

KUŞADASI (AYDIN) ÇEVRESİNİN HİDROJEOLÖJİK İNCELENMESİ

Dokuz Eylül Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Emrah UYSAL

Temmuz, 2002
İZMİR

119611

TEŞEKKÜR

Bu projede, çalışmalarımın her aşamasında bilgi ve görüşlerinden yararlandığım Sayın Hocam Doç. Dr. Gültekin TARCAN' a, çalışmaların başlangıcında bana yol gösteren Hocam Prof. Dr. Şevki FİLİZ' e, arazi çalışmalarında yardımcı olan Jeoloji Mühendisi Vahap LİDER' e, jeolojik harita ve kesitlerin çizilmesinde yardımcı olan Araştırma Görevlisi Cem KINCAL' a, tez yazımında yardımcı olan kardeşim Evren UYSAL' a ve özellikle her konuda maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Emrah UYSAL

İÇERİKLER

	<u>Sayfa</u>
İÇİNDEKİLER	i
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
TABLolar LİSTESİ	vii
EKLER	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xii

İÇİNDEKİLER

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1.1. ÇALIŞMA ALANININ YERİ	1
1.2. AMAÇ	1
1.3. YÖNTEMLER	3
1.4. COĞRAFYA	3
1.4.1. İklim	3
1.4.2. Bitki Örtüsü	8
1.4.3. Ekonomi	8
1.4.4. Jeomorfoloji	8
1.5. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	9

İKİNCİ BÖLÜM

ÇALIŞMA ALANININ GENEL JEOLojİSİ

2.1. GİRİŞ	13
2.2. KAYA BİRİMLERİ	15
2.2.1. Menderes Masifi Metamorfikleri	15
2.2.2. Kuşadası Birimi	17
2.2.3. Davutlar Volkanik Birimi	21
2.2.4. Alüvyon	22
2.3. YAPISAL JEOLojİ	25
2.4. JEOLojİK TARİHÇE VE PALEOCOĞRAFYA	28
2.5. EKONOMİK JEOLojİ	29
2.6. MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ	31
2.6.1. Kuşatak – Arıtma Kanalizasyon Projesi	32

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ÇALIŞMA ALANININ HİDROJEOLojİSİ

3.1. YAĞIŞLAR	33
3.1.1. Yağışlı Devre	34
3.1.2. Yağışsız Devre	37
3.2. AKARSULAR	40
3.2.1. Değirmendere	40
3.2.2. Alaçayı Deresi	40
3.2.3. Baldere	40
3.3. KAYNAKLAR	41
3.4. KUYULAR	43
3.4.1. Sığ Kuyular	43
3.4.2. Derin Kuyular	43

3.5. KAYA BİRİMLERİNİN HİDROJEOLOJİK YÖNDEN İRDELENMESİ ..	45
3.5.1. Menderes Masifi Metamorfikleri	45
3.5.2. Kuşadası Birimi	45
3.5.3. Davutlar Volkanik Birimi	46
3.5.4. Alüvyon	46
3.6. ÇALIŞMA ALANININ ÖZGÜN HİDROJEOLOJİK YAPISI	47
3.7. YERALTI SUYU BİLANÇOSU	47
3.7.1. Yeraltı Suyu Beslenimi	48
3.7.1.1. Alüvyon Yeraltı Suyu Beslenimi	48
3.7.1.2. Davutlar Volkanik Birimi Yeraltı Suyu Beslenimi	48
3.7.1.3. Kuşadası Birimi Yeraltı Suyu Beslenimi	49
3.7.1.4. Menderes Masifi Metamorfikleri Yeraltı Suyu Beslenimi	49
3.7.2. Yeraltı Suyu Boşalımı	50
3.7.2.1. Buharlaşma – Terleme ile Boşalım	50
3.7.2.2. Suni Boşalım	50
3.7.2.3. Doğal Boşalım	51
3.8. YERALTI SULARININ KALİTESİ VE KULLANIM KRİTERLERİ	51
3.8.1. Giriş	51
3.8.2. Yeraltı Sularının Fiziksel Özellikleri	52
3.8.2.1. Bulanıklık - Berraklık	52
3.8.2.2. Renk	52
3.8.2.3. Koku ve Tat	54
3.8.2.4. Asılı Maddeler	54
3.8.2.5. Sıcaklık	55
3.8.3. Yeraltı Sularının Kimyasal Özellikleri	56
3.8.3.1. Yeraltı Sularında Bulunan Önemli İyonlar	57
3.8.3.1.1. Kalsiyum (Ca^{++})	59
3.8.3.1.2. Magnezyum (Mg^{++})	59
3.8.3.1.3. Sodyum (Na^{+})	60
3.8.3.1.4. Karbonat (CO_3^{-}) ve Bikarbonat (HCO_3^{-})	61
3.8.3.1.5. Klorür (Cl^{-})	61
3.8.3.1.6. Sülfat (SO_4^{-})	62

3.8.3.2. Yeraltı Sularında Az Miktarda Bulunan Maddeler	62
3.8.3.2.1. Demir (Fe^{++})	62
3.8.4. Yeraltı Sularının Kalitesini Belirleyen İyon Özellikleri	63
3.8.4.1. Sertlik	63
3.8.4.1.1. Geçici Sertlik (Karbonat Sertliği)	63
3.8.4.1.2. Kalıcı Sertlik	63
3.8.4.2. Hidrojen İyon Konsantrasyonu (pH)	64
3.8.4.3. Alkalinite	65
3.8.4.4. Asidite	65
3.8.4.5. Elektriksel İletkenlik (EC)	65
3.8.5. Suların Kullanma Özellikleri	66
3.8.5.1. İçme Sularının Özellikleri	66
3.8.5.2. Sulama Sularının Özellikleri	67
3.8.5.2.1. Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR)	67
3.8.5.2.2. Klorür Tehlikesi	68
3.8.5.3. Endüstri Sularının Özellikleri	69
3.8.6. Suların Kalsit, Dolomit ve Jips Doyma İndeksleri ile CO_2 Kısmi Basıncı	71
3.8.7. Davutlar Kaplıcası	73
3.8.7.1. Isı Kaynağı	73
3.8.7.2. Hazne Kaya	73
3.8.7.3. Örtü Kaya	74
3.8.8. Davutlar Kaplıcası' nın Hazne Kaya Sıcaklığının Hesaplanması	74
3.8.8.1. Na-K Jeotermometresi	74

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.	2
Şekil 1.2. 1982-2001 yılları arası Kuşadası-Davutlar-Güzelçamlı yöresine ait ortalama sıcaklık diyagramı.	5
Şekil 1.3. Çalışma alanının morfolojisi.	9
Şekil 2.1. Çalışma alanının genelleştirilmiş litostratigrafik kolon kesiti.	14
Şekil 2.2. Çalışma alanında gözlenen şistlerden genel bir görünüm.	16
Şekil 2.3. Çalışma alanında gözlenen mermerlerden genel bir görünüm.	16
Şekil 2.4. Kuşadası birimine ait çakıltası biriminden bir görünüm.	19
Şekil 2.5. Kuşadası birimine ait kumtaşı-kıltası-silttaşı-marn-killi kireçtaşı- kireçtaşı ardalanmasından bir görünüm.	20
Şekil 2.6. Menderes masifi metamorfikleri- Kuşadası birimi uyumsuz dokanağı	20
Şekil 2.7. Çalışma alanında gözlenen Davutlar volkanik biriminden bir görünüm.	21
Şekil 2.8. Söke-Davutlar yöresindeki Neojen volkanitlerinin dağılımı.	23
Şekil 2.9. Alüvyondan genel bir görünüm.	24
Şekil 2.10. Çalışma alanında gözlenen şistlere ait şistozite yapıları.	26
Şekil 2.11. Kuşadası biriminde gözlenen kuzeybatı eğimli katmanlanmalar.	26
Şekil 2.12. İsmet Tepe güneyinde gözlenen doğu-batı doğrultulu yüksek açılı faydan bir görünüm.	27
Şekil 2.13. Çalışma alanında yer alan işletmeye kapatılmış eski bir taş ocağı.	29
Şekil 2.14. Kuşadası Belediyesi asphalt şantiyesinden bir görünüm.	30
Şekil 2.15. Kuşadası Belediyesi' nin yapmış olduğu heyelan önleme çalışmalarından bir görünüm.	31

Şekil 3.1. 1982-2001 yılları arasındaki verilere göre yöredeki ortalama yağış miktarının grafiksel gösterimi.....	37
Şekil 3.2. 1962-2001 yılları arasında Kuşadası-Davutlar-Güzelçamlı yöresinin son 40 yıllık aylık sıcaklık-yağış ortalamalarına göre Thorhtwait yöntemiyle hesaplanan buharlaşma-terleme diyagramı.	39
Şekil 3.3. Ilıcıpınar’ dan bir görünüm	41
Şekil 3.4. Haytanın Çeşmesi’ nden bir görünüm	42
Şekil 3.5. Çalışma alanında sulama ve kullanma amaçlı kullanılan K ₃ nolu sondaj kuyusu	44
Şekil 3.6. Çalışma alanında içme amaçlı açılmış K ₅ nolu sondaj kuyusu	44
Şekil 3.7. Akifer malzeme – özgül verim arasındaki ilişki.....	46
Şekil 3.8. Davutlar Kaplıcası’ ndan bir görünüm	76

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1. Kuşadası-Davutlar-Güzelçamlı yöresinde son 20 yıllık verilere göre ortalama sıcaklıklar.....	4
Tablo 1.2. Kuşadası-Davutlar-Güzelçamlı yöresinde son 20 yıllık verilere göre maksimum sıcaklıkların aylara dağılışı.	6
Tablo 1.3. Kuşadası-Davutlar-Güzelçamlı yöresinde son 20 yıllık verilere göre minimum sıcaklıkların aylara dağılışı.	7
Tablo 3.1. Kuşadası-Davutlar-Güzelçamlı yöresinde 1962-1981 yılları arasındaki 20 yıllık verilere göre yağış miktarının aylara dağılışı.	35
Tablo 3.2. Kuşadası-Davutlar-Güzelçamlı yöresinde son 20 yıllık verilere göre yağış miktarının aylara dağılışı.	36
Tablo 3.3. Çalışma alanının Thornthwait yöntemine göre yapılmış yıllık buharlaşma-terleme çizelgesi (son 40 yıllık).	38
Tablo 3.4. Çalışma alanındaki kaynakların türü ve debileri	42
Tablo 3.5. Suyun fizikokimyasal özellikleri.	53
Tablo 3.6. Sudaki mikroorganizmaları sınıflayan kriterler.	54
Tablo 3.7. Suların sıcaklıklarına göre kullanma kriterleri.	55
Tablo 3.8. Çalışma alanındaki su noktaları ve bazı kimyasal özellikleri	58
Tablo 3.9. Sodyum miktarına göre suların sınıflaması	61
Tablo 3.10. Fransız sertlik sınıflaması	64
Tablo 3.11. Suların elektriksel iletkenliklerine göre sınıflaması.....	66
Tablo 3.12. Suların SAR' a göre sınıflanması	68
Tablo 3.13. Bazı bitkiler için sulama sularında kabul edilebilir en yüksek klorür miktarı	69

Tablo 3.14. Zeminde ve sularda bulunan sülfat miktarına göre betonların etkilenme dereceleri	70
Tablo 3.15. Endüstride kullanılan suların köpürme dereceleri ve sınıflaması	71



EKLER

Sayfa

EK 1. Çalışma Alanındaki Suların Kimyasal Analiz Sonuçları	82
EK 2. Çalışma Alanının Jeoloji Haritası	Arka Cepte
EK 3. Çalışma Alanının Jeolojik Kesitleri	Arka Cepte



ÖZET

Çalışma alanının en yaşlı kaya birimini Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı şist ve mermerlerden oluşan Menderes Masifi metamorfikleri oluşturmaktadır. Birimler orta sıcaklık ve düşük basınç metamorfizması sonucu oluşmuş, genleşme tektoniği sonucunda yükselmişlerdir. Oligosen’ de başladığı düşünülen faylanmalar sonucu çöken havza, Miyosen’ de su baskınıyla göl halini almış, Neojen yaşlı Kuşadası birimine ait seriler uyumsuz olarak bu birim üzerini örtmüştür. Bu seriler; çakıltası, kumtaşı, kiltası, silttaşı, marn, killi kireçtaşı ve kireçtaşlarından oluşmaktadır. Davutlar volkanik birimi; Üst Miyosen ve sonrasında gelişen volkanizma ürünü olup, tüfler ile traki bazaltik özellikteki lav akıntılarından oluşmaktadır.

Bölgedeki kayalar Hersiniyen ve Alpin Orojenezi’ nden etkilenerek kıvrılmış ve kırılmışlardır. Bölgede oluşan graben ortamına ayrışma ve taşınma ile Kuvaterner yaşlı alüvyon çökelmiş ve bütün birimleri uyumsuz olarak örtmüştür.

Bölgede akifer niteliğinde olabilecek kaya birimleri; Mesozoyik yaşlı mermerler, Neojen yaşlı Kuşadası birimine ait çakıltası ve kireçtaşı seviyeleri, Üst Miyosen-Alt Pliosen yaşlı Davutlar volkanik birimi ve Kuvaterner yaşlı alüvyondur. Genelde Ilıcıpınar, Davutlar Kaplıcası ve Zeus Pınarı dışında diğer kaynak ve kuyular, içme ve sulama amaçlı kullanıma elverişlidir.

Çalışma alanı hidrojeolojik bakımdan çok çeşitlilik gösterir. Davutlar Kaplıcası çalışma alanında turistik açıdan önemli bir sıcak su olup, 43°C sıcaklıktadır. Yöredeki bu jeotermal sistemin hazne kayası Menderes Masifi metamorfiklerine ait mermerlerdir. Örtü kayası Neojen yaşlı Kuşadası birimi içerisindeki killi seviyeler, ısı kaynağı ise volkanik ve tektonik etkinlikler nedeniyle yükselen jeotermal

gradyandır. Jeotermometre sonuçlarına göre alanda yaklaşık 100–120°C’ lik düşük entalpili bir jeotermal hazneden söz edilebilir.

Çalışma alanında sulama ve kullanma amaçlı yaklaşık 750 adet sondaj kuyusu bulunmaktadır. Ancak bu kuyuların birçoğu aşırı çekim nedeniyle tuzlanmıştır. Çalışma alanındaki akiferler serbest akifer niteliğinde olup her yönden beslenmektedir. Bu özelliği nedeniyle kirlenebilme olasılığı oldukça yüksektir. Özellikle alüvyon üzerine yapılmış olan yazlık ve oteller; havzanın beslenme yüzeyini daraltmakta, arıtma-kanalizasyon sistemlerinin olmayışı ve yapılan aşırı çekimler bu kirlenmeyi hızlandırmaktadır.

Bilinçsiz şekilde yapılaşma kontrol altına alınmalı ve dağlık kesimlere kaydırılmalıdır. Ancak bu şekilde bölgedeki yeraltı suyu daha uzun süreli kullanılabilir. Ayrıca yeraltı suyunu kirletici özellikteki atıkların bir an önce arıtma-kanalizasyon projesi ile seçilecek bölgelerde depolanması ve arıtılması yapılmalıdır.

ABSTRACT

Geologic studies made in the study area showed that the oldest rock unit was formed of Menderes Massif metamorphics of Upper Triassic-Upper Cretaceous aged schist and marbles. These units have been formed because of mid heat and low pressure and have risen because of the extensional tectonics. The basin that collapsed because of fault formation which has most probability begun in Oligocene, it has taken a formation of a lake through floods in Miocene, and Neogene series have covered this unit an unconformity contact. These Neogene series are made up of conglomerates, sandstone, claystone, siltstone, marl, clayey limestone and limestone. Tuffs are volcanic origins of Upper Miocene and later streams with trachy basalt.

Rocks of this region have been effected by Tersineyen and Alpin Orogenes and have curled and broken. Graben formed within this region, Quaternary aged alluvium precipitated through decompose and conuey, and covered all the units discordantly.

Through out hydrogeologic studies carried out in the study area, it has been understood, that this area has a great importance of its ground water potential. In this area there are rock units in the quality of aquifer; Mesozoic aged marbles, Neogene aged conglomerates and limestone levels belonging to Kusadası unit, Upper Miocene-Lower Pliocene aged Davutlar volcanic unit and Quaternary aged alluvium. The springs except for Ilıcınar, Davutlar Spa and Zeus Spring, and wells are convenient for usage.

This study area shows a great variety of hydrogeology. Davutlar Spa thermal water important hot water potential and its temperature 43°C. Reservoir rock of this geothermal system of this area is the Menderes Massif marbles. The cap rock is the clayey level that is in Neogene aged Kusadası unit, and the heat source is the

geothermal gradient because of the tectonic and volcanic activity of the area. The result of geothermometry suggest there is a deep reservoir which has low enthalpy fluids (about 100-120°C).

In study area, there are about 750 sounding wells that are used for drinking, irrigation purposes. But most of these wells have been salted because of excessive extractions. Aquifers in the study area are unconfined and permeable because of this it is vulnerable to be polluted. Due to the fact that the resorts and the hotels built on alluvium the drainage of the basin is narrow. Because of the lack of refinery-drainage systems and over ground water extraction, this pollution will be accelerated.

Unconscious constructions should be controlled and should be slid to mountainous sections. This is the only way to use the ground water of this area for a longer time. Also, effluent that pollute the ground water should be stored and refined in chosen as refinery- drainage project as soon as possible.

BÖLÜM I

GİRİŞ

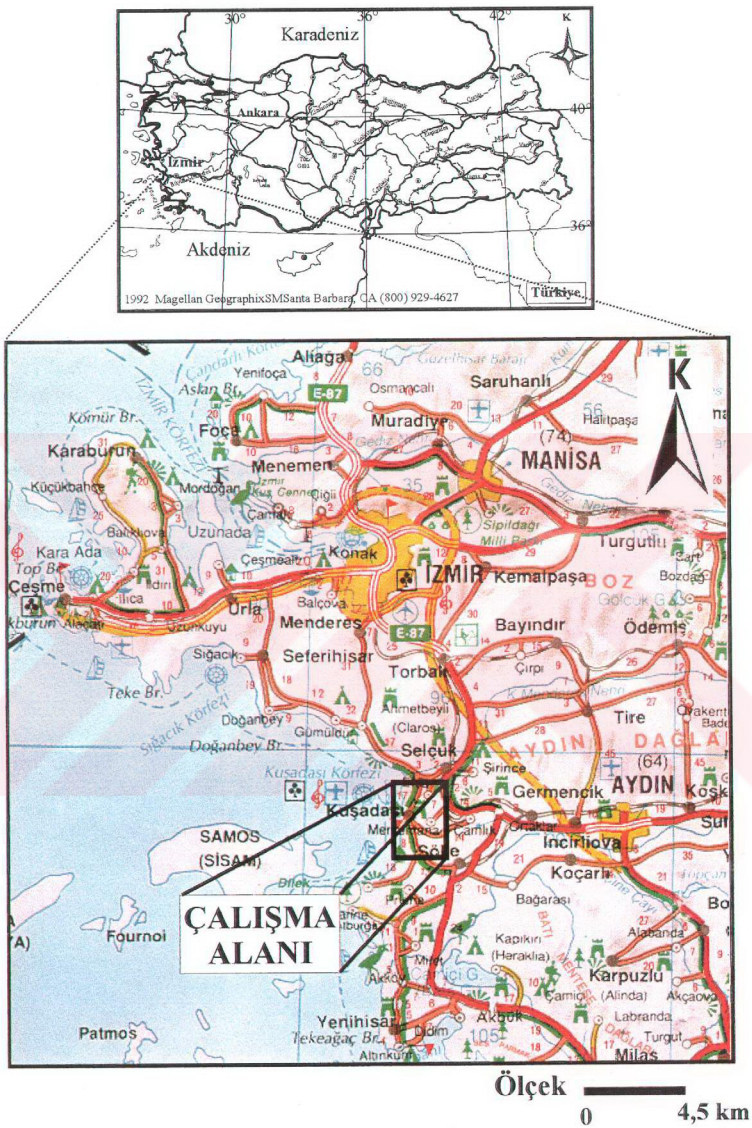
Bu çalışma, 2001-2002 öğretim yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde "Yüksek Lisans Tezi" olarak hazırlanmıştır.

1.1. ÇALIŞMA ALANININ YERİ

AYDIN M18-a3, b1, b4, c1 ve d2 paftalarının 18-30 enlem ve 73-96 boylamları arasında kalan; Kuşadası İlçesi, Davutlar ve Güzelçamlı beldeleri ile Soğucak ve Caferli köylerini içine alan çalışma alanı yaklaşık 175 km² lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1.1).

1.2. AMAÇ

Bu tez kapsamında, çalışma alanının jeolojik ve yapısal özelliklerinin tespitiyle, alanın jeoloji haritasının yapımı gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte çalışma alanındaki kaya birimlerinin hidrojeolojik özellikleri irdelenmiş ve Kuşadası-Davutlar-Güzelçamlı yöresinin özgün hidrojeolojik yapısı üzerinde durulmuştur. Bu alandaki sıcak ve soğuk su noktaları tespit edilerek kimyasal analizleri yapılmış, analiz sonuçlarına göre yeraltı sularının sınıflaması ve deniz suyu ile olan ilişkisi incelenmiştir. Ayrıca havzaya düşen yağış miktarı ile akarsular ve sığ-derin kuyular incelenmiş, havzadaki beslenme ve boşalım hesabından yola çıkılarak tahmini su bütçesi hesaplanmıştır. Yine alanın güneyinde yer alan jeotermal sistemin belli başlı özelliklerinden bahsedilmiş ve Davutlar Kaplıcası' nın hazne kaya sıcaklığı üzerinde durulmuştur.



Şekil 1.1. Çalışma alanının yerbulduru haritası.

1.3. YÖNTEMLER

Bu çalışma, arazi ve laboratuvar çalışmaları olmak üzere iki bölümde ele alınmıştır.

a) Arazi Çalışmaları ; Kaya birimleri 1/25.000 ölçekli topoğrafik harita üzerine dokanak izleme yöntemi ile aktarılmıştır. Kaya birimleri yöntemsiz olarak ayırtlanmış, önceki çalışmalar dikkate alınarak isim ve yaş verilmiştir. Ayrıca çalışma alanının çeşitli bölgelerindeki sondaj kuyuları ve kaynaklardan 15 adet su örneği alınmıştır.

b) Laboratuvar Çalışmaları ; Araziden alınan su örnekleri Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü Kimya Laboratuvarı'nda TSE 266 (1997) ve APHA-AWWA-WCPF (1975)'e göre analiz edilmiştir. Yapılan analizlerde; katyonlar ve demir için atomik absorpsiyon; karbonat, bikarbonat ve klor anyonları için titrasyon ve sülfat tayini için gravimetrik yöntemler kullanılmıştır.

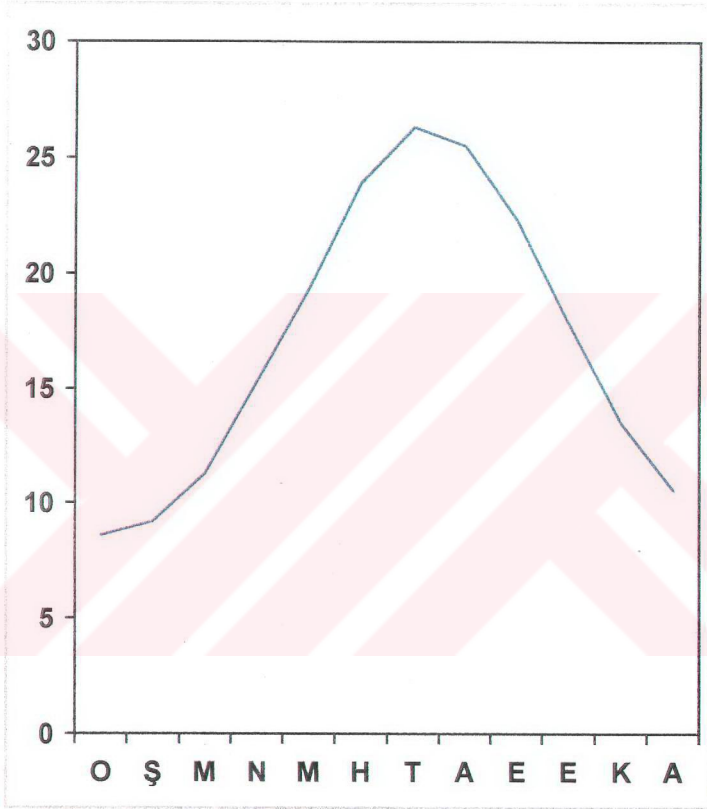
1.4. COĞRAFYA

1.4.1. İklim

Çalışma alanı ve çevresinde tipik Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir. Bölgede yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı geçmektedir. Kuşadası Meteoroloji İstasyonu verilerine göre; Kuşadası-Davutlar-Güzelçamlı yöresinde ortalama yıllık sıcaklık 16.5°C'dir (Tablo 1.1). En sıcak ay 26.3°C ile Temmuz ayıdır (Şekil 1.2). Bununla birlikte maksimum ve minimum sıcaklık değerleri incelendiğinde; maksimum sıcaklık 41.6°C ile Ağustos ayında (Tablo 1.2), minimum sıcaklık ise -6.0°C ile Şubat ayında görülmüştür (Tablo 1.3).

Tablo 1.1. Kuşadası-Davutlar-Güzelçamlı yöresinde son 20 yıllık verilere göre ortalama sıcaklıklar
(Kuşadası Meteoroloji İstasyonu)

YIL	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	YIL. ORT.
1982	9.3	6.9	10.1	14.4	17.2	22.9	24.5	23.9	22.3	18.0	11.9	10.9	16.0
1983	7.2	7.5	10.9	15.7	19.6	23.3	26.6	24.6	20.5	15.8	13.0	11.5	16.4
1984	10.1	9.1	11.3	13.3	19.2	22.6	25.2	23.6	22.0	18.0	13.8	9.2	16.5
1985	11.3	6.6	10.7	15.7	20.1	23.0	25.5	25.1	21.7	15.2	15.5	10.9	16.8
1986	11.0	10.8	11.4	16.3	19.0	23.2	25.3	25.2	22.3	17.2	10.8	9.1	16.8
1987	11.1	10.4	7.8	13.8	17.6	23.4	26.4	24.8	22.5	16.4	13.2	10.0	16.4
1988	10.2	9.3	11.0	14.7	19.2	23.9	28.1	25.4	22.6	17.1	11.0	10.1	16.9
1989	6.3	9.1	12.9	17.2	19.1	22.6	25.7	24.8	22.6	16.5	12.7	10.3	16.6
1990	6.9	9.1	12.2	15.9	18.8	23.4	26.3	24.9	21.8	18.4	16.5	12.0	17.2
1991	8.4	9.6	12.9	15.1	17.7	23.8	25.3	25.8	21.2	18.3	14.1	6.4	16.6
1992	6.8	6.4	10.3	15.0	18.3	23.5	25.4	25.8	22.0	20.7	13.1	7.7	16.2
1993	7.6	7.1	10.9	14.5	18.5	24.1	26.2	25.6	22.1	19.3	12.8	12.3	16.8
1994	11.0	10.0	11.4	16.8	20.6	24.1	26.2	27.1	24.7	20.9	12.0	9.6	17.9
1995	10.4	11.4	12.4	14.5	19.6	25.0	27.0	24.9	23.1	16.5	11.0	11.9	17.3
1996	8.2	10.6	9.8	13.9	21.2	24.7	26.4	25.4	21.8	16.5	14.7	13.1	17.2
1997	10.5	8.8	9.9	12.0	19.9	24.7	26.5	25.0	21.3	17.6	15.1	11.4	16.9
1998	9.3	10.6	9.8	16.9	19.6	25.2	27.3	27.4	22.9	19.1	15.5	10.6	17.8
1999	10.8	10.0	12.8	16.8	21.3	25.6	27.4	27.0	22.8	20.0	14.5	13.6	18.6
2000	6.1	9.1	11.0	16.8	19.9	24.3	27.4	25.9	22.8	17.7	15.4	11.2	17.3
2001	11.5	10.9	16.5	16.3	20.2	24.3	27.8	27.6	23.5	19.2	13.4	9.4	18.4
TOPL.	172.9	183.3	226.0	305.6	386.6	477.6	526.5	509.8	446.5	358.4	270.0	211.2	340.6
ORT.	8.6	9.2	11.3	15.3	19.3	23.9	26.3	25.5	22.3	17.9	13.5	10.6	17.0



Şekil 1.2. 1982-2001 yılları arası Kuşadası-Davutlar-Güzelçamlı yöresine ait ortalama sıcaklık diyagramı

Tablo 1.2. Kuşadası-Davutlar-Güzelçamlı yöresinde son 20 yıllık verilere göre maksimum sıcaklıkların aylara dağılışı
(Kuşadası Meteoroloji İstasyonu)

YIL	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	YIL TOP.	YIL. ORT.
1982	20.8	18.1	19.8	26.7	27.2	38.0	35.2	33.8	35.5	28.8	23.3	20.4	327.6	27.3
1983	17.4	20.5	24.8	27.7	31.1	36.8	37.6	34.8	31.6	25.9	23.3	20.7	332.2	27.7
1984	18.4	22.2	22.8	22.2	32.7	35.3	36.9	33.2	35.2	30.5	23.2	19.0	331.6	27.6
1985	20.0	20.0	20.4	26.6	29.2	33.8	35.0	33.6	32.4	26.6	34.0	22.4	334.0	27.8
1986	18.3	18.8	20.3	27.6	30.0	33.0	34.8	35.0	31.9	25.5	20.8	19.0	315.0	26.2
1987	21.4	20.3	21.4	25.0	28.3	34.3	40.7	33.3	37.4	26.0	23.0	21.6	332.7	27.7
1988	20.4	17.7	19.8	26.3	29.5	33.7	41.0	34.3	33.8	28.2	21.4	20.2	326.3	27.2
1989	16.5	22.0	22.4	30.0	34.4	35.3	35.0	34.6	31.9	27.4	23.3	21.8	334.6	27.9
1990	17.4	18.6	24.0	27.8	33.3	36.2	36.0	35.0	32.3	29.5	28.0	20.7	338.8	28.2
1991	19.3	19.2	21.8	25.3	30.0	35.2	37.4	36.7	31.7	32.6	25.8	16.7	331.7	27.6
1992	16.5	18.6	22.3	26.6	27.2	32.3	34.4	37.2	34.0	31.0	25.6	19.0	324.7	27.1
1993	18.0	19.4	22.8	28.2	29.8	32.5	37.0	36.2	33.0	31.9	25.0	19.5	333.3	27.8
1994	18.8	19.4	21.0	30.5	33.0	35.9	36.2	37.4	35.3	32.0	26.0	19.0	344.5	28.7
1995	19.7	21.2	21.5	24.2	30.8	35.8	36.6	34.3	35.0	26.0	23.1	20.5	328.7	27.4
1996	17.8	18.8	20.9	27.3	31.9	34.3	36.8	36.0	33.0	25.6	23.9	21.8	328.1	27.3
1997	21.0	20.0	20.2	27.8	29.4	36.2	37.7	35.2	32.6	30.6	23.6	21.2	335.5	28.0
1998	19.0	19.2	20.0	32.2	29.2	37.2	40.2	41.6	33.0	29.5	26.0	19.8	346.9	28.9
1999	19.3	17.8	23.0	27.7	31.3	33.3	37.1	39.4	32.0	30.2	24.1	23.0	338.2	28.2
2000	17.0	20.1	26.5	27.2	30.8	35.6	41.2	37.0	36.4	30.2	28.0	21.1	351.1	29.3
2001	20.7	21.8	29.0	28.4	31.2	35.0	37.0	36.8	33.4	32.0	24.9	19.4	349.6	29.1
MAX.	21.4	22.2	29.0	32.2	34.4	38.2	41.2	41.6	37.4	32.6	34.0	23.0	387.2	32.3

Tablo 1.3. Kuşadası-Davutlar-Güzelçamlı yöresinde son 20 yıllık verilere göre minimum sıcaklıkların aylara dağılışı
(Kuşadası Meteoroloji İstasyonu)

YIL	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	YIL.TOP.	YIL.ORT.
1982	-2.5	-3.0	-1.6	4.6	8.5	11.0	14.4	13.5	14.0	7.0	0.3	-1.4	64.8	5.4
1983	-4.8	-4.4	-2.3	3.3	8.1	13.7	15.0	14.8	9.5	6.8	1.1	1.6	62.4	5.2
1984	0.7	0.4	0.2	2.8	5.7	12.0	13.5	13.7	11.0	4.8	1.5	1.3	67.6	5.6
1985	-0.3	-6.0	-3.8	4.6	6.0	13.9	13.5	14.5	10.2	4.8	4.0	0.0	61.4	5.1
1986	-2.4	-1.4	-1.3	6.0	8.6	14.0	16.7	17.2	14.4	5.7	0.0	0.6	78.1	6.5
1987	-4.4	-0.9	-3.5	2.6	6.0	12.0	15.6	14.6	11.6	5.5	2.0	-2.5	58.6	4.9
1988	-1.0	-2.6	0.8	2.9	7.9	13.5	19.4	15.5	13.7	5.5	-1.0	-1.6	73.0	6.1
1989	-4.4	-2.4	4.0	7.7	9.2	13.0	17.6	15.9	14.5	8.5	0.6	-1.9	82.3	6.9
1990	-2.5	-0.3	0.1	5.5	5.5	7.7	18.5	17.3	12.0	4.9	2.9	0.2	71.8	6.0
1991	-3.0	-4.3	-1.0	6.7	9.4	12.5	17.7	16.4	13.2	7.3	3.5	-2.8	75.6	6.3
1992	-3.1	-3.6	-1.0	4.7	6.8	15.0	16.7	18.0	10.0	11.0	1.5	-2.6	73.4	6.1
1993	-1.0	-2.0	0.7	3.7	8.0	16.4	15.1	18.9	11.2	10.3	1.8	0.5	83.6	7.0
1994	1.6	-0.1	1.0	7.0	10.0	13.5	18.4	18.8	17.5	12.7	0.9	0.0	101.3	8.4
1995	0.0	0.5	2.6	3.2	8.8	16.8	19.0	15.0	12.9	7.7	-0.6	0.9	86.8	7.2
1996	-1.4	-2.0	0.0	4.3	12.4	14.8	17.7	18.8	13.1	5.5	7.0	5.0	95.2	7.9
1997	-1.8	-4.6	-1.8	-0.3	8.0	12.0	18.3	17.5	11.8	6.7	6.4	-0.4	71.8	6.0
1998	-1.0	0.8	-0.5	8.2	11.8	17.0	17.7	19.8	13.2	7.6	4.8	1.0	100.4	8.4
1999	2.0	-1.5	2.8	7.4	11.0	16.0	20.0	17.9	15.0	11.6	0.5	4.8	107.5	9.0
2000	-4.0	0.0	1.0	7.5	9.2	14.0	18.6	15.4	12.4	8.1	6.8	1.0	90.0	7.5
2001	1.5	0.9	7.1	6.2	9.8	14.1	18.8	20.0	14.8	6.9	1.7	-2.0	99.8	8.3
MIN.	-4.8	-6.0	-3.8	-0.3	5.0	7.7	13.5	12.9	9.4	4.8	-1.0	-2.8	72.0	6.0

1.4.2. Bitki Örtüsü

Çalışma alanında şistler ve mermerlerin gözlendiği yüksek topoğrafyaya sahip kesimler sık maki ve çam ağaçları; yamaçlar ise zeytin ağaçları ile kaplıdır. Düz alanlarda ise çoğunlukla şeftali ve mandalina ağırlıklı meyve ağaçları baskın olarak göze çarpmaktadır.

