsurlar, bitki örtüsü, akarsu özellikleri, toprak ve toprak nemi anomalileri, bitki örtüsünün türü ve dağılımı, nehirlerde ve göllerde oluşan buzlanmalardaki kesiklilikler farklılık gösteren kar erimeleri, kaynak boşalım yerleri ve buna benzer özelliklerden yararlanarak açıklamaya çalışır .

Yeraltısuyu araştırmaları söz konusu olduğunda “akifer” teriminin kullanımı kaçınılmazdır. Hidrojeolojik açıdan akiferin tanımı transmisivite ve depolama katsayısı, su tablasının derinliği ve/veya piezometrik seviyenin akifer boyunca

değişimi gibi bazı hidrolik parametrelerin tanımlanmasını gerektirir. Uzaktan algılanan veriler akiferin bu tip özelliklerinin saptanmasında direkt olarak kullanılamaz. Fakat yeraltındaki durumun açıklanmasına ışık tutacak yorum ve öneriler akiferin yüzeysel görünümünden yararlanarak yapılabilir. Fotojeolojinin genel prensipleri ve bilgisayar ortamında sayısal olarak yapılan görüntü işleme teknikleri ile yapılan incelemeler yardımıyla yeraltısuyunun bulunabileceği uygun ortamların görüntü üzerinde tespit edilmesine çalışılır .

Karst yeraltısularının uzaktan algılama teknikleriyle araştırılmasında genellikle iki farklı yaklaşım veya yöntem kullanılır .

3.9.2.1.1. Çizgisellik Analizi

Bu yaklaşım, karstik alanlardaki çizgisel elementlerin (izole olarak gözlenen düzgün topoğrafik, jeolojik, veya biyolojik unsurlar, yapısal süreksizlikler ve yapısal olarak zayıf olan zonlar), ve bunların kesişim noktalarının haritalanıp istatistiksel olarak analizine dayanır. Bu amaçla siyah beyaz tek bant görüntüleri dijital görüntü işleme teknikleri ile işlenerek çizgisel unsurlar geliştirilir ve haritalanır .

Amaç karst yeraltısuyunun hareketi ve depolanması için çok elverişli olan artan ikincil porozitenin ve permeabilitenin belirlenmesidir. Bu alanlarda açılan kuyuların başarı oranı çok yüksektir. Örneğin Amerika Birleşik Devletlerinin Pennsylvania eyaletinde çatlak izleri üzerinde açılan kuyuların verimi çatlak izlerinin bulunmadığı yerlerde açılan kuyulara göre çok daha fazladır.

3.9.2.1.2. Termal infrared görüntü uygulamaları

Uzaktan algılama sığ akiferlerin saptanmasında da yararlı olduğu yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır . Bu yaklaşımda, yüzey toprak neminin ve sığ su tablası akiferlerinin varlığı yansıtılan veya salınan elektromanyetik enerjinin miktarındaki ve bitki örtüsünün dağılımındaki farklılıkların belirlenmesi amaçlanır. Termal görüntülerde sığ su tablası ve toprak nemi içeren kayaların sıcaklığında büyük bir

değişiklik gözlenmez. Çünkü bu alanlar buharlaşmadan kaynaklanan soğuma nedeniyle bu alanlar kuru yüzeylere göre daha soğuk görünürler . Diğer tarafta nemsiz ve kuru yüzeyler geceleri çok hızlı bir şekilde soğudukları için gündüz ve gece termal görüntüleri arasındaki farklılıklar büyük olur. Yüzey nemine bağlı olarak gelişen bitki örtüsündeki farklılıklar çok bantlı sınıflama yöntemleriyle saptanabilir. Yüzeydeki sıcaklık farklılıkları da termal dalga boylarındaki gece ve gündüz görüntülerinin oranlanması ve sınıflanması yöntemleriyle saptanabilmektedir .

Yeraltısularının araştırılmasında kullanılan son bir uzaktan algılama tekniği nehirlerle, kıyı bölgelerine ve denizaltına yeraltısuyunun boşaldığı veya karıştığı yerlerdeki sıcaklık farklılıklarının saptanması yoluyla bu boşalım bölgelerinin ve kaynakların belirlenmesidir. Örneğin kış aylarında buzla kaplı nehirlerin çözünmüş kısımları yeraltısuyunun nehirleri beslediğini gösterir. Bu boşalım noktaları ve zonları görünür, infrared ve termal infrared dalga boylarındaki görüntülerle rahatlıkla saptanabilir.

Son yıllarda hızla gelişmekte olan uzay teknolojisi, askeri amaçlar dışında haberleşme, meteoroloji, yeryüzü ve yeraltı kaynaklarının araştırılması, yerin jeolojik yapısının incelenmesi konusunda yeni bir bilim ve teknik olan uzaktan algılamayı gündeme getirmiştir. Bu açıdan bakıldığında uydu görüntüleri hem temel bir veri hem de bir araçtır. Bu veri ve aracın diğer veri sistemleri gibi yeraltısularının araştırılmasında kullanılmalıdır. Bu verinin ve tekniğin kullanılması yeraltısuyu araştırmalarındaki en pahalı ve yorucu kısmı oluşturan arazi çalışmalarının kapsamını azaltacaktır. Buna ek olarak uydu görüntülerinin bir diğer avantajı verilerin sayısal olması ve bilgisayar ortamında dijital görüntü işleme teknikleri ile işlenip daha iyi değerlendirilmesine olanak sağlamasıdır. Ayrıca bu görüntüler arazide veya hava fotoğraflarında gözlenmesi imkansız olan bölgesel yapı ve unsurların rahatlıkla gözlenmesini sağlar.

3.9.3.Yeraltısuyu İzleme Teknikleri

Karst hidrojeolojisinde, beslenme-boşalım, koruma alanları vb. birçok sorun, izleme teknikleri yardımıyla çözülebilmektedir. İzleme, suyun belirli bir izleyici kullanılarak işaretlenmesi ilkesine dayanır. İşaretli (izleyici karıştırılmış) su bir noktadan enjekte edilir, hidrolik ilişki, olasılığı düşünülen diğer bir noktada ise gözlem yapılır .İzleyiciler kullanılarak

- a) Düden-kaynak ilişkilerinin belirlenmesi
- b) Yeraltısuyu akım hızının hesaplanması
- c) Yeraltısuyu depolama hacminin hesaplanması mümkün olmaktadır.

Bu amaçlarla kullanılan izleyiciler iki gruba ayrılabilir;

- a)Doğal izleyiciler
- b)Yapay izleyiciler

Doğal izleyiciler, suda doğal olarak bulunan elemanların izleyici olarak kullanılması ile elde edilirler. Bu amaçla en çok kullanılan elemanlar, suyun doğal yapısında bulunan Hidrojen ve Oksijen atomlarının izotoplarıdır. Hidrojen, Döteryum (duraylı) ve Tritiyum (radyoaktif) olmak üzere iki izotopa sahiptir. Oksijenin izleyici olarak kullanılan izotopu ise duraylı 0-18 dir. Bu izotoplar kütle spektroskopisi yöntemi ile, radyoaktif izotoplar ise, parıldama (sintilasyon) yöntemi ile belirlenirler .

Yapay izleyiciler ise, izotoplar, katı izleyiciler, boyalar, ve kimyasal izleyiciler şeklinde dört grupta ele alınabilir. Yapay izotoplarla izleme, yukarıda özetlenen izotopların dışarıdan enjeksiyonu ile gerçekleştirilir . Katı izleyicilerden en yaygın olarak kullanılanları bakteriler ve sporlardır.

Boyalar , floresans özelliğe sahip Uranin, Rodamin, Eosin, Piranin, Sülforodamin vb. boyalardır . Bunlar florometreler yardımıyla saptanırlar .

Kimyasal izleyicilerden başlıcaları NaCl, LiCl, KCl gibi tuzlardır. Kayatuzu ile yapılan izlemelerde suyun elektriksel iletkenliği ölçülerek sonuca kolayca varılabilir.

3.9.4. Karstik Alanlarda Uygulanan Jeofizik Yöntemler

Jeofizik yöntemlerin karstik alanlarda kullanımı gün geçtikçe daha önemli hale gelmektedir . Bu yöntemler yüzey jeofizik yöntemleri, kuyu , jeofiziği ve havadan prospeksiyon şeklinde ele alınabilir .

3.9.4.1 Yüzey Jeofiziği

Karbonat kayaçları ile kaplı ortamlarda jeofizik yöntemler, karstlaşma sonucu oluşan geçirgen zonların ve yeraltı nehirlerinin belirlenmesi amacı ile kullanılan karbonat kayaçları genelde yoğun, tıkız ve elektriksel olarak rezistif bir yapıya sahiptirler. Karstlaşma sonucunda bu kayaların belirli bölgelerinde gelişen boşluklar su veya kil ile dolu olabilir .Bu, kayacın homojenliğini bozmaktadır. Bu nedenle, karstik ortamlarda en yaygın olarak kullanılan jeofizik yöntemler gravite, sismik, elektrik ve elektromagnetik yöntemlerdir .

Faylar boyunca gelişen karstik zonlar, topoğrafik ve toprak örtüsüne de bağlı olarak gravite, rezistivite ve sismik kırılma yöntemleri ile belirlenebilir .

Yanal yayılımı geniş olan karstik zonlar için rezistivite ve sismik kırılma iyi sonuç vermektedir. Yeraltı nehirlerinin saptanmasında rezistivite ve gravimetrik, yöntemler sağlıklı sonuçlar verir. Derinlerde bulunan ve ulaşılamayan tümüyle dolu galeriler veya erime boşlukları elektro-magnetik ve sismik yöntemlerle de saptanabilir. Eğer tümüyle su dolu erime boşluğu veya galeriye bu noktadan ulaşılabilirse, burada elektromagnetik prospeksiyon, elektrik potansiyel haritalama ve jeobomblar uygun yöntemlerdir .

Kıyı bölgelerinde genellikle tuzlusu girişimi, tuzluluğu sürekli değişen yeraltı nehirlerinin konumlarının belirlenmesi, denizaltı kaynaklarının konumlarının belirlenmesi gibi sorularla karşılaşılmaktadır.

Tuzlusu girişimi, rezistivite ölçümleri ile, yeraltı nehirleri, mevsimsel rezistivite haritalamaları ile ve denizaltı kaynakları sıcaklık ve rezistivite profilleri ile belirlenebilir .

3.9.4.2. Kuyu Jeofiziği

Açılan kuyularda alınan jeofizik loglar yerinde, kuyu ve akiferin fiziksel özellikleri ile ilgili bilgi sağlar . Bu amaçla kullanılan yöntemler rezistivite, self-potansiyel, gamma-ray, gamma-gamma ve nötron, kaliper , sıcaklık (temperatur) , akışkan rezistivitesi veya iletkenliği, flowmeter ve sonik loglardır .

3.9.4.3 Havadan Prospeksiyon

Magnetik ve elektrik jeofizik etütler havadan yapılır. Bu yöntemler daha çok bölgesel ölçekte iyi sonuç verirler .

3.9.5. Karst Ortamında Sondaj Çalışmaları

Hidrolojik, hidrojeolojik, hidrokimyasal ve jeofizik gibi yöntemlerle karst yeraltı suyunun kökeni, hareketi, miktarı, konumu ve kalitesi ile ilgili elde edilen bilgilerin doğrulanması gerekir. Bu amaçla, gözlem ve araştırma kuyuları açılmalıdır. Ancak, bu kuyulardan elde edilecek bilgiler ışığında akiferin emniyetli verimi kesin olarak hesaplanabilir .

Öte yandan karst ortamında sondaj kuyusu açmak büyük güçlüklerin ve risklerin göze alınmasının gerektirir .

3.9.5.1. Araştırma Kuyuları İçin Yer Seçimi

Araştırma kuyularının yeri, karşılaşılan problem çözümünde uygun ve toplanan hidrojeoloji bilgileri ışığında seçilmelidir. Ancak, kuyu yeri seçimini önemli ölçüde etkileyen faktörler vardır. Bunlar , topografya, ulaşım kolaylığı, su varlığı, vb.

Kuyu yerinin jeoloji, hidrojeoloji haritası üzerinde, tektonik yapımında, uygunluğu dikkate alınarak seçilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, bu tür çalışmalarda kırık-çatlak analizleri büyük önem taşımaktadır .

3.9.5.2. Kuyu Çapı

Karst alanlarında açılacak araştırma kuyuları küçük çaplı (1,5-3 inç. arası) veya geniş çaplı (6-12 inç arası) olabilir. Çapın seçiminde zaman -maliyet ve beklenen bilgi türü önemli rol oynarlar .

Küçük çaplı kuyular rotari yöntemi ile delinirler ve daha çok jeolojik bilgi verirler (karotlu). Geniş çaplı kuyular ise akifer özellikleri konusunda önemli bilgiler verirler. Darbeli veya rotari yöntemleri ile açılan geniş çaplı kuyularda akiferi denemek mümkün olmaktadır .

Karst yeraltısuyunun derinliği çoğu bölgede 100 m.' yi aşar. Bu durumda, iyi bir düşüm sağlayabilecek kapasitede pompa sağlama sorunu ile karşılaşılmaktadır . Bu nedenle, akiferi denemek amacıyla açılan kuyularda kuyu çapı, kuyu derinliği (yeraltısuyu derinliği) ve eldeki pompa kapasitesi dikkate alınmalıdır .

3.9.5.3. Sondaj Ekipmanı

Araştırma sondajları genelde yavaş ilerler. Çünkü, sondaj sırasında kontrol, çeşitli analizler, denemeler ve benzeri araştırmalar yapılmalıdır .Bu araştırmaların sonuçlarına göre yapılacak değişiklikleri kabul edecek şekilde esnek bir program hazırlanmalıdır. Bu nedenle, karst ortamlarında önceden ihale yaparak sondaj açmak

oldukça büyük sorunlar yaratır. Karstik alanlarda sondaj açmakta karşılaşılan bir başka sorunda sirkülasyon sıvısı kaçakları kuyu çökmeleri vs' dir. Bu sorunlar, sondajı daha da yavaşlatır.

Sondaj ekipmanının amaca uygun olarak seçilmesi ve pompalama denemeleri yapabilecek ekipmanları içermesi gerekir . Sondaj makinesinin kapasitesi, çamur pompasının kapasitesi, hava kompresörünün basıncı, sondaj matkabının çapı, teçhiz borusu ve filtrelerin çapı, programlanan sondaj kuyusunun çapı ve derinliğine bağlı olarak seçilmelidir .

Pompa denemeleri için portatif Jeneratör, debi ölçümü için savak veya orifismetre, ve düşümün ölçümü için seviye ölçer gerekmektedir .

Sondaj yöntemi olarak darbeli veya rotari, çamur veya hava dolaşımı olarak seçilebilir.

3.9.5.4. Araştırma Kuyularından Sürekli Yararlanma

Bazı araştırma sondaj kuyuları uygun oldukları takdirde üretim kuyusu olarak kullanılabilirler. Ancak araştırma kuyuları, yeraltı suyu, seviye değişimlerinin sürekli izlendiği gözlem kuyuları olarak büyük yararlar sağlarlar.

İzleme deneylerinde ve permeabilitenin belirlenmesinde araştırma kuyuları önemli bir yer tutarlar .

3.9.5.5. Karst Akiferlerinde Pompalama Denemeleri

Pompalama denemeleri, akiferin hidrolik karakteristikleri ve verimi konusunda önemli bilgiler verir. Karst ortamının heterojen olması, laminar ve türbülanslı akımın bir arada görülebilmesi nedeniyle pompalama denemelerinden elde edilen bilgiler ancak belli doğruluk ve geçerlilikte olacaktır. Pompa denemelerinin tek kuyu ile değil de gözlem kuyuları da kullanarak yapılırsa daha doğru sonuçlar elde edilir.

Akiferin iletimliliği ve depolama katsayısı hem düşüm hem de yükselim ile hesaplanabilir. Ancak, bu yöntemler, laminar akım koşullarına göre türetildiklerinden karst ortamındaki geçerlilikleri azalır. Karst ortamında kullanılabilecek çeşitli yöntemler son yıllarda daha doğru sonuçlar verecek şekilde geliştirilmiştir.

3.9.6. Karst Ortamında Permeabilite Testleri

Porozite ve permeabilite laboratuvarında veya arazide yapılacak deneyler yoluyla saptanabilmektedir. Depolama ve iletimlilik katsayıları ise arazide pompalama denemeleri ile hesaplanabilmektedir. Laboratuvar da yapılan deneylerden edinilen bilgiler gerçek değerler ancak ampirik olarak birbirine bağlı olup bölgesel bir değer taşımazlar .

3.9.6.1. Porozitenin Laboratuvarında Saptanması

Karbonat kayaçlarının laboratuvarında porozitelerinin saptanmasında kullanılan yöntemler genelde diğer kayaçlar için kullanılan yöntemlerle aynıdır .

Toplam porozite, sıvı içine batırma yöntemi, yoğunluk deneyleri veya gaz porozimetreleri ile bulunabilir .

Etkin porozite, örneğin suya doygun hale getirilmesi ile bulunabilir. Örneğin doygun haldeki ve atmosferde normal koşullar altında kurutulmasından sonraki ağırlıklarından etkin porozite hesaplanabilir.

3.9.6.2. Permeabilitenin Laboratuvarında Saptanması

Permeabilite laboratuvarında, malzeme gevşek ise sabit seviyeli ve düşen seviyeli permeametrelerle, kayaç örneklerde ise Ruska tipi gaz ve sıvı permeametrelerle belirlenebilmektedir .

Bütün yöntemlerin esası, örneğin belli bir kesitinden belli yük değişimi altında geçen su miktarının ölçülmesine dayanır. Düşen seviyeli permeametrelerde ölçülmesi gereken bir diğer parametre de zamandır .

3.9.6.3. Permeabilitenin Arazide Saptanması

Sondaj kuyularında yapılan deneylerle permeabilite arazide saptanabilir . Karbonat kayaçlarında açık veya lugeon tipi testlet uygun sonuçlar vermektedir . Bu deneyler , sondaj kuyuları teçhiz edilmeden önce yapılırlar. Genellikle kuyuya su verilerek yapılan bu deneyler üç grupta toplanabilir .

- 1) Standart lugeon testi
- 2) Modifiye lugeon testi
- 3) Üç nokta yöntemi

Standart lugeon testi, bölgesel, yatay permeabiliteyi, formasyonun anizotropisini hesaba katmadan belirler . Bulunan değer , sondaj kuyusunun, kırık çatlaklara göre konumu ile yakından ilgilidir .

Modifiye lugeon testi permeabilitenin yöne göre değişimini (anizotropi) hesaba katılarak belirler . Ancak bulunan değer yine kuyunun kırık - çatlak sistemine göre konumuna bağlıdır .

Üç nokta yöntemi ise, kırık çatlak sistemi dikkate alınarak permeabilite üç yönde belirlenebilir . Kuyuda aynı anda üç noktada test yapılarak gerçekleştirilir .

Lugeon testinden elde edilen bilgilerden ortamın permeabilitesi hesaplanabilir . Ayrıca, kaybolan su miktarı ile uygulanan basınç arasındaki ilişkilerden giderek akiferi oluşturan kırık-çatlak sistemlerinin karakteri konusunda da önemli yorumlamalar yapılabilir .

3.9.6.4. Enjeksiyon Çalışmaları

Gerek kaynak geliştirme çalışmalarında gerekse hidroteknik yapılarda kaçakları önlemek amacıyla enjeksiyon çalışmalarından yararlanılır .

Karstik ortamlarda kurulan baraj ve göletlerde sık rastlanan sorunların başında bent yeri ve rezervuar alanından meydana gelen su kaçakları gelir . Kaçakların önlenmesi enjeksiyon perdesi inşaatları ile olur. Enjeksiyonun yapılabilmesi için öncelikle yeraltı jeolojisinin ve karbonat kayacının permeabilitesinin iyi bilinmesi gerekir . Bu amaçla, yukarıda verilen yöntemlerden yararlanılır .

3.10 Karstik Ortamlarda İnşa Edilen Hidroteknik Yapılarda Hidrojeolojik ve Mühendislik Jeolojisi Problemleri

Jeolojik anlamı yanında karst terimi, çölleşmiş, susuz kayalık bölge, anlamında da kullanılmaktadır. Karstik olmayan bölgelerde, enerji, kullanma ve sulama suyu sağlanmasına yönelik olarak suyun uzun yıllar boyunca barajlarla kontrolü ve depolanması gerçekleştirilmiş, karstik bölgelerde ise bunun mümkün olamayacağı düşünülmüştür

Antik çağlarda, karst ortamında su yapılarının inşaatından çekinilmiştir . Ortalama yıllık yağış 2000 mm' yi bulduğu halde bu tür ortamlarda sürekli akarsu veya göllerin bulunamaması, suyun depolan-masındaki güçlüğü bir göstergesi olmuştur .

Karst ortamlarında hidroteknik yapı inşasından kaçınma, ilk inşaatların başarısızlıkları üzerine korkuya dönüşmüştür. Ancak enerji ve suya olan ihtiyacın artması, dikkatlerin tekrar karst ortamlarına yönelmesine neden olmuştur. Daha ayrıntılı çalışmalarda USA ve Yugoslavya'da yapılan baraj inşaatları başarılı olunca karst olayı en ince ayrıntılarıyla keşfedilmek üzere ele alınmıştır .

Hidro teknik yapıların inşaatında, kayaç kalitesi genellikle en önemli parametredir. Ancak karst ortamında, sorunları buna benzer tek bir parametreye, bağlamak veya sorunları gruplandırmak oldukça güçtür. Zira, karst ortamında her alt bölge kendine özgü jeolojik, hidrojeolojik ve hidrolojik özelliklere sahiptir.

Yine de, jeolojik ve hidrojeolojik yapıya bağlı olarak sorunları karstik kayacın yüzeyi, yüzey altı (havalanma) ve yeraltısuyu bölgelerine ayırarak ele almak mümkündür .

3.10.1. Hidro teknik Yapı İnşasına Etki Eden Jeolojik Faktörler

Hidro teknik yapıların inşasına etki eden birçok faktör vardır. Bunlardan bazıları hidrolojik, ekolojik, ekonomik ve sosyolojik faktörlerdir. Ancak burada jeolojik faktörler ele alınacaktır. Jeolojik faktörler 5 'alt bölümde incelenebilir .

- 1- Bölgesel jeoloji
2. Jeomorfoloji
3. Hidrojeoloji
4. Mühendislik jeolojisi
5. Sismoloji (depremsellik)

3.10.2. Karst Ortamının Jeoteknik Özelliklerine Suyun Etkisi

Karst ortamı tam anlamıyla süreksiz, heterojen, anizotropik, deformatik ve doğal olarak gerilimli bir ortamdır .

Su akımı, çatlak ve erime kanallarında serbest veya basınçlı olarak görülebilir . Yeraltısuyu akım hızı 0.5 cm/s ile 50 cm/s arasında değişebilir. Yeraltısuyu seviyesindeki değişimler 24 saatte 90 m hatta 300 m 'ye kadar ulaşabilmektedir. Yağışın yeraltısuyuna iletilme hızı 10 saat gibi kısa sürelerde gerçekleşebilmektedir .

Karst ortamında birim hidrojeolojik hacim üzerinde çalışmalar yaparak tüm akifer hakkında genelleme yapabilmek olanaksızdır. Bilinen mühendislik jeolojisi özellikleri bu nedenle ya geçersizdir ya da koşullu olarak geçerlidir. Bütün bunlar, doğal olarak yapı inşaatında büyük sorunlara neden olmaktadır. Karst ortamında hidrojeolojik olay veya süreçlerin mühendislik jeolojisi olay veya süreçlerinden kesin bir çizgi ile ayrılması çok güçtür. Suyun etkisi her zaman önemlidir .

3.10.3. Karstik Kayacın Homojenliğini Bozan Süreçler

Karbonat kayacının karstlaşma süresi içinde homojen yapısı çeşitli olaylarla bozulur. Bu olaylardan başlıcaları, korrozyon, erozyon, çekiç etkisi (su ve hava) ve çökmedir .

3.10.4. Karstik Kayaçlarda Sık Görülen Arızalar

Hidro teknik yapıların inşaatı açısından karstik kayaçlarda görülen doğal arızalar üç grupta toplanabilir.

1-Yüzeydeki arızalar; Kokurdan, mağara, düden, çökme yapıları, estavellalar vbg. Bu yapılar, rezervuarın sızdırmazlığını etkileyen önemli arızaları oluştururlar. Bunlar, doldurma yöntemi ile ıslah edilebilirler. Jeoteknik duraylılık açısından tehlikeli değildirler.

2-Havalanma bölgesi arızaları; Bu bölgede en sık rastlanan arızalar dolu veya boş erime boşluklarıdır. Bunlar, önceki dönemlerde aktif olup bugün akiferle sürekli bağlantısı olmayan erime boşluk veya kanallarıdır. Genellikle büyük boyutlarda gözlenirler. Kısmen veya tamamen kil ile dolu olabilirler. Boş olanlarında ise speleotem boldur. Tünel kazılarında büyük sorunlara yol açarlar .

3-Akifer bölgesi arızaları; Buradaki bütün kırık ve çatlaklar su ile doludurlar. Kayaçta görülebilecek mekanik bir arıza, suyun basıncı ile oluşmuş olabilir. Sürekli su dolaşımı söz konusu olduğundan buradaki boşluklar kil ile dolu olmazlar. Buradaki boşluklar havalanma bölgesindekilere göre daha küçük boyutludurlar .

3.10.5. Karstik Yapıların Neden Olduğu Sorunların Çözümüne Örnekler

Karstik yapıların neden olduğu sorunlardan ötürü bu tür ortamlarda su kaynakları normal yöntemlerle geliştirilememektedir . Bu nedenle, her durum için farklı tekniklerin kullanılması gerekmektedir . Aşağıda bu konuda bir kaç temsili örnek verilmiştir.

- 1- Polye drenajı için düdenlerin geliştirilmesi (Şekil-1)
2. Düdenlerden su değirmeni yoluyla yararlanma (Şekil-2)
- 3.Mevsimsel karst kaynakları tıkanarak yeraltısuyu seviyesinin yükseltilmesi ve kullanıma sunulması (Şekil.3)
- 4- Rezervuarlarda, estavellerin korunması ile düden faaliyetlerinin engellenmesi ve kaynak olarak bunlardan yararlanma (Şekil-4)
- 5- Estavella üzerinde silindirik baraj kurularak estavellerin geliştirilmesi (Şekil.5)
- 6- Rezervuar tabanındaki alüvyon düdenleri yaratan etkinin havalandırma bacası ile yok edilmesi (Şekil 8)
- 7- Rezervuar tabanındaki geçirimsiz örtünün basınç farkından ötürü tahrip olmasının hava bacası ile önlenmesi (Şekil-9-10.11)
- 8- Düdenin enjeksiyon ile ıslahı (Şekil-12)
- 9 -Boşluklar, mağaralar nedeni ile tünel güzergahının değiştirilmesi (Şekil-13)

Bu tür suni değişiklikler doğal olarak akifer rejiminde değişmelere neden olacaktır. Bu değişimlerin sürekli gözlenmesi (monitoring) ve çevredeki kaynaklara olan etkilerinin izlenmesi gerekir .

BÖLÜM IV

HİDROJEOLOJİ

Bu bölümde çalışma alanında kaya birimlerinin hidrojeolojik özellikleri incelenmiştir. Çalışma alanındaki sondaj kuyuları, keson kuyuları, polyeler incelenerek hidrojeolojik yapı hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Bu çalışma kapsamında yapılmış olan kimyasal analizler sayesinde suların içme, sulama ve endüstride kullanabilme özellikleri incelenmiştir

4.1 KAYA BİRİMLERİNİN HİDROJEOLÖJİK ÖZELLİKLERİ

Havzanın bu günkü halini alışı esnasında geçirdiği büyük tektonik evreler ve özellikle sürekli yeraltısuyunun erime , genişletme etkileri karstlaşmanın gelişiminde etkili olmuştur. Karstlaşmanın en belirgin yapısal özelliği olan polye ve dolin oluşumlarıdır.

Çalışma alanı içerisinde akifer niteliğindeki kayaç olarak kireçtaşları gözlenmektedir . Bu kireçtaşlarının çevresi volkanitlerle çevrilmiş olup, çalışma alanı içinde gözlenen geçirimsiz temel olarak nitelendirdiğimiz (taban kaya) Alandere formasyonu (Grovaklar) bir perdeleme görevi yapmaktadır ve bu özelliği ile de yeraltısuyu bakımından zayıftır ve akifer olma özelliği göstermez.

Buna karşılık Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı kireçtaşları geniş yayılımları ve litolojik özellikleri ile en önemli hazne kaya niteliğindedir ve karstik bir yapı sunmaktadır .

Mesozoyik kireçtaşları genellikle çatlaklı ve kırıklı olmaları nedeniyle yağış suları, erime kanallarını izleyerek geçirimsiz grovaplara kadar süzülürler. Tekrar dokanak ve fay hatları boyunca yüzeye erişen yeraltı suları karstik soğuk Gerence ve Ildır Kaynaklarını oluşturur (Şekil 4.1) .



Şekil 4.1.: Ildır Kaynaklarından Genel Bir Görünüm

Bunun yanında Karbonat kayaların karstik, kırıklı ve çatlaklı bir yapıya sahip olmaları nedeniyle deniz suyunun havzaya ilerlemesiyle, deniz suyu ile tatlı su karışarak suların kalitesini düşürmektedir.

Bu birimlerden Triyas yaşlı kireçtaşının kalınlığı DSİ' nin açtığı derin sondajlara göre belirlenmiş olup yer yer kalınlığı 900 m olarak saptanmıştır. En önemli karst yapıları olan polye ve dolinler bu kireçtaşlarında gözlenir (Şekil 4.2.).

Oynatan Polyesi Triyas yaşlı kireçtaşlarını içermektedir ve bu nedenle bol çatlaklı ve erime boşlukları bulunmasından dolayı yüzey suları bu kanalları izleyerek geçirimsiz birimlere kadar süzülmemektedir .



Şekil 4.2.: Kadiovacık Polyesinden Bir Görünüm

Ayrıca Oynatan Polyesi içerisinde düden yapıları da gözlenmektedir (Şekil 4.3.). Aşırı yağışlarla ve yeraltısu seviyesinin yükselmesiyle Oynatan Polyesi su ile dolduğu zaman, buradaki suyun düdenlerden geçerek Gerence Koyu civarında çıkabileceği tahmin edilmektedir.



Şekil 4.3.: Oynatan Polyesindeki Düdenden Bir Görünüm

Çalışma alanında Neojen yaşlı Volkanik birim yeraltısuyu açısından önemli değildir . Volkanik birim soğuma çatlakları, akma yapıları ve kırıklar nedeniyle yarı geçirgendir. Bu nedenle volkanikler akifer nitelikte değildir. Çalışma alanı içerisindeki Kuvaterner yaşlı alüvyon birimi kalınlığı az olmasından dolayı su depolayacak hacime sahip değildir. Ancak ihtiyaçların karşılanması için bir çok irili ufaklı keson kuyular açılmıştır.

Çalışma alanındaki Ildır kaynaklarının karst oluşumunda etkili olan Barbaros, Kadiovacık , Nohutalan polyeleridir. Söz edilen karbonatlı formasyonlarda çok etkin faylanmalar büyük karst sistemlerini kontrol etmektedir .Ildır köyü ve civarında Camiboğazı, Şaplaz ve Zeytinler fayları karst gelişimlerini kontrol eden önemli fayları oluşturur.

4.2. SU NOKTALARI

4.2.1 AKARSULAR

Çalışma alanı içerisinde bir çok dere bulunmaktadır . Bu dereler genelde kurudur, sadece kışın belli aylarda akış göstermektedirler . En önemli dereler; Bulabaş Dere , Yılacalı Dere , Çeşmecik Dere , Tekelioğlu Dere, Zeytincik Dere , Kargalık Dere, Ildır Deresi, Camiboğazı Deresi .

4.2.2 KAYNAKLAR

İnceleme alanında bulunan en önemli kaynaklar Ildır ve Gerence kaynaklarıdır. Özellikle Ildır kaynakları, Barbaros, -Kadiovacık-Ildır stabilize yolunun kenarında olup Çeşme için gerekli su ihtiyacının karşılanmasında en önemli kaynağı oluşturmaktadır. Gerence kaynağı ise deniz içi boşalımlı olduğu tahmin edilmektedir. Çalışma alanında kıyı bölgelerde gözlenen kaynakların hemen hemen hepsi deniz suyu etkisindedir .

4.2.2.1 Gerence Kaynağı

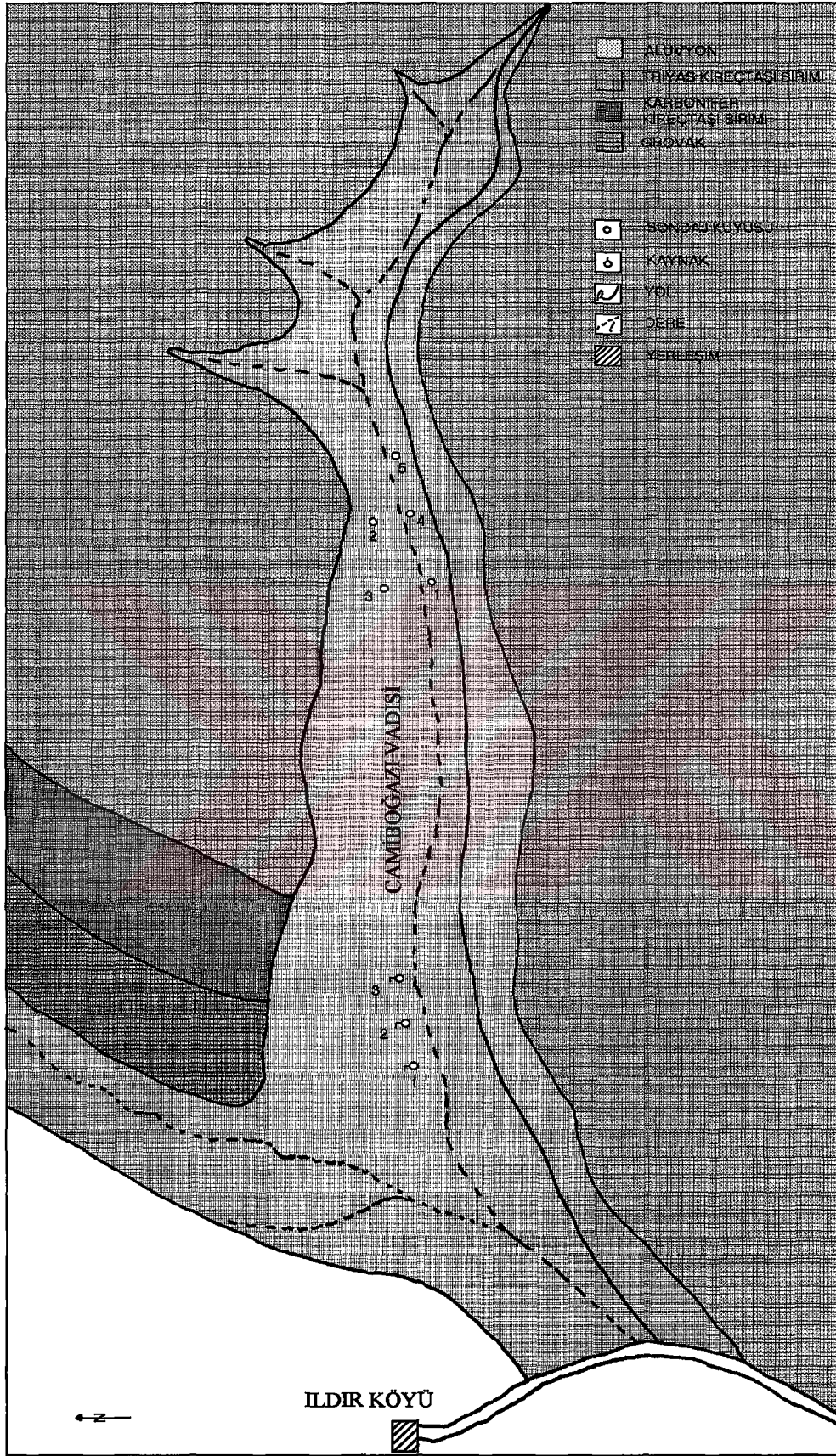
Karaburun karbonatlarından beslenmekte olan Gerence kaynağı Ildır Köyü' nün kuzeyinde, Gerence körfezinde kıyıdan 0,80 'm kotlardan deniz içi kaynaması şeklinde boşalmaktadır. Kaynağın karadan boşalan kısmı 30 l/sn civarındadır. Denizaltı boşalımlarının daha çok olduğu söylenebilir.

4.2.2.2 Ildır Kaynakları

Çalışma alanında yer alan Ildır Kaynağı, Karaburun yarımadasının en önemli karstik kaynağıdır . Beslenme alanında birçok karst çöküntü alanları gelişmiştir. Ancak Ildır kaynaklarının boşalımında karst çöküntü alanları , değil, yoğun kırık, çatlak ve fay sistemlerinin etkili olduğu, DSİ' nin açmış olduğu araştırma sondaj kuyularından alınan karot örneklerinden, basınçlı su deneylerinden ve kaynak boşalım analizlerinden elde edilen hidrolik değerlerden anlaşılmıştır . Ildır kaynakları Ildır Köyü'nün doğusunda Camiboğazı vadisinde üç grup halinde boşalmaktadır . Kaynakların beslenme havzası tamamen Mesozoyik yaşlı karstik karbonatlı birimlerdir .

Ildır kaynakları denize olan uzaklıklarına göre numaralandırılmıştır . 1 no'lu kaynak, denizden 1250 m uzaklıkta. olup 5.45 m kotundan boşalmaktadır. 2 no'lu kaynak, denizden 900 m uzaklıkta ve 6.55 m kotundan boşalmaktadır. 3 no'lu kaynak denizden 350 m uzaklıkta 0.30 m kotundan boşalmaktadır. DSİ tarafından kaynaklardan 1984 yılında alınmaya başlanan ve halen devam eden rasatlara göre yıllık ortalama debi 495lt/s' dir (Şekil 4.4.).

Kaynaklardan alınan su örneklerinin kimyasal analizleri DSİ tarafından yapılmıştır. Kimyasal analiz sonuçları Ek 2,3,4 ' de verilmiştir. Analiz sonuçlarına dayanılarak SCHOLLER Diyagramında incelenip yorumlanması sonucunda, kaynak sularında deniz suyu etkisi ile tuzlanma olduğu anlaşılmıştır. Kaynak suları bu özelliklerinden dolayı içmeye değil sınırlı kullanıma uygundur.



ÖLÇEKSİZ

Şekil: 4.4 CAMİBOĞAZI VADİSİNDE D.S.İ VE İLLER BANKASI TARAFINDAN ALÜVYON İÇİNDE AÇILAN KUYULARIN VE KAYNAKLARIN YERLERİ (Olcay, 1988)

4.2.3. Deniz İçi Boşalmlar

Çalışma alanında bulunan Gerence körfezinde önemli denizel boşalmlar mevcuttur. Bu gözlenebilen boşalmların dışında kireçtaşlarının denizle ilişkili olduğu kesimlerde, kireçtaşlarının içerdiği yeraltısu, karstik. zonlar tarafından denize ulaştırılmakta ve deniz içi boşalmları oluşturmaktadır .

4.2.4 KUYULAR

Çalışma alanında yerli halk tarafından bahçe sulaması ve tarım amacı ile deniz kenarında ve vadi ağzında keson kuyular açılmıştır. Bu kuyuların derinlikleri 5-10m arasında olup debileri düşüktür .



Şekil 4.5.: Camiboğazı Vadisinde Açılan Keson Kuyulardan Bir Görüntü

Ayrıca volkanikler içerisinde tarım ve hayvancılık amacıyla yağmur sularının toplanması için sarnıçlar yapılmıştır .



Şekil 4.6.:Volkanikler içerisinde Yapılan Sarmaçlardan Görüntü

4.2.4.1. Sondaj Kuyuları

Çalışma alanında DSİ ve İller Bankası tarafından içme suyu amacıyla açılmış olan 11 adet sondaj kuyusu bulunmaktadır . Çalışma alanı ve çevresinde açılmış olan sondaj kuyularına ait bilgiler Ek 5. ' de verilmiştir .

DSİ tarafından açılan 9 adet kuyuda (25378,25379, 34204-A, 34204-B, 34205, 34206, 34207, 34208, 34494 no'lu kuyular) derinlik 30 m ile 80 m arasındadır. Bu kuyularda, S.S 4.31 m ile 45.81 m arasında, D.S. 5.74 m ile 46.40m arasında, debi ise 10 L/s ile 40L/s arasındadır .

İller Bankası tarafından İldır' da 2 adet (IB-I ve IB-II) araştırma kuyusu açılmıştır. IB-I no'lu kuyunun derinliği, 49,50 m olup kuyu kuru olduğundan iptal edilmiştir. IB-II no'lu kuyunun derinliği, 38 m olup, S.S.. 8,46 m D.S. 8,89m, debi ise 50lt/sn' dir.

Ayrıca İltur sitesi tarafından Gerence' de toplam derinliği 300m olan 4 adet sondaj kuyusu açılmıştır (Şekil 4.7.)



Şekil 4.7.: İltur Sitesindeki Kuyulardan Genel Bir Görünüm

Bu kuyulara göre yeraltısuyu seviyesi akım yönleri incelenirse,akımın kuzeyden güneybatıya ve güneydoğuya olduğu görülür (Şekil 4.8.).

4.2.5. Gölet ve Sarnıç

4.2.5.1. Gölet

Toprak erozyonunu azaltmak,taşkın ve sel sularının zararlarını önlemek hayvanlar için içme suyu,bitkiler için sulama suyu bulundurmak gibi hizmetlere yaramak suretiyle kendi ölçüsünde zararlı faktörleri giderici, toprak ve su düzenini sağlayan



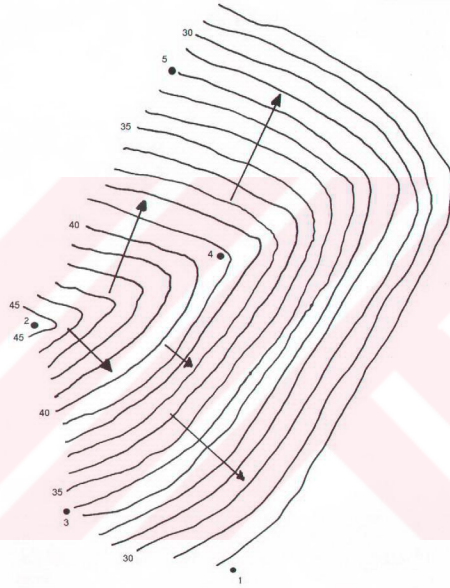
AÇIKLAMA

SONDAJ

YERALTISI SEVİYESİ

AKIM YÖNÜ

ÖLÇEK 0 200 m



Şekil: 4.8. ÇALIŞMA ALANIN HIDROHİPS EĞRİLERİ
Olçay, (1988)

birer tedbir yapılarıdır. Kolayca inşa edilip derhal faydalanmaya geçebilen, küçük olduğu için pahalı olmayan gölet tesisleri, yardım ile hayvan içme suyu kaynağı olmayan yerlerde, sel sularını toplayarak sulama suyu sağlayıp civar arazilerde çiftçi. vatandaşların bağ ve bahçe yapmalarına, balık yetiştirmelerine, tarlalarını sulamalarına imkan verir .

4.2.5.2. .Sarnıç

Bölge halkının içme suyunu karşılayan, köylerde etrafı duvarlarla çevrili avlu denilen belli alanlarda toplanmış olan, şekilleri çoğunlukla silindir biçiminde olan, kuyu çapı tabandan kuyu ağzına doğru azalan yapılardır. Sarnıçlar, yağış, yüzey suyu veya taban suyu ile beslenmektedir. Bazı sarnıçlar, feyezan dereleri yardımıyla dere suyuyla doldurulmaktadır. Yüzey suyu ile beslenen sarnıçların sularında siltlenme fazladır .Köy içlerinde bulunan sarnıçlara, sızma ve akış yoluyla pis suların karışma olasılığı vardır. Bunun için sarnıçlar köy dışına kazılmalı ve sarnıcı besleyen su, köy dışından gelmelidir.

4.2.6. Gölet ve Sarnıçlara Giren Malzemeye Topoğrafya ve Litolojinin Etkisi

4.2.6.1. Göletlerde

Yeni yapılan göletlerde, kayaların fiziksel ve kimyasal ayrışması nedeniyle beslenme alanından ve gölet bendinden, sediment girmektedir. Litoloji, topoğrafik eğim ve bentin özellikleri, gölete giren sediment ve siltasyonu belirler.

Düşük ve az eğimli topoğrafyada gölete giren malzeme azdır ve siltlenme gözlenir. Eğimli topoğrafyada, siltlenmenin yanı sıra süzüntü maddeleri de gölete girer.

Andezitlerde kazılan göletlerde ,siltlenme ve bulanıklık fazladır. Tüf ve anglomeralara kazılan göletlerde ise siltlenme ve bulanıklık azdır.

Bent tarafında gölet şevi eğiminin yüksek olması. bentin gölet seviyesine yakın olması. bentin iyi sıkıştırılmaması; siltlenme ve sediment birikimini hızlandırır . Gölet yapıldıktan 3-4 yıl sonra .topoğrafya, jeoloji ve bentin yapısı uygunsa. kazı alanı duraylı bir hale gelmektedir. Bunun sonucunda gölete giren sediment miktarı ve siltlenme azalmaktadır.

Bu nedenle gölet yapıldıktan 4-5 yıl sonra temizlenmelidir . Bent düzenlenmeli ve bentin gölet tarafındaki şevi ile göletin beslenme alanı tarafına taş döşenmelidir . Gölet temizlenirken hayvanların susuz kalmaması için göletin alabildiği kadar yakınına ikinci bir gölet yapılmalıdır .

4.2.6.2. Sarnıçlarda

Sarnıçlar düz veya eğimli topoğrafyaya, temel kayanın beyaz renkli tuf, az çatlaklı aglomera ve az çatlaklı oldukça ayrışmış andezit olduğu zemine kazılabilirler. Bu kayalarda dağılma olduğu için, sarnıç duvarları, bir temel üzerine yapılan taş özenle sağlamlaştırılmalıdır .

Beslenme alanı ve sarnıcın kazıldığı alan tuf veya aglomera olduğunda, sarnıç suyunda siltlenme azdır. Beslenme alanının ve sarnıcın kazıldığı alanın andezit olması sarnıç suyunun siltli olmasına neden olur .

Çatlaklı andezit ve çatlaklı aglomeralardan kazılan sarnıçlar su tutmaz. Bu bize sarnıçların su tutmasında litolojinin birinci derecede önemli olduğunu kanıtlar .

4.2.7.Göletlerin Bakım ve Temizliği

Yeni yapılan göletlerde siltlenme ve sediment birikimi fazladır. Bazı göletlerde su yosunları gelişmeye başlamıştır. Daha sonra göletlerde çok sayıda canlı türü yaşamaya başlamakta ve siltlenme azalmaktadır. Yeni yapılan göletler yapıldıktan 4 -5 yıl sonra suları boşaltılarak temizlenmeli ve gölet sahası düzenlenmelidir .

Eski göletlerin de sularının boşaltılarak temizlenmesi gerekmektedir. Bu durumda hayvanların susuz kalmaması için göletin mümkün olduğu kadar yakınına ikinci bir gölet kazılmalıdır .

Kazılan göletlerin alanları geniş tutulmalıdır. Jeolojik yapı uygunsa kuraklık zamanında suların toplanması için gölet içinde kuyular kazılmalıdır.

Eğer göletin sularının boşaltılarak temizlenmesi olanağı bulunmuyorsa, şu işlemlerle gölet suyu kısmi olarak temizlenebilir.

Göl suyu sel olayı sonunda, bulanıklık gösteriyorsa, su içindeki mevcut silti çöktürmek için jips ($\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) kullanılmalıdır.

Gölde,su üzerinde yosun ve kirler görülmeye başlandığı zaman suya bir miktar Göztaşı (CuSO_4),toz veya parça halinde atılmalıdır. Gölet içinde yabani otların yetişmesini engellemek için sodyum arsenat kullanılmalıdır .

Yalnız,bunlar balıklara ve gölden yararlanan hayvanlara zarar vermeyecek şekilde uygulanmalıdır.

4.3. Karstik sistemlerde yeraltısuyu boşalımı ve bilançosu

4.3.1 Yeraltısuyu Bilançosu

Ildır kaynaklarını besleyen Triyas kireçtaşları karstik yapılarla birbirine bağlıdır (Polye ve dolinler).

Çalışma alanında Ildır Köyü yakınında sınırlı alanlarda yüzeylenen temel formasyonlar, genelde litolojik özellikleri bakımından geçirimsiz birimleri oluşturur. Ildır çevresinde kıyı boyunca bu geçirimsiz birimlerin yüzeylenmeleri Mesozoyik yaşlı karstik karbonatlar ile deniz arasında geçirimsiz doğal perde durumdadır . Ancak Camiboğazi dere vadisinin, denize açıldığı noktada eski vadi tabanının

aşınmasından dolayı, karbonatlarla denizin bu bölgede ilinti kurmasını önleyememiştir. Geçirimsiz temel birimi, istifin alt seviyesini oluşturan Alandere formasyonu içindeki grovak ve şeyl oluşturmaktadır .

Çalışma alanında yeraltısuyu depolamaya elverişli formasyonların beslenmesi, karbonatlı birimlere düşen yağıştan ve drenaj alanında meydana gelen akıştan süzülme ile olmaktadır . Karst akiferin depoladığı yeraltısuyu, fayların etkisiyle gelişen karst yollar ile drene edilerek büyük bir kısmı Ildır kaynaklarını, bir bölümü küçük debili kaynakları ve deniz içi boşalmaları oluşturmaktadır. Ildır kaynaklarının beslenme alanındaki polye özelliğindeki karstik yapılarla ilintili olan Camiboğazi fay zonu, bu sistemin yeraltısusunu drene eden başlıca etkin karst yolunu oluşturur .

Bölgede yeraltısuyu rezervuarının genel bilançosunu hesaplamak için:

Beslenim= Boşalım $\pm$ Rezerv değişimi

veya

Rezervuar' a giren su = Rezervuar' dan çıkan su $\pm$ Rezerv su eşitliği kullanılır

4.3.2 Beslenme

Ildır kaynaklarının rezervuarını oluşturan Mesozoyik yaşlı karbonatlı birimler çalışma alanı içinde ve çevresinde 84 km²' lik bir alanda yüzlek verirler. Ayrıca su bilançosu tablosu incelendiğinde, görüldüğü gibi yıllık yağış ortalaması 509 mm' dir.

4.3.2.1. Yağıştan Beslenme

Karbonatlı birimlerde yüzeyden itibaren gelişmiş, olan karst yapıları göz önüne alındığında yağışın % 35'inin yeraltına süzüldüğü kabul edilmiştir.

Karbonatlı birimler:	84 km ²
Yağış:	509 mm
Yağıştan süzülme katsayısı:	% 35

$$84 \times 10^6 \times 0.509 \times 0.35 = 15 \times 10^6 \text{ m}^3$$

4.3.2.2 Akıştan Beslenme

Arazinin topoğrafik yapısı formasyonların litolojik özellikleri bitki örtüsü dikkate alındığında yağışın % 20 nin akışa geçtiği ve bu miktarın % 10' nun karbonatlı birimlere süzüldüğü kabul edilmiştir.

Akış alanı:	70 km ²
Yağış:	509 mm
Akış katsayısı:	% 20
Akıştan süzülme katsayısı:	% 10

$$70 \times 10^6 \times 0.509 \times 0.20 \times 0.10 = 0,7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

4.3.2.3. Denizsuğu Girişimi

Ildır kaynaklarının beslenmesinde arazide yapılan yüzey jeolojisi çalışmaları sonucu, Triyas yaşlı karstik kireçtaşlarının ve deniz suyu girişiminin etkili olduğu görülmüştür. D.S.İ. 'nin bu yörede yaptığı kimyasal analizler sonucunda deniz suyu girişiminin kaynakların toplam boşalımının % 15' i civarında olduğu saptanmıştır (2.3*10⁶ m³/ yıl)

4.3.3 Boşalım

Beslenme alanının boşalım noktalarını

- Ildır kaynakları
- Küçük debili diğer kaynaklar

- Deniz içi boşalımlar

(Çalışma alanında Oynatan polyesinden Gerence koyuna doğru deniz içi boşalım olduğu tahmin edilmektedir.)

1. Ildır kaynakları : Ildır kaynakları ortalama yıllık boşalımını $16 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ ' dır.

2. Küçük debili kaynaklar : Bu kaynakların ortalama boşalımını $1.0 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ ' dır.

3. Deniz içi boşalımları : Karst zonları boyunca drene olan yeraltı suyunun bir bölümü deniz içi boşalımlarını oluşturmaktadır. Bu boşalım miktarının küçük debili kaynaklar ile aynı ($1.0 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$) olduğu tahmin edilmektedir.

YILLIK YERALTISUYU BİLANÇOSU

- BESLENME

Yağıştan	$= 15 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$
Akıştan	$= 0.7 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$
Denizsuyu girişi	$= 2.3 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$
Toplam	$= 18 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

- BOŞALIM

Ildır kaynakları	$= 16 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$
Küçük debili kaynaklar	$= 1.0 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$
Gerence ve Deniziçi boşalımları	$= 1 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$
Toplam	$= 18 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

4.3.4. Emniyetle Alınabilecek Su Miktarının Belirlenmesi

Ildır kaynaklarına deniz girişiminin engellenmesini araştırmak amacıyla Dünya Bankasının sağladığı proje kredisi çevresinde temel ve deneme enjeksiyon araştırmalarına D.S.İ. tarafından başlanmış ve halen devam etmektedir.

Çalışma alanındaki yeraltısuyu potansiyelinin önemli kısmı deniz içi boşalmalar şeklindedir. Karasal kaynakların önemli bölümü, karbonatlı kayaların denizle birleşme noktalarına yakın boşalmaktadır. Bu kaynakların denize yakın boşalımı bunların denizsuyu etkisinde olmasına neden olmakta ve kaynak denizden uzaklaştıkça ve kotları yükseldikçe tuzlanma azalmaktadır. Tuzlanmaya, Camiboğazı vadisinde denize açılan ince alüvyon ve kireçtaşı ile tektonik zonların neden olduğu anlaşılmıştır .

Ildır kaynaklarının topoğrafik, jeolojik, hidrojeolojik ve hidrolik durumu göz önüne alınarak, kaynak sularından denizsuyu etkisi olmadan veya daha az denizsuyu etkisi ile yararlanabilmek için şu özelliklere dikkat etmek gereklidir:

1- Denizden uzak ve yüksek kotlarda kuyular açılarak kaynak sularının bu kuyulardan en az deniz suyu etkisi ile almak,

2- Zamana bağlı olarak bu kuyularda tuzlanma artacağı için Camiboğazı vadi ağzına deniz suyunun iç kısımlara girmesini engelleyen geçirimsiz perde enjeksiyonunun yapılması,

3- Tatlı su, tuzlu suyun üzerinde nap şeklinde yer alır . Beslenmenin fazla olduğu dönemlerde yeraltı tatlı suları deniz suyunu denize doğru iter . .Kurak dönemlerde ve çekimin fazla olduğu zamanlar , kuyulara denizsuyu ilerleyeceğinden tuzlanma artacaktır . Bu nedenle beslenme ve çekim değerinin iyi saptanması gereklidir .Bu nedenle toplam beslenmenin % 60' ının emniyetle yeraltından alınması mümkündür .

$$\text{Toplam beslenme} = 18 \cdot 10^6 \text{ m}^3 / \text{yıl}$$

$$\text{Emniyetle alınabilecek su} = 18 \cdot 10^6 \times 0.60 = 10 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{yıl}$$

Çalışma alanında bir yılda emniyetle toplam $10 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ su alınabilmektedir . Bundan fazla su alındığı zaman su bozulmakta ve tuzlanmaktadır .

BÖLÜM V

SU KİMYASI

Çalışma alanının sularının su kimyası yönünden incelemek amacıyla, jeoloji haritasında görülen su noktalarından örnekler alınmış, alınan 45 su numunesinin Jeoloji Mühendisliği Bölümü kimya laboratuvarında gravimetrik titrasyon ve atomik absorpsiyon yöntemlerine bağlı olarak yapılan analizlere göre suların kimyasal özellikleri saptanmıştır. Hesaplamalarda kullanılan kimyasal analiz sonuçları Ek 6 'da verilmiştir.

Ayrıca D.S.İ.' nin aynı yörede yapmış olduğu çalışmalarda daha önce ele alınmış olan kaynak ve sondaj kuyu sularının analiz sonuçlarının da değerlendirilmesi yapılmıştır.

Bu analiz sonuçlarının değerlendirilmesi ile çeşitli diyagramlar hazırlanmış, suların tarım, içme ve endüstride kullanım özellikleri saptanmıştır.

5.1. Suların Elektriksel İletkenliği

Genel olarak bütün sular elektriği iletir. İyon konsantrasyonu ile bu iletkenlik artar. Özgül elektriksel iletkenliğin bir ölçüsü olarak micromho/cm kullanılır. Bu $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ deki 1 cm^3 suyun iletkenliğidir . İletkenlik bir dereceye kadar sudaki iyon konsantrasyonu ile doğru orantılıdır. Özgül elektriksel iletkenlik (EC) içme ve sulama suları sınıflandırılmasında bir ölçüt olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada kondüktivite ($\text{Ec} \times 10^6$) ölçümleri Wilcox'un sulama amaçlı

sınıflamasına göre ayırtlamıştır .

5.2. Suların Sertliği

Sertlik, su içinde çözülmüş halde bulunan Ca^{++} ve Mg^{++} bileşiklerinden ileri gelen özelliktir. Bu bileşiklerin çoğu Ca^{++} ve Mg^{++} 'un meydana getirdiği bikarbonat, sülfat, klorür ve nitratlardır . Ca^{++} ve Mg^{++} bikarbonatlarından ileri gelen sertliği “Geçici sertlik” denir ve ısıtılınca giderilir. Suda “Kalıcı sertlik” ise Mg^{++} ve Ca^{++} 'un karbonatlarında ve başka tuzlardan ileri gelir. Isıtılmakla giderilmez. Kalıcı sertlik ve geçici sertliğin toplamına “Toplam sertlik” denir (Şahinci 1991).

Sertlik; Fransız sertliği, Alman sertliği, İngiliz sertliği olmak üzere 3 grupta toplanır.

1 İngiliz sertliği. 10 ml sudaki 1 mgr CaCO_3 miktarıdır

1 Alman sertliği, 100 ml sudaki 1 mgr Kalsiyum miktarıdır.

1 Fransız sertliği, 1 00 ml sudaki 1 mgr CaCO_3 miktarıdır.

Sertlik birimleri arasındaki bağıntı şöyledir .

	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	43	0,80	1,00

Bu çalışmada su noktalarından alınan suların sertliği Fransız Sertliğidir (Tablo 5.1.).

Buna göre ;

1 Fransız sertliği = $5s \cdot (r\text{Ca} + r\text{Mg}^{++})$ formülünden bulunur. Burada $r = \text{meq/lt}$ 'yi tanımlar . Fransız sertliğine göre suların sınıflaması şu şekildedir.

Fransız sertliği	Suyun sınıfı
0,0-7,2	Çok yumuşak
7,2-14,5	Yumuşak
14,5-21,5	Az sert
21,5-32,5	Oldukça sert
32,5-54,0	Sert
54,0<	Çok sert

TABLO 5.1.

SU NOKTASI	SUYUN SERTLİĞİ	SUYUN SINIFI
1- ÖRNEK	265,77	ÇOK SERT
2- ÖRNEK	1506,74	ÇOK SERT
3- ÖRNEK	252,39	ÇOK SERT
4- ÖRNEK	266,05	ÇOK SERT
5- ÖRNEK	208,69	ÇOK SERT
6- ÖRNEK	75,43	ÇOK SERT
7- ÖRNEK	113,62	ÇOK SERT
8- ÖRNEK	450,35	ÇOK SERT
9- ÖRNEK	299,33	ÇOK SERT
10- ÖRNEK	178,19	ÇOK SERT
11- ÖRNEK	189,72	ÇOK SERT
12- ÖRNEK	205,94	ÇOK SERT
13- ÖRNEK	55,12	ÇOK SERT
14- ÖRNEK	44,80	SERT
15- ÖRNEK	54,91	ÇOK SERT
16- ÖRNEK	156,22	ÇOK SERT
17- ÖRNEK	173,02	ÇOK SERT
18- ÖRNEK	284,94	ÇOK SERT
19- ÖRNEK	436,64	ÇOK SERT
20- ÖRNEK	63,22	ÇOK SERT
21- ÖRNEK	23,67	OLDUKÇA SERT
22- ÖRNEK	15,87	AZ SERT
23- ÖRNEK	23,53	OLDUKÇA SERT
24- ÖRNEK	16,61	AZ SERT
25- ÖRNEK	72,27	ÇOK SERT
26- ÖRNEK	36,93	SERT
27- ÖRNEK	44,74	SERT
28- ÖRNEK	16,88	AZ SERT
29- ÖRNEK	64,66	ÇOK SERT
30- ÖRNEK	54,81	ÇOK SERT

Tablo 5.1.in devamı

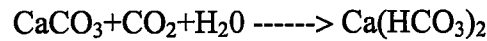
31- ÖRNEK	35,55	SERT
32- ÖRNEK	6,03	ÇOK YUMUŞAK
33- ÖRNEK	61,26	ÇOK SERT
34- ÖRNEK	49,12	SERT
35- ÖRNEK	33,47	SERT
36- ÖRNEK	31,61	OLDUKÇA SERT
37- ÖRNEK	35,69	SERT
38- ÖRNEK	9,94	YUMUŞAK
39- ÖRNEK	16,61	AZ SERT
40- ÖRNEK	30,65	OLDUKÇA SERT
41- ÖRNEK	154,49	ÇOK SERT
42- ÖRNEK	148,66	ÇOK SERT
43- ÖRNEK	41,34	SERT
44- ÖRNEK	87,10	ÇOK SERT
45- ÖRNEK	30,82	OLDUKÇA SERT

5.3. Suların Kalsit, Dolomit, ve CO₂ (Gaz) Basıncının Saptanması

Bu saptamalar, suların çökteltici ve ya çözündürücü özelliklerinin bulunmasında önem taşımaktadır. Kalsit, dolomit, sülfat doygunlukları ve CO₂ (Gaz) basınçları grafik ve hesaplama yöntemleri ile bulunabilir. Bu çalışmada yalnızca hesaplama yöntemi kullanılmıştır (Şahinci,1986).

5.3.1 Kalsit Doygunluk indeksi (SI_c)

Saf suda 'CaCO₃ çok az miktarda çözünür. Eğer içersinde ,çözünmüş halde CO₂ gazı var ise CaCO₃'ın kimyasal denklemi şu şekilde yazılır ,



Suyun sıcaklığına göre SI_c şöyledir ;

$$SI_c = \frac{(aCa^{++})(aCO_3^{--})K_2}{K_c * 10^{-ph}}$$

K_c = Ca CO₃'ün denge sabiti

A = İyon etkinliği (mol/l)

$$K_c = \frac{(aCa^{++})(aCO_3^{--})}{(aHCO_3^-)} = 10^{-8,4}$$

$$K_2 \frac{(aH^+)(aCO_3^{--})}{(aHCO_3^-)} = 10^{-10,3}$$

İyon etkinliğini (a) bulurken iyonlaşma gücü (I) ve iyon etkinliği katsayısından (fi) yararlanılır .

Buna göre;

İyonlaşma gücü (I) iyonların her birinin molaritesinin yarısı ile iyon değerliklerinin karesi çarpımına eşittir. Birimi (mol/l) dir.

$$I = 0.5 \sum (C_i X Z_i^2)$$

C_i = İyon konsantrasyonu (molarite)

Z_i = İyon değeri

İyon etkinliği(a) = $f_i \cdot C_i$

f_i = iyon etkinlik katsayısı

İyon etkinliği katsayısının bulunmasında Debye-Huckel bağıntısı kullanılır.

Buna göre;

$$\log f_i = -A \cdot Z_i^2 / I$$

I = İyonlaşma gücü

Z_i = İyon derinliği

A = 0.51(Sbt)

Buna göre;

$SI_C > +0.1$	suda $CaCO_3$ çökelir.
$-0.1 < SI_C < +0.1$	su $CaCO_3$ 'ca doygundur .
$SI_C < -0.1$	su $CaCO_3$ çözündürür .

İnceleme alanındaki suların analiz sonuçlarına göre SI_C değerleri ve yorumu Tablo5.2.' de verilmiştir.

Tablo 5.2.

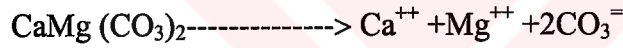
SU NOKTASI	SI_C	YORUMU
1- ÖRNEK	0,294	SUDA $CaCO_3$ ÇÖKELİR
2- ÖRNEK	-0,190	SUDA $CaCO_3$ ÇÖZÜNDÜRÜR
3- ÖRNEK	0,216	SUDA $CaCO_3$ ÇÖKELİR
4- ÖRNEK	0,249	SUDA $CaCO_3$ ÇÖKELİR
5- ÖRNEK	1,365	SUDA $CaCO_3$ ÇÖKELİR
6- ÖRNEK	0,118	SUDA $CaCO_3$ ÇÖKELİR
7- ÖRNEK	0,704	SUDA $CaCO_3$ ÇÖKELİR
8- ÖRNEK	0,541	SUDA $CaCO_3$ ÇÖKELİR
9- ÖRNEK	0,875	SUDA $CaCO_3$ ÇÖKELİR
10- ÖRNEK	0,179	SUDA $CaCO_3$ ÇÖKELİR
11- ÖRNEK	0,579	SUDA $CaCO_3$ ÇÖKELİR
12- ÖRNEK	0,311	SUDA $CaCO_3$ ÇÖKELİR
13- ÖRNEK	0,306	SUDA $CaCO_3$ ÇÖKELİR
14- ÖRNEK	-0,189	SUDA $CaCO_3$ ÇÖZÜNDÜRÜR
15- ÖRNEK	-0,015	SUDA $CaCO_3$ DOYGUNDUR
16- ÖRNEK	0,971	SUDA $CaCO_3$ ÇÖKELİR
17- ÖRNEK	0,211	SUDA $CaCO_3$ ÇÖKELİR
18- ÖRNEK	0,387	SUDA $CaCO_3$ ÇÖKELİR
19- ÖRNEK	0,347	SUDA $CaCO_3$ ÇÖKELİR
20- ÖRNEK	-0,279	SUDA $CaCO_3$ ÇÖZÜNDÜRÜR
21- ÖRNEK	-0,278	SUDA $CaCO_3$ ÇÖZÜNDÜRÜR
22- ÖRNEK	-0,394	SUDA $CaCO_3$ ÇÖZÜNDÜRÜR
23- ÖRNEK	-0,606	SUDA $CaCO_3$ ÇÖZÜNDÜRÜR
24- ÖRNEK	-0,736	SUDA $CaCO_3$ ÇÖZÜNDÜRÜR
25- ÖRNEK	-0,282	SUDA $CaCO_3$ ÇÖZÜNDÜRÜR
26- ÖRNEK	-0,076	SUDA $CaCO_3$ DOYGUNDUR
27- ÖRNEK	-,0012	SUDA $CaCO_3$ DOYGUNDUR
28- ÖRNEK	-0,389	SUDA $CaCO_3$ ÇÖZÜNDÜRÜR
29- ÖRNEK	-0,256	SUDA $CaCO_3$ ÇÖZÜNDÜRÜR
30- ÖRNEK	-0,526	SUDA $CaCO_3$ ÇÖZÜNDÜRÜR
31- ÖRNEK	-0,080	SUDA $CaCO_3$ DOYGUNDUR
32- ÖRNEK	-0,758	SUDA $CaCO_3$ ÇÖZÜNDÜRÜR

Tablo 5.2. nin devamı

33- ÖRNEK	0,158	SUDA CaCO ₃ ÇÖKELİR
34- ÖRNEK	0,368	SUDA CaCO ₃ ÇÖKELİR
35- ÖRNEK	-0,473	SUDA CaCO ₃ ÇÖZÜNDÜRÜR
36- ÖRNEK	-0,601	SUDA CaCO ₃ ÇÖZÜNDÜRÜR
37- ÖRNEK	-0,521	SUDA CaCO ₃ ÇÖZÜNDÜRÜR
38- ÖRNEK	-1,373	SUDA CaCO ₃ ÇÖZÜNDÜRÜR
39- ÖRNEK	-0,180	SUDA CaCO ₃ ÇÖZÜNDÜRÜR
40- ÖRNEK	-0,366	SUDA CaCO ₃ ÇÖZÜNDÜRÜR
41- ÖRNEK	0,059	SUDA CaCO ₃ DOYGUNDUR
42- ÖRNEK	0,177	SUDA CaCO ₃ ÇÖKELİR
43- ÖRNEK	-0,450	SUDA CaCO ₃ ÇÖZÜNDÜRÜR
44- ÖRNEK	0,048	SUDA CaCO ₃ DOYGUNDUR
45- ÖRNEK	0,305	SUDA CaCO ₃ ÇÖKELİR

5.3.2. Dolomit Doygunluk İndeksi(SI_d)

Dolomit çözünürlülüğü, CaCO₃ ' de olduğu gibi, su içinde çözünmüş CO₂ gazına bağlıdır . Dolomitin sudaki çözünürlülüğü,



$$SI_d = \text{Log} \left[\frac{(a\text{Ca}^{++})(a\text{Mg}^{++})(a\text{HCO}_3^-)^2 K_2^2}{10^{2ph} K_d} \right]^{-0,5}$$

K_d = Dolomit denge sabitidir ve değeri 10-17 dir.

SI_d > 0 Dolomit çökelmesi izlenir.

SI_d = 0 Su dolomitçe doygunudur.

SI_d < 0 Su dolomiti çözündürür .

Buna göre inceleme alanındaki suların kimyasal analiz sonuçlarına göre

SI_d değerleri Tablo 5.3. 'de verilmiştir.

Tablo 5.3.

SU NOKTASI	SI _d	YORUMU
1- ÖRNEK	0,102	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
2- ÖRNEK	-0,124	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
3- ÖRNEK	-0,278	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR

Tablo 5.3 'ün devamı

4- ÖRNEK	-0,635	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
5- ÖRNEK	0,626	SUDA DOLOMIT ÇÖKELMESİ İZLENİR
6- ÖRNEK	-0,597	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
7- ÖRNEK	0,477	SUDA DOLOMIT ÇÖKELMESİ İZLENİR
8- ÖRNEK	0,335	SUDA DOLOMIT ÇÖKELMESİ İZLENİR
9- ÖRNEK	0,007	SUDA DOLOMIT ÇÖKELMESİ İZLENİR
10- ÖRNEK	-0,045	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
11- ÖRNEK	0,083	SUDA DOLOMIT ÇÖKELMESİ İZLENİR
12- ÖRNEK	0,007	SUDA DOLOMIT ÇÖKELMESİ İZLENİR
13- ÖRNEK	-0,453	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
14- ÖRNEK	-0,608	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
15- ÖRNEK	-0,824	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
16- ÖRNEK	0,515	SUDA DOLOMIT ÇÖKELMESİ İZLENİR
17- ÖRNEK	-0,050	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
18- ÖRNEK	-0,519	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
19- ÖRNEK	-0,121	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
20- ÖRNEK	-0,163	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
21- ÖRNEK	-0,645	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
22- ÖRNEK	-0,762	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
23- ÖRNEK	-1,226	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
24- ÖRNEK	-1,115	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
25- ÖRNEK	-0,261	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
26- ÖRNEK	-0,292	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
27- ÖRNEK	-0,065	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
28- ÖRNEK	-0,343	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
29- ÖRNEK	-0,354	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
30- ÖRNEK	-0,523	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
31- ÖRNEK	-0,422	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
32- ÖRNEK	-0,619	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
33- ÖRNEK	0,279	SUDA DOLOMIT ÇÖKELMESİ İZLENİR
34- ÖRNEK	0,470	SUDA DOLOMIT ÇÖKELMESİ İZLENİR
35- ÖRNEK	-0,327	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
36- ÖRNEK	-0,341	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
37- ÖRNEK	-0,345	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
38- ÖRNEK	-1,387	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
39- ÖRNEK	-0,560	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
40- ÖRNEK	-0,402	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
41- ÖRNEK	0,070	SUDA DOLOMIT ÇÖKELMESİ İZLENİR
42- ÖRNEK	0,336	SUDA DOLOMIT ÇÖKELMESİ İZLENİR
43- ÖRNEK	-0,486	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR
44- ÖRNEK	0,132	SUDA DOLOMIT ÇÖKELMESİ İZLENİR
45- ÖRNEK	-0,084	SU DOLOMITİ ÇÖZÜNDÜRÜR

5.3.3 Suda Çözünmüş Karbondioksit (CO₂) Kısmi Basıncının Hesaplanması

$$PCO_2 = \frac{(aH^+)(aHCO_3^-)}{K_1 K_{co_2}} atm$$

$$K_1 = 10^{-6.4} \text{ dir.}$$

$$K_{co_2} = 10^{-3.46} \text{ (Tepkime sabitidir.)}$$

$$aH^+ = 10^{-PH}$$

Formülden hesaplanan Pco₂ nin yorumu:

Pco₂ > P_{atm} ise çökeltici, kabuklaştırıcı etkidedir ve doğal olarak gaz çıkartıcı özellikte olabilir

Pco₂ < P_{atm} ise çözündürücü etkiye sahiptir .

$$P_{atm} = 10^{-3.5} \text{ dir}$$

İnceleme alanındaki suların kimyasal analiz sonuçlarına göre Pco₂ değerleri Tablo.5.4. de verilmiştir .

Tablo 5.4.

SU NOKTASI	LOG Pco ₂	YORUMU
1- ÖRNEK	-3,00	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
2- ÖRNEK	-2,60	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
3- ÖRNEK	-2,44	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
4- ÖRNEK	-1,04	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
5- ÖRNEK	-3,53	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
6- ÖRNEK	-2,42	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
7- ÖRNEK	-1,88	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
8- ÖRNEK	-1,60	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
9- ÖRNEK	-1,75	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE

Tablo 5.4. 'ün devamı (a)

10- ÖRNEK	-1,76	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
11- ÖRNEK	-2,12	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
12- ÖRNEK	-1,65	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
13- ÖRNEK	-2,04	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
14- ÖRNEK	-1,92	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
15- ÖRNEK	-1,45	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
16- ÖRNEK	-2,35	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
17- ÖRNEK	-1,37	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
18- ÖRNEK	-1,18	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
19- ÖRNEK	-2,04	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
20- ÖRNEK	-1,59	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
21- ÖRNEK	-1,24	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
22- ÖRNEK	-1,28	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
23- ÖRNEK	-1,08	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
24- ÖRNEK	-1,66	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
25- ÖRNEK	-1,21	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
26- ÖRNEK	-1,24	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
27- ÖRNEK	-1,45	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
28- ÖRNEK	-1,42	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
29- ÖRNEK	-0,99	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
30- ÖRNEK	-1,18	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
31- ÖRNEK	-1,25	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE

Tablo 5.4. 'ün devamı (b)

32- ÖRNEK	-1,39	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
33- ÖRNEK	-1,35	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
34- ÖRNEK	-1,72	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
35- ÖRNEK	-1,01	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
36- ÖRNEK	-1,06	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
37- ÖRNEK	-093	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
38- ÖRNEK	-1,40	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
39- ÖRNEK	-2,05	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
40- ÖRNEK	-2,22	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
41- ÖRNEK	-1,33	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
42- ÖRNEK	-1,79	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
43- ÖRNEK	-1,82	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
44- ÖRNEK	-1,51	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE
45- ÖRNEK	-1,54	ÇÖZELTİCİ, KABUKLAŞTIRICI VE DOĞAL OLARAK GAZ ÇIKARTICI ÖZELLİKTE

5.4 Suların Kimyasal Sınıflaması

Kimyasal sınıflama, yeraltı sularının kökeni, egemen ve toplam çözünmüş iyon miktarı, değişik oluşuklardan gelen suların karşılaştırılması, kullanma endüstri ve tarımda kimyasal yönden kullanılabilme özellikleri gibi bir çok sorunların yanıtlanmasında yardımcıdır.

Çok değişik kimyasal sınıflamalar bulunmaktadır .Bu çalışmada çözünmüş toplam maddelere göre sınıflama ve Schoeller sınıflaması kullanılmıştır .

5.4.1 Çözünmüş, Toplam Maddelere Göre Sınıflama

Sular çözünmüş toplam katı madde miktarına göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılır .

SINIF SUDA ÇÖZÜNMÜŞ TOPLAM İYON MİKTARI (mg/l)

Tatlı sular	0-1000
Hafif tuzlu sular	1000-10000
Tuzlu sular	10000-100000
Çok tuzlu sular	>100000

İnceleme alanındaki suların içinde çözünmüş toplam iyon miktarına göre sınıflaması ve yorumu Tablo5.5' de verilmiştir .

Tablo 5.5

SU NOKTASI	TOPLAM İYON MİKTARI (mg/l)	SUYUN NİTELİĞİ
1- ÖRNEK	1123	HAFİF TUZLU SU
2- ÖRNEK	12873	TUZLU SU
3- ÖRNEK	1265	HAFİF TUZLU SU
4- ÖRNEK	1446	HAFİF TUZLU SU
5- ÖRNEK	977	TATLI SU
6- ÖRNEK	454	TATLI SU
7- ÖRNEK	2476	HAFİF TUZLU SU
8- ÖRNEK	4346	HAFİF TUZLU SU
9- ÖRNEK	1560	HAFİF TUZLU SU
10- ÖRNEK	2257	HAFİF TUZLU SU
11- ÖRNEK	3507	HAFİF TUZLU SU
12- ÖRNEK	1470	HAFİF TUZLU SU
13- ÖRNEK	858	TATLI SU
14- ÖRNEK	2085	HAFİF TUZLU SU
15- ÖRNEK	595	TATLI SU
16- ÖRNEK	1111	HAFİF TUZLU SU
17- ÖRNEK	973	TATLI SU
18- ÖRNEK	1559	HAFİF TUZLU SU
19- ÖRNEK	2107	HAFİF TUZLU SU
20- ÖRNEK	23874	TUZLU SU
21- ÖRNEK	727	TATLI SU
22- ÖRNEK	535	TATLI SU
23- ÖRNEK	413	TATLI SU

Tablo 5.5' in devamı

24- ÖRNEK	292	TATLI SU
25- ÖRNEK	2745	HAFİF TUZLU SU
26- ÖRNEK	882	TATLI SU
27- ÖRNEK	1475	HAFİF TUZLU SU
28- ÖRNEK	779	TATLI SU
29- ÖRNEK	1718	HAFİF TUZLU SU
30- ÖRNEK	1873	HAFİF TUZLU SU
31- ÖRNEK	724	TATLI SU
32- ÖRNEK	1407	HAFİF TUZLU SU
33- ÖRNEK	3693	HAFİF TUZLU SU
34- ÖRNEK	2388	HAFİF TUZLU SU
35- ÖRNEK	1486	HAFİF TUZLU SU
36- ÖRNEK	675	TATLI SU
37- ÖRNEK	614	TATLI SU
38- ÖRNEK	316	TATLI SU
39- ÖRNEK	307	TATLI SU
40- ÖRNEK	1212	HAFİF TUZLU SU
41- ÖRNEK	4435	HAFİF TUZLU SU
42- ÖRNEK	7026	HAFİF TUZLU SU
43- ÖRNEK	1090	HAFİF TUZLU SU
44- ÖRNEK	357	TATLI SU
45- ÖRNEK	711	TATLI SU

5.4.2 Klorür Derişimine Göre Sınıflama

Suyun niteliği

Klorür miktarı(meq/lt)

Hiperklorürlü	>700
Klorotolastik	420-700
Klorürce zengin	140-420
Orta klorürlü	40-140
Oligoklorürlü	5-40
Olağan klorürlü	< 15

Devamlı içilen sularda en fazla klorür 40 meq/lt, yeraltı sularında ise genelde klorür miktarı 10 meq/lt den azdır .

İnceleme alanındaki suların klorür derişimi ve yorumu Tablo5.6 ' da verilmiştir.

Tablo 5.6.

SU NOKTASI	KLÖRÜR DEĞİŞİMİ (Meq/lit)	NİTELİK
1- ÖRNEK	1,44	OLAĞAN KLORÜRLÜ
2- ÖRNEK	0,93	OLAĞAN KLORÜRLÜ
3- ÖRNEK	0,85	OLAĞAN KLORÜRLÜ
4- ÖRNEK	1,27	OLAĞAN KLORÜRLÜ
5- ÖRNEK	1,01	OLAĞAN KLORÜRLÜ
6- ÖRNEK	0,87	OLAĞAN KLORÜRLÜ
7- ÖRNEK	1,24	OLAĞAN KLORÜRLÜ
8- ÖRNEK	1,18	OLAĞAN KLORÜRLÜ
9- ÖRNEK	1,52	OLAĞAN KLORÜRLÜ
10- ÖRNEK	38,50	OLİGOKLORÜRLÜ
11- ÖRNEK	71,03	ORTA KLORÜRLÜ
12- ÖRNEK	12,97	OLAĞAN KLORÜRLÜ
13- ÖRNEK	1,41	OLAĞAN KLORÜRLÜ
14- ÖRNEK	3,47	OLAĞAN KLORÜRLÜ
15- ÖRNEK	2,62	OLAĞAN KLORÜRLÜ
16- ÖRNEK	1,58	OLAĞAN KLORÜRLÜ
17- ÖRNEK	1,21	OLAĞAN KLORÜRLÜ
18- ÖRNEK	1,86	OLAĞAN KLORÜRLÜ
19- ÖRNEK	2,82	OLAĞAN KLORÜRLÜ
20- ÖRNEK	652,32	KLOROTOLASTİK
21- ÖRNEK	3,50	OLAĞAN KLORÜRLÜ
22- ÖRNEK	2,40	OLAĞAN KLORÜRLÜ
23- ÖRNEK	0,56	OLAĞAN KLORÜRLÜ
24- ÖRNEK	0,62	OLAĞAN KLORÜRLÜ
25- ÖRNEK	36,36	OLİGO KLORÜRLÜ
26- ÖRNEK	4,99	OLAĞAN KLORÜRLÜ
27- ÖRNEK	16,35	OLİGO KLORÜRLÜ
28- ÖRNEK	3,86	OLAĞAN KLORÜRLÜ
29- ÖRNEK	19,73	OLİGO KLORÜRLÜ
30- ÖRNEK	24,24	OLİGO KLORÜRLÜ
31- ÖRNEK	4,23	OLAĞAN KLORÜRLÜ
32- ÖRNEK	12,71	OLAĞAN KLORÜRLÜ
33- ÖRNEK	47,04	ORTA KLORÜRLÜ
34- ÖRNEK	28,33	OLİGO KLORÜRLÜ
35- ÖRNEK	13,70	OLAĞAN KLORÜRLÜ
36- ÖRNEK	0,85	OLAĞAN KLORÜRLÜ
37- ÖRNEK	0,85	OLAĞAN KLORÜRLÜ
38- ÖRNEK	0,59	OLAĞAN KLORÜRLÜ
39- ÖRNEK	1,41	OLAĞAN KLORÜRLÜ
40- ÖRNEK	7,05	OLAĞAN KLORÜRLÜ
41- ÖRNEK	63,42	ORTA KLORÜRLÜ
42- ÖRNEK	102,88	ORTA KLORÜRLÜ

Tablo 5.6. 'nın devamı

43- ÖRNEK	8,46	OLAĞAN KLORÜRLÜ
44- ÖRNEK	47,92	ORTA KLORÜRLÜ
45- ÖRNEK	1,30	OLAĞAN KLORÜRLÜ

5.4.3 Sülfat Derişimine Göre Sınıflama

Suyun niteliği

Sülfat miktarı (meq/lt)

Hiposülfatlı sular	> 58
Sülfatlı sular	24-58
Oligosülfatlı sular	6-24
Olağan sülfatlı sular	<6

İçme sularında sülfat üst sınırı 24 meq/lt 'dir deniz sularında ortalama 58 meq/lt sülfat bulunur .

İnceleme alanındaki suların sülfat derişimi ve yorumu Tablo 5.7. 'de verilmiştir.

Tablo 5.7.

SU NOKTASI	SÜLFAT DERİŞİMİ (Meq/lt)	NİTELİĞİ
1- ÖRNEK	0,00	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
2- ÖRNEK	0,00	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
3- ÖRNEK	0,00	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
4- ÖRNEK	0,01	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
5- ÖRNEK	0,00	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
6- ÖRNEK	0,00	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
7- ÖRNEK	0,01	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
8- ÖRNEK	0,58	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
9- ÖRNEK	0,01	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
10- ÖRNEK	0,01	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
11- ÖRNEK	0,02	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
12- ÖRNEK	0,01	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
13- ÖRNEK	0,00	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
14- ÖRNEK	31,15	SÜLFATLI SULAR
15- ÖRNEK	0,01	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
16- ÖRNEK	0,01	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
17- ÖRNEK	0,01	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
18- ÖRNEK	0,00	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR

Tablo 5.7. 'nin devamı

19- ÖRNEK	0,00	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
20- ÖRNEK	0,01	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
21- ÖRNEK	2,27	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
22- ÖRNEK	0,21	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
23- ÖRNEK	0,71	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
24- ÖRNEK	1,15	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
25- ÖRNEK	3,83	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
26- ÖRNEK	2,81	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
27- ÖRNEK	2,52	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
28- ÖRNEK	1,56	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
29- ÖRNEK	2,25	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
30- ÖRNEK	2,65	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
31- ÖRNEK	1,06	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
32- ÖRNEK	1,33	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
33- ÖRNEK	2,92	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
34- ÖRNEK	1,85	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
35- ÖRNEK	1,02	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
36- ÖRNEK	0,25	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
37- ÖRNEK	0,25	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
38- ÖRNEK	2,00	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
39- ÖRNEK	0,19	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
40- ÖRNEK	3,35	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR
41- ÖRNEK	8,17	OLİGO SÜLFATLI SULAR
42- ÖRNEK	12,42	OLİGO SÜLFATLI SULAR
43- ÖRNEK	8,90	OLİGO SÜLFATLI SULAR
44- ÖRNEK	7,73	OLİGO SÜLFATLI SULAR
45- ÖRNEK	2,27	OLAĞAN SÜLFATLI SULAR

5.5 Suların Kullanma Özellikleri

Yüzey ve yeraltı suları çeşitli amaçlar için kullanılır . Suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre içme, tarımda veya endüstride kullanılabilirliği değişmektedir.

5.5.1 Suların İçme Özellikleri

Suların içme özelliklerinin saptanması iklim koşullarına, su potansiyeline ve jeolojik formasyonlara bağlı olarak değişir . Genel olarak içme sularının sıcaklığı 7 -10 °C arasında bulunmalıdır

İçme suları renksiz , kokusuz olmalı ve hastalık taşıyıcı bakteriler bulundurmamalıdır. Elektriksel iletkenlik (EC) 2200 micromho/cm yi , toplam sertlik (Fransız sertliği) 45' i, klorür miktarı 750 mg/lt, nitrat 30mg/lt' yi geçmemelidir. İyi bir içme suyunda toplam iyon miktarı 1 ;5 meq/lt 'yi geçmez, ancak 15 meq/lt den daha fazla toplam iyon bulunduran sular zorunlu koşullarda içilebilir . İçme ve kullanma sularının pH' ı 7-8.5 arasındadır ve aşındırıcı,çürütücü ve kabuk yapıcı olmamalıdır (Şahinci, 1986).

5.5.2 Suların Sulama Özellikleri

Suda çözülmüş iyon miktarı fazla ise bitkileri ve tarımsal toprağı fiziksel ve kimyasal yollarla etkileyerek verimi düşürür. Bu iyonların fiziksel etkisi, bitki yapısındaki hücrelerde osmotik basıncı azaltarak suların dal ve yapraklara erişmesini engeller .Kimyasal yolla ise bitki metabolizmasını bozarlar. Tuzlu sularda Na^+ zemindeki Ca^+ iyonları ile yer değiştirerek toprağın geçirgenliğini ve havalandırılmasını azaltır. Bitki gelişmesini etkileyen diğer etmen toprağın akaçlamasıdır . Geçirgenliği fazla, akaçlaması iyi tarıma elverişli topraklarda, su tuzlu olsa bile bitkilerin gelişmesini engellemez .Geçirgenliği ve akaçlaması kötü zeminlerde su az tuzlu olsa bile, bitki köklerinde tuz birikimleri oluşturarak bitkilerin gelişmesini güçleştirir. Böylece bitkilerin gelişmesini su kalitesinden başka toprağın cinsi, geçirgenliği, akaçlaması, iklim koşulları, kullanılan su miktarı, bitki türü, sulama şekilleri ve uygulanan yetiştirme yöntemleri gibi özellikler de etkiler. (Şahinci,1986).