1.4.3. Ekonomi

Bölge halkı geçimini genellikle düz ovalarda sulu ziraatle sağlamaktadır. Narenciye ve zeytin önemli gelir kaynaklarındandır. Bu ürünlerin su ihtiyacını ise alüvyonda açılan su sondajlarından temin etmektedir. Dağlık kesimde yer alan köylerde ise halk hayvancılıkla uğraşmaktadır. Ayrıca Kuşadası ve Güzelçamlı' da balıkçılık halkın önemli geçim kaynaklarından birisidir. Özellikle son 10 yılda alanın sahil kesimine yapılan yazlık tipi evler, oteller ve pansiyonlar ekonomiyi olumlu yönde etkileyerek turizmi canlandırmış; buna karşın tarımsal alanlardaki faaliyetleri azaltmıştır.

1.4.4. Jeomorfoloji

Çalışma alanının kuzey, güney ve doğu kesimlerindeki yükseltileri Menderes Masifi metamorfikleri oluşturmaktadır. Orta kesimlerdeki az engebeli alanları Kuşadası birimi, Kuşadası birimi üzerindeki belli başlı bazı tepeleri Davutlar volkanik birimi ve tüm bu birimlerin ayrışarak depolandığı alüvyon ise en düşük topoğrafik alanları oluşturmaktadır. Topoğrafya sahil kesiminden başlayarak alanın iç kısımlarına doğru gidildikçe yükselmektedir (Şekil 1.3).

Ayrıca çalışma alanında derin vadiler ve bu vadilerle birleşen, değişken akış yönlerine sahip küçük dereler mevcuttur.



Şekil 1.3. Çalışma alanının morfolojisi

1.5. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İzdar (1975), “Batı Anadolu’ nun Jeoteknik Gelişimi ve Ege Denizi Çevresine Ait Ünitelerin Karşılaştırılması” konulu çalışmasının Menderes Masifi’ ne ilişkin bölümünde, masif örtü serilerinin Paleozoyik-Alt Mesozoyik yaşlı metamorfikler olduğunu belirterek, masifin Jura’ dan itibaren bir yükselme alanını temsil ettiğini, örtü şistlerinin Alpin Metamorfizması’ nın kazandırdığı yeni bir şistoziteye sahip olduklarını, örtünün üst seviyelerinde Alt Karbonifer-Permiyen fosilli, mermerleşmiş kireçtaşlarının izlendiğini, Mesozoyik (muhtemelen Triyas) yaşlı dolomitik mermerlerin ise bunların üzerine uyumlu olarak geldiğini vurgular. Yazar, Anadolu’ nun Oligosen’ de başlayan yükselme hareketinin, Batı Anadolu’ da ve Kuzey Anadolu’ da “Denizel Oligosen” in bulunmayışını açıklar nitelikte olduğunu, Orta Miyosen’ den Pliyosen’ e kadar uzanan devrede intramontan havzalarda ve göllerde marnlı-killi litolojik gelişimin yanısıra linyit oluşumunun yaygın olarak izlendiğini belirtir.

Bingöl (1976), “Batı Anadolu’ nun Jeotektonik Evrimi” adlı çalışmasında Eosen ve Oligosen’ de Kuzeybatı Anadolu’ nun hemen hemen tümüyle yükseldiğini, yükselme sonucu masif çevresinde moloz havzalarının oluştuğunu, Miyosen’ de kuzeydoğu-güneybatı genel jeolojik doğrultuya uygun olarak, daha çok senklinaller içinde daha eski litolojilerle, Miyosen kaba klastik ve gölsel sedimentlerin çökeldiğini belirtmiştir. Yazar, Pliyosen’ de bölgesel yükselmenin devam ettiğini ve yükselmelerin oluşturduğu gerilim kuvvetlerinin kabaca kuzey-güney olarak yönlendiğine işaret etmiştir.

Ercan ve Günay (1981), Söke-Davutlar civarındaki volkanik kayalarla ilgili olan çalışmalarında bu volkaniklerin Menderes Grabeni gidişine uyumlu kuzeydoğu-güneybatı yönlerde yüzlekler verdiğini açıklamaktadırlar. İki evrede geliştiğini düşündükleri volkanizmanın olasılıkla Üst Miyosen-Alt Pliyosen’ de geliştiğini ve traki bazaltik türü lavlardan oluştuğunu söylerler. Üst Pliyosen’ de gelişen ikinci evrenin daha çok ojit bazik türü lavlardan oluştuğunu belirtirler.

Ekmekçi (1984), “Kuşadası-Davutlar Ovasının Hidrojeolojik İrdelenimi” adını verdiği bitirme ödevinde bölgeyi Paleozoyik, Mesozoyik, Neojen ve Kuvaterner olmak üzere dört gruba ayırır. Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı oluşuklarda kıvrımlanma, kırık ve faylanmalar saptayan çalışmacı; alüvyon ve Neojen kireçtaşlarının yeraltısuyunu taşıyan formasyonlar olduğunu söyler. Deniz suyu girişimini önlemek için kuyuların sahilden 200-300 m uzakta açılması gerektiğini savunur.

Koçbaş (1987), Kuşadası-Davutlar-Güzelçamlı ve çevresinin jeolojisini incelemiş, en yaşlı birim olarak mermer ve şistleri tespit etmiştir. Bu metamorfik kayaların Menderes Masifi’ ne ait örtü grubu kayaları olduğunu, temel birim üzerine açılal uyumsuz olarak çakıltaşlarıyla başlayan ve baskın olarak kıltaşı, killi kireçtaşı ve kireçtaşı ardalanmasından oluşan Neojen yaşlı gölsel tortulların geldiğini söyler. Bu tortulların ayrıca kumlu, çakıllı düzeyler içerdiğini belirtir. Bu birimlerin üzerine tütüt düzeyi ile başlayan Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı traki bazaltik özellikteki lav akıntılarının uyumsuz olarak geldiğini belirtir.

Altıkardeşler (1992), "Davutlar (Kuşadası-Aydın) ve Çevresinin Hidrojeolojisi" adını verdiği çalışmada bölgenin jeolojisi ve hidrojeolojisi hakkında önemli bilgiler vermiş, özellikle yapmış olduğu bütçe hesabında; artan yazlıklar nedeniyle etkin yağışın azalmış olacağını düşünerek, yağışın %20' sinin yeraltına süzülmediği varsayımıyla toplam yeraltısuyu beslenimini 6.5×10^6 m³/yıl olarak belirlemiştir.

Filiz ve Tarcan (1992), Menderes Masifi' nin küçük bir parçası olan sahada, ana yapıya uygun olarak temeli metamorfik kayaların oluşturduğu görüşündedirler. Sahada bulunan kayalar Mesozoyik yaşlı mermerler ve Neojen yaşlı tortullar olmak üzere iki grupta toplanır. Etüd edilen sahanın temelini oluşturan şistler geçirimsiz temel niteliğinde ve üzerine gelen mermerlerin karstik akifer özelliğinde olduğu saptanmıştır. Tüm bunların ise Neojen yaşlı tortullar tarafından aşılabilir uyumsuz olarak örtüldüğünü söylerler. Kuşadası civarındaki hidrojeolojik yapı doğrudan denizle bağlantılı olduğundan açık bir sistem oluşturduğu, bu yüzden sondaj kuyularından aşırı çekim nedeniyle deniz suyu girişiminin daha da artacağı görüşünde birleşirler.

Tarcan, Filiz ve Gemici (2000), Davutlar-Kuşadası çevresinde yaptıkları hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal incelemelerde haritaladıkları sahanın dışında bulunan şistlerin hidrojeolojik açıdan geçirimsiz temel özelliğinde, Mesozoyik yaşlı Menderes Masifi' ne ait mermerlerin ise soğuk sular için karstik akifer özelliğinde olduğunu ve bu birimlerin aynı zamanda yöredeki sıcak suların da hazne kayasını oluşturduğunu belirtirler. İçerdiği killi düzeyler sebebiyle jeotermal sistemin örtü kayasının Neojen yaşlı Kuşadası birimi olduğundan ve birim içindeki çakıltaşı ile ince kireçtaşı düzeylerinin soğuk sular için akifer özelliğinde olduğunu vurgulamışlardır. Yine Neojen yaşlı Kuşadası birimine ait killi düzeylerin soğuk su akiferi için geçirimsiz engel kayaları oluşturduğunu belirlemişlerdir. Bununla birlikte aktif tektonik hatların ve Pliyosen yaşlı volkanitlerin bulunmasının yüksek ısı akısını ve jeotermal gradyanın varlığını gösterdiği görüşündedirler. Alüvyonun ise beslenme alanının genişliği ve geçirgenliği nedeniyle bol miktarda yeraltısuyu sağlayabilen iyi bir akifer olduğundan; ancak son yıllarda artan yapılaşma ile (özellikle sahil

kesiminde) sondajlardan çekilen yeraltısularının bilinçsizce kullanıldığından ve su seviyesinin düşüp tuzlanma tehlikesi ile karşı karşıya kalındığından bahsederler.

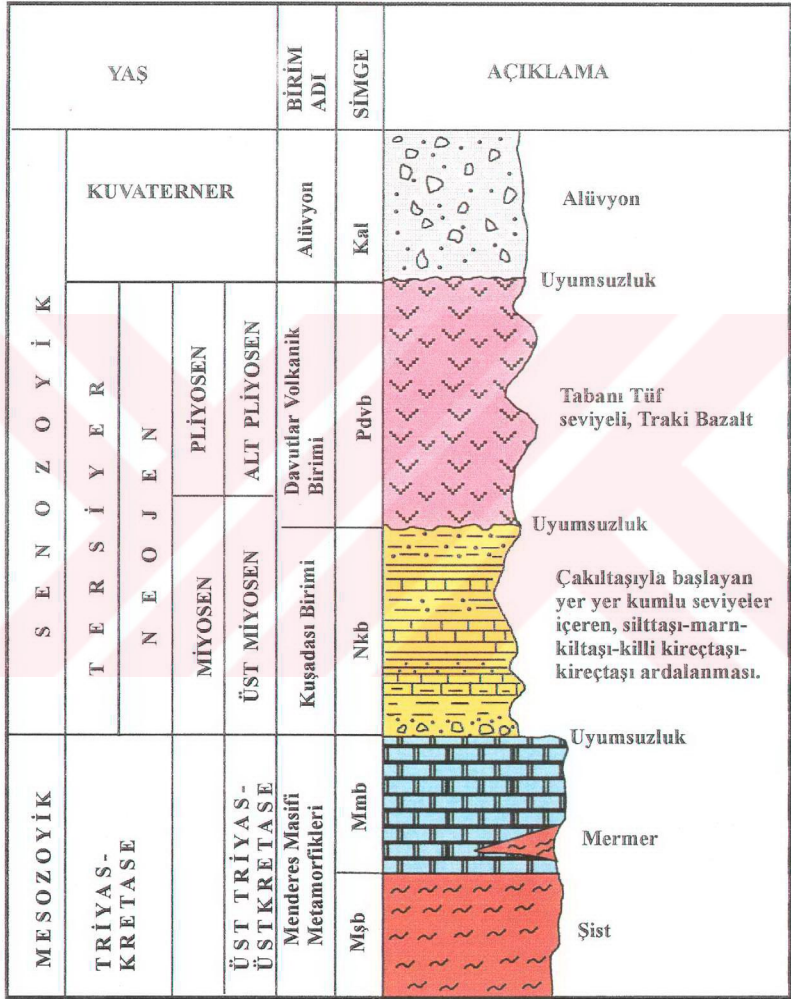
Son olarak Davutlar Kaplıcası suyunun Na-Cl-HCO_3 su tipinde olup; kalsitli, dolomitli ve silisyumlu mineralleri çöktürücü özelliklere sahip olduğunu belirtirler. Yaptıkları jeotermometre hesapları ve hidrojeoloji-hidrojeokimyasal değerlendirmelerle alanda düşük entalpili (70°C civarı) akışkan içeren bir hidrotermal karst sisteminin varlığından söz ederler.

BÖLÜM II

ÇALIŞMA ALANININ GENEL JEOLJİSİ

2.1. GİRİŞ

Çalışma alanında metamorfik kayalar, tortul kayalar ve volkanik kayalar yer almaktadır. Alanın temelini Menderes Masifi metamorfiklerine ait şistler oluşturur. Başlıca mikaşist, kuvarşist ve kalkıştlerden oluşan şistler yine Menderes Masifi metamorfiklerine ait mermerler tarafından uyumlu olarak üstlenir. Gri renk tonlarında, orta-kalın katmanlı, bol çatlaklı ve karstik boşluklu olan mermerler yer yer şist mercekleri içerir ve Menderes Masifi metamorfiklerinin en üst düzeylerinde olup, Üst Triyas-Üst Kretase yaşlıdır (Çağlayan vd., 1980). Metamorfik kayaçları, Kuşadası birimi olarak adlandırılan (Tarcan vd., 1999); tabanda çakıltışıyla başlayan kumtaşı, kıltaşı, silttaşı, marn, killi kireçtaşı ve kireçtaşı ardalanmasından oluşan Neojen (Miyosen-Pliyosen) yaşlı gölssel tortullar uyumsuz olarak üstler. Davutlar volkanik birimi olarak adlandırılan (Tarcan vd., 1999); altta ince bir tüfit düzeyi içeren ve (Ercan&Günay, 1981)' in traki bazaltik olarak nitelendirdikleri volkanitler, Menderes Masifi metamorfiklerini ve Neojen' in gölssel tortullarını (Kuşadası birimi) keserek uyumsuzlukla üstler. Bütün bu birimleri çakıl, kum, kil boyutunda malzemelerden meydana gelen Kuvaterner yaşlı alüvyon uyumsuz olarak örter ve çalışma alanındaki en genç oluşuktur (Şekil 2.1). Çalışma alanının güneyinde yer alan Menderes Masifi metamorfiklerine ait mermerler ile Kuşadası birimi ve Davutlar volkanik biriminin dokanağı yer yer faylanmıştır.



ÖLÇEKSİZ

Şekil 2.1 Çalışma alanının genelleştirilmiş litostratigrafik kolon kesiti.

2.2. KAYA BİRİMLERİ

Çalışma alanında başlıca; Mesozoyik yaşlı Menderes Masifi metamorfikleri, Kuşadası birimi, Davutlar volkanik birimi ve Kuvaterner yaşlı alüvyon olmak üzere dört birim ayrılmıştır.

2.2.1. Menderes Masifi Metamorfikleri

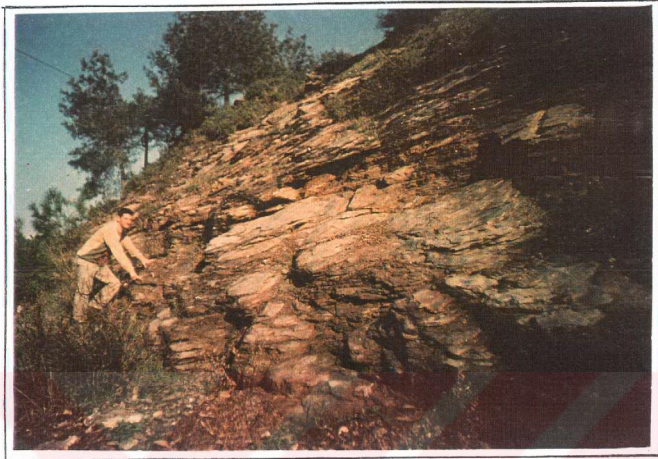
Birim, çalışma alanının temelini oluşturan şistlerden ve üste gelen; genelde masif, yer yer orta-kalın katmanlı, şist mercikleri içeren mermerlerden oluşmaktadır.

Çalışma alanında, yüksek topoğrafya sunan kesimlerde; şistlerde gözlenen şistozite yapısı ve mermerlerde bol miktarda gözlenen çatlaklar, kırıklar, faylar ve karstik boşluklarla kolayca tanımlanabilmektedir.

Şistler, içerdiği mineral cins ve miktarına bağlı olarak çeşitli renkler sunmaktadır. Genelde, açık-koyu kahverengi; nadiren de olsa yer yer gri ve yeşilimsi tonlar egemendir (Şekil 2.2). Şistler homojen yapıda olmayıp; mikaşist, kuvarşist ve kalkışistlerden oluşmaktadır. Özellikle mikaşistler az dayanımlı olup değişik yönlerde küçük büyük kıvrımlanmalara; kuvarşist ve kalkışistler ise az-orta dayanımlı ve genelde belirgin bir şistoziteye sahiptir.

Şistlerle alt dokanağı uyumlu ve geçişli olan mermerler genelde gri-koyu gri renklidir. Dayanımlı, çok kırıklı ve çatlaklı bir yapıya sahip mermerler yer yer orta-kalın katmanlı olup etkin tektonizma izleri taşımaktadır (Şekil 2.3). Ayrıca santimetreden birkaç metreye kadar değişik boyut ve çapta karstik boşluklar içermektedir.

Birimin alt dokanağı çalışma alanı içerisinde gözlenmemektedir. Birimin içinde yer alan ve temeli oluşturan şistler ile üstüne gelen mermerler arasındaki dokanak geçişli ve uyumludur. Birimin üst dokanağı ise Kuşadası birimi ile açılal uyumsuzluk gösterir (Şekil 2.6).



Şekil 2.2. Çalışma alanında gözlenen şistlerden genel bir görünüm



Şekil 2.3. Çalışma alanında gözlenen mermerlerden genel bir görünüm

Ayrıca Kuşadası ilçesinin yakın çevresinde yer alan Mağriboğlu Mevkii, İsmet Tepe, Taşlı Tepe, Kalafat Dağı ve alanın güneyinde gözlenen Menderes Masifi metamorfiklerinin mermerleri ile Kuşadası biriminin dokanağı faylıdır.

Çalışma alanında yer alan metamorfik kayalar Menderes Masifi metamorfiklerinin en üst düzeyinde olup, Üst Triyas-Üst Kretase yaşlıdır (Çağlayan vd., 1980).

Mermerler tümüyle kalsit ve artık maddelerden oluşmuş “Yeşil Şist Fasiyesi” karbonatlı kayaçlarındandır. Paleozoyik denizinde çökelen kumtaşı-şeyl-çamurtaşı, kilitaşı, kireçtaşı gibi tortulların metamorfizmaya uğramasıyla oluşan Menderes Masifi metamorfikleri; üç kez metamorfizmaya ve iki kez orojeneze uğramışlardır. İlki Paleozoyik’ te görülmekle beraber ikincisi Kretase sonundadır. Son metamorfizma ise Üst Paleosen-Alt Eosen’ de görülmüştür. Bu metamorfizma sırasında bölge Hersiniyen ve Alpin Orojenezi etkisi altında kalmıştır (Dürr, 1975 : Turhan, 1992’ den).

2.2.2. Kuşadası Birimi

Birim, Kuşadası ilçesinin kuzeyinden başlayarak güneye doğru; Kuşadası İlçesi Soğucak ve Caferli köyleri civarını, Davutlar beldesinin güney ve güneydoğusunu içine alan bölgenin fazla yükseltisi olmayan tepelerinde ve tatlı eğimli yamaçlarında gözlenir.

Tabanda çakıltaşlarıyla başlayan birim baskın olarak; kumtaşı, kilitaşı, silttaşı, marn, killi kireçtaşı ve kireçtaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Çakıltaşları üzerinde yer alan bu oluşuklar düzenli katmanlanmalı ve değişik kalınlıklarda olup yer yer kıvrımlanma sunmaktadır.

Birim içerisindeki çakıltaşları temelden türemiş malzemelerden yapıldır ve taban çakıltaşı niteliğindedir. Çakıltaşları gri-sarımsı kahve renklerde ve aradolgu kırmızımsı renk tonlarındadır. Mermer, kuvarsit, kalsit ve şistlerden oluşan çakıllar

bazı yerlerde iri çakıl boyutunda gözlenmekle beraber; genelde orta çakıl boyutlu ve iyi yuvarlaklaşmıştır (Şekil 2.4).

Uyumlu olarak çakıltaşlarının üzerinde ardalanmalı bir şekilde yer alan oluşuklar düzenli katmanlanmaları ile göze çarpan; kumtaşları, kilaşları silttaşları, marnlar, killi kireçtaşları ve kireçtaşlarıdır (Şekil 2.5).

Kumtaşları sarı-gri renklerde olup kuvars kırıntılarında oluşmuştur. Bileşenleri boylanmış ve yuvarlaklaşmıştır. Çalışma alanında çoğunlukla ayrılmış şekilde gözlenirler.

Suda şişme özelliği olan kilaşları beyazımsı sarı-grimsi yeşil renklerde dir. Laminallı ve düzenli ince katmanlı olan bu kilaşları dayanımsız olup yer yer kıvrımlı ve kırıklı bir yapıya sahiptir.

Birim içerisindeki silttaşları ve marnlar egemen bir yayılım sunarlar. Özellikle marnlar orta ç dayanımlı olup değişken kalınlıklarda gözlenirler.

Sarımsı beyaz-kahvems gri renklerde olan killi kireçtaşları birim içerisinde geniş yayılım sunar. Değişken kalınlıkta katmanlanma sunan (10-100 cm) bu seviye orta dayanımlı olup kıvrımlı ve kırıklıdır.

Kuşadası İlçesi çevresiyle Soğucak ve Caferli köyleri doğusunda yer alan kireçtaşları; kirli beyaz-sarımsı renkler sunar. Genelde sert ve dayanımlı olan kireçtaşları; Soğucak ve Caferli köyleri doğusunda daha dayanımsızdır. Katmanlanma kalınlıkları 10-80 cm arasında değişir.

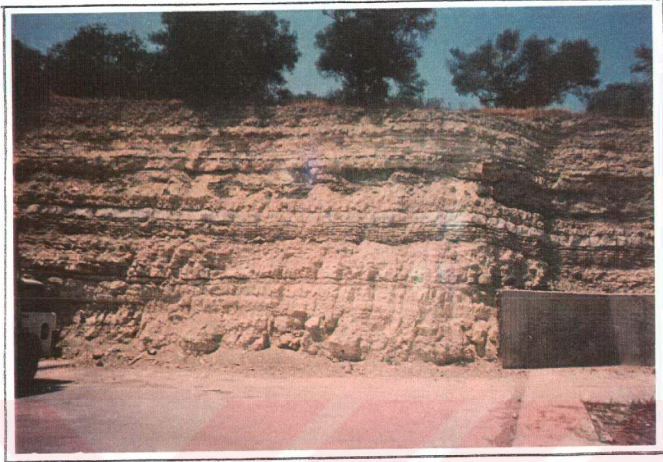
Soğucak Köyü civarında, ince taneli tortullar arasında (özellikle kilaşı, killi kireçtaşı ve kireçtaşı) kalınlığı 5 cm' yi geçmeyen kömürlü seviyeler izlenebilmektedir.

Ayrıca Pilav Tepe' nin güneyindeki faydan güneye doğru gidildikçe Neojen yaşlı tortulların kalınlığı artar. Mağriboğlu Mevkii civarında 10-50 m arasında değişen bu tortulların kalınlığı Yeni Garaj güneyinde 250-300 m' ye değin ulaşır (Filiz&Tarcan, 1993).

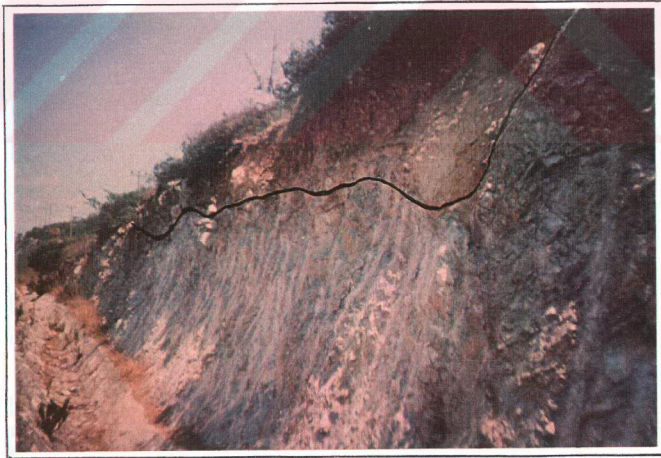


Şekil 2.4. Kuşadası birimine ait çakıltası kısımdan bir görünüm

Kuşadası biriminin alt dokanağı Menderes Masifi metamorfikleri ile açısal uyumsuz olmakla beraber (Şekil 2.6) yer yer faylı dokanak şeklindedir. Kuşadası birimin üst dokanağı ise Davutlar volkanik birimi ile ayrımlı kaya uyumsuzluğuna sahiptir.



Şekil 2.5. Kuşadası birimine ait kumtaşı-kiltaşı-silttaşı-marn-killi kireçtaşı-kireçtaşı ardalanmasından bir görünüm



Şekil 2.6. Menderes Masifi metamorfikleri – Kuşadası birimi uyumsuz dokanağı

Koçbaş (1987), birim içinde; özellikle kumlu düzeylerde ve killi kireçtaşlarında bulunduğu Planorbis sp. ve Helix sp. gastropod fosillerinin kesin yaş vermemesinden dolayı, önceki çalışmalara dayanarak birime Üst Miyosen yaşını vermiştir.

Birim altta çakıltaşları ile başlayıp dereceli olarak daha ince kırıntılardan oluşan ardalanmalı düzeylere geçer. Gastropod fosillerinin varlığı ortamın gölsel olduğunu gösterir. Ayrıca alanda ince malzeme miktarının egemen oluşu gölsel ortamın derin ve uzun süreli varlığını simgelemektedir.

2.2.3. Davutlar Volkanik Birimi

Birim çalışma alanının güney kesimlerinde; Caferli köyünün doğusunda, Davutlar beldesinin kuzeydoğusu ve yine Davutlar – Güzelçamlı beldeleri arasında yer alan tepelerde gözlenir. Tabanında ince bir tüfit düzeyinin yer aldığı traki bazaltik nitelikli lav akıntılarından oluşan birim (Ercan&Günay, 1981), genç bir volkanizma ürünüdür ve arazideki dik yamaçları oluşturur (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Çalışma alanında gözlenen Davutlar volkanik biriminden bir görünüm

Birim tabanında yaklaşık 1 m' lik ince bir düzey oluşturan tüfitler; sarımsı beyaz-gri renklidir. Lav akıntıları ise açık kahverengi-grimsi renklidir ve oldukça dayanımlıdır. Ercan ve Günay (1981)' in yaptıkları çalışmada traki bazaltik nitelikte olduğunu belirledikleri bu lav akıntıları ayırmış olduğu için akma yapıları belirgin değildir.

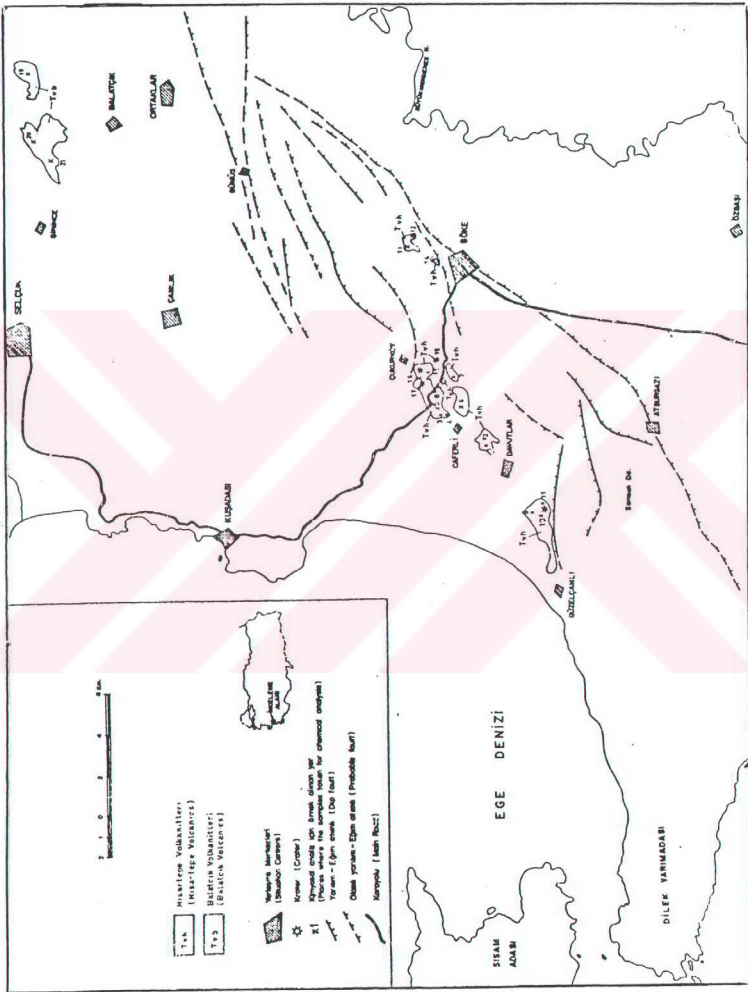
Birim, Kuşadası birimi üzerine ayrımlı kaya uyumsuzluğu ile gelir

Ercan ve Günay (1981), yapmış oldukları çalışmada Büyük Menderes Grabeni doğrultusunda yer alan volkanitlerin iki evreli olduğundan söz eder. Traki bazaltik özellikteki Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı ilk evre ve bazaltik karakterdeki Üst Pliyosen yaşlı ikinci evre. Çalışma alanındaki volkanitlerin traki bazaltik nitelikte olmasına ve önceki çalışmalara dayanarak birime Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı verilmiştir.