Sulama sularının kimyasal özelliklerini saptamak için çeşitli yöntemler önerilmiştir. Bu çalışmada kullanılan yöntemler şunlardır .

5.5.2.1. Sodyum Absorbsiyon Oranı (SAR)

Sulama sularında sodyum iyonunun fazla olması, toprağın yapısını bozarak geçirgenliğini azaltır. Sulamadan sonra zeminin üst düzeylerinde sert bir kabuğun oluşmasına neden olur ve bitki köklerinin hava almasını engeller.

Değerler meq/lit olmak üzere, SAR aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$SODYUM\ ABSORBSİYON\ RATIO\ (SAR) = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

SAR 'a göre sulama suları aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

<u>Suyun niteliği</u>	<u>SAR</u>
Çok iyi özellikte sulama suları	<10
İyi özellikte sulama suları	10-18
Orta özellikte sulama suları	18-26
Kötü özellikte sulama suları	>26

İnceleme alanındaki suların SAR değerleri ve suyun niteliği Tablo 5.8.' de verilmiştir.

Tablo 5.8.

SU NOKTASI	SAR (Meq/Lt)	NİTELİK
1- ÖRNEK	0,434	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
2- ÖRNEK	22,665	ORTA ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
3- ÖRNEK	0,798	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
4- ÖRNEK	0,296	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
5- ÖRNEK	0,395	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
6- ÖRNEK	0,600	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
7- ÖRNEK	6,512	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
8- ÖRNEK	13,597	İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
9- ÖRNEK	0,319	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
10- ÖRNEK	0,442	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
11- ÖRNEK	0,722	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
12- ÖRNEK	0,322	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
13- ÖRNEK	0,650	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
14- ÖRNEK	0,683	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
15- ÖRNEK	0,782	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
16- ÖRNEK	0,663	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
17- ÖRNEK	0,348	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU

Tablo 5.8. 'in devamı

18- ÖRNEK	0,460	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
19- ÖRNEK	0,903	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
20- ÖRNEK	0,666	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
21- ÖRNEK	1,724	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
22- ÖRNEK	1,692	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
23- ÖRNEK	0,284	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
24- ÖRNEK	0,506	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
25- ÖRNEK	11,164	İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
26- ÖRNEK	1,177	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
27- ÖRNEK	5,367	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
28- ÖRNEK	4,787	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
29- ÖRNEK	5,115	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
30- ÖRNEK	7,914	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
31- ÖRNEK	0,761	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
32- ÖRNEK	20,159	ORTA ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
33- ÖRNEK	18,698	ORTA ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
34- ÖRNEK	12,482	İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
35- ÖRNEK	8,464	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
36- ÖRNEK	0,783	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
37- ÖRNEK	0,553	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
38- ÖRNEK	1,134	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
39- ÖRNEK	0,574	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
40- ÖRNEK	1,317	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
41- ÖRNEK	10,292	İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
42- ÖRNEK	22,585	ORTA ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
43- ÖRNEK	1,567	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
44- ÖRNEK	12,631	İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU
45- ÖRNEK	0,471	ÇOK İYİ ÖZELLİKTE SULAMA SUYU

5.5.2.2 Sulama Sularının Wilcox ' a Göre Sınıflaması

Wilcox, sulama sularını % Sodyum, klorür , sülfat, elektriksel iletkenlik ve bor' a karşı duyarlılıklarına göre sınıflar . Analizlerde bor tahlili olmadığından bor tehlikesine değinilmemiştir. Wilcox' un sınıflaması şöyledir, $r = \text{meq/l}$ t dir.

İnceleme alanındaki sular Wilcox diyagramında yatay eksen EC(mmho/cm) düşey eksen $\% \text{Na}^+$ miktarı olmak üzere Ek 7 'de verilmiştir.

Wilcox sınıflamasına göre

SUYUN SINIFI	% Na ⁺	RCI ⁻	rSO ₄	EC (mmho/cm)
ÇOK İYİ	<20	<4	<4	<250
İYİ	20-40	4-7	4-7	250-750
KULLANILABİLİR	40-60	7-12	7-12	750-2000
ŞÜPHELİ	60-80	12-20	12-20	2000-3000
KULLANILAMAZ	>80	>20	>20	>3000

İnceleme alanındaki suların Wilcox sınıflamasına göre % Na⁺ değeri ve suyun niteliği Tablo 5.9 ' da verilmiştir .

Tablo 5.9.

SU NOKTASI	% Na (Meq/Lt)	EC (µmho/cm)	YORUMU
1- ÖRNEK	4,03	2300	ŞÜPHELİ KULLANILMAZ
2- ÖRNEK	45,07	1900	İYİ KULLANILABİLİR
3- ÖRNEK	7,34	2800	ŞÜPHELİ KULLANILMAZ
4- ÖRNEK	2,78	7800	SULAMAYA UYGUN DEĞİL
5- ÖRNEK	4,14	2700	ŞÜPHELİ KULLANILMAZ
6- ÖRNEK	9,73	2600	ŞÜPHELİ KULLANILMAZ
7- ÖRNEK	34,86	6800	SULAMAYA UYGUN DEĞİL
8- ÖRNEK	48,53	7500	SULAMAYA UYGUN DEĞİL
9- ÖRNEK	2,82	8200	SULAMAYA UYGUN DEĞİL
10- ÖRNEK	4,96	45800	SULAMAYA UYGUN DEĞİL
11- ÖRNEK	7,68	87600	SULAMAYA UYGUN DEĞİL
12- ÖRNEK	3,42	20000	SULAMAYA UYGUN DEĞİL
13- ÖRNEK	8,57	6300	SULAMAYA UYGUN DEĞİL V
14- ÖRNEK	9,29	8800	SULAMAYA UYGUN DEĞİL
15- ÖRNEK	14,11	9300	SULAMAYA UYGUN DEĞİL
16- ÖRNEK	6,72	6800	SULAMAYA UYGUN DEĞİL
17- ÖRNEK	3,99	7800	SULAMAYA UYGUN DEĞİL
18- ÖRNEK	4,12	9100	SULAMAYA UYGUN DEĞİL
19- ÖRNEK	6,27	56200	SULAMAYA UYGUN DEĞİL
20- ÖRNEK	10,56	9500	SULAMAYA UYGUN DEĞİL
21- ÖRNEK	35,91	1192	İYİ KULLANILABİLİR
22- ÖRNEK	39,99	752	İYİ KULLANILABİLİR
23- ÖRNEK	8,46	430	ÇOK İYİ – İYİ
24- ÖRNEK	16,20	393	ÇOK İYİ – İYİ
25- ÖRNEK	67,15	5780	SULAMAYA UYGUN DEĞİL
26- ÖRNEK	23,26	1479	İYİ KULLANILABİLİR

Tablo 5.9. 'un devamı

27- ÖRNEK	55,71	2940	ŞÜPHELİ KULLANILMAZ
28- ÖRNEK	64,47	1345	ŞÜPHELİ KULLANILMAZ
29- ÖRNEK	49,99	3570	İYİ KULLANILABİLİR
30- ÖRNEK	62,50	4140	SULAMAYA UYGUN DEĞİL
31- ÖRNEK	16,80	1300	İYİ KULLANILABİLİR
32- ÖRNEK	91,18	2220	SULAMAYA UYGUN DEĞİL
33- ÖRNEK	77,81	5950	SULAMAYA UYGUN DEĞİL
34- ÖRNEK	72,70	3800	SULAMAYA UYGUN DEĞİL
35- ÖRNEK	68,86	2250	ŞÜPHELİ KULLANILMAZ
36- ÖRNEK	17,98	777	ÇOK İYİ – İYİ
37- ÖRNEK	12,72	873	İYİ KULLANILABİLİR
38- ÖRNEK	34,84	291	ÇOK İYİ – İYİ
39- ÖRNEK	17,65	412	ÇOK İYİ – İYİ
40- ÖRNEK	27,08	1400	İYİ KULLANILABİLİR
41- ÖRNEK	56,45	3880	SULAMAYA UYGUN DEĞİL
42- ÖRNEK	74,19	14030	SULAMAYA UYGUN DEĞİL
43- ÖRNEK	27,50	1360	İYİ KULLANILABİLİR
44- ÖRNEK	67,77	2930	ŞÜPHELİ KULLANILMAZ
45- ÖRNEK	11,69	977	İYİ KULLANILABİLİR

5.5.2.3. ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramı

Wilcox diyagramında bazı değişiklikler yapılarak hazırlanan bu diyagramda sulama suları 16 sınıfa ayrılmıştır. Düşey ekseninde SAR değeri, yatay ekseninde EC bulunur. Suyun sınıfının saptanmasında diyagramın yorumu şöyledir (Şahinci,1986).

Genel tuzluluk özellikleri

C₁ (EC 250 mmho/cm' den az) ;Az tuzlu sular; her toprakta tüm bitkilerin sulamasında kullanılır .

C₂ (EC 250- 750 mmho/cm) ;Orta tuzlu sular; orta akaçlama özelliğindeki topraklardan tüm bitkiler sulanabilir.

C₃ (EC 750-2250 mmho/cm) ;Tuzlu sular; akaçlaması kötü olan arazilerde sulamada kullanılmaz. Zeminde tuz miktarının gözlenmesi gerekir . Bu özellikteki sular kullanılacaksa tuza karşı dayanıklı bitkiler seçilmelidir .

C₄ (EC 2250 mmho/cm' den fazla) ;Çok tuzlu sular; geçirgenliği ve akaçlaması çok iyi topraklarda zeminin yıkanmasını sağlamak için bol su verilmelidir. Tuza karşı fazla dayanıklı bitki türleri seçilmelidir .

5.5.2.3.1 Genel Sodyum Tehlikesi Özellikleri

S₁, Az sodyumlu sular . Hemen. hemen tüm topraklarda sodyum tehlikesi yaratmadan kullanılabilir.

S₂, Orta sodyumlu sular ;Geçirgen veya bol jipsli arazilerde kullanılabilir.

S₃, Yüksek sodyumlu sular; Bir çok toprak cinslerinde sodyum tehlikesi yaratır. Çok iyi geçirgen ve akaçlama gösteren arazilerde bolsu kullanılarak belirli sürelerde yapılacak kimyasal etkilerle sodyum tehlikesi denetlenmelidir .

S₄, Çok yüksek sodyumlu sular ; Genel olarak sulama için uygun değildir. Ancak suyun toplam tuz miktarı düşük ise sulamada kullanılabilir .

C₁S₁, C₂S₁,C₃S₁ ; Her türlü sulamada kullanılabilir.

C₄S₁, C₃S₂ ; Bazı özel koşullarda sulamada kullanılabilir.

C₃S₄, C₄S₂ ,C₄S₃ ,C₄S₄,C₃S₃; Sulamada kullanılmaz.

İnceleme alanındaki suların ABD Tuzluluk laboratuvarı diyagramına göre suların sınıfı ve özellikleri Tablo 5.10 ' da verilmiştir .

İnceleme alanındaki suların ABD Tuzluluk laboratuvarı diyagramı ve su noktalarının bu diyagram üzerindeki yerleri Ek 8.' de verilmiştir .

Tablo 5.10.

SU NOKTASI	SUYUN SINIFI	ÖZELLİKLERİ
1- ÖRNEK	C4-S1	Bazı özel koşullarda sulamada kullanılabilir
2- ÖRNEK	C3-S4	Sulamada kullanılamaz
3- ÖRNEK	C4-S1	Bazı özel koşullarda sulamada kullanılabilir
4- ÖRNEK	C4-S1	Bazı özel koşullarda sulamada kullanılabilir
5- ÖRNEK	C4-S1	Bazı özel koşullarda sulamada kullanılabilir
6- ÖRNEK	C4-S1	Bazı özel koşullarda sulamada kullanılabilir
7- ÖRNEK	C4-S2	Sulamada kullanılamaz
8- ÖRNEK	C4-S4	Sulamada kullanılamaz
9- ÖRNEK	C4-S1	Bazı özel koşullarda sulamada kullanılabilir
10- ÖRNEK	C4-S1	Bazı özel koşullarda sulamada kullanılabilir
11- ÖRNEK	C4-S1	Bazı özel koşullarda sulamada kullanılabilir
12- ÖRNEK	C4-S1	Bazı özel koşullarda sulamada kullanılabilir
13- ÖRNEK	C4-S1	Bazı özel koşullarda sulamada kullanılabilir

Tablo 5.10. 'un devamı

14- ÖRNEK	C4-S1	Bazı özel koşullarda sulamada kullanılabilir
15- ÖRNEK	C4-S1	Bazı özel koşullarda sulamada kullanılabilir
16- ÖRNEK	C4-S1	Bazı özel koşullarda sulamada kullanılabilir
17- ÖRNEK	C4-S1	Bazı özel koşullarda sulamada kullanılabilir
18- ÖRNEK	C4-S1	Bazı özel koşullarda sulamada kullanılabilir
19- ÖRNEK	C4-S1	Bazı özel koşullarda sulamada kullanılabilir
20- ÖRNEK	C4-S1	Bazı özel koşullarda sulamada kullanılabilir
21- ÖRNEK	C3-S1	Her türlü sulamada kullanılır
22- ÖRNEK	C3-S1	Her türlü sulamada kullanılır
23- ÖRNEK	C2-S1	Her türlü sulamada kullanılır
24- ÖRNEK	C2-S1	Her türlü sulamada kullanılır
25- ÖRNEK	C4-S3	Sulamada kullanılamaz
26- ÖRNEK	C3-S1	Her türlü sulamada kullanılabilir
27- ÖRNEK	C4-S2	Sulamada kullanılamaz
28- ÖRNEK	C3-S1	Her türlü sulamada kullanılabilir
29- ÖRNEK	C4-S2	Sulamada kullanılamaz
30- ÖRNEK	C4-S2	Sulamada kullanılamaz
31- ÖRNEK	C3-S1	Her türlü sulamada kullanılabilir
32- ÖRNEK	C3-S4	Sulamada kullanılamaz
33- ÖRNEK	C4-S4	Sulamada kullanılamaz
34- ÖRNEK	C4-S3	Sulamada kullanılamaz
35- ÖRNEK	C3-S2	Bazı özel koşullarda sulamada kullanılabilir
36- ÖRNEK	C3-S1	Her türlü sulamada kullanılabilir
37- ÖRNEK	C3-S1	Her türlü sulamada kullanılabilir
38- ÖRNEK	C2-S1	Her türlü sulamada kullanılabilir
39- ÖRNEK	C2-S1	Her türlü sulamada kullanılabilir
40- ÖRNEK	C3-S1	Her türlü sulamada kullanılabilir
41- ÖRNEK	C4-S3	Sulamada kullanılamaz
42- ÖRNEK	C1-S3	Sulamada kullanılamaz
43- ÖRNEK	C3-S1	Her türlü sulamada kullanılabilir
44- ÖRNEK	C4-S3	Sulamada kullanılamaz
45- ÖRNEK	C3-S1	Her türlü sulamada kullanılabilir

5.6 Suların Analiz Sonuçlarının Grafikte Gösterimi

Su noktalarının kimyasal analiz sonuçlarına göre grafikte gösterilimi, suların hakkında yorum yapılabilmesi amacıyla yapılır . Bu amaçla yapılan grafiklerde farklı kökenli sular kolaylıkla ayırt edilebilir. İnceleme alanındaki su noktaları için daire ve sütun diyagramlar yardımıyla grafikte gösterimleri yapılmıştır

5.6.1 Dairesel Diyagram

Dairenin yarı çapı toplam iyon miktarı ile orantılıdır

$$r = (A / \pi)^{1/2}$$

r = dairenin yarı çapı

A = toplam iyon miktarı

$\pi = 3.14$

İnceleme alanındaki suların dairesele diyagramda gösterilişı Ek 6' da verilmiştir

5.6.2 Sütun Diyagram

Bu diyagramda düşey eksen % meq/lt ' yi belirtir. Yatay eksen keyfi seçilmiş olup anyon ve katyonlar yerleştirilmiştir .

İnceleme alanındaki suların sütun diyagramda gösterilişı Ek 6 ' da verilmiştir .

5.7. İldır Kaynaklarında ve Kuyularda D.S.İ.' nin Yapmış Olduğu Kimyasal Analizleri

5.7.1. Kaynakların Kimyasal Analizleri

İnceleme alanında bulunan İldır Kaynak sularının kimyasal analiz sonuçları. (DSİ, 1989) Ek 9' da verilmiştir.

Sözkonusu analiz sonuçlarına göre kaynak sularının genel özellikleri :

- a) PH değerleri 7.0 - 7.92 arasında olup bazik sulardır.
- b) Elektriki Kondüktivite değerleri 3000 19340 mhos/cm. arasında değişmektedir. NaCl ağırlıklı tuzlu sulardır.
- c) Sertlikleri 44 - 150 FS⁰ arasındadır. Çok sert suları karakterize eder.
- d) C₄S₃ ve C₄S₂ sulama suyu sınıfındadır.

Kaynak debilerine göre EC değerinde belirgin bir değişme gözlenmemektedir .Ancak Camiboğazı vadi açıklığında özellikle denize yakın kesimlerde 0-2 m. derinliğinde denizde oluşan gel-git olaylarına bağlı olarak tuzlulukta az da olsa değişme olduğu belirlenmiştir. Yukarıdaki açıklamalarda görüldüğü gibi kaynak suları sulama ve içme suyu olarak kullanmaya uygun değildir.

5.7.2. Sondaj Kuyularının Kimyasal Analizleri

Ildır Kaynağı civarında ve yakın çevresinde DSİ ve İller Bankası tarafından araştırma kuyuları açılmıştır.(34204-B, 34207, 34205, 34206, 25378, İB-II, 34204 no'lu) Bu kuyulardan alınan suların DSİ tarafından yapılan analizleri sonucunda kimyasal özellikleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir. Ek 7,8,9.

- a) Genellikle bazik özelliktedir. PH değerleri 7.2-1.5 arasında değişmektedir.
- b) EC değerleri 1336 - 2800 mhos/cm arasındadır.
- c)Hakim tuz NaCl dür.
- d) Sondaj kuyu suları C_3S_1 ve C_4S_3 sulama suyu sınıfındadır. Sondaj kuyu suları da sulama ve içme suyu olarak kullanmaya uygun değildir.

5.8. ÇEVRE JEOLJİSİ

Ülkemizde geçmişte ve bugün hala geçerli olan planlama ve proje değerlendirme yaklaşımı. projelerin sadece teknik. ekonomik ve politik yönlerine ağırlık vermektedir. Herhangi bir projenin gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkabilecek çevresel sağlığa ilişkin ve sosyal etkiler ve bu etkilerin olumsuz olması olasılığına karşı alınacak önlemler genellikle dikkate alınmamakta; alınmış görünseler bile ciddi ve kapsamlı bir çalışmaya ve araştırmaya dayandırılmamaktadır . Bunun sonucunda ülkenin en yaşamaya değer yöreleri birer birer elden çıkmakta, içme suyu kaynaklarımızın tehlikeli bir biçimde kirlenmekte tarımsal arazilerimiz yok olmakta, orman varlığımız giderek azalmakta ve en önemlisi. halkımız her geçen gün sağlıksız bir toplum haline gelmektedir. Tez çalışması sırasında bir çok çevre problemiyle karşılaştım. Bu problemleri şöyle sıralayabiliriz (Şekil 5.1.).



Şekil 5.1.:Çalışma Alanında Katı Atıkların Gelişi Güzel Atılması

- Su kaynakları ve yeraltı sularının kirliliği
- Sıvı ve katı atıkların gelişi güzel atılması
- Deniz ve sahillerin kirlenmesi
- Taş ocaklarının meydana getirdiği kirlenme

BÖLÜM VI

SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Çalışma alanında temeli Paleozoyik yaşlı Alandere formasyonu oluşturur, Alandere formasyonun üzerine uyumsuz olarak Mesozoyik yaşlı karstik karbonatlı formasyonlar gelir. Bu formasyonlar sırasıyla (aşağıdan yukarıya doğru Gerence, Camiboğazı ve Güvercinlik Nohutalan, Aktepe, Balıklıova, formasyonlarıdır. Bu zaman birimi içinde Liyas Yaşlı Nohutalan formasyonu bu ilk üç birim üzerinde uyumsuz olarak yer alır. Bu birimlerden Aktepe de Nohutalan formasyonu ile uyumsuzdur. Mesozoyik yaşlı formasyonun en sonuncusu Balıklıova formasyonu olup geç Kretase yaşına sahiptir. Mesozoyik yaşlı karstik karbonatlı formasyonlar üzerine uyumsuz olarak Senozoyik yaşlı Volkanik, birimler gelir. Tüm birimlerin üzerine uyumsuz olarak Alüvyon gelmektedir .

2. Çalışma alanı içinde gözlenen geçirimsiz temel olarak nitelendirdiğimiz Alandere formasyonu (Grovaklar) bir perdeleme görevi yapmaktadır .

3. Aşırı yağışlarla ve yeraltı seviyesinin yükselmesiyle, Oynatan Polyesi su ile dolduğu zaman, suyun düdenlerden geçerek Gerence Koyu civarına çıkabileceği tahmin edilmektedir .

4. Çalışma alanının en önemli kaynağını, Ildır kaynağı oluşturmaktadır, Ildır kaynaklarının ortalama debisi 495 L/S ve boşalımı $18 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$

5. Camiboğazı ve Şaplaz fayları en önemli faylardır. Karstik alanlara tali faylarla bağlantılı olan Camiboğazı fayı karbonatlı serilerin içerdiği yeraltısuyu drenaj eden önemli bir zon oluşturur.

6. İnceleme alanında egemen faylar, KD.GB, KB-GD gidişli düşey fay niteliğinde görülmektedir. Özellikle Camiboğazı Formasyonu ile Nohutalan Formasyonu arasındaki fay eğim atımlıdır . Ayrıca Triyas-Jura kaya birimleri devrik bir antiklinal yapmaktadır .

7. İzmir'in önemli turizm merkezi olan Çeşme ilçesinde ve Karaburun yarımadasına kullanma ve içme suyu bakımından çok büyük sıkıntı mevcuttur. Özellikle turizm sezonunda su açığı büyük boyutlara ulaşmaktadır , Bu nedenle Ildır kaynağı yörede büyük önem kazanmaktadır.

8. D.S.İ. ' nin açtığı kuyulara göre, yer altı suyu akım yönü kuzeyden güneybatı ve güneydoğuya doğrudur. Buna göre kuzeyden Balıklıova' dan kaynaklara denizel girişimin olabileceği anlaşılmaktadır. Ancak daha sağlıklı sonuca varabilmek için boya deneyleri yapılmalıdır.

9. Gerence kaynakları içme için çok sert sular olmasına karşın sulamaya uygundur.

10. Ildır kaynaklarından Çeşme ilçesinin su ihtiyacını karşılayabilmek için, İller Bankası ve D.S.İ. tarafından işletme kuyuları açılmıştır. Ancak bu kuyulardan yapılan çekimler sonucunda Ildır kaynaklarındaki tuzluluk (denizsuyu girişi) oranı giderek artış göstermiştir .Zamana bağlı olarak bu tuzlanma oranının daha da artacağı hesaplanmaktadır. Bu nedenle Ildır kaynaklarına denizsuyu girişimini engellemek amacıyla;

11. Vadi ağzına geçirimsiz perde enjeksiyonu yapılarak deniz suyu girişimi az da olsa engellenebilir.

12. Bu perde oluşturulmadığı takdirde, kaynaklardan uzak ve daha üst kotlarda kuyular açılmalı,

13. Bu kuyulardan. mevcut dengeyi bozmadan ve emniyetli verimden daha fazla çekim yapılmadan faydalanılmalıdır. Ancak kaynaklardan uzaklaştıkça (beslenme alanına yaklaştıkça) kuyu derinliklerinin artacağı ve kuyu verimlerinin önemli oranda düşeceği bu nedenle de kaynaklardan uzakta daha çok işletme kuyusu açılmasının gerekeceği göz önünde bulundurulması gerekir .

14. D.S.İ. tarafından hazırlanan Ildır kaynakları araştırma . raporunda; Ildır kaynaklarına denizel girişimin engellenmesi amacıyla vadi ağzında yapılacak geçirimsiz perdenin kaliteyi önemli oranda düzeltereği gerekirse bu suyun (yani kalitesi düzeltilmiş suyun) Alaçatı barajına kışın pompaj edilerek göl suyu ile karıştırılıp kullanılmasının bu projenin ömrünü uzatacağı, çok büyük ekonomik fayda sağlayacağı, yağışlı sezonda denize akan Ildır kaynaklarının kontrollü bir şekilde kullanılmasını sağlayacağı ve Alaçatı barajına ekstra rezerv oluşturacağı belirtilmektedir.

15. Ildır kaynaklarına denizsuyu girişimi engellenmiş olsa da bu karstik kaynak sularının Çeşme' ye götürülmesi düşünüldüğünden, nüfusu gittikçe artan turistik çeşme ilçesinin su gereksinimi geçici bir süre karşılanabilir. Bu yüzden bu su sorunu yapılacak gölet ve küçük barajlarla çözümlenebilir.

16. Polyeler hidrojeolojik açıdan büyük önem taşımaktadır. İnsan eli ile yapılan, yağmur suyu ile beslenen göletler, hayvancılık için önemli olup sayıları oldukça fazladır. Çalışma alanının hidrojeolojik özellikleri mevsime bağlı olarak değişimler göstermektedir.

17. Yörede oluşturulan göletlerin 4-5 senede bir boşaltılıp temizlenmesi gerekir. Bu temizleme sırasında hayvanların susuz kalmaması için mümkün olduğu kadar yakınına ikinci bir gölet yapılmalıdır.

18. Sondaj kuyularındaki aşırı çekimden dolayı kuyulara deniz suyu ilerleyip suların tuzlanmasına neden olmaktadır. Bunun önlenmesi için kuyularda su beslenmenin yarısından daha az dinlendirilerek çekilmelidir.

19. Karstik yapıların (polye, düden, estavella) neden olduğu sorunlardan ötürü bu tür ortamlarda su kaynakları normal yöntemlerle geliştirilememektedir . Bu nedenle, her durum için farklı tekniklerin kullanılması gerekmektedir . daha önceki bölümlerde bu konuyla ilgili bir kaç temsili örnek verilmiştir.

20. Sıvı ve katı atıklar gelişi güzel çevreye atılmalarında bunları depolamak için jeolojik ve hidrojeolojik yönde uygun yerler tespit edilmelidir .



KAYNAKÇA

- Brinkmann, R., Rendel, B. ve Trick, P. (1967). İzmir yöresinde pelajik Triyas,: E.Ü.F.F. İlmi Rap. Ser., 37, 1-3.
- Brinkman, R., Flügel, E., Jacopshagen, V., Lencher, H., Rendel, B., Trick, P. (1972). Triyas, Jura und Underkreide Der Halbison Karaburun (West Anatolian): Geologica et Paleontologica, 6, 139-150, 4 Abb. Marburg.
- Brinkmann, R., Gümüş, H., Plumhoff, F. und Salah, A. (1977). Höhere Oberkreide in Northwest-Anatolien und Thrakien: N. Jb. Geol. Palont. Abh., 154., 1-20, Stuttgart.
- Civijik, J., (1925). Types Morphologiques Des Terrains Calcaires C.R. Acad. Sci. (Paris), 180, 592, 757, 1038.
- DSI, (1989). Çeşme İlçesinin Yeraltısuyu Özelliklerinin İncelenmesi, sayfa 8-5, İzmir.
- Dunham, R. J., (1962). Classification of Carbonate Rocks Am. Assoc. Petro. Geol. Mem. I, 108-21.
- Düzbastılar, M. K., (1978). Karaburun Yarımadasının Stratigrafisi Hakkında; E. Ü. Fen Fakültesi Dergisi, Seri A. C. 11, 4, 333-356, İzmir.
- Ekmekci, M., (1994) , Seminer Notları Yayınlanmamış
- Erdoğan, B., (1990). İzmir-Ankara ile Karaburun Kuşağının Tektonik İlişkisi: MTA Dergisi, No: 111, 1-22, Ankara.
- Erdoğan, B., Altınar, D., Güngör, T. ve Özer, S. (1990). Karaburun Yarımadasının Stratigrafisi: MTA Dergisi, No: 111, 1-22, Ankara.
- Esen, Y., (1993). Barbaros – Kadiovacık (Urla – İzmir) Çevresinin Jeolojisi, D.E.Ü.M.F. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Bitirme Ödevi, Bornova – İzmir (Yayınlanmamış).

- Esen, Y., Filiz, Ş., Tarcan, G. (1997). Ildır (Çeşme) Karstik kaynaklarının hidrojeolojik incelenmesi, 20. yıl jeoloji sempozyumu bildiriler kitabı, sayfa. 229-239, Selçuk Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Konya.
- Filiz, Ş., (1982). Ege Bölgesindeki Önemli Jeotermal Alanların O^{18} , H^2 , H^3 , C^{13} İzotoplarıyla İncelenmesi, Doçentlik Tezi E.Ü.Y.B.F. (yayınlanmamış).
- Filiz, Ş., Yalçın, L. (1984). Ildır-Balıklıova Karbonat Köprünün Karst Hidrojeolojisi, TJK Bülteni, S. 5, syf 189-198, Ankara.
- Folk, R. L., (1962). Spectral Subdivision of Limestone types Am. Assoc. Petro. Geol. Mem. 1, 62-84.
- Fooks, P.G. & Higginbottom, I. E. (1975). The classification and description of near-shore carbonate sediments for engineering purposes. Geotechnique, 25, 406-11.
- Gümüş, H., (1971). Karaburun Yarımadasının Orta Kısımının Jeolojisi: E.Ü.F.F., İlmi Rap. Ser. No: 100, 1-18, İzmir.
- Gürsel, T., Filiz, Ş., Tarcan, G. (1997). Dalyan – Ildır (Çeşme) yöresinin hidrojeolojisi, 20. yıl jeoloji sempozyumu bildiriler kitabı, sayfa. 273-283, Selçuk Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Konya.
- Herak, M., (1976). The Yugoslav contribution to the knowledge of karst hydrology and geomorfology. In karst hydrology and water sources, V. Yevjevich (ed.), vol I, 1-30. Fort Collins Co.: Water Resources Publications.
- Jennings, J. N., (1971). Karst. Cambridge (Mass) & London: MIT Press.
- Kalafatçıoğlu, A., (1961). Karaburun Yarımadasının Jeolojisi: MTA Dergisi No: 56, 40-49
- Konuk, T., (1979). Karaburun Yarımadası'nın Kuzeybatı Kesiminin Stratigrafik ve Tektonik Özelliği, E.Ü.Y.B.F., Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, Doçentlik Tezi, S.85, İzmir (Yayınlanmamış).
- Olçay, G., (1988). Ildır ve Çevresinin Hidrojeolojisi., D.E.Ü.M..F. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Bitirme Ödevi, İzmir.
- Quinlan, J. F., (1978). Types of Karst, with emphasis on cover beds in their classification and development. PhD Thesis, University of Texas at Austin.

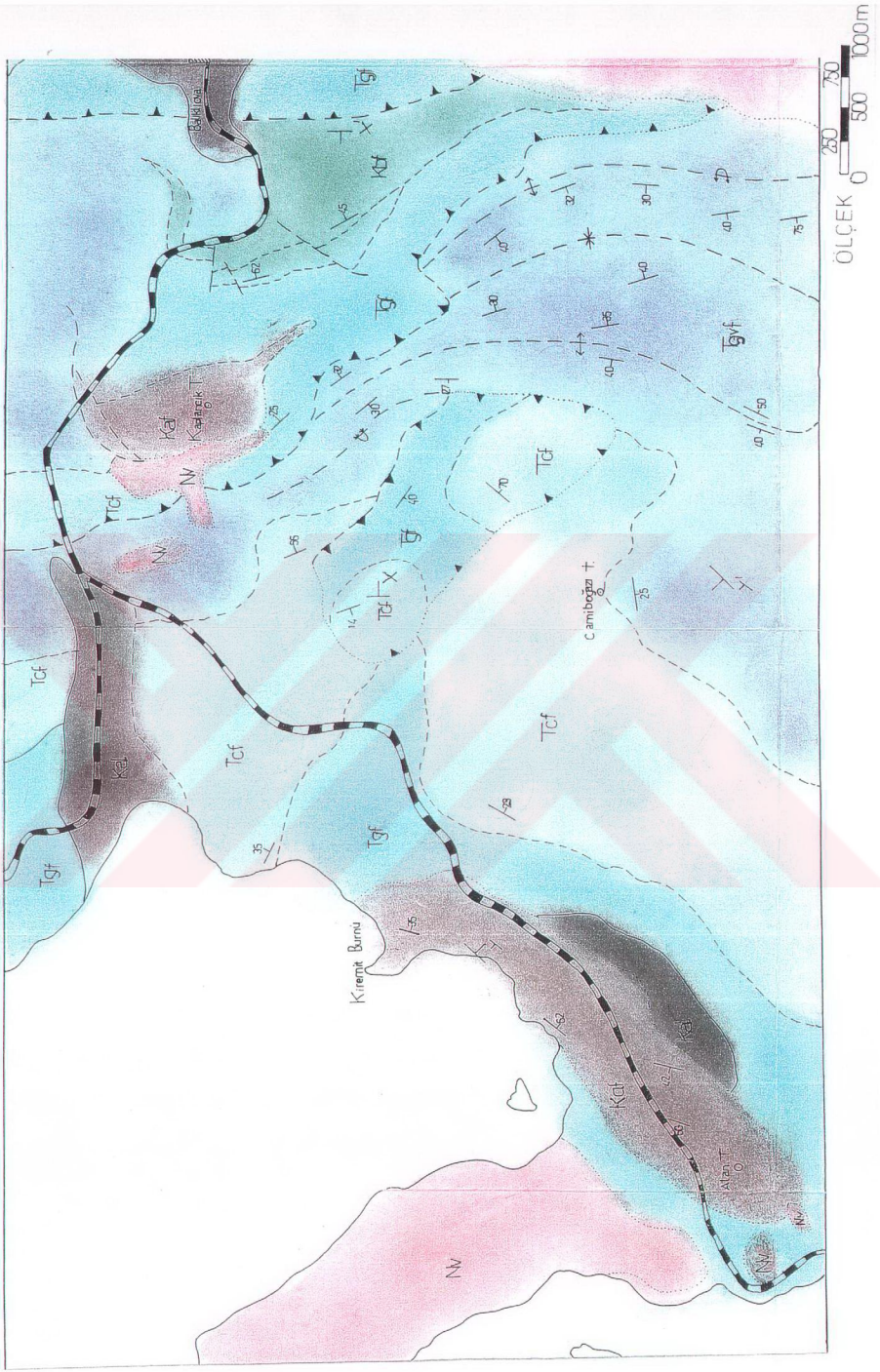
Şahinci, A., (1986). Yeraltı Suları Jeokimyası. Ders Teksiri. D.E.Ü. Müh. Mim. Fak.. yayınları, No: MM/JEO-86 EY-99, İzmir.

Şahinci, A., (1991). Doğal Suların Jeokimyası ,D.E.Ü.Müh.Mim.Fak.Yayınları, S.:175-244, İzmir.

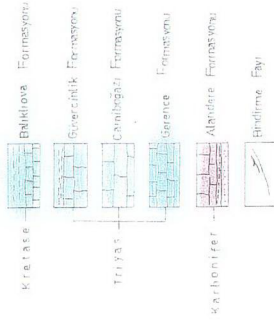


EKLER

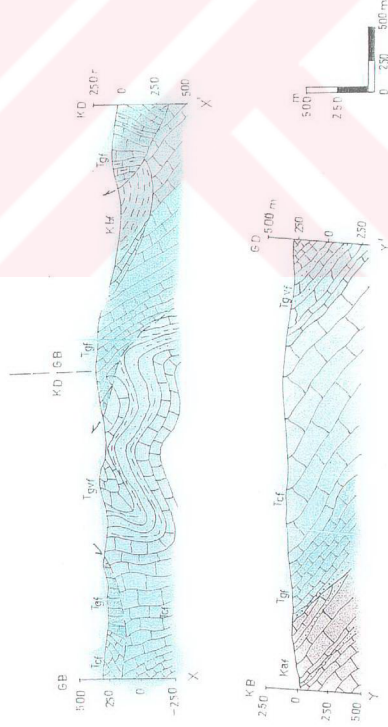
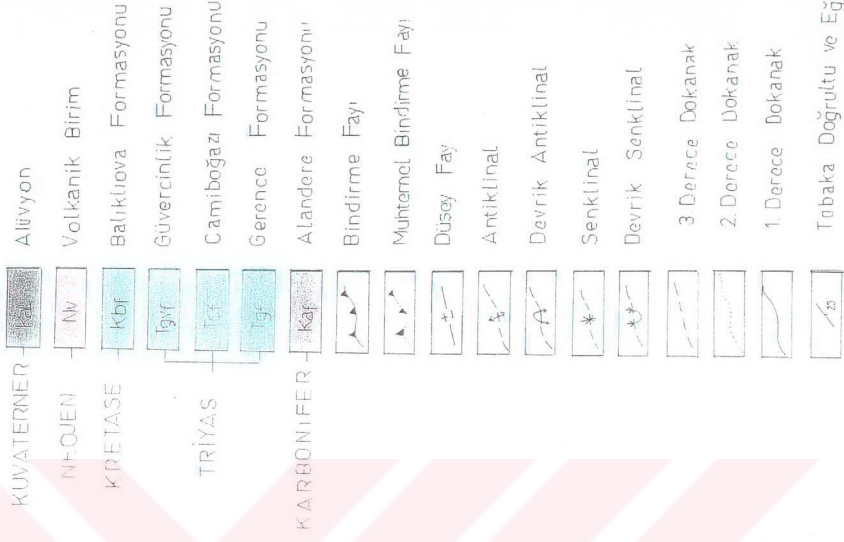




AÇIKLAMA



AÇIKLAMA



ILDIR - BALIKLIOVA (ÇEŞME - İZMİR) ÇEVRESİNİN HİDROJEOLOJİ HARİTASI

(LÜTFİ YALÇIN - BEVİ FİLİZ TARAFINDAN HAZIRLANAN)
(ILDIR - BALIKLIOVA KARBONAT KÖPRÜSÜ)
(YAP. AKIÇLAMA VE KARST HARİTASI)
(KARABURUN YARIMADANINDAN)
(UYARLANMIŞTIR)

AÇIKLAMALAR

LİTOLOJİ SINIRI



KARST YAPISI
POLYELER

FAY



SU ÖRNEKLERİ
ALINAN NOKTALAR

EKLEM SİSTEMİ



YÜKSELTİ NOKTASI

AKAÇLAMA

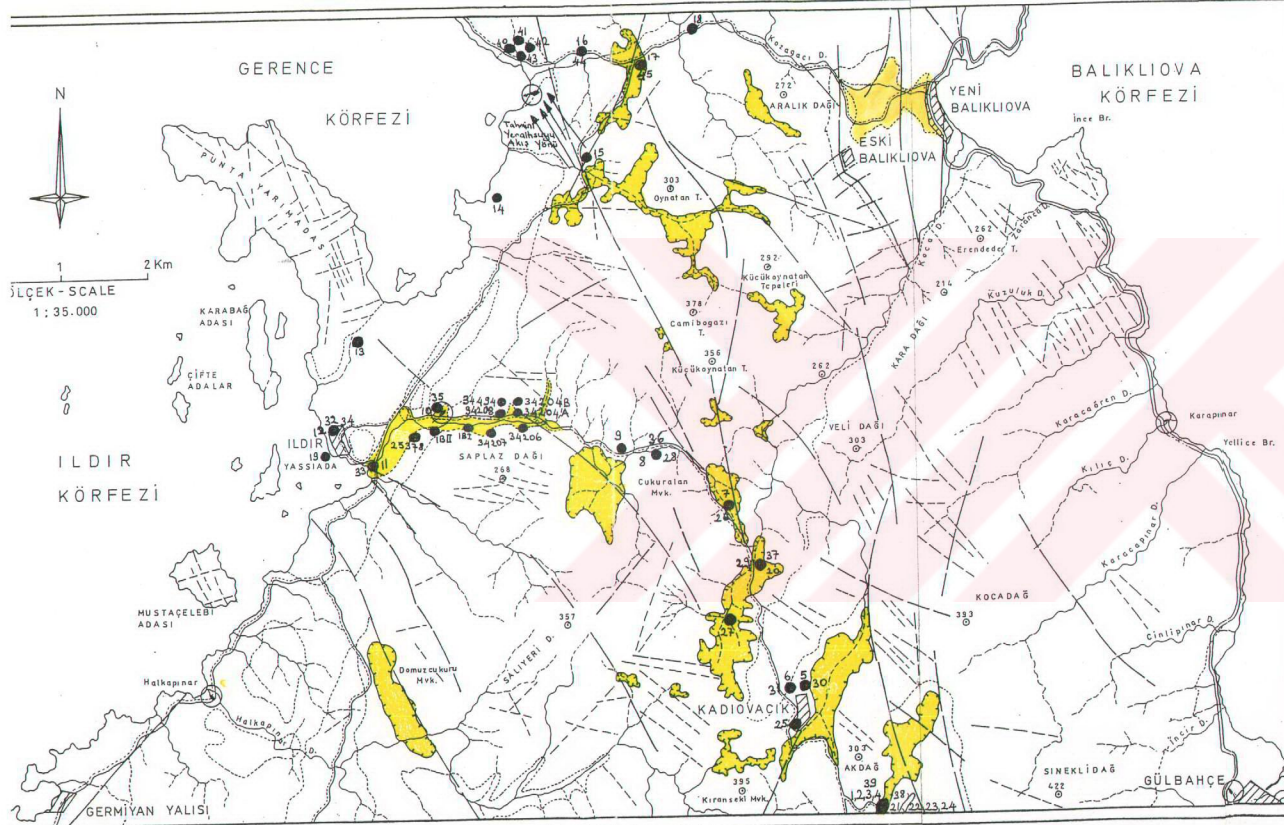


YERLEŞİM ALANI

KAYNAK



YOL



İldır Kaynaklarına Ait D.S.İ. 'nin Yapmış Olduğu Kimyasal Analizler

NO:1

PARAMETRE	BİRİM	ÖLÇÜLEN DEĞER
DEBİ	m ³ /sn	-
SU SICAKLIĞI	0C	-
PH	-	7.65
ELEKTRİKSEL İLETKENLİK	u m hos/cm	3140
TOPLAM ÇÖZÜLMÜŞ KATILAR	mg/lt	2355
ASKIDAKİ KATILAR	mg/lt	-
TOPLAM KATILAR	mg/lt	-
BULANIKLIK	NTU	0.24
RENK	PT-CO	0
METİL ORANI ALKANİTE	mg/lt.CaCo ₃	334.2
FENOLFTALEİN ALKANİTE	mg/lt.CaCo ₃	0
KLORÜR	mg/lt	833.9
AMONYAK AZOTU	mg/lt	0.2
NİTRİT AZOTU	mg/lt	0.002
NİTRAT AZOTU	mg/lt	4
ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN	mg/lt	-
PERMANGANAT DEĞERİ	mg/lt	4.5
BİYOKİMYASAL OKSİJEN DEĞERİ	mg/lt	-
TOPLAM SERTLİK	mg/lt.CaCo ₃	532
ORTA FOSFAT	mg/lt	0
SÜLFAT	mg/lt	68.64
SERBEST KARBONDİOKSİT	mg/lt	-
DEMİR	mg/lt	0
MANGAN	mg/lt	0.01
SODYUM	mg/lt	485.7
POTASYUM	mg/lt	4.68
KALSIYUM	mg/lt	116.8
MAGNEZYUM	mg/lt	51.6
TOPLAM KOLİFORM	SAYI/100ml	-
TOPLAM GERM	SAYI/100ml	-
KİMYASAL OKSİJEN DEĞERİ	mg/lt	-
TOPLAM KJELDAHL ASOTU	mg/lt	-
SIYANÜR	mg/lt	Yok
SİO ₂	mg/lt	-
FLORÜR	mg/lt	0.12
BOR	mg/lt	0
ÇİNKO	mg/lt	-

(D.S.İ. 1989)

İldır Kaynaklarına Ait D.S.İ. 'nin Yapmış Olduğu Kimyasal Analizler

NO:2

PARAMETRE	BİRİM	ÖLÇÜLEN DEĞER
DEBİ	m3/sn	-
SU SICAKLIĞI	0C	-
PH	-	7.83
ELEKTRİKSEL İLETKENLİK	u mho s/cm	2960
TOPLAM ÇÖZÜLMÜŞ KATILAR	mg/lt	2220
ASKIDAKİ KATILAR	mg/lt	-
TOPLAM KATILAR	mg/lt	-
BULANIKLIK	NTU	0.22
RENK	PT-CO	0
METİL ORANI ALKANİTE	mg/lt.CaCo3	347.09
FENOLFTALEİN ALKANİTE	mg/lt.CaCo3	0
KLORÜR	mg/lt	828
AMONYAK AZOTU	mg/lt	0.15
NİTRİT AZOTU	mg/lt	0.003
NİTRAT AZOTU	mg/lt	4
ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN	mg/lt	-
PERMANGANAT DEĞERİ	mg/lt	3.5
BİYOKİMYASAL OKSİJEN DEĞERİ	mg/lt	-
TOPLAM SERTLİK	mg/lt.CaCo3	463
ORTA FOSFAT	mg/lt	0
SÜLFAT	mg/lt	39.8
SERBEST KARBONDİOKSİT	mg/lt	-
DEMİR	mg/lt	0
MANGAN	mg/lt	0
SODYUM	mg/lt	472.6
POTASYUM	mg/lt	3.9
KALSİYUM	mg/lt	202.8
MAĞNEZYUM	mg/lt	50.28
TOPLAM KOLİFORM	SAYI/100ml	-
TOPLAM GERM	SAYI/100ml	-
KİMYASAL OKSİJEN DEĞERİ	mg/lt	-
TOPLAM KJELDAHL ASOTU	mg/lt	-
SIYANÜR	mg/lt	Yok
SİO2	mg/lt	-
PARAMETRE	BİRİM	ÖLÇÜLEN DEĞER
DEBİ	m3/sn	-
SU SICAKLIĞI	0C	-

(D.S.İ. 1989)

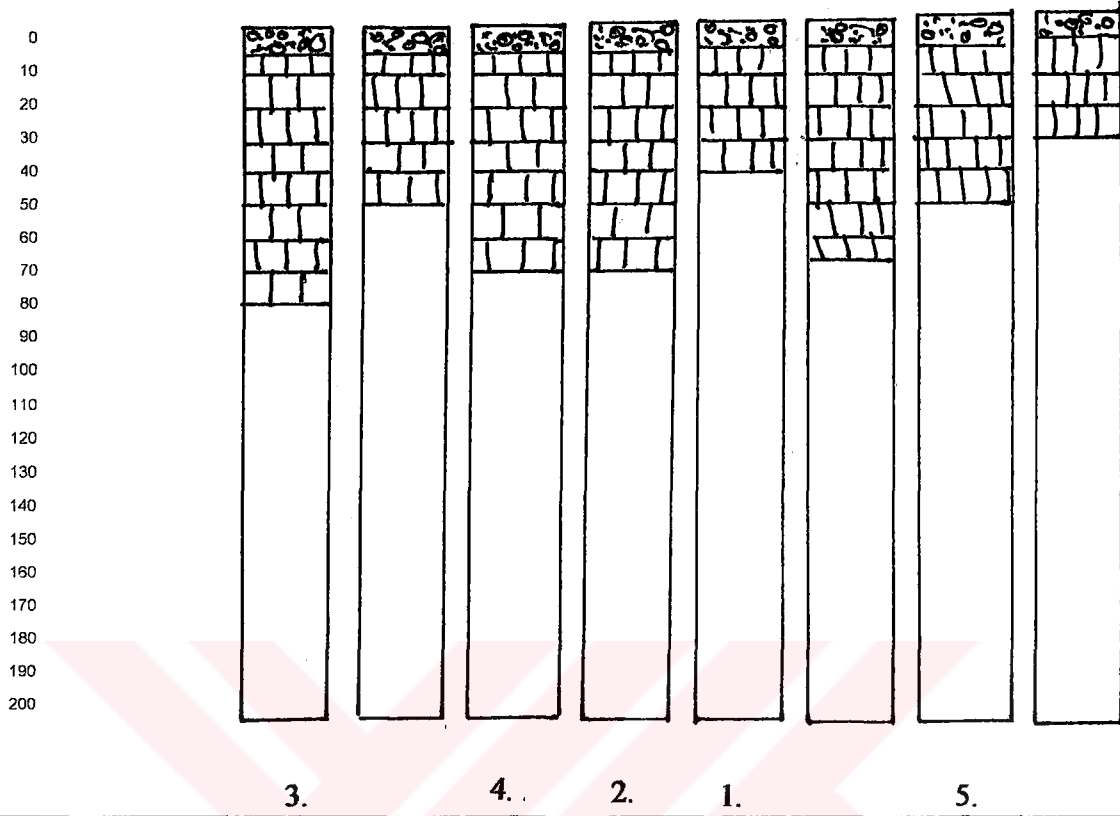
İldır Kaynaklarına Ait D.S.İ. 'nin Yapmış Olduğu Kimyasal Analizler

NO:3

PARAMETRE	BİRİM	ÖLÇÜLEN DEĞER
DEBİ	m3/sn	-
SU SICAKLIĞI	0C	-
PH	-	7.92
ELEKTRİKSEL İLETKENLİK	u m hos/cm	10.04
TOPLAM ÇÖZÜLMÜŞ KATILAR	mg/lt	7530
ASKIDAKİ KATILAR	mg/lt	-
TOPLAM KATILAR	mg/lt	-
BULANIKLIK	NTU	0.34
RENK	PT-CO	0
METİL ORANI ALKANİTE	mg/lt. CaCo3	368.44
FENOLFTALEİN ALKANİTE	mg/lt. CaCo3	0
KLORÜR	mg/lt	3423.5
AMONYAK AZOTU	mg/lt	0.1
NİTRİT AZOTU	mg/lt	0.002
NİTRAT AZOTU	mg/lt	4
ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN	mg/lt	-
PERMANGANAT DEĞERİ	mg/lt	5.1
BIYOKİMYASAL OKSİJEN DEĞERİ	mg/lt	-
TOPLAM SERTLİK	mg/lt. CaCo3	1332
ORTA FOSFAT	mg/lt	0.01
SÜLFAT	mg/lt	81.12
SERBEST KARBONDİOKSİT	mg/lt	-
DEMİR	mg/lt	0
MANGAN	mg/lt	0
SODYUM	mg/lt	1782.5
POTASYUM	mg/lt	12.09
KALSİYUM	mg/lt	271.4
MAĞNEZYUM	mg/lt	156.7
TOPLAM KOLİFORM	SAYI/100ml	-
TOPLAM GERM	SAYI/100ml	-
KİMYASAL OKSİJEN DEĞERİ	mg/lt	-
TOPLAM KJELDAHL ASOTU	mg/lt	-
SIYANÜR	mg/lt	Yok
SİO2	mg/lt	-
FLORÜR	mg/lt	0.2
BOR	mg/lt	0
ÇİNKO	mg/lt	-

(D.S.İ. 1989)

D.S.I. SONDAJ KUYULARINA AİT BİLGİLER



NO:	34208	34204	34494	34204-B	34205	34207	34206	25378
KUYU ADI	ÇEŞME-ILDIR	ÇEŞME-ILDIR	ÇEŞME-ILDIR	ÇEŞME-ILDIR	ÇEŞME-ILDIR	ÇEŞME-ILDIR	ÇEŞME-ILDIR	ÇEŞME-ILDIR
KULLANIM AMACI	İÇME SUYU	İÇME SUYU	İÇME SUYU	İÇME SUYU	İÇME SUYU	İÇME SUYU	İÇME SUYU	İÇME SUYU
AÇILDIĞI YIL	20,1,88	22,12,86	6,8,86	26,1,86	26,1,86	10,4,86	8,4,87	1978
ZEMİN KOTU (m)					35.89	46.72		
DERİNLİK (m)	80	60	70	70	50	68	65	30
ÖLÇME TARİHİ				28,5,87	26,1,86	10,4,87	8,4,87	,11,78
STATİK SEVL. (m)	34.42		39.58	45.81	28.97	39.1	33.1	4.31
DEBİ lt/sn	ARTEZYEN							
	POMPA	40	20	20	20	20	10	40.62
DÜŞÜM (m)	1.56		0.4	0.59	0.73	1.69	7.2	1.43
ÖZGÜL DEBİ (lt/sn/m)	25.64		50	33.89	27.39	11.83	1.4	28.4
PERMABİLİTE m3/gün/m	15.8		YOK	15.8	15.8	7900	7900	9168
EC	3180	2320	1730	2540	2400	1274	2370	3002
SUYUN SINIFI	C4S3	C4S1	C3S2	C4S1	C4S2	C3S1	C4S2	C4S2

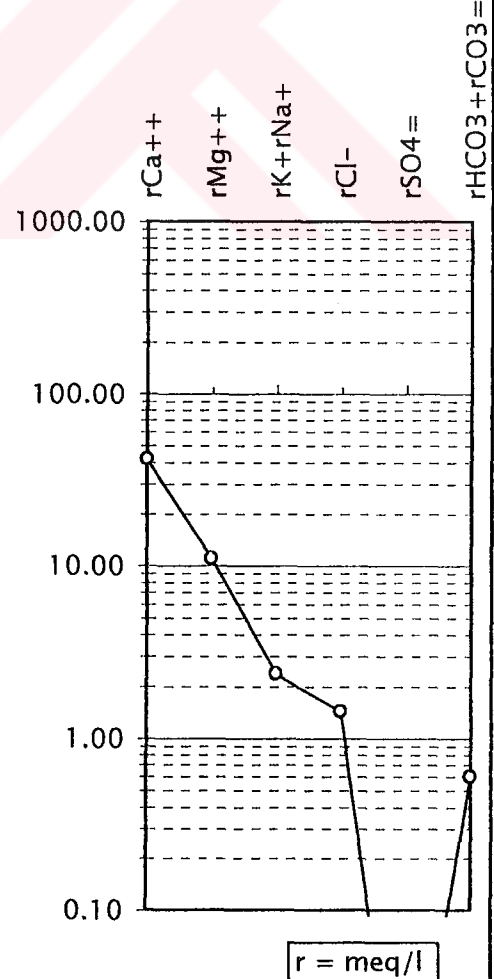
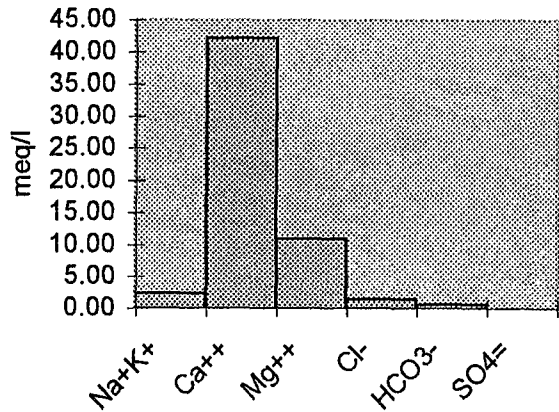
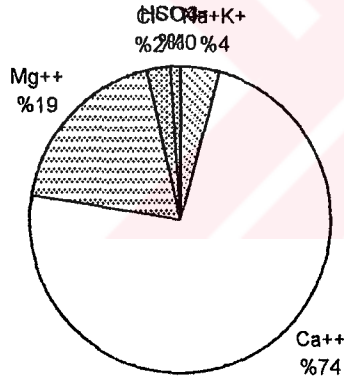
(D.S.I. 1989)

EK 6

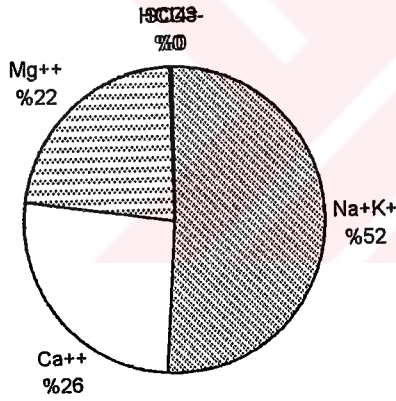
**ARAZİDEN ALINAN SU ÖRNEKLERİNİN
KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI**



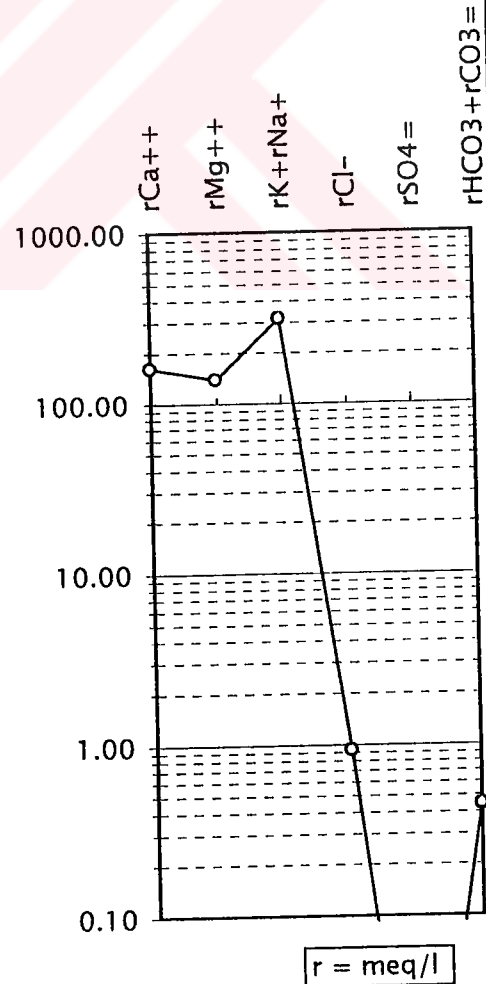
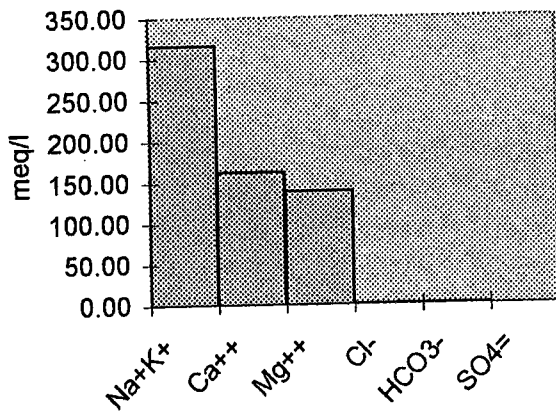
Örnek Adı		örnek1				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 1999						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	51	2.24	4.03	0.00224	0.00224	0.0011	0.81	0.0018
K+	6	0.14	0.26	0.00014	0.00014	0.0001	0.81	0.0001
Ca++	845	42.19	75.96	0.02109	0.08437	0.0422	0.43	0.0091
Mg++	133	10.97	19.75	0.00548	0.02194	0.0110	0.43	0.0024
Cl-	51	1.44	70.44	0.00144	0.00144	0.0007	0.81	0.0012
HCO3-	37	0.60	29.40	0.00060	0.00060	0.0003	0.81	0.0005
SO4=	0	0.00	0.16	0.00000	0.00001	0.0000	0.43	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				55.534	PH (-log H) =			7.55
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				2.041	EC (µmho/cm) =			2300.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				57.574	Si (mg / l) =			8.65
İyonlaşma Gücü				0.055	B+++ (mg / l) =			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.434	Sertlik (Fr) =			265.77
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				2.383	rCa/rMg Oranı =			3.85
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				0.29480	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-3.61
SId(Dolomit Doyma İndeksi)				0.1023	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-3.00
Fo (Köpürme Katsayısı)				149.81679	%e (Hata Yüzdesi) =			92.91



Örnek Adı		örnek2				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 1999						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	6396	278.21	45.07	0.27821	0.27821	0.1391	0.69	0.1928
K+	1473	37.76	6.12	0.03776	0.03776	0.0189	0.69	0.0262
Ca++	3255	162.43	26.31	0.08121	0.32485	0.1624	0.23	0.0187
Mg++	1689	138.92	22.50	0.06946	0.27785	0.1389	0.23	0.0160
Cl-	33	0.93	67.68	0.00093	0.00093	0.0005	0.69	0.0006
HCO3-	27	0.44	32.21	0.00044	0.00044	0.0002	0.69	0.0003
SO4=	0	0.00	0.11	0.00000	0.00000	0.0000	0.23	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				617.320	PH (-log H)		=	6.95
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				1.374	EC (µmho/cm)		=	1900.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				618.694	Si (mg / l)		=	2.76
İyonlaşma Gücü				0.460	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				22.665	Sertlik (Fr)		=	1506.74
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				2.094	rCa/rMg Oranı		=	1.17
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0.19029	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-3.87
SI _d (Dolomit Doyma İndeksi)				-0.1242	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-2.60
Fo (Köpürme Katsayısı)				20194.491	%e (Hata Yüzdesi)		=	99.56

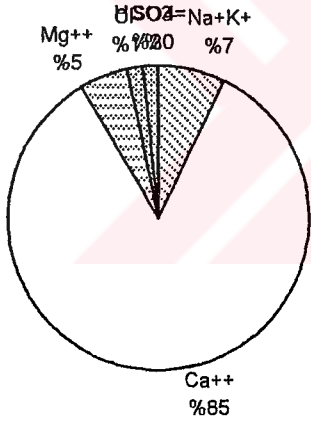


Konsantrasyonlar meq/l

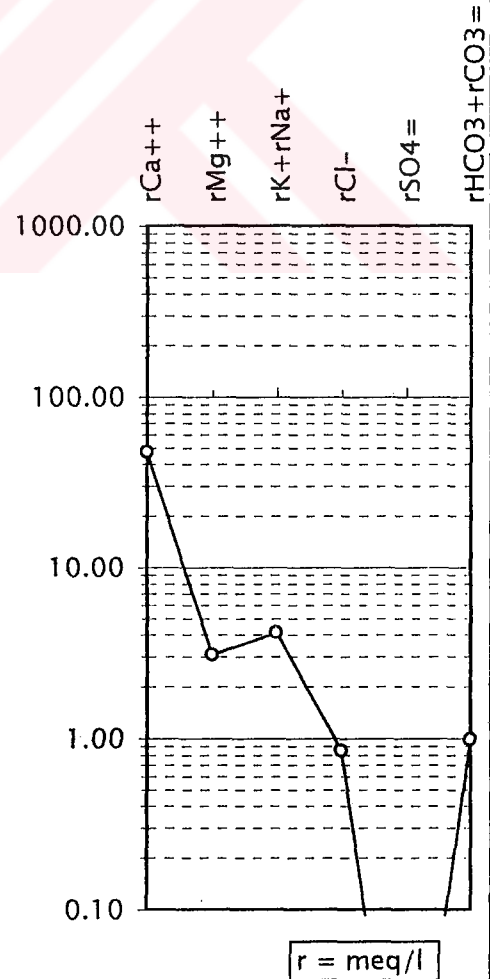
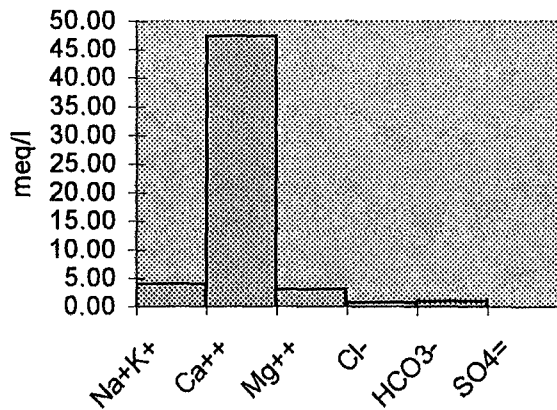


r = meq/l

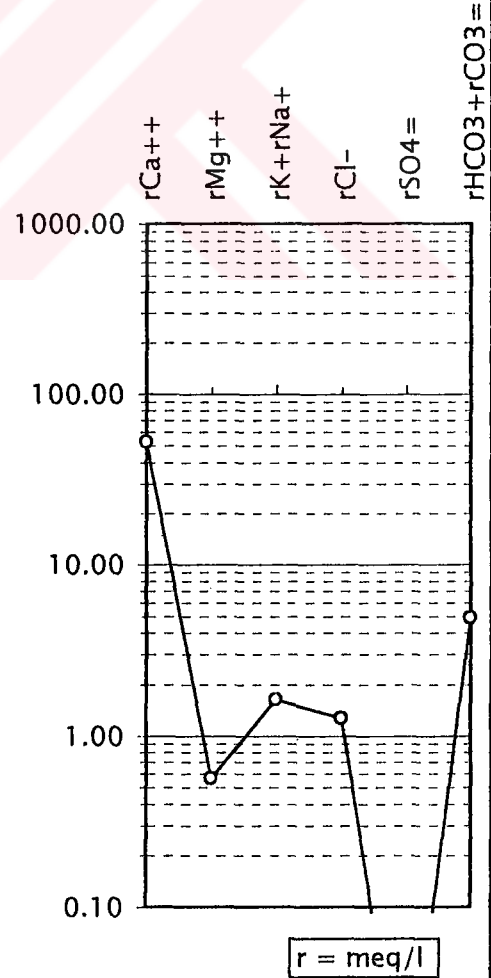
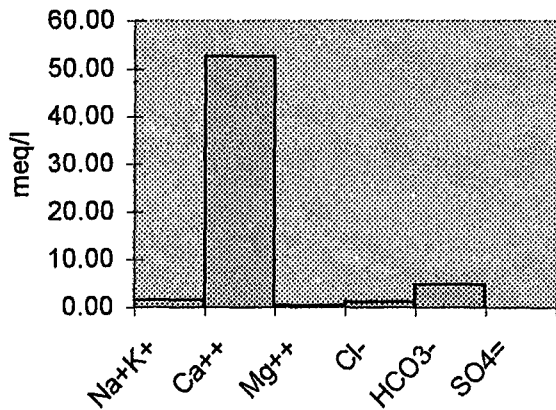
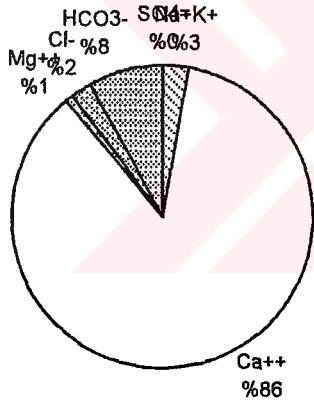
Örnek Adı		örnek3				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 1999						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	92	4.01	7.34	0.00401	0.00401	0.0020	0.81	0.0033
K+	4	0.11	0.21	0.00011	0.00011	0.0001	0.81	0.0001
Ca++	950	47.42	86.84	0.02371	0.09483	0.0474	0.44	0.0103
Mg++	37	3.06	5.61	0.00153	0.00613	0.0031	0.44	0.0007
Cl-	30	0.85	46.17	0.00085	0.00085	0.0004	0.81	0.0007
HCO3-	60	0.98	53.71	0.00098	0.00098	0.0005	0.81	0.0008
SO4=	0	0.00	0.12	0.00000	0.00000	0.0000	0.44	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				54.601	PH (-log H) =			7.20
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				1.831	EC (µmho/cm) =			2800.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				56.432	Si (mg / l) =			17.07
İyonlaşma Gücü				0.053	B+++ (mg / l) =			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.798	Sertlik (Fr) =			252.39
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.858	rCa/rMg Oranı =			15.48
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				0.21611	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-3.70
SIId(Dolomit Doyma İndeksi)				-0.2788	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-2.44
Fo (Köpürme Katsayısı)				257.40633	%e (Hata Yüzdesi) =			93.51



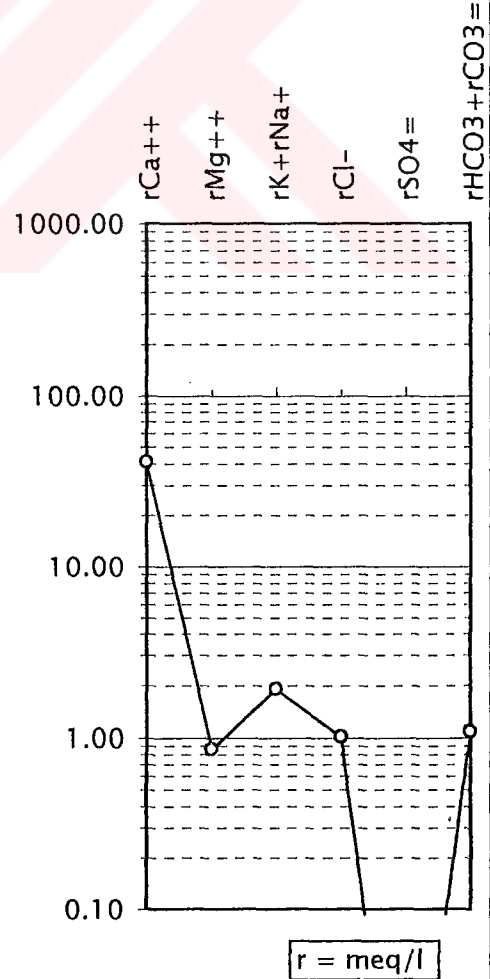
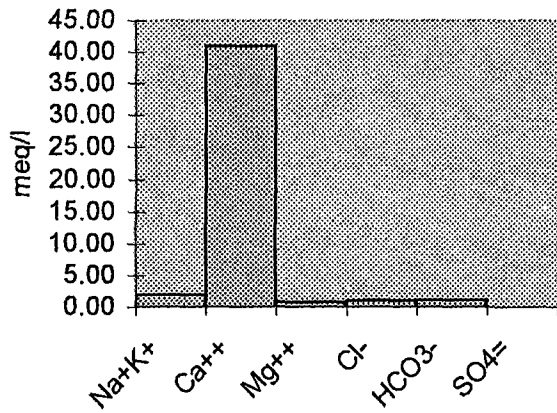
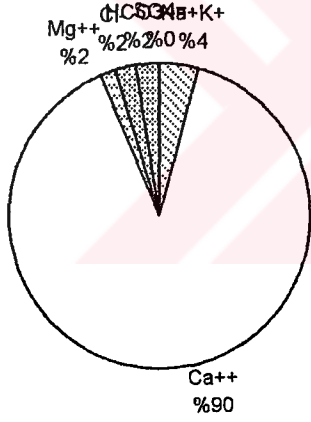
Konsantrasyonlar meq/l



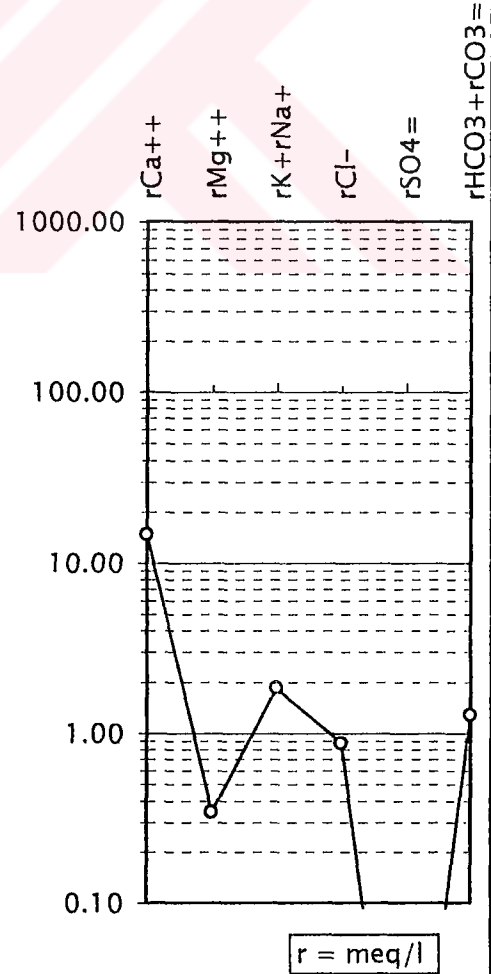
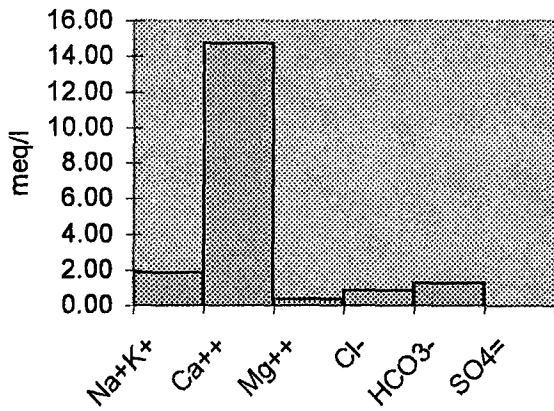
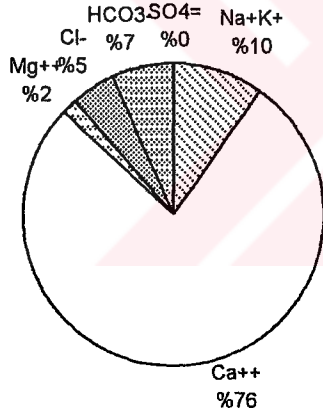
Örnek Adı		örnek4				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 1999						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	35	1.53	2.78	0.00153	0.00153	0.0008	0.81	0.0012
K+	4	0.11	0.20	0.00011	0.00011	0.0001	0.81	0.0001
Ca++	1055	52.64	95.99	0.02632	0.10529	0.0526	0.43	0.0112
Mg++	7	0.57	1.03	0.00028	0.00113	0.0006	0.43	0.0001
Cl-	45	1.27	20.48	0.00127	0.00127	0.0006	0.81	0.0010
HCO3-	300	4.92	79.43	0.00492	0.00492	0.0025	0.81	0.0040
SO4=	0	0.01	0.08	0.00000	0.00001	0.0000	0.43	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				54.843	PH (-log H)		=	6.50
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				6.192	EC (µmho/cm)		=	7800.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				61.034	Si (mg / l)		=	8.65
İyonlaşma Gücü				0.057	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.296	Sertlik (Fr)		=	266.05
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.258	rCa/rMg Oranı		=	93.05
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				0.24935	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-3.30
SIId(Dolomit Doyma İndeksi)				-0.6350	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-1.04
Fo (Köpürme Katsayısı)				102.91067	%e (Hata Yüzdesi)		=	79.71



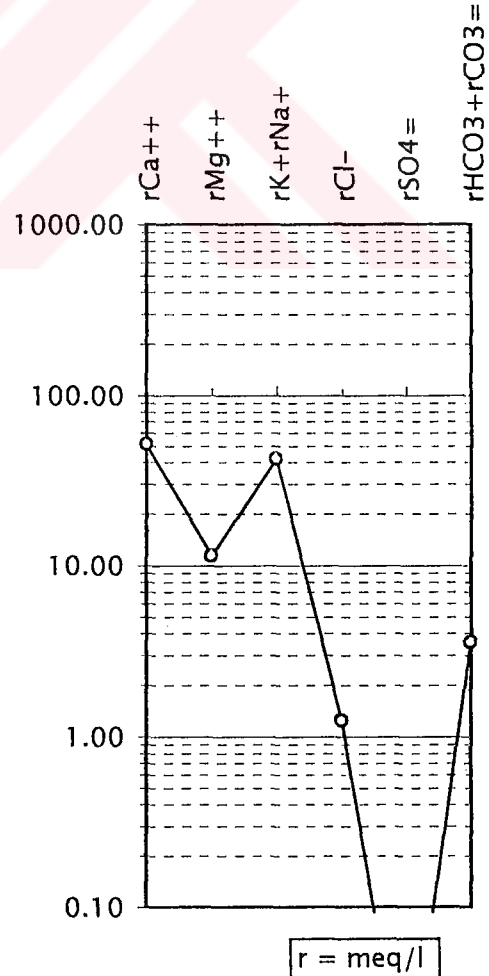
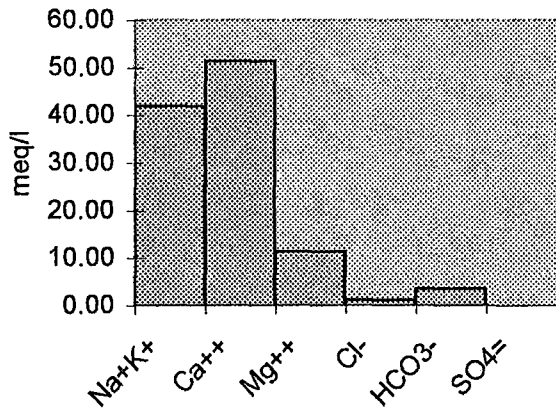
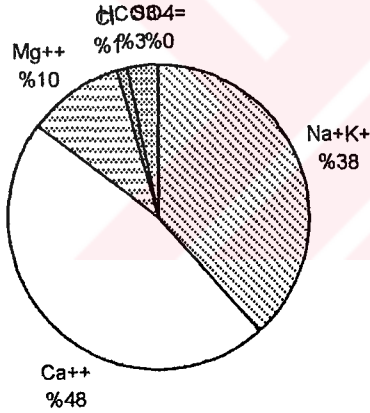
Örnek Adı		örnek5				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 1999						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	42	1.81	4.14	0.00181	0.00181	0.0009	0.82	0.0015
K+	4	0.11	0.25	0.00011	0.00011	0.0001	0.82	0.0001
Ca++	819	40.88	93.66	0.02044	0.08177	0.0409	0.46	0.0095
Mg++	10	0.86	1.96	0.00043	0.00171	0.0009	0.46	0.0002
Cl-	36	1.01	48.36	0.00101	0.00101	0.0005	0.82	0.0008
HCO3-	66	1.08	51.56	0.00108	0.00108	0.0005	0.82	0.0009
SO4=	0	0.00	0.08	0.00000	0.00000	0.0000	0.46	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				43.652	PH (-log H)		=	8.34
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				2.098	EC (µmho/cm)		=	2700.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				45.750	Si (mg / l)		=	9.49
İyonlaşma Gücü				0.044	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.395	Sertlik (Fr)		=	208.69
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.936	rCa/rMg Oranı		=	47.80
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				1.36595	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-3.84
SIId(Dolomit Doyma İndeksi)				0.6262	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-3.53
Fo (Köpürme Katsayısı)				120.32519	%e (Hata Yüzdesi)		=	90.83



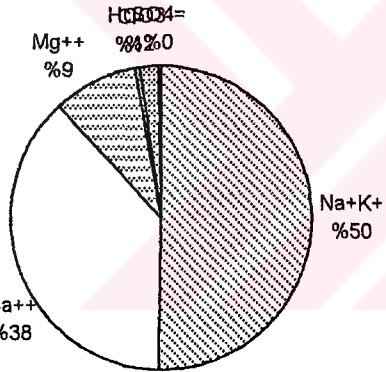
Örnek Adı	örnek6					Laboratuvar no	=	6
Örnekleme Tarihi:	1999					Sıcaklık (°C)	=	
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	38	1.65	9.73	0.00165	0.00165	0.0008	0.88	0.0014
K+	8	0.21	1.22	0.00021	0.00021	0.0001	0.88	0.0002
Ca++	295	14.74	87.02	0.00737	0.02948	0.0147	0.59	0.0044
Mg++	4	0.35	2.04	0.00017	0.00069	0.0003	0.59	0.0001
Cl-	31	0.87	40.57	0.00087	0.00087	0.0004	0.88	0.0008
HCO3-	78	1.28	59.37	0.00128	0.00128	0.0006	0.88	0.0011
SO4=	0	0.00	0.06	0.00000	0.00000	0.0000	0.59	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				16.939	PH (-log H)	=		7.33
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				2.154	EC (µmho/cm)	=		2600.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				19.093	Si (mg / l)	=		37.27
İyonlaşma Gücü				0.017	B+++ (mg / l)	=		
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.600	Sertlik (Fr)	=		75.43
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.683	rCa/rMg Oranı	=		42.68
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				0.11814	SIc(Sülfat Doyma İndeksi)=			-4.18
SId(Dolomit Doyma İndeksi)				-0.5970	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-2.42
Fo (Köpürme Katsayısı)				118.21572	%e (Hata Yüzdesi)	=		77.44



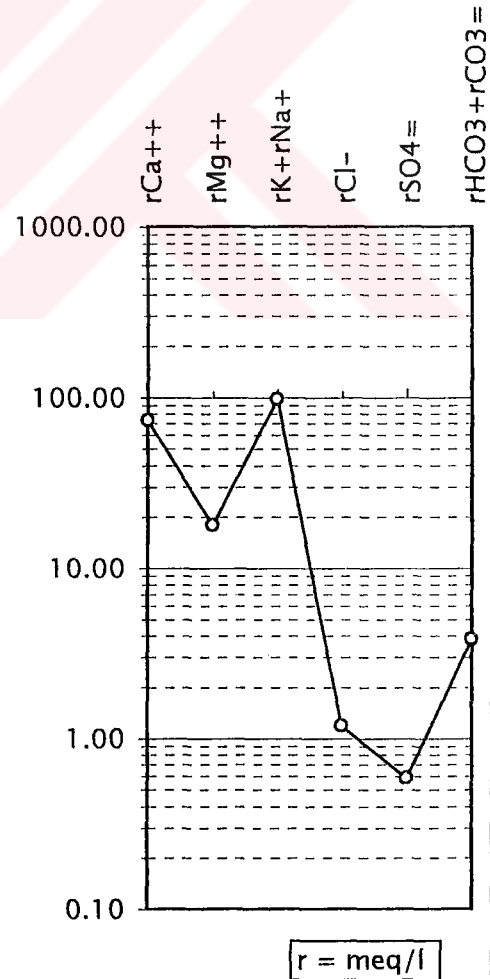
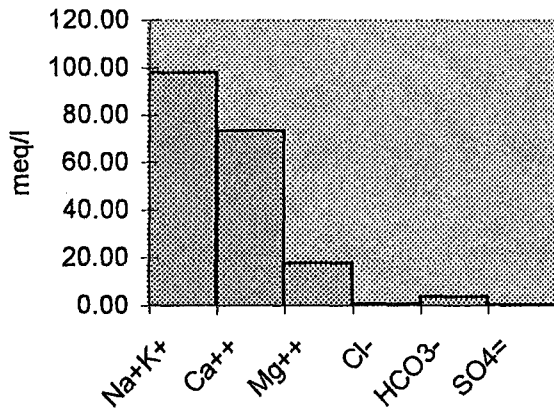
Örnek Adı		örnek7				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 1999						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	838	36.47	34.86	0.03647	0.03647	0.0182	0.78	0.0285
K+	211	5.41	5.17	0.00541	0.00541	0.0027	0.78	0.0042
Ca++	1029	51.34	49.08	0.02567	0.10267	0.0513	0.37	0.0096
Mg++	138	11.39	10.88	0.00569	0.02277	0.0114	0.37	0.0021
Cl-	44	1.24	25.90	0.00124	0.00124	0.0006	0.78	0.0010
HCO3-	216	3.54	73.95	0.00354	0.00354	0.0018	0.78	0.0028
SO4≈	0	0.01	0.15	0.00000	0.00001	0.0000	0.37	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				104.601	PH (-log H)		=	7.18
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				4.788	EC (µmho/cm)		=	6800.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				109.390	Si (mg / l)		=	12.06
İyonlaşma Gücü				0.086	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				6.512	Sertlik (Fr)		=	313.62
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.350	rCa/rMg Oranı		=	4.51
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				0.70403	SI _s (Sülfat Doyma İndeksi)=			-3.29
SI _d (Dolomit Doyma İndeksi)				0.4770	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-1.88
Fo (Köpürme Katsayısı)				2683.0178	%e (Hata Yüzdesi)		=	91.25



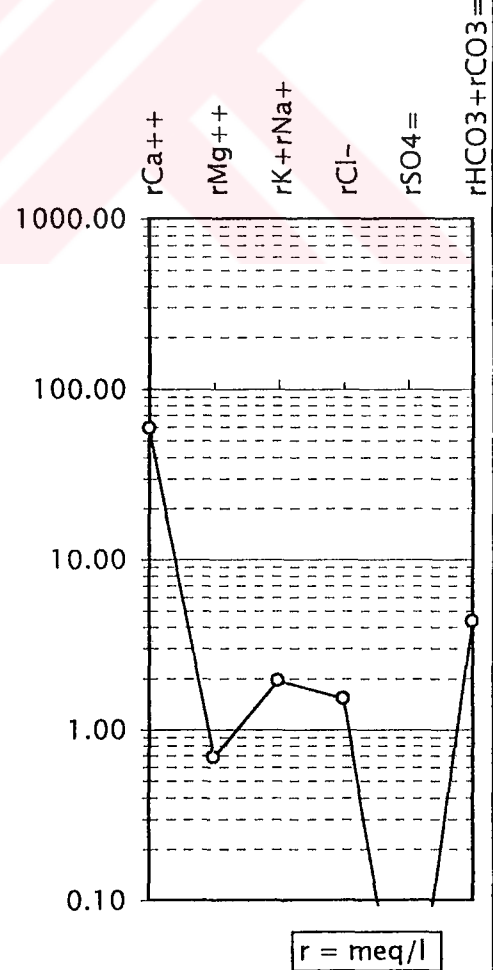
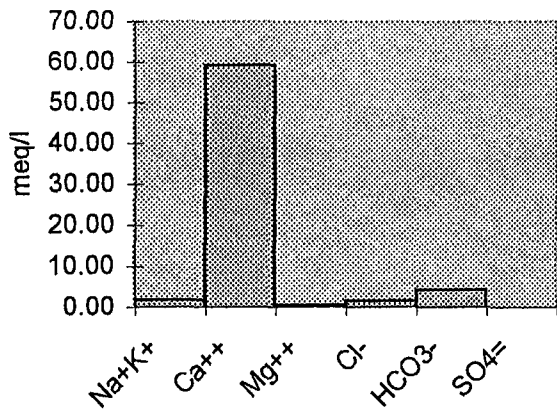
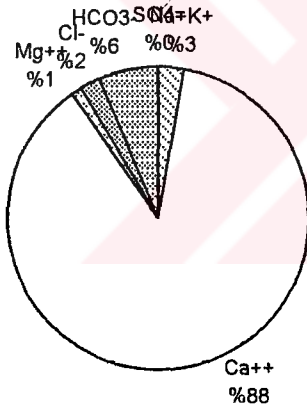
Örnek Adı		örnek8				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 1999						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	2114	91.95	48.53	0.09195	0.09195	0.0460	0.75	0.0689
K+	236	6.06	3.20	0.00606	0.00606	0.0030	0.75	0.0045
Ca++	1474	73.55	38.82	0.03678	0.14711	0.0736	0.31	0.0116
Mg++	218	17.92	9.46	0.00896	0.03583	0.0179	0.31	0.0028
Cl-	42	1.18	21.13	0.00118	0.00118	0.0006	0.75	0.0009
HCO3-	234	3.84	68.46	0.00384	0.00384	0.0019	0.75	0.0029
SO4=	28	0.58	10.41	0.00029	0.00117	0.0006	0.31	0.0001
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				189.482	PH (-log H)		=	6.92
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				5.603	EC (µmho/cm)		=	7500.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				195.085	Si (mg / l)		=	12.06
İyonlaşma Gücü				0.144	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				13.597	Sertlik (Fr)		=	457.35
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.268	rCa/rMg Oranı		=	4.11
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				0.54197	SI _s (Sülfat Doyma İndeksi)=			-1.37
SI _d (Dolomit Doyma İndeksi)				0.3353	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-1.60
Fo (Köpürme Katsayısı)				6173.6874	%e (Hata Yüzdesi)		=	94.26