Ercan ve Günay (1981), Söke-Davutlar çevresinde Büyük Menderes Grabeni doğrultusunda; kuzeydoğu-güneybatı yönde bazaltik volkanizmanın yüzlekler verdiğini ve bu volkanizmanın iki evreli olduğunu belirtir (Şekil 2.8). İlk evrenin olasılıkla Üst Miyosen-Alt Pliyosen' de etkin olduğunu ve çoğu traki bazaltik türde lavlardan oluştuğunu, ikinci evredeki bazaltik volkanizmanın ise olasılıkla Üst Pliyosen yaşta olduğunu, daha çok ojit-bazaltik lavlardan oluştuğunu belirtirler.

2.2.4. Alüvyon

Kuvaterner yaşlı alüvyon, özellikle güneyde Davutlar ve Güzelçamlı beldelerini içine alan Kuşadası ovası ve sahil kesiminde; Kalafat Dağı doğusundaki dere yataklarında yayılım sunmaktadır. Genelde açık kahvemsı-sarımsı renklindedir. Orta boyanmalı; mermer, kuvarsit ve volkanik çakıllar ile kum ve kilden oluşan alüvyon diğer birimler üzerine aşılabilir uyumsuz olarak örtü şeklinde gelir. Çalışma alanındaki en genç oluşuktur (Şekil 2.9).



Şekil 2.8. Söke-Davutlar yöresinde Neojen volkanitlerinin dağılımı (Ercan&Günay, 1981)

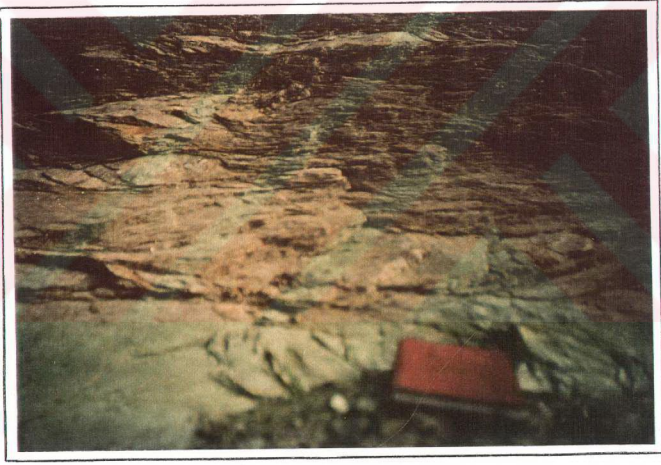


Şekil 2.9. Alüvyondan genel bir görünüm

2.3. YAPISAL JEOLojİ

Çalışma alanı yapısal jeoloji bakımından önemli yapılara sahiptir. Bölge Hersiniyen ve Alpin Orojenezi'nden etkilenerek kırılmış ve kıvrılmıştır (Dürr, 1975; Turhan, 1992' den). Bölgedeki yapısal unsurlar; şistozite, katmanlanma, çatlaklar ve faylar olmak üzere dört ana başlık altında incelenmiştir.

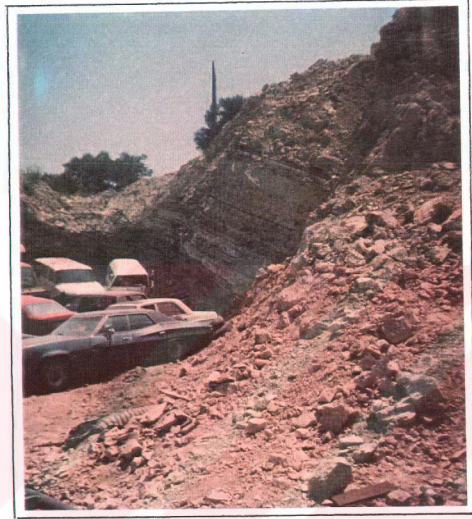
Şistozite ; Temel konumunda bulunan şistlerde belirgin bir şistozite yapısı gözlenmektedir (Şekil 2.10). Şistozite eğim yönleri güneybatı olup ortalama 10°-30° eğimlidir. Ayrıca şistler kendi içerisinde şiddetli deformasyon izleri taşımaktadır.



Şekil 2.10. Çalışma alanında gözlenen şistlere ait şistozite yapıları

Katmanlanma ; Şistlerin üzerinde uyumlu olarak gözlenen mermerlerin ilksel katmanlanmalarının şistoziteye uygun olduğu belirlenmiştir. Mermerlerin yer yer orta-kalın katmanlı ve doğrultularının K20-50B, eğimlerinin 15°-30° güneybatı-kuzeydoğu yönlü olduğu tespit edilmiştir.

Menderes Masifi metamorfiklerinin üzerine açılal uyumsuz olarak gelen Kuşadası birimi çok belirgin katmanlanmalara sahip olup genelde yatay ve yataya yakın, yer yer ise 10° - 30° kuzeybatı eğimlidirler (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. Kuşadası biriminde gözlenen kuzeybatı eğimli katmanlanmalar

Çatlaklar ; Çalışma alanında mermerlerde yaygın olarak gözlenen ve değişik yönlerde gelişen çatlak sistemleri ve bu çatlak sistemleri boyunca karstik yapılar oluşmuştur.

Faylar ; Çalışma alanında Menderes Masifi metamorfikleri ile Kuşadası birimi arasında gözlenen faylar; İsmet Tepe, Şarlak Tepe ve Kalafat Dağı güneyinde yaklaşık doğu-batı doğrultulu, 70° - 80° güneye eğimli; Mağriboğlu Tepe, Pilav Tepe ve Taşlı Tepe güneyinde kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu, 65° - 80° güneybatı eğimli; Kalafat Dağı kuzeyinde kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu, 70° kuzey eğimli; Ilıca Tepe ve Sivritepe kuzeybatısında güneybatı-kuzeydoğu doğrultulu, 65° kuzeybatı eğimli normal faylardır (Şekil 2.12). Yine alanın güneyinde Menderes Masifi

metamorfikleri ile Kuşadası birimi - Davutlar volkanik birimi arasında gözlenen; Kestanelik Tepe ve Karagedik tepelerinin kuzeyinde yer alan doğu-batı doğrultulu, 85° kuzeye eğimli bir normal fay bulunmaktadır. Bu fay alanının en büyük ölçekli normal fayıdır.



Şekil 2.12. İsmet Tepe güneyinde gözlenen doğu-batı doğrultulu, yüksek açılı normal faydan bir görünüm

2.4. JEOLJİK TARİHÇE VE PALEOCOĞRAFYA

Çalışma alanının temelinde yer alan metamorfik kayalar Menderes Masifi' ne ait örtü serileri olup Üst Triyas-Üst Kretase yaşlıdır (Çağlayan vd., 1980). Miyosen' e kadar tortullaşma etkinliği bölgede gelişmediği için inceleme alanında Oligosen' e ait tortullar gözlenmemektedir. Bu nedenle alanda gözlenen faylanmaların Oligosen' de başlamış olması yüksek bir ihtimaldir.

Oligosen' de başladığı düşünülen faylanmalar sonucu çöken havza, Miyosen' de su baskısıyla göl haline gelmiş ve tortullaşma başlamıştır. Miyosen' de tortullaşma esnasında bu faylar etkinliğini sürdürmüş; gölsel tortullaşma ortamında hareketli, yüksek enerjili kesimlerde çakıllar ve kumtaşı, daha sakin ve düşük enerjili kesimlerde ise kiltaşı, silttaşı, marnlar, killi kireçtaşı ve kireçtaşı çökelmiştir. Tortulların ardalanmalı olarak gözlenmesinin sebebi kırıntı konsantrasyonunun değişmesi ve göl ortamının sığlaşıp derinleşmesindendir.

Üst Miyosen ve sonrasında gelişen volkanizma ürünü olan tüfler öncelikle bu gölsel ortama düşmüşler ve ardından traki bazaltik özellikteki lav akıntıları bölgeye gelmiştir. Üst Pliyosen' de ise bazaltik özellikte ikinci evre bir volkanizma gelişerek çalışma alanının doğusunda yer almıştır (Koçbaş, 1987).

Kuvaterner' de alüvyon uyumsuz olarak tüm birimleri örtmüş, ovayı ve dere yataklarını doldurmuştur. Günümüzde halen kayaların ayrışması ve taşınması alüvyon oluşumuna neden olmaktadır.

2.5. EKONOMİK JEOLojİ

Çalışma alanı ve çevresinde işletilen ve işletilmeye kapatılmış birkaç taş ocağı bulunmaktadır (Şekil 2.13). Bu taş ocaklarının malzemesini mermerler oluşturmaktadır. Oldukça büyük bir rezerve sahip olan mermerler, bol kırıklı-çatlaklı ve karstik boşluklar içermesi nedeniyle blok çıkarımına uygun olmayıp; inşaatlarda yapı malzemesi ve karayollarında micir olarak kullanılmaktadır (Şekil 2.14).



Şekil 2.13. Çalışma alanında yer alan işletmeye kapatılmış eski bir taş ocağı

Çalışma alanında Neojen yaşlı oluşuklar içinde çeşitli düzeylerde kömürleşme belirtilerine rastlanır. Bunlar ekonomik olmamakla beraber daha önce işletilme denemesi yapılmış fakat başarısızlıkla sonuçlanmıştır.

Ayrıca Neojen yaşlı oluşuklar içindeki marnlardan elde edilen plakalardan yer ve duvar kaplaması olarak yararlanılmaktadır.

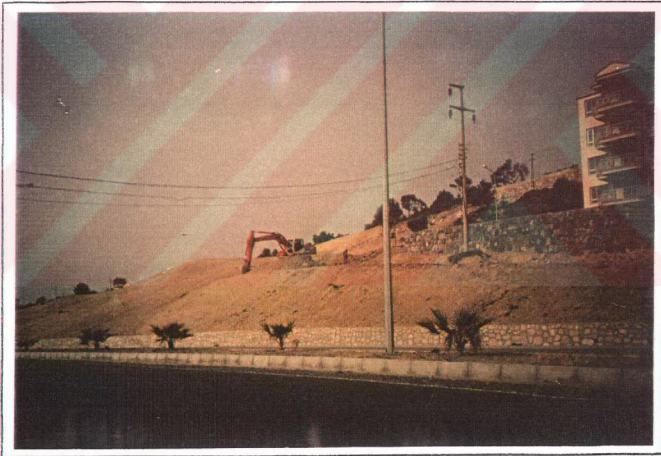


Şekil 2.14. Kuşadası Belediyesi asfalt şantiyesinden bir görüntü

Çalışma alanı ve çevresi turizm açısından önemli merkezlerimizdendir. Alanın çevresinde; özellikle kuzeydoğusunda bulunan Selçuk ve Efes Antik Şehri, Meryem Ana Evi ile güneybatısında yer alan Milli Park' taki mavi ve yeşilin birlikteliği yerli ve yabancı turistleri bölgeye çeken önemli faktörlerdendir.

2.6. MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ

Çalışma alanı turistik öneme sahip olduğu için hızlı bir yapılaşmaya sahne olmaktadır. Ancak binaların zemin özellikleri dikkate alınmadan inşaa edildiği için çeşitli kütle hareketlerini de beraberinde getirmiştir. Ayrıca yüzey sularının drenajı iyi planlanamadığı için zemindeki killi seviyelere ulaşabilmekte, bu seviyelerin şişmesiyle kayma yüzeyleri oluşmaktadır. Bu yüzeyler topoğrafik konumla katman eğimlerinin uygun olduğu yerlerde; özellikle kuzeybatıya eğimli Kuşadası birimi üzerine kurulan çok katlı yapıların ağırlığı ile heyelanlara neden olmaktadır. Ancak son yıllarda Kuşadası Belediyesi' nin yapmış olduğu çalışmalarla (yüzey sularının drenajı, istinat duvarı, ağaçlandırma vb.) bu heyelan tehlikelerinin önüne geçilmiştir (Şekil 2.15).



Şekil 2.15. Kuşadası Belediyesi' nin yapmış olduğu heyelan önleme çalışmalarından bir görünüm

2.6.1. Kuşatak-Aritma Kanalizasyon Projesi

Turizm Bakanlığı, 1989 yılında Dünya Bankası'ndan sağladığı kredi ile ve deniz kirliliğini önlemek amacıyla GAC (Güney Anadolu Çevre Projesi) ve ATAK (Akdeniz, Ege Turizm Altyapı Kıyı Yönetimi) adları altında bir proje başlatmıştır.

Bu projede Çanakkale-Altınoluk' tan , Antalya-Gaziosmanpaşa' ya kadar yaklaşık 4000 km' lik sahil şeridindeki turizm yerleşim bölgelerinde içme suyu, kanalizasyon, arıtma ve katı atık uzaklaştırma-depolama gibi projelerin faaliyete geçirilmesi ve bu bölgelerdeki altyapı sorunlarının giderilmesi için çalışmalar yapılacaktır.

Bu amaçla Kuşadası-Davutlar-Güzelçamlı Belediyeleri' nin bulunduğu havzada atıksu toplama ve arıtma tesislerinin mevcut olmamasından dolayı atıksuları düzenli bir şekilde toplamak, uygun standartlarda arıtarak çevreyi ve denizi kirletmeden denize deşarj ederek ulaştırmak için "Kuşatak-Aritma Kanalizasyon Projesi" hayata geçirilmek istenmiştir. Ancak bu havzada yapılan çalışmalar sadece fizibilite raporları halinde kalmıştır. Halen proje uygulama aşamasına gelmediği için çevre ve deniz kirliliği gün geçtikçe artmaktadır. Bu projenin bir an önce hayata geçirilmesi halinde; bölgedeki yeraltı suyu ve deniz suyu kirlenmesi büyük derecede ortadan kalkacaktır.

BÖLÜM III

ÇALIŞMA ALANININ HİDROJEOLOJİSİ

3.1. YAĞIŞLAR

Çalışma alanı tipik Akdeniz iklimi altındadır. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçmektedir. Kuşadası Meteoroloji İstasyonu verilerine göre bölgede 1962-1981 yılları arasındaki yıllık ortalama yağış miktarı 658.9 mm olup (Tablo 3.1) bu miktar son 20 yıllık (1982-2001) verilere göre 570.5 mm' ye gerilemiştir (Tablo 3.2).

Yağışlar genelde kış mevsiminde olup %48.2' si bu mevsimde düşer. %27.5' i ilkbahar mevsimi, %0.3' ü yaz mevsimi ve %24' ü de sonbahar mevsiminde yağar (Şekil 3.1). Yağışlar yeraltı su seviyesini etkilemekte, yağışlara paralel olarak su seviyesi yükselim sunmaktadır.

Elde edilen verilerin daha iyi yorumlanması ve yağış-potansiyel buharlaşma-terleme ilişkilerinin ortaya konması için Thornthwait yöntemine göre buharlaşma-terleme çizelgesi hazırlanmıştır (Tablo 3.3).

Buna göre Thornthwait bağlantıları şöyledir :

$$Etp = 16 (10 t / I)^a$$

Bağıntıda t aylık ortalama sıcaklık (°C), I ve a sıcaklığın fonksiyonudur. I sıcaklık indeksi olup 12 ayın sıcaklık indisleri (i) toplamına eşittir.

Aylık indeks;

$$i = (t/5)^{1.514} \text{ bağıntısıyla bulunur.}$$

a değeri ise aşağıdaki bağıntıyla hesaplanır:

$$a = 6.75 \times 10^{-7} \times I^3 - 7.71 \times 10^{-5} \times I^2 + 1.79 \times 10^{-2} \times I + 49.29 \times 10^{-2}$$

Sayfa 33' deki bağıntıyla hesaplanan Etp, Aydın İli için 38. kuzey enlemine göre bir düzeltme katsayısı ile çarpılır. Daha sonra sırasıyla gerçek buharlaşma-terleme (Etr), zemin rezerv değişimi, tarım su açığı vb. değerler hesaplanır.

Gerçek buharlaşma-terleme (Etr) aylık yağış ve zemin yedeği ile ilgilidir. Zemin yedeği kuramsal olarak 100 mm alınır. Aylık yağış miktarı Etp' den fazla ise Etp = Etr olur. Aylık yağış miktarı Etp' den az ise yağış Etp' yi karşılayamadığından zemin yedeği bu açığı kapar (Tarcın, 1989).

Çalışma alanındaki iklim ilişkilerini yağışlı devre ve yağışsız devre olarak iki kısımda incelemek mümkündür.

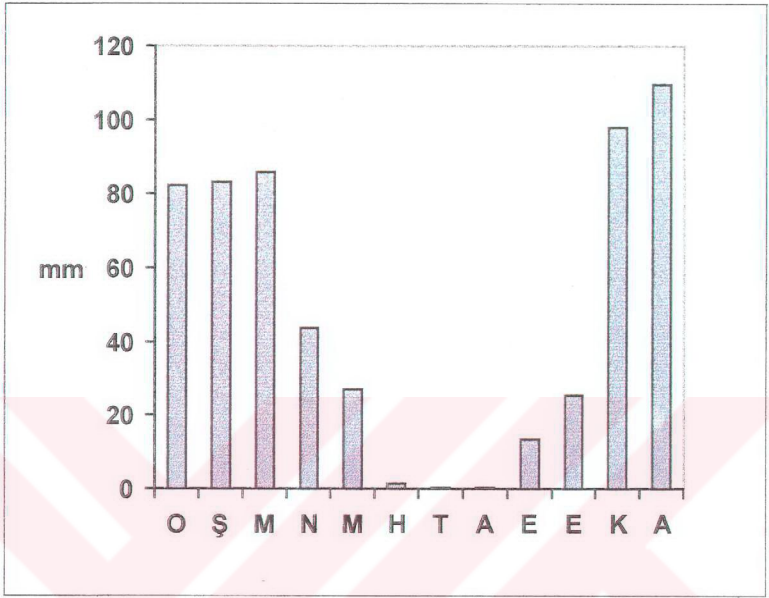
3.1.1. Yağışlı Devre

Ocak ayından Mart ayı sonuna kadar yağış (P), potansiyel buharlaşma-terlemeden (Etp) daha fazladır. Bu sürede toplam yağış miktarı 271.30 mm, Etp ise 66.35 mm' dir. Aradaki 205.0 mm' lik fazlalık yüzey ve yeraltı sularını besler. Bu arada zemin rezervinin Nisan ayında da kullanılması devam eder.

Haziran ayında rezervi sıfırlanır. Kasım - Aralık ayları yağış toplamı (P) 214.40 mm, Etp ise 57.71 mm' dir. Yine aradaki 159.69 mm' lik fazlalık yüzey ve yeraltı sularını besler.

Tablo 3.1. Kuşadası-Davutlar-Güzelçamlı yöresinde 1962-1981 yılları arasındaki 20 yıllık verilere göre yağış miktarının aylara dağılışı (Kuşadası Meteoroloji İstasyonu)

YIL	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	YIL.TOP.
1962	116.1	134.1	100.3	19.7	0.6	0.8	-	-	24.3	30.6	174.0	310.1	910.6
1963	225.3	97.2	70.3	71.7	25.6	-	-	-	-	141.0	32.3	32.2	695.6
1964	30.4	115.2	37.1	0.6	17.5	22.3	-	-	81.6	-	48.4	190.8	543.9
1965	73.4	163.1	90.9	120.2	114.0	-	-	-	-	22.0	65.8	156.5	805.9
1966	226.3	40.5	71.4	48.5	13.3	5.9	-	2.0	8.0	13.3	99.1	240.1	768.4
1967	105.4	31.3	25.6	58.5	15.5	0.6	-	-	17.8	46.3	52.7	154.0	507.7
1968	176.7	55.2	82.1	5.5	2.2	3.3	-	1.0	21.4	24.0	71.1	137.3	579.8
1969	155.5	93.0	73.0	32.8	17.6	0.1	3.5	-	-	1.5	8.9	267.3	653.2
1970	82.5	163.3	71.0	29.0	6.0	4.4	0.1	-	0.3	101.8	36.5	80.9	575.8
1971	127.2	208.3	101.6	23.0	0.4	-	-	12.9	-	17.9	75.7	65.5	636.0
1972	40.1	74.6	29.8	36.6	100.5	0.4	10.3	-	8.5	106.4	41.4	15.6	464.2
1973	54.4	96.7	30.3	93.5	1.3	3.4	-	6.2	7.5	24.8	22.8	72.6	413.5
1974	21.7	170.0	139.8	16.9	17.9	0.7	-	-	13.0	26.0	164.3	176.2	746.5
1975	107.6	79.2	64.0	74.8	12.0	56.3	-	-	2.9	6.5	212.6	81.7	697.6
1976	50.2	63.7	28.3	92.8	17.2	4.6	1.8	-	-	65.5	78.0	78.1	480.3
1977	133.1	62.3	19.8	47.5	-	5.5	-	-	16.0	145.8	46.2	103.6	579.8
1978	253.6	172.3	67.7	72.8	9.5	0.4	-	-	101.8	73.6	23.1	62.9	837.7
1979	155.2	39.2	39.6	22.2	27.3	33.7	-	-	-	64.8	123.4	147.4	652.8
1980	105.2	47.7	121.3	32.9	11.3	0.3	-	-	-	-	117.1	193.3	629.2
1981	279.3	88.4	41.5	13.6	86.0	-	-	-	1.3	4.9	221.4	263.9	1000.3
TOP.	2519.2	1995.3	1305.4	913.1	495.7	142.7	19.2	20.1	304.5	916.8	1714.8	2830.0	13178.8
AYL. ORT.	126.0	99.8	65.3	45.7	24.8	7.1	0.9	1.0	15.2	45.8	85.7	141.5	658.9



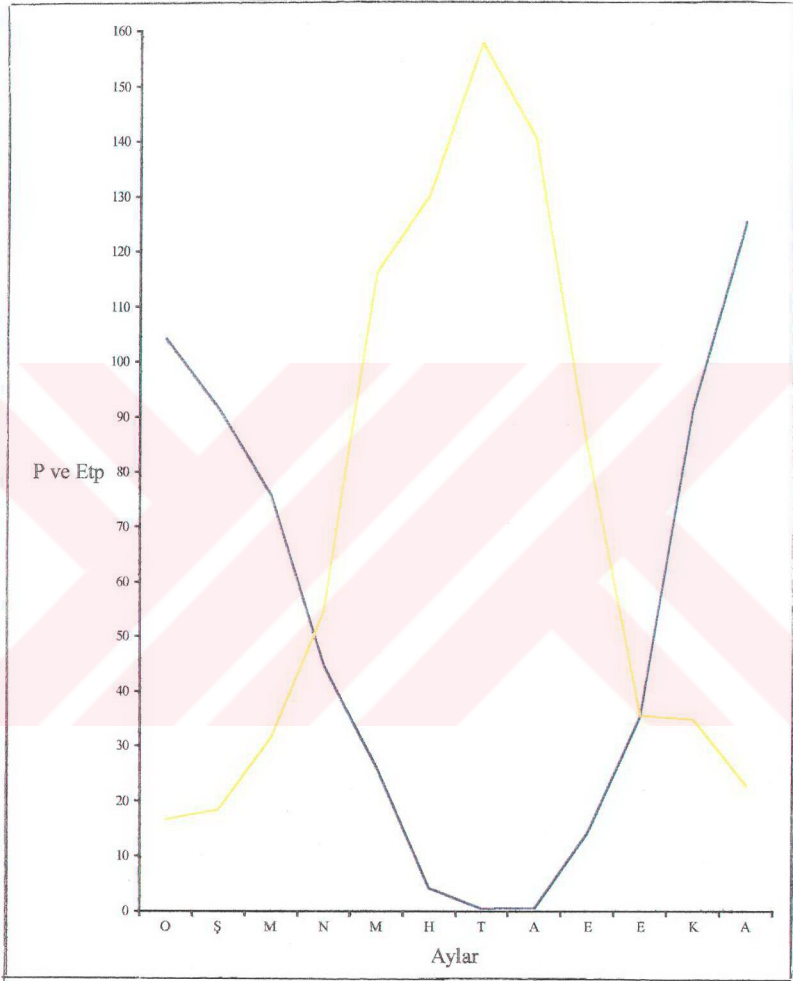
Şekil 3.1. 1982-2001 yılları arasındaki verilere göre yöredeki ortalama yağış miktarlarının grafiksel gösterimi

3.1.2. Yağışsız Devre

Nisan ayının sonunda tüm zemin yedeğinin harcanması sonucu tarım su açığı ortaya çıkar. Bu devrede tarım su açığı 616.43 mm' dir (Şekil 3.2).

Tablo 3.3. Çalışma alanının Thornthwait yöntemine göre yapılmış yıllık buharlaşma-terleme çizelgesi (son 40 yıllık)

AYLAR VE KAVRAMLAR	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	TOPL.
AYLIK ORT. ISI (T°C)	8.8	9.4	11.4	15.0	19.0	23.5	25.7	25.0	21.8	17.6	13.6	10.7	16.8
AYLIK İNDEKSİ (i)	2.35	2.60	3.48	5.27	7.54	10.41	11.92	11.44	9.29	6.72	4.55	3.16	78.73
DÜZELTİLMEMİŞ ETP (mm)	19.44	21.82	30.58	49.43	74.76	108.45	126.84	120.86	95.10	65.39	41.65	27.37	781.69
DÜZELTME KATSAYISI	0.85	0.84	1.03	1.10	1.23	1.24	1.25	1.17	1.04	0.96	0.84	0.83	
DÜZELTİLMİŞ ETP (mm)	16.52	18.33	31.50	54.37	91.95	134.48	158.55	141.41	98.90	62.77	34.99	22.72	866.49
YAĞIŞ (P) (mm)	104.1	91.55	75.65	44.70	25.95	4.25	0.55	0.65	14.35	35.55	91.85	125.55	614.70
ZEMİN REZERVİ	100	100	100	90.33	24.33						56.86	100	
ZEMİN REZERVİ DEĞİŞİMİ				-9.67	-66.0								
GERÇEK BUH-TER. (ETR)	16.52	18.33	31.50	54.37	116.28	4.25	0.55	0.65	14.35	35.55	34.99	22.72	350.06
TARIM SU AÇIĞI				9.67	66.0	130.23	158.0	140.76	84.55	27.22			616.43
YAĞIŞ FAZLASI (P-ETR)	87.63	73.22	44.15								56.86	102.83	
P-ETP	87.63	73.22	44.15	-9.67	-66.0	-130.23	-158.0	-140.76	-84.55	-27.2	56.86	102.83	
AYLIK NEM (P-ETP/ETP)	5.30	3.99	1.40	-0.17	-0.71	-0.96	-0.99	-0.99	-0.85	-0.43	1.62	4.87	



Şekil 3.2. 1962-2001 yılları arasında Kuşadası – Davutlar – Güzelçamlı yöresinin son 40 yıllık, aylık sıcaklık - yağış ortalamalarına göre Thornthwait yöntemiyle hesaplanan buharlaşma – terleme diyagramı

3.2. AKARSULAR

Çalışma alanında önemli büyüklükte bir akarsu yoktur. Çoğunluğu yağmur suları ve bazı kaynaklar tarafından beslenir. Bölgede akarsu niteliğinde Değirmendere, Alaçayı Deresi ve Baldere mevcuttur. Ayrıca yörede topoğrafik özelliklere bağlı olarak drenaj ağı gelişmiş ve mevsimsel akışlı birçok kuru dere vardır.

3.2.1. Değirmendere

Değirmendere, yörede en gelişmiş drenaj ağına sahip olan deredir. Kuşadası-Kirazlı yolu kenarında Başdeğirmen Mevkii' ndeki Başpınar Kaynağı' nın suyu ile beslenen, alanın en önemli akarsuyudur. Akış yönleri kuzeyden güneye ve doğudan batıya çeşitli tali derelerden toplanan sularla Değirmendere Bağları Mevkii' nde; güneydoğu-kuzeybatı akış yönlü Nar Dere ile birleşerek tek bir kol haline gelir. Ilıca Tepe güneyinden Kuşadası Körfezi' ne dökülür.

3.2.2. Alaçayı Deresi

Çalışma alanı güneyinde yer alan Samsun Dağları' nın eteklerinden doğar. Arapaslan Pınarı' nın suyunu alır. Davutlar beldesinin yerleşim alanından geçerek Koşukavak Mevkii' nde Caferli ve Elekçi dereleri ile birleşerek ovayı kateder ve Kuşadası Körfezi' ne dökülür. Yan dereleri oluşturan Caferli ve Elekçi derelerinin yaz aylarında akışı yoktur.

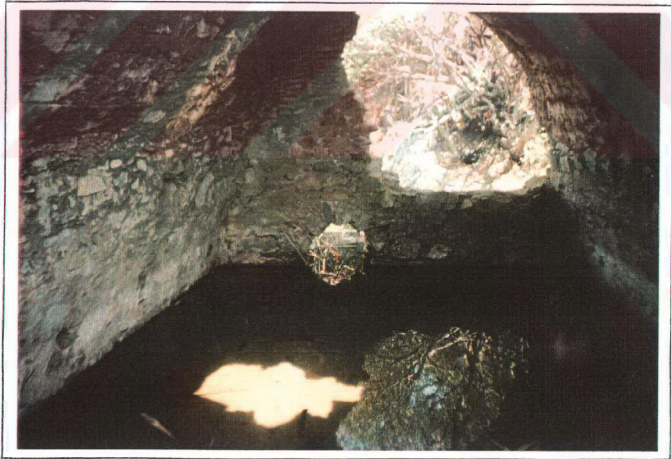
3.2.3. Baldere

Güzelçamlı beldesinin güneyinden doğar. Çalışma alanının dışında bulunan Karaoluk Tepe eteklerinden doğan küçük debili pınarlarla ve sel suları ile beslenir. Kuru Dere, Duru Dere ve Yanoluk derelerinin suyu da bu dereye karışır. Güzelçamlı beldesinin yerleşim alanından geçerek Kuşadası Körfezi' ne dökülür. Bu derenin kaynağının büyük bir kısmı Güzelçamlı ve çevresinde içme suyu olarak kullanılmaktadır.

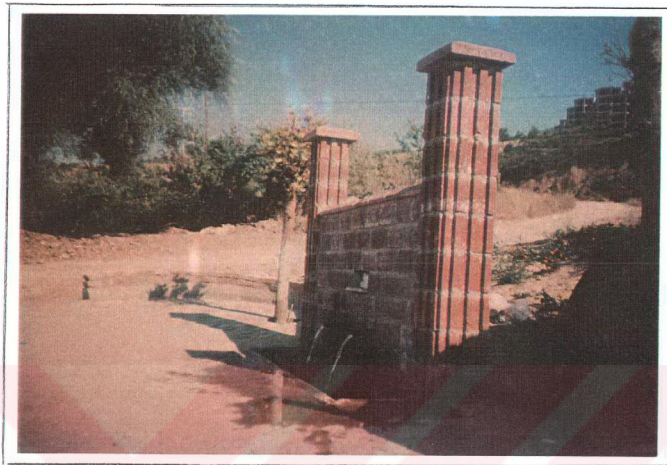
3.3. KAYNAKLAR

Çalışma alanındaki kaynakları soğuk ve sıcak su kaynakları olarak ikiye ayırmak mümkündür. Alanda irili ufaklı yaklaşık 6 adet kaynak bulunmaktadır. Bunlardan Ilıcıpınar (25°C) sıcak su kaynağıdır (Şekil 3.3). Bu kaynak Menderes Masifi metamorfikleri ile Kuşadası birimi arasındaki faylı dokanaktan çıkmakta olup (Bkz. EK 2) debisi 5 l/s' dir. Diğer kaynaklar ise soğuk su kaynağı niteliğindedir. Bunlardan en büyüğü Başpınar Kaynağı' dır. Kaynak; 17°C' lik bir sıcaklığa sahip olup Menderes Masifi metamorfiklerinden çıkar. Yaklaşık olarak 8 l/s' lik bir debiye sahiptir. Alanın güneyinde ise Arapaslan Pınarı, Kapuz Pınarı ve Zeus Pınarı bulunmaktadır. Arapaslan Pınarı (17°C) ve Zeus Pınarı (19°C) Menderes Masifi metamorfiklerinden çıkarlar; debileri sırasıyla 5 l/s ve 4 l/s' dir. Kapuz Pınarı (17°C) ise Kuşadası biriminden çıkar ve 4 l/s debiye sahiptir. Ayrıca alanın yine güneyinde yer alan küçük debili (2 l/s) bir kaynak çeşme haline getirilmiştir (Şekil 3.4).