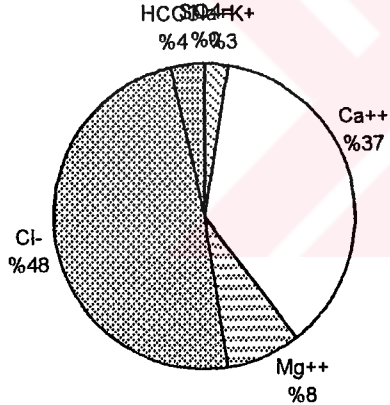
Konsantrasyonlar meq/l



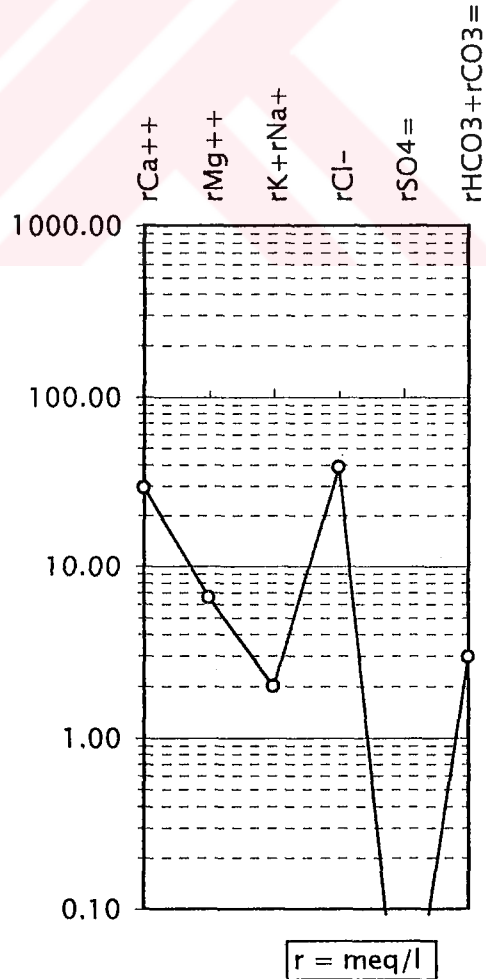
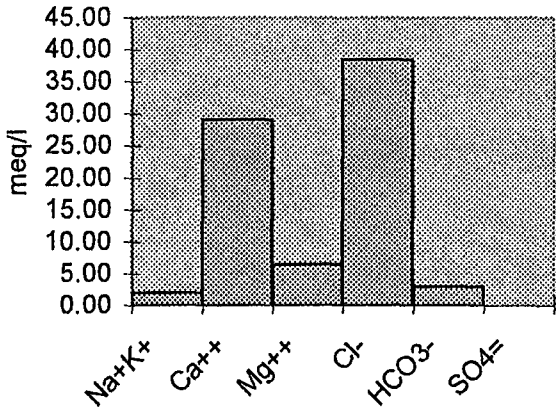
Örnek Adı		örnek9				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 1999						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	40	1.74	2.82	0.00174	0.00174	0.0009	0.80	0.0014
K+	8	0.20	0.33	0.00020	0.00020	0.0001	0.80	0.0002
Ca++	1186	59.18	95.74	0.02959	0.11836	0.0592	0.41	0.0122
Mg++	8	0.69	1.11	0.00034	0.00137	0.0007	0.41	0.0001
Cl-	54	1.52	25.98	0.00152	0.00152	0.0008	0.80	0.0012
HCO3-	264	4.33	73.87	0.00433	0.00433	0.0022	0.80	0.0035
SO4=	0	0.01	0.15	0.00000	0.00002	0.0000	0.41	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				61.813	PH (-log H) =			7.15
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				5.858	EC (µmho/cm) =			8200.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				67.672	Si (mg / l) =			16.23
İyonlaşma Gücü				0.064	B+++ (mg / l) =			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.319	Sertlik (Fr) =			299.33
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.351	rCa/rMg Oranı =			86.39
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				0.87583	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-3.07
SIId(Dolomit Doyma İndeksi)				0.0076	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-1.75
Fo (Köpürme Katsayısı)				123.92267	%e (Hata Yüzdesi) =			82.69



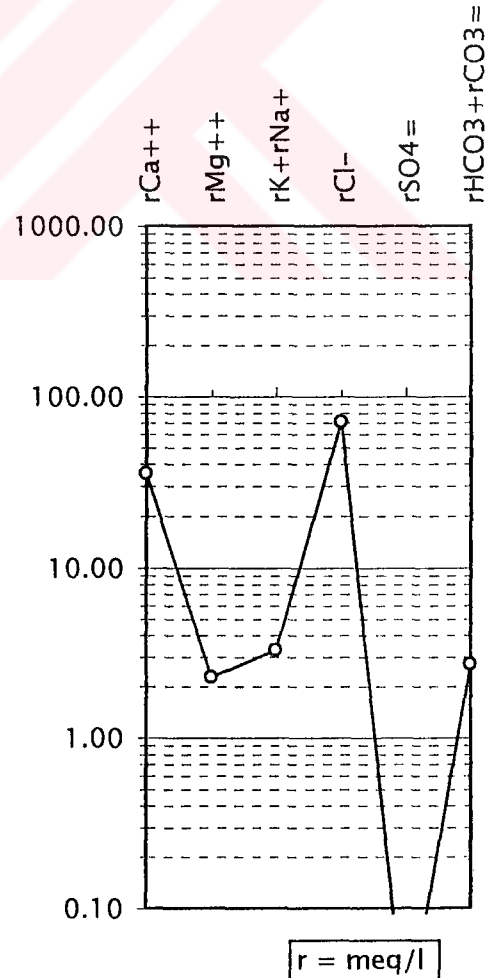
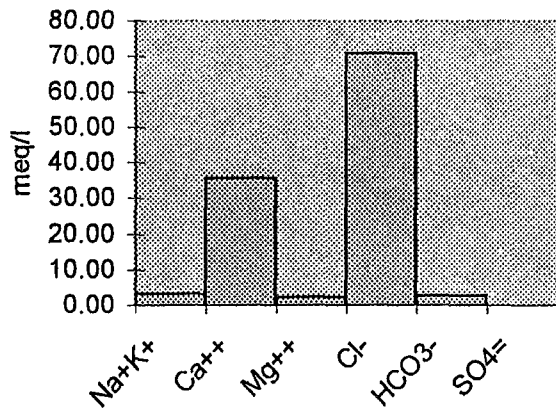
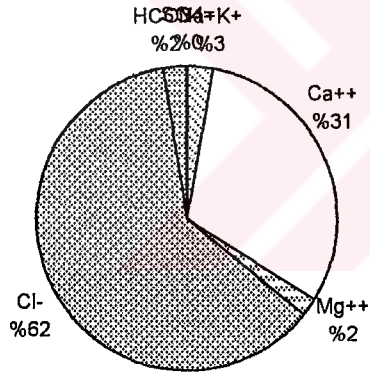
Örnek Adı		örnek10				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 1999						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	43	1.87	4.96	0.00187	0.00187	0.0009	0.81	0.0015
K+	5	0.13	0.34	0.00013	0.00013	0.0001	0.81	0.0001
Ca++	584	29.12	77.37	0.01456	0.05823	0.0291	0.43	0.0062
Mg++	79	6.52	17.33	0.00326	0.01304	0.0065	0.43	0.0014
Cl-	1366	38.50	92.86	0.03850	0.03850	0.0193	0.81	0.0311
HCO3-	180	2.95	7.12	0.00295	0.00295	0.0015	0.81	0.0024
SO4=	0	0.01	0.02	0.00001	0.00002	0.0000	0.43	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				37.633	PH (-log H)		=	6.91
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				41.462	EC (µmho/cm)		=	45800.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				79.096	Si (mg / l)		=	7.81
İyonlaşma Gücü				0.057	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.442	Sertlik (Fr)		=	178.19
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				13.004	rCa/rMg Oranı		=	4.46
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				0.17956	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-3.28
SI _d (Dolomit Doyma İndeksi)				-0.0453	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-1.67
Fo (Köpürme Katsayısı)				125.73468	%e (Hata Yüzdesi)		=	-4.84



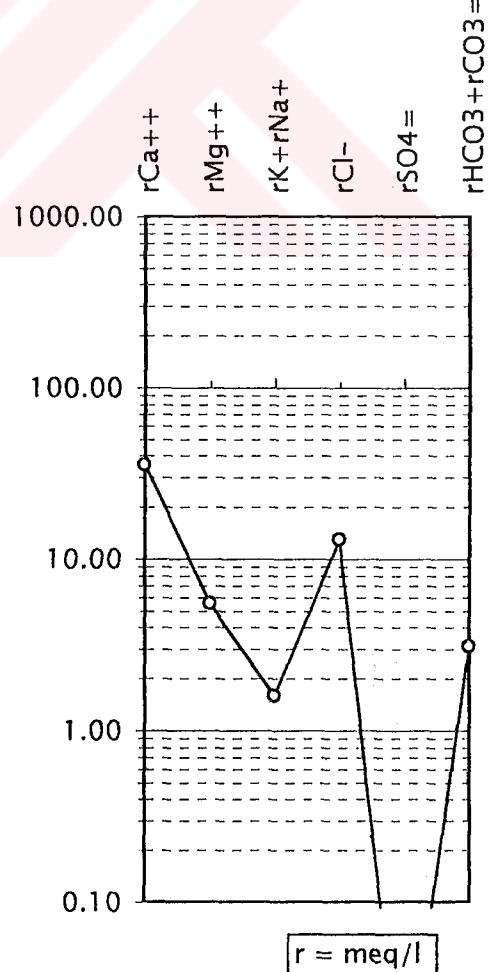
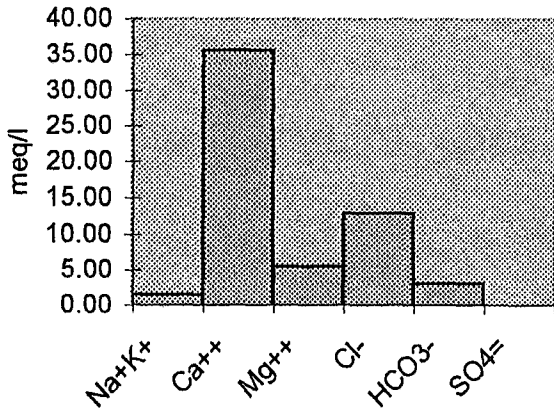
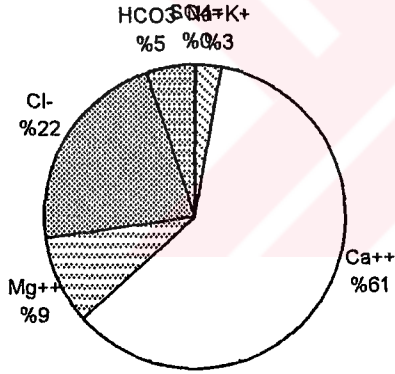
Konsantrasyonlar meq/l



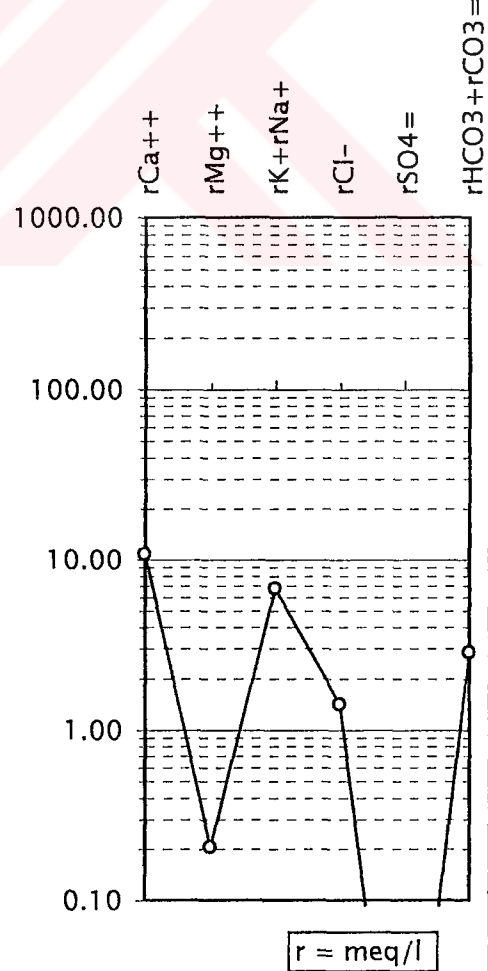
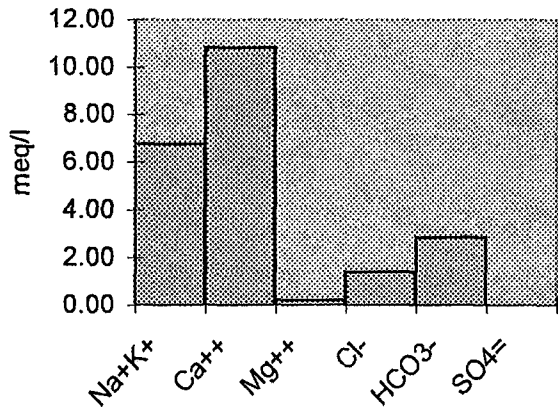
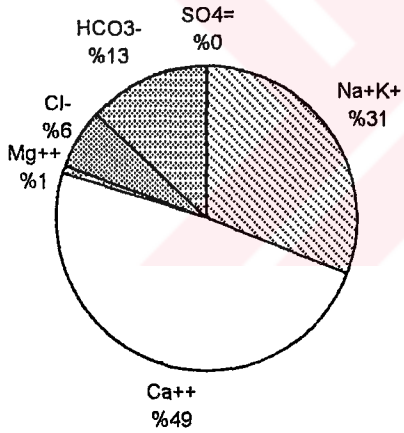
Örnek Adı		örnek11				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 1999						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	73	3.17	7.68	0.00317	0.00317	0.0016	0.79	0.0025
K+	5	0.13	0.32	0.00013	0.00013	0.0001	0.79	0.0001
Ca++	715	35.65	86.45	0.01783	0.07131	0.0357	0.39	0.0069
Mg++	28	2.29	5.56	0.00115	0.00458	0.0023	0.39	0.0004
Cl-	2520	71.03	96.31	0.07103	0.07103	0.0355	0.79	0.0561
HCO3-	165	2.70	3.67	0.00270	0.00270	0.0014	0.79	0.0021
SO4=	1	0.02	0.03	0.00001	0.00004	0.0000	0.39	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				41.241	PH (-log H)		=	7.31
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				73.752	EC (µmho/cm)		=	87600.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				114.993	Si (mg / l)		=	7.81
İyonlaşma Gücü				0.076	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.727	Sertlik (Fr)		=	189.72
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				26.071	rCa/rMg Oranı		=	15.56
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				0.57981	SI _s (Sülfat Doyma İndeksi)=			-2.98
SId(Dolomit Doyma İndeksi)				0.0838	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-2.12
Fo (Köpürme Katsayısı)				206.44187	%e (Hata Yüzdesi)		=	-28.27



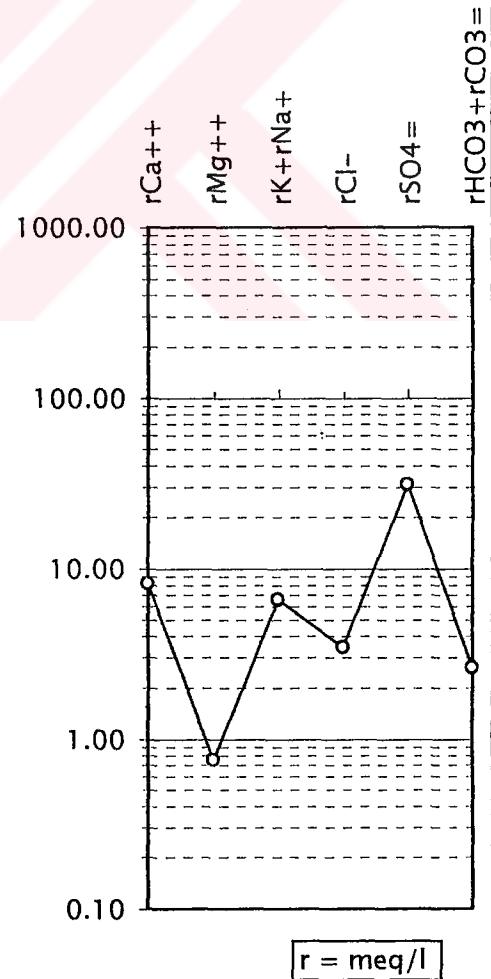
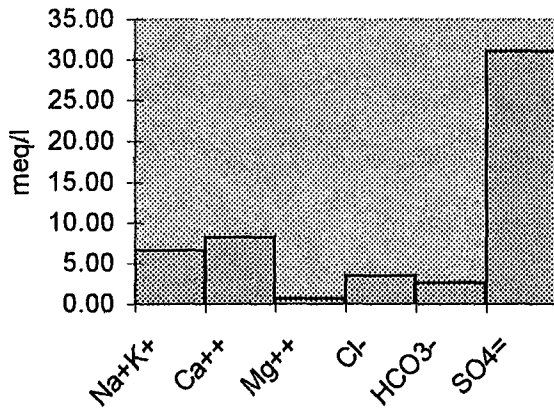
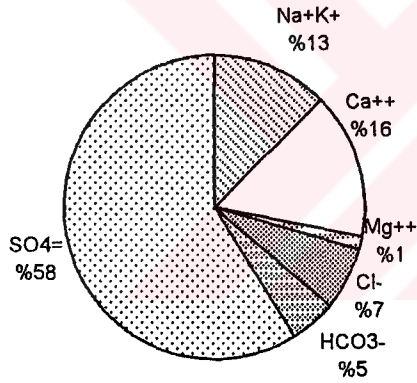
Örnek Adı		örnek12				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 1999						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	34	1.46	3.42	0.00146	0.00146	0.0007	0.82	0.0012
K+	5	0.12	0.28	0.00012	0.00012	0.0001	0.82	0.0001
Ca++	715	35.65	83.36	0.01783	0.07131	0.0357	0.44	0.0079
Mg++	67	5.53	12.94	0.00277	0.01107	0.0055	0.44	0.0012
Cl-	460	12.97	80.68	0.01297	0.01297	0.0065	0.82	0.0106
HCO3-	189	3.10	19.28	0.00310	0.00310	0.0015	0.82	0.0025
SO4=	0	0.01	0.04	0.00000	0.00001	0.0000	0.44	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				42.769	PH (-log H)		=	6.91
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				16.070	EC (µmho/cm)		=	20000.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				58.839	Si (mg / l)		=	6.73
İyonlaşma Gücü				0.050	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.322	Sertlik (Fr)		=	205.94
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				4.176	rCa/rMg Oranı		=	6.44
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				0.31166	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-3.35
SId(Dolomit Doyma İndeksi)				0.0071	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-1.65
Fo (Köpürme Katsayısı)				99.941183	%e (Hata Yüzdesi)		=	45.38



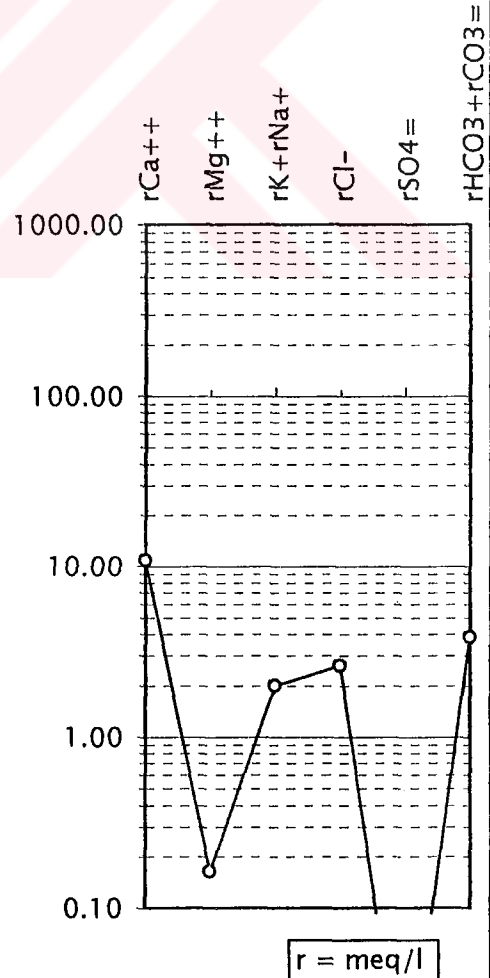
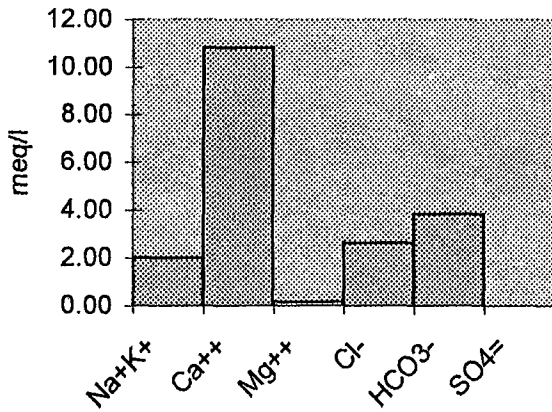
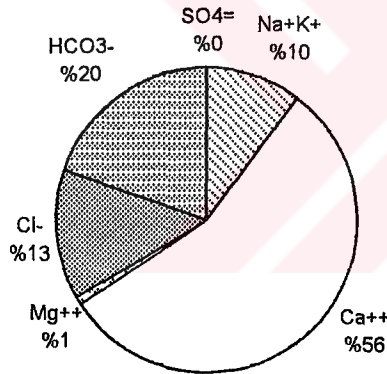
Örnek Adı		örnek13				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 1999						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	35	1.53	8.57	0.00153	0.00153	0.0008	0.88	0.0013
K+	205	5.25	29.48	0.00525	0.00525	0.0026	0.88	0.0046
Ca++	217	10.82	60.79	0.00541	0.02164	0.0108	0.59	0.0032
Mg++	3	0.21	1.16	0.00010	0.00041	0.0002	0.59	0.0001
Cl-	50	1.41	33.05	0.00141	0.00141	0.0007	0.88	0.0012
HCO3-	174	2.85	66.90	0.00285	0.00285	0.0014	0.88	0.0025
SO4=	0	0.00	0.04	0.00000	0.00000	0.0000	0.59	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				17.796	PH (-log H) =		7.30	
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				4.264	EC (µmho/cm) =		6300.00	
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				22.059	Si (mg / l) =		36.19	
İyonlaşma Gücü				0.017	B+++ (mg / l) =			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.650	Sertlik (Fr) =		55.12	
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.494	rCa/rMg Oranı =		52.41	
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				0.30618	SI _s (Sülfat Doyma İndeksi)=		-4.17	
SI _d (Dolomit Doyma İndeksi)				-0.4535	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı)=		-2.04	
Fo (Köpürme Katsayısı)				503.75067	%e (Hata Yüzdesi) =		61.35	



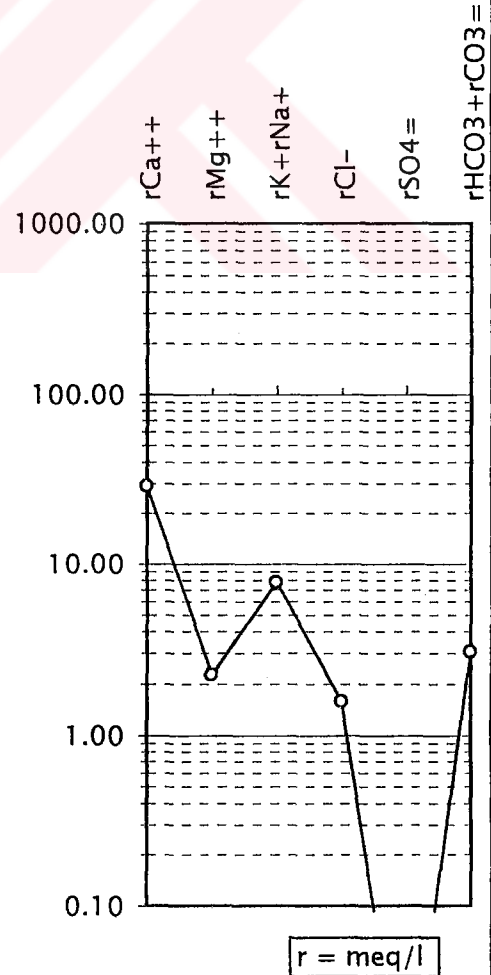
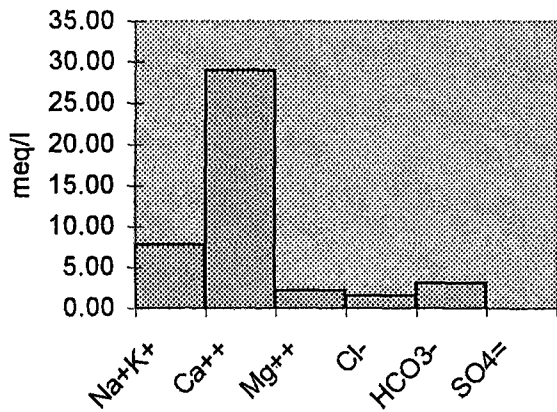
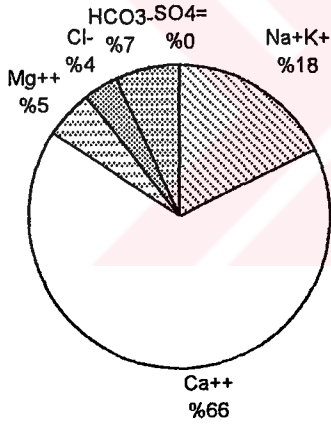
Örnek Adı		örnek14				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 1999						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	33	1.45	9.29	0.00145	0.00145	0.0007	0.82	0.0012
K+	201	5.16	33.14	0.00516	0.00516	0.0026	0.82	0.0042
Ca++	165	8.21	52.75	0.00410	0.01642	0.0082	0.45	0.0019
Mg++	9	0.75	4.82	0.00038	0.00150	0.0008	0.45	0.0002
Cl-	123	3.47	9.31	0.00347	0.00347	0.0017	0.82	0.0028
HCO3-	159	2.61	7.00	0.00261	0.00261	0.0013	0.82	0.0021
SO4=	1495	31.15	83.68	0.01557	0.06229	0.0311	0.45	0.0071
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				15.562	PH (-log H) =			7.11
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				37.219	EC (µmho/cm) =			8800.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				52.781	Si (mg / l) =			32.22
İyonlaşma Gücü				0.046	B+++ (mg / l) =			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.683	Sertlik (Fr) =			44.80
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.103	rCa/rMg Oranı =			10.93
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0.18912	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-0.28
SId(Dolomit Doyma İndeksi)				-0.6085	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-1.92
Fo (Köpürme Katsayısı)				491.84245	%e (Hata Yüzdesi) =			-41.03



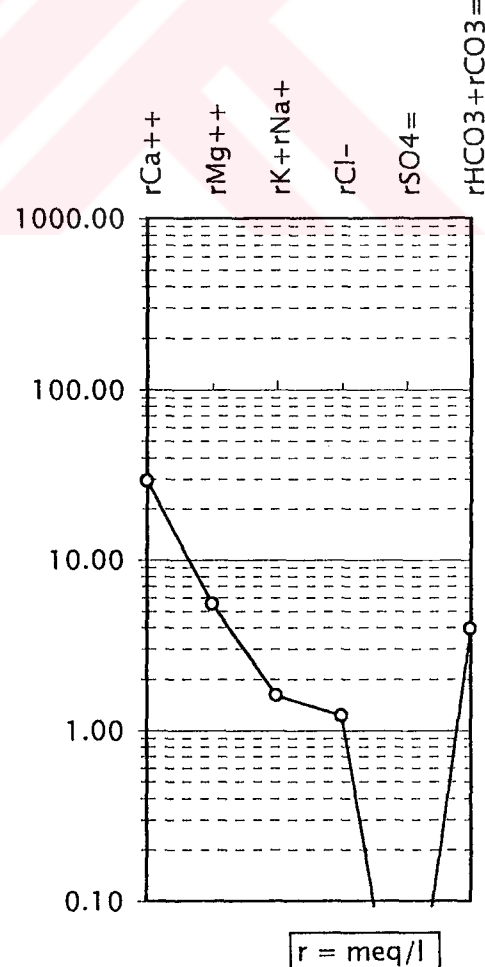
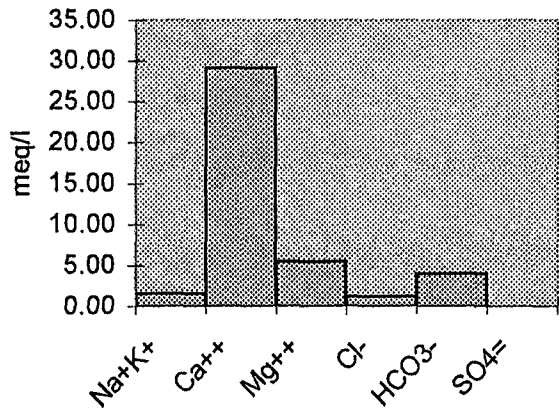
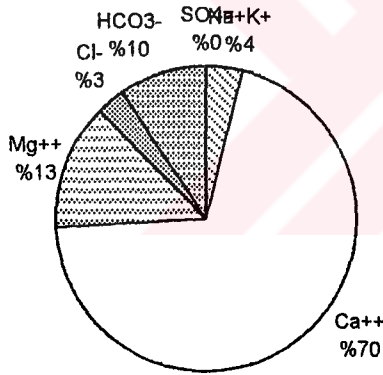
Örnek Adı		örnek15				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 1999						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	42	1.83	14.11	0.00183	0.00183	0.0009	0.88	0.0016
K+	7	0.17	1.32	0.00017	0.00017	0.0001	0.88	0.0002
Ca++	217	10.82	83.30	0.00541	0.02164	0.0108	0.61	0.0033
Mg++	2	0.16	1.27	0.00008	0.00033	0.0002	0.61	0.0000
Cl-	93	2.62	40.55	0.00262	0.00262	0.0013	0.88	0.0023
HCO3-	234	3.84	59.34	0.00384	0.00384	0.0019	0.88	0.0034
SO4=	0	0.01	0.11	0.00000	0.00001	0.0000	0.61	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				12.986	PH (-log H) =			6.84
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				6.464	EC (µmho/cm) =			9300.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				19.451	Si (mg / l) =			32.22
İyonlaşma Gücü				0.015	B+++ (mg / l) =			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.782	Sertlik (Fr) =			54.91
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.682	rCa/rMg Oranı =			65.78
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0.01526	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-3.57
SI _d (Dolomit Doyma İndeksi)				-0.8243	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-1.45
Fo (Köpürme Katsayısı)				126.97026	%e (Hata Yüzdesi) =			33.53



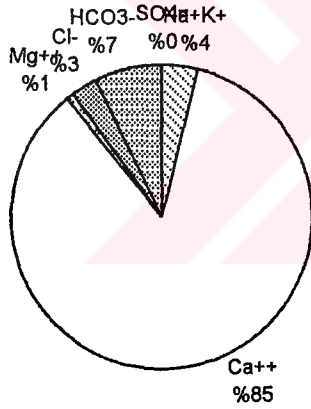
Örnek Adı		örnek16				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 1999						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	60	2.62	6.72	0.00262	0.00262	0.0013	0.83	0.0022
K+	201	5.16	13.21	0.00516	0.00516	0.0026	0.83	0.0043
Ca++	581	29.00	74.31	0.01450	0.05799	0.0290	0.48	0.0070
Mg++	27	2.25	5.76	0.00112	0.00450	0.0022	0.48	0.0005
Cl-	56	1.58	34.07	0.00158	0.00158	0.0008	0.83	0.0013
HCO3-	186	3.05	65.81	0.00305	0.00305	0.0015	0.83	0.0025
SO4=	0	0.01	0.13	0.00000	0.00001	0.0000	0.48	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				39.023	PH (-log H)		=	7.62
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				4.633	EC (µmho/cm)		=	6800.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				43.656	Si (mg / l)		=	26.33
İyonlaşma Gücü				0.037	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.663	Sertlik (Fr)		=	156.22
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.517	rCa/rMg Oranı		=	12.90
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				0.97113	SIIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-3.40
SId(Dolomit Doyma İndeksi)				0.5158	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-2.35
Fo (Köpürme Katsayısı)				564.76459	%e (Hata Yüzdesi)		=	78.77



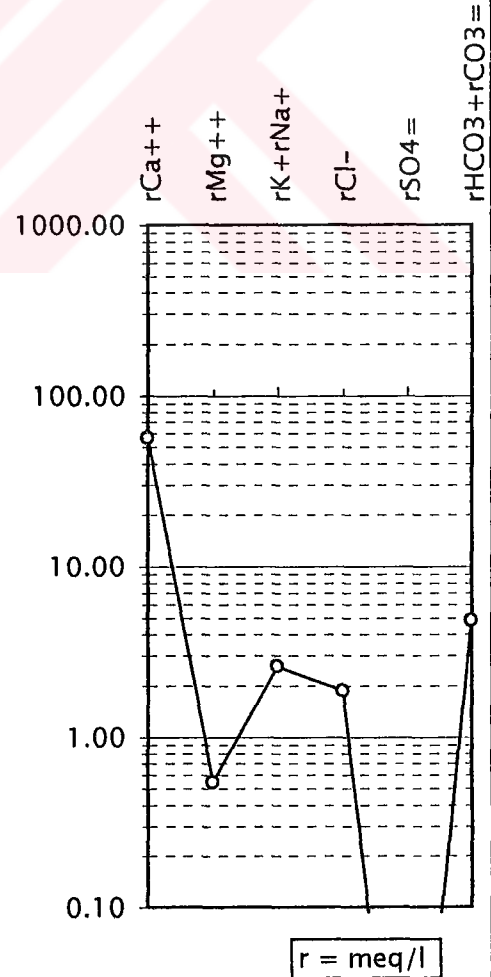
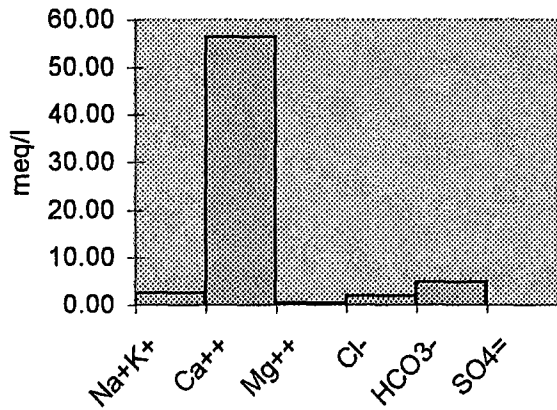
Örnek Adı		örnek17				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 1999						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	33	1.45	3.99	0.00145	0.00145	0.0007	0.83	0.0012
K+	6	0.16	0.43	0.00016	0.00016	0.0001	0.83	0.0001
Ca++	584	29.12	80.42	0.01456	0.05823	0.0291	0.48	0.0070
Mg++	67	5.49	15.16	0.00274	0.01098	0.0055	0.48	0.0013
Cl-	43	1.21	23.52	0.00121	0.00121	0.0006	0.83	0.0010
HCO3-	240	3.93	76.34	0.00393	0.00393	0.0020	0.83	0.0033
SO4=	0	0.01	0.15	0.00000	0.00002	0.0000	0.48	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				36.206	PH (-log H) =			6.75
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				5.154	EC (µmho/cm) =			7800.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				41.360	Si (mg / l) =			7.81
İyonlaşma Gücü				0.038	B+++ (mg / l) =			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.348	Sertlik (Fr) =			173.02
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.307	rCa/rMg Oranı =			5.31
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				0.21144	SI _s (Sülfat Doyma İndeksi)=			-3.29
SI _d (Dolomit Doyma İndeksi)				-0.0509	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-1.37
Fo (Köpürme Katsayısı)				101.80245	%e (Hata Yüzdesi) =			75.08



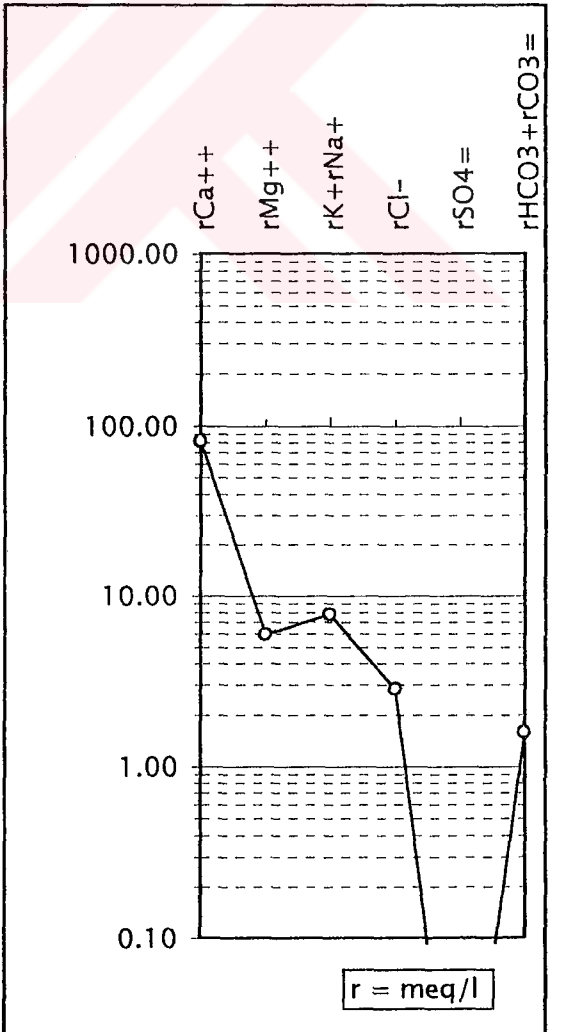
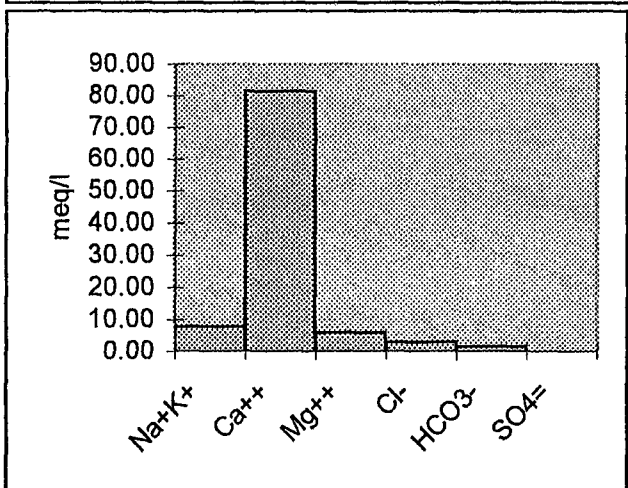
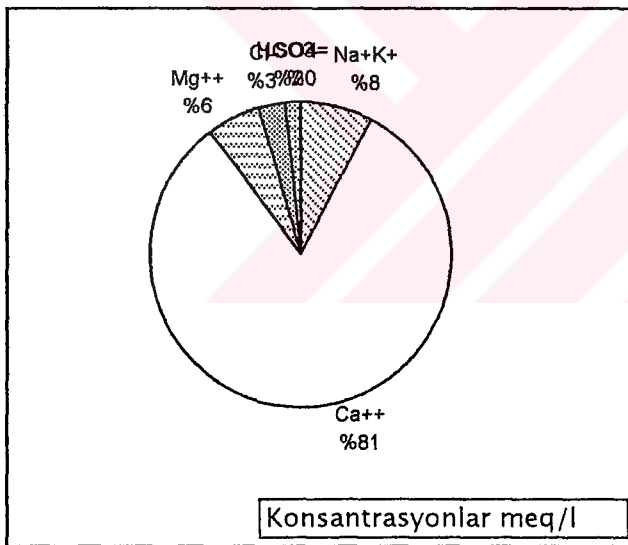
Örnek Adı		örnek18				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 1999						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	56	2.46	4.12	0.00246	0.00246	0.0012	0.80	0.0020
K+	5	0.13	0.23	0.00013	0.00013	0.0001	0.80	0.0001
Ca++	1131	56.44	94.74	0.02822	0.11288	0.0564	0.42	0.0117
Mg++	7	0.55	0.92	0.00027	0.00109	0.0005	0.42	0.0001
Cl-	66	1.86	27.84	0.00186	0.00186	0.0009	0.80	0.0015
HCO3-	294	4.82	72.14	0.00482	0.00482	0.0024	0.80	0.0039
SO4=	0	0.00	0.02	0.00000	0.00000	0.0000	0.42	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				59.578	PH (-log H)		=	6.63
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				6.681	EC (µmho/cm)		=	9100.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				66.259	Si (mg / l)		=	15.38
İyonlaşma Gücü				0.062	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.460	Sertlik (Fr)		=	284.94
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.386	rCa/rMg Oranı		=	103.36
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				0.38789	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-3.99
SId(Dolomit Doyma İndeksi)				-0.5193	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-1.18
Fo (Köpürme Katsayısı)				162.71575	%e (Hata Yüzdesi)		=	79.83



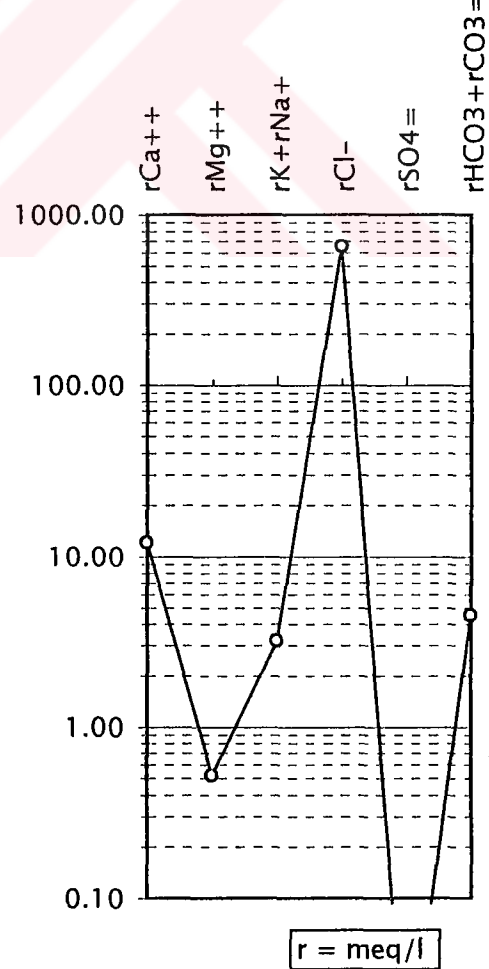
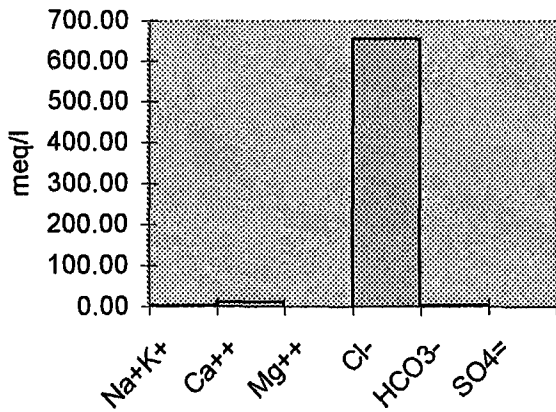
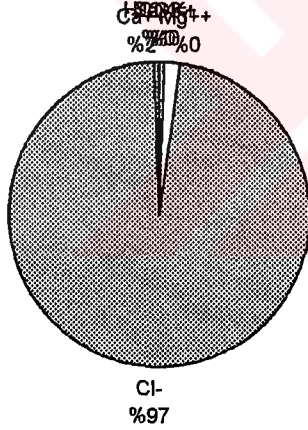
Konsantrasyonlar meq/l



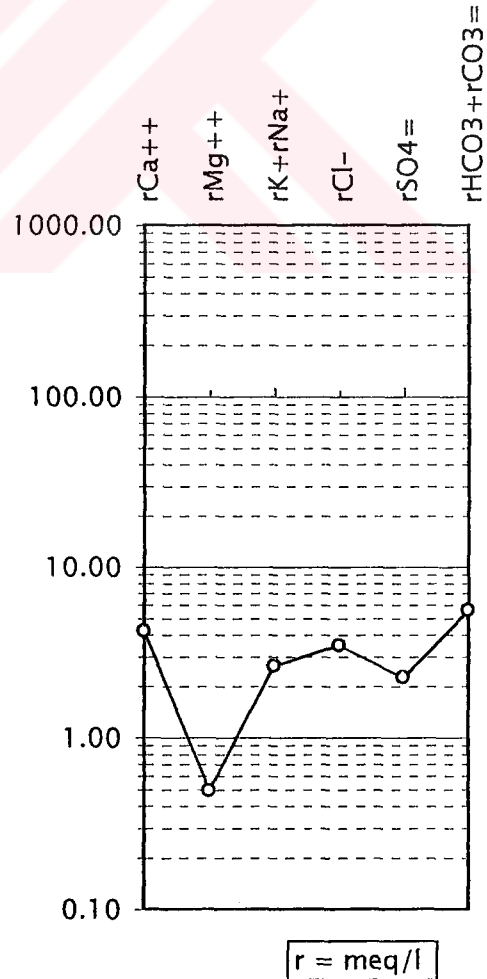
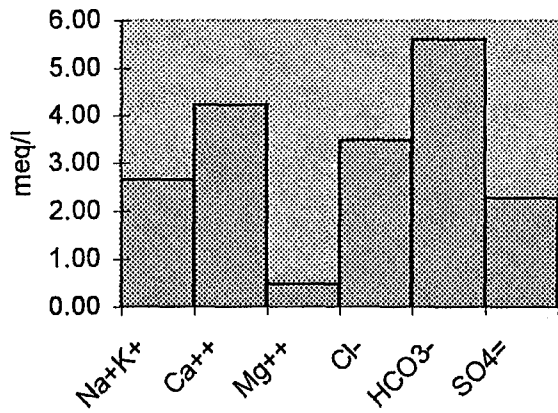
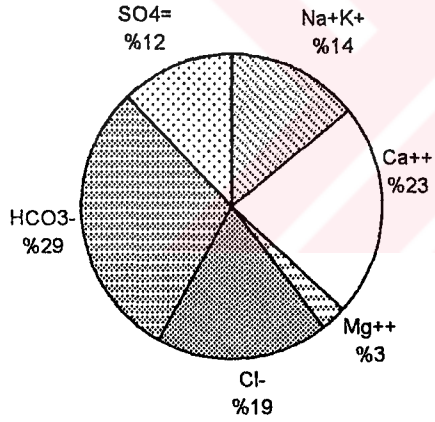
Örnek Adı		örnek19				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 1999						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	137	5.97	6.27	0.00597	0.00597	0.0030	0.78	0.0046
K+	71	1.81	1.90	0.00181	0.00181	0.0009	0.78	0.0014
Ca++	1631	81.40	85.59	0.04070	0.16279	0.0814	0.36	0.0148
Mg++	72	5.93	6.24	0.00297	0.01186	0.0059	0.36	0.0011
Cl-	100	2.82	64.13	0.00282	0.00282	0.0014	0.78	0.0022
HCO3-	96	1.57	35.81	0.00157	0.00157	0.0008	0.78	0.0012
SO4=	0	0.00	0.07	0.00000	0.00001	0.0000	0.36	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				95.105	PH (-log H)		=	6.99
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				4.395	EC (µmho/cm)		=	56200.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				99.500	Si (mg / l)		=	26.33
İyonlaşma Gücü				0.093	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.903	Sertlik (Fr)		=	436.64
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				1.788	rCa/rMg Oranı		=	13.72
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				0.34723	SI _s (Sülfat Doyma İndeksi)=			-3.49
SI _d (Dolomit Doyma İndeksi)				-0.1215	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-2.04
Fo (Köpürme Katsayısı)				511.12344	%e (Hata Yüzdesi)		=	91.17