Çalışma alanındaki kaynakların türü ve debileri Tablo 3.4' te verilmiştir.



Şekil 3.3. Ilıcıpınar' dan bir görünüm



Şekil 3.4. Haytanın Çeşmesi'nden bir görünüm

Tablo 3.4. Çalışma alanındaki kaynakların türü ve debileri

Kaynak Türü	Kaynak Adı	Çıktığı Birim	Debi (l/s)
Soğuk	Başpınar Kaynağı	Menderes Masifi metamorfikleri	8
Soğuk	Arapaslan Pınarı	Menderes Masifi metamorfikleri	5
Soğuk	Kapuz Pınarı	Kuşadası birimi	4
Soğuk	Zeus Pınarı	Menderes Masifi metamorfikleri	4
Soğuk	Haytanın Çeşmesi	Alüvyon	2
Sıcak	Ilicapınar	Menderes Masifi metamorfikleri	5

3.4. KUYULAR

3.4.1. Sığ Kuyular

Çalışma alanındaki sığ kuyular genelde keson kuyu olarak açılmıştır. Derinlikleri ortalama 10-20 m arasında değişir ve yüzey suları ile beslenirler. Çapları 1-2 m arasında değişmektedir. Kuyuların iç kısımları suların geçebilmesi ve çökmenin engellenmesi amacıyla taş duvarla örülmüştür. Ancak günümüzde bu kuyular yöredeki kullanım artışından doğan yeraltı su seviyesinin düşmesi sonucu tamamen terk edilmiş ve daha derin kuyulara başvurulmuştur.

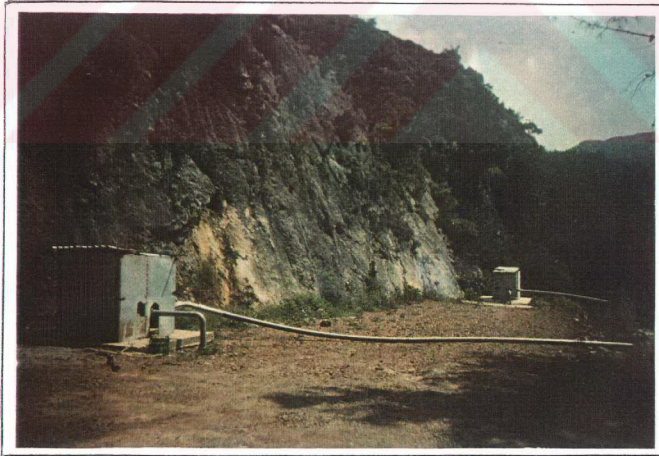
3.4.2. Derin Kuyular

Çalışma alanında içme ve sulama amaçlı 750 adet sondaj kuyusu mevcuttur. Kuyuların derinlikleri ortalama 30-250 m arasında olup debileri 2-40 l/s' dir. Bu kuyulardan yaklaşık 50 tanesi içme amaçlı, geri kalan kısmı ise sulama amaçlı olarak kullanılmaktadır. Özellikle alüvyon üzerinde açılan kuyuların sayısı 500' e yakın olup, yaz aylarında bu kuyuların tamamından çekim yapılmaktadır. Dolayısıyla yeraltı suyunda büyük düşüşler ve yapılan bu aşırı çekimlere bağlı olarak deniz suyu girişimi gözlenmektedir.

Çalışma alanında alüvyon üzerinde açılan; sitelere ait sondaj kuyularının kirlenmesi, arıtma-kanalizasyon sisteminin olmamasından dolayı çok kısa bir sürede gerçekleşmektedir. Bu nedenle sondaj kuyuları, yalnız ve yalnız sulama ve kullanma amaçlı olacak şekilde ve aşırı çekime gidilmeden kullanılmalıdır. EK 2' deki jeolojik haritada K₇, K₈ ve K₁₀ bu tür kuyulardandır.



Şekil 3.5. Çalışma alanında sulama ve kullanma amaçlı kullanılan K₃ nolu sondaj kuyusu



Şekil 3.6. Çalışma alanında içme amaçlı açılmış K₃ nolu sondaj kuyusu

3.5. KAYA BİRİMLERİNİN HİDROJEOLÖJİK YÖNDEN İRDELENMESİ

3.5.1. Menderes Masifi Metamorfikleri

Mermer ve şistlerden oluşan birimde şistler çalışma alanının temelini oluşturmaktadır. Şistler; muskovit, biotit ve kuvars türü mineraller içeren, ince yapraklanmalı ve bol kıvrımlı özelliğe sahiptir. Bu özelliklerinden dolayı yeraltı suyunun derinlere süzülmesini önleyen şistler hidrojeolojik açıdan geçirimsiz temel niteliğindedir. Bu özelliği yeraltı sularını tutmayı sağlar. Filiz ve Tarcan (1992), Kuşadası ve çevresinde yaptıkları çalışmada haritaladıkları sahanın dışında kalan şistlerin içerdiği tektonik kırık ve çatlakların sıklığına göre az debili yeraltı su kaynaklarını oluşturabileceğini vurgulamaktadırlar.

Çalışma alanında şistlerin üzerine gelen mermerler, kalsiyum karbonat (CaCO_3) bileşimli kayalar olup kireçtaşlarının metamorfizma geçirmesi sonucu oluşmuşlardır. Bu bakımdan hidrojeolojik açıdan mermerler tıpkı kireçtaşları gibi karstik akifer niteliğindedir. Bu tür karstik akiferler yeraltı suyu beslenmesi ve depolanması koşullarını oldukça iyi derecede sağladığından bol debili yeraltı su kaynaklarını oluştururlar. Mermerler aynı zamanda yöredeki sıcak suların da hazne kayasıdır.

3.5.2. Kuşadası Birimi

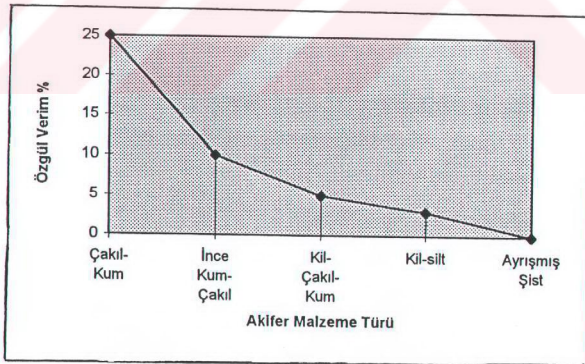
Neojen yaşlı Kuşadası birimi birden çok kayacın ardalanmasından oluşması nedeniyle daha değişik bir hidrojeolojik görünüme sahiptir. Özellikle birimin içindeki çakıltası ve kireçtaşları soğuk sular için akifer özelliğindedir. İçerdiği killi seviyeler ise su vermez. Ancak yeraltı suyunu tutucu bir etkiye sahip olması sebebiyle hidrojeolojik açıdan soğuk su akiferi için geçirimsiz engel kayaları oluşturur. Killer yüksek gözenekliliğe sahip olmalarından dolayı suyu bünyelerine alıp şişerler ve jeoteknik problemlere neden olurlar. Yine bu killi seviyeler jeotermal sistemin örtü kayasını oluşturmaktadır.

3.5.3. Davutlar Volkanik Birimi

Birim yüzeyde fazla yayılım göstermemektedir. Ancak bol kırıklı, çatlaklı ve ayrılmış olması nedeniyle akifer özelliğindedir. Nitekim, 1991 yılında açılmış olan K₁₁ nolu kuyuda (EK 2) yaklaşık 40 m' lik bir alüvyonal örtüden sonra 140 m' ye kadar volkanitler geçilmiş olup, 14 l/s debili su elde edilmiştir (Tarcan vd., 1999). Ayrıca bu volkanitler derinlik eşdeğeri bölgedeki jeotermal sistem için ısıtıcı kaya özelliğindedir.

3.5.4. Alüvyon

Alüvyon bölgede düz kesimleri oluşturmaktadır. Bu özelliği nedeniyle yüksek kesimlerden gelen yüzey sularını bünyelerine alarak depolarlar. Beslenme alanının genişliği ve geçirgenliği nedeniyle yeraltı suyu sağlayabilecek, büyük potansiyele sahip akiferdir. Çalışma alanında alüvyon içerisinde açılan sondaj kuyularının üst seviyelerindeki çakılı – kumlu düzeylerden verimli olarak su alınabilmektedir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Akifer malzeme – özgül verim arasındaki ilişki

(Erguvanlı&Yüzer, 1973)

3.6. ÇALIŞMA ALANININ ÖZGÜN HİDROJEOLÖJİK YAPISI

Çalışma alanı jeolojik yapıya bağlı yeraltı suyu beslenme durumu ve aşırı miktarda yeraltı suyu çekimi sonucu “Deniz Suyu Girişimi” denilen; deniz suyunun karalar içerisine sokulmasıyla ortaya çıkan yeraltı suyu kirlenme problemi olmak üzere iki önemli hidrojeolojik problem içerir.

Mermerler kırıklı, çatlaklı ve karstik boşluklu olmaları nedeniyle son derece geçirgen kayalardır. Böyle olunca da deniz kıyısına yakın yerlerdeki mermerlere deniz suyu girişi oldukça fazladır. Yeraltı suyu taban seviyesini çoğunlukla deniz seviyesi belirler. Bu nedenle mermerlerde açılacak olan sondajlarda (özellikle denize yakın kesimlerde) deniz seviyesi altına inilmemesi ve aşırı çekim yapılmaması gerekir. EK 3’ teki jeolojik kesitlerde de görüldüğü üzere çalışma alanındaki mermerler yalnızca meteorik sularla değil deniz suyu ile de beslenebilmektedir.

Neojen yaşlı tortulların ise görünümü daha değişiktir. Bunun en önemli sebebi birden çok hidrojeolojik özelliğe sahip kayacın birim içerisindeki ardalı yapısıdır. Birim içerisindeki killi düzeylerin geçirimsiz engel kaya niteliğine sahip olduğu bir önceki konuda bahsedilmişti. Bu killi düzeylerden dolayı deniz kıyısına yakın kesimlerde açılacak sondajlarda tatlı su akiferlerinden yararlanma olasılığı unutulmamalıdır. Ayrıca aşırı yeraltı suyu çekimi kırık ve çatlaklardan süzülmeyle birlikte akiferlere deniz suyu sızabilir.

3.7. YERALTI SUYU BİLANÇOSU

Çalışma alanına 1 yılda düşen toplam yağış miktarı Kuşadası Meteoroloji İstasyonu verilerine göre (son 40 yıl için) 614.7 mm’ dir.

Çalışma alanının toplam genişliği yaklaşık olarak 175 km²’ dir. Bunun 32 km²’ sini altıvyon, 75 km²’ sini Neojen yaşlı Kuşadası birimine ait tortullar ve 62 km²’ sini Menderes Masifi metamorfikleri oluşturur. Geri kalan kısmı ise (6 km²) Davutlar volkanik birimi ile kaplıdır.

Bilanço Hesabı;

Yağış = Yüzey Akış + Süzülme + Buharlaşma-Terleme hesabıyla yapılmaktadır.

Çalışma alanındaki yağış miktarının %55' lik kısmının buharlaşma-terleme yoluyla kaybolduğu Tablo 3.3' te hesaplanmıştır. Geriye kalan %22.5' lik kısmın "Yüzey Akış", %22.5' lik kısmın da "Süzülme" olma yaklaşımına göre yeraltı suyu beslenimi hesaplanmıştır.

3.7.1. Yeraltı Suyu Beslenimi

3.7.1.1. Alüvyon Yeraltı Suyu Beslenimi

Yağışın %22.5 oranında yeraltına süzüldüğü yaklaşımına göre;

$$\text{Alüvyon Alanı} = 32 \text{ km}^2 \quad (32 \times 10^6 \text{ m}^2)$$

$$\text{Yıllık Ortalama Yağış} = 614.7 \text{ mm} \quad (0.6147 \text{ m})$$

Yağıştan beslenim miktarı alüvyon için Q_1 olsun.

$$Q_1 = \text{Süzülme Alanı} \times \text{Yıllık Ortalama Yağış} \times \text{Süzülme Oranı}$$

$$Q_1 = 32 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 0.6147 \text{ m} \times 0.225$$

$$Q_1 = 4.4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

3.7.1.2. Davutlar Volkanik Birimi Yeraltı Suyu Beslenimi

Yağışın %22.5 oranında yeraltına süzüldüğü yaklaşımına göre;

$$\text{Davutlar Volkanik Birimi Alanı} = 6 \text{ km}^2 \quad (6 \times 10^6 \text{ m}^2)$$

$$\text{Yıllık Ortalama Yağış} = 614.7 \text{ mm} \quad (0.6147 \text{ m})$$

Yağıştan beslenme miktarı Davutlar volkanik birimi için Q_2 olsun.

$$Q_2 = \text{Süzülme Alanı} \times \text{Yıllık Ortalama Yağış} \times \text{Süzülme Oranı}$$

$$Q_2 = 6 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 0.6147 \text{ m} \times 0.225$$

$$Q_2 = 0.8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

3.7.1.3. Kuşadası Birimi Yeraltı Suyu Beslenimi

Yağışın %22.5 oranında yeraltına süzüldüğü yaklaşımına göre;

$$\text{Kuşadası Birimi Alanı} = 75 \text{ km}^2 \text{ (} 75 \times 10^6 \text{ m}^2 \text{)}$$

$$\text{Yıllık Ortalama Yağış} = 614.7 \text{ mm (} 0.6147 \text{ m)}$$

Yağıştan beslenme miktarı Kuşadası birimi için Q_3 olsun.

$$Q_3 = \text{Süzülme Alanı} \times \text{Yıllık Ortalama Yağış} \times \text{Süzülme Oranı}$$

$$Q_3 = 75 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 0.6147 \text{ m} \times 0.225$$

$$Q_3 = 10.3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

3.7.1.4. Menderes Masifi Metamorfikleri Yeraltı Suyu Beslenimi

Yağışın %22.5 oranında yeraltına süzüldüğü yaklaşımına göre;

$$\text{Menderes Masifi Metamorfikleri Alanı} = 62 \text{ km}^2 \text{ (} 62 \times 10^6 \text{ m}^2 \text{)}$$

$$\text{Yıllık Ortalama Yağış} = 614.7 \text{ mm (} 0.6147 \text{ m)}$$

Yağıştan beslenme miktarı Menderes Masifi metamorfikleri için Q_4 olsun.

$$Q_4 = \text{Süzülme Alanı} \times \text{Yıllık Ortalama Yağış} \times \text{Süzülme Oranı}$$

$$Q_4 = 62 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 0.6147 \text{ m} \times 0.225$$

$$Q_4 = 8.5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

Bunun sonucunda yağıştan toplam beslenme miktarı (Q_T);

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$$Q_T = (4.4 + 0.8 + 10.3 + 8.5) \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$Q_T = 24.0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} \text{ olarak bulunur.}$$

3.7.2. Yeraltı Suyu Boşalımı

Kuşadası–Davutlar–Güzeldamlı yöresinin yeraltı suyu boşalımı;

- a) Buharlaşma – Terleme
- b) Suni Boşalım
- c) Doğal Boşalım ile olmaktadır.

3.7.2.1. Buharlaşma–Terleme ile Boşalım

Çalışma alanına düşen yağışın %55’ lik kesimi buharlaşma-terleme yoluyla kaybolmaktadır (Tablo 3.3).

3.7.2.2. Suni Boşalım

Sondajlar ile havzadan yaklaşık 800 l/s’ lik su çekilmektedir (800 l/s = 0.8 m^3) (Jeofizik Mühendisi Mustafa KUTLU – Kuşadası Belediyesi - ile sözlü görüşme-Temmuz 2002). Bir yıl 31.5×10^6 s olduğuna göre sondajlar yoluyla meydana gelen yıllık boşalım (W_1);

$$W_1 = 0.8 \text{ m}^3 \times 31.5 \times 10^6 \text{ s}$$

$$W_1 = 25.2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl} \text{ olarak bulunur.}$$

3.7.2.3. Doğal Boşalım

Çalışma alanı içerisindeki kaynakların toplam debileri 28 l/s' dir (Tablo 3.4).

Doğal boşalım miktarı (W_2);

$$W_2 = 0.028 \text{ m}^3 \times 31.5 \times 10^6 \text{ s}$$

$$W_2 = 0.9 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl olarak bulunur.}$$

Suni ve doğal boşalımın yıllık toplamı (W_T) ise;

$$W_T = W_1 + W_2$$

$$W_T = (25.2 + 0.9) \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$W_T = 26.1 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl olarak bulunur.}$$

Yapılan hesaplamalardan da görüldüğü üzere havzaya düşen yağışların tümünün suni boşalmı bile karşılayamadığı ve havzadaki sondaj kuyularından aşırı çekim yapıldığı tespit edilmiştir.

3.8. YERALTI SULARININ KALİTESİ VE KULLANMA KRİTERLERİ

3.8.1. Giriş

Yeryüzündeki sular hiçbir zaman saf halde bulunmaz, az ya da çok erimiş ya da asılı maddeleri kapsar. Bu maddelerin türü ve miktarı suların kalitesini karakterize eder.

Yeryüzünde ve yeraltında bulunan sular çeşitli amaçlar için kullanılmakta, sulama ve endüstride de bu sulardan yararlanılmaktadır. Suların bu tür amaçlarda kullanılması için;

- a) Fiziksel
- b) Kimyasal
- c) Bakteriyojik

özelliklerinin bilinmesi ve kullanmada her bir iş için bu özelliklerin belli sınırları aşmaması gerekir. Bundan dolayı suların kullanılacakları yerlere ve işlere göre standartları yapılmıştır (Erguvanlı&Yüzer,1973). Tablo 3.5’ te suların fizikokimyasal özellikleri verilmiştir.

3.8.2. Yeraltı Sularının Fiziksel Özellikleri

Suların kalitesine ve kullanılmasına etki eden en önemli fiziksel özellikler;

- 1- Bulanıklık-Berraklık
- 2- Renk
- 3- Koku ve Tat
- 4- Asılı Maddeler
- 5- Sıcaklık’ ır.

3.8.2.1. Bulanıklık – Berraklık

Suda asılı kil, silt, organik, koloidal maddeler ve mikroorganizmalardan ileri gelir. Bu maddeler 5 mg/l’ yi geçtiğinde içme suyu sorun yaratabilir. Bulanıklık meydana getiren cisimlerin çapları gözle görülebilecek büyüklükten, mikroskopta zor izlenecek kadar küçük olabilir. Genellikle yeraltı suyu akımının yavaş olduğu taneli akiferlerin (kum, kumtaşı, alüvyon) sularında ender olarak asılı maddeler bulunur (Şahinci, 1986).

3.8.2.2. Renk

Suların rengi, içinde erimiş halde bulunan maddelerden oluşan “Hakiki Renk” veya su içindeki çökelebilen ya da koloidal, asılı halde bulunan maddelerden ileri

Tablo 3.5. Suyun fizikokimyasal özellikleri (TS-266, 1997)

Özellik	Sınıf 1		Sınıf 2
	Tavsiye Edilen Değer	Müsaade Edilebilecek Maksimum Değer	Müsaade Edilebilecek Maksimum Değer
- Sıcaklık, °C	12	25	25
- pH	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$	$6.5 \leq \text{pH} \leq 9.2$	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$
- Renk, mg/l Pt skalası (Pt-Co skalası)	1	20	1
- Bulanıklık	5 birim	25 birim	5 birim
- İletkenlik ¹⁾ 20°C'da $\mu\text{S/cm}$	400	2000	650
- Klorürler ²⁾ (Cl), mg/l	25	600	30
- Serbest Klor (Cl_2), mg/l	0.1	0.5	—
- Sülfatlar (SO_4), mg/l	25	250	25
- Kalsiyum (Ca), mg/l	100	200	100
- Magnezyum (Mg), mg/l	30	50	30
- Sodyum (Na), mg/l	20	175	200
- Potasyum (K), mg/l	10	12	12
- Alüminyum (Al), mg/l	0.05	0.2	0.2
- Kurutma Kalıntısı. 180°C'da kurutulduktan sonra, mg/l	—	1500	500
- Demir (Fe), $\mu\text{g/l}$	50	200	50

1) Sudaki mineral madde muhtevasının bir göstergesidir. Ohm/cm cinsinden karşılık gelen değer 2500' dür.

2) Yaklaşık 200 mg/l' nin üzerindeki konsantrasyonda olumsuz tesirler meydana gelebilir.

gelen “Görünür Renk” olabilmektedir. Hakiki renk Fe ve Mn’ dan ya da bitkisel kısımların (sap, yaprak vb.) çürümesi sonucu oluşur. Renk; içme ve kullanmaya her zaman engel olmasa da istenen bir olay değildir. Genelde atıklardan oluşan renklenmelerin sağlığa ve çevreye büyük zarar vermesi olağandır (Erguvanlı&Yüzer, 1973).

3.8.2.3. Koku ve Tat

Suların içinde erimiş halde bulunan maddeler (Örneğin; NaCl_2 , MgCl_2 , CaSO_4 vb.) ve organizmalar (Örneğin; Diyatome, Klorofise, Siyanofise, Protozoa, Krustaceler ve Algler) suda belli bir miktardan fazla bulunursa, sulara özel koku ve tat vermektedir. Bu tat ve kokular çok değişiktir. Sular; tuzlu, acı, ekşi tatlı; balıksı, küfümsü, otsu vb. kokuda olabilir.

Suların içinde bulunan mikroorganizmaları yok etmek için 0.3-3 mg/l dozunda klorlama ile beraber (CuSO_4) uygulanır. Klor, CuSO_4 ’ ün etki edemediği organizmaları öldürmekle kalmaz aynı zamanda CuSO_4 uygularken oluşan kokuları da yok eder. Bu işlemlerde verilecek (Cl) ve (CuSO_4) dozları her organizma için farklı farklıdır (Erguvanlı&Yüzer, 1973).

Tablo 3.6. Sudaki mikroorganizmaları sınıflayan kriterler
(Erguvanlı&Yüzer, 1973)

Tat ve Koku Oluşturan Organizma Miktarı	Farkedilme Dereceleri
500-1000 mikroorganizma	Çok Az
1000-2000 mikroorganizma	Az
2000 > mikroorganizma	Çok

3.8.2.4. Asılı Maddeler

Suların içinde asılı halde kil, silt ve organizmalar bulunabilir. Bu maddeler sulara görünür bir renk verirler. Asılı maddelerin çökmesi özellikle kil ve siltlerde, kil

türüne bağlı olarak değişir. Bentonitik killerden ileri gelen bulanıklılık ve renk uzun süre kalır. Ancak kimyasal maddelerin karıştırılması ile çökelme ve berraklık elde edilir (Erguvanlı&Yüzer, 1973).

3.8.2.5. Sıcaklık

Suların sıcaklığı, endüstride kullanılmalarında önemli bir etkindir. Genel olarak suların sıcaklığı; su tablasının derinliğine, jeografik enleme, yüksekliğe ve etkin volkanizmaya bağlıdır. Sıcaklıklarına göre; çok soğuk (+5°C' ye kadar), soğuk (+10°C' ye kadar), çok az ılık (+18°C' ye kadar), az ılık (+25°C' ye kadar), ılık (+37°C' ye kadar) ve 40°C' den fazla olanlar sıcak sular diye sınıflandırılır (Şahinci, 1986). Çalışma alanındaki suların sıcaklıkları EK 1' deki tablolarda verilmiştir.

Ancak, suların sıcaklıklarına göre sınıflandırılması bu kadarla kalmayıp çok çeşitlidir (Tablo 3.7).

Tablo 3.7. Suların sıcaklıklarına göre kullanma kriterleri
(Erguvanlı&Yüzer, 1973)

Sıcaklık (°C)	Kullanıldığı Yerler
5-15	İçme Suyu
7-10	Şehir Suyu
<10	Endüstri
50>	Isıtma

Çalışma alanındaki yeraltı suları TS 266 (1997)' ya göre Sınıf 1 ve Sınıf 2 için müsaade edilebilecek maksimum değerlerin altında olup (K₄ nolu sondaj kuyusu, Ilıcınar ve Davutlar Kaplıcası hariç) ortalama 18°C sıcaklığa sahiptir.

3.8.3. Yeraltı Sularının Kimyasal Özellikleri

Yeraltının çeşitli derinliklerinde bulunan sular, buralardaki değişik bileşimli kütlelerle temas halindedir. Bu kütleler suda eriyebilme derecelerine göre az ya da çok oranda erimiş maddeyi yeraltı sularına karıştırır. Erimiş maddelerin miktarı, yeraltı sularının kütlelere değme süresine, suyun hızına, sıcaklığına, kütlenin cinsine ve ortamın basıncına bağlı olarak değişir. Diğer taraftan atmosferden aşağı inerken içerisine erimiş halde kimyasal maddeleri alan yağmur suları, yeraltına süzülme sırasında bunların önemli kısmını, beraberlerinde yeraltı sularına taşırlar. Böylelikle yeraltı sularında çeşitli kaynaklardan gelen kimyasal maddeler bulunur. Bu yüzden yeraltı sularındaki erimiş madde miktarı genellikle yüzey sularındakilerden fazladır. Bu maddelerin belirli sınırları aşması halinde, yeraltı sularının kullanılma alanları da kısıtlanır. Ayrıca bu suların pH, sertlik ve elektriksel geçirgenliği gibi diğer kimyasal özellikleri incelenerek yeraltı sularının kimyasal yönden sınıflandırılması yapılır (Erguvanlı&Yüzer, 1973).

Çalışma alanı içinde 10 adet sondaj kuyusu, 4 adet kaynak suyu ve deniz suyunun kimyasal analizleri yapılmış, önceki çalışmalardan K₁ ve K₂ nolu sondaj kuyuları (Filiz&Tarcan, 1993) ile K₁₁ nolu sondaj kuyusu ve Kapuz Pınarı (Tarcan vd., 2000) kimyasal analiz sonuçları alınarak; yeraltı sularının kaliteleri ve deniz suyu ile olan ilişkileri incelenmiştir (Tablo 3.8 ve EK 1' deki tablolar). Çalışma alanındaki K₂ kuyusu Kuşadası-Kirazlı Köyü yolunun 7. km' sindeki Değirmendere Mevkii' nde bulunan Kuşadası Belediyesi' nin sondaj kuyularını belirtmektedir. Tüm kuyu ve kaynakların yerleri EK 2' deki jeoloji haritası üzerine işlenmiş ve kimyasal özellikleri EK 1' deki tablolarda verilmiştir. Bu tablolarda yapılmış olan kimyasal hesaplamalar ve özellikleri ile ilgili bazı simge ve açıklamalar aşağıda verilmiştir.

Na⁺ = Sodyum, K⁺ = Potasyum, Ca⁺⁺ = Kalsiyum, Mg⁺⁺ = Magnezyum, Cl⁻ = Klorür, CO₃⁼ = Karbonat, HCO₃⁻ = Bikarbonat, SO₄⁼ = Sülfat, mg/l = miligram/litre, meq/l = miliekivalan/litre, C = Molarite olarak derişim, 5CZ² = İyonların iyonlaşma gücü, F = İyon etkinlik katsayıları, AC = İyon etkinlikleri, EC = Elektriksel iletkenlik (µmho/cm).

İyonlaşma gücü (I) : $0.5 \sum C_i Z_i$ (C = molarite olarak derişim, Z_i = iyon değeri) bağıntısıyla tanımlanmaktadır. Çalışma alanındaki sularda iyon etkinlik katsayılarının (F' nin) hesabı için iyonlaşma gücü 0.1' den yüksek olan Ilıcınar, Davutlar Kaplıcası ve deniz suyu gibi sularda Davies Bağıntısı ($\log F = -A Z_i^2 (I^{0.5} / 1 + I^{0.5} - 0.2 I)$) kullanılmıştır. İyonlaşma gücü 0.1' den düşük olan diğer tüm sularda Debye-Hückel Bağıntısı ($\log F = -A Z_i^2 I^{0.5} / 1 + Br_o I^{0.5}$) kullanılmıştır.

Suların kimyasal analizleri sırasında yapılabilecek hatalar;

$$e = (\text{Toplam Katyon Miktarı} - \text{Toplam Anyon Miktarı} / \text{Toplam İyon Miktarı}) \times 100$$

bağıntısıyla hesaplanabilir. Yalnız bu toplam katyon miktarı, toplam anyon miktarı ve toplam iyon miktarı; meq/l cinsinden olmalıdır. Bu hesaplamalar sonucunda hata yüzdesinin %5' den düşük olmalıdır. Hata yüzdesinde (%e); pozitif (+) değeri katyon fazlalığını, negatif (-) değeri ise anyon fazlalığını belirler.

Tablolardaki sertlik (Fr) = $5 \times (rCa^{++} + rMg^{++})$ toplam Fransız sertliği, $SAR = Na^+ / ((Ca^{++} + Mg^{++})/2)^{0.5}$ sulama amaçlı kullanılan sulardaki sodyum tehlikesi olarak tanımlanmıştır.

Doygunluk indeksleri (kalsit, dolomit ve jips için), CO₂ kısmi basıncı ve köpürme hesaplamaları bölüm sonunda detaylı olarak verilmiştir.

3.8.3.1. Yeraltı Sularında Bulunan Önemli İyonlar

Yeraltı sularının kullanılabilmesi için kimyasal özelliklerine göre sınıflandırılıp kullanımın bu sınıflamaya göre yapılması gerekir. Sertlik, pH ve elektriksel iletkenlik gibi özelliklerin beraberinde, sudaki anyon ve katyonların bilinmesi gerekir. Bu anyon ve katyonların önemli olanları aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 3.8. Çalışma alanındaki su noktaları ve bazı kimyasal özellikleri
(iyon derişimleri mg/l, elektriksel iletkenlik $\mu\text{mho/cm}$ ' dir)

Örnek Adı	Örn. Tarihi	EC	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁼	SO ₄ ⁼	Fe
#K1 Kuyusu	1.6.1989	2380	7,0	262	18	120	67	450	439	—	153	
#K2 Kuyusu	Aralık 1991	750	8,0	25	2	40	32	39	366	—	62	
*K3 Kuyusu	3.5.2002	884	7,25	1,37	3,03	85,2	59,78	68	492,88	—	37,45	0,01
*K4 Kuyusu	3.5.2002	2430	7,17	260	13	236,8	27,95	538	588,04	—	185,59	0,05
*K5 Kuyusu	3.5.2002	858	7,25	58	3,82	82,8	31,83	120	375,76	—	2,47	0,07
*Ilıcapınar	3.5.2002	2280	6,88	3200	140	332	478,7	7000	448,96	—	1114,34	0,01
*K6 Kuyusu	3.5.2002	2170	7,21	152	2,2	174	91,61	423	595,36	—	155,55	0,04
*K7 Kuyusu	3.5.2002	829	7,54	128	9,2	116	41,07	225	397,72	—	89,30	0,00
*K8 Kuyusu	3.5.2002	722	7,53	0,72	2,18	95	35,32	40	390,4	—	60,9	0,05
*K9 Kuyusu	3.5.2002	1651	7,12	0,85	2,22	120	110,05	150	624,64	—	154,31	0,03
*Zeus Pınarı	3.5.2002	7700	6,72	1400	68,4	330,8	94,77	2210	688,08	—	305,33	0,02
*K10 Kuyusu	3.5.2002	2250	7,23	268	10	168	31,59	494	553,88	—	70,78	0,05
+K11 Kuyusu	18.4.1992	1000	6,10	42	3	112	29	145	317	—	63	
*K12 Kuyusu	3.5.2002	680	7,60	12	1,07	102	16,52	36	326,96	—	62,14	0,01
*HaytanınÇeşmesi	3.5.2002	703	7,03	1,08	2,47	110	35,52	38	407,48	—	66,25	0,01
+Kapun Pınarı	1988	740	7,5	12	4	42	34	24	281	8	6	
*DavutlarKaplacası	3.5.2002	9370	6,36	2200	99	460	99,6	3000	1637,24	—	119,75	0,44
*Arapaslan Pınarı	3.5.2002	512	7,55	0,67	0,61	72	38,9	29	319,64	—	43,62	0,02
*Deniz Suyu	3.5.2002	5750	8,20	12000	537	488	1475	18700	24,4	340,8	2840,17	0,11

(Filiz&Tarcan, 1993)' den alınan analizler, + (Tarcan vd., 2000)' den alınan analizler, * Bu çalışma Kapsamında Dokuz Eylül Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Kimya Laboratuvarı' nda yapılan analizler, Eksik görülen CO₃⁼ analizleri pH değerinin düşüklüğü nedeniyle kayıt limitlerinin altındadır.

3.8.3.1.1. Kalsiyum (Ca^{++})

Kalsiyum yeraltı sularına, kalsit, aragonit, dolomit, jips, anhidrit, fluorit gibi silikatlı olmayan minerallerin ve albit, anortit, piroksen ve amfibol gibi silikatlı minerallerdeki kalsiyumun erimesi ile karışabilir. Suda bulunan H^+ iyonu kalsiyumun eritilmesini kolaylaştırır (Erguvanlı&Yüzer, 1973).

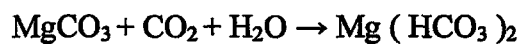
Genel olarak yeraltı sularında Ca^{++} miktarı 10-100 mg/l arasında olup, bazen bu miktarın 500-1000 mg/l' ye ulaştığı görülebilir. Ca^{++} miktarının artması insan sağlığı açısından fazla zararlı olmayıp aksine kemik ve diş sağlığı açısından gereklidir.

Çalışma alanında içme ve sulama amaçlı kullanılan suların Ca^{++} oranları 40-170 mg/l arasında değişmektedir.

Çalışma alanında Ca^{++} iyon derişimlerine göre; içme amaçlı kullanılan sondaj kuyuları (EK 2' de K₁, K₂, K₅ ve K₁₂) ve bazı kaynaklar (Haytanın Çeşmesi, Kapuz Pınarı ve Arapaslan Pınarı) ile sulama amaçlı kullanılan sondaj kuyuları (EK 2' de K₃, K₆, K₇, K₈, K₉, K₁₀ ve K₁₁) TS 266 (1997)' ya göre (Tablo 3.5) müsaade edilen değerlerin altındadır. K₄ nolu sondaj kuyusu ile Ilıcapınar, Zeus Pınarı ve Davutlar Kaplıcası ise oldukça yüksek Ca^{++} iyon derişimine sahip olup TS 266 (1997)' ya göre belirlenen değerlerin üzerindedir.

3.8.3.1.2. Magnezyum (Mg^{++})

Kalsiyumdan sonra yeraltı sularında en fazla rastlanan katyondur. Magnezyum, yeraltı sularına çoğunlukla magnezyumlu kalker, dolomit ve serpantinitlerden geçer.



Bu olay magnezyumun erimesini hızlandırır.

Magnezyum deniz suyunda, kalsiyuma oranla 5 kat daha fazla bulunmaktadır. Yeraltı sularında ise çoğunlukla 10-100 mg/l arasında değişir. Magnezyumun yeraltı suyunda 125 mg/l' den fazla bulunması halinde sular acılaşmakta ve içilememektedir (Erguvanlı&Yüzer, 1973).

Çalışma alanında Mg^{++} iyon derişimlerine göre; içme amaçlı kullanılan sondaj kuyularından bazıları (EK 2' de K_2 , K_5 ve K_{12}) ile sulama amaçlı kullanılan sondaj kuyularının bir kısmı (EK 2' de K_7 , K_8 ve K_{10}) TS 266 (1997)' a göre müsaade edilen değerlerin altındadır. EK 2' deki K_1 , K_3 , K_4 , K_6 , K_9 , K_{11} nolu sondaj kuyuları ile Davutlar Kaplıcası ve kimyasal analizleri yapılan kaynakların tümü TS 266 (1997)' ya göre belirlenen değerlerin üzerindedir.

3.8.3.1.3. Sodyum (Na^+)

Sodyum en fazla deniz suyunda bulunmaktadır. Çoğunlukla yeraltı sularına, plajiyoklasların ayrışması ve kil minerallerinin baz değişimi sonucu karışır. Magmatik ve metamorfik kayalar içinden çıkan bazı kaynaklarda 1-20 mg/l sodyum bulunmaktadır. Deniz suyunda bu miktar 10.000 mg/l civarındadır (Erguvanlı&Yüzer, 1973).

Yeraltı suları sulama amaçlı kullanıldığında, özellikle killi topraklar için sodyum miktarı çok önemlidir (Tablo 3.9). Killi topraklar, sodyumca zengin yeraltı suları ile sulandıklarında, baz değişimi sonucu topraktaki sodyum miktarı gittikçe artar. Böylece sıkı ve düşük permeabiliteli "Alkali Toprak" lar oluşmaktadır (Erguvanlı&Yüzer, 1973).

Sulardaki %Na miktarı;

$$\%Na = \frac{Na^+ \times 100}{Na^+ + Ca^{++} + Mg^{++} + K^+} \quad \text{formülü ile hesaplanmaktadır.}$$

Tablo 3.9. Sodyum miktarına göre suların sınıflaması (Erguvanlı&Yüzer, 1973)

%Na	Suyun Niteliği
<20	Çok İyi
20-40	İyi
40-60	Kullanılabilir
60-70	Şüpheli
80>	Kullanılamaz

Çalışma alanındaki sulama sularının (EK 2' de K₃, K₆, K₇, K₈ ve K₁₁) sodyum miktarı yüzde olarak 10-40 ppm arasında bulunmaktadır. Bu özellikteki sulama sularının sınıfı ise “ Çok İyi - İyi ” sulama suları sınıfına girmektedir.

3.8.3.1.4. Karbonat (CO_3^{2-}) ve Bikarbonat (HCO_3^-)

Yeraltı sularındaki karbonat ve bikarbonat iyonlarının çoğu atmosfer ve topraktaki CO_2 ' den ve karbonatlı kütlelerin erimesiyle oluşmaktadır. Bu nedenle karbonat ve bikarbonat miktarı CO_2 miktarına ve suyun pH' ına bağlı kalmaktadır. Bünyesindeki karbonat ve bikarbonat miktarları 300-500 mg/l arasında olan sular içilebilir (Erguvanlı&Yüzer, 1973).

Çalışma alanında karbonat ve bikarbonat miktarları toplamına göre; içme amaçlı kullanılan (EK 2' de K₁, K₂, K₅ ve K₁₂) sondaj kuyuları ile Haytanın Çeşmesi, Kapuz Pınarı ve Arapaslan Pınarları kullanma kriterleri içerisinde kalmaktadır.

3.8.3.1.5. Klorür (Cl^-)

Yeraltı sularındaki klorür, deniz suyundan, evaporitlerden, yağmur ve kar sularından gelmektedir. Bunların içinde deniz suyu, yeraltı sularına en fazla klorür veren kaynaktır. Bu bakımdan kıyı kesimlerindeki yeraltı sularında gözlenen klorür miktarı iç kesimlere oranla kat kat fazladır. Genelde içerisinde 200-600 mg/l klorür bulunan sular içilebilir (Erguvanlı&Yüzer, 1973).

Böylece içme suyu olarak kullanılan yeraltı sularının bu sınırlar arasında olduğu gözlenmektedir. Ayrıca EK 2' deki jeoloji haritasında gösterilmiş olan Davutlar Kaplıcası, Ilıcıpınar ve Zeus Pınarı' nın deniz suyu beslenmeli olduğu klorür oranlarına bakılarak söylenebilir (Ek 1.6, 1.11, 1.17).

3.8.3.1.6. Sülfat ($\text{SO}_4^{=}$)

Yeraltı suları bünyelerinde bulunan sülfatın büyük bir kısmını jips ve anhidritten almaktadır. Genelde içme sularındaki sülfat miktarı 200-400 mg/l arasındadır. Bu miktar tarımda ise 500 mg/l' ye kadar ulaşabilmektedir. Bu miktar 500 mg/l' nin üzerine çıktığında zararlı olmaya başlar (Erguvanlı&Yüzer, 1973).

Çalışma alanındaki yeraltı suları sülfat miktarları bakımından amaçlarına göre kullanma kriterleri içerisindedir.

3.8.3.2. Yeraltı Sularında Az Miktarda Bulunan Maddeler

3.8.3.2.1. Demir (Fe^{+++})

Demirin 2 ve 3 değerli olan (ferro ve ferri) türleri vardır. Sularda bulunan demir, çoğunlukla 2 değerli demirin oksidasyonu ile 3 değerli hale geçmiş şekildedir. Suda değişik şekillerde bulunan demir miktarı, analiz sonucunda, toplam olarak mg/lt cinsinden verilir. Demirin fazla bulunması içme ve endüstride kullanılacak sular için etkilidir. 0.3 mg/l' den fazla olmaması istenir (Tablo 3.5). Yeraltı sularında 0.5 mg/l' den fazla demir bulunması, sondaj kuyularındaki filtrelerin ve su borularının tıkanmasına sebep olur. Bu olayda demirin bakterileri önemli rol oynar (Erguvanlı&Yüzer, 1973).

Çalışma alanındaki kaynak ve sondaj sularının analizleri sonucu demirin belirlenen değerlerin altında olduğu, suların; içme, kullanma ve endüstri alanlarında kullanılabilirliği tespit edilmiştir (Tablo 3.8).

3.8.4. Yeraltı Sularının Kalitesini Belirleyen İyon Özellikleri

Yeraltı suyunun kalitesi içinde bulunan iyonların miktarına göre değişir. Yeraltı sularının kalitesini belirleyen özellikler; sertlik, hidrojen iyon konsantrasyonu (pH), alkalinite, asidite, sodyum iyonu yüzdesi, sodyum adsorbsiyon oranı ve elektiriksel iletkenliktir.

3.8.4.1. Sertlik

Sertlik; su içinde çözülmüş olan kalsiyum ve magnezyum bileşiklerinden ileri gelen yeraltı sularının en önemli özelliğidir. Karbonat ve karbonat olmayan iyonlardan ileri gelen sertliğin tümüne “Toplam Sertlik” denir (Erguvanlı&Yüzer, 1973).

3.8.4.1.1. Geçici Sertlik (Karbonat Sertliği)

Kalsiyum ve magnezyumun karbonat ve bikarbonatlardan ileri gelen ve ısıtılarak giderilebilen sertliğe “Geçici Sertlik” denir.

3.8.4.1.2. Kalıcı Sertlik

Kalsiyum ve magnezyumun karbonat ve bikarbonatların dışındaki tuzlarından ileri gelen ve ısıtılmakla giderilemeyen sertliğe “Kalıcı Sertlik” denir. Kalıcı sertliği gidermek için sulara boraks, trisodyum fosfat vb. maddeler ilave edilebilir.

Suların sertlikleri çeşitli ülkelerde ayrı ayrı tanımlanmaktadır. Ülkemizde en fazla “Fransız Sertlik Derecesi” kullanılmaktadır. Fransız sertlik derecesi; 1 l suda, 10 mg kalsiyum ve magnezyum bikarbonat veya buna eşit miktarda diğer sertlik verici iyonların bulunması halinde o suyun sertliği “1 Fransız Derecesi” (1 Fr°) olarak tanımlanır (Erguvanlı&Yüzer, 1973). Diğer ülkelerdeki tanımlar ise;

- 1 Fr° = 1.42 Alman Sertlik Derecesi
 1 Fr° = 1.79 İngiliz Sertlik Derecesi
 1 Fr° = 1.72 Amerikan Sertlik Derecesi
 1 Fr° = 0.25 Rus Sertlik Derecesi' dir.

Tablo 3.10. Fransız sertlik sınıflaması (Erguvanlı&Yüzer, 1973)

Sertlik Derecesi	Su Sınıfı
0-10	Memba Suyu
11-22	Tatlı Su
23-32	Sert Su
33-54	Çok Sert Su
>55	Çok Fazla Sert Su

Çalışma alanındaki suların ortalama sertlikleri (Ilıcapınar, Zeus Pınarı ve Davutlar Kaplıcası hariç) 25-80 Fransız sertliği arasında değişmektedir. İçme amaçlı kullanılan sondaj kuyuları (K₂, K₅ ve K₁₂) 23-33 Fransız sertliğinde olup “Sert Su” sınıfına girmektedir. Haytanın Çeşmesi, Kapuz Pınarı ve Arapaslan Pınarı; 25-42 Fransız sertliğinde olup “Sert Su-Çok Sert Su” sınıflarına girmektedir. Sulama amaçlı kullanılan sondaj kuyuları (K₃, K₄, K₆, K₇, K₈, K₉, K₁₀ ve K₁₁) 40-80 Fransız sertliğinde olup “Çok Sert Su-Çok Fazla Sert Su” sınıflarına girmektedir. Şekil 3.8’ da yeraltı sularının sertlik dağılımı görülmektedir.

3.8.4.2. Hidrojen İyon Konsantrasyonu (pH)

Su içerisindeki hidrojen iyon konsantrasyonunun 10 tabanına göre negatif logaritması “ pH ” değeri olarak tanımlanmakta ve 0-14 arasında değer almaktadır. pH = 7 olan sular “Nötr Sular” olup H⁺ ve OH⁻ iyonları denge halindedir. OH⁻ iyon konsantrasyonunun artması ile pH, 7’ den büyük değer alır ve su bazik karakter kazanır. H⁺ iyon konsantrasyonunun artması ile pH, 7’ den küçük değer alır, su asit karakter kazanır. Genelde yeraltı suları asit özellikte, yerüstü suları ise bazik

özellikteki sulardır. Buna göre $pH < 4.5$ olan sular “Asit Sular”, $pH > 8.2$ olan sular “Bazik Sular” olarak kabul edilmektedir (Erguvanlı&Yüzer, 1973).

Çalışma alanındaki suların pH değerleri “Nötr Sular” sınıfına girmektedir

3.8.4.3. Alkalinite

Bir suyun alkalinitesi, asitleri nötrleştirme özelliği olarak bilinir. Yeraltı sularındaki alkalinite çoğunlukla karbonat ve bikarbonat iyonlarına bağlı olarak kazanılır. Alkalinitenin ölçülmesinde fenol fteleyin ve metil oranj kullanılır (Erguvanlı&Yüzer, 1973).

3.8.4.4. Asidite

Bir suyun asiditesi, alkalinitenin karştı olarak bazıları nötrleştirme özelliği olarak bilinir. Özellikle linyit ve maden kömürlerinin bulunduğu kısımlardan çıkan yeraltı suları asit karakterdedir. $pH < 4.5$ olduğu durumlarda asidik sular metalleri oldukça fazla derecede aşındırmaktadır (Erguvanlı&Yüzer, 1973).

Çalışma alanındaki yeraltı sularının pH değerinin 6-8 arasında değişmesi, suların nötr karakter taşıdığının göstergesidir.

3.8.4.5. Elektriksel İletkenlik (EC)

Genel olarak bütün sular elektriği iletir, iyon konsantrasyonunun artması ile bu iletkenlik artar. Elektriksel iletkenliğin ölçüsü olarak mikromho/cm kullanılmaktadır. Bu, $25^{\circ}C$ ’ de 1 cm^3 suyun iletkenliğidir (Erguvanlı&Yüzer, 1973).

Çalışma alanındaki suların EC değerleri değişken olup denize yakın kesimlerdeki sondaj kuyuları ve kaynaklarda (EK 2’ de K_1 , K_4 , Ilıcapınar, K_6 , K_9 , Zeus Pınarı, K_{10} , K_{11} ve Davutlar Kaplıcası) aşırı çekim ve deniz suyu girişimi oldukça yüksektir ve

kullanılmamalıdır. Ancak içme suyu olarak kullanılan sular (K₂, K₅, K₁₂, Haytanın Çeşmesi, Kapuz Pınarı ve Arapaslan Pınarı) “İyi-Kullanılabilir” sınıfına girmektedir.

Suların elektriksel iletkenliklerine göre sınıflaması Tablo 3.11’ de verilmiştir.

Tablo 3.11. Suların elektriksel iletkenliklerine göre sınıflaması
(Erguvanlı&Yüzer, 1973)

EC (25 °C’ de mikromho/cm)	Suların Sınıfı
250>	Çok İyi
250-750	İyi
750-2000	Kullanılabilir
2000-3000	Şüpheli
3000’ den fazla	Kullanılamaz

3.8.5. Suların Kullanma Özellikleri

Çok çeşitli kullanım alanları bulunan doğal sular, fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre içme suyu, sulama suyu ve çeşitli endüstri dallarında kullanılmaktadırlar. Bu özellikler dikkate alınarak doğal sular kullanım kriterlerine uygun niteliklerde sınıflandırılarak yararlanılması uygun görülmüştür.

3.8.5.1. İçme Sularının Özellikleri

Suların fizikokimyasal özellikleri Tablo 3.5’ te verilmişti. Bu özelliklerin saptanması su potansiyeline, iklim koşullarına ve jeolojik formasyonlara bağlı olarak ülkeden ülkeye değişiklik sunar. Genel olarak içme sularının sıcaklığı 7-10°C arasında bulunmalıdır; 5°C alt, 18°C üst sınır olarak kabul edilir (Şahinci, 1986).

Çalışma alanındaki içme sularının ortalama sıcaklığı 18°C’ dir.

İçme ve kullanma suları renksiz, kokusuz, tatsız, serin, berrak olmalı; sertliği 45 Fransız sertlik derecesini, elektriksel iletkenliği ise 2200 mikromho/cm’ yi

geçmemelidir. Ayrıca pH; 7-8.5 arasında ve çürütücü, aşındırıcı, taş kabuk yapıcı olmamalıdır (Şahinci, 1986)

Çalışma alanında içme amaçlı kullanılan sondaj kuyuları ve kaynaklardan; K₂, K₅ ve K₁₂ nolu kuyular 23-33 Fransız sertliği arasında; Haytanın Çeşmesi, Kapuz Pınarı ve Arapaslan Pınarı ise 25-42 Fransız sertliğindedir. Yine bu sondaj kuyuları ve kaynakların EC' lerinin 500-750 $\mu\text{mho/cm}$ arasında olması bu suların içilebilir sınırların altında olduğunu göstermektedir. Yukarıda bahsi geçen, Ilıcıpınar, Zeus Pınarı ve Davutlar Kaplıcası dışındaki sular ise (EK 2' de K₁, K₃, K₄, K₆, K₇, K₈, K₉, K₁₀ ve K₁₁) sulama amaçlı olarak kullanılabilir.

3.8.5.2. Sulama Sularının Özellikleri

Tarımda kullanılan suların içinde fazla miktarda çözünmüş iyonlar, tarım toprağına ve bitkilere fiziksel ve kimyasal yollarla tesir edip, verimi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu iyonların fiziksel etkisi, bitki yapısındaki hücrelerde osmotik basıncı azaltarak suyun dal ve yapraklara erişmesini engeller; kimyasal yolla ise, bitki metabolizmasını bozarlar. Tuzlu sulardaki Na⁺, zemindeki Ca⁺⁺ iyonları ile yer değiştirmesi sonucu toprağın geçirgenliği ve havalanması azalır; böylece, dolaylı olarak bitkilerin gelişmesi yavaşlar (Şahinci, 1986).

Çalışma alanında yukarıda bahsedilen özellikler dikkate alındığında alanın tarıma uygun olduğu kesim alüvyonun olduğu alanlardır. Toprağın oldukça gözenekli ve geçirimli olması nedeniyle tarıma uygun arazilerdir. Ancak bu alanlar denize yakın olduğu için su çekimi aşırıya kaçmamalı ve yeraltı sularının pH ve EC' leri sürekli kontrol altında tutulmalıdır.

3.8.5.2.1. Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR)

Sulama sularında sodyum miktarı önemli bir yer tutar. Toprağın yapısını bozarak, geçirgenliğini azaltan ve sulamadan sonra zeminin üst seviyelerinde soğulan sodyum, toprak yüzeyinde kaymak şeklinde sert bir kabuğun oluşmasına neden olur

ve bitki köklerinin havalanması engellenir. Ayrıca, sodyum, bitkiler için zehirli bir ortam yaratır. Cinsine bakılmaksızın, sodyumca doymuş topraklarda bitkiler çok az gelişir veya gelişmezler (Şahinci, 1986).

Sulama suları için önemli olan bu iyon özelliği aşağıdaki bağıntıya göre bulunur:

$$SAR = Na / ((Ca + Mg) / 2)^{1/2}$$

Bağıntıda, iyonlar meq/l alınmalıdır. Sodyum adsorpsiyon oranına göre sular Tablo 3.12’ deki şekilde sınıflanmaktadır.

Tablo 3.12. Suların SAR’ a göre sınıflanması (Şahinci, 1986)

Suyun Niteliği	SAR (%)
Çok iyi nitelikte sulama suları	<10
İyi özellikte sulama suları	10-18
Orta özellikte sulama suları	18-26
Fena özellikte sulama suları	26>

Çalışma alanındaki sondaj kuyuları ve kaynakları (Ilıcınar, Zeus Pınarı ve Davutlar Kaplıcası dışında) SAR’ a göre sınıflanırsa bölgedeki suların SAR oranının oldukça iyi ve “Çok İyi Özellikte Sulama Suları” niteliğinde olduğu gözlenmektedir.

3.8.5.2.2. Klorür Tehlikesi

Yüksek derişimdeki klorür iyonu, bitkilerin gelişmesini engeller. Bitkiler tarafından kolayca soğrulan klorür iyonu, bitki dokularında ve yapraklarda birikerek “yaprak yanmasına” neden olur (Şahinci, 1986). Bazı bitkiler için sulama suyunda kabul edilebilir en yüksek klorür miktarı Tablo 3.13’ te verilmiştir.

Tablo 3.13. Bazı bitkiler için sulama sularında kabul edilebilir en yüksek klorür miktarı (Şahinci, 1986)

Bitki	Kabul Edilebilir En Yüksek Klorür Derişimi (meq/l)
Mandalina	25
Limon, Ekşi Portakal	15
Tatlı Portakal	10
Sert Çekirdekli Meyveler	7-25
Çekirdeksiz Thomson	8
Kardinal, Siyah Gül	5

Çalışma alanında sulama amaçlı kullanılan K₃, K₆, K₇, K₈, K₉, K₁₀ ve K₁₁ nolu sondaj kuyularındaki klorür derişimi kabul edilebilir sınırlardadır.

3.8.5.3. Endüstri Sularının Özellikleri

Endüstride kullanılan suların özellikleri, kullanma amaçlarına göre değişiklik sunar. Her endüstri kendine özgü su miktarı ve kalitesi ile ele alınmalıdır. Özellikle çalışma alanının turizm açısından fark edilir bir bölgede olması sebebiyle inşaat sektörü önem kazanmıştır. Bu sebeple suyun, beton üzerinde olan etkileri çok iyi incelenmelidir.

Suyun beton üzerindeki etkisi iki şekilde olabilir. Birincisi, hata sonucu, çimento içinde önemli miktarda CaO, MgO ve SO₃ bulunursa, bu maddeler su ile birleşerek önemli miktarda hacim artışına neden olurlar ve beton parçalanır. Beton harcında kullanılacak sular, genellikle içilebilir, berrak, % 1' den fazla SO₃, % 3' ten fazla çözünmüş tuz, organik ve koloidal maddeler içermemelidir. Endüstri atık suları ile bataklık suları beton yapımında kullanılamaz. Denemeler sonucunda, portland çimentosu ile yapılan betonlarda deniz suyunun kullanılmasının sakıncalı olmadığı anlaşılmıştır. Ayrıca, Alman, İngiliz ve Fransız standartlarında deniz suyunun beton yapımında kullanılacağı belirtilmekte ise de, zorunlu olmadıkça yararlanılmaması

önerilir. Beton yapımında kullanılan suların pH' ının 7' nin üzerinde olması istenir (Şahinci, 1986).

Beton yapımında kullanılan sularda genellikle SO_4 miktarı 150 mg/l ve serbest CO_2 miktarı 20 mg/l, üst sınır olarak kabul edilir. Su içindeki SO_4 ' ün derişimi beton parçalanmalarında önemlidir (Tablo 3.14).

Tablo 3.14. Zeminde ve sularda bulunan sülfat miktarına göre betonların etkilenme dereceleri (Şahinci, 1986)

Etkime Derecesi	Sudaki SO_4 Miktarı (mg/l)
Pratik olarak yok	0-150
Etkime var	150-2000
Önemli	1000-2000
Çok önemli	2000>

Bu sınıflamaya göre çalışma alanındaki K₄ nolu sondaj kuyusu ile Ilıcıpınar ve Zeus Pınarı sularının sülfat miktarları bakımından betonlar üzerinde etki yaratacağı görülmektedir.

Endüstride kullanılan suların en önemli özelliklerinden birisi de köpürmesidir. Suların köpürmesi, kaynama sırasında su yüzeyinde biriken köpüklerden meydana gelir. Bu olay su fışkırmaları ve önemli su seviye değişimleri, buharlaşmayı ve kazan sistemlerini olumsuz yönde etkiler. Suların kaynarken köpürmesine neden, su yüzeyinde sodyum ve potasyum tuzlarınca çok zengin bir zar tabakasının meydana gelmesidir (Şahinci, 1986).

Suyun kaynarken köpürmesi (F_o) aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır:

$$F_o = 62 rNa + 78 rK$$

Tablo 3.15. Endüstride kullanılan suların köpürme dereceleri ve sınıflaması
(Şahinci, 1986)

F_o (meq/l)	Sınıflama
< 60	Kaynarken köpürmeyen sular
60 - 200	Kaynarken köpüren sular
> 200	Kaynarken çok köpüren sular

Çalışma alanındaki K_1 , K_4 , K_6 , K_7 ve K_{11} nolu sondaj kuyuları ile Ilıcapınar, Zeus Pınarı ve Davutlar Kaplıcası sularında $F_o > 200$ olduğu için kazan sistemlerinde kullanımı tercih edilmemeli, mecbur kaldığında ise bu süre 1-2 günü geçmemeli, sürekli yenilenmelidir.

3.8.6. Suların Kalsit, Dolomit ve Jips Doyma İndeksleri ve CO_2 Kısmi Basıncı

Sulardaki kalsit, dolomit ve jips doyma indekslerinin önceden tahmin edilmesi, suların üretim ve iletim aşamalarında oluşabilecek olası çökeltilere karşı alınabilecek önlemler açısından önemlidir. Bu bakımdan en çok rastlanan çökel minerallerinin doygunluk hesapları yapılarak EK 1' deki tablolarda gösterilmiştir.

Bu doygunlukların saptanmasında çeşitli diyagramlar bulunmaktadır. Ancak bu diyagramlar belirli sıcaklık ve iyonlaşma güçleri arasında geçerlidir ya da sıcaklık, basınç, iyonlaşma gücü, iyon etkinliği gibi bazı etkenler sabit kabul edilmiştir. Diyagramlar üzerinde değer saptaması şahsa göre değişebilir. Ayrıca farklı diyagramlardan alınan değerler farklı varsayımlar nedeniyle çelişkili sonuçlar verebilir.

Bu nedenle kalsit, dolomit ve jips doyma indeksleri kimyasal termodinamik yasalara bağlı denklemler kullanılarak hesaplanmıştır (Şahinci,1986). Hesaplamalarda kullanılan bağıntılar aşağıda verilmiştir.

$$\text{Kalsit Doygunluk İndeksi (SI}_C \text{)} = \log [(a\text{Ca}^{++})(a\text{HCO}_3^-) K_2/K_C \cdot 10^{-\text{pH}}]$$

$$\text{Dolomit Doygunluk İndeksi (SI}_D \text{)} = \log [(a\text{Ca}^{++})(a\text{Mg}^{++})(a\text{HCO}_3^-)^2 (K_2)^2 / K_D \cdot 10^{-\text{pH}}]$$

$$\text{Jips Doygunluk İndeksi (SI}_I \text{)} = \log [(a\text{Ca}^{++})(a\text{SO}_4) / K_J]$$

Bağıntılarda a iyon etkinliğini, K ise aşağıda belirtilen tepkimelerin denge sabitini tanımlar. Bu çalışmada yapılan hesaplamalarda suların sıcaklıklarının standart koşullara oldukça yakın olması nedeniyle, denge sabitleri 25°C ve 1 atm basınç koşulları için aşağıda verilen bağıntılar kullanılmıştır.

$$(a\text{H}^+)(a\text{CO}_3^{=}) / (a\text{HCO}_3^-) = K_2 = 10^{-10.33}$$

$$(a\text{Ca}^{++})(a\text{CO}_3^{=}) / (a\text{CaCO}_3) = K_C = 10^{-8.49}$$

$$(a\text{Ca}^{++})(a\text{Mg}^{++})(a\text{CO}_3^{=})^2 / [a\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2] = K_D = 10^{-17}$$

$$(a\text{Ca}^{++})(a\text{SO}_4^{=}) / a \text{ CaSO}_4 = K_J = 10^{-4.61}$$

olarak alınmıştır.

EK 1' deki tablolarda hesaplanan kalsit, dolomit ve jips doyma indekslerine göre; pozitif (+) doyma indeksleri çöktürücü, negatif (-) doyma indeksleri ise çözündürücü özelliğe karşılık gelir.

Yine CO₂ kısmi basıncının da atmosfer kısmi basıncından (10^{-3.5} atm) yüksek olması durumunda su, çöktürücü ve gaz çıkartıcı özelliğe sahip olarak yorumlanabilir (Tarcan vd., 2000).

CO₂ kısmi basıncı değerleri aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$- \log P_{\text{CO}_2} = \log [(10^{-\text{pH}}) (a\text{HCO}_3^-) / (K_1) (K_{\text{CO}_2})]$$

Bu bağıntılardaki a iyon etkinliğini, K ise aşağıda verilen tepkimelerin denge sabitini tanımlar.

$$(aH^+) (aHCO_3^-) / (aH_2CO_3) = K_1 = 10^{-6.35}$$

$$(aH_2CO_3) / P_{CO_2} = K_{CO_2} = 10^{-1.46}$$

olarak alınmış ve EK 1' deki tablolarda hesaplamalar içerisinde yorumlanmıştır.

3.8.7. Davutlar Kaplıcası

Çalışma alanında yer alan jeotermal sistem, deniz suyu ve meteorik suların Menderes Masifi metamorfiklerine ait şist ve mermerlerin kırıklarından yeraltına süzülerek burada ısınması ve tekrar tektonik hatlar boyunca yeryüzüne ulaşması şeklinde gelişen devirli sistem özelliğindedir (Tarcan vd., 2000). Üst Pliyosen yaşlı traki bazaltik volkanitlerin varlığı (Ercan&Günay, 1981) ve kırık sistemi boyunca yüzeye yakın magmanın meydana getirdiği jeotermal gradyan, ısı kaynağını oluşturmaktadır.

3.8.7.1. Isı Kaynağı

Kaplıcanın ısı kaynağı olarak Üst Miyosen – Alt Pliyosen yaşlı Davutlar volkanik birimi gösterilebilir. Bu genç volkanik sokulumlar derinlerde büyük olasılıkla sıcaklıklarını koruyabilir niteliktedirler. Derine süzülen deniz suyu ve meteorik sular, ısınarak tekrar yüzeye çıkarlar.