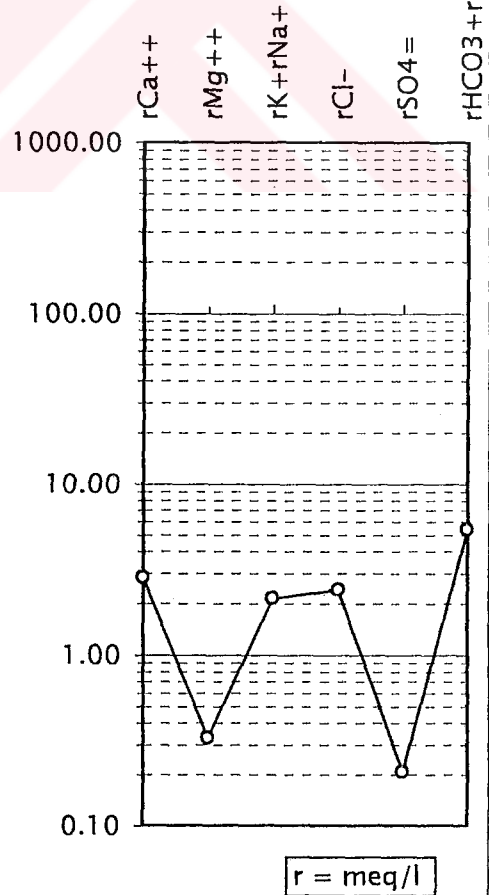
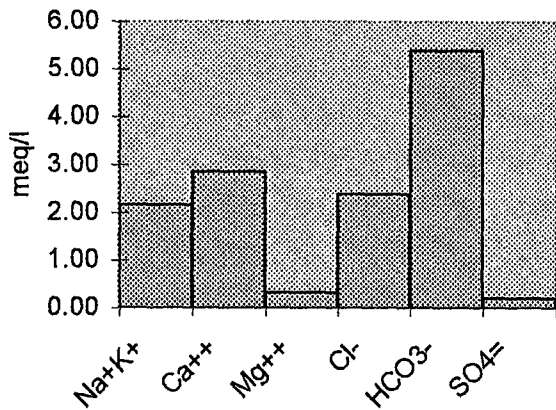
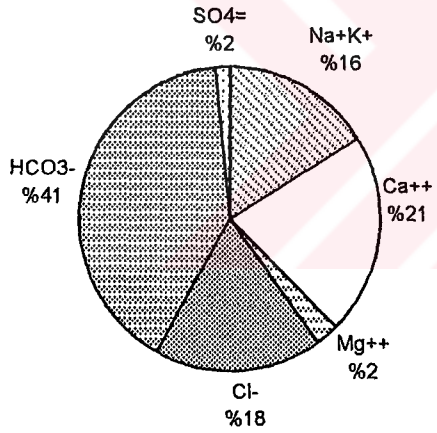
Örnek Adı		örnek20				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 1999						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	38	1.67	10.56	0.00167	0.00167	0.0008	0.70	0.0012
K+	60	1.53	9.66	0.00153	0.00153	0.0008	0.70	0.0011
Ca++	243	12.13	76.50	0.00606	0.02425	0.0121	0.24	0.0015
Mg++	6	0.52	3.27	0.00026	0.00104	0.0005	0.24	0.0001
Cl-	23250	655.32	99.31	0.65532	0.65532	0.3277	0.70	0.4602
HCO3-	276	4.52	0.69	0.00452	0.00452	0.0023	0.70	0.0032
SO4=	0	0.01	0.00	0.00000	0.00002	0.0000	0.24	0.0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				15.850	PH (-log H) =			6.95
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				659.850	EC (µmho/cm) =			9500.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				675.700	Si (mg / l) =			54.95
İyonlaşma Gücü				0.344	B+++ (mg / l) =			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.666	Sertlik (Fr) =			63.22
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				144.569	rCa/rMg Oranı =			23.37
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0.27907	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-4.23
SIğ(Dolomit Doyma İndeksi)				-0.8634	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-1.59
Fo (Köpürme Katsayısı)				223.20078	%e (Hata Yüzdesi) =			-95.31



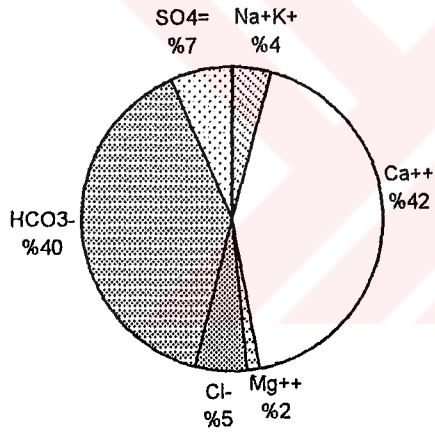
Örnek Adı		örnek21				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 8/12/199						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	61	2.65	35.91	0.00265	0.00265	0.0013	0.89	0.0024
K+	0	0.00	0.00	0.00000	0.00000	0.0000	0.89	0.0000
Ca++	85	4.24	57.41	0.00212	0.00848	0.0042	0.63	0.0013
Mg++	6	0.49	6.68	0.00025	0.00099	0.0005	0.63	0.0002
Cl-	124	3.50	30.73	0.00350	0.00350	0.0017	0.89	0.0031
HCO3-	342	5.61	49.30	0.00561	0.00561	0.0028	0.89	0.0050
SO4=	109	2.27	19.97	0.00114	0.00454	0.0023	0.63	0.0007
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				7.388	PH (-log H)		=	6.80
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				11.372	EC (µmho/cm)		=	1192.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				18.761	Si (mg / l)		=	19.48
İyonlaşma Gücü				0.013	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				1.724	Sertlik (Fr)		=	23.67
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.444	rCa/rMg Oranı		=	8.60
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0.27817	SIc(Sülfat Doyma İndeksi)=			-1.42
SId(Dolomit Doyma İndeksi)				-0.6453	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-1.24
Fo (Köpürme Katsayısı)				164.50631	%c (Hata Yüzdesi)		=	-21.24



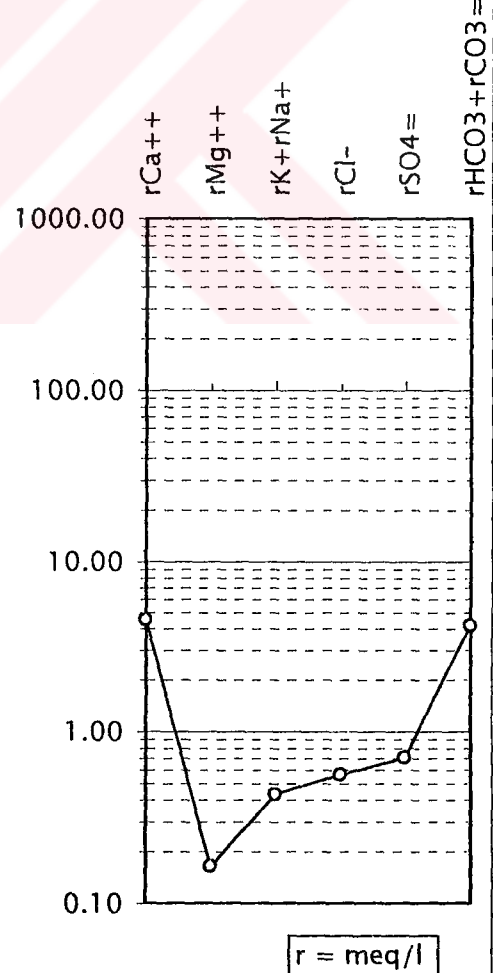
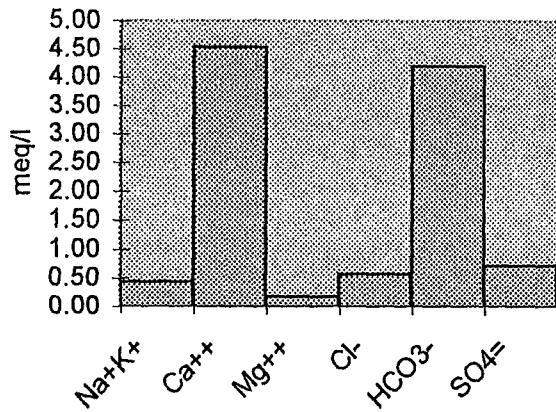
Örnek Adı		örnek22				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 8/12/199						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	49	2.13	39.99	0.00213	0.00213	0.0011	0.91	0.0019
K+	1	0.03	0.48	0.00003	0.00003	0.0000	0.91	0.0000
Ca++	57	2.84	53.36	0.00142	0.00569	0.0028	0.68	0.0010
Mg++	4	0.33	6.17	0.00016	0.00066	0.0003	0.68	0.0001
Cl-	85	2.40	29.96	0.00240	0.00240	0.0012	0.91	0.0022
HCO3-	329	5.39	67.44	0.00539	0.00539	0.0027	0.91	0.0049
SO4=	10	0.21	2.60	0.00010	0.00042	0.0002	0.68	0.0001
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				5.330	PH (-log H)		=	6.83
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				7.998	EC (µmho/cm)		=	752.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				13.328	Si (mg / l)		=	28.31
İyonlaşma Gücü				0.008	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				1.692	Sertlik (Fr)		=	15.87
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.428	rCa/rMg Oranı		=	8.65
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0.39449	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-2.56
SId(Dolomit Doyma İndeksi)				-0.7629	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-1.28
Fo (Köpürme Katsayısı)				134.14441	%e (Hata Yüzdesi)		=	-20.01



Örnek Adı	örnek23					Laboratuvar no	=	6
Örnekleme Tarihi:	20/12/1998					Sıcaklık (°C)	=	
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	10	0.43	8.46	0.00043	0.00043	0.0002	0.91	0.0004
K+	0	0.00	0.00	0.00000	0.00000	0.0000	0.91	0.0000
Ca++	91	4.54	88.34	0.00227	0.00908	0.0045	0.68	0.0016
Mg++	2	0.16	3.20	0.00008	0.00033	0.0002	0.68	0.0001
Cl-	20	0.56	10.31	0.00056	0.00056	0.0003	0.91	0.0005
HCO3-	256	4.20	76.74	0.00420	0.00420	0.0021	0.91	0.0038
SO4=	34	0.71	12.95	0.00035	0.00142	0.0007	0.68	0.0002
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				5.140	PH (-log H)		=	6.52
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				5.469	EC (µmho/cm)		=	430.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				10.609	Si (mg / l)		=	17.46
İyonlaşma Gücü				0.008	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.284	Sertlik (Fr)		=	23.53
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.115	rCa/rMg Oranı		=	27.61
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0.60638	SI _s (Sülfat Doyma İndeksi)=			-1.82
SId (Dolomit Doyma İndeksi)				-1.2269	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-1.08
Fe (Köpürme Katsayısı)				26.968247	%e (Hata Yüzdesi)		=	-3.10

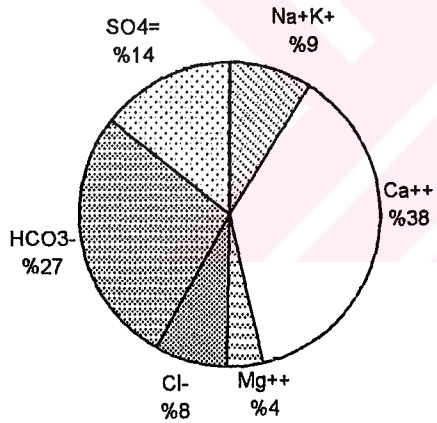


Konsantrasyonlar meq/l

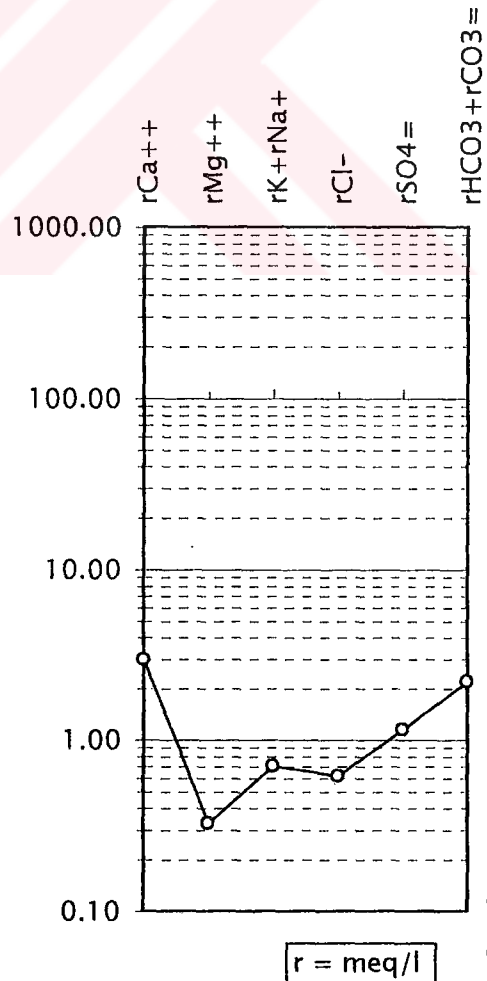
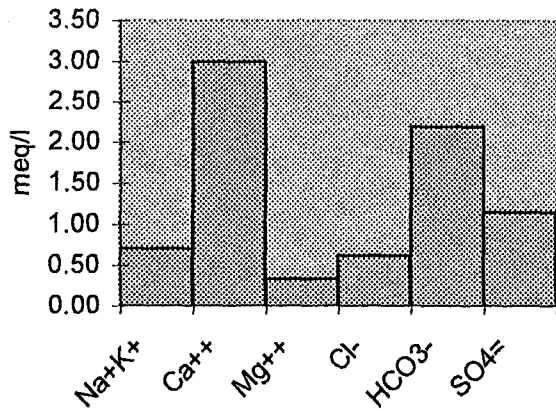


r = meq/l

Örnek Adı		örnek24				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 20/12/1998						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	15	0.65	16.20	0.00065	0.00065	0.0003	0.92	0.0006
K+	2	0.05	1.27	0.00005	0.00005	0.0000	0.92	0.0000
Ca++	60	2.99	74.35	0.00150	0.00599	0.0030	0.71	0.0011
Mg++	4	0.33	8.17	0.00016	0.00066	0.0003	0.71	0.0001
Cl-	22	0.62	15.65	0.00062	0.00062	0.0003	0.92	0.0006
HCO3-	134	2.20	55.44	0.00220	0.00220	0.0011	0.92	0.0020
SO4=	55	1.15	28.92	0.00057	0.00229	0.0011	0.71	0.0004
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				4.027	PH (-log H)		=	6.83
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				3.963	EC (µmho/cm)		=	393.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				7.989	Si (mg / l)		=	19.98
İyonlaşma Gücü				0.006	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.506	Sertlik (Fr)		=	16.61
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.186	rCa/rMg Oranı		=	9.10
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0.73636	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-1.76
SId(Dolomit Doyma İndeksi)				-1.1159	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-1.66
Fo (Köpürme Katsayısı)				44.452371	%e (Hata Yüzdesi)		=	0.80

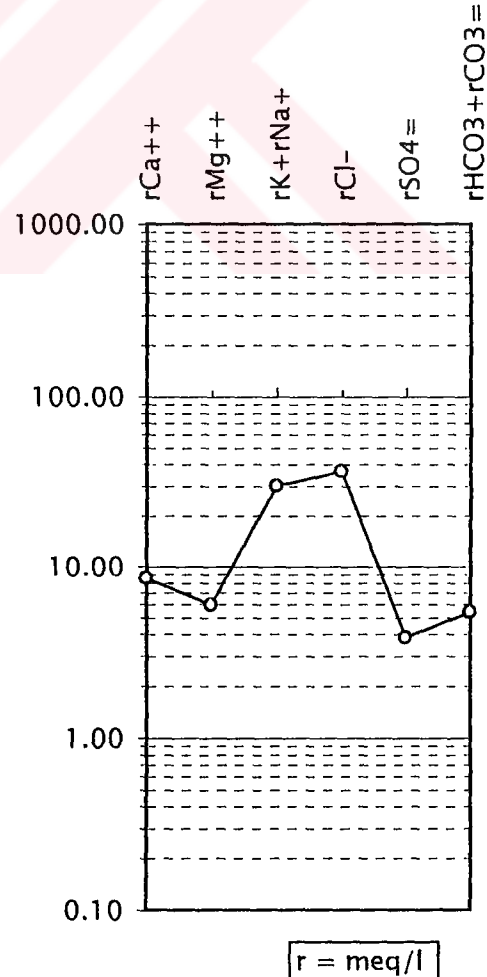
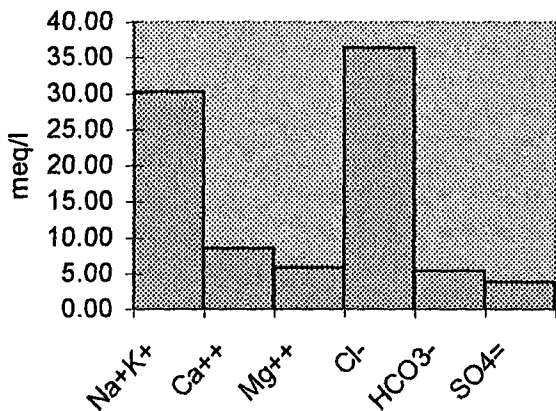
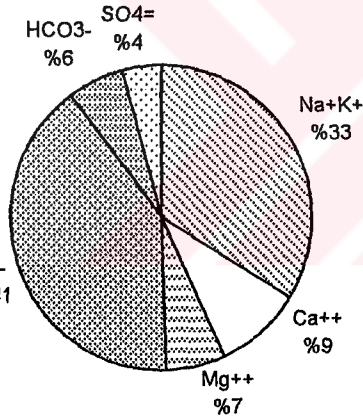


Konsantrasyonlar meq/l

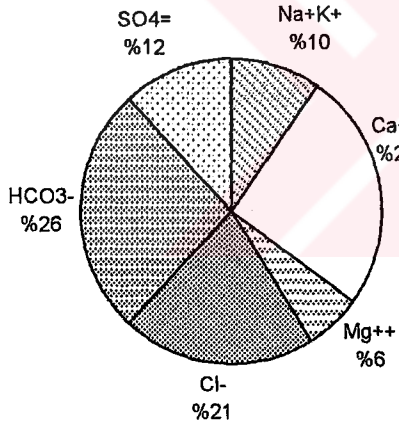


r = meq/l

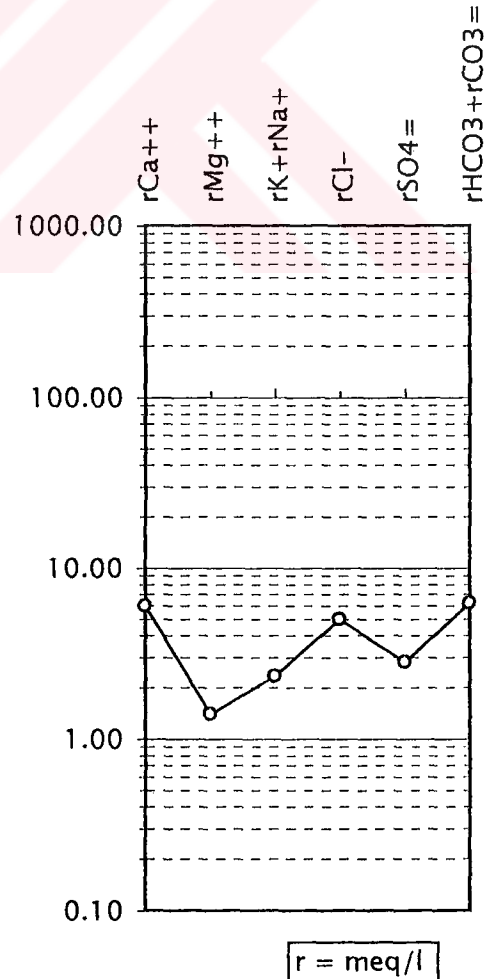
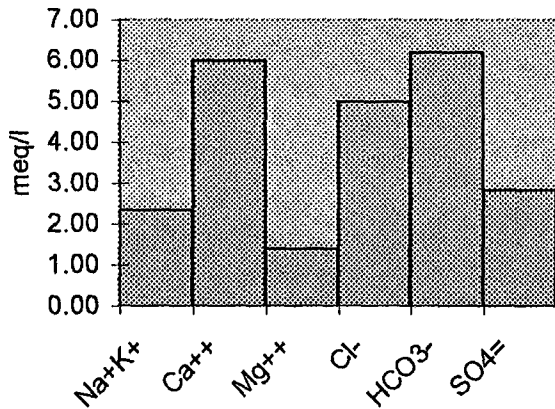
Örnek Adı	örnek25					Laboratuvar no	=	6
Örnekleme Tarihi:	09/11/1998					Sıcaklık (°C)	=	
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	690	30.01	67.15	0.03001	0.03001	0.0150	0.81	0.0243
K+	9	0.23	0.52	0.00023	0.00023	0.0001	0.81	0.0002
Ca++	171	8.53	19.09	0.00427	0.01707	0.0085	0.43	0.0018
Mg++	72	5.92	13.25	0.00296	0.01184	0.0059	0.43	0.0013
Cl-	1290	36.36	79.76	0.03636	0.03636	0.0182	0.81	0.0295
HCO3-	329	5.39	11.83	0.00539	0.00539	0.0027	0.81	0.0044
SO4=	184	3.83	8.41	0.00192	0.00767	0.0038	0.43	0.0008
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				44.698	PH (-log H)	=		6.71
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				45.586	EC (µmho/cm)	=		5780.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				90.284	Si (mg / l)	=		8.30
İyonlaşma Gücü				0.054	B+++ (mg / l)	=		
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				11.164	Sertlik (Fr)	=		72.27
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				3.941	rCa/rMg Oranı	=		1.44
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0.28224	SIc(Sülfat Doyma İndeksi)=			-1.21
SId(Dolomit Doyma İndeksi)				-0.2616	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-1.21
Fo (Köpürme Katsayısı)				1878.809	%e (Hata Yüzdesi)	=		-0.98



Örnek Adı		örnek26				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 09/11/1998						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	52	2.26	23.26	0.00226	0.00226	0.0011	0.88	0.0020
K+	3	0.08	0.79	0.00008	0.00008	0.0000	0.88	0.0001
Ca++	120	5.99	61.57	0.00299	0.01198	0.0060	0.59	0.0018
Mg++	17	1.40	14.38	0.00070	0.00280	0.0014	0.59	0.0004
Cl-	177	4.99	35.64	0.00499	0.00499	0.0025	0.88	0.0044
HCO3-	378	6.20	44.27	0.00620	0.00620	0.0031	0.88	0.0054
SO4=	135	2.81	20.09	0.00141	0.00563	0.0028	0.59	0.0008
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				9.725	PH (-log H)		=	6.84
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				13.998	EC (µmho/cm)		=	1479.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				23.723	Si (mg / l)		=	47.00
İyonlaşma Gücü				0.017	B+++ (mg / l)		=	,
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				1.177	Sertlik (Fr)		=	36.93
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.554	rCa/rMg Oranı		=	4.28
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0.07676	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-1.23
SId(Dolomit Doyma İndeksi)				-0.2926	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-1.24
Fo (Köpürme Katsayısı)				146.23488	%e (Hata Yüzdesi)		=	-18.01

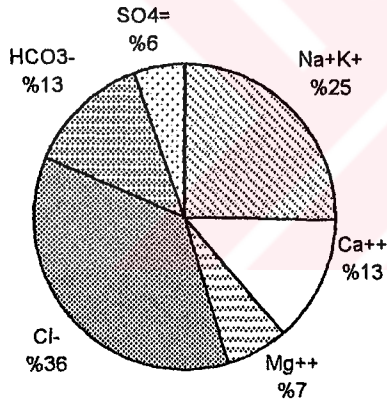


Konsantrasyonlar meq/l

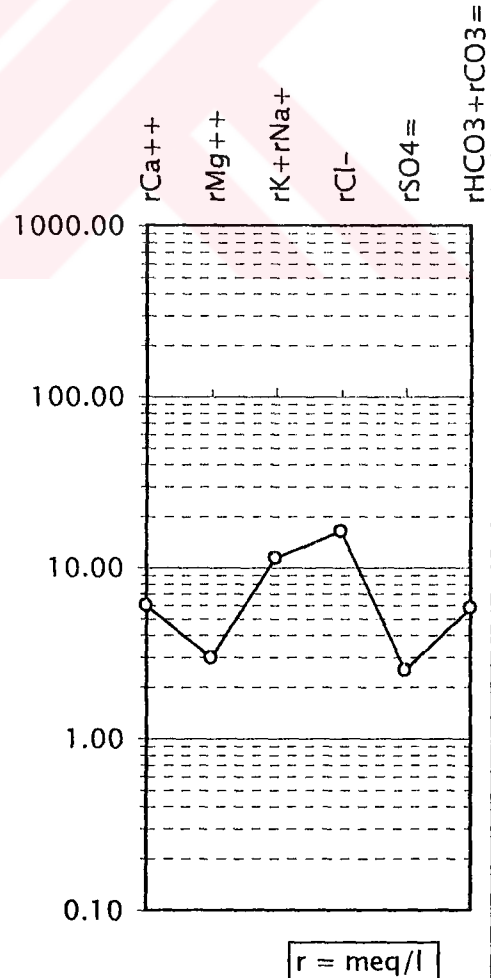
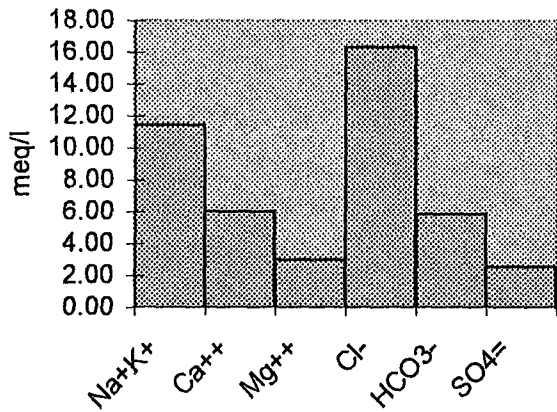


r = meq/l

Örnek Adı		örnek27				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 09/11/1998						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	261	11.35	55.71	0.01135	0.01135	0.0057	0.85	0.0097
K+	3	0.08	0.38	0.00008	0.00008	0.0000	0.85	0.0001
Ca++	120	5.99	29.38	0.00299	0.01198	0.0060	0.52	0.0016
Mg++	36	2.96	14.53	0.00148	0.00592	0.0030	0.52	0.0008
Cl-	580	16.35	66.26	0.01635	0.01635	0.0082	0.85	0.0139
HCO3-	354	5.80	23.52	0.00580	0.00580	0.0029	0.85	0.0049
SO4=	121	2.52	10.22	0.00126	0.00504	0.0025	0.52	0.0007
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				20.378	PH (-log H)		=	7.00
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				24.672	EC (µmho/cm)		=	2940.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				45.050	Si (mg / l)		=	10.60
İyonlaşma Gücü				0.028	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				5.367	Sertlik (Fr)		=	44.74
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				1.964	rCa/rMg Oranı		=	2.02
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0.01264	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-1.39
SIğ(Dolomit Doyma İndeksi)				-0.0656	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-1.45
Fo (Köpürme Katsayısı)				709.87125	%e (Hata Yüzdesi)		=	-9.53

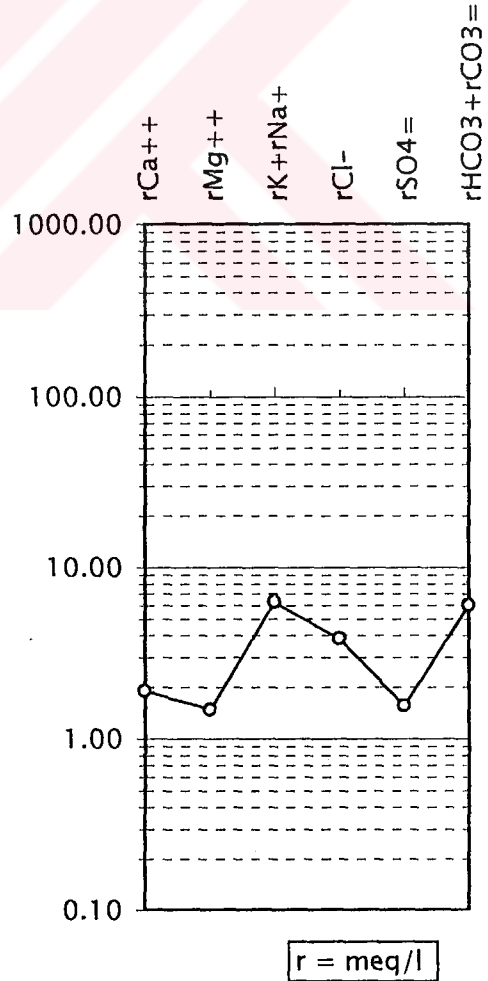
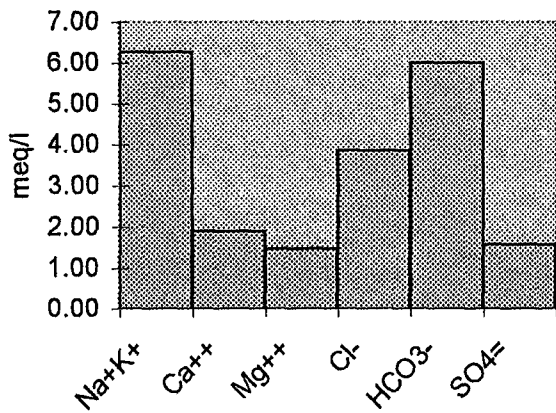
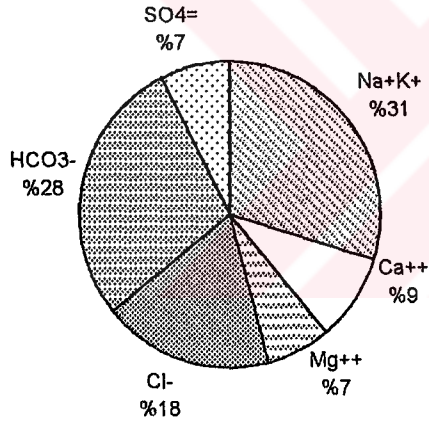


Konsantrasyonlar meq/l

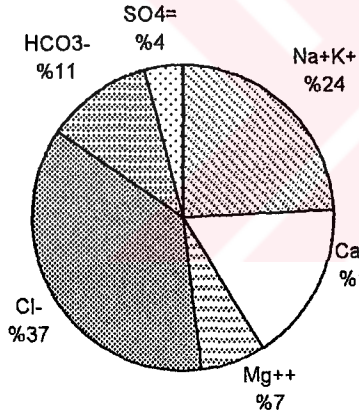


r = meq/l

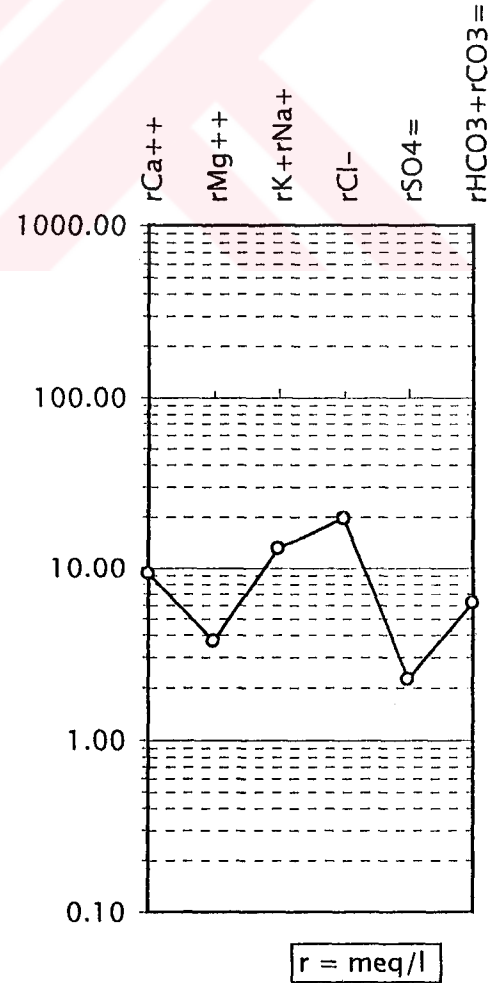
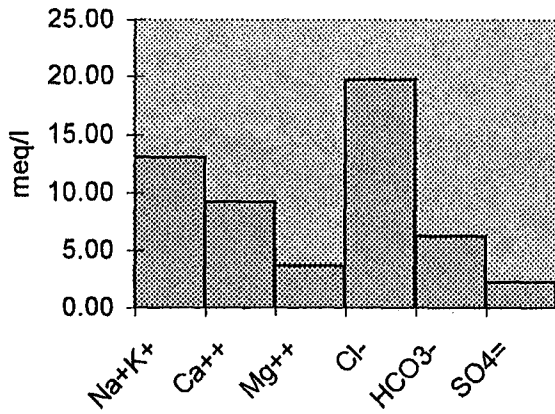
Örnek Adı	örnek28					Laboratuvar no	=	6	
Örnekleme Tarihi: 09/11/1998						Sıcaklık (°C)		=	
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC	
Na+	143	6.22	64.47	0.00622	0.00622	0.0031	0.89	0.0055	
K+	2	0.05	0.53	0.00005	0.00005	0.0000	0.89	0.0000	
Ca++	38	1.90	19.65	0.00095	0.00379	0.0019	0.63	0.0006	
Mg++	18	1.48	15.34	0.00074	0.00296	0.0015	0.63	0.0005	
Cl-	137	3.86	33.80	0.00386	0.00386	0.0019	0.89	0.0034	
HCO3-	366	6.00	52.52	0.00600	0.00600	0.0030	0.89	0.0053	
SO4=	75	1.56	13.68	0.00078	0.00313	0.0016	0.63	0.0005	
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				9.648	PH (-log H)			=	7.01
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				11.424	EC (µmho/cm)			=	1345.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				21.072	Si (mg / l)			=	17.40
İyonlaşma Gücü				0.013	B+++ (mg / l)			=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				4.787	Sertlik (Fr)			=	16.88
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.511	rCa/rMg Oranı			=	1.28
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0.38940	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=				-1.94
SIId(Dolomit Doyma İndeksi)				-0.3432	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=				-1.42
Fo (Köpürme Katsayısı)				389.64593	%e (Hata Yüzdesi)			=	-8.43



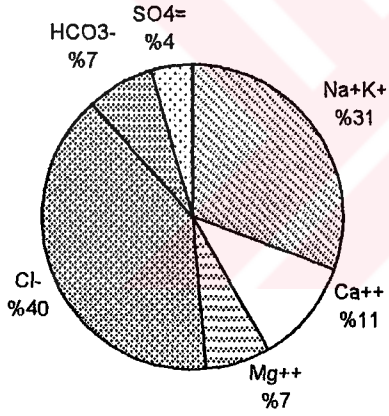
Örnek Adı		örnek29				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 09/11/1998						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	299	13.01	49.99	0.01301	0.01301	0.0065	0.84	0.0109
K+	3	0.08	0.30	0.00008	0.00008	0.0000	0.84	0.0001
Ca++	185	9.23	35.49	0.00462	0.01846	0.0092	0.49	0.0023
Mg++	45	3.70	14.23	0.00185	0.00740	0.0037	0.49	0.0009
Cl-	700	19.73	70.02	0.01973	0.01973	0.0099	0.84	0.0165
HCO3-	378	6.20	21.99	0.00620	0.00620	0.0031	0.84	0.0052
SO4=	108	2.25	7.99	0.00113	0.00450	0.0023	0.49	0.0006
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				26.015	PH (-log H)		=	6.57
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				28.177	EC (µmho/cm)		=	3570.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				54.191	Si (mg / l)		=	24.20
İyonlaşma Gücü				0.035	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				5.115	Sertlik (Fr)		=	64.66
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				2.336	rCa/rMg Oranı		=	2.49
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0.25626	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-1.30
SIId(Dolomit Doyma İndeksi)				-0.3548	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-0.99
Fo (Köpürme Katsayısı)				812.35059	%e (Hata Yüzdesi)		=	-3.99



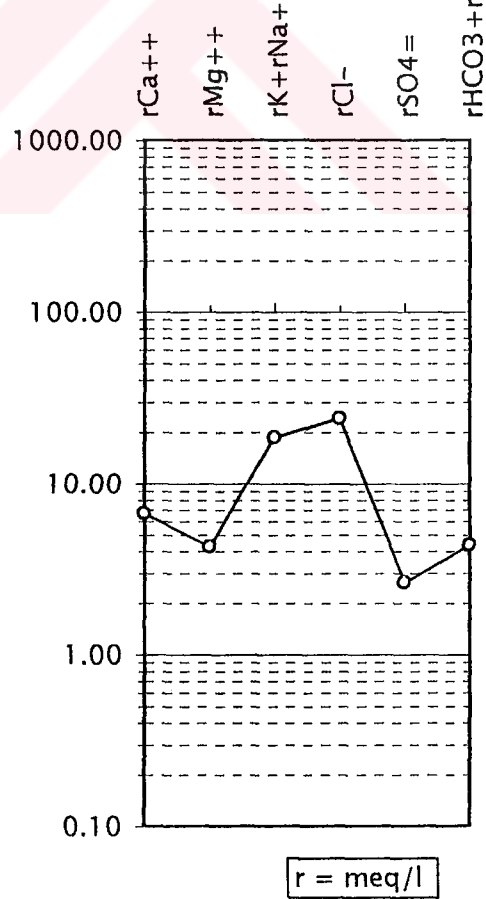
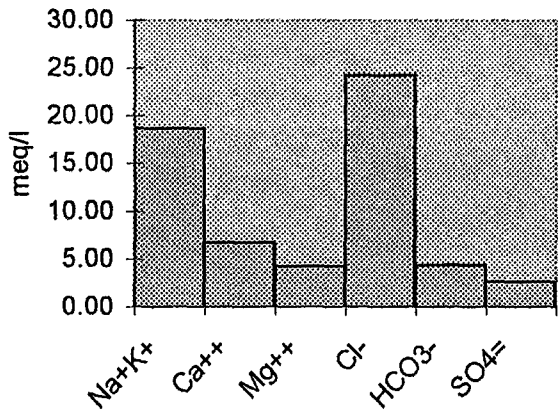
Konsantrasyonlar meq/l



Örnek Adı	örnek 30					Laboratuvar no	=	6
Örnekleme Tarihi:	09/11/1998					Sıcaklık (°C)	=	
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	426	18.53	62.50	0.01853	0.01853	0.0093	0.83	0.0155
K+	6	0.15	0.52	0.00015	0.00015	0.0001	0.83	0.0001
Ca++	134	6.69	22.55	0.00334	0.01337	0.0067	0.48	0.0016
Mg++	52	4.28	14.42	0.00214	0.00855	0.0043	0.48	0.0010
Cl-	860	24.24	77.50	0.02424	0.02424	0.0121	0.83	0.0202
HCO3-	268	4.39	14.05	0.00439	0.00439	0.0022	0.83	0.0037
SO4=	127	2.65	8.46	0.00132	0.00529	0.0026	0.48	0.0006
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				29.647	PH (-log H)	=		6.60
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				31.279	EC (µmho/cm)	=		4140.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				60.926	Si (mg / l)	=		8.30
İyonlaşma Gücü				0.037	B+++ (mg / l)	=		
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				7.914	Sertlik (Fr)	=		54.81
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				3.443	rCa/rMg Oranı	=		1.56
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0.52663	SIIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-1.38
SId(Dolomit Doyma İndeksi)				-0.5237	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-1.18
Fo (Köpürme Katsayısı)				1160.8473	%e (Hata Yüzdesi)	=		-2.68

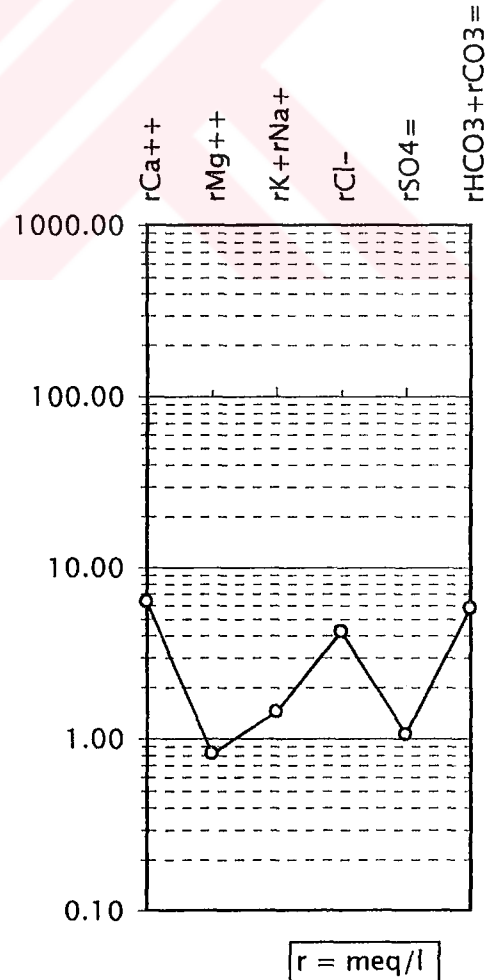
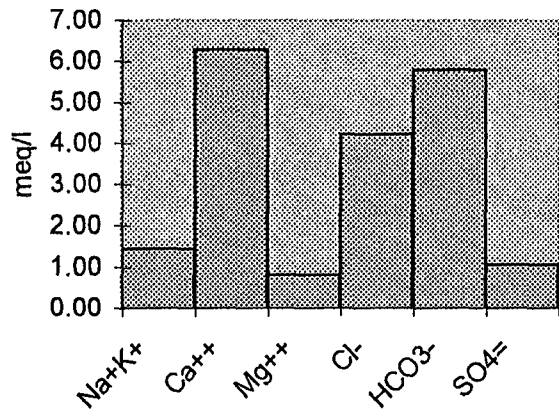
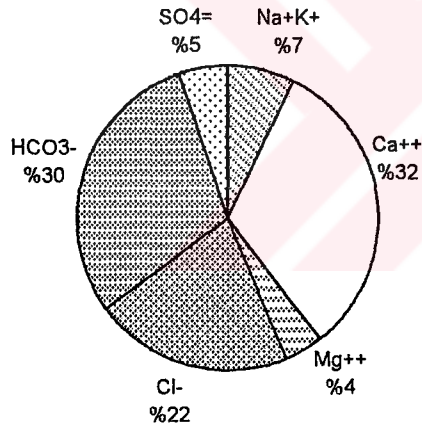


Konsantrasyonlar meq/l

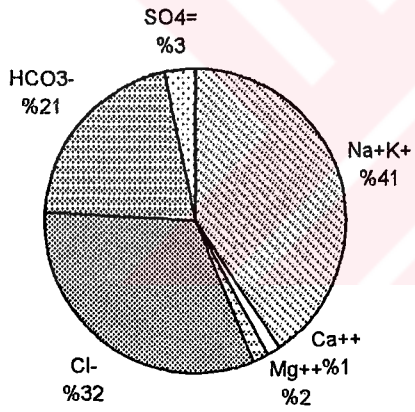


r = meq/l

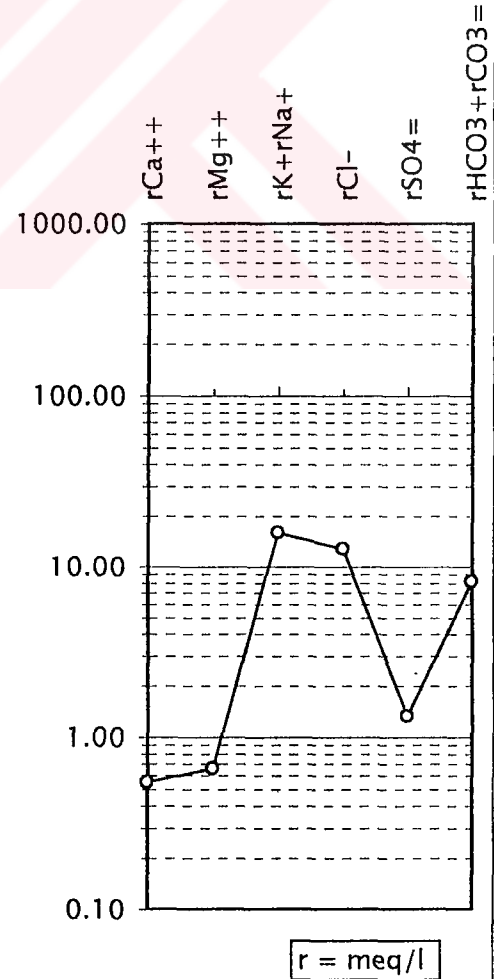
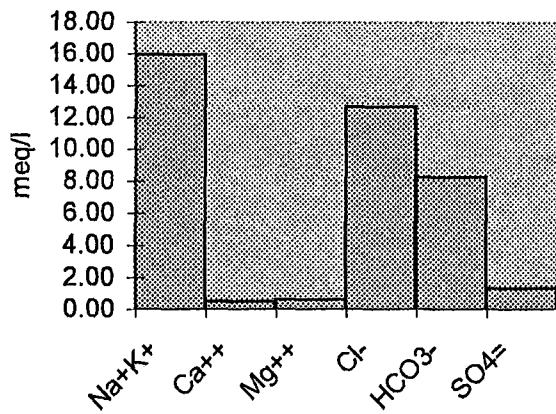
Örnek Adı		örnek 31				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 09/11/1998						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	33	1.44	16.80	0.00144	0.00144	0.0007	0.89	0.0013
K+	0	0.00	0.00	0.00000	0.00000	0.0000	0.89	0.0000
Ca++	126	6.29	73.58	0.00314	0.01257	0.0063	0.62	0.0019
Mg++	10	0.82	9.62	0.00041	0.00164	0.0008	0.62	0.0003
Cl-	150	4.23	38.11	0.00423	0.00423	0.0021	0.89	0.0037
HCO3-	354	5.80	52.31	0.00580	0.00580	0.0029	0.89	0.0051
SO4=	51	1.06	9.58	0.00053	0.00213	0.0011	0.62	0.0003
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				8.545	PH (-log H)		=	6.82
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				11.094	EC (µmho/cm)		=	1300.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				19.639	Si (mg / l)		=	10.60
İyonlaşma Gücü				0.014	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.761	Sertlik (Fr)		=	35.55
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.616	rCa/rMg Oranı		=	7.65
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0.08077	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-1.60
SId(Dolomit Doyma İndeksi)				-0.4225	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-1.25
Fo (Köpürme Katsayısı)				88.995215	%e (Hata Yüzdesi)		=	-12.98



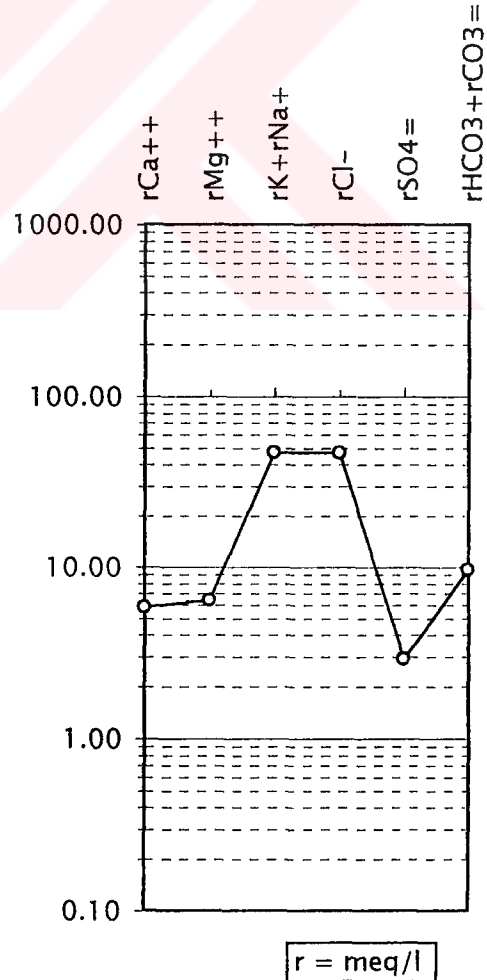
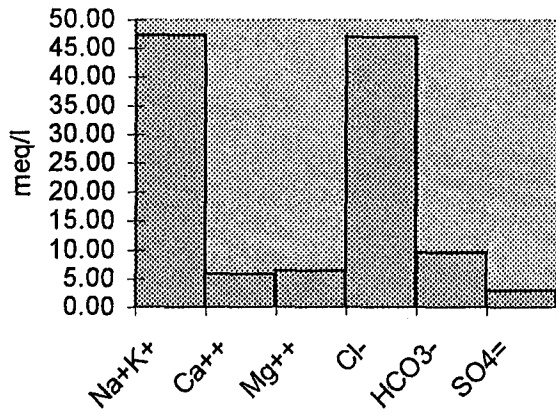
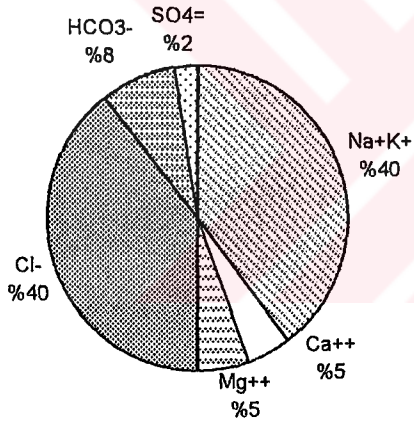
Örnek Adı	örnek 32					Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 06/12/1997						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	360	15.66	91.18	0.01566	0.01566	0.0078	0.87	0.0136
K+	12	0.31	1.79	0.00031	0.00031	0.0002	0.87	0.0003
Ca++	11	0.55	3.20	0.00027	0.00110	0.0005	0.56	0.0002
Mg++	8	0.66	3.83	0.00033	0.00132	0.0007	0.56	0.0002
Cl-	451	12.71	57.11	0.01271	0.01271	0.0064	0.87	0.0110
HCO3-	501	8.21	36.90	0.00821	0.00821	0.0041	0.87	0.0071
SO4=	64	1.33	5.99	0.00067	0.00267	0.0013	0.56	0.0004
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				17.173	PH (-log H) =			7.10
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				22.258	EC (µmho/cm) =			2220.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				39.432	Si (mg / l) =			31.25
İyonlaşma Gücü				0.021	B+++ (mg / l) =			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				20.159	Sertlik (Fr) =			6.03
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				1.332	rCa/rMg Oranı =			0.83
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0.75899	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-2.64
SI _d (Dolomit Doyma İndeksi)				-0.6197	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-1.39
Fo (Köpürme Katsayısı)				994.85689	%e (Hata Yüzdesi) =			-12.90



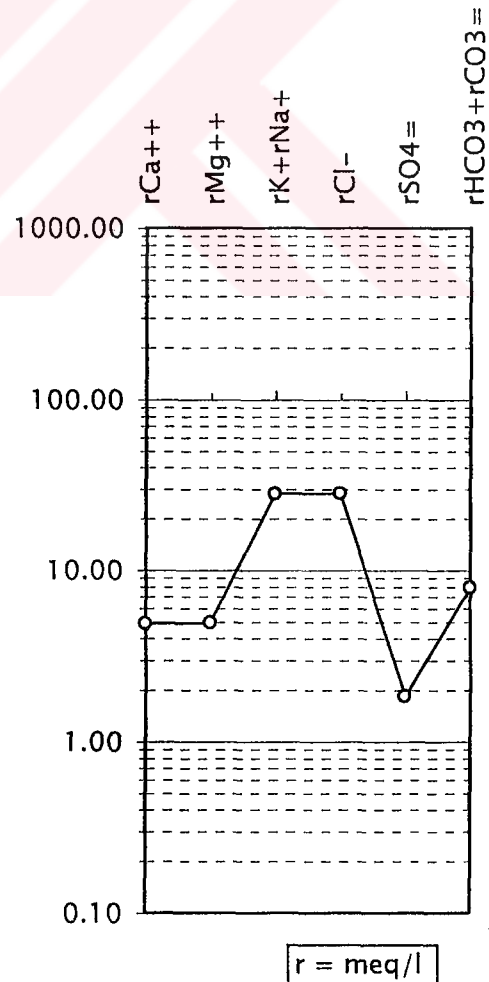
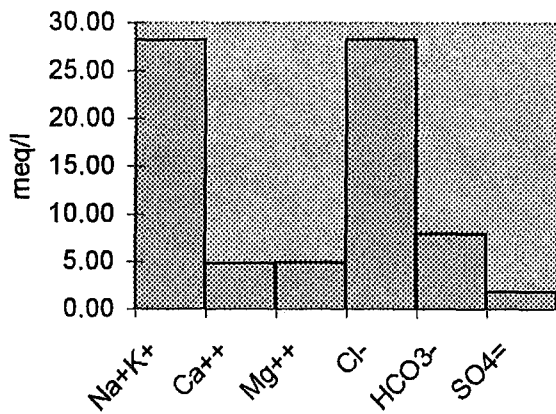
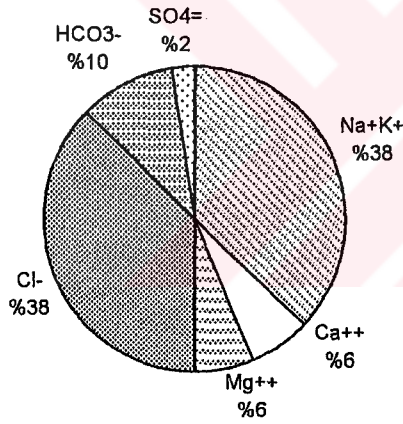
Konsantrasyonlar meq/l



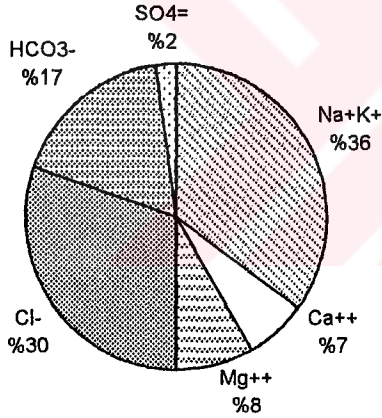
Örnek Adı		örnek 33				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 06/12/1997						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	1064	46.28	77.81	0.04628	0.04628	0.0231	0.80	0.0369
K+	37	0.95	1.59	0.00095	0.00095	0.0005	0.80	0.0008
Ca++	117	5.84	9.82	0.00292	0.01168	0.0058	0.41	0.0012
Mg++	78	6.41	10.78	0.00321	0.01283	0.0064	0.41	0.0013
Cl-	1669	47.04	78.93	0.04704	0.04704	0.0235	0.80	0.0375
HCO3-	588	9.64	16.17	0.00964	0.00964	0.0048	0.80	0.0077
SO4=	140	2.92	4.89	0.00146	0.00583	0.0029	0.41	0.0006
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				59.483	PH (-log H)		=	7.10
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				59.598	EC (µmho/cm)		=	5950.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				119.080	Si (mg / l)		=	
İyonlaşma Gücü				0.067	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				18.698	Sertlik (Fr)		=	61.26
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				3.747	rCa/rMg Oranı		=	0.91
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				0.15882	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-1.56
SI _d (Dolomit Doyma İndeksi)				0.2793	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-1.35
Fo (Köpürme Katsayısı)				2943.4215	%e (Hata Yüzdesi)		=	-0.10



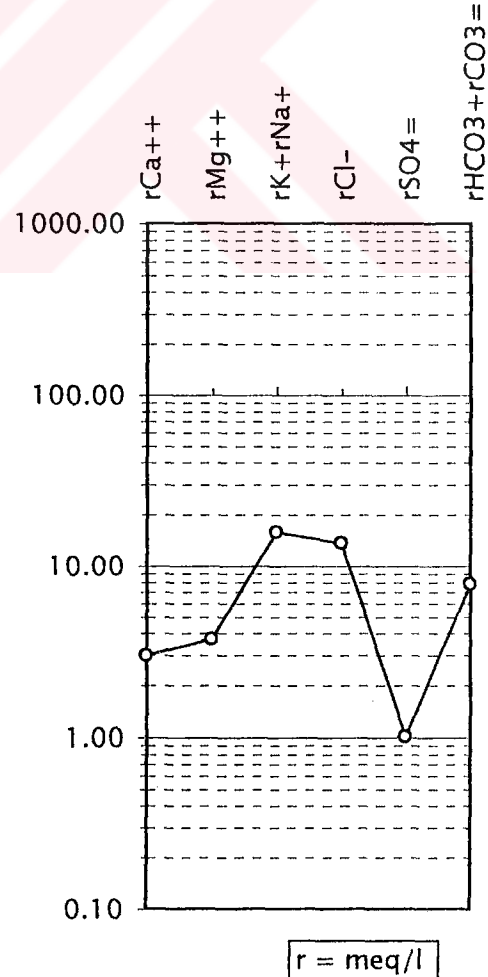
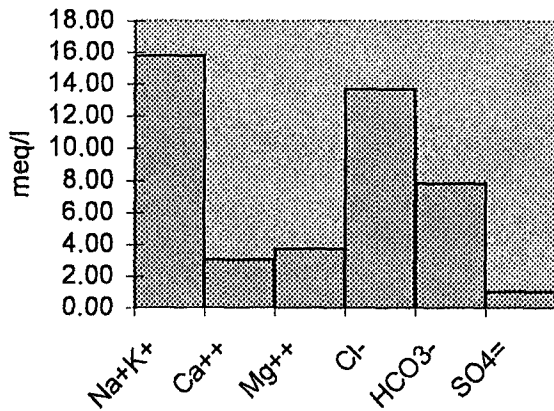
Örnek Adı	örnek 34					Laboratuvar no	=	6
Örnekleme Tarihi:	06/12/1997					Sıcaklık (°C)	=	
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	636	27.66	72.70	0.02766	0.02766	0.0138	0.82	0.0228
K+	22	0.56	1.48	0.00056	0.00056	0.0003	0.82	0.0005
Ca++	98	4.89	12.85	0.00245	0.00978	0.0049	0.46	0.0011
Mg++	60	4.93	12.97	0.00247	0.00987	0.0049	0.46	0.0011
Cl-	1005	28.33	74.32	0.02833	0.02833	0.0142	0.82	0.0234
HCO3-	484	7.93	20.82	0.00793	0.00793	0.0040	0.82	0.0065
SO4=	89	1.85	4.86	0.00093	0.00371	0.0019	0.46	0.0004
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				38.053	PH (-log H)	=		7.40
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				38.115	EC (µmho/cm)	=		3800.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				76.168	Si (mg / l)	=		
İyonlaşma Gücü				0.044	B+++ (mg / l)	=		
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				12.482	Sertlik (Fr)	=		49.12
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				2.894	rCa/rMg Oranı	=		0.99
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				0.36839	SIc(Sülfat Doyma İndeksi)=			-1.72
SId(Dolomit Doyma İndeksi)				0.4703	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-1.72
Fo (Köpürme Katsayısı)				1759.1805	%e (Hata Yüzdesi)	=		-0.08



Örnek Adı		örnek 35				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 06/12/1997						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	356	15.48	68.86	0.01548	0.01548	0.0077	0.85	0.0132
K+	12	0.31	1.37	0.00031	0.00031	0.0002	0.85	0.0003
Ca++	60	2.99	13.31	0.00150	0.00599	0.0030	0.53	0.0008
Mg++	45	3.70	16.46	0.00185	0.00740	0.0037	0.53	0.0010
Cl-	486	13.70	60.73	0.01370	0.01370	0.0068	0.85	0.0117
HCO3-	478	7.84	34.74	0.00784	0.00784	0.0039	0.85	0.0067
SO4=	49	1.02	4.53	0.00051	0.00204	0.0010	0.53	0.0003
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				22.487	PH (-log H)		=	6.70
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				22.555	EC (µmho/cm)		=	2250.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				45.042	Si (mg / l)		=	
İyonlaşma Gücü				0.026	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				8.464	Sertlik (Fr)		=	33.47
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				1.547	rCa/rMg Oranı		=	0.81
Slc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0.47352	SlS(Sülfat Doyma İndeksi)=			-2.07
Sld(Dolomit Doyma İndeksi)				-0.3275	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-1.01
Fo (Köpürme Katsayısı)				984.0696	%e (Hata Yüzdesi)		=	-0.15

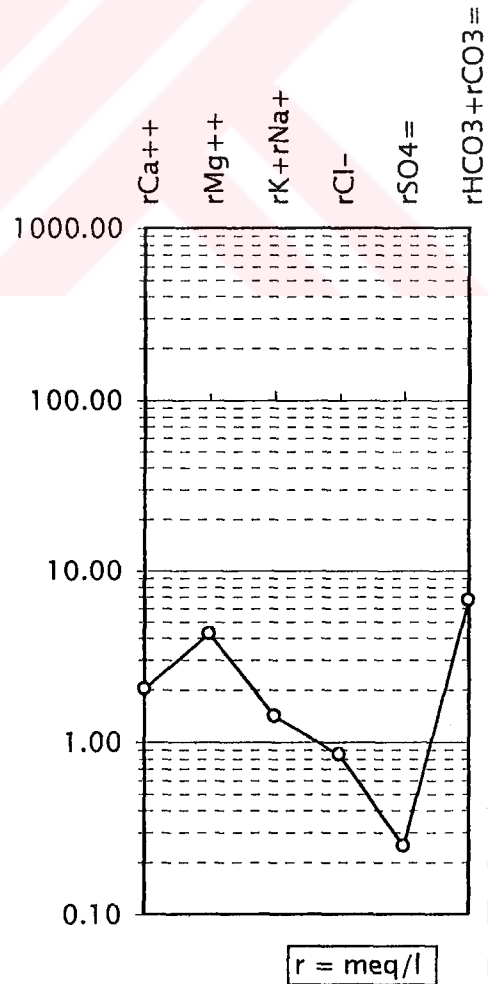
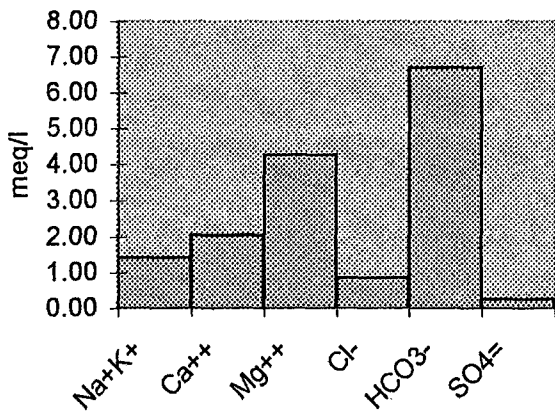
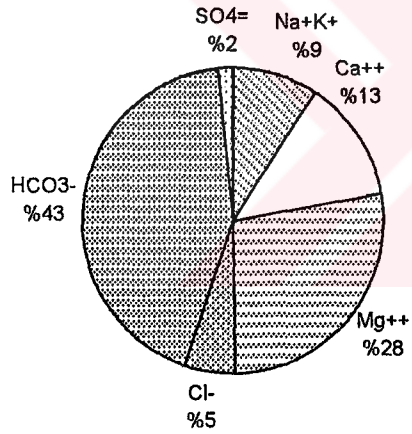


Konsantrasyonlar meq/l

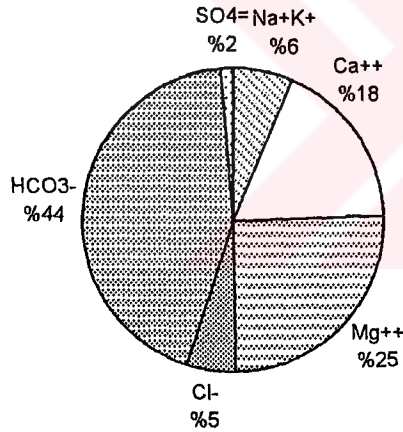


r = meq/l

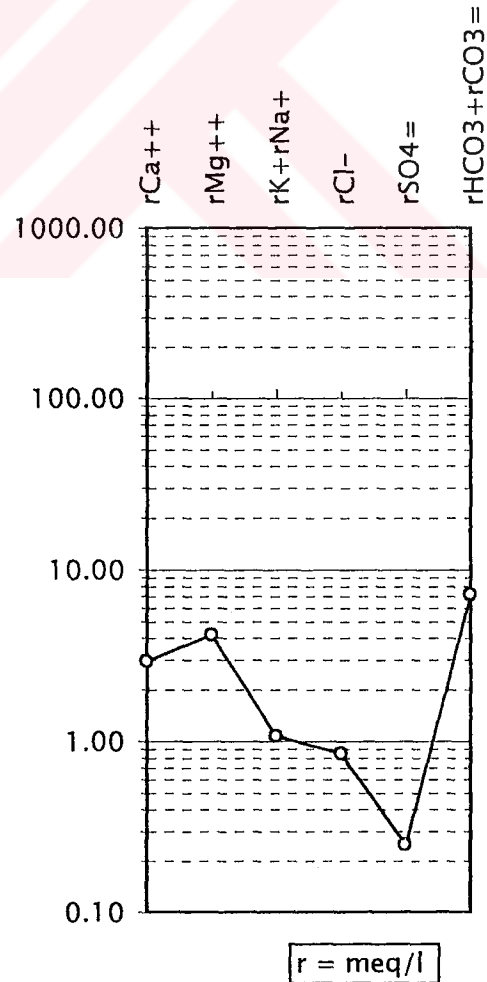
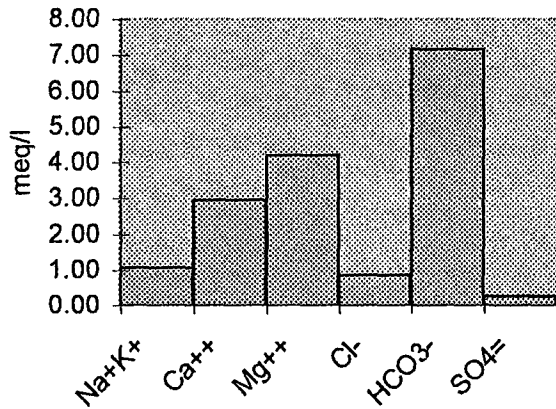
Örnek Adı		örnek 36				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 06/12/1997						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	32	1.39	17.98	0.00139	0.00139	0.0007	0.90	0.0012
K+	1	0.03	0.33	0.00003	0.00003	0.0000	0.90	0.0000
Ca++	41	2.05	26.43	0.00102	0.00409	0.0020	0.65	0.0007
Mg++	52	4.28	55.25	0.00214	0.00855	0.0043	0.65	0.0014
Cl-	30	0.85	10.86	0.00085	0.00085	0.0004	0.90	0.0008
HCO3-	408	6.69	85.93	0.00669	0.00669	0.0033	0.90	0.0060
SO4=	12	0.25	3.21	0.00013	0.00050	0.0003	0.65	0.0001
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				7.740	PH (-log H) =			6.70
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				7.784	EC (µmho/cm) =			777.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				15.524	Si (mg / l) =			
İyonlaşma Gücü				0.011	B+++ (mg / l) =			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.783	Sertlik (Fr) =			31.61
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.122	rCa/rMg Oranı =			0.48
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0.60172	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-2.67
SI _d (Dolomit Doyma İndeksi)				-0.3416	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-1.06
Fo (Köpürme Katsayısı)				88.298391	%e (Hata Yüzdesi) =			-0.29



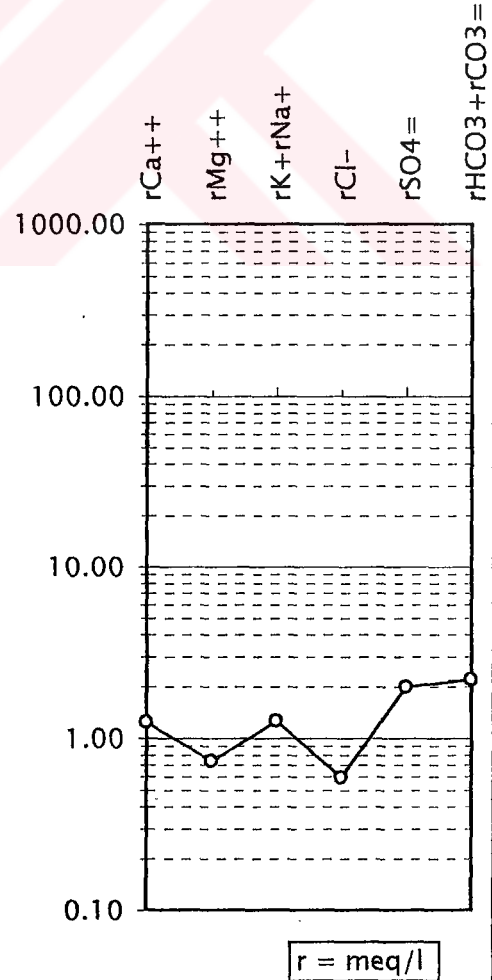
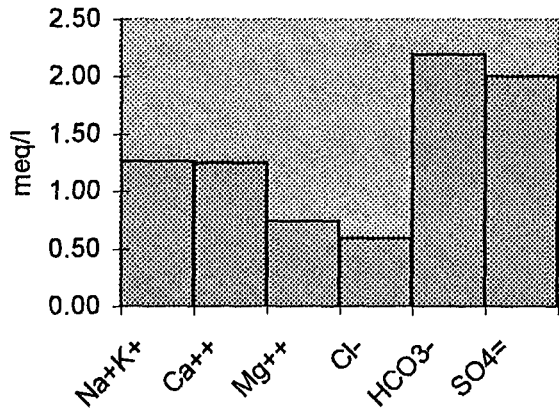
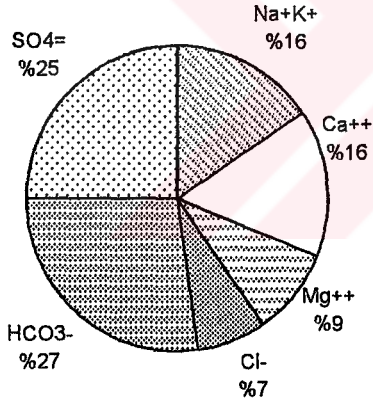
Örnek Adı		örnek 37				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 06/12/1997						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	24	1.04	12.72	0.00104	0.00104	0.0005	0.89	0.0009
K+	1	0.03	0.31	0.00003	0.00003	0.0000	0.89	0.0000
Ca++	59	2.94	35.87	0.00147	0.00589	0.0029	0.64	0.0009
Mg++	51	4.19	51.10	0.00210	0.00839	0.0042	0.64	0.0013
Cl-	30	0.85	10.24	0.00085	0.00085	0.0004	0.89	0.0008
HCO3-	437	7.16	86.74	0.00716	0.00716	0.0036	0.89	0.0064
SO4=	12	0.25	3.03	0.00013	0.00050	0.0003	0.64	0.0001
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				8.208	PH (-log H)		=	6.60
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				8.260	EC (µmho/cm)		=	873.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				16.467	Si (mg / l)		=	
İyonlaşma Gücü				0.012	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.553	Sertlik (Fr)		=	35.69
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.114	rCa/rMg Oranı		=	0.70
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0.52192	SIIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-2.53
SId(Dolomit Doyma İndeksi)				-0.3451	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-0.93
Fo (Köpürme Katsayısı)				66.723793	%e (Hata Yüzdesi)		=	-0.31



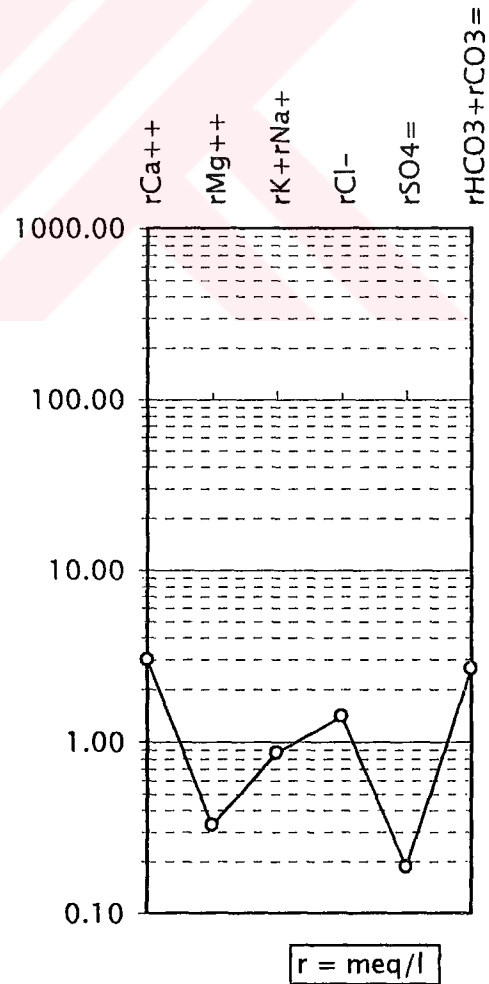
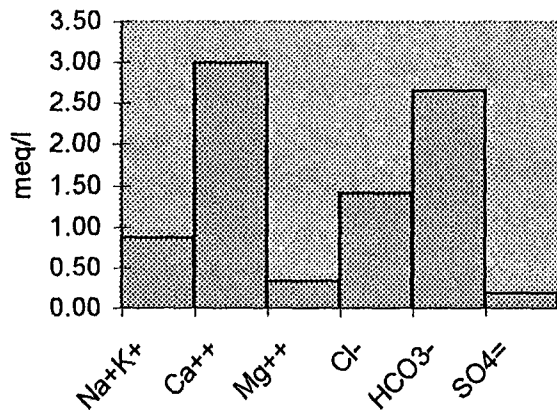
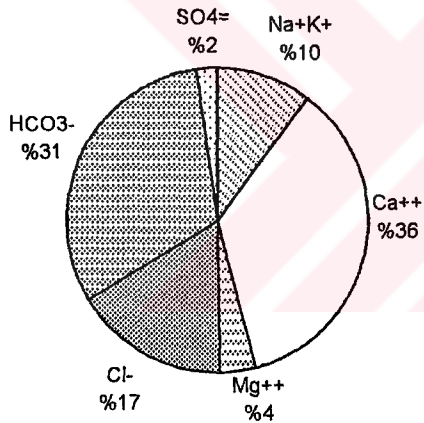
Konsantrasyonlar meq/l



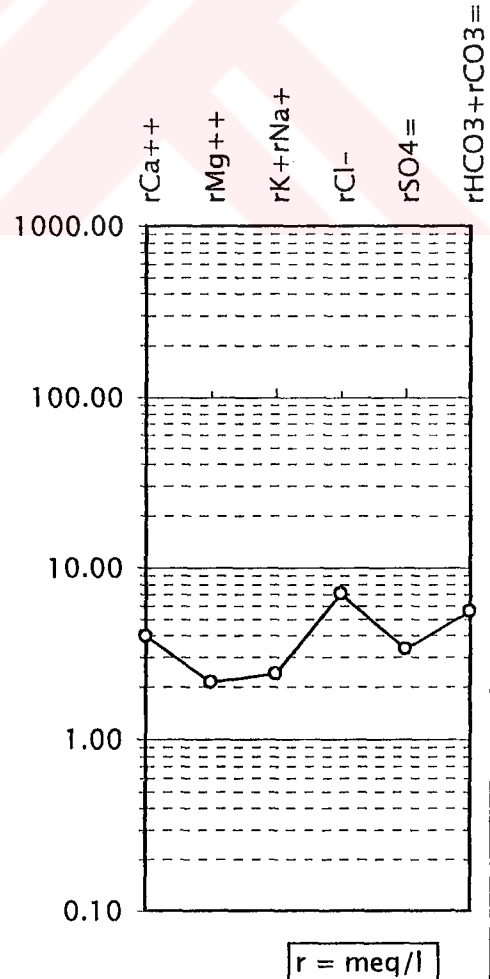
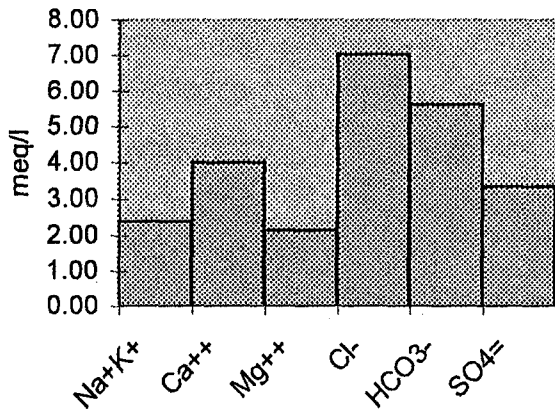
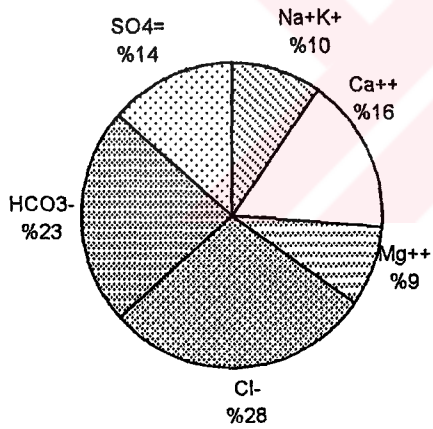
Örnek Adı	örnek 38					Laboratuvar no	=	6
Örnekleme Tarihi:	31/01/99					Sıcaklık (°C)	=	
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	26	1.13	34.83	0.00113	0.00113	0.0006	0.92	0.0010
K+	5	0.13	3.95	0.00013	0.00013	0.0001	0.92	0.0001
Ca++	25	1.25	38.42	0.00062	0.00250	0.0012	0.72	0.0004
Mg++	9	0.74	22.80	0.00037	0.00148	0.0007	0.72	0.0003
Cl-	21	0.59	12.36	0.00059	0.00059	0.0003	0.92	0.0005
HCO3-	134	2.20	45.87	0.00220	0.00220	0.0011	0.92	0.0020
SO4=	96	2.00	41.77	0.00100	0.00400	0.0020	0.72	0.0007
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				3.247	PH (-log H)		=	6.57
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				4.789	EC (µmho/cm)		=	291.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				8.035	Si (mg / l)		=	15.86
İyonlaşma Gücü				0.006	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				1.134	Sertlik (Fr)		=	9.94
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.141	rCa/rMg Oranı		=	1.69
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				-1.37363	SIc(Sülfat Doyma İndeksi)=			-1.89
SId(Dolomit Doyma İndeksi)				-1.3870	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-1.40
Fo (Köpürme Katsayısı)				80.117442	%e (Hata Yüzdesi)		=	-19.19



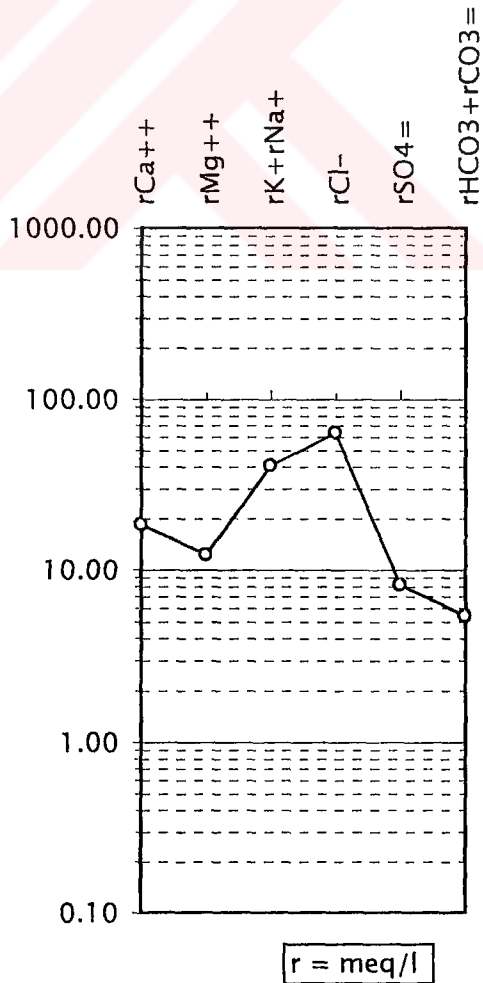
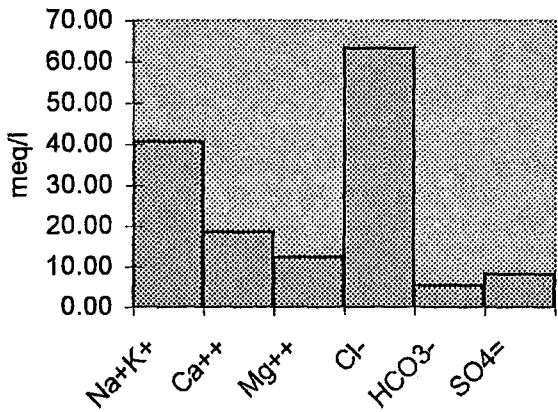
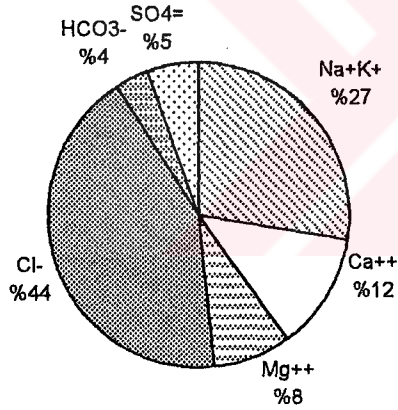
Örnek Adı	örnek 39					Laboratuvar no	=	6
Örnekleme Tarihi:	31/01/99					Sıcaklık (°C)	=	
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	17	0.74	17.65	0.00074	0.00074	0.0004	0.92	0.0007
K+	5	0.13	3.06	0.00013	0.00013	0.0001	0.92	0.0001
Ca++	60	2.99	71.45	0.00150	0.00599	0.0030	0.72	0.0011
Mg++	4	0.33	7.85	0.00016	0.00066	0.0003	0.72	0.0001
Cl-	50	1.41	33.14	0.00141	0.00141	0.0007	0.92	0.0013
HCO3-	162	2.66	62.45	0.00266	0.00266	0.0013	0.92	0.0024
SO4=	9	0.19	4.41	0.00009	0.00038	0.0002	0.72	0.0001
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				4.191	PH (-log H)		=	7.30
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				4.253	EC (µmho/cm)		=	412.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				8.443	Si (mg / l)		=	17.50
İyonlaşma Gücü				0.006	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.574	Sertlik (Fr)		=	16.61
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.496	rCa/rMg Oranı		=	9.10
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0.18054	SI _s (Sülfat Doyma İndeksi)=			-2.54
SI _d (Dolomit Doyma İndeksi)				-0.5601	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-2.05
Fo (Köpürme Katsayısı)				55.84602	%e (Hata Yüzdesi)		=	-0.73



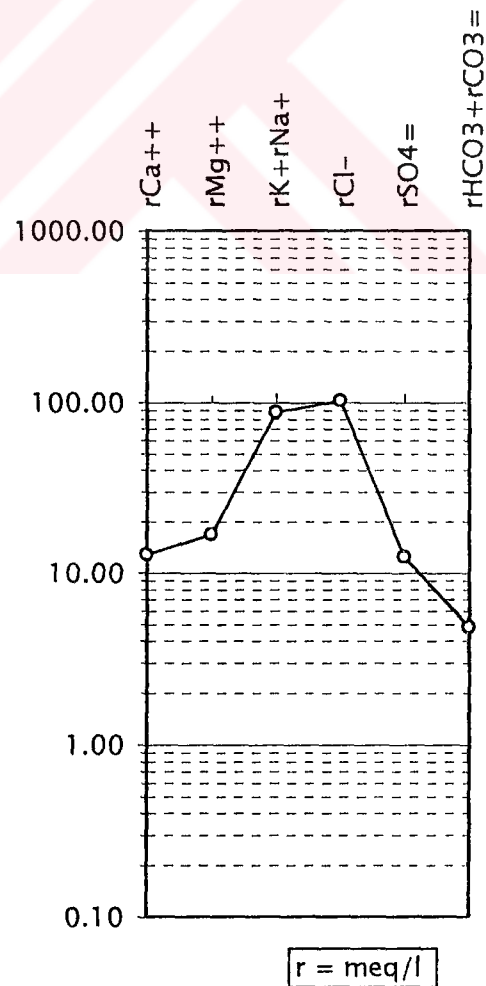
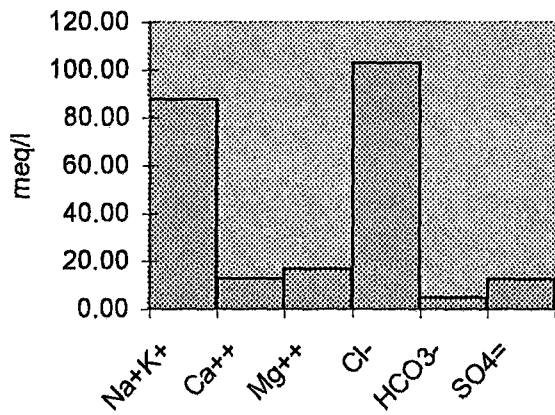
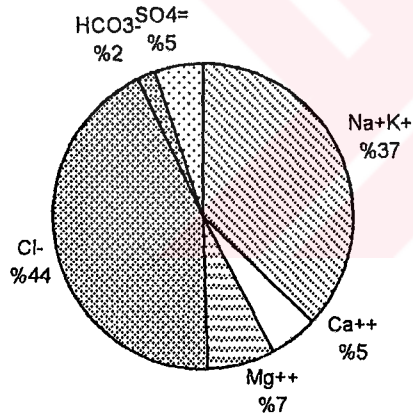
Örnek Adı		örnek :40				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 26/10/98						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	53	2.31	27.08	0.00231	0.00231	0.0012	0.88	0.0020
K+	3	0.08	0.90	0.00008	0.00008	0.0000	0.88	0.0001
Ca++	80	3.99	46.90	0.00200	0.00798	0.0040	0.59	0.0012
Mg++	26	2.14	25.12	0.00107	0.00428	0.0021	0.59	0.0006
Cl-	250	7.05	44.02	0.00705	0.00705	0.0035	0.88	0.0062
HCO3-	342	5.61	35.03	0.00561	0.00561	0.0028	0.88	0.0049
SO4=	161	3.35	20.95	0.00168	0.00671	0.0034	0.59	0.0010
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				8.512	PH (-log H)		=	6.77
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				16.007	EC (µmho/cm)		=	1400.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				24.520	Si (mg / l)		=	4.40
İyonlaşma Gücü				0.017	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				1.317	Sertlik (Fr)		=	30.65
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.786	rCa/rMg Oranı		=	1.87
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0.36662	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-1.33
SIId(Dolomit Doyma İndeksi)				-0.4022	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-1.22
Fo (Köpürme Katsayısı)				148.93171	%e (Hata Yüzdesi)		=	-30.57