3.8.7.2. Hazne Kaya

Jeotermal sistemin hazne kayası Mesozoyik yaşlı Menderes Masifi metamorfiklerine ait karstik akiferleri oluşturan mermerlerdir. Hazne kaya derinliğini tespit etmek istersek şu bağıntıdan yararlanabiliriz.(Castany, 1969).

$$\text{Derinlik} = \text{Gradyan} (t_1 - t_2)$$

$$t_1 = \text{Su sıcaklığı}$$

$$t_2 = \text{Mevsim ortalama sıcaklığı}$$

Davutlar Kaplıcası suyunun yüzeye çıkış sıcaklığı 43°C, çalışma alanının yıllık ortalama sıcaklığı 17°C' dir. Normal olarak her 33 m derinliğe inildikçe sıcaklık 1°C artmaktadır. Jeotermal alanlarda bu 20 m olarak kabul edilebilir.

Buna göre Davutlar Kaplıcası' nın hazne kaya derinliği 520 m olarak hesaplanabilir.

3.8.7.3. Örtü Kaya

Alandaki jeotermal sistemin kayasını Neojen yaşlı Kuşadası birimi oluşturur. İçerdiği killi seviyeler sebebiyle geçirimsizliği yok denecek kadar azdır.

3.8.8. Davutlar Kaplıcası' nın Hazne Kaya Sıcaklığının Saptanması

Davutlar Kaplıcası' nın hazne kaya sıcaklığını tespit etmek için Na/K jeotermometresi bağıntısı uygulanmıştır (Şahinci, 1987).

3.8.8.1. Na/K Jeotermometresi

Hazne kaya sıcaklığı 25- 250°C arası

$$1. \quad t^{\circ}\text{C} = \frac{933}{\log (\text{Na/K}) + 0.933} - 273.15 \dots\dots\dots (1)$$

$$2. \quad t^{\circ}\text{C} = \frac{1319}{\log (\text{Na/K}) + 1.966} - 273.15 \dots\dots\dots (2)$$

Hazne kaya sıcaklığı 100- 275°C arası

$$3. \quad t^{\circ}\text{C} = \frac{855.6}{\log (\text{Na/K}) + 0.857} - 273.15 \dots\dots\dots (3)$$

$$4. \quad t^{\circ}\text{C} = \frac{777}{\log (\text{Na/K}) + 0.70} - 273.15 \dots\dots\dots (4)$$

Hazne kaya sıcaklığı 100- 300°C arası

$$5. \quad t^{\circ}\text{C} = \frac{1217}{\log (\text{Na/K}) + 1.48} - 273.15 \dots\dots\dots (5)$$

03.05.2002 tarihinde Davutlar Kaplıcası' ndan alınan sıcak suyun kimyasal analiz sonuçlarına göre;

$$t = 124.58^{\circ}\text{C} \dots\dots\dots (1)$$

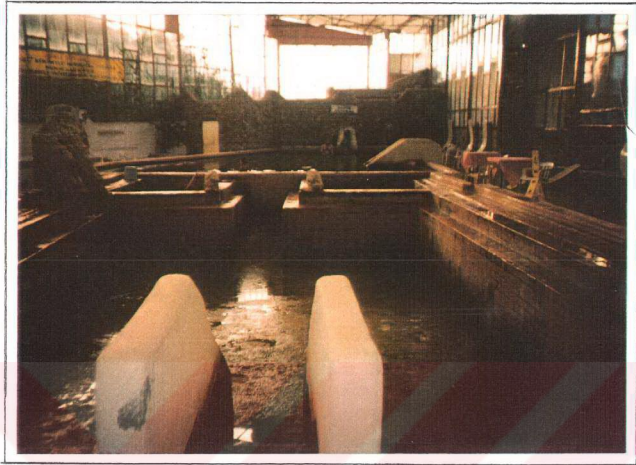
$$t = 125.00^{\circ}\text{C} \dots\dots\dots (2)$$

$$t = 115.09^{\circ}\text{C} \dots\dots\dots (3)$$

$$t = 106.47^{\circ}\text{C} \dots\dots\dots (4)$$

$$t = 157.37^{\circ}\text{C} \dots\dots\dots (5)$$

olduğu hesaplanmıştır.



Şekil 3.8. Davutlar Kaplıcası'ndan bir görünüm

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Çalışma alanında yer alan kaya birimleri belirlenerek; dokanak ilişkileri bilgisayar ortamına aktarılmış ve alanın jeolojik haritası çıkartılmıştır. Bölgede Mesozoyik yaşlı Menderes Masifi metamorfiklerine ait şist ve mermerler, Neojen yaşlı Kuşadası birimi, Üst Miyosen – Alt Pliyosen yaşlı Davutlar volkanik birimi ile Kuvaterner yaşlı alüvyon olmak üzere dört birim tespit edilmiştir.
2. Bölgedeki kayaçlar Hersiniyen ve Alpin Orojenezi'nden etkilenecek kıvrımlanmış ve kırılmışlardır.
3. Bölge, bir horst - graben yapısında olup, Menderes Masifi metamorfikleri horst yapılarını, diğer oluşuklar ise graben yapılarını oluşturmaktadır.
4. Çalışma alanında geçirimsiz temel özelliğindeki şistlerin üzerine gelen mermerler karstik akifer niteliğinde olup, Davutlar ve çevresindeki sıcak suların da hazne kayasını oluşturur. Neojen yaşlı Kuşadası birimi, içerdiği killi seviyeler nedeniyle yöredeki jeotermal sistemin örtü kayasını oluşturmakta, içerisindeki çakıltı ve kireçtaşı seviyeleri soğuk sular için akifer niteliğindedir. Ayrıca Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı traki bazaltik nitelikteki volkanitlerde soğuk sular için akiferdir. Alüvyon da soğuk sular için akifer niteliğindedir.
5. Çalışma alanında yer alan jeotermal sistem, deniz ve meteorik suların Menderes Masifi metamorfiklerine ait şist ve mermerlerin kırık ve çatlaklarından yeraltına süzülmesi ve bu kısımlarda ısınarak tekrar tektonik hatlar boyunca yeryüzüne ulaşmasıyla gelişen devirli sistem niteliğindedir.
6. Kuşadası İlçesi civarındaki yapı, hidrojeolojik açıdan incelendiğinde denizle bağlantılı bir sistem oluşturmaktadır. Özellikle alüvyonda açılan sondaj kuyularından yapılan aşırı çekimler nedeniyle; yeraltı suyu tuzlanmaya devam

etmektedir.

7. Su noktalarının kimyasal açıdan değerlendirilmesi sonucu K₂ (Değirmendere' den gelen su) ile K₅, K₁₂ sondaj kuyuları ve Kapuz Pınarı ile Arapaslan Pınarı dışındaki suların kaliteleri bozuk olup içme amaçlı kullanıma elverişli değildir.
8. Çalışma alanının yeraltı suyu bütçesine ilişkin olarak yapılan tahmini bütçe hesabında yeraltı suyu boşalımının yeraltı suyu besleniminden fazla olması aşırı çekim ve denize yeraltı suyu boşalımının olduğunu ortaya koymaktadır.
9. Çalışma alanında hızlı gelişen turizm ve buna bağlı olarak ilerleyen inşaat sektörü Kuşadası' nın doğal zenginlikleri açısından tehlike yaratmaktadır. Artan inşaat sayısı nedeniyle yeraltı suyu problemi daha da artacaktır.

KAYNAKÇA

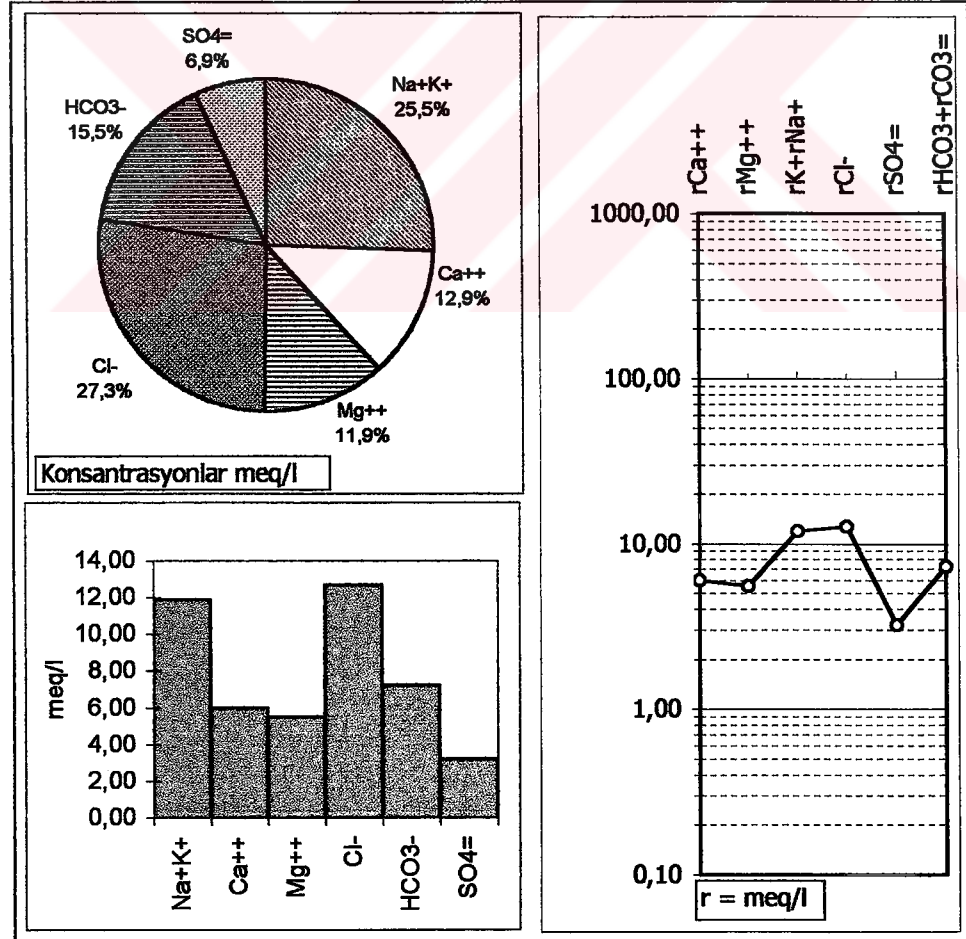
- Altıkardeşler, Ş. (1992). Davutlar (Kuşadası – Aydın) ve çevresinin hidrojeolojisi. Bitirme Projesi, D.E.Ü. Müh. – Mim. Fak. Jeo. Müh. Böl., Bornova (Yayınlanmamış).
- APHA – AWWA – WPCF, 1975, Standart Methots for Examination of water and Waste Water , 14th Edition, p:1193, Washington D.C.
- Bingöl, E. (1976). Batı Anadolunun jeotektonik evrimi. M.T.A. Enstitüsü Dergisi , 86 , 14 – 34.
- Castany, G. (1969). Yeraltı suları hakkında pratik uygulamalar . (Karacadağ, K & Şeber , T.A.).Ankara:DSİ Matbaası. No: II 4/9 – 68/1969.
- Çağlayan,M. A. , Öztürk , Z. ,Sav, H. , & Akat , U. (1980) Menderes Masifi güneyine ait bulgular ve yapısal yorum. Jeo. Müh. Dergisi , 9, 1 – 17.
- Dürr, Über Alter und geoteknonische Stellung des menderes Kristallins/SW Anatolien und Seine Aequmalente inder Mittleren Aegeise, Ph. D. Thesis. Marburg/Lahn.
- Ekmekçi, A. (1984). Kuşadası – Davutlar arasının hidrojeolojik irdelenimi . Bitirme Projesi, D.E.Ü. Müh. – Mim. Fak. Jeo. Müh. Böl., Bornova (Yayınlanmamış).

- Ercan, T. ,& Günay, E. (1981). Söke bölgesindeki Tersiyer volkanizması ve Bölgesel yayılımı. Jeomorf. Dergisi , 10 , 117 – 137.
- Erguvanlı, K. , & Yüzer, E. (1973). Yeraltı Suları jeolojisi (hidrojeolojisi) . İ.T.Ü. Tatbiki Jeoloji Kürsüsü, Maçka, İstanbul.
- Filiz, Ş., & Tarcan, G. (1992). Kuşadası T.D.İ. yeni limanı hidrojeolojik etüd raporu . İzmir. (Yayınlanmamış).
- Filiz, Ş., & Tarcan, G. (1993). Kuşadası dolaylarında aşırı yeraltısuyu çekiminin Hidrojeolojik değerlendirilmesi. Akdeniz Üniversitesi Isparta Mühendislik Fakültesi Dergisi , 7 , 175 – 198.
- Filiz, Ş., & Tarcan, G. (1995). Kuşadası çevresinin hidrojeolojisi. Kıyı Sorunları ve Çevre Sempozyumu . 60 – 70, Kuşadası.
- Hançar, N. (1992). Kuşadası (Aydın) ve yakın çevresinin hidrojeolojisi. Bitirme Projesi, D.E.Ü. Müh. – Mim. Fak. Jeo. Müh. Böl., Bornova (Yayınlanmamış).
- İzdar, E. (1975). Batı Anadolu'nun jeoteknik gelişimi ve Ege Denizi çevresine ait ünitelerin karşılaştırılması. E.Ü. Müh. Bil. Fak., Yayın No: 8, 47, İzmir.
- Koçbaş, S. (1987). Kuşadası – Davutlar – Güzelçamlı (Aydın) çevresinin jeolojisi . Bitirme Projesi, D.E.Ü. Müh. – Mim. Fak. Jeo. Müh. Böl., Bornova (Yayınlanmamış).
- Saltıpınar, M.(1996). Kuşadası (Aydın) çevresinin jeolojik ve hidrojeolojik çalışması Bitirme Projesi, D.E.Ü. Müh. – Mim. Fak. Jeo. Müh. Böl., Bornova (Yayınlanmamış).

- Şahinci, A. (1986). Yeraltı suları jeokimyası . MM/JEO – 86. İzmir.
- Şahinci, A. (1987). Jeotermal sistemler ve jeokimyasal özellikler. MM/JEO – 87 EY. İzmir.
- Şimşek , C. (1998). Torbalı çevresinin hidrojeolojisi. Yüksek Lisans Tezi, D.E.Ü. Fen Bil. Enst. Jeo. Müh. Böl. , Uyg. Jeo. Anabilim Dalı, İzmir. (Yayınlanmamış).
- Tarcan, G. (1989). Urla – İçmeler (İzmir) ve çevresinin jeolojik – hidrojeolojik incelenmesi, yeraltı sularının jeokimyasal yorumlanması. Yüksek Lisans Tezi, D.E.Ü. Fen Bil. Enst. Jeo. Müh. Böl. , Uyg. Jeo. Anabilim Dalı, İzmir. (Yayınlanmamış).
- Tarcan, G. , Filiz, Ş. ,& Gemici, Ü. (1999). Davutlar - Kuşadası (Aydın) çevresinin hidrojeolojik incelenmesi, II. Kıyı Sorunları ve Çevre Sempozyumu Bildiri Metinleri Kitabı . 489 – 504 , Kuşadası.
- Tarcan, G. , Filiz, Ş. ,& Gemici, Ü. (2000). Davutlar Kaplıcası (Kuşadası - Aydın) çevresinin hidrojeolojisi ve hidrokimyası. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi , 4 , 91 – 110.
- TSE 266. (1997). Türk Standardı: Sular – içme ve kullanma suları, 1. baskı, Ankara.
- Turhan, A.L. (1992). Kuşadası (Aydın) kuzeyinin jeoloji – hidrojeoloji incelemesi . Bitirme Projesi, D.E.Ü. Müh. – Mim. Fak. Jeo. Müh. Böl., Bornova. (Yayınlanmamış).

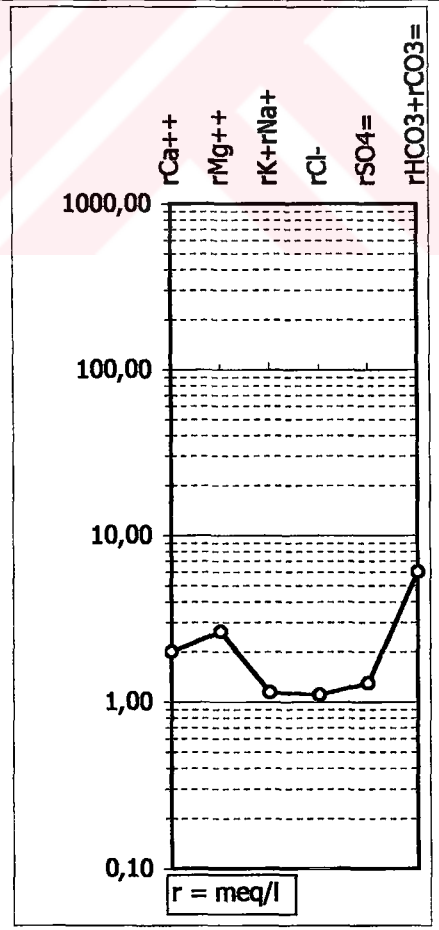
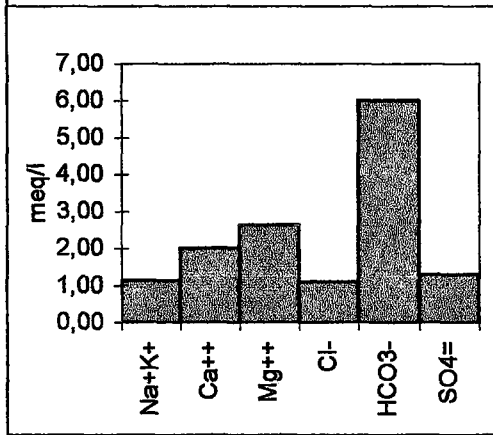
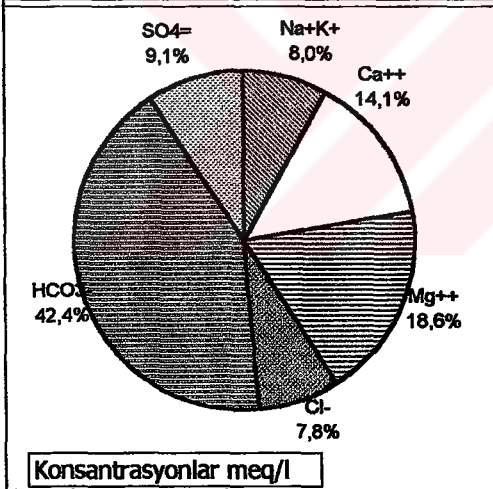
EK 1
SULARIN KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

Örnek Adı : K1		Örnek Yeri:Mağriboğlu Belediye Kuyusu				pH(-logH)		7
Örnekleme Tarihi : 1.6.1986		Sıcaklık: 18	Derinlik: 148 m	EC(μmho/cm)		2380		
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	262,0	11,40	48,79	56,1	0,01140	0,0057	0,85	0,0097
K ⁺	18,0	0,46	1,98	3,9	0,00046	0,0002	0,84	0,0004
Ca ⁺⁺	120,0	5,99	25,64	25,7	0,00299	0,0060	0,54	0,0016
Mg ⁺⁺	67,0	5,51	23,59	14,3	0,00275	0,0055	0,57	0,0016
Cl ⁻	450,0	12,68	54,98	43,2	0,01268	0,0063	0,84	0,0107
HCO ₃ ⁻	439,0	7,20	31,20	42,1	0,00720	0,0036	0,85	0,0061
SO ₄ ⁼	153,0	3,19	13,82	14,7	0,00159	0,0032	0,51	0,0008
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				23,356	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)		467,0	
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				23,068	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)		1042,0	
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				46,423	Toplam İyon Miktarı (mg/l)		1509,0	
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0,031	% e (Hata Yüzdesi)		0,62	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				4,753	Sertlik (Fr)		57,49	
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı				1,221	rCa/rMg Oranı		1,09	
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0,097	Slj (Jips Doygunluk İndeksi)		-1,27	
Sld (Dolomit Doygunluk İndeksi)				0,189	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı)		-1,36	
Fo (Köpürme Katsayısı)				742,6				
Hidrokimyasal fasiyes tipi:Na-Ca-Mg-Cl-HCO3								



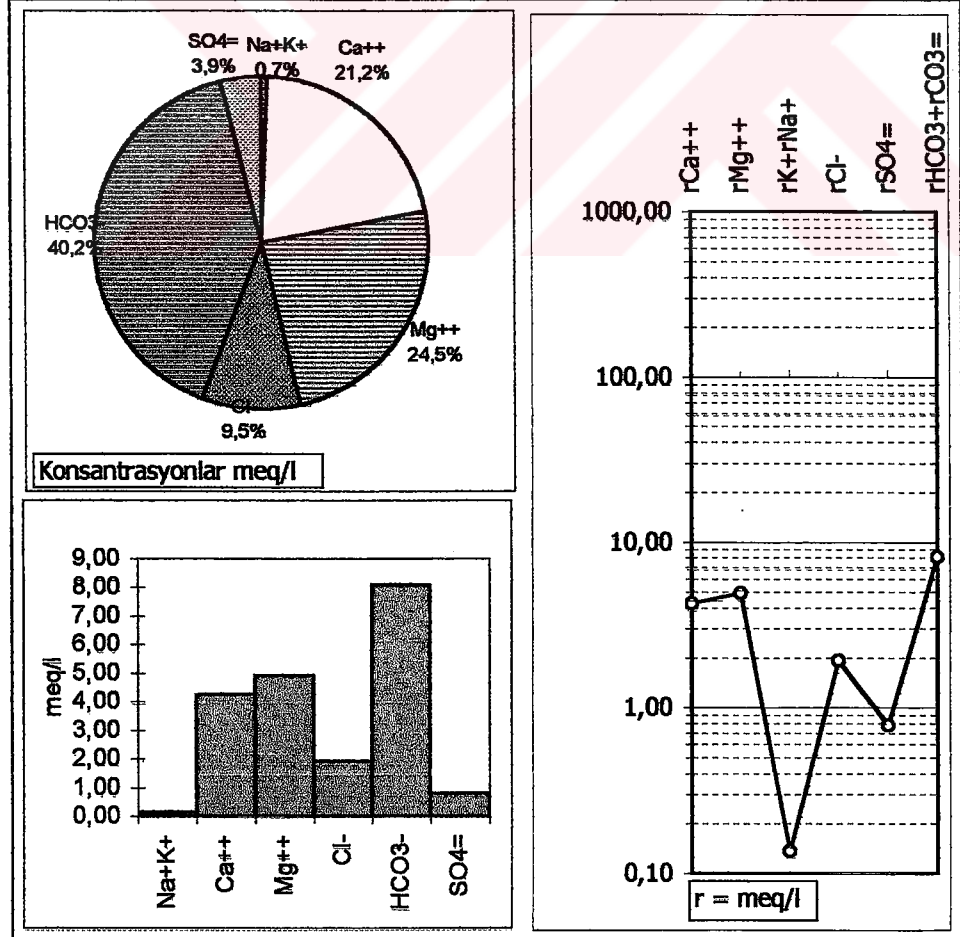
Ek 1.1. K1 nolu sondaj kuyusunun kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı: K2 (Değirmendere' den Gelen Su)					pH(-logH)		8	
Örnekleme Tarihi: Aralık 1991			Sıcaklık: 17		EC(μmho/cm)		750	
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	25,00	1,09	18,86	25,3	0,00109	0,0005	0,90	0,0010
K ⁺	2,00	0,05	0,89	2,0	0,00005	0,0000	0,90	0,0000
Ca ⁺⁺	40,00	2,00	34,62	40,4	0,00100	0,0020	0,68	0,0007
Mg ⁺⁺	32,00	2,63	45,64	32,3	0,00132	0,0026	0,69	0,0009
Cl ⁻	39,00	1,10	13,10	8,4	0,00110	0,0005	0,90	0,0010
HCO ₃ ⁻	366,00	6,00	71,51	78,4	0,00600	0,0030	0,90	0,0054
SO ₄ ⁼	62,00	1,29	15,39	13,3	0,00065	0,0013	0,66	0,0004
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				5,766	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			99,0
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				8,391	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			467,0
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				14,157	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			566,0
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0,010	% e (Hata Yüzdesi)			-18,54
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0,715	Sertlik (Fr)			23,14
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı				0,151	rCa/rMg Oranı			0,76
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0,662	Slj (Jips Doygunluk İndeksi)			-1,94
Sld (Dolomit Doygunluk İndeksi)				0,827	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı			-2,41
Fo (Köptürme Katsayısı)				71,4				
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Mg-Ca-HCO ₃								



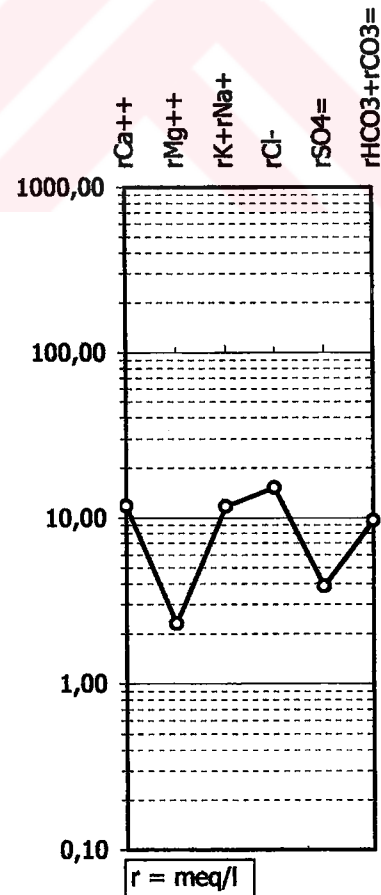
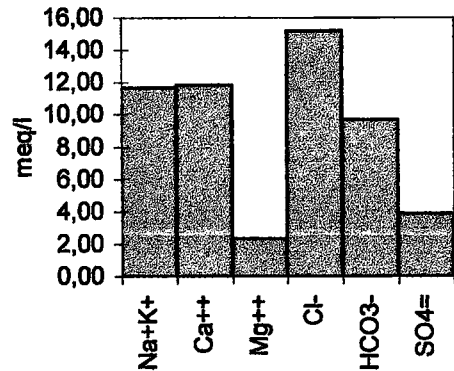
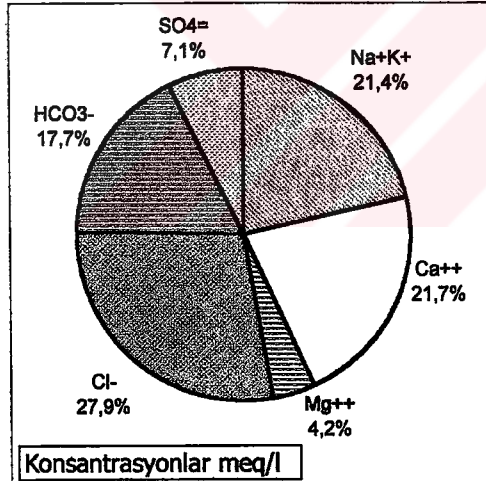
Ek 1.2. K2 nolu sondaj kuyusunun kimyasal analizi

Örnek Adı : K3		Örnek Yeri : İtfaiye Kuyusu			pH(-logH)		7,25	
Örnekleme Tarihi :3.5.2002		Sıcaklık: 20		Derinlik: 57 m	EC(µmho/cm)			884
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	1,37	0,06	0,64	0,9	0,00006	0,0000	0,88	0,0001
K ⁺	3,03	0,08	0,83	2,0	0,00008	0,0000	0,88	0,0001
Ca ⁺⁺	85,20	4,25	45,69	57,0	0,00213	0,0043	0,63	0,0013
Mg ⁺⁺	59,78	4,92	52,83	40,0	0,00246	0,0049	0,65	0,0016
Cl ⁻	68,00	1,92	17,78	11,4	0,00192	0,0010	0,88	0,0017
HCO ₃ ⁻	492,88	8,08	74,98	82,4	0,00808	0,0040	0,88	0,0071
SO ₄ ⁼	37,45	0,78	7,24	6,3	0,00039	0,0008	0,61	0,0002
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				9,305	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			149,4
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				10,777	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			598,3
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				20,082	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			747,7
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0,015	% e (Hata Yüzdesi)			-7,33
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0,028	Sertlik (Fr)			45,84
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı				0,216	rCa/rMg Oranı			0,86
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0,331	SIj (Jips Doygunluk İndeksi)			-1,90
SID(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0,468	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı)			-1,54
Fo (Köpfürme Katsayısı)				9,8	Demir (mg/l)		0,01	
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Mg-Ca-HCO ₃								



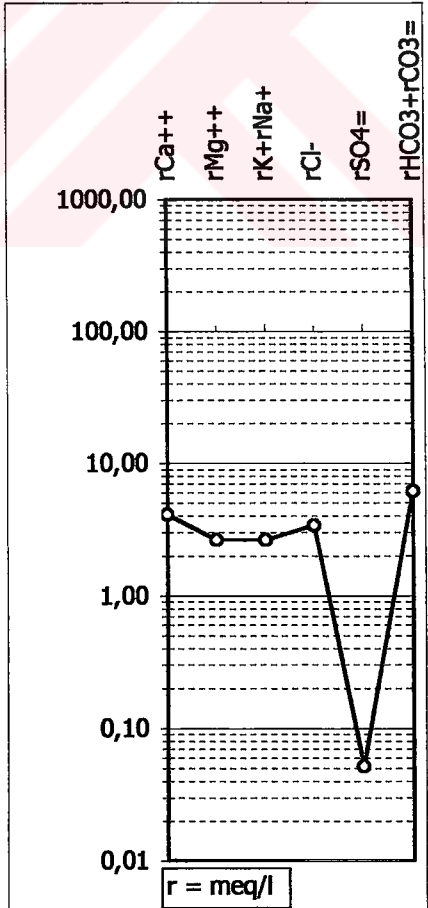
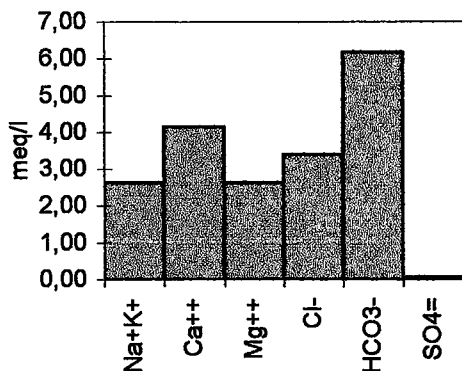
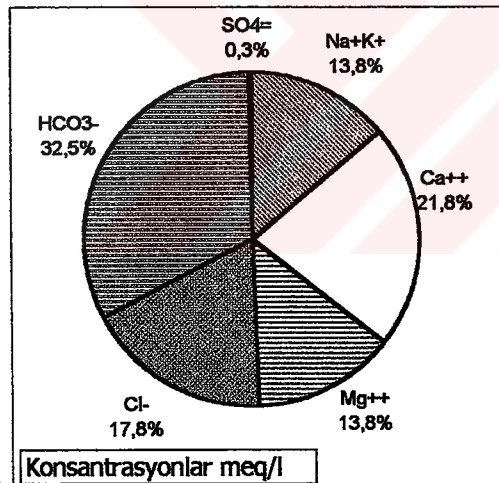
Ek 1.3. K3 nolu sondaj kuyusunun kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı : K4		Örnek Yeri : Sema Sitesi				pH(-logH)		7,17
Örnekleme Tarihi:3.5.2002		Sıcaklık:26		Derinlik: 120 m		EC(μmho/cm)		2430
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	260,00	11,31	43,91	48,3	0,01131	0,0057	0,84	0,0095
K ⁺	13,00	0,33	1,29	2,4	0,00033	0,0002	0,83	0,0003
Ca ⁺⁺	236,80	11,82	45,88	44,0	0,00591	0,0118	0,52	0,0031
Mg ⁺⁺	27,95	2,30	8,92	5,2	0,00115	0,0023	0,55	0,0006
Cl ⁻	538,00	15,16	52,89	41,0	0,01516	0,0076	0,83	0,0126
HCO ₃ ⁻	588,04	9,64	33,62	44,8	0,00964	0,0048	0,84	0,0081
SO ₄ ⁼	185,59	3,87	13,49	14,1	0,00193	0,0039	0,49	0,0009
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				25,757	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			537,8
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				28,670	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			1311,6
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				54,428	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1849,4
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0,036	% e (Hata Yüzdesi)			-5,35
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				4,257	Sertlik (Fr)			70,57
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı				1,123	rCa/rMg Oranı			5,14
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0,667	Slj(Jips Doygunluk İndeksi)			-0,93
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0,423	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı)			-1,40
Fo (Köpürme Katsayısı)				727,2	Demir (mg / l)			0,05
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Ca-Na-Cl-HCO3								