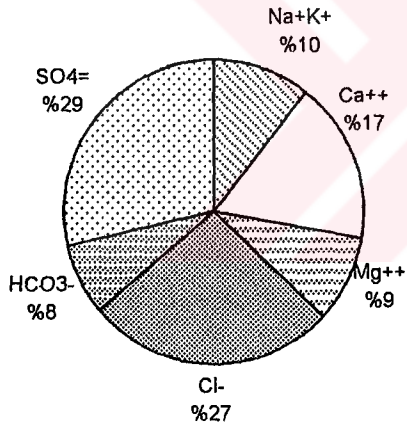
Örnek Adı		örnek :41				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 26/10/98						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	930	40.45	56.45	0.04045	0.04045	0.0202	0.78	0.0314
K+	12	0.31	0.43	0.00031	0.00031	0.0002	0.78	0.0002
Ca++	372	18.56	25.90	0.00928	0.03713	0.0186	0.36	0.0034
Mg++	150	12.34	17.21	0.00617	0.02467	0.0123	0.36	0.0022
Cl-	2250	63.42	82.38	0.06342	0.06342	0.0317	0.78	0.0492
HCO3-	329	5.39	7.01	0.00539	0.00539	0.0027	0.78	0.0042
SO4=	392	8.17	10.61	0.00408	0.01633	0.0082	0.36	0.0015
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				71.658	PH (-log H)		=	6.81
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				76.978	EC (µmho/cm)		=	3880.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				148.636	Si (mg / l)		=	4.40
İyonlaşma Gücü				0.094	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				10.292	Sertlik (Fr)		=	154.49
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				4.677	rCa/rMg Oranı		=	1.50
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				0.05935	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-0.70
SId(Dolomit Doyma İndeksi)				0.0706	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-1.33
Fo (Köpürme Katsayısı)				2532.047	%e (Hata Yüzdesi)		=	-3.58



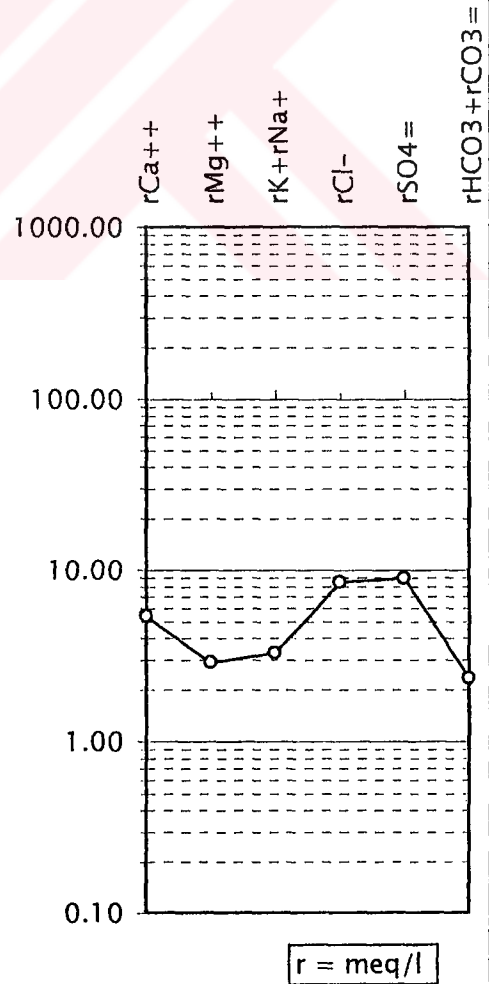
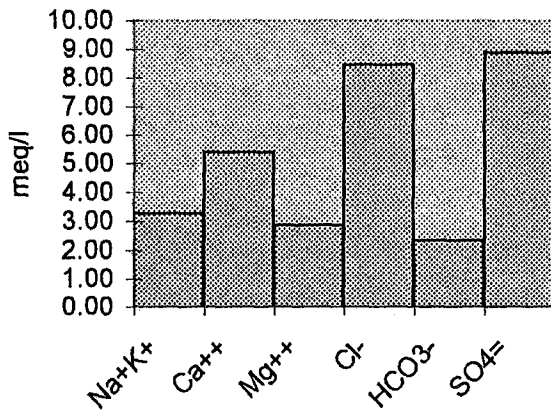
Örnek Adı	örnek :42					Laboratuvar no	=	6
Örnekleme Tarihi:	26/10/98					Sıcaklık (°C)	=	
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	2002	87.08	74.19	0.08708	0.08708	0.0435	0.75	0.0654
K+	22	0.56	0.48	0.00056	0.00056	0.0003	0.75	0.0004
Ca++	258	12.87	10.97	0.00644	0.02575	0.0129	0.32	0.0020
Mg++	205	16.86	14.36	0.00843	0.03372	0.0169	0.32	0.0027
Cl-	3650	102.88	85.66	0.10288	0.10288	0.0514	0.75	0.0772
HCO3-	293	4.80	4.00	0.00480	0.00480	0.0024	0.75	0.0036
SO4=	596	12.42	10.34	0.00621	0.02483	0.0124	0.32	0.0020
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				117.378	PH (-log H)		=	7.21
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				120.098	EC (µmho/cm)		=	14030.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				237.476	Si (mg / l)		=	3.00
İyonlaşma Gücü				0.140	B+++ (mg / l)		=	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				22.585	Sertlik (Fr)		=	148.66
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				5.974	rCa/rMg Oranı		=	0.76
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				0.17754	SI _s (Sülfat Doyma İndeksi)=			-0.79
SId(Dolomit Doyma İndeksi)				0.3361	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı=			-1.79
Fo (Köpürme Katsayısı)				5443.0431	%e (Hata Yüzdesi)		=	-1.15



Örnek Adı		örnek :43				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 26/10/98						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	73	3.18	27.50	0.00318	0.00318	0.0016	0.86	0.0027
K+	4	0.10	0.89	0.00010	0.00010	0.0001	0.86	0.0001
Ca++	108	5.39	46.68	0.00269	0.01078	0.0054	0.54	0.0015
Mg++	35	2.88	24.93	0.00144	0.00576	0.0029	0.54	0.0008
Cl-	300	8.46	42.93	0.00846	0.00846	0.0042	0.86	0.0073
HCO3-	143	2.34	11.90	0.00234	0.00234	0.0012	0.86	0.0020
SO4=	427	8.90	45.17	0.00445	0.01779	0.0089	0.54	0.0024
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				11.545	PH (-log H) =			6.98
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				19.696	EC (µmho/cm) =			1360.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				31.241	Si (mg / l) =			38.00
İyonlaşma Gücü				0.024	B+++ (mg / l) =			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				1.562	Sertlik (Fr) =			41.34
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.752	rCa/rMg Oranı =			1.87
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				-0.45045	SI _s (Sülfat Doyma İndeksi)=			-0.85
SI _d (Dolomit Doyma İndeksi)				-0.4866	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-1.82
Fo (Köpürme Katsayısı)				204,8682	%e (Hata Yüzdesi) =			-26.09

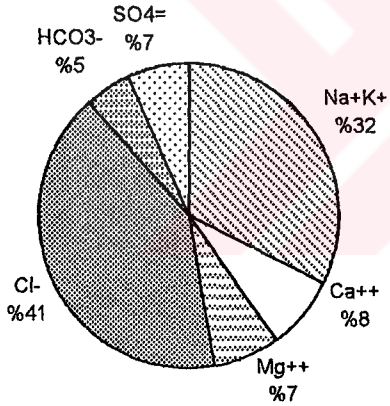


Konsantrasyonlar meq/l

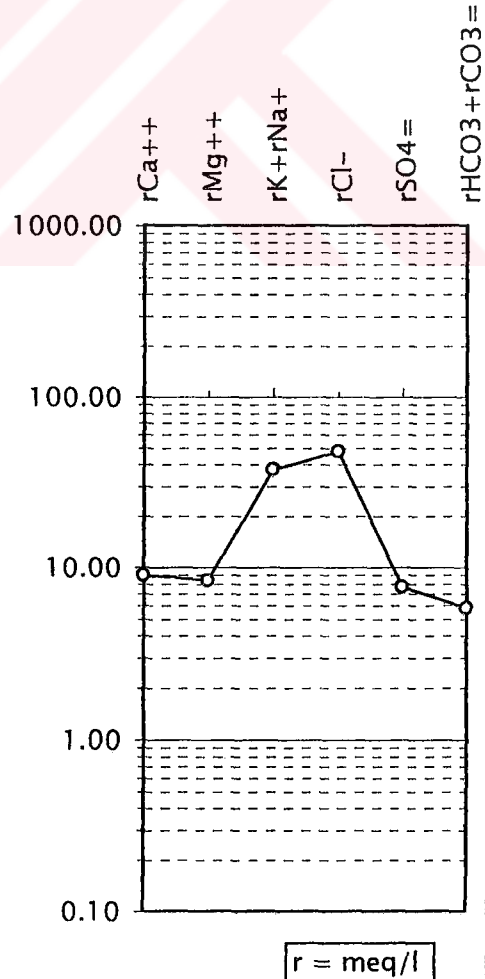
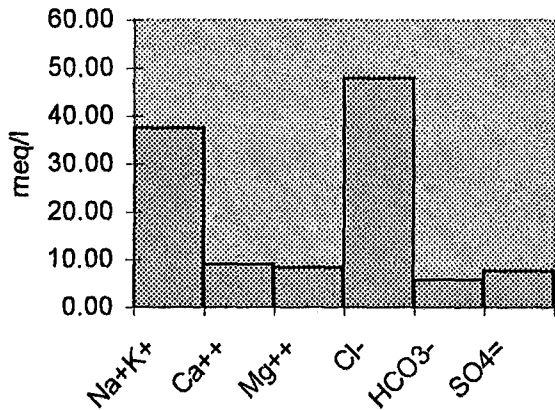


r = meq/l

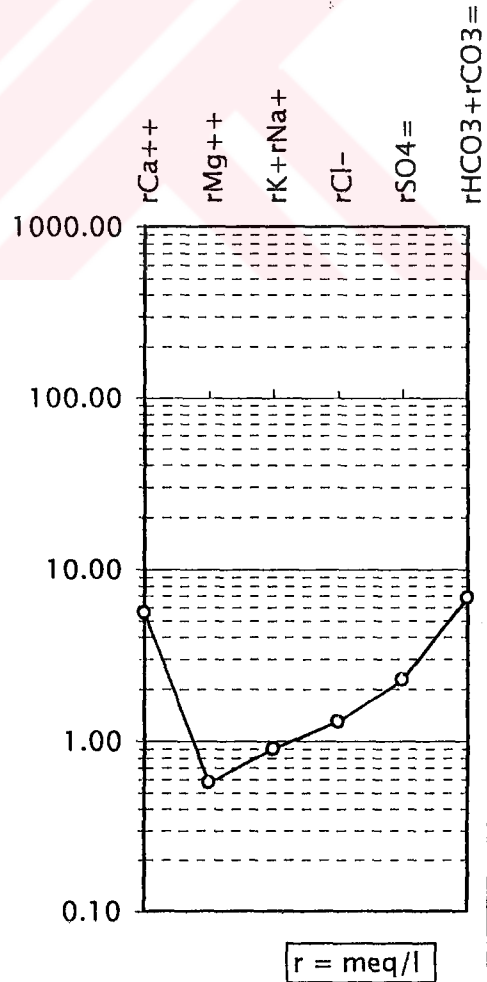
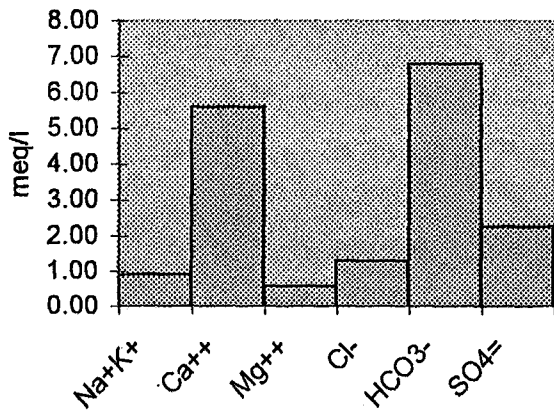
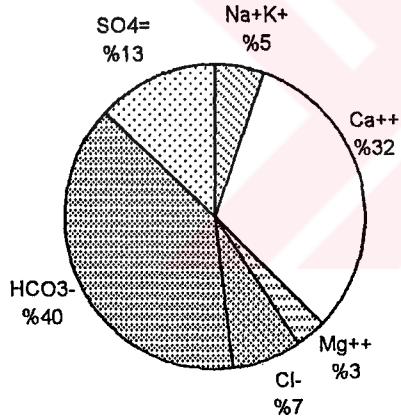
Örnek Adı		örnek :44				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 26/10/98						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	857	37.28	67.77	0.03728	0.03728	0.0186	0.79	0.0296
K+	12	0.31	0.56	0.00031	0.00031	0.0002	0.79	0.0002
Ca++	181	9.03	16.42	0.00452	0.01806	0.0090	0.40	0.0018
Mg++	102	8.39	15.25	0.00419	0.01678	0.0084	0.40	0.0017
Cl-	1700	47.92	77.98	0.04792	0.04792	0.0240	0.79	0.0381
HCO3-	354	5.80	9.44	0.00580	0.00580	0.0029	0.79	0.0046
SO4=	371	7.73	12.58	0.00386	0.01546	0.0077	0.40	0.0015
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				55.005	PH (-log H) =			7.03
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				61.448	EC (µmho/cm) =			2930.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				116.453	Si (mg / l) =			8.70
İyonlaşma Gücü				0.071	B+++ (mg / l) =			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				12.631	Sertlik (Fr) =			87.10
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				3.541	rCa/rMg Oranı =			1.08
SIc (Kalsit Doyma İndeksi)				0.04862	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-0.96
SId(Dolomit Doyma İndeksi)				0.1326	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-1.51
Fo (Köpürme Katsayısı)				2335.1788	%e (Hata Yüzdesi) =			-5.53



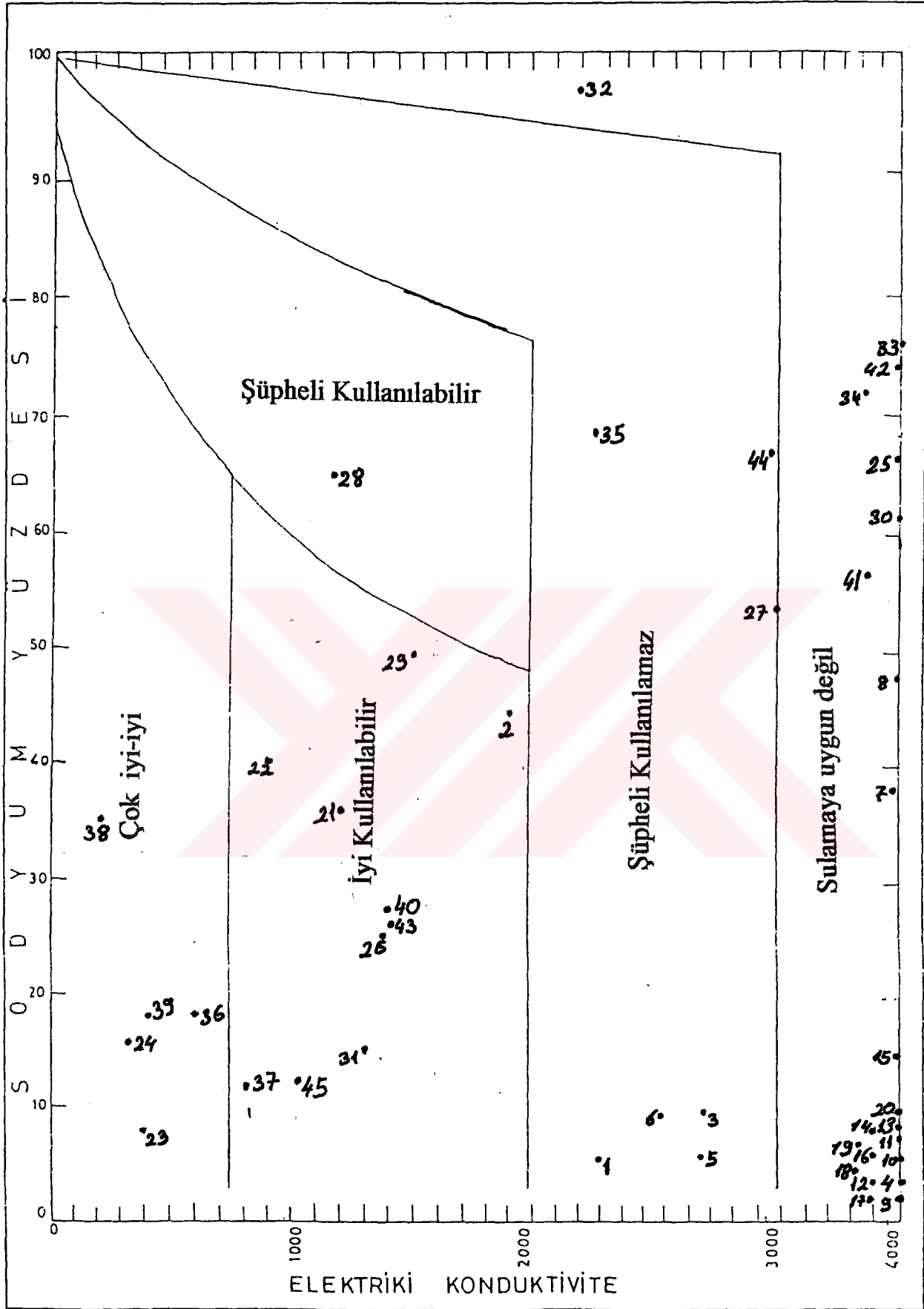
Konsantrasyonlar meq/l



Örnek Adı		örnek :45				Laboratuvar no =		6
Örnekleme Tarihi: 26/10/98						Sıcaklık (°C) =		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	C (mol/l)	CZ2	.5CZ2	F	AC
Na+	19	0.83	11.69	0.00083	0.00083	0.0004	0.89	0.0007
K+	3	0.08	1.09	0.00008	0.00008	0.0000	0.89	0.0001
Ca++	112	5.59	79.07	0.00279	0.01118	0.0056	0.63	0.0018
Mg++	7	0.58	8.14	0.00029	0.00115	0.0006	0.63	0.0002
Cl-	46	1.30	12.50	0.00130	0.00130	0.0006	0.89	0.0012
HCO3-	415	6.80	65.60	0.00680	0.00680	0.0034	0.89	0.0061
SO4=	109	2.27	21.90	0.00114	0.00454	0.0023	0.63	0.0007
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				7.068	PH (-log H) =			7.18
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				10.371	EC (µmho/cm) =			977.00
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				17.439	Si (mg / l) =			4.40
İyonlaşma Gücü				0.013	B+++ (mg / l) =			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0.471	Sertlik (Fr) =			30.82
rCl / (rSO4+rHCO3) Oranı				0.143	rCa/rMg Oranı =			9.71
Slc (Kalsit Doyma İndeksi)				0.30519	SIs(Sülfat Doyma İndeksi)=			-1.30
SId(Dolomit Doyma İndeksi)				-0.0884	LogPCO2(CO2) Kısmi Basıncı)=			-1.54
Fo (Köpürme Katsayısı)				57.239669	%e (Hata Yüzdesi) =			-18.94

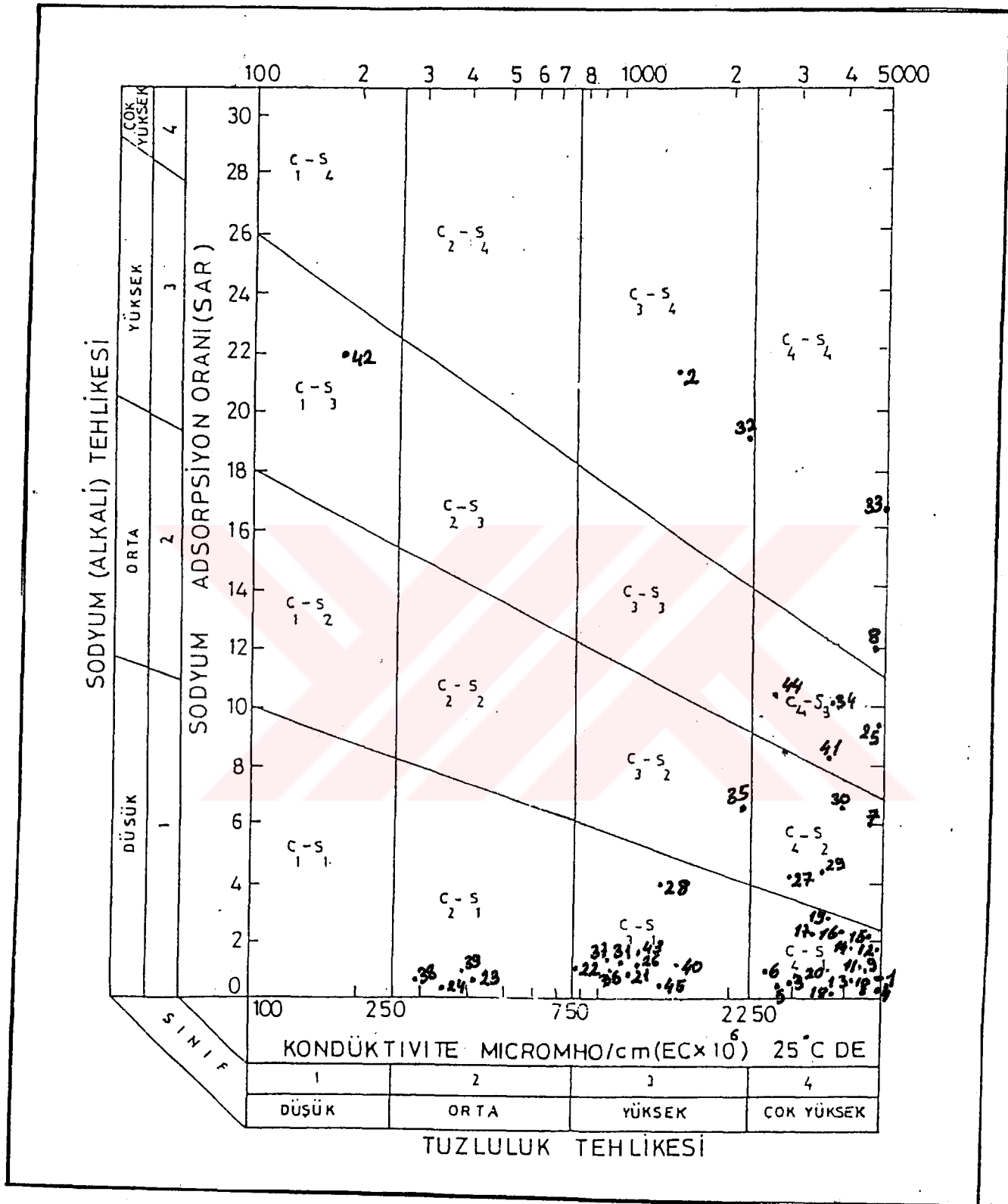


SULAMA SUYUNUN SINIFLANDIRILMASI İÇİN WILCOX DİYAGRAMI



WILCOX DİYAGRAMINDA SULARIN TARIMDA
KULLANILABİLİRLİĞİ

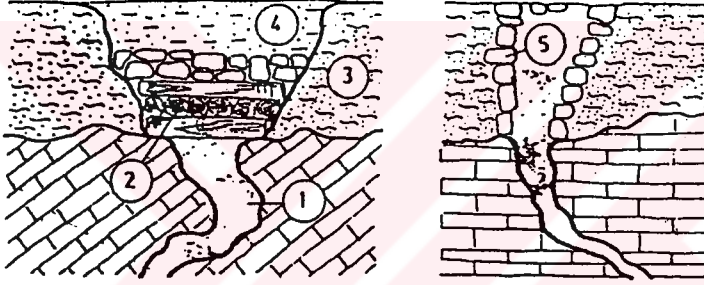
ABD TUZLULUK DİYAGRAMI



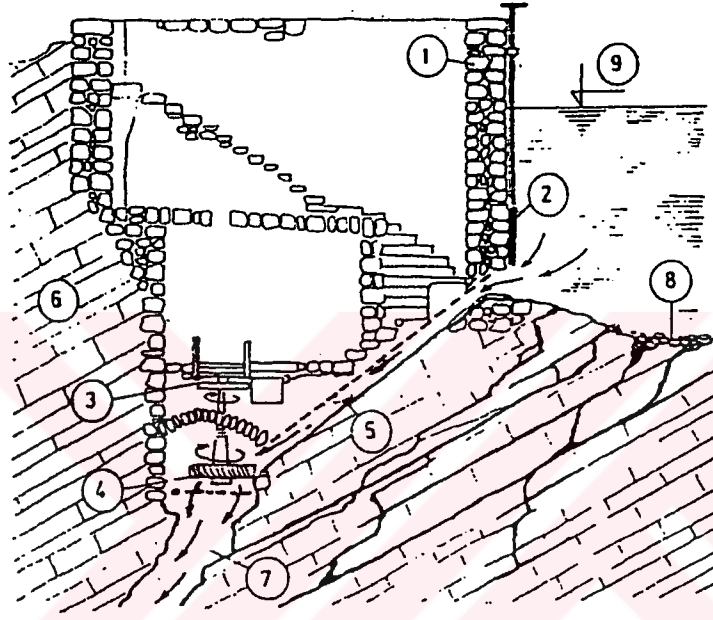
ABD TUZLULUK DİYAGRAMINA GÖRE SULAMA SULARININ SINIFLANMASI

NO	KUYU ADI	PH	EC*10 ⁶ (25 C) MICROMHO/CM	KATYONLAR Meq/lt				ANYONLAR Meq/lt				TOPLAM	% SODYUM	SAR	SUYUN SINIFI	SERTLIK FS	NİTRİT	AMONYAK	ORG MAD. Mg/lt O2
				Na	K	Ca	Mg	CO3	HCO3	Cl	SO4								
	34204-B	7.49	2480	17.96	0.17	4.32	2.49	0.00	6.12	13.13	5.69	24.94	72	9.8	C4S1	ÇOK SERT	-	-	3.04
	34207	7.37	1336	6.64	0.09	4.63	2.18	0.00	6.34	6.27	0.93	13.54	49	3.6	C3S1	ÇOK SERT	-	-	1.6
	34205	7.26	2380	17.08	0.16	4.47	2.27	0.00	6.54	13.26	4.18	2398	71.2	9.3	C4S1	ÇOK SERT	-	-	3.2
	34206	7.21	2280	14.80	0.11	4.56	3.47	0.00	5.98	13.64	3.32	2294	64.5	7.4	C4S2	ÇOK SERT	-	-	1.84
1	ILDIR KAYNAĞI	7.09	3320	2272.00	0.14	5.88	5.06	0.00	5.31	25.16	1.93	33.8	67.2	9.7	C4S3		-	-	1.6
2	ILDIR KAYNAĞI	7.13	3520	24.66	0.16	5.98	5.24	0.00	5.43	28.20	2.41	36.04	68.4	10.4	C4S3		-	-	1.68
3	ILDIR KAYNAĞI	7.03	19340	169.00	1.16	22.24	22.20	0.00	5.81	20.61	2.69	214.6	79	3.59	-		-	-	1.76
ÜST	25378	7.29	2540	20.01	0.11	3.54	3.00	0.00	5.27	19.94	1.45	26.6	75	11.1	C4S3		-	-	1.68
ALT	25378	7.21	2800	22.01	0.12	3.72	3.09	0.00	5.31	21.36	2.27	28.94	76	11.9	C4S3		-	-	1.6
ÜST	IB-II	7.27	2580	20.36	0.12	3.60	3.06	0.00	5.14	20.13	1.87	27.14	75	11.1	C4S3		-	-	1.68
ALT	IB-II	7.23	2830	22.37	0.13	3.78	3.13	0.00	5.23	22.20	1.98	29.41	76.1	12	C4S3		-	-	1.6

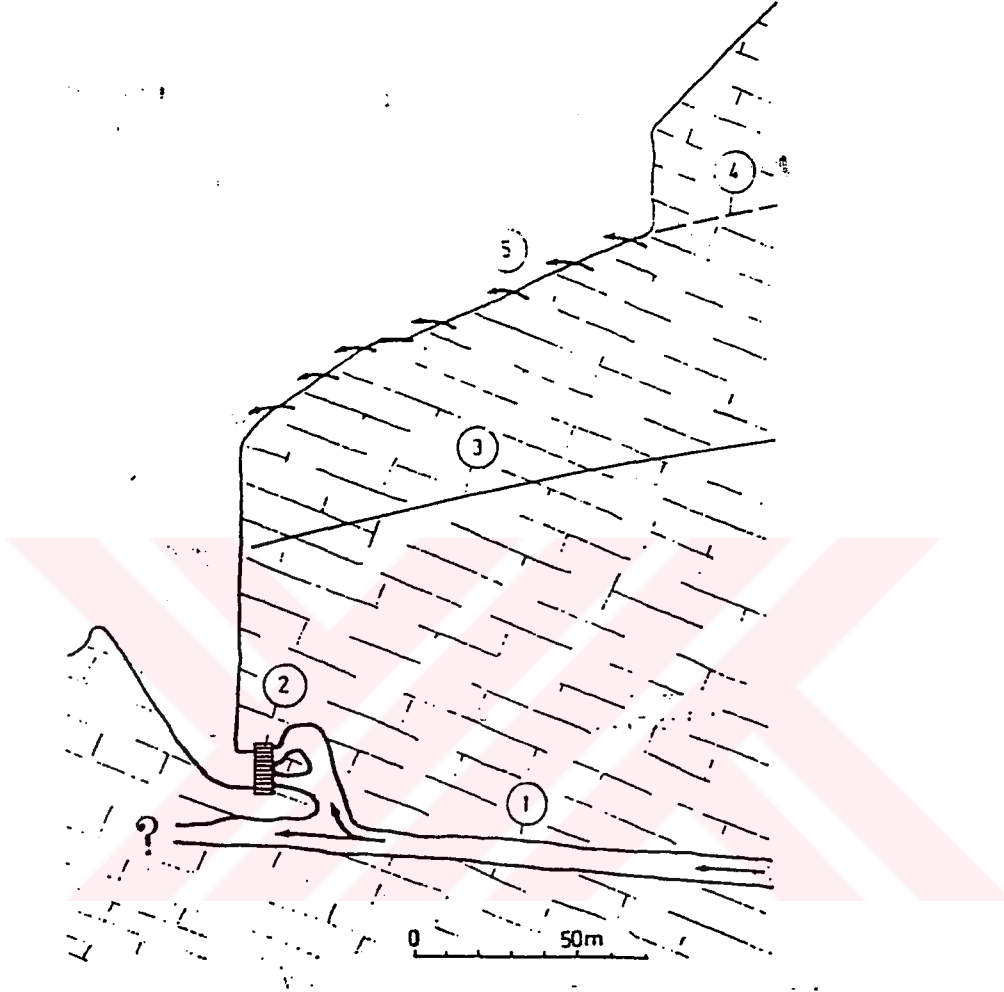
Ek 9. DSL ' nin Yapmış Olduğu Kuyulara Ait Kimyasal Analiz Sonuçları (DSL, 1989)



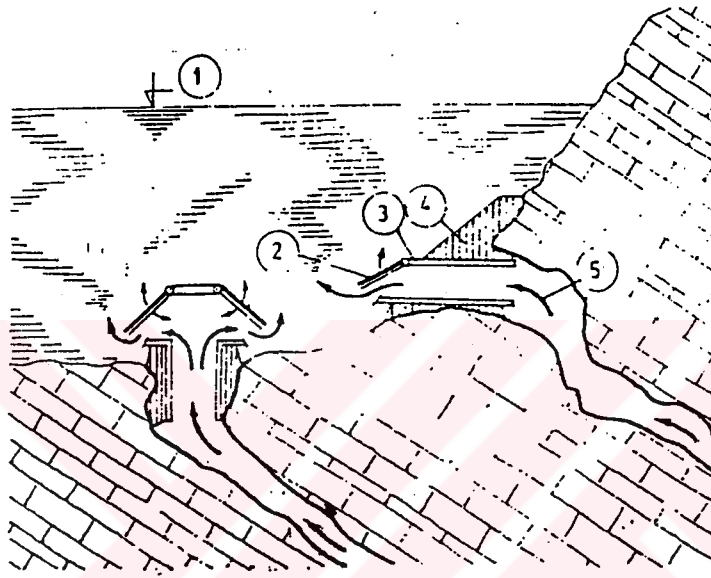
Düden korunması – eski çözüm 1) Karst kanalı 2) Taş destekli ağaç konstrüksion 3) Alüviyal çökelti 4) Toprak malzemesi 5) Düden duvarı



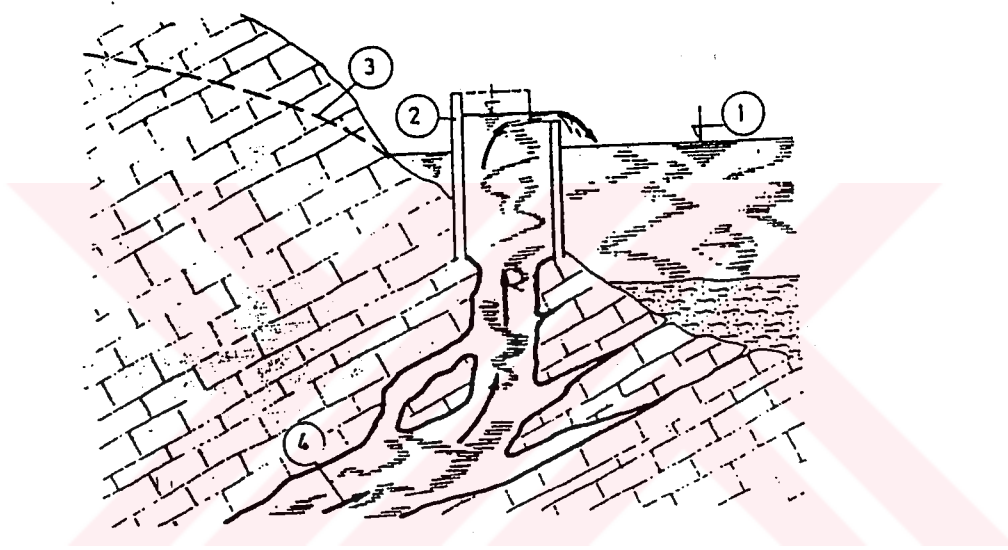
Düden üzerinde değirmen 1) Silindirik taş duvar 2) Su kapısı 3) Taş değirmen 4) Ağaç türbin 5) Su girişi 6) Karstlaşmış kireçtaşı 7) Karst kanalı 8) Su yatağı 9) Dere su seviyesi



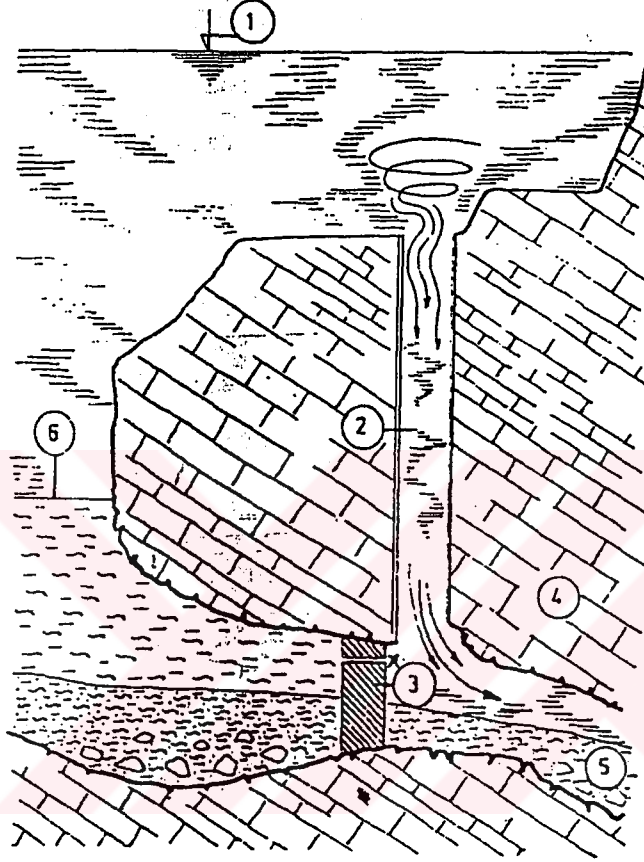
Aralı karst kaynağındaki tıkaç ($Q > 50 \text{ m}^3/\text{sn}$) 1) Karst kanalı 2) Çimento ile oluşturulmuş tıkaç 3) Doğal koşullardaki max. su seviyesi 4) Tıkamadan sonraki su seviyesi 5) Tıkamadan sonraki çıkış noktaları



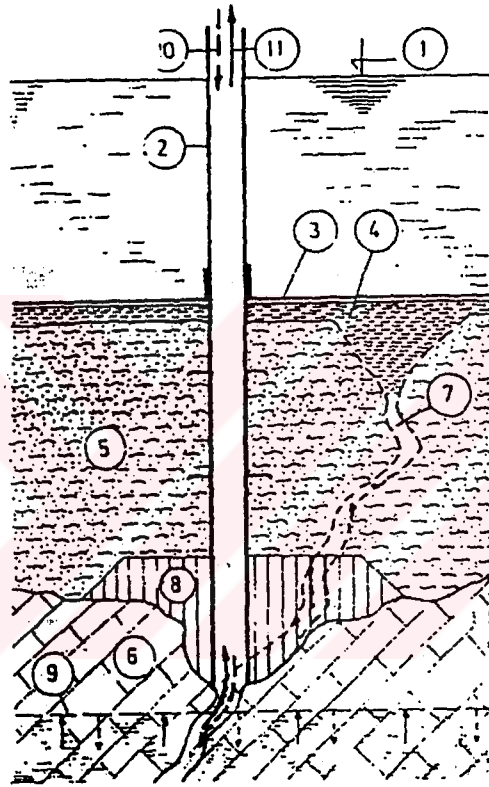
Ventil ile estavellaların korunması 1) Rezervuar su seviyesi 2) Ventil 3) Ventilin boru hattı 4) Çimento ile korunum 5) Karstik kanalda akım yönü



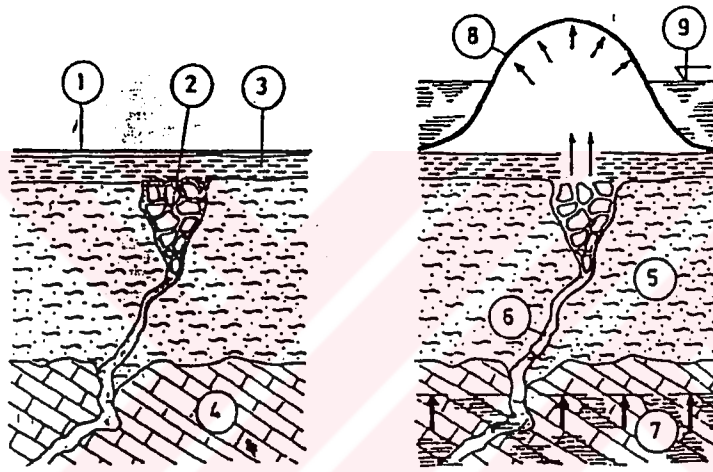
Estavella etrafında silindirik baraj 1) Rezervuar su seviyesi 2) Silindirik baraj 3) Piyozometrik seviye 4) Karst kanalındaki akım yönü



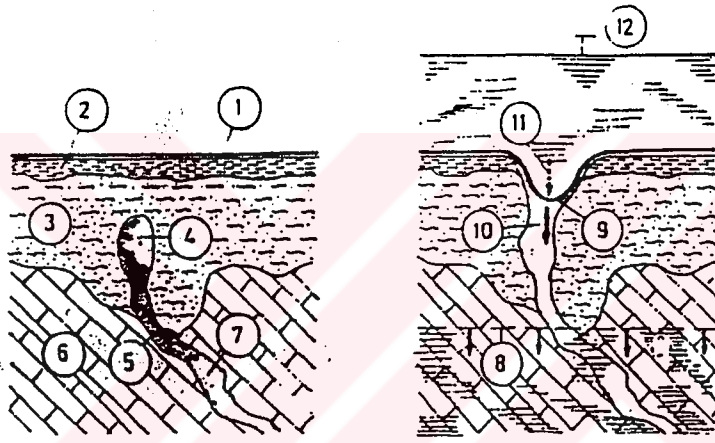
Şaftlı düden 1) Suyun akım yönü 2) Şaft 3) Çimentolu tıkaç 4) Karstlaşmış kireçtaşı 5) Tıkamadan önceki çamur seviyesi 6) Tıkamadan sonraki çamur seviyesi



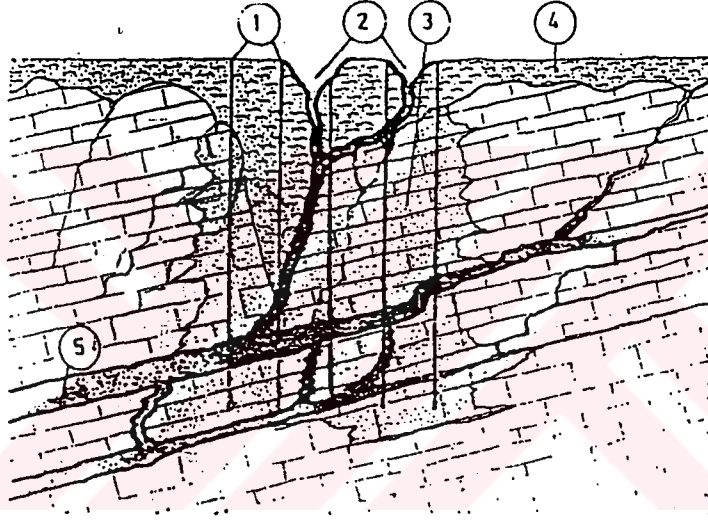
Havalandırma tüpü 1) Rezervuar su seviyesi 2) Havalandırma tüpü 3) PVC folyo 4) Sıkıştırılmış birim 5) Alüviyal sedimanlar 6) Karstlaşmış kireçtaşı 7) Karst kanalı 8) Çimento 9) Su tablası 10) Su tablası düşerken hava akımının yönü 11) Su tablası yükselirken oluşan hava akımının yönü



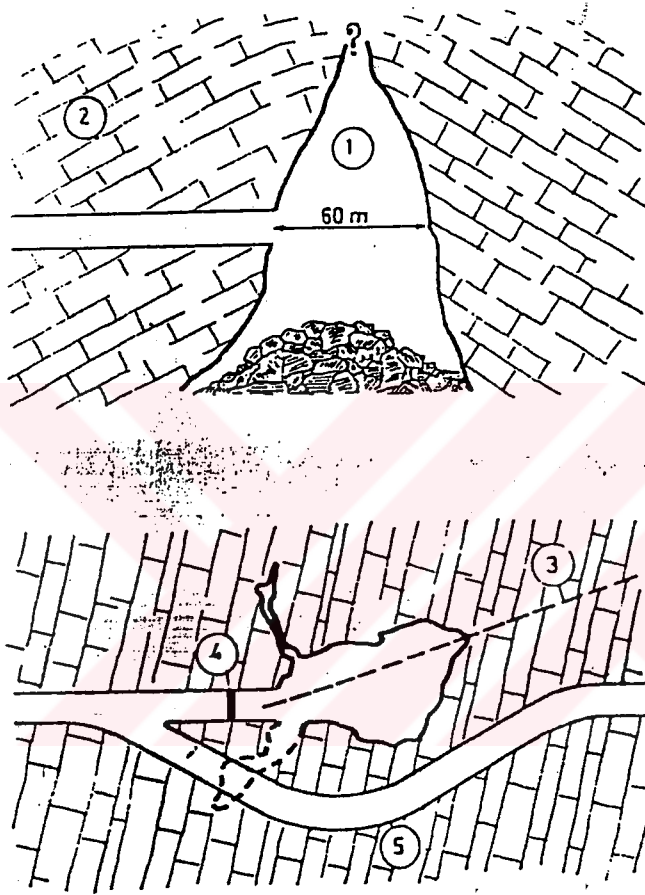
PVC folyonun tahribi 1) PVC folyo 2) Kaya dolgu 3) Sıkıştırılmış birim 4) karstlaşmış kireçtaşı 5) Alüviyal sedimanlar 6) Karst kanalı 7) Su tablası 8) PVC folyonun basınca maruz kalması 9) Rezervuar su seviyesi



PVC folyonun düşük basınç nedeni ile bozulması 1) PVC folyo 2) sıkıştırılmış birim 3) Alüvyon 4) Alüvyon içinde yer alan mağaralar 5) Kanalin bir kısmı malzeme içine göçmekte 6) Karstlaşmış kireçtaşları 7) Kanalin boş kalan kısmı 8) Düşen su seviyesi 9) Gerdirilmiş PVC folyo 10) Düşük basınç yönü 11) Folyoya su sütünü ile binen yük 12) Rezervuar su tablası



Düdenin kuyu yatağında oluşturduğu oyuntu 1) Oyuntu içinde delinmiş boşluk 2) Alüvyal düden 3) Kaya yatağında oluşan oyulmuş kısım 4) Alüvyon 5) Delik doldurucu malzeme ile doldurulmuş karst kanalı



Tünelin ayrılması 1) Mağara 2) Karstlaşmış Kireçtaşı 3) Fay 4) Çimentolu tıkaç 5)
Tünelin ayrılan kısmı