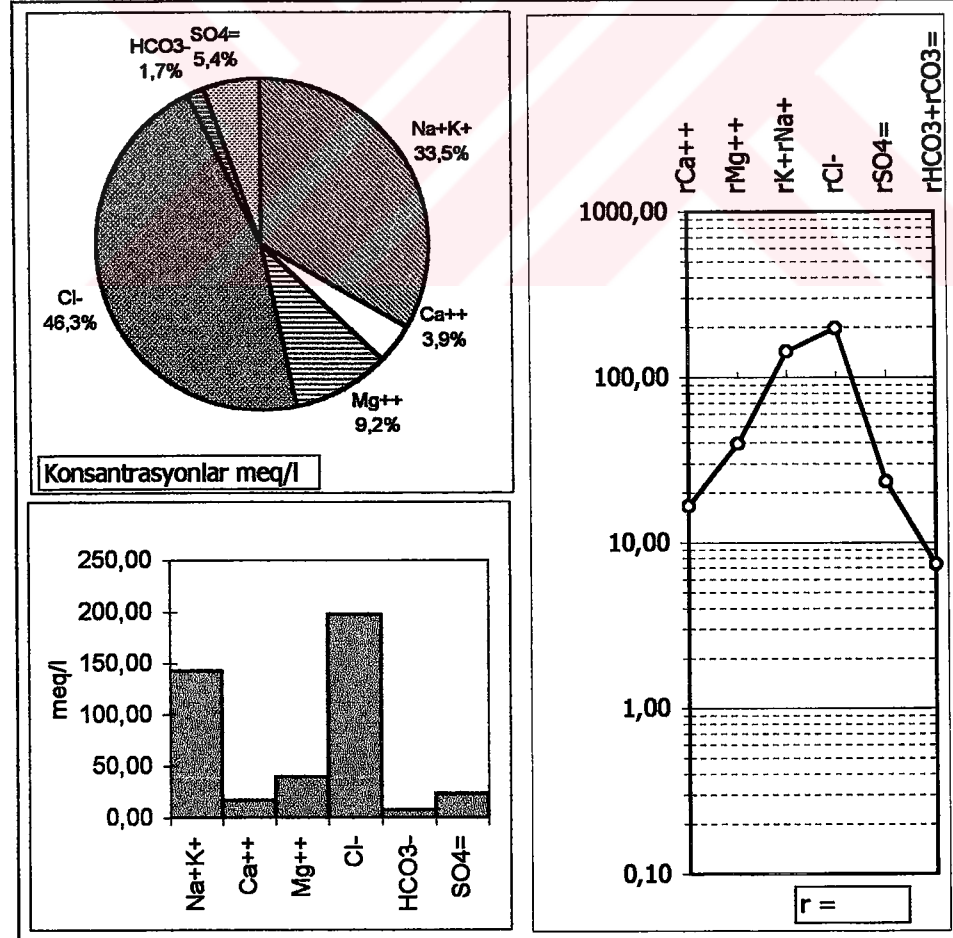
Ek 1.4. K4 nolu sondaj kuyusunun kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı : K5		Örnek Yeri : Şarлак Tepe				pH(-logH)		7,25
Örneklenme Tarihi: 3.5.2002			Sıcaklık: 18	Derinlik :	184 m	EC(μmho/cm)		858
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	58,00	2,52	26,92	32,9	0,00252	0,0013	0,89	0,0022
K ⁺	3,82	0,10	1,05	2,2	0,00010	0,0000	0,89	0,0001
Ca ⁺⁺	82,80	4,13	44,09	46,9	0,00207	0,0041	0,65	0,0013
Mg ⁺⁺	31,83	2,62	27,94	18,0	0,00131	0,0026	0,66	0,0009
Cl ⁻	120,00	3,38	35,26	24,1	0,00338	0,0017	0,89	0,0030
HCO ₃ ⁻	375,76	6,16	64,21	75,4	0,00616	0,0031	0,89	0,0055
SO ₄ ⁼	2,47	0,05	0,54	0,5	0,00003	0,0001	0,63	0,0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				9,370	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			176,5
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				9,594	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			498,2
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				18,964	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			674,7
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0,013	% e (Hata Yüzdesi)			-1,18
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				1,373	Sertlik (Fr)			33,75
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı				0,545	rCa/rMg Oranı			1,58
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0,216	SIj (Jips Doygunluk İndeksi)			-3,06
SIId (Dolomit Doygunluk İndeksi)				0,222	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı			-1,65
Fo (Köpürme Katsayısı)				164,1	Demir (mg/l)			0,07
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Ca-Mg-Na-HCO3-Cl								



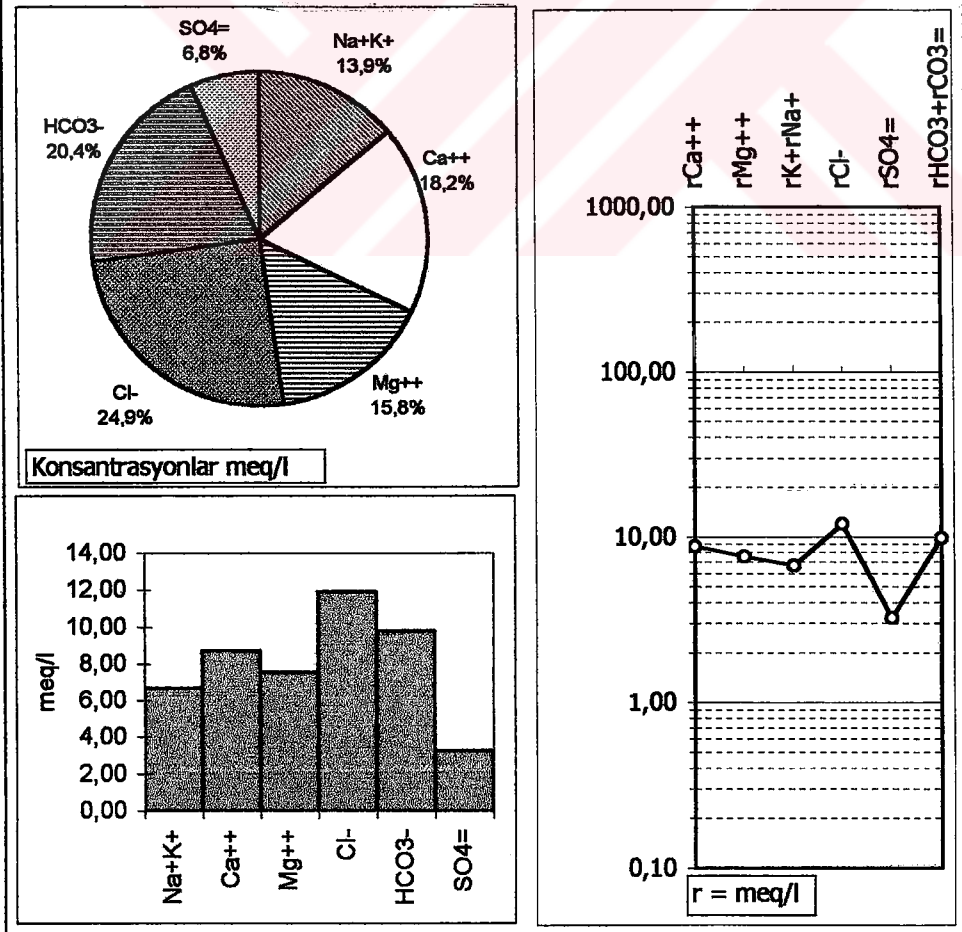
Ek 1.5. K5 nolu sondaj kuyusunun kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı : Ilıcınar					pH(-logH)		6,88	
Örnekleme Tarihi: 3.5.2002					Sıcaklık: 25		EC(μmho/cm)	
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	3200,0	139,19	70,05	77,1	0,13919	0,0696	0,72	0,0998
K ⁺	140,0	3,59	1,81	3,4	0,00359	0,0018	0,72	0,0026
Ca ⁺⁺	332,0	16,57	8,34	8,0	0,00828	0,0166	0,26	0,0022
Mg ⁺⁺	478,7	39,37	19,81	11,5	0,01968	0,0394	0,26	0,0052
Cl ⁻	7000,0	197,30	86,58	81,7	0,19730	0,0986	0,72	0,1415
HCO ₃ ⁻	449,0	7,36	3,23	5,2	0,00736	0,0037	0,72	0,0053
SO ₄ ⁼	1114,3	23,22	10,19	13,0	0,01161	0,0232	0,26	0,0031
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				198,714	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				227,875	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				426,590	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0,253	% e (Hata Yüzdesi)			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				26,320	Sertlik (Fr)			
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı				6,453	rCa/rMg Oranı			
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0,104	SIj (Jips Doygunluk İndeksi)			
SID (Dolomit Doygunluk İndeksi)				0,302	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı			
Fo (Köpürme Katsayısı)				8909,8	Demir (mg/l)			
Hidrokimyasal fasiyes tipi:Na-Cl								



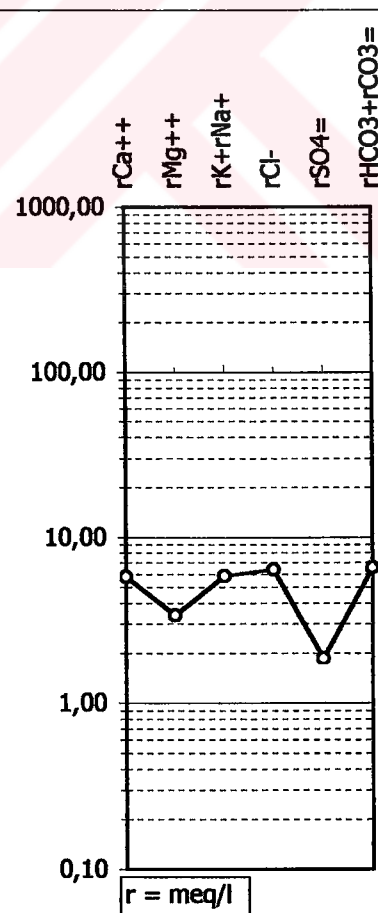
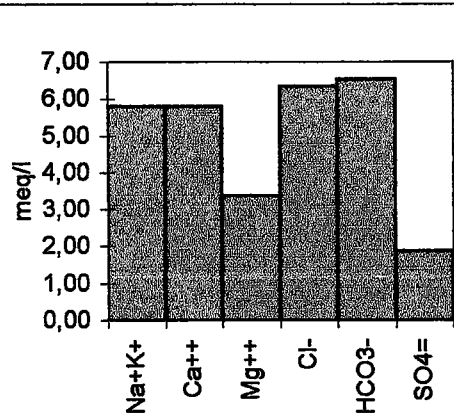
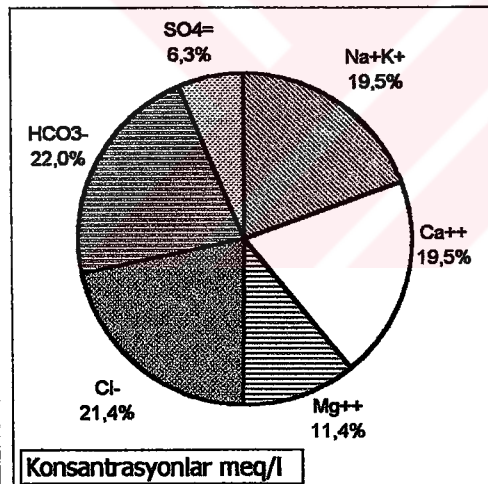
Ek 1.6. Ilıcınar kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı : K6		Örnek Yeri : Bonjour Petrol Ofisi				pH(-logH)		7,21
Örnekleme Tarihi :3.5.2002			Sıcaklık: 19	Derinlik : 25 m	EC(μmho/cm)			2170
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	152,00	6,61	28,89	36,2	0,00661	0,0033	0,84	0,0056
K ⁺	2,20	0,06	0,25	0,5	0,00006	0,0000	0,83	0,0000
Ca ⁺⁺	174,00	8,68	37,94	41,4	0,00434	0,0087	0,53	0,0023
Mg ⁺⁺	91,61	7,53	32,92	21,8	0,00377	0,0075	0,56	0,0021
Cl ⁻	423,00	11,92	47,84	36,0	0,01192	0,0060	0,83	0,0099
HCO ₃ ⁻	595,36	9,76	39,16	50,7	0,00976	0,0049	0,84	0,0082
SO ₄ ⁼	155,55	3,24	13,00	13,3	0,00162	0,0032	0,50	0,0008
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				22,884	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			419,8
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				24,923	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			1173,9
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				47,808	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1593,7
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0,034	% e (Hata Yüzdesi)			-4,26
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				2,322	Sertlik (Fr)			81,08
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı				0,917	rCa/rMg Oranı			1,15
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0,588	Slj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1,13
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0,668	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı)			-1,44
Fo (Köpürme Katsayısı)				414,3	Demir (mg/l)			0,04
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Ca-Mg-Na-Cl-HCO3								



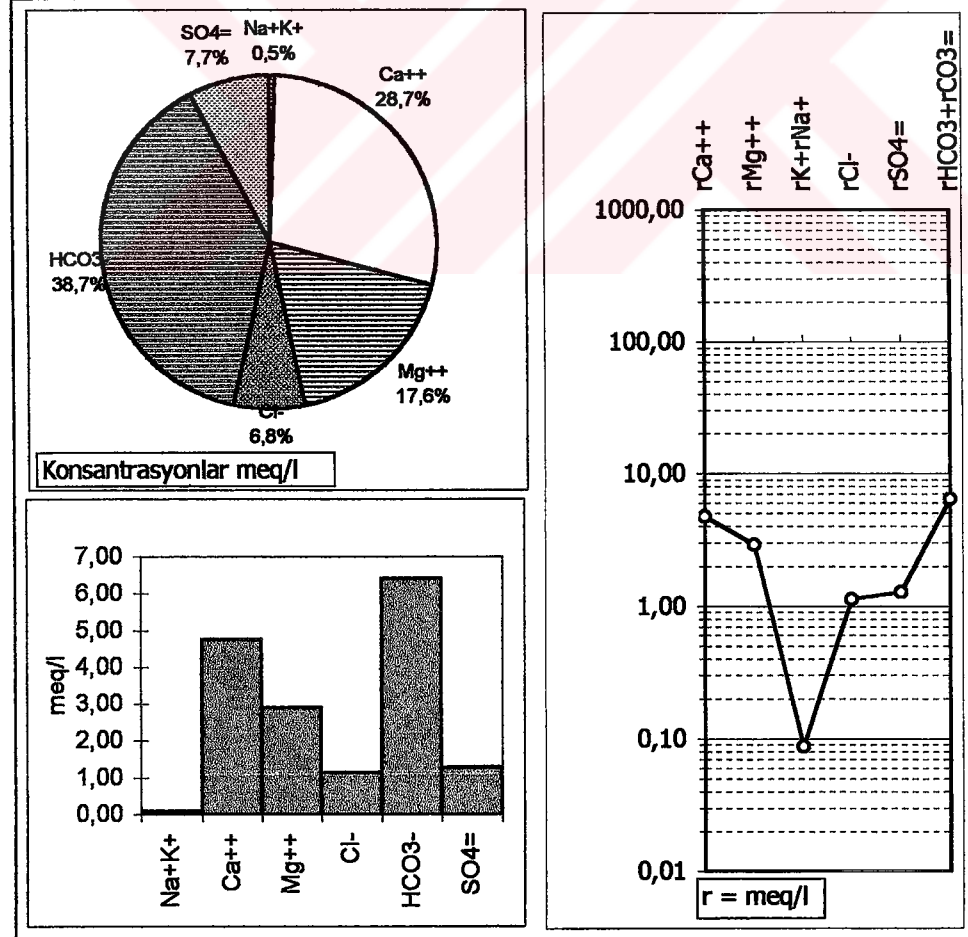
Ek 1.7. K6 nolu sondaj kuyusunun kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı : K7		Örnek Yeri : Nazilli Sitesi				pH(-logH)		7,54
Örnekleme Tarihi:3.5.2002			Sıcaklık: 18	Derinlik : 45 m	EC(μmho/cm)			829
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	128,00	5,57	37,19	43,5	0,00557	0,0028	0,87	0,0048
K ⁺	9,20	0,24	1,58	3,1	0,00024	0,0001	0,86	0,0002
Ca ⁺⁺	116,00	5,79	38,67	39,4	0,00289	0,0058	0,59	0,0017
Mg ⁺⁺	41,07	3,38	22,56	14,0	0,00169	0,0034	0,62	0,0010
Cl ⁻	225,00	6,34	43,08	31,6	0,00634	0,0032	0,86	0,0055
HCO ₃ ⁻	397,72	6,52	44,29	55,9	0,00652	0,0033	0,87	0,0057
SO ₄ ⁼	89,30	1,86	12,64	12,5	0,00093	0,0019	0,57	0,0005
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				14,969	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			294,3
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				14,722	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			712,0
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				29,692	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1006,3
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0,020	% e (Hata Yüzdesi)			0,83
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				2,601	Sertlik (Fr)			45,83
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı				0,757	rCa/rMg Oranı			1,71
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0,628	Slj (Jips Doygunluk İndeksi)			-1,44
Sld (Dolomit Doygunluk İndeksi)				0,619	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı)			-1,93
Fo (Köptürme Katsayısı)				363,6	Demir (mg/l)			0,00
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Ca-Na-Mg-HCO3-Cl								



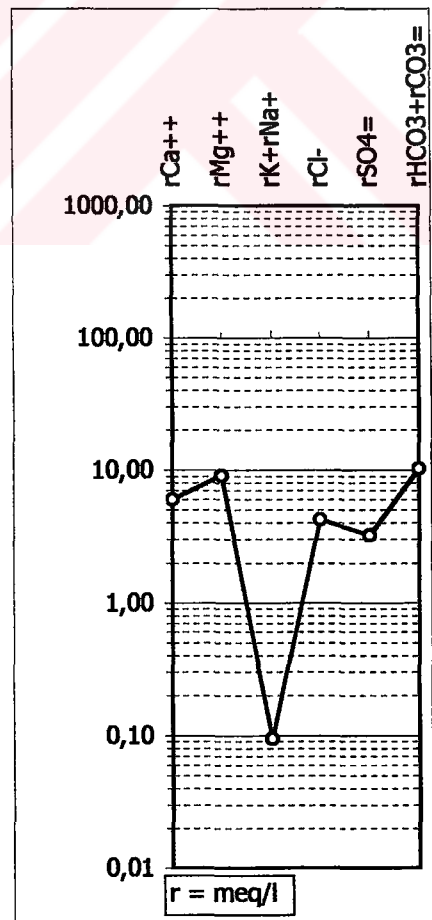
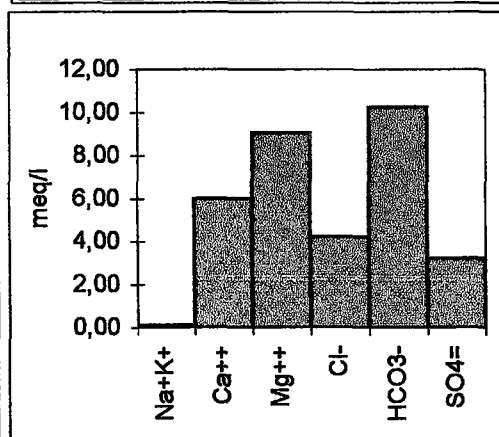
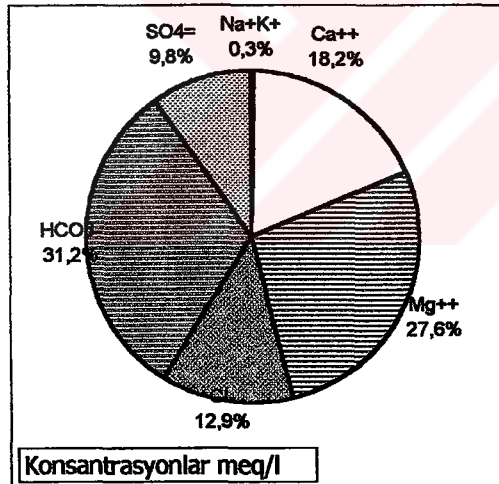
Ek 1.8. K7 nolu sondaj kuyusunun kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı : K8		Örnek Yeri : Özkanlar 2 Tatil Sitesi				pH(-logH)		7,53
Örnekleme Tarihi :3.5.2002		Sıcaklık: 18	Derinlik : 68 m		EC(μmho/cm)		722	
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	0,72	0,03	0,41	0,5	0,00003	0,0000	0,89	0,0000
K ⁺	2,18	0,06	0,72	1,6	0,00006	0,0000	0,89	0,0000
Ca ⁺⁺	95,00	4,74	61,31	71,3	0,00237	0,0047	0,65	0,0015
Mg ⁺⁺	35,32	2,90	37,56	26,5	0,00145	0,0029	0,67	0,0010
Cl ⁻	40,00	1,13	12,82	8,1	0,00113	0,0006	0,89	0,0010
HCO ₃ ⁻	390,40	6,40	72,76	79,5	0,00640	0,0032	0,89	0,0057
SO ₄ ⁻	60,90	1,27	14,42	12,4	0,00063	0,0013	0,63	0,0004
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				7,732	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			133,2
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				8,796	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			491,3
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				16,529	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			624,5
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0,013	% e (Hata Yüzdesi)			-6,44
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0,016	Sertlik (Fr)			38,23
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı				0,147	rCa/rMg Oranı			1,63
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0,574	Slj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1,61
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0,572	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı)			-1,91
Fo (Köpürme Katsayısı)				6,3	Demir (mg/l)			0,05
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Ca-Mg-HCO3								



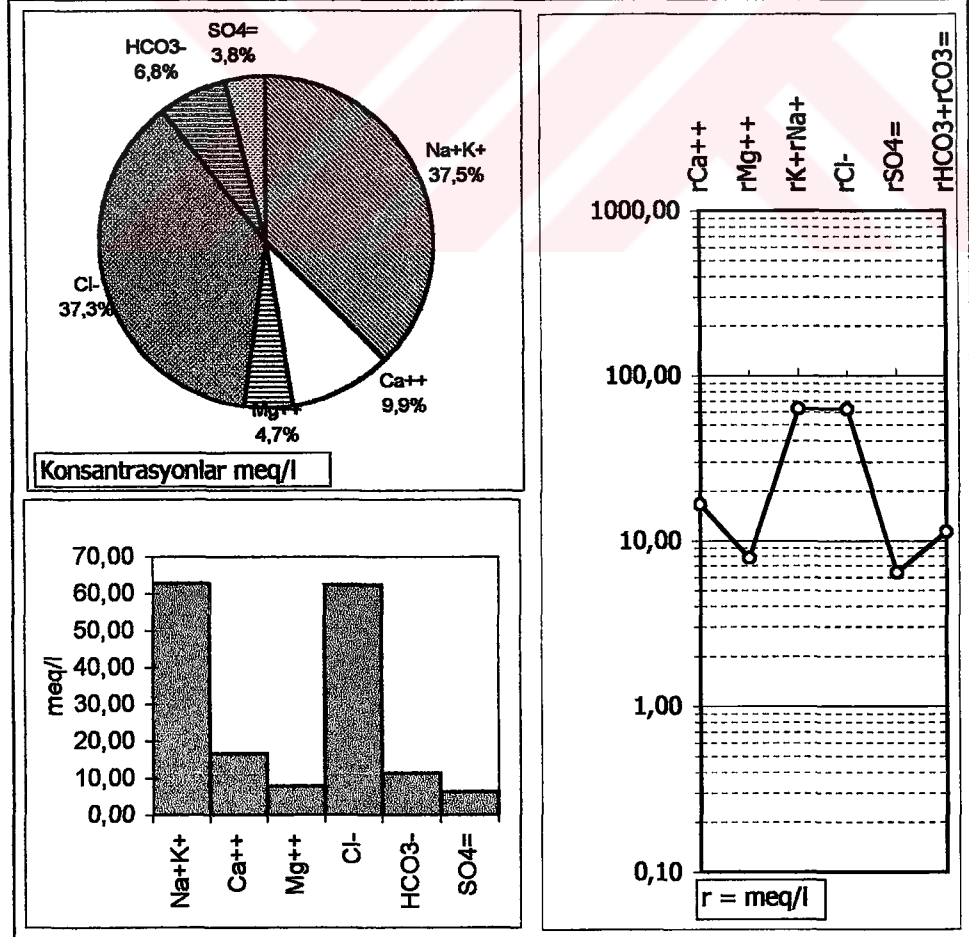
Ek 1.9. K8 nolu sondaj kuyusunun kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı : K9		Örnek Yeri : Mehmet Eren Sondajı				pH(-logH)		7,12
Örnekleme Tarihi :3.5.2002			Sıcaklık: 17	Derinlik : 50 m	EC(μmho/cm)			1651
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	0,85	0,04	0,24	0,4	0,00004	0,0000	0,86	0,0000
K ⁺	2,22	0,06	0,38	1,0	0,00006	0,0000	0,85	0,0000
Ca ⁺⁺	120,00	5,99	39,57	51,5	0,00299	0,0060	0,57	0,0017
Mg ⁺⁺	110,05	9,05	59,81	47,2	0,00453	0,0091	0,59	0,0027
Cl ⁻	150,00	4,23	23,91	16,1	0,00423	0,0021	0,85	0,0036
HCO ₃ ⁻	624,64	10,24	57,91	67,2	0,01024	0,0051	0,86	0,0088
SO ₄ ⁻	154,31	3,21	18,18	16,6	0,00161	0,0032	0,54	0,0009
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				15,132	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			233,1
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				17,683	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			929,0
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				32,815	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			1162,1
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0,026	% e (Hata Yüzdesi)			-7,77
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0,013	Sertlik (Fr)			75,19
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı				0,314	rCa/rMg Oranı			0,66
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0,392	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1,23
SIğ(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0,591	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı			-1,32
Fo (Köpürme Katsayısı)				6,7	Demir (mg/l)			0,03
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Mg-Ca-HCO3-Cl								



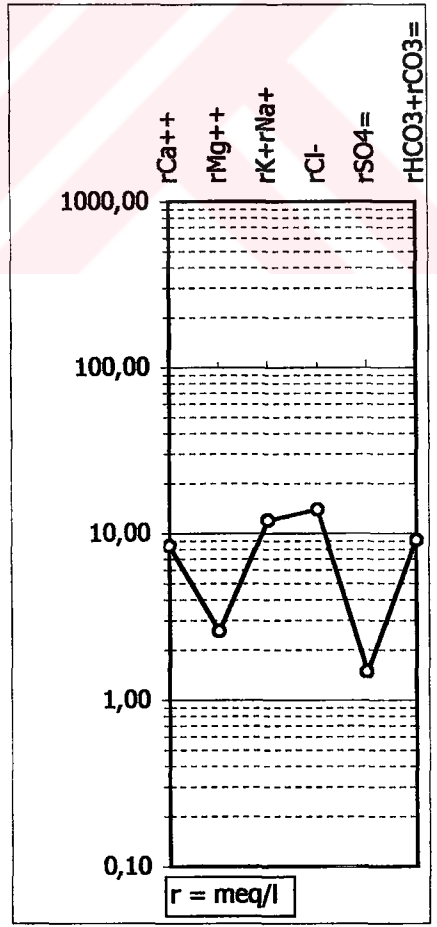
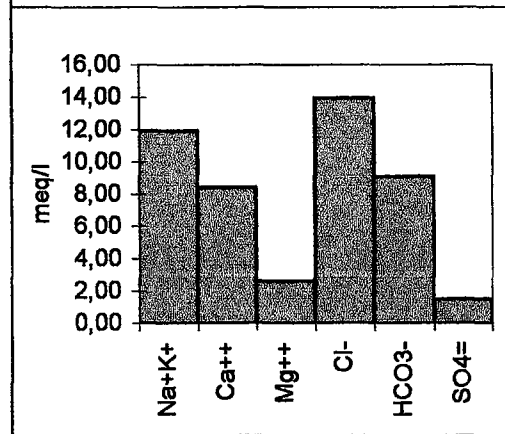
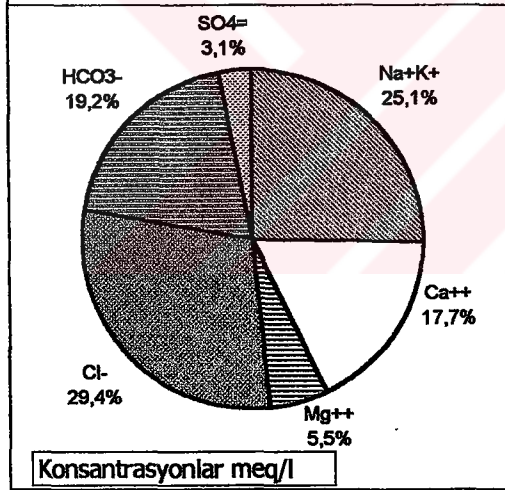
Ek 1.10. K9 nolu sondaj kuyusunun kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı : Zeus Pınarı						pH(-logH)		6,72
Örnekleme Tarihi:3.5.2002			Sıcaklık: 19			EC(µmho/cm)		7700
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	1400,0	60,90	70,04	73,9	0,06090	0,0304	0,77	0,0469
K ⁺	68,4	1,75	2,02	3,6	0,00175	0,0009	0,76	0,0013
Ca ⁺⁺	330,8	16,51	18,98	17,5	0,00825	0,0165	0,40	0,0033
Mg ⁺⁺	94,8	7,79	8,96	5,0	0,00390	0,0078	0,45	0,0017
Cl ⁻	2210,0	62,29	77,93	69,0	0,06229	0,0311	0,76	0,0470
HCO ₃ ⁻	688,1	11,28	14,11	21,5	0,01128	0,0056	0,77	0,0087
SO ₄ ⁼	305,3	6,36	7,96	9,5	0,00318	0,0064	0,35	0,0011
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				86,950	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			1894,0
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				79,931	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			3203,4
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				166,882	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			5097,4
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0,099	% e (Hata Yüzdesi)			4,21
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				17,470	Sertlik (Fr)			121,50
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı				3,531	rCa/rMg Oranı			2,12
Sİc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0,281	Sİj (Jips Doygunluk İndeksi)			-0,83
Sİd (Dolomit Doygunluk İndeksi)				0,241	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı			-0,92
Fo (Köpürme Katsayısı)				3912,4	Demir (mg/l)			0,02
Hidrokimyasal fasiyes tipi:Na-Cl								



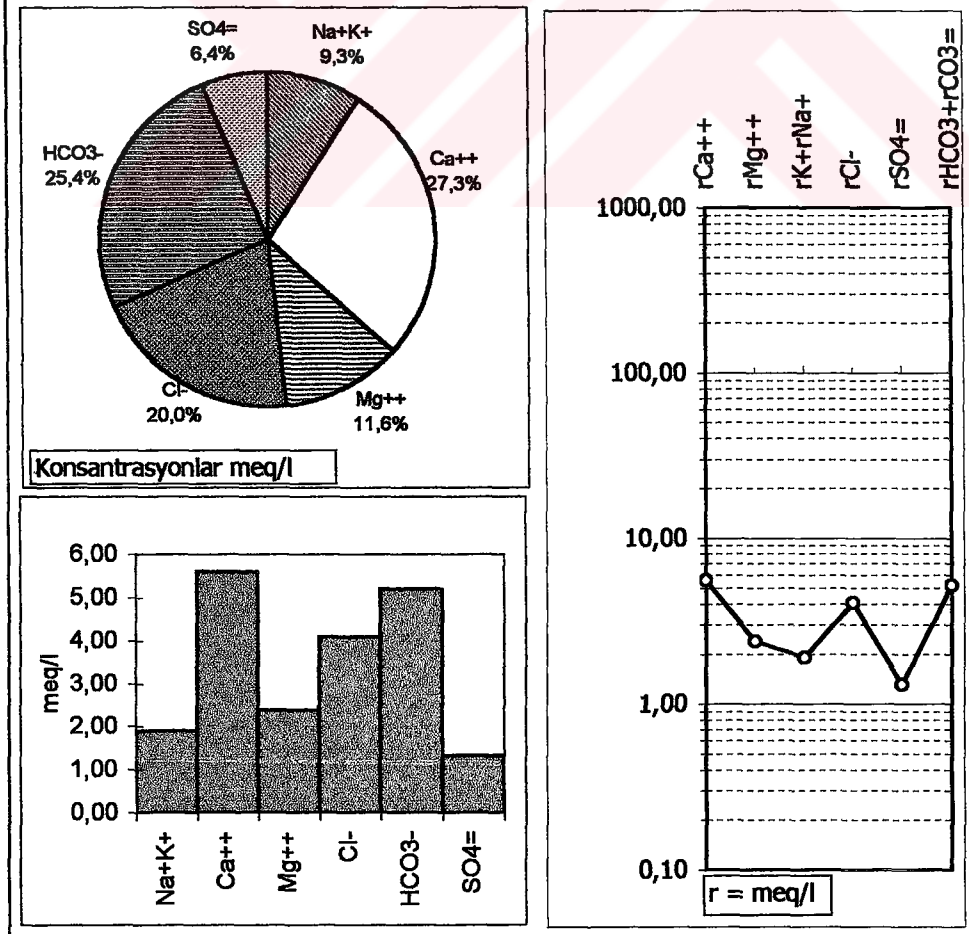
Ek 1.11. Zeus Pınarı kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı : K10		Örnek Yeri : Denizlililer Sitesi				pH(-logH)		7,23
Örnekleme Tarihi :3.5.2002		Sıcaklık: 18	Derinlik :	35 m	EC(µmho/cm)		2250	
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	268,00	11,66	50,92	56,1	0,01166	0,0058	0,85	0,0099
K ⁺	10,00	0,26	1,12	2,1	0,00026	0,0001	0,84	0,0002
Ca ⁺⁺	168,00	8,38	36,62	35,2	0,00419	0,0084	0,55	0,0023
Mg ⁺⁺	31,59	2,60	11,35	6,6	0,00130	0,0026	0,57	0,0007
Cl ⁻	494,00	13,92	56,88	44,2	0,01392	0,0070	0,84	0,0117
HCO ₃ ⁻	553,88	9,08	37,09	49,5	0,00908	0,0045	0,85	0,0077
SO ₄ ⁼	70,78	1,47	6,02	6,3	0,00074	0,0015	0,52	0,0004
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				22,895	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)		477,6	
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				24,478	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)		1118,7	
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				47,373	Toplam İyon Miktarı (mg/l)		1596,3	
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0,030	% e (Hata Yüzdesi)		-3,34	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				4,975	Sertlik (Fr)		54,91	
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı				1,319	rCa/rMg Oranı		3,23	
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0,577	Slj(Jips Doygunluk İndeksi)		-1,46	
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0,432	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı)		-1,48	
Fo (Köpürme Katsayısı)				742,7	Demir (mg/l)		0,05	
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Na-Ca-Cl-HCO ₃								



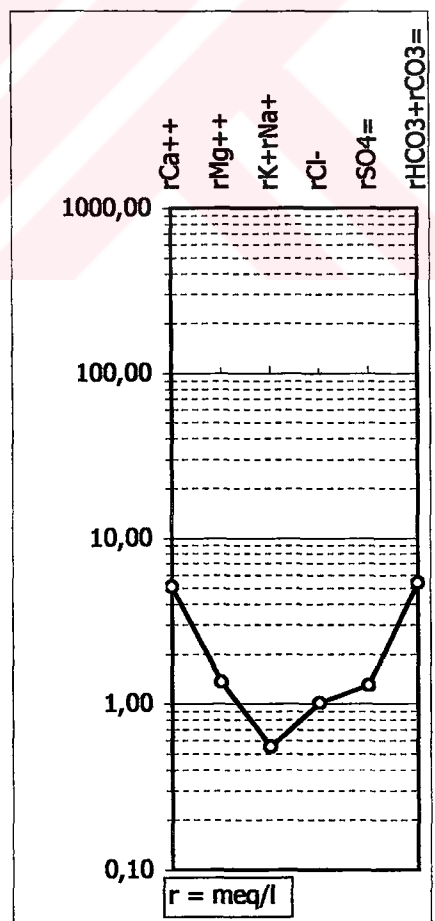
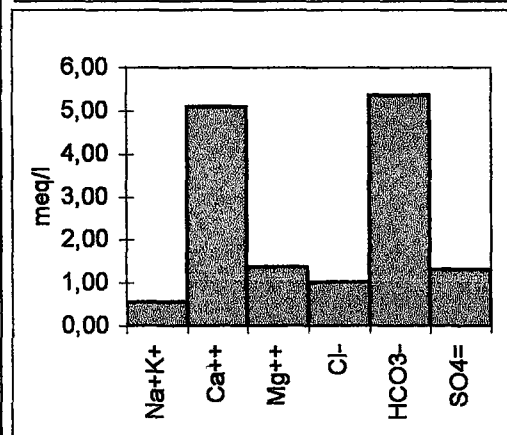
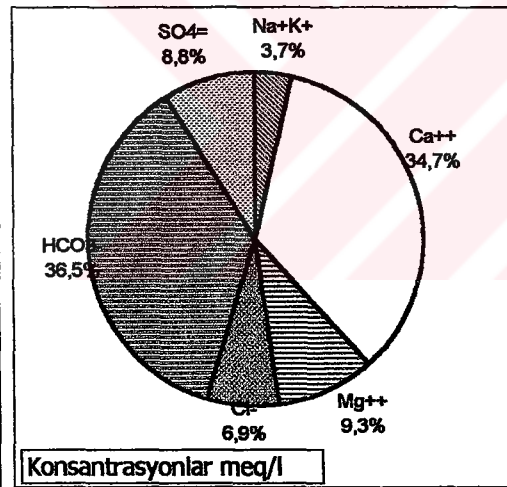
Ek 1.12. K10 nolu sondaj kuyusunun kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı: K11						pH(-logH)		6,1
Örnekleme Tarihi:18.4.1992			Sıcaklık: 17	Derinlik : 190 m	EC(μmho/cm)			1000
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	42,0	1,83	18,50	22,6	0,00183	0,0009	0,88	0,0016
K ⁺	3,0	0,08	0,78	1,6	0,00008	0,0000	0,88	0,0001
Ca ⁺⁺	112,0	5,59	56,58	60,2	0,00279	0,0056	0,63	0,0018
Mg ⁺⁺	29,0	2,38	24,14	15,6	0,00119	0,0024	0,65	0,0008
Cl ⁻	145,0	4,09	38,57	27,6	0,00409	0,0020	0,88	0,0036
HCO ₃ ⁻	317,0	5,20	49,04	60,4	0,00520	0,0026	0,88	0,0046
SO ₄ ⁼	63,0	1,31	12,39	12,0	0,00066	0,0013	0,61	0,0004
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				9,877	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			186,0
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				10,596	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			525,0
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				20,474	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			711,0
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0,015	% e (Hata Yüzdesi)			-3,51
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0,915	Sertlik (Fr)			39,87
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı				0,628	rCa/rMg Oranı			2,34
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				-0,891	SIj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1,55
SId(Dolomit Doygunluk İndeksi)				-0,970	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı			-0,58
Fo (Köpürme Katsayısı)				119,3				
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Ca-Mg-HCO ₃ -Cl								



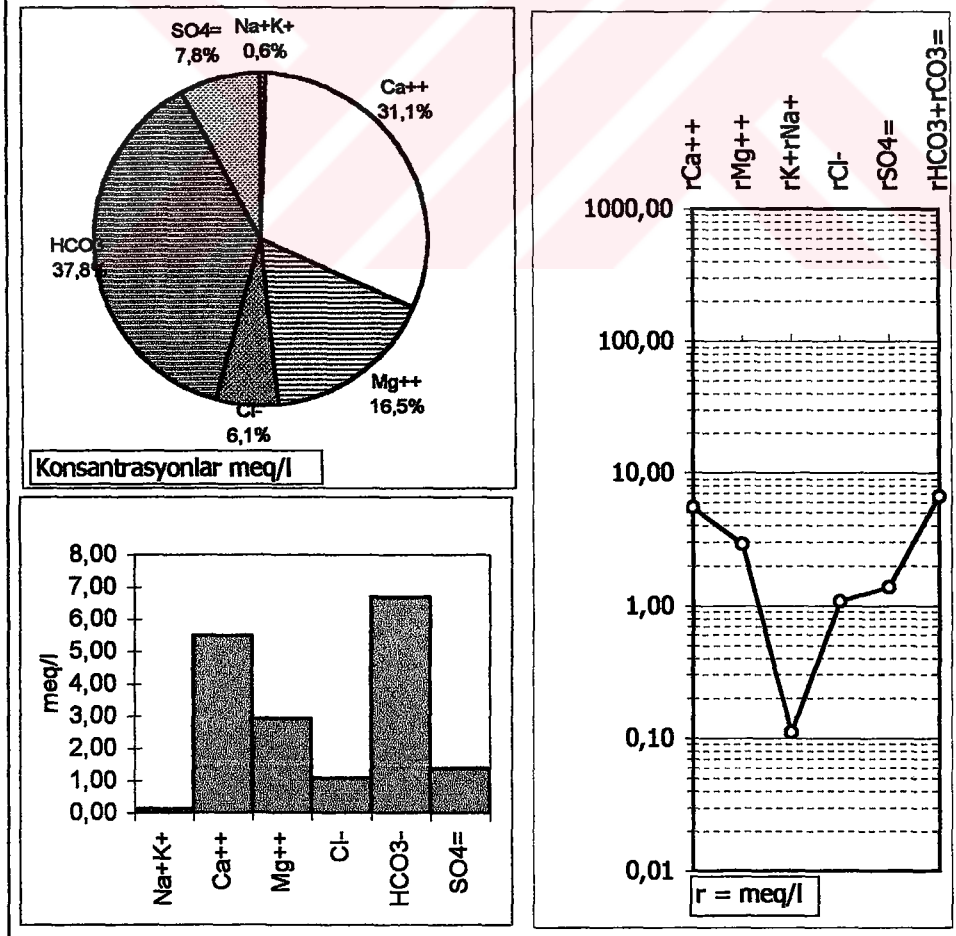
Ek 1.13. K11 nolu sondaj kuyusunun kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı : K12		Örnek Yeri : Güzelçamlı Belediye Kuyusu				pH(-logH)		7,6
Örnekleme Tarihi :3.5.2002		Sıcaklık: 17	Derinlik : 150 m		EC(μmho/cm)		680	
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	12,00	0,52	7,46	9,1	0,00052	0,0003	0,90	0,0005
K ⁺	1,07	0,03	0,39	0,8	0,00003	0,0000	0,89	0,0000
Ca ⁺⁺	102,00	5,09	72,73	77,5	0,00254	0,0051	0,66	0,0017
Mg ⁺⁺	16,52	1,36	19,41	12,6	0,00068	0,0014	0,68	0,0005
Cl ⁻	36,00	1,01	13,23	8,5	0,00101	0,0005	0,89	0,0009
HCO ₃ ⁻	326,96	5,36	69,89	76,9	0,00536	0,0027	0,90	0,0048
SO ₄ ⁼	62,14	1,29	16,88	14,6	0,00065	0,0013	0,65	0,0004
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				6,998	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)			131,6
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				7,669	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)			425,1
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				14,667	Toplam İyon Miktarı (mg/l)			556,7
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0,011	% e (Hata Yüzdesi)			-4,58
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0,291	Sertlik (Fr)			32,24
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı				0,152	rCa/rMg Oranı			3,75
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0,610	Slj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1,55
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0,428	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı			-2,06
Fo (Köpürme Katsayısı)				34,5	Demir (mg/l)			0,01
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Ca-HCO ₃								



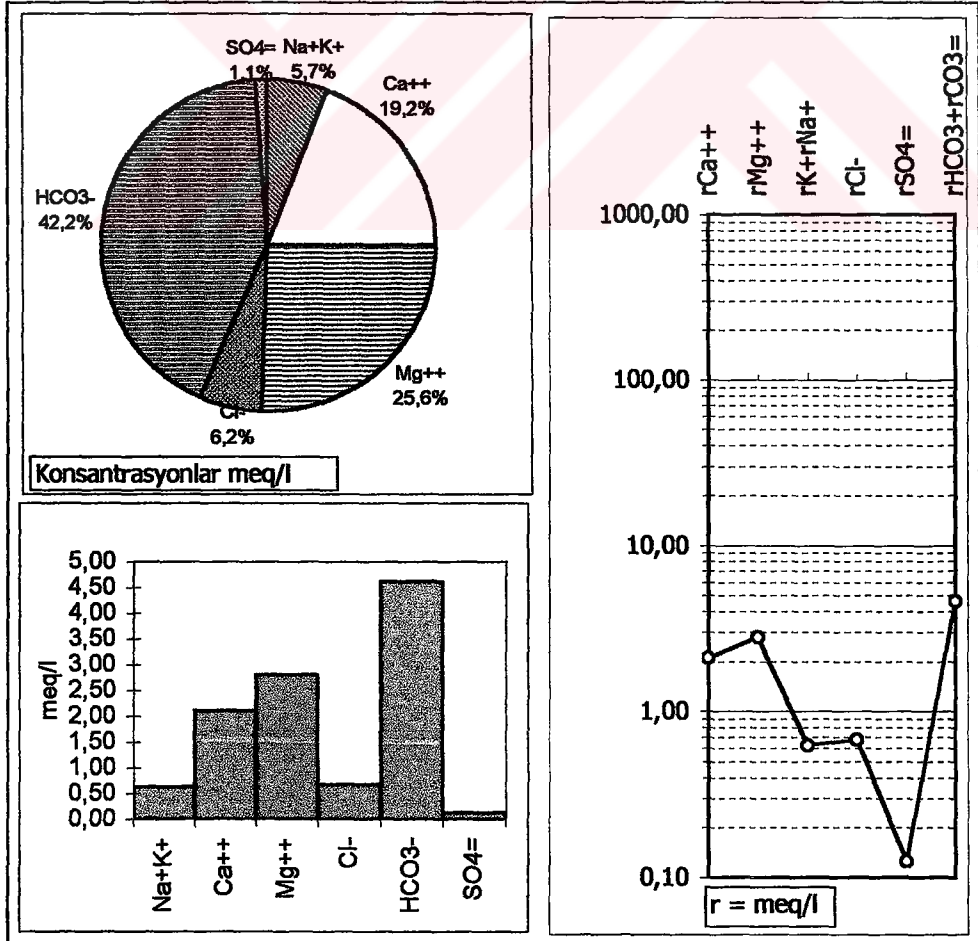
EK 1.14. K12 nolu sondaj kuyusunun kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı : Haytanın Çeşmesi					pH(-logH)		7,03	
Örnekleme Tarihi: 3.5.2002					Sıcaklık: 19		EC(µmho/cm)	
İYON		mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F
Na ⁺		1,08	0,05	0,55	0,7	0,00005	0,0000	0,89
K ⁺		2,47	0,06	0,74	1,7	0,00006	0,0000	0,88
Ca ⁺⁺		110,00	5,49	64,42	73,8	0,00274	0,0055	0,64
Mg ⁺⁺		35,52	2,92	34,28	23,8	0,00146	0,0029	0,66
Cl ⁻		38,00	1,07	11,73	7,4	0,00107	0,0005	0,88
HCO ₃ ⁻		407,48	6,68	73,16	79,6	0,00668	0,0033	0,89
SO ₄ ⁼		66,25	1,38	15,12	12,9	0,00069	0,0014	0,62
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)					8,520	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)		149,1
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)					9,131	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)		511,7
Toplam İyon Miktarı (meq/l)					17,652	Toplam İyon Miktarı (mg/l)		660,8
İyonlaşma Gücü (mol/l)					0,014	% e (Hata Yüzdesi)		-3,46
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)					0,023	Sertlik (Fr)		42,05
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı					0,133	rCa/rMg Oranı		1,88
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)					0,148	SIj (Jips Doygunluk İndeksi)		-1,52
SID (Dolomit Doygunluk İndeksi)					0,117	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı		-1,40
Fo (Köpürme Katsayısı)					7,9	Demir (mg/l)		0,01
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Ca-Mg-HCO ₃								



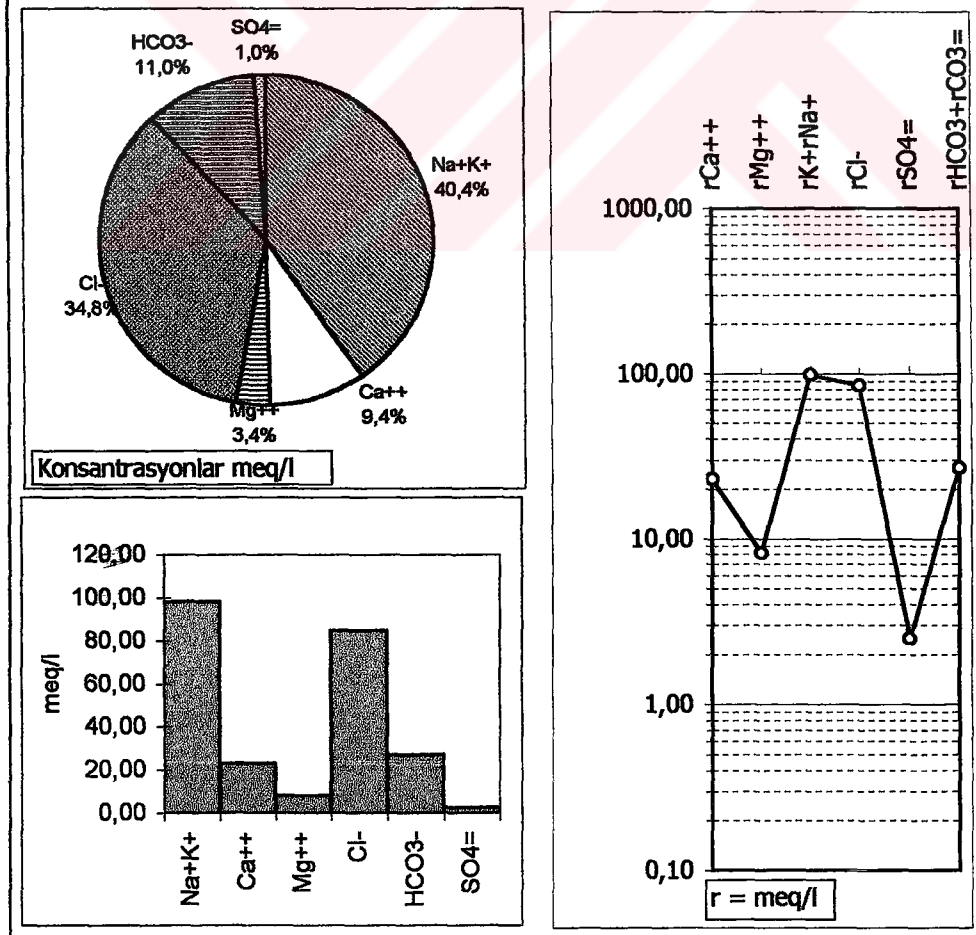
Ek 1.15. Haytanın Çeşmesi kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı : Kapuz Pınarı						pH(-logH)		7,5	
Örnekleme Tarihi : 1988			Sıcaklık: 17			EC(μmho/cm)		740	
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC	
Na ⁺	12,00	0,52	9,46	13,0	0,00052	0,0003	0,91	0,0005	
K ⁺	4,00	0,10	1,86	4,3	0,00010	0,0001	0,91	0,0001	
Ca ⁺⁺	42,00	2,10	37,99	45,7	0,00105	0,0021	0,70	0,0007	
Mg ⁺⁺	34,00	2,80	50,69	37,0	0,00140	0,0028	0,71	0,0010	
Cl ⁻	24,00	0,68	11,92	7,5	0,00068	0,0003	0,91	0,0006	
HCO ₃ ⁻	281,00	4,61	81,18	88,1	0,00461	0,0023	0,91	0,0042	
SO ₄ ⁼	6,00	0,13	2,20	1,9	0,00006	0,0001	0,69	0,0000	
CO ₃ ⁼	8	0,27	4,70	2,5	0,00013	0,0003	0,69	0,0001	
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				5,516	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)				92,0
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				5,675	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)				319,0
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				11,191	Toplam İyon Miktarı (mg/l)				411,0
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0,008	% e (Hata Yüzdesi)				-1,41
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0,334	Sertlik (Fr)				24,46
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +rCO ₃) Oranı				0,135	rCa/rMg Oranı				0,75
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0,057	SIj (Jips Doygunluk İndeksi)				-2,89
SID(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0,118	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı				-2,09
Fo (Köptürme Katsayısı)				40,4					
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Mg-Ca-HCO ₃									



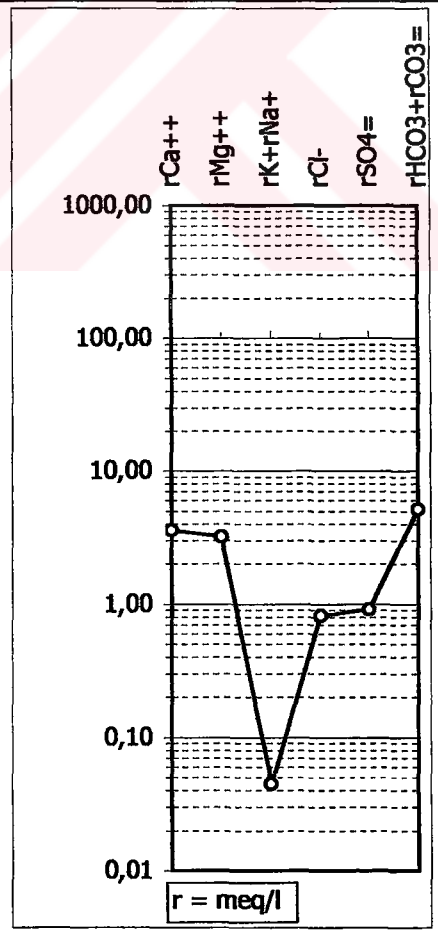
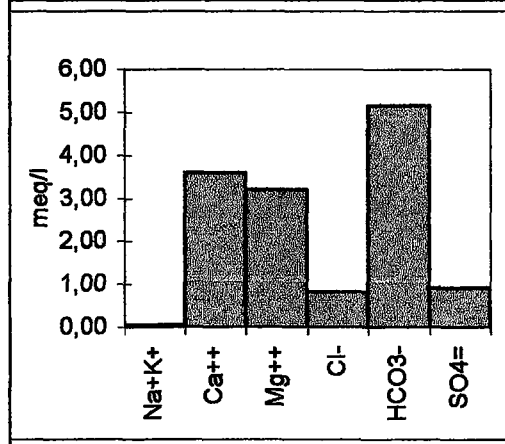
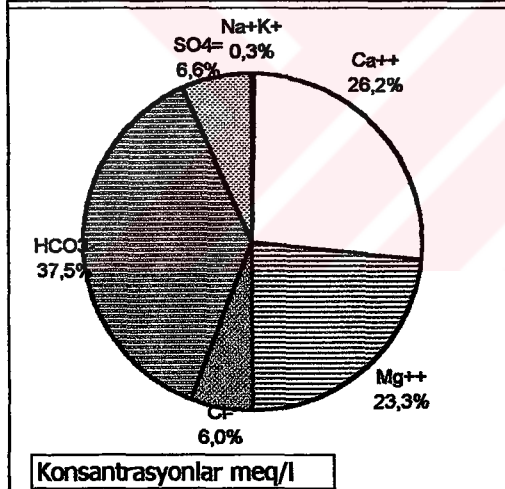
Ek 1.16. Kapuz Pınarı Kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı: Davutlar Kaplıcası						pH(-logH)		6,36	
Örnekleme Tarihi: 3.5.2002			Sıcaklık: 43	Derinlik :	203 m	EC(μmho/cm)		9730	
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC	
Na ⁺	2200	95,69	73,96	77,0	0,09569	0,0478	0,75	0,0718	
K ⁺	99,0	2,54	1,96	3,5	0,00254	0,0013	0,75	0,0019	
Ca ⁺⁺	460,0	22,95	17,74	16,1	0,01148	0,0230	0,32	0,0036	
Mg ⁺⁺	99,6	8,19	6,33	3,5	0,00410	0,0082	0,32	0,0013	
Cl ⁻	3000	84,56	74,25	63,1	0,08456	0,0423	0,75	0,0634	
HCO ₃ ⁻	1637,0	26,84	23,56	34,4	0,02684	0,0134	0,75	0,0201	
SO ₄ ⁼	119,8	2,49	2,19	2,5	0,00125	0,0025	0,32	0,0004	
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				129,377	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)				2858,6
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				113,888	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)				4756,8
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				243,265	Toplam İyon Miktarı (mg/l)				7615,4
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0,138	% e (Hata Yüzdesi)				6,37
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				24,250	Sertlik (Fr)				155,72
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı				2,883	rCa/rMg Oranı				2,80
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0,454	SIj (Jips Doygunluk İndeksi)				-1,23
SIğ (Dolomit Doygunluk İndeksi)				0,620	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı				-0,21
Fo (Köpürme Katsayısı)				6131,0	Demir (mg/l)				0,44
Hidrokimyasal fasiyes tipi:Na-Cl-HCO ₃									



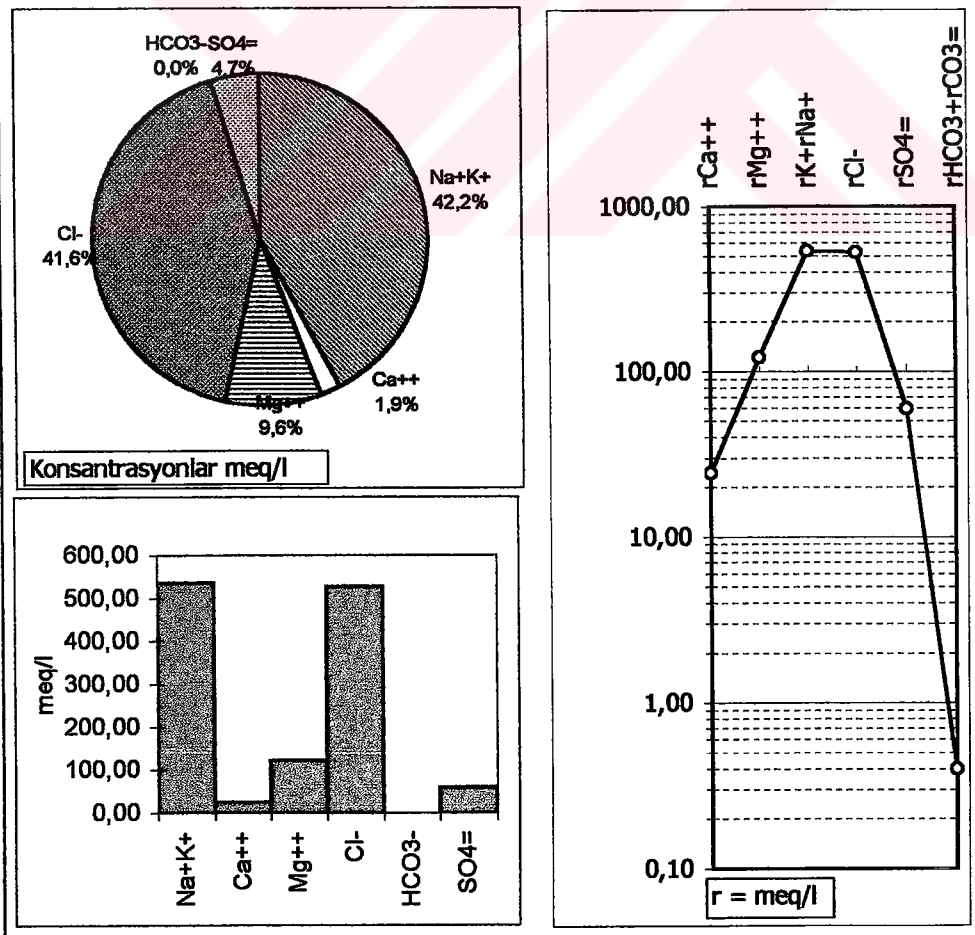
Ek 1.17. Davutlar Kaplıcası kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı : Arapaslan Pınarı					pH(-logH)		7,55	
Örnekleme Tarihi: 3.5.2002					Sıcaklık: 17		EC(μ mho/cm)	
İYON		mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F
Na ⁺		0,67	0,03	0,43	0,6	0,00003	0,0000	0,90
K ⁺		0,61	0,02	0,23	0,5	0,00002	0,0000	0,90
Ca ⁺⁺		72,00	3,59	52,55	64,2	0,00180	0,0036	0,67
Mg ⁺⁺		38,90	3,20	46,79	34,7	0,00160	0,0032	0,68
Cl ⁻		29,00	0,82	11,90	7,5	0,00082	0,0004	0,90
HCO ₃ ⁻		313,64	5,14	74,87	81,2	0,00514	0,0026	0,90
SO ₄ ⁼		43,62	0,91	13,23	11,3	0,00045	0,0009	0,65
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)					6,837	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)		112,2
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)					6,868	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)		386,3
Toplam İyon Miktarı (meq/l)					13,704	Toplam İyon Miktarı (mg/l)		498,4
İyonlaşma Gücü (mol/l)					0,011	% e (Hata Yüzdesi)		-0,23
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)					0,016	Sertlik (Fr)		33,96
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı					0,135	rCa/rMg Oranı		1,12
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)					0,395	SIj (Jips Doygunluk İndeksi)		-1,85
SI _d (Dolomit Doygunluk İndeksi)					0,474	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı		-2,03
Fo (Köpürme Katsayısı)					3,0	Demir (mg/l)		0,02
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Ca-Mg-HCO ₃								



Ek 1.18. Arapaslan Pınarı kimyasal analiz sonucu

Örnek Adı: Deniz Suyu (Güzellaamlı Limanı)					pH(-log H)		8,2	
Örnekleme Tarihi: 3.5.2002			Sıcaklık: 19		EC(μmho/cm)		5750	
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	F	AC
Na ⁺	12000,0	521,97	76,60	82,8	0,52197	0,2610	0,55	0,2896
K ⁺	537,0	13,77	2,02	3,7	0,01377	0,0069	0,55	0,0076
Ca ⁺⁺	488,0	24,35	3,57	3,4	0,01218	0,0244	0,09	0,0012
Mg ⁺⁺	1475,0	121,30	17,80	10,2	0,06065	0,1213	0,09	0,0057
Cl ⁻	18700,0	527,07	88,14	85,4	0,52707	0,2635	0,55	0,2925
HCO ₃ ⁻	24,4	0,40	0,07	0,1	0,00040	0,0002	0,55	0,0002
SO ₄ ⁼	2840,2	59,17	9,89	13,0	0,02959	0,0592	0,09	0,0028
CO ₃ ⁼	340,8	11,36	1,90	1,6	0,00568	0,0114	0,09	0,0005
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				681,386	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)		14500,0	
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				598,003	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)		21905,4	
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				1279,389	Toplam İyon Miktarı (mg/l)		36405,4	
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0,736	% e (Hata Yüzdesi)		6,52	
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				61,165	Sertlik (Fr)		728,25	
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı				8,848	rCa/rMg Oranı		0,20	
SIc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				-0,291	SIj (Jips Doygunluk İndeksi)		-0,89	
SID(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0,157	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Basıncı)		-3,99	
Fo (Köptürme Katsayısı)				33435,9	Demir(mg/l)		0,11	
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Na - Cl								



Ek 1.19. Deniz suyu kimyasal analiz sonucu